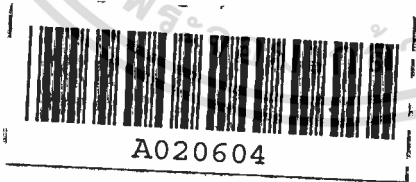




โครงการออกแบบปรับปรุงงานศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา

Cartoon Animation Stand for Audio Visual Education
in Higher Education



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สงวนไว้สำหรับการใช้ในงานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีการศึกษา 2534

หมู่.....
ทะเบียน..... 837 020604
เดือน ปี..... 27.ล.ค. 2535

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ
จตุรนต์ ภิรมย์การ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุง แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน
สำหรับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา Cartoon Animation
Stand for Audio Visual Education in Higher
Education

ชื่อนักศึกษา นาย ธเนศ ภิรมย์การ
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ถนอม จันทร์หมื่นไวย
อาจารย์ เกษม เซาว์ดี
อาจารย์ ระวีวรรณ ชินะตระกูล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจ วิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาแล้ว จึง
อนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปี
การศึกษา 2534

(อาจารย์ ปรียานร วงศ์อนุตรโรจน์)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ปรียานร วงศ์อนุตรโรจน์)
กรรมการ

(อาจารย์ คงเดช หุ่นแดง)
กรรมการ

(อาจารย์ ระวีวรรณ ชินะตระกูล)
กรรมการ

(อาจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร)
กรรมการ

(อาจารย์ ถนอม จันทร์หมื่นไวย)
กรรมการ

(อาจารย์ เกษม เซาว์ดี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุง ถ่ายภาพยนต์การ์ตูน สำหรับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา : จะสำเร็จลงไม่ได้เลย ถ้าไม่ได้รับความอุปการะ สนับสนุน ความช่วยเหลือ การชี้แนะที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินงาน จากบุคคลเหล่านี้ ซึ่งข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

มารดา _____ ผู้ให้ความรัก ความห่วงใย

กำลังใจ ให้แก่ลูกนี้ ลูกขอ

กราบขอบพระคุณอย่างสูง

อ.กนอม จันทรหมีนไวย _____ อาจารย์ที่ปรึกษาด้านการ

ออกแบบ

อ.เกษม เชาวดี _____ อาจารย์ที่ปรึกษาด้านการ

ออกแบบ

อ.ระวีวรรณ ชินะตระกูล _____ อาจารย์ที่ปรึกษาด้านข้อมูล

พิมพ์ข้อมูล

คุณ _____ พิมพ์ข้อมูล

วัชระ มั่นปรีชา, อนันท์ อินทร์คำ, วิระ สุขแสงรัตน์, วิโรจน์ คล้ายกระโทก ผู้ให้ความร่วมมือในการทำงานปฏิบัติงานในจุดที่วางไว้ให้สำเร็จโดยดี เป็นผลให้ งานส่วนใหญ่ จุดสำคัญ ที่ก้าวไปสู่ความสำเร็จ ที่เกิดขึ้นทุกคนมีส่วนร่วมภูมิใจไม่น้อยไปกว่าตัวกระผมเอง

ความประทับใจในน้ำใจที่ทุกๆ คนมิให้ขอจดจำทุกสิ่งที่เกิดขึ้นไว้กับความทรงจำตลอดไป ขอขอบพระคุณ _____

(นายจเนต กิรมย์การ)

ผู้ดำเนินการค้นคว้า และออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

รายการตารางประกอบ

รายการภาพประกอบ

บทที่

1	บทนำ	
1.1	คำนำ	1
1.2	วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์	2
1.3	ปัญหาที่เกิดขึ้น/แนวทางการแก้ปัญหา	3
1.4	วิธีการดำเนินงานวิจัย	9
1.5	ขอบเขตการออกแบบ	9
1.6	ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	9
1.7	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์	10
2	เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์	
2.1	ประวัติความเป็นมาของภาพยนตร์การ์ตูน	11
2.2	หลักการพื้นฐานของภาพยนตร์	18
2.3	ลักษณะเฉพาะของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	19
2.4	เทคนิคการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	36
2.4.1	เทคนิคการใช้เซลล์	38
2.4.2	การถ่ายทำการ์ตูนประเภทเต็ม	39
2.4.3	การถ่ายทำการ์ตูนประเภทจำกัด	40
2.4.4	การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน	
	ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้และแบบอื่น ๆ	43
2.4.5	การถ่ายทำการ์ตูนประเภทพลาสติก	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.4.4 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้และแบบอื่น ๆ

2.4.5 การถ่ายทำการ์ตูนประเภทพลาสติก 49

	หน้าที่
2.5 การเลือกใช้วัสดุ	51
2.6 อัตราส่วนของกรอบภาพ	53
2.7 จังหวะเวลา ระยะห่างขนาด อัตราความเร็ว	54
2.8 ทักษะย่อของการทำภาพยนตร์	
2.9 การแบ่งส่วนงาน ตามโครงสร้างการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	65
2.10 พลวัตศาสตร์ของการเคลื่อนไหว	66
2.11 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	67
2.12 แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	121
2.12.1 แทนยึดกล้องแทนถ่ายทำ	121
2.13 การทำงานของแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	134
2.14 โต้ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	150
ข้อมูลด้านลรีระศาสตร์	158
อลุมิเนียมและอลุมิเนียมผสม	165
พลาสติกและกรรมวิธีการผลิต	195
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 วิธีดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูล	214
3.1.1 แหล่งที่มาของข้อมูล	214
3.1.2 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	214
3.2 ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ	215
3.2.1 ศึกษาจำนวนแผ่นเซลต่อหน่วยการทำงาน	215
3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติของกล้องที่นำมาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	216
3.2.3 ศึกษาการติดตั้งแทนถ่ายทำภาพยนตร์	217
3.2.4 ศึกษารูปแบบของแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	218
3.2.5 ส่วนประกอบของแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3.2.6 ศึกษาคุณสมบัติของแทนยึดกล้องไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ต่าง 22.3 คำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 3.2.7 ศึกษาสแตนด์กล้องต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ 22.4

	หน้าที่	
3.2.8	ศึกษาแป้นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	225
3.2.9	ศึกษาขนาดของกรอบภาพ	225
3.2.10	ศึกษาการยึดแผ่นเซล	226
3.2.11	ศึกษาระบบให้แสง	226
3.2.12	ศึกษาถาดรับแผ่นเซล	227
3.2.13	ศึกษาขาแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	227
	วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	232

4

4.1	วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ	255
-	วิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแสง	256
-	วิเคราะห์สีของสวิตช์ควบคุมการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	257
-	วิเคราะห์ข้อของแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	258
-	วิเคราะห์ชนิดของสวิตช์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	259
-	การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับมือเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	262
-	วิเคราะห์รูปแบบการยึดกลิ้งสำหรับถ่ายทำ	263
-	วิเคราะห์รูปแบบสแตนยัดแทนยึดกลิ้ง	264
-	วิเคราะห์มือจับเลื่อนแทนยึดกลิ้ง	265
-	วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวมือจับแทนยึดกลิ้งภาพยนตร์การ์ตูน	266
-	วิเคราะห์รูปแบบถาดใส่แผ่นเซล	267
-	วิเคราะห์รูปแบบของฐานแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	268
-	วิเคราะห์รูปแบบของขาแทนถ่ายทำ	269
-	วิเคราะห์การติดตั้งสวิตช์ควบคุมการทำงานของระบบไฟให้แสงสว่าง	270
-	วิเคราะห์การพับเก็บสแตนยัดแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	271
-	วิเคราะห์การติดตั้งโคมไฟให้แสงสว่างในการถ่ายทำ	272

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้าน 273

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้าที่
- วิเคราะห์ระบบการเคลื่อนขึ้นลงของแท่นยึดกล้องถ่ายทำ ภาพยนตร์การ์ตูน	274
- วิเคราะห์ความจำเป็นในการพับเก็บโคมไฟ	275
- วิเคราะห์การติดตั้งถาดใส่แผ่นเซล	276
- วิเคราะห์การจัดตำแหน่งการเก็บโคมไฟให้แสง	277
- วิเคราะห์ตำแหน่งการเดินสายไฟใช้กับหลอดไฟในการให้แสง	278
- วิเคราะห์วัสดุและการผลิต	279
สรุปเพื่อการออกแบบ	301
5	274
5.1 IDEA DEVELOPMENT จำเป็นในการพับเก็บโคมไฟ	304
5.2 SKETCH DESIGN ติดตั้งถาดใส่แผ่นเซล	305
5.3 การนำเสนองานออกแบบ	307
5.3.1 WORKING DRAWING	307
5.3.2 PRESENTATION	312
5.3.3 MODEL	317
6	
6.1 สรุปผลการวิจัย	319
6.2 ข้อเสนอแนะ	322
บรรณานุกรม	323
ประวัติผู้วิจัย	324

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประกอบตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงมิติความสำเร็จของงานออกแบบ	160
2	เลขมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	162
3	คุณสมบัติบางอย่างของอลูมิเนียม	167
4	คุณสมบัติอลูมิเนียมเพื่อทำปฏิกิริยากับธาตุบางธาตุ	168
5	สัญลักษณ์ที่ใช้แทนอลูมิเนียมในรูปแบบ	169
6	คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียม	177 - 183
7	แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลางสี่เหลี่ยมจัตุรัส	191
8	แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลางสี่เหลี่ยมผืนผ้า	193
9	ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลมกลวง	194
10	ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกเทอร์โมเซตติง	207
11	ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกเทอร์โมพลาสติก	208
12	ประเภทและคุณสมบัติของพลาสติก	209 - 213
13	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระยะมิติต่าง ๆ ของร่างกาย ความสูงยืน และมิติวิกฤติ	229
14	วิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟ	256
15	วิเคราะห์ประเภทของขาแท่น	259
16	แสดงขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิติยืน	260
17	แสดงขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิตินั่ง	261
18	สรุปสัดส่วนต่าง ๆ ของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่สำคัญ	261
19	วิเคราะห์รูปแบบการยึดคล้องสำหรับถ่ายทำ	263
20	วิเคราะห์รูปแบบสแตนด์แทนยึดแทนยึดคล้อง	264
21	วิเคราะห์มือจับแทนยึดคล้อง	265
22	วิเคราะห์ลักษณะของผิวมือจับ	266
23	วิเคราะห์รูปแบบถาดใส่แผ่นเซล	267
24	วิเคราะห์รูปแบบฐานของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	268
25	วิเคราะห์รูปแบบของขาแท่นถ่ายทำ	269
26	วิเคราะห์ส่ววิทัศน์	270
27	วิเคราะห์ความสำคัญการนับเก็บแทนถ้อยคำ	271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

ตารางที่		หน้า
28	วิเคราะห์การติดตั้งโคมไฟให้แสงสว่างในการถ่ายทำ	272
29	วิเคราะห์มือจับแผ่นทับแผ่นเซล	273
30	วิเคราะห์การเลื่อนขึ้นลงแท่นยึดกล้อง	274
31	วิเคราะห์ความจำเป็นในการพับเก็บโคมไฟ	275
32	วิเคราะห์การจัดวางของภาคใส่แผ่นเซล	276
33	วิเคราะห์การจัดตำแหน่งการเก็บโคมไฟ	277
34	วิเคราะห์ตำแหน่งการเดินสายไฟ	278
35	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตแท่นยึดกล้อง	279
36	วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตแท่นยึดกล้อง	280
37	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตสแตนด์ยึดกล้อง	281
38	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตสแตนด์ยึดกล้อง	282
39	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตแผ่นกรองแสงของแบรนถ่ายทำ	283
40	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตแบรนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	284
41	วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ผลิตแบรนถ่ายทำ	285
42	วิเคราะห์ประเภทของพลาสติกที่นำมาใช้ผลิตแบรนถ่ายทำ	286
43	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตแบรนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	287
44	วิเคราะห์วัสดุทำแผ่นทับแผ่นเซล	288
45	วิเคราะห์วัสดุผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล	289
46	วิเคราะห์พลาสติกที่นำมาใช้ผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล	290
47	วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล	291
48	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล	292
49	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตขาสแตนด์	293
50	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตเสาแท่นถ่ายทำการ์ตูน	294
51	วิเคราะห์วัสดุนำมาผลิตฐานของสแตนด์	295
52	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตฐานของสแตนด์	296
53	วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตขาโคมไฟ	297
54	วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตขาโคมไฟ	298
55	วิเคราะห์วัสดุผลิตตัวโคมไฟและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ	299
56	วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโคมไฟ	300

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุฒวิทยาลัยสงขลา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ

รายการประกอบภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงแท่นยึดภาพ	2
2 การติดตั้งโคมไฟ	3
3 แสดงระบบการเดินสายไฟแบบเก่า	4
4 แสดงแป้นยึดแผ่น เซลแบบเก่า	5
5 แสดงลักษณะการทำงาน	6
6 แสดงเนื้อที่ในการทำงาน	7
7 การถ่ายทำการรื้อถอนประเภทจำกัด	41
8 การทำให้มองเห็นปากเคลื่อนไหว	41
10 การถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทพลาสติก	46
11 ตัวอย่างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์	46
12 การถ่ายทำการรื้อถอนโดยใช้ภาพหลายภาพบนพื้นเดียว	47
13 แสดงระยะทาง/เวลา	55
14 แสดงระยะทาง/เวลา	56
15 แสดงจังหวะเวลา	56
16 แสดงความเร็ว-ระยะทาง	57
17 แสดงจังหวะเวลา	57
18 แสดงเส้นนำจังหวะ	60
19 ภาพแสดงเส้นนำจังหวะ	60
20 แสดงการแยกแยะความเคลื่อนไหว	61
21 แสดงการวาดภาพจังหวะล่าสุด	62
22 ภาพแสดงการตรวจสอบผล	63
23 การทำงานเคลื่อนไหวโดยไม่ใช่ฟิล์ม	83
24 การทำเฮมาโทรบ	84
25 การทำเฮมาโทรบ	85
26 การทำพินากิสติลโคป	86

เอกสารนี้เป็นงานทำพินากิสติลโคป งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา 87

ไม่ว่ากรณี 28) การทำใช้โทรบ ให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ 88

ภาพที่		หน้า
59	คลัทช์เคลื่อนฟิล์ม	138
60	ใบหัตเตอร์ (ใบพัด)	138
61	การถ่ายภาพดอยหลัง	149
62	แสดงการบังเงา	154
63	แสดงการเคลื่อนกล้อง	155
64	ลักษณะกล้องแสง	157
65	ข้อมูลสัดส่วนคนไทย	162
66	แสดงขนาดสัดส่วนของมือ	163
67	ขนาดของมือในการจับเครื่องมือต่าง ๆ	164
68	โลหะอลูมิเนียมรูปแบบของอ็อกต	166
69	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม	170
70	คอมเพรสเซอร์	172
71	เรือลำเลียงในน่านน้ำทะเลลึก	173
72	คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ	175
73	ชุดแปรงอลูมิเนียม	176
74	แปรงเครื่องดีเซล	176
75	แสดงความหนาของอลูมิเนียม	184
76	กรรมวิธีผลิตแบบรีด	198
77	แสดงส่วนประกอบในการผลิตแบบรีด	201
78	การถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ	201
79	ลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสองแผ่น	202
80	ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านการผลิตแบบรีด	203
81	ชิ้นงานไม่สมบูรณ์	203
82	แสดงการติดตั้งแท่นถ่ายทำภายใน Studio	217
83	แสดงลักษณะการทำงานแบบทำงานบนพื้นโต๊ะ	218
84	แสดงลักษณะการทำงานกับพื้น	219
85	แสดงลักษณะกรอบภาพ 6 ขนาด	220
86	แสดงลักษณะกรอบภาพ 6 ขนาด	220

ภาพที่		หน้า
87	แสดงสแตนด์ยัดกลิ้ง	224
88	แสดงฐานของผลิตภัณฑ์ข้างเคียง	228
89	ลักษณะการให้แสง	230
90	ขนาดสัดส่วนของมือจับในลักษณะต่าง ๆ	262
91	รูปแบบการพัฒนาของแป้นถ่ายทำ	303
92	IDEA DEVELOPMENT	304
93	IDEA DEVELOPMENT	304
94	SKETCH DESIGN I	305
95	SKETCH DESIGN II	305
96	SKETCH DESIGN III	306
97	FINAL SKETCH	307
98	TOP VIEW	307
99-101	FRONT, SIDE VIEW	307 308
102	ข้างรองฐาน	309
103	BODY	309
104	SECTION A-A	310
105	SECTION B-B	310
106	ISOMETRIC	311
107-114	PRESENTION	312 - 316
115-116	MODEL	317 - 318

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

1.1 คำนำ

ในด้านสื่อการเรียนการสอนของระบบการศึกษาในเมืองไทยมีสื่อหลายรูปแบบที่ได้รับการพัฒนา เทคโนโลยีของสื่อทางการศึกษาให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และการก้าวเป็นสื่ออีกประเภทที่มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ แต่การพัฒนา ยิ่งน้อยกว่าสื่อประเภทอื่นเพราะยังมีอุปสรรคหลายประการ ทำให้ภาพยนตร์การ์ตูนในไทย ยังไม่แพร่หลายทั้งทางด้านเทคโนโลยีทางด้านงบประมาณ เพราะการผลิตภาพยนตร์ในปัจจุบันต้องลงทุนสูง และวัสดุอุปกรณ์ในการผลิตมีราคาแพงเกินกว่าสถานศึกษาจะจัดหางบประมาณ เพื่อบริการทางประเภทการ์ตูนได้นอกจากเอกชนที่สามารถผลิตภาพยนตร์การ์ตูน

จากปัญหาข้างต้นมีสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาบางแห่งที่ได้พัฒนาการผลิต ภาพยนตร์การ์ตูนขึ้นโดยการสั่งซื้ออุปกรณ์บางชิ้นจากต่างประเทศและบางชิ้นผลิตขึ้นใช้เอง และส่วนที่สำคัญในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูนนอกจากกล้องถ่ายทำแล้วอุปกรณ์ที่จำเป็นมาก คือแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ซึ่งเป็นส่วนที่มีส่วนสำคัญมากในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตสื่อประเภทภาพยนตร์การ์ตูน และแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนเคยมีผู้ออกแบบขึ้น แต่ยังไม่ได้ออกสนองในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานในระดับอุดมศึกษายังไม่ตอบสนอง พฤติกรรมการปฏิบัติงานและด้านเทคโนโลยีการผลิต และยังมีใช้กันยังไม่แพร่หลายไปตามสถานศึกษาต่าง ๆ ที่มีความต้องการ

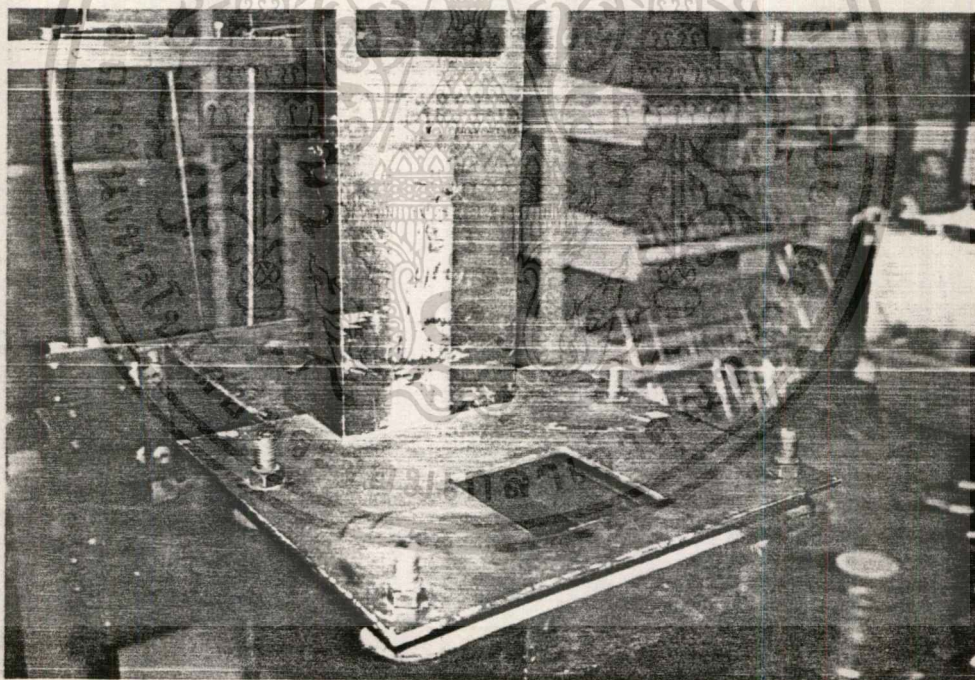
เพื่อให้มีการพัฒนาคุณภาพของสื่อการสอนประเภทการ์ตูน จึงควรมีการออกแบบปรับปรุงให้สามารถผลิตขึ้นในประเทศได้ เพื่อการลดต้นทุนในการผลิตและผลิตให้เหมาะสมกับสัดส่วนการผลิตของระบบการศึกษาของไทย เพื่อความสัมพันธ์กับสภาพความเป็นไปในการใช้งานในปัจจุบันให้ดียิ่งขึ้น

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. การติดตั้งกล่องกับแท่นถ่ายทำไม่ได้รับการออกแบบให้ใช้ได้กับกล่องรุ่นใหม่ ๆ ในท้องตลาด

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบแท่นถ่ายทำให้สามารถใช้ได้กับกล่องในปัจจุบันให้ดีขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงแท่นยึดภาพ

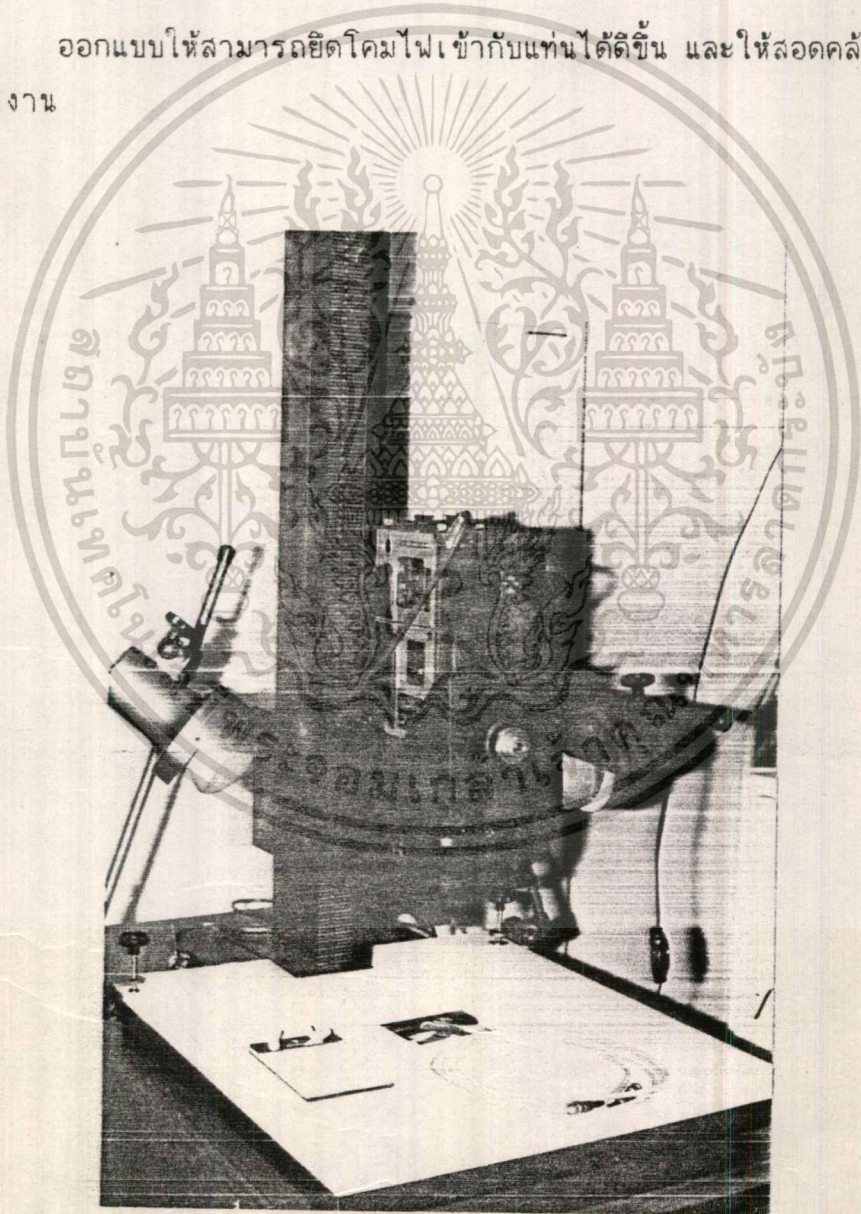
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

2. โคมไฟให้แสงสว่างในการทำงานการติดตั้งโคมไฟเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ภาพที่ถ่ายสวยงามขึ้น แต่ระบบการติดตั้งยังไม่ได้รับการออกแบบปรับปรุง

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้สามารถยึดโคมไฟเข้ากับแท่นได้ดีขึ้น และให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน



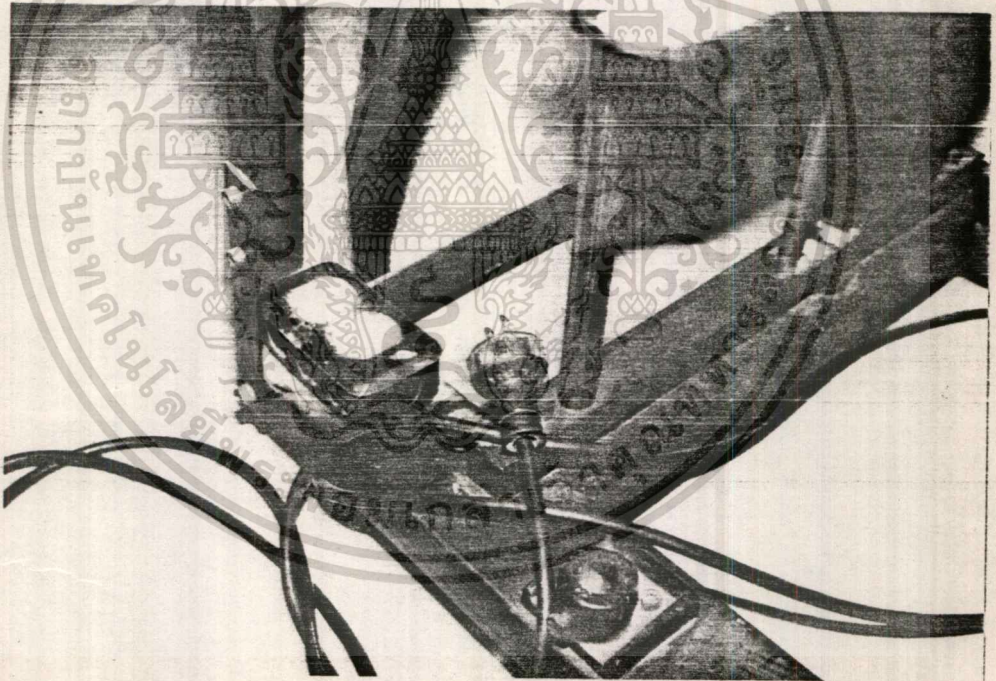
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำวัสดุไปตัดแปลงเนื้อหาหรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ภาพที่ 2 แสดงการติดตั้งโคมไฟ

ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ระบบการเดินสายไฟของคอมพิวเตอร์ไม่สะดวกในการเปิดปิด เพราะเป็นการเดินสายไฟลักษณะเดียวกันกับผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งไม่เหมาะสมกับพฤติกรรมการเปิดปิดคอมพิวเตอร์

แนวทางการแก้ปัญหา

วางตำแหน่งสวิทช์เปิดปิดจากการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานจริง



ภาพที่ 3 แสดงระบบการเดินสายไฟแบบเก่า

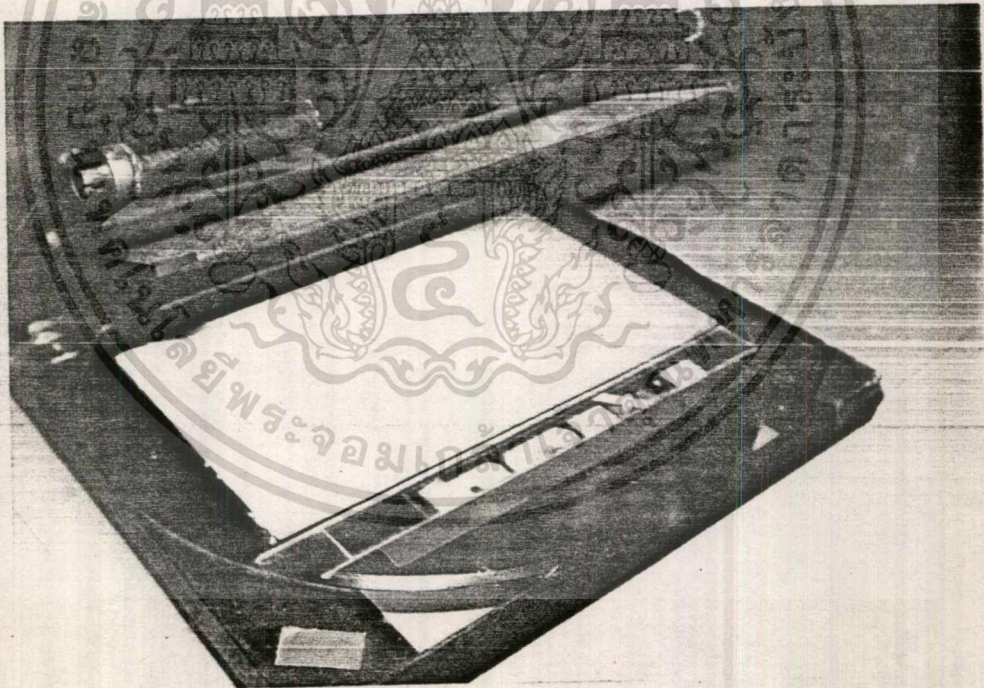
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. การยึดฉลากและการเปลี่ยนแปลงแผ่นเคลือบโลหะลักษณะตัวล็อค ต้องใช้เวลาในการยึดให้ตรงล็อค ต้องเสียเวลาในการทำงานมาก

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้มีตัวยึดฉลากและแผ่นเคลือบโลหะไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อนและปรับเปลี่ยนง่าย



ภาพที่ 4 แสดงเบ้ายึดแผ่นเคลือบแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

5. ในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องลุกนั่งบ่อย ๆ เนื่องจากสัดส่วนการทำงาน
งานของเครื่องไม่เข้ากับสัดส่วนของผู้ปฏิบัติงาน

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบให้สามารถปรับปรุงอุปกรณ์ประกอบให้เข้ากับสัดส่วนการทำงานของคนไทย



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะการทำงาน

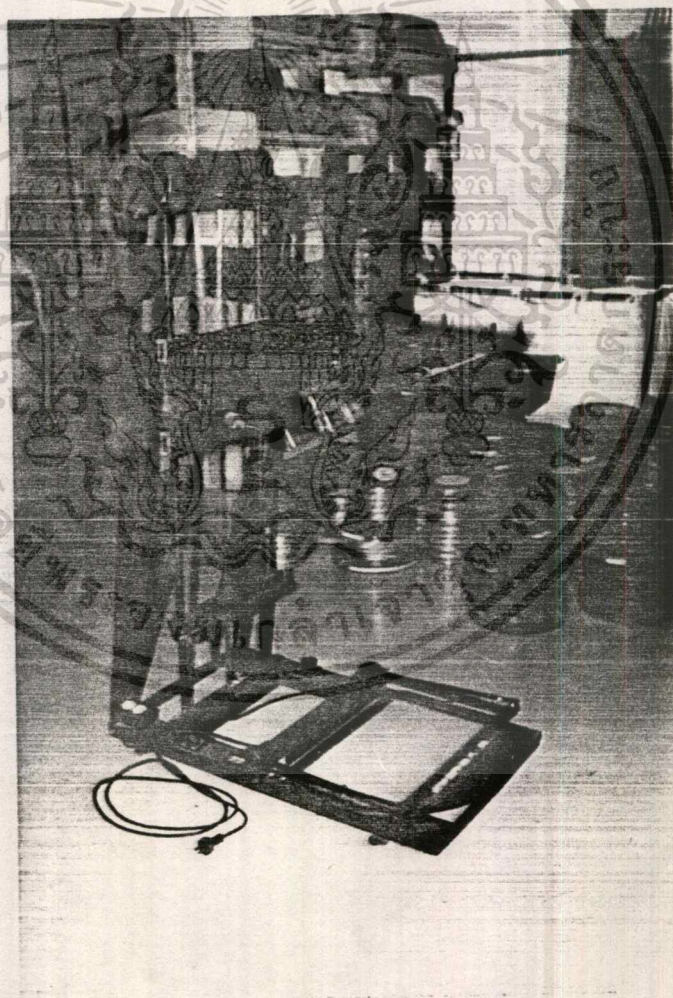
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

- 6. ไม่สามารถกำหนดสัดส่วนการทำงานที่แน่นอนได้

แนวทางการแก้ปัญหา

ออกแบบจัดอุปกรณ์ให้อยู่ในชุดที่กำหนดไว้ได้ เป็นสัดส่วนในการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 6 เพื่อแสดงเนื้อหาในการทำงานให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์

1. เพื่อเป็นโครงการออกแบบปรับปรุงแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนแก่ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
2. เพื่อเป็นการเสนอสื่อทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการเผยแพร่ความรู้ข่าวสารของนักเทคโนโลยีทางการศึกษา
3. เพื่อศึกษาข้อมูลมาตรฐานการผลิตในท้องตลาด ด้านกรรมวิธีและรูปแบบการผลิตการ์ตูน เพื่อนำมาปรับปรุงในการออกแบบปรับปรุงแทนการทำภาพยนตร์การ์ตูน
4. เพื่อศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาทางด้านสื่อการศึกษา
5. เพื่อเสนอแนะแนวทางการเผยแพร่ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เหตุผลของการทำวิทยานิพนธ์

การผลิตสื่อทางการศึกษาในศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ของสถาบันการศึกษามีส่วนสำคัญในการเผยแพร่ ความรู้ สื่อที่ช่วยให้ง่ายต่อการเรียนรู้คือ การ์ตูน แต่เทคโนโลยีการผลิตการ์ตูนของไทยยังไม่มีหน่วยงานที่เสนอแนวทางการพัฒนารูปแบบการผลิตอย่างจริงจัง ทั้งทางด้านเอกชน สืบเนื่องจากวัสดุอุปกรณ์ไม่อำนวยความสะดวกในการผลิตรวมถึงงบประมาณ

ดังนั้น ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาจึงเป็นหน่วยงานที่น่าจะมีการปรับปรุงสื่อทางด้านนี้ โดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ และอุปกรณ์ประกอบที่มีระบบการทำงานที่เป็นสัดส่วนแทนวางที่สามารถจัดอุปกรณ์ประกอบและปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การผลิตสื่อทางด้านนี้จะมีการพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กำหนดปัญหาโดย
 - การสังเกต
 - การสอบถาม
 - การสัมภาษณ์
 พร้อมแนวทางการแก้ปัญหา
 2. การวางแผนการวิจัย
 - ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางภาคเอกชน
 3. รวบรวมข้อมูล
 4. วิเคราะห์ข้อมูล
 5. สรุปรูปข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางการออกแบบ
 6. ออกแบบ สเก็ต เขียนแบบ
 7. สร้างหุ่นจำลอง
- หมายเหตุ ทุกขั้นตอนเข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตการ์ตูน เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ
2. ศึกษาภาพยนตร์การ์ตูนที่แผ่นเซลล์
3. ศึกษาสัดส่วนการทำงานของอุปกรณ์ที่ปฏิบัติงานกับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน
4. ศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการผลิตการ์ตูน
5. ศึกษากรรมวิธีการผลิตและวัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบ

ขอบเขตการออกแบบ

1. ออกแบบปรับปรุงแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนในหน่วยงานของคุณย์เทคโนโลยีทางการศึกษาระดับอุดมศึกษา
2. เป็นการออกแบบเพื่อใช้ถ่ายทำด้วยกล้องที่สามารถถ่ายทีละเฟรมได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไทย
3. ออกแบบปรับปรุงแท่นถ่ายทำให้เหมาะสมกับสัดส่วนการทำงานของคนไทย
 4. ออกแบบปรับปรุงแท่นให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ประกอบด้วยคือ
 - 4.1 กล้องดิจิทัล
 - 4.2 โคมไฟ
 - 4.3 แผงยึดแผ่นฉาก
 - 4.4 ตัวล็อกแผ่นใสสามารถเปลี่ยนได้

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

1. ได้แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่อำนวยความสะดวกสบายยิ่งขึ้น แก่ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
2. สามารถทราบถึงขั้นตอนและอุปกรณ์ในการผลิตภัณฑ์ภาพยนตร์การ์ตูน
3. เป็นประโยชน์ในการจัดทำสื่อ เพื่อใช้ในการเรียนการสอน
4. สามารถทราบถึงกรรมวิธี และขั้นตอนในการผลิตแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน
5. ทราบรายละเอียด และการนำไปใช้ช่วยกับคอมพิวเตอร์

แหล่งศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่มีอยู่ขณะนี้

1. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3. สมาคมการ์ตูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติความเป็นมาของภาพยนตร์การ์ตูน

ภาพยนตร์การ์ตูนถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของผลที่ได้จากแรงบันดาลใจในการที่จะบันทึกเรื่องราวของชีวิต และความเคลื่อนไหวของมนุษย์ ซึ่งพัฒนาขึ้นอยู่เรื่อย ๆ ตามวิวัฒนาการทางเทคนิค และความแปลกใหม่ในรูปแบบของศิลปะ

เป็นเวลากว่า 30,000 ปีแล้ว ที่มนุษย์รู้จักวาดรูปบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ จากหลักฐานภาพวาดบนผืนผนังถ้ำของมนุษย์ "นีแอนเดอร์ทัล (Neanderthal)" และยิ่งไปกว่านั้นภาพจำนวนหนึ่งในนั้นยังแสดงถึงการที่มนุษย์พยายามที่จะบันทึกอาการเคลื่อนไหวของสัตว์ (ตามรูปที่ 1) ซึ่งแสดงให้เห็นเป็นภาพของสัตว์ที่กำลังวิ่ง วาดโดยการแสดงให้เห็นขาหลายคู่ แต่เน้นน้ำหนักต่างกัน ซึ่งก็ได้เป็นเพียงความรู้สึกเท่านั้น จากรูปนี้เองเราจึงถือเป็นต้นกำเนิดของ "ภาพยนตร์การ์ตูน"

ต่อมาในปี ค.ศ. 130 หลักฐานที่ถูกบันทึกครั้งแรก โดย Ptolemy นักวิทยาศาสตร์ และนักปรัชญาชาวอียิปต์ จากการสังเกตหารายมที่อยู่มุมตอมกลางคืน และคอยแกว่งไฟให้สัญญาณ เมื่อหม้อไฟถูกแกว่งเหนือศีรษะอย่างช้าภาพของแสงก็จะปรากฏเป็นรูปแสงของหม้อไฟเป็นห่วง ๆ แต่เมื่อแกว่งอย่างรวดเร็วภาพก็จะต่อเนื่องเป็นเส้นแสงไฟติดต่อกันเป็นวงกลม เขาจึงทราบว่าเมื่อดวงไฟถูกแกว่งอย่างรวดเร็วเกินกว่าสายตาจะจับรายละเอียดได้หมด เขาจึงเห็นเป็นเพียงลำแสงที่ต่อเนื่องกัน

และหลังจากนี้อีกหลายร้อยปีจึงมีการวิวัฒนาการทางด้านนี้ต่อไป ในขั้นเริ่มต้นคือวิวัฒนาการของเครื่องฉายภาพยนตร์

ในศตวรรษที่ 17 พระคริสตรูปหนึ่งชื่อ "Athanasius Kircher" ได้สร้างเครื่องฉายอย่างง่าย ๆ ขึ้นเรียกว่า A Magic Lantern ซึ่งประกอบด้วยกล่องกับกระจกเลนส์โดยใช้เทียนหรือแสงสะท้อนของแดดเป็นแสงหลัก มีภาพเลื่อนเป็นชุดขนานไปกับพื้นซึ่งฉายไปกับกำแพงในห้องมืด แต่ภาพที่ปรากฏค่อนข้างมืดมัว และเขาได้นำสิ่งประดิษฐ์ของเขานี้มาแสดงให้กับพวกพระด้วยกันชม ซึ่งเป็นภาพชุดเกี่ยวกับปีศาจ การฉายภาพเหล่านี้มีผลต่อพวกพระที่ชมมากจนบางคนถึงกับกล่าวร้ายแก่เขาหาว่าเขาสร้างศิลปะแห่งความชั่วร้ายขึ้น สร้างความตื่นตกใจมาก เนื่องเป็นการพยายามที่จะอธิบายถึงการทำงานของเครื่องนี้ให้คนเข้าใจ ในปี ค.ศ. 1644 เขาจึงได้พิมพ์หนังสือ "ars magna lucis et umbrae (The great art of light and shadow)"

ขึ้น ซึ่งอธิบายถึงปรากฏการณ์ของแสง, เลนส์, กระจก และการหักเหของแสงกับไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ของธรรมชาติในการมองเห็นของสายตา เป็นหนังสือที่ได้รับความนิยม และ A Magic Lantern ก็เป็นที่ยอมรับในฐานะเป็นประดิษฐ์กรรมชิ้นหนึ่ง ซึ่งต่อมา นำมาใช้เป็นเครื่องสร้างความบันเทิงแก่ผู้ชมโดยนำเริ่มออกแสดงทั่วยุโรป สร้างความบันเทิงให้แก่ผู้คนและถือเป็นเครื่องเล่นร่วมสมัยที่ได้รับความนิยม ขึ้นต่อมาคือการค้นพบ เครื่องฉายที่สามารถฉายเป็นภาพเคลื่อนไหว Gasper Schott ลูกศิษย์ของ Kircher และเป็นพระคริสต์เช่นเดียวกัน ได้เขียนตำราเกี่ยวกับการพัฒนาปรับปรุง Magic Lantern ซึ่งเขาได้เพิ่มภาพที่บรรจุอยู่ในวงล้อ เพื่อที่จะหมุนได้และสามารถฉายได้อย่างรวดเร็วขึ้น

คนแรกที่ว่าดภาพการ์ตูนเคลื่อนไหวขึ้นคือ Pieter Van Musschenbroek นักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ ในปี ค.ศ. 1736 เขาได้ว่าดภาพชุด "โรงสีลม" โดยว่าดภาพทีละภาพให้ตำแหน่งของก้านหั่นค้อย ๆ เคลื่อนไปที่ละนิดจนครบรอบ และใช้เครื่องหมุนเป็นตัวหมุน เขาสามารถฉายภาพให้เร็วต่อเนื่องกันเกิดเป็นภาพของโรงสีลมกำลังหมุนอยู่

ได้มีการพัฒนาอีกเพียงเล็กน้อยในช่วงหลายร้อยปีต่อมาจนในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 วิวัฒนาการมาในรูปของของเล่นเด็กเรียกว่า The Thaumatrope เครื่องเล่นนี้เป็นจานแผ่นวงกลมมีภาพวาดอยู่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังตรงข้ามกันมีเชือกร้อยตรงกลางเพื่อหมุน เมื่อหมุนจานจนหมุนตัวตาก็ไม่สามารถแยกระหว่างสองภาพนี้ออกจากกันได้ เครื่องเล่นนี้เป็นที่นิยมมาก และทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป

ความก้าวหน้าเกี่ยวกับภาพยนตร์ก็ก้าวไปไกลในปี ค.ศ. 1824 เมื่อ Perter Mark Roget ได้พิมพ์ผลงานการค้นคว้าของเขาชื่อ "Persistence of Vision with Regard to Moving Objects" ระหว่างการทดลอง Roget ได้ใช้วงล้อสี และมีที่กำบังอีกชิ้นหนึ่ง และที่กำบังมีช่องสำหรับมอง ช่องนี้จะบังค้ำสายตาให้เห็นเพียงทีละช่อง ในขณะที่วงล้อหมุน เขาได้พบว่าภาพในแต่ละช่องของวงล้อจะมารวมเป็นภาพเดียวเมื่อมองจากช่องนี้ และปรากฏเป็นภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องกัน Roget ได้ข้อกำหนดเบื้องต้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับหลักการมองเห็นของสายตา ซึ่งมีประโยชน์ในการพัฒนาภาพยนตร์ต่อไป คือ

1. การมองเห็นของผู้ชมจะต้องถูกจำกัด (ซึ่งได้นำไปใช้ในการควบคุมนี้ โดยนำไปสร้างซัตเตอร์ในกล้องถ่ายต่อไป)

2. ตาจะรับภาพเป็นภาพเดียวถ้ามองเห็นภาพที่ฉายต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว

3. ต้องใช้อัตราความเร็วที่สม่ำเสมอ ภาพฉายจึงจะต่อเนื่องไปโดยไม่กระตุก ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณสมบัติที่ดีของแสงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ภาพชัดแจ่ม และสม่ำเสมอ การทดลองของ Roget และการพัฒนาในการถ่ายภาพของ Niepce ในปี ค.ศ. 1822 เป็นเครื่องกระตุ้นในการทดลอง และประดิษฐ์ที่จะให้ได้เครื่องมือที่ดีที่สุดในการทำภาพยนตร์

ต่อมานักวิทยาศาสตร์ และศิลปินชาวเบลเยียม Joseph Plateau ผู้ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีของ Roget ในปี ค.ศ. 1829 เขาได้สร้างอุปกรณ์ขึ้นชนิดหนึ่งเป็นวงล้อ "The Phenakistiscope" ซึ่งแบ่งเป็นช่องบรรจุภาพ 16 ภาพ ในแต่ละภาพบนวงกลมบรรจุรูปคนเหมือนกันหมดแต่จะมีลักษณะไม่เหมือนกัน และเมื่อนำวงล้อมาหมุนแล้วมองผ่านตามทฤษฎีของ Roget ก็จะทำให้เห็นรูปคนที่แสดงอาการเคลื่อนไหวได้ จึงทำให้เกิดอุปกรณ์ในการบันเทิงอย่างใหม่ ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก "Plateaus Phenakistiscope" ได้ถูกออกแบบมาในลักษณะต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องวงล้อหยอดเหรียญวงล้อก็จะหมุนให้เห็นภาพ ลูนซ์วิ่ง, ม้ากระโดด หรือนักกายกรรมตีลังกา บ้างและก็เป็นที่นิยมของผู้คนมาก และขายดีมาก รวมทั้งยี่ห้อหนึ่งคือ Getthe Money Scope สำหรับคนที่ไม่มีเงินจะซื้อเครื่องเหล่านี้กลับไปดูที่บ้าน ก็มีคนสร้างร้านเล็ก ๆ เปิดเป็นโรงภาพยนตร์ให้คนเข้าชม เช่น โรงภาพยนตร์ของ Smile Reynard ซึ่งดำเนินกิจการโรงภาพยนตร์ในปารีส ในช่วงปี ค.ศ. 1892 ถึง 1900 เป็นสถานที่ที่ซึ่งภาพวาดรูปนำมาประกอบเพลงซึ่งในปัจจุบันนี้สิ่งนี้ก็ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภาพยนตร์ในปัจจุบัน และเพื่อความก้าวหน้าในการทำภาพยนตร์ยังต้องการ กล้องที่สามารถบันทึกภาพได้อย่างสมบูรณ์, ฟิล์มที่มีประสิทธิภาพในการรับแสง และเครื่องฉายที่สามารถฉายภาพได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้มีการค้นคิดปรับปรุงขึ้นจากกลุ่มบุคคลต่าง ๆ กัน เช่น กล้องเป็นผลงานการทดลองของเอ็ดสัน ฟิล์มก็เป็นการพัฒนาขึ้นโดยบริษัทอีสต์แมน และเครื่องฉายก็เป็นผลสำเร็จจากการทดลองของพี่น้องลูมเอร์ ในปี ค.ศ. 1896 และทุกอย่างก็เป็นผลให้วงการภาพยนตร์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

จนในช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 การวิวัฒนาการในภาพยนตร์ก็แบ่งออกเป็น 2 ทาง ทางหนึ่ง คือนำมาประยุกต์กับการละคร โดยใช้ตัวแสดงเป็นมนุษย์จริงมีพระเอกนางเอก และผู้แสดงอื่น ๆ เกิดเป็นภาพยนตร์เรื่องราวต่าง ๆ ในปัจจุบัน อีกทางหนึ่งคือตัวแสดงเกิดจากการสร้างของมนุษย์มีว่าจะเป็นการวาด หรือวิธีการอื่น ๆ และได้กลายมาเป็นภาพยนตร์การ์ตูนในปัจจุบัน

โดยทั่วไปภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องแรกเชื่อว่าวาดโดย J. Stewart Blackton ชาวอเมริกันซึ่งเป็นผู้ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเรื่อง "Humorous Phases of Funny Faces" ในปี ค.ศ. 1906 แต่นักประวัติศาสตร์บางคนกล่าวว่า ชาวฝรั่งเศส ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกชิ้นที่มีการนำไปใช้

Emile Cohl ผู้สร้างเรื่อง Phantasmagorie ปี ค.ศ. 1908 เป็นผู้สร้างคนแรก แต่ตามบันทึกของห้องสมุดคองเกรสได้กล่าวว่า เป็นภาพการ์ตูนที่ผลิตโดยศิลปินอเมริกัน ซึ่งไม่มีใครทราบว่าใครเป็นผู้วาดขึ้น ใน ค.ศ. 1900 ศิลปินผู้นี้เป็นพนักงานอยู่ในบริษัท เอติสัน และถ่ายเป็นเรื่องโดยเขาเดินเข้ามาร่างภาพหน้าของคนบนกระดาน แผ่นใหญ่และวาดจบลงด้วยเป็นภาพกำลังสูบบุหรี่ แล้วตัวการ์ตูนก็เคลื่อนไหวสูบบุหรี่ ในปาก และพันควันเป็นกลุ่มใหญ่จนตัวศิลปินคนวาดก็ตกใจกระโดดถอยออกมา

ในช่วงแรกเริ่มของการทำภาพยนตร์การ์ตูน ภาพวาดและฉากประกอบแต่ละ ภาพจะถูกวาดขึ้นมาสำหรับถ่ายแต่ละเฟรมจึงเป็นการใช้แรงงาน อย่างมาก และความ อดทน แต่อุปสรรคเหล่านี้ก็หมดไปเมื่อ ค.ศ. 1914 มีการค้นพบแผ่นเซลลูลอยด์โดย Earl Hurd จึงทำให้ง่ายขึ้นโดยการแยกทำทางแต่ละท่ามาแยกเขียนบนแผ่นเซล และ นำมาประกอบกันได้เฉพาะแต่ละภาพ โดยไม่ต้องวาดภาพทั้งหมดขึ้นมาใหม่ จากการ ค้นพบนี้ทำให้พัฒนาเทคนิคใหม่ในการวาด และเกิดรูปแบบใหม่ของศิลปินขึ้นอีกมาก

ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นเรื่องเกิดขึ้นจากแรงบันดาลใจโดยงานของ Cohl and Blackton Winsor McCay ได้นำตัวการ์ตูนของเขาชื่อ Little Nemo มาทำเป็น ภาพยนตร์ และนำออกฉายตามโรงภาพยนตร์ทำให้เกิดการแตกตื่นสนใจของผู้ชม เขา จึงผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องอื่นตามออกมา และประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น เช่น เรื่อง Gertie The Trained Dinosaure และนำตระเวนแสดงในลักษณะการแสดง สลับฉากจากการต้อนรับชมผู้ชมอย่างมโหฬาร อุตสาหกรรมการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนจึง ขยายตัวขึ้นในเมืองนิวยอร์ก และฮอลลีวูด เพื่อที่จะสนองความต้องการ เรื่องราวที่มัก ไม่มีผลไร้สาระ อย่างเรื่องของพระเอกที่ฉลาดแต่ต้องกำลังกว่าจัดการกับคนพาลที่มา รังแก และที่วิ่งไล่ต่อสู้กันมีมุขตลกต่าง ๆ ในช่วงนี้ซึ่งเป็นที่ถูกใจของผู้ชมมาก

ลักษณะตัวการ์ตูนในช่วงแรกมักเป็นรูปทรงเรขาคณิต เพราะเป็นการง่ายที่ จะผลิตขึ้นมา เช่น ตัวละครที่มีหัว และใบหน้ากลม ๆ เช่น Felix The Cat และ Flip The Frog จากการทำเช่นนี้เป็นการทำส่วนละเอียดที่ยุงยากของตัวการ์ตูนให้ เป็นรูปแบบกราฟิกส์ที่ง่ายที่สุด และได้กลายเป็นลักษณะที่ใช้กันมาจนปัจจุบัน

เป็นที่น่าสังเกตว่าภาพยนตร์การ์ตูนได้มีการผลิตเป็นภาพยนตร์เสียงก่อนภาพ- ยนตร์ธรรมดาเสียอีก ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1920 Charles A. Hoxie นักทดลองของ เยอเนอรัลอีเลคทริก ได้ทดลองอัดเสียงลงบนฟิล์ม และระหว่างปี ค.ศ. 1920-1922 วิศวกรของเวลเทิร์นอีเลคทริก ได้ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเสียงขึ้น

จากจุดเริ่มต้นของภาพยนตร์การ์ตูนบันเทิง ผู้บุกเบิก เช่น Pat Sullivan, Winsor McCay และ Max Fleisher ได้สร้างตัวการ์ตูนที่เป็นสัตว์เลี้ยงดูจะเป็นตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



พ.ศ. ๒๕๕๑
๒๕๕๑

ละครที่มีความนิยมมากที่สุด เพราะเป็นการง่ายที่จะสร้างความประทับใจ และเรียก
เสียงหัวเราะจากผู้ชมได้มาก อย่างเช่น Felix The Cat และ Oswald The
Rabbit ซึ่งเป็นตัวการ์ตูนต้นฉบับของ Mickey Mouse, Bug Bunny and
Huckleborry Hound

Walt Disney เป็นผู้มีอิทธิพลมากในช่วงระหว่างเริ่มแรกจากการยก
ระดับเป็นความบันเทิงในรูปแบบศิลปะที่เป็นจริง ด้วยการเริ่มของเรื่อง "Steamboat
Willie" ในปี ค.ศ.1928 สตูดิโอของดิสเนย์ได้เริ่มยุคแห่งศิลปะและเทคนิคใหม่ ๆ
ในการทำภาพยนตร์การ์ตูนกับเพลง และสร้างสรรค์ตระการตามาประกอบกันกับการนำเรื่อง
นิทานที่มีเสน่ห์ซึ่งสามารถหยิบยื่นความสนุกสนานบันเทิงแก่ผู้ชม ในช่วงเรื่องที่สามสิบ
ของวอลท์ ดิสเนย์ ชุด "SILLY SYMPHONY" ได้นำออกฉายทั่วโลกก็ได้รู้จัก และชื่นชม
กับการ์ตูนตัวเอกคือ Mickey Mouse

ในแต่ละภาพที่ปรากฏแสดงให้เห็นถึงเทคนิคใหม่ และการปรับปรุงส่วนต่างๆ
ในขบวนการผลิต เช่นการมีนิ้วมือเพียงสี่นิ้วในตัวละครบางตัว ซึ่งเป็นการตัดทอนให้
เรียบง่ายเพื่อสะดวกที่จะทำให้ภาพเคลื่อนไหว และเป็นที่ยอมรับของคนดู

ภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องยาวของดิสเนย์คือ "Snow White and The Seven
Dwarves" ในปี ค.ศ.1937 และติดตามมาอีกหลายเรื่องคือ Pinocchio Bambi,
Dumbo และ Alice in Wonderland เป็นต้น ด้วยแต่ละเทคนิคใหม่ล่าสุดของดิสเนย์
เปลี่ยนแปลงก้าวหน้าจากรูปแบบของการ์ตูนตลกที่ผิดธรรมชาติจนถึงภาพที่สวยงาม และ
เคลื่อนไหวเหมือนธรรมชาติที่สุด ความสำเร็จในแง่ศิลปะที่สุดดูเหมือนจะเป็นเรื่อง
Fantasia ซึ่งเป็นการนำเอาเพลงอมตะของคีตกวี ที่มีชื่อเสียง เช่น Beethoven
Tchaikovsky, Stravinsky และอื่น ๆ มาจินตนาการเป็นภาพยนตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด
ซึ่งสามารถจะกล่าวได้ว่าเราไม่สามารถจะชมภาพยนตร์การ์ตูนที่สวยงามเท่านี้อีกแล้ว

ศิลปินชาติอื่น ๆ ก็กระตือรือร้นในการทำภาพยนตร์การ์ตูนในช่วงนี้ แต่งาน
เป็นไปในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากเทคนิคการวาดบนเซลล์ซึ่งดูจะเป็นเทคนิคทั่วไป เมื่อ
กล่าวถึงภาพยนตร์การ์ตูน การสร้างในรูปของการตัดกระดาษ, หุ่นกระบอก และวัสดุ
อื่น ๆ ดูจะเฟื่องฟูในยุโรป และส่วนอื่น ๆ ของโลก นอกเหนือจากวิวัฒนาการใน
การ์ตูนบนแผ่นเซลล์ซึ่งบรรลุถึงสุดยอดอย่างกว้างขวางภายใต้การดลบันดาลของวอลท์
ดิสเนย์

การ์ตูนสั้นเรื่อง Gerale Mcboing Boring ซึ่งผลิตโดย UPA (United
Productions of America) เป็นการนำมาถึงการเปลี่ยนแปลงก้าวใหม่ของรูปแบบ
ภาพยนตร์การ์ตูนหลังจากช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 รูปแบบใหม่นี้ ได้อิทธิพลมาจากงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

837 02001

จิตรกรรมประเภทนามธรรม (Abstract) ซึ่งมีรูปแบบกราฟิกเรียบ ๆ และเป็นภาพ
 เลียนที่ผิดความจริงอย่างมากซึ่งตรงกันข้ามกับรูปแบบของวอลท์ ดิสนีย์ ซึ่งใกล้เคียงกับ
 ความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับ UPA เริ่มมีแบบเป็นของตัวเอง ซึ่งไม่มีข้อจำกัดอยู่กับ
 กฎเกณฑ์ของธรรมชาติ คุณสมบัติของการออกแบบเริ่มมีบทบาทสำคัญ อิริยาบทต่าง ๆ
 ก็แสดงเป็นสัญลักษณ์มากกว่าความเป็นจริง UPA ได้ทำภาพยนตร์การ์ตูนของเขา
 เรียบง่ายจนเกือบเรียกว่าถึงจุดของนามธรรมทำให้เกิดการใช้เทคนิค Limited
 Animation ขึ้นซึ่งเป็นผู้นำให้กับเทคนิคอื่นที่จะตามมา

เมื่อมาถึงยุคของโทรทัศน์ ทัศนคติของคนอเมริกันก็เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก
 ซึ่งเป็นผลต่ออุตสาหกรรมบันเทิงอย่างใหญ่หลวง จากการที่ครอบครัวอเมริกันเคยออก
 ไปชมภาพยนตร์นอกบ้านอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง ส่วนใหญ่จะซื้อเครื่องรับโทรทัศน์ และชม
 กันอยู่กับบ้าน การลดจำนวนของผู้ชมภาพยนตร์และเป็นจุดจบของการสร้างภาพยนตร์
 เรื่องยาวซึ่งใช้เวลาในการสร้างและค่าใช้จ่ายสูงขึ้นตามลำดับ ทำให้กลายเป็นรายการ
 โทรทัศน์ขึ้นมาแทน เช่น รายการ Wonderful World of Color ของดิสนีย์ซึ่งเป็น
 รายการที่รวมเอาทั้งภาพยนตร์การ์ตูน และภาพยนตร์ชีวิตธรรมชาติเข้าไว้ด้วยกัน และ
 ก็มีการผลิตรายการโทรทัศน์เป็นโดยบริษัทยักษ์ใหญ่ออย่าง Hanna-Barbera ซึ่งทำให้
 เกิดภาพยนตร์การ์ตูนชุด The Flintstones และ Huckleberry Hound เป็น
 เรื่องราวของการล้อเลียนชีวิตประจำวันและชนหัวสำหรับเด็กทุกวัย

Hanna-Barbera ได้พัฒนาด้วยวิธีคิดที่ว่าใคร ๆ ในการสนองตอบปริมาณ
 อย่างมากมายในความต้องการเรียกร้องภาพยนตร์ชุดทางโทรทัศน์ แทนที่จะทำ Full
 Animation ในแบบของดิสนีย์เขาจะจำกัดลักษณะตัวละครเป็นเพียงแขนขารูปร่าง
 หน้าตาที่ง่าย ๆ และให้แสดงการเคลื่อนไหวโดยการใช้เทคนิคมากมาย

ในธุรกิจการทำภาพยนตร์การ์ตูนชุดครึ่งชั่วโมงหรือหนึ่งชั่วโมงทางโทรทัศน์
 ใช้ทั้งเทคนิคทั้งหมดของดิสนีย์ และเทคนิคใหม่ของ Hanna-Barbera ซึ่งบางทีจะเป็น
 การกำหนดรูปแบบของภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับอีกหลายปีข้างหน้า ทุกสตูดิโอใหญ่ ๆ
 มีต้นฉบับ และโครงการจะทำผลิตภาพยนตร์เรื่องยาวออกสักเรื่องหนึ่งแต่ในขณะนี้เป็น
 เวลาของโทรทัศน์ ซึ่งมีอิทธิพลอยู่ในโลกบันเทิงขณะนี้

2.1 ภาพยนตร์การ์ตูนในเมืองไทย

สำหรับความเป็นมาของภาพยนตร์การ์ตูนในเมืองไทยนั้นยังไม่มีสถาบันก
 เอกสารนี้อย่างจริงจังจนแต่เท่าที่ทราบกันทั่วไปผู้ที่ริเริ่มการทำการ์ตูนเป็นครั้งแรกการทำภาพยนตร์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ์ตูนในเมืองไทยเป็นคนแรกคือ "ปยุต เงากระจ่าง" แต่ตามที่ได้ค้นมาปรากฏว่ามีประวัติความเป็นมาคือ ในราวปี พ.ศ.2488 เสน่ คล้ายเคลื่อนไหว จิตรกรฝีมือชั้นนำคนหนึ่งในยุคนั้นได้พยายามคิดจะทำภาพยนตร์การ์ตูนขึ้นและทดลองถ่ายทำลงฟิล์มจนสำเร็จ แต่ทำยังไม่ทันจะสมบูรณ์ก็เสียชีวิตลงเสียก่อน จึงไม่มีใครมีโอกาสได้ชมภาพยนตร์ที่เขาได้ทำและไม่ทราบรายละเอียดว่าได้ทำในเรื่องราวอะไรอย่างไร จนในปี พ.ศ.2497 ปยุต เงากระจ่าง ก็เริ่มบุกเบิกหาประสบการณ์ในการทำภาพยนตร์การ์ตูนเป็นครั้งแรก ในสมัยที่ยังไม่มีตำราขาย ไม่มีครูสอน และเครื่องมือเครื่องไม้ก็ยังไม่มากนัก แต่เขาก็เพียงพยายามต่อไปอย่างไม่หยุดยั้งจนจนเลยข้ามปีมาถึง พ.ศ.2498 ปยุตก็สามารถทำภาพยนตร์การ์ตูนได้สำเร็จเป็นเรื่องแรก นั่นคือเรื่อง "เหตุมหัศจรรย์" ซึ่งฉายประกอบร่วมกับหนังเรื่อง "ทูลบุรุษทูล" ของ ล.อาลนจินดา ที่โรงหนังบรอดเวย์

หนังการ์ตูนเรื่องนี้ต้องใช้แผ่นเซลลูลอยด์หรือแผ่นพลาสติกใตถึง 4,000 แผ่น โดยแบ่งออกเป็นแปดคราวน์ 24 ฉาก เขาใช้เวลาเขียนการ์ตูนของเขาตั้งแต่หัวค่ำจนถึงเช้า และในวันหยุดทุกคืนเป็นเวลาถึง 9 เดือนเต็ม เหตุที่เขาต้องเขียนการ์ตูนเฉพาะเวลากลางคืนก็เพราะช่วงเช้าถึงเย็นเขามีกงานประจำที่สำนักงานข่าวสารอเมริกัน ในปี พ.ศ.2500 เขาก็ทำหนังการ์ตูนขึ้นอีกเรื่องเป็นเรื่องที่สองคือ "หนุมานผจญภัยครั้งใหม่" ความยาว 20 นาที เป็นหนังการ์ตูนที่ทำให้กับสำนักงานข่าวสารอเมริกัน เพื่อต่อต้านลัทธิคอมมิวนิสต์ และเตรียมนำออกฉายให้คนไทยได้ชมกัน แต่ในยุคนั้นเป็นยุคของจอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ จอมพลผู้เผด็จการในอดีต ก็เลยมีเกล็ดที่จะบรรยายคือ ก่อนที่จะนำหนังการ์ตูนเรื่องนี้ออกฉายก็ต้องฉายให้คณะทหารชมก่อน คราวนี้ตามท้องเรื่องนี่ "หนุมาน" เป็นผู้มาอยู่กับเมือง ให้คนกับลิงกลับคืนสู่สันติภพจนพอมมาถึงภาพหนุมานอวดตารมาช่วยนายพลตรีท่านหนึ่งแห่งกองทัพบกก็ลั้งระงับการฉายทันทีโดยอ้างว่าผิดกาลเทศะ เพราะท่านนายกรัฐมนตรี คือ จอมพลสฤษดิ์ ท่านเกิดปวอก หนังการ์ตูนเรื่องนี้จึงต้องเก็บห้ามฉาย ในปี พ.ศ.2503 ปยุต ก็สร้างหนังการ์ตูนความยาว 20 นาที ออกมาอีกเรื่อง "เด็ก ๆ กับหมี" และปีเดียวกันญี่ปุ่นก็สามารถสร้างหนังการ์ตูนเรื่องยาวออกมาได้คือ เรื่อง "ไวท์ สเน็ค"

สำหรับการ์ตูนเรื่องยาวเรื่องแรกที่เรารู้จักกันดีคือ "สุดสาคร" เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2514 มีการโฆษณาว่าจะมีการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนไทยเรื่องแรก เรื่อง "สุดสาคร" โดยมีแผ่นป้ายโฆษณาหน้าโรงภาพยนตร์เฉลิมกรุง แต่ก็ยังเป็นเพียงป้ายโฆษณาเท่านั้น ยังไม่มีการดำเนินการถ่ายทำแต่อย่างใด ในช่วงแรก "ฉิววรรณ กัมปนาทแสนยากร" เป็นผู้อำนวยการสร้าง เรื่องนี้ได้หาทีมงานมาเขียนภาพในหนังสือสารการ์ตูนเรื่องนี้ไว้ แต่ทีมงานนี้เขียนการ์ตูนเป็นอย่างไรก็ยังไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ภาพเคลื่อนไหวไปตามบทบาทของเรื่องได้ทางผู้สร้างภาพยนตร์จึงได้ไปเชิญ ปยุต เงากระจ่าง มาเป็นที่ปรึกษา และดำเนินการสร้าง ทีมงานชุดแรกนำโดย "อาจารย์อุดมลักษณ์ ทรงสุวรรณ" ซึ่งต่อมาก็วางมือไป ทางผู้สร้างคือ จีรวรรณ จึงตัดสินใจมอบหมายให้ปยุตรับหน้าที่ทำหนังการ์ตูน "สุดสาคร" ต่อจนสำเร็จเป็นภาพยนตร์ระบบ 35 มิลลิเมตร สีและเสียงในฟิล์ม ใช้เวลาสร้างทั้งสิ้น 1 ปี 9 เดือน มีความยาวทั้งสิ้น 82 นาที จากฟิล์มภาพยนตร์ 8 ม้วนยาว 7, 348 ฟุต นับเป็นภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องแรกของไทยที่เป็นความสำเร็จในการเป็นผู้บุกเบิกอย่างเต็มตัวและมาจนถึงขณะนี้ก็ยังไม่มีการสืบทอดเจตนารมณ์ในการจะทำภาพยนตร์การ์ตูนเช่นนี้ต่อไปอีกเลย

2.2 หลักการพื้นฐานของภาพยนตร์การ์ตูน

ภาพยนตร์ที่ถ่ายทำจากภาพและวัตถุนิ่งให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ หรือที่เรา มักจะเรียกกันว่าภาพยนตร์การ์ตูน หรือหนังการ์ตูน หรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Animation หรือ Film animation เป็นภาพยนตร์แบบที่สลับซับซ้อนมาก ในการถ่ายทำ ต้องใช้ทักษะหรือความชำนาญผสมกับสติปัญญาหรือไหวพริบ และความคิดสร้างสรรค์ อย่างสูงมาก วิธีถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนในสมัยดั้งเดิม เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว ใช้มือถ่ายทำเกือบทั้งหมด ได้ใช้วิธีเกือบเหมือนเดิมติดต่อกันมาจนถึงเมื่อสองสามปีมานี้ ในปัจจุบัน แม้จะใช้เครื่องมือกลและเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เข้าช่วยในการถ่ายทำแต่ก็ยังคงจำเป็นต้องใช้สติปัญญา ทักษะ และความคิดสร้างสรรค์เข้าช่วยในการถ่ายทำอยู่นั่นเอง ทั้งนี้ก็เพื่อทำให้การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้รับผลสำเร็จเป็นอย่างดี

ด้วยการใช้เครื่องมือช่วยทางเทคนิคสมัยใหม่มากยิ่งขึ้น การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้กลายเป็นการแบ่งงานย่อยเล็กซึ่งยิ่งขึ้นและแบ่งเป็นงานเฉพาะอย่างมากที่สุด เมื่อที่จะสนองตอบความต้องการทางเทคนิคและความเร่งด่วนของวงการวิทยุโทรทัศน์ ซึ่งเป็นวงการผู้ใช้ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นใหญ่

แต่ภาพยนตร์การ์ตูนในตัวของมันเองมิใช่ เป็นสิ่งที่ยุ่งยากกลับสนเหมือนงานอัน ลับสนยุ่งเหยิงของห้องส่งโทรทัศน์หรือการออกแบบเครื่องคอมพิวเตอร์แต่อย่างใด การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนยังจำเป็นต้องพึ่งหลักฐานมูลฐานของความเคลื่อนไหวและเครื่องจักรกล ในการทำภาพยนตร์การ์ตูนอยู่คงเดิม ยังต้องพึ่งผลงานของกล้องถ่ายทำภาพยนตร์อย่างกว้างขวาง ตลอดจนพึ่งศักยภาพอันกว้างใหญ่ของวิชาการภาพยนตร์ ซึ่งเป็นที่ซ้ำซึ่งกันทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะเฉพาะของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Film animation)

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Film animation) เป็นเทคนิคของการสื่อสารทางตาหรือทางการเห็นของมนุษย์อย่างหนึ่ง ซึ่งมีศักยภาพพื้นฐาน คือการทำให้ความสลับซับซ้อนเข้าใจง่ายขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นสิ่งที่ตามองไม่เห็น และเพื่อสอนให้เร็วขึ้นและรัดกุมยิ่งขึ้น การถ่ายทำภาพยนตร์ ชนิดนี้แตกต่างจากการถ่ายทำภาพยนตร์ชนิดที่มีการเคลื่อนไหวจริง ๆ (Live-action filming) ซึ่งเป็นกว่าจะต้องถ่ายภาพในอัตรา 24 ภาพ หรือกรอบภาพ (frame) ต่อหนึ่งวินาที ทั้งที่ความจริงในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะนำเอาภาพยนตร์ที่แสดงการเคลื่อนไหวจริง ๆ เข้ามารวมไว้ด้วยกันได้เป็นอย่างดี แต่ส่วนใหญ่ภาพยนตร์การ์ตูนใช้เทคนิคของการถ่ายภาพยนตร์ที่ละภาพหรือถ่ายภาพหนึ่งแล้วหยุด (Stop frame cinematography) คือถ่ายหรือเปิดชัตเตอร์ (Shutter) ให้แสงสว่างเข้าไปถูกฟิล์ม 1 ภาพหรือกรอบภาพแล้วหยุดกล้อง เพื่อปรับเลือนภาพต้นฉบับหรือวัตถุที่ถ่าย ให้เคลื่อนสำหรับจะถ่ายภาพต่อไป วิธีดังกล่าวนี้จะมองเห็นได้ชัดเจนว่า เป็นวิธีที่ต้องสิ้นเปลืองเวลามากวิธีหนึ่ง และเป็นวิธีที่ต้องใช้พลังงานมือและทักษะมากพอใช้ ทั้งนี้ยังไม่กล่าวถึงความรู้ลึกเรื่องจังหวะเวลาและความเคลื่อนไหวเลย

การถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริงกับการถ่ายโดยหยุดทีละภาพต่างก็มีศักยภาพพิเศษหรืออำนาจพิเศษที่จะให้แก่ผู้ชมด้วยกัน ในการถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริง ด้วยกล้องที่มีความไวของชัตเตอร์ (Shutter) ในอัตราเร็วมากเป็นพิเศษ ผู้ถ่ายสามารถจะบันทึกภาพได้หลายพันภาพในเวลาเพียงหนึ่งวินาที ภาพยนตร์ดังกล่าวนี้สามารถจะทำให้ผู้ชมได้มีโอกาสศึกษาวิถีการเคลื่อน หรือทิศทางของหัวกระสุนปืนที่แหวกอากาศไป หรือได้ศึกษาลักษณะการบินของนกได้อย่างแจ่มแจ้ง ผู้ถ่ายบางคนอาจใช้ชัตเตอร์ที่ช้ามาก ถ่ายภาพหนึ่งทุก ๆ ชั่วโมง หรือชั่วโมงละหนึ่งภาพ เพื่อศึกษาความเจริญเติบโตของดอกไม้ โดยทั่วไปแล้ว อาจกล่าวได้ว่าการถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริง สามารถถ่ายทอดความเป็นจริงได้ดีกว่าภาพยนตร์การ์ตูน เพราะเลนส์ของกล้องถ่ายภาพยนตร์สามารถบันทึกภาพธรรมชาติได้เหมือนกับสิ่งนั้นมากที่สุด

อีกประการหนึ่งภาพยนตร์การ์ตูนมีคุณลักษณะเฉพาะตัวเองในทางกำหนดแบบธรรมชาติ ในทางทำเรื่องที่ยากให้กระจ่างและเข้าใจได้ง่ายเข้า และในทางแยกแยะเหตุการณ์ที่สลับซับซ้อนออกมา เป็นสัดส่วนและลำดับก่อนหลังให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อดีเปรียบของภาพยนตร์การ์ตูนมาใช้ได้ดียิ่งขึ้น จะได้บรรยายถึง

รายละเอียดว่าภาพยนตร์การ์ตูนสามารถทำอะไรได้บ้างไว้ ณ ที่นี้

ภาพยนตร์การ์ตูนใช้ประโยชน์จากความเคลื่อนไหวที่เป็นจริง

ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถรวมเอาความเคลื่อนไหวที่เป็นจริงเข้ามาไว้ด้วยกัน แล้วแยกตัวเองออกจากสิ่งนั้นไป ในเมื่อการชี้แนะและการทำให้เรื่องราวกระจ่างยิ่งขึ้น นั้นจำเป็นต้องอาศัยภาพความเคลื่อนไหวที่เป็นจริง เข้ามาช่วยแสดง

ภาพความเคลื่อนไหวที่เป็นจริงมีข้อได้เปรียบที่มองเห็นได้ชัดก็คือความเป็นจริง หรือเป็นธรรมชาติที่ปรากฏให้เห็นในทันทีทันใด เช่น นี่คือภาพยนตร์ช็อต (shot) หนึ่งที่แสดงให้เห็นเครื่องแยกปรมาณู นี่คือกล่องสัญญาณในรถไฟ และนี่คือเหมืองถ่านหิน เป็นต้น แต่ผิวดินที่ลึกลับซับซ้อนของความเป็นจริงไม่มีความหมายที่เป็นจริง นอกเสียจากว่า หลักการที่ทำให้สิ่งนั้นทำงานจะได้นำมาแสดงหรือสาธิตให้เห็น เช่นเดียวกับภาพยนตร์สารคดีที่สร้างขึ้นอย่างลึกลับเอาเผากิน เป็นจำนวนนับไม่ถ้วนที่นำมาแสดงโดยต้องใช้วิธีบรรยายหรือพากย์ประกอบ ให้ผู้ชมเข้าใจผิวพื้นหรือลักษณะพื้นที่ดังกล่าวแล้ว เพื่อที่จะเบนความสนใจจากความเป็นจริงของภาพเคลื่อนไหวที่เป็นจริง มาสู่การเสนอในเชิงวิเคราะห์อย่างแท้จริงของภาพยนตร์ที่ทำให้เห็นความเคลื่อนไหว (Animated drawings) หรือแผนภาพ (Diagram) ก็คือการทำทั้งสองอย่างครั้งเดียวให้ได้ผลดีที่สุด

ภาพยนตร์การ์ตูนแสดงเป็นภาพด้วยแผนภาพ

ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถนำเอาภาพแผนภูมิที่เคลื่อนไหวได้ลงซ้อนทับบนภาพที่เคลื่อนไหวได้จริง ๆ ด้วยเทคนิคที่ทั้งสองอย่างช่วยทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และแยกแยะหลักการทำงานภายในของสิ่งนั้นออกให้เห็นเป็นส่วน ๆ

โรงงาน เครื่องจักรกล หรือเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นจำนวนมาก ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีความลึกลับซับซ้อนเป็นอย่างมาก และต้องการความเข้าใจในทางเทคนิคและทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อย เพื่อที่จะได้เห็นคุณค่าของกรรมวิธีและหลักการที่เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและเครื่องใช้เหล่านั้น เนื่องจากความรู้ที่ต้องการมีหลายระดับ ดังนั้นการเสนอภาพยนตร์การ์ตูนจึงสามารถจัดแยกเป็นระดับต่าง ๆ ได้ตั้งแต่จากระดับง่ายที่สุด แบบที่เป็นการสาธิตระดับพื้นฐานมากที่สุด ไปจนกระทั่งถึงแบบที่ประณีตและสมบูรณ์ที่สุด แบบดังกล่าวนี้เป็นปัญหาของช่างเขียนหรือจิตรกรผู้เขียนภาพการ์ตูน ที่จะต้องปรับทักษะหรือความชำนาญเฉพาะอย่าง ในทางการเขียนภาพดังกล่าวให้ตรงต่อความประสงค์ของลูกค้าหรือผู้อุปถัมภ์ของตน ความสำคัญอีกแง่หนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาพยนตร์ประกอบการสอนวิชาทางเทคนิค ก็คือภาพยนตร์การ์ตูนที่ได้วางแผนไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างด้วยความรอบคอบเป็นอย่างดี ได้พิสูจน์ตัวเองให้เห็นแล้วว่า ภาพยนตร์การ์ตูน ทำให้ท่องจำได้ง่ายกว่าภาพยนตร์ที่บันทึกภาพที่เคลื่อนไหวได้จริง ๆ ซึ่งมุ่งสร้างมาเพื่อให้ความรู้ทำนองเดียวกัน

ภาพยนตร์การ์ตูนแยกแยะหรือวิเคราะห์กรรมวิธีและความเคลื่อนไหวให้เห็นได้

โครงสร้างขั้นพื้นฐานของเทคนิคการทำภาพและวัตถุหนึ่งให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ (Animation) หรือการทำภาพยนตร์การ์ตูน ก็คือการซ้อนทับของแผ่นเซลลูลอยด์โปร่งใส โดยให้แผ่นหนึ่งซ้อนทับอีกแผ่นหนึ่ง แต่ละแผ่นหรือที่เรียกว่า "เซล" (Cell) มีภาพแสดงความเคลื่อนไหวส่วนหนึ่ง เพียงจังหวะเดียวของภาพเคลื่อนไหวที่ประดิษฐ์ขึ้น จนถึงจังหวะสุดท้ายของความเคลื่อนไหวทั้งหมด การแบ่งกรรมวิธีแห่งความเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน ออกเป็นจังหวะย่อยที่แตกต่างกัน (โดยต่อเนื่องกัน) ด้วยวิธีนี้ (เช่นตัวอย่างส่วนของเครื่องกลหรือจังหวะหนึ่งในกระบวนการอุตสาหกรรม) แผ่นโปร่งใสหรือเซลจะถูกดึงหรือลอกออกจากภาพรวมทีละแผ่น ๆ (บันทึกทีละภาพ) ดังนั้นภาพรวมทั้งหมดก็อาจมองเห็นได้โดยชัดเจนเป็นส่วนรวมของส่วนแห่งความเคลื่อนไหวทั้งหมด

กรรมวิธีนี้มีความสำคัญอันยิ่งใหญ่ในการทำให้เข้าใจกรรมวิธี ขั้นตอนหรือแง่ของการทำภาพยนตร์การ์ตูนได้ง่ายและแจ่มแจ้งขึ้น เป็นต้นว่า ส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของภาพชุดเคลื่อนไหวอาจถูกแยกออกไปใช้งานโดยเต็มที่ แต่ในขณะที่เดียวกันส่วนอื่นๆ กลับถูกเก็บนิ่งเอาไว้ชั่วคราว จนกว่าจะถึงจังหวะที่ต้องใช้งาน

ภาพยนตร์การ์ตูนใช้เครื่องหมายทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ภาพยนตร์การ์ตูนอาจใช้เครื่องหมายขีดเขียนแบบต่าง ๆ แสดงหลักการหรือกรรมวิธีที่เกี่ยวข้องออกมา เป็นภาพแบบของเครื่องหมายดังกล่าวอาจแตกต่างกัน ตั้งแต่เป็นภาพที่คิดจากจินตนาการหรือมโนภาพหรือภาพเครื่องหมายสมมติไปจนกระทั่งภาพขีดเขียน ที่เขียนขึ้นง่าย ๆ หรือสักแต่ว่าเป็นภาพ ทั้งนี้ย่อมแล้วแต่ภาพแบบใดเป็นภาพที่ตรงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด เป็นที่ชัดเจนว่า พลังทางสุนทรียภาพหรือความสวยงามของภาพสามารถช่วยส่งเสริมความหมายของเครื่องหมายให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

สุนทรียภาพดังกล่าวนี้ จะช่วยยกระดับของภาพยนตร์การ์ตูนจากระดับที่เป็นภาพส่วน ๆ แทนของจริงหรือเป็นแผนภาพที่มีความเคลื่อนไหว ให้ขึ้นไปสู่ระดับที่มีศิลปะ ในขณะที่พลังชี้แนะให้เข้าใจความหมาย เริ่มปฏิบัติการด้วยจินตนาการของจิตตรกรที่เขียนภาพเครื่องหมายนั้น อันเป็นสิ่งเด่นจากฝีมือของเขา ก็จะเข้ามาปรากฏเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น สิ่งดังกล่าวนี้สามารถจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในภาพยนตร์อุตสาหกรรมไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มุ่งสร้างขึ้นสำหรับผู้ชมทั่วไปมากกว่า เป็นภาพยนตร์ที่มุ่งแสดงธรรมชาติว่าอะไรกำลังเกิดขึ้น อันมีความสำคัญมากกว่ารายละเอียดและความถูกต้องของกรรมวิธีที่ต้องการแสดงนั้นเสียอีก

ภาพยนตร์การ์ตูนเน้นเรื่องราวต่าง ๆ ด้วยสี

สิ่งที่รวมอยู่ในเครื่องหมายขีดเขียนแบบต่าง ๆ ในภาพยนตร์การ์ตูนก็คือการได้เปรียบของสีต่าง ๆ สีสามารถเน้นส่วนเฉพาะของบทบาท เพื่อที่จะเน้นจุดใดจุดหนึ่งให้มองเห็นเด่น โดยหลีกเลี่ยงการอธิบายด้วยคำพูดอันยืดยาวทั้งนี้ก็เพราะว่า ความแตกต่างของสีสามารถถ่ายทอดได้โดยทันทีว่า สิ่งนี้อาจจำเป็นต้องอธิบายด้วยคำพูดอย่างลำบากยากเย็นคู่กันไปกับภาพคำขาวล้วน ๆ มีความหมายอย่างไร นอกจากนี้ยังสามารถจะใช้สีแทนเครื่องหมาย เพื่อชี้แนะหรือแทนสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่สามารถใช้พฤติกรรมทางจิตวิทยาหรือเกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ถ่ายทอดสิ่งนั้นออกมาด้วยสีได้อีกด้วย

ในภาพยนตร์ที่แสดงความเคลื่อนไหวหรือบทบาทจากของจริง สีมักจะถูกนำมาใช้เป็นเครื่องหมายแทนสิ่งต่าง ๆ น้อยเหลือเกิน เว้นแต่บางครั้งบางครั้งอาจนำมาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทก้าวหน้าแบบล้ำยุค แต่ในภาพยนตร์การ์ตูนนั้นได้นำสีทำให้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยลดข้อถกเถียงหรือสร้างอารมณ์ให้แก่ผู้ชม

ภาพยนตร์การ์ตูนเปลี่ยนอัตราความเร็วให้เห็นเป็นภาพ

ภาพยนตร์การ์ตูนแตกต่างจากภาพยนตร์ที่แสดงความเคลื่อนไหวจริง ก็ตรงที่ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถยืดหยุ่นได้มากกว่า สะดวกกว่า และสามารถลดเพิ่มหรือเร่งอัตราความเร็วในการเสนอความเคลื่อนไหวหรือกรรมวิธีใด ๆ ได้มากมายกว่า ภาพยนตร์การ์ตูนยังประหยัดกว่าด้วย เพราะองค์ประกอบสำคัญในกรรมวิธีอย่างหนึ่งอาจนำมาเสนอให้เห็นได้ด้วยอัตราความเร็วอย่างเชื่องช้า สำหรับกรรมวิธีที่ไม่สำคัญก็อาจเสนอในอัตราความเร็วที่รวดเร็วยิ่งขึ้นหรือแม้แต่เพียงให้ผ่านสายตาเพียงแวบเดียวก็ย่อมทำได้

กรรมวิธีดังกล่าวนี้เป็นที่คุ้นเคยเป็นอย่างดีอยู่แล้ว ในวงการภาพยนตร์ที่ใช้ความเคลื่อนไหวหรือบทบาทจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้อัตราความเร็วที่เร่งขึ้นเป็นระดับต่าง ๆ เพื่อแสดงกระบวนการตามธรรมชาติ สำหรับภาพยนตร์การ์ตูนเทคนิคการเปลี่ยนอัตราความเร็วดังกล่าวนี้สามารถจะขยายออกไปใช้ถึงการลาติตความเคลื่อนไหวไม่ว่าในรูปแบบใด โดยเฉพาะการเสนอเรื่องเกี่ยวกับเครื่องจักรกล เช่น เครื่องยนต์ประเภทสันดาป เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพยนตร์การ์ตูนใช้เสียงเพื่อนำบทพูด

ไม่ใช่เพียงแต่ใช้เสียงพากย์หรือบรรยายประกอบเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นเสียงพูดเป็นคำ ๆ เสียงธรรมชาติหรือเสียงที่สร้างขึ้นประกอบ หรือเสียงดนตรี แต่ยังเป็นเสียงที่สัมพันธ์รวมกันกับจังหวะของความเคลื่อนไหวในภาพยนตร์การ์ตูนนั้นด้วย จังหวะของเสียงดังกล่าวนี้จะต้องทำขึ้นด้วยความระมัดระวังและอยู่ในความควบคุมที่เหนือกว่าเสียงประกอบภาพยนตร์ที่ถ่ายจากความเคลื่อนไหวจริงเสียงอีก แม้ในช่วงความเร็วเพียง 1/24 วินาทีเท่านั้น

ความพร้อมของเสียงที่สัมพันธ์กับจังหวะความเคลื่อนไหวของภาพในภาพยนตร์การ์ตูนนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการแสดงให้เห็นจังหวะของเวลาอันแท้จริง ซึ่งจังหวะเวลาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของภาพยนตร์ เรื่องนั้นการใช้เสียงธรรมชาติหรือเสียงที่สร้างขึ้นและแม้แต่เสียงดนตรี เพื่อช่วยเน้นความจำดังกล่าวนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มความหมายของภาพขึ้นอีกด้วยหลายทาง

ภาพยนตร์การ์ตูนแสดงความขบขันด้วยภาพการ์ตูน

ภาพยนตร์การ์ตูน (Cartoon film) อันเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของภาพยนตร์ที่ทำให้มองเห็นภาพและของนิ่งเคลื่อนไหวได้ (Animation) ซึ่งมีหลายสาขา ตามธรรมเนียมถือกันว่าเป็นภาพยนตร์ที่ประกอบด้วยความขบขัน และความขบขันที่สอดแทรกไว้ในภาพยนตร์ที่ตรงนี้บ้างตรงนั้นบ้าง แม้เพียงชั่วแวบเดียวก็ยังสามารถช่วยทำให้ความตั้งใจหรือสมาธิที่มีอยู่ต่อข้อเท็จจริงหรือสาระในภาพยนตร์ ผ่อนคลายหรือลดความตึงเครียดลงได้บ้าง เพราะฉะนั้นจึงเป็นธรรมดาอย่างยิ่งที่ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นสื่อสำหรับบรรเทาอารมณ์เครียดหรือทำให้อารมณ์ของผู้ชมเข้าสภาวะขบขันด้วยเสียงบรรยายหรือภาพที่ขบขัน อันเป็นผลที่ปรากฏในภาพยนตร์

ด้วยความประสงค์ดังกล่าวนี้ จึงเหมาะสมที่จะถามว่าควรจะเขียนภาพคนในการ์ตูนให้เหมือนธรรมชาติ หรือควรจะเขียนเป็นภาพชวนหัวหรือเขียนแบบภาพล้อบุคคลด้วยความตั้งใจจริง ๆ คำตอบในเรื่องนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของภาพยนตร์และผู้เขียนภาพสำหรับภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละเรื่องด้วย ว่าทั้งสองฝ่ายมีต่อผู้ชมที่มุ่งหวังไว้ว่าเป็นเช่นไร ตามความเป็นจริง ภาพคนยิ่งเหมือนธรรมชาติมากขึ้นเพียงไรก็ยิ่งดูเป็นธรรมชาติน้อยลงเพียงนั้น เพราะว่าภาพยนตร์การ์ตูนเป็นสื่อที่มนุษย์คิดประดิษฐ์ขึ้นโดยแท้ ซึ่งรุ่งเรืองขึ้นจากการคิดประดิษฐ์ของมนุษย์ ถ้าความต้องการภาพเหมือนธรรมชาติมีความจำเป็นจริง ๆ ก็จะต้องนำมาใช้ในภาพยนตร์ ภาพยนตร์เรื่องนั้นหรือตอนนั้น ก็ควรจะถ่ายจากของจริงที่เคลื่อนไหวได้ หรือจากบทบาทจริง ไม่ใช่จากภาพการ์ตูนจะเหมาะสมมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพคนในการ์ตูนอาจมีลักษณะเริ่มจากภาพวาดแบบง่าย ๆ เป็นภาพที่มีลักษณะตรงไปตรงมาพอสมควร ทั้งในเชิงการออกแบบและการแสดง ไปจนกระทั่งถึงภาพที่มีลักษณะบุคเบี้ยวผิดธรรมชาติ ประกอบด้วยเส้นเคลื่อนไหวเพียง 2-3 เส้น ส่วนประกอบเบื้องต้นของภาพล้อบุคคล ตามปกติมักจะนำมาใช้ในงานยนตร์การ์ตูนอย่างได้ผลดี แต่มักจะทำให้ผู้ชมไม่ให้ความสนใจแก่บุคคลนั้นเลย ความจริงอาจทำให้เขาผู้นั้นมีบทบาทอย่างมนุษย์จริงได้ไกลกว่ามาก มากยิ่งกว่าบทบาทใด ๆ ที่แสดงโดยผู้แสดงจริงในงานยนตร์ประเภทเคลื่อนไหวจริงที่มีคุณภาพต่ำ เสียด้วยซ้ำ

ลักษณะเฉพาะของภาพยนตร์การ์ตูนเหล่านี้ ได้ถูกนำไปใช้ในงานยนตร์ต่างๆ มากมายหลายร้อยเรื่อง คำบรรยายเรื่องคีย์ภาพของภาพยนตร์การ์ตูนนี้ไม่ใช่เป็นทีสิ้นสุดของบรรทัดแต่เป็นจุดเริ่มต้นของเรื่อง อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญก็คือจะต้องเอาขณะเทคนิคหลักของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก่อนหน้าที่จะพยายามใช้จินตนาการไปในทางสร้างสรรค์ให้เกิดผลดีแก่งานนี้ ในการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนมีคำกล่าวมาแต่โบราณว่า "หัดเดินก่อนวิ่ง" ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในความหมายที่แท้จริงในมากที่สุดทีเดียว

สำหรับคำว่า (Cartoon film) บางแห่งใช้ว่า Animated cartoon หรือ cartoon animation ซึ่งแปลตามตัวว่า การ์ตูน (ภาพนิ่ง) ที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้หรือภาพยนตร์การ์ตูนนั่นเอง ฉะนั้นที่แท้จริงภาพยนตร์การ์ตูนได้จากศัพท์ภาษาอังกฤษดังกล่าวมาแล้ว ส่วนคำ Animation หรือ Film animation ตามชื่อเดิมของหนังสือเล่มนี้มีความหมายเต็มว่า การทำภาพยนตร์จากภาพหรือวัตถุนิ่งให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งภาพยนตร์การ์ตูนเป็นเพียงส่วนหนึ่งของความหมายนี้เท่านั้น แต่โดยที่ผู้แปลเห็นว่า ยิงหาคำไทยอื่นที่กระชับมาใช้ตั้งชื่อหนังสือแทนคำอังกฤษดังกล่าวนี้ไม่ได้และเห็นว่าส่วนใหญ่เรามักจะเรียนภาพยนตร์ประเภทนี้ว่า ภาพยนตร์การ์ตูนทั้งนั้น จึงได้ใช้คำนี้เป็นชื่อหนังสือ ถึงแม้ว่าจะมีความหมายเพียงส่วนหนึ่งของคำอังกฤษที่ใช้มาเดิมก็ตาม

ขนาดของภาพยนตร์

การเลือกขนาดของภาพยนตร์ที่จะผลิต ดูท่าเหมือนจะมีสาระสำคัญอยู่มาก แต่บางทีเรื่องนี้ก็ด้วยความสำคัญลงยิ่งกว่าที่คุณอาจคิดเสียอีก ในแง่ของการทำภาพให้เคลื่อนไหวไม่ว่าคุณจะถูกกล้องตัดเตอร์กล้องถ่ายภาพยนตร์ขนาดซูเปอร์-8 หรือขนาด 35 มม. ก็มิได้ทำให้เกิดความแตกต่างแต่อย่างใดขึ้นมา

สิ่งสำคัญในการทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนนั้นมีข้ออยู่ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้อง แต่อยู่ที่สิ่งที่อยู่ข้างหลังกล้องนั้น นั่นคือ ผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหว หรือผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนนั่นเอง

ตามความเป็นจริง มีผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นจำนวนไม่มากที่มีโอกาสจะได้เลือกใช้เครื่องมือว่าจะใช้ชนิดไหนดี ถ้าคุณต้องเริ่มทำภาพให้เคลื่อนไหวจากเทคนิคการชดชืด คุณก็ต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการถ่ายทำภาพยนตร์ของคุณ ให้มากเท่ากับพิจารณาถึงการแจกจ่ายภาพยนตร์ที่ถ่ายทำสำเร็จแล้วว่าจะนำไปฉายที่ไหนได้บ้าง และที่สำคัญที่สุด บางทีอาจจะเป็น...งบประมาณของคุณ

ความก้าวหน้าอย่างมหากาฬในคุณภาพของฟิล์มถ่ายภาพยนตร์และเครื่องมือในการถ่ายทำภาพยนตร์ รวมทั้งการเพิ่มสูงขึ้นของราคาของสิ่งดังกล่าว ก่อให้เกิดแนวโน้มที่จะใช้ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ขนาดเล็กลง ทั้งนี้หมายความว่า ผู้ที่เคยผลิตภาพยนตร์ขนาด 35 มม. อยู่เป็นประจำ ก็ลดลงมาผลิตภาพยนตร์ 16 มม. และผู้ผลิตภาพยนตร์ 16 มม. ก็หันมาให้ความสนใจแก่ความเจริญก้าวหน้าของเครื่องมือถ่ายภาพยนตร์ขนาดซูเปอร์-8 ด้วย

ฟิล์มสำหรับกล้องถ่ายภาพยนตร์

ฟิล์มสำหรับกล้องถ่ายภาพยนตร์สามารถหาซื้อได้ในขนาดต่าง ๆ กัน ทั้งฟิล์มสีและฟิล์มขาวดำ และทั้งฟิล์มเนกาทีฟและฟิล์มรีเวิร์สซัล ขนาดหรือแบบรูปของฟิล์มเริ่มต้นจากขนาด 8 มม. (ธรรมดา) ซึ่งกำลังจะหมดไปจากตลาด ขึ้นไปจนถึงขนาด 70 มม. ในระบบอัลตรา-แพนนาวิชัน สำหรับขนาดที่น่าสนใจของนักถ่ายภาพยนตร์ก็ได้แก่ซูเปอร์-8, 16 มม. และ 35 มม.

