

แนบค่า ภายแพ็คเกจการ์ตูนสำหรับศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
กรมการศึกษานอกโรงเรียน



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน ~~0001470~~ 012908
วัน เดือน ปี..... ๑๕ ๑๒ ๒๕๖๑

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาคศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร

ปีการศึกษา 2527



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญ

รายการตารางประกอบ

รายการภาพประกอบ

บทที่ 1 บทนำ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	3
ที่มาของใจหา	4
แนวทางในการแก้ไขหา	15
วิธีดำเนินการวิจัย	15
1.1 แหล่งการศึกษารวม	16
1.2 แหล่งงานนอกแม่	16
1.3 วิธีการที่จะได้รับ	17

บทที่ 2

ประวัติและเทคนิคการถ่ายภาพนตร์การ์ตูน	
ประวัติความเป็นมาของภาพนตร์การ์ตูน	19
ลักษณะพื้นฐานของภาพนตร์การ์ตูน	34
ลักษณะเฉพาะของการถ่ายภาพนตร์การ์ตูน	35
เทคนิคการร่างภาพนตร์การ์ตูน	42
- เทคนิคการใจเขล	44
- การถ่ายทำภาพนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม	48
- การถ่ายทำภาพนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด	50
- การถ่ายทำภาพนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน แบบอื่น ๆ	54
- การถ่ายทำภาพนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	- การเลือกวัสดุ	65
	เครื่องใช้ในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	67
	พลาสมาสีหรือความเคลื่อนไหว	
	อัตราความเร็วของกรอบภาพ	77
	จังหวะเวลา ระยะห่าง ขนาด อัตราความเร็ว	78
	ลักษณะองค์การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	94
	การแบ่งงานตามโครงการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	95
	การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	96
	แผนการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	97
	การเคลื่อนย้ายเครื่องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	102
	วิธีระดมทุนในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	
พ. 5	การศึกษาค้นคว้าเพื่อการออกแบบ	
	การศึกษาระบบกลไก	127
	การศึกษาเกี่ยวกับระบบแดง	136
	วัสดุและกรรมวิธีการผลิต	148
	- วัสดุประเภทโลหะ	148
	- วัสดุในอุตสาหกรรม	149
	- ภูมิเหนียววัสดุหี	156
	- โลหะผสมอลูมิเนียม	159
	- แทนสเต	162
	- โลหะแผ่น	165
	- โลหะแผ่นเคลือบ	173
	- การขึ้นรูปโลหะ	176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4	วิเคราะห์ และสรุปผลเพื่อการออกแบบ	
	วิเคราะห์ วัจนประกอบของแผนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	204
	วิเคราะห์ กลไกที่จะนำมาใช้ในการเลื่อนแผ่นภาพม้วน	205
	วิเคราะห์ ระยะเวลา	208
	วิเคราะห์ ระยะเวลาการทำงานระหว่างมือและเท้า	209
	วิเคราะห์ ระยะเวลาการทำงานระหว่างที่นั่งและทำยืน	211
	วิเคราะห์ การจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบแผนถ่าย- ภาพยนตร์การ์ตูน	214
	วิเคราะห์ เกี่ยวกับระบบแสง	216
	วิเคราะห์ เชื้อสกริปต์ เลือกดีมาใช้ในการออกแบบ	217
	วิเคราะห์ สิ่งสวิตซ์ควบคุมการฉายภาพยนตร์การ์ตูน	217
	วิเคราะห์ ระยะเวลาของแผนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน	218
	วิเคราะห์ นิติของ สวิตซ์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	220
	วิเคราะห์ วัสดุสีเงินที่สัมพันธ์กับคนไทย	221
	วิเคราะห์ วัสดุเงินที่สัมพันธ์กับมือเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	224
	วิเคราะห์ วัสดุเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ	227
	สรุป การออกแบบ	231
บทที่ 5	การ ออกแบบ	233

รายการภาพ ครอบคลุม

ภาพ	หน้า	
1	แผ่นฉาย ภาพยนตร์การ์ตูนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของ- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา	5
2-6	ส่วนประกอบของแผ่นฉายภาพยนตร์การ์ตูน	6-8
7-12	เครื่องฉายของแท่งฉาย ภาพยนตร์การ์ตูน	9-14
13	ภาพเขียนของมนุษย์ในแอนิเมชัน	20
14	MAGIC LANTERN	20
15	MAGIC LANTERN ของ KIRCHER	22
16	THE TYPHLOSCOPE	22
17	MAGIC SHADOWS	25
18	THE WILDERNESS OF FUNNY FACES	27
19	MAGIC THE TRAINED DINOSAUR	27
20	THE ENCHANTED DRAWING	29
21	PHANTASIA	29
22	SNOW WHITE AND THE SEVEN DWARFS	29
25-30	ภาพยนตร์การ์ตูนไทยยุคแรก	33
29	เทคนิคการใช้เซล	45
30	การฉายภาพบนตัวการ์ตูนจากเซล	46
31	คัท	47
32-33	การสร้างภาพเคลื่อนไหว	51
34	ภาพยนตร์การ์ตูนจากกระดาษคัต	54
35	การฉายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก	58
38	การเคลื่อนไหวคล้ายตามสายตา	70

39	ภาพการ์ตูนจากคอมพิวเตอร์	73
40	ถารกตให้แบน	74
41	เครื่องจักร์การคำนวณงานถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน	82
42	แผนแสดงงาน	89
43	เครื่องเจาะรูแป็ก	101
44	เลนภูมิกรอบภาพ	101
45	พิมพ์แสงสว่างของร่างเขียน	106
46-48	กล้องและอุปกรณ์ในการถ่าย	106
49	การถ่ายภาพลอยหลัง	121
50	ชื่อเรียกส่วนต่างๆ ของเือง	131
51	เืองเนียง	132
52	เืองกางงา	133
53	เืองเืองไร้ว	134
54	รูปร่างหัวไรเืองคอกจอก	135
55	เืองขนาดมา ฐานของหลอดธรรมดา	144
56	เืองขนาดมา ฐานของหลอดรูปคอกเห็น	145
57	แสงขนาดและชนิดของหัวหลอด	147
6-103	แสงการขึ้นรูปโลหะแบบต่าง ๆ	176-196
6-109	แสงแม่พิมพ์สำหรับพิมพ์โลหะ	197-201
110	แสงขนาดสั ส่วนของมือจับและปุ่มกด	224-226

รายการตารางประกอบ

รายการที่	หน้า	
1	ขนาดมาตรฐานของบันไดเชิง	131
2	เส้นรั้วมีการขยับโลหะชนิดต่าง ๆ ที่บดกยที่สุด	193
3	เส้นความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่าง ๆ	202
4	วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานระหว่างมือและเท้า	210
5	วิเคราะห์ ประสิทธิภาพระหว่างท่อนิ่งและท่ายืน	212
6	วิเคราะห์ นิคมของหลอดไฟฟ้า	216
7	วิเคราะห์ประเภทของขาแทน	219
8	เส้น ขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิตินิ่ง	221
9	เส้นขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมิตินิ่ง	222
10	เส้นสัดส่วนสำคัญของแผนกายภาพยন্ত্রการตุนที่สำคัญ	223
11	วิเคราะห์สัดส่วนที่เท้าขาแทนถายาทรยন্ত্রการตุน	227
12	วิเคราะห์สัดส่วนที่ใช้เท้าแทนสำหรับม้วนแผ่นภาพ	228
13	วิเคราะห์สัดส่วนที่ใช้เท้าข้างตั้งถอยาทรยন্ত্রการตุน	229
14	วิเคราะห์สัดส่วนที่เท้าพื้นแทนถายาทรยন্ত্রการตุน	230



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบัน สื่อการสอนมีบทบาทสำคัญในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการถ่ายทอดความรู้ทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน โดยนับแต่ปี พ.ศ. 2502 และ 2503 เป็นหมรรายการเพื่อการศึกษาประชาชนและรายการเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประสบการณ์ทางการศึกษาค้นคว้าความรู้ทั่วไป และความบันเทิงที่เป็นประโยชน์ แบบเสริมการศึกษานอกโรงเรียน ได้เพิ่มจำนวนรายการขึ้นเรื่อย ๆ ในปีแรก จัดออกอากาศเพียง 12 รายการจนในปัจจุบันมีการจัดรายการออกอากาศทางสถานีโทรทัศน์กองทัพบกและสถานีวิทยุโทรทัศน์ทีวีสีช่อง 9 ขององค์การสื่อสารมวลชนแห่งประเทศไทย (อสมท.) ปีละไม่ต่ำกว่า 200 รายการ มีเวลาออกอากาศประมาณ 108 ชั่วโมง การจัดทำรายการเช่นนี้จะเป็นประโยชน์ในการเผยแพร่ความรู้สู่เด็ก, เยาวชนและประชาชนอย่างกว้างขวางทั่วประเทศ

การที่จะนึกถึงหรือคิดถึงคุณใจ หุ้ยมสมใจ ในรายการเพื่อการศึกษา เป็นสิ่งสำคัญในการเผยแพร่ความรู้เป็นอย่างไร ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นสื่อที่ที่ผู้ชมคนหนึ่งในการสร้างความสนใจให้กับผู้ชมไม่ว่าจะเป็นภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องหรือภาพยนตร์การ์ตูนหัวเรื่อง (TITLE) ก็ตาม ล้วนแต่จัดทำขึ้นเพื่อชักนำเข้าสู่เนื้อหาทั้งสิ้นและงานผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเป็นงานที่หยิ่ง ี ความละเอียดละออ ซึ่งงานประเภทนี้หากต้องการให้มีคุณภาพในการสร้างความสนใจให้กับผู้ชมแล้วจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน ที่มีประสิทธิภาพ มีความละเอียดในการผลิต เนื้อหา เนื้อหาและความละเอียดในการใช้งาน การทำงานสัมพันธ์กันเป็นระบบขั้นตอน การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจำเป็นที่จะต้องใส่ใจเนื้อหาในการทำงานมาก ใช้ความต่อเนื่องของระบบการเคลื่อนไหวการจิ๊กวางที่ถูกตำแหน่งลักษณะการ ี ใช้งาน ระบบการทำงานของอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจะสามารถมองเห็นปัญหาจากแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งควรได้รับการแก้ไขปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับงานผลิตสื่อทัศนูปกรณ์ของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ที่ใช้ขณะนี้ เป็นแท่นที่ผลิตขึ้นอย่างง่าย ๆ โดยใช้วัสดุที่หาง่ายทั่วไป ทั้งยังใช้มาเป็นเวลานานแล้ว ยังมิได้รับการแก้ไข ปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์งานผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเพื่อการศึกษาระดับกรมการศึกษานอกโรงเรียน และส่งผลมาอยู่ชุมชนรายการอีกทอดหนึ่ง ซึ่งกล่าวโดยรวม ๆ แล้วก็เป็นการช่วยพัฒนาคุณภาพทรัพยากรประชาชนของประเทศชาติในด้านความรู้ จึงควรมีการแก้ไข ปรับปรุง อุปกรณ์ดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานสูงยิ่งขึ้น

ควย เหตุผลดังกล่าวผู้ทำการวิจัยจึงได้เลือกเป็นหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อเป็นโครงการ เสนอแนะ ซึ่งให้เห็นปัญหาที่ควรปรับปรุงแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนให้แก่งานผลิตสื่อทัศนูปกรณ์ ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาระดับกรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ และเป็นการปรับปรุงเพื่อนำมาใช้กับหน่วยงานหรือสถานศึกษาอื่น ๆ
2. เพื่อการออกแบบแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่ได้ใช้ประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสมกับงาน มีความละเอียดในการผลิตผลงาน, ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการทำงานต้องอาศัยความคล่องตัวและต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอน และให้เหมาะสมกับสภาพของห้องที่ใช้ปฏิบัติงาน
3. เป็นการรวบรวมข้อมูลกรรมวิธีผลิตภาพยนตร์การ์ตูนของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาระดับกรมการศึกษานอกโรงเรียน และ กรรมวิธีการผลิตภาพยนตร์การ์ตูนทั่วไปที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการปฏิบัติงานระบบการทำงาน ขั้นตอนในการทำงานตลอดจนศึกษาถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อใช้ประโยชน์ใช้สอยลดลงและสัมพันธ์กับระบบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

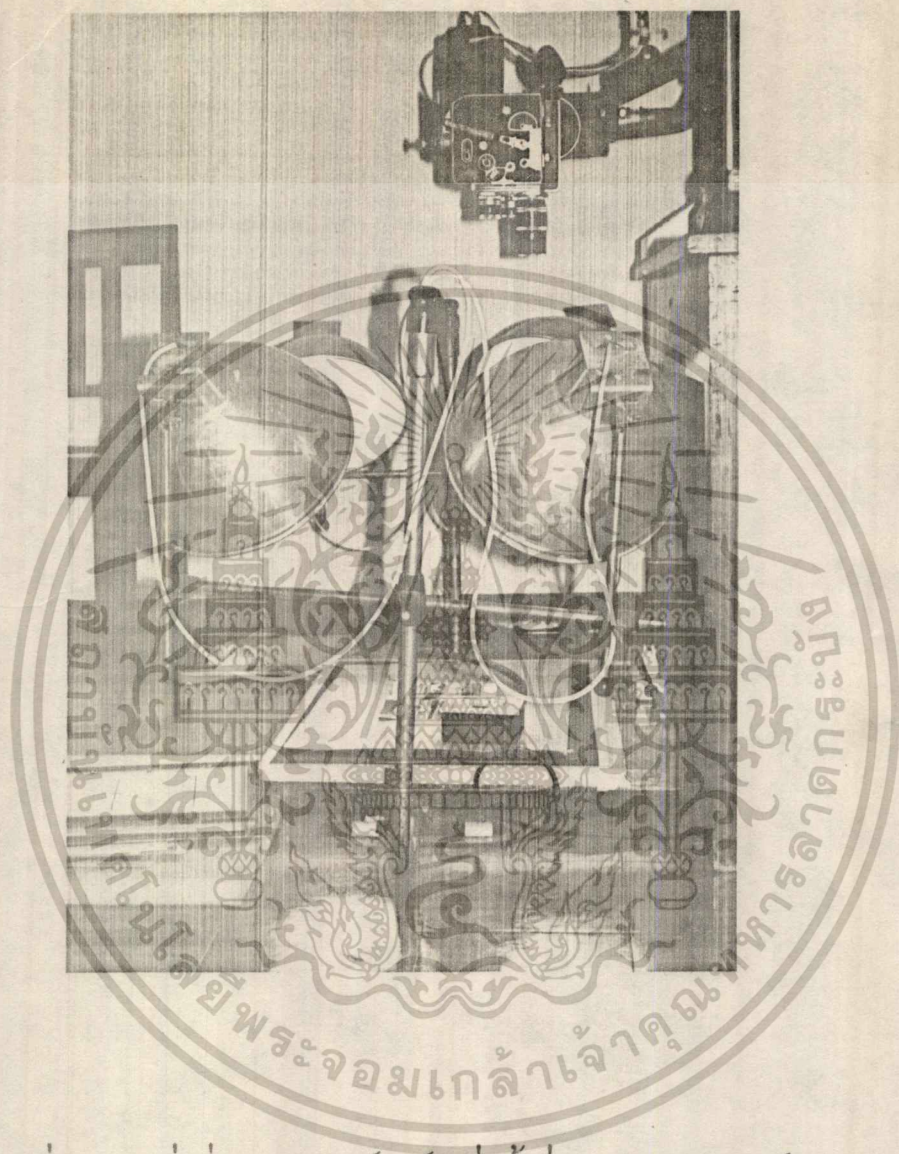
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและแนวทางในการออกแบบแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนจะเป็นประโยชน์ต่อคุณควาวิจัย ศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานผลิตภาพยนตร์การ์ตูนต่อไป
5. เพื่อสนองนโยบายของรัฐในการ เผยแพร่ความรู้ และข่าวสารแก่เด็ก, เยาวชนและประชาชนโดยสื่อที่มีประสิทธิภาพ

ที่มาของปัญหา

แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เพื่อทำภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องและภาพยนตร์การ์ตูนหัวเรื่อง (TITLE) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของงานฝ่ายผลิตสื่อทัศนูปกรณ์ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการซึ่งประกอบไปด้วยส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

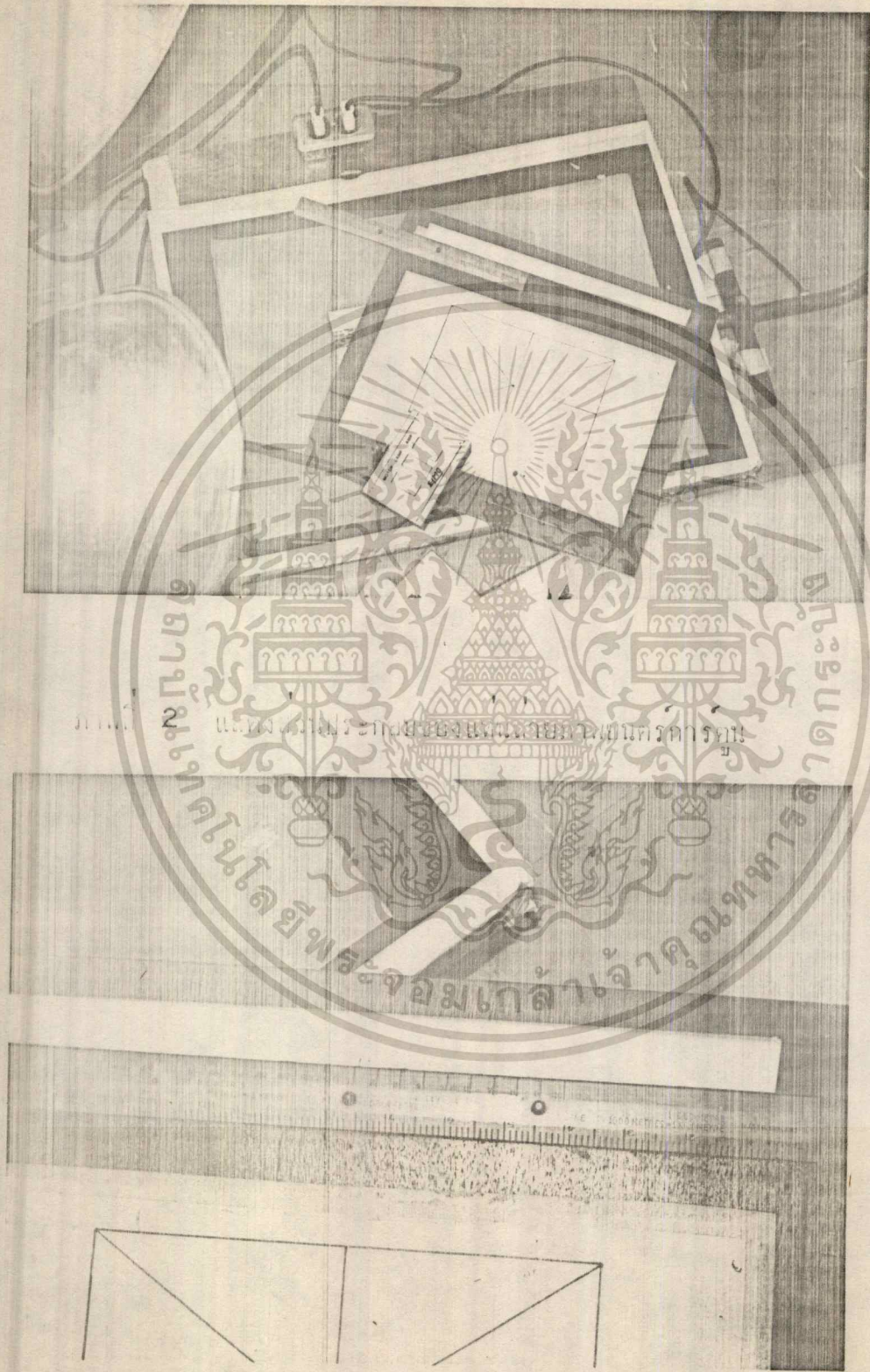
1. แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน (ANIMATION STAND) ขนาดพื้นที่ 0.70 x 0.50
2. ขาค้ำกลางถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน (CAMERA SUPPORT COLUMNS) เลื่อนระดับแสดงขึ้นลงได้
3. ส่วนประกอบของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนประกอบไปด้วยส่วนประกอบดังนี้
 - 3.1 โคมไฟให้แสงสว่างในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนจำนวน 4 ตัว
 - 3.2 รางบรรรทัดสำหรับเลื่อนแผ่นใสเพื่อให้เห็นภาพเคลื่อนไหวในแนวระนาบ
 - 3.3 มุมยึดแผ่นฉากภาพการ์ตูน (PEG BAR)
 - 3.4 ปีกสำหรับเสียบเดินกระแสเข้าไปยังโคมไฟ
4. แผงสวิทช์ต่อสายออกมาจากแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน รวมอยู่เป็นชุดมี 3 มุม ดังนี้คือ
 - 4.1 สวิทช์ AMP ใช้ในการวัดระยะแสง
 - 4.2 สวิทช์ LAMP ใช้สำหรับเปิดโคมไฟ
 - 4.3 สวิทช์ MOTOR ใช้สำหรับถ่ายโคยกค 1 ครั้งสำหรับถ่าย 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



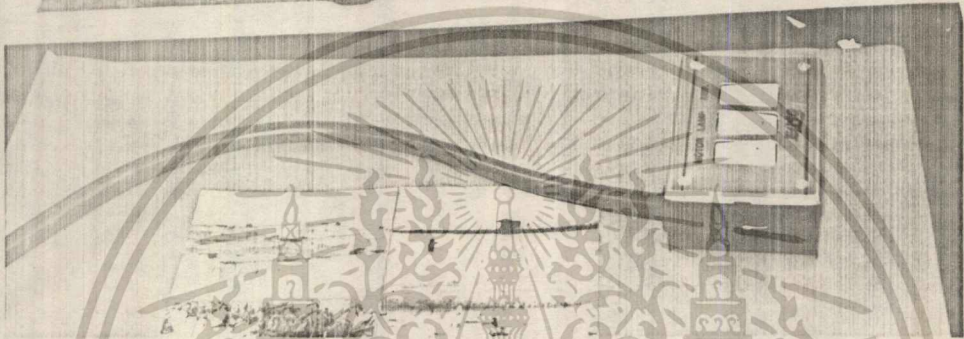
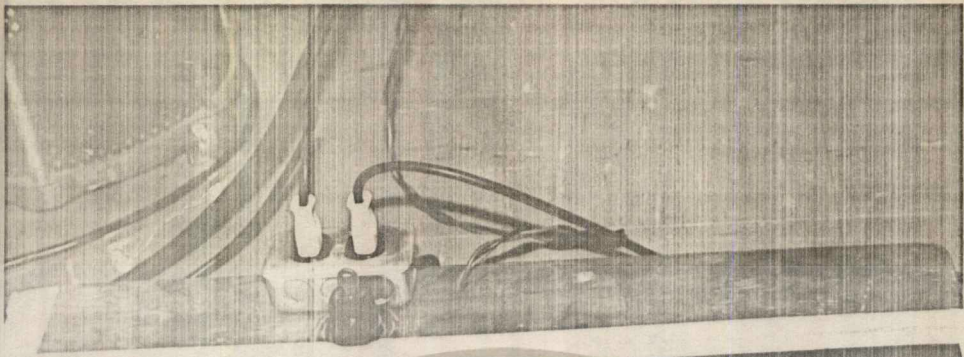
ภาพที่ 1 แทนฉายภาพยนตร์การ์ตูนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาระบบการศึกษานอกโรงเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



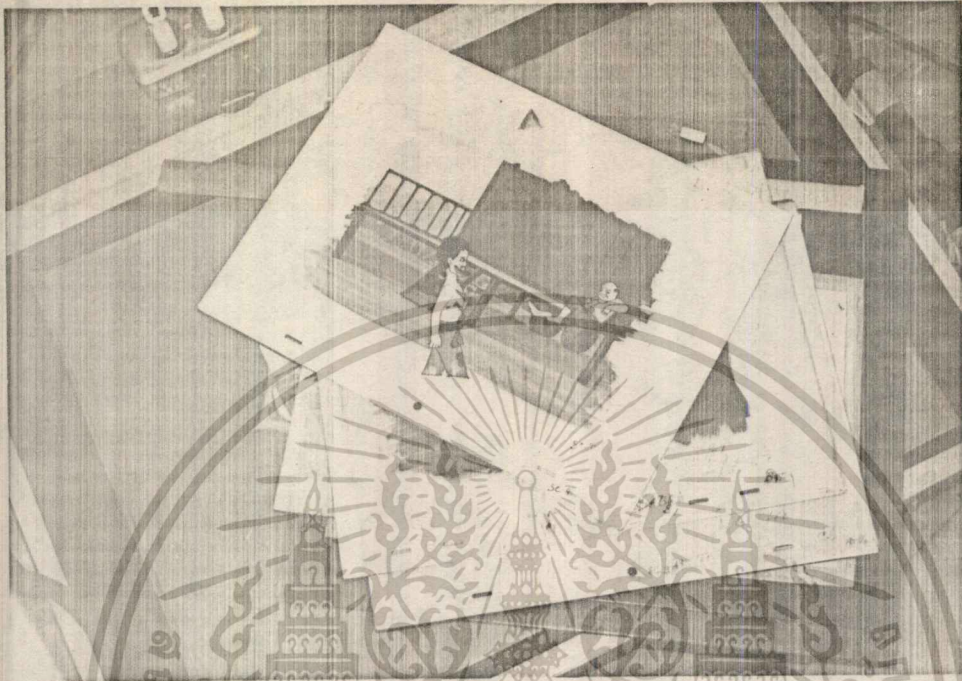
ภาพที่ 3 แดงวางบรรทัดเลื่อนและ PEG BAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- ภาคที่ ๔
๕. อุปกรณ์ในการถ่ายภาพ
- ๕.1 กล้องถ่ายภาพและฟิล์มที่มีขนาด 16 มิลลิเมตร
 - ๕.2 แผ่นใส (CELLULOID SHEETS)
 - ๕.3 แผ่นดำ (BACK CROUND)
 - ๕.4 แผ่นหาขนาดของกรอบภาพ (FIELD SIDE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



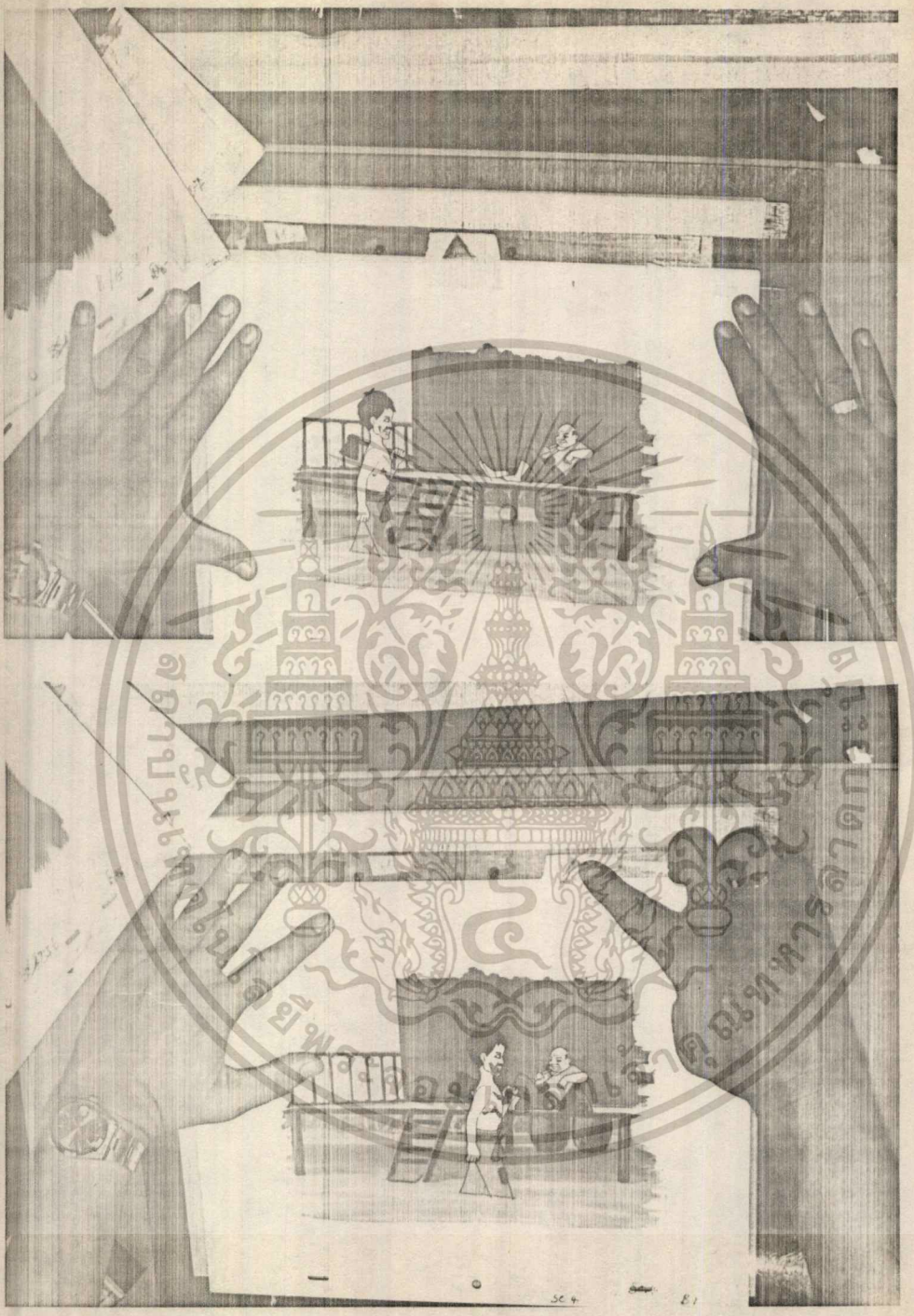
6

หนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์

แทนค่าของทรัพย์สินของบุคคลซึ่งได้ไปเสียทางการศึกษากรรมการศึกษานอก
โรงเรียนได้เข้ามาเป็นเวลานานแล้ว ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงใหม่ประสิทธิภาพในการ
ผลิตและเผยแพร่การค้นคว้าซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งในทางคุณภาพของงานและการค้นและในทาง
ปฏิบัติของงานของเจ้าหน้าที่ จากปัญหาทั้งกล่าว พอจะจำแนกออกได้เป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะการนำเอาผลงานการค้นคว้าที่เลื่อนไหวในแนวระนาบโดยการกำหนด
จุดบนเส้นตัวด็อกแนบในสี่ แล้วเลื่อนแนบในสี่ภาพเลื่อนจากไปบนแนวระนาบโดยอาศัยจุด
ที่กำหนดขึ้น เป็น เลขที่ ทำให้ขาดความสม่ำเสมอในการกำหนดการ เลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการเล่นแผ่นใสเพื่อถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนให้เคลื่อนไหวในแนวระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

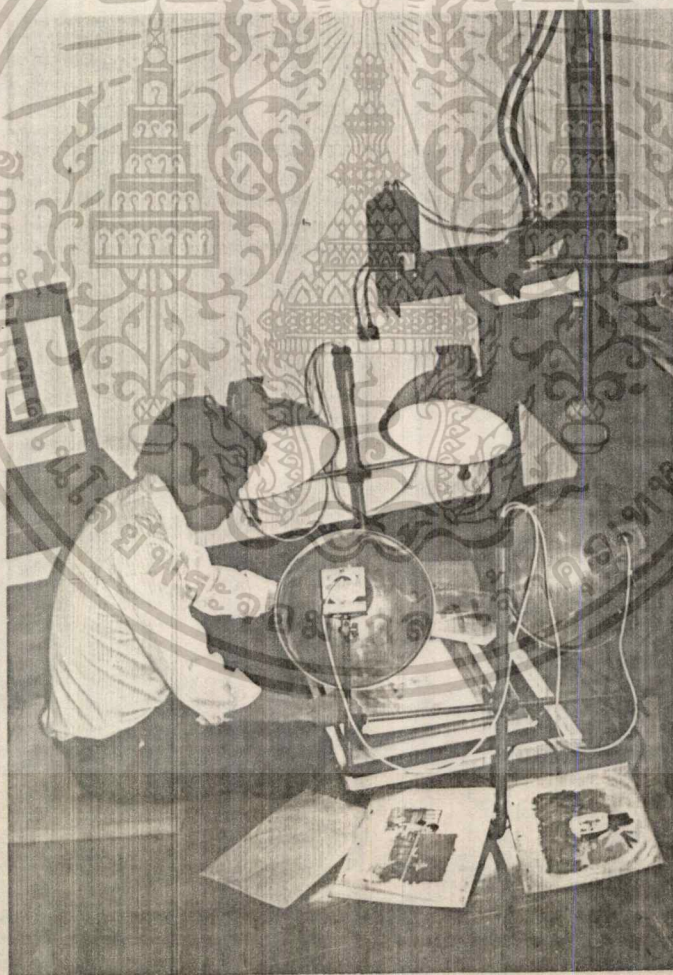
2. แทนถ่ายภาพยนตร์การคูณของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ที่โซอยู่ในปัจจุบัน ไม่สามารถถ่ายภาพยนตร์การคูณในลักษณะ จากเลื่อนไต หมายถึง แขนงใต้อยู่กับที่แลว ใช้แขนจากเคลื่อนที่แทน เช่น การถ่ายภาพยนตร์การคูณแสดงภาพรถยนต์วิ่งอยู่บนถนน หาก ใช้ฉากที่สามารถเลื่อนไตจะชวยประหยัดเวลาในการถ่ายภาพยนตร์การคูณยิ่งขึ้น และยัง เป็น การเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตภาพยนตร์การคูณ เพื่อการศึกษาของศูนย์เทคโนโลยี เพื่อ การศึกษาอีกควย



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะแขนงใต้อยู่กับที่แลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

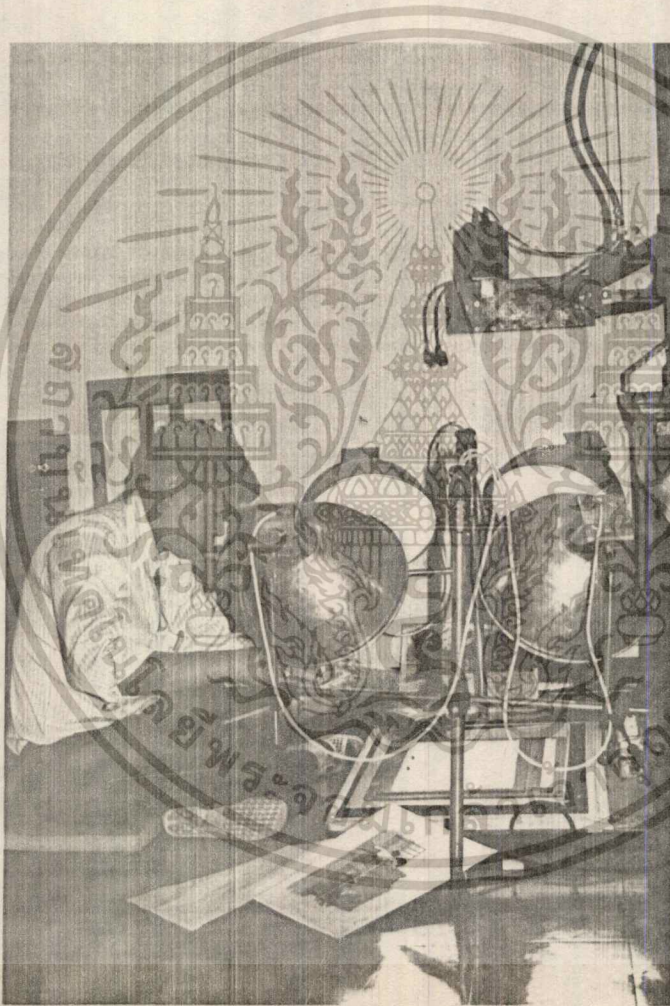
3. พื้นที่ในการทำงานที่มีความจำกัดทำให้ขาดความสะดวกสบายและความคล่องตัวในการทำงาน เนื่องจากการถ่ายภาพยนตร์การคืนในแต่ละชุดของโซ่แผ่นใสและแผ่นฉากเป็นจำนวนมาก โดยนำมากองไว้กับพื้นคานขามมือสวนแผนที่โซ่แล้วจะนำไปวางไว้ที่พื้นที่คานขามมือ ทำให้ขาดความเป็นระเบียบ และทั้งสองคานยังมีเสาสของโคมไฟทำให้เกิดความเกะกะในการวางซึ่งเป็นผลเสียทั้งในการหยิบเพื่อนำมาใช้ การวางเก็บเมื่อใช้แล้ว การจัดท่าลำคัมและเป็นผลเสียต่อสภาพจิตใจของเจ้าหน้าที่เนื่องจากงานถ่ายภาพยนตร์การคืนเป็นงานที่กระทำซ้ำแล้วซ้ำเล่าทำให้เกิดความเบื่อหน่าย



ภาพที่ 9 แสดงการวางแผ่นใสและแผ่นฉากที่ยังไม่ได้ใช้และที่ใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

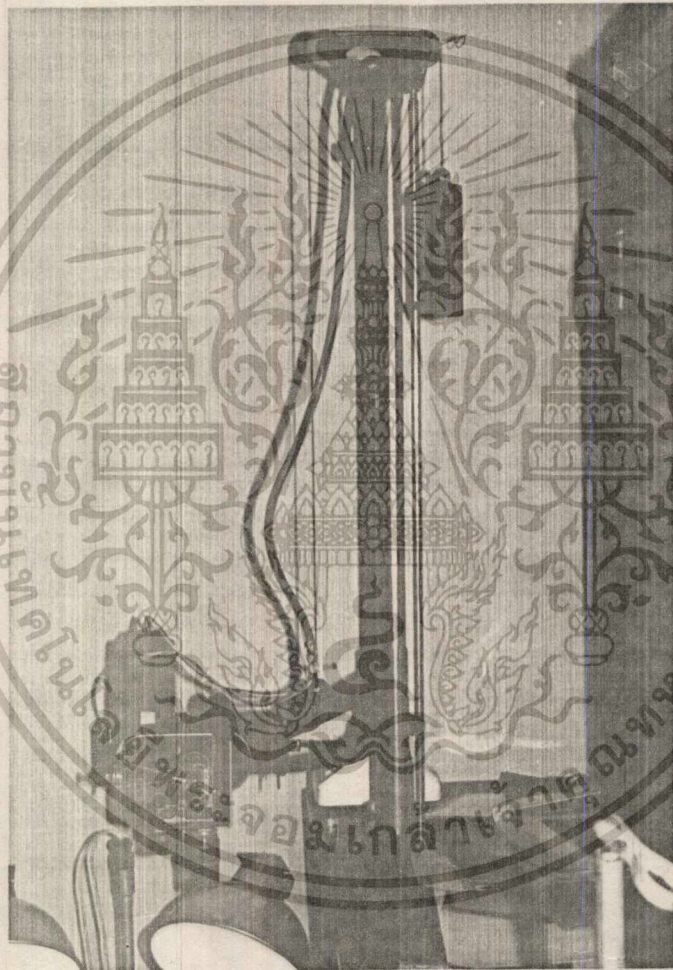
4. แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา ที่ไซอุในปัจจุบัน เป็นลักษณะวางแบบราบกับพื้น ทำให้นั่งทำงานไม่สะดวกเกิดความเมื่อยล้า ไม่ถูกต้องตาม ลักษณะการนั่งทำงาน เพราะการทำงานแต่ละครั้งต้องใช้เวลานาน ถึงแม้จะยกแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนขึ้นวางบนพื้นโต๊ะก็ยังเกิดปัญหา เช่น เหนื่อยอีกด้วย เนื่องจากมีความสูงเกินไป



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะการนั่งปฏิบัติงาน

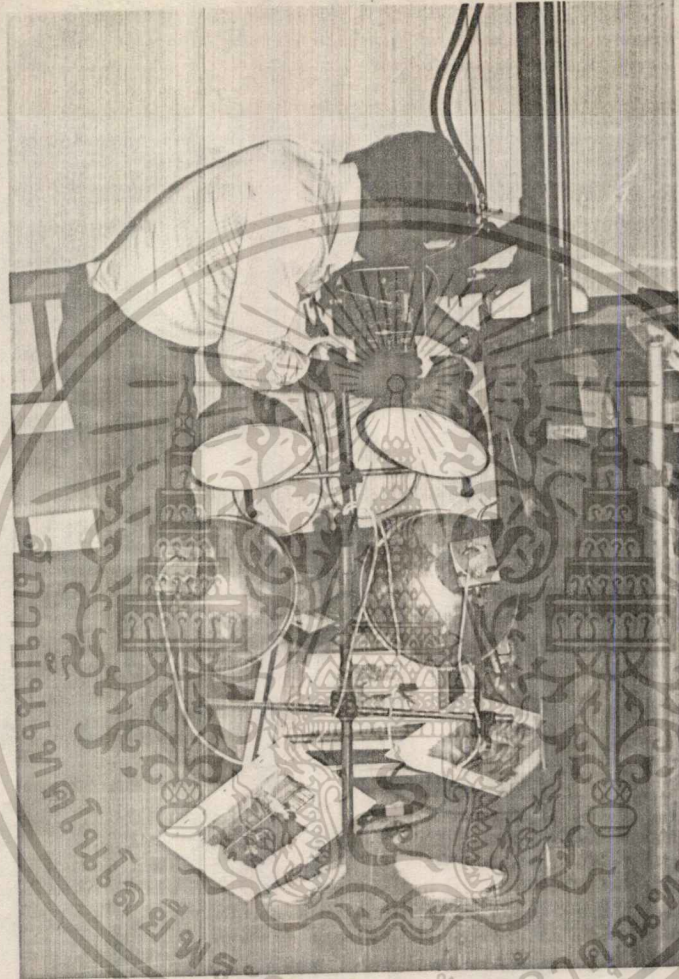
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระยะความห่าง (ความสูง) ระหว่างกล้องถ่ายภาพยนตร์กับภาพไม่มี
 มาตราส่วนบอก เมื่อ **CLOSE UP** ภาพโดยเลื่อนกล้องต่ำลงมา แล้วของการเลื่อนขึ้นไป
 ให้ไ้ระยะเท่าเดิม เจาหน้าทีของสองกล้อง เพื่อปรับระยะอีกครั้งแต่ก็มักจะไม่ใ้ภาพในระยะ
 เท่าเดิม



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของขาตั้งกล้องที่ไม่มีมาตราส่วนบอกระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะการส่องกล้อง เพื่อปรับระยะความคมชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการแก้ปัญหา

เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ศึกษาถึงขั้นตอนในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน และเทคนิคต่าง ๆ ในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน
2. ศึกษาถึงระบบกลไกต่าง ๆ อย่างง่าย ๆ ที่สามารถดัดแปลงนำมาใช้ในการเลื่อนฉากม้วน หรือ หมุนขึ้นแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เช่น การขับเฟือง, มียหมุน, และการลอค ลักษณะต่าง ๆ เพื่อดัดแปลงนำมาใช้ในการออกแบบ
3. ศึกษาถึงอธิบายทของมนุษย์ ความฉันทักในการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องความเคลงคัว การออกแบบ เพื่อจัดระเบียบการทำงาน
4. ศึกษาถึงด้กส่วนของคนไทย เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ แก้ปัญหาในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนกับสัคส่วนของคนไทย
5. ศึกษาถึงวิศุคและกรรมวิธีการผลิต นำมา เปรียบ เทียบข้อคัข้อเสียบ เพื่อสรุบนำมาใช้ในการออกแบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เริ่ คนกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้อง ที่กำลังศึกษาอยู่และคิดว่าสามารถทำได้
2. กำหนดความมุ่งหมายของการทำวิจัย แนวทางแก้ปัญหา ขอบเขตการวิจัย ตลอดจนผลที่คาดว่าจะได้รับ
3. ศึกษาส่วนที่สาคัที่สุดของการวิจัย คือ ศึกษาการปฏิบัติงานของการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน เพื่อหาข้อสรุปรู ขั้นตอนการใช้แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนอันจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ สัคส่วนมนุษย์วิศุคที่จะใช้ในการผลิต
5. วิเคราะห์ สรุปรูข้อมูลทั้งหมด ประมวลเป็นข้อสรุปรูเพื่อการออกแบบแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับศูนย์ เทคโนโลยีทางการศึกษากรมการศึกษานอกโรงเรียน

ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล

การผลิต ภาพยนตร์การ์ตูนมีวิธีการที่เป็นหลักสากลหรือ เป็นมาตรฐานที่ วิธีการ หรืออุปกรณ์ชนิดเดียวกันทุกประเทศ ดังนั้นการศึกษาข้อมูลจึงมุ่งในเรื่อง เกี่ยวกับการถ่าย ภาพยนตร์การ์ตูนและอุปกรณ์ที่ ใช้คือแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน โดยเน้นเรื่อง

1. ภาพยนตร์การ์ตูนที่ใช้แผ่น เซลล์ และการ์ตูนคัต
2. ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานกับแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่ ใช้อยู่ใน ปัจจุบัน
3. ศึกษาถึงการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน ของศูนย์ เทคโนโลยีทางการศึกษาระบบการ ศึกษาออกโรงเรียน
4. ศึกษาถึงขั้นตอนการผลิตภาพยนตร์การ์ตูนที่ เป็นมาตรฐาน เพื่อนำมา เป็นหลัก ในการออกแบบ

ขอบเขตของงานออกแบบ

1. เพื่อออกแบบปรับปรุงแทนถ่ายภาพยนตร์ สำหรับงานผลิตสื่อทัศนูปกรณ์ศูนย์ เทคโนโลยีทางการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานที่ยั่งยืน และสามารถ ใช้กับหน่วยงานหรือสถานศึกษาอื่นใดได้อย่าง เหมาะสม
2. เพื่อออกแบบให้เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนมาตรฐานของคนไทย
3. ศึกษา เกี่ยวกับการออกแบบให้ เหมาะสมกับสภาพห้องปฏิบัติงานของงานผลิตสื่อ ทัศนูปกรณ์ ศูนย์ เทคโนโลยีทางการศึกษา
4. เป็นการออกแบบเพื่อใช้กับการถ่ายภาพยนตร์ 16 มิลลิเมตร
5. เพื่อ เป็นการออกแบบแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน แบบใช้แผ่น เซลล์ และการ์ตูนคัตเท่านั้น
6. เพื่อออกแบบให้สามารถผลิตในประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมากยิ่งขึ้น
2. เป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานผลิตภาพยนตร์การ์ตูน
3. เป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์ใช้สอยสนองต่อกันอย่างมีระบบ
4. เป็นประโยชน์ต่อ กรมการศึกษานอกโรงเรียน และส่งผลกระทบต่อ แยกแพรวทว
ความรู้ ชาวสารคดี, เยาวชน และประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่ง
ขึ้น
5. สามารถทราบถึงกรรมวิธีการผลิต วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้าวิเคราะห์
และสรุป
6. เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน หรือสถานศึกษาทั้งภาคเอกชนและรัฐบาลอื่น ๆ

แหล่งศึกษาขอมูลหาที่หาได้ในขณะนี้

1. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษา-
ธิการ
2. สถานีวิทยุโทรทัศน์สีช่อง 9 ขององค์การสื่อสารมวลชน (อสมท.)
3. วิทยาลัย เทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยา เขต เพาะช่าง
4. วิทยาลัย เทคโนโลยีและอาชีวศึกษาวิทยา เขต เทคนิคกรุง เทพ

บทที่ 2

ประวัติความเป็นมาของภาพยนตร์การ์ตูน

ภาพยนตร์การ์ตูนถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของผลที่ไต่จากแรงบันดาลใจในการที่จะบันทึกเรื่องราวของชีวิต และความเคลื่อนไหวของมนุษย์ ซึ่งพัฒนาขึ้นอยู่เรื่อย ๆ ตามวิวัฒนาการทางเทคนิค และความแปลกใหม่ในรูปแบบของศิลป์

เป็นเวลากว่า 30,000 ปีแล้ว ที่มนุษย์รู้จักจะวาดรูปบันทึกเหตุการณ์ต่าง ๆ จากหลักฐานภาพวาดบนผาผนังถ้ำของมนุษย์ "นีแอนเดอร์ทัล (NEANDERTHAL)" และยิ่งไปกว่านั้นภาพจำนวนหนึ่งในนั้นยังแสดงถึงการที่มนุษย์พยายามที่จะบันทึกอาการเคลื่อนไหวของสัตว์ (ตามรูปที่ 1) ซึ่งแสดงให้เห็นเป็นภาพของสัตว์ที่กำลังวิ่ง วาดโดยการแสดงให้เห็นขาหลายคู่ แต่เน่นน้ำหนักต่างกัน ซึ่งก็ไต่เป็นเพียงความรู้สึกเท่านั้น จากรูปนี้เอง เราจึงถือเป็นต้นกำเนิดของ "ภาพยนตร์การ์ตูน"

ต่อมาในปี ค.ศ. 130 หลักฐานที่ถูกบันทึกครั้งแรก โดย PTOLEMY นักวิทยาศาสตร์ และนักปรัชญาชาวอียิปต์ จากการสังเกตหoraryam ที่อยู่ยามตอนกลางคืน และคอยแกว่งไฟให้สว่าง เมื่อหม้อไฟถูกแกว่งเหนือศีรษะอย่างช้าภาพของแสงก็จะปรากฏเป็นรูปแสงของหม้อไฟเป็นวง ๆ แกว่งแกว่งอย่างรวดเร็วภาพก็จะต่อเนื่อง เป็นเส้นแสงไฟติดต่อกันเป็นวงกลม เขาจึงทราบว่า เมื่อหม้อไฟถูกแกว่งอย่างรวดเร็ว เกินกว่าสายตาสายตาจะจำรายละเอียดได้หมด เขาจึงเห็นเป็นเพียงลำแสงที่ต่อเนื่องกัน

และหลังจากนี้อีกหลายร้อยปีจึงมีการวิวัฒนาการทางด้านนี้ต่อไป ในขั้นเริ่มต้นคือวิวัฒนาการของ เครื่องฉายภาพยนตร์

ในศตวรรษที่ 17 พระคริสตรูปหนึ่งชื่อ "ATHANASIUS KIRCHER" ได้สร้างเครื่องฉายอย่างง่าย ๆ ขึ้นเรียกว่า A MAGIC LANTERN ซึ่งประกอบด้วยหลอด

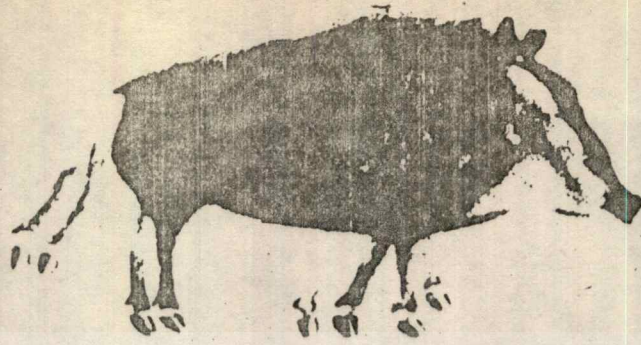
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกระจก เลนส์ โคโยโซ เทียนหรือแสงสะท้อนของแคคเป็นแสงหลัก มีภาพเลื่อนเป็นชุดขนานไป กับสิ่งวิ่งฉายไปกับกำแพงในห้องมืด แคภาพที่ปรากฏค่อนข้างมีคมวิ และเขาได้นำสิ่งประดิษฐ์ ของเขานี้มาแสดงให้กับพวกพระควยกันชม ซึ่งเป็นภาพชุดเกี่ยวกับปีศาจ การฉายภาพเหล่านี้ มีผลต่อพวกพระที่ชมมากจนบางคนถึงกับกลัวรายแก่ เขาหว่า เขาสร้างศิลปะแห่งความชั่วร้าย ขึ้น สร้างความแตกตื่นตกใจมาก เพื่อเป็นการพยายามที่จะอธิบายถึงการทำงานของ เครื่อง นี้ให้คนเข้าใจ ในปี ค.ศ. 1644 เขาจึงได้พิมพ์หนังสือ "ARS MAGNA LUCIS ET UMBRAE (THE GREAT ART OF LIGHT AND SHADOW)" ขึ้น ซึ่งอธิบายถึงปรากฏการณ์ ของแสง, เลนส์, กระจก และการหักเหของแสงกับความสัมพันธ์ของธรรมชาติในการมองเห็นของสายตา เป็นหนังสือที่ได้รับความนิยม และ A MAGIC LANTERN ก็เป็นที่ยอมรับในฐานะเป็นประติมากรรมชิ้นหนึ่ง ซึ่งต่อมาเขาได้ใช้เป็นที่สร้างเครื่องสร้างภาพบันเทิง แกดุ รัมโดยนำเรือกแสงด้วยยุโรป สร้างความบันเทิงให้แกผู้คนและถือเป็นที่เล่นร่วมสมัย ที่ได้รับความนิยม ขึ้นต่อมาคือการพัฒนาเครื่องฉายที่สามารถฉายเป็นภาพเคลื่อนไหว GAS - PER SCHOTT ลูกศิษย์ของ KIRCHER และเป็นพระคริสต์เช่นเดียวกันได้เขียนตำรา เกี่ยวกับการ ปรับปรุง MAGIC LANTERN ซึ่งเขาได้เพิ่มภาพที่บรรจุอยู่ในวงล้อ เพื่อ ที่จะหมุนได้และสามารถฉายได้อย่างรวดเร็วขึ้น

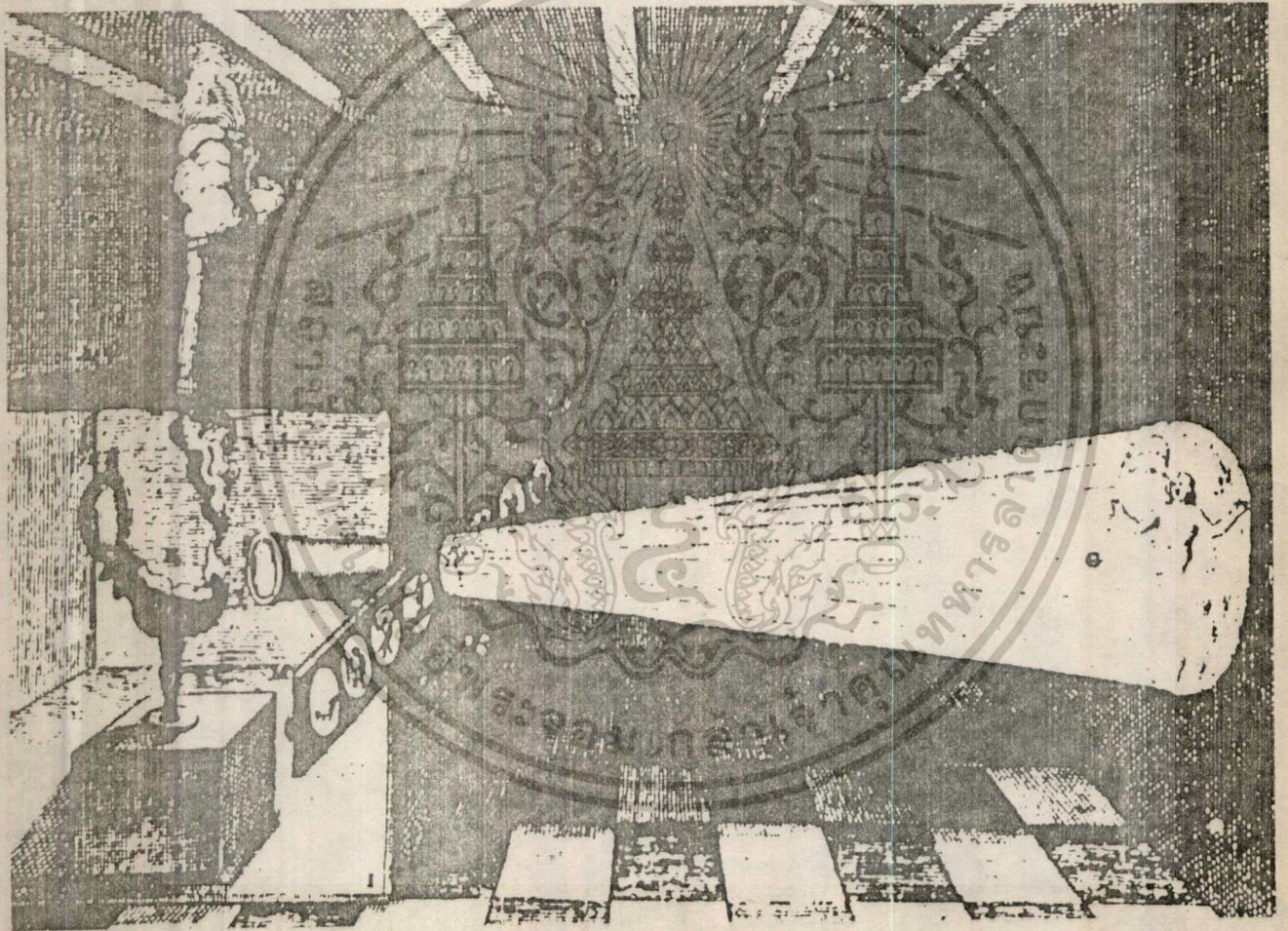
คนแรกที่วาดภาพการ์ตูนเคลื่อนไหวขึ้นคือ PIETER VAN MUSSCHENBROEK นักวิทยาศาสตร์ชาวดัตช์ ในปี ค.ศ. 1736 เขาได้วาดภาพชุด "โรงสีลม" โดยวาดภาพที่ ละม้ายคล้ายกับของกังหันคอบ ๆ เคลื่อนไปที่ละนิคจนครบรอบ และใช้เครื่องมือเป็นตัว หมุน เขาสามารถฉายภาพให้เร็วพอเนื่องกันเกิดเป็นภาพของโรงสีลมกำลังหมุนอยู่

ได้มีการพัฒนาอีก เพียงเล็กน้อยในช่วงหลายร้อยปีต่อมาจนในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 วิศวกรรมการมาในรูปแบบของเล่นเด็กเรียกว่า THE THAUMATROPE เครื่องเล่นนี้เป็นจาน แขนวงกลมมีภาพวาดอยู่ทั้งด้านหน้าและด้านหลังตรงข้ามกันมีเชือกร้อยตรงกลางเพื่อหมุน เมื่อหมุนจานจนหมุนตัวคาก็ไม่สามารถแยกแยะระหว่างสองภาพนี้ออกจากกันได้ เครื่องเล่นนี้เป็น ที่นิยมมาก และทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาในใจคนคว่าเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 ภาพเขียนของมนุษย์ในแอนเดอเท็ด



ภาพที่ 14 A MAGIC LANTERN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

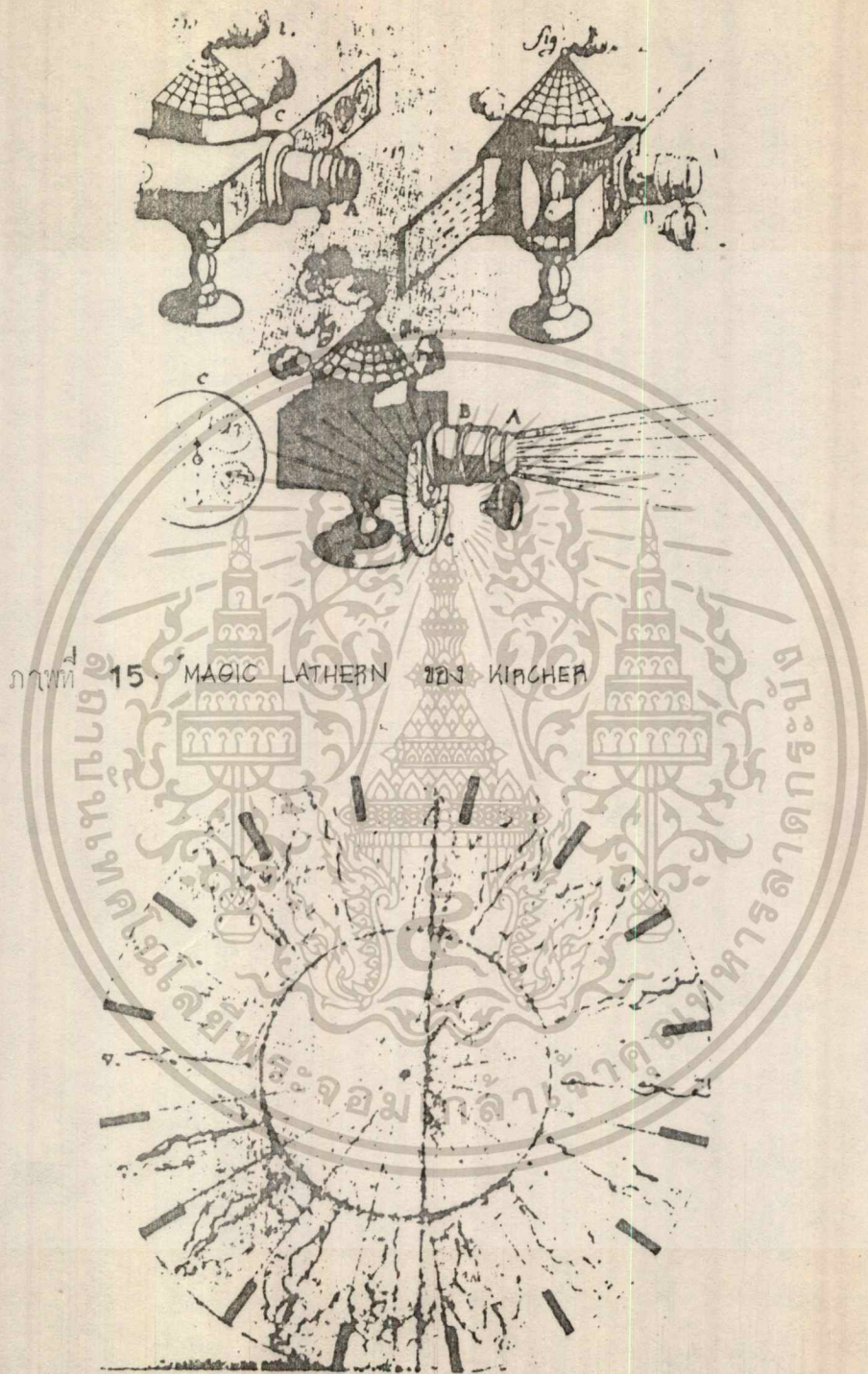
ความก้าวหน้าเกี่ยวกับภาพยนตร์ก็ก้าวไปไกลในปี ค.ศ. 1824 เมื่อ PERTER MARK ROGET ได้พิมพ์ผลงานการค้นคว้าของเขาชื่อ "PERSISTANCE OF VISION WITH REGARD TO MOVING OBJECTS" ระหว่างการทดลอง ROGET ได้ใช้วงล้อที่มีที่กำบังอีกชั้นหนึ่ง และที่กำบังมีช่องสำหรับมอง ช่องนี้จะบังคับสายตาให้เห็นเพียงทีละช่อง ในขณะที่วงล้อหมุน เขาได้พบว่าภาพในแต่ละช่องของวงล้อจะมารวมเป็นภาพเดียวเมื่อมองจากช่องนี้ และปรากฏเป็นภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องกัน ROGET ได้ขอกำหนดเบื้องต้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับหลักการมองเห็นของสายตา ซึ่งมีประโยชน์ในการพัฒนาภาพยนตร์ต่อไป คือ

1. การมองเห็นของผู้ชมจะต้องถูกจำกัด (ซึ่งได้นำไปใช้ในการควบคุมนี้โดยนำไปสร้างชัตเตอร์ในกล้องฉายต่อไป)
2. ตาจะรับภาพเป็นภาพเดียวตามมองเห็นภาพที่ฉายต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว
3. ต้องใช้อัตราความเร็วที่สม่ำเสมอภาพจึงจะต่อเนื่องไปโดยไม่กระตุก
4. คุณสมบัติที่ชัดของแสง เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ภาพชัดแจ่ม และสม่ำเสมอ

การทดลองของ ROGET และการพัฒนาในการฉายภาพของ NIEPCE ในปี ค.ศ. 1822 เป็นเครื่องกระตุ้นในการทดลอง และประดิษฐ์ที่ได้เครื่องมือที่ดีที่สุดในการทำภาพยนตร์

ต่อมานักวิทยาศาสตร์ และศิลปินชาวเบลเยียม JOSEPH PLATEAU ผู้ซึ่งได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีของ ในปี ค.ศ. 1829 เขาได้สร้างอุปกรณ์ขึ้นชนิดหนึ่ง เป็นวงล้อ "THE PHENAKISTISCOPE" ซึ่งแบ่งเป็นช่องบรรจุภาพ 16 ภาพ ในแต่ละภาพบนวงกลมจะบรรจุรูปคนเหมือนกันหมดแต่จะมีลักษณะไม่เหมือนกัน และเมื่อนำวงล้อมาหมุนแล้วมองผ่านความทฤษฎีของ ROGET ก็จะได้เห็นรูปคนที่แสดงอาการเคลื่อนไหวได้ จึงทำให้เกิดอุปกรณ์ในการบันทึกอย่างใหม่ ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก "PLATEAUS PHENAKISTISCOPE" ได้ถูกออกแบบมาในลักษณะต่าง ๆ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องวงล้อหยอกหรือวงล้อก็จะมีให้เห็นภาพ สุนัขวิ่ง, ม้ากระโดด หรือนักกายกรรมตลกบ้าง และก็เป็นที่นิยมของผู้คนมาก และขายดีมาก รวมทั้งมีชื่อหนึ่งคือ GET THE MONEY SCOPE สำหรับคนที่ไม่มีเงินจะซื้อเครื่องเล่นไว้ใกล้กับไปอยู่ที่บ้าน ก็มีคนสร้างร้านเล็ก ๆ เปิดเป็นโรงภาพยนตร์ให้คนเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 MAGIC LATHERN ของ KIRCHER

ภาพที่ 16 "THE THAUMATROPE"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

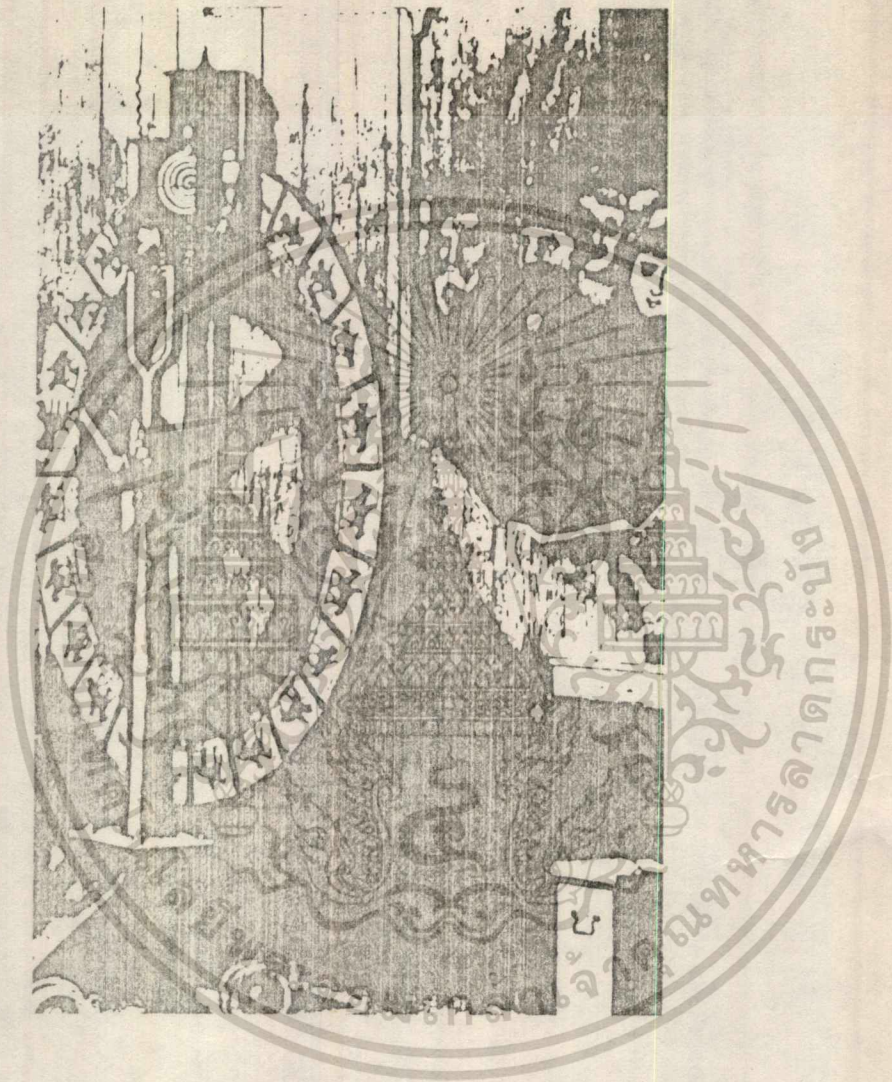
เช่น โรงภาพยนตร์ของ SMILE REYNARD ซึ่งดำเนินการโรงภาพยนตร์ในปารีส ในช่วงปี ค.ศ. 1892 ถึง 1900 เป็นสถานที่ที่ซึ่งภาพวาดถูกนำมาประกอบเพลงซึ่งในปัจจุบันนี้สิ่งนี้ก็ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภาพยนตร์ในปัจจุบัน และเพื่อความก้าวหน้าในการทำภาพยนตร์ ยังต้องการ กล้องที่สามารถบันทึกภาพได้อย่างสมบูรณ์, फिल्मที่มีประสิทธิภาพในการรับแสง และเครื่องฉายที่สามารถฉายภาพได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้มีการค้นคิดปรับปรุงขึ้นจากกลุ่มบุคคลต่าง ๆ กัน เช่น กล้องเป็นผลงานการทดลองของ เอคิสัน फिल्मก็เป็นการพัฒนาขึ้นโดยบริษัทออสต์แมน และเครื่องฉายก็เป็นผลสำเร็จจากการทดลองของพี่น้องลูเมียร์ ในปี ค.ศ. 1896 และทุกอย่างก็เป็นผลให้วงการภาพยนตร์เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