ส่วนฟิล์มขนาดซูเปอร์-8 ใช้ฟิล์ม 8 มม. แถบเดี่ยว บรรจุในตลับหรือแคสเซต หรือใช้ฟิล์มขนาด 8 มม. สองแถบ (ในเนื้อฟิล์ม 16 มม.) ซึ่งม้วนเก็บในล้อทึบหลังจากแล็บล้างฟิล์มนี้แล้ว ก็จะผ่ากลางฟิล์มออกเป็นสองแถบตลอดม้วน (เป็น 8 มม. สองแถบหรือยาวเป็นสองเท่า) ฟิล์มซูเปอร์-8 มีขายทั้งฟิล์มขาวดำและฟิล์มสี สำหรับราคาค่าฟิล์มสีนั้น ตามปกติมักจะรวมเอาค่าล้างฟิล์มโดยบริษัทผู้ผลิตเข้าไว้ด้วย

ฟิล์มซูเปอร์-8 ทั้งหมดเป็นฟิล์มสีรีเวิร์สซัล (ถ่ายและล้างออกมาเป็นภาพสีโพสิทีฟโดยตรง) จะนิมฟ์กอบีและขยายภาพจากฟิล์มเดิมก็ย่อมทำได้ ริมฟิล์มข้างหนึ่งมีรูหนามเคยสำหรับเคลื่อนฟิล์ม ดังนั้นริมฟิล์มข้างตรงข้ามจึงสามารถจะเพิ่มเส้นเสียงระบบแม่เหล็ก (Magnetic round track) หรือระบบแสง (Optical sound track) ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสำหรับฟิล์ม 16 มม. หาซื้อได้ทั้งฟิล์มขาวดำและฟิล์มสี ในระบบเนกาทีฟหรืออิมเมจเรversed ไม่่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเวิร์สซัล มีรูหนามเตยข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง สามารถจะพิมพ์กอบี ขยายหรือย่อขนาดภาพจากฟิล์มเนกาตีฟต้นฉบับหรือจากต้นฉบับรีเวิร์สซัลก็ได้ สามารถจะเพิ่มเส้นเสียงระบบแม่เหล็กหรือระบบแสงลงในริมฟิล์มข้างตรงข้ามกับรูหนามเตย ในฟิล์มที่มีรูหนามเตยข้างเดียวได้ตามต้องการ

อัตราส่วนมาตรฐานของกรอบภาพในฟิล์ม 16 มม. คือ 1 : 1.35

ฟิล์มขนาด 35 มม. หากซื้อได้เฉพาะฟิล์มเนกาตีฟ ทั้งฟิล์มขาวดำและฟิล์มสีจากฟิล์มเนกาตีฟต้นฉบับ สามารถจะพิมพ์กอบีหรือย่อภาพให้เล็กลงได้ตามต้องการ ในแต่ละกรอบภาพมีรูหนามเตยอยู่ที่ริมฟิล์มทั้งสองข้าง ข้างละ 4 รู

อัตราส่วนของกรอบภาพในฟิล์มภาพยนตร์เจียบ 35 มม. คือ 1 : 1.30

สำหรับฟิล์มภาพยนตร์เสียงขนาด 35 มม. กรอบภาพด้านหนึ่งตรงริมฟิล์มถูกบังแบ่งเอาไว้เป็นที่ว่างสำหรับเส้นเสียงระบบแสง

อัตราส่วนของกรอบภาพในฟิล์มภาพยนตร์เสียง 35 มม. ตามมาตรฐานสถาบันภาพยนตร์คือ 1 : 1.33

ฟิล์มภาพยนตร์จอกว้างใช้ความกว้างของกรอบภาพ (จากริมฟิล์มข้างหนึ่งถึงอีกข้างหนึ่ง) ขนาดเดียวกับกรอบภาพมาตรฐานของฟิล์มภาพยนตร์เสียง 35 มม. ของสถาบันภาพยนตร์ แต่กรอบภาพส่วนบนและส่วนล่างถูกตัดออกไปเพื่อให้ได้ภาพที่โตยิ่งขึ้น

อัตราส่วนของกรอบภาพในฟิล์มภาพยนตร์แบบจอกว้าง คือ 1 : 1.85 หรือ 1 : 1.75 หรือ 1 : 1.66

ในฐานะที่เป็นนักถ่ายภาพยนตร์คนหนึ่ง คุณจะต้องเลือกใช้ฟิล์มระหว่างขาวดำกับสี ภาพยนตร์การ์ตูนส่วนใหญ่มักจะถ่ายทำด้วยฟิล์มสี ฟิล์มขาวดำนั้นดี ถ้าคุณต้องการทำภาพพิเศษบางอย่าง หรือถ้าคุณต้องการจะล้างฟิล์มนั้นด้วยตนเองภายในห้องน้ำของคุณ และต้องการจะดูภาพยนตร์ในฟิล์มนั้นโดยทันที

สิ่งต่อไปที่จะต้องตัดสินใจก็คือ จะเลือกใช้ฟิล์มเนกาตีฟหรือฟิล์มรีเวิร์สซัล ถ้าใช้ฟิล์มเนกาตีฟถ่ายก็จำเป็นต้องทำพิมพ์กอบีเพื่อให้ได้ฟิล์มมาฉาย แต่ถ้าใช้ฟิล์มรีเวิร์สซัลถ่าย ก็ไม่จำเป็นต้องทำพิมพ์ เพราะเมื่อล้างฟิล์มนี้แล้ว ก็พร้อมที่จะฉายได้เลย การตัดสินใจจะง่ายเข้า ถ้าคุณถ่ายด้วยฟิล์มซูเปอร์-8 หรือ 35 มม. เพราะฟิล์มซูเปอร์-8 มีแต่ชนิดรีเวิร์สซัล และฟิล์ม 35 มม. ก็มีแต่ชนิดเนกาตีฟเท่านั้น

ในการถ่ายทำภาพยนตร์ 16 มม. เมื่อต้องการภาพยนตร์สำหรับฉายหลายกอบี และต้องการจะรักษาฟิล์มเนกาตีฟต้นฉบับให้มีค่าห็น ก็จำเป็นต้องใช้ฟิล์มชนิดเนกาตีฟถ่าย ถึงแม้ว่าการพิมพ์กอบีจะทำได้ดีพอสมควรจากฟิล์มรีเวิร์สซัลต้นฉบับ ตัวฟิล์มต้นฉบับเองก็สามารถจะนำมาฉายดูได้ด้วยเมื่อฉายฟิล์มต้นฉบับ จำเป็นต้องระมัด-

ระว่างการฉายให้ติ เพราะเครื่องฉายภาพยนตร์บางเครื่องทำให้ฟิล์มเสียหายได้จริง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าเครื่องฉายนั้นใช้ผู้ฉายที่ไม่ได้รับการฝึก

ผู้เขียนได้เห็นฟิล์มต้นฉบับเป็นจำนวนไม่น้อย ที่นำมาฉายดูเป็นครั้งแรก ถูกเครื่องฉายทำอันตรายออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ดังนั้น เพื่อความมั่นใจ ควรจะตั้งตะกร้าหรือถังไว้ข้างใต้เครื่องฉายสักใบหนึ่ง เพื่อรองรับเศษฟิล์มเหล่านี้

ถึงแม้ว่าคุณจะไม่ตัดฟิล์มออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย แต่รอยขีดข่วนในฟิล์มและรูดรอยที่ขรุขระ ก็สร้างตำหนิให้แก่ฟิล์มได้มากพอแล้ว และจะตรึงติดอยู่ในฟิล์มนั้นตลอดไป

การเลือกใช้ฟิล์มเนกาตีฟหรือรีเวิร์สซัล ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการผลิตภาพยนตร์ของคุณ และโปรดคิดถึงเรื่องการล้างฟิล์ม การทำพิมพ์ฟิล์ม และการแจกจ่ายฟิล์มที่ผลิตได้อีกด้วย นอกจากนี้ โปรดตรวจสอบกับแล็บล้างฟิล์มในท้องที่ของคุณดูว่า ฟิล์มชนิดไหนมีการใช้กันบ่อยมาก ดังนั้นฟิล์มชนิดนั้นก็จะได้รับการล้างรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบข้อหนึ่งแห่งนโยบายของการผลิตภาพยนตร์ในเวิร์กช็อป

ความแตกต่างอีกอย่างหนึ่งในระหว่างฟิล์มนานาชาติ ก็คือ ความไวแสงของฟิล์มหรือตัวเลขตั้งเครื่องวัดแสง ซึ่งแสดงค่าเป็น ดิน (DIN) หรือเอเอสเอ (ASA ซึ่งย่อมาจาก American Standards Association แล้วได้เปลี่ยนชื่อใหม่มาเป็น American National Standards Institute ใช้อักษรย่อว่า ANSI แต่ก็ยังนิยมใช้อักษรย่อตัวเดิมกันอยู่) ทั้งฟิล์มขาวดำและฟิล์มสีมีค่าความไวแสงเริ่มจาก 25 เอเอสเอ ถึง 400 เอเอสเอ ฟิล์มที่มีความไวแสงต่ำย่อมมีความละเอียดในเนื้อเยื่อไวแสงละเอียดมากขึ้น เพราะฉะนั้นจึงย่อมมีการแยกส่วนละเอียดลออหรือมีความคมชัดของภาพดีกว่าฟิล์มที่มีความไวแสงสูง ฟิล์มที่มีความไวแสงปานกลาง เช่น 125 เอเอสเอ ย่อมเหมาะสมสำหรับถ่ายภาพที่มีแสงสว่างธรรมดาทั่วไป

มีฟิล์มขาวดำที่เรียกกันว่า ไฮคอนทราสต์ หรือสีตัดกันสูง ฟิล์มดังกล่าวนี้มีความไวแสงต่ำมาก ราว 6 เอเอสเอเท่านั้น มีความคมชัดเป็นเลิศเมื่อกำหนดหน้ากล้องถูกต้องจริง ๆ ฟิล์มชนิดนี้ไม่ถ่ายทอดสีเทาหรือสีกลางใด ๆ แต่ให้สีตัดกันทางขาวดำอย่างคมชัดมาก ส่วนใหญ่ใช้สำหรับถ่ายทำไตเติ้ลชนิดถ่ายซ้อนทับ

ในระหว่างฟิล์มสีด้วยกัน ยังมีความแตกต่างอีกอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะ เป็นฟิล์มแบบถ่ายด้วยแสงแดด (Daylight type) หรือแบบถ่ายด้วยแสงไฟฟ้าหรือแสงประดิษฐ์ (Tungsten type) ทั้งสองแบบหมายความว่า แสงประดิษฐ์ แสงเทียน หรือแสงที่คนทำขึ้น ไม่ใช่แสงธรรมชาติ ถึงแม้ว่าฟิล์มแบบใดแบบหนึ่งสามารถจะเปลี่ยนไปใช้แสงสว่างที่ตรงกันข้ามได้ โดยใช้แว่นกรองแสงเฉพาะสวมหน้าเลนส์กล้องขณะถ่าย แต่ฟิล์ม

แบบแสงไฟฟ้าหรือแบบทั้งสแตนท์ก็ยิ่งเหมาะสมที่จะใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมากกว่าอยู่นั้นเอง เพราะขณะถ่ายทำ เราใช้แต่แสงไฟฟ้าเท่านั้น

ฟิล์ม 16 มม. ทั้งหมด มีทั้งชนิดมีรูหนามเตยข้างเดียวหรือสองข้าง ถ้าคุณใช้ฟิล์มรีเวิร์สซัล และไม่ตั้งใจจะทำนิมฟ์กอบบี้ แต่ต้องการจะใช้ฟิล์มต้นฉบับที่มีเส้นเสียงแม่เหล็กสำหรับฉาย คุณก็จำเป็นต้องใช้ฟิล์มที่มีรูหนามเตยข้างเดียว ส่วนฟิล์มที่มีรูหนามเตยสองข้างจะนำมาใช้ ก็ต่อเมื่อคุณต้องการจะนำฟิล์มนี้มาฉายผ่านเครื่องฉายก่อนจนถึงทางฟิล์ม (หรือถ่ายทำภาพยนตร์เจียบตลอดโดยใช้การพากย์แทนเส้นเสียง)

กล้องถ่ายภาพยนตร์และเครื่องฉาย

กล้องถ่ายภาพยนตร์แบบใด ๆ ที่มีระบบถ่ายได้ทีละภาพ ย่อมสามารถจะนำมาใช้ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนได้ทั้งนั้น อย่างไรก็ตาม ถ้ากล้องจะประกอบด้วยเครื่องอุปกรณ์ต่อไปนี้เพิ่มขึ้นได้ ก็จะทำให้กล้องนั้นทำประโยชน์ให้แก่การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้มากยิ่งขึ้น คือ ช่องมองภาพแบบสะท้อนหรือรีเฟล็กซ์ เพื่อใช้ดูภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์ก เลนส์โคลลอปหรือเลนส์ถ่ายในระยะใกล้

หน้าที่ของกล้องถ่ายภาพยนตร์ก็คือบันทึกแสงสว่างที่ผ่านเลนส์เข้ามาและบันทึกความเคลื่อนไหวลงไปบนฟิล์มยาว ๆ ที่มีความไวต่อแสงสว่าง สำหรับในฟิล์มนั้นก็มิลักษณะอย่างเดียวกันกับการถ่ายภาพ คือ ภาพเป็นผลงานร่วมกันของเลนส์กับเคมี แสงสว่างที่ส่องผ่านเลนส์กล้องเข้ามาย่อมตกกระทบเยื่อไวแสงอันบริสุทธิ์ของพื้นฟิล์มแถบยาว ๆ เมล็ดแร่เงินเป็นล้าน ๆ เมล็ดที่ปนอยู่ในเยื่อไวแสงก็จะเปลี่ยนแปลงภาวะตามปริมาณของแสงสว่างที่ส่องกระทบเมล็ดแร่เงิน กรรมวิธีนี้เรียกกันในวงการถ่ายภาพว่าการถ่ายภาพ (Exposure) ผลของฟิล์มที่ถูกแสงสว่างแล้วนี้ ก็คือ ภาพแฝง ซึ่งสามารถจะมองเห็นได้ก็ต่อเมื่อได้นำฟิล์มนี้ไปล้างในน้ำยาเคมีแล้วเท่านั้น

เงื่อนไขที่สำคัญที่สุดสำหรับการถ่ายภาพบนฟิล์มก็คือ ตัวแถบฟิล์มจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่นิ่งจริง ๆ ในขณะที่ถ่าย (เปิดชัตเตอร์) การประดิษฐ์คิดค้นเครื่องตรึงกรอบภาพให้นิ่งอยู่ชั่วขณะ (Intermittent) เพื่อสามารถจะโฟกัสภาพขนาด 8x10 ซม. ได้ อีกทั้งเลนส์ซูม เครื่องนับกรอบภาพ เครื่องเคลื่อนฟิล์มเดินหน้าและถอยหลังได้

ถ้าให้เข้าลักษณะเป็นอาชีพมากขึ้นก็ควรมีระบบเคลื่อนภาพไปมาและเครื่องตรึงภาพให้ตรงที่เพื่อตรึงภาพสำหรับถ่ายบนกรอบภาพเดียวกันได้หลายครั้ง ในตำแหน่งเฉพาะ มีชัตเตอร์ที่เลื่อนตั้งได้ พร้อมด้วยเครื่องทำเฟด สำหรับทำภาพจาง และทำภาพจางซ้อนหรือติซอลว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารและการมีรูหนามเตยของฟิล์มภาพยนตร์ เป็นการช่วยให้แถบฟิล์มภาพยนตร์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องหนึ่งในขณะที่แผ่นชัตเตอร์กำลังหมุนเปิดและกรอบภาพหนึ่งของฟิล์มกำลังถูกแสง-
สว่าง เครื่องตรึงฟิล์มดังกล่าวยังทำหน้าที่เคลื่อนฟิล์มไปยังกรอบภาพต่อไปในขณะที่
ชัตเตอร์กำลังปิดอยู่ด้วย ความเร็วของชัตเตอร์และความเร็วของการเคลื่อนฟิล์ม
สามารถเลื่อนตั้งได้ตามต้องการ และสามารถเดินกล้องได้ไม่ว่าที่ละกรอบภาพหรือที่
อัตราความเร็วมาตรฐาน 24 หรือ 25 กรอบภาพต่อวินาที สำหรับกล้องที่มีการตรึง
กรอบภาพในอัตราความเร็วสูงสามารถจะบันทึกภาพยนตร์ได้ถึง 400 ภาพต่อวินาที

หน้าที่ของเครื่องฉายภาพยนตร์เพียงตรงกันข้ามกับหน้าที่ของกล้องถ่ายภาพ-
ยนตร์ คือ ทำหน้าที่ก่อให้เกิดแสงที่ถูกบันทึกเอาไว้พร้อมด้วยความเคลื่อนไหว แล้วส่ง
สิ่งดังกล่าวนี้ไปที่พื้นจอรับภาพสำหรับดู เครื่องตรึงกรอบภาพให้หนึ่งอยู่ชั่วขณะชนิดเดียว
กับที่มีอยู่ในกล้องถ่าย จะช่วยตรึงกรอบภาพในแถบฟิล์มให้หนึ่งอยู่ชั่วระยะเวลาที่ชัตเตอร์
เปิดอยู่ และภาพในฟิล์มถูกฉายไปที่จอ แล้วจะเคลื่อนฟิล์มไปยังกรอบภาพต่อไปในขณะที่
ชัตเตอร์กำลังปิดอยู่ สำหรับเครื่องฉายภาพยนตร์เสียงมีอัตราความเร็วในการเคลื่อน
กรอบภาพตายตัว คือ 24 หรือ 25 กรอบภาพต่อวินาที จะเลื่อนตั้งตามอัตราที่ต้องการ
ไม่ได้

กระบวนการเติมของการบันทึกภาพยนตร์มีดังนี้ แสงสว่างเปลี่ยนภาวะของ
เมล็ดแร่เงินในเชื้อไวแสงของแถบฟิล์มภาพยนตร์ในกล้องถ่าย เมื่อผ่านการล้างด้วย
น้ำยาเคมี ภาพในแถบฟิล์มภาพยนตร์ก็จะปรากฏให้เห็นอย่างถาวร

เครื่องฉายภาพยนตร์ก่อให้เกิดภาพและความเคลื่อนไหวบนพื้นจอ โดยการ
ฉายแถบฟิล์มยาว ๆ ไปที่ละหนึ่งกรอบภาพต่อเนื่องกันในอัตราความเร็วที่กำหนดให้

ภาพยนตร์หรือวิดีโอ

ระหว่างภาพยนตร์หรือวิดีโอ ไม่มีระเบียบการปกครองใดจะนำมาใช้ได้ สื่อ
ทั้งสองนี้ไม่มีสื่อใดมีความมากกว่ากัน และยิ่งกว่านั้นก็ไม่มีสื่อใดอีกที่ใช้ได้ง่ายหรือยากกว่า
กัน แม้แต่เด็กอายุ 8 ขวบขึ้นไปก็สามารถจะใช้กล้องวิดีโอได้ดีเท่ากับใช้กล้องภาพยนตร์

ข้อสำคัญก็คือจะต้องทำความเข้าใจให้แจ่มแจ้งถึงเรื่องความแตกต่างระหว่าง
สื่อทั้งสอง จะต้องรู้ถึงความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของสื่อแต่ละอย่าง

เครื่องมือภาพยนตร์ 35 มม. 16 มม. และซูเปอร์-8 สามารถหาซื้อได้
ทั่วโลก และเป็นขนาดมาตรฐานทั้งหมด ส่วนระบบวิดีโอหรือการบันทึกเทปโทรทัศน์นั้น
มักจะเข้ากันไม่ได้ในระหว่างระบบนี้ด้วยกัน แต่ในปัจจุบัน กำลังมีการค้นคว้าปรับปรุง
ให้ได้มาตรฐานเดียวกัน ขนาดของเทปที่แตกต่างกันและระบบของเครื่องที่แตกต่างกัน
ทำให้ยากแก่การแลกเปลี่ยนรายการกันได้ แต่การที่ตัววิดีโอเทปสามารถนำมาใช้ได้

ใหม่อีกเรื่อย ๆ จึงทำให้ละดวกยิ่งขึ้นแก่การทดลอง (บันทึกภาพและเสียง) มากกว่าใช้แลกเปลี่ยน (รายการ) และใช้สำหรับเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน (เช่นจดหมายเหตุทั้งหลาย)

เมื่อพิจารณาถึงเครื่องถาวรของระบบวิดีโอที่พอหาซื้อได้ในปัจจุบัน ก็จะได้เห็นความแตกต่างอย่างแท้จริงระหว่างภาพยนตร์กับวิดีโอว่า ขึ้นอยู่กับฐานรองรับภาพ (ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน) ดังนี้-

ภาพยนตร์ : ฟิล์มภาพยนตร์ที่ไวต่อแสงสว่าง ล้างฟิล์มด้วยน้ำยาเคมี ถ่ายบันทึกภาพ(เคลื่อนผ่านเลนส์)ที่ละภาพ(โดยต่อเนื่องกัน) และฉายดูอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องฉาย

วิดีโอ : แถบหรือเทปแม่เหล็ก บันทึกภาพและเสียงด้วยกรรมวิธีแม่เหล็กไฟฟ้า บันทึกโดยต่อเนื่องแล้วกลับมาเล่นได้ทันทีด้วยเครื่องตรวจสอบภาพและเสียง

สำหรับด้านวิดีโอ นั้น เป็นที่แน่นอนว่ามีภาพพลิกแพลงทางอิเล็กทรอนิกส์อยู่มากมาย ซึ่งบางทีก็เรียกว่า การทำภาพให้เคลื่อนไหวระบบวิดีโอ เช่น โครมา-คีย์, ค็อกซ์-บ็อกซ์, บลูมมิง(กำลั้งบาน), อินเลย์(ประดับในร่อง), โอเวอร์เลย์(ทับข้างบน), ภาพกวาด(ไวย้), ดิจหรือบล็อก(ฟิลิป), หน้ากากมาตรฐาน, การเขียนตัวหนังสือ, การทำภาพขีดเขียนใด ๆ เป็นต้น หนังสือเล่มนี้จะไม่กล่าวถึงการทำภาพพลิกแพลงอิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้ แต่จะกล่าวถึงกล้องวิดีโอแบบง่าย ๆ เครื่องบันทึกวิดีโอเทปและเครื่องตรวจสอบภาพและเสียง ซึ่งบันทึกได้โดยต่อเนื่องกัน ทำอะไรได้บ้าง

ด้วยการปฏิบัติงานตามคู่มือนี้ และพยายามใช้เทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่แตกต่างกันหลายเทคนิค คุณก็ควรจะได้รับความคิดที่ดีพอสมควรว่า อะไรเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดสำหรับคุณ ควรจะได้พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของเวิร์กช็อปที่คุณเข้าฝึกอบรม และในที่สุดก็ควรจะต้องคิดถึงเรื่องการแจกจ่ายผลงานชิ้นสุดท้ายของคุณด้วย

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ชนิดของสื่อที่คุณกำลังจะใช้ บางทีอาจขึ้นอยู่กับอย่างมากที่สุดกับสิ่งที่พอหาซื้อได้

ถ้ามีการเลือกเครื่องมือระหว่างภาพยนตร์กับวิดีโอ ทำไมคุณจึงไม่เลือกเอาเสียทั้งสองอย่าง อย่างไรก็ตามก็ยังเป็นการทำภาพให้เคลื่อนไหวอยู่นั่นเอง คำตอบของคำถามที่ว่า "ภาพยนตร์หรือวิดีโอ" ก็จะเป็น "ภาพยนตร์และวิดีโอ"

คู่มือนี้มีได้ตั้งใจจะทำให้คุณกลายเป็นช่างเทคนิคทางวิดีโออย่างเต็มตัวไปได้อย่างไรก็ตาม ถ้าคุณเป็นเจ้าของเครื่องวิดีโอ แต่คุณไม่รู้วิธีดูแลรักษาขั้นพื้นฐานเลย คุณก็ต้องสูญเสียพลัง เวลาและเงินไปโดยไม่จำเป็น เพื่อเดินทางไปยังร้านซ่อมเครื่อง

เอกสาร... ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิดีโอ แล้วคุณยังต้องเสียเงินค่าซ่อมเครื่องให้แก่ความเป็นยอดทางด้านเทคนิคอันเนื่องมาจากความลึกลับในบริการด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้วย

การดูแลรักษาในเชิงป้องกันมีความสำคัญมากที่สุด เพราะการป้องกันหมายถึงการค้นพบความยุ่งยากที่สำคัญก่อนหน้าที่มันจะกลายเป็นปัญหาขึ้น การทำความสะอาดเครื่องเป็นวิธีการดูแลรักษาที่ให้ผลดีที่สุด คู่มือแนะนำวิธีใช้ที่ติดมากับเครื่องทุกเล่มประกอบด้วยคำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างเหลือเฟือในเรื่องวิธีทำความสะอาดหัวบันทึกและทำความสะอาดเทปทั้งหมด

นอกจากการทำความสะอาดดังกล่าวแล้ว คุณควรจะฝึกทักษะบางอย่างให้พอทำเป็น เช่น การเปลี่ยนฟิล์ม ซ่อมสายไฟฟ้า และรู้ว่าเมื่อไรคุณจึงจะควรเรียกช่างมาซ่อมหรือเอาเครื่องไปให้ที่ร้านซ่อม

เครื่องมือพื้นฐานสำหรับวิดีโอเทป

ถ้าคุณต้องเริ่มถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยวิธีชุตริต คุณก็จำเป็นต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยระบบวิดีโอ ตลอดจนการที่จะนำวิดีโอเทปที่ถ่ายทำสำเร็จแล้วไปแสดงที่ไหนบ้าง และบางทีอาจมีเรื่องที่สำคัญยิ่งกว่านี้จะต้องพิจารณาอีกคือ เรื่องเงินงบประมาณของคุณ

ตามความจริงแล้ว มีนักถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนหรือนักถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวเพียงไม่กี่คน ที่มีโอกาสที่จะได้เลือกใช้เครื่องอุปกรณ์ถ่ายทำว่าชนิดไหนจึงจะดี ส่วนมากแล้วมักจะต้องใช้เครื่องอุปกรณ์เท่าที่ทำได้ แต่ถ้าคุณทำงานอยู่ในวงการศึกษ (อาจเฉพาะในยุโรป) ก็อาจมีโอกาสมันอย่างมากมายที่คุณจะได้ใช้วิดีโอเทประบบยู-แมติกขนาด 3/4 นิ้ว หรือระบบวีเอชเอฟขนาด 1/2 นิ้ว

ไม่ว่าคุณจะใช้เครื่องอุปกรณ์หรือเครื่องมีชนิดไหน เครื่องใช้พื้นฐานสำหรับปีต่อๆ ไปก็จะเหมือนกันเสมอ คือ กล้องวิดีโอบันทึกภาพลงเทป เครื่องที่วีสำหรับตรวจสอบภาพ (มอนิเตอร์) แถบหรือเทปแม่เหล็กสำหรับบันทึกภาพและเสียงแล้วกลับนำมาเล่นดู

ขนาดของวิดีโอเทปที่ใช้ผลิต

การซื้อและการเป็นเจ้าของเครื่องอุปกรณ์วิดีโอสักชุดหนึ่ง รู้สึกว่าจะเป็นภาวะที่ของคับใจพอสมควร เพราะว่าอุปกรณ์วิดีโอชนิดที่ดีที่สุดในวันนี้ ในปีหน้าบางทีอาจกลายเป็นอุปกรณ์ล้าสมัยที่สุดไปก็ได้ ผู้ผลิตเครื่องวิดีโอออกจำหน่ายทุกแห่งต่างวางแผนที่จะนำเอาเครื่องอุปกรณ์วิดีโอใหม่ออกสู่ตลาดอยู่ตลอดเวลา ปัญหาที่มีอยู่ว่า ผู้ผลิตสินค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้ต่างก็เก็บเรื่องราวเกี่ยวกับสินค้าแบบหรือรุ่นใหม่ไว้เป็นความลับสุดยอด เพื่อหลีกเลี่ยงความอลหม่านระหว่างลูกค้าในอนาคตของตน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการยากที่จะทราบเรื่องราวของสินค้านั้นโดยเฉพาะ หลังจากที่สินค้านั้นงดผลิตไปแล้ว

เครื่องอุปกรณ่วิดีโอบางอย่างที่พอหาซื้อได้ในปัจจุบัน ตามรายการข้างล่างนี้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดภาวะดังกล่าวข้างบนได้ รายการนี้อาจใช้ได้ไม่นานนัก

นี่คือรายการที่คุณอาจหวังได้อย่างแท้จริงว่า คุณอาจจะหาซื้อได้ในท้องตลาด

ได้แก่

- เทป 2 นิ้ว - เป็นเทปอาชีพมาตรฐานรุ่นแรก ระบบล้อเทปเปิด (แอมเฟ็กซ์, เจวีซี, บอชเฟิร์นเซท)
- เทป 1 นิ้ว - เป็นเทปอาชีพรุ่นใหม่ ระบบล้อเทปเปิดมาตรฐาน (แอมเฟ็กซ์ บอช, โซนี่, กูเดลสกี, ฟิลิปส์)
- เทป 3/4 นิ้ว - ยู-แมติก ไอ-แบนด์, เป็นเทปตลับหรือแคสเซ็ทคุณภาพสูง แบบอาชีพ สำหรับออกอากาศ (โซนี่ บีวียู)
- เทป 3/4 นิ้ว - ยู-แมติก โลว์-แบนด์, ระบบแคสเซ็ทกึ่งอาชีพ (โซนี่, เจวีซี, โตชิบา, แพนนาโซนิค, เนชันแนล, กรุนดิก)
- เทป 1/2 นิ้ว - แบบล้อเทปเปิด มีหลายอย่าง สำหรับเครื่องบันทึกวิดีโอเทป (วีซีอาร์) ทั้งชนิดขาวดำและสี หยุดผลิตออกจำหน่ายแล้ว (โซนี่, แพนนาโซนิค, เนชันแนล)
- เทป 1/2 นิ้ว - วีซีอาร์, ระบบแคสเซ็ทในประเทศ หยุดผลิตออกจำหน่ายแล้ว (ฟิลิปส์, กรุนดิก, เบียนโนโฟน, ไอทีที)
- เทป 1/2 นิ้ว - วีซีอาร์, ระบบแคสเซ็ทในประเทศ มาตรฐาน 1500 (ฟิลิปส์, กรุนดิก)
- เทป 1/2 นิ้ว - เขตมาตรฐาน ระบบแคสเซ็ทในประเทศ (โซนี่, ซันโย, เวกา, พูโน)
- เทป 1/2 นิ้ว - วีเอชเอส ระบบแคสเซ็ทในประเทศ (เจวีซี, แพนนาโซนิค, ซาบา, ฮอมป์สัน, บรันดท์, เนชันแนล-แพนนาโซนิค)
- เทป 1/2 นิ้ว - วิดีโอ 2000, ระบบแคสเซ็ท 2 x 1/4 นิ้ว พลิกกลับ-ในประเทศ (กรุนดิก, ฟิลิปส์, เกรตซ์, เรดีโอลา, ไอทีที)

กล่องวิดีโอ

หน้าที่ของกล่องวิดีโอก็คือ เปลี่ยนแสงสว่างที่ส่องเข้ามาให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณไฟฟ้านี้เรียกว่าสัญญาณวิดีโอ ส่วนของกล่องวิดีโอที่เปลี่ยนแสงสว่างเป็นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณวิดีโอก็คือหลอดกล้อง

หน้าที่อีกประการหนึ่งของหลอดกล้องและกล้องวิดีโอทั้งกล้องก็คือ อ่าน หรือ กวาด(สแกน) ภาพที่เข้ามาสู่กล้อง มีลักษณะเหมือนนัยต์ตาของคุณต้องอ่านหนังสือในหน้า นี้โดยกวาดตาไปทุกบรรทัด เพื่อที่จะให้เข้าใจเรื่องราวทั้งหน้า ส่วนกล้องวิดีโอก็จะ กวาดจำนวนเส้นที่เท่ากันแต่ละครั้งที่กล้องอ่านพื้นภาพทั้งภาพ

กล้องวิดีโอจะต้องสแกนหรือกวาดเส้นภาพเป็นจำนวน 625 เส้น เพื่อที่จะ ให้เห็นแสงสว่างทั้งหมดที่ส่องกระทบผิวพื้นของหลอดกล้อง เมื่อกล้องกวาดเส้นภาพ จำนวน 625 เส้นครบถ้วนแล้ว จากข้างบนลงข้างล่างของกรอบภาพ ก็คือว่ากล้องกวาด ภาพได้เต็ม 1 กรอบภาพ

เพื่อป้องกันมิให้ภาพเด่น(หรือกระพริบ) กล้องจะต้องกวาดภาพทั่วผิวพื้นของ ภาพในหลอดกล้องเป็นจำนวน 2 ครั้งเพื่อที่จะทำให้ภาพปรากฏเต็มกรอบภาพ ดังนั้น ในการกวาดภาพครั้งแรก กล้องจะกวาดได้เป็นจำนวน 312.5 เส้น สำหรับการกวาด ครั้งที่ 2 จำนวน 312.5 เส้นที่เหลือ กล้องจะต้องกลับมาเริ่มกวาดตั้งแต่ส่วนบนสุดของ ภาพเหมือนครั้งแรก และจะต้องกวาดเส้นที่เหลืออยู่ด้วยการเติมเส้นลงในช่องว่าง เส้นที่กวาดไว้ในครั้งแรกทุกที่ว่างจนครบจำนวน แต่ละครั้งที่กล้องกวาดหรือลากเส้นภาพ เท่ากับกล้องสร้างภาพขึ้นได้ครึ่งกรอบภาพ ซึ่งเรียกกันในวงการนี้ว่า "หนึ่งฟิลด์" เนื่องจาก 1 ฟิลด์ก็คือครึ่งกรอบภาพ ดังนั้นในทุกวินาทีจึงมี 50 ฟิลด์

เครื่องตรวจสอบภาพ (วิดีโอโมนิเตอร์) กับเครื่องรับโทรทัศน์แตกต่างกัน เพียงวิธีที่เครื่องทั้งสองชนิดนี้รับสัญญาณวิดีโอเท่านั้น คือ เครื่องตรวจสอบจะรับสัญญาณ วิดีโอโดยตรง เช่นสัญญาณที่ส่งออกมาจากกล้องวิดีโอ ส่วนเครื่องรับโทรทัศน์นั้นรับ สัญญาณจากการกระจายเสียงและภาพ หรือรับสัญญาณความถี่ของคลื่นวิทยุหรืออาร์เอฟ (เรดิโอเฟรควเอนซี)

เครื่องตรวจสอบและเครื่องรับโทรทัศน์

หน้าที่ของเครื่องตรวจสอบ(วิดีโอโมนิเตอร์) หรือเครื่องรับโทรทัศน์มีลักษณะ ตรงกันข้ามกับหน้าที่ของกล้องวิดีโอคือ ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณวิดีโอให้เป็นแสงสว่าง

หลอดภาพของเครื่องตรวจสอบภาพเป็นชนิดที่ตรงกันข้ามกับหลอดกล้อง เมื่อ สัญญาณวิดีโอหรือสัญญาณภาพจากกล้องวิดีโอ (หรือ วิทีอาร์ วิดีโอเทป ริดอร์คเตอร์ เครื่องบันทึกวิดีโอเทป) ถูกป้อนเข้าหลอดภาพ ปริมาณของแสงสว่างที่ปรากฏบนจอภาพ จะเป็นปฏิภาคกับปริมาณของแสงสว่างที่ส่องกระทบหลอดกล้อง

งานอีกอย่างหนึ่งของเครื่องตรวจสอบภาพก็คืองาน "เขียน" ภาพบนจอภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง "อ่าน" หรือถ่ายบันทึกด้วยกล้องวิดีโอ เครื่องตรวจสอบภาพจะสร้างภาพจากกล้อง ขึ้นใหม่อีกครั้งหนึ่งโดยการใช้เครื่องกวาดภาพ อย่างเดียวกันกับที่มีอยู่ในกล้องวิดีโอ ยิ่งสัญญาณวิดีโอหรือสัญญาณภาพไปที่จอภาพเป็นเส้น ๆ รวมเป็นครึ่งละหนึ่งฟิลด์ เครื่อง กวาดภาพจะกวาดภาพเป็นเส้นในทางราบ วิธีเดียวกับในกล้องวิดีโอ เครื่องตรวจสอบ ภาพ "แสดง" หรือเสนอสิ่งที่กล้องวิดีโอ "เห็น"

เครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์หรือวิดีโอเทป (วีทีอาร์)

เครื่องบันทึกวิดีโอเทป (วีทีอาร์) มีหน้าที่เก็บหรือบันทึกสัญญาณวิดีโอหรือ สัญญาณภาพ เมื่อเครื่องนี้ได้รับสัญญาณวิดีโอจากกล้อง มันจะ เปลี่ยนกลับสัญญาณไฟฟ้า นั้น ให้เป็นแม่เหล็ก ความเป็นแม่เหล็กนี้จะถูกถ่ายถอดลงวิดีโอเทปในขณะที่กำลังบันทึกภาพ (และเสียง) กรรมวิธีเปลี่ยนความเป็นแม่เหล็กจากวิดีโอเทปกลับมาเป็นสัญญาณวิดีโอ เรียกว่า "เพลย์แบค" หรือเล่นเทป

เทปโทรทัศน์หรือวิดีโอเทปทำด้วยแถบบางยาวของ เนื้อพลาสติกประเภทพอลิ-เอสเตอร์ ซึ่งฉาบหรือเคลือบด้านหนึ่งของแถบด้วยเยื่อชั้นหนึ่งของส่วนประกอบไอร์-ออนออกไซด์ เมื่อไม่มีอะไรถูกบันทึก ส่วนประกอบของไอร์ออนออกไซด์จะมีลักษณะเป็น ตัวกลางทางแม่เหล็ก (ไม่เปลี่ยนแปลง) แต่เมื่อเทปเคลื่อนผ่านตัวแม่เหล็กไฟฟ้าหรือ หัวบันทึก ซึ่งมีกระแสวิดีโอสลับอยู่ภายในส่วนประกอบของไอร์ออนออกไซด์ในเทปจะกลับ กลายเป็นแม่เหล็ก กรรมวิธีกลับสภาวะดังกล่าวนี้เรียกว่า การบันทึก(ภาพและเสียง)

กรรมวิธีเต็มขั้นของการบันทึกวิดีโอมีดังนี้

แสงสว่างถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณวิดีโอภายในกล้องวิดีโอ สัญญาณนั้นถูกส่งไป ยังเครื่องบันทึกวิดีโอเทป (วีทีอาร์) ซึ่งจะเปลี่ยนสัญญาณนี้เป็นแม่เหล็ก แล้วความเป็น แม่เหล็กก็จะถูกเก็บไว้ในเทป

ในการเล่นเทป(เพลย์แบค) ที่บันทึกไว้แล้ว ความเป็นแม่เหล็กในเทปถูก เปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณวิดีโออีกครั้งหนึ่งภายในเครื่องบันทึกวิดีโอเทป(วีทีอาร์) แล้ว สัญญาณนี้ก็จะถูกส่งไปยังเครื่องตรวจสอบภาพ(มอนิเตอร์) หรือเครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่ง สัญญาณจะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นตัวแทนของแสงสว่างที่ส่องมากระทบกล้องวิดีโอตั้งแต่แรก

การเล่นเทปวิดีโอตั้งอยู่บนพื้นฐานแห่งข้อเท็จจริงที่ว่า ความเป็นแม่เหล็ก สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เมื่อบันทึกวิดีโอเทปจะต้องผ่านหัวบันทึก ส่วนประกอบ ไอร์ออนออกไซด์ในวิดีโอเทปซึ่งถูกทำให้กลายเป็นแม่เหล็กไปแล้ว ผลิตกระแสไฟฟ้า สลับให้เกิดขึ้นในหัวบันทึกกระแสที่ถูกผลิตขึ้นมาใหม่นี้สามารถจะถูกส่งผ่านเครื่องอิเลค-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ การค้า ทรอนิคของเครื่องบันทึกวิดีโอเทป (วีทีอาร์ = วิดีโอเทปรีคอร์เดอร์) ไปยังเครื่อง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบภาพ(มอนิเตอร์) ซึ่ง ณ ที่นี้

การถ่ายทอดกับการตรวจแก้

กรรมวิธีถ่ายทอด(ภาพและเสียง) ทางอิเล็กทรอนิกส์กับการตรวจแก้(เอ็ดิตติง) ทางอิเล็กทรอนิกส์มีนัยเช่นเดียวกันทั้งสองอย่าง คือ การบันทึกในเทปเดิมใหม่อีกครั้งหนึ่ง ระบบการตรวจแก้ขั้นพื้นฐานประกอบด้วยเครื่องบันทึกวิดีโอเทป 2 เครื่อง กับเครื่องตรวจสอบภาพ(มอนิเตอร์) 2 เครื่อง แยกกันเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งใช้เล่นเทป อีกชุดหนึ่งใช้บันทึก(ภาพและเสียง) การพิจารณาในแง่เทคนิคของระบบการตรวจแก้ วิดีโอเทปใด ๆ อาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

คุณภาพของเทปเดิม

เป็นข้อเท็จจริงทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งเกี่ยวกับชีวิตของวิดีโอเทป ปัญหาทางเทคนิคใด ๆ ในเรื่องเทปเดิม มักจะถูกขยายให้ใหญ่โตขึ้นเสมอ เมื่อเทปเดิมนั้น ถูกถ่ายทอดไปยังเทปอื่น

คุณภาพของเครื่องบันทึกวิดีโอเทป(วีทีอาร์) สำหรับเล่นเทป(เพลย์แบค)

คุณภาพของเครื่องบันทึกวิดีโอเทป(วีทีอาร์) สำหรับบันทึกเทป(रिकอร์ดติง)

การเลือกเครื่องบันทึกวิดีโอเทปมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อคุณภาพทางเทคนิคของเทปที่ตรวจแก้แล้ว

คุณภาพของสัญญาณระหว่างเครื่องเล่นวิดีโอเทปกับเครื่องบันทึกวิดีโอเทป

การตรวจแก้(ภาพและเสียง) จากเครื่องบันทึกวิดีโอเทป(วีทีอาร์) เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง โดยปราศจากหน่วยควบคุมการตรวจแก้ ไม่เคยทำให้การตรวจแก้ นั้นได้ภาพที่ "สะอาด" และคงทนถาวรเลย เหตุผลแห่งความไม่คงทนนี้ก็เนื่องมาจากข้อเท็จจริงที่ว่า เครื่องบันทึกวิดีโอเทปต้องใช้เวลาพอสมควรในการเคลื่อนจากจังหวะหยุดไปสู่จังหวะความเร็วของการบันทึก

การใช้หน่วยตรวจแก้อิเล็กทรอนิกส์ จะทำให้ปัญหาของการเร่งความเร็วให้ตรงจังหวะหมดสิ้นไป ก่อนหน้าที่จะลงมือถ่ายทอดภาพและเสียง จะต้องเปิดสวิตซ์เครื่องเล่นวิดีโอเทปและเครื่องบันทึกวิดีโอเทป(วีทีอาร์) ทั้งสองเครื่อง ให้เดินในลักษณะเล่นเทป(เพลย์แบค) พร้อมกันเป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที ที่จุดตรวจแก้ โยกสวิตซ์ของเครื่องบันทึกวิดีโอเทปจากการเล่นเทปมาสู่การบันทึกเทป แล้วก็ลงมือตรวจแก้ไข ถ้าการโยกสวิตซ์ดังกล่าวนี้ทำไม่ได้ถูกจังหวะอย่างแม่นยำ ซึ่งตัวเลขในเครื่องนับจะช่วยคุณในเรื่องนี้ได้ การตรวจแก้ภาพและเสียงก็จะ "สะอาด"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจแก้ (เอ็ดิตติง) ภาพและเสียงมีหลักการอยู่ 2 ประการ—คือเทคนิคในการรวมกับเทคนิคในการแทรก เทคนิคในการรวมใช้สำหรับตอนที่ยาว เมื่อภาพและเสียงถูกถ่ายทอดจากเทปต้นฉบับเพื่อตรวจแก้ (เอ็ดิต) ส่วนเทคนิคในการแทรกใช้สำหรับตอนที่สั้น และอาจนำมาใช้ถ่ายทอดภาพลงสู่เส้นเสียงที่มีอยู่ หรืออาจเพิ่มเสียงเข้าไปในภาพที่มีอยู่ก่อนก็ได้

วิธีเดียวที่จะรู้ว่า ใช้และปรับปรุงระบบวิดีโอของคุณ เพื่อเล่นเทปหรือเพื่อตรวจแก้อย่างไรจึงจะดีที่สุด ก็คือ การใช้เครื่องวิดีโอของคุณเอง

2.4 เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูน

เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนเริ่มจากง่ายที่สุดไปสู่สลับซับซ้อนมากที่สุด การเลือกใช้เทคนิคดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่ที่การพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในทางเสนอเรื่องราวของภาพยนตร์นั้น รวมทั้งชนิดของความประทับใจที่ภาพยนตร์นั้นตั้งใจจะก่อให้เกิดขึ้นแก่ผู้ชม

โดยทั่วไป อาจกล่าวได้ว่า เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนทั้งหลาย รวมเข้าอยู่ใน 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทภาพแบน (Flat animation) กับ ประเภทพลาสติก (Plastic animation)

เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน คือ การใช้ภาพที่มีผิวพื้น 2 มิติ คือ ด้านกว้างกับด้านยาว เป็นภาพต้นฉบับสำหรับถ่ายทำ โดยปกติเพื่อให้สะดวกขึ้น มักจะถ่ายทำบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคดังกล่าวนี้ประกอบด้วย เทคนิคแผ่นเซลลูลอยด์หรือเซล (Cel) ภาพยนตร์ตัดมาจากที่อื่น ภาพลายเส้นหรือลวดลายหลายชิ้นติดอยู่บนหลังเดียวกัน แผนภาพนาาชนิดที่เคลื่อนไหวได้บางส่วน และแม้แต่ภาพลายเส้นที่แสดงเครื่องคำนวณ หรือระดับภาพและเสียงก็นำมาใช้เป็นภาพต้นฉบับได้ การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทนี้จะต้องกระทำบนโต๊ะพื้นแบนเรียบหรือบนเครื่องรองรับที่ใช้พื้นแบนเรียบของแผ่นกระดาษแผ่นเซลลูลอยด์ หรือแผ่นสกรีนแสดงระดับภาพและเสียง สิ่งเหล่านี้ไม่สามารถจะแสดงให้เห็นความขึง ความลึก และลักษณะการเห็นอย่างมิติที่ 3 ได้ จะทำได้บ้างก็แต่โดยการใช้สีต่าง ๆ เข้าช่วย (สีอ่อนใช้สำหรับสิ่งที่อยู่ไกล สีแก่สำหรับสิ่งที่อยู่ใกล้) หรือใช้เส้นแสดงความขึง (เช่น เส้นขนานสองเส้นของรางรถไฟ เมื่ออยู่ห่างออกไปก็มองเห็นค่อย ๆ แคบเข้า) หรือใช้ขนาดของสิ่งของแสดงความใกล้และไกล (ใกล้มีขนาดใหญ่ ไกลมีขนาดเล็ก) เป็นต้น ซึ่งผู้สร้างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อก่อให้เกิดความรู้สึกในเรื่องความลึกไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการปั้นได้ง่าย แม้ในภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน (สองมิติ) จริง ๆ ก็ยอมทำได้

ส่วนเทคนิคการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก เป็นเทคนิคการใช้สิ่งของหรือวัตถุที่มีรูปร่างต่าง ๆ (สามมิติ) เป็นต้นฉบับหรือเป็นตัวถูกบันทึกเป็นภาพยนตร์ เทคนิคนี้ใช้ประโยชน์การปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย ใช้แบบรูปร่างและความสูงต่ำของวัตถุ ให้เป็นประโยชน์แก่การถ่ายทำภาพยนตร์ให้มองเห็นของนิ่งเคลื่อนไหวได้หรือที่มักจะเรียกว่าภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคประเภทนี้ใช้สิ่งของรูปร่างต่าง ๆ เช่น หุ่นกระบอก หุ่นแขวน หรือวัตถุเช่น ก้อนหรือแท่งสี่เหลี่ยม รถยนต์เด็กเล่น หรือแม้แต่กลุ่มประมาณ หรือกลุ่มดวงดาวจำลอง ก็ยังนำมาใช้เพื่อการนี้ได้

ในการกล่าวถึงเทคนิคการทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทต่าง ๆ จะทำให้มองเห็นเด่นยิ่งขึ้น ว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้ภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละเครื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวหรือสาระต่าง ๆ หรือสามารถแสดงความรู้สึกเฉพาะอย่าง ได้ตามความต้องการแห่งวัตถุประสงค์ของภาพยนตร์นั้น

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน

เทคนิคการใช้เซล (Cel technique)

เทคนิคของการใช้เซล เป็นเทคนิคขั้นพื้นฐานที่สุดของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทแบน เทคนิคนี้ใช้ชุดวาดบนแผ่นพลาสติกโปร่งใสหรือที่เรียกว่า เซล ภาพรูปร่างหรือภาพวัตถุที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวใช้เซลที่เขียนขึ้นเฉพาะความเคลื่อนไหวแต่ละอย่างแยกออกจากกันเป็นแผ่น ๆ ไป สลับรับแผ่นฉากหลังที่เคลื่อนไหวไม่ได้ เลขที่เขียนและระบายสีลงบนแผ่นกระดาษธรรมดา แล้วนำมาใช้เป็นฉากหลังตลอดฉาก (Scene) ของภาพยนตร์นั้น เซลที่มีภาพแสดงความเคลื่อนไหวทั้งหมด รวมทั้งภาพเขียนฉากหลัง ทุกแผ่นจะต้องเจาะรูบนด้านใดด้านหนึ่งของภาพ (ด้านบนหรือด้านล่าง) เพื่อสวมเข้ากับเบ็กมาตรฐานบนโต๊ะของจิตรกรหรือช่างเขียนภาพได้พอดี และกับเบ็กมาตรฐานบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนในชั้นถ่ายหรือบันทึกเป็นภาพยนตร์ได้พอดี เช่นเดียวกัน การใช้เซลแยกออกเป็นหลายแผ่น สำหรับภาพวัตถุที่เคลื่อนไหวได้หรือไม่ได้ก็ตาม เป็นมาตรการเพื่อการประหยัดเท่านั้น โดยช่างเขียนเพียงแต่ร่างและเขียนภาพนิ่งหรือที่เคลื่อนไหวไม่ได้เป็นฉากหลังเพียงครั้งเดียว แล้วจึงทุ่มเทความพยายาม และเวลาให้แก่การเขียนภาพวัตถุหรือภาพรูปร่างที่เคลื่อนไหวได้ลงบนเซลแต่อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารในการเขียนภาพฉากหลังหรือพื้นหลัง ที่มีภาพรูปร่างผ่านประตูที่กำลั้งเปิดอยู่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างเขียนหรือจิตรกรจะต้องเขียนฉากหลังนั้น 1 แผ่นพร้อมด้วยแผ่นทับ (Overlay) อีก 1 แผ่น แผ่นแรกเป็นภาพฉากหลัง ส่วนแผ่นที่ 2 (แผ่นทับหรือโอเวอร์เลย์) เป็นภาพส่วนหนึ่งของฉากหลัง อันประกอบด้วยกำแพงกับประตูที่กำลังเปิดอยู่ ซึ่งภาพรูปร่าง (หรือตัวละคร) จะผ่านประตูนั้น หลังจากนั้นจึงเอาแผ่นเซลภาพรูปร่าง (ตัวละคร) ซ้อนทับลงระหว่างภาพพื้นหลังกับแผ่นทับ ดังนั้นจะทำให้ภาพรูปร่างปรากฏให้เห็นผ่านทะลุประตูออกมา (ณ ที่ที่ควรจะเป็น) ไม่ใช่ผ่านทะลุกำแพงที่บอออกมา

2.4.1 เทคนิคการใช้เซล

ภาพเทคนิคการใช้เซล ภาพวาดด้วยดินสอถูกถ่ายทอดหรือกอบีลงบนแผ่นเซลลูลอยด์ซึ่งเรียกว่า เซล ด้วยการลากเส้นตามรอยภาพเอนด้วยหมึกลงบนเซล โดยใช้แป๊กกดอัดเซลแต่ละแผ่นทับลงบนภาพเดิมให้แน่น บนโต๊ะเขียนภาพ ทำนองเดียวกับการอัดภาพต้นฉบับ ลงบนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน (Animation rostrum) จิตรกรหรือช่างเขียนสามารถจะวาดภาพหรือต่อเติมส่วนของภาพนั้นให้เคลื่อนออกทีละน้อยโดยต่อเนื่องกันทีละภาพ แล้วรวมเข้าเป็นตอนหรือซีควเอนซ์ (Sequence) ของภาพยนตร์ หลังจากนั้นจึงนำลีตต่าง ๆ มาระบายลงในบริเวณเส้นขอบที่เขียนด้วยหมึกของภาพแต่ละภาพเมื่อเซลทั้งหมดรวมทั้งภาพพื้นหลังเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำมาถ่ายทำเป็นภาพยนตร์บนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนทีละภาพด้วยความเอื้อเฟื้อจากวอลท์ดิสนีย์

ภาพการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากเซล บนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน นำทั้งเซลและภาพพื้นหลังเข้ากรอบให้ถูกที่ ตรงให้แน่นโดยใช้แป๊กกดติดกับริมบนของโต๊ะ แล้วทับให้เรียบร้อยด้วยแผ่นกระจกใส ผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนตรวจสอบเป็นครั้งสุดท้ายเพื่อความแน่ใจว่าส่วนละเอียดลออในภาพทั้งหมดเป็นไปโดยถูกต้องทุกประการ

ภาพแผ่นทับ (Overlay) ภาพกำแพงที่เขียนไว้ว่า Overlay เป็นแผ่นเซลแยกออกต่างหาก ซึ่งจะทำให้ภาพรูปร่างผ่านทะลุประตูที่กำลังเปิดอยู่ออกมา โดยไม่ทำให้ดูเหมือนว่าเดินทะลุกำแพงที่บอออกมา (Pegs คือรูเจาะที่จะสวมเข้าเป็นแป๊กหรือเดือย)

เป็นที่ชัดเจนว่า เทคนิคการใช้เซลต้องการชั่วโมงทำงานและความพยายามของจิตรกรอย่างมากมาย ในการถ่ายภาพยนตร์อัตราธรรมดา 24 ภาพ (หรือรอบภาพ) ต่อวินาที ภาพยนตร์การ์ตูนยาว 10 นาที อาจต้องใช้ภาพวาดอย่างมากถึง 14,400 ภาพ ทั้งนี้ไม่นับรวมภาพพื้นหลัง ภาพทับ และเซลสำหรับภาพรูปร่างหรือภาวนัตถุที่นำมาเพิ่มเพื่อให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ แต่ก็มีทางลัดทั้งในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม (Full animation) (ใช้อย่างน้อย 8 ภาพวาดต่ออัตราถ่าย 24 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ) และประเภทจำกัด (Limited animation) (ใช้น้อยกว่า 8 ภาพวาดต่ออัตราถ่าย 24 ภาพ)

2.4.2 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม

ในทางปฏิบัติจริง การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม (Full animation) ใช้ 8 ภาพวาดหรือมากกว่าต่ออัตราถ่าย 24 ภาพ นำมาใช้ในการศึกษาที่เป็นอาชีพชั้นสูงเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้เซลในการถ่ายทำ การยืดหยุ่นของการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทนี้ ทำให้ภาพยนตร์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงเรื่องราวได้อย่างกว้างขวางมากที่สุด นับเป็นการถ่ายทำที่แพงมาก และเป็นกฎว่าวงการโฆษณาเท่านั้นที่สามารถจะจ่ายเงินเพื่อสร้างภาพยนตร์ประเภทนี้ได้ ได้กล่าวมาแล้วว่า ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็มประกอบด้วยการเตรียมภาพวาดเป็นภาพ ๆ รวม 8 ภาพหรือมากกว่า สำหรับถ่ายและฉายในเวลาแต่ละวินาทีหรือสำหรับทุก 24 ภาพ สูตรนี้มีไว้จะให้นำไปใช้ตามตัวหนังสือทั้งดุ้น เพราะยังไม่เคยมีภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องใดใช้การวางแผนแบบธรรมดาอย่างที่ว่านี้มาก่อน แม้แต่ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็มที่กล่าวถึงนี้

เมื่อตัวละครตัวหนึ่งกระโดดเป็นช่วง ๆ ในภาพยนตร์การ์ตูน ชนิด 2 ภาพ (Double frame animation) (ถ่าย 2 ครั้ง หรือ 2 กรอบภาพต่อภาพวาดแต่ละภาพ) จังหวะกระโดดแต่ละช่วงซึ่งกินเวลาช่วงละ 1 วินาที จะต้องใช้ภาพวาดรวมกัน 12 ภาพ แต่ ณ จุดที่ตัวละครนั้นกระทบกับพื้นดิน จำเป็นต้องนิ่งอยู่ชั่วขณะ จึงต้องถ่ายภาพที่แสดงว่าตัวละครนั้นนิ่งเพิ่มขึ้นอีก 2 กรอบภาพ ในกรณีดังกล่าวนี้ จังหวะของช่วงกระโดดหนึ่งจะเป็นดังนี้ 1/2/2/4 (ภาพนิ่ง 2 กรอบภาพสำหรับเนื้อไว้หรือเนื้อแสดง ปฏิบัติเรียกว่านิ่ง) 5/6, 7/8, 9/10, 11/12, 13/14, 15/16, 17/18, 19/20, 21/22 (จบการกระโดดช่วงหนึ่ง แล้วกลับไปเริ่มกรอบภาพที่ 1 ใหม่)

ในช่วงกระโดดที่กล่าวมาแล้ว ต้องใช้ภาพวาดเพียง 10 ภาพ แต่มักจะหาได้ยากที่ฉากภาพยนตร์หนึ่งมีภาพรูปร่างแสดงอยู่เพียงตัวเดียว ตามธรรมดาย่ออมจะมีตัวแสดงมากตัว ยิ่งแสดงมากตัว ก็ยิ่งต้องทำภาพวาดมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ข้อสำคัญคือการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนชนิดภาพเดี่ยว (Single animation) (ถ่าย 1 ครั้งหรือ 1 กรอบภาพต่อภาพวาดแต่ละภาพ หรือใช้ภาพวาด 24 ภาพต่อวินาทีสำหรับฉาย) ก็ควรจะนำมาใช้ในการแสดงเคลื่อนไหวรวดเร็วกว่าธรรมดา เช่น การหมุนตัว การต่อสู้แล้ววิ่งหนีไม่ว่าจะเป็นจังหวะเร็วหรือช้า การถ่ายภาพชนิดเดี่ยวดังกล่าวนี้ควรนำมาใช้ในการถ่ายใกล้ (Close up) การแสดงทางใบหน้าหรือแสดงเคลื่อนไหวทางร่างกายอย่างมากมายจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีก

ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบภาพหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ภาพกระตุกหรือกระโดด ไม่ลบบายตาต่อการชมได้อีกด้วย แม้แต่ความเคลื่อนไหวของปากก็สามารถจะทำให้ง่ายขึ้นได้ เพื่อให้ได้จังหวะพร้อมกันกับเสียงพูด ภาพยนตร์การ์ตูนที่ดีต้องการความสัมพันธ์พร้อมกันของเสียงกับความเคลื่อนไหวของริมฝีปากในแต่ละกรอบภาพ เพราะการเปลี่ยนคำพูดปรากฏให้เห็นในอัตราความเร็วของกรอบภาพเดียว

ข้อที่จะต้องระมัดระวังอย่างมากที่สุดก็คือ ภาพยนตร์การ์ตูนที่แสดงบทบาทในจังหวะช้าอยู่ข้างหน้าฉากหลังที่กว้างขวางมาก ข้อสำคัญก็อยู่ที่ระยะห่างของความเคลื่อนไหวในจังหวะที่ช้าจังหวะเดิม (เช่น การกระโดดเป็นช่วง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว) ควรจะกำหนดเพื่อหรือขีดเขยสำหรับอัตราความเร็วกับระยะห่างของการส่ายหน้ากล้องหรือแพน (Pan) กล้องเพื่อถ่ายฉากหลังอันกว้างในทิศทางที่ตรงกันข้ามด้วย ถ้าทั้งสองอย่างผิดขั้นตอนกัน ก็จะทำให้ภาพยนตร์การ์ตูนตอนนั้นปรากฏให้เห็นเป็นว่า (ตัวกระโดด) เลื่อนถอยหลังหรือเลื่อนไปข้างหน้า (ไม่ใช่กระโดดอย่างธรรมดา) ในทำนองเดียวกัน ระยะห่างของพื้นดินที่กระโดดผ่านไปทิศทางหนึ่งก็ควรจะห่างเท่ากันกับระยะห่างที่กล้องแพนบันทึกภาพฉากหลังไปในทิศทางอื่น

2.4.3 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด

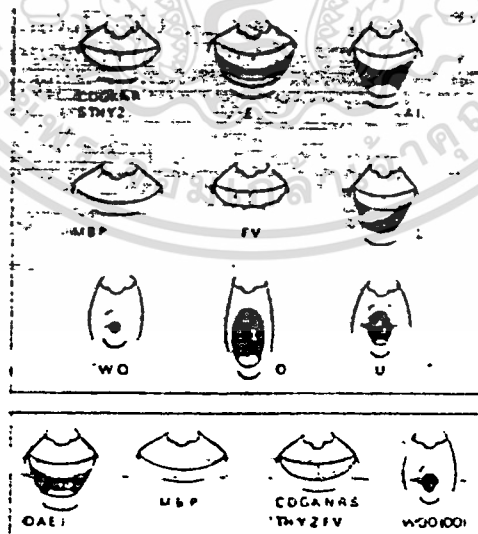
อย่างกลับกัน การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด (Limited animation) กลับต้องการทักษะหรือความชัดเจนมากกว่าการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทเต็ม (Full animation) ความจริงผู้สนใจทางนี้ควรจะเริ่มถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็มก่อน เพื่อจะได้สามารถเข้าใจว่า อะไรในความเคลื่อนไหวนั้น อาจละเอียดหรือข้ามไปได้ นอกจากนี้ก็ควรจะเข้าใจอีกด้วยว่า ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดนั้น จำนวนภาพหลัก (Key animation) จะต้องเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน เพราะว่าภาพที่อยู่ในระหว่างกรอบภาพต่าง ๆ ตามปกติมักจะถูกละเว้นหรือข้ามไปในกระบวนการถ่ายทำภาพยนตร์ได้นานกว่าภาพอื่น และคุณภาพของภาพวาดต้นฉบับเหล่านี้ก็จะต้องดีกว่าด้วย

โดยเฉลี่ยแล้ว การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดใช้ภาพวาดต้นฉบับจำนวน 6 ภาพต่อเวลาฉาย 1 วินาที แต่ด้วยการวางแผนอย่างรอบคอบและด้วยความชัดเจนเป็นพิเศษ จำนวนภาพวาดโดยเฉลี่ยอาจลดลงเหลือเพียง 4 ภาพต่อวินาทีก็ได้ แต่โปรดอย่าสรุปเองง่าย ๆ ว่าในทุกฉากภาพยนตร์ที่ฉายเป็นเวลา 10 วินาที ควรจะต้องผลิตภาพวาดออกมาถ่ายเป็นจำนวน 60 หรือ 40 ภาพตามตัวเป็นอันขาด เพราะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
จำนวนเฉลี่ยดังกล่าวมาแล้วคิดได้จากจำนวนภาพวาดยอดรวม ที่ผลิตขึ้นเพื่อการถ่ายทำ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ

ภาพยนตร์ทั้งเรื่อง รวมทั้งภาพวาดแสดงช่วงจังหวะเคลื่อนไหวซ้ำเดิมที่อาจมี และภาพแสดงจังหวะหนึ่งเข้าด้วยกัน อาจปรากฏได้ว่าฉากภาพยนตร์หนึ่งต้องการใช้ภาพวาดเพียง 12 ภาพ แต่อีกฉากหนึ่งอาจต้องใช้มากกว่าร้อยภาพ ยิ่งมีบทบาทซ้ำมากยิ่งขึ้นเท่าไร ก็ยิ่งใช้ภาพวาดน้อยลงเท่านั้น การคำนวณบทบาทซ้ำเสียก่อนย่อมสามารถประหยัดได้ทั้งเวลาและงาน



ภาพที่ 7 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด เมื่อใช้ความชัดเจนจริง ๆ ย่อมสามารถจะทำได้ด้วยภาพวาดเพียง 4 เซลต่อวินาที โดยถ่ายเซลล์ 6 กรอบภาพ โปรดสังเกตเส้นแสดงการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (Swish lines) ของโล่ ซึ่งทำให้การเคลื่อนไหวราบเรียบยิ่งขึ้น (ไม่กระตุก)



ภาพที่ 8 การทำให้มองเห็นปากเคลื่อนไหว ตำแหน่งหลักของริมฝีปากมีอยู่

๑ ลักษณะ (ภาพบน) ซึ่งสามารถจะลดลงให้เหลือเพียง 4 ลักษณะได้ ด้วยความชัดเจนทางการวาดภาพ (ดูภาพล่าง)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำดังกล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้ในการทำเสียงพูดให้สัมพันธ์
พร้อมกันกับปากได้ในทำนองเดียวกันตามหลักพื้นฐาน ตำแหน่งของริมฝีปากซึ่งมีอยู่ 9
ลักษณะสามารถจะนำมาเข้าผสมให้พร้อมกันกับเสียงของตัวอักษรได้ทั้งหมด

ช่างภาพยนตร์การ์ตูน (Animator) สามารถจะใช้ภาพตำแหน่งของปากได้
มากหรือน้อยกว่าที่กล่าวมาแล้วได้ตามความต้องการของลักษณะของภาพยนตร์แต่ละเรื่อง
สำหรับภาพยนตร์การ์ตูนที่ยิ่งใหญ่จริง ๆ สำหรับฉายบนจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ในทาง
ปฏิบัติคำพูดทั้งหมดมีความจำเป็นต้องใช้ภาพวาดที่แตกต่างกันไปตลอด ส่วนภาพยนตร์
ทางโทรทัศน์ที่สร้างขึ้นเร็ว ๆ ก็อาจเป็นไปได้ที่จะใช้ตำแหน่งของริมฝีปากเพียง 4
ลักษณะเท่านั้น ทั้งนี้ก็เพราะว่า เครื่องรับโทรทัศน์มีจอขนาดเล็ก จึงมีอิสระที่จะทำเช่น
นั้นได้มากกว่า โดยจัดเขียนภาพวาดแสดงตำแหน่งของริมฝีปากด้วยความเชี่ยวชาญจริง ๆ
กล้องถ่ายภาพยนตร์ก็จะสามารถช่วยลดจำนวนภาพวาดลงได้ด้วย โดยการถ่ายภาพจาง
ซ้อน (Dissolve) จากภาพวาดหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง เครื่องกลไกทำภาพจางซ้อนนี้ถ้า
นำมาใช้อย่างฉลาดและแทรกเข้ากับการทำภาพนิ่งให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ จะสามารถ
ทำให้ตามองเห็นความเคลื่อนไหวได้ด้วยการใช้ภาพเขียนเพียง 2-3 ภาพเท่านั้น แต่
เพื่อทำให้ความเคลื่อนไหวไปอย่างรวดเร็ว (ไม่กระตุก) ทางที่ดีควรจะคงจำนวนภาพ
วาดไว้อย่างน้อย 8 ภาพ (ต่อวินาที)

นอกจากนั้น กล้องถ่ายภาพยนตร์ยังมีส่วนช่วยในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน
ประเภทจำกัดนี้ได้ด้วย โดยใช้การเคลื่อนกล้อง (Tracking) ตรง ๆ เข้าช่วย สิ่งที่มี
รูปร่างซับซ้อนอย่างหนึ่ง เช่น เครื่องบินคอนคอร์ด (จัดให้ถ่ายบนพื้นหลังที่มีสีกลาง)
ก็สามารถจะถ่ายให้มองเห็นเคลื่อนไหวหรือบินได้ โดยการเคลื่อนกล้องออกหรือเข้าสู่
สภานั้นไปตามรางตรง ๆ

สรุปกล่าวได้ว่า ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดซึ่งใช้เทคนิคของการใช้เซลล์
สามารถจะผลิตขึ้นได้อย่างสะดวกและง่ายทีเดียว เพียงแต่ต้องพยายามปฏิบัติตามแนว
ทางที่จะแนะนำดังต่อไปนี้ เพื่อประหยัดเวลา ประหยัดงานและยังคงรักษาคุณภาพทาง
ศิลปะของภาพยนตร์เอาไว้ด้วย คือ

1. ทำความเคลื่อนไหวให้ง่ายเข้า
2. หลีกเลี่ยงภาพซึ่ง (ลักษณะที่เป็นสามมิติ) ซึ่งตัวละครหรือวัตถุใด ๆ
จะต้องแสดงบทบาทให้มองเห็นความเคลื่อนไหวในนั้น ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. ใช้พื้นหลัง (นิ่ง) เข้าแทนที่สิ่งที่จะต้องทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้
ด้วยการถ่ายหน้ากล้องหรือแพนกล้องถ่ายถาบนพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้และห้ามมิให้นำไปเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกหรือเข้าตรง ๆ ตามราง หรือการเคลื่อนกล้องด้วยวิธีอื่น ๆ

5. ในประการสุดท้าย ทำภาพวาดจำนวนน้อยให้ทำหน้าที่ได้มากอย่าง โดยจะต้องรู้ว่า ภาพวาดภาพหนึ่งสามารถจะถ่ายเป็นภาพยนตร์ได้กี่กรอบภาพ และช่วง จังหวะแห่งความเคลื่อนไหวหนึ่งสามารถจะซ้ำกันได้ที่กี่ครั้ง

ด้วยความช่วยเหลือของแนวทางเหล่านี้ และด้วยค่าใช้จ่ายในการที่มากพอ จะทำให้การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดสามารถประหยัดเวลาและแรงงาน ได้โดยแท้โดยไม่จำเป็นต้องสาธยายเรื่องออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัดนัก แต่คุณภาพแห่ง การผลิตภาพยนตร์นี้ ไม่จำเป็นต้องทิ้งไปด้วยการลดจำนวนภาพวาดและภาพพื้นหลัง อย่างวู่วาม ด้วยเหตุนี้จึงขอแนะนำว่าก่อนหน้าที่จะลงมือสร้างควรวางแผนการสร้าง ตั้งแต่ขั้นเขียนบทภาพยนตร์นั้น

2.4.4 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทแบนและแบบอื่น ๆ

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพกระดาษตัด (Cut-out animation) เป็นเทคนิคที่ง่ายอีกเทคนิคหนึ่ง โดยใช้ตัวละครทำด้วยกระดาษตัดหรือใช้วัตถุใดๆ ก็ได้ เริ่มต้นออกแบบภาพรูปร่างที่ต้องการให้เป็นตัวละครก่อนตัดกระดาษ (ตามรูปร่างนั้น) วางภาพบนภาพพื้นหลังที่จัดไว้โดยเฉพาะ ใช้มือจับเคลื่อนตัวละครที่เป็นกระดาษตัด ภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ที่คิดไว้บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน วิธีการนี้ได้มีพัฒนาการ ก้าวหน้าขึ้นมาอีกอย่างหนึ่งคือ การใช้แผ่นวัสดุแข็งเรียบที่ทำให้เป็นแม่เหล็กเป็นพื้น รองรับ กับกระดาษตัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่ทำจากแม่เหล็กไว้ทางด้านหลังทุกภาพ ข้อ ได้เปรียบที่เพิ่มขึ้นของภาพกระดาษตัดทางจากแม่เหล็กก็คือว่า ภาพกระดาษตัดนั้นติดบน แผ่นวัสดุแม่เหล็กได้แน่นตามตำแหน่งที่ได้ดีกว่า และยังกว่านั้น แม้แต่จับวัตถุที่ติด บนราบอยู่บนแม่เหล็กนี้ให้ตั้งขึ้นก็ยังได้ ในขณะที่เดียวกัน สำหรับภาพกระดาษตัดนั้น จำเป็นต้องวางภาพในลักษณะแบนราบลงบนแผ่นฉาบแม่เหล็ก เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้ภาพ กระดาษตัดนั้นเคลื่อนที่ได้

ตัวละครกระดาษตัด ตามปกติประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ รวม 7 ส่วน คือ หัว คอ ลำตัว สองแขน สองขา แต่ก็อาจมีสลับซับซ้อนยิ่งกว่านี้อีกมากมาย ถ้ามีความประ- สงค์หรือจำเป็นที่จะต้องทำเช่น วัตถุอย่างหนึ่ง เช่น รถแทรกเตอร์ อาจจำเป็นที่จะ ต้องทำให้มีส่วนประกอบเพียง 3 ส่วนเท่านั้น ได้แก่ตัวรถกับสองล้อ ความสลับซับซ้อน ย่อมขึ้นอยู่กับงานของรถที่จะนำมาแสดง

ภาพกระดาษตัดที่จะนำมาถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะนำมาประกอบ กันเข้ากับกระดาษหรือแผ่นโลหะบางที่ทำให้เป็นแม่เหล็ก ถ้าจะใช้กระดาษก็ต้องมีความ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เด็ดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่ปรากฏ

หนาวก็จะไม่บิดงอ เมื่อถูกความร้อนของแสงไฟฟ้า และจะต้องง่ายแก่การประกอบ เข้ากับส่วนต่าง ๆ ของตัวละครหรือวัตถุที่นำมาถ่ายนั้น แต่ถ้าเป็นแผ่นโลหะ ก็จะต้อง บางเพียงพอที่เข็มและด้ายในลอนหรือด้ายโลหะสามารถแทงทะลุผ่านไปได้เพื่อเย็บส่วน ต่าง ๆ ให้ติดเข้าด้วยกัน

เมื่อตัวละครและวัตถุประกอบได้รับการออกแบบและระบายหรือทาสีเรียบร้อยแล้ว ส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกก็ควรจะนำติดเข้าด้วยกัน โดยการเย็บด้วยเข็มและด้ายตาม รอยต่อหรือตะเข็บควรจะลบให้หมดรอยด้วยสิเด็ม หรืออาจใช้แผ่นกระดาษหรือแผ่นโลหะ สิเด็มอีกแผ่นทากาวปิดทับรอยต่อหรือตะเข็บแทนก็อาจดีกว่าวิธีแรก

ภายหลังที่นำภาพกระดาษตัดส่วนต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันแล้ว จะต้องมั่นใจ ว่าสิ่งเหล่านั้นสามารถจะจับเคลื่อนได้คล่องแคล่วภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ และจะต้อง ติดแน่นอยู่ ณ ที่ที่วางไว้ตลอดเวลาสำหรับถ่ายภาพยนตร์แต่ละครั้ง ถ้าปรากฏว่าส่วนใด โค้งงอขึ้นข้างบนเนื่องจากตะเข็บ ก็ควรจะหย่อนเส้นด้ายในตะเข็บที่ยึดส่วนทั้งสองนั้น เข้าด้วยกันให้หย่อนลงจนกระทั่งส่วนที่โค้งงอนั้นเรียบเท่ากันหมด หรืออยู่ในตำแหน่งที่ จะจับเคลื่อนด้วยมือได้อย่างปลอดภัย

การใช้ภาพกระดาษตัดทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะช่วยให้การแสดงบทบาททางหน้าตาของตัวละคร ได้ผลดีเช่นเดียวกันกับการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแสดง ความซึ่ง ซึ่งตามหลักก็ต้องใช้ภาพสองมิติเข้ามาช่วยอยู่นั่นเอง สำหรับการแสดงทาง หน้าตา บางคนอาจใช้นัยน์ตาทั้งคู่ บนใบหน้าที่แสดงลักษณะแตกต่างกัน แยกออกจากกัน เป็นภาพ ๆ หรืออาจใช้เพียงลูกนัยน์ตาข้างเดียวกรอกกลิ้งอยู่ภายในภาพตาข้างเดียว แยกออกเป็นภาพ ๆ ตำแหน่งของตาเหล่านี้จะต้องปรับให้เคลื่อนไปมาภายใต้กล้องถ่าย ภาพยนตร์ เพื่อให้เป็นไปตามแบบของอารมณ์ตามที่ถ่ายภาพยนตร์ต้องการ ในการถ่าย ทำภาพยนตร์ให้วัตถุหนึ่งมองเห็นเคลื่อนไหวได้แต่ละส่วนแยกออกจากกัน ตัวอย่างเช่น ม้าตัวหนึ่งหมุนตัวจากข้างหนึ่งไปสู่อีกข้างหนึ่งต้องใช้ภาพกระดาษตัดแสดงความเคลื่อน- ไหวนี้อย่างน้อย 12 ภาพ แต่ละภาพจะต้องวางไว้ให้ถูกที่โดยต่อเนื่องกันจนครบรอบที่ ม้าหมุนตัว ทางที่ดีควรจะใช้อากหลังที่ออกแบบง่าย ๆ วางไว้ข้างใต้ภาพกระดาษตัด เป็นรูปร่างต่างๆ โดยไม่มีภาพซ้อนทับใด ๆ เพิ่มขึ้นเป็นพิเศษอีก เมื่อเป็นเช่นนี้ ผู้ถ่าย ภาพยนตร์การ์ตูนก็สามารถจะจับเคลื่อนภาพกระดาษตัดได้ตามต้องการ โดยไม่มีการ กระทบกันขึ้น นอกจากนี้ก็ขอแนะนำด้วยว่า แต่ละครั้งควรจะใช้อากหลังกระดาษตัดให้น้อย ตัวที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้ตัวละครเกิดซ้อนกันขึ้น

ตามธรรมเนียมการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพกระดาษตัดภายใต้กล้องถ่าย ภาพยนตร์การ์ตูน จำเป็นต้องใช้สมาธิหรือความตั้งใจในการทำงานอย่างยิ่งยวด ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะว่างานนี้ต้องใช้การตัดแปลงแก้ไขขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับจังหวะเวลาแห่งความเคลื่อนไหว รวมทั้งสัญญาภาพที่จะเอาชเนงานนั้นด้วยเครื่องมือเบื้องต้นที่มีอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงขอแนะนำให้ผู้ช่วยเข้ามาทำหน้าที่ควบคุมกล้อง ถ้ามีช่างกล้องเข้ามาทำหน้าที่ด้านบันทึกภาพ ควบคุมแสงสว่างและกำหนดหน้ากล้องโดยเฉพาะแล้ว ผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดกระดาษตัดก็สามารถจะทุ่มเทความตั้งใจทั้งหมดให้แก่การจัดภาพกระดาษตัดในฉากภาพยนตร์แต่ละฉากให้ถูกต้องตามจังหวะเวลา และสามารถแก้ไขปัญหาละเอียดและอื่น ๆ แม้เพียงเล็กน้อยอีกหลายประการ ที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอในขณะที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

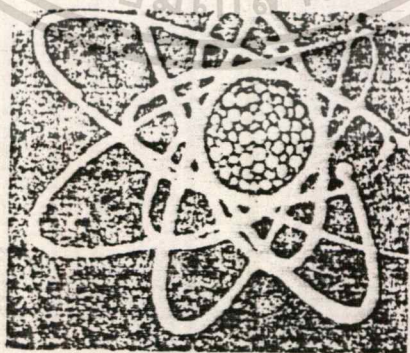
การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพลบถอยหลัง (Scratchback) เทคนิคการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดนี้เป็นวิธีง่ายวิธีหนึ่งที่ใช้แสดงความจริงเติบโตหรือก้าวหน้าของสิ่งใด ๆ โดยเขียนภาพวาดออกมาเพียงหนึ่งภาพ ประกอบด้วยเส้นแห่งความจริงทั้งหมดที่ต้องการเสนอให้เห็น ช่างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะทำให้เส้นที่ต้องการให้มองเห็น เคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่องและราบเรียบ ด้วยการขูดหรือลบเอาส่วนเคลื่อนไหวในภาพวาดออกทีละจังหวะๆ ในขณะที่กล้องหยุดถ่าย แล้วถ่ายโดยเคลื่อนฟิล์มถอยหลัง (Reverse) เมื่อนำภาพยนตร์นี้มาฉายเดินหน้าตามปกติ ก็จะทำให้ตามองเห็นแผนภาพที่นำมาประกอบกัน เข้าตามจังหวะแห่งความเคลื่อนไหวทั้งหมดจนครบถ้วนตามบทบาทของเส้นเคลื่อนไหวได้ ภาพลบถอยหลังเป็นประโยชน์โดยเฉพาะสำหรับภาพเส้นกราฟเคลื่อนที่ ภาพตัวหนังสือที่ลากเส้นหรือเขียนด้วยตัวเอง และภาพวาดที่แสดงความจริงงอกงามหรือก้าวหน้าด้วยเส้นขีดเขียน

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากแผนภาพกับบทบาทจริง การนำภาพยนตร์การ์ตูนมาผสมกับบทบาทหรือความเคลื่อนไหวที่เป็นจริงอาจทำได้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบภาพที่ถ่ายจากของจริงกับแผนภาพที่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจภาพทั้งสองได้ง่ายขึ้น ทั้งในด้านรูปร่างและการวิเคราะห์หลังที่เคลื่อนลิ่งนั้น การผสมผสานดังกล่าวนี้สามารถจะทำให้ได้รับผลดีได้ง่ายที่สุด ด้วยการตัดภาพออกจากระหว่างภาพลิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงกับภาพของนิ่งที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ การตัดดังกล่าวนี้จะได้รับผลดีที่สุดก็ต่อเมื่อได้ออกแบบภาพการ์ตูนจากกรอบภาพที่เป็นฉากของภาพลิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริง ดังนั้นภาพยนตร์การ์ตูนกับภาพยนตร์ลิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงก็สามารถจะผสมเข้าเป็นภาพฉากเดียวกันได้ด้วย

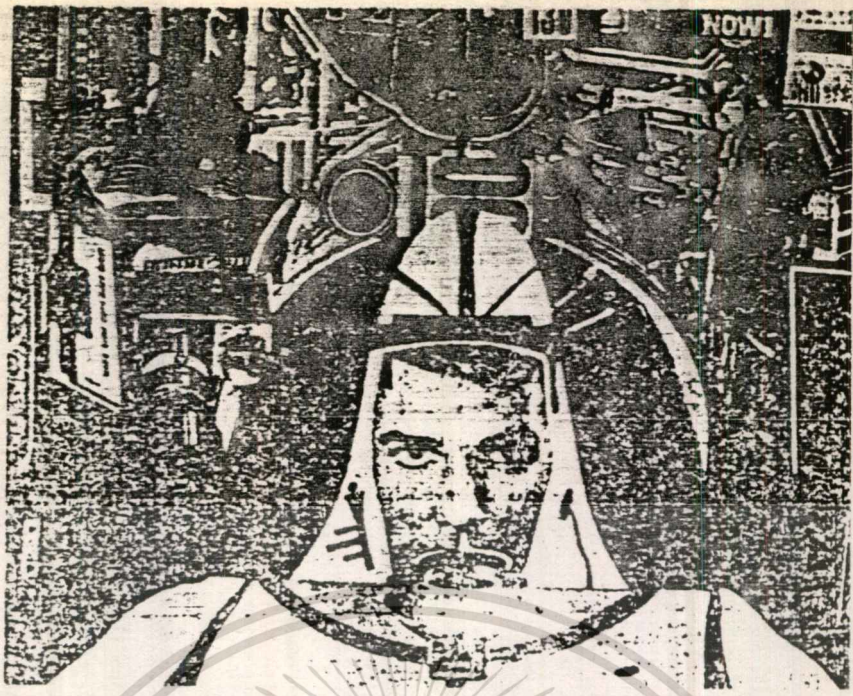
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 การถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทพลาสติก (Plastic animation) ใช้แบบ
รูปร่าง และความสูงต่ำของวัตถุให้เป็นประโยชน์แก่การถ่ายทำ ส่วนที่แสดงความ
เคลื่อนไหวจะติดประกอบเข้าไปให้แน่น แต่สะดวกแก่การปรับเปลี่ยน เพื่อให้มองเห็น
เคลื่อนไหว



ภาพที่ 11 ตัวอย่างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เขียนเป็นภาพเพื่อทำให้เข้าใจ
ได้ง่ายขึ้น และทำให้เห็นเคลื่อนไหวได้โดยใช้ A แทนปริมาณ ภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับ
เอกสารที่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อคุณได้เห็นเว็บไซต์นี้ กรุณา
บริษัทเอนเนอร์ลีเลคทริก โดย J. Sutherland ฮอลลิวูด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกกฎหมายที่ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยใช้ภาพตัดหลายภาพบนพื้นเดียวกันผสมร่วมกับภาพขีดเขียนและภาพถ่ายภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ที่ติดตั้งไว้เหนือโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ชิ้นส่วนของภาพเหล่านี้นำมาวางไว้ตามตำแหน่งแห่งที่แล้วถ่ายขึ้นทีละภาพตามลำดับที่ต้องการ เพื่อแสดงการขับเคลื่อนยานกลับบ้านด้วยข่าวสารทางภาพ

นอกจากทำให้กระบวนการของบทบาทเคลื่อนไหวที่เป็นจริงเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้นแล้ว แผนภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ยังทำให้กระบวนการที่มองเห็นได้อื่น ๆ สามารถสร้างความเข้าใจได้ง่ายขึ้น แยกแยะกระบวนการนั้นให้เห็นชัด และแสดงออกมาให้เห็นเด่นได้อีกด้วย ซึ่งตามปกติกระบวนการดังกล่าวนี้มักไม่มีใครสังเกตเห็นหรือไม่รู้เป็นที่แจ่มแจ้งของบุคคลทั่วไป เมื่อใช้การถ่ายภาพยนตร์จากสิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงแบบธรรมดาทั่วไป อย่างไรก็ตามความสามารถเช่นนี้จะแสดงให้เห็นได้โดยเต็มที่ ก็ต่อเมื่อเป็นการเล่นกระบวนการซึ่งแม้แต่ตาได้ดูสิ่งที่เป็นจริงก็ไม่สามารถจะเข้าใจเรื่องนั้นได้เลย เป็นต้นว่า พลังของแม่เหล็ก ความดึงดูดของโลก กระแสไฟฟ้า บทบาทของกฎทางนิลสิกส์ ลวดลายของเส้นรังสีคอสมิกหรือลวดลายของจุลภาคต่าง ๆ เป็นต้น เวลาที่ใช้แสดงในเรื่องนี้อาจขยายให้ยาวออกไปหรืออาจหดให้สั้นเข้าก็ได้ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในเสี้ยวของวินาทีได้แก่ 2-3 มิลลิวินาที (Millisecond = 1 ใน 1000 วินาที) ก็อาจนำมาแสดงให้เห็นในระยะเวลายืดยาวกว่าที่เป็นจริงได้ การกลายสภาพของส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ที่เนาเปื่อยเป็นน้ำมัน อันเป็นกระบวนการธรรมชาติที่ต้องใช้เวลาหลายล้านปี ก็สามารถจะแสดงให้เห็นย่อลงเหลือเพียง 2-3 นาที ส่วนสำคัญของกระบวนการอย่างหนึ่ง ก็สามารถจะเน้นให้เห็นเด่นชัดได้ด้วยการใช้อัตรา

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วช้าลง (Slow motion) หรือเร่งเวลาให้เร็วขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นลวดลาย
ชั้นล่างที่เกี่ยวข้อง

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพตัดหลายภาพบนพื้นเดียวกัน (College
animation) โดยทั่วไปมักจะกล่าวกันว่า การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทนี้เป็น
เทคนิคที่ใช้การจัดชั้นโดยทันทีทันควัน ภายใต้กล้องถ่ายที่ติดตั้งไว้บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์
การ์ตูน เทคนิคนี้ในทางปฏิบัติสามารถจะใช้ทัศนวัสดุใด ๆ ก็ได้ เช่น ภาพกระดาษตัด
จากหนังสือพิมพ์ ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพตัวอักษร หรือใช้รวมกันทั้งหมดก็ได้ วัสดุต่างๆ
เหล่านี้นำมาประกอบกันเข้าภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ บางส่วนก็ติดกาตรึงไว้ตาม
ตำแหน่งแห่งที่ตายตัว บางส่วนก็เตรียมให้เคลื่อนไปตามทิศทางที่ต้องการ ภาพเหล่านี้
จะถูกถ่ายบันทึกลงบนฟิล์มภาพยนตร์ทีละกรอบภาพตามลำดับ ในขณะที่ภาพเหล่านี้จะเริ่ม
รวมตัวอยู่ในรูปร่างที่แน่นอนอันเดียวกัน หรืออยู่ในรูปร่างลักษณะภายนอกเดียวกัน หรือ
กลายเป็นสื่อสารประเภทภาพขีดเขียนอันเดียวกัน

เมื่อนำทัศนวัสดุที่แตกต่างกันหลายชิ้นมารวมเป็นภาพเดียวกัน อาจมีหลาย
โอกาสที่ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นใหม่นั้น เป็นที่น่าสนใจอย่างจริงจัง แต่ในแง่ของภาพยนตร์
เมื่อมองดูแล้วรู้สึกว่ามันไม่ค่อยมีชีวิตชีวา และในแง่ของการขีดเขียนก็รู้สึกว่าภาพนั้นไม่ค่อย
เป็นระเบียบ ดังนั้น เมื่อมีให้ตกลงผลกลางดังกล่าวนี้ ช่างภาพยนตร์การ์ตูนจึงควรจะทำ
ให้เป็นที่มั่นใจเสียก่อนว่าทัศนวัสดุทั้งหมดนั้นได้นำมาผสมผสานกลมกลืนเข้าเป็นภาพเดียว
กันได้เป็นอย่างดี ภาพถ่ายควรจะต้องที่คนสัมพันธ์บางอย่างกับภาพขีดเขียนอื่น ๆ การ
ทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยใช้ภาพตัดมาจากที่อื่นกับการถ่ายทีละภาพ ด้วยวิธีที่มีได้เตรียม
การไว้ก่อนนี้ ควรจะได้วางแผนล่วงหน้าในแง่ของจำนวนกรอบภาพ จำนวนวินาที และ
ระยะเวลาของความเคลื่อนไหวที่จะเสนอ

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแบบดังกล่าวมาแล้วนับเป็นแบบที่ประหยัดมากที่สุด
เดียว ทั้งยังมีลักษณะที่เต็มไปด้วยศิลปะมากที่สุดอีกด้วย แต่มีข้อเสียขั้นมูลฐานของเทคนิค
นี้อยู่อย่างหนึ่ง คือความลำบากที่จะคงรักษาความสนใจของผู้ชมเอาไว้ให้คงที่ในช่วงระยะ
เวลาหนึ่งให้ได้ รูปร่างและลักษณะของภาพต้นฉบับอันปรากฏเป็นภาพยนตร์การ์ตูนที่กระ-
โดดอย่างไม่มีหลักเกณฑ์มากเกินไป มีลักษณะโน้มเอียงที่จะทำให้นัยน์ตาของผู้ชมโดยไม่
จำเป็น ซึ่งเป็นเหตุให้ความประทับใจของผู้ชมที่มีต่อภาพยนตร์เรื่องนี้ลดน้อยถอยลงได้
การบรรเทาข้อบกพร่องดังกล่าวนี้อาจทำได้ ด้วยการใชภาพจางซ้อน (Dissolve,
Cross Dissolve) หรือผสมกับภาพแบบอื่นในการทำภาพยนตร์การ์ตูนนั้น

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องวิดีโอกราฟิกส์
เมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมาได้เกิดเทคนิคใหม่ในการทำภาพยนตร์การ์ตูนขึ้น 2 เทคนิคซึ่งเริ่ม
ไม่จำกัดทุกสิ่ง ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้หนักหรือช่างทำภาพยนตร์การ์ตูนมีความสำคัญเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่เดียวกันค่าใช้จ่ายในการทำกลับลดต่ำลงหรือทำให้ความรู้ในเรื่องนี้กว้างขวางยิ่งขึ้น เทคนิคทั้งสองนี้คือ เทคนิคการทำภาพยนตร์การ์ตูนจากเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer animation) กับจากเครื่องวิดีโอกราฟิกส์ (Videographics) ทั้งสองเทคนิคต้องพึ่งสมรรถนะจากเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนซึ่งอาจต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก ถ้ามิได้ใช้ให้ถูกวิธีการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่ใช้เฉพาะในทางถ่ายทำภาพรูปร่างของเรขาคณิตให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งอาจทำได้ด้วยการใช้ความแน่นอนทางคณิตศาสตร์มากที่สุด นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังสามารถทำให้มองเห็นภาพซึ่งได้อีกด้วย แต่การกระทำดังกล่าวนี้มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นมากมาย

การใช้เครื่องวิดีโอกราฟิกส์ ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ต้องใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในห้องส่งโทรทัศน์ เพื่อทำภาพโตเต็ลอย่างรวดเร็ว เพื่อผลิตข้อความสำหรับประกาศ สำหรับยกย่องผลงาน หรือข้อความอื่น ๆ ที่ต้องการ เมื่อนำข้อความนี้เข้าเครื่องผสมรหัสโทรทัศน์ (Television mixing console) ข้อความนี้ก็จะถูกรวมเข้ากับรหัสโทรทัศน์อย่างอื่น ๆ ด้วยกฎแฉกอิเล็กทรอนิกส์ หรือทำให้เป็นภาพจางออก - จางเข้า (Fades) หรือภาพกวาด (Wipes) ก็ได้ แต่เนื่องจากช่างภาพยนตร์การ์ตูนส่วนมากไม่ค่อยมีโอกาสได้เข้าถึงเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ดังนั้นจึงจะไม่กล่าวถึงเทคนิคเฉพาะทั้งสองอย่างมากนัก

2.4.5 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก

เมื่อพูดถึงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก ก็มักจะมีผู้กล่าวถึงการถ่ายทำภาพยนตร์จากสิ่งที่มีรูปร่างเป็นสามมิติ เช่น หุ่นกระบอก และหุ่นขบวนการ เป็นต้น จากทัศนะของเรา เราใคร่จะขยายความตามคำนิยามนี้ให้กว้างขวางออกไป และรวมเอาวัตถุสามมิติที่กว้างขวางกว่าเข้ามาไว้ด้วย เช่น โมเดลกลและปรมาณู ซึ่งมักจำเป็นต้องใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือเครื่องยนตร์จำลอง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทพลาสติกออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบที่ใช้สิ่งมีรูปร่าง (Figure animation) ซึ่งใช้หุ่นกระบอกกับแบบที่ใช้สิ่งไม่มีรูปร่าง (Non-figure animation) ซึ่งใช้วัตถุแบบอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวแล้ว ในทุกกรณี ภาพยนตร์ที่ปรากฏออกมาจะเป็นในรูปวัตถุพลาสติกซึ่งทำหน้าที่ปรับการเลือกใช้วิธีการเข้าสู่เป้าหมายนี้

ความแตกต่างระหว่างประเภทแบนกับประเภทพลาสติก ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นฐาน 2 ประการ คือ ประการแรกในการปรากฏรูปร่างในภาพยนตร์ และประการที่

2 ในวิธีการถ่ายทำ ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเซล หรือภาพกระดาษตัดรูปร่างที่ปรากฏคือ ภาพขีดเขียนความเคลื่อนไหวปรากฏขึ้นในโลกสองมิติ ถึงแม้ในบางโอกาส ภาพรูปร่างจะปรากฏให้เห็นลวงตาเป็นว่า มีความเคลื่อนไหวเข้าสู่มิติที่สามของจำลองมีลักษณะกลมโค้งแต่ก็มองดูเป็นรูปแบนอยู่นั่นเอง ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพรูปร่างหรือจากวัตถุ การทำให้เป็นรูปร่างแปลก ๆ ได้ง่าย เป็นสิ่งชี้แนะทางการถ่ายที่สำคัญอย่างหนึ่ง และควรเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการนี้ การปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ควรจะสามารถสร้างสรรค์โลกขึ้นเป็นโลกของตัวเอง ซึ่งแตกต่างจากแบบอื่นๆ ในวงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยสิ้นเชิง การปั้นสามารถทำภาพพลิกแพลงได้โดยเพียงแต่ใช้การถ่ายภาพให้มองเห็นหยุดนิ่ง (Stop motion) ร่วมกับการใช้วัตถุสามมิติเท่านั้น แต่สื่อนี้ยึดหยุ่นไม่ได้เหมือนสื่อประเภทแบน เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกของสามมิติ ทำให้การจัดวัตถุถ่ายทำลำบากมากยิ่งขึ้น ทั้งที่คณะทางสามมิติก็ถูกดุดกลืนไปด้วย

วิธีการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกกับประเภทภาพแบนยังแตกต่างกันด้วย การถ่ายทำประเภทพลาสติกสามารถจะถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพยนตร์ในมุมที่แตกต่างกันระหว่าง 15 ถึง 45 องศาได้ ไม่จำเป็นต้องตั้งกล้องไว้ที่มุม 90 องศาตายตัว กล้องในมุมที่แตกต่างกันนั้น ตามปกติมักจะติดตั้งตายตัวไว้บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เพราะฉะนั้น เทคนิคการถ่ายและการให้แสงจึงคล้ายคลึงกันกับการถ่ายทำภาพยนตร์บทบาทจริงมากกว่า การเคลื่อนกล้องไปข้างหน้าหรือถอยหลังตรง ๆ ควรจะเคลื่อนบนรางที่ติดไว้กับพื้น และมุมของกล้องก็จะต้องปรับเปลี่ยนแต่ละครั้งที่หยุดกล้อง การปรับตั้งหน้ากล้องแต่ละครั้งจะต้องกระทำด้วยมือในขณะที่หยุดกล้อง เพื่อถ่ายวัตถุที่ต้องการ ภาพยนตร์การ์ตูนควรจะรู้จำนวนองศาที่แน่นอนของการปรับตั้งมุมกล้องแต่ละครั้ง แต่ก็มักจะเป็งานเดิมมากกว่า ทั้งที่ช่างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทของจำลองส่วนมากสามารถพัฒนาประสาทเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องจังหวะเวลาได้รวดเร็วทีเดียว การควบคุมเวลาโดยใช้ระบบแม่เหล็กอันสลับซับซ้อนสามารถนำมาติดตั้งเพื่อการนี้ได้ แต่มีราคาแพงมาก

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพในแง่ของการถ่ายภาพวัตถุสามารถทำได้ในทางดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแสงไฟฟ้าและหน้ากล้อง
2. การย้ายที่ตั้งกล้อง หรือวัตถุ (ที่ถูกถ่าย)
3. ความเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีลักษณะต่อกัน เป็นปล้อง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายกย่อง ไม่เอาไปเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

สูงที่สุดด้วย แต่เป็นวิธีที่นับว่าเก่งมากที่สุดทางหนึ่งในจำนวน 4 ทางที่กล่าวถึงนี้

ในแต่ละกรณี มีความจำเป็นที่จะต้องระมัดระวังให้วัตถุ (ที่จะถ่าย) ติดตรึงแน่นอยู่กับที่ในขณะที่ถ่ายภาพ และในขณะที่แสดงความเคลื่อนไหวก็ต้องเคลื่อนไปอย่างฉิวฉิวและแน่นอนเป็นอย่างมาก ในแง่ของความเคลื่อนไหวจะต้องคำนวณจำนวนกรอบภาพและเขียนเลขที่กรอบภาพไว้ล่วงหน้าอย่างทั่วถึงทั่วไปว่า สกอร์ (คะแนน) เพื่อให้การควบคุมจังหวะแห่งความเคลื่อนไหวแน่นอนขึ้น จะต้องจัดถ่ายทำภาพยนตร์บนฟิล์มเนกาตีฟแล้วฉายตรวจดูเพื่อเป็นการทดลองก่อน ในกรณีจำเป็นอาจต้องแก้ไขสกอร์ใหม่ อีก ก่อนหน้าที่จะลงมือถ่ายจริง ในขั้นสุดท้าย ซึ่งอาจใช้เวลาน้อยกว่าขั้นเตรียมการมาก

ในการถ่ายภาพของจำลองให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้จำเป็นต้องใช้สมาธิในการทำงานนี้อย่างเต็มที่ เพราะว่า การแสดงประกอบด้วยขั้นตอนในการปฏิบัติงานหลายขั้น ได้แก่ การจับเคลื่อนวัตถุด้วยการเคลื่อนแขนขา หัว ตา หรือตัวของจำลองทั้งตัว ควบคุมกล้อง การให้แสงและการตั้งหน้ากล้องและใช้ประสาทเกี่ยวกับจังหวะเวลาตลอดการถ่าย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกมีความยุ่งยากมากกว่าการถ่ายทำประเภทหรือแบบอื่น ๆ ดังนั้นทางที่ดีที่สุด จึงควรร่วมมือกับช่างกล้อง ซึ่งจะรับหน้าที่จัดแสงและใช้กล้องไปทั้งหมด

2.5 การเลือกใช้วัสดุ

ปัจจุบันมีวัสดุานาชนิดอย่างมากมาที่สามารถนำมาทำวัตถุสามมิติได้ ขึ้นอยู่ว่าต้องการวัสดุอ่อนหรือวัสดุแข็ง ชนิดแผ่นแข็งหรือโค้งงอได้ สำหรับการ์ตูนที่เป็นรูปร่างก็มักจะใช้วัสดุที่ทำด้วยพลาสติก ร่วมกับกรอบที่มีเส้นลวดอยู่ภายใน เพื่อใช้ยึดหัวและแขนขาของวัตถุให้อยู่คงที่

วัสดุที่มีประโยชน์อีกอย่าง สำหรับทำของจำลอง คือไม้เนื้ออ่อน ไม้ที่มีข้อได้เปรียบอยู่ด้วยคือ ทาสีได้ สำหรับกรณีที่ใช้หุ่นกระบอกทำภาพยนตร์การ์ตูน ก็ประหยัดโดยใช้สีแทนเสื้อผ้าของตัวละครได้ บางคนอาจใช้วัสดุหลายอย่างผสมกัน ใช้ไม้เนื้ออ่อนทำลำตัวและหัวหุ่นกระบอก และใช้ลวดทำแขนขา เส้นลวดไม่ว่าชนิดและรูปร่างเช่นไร รวมทั้งเส้นใยธรรมชาติที่ใช้ทำความสะอาดท่อหรือกระบอกย่อมมีประโยชน์มาก เพราะสามารถติดตั้งและคงอยู่ในตำแหน่งเดิมได้ง่าย อย่างไรก็ตาม วัสดุใหม่ที่สุดที่แพร่หลายไปทั่วโลกในฐานะ เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากที่สุดในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกก็คือตัวดินน้ำมันเอง ในสมัยก่อนเนื่องจากความอ่อนตัวของดินน้ำมัน เมื่อกระทบกับแสงไฟผ่านโตะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ระหว่างเมื่อไม่กี่ปีมานี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้มีดินน้ำมันชนิดแข็งกว่ามากออกวางตลาด เป็นดินน้ำมันแข็งคงรูป แยกสลักง่าย และหยุ่นตัวง่าย เหมาะสำหรับเปลี่ยนบทบาทที่กำลังเคลื่อนไหว ส่วนสีสามารถนำมาเพิ่มเข้าในความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของดินน้ำมันชนิดนี้ได้อย่างกว้างขวาง

การเลือกวัสดุดังกล่าวนี้ นับว่ามีความสำคัญมากเป็นพิเศษสำหรับการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากของจำลอง ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอ่อนนุ่ม เพราะควบคุมและจัดให้อยู่ในตำแหน่งเดิม ระหว่างกรอบภาพหนึ่งไปยังกรอบภาพต่อไปได้ลำบาก วัสดุที่นำมาใช้ทำของจำลองควรจะมีน้ำหนัก แต่เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย และสามารถจะรักษารูปร่างเดิมเอาไว้ได้ในระหว่างการถ่ายที่ละกรอบภาพ วัสดุตัวอย่าง เช่น ทราย ซึ่งสามารถจัดเคลื่อนย้ายภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ได้ง่าย หิน ซึ่งสามารถจัดเคลื่อนจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีกกรอบภาพหนึ่งได้ กระดาษแข็งซึ่งอาจตัดโค้งและอาจจัดให้เคลื่อนไปได้ หรือแม้กระทั่งกระดาษที่ห่อหุ้มด้วยความร้อน เป่าหรือหล่อให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ เป็นต้น

เครื่องมือทำอาร์ตเวิร์ก

การทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนไม่สู้มีปัญหามากนักสำหรับเรื่องวัสดุที่ใช้ เท่ากับปัญหาเรื่องเวลา โดยเฉพาะสำหรับทุกเวิร์กช็อป ควรจะมีวัสดุจัดเตรียมไว้อย่างเพียงพอสำหรับใช้ฝึก ศิลปินแต่ละคนมักจะมีเครื่องมือเครื่องใช้ที่ตนชอบเอาไว้ประจำตัว ถ้าผู้เข้าสัมมนาหรือเข้าฝึกประสงค์จะใช้วัสดุฝึกและเครื่องมือของตนเอง ก็ควรจะมีขอยอมให้ทำได้ ส่วนผู้เข้าฝึกนอกนั้น ขอให้จัดหาเครื่องมือและวัสดุง่าย ๆ แต่เชื่อถือได้ต่อไปนี้มาใช้

1. กระดาษปอนด์ เอ4 50ก^๓ จำนวนมาก
2. แผ่นเซลลูลอสีเตตหรือแผ่นไลหน่า 0.07-0.10 มม. ขนาด 48x60 ซม. จำนวนพอสมควร ซึ่งอาจตัดออกเป็นขนาด 24x30 ซม., 48x30 ซม. และ 24x60 ซม.

3. ดินสอคำชนิดอ่อน เบอร์ 2บี
4. ยางลบ
5. ไม้บรรทัด
6. ดินสอสีซีฟี่สีต่าง ๆ ใช้ระบายบนแผ่นเซลหรือกระดาษ
7. ดินสอสีหุ้มไม้ 1 กล่อง
8. แถบกวาดทึบแสง
9. เครื่องเจาะรูกลม (แบบธรรมดาที่ใช้ในสำนักงาน)

10. กระดาษคำหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีเงินพอและต้องการจะเป็นมืออาชีพมากขึ้น ควรมี

1. ปากกาเขียนเส้นบนแผ่นเซลหรือกระดาษ
2. หมึกดำ ชนิดไม่กัดเซาะ
3. ปากกาสักหลาดหรือเมจิก
4. สีพลาสติก(ผสมน้ำ) หลายสี
5. ภูเก็ตเบอร์ 1, 3 และ 8
6. แผ่นใสหรือแผ่นเซลอะซิเตตจำนวนเพิ่มขึ้น
7. ถุงมือผ้าสำลี(ป้องกันแผ่นเซลจากรอยนิ้วมือ)
8. กระดาษหนา(เท่าไปรษณีย์บัตร) สีต่าง ๆ
9. กรรไกร 1 เล่ม
10. มีดพับชนิดคม 1 เล่ม
11. กาวแห้งเร็ว
12. ดินสอสีซีดี
13. เครื่องเจาะรูใส่ตาไก่พร้อมด้วยตาไก่
14. กระดาษกาวสีดำแบบพลาสติก
15. ลกอตซ์เทปติดกาวสองด้าน
16. กาวยาง
17. เข็มหมุดติดภาพ

2.6 อัตราส่วนของกรอบภาพ

ขนาดกรอบภาพสำหรับถ่าย

ขณะนี้ สมมติว่าคุณกำลังนั่งอยู่ข้างหน้าแผ่นวาดภาพ คุณพร้อมที่จะจับปากกา วาดภาพลงบนกระดาษในบริเวณแผ่นวาดภาพ แต่ก่อนหน้าที่คุณจะมีโอกาส คุณควรจะต้องสนใจเสียก่อนว่า คุณจะวาดภาพลงตรงส่วนไหนของกระดาษ อัตราส่วนความกว้างกับความสูงของกรอบภาพในภาพยนตร์ 35 มม. มีประมาณ 3 ต่อ 4 สำหรับภาพยนตร์ 16 มม. มาตรฐานคือ 1 ต่อ 1.39

โปรดพิจารณาถึงที่ว่างที่เว้นไว้สำหรับรูหนามเตย ที่ว่างสำหรับพิมพ์ เลขลำดับ และที่ว่างรอบ ๆ เพื่อความปลอดภัยของภาพภายในกรอบด้วย กระดาษเขียนหนังสือธรรมดาเบอร์ เอ4 (ขนาดราว 21x30 มม.) เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับขนาดเอกสารกรอบภาพเพื่อถ่าย ขนาด 17x24 ซม. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จงวางกระดาษเขียนภาพลงให้ด้านที่เจาะรูอยู่ข้างใกล้ตัวคุณ แล้วลอกกรอบภาพสำหรับถ่ายลงในกระดาษแผ่นหนึ่ง เพื่อให้เป็นไปตามขนาดของเลนส์กล้องที่คุณใช้ คุณอาจแบ่งขนาดกรอบภาพมาตรฐานสำหรับถ่ายออกเป็นราว 6 กรอบภาพก็ได้ การกำหนดที่คั่น ตามปกติกำหนดเอาทศิกใต้(ต)ไว้ด้านล่าง(ใกล้ตัว)เสมอ ทศเหนือ(น)อยู่ด้านบน(ตรงข้าม) ทศตะวันตก(ตค)อยู่ด้านซ้าย และทศตะวันออก(อ)อยู่ด้านขวา

กรอบภาพนำ

เอากระดาษที่เจาะรูเปิดแล้วแผ่นหนึ่งมาก่อเป็นกรอบภาพสำหรับถ่าย แล้วเอาแถบกาวยึดกระดาษแผ่นนี้เข้ากับแผ่นวาดภาพเพื่อใช้เป็นกรอบภาพนำ

หน้ากากบังกรอบภาพ

ทำขึ้นด้วยการตัดกระดาษดำหนา ตามจำนวนและขนาดของกรอบภาพที่ต้องการเจาะรูเปิด แล้วนำขึ้นบังอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบที่จะถ่าย หน้ากากเหล่านี้จะแสดงให้เห็นบนแผ่นวาดภาพว่า จะถ่ายภาพได้จริง ๆ อะไรบ้าง และจะมีอะไรปรากฏบนจอภาพยนตร์บ้าง

2.7 จังหวะ เวลา ระยะห่าง ขนาด อัตราความเร็ว

หลักการพื้นฐานของการทำภาพให้เคลื่อนไหว

สิ่งที่ทำให้การทำภาพให้เคลื่อนไหวแตกต่างอย่างแท้จริงไปจากการเขียนภาพ การเขียนแบบลวดลาย หรือปฏิมากรรม ก็คือ การล่องไปของเวลา สิ่งนี้ขึ้นอยู่กับตลอดไปกับหลักการแห่งความเคลื่อนไหว สิ่งที่เกิดขึ้นในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพมีความสำคัญมากกว่าสถานะภาพแห่งการอยู่คงที่ของกรอบภาพหนึ่ง รูปร่างที่คงที่ย่อมสูญเสียลักษณะเฉพาะของตัวเองไปให้แก่เวลาและระยะทางหรือพื้นที่ ตามข้อเท็จจริงแล้ว เวลาที่ระยะทางเป็นวัตถุดิบที่สำคัญมากสำหรับนักทำภาพให้เคลื่อนไหว ซึ่งจะต้องนำสิ่งนี้มาทำงานด้วยทุกวัน

ไม่เป็นการง่ายที่จะไขว่คว้าเอาเวลาและระยะทางมายึดครองไว้ คุณไม่สามารถจะมองเห็นหรือจับต้องสิ่งทั้งสองนี้ได้ ทั้ง ๆ ที่มันก็คงอยู่ที่นั่น คือ อยู่ระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพนั่นเอง การทำภาพให้เคลื่อนไหวไม่เป็นศิลปะมากนักในความเคลื่อนไหว แต่เป็นศิลปะแห่งความเคลื่อนไหว การทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นการออกแบบในเรื่องเวลาและระยะทาง เป็นความเคลื่อนไหวที่ทำให้ชีวิตชีวาและความหมายแก่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องหลังและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

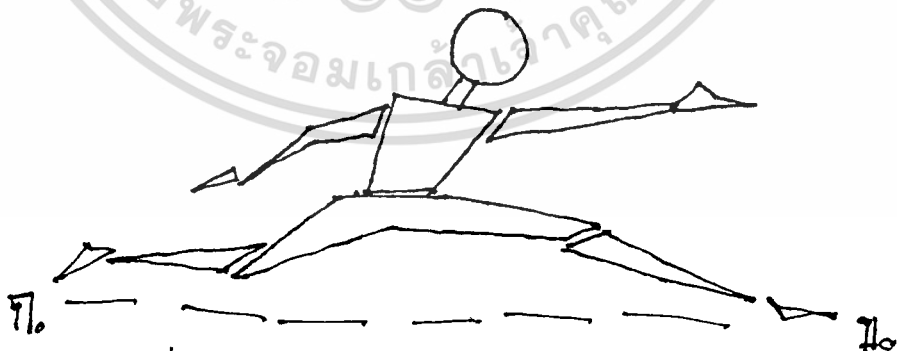
ภาพยนตร์ (และวิดีโอเทป) ของคุณ

มีคนจำนวนมากที่ออกมาจากโรงเรียนศิลปะไม่รู้จักริธีควบคุมเวลาและระยะทาง เพราะว่าเขาเหล่านั้นได้เรียนแต่เรื่องสีและรูปร่าง แต่ไม่เคยได้ยินเรื่องราวที่เกี่ยวกับเวลาและระยะทาง ยิ่งกว่านั้น ในโรงถ่ายทำภาพยนตร์ใหญ่ ๆ การทำภาพให้เคลื่อนไหวมักจะถูกแบ่งออกเป็นกรเขียนภาพกับความเคลื่อนไหวอยู่เสมอ ช่วงออกแบบของที่นี่ก็มักจะทำหน้าที่ทางตัวรูปร่างและฉากหลังเท่านั้น ส่วนการแยกแยะความเคลื่อนไหวนั้น ช่วงที่ชำนาญเฉพาะอย่างเป็นผู้ทำ สำหรับนักทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือนักถ่ายทำภาพยนตร์และวิดีโอการ์ตูนนั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับงานทั้งสองด้าน ความพึงพอใจอันแท้จริงในงานช่วงชนิดนี้เกิดจากการร่วมกันของการออกแบบกับความเคลื่อนไหว

ในบทนี้ ตั้งใจที่จะทำให้เวลาและระยะทางมีความเป็นจริงขึ้นมาบ้าง และต้องการจะแสดงให้คุณเห็นวิธียื่นมือเข้าไปสู่สิ่งที่ยังมองไม่เห็นด้วย มีบางคนประกอบไปด้วยประสาทหรือความรู้สึกสำหรับจังหวะเวลาที่มีอยู่ในตัวก่อนแล้ว ตามปกติ บุคคลดังกล่าวนี้มักจะเป็นนักลีลาศที่ดีหรือเล่นดนตรีได้ดี แต่สำหรับตัวคุณเอง คงไม่คิดที่จะเข้าไปสังกัดอยู่ในกลุ่มใด เพราะความรู้สึกในเรื่องจังหวะเวลาอย่ามโนมาให้เจริญขึ้นได้ อย่างน้อยก็ใช้วิธี "เอาผิดเป็นครู"

เวลากับระยะทาง = จังหวะเวลา

ไม่ว่าจะเป็นบทบาทอะไรที่คุณวาดขึ้นหรือนำมาทำให้เคลื่อนไหว มันย่อมจะต้องใช้เนื้อที่ตามทิศทางกับบทบาทนั้นต้องผ่าน ภายในพื้นที่หรือระยะทางที่กำหนดให้ และภายในเวลาที่กำหนดให้



ภาพที่ 13 ภาพแสดง ระยะทาง/เวลา

มีบางสิ่งกำลังจะเคลื่อนตัวจากจุด "ก" ถึง "ข" ไปตามเส้นนำทางที่กำหนดให้ ด้วยความเร็วที่กำหนดให้ ผู้ถ่ายทำหรือผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นผู้ลากเส้นนำทาง

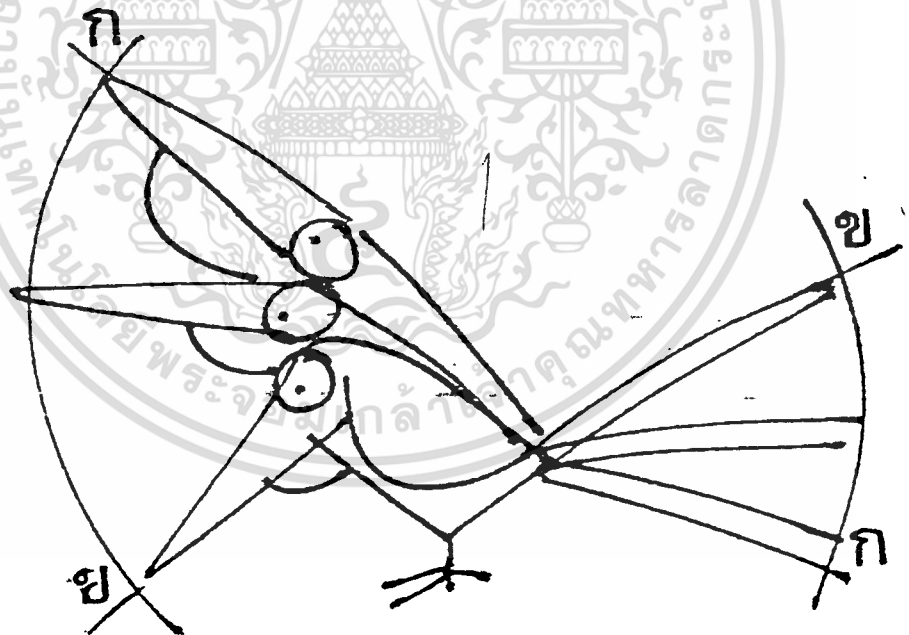
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 แสดงระยะทางกับเวลา

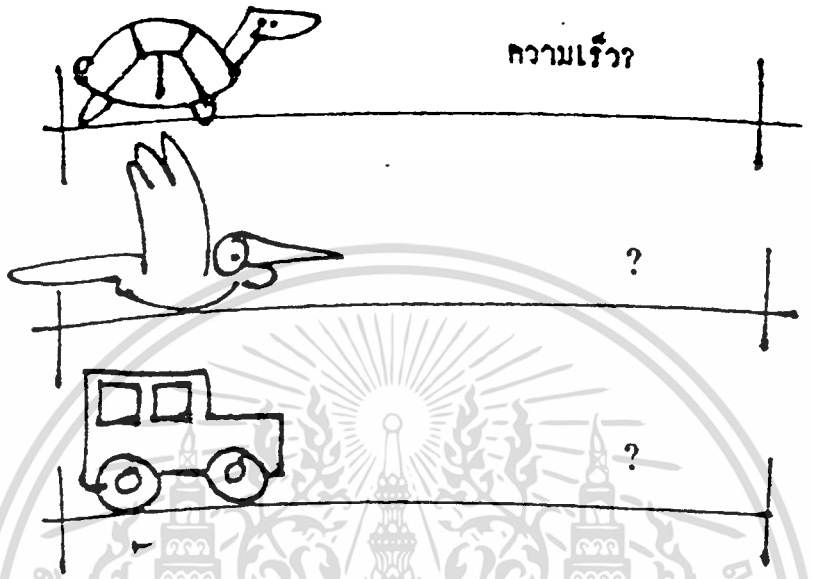
ในการจินตนาการถึงความเชื่องช้าและความเร็ว ผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหว จะต้องเป็นนักแสดงไปด้วย ไม่ใช่เป็นเพียงตัวโรมิโอหรือจูเลียตเท่านั้น แต่จะต้องเป็น ทั้งตัวปลา เต่า นก หรือรถยนต์ไปด้วย คุณจะต้องนำไปสู่ผิวพื้นของวัตถุหรือสิ่งนั้น และคิดคำนึงถึงว่าคุณจะทำอะไรถ้าคุณอยู่ในฐานะเช่นนั้น (ถ้าเป็นนก) คุณจะต้องคิดถึงว่า เวลากระพือปีก จิกตัวหนอน และส่งเสียงร้อง มีความรู้สึกและทำอย่างไร นั่นแหละ คุณจึงจะสามารถทำภาพนกให้เคลื่อนไหวได้



ภาพที่ 15 แสดงจังหวะเวลา

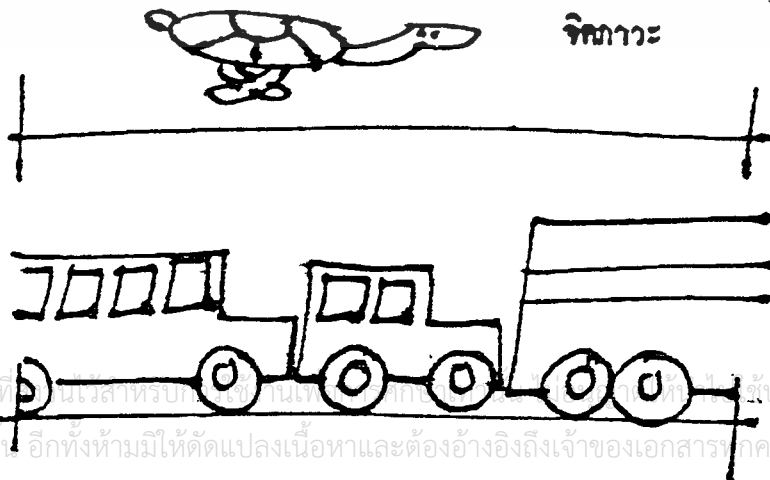
จังหวะเวลาหรือการกำหนดเวลาขึ้นอยู่กับอย่างมากที่ว่า คุณจะใช้วัตถุชนิดไหนมาทำให้เคลื่อนไหว แบบของบทบาทที่แตกต่างกันย่อมต้องใช้ความเร็วที่แตกต่างกัน เอกสารโปรดคำนึงถึงบทบาทระยะทางหรือความไกล และความเร็ว (ของบทบาท) สัมผัสมัน ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงบทบาทนั้นออกมา แล้วพยายามคำนวณถึงเวลาที่จะต้องใช้ ให้ทดลองทำจังหวะ
ของบทบาทบนโต๊ะหลาย ๆ ครั้ง แล้วใช้นาฬิกาจับเวลาไว้



ภาพที่ 16 แสดงความเร็ว-ระยะทาง

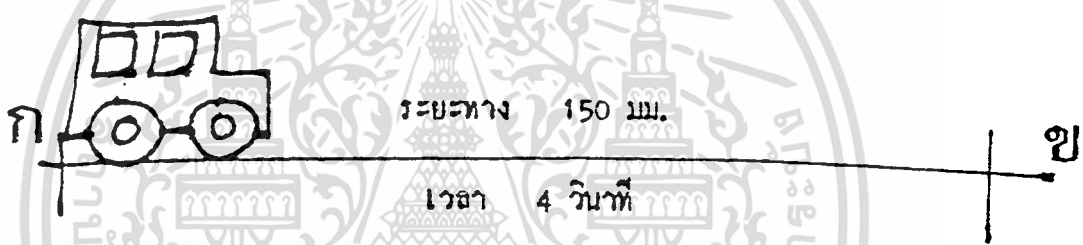
โปรดอย่าเพิ่งแต่คิดถึงวัตถุที่ใช้เท่านั้น แต่ควรคิดถึงจิตภาวะหรือภาวะทาง
จิตใจของวัตถุนั้นอีกด้วย อะไรทำให้วัตถุเคลื่อนได้? เครื่องกระตุ้นของมันคืออะไร?
ความประสงค์ของมันคืออะไร? เต่าที่กำลังรีบคลานไปยังชายหาด อาจไปได้รวดเร็ว
กว่ารถยนต์ในย่านการจราจรติดขัดในเมืองเสียอีก