จนในช่วงต้นของศตวรรษที่ 20 การวิวัฒนาการในภาพยนตร์ก็แบ่งออกเป็น 2 ทาง ทางหนึ่ง คือนำมาประยุกต์กับการละคร โดยใช้ตัวแสดง เป็นมนุษย์จริงมีพระเอก นางเอก และผู้แสดงอื่น ๆ เกิดเป็นภาพยนตร์เรื่องราวต่าง ๆ ในปัจจุบัน อีกทางหนึ่งคือตัวแสดงเกิดจากการสร้างของมนุษย์มีว่าจะเป็นการวาด หรือวิธีการอื่น ๆ และโคกลายมาเป็นภาพยนตร์การ์ตูนในปัจจุบัน

โดยทั่วไปภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องแรกเชื่อว่าวาดโดย J. STEWART BLACKTON ชาวอเมริกันซึ่ง เป็นผู้ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเรื่อง "HUMOROUS PHASES OF FUNNY FACES" ในปี ค.ศ. 1906 แต่นักประวัติศาสตร์บางคนกล่าวว่า ชาวฝรั่งเศส EMILE COHL เป็นผู้สร้างเรื่อง PHANTASMAGORIE ใน ค.ศ. 1908 เป็นผู้สร้างคนแรก แต่ตามบันทึกของห้องสมุดคองเกรสโคกลายว่า เป็นภาพการ์ตูนที่ผลิตโดยศิลปินอเมริกันซึ่งไม่มีใครทราบว่าใคร เป็นผู้วาดขึ้น ใน ค.ศ. 1900 ศิลปินผู้นี้เป็นคนทำงานอยู่ในบริษัทเอคิสัน และถ่ายเป็น เรื่องโดยเขา เคน เขามาร่างภาพหน้าของศพ เนจรมนกระดาศขนาดใหญ่และวาดจบลงด้วย เป็นภาพกำลังสูบบุหรี่ แล้วตัวการ์ตูนก็เคลื่อนไหวสูบบุหรี่ในปาก และพันควันเป็นกลุ่มใหญ่ จนตัวศิลปินคนวาดก็ตกใจระโศกถอยออกมา

ในช่วงแรกเริ่มของการทำภาพยนตร์การ์ตูน ภาพวาดและฉากประกอบแต่ละภาพ จะถูกวาดขึ้นมาสำหรับถ่ายแต่ละเฟรมจึง เป็นการใช้แรงงาน อย่างมาก และความอดทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 MAGIC SHADOWS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อุปสรรคเหล่านี้ก็หมดไปเมื่อ ค.ศ. 1914 มีการค้นพบแผ่นเซลลูลอยด์โดย EARL HURD จึงทำให้ก้าวหน้าขึ้นโดยการแยกหาทางแต่ละทามาแยกเขียนบนแผ่นเซล และนำมาประกอบกันได้เฉพาะแต่ละภาพโดยไมต้องวาดภาพทั้งหมดขึ้นมาใหม่ จากการค้นพบนี้ทำให้วิชาเทคนิคใหม่ในการวาด และเกิดรูปแบบใหม่ของฟิล์มขึ้นอีกมาก

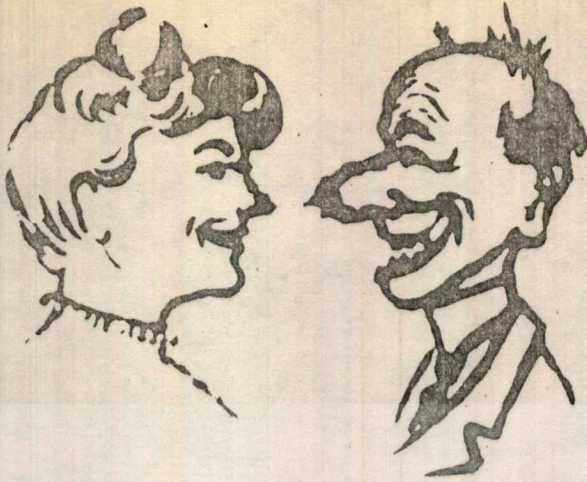
ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นจากแรงบันดาลใจโดยงานของ COHL AND BLACKTON WINSOR MCCAY ผู้นำตัวการ์ตูนของเขาชื่อ LITTLE NEMO มาทำเป็นภาพยนตร์ และนำออกฉายตามโรงภาพยนตร์ทำให้เกิดการแตกตื่นสนใจของชุมชนเขาจึงผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องอื่นตามออกมา และประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น เช่นเรื่อง GERTIE THE TRAINED DINOSAUR และนำตระเวนแสดงในลักษณะการแสดงสดบ้าง จากการต้อนรับของชุมชนอย่างมโหฬารอุตสาหกรรมการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนจึงขยายตัวขึ้นในเมืองนิวยอร์ก และฮอลลีวูด เพื่อที่จะสนองความต้องการ เรื่องราวก็มักไม่หนีอะไรสาระอย่าง เรื่องของกวีละคร ฟ้าผ่าตกอยู่กำลังคว่ำจกการกับคนพาลที่มีมารึงแก และกวีงไลตอสูกันมีมุขตลกต่าง ๆ ในช่วงนี้จึงเป็นที่ถูกใจของชุมชนมาก

ลักษณะตัวการ์ตูนในช่วงแรกมักเป็นรูปทรงเรขาคณิต เพราะเป็นการง่ายที่จะผลิตขึ้นมา เช่น กวีละครที่มีหัว และใบหนากอม ๆ เช่น FELIX THE CAT และ FLIP THE FROG จากการทำเช่นเป็นการทวนส่วนละเอียดที่ยากของตัวการ์ตูนให้เป็นรูปแบบกราฟิคส์ที่ง่ายที่สุด และไต่กลายเป็นลักษณะที่ใช้กันมาจนปัจจุบัน

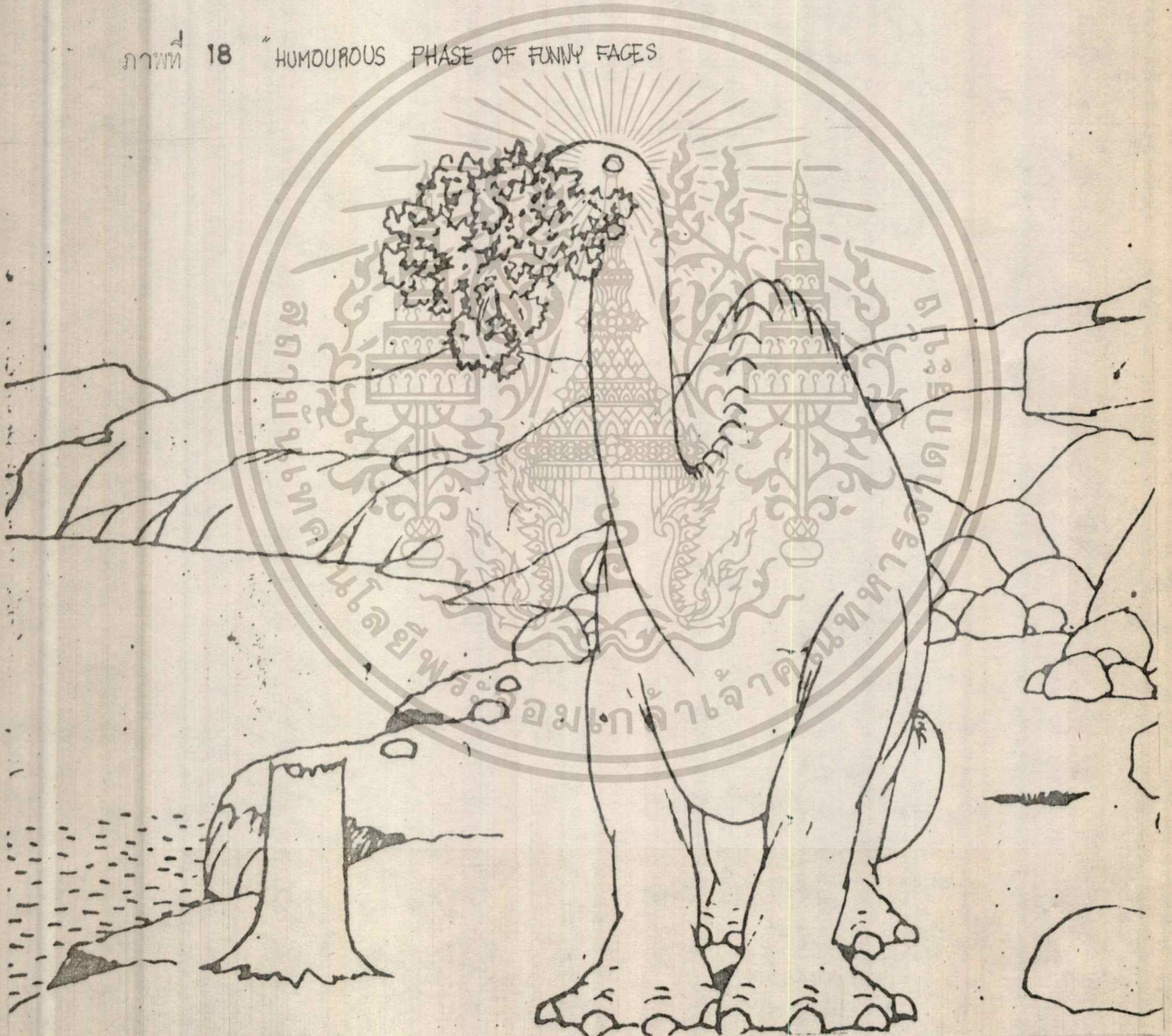
เป็นที่น่าสัง เกตุว่าภาพยนตร์การ์ตูนได้มีการผลิตเป็นภาพยนตร์เสียงก่อนภาพยนตร์ธรรมดาเสียอีก ในช่วงทศปี ค.ศ. 1920 CHARLES A. HOXIE นักทดลองของเยอเนอรัลอีเลคทริก ได้ทดลองอัดเสียงลงบนฟิล์ม และระหว่างปี ค.ศ. 1920-1922 วิศวกรของเวสเทิร์นอีเลคทริก ได้ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนเสียงขึ้น

จากจุดเริ่มต้นของภาพยนตร์การ์ตูนบนเทป ชูบูกเบิก เช่น PAT SULLIVAN, WINSOR MCCAY และ MAX FLEISHER ได้สร้างตัวการ์ตูนที่เป็นสัตว์เลี้ยงดูจะเป็นตัวละครที่มีความนิยมมากที่สุด เพราะเป็นการง่ายที่จะสร้างความประทับใจ และเรียกเสียงหัวเราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 "HUMOROUS PHASE OF FUNNY FACES"



ภาพที่ 19 GERTIE THE TRAINED DINOSAUR.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากยูซุมไคมาก อย่างเช่น FELIX THE CAT และ OSWALD THE RABBIT ซึ่งเป็นตัว
การตูนคนฉบับของ MICKEY MOUSE, BUG BUNNY AND HUCKLEBERRY HOUND

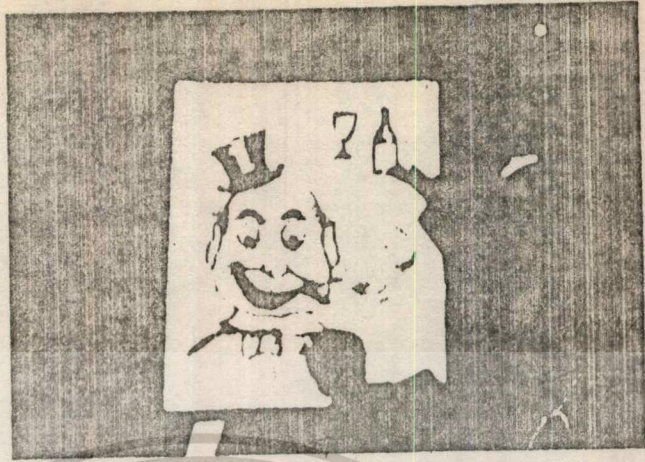
WALT DISNEY เป็นผู้ที่มีอิทธิพลมากในช่วงระหว่าง เริ่มแรกจากการยกกระต๊บ
เป็นความบันเทิงในรูปแบบศิลปะที่เป็นจริง ควบคู่การเริ่มของเรื่อง "STEAMBOAT WILLIE"
ในปี ค.ศ. 1928 สติวอิโอของคีสนีโยไคเริ่มยุคแห่งศิลปะและเทคนิคใหม่ ๆ ในการทำภาพยนตร์
การตูนกับเพลง และดีสรรคตระการตามาประกอบกันกับการนำเรื่องนิทานที่มีเสน่ห์ซึ่งสามารถ
หยิบยื่นความสนุกสนานบันเทิงแก่ยูซุม ในช่วงเรื่องทีสามสิบ ของวอลท์ คีสนีโย ชุก "SILLY
SYMPHONY" ใค่นำออกฉายทั่วโลกก็ไกรูจัก และขึ้นชมกับการตูนตัว เอกคือ MICKEY MOUSE

ในแต่ละภาพที่ปรากฏแสดงให้เห็นถึง เทคนิคใหม่ และการปรับปรุงส่วนต่าง ๆ
ในขบวนการผลิต เช่นการมีนิ้วมือเพียงสี่นิ้วในตัวละครบางตัว ซึ่งเป็นการตัดทอนให้เรียบ
ง่ายเพื่อสะดวกที่จะทำให้อาพยนตร์เคลื่อนไหว และเป็นที่ยอมรับของคนดู

ภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องยาวของคีสนีโยคือ "SNOW WHITE AND THE SEVEN
DWARFS" ในปี ค.ศ. 1937 และคิคความมาอีกหลายเรื่องคือ PINOCCHIO BAMBI, DUMBO
และ ALICE IN WONDERLAND เป็นคน ควบแต่ละเทคนิคใหม่สไตลของคีสนีโยเปลี่ยนแปลง
กาพหน้าจากรูปแบบของการตูนคลทที่มีกรรมกาจนถึงภาพที่สวยงาม และเคลื่อนไหวเหมือน
ธรรมชาติที่สุด ความสำเร็จในแง่ศิลปะที่สคคเหมือนจะเป็นเรื่อง FANTASIA ซึ่งเป็นการนำ
เอาเพลงอมตะของคิคกวี ที่มีชื่อเสียง เช่น BELTHOVUN TCHAIKOVSKY, STRAVINSKY
และอื่น ๆ มาจินคนากการ เป็นภาพยนตร์การ์ตูนที่สมบรมที่สุด ซึ่งสามารถจะกล่าวได้ว่าเราไม่
สามารถจะชมภาพยนตร์การ์ตูนที่สวยงาม เทานี้อีกแล้ว

ศิลปินชาติอื่น ๆ ก็กระตือรือล้นในการทำภาพยนตร์การ์ตูนในช่วงนี้ แต่งานเป็นไป
ในรูปแบบอื่นนอกเหนือจาก เทคนิคการวาดบน เซลล์ซึ่งจะ เป็นเทคนิคทั่วไป เมื่อกกล่าวถึงภาพ-
ยนตร์การ์ตูน การสร้างในรูปของการศคิกระคาน, ทุนกระบอก และวิศคอื่น ๆ จะเพื่องฟู
ในยุโรป และส่วนอื่น ๆ ของโลก นอกเหนือจากวิชันนาการในการตูนบนแผ่น เซลล์ซึ่งมรรค
ถึงสคคยอคคอย่างกว้างขวางภายใต้การคคฉบับคาลของวอลท์ คีสนีโย

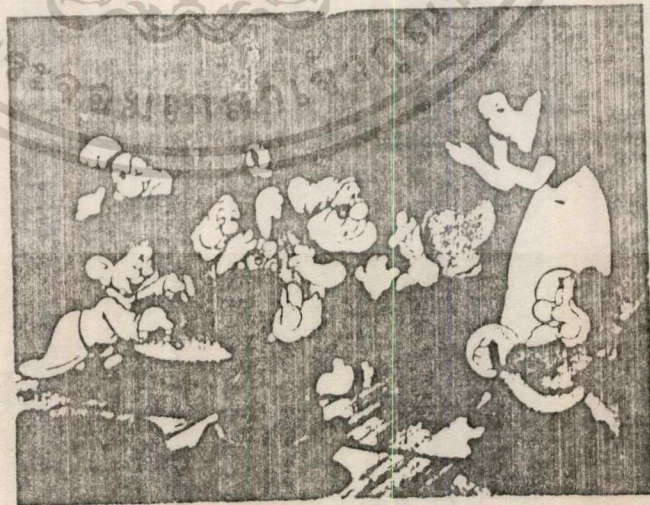
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 "THE ENHANCED DRAWING"



ภาพที่ 21 "FANTASIA"



ภาพที่ 22 "SNOW WHITE AND THE SEVEN DWARFS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นคว้าเรื่อง GERALD MCBOING BORING, ซึ่งผลิตโดย UPA (UNITED PRODUCTIONS OF AMERICA) เป็นการนำมาถึงการเปลี่ยนแปลงก้าวใหม่ของรูปแบบภาพยนตร์การ์ตูนหลังจากช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 รูปแบบใหม่นี้ ใค้อิทธิพลมาจากภาพจิตรกรรมประเภทนามธรรม (ABSTRACT) ซึ่งมีรูปแบบกราฟิกเรียบ ๆ และเป็นภาพเคลื่อนไหวที่ฉูดฉาดความจริงอย่างมากซึ่งตรงกันข้ามกับรูปแบบของวอลท์ ดิสนีย์ ซึ่งใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับ UPA เริ่มมีแบบเป็นของตัวเอง ซึ่งไม่มีข้อจำกัดอยู่กับกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ คุณสมบัติของการออกแบบเริ่มมีบทบาทสำคัญ อิริยาบถต่าง ๆ ก็แสดง เป็นสัญลักษณ์มากกว่าความเป็นจริง UPA ใค้ทำภาพยนตร์การ์ตูนของเขา เรียบง่ายจบเกือบเรียกว่าถึงจุดของนามธรรมทำให้เกิดการใช้เทคนิค LIMITED ANIMATION ขึ้นซึ่ง เป็นผู้นำให้กับเทคนิคอื่นที่จะตามมา

เมื่อมาถึงยุคของ โทรทัศน์ ทัศนคติของคนอเมริกันก็เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากซึ่ง เป็นผลต่ออุตสาหกรรมบันเทิงอย่างใหญ่หลวง จากการ์ตูนที่ครอบครัวอเมริกัน เคยออกไปชมภาพยนตร์นอกบ้านอาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง ส่วนใหญ่จะซื้อเครื่องรับโทรทัศน์ และชมกันอยู่ที่บ้าน การลดจำนวนของผู้ชมภาพยนตร์ และเป็นจุดจบของการสร้างภาพยนตร์ เรื่องยาวซึ่งใช้เวลาในการสร้างและค่าใช้จ่ายสูงขึ้นมาอย่างมหาศาล ทำให้กลายเป็นรายการโทรทัศน์ขึ้นมาแทน เช่น รายการ WONDERFUL WORLD OF COLOR ของดิสนีย์ซึ่ง เป็นรายการที่รวมเอาทั้งภาพยนตร์การ์ตูน และภาพยนตร์ชีวิตธรรมชาติเข้าไว้ด้วยกัน และก็มีการ์ตูนรายการโทรทัศน์ เป็นโดยบริษัทยักษ์ใหญ่ออย่าง HANNA BARBERA ซึ่งทำให้เกิดภาพยนตร์การ์ตูนชุด THE FLINTSTONES และ HUCKLEBERRY HOUND เป็นเรื่องราวของการล้อเลียนชีวิตประจำวันและชวนหัวสำหรับเด็กทุกวัย

HANNA-BARBERA ใค้พัฒนาควยวิธีที่ฉูดฉาดกว่าใคร ๆ ในการสนองตอบปริมาณอย่างมากมายในความต้องการ เรียบรองภาพยนตร์ชุดทางโทรทัศน์ แทนที่จะทำ FULL ANIMATION ในแบบของดิสนีย์ เขาจะจำกัดลักษณะตัวละคร เป็นเพียงแขนขารูปร่างหน้าตาที่ง่าย ๆ และให้แสดงการเคลื่อนไหวโดยการใช้เทคนิคมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23



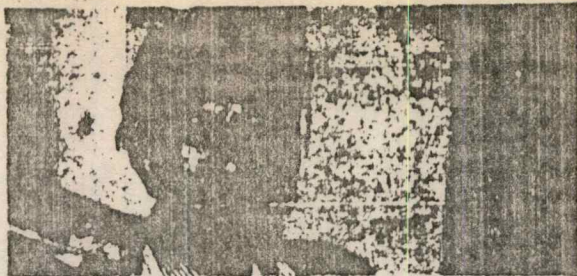
ภาพที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

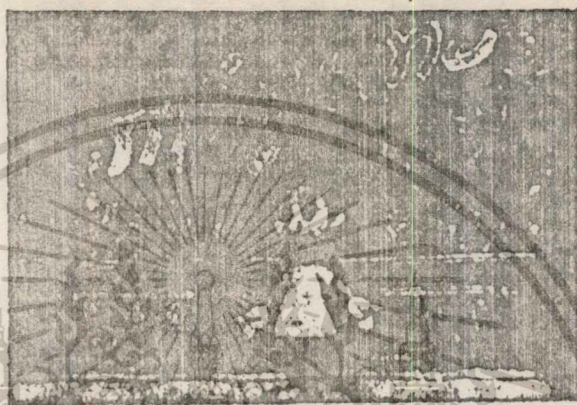
ในธุรกิจการทำภาพยนตร์การ์ตูนชุดครึ่งชั่วโมงหรือหนึ่งชั่วโมงทางโทรทัศน์ใช้ทั้งเทคนิคทั้งหมดของคีสนี และเทคนิคใหม่ของ HANNA BARBERA ซึ่งบางที่จะเป็นการกำหนดรูปแบบของภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับอีกหลายปีข้างหน้า ทุกสตูดิโอใหญ่ ๆ มีคนจับ และโครงการจะทำภาพยนตร์เรื่องยาวออกสักเรื่องหนึ่งแต่ในขณะนี้ เป็นเวลาของโทรทัศน์ซึ่งมีอิทธิพลอยู่ในโลกบันเทิงขณะนี้

ภาพยนตร์การ์ตูนในเมืองไทย

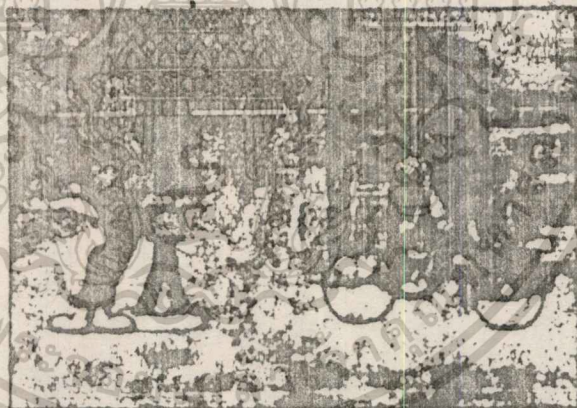
สำหรับความเป็นมาของภาพยนตร์การ์ตูนในเมืองไทยนั้นยังไม่มีการบันทึกอย่างจริงจัง แต่เท่าที่เป็นที่ทราบกันทั่วไปดูทีวีเริ่มการพักการบุกเบิกเรื่องการทำภาพยนตร์การ์ตูนในเมืองไทยเป็นคนแรกคือ "ปยุต เงากระจ่าง" แต่ตามที่ใครคนมาปรากฏว่ามีประวัติความเป็นมาคือ ในราวปี พ.ศ. 2488 เสน่ห์ คล้ายเคลื่อน จิตรกรฝีมือชั้นนำคนหนึ่งในยุคนั้นได้พยายามคิดจะทำภาพยนตร์การ์ตูนขึ้นและทดลองฉายท่าลงที่สมจนสำเร็จแต่ทำยังไม่ทันจะสมบูรณ์ก็เสียชีวิตลง เสียก่อน จึงไม่มีใครมีโอกาสได้ชมภาพยนต์ที่เขาได้ทำและไม่ทราบรายละเอียดว่าได้ทำในเรื่องราวอะไรอย่างไร จนในปี พ.ศ. 2497 ปยุต เงากระจ่าง ก็เริ่มบุกเบิกหาประสบการณ์ในการทำภาพยนตร์การ์ตูน เป็นครั้งแรกในสมัยที่ยังไม่มีค่ารายเป็นครุสอน และเครื่องมือ เครื่องไม้ก็ยังไม่มีมากนัก แต่เขาก็เพียรพยายามต่อไปอย่างไม่หยุดยั้งจนจนเลยข้ามปีมาถึง พ.ศ. 2498 ปยุตก็สามารถทำภาพยนตร์การ์ตูนได้สำเร็จเป็นเรื่องแรก นั่นคือเรื่อง "เห่คุณหัดจรรบ" ซึ่งฉายประกอบรวมกับหนังเรื่อง "หุรบรุษทวย" ของ ส. อาสนจินดา ที่โรงหนังบรอดเวย์หนังการ์ตูนเรื่องนี้ต้องใช้เวลาเช่าสตูดิโอหรือแผนพลาศติดไปถึง 4,000 แขนโดยแบ่งออกเป็นแม็คกราว 24 ฉาก เขาใช้เวลาเขียนการ์ตูนของเขาตั้งแต่หัวค่ำจนถึงเช้า และในวันหยุดทุกคืนเป็นเวลาถึง 9 เดือนเต็ม เหตุที่เขาต้องเขียนการ์ตูนเฉพาะเวลากลางคืนก็เพราะช่วงเขาถึงเย็นเขามุ่งงานประจำที่สำนักงานชาวสารออเมริกัน ในปี พ.ศ. 2500 เขาก็ทำหนังการ์ตูน ขึ้นอีกเรื่องเป็นเรื่องที่สองคือ "หนุมาน-ผจญภัยครั้งใหม่" ความยาว 20 นาที เป็นหนังการ์ตูนที่ทำให้กับสำนักงานชาวสารออเมริกันเพื่อต่อต้านลัทธิคอมมิวนิสต์ และเตรียมนำออกฉายให้คนไทยได้ชมกัน แต่ในยุคนี้เป็นยุคของจอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ จอมพลผู้เผด็จการในอศิศ ก็เลยมีเกณฑ์ที่จะบรรยาย คือ ก่อนที่จะนำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



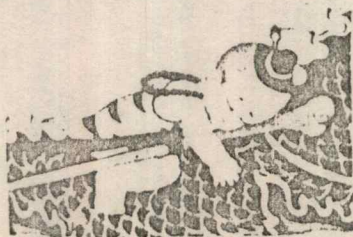
ภาพที่ 25 "ปยุต นวกรจำนง"



ภาพที่ 26 "ภาพพระนเรศวรมหาราชทรงประทับบนเศวตฉัตร"



ภาพที่ 27 "เศวตฉัตร มหัตถ์จรรย"



ภาพที่ 28 "ศิวะเจ้าตรี"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังการ์ตูน เรื่องนี้ออกฉายก็ต้องฉายให้คณะทหารชมก่อนคราวนี้ตามท้องเรื่องนี้ "หนูมาน" เป็นผู้มีมากุบวาน เมือง ไทคนกับลิงกลับคืนสู่สันติภาพ พอมาถึงภาพหนูมานอวตารมาช่วยนายพลตรีท่านหนึ่งแห่งกองทัพปกก็สังหารระงับการฉายทันทีโดยอ้างว่าฉีกกาละเทศะเพราะท่านนายก รัฐมนตรี คือจอมพลสฤษดิ์ ท่านเกิดปีวอก หนังการ์ตูนเรื่องนี้จึงต้องเก็บห้ามฉาย ในปี พ.ศ. 2503 ปยุต ก็สร้างหนังการ์ตูนความยาว 20 นาที ออกมาอีกเรื่อง "เด็ก ๆ กับหมี" และปีเดียวกันผู้ปุ่นก็สามารถสร้างหนังการ์ตูนเรื่องยาวออกมาได้คือ เรื่อง "ไวท์ สเน็ค"

สำหรับการ์ตูนเรื่องยาวเรื่องแรกที่เรารู้จักกันก็คือ "สุคสาคร" เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 มีการโฆษณาว่าจะมีการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนไทยเรื่องแรก เรื่อง "สุคสาคร" โดยมีแผนป้ายโฆษณาหน้าโรงภาพยนตร์ เฉลิมกรุง แต่ก็ยังเป็นเพียงป้ายโฆษณาเท่านั้น ยังไม่มีการดำเนินการถ่ายทำแต่อย่างใด ในช่วงแรก "จิรวรรณ กัมปนาทแสนยากร" เป็นผู้ช่วยการสร้างสรรค์ เรื่องนี้ไคหาทีมงานมาเขียนภาพในหนังการ์ตูนเรื่องนี้ แต่ทีมงานนี้เขียนการ์ตูนเป็นอย่างดี และไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะทำให้อาภาพเคลื่อนไหวไปตามบทบาทของเรื่องไคทางผู้สร้างภาพยนตร์จึงไคไปเชิญ "ปยุต เงากระจ่าง" มาเป็นที่ปรึกษา และดำเนินการสร้าง ทีมงานชุดแรกนำโดย "อาจารย์อุคมลักษณ์ ทรงสุวรรณ" ซึ่งต่อมาก็วางมือไปทางผู้สร้างคือ จิรวรรณ จึงคัดเลือกนิคมอบหมายให้ปยุตรับหน้าที่ทำหนังการ์ตูน "สุคสาคร" ต่อจนสำเร็จเป็นภาพยนตร์ระบม 35 มิลลิเมตร สีและเสียงในฟิล์ม ไซเวลาสร้างทั้งสิ้น 1 ปี 9 เดือน มีความยาวทั้งสิ้น 82 นาที จากฟิล์มภาพยนตร์ 8 ม้วนยาว 7, 348 ฟุต นับเป็นภาพยนตร์การ์ตูน เรื่องแรกของไทยที่ เป็นความสำเร็จในการ เป็นผู้บุกเบิกอย่าง เต็มตัวและมาจนถึงขณะนี้ก็ยังไม่มีใครสืบทอดเจตนารมณ์ในการจะทำภาพยนตร์การ์ตูนเช่นนี้ไคไปอีกเลย

หลักการพื้นฐานของภาพยนตร์การ์ตูน

ภาพยนตร์ที่ถ่ายทำจากภาพและวัตถุนิ่งให้มองเห็น เคลื่อนไหวไค หรือที่เรามากจะเรียกกันว่าภาพยนตร์การ์ตูน หรือหนังการ์ตูน หรือที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า Animation หรือ Film animation เป็นภาพยนตร์แบบที่สลับซับซ้อนมาก ในการถ่ายทำไคใช้ทักษะหรือความชำนาญ ผสมกับสติปัญญาหรือไหวพริบ และความคิดสร้างสรรค์อย่างสูงมากวิธีถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำภาพยนตร์การ์ตูนในสมัยดั้งเดิม เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว ใช้มือถ่ายทำเกือบทั้งหมด ได้ใช้วิธีเกือบเหมือนเดิมติดต่อกันมาจนถึงเมื่อสองสามปีมานี้ ในปัจจุบัน แม้จะใช้เครื่องมือกลและเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เขาช่วยในการถ่ายทำแต่ก็ยังคงจำเป็นต้องใช้สติปัญญา ทักษะ และความคิดสร้างสรรค์เขาช่วยในการถ่ายทำอยู่นั่นเอง ทั้งนี้ก็เพื่อทำให้การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้บรรลุผลสำเร็จเป็นอย่างดี

ควยการใช้ เครื่องมือช่วยทาง เทคนิคสมัยใหม่มากยิ่งขึ้น การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนได้กลายเป็นการแบ่งงานย่อยเล็กซึ่งยิ่งขึ้นและแบ่ง เป็นงาน เฉพาะอย่างมากที่สุด เพื่อที่จะสนองตอบความต้องการทาง เทคนิคและความเร่งด่วนของวงการวิทยุโทรทัศน์ ซึ่งเป็นวงการผู้ใช้ภาพยนตร์การ์ตูน เป็นใหญ่

แต่ภาพยนตร์การ์ตูนในตัวของมัน เองมิใช่ เป็นสิ่งที่ยุ่งยากสับสน เหมือนงานอันสับสนยุ่งเหยิงของห้องส่ง โทรทัศน์หรือการออกแบบ เครื่องคอมพิวเตอร์ แอพอ่างใด การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนยังจำเป็นต้องพึ่งหลักฐานมูลฐานของความเคลื่อนไหวและเครื่องจักรกล ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนยังคงเดิม ยังคงพึ่งผลงานของกล้องถ่ายทำภาพยนตร์อย่างกว้างขวางตลอดจนพึ่งศักยภาพอันกว้างใหญ่ของวิชาการภาพยนตร์ ซึ่งเป็นที่ขายซึ่งกันทั่วไป

ลักษณะเฉพาะของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Film animation)

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Film animation) เป็นเทคนิคของการสื่อสารทางตาหรือทางการ เห็นของมนุษย์อย่างหนึ่ง ซึ่งมีศักยภาพพื้นฐาน คือการทำให้ความสลัซซิบซ่อนเข้าใจง่ายขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นสิ่งที่ตามองไม่เห็น และเพื่อสอนให้เร็วขึ้นและรัดกุมยิ่งขึ้น การถ่ายทำภาพยนตร์ชนิดนี้แตกต่างจากการถ่ายทำภาพยนตร์ชนิดที่มีการเคลื่อนไหวจริง ๆ (Live-action filming) ซึ่งเป็นกฎว่าจะต้องถ่ายภาพในอัตรา 24 ภาพหรือกรอบภาพ (frame) ต่อหนึ่งวินาที ทั้งที่ความจริงในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะนำเอาภาพยนตร์ที่แสดงการเคลื่อนไหวจริง ๆ เขามารวมไว้ด้วยกันได้เป็นอย่างดี แต่ส่วนใหญ่ภาพยนตร์การ์ตูนใช้ เทคนิคของการถ่ายภาพยนตร์ที่ละภาพหรือถ่ายภาพหนึ่งแล้วหยุด (Stop-frame cinematography) คือ ถ่ายหรือเปิดชัตเตอร์ (Shutter) ให้แสงสว่างเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกฟิล์ม 1 ภาพหรือกรอบภาพแล้วหยุดกล้อง เพื่อปรับเลื่อนภาพคนจับหรือวัตถุที่ถ่าย ให้เคลื่อนสำหรับจะถ่ายภาพต่อไป วิธีดังกล่าวนี้จะมองเห็นชัดแจ่มว่าเป็นวิธีที่ต้องสิ้นเปลืองเวลามากวิธีหนึ่ง และเป็นวิธีที่ต้องใช้พลังงานมือและทักษะมากพอใช้ ทั้งนี้ยังไม่กล่าวถึงความรู้สึก เรื่องจังหวะเวลาและความเคลื่อนไหวเลย

การถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริงกับการถ่ายโดยหยุดทีละภาพ ต่างก็มีศักยภาพพิเศษหรืออำนาจพิเศษที่จะให้แก่มนุษย์ด้วยกัน ในการถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริง ควบกล้องที่มีความไวของชัตเตอร์ (Shutter) ในอัตราเร็วมากเป็นพิเศษ ผู้ถ่ายสามารถจะบันทึกภาพได้หลายพันภาพในเวลาเพียงหนึ่งวินาที ภาพยนตร์ดังกล่าวนี้สามารถจะทำให้ผู้ชมได้มีโอกาสศึกษาวิถีกระสุน หรือทิศทางการของหัวกระสุนปืนที่แหวกอากาศไป หรือได้ศึกษาลักษณะการบินของนกได้อย่างแจ่มแจ้ง ผู้ถ่ายบางคนอาจใช้ชัตเตอร์ที่ช้ามาก ถ่ายภาพหนึ่งทุก ๆ ชั่วโมง หรือชั่วโมงละหนึ่งภาพ เพื่อศึกษาความเจริญเติบโตของดอกไม้ โดยทั่วไปแล้ว อาจกล่าวได้ว่า การถ่ายทำภาพยนตร์บันทึกความเคลื่อนไหวจริง สามารถถ่ายทอดความเป็นจริงได้ดีกว่าภาพยนตร์การ์ตูน เพราะเลนส์ของกล้องถ่ายภาพยนตร์สามารถบันทึกภาพธรรมชาติได้เหมือนกับสิ่งนั้นมากที่สุด

อีกประการหนึ่ง ภาพยนตร์การ์ตูนมีคุณลักษณะเฉพาะตัว เองในทางกำหนดแบบธรรมชาติ ในทางทำเรื่องที่ยากใหญ่กระจางและเข้าใจใ้คงายเขา และในทางแยกแยะเหตุการณ์ที่สลับซับซ้อนออกมา เป็นสัดส่วนและลำดับก่อนหลังให้เข้าใจใ้คงายขึ้น เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อได้เปรียบของภาพยนตร์การ์ตูนมาใช้ใ้คงายขึ้น จะใ้คงายถึงรายละเอียดว่าภาพยนตร์การ์ตูนสามารถทำอะไรใ้คงายใ้คงาย

ภาพยนตร์การ์ตูนใ้คงายใ้คงายความ เคลื่อนไหวที่ เป็นจริง

ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถรวมเอาความ เคลื่อนไหวที่ เป็นจริง เข้ามาใ้คงายกันแล้วแยกตัว เองออกจากสิ่งนั้นไป ใน เมื่อการชี้แนะและการทำให้ เรื่องราวกระจางยิ่งขึ้นนั้น จำเป็นต้องอาศัยภาพความ เคลื่อนไหวที่ เป็นจริง เข้ามาช่วยแสดง

ภาพเคลื่อนไหวที่เป็นจริงมีข้อได้เปรียบที่มองเห็นได้ชัดก็คือความเป็นจริง หรือเป็นธรรมชาติที่ปรากฏให้เห็นในทันทีทันใด เช่น นี่คือนักถ่ายภาพช็อต (Shot) หนึ่งที่แสดงให้เห็น เครื่องแยกปรมาณู นี่คือนักทดลองสัญญาณในรถไฟ และนี่คือเหมืองถ่านหิน เป็นคนแคบึกพื้นที่สลักรับข้อของความเป็นจริงไม่มีความหมายที่เป็นจริง นอกเสียจากว่า หลักการที่ทำให้สิ่งนั้นทำงานจะได้นำมาแสดงหรือสาธิตให้เห็น เช่น เกี่ยวกับภาพยนตร์สารคดีที่สร้างชั้นอย่างสูงเอา ฉากเป็นจำนวนนับไม่ถ้วนที่นำมาแสดง โดยต้องใช้วิธีบรรยายหรือพากย์ประกอบ ใหญ่ชมเข้าใจผิวพื้นหรือลักษณะพื้นที่ดังกล่าวแล้ว เพื่อที่จะเบนความสนใจจากความเป็นจริงของภาพเคลื่อนไหวที่เป็นจริง มาสู่การเสนอในเชิงวิเคราะห์อย่างแท้จริงของภาพยนตร์ที่ทำให้เห็นความเคลื่อนไหว (Animated drawing) หรือแผนภาพ (Diagram) ก็คือการทำทั้งสองอย่างครั้งเดียวให้โดยผลดีที่สุด

ภาพยนตร์การ์ตูนแสดง เป็นภาพควยแผนภาพ

ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถนำเอาภาพแผนภูมิที่เคลื่อนไหวไคลงซ้อนทับบนภาพที่เคลื่อนไหวได้จริง ๆ ควยเทคนิคที่ทั้งสองอย่างช่วยทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และแยกแยะหลักการทำงานภายในของสิ่งนั้นออกให้เห็นเป็นส่วน ๆ

โรงงาน เครื่องจักรกล หรือเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการ เป็นจำนวนมาก ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีความสลักรับข้อเป็นอย่างมาก และต้องการความเข้าใจจากทางเทคนิคและทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อย เพื่อที่จะได้เห็นคุณค่าของกรรมวิธีและหลักการที่เกี่ยวกับการใช้ เครื่องมือและเครื่องใช้เหล่านั้น เนื่องจากความรู้ที่ต้องการมีหลายระดับ ดังนั้นการเสนอภาพยนตร์การ์ตูนจึงสามารถจัดแยก เป็นระดับต่าง ๆ ได้ตั้งแต่จากระดับง่ายที่สุด แบบที่เป็น การสาธิตระดับพื้นฐานมากที่สุด ไปจนกระทั่งถึงแบบที่ประณีตและสมบูรณ์ที่สุด แบบดังกล่าวนี้ เป็นปัญหาของช่างเขียนหรือจิตรกรผู้เขียนภาพการ์ตูน ที่จะต้องปรับทักษะหรือความชำนาญ เฉพาะอย่าง ในทางการเขียนภาพดังกล่าวให้ตรงต่อความประสงค์ของลูกค้ายอดผู้อุปถัมภ์ ของคุณ ความสำคัญอีกแง่หนึ่ง โดย เฉพาะอย่างยิ่งในภาพยนตร์ประกอบการสอนวิชาทางเทคนิค ก็คือภาพยนตร์การ์ตูนที่ไว้วางแผนการสร้างควยความรอบคอบเป็นอย่างดี ได้พิสูจน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเองให้เห็นแล้วว่า ภาพยนตร์การ์ตูนทำให้ทองจ๋าได้ฉายกว่าภาพยนตร์ที่บันทึกภาพที่เคลื่อนไหวโคจรจริง ๆ ซึ่งมุ่งสร้างมาเพื่อให้ความรู้ท่านเองเดียวกัน

ภาพยนตร์การ์ตูนแยกแยะหรือวิเคราะห์กรรมวิธีและความเคลื่อนไหวให้เห็นได้

โครงสร้างขั้นพื้นฐานของ เทคนิคการทำภาพและวัตถุนิ่งให้มองเห็น เคลื่อนไหวได้ (Animation) หรือการทำภาพยนตร์การ์ตูน ก็คือการซ้อนทับของแผ่น เซลล์ลูลอยด์โปร่งใส โดยให้แผ่นหนึ่งซ้อนทับอีกแผ่นหนึ่ง แลแต่ละแผ่นหรือที่เรียกว่า "เซล" (Cel) มีภาพแสดง ความเคลื่อนไหวส่วนหนึ่ง เพียงจังหวะเดียวของภาพเคลื่อนไหวที่ประคิม รูนขึ้นจนถึงจังหวะสุดท้ายของความเคลื่อนไหวทั้งหมด การแบ่งกรรมวิธีแห่งความเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน ออกเป็น จังหวะย่อยที่แตกต่างกัน (โดยต่อเนื่องกัน) ควบวิธีนี้ (เช่นตัวอย่างส่วนของ เครื่องกลหรือ จังหวะหนึ่งในกระบวนการอุตสาหกรรม) แผ่นโปร่งใสหรือ เซลจะถูกดึงหรือลอกออกจากภาพรวมที่ละแผ่น ๆ (บันทึกทีละภาพ) ดังนั้นภาพรวมทั้งหมดก็อาจมองเห็นได้โดยชัดเจน เป็นส่วนรวมของส่วนแห่งความเคลื่อนไหวทั้งหมด

กรรมวิธีนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งใหญ่ในการทำให้เข้าใจกรรมวิธี ขั้นตอนหรือแง่ของ การทำภาพยนตร์การ์ตูนใตงายและแจ่มแจ้งขึ้น เป็นคนว่า ส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของภาพชุด เคลื่อนไหวอาจถูกแยกออกออกไปใช้งาน โดยเต็มที่ แต่ในขณะเดียวกันส่วนอื่น ๆ กลับถูกเก็บนิ่ง เอาไว้ชั่วคราว จนกว่าจะถึงจังหวะที่ต้องใช้งาน

ภาพยนตร์การ์ตูนใช้ เครื่องหมายทำให้เข้าใจใตงายขึ้น

ภาพยนตร์การ์ตูนอาจใช้ เครื่องหมายขีดเขียนแบบค่าง ๆ แสดงหลักการหรือกรรมวิธีที่เกี่ยวข้องออกมา เป็นภาพแบบของ เครื่องหมายดังกล่าวอาจแตกต่างกัน ตั้งแต่เป็นภาพ ที่คิดจากจินตนาการหรือมโนภาพหรือภาพ เครื่องหมายสมมุติไปจนกระทั่งภาพขีดเขียน ที่เขียน ชินง่าย ๆ หรือสักแต่ว่า เป็นภาพ ทั้งนี้ยอมแล้วแต่ภาพแบบใด เป็นภาพที่ตรงกับวัตถุประสงค์ มากที่สุด เป็นที่ชัดเจนว่า พลังทางสุนทรียภาพหรือความสวยงามของภาพสามารถช่วยส่งเสริม ความหมายของ เครื่องหมายให้เข้าใจใตงายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนทรียภาพดังกล่าวนี้ จะช่วยยกระดับของภาพยนตร์การ์ตูนจากระดับที่เป็นภาพ ส่วน ๆ แทนของจริงหรือ เป็นแผนภาพที่มีความเคลื่อนไหว ให้ขึ้นไปสู่ระดับที่มีศิลปะ ในขณะที่ที่พลังชี้แนะให้เข้าใจความหมาย เริ่มปฏิบัติการช่วยจินตนาการของจิตรกรที่เขียนภาพเครื่องหมายนั้น อันเป็นสิ่ง เกินจากฝีมือของเขา ก็จะ เข้ามามีปรากฏเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น สิ่งดังกล่าวนี้สามารถจะอำนวยความสะดวกให้โดยเฉพาะในภาพยนตร์อุตสาหกรรม ที่มุ่งสร้างขึ้นสำหรับผู้ชมทั่วไปมากกว่า เป็นภาพยนตร์ที่มุ่งแสดงธรรมชาติว่าอะไรกำลัง เกิดขึ้น อันมีความสำคัญมากกว่ารายละเอียดและความถูกต้องของกรรมวิธีที่กองการ แสดงนั้น เสียอีก

ภาพยนตร์การ์ตูน เน้นเรื่องราวต่าง ๆ กว้าง

สิ่งที่รวมอยู่ในเครื่องหมายชิตเขียนแบบต่าง ๆ ในภาพยนตร์การ์ตูนก็คือ การได้เปรียบของสีต่าง ๆ สีสามารถเน้นส่วน เฉพาะของบทบาท เพื่อที่จะ เน้นจุดใดจุดหนึ่งให้มองเห็นเด่น โดยหลีกเลี่ยงการอธิบายด้วยคำพูดอันยืดยาวทั้งนี้ก็เพราะว่า ความแตกต่างของสีสามารถถ่ายทอดได้โดยทันทีว่า สิ่งนี้อาจจำเป็นของอธิบายด้วยคำพูดอย่างลำบากยากเย็น คุณก็ไปกับภาพคำข่าวด่วน ๆ มีความหมายอย่างไร นอกจากนี้ยังสามารถจะใช้สีแทนเครื่องหมาย เพื่อชี้แนะหรือแทนสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่สามารถใช้พฤติกรรมทางจิตวิทยาหรือเกี่ยวกับอารมณ์หรือความรู้สึก ถ่ายทอดสิ่งนั้นออกมาควนสีใดอีกควย

ในภาพยนตร์ที่แสดงความเคลื่อนไหวหรือบทบาทจากของจริง สีมักจะถูกนำมาใช้เป็นเครื่องหมายแทนสิ่งต่าง ๆ น้อยเหลือเกิน เว้นแต่บางครั้งบางคราวจึงจะนำมาใช้ในการถ่ายทอดภาพยนตร์ประเภทก้าวหน้าแบบล้ำยุค แต่ในภาพยนตร์การ์ตูนนั้น ให้นำสีมาใช้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยลดข้อดกเถียงหรือสร้างอารมณ์ให้แก่ผู้ชม

ภาพยนตร์การ์ตูน เปลี่ยนอัตราความเร็วให้เห็น เป็นภาพ

ภาพยนตร์การ์ตูนแตกต่างจากภาพยนตร์ที่แสดงความเคลื่อนไหวจริง ก็ตรงที่ภาพยนตร์การ์ตูนสามารถยืดหยุ่นได้มากกว่า สะดวกกว่า และสามารถลดเพิ่มหรือเร่งอัตราความเร็วในการ เสนอความเคลื่อนไหวหรือกรรมวิธีใด ๆ ได้มากมายกว่า ภาพยนตร์การ์ตูนยัง

ประหยัคกว่าควย เพราะองคัประกอบสำคัญในกรรรมวิธีอย่างหนึ่งอาจนำมา เสนอ เน้นให้ เห็น ไคควยอัครควมเร็วอย่าง เชื่องช้า สำหรับกรรรมวิธีที่ไม่สำคัญก็อาจ เสนอในอัครควมเร็วที่ รวดเร็วยิ่งขึ้นหรือแมแต่เพียงใญ่ฉานสายตา เพียงแวบเดียวก็ยอมทำได้

กรรรมวิธีดังกล่าวนี้เป็นที่คุ้นเคย เป็นอย่างที่อยู่แล้ว ในวงการภาพยนตร์ที่ใช้ควม เคลื่อนไหวหรือบทบาทจริง โดยเฉพาอย่างยิ่งในภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้อัครควมเร็วที่เร่งขึ้นเป็นระดับต่าง ๆ เพื่อแสดงกระบวนการตามธรรมชาติ สำหรับภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคการ เปลี่ยนอัครควมเร็วดังกล่าวนี้สามารถจะขยายออกไปใช้ถึงการสาชิตควม เคลื่อนไหวไม่ว่าในรูปแบบใด โดยเฉพาการเสนอเรื่องเกี่ยวกับเครื่องจักรกล เช่น เครื่อง ยนต์ประเภทสันดาป เป็นต้น

ภาพยนตร์การ์ตูนใช้เสียงเพื่อเน้นบทบาท

ไม่ใช่เพียงแต่ใช้เสียงพากย์หรือบรรยายประกอบเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นเสียงพูด เป็น คำ ๆ เสียงธรรมชาติหรือเสียงที่สร้างขึ้นประกอบ หรือเสียงดนตรี แต่ยังเป็นเสียงที่สัมพันธ์ พรอมกันกับจังหวะของความเคลื่อนไหวในภาพยนตร์การ์ตูนนั้นควย จังหวะของเสียงดังกล่าว นี้จะต้องทำขึ้นควยควมระมัดระวังและอยู่ในควมควมคุมที่เหนือกว่าเสียงประกอบภาพยนตร์ ที่ถ่ายจากควมเคลื่อนไหวจริง เสียอีก แม้ในช่วงควมเร็วเพียง $\frac{1}{24}$ วินาทีเท่านั้น

ควมเรอมของเสียงที่สัมพันธ์กับจังหวะควมเคลื่อนไหวของภาพในภาพยนตร์การ์ ฎูนนี้ เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในกรณีที่ต้องการแสดงให้ เห็นจังหวะของเวลาอันแท้จริง ซึ่ง จังหวะเวลา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของภาพยนตร์ เรื่องนั้นการใช้เสียงธรรมชาติ หรือเสียง ที่ทำขึ้นและแมแต่เสียงดนตรี เพื่อช่วย เน้นควมจำคังกล่าวนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มความหมาย ของภาพขึ้นอีกควยหลายทาง

ภาพยนตร์การ์ตูนแสดงควมซับซ้อนควยภาพการ์ตูน

ภาพยนตร์การ์ตูน (Cartoon film)* อันเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของภาพยนตร์ที่ทำ ใ้ใหม่องเห็นภาพและของนิ่ง ...เลื่อนไหวได้ (Animation) จึงมีอยู่หลายสาขา ตามธรรม-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนียมเดียวกันว่า เป็นภาพยนตร์ที่ประกอบด้วยความซับซ้อน และความซับซ้อนที่สอดแทรกเอาไว้ใน ภาพยนตร์ที่ทรงนี้บางครั้งนั้นบ้าง แม้เพียงชั่วแวบเดียวก็ยังสามารถช่วยทำให้ความตั้งใจหรือ สมาธิที่มีอยู่ต่อข้อเท็จจริงหรือสาระในภาพยนตร์ ผ่อนคลายหรือลดความตึงเครียดลงไบบ้าง เพราะฉะนั้นจึง เป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ภาพยนตร์การ์ตูน เป็นสื่อสำหรับบรรเทาอารมณ์เครียด หรือทำให้อารมณ์ของผู้ชมเข้าสู่ภาวะซับซ้อนแล้วเสียงบรรยายหรือภาพที่ซับซ้อน อันเป็นผลที่ปรากฏ ในภาพยนตร์

ด้วยความประสงค์ดังกล่าวนี้ จึง เหมาะสมที่จะถามว่าควร จะเขียนภาพคนในการ์ตูนให้เหมือนธรรมชาติ หรือควร จะเขียน เป็นภาพชวนหัวหรือเขียนแบบภาพล้อลอบุคคลด้วยความจริงจังจริง ๆ คำตอบในเรื่องนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของภาพยนตร์และ ผู้เขียนภาพสำหรับภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละเรื่องควย ว่าทั้งสองฝ่ายมีต่อผู้ชมที่มุ่งหวังไว้ว่า เป็นเช่นไร ความความเป็นจริง ภาพคนยิ่งเหมือนธรรมชาติมากขึ้นเพียงไรก็ยิ่งคุณเป็นธรรมชาติน้อยลงเพียงนั้น เพราะ ว่าภาพยนตร์การ์ตูน เป็นสื่อที่มนุษย์คิดประดิษฐ์ขึ้นโดยแท้ ซึ่งรุ่งเรืองขึ้นจากการคิดประดิษฐ์ของมนุษย์ ถ้าความต้องการภาพเหมือนธรรมชาติมีความจำเป็นจริง ๆ ที่จะขอนำมาใช้ใน ภาพยนตร์ ภาพยนตร์เรื่องนั้นหรือคอนนั้น ก็ควร จะถ่ายจากของจริงที่เคลื่อนไหวได้ หรือจากบทบาทจริง ไม่ใช่จากภาพการ์ตูนจะเหมาะสมมากกว่า

ภาพคนในการ์ตูนอาจมีลักษณะเริ่มจากภาพวาดแบบง่าย ๆ เป็นภาพที่มีลักษณะตรงไปตรงมาพอสมควร ทั้งในเชิงการออกแบบและการแสดง ไปจนกระทั่งถึงภาพที่มีลักษณะบุคลิกเบี่ยงผิดธรรมชาติ ประกอบด้วยเส้นเคลื่อนไหวเพียง 2-3 เส้น ส่วนประกอบเบื้องต้นของภาพลอบุคคล ตามปกติมักจะนำมาใช้ในภาพยนตร์การ์ตูนอย่างใดโดยลี้ แต่ก็จะทำให้ผู้ชมไม่ให้ความเห็นใจแก่บุคคลนั้นเลย ความจริงอาจทำให้เขาผู้นั้นมีบทบาทอย่างมนุษย์จริงใจได้ไกลกว่ามาก มากยิ่งกว่าบทบาทใด ๆ ที่แสดงโดยผู้แสดงจริงในภาพยนตร์ประเภทเคลื่อนไหวจริงที่มีคุณภาพต่ำเสียด้วยซ้ำ

ลักษณะเฉพาะของภาพยนตร์การ์ตูนเหล่านี้ ได้ถูกนำไปใช้ในภาพยนตร์ต่าง ๆ มากมายหลายร้อยเรื่อง คำบรรยายเรื่องศักยภาพของภาพยนตร์การ์ตูนนี้ไม่ใช่เป็นที่สิ้นสุดของบรรทัดแต่เป็นจุดเริ่มต้นของเรื่อง อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญก็คือจะของ เขาชนะ เทคนิคเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก่อนหน้าที่จะพยายามใช้จินตนาการไปในทางสร้างสรรค์ให้เกิดผลดีแก่งานนี้ ในการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนมีคำกล่าวมาแต่โบราณว่า "หัดเดินก่อนวิ่ง" ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในความหมายที่แท้จริงใหม่มากทีเดียว

สำหรับคำว่า (Cartoon film) บางแห่งใช้ว่า Animated cartoon หรือ cartoon animation ซึ่งแปลตามตัวว่า การ์ตูน (ภาพนิ่ง) ที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้หรือภาพยนตร์การ์ตูนนั่นเอง ฉะนั้นที่แท้จริงภาพยนตร์การ์ตูนได้จากศัพท์ภาษาอังกฤษดังกล่าวมาแล้ว ส่วนคำ Animation หรือ Film animation ตามชื่อเดิมของหนังสือเล่มนี้มีความหมายเต็มว่า การทำภาพยนตร์จากภาพหรือวัตถุนิ่งให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งภาพยนตร์การ์ตูน เป็นเพียงส่วนหนึ่งของความหมายนี้เท่านั้น แต่โดยที่ผู้แปลเห็นว่า ยังหากำไทยอื่นที่กระชับมาใช้ตั้งชื่อหนังสือแทนคำอังกฤษดังกล่าวนี้ไม่ได้และเห็นว่าส่วนใหญ่เรามักจะเรียกภาพยนตร์ประเภทนี้ว่าภาพยนตร์การ์ตูนทั้งนั้น จึงใช้คำนี้เป็นชื่อหนังสือ ถึงแม้ว่าจะมีความหมายเพียงส่วนหนึ่งของคำอังกฤษที่ขามา ก็มิก็ตาม

เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูน

เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูน เริ่มจากถ่ายที่สุกไปสู่อัลบั้มขยับข้อมากที่สุด การเลือกใช้เทคนิคดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่ที่การพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในทางเสนอเรื่องราวของภาพยนตร์นั้น รวมทั้งชนิดของความประทับใจที่ภาพยนตร์นั้นตั้งใจจะก่อให้เกิดขึ้นแก่ผู้ชม

โดยทั่วไป อาจกล่าวได้ว่า เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนทั้งหลายรวมเข้าอยู่ใน 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทภาพแบน (Flat animation) กับประเภทพลาสติก (Plastic animation)

เทคนิคของการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน คือ การใช้ภาพที่มีผิวพื้น 2 มิติ คือ กว้างกับคานยาว เป็นภาพคนฉบับสำหรับถ่ายทำ โดยปกติเพื่อให้สะดวกขึ้นมักจะถ่ายทำบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคดังกล่าวนี้ประกอบด้วย เทคนิคแอนเซล-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูลอยคหรือ เซล (Cel) ภาพยนตร์ที่มาจากที่อื่น ภาพลายเส้นหรือลวดลายหลายชั้นก็อยู่บนพื้นหลังเดียวกัน แผนภาพนาซิกที่เคลื่อนไหวได้บางส่วน และแม้แต่ภาพลายเส้นที่แสดงเครื่องคำนวณ หรือระดัภาพและเสียงก็นำมาใช้เป็นภาพคนฉบับใด การถ่ายทำภาพยนตร์ การคูณประเภทนี้จะต้องกระทำบนโต๊ะพื้นแบนเรียบหรือบนเครื่องรองรับที่โซ่พื้นแบนเรียบของแผนกระดาษแผ่นเซลลูลอยค หรือแผ่นสกรีนแสดงระดัภาพและเสียงสิ่งเหล่านี้ไม่สามารถจะแสดงให้เห็นความขึง ความลึก และลักษณะการเห็นอย่างมิติที่ 3 ได้ จะทำไ้บางอย่างก็แค่โดยการใชสีต่าง ๆ เขาชวย (สีอ่อนใช้สำหรับสิ่งที่อยู่ไกล สีแก่สำหรับสิ่งที่อยู่ไกล) หรือใช้เส้นแสดงความขึง (เช่นเส้นขนานสองเส้นของรางรถไฟ เมื่ออยู่ห่างออกไปก็มองเห็นค้อย ๆ แคบเขา) หรือใช้ขนาดของสิ่งของแสดงความไกลและใกล้ (ใกล้มีขนาดใหญ่ ไกลมีขนาดเล็ก) เป็นคน ซึ่งผู้สร้างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อก่อให้เกิดความรู้สึกในเรื่องความลึกและการปั้นไ้กาย แม้ในภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน (สองมิติ) จริง ๆ ก็ยอมทำได้

ส่วน เทคนิคการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก เป็นเทคนิคการใช้สิ่งของหรือวัตถุที่มีรูปร่างต่าง ๆ (สามมิติ) เป็นคนฉบับหรือเป็นตัวถูกบันทึกเป็นภาพยนตร์ เทคนิคนี้ใช้ประโยชน์การปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ไ้กาย ไซแบบรูปร่างและความสูงต่ำของวัตถุ ให้เป็นประโยชน์แก่การถ่ายทำภาพยนตร์ใหม่มองเห็นของนิ่ง เคลื่อนไหวได้หรือที่มักจะเรียกกันว่าภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคประเภทนี้ใช้สิ่งของรูปร่างต่าง ๆ เช่น ทุนกระบะบอก ทุนเขวน หรือวัตถุ เช่น กอนหรือแท่งสี่เหลี่ยม รถยนต์เด็กเล่น หรือแม้แต่กลุ่มประมาญ หรือกลุ่มควงควาวจำลอง ก็ยังนำมาใช้เพื่อการนี้ไ้

ในการกล่าวถึง เทคนิคการทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทต่าง ๆ จะทำให้มองเห็นเด่นยิ่งขึ้น ว่าทำอะไรจึงจะทำให้ภาพยนตร์การ์ตูนแต่ละเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวหรือสาระต่าง ๆ หรือสามารถแสดงความรู้สึกเฉพาะอย่าง ไ้ตามความต้องการแห่งวัตถุประสงค์ของภาพยนตร์นั้น

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน

เทคนิคการใช้เซล (Cel technique)

เทคนิคของการใช้เซลเป็นเทคนิคขั้นพื้นฐานที่สุดของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน เทคนิคนี้ใช้ชุดภาพวาดบนแผ่นพลาสติกโปร่งใสหรือที่เรียกว่า เซล ภาพรูปร่างหรือภาพวัตถุที่ทำให้องค์เห็น เคลื่อนไหวใช้เซลที่เขียนขึ้นเฉพาะความเคลื่อนไหวแต่ละอย่าง แยกออกจากกันเป็นแผ่น ๆ ไป สำหรับแผ่นภาพฉากหลังที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลยก็เขียนและระบายสีลงบนแผ่นกระดาษธรรมดา แลวนำมาใช้เป็นฉากหลังตลอดฉาก (Scene) ของภาพยนตร์นั้น เซลที่มีภาพแสดงความเคลื่อนไหวทั้งหมด รวมทั้งภาพเขียนฉากหลัง ทุกแผ่น จะกองเจาะรูบนด้านใดด้านหนึ่งของภาพ, (ด้านบนหรือด้านล่าง) เพื่อสวมเข้ากับเปกมาตรฐานบนโต๊ะของจิตรกรหรือช่างเขียนภาพโคพอกี และกับเปกมาตรฐานบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนในชั้นฉายหรือบันทึก เป็นภาพยนตร์โคพอกีเช่นเดียวกัน การใช้เซลแยกออกเป็นหลายแผ่น สำหรับภาพวัตถุที่เคลื่อนไหว โคหรือไม่โคก็ตาม เป็นมาตรการเพื่อการประหยัดเท่านั้น โดยช่างเขียนเพียงแค่วางและเขียนภาพนิ่งหรือที่เคลื่อนไหวไม่ได้เป็นฉากหลังเพียงครั้งเดียว แล้วจึงทุ่มเทความพยายาม และเวลาให้แก่การเขียนภาพวัตถุหรือภาพรูปร่างที่เคลื่อนไหวได้ลงบนเซลแต่ละอย่างเดี่ยว (โปรดดูภาพที่ และ)

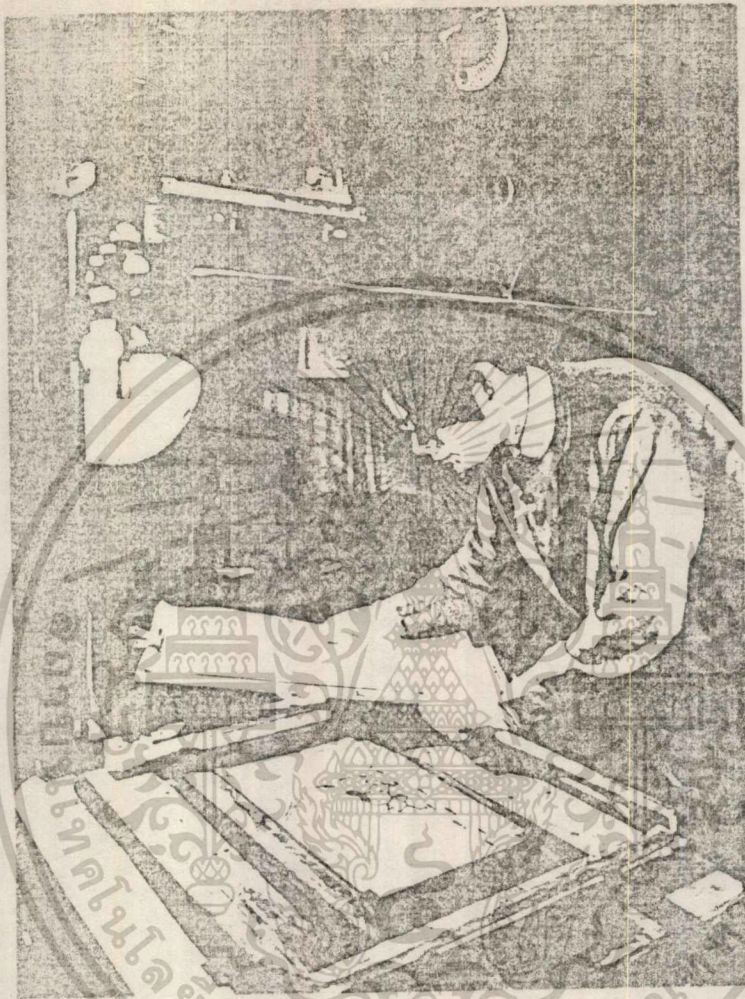
ในการเขียนภาพฉากหลังหรือพื้นหลัง ที่มีภาพรูปร่างยานประคู้ที่กำลัง เบิกอยู่ ช่างเขียนหรือจิตรกรจะต้องเขียนฉากหลังนั้น 1 แผ่นพร้อมควยแผ่นทับ (Overlay) อีก 1 แผ่น แผ่นแรกเป็นภาพฉากหลัง ส่วนแผ่นที่ 2 (แผ่นทับหรือโอเวอร์เลย์) เป็นภาพส่วนหนึ่งของฉากหลัง อันประกอบด้วยกำแพงกับประคู้ที่กำลัง เบิกอยู่ ซึ่งภาพรูปร่าง (หรือตัวละคร) จะผ่านประคู้นั้น หลังจากนั้นจึงเอาแผ่นเซลภาพรูปร่าง (ตัวละคร) ขอนทับลงระหว่างภาพพื้นหลังกับแผ่นทับ ดังนั้นจะทำให้ภาพรูปร่างปรากฏให้เห็นผ่านทะลุประคู้ออกมา (ณ ที่ที่ควรจะเป็น) ไม่ใช่ผ่านทะลุกำแพงที่ออกมา (โปรดดูภาพที่)



ภาพที่ 29 เทคนิคการใช้เซต

ภาพเทคนิคการใช้เซต ภาพวาดควยคินสอดูกถ่ายพอดหรือถกอบีลงบนแผ่นเซตลู-
ลอยคั้ง เรียกว่า เซต ควยการลากเส้นตามรอยภาพเอมควยหมักลงบนเซต โดยใช้ปากก
อัทเซตแต่ละแผ่นทับลงบนภาพเคมีให้แน่น บนโต๊ะเขียนภาพ ท่านอง เกี่ยวกับการอัทภาพคน
ฉบับ ลงบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (Animation rostrum) จิตรกรหรือช่างเขียน
สามารถจะวาดภาพหรือต่อเติมส่วนของภาพนั้นให้เคลื่อนออกทีละน้อยโดยต่อเนื่องกันทีละภาพ
แล้วรวมเข้าเป็นตอนหรือซีเควนซ์ (Sequence) ของภาพยนตร์ หลังจากนั้นจึงนำสีต่าง ๆ
มาระบายลงในบริเวณเส้นขอบที่เขียนควยหมักของภาพแต่ละภาพ เมื่อเซตทั้งหมดรวมทั้งภาพ
พื้นหลังเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็นำมาถ่ายทำเป็นภาพยนตร์ บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทีละ
ภาพควยความเอ็ดเพื่อจากวอลท์ที่สเีย

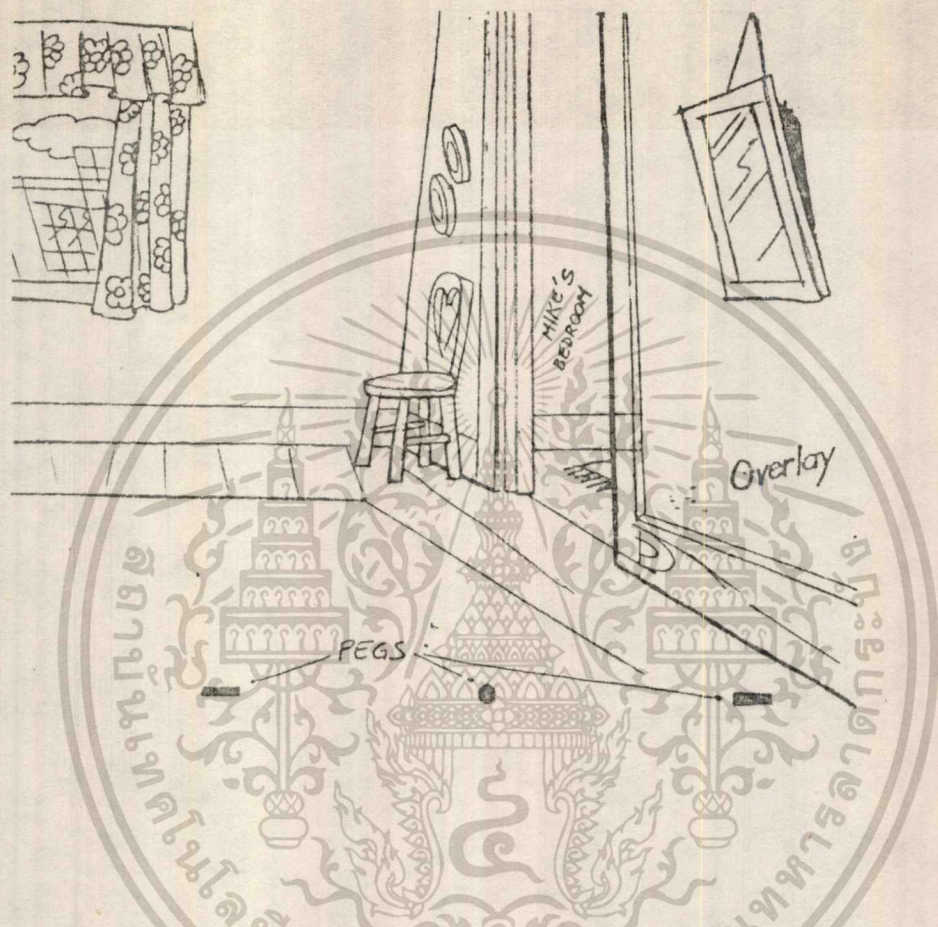
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 30 การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนจากเซลด

ภาพการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากเซลด บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน นำทั้งเซลดและภาพพื้นหลัง เซลกรอบใหญ่ที่ ตรีงให้แน่นโดยโซเปกกดคคิกกับริมบนของโต๊ะ แล้วพับให้เรียบควยแผนกระจกใส่ ูญถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนตรวจสอบเป็นครั้งสุดท้ายเพื่อความแน่ใจว่าส่วนละเอียดคล อนภาพทั้งหมดเป็นไปโดยถูกต้องทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 31 แผ่นทับ (Overlay) ภาพกำแพงที่เขียนใจว่า Overlay เป็นแผ่น
 เซลล์แยกออกจากหาก ซึ่งจะทำให้ภาพรูปร่างหน้าต่างประตูที่กำบัง เปิดอยู่ออกมา โดยไม่ทำ
 ใหญ่เหมือนว่าเห็นทะลุกำแพงที่บดออกมา (Pegs คือ รูเจาะที่จะสวมเขาเป็นแปกหรือ
 เคี้ยว)

เป็นที่ชัดเจนว่า เทคนิคการใช้เซลล์ต้องการชั่วโมงทำงานและความพยายามของจิตรกรอย่างมากมาย ในการถ่ายภาพยนตร์อัตราธรรมดา 24 ภาพ (หรือกรอบภาพ) ต่อวินาที ภาพยนตร์การ์ตูนยาว 10 นาที อาจต้องใช้ภาพวาดอย่างมากถึง 14,400 ภาพ ทั้งนี้ไม่นับรวมภาพพื้นหลัง ภาพพิมพ์ และเซลล์สำหรับภาพรูปร่างหรือภาพวัตถุที่นำมาเพิ่มเพื่อให้เห็นเคลื่อนไหวได้ แต่ก็มีหลักทั้งในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม (Full animation) (ใช้อย่างน้อย 8 ภาพวาดต่ออัตราถ่าย 24 ภาพ) ละครประเภทจำกัด (Limited animation) (ใช้น้อยกว่า 8 ภาพวาดต่ออัตราถ่าย 24 ภาพ)

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม

ในทางปฏิบัติจริง การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม (Full animation) ใช้ 8 ภาพวาดหรือมากกว่าต่ออัตราถ่าย 24 ภาพ นำมาใช้ในการศึกษาที่เป็นอาชีพชั้นสูง เป็นส่วนใหญ่ โดยใช้เซลล์ในการถ่ายทำ การประหยัดของการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทนี้ ทำให้ภาพยนตร์ดังกล่าวนี้สามารถแสดงเรื่องราวได้อย่างกว้างขวางมากที่สุด นับเป็นการถ่ายทำที่แพงมาก และเป็นกฎว่าวงการโฆษณาเท่านั้นที่สามารถจะจ่ายเงินเพื่อสร้างภาพยนตร์ประเภทนี้ได้ โลกกล่าวมาแล้วว่า ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็ม ประกอบด้วยการเตรียมภาพวาดเป็นภาพ ๆ รวม 8 ภาพหรือมากกว่า สำหรับถ่ายและฉายในเวลาแต่ละวินาทีหรือสำหรับทุก 24 ภาพ สูตรนี้มีชื่อจะโหดไปใช้ตามตัวหนังสือทั้งนี้ เพราะยังไม่เคยมีภาพยนตร์การ์ตูนเรื่องใดใช้การวางแผนแบบธรรมดาอย่างที่ว่านี้มาก่อน แม้แต่ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็มที่กล่าวถึงนี้

เมื่อตัวละครตัวหนึ่งกระโดดเป็นช่วง ๆ ในภาพยนตร์การ์ตูน ชนิด 2 ภาพ (Double frame animation) (ถ่าย 2 ครั้งหรือ 2 กรอบภาพต่อภาพวาดแต่ละภาพ) จึงหว่ากระโดดแต่ละช่วงซึ่งกินเวลาช่วงละ 1 วินาที จะต้องใช้ภาพวาดรวมกัน 12 ภาพ แต่ ณ จุดที่ตัวละครนั้นกระทบกับพื้นดิน จำเป็นต้องนิ่งอยู่ชั่วขณะ จึงต้องถ่ายภาพที่แสดงว่าตัวละครนั้นนิ่งเพิ่มขึ้นอีก 2 กรอบภาพ ในกรณีดังกล่าวนี้ จึงหว่าของช่วงกระโดดหนึ่งจะเป็นดังนี้ 1/2/3/4 (+ ภาพนิ่ง 2 กรอบภาพสำหรับเพื่อไว้หรือเพื่อแสดงปฏิกริยาว่านิ่ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ตามธรรมชาติย่อมจะมีตัวแสดงมากกว่า ยิ่งแสดงมากตัว ก็ยิ่งต้องทำภาพวาดมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ข้อสำคัญคือ การถ่ายภาพยนตร์การเคลื่อนไหว (Single animation) (ถ่าย 1 ครั้งหรือ 1 กรอบภาพต่อภาพวาดแต่ละภาพ หรือใช้ภาพวาด 24 ภาพต่อวินาทีสำหรับฉาย) ก็ควรจะนำมาใช้ในกรณีแสดงความเคลื่อนไหวเร็วกว่าธรรมดา เช่น การหมุนตัว การต่อสู้แล้ววิ่งหนีไม่ว่าจะเป็นจังหวะเร็วหรือช้า การถ่ายภาพยนตร์เคลื่อนไหวดังกล่าวนี้ควรนำมาใช้ในการถ่ายใกล้ (Close up) การแสดงทางใบหน้าหรือแสดงความเคลื่อนไหวทางร่างกายอย่างมากมายจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีกกรอบภาพหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ภาพกระตุกหรือกระโดด ไม่สบายตาต่อการชมโดยอ้อมด้วย แม้แต่ความเคลื่อนไหวของปาก ก็สามารถจะทำให้หายใจขึ้นได้ เพื่อให้ใจจังหวะพร้อมกันกับเสียงพูด ภาพยนตร์การตูนที่ดีต้องการความสัมพันธ์พร้อมกันของเสียงกับความเคลื่อนไหวของริมฝีปากในแต่ละกรอบภาพ เพราะการเปลี่ยนคำพูดปรากฏให้เห็นในอัตราความเร็วของกรอบภาพเดียว

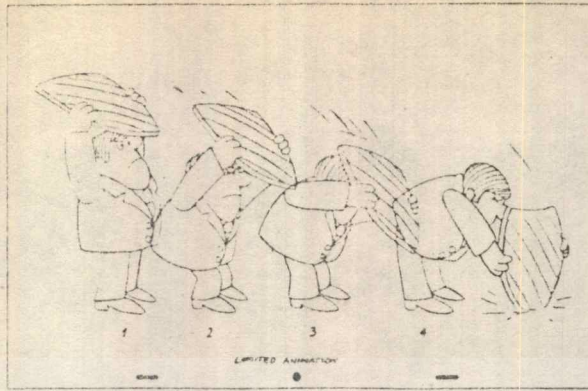
ข้อที่จะต้องระมัดระวังอย่างมากที่สุดก็คือ ภาพยนตร์การตูนที่แสดงบทบาทในจังหวะช้าอย่างหนาจากหลังที่กว้างขวางมาก ข้อสำคัญก็อยู่ที่ระยะห่างของความเคลื่อนไหวในจังหวะที่ช้าจังหวะเดิม (เช่น การกระโดดเป็นช่วง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว) ควรจะกำหนดเพื่อหรือชดเชยสำหรับอัตราความเร็วกับระยะห่างของการถ่ายหน้ากล้องหรือแพน (Pan) กลองเพื่อถ่ายฉากหลังอันกว้างในทิศทางที่ตรงกันข้ามด้วย ถ้าทั้งสองอย่างผิดขั้นคอนกัน ก็จะทำให้ภาพยนตร์การตูนคอนนั้นปรากฏให้เห็นเป็นว่า (ตัวกระโดด) เลื่อนถอยหลังหรือเลื่อนไปข้างหน้า (ไม่ใช่กระโดดอย่างธรรมดา) ในทำนองเดียวกัน ระยะห่างของพื้นดินที่กระโดดผ่านไป ในทิศทางหนึ่งก็ควรจะห่าง เท่ากันกับระยะห่างที่กล้องแพนบันทึกภาพฉากหลังไปในทิศทางอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด

อย่างกึ่งกัน การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด (Limited animation) กลับต้องการทักษะหรือความจึกเจมมากกว่าการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทเต็ม (Full animation) ความจริงผู้สนใจทางนี้ควรจะเริ่มถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเต็มก่อน เพื่อจะไคสามารถเข้าใจว่า อะไรในความเคลื่อนไหวนั้น อาจละเวนหรือข้ามไปไค นอกจากนี้ก็ควรจะเข้าใจอีกด้วยว่า ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดนั้น จำนวนภาพหลัก (Key animation) จะคงเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน เพราะว่าภาพที่อยู่ในระหว่างกรอบภาพวาง ๆ ตามปกติมักจะถูกละ เวนหรือข้ามไปในกระบวนการถ่ายทำภาพยนตร์ไคนานกว่าภาพอื่น และคุณภาพของภาพวาดคนฉบับเหล่านี้ก็จะคงที่กว่าควย

โดยเฉลี่ยแล้ว การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดที่ใช้ภาพวาดคนฉบับจำนวน 6 ภาพต่อเวลาฉาย 1 วินาทีแต่ควยการวางแผนอย่างรอบคอบและควยความจึกเจมเป็นพิเศษ จำนวนภาพวาดไคโดยเฉลี่ยอาจลดลงเหลือเพียง 4 ภาพต่อวินาทีไค (ดูภาพที่ 4) แต่ไปรทอยาสรูปรอง่าย ๆ ฉาในทลฉากภาพยนตร์ที่ฉายเป็นเวลา 10 วินาที ควรจะคงผลิตภาพวาดออกมาถ่ายเป็นจำนวน 60 หรือ 40 ภาพฉายไคเป็นอนัซาค เพราะว่าจำนวนเฉลี่ยดังกลาวมาแล้วไคจากจำนวนภาพวาดขอยกรวม ที่ผลิตขึ้นเพื่อการถ่ายทำภาพยนตร์ทั้ง เรื่องรวมกับภาพวาดแสดงช่วงจิงหวัะเคลื่อนไหวขำเคิมที่อาจมี และภาพแสดงจิงหวัะนิ่ง เขาคควยกัน อาจปรากฏไควจากภาพยนตร์หนึ่งคงการใช้ภาพวาดเพียง 12 ภาพ แต่อีกฉากหนึ่ง อาจต้องใช้ขามากกวารอยภาพ ยิงมีบทบาทขำมากยงขึ้นเท่าไร ก็ยงใช้ภาพวาดคนอยลง เท่านั้น การคำนวณบทบาทขำเสียก่อนยอมสามารถประหยัดไคทั้ง เวลาและงาน



ภาพที่ 32 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัด เมื่อใช้ความจริงจริง ๆ ขอมสามารถจะทำได้ด้วยภาพวาดเพียง 4 เซลล์ต่อวินาทีโดยถ่ายเซลล์ละ 6 กรอบภาพ โปรคสังเกตเส้นแสดงการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว (Swish lines) ของโด ซึ่งทำให้การเคลื่อนที่ราบเรียบยิ่งขึ้น (ไม่กระตุก)



ภาพที่ 33 การทำให้มองเห็นปากเคลื่อนไหว ตำแหน่งหลักของริมฝีปากมีอยู่ 9 ลักษณะ (ภาพบน) ซึ่งสามารถจะลดลงเหลือเพียง 4 ลักษณะได้ ด้วยความจริงทางการวาดภาพ (ดูภาพล่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำดังกล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้ในการทำเสียงพูดให้สัมพันธ์พร้อมกัน กับปากได้ในทำนองเดียวกันตามหลักพื้นฐาน ตำแหน่งของริมฝีปากซึ่งมีอยู่ 9 ลักษณะสามารถ จะนำมาหาความสัมพันธ์รวมกันกับเสียงของตัวอักษรโคทั้งหมด (โปรดดูภาพที่ 5 ซึ่งแสดงตำแหน่งของริมฝีปากรวม 9 ลักษณะ สำหรับเปล่งเสียงทางปาก ประกอบกับความคิคลดจำนวน ตำแหน่งลงเหลือเพียง 4 ลักษณะใดอย่างไร)

ช่างภาพยนตร์การ์ตูน (Animator) สามารถจะใช้ภาพตำแหน่งของปากได้มาก หรือน้อยกว่าที่กล่าวมาแล้วก็ตามความต้องการของลักษณะของภาพยนตร์แต่ละเรื่อง สำหรับ ภาพยนตร์การ์ตูนที่ยิ่งใหญ่จริงๆ สำหรับฉายบนจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ในทางปฏิบัติค่าพดทั้ง หมดมีความจำเป็นต้องใช้ภาพวาดที่แตกต่างกันไปตลอด ส่วนภาพยนตร์ทางโทรทัศน์ที่สร้าง ขึ้นเร็ว ๆ ก็อาจเป็นไปได้ที่จะใช้ตำแหน่งของริมฝีปากเพียง 4 ลักษณะเท่านั้น ทั้งนี้ก็เพราะ ว่า เครื่องรับโทรทัศน์มีจอขนาดเล็ก จึงมีอัตราที่จะทำเช่นนั้นได้มากกว่า โดยจัดเขียนภาพ วาดแสดงตำแหน่งของริมฝีปากด้วยความเชี่ยวชาญจริงๆ กลองถ่ายภาพยนตร์ก็จะสามารถ ช่วยลดจำนวนภาพวาดลงได้ควย โดยการถ่ายภาพจางซ้อน (Dissolve) จากภาพวาด หนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง เครื่องกลไกถ่ายภาพจางซ้อนนี้สามารถนำมาใช้อย่างฉลาดและแทรกเข้ากับการ ทำภาพนิ่งใหม่มองเห็น เคลื่อนไหวได้ จะสามารถทำให้ตามองเห็นความเคลื่อนไหวได้ ด้วยการใช้ภาพเขียนเพียง 2-3 ภาพเท่านั้น แต่เพื่อทำให้ความเคลื่อนไหวอย่างราบเรียบ (ไม่กระตุก) ทางที่อัตราจะคงจำนวนภาพวาดไว้อย่างน้อย 8 ภาพ (ต่อวินาที)

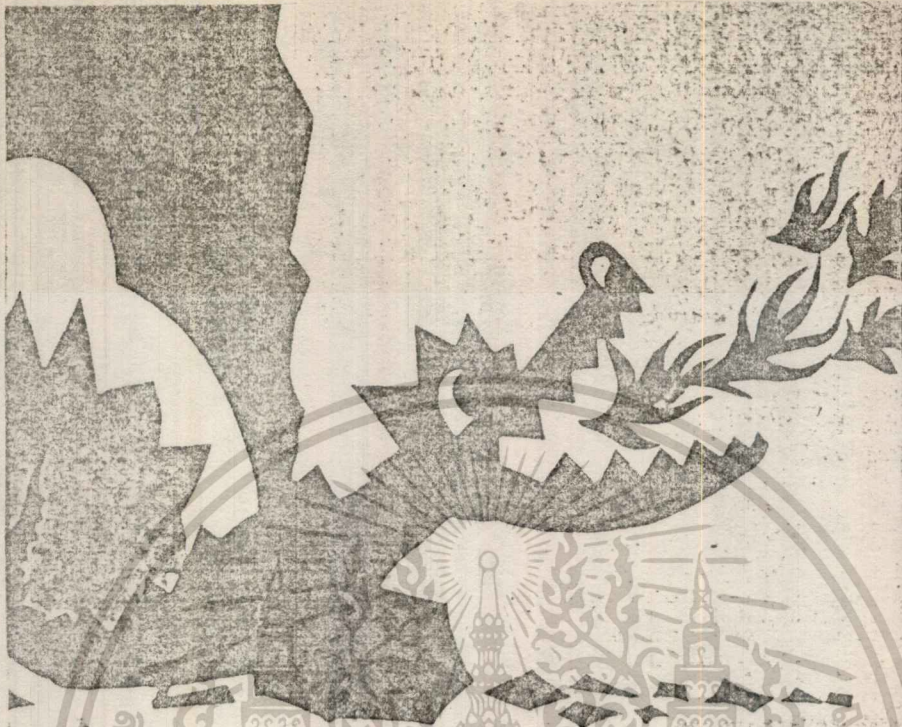
นอกจากนั้น กลองถ่ายภาพยนตร์ยังมีส่วนช่วยในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประ- เภทจำกัดนี้ได้ควย โดยใช้การเคลื่อนกลอง (Tracking) ตรง ๆ เข้าช่วย สิ่งที่มีรูปร่าง ขยับข้อนอย่างหนึ่ง เช่น เครื่องบินคอนคอร์ค (จัดให้ลอยบนพื้นหลังที่มีสีกลาง) ก็สามารถจะ ถ่ายใหม่มองเห็น เคลื่อนไหวหรือบินได้ โดยการเคลื่อนกลองออกหรือเข้าสู่สภาพนั้นไปตามราง ตรง ๆ

สรุปกล่าวได้ว่า ภาพยนตร์การ์ตูนประเภทจำกัดซึ่งใช้เทคนิคของการใช้เซลล์ สามารถจะผลิตขึ้นได้อย่างสะดวกและง่ายที่เดียว เพียงแต่ต้องพยายามปฏิบัติตามแนวทางที่

จะแนะนำดังต่อไปนี้ เพื่อประหยัดเวลา ประหยัดงานและยังคงรักษาคุณภาพทางศิลปะของ
ภาพยนตร์เอาไว้ด้วย คือ

1. ทำความเคลื่อนไหวให้ภายใน
2. หลีกเลี่ยงภาพนิ่ง (ลักษณะที่เป็นสามมิติ) ซึ่งตัวละครหรือวัตถุใด ๆ จะคง
แสดงบทบาทใหม่ มองเห็นความเคลื่อนไหวในนั้น ใหม่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
3. ใช้พื้นหลัง (นิ่ง) เขาแทนที่สิ่งที่ระบอทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ด้วยการ
ถ่ายฉากนอกหรือแพนกล้องฉายภาพพื้นหลัง
4. ใช้บทบาทของกล้องให้มาก ด้วยการถ่ายภาพจากจอ การเคลื่อนกล้องออก
หรือเขตรอง ๆ ความว่าง หรือการเคลื่อนกล้องด้วยวิธีอื่น ๆ
5. ในประการสุดท้าย ทำภาพฉากจำนวนน้อยให้ทำหน้าที่ใ้มาอย่าง โดยจะ
คงรู้ว่า ภาพฉากภาพหนึ่งสามารถจะถ่ายเป็นภาพยนตร์ใกล้กรอบภาพ และ
ช่วงจังหวะแห่งความเคลื่อนไหวหนึ่งสามารถจะซ้ำกันใกล้ครึ่ง

ด้วยความช่วยเหลือของแนวทางเหล่านี้ และด้วยการใช้จินตนาการที่มากพอ จะ
ทำให้การถ่ายทำภาพยนตร์การค้นพบประเภทที่ก็สามารถประหยัดเวลาและแรงงานได้โดย
แท้โดยไม่จำเป็นต้องสงสัยว่า เรื่องนี้ออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัดนัก แค่นี้ภาพแห่งการผลิต
ภาพยนตร์นี้ ไม่จำเป็นจะต้องทิ้งไปด้วยการลดจำนวนภาพฉากและภาพพื้นหลังอย่างความ
ด้วยเหตุนี้จึงขอแนะนำว่าก่อนหน้าที่จะลงมือสร้างควรที่จะวางแผนการสร้างตั้งแต่ขั้นเขียนบท
ภาพยนตร์นั้น



ภาพที่ 34 การทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพกระดาษตัด (Cut-out animation) สามารถทำได้ง่ายมาก ด้วยการใช้กระดาษสีค้ำกรรไกร แต่จำเป็นต้องใช้ความถูกต้องแม่นยำเป็นอย่างมาก ในเรื่องจังหวะเวลาและความเคลื่อนไหว เพื่อที่จะทำให้อาณาจักรกระดาษตัดเคลื่อนไหวอย่างราบรื่นและไหลลื่น

การฉายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทภาพแบน (Flat animation) แบบอื่น ๆ

การฉายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพกระดาษตัด (Cut-out animation) เป็นเทคนิคที่ง่ายอีกเทคนิคหนึ่ง โดยใช้ตัวละครทำด้วยกระดาษหรือวัสดุอื่น ๆ ก็ได้ เริ่มต้นออกแบบภาพรูปร่างที่ต้องการให้เป็นตัวละครก่อนตัดกระดาษ (ตามรูปร่างนั้น) วางภาพบนภาพพื้นหลังที่ทึบไว้โดยเฉพาะ ใช้มือจับเคลื่อนตัวละครที่เป็นกระดาษตัด ภายใต้อุปกรณ์ฉายภาพยนตร์ที่ติดไวบนโต๊ะฉายทำภาพยนตร์การ์ตูน วิธีการนี้ไม่มีพัฒนาการก้าวหน้าขึ้นมาอีกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งคือ การใช้แผ่นสัสคแข็ง เรียบที่ทำให้เป็นแม่เหล็ก เป็นพื้นรองรับ กับกระดาษคัตเป็นรูป
 รวงคาง ๆ ที่ทากาวแม่เหล็กไว้ทางคานหลังทุกภาพ ข้อใดเปรียบที่เพิ่มขึ้นของภาพกระดาษ
 คัตทางกาวแม่เหล็กก็คือว่า ภาพกระดาษคัตนั้นคียบบนแผ่นวัสดุแม่เหล็กใดแนตามตำแหน่งที่
 ใดก็ดีกว่า และยิ่งกว่านั้น แม่แต่จับวัตถุที่คัตบนราบอยู่บนแผ่นแม่เหล็กนี้ให้ตั้งขึ้นก็ยั้งได้ ใน
 ขณะเดียวกัน สำหรับภาพกระดาษคัตนั้น จำเป็นต้องวางภาพในลักษณะแบนราบลงบนแผ่นฉาบ
 แม่เหล็ก เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้ภาพกระดาษคัตนั้นเคลื่อนที่ไค (ภูเขาที่)

ตัวละครกระดาษคัต ตามปกติประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ รวม 7 ส่วน คือ หัว คอ
 ลำตัว สองแขน สองขา แค้ก็อาจมีสลับซับซ้อนยิ่งกว่านี้อีกมากมาย ถ้ามีความประสงค์หรือ
 จำเป็นที่จะต้องทำเช่น วัตถุอย่างหนึ่ง เช่น รถแทรกเตอร์ อาจจำเป็นที่จะต้องทำให้มีส่วน
 ประกอบเพียง 3 ส่วนเท่านั้นไคแก่จรวดกับสองล้อ ความสลับซับซ้อนขึ้นอยู่กับงานของ
 วัตถุที่จะนำมาแสดง

ภาพกระดาษคัตที่จะนำมาฉายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะนำมาประกอบกันเข้า
 กับกระดาษหรือแผ่นโลหะบางที่ทำให้เป็นแม่เหล็ก ถ้าจะใช้กระดาษก็จะต้องมีความหนาพอที่จะ
 ไม้มืดอ เมื่อถูกความร้อนของแสงไฟฟ้า และจะต้องงวยแก่การประกอบเข้ากับส่วนต่าง ๆ
 ของตัวละครหรือวัตถุที่นำมาฉายนั้น แค้ถ้าเป็นแผ่นโลหะ ก็จะต้องบางเพียงพอที่เข็มและค้าย
 ไนลอนหรือค้ายโลหะสามารถแทงทะลุผ่านไปไคเพื่อเย็บส่วนต่าง ๆ ให้คัตเข้าด้วยกัน

เมื่อตัวละครและวัตถุประกอบได้รับการออกแบบและระบายหรือทาสีเรียบร้อยแล้ว
 ส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกก็ควรจะนำคัตเข้าด้วยกัน โดยการเย็บควยเข็มและค้ายตามรอยคอต
 หรือตะเข็บควรจะลบให้หมดครอยควยสีเคิม หรืออาจใช้แผ่นกระดาษหรือแผ่นโลหะสีเคิมอีก
 แผ่นหากาวปิดทับรอยคอตหรือตะเข็บแทนก็อาจดีกว่าวิธีแรก

ภายหลังที่นำภาพกระดาษคัตส่วนต่าง ๆ ประกอบเข้าด้วยกันแล้ว จะต้องมั่นใจ
 ว่าสิ่งเหล่านั้นสามารถจะจับเคลื่อนไคคลองแคลวภายใต้กล้องฉายภาพยนตร์ และจะต้องคิต
 แนนอยู่ ณ ที่ที่ว่างไว้ตลอดเวลาสำหรับฉายภาพยนตร์แต่ละครั้ง ถ้าปรากฏว่าส่วนไคไคองอ
 ขึ้นข้างบนเนื่องจากตะเข็บ ก็ควรจะหยอนเส้นค้ายในตะเข็บที่ยึดส่วนทั้งสองนั้นเข้าด้วยกัน
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการคิตใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้หย่อนลงจนกระทั่งส่วนที่โค้งงอขึ้น เรียบเท่ากันหมด หรืออยู่ในตำแหน่งที่จะจับเคลื่อนด้วยมือได้อย่างปลอดภัย

การใช้ภาพกระจกตามักทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะช่วยให้การแสดงบทบาททางหน้าตาของตัวละคร โดยลึกลับเช่นเดียวกันกับการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแสดงความจริงซึ่งกรรมหลักก็คือใช้ภาพสองมิติเข้ามาช่วยอยู่นั่นเอง สำหรับการแสดงทางหน้าตา บางคนอาจใช้น้ำมันตาทั้งคู่ บนใบหน้าที่แสดงลักษณะแตกต่างกัน ออกออกจากกันเป็นภาพ ๆ หรืออาจใช้เพียงลูกนัยน์ตาข้างเดียวกรอกลิ้งอยู่ในภาพตาข้างเดียว แยกออกเป็นภาพ ๆ ตำแหน่งของตา เหล่านี้จะต้องปรับให้เคลื่อนไปมาภายใต้กล้องฉายภาพยนตร์ เพื่อให้เป็นไปตามแบบของอารมณ์ตามที่ถ่ายภาพยนตร์ต้องการ ในการถ่ายทำภาพยนตร์ให้วัตถุหนึ่งมองเห็นเคลื่อนไหวใดแต่ละส่วนแยกออกจากกัน ตัวอย่างเช่น มาตัวหนึ่งหมุนตัวจากข้างหนึ่งไปสู่อีกข้างหนึ่ง ต้องใช้ภาพกระจกตามักแสดงความเคลื่อนไหวน้อยอย่างน้อย 12 ภาพ แต่ละภาพจะต้องวางไว้ให้ถูกที่โดยต่อเนื่องกันจนครบที่หมุนตัว ทางที่คิดควรจะใช้ฉากหลังที่ออกแบบง่าย ๆ วางใจข้างใดภาพกระจกตามักเป็นรูปร่างต่าง ๆ โดยไม่มีภาพซ้อนทับใด ๆ เพิ่มขึ้นเป็นพิเศษอีก เมื่อเป็นเช่นนี้ ผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก็สามารถจะจับเคลื่อนภาพกระจกตามักไคตามต้องการ โดยไม่มีภาวะกระทบกันขึ้น นอกจากนี้ก็ขอแนะนำด้วยว่า แต่ละครั้งควรจะใช้ภาพกระจกตามักให้น้อยตัวที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้ตัวละครเกิดซ้อนกันขึ้น

คามธรรมชาติการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพกระจกตามักภายใต้กล้องฉายภาพยนตร์การ์ตูน จำเป็นต้องใช้สมาธิหรือความตั้งใจในการทำงานอย่างยิ่งยวด เพราะว่าการนี้ต้องใช้การคิดแปลงแก้ไขขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับจังหวะเวลาแห่งความเคลื่อนไหว รวมทั้งสัญชาตญาณที่จะเอาชนะงานนั้นด้วยเครื่องมือเบื้องต้นที่มีอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงขอแนะนำให้ช่วยเข้ามาทำหน้าที่ควบคุมกล้อง ฉายมีช่างกล้อง เขามาทำหน้าที่คานมันที่ถ่ายภาพ ควบคุมแสงสว่างและกำหนดหน้ากล้อง โดยเฉพาะแล้ว ผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดกระจกตามักก็สามารถจะหุ้มเหตความตั้งใจทั้งหมดให้แก่การจับภาพกระจกตามักในฉากภาพยนตร์แต่ละฉากให้ถูกตรงตามจังหวะเวลา และสามารถแก้ไขปรับให้ละเอียด และอื่น ๆ แม้เพียงเล็กน้อยอีกหลายประการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอในขณะที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพลบดอยหลัง (Scratchback) เทคนิคการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดนี้เป็นวิธีฉายวิธีหนึ่งที่ไขแสงความเจริญเติบโตหรือก้าวหน้าของสิ่งใด ๆ โดยเขียนภาพวาดออกมาเพียงหนึ่งภาพ ประกอบด้วยเส้นแห่งความเจริญทั้งหมดที่ต้องการ เสนอให้เห็น ชาวภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะทำให้เส้นที่ต้องการเฝ้ามอง เห็น เคลื่อนไหวได้อย่างต่อเนื่องและราบเรียบ ด้วยการชุกหรือลบเอาส่วนเคลื่อนไหวในภาพวาดออกทีละจังหวะ ๆ ในขณะที่กล้องหยุดถ่าย แล้วถ่ายโดยเคลื่อนฟิล์มดอยหลัง (Reverse) เมื่อนำภาพยนตร์นี้มาฉายให้เห็นตามปกติ ก็จะทำให้เรามอง เห็นแผนภาพที่นำมาประกอบกันเข้าตามจังหวะแห่งความเคลื่อนไหวทั้งหมดจนครบถ้วนความก้าวหน้าของเส้นเคลื่อนไหวได้ ภาพลบดอยหลัง เป็นประโยชน์โดยเฉพาะสำหรับภาพเส้นกราฟเคลื่อนที่ ภาพตัวหนังสือที่ลากเส้นหรือเขียนด้วยตัวเอง และภาพวาดที่แสดงถึงความเจริญของงวงหรือก้าวหน้าด้วยเส้นขีดเขียน