ภาพที่ 17 แสดงจังหวะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทหรือความรู้สึกที่ดีในเรื่องจังหวะเวลามีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการกำหนดความเร็วที่ถูกต้องสำหรับความเคลื่อนไหวแต่ละครั้ง ความรู้สึกในเรื่องจังหวะเวลาที่เกิดขึ้นในใจเองสามารถพัฒนาให้องกวมขึ้นได้ด้วยการปฏิบัติ การเรียนดนตรีก็ช่วยนักทำภาพให้เคลื่อนไหวได้เป็นอย่างมากเหมือนกัน เพราะว่าการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติแต่ละอย่างล้วนมีจังหวะดนตรีอยู่ด้วยทั้งนั้น จังหวะการเดินของคน จังหวะคลื่น จังหวะที่นกจิกเมล็ดอาหาร หรือจังหวะที่ลูกบอลกระเด็นขึ้น ก็ล้วนแต่เป็นจังหวะดนตรีทั้งนั้น และสามารถจะ "กะเวลาลง" ได้สำหรับการแยกรายละเอียดแห่งความเคลื่อนไหวออกมา จงใช้มือของคุณตรวจสอบความเคลื่อนไหวของภาพพิเศษในอากาศ เช่น เมฆที่กำลังลอยไป หรือตรวจสอบการซูมเลนส์เข้าหรือออก จงทดสอบการกะเวลาหลาย ๆ ครั้งเพื่อจะได้หาค่าเฉลี่ยของจังหวะเวลาได้โดยถูกต้อง



ภาพที่ 17 แสดงอัตราส่วนเวลาต่อระยะทาง

ตัวอย่างเช่น คุณต้องการจะทำภาพรถยนต์ให้เคลื่อนไหวกจากจุด "ก" ถึงจุด "ข" และคุณต้องการจะทราบว่า คุณจะต้องแบ่ง "จังหวะ" หรือช่วงแห่งความเคลื่อนไหวนี้ออกเป็นกี่ช่วงหรือจังหวะ ขึ้นแรกคุณจะต้องคำนวณก่อนว่า รถคันนี้จะใช้เวลาานเท่าไรในการเดินทางไปบนเส้นทางระยะเท่านี้ คุณจะต้องคิดถึงขนาดของรถในอัตราส่วนเทียบกับระยะทาง และคิดถึง "จิตภาวะ" หรือภาวะจิตใจของรถ สมมติว่า รถใช้เวลา 4 วินาที เพื่อที่จะคำนวณหาจำนวนจังหวะหรือช่วงของความเคลื่อนไหว คุณก็เพียงใช้สูตรข้างล่างนี้มาคำนวณเท่านั้น

เวลาของบทบาทเป็นวินาที x ความเร็วของการฉาย
 (จำนวนภาพต่อวินาที) = จำนวนจังหวัดที่ต้องการ
 จำนวนภาพที่ถ่ายในแต่ละจังหวะ (อัตราการถ่ายภาพ)

ความเร็วของเครื่องฉายภาพยนตร์เสียงคือ 24 หรือ 25 ภาพ (ในยุโรป) หรือกรอบภาพต่อวินาที (FPS-frames per second) แต่อัตราความเร็ว 24 ภาพต่อวินาที เหมาะสมที่สุดสำหรับการฉายภาพยนตร์เสียง เนื่องจากนับตั้งแต่เกิดวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 โทรทัศน์ขึ้น อัตราความเร็ว 24 ภาพต่อวินาที (ซึ่งเป็นอัตราตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์จาก
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกแห่งที่ปรากฏ

จ้อโทรทัศน์) ก็ได้รับการยอมรับมาใช้เป็นอัตราความเร็วมาตรฐานโดยทั่วไป

อัตราส่วนปกตของการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนหรือการถ่ายภาพยนตร์ให้มองเห็นเคลื่อนไหวคือ 2 ภาพหรือกรอบภาพสำหรับแต่ละจังหวัดที่เคลื่อนไหวไป การถ่ายจังหวัดละ 2 ภาพเหมาะสำหรับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนทั่วไป ยกเว้นแต่การถ่ายบทบาทที่ช้าที่สุดและที่เร็วที่สุด

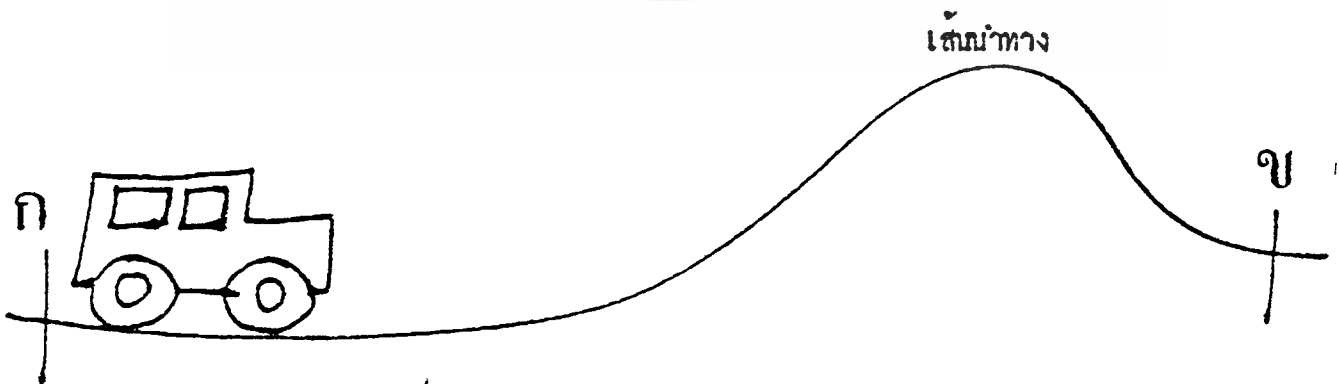
บัดนี้ ถ้าคุณเอา 4 วินาทีของบทบาท ไปคูณ 25 กรอบภาพอันเป็นความเร็วของการฉายภาพยนตร์นั้น แล้วหารด้วย 2 กรอบภาพที่ถ่ายไว้แต่ละจังหวัดที่เคลื่อนไหว คุณจะก็จะได้รับผลลัพธ์ 50 อันเป็นจำนวนจังหวัดที่ต้องการ

ขั้นต่อไป ให้วัดระยะทางของภาพที่จะทำให้เคลื่อนไหวบนแผ่นวาดภาพหรือบนโต๊ะถ่ายภาพของคุณ แล้วเอาตัวเลขจำนวนของจังหวัดแห่งความเคลื่อนไหวมาหารตัวเลขระยะทางที่วัดได้ สำหรับระยะทาง 150 มม. เมื่อเอาตัวเลข 50 มาหารระยะทางนี้ ก็จะได้ผลลัพธ์เป็นความยาวของแต่ละจังหวัด คือ 3 มม. เขียนมาตราส่วนนี้ที่เส้นนำทาง แล้วคุณก็จะมั่นใจได้ว่า รถยนต์คันนี้กำลังวิ่งจากจุด "ก" ถึงจุด "ข" ในเวลา 4 วินาทีพอดี

ในไม่ช้าคุณก็จะเกิดความรู้สึกในเรื่องเวลาและความเคลื่อนไหว แล้วคุณก็จะคิดถึงบทบาททั้งหลายแหล่ออกมาเป็นจำนวนภาพต่อวินาที

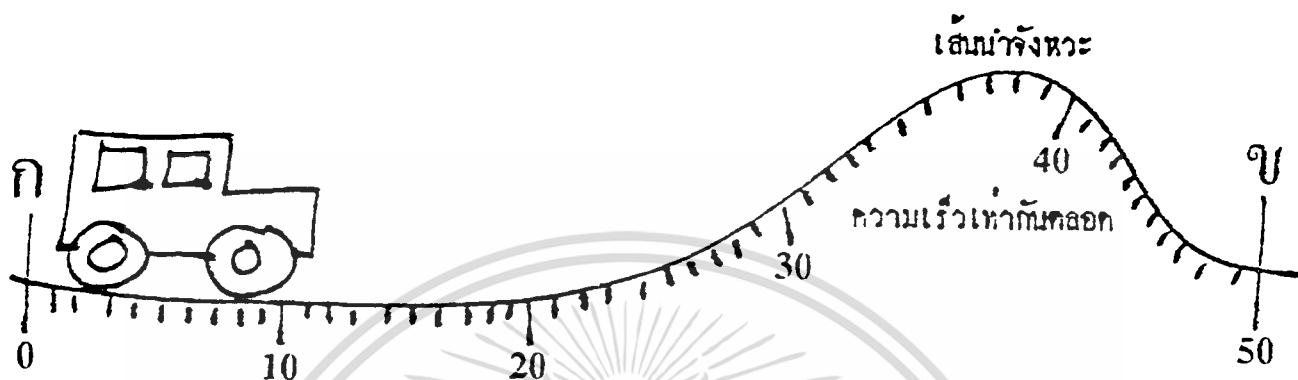
เส้นนำทางและนำจังหวัด

เส้นซึ่งรถยนต์จะเคลื่อนไปตามจุด ก ถึงจุด ข เป็นเส้นนำทาง ซึ่งแน่นอน เป็นเส้นที่เพียงแต่นำทางสำหรับภาพวาดของคุณเท่านั้น แต่จะไม่ปรากฏให้เห็นในภาพยนตร์ของคุณเลย เมื่อที่จะชี้ให้เห็นเส้นทางที่รถของคุณจะเคลื่อนจากจุด ก ไปสู่จุด ข คุณจำเป็นต้องลากเส้นนำทางนี้ขึ้น



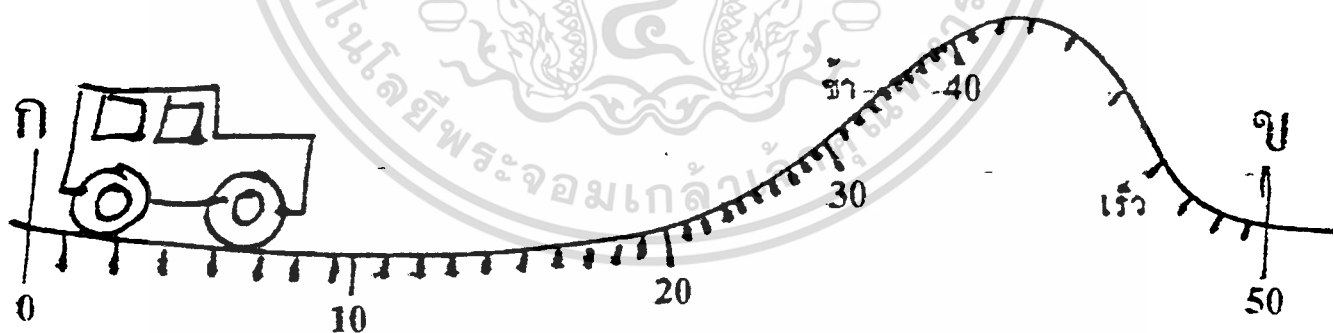
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามภาพที่ 17 ลง แสดง เส้นนำทางและจังหวัดเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าคุณยังต้องการให้รถของคุณเคลื่อนจากจุด ก ไปยังจุด ข ในช่วงเวลา 4 วินาทีตามเดิม คุณก็จำเป็นต้องแบ่งเส้นทางออกเป็น 50 ส่วน แต่ละส่วนคือส่วนน้ำจิ้งหะ เส้นทางน้ำจิ้งหะ หรือเป็นจิ้งหะสำหรับน้ำทาง



ภาพที่ 18 แสดงเส้นทางน้ำจิ้งหะ

รถของคุณคงจะไม่เคลื่อนไปในความเร็วเท่าเดิมตลอดเวลาที่เคลื่อนไปตามเส้นทาง ความแตกต่างกันของความเร็วนี้จะมีอิทธิพลเหนือเส้นทางน้ำจิ้งหะ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่าย เช่น รถจะช้าลงในตอนขึ้นเขา และจะเร็วขึ้นในขณะที่ลงจากเขา เป็นต้น วัตถุประสงค์ของเส้นทางน้ำจิ้งหะก็คือต้องการจะชี้ให้เห็นความแตกต่างดังกล่าวนี้



ภาพที่ 19 ภาพแสดงเส้นทางน้ำจิ้งหะ

คุณยิ่งทำภาพวาดหนึ่งใกล้กับอีกภาพหนึ่งมากขึ้นเท่าใด บทบาทที่ปรากฏให้เห็นก็จะยิ่งช้าลงเท่านั้น คุณยิ่งเว้นช่วงระยะของจิ้งหะมากขึ้นหรือห่างมากเท่าไร ก็ยิ่งทำให้บทบาทรวดเร็วยิ่งขึ้นเท่านั้น ไม่ใช่ก็เร็ว คุณก็จะเกิดความรู้สึกกับความเคลื่อนไหวและเวลา แล้วคุณก็จะสามารถทำภาพให้เคลื่อนไหว จากความเคลื่อนไหวในลักษณะง่าย ๆ ได้โดยไม่ต้องใช้เส้นทางหรือเส้นทางน้ำจิ้งหะเลย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

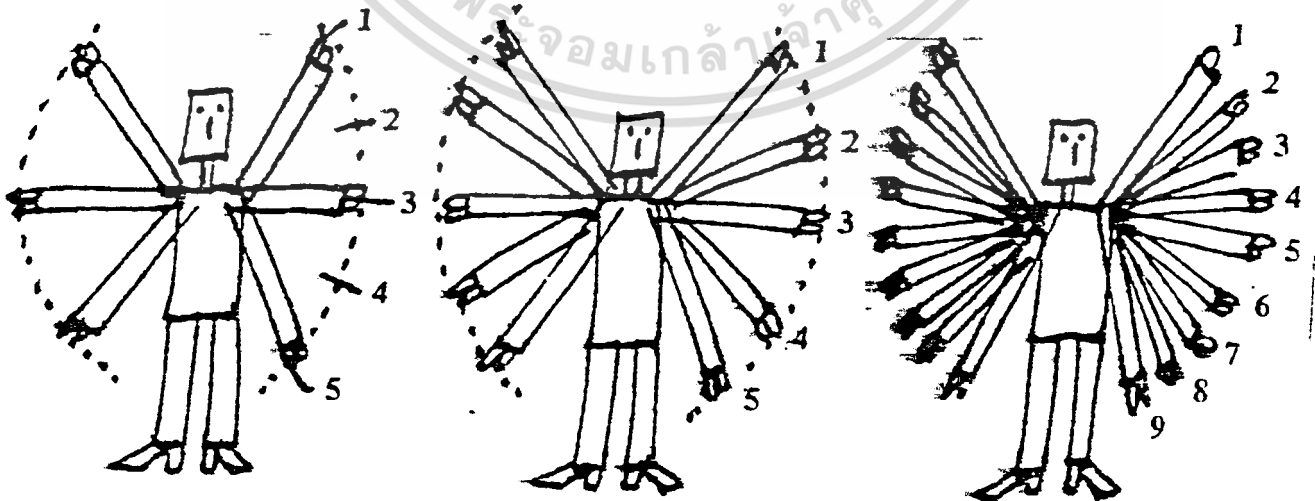
เมื่อคุณหมดปัญหาในเรื่องจังหวะและการเคลื่อนตัวของบทบาทเรียบร้อยแล้ว
คุณก็สามารถจะลงมือวาดภาพได้อย่างจริงจังแล้ว

จังหวะสุดกับระหว่างสุด

เริ่มต้นวาดภาพทั้งหมดที่คุณต้องการสำหรับบทบาท ด้วยการวาดภาพตำแหน่ง
หรือท่าทางหลัก ภาพวาดหลัก หรือ จังหวะสุด เป็นท่าหลักในบทบาท และภาพวาด
แต่ละภาพแสดงให้เห็นลักษณะ เฉพาะที่แสดงท่าทางออกมาให้เห็นอย่างเด่นที่สุดของความ
เคลื่อนไหวที่ทำ

การแยกแยะความเคลื่อนไหว

ให้วาดภาพจังหวะสุดของบทบาทหรือท่าทางทั้งหมดให้เสร็จ ก่อนที่จะแยกแยะ
ความเคลื่อนไหวออกเป็นส่วน ๆ จำนวนและตำแหน่งของภาพวาดจังหวะระหว่างสุด
จะกำหนดขึ้นอีกครั้งหนึ่งโดยความเร็วของบทบาท และจะแสดงให้เห็นบนเส้นนำจังหวะ
ของคุณ เช่น คุณอาจต้องวาดภาพจังหวะระหว่างสุดเพียง 3 ภาพเท่านั้นสำหรับความ
เคลื่อนไหวที่รวดเร็ว หรือต้องวาดถึง 9 ภาพ หรือมากกว่าสำหรับความเคลื่อนไหวที่
ช้า เป็นต้น วิธีที่ดีก็คือ ควรจะวาดภาพกึ่งกลางของชุดนี้ก่อนเสมอ แล้วจึงต่อด้วยภาพ
ท่าทางที่จึกขอยของชุดนี้ไปจนกระทั่งภาพจังหวะระหว่างสุดได้รับการวาดจนเสร็จทั้งชุด
ตัวอย่างเช่น ในการวาดภาพชุดหนึ่ง ระหว่างหมายเลข 1 กับ 5 ให้วาดภาพหมายเลข
3 ก่อน แล้วจึงวาดหมายเลข 2 และ 4 เป็นที่สุด

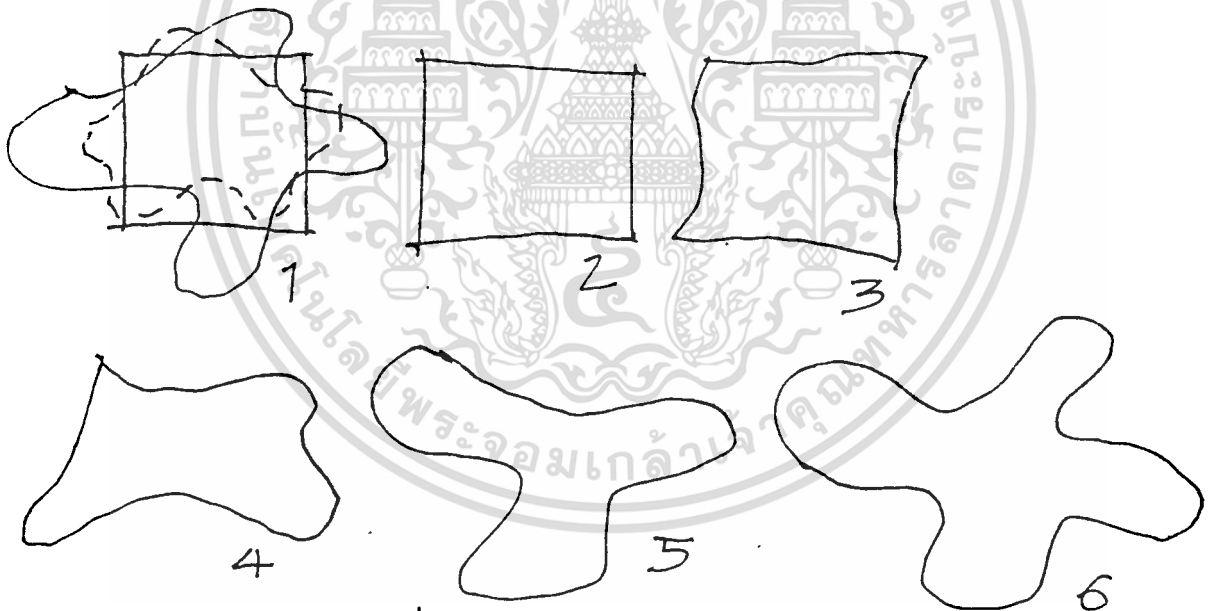


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 20 แสดงการแยกแยะความเคลื่อนไหว
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำแนะนำสำหรับการวาดภาพจังหวะระหว่างสุด

ในระหว่างที่คุณกำลังวาดภาพจังหวะสุดอยู่ ก็ควรมีคำแนะนำสำหรับการวาดภาพ "จังหวะระหว่างสุด" มาแนะนำวิธีเขียนภาพดังกล่าวนี้โดยตรงด้วย จงใช้เครื่องหมายตัวอักษร Z (แซ็ค หรือ ซี) บอกจำนวนและตำแหน่งของจังหวะระหว่างสุดที่คุณคำนวณออกมาได้ จำนวนที่ปลายตัว Z ทั้งสองข้าง เป็นจำนวนภาพวาดหลัก เส้นเอนที่อยู่ระหว่างกลางเป็นจำนวนของภาพที่จะต้องวาด เส้นช่วงที่ใกล้กับปลายสุดข้างหนึ่งคือเส้นแสดงลักษณะ เบาลงหรือช้าลงของการสิ้นสุดแห่งบทบาทหนึ่ง

หลักการเรื่องจังหวะระหว่างสุดเดียวกันนี้ สามารถนำมาใช้กับการวาดภาพเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปร่างและการแปลงกายจากรูปร่างหนึ่งไปสู่อีกรูปร่างหนึ่งได้ด้วย ภาพวาดหลักหมายเลข 1 กับ 5 เป็นภาพที่แสดงข้ามจังหวะหรือเป็นภาพจังหวะสุด เพื่อให้คุณวาดภาพจังหวะระหว่างสุด โดยวาดภาพที่ 3 ก่อน แล้วจึงวาดภาพที่ 2 และ 4 สดท้าย



ภาพที่ 21 ภาพแสดงการวาดภาพจังหวะล่าสุด

การตรวจสอบผล

ขณะนี้คุณวาดภาพชุดจังหวะสุดกับจังหวะระหว่างสุดได้ครบถ้วนแล้ว คุณจึงสามารถจะเห็นได้ว่าบทบาทนี้มีลักษณะเป็นอย่างไร ก่อนหน้าที่จะลงมือถ่ายเป็นภาพยนตร์หรือวิดีโอการ์ตูนบนแท่นถ่ายทำ

โปรดตรวจสอบด้วยการใช้มือหนึ่งจับปิกแก้วถ่ายทั้งหมด แล้วใช้อีกมือหนึ่งค้ำค้ำปิกแก้ววาดเหมือนกับค้ำค้ำหน้าหนังสือเล่มใหญ่ จงพยายามทำให้แผ่นภาพติดลงในความเร็ว

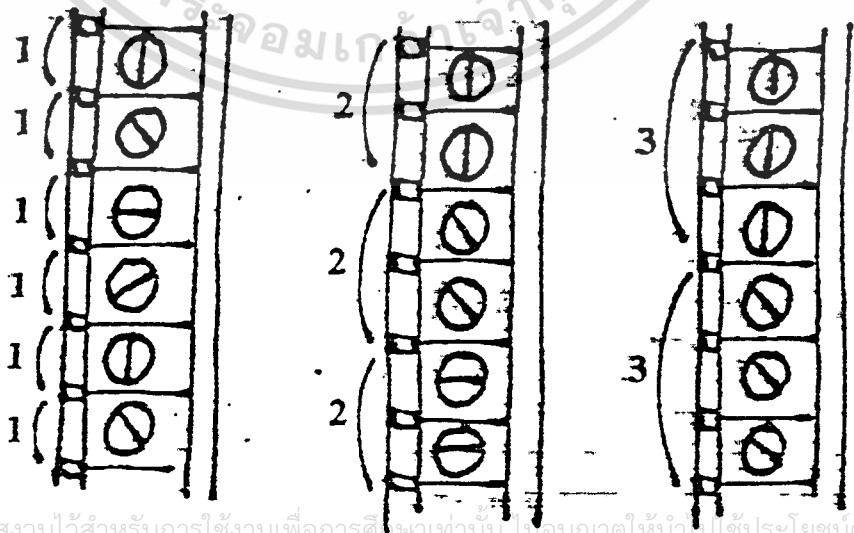
ที่เท่าเทียมกัน การทำเช่นนี้เป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขบทบาทที่บกพร่องเล็กน้อย ถ้าปรากฏว่าความเคลื่อนไหวรวดเร็วเกินไป คุณก็จำเป็นต้องวาดภาพเพิ่มขึ้น แต่ถ้าช้าเกินไป คุณก็ต้องคัดเอาบางภาพออกเสียบ้าง



ภาพที่ 22 ภาพแสดงการตรวจสอบผล

ความเร็วของบทบาทกับอัตราการถ่าย

การทำภาพให้เคลื่อนไหวส่วนมากถ่ายภาพในอัตรา 2 ภาพหรือกรอบภาพต่อหนึ่งภาพวาด หรือหนึ่งภาพวาดถ่ายไว้ 2 กรอบภาพ ซึ่งหมายความว่า จะต้องใช้ภาพวาด 12 ภาพต่อเวลาฉาย 1 วินาที (ฉายในอัตรา 24 ภาพต่อวินาที) ตามหลัก คุณยิ่งถ่ายแต่ละภาพวาดเป็นจำนวนน้อยกรอบภาพลงเท่าไร ภาพวาดนั้นก็ จะเคลื่อนไหว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อี ภาพที่ 22 แสดงถึงความเร็วของบทบาทกับอัตราการถ่ายทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็วยิ่งขึ้นเท่านั้น และในทางตรงกันข้าม คุณยิ่งถ่ายมากกรอบภาพขึ้นเท่าไร ภาพวาดนั้นก็เคลื่อนไหวช้าลงเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ บทบาทยิ่งช้า ยิ่งต้องใช้ ภาพวาดมากขึ้น และบทบาทยิ่งเร็ว ยิ่งต้องการภาพวาดน้อยลง การถ่าย "สองภาพ" เหมาะสำหรับบทบาทมาตรฐานทั่วไป การทำภาพให้เคลื่อนไหวของคุณอาจถ่าย "หนึ่ง ภาพ" ก็ได้ แต่ต้องเป็นบทบาทที่เคลื่อนไหวรวดเร็วมาก หรืออาจถ่าย "สามภาพ" สำหรับความเคลื่อนไหวที่ช้า เมื่อความแตกต่างระหว่างภาพวาดต่อภาพวาดมีไม่มาก (ท่าทางไม่แตกต่างกันมาก) ความเคลื่อนไหวที่ถ่ายยากหรือมากกว่า 3 ภาพหรือกรอบ ภาพ เมื่อฉายมักจะมีกรูบวาบเป็นช่วง ๆ การกรูบวาบ กระตุกหรือสั่นนี้เกิดขึ้นที่จุดซึ่ง การเห็นติดตามิได้ เชื่อมโยงหรืออุดช่องว่างระหว่างภาพนิ่งสองภาพ(ในภาพยนตร์) อีกต่อไป

เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดการกระตุกและเพื่อทำภาพวัตถุให้เคลื่อนไหวอย่างราบเรียบ สิ่งที่ดีที่สุดก็คือ อย่่าทิ้งช่องว่างไว้ในจังหวะระหว่างท่าทางหรือตำแหน่งหนึ่ง กับตำแหน่งถัดไป ภาพยิ่งซ้อนทับกันมากขึ้น การทำภาพให้เคลื่อนไหวก็จะราบเรียบ ยิ่งขึ้นและแน่นนอน ก็ย่อมจะทำให้ความเคลื่อนไหวช้าลงด้วย

การทำภาพให้เคลื่อนไหวชนิดรวดเร็วมาก

สมมุติว่านักกีฬาคนนี้แกว่งแขนไปแต่ละรอบกินเวลา 2 วินาที เวลา 2 วินาที เท่ากับ 48 กรอบภาพ ถ่าย 2 กรอบภาพต่อ 1 ภาพวาด หมายความว่าต้องใช้ 24 ภาพวาด ถ้าคุณต้องการจะเร่งเวลาให้แก่ นักกีฬาผู้นี้ให้เร็วขึ้นอีกเล็กน้อย คุณก็อาจถ่าย ภาพวาดจำนวนเท่าเดิมด้วยอัตรา "หนึ่งภาพ" (ต่อหนึ่งภาพวาด) ก็จะทำได้ภาพใน มิสล์มรวม 2 ภาพหรือกรอบภาพ หรือเท่ากับเวลาฉาย 1 วินาที

ถ้าคุณยังต้องการจะเร่งเวลาให้แก่เขา แม้จะเร็วยิ่งขึ้นอีกมาก ด้วยการทำ ภาพวาดมาถ่ายเพียง 12 ภาพ แล้วถ่ายครั้งละ "หนึ่งภาพ" ซึ่งจะทำให้ได้ภาพยนตร์ รวม 12 กรอบภาพ หรือใช้เวลาฉายนาน 1/2 วินาที

ถ้าต้องการเพิ่มความเร็วให้แก่เขามากขึ้นอีก คุณก็ทำภาพวาดให้มีจำนวน น้อยลงเหลือเพียง 3 ภาพ แล้วถ่าย "หนึ่งภาพ" (ต่อ 1 ภาพวาด) ซึ่งจะทำให้ได้ภาพ ในภาพยนตร์รวม 3 ภาพ หรือใช้เวลาฉายเพียง 1/8 วินาทีต่อรอบหมุน

จำนวนภาพวาดขั้นต่ำ ที่ยังคงทำให้เกิดความรู้สึกว่าความเคลื่อนไหวเคลื่อน ไปอย่างต่อเนื่องหรือราบเรียบ ก็มีอยู่เหมือนกัน แต่ถ้าใช้ภาพวาดเพียง 2 ภาพ ผลจะ ปรากฏเป็นความเคลื่อนไหวที่กระโดดไปมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ถ่ายสองสามภาพเท่านั้น ดังนั้นระหว่างภาพวาดหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งจึงจะต้องมีความแตกต่างอันยิ่งใหญ่เกิดขึ้น อัตราการถ่ายในช่วงสั้นจะช่วยอุดช่องว่างระหว่างภาพวาดต่อภาพวาด สำหรับความเร็วที่สูงขึ้นในการถ่ายอันตรา "หนึ่งภาพ" วัตถุนั้นจะต้องเปลี่ยนรูปร่างในขณะที่เคลื่อนไปในทิศทางหลักของบทบาท ในความเร็วที่สุด ด้วยจำนวนภาพวาดที่จำกัดและประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของภาพวาด คุณจะต้องรวมเอาสิ่งเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้เกิดความเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องหรือราบเรียบ

พอมาถึงจุดนี้ คุณจะต้องทำ เส้นแสดงความเร็วหรือเส้นพรวด ให้เคลื่อนไหว เพื่อที่จะทำให้การเคลื่อนไหวของบทบาทดำเนินต่อไปอย่างราบเรียบ เส้นแสดงความเร็วหรือเส้นพรวดเหล่านี้จะติดตามวัตถุที่ถูกทำให้เคลื่อนไหวไปติด ๆ กันในทันที เป็นเส้นแสดงบทบาทหรือท่าทางที่ไหลเอวไว้ในภาพวาด ผลของภาพอย่างเดียวกันนี้ก็ถูกนำมาใช้ในภาพยนตร์การ์ตูนชุดเช่นเดียวกันด้วย เมื่อบทบาทของการ์ตูนจุดนั้นต้องการแสดงให้เห็นว่ารวดเร็วมาก อาจเขียนเส้นแสดงความเร็วเหล่านี้ขึ้นมาได้ด้วยพู่กันแห้ง เป็นกลุ่มเส้นหมึกบาง ๆ หรือเส้นดินสอสีซีดๆ ในกรณีที่ใช้พู่กันแห้งให้นำพู่กันมาจุ่มสีที่ต้องการ แล้วทิ้งไว้จนเกือบแห้ง จึงนำไปทาลงบนแผ่นเซลล์ เพื่อให้ผลที่ได้รับมีลักษณะแห้งและหายาบ สีของเส้นแสดงความเร็วนี้จะต้องกลมกลืนกับสีของวัตถุหรือภาพวาดที่กำลังเคลื่อนไหว วิธีที่ดีที่สุดก็คือ ใช้สีผสมระหว่างสีของวัตถุกับสีของฉากหลัง

2.8 ทักษะย่อยของการทำภาพยนตร์การ์ตูน

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมย่อย ๆ รวม 10 อย่าง ดังนี้

1. ทำทรินเมนต์และเนื้อเรื่อง
2. อภิปรายและทำความเข้าใจในเรื่องลักษณะและการออกแบบ
3. เขียนเลย์เอาท์หรือแบบร่าง
4. ทำสตอรี่บอร์ดและจัดหาวเวลาหายาบ ๆ
5. ทำแผ่นแสดงงาน เพื่อให้เห็นการดำเนินเรื่องและความต่อเนื่องทั้งหมด
6. เขียนบทถ่ายภาพยนตร์พร้อมด้วยเครื่องหมายสำหรับช่างกล้อง
7. วิเคราะห์เรื่องเสียง สำหรับทำเสียงพูด เสียงดนตรี เสียงประกอบ

ที่บันทึกไว้ให้สัมพันธ์ร่วมกันกับภาพ

8. ทำไค์ชิตสำหรับแนะนำช่างภาพยนตร์การ์ตูน
9. กำหนดฉากภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับช่างภาพยนตร์การ์ตูน

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 10. ศึกษา กำหนดพื้นหลังหรือฉากหลังสำหรับช่างเขียนฉากหลัง ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปฏิบัติการตามกิจกรรม 10 อย่างดังกล่าวมาแล้วนี้ การถ่ายทำจริงก็เริ่มดำเนินการตามได้ ซึ่งประกอบด้วยแบบของกิจกรรมขั้นต่อไปรวม 14 แบบ ดังต่อไปนี้

1. การทำให้ภาพหรือวัตถุหนึ่งมองเห็นเคลื่อนไหวได้เริ่มต้น
2. ถ่ายทดลองภาพเส้น
3. จัดทำตัวละครและวัตถุจำลองประดับสี
4. ลอกแบบหรือกอบปีท่าทางที่เคลื่อนไหว
5. ระบาย ทา หรือตกแต่งด้วยสี
6. ตรวจสอบตัวละครร่วมกับพื้นหลัง
7. จัดทำแผ่นภูมิกล่อง (Doping) พร้อมด้วยเครื่องหมายเฉพาะ และข้อบ่งชี้ของแผ่นเซลล์ต่าง ๆ
8. ถ่ายบันทึกลงในฟิล์มภาพยนตร์
9. ดูภาพยนตร์ที่ถ่ายและล้างเป็นประจำวัน
10. ถ่ายใหม่ (ถ้าจำเป็น)
11. ตรวจสอบลำดับภาพ และตัดต่อภาพยนตร์
12. ผสมเสียงทำเส้นเสียง
13. ตัดต่อฟิล์มเนกาตีฟ
14. กรรมวิธีในห้องปฏิบัติการ

2.9 การแบ่งส่วนงาน ตามโครงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ขั้นตอนที่จะกล่าวต่อไปนี้จะนำไปใช้ได้เฉพาะในโรงถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ที่ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนออกมาได้เป็นประจำเป็นจำนวนมาก สำหรับหน่วยงานที่มีขนาดเล็กกว่า คนจำนวนน้อยกว่า จึงจำเป็นต้องทำหน้าที่มากกว่า

ในกรณีที่มีคนทำน้อย กิจกรรมที่เกี่ยวกับงานสร้างสรรค์ทั้งหมดอาจมอบให้บุคคลหนึ่งทำหน้าที่บริหารทั้งหมดมอบให้อีกคนหนึ่งทำ ส่วนงานควบคุมกล่องควรจะให้ทำหน้าที่ของบุคคลที่ 3 สำหรับกรรมวิธีในห้องปฏิบัติการและการบันทึกเสียงควรมอบให้องค์การที่มีความชำนาญ เป็นพิเศษตามสายอาชีพเป็นผู้จัดทำ

หน้าที่ขององค์กรเล็กอาจประกอบด้วยโครงการต่อไปนี้

1. กิจกรรมด้านศิลปะ ได้แก่ ทริตเมนต์ การออกแบบ สตอรี่บอร์ด การทำให้มองเห็นเคลื่อนไหว การลอกแบบ การระบายสี การจัดทำพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรลอกเลียนแบบไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 2. กิจกรรมด้านถ่ายทำ ได้แก่ การทำแผ่นภูมิการบันทึกเสียง การทำคำ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำช่างกล้องหรือแผนภูมิกล้อง (Doping) การตรวจ ล้ำดับภาพและตัดต่อภาพยนตร์ การทำสัญญากับห้องปฏิบัติการ ควบคุมการผลิต

3. กล้อง ได้แก่ การทดสอบเวลา และการถ่ายบันทึก

อาจเป็นไปได้เหมือนกัน ที่ล้าฝรั่งเพียงคนเดียวสามารถจะทำหน้าที่ทั้งหมดในการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนทั้งเรื่องได้ อย่างไรก็ตาม ยังถือว่าเป็นงานอันใหญ่หลวงเกินตัวอยู่แน่นอน เพราะแม้แต่งานผลิตภาพยนตร์การ์ตูนชนิดง่ายที่สุดก็ยังคงต้องใช้เวลานานอย่างยิ่งกว่าจะถ่ายทำให้เสร็จได้ ด้วยเหตุนี้เอง การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจึงเหมาะสมมากกว่าที่จะจัดให้เป็นกิจกรรมของหมู่คณะ เพื่อที่จะได้ใช้ความสามารถพิเศษที่ดีที่สุดจากบุคคลหลายคน

2.10 พลวัตศาสตร์ของการเคลื่อนไหว

เทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหว

"การทำภาพให้เคลื่อนไหว" ได้มาจากคำภาษาอังกฤษว่า "Animation" ซึ่งมีกำเนิดมาจากคำลาตินว่า "anima" หมายความว่า วิญญาณ หรือลมหายใจ ดังนั้น คำว่า "Animation" จึงมีความหมายว่า การทำให้มีชีวิต หรือการก่อชีวิตให้กับสิ่งที่ไม่มีชีวิต

คำนิยามของคำนี้ อาจจะมีแตกต่างกันมากมายตามจำนวนผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหว หรือตามจำนวนผู้สร้างภาพยนตร์การ์ตูนในโลกของภาพยนตร์ประเภทนี้ อย่างไรก็ตาม การถ่ายภาพทีละภาพตามวิธีการของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก็ย่อมจะเป็นสัญลักษณ์เฉพาะของภาพยนตร์ประเภทนี้อย่างพอเพียงแล้ว แต่สัญลักษณ์เฉพาะนี้จะนำไปใช้ได้ก็แต่ในคำนิยามที่เกี่ยวข้องกับภาพยนตร์การ์ตูนประเภทที่ถ่ายทีละภาพเท่านั้น แล้วสำหรับภาพยนตร์การ์ตูนที่มีได้ถ่ายทีละภาพ การทำภาพเคลื่อนไหวตามระบบวิดีโอ และการทำภาพเคลื่อนไหวโดยมีต้องใช้กล้องถ่ายแล้วจะว่าอย่างไร?

โปรดพิจารณาความสำคัญของการทำภาพให้เคลื่อนไหว ในฐานะที่เป็นศิลปะ เบ็ดเสร็จอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นการรวมเอาศิลปะหลายแบบเข้าไว้ด้วยกัน ดังต่อไปนี้

วิจิตรศิลป์ทางภาพ สำหรับเทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหว

สังคีตศิลป์หรือศิลปะทางดนตรี สำหรับผลทางเสียง เวลา และจังหวะ

นาฏศิลป์หรือระบำ สำหรับความเคลื่อนไหว เวลา และสถานที่

วรรณศิลป์ สำหรับเนื้อหาทางภาพยนตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นศิลปะทางภาพในด้านความเคลื่อนไหว ดังที่แมคคลาเรนกล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า

"การทำภาพให้เคลื่อนไหวมิใช่เป็นศิลปะของภาพวาดที่เคลื่อนไหว (De Awings-Thai-Move) แต่เป็นศิลปะของความเคลื่อนไหวที่วาดขึ้น (Movements-Thai-are-Drawn) ความสำคัญอยู่ที่ว่ามีอะไรเกิดขึ้นในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพ มากกว่าความสำคัญที่ว่ามีอะไรอยู่ในแต่ละกรอบภาพ เพราะฉะนั้นการทำภาพให้เคลื่อนไหวก็คือศิลปะของการประดิษฐ์ช่องที่มองไม่เห็นและพาไปในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพ"

"ความเคลื่อนไหวตัว" กับ "ความเคลื่อนไหว" เป็นคำหลักที่ใช้ในการทำภาพให้เคลื่อนไหว นอกจากผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องการทำภาพยนตร์ของตนเองเหมือนการฉายภาพสไลด์(ภาพนิ่ง) หรือการนำแถบภาพการ์ตูนนิ่งมาดูเท่านั้น คุณจะต้องทำให้มันเคลื่อนไหวได้

จอห์น ฮอลล์ กล่าวไว้ตอนหนึ่งว่า

"การทำภาพให้เคลื่อนไหว ก็คือ การออกแบบความเคลื่อนไหวนั่นเอง มันขึ้นอยู่กับกาผ่านไปของเวลา ในการทำภาพให้เคลื่อนไหว การออกแบบทำให้สูญเสียความเด่นไป ในฐานะที่มีลักษณะคงที่หรือตายตัวในเรื่องเวลาและสถานที่ เพราะฉะนั้นเวลาและสถานที่ จึงเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญสำหรับผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหว (หรือนักทำภาพยนตร์การ์ตูน)"

การทำภาพให้เคลื่อนไหว (หรือการทำภาพยนตร์การ์ตูน) เป็นภาษาลากทางภาพอย่างหนึ่ง เป็นการสื่อสารที่ปราศจากถ้อยคำและต้องใช้เทคนิคชั้นสูง เป็นตัวเลขที่มองเห็นได้ ภาพยนตร์ที่มีภาพถูกทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวหรือภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละเรื่องมักจะมี ฉากเรื่องราวกระต๊วตตรงไปตรงมา สู้ผู้ชมซึ่งจัดอยู่ในลักษณะที่ชอบชมภาพยนตร์ประเภทนี้โดยเฉพาะ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว คือ คนตรีที่มองเห็นภาพ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว คือ คำร้อยกรองที่มองเห็นภาพ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว คือ

.....ไม่ว่าจะเป็นอะไร ก็คือ เชื่อโรคอย่างหนึ่ง

แผนภูมิย่อของเทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหว

การทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นงานช่างที่เกี่ยวกับความเคลื่อนไหวอย่างหนึ่ง ตลอดเวลาที่ผู้อ่านหนังสือเล่มนี้ คุณจะได้พบกับเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อพบเห็นเบ็ดเตล็ดหรือข้อผิดพลาดในการคัดลอกเวลาที่ผู้อ่านหนังสือเล่มนี้ คุณจะพบกับเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่มีไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใช้

ลักษณะแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้นเรื่อง ๆ

แผนภูมิย่อที่นำมาเสนอต่อไปนี้มีได้มุ้งที่จะกีดกันเทคนิคที่แตกต่างกันมากกว่านี้ออกไปต่างหาก แต่มุ้งที่จะทำความกระจ่างให้แก่เทคนิคเหล่านี้ และมุ้งที่จะทำให้ผู้อ่านเกิดความสำนึกต่อความเป็นไปได้อันมหัศจรรย์ที่ปรากฏอยู่ภายในเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่นำมาเสนอไว้ทั้งหมดนี้

เทคนิคที่คุณค้นขึ้นเองอาจจะไม่มีปรากฏในแผนภูมินี้ แต่อาจจะปรากฏอยู่ในที่บางแห่งในระหว่างเทคนิคเหล่านี้ การทำภาพให้เคลื่อนไหวก็มีลักษณะคล้าย ๆ กับการทำครัว (ด้วยเหตุนี้จึงปรากฏว่า นักสร้างภาพยนตร์การ์ตูนหรือผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวเป็นจำนวนมากเป็นหัวหน้าคนครัวชั้นดีไปด้วย) ที่นำเสนอนี้เป็นส่วนประกอบของอาหารที่คุณจะต้องกำหนดรายการอาหารของคุณขึ้นเอง การสร้างสรรค์คือการประดิษฐ์คิดค้นและอนาคตของการทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือการทำภาพยนตร์การ์ตูน ย่อมขึ้นอยู่กับการผสมผสานของเทคนิคเหล่านี้

แต่จะต้องไม่ลืมว่า สำคัญแต่เทคนิคเท่านั้นหาเป็นการเพียงพอไม่ เทคนิคจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเนื้อหาของภาพยนตร์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
โดยไม่ใช้ฟิล์ม

แลเทอร์นา แมจิกา
เซามาโทรป
พินากิสติสโคป
ไซโทรป
การติดหน้าหนังสือ
ฯลฯ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
บนฟิล์มและวิดีโอ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ด้วยการถ่ายภาพ

ศิลปะเคลื่อนไหวกับเทคนิค
ศิลปะเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว
แบบจำลองต่างขนาดที่ทำให้
เคลื่อนไหว
เครื่องหมายที่ดัดแปลงจาก
สมัยเก่า
ไฟลัญญาณจรรยา
ฯลฯ

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
บนฟิล์มโดยไม่ใช้กล้อง

การขูดขีดและการเขียน
ภาพบนฟิล์ม
เสียงที่เขียนขึ้น

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ที่เป็กบัวร์

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
จากภาพวาดบนกระดาษ
การทำภาพให้เคลื่อนไหว
จากเซล

การทำภาพพื้นราบให้
เคลื่อนไหว

การทำภาพบนกระดานดำ-
ขาวให้เคลื่อนไหว
การทำภาพตัดให้เคลื่อนไหว
ภาพตัดประเภทเงา
การทำซีดีตัดให้เคลื่อนไหว
การทำวงให้เคลื่อนไหว
การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ด้วยดินสอสี
การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ด้วยสี

การทำลิบบนกระจก
ให้เคลื่อนไหว

วัสดุที่ทำให้เคลื่อนไหว
การทำภาพถ่ายและ
คอลลาจให้เคลื่อนไหว
ภาพยนตร์กับภาพวิดีโอ
การบีบภาพ
การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ด้วยการขูดขีด

การทำภาพคอมพิวเตอร์
ให้เคลื่อนไหว

การทำภาพให้เคลื่อนไหว
โดยมิได้ถ่ายภาพ

การทำภาพพื้นราบให้
เคลื่อนไหว
ภาพยนตร์แสดงการศึกษา
เปรียบเทียบเครื่องคอม-
พิวเตอร์กับระบบประสาท
ของมนุษย์
ภาพตัดสำหรับพลิก
หน้ากากสำหรับต้นและดึง
ภาพตัดติดปลายไม้
แผ่นแม่เหล็ก
การทำภาพให้เคลื่อนไหว
ด้วยหีบคำ
ละครในแสงคำ
วิดีโอกับภาพในฟิล์ม
การทำวัตถุสามมิติให้เคลื่อนไหว
การแสดงหุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพพิเศษ

การถ่ายภาพลำดับกาลเวลา

โรโตสโคปิง

หน้ากากกับหน้ากากรงข้าม

แทรนเวลลิงแมตซ์

การแบ่งจอ

ไซ-แพค

การถ่ายหลายครั้ง

การถ่ายซ้อน

กลาสส์ช็อต

มิเรอร์ช็อต

การทำวัตถุสามมิติให้
เคลื่อนไหว

การทำวัตถุให้เคลื่อนไหว

การทำหุ่นให้เคลื่อนไหว

การทำดินปั้นให้เคลื่อนไหว

การทำเงาหัวเข็มหมุด

ให้เคลื่อนไหว

ฝึกซิลเลชั่น

วิชาภาพยนตร์หยุดกรอบ

ภาพ

การทำลูกตุ้มให้เคลื่อนไหว

การทำภาพให้เคลื่อนไหวระบบวิดีโอซึ่งเข้ากันได้กับการถ่ายภาพให้เคลื่อนไหวจากเซล

เครื่องลอกภาพขบขาทจากวิดีโอ

เครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหวจาก
วิดีโอ

เครื่องเขียนภาพสีอิเล็กทรอนิกส์

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วย
ระบบอิเล็กทรอนิกส์

โครมา-คีย์

ค็อกซ์-บ็อกซ์

ทีวี-กราฟิก เจนเนอเรเตอร์

สแกนิเมต

ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของเทคนิคต่าง ๆ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม

ความเคลื่อนไหวที่มนุษย์สร้างขึ้นและอาจทำขึ้นใหม่ได้อีก ได้แก่ เครื่องหมาย หรือป้ายที่ดัดแปลงมาจากลมัยเก่า การแสดงเพื่อการโฆษณา แผ่นป้ายชี้ทาง ศิลปะ เกี่ยวกับความเคลื่อนไหว ลายเหลือบแก้วที่เป็นเส้นใย เครื่องห้อยแขวนที่หมุนเมื่อต้องลม น้ำพุที่พุ่งไม่สม่ำเสมอ แบบจำลองต่างขนาดที่ทำให้เคลื่อนไหว ไฟล์ภาพยนตร์ และการตบแต่งในเทศกาลคริสต์มาส

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม ไม่ใช้กล้อง หรือไม่ใช่เครื่องฉายภาพใด ๆ เลย มีแตกต่างกันอยู่มากมายหลายแบบ ในวงการภาพยนตร์โบราณสมัยแรกๆ เช่น แบบแลเทอร์นา แมจิกา (Laterna Magica) แบบธามาโทรอป (Thaumatrope) แบบฟีนาทิสโตสโคป (Phenakistiscope) แบบโซโทรป (Zoetrope) เป็นต้น ล้วนแต่สร้างสรรคความเคลื่อนไหวประเภทลวงตาโดยมีต้องใช้กล้องถ่ายหรือใช้เครื่องฉายภาพเลย

เครื่องประดิษฐ์ง่าย ๆ และทำได้ง่ายเหล่านี้ เป็นที่น่าสนใจเป็นที่ลุดสำหรับผู้สนใจงานด้านนี้ เพราะผลที่ออกมาจะมองเห็นได้ในทันที สำหรับความเคลื่อนไหวในแง่พื้นฐานนั้น หน้าทีของชัตเตอร์กล้องกับการมองเห็นติดตา ย่อมจะช่วยให้เข้าใจเรื่องนี้ได้ง่ายขึ้นอยู่แล้ว

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้กล้อง

เทคนิคของการทำภาพยนตร์ประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องใช้กล้องถ่ายเลย แต่ต้องใช้เครื่องฉายภาพเพื่อดูผล

การเขียนภาพบนฟิล์ม

ผู้ทำให้ภาพเคลื่อนไหวใช้หมึกและสี เขียนภาพลงบนฟิล์มภาพยนตร์ไลโดยตรง ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Colour Box - Len Lye 1935

การขูดขีดและการเขียนภาพบนฟิล์ม

ฟิล์มที่มีเยื่อไวแสงดำทึบหรือที่ระบายด้วยหมึกไว้ ถูกขูดขีดเอาเยื่อไวแสงหรือหมึกออกเป็นรูปร่างตามต้องการ จะระบายสีเพิ่มตามรอบขูดขีดเหล่านี้ในภายหลังก็ได้ ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Blinkety Blank - Norman McLaren 1954

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยการถ่ายภาพทีละภาพ การทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว

การทำภาพเขียนให้เคลื่อนไหว

เขียนภาพวาดหรือภาพสีขึ้นภาพหนึ่ง จะเขียนให้สำเร็จทั้งภาพหรือจะแก้ไขใหม่ก็ได้ โดยเขียนหรือลบหรือแก้ไขใหม่ตรงหน้ากล้องและถ่ายบันทึกไว้ทีละหนึ่งกรอบภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Wave - Sabine Balasa 1968

การทำภาพบนกระดานดำ-ขาวให้เคลื่อนไหว

วาดภาพด้วยชอล์คบนกระดานดำตรงหน้ากล้องถ่ายภาพยนตร์ วาดภาพหรือแก้ไขภาพทีละจังหวะ ด้วยการถ่ายภาพทีละกรอบภาพไปจนเสร็จ ถ้าใช้กระดานขาวต้องใช้ดินสอหรือเครื่องเขียนพร้อมเครื่องลบชนิดพิเศษ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Patamorphose - Martin Boschet 1972

การทำภาพตัดให้เคลื่อนไหว

เทคนิคง่ายที่จะเรียนนี้ประกอบด้วยวัตถุตัด ที่เคลื่อนตัวได้ (บางทีก็เป็นขาคีนำมาต่อเข้า) ใช้วิธีจับเคลื่อนด้วยมือตรงหน้ากล้องถ่ายภาพยนตร์ โดยถ่ายภาพทีละภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Mister Head - Jan Lenica 1959

ภาพตัดประเภทเงา

เป็นเทคนิคแบบเดียวกับเทคนิคข้างบนนี้ แต่การถ่ายภาพใช้วิธีนำเอาวัตถุหรือภาพตัดมาวางลงบนแผ่นกระจกใส แล้วใช้แสงส่องจากข้างล่างขึ้นมายังวัตถุหรือภาพข้างบน

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Adventures of Prince Achmed-Lotte Reininger 1923-26

การทำขี้ผึ้งตัดให้เคลื่อนไหว

นำขี้ผึ้งมาปั้นเป็นรูปร่างสามมิติ แล้วนำไปหล่อในแม่พิมพ์ซึ่งทำด้วยขี้ผึ้งเช่นเดียวกัน ตัดแม่พิมพ์นี้ออกเป็นแผ่นบาง ๆ เพื่อที่จะได้เห็นโครงสร้างภายในของแม่พิมพ์ได้ชัดเจน ในขณะที่แผ่นขี้ผึ้งบางลัมบับลงมาแต่ละแผ่น ให้ถ่ายภาพไว้หนึ่งหรือสองกรอบภาพทุกแผ่น

ออสการ์ ฟิชซิงเงอร์ได้ประดิษฐ์เครื่องตัดขี้ผึ้งขึ้นมาเป็นครั้งแรกเมื่อ ค.ศ. 1920 แล้วได้สร้างภาพยนตร์การ์ตูนจากขี้ผึ้งตัดเป็นเรื่องแรกหลังจากนั้นมา 2 ปี

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Wachsfilmexperimente - Oskar Fischinger 1922

การทำผงให้เคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ใช้ทรายเม็ดละเอียดหรือผงแร่ควอตซ์เกลี่ยบนแผ่นกระจกใส ส่องแสงจาก

ข้างบนหรือข้างล่างไปที่ผนังบนกระจก โดยใช้แปรงหรือช่องเคลื่อนผงดังกล่าวตามต้องการ
ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Anima - Gisile ansorge 1979

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยดินสอสี

ใช้ดินสอสีเขียนภาพบนกระดาษหยาบที่ขีดด้วยกระดาษทรายเบา ๆ แต่เป็นการแก้ไขลักษณะเคลื่อนไหวของภาพด้วยการลบหรือขีดดูเอาส่วนที่ต้องการจะแก้ไขออกแล้วเขียนเส้นและระบายสีลงไปบนส่วนนั้นใหม่ ให้ลักษณะผิดไปจากเดิมตามต้องการ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : La ponlette grise - Norman McLaren 1947

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยสี

ใช้หมึกสี สีน้ำ หรือสีน้ำมัน เขียนภาพทีละจังหวะ ถ่ายภาพทีละภาพตามจังหวะตั้งแต่ต้นจนจบ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Wave - Sabin Balasa

การทำสไลบนกระจกให้เคลื่อนไหว

ใช้หมึกสีหรือสีผสมที่เขียนติดผิวพื้นกระจก เขียนส่วนของภาพที่ต้องการจะให้หายกลมกลืนไปบนอีกภาพหนึ่ง เพื่อแสดงความเคลื่อนไหวของส่วนดังกล่าวนี้

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Street - Caroline Leaf 1978

วัสดุที่ทำให้เคลื่อนไหว

ใช้มือจับเคลื่อนวัตถุสองมิติหรือวัตถุแบนราบ ไปในลักษณะและทิศทางที่ต้องการ โดยถ่ายทีละภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Vanish - Yogji Kuri 1980

การทำภาพถ่ายและคอลลาจให้เคลื่อนไหว

ใช้ชิ้นส่วนแบนของกระดาษตัด หนังกัด ผ้าสักหลาดตัด หรือภาพถ่าย มาทำให้เคลื่อนไหวทีละจังหวะตรงหน้ากล้อง โดยเปลี่ยนภาพทั้งภาพหรือเปลี่ยนส่วนของภาพตามต้องการ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Blazes - Robert Breer; The School - Walerian Borowezyk 1958

ฟิล์มไมกราฟส์

ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวด้วยการเคลื่อนกล้องและอุปกรณ์ เพื่อบันทึกภาพถ่ายและอาร์ตเวิร์ก ซึ่งเป็นภาพนิ่ง จะก่อให้เกิดการลวงตา มองเห็นภาพนิ่งเคลื่อนไหวได้

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Cosmic Zoom - Eva Szase and Tony Lanzelo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบีบภาพ

นำภาพถ่ายหรืออาร์ตเวิร์กมาชุไว้หน้ากล้องชั่วคราวหนึ่ง อย่างรวดเร็วและ ต่อเนื่องกัน แล้วถ่ายทีละหนึ่งหรือสองกรอบภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Frank Film - Frank Mouris

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยการขุดขีด

ด้วยการลบเอาเส้นหมึกหรือเส้นทึบบนแผ่นเซลหรือเซลลูลอยด์ใสออกทีละ น้อย ๆ โดยใช้กล้องถ่ายถอยหลัง (หรือกลับหัว) เมื่อนำฟิล์มนี้มาฉาย ภาพเส้นจะ ปรากฏให้เห็นย้อนกลับจากเริ่มมีจนมีครบถ้วน หรือจะใช้วิธีการหนึ่งก็ได้คือ ทาลิบางๆลง บนแผ่นปูนพลาสเตอร์แบน แล้วขูดสีนั้นออกทีละน้อย ๆ เพื่อให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการ ถ้าต้องการให้ภาพปรากฏขึ้น หรือจะขูดสีจากที่เป็นภาพอยู่เดิมออก ถ้าต้องการให้ภาพ เขียนเดิมสูญหายไป โดยถ่ายทุกครั้งทีขุดออก

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Dominos - Gilbert Vuillene 1964

การทำภาพคอมพิวเตอร์ให้เคลื่อนไหว

เป็นเทคนิคของการถ่ายภาพสัญญาณที่ป้อนเข้าสู่เครื่องตรวจสอบโทรทัศน์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งบรรจุโปรแกรมแล้ว โดยถ่ายทีละภาพตลอดไป

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Hunger - Peter Foldes 1976

การทำวัตถุสามมิติให้เคลื่อนไหว

การทำวัตถุให้เคลื่อนไหว

ใช้วัตถุสามมิติหนึ่ง จับเลื่อนไปที่ละช่วงตามต้องการ โดยถ่ายทุกช่วงหรือ จังหวะไปที่ละกรอบภาพต่อเนื่องกันจนจบความเคลื่อนไหวนั้น

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Animated Matches - Emil Cohl 1908

การทำหุ่นให้เคลื่อนไหว

ใช้หุ่นสามมิติประกอบด้วยแขนขาที่นำมาต่อเข้า ทำให้เคลื่อนไหวในท่าที่ ต้องการทีละจังหวะ แล้วถ่ายภาพไว้ทีละกรอบภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Hand - Jiri Trnka 1964

การทำดินปั้นให้เคลื่อนไหว

ดินปั้นเป็นรูปร่างใด ๆ หรือเป็นดินธรรมชาติที่สามารถปั้นได้ นำมาเปลี่ยนแปลงให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ข้างหน้ากล้อง หรือเคลื่อนไปที่ละจังหวะ แล้วถ่ายภาพไว้ที ละกรอบภาพต่อเนื่องกันจนจบตามต้องการ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Sand Castle - Co Hoedemenn 1977

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเงาหัวเข็มหมุดให้เคลื่อนไหว

ใช้เข็มหมุดปักให้เป็นแถว ๆ บนแผ่นกระดาษไม้เนื้ออ่อน ใช้ไฟฉายส่องทางราบหรือทางนอน ทำให้เกิดเงาของเข็มหมุดพาดยาวไปตามพื้นกระดาษ จะยาวมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับการยกหัวเข็มหมุดให้สูงขึ้นหรือต่ำลง ทุกครั้งที่ยก ให้ถ่ายภาพทีละกรอบภาพภาพยนตร์ตัวอย่าง : A Night on the Bare Mountain-Alexandre Alexeieff

ฝึกชิลเลชั่น

ผู้แสดงจริง (คนหรือสัตว์) เคลื่อนตัวไปจากจุดหนึ่งสู่อีกจุดหนึ่ง แล้วหยุดระหว่างทางให้ถ่ายภาพทีละกรอบภาพทุกครั้งที่หยุด ณ จุดต่างๆ โดยต่อเนื่องกัน ตั้งแต่ต้นจนจบ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The Neighbors - Norman McLaren 1952

วิชาภาพยนตร์หยุดกรอบภาพ

บันทึกภาพบทบาทจริงที่ต่อเนื่องกัน ทีละกรอบภาพ หรือด้วยความเร็วของชัตเตอร์ที่แตกต่างกัน บทบาทที่มองเห็นช้าในเวลาปกตินั้นจะถูกเร่งให้เร็วยิ่งขึ้นมาก แต่ทั้งช่วงเวลาพักอันยาวนานไว้ในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพ

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Metemorphosis - Robi Engler and Ray Wong 1979

การทำลูกตุ้มให้เคลื่อนไหว

ใช้วัตถุที่ตามปกติเคลื่อนไหวได้ด้วยแรงอื่น ซึ่งไม่ใช่แรงคน เช่น ลูกตุ้มนาฬิกา โมบิลหรือโมบิลส์ ที่แขวนให้ลมเป่าหมุนได้เอง โดยใช้กล้องภาพยนตร์ถ่ายทีละกรอบภาพ แต่ทุกกรอบภาพต้องใช้ความเร็วชัตเตอร์ช้ากว่าปกติ คือราว 20 ถึง 30 วินาที ดังนั้นในหนึ่งกรอบภาพจึงเป็นที่ผสมการสั่นสะเทือนของวัตถุที่ถ่ายมา ตามทิศทางที่ลิ่งนั้นเคลื่อนตัว สำหรับกรอบภาพต่อไป วิธีแห่งการเคลื่อนตัวของวัตถุนั้น หรือตำแหน่งที่ตั้งกล้องเดิม ก็เปลี่ยนไปจากเดิม เรื่อย ๆ ไป

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Seve de la tere - Alexandre Alexeieff 1955

การทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์

ทำด้วยวิธีตรึงกระดาษและเซล(หรือแผ่นเซลลูลอยด์) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน ให้คงนิ่งอยู่ที่เดิมด้วยหมุดหรือเป็ก 2 หรือ 3 ตัว โดยมีลักษณะเหมือนและตรงกันทุกประการ ทั้งในแผ่นเขียนภาพและบนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

การทำภาพให้เคลื่อนไหวจากภาพวาดบนกระดาษ

ใช้กระดาษปอนด์บาง(50 กรัม) หรือกระดาษกอนี้สำหรับลอกลายมาเจาะรูให้มีขนาดพอดีกับหมุดหรือเป็ก เนื่องจากกระดาษที่ใช้มีลักษณะกึ่งทึบแสง ดังนั้นการถ่ายเือกเสาให้มีความชัดหรือความละเอียดสูงต้องใช้แสงที่สว่างไปใช้ประโยชน์ด้านการ์ตูนไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละครั้งจะต้องเขียนหรือวาดภาพอาร์ตเวิร์กหรือต้นแบบทั้งหมดขึ้นใหม่ ส่วนเซลหรือแผ่นเซลลูลอยด์นำมาใช้ทับบนภาพอาร์ตเวิร์กหรือภาพตัด เพื่อใช้วาดภาพพื้นหน้าของอาร์ตเวิร์ก

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Un jour comme une autre - Deniel Suter 1974

การทำภาพให้เคลื่อนไหวจากเซล

"เซล" คือ คำย่อของแผ่นเซลลูลอยด์หรือแผ่นอะซิเตต ซึ่งบางทีก็เรียกกันว่าแผ่นใส มีความหนาประมาณ 0.07 ถึง 0.10 มม. ใช้สำหรับเขียนหนังสือหรือวาดภาพด้วยหมึกและสี แผ่นเซลที่นำมาใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องเจาะรูให้พอดีกับหมุด เช่นเดียวกับภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์ก แผ่นเซลมีลักษณะใสมาก จึงสามารถใช้ซ้อนทับกันได้ถึง 4 แผ่น เพื่อรวมเอาภาพท่าทางต่าง ๆ เข้าไว้ในภาพเดียวกัน

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Au bout du fil - Paul Driessen 1974

ภาพพิเศษ (วงการภาพยนตร์ไทยเรียกว่า ภาพเทคนิค)

การถ่ายภาพลำดับกาลเวลา

ถ่ายภาพบทบาทจริงในแต่ละฉาก ในเครื่องนิมฟ์ภาพยนตร์แบบใช้เลนส์ นำภาพที่ถ่ายไว้ตอนหน้า ตามจำนวนกรอบภาพที่กำหนด นิมฟ์ซ้อนทับกันทั้งหมด ผลของภาพที่ปรากฏออกมาจะดูเหมือนภาพยนตร์ส่วนนั้นได้นำเอาภาพในอดีตมารวมไว้ด้วยความจำ สมมติว่าความเคลื่อนไหวช่วงนี้ประกอบด้วยภาพที่นิมฟ์ซ้อนรวมมาเป็นจำนวน 12 กรอบภาพ เป็นต้น

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Pas de deux - Norman McLaren 1967

โรโตสโคปิง

เทคนิคนี้ประกอบด้วยการฉายภาพยนตร์บทบาทจริงไปบนจอ แล้วกอบี้ด้วยการวาดภาพเอาเฉพาะส่วนที่ต้องการให้ปรากฏบนภาพยนตร์การ์ตูนมาเท่านั้น

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Poursuite - Robi Engler 1980

เทคนิคอย่างเดียวกันนี้สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มภาพการ์ตูนเข้าไปในภาพยนตร์บทบาทจริงได้ด้วย โดยเขียนภาพการ์ตูนให้สัมพันธ์กลมกลืนกับบทบาทจริง แล้วบันทึกภาพซ้อนทับลงไป

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Mary Poppins - Walt Disney 1964

หน้ากากกับหน้าฉากตรงข้าม

การถ่ายภาพหน้าฉากมีวิธีใช้ที่แตกต่างกันอยู่ 2 อย่าง คือ วิธีแรกเพียงแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ถ่ายภาพฉากหน้าฉากอันหนึ่ง ซึ่งตัดออกมาจากส่วนหนึ่งของภาพออกไป ส่วนการใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกอย่างหนึ่งคือ การเคลื่อนฟิล์มในกล้อง 2 ครั้งหรือมากกว่า แล้วใช้หน้ากากตรงข้ามมาบังถ่ายเป็นครั้งที่ 2

แทรฟเวลลิงแมตต์

ดำเนินการถ่ายภาพวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหว แยกต่างหากจากการถ่ายภาพพื้นหลังหรือฉากหลัง แล้วนำภาพทั้ง 2 ตอนนี้ไปพิมพ์ซ้อนทับกันในเครื่องพิมพ์หรือกopi ภาพยนตร์แบบใช้เลนส์ ลงบนฟิล์มติดขี้ผึ้ง โดยใช้แทรฟเวลลิงแมตต์และแทรฟเวลลิงเคาน์เตอร์แมตต์เข้าช่วย

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Tango - Zbigniew Rybczynski 1980

การแบ่งจอ

กรอบภาพยนตร์ที่กำหนดให้หนึ่งกรอบสามารถจะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ได้มากมายหลายส่วน โดยใช้หน้ากากหลายอัน และด้วยกล้องจำนวนเท่าเดิม หรือเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์ที่ใช้เลนส์เครื่องเดิม สามารถจะแบ่งจอหรือแบ่งกรอบภาพหนึ่งออกได้เป็นหลายส่วน

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : The New Book - Zbigniew Rybczynski 1975

แบ-แพค

การใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน พร้อมด้วยหน้ากากกับหน้ากากตรงข้ามถ่ายภาพยนตร์ เพื่อที่จะได้ผลพิเศษทางเลนส์ ตามปกติจะต้องทำด้วยเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์ที่ใช้เลนส์

การถ่ายหลายครั้ง

เป็นเทคนิคที่ใช้ฟิล์มเดียวกันถ่ายด้วยกล้องภาพยนตร์ 2 ครั้ง หรือมากกว่านี้ เพื่อที่จะรวมเอาภาพหลายภาพ ซึ่งไม่สามารถจะนำมารวมไว้ในที่เดียวกันได้ ให้มารวมอยู่ในภาพเดียวกัน

การถ่ายซ้อน

เป็นการรวมเอาภาพตั้งแต่ 2 ภาพขึ้นไปที่เห็นว่าเหมาะสม มารวมอยู่บนฟิล์มเดียวกัน ภายในกล้องภาพยนตร์หรือเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์ที่ใช้เลนส์ ภาพที่ซ้อนทับข้างบนนี้สามารถจะข่มภาพที่อยู่เบื้องหลังหรือทำให้ภาพที่อยู่เบื้องหลังจางหายไป หรือทั้ง 2 ภาพอาจกลายเป็นภาพโปร่งแสง โดยมองเห็นภาพหนึ่งปรากฏอยู่บนอีกภาพหนึ่ง

กลาสส์ช็อต

ส่วนของภาพที่ประกอบเข้ากับฉากดูควาตกลงบนกระจกใสแผ่นหนึ่ง นำกระจกแผ่นนี้มาวางลงตรงหน้ากล้อง แล้วลงมือถ่ายทีละภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิเรอร์ช็อต

มิเรอร์ช็อตแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบหนึ่งใช้กระจกเงาฉายแร่เงิน เพื่อให้มองเห็นทั้งภาพหรือบางส่วนของภาพ กับอีกแบบหนึ่งใช้กระจกเงามองเห็น 2 ด้าน เพื่อผลทางการโปร่งแสง

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยมิได้ถ่ายทีละภาพ

การทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว

พัฒนาการของการผลิตโทรทัศน์ การประหยัด และความรวดเร็ว ซึ่งจำเป็นสำหรับงานโทรทัศน์ ได้นำเอาความสำคัญอย่างหนึ่งมาสู่เทคนิคดังต่อไปนี้ ซึ่งไม่มีผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนคนใดจะมองข้ามไปได้ คือ

ภาพยนตร์แสดงการศึกษาเปรียบเทียบเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบประสาทของมนุษย์

เป็นภาพยนตร์แสดงการศึกษาเปรียบเทียบของเครื่องคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์กับระบบประสาทของมนุษย์ ซึ่งเป็นฟิล์มที่ต้องใช้เครื่องก่อให้เกิดภาพ ภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์กสามารถจะสร้างขึ้นได้ด้วยสัญญาณวิดีโอ ด้วยภาพพิเศษอันเป็นผลจากเลนส์ด้วยลวดลายทางจักรกลหรือทางเคมี

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Le Retour j la raison - Man Ray 1923

ภาพตัดสำหรับพลิก

นำหน้ากากตัดมาพลิกบังภาพ หรือพลิกออกห่าง เพื่อเปิดให้เห็นอาร์ตเวิร์กใหม่หรือส่วนของอาร์ตเวิร์กนั้นได้ชัดเจน การเปลี่ยนแปลงจากภาวะหนึ่งไปสู่อีกภาวะหนึ่งอย่างรวดเร็ว สามารถจะทำให้ผลทางภาพที่ได้รับเป็นที่สนใจยิ่งขึ้น

หน้ากากสำหรับดันและดึง

ใช้แถบหรือแผ่นกระดาษแข็งสีเดียวกันเป็นฉากหลัง โดยดันเข้าและดึงออก เพื่อปิดหรือเปิดให้เห็นภาพวาดและตัวหนังสือ หรือเพื่อสร้างความเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ กัน ในทางเข้าและออก หรือในทิศทางใดทางหนึ่ง

ภาพตัดติดปลายไม้

ภาพตัดติดกระดาษแข็งด้านหลัง นำมาติดเข้ากับปลายไม้ มีพื้นหน้าที่ฉากหน้าบังไม่ให้เห็นไม้ถือ ทำให้เคลื่อนไหวเมื่อถ่ายภาพ โดยเลื่อนฉากหน้าหรือเลื่อนภาพตัดไปตามด้านหลังฉากหน้า ไปยังจุดที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นแม่เหล็ก

ใช้ชั้นโลหะบางติดเข้ากับด้านหลังหรือข้างใต้วัตถุที่ต้องการถ่าย แล้ววางไว้บนแผ่นไม้อัดตามตำแหน่งที่ต้องการ นำแม่เหล็กมาล่อได้แผ่นไม้ตรงใต้วัตถุนั้น เพื่อเคลื่อนวัตถุสำหรับถ่ายภาพ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยหีบดำ

เทคนิคนี้อาศัยพื้นฐานของข้อเท็จจริงที่ว่า สิกะจ่างย่อมสะท้อนแสงที่ส่งมาจากแหล่งให้แสง และสีมืดคล้ำย่อมจะลดความสว่างลงในฉากหลังสีดำ ผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องสวมถุงมือดำทั้งสองข้าง ใช้มือจับเคลื่อนวัตถุที่มีสิกระจ่างไปในทิศทางหรือตำแหน่งที่ต้องการข้างหน้าฉากหลังที่มีสีดำ

ละครในแสงดำ

แสงดำจะสะท้อนกลับก็เฉพาะบนสิกระจ่างเท่านั้น ฉะนั้นจึงต้องใช้ผ้ากำมะหยี่ดำคลุมมือและตัวของผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ตลอดเวลาที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทนี้

วิธีโอกับภาพในฟิล์ม

นำภาพถ่ายและอาร์ตเวิร์กมาทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ โดยการเคลื่อนกล้องถ่ายด้วยวิธีผสม โดยการซูม แพน การทำภาพจางซ้อน ฯลฯ หลังจากนั้น จึงนำฟิล์มมาตรวจ

จากวัตถุสามมิติ

การแสดงหุ่น (ทั้งหุ่นซึกและหุ่นมือ)

ใช้ตัวหุ่นแสดงบทบาท เช่น เกี่ยวกับการเชิดหุ่นจริง โดยบันทึกภาพในแต่ละลักษณะที่ต้องการ ด้วยกล้องถ่ายภาพยนตร์ที่ใช้ฟิล์มหรือด้วยกล้องวิธีโอ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวระบบวิธีโอ

ซึ่งเข้ากันได้กับ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวจากเซล

เครื่องลอกภาพบทบาทจากวิธีโอ

วัตถุใด ๆ ที่ถ่ายมาด้วยกล้องโทรทัศน์หรือบันทึกมาด้วยเครื่องบันทึกเทปโทรทัศน์หรือวิธีโอเทป สามารถจะนำมาฉายไปที่ด้านหลังแผ่นกระดาษบางหรือแผ่นเซล เพื่อเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่ในทางการค้า ลอกภาพได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหววิดีโอ

เป็นเครื่องมือสำหรับบันทึกภาพด้วยเครื่องบันทึกวิดีโอได้ที่ละภาพ ๆ และสามารถจะนำมาเล่นให้เห็นภาพได้ในทันทีในอัตราความเร็วที่แตกต่างกันได้

เครื่องบันทึกภาพบทบาทรวดเร็ว

เป็นเครื่องมือสำหรับท่องจำภาพวาดที่ประกอบด้วยเส้น 30 เส้นถึง 240 เส้น และเพื่อแสดงบทบาทที่ทำให้เคลื่อนไหวในทันทีทันใด บทบาทนี้สามารถนำกลับมาแสดงได้อีกในอัตราความเร็วที่แตกต่างกัน

เครื่องเขียนภาพสีอิเล็กทรอนิกส์

นำภาพสีลายเส้นต้นฉบับมาแสดงในเครื่องตรวจสอบโทรทัศน์สำหรับระบายสีที่คัดเลือกลงจากสีก่อนหน้ากำหนดเป็นจำนวน 128 สีเพียงสีเดียว ถูกระบายไปทั่วบริเวณที่คัดเลือกรวดอย่างรวดเร็ว ๆ ภาพที่ระบายสีแล้วจะถูกถ่ายทอดลงวิดีโอเทปหรือลงแผ่นวิดีโอ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

เป็นงานช่างที่ก้าวหน้าไปรวดเร็วมาก ในขณะที่คุณกำลังอ่านเรื่องราวในบทนี้อยู่ ความก้าวหน้าทางด้านนี้อาจทำให้เทคนิคที่เสนอต่อไปเปลี่ยนแปลงไปแล้วก็ได้

โครมา-คีย์

เป็นเทคนิคของการแยกสีภายในกล้องโทรทัศน์ กล้องหนึ่งจะไม่บันทึกสีครามหรือสีน้ำเงินเป็นพิเศษ ดังนั้นสีนี้ก็จะไม่ปรากฏให้เห็นจากกล้องนี้ สีอื่นทั้งหมดที่ไม่ใช่สีน้ำเงินของกล้องนี้จะผสมผสานกลมกลืนกับภาพของอีกกล้องหนึ่ง

ค็อกซ์-บ็อกซ์

เป็นเครื่องมือให้สีแก่ภาพวิดีโอหรือส่วนของภาพดังกล่าวนี้ ไม่ว่าจะ เป็นสีใดที่อาจนึกเอาได้

ทีวี-กราฟฟิก เจนเนอเรเตอร์

นักทำภาพยนตร์การ์ตูนหรือผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวสร้างอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบขึ้นด้วยเหล็กงานหรือสไตลัสอิเล็กทรอนิกส์กับแผ่นสำหรับเขียน ซึ่งสามารถจะเขียนภาพสี ภาพวาดและภาพขีดเขียนอื่น ๆ ได้มากมายหลายอย่าง

สแกนนิเมต

เครื่องใช้คอมพิวเตอร์ที่เคลื่อนไหวตัวไปอย่างอิสระรอบ ๆ พื้นที่ราบหรืออาร์ตเวิร์กสามมิติ ภาพที่ปรากฏจะถูกถ่ายทอดลงวิดีโอเทป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาพยนตร์ตัวอย่าง : Autoroute - Robi Engler 1984

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวสำหรับวีร็อกซอป

ตามหลักทฤษฎี เทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหว หรือเทคนิคของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งหมด ย่อมเหมาะสมสำหรับวีร็อกซอปหรือการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติ (หนังสือเล่มนี้จัดทำมาเพื่อการนี้โดยเฉพาะ) แต่ตามความเป็นจริง ผู้เข้าสัมมนาจะต้องประสบปัญหาเรื่องการจำกัดของวัสดุฝึกหัดและเวลา ฉะนั้นก่อนที่จะเสนอเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวแก่ผู้เข้าสัมมนา เป็นการดีที่จะจดจำข้อเท็จจริงสองสามข้อต่อไปนี้

เทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวมีอยู่มากกว่า 50 เทคนิค ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม โดยจัดทำเครื่องมือคุณภาพแบบแว่นขึ้น แล้วส่องดูผลได้ทันที
2. การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้กล้องถ่าย ด้วยการเขียนภาพหรือเสียงลงบนฟิล์มโดยตรง แล้วใช้เครื่องฉายดูหรือฟังผลนั้น
3. การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยตรง โดยนำเอาอาร์ตเวิร์กมาทำให้เคลื่อนไหวที่หน้ากล้อง ซึ่งต้องใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์หนึ่งกล้องต่อผู้เข้าสัมมนาหรือผู้เข้าฝึกหนึ่งหรือสองคน การทำในระบบวิดีโอเป็นหน้าที่ของกลุ่มนี้
4. การทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์ โดยผู้เข้าฝึกแต่ละคนจัดทำอาร์ตเวิร์กมาจากที่อื่นแล้วนำมาถ่ายภาพที่กล้องเดียวกัน เทคนิคนี้จำเป็นต้องใช้กล้องภาพยนตร์หรือกล้องวิดีโอที่ถ่ายทีละกรอบภาพได้

ข้างล่างนี้เป็นอัตราส่วนกลับของเวลาระหว่างการเตรียมงานกับเวลาถ่ายของการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์กับการทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยตรง

การทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์ - เตรียมการ 90% ถ่าย 10%

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยตรง - เตรียมการ 10% ถ่าย 90%

ผู้ฝึกอบรมจะต้องเลือกเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวให้เหมาะสมแก่ประสบการณ์ของผู้เข้าฝึกแต่ละคน และให้เหมาะสมแก่เวลาที่มีด้วย สำหรับผู้เพิ่มเริ่มงานนี้ ควรจะเลือกฝึกเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม เช่น ซี-โทรป หรือการติดหน้าหนังสือ เป็นต้น ดังนั้น ผู้ฝึกอบรมก็สามารถจะตรวจสอบผลงานที่ทำได้ทันที การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้กล้องถ่าย ก็เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มเล่นเช่นเดียวกัน และยังช่วยพัฒนาความรู้สึกในเรื่องเวลาของความเคลื่อนไหวอีกด้วย

เทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยตรงต้องการเวลาเตรียมงานเพียงเล็กน้อย

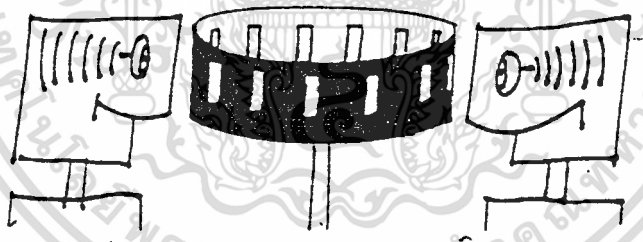
เท่านั้น แต่ก็สามารถจะเริ่มงานถ่ายบันทึกภาพได้ในทันทีที่เริ่มงาน งานที่ทำก็จะได้ผล

รวดเร็วกว่าการทอภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร แต่เทคนิคนี้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้เข้าฝึกที่มีเวลาพอ และต้องการที่จะทำให้มั่นใจได้ว่า ผู้เข้าฝึกเข้าใจหลักการขั้นพื้นฐานของการทำภาพให้เคลื่อนไหวดีแล้ว

การทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม

มีเทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหวอยู่หลายอย่าง ที่ไม่จำเป็นต้องใช้ฟิล์มถ่ายภาพเลย เช่น ป้ายไฟนีออน ไฟสัญญาณจราจร และไฟกระพริบที่ตกแต่งในเทศกาลคริสต์มาส เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีเครื่องมือฉายภาพ เช่น แลเตอร์นาแมจิกา ซึ่งได้มีการคิดประดิษฐ์ขึ้นก่อนหน้าที่จะเกิดภาพยนตร์ขึ้นเป็นเวลานานแล้วอีกด้วย เครื่องมือโบราณเหล่านี้อาจนำมาใช้ในการฝึกทำภาพให้เคลื่อนไหวในเวิร์กชอปได้ด้วย

ผู้เข้าฝึกในเวิร์กชอปที่เอางานเอาการใด ๆ ตามปกติมักจะรู้สึกประหลาดใจในเมื่อถูกเสนอให้ทำ "เครื่องเล่น" ของเด็ก แต่แล้วเขาก็ประจักษ์ความจริงว่า การทำเช่นนี้ก่อให้เกิดความสนุกขึ้นเป็นอย่างมากและยังต้องใช้ฝีมืออย่างเดียวกันกับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนอีกด้วย ยังไม่มีวิธีใดที่ดีกว่าการนำเอาความคิดเรื่อง "การเห็นติดตา" มาใช้ร่วมกับบทบาทของไบซ์เตเตอร์ในกล้องถ่ายภาพยนตร์



ภาพที่ 23 การทำงานเคลื่อนไหวโดยไม่ใช้ฟิล์ม

ข้อได้เปรียบอีกอย่างหนึ่งของเทคนิคเหล่านี้ก็คือ ไม่ต้องใช้กล้องซึ่งมีราคาแพงและไม่ต้องใช้ฟิล์มสำหรับถ่ายอีกด้วย นอกจากนี้ ยังไม่ต้องเป็นกังวลถึงเรื่องการล้างฟิล์ม ไม่ต้องใช้เครื่องมือฉาย และที่ดีที่สุดก็คือ คุณสามารถเห็นผลงานของคุณได้ในทันที

จำนวนของผู้เข้าฝึก อย่างมาก 12 คน

อายุ อย่างต่ำ 6 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก อย่างต่ำ 3 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน กระดาษค้ำหนา กรรไกร มีดพับ กาวแห้งไว

ดินสอสี เครื่องถ่ายสำเนา

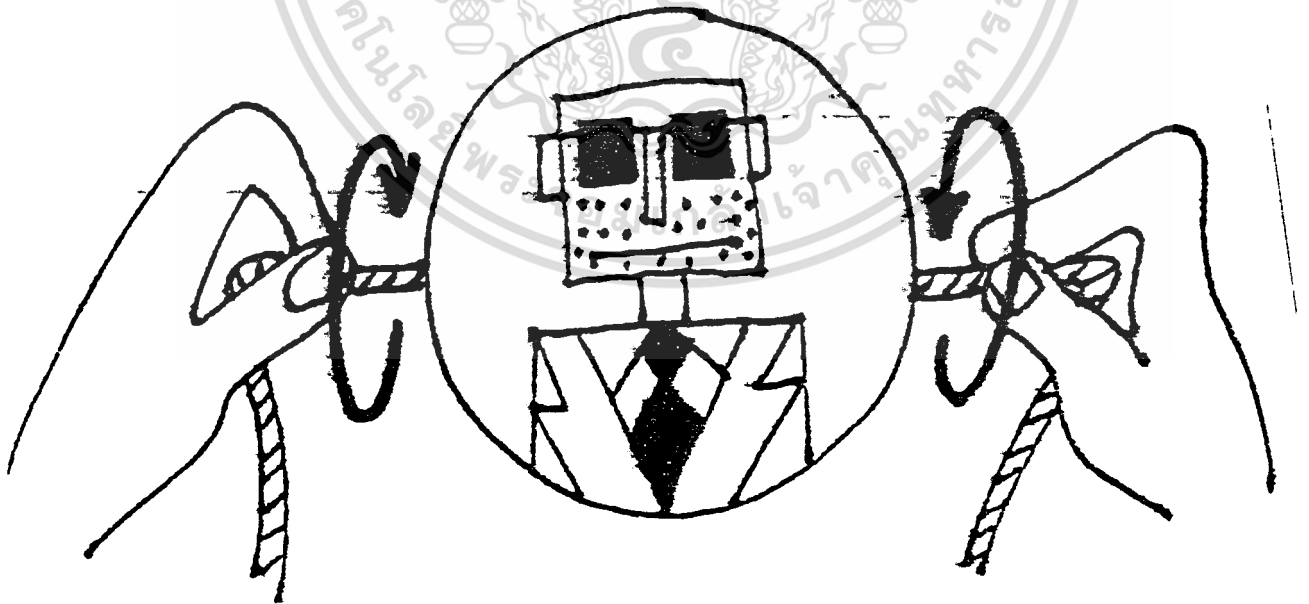
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำ

เมื่อไรก็ตามที่คุณต้องการจะแสดงการทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วยเทคนิคการพลิกหน้าหนังสือ ฟิล์มกลิตสโคป หรือโซโทรป ต่อหน้าผู้ชมจำนวนมาก คุณอาจใช้วิธีถ่ายภาพบันทึกภาพวาดเหล่านั้นไว้เป็นภาพยนตร์ โดยถ่ายไว้ 2 กรอบภาพต่อ 1 ภาพวาด ก็จะกลายเป็นภาพยนตร์การ์ตูนนอกกรอบการศึกษาของคุณ ซึ่งจะไม่เสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์เลย

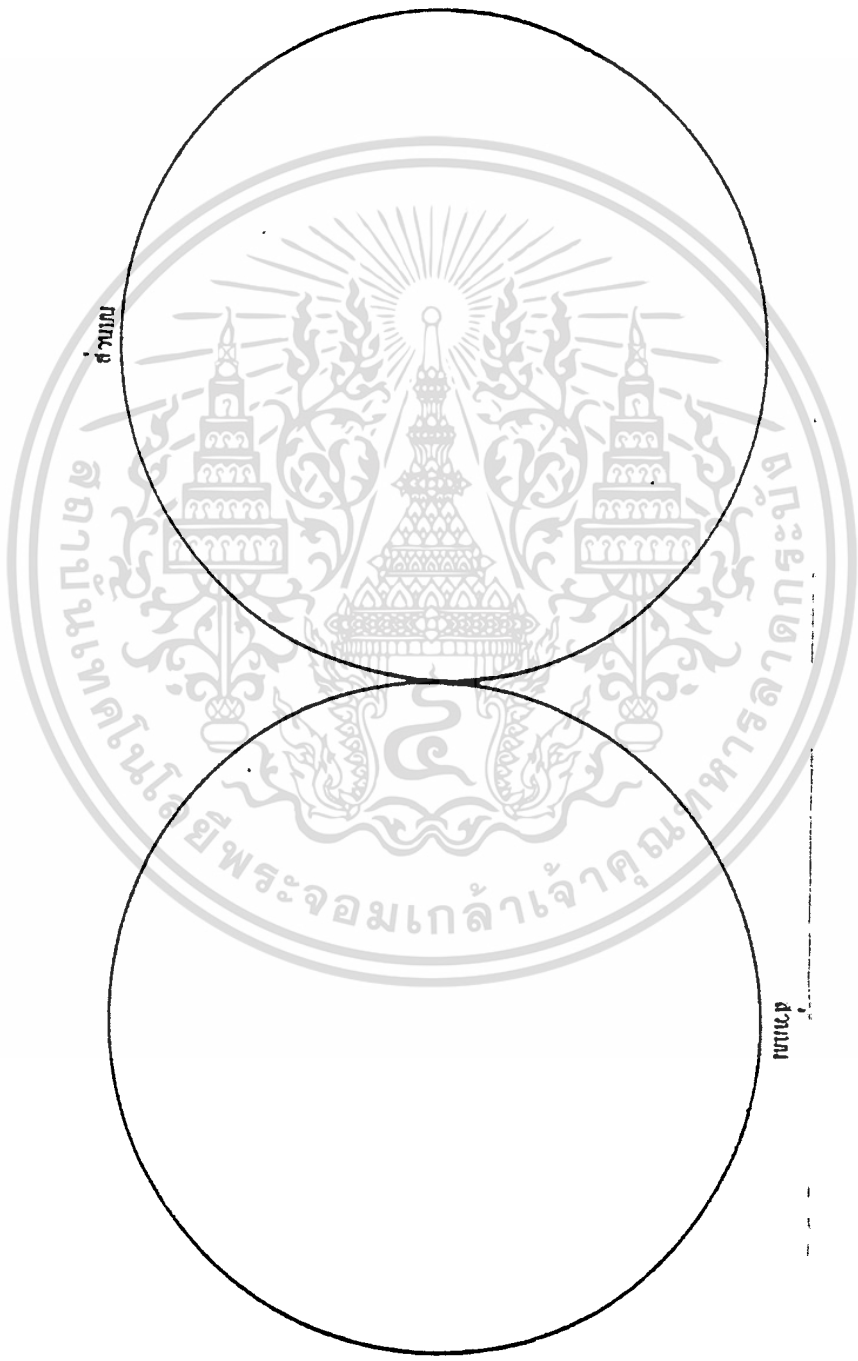
เฮามาโทรป

เครื่องมือนี้จะให้ความคิดที่ดีแก่คุณเกี่ยวกับ "การเห็นติดตา" ด้วยการลวงตา นำเอาแผ่นกลมทำด้วยกระดาษแข็ง 2 แผ่นมาเขียนส่วนหนึ่งของภาพลงไปบนแผ่นหนึ่ง และเขียนอีกส่วนหนึ่งของภาพลงไปบนแผ่นกลมอีกแผ่นหนึ่ง เอาภาพทางด้านหลังของภาพทั้งสองแผ่น เอาเชือกเส้นหนึ่งวางลงตรงจุดศูนย์กลางระหว่างแผ่นกลมทั้งสอง กดแผ่นกลมทั้งสองให้ติดแน่น เป็นอันเดียวกัน ใช้นิ้วจับปลายเชือกทั้งสองด้าน แกว่งแผ่นกลมไปข้างหน้า แล้วดึงเชือกและหย่อนลงทั้งสองด้าน วงกลมจะหมุนไปและกลับรอบเส้นเชือกซึ่งเป็นแกนหมุน ในขณะที่แผ่นกลมหมุน ภาพเขียนทั้งสองด้านจะรวมเป็นภาพเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น เมื่อกรณีสืบงานนอกนี้ กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 24 การทำเฮามาโทรป
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำภาพเขียนนี้ไปถ่ายสำเนา แล้วนำไปติดเข้ากับแผ่นกระดาษแข็ง วาดภาพ
ลงบนแผ่นกลมแต่ละด้าน ตัดกระดาษแข็งออกตามเส้นวงกลม พับด้านหลังวงกลม(หลัง
ภาพวาด)ทั้งสองเข้าหากัน ทากาวที่ด้านหลังแผ่นกลมทั้งสองข้าง เอาเชือกเส้นหนึ่ง
วางพาดผ่านจุดศูนย์กลางของแผ่นกลมผืนกแผ่นกลมทั้งสองเข้าเป็นอันเดียวกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีสืบสวนเพื่ออรรถาธิบายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 25 การทำเรามาโทรม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มินากิสตีสโคป

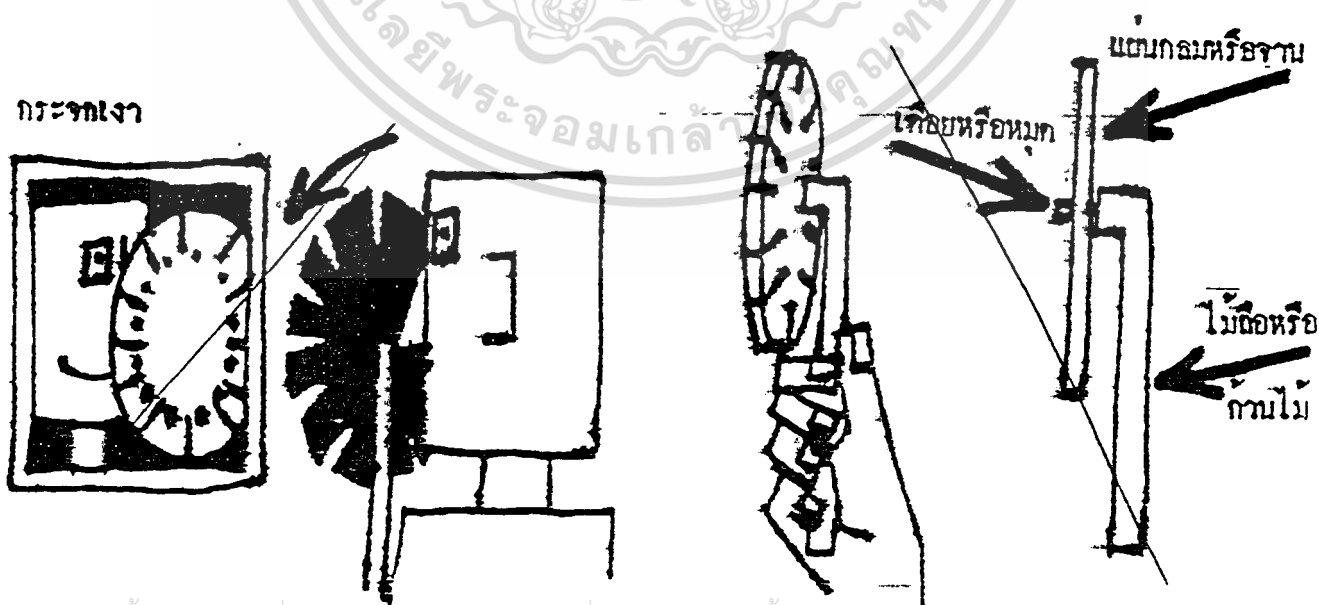
เครื่องมือทรงกลมข้างล่างนี้จะทำให้คุณมองเห็นบทบาทได้โดยต่อเนื่องกัน เป็นรูปแผ่นกลมหรือจานที่ตัดออกมาจากแผ่นกระดาษแข็ง รอบวงกลมมีช่องตัดทะลุขนาดเท่ากันรวม 12 ช่อง เขียนภาพลงในพื้นที่ระหว่างช่องดังกล่าวทุกแห่ง แต่ละภาพในลักษณะต่อเนื่องกัน โดยเริ่มต้นเขียนตั้งแต่ภาพที่ 1 แล้วเขียนภาพต่อไป โดยตัดแปลงให้แตกต่างกันเล็กน้อยแต่ต่อเนื่องกันจนถึงภาพที่ 7 ซึ่งเป็นจุดสุดท้าย (ไคลแมกซ์) ของความเคลื่อนไหว จากภาพที่ 8 ภาพที่จะตัดแปลงต่อเนื่องไปสู่ภาพที่ 1 ใหม่อีก

นำแผ่นกลมหรือจานนี้ติดเข้ากับเดือยปลายก้านไม้ ทางรูที่จุดศูนย์กลางของจาน หมุนจานข้างหน้ากระจกเงา มองผ่านช่อง ดูภาพที่กระจก ก็จะเห็นภาพในจานเคลื่อนไหวได้

ภาพที่แสดงอาการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมา ควรจะเป็นภาพเช่น ปากหรือดอกไม้กำลังอ้าหรือบานแล้วหุบ หรือภาพคนขี่รถจักรยาน หรือนกกำลังบิน เป็นต้น

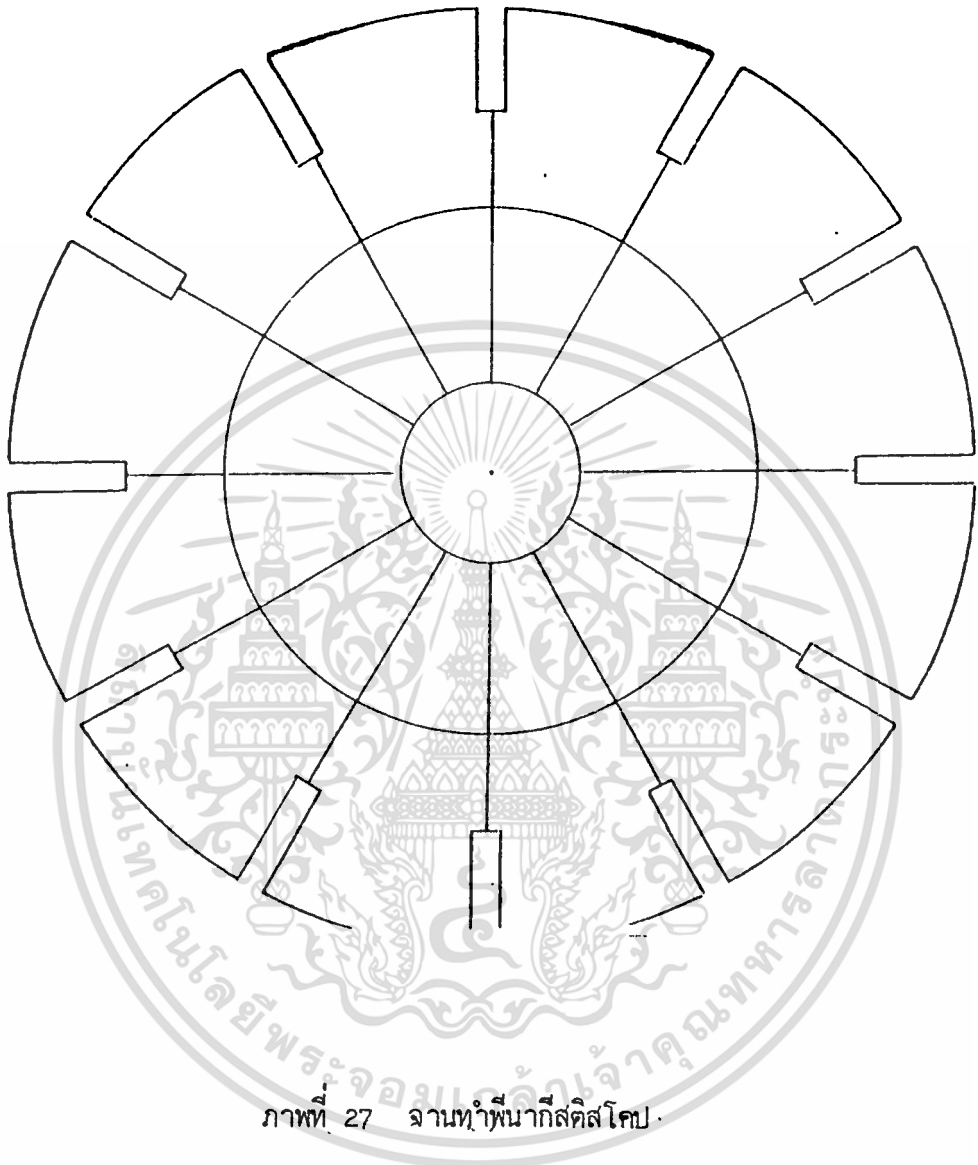
ถ้าไม่ต้องการภาพเคลื่อนไหวกลับไปกลับมา ก็ควรจะทำภาพเคลื่อนไหวในทางลึก เช่น จรวดกำลังพุ่งไปดวงจันทร์ รถยนต์วิ่งเข้าหาผู้ดู หรือลูกบอลพุ่งเข้าหา เป็นต้น

ข้อสำคัญประการสุดท้ายก็คือ ด้านหลังแผ่นกลมนี้จะต้องเป็นกระดาษสีดำหรือทาสีดำ เพื่อป้องกันมิให้ตาพร่าและมีให้มองเห็นภาพในแผ่นกลมไม่ชัดไปด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 งานทำพิณกลสิศโคป

พิณกลสิศโคป

โปรดถ่ายสำเนาภาพวงกลมข้างบนนี้ไว้หลาย ๆ แผ่น แล้วนำไปปิดทับเข้ากับแผ่นกระดาษแข็งหรือหนาสีด้า วาดภาพชุดหนึ่งลงในที่ว่างนอกวงกลมใน ระหว่างช่องตัดทะลุทุกที่ว่าง และวาดอีกชุดหนึ่งภายในบริเวณวงกลมด้านใน ตัดช่องสี่เหลี่ยม ผืนผ้าเล็กตามเส้นรอบแผ่นกลมหรือจาน ใช้เดือย เข็มหมุดหรือตะปูเล็ก เจาะทะลุ จุดศูนย์กลางของแผ่นกลม แล้วนำแผ่นกลมหรือจานติดเข้ากับก้านไม้หรือไม้ถือ โดยใช้เดือยหรือเข็มตรึงเข้ากับปลายไม้

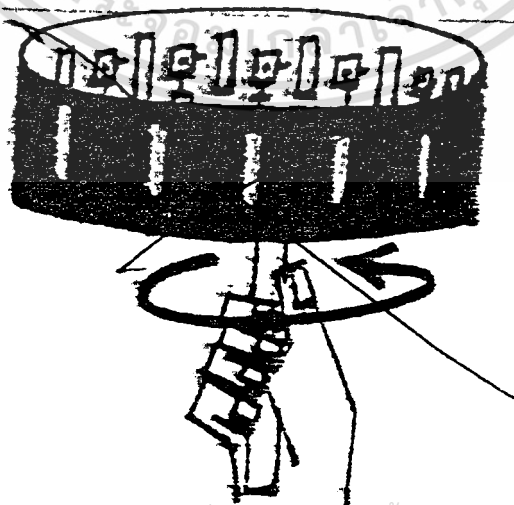
เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซโทรป

เครื่องดูภาพเคลื่อนไหวข้างล่างนี้มีรูปร่างเป็นวงกลมอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะทำให้คุณมองเห็นภาพเคลื่อนไหวได้โดยต่อเนื่องและซ้ำ ๆ กัน ใช้แถบกระดาษแข็งยาวตัดเป็นช่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็กทางตั้ง เรียงไปตามแถบกระดาษในระยะห่างเท่า ๆ กัน ด้านนอกใช้กระดาษดำปิดทับหรือทาสีดำ ด้านใน ระหว่างช่องสี่เหลี่ยมเล็ก เขียนภาพชุด เริ่มต้นตั้งแต่ภาพที่ 1 แล้วเขียนภาพต่อไปถึงภาพที่ 7 โดยตัดแปลงให้มีท่าทางแตกต่างจากภาพเดิมเล็กน้อยเรื่อยไปจนครบ ภาพที่ 7 เป็นจุดสุดยอดของความเคลื่อนไหวชุดนี้ หลังจากนั้นจึงเริ่มเขียนภาพที่ 8 เรื่อยไปจนยันภาพที่ 1 ด้วยวิธีเดียวกับภาพชุดแรก ภาพทั้งสองชุดนี้จะเขียนลงแถบกระดาษขาว ตามตำแหน่งดังกล่าว แล้วทากาวนำไปปิดทับเข้าด้านในของแถบกระดาษแข็งก็ได้ เมื่อทุกอย่างเสร็จแล้ว นำแถบกระดาษแข็งติดริมเข้ากับขอบแผ่นกลมหรือจานซึ่งใช้เป็นฐาน เจาะรูตรงจุดศูนย์กลางของจาน แล้วสวมเข้ากับเดือยไม้ถือ ชุดที่ทำทรงกระบอกเตี้ยไปรอบจะมองเห็นภาพเหล่านั้น (แบบโบราณ) ของคุณ เสร็จแล้วนี้เรียกว่า "โซโทรป" หมุนจานไม้ถือ มองผ่านช่องเพื่อดูภาพด้านใน คุณก็เคลื่อนไหวได้ และรู้สึกสนุกกับการดู "ถ้ามอง"

อย่าลืม ขอบนอกโซโทรปจะต้องเป็นกระดาษดำหรือทาสีดำ เพื่อป้องกันตาพร่าและมีให้ภาพจางหายไป ดังได้กล่าวมาแล้ว

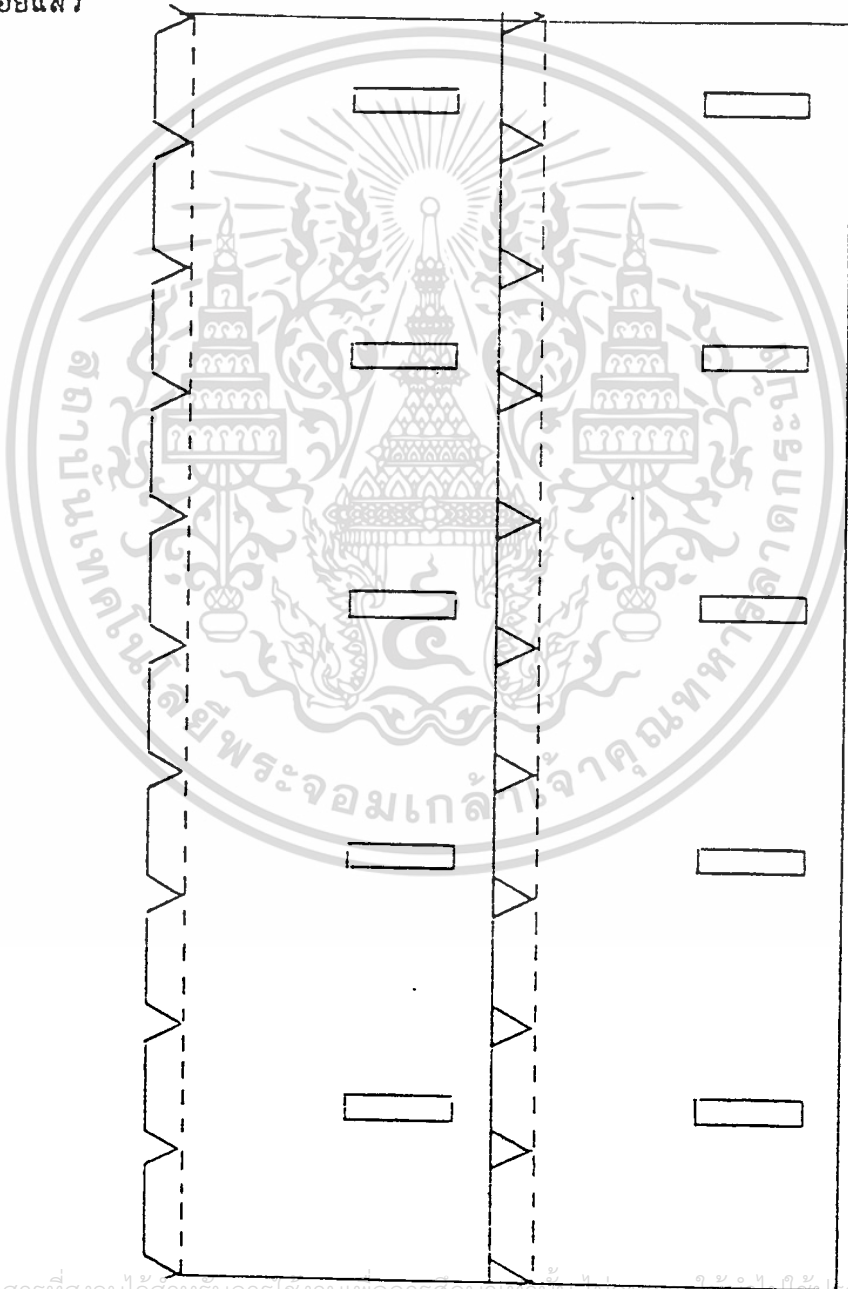
ควรทดลองวาดภาพม้ากำลังวิ่งข้ามเครื่องกีดขวาง เลือกกำลังวิ่งผ่านบ่วงไฟ เด็กกำลังกระโดดกบหรือคนกำลังเล่นลูกบอล