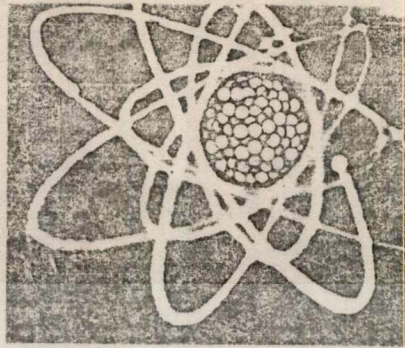
การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากแผนภาพกับบทบาทจริง การนำเอาภาพยนตร์การ์ตูนมาผสมกับบทบาทหรือความเคลื่อนไหวที่เป็นจริงอาจทำได้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบภาพที่ถ่ายจากของจริงกับแผนภาพที่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจภาพทั้งสองได้ดียิ่งขึ้น ทั้งในกรณีรูปร่างและการวิเคราะห์พลังที่เคลื่อนไหวนั้น การผสมผสานดังกล่าวนี้สามารถจะทำให้ได้รับผลที่ดีกว่า ด้วยการตัดภาพออกจากกันระหว่างภาพสิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงกับภาพของสิ่งที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ การตัดดังกล่าวนี้จะได้รับผลที่ดีก็คือ เมื่อใดที่ออกแบมภาพการ์ตูนจากกรอบภาพที่เป็นฉากของภาพสิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริง ดังนั้นภาพยนตร์การ์ตูนกับภาพยนตร์สิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงก็สามารถจะผสมเข้าเป็นภาพฉากเดียวกันได้



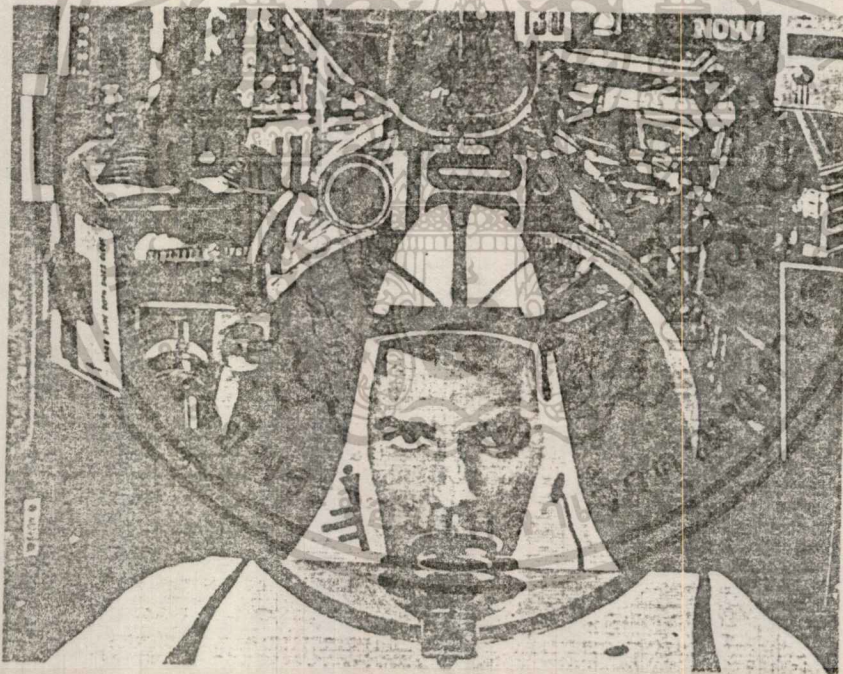
พระจอมเกล้าเจ้าคุณ

ภาพที่ 35 การถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทพลาสติก (Plastic animation) ซึ่งแบบรูปร่าง และค่าของวัตถุให้เป็นประโยชน์แก่การถ่ายทำ ส่วนที่แสดงเคลื่อนไหวจะคิกประกอบเขาไปไหน แต่สะดวกแก่การปรับเปลี่ยน เพื่อให้เห็นเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 36 ตัวอย่างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เขียน เป็นภาพ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และทำให้เห็นเคลื่อนไหวโคจรโดยใช้อักษรแทนปริมาณ ภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับบริษัท เบน เนอร์ลี โลกทริค โดย J. Sutherland สอดคล้อง



ภาพที่ 37 การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยใช้ภาพตัดหลายภาพบนพื้นเดียวกัน ผสมรวมกับภาพขีดเขียนและภาพถ่ายภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ที่ติดตั้งไว้เหนือโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ชิ้นส่วนของภาพเหล่านี้นำมาวางไว้ตามตำแหน่งที่แล้วถ่ายบันทึกที่ละภาพตามลำดับที่ต้องการ เพื่อแสดงการขยับ เคลื่อนยานกลับบ้านควยขาวสารทางภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากทำให้กระบวนการของบทบาทเคลื่อนไหวที่เป็นจริง เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น แล้ว แผนภาพที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ยังทำให้กระบวนการที่มองเห็นได้อื่น ๆ สามารถสร้างความเข้าใจได้ง่ายขึ้น แยกแยะกระบวนการนั้นให้เห็นชัด และแสดงออกมาให้เห็นเด่นชัดอีกด้วย ซึ่งตามปกติกระบวนการดังกล่าวนี้มักไม่มีใครมีใครสังเกตเห็น หรือไม่สู้เป็นที่แจ่มแจ้งของบุคคลทั่วไป เมื่อใช้การถ่ายภาพยนตร์จากสิ่งเคลื่อนไหวที่เป็นจริงแบบธรรมดาทั่วไป ทุกรักตามความสามารถเช่นนี้จะแสดงให้เห็นได้โดยเต็มที่ ก็ต่อเมื่อเป็นการเสนอกระบวนการซึ่งแม้แต่ตาคนดูสิ่งที่เป็นจริงก็ไม่สามารถจะเข้าใจเรื่องนั้นได้เลย เป็นคนว่าพลังของแม่เหล็ก ความดึงดูดของโลก กระแสไฟฟ้า บทบาทของกฎทางฟิสิกส์ ลวดลายของเส้นรังสีคอสมิกหรือลวดลายของจุดภาคต่าง ๆ เป็นต้น เวลาที่ใช้แสดงในเรื่องนี้อาจขยายให้ยาวออกไปหรืออาจหาคู่สั้นเข้าก็ได้ เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในเสี้ยวของวินาทีได้แก่ 2-3 มิลลิวินาที (Millisecond = 1 ใน 1000 วินาที) ก็อาจนำมาแสดงให้เห็นในระยะเวลายืดยาวกว่าที่เป็นจริงได้ การกลายสภาพของส่วนต่าง ๆ ของสสารที่เน่าเปื่อยเป็นน้ำมัน อันเป็นกระบวนการธรรมชาติที่คงใช้เวลาหลายล้านปี ก็สามารถจะแสดงให้เห็นย่นย่อลงเหลือเพียง 2-3 นาที ส่วนสำคัญของกระบวนการอย่างหนึ่ง ก็สามารถจะเน้นให้เห็นเด่นชัดได้ด้วยการใช้อัตราความเร็วช้าลง (Slow motion) หรือเร่งเวลาให้เร็วขึ้น เพื่อแสดงให้เห็นลวดลายชั้นกลางที่เกี่ยวข้อง (โปรตีนภาพที่)

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพตัดหลายภาพบนพื้นเดียวกัน (Collage animation) โดยทั่วไปมักจะกล่าวกันว่า การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทนี้เป็นเทคนิคที่ใช้การจัดขึ้นโดยทันทีทันควัน ภายใต้กล้องถ่ายที่ติดตั้งไวบนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เทคนิคนี้ในทางปฏิบัติสามารถจะใช้ทัศนวิสัยใด ๆ ก็ได้ เช่น ภาพกระดาษตัดจากหนังสือพิมพ์ ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพตัวอักษร หรือใช้รวมกันทั้งหมดก็ได้ วิสัศกต่าง ๆ เหล่านี้นำมาประกอบกันเข้าภายใต้กล้องถ่ายภาพยนตร์ บางส่วนก็ติดกาวครึ่งไว้ตามตำแหน่งแห่งที่ตายตัว บางส่วนก็เตรียมให้เคลื่อนไปตามทิศทางที่ต้องการ ภาพเหล่านี้จะถูกถ่ายบันทึกลงบนฟิล์มภาพยนตร์ที่ละกรอบภาพละคำทับ ในขณะที่ภาพเหล่านี้จะเริ่มรวมตัวอยู่ในรูปร่างที่แน่นอนขึ้นเรื่อยๆ หรืออยู่ในรูปร่างสัณฐานภาพระลอกเดียวกัน หรือกลายเป็นสื่อสารประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพซีกเขียนอันเดียวกัน (โพรคยูภาพที่)

เมื่อนำทัศนวิสัยที่แตกต่างกันหลายชิ้นมารวมเป็นภาพเดียวกัน อาจมีหลายโอกาสที่ทำให้ภาพที่เกิดขึ้นใหม่นั้นเป็นที่น่าสนใจอย่างจริงจัง แต่ในแง่ของภาพยนตร์ เมื่อมองดูแล้วรู้สึกว่ามันไม่ค่อยมีชีวิตชีวา และในแง่ของการซีกเขียนก็รู้สึกว่าภาพนั้นไม่ค่อยเป็นระเบียบ ทั้งนี้เพื่อมิให้ตกหลุมพรางดังกล่าวนี้ ช่างภาพยนตร์การตูนจึงควรจะทำให้เป็นที่มั่นใจเสียก่อนว่าทัศนวิสัยทั้งหมดนั้นได้นำมาผสมผสานกลมกลืนเข้า เป็นภาพเดียวกันได้เป็นอย่างดี ภาพฉายควรจะแสดงทัศนสัมพันธ์บางอย่างกับภาพซีกเขียนอื่น ๆ การทำภาพยนตร์การตูนโดยใช้ภาพศัคคมาจากที่อื่นกับการถ่ายทีละภาพ ด้วยวิธีที่มิได้เตรียมการไว้อก่อนนี้ ควรจะใ้ควางแผนล่วงหน้าในแง่ของจำนวนกรอบภาพ จำนวนวินาที และระยะทางของความเคลื่อนไหวที่จะเสนอ

การถ่ายทำภาพยนตร์การตูนแบบดังกล่าวมาแล้วนั้น เป็นแบบที่ประหยัดมากที่สุดที่เคียวทั้งยังมีลักษณะที่เก๋ไก๋ไปคล้ายศิลปะมากที่สุดอีกควย แต่มีข้อเสียขั้นมูลฐานของเทคนิคนี้อยู่อย่างหนึ่ง คือความลำบากที่จะคงรักษาความสนใจของผู้ชมเอาไว้ให้คงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งให้ไ้ รูปร่างและลักษณะของภาพคนฉบับอนิปรากฎเป็นภาพยนตร์การตูนที่กระโดดอย่างไม่มหลักเกณฑ์มากเกินไป มีลักษณะโน้มน้าวที่จะทำให้หมิ่นตาของผู้ชมโดยไม่จำเป็น ซึ่งจะเป็นเหตุให้ความประทับใจของผู้ชมที่มีต่อภาพยนตร์เรื่องนี้ลดน้อยถอยลงไ้ การบรรเทาข้อบกพร่องดังกล่าวนี้อาจทำได้ ด้วยการใช้ภาพจางซ้อน (Dissolve, Cross dissolve) หรือ ผสมกับภาพแบบอื่นในการทำภาพยนตร์การตูนนั้น

การถ่ายทำภาพยนตร์การตูนจาก เครื่องคอมพิวเตอร์ และ เครื่องวิดีโอกราฟิกส์ เมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมาได้เกิดเทคนิคใหม่ในการทำภาพยนตร์การตูนขึ้น 2 เทคนิคซึ่งเริ่มทำไ้ หนักหรือช่างทำภาพยนตร์การตูนมีความสำคัญเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันค่าใช้จ่ายในการทำกลับลดต่ำลงหรือทำให้ความรู้ในเรื่องนี้กว้างขวางยิ่งขึ้น เทคนิคทั้งสองนี้คือ เทคนิคการทำภาพยนตร์การตูนจาก เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer animation) กับจาก เครื่องวิดีโอกราฟิกส์ (Videographics) ทั้งสองเทคนิคของทั้งสองมองกลจาก เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ระดับขั้นสูงนี้ ซึ่งค่าใช้จ่ายสูงมาก ตามไ้ได้ใช้เทคโนโลยี การใช้ เครื่องคอมพิวเตอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ารณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่ใช้เฉพาะในทางถ่ายทำภาพยนตร์ทางเรขาคณิตใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งอาจทำได้ด้วยการใช้ความแน่นอนทางคณิตศาสตร์มากที่สุด นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังสามารถทำใหม่มองเห็นภาพซึ่งได้อีกด้วย แต่การกระทำดังกล่าวนี้มีความสลับซับซ้อนเพิ่มขึ้นมากมาย

การใช้เครื่องวิดีโอกราฟิกส์ ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ต้องใช้เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในห้องส่งโทรทัศน์ เพื่อทำภาพเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว เพื่อผลิตข้อความสำหรับประกาศ สำหรับยกย่องผลงาน หรือข้อความอื่น ๆ ที่ต้องการ เมื่อนำข้อความนี้เข้าเครื่องผสมรหัสโทรทัศน์ (Television mixing console) ข้อความนี้ก็จะถูกรวมเข้ากับรหัสโทรทัศน์อย่างอื่น ๆ ด้วยคุณแจ้ออิเล็กทรอนิกส์ หรือทำให้เป็นภาพจางออก - จางเข้า (Fades) หรือภาพลวาก (Wipes) ก็ได้ แต่เนื่องจากช่างภาพยนตร์การ์ตูนส่วนมากไม่ค่อยมีโอกาสได้เข้าถึงเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว ดังนั้นจึงจะไม่กล่าวถึงเทคนิคเฉพาะทั้งสองอย่างมากนัก

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก

เมื่อพูดถึงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก ก็มักจะมีพูดถึงถึงการถ่ายทำภาพยนตร์จากสิ่งที่มีรูปร่างเป็นสามมิติ เช่น หุ่นกระบอก และ หุ่นเชวน เป็นต้น จากทัศนะของเรา เราใคร่จะขยายความตามคำนิยามนี้ให้กว้างขวางออกไป และรวมเอาวัตถุสามมิติที่กว้างขวางกว่าเข้ามาไว้ด้วย เช่น โมเดลและปริมาณ ซึ่งมักจำเป็นต้องใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือ เครื่องยนต์จำลอง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์สำหรับฝึกงานอุตสาหกรรมอย่างใดก็ได้ เป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนี้ เราจึงแยกการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทพลาสติกออกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ใช้สิ่งที่มีรูปร่าง (Figure animation) ซึ่งใช้หุ่นกระบอกกับแบบที่ใช้สิ่งไม่มีรูปร่าง (Non-figure animation) ซึ่งใช้วัตถุแบบอื่น ๆ นอกจากที่กล่าวแล้ว ในทุกกรณี ภาพยนตร์ที่ปรากฏออกมาจะเป็นในรูปวัตถุพลาสติกซึ่งทำหน้าที่รับการเลือกใช้วิธีการ เขาสุเปาหมายนี้

ความแตกต่างระหว่างประเภทแบบกับประเภทพลาสติก ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบพื้นฐาน 2 ประการ คือ ประการแรกในการปรากฏรูปร่างในภาพยนตร์ และประการที่ 2 ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการถ่ายทำ ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทเซล หรือภาพกระดาษคัต รูปร่างที่ปรากฏคือ ภาพขีดเขียนความเคลื่อนไหวปรากฏขึ้นในโลกสองมิติ ถึงแม้ในบางโอกาส ภาพรูปร่างจะปรากฏให้เห็นลวงตา เป็นว่า มีความเคลื่อนไหวเข้าสู่มิติที่สาม ของจำลองมีลักษณะกลมโค้งแต่ก็มองดูเป็นรูปแบนอยู่นั่นเอง ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจากภาพรูปร่างหรือจากวัตถุ การทำให้เป็นรูปร่างแปลก ๆ โค้งาย เป็นสิ่งชี้แนะทางการเห็นที่สำคัญอย่างหนึ่ง และควรเป็นแง่ที่สำคัญที่สุดในการนี้ การปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ควรจะสามารถสร้างสรรค์โลกขึ้นเป็นโลกของตัวเอง ซึ่งแตกต่างจากแบบอื่น ๆ ในวงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยสิ้นเชิง การปั้นสามารถทำภาพพลิกแพลงได้โดยเพียงแต่ใช้การถ่ายภาพใหม่ มองเห็นหยุดนิ่ง (Stop motion) ร่วมกับการใช้วัตถุสามมิติเท่านั้น แลื่อนนี้ยึดหยุ่นไม่เค็มเหมือนสื่อประเภทแบน เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกของสามมิติ ทำให้การจับวัตถุถ่ายทำลำบากมากยิ่งขึ้น ทั้งทิศทางสามมิติก็ถูกคุกคามไปด้วย

วิธีการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกกับประเภทภาพแบนยังแตกต่างจากกันด้วย การถ่ายทำประเภทพลาสติกสามารถจะถ่ายควยกลองฉายภาพยนตร์ในมุมที่แตกต่างกันระหว่าง 15 ถึง 45 องศาได้ ไม่จำเป็นต้องตั้งกล้องไว้ที่มุม 90 องศาตายตัว กลองในมุมที่แตกต่างกันนั้น ตามปกติมักจะคิดตั้งตายตัวไว้บนโต๊ะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน เพราะฉะนั้น เทคนิคการถ่ายและการให้แสงจึงคล้ายคลึงกันกับการถ่ายทำภาพยนตร์บทบาทจริงมากกว่า การเคลื่อนกล้องไปข้างหน้าหรือถอยหลังตรง ๆ ควรจะเคลื่อนบนรางที่ติดไว้กับพื้น และมุมของกล้องก็จะต้องปรับเปลี่ยนแต่ละครั้งที่หยุดกลอง การปรับตั้งหน้ากล้องแต่ละครั้งจะต้องกระทำด้วยมือในขณะที่หยุดกลอง เพื่อถ่ายวัตถุที่คงการ ภาพยนตร์การ์ตูนควรจะรู้จำนวนองศาที่แน่นอนของการปรับตั้งมุมกล้องแต่ละครั้ง แต่ก็มักจะเป็นงานเขามาากกว่า ทั้งที่ช่างภาพยนตร์การ์ตูนประเภทของจำลองส่วนมากสามารถพัฒนาประสาทเกี่ยวกับความรู้สึกเรื่องจังหวะเวลาไครวดเร็วที่เดียว การควบคุมเวลาโดยใช้ระบบแม่เหล็กอันสลับซับซ้อนสามารถนำมาคิดตั้ง เพื่อการนี้ได้ แต่มิรกตาแพงมาก

การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติก

การเปลี่ยนแปลงในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพในแง่ของการถ่ายภาพวัตถุ สามารถทำได้ในทางดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแสงไฟฟ้าและหน้ากล้อง
2. การย้ายที่ตั้งกล้อง หรือวัตถุ (ที่ถูกลาย)
3. ความเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีลักษณะต่อกันเป็นปล้อง ๆ
4. การแทนที่ของวัตถุ วิธีสุดท้ายนี้ทำได้ยากที่สุด และต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงที่สุด ควบ แต่เป็นวิธีที่นับว่าเก่งมากที่สุดทางหนึ่งในจำนวน 4 ทางที่กล่าวถึงนี้

ในแต่ละกรณี มีความจำเป็นที่จะต้องมีกระบังให้วัตถุ (ที่จะฉาย) คัดครีงแน่นอนอยู่กับที่ในขณะที่ถ่ายภาพ และในขณะที่แสงความเคลื่อนไหวก็จะคงเคลื่อนไปอย่างพิถีพิถัน และแน่นอนเป็นอย่างมาก ในแง่ของความเคลื่อนไหวจะคงคำนวณจำนวนกรอบภาพและเขียนเลขที่กรอบภาพไว้ล่วงหน้าอย่างทั่วถึงไปว่า สกอร์ (คะแนน) เพื่อให้การควบคุมจังหวะแห่งความเคลื่อนไหวแน่นอนขึ้น จะคงจัดถ่ายทำภาพยนตร์บนฟิล์มเนกาทีฟแล้วฉายตรวจดูเพื่อเป็นการทดลองก่อน ในกรณีจำเป็นอาจต้องแก้ไขสกอร์ใหม่อีก ก่อนหน้าที่จะลงมือถ่ายจริง ในขั้นสุดท้าย ซึ่งอาจใช้เวลาไม่น้อยกว่าขั้นเตรียมการมาก

ในการถ่ายภาพของจำลองใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้จำเป็นต้องใช้สมาธิในการทำงานน้อยอย่างเต็มที่ เพราะว่า การแสดงประกอบควยขั้นตอนในการปฏิบัติงานหลายขั้น ได้แก่ การจับเคลื่อนวัตถุควยการเคลื่อนแซนซา หัว ตา หรือตัวของจำลองทั้งตัว ควบคุมกล้อง การให้แสงและการตั้งหน้ากล้องและโชประสาทเกี่ยวกับจังหวะเวลาตลอดการถ่าย ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกมีความยุ่งยากมากกว่าการถ่ายทำประเภทหรือแบบอื่น ๆ ทั้งนี้ทางคิที่สุด จึงควรรวมมือกับช่างกล้อง ซึ่งจะรับหน้าที่จัดแสงและใช้กล้องไปทั้งหมด

การเลือกวัสดุ

ในปัจจุบัน มีวัสดุนานาชนิดอย่างมากมายที่สามารถนำมาทำวัตถุสามมิติได้ ขึ้นอยู่
 วัตถุประสงค์ของวัสดุอ่อนหรือวัสดุแข็ง ชนิดแน่นแข็งหรือโค้งงอได้ สำหรับการขึ้นที่เป็นรูปร่างก็
 มักจะใช้วัสดุที่ทำควายางหรือพลาสติก ร่วมกับกรอบที่มีเส้นลวดอยู่ภายใน เพื่อใช้ยึดหัวและ
 แขนขาของวัตถุที่อยู่คงที่

วัสดุที่มีประโยชน์อีกอย่าง สำหรับทำของจำลอง คือไม้เนื้ออ่อน ไม้ที่มีข้อโค่เปรียบ
 อยุ่ควยคือ ทาสีโค่ สำหรับกรณีที่ใช้หุ่นกระบอกทำภาพยนตร์การ์ตูน ก็ประหยัดโค่โดยใช้สีแทน
 เสื้อผ้าของตัวละครโค่ บางคนอาจใช้วัสดุหลายอย่างผสมกัน ใช้ไม้เนื้ออ่อนทำลำตัวและตัว
 หุ่นกระบอกและใช้ลวดทำแขนขา เส้นลวดไม่ว่าชนิดและรูปร่างเช่นไร รวมทั้งเส้นใยธรรมชาติ
 ที่ใช้ทำความสะอาดหรือกระบอกยอมมีประโยชน์มาก เพราะสามารถค้ำงอและคงอยู่ใน
 ตำแหน่งเดิมโค่กาย อยุ่ไรก็ตาม วัสดุใหม่ที่สุดที่แพร่หลายไปทั่วโลกในฐานะเป็นเครื่องมือ
 ที่มีประโยชน์มากที่สุดในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทพลาสติกก็คือตัวคินนํ้ามันเอง ใน
 สมัยก่อนเนื่องจากความอ่อนตัวของคินนํ้ามัน เมื่อกระทบกับแสงไฟฟ้ายานโค่ถ่ายทำภาพยนตร
 การ์ตูน ระหว่างเมื่อไม่กี่ปีมานี้โค่มีคินนํ้ามันชนิดแข็งกว่ามากออกวางตลาด เป็นคินนํ้ามันแข็ง
 คงรูปและสลักง่าย และหยุนตัวง่าย เหมาะสำหรับเปลี่ยนบทบาทที่กำลังเคลื่อนไหว ส่วนสี
 สามารถนำมาเติมเข้าในความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของคินนํ้ามันชนิดนี้โค่อย่างกว้างขวาง

การเลือกวัสดุดังกล่าวนี้นับว่ามีความสำคัญมากเป็นพิเศษสำหรับการถ่ายทำภาพ-
 ยนตร์การ์ตูนจากของจำลอง ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอ่อนนุ่ม เพราะควบคุมและจัดให้อยู่ใน
 ตำแหน่งเดิม ระหว่างกรอบภาพหนึ่งไปยังกรอบภาพต่อไปโค่ลำบาก วัสดุที่นำมาใช้ตัวของ
 จำลองควรจะมีมันคง แต่เป็นรูปร่างต่าง ๆ โค่กาย และสามารถจะรักษารูปร่างเดิมเอาไว้
 ไว้โค่ในระหว่างการถ่ายที่ละกรอบภาพ วัสดุตัวอย่าง เช่น ทราย ซึ่งสามารถจัดเคลื่อนย้าย
 ภายใตกลสงถ่ายภาพยนตร์โค่กาย หิน ซึ่งสามารถจัดเคลื่อนจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีกกรอบ
 ภาพหนึ่งโค่ กระดาษแข็งซึ่งอาจตัดโค่โค้งและอาจจัดโค่เคลื่อนเดินไปโค่ หรือแม่กระดาษซึ่ง
 สามารถหลอมควยความรอน เป่าหรือล่อให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ โค่เป็นคิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ความอดสาหัสวิริยะและเวลา แต่คงไต่กลางมาแล้ว การประหยัคที่มีเหตุผลสามารถจะทำให้เกิดขึ้นได้ ควบการจัดการเรื่องเกี่ยวกับทรัพยากรที่ใช้อย่างฉลาด ควบการใช้ความสามารถพิเศษ และการกำหนดงานอย่างถูกต้อง

เรื่องกลในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

สาระสำคัญในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก็คือ การสร้างสรรค์ความเคลื่อนไหว โดยการใช้การถ่ายทำภาพที่ละภาพต่อเนื่องกัน เป็นที่แน่นอนว่า การปฏิบัติงานดังกล่าวนี้ จะต้องมึกฎที่สำคัญและหลักการทางกายภาพควบมากับการปฏิบัติงานนี้ด้วย ซึ่งภาพยนตร์การ์ตูนแม้ระดับพื้นฐานจะหยาบสักปานใด ก็ไม่สามารถจะมองข้ามในเรื่องนี้ไปได้ โดยปราศจากการเสียดความล้มเหลวอันซับซ้อนและการสิ้นเปลืองเวลายาวนานไปได้

ความเคลื่อนไหวที่คล้อยตามตา

หลักการขอแรกก็คือ จะต้องเข้าใจความแตกต่างระหว่างความเคลื่อนไหวที่คล้อยตามตา (Sympsthetic movement) กับความเคลื่อนไหวที่ไม่คล้อยตามตา (Unsympathetic movement) (โปรดดูภาพที่) ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน มีข้อจำกัดที่แน่นอนอย่างประการหนึ่งจะทำให้ไหนด้านสามารถมองเห็นความเคลื่อนไหวใดต่อเนื่องกัน เมื่อกล้องถ่ายภาพยนตร์สำหรับถ่ายความเคลื่อนไหวหรือบทบาทจริง สายขามไปทางราบ และถ่ายบันทึกคนไม่บนพื้นหน้า (Foreground) ไว้ ญูดายก็จะได้รับภาพสามมิติพร้อมด้วยพื้นหลัง (Background) ซึ่งจะมองเห็นทางและลึกเขาไปตามธรรมชาติไว้โดยอัตโนมัติเลนซ์ของกล้องถ่ายภาพยนตร์นั้นจะมีเท็กภาพรดที่เคลื่อนผ่านจอไป เป็นภาพที่ไม่คมชัด แต่ก็มองดูเป็นธรรมชาติดี การเคลื่อนกล้อง เช่นนี้อาจปรากฏให้เห็นเหมือนกล้องกระตุกหรือกระเทือนเล็กน้อยแต่อาจทำให้มอง เห็นเสมือนว่าเป็นชอต (Shot) ที่ถ่ายมาอย่างฉลาดก็ได้ ถ้าหากนำเอาการกระทำเช่นนี้มาใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ก็จะทำให้มองเห็นไปว่าเป็นชอตหรือรูปร่างของคนไม่ในพื้นหน้ากับภาพรดที่อยู่ในระยะปานกลาง ในภาพยนตร์การ์ตูนจะมองเห็นโลโก้แล้วก็จะแก่รูปร่างที่มีมองดูโดยยากของวัตถุ (รด) กับพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่าย ๆ จึงควรที่จะจัดหาลักษณะที่มองเห็นสั้น ๆ (Optical jitter) มาใช้ทำให้เกิดผล
 อย่างที่รู้จักทั่วไปว่า การเคลื่อนไหวที่ไม่คล้อยตามตา การเคลื่อนไหวเช่นนี้จะคงกระทำขึ้น
 เป็นพิเศษ โดยออกแบบวัตถุที่จะถ่ายใหม่เส้นขอบจาง ๆ และถ้าเป็นความเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว
 ช่างเขียนจะคงวาดรูปร่างต่าง ๆ ใหม่ภาพที่รวมอยู่ภาพหนึ่ง เพื่อหลีกเลี่ยงลักษณะ
 ที่มองเห็นสั้น ถ้ามีฉะนั้นแล้วก็จะก่อให้เกิดผลอย่างที่เราจะรู้จักกันว่า การลวงตาของภาพวัตถุอย่าง
 หนึ่ง ที่มองเห็นเป็นหลายภาพในขณะที่กำลังเคลื่อนไหว (Stratoscopic optical
 interference)

ในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนจำเป็นต้องใช้ชว้นสายตาและสมอง ใ้หย่อมรับการ
 ที่ความหมายของความเคลื่อนไหวตามธรรมชาติ ควบคู่การทำสิ่งหนึ่งใหม่มองเห็นเคลื่อนไหว
 เหมือนธรรมชาติของของจริง ตามความจริง ถ้าคนหนึ่งสามารถควบคุมส่วนประกอบนา
 ชนิก ซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นฉากภาพยนตร์ เช่นนี้ไ้ดีกว่า คนนั้นก็ย่อมสามารถจะเอาชนะการ
 ลวงตาของความ เป็นจริงไ้ไ้ยิ่งใหญ่มากกว่าการควบคุมกล้องถ่ายภาพยนตร์สำหรับถ่ายบทบาทที่
 เป็นจริงเสียอีก เพื่อที่จะทำให้วัตถุประสงค เช่นนี้ล้นฤทธิ์ผล ผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจะต้อง
 ใช้ภาพรูปร่างที่พริ้วความชอบหรือชอบ (Softer) มากกว่าธรรมดา ซึ่งจะหลีกเลี่ยงการ
 ลวงตาที่ทำใหม่มองเห็นเป็นภาพสันตะเพื่อน และช่วยสร้างสรรคความเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่
 จะทำให้ตามองเห็นเคลื่อนไหวคล้อยตามไปไ้ไ้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปไ้

เพื่อที่จะเอาชนะความเคลื่อนไหวที่คล้อยตามตา จำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงตัว
 ประกอบ 4 ประการ คือ รูปร่างของวัตถุ ระยะทางระหว่างแต่ละความเคลื่อนไหว การ
 เคลื่อนที่ของความเคลื่อนไหว และจังหวะเวลาของความเคลื่อนไหว

รูปร่าง

ในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ขอแนะนำว่า จะต้องหลีกเลี่ยงรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 ใ้ไ้ไ้ สำหรับรูปร่างกลมมนของตัวละครการ์ตูนที่มีชื่อเสียง ไ้ไ้คงดังหลายตัว ไม่ใช่กำเนิดขึ้น
 ไ้ไ้โดยบังเอิญไปเสียทั้งหมด ในแง่ของการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ตัวละครเหล่านี้ถูกสร้างขึ้น
 ในรูปร่างอันเหมาะสมแก่บทบาทของตัวละครนั้น ๆ คุณสมบัติ ค่าและพื้นฐานแห่งความเคลื่อนไหว
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

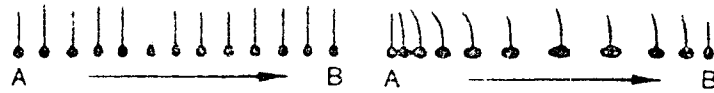
ไหวที่คล้อยตามคา รวมทั้งความคล่องแคล่วในการแสดงความเคลื่อนไหวที่อาจซ้ำซากได้
 อย่างไม่รู้ก็ตาม ในการทำภาพยนตร์การ์ตูนประเภทแอนิเมชัน อาจมีอยู่หลายโอกาสที่จำเป็น
 ต้องใช้รูปร่างแบบสี่เหลี่ยมหรือกระเปาะถื่นขนาดเล็ก ๆ เป็นคน การถ่ายภาพวัตถุเหล่านี้
 จำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังในการจับถือเป็นอย่างมาก การแสดงความเคลื่อนไหวที่จำ-
 เป็นจะต้องถ่ายทำให้เส้นขอบของวัตถุที่ถ่ายพรว เล็กน้อย และอาจต้องใช้การบดเบือนบาง
 ส่วนเขาช่วยควย

ระยะห่าง

ระยะห่างระหว่างความเคลื่อนไหวจากกรอบภาพหนึ่งถึงอีกกรอบภาพหนึ่ง เป็น
 ความสำคัญอันยิ่งใหญ่ในทักษะของการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

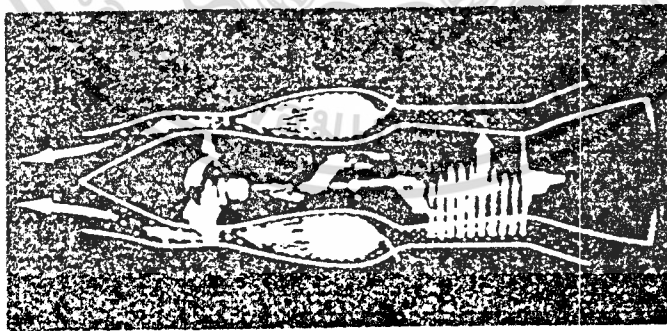
เกี่ยวกับปัญหา เรื่องนี้มีตัวประกอบที่จะนำมาพิจารณาอยู่มากมาย โดยทั่วไปกล่าว
 ใควาระยะห่างของความเคลื่อนไหวระหว่างแต่ละภาพอาจห่างมากขึ้นเท่าไร ความเคลื่อนไหว
 ไหวก็ยิ่งเร็วขึ้นเท่านั้น สำหรับความเคลื่อนไหวที่เชื่องช้าก็จำเป็นที่จะต้องใช้ภาพวาดมากขึ้น
 รวมกับระยะห่างของความเคลื่อนไหวที่สั้นเข้า อย่างไม่รู้ก็ตาม ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ที่ปลายสเกล
 ทั้งสองข้างอยู่นั่นเอง ขอให้เรานำภาพยนตร์ 16 มม. ซึ่งฟิล์มเคลื่อนผ่านเลนซ์ของเครื่อง
 ฉายภาพยนตร์ในความเร็ว 24 กรอบภาพต่อวินาทีมาเป็นตัวอย่างในเรื่องนี้ ถ้าเราใช้
 ภาพวาดเพียง 6 ภาพต่อวินาที เพื่อแสดงความเคลื่อนไหวของวัตถุอย่างหนึ่งที่เคลื่อนผ่านจอ
 ความเคลื่อนไหวนั้นก็จะเป็นภาพพราวมัวและแวบวาบให้เห็นบนจอ ความเคลื่อนไหวที่มี
 มีลักษณะสันตะเพียนและไม่คล้อยตามคางกลาวนี้ จะมองเห็นโคซซิกเจนเมรก แต่ถ้าเราใช้
 ภาพวาด 12 ภาพต่อวินาที ความเคลื่อนไหวที่เคลื่อนจากกรอบภาพด้านหนึ่งก็จะปรากฏให้
 เห็นอย่างธรรมชาติที่สุด โดยปราศจากการบดเบือนนี้ หนีคไปจากความจริงอย่างใดทั้งสิ้น และ
 จะไม่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการแวบวาบหรือพราวมัว (ในความเคลื่อนไหวนั้น) ขึ้นเลย

สำหรับความเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว ขอแนะนำว่าควรจะนำเอาแบบของเส้นเงา
 บางอย่าง เขามาใช้กับลักษณะหรือรูปร่างของความเคลื่อนไหวที่รวดเร็ว นั้น เส้นเงาเหล่านี้
 เขยิวเปรูจิกกัน เลา ว่า เลาความเร็วเร็ว (Speed lines) หรือเส้นเคลื่อนเร็ว
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 38 การเคลื่อนไหวที่คล้อยตามคา (Sympathetic movement)

ภาพบนซ้าย เป็นภาพชุดของเส้นตรงซึ่งแสดงความเคลื่อนไหวที่ไม่คล้อยตามคา (Unsympathetic movement) ในระหว่างกลางความเคลื่อนไหว (ระหว่างจุด A กับ B ในภาพบนซ้าย) มีเส้นตั้งตรงเรียงอยู่ในระยะห่างซึ่งกันและกันเท่ากันหมด และลักษณะของแต่ละเส้นเหมือนกับเส้นแรกทุกประการ การแสดงความเคลื่อนไหวเช่นนี้จะแสดงให้เห็น การลวงตาของภาพวัตถุอย่างหนึ่ง ที่มองเห็นเป็นหลายภาพในขณะที่กำลังเคลื่อนไหว (Stratascopic optical interference) เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้สึกเห็นความเคลื่อนไหวที่คล้อยตามคา ระยะห่างของเส้นตั้งแถวในส่วนกลางของความเคลื่อนไหวจะค่องหางกว่าหรือกว้างกว่าระยะห่างที่สุดริมทั้งสองข้าง (ดูภาพบนขวา) เส้นแต่ละเส้นคงมีลักษณะคมบาง (ตามเดิม) ส่วนจุดคำกลับขยายกว้างขึ้นทุกทีในขณะที่เคลื่อนตัวไปสู่ส่วนกลางของความเคลื่อนไหว แลวแคบเข้าสู่ลักษณะปกติที่สุดทางของความเคลื่อนไหว (ขวามือ) เพื่อแสดงให้เห็นทิศทางและผลของความเคลื่อนไหวนี้



ภาพที่ 39 การถ่ายภาพยนตร์บทบาทหรือความเคลื่อนไหวจริงสามารถจะผสมกันเข้ากับการถ่ายแผนภาพใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้เพื่อที่จะทำให้นักกรรมวิธีหรือโลกต่าง ๆ มองเห็นหรือเข้าใจได้ง่ายเข้า ภาพข้างบนนี้คือ แผนภาพปกอกถึงหินซอนทับลงบนเพลาจริงเพื่อที่จะแสดงการหมุนเวียนของอากาศรอบ ๆ ไบจักรของกังหัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Swish lines) แบบของเส้นคิงกล่าวนี้ควรจะต้องเนื่องกันไปตามทิศทางของความเคลื่อนไหวของวัตถุที่แสดงไว้ในภาพวาดข้างหน้านั้น เว้นแต่จะต้องการทำให้เกิดผลพิเศษในทางให้เกินความเป็นจริง เมื่อเป็นเช่นนี้ ความเคลื่อนไหวนี้ก็จำเป็นจะต้องเน้นให้มองเห็นเด่นเกินความเป็นจริง ในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมากแบบด้วยกัน ก็จำเป็นจะต้องใช้เส้นความเร็วเข้าแทนภาพตัววัตถุแม่แบบเอง แต่การสับเปลี่ยนเช่นนี้จะสามารถกระทำได้ดีต่อขบวนการของความเคลื่อนไหวในอัตราสูงของการขยับนั้นเท่านั้น ในทันทีที่ความเร็วของความเคลื่อนไหวลดลง ก็ใครจะขอแนะนำให้ค่อย ๆ นำเอาแบบของวัตถุตามความเป็นจริงกลับมาใช้ตามเดิมอีกทีละน้อย ๆ จนกระทั่งความเคลื่อนไหวนั้นหยุดลง และวัตถุนั้นกลับเข้าสู่แบบปกติตามเดิม

ในฐานะที่ยังมีทฤษฎีการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนแบบอื่น ๆ อยู่อีกมากมาย แนวทางแนะนำเกี่ยวกับระยะทางคิงกล่าวมาแล้วนี้ ก็ควรจะได้นำไปใช้อย่างฉลาด และไม่ถือว่าเป็นกฎเกณฑ์ที่ตายตัวมากนัก เพราะว่าในทฤษฎีอาจมีปัญหาในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่แตกต่างจากที่กล่าวมาแล้วอย่างสิ้นเชิงก็เป็นได้ เช่น การบินของเครื่องบินไอพ่น การอพยพของมด หรือวงจรชีวิตของกบ เป็นต้น

พลวัตศาสตร์ของความเคลื่อนไหว

ความเคลื่อนไหวทั้งหมดย่อมขึ้นอยู่กับหลักการอันแน่นอนของความดึงดูดของโลก ซึ่งทำหน้าที่กำหนดพฤติกรรมของความเคลื่อนไหวทั้งหลาย หลักการเหล่านี้นำมาใช้กับการถ่ายทำภาพยนตร์บทบาทจริงมากเท่า ๆ กันกับการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน และรากเงาของหลักการคิงกล่าวนี้มีอยู่ในชีวิตจริงด้วย ถึงแม้เราไม่จำเป็นต้องศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพให้ละเอียดลออมากนัก ก็ยังเป็นประโยชน์ที่จะรู้เรื่องพื้นฐานของพลวัตศาสตร์ของ ความเคลื่อนไหว (Dynamics of motion, Dynamics = พลวัตศาสตร์ - ความรู้เกี่ยวกับ การเคลื่อนตัวหรือการไม่อยู่นิ่ง) เพราะว่าการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนจำเป็นจะต้องกลับมาสร้างสรรค์ภาวะทางกายภาพ (ให้กับภาพหรือวัตถุหนึ่ง) นิวตัน นักวิทยาศาสตร์อังกฤษ ได้สังเกตเห็นว่า ถ้าวัตถุอย่างหนึ่ง มันก็จะมีแนวโน้มที่คงนิ่งอยู่ต่อไป (กฎแห่งความเฉื่อย) แต่ถ้าวัตถุอย่างหนึ่งอยู่ในความเคลื่อนไหว มันก็จะมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนไปอยู่ต่อไป (Law

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

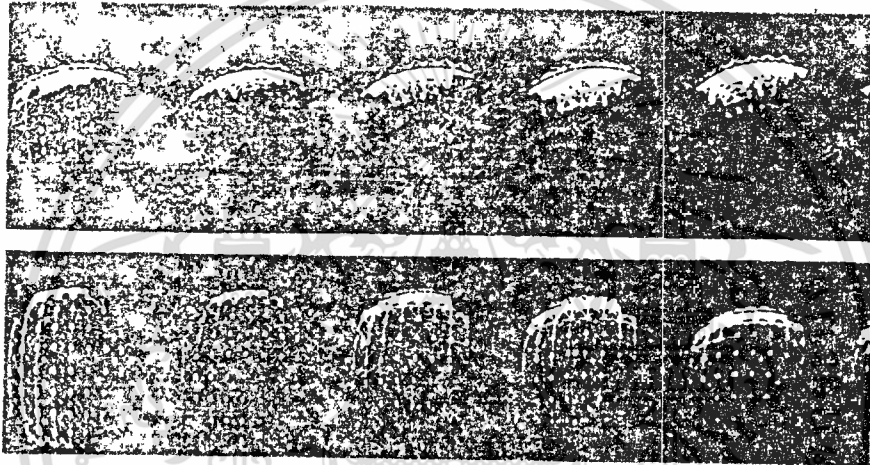
of momentum = กฎแห่งกำลัง เคลื่อนไหวซึ่งมีอยู่ในวัตถุหรือเทห์)

เขาสังเกตเห็นต่อไปว่า ภาวะของความนิ่งและภาวะของความเคลื่อนไหวสามารถจะเปลี่ยนได้ก็แต่โดยพลังภายนอกเท่านั้น และสังเกตเห็นว่า ร่างจะเคลื่อนไหวไปในเส้นทางที่พลังนั้นส่งไปโดยตรง จนกระทั่งพลังอีกอย่างหนึ่ง เข้ามาทาบทบาทเปลี่ยนแปลงทิศทางของมันไปทางอื่น และยิ่งกว่านั้น เขาได้ทำการสาธิตให้เห็นว่า แต่ละกิริยาก่อให้เกิดปฏิกิริยาที่เท่ากันขึ้นในทิศทางที่ตรงข้ามเสมอ

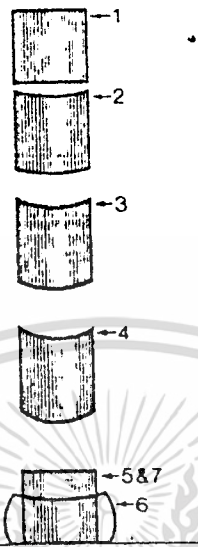
ความโน้มเอียงที่คงที่ที่อยู่ต่อไปอาจจัดเข้าไว้ในจำพวกความเฉื่อย และความโน้มเอียงที่จะคงเคลื่อนไหวต่อไปอยู่ในจำพวกกำลังแห่งความเคลื่อนไหว ความเฉื่อยกับกำลังแห่งความเคลื่อนไหว และแนวความคิดที่สัมพันธ์กันของความดึงดูดของโลก มีความสำคัญอย่างสูงสุดในการวางแผนสำหรับความเคลื่อนไหวใด ๆ ในชีวิตจริง พลังเหล่านี้มีหน้าที่ปรับพฤติกรรมของวัตถุทั้งหมดให้เหมาะสมในการถ่ายภาพยนตร์ทาบทบาทจริง มีกฎอยู่ว่า กลองเพียงแค่มันตีพฤติกรรมของรูปร่างที่กำลังเคลื่อนไหว แต่ในการถ่ายภาพยนตร์การเคลื่อนที่ของลูกบอลกลับมาสรางสรรคความเคลื่อนไหวขึ้นใหม่ด้วยมือซึ่งถึงแม้ว่าจะสิ้นเปลืองแรงงานมากที่สุด แต่ก็สามารถทำให้ผู้ดูถ่ายมีโอกาสดูควบคุม ควบคุมของสิ่งต่าง ๆ ให้เหมาะสมด้วยมือ และโคกคิดแปลงความเคลื่อนไหวโดยความประสงค์ของคน ถ่ายภาพยนตร์การเคลื่อนที่ของลูกบอลการขยายกำลังแห่งความเคลื่อนไหวและความเฉื่อยให้มองเห็นเกินความจริงผู้ถ่ายภาพยนตร์ เรื่องนั้นก็อาจทำได้ แต่การทำเช่นนั้นผู้นั้นจะต้องไม่ลืมกฎธรรมชาติขั้นพื้นฐาน ซึ่งควบคุมพฤติกรรมของความเคลื่อนไหวไว้โดยเด็ดขาด จุดเริ่มต้นของงานนี้ทั้งหมดจะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักพลวัตศาสตร์ของความเคลื่อนไหว และการขยายให้เห็นความจริงทั้งหมด ก็จะต้องกระทำด้วยความมุ่งหมายเฉพาะที่มีอยู่ในใจ ถ้ามีเช่นนั้นแล้วความเคลื่อนไหว เช่นนั้นก็ปรากฏให้เห็นเป็นความเคลื่อนไหวปลอม การทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ถึงแม้จะสามารถเปลี่ยนความดึงดูดของโลกได้ และก่อให้เกิดการลวงตาในการปลุกปลอยลักษณะที่แสดงความเคลื่อนไหวให้หลุดพ้นไปจากพลังดึงดูดของโลก และมีข้อขอเกินของลักษณะดังกล่าวมาแล้ว แต่ก่อนหน้าที่จะพยายามกระทำสิ่งดังกล่าวด้วยมือ มีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจล่วงหน้าก่อนว่าสิ่งเหล่านี้แสดงบทบาทอย่างไร ภาวะทางกายภาพความปกติโดยอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเตรียมการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ผู้ถ่ายทำจะต้องเกี่ยวข้องกับตัวประกอบอื่น ๆ อีกมากมายหลายประการ คือ พฤติกรรมเฉพาะของตัวละคร น้าหนักหรือมวลของวัตถุ วัสดุที่ใช้ทำวัตถุ ลักษณะภายนอกของวัตถุ และตัวประกอบทั้งหมด เหล่านี้มีอิทธิพลเหนือความเคลื่อนไหวของมันอย่างไร



ภาพที่ 39 กลองกำลังบันทึกภาพเส้นเรขาคณิตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ สำหรับนำไปใช้อัดทำภาพยนตร์เรื่องเกี่ยวกับการไฟฟ้า สำหรับบริษัท CGE แห่งประเทศฝรั่งเศส ถ่ายทำโดย John Halas และ Joy Batchelor



ภาพที่ 40 การกลิ้งให้แบน เมื่อวัตถุสี่เหลี่ยมจตุรัสกำลังตกลงมาจากที่สูง วัตถุ
นั้นจะค่อย ๆ เริ่มถูกกลิ้งให้รูปร่างแบน เขาตามทิศทางที่วัตถุนั้นตกลงมาในขณะที่วัตถุนั้นกำลัง
จะหยุด เช่น กลองกำลังกระทบกับพื้น วัตถุรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสนั้นจะถูกกลิ้งให้แบนโค้งเล็กน้อย
ก่อนหน้าที่จะกลับคืนสู่รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสตามปกติ ซีควเอนซ์ (Sequence) หรือชุดของ
ภาพจาก 1 ถึง 7 แสดงให้เห็นวิธีการทำให้วัตถุดังกล่าวนี้มองเห็นเคลื่อนไหวคล้อยตามคา
ไลอย่างไร

น้ำหนักของวัตถุ เป็นข้อสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องนำมาพิจารณา กำหนดความเร็วแห่งความเคลื่อนไหว ดังที่นิวตันได้สังเกตเห็นมาว่า วัตถุที่หนักย่อมจะเริ่มเคลื่อนไหวไต่ช้ากว่าวัตถุที่เบา แต่ในความเคลื่อนไหวนี้มีความเฉื่อยรวมอยู่ด้วยเป็นอย่างมาก และจะหยุดความเคลื่อนไหวนั้นไต่ช้ากว่ามาก เมื่อวัตถุอย่างหนึ่งกระทบกับอีกอย่างหนึ่ง แรงเฉื่อยของมันจะเพิ่มมากขึ้น วัตถุมีความโน้มเอียงที่จะเคลื่อนไปตามเส้นซึ่งพลังภายนอกบังคับโดยตรง ไปจนกว่าการกระทบหรือชนกันจะมาหยุดการเคลื่อนที่นั้น หรือไม่มีพลังอีกอย่างหนึ่งมา เปลี่ยนแปลงทิศทางของการเคลื่อนที่นั้น

การเคลื่อนที่ทั้งหมด ซึ่งภาพยนตร์การคนจะคงทำให้มองเห็นนี้ จะต้องเกี่ยวข้องกับตัวประกอบที่แตกต่างกัน เหล่านี้หลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ตัวประกอบของขนาด รูปร่าง น้ำหนัก และวัสดุ กับจำนวนการบิดเบือนและการบีบให้แบนที่เหมาะสมกับความต้องการ ในชั้นคอนหลัก 3 ประการของการถ่ายทำภาพยนตร์การคนตามหลักพลวัติศาสตร์ (คือ Anticipation) ได้แก่การเตรียมสำหรับการถ่ายทำความเคลื่อนไหว Action (คือ แก่ความเคลื่อนไหวที่ลงมือกระทำจริง และ Reaction (คือ แก่การทำความเคลื่อนไหวให้ครบถ้วน) ผู้ถ่ายทำจะต้องแสวงหาทางที่ดีที่สุดที่จะถ่ายทอดความเคลื่อนไหวอยู่เสมอ ความเข้าใจที่ประณีตถี่ถ้วนในเรื่องความเคลื่อนไหวแบบพลวัติ รวมทั้งประสบการณ์ในทางพฤติกรรมของตัวละครที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก วัสดุและรูปร่างจะนำผู้ถ่ายทำไปสู่วิธีการถ่ายทำความเคลื่อนไหวอันประกอบไปช่วยการบิดเบือนและบีบแบนในจำนวนที่พอดีกับความต้องการ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเคลื่อนไหวที่ลลอบตามตาอย่างคงเส้นคงวาไปตลอด (คุณภาพที่)

จังหวะเวลา

จังหวะเวลา เป็นทักษะอย่างหนึ่งในตัวของมันเอง มีค่ามากเช่นเดียวกับพรสวรรค์ ในการเขียนภาพหรือการออกแบบ ความสำคัญในเรื่องนี้ไม่ควรจะถูกประเมินค่าต่ำเกินไป นักในฐานะที่จังหวะเวลา เป็นองค์ประกอบชั้นมูลฐานอย่างหนึ่ง ซึ่งวิธีการถ่ายทำภาพยนตร์การคน โดยวิธีมือเขาดวย ไต่อ่านวยการปิดหมุ่หนี หอยาง เค็มที่ และอยู่ภายใต้การควบคุมโดยสิ้นเชิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเป็นเงื่อนไขพื้นฐานของชีวิต เราเกิดมีชีวิตอยู่แล้วก็ตาย เราได้รับประสบการณ์ของการเริ่มคนมีชีวิต ส่วนกลางของชีวิต และตอนสุดท้ายของชีวิต ภาพยนตร์ก็ถูกวางเงื่อนไขไว้มากเช่นเดียวกับชีวิต มีการเริ่มต้น มีตอนกลางและมีที่สิ้นสุด ดังนั้นสิ่งที่จะนำไปบรรจุไว้ในภาพยนตร์ จึงจำเป็นต้องได้รับการพิจารณาบ่อย ๆ จากแนวคิดของจังหวะเวลา ภาพยนตร์แต่ละวินาทีที่จะต้องบรรจุเอาไว้ควรมีรูปร่างบางอย่างของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และคุณค่าของภาพยนตร์นั้นถูกคิดสร้างและสร้างขึ้นมาอย่างมีลักษณะสร้างสรรค์มาน้อยเพียงไร ผลของภาพยนตร์มีลักษณะสนุกหรือมีลักษณะสั่งสอน ผู้สร้างอาจทำสิ่งแปลกแหวกที่อาจเป็นไปได้ หรือสอดใส่จุดที่มีความหมายบางอย่าง เขาไปในภาพยนตร์ที่สร้างด้วยก็ได้ ผู้สร้างบางคนอาจเร่งช่วงเวลาทางชีวิตที่ยาวนาน โยนบอลลองเหลือเพียง 2-3 วินาที หรือทำให้การเคลื่อนไหวของตัวละครสลับเปลี่ยนเป็นนาที เพื่อที่จะได้ศึกษาเรื่องราวของการเคลื่อนไหวของตัวละครนั้น โดยการใช้จังหวะเวลาอย่างชัดเจนแต่อย่างเดียวกัน จะทำให้ผู้สร้างสามารถสร้างสรรค์อารมณ์อันเยี่ยมสงบบนภาพยนตร์ได้ โดยการเลือกใช้จังหวะชามาก สามารถสร้างความตื่นเต้นได้โดยเร่งจังหวะความเร็วของบทบาทให้เร็วยิ่งขึ้น หรือสร้างมุขตลกขึ้นโดยทำภาพรูปร่างอย่างหนึ่งให้เดินในอัตราความเร็วที่ผิดธรรมชาติ

ในการกำหนดจังหวะ เวลาให้แก่นิทรรศการที่จะทำใหม่มองเห็นความเคลื่อนไหวในภาพยนตร์การ์ตูน ผู้สร้างควรที่จะตระหนักนับตั้งแต่เริ่มงานว่า การลอกหรือเลียนแบบในเรื่องจังหวะเวลาและพฤติกรรมของคนและวัตถุจริงมาใช้ในภาพยนตร์การ์ตูน เป็นเหตุผลที่ผิดหลักการวิทยา ภาพยนตร์การ์ตูนนี้จะปรากฏให้เห็นความเคลื่อนไหวนั้นชามากเกินไปและอาจเสี่ยงต่อความล้มเหลว เนื่องจากเดินตามความเป็นจริงอย่าง เป็นทาส เช่นนี้ ผู้สร้างควรที่จะใช้ความเคลื่อนไหวจริงก็เฉพาะในจุดเริ่มต้นของความเคลื่อนไหวนั้นเท่านั้น เพื่อที่จะสร้างสรรค์ความเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมกับตัวละคร หรือวัตถุนั้น ๆ เนื่องจากวัตถุหรือภาพรูปร่างต่าง ๆ ที่ถูกทำใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวไค้นั้นได้รับการปรับปรุงให้หายยิ่งขึ้นแล้ว สิ่งเหล่านี้ก็เป็นแต่เพียงสิ่งแทนเครื่องหมายแห่งความเป็นจริง เท่านั้น ดังนั้น พฤติกรรมของสิ่งเหล่านี้จึงสามารถมองเห็นได้รวดเร็วกว่าพฤติกรรมของวัตถุที่เป็นจริง นี่คือเหตุผลที่ว่าทำไมสิ่งดังกล่าวนี้ ความปกติจึงมักจะต้องการความรวดเร็วมากกว่าธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนความเร็วของกรอบภาพ

อัตราความเร็วของภาพยนตร์การ์ตูน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนกรอบภาพที่มีอยู่ในฟิล์ม รวมทั้งอัตราความเร็วของการฉายด้วย จำนวนกรอบภาพที่แสดงเคลื่อนไหวอย่างหนึ่งยิ่งมีมากเท่าไร ความเคลื่อนไหวที่ปรากฏบนจอก็จะยิ่งช้าลงเท่านั้น ในทางกลับกัน จำนวนกรอบภาพยิ่งน้อยความเคลื่อนไหวก็ยิ่งเร็ว

อัตราความเร็วปกติของ เส้นเสียงหรือคู่เสียง (Sound track) ในฟิล์ม มีกำหนดเป็นมาตรฐานที่ 24 ภาพหรือกรอบภาพต่อวินาที สำหรับภาพยนตร์ทั่วไปรวมทั้งการฉายนอกโรงด้วย และที่ 25 ภาพต่อวินาทีสำหรับฉายทางโทรทัศน์ แต่โดยทั่วไป จังหวะเวลาของภาพยนตร์การ์ตูนส่วนมากมักจะเข้ามาในอัตรา 24 ภาพต่อวินาที อัตรานี้จะก่อให้เกิดความสัมพันธ์ทางมาตรฐานส่วนที่สะดวกมากของจำนวนกรอบภาพกับส่วนหนึ่งวินาทีดังต่อไปนี้

1 ภาพ = 1/24 วินาที	8 ภาพ = 1/3 วินาที
2 ภาพ = 1/12 วินาที	12 ภาพ = 1/2 วินาที
3 ภาพ = 1/8 วินาที	16 ภาพ = 2/3 วินาที
4 ภาพ = 1/6 วินาที	18 ภาพ = 3/4 วินาที
6 ภาพ = 1/4 วินาที	24 ภาพ = 1 วินาที

แม้แต่จะเป็นภาพยนตร์เงียบ และนำมาฉายในภายหลังตามอัตราภาพยนตร์เงียบ (Silent speed) ปกติที่ 18 ภาพต่อวินาที ก็ยังคงเป็นการดีกว่าที่จะใช้จังหวะเวลาทั้งหมดในอัตราภาพยนตร์เสียง (Sound speed = 24 ภาพต่อวินาที) เพราะว่า การแปลงมาตรฐานฉายกว่า สามารถจัดทำใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้กว้างขวางกว่า

ก่อนหน้าที่จะเริ่มลงมือถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนใด ๆ ผู้ถ่ายทำจะต้องตัดสินใจในเรื่องจังหวะเวลาทั้งหมดของภาพยนตร์ โดยเฉพาะในแต่ละฉากภาพยนตร์จำเป็นมาก เคยมีเรื่องเกิดขึ้นบ่อย ๆ ว่า อัตราความเร็วและลักษณะของเส้นเสียงได้กำหนดความแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการเปลี่ยนแปลงความเคลื่อนไหวล่วงหน้ามากก่อนแล้ว เพื่อเหตุผลข้อนี้ ตัวเส้นเสียงเอง จะต้องถูกนำมาวิเคราะห์ในแง่ของจำนวนกรอบภาพในภาพยนตร์ต่อคำพูดแต่ละคำ หรือต่อ จังหวะดนตรีแต่ละครั้ง ความรู้สึกในเรื่องจังหวะเวลาซึ่งได้ถูกพัฒนามาจากทั้งสัญชาตญาณ อันแหลมคมและประสบการณ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับงานนี้ เครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างหนึ่งคือ นาฬิกาจับเวลาที่บอกส่วนของวินาที ผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนควรจะมีที่กบที่ปรากฏภายใน ช่วงส่วนของเวลาลงไว้ในแผนภูมิเสียง (Sound chart)

จังหวะเวลา ระยะทาง ขนาด อัตราความเร็ว

ในการกำหนดจังหวะเวลาสำหรับความเคลื่อนไหวอย่างหนึ่ง จำเป็นอยู่เสมอที่จะต้องกำหนดอัตราความเร็วของวัตถุอย่างหนึ่งให้สัมพันธ์กับขนาดภายในกรอบภาพของวัตถุ นั้น กับตำแหน่งหนึ่งที่อยู่ในกรอบภาพ กับความสัมพันธ์ของวัตถุนั้นกับวัตถุอื่น ๆ ในฉากภาพยนตร์ กับความเคลื่อนไหวที่วัตถุนั้นต้องแสดง เมื่อเห็นวัตถุอย่างหนึ่งกำลังเคลื่อนไหวอยู่บนจอภาพยนตร์ อัตราความเร็วที่มองเห็นได้ชัดเจนนั่นอาจไม่เหมือนกับอัตราความเร็วจริงที่ สิ่งนั้นพยายามจะถ่ายทอดให้เหมือนนักไค ตัวอย่างเช่น เครื่องบินไอพ่นลำหนึ่ง เคลื่อนผ่านจอ ในความสูง 10,000 เมตร อาจดูเหมือนว่าเคลื่อนไปช้ากว่าลำที่บินในความสูง 1,000 เมตรมากมาย ถึงแม้ว่าอัตราความเร็วจริงของ เครื่องบินไอพ่นทั้งสองลำนั้นอาจเท่ากัน

ถ้าวัตถุสองสิ่งในขนาดเดียวกันเคลื่อนตัวไปข้างหน้าในอัตราความเร็วที่เท่ากัน แต่อยู่ในระยะห่างจากเลนซ์กล้องแตกต่างกัน วัตถุที่อยู่ไกลเลนซ์กว่าจะปรากฏให้เห็นเคลื่อนผ่านจอในระยะเวลานั้นกว่า แมว่าอัตราส่วนของความไกลซึ่งสิ่งทั้งสองเคลื่อนไปในทุก ๆ กรอบภาพจะเท่ากันก็ตาม อีกนัยหนึ่ง ถ้าวัตถุสองสิ่งซึ่งมีอัตราส่วนแตกต่างกัน เคลื่อนไปในอัตราความเร็วเดียวกัน อัตราส่วนของระยะทางของตัวเองที่เคลื่อนไปข้างหน้าสำหรับทุก ๆ กรอบภาพจะแตกต่างกันตามไปควย

ขนาดของวัตถุที่สัมพันธ์กันกับระยะทางที่วัตถุนั้นเคลื่อนไปในกรอบภาพ จะกำหนดองศาและขอบเขตของการบิดเบือนในมิติไปจากความจริงตามที่ต้องการ เครื่องบินไอพ่นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะไกลที่กำลังเคลื่อนตัวไปในอัตราความเร็วที่สูงมากย่อมจะต้องการการบิดเบือนบางอย่าง รวมทั้งเส้นที่แสดงความรวดเร็ว (Speed lines; Speedlines) ด้วย แต่ละที่อยู่ใกล้ กลองกว่าอาจไม่ต้องการสิ่งดังกล่าวนี้เลยก็ได้ เครื่องจักรกลแบบใด ๆ ที่นำมาแสดงให้เห็น ความเคลื่อนไหวผ่านจอไปเป็นพื้นหน้า แล้วกลับมาปรากฏให้เห็นบนจอในระยะห่างปานกลาง อีก ควรจะเคลื่อนตัวไปในอัตราส่วนของความห่างของมโนอัตราเดียวกันต่อแต่ละกรอบภาพใน แต่ละขนาด ฉะนั้นจะต้องปรากฏให้เห็นเพื่อรักษ้อัตราความเร็วอันเดียวกันไว้

ควรจะให้วัตถุเล็กกว่าเคลื่อนตามวัตถุใหญ่กว่า แต่เคลื่อนไปในอัตราความเร็ว เดียวกันกับวัตถุใหญ่กว่า เรื่องนี้จำเป็นต่อโครงการบิดเบือนบางแบบรวมทั้งเส้นแสดงความ รวดเร็วเพราะความยาวของความเร็วมองเห็นใกล้ชิดเจน เมื่อถูกนำมาเปรียบเทียบกับระยะ ห่างแห่งการเคลื่อนตัว ความยาวของความเร็วมักยาวมากกว่า

การช่วยเหลือนั้นต่อไปในการที่จะเอาชนะความเคลื่อนไหวที่ราบเรียบและคล้อย ตามคาก็คือการทำให้วัตถุอย่างหนึ่งมองเห็นเคลื่อนไหวโดยควบคุมความสนใจไปสู่เส้นโค้ง ที่ความเคลื่อนไหวนั้นจะต้องเคลื่อนตามไป เช่น ตัวอย่าง รูปภาพสีเหลี่ยมผืนผ้าเคลื่อนตาม เส้นตรง เส้นหนึ่งควรจะต้องรูปสีเหลี่ยมผืนผ้าความเค็ม แต่ตามนั้นเคลื่อนไปตามเส้นโค้ง รูป รางของสิ่งนั้นก็ควรจะแพนไปตามความโค้งของความเคลื่อนไหวนั้น ซึ่งจะทำให้วัตถุนั้น ถูกทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวในอัตราความเร็วอย่างเพียงพอที่จะบิดเบือนให้เป็นรูปร่าง อย่างอื่นไปได้ทั้งสิ้น

ในการทำภาพยนตร์การ์ตูน มีวิธีทำที่สามารถจะเลือกได้หลายวิธี แม้แต่ด้วยวิธี วงจรการเดินที่ง่ายที่สุดหรือการบินของวัตถุต่าง ๆ แต่ละปัญหาที่เกิดขึ้นจะต้องแก้ด้วยความ กิจของมีเองและจะต้องแก้ตามความสามารถสร้างสรรค์ของผูสร้างภาพยนตร์นั้นเอง ยก ตัวอย่างเช่น การเดินในวงจร 12 กรอบภาพ โค้ดหมายเลข 1 และ 13 บนภาพวาดที่นำมา ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ในขณะที่ภาพนั้นเคลื่อนจากตำแหน่งสุดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง ก่อนหน้าถึงภาพซ้ำภาพวาดชุดนี้อาจให้อัตราความเร็วที่ถูกมอง แต่ความเคลื่อนไหวที่ปรากฏ อาจช้าเกินไปหรือเร็วเกินไปหรืออาจมองดู "ทื่อ" เกินไปก็เป็นได้ หรือมองดูช้าอาจยกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่สูง เสียงพอ หรือบทบาททั้งหมดอาจขาดจังหวะ ซากแบบหรือเอกลักษณ์ใด ในการกำหนดเวลาให้แก่วรรณคดีที่สลับซับซ้อน ผู้ถ่ายทำมักจำเป็นจะต้องทดลองถ่ายภาพเหล่านี้ มีโซ่เพียง เพื่อจะกำหนดจังหวะเวลาให้พอดีเท่านั้น แต่ยังคงคำนึงถึงผลทางภาพยนตร์ (Effect) ที่ต้องการอีกด้วย ในการสร้างภาพยนตร์ที่มีเงินงบประมาณเพียง เล็กน้อย ขอแนะนำดังกล่าวนี้ อาจไม่สามารถนำไปใช้ได้เสมอไป ดังนั้นผู้ถ่ายทำจึงถูกบังคับให้ยอมรับเอาภาพยนตร์เทค (Take) แรกของฉากภาพยนตร์มาใช้โดยไม่สนใจนัก เป็นที่ชัดเจนว่าความรู้สึกที่ถูกต้องของเรื่องจังหวะเวลา สามารถช่วยประหยัดได้ทั้ง เวลาและค่าผลิตภาพยนตร์