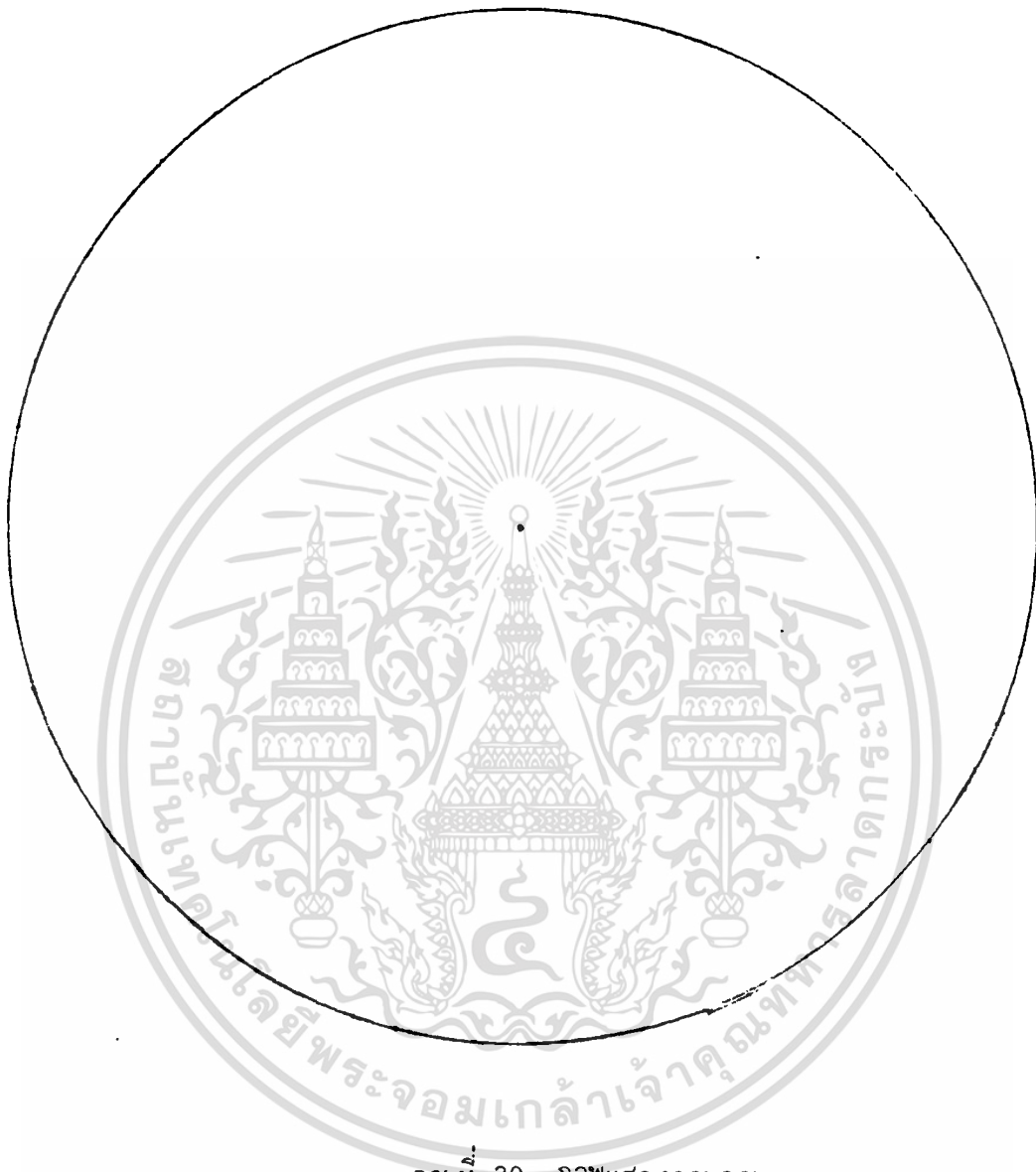
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถบโซโทรป

ถ่ายสำเนาภาพข้างนี้ไว้หลาย ๆ สำเนา แล้วนำสำเนาเหล่านี้ติดกาวเข้ากับกระดาษดำหนา เขียนภาพบนที่ว่างระหว่างช่องสี่เหลี่ยมตั้งทุกที่ ตัดกระดาษตามรอยเส้นทึบ และตามเส้นสี่เหลี่ยมตั้งให้เป็นช่องๆ ทุกช่อง ติดปลายแถบกระดาษชิ้นหนึ่งด้วยกาว ต่อเข้ากับปลายของอีกชิ้นหนึ่ง ให้เป็นรูปวงกลม พับส่วนล่างของแถบกระดาษตามรอยเส้นโปร่ง ทากาวด้านใต้ส่วนที่พับ นำไปติดเข้ากับขอบจานฐานที่ตัดเป็นวงกลมเรียบร้อยแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีพิมพ์หรือเผยแพร่ข้อมูลไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 30 ภาพแสดงฐานจาน

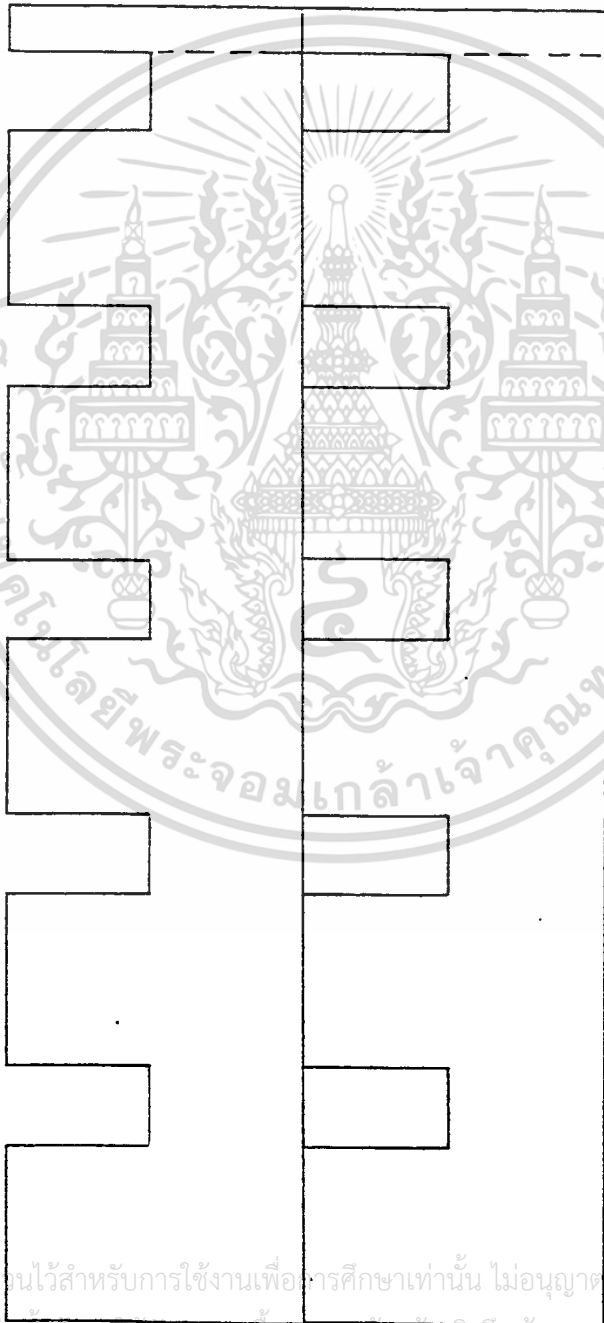
จานฐาน

ถ่ายสำเนาภาพข้างบนนี้ไว้หลาย ๆ สำเนา แล้วนำสำเนาเหล่านี้ติดเข้ากับกระดาษดำแข็ง แล้วตัดตามเส้นวงกลมกลายเป็นจานฐาน เจาะรูที่จุดศูนย์กลางของวงกลม แล้วสอดสกรูตัวหนึ่ง (ยาวราว 6 ซม.) พร้อมด้วยจานอัดที่ทำด้วยโลหะลงไป ในรูที่เจาะ ข้างใต้ใช้จานโลหะเล็กอีกแผ่นหนึ่งรองใต้จานฐานอัดขึ้นข้างบนด้วยน็อตตัวหนึ่ง ทำให้จานฐานหรือรูปทรงกระบอกตรึงแน่นอยู่กับสกรู แล้วนำสกรูนี้สอดลงในไม้ถ้อนี่พลาสติก ควรพยายามใช้ตามปากกาแมจิกที่ใช้แล้วเป็นด้ามหรือไม้ถ้อนี่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แถบโซโทรปพิเศษ

ควรใช้แถบโซโทรปพิเศษตามแบบในหน้านี้ เพื่อเก็บไว้ใช้ในภายหลัง แทนที่จะทำขึ้นทั้งชุดในแต่ละครั้ง

โดยถ่ายสำเนาภาพนี้ไว้หลาย ๆ สำเนา แล้วเขียนภาพชุดที่ต้องการลงในที่ว่างระหว่างช่องสี่เหลี่ยมตั้งทุกที่ ตัดกระดาษออกตามเส้นกลาง ตัดแถบหนึ่งต่อเข้าอีกแถบหนึ่งด้วยกาว แล้วนำแถบยาวนี้ใส่ทาบเข้าด้านในของเครื่องโซโทรปทรงกระบอกเป็นรูปวงกลม โดยไม่จำเป็นต้องติดแถบยาวนี้เข้ากับโครงกระดาษแข็งทรงกลมเลย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดหน้าหนังสือ

การติดหน้าหนังสือจะลวงตาคุณทำให้มองเห็นความเคลื่อนไหวได้ โดยตัดกระดาษแข็งที่ค่อนข้างบางแต่มีสปริง ออกเป็นชิ้นเท่า ๆ กันในขนาดราว 5x10 ซม. ตัดออกมาสัก 24 หรือ 36 ชิ้น เขียนภาพที่ตัดแปลงให้แตกต่างกันเล็กน้อย ลงในจุดหรือตำแหน่งเดียวกันในแต่ละหน้า เขียนเลขลำดับแผ่นแล้วเรียงรวมกันเป็นเล่มเหมือนหนังสือเล่มเล็ก ๆ ทางด้านซ้ายของเล่มตรึงให้ติดกันด้วยลวดเย็บกระดาษหรือร้อยผูกด้วยเชือก ใช้มือซ้ายจับสันเล่ม และใช้นิ้วโป้งขวาตีตรึงกระดาษด้านขวา ตามองที่ภาพในเล่ม ก็จะได้เห็นภาพเขียนกลับมีชีวิตขึ้น

คุณอาจตัดกระดาษแข็งให้ยาวกว่าเดิม มีขนาดราว 5x15 ซม. มาใช้ทำเป็นเล่มสำหรับติดก็ได้ด้วย โดยตรึงเล่มด้วยเชือกตรงกึ่งกลางเล่ม เขียนภาพชุดตัดแปลงทำนองเดียวกันลงในหน้ากระดาษทั้งสองด้าน ด้านละเรื่อง แล้วติดกระดาษด้านใดด้านหนึ่งดูภาพเคลื่อนไหวทีละด้าน และโปรดอย่าลืมว่า คุณสามารถจะเขียนภาพทางหน้าหลังของกระดาษทุกแผ่นได้อีก 2 ชุด จึงทำให้คุณมีภาพเคลื่อนไหวไว้ดูในสมุดเล่มเดียวกันถึง 4 เรื่อง

เริ่มต้นติดหน้าหนังสือนี้ โดยใช้นิ้วมือซ้ายจับสันหนังสือ นิ้วโป้งขวาแตะตรงมุมดำก็จะมองเห็นภาพเคลื่อนไหวบนมุมดำ

การทำภาพให้เคลื่อนไหวบนฟิล์มโดยไม่ใช้กล้อง

จะมีคนพูดกับคุณเสมอว่า "ใช่ครับ แน่แน่นอน การทำหนังนะวิเศษแน่ ผมรักที่จะทำมัน แต่เครื่องมือซี มันแพงเหลือเกิน ผมไม่มีเงินซื้อมันหรอก"

นี่คือเทคนิคที่จะพิสูจน์ให้เห็นสิ่งที่ตรงกันข้าม โปรดนำเอาฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ที่หมดอายุแล้วออกมาให้สักหนึ่งกับมิดนิ้วอีกหนึ่งเล่ม ลงมือขีดขีดเขียนแสงของฟิล์มเป็นรูปร่างต่อเนื่องกัน คุณก็จะกลายเป็นผู้สร้างภาพยนตร์คนหนึ่ง

การขีดขีดและการเขียนภาพบนฟิล์ม

เป็นที่แน่นอน เทคนิคที่จะกล่าวต่อไปนี้มีได้รวมอยู่ในเทคนิคในการถ่ายทำภาพยนตร์ทางวิทยาศาสตร์ หรือภาพยนตร์ที่มีความยาวแบบภาพยนตร์บันเทิงหรือนิเจอร์ฟิล์ม แต่เมื่อจะต้องแสดงอารมณ์ของดนตรีหรือแสดงการตีให้จังหวะ ซึ่งปรากฏให้เห็นทางสายตาและได้ยินด้วยหู ก็จะไม่มียอะไรเหมือนอย่างแท้จริงเท่าการขีดขีดและการเขียนภาพโดยตรงบนฟิล์ม นี่ก็คือเหตุผลที่ว่าทำไมเทคนิคเหล่านี้บางทีจะเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดในสำหรับการเรียนที่จะทำงานกับวัสดุบันทึกที่ดีที่สุดของนักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคนหนึ่ง ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นก็คือ เวลา

ผลงานที่ทำสำเร็จแล้ว สามารถมองเห็นหรือได้ยินในทันที หลังจากทำเสร็จ ในขณะที่ความจำในสิ่งที่คุณทำไว้แล้วยังใหม่อยู่

จำนวนผู้เข้าฝึก - อย่างมาก 12 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 10 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 6 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน - 1. หัวฟิล์มดำ 2. หัวฟิล์มใส 3. เครื่องมือชูดขีด เช่น เข็ม มิดพับ ไบมีดโกนหนวด หรือกระดาษทราย เป็นต้น 4. ปากกาหมึกสีแมจิก (ปากสักหลาด) 5. เครื่องฉายภาพยนตร์

เทคนิคการทำ

ภาพเขียนบนฟิล์มใส ด้วยหมึกสี ใช้ปากกาหรือพู่กัน หรือจะเขียนด้วยปากกาหมึกสีแมจิกชนิดถาวรก็ได้

ภาพชูดขีดบนฟิล์มดำ โดยใช้เครื่องมือชูดขีดคม ๆ ที่คุณเลือกแล้ว ชูดเอาเยื่อไวแสงออกเป็นรูปร่างตามต้องการ

เทคนิคผสม โดยชูดขีดเอาสีที่ทาไว้บนฟิล์มแล้วออก ให้เป็นรูปร่างตามที่ต้องการ หรือระบายสีลงบนส่วนที่ชูดขีดเอาเยื่อไวแสงออกแล้วบนฟิล์มดำ

หัวฟิล์มชนิดดำกับหัวฟิล์มชนิดใสพอหาได้จากแล็บล้างฟิล์มภาพยนตร์ แต่สำหรับหัวฟิล์มดำ คุณอาจใช้ฟิล์มที่ยังไม่ถูกแสงแต่ล้างน้ำยาแล้วแทนได้ และหัวฟิล์มใส คุณก็อาจใช้ฟิล์มดิบมาทำให้ถูกแสงทั้งหมดแล้วล้างน้ำยา แทนก็ได้ (ทั้งนี้เฉพาะฟิล์มรีเวิร์สซัล ถ้าเป็นฟิล์มเนกาตีฟจะได้รับผลตรงกันข้าม) ถ้าคุณสามารถหาฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ขนาด 35 มม. ได้ จะทำให้ง่ายต่อการเขียนภาพยิ่งขึ้น (ฟิล์ม 35 มม. สามารถพิมพ์ย่อลงบนฟิล์ม 16 มม. ได้ ทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวกในการฉาย)

สำหรับการชูดขีดในหัวฟิล์มดำ คุณจะต้องทำโดยมีแสงไฟส่องขึ้นมาจากข้างล่าง จะใช้กล่องแสง ไฟตั้งโต๊ะทำงาน หรือไฟดวงเล็ก ๆ ส่องขึ้นมาก็ได้ เพื่อที่จะได้ทราบขนาดของกรอบภาพที่จะชูดขีด ควรจะใช้กรอบหน้าฉากดำตัดเป็นช่องตรงกลาง เฉพาะหนึ่งกรอบภาพ วางทับทุกกรอบภาพที่เขียนโดยต่อเนื่องกันตลอดความยาวของฟิล์มที่ใช้

สำหรับการชูดขีดและการเขียนภาพจะต้องทำบนด้านเยื่อไวแสงของฟิล์มเสมอ วิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบได้ว่าด้านไหนเป็นด้านเยื่อไวแสง คือเอาริมฝีปากคุณคาบฟิล์มทางแบน ด้านเยื่อไวแสงจะเป็นด้านสาก ๆ (ไม่ลื่น) หรือเหนียว ริมฟิล์มที่มีรูหนามเตย จะอยู่ทางด้านซ้ายของหัวฟิล์มนำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เริ่มต้นชดชืดหรือเขียนภาพบนฟิล์มจากข้างบนลงข้างล่างของแถบหรือขึ้นฟิล์ม ทั้งนี้หมายความว่า คุณจะต้องเริ่มภาพแรกในกรอบภาพที่ 1 แล้วทำต่อลงมาเรื่อยๆ จนถึงกรอบภาพที่ 25 จับฟิล์มตอนล่างสุดขึ้นข้างบน ดังนั้นภาพที่ 26 ก็จะอยู่ในกรอบภาพที่ 1 ของแถบฟิล์ม

ควรจะชดชืดหรือเขียนภาพให้ดูเหมือนกันสัก 2-3 ภาพก่อนที่จะเปลี่ยนท่าทางให้แตกต่างกัน คล้ายกับการถ่ายครั้งละ 2 ภาพหรือ 3 ภาพ วิธีนี้จะทำให้ต้องใช้ฟิล์มยาวขึ้น และภาพที่ชดชืดหรือเขียนขึ้นก็จะเด่นน้อยลง

ถ้าคุณใช้ฟิล์มขนาด 16 มม. หรือแม้แต่ขนาดซูเปอร์-8 คุณก็ไม่สามารถจะหวังได้ว่า คุณจะได้ภาพชดชืดหรือเขียนที่มองดูเหมือนจริง เพราะว่ากรอบภาพที่จะเขียนนั้นมีขนาดเล็กมาก ดังนั้นจึงควรพยายามชดชืดหรือเขียนเป็นภาพลวดลายและเส้นแบบแอบสแตรคต์ไปตามความยาวของฟิล์มหลาย ๆ กรอบภาพ

ข้อแนะนำ

วิธีนี้เป็นเทคนิคที่ตืออย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความรู้สึกในเรื่องเวลาของคุณ จงวาดจังหวะที่แตกต่างกันลงบนฟิล์ม โดยเริ่มต้นทำภาพหนึ่งในทุก ๆ 12 หรือ 24 กรอบภาพ แล้วจึงทำภาพระหว่างกลางให้เต็มในภายหลัง

จงวิเคราะห์เส้นเสียง (ซาวนด์แทรค เช่น เสียงกลอง) ว่าเป็นอย่างไรแล้วถ่ายทอดลงในฟิล์ม จะตรวจสอบผลงานได้ในทันที ด้วยการทดลองเสียงบนโต๊ะตรวจตัดต่อลำดับภาพ หรือจะทดลองด้วยเครื่องฉายภาพยนตร์เสียงก็ได้

จะต้องใช้ปากกาแมจิก (ปากกาลักหลาด) ชนิดถาวร และไม่ใช่หมึกที่ละลายง่าย อย่าใช้ดินสอหรือสีซีฟี่นึ่งที่แตกกระแหงหรือล้างออกได้

เมื่อสั่งทำนิมฟ์ (กอบี้) ภาพยนตร์จากแล็บล้างฟิล์มภาพยนตร์ ควรจะแจ้งให้แล็บทราบด้วยว่าคุณใช้เทคนิคและสื่อะไรบ้าง ความปกติ แล็บที่ดีมักจะทำความสะดวกอัดฟิล์มก่อนที่จะลงมือทำนิมฟ์จากฟิล์มนี้ และด้วยวิธีนี้แล็บอาจลบหรือล้างเอาอาร์ตเวิร์กของคุณทั้งหมดออกไปได้อย่างง่ายดาย ดังนั้นจึงต้องแจ้งแล็บก่อนว่า อย่า ทำความสะดวกอัดฟิล์มเฉพาะชนิดนี้

การฝึกอบรมเทคนิคนี้สามารถทำเป็นกลุ่มได้ด้วยการลับเปลี่ยนกันเข้าฝึก ให้ชดชืดหรือเขียนภาพหนึ่งลงบนฟิล์มเป็นจำนวนทุก 300 กรอบภาพ โดยจัดให้ผู้เข้าฝึกจัดกลุ่มเป็นรูปวงกลม แล้วผ่านฟิล์มที่จะทำจากผู้เข้าฝึกคนหนึ่งไปยังอีกคนหนึ่ง แต่ละคนชดชืดหรือเขียนภาพเพิ่มเติมให้เต็มในระหว่างภาพหลัก 2 ภาพที่กำหนดให้

แท่นชดชืดฟิล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แน่นอน จะใช้วิธีวางฟิล์มลงบนโต๊ะ แล้วชดชืดหรือเขียนภาพลงบนฟิล์มไปที่ละ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบภาพ ก็ย่อมจะทำได้

อย่างไรก็ตาม หากคุณต้องการจะควบคุมขนาดของกรอบภาพและความยาวของฟิล์มที่คุณทำ ให้เป็นไปตามต้องการ คุณก็จำเป็นต้องใช้แทนยึดฟิล์ม แทนนี้เป็นวัตถุที่ทำงาน ทำขึ้นด้วยไม้กับวัสดุใสเหมือนกระจกชิ้นหนึ่ง

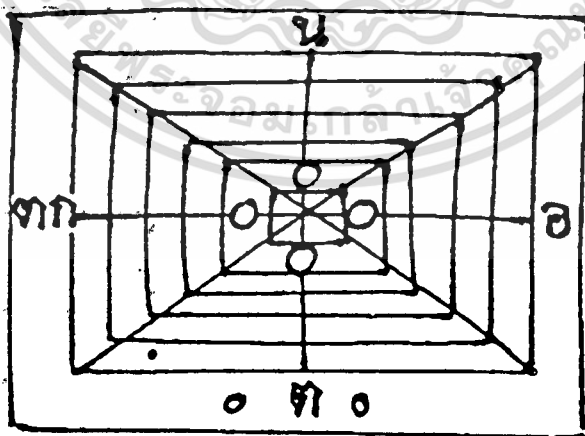
วัสดุใสที่เป็นพื้นชั้นล่างของแทนจะทำให้แสงสว่างผ่านได้ ซึ่งจะเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะสำหรับการขูดขีดบนหัวฟิล์มชนิดดำ ไม้คั่นหัวท้าย 2 อันก็เป็นช่องให้ฟิล์มผ่านได้พอดี ส่วนท่อนไม้ที่ปลายวัสดุใสทั้งสองข้างทำหน้าที่ยึดโครงของแทนและรองรับหมุดตรึง หมุดตรึงทำขึ้นเพื่อตรึงฟิล์มให้ตรงที่ในขณะเขียนภาพ นำตะปูมาตัวหนึ่ง ตัดหัวออก ตะไบตัวตะปูให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมพอที่จะสวมเข้าพอดีกับรูบนหมุดตรึงฟิล์ม แล้วนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาติดเข้าด้วยกาวติดไม้

ฟิล์มนำที่อยู่ระหว่างไม้คั่นทั้งสองอันจะต้องเป็นขนาดเดียวกับฟิล์มที่จะนำมาใช้ทำให้ภาพเคลื่อนไหว ขนาดกรอบภาพน่าจะแสดงให้เห็นโดยตรงในวัสดุใสหรือจะใช้วิธีถ่ายภาพกรอบภาพนำในหน้าถัดไปได้ด้วยกล้องที่ใช้ฟิล์มขนาดเดียวกับฟิล์มที่คุณต้องการใช้เขียนภาพก็ได้ แล้วสอดฟิล์มดังกล่าวนี้ไว้ข้างบนวัสดุใสโดยตรง

ขนาดกรอบภาพสำหรับแทนยึดฟิล์ม

ถ่ายภาพข้างล่างนี้ไว้ด้วยฟิล์มขนาดเดียวกับฟิล์มที่คุณจะใช้ขูดขีดหรือเขียนภาพ

ด้านบน



การทำภาพให้เคลื่อนไหวบนฟิล์ม

นี่คือบัญชีรายการระดับคลาสสิกที่ยิ่งใหญ่ในเทคนิคของการทำภาพให้เคลื่อนไหว เทคนิคเหล่านี้ทั้งหมดมีข้อเท็จจริงร่วมกันคือ คุณจำเป็นต้องมีกล้องถ่ายภาพยนตร์พร้อมด้วยฟิล์ม

เทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหวโดยตรงต้องการการเตรียมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยคุณสามารถจะเริ่มต้นถ่ายภาพยนตร์นี้ได้ทันที แล้วก็จะได้ทราบผลอย่างรวดเร็วมากกว่าการทำภาพให้เคลื่อนไหวจากภาพเขียน การทำภาพให้เคลื่อนไหวจากภาพเขียนเป็นวิธีที่ดีที่สุด ถ้าคุณมีเวลาพอ และด้วยเทคนิคนี้ จะทำให้คุณมั่นใจในการศึกษาหลักการพื้นฐานของการทำภาพให้เคลื่อนไหว

โปรดอย่าลืมว่า คุณสามารถจะผสมเทคนิคที่แตกต่างกันเข้าด้วยกันได้อย่างง่ายดาย ทั้งนี้เฉพาะผู้เข้าฝึกระดับก้าวหน้าเท่านั้นไม่ควรเกาะติดอยู่กับเทคนิคสำรองอันใดอันหนึ่งอยู่ตายตัว เช่นคุณสามารถจะนำเอาเทคนิคจากภาพเขียนไปผสมกับภาพตัดเอาเทคนิควัตถุเคลื่อนไหวไปผสมกับเทคนิคจากดินปั้น หรือแม้แต่เทคนิคจากหุ่นผสมเข้ากับเซล ก็ยังทำได้ ทุกอย่างย่อมเป็นไปได้

การทำภาพลิหรือภาพวาดให้เคลื่อนไหว

บทฝึกนี้เป็น "ของจริง" สำหรับผู้เริ่มเล่นหรือเริ่มทำภาพยนตร์การ์ตูน หรือสำหรับใครก็ตามที่มีความคิดฝันถึงเรื่องนี้ แต่มีเวลาน้อยที่จะทำในครั้งแรกที่ผู้เขียนเสนอบทนี้แก่เวิร์กชอป ก็ถูกผู้เข้าฝึกที่มีประสบการณ์มากยืมเยาะ เพราะท่านเหล่านี้ไม่คิดว่าเทคนิคง่าย ๆ นี้เป็นการทำภาพให้เคลื่อนไหวอย่างแท้จริง

แต่พอฝึกไปได้วันหนึ่ง ผู้เข้าฝึกก็รู้สึกประหลาดใจในผลงานของเขา และรู้สึกว่าจะสามารถจะปรับปรุงงานให้ดียิ่งขึ้นได้อีก

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล้อง - 1 หรือ 2 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 6 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 4 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ - 1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ 2. โต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน หรือขาตั้ง 3. หลอดไฟฟ้าขนาด 100-150 วัตต์ 2 หลอด 4. เครื่องวัดแสง 5. ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ 6. กระดาษ 7. ดินสอสีหรือดินสอขี้ผึ้ง 8. หมึกสีหรือสีใด ๆ 9. แปรง 10. แถบกาวดำ

เทคนิคการถ่ายทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า นี่เป็นเทคนิคการถ่ายทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว โดยตั้งกล้องให้ครอบคลุมไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

ภาพทางราบหรือทางนอน หรือจะตั้งทางตั้งหรือทางตั้งก็ได้ หันหน้ากล้องเข้าอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ

เขียนภาพสีหรือภาพวาดเพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับถ่าย จะเขียนตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ หรือจะใช้วิธีแก้ไขเปลี่ยนแปลงภาพเดิมเสียใหม่โดยตรงก็ได้ แต่จะต้องทำตรงหน้ากล้อง โดยถ่ายทีละ 2 กรอบภาพไปตลอด เว้นแต่จะต้องการความเคลื่อนไหวที่ช้าที่สุดหรือเร็วที่สุดเท่านั้น ลักษณะเฉพาะที่สำคัญของเทคนิคนี้ก็คือ ผู้ทำจะต้องเขียนภาพเพิ่มขึ้นในภาพต้นแบบแต่เพียงอย่างเดียว จะลบออกไม่ได้ แต่ถ้าใช้หมึกทึบแสงเขียนภาพ ก็สามารถจะใช้หมึกนี้เขียนทับอีกได้

ข้อแนะนำ

สำหรับผู้เริ่มเล่น - ไม่ควรใช้วิธีเคลื่อนกล้อง ชุมหรือแพน

จงให้จังหวะความเคลื่อนไหวของภาพยนตร์ โดยเปลี่ยนจำนวนกรอบภาพที่ถ่ายให้ผิดไปจากเดิมทุกขั้นตอนที่ถ่ายเพิ่มขึ้น

จงถ่ายทำให้เป็นไปตามเส้นเสียงหรือซาวด์แทร็ค

จงผสมผสานเทคนิคนี้ เข้ากับเทคนิคภาพตัดหรือคัตเอ้าต์

จงเพิ่มส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด เข้าไว้ในตอนท้ายเมื่อใกล้จะจบ เพื่อสร้างความประหลาดใจให้แก่ภาพยนตร์

จงแสดงขอบเขตของกรอบภาพต้นแบบสำหรับถ่ายไว้ให้ชัดเจน โดยใช้แถบขาวดำหรือทึบแสงปิดล้อมกรอบไว้

การเขียนภาพบนแป้งมัน

เทคนิคเพื่อเลือกที่น่าสนใจที่จะแทนการทำภาพสีให้เคลื่อนไหวได้ก็คือ การใช้แป้งผงมันสำปะหลังผสมกับน้ำเพียงเล็กน้อย พอที่จะทำให้เป็นแป้งเปียกข้นและเรียบ เทแป้งเปียกลงบนแผ่นกระจกที่ใช้ในเตาอบ นำแผ่นกระจกมาวางลงข้างใต้กล้อง ซึ่งมีหลอดไฟส่องตรงหรือส่องสะท้อนไปที่แผ่นกระจกดวงหนึ่ง

ใช้แปรงจุ่มสีทาไม้หรือสีน้ำ เขียนภาพลงไปบนแป้งเปียกข้น ผลที่ปรากฏซึ่งขึ้นอยู่กับแป้งเปียก จะทำให้รู้สึกค่อนข้างประหลาดใจ และก่อให้เกิดภาพสำหรับทำให้เคลื่อนไหวอยู่ในขอบเขตอันจำกัด

การทำภาพให้เคลื่อนไหวบนกระดาษดำหรือขาว

เป็นเทคนิคที่ทำให้เสร็จได้รวดเร็วมาก แสดงความเคลื่อนไหวได้ชัดเจน เอกสารและเสียงคำใช้จ่ายค่า นอกจากนี้ สิ่งที่ทำนี้เคลื่อนไหวได้จริง ๆ ก็นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้นนั้น ผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนคงจะไม่ใช้เทคนิคนี้ไปทำการสาธิตการทำงาน

ของเครื่องยนต์ดีเซล แต่ก็เป็นการเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปถ่ายทำภาพเคลื่อนไหวกับดอกไม้กำลังบานให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล้อง - 2 ถึง 3 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 8 ขวบ

เวลาที่เข้าฝึก - อย่างต่ำ 4 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ

1. กล้องถ่ายภาพยนตร์
2. โต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ดรูปหรือขาตั้งกล้อง
3. หลอดไฟฟ้าขนาด 100 ถึง 500 วัตต์ 2 ดวง
4. เครื่องวัดแสง
5. ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์
6. กระจกบานดำ (กระจกบานซอลล์) หรือกระจกบานขาว
7. ซอลล์ขาวและซอลล์สี
8. แปร่งหรือลึกลงหลอดกระจกบานดำ
9. ปากกาแมจิกสำหรับเขียนกระจกบานขาวและเครื่องลบกระจกบานขาว
10. แถบกาวยืดแสง

เทคนิคการถ่ายทำ

เป็นเทคนิคการถ่ายทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว โดยมีอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบตั้งไว้ทางตั้งหรือทางราบ ตั้งกล้องหันหน้าเข้าหาภาพต้นแบบเป็นมุมฉาก วาดภาพลงบนกระจกตั้งแต่ต้นจนสำเร็จหรือแก้ไขภาพเดิมตรงหน้ากล้องโดยตลอด ซึ่งอาจทำได้ 3 วิธี ดังนี้

- วาดภาพตั้งแต่เริ่มจนสมบูรณ์
- ต่อเติมภาพเดิมจนสำเร็จ หรือแก้ไขภาพเดิมเสียใหม่
- ลบภาพเดิมออกบางส่วน และแก้ไขภาพเดิมเป็นอย่างอื่นเพื่อก่อให้เกิด

ความเคลื่อนไหว

อัตรามาตรฐานในการถ่ายทำภาพดังกล่าวนี้คือ จำนวน 2 กรอบภาพต่อแต่ละจังหวะที่เคลื่อนไหว เว้นแต่เมื่อต้องการความเร็วสูงสุดหรือช้าที่สุด

เทคนิคนี้สามารถจะนำไปใช้ได้กับภาพที่เขียนบนกระจกบานดำหรือกระจกบานขาวอย่างใดอย่างหนึ่ง

ถ้าใช้กระจกบานขาวก็จะได้ภาพสีที่สดใส แต่พื้นกระจกบานขาวที่มันวาวจะทำให้ตาพร่า ผู้เข้าฝึกคนหนึ่งเคยทำปากกาแมจิก (ปากกาลักหลอด) ให้มองดูเหมือนใช้สีน้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปร่งใสได้สำเร็จ เมื่อเขาใช้ปากกานี้เขียนภาพน้ำตกให้มองเห็นเคลื่อนไหว ปรากฏว่ามองดูน้ำตกเหมือนไหลออกมาข้างนอกกระดานขาวจริง ๆ

สำหรับกระดานดำนั้น ส่วนที่ลบออกจะทิ้งรอยลบไว้ให้เห็นเสมอ แต่ก็ไม่จำเป็นต้องถือว่าเป็นข้อบกพร่อง ถ้าคุณจะใช้สิ่งนี้ให้เป็นประโยชน์แก่งานนี้ เช่นใช้เขียนเส้นแสดงความเร็ว เป็นต้น

ข้อแนะนำ

ด้วยเทคนิคนี้ กลุ่มของผู้เข้าฝึกสามารถจะผลิตผลงานให้กลมกลืนกันได้ ถ้าผู้เข้าฝึกแต่ละคนจะทำงานต่อเนื่องจากผู้เข้าฝึกคนก่อนเรื่อย ๆ ไป

จงแสดงขอบเขตของกรอบภาพต้นแบบหรือที่กล้องถ่ายได้เอาไว้ได้ชัดเจน
ไม่ต้องเคลื่อนไหวกล้อง (ไม่ต้องซูมหรือแพน)

ควรใช้กระดาษกอปปีหรือกระดาษลอกลาย หรือจะใช้แผ่นเซลลูลาร์ก็ได้ แต่ควรจะมีเส้นบอกขอบเขตในกระดาษหรือเซลลูลาร์ และมีภาพเส้นขอบของภาพที่ร่างมา เพื่อให้ผู้ถ่ายมั่นใจได้ว่าขนาดและตำแหน่งของตัวละครการ์ตูนที่กำลังจะถ่ายนั้นถูกต้องจริง ๆ

ในกรณีที่คุณทำใช้กระดานวางลงบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทางราบ ผู้ทำก็สามารถจะนำเทคนิคนี้ไปทำผลมกับเทคนิคภาพตัดหรือคัตเอาต์ได้

การทำภาพตัดให้เคลื่อนไหว

การทำภาพตัดให้เคลื่อนไหวเป็นเทคนิคที่ง่าย แต่น่าสนใจเป็นอย่างมาก ผู้ทำไม่จำเป็นต้องมีความสามารถทางการวาดภาพเป็นพิเศษเลย ถ้าผู้ทำไม่ต้องการจะวาดภาพ ก็เพียงแต่ไปตัดเอาภาพตัวละครที่ต้องการมาจากนิตยสารเท่านั้น (ผู้ที่ชอบตลก) อาจตัดเอาภาพศิระษะของดาราภาพยนตร์หญิงที่ชอบ มาต่อเข้ากับภาพร่างกายของนักการเมืองชาย ด้วยวิธีเคลื่อนไหวภาพตัดนี้ไปรอบ ๆ (กรอบภาพต้นแบบ) ตรงหน้ากล้อง

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล้อง - 1 หรือ 2 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 6 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 6 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ - 1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ 2. โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน 3. ไฟฟ้าขนาด 100-150 วัตต์ 2 ดวง 4. ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ 5. เครื่องวัดแสง 6. กระดาษแข็งต่างสี 7. กรรไกร 8. คัตเตอร์ 9. กาวแห้งไว 10. เครื่องเจาะรูสำหรับติดตาไก่และตาไก่ 11. เชือกเส้นเล็กหรือด้าย 12. แถบ

เอกสารนี้จัดทำขึ้นโดยสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กศน.) เพื่อใช้ในการเรียนการสอน การศึกษาเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต และเพื่อใช้ในการศึกษาเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กศน.)

เทคนิคการถ่ายทำ

เนื่องจากเป็นเทคนิคการทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งตัวกล้องคว่ำลงโดยหันหน้าเลนส์ลงข้างล่าง ให้ตั้งฉากกับพื้นกรอบภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์ก ให้ถ่ายบันทึกความเคลื่อนไหวจังหวะละ 2 กรอบภาพ(ทุกครั้งที่เคลื่อนไหวภาพตัดไปยังตำแหน่งใหม่) เว้นแต่จะต้องการให้เห็นความเคลื่อนไหวเร็วหรือช้ากว่านี้ตลอดเวลาที่ทำ ผู้ทำจะต้องสำนึกไว้เสมอถึงความเป็นไปได้และข้อจำกัดของการทำภาพตัดให้เคลื่อนไหว นอกจากนี้ก็ไม่ควรหวังที่จะได้รับภาพเคลื่อนไหวที่ราบเรียบอย่างการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์ แต่ควรหาทางใช้ประโยชน์แห่งการกระตุกที่เกิดขึ้นนั้นให้ได้

ส่วนละเอียดลออของภาพระบายสีและฉากหลังจะช่วยทำให้ฉากที่ขาดธรรมชาติ น่าดูยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้เข้าฝึกจึงควรพยายามเปลี่ยนข้อเสียให้เป็นข้อดี และควรพยายามถ่ายทำภาพตัดให้มองดูและทำตนเหมือนภาพตัดอย่างแท้จริง

แบบพื้นฐานของภาพตัดสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมีอยู่ 4 แบบ คือ

1. ภาพตัดไม่มีข้อต่อ หรือคอลลาจแอนิเมชัน
2. ภาพตัดที่มีแขนขาต่อเข้ากับตัว
3. ภาพตัดประเภทเงา
4. ภาพตัดแสดงความเคลื่อนไหวแต่ละจังหวะ

ภาพตัดที่มีแขนขาต่อเข้ากับตัว

ตัวร่างและแขนขาอาจถูกตัดออกมาได้จากวัสดุที่คงทนใด ๆ ควรจะทาสีหรือระบายสีแต่ละส่วนแยกจากกันต่างหาก แล้วจึงตัดภาพออกเป็นชิ้นๆ นำเอาชิ้นส่วนเหล่านี้มาประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องมือประเภทโลหะหรือใช้ตาไกร้อย เชือกผูก จะมองเห็นข้อต่อเหล่านี้ได้ เว้นแต่คุณจะได้ติดชิ้นส่วนเข้ากับร่างด้วยกระดาษแข็งชิ้นเล็กๆ ๆ ทากาวเข้ากับแขนขา ซึ่งต้องเคลื่อนไหวตัวได้

อีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้มองไม่เห็นข้อต่อ คือ เจาะรูที่ตัวร่างด้วยวิธีตัดเอาแผ่นกลมเล็กๆ ๆ ออกมาจากแผ่นกระดาษหนาแข็งที่ใช้ทำร่าง ทากาวเข้ากับแผ่นกลมและนำเข้าไปติดกับแขนขาตรงข้อต่อ แล้วนำแผ่นกลมที่แขนขาอัดสอดเข้ากับรูเดิมที่ตัวร่าง

บางทีวิธีที่ง่ายที่สุดที่จะทำให้มองไม่เห็นข้อต่อก็คือใช้เชือกเส้นเล็กๆ ๆ หรือด้ายร้อยเข้าไปในรูของแขนขาและร้อยเข้าไปในรูของตัวร่าง ด้วยวิธีเจาะรูเล็กๆ ๆ ที่ตัวร่าง แล้วใช้แถบกระดาษติดปลายเส้นด้ายทั้งสองข้างไว้

ภาพตัดประเภทเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

เทคนิคนี้ใช้วิธีทำภาพตัดอย่างเดียวกันกับภาพตัดไม่มีข้อต่อหรือมีข้อต่อ แต่คุณ

ก็ไม่จำเป็นต้องเป็นกังวลในเรื่องการระบายสี และเรื่องข้อต่อที่มองเห็นหรือไม่มองเห็นเลย ตัวภาพทำด้วยกระดาษแข็งสีดำ และแม้จะใช้ข้อต่อที่เป็นโลหะ (หากมี) ก็ได้ แต่จะต้องทาสีดำเพื่อหลีกเลี่ยงการสะท้อนแสง ในการถ่าย จะต้องวางภาพตัดต่ำลงบนแผ่นกระจกใส และส่องแสงสะท้อนขึ้นมาจากใต้โต๊ะ

ภาพตัดแสดงความเคลื่อนไหวแต่ละจังหวะ

เทคนิคนี้มีวิธีการเหมือนกับการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์และการทำภาพตัดให้เคลื่อนไหวทั้งสองเทคนิค แต่การเตรียมการใช้เวลามากกว่าการทำภาพตัดให้เคลื่อนไหวแบบปกติ แม้กระนั้นคุณก็สามารถจะเร่งเวลาเพื่อชดเชยกันได้ในระดับขั้นบันทึก

หลักการเรื่องนี้ก็คือนำเอาภาพตัดที่เคลื่อนไหวผสมเข้ากับภาพตัดนิ่ง เมื่อวัตถุทั้งหมดเคลื่อนที่ แต่ละส่วนก็จะถูกตัดออกโดยสิ้นเชิง เช่น จังหวะเดิน เมื่อเฉพาะส่วนร่างหรือลำตัวเคลื่อนที่ เช่น อยู่ในลักษณะนั่งหันหน้าออกให้ตัดเฉพาะส่วนที่เคลื่อนที่ออกและต่อเข้ากับส่วนที่นิ่ง ส่วนที่ถูกทำให้เคลื่อนไหวเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ซ้ำแล้วซ้ำอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในความเคลื่อนไหวแบบหมุนเวียน

อาจนำภาพตัดมาติดเข้ากับแผ่นเซล แล้วใช้งานในลักษณะเดียวกับการทำภาพให้เคลื่อนไหวที่เป็กบาร์ มีวิธีพลิกแพลงในการติดภาพวาดบนกระดาษเข้ากับแผ่นเซลอยู่วิธีหนึ่ง คือ ทำภาพวาดขึ้นด้วยวิธีเดียวกับภาพวาดสำหรับเป็กบาร์บนกระดาษที่เจาะรูแล้ว เอากระดาษวางทางหลังภาพวาดบางๆ แล้วรืบนำไปติดเข้าทางเหนือเป็กของแผ่นเซลที่เจาะรูเรียบร้อยแล้ว โดยกดกระดาษปิดทับบนแผ่นเซลแล้วรอเวลาให้กาวแห้งให้ใช้คัตเตอร์คม ๆ ตัดส่วนบนของภาพวาดทิ้งไป (อย่าตัดแผ่นเซล) ส่วนกระดาษที่ล้อมรอบก็อาจตัดทิ้งไปได้ แต่รอยคราบของกาววางที่เหลืออยู่ให้ใช้นิ้วมือถูเอาออก

ข้อแนะนำ

คุณจะต้องหาวิธีป้องกันมิให้ภาพตัดเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม เพราะไม่มีเครื่องหมายใด ๆ แสดงไว้ก่อนว่าจะนำกลับไปวางไว้ที่ตรงไหน แต่คุณอาจทดลองใช้กาววางทำเป็นเครื่องหมายบาง ๆ หรือจะใช้แถบกาวสองด้านแทนก็ได้ จริงอยู่ คุณอาจใช้สิสเปร์ยซึ่งหาได้ไม่ยากมาใช้เพื่อการนี้ก็ได้ แต่โดยส่วนตัวผู้เขียนใช้แถบกาวทึบแสงมาทำเป็นวงแหวนขนาดเล็กแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหลีกเลี่ยงมิให้มีเงาตามขอบภาพตัด คุณอาจใช้แผ่นกระจกใสวางทับบนภาพตัด ทำให้ภาพตัดถูกกดเรียบกับพื้นโดยปราศจากเงา

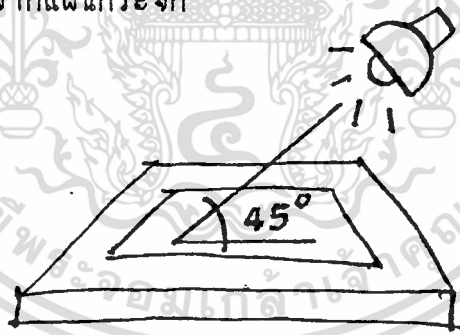
วิธีจัดเงาอีกวิธีหนึ่ง คือ ใช้โต๊ะหรือแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแบบง่าย ๆ ที่มีแผ่นวางภาพซ้อน โดยทำให้มีที่ว่างกลางระหว่างฉากหลังกับตัวภาพตัดสัก 2-3 เซนติเมตรก็เป็นการเพียงพอที่จะทำให้เงาหายไป

เพื่อที่จะทำให้ภาพตัดแนบเรียบกับพื้นในระหว่างการระบายสี และแนบเรียบอยู่บนแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ให้ใช้กระดาษติดผนังชนิดพลาสติกสีดำมิกาวในตัวติดเข้าทางด้านตรงข้ามของกระดาษวาดภาพ การทำเช่นนี้เป็นการป้องกันแสงสะท้อนเมื่อใช้แท่นสองระดับดังกล่าวมาแล้วได้ด้วย

ยังมีอยู่อีกวิธีหนึ่งคือ ทาสีภาพตัดเสียทั้งสองด้าน ดังนั้นคุณก็สามารถจะกลับภาพตัดเอาล่างขึ้นบน ถ้าคุณต้องการจะหันหน้าภาพตัดไปทางตรงข้าม

โปรดอย่าลืมทำเครื่องหมายแสดงขอบเขตของกรอบภาพต้นแบบที่วางไว้บนแท่นหรือโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

จัดตั้งและตรึงกล่องให้หันเลนส์เข้าหาภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์กให้ถูกด้าน (ด้านบนของภาพอยู่ห่างตัว) และดวงไฟทั้งสองตั้งท่ามุม 45 องศา กับพื้นกรอบภาพ เพื่อป้องกันแสงสะท้อนจากแผ่นกระจก



ภาพที่ 33 แสดงองศาของแสง

วัสดุที่ทำให้เคลื่อนไหว

เนื่องจากไม่ว่าสิ่งใดก็สามารถนำมาทำให้เคลื่อนไหวทั้งนั้น ดังนั้นทำไมคุณจึงไม่ดึงลิ้นชักของคุณออกมา แล้วนำเอาสิ่งของลึกลับที่คุณเก็บสะสมไว้เป็นปี ๆ ออกมาดู? มองดูที่เข็มเย็บผ้า เข็มกลัด ตะปู กระจุกม ไม้ขีดไฟ หากฝรั่ง ปากกา สกรู สายรุ้ง เส้นด้าย และอื่น ๆ จงตัดสินใจเลือกทำให้มันเคลื่อนไหว หรือมีฉะนั้นก็เก็บมันทิ้งไปให้หมด

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล่อง - 1 หรือ 2 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 6 ขวบ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ผู้พิมพ์ให้มีเหตุผลให้สงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 4 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ - 1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ 2. โต้ะหรือแท่นถ่ายทำ
ภาพยนตร์การ์ตูน 3. ไฟฟ้าขนาด 100-150 วัตต์ 2 ดวง 4. เครื่องวัดแสง
5. ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ 6. แถบขาวทึบแสง 7. เศษวัสดุที่เลือก

เทคนิคการถ่ายทำ

นี่เป็นเทคนิคการถ่ายทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว ตั้งกล้องคว่ำลงให้ตั้งฉาก
กับภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์ก นำเศษวัสดุที่เลือกมาทำให้เคลื่อนไหวโดยตรงที่ใต้กล้อง
ให้ถ่ายครั้งละ 2 กรอบภาพทุกครั้งที่เคลื่อนไหววัสดุ

อาจให้แสงสิ่งที่อยู่บนพื้นโต้ะด้วยสิ่งให้แสงที่ส่องจากข้างล่างทะลุกระจกขึ้นมา
หรือด้วยแสงส่องโดยตรงก็ได้ แต่แสงที่ส่องขึ้นมาจากข้างล่างเหมาะสำหรับให้แสงวัสดุ
โปร่งใสหรือการถ่ายภาพเงาเท่านั้น ส่วนแสงที่ส่องโดยตรงที่วัสดุจะทำให้เห็นวัสดุสามมิติ

ข้อแนะนำ

สำหรับผู้เริ่มทำ โปรดหลีกเลี่ยงการซูม แพน และทิลต์กล้อง
ควรจะต้องตั้งกล้องเข้ากับแท่นเลื่อนในเสาหลักของโต้ะหรือแท่นถ่ายทำภาพ-
ยนตร์การ์ตูน ดังนั้นส่วนบนของอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบก็จะอยู่ในทิศทางที่ถูกต้อง
เมื่อนั่งลงข้างหน้าโต้ะ (ด้านบนอยู่ห่างตัว)

ถ้าต้องการจะทำให้งานนี้สำเร็จด้วยวิธีฝึกเป็นหมู่โดยต่อเนื่องกัน ผู้เข้าฝึก
แต่ละคนจะต้องทำงานต่อจากคนก่อนที่ทำค้างไว้ ตามหลักการรับช่วงงาน

วัสดุสิ่งของที่ทำให้เคลื่อนไหว

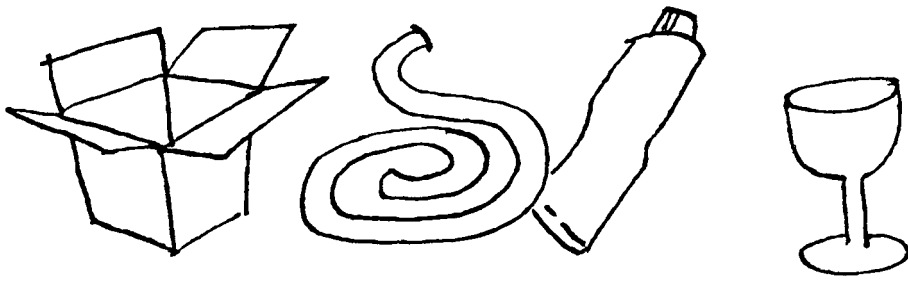
นี่ก็เป็นเทคนิคอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยจริงๆ เป็นเทคนิค
ที่ไม่จำเป็นต้องวาดภาพหรือจัดทำอาร์ตเวิร์กเลย เพียงแต่จับเคลื่อนไหววัตถุหรือสิ่งของ
สำเร็จรูป เช่น กระจบอง ขวด เครื่องทำความสะดวกต่อ หรือวัสดุสำหรับเขียนภาพ
ของคุณเอง (เพราะคุณไม่ใช่มันต่อไปอีกแล้ว) ให้เคลื่อนไหวไปมาตรงหน้ากล้อง

วัตถุที่ทำให้เคลื่อนไหวมีแบบหลักอยู่ 2 แบบ คือ

วัตถุนิ่ง เช่น ขวด ก้อนหิน ตัวหนังสือพลาสติกที่ใช้ติดป้ายตำแหน่งของคุณ
เป็นต้น

วัตถุเคลื่อนที่ได้ เช่น ชองบุรี กระจดาชัพับ เส้นลวด หุ่น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 34 ภาพแสดงวัสดุทำการเคลื่อนไหว

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล้อง - 3 หรือ 4 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 6 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 6 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ - 1. กล้องถ่ายภาพยนตร์ 2. สามขาตั้งกล้อง

3. ไฟฟ้าขนาด 100-150 วัตต์ 2 ดวง 4. เครื่องฉายภาพยนตร์หรือเครื่องฉายสไลด์
5. เครื่องวัดแสง 6. ฟิล์มถ่ายภาพยนตร์ 7. แถบกาวยืดแสง 8. กระดาษม้วนขนาด
ใหญ่สำหรับใช้ทำฉากหลังแบบไดโอรามา 9. กระดาษสีอย่างหนา 10. กรรไกรและ
คัตเตอร์ 11. วัตถุหรือสิ่งของต่าง ๆ ตามที่เลือกได้

เทคนิคการถ่ายทำ

เทคนิคการถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวจากวัตถุสามมิตินี้ เป็นอุดมคติสำหรับการแสดงให้เห็นหลักการของการทำภาพให้เคลื่อนไหว เช่นความเคลื่อนไหวทางเวลาและระยะทาง เพื่อทำให้จังหวะเวลาถูกต้องแม่นยำ ให้เขียนเส้นนำลงบนพื้นโต๊ะ และศึกษาถึงขนาดของวัตถุและระยะทางที่ต้องการจะเคลื่อนสิ่งนั้นไป ให้คำนวณหาจำนวนกรอบภาพที่จะถ่ายและระยะทางเป็นมิลลิเมตรในระหว่างการเคลื่อนไหวแต่ละครั้งจากจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง ให้เขียนขอบเขตของวัตถุที่จะเคลื่อนไปลงบนเส้นนำ (เส้นไขปลา) เพื่อเป็นการนำทาง ด้วยการใช้ปฏิบัติจริง จะทำให้คุณเกิดความรู้สึกอยากจะทำเคลื่อนไหววัตถุ ดังกล่าวนี้อันต่อไป และเลิกใช้เส้นนำทางเป็น "ไม้ยันรักแร้สำหรับคนขาหัก" อีกต่อไป

การเคลื่อนวัตถุจะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังและรอบคอบ เพื่อให้มั่นใจได้ว่า การทำภาพให้เคลื่อนไหวนี้จะต้องราบเรียบจริง ๆ การทำให้เคลื่อนไหวช้าทำได้ยากกว่าเคลื่อนไหวเร็ว เพื่อที่จะได้การเคลื่อนไหวที่ราบเรียบ ตามปกติจะต้องทำวัตถุต่าง ๆ ให้เคลื่อนไหวเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

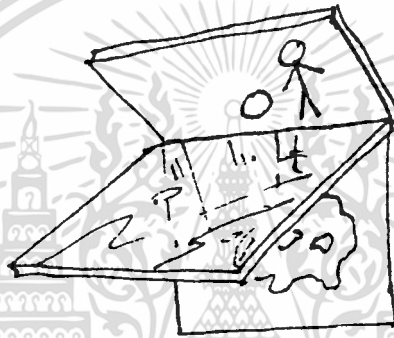
การถ่ายกลับ(หงายกล้อง) เมื่อใดที่วัตถุสำหรับถ่ายไม่อยู่ในระเบียบ ก็จำเป็นต้องใช้วิธีถ่ายกลับ(ฉายปลายฟิล์มก่อน) โดยจัดวัตถุเหล่านี้เสียใหม่ให้เข้าระเบียบที่แน่นอน จะก่อให้เกิดผลเช่นนี้ได้ก็ด้วยการตั้งกล้องถ่ายกลับ และเริ่มถ่ายวัตถุใน

ระเบียบที่ต้องการ ห้ามมิให้เคลื่อนวัตถุแล้วจึงแยกแยะความเคลื่อนไหวออกเป็นการถ่ายทีละกรอบภาพ

สำหรับแต่ละตำแหน่งของวัตถุ -ต่อกันไปจนกระทั่งวัตถุเหล่านี้กลับมาอยู่ในความไม่มีระเบียบโดยสิ้นเชิง ในการฉายภาพยนตร์นี้สถานการณ์ที่มีระเบียบซึ่งได้ถ่ายไว้ในตอนแรกจะกลับเป็นตอนสุดท้ายไป

ข้อแนะนำ

ควรใช้ประโยชน์ความเป็นสามมิติของวัตถุ ด้วยการสร้างฉากหน้า ฉากกลาง และฉากหลัง และควรเคลื่อนวัตถุไม่ใช่เพียงด้านข้าง ซ้ายและขวาของกล้อง เพียงอย่างเดียว แต่ควรจะใช้วิธีเคลื่อนเข้าหาหรือเคลื่อนห่างออกไปจากตัวกล้องอีกด้วย และควรสร้างผลในทางถูกโฟกัส(คมชัด) และผิดโฟกัส(พร่ามัว)บ้าง



ภาพที่ 35 การใช้กระจก

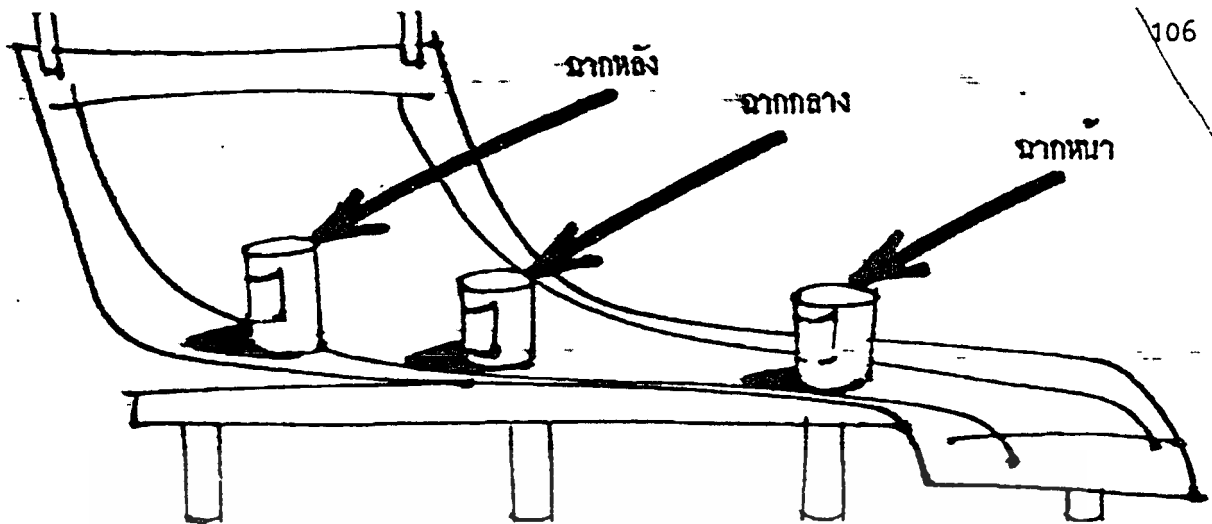
ควรแสดงให้เห็นขนาดขอบเขตของกรอบภาพ และเส้นโฟกัส ไว้บนพื้นโต๊ะ เพื่อสร้างผลทางภาพให้มีศิลปะมากขึ้น จึงควรตั้งกล้องทางราบให้อยู่ในระดับเดียวกับพื้นโต๊ะ

เพื่อป้องกันมิให้ถ่ายเอามือของคุณเข้าไปในภาพยนตร์ด้วย ดังนั้นจึงควรใช้มือข้างเดียวกัน(ซ้ายหรือขวา)จับเคลื่อนวัตถุและกดไกลั่นชัตเตอร์(ทุกครั้งและตลอดไป)

ในการทำให้วัตถุ"บิน"ได้ ไม่ควรใช้เชือกไนลอน(ผูกแขวน) เพราะไม่สามารถควบคุมความเคลื่อนไหวให้เป็นไปตามต้องการได้อย่างพอเพียง ควรใช้แผ่นกระจกใสกั้นกลางกรอบวางภาพ แล้วถ่ายทำวัตถุให้เคลื่อนไหวบนพื้นที่ยังมองไม่เห็น

ฉากหลังพื้นฐานที่ดีก็คือ กระจดาม้วนขนาดใหญ่ ใช้แถบขาวติดปลายแผ่นกระจดาม้วนเข้ากับผนังห้อง ซึ่งจะใช้เป็นฉากหลังประเภทไดโอรามาที่ปราศจากขอบฟ้าหรืออีกวิธีหนึ่ง จัดกระจดาม้วนยาวตั้งขึ้น ขึงกระจดาม้วนไปทางนอน ใช้เป็นฉากหลังอย่างจอบ"ซีเนมาสโคป"การจัดฉากเช่นนี้เหมาะสำหรับการถ่ายแพนกล้องและการเคลื่อนกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



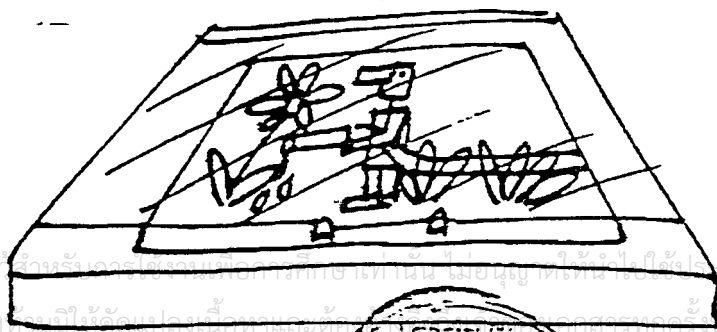
ภาพที่ 36 การให้แสง

การให้แสง

แสงสว่างมีบทบาทในด้านสร้างสรรค์สำหรับการถ่ายทำวัตถุให้เคลื่อนไหว บรรยากาศของภาพยนตร์มักจะถูกเกิดจากการให้แสงมากกว่าจะเกิดจากรูปร่างและฉากหลังที่ตกแต่งอย่างวิจิตรพิสดารในการถ่ายทำวัตถุให้เคลื่อนไหว จำเป็นต้องใช้แสงสว่างเป็นอย่างมาก คล้ายการให้แสงฉากละครเวที สำหรับการให้แสงราบเรียบและไม่มีเงา ให้ใช้แสงไฟฟ้าจากหลอดแรง ๆ (หลอดเอไอเจเน 1000 วัต) จำนวน 2 หรือ 3 หลอด ส่องตรงไปที่แผ่นพื้นขาวสะท้อนแสง เช่น พื้นเพดาน เป็นต้น ส่วนการให้แสงที่ต้องการผลทางศิลปะพร้อมด้วยเงา ให้ใช้ไฟฉายที่มีเลนส์เป็นคลื่นกลมซ้อน (เลนส์เฟรลเนล) หรือใช้เครื่องฉายสไลด์ โดยตั้งไฟที่วัตถุที่จะถ่าย

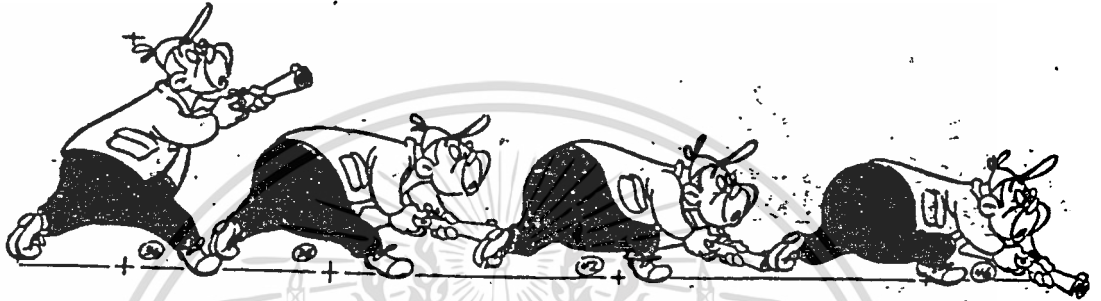
การทำภาพให้เคลื่อนไหวจากเซลและจากกระดาษผสมกัน

เพื่อหลีกเลี่ยงการที่จะต้องกลับมาเขียนทั้งภาพใหม่ซ้ำอีก รวมทั้งภาพฉากหน้าและฉากหลัง ให้ใช้วิธีวาดภาพส่วนที่นิ่งทั้งหมดลงบนเซลหรือแผ่นใส และวาดภาพส่วนที่เคลื่อนไหวลงบนกระดาษ นอกจากนี้ยังสามารถตัดภาพบางส่วนออกจากกระดาษติดเข้ากับแผ่นเซลได้อีกด้วย จะต้องนำแผ่นเซลนี้มาซ้อนทับลงบนภาพวาดบนกระดาษแต่ละภาพในขณะที่ถ่ายฉากต่าง ๆ ด้วย



ภาพที่ 37 แสดงการทำภาพเคลื่อนไหวจากเซล

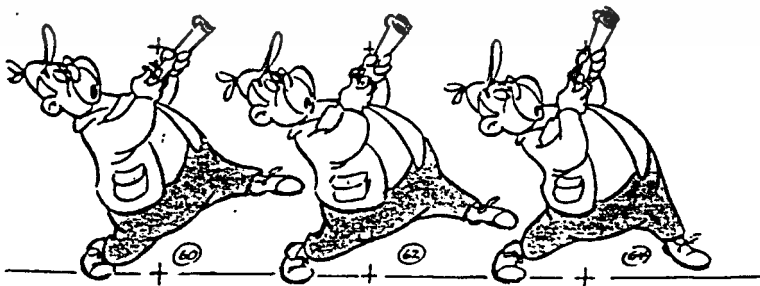
การเขียนภาพเคลื่อนไหวนั้น ต้องให้มีการเคลื่อนไหวไปทั้งตัว มิใช่เคลื่อนไหวแบบหนึ่งตะลึงแบน ๆ อย่างนั้น แต่จะเขียนภาพให้มีการเคลื่อนไหวเป็นบางส่วน อย่างการตุนบางเรื่องในโทรทัศน์ก็อาจจะทำได้ แต่ท่าทางนั้นต้องไม่ฝืนความรู้สึก
ชุด ง. 36-46 เป็นคีย์แอกชั่น



ภาพที่ 38 ชุด จ. 48-56 เป็นคีย์แอกชั่น



ภาพที่ 39 ชุด ฉ. 60-64 เป็นคีย์แอกชั่น



ภาพที่ 40 การถ่ายภาพไม่ควรถ่ายซ้ำเกินกว่า 2 ครั้ง ควรจะเปลี่ยนมุมมอง เลี้ยวใหม่ จะทำให้ผู้ดูไม่เกิดความเบื่อ จำเจ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งถ่ายทำวัตถุสามมิติให้เคลื่อนไหว

ที่วางวัตถุสำหรับถ่าย

โต๊ะไม้ยาวที่แข็งแรงเหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาทำเป็นโต๊ะตั้งวัตถุสามมิติเพื่อถ่ายทำเป็นภาพยนตร์การ์ตูน ส่วนพื้นหลังหรือฉากหลังอาจทำเป็นแบบเว้าเข้า พื้นขอบฟ้าด้านหลังจัดให้โค้งขึ้นทางดิ่งโดยไม่มีรอยต่อ เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้มีเงาที่มมต่อ ส่วนที่เว้าหรือโค้งเข้าให้ติดแถบกาวยึดเข้ากับโต๊ะและกำแพงทางด้านหลัง ที่พื้นกลางซึ่งจะใช้เป็นที่แสดงความเคลื่อนไหว จะต้องสงวนที่ว่างไว้สำหรับเคลื่อนที่วัตถุสามมิติอย่างอิสระไปรอบ ๆ จะต้องตั้งไฟกึ่งที่กล้องเฉพาะตรงพื้นกลางหรือที่สิ่งถ่าย และควรจะทำเครื่องหมายบอกระยะไฟกึ่งไว้บนโต๊ะตั้งวัตถุเหล่านั้นตามเส้นไฟกึ่ง วัตถุพื้นหน้ามีความสำคัญในแง่สร้างความประทับใจทางความลึกของระยะชัด อาจติดตั้งวัตถุนี้เข้ากับโต๊ะนั้นหรือติดเข้ากับสามขาตั้งกล้องต่างหากก็ได้



ภาพที่ 41 การถ่ายแบบ 3 มิติ

การให้แสง

การให้แสงมีความจำเป็นจะต้องได้รับความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จะต้องให้แสงวิธีเดียวกับการให้แสงฉากของเวทีละคร สิ่งให้แสงที่ใช้มีอยู่ 2 ชนิด คือ

แสงล้อมรอบ ส่องจากข้างบนลงด้านหน้า ใช้หลอดไฟโตนัลด์ 4 ถึง 6 ดวง ถ้ามีความสว่างแรงเพียงพอ ก็ใช้เป็นไฟส่องแสงกระจายไม่ตรงด้วย

แสงให้ผลทงภาพ ส่องจากด้านตรงข้าม ใช้หลอดสปอตไลท์ที่มีลำแสงแคบขนาด 100 ถึง 250 วัตต์ เพื่อให้แสงอย่างแรงกล้าที่ฉาก จะใช้แสงจากเครื่องฉายสปอตไลท์ก็ได้

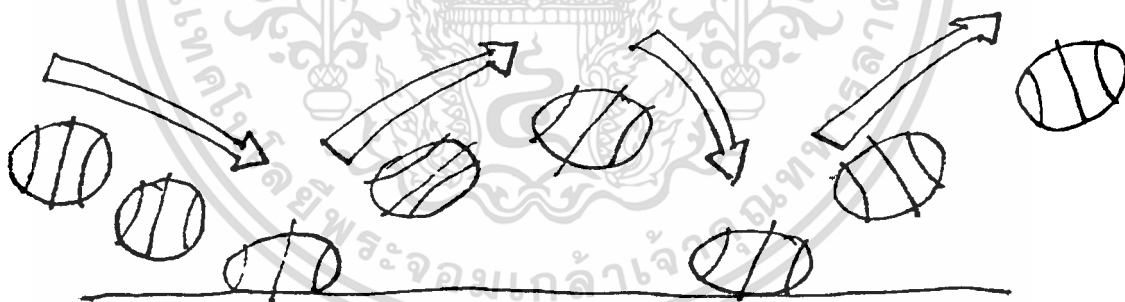
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

— หนึ่งทศวรรษแสงรูปต่าง ๆ สามารถทำขึ้นได้จากกระดาษดำสำหรับเขียนภาพ นำมาบังเข้าข้างหน้าเลนส์เครื่องฉายสไลด์ สำหรับสร้างผลพิเศษทางด้านกาให้แสงผ่านกรองแสงเฮลาตินสีต่าง ๆ ก็อาจนำมาใช้บังสิ่งให้แสงต่าง ๆ ได้ เพื่อสร้างบรรยากาศของฉากให้แตกต่างออกไป -

ความเคลื่อนไหวที่คล้อยตามกัน

ในการเลกชีวิตลงสู่ภาพวาด ทำให้ภาพวาดกระโดดออกไปจากแผ่นวาดภาพของคุณ การทำให้เกิดความเคลื่อนไหวซ้ำกันตามวิธีการทางจักรกล เพียงด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งเท่านั้นหาเป็นการเพียงพอไม่

ยกตัวอย่าง เช่นฟุตบอลลูกหนึ่ง ปล่อยให้มันกระดอนขึ้นและลงบนโต๊ะ จงเขียนภาพที่คุณเห็น ถ้าคุณเพียงแต่วาดภาพเพียงเท่าที่ตาคุณจะมองเห็นได้แล้ว ภาพวาดของคุณก็จะมองดูแข็งเกินไป และไม่เป็นธรรมชาติ ปรากฏให้เห็นบนจอ คุณจะต้องทำภาพวาดให้มองดูเหมือนผิดธรรมชาติ เพื่อที่จะก่อให้เกิดการลวงตาของความเคลื่อนไหวที่เป็นธรรมชาติ การปรับเปลี่ยนรูปร่างของภาพวาดของคุณขึ้นอยู่กับพื้นฐานของพฤติกรรมตามธรรมชาติของร่างขณะเคลื่อนไหว



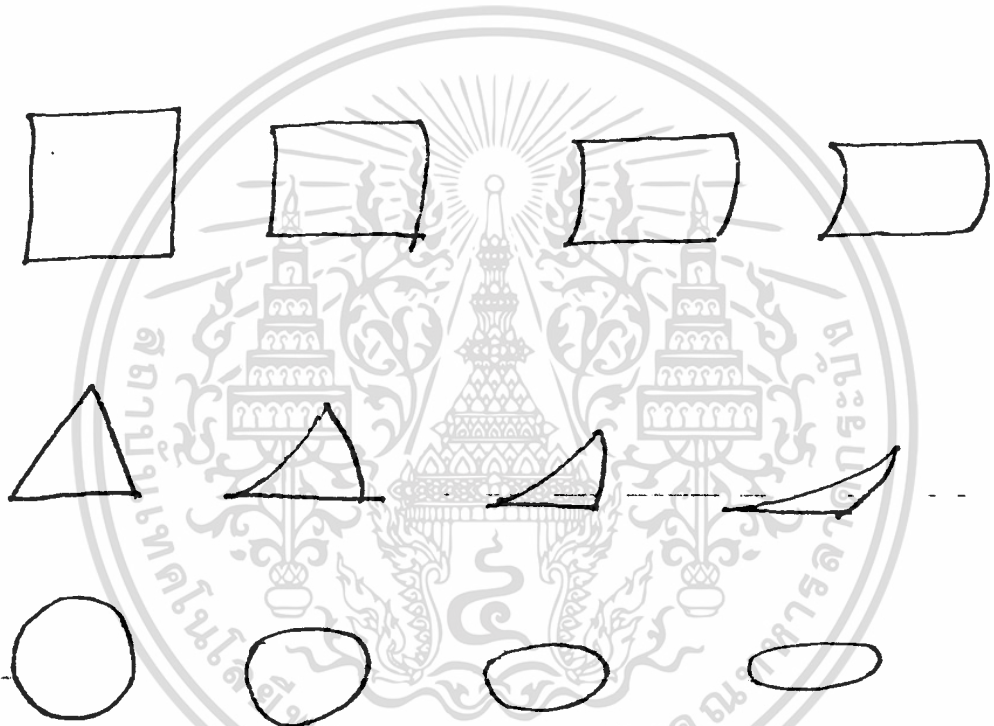
ภาพที่ 42 แสดงการเคลื่อนไหวคล้อยตามกัน

บทบาทและปฏิกิริยาซึ่งถูกควบคุมด้วยพลังที่มีตัวตน ผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวหรือนักถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องทำสิ่งดังกล่าวนี้ให้มองเห็นเกินความจริง เพื่อที่จะก่อให้เกิดการลวงตาของความเคลื่อนไหวตามธรรมชาติ ลูกฟุตบอลที่กระทบกับพื้นจะมองเห็นคล้ายกับไขดาว เมื่อมันกระดอนขึ้นก็จะมองดูคล้ายกล้วย และในระหว่างที่มันอยู่ในภาวะพักนิ่งโดยต่อเนื่องกัน มันก็จะมีรูปร่างกลมเหมือนเดิม

หลักการเดียวกันนี้นำมาใช้ได้กับรูปร่างที่เป็นเส้นตรง ให้นำไม้บรรทัดพลาสติกแกว่งไปมาในอากาศ จงวาดภาพไม้บรรทัดตามที่มองเห็น ไม้บรรทัดที่ปรากฏบนจอจะเป็นอย่างไร? เพื่อที่จะทำให้ความเคลื่อนไหวนี้มองเห็นเป็นธรรมชาติ เส้นตรงไม่ว่การมใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะโค้ง ในการทำภาพให้เคลื่อนไหว การทำเช่นนี้เรียกว่า "ลาก"(drag) การลากของบทบาทจะไม่เหมือนกันเมื่อไม้บรรทัดถูกแกว่งไปคนละทาง จงคิดถึงไม้บรรทัดที่ถูกลากไปในน้ำ มันจะโค้งไปในทางตรงข้ามกับทิศทางที่มันเคลื่อนไป

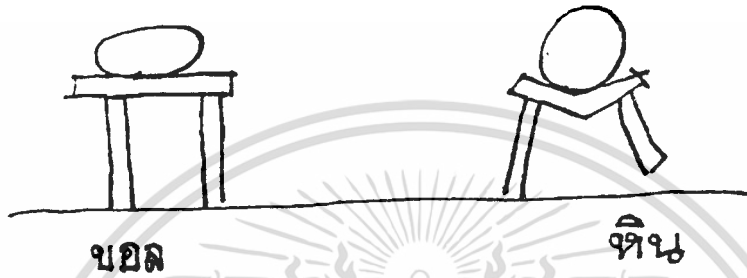
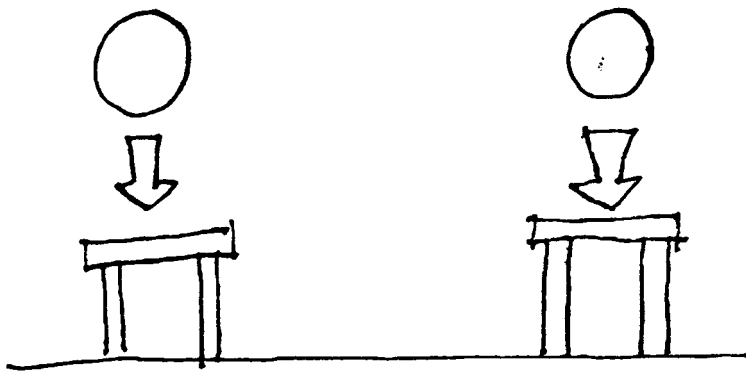
หลักการเดียวกับที่กล่าวมาแล้วย่อมนำมาใช้ได้กับรูปร่างต่าง ๆ ได้ทุกชนิด ทั้งนี้รูปร่างจะ "ยึด" ออกตามทิศทางหลักของบทบาทนั้น สิ่งนี้จะทำให้บทบาทนั้นมีลักษณะเป็นธรรมชาติยิ่งขึ้น และยังช่วยปิดช่องว่างระหว่างภาพวาดให้แก่สายตาของผู้ชมอีกด้วย



ภาพที่ 43 แสดงการเปลี่ยนแปลงของภาพ

การเปลี่ยนรูปให้ผิดไปจากเดิมเป็นการถ่ายทอดแบบอย่างหนึ่งของการทำภาพให้เคลื่อนไหว การเปลี่ยนรูปของวัตถุอย่างหนึ่งมีใช้ขึ้นอยู่กับพลังที่นำมาใช้กับมันเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับน้ำหนักของมัน ขึ้นอยู่กับวัสดุ และความยืดหยุ่นของมันอีกด้วย อย่างไรก็ตาม คุณจะแสดงการเปลี่ยนรูปให้ผิดไปจากเดิมมากเพียงไรก็ตาม ตัววัตถุเองก็ไม่ควรจะสูญเสียลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมันไปได้เลย ในฐานะที่การเสริมแต่งให้เกินความจริง เป็นกฎแฉอดหนึ่งที่จะทำให้การทำภาพให้เคลื่อนไหวราบเรียบยิ่งขึ้น จะทำเช่นนี้เกินไปได้ แต่มันจะมองดูเหมือนสิ่งนั้นถูกประติษฐ์ขึ้นมาอย่างผิดธรรมชาติ จงตัดแปลงหลักการเหล่านี้ให้สอดคล้องกับสิ่งที่โครงการทำภาพยนตร์ของคุณต้องการ และให้สอดคล้องกับแบบภาพวาดของคุณ อย่าใช้การถอดแบบมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขยล

จิณษ

ภาพที่ 44 แสดงความแตกต่างของวัตถุ

2.11 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ด้วยความเข้าใจหลักเบื้องต้นของความเคลื่อนไหวเข้าใจถึงความเป็นไปได้ และเทคนิคของการทำให้มองเห็น ความเคลื่อนไหวมาพอสมควรแล้ว บัดนี้ถึงเวลาที่เราสามารถจะตรงเข้าเกี่ยวข้องกับวิธีถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้แล้ว วิธีดังกล่าวนี้จะได้รับการกระทำตามหัวข้อใหญ่ ๆ 3 ประการคือ โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ซึ่งเป็นโต๊ะหรือม้าทำงานถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่นิยมใช้กันมากที่สุด กล้องที่ใช้ถ่ายบันทึกภาพยนตร์การ์ตูน และการถ่ายบันทึกภาพยนตร์การ์ตูนจริง ๆ เพื่อผลทางศิลปะและทางอาชีพ การปฏิบัติในขั้นนี้จำเป็นต้องร่วมงานกันอย่างใกล้ชิดกับการเคลื่อนกล้องและการควบคุม โต๊ะถ่ายทำ รวมทั้งการรวมเอาฝีมือของศิลปินการ์ตูนไปผสมกับความสามารถของช่างกล้องด้วย

2.12 แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน คือ ม้าหรือโต๊ะที่ใช้ทำงานจริง ๆ ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งสิ้น ตามปกติเรียกกันว่า แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน (Animation rostrum, Animation stand, Animation table, or Animation desk)

ดังกล่าวนี้อาจเป็นแท่นแบบง่าย เช่น พื้นแท่นโล่งตลอด มีเสาค้ำที่มั่นคงต้นหนึ่งสำหรับรองรับที่ติดตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์พร้อมด้วยดวงไฟฟอสฟอโรไลท์แบบง่าย ๆ ติดไว้ข้างกล้อง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับใช้ให้แสงที่จำเป็นต้องมี ที่ติดตั้งกล้องนี้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ตามความต้องการ เพื่อให้อัตุมติกับขนาดของกรอบภาพที่ถ่ายทำตามที่เลนส์สามารถครอบคลุมได้ทั่วถึงได้ะ แบบง่ายที่สุดนี้ เป็นที่แน่นอนว่าจะสามารถใช้งานได้เฉพาะงานที่จำกัดขอบเขตมากที่สุด เท่านั้น

แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนแบบอาชีพ

แท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน (ดูภาพที่)แบบอาชีพมากขึ้น ควรจะประกอบด้วยเสาตั้งหนึ่งหรือจะเป็นสองเสามากกว่า เป็นเสาเหล็กที่กลมกลวง มีฐานติดตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์แบบพิเศษ เลื่อนขึ้นลงตามเสาได้ โดยการหมุนล้อเฟืองให้กล้องเลื่อนด้วยสกรูนำ ทางตั้งหรือทางดิ่ง ฐานตั้งกล้องทั้งหมดพร้อมด้วยตัวกล้องจะถูกถ่วงด้วยน้ำหนักให้สมดุลกัน เพื่อให้ทำให้การเลื่อนขึ้นลงทางดิ่งราบเรียบและขีดเส้นแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ได้ง่าย เพื่อให้การคำนวณระยะห่าง (หรือความสูง) ของกล้อง (จากเลนส์) ถึงพื้นแท่นง่ายเข้า ควรจะมีมาตราส่วนที่เป็นตัวเลขบอกขนาดของกรอบภาพ (ที่พื้นแท่น) หรือบอกระยะห่างจากพื้นโต๊ะถึงเลนส์ของกล้องเอาไว้ให้ทราบด้วย จะเขียนเป็นหน่วย เช่น 0.01 (เป็นนิ้วหรือเซนติเมตร) ก็ได้ ถ้ามาตราส่วนหรือสเกลนี้บอกระยะห่างจากพื้นแท่น (ถึงเลนส์) ความเคยชินกับมาตราส่วนและเลนส์กล้องจะช่วยให้ช่างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถคำนวณขนาดกรอบภาพ (หรือขอบเขตของภาพ) ที่เลนส์นั้นจะถ่ายคลุมถึงได้โดยไม่ต้องยากนัก เพื่อความสะดวก อาจทำเครื่องหมายระยะห่างของกล้องที่ใช้บ่อยที่สุดเอาไว้สเกลนั้นด้วยก็ได้

เมื่อติดตั้งกล้องเข้ากับฐานหรือรถตั้งกล้อง ข้อสำคัญจะต้องมั่นใจว่า เส้นแกนหลักของเลนส์จะต้องตั้งตรงทางดิ่งจริงๆ (ตั้งฉากกับพื้นแท่น) ถ้ามีฉนั้นแล้ว ส่วนของพื้นภาพบางส่วนอาจถูกถ่ายไปโดยไม่ชัด (Out of focus) หรือมีฉนั้นการบิดเบือนของภาพอาจปรากฏให้เห็นตามขอบภาพก็ได้ วิธีหนึ่งที่สามารถจะตรวจสอบเส้นแกนหลักทางดิ่งของเลนส์ก็คือ เลื่อนกล้องขึ้นสูงเพื่อถ่ายภาพที่มีกรอบภาพ (ขอบเขตของภาพ) หรือขนาดภาพโตที่สุดเท่าที่จะถ่ายได้ ทำเครื่องหมายเป็นจุดไว้ที่จุดศูนย์กลางของกรอบภาพ เมื่อเลื่อนกล้องขึ้นและลง จุดศูนย์กลางของเส้นตัดบนกระจกฝ้าในช่องเส็งภาพ (Viewer) ควรจะคงซ้อนทับกันสนิทกับจุดศูนย์กลางที่ทำเครื่องหมายไว้ในกรอบภาพบนแท่นตลอดเวลาที่เลื่อนกล้องขึ้นลงทางดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานประกอบ

เพื่อที่จะทำให้การหมุนเคลื่อนพื้นแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ทำให้คล่องตัวมากที่สุด แทนถ่ายทำดังกล่าวนี้จึงได้ถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่บนฐานประกอบ (Compound) ซึ่งประกอบด้วยโครงกรอบล่างสุดที่ติดตั้งอยู่บนรางคู่ที่ทอดจากทิศตะวันออกไปสู่ตะวันตก เหนือรางคู่นี้มีรางคู่ที่สองติดทอดจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ พร้อมด้วยโครงกรอบบนนี้ทำหน้าที่รองรับฐานหมุน ซึ่งทำหน้าที่รองรับโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งแทนเอาไว้ทั้งหมดด้วย (ดูภาพที่)

ด้วยล้อเฟืองที่ใช้มีอจับหมุน พื้นแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถหมุนเคลื่อนทางราบจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ทิศเหนือไปได้ หรือหมุนรอบจุดศูนย์กลางของพื้นแทนเป็นรูปวงกลม โดยจุดนี้ยังคงอยู่ในเส้นศูนย์หลัก ทางดิ่งของเลนส์กล้อง (หรือพื้นตั้งฉากกับเส้นศูนย์หลักโดยตลอด) การเคลื่อนแทนดังกล่าวนี้คำนวณออกมาเป็นตัวเลขถึง 0.01 ของหน่วยวัด ไม่ว่าจะเป็นนิ้วหรือเซนติเมตรก็ตาม การคำนวณนี้ทำไว้สำหรับการเคลื่อนที่ต้องการความละเอียดลออในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมาก ไม่ว่าจะเป็นเคลื่อนไปทางราบในทิศใด ๆ หรือเคลื่อนขึ้นลงในทางดิ่ง

บาร์คู่เคลื่อนเปิดตริงภาพ

เพื่อที่จะสามารถตริงภาพสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนให้ตรงกันตลอด (Register = อยู่ในตำแหน่งเดียวกันตลอด) ในขณะที่ถ่ายบันทึกภาพ ตัวแทนจึงประกอบด้วย บาร์คู่เคลื่อนเปิดตริงภาพ (Travelling peg bars) อยู่ข้างบน ตามปกตินี้จะห่างกัน $10\frac{1}{2}$ นิ้ว ขนานคู่กันไปตามทิศตะวันออกสู่ตะวันตก ในขณะที่ฐานหมุน (รองรับพื้นแทน) ตั้งไว้ที่เลข 0 (ดูภาพที่) ความห่างของบาร์ดังกล่าวนี้จะทำให้ได้กรอบภาพสำหรับถูกถ่ายในขนาดประมาณ 12 นิ้วหรือ 30 เซนติเมตร บาร์นี้อาจเพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 3 หรือมากกว่าก็ได้ เพื่อที่จะทำให้สามารถขยายขนาดกรอบภาพให้มีขนาดโตยิ่งขึ้นกว่านี้ได้ มีล้อเฟืองสำหรับหมุนเพิ่มขึ้นอีกล้อหนึ่งสำหรับหมุนบาร์เคลื่อนเปิดตริงภาพ

ในบาร์หรือรางดังกล่าวนี้มีแป๊กหรือหมุดเคลื่อนที่ได้ติดตั้งเข้าไว้ด้วย สำหรับตรึงยึดภาพหรือศิลปกรรมที่จะถูกถ่ายให้แน่นตรงกันตลอดทั่วทุกภาพ ตัวแป๊กหรือหมุดมีรูปร่างกลม มาตรฐานของขนาดแป๊กมีอยู่หลายอย่าง แต่ที่ใช้ร่วมกันมากก็ได้แก่มาตรฐานของแอ็คมี (Acme standard) เป็นแป๊กกลมขนาด $\frac{1}{4}$ นิ้ว

เพื่อที่จะทำให้ภาพที่จะถ่ายแบนเรียบอยู่กับที่อย่างสมบูรณ์ในขณะที่ถ่ายภาพ มีกระบอกไลหนาแผ่นหนึ่งแขวนติดไว้ข้างบน (เรียกว่า แผ่นกด = Platen) สามารถผลัดด้านหนึ่งลงมาปิดทับพื้นที่จะระหว่างบาร์ที่มีขนาดโตกว่าภาพที่จะถ่ายเล็กน้อยได้ เมื่อไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลื่อนนั้นโต๊ะสำหรับถ่ายจากตะวันออกไปตะวันตก จากเหนือไปใต้ หรือหมุนเป็นวงกลม ผู้ถ่ายจะต้องระมัดระวังไม่ถ่ายบันทึกเอากรอบภาพที่อยู่นอกกรอบภาพที่มีขนาดโตที่สุด ที่จัดเอาไว้ระหว่างบาร์ทั้งสองเข้าไปในฟิล์มด้วย

บางโอกาสอาจมีความจำเป็นต้องใช้แป๊กเพิ่มขึ้นอีกชุดหนึ่ง เพื่อที่จะใช้ตรึงภาพเซลลชุดหนึ่งให้นิ่งตรงกัน ในขณะที่เซลอีกชุดหนึ่งกำลังเคลื่อนเข้ามาสู่ซีเควนซ์ของภาพยนตร์การ์ตูน เช่น เมื่อเครื่องบินเคลื่อนเป็นเส้นตรงเข้ามาจากทางซ้ายมือไปสู่ทางขวามือข้างหน้าฉากหลังที่อยู่นิ่งในกรณีเช่นนี้ก็จะต้องมี แป๊กลอย (Floating pegs = ชุดแป๊กมาตรฐานที่ประกอบด้วย 3 แป๊ก ติดตั้งเอาไว้บนแผ่นโลหะบาง) ติดตั้งไว้เหนือแทน แต่ไม่ใช่อัดติดเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของแทน แป๊กชุดใหม่นี้เชื่อมโยงกับแป๊กอีกชุดหนึ่งที่ติดไว้กับเสาดิ่ง ความคุมได้โดยล้อเฟือง เฉพาะที่มีติดไว้กับแทนโดยอิสระ แยกกัน ต่างหาก แป๊กชุดนี้จะช่วยยึดศิลปกรรมหรือเซลให้สามารถถูกถ่ายได้นิ่ง ในขณะที่อีกภาพหนึ่งยังถูกตรึงให้นิ่งอยู่ในกรอบ เมื่อไม่ใช้งานก็สามารถจะถอดแป๊กชุดใหม่ออกจากแทน เพื่อให้บนแทนมีที่ว่างเพียงพอมากขึ้น

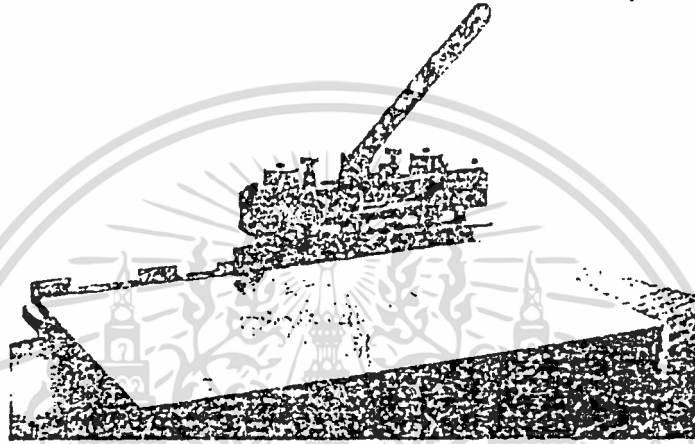
แผนภูมิกรอบภาพ

แผนภูมิกรอบภาพ (ดูภาพที่) ทำหน้าที่ประสานงานของช่างภาพยนตร์การ์ตูน กับของช่างกล้อง แผนภูมิประกอบด้วยแผ่นพลาสติก เจาะทะลุเป็นรูให้พอดีกับแป๊กหรือหมุด ทั้งชุดบนแผ่นนี้มีกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าติดเป็นเส้นลึบบอกขอบเขตของกรอบภาพที่ตายตัวเอาไว้ (ในอัตราส่วนเดียวกันกับกรอบภาพที่ถ่ายได้บนฟิล์ม) พร้อมด้วยตำแหน่งของกรอบภาพที่มีขนาดโตที่สุดที่สามารถจะบรรจุลงไป ในระหว่างแถวแป๊กบนและล่างได้พอดี กรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ถูกแบ่งส่วนให้เล็กลงหล่นไปอีกด้วยเส้นดิ่งและเส้นราบซึ่งบอกขอบเขตของพื้นที่ที่เล็กลงภายในกรอบภาพใหญ่ (ในอัตราส่วนเดิมตลอด)

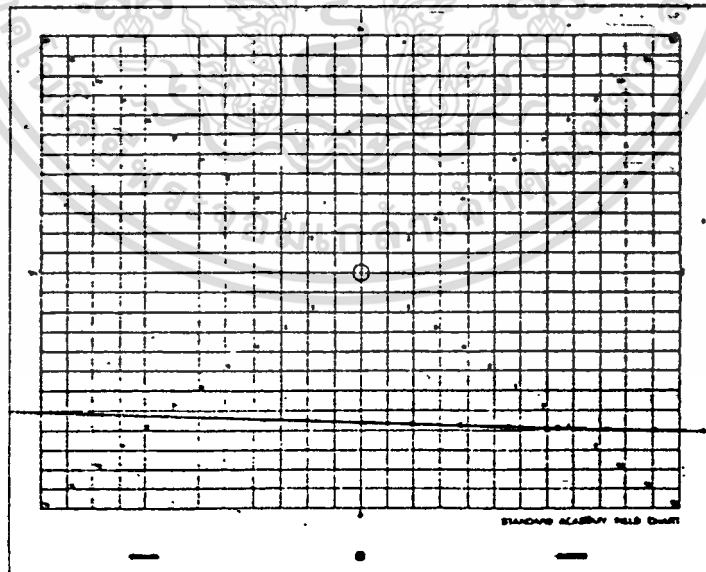
เนื่องจากทั้งช่างภาพยนตร์การ์ตูนและช่างกล้องมีแผนภูมิกรอบภาพดังกล่าวนี้ ในขนาดที่เท่ากัน ช่างภาพยนตร์การ์ตูนจึงสามารถสั่งช่างกล้อง ให้ทราบถึงตำแหน่ง และขนาดของกรอบภาพที่จะใช้แต่ละครั้ง โดยกล่าวถึงระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของกรอบภาพ ดังตัวอย่าง หมายเลข 10F, 1.0E, 0.4S หมายถึงกรอบภาพที่จะถ่าย (ในสหราชอาณาจักรหรือสหรัฐอเมริกา) กว้าง 10 นิ้ว และจุดศูนย์กลางที่จะถ่ายคือ 1 นิ้วทางตะวันออกของจุดศูนย์กลางของแผนภูมิกรอบภาพและ 0.4 นิ้วทางใต้ของจุดศูนย์กลางเดียวกัน สำหรับในประเทศที่ใช้มาตราเมตริกคำสั่งแบบเดียวกันก็สามารถจะนำมาใช้ได้ (โดยเปลี่ยนตัวเลขเท่านั้น) คือ 25.4F, 2.54E, 10.16S ควรจะสังเกตด้วยว่า คำสั่งตะวันออก/ตะวันตกและเหนือ/ใต้ ควรจะระบุเป็นนิ้วหรือเซนติ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตรเสมอ ไม่ควรระบุเป็นส่วนของแผนภูมิกรอบภาพ ส่วนเส้นตั้งหรือเส้นตั้งที่ปรากฏบนแผนภูมิจะห่างกันเป็นนิ้วหรือเซนติเมตร แต่เส้นราบจะไม่ห่างเท่ากัน เพราะรูปร่างของกรอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าไม่ใช่สี่เหลี่ยมจัตุรัส ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของกรอบภาพที่จะถ่าย ซึ่งสัมพันธ์กันกับจุดศูนย์กลางของแผนภูมิ



ภาพที่ 45 เครื่องเจาะรูเบ็ก



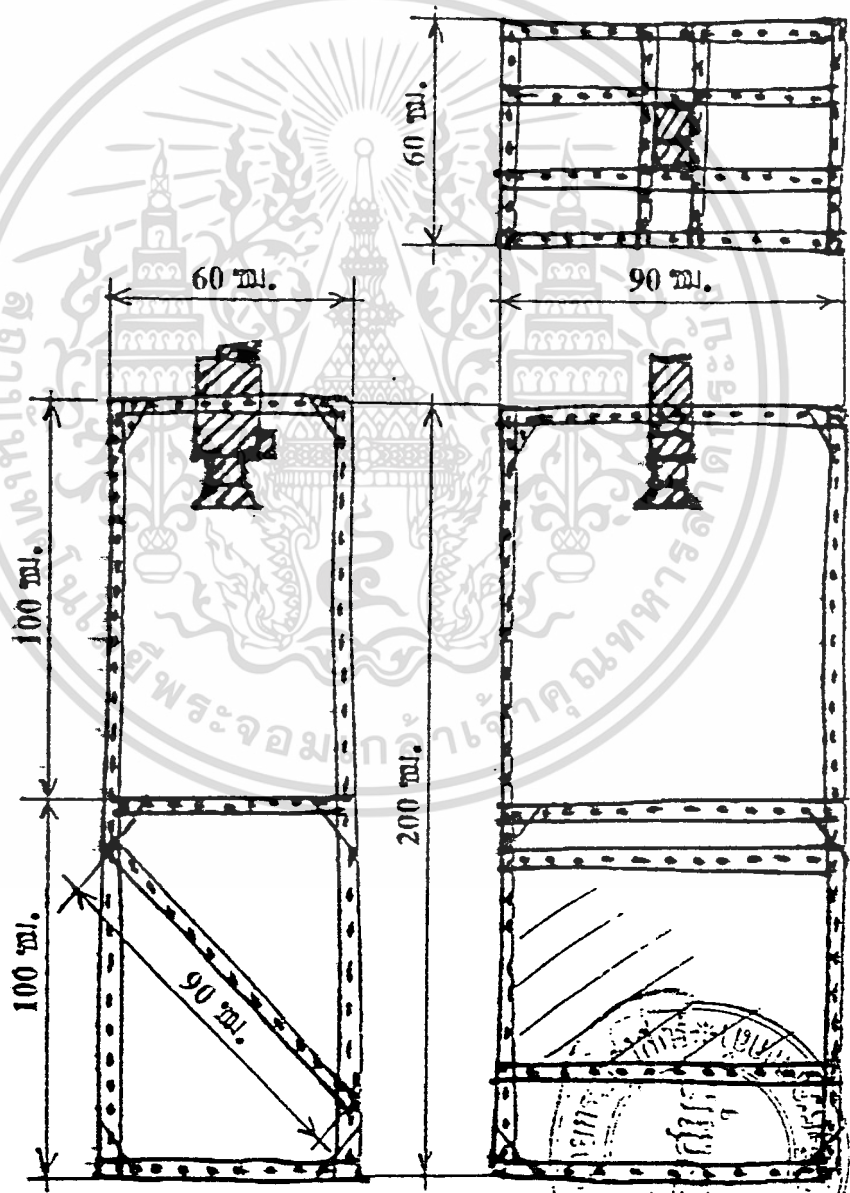
ภาพที่ 46 แผนภูมิกรอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่นถ่ายทำวิดีโอการ์ตูน

แท่นหรือโต๊ะถ่ายทำวิดีโอการ์ตูนหรือถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวทางวิดีโอ มีลักษณะเช่นเดียวกับโต๊ะหรือแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน แท่นดังกล่าวนี้อาจจัดเข้าไว้ในกลุ่มแท่นถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวจากภาพนิ่งราบและจากวัตถุสามมิติดังกล่าวมาแล้ว

ไม่มีเหตุผลอันใดที่คุณไม่ควรจะใช้โต๊ะหรือแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่คุณมีอยู่แล้ว มาใช้ถ่ายทำวิดีโอการ์ตูน อย่างไรก็ตาม หากคุณตั้งใจจะสร้างแท่นขึ้นมาใหม่ เพื่อการนี้ก็ควรจะสร้างในแบบที่ใช้งานได้หลายอย่าง ซึ่งมีรูปร่างดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 47 ขนาดแท่นถ่ายทำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุสำหรับสร้างแท่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว

เหล็กฉาก - ยาว 200 ซม. จำนวน 4 ท่อน

ยาว 90 ซม. จำนวน 12 ท่อน

ยาว 60 ซม. จำนวน 8 ท่อน

เหล็กประกบมุมจำนวน 16 ชิ้น

น็อตและสลกรู้อัดจำนวน 70 ชุด

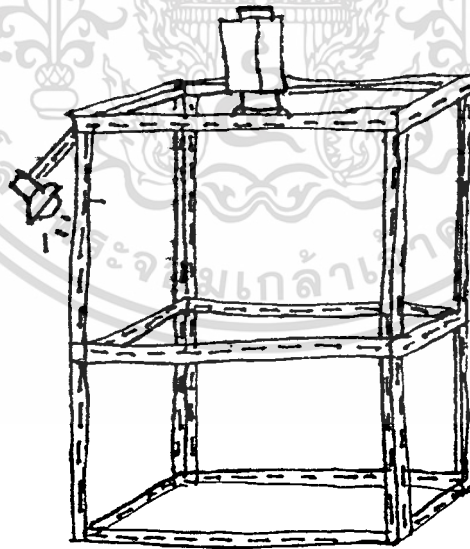
แผ่นกระจกใสหนา 5-6 มม. ขนาด 60 x 90 ซม. 1 แผ่น

กระจกเงา ขนาด 85 x 90 ซม. 1 แผ่น

ผ้ากำมะหยี่สีดำ ขนาดราว 150 x 250 ซม. 1 ผืน

แท่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหวยี่นี้อาจสร้างขึ้นโดยไม่ใช่เหล็กฉากเลยก็ได้

เนื่องจากกล้องวิดีโอตามปกติมักจะใช้เลนส์ซูมประจำกล้องเสมอ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีเสาหลักเพื่อเลื่อนกล้องขึ้นลง แต่ใช้วิธีติดตั้งกล้องวิดีโอไว้ตายตัว บนส่วนกลางของพื้นบนสุดของแท่น แผ่นกระดานเขียนแบบของสถาปนิกแผ่นหนึ่งพร้อมด้วยไม้บรรทัดที่จับเลื่อนได้ สามารถจะใช้เป็นแผ่นวางภาพต้นแบบสำหรับถ่ายภาพให้เคลื่อนไหวได้เป็นอย่างดีเลิศ ไม้บรรทัดที่เลื่อนได้ จะช่วยให้การเคลื่อนอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบไปในทิศทางใด ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น

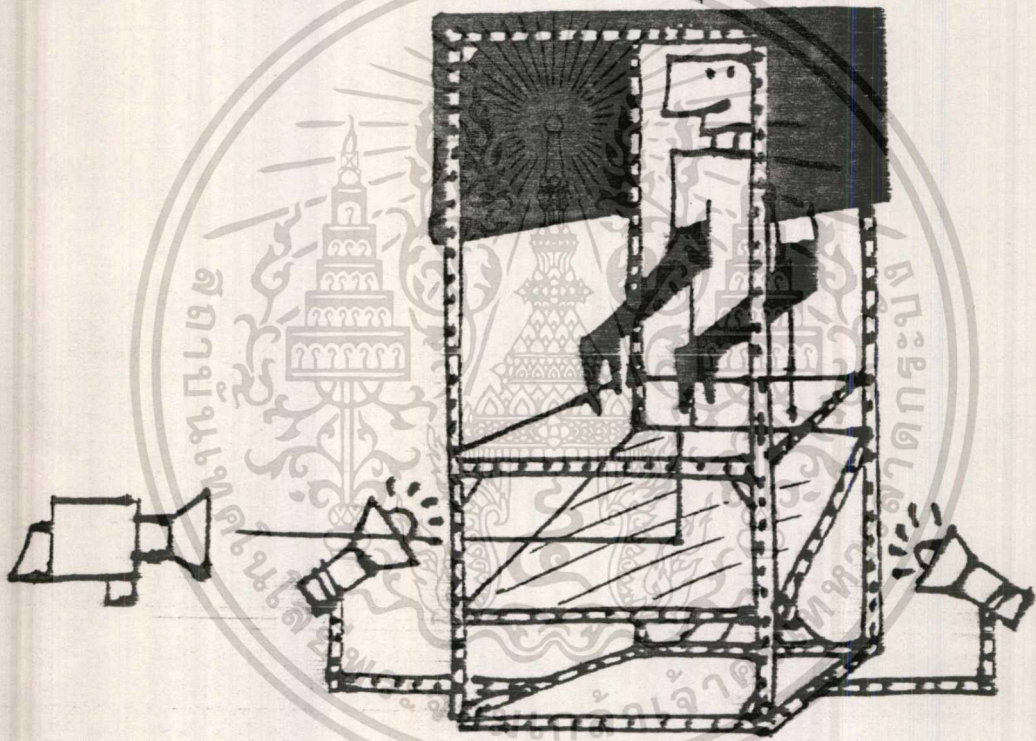


ภาพที่ 48 แสดงแท่นถ่ายทำ

แท่นแบบนี้เหมาะสำหรับใช้ในเทคนิคการถ่ายภาพวิดีโอให้เคลื่อนไหวจากภาพพื้นราบทั้งหลาย เป็นต้นว่า แบบแผ่นแม่เหล็ก แบบเปิดพลิก แบบตั้งและดึง แบบเอกสารเป็นเอกสารทาสงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา
ภาพตัดติดปลายไม้ และแบบภาพจากวิดีโอ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนเดียวกันนี้อาจนำมาใช้สำหรับถ่ายทำภาพวิดีโอให้เคลื่อนไหวแบบหีบดำได้อีกด้วย โดยใช้แผ่นกระจกใสวางลงแทนที่แผ่นวางอาร์ตเวิร์ก วางแผ่นกระจกเงาทำมุม 45 องศาลงข้างใต้แผ่นกระจกใส ตั้งกล้องวิดีโอบนสามขา แต่เอาส่วนล่างของกล้องขึ้นบนหรือหงายกล้องขึ้น หันหน้ากล้องหรือทางเลนส์ไปทางแผ่นกระจกเงา ส่วนบนสุดของแทนคลุมด้วยผ้าดำ และมีมือกับแขนของผู้ถ่ายทำลวมด้วยถุงมือดำยาว

ประการสุดท้ายแต่สำคัญมาก คือ แทนนี้สามารถใช้ถ่ายทำภาพวิดีโอให้เคลื่อนไหวจากวัตถุสามมิติได้อีกด้วย เช่น แบบแผ่นแม่เหล็ก และแบบหุ่น เป็นต้น ตามความจริงแล้ว แทนนี้สามารถเปลี่ยนเป็นโรงละครหุ่นได้อย่างง่ายดาย



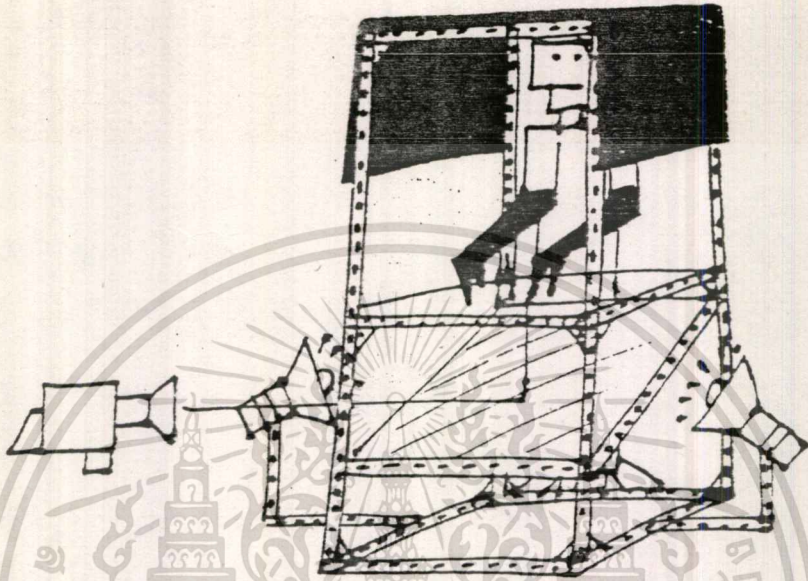
ภาพที่ 49 แสดงการถ่ายทำ

หีบดำ

วิธีนี้เป็นเทคนิคที่ทันสมัยที่สุดในบรรดาเทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหวในระบบวิดีโอ ในเทคนิคนี้ สามารถนำภาพตัดมาถ่ายทำภาพเคลื่อนไหวได้ตามใจชอบ โดยมองไม่เห็นมือที่จับภาพตัดเลย เช่นเดียวกับการทำภาพให้เคลื่อนไหวระบบภาพยนตร์ อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีข้อจำกัดอีกเล็กน้อยสำหรับความเคลื่อนไหวของตัวภาพตัดทั้งภาพหรือของวัตถุอยู่ข้าง นอกจากนี้ การเคลื่อนไหวเป็นส่วน ๆ ของแขนขาที่ยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อย่างไรก็ดี สำหรับตัวภาพตัดนั้น นับว่ามีความสะดวกให้แก่การสร้างหีบดำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแท่นหรือโต๊ะถ่ายภาพยนตร์ชนิดพิเศษเฉพาะเทคนิคนี้อยู่ด้วย แท่นถ่ายภาพยนตร์นี้สามารถนำไปใช้ได้กับเทคนิคอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้นการสร้างแท่นนี้ขึ้นเพื่อการนี้จึงคุ้มค่าที่จะทำ



ภาพที่ 50 แสดงการทำงานของแท่น

จำนวนผู้เข้าฝึกต่อกล้อง - 2 หรือ 3 คน

อายุผู้เข้าฝึก - อย่างต่ำ 10 ขวบ

เวลาที่ใช้ฝึก - อย่างต่ำ 6 ชั่วโมง

วัสดุและเครื่องมือ - 1. กล้องวิดีโอ 2. เครื่องบันทึกวิดีโอเทป (วิทอาร์)

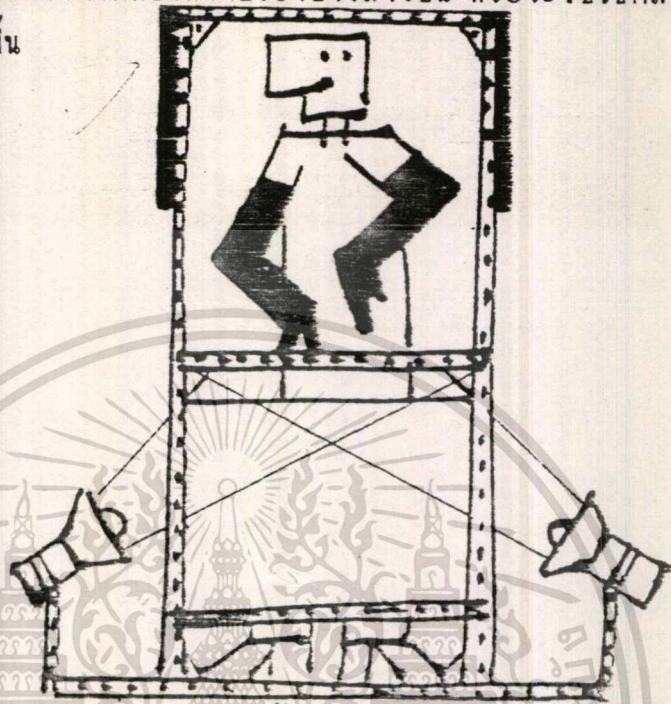
3. วิดีโอเทป 4. เครื่องตรวจสอบภาพ (มอนิเตอร์) 5. สายไฟ เชื่อมโยงและปลั๊ก
6. ไฟฟ้าขนาด 100 ถึง 150 วัตต์ 2 ดวง หรือแสงดำ 7. สามขาตั้งกล้องหรือฐาน
เลื่อน (ดอลลี) 8. กระจาดขึงสีดำกับขาว 9. กระจาดขึงสีต่าง ๆ 10. กระจาดขึงสีต่าง ๆ 11. กรรไกร
12. คัตเตอร์ 13. แถบกาวยึด

เทคนิคการถ่ายทำ

หลักการของเทคนิคนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานของข้อเท็จจริงที่ว่า สีกระจ่างย่อมสะท้อนแสงจากสิ่งให้แสง ส่วนสีมืดย่อมลดแสงลงเมื่อเข้าไปอยู่ในบริเวณฉากหลังดำ ดังนั้นฉากหลังกับมือของผู้ทำภาพให้เคลื่อนไหวจะต้องครอบคลุมด้วยผ้าดำ ให้นำภาพตัดสีกระจ่างมาจับเคลื่อนโดยตรงบนแผ่นกระจกใสที่วางราบไว้บนแท่น ถ่ายบันทึกภาพตัดด้วยกล้องวิดีโอซึ่งติดตั้งไว้บนสามขาข้างใต้แผ่นกระจกใสโดยตรง หรือตั้งกล้องไว้ข้างนอก

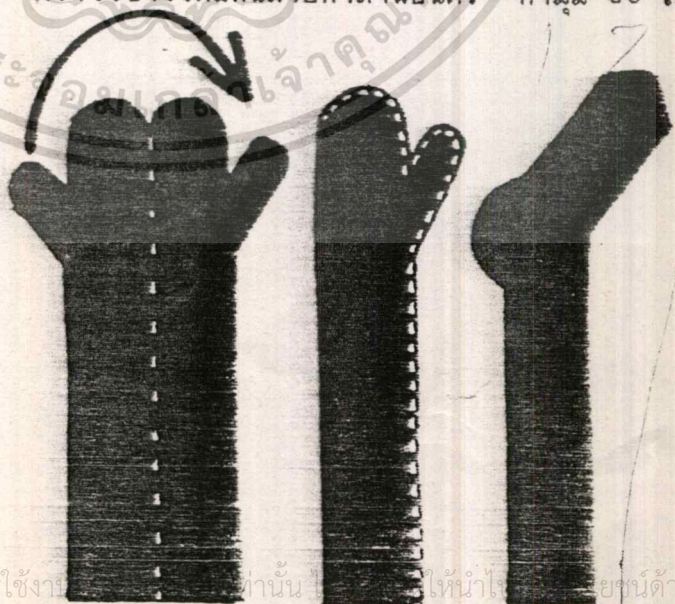
แท่นถ่ายภาพยนตร์ โดยหนังสือเรียนการศึกษานานาชาติ หน้า 45 องค์การยูเนสโก
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไล และสะท้อนภาพจากแผ่นกระจกไลข้างบนลงมา เพื่อความถูกต้องในการถ่ายทอดภาพ สำหรับกรณีหลัง จำเป็นต้องตั้งกล้องหงายเอาข้างล่างขึ้น หรือจะใช้วิธีกลับภาพทางราบ ภายในกล้องก็จะดียิ่งขึ้น



ภาพที่ 51 การติดตั้งอุปกรณ์

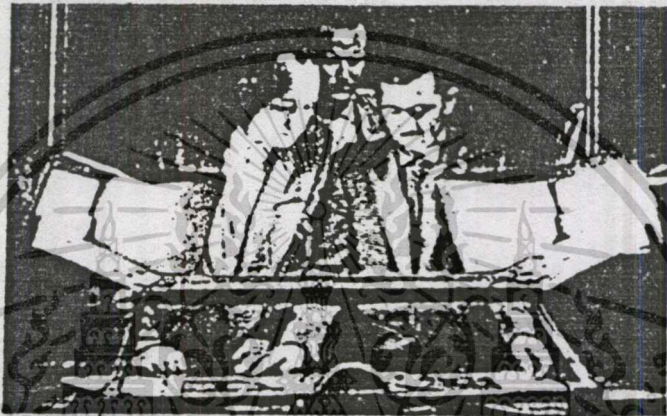
ผู้จับภาพให้เคลื่อนไหวยืนอยู่ด้านหลังแท่นถ่ายทำภาพยนตร์ มีสวมถุงมือ ด้ายาวทั้งสองข้าง มือจับเคลื่อนภาพตัดส่วนต่างๆ บนแผ่นกระจกไล มีเครื่องตรวจสอบ (มอนิเตอร์) ตั้งอยู่ข้างหน้า สามารถตรวจสอบได้ว่าตนกำลังทำอะไรอยู่ ติดตั้งดวงไฟ 2 ดวงไว้ข้างใต้แท่นถ่ายทำภาพยนตร์ ทำมุม 30 ถึง 45 องศา กับพื้นกระจกไล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน... เท่านั้น... ให้นำไป... ยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก... 52... ให้นำไปใช้

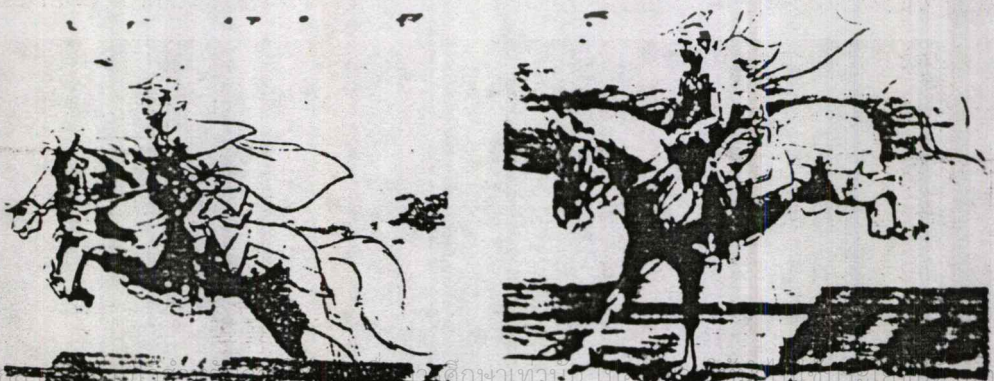
นำเอาตัวภาพตัดมาวางลงบนแผ่นกระจกใสในทางราบ โดยคว่ำหน้าภาพตัดลง เอามือจับเคลื่อนไปมาในระหว่างและด้านหลังอาร์ตเวิร์ก ซึ่งประกอบกั้นเข้าเป็นฉากหน้า อาจนำเอาอาร์ตเวิร์กที่ติดตรึงเข้ากับส่วนบนสุดของแผ่นกระจกใสหรือติดกาวเข้ากับด้านล่างของกระจกก็ได้

เพื่อให้การจับเคลื่อนตัวภาพตัดกระจกใส่ง่ายเข้า ให้ใช้แถบกาวยัดน้ำติดเข้ากับด้านหลังของภาพตัด ใช้เป็นปุ่มสำหรับจับยกภาพตัดได้สะดวกยิ่งขึ้น และจับวางตามตำแหน่งที่ต้องการได้แน่นอนยิ่งขึ้นด้วย



ภาพที่ 53 เทคนิคการทำอาร์ต

ถ้าต้องการเพิ่มฉากหลังให้กับฉากภูมิประเทศที่ถ่าย ก็มีวิธีที่จะทำได้ด้วยการทำฉากหน้าเพิ่มเข้าไปด้วย แต่ต้องใช้กระจกเงาสะท้อนภาพสองทางเข้าไปแทนที่กระจกเงามาตรฐานทั่วไปแผ่นเดิม แล้ววางภาพฉากหลังทางตั้งหรือทางตั้งข้างหลังกระจกเงา นี้ จะให้แสงฉากหลังที่ตั้งไว้แยกออกมาต่างหากจากฉากหน้าทางนอนและจากตัวภาพตัด กระจกเงาที่มีความโปร่งตาครึ่งหนึ่งจะทำให้สามารถมองเห็นฉากหลังที่ตั้งไว้ได้ดีเท่ากับฉากหน้าที่วางไว้ทางนอน เพราะฉะนั้นตัวภาพตัดจึงสามารถทำให้เคลื่อนไหวได้ในระหว่างฉากหน้ากับฉากหลัง



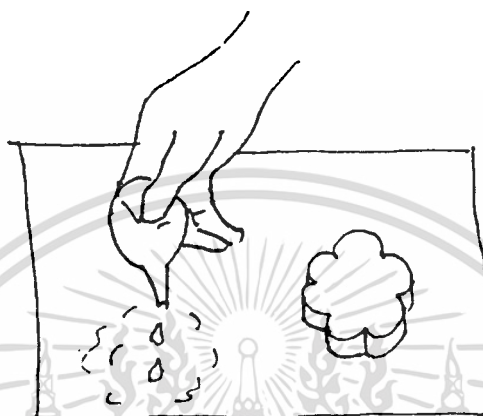
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 54 ลักษณะการซ้อนภาพ

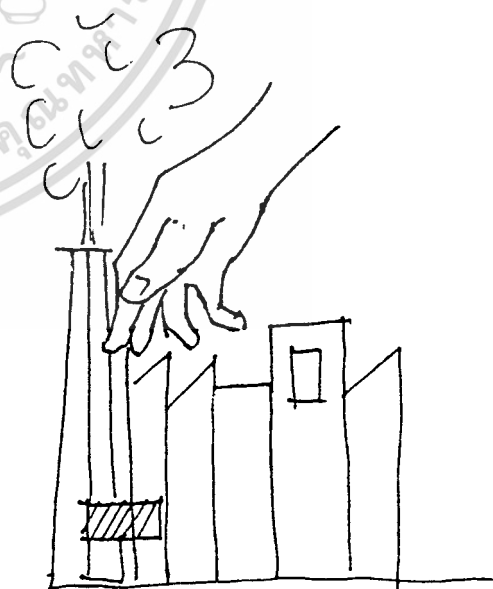
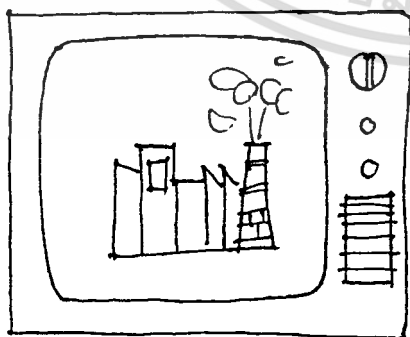
ข้อแนะนำ

ควรเพิ่มรสชาติบางอย่างให้แก่เทคนิคการทำภาพให้เคลื่อนไหวง่าย ๆ นี้ ด้วยการใส่ตัวรับต่อไปนี้ คือ บีบสารละลาย(อะซีโตน) ลงบนชิ้นโพลิสไทรีนสัก 2-3 หยด ชิ้นที่ถูกสารละลายนี้จะหายไปโดยปราศจากร่องรอยทั้งสิ้น



ภาพที่ 55 การละลายอะซีโตน

เทแบ่งผัดหน้า (ทาลคัม) ลงใส่ถุงเล็ก แล้วนำไปติดเข้ากับวัตถุที่ต้องการทำให้เคลื่อนไหว เช่น ปล่องไฟ รถไฟ หรือวัตถุอื่นที่มีโอหรือควันหรือฝุ่นผงขึ้น ใช้นิ้วมือกระแทกที่ถุงแบ่งให้เข้าจังหวะกับความเคลื่อนไหว เพื่อสร้างภาพลวงตาให้เห็นเป็นควันหรือโอพลงขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 56 การใช้แป้งแทนควัน

2.13 การทำงานของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

1. ตัวกล้องก็สามารถจะเลื่อนลงหรือขึ้น โกล้หรือโกล้นแทน ซึ่งสามารถจะทำให้เลนส์ถ่ายครอบคลุมกรอบภาพได้เล็กหรือใหญ่ยิ่งขึ้นได้ ผลของการเลื่อนลง/ขึ้นนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้เลนส์ซูม

2. บาร์คูเคลื่อนเปิดครึ่งภาพ สามารถจะเคลื่อนตัวจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกได้ด้วย ทำให้เซลล์ทั้งแผ่นสามารถแพนเลื่อนไปทางราบได้ในขณะที่พื้นแท่นยังคงนิ่งอยู่กับที่

3. บาร์คูเคลื่อนเปิดครึ่งภาพที่ติดลอยอยู่สามารถจะเคลื่อนตัวได้อย่างอิสระในขณะที่มีฐานติดตั้งอยู่กับแท่น สิ่งนี้จะทำให้ชุดของภาพเซลล์แพนเลื่อนไปทางราบได้ในขณะที่ส่วนอื่น ๆ ยังคงตรึงนิ่งอยู่กับที่ หรือจะทำให้เซลล์แพนไปในทิศทางตรงกันข้ามก็ยิ่งได้ เช่น เมื่อละครตัวหนึ่งเดินไปในระยะไกล ข้ามจอไปบนพื้นหลังที่เคลื่อนที่ได้โดยสม่ำเสมอ (ในทิศทางตรงกันข้าม)

4. แท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถหมุนเป็นรูปวงกลมได้รอบจุดศูนย์กลางของกรอบภาพ ซึ่งอยู่ในเส้นศูนย์หลักทางด้านตั้งของเลนส์

เมื่อกำลังถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดเคลื่อนไหว ที่เพิ่งเริ่มเคลื่อนไหวหรือที่กำลังจะหยุดตามช่วงที่ปรากฏในซีควนซ์หรือตอนของภาพยนตร์ จำเป็นที่จะต้องฝึกฝึกฝนเอาใจใส่ในเรื่องอัตราความเร็วของความเคลื่อนไหวนั้น เช่นตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งสตาร์ทเครื่องเคลื่อนรถ และหยุด ภายในซีควนซ์หนึ่ง จะต้องไม่มองเห็นว่ารถนั้นวิ่งช้าวิงลง 40 ไมล์ นับตั้งแต่เริ่มต้นวิ่งไปจนถึงหยุดนิ่งอยู่กับที่ในเส้นทางที่วิ่ง (ในอัตราความเร็วเท่ากันตลอด) ถึงแม้ว่าบางทีจะมีการกระทำเช่นนี้อยู่บ้างเพื่อความตลกในภาพยนตร์การ์ตูนบางเรื่อง แต่โดยทั่วไปไม่ควรจะกระทำเช่นนั้น เพราะการเคลื่อนตัวของรถยนต์จริงๆ นั้น จะค่อยๆ ถูกเร่งให้เร็วขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งถึงความเร็วในอัตราปกติ และจะคงอยู่ในอัตราความเร็วเช่นนี้ไปตลอดในขณะที่กำลังวิ่งอยู่ และแล้วก็จะถูกลดความเร็วลงเพื่อจะหยุด ในภาพยนตร์การ์ตูนที่ถ่ายให้เห็นในระยะไกลมาก การเร่งความเร็วหรือการลดความเร็วดังกล่าวนี้มักจะมองไม่เห็นแตกต่างกันเลย แต่ในภาพยนตร์การ์ตูนประเภทไม่ตลกขบขันจำเป็นต้องเอาใจใส่ในเรื่องเพิ่มและลดความเร็วดังกล่าวนี้ เพื่อป้องกันมิให้มองเห็นความเคลื่อนไหว กระตุก เปลี่ยนแปลง เร็วเกินไป และเป็นความเคลื่อนไหวที่ผิดความจริง ในเรื่องนี้มีสูตรทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณตำแหน่งที่แน่นอนของศิลปินที่นำมาถ่ายสำหรับแต่ละกรอบเมื่อจำเป็นต้องใช้ แต่สูตรดังกล่าวนี้มีลักษณะเป็นเทคนิคมากเกินไป กว่าที่จะนำมารวมกล่าวไว้ ณ ที่นี้

--- ยังมีความเคลื่อนไหวมากกว่าที่กล่าวแล้วอีก รวมทั้งประโยชน์และวิธีทำอย่างประหยัดเวลา ซึ่งจะได้นำไปกล่าวไว้ในตอนท้ายของบทนี้

แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่ทันสมัยเป็นเครื่องอุปกรณ์ที่มีราคาสูงมากอย่างหนึ่ง และดูเหมือนจะเข้าลักษณะที่อยู่เกินขอบเขตของงบประมาณอันจำกัดด้วย ดังนั้น การเลือกใช้สิ่งอื่นแทนก็คือ การสร้างแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแบบที่ง่ายกว่าภายในงบประมาณที่ได้รับ เมื่อทำสิ่งนี้ได้แล้วปัญหาต่อไปซึ่งจะเป็นปัญหายากที่สุดก็ได้แก่การเลือกกล้องถ่ายภาพยนตร์อันเหมาะสมแก่งาน

กล้องถ่ายภาพยนตร์

ถ้าจะต้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนบนฟิล์ม 35 มม. ก็เหมาะสมที่จะใช้กล้องที่ใช้แล้ว ซึ่งตามปกติจะหาได้ไม่ยากในราคาที่ประหยัดมากที่สุด (ไม่ใช่ในประเทศไทย) กล้องที่น่าพอใจมากที่สุดก็คือ กล้องประจำโรงถ่ายฮิวเบิ้ลส์แอนด์เฮาเวลล์ (Bell & Howell) ซึ่งมีประตุนิรรมที่วิ่งไปมาติดตั้งมาในตัวกล้องด้วย และไม่ควรรจะเลือกใช้ชนิดมีประตุนิรรมไว้มากที่สามารถเปลี่ยนได้ติดมาในตัวกล้อง เพราะประตุนิรรมชนิดหลังนี้ไม่เหมาะแก่การใช้ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนโดยสิ้นเชิง หรือมีจะนั้นก็เลือกใช้กล้องเบลล์แอนด์เฮาเวลล์ที่ดัดแปลงแล้วชนิดที่ใช้เครื่องเล็กภาพถอดได้แบบมิตเชลล์ (Mitchell) กล้องแบบดังกล่าวนี้บางทีก็เรียกกันว่า "เบลล์แอนด์มิตเชลล์" (Bell & Mitchell)

ถ้าจะต้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนบนฟิล์ม 16 มม. หรือ 8 มม. ก็ย่อมยากมากที่จะหากกล้องที่เหมาะสมได้ เพราะกล้องสมัยใหม่ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนนั้นไม่มีใครจะมี และยังเป็นกล้องที่ใช้แล้วด้วย ยิ่งจะหาเอาไม่ได้เลยทีเดียว ด้วยเหตุผลที่ว่า กล้อง 16 มม. เพียงจะกลายเป็นกล้องขนาดอาชีพประมาณเวลาเดียวกับการเกิดของชัตเตอร์กระจกเงา (Mirror shutter) เท่านั้น กล้องสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนนั้นไม่ควรจะติดตั้งชัตเตอร์กระจกเงาเข้าไปในกล้องโดยเด็ดขาด เพราะชัตเตอร์ชนิดนี้ไม่ได้ทำขึ้นมาให้ใช้ทำภาพจาง (Fade) ได้ และมักจะทำให้แสงรั่วได้เสมอ แสงสว่างที่รั่วได้นี้มีปริมาณเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่มีความสำคัญอย่างใดแก่งานถ่ายภาพยนตร์บทบาทจริงเลย เนื่องจากในขณะที่ชัตเตอร์ปิดสนิทนั้นแสงจะรั่วได้ประมาณ 1/50 วินาทีเท่านั้น แต่สำหรับการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนนั้นชัตเตอร์อาจปิดสนิทระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพเป็นเวลาดังหลายนาที่หรืออาจนานกว่านี้ถ้าใช้ชัตเตอร์กระจกเงาประกอบเข้าในกล้อง เพื่อถ่ายภาพ เช่นนี้ก็จะเสี่ยงอันตรายอย่างร้ายกาจต่อการที่จะทำให้ภาพบนฟิล์มดำมัว (Fog) เพราะกระทบกับแสงสว่างที่รั่ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องที่จะนำมาใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนควรจะมีคุณลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้ จึงจะได้ผลเลิศคือ

1. ความสามารถที่จะใช้ถ่ายได้ทีละกรอบภาพ
2. ความสามารถที่จะเดินฟิล์มกลับได้
3. ประตูปริ์มมีสลักตรึงฟิล์ม ควบคุมการทับตรงกันตลอด (REGISTER PINS)
4. ประตูปริ์มสามารถจะให้ฟิล์มคู่เคลื่อนผ่านได้และควรจะมีแมกกาซีนบรรจุฟิล์มคู่ (มีลิชอง) ให้ใช้ด้วย
5. ชัตเตอร์ที่ใช้ทำภาพจาง (FADE) ได้
6. เลนส์สามารถโฟกัสได้ใกล้มากจนถ่ายกรอบภาพเล็กมากได้
7. มีเครื่องนับกรอบภาพ
8. ต้องสามารถเลี้ยงภาพผ่านทางเลนส์ได้ แต่ต้องไม่ใช่ชัตเตอร์กระจกเงา (เครื่องเลี้ยงภาพระบบที่น่าพอใจที่สุดคือ เครื่องเลี้ยงภาพมิตเชลล์ชนิดถอดได้)

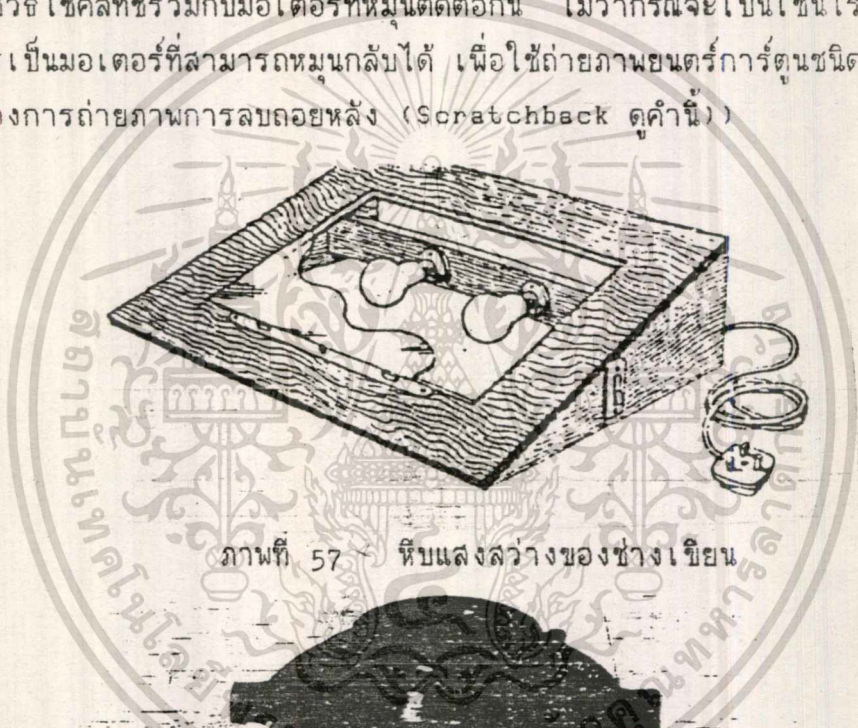
การถ่ายทีละภาพ

กล้องถ่ายภาพยนตร์ขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน (ต่ำกว่า 35 มม.) เป็นจำนวนมากติดตั้งเครื่องถ่ายทีละภาพเอาไว้ในกล้องด้วย แต่เครื่องเหล่านี้โดยทั่วไปมักจะไม่ให้ผลเป็นที่น่าพอใจแก่งานประเภทอาชีพนั้นๆ ไม่ว่าจะกล้องนั้นจะเคลื่อนฟิล์มด้วยลานหรือด้วยไฟฟ้าก็ตาม เพราะย้อมขึ้นอยู่กับมอเตอร์ที่เริ่มเปิดชัตเตอร์ (ทำหลายความถี่) และที่ปิดชัตเตอร์ (ทำหลายความถี่) สำหรับแต่ละกรอบภาพ และลักษณะเช่นนี้ โดยทั่วไปจะก่อให้เกิดผลแตกต่างกันเล็กน้อยในเรื่องการถ่าย (ทำให้ฟิล์มได้รับแสงสว่างแตกต่างกัน) ระหว่างกรอบภาพหนึ่งกับกรอบภาพต่อไป การเปลี่ยนแปลงของการถ่ายดังกล่าวนี้ ถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงเล็กน้อยก็ตาม ก็ยังมีผลทำให้เกิดการแวววาบบนจอขึ้นได้ เมื่อเอาภาพยนตร์ดังกล่าวนี้มาฉายดู

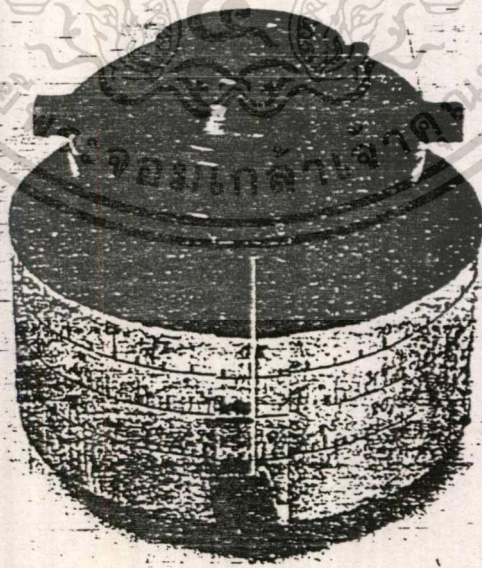
วิธีเก่าของการถ่ายภาพทีละกรอบภาพก็คือ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่หมุนเคลื่อนโดยต่อเนื่องกันและสัมพันธ์พร้อมกันสำหรับอัตราความเร็วนั้นควบคุมด้วยความถี่ของกระแสไฟฟ้าจากสายเมน มอเตอร์นี้จะขับเคลื่อนคลัทช์เคลื่อนฟิล์มไปทีละภาพ ซึ่งนำมาต่อเชื่อมเข้ากับตัวกล้องโดยผ่านการขับเคลื่อนทางสายพานสปริงและล้อหมุนสายพาน เมื่อแต่ละปุมคลัทช์จะหมุนเคลื่อนไป 1 รอบ และแล้วก็จะผลหลุดออกไปเองโดยอัตโนมัติ ถ้าคลัทช์นี้ถูกต่อเข้ากับเพลาของกล้องที่หมุนหนึ่งรอบเคลื่อนฟิล์มไปหนึ่งภาพการถ่ายทีละ 1 กรอบเอกสารนี้ภาพก็สามารถจะทำได้ เนื่องจากอัตราความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าถูกควบคุมด้วยความถี่ของกระแสไฟฟ้าจากสายเมน ดังนั้นจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการถ่ายไป

เปิดชัตเตอร์) ขึ้นในระหว่างกรอบภาพหนึ่งกับอีกกรอบภาพหนึ่งขึ้นเลย

อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ไฟฟ้าสมัยใหม่จะทำให้สามารถหยุดและเดินได้ในแต่ละกรอบภาพ และหมุนได้ในอัตราความเร็วที่แน่นอนสม่ำเสมอ ดังนั้น จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการถ่ายได้เลย มอเตอร์หลายอย่างดังกล่าวมานี้สามารถหมุนได้ในอัตราความเร็วที่แตกต่างกันได้หลายระดับ ซื่อนี้จึงทำให้สามารถนำเอาอัตราการหมุนเข้ามาใช้เมื่อใช้ฟิล์มที่มีความไวแสงเร็ว ด้วยความสะดวกดังกล่าวนี้ กล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนสมัยใหม่ที่สุดจึงมักจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าดังกล่าวมาแล้วติดตั้งไว้ในกล่อง แทนที่จะใช้วิธีใช้คลัทช์ร่วมกับมอเตอร์ที่หมุนติดต่อกัน ไม่ว่าจะกรณีจะเป็นเช่นไร มอเตอร์ที่จะใช้ควรเป็นมอเตอร์ที่สามารถหมุนกลับได้ เพื่อใช้ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนชนิดถอยหลัง (เช่น เมื่อต้องการถ่ายภาพการลอบถอยหลัง (Scratchback ดูคำนี้))

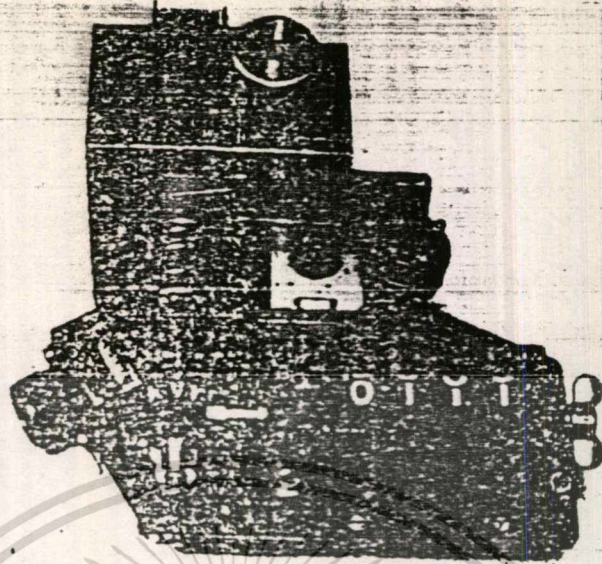


ภาพที่ 57 - หีบแสงสว่างของช่างเขียน

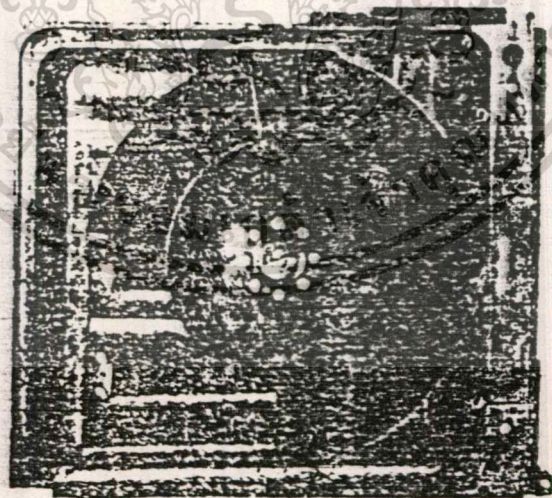


ภาพที่ 58 ชุดเลนส์ติดเข้ากับกล้องสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ซึ่งต้องการถ่ายภาพในระยะใกล้มากพอสมควร ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 59 คลัทช์เคลื่อนฟิล์มสำหรับถ่ายทีละภาพ เมื่อนิ้วกดหรือคลัทช์ยกขึ้น จานมีรูก็จะหมุนไป 1 รอบ ทำให้กล้องสามารถถ่ายภาพได้ 1 ภาพ (กรอบภาพ) ที่ความเร็วชัตเตอร์ปกติ ชัตเตอร์จะคงรักษาความเร็วไว้เช่นเดิมจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีกกรอบหนึ่งเสมอไป



ภาพที่ 60 ชัตเตอร์ (แบบใบพัด) ทำมาสำหรับใช้ทำภาพจางและภาพผสมโดยปรกติ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เอกสารที่เผยแพร่แก่สาธารณะ การคัดลอกหรือการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมศิลปากรจะถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมศิลปากรจะถือว่าผิดกฎหมาย การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมศิลปากรจะถือว่าผิดกฎหมาย

การปรับโฟกัสถ่ายไกล

กรอบภาพที่นำมาใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมักจะมีขนาดเล็กมาก ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องเลื่อนกล้องเข้าใกล้กับภาพหรือศิลปกรรมที่จะถูกถ่าย เลนส์สำหรับถ่ายภาพยนตร์บทบาทจริงมักจะไม่ใคร่ใช้ปรับโฟกัสไกล ๆ แม้ว่าเลนส์บางชุดที่เรียกว่า "แพค-ช็อต" (Pack-shot lens) ที่ใช้สำหรับถ่ายภาพยนตร์โฆษณา ก็เคยพบว่าต้องปรับโฟกัสไกล ๆ โดยทั่วไปแล้ว เลนส์ของกล้องจะต้องเป็นเลนส์ที่ติดมาเป็นพิเศษและแสดงการปรับโฟกัสก็จะต้องปรับได้กว้างขวางมาก ดังนั้นเลนส์จึงสามารถปรับโฟกัสสำหรับถ่ายกรอบภาพได้ทุกขนาดโดยแม่นยำ เป็นธรรมดาที่จะต้องติดตั้งเครื่องโฟกัสอัตโนมัติแบบกลไกเข้าไปกับกล้องด้วย เครื่องนี้ประกอบด้วยระบบต่อเชื่อมและระบบลูกเบี้ยว แต่ถ้ากล้องไม่มีเครื่องนี้ติดมาก ก็จำเป็นต้องปรับโฟกัสด้วยการใช้มือหมุนกรอบเลนส์ และทุกกรอบภาพที่ถ่ายซูม (เลื่อนความยาวโฟกัสของเลนส์) จะต้องปรับโฟกัสที่เลนส์ใหม่อีกทุกครั้ง

เครื่องนับกรอบภาพ

เครื่องนับกรอบภาพเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในตัวกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เครื่องนับรอบแบบธรรมดาซึ่งสามารถตั้งที่ตัวเลข 0 เมื่อต้องการ และสามารถต่อเชื่อมเข้ากับเวลาเคลื่อนไหวเดียวในตัวกล้องได้ นับว่าใช้งานได้เป็นที่พอใจ ถ้าต่อเชื่อมเข้าไปแล้ว เครื่องนี้จะนับบวก (+) เมื่อกล้องเดินฟิล์มไปข้างหน้า และจะนับลบ (-) เมื่อกล้องเดินถอยหลัง (เช่นเมื่อถอยหลังฟิล์มสำหรับทำภาพผลม) เมื่อตั้งที่ตัวเลข 0 ในขณะที่จะเริ่มต้นถ่ายช็อตหนึ่ง เครื่องนี้จะขึ้นบอกที่ตัวเลขบอกกรอบภาพของช็อตที่นิ่งถ่ายเสร็จตลอดไปเสมอ

ความละเอียดลออที่จำเป็นต้องใช้ในขั้นต่อไปมีอยู่ 2 ข้อ ข้อแรก ถ้าเกิดความผิดพลาดขึ้นในขณะที่ถ่าย ก็เป็นข้อปฏิบัติธรรมดาที่จะต้องค้นแทรกช็อตสังเกตุไว้ว่า "ตัดถอยหลังไป XX กรอบภาพ" และแล้วจึงถ่ายกรอบภาพที่ผิดพลาดใหม่อีก ทั้งนี้หมายความว่า (เครื่องนับกรอบภาพจะบอกให้อ่านไว้ล่วงหน้าว่า $(X + 1)$ กรอบภาพตามหลังกรอบภาพที่ผิดพลาด (ถ้ากรอบภาพที่ทำช็อตสังเกตุไว้ถูกถ่ายไปเพียงกรอบภาพเดียว) เพราะฉะนั้นสามารถตั้งเครื่องนับกรอบภาพเสียใหม่ให้ย้อนหลังไปตรงกับตัวเลขกรอบภาพที่ถูกตัดภายหลังที่เกิดความผิดพลาดขึ้นในทันทีได้ก็จะดีกว่า เครื่องนับกรอบภาพบางเครื่องทำมาเพื่อให้สามารถเลื่อนตั้งตัวเลขใดตัวหนึ่งได้ใหม่ตามความประสงค์ แต่ถ้าไม่มีเครื่องแบบนี้ติดมากในกล้อง ก็อาจเป็นไปได้ที่จะนำเอาคลัทช์มาใส่ต่อเชื่อมเข้าระหว่างเครื่องนับกรอบภาพกับตัวกล้องซึ่งสามารถทำให้เครื่องนี้เป็นอิสระได้ในขณะที่ยกไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

เลื่อนเครื่องไปยังตัวเลขที่ถูกต้อง

ข้อที่ 2 เราได้เห็นมาเรียบร้อยแล้วว่า จากการลบถอยหลังเป็นฉากที่ถ่ายด้วยกล้องซึ่งเดินถอยหลัง วิธีสะดวกที่สุดในการถ่ายภาพยนตร์ดังกล่าวนี้ก็คือ บรรจุนิรรมที่ขังไม่ได้ถ่ายลงในช่องซึ่งตามปกติเป็นช่องม้วนเก็บฟิล์มที่ถ่ายแล้ว (Take-up chamber) ในแมกกาซีนบรรจุนิรรมโดยนำเอาล้อเก็บฟิล์มที่ถ่ายแล้วมาบรรจุไว้ในช่องป้อนฟิล์ม (Feed chamber ซึ่งใช้เก็บฟิล์มที่ขังไม่ได้ถ่าย) และแล้วจึงเขียนคำแนะนำวิธีใช้กล้อง (Dope sheet) เป็นตัวเลขถอยหลัง ดังนั้นกรอบภาพสุดท้ายของฉากก็จะเป็นหมายเลข 1 ถ้าทำเช่นนี้แล้ว ก็จำเป็นสำหรับเครื่องนับกรอบภาพที่จะต้องนับบวก (+) ถึงแม้ว่ากล้องจะเดินถอยหลังก็ตาม จะสามารถทำเช่นนี้ได้ก็โดยการหมุนเคลื่อนเครื่องนับกรอบภาพด้วยเฟืองขนาดเล็กซึ่งสามารถทำให้เฟืองฟรีแทรกคั่นเข้าไปอยู่ระหว่างเฟืองทั้งคู่ ดังนั้นจึงสามารถขับเคลื่อนเครื่องนับกรอบภาพให้หมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามจากเดิมได้

การเลี้ยงภาพผ่านเลนส์กล้อง

ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้แล้วว่า การเลี้ยงภาพทางซัตเตอร์กระจกเงาในกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนนั้นได้รับผลเป็นที่ไม่น่าพึงพอใจ และระบบของเครื่องเลี้ยงภาพอันเป็นที่รับรองกันทั่วไปก็คือเครื่องมิตเซลล์ ชนิดถอดออกได้ ถ้ากล้องประกอบด้วยเครื่องเลี้ยงภาพเช่นนี้ตัวกล้องก็จะประกอบกันเข้าเป็นรูปตัวแอล (L) กระจกฝ้าและแวนของเครื่องเลี้ยงภาพติดไว้บนประตูกำลัง และชุดเลนส์ติดไว้ที่ส่วนหน้าของกล้อง หมุนเลื่อนมือจับจะทำให้ตัวกล้องเคลื่อนไปทางด้านข้าง และนำเอากระจกฝ้าสำหรับดูภาพเข้ามาไว้ในตำแหน่งที่ตรงกันพอดีกับที่ซึ่งเป็นที่ตั้งเดิมของประตูกำลัง เนื่องจากซัตเตอร์เคลื่อนไปทางด้านข้างของตัวกล้อง ซัตเตอร์จึงสามารถจะคงปิดอยู่ในขณะที่กำลังเลี้ยงภาพ และภาพที่จะถ่ายหรือศิลปกรรมก็อาจมองเห็นได้ในระหว่างที่กำลังถ่ายสองกรอบภาพ (ในฟิล์ม) ใดๆ โดยปราศจากการเลี้ยงต่อการทำให้ฟิล์มเป็นฝ้า (เพราะแสงรั่วขณะถ่าย) ตำแหน่งของภาพที่ถ่ายได้ (ที่ปรากฏบนฟิล์ม) กับของภาพที่มองเห็น (ทางช่องเลี้ยงภาพ) จะตรงกันพอดีอย่างแน่นอนด้วยเดือยสปริง

การใช้แสง

การให้แสงบนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ตามปกติต้องการการให้แสงแบบแบนราบจริงๆ (ไม่มีเงาเลย) โดยทั่วไปมักจะใช้หลอดไฟฟ้าสำหรับห้องถ่ายภาพ 2 หลอด (บางทีก็เป็นหลอด 750 วัตต์แบบ "พัพ" (Pup)) ติดไว้ข้างโต๊ะด้านละหลอด ถ้าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออ่านเห็นไปเซประยชน์ต้นการค่า ถ้าเซลแผ่นใต้วงบนพื้นโต๊ะไม่ราบเรียบตลอดทั่วทั้งแผ่น ทั้งที่มีแผ่นกระจกหนากดทับอยู่ไม่วารณใดๆ พงสน อักทงหามมีเหตุดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกคร้งหมการนาไปเซ

ข้างบน ก็อาจทำให้เกิดการสะท้อนแสงที่ไม่พึงประสงค์จากแผ่นเซลขึ้นได้ในขณะที่กำลังถ่ายภาพนั้น แสงสะท้อนเหล่านี้สามารถจะกำจัดให้หมดไปได้ด้วยการใช้แสงที่ล้นทางเดียว แสงที่ล้นทางเดียว (Polarized light) จะล้นสะท้อนไปตามพื้นราบเดียว ส่วนแสงธรรมดาจะล้นสะท้อนในพื้นราบทั้งหมด แผ่นหรือแว่นกรองแสงโพลาไรซ์ (Polar screen or filter) จะทำหน้าที่คล้ายกับหรือทางสายตา ดังนั้นแสงที่ล้นทางเดียวเท่านั้น จึงจะส่องผ่านแว่นกรองแสงนี้ไปได้ แสงที่ล้นทางเดียว ซึ่งสะท้อนออกมาจากผิวพื้นมันวาว เช่นผิวพื้นของแผ่นเซล จะยังคงล้นทางเดียวอยู่ตามเดิม แต่เมื่อสะท้อนจากผิวพื้นด้าน (ไม่มันวาว) เช่นผิวพื้นแผ่นเซลทาสีด้าน แสงนั้นก็จะไม่ล้นทางเดียวอีกต่อไป วิธีการเช่นนี้จะช่วยขจัดแสงสะท้อนจากแผ่นเซลให้หมดไปได้

เอาแผ่นโพลาไรซ์ออกหมดไฟฟ้ที่ใช้ให้แสงทั้ง 2 ดวง จนทำให้พื้นของการล้นทางเดียวของหลอดทั้งสองส่องไปในทิศทางเดียวกัน เอาแว่นกรองแสงโพลาไรซ์แว่นหนึ่งครอบหน้าเลนส์กล้องให้พื้นของการล้นทางเดียวตั้งฉากกับพื้นของหลอดทั้งสอง ผลที่ออกมาคือ แสงที่ล้นทางเดียวจากหลอดทั้งสอง จะไม่สามารถส่องเข้าไปถึงฟิล์ม (ภายในกล้อง) ได้เลย แต่แสงที่สะท้อนจากผิวมันทาสีด้านจะหมดสภาพล้นทางเดียวไป ดังนั้น เฉพาะแสงที่ส่องผ่านได้ ซึ่งเป็นบางส่วนเท่านั้นจึงจะถูกบันทึกลงบนฟิล์ม เมื่อเป็นเช่นนั้น แสงที่สะท้อนจากเซล (แสงที่ล้นทางเดียว) จะถูกขจัดให้หมดไป แต่แสงที่สะท้อนจากพื้นผิวที่ทาสีด้าน (แสงที่ไม่ล้นทางเดียว) จะถูกบันทึกไว้ในฟิล์ม

การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีอยู่หลายวิธี มีมากเกินไปกว่าที่จะนำมากล่าวไว้ในที่นี้ให้หมดได้ แต่ก็มียุติลัดขั้นพื้นฐานสั้น ๆ อีกมากมายเหมือนกัน ซึ่งน่าจะเป็นการดีสำหรับนักถ่ายที่เพิ่งเริ่มงานจะเรียนรู้เอาไว้ วิธีดังกล่าวนี้ สามารถประหยัดเวลา ประหยัดงาน และวัสดุที่จำเป็นสำหรับงานที่ต้องใช้เวลาและความอดสาหัสเป็นอย่างมากเช่นนี้

การถ่ายทำภาพเดิน

การถ่ายทำภาพเดินเป็นงานถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่ง่ายที่สุด และมีวิธีลัดที่สามารถจะช่วยประหยัดได้ดี เช่น นักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนต้องการจะทำให้ละครตัวหนึ่งเดินข้ามจอ จากซ้ายไปขวา เนื่องจากจังหวะของการเดินจะซ้ำเหมือนเดิม ซ้ำๆ เขียนจึงไม่จำเป็นต้องเขียนภาพเขียนขึ้นใหม่เรื่อย ๆ สำหรับจังหวะของการเดินหลาย ๆ จังหวะ เขาต้องเขียนก็เฉพาะภาพชุดเดินเต็มจังหวะเพียงชุดเดียวเท่านั้น ขอให้เราสมมติว่าตัวละครในใจตัวนี้จะต้องก้าวเท้าเป็นระยะทางก้าวละ 2 นิ้ว จากซ้ายไปขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ภายในหอสมุดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหอสมุด
ไม่มีการคืนใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้าวหนึ่งจะต้องใช้ภาพรวม 20 กรอบภาพ แต่ละกรอบภาพตัวละครต้องเคลื่อนไปข้างหน้า 1/10 นิ้วจากกรอบภาพหนึ่งถึงกรอบภาพต่อไป ถ้านักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนตัดสินใจที่จะใช้การถ่ายกรอบภาพคู่ (แต่ละภาพเขียนถูกถ่ายไว้ 2 กรอบภาพติดต่อกัน) ขาของตัวละครก็จำเป็นต้องทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวในช่วงระยะทางระยะ 1/5 นิ้วจากกรอบภาพหนึ่งกรอบภาพต่อไป สำหรับการเดินที่ถูกทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งต้องการสมมติว่า 5 ก้าวเต็มๆ ที่จะเคลื่อนจากซ้ายไปขวา (หรือ 100 กรอบภาพ) นักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนก็จำเป็นต้องเตรียมภาพเขียนเพียง 20 ภาพเท่านั้น ในการถ่ายกรอบภาพคู่ เขาก็จำเป็นต้องเตรียมเพียง 10 ภาพเขียนเท่านั้น ถ้าพื้นหลังเป็นภาพนิ่งโดยไม่มีภาพใหม่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย (เช่นภาพนกบินผ่าน) ก็ต้องเตรียมภาพพื้นหลังเพิ่มขึ้นอีกเพียงภาพเดียว

โดยการใช้เบ็กติดด้านบนและด้านล่างของภาพ ช่างหรือนักถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก็สามารถติดเบ็กภาพพื้นหลังด้วยเบ็กด้านล่างและอัดนิ่งเอาไว้เช่นนั้นตลอดไป ในขณะที่เวลานั้น เซลภาพตัวละครก็ถูกนำเข้าติดตรงด้วยเบ็กลอยชุดด้านบน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนไปทางขวาภายในระยะทางที่คำนวณไว้ก่อน (เช่นตัวอย่าง 1/10 นิ้วสำหรับการเขียนกรอบภาพเดียว หรือ 1/5 นิ้วสำหรับการถ่ายกรอบภาพคู่)

ในทางกลับกัน ช่างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะอัดเบ็กติดตรงภาพเซลของตัวละครให้นิ่งอยู่เดิม โดยมีตัวละครยืนอยู่ที่จุดศูนย์กลางของกรอบภาพที่จะถ่าย (เพียงแต่เปลี่ยนภาพเขียนใหม่ภายหลังการถ่ายครั้งเดียวหรือการถ่ายคู่เท่านั้น) ในขณะที่ภาพเซลพื้นหลัง ซึ่งถูกตรึงไว้ด้วยเบ็กอีกชุดหนึ่ง เคลื่อนไปทางซ้ายภายในระยะทางที่คำนวณไว้เฉพาะ ในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพ หรือมีเวลานั้นก็สามารถทำให้ตัวละครเดินจากซ้ายไปขวา ในขณะที่พื้นหลังถูกถ่ายโดยวิธีแพนหรือสายหน้ากล้องจากขวาไปซ้าย แต่ในกรณีเช่นนี้ ถ้าจำเป็นที่จะต้องรักษาอัตราความเร็ว (ของการเดิน) ไว้เช่นเดิมตลอดแล้ว อัตราความเร็วที่สัมพันธ์กันทั้งของตัวละครและของพื้นหลังก็ควรจะลดลงอย่างละครึ่ง ถ้ามีเวลานั้นแล้วตัวละครจะปรากฏให้เห็นเป็นเดินเร็วขึ้นสองเท่าตัว ในตัวอย่างที่ยกมาอ้างนี้ ภาพเซลทั้งสอง (ตัวละครกับพื้นหลัง) จะต้องเคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้ามใน ระยะทาง 1/20 นิ้วสำหรับแต่ละกรอบภาพ

ในการเดินระยะยาว ผู้ถ่ายทำควรจะเตรียมแผ่นเซลให้ยาวอย่างพอเพียง นั่นคือให้ยาวพอสำหรับแผ่นเซลที่จะต้องแพนกล้องถ่ายโดยไม่ตกกรอบภาพ จึงเป็นที่แน่นอนว่าเฉพาะแผ่นเซลที่จะต้องแพนกล้องถ่ายเท่านั้นจึงควรทำมาให้ยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายภาพจางและภาพผสม

โดยทั่วไป ภาพจางก็คือ การลดหรือเพิ่มมุมของใบพัดชัตเตอร์ เฉพาะช่วงของจำนวนกรอบภาพที่ระบุไว้ในระหว่างการถ่าย (เปิดชัตเตอร์ให้แสงเข้าถุกฟิล์ม) ดังเช่นภาพจางเข้า (Fade-in) จะประกอบด้วยการค่อยๆ เปิดมุมใบพัดชัตเตอร์ให้กว้างออกทีละน้อยในระหว่างการถ่าย ทำให้ภาพกระจางยิ่งขึ้นตามลำดับ (จากภาพมืดหรือเลื่อนกลาง) ส่วนภาพจางออก (Fade-out) ต้องการปิดมุมใบพัดชัตเตอร์ให้แคบเข้าทีละน้อยในระหว่างการถ่าย ซึ่งจะทำให้ภาพค่อยๆ มืดเข้า (จนมืดสนิทโดยภาพเดิมหายไป)

ภาพผสม (Mix) ก็คือการผสมกันของภาพจางเข้ากับภาพจางออก ทำได้โดยครั้งแรกลดมุมใบพัดชัตเตอร์ให้เล็กลงตามลำดับ ในระหว่างการถ่ายตามจำนวนกรอบภาพที่ระบุไว้หมุนฟิล์มกลับคืนเท่าจำนวนกรอบภาพของภาพที่ถ่ายไปตอนแรก (ภาพจางออก) แล้วเปิดชัตเตอร์ถ่ายซ้ำอีก แต่ครั้งนี้ค่อยๆ เพิ่มมุมใบพัดชัตเตอร์ให้โตขึ้นเรื่อยๆ (จนเท่าถ่ายปกติคือถ่ายทำภาพจางเข้า)

ภาพผสมสามารถนำมาใช้แสดงการค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงของฉากภาพยนตร์ (Scene) จากฉากแสดง (Setting) ฉากหนึ่งไปสู่อีกฉากหนึ่ง ช่วงกล้องจะทำภาพจางออกบนแผ่นเซลของฉากภาพยนตร์ฉากหนึ่ง หมุนฟิล์มกลับคืนที่เดิมเปลี่ยนแผ่นเซลสำหรับถ่ายใหม่ และแล้วค่อย ๆ ทำภาพจางเข้าโดยถ่ายภาพแผ่นเซลใหม่ที่แสดงฉากภาพยนตร์ฉากต่อไป ภาพผสมนี้สามารถนำมาใช้แทรกคั่นระหว่างภาพพิเศษต่างๆ ได้ด้วย เช่น นักมายากลหลายตัวเป็นต้น ในกรณีนี้ช่วงกล้องจะทำภาพจางออกในฉากที่นักมายากลปรากฏตัวอยู่หมุนฟิล์มกลับคืนที่เดิมและถอดเอาแผ่นเซลที่มีภาพนักมายากลออกจากกรอบ (เหลือแต่ภาพพื้นหลังนิ่ง) แล้วก็ถ่ายภาพ (พื้นหลังเปล่า ๆ) ใหม่อีกครั้ง โดยค่อย ๆ เลื่อนทำภาพจางเข้าในฉากภาพยนตร์ที่ไม่มีตัวนักมายากล (อยู่ในฉากพื้นหลังนี้) เลย

การทำภาพเงาให้เคลื่อนได้

การใช้ภาพผสมที่เป็นสามมิติอีกอย่าง หรืออาจเรียกว่าการแบ่งถ่ายกรอบภาพยนตร์ทั้งกรอบ ในระหว่างการเติมฟิล์มผ่านกล้อง 2 ครั้ง เป็นเทคนิคสำหรับถ่ายทำภาพเงาให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ เงาของสิ่งเคลื่อนไหวจะทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้บนแผ่นเซลระบายสีคำทิบแยกจากกัน การเดินฟิล์มครั้งแรกกระทำโดยการถ่ายภาพจากแผ่นเซลทั้งชุดรวมทั้งแผ่นเซลภาพเงา แต่การถ่ายทั้งหมดใช้มุมของใบพัดชัตเตอร์ที่ลดให้แคบลง สมมติว่าเปิดไว้เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังที่หมุนฟิล์มกลับคืนเท่าจำนวนกรอบภาพที่ถ่ายไปแล้ว ก็ถ่ายเป็นครั้งที่ 2 โดยตั้งมุมชัตเตอร์เปิดให้แสงสว่างผ่านเลนส์ได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ถ่ายภาพเซลที่ไม่มีภาพเงาปรากฏเลย (ตั้งแต่ต้นจนครบจำนวนกรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ถ่ายไว้ครั้งแรก) - ดังนั้นแต่ละกรอบภาพจึงได้รับแสงสว่างรวมกันเต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ (ของการเปิดให้แสงสว่างเข้าไปถูกฟิล์ม) แต่เฉพาะส่วนของภาพที่ถูกบังทับไว้ด้วยภาพเงา (ในการเดินกล้องครั้งแรก) จะได้รับแสงสว่างจากการถ่ายไว้จริง ๆ เพียง 60 เปอร์เซ็นต์ (จากการถ่ายครั้งที่ 2) เท่านั้น การใช้เทคนิคนี้ผู้ถ่ายทำสามารถจะปรับความเข้มของเงาโดยการเพิ่มแสงในการถ่ายครั้งที่ 2 ให้เงามีสีดำอ่อนลง ก็ได้ อีกด้วย

โตเต็ลแบบซ้อนทับ

ตามตัวอย่างดังกล่าวมาแล้ว ในเรื่องการถ่ายโดยเปิดชัตเตอร์ให้ฟิล์มได้รับแสงสว่างเต็มที่ครั้งเดียว ได้ถูกแบ่งออกเป็นกรอถ่ายโดยให้ฟิล์มเดินผ่าน (เลนส์) กล้อง 2 ครั้ง เคยปรากฏด้วยเหมือนกันว่า การเดินฟิล์มทั้ง 2 ครั้ง (แต่ละครั้ง) ควรจะให้ได้รับแสงสว่างเต็มที่ ตัวอย่างที่ใช้เป็นแบบอย่างในเรื่องนี้ก็คือ ภาพโตเต็ลขาวถูกถ่ายซ้อนทับลงบนพื้นหลังที่ถูกถ่ายแบบซูม ตัวโตเต็ล (อาจเป็นตัวหนังสือ) ระบายด้วยสีขาว ถูกถ่ายบนพื้นหลังสีดำ-ทางที่ตีน่าจะใช้แผ่นเซลระบายสีดำวางซ้อนข้างใต้โตเต็ล นี่คือการถ่าย 2 ครั้ง หรือถ่ายเป็นภาพผลมกับฉากพื้นหลัง (ถ่ายครั้งที่ 2) โดยการถ่ายทั้ง 2 ครั้งเดินฟิล์ม (แต่ละครั้ง) ให้ผ่านกล้องและถูกแสงสว่าง (ที่ผ่านเลนส์) เต็มที่ ในกรณีเช่นนี้ จะเป็นการดียิ่งขึ้นจริงๆ ที่ควรจะเพิ่มรูรับแสงให้โตขึ้นกว่ารูรับแสงปกติอีก $1/3$ สติออปสำหรับการถ่ายตัวโตเต็ล การทำเช่นนี้ทำให้มั่นใจว่าตัวโตเต็ลจะเผาแสงผ่านพื้นหลังใด ๆ ไปด้วย แต่ก็ยังไม่ถูกแสงแก่เกินไปจนก่อให้เกิดความพร่ารอบ ๆ เส้นรอบตัวหนังสือ (ในโตเต็ล) ได้เป็นที่แน่นอน การถ่ายทำภาพซ้อนเช่นนี้ จำเป็นเฉพาะเมื่อฉากพื้นหลังเป็นภาพซูม ซึ่งเปลี่ยนแปลงขนาดของกรอบภาพ (ที่นำมาใช้ถ่าย) เท่านั้น แต่ถ้าฉากพื้นหลังเป็นกรอบภาพขนาดเดียวกันตลอดตัวโตเต็ลก็สามารถจะระบายสี (ขาว) บนแผ่นเซลแล้วซ้อนทับให้แนบสนิทตรงกับบนภาพศิลปกรรม (ฉากหลัง) อีกแผ่นหนึ่ง โดยถ่ายภาพทั้งชุดด้วยการเดินกล้องเพียงครั้งเดียว (ไม่ต้องถ่ายครั้งที่ 2)

การถ่ายทำภาพซ้อนแบบบทบาทจริง

ยังมีเวลาอยู่อีก ในเมื่อผู้ถ่ายทำภาพยนตร์จะต้องซ้อนทับภาพ 2 ชุด เพื่อจะรวมเอาภาพยนตร์การ์ตูนกับภาพยนตร์บทบาทจริงเข้าไว้ด้วยกันในซีควนซ์หรือตอนภาพยนตร์เดียวกัน ในกรณีเช่นนี้ไม่เหมือนการทำโตเต็ล (ซ้อน) เพราะภาพทั้ง 2 ชุดประกอบด้วยสีของอาร์สไพทอน (สีลดหลั่นกัน) ซึ่งไม่ต้องแสดงผ่านทะลุซึ่งกันและกัน ดังตัวอย่างเรื่องภาพซ้อนของยานอวกาศนี้ ซึ่งซ้อนทับบนพื้นหลังที่ถ่ายซูมเข้า (Zoom-in ทำให้ภาพ

โตขึ้น) เพื่อทำให้เกิดการประทับใจในเรื่องยานอวกาศกำลังจะลงสู่พื้นดิน หรือภาพถูกครที่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งแสดงให้เห็นการเคลื่อนตัวของอากาศภายในเครื่องยนต์กังหันจริง ๆ ในการทำให้เกิดผลเช่นนี้ ผู้ถ่ายทำสามารถเลือกเอาเทคนิคการใช้ภาพบังเคลื่อนที่ หรือวิธีฉายภาพทางอากาศ (ถ่ายจากที่สูงมาก) วิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้ก็ได้

กล่าวโดยย่อ เทคนิคการใช้ภาพบังเคลื่อนที่ (Travelling matte) ก็คือการใช้หน้าฉากเนกาตีฟหรือโพลีดีฟบังภาพรูปร่างหรือบริเวณพื้นที่บางส่วนของพื้นหลัง เพื่อป้องกันมิให้ถูกแสงสว่าง (ครั้งแรก) แต่ส่งบางส่วนดังกล่าวนี้เอาไว้ถ่ายภาพรูปร่างหรือภาพใด ๆ ที่ต้องการ ซึ่งจะนำมาถ่ายซ้อนทับเข้าไปในภายหลัง (ครั้งที่ 2) การกระทำเช่นนี้เรียกว่าการใช้ภาพบังเคลื่อนที่ เพราะว่าหน้าฉากเคลื่อนตัวไปพร้อมกับฟิล์มที่ใช้ถ่ายไม่ว่าภายในกล้องในขณะที่ถ่ายหรือภายในเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์แบบใช้เลนซ์ฟิล์ม (Optical printer) ในขณะที่พิมพ์ภาพผลมหรือภาพตัดแปด (Composite print) เป็นครั้งสุดท้าย

ถ้าผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเลือกใช้การถ่ายโดยใช้ภาพบังเคลื่อนที่ ช่างเขียนก็จะต้องเตรียมแผ่นเซลลภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ไว้ 2 ชุด ชุดหนึ่งประกอบด้วยแผ่นเซลลภาพกรรมระบายสีซึ่งจะนำมาใช้ถ่ายซ้อนทับลงบนภาพอื่น ส่วนอีกชุดหนึ่งเป็นภาพเหมือนชุดแรกนั่นเอง เป็นภาพเงาขาวในรูปร่างเดิมและอยู่ในตำแหน่งเดิมทุกประการภาพต่อภาพโดยตลอด แผ่นเซลลภาพเงาขาวเหล่านี้จะถูกถ่ายบันทึกพร้อมกับภาพพื้นหลังสีดำลงบนฟิล์มดำขาวชนิดสีตัดกันสูง (High contrast) ซึ่งบรรจุไว้ในกล้องให้ด้านเยื่อไวแสงหันเข้าเลนส์กล้อง (ด้านใน) ฟิล์มที่ถ่ายแล้วชี้ให้ส่งไปล้างยังหน่วยล้างฟิล์มหรือห้องแล็บ (Lab-laboratory) โดยสั่งให้ห้องแล็บล้างให้ได้สีตัดกันสูง แล้วนำฟิล์มสีธรรมดาามาบรรจุเข้ากล้อง ถ่ายแผ่นเซลลภาพสีพร้อมด้วยพื้นหลังสีดำ โดยใช้เครื่องประดับและการเคลื่อนกล้องเหมือนเดิมทุกประการ เมื่อฟิล์มสีตัดกันสูง (Matte) ส่งกลับมาจากห้องแล็บ ให้บรรจุเข้ากล้อง โดยหันด้านเยื่อไวแสงเข้าหาด้านเยื่อไวแสงของฟิล์มสีที่ถ่ายแผ่นเซลลภาพสีเขียวเรียบร้อยแล้วแต่ยังไม่ได้อ้าง เอาด้านหลังฟิล์ม (ด้านมัน) ที่ล้างแล้วนี้เข้าหาเลนส์กล้อง (ด้านใน) เพื่อความประสงค์นี้ จึงจำเป็นต้องใช้แมกกาซีนบรรจุฟิล์มคู่ (2 ม้วน) และประตูฟิล์มของกล้องก็จำเป็นต้องสามารถรับฟิล์ม 2 ชั้นซ้อนกันให้เดินผ่านประตูฟิล์มได้พร้อมกัน บัดนี้กล้องก็พร้อมที่จะถ่ายบันทึกภาพฉากพื้นหลังได้แล้ว ภาพเนกาตีฟบังหน้า (ที่ล้างแล้ว) จะทำหน้าที่เป็นหน้าฉากบังส่วนต่าง ๆ ของฉากนี้ ซึ่งได้ถูกแสงสว่างเนื่องจากการถ่ายแผ่นเซลลภาพระบายสีมาก่อนหน้านี้แล้ว และผลสุดท้ายที่จะได้รับก็คือภาพซ้อนตามที่ต้องการ ซึ่งจะไม่มีฉากหนึ่งซ้อนเหลื่อมทะลุอีกฉากหนึ่งปรากฏให้เห็นเป็นลักษณะภาพผี (Ghosting) ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การถ่ายทำภาพยนตร์ที่เกี่ยวข้อกับงานศิลปกรรมที่เพิ่มขึ้นเป็นพิเศษอีก เป็นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมิชชีนน้อยที่จะต้องเตรียมแผ่นเซลล์ภาพเงาขาวให้มากพอ นอกจากนี้ยังต้องการใช้กล้องที่สามารถติดตั้งแมกกาซีนคู่หรือกล้องบรรจุฟิล์มคู่เข้าไว้ด้วย ซึ่งผู้ถ่ายทำธรรมดา มักจะหากกล้องดังกล่าวนี้ได้ยาก อีกทางหนึ่งก็คือจะต้องเตรียมภาพบังที่ต้องการใช้ในการพิมพ์ภาพยนตร์แบบใช้เลนส์ เพื่อการนี้ก็จะต้องถ่ายแผ่นเซลล์ที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ไปทีละกรอบภาพลงบนฟิล์มที่มีติดกันสูง แต่ต้องใช้การให้แสงจากด้านหลังภาพโดยติดตั้งดวงไฟไว้ภายใต้พื้นโต๊ะที่ใช้ถ่ายทำ การทำเช่นนี้จะก่อให้เกิดภาพเนกาตีฟบังหน้า ที่ประกอบด้วยพื้นหลังดำมืด พร้อมด้วยรูปร่างและขนาดของภาพที่นำมาใช้ ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ หรือของวัตถุบนฟิล์มโปร่งใส แล้วจึงถ่ายแผ่นเซลล์ต่างๆ อีกครั้งลงบนฟิล์มสีเนกาตีฟธรรมดา โดยใช้ตำแหน่งและจังหวะเวลาเหมือนเดิม แต่ใช้การให้แสงด้านหน้าอย่างธรรมดาพร้อมกับพื้นหลังดำมืดตลอดในที่สุดตัวพื้นหลัง เองหรือตอนที่ เป็นบทบาทจริงก็ถูกถ่ายบันทึกลงบนฟิล์มสีเนกาตีฟธรรมดาแยกออกมาต่างหาก

หลังจากล้างฟิล์มสีเนกาตีฟทั้งหมด และทำฟิล์มเป็นฟิล์มภาพบังหน้าโพลีติฟจากฟิล์มภาพบังหน้าเนกาตีฟแล้ว ช่างเทคนิคของแล็บจะทำการพิมพ์ภาพรวมของภาพบังหน้าโพลีติฟกับฟิล์มภาพสีเนกาตีฟของภาพพื้นหลังเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำเป็นฟิล์มภาพโพลีติฟของภาพพื้นหลัง โดยปล่อยให้ภาพรูปร่างของแผ่นเซลล์ที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งมิได้รับการกระทบกระเทือนใดๆ ได้รับการพิมพ์ซ้อนทับลงบนอีกฟิล์มภาพหนึ่งต่อไป การพิมพ์ครั้งที่ 1 จะรวมเอาฟิล์มภาพพื้นหลังที่เพิ่งถ่ายร่วมกับฟิล์มบังหน้าเนกาตีฟกับฟิล์มภาพสีเนกาตีฟของแผ่นเซลล์ที่ถูกทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ การทำให้ถูกแสงสว่างเป็นครั้งที่ 2 นี้เป็นเพียงการทำภาพให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้เพื่อนำไปพิมพ์ซ้อนทับลงบนภาพอื่นเท่านั้น ด้วยการใช้น้ำกากบังหน้าพื้นหลัง ซึ่งได้ถ่ายมาก่อนหน้าแล้ว นำเอาฟิล์มดังกล่าวนี้ไปล้างเป็นภาพยนตร์ชนิดภาพผลมหรือภาพคัดแปลง ซึ่งจะแสดงการซ้อนทับของภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ลงบนบทบาทจริง เป็นทั้งภาพที่มีสีลดหลั่นกันและปราศจากการเหลื่อมพัวของภาพทั้งสิ้น

ถ้าต้องการให้ภาพรูปร่างของบทบาทจริงกับภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ (หรือภาพยนตร์การ์ตูน) ประกอบกลมกลืนกันเข้าสนิทอย่างแท้จริง ก็ควรจะจัดเตรียมแผ่นเซลล์พร้อมด้วยความช่วยเหลือของเครื่องฉายโรโตสโคป (Rotoscope) เครื่องนี้ก็คือเรือนไฟฟ้าที่นำมาประกอบกันเข้ากับกล้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ใช้ฉายภาพจากฟิล์มภาพยนตร์ที่ล้างแล้วและนำมาร้อยเข้าในเครื่องนี้โดยให้ฟิล์มผ่านประตูฟิล์มของเครื่อง ในขณะที่เครื่องโรโตสโคปฉายภาพจากบทบาทจริงจากฟิล์มภาพโพลีติฟ (ขึ้นมาทางใต้กระจกฝ้าของพื้นโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน) ทีละกรอบภาพๆ ช่างเขียนก็สามารถจะวาดภาพลงบนแผ่นเซลล์ วาดเป็นภาพที่จะทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ (เช่น ภาพการ์ตูน หรือ

สิ่งอื่นๆ) ให้กลมกลืนเข้ากันกับบทบาทจริง (ในภาพยนตร์ที่ฉาย) อย่างสนิทแนบเนียนได้ (แล้วนำมาถ่ายทีหลังร่วมกันทีละกรอบภาพ)

การฉายภาพทางอากาศ

เทคนิคของการฉายภาพทางอากาศ (Aerial image projection) เป็นเทคนิคชั้นสูงอย่างหนึ่ง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่ละเอียดลออและฝีมือที่พิถีพิถันมาก เทคนิคนี้ไม่ควรจะพยายามนำมาใช้ นอกจากจะนำเครื่องมือที่ถูกผลิตแบบอาชีพจริง ๆ มาใช้ได้ แต่เพื่อที่จะให้ท้องเรื่องของเรื่องนี้ครบถ้วนจึงขอกล่าวพอเป็นสังเขปว่า เทคนิคในเรื่องนี้ทำกันอย่างไร

เทคนิคของการฉายภาพทางอากาศ เป็นวิธีนำแผ่นเซลภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ไปซ้อนทับลงบนซีเควนซ์ของภาพยนตร์ ที่เป็นบทบาทจริง ด้วยวิธีฉายภาพทางด้านหลังโดยไม่ต้องใช้ภาพบังหน้าข้างใต้โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เครื่องฉายแบบพิเศษที่มีหมุดหรือสลักตรึงฟิล์มให้ตรงกันสนิท (ติดอยู่ในประตูฟิล์ม) ทำการฉายภาพไปบนเลนส์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เลนส์เกลี่ยแสง (Condensor) เลนส์เกลี่ยแสงซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวกว่าเส้นทแยงมุมของกรอบภาพ (ที่กล้องถ่ายได้) เล็กน้อย ติดตั้งไว้ในที่ติดตั้งกระจกฝ้าที่ใช้เป็นจอโปร่งแสงแบบทั่วไป ภายในพื้นโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ทั้งตัวกล้องที่ติดกับโต๊ะและเครื่องฉายติดไว้ด้วยชุดเลนส์ที่มีความยาวโฟกัสเท่ากับความยาวโฟกัสนี้ยาว เป็นครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างพื้นโต๊ะกับเลนส์กล้องหรือเลนส์เครื่องฉาย ตามปกติแล้ว กรอบภาพสำหรับกล้องถ่ายเพียงขนาดเดียวจึงจะสามารถนำมาใช้ได้ ถึงแม้ว่าบางระบบสามารถจะดัดแปลงแก้ไขให้ปรับขนาดของกรอบภาพที่กล้องจะถ่ายได้ ให้มีขนาดแตกต่างกันได้ตามต้องการก็ตาม

ด้วยการกระทำเช่นนี้ ฟิล์มภาพยนตร์บทบาทจริงจะถูกฉายไปบนเลนส์เกลี่ยแสงทีละกรอบภาพ ในขณะที่เดียวกันแผ่นเซลภาพที่จะทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งถูกให้แสงจากด้านบนวางสอดเข้าชุดเบี่ยงที่ใช้อัดตรึงภาพให้ตรงกัน (ของกรอบอัดภาพบนโต๊ะถ่ายทำ) แล้วใช้กล้องที่ติดอยู่กับโต๊ะถ่ายบันทึกภาพดัดแปลงของภาพบทบาทจริง (จากแว่นเกลี่ยแสง) ผสมกับภาพจากแผ่นเซล (ภาพการ์ตูน) ไปทีละภาพตามลำดับ

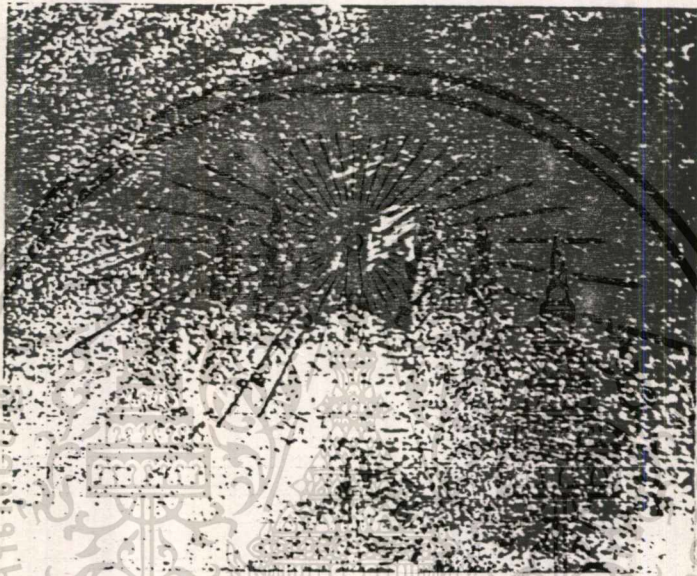
การถ่ายภาพทางอากาศเป็นการหลีกเลี่ยงความเบื่อหน่ายของการจัดทำภาพเงาขาว หรือหลีกเลี่ยงการถ่ายและล้างฟิล์มภาพบังหน้าเคลื่อนที่หลาย ๆ ชุด แต่ก็ยังเป็นเทคนิคที่ต้องการเคลื่อนมือที่ประณีตมาก ต้องการการใส่ใจที่ซ้ำซ้อนในเรื่องเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเลนส์ และต้องการการให้แสงที่จัดให้เท่าเทียมกันอย่างรอบคอบ การทำให้ภาพตรงกันสนิททั่วทั้งภาพและทุกภาพเป็นสิ่งจำเป็นมาก สำหรับการถ่ายภาพบังหน้าเคลื่อนที่

หรือการใช้เทคนิคภาพทางอากาศ ทั้งในกล้องถ่ายที่ติดอยู่บนโต๊ะและในเครื่องฉายสำหรับผลิตภาพยนตร์ชนิดนี้จำเป็นต้องมีหมุดหรือสลักตรึงภาพให้ตรงกันตลอด (ติดอยู่ในประตูฟิล์ม) ฟิล์มภาพยนตร์ที่ใช้ถ่ายไม่ว่าในการจัดทำภาพศิลปกรรมหรือในการถ่ายภาพทางอากาศ ควรจะล้างให้ได้สีตัดกันต่ำ (Low contrast) และจัดนิมฟ์ด้วยเครื่องนิมฟ์ ภาพยนตร์ชนิดนี้มีหมุดตรึงภาพให้ตรงกัน ซึ่งสามารถนิมฟ์ทีละภาพได้ โดยใช้ฟิล์มที่มีหนามเตยแบบเนกาตีฟมานิมฟ์ ในการจัดทำภาพศิลปกรรม หรือการถ่ายภาพทางอากาศ หรือการจัดทำภาพบังหน้าเคลื่อนที่ จำเป็นต้องรอบคอบพิถีพิถันเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะให้เป็นที่มั่นใจว่ากรอบภาพทั้งสองเริ่มต้นตรงกัน ถ้ามิฉะนั้นแล้วทั้ง 2 ภาพจะไม่ซ้อนทับตรงกันสนิท

การถ่ายภาพลบถอยหลัง

เทคนิคที่มีการใช้หลายอย่างโดยเฉพาะในงานถ่ายทำเป็นแผนภาพ (Diagram) เรียกตามศัพท์ว่าภาพลบถอยหลัง (Scratchback) เทคนิคนี้จะถูกนำมาใช้ก็ต่อเมื่อวัตถุหนึ่งต้องเจริญเติบโตขึ้นตามวิถีทางในฉากภาพยนตร์หนึ่ง ดังตัวอย่างเช่น เส้นหนึ่งวิ่งไปสุดลิ้นลง หรือภาพโตเต็ลที่เขียนตัวเอง ซึ่งดูราวกับว่าเขียนขึ้นด้วยมือที่มองไม่เห็นในกรณีเช่นนี้ ภาพศิลปกรรมที่สมบูรณ์ (ภาพเส้นตัวหนังสือของโตเต็ล) จะถูกเขียนขึ้นบนแผ่นเซล เดินกล้องถ่ายภาพด้วยวิธีถอยหลังฟิล์ม ทำการถ่ายภาพบนแผ่นเซลด้วยการลบ (เส้นตัวหนังสือจากปลายบรรทัด) ออกทีละน้อยถ่ายไปทีละภาพ (ลบไปเรื่อย ๆ) โดยทั่วไปมักจะใช้กระดาษปิดทับ เพื่อแสดงว่าจะต้องลบออกไปมากน้อยเท่าไร เมื่อจำเป็นจะต้องใช้เทคนิคนี้ก็จำเป็นต้องระมัดระวังเป็นอย่างมากซึ่งจะไม่ขูดขีดแผ่นเซล ในเมื่อต้องการลบหรือทำให้บางส่วนของงานศิลปกรรมหายไป โดยใช้ผ้าชุบน้ำหรือไม้ก็เครื่องมือที่ทำด้วยไม้หรือพลาสติก เช่น ค้อนแปรงทาสี เป็นต้น (แทนการขูดขีด) นอกจากนี้ภาพศิลปกรรมที่จะนำมาใช้รับการกระทำดังกล่าวนี้ ไม่ควรจะระบายด้วยสีไวโอลิน ซึ่งเมื่อแห้งแล้วจะทำให้แข็งตัวมากจนเกือบไม่สามารถจะลบออกได้ ให้ใช้สีน้ำผสมกาวแทนสีดังกล่าว ถ้ากล้องไม่สามารถจะใช้ถ่ายด้วยการถอยหลังฟิล์มได้ (ซึ่งความจริงควรจะถ่ายได้) ฉากภาพยนตร์ดังกล่าวนี้ก็ยังสามารถจะถ่ายได้ ถ้าใช้ฟิล์มขนาด 16 มม. ฟิล์มนี้จะต้องมีรูหนามเตย 2 ข้าง ภาพศิลปกรรมที่จะถูกถ่ายจะต้องวางตรึงอยู่ในหมุดยึดตรงกันตลอด ข้างใต้กล้องที่ติดตั้งกลับเอาล่างขึ้นบน (เอาบกลงล่าง) แล้วถ่ายไป (ทีละภาพ) โดยกล้องเคลื่อนฟิล์มไปข้างหน้าอย่างธรรมดา เมื่อล้างฟิล์มนี้เรียบร้อยแล้ว ก็ตัดเอาฟิล์มส่วนนี้ออก กลับเอาปลายฟิล์มส่วนล่างขึ้นบน ซึ่งเป็นการแน่นอนที่จะต้องนำเอากรอบภาพสุดท้ายมาใช้เป็นภาพแรก และจะก่อให้เกิดผลเช่นเดียวกับกรอถอยหลัง (ดังกล่าว

มาแล้ว) ถ้าใช้ฟิล์มขนาด 35 มม. หรือ 8 มม. ถ้ายวิธีการดังกล่าวนี้ก็ไม่สามารถจะนำมาใช้ได้กล่าวคือในฟิล์ม 35 มม. ตัวภาพมิได้อยู่ตรงกลางฟิล์มจริง ๆ เพราะมีที่ว่างสำหรับเป็นเส้นเสียง (อยู่ที่ริมฟิล์มด้านหนึ่ง) ส่วนในฟิล์ม 8 มม. มีรูหนามเตยอยู่เพียงข้างเดียวเท่านั้นและดังนั้น ภาพหลังที่กลับเอาทางฟิล์มขึ้นบนแล้ว ฟิล์มข้างที่มีรูหนามเตยจึงกลับไปอยู่ผิดข้าง (ตรงข้างที่ไม่มีรูหนามเตยซึ่งต่อกันไม่ได้)



ภาพที่ 61 การถ่ายภาพลบถอยหลัง

2.14 ส่วนประกอบของแท่นถ่ายภาพภาพยนตร์การ์ตูน

ข้อความในบทนี้ไม่เหมาะสำหรับคุณ ถ้าคุณมีเงินมากพอที่จะซื้อเครื่องมือถาวรสำหรับมืออาชีพ เพื่อการนี้ คุณเพียงแต่ขอคำแนะนำสินค้าพร้อมด้วยราคาไปยังบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว (หรือถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน) เท่านั้น ผู้ผลิตที่สำคัญ ได้แก่ คราสส์ - เยอรมันนี, นิลสัน ออร์เทลล์ - อังกฤษ, อ็อกซ์เบอร์รี่ - สหรัฐอเมริกา, เซอิกิ-ญี่ปุ่น

เป็นธรรมดาที่จะต้องคิดกันว่า การทำภาพให้เคลื่อนไหวนั้นเป็นธุรกิจทางเทคนิคชั้นสูง บทนี้มีไว้จะพิสูจน์ให้เห็นสิ่งที่ตรงกันข้าม แต่ต้องการจะทำให้มั่นใจได้ว่าถึงแม้จะเป็นเครื่องมือทางเทคนิคที่อยู่ยากซับซ้อนพอสมควร ก็สามารถจะทำให้เข้าใจได้ และสามารถนำมาใช้ได้โดยผู้ที่ไม่ใช่ช่างเทคนิค ผู้เขียนมิได้มีจิตใจทางเทคนิคโดยเฉพาะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนช่างานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แต่ได้เรียนรู้วิธีบรรจฟิล์มเข้ากล่องและวิธีเปลี่ยนหลอดไฟพอสมควร ไม่วารกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีสิ่งใดยุ่งยากเกินที่จะเข้าใจ คุณก็ไม่ควรรังรองที่จะถามเพื่อนช่างเทคนิคของคุณ คุณจะพบว่าช่างเทคนิคที่มีความสนใจการทำภาพให้เคลื่อนไหว (หรือการทำภาพยนตร์การ์ตูน) เช่นเดียวกับตัวคุณ และคุณจะได้รู้จักกับทักษะเบื้องหลัง "ปุ่มลั่นชัตเตอร์ที่จะกด" สำคัญที่สุดเหนือสิ่งอื่นทั้งหมดก็คือ คุณจะสามารภใช้เครื่องมือทำภาพให้เคลื่อนไหวทางเทคนิคได้ทั้งหมดด้วยตัวคุณเอง

ที่สำคัญก็คือ กล้อง แทนถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหว (หรือถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน) พร้อมด้วยอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ และดวงไฟส่องแสง ติดตั้งอยู่ที่ตายตัว และสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทุกสิ่งอยู่ในที่เรียบร้อยแล้ว จะต้องหลีกเลี่ยงการจับเคลื่อนไหวใด ๆ ในเครื่องมือพื้นฐานเหล่านี้

แทนถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวประกอบด้วย : กล้อง ที่ติดตั้งกล้อง

เสาหลักที่ทำให้ติดตั้งกล้อง เคลื่อนขึ้นลงทางดิ่งได้

โต๊ะทำภาพให้เคลื่อนไหวพร้อมด้วยส่วนประกอบบนพื้นโต๊ะสำหรับเคลื่อนสิ่งต่าง ๆ ทางราบ

ดวงไฟส่องแสง : ดวงบน (ไฟส่องตรง) กับดวงล่าง (ไฟส่องสะท้อน)

ในกรณีที่ต้องการให้เข้าลักษณะอาชีพมากขึ้นก็ควรมีหีบควบคุมกล้องและแทนถ่ายทำภาพให้เคลื่อนไหวด้วย

2.14.1 : โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามเทคนิคของการทำภาพยนตร์การ์ตูน หรือการทำภาพให้เคลื่อนไหว คือ แบบ "พื้นราบ" กับแบบ "สามมิติ"

ในการทำภาพพื้นราบให้เคลื่อนไหว หรือการทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพพื้นราบ กล้องจะต้องคว่ำเลนส์ลง ทำมุมกับพื้นราบ 90 องศา กล้อง อาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ กับดวงไฟจะต้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในที่เดิมตลอด สิ่งนี้ก่อให้เกิดความจำเป็นที่โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องประกอบด้วยพื้นโต๊ะ เสาหลัก แทนเลื่อนสำหรับติดกล้อง และดวงไฟ ควรจะติดกล้องเข้ากับแทนเลื่อน ดังนั้นแผ่นภาพต้นแบบก็จะมีด้านที่ถูกต้องอยู่ข้างบนในขณะที่คุณนั่งอยู่หน้าโต๊ะ

สำหรับการทำวัตถุสามมิติให้เคลื่อนไหว จะต้องตั้งกล้องบนสามขาข้างหน้า โต๊ะถ่ายทำ ปลายสามขาควรจะสอดตรงเข้ากับแป้นรองสามขา (สไปเดอร์เล็ก) แล้วใช้แถบกวาดติดตรงแป้นไว้กับพื้น เลนส์ซูมจะช่วยให้คุณสามารภทำภาพในลักษณะเคลื่อนกล้องเข้า-ออกตรง ๆ ไปยังสิ่งที่ถ่ายได้โดยไม่ต้องเคลื่อนกล้องจริงๆ ควรจะติดดวงไฟเข้ากับเพดาน เพื่อหลีกเลี่ยงเงาจากตัวกล้องและจากผู้ถ่าย สำหรับไฟส่องด้านข้าง

เพื่อให้เห็นความนูนของสิ่งที่ถ่าย อาจใช้ไฟฉายแบบสปอตไลท์ (หรือแม้แต่แสงจากเครื่องฉายสไลด์ก็ใช้ได้) พื้นหรือฉากหลังอาจใช้ฉากโค้งทรงกลมมาตั้ง ใช้พื้นเวทีโค้งปิดทับรอยต่อที่ส่วนล่างของฉากโค้ง

2.14.2 โต๊ะสำหรับถ่ายภาพพื้นราบ

แท่นเลื่อน

วิธีติดตั้งกล้องเข้ากับแท่นเลื่อนบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเป็นเรื่องที่จะต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ แท่นรองรับตัวกล้องจะต้องมั่นคง เป็น "เปลา" ที่แข็งแรง ตัวกล้องจะต้องกระชับแน่นพอดีกับแท่นรองรับเหมือนมือกระชับกับถูงมือ ดังนั้นเมื่อคุณถอดกล้องออกจากแท่น เวลาเอากลับมาติดใหม่จะต้องตั้งอยู่ในที่เดิมอย่างแน่นอนจริงๆ

สิ่งต่อไปนี้เป็นข้อที่ควรนำมาประกอบในการพิจารณาออกแบบแท่นเลื่อนสำหรับรองรับตัวกล้อง คือ

สามารถที่จะเปลี่ยนฟิล์มได้โดยไม่ต้องถอดกล้องออกจากแท่น

สามารถที่จะไขลานได้โดยไม่ต้องเลื่อนกล้อง

สามารถที่จะปรับตั้งเครื่องบังคับต่าง ๆ สะดวก เช่น โฟกัส รูรับแสง ก้านถ่ายภาพจางหรือเฟด เป็นต้น

สามารถที่จะมองหรือเล็งภาพทางช่องมองภาพได้สะดวก

สามารถที่จะตั้งกล้องได้ถูกทิศทาง ซึ่งหมายความว่า เมื่อคุณยืนอยู่ข้างหน้าโต๊ะนี้ ภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์กจะวางถูกด้าน เพื่อให้เข้าระดับอาชีพนมากขึ้นก็ควรจะทำให้สามารถที่จะหมุนกล้องได้รอบแกนของเลนส์กล้อง

เสาหลัก

ถ้ากล้องของคุณมีเลนส์ซูม คุณก็ไม่จำเป็นต้องใช้เสาหลักแต่อย่างใดเลย ทางยาวโฟกัสของเลนส์ซูมเลื่อนตั้งได้ และสามารถให้ผลทางภาพในลักษณะเคลื่อนกล้องเข้าและออกจากสิ่งที่ถ่ายตรงๆได้ โดยนำเอาเปลาติดกล้องมาติดเข้าเหนือโต๊ะถ่ายทำ แต่จะต้องอยู่สูงภายในระยะจำกัดของเลนส์ แม้แต่สามขาตั้งกล้องก็สามารถจะนำมาใช้เป็นฐานตั้งกล้องให้มั่นคงได้ หรือมีฉะนั้นก็อาจสร้างเสาหลักขึ้นด้วยมือโดยช่างในละแวกบ้านหรืออาจซื้อหรือทำขึ้นส่วนมาประกอบขึ้นเองก็ได้

ฐานตั้งเครื่องขยายภาพอาจนำมาใช้เป็นฐานตั้งกล้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้เป็นอย่างดี ถ้าตัวกล้องไม่มีน้ำหนักมากเกินไปนัก นอกจากนี้ ฐานแขวนแผ่นเอ็กซ์-เรย์ ซึ่งมีเสาหลักคู่ที่มั่นคง เลื่อนขึ้นลงได้อย่างนุ่มนวลด้วยแผ่นถ่วง ก็พิเศษมากที่จะนำมาใช้เป็นฐานตั้งกล้อง โปรดสอบถามเรื่องนี้จากโรงพยาบาลในท้องที่

ไม่ว่ากรรมใดๆ พงสน อภทงหามมเหตคตแปลงเนหาและตองอาจองถึงเจาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างเหล็กจากเครื่องเล่นประเภทจักรกล หรือเหล็กจากที่มั่นคง ก็สามารถนำมาใช้สร้างเป็นเสาหลักสำหรับติดตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกัน

ฐานวางภาพ

ฐานวางภาพบนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนหรือโต๊ะถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว ควรจะทำให้สามารถเลื่อนไปในทิศทางใด ๆ ก็ได้ ด้วยเหตุนี้จึงเรียกฐานนี้กันว่า แท่น "ประกอบ"

ฐานวางภาพช่วยรองรับพื้นบนของแท่นประกอบ ซึ่งใช้เป็นที่ยางภาพต้นแบบ หรืออาร์ตเวิร์กภายในบริเวณแกนของเลนส์กล้อง (เลนส์มองเห็นทั่วภาพ) หรือถ้าจะพูดให้ง่ายที่สุดก็ได้ว่าพื้นของแท่นประกอบนี้ก็คือ แผ่นวางภาพสำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนนั่นเอง

แผ่นไม้ที่แข็งแรงก็นับว่าเป็นการเพียงพอสำหรับจะนำมาทำฐานวางภาพ ที่พื้นแท่นภายในบริเวณแกนของเลนส์กล้อง ให้เจาะช่องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำร่างเหล็ก 2 ร่างมาติดเข้าทั้ง 2 ข้างด้านยาวของช่อง ดังนั้นการเลื่อนแท่นประกอบจากทิศตะวันออกไปตะวันตก จึงเลื่อนไปตามรางทั้ง 2 นี้ ส่วนรางสำหรับแท่นประกอบจากทิศเหนือไปใต้จำเป็นต้องติดตั้งซ้อนบนแท่นประกอบตะวันออกไปตะวันตก ระบบการติดตั้งดังกล่าวนี้จะช่วยให้คุณสามารถถ่ายภาพแพนหรือสายหน้ากล้องทางราบได้ทุกทิศทาง

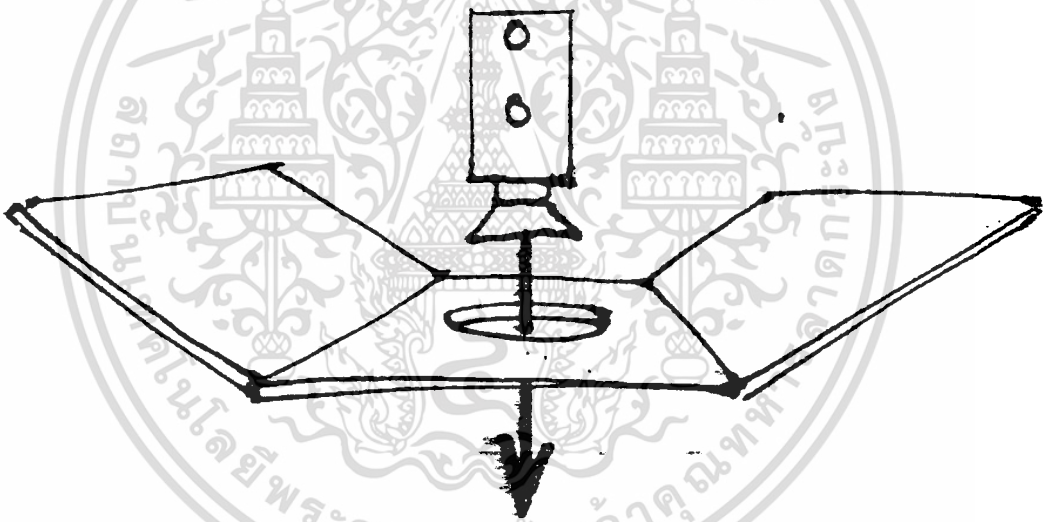
ช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เจาะทะลุฐานควรจะมีความกว้างอย่างต่ำก็เท่ากับขนาดแผ่นเซลมาตรฐานหรือจะตีขึ้นก็ขนาดราว 50 ถึง 75 ซม. แผ่นรองภาพบนแท่นประกอบอาจใช้แผ่นกระจกใส เพื่อที่จะได้ใช้ผิวพื้นกระจกใสทั้งหมดสำหรับงานถ่ายภาพจากภาพโปร่งใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในฐานะที่คุณจำ เป็นจะต้องใช้เวลาเป็นจำนวนไม่น้อยอยู่ข้างหน้าโต๊ะถ่ายทำ ภาพยนตร์การ์ตูน ดังนั้นความสูงของพื้นที่ทำงานจึงควรจะเหมาะสมสำหรับนั่งทำงาน เกี่ยวกับการเปลี่ยนแผ่นภาพ แผ่นเซล หรือภาพตัดบนโต๊ะนี้

คุณอาจใช้แผ่นกระจกใสเป็นแผ่นสำหรับทับหรือกดภาพต้นแบบหรือแผ่นเซลให้ ราบเรียบเท่ากันทั้งภาพ และป้องกันเงาที่ทอดมาจากที่อื่น อย่างไรก็ตาม การใช้แผ่น กระจกก็มีอันตราย เนื่องจากก่อให้เกิดแสงสะท้อนอยู่ด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แสงสะท้อนจากดวงไฟ หรือจากส่วนมันวาวของกล่องที่ใช้

คุณอาจป้องกันแสงสะท้อนมิให้เข้าไปถูกฟิล์มภายในกล่องได้ ด้วยการใส่สีดำ ชนิดด้านทาโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนของคุณแทนชนิดมันวาว และด้วยการทำแผ่นบัง เงามาติดตั้งข้างกล่องที่ใช้ แผ่นแข็งบางทาสีดำ เจาะรูกลางให้มีขนาดโตพอสำหรับเลนส์ ที่จะถ่ายผ่านรูนี้ได้ก็ใช้ได้



ภาพที่ 62 แสดงการบังเงา

ฐานตั้งกล่อง

วิธีที่ง่ายที่สุดก็คือติดตั้งกล่องบนสามขา ซึ่งสามารถจะปรับเลื่อนความสูงได้ และสามขา ยังประกอบด้วยหัวสามขา สำหรับแปนหรือสายหน้ากล่องทางราบ รวมทั้ง สามารถคว่ำ-เงยหน้ากล่องทางตั้งหรือทิลต์ได้ด้วย ปลายสามขาควรจะสอดตรงเข้ากับ แป้นรองสามขา (สไปเดอร์ เลก) แล้วใช้แถบกาวยึดติดกับแป้นไว้กับพื้น เลนส์ซูมสามารถ จะสร้างผลทางภาพให้ดูเหมือนเคลื่อนกล่องเข้าและออกตรง ๆ จากสิ่งที่ถ่าย

ตัวกล่องจะหันหน้าเข้าสู่วัตถุที่จะถ่ายทำให้มองเห็นเคลื่อนไหว ที่มุม 30° ถึง 60° หรือโดยทางราบก็จะให้ผลแก่ภาพในทางน่าชมมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเคลื่อนกล้อง

ถ้าคุณต้องการให้กล้องของคุณเคลื่อนถอยหลังและเคลื่อนไปข้างหน้า คุณก็จำเป็นต้องสร้างระบบรางขึ้นพร้อมด้วยฐานเลื่อนสำหรับติดตั้งกล้อง แน่นอนตัวกล้องควรจะสามารถแพนและทิลต์ได้ อาจติดตั้งเข้ากับพื้นหรือเพดาน แต่ติดตั้งเพดานดีกว่าตรงที่ตัวกล้องเคลื่อนไปเหนือสิ่งที่จะถ่ายได้

นี่เป็นเครื่องมือที่แตกต่างออกไปจากที่กล่าวมาข้างบนนี้ เป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยหัวสำหรับหมุนรอบด้าน นำเอาหัวสามขาติดตั้งกล้องไปติดตั้งเข้ากับปีกที่หมุนรอบแกนซึ่งติดตั้งไว้กับตัวฐานหลัก เครื่องเคลื่อนกล้องนี้ จะทำให้คุณสามารถแพนกล้องเป็นวงกลมได้ และเคลื่อนกล้องไปเหนือวัตถุได้ ส่วนที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมดควรมีไม้บรรทัดติดไว้ด้วย เพื่อสะดวกแก่การควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทีละกรอบภาพ



ภาพที่ 63 แสดงการเคลื่อนกล้อง

กระดาษกับแผ่นเซล

ในการทำภาพวาดให้เคลื่อนไหว จำเป็นต้องใช้วิธีทำให้กระดาษกับแผ่นเซลต่าง ๆ ตรึงอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตรงกันทุกแผ่น วิธีที่ใช้กันเป็นประจำก็คือเจาะรูแผ่นกระดาษและแผ่นเซลที่ใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งหมดให้มีรูตรงกันทุกแผ่น ก่อนหน้าที่จะลงมือวาดภาพ เพื่อที่จะตรึงแผ่นเหล่านี้ให้อยู่ในตำแหน่งที่คงที่เดียวกันด้วยเบ็กหรือเดือยซึ่งตรึงติดอยู่กับแผ่นวาดภาพ กระดาษปอนด์ที่ใช้วาดภาพควรจะมีขนาดอย่างน้อยก็ขนาด เอ4 (21x30 ซม.) หรือขนาดมาตรฐานทั่วไป น้ำหนักของกระดาษควรจะราว 50 กรัม เพื่อที่จะให้สามารถมองเห็นภาพข้างล่างได้ ควรพยายามเลือกใช้กระดาษที่ไม่มีลายน้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นเซลหรือเรียกสั้น ๆ ว่า "เซล" หรือที่เรียกกันในประเทศเราว่า "แผ่นใส" ตามปกติในการวางซ้อนทับกันมักจะมีแผ่นกระดาษบาง ๆ วางคั่นไว้ระหว่างแผ่นเซล เมื่อจะเจาะรูหรือวาดภาพบนแผ่นเซลไม่ควรดึงกระดาษแผ่นนี้ออกจากที่ จะต้องป้องกันฝุ่นละอองและลายนิ้วมือมิให้ปรากฏบนแผ่นเซล ใช้ถุงมือผ้าสำลีคัดปลาย 3 นิ้วออก เวลาจับแผ่นเซลใช้ 2 นิ้วที่มีถุงหุ้มจับ ถ้ามีสารเหนียวเกาะติดให้ใช้เบนซินเช็ดเอาออก แผ่นเซลขนาดมาตรฐาน 25x30 ซม. ที่ดีที่สุดควรจะมีขนาดหนาระหว่าง 0.07 มม. ถึง 0.10 มม.

เครื่องเจาะรู

เครื่องเจาะรูที่ใช้ได้สะดวกที่สุดและราคาไม่แพงก็ได้แก่เครื่องเจาะรูกระดาษที่ใช้กันตามสำนักงานทั่วไป ซึ่งเจาะรูได้ห่างกันราว 8 มม. ครั้งหนึ่งไม่ควรเจาะแผ่นเซลเกิน 4 แผ่น และเจาะกระดาษปอนด์เกิน 8 แผ่น นาน ๆ ก็ควรจะใช้ซีดีล้างทำความสะอาดเครื่องเจาะรูให้ทำงานคล่อง

เบ็ก

เบ็กหรือเดือยร้อยกระดาษอาจตัดแปลงหรือทำขึ้นได้จากวัสดุหลายอย่าง เป็นต้นว่า จากเต้าเสียบหรือปลั๊กไฟฟ้าชนิดเดือยกลม หรือจากตะปูควงตัวโต ๆ ที่ตัดหัวออกแล้วใช้ตะไบแต่งให้หัวกลม หรือคุณอาจขอให้ช่างช่วยถอดเบ็กที่ดีอยู่กับแป้นทองเหลืองออกมาใช้ก็ได้ ตามแบบในภาพข้างล่าง แต่ไม่ว่าคุณจะใช้เบ็กแบบไหน ข้อสำคัญอยู่ที่ว่าเบ็กที่ใช้จะต้องมีขนาดพอดีกับรูที่คุณเจาะด้วยเครื่องเจาะรู คือ ไม่โตเกินไปจนคับรูและไม่เล็กเกินไปจนทำให้กระดาษและแผ่นเซลเคลื่อนตัวได้

แผ่นวาดภาพ

มาถึงขั้นนี้ ก็นำเบ็ก 2 ตัวที่เตรียมไว้ติดเข้ากับแผ่นวาดภาพเพื่อตรึงแผ่นกระดาษกับแผ่นเซลให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง สำหรับจะวาดภาพลงบนนั้น ส่วนแผ่นวาดภาพที่ใช้รองแผ่นกระดาษและแผ่นเซลอาจทำด้วยแผ่นกระดาษแข็งหนาหรือแผ่นไม้อัด (หนาราว 4-5 มม.) หรือจะใช้แผ่นพลาสติกก็ได้ ซึ่งจำเป็นสำหรับกรณีที่ต้องการจะวาดภาพโดยใช้แสงสว่างส่องขึ้นมาจากข้างล่าง แผ่นวาดภาพขนาดที่พอเหมาะควรจะราว 30x40 มม.

ราวติดเบ็ก (เบ็กบาร์)

นำ เบ็กหรือเดือยทั้งคู่ติดเข้ากับไม้บรรทัดให้แน่น เพื่อใช้ทำเป็นราวติดเบ็กหรือเบ็กบาร์

ราวติดเบ็กเลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากสำนักพิมพ์สงขลานครินทร์

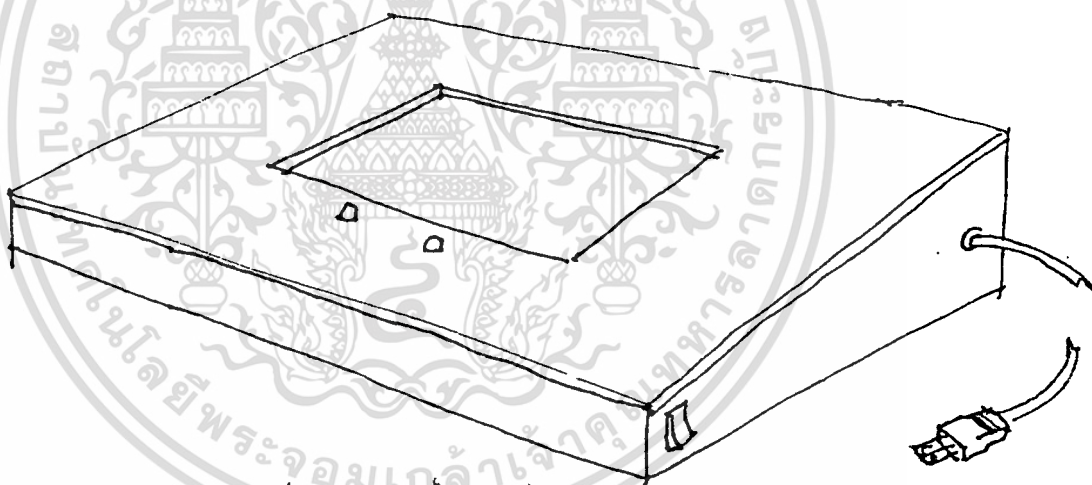
เป็นราวติดเบ็กเลื่อนได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากที่สุดสำหรับเลื่อนฉากหลัง หรือเลื่อนแผ่นเซล เป็นแบบแพนกล่อง

แผ่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว

แผ่นวาดภาพ เบ็ก และราวติดเบ็กเลื่อนได้ เมื่อนำมารวมกันเข้า ก็จะกลายเป็นแผ่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว หรือแผ่นวางภาพสำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ซึ่งจะมีหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นแผ่นวาดภาพ กับเป็นแผ่นประกอบสำหรับวางวัตถุบนพื้นโต๊ะ

กล่องแสง

กล่องแสงเป็นเครื่องใช้ที่มีประโยชน์สำหรับใช้ส่องแผ่นกระดาษและแผ่นเซล ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ตัวกล่องหรือหีบทำด้วยไม้อัดหนาราว 15 มม. ภายในกล่องเดินสายไฟติดตั้งหลอดไฟฟ้าธรรมดาหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอด ปิดครอบด้วยฝากระจกเปลือกไข่ (กระจกฝ้าขาว) หรือแผ่นวัตถุใสคล้ายกระจกพื้นเรียบใช้ส่องแสงจากใต้โต๊ะขึ้นบนโต๊ะ



ภาพที่ 64 ลักษณะกล่องแสง

แผ่นงานวาดภาพกับโต๊ะแสง

แผ่นงานวาดภาพเป็นแผ่นโลหะหรือแผ่นไม้รูปกลม ประกอบด้วยกระจกเปลือกไข่ (ฝ้าเรียบ) กับแผ่นติดเบ็กคู่ (เบ็กบาร์) อาจนำแผ่นงานวาดภาพนี้วางติดข้างบนโต๊ะแสง ซึ่งทำด้วยไม้ มีช่องกลมข้างบนสำหรับวางแผ่นงานวาดภาพให้หมุนเลื่อนรอบตัวได้ วิธีสร้างโต๊ะแสงเหมือนวิธีสร้างกล่องแสงทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลด้านสรีระศาสตร์

มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย และการนำไปใช้ในงานออกแบบ

(Body Dimension and Their Application)

ในการหามิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ เช่น ความสูงยืน ความสูงในระดับสายตา ความกว้างของช่วงไหล่ ฯลฯ ตามวิธีการทำบันทึกในทางสถิติแล้วควรจะได้ทำการสำรวจและบันทึกมิติโดยละเอียดด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ในทั่วทุกพื้นที่ของประเทศจากตัวอย่างที่มาจากหลายอาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูลตัวเลขที่มีความถูกต้องและมั่นใจได้ แต่การสำรวจข้อมูลดังกล่าวจะต้องทำการสำรวจในพื้นที่ที่กว้าง และมีจำนวนตัวอย่างที่มากพอสมควร ซึ่งเป็นเรื่องทำได้ยาก และสิ้นเปลืองเวลามาก

เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่วัดได้ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงยืน (Standing Height) จะได้อัตราส่วน (Ratio) ที่คงตัวหรือใกล้เคียงกัน ดังนั้น การทำการสำรวจของฝ่ายฯ จึงมุ่งสำรวจเฉพาะตัวเลขความสูงและน้ำหนัก และนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานสัมพันธ์ของความสูงและน้ำหนักทุกระดับอายุ เพื่อให้เลือกตัวอย่างมาทำการวัดและบันทึกมิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ที่พอจะให้ความถูกต้องและมั่นใจได้ มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกายที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้ มิติวิกฤติและมิติปรับปรุง การนำไปใช้นั้น เป็นเพียงให้แนวทางกว้างๆ เท่านั้น สถาปนิก และนักออกแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานออกแบบได้อีกหลายกรณีตามความเหมาะสม

มิติวิกฤติ (Critical Body Dimension)

มิติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือค่าที่วัดได้ จะมีทั้งค่าสูงสุด (Max.) ค่าต่ำสุด (Min.) และค่าเฉลี่ย (Mean) การที่จะกำหนดค่าใดเป็นมิติวิกฤติขึ้นอยู่กับ การนำไปใช้ ซึ่งแต่ละกรณีจะไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด) สำหรับช่องประตู ค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤติ เป็นค่า Max., หรือการนำมิติความสูงที่เอื้อมมือขึ้นบน ไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ ค่าที่ถูกระบุเป็นมิติวิกฤติ คือค่า Min., ซึ่งใน 2 กรณีนี้หรือในทุกกรณี การพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤติถือหลักว่า มิติวิกฤติที่เลือกจะต้องไปช่วยให้งานออกแบบนำไปใช้ได้ดี, สะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาด หรือใช้ได้กว้างขวางที่สุด มิติวิกฤติของส่วนต่างๆ ของร่างกาย ในตารางได้แสดงไว้ด้วยพื้นที่ที่ลงสีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติปรับปรุง (Adjusted Body Dimension)

มิติที่แสดงไว้ในตารางเป็นมิติที่วัดจากตัวอย่างที่ไม่สวมรองเท้า ความสูงยืนวัดแนวกับศีรษะตอนบนสุด ในขั้นการนำตัวเลขไปใช้งาน จะต้องปรับปรุงมิติเพื่อให้ได้ค่าที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มิติในทางตั้ง (Vertical Dimension) สิ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบมิติวิกฤต คือ

1. ความหนาของรองเท้า (Footwear) : กำหนดค่า Veries จาก 2.5 ซม. ถึง 10 ซม.
2. ที่วางเหนือศีรษะ (Headgear) : กำหนดประมาณ 10 ซม.
3. ความหนาของเครื่องแต่งกาย เสื้อผ้า (Clothing) กำหนดประมาณ 2.5 ซม.

ดังนั้น การนำค่าข้อมูลสัดส่วนคนไทยซึ่งจะนำมาใช้ในการออกแบบเก้าอี้ล้อ จึงควรที่จะต้องนำค่ามิติวิกฤต และมิติปรับปรุงมาใช้ประโยชน์ในการออกแบบ

ตารางที่ 1 แสดงมิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ การนำไปใช้และมิติวิกฤติ

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญต่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤติ	มิติปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงาน
1	มิติหนึ่ง			
1	ความสูงนั่ง	กำหนดความสูงต่ำสุด (MIN) จากระดับที่นั่งถึงเพดาน	Max.	Max+C+H
2	ความสูงระดับสายตา	กำหนดความสูงของ Visual Devices	Mean	Mean+F
3	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	กำหนดความสูงเหนือที่นั่งสำหรับการเอื้อมไปข้างหน้าไกลที่สุด	Min	Min
4	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	กำหนดความสูงของที่วางแขน หรือระดับของ Desk Tops จากระดับที่นั่ง	Mean	Mean
5	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	กำหนดระยะเว้นว่างทางตั้ง (Vertical Clearance). ได้โต๊ะ	Mean	Mean+C
6	ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างจากพื้นหรือที่วางเท้าถึงระดับ Desk Tops ผิวล่าง	Max.	Max. +F
7	ความสูงจากพื้นถึงขาก่อนตอนล่าง	กำหนดความสูงของที่นั่งเก้าอี้พื้น หรือที่วางเท้า	Mean	Mean+F
8	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางแนวนอนใญ่ยที่สุด (Min Clearance) ที่ระดับขา	Max.	Max.
9	ระยะจากก้นถึงระดับเอน์ตอนบน	กำหนดความยาวของที่นั่ง (Seat) จากน้กนั่งถึงขอบหน้า	Min.	Min.

ตารางที่ 1 (ต่อ)

หมายเลข	มิติที่มีความสำคัญ่องานออกแบบ	การนำไปใช้	มิติวิกฤติ	มิติปรับปรุงเพื่อนำไปใช้ในงาน
10	ระยะจากก้นถึงเข่า	กำหนดระยะเว้นว่างทางนอนน้อยที่สุด SEat Back สำหรับที่นั่งที่อยู่ ในระดับสูงกว่าปกติ	Max.	Max.+C
11	ความยาวของขาเหยียดตรง	กำหนดระยะไกลสุด (Max. Distance) ของ Foot Control หรือ Foot Rest วัดจาก Seat Back	Less Than, Min	Less Than, Min.
12	ความกว้างของที่นั่ง	กำหนดความกว้างของที่นั่งและระยะห่างน้อยที่สุดของที่วางแขน (Arm Rest)	Max.	Max.
13	ระยะเอี๊ยมแขนไปข้างหน้า	กำหนดระยะเอี๊ยมไปข้างหน้ามากที่สุดที่ระดับไหล่	Min.	Min.+F
14	ความกว้างระหว่างตอก	กำหนดเว้นระยะว่างตามนอน (Lateral Clearance) สำหรับ Work Space	Max.	Max.+C
15	ความกว้างของไหล่	กำหนดระยะเว้นว่างตามนอนน้อยที่สุด สำหรับ Work Space เหนือ เอว	Max.	Max.+C

สัญลักษณ์

F = Footwear

C = Clothing

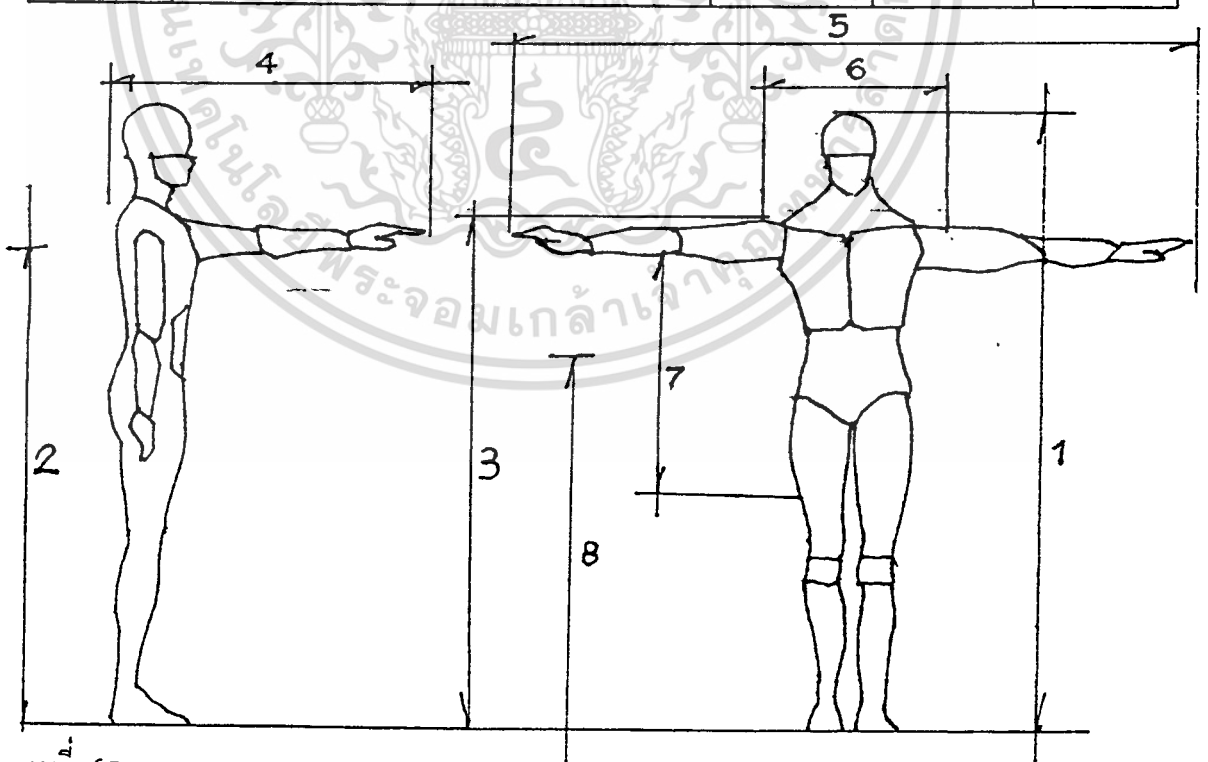
H = Headgear

"ค่า F.H.C. ดูในหัวข้อมิติปรับปรุง"

มิติและสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายชาย - หญิงไทย

ตารางที่ 2 ตารางแสดง ตัวเลข มิติ ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับรักแร้	110.64	119.50	127.29
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะ เอวแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	37.51	40.63	43.83
7	ความยาวของแขนจากรักแร้ถึงปลายมือ	60.10	65.33	70.55
8	ความยาวของขาจากพื้นถึงโคนขา	75.42	82.72	90.01



ภาพที่ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 "ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศไทย
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา และมีกำลังวัสดุต่อหน่วยน้ำหนักสูง (Strength - to - Weight Ratio) จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ไม่ล้อยตลอดจนชิ้นส่วนบางอย่างในเครื่องบิน จรวด ขีปนาวุธ และอุปกรณ์ในรถยนต์ เพื่อลดน้ำหนักของรถให้น้อยลง จะได้ประหยัดเชื้อเพลิง

2. มีความเหนียวมาก สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ง่ายและรุนแรง โดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก

3. จุดหลอมเหลวต่ำ หลอมง่าย

4. ค่าการนำไฟฟ้าคิดเป็น 64.94% IACS ซึ่งไม่สูงนัก แต่เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ดังนั้นจึงใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าในกรณีที่คำนึงถึงเรื่องน้ำหนักเบาเป็นส่วนสำคัญ

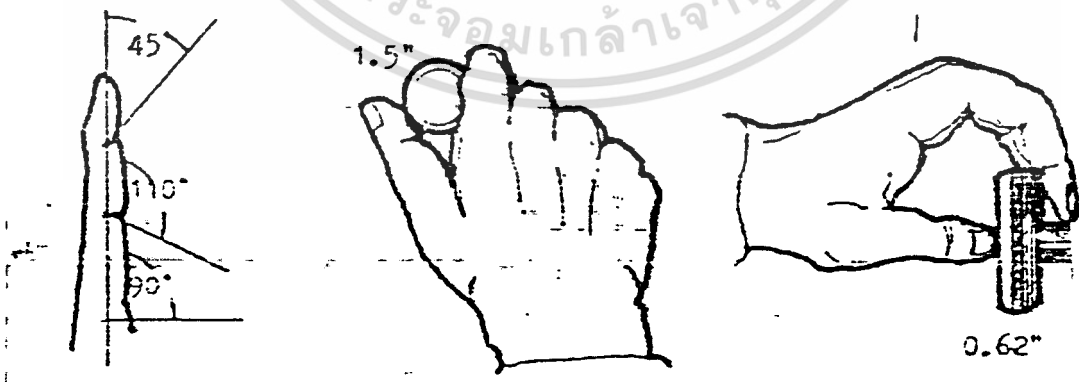
5. เป็นโลหะไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ (Nontoxic) และมีค่าการนำความร้อนสูง ใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และห้องรับอาหาร

6. ผิวหน้าของอลูมิเนียมบริสุทธิ์ มีดัชนีการสะท้อนกลับของแสงสูงมาก จึงให้ทำแผ่นสะท้อนในแฟลชถ่ายรูป จานสะท้อนแสงในคอมไพร์ไฟฟ้า ไฟหน้ารถยนต์

7. ทนทานต่อการเกิดสนิมและการผุกร่อนในบรรยากาศที่ใช้งานโดยทั่วไป ได้ดีมา แต่ไม่ทนทานการกัดกร่อนของกรดแก่และด่างทั่วไป

8. ซื้อมาได้ง่ายในท้องตลาด และราคาไม่แพงนัก

ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงชนิด และสมบัติของอลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิศวกรรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนภาพที่ 67 ขนาดของมือในการจับเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากช่วงอายุของผู้บริโภคอยู่ระหว่าง 20-25 ปี และมีเพศชายเพศหญิง ดังนั้นขนาดสัดส่วนจะมีความแตกต่างกันออกไป การนำค่าสัดส่วนของมือไปใช้ ต้องเป็นค่าที่สอดคล้องต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 20-25 ปี และทั้ง 2 เพศด้วย

1. ความกว้างของมือ จะนำค่ามากที่สุดของความกว้างของมือเพศชายที่มีอายุ 25 ปี เพราะผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถจับได้ด้วย ค่าที่ใช้คือ ความกว้าง 8.9 ซม.

2. ความยาวของมือ จะนำค่ามากที่สุดของความยาวของมือเพศชายที่มีอายุ 25 ปี มาใช้เพราะ ผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่าจะสามารถจับได้ด้วยและถนัดในการใช้งาน ค่าที่ใช้คือ ความยาว 7.7 ซม.

3. ขนาดความกว้างของวัตถุที่มือสามารถกำได้ถนัด จะนำค่านี้น้อยที่สุด การกำรอบวัตถุของมือเพศชายที่มีอายุในช่วง 16 ปีมาใช้ เพราะผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่าสามารถกำได้ถนัด แม้ว่าจะใช้ค่าของผู้บริโภคที่มีอายุน้อยกว่า ค่าที่ใช้คือ 1.6"-2.1"

4. ขนาดของการจับด้วยปลายนิ้ว นำค่าน้อยที่สุด ที่มีของผูหญิงที่มีอายุ 16 ปี มาใช้ เพราะผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่าจะสามารถจับได้ถนัดเช่นเดียวกับผู้ที่มีอายุน้อยกว่า ค่าที่ใช้คือ 1.2"

5. มุมการทำงานของมือ อยู่ในช่วงระหว่าง $75^{\circ} - 140^{\circ}$

6. มุมการทำงานของนิ้วมือ ค่าที่ใช้คือ $45^{\circ} - 110^{\circ} - 90^{\circ}$

อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา โลหะผสมของอลูมิเนียมบางอย่างมีความแข็งแรง เช่นเหล็กเหนียวธรรมดา และมีคุณสมบัติในการตัดโค้ง บิดงอเป็นอย่างดี ถึงจะอยู่ในอุณหภูมิ 0 องศา ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่าง ๆ ในสถานะตามปกติ ไม่มีสีของเกลือและสารเป็นพิษปรากฏอยู่ อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี นอกจากนั้นอลูมิเนียมยังเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟ และไม่เป็นสื่อแม่เหล็กเช่นกัน

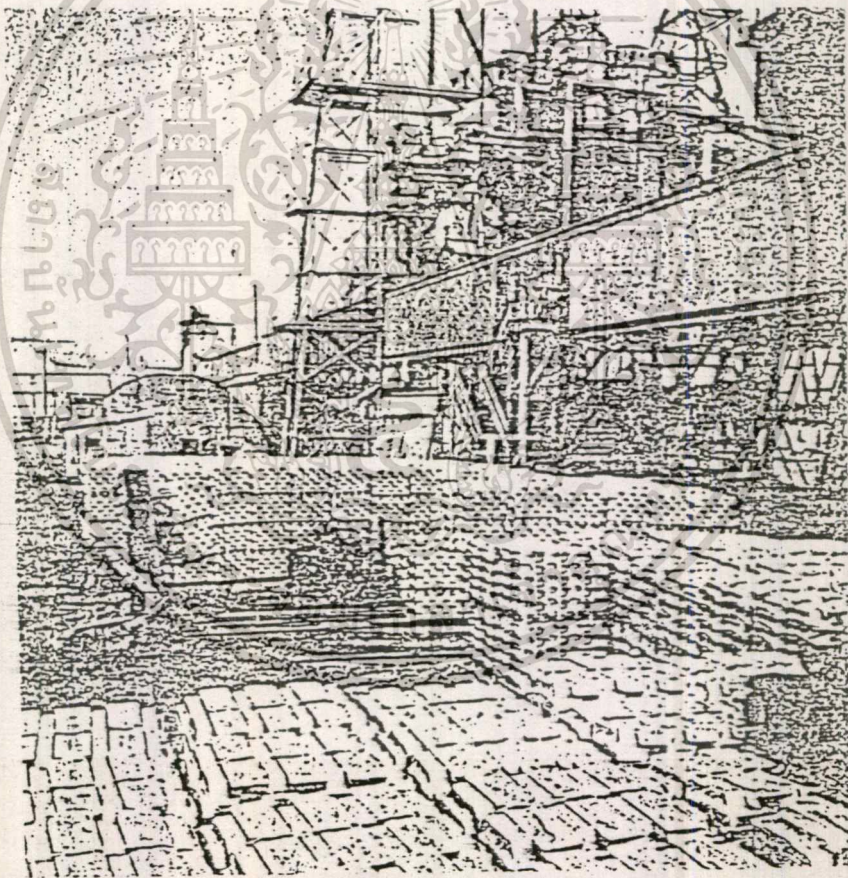
อลูมิเนียมสามารถทำเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ เช่น เป็นแผ่น เส้น ฟรอยด์ ได้ โดยวิธีการหล่อ รีด ขึ้นรูป บีม ดึง นอกจากนี้ยังสามารถขึ้นรูปด้วยค้อน ตีด้วยความร้อน มีคุณสมบัติในการกลึงตกแต่งได้ง่าย แต่การใช้ความเร็วในการกลึงแต่งเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ของการทำชิ้นส่วนอลูมิเนียม ฉะนั้นต้องเลือกความเร็วในการกลึงแต่งให้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้ง อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 องศาฟาเรนไฮด์ ที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมผสมมีจุดหลอมละลายระหว่าง 900- 1220 องศาฟาเรนไฮด์ (แล้ว
แต่ส่วนผสมของแต่ละชนิดที่ผสมอยู่

คุณสมบัติและลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียม

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สำคัญได้รับการใช้งานมากที่สุดในกลุ่มโลหะที่มีน้ำหนักเบา
(Light Metals) ทั้งนี้เพราะอลูมิเนียมมีสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ คือ



ภาพที่ 68 โลหะอลูมิเนียมในรูปของอินกอต (Ingot) ซึ่งเป็นโลหะ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คุณสมบัติบางอย่างของอลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์

คุณสมบัติของอลูมิเนียม	มีค่า
หมายเลขอะตอม (Atomic Number)	13
น้ำหนักอะตอม (Atomic Weight)	26.97
วาเลนซ์	3
โครงสร้างของผลึก	FCC
มิติของแลตทิส (Lattice Dimension) A"	4.049
ความหนาแน่นที่ 20°C (G/Cm ³)	2.6989
จุดหลอมเหลว (°C)	660.2
จุดเดือด (°C)	2450
การหดขณะแข็งตัว (Solidification Shrinkage)(%)	6.6
ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (Cal/G)	94.5
ความร้อนแฝงของการเป็นไอ (Cal/G)	2260
ความร้อนจำเพาะที่ 100°C (Cal/G)	0.224
การนำความร้อนที่ 20°C (Cal/Sec Cm ² °C/Cm)	0.57
การต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C - Cm	2.6548
การขยายตัวที่ 20-100°C (ต่อ °C)	0.00002386
20-200°C (ต่อ °C)	0.00002458
20-300°C (ต่อ °C)	0.00002545
20-400°C (ต่อ °C)	0.00002649
20-500°C (ต่อ °C)	0.00002768
การนำไฟฟ้า (% IACS)	64.94
การสะท้อนแสง (%)	13
แสงจากหลอดทั้งสแตน	90
แสง 2000-2500 Å	86-87
แสง 10000 Å	96
สี	ขาวเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของอลูมิเนียมเมื่อทำปฏิกิริยากับธาตุบางธาตุ

เมื่อปฏิกิริยาเคมีกับ	รายละเอียดและผลของปฏิกิริยา
ออกซิเจน (O_2)	เกิดชั้นฟิล์มบางๆ ที่ผิวกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาต่อไป
ไนโตรเจน (N_2)	เกิดไนไตรต์ที่อุณหภูมิสูง
กำมะถัน (S)	ไม่มีปฏิกิริยา
ไฮโดรเจน (H_2)	ละลายแทรกซึมเข้าในอลูมิเนียมได้
กรดอินทรีย์ (เข้มข้น)	ทนได้บ้าง
กรดอินทรีย์ (เจือจาง)	เกิดปฏิกิริยากันทันที
ด่าง	ละลายอลูมิเนียมได้
เกลือ	กัดกร่อนอลูมิเนียมได้บ้าง
กรดอินทรีย์	สามารถละลายในอลูมิเนียมได้ทันที (ยกเว้นกรดน้ำส้ม)
กรดอินทรีย์ + น้ำ	ไม่เกิดปฏิกิริยากับอลูมิเนียม
ฮาโลเจน (Halogens)	ทำปฏิกิริยากันทันที

การกำกับชื่อชิ้นงานขึ้นรูปของอลูมิเนียมผสม

(Designation for Wrought Aluminum Alloy)

ในปี พ.ศ. 2497 สมาคมอลูมิเนียมแห่งอเมริกา (The Aluminum Association of America) ได้จัดโลหะผสมของอลูมิเนียมขึ้นรูปเป็นหมวดหมู่ตามส่วนผสม และใช้เลข 4 หลักเป็นสัญลักษณ์ในการกำกับชื่อโลหะ ในปัจจุบันนี้การกำกับชื่อตามนี้เป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายจนเป็นสากลนิยม

ความหมายของระบบเลข 4 หลัก มีดังนี้

เลขหลักที่หนึ่ง เป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญที่สุดในการแสดงกลุ่มของโลหะผสม ซึ่งมีอยู่ 8 กลุ่ม ตามตารางที่ 5 เช่น 1 XXX แทนโลหะที่มีอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.0% โดยน้ำหนัก เป็นต้น

เลขหลักที่สอง ใช้สำหรับกำกับเมื่อมีการตัดแปลงส่วนผสมของโลหะให้ผิดไปจากโลหะผสมดั้งเดิม ตัวเลข 0 แสดงว่าเป็นโลหะผสมดั้งเดิม ตัวเลข -9 แสดงว่าเป็นส่วนที่ได้จากการตัดแปลงให้ผิดไปจากเดิม เช่น 0024 (4.5CU, 1.5MG, 0.5SI, ...)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

0.1CR) –เทียบกับ 2218 (4.0CU, 2.0NI, 1.5MG, 0.2SI) ซึ่งสังเกตได้ว่าโลหะ 2218 มีนิกเกิลผสมเพิ่มเติมเข้าไป

ตัวเลขหลักที่สาม และหลักที่สี่ ใช้แสดงชนิดย่อย ๆ ของโลหะผสมที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ความแตกต่างนี้มักจะเป็นส่วนผสมที่แตกต่างกัน เช่น 2014 (4.4CU, 0.8SI, 0.8MN, 0.4MG) และ 2017 (4.0CU, 0.8SI, 0.5MN, 0.1MG) เป็นต้น

เฉพาะอลูมิเนียมในกลุ่ม 1 XXX ตัว เลขหลักที่สามและหลักที่สี่ จะแสดงปริมาณของอลูมิเนียมที่เป็นจุดศูนย 2 ตำแหน่ง ที่ปรากฏภายหลัง 99 เปอร์เซนต์ เช่น 1060 และ 1080 หมายถึงอลูมิเนียมขึ้นรูปที่มีอลูมิเนียมอยู่ 99.60% และ 99.80% ตามลำดับ

ตารางที่ 5 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนอลูมิเนียมขึ้นรูป

สัญลักษณ์	ธาตุที่เป็นส่วนผสมหลักในอลูมิเนียม
1XXX	อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%
2XXX	ทองแดง
3XXX	แมงกานีส
4XXX	ซิลิคอน
5XXX	แมกนีเซียม
6XXX	แมกนีเซียม กับซิลิคอน
7XXX	สังกะสี
8XXX	ธาตุอื่น ๆ
9XXX	ยังไม่มีที่ใช้

หมายเหตุ สัญลักษณ์ตัวเลข 4 หลักนี้ ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ตัวเลข 4 หลักที่ใช้ในโลหะผสมของเหล็กโดยสิ้นเชิง

อลูมิเนียมบริสุทธิ์ทางการค้า

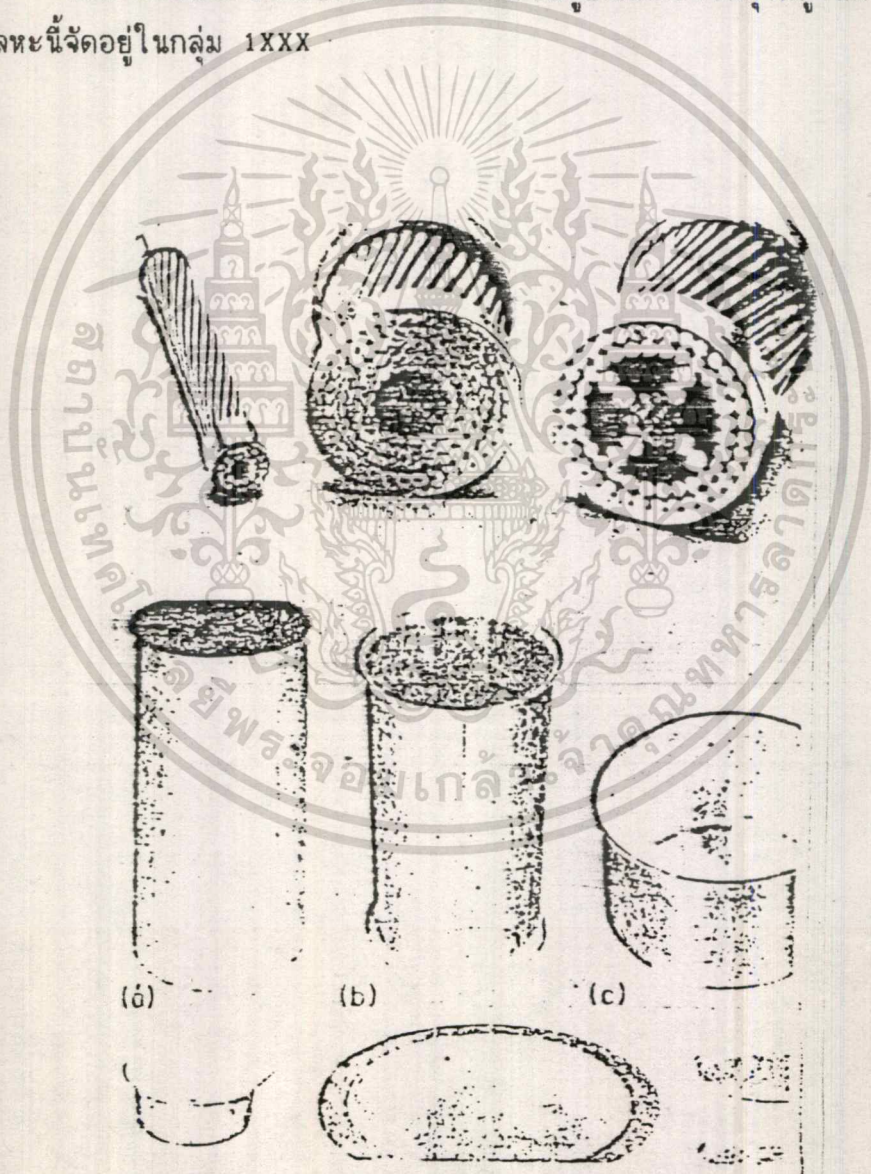
เอกสารนี้เป็นเอกสาร อลูมิเนียมบริสุทธิ์ทางการค้า ได้แก่ โลหะที่มีปริมาณอลูมิเนียมไม่น้อยกว่า 99.0% ไม่นำโดยน้ำหนัก มีสิ่งแปลกปนต่าง ๆ อย่างละเอียดเล็กน้อย ที่สำคัญได้แก่ ทองแดง ซิลิคอน

เหล็ก และแมกนีเซียม

อลูมิเนียมนี้ มีกำลังวัสดุไม่สูงนักแต่มีความเหนียวมาก ซึ่งเหมาะสำหรับใช้
งานทำภาชนะเครื่องครัว เครื่องใช้ไม้สอยต่างๆ ที่ไม่ต้องการกำลังวัสดุนัก เช่น
ทำภาชนะใส่อาหาร หม้อ กระทะ กาน้ำ แผ่นอลูมิเนียมห่ออาหาร ห่อบุหรี เป็นต้น

อลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์มากเช่น เกรด EC (Electrical Conduction
Grade) ใช้ทำสายไฟฟ้าและบัลบาร์ (Bus Bar) ฯลฯ

โลหะผสมชนิดนี้มีที่ใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปที่มีกำลังวัสดุไม่สูงนัก ชิ้นงานขึ้นรูป
ของโลหะนี้จัดอยู่ในกลุ่ม 1XXX



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ภาพที่ 69 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อลูมิเนียมที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ ซึ่งมีการนำไปใช้

โลหะอลูมิเนียมผสมทองแดง

โลหะผสมกลุ่มนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม

การละลายของทองแดงในเนื้ออลูมิเนียมทำให้โลหะแข็งขึ้น อลูมิเนียมผสมที่มีทองแดงตั้งแต่ 2.5-5.5% เป็นโลหะที่สามารถเพิ่มกำลังวัสดุให้แข็งแรงขึ้น โดยการทำการรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้เกิดการแยกเฟสใหม่ได้

นอกจากนี้ทองแดงยังช่วยให้สมบัติการไหลของโลหะดีขึ้น ดังนั้นในผลิตภัณฑ์หล่อมักจะผสมทองแดงด้วยปริมาณมากกว่าในชิ้นงานขึ้นรูป

ธาตุอื่นที่มีนิยมนผสมรวมอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ แมกนีเซียม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มกำลังวัสดุให้สูงขึ้น ช่วยให้โลหะเกิดการแยกเฟสแข็งขึ้นได้โดยไม่ต้องทำการรมวิธีทางความร้อน เช่น 2024 (2.5, 1.5) นิยมใช้ทำกระทะล้อรถยนต์ เป็นต้น

นอกจากนี้อาจผสมนิกเกิลเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ใช้ทำหัวลูกสูบและกระบอกสูบ เช่น 2218 (4, 1.5, 2) เป็นต้น

สำหรับชิ้นงานหล่อมักจะมีซิลิคอนเล็กน้อยผสมอยู่เพื่อช่วยให้สมบัติการไหลของโลหะขณะหล่อหลอมดีขึ้น ช่วยให้โลหะหล่อได้ง่ายขึ้นและยังช่วยเพิ่มกำลังวัสดุอีกด้วย เช่น โลหะ 195 (4.5, 0.8) เป็นต้น

โลหะอลูมิเนียมผสมแมงกานีส

โลหะชนิดนี้ใช้มากในงานทำชิ้นงานขึ้นรูป ไม่นิยมทำชิ้นงานหล่อ เพราะมีกำลังวัสดุไม่สูง ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะนี้จัดอยู่ในกลุ่ม

แมงกานีสช่วยทำให้โลหะมีกำลังวัสดุและทนทานต่อการผุกร่อนได้ดีมากขึ้น ใช้แทนอลูมิเนียมในกลุ่ม ในกรณีที่ต้องการข้อดีดังกล่าว โลหะที่นิยมมาก ได้แก่ โลหะ 3003 (1.2) ตัวอย่างได้แก่ผลิตภัณฑ์เครื่องครัว ภาพอลูมิเนียมในอุตสาหกรรมอาหาร คีวรถยนต์

โลหะอลูมิเนียมผสมซิลิคอน

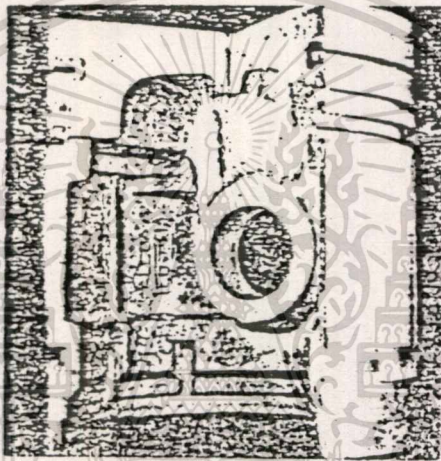
โลหะกลุ่มนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม

ซิลิคอนในอลูมิเนียมจะช่วยให้โลหะมีน้ำหนักเบาขึ้น สมบัติการไหลของโลหะขณะหล่อหลอมดีขึ้น หล่อขึ้นส่วนที่ซับซ้อนได้คมชัดกว่า การหดตัวของโลหะภายหลังการแข็งตัว (Solidification Shrinkage) เกิดขึ้นเล็กน้อย กำลังวัสดุสูงมากขึ้นและทนต่อการผุกร่อนได้ดีมาก ข้อดีเหล่านี้ทำให้โลหะนี้เหมาะสำหรับทำชิ้นงานหล่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานหล่อปั๊มต่างๆ มักจะมีทองแดงผสมอยู่ด้วย ซึ่งจะผสมผสานกันและให้

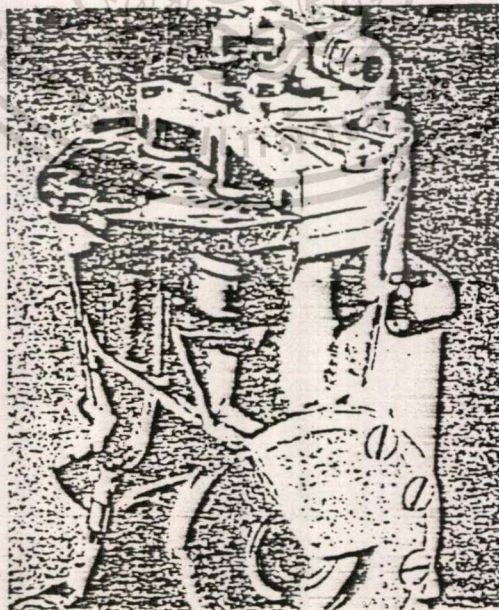
สมบัติการหล่อหลอมดีขึ้น ทั้งยังมีสมบัติทางกลสูงพอใช้งานได้ดี

ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปที่เด่นมากสำหรับอลูมิเนียมกลุ่มนี้ได้แก่ อลูมิเนียม 4032 (12, 1, 1, 1) ซึ่งนิยมใช้ตี (Forge) ให้เป็นลูกสูบรถยนต์ (แทนที่จะใช้วิธีหล่อเหมือนทั่วไป)

ถ้าเป็นโลหะผสมระหว่างอลูมิเนียมกับซิลิคอนเท่านั้น มักจะมีปริมาณซิลิคอนสูงประมาณ 12% โดยน้ำหนัก เช่น โลหะ 13 (12%) ซึ่งเหมาะสำหรับทำหัวลูกสูบรถยนต์ต่าง ๆ และห้องานที่มีผนังบาง ๆ และมีรูปร่างซับซ้อนได้ดี



ภาพที่ 69 ลูกสูบรถยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารฉบับนี้ที่มีให้นำไปใช้

แต่ถ้ามีธาตุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่น ทองแดง ปริมาณซิลิคอนที่ใช้จะลดน้อยลง เช่น โลหะ 85 (5, 4) การผสมทองแดงเข้าไปในโลหะช่วยให้สมบัติด้านการกลึงไสของโลหะดีขึ้น แต่จะทำให้กำลังวัสดุและความทนทานต่อการผุกร่อนลดลง

อลูมิเนียมบางชนิดผสมนิกเกิลจำนวนเล็กน้อยด้วยเพื่อช่วยให้ใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง และลดการขยายตัวของโลหะ โลหะนี้เหมาะสำหรับทำลูกสูบรถยนต์

โลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม

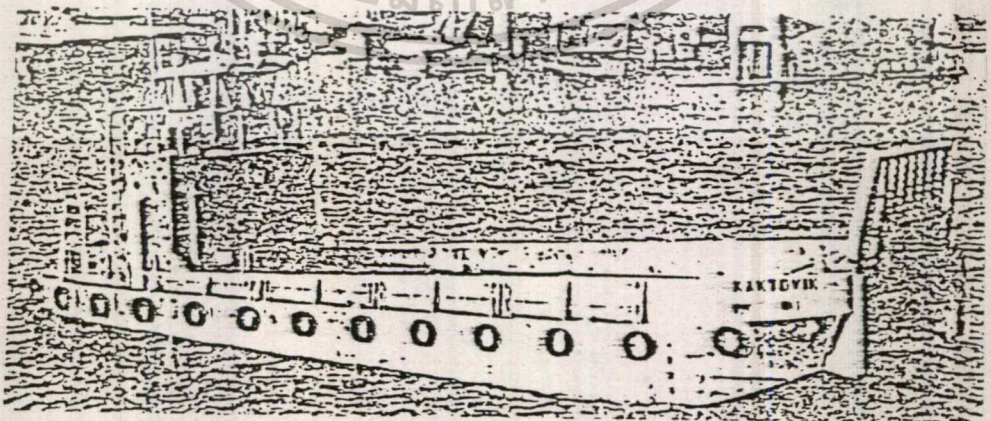
ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะนี้จะจัดอยู่ในกลุ่ม 5XXX ตัวที่ใช้มากได้แก่ 5052 (2.5MG, 0.5CR) 5056 (5.2MG, 0.5CR, 0.1MN) และ 5186 (4.5MG, 0.5CR, 0.8 MN)

โลหะผสมนี้มีน้ำหนักเบา กำลังวัสดุสูงปานกลาง และทนทานต่อการผุกร่อนภายใต้บรรยากาศทั่วไปได้ดีเลิศ

กำลังวัสดุจะสูงขึ้นเมื่อปริมาณแมกนีเซียมที่ผสมอยู่สูงมากขึ้น จนมีแมกนีเซียมถึง 15% แต่ปกติมีแมกนีเซียมไม่เกิน 10% เพราะถ้ามีมากจะทำให้โลหะแข็งและเปราะมาก

อลูมิเนียมบางชนิดผสมด้วยสังกะสีและซิลิคอน เพื่อช่วยเพิ่มสมบัติการหล่อหลอม (Casting Characteristic) ให้ง่ายยิ่งขึ้น เช่น โลหะ A214 (4%MG, 1.8ZN) เป็นต้น โครเมียมช่วยให้เนื้อแกรนของอลูมิเนียมละเอียดทำให้โลหะแข็งแรงและเหนียวมากขึ้น แมงกานีสช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับอลูมิเนียม

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำคัญในกลุ่มนี้คือ หมุดย้า (Rivers) ปลอดภัยสายไฟฟ้า (Cable Sheath) ล้อแม็ก และโครงต่างๆ ที่ทำด้วยอลูมิเนียม (Aluminum Frame)



ภาพที่ 71 เรือลำเลียงในน่านน้ำแถบอะลาสกา (Alaska) ทำจากอลูมิเนียม 5086 (4% MG) เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เป็นสื่อหรือเผยแพร่ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อภทงทามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียมและซิลิคอน

ชิ้นงานขึ้นรูปของโลหะกลุ่มนี้จะจัดอยู่ในกลุ่ม 6XXX

เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นธาตุที่ถูกรอกซึ่ได้ง่ายมาก โดยเฉพาะขณะหล่อหลอม ดังนั้น การผสมแมกนีเซียมลงในอลูมิเนียมหลอมเหลวจึงมีปัญหามากและมีข้อควรระวังเป็นพิเศษมากมาย ปัญหาเหล่านี้จะเกิดมากขึ้นเมื่อยิ่งต้องใช้ปริมาณแมกนีเซียมมาก

ถ้าผสมซิลิคอนเข้าไปในโลหะอลูมิเนียมผสมแมกนีเซียมด้วยจำนวนพอเหมาะ จะสามารถลดปริมาณแมกนีเซียมในโลหะนี้ลงได้มาก โดยยังให้กำลังวัสดุที่ไม่ต่างไปจากกลุ่ม 4XXX มากนัก เช่น โลหะ 6061 (0.651, 1MG) เป็นต้น

สมบัติเด่นอีกประการหนึ่งคือ ขึ้นรูปได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็แบบตี (Forge) หรือแบบรีดอัด (Extrude) ผลิตภัณฑ์เด่น ๆ ได้แก่ กรอบประตูหน้าต่างกระจกที่ใช้ตามสำนักงานต่างๆ

โลหะอลูมิเนียมผสมสังกะสี

โลหะนี้ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม 7XXX

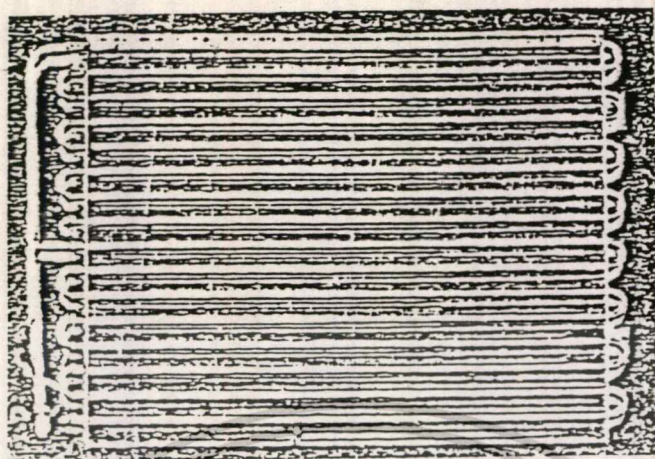
นอกจากสังกะสีแล้วมักจะผสมแมกนีเซียมและทองแดงร่วมในโลหะนี้ด้วย โลหะผสมนี้กำลังวัสดุสูงที่สุดในบรรดาโลหะผสมของอลูมิเนียม ที่นิยมมากที่สุดได้แก่ 7075-T6 (5.5ZN, 2.5MG, 1.5CU) และ 7178-T6 (6.8ZN, 2.7MG, 2.0CU) ซึ่งมีเทนไซลล์ตรงสูงถึง 58 และ 62 กก./มม. ตามลำดับและเหมาะสำหรับใช้ทำโครงสร้างในอากาศยาน

จุดอ่อนของโลหะผสมนี้ คือ โลหะนี้ผุกร่อนแตกร้าว (Stress Corrosion) ได้ง่ายกว่าอลูมิเนียมในส่วนผสมอื่นๆ ดังนั้นจะเห็นว่าโลหะพวกนี้ มักจะผสมธาตุโครเมียมจำนวนเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อเพิ่มสมบัติการต้านทานต่อการผุกร่อนให้สูงขึ้น

ที่นิยมอีกวิธีหนึ่งสำหรับชิ้นงานขึ้นรูปที่เป็นแผ่น (Sheet) คือใช้อลูมิเนียมในกลุ่ม 1XXX หรือกลุ่ม 3XXX หรือกลุ่ม 5XXX ซึ่งมีความต้านทานต่อการผุกร่อนตีมาก ประกอบอยู่ 2 ข้างด้านนอก แล้วรีดให้แนบติดกับเนื้อของโลหะนี้ โลหะพวกนี้มีชื่อเรียกพิเศษว่าผลิตภัณฑ์แอลแคด (Alclad Products) ดังนั้นที่ผิวนอก (Case) จะเป็นโลหะที่มีความทนทานต่อการผุกร่อน ส่วนแกนกลาง (Core) จะเป็นโลหะที่มีความทนทานต่อการผุกร่อน ส่วนแกนกลาง (Core) จะเป็นโลหะที่มีกำลังวัสดุสูงทำหน้าที่รับแรงกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 72 คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศรถยนต์ทำจากอลูมิเนียม 3003 ร่วมกับ
อลูมิเนียม 7072

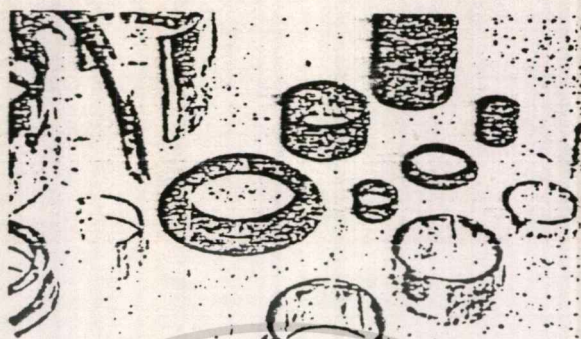
โลหะผสมอื่นๆ ของอลูมิเนียม

ธาตุที่ผสมเข้าไปในอลูมิเนียมในกลุ่มนี้ เป็นธาตุที่นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถ้าเป็นชิ้นงานขึ้นรูปจะจัดอยู่ในกลุ่ม 8XXX แต่โลหะผสมในกลุ่มนี้นิยมทำชิ้นงานหล่อมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ จึงอยู่ในกลุ่ม 7XX มากกว่าจะจัดเป็นพวก 8XXX

ธาตุผสมที่สำคัญ ได้แก่ ตะกั่ว บิสมัท และดีบุก ตะกั่วและบิสมัทในอลูมิเนียมช่วยทำให้สมบัติการกลึงไสของโลหะดีขึ้น เช่น โลหะ 5.5%CU, 0.5PB, 0.5BI มีคุณสมบัติด้านการกลึงไสดีมาก

ดีบุกในอลูมิเนียมช่วยลดความเสียหายที่ผิวของโลหะ จึงเหมาะสำหรับใช้หล่อทำแบริ่งและบุชที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ และทนทานต่อการล้า แบริ่ง และบุชที่ทำด้วยอลูมิเนียมนี้ทนทานต่อการกัดกร่อนจากน้ำมันหล่อลื่นที่เสื่อมคุณภาพต่าง ๆ ได้ดีมาก แต่ดีบุกมิได้เพิ่มกำลังวัสดุให้กับโลหะ ดังนั้น จึงมักผสมทองแดง แมกนีเซียม ซิลิคอน และหรือนิกเกิลอยู่ด้วย เพื่อช่วยเพิ่มกำลังวัสดุของโลหะให้สูงขึ้น เช่น โลหะ 750 (6.3ZN, 1CU, 1NI) และ B750 (6.3SN, 2CU, 1.2NI, 0.8MG) เหมาะสำหรับหล่อทำข้อเสื่อ (Connect Rods) และแบริ่งของเพลลาข้อเสื่อ และโลหะ A750 (6.3SN, 2.5SI, 1CU, 0.5NI) เหมาะสำหรับหล่อทำแบริ่งสำหรับโรงรีดขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 73 ชุดของแบร็งกลูมิเนียมที่ใช้ในแต่ละลูกสูบของเครื่องยนต์ดีเซล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สมบัติทางกลและตัวอย่างการใช้งานของ โลหะอลูมิเนียมผสม

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)							ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
										เทนซิลส์เตริง กก./มม. ²	0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./มม. ²	ความยืด % เกณฑ์50มม.		
1	EC Alloy	99.45+Al							O	8.5	3			ทำเส้นลวดตัวนำไฟฟ้า
2	1050	99.60+Al							H14	11	10		19	ใช้กับงานที่ต้องการความง่ายในการขึ้นรูป และความทนทานต่อการพุกร่อนดี โดยไม่ต้องการกำลังวัสดุมาก ทำอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมและชิ้นส่วนในเรือเดินสมุทร
									O	7	3	43	26	
3	1100	99.0+Al							H14	10	9	12	23	ภาชนะในครัว หม้อ กระทะ ภาชนะเก็บอาหารแผ่นอลูมิเนียมห่ออาหาร
									O	9	3.5	45	105	
		ชิ้นงานหล่อ	Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ						
4	2014	0.8	4.4	0.4	0.8				O	10	10	18	45	ชิ้นส่วนงานหนัก บอลล์สำหรับปืน บังกี รถตัก ข้อต่อท่อ คิวรยนต์
									T4	43	29	20	105	
									T5	49	42	13	135	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)							ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
										เทนไซล์สเตร็ง กก./มม. ²	0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./มม. ²	ความยืด % เกลทที่50มม.		
	ชิ้นงานหล่อ	Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ							
5	2017	0.8	4.0	0.5	0.5		0.1	0	18	7	22	45	คล้ายรายการ 4	
							Cr	T4	43	28	22	103		
6	2024	0.5	4.5	1.5	0.6	-	0.1	0	19	8	22	47	โครงสร้างบิน หมุดย้ำ กระจกล้อ	
							Cr	T4	48	33	19	120	รถยนต์ ชิ้นส่วนสกรู และชิ้นส่วนทาง	
													โครงสร้างอื่น	
7	2218	0.2	4.0	1.5	-	-	2Ni	T61	41	31	13	-	ชิ้นงานเหมาะที่จะใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูง	
													กว่าอุณหภูมิห้อง ทำกระบอกสูบและลูก	
													สูบรถยนต์	
8	3003	-	-	-	1.2	-	-	0	11	4	40	28	ใช้แทนโลหะ 2218 ในกรณีที่ต้องการ	
													กำลังวัสดุสูงขึ้น ทนทานต่อการผกร่อน	
													ได้ดีขึ้น และเชื่อมต่อกันได้ง่ายขึ้น ทำ	
													ถังเก็บน้ำมัน ความดันและแป้นน้ำ	
9	4032	1.2-5.0	0.9	1.0	-	-	0.9	T6	38	32	9	120	ชิ้นงานที่ง่ายต่อการตีขึ้นรูป (Forging)	
							Ni						และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเทียบกับ	
													อุณหภูมิต่ำ ใช้ทำลูกสูบ	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)							ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
		Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ	เทนซิลสเตริง กก./มม. ²		0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./มม. ²	ความยืด % เกณฑ์ 50 มม.			
10	5005	0.4	-	0.8	-	-	-	0	13	4	30	28	คล้ายกับโลหะ 3003 มากแต่ให้สภาพผิวเมื่อทำ anodizing ได้สวยงามกว่า	
								H34	16	14	8	41		
11	5050	0.4	-	1.2	-	-	-	0	15	6	24	36	มือจับที่เปิดตู้เย็น ท่อแก๊ส ท่อน้ำมันในรถยนต์	
								H34	20	17	8	53		
12	5052	-	-	2.5	-	-	0.25	0	20	9	30	47	ตัวเก็บน้ำมันท่อลำเลียงน้ำมันในเครื่องบิน ชิ้นส่วนในเรือเดินสมุทร	
								Cr H34	27	22	14	68		
13	5056	-	-	5.2	0.1	-	0.1	0	29	15	35	65	ลวดกลมนิยมนุ่ม ยี่ห้อที่ใช้กับโลหะแมกนีเซียมผสม ปลอกโลหะหุ้มรอยเชื่อมสายไฟ มังลวด	
								Cr H18	44	41	10	105		
14	5083	-	-	4.5	0.7	-	-	0	29	15	22	-	ชิ้นส่วนโครงสร้างที่ต้องการสมบัติการเชื่อมตัวง่ายและกำลังวัสดุปานกลาง	
15	5061	0.6	0.25	1.0	0.25	-	-	0	13	6	30	30	aircraft landing mats เรือ	
								T6	31	28	17	95	พวย เฟอร์นิเจอร์ ท่อเปิป	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)							ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
		Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ	เทนซิลสเตริง กก./มม. ²		0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./มม. ²	ความยืด % เกล็ดที่ 50 มม.			
	ชิ้นงานหล่อ													
16	6063	0.4	0.1	0.7	0.1	0.1	0.1	O	9	5	-	25	เครื่องตกแต่งทางสถาปัตยกรรม ท่อ	
							Cr	T6	24	22	12	73	ชลประทาน	
17	6151	1.0	-	0.6	-	-	0.25	T6	34	30	17	-	ห้องเพลลาข้อเหวี่ยง (crankshafts)	
													ชิ้นส่วนในจิวส์ ชิ้นส่วนในเครื่องยนต์	
18	7075	0.5	1.5	2.5	-	5.5	0.3	O	23	10	16	60	ชิ้นส่วนทางโครงสร้างที่ต้องการกำลัง	
							Cr	T6	58	51	11	150	วัสดุสูง เช่น โครงเครื่องบิน และ	
19	7178	0.5	2.0	2.7	-	6.8	0.3	O	23	11	16	-	ชิ้นส่วนโครงสร้างอื่นๆ	
							Cr		62	55	11	-	เหมือนโลหะ 7075 แต่ชิ้นงานให้	
													กำลังวัสดุสูงกว่า	
20	A13	12.0	-	-	-	-	-	DC	21	15	2	-	หล่อชิ้นงานที่ยาวและรูปร่างซับซ้อน	
													หล่อลูกสูบรถ	
21	43	5.0	-	-	-	-	-	SC	13	6	8	40	ภาชนะในครัว ข้อต่อท่อในเรือเดิน-	
								PM	16	6	10	45	สมุทร งานหล่อชิ้นส่วนต่างๆ ทั่วไปที่	
								DC	21	11	9	-	ไม่ต้องการกำลังวัสดุสูงเหมือนโลหะ 13	

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)						ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
		เทนซิลสเตริง กก./มม. ²	0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./มม. ²	ความยืด % เกณฑ์ 50 มม.	Si	Cu	Mg		Mn	Zn	อื่นๆ		
22	108	3.0	4.0	-	-	-	-	SC	15	10	2.5	55	ท่อแก๊ส (manifolds) วาล์ว และ ชิ้นงานรูปพรรณที่มีความแน่นอัด (pressure tightness)
23	A108	5.5	4.5					PM	20	11	2	70	คล้ายกับโลหะ 108 แต่มีกำลังวัสดุสูงกว่า
24	A132	12.0	0.8	1.2	-	2.5		T65	33	30	0.5	125	ลูกสูบรถยนต์มัลเลย์และชิ้นงานรูปพรรณที่ต้องการกำลังวัสดุที่อุณหภูมิสูง และ สัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ
25	D132	9.0	3.5	0.8	-	0.8		T5	25	20	1	105	เหมือนกับโลหะ A132 แต่กำลังวัสดุต่ำกว่า
26	142	-	4.0	1.5	-	2.0		SC-T 571 PM-T 57	22	21	0.5	-	ลูกสูบในเครื่องยนต์ ในรถยนต์เซล
									28	24	1	-	ในเครื่องยนต์หัวสูบที่เป็นครีบนในรถจักรยานยนต์ ฝาครอบเครื่องยนต์ เชน - เเนอ เรเตอร์ ในเครื่องยนต์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)						ภาวะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
		Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ		เทนซิลสเตริง กก./ มม. ²	0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./ มม. ²	ความยืด % เกลทที่ 50 มม.		
	ชิ้นงานหล่อ												
27	195	0.8	4.5	-	-	-		Sc-T4	22	11	8.5	60	ฝาครอบล้อ ฝาครอบเพลาท้ายรถยนต์
								T6	25	17	5	75	กระทะล้อรถยนต์ รถโดยสาร กระทะล้อเครื่องบิน ข้อต่อห้องเพลาล้อเครื่องบิน ข้อต่อห้องเพลาล้อเครื่องบิน
28	B195	2.5	4.5	-	-	-		PM-T4	26	13	9	75	ข้อต่อในเครื่องบิน ชิ้นส่วนในเครื่องบิน
								T6	28	18	5	90	ควบคุม ปืนติดเครื่องบิน กระทะล้อเครื่องบิน โครงเก้าอี้ที่นั่ง เพลาล้อเลื่อนในเครื่องบินค่อมเพรสเซอร์ เครื่องปั้มน้ำมัน
29	214	-	-	3.8	-	-		SC	17	8	9	50	ภาชนะและเครื่องใช้ไม้สอยในครัว ข้อต่อสำหรับงานเคมี
30	220	-	-	10	-	-		SC-T4	32	17	14	75	กำลังวัสดุสูง และความเหนียวสูงกว่า อลูมิเนียมรูปพรรณอื่นๆ ทำข้อต่อต่างๆ ในเครื่องบิน โครงเก้าอี้ในรถไฟ ชิ้นงานขึ้นรูปพรรณอื่นๆที่มีกำลังวัสดุสูง และทนทานต่อแรงกระทำกะทันหัน (shock load)

รายการ	ชื่อสามัญ	ส่วนผสมระบุ (%)							สถานะ	สมบัติทางกล			BHN (500 กก.)	ตัวอย่างการใช้งาน
		ซิลิกอน	Si	Cu	Mg	Mn	Zn	อื่นๆ		เทนซิลส์เตริง กก./ มม. ²	0.2 ออฟเซต ยีสต์ กก./ มม. ²	ความยืด % เกณฑ์ 50 มม.		
31	319	6.3	3.5	-	-	-	-	-	SC-F	19	13	2	70	หัวลูกสูบรถยนต์ ห้องเพลลา โครง เครื่องพิมพ์ดีด ชิ้นส่วนในเปียโน
32	355	5.0	1.3	0.5	-	-	-	-	T6 SC-T6	25 25	17 17	2 3	80 80	
									PM-T6	30	19	4	90	ฝาครอบซูเปอร์ชาร์จเจอร์ (super charger) ในเครื่องบิน หัวลูกสูบ แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ปลอกลูก สูบ (jacker) ฝาครอบโมลิเวอ์ ชิ้นส่วนของปั๊มในเครื่องบินฝาครอบ เพลลา ส่งกำลังในรถยนต์ข้อต่อใน เครื่องบิน ลูกสูบชนิดระบายความร้อน ด้วยน้ำ
33	356	7.0	-	0.3	-	-	-	-	SC-T6	25	17	3	80	
34	360	9.5	-	0.5	-	-	-	-	DC	33	17	3	-	หล่อชิ้นงานรูปพรรณที่มีรูปร่างซับซ้อน และชิ้นส่วนบาง ๆ
35	380	8.5	3.5	-	-	-	-	-	DC	34	17	3	-	เหมือนกับโลหะ A106 แต่มีกำลังวัสดุ สูงกว่าและหล่อได้ง่ายกว่า
36	750	1.0	-	-	-	1.0	6.5	Sn	PM-T5	16	8	10	45	ทำแบร็งที่อุณหภูมิสูง

DC = die casting; SC = sound casting; PM = permanent mold casting

กรรมวิธีการผลิตอลูมิเนียม

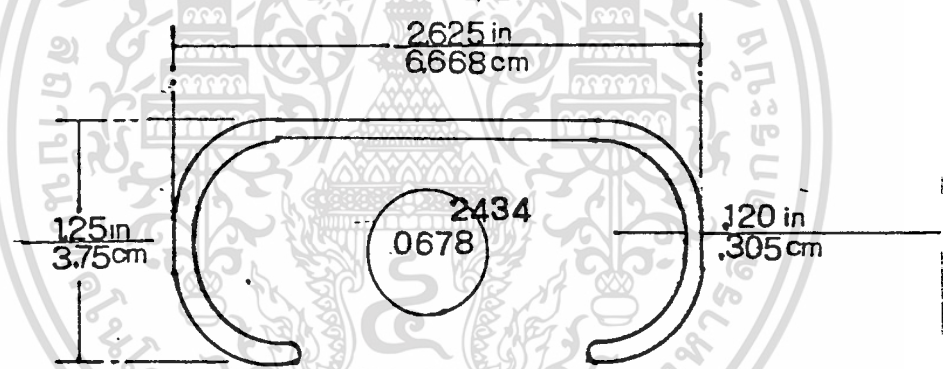
กรรมวิธีการรีดอลูมิเนียม

อลูมิเนียมที่เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้รีดเป็นอลูมิเนียมเส้นนั้น มีลักษณะเป็นเส้นตันรูปทรงกระบอก มีขนาดมาตรฐานอยู่ 2 แบบคือ

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6⁷/₈ นิ้ว ยาว 25 นิ้ว
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ยาว 26 นิ้ว

ก่อนจะรีดต้องมีการคำนวณจำนวนวัตถุดิบที่จะใช้เสียก่อน เพื่อจะได้ไม่เหลือเศษมาก จะได้ทราบจำนวนวัตถุดิบที่ใช้เพื่อเป็นประโยชน์ในการคิดราคากับลูกค้า การคำนวณจำนวนวัตถุดิบที่จะใช้มี 2 วิธี ตามขนาดของวัตถุดิบที่มีอยู่ คือ

1. สำหรับวัตถุดิบขนาดแรก สูตรที่ใช้คำนวณคือ 3.16×23
 คำนวณน้ำหนักที่ใช้/ฟุต



ภาพที่ 75 แสดงความหนาของอลูมิเนียม

ค่าน้ำหนักที่ใช้/ฟุต สำหรับอลูมิเนียม ที่มีภาคตัดแบบนี้คือ 0.687 สูตรที่ใช้คำนวณสำหรับกรณีนี้คือ

$$\text{ความยาวที่รีดออกมาได้} = \frac{3.16 \times 23}{0.687} = 105.8 \text{ ฟุต}$$

สำหรับวัตถุดิบแบบหลัง สูตรที่ใช้คำนวณคือ 4.9×24
 คำนวณน้ำหนักที่ใช้/ฟุต

$$\text{ความยาวที่รีดออกมาได้} = \frac{4.9 \times 24}{0.687} = 171.179$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการรีดทัวๆ ไป

1. เอาอลูมิเนียมที่ได้ผ่านการคำนวณมาตัดให้ได้ขนาดพอดีรีด
2. เอาเข้าเตาเผา Heater Furnace เพื่อทำให้มีความอ่อนตัว
3. ออบแม่แบบ Die ที่ต้องการรีด ไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง แล้วนำมาตั้งไว้บนเครื่อง
4. อลูมิเนียมที่ถูกทำให้อ่อนตัวแล้ว จะถูกนำมาใส่ไว้ใน Container ที่อยู่บนเครื่อง
5. ใช้แรงดัน 1,800 ตัน ดันอลูมิเนียมผ่าน Die
6. อลูมิเนียมที่รีดออกมา จะผ่านไปที่รางเลื่อนยาวประมาณ 150 ฟุต ผ่านเข้าเครื่องยึดเพื่อยึดอลูมิเนียมให้เข้ารู
7. แล้วนำไปเข้าเครื่องตัด ตัดให้ได้ความยาว 6 เมตร
8. แล้วจึงนำเข้าเตาอบเพื่ออบให้แข็ง
9. ผ่านเข้าแผนกเก็บสินค้า Storage เพื่อจัดการมัด บรรจุหีบห่อ ส่งต่อไปยังลูกค้า

การชุบผิวอลูมิเนียม

เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นวัสดุที่เป็นรอยขีดข่วนได้ง่ายจึงจำเป็นต้องมีการผ่านกระบวนการอีกขั้นตอนหนึ่งที่เรียกว่าการชุบผิวอลูมิเนียม เพื่อเป็นการเพิ่มความสวยงามและให้มีความคงทนต่อการขีดข่วน

การชุบผิวอลูมิเนียม แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. การชุบขาว (Clear Anodized) สำหรับอัลลอยด์ 6051
2. การชุบสี (สีที่ชุบมากได้แก่ สีชา สีดำ สีเทา สีทอง)
 - สีชา สำหรับ อัลลอยด์ 6863
 - สีดำ สำหรับ อัลลอยด์ 6063 (แรงที่สุด)
 - สีเทา สำหรับ อัลลอยด์ เคอี 50

กรรมวิธีการชุบขาว

กรรมวิธีการชุบขาวมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. Degreasing การล้างสิ่งสกปรก ผุน น้ำมัน สารละลายในบ่อนี้คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้นการศึก 1.67% ไม่น้ำและโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้นน้ำไม่ว่า 1.5% ใช้เวลา 15 นาที ให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Rinse การล้างน้ำ ใช้เวลา-1/2 นาที
3. Etch การกัดผิว สารละลายในบ่อนี้ คือ คอสติกโซดา (NA OH) ใช้เวลา 2-4 นาที
4. Rinse การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที
5. Demutting การกำจัดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นโดยสารละลายกรดไนตริก ใช้เวลา 1 นาที
6. Rinse การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที
7. Anodizing การกัดผิวเป็นรูเล็กๆ C.0002 ไมครอน โดยสารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 15% ใช้เวลา 3 นาที
8. Rinse การล้างน้ำ ใช้เวลา 1/2 นาที
9. Sealing การปิดรู (Close the Percus) โดยน้ำกลั่นบริสุทธิ์อุณหภูมิ 95-98 องศาเซนติเกรด

กรรมวิธีการชุบสี ก็เหมือนการชุบขาว แต่เปลี่ยนสารละลายในขั้นที่ 7 เป็น Sulfusal Cyclic Acid เข้มข้น 67% การเปลี่ยนสีจะเกิดขึ้นในบ่อนี้คือ การปรับ Volt Control the Color สีก็จะเปลี่ยนไปตามเข็มที่ชี้

อลูมิเนียมที่ผ่านการชุบสีจะมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปคือ

1. มีความแข็งแรง เพิ่มขึ้น
2. ทนต่อการขีดข่วนไม่เป็นรอยได้ง่าย
3. ราคาจะแพงขึ้น
4. อลูมิเนียมที่ชุบสี สีจะไม่หลุดลอกง่าย อยู่ได้นาน
5. อลูมิเนียมที่ผ่านการชุบขาว ชุบสี จะไม่นำไฟฟ้า

การยึดประกอบอลูมิเนียม

การยึดประกอบอลูมิเนียม มีลักษณะการยึดที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การยึดแบบน็อคดาว (Knock Down) เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อคประกอบโดยใช้วิธีคีสแนปป์ (Snapped) การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ ความชำนาญในการออกแบบ Section ของอลูมิเนียมเป็นอย่างดี ตัวอย่างการยึดแบบนี้ จะพบเห็นได้ชัดในงานประกอบวงกบหน้าต่างอลูมิเนียม ตามอาคาร
- เอกสารอ้างอิงร้านค้าต่างๆ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. อีก การยึดแบบตัดต่อ ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ 1. ใช้

2.1 การใช้ลกรู การยิงรีเวต์ การตอกตะปูย้ำ การยึดแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากที่สุดถ้ามีการทำลากรองรับลกรู หรือรีเวต์ วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีความชำนาญสูง ทำได้สะดวก รวดเร็ว ต้นทุนไม่สูง ตัวอย่างเช่น การทำบันได โต๊ะ ริดผ้า เป็นต้น

2.2 การเชื่อม การเชื่อมเป็นการยึดอลูมิเนียมแบบที่แข็งแรงมากที่สุด แต่ต้นทุนการผลิตสูงที่สุด เพราะต้องเสียเวลาในการเชื่อม และคนที่เชื่อมต้องมีความชำนาญสูง การเชื่อมนิยมใช้ในงานฝีมือ เช่น การทำหน้ากากแอร์ ล้อแมกซ์ เป็นต้น

เหล็ก

เหล็กเป็นโลหะประกอบ Ferrous Metal ซึ่งนำเอามาใช้ในงานต่าง ๆ มากโดยปกติเหล็กบริสุทธิ์จะมีความเหนียวและอ่อนตัวสูง เหล็กสามารถรวมตัวกับออกซิเจนได้ดี จึงเป็นสนิมได้ง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเหล็กจึงต้องเคลือบผิว เพื่อป้องกันการผุกร่อน

ประเภทของเหล็ก

1. เหล็กหล่อ คือ เหล็กดิบโดยตรง มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาวเทา มีความแข็งแรงสูงมาก แต่เปราะง่าย เหล็กหล่อเหนียวและเหล็กพิเศษมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง เหล็กหล่อถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักมาก แต่ข้อดีคือราคาถูกรับแรงได้มากตรงส่วนที่มีความหนา

2. เหล็กกล้า เหล็กกล้าเข้ามามีบทบาทแทนเหล็กหล่อ และเป็นที่นิยมใช้ประมาณ 150 ปีมาแล้ว ภายหลังมีผู้คิดวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรม นำมาใช้ทำอาวุธและเครื่องมือที่มีความละเอียด เหล็กกล้าแผ่นบางใช้เป็นชิ้นส่วน ของผลิตภัณฑ์ แผ่นหนาใช้เป็นของเครื่องจักรแบบหล่อเหล็ก เหล็กกล้ามีคุณสมบัติหลายอย่าง และมีประเภทต่าง ๆ กัน เช่น ไม่ควรออกแบบชิ้นส่วนที่ทำด้วยสแตนเลส สตีล โดยการขึ้นรูป เพราะทำได้ยาก จะต้องใช้เทคนิคบางอย่างทำชิ้นส่วนและมีราคาแพง ถ้านำมาใช้ให้ถูกต้อง ความจำเป็นและคุณค่าจะทำให้งานดีมาก เพราะเป็นเหล็กกล้าที่มีความแข็งแรงทนทานและไร้สนิม

3. เหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น เนื้อผสมคาร์บอน ทำให้แข็งแรงและเปราะง่าย ผสมกับโครเมียม ช่วยป้องกันสนิม เป็นต้น

รูปแบบของเหล็ก

รูปแบบของเหล็กที่ใช้ทั่วไปจะผลิออกมาเป็นมาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็เหล็ก โครงสร้างที่ใช้กับงานก่อสร้าง หรือเหล็กที่ใช้กับงานช่าง เหล็กรูปต่างๆ แผ่นเหล็กที่ เหล็กและลวดเหล็ก วัสดุเหล่านี้ทำขึ้นจากการรีด ดึง อัด ตี โดยมากทำขึ้นในสภาพ แผ่นเหล็ก

1. โลหะแผ่น (Sheet Metal)

โลหะแผ่น ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนา ไม่เกิน 3/16 นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษ เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษาและ เลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วยจึงจะ ทำให้ผลของงานได้เป็นที่น่าพอใจ และมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายขนาดต่าง ๆ และยังมีเคลือบผิวด้วยโลหะต่างๆ เช่น เคลือบ ผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- โลหะแผ่นเปลือย (Bare Metal - Uncoated Metal)
- โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated Metal)

โลหะแผ่นเปลือย (Uncoated Metal)

โดยมากจะเป็นประเภทที่ไม่ใช่เหล็ก (Ferrous Metal) เช่น แผ่น ทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แต่ก็ยังมีประเภทเหล็ก เช่น สแตนเลส เป็น แต่ในที่นี้จะ ขอกล่าวรายละเอียดเฉพาะสแตนเลสและอลูมิเนียมเท่านั้น

โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coate Metal)

โลหะที่ทำด้วยเหล็กเป็นส่วนใหญ่ (Ferrous Metal) ซึ่งจะเป็นเหล็ก แผ่นแล้วนำไปเคลือบผิวด้วยกรรมวิธีต่างๆ แล้วแต่การใช้งาน เช่น การเคลือบดีบุก เคลือบสังกะสี เป็นต้น การเคลือบผิว ทำให้เนื้อเหล็กไม่ถูกกัดกร่อนจากสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้มีอายุการใช้งานได้นานมากขึ้น

การนำโลหะแผ่นเปลือย และโลหะแผ่นเคลือบ มาใช้งานจะแตกต่างกัน มาก นำมาขึ้นรูปด้วยการเชื่อม ตะไบ ตัด ขัดผิว จะไม่มีผลเสียเกิดขึ้นกับโลหะแผ่น เปลือย แต่สำหรับแผ่นเคลือบผิว ต้องไม่ควรรีให้ผิวหน้าก็เคลือบไว้ได้รับการขูดขีด

เพราะจะทำให้สูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อน

2. เหล็กแท่งหรือเหล็กโครงสร้าง มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปตามมาตรฐาน ซึ่งได้จากการรีด เหล็กแท่งอีกประเภทหนึ่งได้จากการยึดเหล็ก โดยแท่งเหล็กที่ถูกรีดมาก่อนจะถูกดึงผ่านรูของเครื่องยึดเหล็ก จะทำให้เนื้อเหล็กอัดแน่น และมีผิวเรียบ เรียกว่า เหล็กยึดผิวเรียบ

3. ท่อเหล็ก ได้จากการรีด ดัดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปท่อ และเชื่อมให้ติดกัน แล้วผ่านการรีดอีกครั้ง ให้ได้ขนาดความต้องการ ท่อที่ไม่มีรอยต่อ สำหรับใช้งานที่มีความทนทานสูง เช่น ท่อรถจักรยานยนต์ ซึ่งจะมีการรีด การอัดหรือยึดเหล็กที่มีการผสมพิเศษ สำหรับท่อที่เราใช้ท่อที่ทำจากการเชื่อมได้ เพราะต้องการแรงต้านทานด้วยความดันเล็กน้อย

คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กมีดังนี้

1. มีความแข็งแรงต่อการรับแรงกระแทกสูง และทนต่อการรับแรงดึงได้ดี
2. สามารถเป็นแม่เหล็กได้
3. นำไฟฟ้าและนำความร้อนได้ดี
4. ทำปฏิกิริยาได้ดีกับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เป็นสนิมง่าย
5. สามารถทำเป็นรูปได้โดยการหล่อ รีด ตัดโค้ง ขึ้นรูป
6. สามารถตกแต่งผิวได้หลายวิธี ทั้งพ่นสี เคลือบด้วยโลหะ ฯลฯ
7. จุดหลอมเหลวสูง
8. ไม่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีต่างๆ
9. ราคาถูกกว่าโลหะอื่น ๆ เมื่อเทียบคุณสมบัติ

การตกแต่งผิว

เนื่องจากเหล็กแผ่นโดยปกติแล้วจะเป็นสนิมง่าย และไม่ทนต่อการกัดกร่อนในสภาพอากาศปกติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการเสียหายต่อแผ่นเหล็ก ประกอบกับเพื่อความสวยงาม กรรมวิธีที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ไป ได้แก่

1. การชุบด้วยไฟฟ้า
2. การพ่นหรือทา
3. การเคลือบด้วยความร้อน ซึ่งแบ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง ขอเคลือบด้วยสีผง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

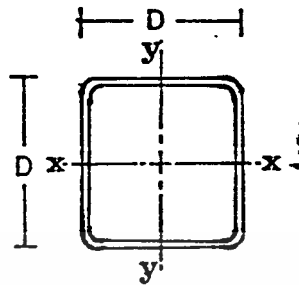
4. การชูปผลาลตีก

กรรวิธีตกแตงันั้น จะต้งเลอกให้เหมาะสมกับสภาพของการใช้งาน โดยมากแล้วในงานเฟอร์นิเจอร์มักจะใช้วิธีการพ่นสีและการอบเคลือบด้วยสีผง ซึ่งวิธีหลังนี้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าต่อการใช้งาน ทนต่อการกระแทก ทนต่อการขีดข่วนไม่แตกกร่อน แต่ราคาใช้จ่ายค่อนข้างสูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 - แสดงขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

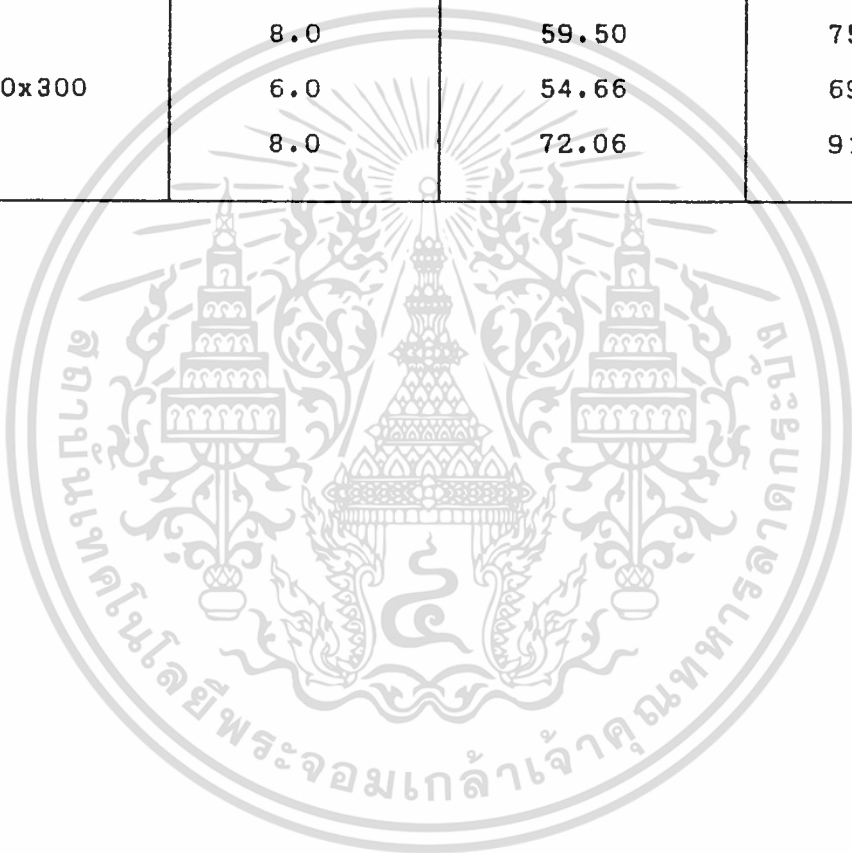


ขนาด (DxD) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาค ตัดขวาง (A) ตร.ซม.
25x25	1.6	1.12	1.432
38x38	1.6	1.78	2.264
50x50	1.6	2.38	3.032
60x60	2.34	3.34	4.252
	1.6	2.88	3.672
75x75	2.3	4.06	5.172
	2.3	5.14	6.552
90x90	3.2	7.01	8.927
	2.3	6.23	7.932
100x100	3.2	8.51	10.847
	2.3	6.95	8.852
125x125	3.2	9.52	12.127
	3.2	12.03	15.327
150x150	4.0	14.87	18.948
	5.0	22.26	28.356
175x175	6.0	26.40	33.633
	6.0	26.18	33.356
200x200	6.0	31.11	39.633
	6.0	35.82	45.633
	8.0	46.94	59.793

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

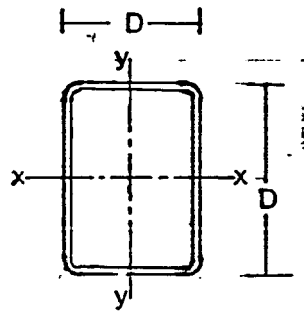
ตารางที่ 7 (ต่อ)

ขนาด (DxD) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาค ตัดขวาง (A) ตร.ซม.
250x250	6.0	45.24	57.633
	8.0	59.50	75.793
300x300	6.0	54.66	69.633
	8.0	72.06	91.793



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงขนาดต่างๆ และน้ำหนักของเหล็กกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า

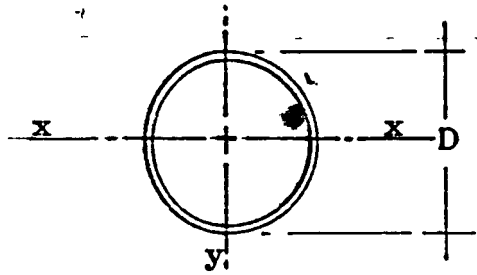


ขนาด (DxB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาค ตัดขวาง (A) ตร.ซม.
50x25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60x30	1.6	2.13	2.712
	2.3	2.98	3.792
75x45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90x45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.967
100x50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125x40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125x75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150x80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233
150x100	4.5	16.62	21.169
	6.0	21.69	27.633
200x100	4.5	20.15	25.669
	6.0	26.40	33.633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงขนาด ขนาดต่าง ๆ และน้ำหนักของเหล็กกลวงกลม



ขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาคตัด ขวาง (A) ตร.ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.94
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	8.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	12.52
		4.5	12.19	15.52
125	139.7	4.0	13.39	17.05
		5.0	17.30	21.19
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
		6.0	27.77	35.38
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	244.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	40.66	59.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกกฎหมายให้ตัดแบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

พลาสติกและกรรมวิธีการผลิตพลาสติก

พลาสติก

พลาสติกเป็นสารทั้งสังเคราะห์ และอนินทรีย์ การขึ้นรูปอาจทำได้หลายวิธี เช่น การหล่อ (Molding) ขึ้นรูปโดยกำลังอัด หรือการหล่อแบบอาศัยแรงดึงคูด (Casting) หรือการขึ้นรูปโดยกำลังอัด (Extruding) ซึ่งกระบวนการทั้งหมดอาศัยความร้อนเป็นตัวช่วยทุกวิธี พลาสติกบางชนิดอาจทำให้เป็นขึ้นได้บางมาก เป็นฟองน้ำ หรือเป็นสารเคลือบผิว Coating laminates หรือทำเป็นเส้นใยเพื่อทำการทอวัตถุดิบจากธรรมชาติที่เป็นรากฐานของพลาสติกนั้น ส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำมันและพืชบางชนิด การเจริญเติบโตและความก้าวหน้าของพลาสติกนั้นเป็นผลมาจากการค้นคว้าและวิเคราะห์กระบวนการเคมีเป็นส่วนใหญ่

การขึ้นรูปพลาสติกทำได้เกือบจะทุกรูป ไม่ว่าจะยากหรือง่าย แต่ที่ราคานั้นถูกอย่างไม่น่าเชื่อ และวิธีการขึ้นรูปอาจทำได้จากแบบทุกชนิด ไม่ว่าจะไม้ แก้ว หรือโลหะ งานซึ่งขึ้นรูปแล้วจะมีผิวที่เรียบ นุ่มนวล น้ำหนักเบา มีผลต่อการทำลายผิวพื้นน้อย แต่ทั้งหมดก็ขึ้นอยู่กับความเรียบร้อยของผิวแบบหล่อด้วย การเป็นสื่อไฟฟ้าก็น้อย แต่ปฏิกิริยาทางเคมีพลาสติกบางตัวจะไม่มีผลเลย รวมถึงความสามารถที่จะทำให้ใสหรือมืด และทำสีก็อยู่ในขอบเขตที่ไม่จำกัดเลย ความประหยัดของแบบหล่อโลหะนั้นก็ทำงานได้กว่าจำนวน นับพันครั้ง แต่ในขณะที่เดียวกับพลาสติกบางตัวก็ให้ผลด้านความแข็งแรงและมั่นคงน้อย (Low Strength and Rigidity) ความทนทานความร้อนต่ำ หรือแม้บางครั้งก็รักษาขนาดของตัวมันเองได้เลวมากด้วย แต่บางครั้งและบางชนิดการผลิตในอุณหภูมิห้องกลับให้ความแข็งแรงและมั่นคงมากกว่า ซึ่งบางครั้งมากเป็น 5-10 เท่าของโลหะ ราคาต้นทุนของพลาสติกอาจสูง แต่ราคาการผลิตกลับต่ำในขณะที่วัสดุอื่นราคาผันผวนในการผลิตสูงขึ้น

ชนิดของพลาสติก

พลาสติกอาจแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้เป็น

1. พลาสติกเปลี่ยนรูป (Thermoplastics)
2. พลาสติกคงรูป (Thermosetting of Thermosets Pasting)

พลาสติกเปลี่ยนรูป เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปขึ้นรูปหรือหล่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพไม่เปลี่ยนแปลงและจะแข็งตัวในอุณหภูมิห้อง การให้ความร้อนเพื่อกระบวนการขึ้นรูปใหม่ การหล่อเล็กน้อยจะเหลว และนำมาทำการผลิตได้ใหม่อีกหลายครั้ง ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกคงรูป ในทางตรงกันข้าม เมื่อนำพลาสติกกลุ่มนี้ไปเป็นกระบวนการผลิตโครงสร้างทางเคมีจะเปลี่ยนไปโดยความร้อน และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่คงรูปตลอดไป นำมาผลิตใหม่อีกไม่ได้ แม้ว่าจะโดยวิธีการใด ๆ ก็ตาม พลาสติกกลุ่มนี้ไม่สามารถทำการผลิตโดยวิธีอัดขึ้นรูป

คุณสมบัติทางเคมีและขอบเขตการใช้งานของพลาสติกมีมากและกว้างขวางตามชนิดและกลุ่มความเหมาะสมในการที่จะเลือกใช้งานนั้น ๆ โดยสรุปเป็นตารางและชื่อสินค้าจากตลาด (Trade name) ชื่อเฉพาะและชนิด ความเหมาะสมในการใช้งาน

คุณสมบัติทางด้านวิศวะ การที่จะเพิ่มคุณสมบัติพลาสติกให้เหมาะสมกับการใช้งานนั้น อาจทำได้โดยการนำไปใช้ร่วมกัน หรือผสมกับสารหรือวัสดุบางอย่างได้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง เช่น ไม้ ไม้ก่า ไฟเบอร์กลาส อเบสโตล หรือเส้นใยอื่นได้อีกหลายชนิด อาจโดยเป็นเปอร์เซ็นต์หรือโดยเทคนิคก็ได้ อาจโดยการหล่อแบบอัด หรือกดก็ได้ ส่วนใหญ่พลาสติกพวกนี้จะเป็นพวกของเหลวผสม (Resin) ซึ่งเหมาะจะนำไปใช้ร่วมกับวัสดุอื่น

กรรมวิธีการผลิตพลาสติก

การขึ้นรูปพลาสติก

แบบอัด (Compression Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ เป็นแบบที่ง่ายและธรรมดาที่สุด ผลิตได้ไม่รวดเร็วนัก พลาสติกที่ใช้ส่วนมากเป็นเทอร์โมเซตติงชนิดผง ไม่นิยมใช้ชนิดเม็ดเพราะหลอมละลายช้ากว่า

ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. นำผงพลาสติกไปเข้าเครื่องอบแห้ง (Preheating) ในปริมาณที่ต้องการ เพื่ออบให้ผงพลาสติกแห้ง และเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้ใกล้เคียงจุดหลอมละลาย เพื่อช่วยลดเวลาในเครื่องอัด
2. เทผงพลาสติกที่อบแล้วเข้าแม่แบบในเครื่องอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 300°-400° ฟาเรนไฮต์ หรือแล้วแต่ชนิดของพลาสติก
3. กดแม่แบบตัวผู้ซึ่งอยู่ตอนบนลงช้า ๆ แต่ไม่สุด ความร้อนและแรงอัดจะทำให้พลาสติกหลอมละลายและไหลไปตามแม่แบบ

4. กดแม่แบบลงสุดทิ้งไว้สักครู่ประมาณ 1-2 นาที แล้วแต่ขนาดของชิ้นงาน และชนิดของพลาสติก

ไม่ว่ากรรมใดๆ หงสน อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เปิดแม่แบบ แล้วนำเอาชิ้นงานไปขัดตกแต่งขอบให้เรียบต่อไป

1. แบบอัดส่ง (Transfer Molding)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากแบบอัดแต่ยุ่งยากกว่า ใช้หล่อชิ้นงานที่มีชิ้นส่วนโลหะแทรกอยู่ เช่น หัวครอบจานจ่ายในรถยนต์ หากใช้กรรมวิธีแบบอัดชิ้นโลหะที่สอดแทรกอยู่กับแม่แบบจะถูกอัดโดยตรงจากผงพลาสติกที่กำลังจะหลอมละลาย อาจทำให้ชิ้นโลหะบิดงอได้ แต่กรรมวิธีแบบอัดส่งนี้ผงพลาสติกจะถูกหลอมละลายในห้องหลอมละลาย (Transfer Chamber) ก่อนแล้วจึงถูกอัดผ่านรู (Sprue) เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง ชิ้นส่วนโลหะที่สอดแทรกอยู่จะไม่ถูกรบกวนจากพลาสติกเหลวมากนัก พลาสติกที่ใช้เป็นพวกเทอร์โมเซตติงชนิดผง

ขั้นตอนการผลิต

1. เทผงพลาสติกในห้องหลอมละลายในปริมาณที่ต้องการ ส่วนทำความร้อนรอบ ๆ ห้องจะทำให้ผงพลาสติกละลาย
2. กดแม่แบบตัวบนลง พลาสติกเหลวจะไหลผ่านรู เข้าไปในแม่แบบตอนล่าง
3. ปลดยกตัวในแม่แบบตอนล่าง เพื่ออบให้สุกประมาณ 1-2 นาที
4. เปิดแม่แบบ ถอดชิ้นงานออกไปขัดตกแต่ง
5. กระจายเศษพลาสติกอยู่ที่รูปละตอนล่างของห้องหลอมละลายออกก่อนจะเทพลาสติกใหม่ลงไป

2. แบบรีด (Extrusion)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นแบบสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีความยาวไม่มีที่สิ้นสุด เช่น สายไฟฟ้า ท่อยาง ถุงพลาสติก รวมทั้งชิ้นงานที่เป็นแผ่นบาง เช่น ฉ้ายางพลาสติก เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตชนิดนี้มีลักษณะคล้ายแบบฉีด แต่ผลิตได้ปริมาณชิ้นงานที่มากกว่าในเวลาเท่าๆ กัน

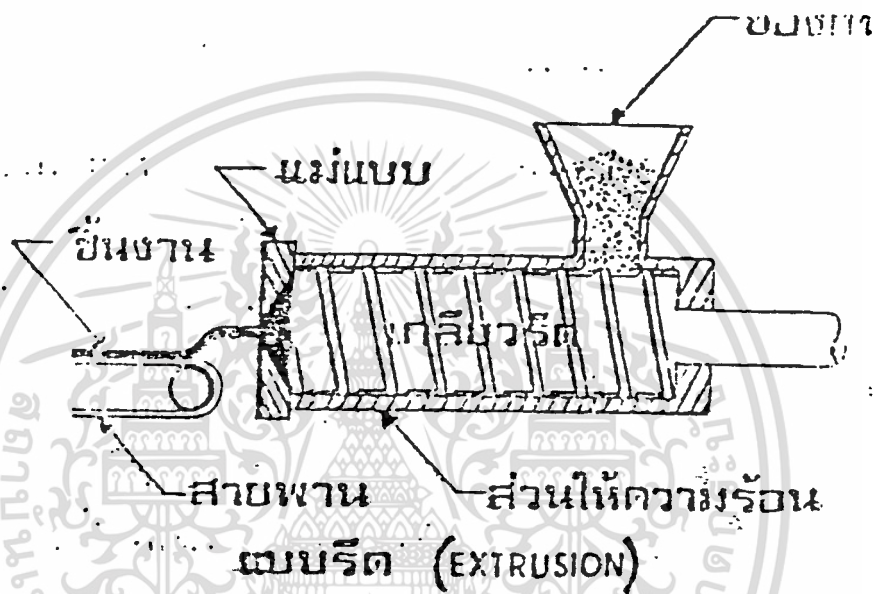
ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้

1. เทเทอร์โมพลาสติกชนิดผลหรือเม็ดลงในช่องเท
2. เกลียวรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านส่วนให้ความร้อนซึ่งมีอุณหภูมิประ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในวงจำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พลาสติกเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ (Die) ด้วยแรงอัดประมาณ 500 ถึง 6,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว

4. ชิ้นงานที่รีดออกมาจะถูกทำให้เย็นโดยผ่านลงไป在水里 แล้วเคลื่อนต่อไปโดยระบบสายพาน หรือล้อหมุน



ภาพที่ 76 กรรมวิธีการผลิตแบบรีด

ชนิดของพลาสติก ใช้พวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อากีลิก เซลลูโลซิก ฟลูออโร คาร์บอน ไนลอน สไตรีย โปลีเอทิลีน และไวนิล

ชนิดของผลิตภัณฑ์ สายไฟฟ้า ท่อพลาสติก สายเบ็ดตกปลาไนลอน ถังพลาสติก พลาสติกแผ่น ฯลฯ

3. แบบเป่า (Blow Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ผิดไปจากแบบอื่นในประเภทเดียวกัน คือไม่หล่อชิ้นงานจากพลาสติกหลอมละลายในแม่แบบปิด แต่ได้ดัดแปลงจากแบบรีด โดยรีดพลาสติกหลอมละลายให้ย้อยลงมาเป็นท่อ (Parison) เข้าในแม่แบบตอนล่าง แม่แบบจะปิดพร้อมทั้งบีบปลายท่อให้ติดกัน ปลายท่ออีกด้านหนึ่งที่เป็นท่อจะถูกรัดอากาศเข้าไปที่ท่อพลาสติกซึ่ง

ยังอ่อนตัวอยู่จะถูกอากาศอัดไปแนบกับแม่แบบ ได้รูปร่างของชิ้นงานตามต้องการ

ขั้นตอนการผลิต ขั้นแรกเหมือนกับแบบรีดแต่เพิ่มเติมส่วนเป่าลมอีก ดังนี้

1. ท่อพลาสติกหลอมละลายถูกรีดย้อยลงมาตามขนาดและความหนาที่กำหนด
2. แม่แบบเปิดตอนล่างเข้าหากัน ทำให้ปลายข้างหนึ่งของท่อถูกบีบติดกัน
3. อัดอากาศเข้าไปในปลายท่อด้านเปิด จะทำให้ท่อพลาสติกที่ซึ่งยังอ่อนตัวอยู่ถูกอัดเข้าไปแนบกับแม่แบบ
4. ทำให้แม่แบบเย็นโดยระบบให้น้ำเย็นไหลผ่านเข้าช่องในแม่แบบ ทิ้งไว้ให้เย็น
5. แม่แบบเปิด พร้อมทั้งตัดปลายท่อออกจากท่อเดิม

4. แบบลูกกลิ้ง (Calendering)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ได้ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เลื่อน้ำมัน และโลหะแผ่น

ขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1. ใช้เทอร์โมพลาสติกชนิดเหลวผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น วัสดุทำให้แข็งแรง (Stabilizer) วัสดุช่วยให้อ่อนตัว (Lubricant) และวัสดุช่วยให้อ่อนตัว (Plasticizer) เมื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม แล้วนำเข้าเครื่องผสมและบดผ่านต่อไปยังส่วนให้ความร้อน ทำให้ส่วนผสมหลอมละลาย
2. ส่วนผสมหลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรีดออกเป็นแผ่น บางชนิดมีลูกกลิ้งคู่ต่อไปรีดแผ่นที่ออกมาให้มีลวดลายต่าง ๆ ประกอบด้วยไปด้วย
3. แผ่นชิ้นงานที่ได้จะเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งเย็น ช่วยให้แข็งตัวคงรูปแล้วเข้าม้วนเก็บต่อไป

5. แบบฉีด (Injection Molding)

กรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีแบบฉีดเป็นกรรมวิธีออกแบบเพื่อใช้กับเทอร์โมพลาสติกโดยเฉพาะ (ใช้กับเทอร์โมเซตติงพลาสติกก็ได้ แต่มีการนำมาใช้น้อยมากลงทุนสูง) ผลิตได้ปริมาณมากและรวดเร็ว มีลักษณะคล้ายแบบอัดส่ง (Transfer Molding) แต่ยุ่งยากและลงทุน

มากกว่า ทำได้รวดเร็วกว่ามาก

กรรมวิธีการผลิตแบบฉีด แบ่งออกได้หลายชนิดคือ

1. แบบฉีดชนิด Flow Molding เป็นชนิดธรรมดาที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ใช้ทำชิ้นงานทั่วๆ ไป เช่น ถังน้ำ ตะกร้า ก่อง ฯลฯ รายละเอียดจะได้กล่าวในตอนต่อไป

2. แบบฉีดชนิด Injection Blow Molding เป็นชนิดที่ดัดแปลงแก้ไขจากกรรมวิธีการผลิตแบบเป่า (Blow Molding) ซึ่งผลิตชิ้นงานรูปขวดคือชิ้นงานกลวง แต่มีปัญหาเรื่องความหนาของส่วนต่าง ๆ ไม่เท่ากัน กรรมวิธีนี้จะผลิตชิ้นงานรูปขวดที่มีขนาดเล็กเท่านั้น เนื้อของชิ้นงานทั่ว ๆ ไปจะมีความหนาใกล้เคียงกัน รายละเอียดจะกล่าวในตอนต่อไป

3. แบบฉีดชนิด Reactive Injection Molding (RIM) กรรมวิธีชนิดนี้กำลังได้รับการพัฒนาอยู่ในขณะนี้ เป็นกรรมวิธีที่ใช้ฉีดพลาสติกเหลวโมโนเมอร์ (Monomer) เข้าไปในแม่แบบแทนการฉีดพลาสติกเหลวที่ร้อนหลอมละลายเข้าในแม่แบบ กรรมวิธีชนิดนี้ยังไม่สามารถใช้ได้กับพลาสติกทั่ว ๆ ไป ที่ใช้ได้ผลแล้วคือ Polyurethane, Unsaturated Polyester Resin และ Nylon

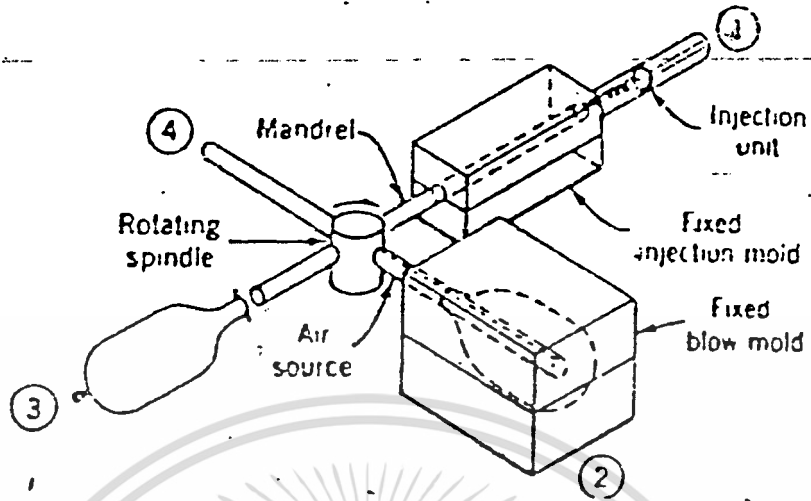
ชิ้นงานที่ผลิตโดยกรรมวิธีชนิดนี้เป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนในรถยนต์ เครื่องปรับอากาศและฝาครอบผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ฯลฯ

4. แบบฉีดชนิด Injection Stamping เป็นกรรมวิธีการผลิตพิเศษที่ทำงานละเอียดแม่แบบ (Mold) สามารถปรับขนาดได้ป้องกันการหดตัวหรือบิดงอของชิ้นงานมีใช้น้อยมาก ซึ่งส่วนมากใช้กับงานผลิตเลนส์ (Optical Lenses)

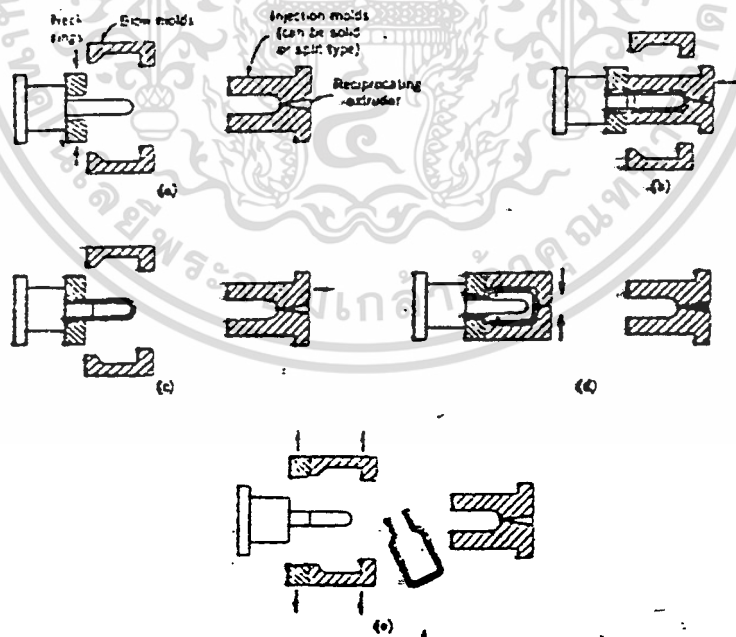
ขั้นตอนการผลิตแบบฉีดชนิด Flow Molding ระบบ Plunger Type มีดังนี้

1. เทพลาสติกผงหรือเม็ดลงในช่องเท (Hopper)
2. ลูกสูบจะอัดเม็ดพลาสติกให้ผ่านไปที่ส่วนทำความร้อน (Heating Cylinder) ซึ่งมีรูปร่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเข้าประกบแทน พร้อมทั้งเป่าลมออกจากรูแกนกลาง ทำให้พลาสติกเหลวที่ฉีดไว้ในขั้นตอนที่หนึ่งขยายตัวแนบกับผิวแม่แบบชุดที่สอง แล้ว ทำให้เย็นลง
3. แม่แบบชุดที่สองเปิดออกพร้อมทั้งปล่อยชิ้นงานล่องลงมา
4. แกนกลาง (Mandrel) ที่ว่างเปล่าพร้อมจะทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 77 แสดงส่วนประกอบในการผลิตแบบฉีด



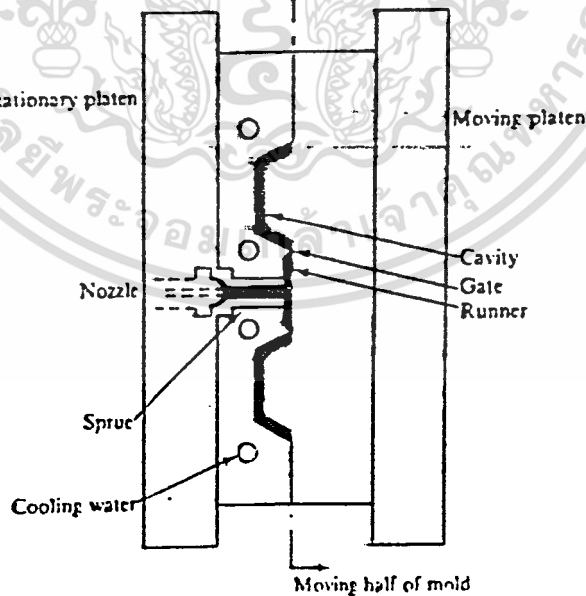
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **ภาพที่ 78 การถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบ**

ข้อดีของการผลิตแบบฉีดชนิด Injection Blow Molding

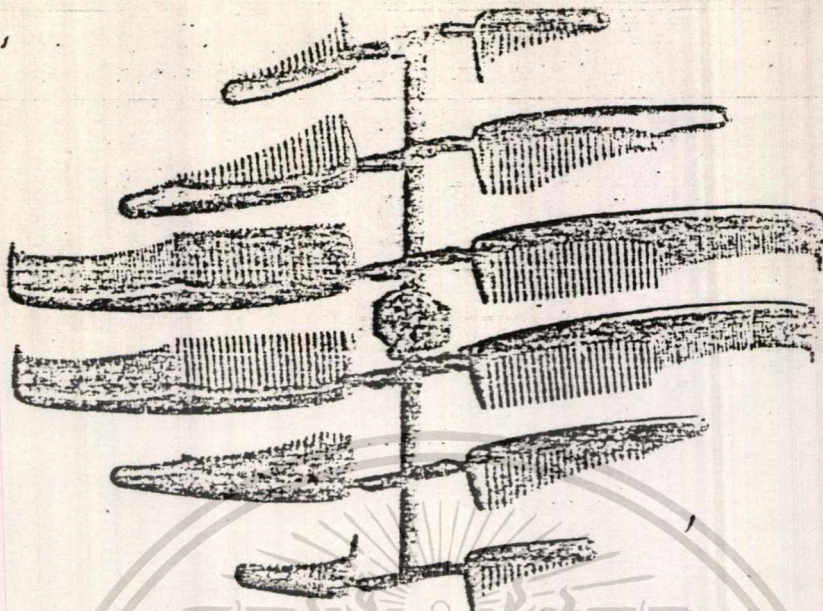
1. ไม่มีครีบหรือส่วนเกินที่ต้องทำการตัดออกหรือตบแต่งต่อ
2. ไม่มีเศษวัสดุเหลือ
3. ผนังหรือคอขวดของชิ้นงานจะมีความหนาเท่า ๆ กัน เพราะเราสามารถคำนวณความหนาเพื่อการยึดตัวของส่วนต่าง ๆ ไว้แล้ว
4. ขนาดของเกลียวที่คอขวดมีขนาดความผิดพลาดน้อยมาก
5. เนื้อชิ้นงานใสมากกว่าและผิวเป็นมันมากกว่า

ข้อเสีย

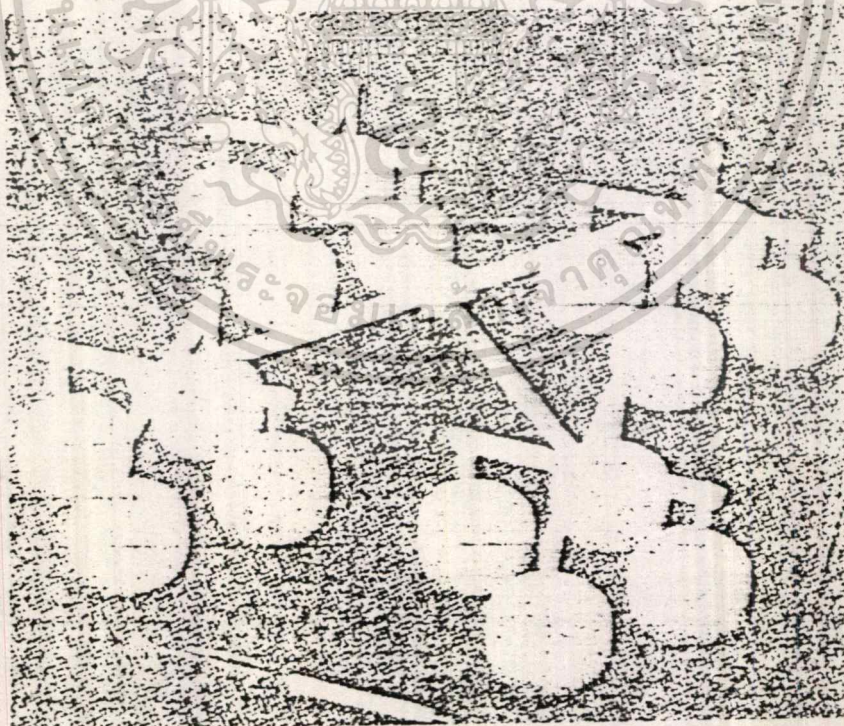
1. ต้องมีแม่แบบหลายชุดโดยปกติจะมีสอง บางแบบจะมีสามชุดซึ่งจะต้องลงทุนเพิ่มขึ้น
 2. ลงทุนค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์สูง
 3. การเกิดแรงเครียด (Injection Strain) จึงทำให้ขั้นตอนต่าง ๆ ต้องใช้เวลาที่สอดคล้องกัน จึงอาจทำให้เสียเวลาในช่วงการผลิตมากขึ้น
- ข้อมูลอื่น ๆ ที่ควรทราบในกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภาพที่ 79 ลักษณะแม่แบบมาตรฐานชนิดสองแผ่น (Standard Two-Plate Mold)



ภาพที่ 80 ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบฉีด (Injection Molding)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **ภาพที่ 81 ภาพบนชิ้นงานไม่สมบูรณ์ เพราะปรับระบบยังไม่ดีพอ**

6. แบบอัดแผ่น (Lamiating)

กรรมวิธีการผลิต

โดยทั่วไป แบบอัดแผ่น หมายถึง การยึดติดวัสดุแผ่นสองแผ่น หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน เช่น ไม้อัด สำหรับกรรมวิธีการผลิตของพลาสติก หมายถึงการยึดติดชั้นของวัสดุผลมหรือวัสดุเสริมกำลัง (Resin-impregnated หรือ Resin-Coated หรือ Resinforcing) เข้าด้วยกัน โดยใช้ความร้อนและแรงอัด ขึ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบนี้แบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ เช่น

1. ชนิดอัดแรงต่ำ (Low-Pressure)

2. ชนิดอัดแรงสูง (High-Pressure) /

ซึ่งแล้วแต่ขนาดของแรงอัดที่ใช้ระหว่างการผลิต
ขึ้นการผลิต

นำแผ่นชั้นวัสดุผลมหรือวัสดุเสริมกำลัง เช่น กระดาษ ผ้า โยหิน โยแก้ว วางซ้อนกันตามชนิดและความหนาที่ต้องการ โดยใช้พลาสติกเหลวพวกเทอร์โมเซตติงเป็นตัวประสานในเครื่องอัด (Press) ซึ่งใช้แรงอัดประมาณ 1,000-1,500 ปอนด์ ต่อดารางนิ้ว และมีความร้อนประมาณ 300-350 °ซ. อัดเครื่องลงตามเวลาที่กำหนดไว้ ความร้อนและแรงอัดจะทำให้ได้แผ่นขึ้นงานที่เรียบและแข็งแรง ผิวหน้าของแผ่นขึ้นงานอาจทำให้มีลวดลาย หรือลายนูนอย่างไรก็ได้

7. แบบอัดเย็น (Cold Molding)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาใช้เพียงแรงอัดอย่างเดียว ไม่ใช้ความร้อนทำให้หลอมละลาย กรรมวิธีโดยทั่วไปเหมือนกับแบบอัดแต่ทำได้รวดเร็วกว่า เพราะไม่ต้องรอให้หลอมละลายก่อน เมื่ออัดเป็นก้อนแล้วจึงนำไปเข้าเตาอบในปริมาณมากพร้อม ๆ กันอีกครั้ง

ขั้นตอนการผลิต

1. นำเอาส่วนผสมของพลาสติกเหลวกับวัสดุผลมอื่น เช่น โยหินที่มีลักษณะอ่อนตัวใส่ในแม่แบบเครื่องอัด

2. กดแม่แบบโดยใช้แรงอัด 2,000-4,000 ปอนด์/ดารางนิ้ว ความเร็วที่กดแล้วแต่ชนิดของเครื่องและความสะดวกสบาย

3. นำขึ้นงานออกจากแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำชิ้นงานไปเข้าเตาอบซึ่งมีอุณหภูมิ 450° ซ. ปริมาณการอบขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ใช้เวลานาน 72 ชั่วโมง จะทำให้พลาสติกสุกและแข็งตัว

5. นำชิ้นงานที่อบแล้วออก

ประเภทหล่อพลาสติกเหลว

แบบหล่อเย็น (Simple Casting)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย ไม่ต้องใช้แรงอัดและความร้อน สามารถทดลองทำเองได้ การลงทุนต่ำ โดยปกติกรรมวิธีแบบนี้ใช้พลาสติกเหลวหล่อลงในแม่แบบ สำหรับพลาสติกเม็ดก็สามารถนำมาหล่อได้ แต่ต้องทำให้หลอมละลายเสียก่อน แล้วเติมวัสดุตกผลึก (Catalyst) เพื่อช่วยให้พลาสติกเหลวแข็งตัวเร็วขึ้น

ขั้นตอนการผลิต

1. เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบ แล้วปล่อยให้แข็งตัว บางชนิดต้องนำไปอบในเตาที่มีความร้อนต่ำ
 2. นำพลาสติกที่แข็งตัวออกจากแม่แบบแล้วนำไปใช้ได้เลย
- ข้อดีของกรรมวิธีการผลิตแบบนี้ทำให้ได้เนื้อพลาสติกที่ใสกว่า และผิวที่เป็นมันเรียบกว่า เช่น แผ่นอะคริลิก

แบบหล่อร้อน (Plastisol Casting)

กรรมวิธีการผลิต

เป็นกรรมวิธีการผลิตที่ใช้กับผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีลักษณะภายในกลวง เช่น ลูกฟุตบอลยาง และถุงมือพลาสติก หลักการของกรรมวิธีแบบนี้ คือ เทพลาสติกเหลวลงในแม่แบบที่ร้อน หรือจุ่มแม่แบบที่ร้อนลงในพลาสติกเหลว พลาสติกเหลวจะเกาะผิวของแม่แบบที่ร้อนยิ่งปล่อยให้เย็นนานพลาสติกจะเกาะหนาขึ้น แล้วนำแม่แบบที่มีพลาสติกเกาะอยู่ไปเข้าเตาอบที่มีอุณหภูมิ 350°-400° ฟ.

กรรมวิธีแบบหล่อร้อนยังแบ่งตามลักษณะการผลิตได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. ชนิดจุ่ม
2. ชนิดเท
3. ชนิดเหวี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทขึ้นรูปพลาสติกแผ่น

กรรมวิธีการผลิตประเภทอัดขึ้นรูปพลาสติกแผ่น (Thermoforming) เป็นกรรมวิธีซึ่งเพิ่งนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเมื่อปี ค.ศ. 1950 นี้เอง เครื่องมือ และเครื่องจักรที่ใช้มีหลายชนิดแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดการใช้งาน แต่มีหลักการใหญ่ที่เหมือนกัน คือ นำแผ่นเทอร์โมพลาสติกไปลนไฟให้ร้อนจนอ่อนตัวแล้วนำไปอัดขึ้นรูปทิ้งให้เย็น แผ่นพลาสติกจะคงรูปตามแม่แบบที่อัด ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ

กรรมวิธีการผลิตประเภทนี้ใช้กับการผลิตชิ้นงานในจำนวนไม่มาก บางครั้งจะใช้กับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ทดสอบ (Pototype) ซึ่งสามารถทำแม่แบบได้รวดเร็วและใช้ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งหากจะผลิตด้วยกรรมวิธีแบบฉีด จะต้องลงทุนทำแม่แบบเป็นจำนวนมาก ใช้เวลาเตรียมการผลิตนาน และบางครั้งไม่มีเครื่องผลิตที่ใหญ่พอกับขนาดของชิ้นงาน ตัวอย่างเช่น การทำผนังด้านในของตู้เย็น เป็นต้น

กรรมวิธีชนิดนี้แบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

1. แบบอัดด้วยแม่แบบ (Mechanical Thermoforming)
2. แบบสูญญากาศ (Vacuum Thermoforming)
3. แบบอัดลม (Blow Thermoforming)

ชนิดของพลาสติก

เทอร์โมพลาสติกแผ่นทุกชนิดใช้ได้กับกรรมวิธีประเภทนี้ ที่นิยมใช้กันมาก คือ โพลีสไตรีน เซลลูโลส และอคริลิก พลาสติกแผ่นที่ใช้มักจะเป็นพลาสติกแผ่นที่ได้ผ่านกรรมวิธีการผลิตแบบรีด (Extrusion) มากกว่าแบบอื่นทั้งนี้เพราะราคาถูกและยึดตัวได้ดีกว่า

ชนิดของผลิตภัณฑ์

ชนิดของผลิตภัณฑ์มีมากมาย เช่น ภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ ป้ายชื่อร้าน ป้ายโฆษณา ผนังในของตู้เย็น เครื่องเล่น ฯลฯ

ตารางที่ 10 ความหนาของชิ้นงานที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โมเซต (มม.)

ชนิดของพลาสติก	ชิ้นงานขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1. ฟีนอล (ผสมเส้นใย) Phenols	1.2-2.0	2.0-4.0	4.0-25.0
2. ฟีนอล (ผสมใยสังเคราะห์) Phenol	1.5-3.0	3.0-5.0	5.0-10.0
3. ฟีนอล (ผสมผงโลหะ) Phenols	3.0-4.0	4.0-5.0	5.0-25.0
4. ยูเรียหรือเมลามีน (Urea & Melamine) ผสมเซลลูโลส	1.0-2.0	2.0-3.5	3.5-6.0
5. ยูเรียหรือเมลามีน (Urea & Melamine) ผสมใยสังเคราะห์	1.2-2.0	2.0-3.5	3.5-6.0
6. ยูเรียหรือเมลามีน (Urea & Melamine) (ผสมผงโลหะ)	1.0-2.5	3.5-5.0	5.0-10.0
7. ซิลิโคน (Silicone) ผสมใยแก้ว	1.2-2.5	2.5-4.0	4.0-4.6
8. โพลีเอสเตอร์ (Polyester Premixed) นรีมิกซ์	1.0-2.0	2.0-4.0	4.0-20.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 ความหนาของชิ้นงาน (มม.) ที่เหมาะสมกับพลาสติกประเภทเทอร์โม-พลาสติก

ชนิดของพลาสติก	ชิ้นงานขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
1. โพลีเอทิลีน (PE) (ชนิดอ่อน)	0.6-1.2	1.2-3.0	3.0-6.0
2. โพลีเอทิลีน (PE) (ชนิดแข็ง)	0.9-1.5	1.5-3.0	3.0-6.0
3. โพลีโพรพิลีน (PP)	0.7-1.2	1.2-3.0	3.0-7.0
4. พี.วี.ซี. (PVC) (ชนิดแข็ง)	1.0-1.5	1.5-4.0	4.0-10.0
5. โพลีสไตรีน (PS)	0.8-1.5	1.5-3.0	3.0-6.0
6. เอ.บี.เอล. (ABS)	0.8-1.5	1.5-3.0	3.0-6.0
7. อะคริลิก	0.6-1.2	1.2-3.0	3.0-10.0
8. โพลีคาร์บอเนต (PC)	1.0-1.5	1.5-3.0	3.0-6.0
9. โพลีอะซิโตน	0.4-1.0	1.0-3.0	3.0-4.0
10. โพลีอะไมด์ (ไนลอน)	0.4-1.0	1.0-3.0	3.0-4.0
11. เซลลูโลส ติลิวาทฟ	0.6-1.2	1.2-3.0	3.0-5.0
12. โพลีฟีนิลีน ออกไซด์ (PPO)	1.0-1.5	1.5-3.0	3.0-9.0
13. เอทิลีน ไวนิล อะซิเตต (EVA)	0.5-1.2	1.2-2.5	2.5-4.0
14. โพลียูรีเทน อลาสโตเมอร์	0.7-1.0	1.0-2.0	3.0-12.0
15. SAN	0.8-1.2	1.2-3.0	3.0-6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ประเภทและคุณสมบัติของพลาสติก

Thermo Plastics			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
1. Cellulose Acetate	- Tenite 1. - Plastacele - Fibestos - Lumarith	- ติดไฟไม่มีเปลว เป็นฉนวนกันประจุไฟฟ้าดี เหนียวรับแรงกระแทกสูง หล่อพิมพ์ได้ดี ทาสีได้หลายสี ความคงตัวทางขนาดปานกลาง	- ฝาครอบ ช่องมอง ที่ป้องกันอันตรายของเครื่องจักร ด้ามจับ ด้ามแปรง เครื่องประดับ ฉนวนไฟฟ้า
2. Cellulose Nitrate	- Celluloid - Dyralin - Nitron - Pyroxylin	- ติดไฟ แต่มีคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนประเภทแรก เป็นพลาสติกตัวที่ค้นพบแก่แก่ตัวหนึ่ง	- ทำเครื่องสุขภัณฑ์ ฉिल्มภาพยนตร์ อุปกรณ์เขียนแบบ และแป้นพิมพ์ติด
3. Methyl Methacrylate	- Lucite - Plexiglas - Crystalite	- น้ำหนักเบา ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศดีมาก ในการทำท่อน้ำหนักเบา มีความโปร่งใส	- ทำครอบห้องนักบิน หน้าต่าง ป้ายโฆษณาตกแต่งฝาผนัง ป้ายชื่อ กล้อง โปร่งใส หุ้มเครื่องและกล้องบรรจุ
4. Polyamide	- Nylon - Zytel	- มีความผิดในตัวเองน้อย มีขนาดคงตัว มีคุณสมบัติไฟฟ้า (ลัทธิ) ในตัวเองดี ไม่มีปฏิกิริยาต่อ	- หล่อขึ้นส่วนเพียงขนาดเล็กและบุช (Bushings) หลอด ขนแปรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและโครงสร้างของเอกสารนี้โดยเด็ดขาด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Thermo Plastics			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
		น้ำมัน และน้ำมันไฮดรอลิค ทำแปรงโดยไม่ต้องการการหล่อลื่น ทนทานต่อการขีดถู (เสียดสี)	เคลือบผิวภาชนะบรรจุน้ำมันหรือทำภาชนะบรรจุน้ำมัน
5. Polyethylene	- Alathon - Poly Thene	- ยืดหยุ่นและเหนียวเป็นฉนวนที่ดีมาก ติดไฟแต่ไม่ไหม้	- ทำบางส่วนของรถยนต์ เครื่องใช้ในบ้าน ใช้หุ้มสายทองแดง สายไฟฟ้า
6. Polystyrene	- Lustrex - Styron - Cerex	- มีความทนทานต่อกรดและด่าง มีขนาดที่แน่นอน เป็นฉนวนที่ดี	- ทำฉนวนไฟฟ้า ภาชนะบรรจุและกล่องปิด ที่แขวนเครื่องมือ ลูกบิด มือหมุน กล่องวิทยุ
7. Polytetrafluoroethylene (T.F.E.)	- Teflon	- มีความเสียดในตัวเองน้อย ทนต่อการทำลายทางเคมี เหนียวในอุณหภูมิต่ำ ทำปลอกเพลลาไม่ต้องการหล่อลื่น	- ตะกร้าใส่ของ หีบห่อแขวนกับน้ำมัน ปลอก เพลลา ถ้อน้ำ ทำพื้นผิวเรียบ ฉนวนไฟฟ้า
8. Polyvinylchloride (P.V.C.)	- Vinylite - Koroseal - Tygon - Geon	- ไม่ติดไฟ ทนต่อขบวนการเคมี น้ำมันและสารแขวนลอยทนต่อแรงกระแทก เป็นตัวทำลาย	- ทำหน้าปัดรถยนต์ ชิ้นส่วนของเครื่องดูดฝุ่น ชิ้นส่วนของตู้เย็น กระเบื้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการค้าหรือการโฆษณา

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Thermo Plastics			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
		เสียดและการสั่น สะเทือน	ปูพื้น ท่อน้ำ ส่วน หมุดรัดแน่น ถัง เก็บขนาดใหญ่ ลูก บอลล์ และหุ่นลอย
9.Eposy	- Araldite - Oxiron	- มีความเหนียวดีมาก ทนทานกรด ต่างและ สารอื่น ๆ ติดหรือจับ กับโลหะได้มาก แก้ว และไม้	- ทำกาวและสาร เคลือบผิวและการ เคลือบภายใน ภาชนะหุงต้ม เคลือบผิวนอก เครื่องบิน ทำสาร ผสมระหว่างโลหะ และพลาสติก
10.Melaminefo Maldehyde (P.V.C.)	- Melmac - Restmere - Tygon - Geon	- ดีมากสำหรับทำเป็นวง แหวน กันสำหรับที่เปียก และที่แห้งแข็งและรับ แรงกดอัดได้ดี กันกรด ได้ดีมาก ไม่ดีสำหรับทำ ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหาร	- ทำโต๊ะ เก้าอี้ ฉนวน ไฟฟ้า ชิ้น ส่วนของระบบจุด ระเบิดภายใน รถยนต์ ทำมือจับ ของเครื่องตัด กรรไกร ขวดปาก กว้าง ถาด กอละมัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Thermo Plastics			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
11. Phenolfor Maldehyde (P.V.C.)	- Resinox - Bekelite - Marblite - Durez - Catalin	- มีขนาดคงตัวดี เป็น ฉนวนไฟฟ้าและความ ร้อนดีมาก มีปฏิกิริยาต่อ ของผสมและกรดอ่อนซ้ำ มีกำลังใช้งานสูงใน ลักษณะรัดเพลลาหรือตัว ล๊อค	- ใช้ทำบางส่วนของ เครื่องไฟฟ้า เป็น ส่วนประกอบของ ระบบไฟฟ้าใน รถยนต์ ทำแผ่นกัน ในแบตเตอรี่ รถยนต์
12. Phenoifur Fural	- Durite	- เหมือนกับตัวที่ 11	- เป็นฉนวนไฟฟ้า เป็นชิ้นส่วนประ- กอบของเครื่อง- จักรกล ฝาหุ้มและ ภาชนะบรรจุ
13. Alkyd (Modified Polyexter)	- Glyptal - Duraplex - Beckosol - Teglac - Rezyl	- สามารถทำให้ยึดหยุ่น อ่อนตัว มีสปริง แข็ง ทนต่อกรดแก่สำหรับต่าง ใช้งานผสมกับไฟเบอร์ กลาสจะทนต่อการกัด กร่อนของน้ำเค็มและ การเติบโตของเฟรียง	- เรือ ถังบรรจุหรือ ถังขยะมูลฝอยใช้ ตามบ้าน ฝาครอบ รถบรรทุก รถพ่วง และส่วนประกอบ ของแทรกเตอร์ สายระยาง เรือ เชือกเรือ ท่อเล็ก กระดานกระโดด และอุปกรณ์กรีธา ไม้ค้ำถ่อ และของ ที่ต้องการสปริงดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำ
 ไม่สามารถแก้ไข ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารผู้จัดทำทุกครั้ง

ตารางที่ 12 (ต่อ)

Thermo Plastics			
ลำดับทางเคมี	ชื่อการค้า	คุณสมบัติเฉพาะตัว	ลักษณะการใช้งาน
14. Ureaformal Dehyde	- Beetle - Plaskon - Uformite	- มีความต้านทานแรงคลื่น ไฟฟ้าสูง ไม่มีกลิ่น ไม่มี รส น้ำหนักเบา มีความ ต้านของผลสมและน้ำมัน ในสภาพเหลวใช้เป็นตัว ยึดชั้นไม้อัด	- ทำโปิเยไฟฟ้า ส่วน ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ลิวทซ์ไฟฟ้า ลิ่ง สะท้อนแสง ฝา ครอบ ฝาปิดตู้ใน ห้องน้ำและโถส้วม ภาชนะบรรจุ มือ จับ มือหมุน โต้ะ หรือของใช้บนโต๊ะ แป้นกดคีย์ เปียโน

ทั้งหมดเป็นขอบเขตการใช้งานอย่างกว้าง ๆ ที่เหมาะกับคุณสมบัติ การเลือก
ใช้ในแง่การออกแบบอาจเลือกกลุ่มที่คุณสมบัติทุกอย่างเหมาะสมกับความต้องการทางออก
แบบก็ควรจะทำให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดำเนินงาน และการรวบรวมข้อมูล

3.1 วิธีดำเนินงานและการรวบรวมข้อมูล

การดำเนินงานการหาข้อมูลเพื่อทำการวิจัยแก้ไขปัญหาของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน จำเป็นต้องศึกษาถึงพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานของแท่นถ่ายทำ พฤติกรรมการถ่ายทำ และใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแท่นถ่ายทำ โดยมีการดำเนินงานขั้นต้นดังนี้

1. วิธีค้นคว้า
2. วิธีการสังเกต และประสบการณ์
3. วิธีการสัมภาษณ์

1. วิธีการค้นคว้า ค้นคว้าทางด้านเอกสารจากตำรา วารสาร หรือวิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ค้นจากห้องสมุดสถาบันต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำมาชี้แจงและอ้างอิงประกอบการวิจัยโครงการได้ วัตถุประสงค์เพื่อได้ข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในการค้นคว้าข้อมูลทำให้ผู้ค้นคว้าสามารถเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับงานวิจัยโดยแท้จริง

2. วิธีสังเกต และประสบการณ์ ผู้วิจัยต้องทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการโดยตรง สังเกตการติดตั้ง พฤติกรรมปฏิบัติงาน ระยะเวลาการใช้งาน พร้อมสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมา เป็นข้อมูลในการแก้ไข ออกแบบปรับปรุง

3. วิธีการสัมภาษณ์ วิธีนี้จะสามารถทำได้โดยง่าย เป็นการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง กับผู้มีความชำนาญการ ผู้มีประสบการณ์ และผู้ชำนาญการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง จากการสัมภาษณ์เราจะทราบถึงข้อมูลที่แท้จริงที่แสดงออกทางวาจา และกริยาของผู้ให้สัมภาษณ์ ในการสัมภาษณ์ได้มีการทำบันทึกเทปและการจดบันทึก เพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงในการวิจัยโครงการได้เหมาะสม

3.1.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

จากการค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อการวิจัยโครงการและออกแบบข้อมูลที่ได้จากทางสถาบัน บุคคลากรทั้งภาครัฐ ไม่จำกัดอายุ ฟังสน อักทงห้ามมีเหตุดเปลี่ยนแปลงเนื้อหาแล้วต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำมาใช้

และบุคคลที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ข้อมูลได้จากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า-
คุณทหารลาดกระบัง
- ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า-
คุณทหารลาดกระบัง
- ห้องสมุดกลาง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ห้องสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.2 วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลทั้งหมดมาสรุปแล้วนำผลสรุปทั้งหมดมา
วิเคราะห์เปรียบเทียบและนำผลการวิเคราะห์มาสรุป แล้วสังเคราะห์เข้าด้วยกันเพื่อทำ
การออกแบบแก้ไขปรับปรุงแทนภาพยนตร์การ์ตูนให้มีประสิทธิภาพการทำงานดียิ่งขึ้น

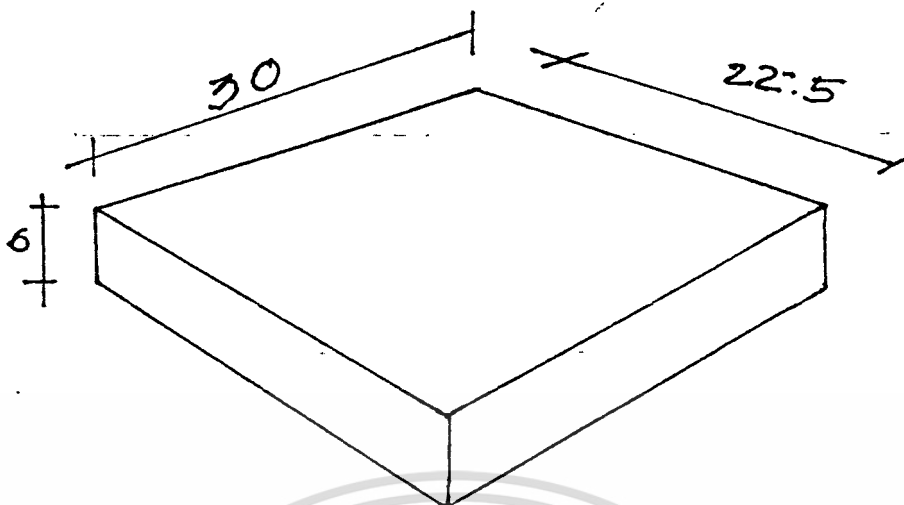
3.2 ศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ

3.2.1 ศึกษาจำนวนแผ่นเซลล์ต่อหน่วยการทำงาน

ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน อัตราส่วน = 24 ภาพต่อวินาที ภาพยนตร์
การ์ตูนตามปกติยาว 10 นาที ต้องใช้ภาพวาดอย่างมากถึง 14,400 ภาพ ทั้งนี้ไม่นับถึง
พื้นหลัง แต่ในทางปฏิบัติในการถ่ายทำจริงจะมีการถ่ายซ้ำภาพที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำกันใน
อัตราส่วน 8 ภาพต่อ 24 ภาพ ดังนั้นในการถ่ายทำจริง 10 นาที ใช้แผ่นเซลล์ 4,800
แผ่น

ในการหาปริมาตรแผ่นเซลล์ แผ่นเซลล์แต่ละแผ่นมีความหนา = 0.125 mm.
แผ่นเซลล์ 8 แผ่น = 1 mm. ดังนั้นแผ่นใส 4,800 แผ่น = 600 mm. แต่ในการถ่ายทำ
ภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละครั้งผู้ถ่ายทำจะใช้เวลาในการถ่ายทำ 1 นาทีต่อแผ่นเซลล์ 2 แผ่น
เวลาทำงานปกติช่วงละ 4 ชั่วโมง จะต้องใช้แผ่นเซลล์ครั้งละ 480 จะมีปริมาตร
= 22.5 x 30 x 6 ต่อการทำงาน 1 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 81 ปริมาตรแผ่นเซลต่อการทำงาน 1 ชั่วโมง

3.2.2 ศึกษาคุณสมบัติของกล้องที่นำมาใช้ในการถ่ายทำการ์ตูน
กล้องที่จะนำมาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ดังต่อไปนี้จึงจะมีผลเลิศ คือ

1. ความสามารถที่จะใช้ถ่ายได้ทีละกรอบภาพ
2. ความสามารถที่จะเติมฟิล์มกลับได้
3. ประตูปริซึมมีสลักตรึงฟิล์มควบคุมการทับตรงกันตลอด (Register pins)

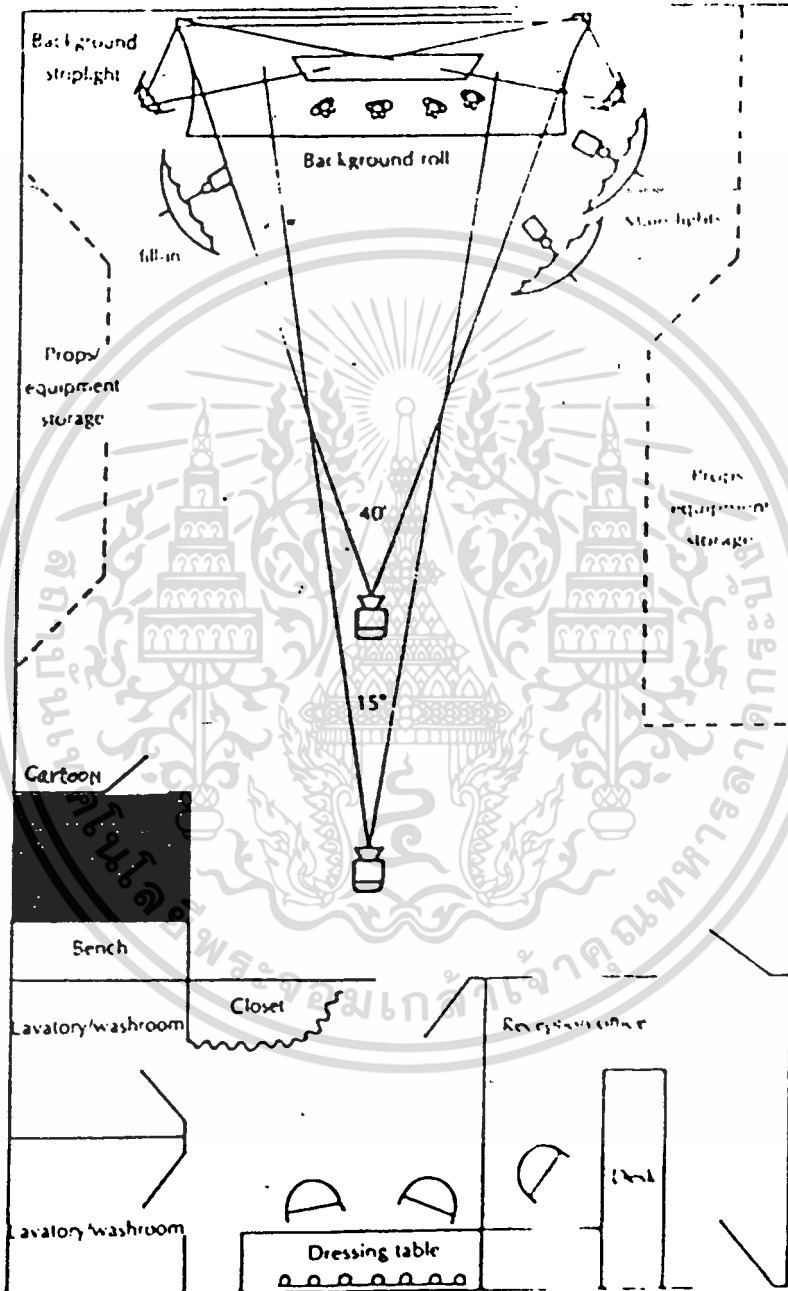
ติดอยู่ภายในจะดีกว่า

4. ประตูปริซึมสามารถจะให้นิรรมลเคลื่อนผ่านได้ และควรจะมีแมกกาซีนบรรจุฟิล์มคู่ (มีสี่ช่อง) ให้ใช้ด้วย
5. ชัตเตอร์ใช้ทำ Fade ได้
6. เลนส์สามารถโฟกัสได้ไกล้มากจนถ่ายกรอบเล็กได้
7. มีเครื่องนับกรอบภาพ
8. ต้องสามารถเล็งภาพผ่านทางเลนส์ได้แต่ต้องไม่ใช่ชัตเตอร์กระจกเงา (เครื่องเล็งภาพระบบที่น่าพอใจที่สุดคือเครื่องเล็งภาพमितเซลส์ชนิดถอดได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ศึกษาการติดตั้งแท่นถ่ายทำภาพยนตร์

ภายในห้อง Studio จะจัดให้ใหวางด้านซ้ายของเครื่องอัดขยายภาพยนตร์



ภาพที่ 82 แสดงการติดตั้งแท่นถ่ายทำภายใน Studio

เพื่อความเป็นส่วนลัดแล้วจะกันห้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนไว้ต่างหาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นเข้าเป็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 คีกรูปแบบของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

แท่นถ่ายภาพยนตร์โดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะของพฤติกรรมการทำงานมี 2 รูปแบบคือ

1. ยกแป้นถ่ายทำขึ้นทำงานบนโต๊ะทำงานดังรูป



ภาพที่ 83 แสดงลักษณะการทำงานแบบทำงานบนพื้นโต๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่สะดวกในการทำงานในทางปฏิบัติ
 ไม่ว่าจะเผยแพร่ที่ไหนก็ตามมีลิขสิทธิ์สงวนเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำงานโดยวางแทนถ่ายบนพื้นแล้วทำงานโดยนั่งทำงานที่พื้นจะสะดวกกับการทำงาน แต่ไม่ถูกต้องตามลักษณะการทำงานที่ดี



ภาพที่ 84 แสดงลักษณะการทำงานกับพื้น

การทำงานแบบนี้จะไม่มีสัดส่วนการทำงานที่ถูกต้องไม่มีการควบคุมพื้นที่

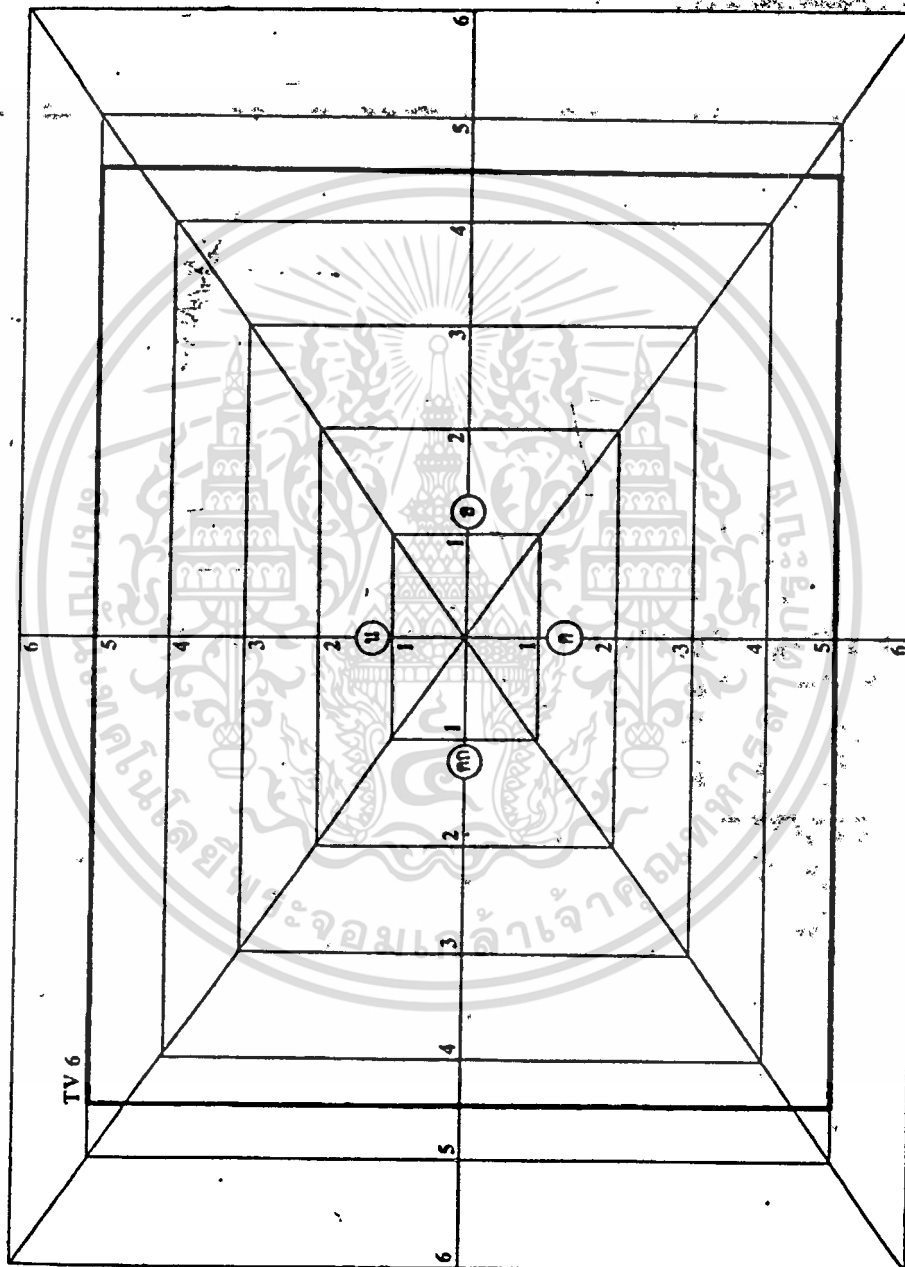
การทำงานทำให้ขาดระเบียบและความสะอาดสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือที่ระบุไว้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบภาพนำ

เอากระดาษที่เจาะรู เบิกแล้วแผ่นหนึ่งมากอปปี้กรอบภาพสำหรับถ่าย แล้วเอา
แถบกระดาษติดกระดาษแผ่นนี้ เข้ากับแผ่นวาดภาพเพื่อใช้เป็นกรอบภาพนำ



ภาพที่ 85 แสดงขนาดของกรอบภาพในการถ่ายทำการ์ตูน 6 ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ขาดตั้งสำหรับยึดกล้องถ่ายภาพยนตร์ ติดตั้ง เชื้อองไปทางด้านหลังของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนโดยอยู่บริเวณส่วนกลางของด้านหลัง ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้

- ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
- อยู่ในระยะที่เอื้อมมือถึงได้โดยสะดวก
- สามารถมองเห็นมาตราส่วนได้อย่างสะดวก
- ง่ายต่อการติดตั้งกล้อง และการปรับโฟกัส

2. โคมไฟให้แสงสว่างในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนติดตั้งไว้ด้านข้างซ้ายและขวาของแท่น โดยส่องแสงสว่างมายังบริเวณกลางพื้นแท่นภาพยนตร์การ์ตูนซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้

- ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
- สามารถส่องสว่างมายังภาพที่จะถ่ายได้ดีโดยไม่ทำมุมสะท้อนกับกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

3. สวิตช์ 2 ตัวติดตั้งอยู่บนแผงเดียวกัน โดยจัดเรียงลำดับบนแผงดังต่อไปนี้

จากซ้ายไปขวา

- สวิตช์ LAMP ใช้สำหรับเปิดโคมไฟ
- สวิตช์ AMP ใช้ในการวัดระยะแสง

ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้

- สะดวกต่อการจัดระบบเดินสายไฟ
- สะดวกต่อการติดตั้งแผงสวิตช์
- สะดวกต่อการใช้ตามลำดับขั้นตอน เนื่องจากมีการเรียงลำดับ โดยยึด

เอาการทำงานก่อน-หลัง เป็นหลัก

- สะดวกในการเลือกใช้สวิตช์

4. แผงสวิตช์จากข้อที่ 3 ติดตั้งไว้ด้านหน้าของแท่นภาพยนตร์การ์ตูนโดยยึดเชื้อองไปด้านขวามือ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้ (ยึดติดตาย)

- สะดวกต่อการใช้งานด้วยมือขวา
- ไม่เกะกะต่อการทำงานส่วนอื่น
- ง่ายต่อการสังเกตและมองเห็น

5. ตำแหน่งสำหรับพ่วงสายไฟจากแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน อยู่ด้านหลังที่มุมขวาซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปประยชน์ด้านการค้า

ไม่หวังผลตอบแทนใด ๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นแต่ไม่มีเหตุใดแต่เพียงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สะดวกต่อการเดินสายไฟ
- ไม่เกะกะต่อการทำงาน
- เป็นตำแหน่งที่เกิดอันตรายได้น้อย
- ง่ายต่อการพ่วงต่อไปยังปลั๊ก

6. ตำแหน่งของสวิทช์สำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน แยกไว้ต่างหากที่มุมด้านซ้ายมือ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้

- เพื่อป้องกันการกดผิดพลาดจากการที่นำไปรวมกันไว้ ซึ่งสวิทช์นี้หากกดผิดพลาดก็จะทำให้กล้องบันทึกภาพที่ยังไม่พร้อมที่จะถ่ายลงไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ส่วนประกอบของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ส่วนประกอบของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบของแท่น จึงแบ่งได้ดังนี้

1. แท่นยึดกล้อง
2. สแตนด์แท่นยึดกล้อง
3. แป้นถ่ายทำ
4. แบบลวิท
5. แผ่นกระจกทับแผ่นเซล
6. ถาดรองรับแผ่นเซล
7. ขาของแท่น
8. ฐานแท่นถ่ายทำ

3.2.6 ศึกษาคุณสมบัติของแท่นยึดกล้อง

วิธีติดตั้งกล้องเข้ากับแท่นเลื่อนบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เป็นเรื่องที่จะต้องเอาใจใส่เป็นพิเศษ แท่นรองรับตัวกล้องจะต้องมั่นคง เป็น "เปลา" ที่แข็งแรง ตัวกล้องจะต้องกระชับแน่นพอดีกับแท่นรองรับเหมือนมือกระชับกับถุงมือ ดังนั้นเมื่อคุณถอดกล้องออกจากแท่น เวลาเอากลับมาติดใหม่ก็ต้องตั้งอยู่ในที่เดิมอย่างแน่นอนจริง ๆ

สิ่งต่อไปนี้เป็นข้อที่ควรนำมาประกอบในการพิจารณาออกแบบแท่นเลื่อนสำหรับรองรับตัวกล้อง คือ

สามารถที่จะเปลี่ยนฟิล์มได้โดยไม่ต้องถอดกล้องออกจากแท่น

สามารถที่จะไขลานได้โดยไม่ต้องเลื่อนกล้อง

สามารถที่จะปรับตั้งเครื่องบังคืบต่าง ๆ สะดวก เช่น โฟกัส รูรับแสง ก้านทำภาพจางหรือแฟก เป็นต้น

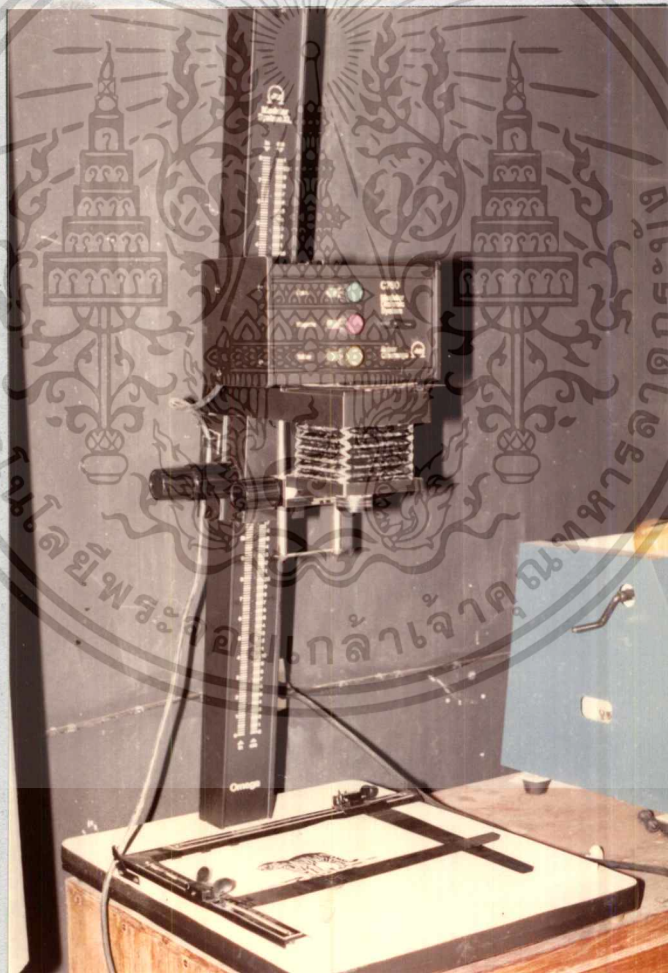
สามารถที่จะมองหรือเล็งภาพทางช่องมองภาพได้สะดวก

สามารถที่จะตั้งกล้องได้ถูกทิศทาง ซึ่งหมายความว่า เมื่อคุณยืนอยู่ข้างหน้าโต๊ะนี้ ภาพต้นแบบหรืออาร์ตเวิร์กจะวางถูกด้าน

เพื่อให้เข้าระดับอาชีพมากขึ้นก็ควรจะทำให้สามารถที่จะหมุนกล้องได้รอบแกนของเลนส์กล้อง

3.2.7 ศึกษาสแตนยัดแทนยัดกล่อง

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพพื้นราบกล่องจะต้องคว่ำเลนส์ลงทำมุมกับพื้นราบ 90 องศา เสมอ และสแตนยัดกล่องทำหน้าที่ยัดแทนให้กล่องทำมุมได้อย่างถูกต้อง สามารถให้แทนยัดกล่องเลื่อนขึ้นลงได้สูงสุดห่างจากพื้นราบ 70 ซม. เป็นอย่างต่ำ สามารถรับน้ำหนักของแทนยัดกล่องและกล่องได้และเพื่อความสะดวกในการทำงานการปรับระยะโฟกัส ควรมีตัวเลขบอกระยะความห่างระหว่างกล่องกับแป้นทำงาน



ภาพที่ 87 แสดงสแตนยัดกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 ศึกษาแป้นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

การทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพพื้นราบ กล้องจะต้องคว่ำเลนส์ลง ทำมุมกับพื้นราบ 90 องศา กล้องอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ กับดวงไฟจะต้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในที่เดิมตลอด สิ่งนี้ก่อให้เกิดความจำเป็นที่โต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องประกอบด้วยพื้นโต๊ะ เสาหลัก แท่นเลื่อนสำหรับติดกล้อง และดวงไฟ ควรจะติดกล้องเข้ากับแท่นเลื่อน ดังนั้นแผ่นภาพต้นแบบก็จะมีด้านที่ถูกต้องอยู่ข้างบนในขณะที่คุณนั่งอยู่หน้าโต๊ะ แป้นถ่ายทำต้องมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับอัตราส่วนของภาพที่นำมาถ่ายทำคือ 3:4 และแป้นถ่ายทำสามารถยึดแผ่นเซลได้ มีแผ่นกระจกทับแผ่นเซลอีกครั้งเพื่อความแน่นไม่มีการผิดพลาดขณะถ่ายทำ

สรุป แป้นถ่ายทำประกอบด้วย

- กรอบภาพอัตราส่วน 3:4
- มีเบ้ายึดแผ่นเซล
- แผ่นกระจกไล่ทับแผ่นเซล

3.2.9 ศึกษาขนาดของกรอบภาพ

ขณะนี้ สวมตีกว่าคุณกำลังนั่งอยู่ข้างหน้าแผ่นวาดภาพ คุณพร้อมที่จะจับปากกาวาดภาพลงบนกระดาษในบริเวณแผ่นวาดภาพ แต่ก่อนหน้าที่คุณจะลงมือวาด คุณควรจะตัดสินใจเสียก่อนว่า คุณจะวาดภาพลงตรงส่วนไหนของกระดาษ อัตราส่วนความกว้างกับความสูงของกรอบภาพในภาพยนตร์ 35 มม. มีประมาณ 3 ต่อ 4 สำหรับภาพยนตร์ 16 มม. มาตรฐานคือ 1 ต่อ 1.39

โปรดพิจารณาถึงที่ว่างที่เว้นไว้สำหรับรูดนามเตย ที่ว่างสำหรับพิมพ์เลขลำดับ และที่ว่างรอบ ๆ เพื่อความปลอดภัยของภาพภายในกรอบด้วย กระดาษเขียนหนังสือธรรมดาเบอร์ เอ4 (ขนาดราว 21x30 มม.) เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับขนาดกรอบภาพเพื่อถ่าย ขนาด 17x24 ซม.

จงวางกระดาษเขียนภาพลงให้ด้านที่เจาะรูอยู่ข้างใกล้ตัวคุณ แล้วลอกกรอบภาพสำหรับถ่ายลงในกระดาษแผ่นหนึ่ง เพื่อให้เป็นไปตามขนาดของเลนส์กล้องที่คุณใช้ คุณอาจแบ่งขนาดกรอบภาพมาตรฐานสำหรับถ่ายออกเป็นราว 6 กรอบภาพก็ได้ การกำหนดทิศนั้น ตามปกติกำหนดเอาทิศใต้(ต)ไว้ด้านล่าง(ใกล้ตัว)เสมอ ทิศเหนือ(น)อยู่ด้านบน(ตรงข้าม) ทิศตะวันตก(ตก)อยู่ด้านซ้าย และทิศตะวันออก(อ)อยู่ด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 ศึกษาการยึดแผ่นเซล

มาถึงขั้นนี้ ก็นำเป็ก 2 ตัวที่เตรียมไว้ติดเข้ากับแผ่นวาดภาพ เพื่อตรึงแผ่นกระดาษกับแผ่นเซลให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง สำหรับจะวาดภาพลงบนนั้น ส่วนแผ่นวาดภาพที่ใช้รองแผ่นกระดาษและแผ่นเซลอาจทำด้วยแผ่นกระดาษแข็งหนาหรือแผ่นไม้อัด (หนาราว 4-5 มม.) หรือจะใช้แผ่นพลาสติกก็ได้ ซึ่งจำเป็นสำหรับกรณีที่ต้องการจะวาดภาพโดยใช้แสงสว่างส่องขึ้นมาจากข้างล่าง แผ่นวาดภาพขนาดที่พอเหมาะควรจะราว 30x40 มม.

ราวติดเป็ก (เป็กบาร์)

นำเป็กหรือเดือยทั้งคู่ติดเข้ากับไม้บรรทัดให้แน่น เพื่อให้ทำเป็นราวติดเป็กหรือเป็กบาร์

ราวติดเป็กเลื่อนได้

นำราวติดเป็กสอดเข้ากับรางคู่ซึ่งขนานข้างทั้งสองของราวติดเป็ก ก็จะกลายเป็นราวติดเป็กเลื่อนได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากที่สุดสำหรับเลื่อนฉากหลัง หรือเลื่อนแผ่นเซล เป็นแบบแพนกลิ้ง

แผ่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว

แผ่นวาดภาพ เป็ก และราวติดเป็กเลื่อนได้ เมื่อนำมารวมกันเข้า ก็จะกลายเป็นแผ่นถ่ายภาพให้เคลื่อนไหว หรือแผ่นวางภาพสำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ซึ่งจะมีหน้าที่ 2 อย่าง คือ เป็นแผ่นวาดภาพ กับเป็นแผ่นประกอบสำหรับวางวัตถุบนพื้นโต๊ะ

3.2.11 ศึกษาระบบการให้แสง

สิ่งให้แสงที่อาจนำมาใช้สำหรับโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนได้มีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่

แสงส่องหรือไฟบน คือ แสงทั้งหมดจากข้างบนที่ส่องลงมาบนอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ

แสงสะท้อนหรือไฟล่าง คือ แสงทั้งหมดที่ส่องจากข้างล่าง ไม่ว่าจะส่องจากแผ่นกระจายแสงหรือจากกล่องแสง ทะลุพื้นกระจกเปลือยไข (โอบอลกลาสส์) ขึ้นมา

ตามทฤษฎี หลอดเหล่านี้มีอุณหภูมิสีไม่ถูกต้องสำหรับนำมาใช้กับฟิล์มสีแบบถ่ายด้วยแสงไฟฟ้า (แบบทั้งสแตนด์) แต่ในทางปฏิบัติ หลอดดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ได้ดีไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน นอกจากนี้ยังมีราคาสูงกว่าหลอดไฟโพลีลัดอย่างมากมาย อีกด้วย

ไม่ควรจะมีแสงอื่นส่องไปที่โตะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน โดยควรจะต้องดับไฟพลูเรล เซนต์และสิ่งให้แสงอื่น ๆ ภายในห้องนี้ให้หมด ถ้าถ่ายทำเวลากลางวัน ควรจะใช้ผ้าม่านดำปิดหน้าต่างกระจกให้หมด ไม่ควรให้แสงแดดส่องเข้ามาภายในห้องที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

สิ่งให้แสงทุกดวงควรจะติดตั้งเข้ากับโตะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนอย่างถาวร โดยเฉพาะเมื่อถ่ายทดลองการตั้งหน้ากล้องได้พอดีแล้ว จะต้องไม่เคลื่อนดวงไฟเหล่านี้ อีก เพื่อหลีกเลี่ยงแสงสะท้อนจากอาร์ตเวิร์ก ควรจะติดตั้งดวงไฟให้ทำมุมกับพื้นโตะที่ 30 ถึง 45 องศา

ถ้าดวงไฟที่ใช้เป็นดวงไฟที่ใช้ในสำนักงานทั้ง 2 ดวง คุณควรจะนำมาติดตั้งเข้ากับโตะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนโดยตรง หรือถ้าจะให้ดียิ่งขึ้น จะติดตั้งเข้ากับผนังด้านหลังก็ได้ เพื่อไม่ต้องเป็นห่วงเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งของบนโตะ

สรุป ใช้ไฟส่องจากด้านบน 2 หลอด หลอดละ 250 วัตต์ ด้านล่าง 2 หลอด ด้านบนควรทำมุม 30-45 องศากับแป้นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

3.2.12 ศึกษาภาดรองรับแผ่นเซล

ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนต้องใช้แผ่นเซลเพื่อความเป็นสัดส่วน ควรมีส่วนรองรับในส่วนนี้ จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานมีการนำการ์ตูนที่เขียนเสร็จแล้วมาที่แท่นถ่ายทำ การนำมาทำงานแต่ละครั้งจะไม่นำออกมาทั้งเรื่องจะนำมาบางส่วนเท่านั้น จากการศึกษาปริมาณของแผ่นเซลต่อการทำงาน 4 ชั่วโมง ปริมาตร = $22.5 \times 30 \times 6$ ดังนั้นภาดรองรับควรสามารถบรรจุแผ่นเซลได้ตามปริมาตร และภาควางก่อนถ่ายทำแล้ว ยังมีภาดรองรับหลังจากถ่ายทำเสร็จ ไม่ควรใช้ภาดเดียวกันเพราะจะเกิดการสับสนและขัดต่อพฤติกรรมของการทำงาน

สรุป ภาดรองรับแผ่นเซลควรมี 2 ภาด สามารถบรรจุแผ่นเซลได้ไม่น้อยกว่า 480 แผ่น

3.2.13 ศึกษาขาแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

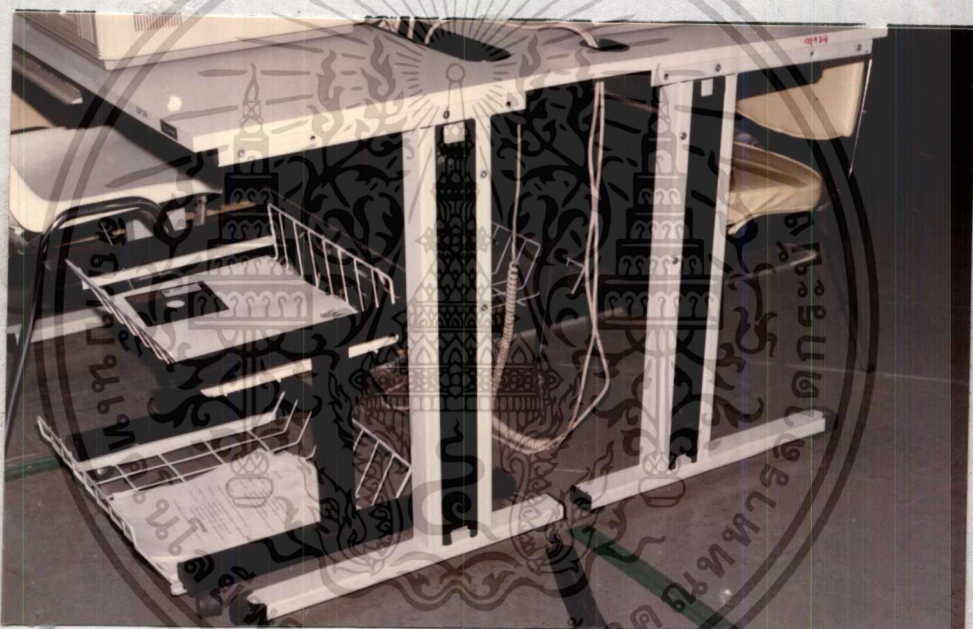
จากการศึกษาสัดส่วนของการทำงานการนั่งบนเก้าอี้ทำงานเหมาะสมกับการทำงานกว่าและถูกต้องตามหลักกายวิภาค โตะทำงานควรสูงจากพื้น 70 cm. แท่นถ่ายทำจึงต้องมีขาเพื่อรองรับแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน และขาต้องมีความแข็งแรงที่จะไม่วากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดับแสงเนื้อหาและต้องอยู่สูงถึงใจช่องเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

สามารถรับน้ำหนักของกล่อง แทนยึดกล่อง สแตนยึดแทนยึด เพื่อความสะดวกของผู้ปฏิบัติงาน

สรุป ขาต้องมีความสูงจากพื้น 70 เซนติเมตร

3.2.13 ศึกษาข้อมูลของฐาน

เมื่อมีขาแล้วส่วนที่จะรองรับขาควรจะมีฐานมาช่วยรับน้ำหนักของแทนทั้งหมด ลักษณะของฐาน ต้องมีความกลมกลืนกับแป้นทำงาน เมื่อแป้นมีรูปทรงสี่เหลี่ยม การรับน้ำหนักต้องรับน้ำหนักแล้วกระจายน้ำหนักของแทนทั้งหมดลงสู่พื้นเพื่อการรับน้ำหนักของเครื่อง



ภาพที่ 88 แสดงฐานของผลิตภัณฑ์ข้างเคียง

3.2.14 เกี่ยวกับการจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

เป็นการวิเคราะห์เพื่อจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ว่า ควรวางไว้ตำแหน่งใด เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน สะดวกในการเชื่อมโยงกับอุปกรณ์อื่น ๆ และสะดวกต่อการเก็บการบำรุงรักษา ซึ่งสามารถจัดตำแหน่งในการติดตั้งตามความเหมาะสมต่อการใช้งานได้ดังนี้ (โดยยึดตำแหน่งของพื้นแทนสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเป็นหลัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤติ (Critical Body Dimension)

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60 [*]	173.27 [*]
2	ความสูงระดับตา	0.933	138.36	149.63 [*]	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64 [*]	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80 [*]	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11 [*]	201.55	217.45 [*]
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62 [*]
7	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87 [*]	79.70
8	ความสูงระดับที่นึ่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49 [*]	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นึ่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96 [*]	24.77
10	ความสูงจากที่นึ่งถึงคอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20 [*]
11	ความสูงจากพื้นถึงคอนบนของเข้า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01 [*]	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข้า	0.223	33.07	35.81	38.63 [*]
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน	0.254	37.66 [*]	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข้า	0.329	48.79	52.83	57.00 [*]
16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83 [*]	100.53	108.46
17	ความกว้างของที่นึ่ง	0.226	33.51	36.29	39.15 [*]
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.07	45.37 [*]
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83 [*]

* ค่าวิกฤติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ในประโยชน์ด้านการค้า
 "ข้อมูลคลังสวนคนไทย" เอกสารฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง เล่มที่ 1 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ฯ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

การให้แสง

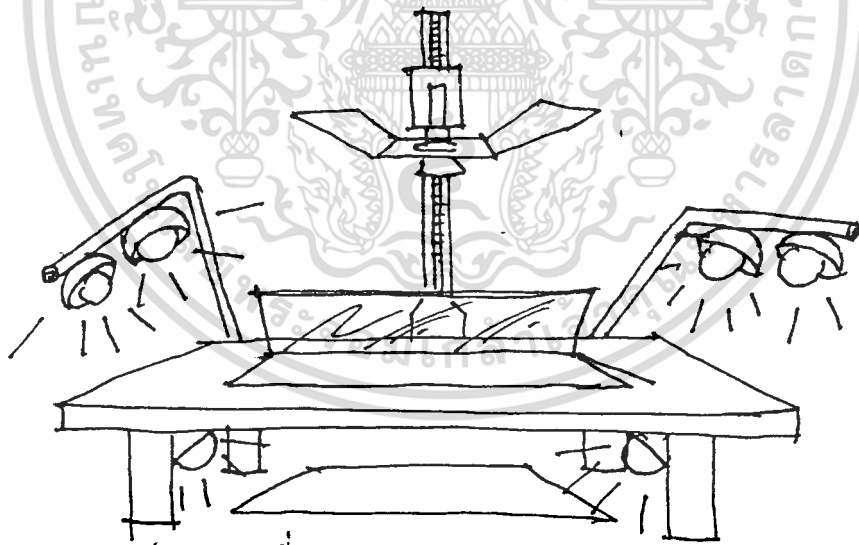
สิ่งให้แสงที่อาจนำมาใช้สำหรับโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนได้มีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่

แสงส่องหรือไฟบน คือ แสงทั้งหมดจากข้างบนที่ส่องลงมาบนอาร์ตเวิร์กหรือภาพต้นแบบ

แสงสะท้อนหรือไฟล่าง คือ แสงทั้งหมดที่ส่องจากข้างล่าง ไม่ว่าจะส่องจากแผ่นกระจายแสง หรือจากกล่องแสง ทะลุพื้นกระจกเปลือกไข่ (โอปอลกลาสส์) ขึ้นมา

คุณอาจใช้หลอดไฟฟ้าที่ใช้ส่องสินค้าในตู้โชว์ตามร้านค้าทั่วไปก็ได้ หรืออาจใช้หลอดไฟฟ้าธรรมดาที่ใช้กันตามบ้านทั่วไปก็ได้ ขนาด 75 วัตต์ จำนวน 4 หลอด หรือ 150 วัตต์ จำนวน 2 หลอด

ตามทฤษฎี หลอดเหล่านี้มีอุณหภูมิสีไม่ถูกต้องสำหรับนำมาใช้กับฟิล์มสีแบบถ่ายด้วยแสงไฟฟ้า (แบบทั้งสแตนด์) แต่ในทางปฏิบัติ หลอดดังกล่าวนี้สามารถนำมาใช้ได้ดีกับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน นอกจากนี้ยังมีราคาถูกกว่าหลอดไฟโคมไฟล์อย่างมากมายอีกด้วย



ภาพที่ 89 ลักษณะการให้แสง

อุณหภูมิเป็นเครื่องกำหนดมาตรฐานของสิ่งให้แสงต่าง ๆ สีของแสงสว่างย่อมแตกต่างกันตามอุณหภูมิของ "วัตถุดำ" (แบล็คบอดี้) ที่ถูกทำให้ร้อนจัด เช่นถ่านก้อนหนึ่ง เป็นต้น ระดับของอุณหภูมิสีแสดงออกมาเป็นองศาเคลวินหรือดีกรีเคลวิน เช่น แสงแดดมีอุณหภูมิสี 3200 องศาเคลวิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า โปรดอย่าเป็นกังวลต่อสูตรดังกล่าวนี้มากเกินไป เพราะว่าการถ่ายภาพ-ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

ยนตร์การ์ตูนหรือการทำภาพให้เคลื่อนไหวนั้น เราไม่ต้องการถ่ายทอดสีให้เหมือนสีเดิมจริง ๆ มากนัก

เป็นที่แน่นอนว่า สีในภาพยนตร์ที่คุณถ่ายทำได้มาจะปรากฏให้เป็น เป็นสีค่อนข้างเหลืองหรือแดงมากเกินไปหน่อย แต่ถ้าคุณไม่ชอบลักษณะครอบคลุมของสีดังกล่าวนี้ คุณก็อาจจะใช้หลอดไฟฟ้าสีน้ำเงินแทนหลอดธรรมดา หรือใช้แว่นกรองแสงแก่ไขสีน้ำเงินครอบหน้าเลนส์ แก้วสีให้เหมือนสีเดิมก็ย่อมจะทำได้

จะต้องให้แสงให้เท่ากันทั่วบริเวณกรอบภาพสำหรับถ่ายที่ใหญ่ที่สุดที่นำมาใช้ โปรดตรวจสอบให้ถูกต้องด้วยการใช้เครื่องวัดแสงวัดแสงสว่างทั่วบริเวณกรอบภาพนี้ และถ่ายบันทึกแผ่นกระดาษแข็งสีเทาขนาดเท่ากรอบภาพสำหรับถ่ายไว้ด้วย หลอดไฟฟ้าเหล่านี้ อาจเดินสายผ่านสวิทช์สำหรับแต่ละดวงก็ได้ หรือจะต่อผ่านเครื่องควบคุม "คิมเมอร์" (รีโอสแคต) ก็ได้ รีโอสแคตจะทำให้คุณสามารถจะปรับความสว่างได้ตามต้องการ และในประการสุดท้ายยังช่วยประหยัดหลอดไฟฟ้าให้มีอายุยืนยาวอีกด้วย แต่ประสิทธิภาพดังกล่าวนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการทำภาพจางซ้อน (ดิซอลว์) และภาพจางออก - เข้า (เฟด) ในฟิล์มสี (สีที่ปรากฏออกมาจะกลายเป็นสีเทาปนน้ำตาล)

ไม่ควรจะมีแสงอื่นส่องไปที่โถ๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน โดยควรจะต้องปิดไฟฟลูออเรสเซนต์ และสิ่งให้แสงอื่น ๆ ภายในห้องนี้ให้หมด ถ้าถ่ายทำเวลากลางวัน ควรจะใช้ผ้าม่านดำปิดหน้าต่างกระจกให้หมด ไม่ควรให้แสงแดดส่องเข้ามาภายในห้องที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

สิ่งให้แสงทุกดวงควรจะติดตั้งเข้ากับโถ๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนอย่างถาวร โดยเฉพาะเมื่อคุณถ่ายทดลองการตั้งหน้ากล้องได้พอดีแล้ว จะต้องไม่เคลื่อนดวงไฟเหล่านี้ อีก เมื่อหลีกเลี่ยงแสงสะท้อนจากฮาร์ดแวร์ก็ ควรจะติดตั้งดวงไฟให้ทำมุมกับพื้นโถ๊ะที่ 30 ถึง 45 องศา

ถ้าดวงไฟที่ใช้เป็นดวงไฟที่ใช้ในสำนักงานทั้ง 2 ดวง คุณอาจจะนำมาติดตั้งเข้ากับโถ๊ะถ่ายโดยตรง หรือถ้าจะให้ดียิ่งขึ้น จะติดตั้งเข้ากับผนังด้านหลังก็ได้ เพื่อไม่ต้องเป็นห่วงเรื่องการเคลื่อนที่ของสิ่งของบนโถ๊ะ

ถ้าคุณเป็นผู้สร้างโถ๊ะถ่ายของคุณขึ้นเอง จะต้องจำไว้ว่าระยะห่างและมุมของดวงไฟจะต้องทำให้เลือกและปรับได้ ท่อประปาและอุปกรณ์เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับทำเท้าแขนติดตั้งดวงไฟ ตัวดวงไฟอาจติดตั้งเข้ากับปลายเท้าแขนด้วยสปริงหนีบ

ควรจะติดตั้งดวงไฟไว้ตรงกึ่งกลางกรอบภาพสำหรับถ่ายทั้งด้านซ้ายและด้านขวา โดยให้กรอบภาพอยู่ในที่ว่างตรงกลาง ดังนั้นพื้นที่ใช้งานจึงอยู่ตรงจุดที่เส้นแสงไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่วารณมีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

วัสดุประเภทโลหะ

โลหะแบ่งเป็น

- Metal - Ferrous
- Non-Ferrous
- Alloy

Ferrous คือโลหะที่มีเหล็ก เป็นส่วนสำคัญ หรือมีโลหะอื่นผสมด้วย
Non-Ferrous มีเหล็กผสมเล็กน้อย หรือไม่มีเลยก็ได้ เช่น ทองแดง

คุณสมบัติของโลหะ

1. Hardness ความแข็งของโลหะ โลหะแต่ละชนิดมีความแข็งไม่เท่ากัน เพราะโลหะจะทำให้อ่อนหรือแข็งได้โดยวิธี
 - Work hardening การทุบ การอัด
 - Heat treating โดยใช้ความร้อน
2. Brittleness ความเปราะของโลหะ โลหะแต่ละอย่างมีไม่เท่ากัน ความแข็งและความเปราะเกี่ยวโยงกัน แข็งมากก็เปราะมาก
3. Malleability ตัดแปลงได้ง่าย จะตีหรือม้วนได้ง่าย
4. Ductility ความอ่อนตัวของโลหะ ทำให้สามารถยืดได้
5. Elasticity ความยืดหยุ่นในตัวได้มี ในตัวเองสามารถกลับรูปเดิมได้
6. Fusibility การหลอมเหลว ทำการเชื่อมได้ง่าย
7. Machinability ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักร, เครื่องมือกล ซึ่งทำจากโลหะ

การทดลองคุณสมบัติ-ของโลหะ

- ทดสอบด้วยการดึง (Tensile strength)
- ทดสอบในการทดสอบอัด (Compression Test) เหล็กจะทนกว่าทองแดง
- การรับแรงเฉือนเล็กน้อยเพียงใด (Shear Strength)
- การรับแรงกระทบ การตีโลหะด้วยฆ้อนตามแนวนอน (Impact Strength)
- ทนต่อแรงล้า (Fatigue Strength)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่พวก Iron & Steel

1. Iron คือเหล็กที่ไม่มี Carbon ผสมกับ Basic element ในการทำ
 - 1.1 Cast Iron
 - 1.2 Wrought Iron
 - 1.3 Stool
2. Stool เป็น Alloy ของเหล็กกับ Carbon

เหล็กในอุตสาหกรรม

1. Cast Iron เป็นเหล็กที่ใช้สำหรับ Heavy part ของเครื่องจักรเป็นวัสดุที่ใช้กันมากในการทำ Cast Iron ประกอบด้วย 2.4% ของ carbon
 - ชนิดของ Cast Iron
 - 1.1 White Iron
 - 1.2 Grey Iron
 - 1.3 Malleable Iron

1.1 และ 1.2 เป็นวัสดุที่มีราคาถูกมากและทำง่าย แต่เปราะ จึงหล่อแล้วเปลี่ยนฟอร์มไม่ได้ เพราะมีความเปราะแข็ง

1.3 เป็นเหล็กหล่อ โดยเฉพาะใช้กับงานเฉพาะแปรรูปด้วยการตีได้ง่าย ไม่เปราะ
2. Wrought เป็น iron ที่บริสุทธิ์มีแคลเซียมผสมอยู่น้อยมาก ราคาสูงใช้งานน้อยมาก
3. Carbon Stool มี 3 ชนิด ตามเปอร์เซ็นต์ของแคลเซียม
 - 3.1 Low Carbon Stool (Soft Mild Stool) มี 0.1-3% ใช้ทำ Black Iron, Shoot, Bariron, Podiron พบมากตามร้านขายเหล็ก เพราะง่ายในการเชื่อม เลื่อย ทำ Form รูปอื่นได้ง่าย
 - 3.2 Medium Carbon/Stool มีแคลเซียม 0.3-6% ใช้งานในการทำเครื่องจักรเครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ
 - 3.3 High Carbon Stool มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.6-1.3% เป็นเหล็กแข็งพิเศษใช้ทำเครื่องจักรที่มีความแข็งแรงพิเศษ เช่น ดอกสว่าน ใบ
4. Alloy Steel ต้องการคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงพิเศษบางประการ โดยผสมโลหะบางอย่างเข้าไป นอกเหนือ C, P, S และ Si ในการผสมแต่ละอย่างแต่ละเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งาน มีความแข็งมากก็ผสม C มาก ใช้ในงานพิเศษบางอย่าง ในรถยนต์จะมี Alloy Stool น้อยชนิด

โลหะที่ใช้ผสม

- นิกเกิล (Nical) ผสมเพื่อเพิ่มความแข็ง ความเหนียวไม่เป็นสนิมง่าย
- โครเมียม เพื่อความแข็ง เหนียว ยืด ใช้ในการทำ gear เผลา จะใช้ Chrom-Nical Stool
- Manganese (Mn) เพื่อความแข็ง และทนทานความร้อนมากขึ้น
- Silicon เพิ่มการเป็น spring ของ stool มากขึ้น
- Tungsten ใช้ร่วมกับโครเมียม หรือ Vanadiums หรือ Molybdenum ใช้ในการทำ High speed stool ใช้ทำ Harding tool, ดอกสว่าน เครื่องมือกล

- Molybdenum เพิ่มความเหนียวแข็ง
 - Vanadium เพิ่มให้โลหะมี strength มากขึ้น ใช้ทำอุปกรณ์ที่ต้องการความเหนียวเป็นพิเศษ เช่น gear เผลา ใช้กับโครเมียมเป็น Chromvanadium stool จะแข็งมากทนต่อการบิดตัวอย่างกระทันหันได้อย่างดี

5. Rolled Stool เป็นเหล็กที่ทำจากการม้วนหรือพับออกมา ส่วนมากจะเป็นงานที่ใช้ในการทำ structure เรียก Structure Stool

6. Tool and Die Stool เป็นเหล็กที่ต้องการทำให้แข็งโดยใช้กับเครื่องมือที่มีมุมคน เช่น ทำตาชั่ง เครื่องมือที่มีเส้นเพื่อความแข็งพิเศษ

7. Galvanise, Galvannealed เป็น Mild Stool ที่เคลือบสังกะสี เพื่อกันสนิม

8. Tin Plate เป็น Mild Stool ที่เคลือบด้วย tin เพื่อกันสนิม

9. Perforated, Expanded, Embossed

แยกเป็น 2 ประเภท

- Base Metal เช่น ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก
- Precious Metal - Storing - silver gold

กรรมวิธีการผลิตวัสดุประเภทเหล็ก

- ขั้นตอนการตัด (Cutting)

- การขึ้นรูป (Forming)

- การทำให้ติดกัน (Fastening)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นหรือดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การตกแต่ง (Finishing)

1. การตัด แบ่งเป็น 10 ประการ คือ

1.1 เลื่อย (Sawing) การแยกชิ้นงานหรือใช้เครื่องมือที่มีฟันตามขอบ เคลื่อนผ่านในชิ้นงาน เช่น ใบเลื่อยวงเดือน (Band - Saw)

1.2 การตัด (Shearing) โดยใช้วัสดุที่มีขอบแข็งคม เฉือนงานที่เป็นชิ้นออกจากกัน เช่น กรรไกรตัดโลหะ ซึ่งค่อย ๆ เฉือน

1.3 การเจาะตัด (Punching) คล้าย Shearing ต้องใช้แรงเฉือน แต่เป็นการกดออกมา โดยชิ้นงานจะหลุดออกมาเลยเพียงครั้งเดียว

1.4 การเจาะรู (Drilling) การเจาะรูโดยใช้ดอกสว่าน เช่น เจาะด้วยแท่นสว่าน แท่นกลึง งานหมุน ดอกสว่านคงที่

1.5 การขัด (Abrading) ใช้โลหะที่แข็งกว่าขัดดอกหรือถูออก โดยตัวขัดที่แข็งจะขัดวัสดุอ่อน เช่น กระดาษทรายถูโลหะ

1.6 การไส (Sharpening) การเลาเอาเครื่องมือชุดในชิ้นงาน เป็นการไสชิ้นงาน ใช้กันมากตามโรงงาน ต้องการใช้กับเฉพาะงานเส้นตรง

1.7 Milling ใช้กันมาก โดยการใส่โลหะแผ่นบาง โดยมีใบ ตัดชิ้นงานคล้ายเลื่อยวงเดือน

1.8 Turning เป็นการทำงานโดยใช้เครื่องกลึง งานที่ออกมาเป็นรูปในงานทรงกลม

1.9 Thermal Gutting โดยการใช้ความร้อนหลอมละลาย เช่น ใช้แก๊ส ตัด แสง ตัดจาน

1.10 Chemical Cutting ใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนมากใช้กับงานกัดผิวโลหะโดยใช้กรด ต่าง เช่น ทำแผ่น อาจมีการใช้ไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง

2. การขึ้นรูป (Forming) มี 8 วิธี

การใช้เทคนิคนี้ใช้ในการเปลี่ยนรูปร่างวัสดุโดยไม่มี การเอาวัสดุเพิ่มหรือเอาการ โดยใช้วิธีใช้ความร้อน หรือไม่ก็ตามมักขึ้นกับวัสดุ โดยต้องดูคุณสมบัติ เช่น Cold form ใช้กับพวกทองแดง ทองเหลือง แต่เหล็กบางอย่างต้องใช้ Hot form แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับประสิทธิภาพของเครื่องมือ และการประหยัดทางอุตสาหกรรม และประสิทธิภาพของ

2.1 Casting การหลอมโลหะที่เหลวลงในแบบ ปล่องให้เย็น แล้วจึงแกะแบบการใช้ Sand Casting ถ้าต้องการงานชิ้นใหญ่มาก ใช้ Extruding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยใช้กับงานที่ไม่ต้องการความร้อนสูง เช่น พวากอลูมิเนียม และเป็นพวก Mass Product

2.2 Bending เป็นการขึ้นรูปโดยการพับ ซึ่งต้องการให้งานขึ้นนั้นมีแรงดึงมากขึ้น โดยมากเป็นงานที่ออกมาเป็นเส้นตรง

2.3 Forging เป็นการขึ้นรูปโดยใช้แรงตัดและบีบให้โลหะถูกกดเป็นรูปร่างมี die หลาย ๆ ตัวที่แข็งแรง โดยที่มีการ die เป็นขั้นตอน เช่น เพลารถพวกลักษณะต่าง ๆ โดยทำโลหะให้ร้อนก่อน ใสในเครื่องจักรจะบีบโลหะให้เปลี่ยนรูปร่าง

2.4 Pressing เป็นการอัดพวก sheet metter โดยมี mold 2 ตัว อัดบีบโลหะให้ขึ้นรูปร่าง เช่น การทำถาด จาน คล้าย ๆ Bending แต่ Pressing มีหลายทิศทาง

2.5 Drawing เป็นการดึงโลหะจาก die โดยต้องให้ความร้อนแก่โลหะให้อ่อนตัว แล้วใส่ในรู-บังคับ แล้วรีดออกมาเป็นรูปแบบตายตัว

2.6 Extruding เป็นการฉีดโลหะหลอมเหลวเข้าไปในแบบที่ทำไว้ เป็นหลักการทำงานอุตสาหกรรมที่ต้องการมาก ๆ

2.7 Rolling เป็น Hot forming คล้าย ๆ Bending โดยใช้ลูกกลิ้งรีดโลหะเป็นรูปจาก วงกลมและสี่เหลี่ยม โดยบีบโลหะระหว่างช่อง die จะรีดเหล็กออกมา

2.8 Spining เป็นกรรมวิธีคล้าย ๆ กลึง ใช้กับงานรูปร่างกลม โดยมีแบบไม้ก่อนเอาแผ่นเหล็กใส่ในแม่แบบ คล้ายการขึ้นรูปของเซรามิค

3. การทำให้ติดกัน (Fastening)

เป็นการเชื่อมโลหะตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป จะใช้ทาง Mechanical หลอมเหลวก็ได้ แบ่งเป็น

3.1 Riving เป็นวิธีทาง Mechanical โดยการใช้ Pin ที่มีด้านหนึ่งเป็นหัว

3.2 Threading คล้าย ๆ กับ Rive แต่แทนที่จะเป็น Pin กับใช้ Nut และ Bolt แทนแบบกลึงถาวรและถอดได้

ทั้ง 3.1 และ 3.2 ให้กับโลหะแผ่น

3.3 Seaming เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กับตัวของมันยึดอยู่กับกันและบางครั้งใช้กาวเชื่อม

3.4 Cementing การเชื่อมโดยถาวรใช้ Mechanical Adhesive คล้ายกับกาวติดไม้แต่กาวนี้มีแรงจับสูงพิเศษ เช่น Epoxy ใช้กับ Sheet Metal

ไม่ว่ากรรมวิธีใด ๆ พงสน อภทงหามมเทดตบลงนอหาและตองอององงเจาของเอกสารทุกครทงหมการนำไปใช้

3.5 Soldering และ Braxing เป็นการเชื่อมถาวรต่างจาก Welding ตรงที่ต้องใส่โลหะอื่นเป็นตัวเชื่อม

3.6 Welding เป็นกรรมวิธีอย่างถาวร โดยการหลอมละลายโลหะให้ติดกันโดยใช้ Metten Metal เช่นลวดเชื่อมต่าง ๆ หรือโดยใช้แรงกด เช่น การเชื่อมโดยใช้ Oxi-Acotelene, Catboo arc, Spot Welding

4. การตกแต่ง (Finishing)

ขบวนการป้องกันผิวหน้าโลหะ ทำให้งานชิ้นนั้นดูสวยงาม ดึงดูดความสนใจมากขึ้น

4.1 Buffing การขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้นเงา อาจใช้หิน ผ่า กระดาษทราย ฯลฯ เพื่อช่วยให้เรียบ อาจมี Buffer Polishing Liquid มาช่วย Brasse

4.2 Texturing เป็นวิธีที่สำคัญในการตกแต่ง วิธีที่ง่ายที่สุด คือใช้ก้อนทูปโลหะให้เป็นลายต่าง ๆ ทำให้ดูน่าใช้ขึ้น เป็นประโยชน์ใช้สอย คือ ผิวหยาบ จับไม่หลุดมือ

4.3 การให้สี (Coloring) อาจใช้วิธี Technical ความร้อน เพื่อให้โลหะเกิด Oxide เคลือบผิวโลหะอีกที เช่น การชุบ หรือการ Anodising

4.4 การเคลือบ (Coating) เป็นการทำให้ผิวโลหะให้ดูสวยขึ้น ป้องกันผิวหน้าอาจทำได้โดยการใช้น้ำมัน หรือทากี้ได้ เช่นการใช้ Lacquer เครือบหรือใช้ Wax, Plastic Coating หรือ Enameling

ชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมาก จนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษ จะมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง

2. เหล็กอ่อน สามารถตีเป็นรูปได้ง่าย

3. เหล็กกล้า มี 3 ชนิด คือ

3.1 เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถยนต์

3.2 เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์

3.3 เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดกลึง ตะไบ เหล็กกล้าด ๗๗

4. เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม มีความแข็งมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมใน

เนื้อเหล็ก เช่น ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คาร์บอน - ทำให้แข็งแรง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิเกิล	- ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน
โครเมียม	- ช่วยป้องกันสนิม
แมงกานีส	- ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทก ลิกทรอ
ทังสเตน	- ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิ

รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{16}$ - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่น หนา $\frac{1}{32}$ - 4 นิ้ว ขนาด 1.2 - 2.4 เมตร
3. เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง $1/4$ - $4\frac{1}{2}$ นิ้ว
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ - 6 นิ้ว
5. เหล็กพืด หนา $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ นิ้ว กว้าง $\frac{1}{4}$ - 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
6. เหล็กรูปตัว U และ C

โลหะ

อลูมิเนียมบริสุทธิ์

อลูมิเนียมจัดเป็นโลหะที่อ่อนมาก และยึดตัวได้ดีทั้งยังเป็นสื่อนำความร้อนและกระแสไฟฟ้าที่ดี อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนทานต่อการผุกร่อน และผสมกับโลหะอื่น ๆ เป็นโลหะผสมได้ดี

การผลิตอลูมิเนียม

วัตถุดิบที่สำคัญสำหรับใช้ในการผลิตอลูมิเนียม คือ โบไซด์ (Bauxite) จากวัตถุดิบนี้เราจะได้อินเหนียวบริสุทธิ์ ซึ่งจะถูกนำไปผลิตอลูมิเนียมอีกทีหนึ่ง อินแร่โบไซด์มีอินเหนียวบริสุทธิ์ (Al_2O_3 อลูมิเนียมออกไซด์) มีอยู่ประมาณ 55-60% ส่วนที่เหลือก็เป็นเหล็กออกไซด์ น้ำ และกรดซิลิซิค แผลงแร่โบไซด์ เช่น ฝรั่งเศสตอนใต้ อังกฤษ รัสเซีย ออสเตรเลีย อินเดีย คาบามาเดียน รัฐอาร์แคนซัส กิอานา ในเยอรมันนี้ที่พบบ้างเล็กน้อยแถบลุ่มแม่น้ำฟูลดา

อลูมิเนียมออกไซด์จะถูกแยกออกจากอินแร่โบไซด์ตามขบวนการของไบเออร์โดยวิธีนี้ โบไซด์จะถูกอบให้แห้งและปนเป็นผง หลังจากนั้นถึงถูกผสมกับด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) สารผสมจะถูกต้มในหม้อพิเศษ (Autoklaven) ซึ่งปิดสนิทภายใต้ความดัน 7 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 180 องศาเซนติเกรด ในการนี้สารที่เจือปนอยู่จะไม่ทำกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เกิดขึ้นของน้ำและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกแยกออกจากกันโดยการกรอง เราจะได้ดินเหนียวบริสุทธิ์ (Alumina) ซึ่งจะถูกลบให้แห้งในเตาหมุ่ด้วยอุณหภูมิ 1300 องศาเซลเซียส ดินเหนียวบริสุทธิ์หรืออลูมิเนียมออกไซด์นี้จะถูกแยกด้วยไฟฟ้า ได้อลูมิเนียมบริสุทธิ์และออกซิเจน ในการนี้อลูมิเนียมจะอยู่ในสภาวะหลอมเหลว แต่เนื่องจากจุดหลอมตัวของอลูมิเนียมสูงมาก (2000 องศาเซลเซียส) เขาจึงต้องใช้สารผสมที่เรียกว่า ครีโอลไลท์ (Cryolite) ซึ่งมีจุดหลอมตัวประมาณ 900 องศาเซลเซียสลงไป เพื่อช่วยให้อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมตัวได้ง่ายเข้า สารครีโอลไลท์นี้มีพบในกรีนแลนด์ และอาจผลิตขึ้นโดยกระบวนการสังเคราะห์ได้ เตาแยกอลูมิเนียมด้วยไฟฟ้าทำด้วยแผ่นเหล็ก และมีคาร์บอนอยู่ภายใน คาร์บอนจากเตาหลาย ๆ เตาจะถูกต่อรวมกัน และใช้เป็นขั้วลบ (แคโทด) สำหรับขั้วบวกก็ใช้อิเล็กโทรดที่ทำด้วยคาร์บอนเหมือนกัน ในการหลอมเหลวและแยกด้วยไฟฟ้าจะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 5-6 โวลต์ และกระแสตั้งแต่ 20,000-70,000 แอมแปร์ อลูมิเนียมในสภาวะที่หลอมเหลวซึ่งถูกแยกออกจากออกซิเจนแล้ว และมีอุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส จะรวมตัวอยู่ที่กันเตา และจะถูกเจาะออกเพื่อนำไปหล่อเป็นแท่งเล็ก ๆ (Ingot) แท่งอลูมิเนียมเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับหล่อหรือรีดเป็นวัสดุสำเร็จรูปต่าง ๆ ต่อไป อลูมิเนียมที่ถูกผลิตขึ้นนี้มีความบริสุทธิ์สูงมาก

อลูมิเนียมบริสุทธิ์ที่สุดชนิดที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.9% ทนต่อการผุกร่อนได้ดีที่สุด แผ่นอลูมิเนียมและอลูมิเนียมบริสุทธิ์ ทำขึ้นมาจากการรีดท่อ และลวดอลูมิเนียมได้จากการดึงยึด อลูมิเนียมขึ้นรูปตาม DIN 1769, 1776, 1790 ทำขึ้นโดยการอัดหรือการหล่อแท่งอลูมิเนียมขึ้นรูปหนา ๆ แบบหล่อจะถูกบังคับให้เคลื่อนขึ้นข้างบนช้า ๆ ขณะที่ทำการหล่ออยู่ มิฉะนั้นจะต้องการแบบหล่อยาวมาก

คุณสมบัติของอลูมิเนียม

คุณสมบัติของอลูมิเนียม มีลักษณะภายนอกเป็นสีน้ำเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 2.7 กก./ด.ม.³ (เหล็กหนักกว่าประมาณ 3 เท่า) ตรงผิวของอลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนต่อการผุกร่อน กรดอินทรีย์ทุกชนิดนอกจากกรดดินประสิวมีปฏิกิริยาต่ออลูมิเนียมอย่างรวดเร็วกว่า กรดออร์แกนิกหรืออินทรีย์ เช่น กรดมะนาว กรดน้ำส้มไม่มีปฏิกิริยาต่ออลูมิเนียม ดังนั้นอลูมิเนียมจึงใช้ได้ดีในการทำภาชนะสำหรับหุงต้ม -

ส่วนการประกอบขึ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียมหรือโลหะผสมอลูมิเนียมกับโลหะหนัก เช่น ทองแดงหรือเหล็กมักจะทำให้โลหะอลูมิเนียมเสียดตรงรอยต่อ เมื่อเวลาถูกความชื้นจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งจะทำให้อลูมิเนียมผุกร่อน วิธีป้องกันทำได้โดยบดรอยต่อด้วยสิ่งที่เป็นฉนวนเสียก่อน อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนต่อแรงดึงต่ำประมาณ

7-18 กก./มม.² เท่านั้น โดยเหตุที่โลหะชนิดนี้มีความยืดตัวสูง (20-35%) เราจึงสามารถดัดตี หรืออัดพิมพ์ให้เป็นรูปต่างๆ ได้โดยง่าย เราสามารถเจาะหรือกลึงชิ้นส่วนที่ทำด้วยอลูมิเนียมได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเหล็ก เพราะเครื่องกลึงหรือเจาะสามารถทำงานได้ด้วยอัตราความเร็วสูง ในการเจาะเราใช้ลวดแกนเกลียวชนิดที่ใช้กับโลหะเบา และในการตะไบเราใช้ตะไบลายเดี่ยวที่ทำงานขึ้นโดยการดัด

เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนและความแข็งแรงน้อย จึงไม่ค่อยมีที่ใช้ในรูปของวัสดุโครงสร้าง คุณสมบัติของอลูมิเนียมจะดีขึ้นมากเมื่อผสมโลหะลงไป

เนื่องจากอลูมิเนียมเป็นโลหะที่อ่อน พื้นผิวของโลหะจึงไม่ทนต่อการกระทบ-กระทบแตก วัสดุกิ่งสำเร็จที่ทำจากอลูมิเนียม เช่น แผ่นอลูมิเนียม ท่ออลูมิเนียม แท่งอลูมิเนียม และอลูมิเนียมขึ้นรูป จึงต้องมีการป้องกันการบุชชิ่งและกันการกระทบกระทบแตก เวลาขนส่ง ในการจัดวางแผ่นอลูมิเนียมในโกดังเก็บควรวางตั้งไว้ให้เอียงเป็นมุมประมาณ 75 องศา เมื่อเวลาดึงออกมาจะได้มีแต่ขอบอลูมิเนียมเท่านั้นที่จะเสียดสีกัน ถ้าเราตั้งเป็นฉากกับพื้น เวลาดึงออกจากแผ่นโลหะก็จะเสียดสีกันทั้งแผ่น อาจเกิดเป็นรอยขึ้นได้ที่ท่ออลูมิเนียมก็เหมือนกันควรวางให้ตั้งกับพื้น

โลหะอลูมิเนียมสามารถ ตี อัด เคาะ ดึง และตีอัดพิมพ์ และอัดบิดให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ในสภาพที่เย็น จากการทำขึ้นส่วนในสภาพที่เย็นจะทำให้อลูมิเนียมแข็งขึ้น โดยการเผาให้ร้อนและทำให้เย็นโดยเร็วในอุณหภูมิประมาณ 350 องศาเซนติเกรด ถึง 400 องศาเซนติเกรด จะทำให้อลูมิเนียมเหมือนเดิม และสามารถดึงหรือตัดได้ต่อไป ในการทำขึ้นส่วนที่บิดหักและมีแรงมุมมาก ๆ จะต้องเผาให้อ่อนตัวหลาย ๆ ครั้ง สำหรับโลหะอลูมิเนียมทำได้บ่อยครั้งโดยไม่จำกัด ในการดัดให้ตรงเราวางอลูมิเนียมบนไม้หรือแผ่นเหล็กที่ผิวเรียบและมีขอบที่ถูกกลมคมแล้ว อลูมิเนียมเป็นโลหะที่สามารถใช้งานเชื่อมได้ บัดกรีแข็งและติดด้วยกาวทำงานจากวัสดุสังเคราะห์ (Synthetic Resins)

โลหะผสมอลูมิเนียม

ถ้าเราผสมโลหะอื่น เช่น ทองแดง แมกนีเซียม ซิลิคอน แมงกานีส ลงไปในอลูมิเนียมจะได้โลหะผสมอลูมิเนียมที่มีความคงทน และความแข็งแรงสูง แต่เปลี่ยนได้ง่าย และการเป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ดีอันเป็นคุณสมบัติของอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะเสื่อมไป โลหะผสมของอลูมิเนียมมีที่ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย โลหะผสมอลูมิเนียมบางชนิด ชนิดที่มีทองแดงผสมอยู่ ด้วยจะสามารถชุบให้แข็งได้ ในการนี้จะทำให้โลหะชนิดนี้มีความคงทนเท่ากับเหล็กเหนียวอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลหะผสมอลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โลหะผสมเหนียวใช้ทำวัสดุกึ่งสำเร็จรูปโดยการรีด และโลหะผสมหล่อใช้ทำวัสดุกึ่งสำเร็จโดยการรีด และโลหะผสมหล่อใช้ทำวัสดุกึ่งสำเร็จโดยการหล่อโลหะผสมอลูมิเนียมอย่างเหนียวใช้รีด หรือดึง เป็นแผ่น แยกแท่งและท่ออลูมิเนียมตาม DIN 1783 ถึง 84 และ 1795 ถึง 97 ขนาดของวัสดุกึ่งสำเร็จเหล่านี้ถูกจัดเข้ามาตรฐานตาม DIN ด้วย

โลหะผสมอลูมิเนียมหล่อจะถูกหล่อให้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยใช้แบบหล่อทราย แบบหล่อถาวร และแบบหล่ออัดในการหล่อแบบถาวร เราจะเทโลหะที่หลอมเหลวลงไปในแบบที่ทำด้วยเหล็กหล่อ ชิ้นส่วนที่ได้จากการหล่อชนิดนี้มีขนาดแน่นอนกว่าและมีความคงทนสูงกว่า ชิ้นส่วนที่ทำด้วยแบบทราย การหล่อแบบหล่ออัดโลหะที่หลอมเหลวจะถูกอัดด้วยความดันสูง ในแบบหล่อที่ทำด้วยเหล็กเหนียว ซึ่งถูกทำให้มีขนาดที่แน่นอน

ลักษณะภายนอกของโลหะผสมอลูมิเนียม คือ มีสีซึ่งเป็นสีขาวเงิน เราอาจทราบชนิดของโลหะที่ใช้ผสมอลูมิเนียมได้โดยการตรวจโดยใช้วิธีทาผิวด้วยโลหะด้วยน้ำยา (Test by Method) ถ้าเราใช้น้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Na OH) ทาผิวของโลหะผสม Al Cu Mg และทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีถึง 10 นาที จะเห็นส่วนที่ทาด้วยน้ำยาไว้เป็นสีดำ สำหรับอลูมิเนียมบริสุทธิ์และโลหะผสมอลูมิเนียม จะถูกตัดเป็นสีขาวรอยสีดำที่ผิวของโลหะผสม Al Cu Mg จะสามารถลบให้หายได้โดยใช้กรดดินประสิวในการทำงานกับชิ้นส่วนที่ทำด้วยโลหะผสมอลูมิเนียม จะต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากผิวของโลหะชนิดนี้มีถูกขีดเป็นรอยได้ง่าย ถึงแม้โลหะเหนียวผสมอลูมิเนียมจะมีความคงทนสูง แต่ก็สามารถเผาให้อ่อนตัวและใช้ในการตัด เคาะ ปรากฏ และตีได้ ในการตัดจะต้องรองปากกาด้วยชิ้นอลูมิเนียม ขีดตรงรอยที่จะตัดด้วยดินสอ อย่าใช้เหล็กขีด เพราะจะทำให้เป็นรอยลึก เวลาตัดจะทำให้โลหะฉีก

แผ่นโลหะผสมอลูมิเนียมที่ใช้ในงานตัดหรือหักทาบ ควรจะมีความหนาเท่ากับรัศมีของส่วนโค้งที่ตัด ทั้งนี้เพื่อป้องกันการฉีกขาดในการตัด เขาใช้ฆ้อนที่ทำด้วยไม้ยางหรือโลหะเบา ท่อโลหะจะถูกเผาให้อ่อนแดงก่อนทำการตัด และจะถูกบรรจุด้วยทรายหรือโคโลไฟเนียมจนเต็ม และใช้ตัดกับไม้สำหรับตัดหรือตัดกับแบบที่ทำมา แผ่นโลหะขึ้นรูปจะถูกเคาะแต่งด้วยฆ้อนสำหรับเคาะแต่ง โดยใช้ท่อนเหล็กที่ขีดเรียบรอง ในการตีแผ่นโลหะเป็นรูปต่างๆ เขาใช้ฆ้อนไม้หรือฆ้อนที่เป็นรูปลูกกลม และใช้รองกับแท่งสำหรับตี ถูทรายหรือแบบไม้

ในการตะไบชิ้นโลหะผสมอลูมิเนียม เราใช้ตะไบชนิดเดียวกับที่ใช้กับเหล็ก ในการตะไบชิ้นต้น เขามักจะใช้ตะไบสำหรับโลหะเบา ดอกสว่านสำหรับโลหะเบา มีมุมเกลียว 40 องศา ถึง 45 องศา (สำหรับเหล็ก 28 องศา) ปลายสว่านจะถูกฝนให้มี

มุม 140 องศา ในการเจาะสามารถใช้เวลาเร็วในการเจาะได้สูงกว่าเหล็ก

โดยการฉาบผิวด้วยไฟฟ้า โดยการอัดผิวด้วยโลหะอื่น จะทำให้โลหะผสมอลูมิเนียมชนิดต่างๆ มีความคงทนต่อการผุกร่อนดีขึ้น การฉาบผิวด้วยไฟฟ้าตามขบวนการ (Eloxal)

(Elektrische Oxydiertes Alumintum) คือการใช้ไฟฟ้าทำให้เกิดชั้นออกไซด์ขึ้นที่ผิวของโลหะซึ่งจะทำให้หนากว่าออกไซด์ที่เกิดขึ้นเอง ชั้นออกไซด์นี้แข็งและทนทานต่อลมฟ้าอากาศได้ดี การอัดผิวด้วยโลหะ โดยมากมักทำกับโลหะผสมอลูมิเนียม Al Cu Mg เขาใช้อลูมิเนียมบริสุทธิ์แผ่นบาง ๆ หรือโลหะผสมชนิดที่ไม่มีทองแดงเจือปนอยู่ อัดรีดลงไปบนโลหะผสมอลูมิเนียมในสภาพที่ร้อน Aluminum (อลูมิเนียม) อลูมิเนียมเกิดอย่างสมบูรณ์ตามธรรมชาติปนอยู่กับ Oxygen, Glourine และ Sitican ต้น ของ Aluminum คือ Bauxite ซึ่งเป็น Oxide ของ Aluminum และ Iron กับ Siticon ที่อลูมิเนียมปรากฏนั้นในลักษณะ Oxide Aluminum ($Al_2 O_3$) ซึ่งเป็นหลักใหญ่ของสารใน Clay แต่ในทางอุตสาหกรรมไม่เคยผลิตจาก Clay

วิธีถลุง Aluminum จากแร่ Bauxite มีลักษณะดังนี้

1. Roasting ย่าง bauxite เพื่อไล่น้ำออก
2. Grinding บด bauxite ที่ได้จาก roasting แล้วผสม solution กับ sodium ของ sodium hydrate ภายใต้อุณหภูมิและความกดดันทำให้เกิด aluminate ขึ้น
3. Precipitating (ทำให้ตกตะกอน) aluminum hydroxide โดยทำ solution of sodium aluminate ให้อุ่นผสมกับ aluminum hydroxide หรือ carbon dioxide
4. Separating แยก aluminum hydroxide โดยการกรองและ dihydrating ด้วยความร้อนทำให้เกิด aluminum ($Al_2 O_3$)
5. Extracting ละกิด aluminum จาก alumina โดยกรรมวิธี electrolytic decomposition of aluminum in cryatite ที่หลอมละลายซึ่ง เป็น Gluoride ของ alumina และ sodium

อลูมิเนียมมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ซึ่งทำให้ใช้เป็น transmission line และเครื่องไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นตัวที่นำความร้อนที่ดี และไม่ผุกร่อนง่าย จึงใช้ในการทำเครื่องใช้ เครื่องครัวมาก น้ำหนักเบาเพียง 1/3 ของเหล็ก อลูมิเนียมตีแผ่เป็นแผ่นได้

ดึงออกเป็นเส้นได้ รีดเป็นลักษณะโครงสร้างได้ จุดหลอมละลายของอลูมิเนียมประมาณ 658 องศาเซนติเกรด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแตนเลส (Stainless Steel)

เหล็กสแตนเลส เป็นโลหะเปรี๊ยะประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เหล็กสแตนเลสมีหลายชนิดสามารถที่จะเลือกใช้ได้ให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยปกติผิวของเหล็กสแตนเลสจะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

เหล็กสแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงาม ใช้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคารโดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นเหล็กสแตนเลสได้แก่

นิกเกิล จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัวในขณะที่ตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม จะเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กสแตนเลส

โมลิบดีนัม และ โคบอลต์ จะต้านทานการกัดกร่อน

ซิลิกอน และ แมกนีเซียม จะทำให้เหล็กสแตนเลสมีน้ำหนักเบา

เหล็กสแตนเลสมีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) และโครเมียม (Cr)

เหล็กสแตนเลสแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

1. Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผลมอีกประมาณ 2-4%

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome-Nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก จะมีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2%

เหล็กสแตนเลสประเภทนี้จะมีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

เหล็กสแตนเลสเป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้น ในการทำงานควรเลือกเหล็กสแตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

ข้อควรพิจารณาเบื้องต้น เหล็กสแตนเลสเช่นเดียวกับวัสดุอื่นที่ใช้ในการผลิต ด้านทุนการใช้เหล็กสแตนเลสเป็นวัตถุดิบในการผลิตนั้น จะผันแปรไปตามแบบที่ออกมา ด้านทุนในการผลิตจะมีราคาสูงสำหรับงานประณีต พิถีพิถันหรือมีลักษณะง่าย ๆ หรือมีการ ออกแบบเป็นมาตรฐาน ดังนั้นโครงสร้างของการออกแบบสิ่งที่ทำการผลิตด้วยเหล็ก สแตนเลสจึงมีราคาต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ค่าแนะนำต่อไปนี้จะอำนวยความสะดวกให้ผู้ออกแบบสามารถ ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำด้วยเหล็กสแตนเลสได้อย่างประหยัดลงโดย

1. การออกแบบชิ้นส่วนตอนที่มีลักษณะเป็นช่อง ควรออกแบบให้มีลักษณะ สามารถทำการผลิตได้โดยการใช้เทคนิคง่าย ๆ เช่นเดียวกับการผลิตงานโลหะธรรมดา งานที่มีลักษณะโค้งหรือแนวตรงย่อมทำการขึ้นรูปได้โดยง่าย ควรหลีกเลี่ยงการออกแบบ งานที่มีลักษณะโค้งไปมาในระยะสั้น ๆ หรือ ซึ่งทำให้การผลิตทำได้ยาก
2. การใช้วัสดุให้มีขนาดประหยัดลง เนื่องจากการวิจัยจากตัวอย่างของแผ่น เหล็กสแตนเลสได้พบว่า มีความต้านทานต่อแรงดึงได้มากกว่าแผ่นอลูมิเนียมถึง 3 เท่า ข้อดีจากคุณสมบัตินี้ในการใช้ลดขนาดของวัสดุลงได้
3. ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่างหรือลักษณะของ ชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือโดยการใช้ลักษณะของโครงสร้างวัสดุให้เป็นประโยชน์ หรือได้จาก การใช้แผ่นโลหะที่ผลิตด้วยกรรมวิธีอัดในแบบบริเวณที่มีหน้ากว้าง
4. ควรออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้
5. ในกรณีใดที่สามารถทำได้ ควรออกแบบให้ชิ้นงานนั้นสามารถใช้กับชิ้นส่วน หรือวัสดุที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแล้ว เพราะการใช้ชิ้นส่วนที่ต้องสั่งทำนั้นย่อมมีราคา แพงกว่าธรรมดา

เหล็กสแตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่น ๆ หลายชนิดที่บริเวณชิ้นส่วนของงานเหล็กสแตนเลสสามารถทำการผสมให้เกิดความกลมกลืน ในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรือตกแต่งจะช่วยลบร่องรอยสิ่งตำหนิให้ลดลงหรือ หหมดไปได้

เมื่อใช้ตัวยึด (Fasteners) ควรใช้ตัวยึดที่ทำด้วยเหล็กสแตนเลส การใช้ ตัวยึดที่ทำด้วยวัสดุอื่นจะก่อให้เกิดการผุกร่อน ทำให้เกิดผลเสียหายแก่ของที่ทำการติดตั้ง นั้นได้ ตัวยึดที่ทำการเจาะทะลุแผ่นวัสดุในการยึดกัน จะต้องระวังในการวางตำแหน่งให้ดี

เพื่อไม่ให้มีการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อทำการขันตัวยึดให้แน่น มิฉะนั้นอาจต้อง
ใช้แผ่นวัสดุที่มีขนาดหนามากขึ้น

วิธีอื่น ๆ ที่จะป้องกันการเกิดรอยตำหนิขึ้นนั้น ทำได้โดยการใช้แผ่นวัสดุช่วย
เสริมความแข็งแรงไว้ภายในตัวน็อต และใช้ Hat Channel ไขว้ข้างในของแผ่นวัสดุ
เมื่อใช้ในการขันให้ขันน็อตยึดเข้ากับ Hat Channel เพื่อให้แรงดึงของตัวน็อตแผ่
กระจายไปทั่วบริเวณกว้างของผิวโลหะ

เหล็กสแตนเลสประหยัดสำหรับงานทั่วไป

- แบบ 302 เป็นเหล็กสแตนเลสซึ่งมีส่วนผสมสำคัญ คือ โครเมียม กับนิกเกิล
มีโครงสร้างแบบ เหมาะสำหรับการใช้งานได้กว้างขวาง เกี่ยวกับงานสถาปัตยกรรม
และอุตสาหกรรมทั่วไป มีจำหน่ายทั่วไปในรูปร่างต่างกัน เหล็กสแตนเลสแบบนี้ทำการขึ้น
รูปได้ง่าย ทำการผลิตใช้งานได้ง่าย มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากดินฟ้า
อากาศได้ดีเยี่ยม เป็นชนิดที่โดยปกติจะนำไปใช้งานสถาปัตยกรรมส่วนนอกและแผ่นโครง-
สร้างต่าง ๆ
- แบบ 301 บางครั้งจะแนะนำให้นำไปใช้แทนแบบ 302 เนื่องจากมีคุณสมบัติ
เกี่ยวกับการแข็งแรงจากการผลิต
- แบบ 304 แบบนี้แนะนำให้ใช้แทนแบบ 302 ในการประกอบเข้ากับงานขึ้น
ใหญ่ และต้องการใช้การเชื่อมมาก
- แบบ 316 เป็นแบบที่มีการต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่า แบบ 302 หรือ
304 และแนะนำให้ใช้สำหรับในที่ที่มีการสัมผัสกับคลอไรด์มาก ๆ เช่นใช้ในบริเวณที่ก่อ
สร้างแถบชายทะเลในย่านอุตสาหกรรมบางแห่ง และในเมืองที่ใช้เกลือควมคุมหิมะและ
น้ำแข็ง
- แบบ 400 แบบนี้มีความต้านทานในการกัดกร่อนได้น้อยกว่าแบบ 302 และ
แนะนำให้ใช้ในงานสถาปัตยกรรมส่วนนอก

โลหะแผ่น (Sheet Metal)

โลหะแผ่น (Sheet Metal) ใช้ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิด
ที่มีความหนาไม่เกิน $\frac{3}{16}$ นิ้ว

โลหะแผ่นที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะพิเศษ

เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการทำงานแต่ละประเภท จำเป็นจะต้องศึกษา และ
เลือกใช้วัสดุหรือโลหะให้เหมาะสมกับคุณภาพของงาน และคุณสมบัติของโลหะด้วย จึง
ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเว็บไซต์ที่กรอกชื่อ

จะทำให้ผลของงานที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาดความหนาหลายชนิดต่าง ๆ กัน และยังมีการเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือดีบุก เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้อีกหลายชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ

1. โลหะแผ่นเปลือย (Bare Metal or Uncoated Metal)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (Coated Metal)

โลหะแผ่นเปลือย ส่วนมากจะเป็นโลหะแผ่นประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Ferrous Metal) เช่น แผ่นทองแดง แผ่นอลูมิเนียม แผ่นทองเหลือง เป็นต้น

โลหะแผ่นเคลือบ จะทำเป็นโลหะแผ่นประเภทเหล็ก (Ferrous Metal) เสียก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือดีบุก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้น การใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือย จึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่นๆ เช่น นำไปเชื่อม ชัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียดสีผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้ว ผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่ผสมเคลือบผิวอยู่หลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในด้านการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

โลหะแผ่นเปลือย

1. อลูมิเนียม (Aluminium)

อลูมิเนียมเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิกเกิล แมกนีเซียม และ

โครเมียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 50% เลมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีค่าความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณภาพคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น O, H เป็นต้น.

"O" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (Soft) ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่น ลังกะสี

"H" หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (Hard) บางชนิดตัดโค้ง แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่จะต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (Heat Treated) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไป จะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้นี้มีความแข็งไม่มากนัก สามารถตัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะล่งเกิดได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้อง มิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

2. ทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal ล่งเกิดได้ง่ายจากสีซึ่งเป็นสีแดงจนเกือบจะเป็นสีน้ำตาล ทองแดงเกิดออกไซด์ (Oxide) หรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxygen) ได้ง่าย Oxide ของทองแดงจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน เป็นตัวปกคลุมผิวหน้าของทองแดงไม่ให้เกิด Oxide อีกต่อไป ดังนั้นทองแดงจึงทนต่อการกัดกร่อนได้สูง ดังจะพบเห็นได้จากหลังคาโบสถ์คาทอลิกในยุโรป ซึ่งสร้างมาตั้งแต่ไม่ว่ากี่ปีแล้วก็ตาม อากาศที่แห้งมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุโรปสมัยกลาง ปัจจุบันก็ยังคงมีสภาพที่ดีอยู่

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อน สามารถทำได้โดยใช้แลคเกอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้าซึ่งจะทำให้ผิวของทองแดงแลดูเป็นเงา และสึกโลยอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อใช้ไปนาน ๆ ทองแดงก็จะเกิด Oxide ได้อีก

การรีด (Rolled) ทองแดงสามารถทำได้ 2 วิธีคือ รีดร้อน (Hot Rolled) และรีดเย็น (Cold Rolled)

Hot Rolled Copper เป็นแผ่นทองแดงรีดร้อนที่ได้จากการรีดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ผิวของทองแดงชนิดนี้จะไม่เป็นมันสลุกลี มีความอ่อนมากกว่าทองแดงชนิดรีดเย็น ดังนั้นจึงเหมาะกับการงานที่ต้องการความยืดตัวมากในขณะขึ้นรูป

ขณะขึ้นรูปแผ่นทองแดงรีดร้อน ความเค้นภายในจะทำให้ทองแดงมีความแข็งเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับแผ่นทองแดงชนิดรีดเย็น เมื่อทองแดงมีความแข็งมาก สามารถจะนำไปอบให้อ่อน (Annealed) ลงได้ โดยให้ความร้อนแก่แผ่นทองแดงจนมีสีแดงเรื่อ ๆ เหมือนสีลูกชอว์สีแล้วนำไปจุ่มน้ำ หรือจะปล่อยให้เย็นตัวลงในอากาศก็ได้

Cold Rolled Copper เป็นแผ่นทองแดงรีดเย็น ซึ่งผลิตได้โดยการรีดและดึงออกมาในสภาพที่เย็น ผิวของทองแดงที่ได้จะเรียบและมีความแข็ง แต่ยังอ่อนกว่าเหล็กอบสังกะสีสามารถนำไปตัดโค้งงอขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นที่ยอมรับในงานโลหะแผ่นทั่วไป

ความเค้นภายในแผ่นของทองแดงรีดเย็นจะมีมากกว่าทองแดงชนิดรีดร้อน ความเค้นในแผ่นของทองแดงไม่สามารถจะคงรูปร่างได้ดีเหมือนแผ่นเหล็ก ในสภาพงานเช่นเดียวกันถ้าจะใช้แผ่นทองแดงทำ จะต้องใช้ความหนาที่มากกว่าแผ่นเหล็กเล็กน้อย

ความหนาของแผ่นทองแดง จะบอกเป็นออนซ์ (Ounce) ต่อตารางฟุต เช่น "18 Ounce" หมายความว่า ทองแดงมีความหนาแน่นเป็นน้ำหนัก 18 ออนซ์ต่อตารางฟุต ดังจะเห็นได้จากตารางการเปรียบเทียบความหนากับโลหะอื่น ๆ

เนื่องจากทองแดงถ่ายเทความร้อนได้รวดเร็ว ดังนั้นการบัดกรีจะต้องใช้หัวแร้งที่มีขนาดใหญ่ จึงจะให้ความร้อนได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การต่อทองแดงไม่นิยมใช้การเชื่อม แต่นิยมใช้การ Brazing เพราะทำได้

อย่างรวดเร็ว และให้ความแข็งแรงได้มากกว่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทองเหลือง (Bress)

ทองเหลืองเป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีส่วนผสมของสังกะสีอยู่ระหว่าง 32-50 เปอร์เซ็นต์ ทองเหลืองสามารถตัดโค้ง งอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัว เนื่องจากการเกิด Oxide ได้ง่าย เช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

ผิวของทองเหลืองสังเกตุได้ง่าย เนื่องจากเป็นสีเหลือง เมื่อขัดจะเป็นมันเงาแวววาวและสวยงาม การเกิด Oxide ง่ายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxide โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในงานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่างๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

4. สแตนเลส (Stainless Steel)

Stainless Steel เป็นโลหะเปลือยประเภท Ferrous Metal ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย Stainless Steel มีหลายชนิด สามารถที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการได้ โดยปกติผิวของ Stainless Steel จะมีสีคล้ายเงินและมีลักษณะเป็นมัน

Stainless Steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรือ งานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามให้ได้ดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิวหน้า เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless Steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องการระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless Steel ได้แก่

นิกเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดตัวในขณะที่ตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเป็นเจ้าของโดยผู้ให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมลิบดีนัม และโคลัมเบียม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตานิยม และแมกนีเซียม (Titanium and Magnesium) จะทำให้ Stainless Steel มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก นิกเกิล และโครเมียม

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

1. Austenitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียม 18% นิกเกิล 8% และธาตุอื่น ๆ ผลมอยู่ประมาณ 2-4%

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome-Nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5-17% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เกิน 1.2%

ประเภทนี้จะมีควมแข็งแรงอยู่มาก แต่ก็มีควมเปราะมากอีกเช่นเดียวกัน

3. Ferritic Stainless Steel ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 17-27% และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอนอีกไม่เกิน 0.2% Stainless Steel ประเภทนี้มีคุณสมบัติอ่อนและเหนียวมาก

Stainless Steel เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆ ดังนั้นในการทำงานควรเลือก Stainless Steel ให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

5. เหล็กดำ (Black Iron)

เหล็กในรูปของแผ่นโลหะเปลือยไม่ค่อยนิยมใช้งานมากนัก เพราะเกิดสนิมได้ง่าย เกิดการกัดกร่อนได้รวดเร็ว และบดกรียาก เหล็กชนิดนี้จึงใช้งานที่ต้องการพ่นสีเท่านั้น

การผลิตเหล็กแผ่น หลังจากได้เอาสินแร่เหล็กไปถลุงเป็น Ingot และเติมธาตุต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ต่อจากนั้น จะนำ Ingot ไปอบให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อจะนำไปรีดให้เป็นเหล็กชนิดต่าง ๆ และรูปร่างต่าง ๆ โดยให้ใช้ลูกกลิ้ง (Mills) แบบต่าง ๆ กัน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Blooming Mills จะเปลี่ยนรูปร่างของ Ingot ให้เป็นเหล็ก โครงสร้างรูปร่างต่าง ๆ เช่น รางรถไฟ แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม เหล็กกลม เหล็กgrupหัวใจ (I beam) เป็นต้น

2. Billet Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเส้นลวดและท่อ (Pipe) ชนิดต่าง ๆ

3. Slabbing Mills จะเปลี่ยนแท่ง Ingot ให้เป็นเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน ซึ่งสามารถรีดให้เหล็กมีความหนาได้น้อยกว่า $1/8$ นิ้ว การรีดเหล็กให้มีความหนาลดน้อยลง สามารถจะรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot Rolled) และในขณะที่เย็นตัวลงแล้ว (Cold Rolled)

เหล็กที่รีดร้อนจะปรากฏสีที่ขอบเป็นสีเทาหรือน้ำตาล ตลอดแผ่นจะมีสีดำ ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะให้ใช้ทำงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น เรือ หม้อน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กที่รีดร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่รีดเย็น การนำไปใช้งานก็ต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่รีดเย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกับเหล็กที่รีดร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูก จึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ดี มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี ดีบุก และตะกั่ว ดังจะได้กล่าวต่อไป

โลหะแผ่นเคลือบ

1. เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช้เคลือบผิวเหล็กหลุดหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped) นำเอาแผ่นเหล็กอ่อนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แล้วนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเกี่ยวกับการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้าสังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า Zincgrip หรือ Paintgrip เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่น เรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะเป็นดอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพ่นสี

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสังเกตเห็นได้ง่าย จากลวดลายดอกที่ปรากฏบนผิว จะมีประกายแวววาวเห็นได้ชัด ลวดลายนี้เกิดจากการเย็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของเหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถตัดโค้งงอ และพับให้เกิดความแข็งแรงได้โดยที่สังกะสีไม่กระเทาะหรือกร่อนออกจากผิว เปลือกเหล็กได้ง่าย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพับหลาย ๆ ครั้ง

เหล็กแผ่นอาบสังกะสีสามารถบัดกรีได้ง่าย แต่ถ้าจะนำไปเชื่อมจะเกิดปัญหายุ่งยากมาก เนื่องจากสังกะสีเมื่อถูกเผาจะเกิดก๊าซและควันพิษขึ้น ผลของการเผาไหม้จะทำให้การเชื่อมติดได้ยาก นอกจากนี้การเชื่อมยังเป็นการทำลายสังกะสีที่เคลือบผิวเหล็กอีกด้วย

การนำแผ่นเหล็กอาบสังกะสีไปทำการเคลือบผิวด้วยการพ่นสีอีกก็สามารถทำได้แต่ถ้าจะให้เกิดผลดีควรล้างด้วยน้ำกรดอ่อน ๆ ก่อนที่จะพ่นสีนั้น การล้างด้วยน้ำกรดจะช่วยให้สีนั้นเกาะติดผิวงานได้ดีขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5-10 ปี โดยไม่ต้องทาสีหรือป้องกันการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่ถ้านำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ใต้น้ำ กรด หรือที่มีความชื้นมาก ๆ ควรจะต้องทาสี

2. ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะที่ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแผ่น เป็นโลหะเก่าแก่ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว เช่น ตามโบสถ์คาทอลิกของยุโรปสมัยกลาง ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกันสาด เป็นต้น ตะกั่วสามารถบัดกรีหรือเชื่อมได้ง่าย โดยให้ความร้อนอย่างถูกต้องเหมาะสม

ตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อนมาก ยืดได้ง่าย จนสามารถรีดได้โดยเครื่องที่ใช้มือหมุน ความอ่อนตัวของตะกั่วมีมากดังกล่าว การขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยากนักและไม่มีการฉีกขาดด้วย การวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็น หน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

ในปัจจุบันตะกั่วไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่ามาใช้แทน เช่น Stainless Steel หรือ พลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกรณีที่

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

มีการกัดกร่อนมากก็ยังไม่ใช้ตะกั่วกันอยู่ เช่น ที่ใส่น้ำกรด เป็นต้น

3. ดีบุก

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอาเหล็กกรดขึ้นมาเคลือบผิวด้วย ดีบุก ผิวหน้าของดีบุกจะขุ่นมัว ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทนต่อไอน้ำ หรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของดีบุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น 1C (อ่าน One C) 1X (อ่าน One Cross) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักต่อกล่อง (Base Box) ก็ได้ เช่น 1Base Box จะหมายถึงแผ่นดีบุกขนาด 14-20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น Double Box ก็จะบรรจุแผ่นดีบุกจำนวน 112 แผ่นเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28-30 นิ้ว น้ำหนักของ Base Box นี้เรียกว่า Base Weight ซึ่งจะมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นดีบุก

นอกจากการบอกขนาดดังกล่าวแล้ว ยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อคือ Coke Plate และ Charcoal Plate ซึ่งทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของดีบุกที่เคลือบผิวอยู่ ได้แก่

ชนิดที่เคลือบบางจนถึง 1 ปอนด์ คือ Box เรียกว่า Coke Tin Plate
ชนิดที่เคลือบหนากว่า 1 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 7 ปอนด์ต่อ Base Box เรียกว่า Charcoal Tin Plate

ชนิดที่เคลือบผิวมากกว่า 7 ปอนด์ขึ้นไปจนถึง 14 ปอนด์ต่อ Base Box เรียกว่า Dairy Plate นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne Plate เป็นแผ่นเหล็กดำ เคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8-40 ปอนด์

แต่ก่อนนี้ แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องมือเครื่องใช้ประจำบ้าน ครั้นพอ Stainless Steel ได้รับการปรับปรุงให้นำมาใช้อย่างกว้างขวาง แล้วจึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร ครอบเครื่องดื่ม ถึงแม้จะให้โลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

การขึ้นรูปโลหะ

งานปั๊ม ประเภทของงานปั๊มมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. งานตัด Shearing

2. งานพับและงานปั๊มขึ้นรูป Bending and Forming ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3. งานขึ้นรูป Drawing ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งงานขึ้นรูปเหล่านี้จำเป็นต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. งาน Extrusion, Coining

5. งานอื่น ๆ

งานแต่ละประเภทเหล่านี้ยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทย่อยๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. งานตัด Shearing เป็นงานขั้นพื้นฐานของงานปั๊ม แบ่งออกเป็น

1.1 Shearing เป็นงานตัดหัวไปที่ใช้คมตัดเฉือนโลหะให้ขาดออก

จากกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแท่นถ่ายทำภาพยนตร์ การ์ตูน จะนำมาวิเคราะห์กำหนดพิจารณาความเหมาะสมความสัมพันธ์กับการออกแบบที่จะใช้ในการออกแบบแท่นถ่ายทำภาพยนตร์ เพื่อความเหมาะสมกับรูปแบบการผลิตวัสดุนำมาผลิต และกระบวนการการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ให้เข้าสู่ท้องตลาดอย่างมีคุณภาพจึงมีการวิเคราะห์โดยยึดหลักความเป็นจริงถูกต้องและเหมาะสมดังต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแสง

ความสว่างของแสงในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Lighting for animation) การจัดแสงสำหรับภาพยนตร์การ์ตูน ใช้ฟลักซ์ลูเมน 2 ดวง (500 วัตต์) ซึ่งเป็นตัวเลขที่มาตรฐานในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

การวิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในการส่องสว่าง ชนิดของหลอดไฟที่จะนำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. หลอดไส้หรือหลอดไฟฟ้าธรรมดา
2. หลอดขาวขุ่น (Pearl Coated)
3. หลอดรูปทรงเห็ด (Mush Room)
4. หลอดไฟฟ้าเล็ก (ทั้งธรรมดาและเคลือบสี)

โดยจะวิเคราะห์ในคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับหลอดที่จะนำมาใช้ซึ่ง

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ชนิดของหลอดไฟฟ้า

คุณสมบัติ	ชนิด	หลอดไส้	หลอดขาวขุ่น	หลอดรูปเห็ด	หลอดไฟฟ้าเล็ก	คะแนนความสำคัญ
1. ให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ได้ดี		8	7	10	7	10
2. ให้แสงสว่างสีขาว		6	10	10	8	10
3. ไม่ทำให้สีของภาพเปลี่ยนไป		6	10	10	8	10
4. ให้ความสว่างสม่ำเสมอ		6	8	6	8	10
รวม		26	35	38	31	40

สรุป จากตาราง หลอดรูปเห็ด เป็นหลอดไฟฟ้าที่มีคะแนนสูงสุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเข้าถึงที่ผิดกฎหมาย กรุณาอย่าเผยแพร่เอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติแต่ละข้อเป็นสิ่งสำคัญที่สุดเกี่ยวกับแสงในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน และแต่ละข้อยังมีความสำคัญเท่า ๆ กัน ส่วนผลจากการวิเคราะห์หลอดไฟฟ้าที่จะนำมาใช้ คือ หลอดรูปเหิน (Mush Room) โดยจะเป็นหลอดที่ฉาบผิวภายใน ช่วยให้แสงสว่างเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ

การวิเคราะห์เพื่อสรุปผลเลือกสีมาใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์ของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน สีที่นำมาใช้กับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จะเลือกใช้สีใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังนี้

1. เนื่องจากสภาพห้องปฏิบัติการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน มีขนาดของห้องที่เล็ก ทั้งยังมีอุปกรณ์และเฟอร์นิเจอร์อื่น ๆ รวมอยู่มาก เช่น ตู้เก็บฟิล์ม ตู้เก็บแผ่นใส และอุปกรณ์อื่นๆ ในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน ดังนั้นสีที่นำมาใช้กับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จึงต้องเป็นสีสว่างหรือสดใส จะทำให้จิตใจของผู้ปฏิบัติงานสดชื่นแจ่มใสไปด้วย

2. สีของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนต้องสะท้อนแสงมาสัมผัสผลสายตาของผู้ปฏิบัติงานอยู่เป็นระยะเวลาอันติดต่อกัน หากใช้สีที่ร้อนแรงหรืออยู่ใน Tone ร้อนแล้วอาจจะเป็นอันตรายต่อสายตาของผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นจึงควรใช้สีที่ไม่ร้อนแรง

จากเงื่อนไขที่กล่าวข้างต้นสีที่เหมาะสมที่สุดคือ สีขาว เนื่องจากเป็นสีสว่างจะทำให้ห้องดูกว้างขึ้น และทำให้วัตถุใหญ่ขึ้น ทั้งยังไม่เป็นสีร้อนแรงที่จะเป็นอันตรายต่อสายตา

การวิเคราะห์ของสิทธิ์ควบคุมการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

สิทธิ์ควบคุมการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีด้วยกัน 3 สิทธิ์ คือ

1. สิทธิ์ Lamp ใช้สำหรับเปิดโคมไฟ
2. สิทธิ์ Amp ใช้ในการวัดระยะแสง
3. สิทธิ์ Motor ใช้สำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

- สีที่เหมาะสมสำหรับใช้กับสิทธิ์เปิดโคมไฟ เนื่องจากสีเหลืองเป็นสัญลักษณ์ของแสงไฟฟ้าและยังเป็นสีที่ใกล้เคียงกับแสงสว่างด้วย ทั้งยังมีความหมายว่าเตรียมพร้อมหรือพร้อมแล้วที่จะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

- สีที่เหมาะสมสำหรับใช้กับการวัดระยะแสงก็คือ สีแดง ซึ่งหมายถึงยังไม่พร้อมที่จะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนต้องมีการตรวจทานก่อน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สิทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้กับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคือ สิทธิ์เขียว หรือ สีน้ำเงิน ซึ่งมีความหมายถึงการไว้เนื้อเชื่อใจ ปฏิบัติงานได้
- สิทธิ์สำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน นอกจากจะมีตัวหนังสือกำกับเหมือนกับสิทธิ์อื่นแล้ว ยังต้องมีสัญลักษณ์กำกับอยู่ด้วย เพื่อป้องกันการเปิดฉดพลาดซึ่งแตกต่างจากอีก 2 สิทธิ์ ที่เปิดฉดพลาดไม่มีผลเสียอะไร แต่สิทธิ์ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนหากฉดพลาดก็จะบันทึกภาพที่ยังไม่ต้องการลงไปในฟิล์ม

การวิเคราะห์ขาของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

ขาสำหรับรองรับน้ำหนักพื้นแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่จะนำมาวิเคราะห์หาข้อสรุปเพื่อการออกแบบนี้จะนำขาแต่ละแบบมาหาข้อดีข้อเสีย ขาที่ใช้รับน้ำหนักสามารถแบ่งได้พอสังเขปดังนี้ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ต่อไปนี้

1. แบบ 3 ขา
2. แบบ 4 ขา
3. แบบขาเตี้ย
4. แบบปิดทึบ (ไม่มีขา)

หลักที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ชนิดของขาแท่นก็คือ ความแข็งแรง การรับน้ำหนักได้อย่างทั่วถึง และอีกข้อที่สำคัญที่สุดก็คือ การนั่งปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกไม่เกะกะการทำงานหรือการนั่งทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 วิเคราะห์ประเภทของขาแท่น

ชนิด คุณสมบัติ	3 ขา	4 ขา	ขาเดียว	ปิดทึบ	คะแนน ความ สำคัญ
1. ความสะดวกในการปฏิบัติงาน (ไม่เกะกะ)	8	6	10	5	10
2. การรับน้ำหนักได้อย่างทั่วถึง	4	8	7	8	8
3. ความแข็งแรง	6	9	9	10	10
รวม	18	23	26	23	28

จากตารางวิเคราะห์จะเห็นว่าขาแท่นชนิดขาเดียวมีคะแนนสูงสุด เพราะฉะนั้นขาที่นำมาใช้กับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน คือชนิดขาเดียว เนื่องจากไม่เกะกะในการนั่งปฏิบัติงานเพราะพื้นที่ของแท่นไม่กว้างนัก และการนั่งเป็นการยื่นขาเข้าไปใต้แท่นหากใช้ชนิด 4 ขา ขาแท่นที่อยู่ 2 ข้างจะรัดขาของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนชนิดขาเดียว ขาของแท่นจะอยู่ระหว่างขาทั้ง 2 ข้างของผู้ปฏิบัติงาน

วิเคราะห์ชนิดของสวิตช์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

ชนิดของสวิตช์ที่จะนำมาวิเคราะห์หาข้อดีข้อเสียนี้ แยกชนิดตามลักษณะการเปิดปิด ซึ่งพอจะแบ่งชนิดได้ดังนี้

1. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบหมุน
2. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบกด
3. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบสไลด์

1. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบหมุน ลักษณะของสวิตช์จะมีลักษณะกลมสูงขึ้นมา และ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ฝิวด้านข้างจะทำให้ไม่เรียบเมื่อสะดวกในการจับหมุน สวิตช์ชนิดนี้นิยมใช้กับงานที่ต้องการ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

การปรับระดับต่างๆ เช่น การปรับความร้อนของเตาไฟฟ้า การปรับอุณหภูมิต่างๆ เป็นต้น

2. สวิทช์ เปิด - ปิดแบบกด ลักษณะของสวิทช์มีทั้งรูปทรงกลมและรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งลักษณะการทำงานเหมือนกัน โดยสวิทช์จะลงน้ำหนักเพิ่มขึ้นมา สวิทช์ชนิดนี้นิยมใช้กับงานเปิด-ปิด และเหมาะสำหรับการทำงานที่ต่อเนื่อง คือมีการเปิดปิดอยู่ตลอดเวลา ทั้งยังได้เปรียบกว่าชนิดอื่น คือใช้เพียงนิ้วเดียวก็สามารถเปิด-ปิดได้

3. สวิทช์ เปิด-ปิดแบบสลัด ลักษณะสวิทช์ชนิดนี้จะมีลักษณะเป็นร่องยาวมีปุ่มสำหรับเลื่อนเปิด-ปิด โดยอาจจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวาโดยการผลักสวิทช์ชนิดนี้ก็เช่นเดียวกับชนิดที่ 1 คือ นิยมใช้กับงานที่ต้องการปรับระดับ ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีการเปิดปิดต่อเนื่อง แต่ข้อดีที่ดีกว่าชนิดที่ 1 คือ สามารถใช้นิ้วเดียวในการเปิด-ปิดได้

จากข้อดี-ข้อเสียของสวิทช์แต่ละชนิดที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสวิทช์ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้กับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน คือ แบบที่ 2 คือ แบบกดเปิด-ปิด เนื่องจากสามารถทำงานต่อเนื่องได้เป็นอย่างดี เหมาะในการใช้เดินกล้องถ่ายภาพยนตร์มากกว่าแบบอื่น

ตารางที่ 16 แสดงขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิตียืน

หมายเลข ระยะ	ลักษณะมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ขนาดเฉลี่ย/ซม.	มิติ/องศา
1	พื้นถึงศีรษะ	160.60	
2	ระยะพื้นถึงระดับสายตา	138.36	
3	ระยะพื้นถึงไหล่	132.38	
4	ระยะแขนเอื้อมไปข้างหน้า-ข้าง	78.85	0
5	ระยะแขนเหวี่ยงออกแรงด้านข้าง	78.85	45
6	ระยะพื้นถึงเอว	84.00	
7	ระยะเอวกับด้านหน้า	84.00	70
8	ระยะเอว เอี้ยวตัวด้านข้าง	84.00	40
9	ระยะเอื้อมตัวไปข้างหลัง		30
10	ระยะสูงก้าวเหยียบ	20.00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิตินั่ง

หมายเลข ระยะ	ลักษณะมิติของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ขนาดเฉลี่ย/ซม.	มิติ/องศา
1	พื้นถึงระดับศีรษะ	137.70	40
2	ระยะพื้นถึงระดับสายตา	127.00	
3	ระยะพื้นถึงไหล่	112.50	
4	ระยะแขนเอื้อมไปข้างหน้า-ข้าง	78.85	
5	ระยะเอวเอี้ยวตัวด้านข้าง	84.00	
6	ระยะพื้นถึงหน้าขา	55.60	
7	ระยะหลังถึงหน้าขา	60.70	
8	ระยะความลึกของหน้าขา	43.00	
9	ระยะความกว้างของสะโพกขณะนั่ง	36.30	

ตารางที่ 18 สรุปลักษณะสำคัญของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่สำคัญ

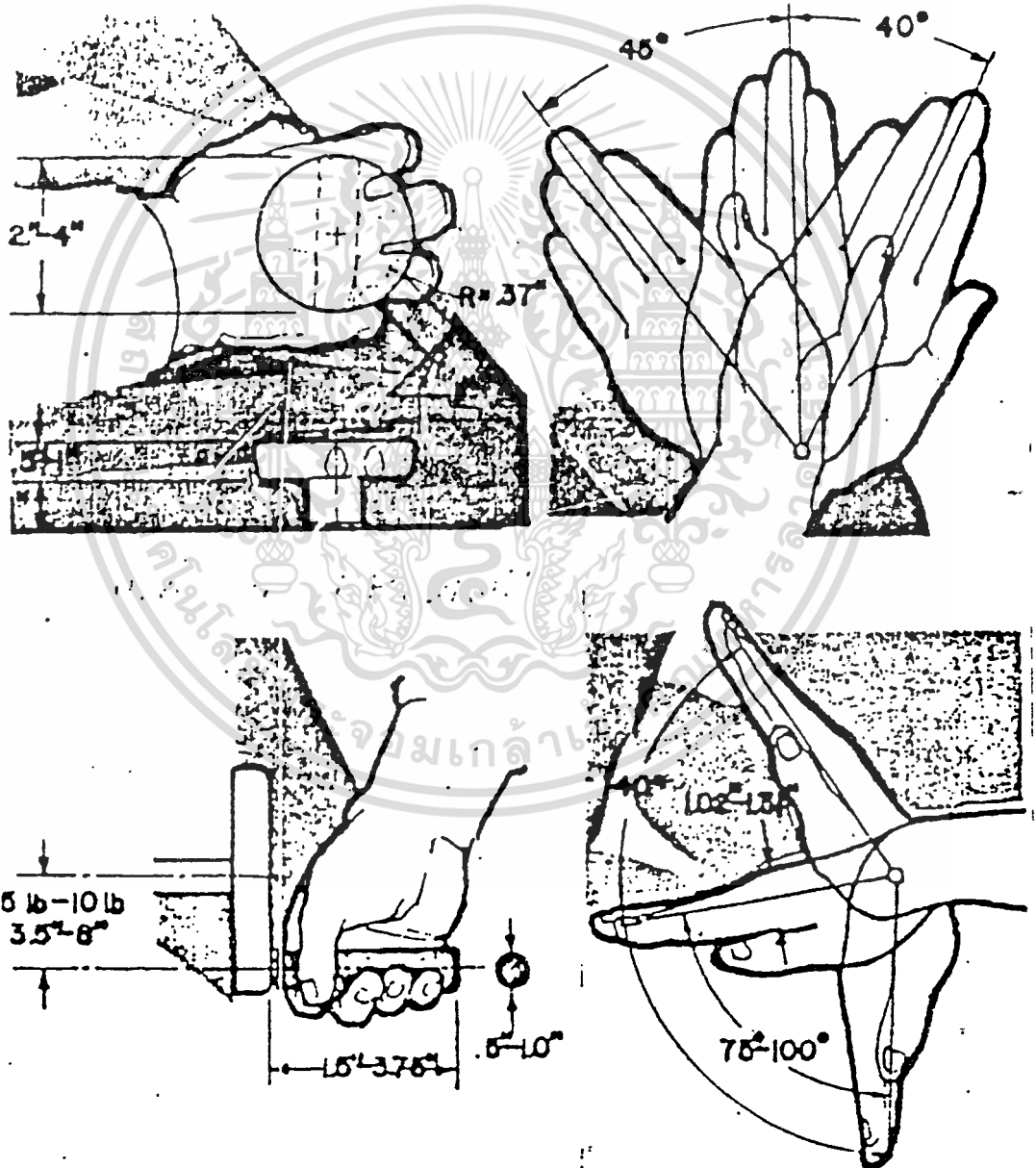
ระยะที่	ชื่อระยะ	ขนาด/ซม.	หมายเหตุ
1	ระยะแขนเอื้อมไปเลื่อนปรับระดับ กล้อง	ไม่เกิน 78.85	ระยะแขนไป ข้างหน้า
2	ระยะจากพื้นถึงพื้นล่างของแท่น	65.00	± 5 ซม.
3	ระยะความกว้างของแท่น	ไม่เกิน 156	ระยะแขนด้านข้าง
4	ระยะมือเอื้อมไปหมุนแผ่นภาพม้วน	ไม่เกิน 50.00	45 องศาจากตัว

ระยะความสูงของการนั่งปฏิบัติงานยึดเอามาตรฐานของเก้าอี้ที่นั่งทำงานเป็น
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
มาตรฐาน คือ เก้าอี้สูง 45 เซนติเมตรจากพื้น
ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องหน้าและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับมือ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

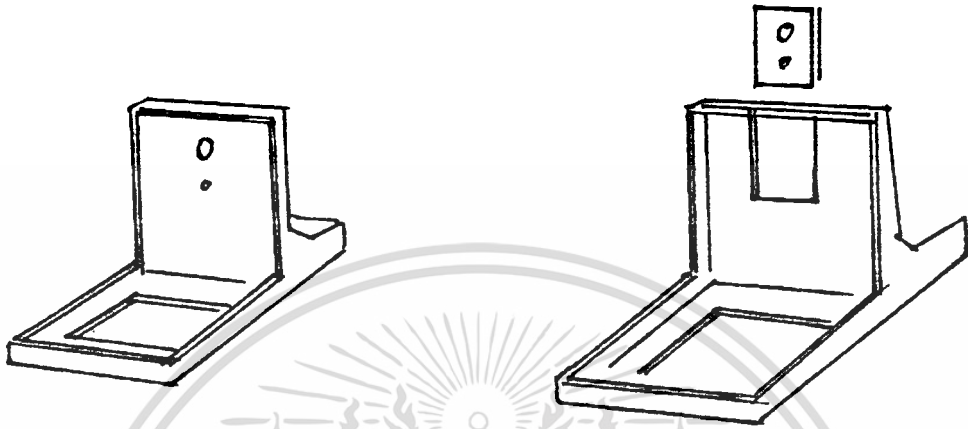
การวิเคราะห์สัดส่วนที่สัมพันธ์กับมือ ก็เพื่อเป็นการหาสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. มือจับสำหรับหมุนแกนหมุนแผ่นภาพ
2. มือจับสำหรับเลื่อนกลิ้งขึ้น-ลง
3. ขนาดของปุ่มสวิตช์ที่ใช้ควบคุมระบบไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางมหาวิทยาลัย
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 วิเคราะห์รูปแบบการยึดกล่องสำหรับถ่ายทำ



รูปแบบที่ 1 ตัวล๊อคติดแน่น

รูปแบบที่ 2 ตัวล๊อคถอดได้

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2
ความแข็งแรง	3	3
ความสะดวกในการทำติดตั้ง	4	2
ลดขั้นตอนการผลิต	4	2
รับน้ำหนักได้ดี	4	3
ลดต้นทุนการผลิต	4	2
รวม	19	12

สรุป ใช้รูปแบบที่ 1 เหมาะสมกับการทำงาน

หมายเหตุ 4 ดีมาก

3 ดี

2 พอใช้

1 ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

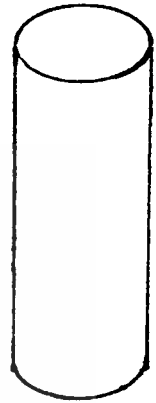
ตารางที่ 20 วิเคราะห์รูปแบบสแตนยัดแทนยัดกล่อง



1. สี่เหลี่ยมผืนผ้า



2. สี่เหลี่ยมจัตุรัส



3. ทรงกระบอก

ข้อพิจารณา	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	ทรงกระบอก
พื้นที่รับน้ำหนักมาก	4	3	2
ความแข็งแรง	3	3	4
ผลิตง่าย	3	3	4
ประกอบกับแทนยัดง่าย	4	4	2
ประหยัดพื้นที่ทำงาน	3	4	4
เหมาะสมกับพื้นที่ติดตั้ง	4	3	2
รวม	21	20	18

สรุป สี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 วิเคราะห์มือจับเลื่อนแทนยึดกลิ้ง



ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความถนัดในการจับ	2	3	4
ผ่อนแรง	3	2	3
ควบคุมได้ดี	2	2	4
เหมาะสมกับระยะทางปรับ	3	2	3
เหมาะสมในการติดตั้ง	2	3	2
รวม	12	12	16

สรุป เลือกใช้รูปแบบที่ 3 ในการติดตั้ง

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

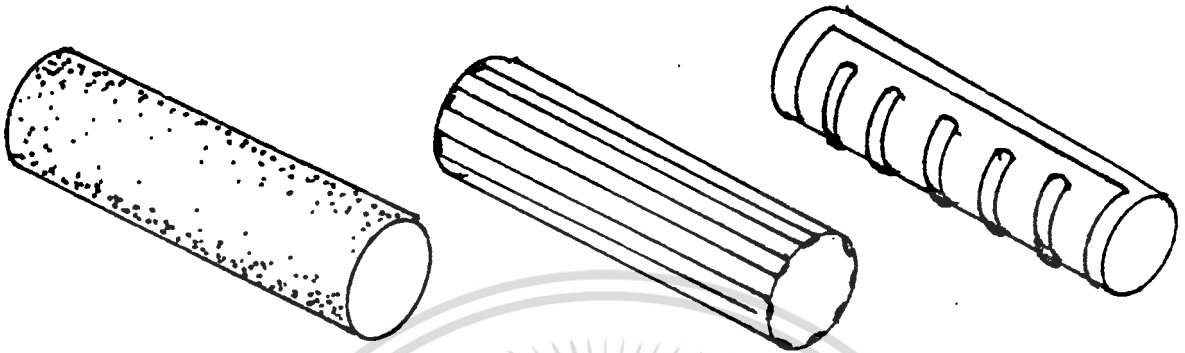
3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากพบข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัยให้ติดต่อแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 วิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวของมือจับแท่นยึดกล้อง



1. ใช้เป็นผิวขรุขระ

2. ผิวเส้นเป็นร่องลงไป

3. ผิวเส้นนูนขึ้น

ข้อพิจารณา	ผิวขรุขระ	เส้นลึกลงไป	เส้นนูนขึ้น
ความกระชับ	3	4	3
ผลิตง่าย	3	4	3
ประหยัดวัสดุผลิต	3	4	2
เหมาะกับการจับหมุน	2	4	4
สอดคล้องกับสรีระของมือ	2	3	3
รวม	13	19	15

สรุป ใช้แบบผิวเป็นเส้นลึกลงไปเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สนับสนุนไม่ตีพิมพ์หรือให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 วิเคราะห์รูปแบบถาดใส่แผ่นเซลล์



ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
สะดวกในการหยิบ	3	2	3
ประกอบกับแป้นได้ง่าย	3	2	4
ผลิตง่าย	4	3	4
ประหยัดวัสดุ	4	3	4
ราคาถูก	4	2	4
รวม	18	12	19

สรุป เลือกใช้รูปแบบที่ 3 ในการใช้งานเหมาะสมที่สุดในการทำงาน

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

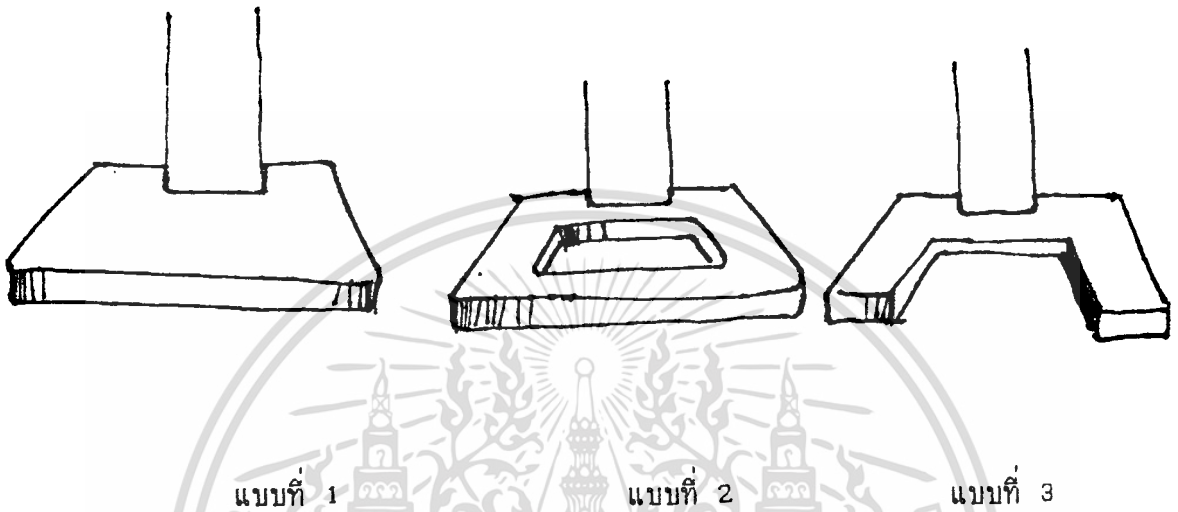
2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 วิเคราะห์รูปแบบของฐานของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน



ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความแข็งแรง	4	3	2
ง่ายในการผลิต	3	2	4
ประหยัดวัสดุผลิต	3	2	4
ไม่ขัดขวางการทำงาน	3	2	4
สะดวกในการติดตั้ง	3	2	3
รวม	16	11	17

สรุป เลือกใช้รูปแบบที่ 3 จะสะดวกในการทำงานการติดตั้งและประหยัด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

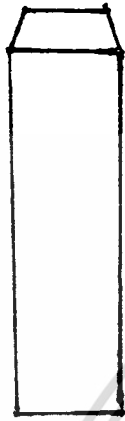
3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 วิเคราะห์รูปแบบของขาแทนถ่ายทำ



สี่เหลี่ยมจตุรัส



สี่เหลี่ยมผืนผ้า



เลาทรงกระบอก

ข้อพิจารณา	สี่เหลี่ยมจตุรัส	สี่เหลี่ยมผืนผ้า	ทรงกระบอก
รับน้ำหนักได้ดี	3	4	2
กระจายน้ำหนักกดได้ทั่วถึง	3	4	2
เหมาะกับพื้นที่ติดตั้ง	3	4	2
ติดตั้งง่าย	3	4	2
ใช้งานได้นาน	4	4	3
รวม	16	20	11

สรุป ใช้รูปแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

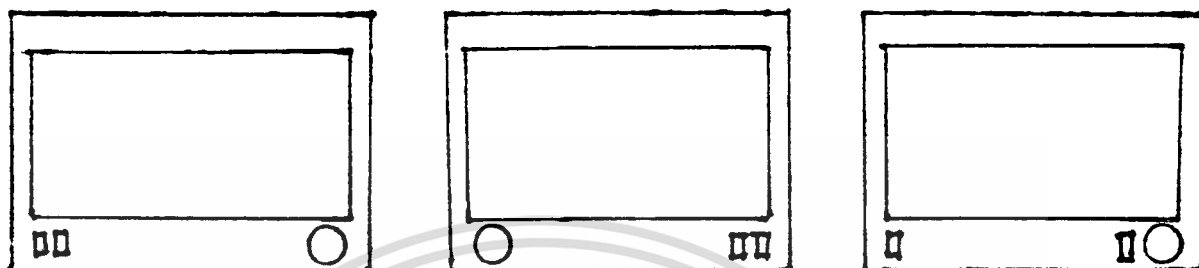
2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 วิเคราะห์การติดตั้งสิทธิ์ควบคุมการทำงานของระบบไฟให้แสงสว่าง
วิเคราะห์ตามหลักพฤติกรรมการทำงานของผู้ใช้



แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน	4	2	3
สะดวกในการควบคุม	4	3	2
ควบคุมได้ทั่วถึง	4	3	2
สะดวกในการติดตั้ง	4	3	3
ความถนัดของผู้ทำงาน	4	3	2
รวม	20	14	12

สรุป ใช้รูปแบบที่ 1 เหมาะสมกับการทำงานที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 วิเคราะห์ นับ เก็บ สแตนด์แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

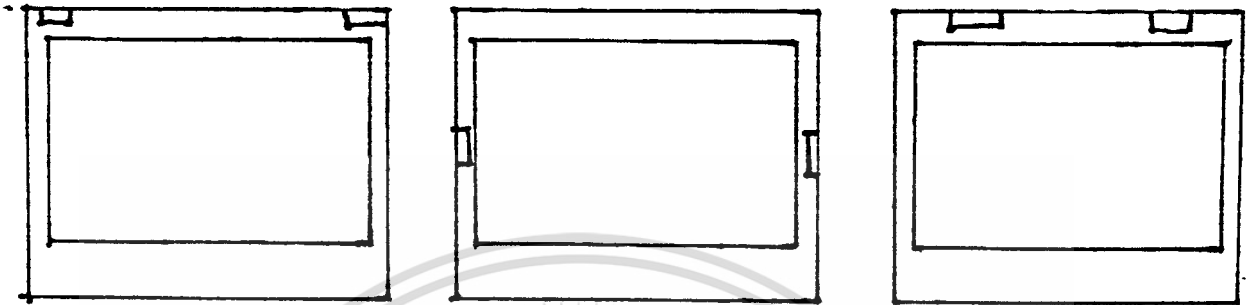
ข้อพิจารณา	นับเก็บ	ตายตัว
ประหยัดเนื้อที่ขณะเลิกใช้งาน	1	0
สะดวกในการขนส่ง	1	0
ประหยัดเนื้อที่	1	0
ความแข็งแรง	0	1
การติดตั้ง	0	1
ความปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย	1	0
รวม	4	1

สรุป

การนับเก็บสแตนด์จะเหมาะสมกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28 วิเคราะห์การติดตั้งคอมไฟให้แสงสว่างในการถ่ายทำ



แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

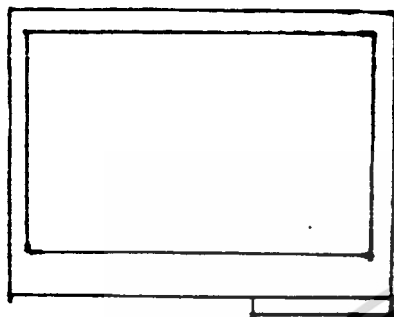
ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ไม่กีดขวางการทำงาน	4	2	4
สะดวกในการปรับเปลี่ยนมุมให้แสง	4	2	4
พื้นที่นับเก็บเหมาะสม	4	2	2
ความสวยงาม	4	3	3
รวม	16	9	13

สรุป เลือกใช้แบบที่ 1 เหมาะในการติดตั้งที่สุด

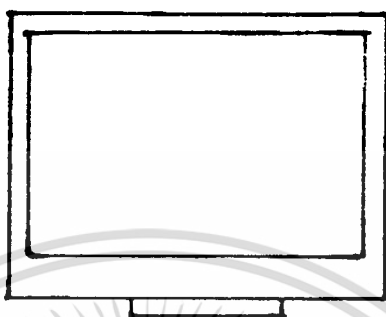
- หมายเหตุ 4 = ดีมาก
 3 = ดี
 2 = พอใช้
 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

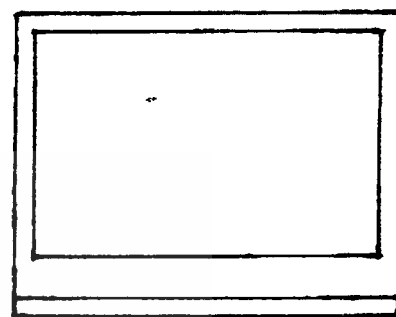
ตารางที่ 29 วิเคราะห์มือจับแผ่นทับแผ่นเซล



มุ่มขวา



กลาง



แถบยาว

ข้อพิจารณา	มุ่มขวา	กลาง	แถบยาว
ความถนัดของผู้ปฏิบัติงาน	3	3	4
ประหยัดวัสดุ	3	3	2
ผลิตง่าย	3	3	4
เปิด-ปิดง่าย	3	2	4
ความสมดุล	2	3	4
ความสวยงาม	3	2	4
รวม	17	16	22

สรุป ใช้รูปแบบแถบยาวเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 วิเคราะห์ระบบการเลื่อนขึ้นลงของแท่นยึดกล้องถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ระบบที่มีคุณสมบัติที่จะนำมาพิจารณามี 3 ระบบคือ

1. ระบบเฟือง
2. ระบบใช้ความผิดโดยมีสายพานตั้งด้านบน
3. ระบบไฮดรอลิค

ข้อพิจารณา	ระบบเฟือง	ระบบความผิด	ระบบไฮดรอลิค
การผ่อนแรง	2	3	4
ปรับเปลี่ยนสะดวก	2	3	4
ติดตั้งง่าย	4	3	2
ราคาถูก	4	3	1
อายุการใช้งานนาน	3	4	2
บำรุงรักษาง่าย	4	4	1
รวม	19	20	14

สรุป เลือกใช้ระบบความผิดเหมาะสมกับการนำมาใช้งานมากที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31 วิเคราะห์ความจำเป็นในการพับเก็บคอมไฟ

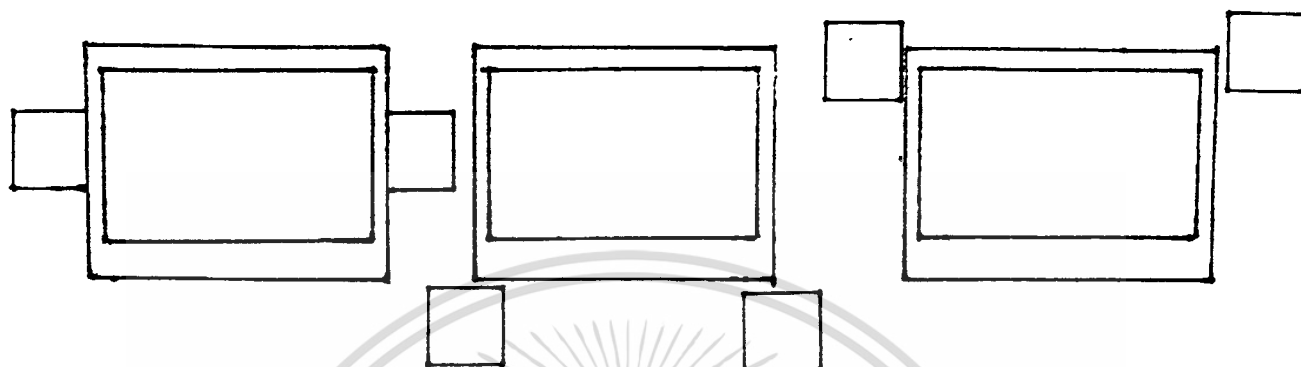
ข้อพิจารณา	พับเก็บได้	ถ้าไร
ความเป็นสัดส่วนในการทำงาน	/	0
การบำรุงรักษาคอมไฟ	/	0
ความสวยงาม	/	0
สะดวกในการใช้งาน	0	/
ความปลอดภัย	/	0
การรักษาเนื้อที่ทำงาน	/	0
รวม	5	1

สรุป คอมไฟจำเป็นต้องมีการพับเก็บ

หมายเหตุ / = 1
0 = ไม่มีคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32 วิเคราะห์การจัดวางของสถานีแผ่นเซลล์โดยยึดหลักการทำงานของ
ปฏิบัติการกับแป้น



แบบที่ 1

แบบที่ 2

แบบที่ 3

ข้อพิจารณา	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3
ความสะดวกในการหยิบ-วาง	4	3	2
ประหยัดพื้นที่ทำงาน	4	2	3
ง่ายต่อการติดตั้ง	4	2	3
สอดคล้องกับพฤติกรรมการทำงาน	4	3	4
ความปลอดภัยของการเก็บแผ่นเซลล์	4	2	3
รวม	20	12	15

สรุป เลือกติดตั้งตามรูปแบบที่ 1 เหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

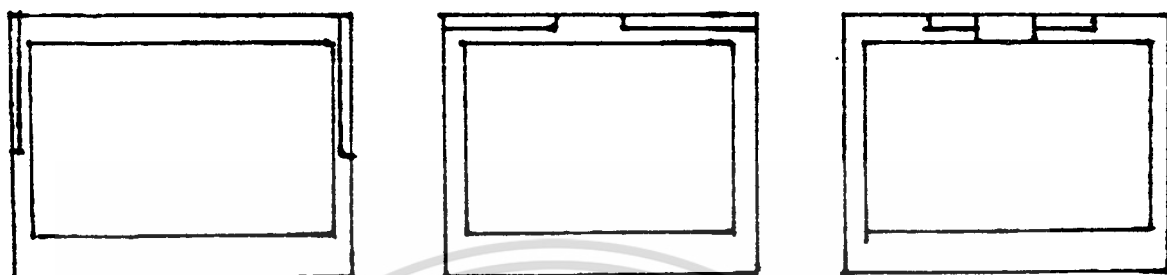
3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 33 วิเคราะห์การจัดตำแหน่งการเก็บคอมพิวเตอร์ไฟให้แสงในการถ่ายทำ



ริมซ้าย-ขวา

หลังแป้น

ติดกับสแตน

ข้อพิจารณา	ริมซ้าย-ขวา	หลังแป้น	ติดสแตน
สะดวกในการเก็บและเปิดใช้งาน	4	3	2
ประหยัดเนื้อที่	4	2	3
ความปลอดภัยในการเก็บ	3	4	2
ความสวยงาม	4	3	2
ไม่ขัดต่ออุปกรณ์ส่วนอื่น	3	4	2
รวม	18	16	11

สรุป ติดตั้งด้านซ้าย-ขวาของแป้นเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

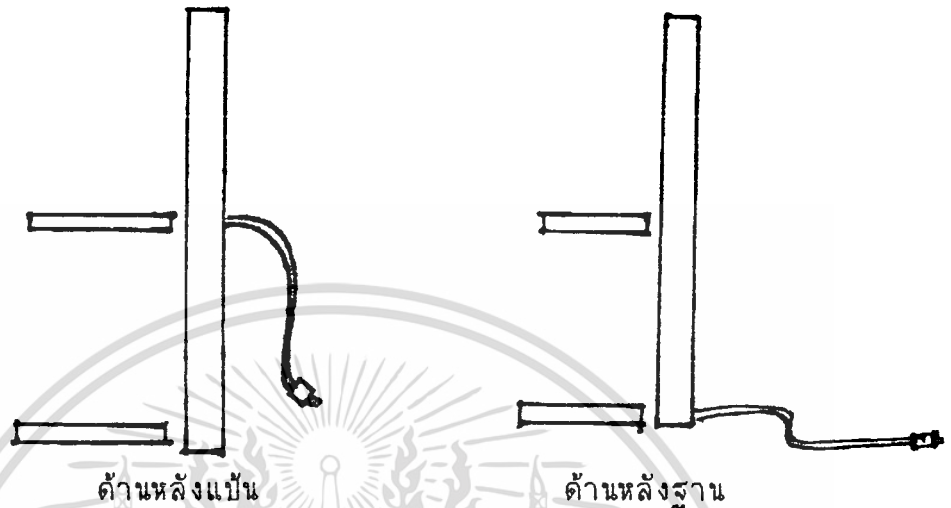
3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34 วิเคราะห์ตำแหน่งการเดินสายไฟใช้กับหลอดไฟในการให้แสง



ข้อพิจารณา	ด้านหลังบ้าน	ด้านหลังสวน
ความปลอดภัย	4	3
สะดวกในการใช้งาน	4	3
ประหยัด	4	2
สะดวกในการเดินไป	4	2
ความสวยงาม	3	4
รวม	19	14

สรุป ดินจากด้านหลังของบ้านถ่ายทำเหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน

หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 วิเคราะห์วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตแทนยัดกล้าง

วัสดุที่จะนำมาพิจารณามี 3 ชนิดคือ

1. เหล็ก
2. พลาสติก
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	เหล็ก	พลาสติก	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	4	2	3
บำรุงรักษาง่าย	2	3	4
ผลิตง่าย	4	3	2
ราคาถูก	4	2	3
ความสวยงาม	2	4	3
รวม	16	14	15

สรุป ใช้เหล็กในการผลิตแทนยัดกล้าง

- หมายเหตุ 4 = ดีมาก
 3 = ดี
 2 = พอใช้
 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36 วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตแทนยึดกล้องถ่ายภาพ

มีข้อพิจารณาอยู่

1. ปุ่มขึ้นรูป
2. หล่อ
3. เชื่อม

ข้อพิจารณา	ปุ่มขึ้นรูป	หล่อ	เชื่อม
ความแข็งแรง	3	4	3
ความสวยงาม	4	3	2
ประหยัดเวลา	4	3	2
ผลิตง่าย	4	3	2
ต้นทุนการผลิตต่ำ	1	4	4
รวม	16	17	12

สรุป ผลิตด้วยการหล่อจะเหมาะสมที่สุด

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 37 วิเคราะห์วัสดุนำมาผลิตสแตนยัดกล้องถ่ายภาพยนตร์

วัสดุที่นำมาพิจารณาคือ

1. สแตนเลส
2. เหล็ก
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	สแตนเลส	เหล็ก	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	4	3	2
ผลิตง่าย	2	4	3
ราคาถูก	2	4	3
อายุการใช้งาน	4	3	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3	2	3
การรับน้ำหนัก	3	4	2
รวม	18	20	15

สรุป ใช้เหล็กในการผลิตสแตนเหมาะสมที่สุดตามคุณสมบัติข้างต้น

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 38 วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตลดต้นทุนยึดแท่นยึดกล่อง

มีกรรมวิธีการผลิตอยู่ 3 แบบ ดังนี้

1. หล่อ
2. ปั้นขึ้นรูป
3. รัต

ข้อพิจารณา	หล่อ	ปั้นขึ้นรูป	รัต
ความแข็งแรง	4	3	3
ประหยัดวัสดุ	3	4	4
ประหยัดเวลา	2	4	2
ผลิตง่าย	3	4	2
ต้นทุนผลิตต่ำ	4	3	2
รวม	16	18	13

สรุป ใช้กรรมวิธีปั้นขึ้นรูปเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 39 วิเคราะห์วัสดุนำมาผลิตแผ่นกรองแสงของแป้นถ่ายทำ

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. กระจกฝ้า
2. พลาสติกฝ้า

ข้อพิจารณา	กระจกฝ้า	พลาสติกฝ้า
ทนการขีดขีด	4	3
การคงรูป	4	3
การกรองแสง	4	3
อายุการใช้งาน	4	3
ทนความร้อน	4	3
ราคา	2	4
ผลิตง่าย	2	4
รวม	24	23

สรุป ใช้กระจกฝ้าในการทำแผ่นกรองแสง

หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 40 วิเคราะห์วัสดุนำมาผลิตเป็นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ลักษณะ คือ

1. พลาสติก
2. เหล็กแผ่น
3. สแตนเลส

ข้อพิจารณา	พลาสติก	เหล็กแผ่น	สแตนเลส
ความแข็งแรง	2	3	4
ผลิตง่าย	4	2	3
ราคาถูก	4	3	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4	2	3
น้ำหนักเบา	4	2	2
ทนต่อสารเคมี	3	2	4
ผิววัสดุสวย	4	2	3
รวม	25	16	21

สรุป เลือกใช้พลาสติกในการผลิตเป็นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

- หมายเหตุ 4 = ดีมาก
 3 = ดี
 2 = พอใช้
 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 41 วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ในการผลิตแป้นถ่ายทำภาพยนตร์

ชนิดของพลาสติกที่นำมาวิเคราะห์ มีดังนี้

1. เทอร์โมพลาสติก
2. เทอร์โมเซตติง

ข้อพิจารณา	เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซตติง
แข็งแรง ทนทาน ทนแรงกระแทก	4	4
ทนกรดต่างต่าง ๆ	4	4
ราคาถูก	4	2
น้ำหนักเบา	3	2
ง่ายต่อการผลิตในระบบอุตสาหกรรม	4	3
ความสวยงามของผิววัสดุ	4	3
รวม	23	18

สรุป เลือกใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 42 วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกนำมาผลิตแป้นถ่ายทำภาพยนตร์

พลาสติกที่นำมาใช้ผลิตคือประเภทเทอร์โมพลาสติก ที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ประเภท คือ

1. เอ.บี.เอส
2. โพลีลโตรีน
3. โพลีโพรพิลีน

ข้อพิจารณา	เอ.บี.เอส	โพลีลโตรีน	โพลีโพรพิลีน
แข็งแรง ทนทาน	3	3	4
ทนแรงกระแทก			
ทนกรดด่าง	3	2	4
ทนความร้อน	3	2	4
ขึ้นรูปง่าย	4	3	3
ทนการขีดขีด	2	2	4
น้ำหนักเบา	3	4	3
รวม	18	16	22

สรุป ใช้โพลีโพรพิลีนเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 43 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตแป้นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

กรรมวิธีผลิตที่นำมาพิจารณามีดังนี้

1. ฉีด
2. อัดสูญอากาศ
3. หล่อ

ข้อพิจารณา	ฉีด	อัดสูญอากาศ	หล่อ
ความแข็งแรง	4	3	2
ผลิตง่าย	4	3	3
ต้นทุนต่ำ	4	4	4
ประหยัดเวลา	4	2	2
เหมาะสมกับชิ้นงาน	4	2	4
รวม	20	14	15

สรุป ใช้กรรมวิธีแบบฉีดเหมาะสมที่สุด

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44 วิเคราะห์วัสดุทำแผ่นทับแผ่นเซล

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์ 2 ชนิด คือ

1. กระຈก
2. พลาสติก

ข้อพิจารณา	กระຈก	พลาสติก
ทนการขูดขีด	4	3
การคงรูป	4	3
ความใส	4	3
อายุการใช้งาน	4	3
ทนความร้อน	4	3
รวม	23	18

สรุป ใช้กระຈกในการทำแผ่นทับแผ่นเซลเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 45 วิเคราะห์วัสดุผลิตภัณฑ์รอบกระจกกับแผ่นเซล

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. เหล็กแผ่น
2. สแตนเลส
3. พลาสติก

ข้อพิจารณา	เหล็กแผ่น	สแตนเลส	พลาสติก
แข็งแรง	4	4	3
ผลิตง่าย	3	2	4
น้ำหนักเบา	2	2	4
ราคาถูก	3	2	4
ทนต่อสารเคมี	2	3	4
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	2	3	4
ประกอภกับชิ้นส่วนอื่นง่าย	3	3	4
รวม	19	19	27

สรุป ใช้พลาสติกในการผลิตกรอบกระจกแผ่นทับแผ่นเซลเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 วิเคราะห์พลาสติกที่นำมาใช้ผลิตกรอบกระจกกับแผ่นเซลล์

ประเภทของพลาสติกที่นำมาวิเคราะห์ คือ

1. เทอร์โมพลาสติก
2. เทอร์โมเซตติง

ข้อพิจารณา	เทอร์โมพลาสติก	เทอร์โมเซตติง
แข็งแรง ทนทาน ทนแรงกระแทก	4	4
ทนกรดต่างต่าง ๆ	4	4
ราคาถูก	3	4
น้ำหนักเบา	3	4
ง่ายต่อการผลิต	4	2
ความสวยงามของผิววัสดุ	4	2
รวม	22	20

สรุป เลือกใช้พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกในการผลิต

หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 47 วิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้ผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล

ชนิดของพลาสติกที่นำมาใช้วิเคราะห์ 3 ชนิด คือ

1. เอ.บี.เอส
2. โพลีลไตรีน
3. โพลีโพรพิลีน

ข้อพิจารณา	เอ.บี.เอส	โพลีลไตรีน	โพลีโพรพิลีน
แข็งแรง ทนทาน	4	3	4
ทนแรงกระแทก			
ทนกรดต่าง	3	2	4
ทนความร้อน	3	3	4
ทนการขีดขีด	2	3	4
น้ำหนักเบา	2	3	4
รวม	14	14	20

สรุป เลือกใช้โพลีโพรพิลีนในการทำกรอบกระจกทับแผ่นเซล

- หมายเหตุ 4 = ดีมาก
3 = ดี
2 = พอใช้
1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตกรอบกระจกทับแผ่นเซล

กรรมวิธีผลิตที่นำมาวิเคราะห์ดังนี้

1. ฉีด
2. อัดสูญอากาศ
3. หล่อ

ข้อพิจารณา	ฉีด	อัดสูญอากาศ	หล่อ
ความแข็งแรง	4	3	2
ผลิตง่าย	4	3	3
ต้นทุนต่ำ	3	4	4
ประหยัดเวลา	4	2	2
ประหยัดวัสดุ	4	3	2
เหมาะสมกับชิ้นงาน	4	3	2
ความสวยงามของผิวงาน	4	4	2
รวม	27	22	17

สรุป ใช้กรรมวิธีแบบฉีดเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 49 วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิต ขา สแตน

วัสดุที่นำมาพิจารณามีดังนี้

1. สแตนเลส
2. เหล็ก
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	สแตนเลส	เหล็ก	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	4	3	2
ผลิตง่าย	2	4	3
ราคาถูก	2	4	3
อายุการใช้งาน	4	3	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	3	2	3
รับน้ำหนักได้ดี	3	4	2
รวม	18	20	15

สรุป เลือกเหล็กเป็นวัสดุผลิตขาแทนถ่ายทำ

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50 วิเคราะห์กรรมวิธีที่นำมาผลิตเสาแทนถ่ายทำการ์ตูน

กรรมวิธีที่นำมาวิเคราะห์ 3 กรรมวิธีดังนี้

1. หล่อ
2. ปั้นขึ้นรูป
3. รััด

ข้อพิจารณา	หล่อ	ปั้นขึ้นรูป	รััด
ความแข็งแรง	4	3	3
ประหยัดวัสดุ	3	4	4
ประหยัดเวลา	2	4	2
ผลิตง่าย	3	4	2
ต้นทุนต่ำ	4	3	2
รวม	16	18	13

สรุป ใช้กรรมวิธีปั้นขึ้นรูปเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 51 วิเคราะห์วัสดุนำมาผลิตฐานของสแตน

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. เหล็ก
2. สแตนเลส
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	เหล็ก	สแตนเลส	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	3	4	2
ผลิตง่าย	4	2	3
ราคาถูก	4	2	3
อายุการใช้งาน	3	4	2
การรับน้ำหนัก	4	3	2
รวม	18	16	12

สรุป ใช้เหล็กในการผลิตฐานของสแตนเหมาะสมที่สุด

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52 วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตฐานของสแตน

กรรมวิธีที่นำมาวิเคราะห์ 3 กรรมวิธีดังนี้

1. หล่อ
2. ปั้นขึ้นรูป
3. รััด

ข้อพิจารณา	หล่อ	ปั้นขึ้นรูป	รััด
ความแข็งแรง	4	2	2
ประหยัดวัสดุ	3	4	3
ประหยัดเวลา	2	4	3
การรับน้ำหนัก	4	3	3
ต้นทุนการผลิตต่ำ	4	2	2
รวม	17	15	13

สรุป ใช้กรรมวิธีหล่อเหมาะสมกับชิ้นงานมากที่สุด

- หมายเหตุ
- 4 = ดีมาก
 - 3 = ดี
 - 2 = พอใช้
 - 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 53 วิเคราะห์วัสดุที่นำมาผลิตขาโคมไฟ

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มี 3 ประเภทคือ

1. พลาสติก
2. อลูมิเนียม
3. เหล็กแผ่น

ข้อพิจารณา	พลาสติก	อลูมิเนียม	เหล็กแผ่น
ความแข็งแรง	2	3	4
ผลิตง่าย	3	2	4
ต้นทุนต่ำ	3	2	4
อายุการใช้งาน	3	4	2
ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4	3	2
ทนต่อการบิดตัว	3	2	4
รวม	18	16	20

สรุป วัสดุที่นำมาผลิตขาโคมไฟได้เหมาะสมที่สุดคือเหล็กแผ่น

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54 วิเคราะห์กรรมวิธีผลิตขาโคมไฟ

กรรมวิธีที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. หล่อ
2. ป้อนขึ้นรูป
3. รัด

ข้อพิจารณา	หล่อ	ป้อนขึ้นรูป	รัด
ความแข็งแรง	4	3	2
ประหยัดวัสดุ	2	4	2
ประหยัดเวลา	2	4	3
ประหยัดต้นทุน	4	4	2
ผลิตง่าย	3	4	2
รวม	17	19	11

สรุป ใช้กรรมวิธีการป้อนขึ้นรูปเหมาะสมที่สุด

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 55 วิเคราะห์วัสดุผลิตตัวคอมไฟ

วัสดุที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. เหล็ก
2. พลาสติก
3. อลูมิเนียม

ข้อพิจารณา	เหล็ก	พลาสติก	อลูมิเนียม
ความแข็งแรง	4	3	3
ผลิตง่าย	4	3	2
ราคาถูก	4	3	2
ทนความร้อน	4	2	3
บำรุงรักษาง่าย	2	4	3
น้ำหนักเบา	2	4	3
รวม	20	19	16

สรุป ใช้เหล็กในการผลิตตัวคอม

หมายเหตุ 4 = ดีมาก

3 = ดี

2 = พอใช้

1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 56 วิเคราะห์กรรมวิธีการผลิตโคมไฟ

กรรมวิธีการผลิตที่นำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. หล่อ
2. ปั้นขึ้นรูป
3. รัด

ข้อพิจารณา	หล่อ	ปั้นขึ้นรูป	รัด
ความแข็งแรง	4	3	2
ประหยัดวัสดุ	2	4	2
ประหยัดเวลา	2	4	3
ประหยัดต้นทุน	4	4	2
ขึ้นรูปง่าย	3	4	2
รวม	15	19	11

สรุป ใช้กรรมวิธีการปั้นขึ้นรูปเหมาะสมกับชิ้นงานมากที่สุด

หมายเหตุ

- 4 = ดีมาก
- 3 = ดี
- 2 = พอใช้
- 1 = ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปเพื่อการออกแบบ

จากข้อมูลผลการศึกษาคณาการวิเคราะห์สรุปออกมาเป็นส่วนประกอบของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้ดังนี้

1. กล้องที่นำมาใช้ในการถ่ายทำใช้กล้อง 16 มม. ที่สามารถถ่ายเป็นเฟรมได้
2. แท่นยึดกล้องทำด้วยเหล็กป้อมมีฐานรองหน้ากล้อง แท่นยึดกล้องสามารถปรับเลื่อนขึ้นลงได้
3. ระบบที่ใช้ในการเลื่อนแท่นยึดกล้องใช้ระบบความถี่และใช้สปริงช่วยดึงแท่นยึด
4. ลแตนยึดแท่นยึดกล้อง มีความสูง 75 ซม. ทำด้วยเหล็ก กล้องควรมีตัวเลขบอกระยะการปรับขึ้นลง
5. ลแตนยึดกล้องสามารถเก็บได้ เพื่อสะดวกในการขนส่งหรือเคลื่อนย้าย
6. แป้นถ่ายทำมีพื้นที่ทำงานไม่น้อยกว่า 40x55 ซม.
7. แผ่นเชลที่ใช้มีขนาด 22x30
8. แป้นถ่ายทำควรมีกระจกกับแผ่นเชลมีขนาดประมาณ 22x50 ซม.
9. พื้นแป้นควรมีหมุดตรึงแผ่นใส 2 หมุดห่างกัน 8 ซม.
10. ในการถ่ายทำภาพซ้อนควรมีหมุดยึดเพิ่มอีกและสามารถปรับเลื่อนได้
11. แป้นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนควรมีไฟใช้ตรวจสอบแผ่นใสครั้งสุดท้ายก่อนถ่ายทำเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด
12. แผ่นกระจกกับแผ่นใสหนา 1 หุน มีมือจับ มีกรอบแผ่นทับควรเปิดค้างได้
13. โคมไฟใช้ขนาด 250 วัตต์ 2 หลอด = 500 วัตต์
14. โคมควรติดไว้กับแป้นถ่ายทำเพื่อความสะดวกในการใช้งาน
15. โคมไฟเมื่อใช้เสร็จควรเก็บให้เรียบร้อย
16. ในการถ่ายทำควรมีฉากเก็บแผ่นเชลภายในบริเวณทำงานทั้งก่อนและหลังถ่ายทำ
17. ฉากแผ่นใสมีขนาดที่สามารถเก็บแผ่นใสได้ 480-500 แผ่น ใช้น้ำหนักได้ 3.5 กก.
18. ขาแท่นถ่ายทำมีขาเดียว ดำด้วยเหล็กป้อมสูง 75 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ฐานทำด้วยเหล็กหล่อรูปแบบสี่เหลี่ยมจะรับน้ำหนักได้ดี ควรที่จะสอดเก้าอี้เข้าไปได้
20. สีที่จะนำมาใช้ทำ Body แทนถ่ายทำภาพยนตร์ควรเป็นสีดำหรือเทาเท่านั้น
21. สวิทช์เปิดปิดโคมไฟควรอยู่ด้านซ้ายมือ
22. ปุ่มปรับแสงอยู่ด้านขวามือ
23. แผ่นถ่ายทำ ทำมุม 90° กับกล้องถ่ายทำ
24. โคมไฟทำมุม 30-45° กับแผ่นถ่ายทำ
25. ไม่ควรนำอุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทำมาเก็บภายในแทนถ่ายทำ เพราะจะทำให้การถ่ายทำขาดระบบการทำงานจะล่าช้าลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

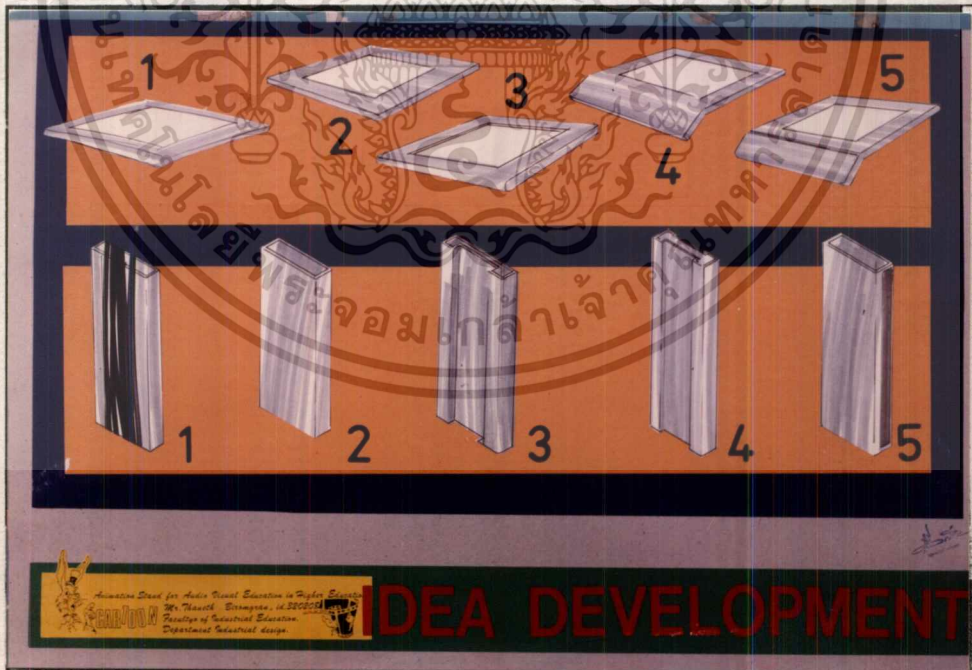
บทที่ 5

การออกแบบ

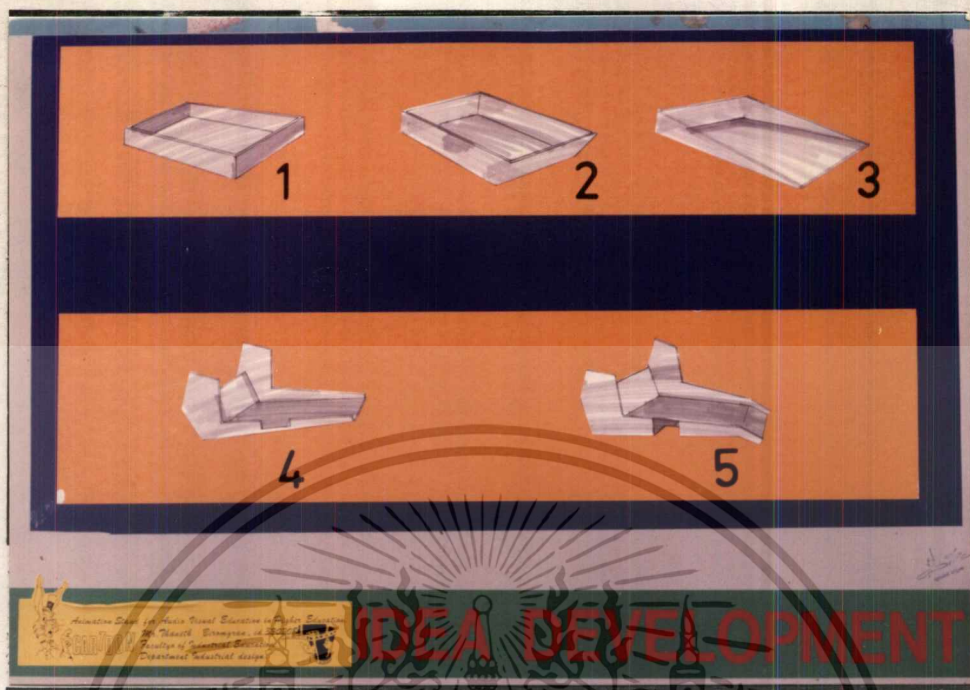
จากข้อมูลที่ได้อีก และวิเคราะห์ทั้งหมด รวบรวมเป็นข้อสรุปสู่แนวทางการออกแบบปรับปรุง แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน สำหรับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ดังที่กล่าวมาแล้วในสรุปวิเคราะห์ แต่ในการออกแบบนั้นก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ของแทนถ่ายภาพทำในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. การออกแบบต้องคำนึงถึงการผลิตในระบบอุตสาหกรรม
2. แทนใช้ติดตั้งภายในศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
3. เหมาะกับผู้ปฏิบัติงานเพียงคนเดียว
4. เวลาในการทำงาน 1 วัน ใช้เวลา 7 ชั่วโมง

5.1 IDEA DEVELOP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 9 รูปแบบการพัฒนาของ แป้นกดทำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



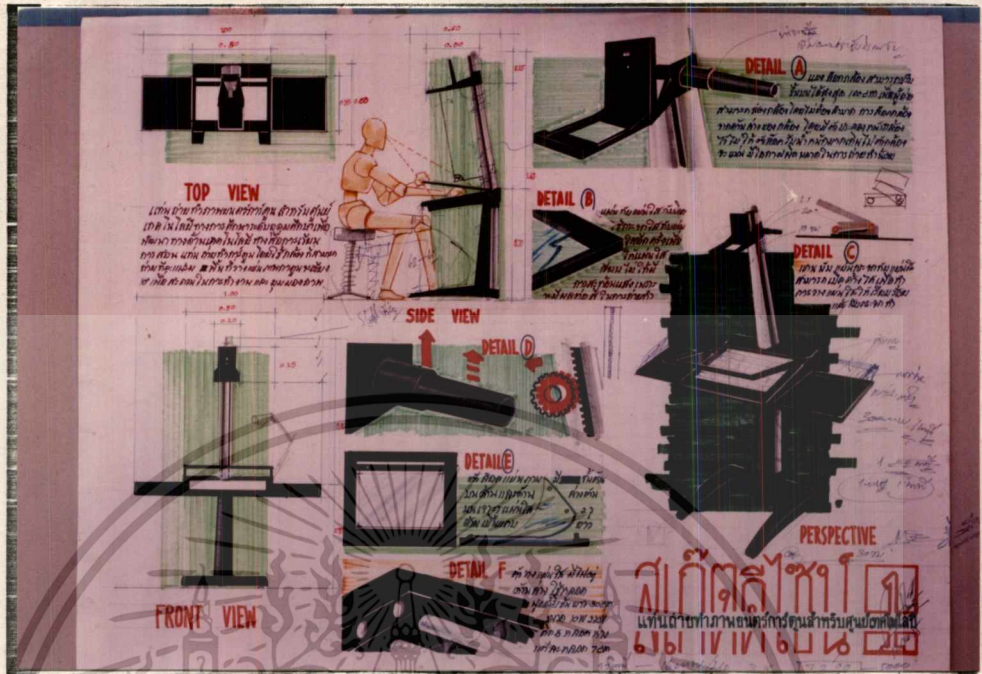
ภาพที่ 92 IDEA DEVELOPMENT



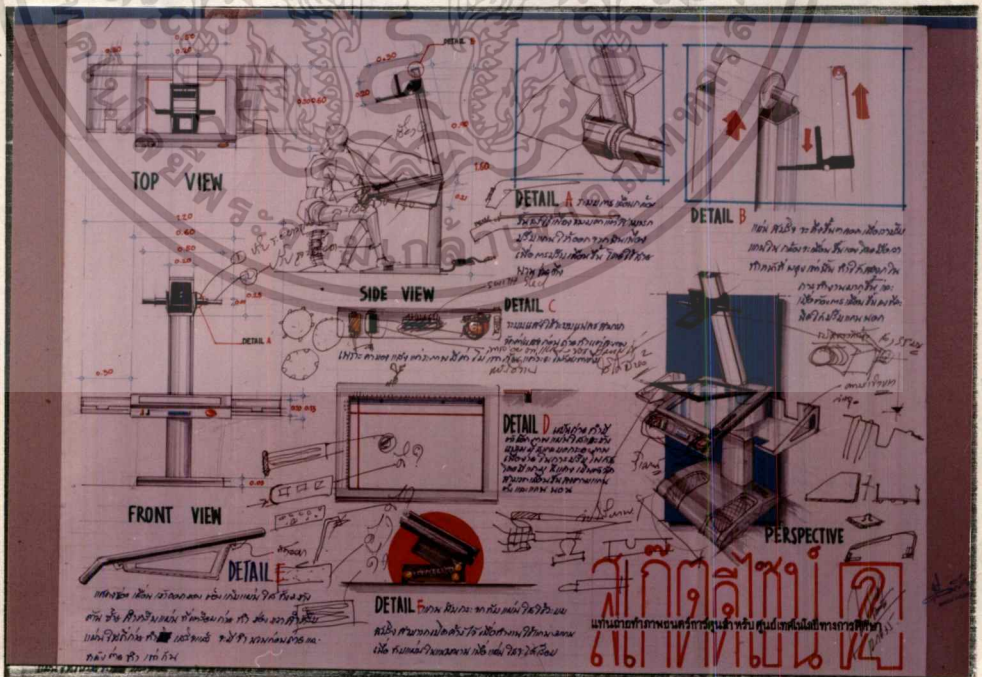
ภาพที่ 93 IDEA DEVELOPMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

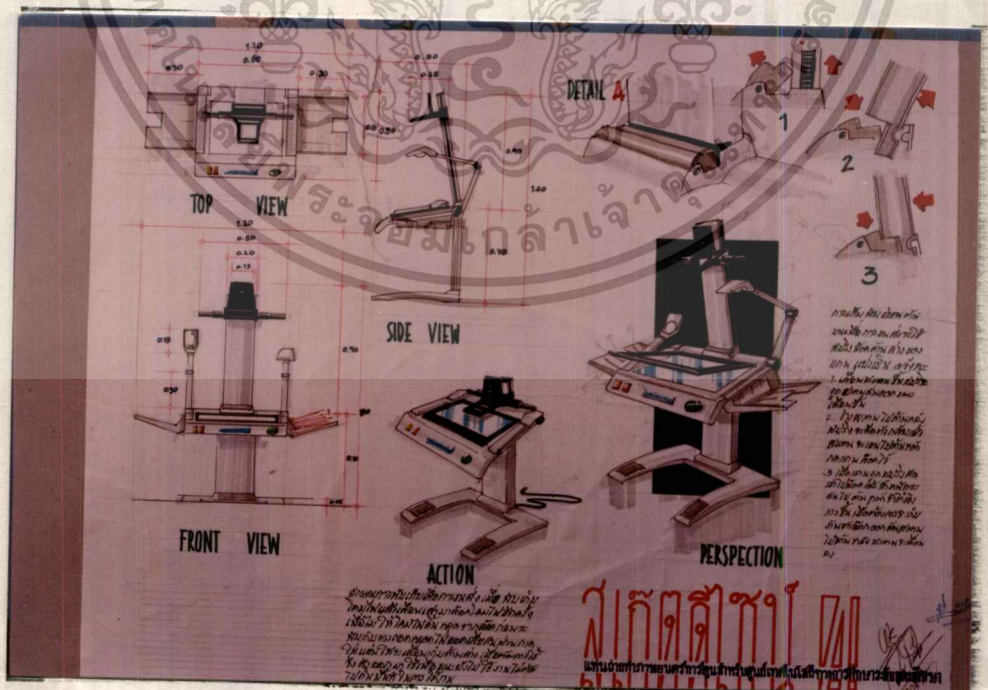
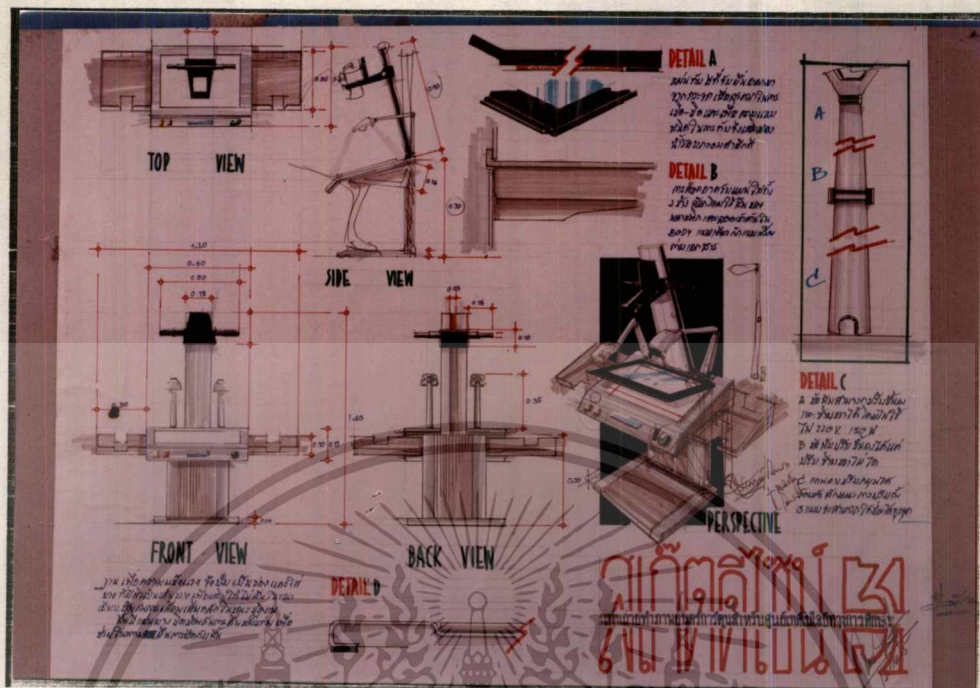
5.2 SKETCH DESIGN



ภาพที่ 94 SKETCH DESIGN



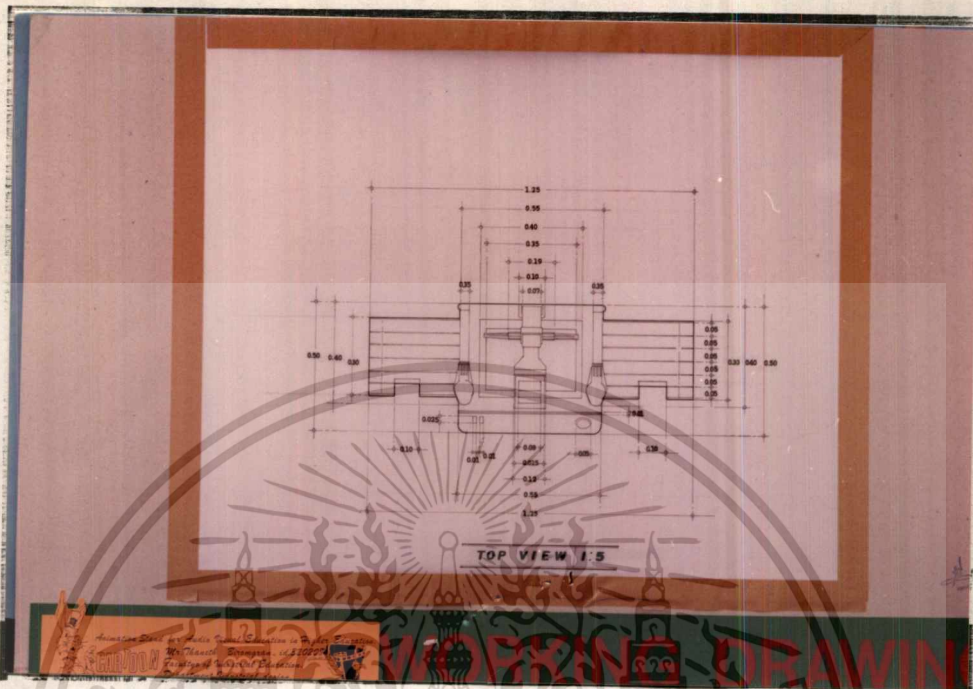
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งภาพที่ 95 SKETCH DESIGN 2 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



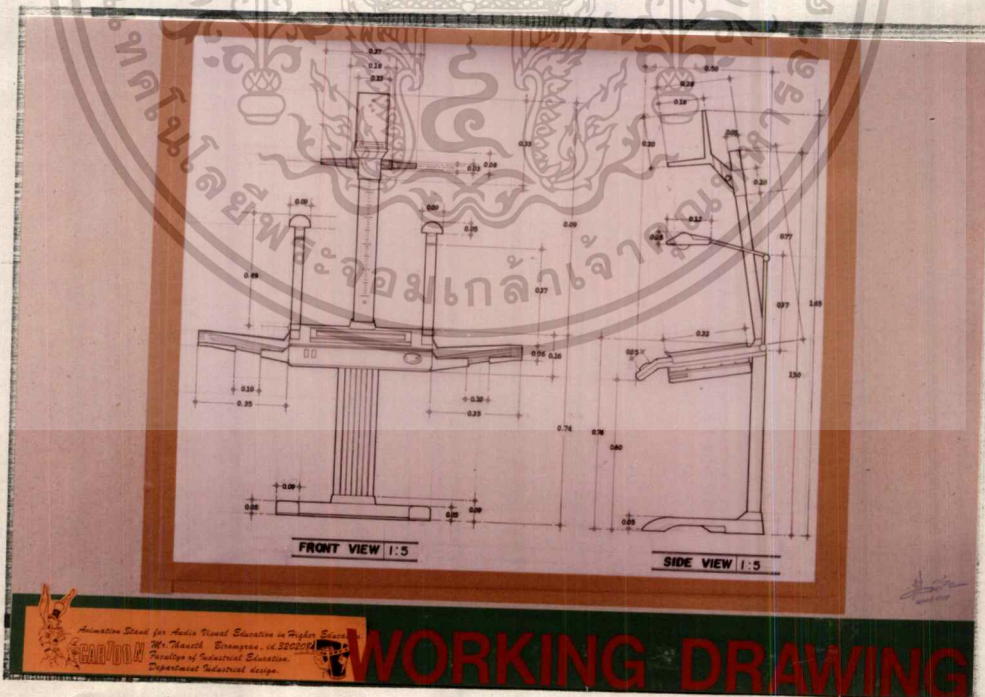
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง**ภาพที่ 9 FINAL SKETCH**จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การนำเสนองานออกแบบ

5.3.1 WORKING DRAWING

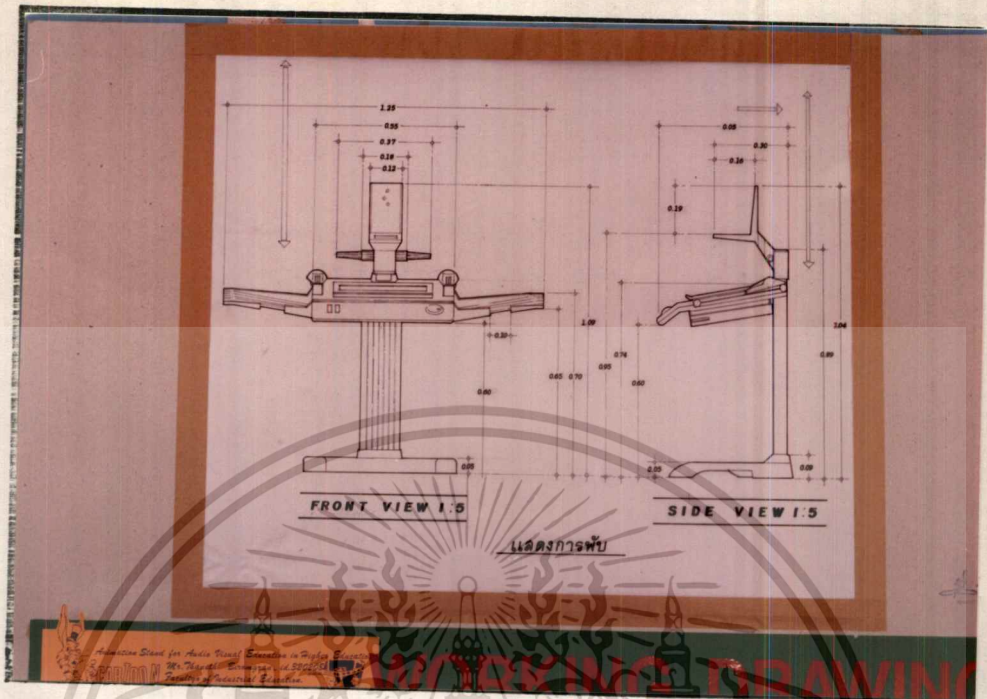


ภาพที่ 98 TOP VIEW

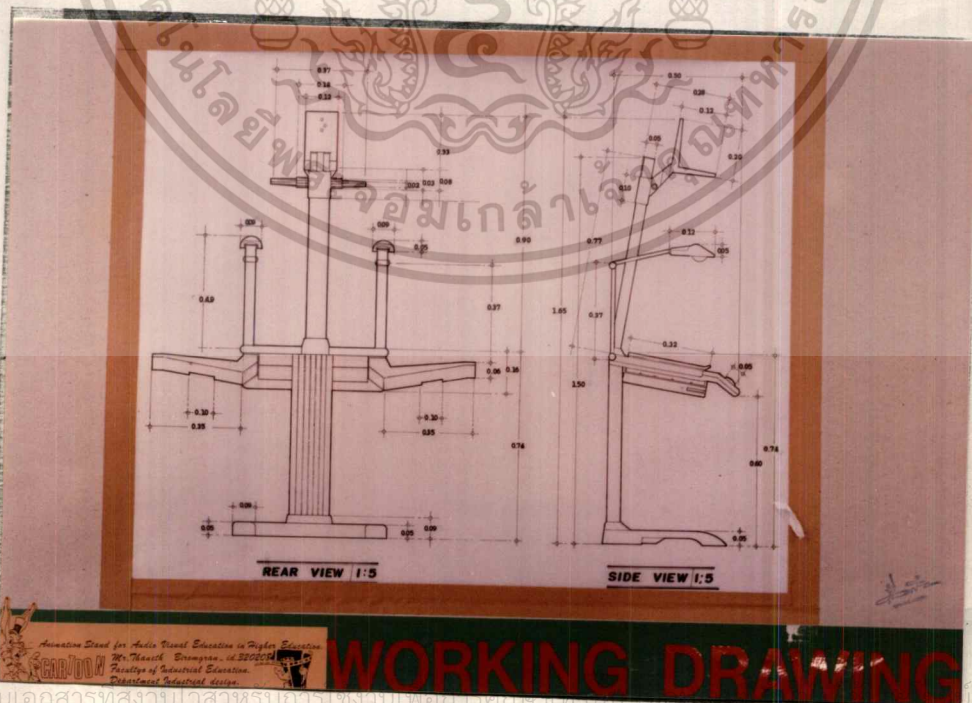


ภาพที่ 99 FRONT, SIDE VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำแบบสิ่งอื่นที่และห้องปฏิบัติการของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 100 FRONT, SIDE VIEW

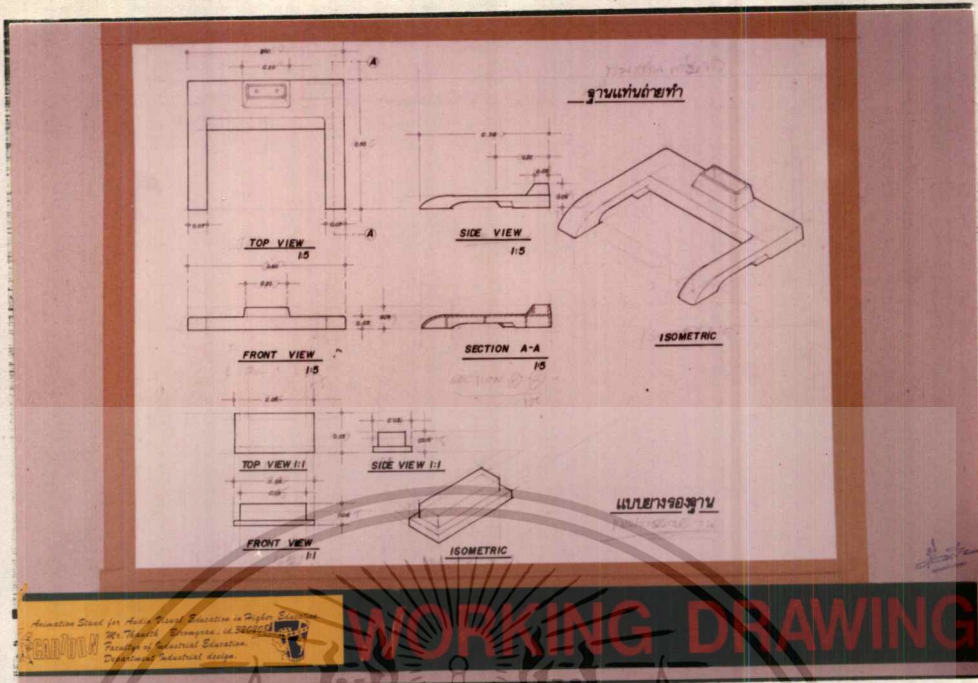


ภาพที่ 101 REAR, SIDE VIEW

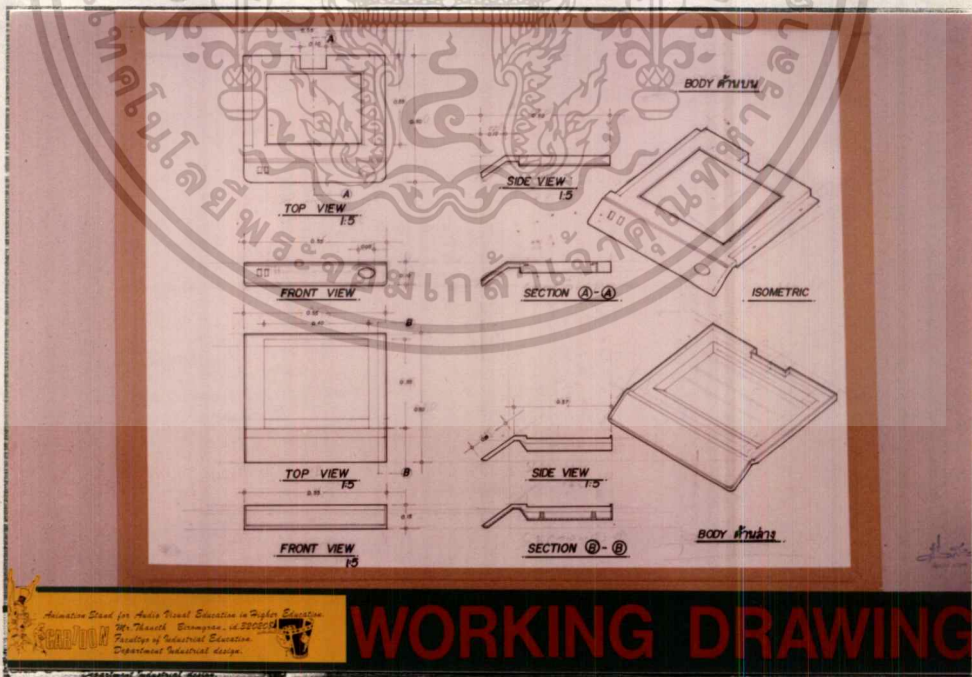
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการแข่งขันเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WORKING DRAWING



ภาพที่ 102



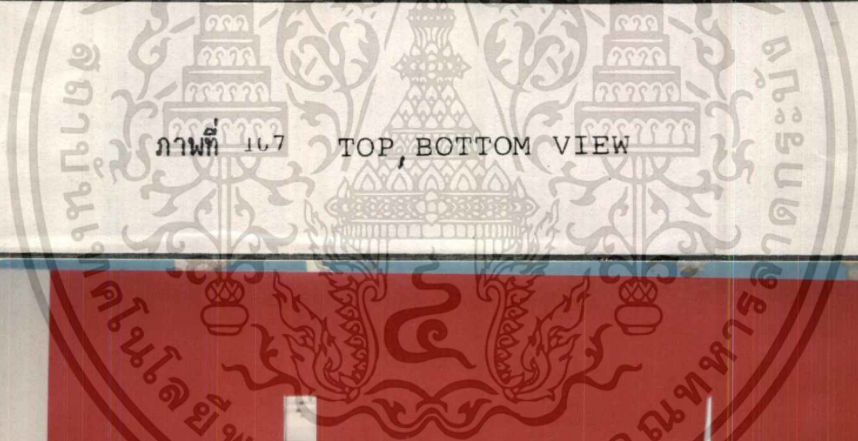
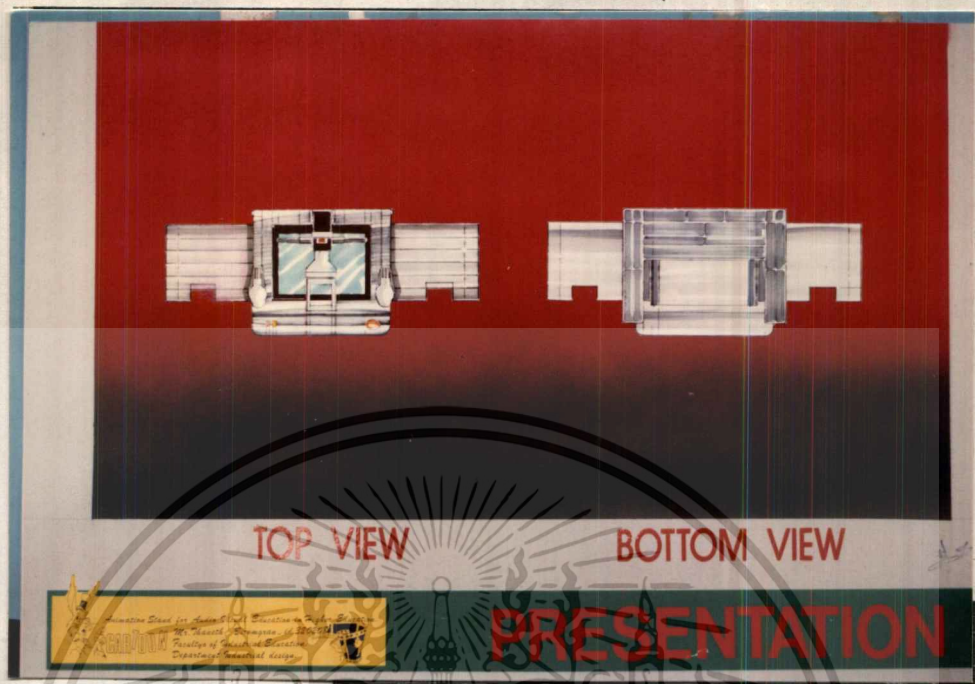
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภาพที่ 103 ที่ BODY นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



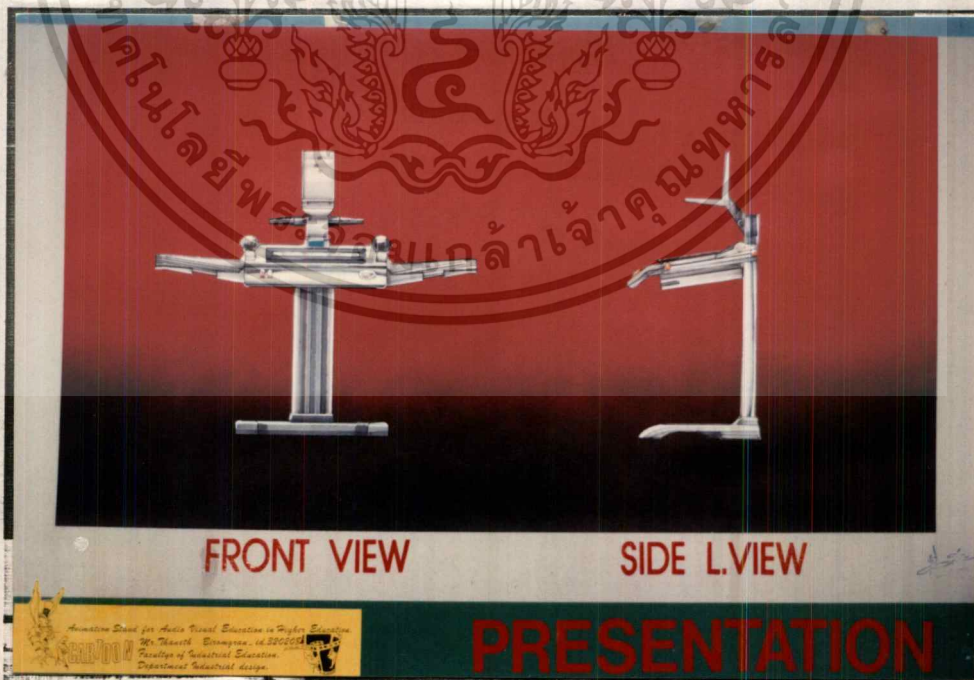
ภาพที่ 106 ISOMETRIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 PRESENTAION



ภาพที่ 107 TOP, BOTTOM VIEW



FRONT VIEW SIDE L.VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปะเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

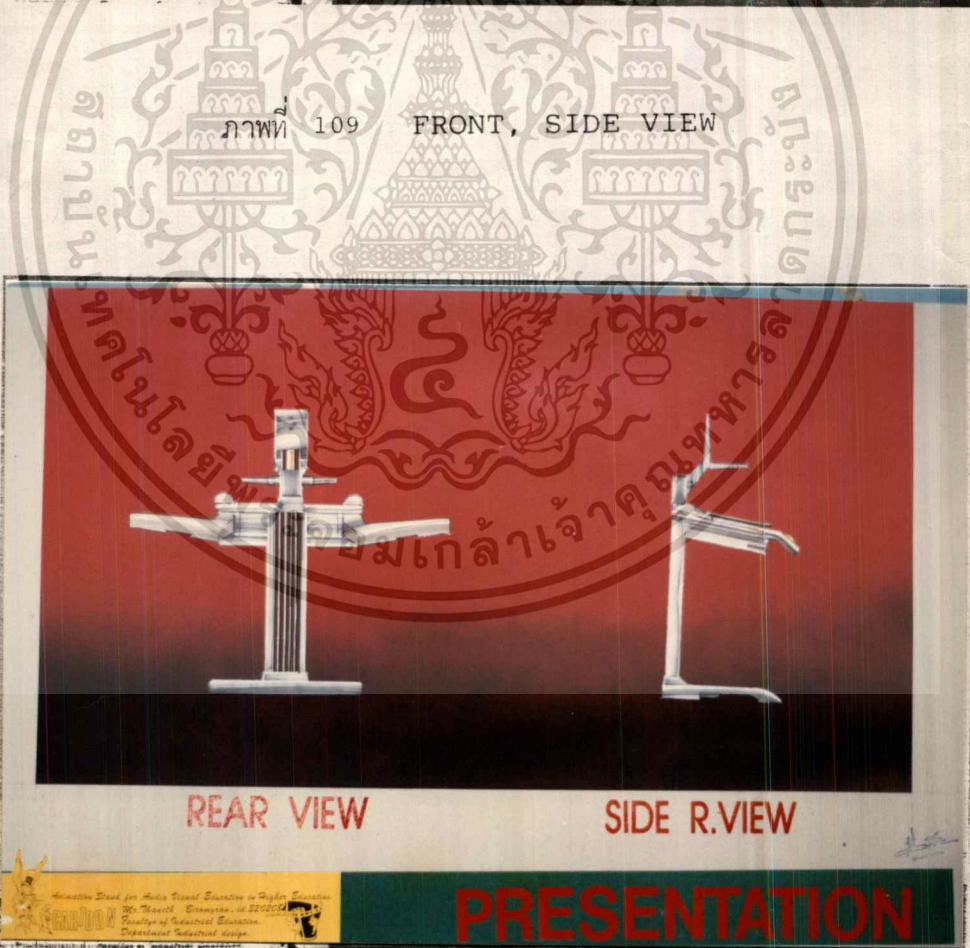
ภาพที่ 108 FRONT, SIDE VIEW



FRONT VIEW

SIDE L.VIEW

PRESENTATION



REAR VIEW

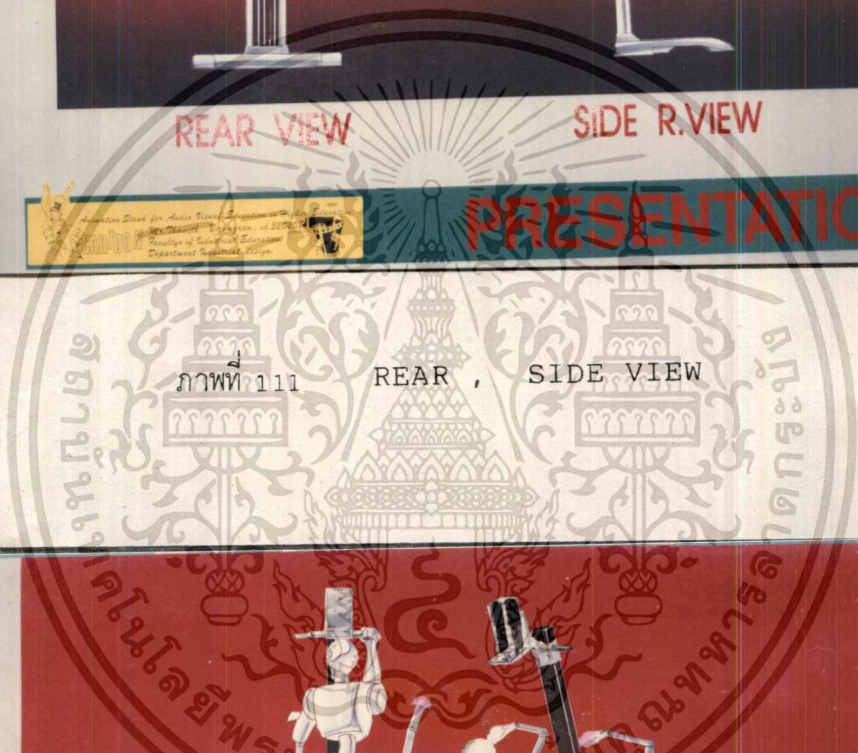
SIDE R.VIEW

PRESENTATION

ภาพที่ 109 FRONT, SIDE VIEW

ภาพที่ 110 REAR, SIDE VIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ทำงานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 111 REAR , SIDE VIEW



PERSPECTIVE

PRESENTATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบหรือต้นแบบของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 112 PERSPECTIVE



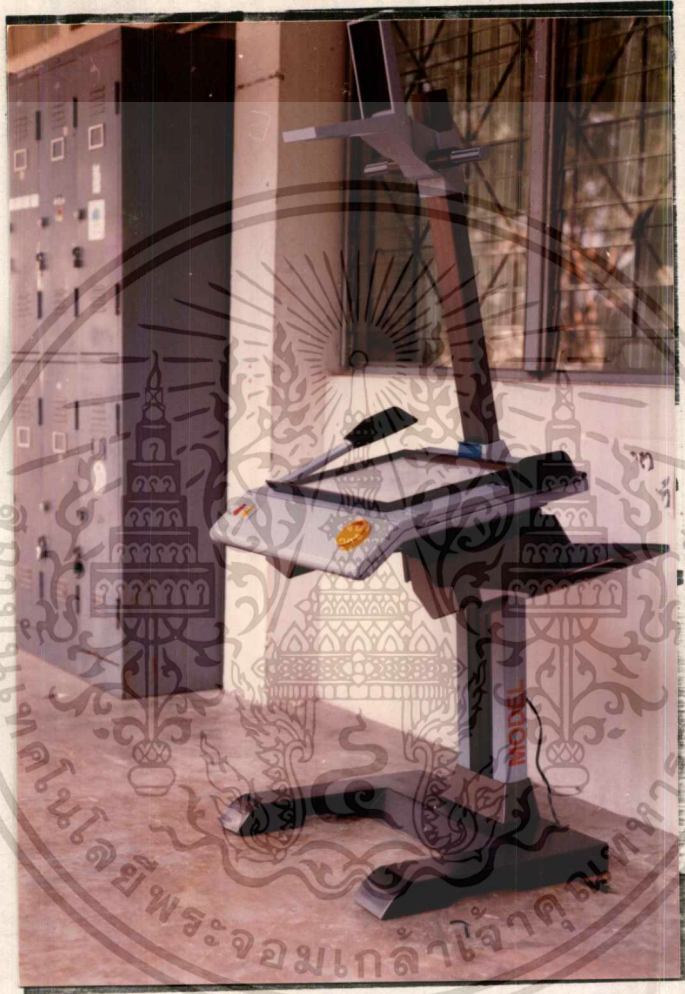
ภาพที่ 113 ISOMETRIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



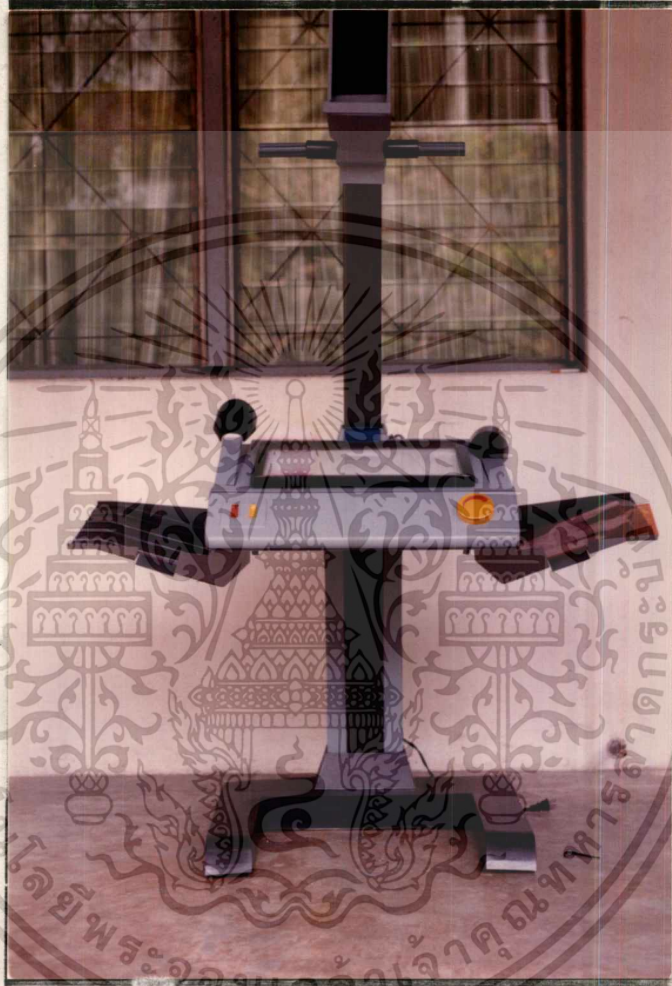
ภาพที่ 114 ASSEMBLY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 115 MODEL 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 116 MODEL 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับการทำงานของการถ่ายทำภาพยนตร์
การ์ตูน พอจะสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลในขั้นต้นจะสามารถมองเห็นปัญหาต่างๆ ที่เกิด
ขึ้นกับแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ในด้านอื่นๆ อีกมากมาย ซึ่งพอจะสรุปปัญหาต่างๆ ได้
ดังนี้

1. บริเวณ หรือสัดส่วนในการติดตั้งเครื่องถ่ายทำภาพยนตร์ ไม่ได้
จัดไว้เป็นมาตรฐาน
2. กล้องที่ถ่ายทำมีราคาแพง จึงมีหน่วยงานที่สามารถนำแท่นถ่าย
ทำภาพยนตร์การ์ตูน มาใช้ได้ไม่มากนัก
3. การยืดหยุ่นแชนเซล ยังมีการคาดเคลื่อนอยู่
4. การติดตั้งกล้องไม่เป็นระบบที่สะดวกพอ
5. การให้แสงสว่างของโคมไฟไม่เป็นระบบเดียวกับการทำงาน

จากการสรุปปัญหาของแท่นถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ผู้วิจัย
ได้ศึกษาถึง

- ขั้นตอนการทำงานของแท่นถ่ายทำ
- ระบบการทำงานของแท่นในปัจจุบัน และใกล้เคียง
- สัดส่วน น้ำหนัก ปริมาณของแชนเซล ในการถ่ายทำการ์ตูนแต่ละเรื่อง
- สัดส่วน เวลา กับปริมาณในการถ่ายทำต่อเรื่อง
- สัดส่วน การทำงานของผู้ปฏิบัติงาน
- การจัดวางตำแหน่ง ที่เหมาะสมของส่วนประกอบต่างๆ
- โครงสร้างของแท่นถ่ายทำ
- วัสดุ ที่นำมาพิจารณาใช้งาน
- กรรมวิธีผลิตในระบบอุตสาหกรรม
- สิที่นำมาใช้กับแท่นถ่ายทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ เพื่อเลือกนำมาใช้ในการ ออกแบบแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ซึ่งพอจะสรุปข้อมูล เพื่อนำไปออกแบบได้ดังนี้

1. กล้องที่นำมาใช้ในการถ่ายทำใช้กล้อง 16 มม. ที่สามารถถ่ายเป็นเฟรมได้
2. แทนยึดกล้องทำด้วยเหล็กปั๊มมีฐานรองหน้ากล้อง แทนยึดกล้องสามารถปรับเลื่อนขึ้นลงได้
3. ระบบที่ใช้ในการเลื่อนแทนยึดกล้องใช้ระบบความฝืด และใช้สปริงช่วยดึงแทนยึด
4. สแตนยึดแทนยึดกล้อง มีความสูง 75 ซม. ทำด้วยเหล็ก กล้องควรมีตัวเลขบอกระยะเวลาการปรับขึ้นลง
5. สแตนยึดกล้องสามารถเก็บได้ เพื่อสะดวกในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายติดตั้ง
6. แป้นถ่ายทำมีพื้นที่ทำงานไม่น้อยกว่า 40x55 ซม.
7. แผ่นเซลที่ใช้มีขนาด 22x30
8. แป้นถ่ายทำควรมีกระจกกับแผ่นเซลมีขนาดประมาณ 22x50 ซม.
9. พื้นแป้นควรมีหมุดตรึงแผ่นใส 2 หมุดห่างกัน 8 ซม.
10. ในการถ่ายทำภาพซ้อนควรมีหมุดยึดเพิ่มอีกและสามารถปรับเลื่อนได้
11. แป้นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนควรมีไฟใช้ตรวจสอบแผ่นใสครั้งสุดท้ายก่อนถ่ายทำเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด
12. แผ่นกระจกกับแผ่นใสหนา 1 มม. มีมือจับ มีกรอบแผ่นทับ ควรเปิดค้างได้
13. โคมไฟใช้ขนาด 250 วัตต์ 2 หลอด = 500 วัตต์
14. โคมควรติดไว้กับแป้นถ่ายทำเพื่อความสะดวกในการใช้งาน
15. โคมไฟเมื่อใช้เสร็จควรเก็บให้เรียบร้อย
16. ในการถ่ายทำควรมีภาคเก็บแผ่นเซลภายในบริเวณทำงานทั้งก่อนและหลังถ่ายทำ
17. ภาคแผ่นใสมีขนาดที่สามารถเก็บแผ่นใสได้ 480-500 แผ่น รับน้ำหนักได้ 3.5 กก.
18. ขาแทนถ่ายทำมีขาเดียว ทำด้วยเหล็กปั๊มสูง 75 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาหรือการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ฐานทำด้วยเหล็กหล่อรูปสี่เหลี่ยมจะรับน้ำหนักได้ดี ควรที่จะสอดเก้าอี้เข้าไปได้
20. สีที่จะนำมาใช้ทำ Body แทนถ่ายทำภาพชัดควรเป็นสีดำหรือเทาเท่านั้น
 - สวิตช์เปิดปิดโคมไฟควรอยู่ด้านซ้ายมือ
22. ปุ่มปรับแสงอยู่ด้านขวามือ
23. แผ่นถ่ายทำ ทำมุม 90° กับกล้องถ่ายทำ
24. โคมไฟทำมุม $30-40^{\circ}$ กับแผ่นถ่ายทำ
25. ไม่ควรนำอุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทำ... .. ก็กับภายในแทนถ่ายทำ เพราะจะทำให้การถ่ายทำขาดระบบการทำงานจะล่าช้าลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

- ระบบการติดตั้งกล้องมีแนวทางที่จะพัฒนาให้มีการใช้งานได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ในปัจจุบัน ในปัจจุบันระบบ VDO แพร่หลายทั่วไปถ้ามีการพัฒนาระบบ VDO ให้สามารถถ่ายทีละเฟรมได้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะให้นำระบบ VDO เข้ามาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน
- ในการออกแบบปรับปรุงแทนภาพยนตร์การ์ตูน ส่วนที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวกขึ้น คือ การช้อนภาพ ควรพัฒนาระบบการช้อนภาพ การเลื่อนภาพให้มีประสิทธิภาพมากกว่านี้
- การติดตั้งคอมพิวเตอร์ให้แสงจากข้อจำกัดของระบบการให้แสงจะเป็นอุปสรรคสิ่งหนึ่งที่ทำให้การออกแบบแคบอยู่ ควรจะมีการเลือกระบบการให้แสงที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเท่าที่เป็นอยู่
- การติดตั้งแทนถ่ายทำควรจะเป็นสัดส่วนให้มีสัดส่วนที่เหมาะสมและอำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติงานได้มากที่สุด
- ในการพัฒนาเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมต้องอาศัยหลายปัจจัยสำหรับแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ถ้าผลิตในระบบอุตสาหกรรมแล้วจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ดียิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- วัฒนพันธ์ุ์ คุรุฑะเสณ, "ศิลปะนิพนธ์". ภาพยนตร์การ์ตูนสั้นขนาด 16 มม. เรื่อง หนูน้อย
 หมวกแดง คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2523.
- สาคร พลราชม, "ทฤษฎีการล่องสว่าง". กรุงเทพมหานคร, 2525.
- ลั่น ปัทมะทิน, "ภาพยนตร์การ์ตูน กรรมวิธีง่าย ๆ". คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน
 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2525.
- ดนต์ รัตนทัศนีย์, เทคโนโลยีเบื้องต้นสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก. เอกสารการ
 พิมพ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-
 ลาดกระบัง, 2524.
- พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์, พลาสติก. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์, 2521.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายธเนศ ภิรมย์การ

เกิด วันที่ 25 พฤศจิกายน 2509

รหัสประจำตัว 320208

เข้ารับการศึกษานิปี 2532

เป็นบุตรของ นายธีรธร ภิรมย์การ กับนางเฟื่องฟ้า ภิรมย์การ มีพี่ชาย 1 คน น้องสาว 1 คน น้องชาย 1 คน เป็นบุตรคนที่ 2 ก่อนจะเข้ารับการศึกษานิสถาบันนี้ ได้เคยผ่านการศึกษาระดับต่างๆ ดังนี้

ระดับประถมศึกษาชั้น 1-6 โรงเรียนเมืองร้อยเอ็ด จ.ร้อยเอ็ด

ระดับมัธยมศึกษา ม.1-4 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย

ระดับ ปวช. ชั้นปี 1-3 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา

ระดับ ปวส. ชั้นปี 4-5 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา

ในปี พ.ศ.2532 ข้าเจ้าได้เข้ารับการศึกษานิสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนจบการศึกษานิสถาบันในปี พ.ศ.2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้