ภาพยนตร์เรื่องหนึ่งควรจะเคยเปรียบเทียบในเรื่อง เสียงดนตรีที่บันทึกไว้มาก่อน จังหวะของเส้นเสียง ไม่แต่เพียงจำกัดมาซึ่งการชี้แนะที่เป็นประโยชน์ในการก้าวไปของเวลา แต่ยังเป็นเครื่อง เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะของดนตรีกับจังหวะของความเคลื่อนไหวอีกด้วย ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับภาพดังกล่าวนี้ ได้ถูกนำมาใช้ในภาพยนตร์การ์ตูนอย่างใด ผลก็ตามแล้ว ทั้งนี้จึงไม่มีเหตุผลอันใดเลย ที่ว่าทำไมจึงไม่ควรจะใช้เสียงในหมากยี่สิบ ถ้าไม่มีเสียงดนตรีผู้ทำภาพยนตร์การ์ตูนก็ยังคงสามารถใช้จังหวะภายในความเคลื่อนไหวเองมาช่วยตัดสินใจในเรื่องจังหวะเวลาได้ สำหรับจังหวะที่คิดค่าเงินขึ้นดังกล่าวนี้ อัตราความเร็ว 24 ภาพ ต่อวินาที อาจให้ความกระฉ่างใจอย่างสะทอนที่สุด ถ้าเป็น 2 จังหวะใน 1 วินาทีก็จำเป็นต้องใช้ 1 กรอบภาพต่อความเคลื่อนไหวนั้น 3 จังหวะใช้ 8 ภาพ 4 จังหวะใช้ 6 ภาพ สำหรับความเคลื่อนไหวมีจุดปกติ ตำแหน่งสำคัญถูกคำนวณว่าจะปรากฏในช่วงหยุดระหว่างกรอบภาพ เช่น 6 3 4 8 การเข้าสู่ที่หมายดังกล่าวนี้มีสาเหตุการทำภาพยนตร์การ์ตูนมาก

ความรู้สึกในเรื่องจังหวะเวลาที่ได้ศึกษามาแล้วนี้สามารถจะนำไปสู่การประหยัดในการทำงานดังกล่าวได้เป็นอย่างดี เมื่อผู้ถ่ายทำรู้ว่า ค่าแห่งไหนของความเคลื่อนไหวสามารถจะยึดที่หนึ่งอยู่ได้สำหรับจำนวนกรอบภาพเท่านั้นเท่านี้ ถึงแม้โรงถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่ชำนาญมากที่สุดในที่ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนใน 2 กรอบภาพ คือ ภาพวาดหนึ่งถ่ายไว้ 2 กรอบภาพ หรือใช้ภาพวาด 12 ภาพต่อวินาที (ยกเว้นการหมุนอย่างรวดเร็วมาก) ยังถือกันไว้ว่าดีกว่า 2 ภาพต่อวินาทีธรรมดาๆ (แต่ถ้าใช้ภาพวาด 12 ภาพต่อวินาทีในการถ่ายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึก 3 กรอบภาพ) และยังคงรักษาการรักษาดวงตาแห่งความไหลเคลื่อนตัวไว้เช่นเดิม แต่ผู้ถ่ายทำจะต้องรู้อย่างแน่นอนว่าอะไรคือขนาดของชอตภาพยนตร์ และในตำแหน่งไหนที่เขาสามารถจะมีอิสระเพียงพอที่จะถ่ายบันทึกสิ่งนั้นได้ ตามที่ฉันได้กล่าวไว้แล้ว ภาพยนตร์การ์ตูนนั้นก็มักจะปรากฏให้เห็นกระตุกมกวนนัยน์ตา

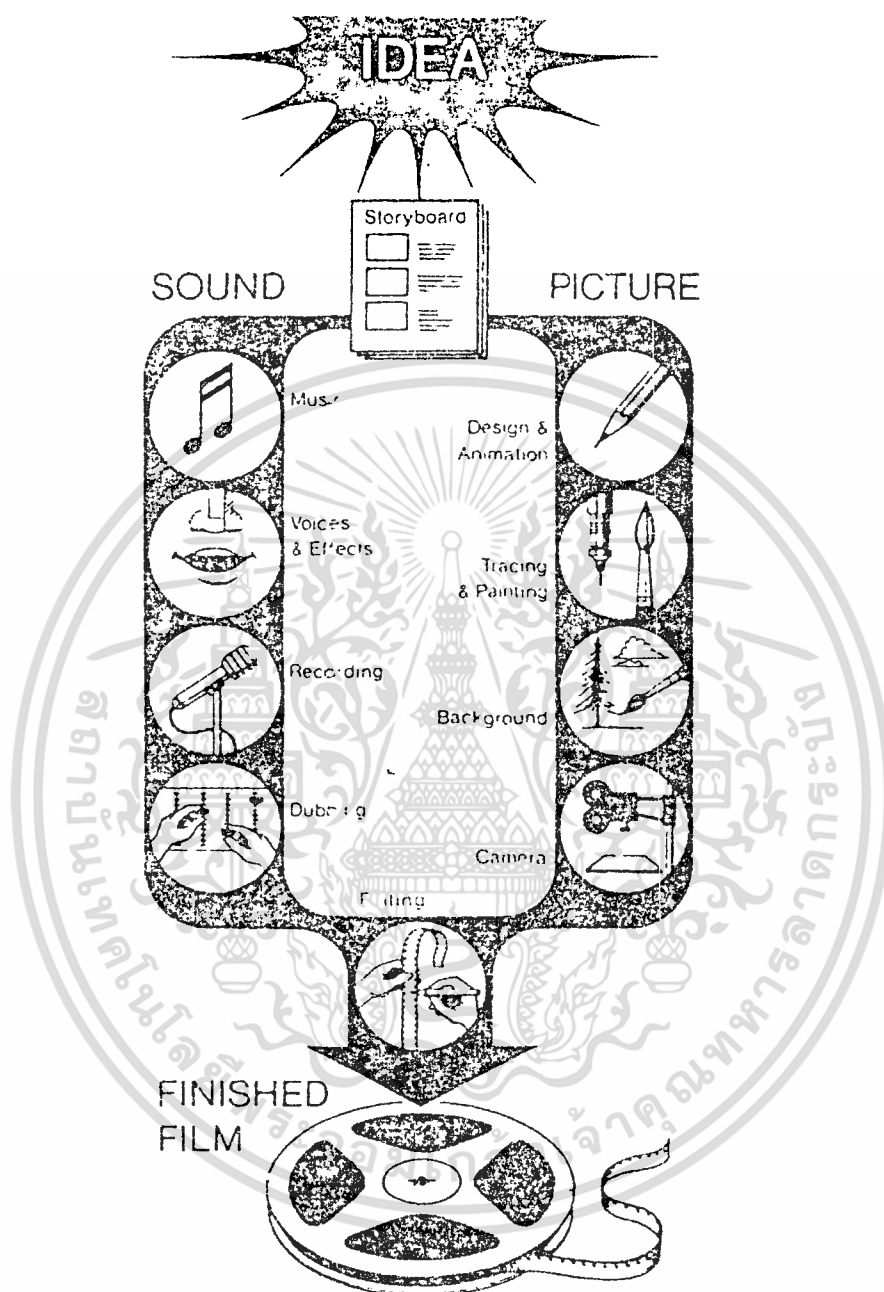
เป็นความรับผิดชอบของผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนผู้เป็นหลักในการสร้าง ที่จะต้องวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และระยะเวลาที่เป็นหลักในการถ่ายทำ (สำหรับความเคลื่อนไหวใหม่) รวมทั้งภาพฉากแรกต้น (สำหรับวงจรที่เป็นความเคลื่อนไหวซ้ำ) ถึงแม้ว่าศิลปะของภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะใช้ความอดทนและสิ้นเปลืองเวลาในการถ่ายทำ ความรู้สึกที่พัฒนาแล้วในเรื่องจึงหวนเวลาก็ยังสามารถช่วยประหยัดเวลาและงานได้อย่างมหาศาล

ก่อนสร้างภาพยนตร์การ์ตูน

แม้แต่ภาพยนตร์แบบง่ายที่สุดก็ยังคงต้องการวิธีในขั้นวางแผนอันสำคัญ ซึ่งจะวางกำหนดขั้นตอนในการสร้างภาพยนตร์ออกเป็นขั้น ๆ การเตรียมงานเพื่อการนี้มีลักษณะคล้ายกันกับงานของสถาปนิกที่สร้างบ้าน สถาปนิกจะต้องวางแผนในเรื่องแบบ ขนาด ระยะเวลา และวัสดุ ใจดวงขนาดก่อนที่จะลงมือทำงานจริง และควรที่จะจัดทำตารางกำหนดการทำงานพร้อมด้วยเรื่องราวที่จำเป็นเอาไว้พร้อมกับการผลิตภาพยนตร์แบบง่าย ๆ ผู้ผลิตก็จะต้องทำหน้าที่คล้ายกันมากกับหน้าที่ทั้งของสถาปนิกและผู้สร้างบ้าน

นับแต่เริ่มงานเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องเป็นที่พึงพอใจว่า เนื้อหาของภาพยนตร์เหมาะสมสำหรับสื่อประเภทภาพยนตร์การ์ตูน ถ้าพิจารณาเห็นว่า เนื้อหาเหมาะสมสำหรับสร้างเป็นภาพยนตร์ประเภทพาทจริง หรือเหมาะสมที่จะสร้างเป็นฟิล์มสตริพมากกว่า ผู้สร้างก็ไม่ควรจะใช้ภาพยนตร์การ์ตูนเป็นสื่อเลยโดยเด็ดขาด เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาเรื่องความเหมาะสมของสารภาพยนตร์การ์ตูนเป็นสื่อ ผู้รับผิดชอบในเรื่องนี้อาจอ้างเอาหลักเกณฑ์ดังได้กล่าวไว้ข้างบนที่กล่าวมาใช้เป็นแนวทางพิจารณาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 41 แผนภาพแสดงลำดับการดำเนินงานถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน
(**Dubbing** = การเพิ่มและผสมเสียง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทริค เมนค

เพื่อที่จะให้ไค้ตัวประกอบในความซึ้งอันถูกต้อง การเขียนทริคเมนค (Treatment) ของโครงการสร้างภาพยนตร์จะช่วยทำให้การสร้างภาพยนตร์ง่าย

ทริค เมนคซึ่งประกอบด้วยถ้อยคำ 500 ถึง 1,000 คำ จะกล่าวถึงการดำเนินเรื่องและการเปลี่ยนแปลงในภาพยนตร์รวมทั้งส่วนใด ที่ตัวละครต่าง ๆ ถ้ามี จะแสดงบทบาทในส่วนนั้น นอกจากนี้ทริคเมนคยังชี้ให้เห็นองค์ประกอบพื้นฐานอีกด้วย เช่น แจ่มชัด (ถ้ามันสามารถช่วยเรื่องให้ดีขึ้นได้) ความยาว ความต่อเนื่องของการดำเนินเรื่องหยาบ ๆ แบบของภาพเขียน หรือแบบของเทคนิคที่น่ามาใช้ ดังเช่น ภาพกระชากตัด ภาพเซล เทคนิคที่ไขว้ผสมกัน หรือผลพิเศษทางภาพ (หรือภาพเทคนิคหรือภาพพลิกแพลง = **Special effects**) ความคิดเหล่านี้ควรจะระบุไว้อย่างรัดกุมในแบบพรรณนาโวหาร จะต้องจำไว้ว่าทริคเมนคของภาพยนตร์ไม่ใช่งานทางอักษรศาสตร์ในแง่ศิลปะของงานนี้ แต่เป็นสื่ออย่างหนึ่งที่จะบรรยายให้ทราบว่า ภาพยนตร์ที่จะสร้างนั้นจะต้องได้รับการปฏิบัติอย่างไร ถ้าเนื้อหาสาระของภาพยนตร์มีลักษณะสลับซับซ้อนและต้องการคำแนะนำในทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความถูกต้องเหมือนเดิมจากผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคแล้ว ก็จะไม่เป็นสิ่งผิดปกติแต่อย่างใด ในการที่จะจัดทำทริคเมนคขึ้น เพื่อให้อายุการใช้งานยาวนานไปตลอดการฉายทำภาพยนตร์นั้นเอง

ทริคเมนคตัวอย่าง (ฉากที่ 9)

การค้น

คำบรรยาย

ตัวละคร— พนักงานขายซึ่งมีลูกคาน่า
หน้าเขาสุประคูลูกคาปิดประตูเมื่อ
พนักงานขายผ่านไป

(เสียงพิมพ์ในลำคอซึ่งค่อยจางหายไป
ทันทีที่พนักงานขายเข้ามาในห้อง แล้ว
ประตูก็ปิดทางเบื้องหลังเขา)

การดู

ภาพหน้าพนักงานขายในระยะใกล้
เพียงสั้น ๆ นัยน์ตาเบิกกว้างคล้าย
รูปหินอ่อนที่แสดงอาการตกใจกลัว

ข้อคิไนที.ทางตรงกันข้าม
คือ กลุ่มคนกำลังรวมกลุ่มดูเขาถ่าย
รูปหมู่ภายในครอบครัว มี 4 หรือ
5 คนมองดูพนักงานขายที่กำลังเข
มา ด้วยความอยากรู้อยากเห็น
(มีบุตร ภรรยา ปู่ เพื่อนบ้านหญิง
และชาย) กลองเคื่องตามราง
เขาสูกลุ่มคนจนกระทั่งมอง เห็นแต่
เพียงทรวงคากลับกลอก

พนักงานขายก้าวเท้าอย่าง
กระอักกระอวนและไม่สู้แน่ใจ 2-3
ก้าวเขาสูห้อง เขาย่างเท้าลงบน
กลุ่มใหม่พรมกลุ่มใหญ่ซึ่งวางอยู่ข้าง
หน้าเท้าของเขา บ่าลงไปทำให้ใหม่
พรมหันเท้ายุ่งเหยิงอย่างหมดหวัง

คำบรรยาย

ถ้าทุกอย่างผ่านไปด้วยดี จนกระทั่งขณะนี้
แล้วขั้นต่อไปก็คือ หอนั่ง เล่นตามเคย

ยังมีความประหลาดใจอยู่มากมายรอรับ
พนักงานขายอยู่ที่นี้

มีบ่อยครั้ง เหมือนกันที่พนักงาน
ขายจะมีใค้อยู่ตามลำพังกับลูกค้า เพราะ
ฉะนั้นตัวเขาจึงต้อง เตรียมตัวที่จะคง เกี่ยว
ของกับคู่สนทนาหลายคนในขณะเดียวกันอยู่
เสมอ

เขาต้อง เรียนรู้วิธีกำหนดความ
สำคัญของคู่สนทนาของเขาให้ถูกต้องสำหรับ
การสนทนากัน

(ความ เจ็บปวดทำลายก็แค่โดยเสียงก้าว
เท้าอย่างคิ่น ๆ กับเสียงหัวเราะคิกคักที่
พยายามกลั้นเอาไว้)
ไม่เช่นนั้นแล้ว ากล ๆ กันนั้นก็ยังมีสายลวด
ถึงสวิทช์สัญญาณอันตรายซึ่งสว่างถึจากนั้น
ไปเพียง เล็กน้อย

อันเป็น เหตุผลลงาย ๆ เพียงอย่าง
เดียวที่ ทำให้คนทั้งหมดสนิ จิน เรืองนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคูณ

คำบรรยาย

ศีรษะของกลุ่มคนซึ่งยื่น
หน้า เขามารวมกันหัวเราะเยาะ

(เหมือนฟ้าผ่าตกเปรี้ยงลงมาแล้วเสียงหัว-
เราะเยาะกลายเป็นเสียงปีศาจก็ระเบิดขึ้น
พร้อม ๆ กัน)

สตอรี่บอร์ด

เมื่อทริคเมนต์ไทร์บอนด์แล้ว ก็สามารถจะเริ่มจัดทำสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ได้ ทำขึ้นในแบบภาพร่างหายาบ ๆ ในแง่ของภาพในภาพยนตร์ ด้วยการขีดเขียนเป็นเส้นการเลือกใช้แบบที่เหมาะสมที่สุดย่อมจะมีแตกต่างกันออกไปอย่างมากมาย เนื่องจากมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันอาจเป็นภาพเหมือนจริงคล้ายภาพถ่ายของวัตถุอย่างหนึ่ง หรือถ้าแนวความคิดต้องการ เช่นนั้น ผู้จัดทำอาจใช้ภาพวาดคล้ายแสดง เป็นเครื่องหมายแทนสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดก็ได้ โดยไม่ต้องเป็นกังวลว่าสิ่งที่ถ่ายจะเป็นอะไร สตอรี่บอร์ดควรจะมีรูปร่างที่สะดวกและแสดงการดำเนินเรื่องของภาพยนตร์ได้อย่างแจ่มแจ้งไปที่ละชั้น ๆ

สตอรี่บอร์ดชุดหนึ่งความปกติจะประกอบด้วยชุดภาพร่างคล้ายกับภาพในฟิล์มยาว ๆ ชุดหนึ่งอัน เป็นภาพที่แสดงบทบาทและคำอธิบายภาพเหล่านั้น ถ้าต้องการใช้เสียงไม่ว่าจะเป็นแบบเสียงประกอบ (Sound effects) เสียงพูด (Dialogue) หรือเสียงบรรยาย (เสียงพากย์, Commentary) ส่วนประกอบเหล่านี้ควรจะได้แจ่มแจ้งและดำเนินไปพร้อมกันกับสตอรี่บอร์ดแต่ละแผน ภาพยนตร์ยาวแต่ละนาที (60 วินาทีของหน่วยเวลา) ก็ขอแนะนำให้จัดทำสตอรี่บอร์ด 50 ถึง 60 ภาพ แต่ละภาพหรือแผนมีขนาดประมาณ 9x12 ซม. แม้แต่จะเป็นภาพสตอรี่บอร์ดชนิดหายาบ ก็สามารถจะช่วยให้รู้เหตุจริงบางจุดเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้งขึ้นได้ หรือถ้าภาพยนตร์นั้นมีความต่อเนื่องของเรื่อง ก็สามารถช่วยเนนการดำเนินเรื่องในทางนาฏการได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้สตอรี่บอร์ดยังแจ่มถึงศิลปะของลีลาในภาพยนตร์และระยะเวลาของภาพยนตร์แต่ละฉากอีกด้วย

การออกแบบ

เป็นความสำคัญนับแต่เริ่มคนที่จะกองตระหนักว่า ยังมีความแตกต่างที่มั่นคงระหว่างการทำภา.นึ่ง เกี่ยวกับการถ่ายทำภาพยนตร์ทั้ง เรื่อง ถึงแนวภาพยนตร์จะประกอบควยชุกของภาพนิ่งจำนวนมากก็ตาม

มุมมองคุณสามารถจะใช้เวลาสำรวจคุณภาพการคูนในหนังสือพิมพ์หรือภาพลวดลายในโปส.เคอร์ที่แสดงคติ.วคามถนน เขาสามารถจะวีรรูปภาพที่ถ่ายทอดของจริงหรือภาพสีภายในห้องแสดงภาพไคนาน เท่านั้นความที่ความสนใจของเขาจะถูกตรึงอยู่กับสิ่งนั้น แต่ในภาพยนตร์ภาพวาดจำนวนมากจะคง เคลื่อนผ่านไป.ในอัตราความเร็วที่รวดเร็วมกโดยค่อเนื่องกันและความเข้าใจของชุมชนภาพนศรก็จะถูกอิทธิพลของภาพสมที่เคลื่อนออกมาปรากฏให้เห็นในความเร็วที่กลาวแฉวพร้อมๆเอาไว้อย่างรุนแรง เช่น ความเคลื่อนไหว การดำเนินเรื่อง ที่เปลี่ยนไปเรื่อย ๆ และธรรมชาติของภาพลวดลายที่เป็นพื้นหลัง เป็นคน

ในการสร้างภาพเคียวนี้ ช่างเขียนธรรมชาติสามารถจะใช้ทัศนคติคือสระพอดมควรที่มีอยู่ค่อลวดลาย สีสร และรูปร่างของสิ่งที่คนเขียน แต่ช่างเขียนภาพสำหรับภาพยนตร์การคูนถูกบังคับอิสรภาพ (อันเป็นอิสรภาพของเขา) ให้เลือกเพราะว่าภาพวาดจะคงถูกถ่ายทอดมากมายหลายครั้งและถูกบังคับให้ เป็นไปตามการบิดเบือนทางสายตาไปบางอย่าง ซึ่งจะคองนำไปชค.เซยกับสิ่งอื่น ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะทำให้ภาพนศรที่ปรากฏบนจอได้รับผลดี ในการออกแบบวศค.นี้ ช่างเขียนจะคองมีทักษะหรือความจค.เงินในทางการชค.เขียนภาพเมื่อจะออกแบบวศค.ที่เคลื่อนไหวไค ช่างภาพนศรการคูนก็จะต้องมีความสามารถทางการแสดงบทบาทคาง ๆ พอดมควรควย

ในภาพยนตร์การคูน ไม่ววศค.ที่ถ่ายฉายจะเป็น ของจีริง (รถ เครื่องบิน เรือใหญ่) เป็น "แผนภาพ (ภาพวาดของไม.เลกุลหรือจุลภาคใด ๆ) เป็น "ภาพทางนามธรรม" (สมการทางคณิตศาสตร์ หรือ เครื่องหมายชค.ยอกคาง) หรือเป็น "ภาพจินตนาการ" (ลักษณะเป็นการ์ตูน) ก็จำเป็นคองนำเอาค.เป็นค.นรวม ประการคองคองไปนี้มาใช้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความง่ายของรูปร่าง เพื่อจะทำให้เข้าใจได้ง่าย
2. การออกแบบ ซึ่งสามารถจับไปตั้งในทุกตำแหน่งที่เป็นไปได้ภายในที่ถ่ายได้ง่าย
3. โครงสร้างซึ่งสามารถจะวางขึ้นได้อย่างรวดเร็วในกรณีที่ต้องการภาพมาถ่ายทำเป็นจำนวนมากมาย

การออกแบบทั้งหมด ไม่จำเป็นต้องคำนึงว่าภายหลังสิ่งนั้นจะถูกนำไปใช้งานอย่างไรก็จะต้องมีโครงสร้างพื้นฐานที่มั่นคง เพื่อที่จะสามารถยึดส่วนต่าง ๆ ของสิ่งนั้นเอาไว้ด้วยกันได้ ในการทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ การออกแบบดังกล่าวนี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะว่าสิ่งเหล่านี้จะต้องถูกจับไปตั้งที่โน่นที่นี้รอบทิศทาง การฉีกเปลี่ยนไปจากเดิมจึงอาจเกิดขึ้นได้ง่าย การบิดเบือนบางอย่างก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการถ่ายภาพยนตร์ การคูณ แต่การบิดเบือนนั้นจะต้องเกิดมาจากโครงสร้างแบบพื้นฐานดังกล่าวมานี้ การขยายให้เกินความจริง เหล่านี้ควรจะพัฒนาขึ้นโดยไม่สูญเสียรูปทรงทั้ง เกมที่มีอยู่ในสิ่งนั้น (โปรดดูภาพที่ 16)

วัตถุที่อาจเป็นที่รู้จักกันได้ง่าย (ยานอวกาศหรือรถยนต์) ไม่ควรจะมีลักษณะเหมือนภาพถ่ายของสิ่งนั้น เพราะเป็นคุณภาพที่มหัศจรรย์หรือกลองฉายภาพหนึ่งสามารถทำงานเช่นนั้นได้ดีกว่าภาพวาด ภาพดังกล่าวนี้ควรจะเป็นภาพเครื่องหมายซึ่งสามารถจะแสดงให้มองเห็นได้ใน 2 ทาง คือ (ก) เป็นแผนภาพแทนวัตถุนั้น ในแบบที่เข้าใจได้ง่ายที่สุด หรือ (ข) การกระทำอย่างรอบคอบมากเกินไปของวัตถุอย่างหนึ่ง เพื่อที่จะเน้นให้เห็นการปั้นเป็นรูปร่างต่าง ๆ ใต้วงของวัตถุนั้น ในกรณีหลัง การปั้นใต้วงของวัตถุถือว่าเป็นเรื่อง เคนที่สุด และจะถูกพัฒนาไปจนเต็มขอบเขต ความตั้งใจอาจถูกตรึงไว้ได้ โดยการ เน้นจุดที่สำคัญที่สุดเกี่ยวกับวัตถุใด ๆ ด้วยวิธีดังกล่าวนี้ภาพวัตถุที่วาดขึ้นอาจกลายเป็นภาพปั้นมากกว่า มีลักษณะเหมือนจริงมากกว่าภาพถ่ายและโดยผลที่คิดตามมา รูปร่างของวัตถุนั้นอาจถูกจดจำเอาไว้ได้มากกว่าอีกด้วย

แบบร่าง

แผนแบบซึ่งร่างขึ้นหลาย ๆ ในชั้นเขียนสตอรี่บอร์ด ควรจะจำกัดขอบเขตและกำหนดตายตัวไว้ในแบบร่างหรือเลย์เอาต์ (Layout) หน้าที่ของแบบร่างก็คือ การตัดสินใจกำหนดแต่ละชอตของภาพยนตร์ในรายละเอียดเอาไว้ให้ตายตัว ในแบบร่างควรจะประกอบด้วยเส้นดินสอแสดงเส้นขอบของภาพที่ต้องการเอาไว้ให้ชัดเจน ดังนี้

1. รูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในชอตภาพยนตร์
2. การประกอบภาพรูปร่างและแบบควยเส้นที่ขีดเขียน และการประกอบภาพนี้สัมพันธ์กับความเคลื่อนไหวของวัตถุหรือภาพรูปร่างอย่างไรภายในแต่ละชอต
3. ความกลมกลืนของความเคลื่อนไหวซึ่งเริ่มขึ้นในชอตหนึ่ง จะคงอยู่ในที่เดียว ตรงกันกับความเคลื่อนไหวในอีกชอตหนึ่ง

มุมกล้องและการ เคลื่อนกล้อง (กล้องตั้งอยู่ในรถการแพนกลิ้งหรือสายหน้า กลองทางราบ และการซูมกลอง (เลนซ์) ควรจะกระทำด้วยความระมัดระวัง และจะต้องมั่นใจได้ว่า ส่วนประกอบประเภทหนึ่งกับรูปร่างที่เคลื่อนไหว จะต้องสัมพันธ์กลมกลืนกันอย่างเหมาะสม ผู้ถ่ายทำควรระวังทำเครื่องหมายแสดงขอบเขตของกรอบภาพ ที่กล้องควรจะถ่ายครอบคลุมไว้ในแต่ละชอตของภาพยนตร์เอาไว้ให้แน่นอนควย การทำผิดในชั้นเขียนแบบร่างหรือเลย์เอาต์นี้จะยากกว่า ไปเกิดขึ้นในชั้นถ่ายจริง การแสดงขอบเขตของกรอบภาพอันแน่นอน เท่านั้นจะเป็นกุญแจแสดงความกว้างยาวที่ถูกต้องของกรอบภาพแต่ละชอตที่จะคงถ่ายบันทึกภาพ ในชั้นทำแบบร่างนี้อีกควยเหมือนกันที่ความคอบเนื่องของภาพยนตร์ทั้งเรื่องจะต้องกำหนดให้แน่นอน เป็นขั้นสุดท้าย

เนื่องจากความคอบเนื่องของภาพยนตร์ทั้ง เรื่องอยู่ในความรับผิดชอบของตัวกับการแสดง หรือผู้อำนวยการแสดง (Director) ดังนั้นการดำเนินเรื่องหรือการเคลื่อนบทบาท จึงจะต้องกำหนดให้ตายตัว เป็นขั้นสุดท้าย ในการทำแบบร่างนี้ แบบร่างถ้าได้เตรียมมาอย่างเหมาะสม ควรจะประกอบด้วยเรื่องราวที่จำเป็นเกี่ยวกับภาพ ซึ่งเป็นขั้นที่จะตามมาภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Sc 33

→	NAP SAULTS	"ITS A LIE!"		CUT TO	SNOWBALL LOOKING AT NAP (CLOSE-UP)	→
	OTHER ANIMALS WATCHING	TENSELY				

	GOTTING ANNOYED	①				
	TURNS TO CROWD	"A THREE DAY WEEK"				
	(NO SOUND FROM OTHER ANIMALS)					→

	CUT TO	NAP (CLOSE-UP)	LOOKING NASTY	SNAPS "BOSH!"	②	
						CUT TO SNOWBALL

→	TURNS SHARPLY	③	TO NAP		SNOWBALL GLARING AT NAP	
	VERY ANNOYED				(FACE TIGHT WITH ANGER)	

	TURNS SHARPLY	④	TO CROWD	SNAPS "A ONE DAY WEEK!!"		→

ภาพที่ 42 แผนแสดงงาน (Worksheet) ที่แสดงบทบาท บทพูด การเคลื่อนไหว และเสียง แผนแสดงงานช่วยคณะฉายทำในการให้ความร่วมมือของงานของเขา ก่อนหน้าลงมือทำทลหายภาพยนตร์ชั้นสุดท้าย แผนแสดงงานนี้คัดลอกมาจากภาพยนตร์เรื่อง ฟาร์มปศุสัตว์ (Animal Farm) ซึ่งเป็นภาพยนตร์การ์ตูนประเภทบันเทิง เรื่องแรกของสหราชอาณาจักร มีความยาวเต็มเท่าภาพยนตร์บันเทิงทั้งหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการผลิตภาพยนตร์ ดังเช่น การออกแบบตัวละครในขั้นสุดท้าย วัตถุประสงค์ของการทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ พื้นหลังและตัวกล่องถ่ายภาพยนตร์ เป็นต้น

สำหรับงานใหญ่ หน้าที่ในการทำแบบร่างและการออกแบบ เป็นงานของจิตรกรหรือช่างเขียนที่ได้รับการฝึกมาเพื่อการทำนี้โดยเฉพาะ แต่ถ้าเป็นงานเล็ก งานนี้ก็อาจตกอยู่ในความรับผิดชอบของผู้อำนวยความสะดวกหรือช่างเขียนภาพพื้นหลัง แต่งานชิ้นนี้ไม่สามารถจะละเว้นไปได้ไม่ว่าจะเป็นการสร้างภาพยนตร์ใด ๆ ไม่ตองเอาใจใส่ว่าจะเป็นภาพยนตร์เล็กขนาดไหน ถ้าตองการจะหลีกเลี่ยงความค่อเนื่องอย่างหยาบ ๆ การเปลี่ยนแปลงของฉากภาพยนตร์ชนิดกระโดดเป็นช่วง ๆ และมุมของกล้องที่กำหนดเอาไว้ผิดพลาด ปัญหาเหล่านี้จะตองถูกแก้งแก้กัน เริ่มตนของการวางแผนสร้างควยการจัดทำแบบร่างที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสม

แผนแสดงงาน

ณ จุดนี้ โดยปกติคณะผู้ถ่ายทำจะตองการเห็นว่า การทำงานเฉพาะส่วนของเขา มีผลกระทบต่อภาพยนตร์การ์ตูนทั้ง เรื่องอย่างไรบ้าง พวกเขาจะตองการเห็นควยว่า การออกแบบซิคเขียนจะมีผลกระทบต่องานศิลปะหรือศิลปกรรมอย่างไรบ้าง เขียนจะเข้ามาทำหน้าที่กลมกลืนกับบทบาททางภาพโคอย่างไรบ้าง กล่าวให้สั้นเข้า ก็คือ ทริคเมนต์ สตอรี่บอร์ด และการออกแบบจะถูกนำไปปฏิบัติอย่างไรนั่นเอง เพื่อที่จะให้ทั้งคณะถ่ายทำได้เห็นการแบ่งหน้าที่กันทำงานตามส่วนที่แตกต่างในการถ่ายทำ แผนแสดงงานของภาพยนตร์ทั้ง เรื่องจึงจำเป็นต้องจัดทำขึ้น

ถ้ามองยาก ๆ เป็นครั้งแรก แผนแสดงงาน (Worksheet) มีลักษณะคล้ายกับโน้ตเพลงของวงดนตรีอุปรากร (โปรคตุภาพที่ แถวทางราบหรือทางนอนจัดจำที่วางไวสำหรับบอก (ก) บทบาท (ข) บทพูด (ค) คนตรี หรือเสียงประกอบ เมื่อจำเป็นแถวที่เพิ่มขึ้นอีกแถวหนึ่งจัดไวสำหรับเขียนโน้ตดนตรีจริง ๆ คือคนตรีที่มีจังหวะแน่นอนพร้อมสัมพันธ์กันกับจังหวะความเคลื่อนไหวที่ทำขึ้น สำหรับแผนแสดงงานที่ละเอียดลออมากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีช่องคู่ทางตั้งหรือทางตั้ง เพิ่มขึ้นอีกช่องหนึ่งมีเครื่องหมายบอกจำนวน 16 ภาพหรือกรอบภาพไว้ (หรือเท่ากับฟิล์มยาว 1 ฟุต) (ฟิล์มกว้าง 35 มม.) ความกว้างของครึ่ง (24 ภาพ) หมายถึงฟิล์มยาว 1 วินาที (สำหรับฉาย)

จากแผนแสดงงาน ช่างเขียนสามารถจะมองเห็นได้ว่า แผนภาพเซคของเขาคจะเคลื่อนจากซีควเอนซ์ (Sequence) หรือภาพยนตร์คอนหนึ่งไปสู่คอนต่อไปได้อย่างไร นอกจากนี้เขาจะสามารถสังเกตเห็นขอบเขตของกรอบภาพตามที่ต้องการ เห็นลักษณะ เชื่อมโยงจากซีควเอนซ์ต่อซีควเอนซ์ ส่วนไหนที่จะคงทำให้มองเห็น เคลื่อนไหวได้ และส่วนไหนที่จะคงใหน้อย เช่น เคมีได้อีกควย ช่างกลองหรือผู้ฉายจะทราบเรื่องการเคลื่อนกลอง เช่น แพนหรือสายหนักกลอง ภายใต้อาจ เขา และอื่น ๆ และทั้งช่างกลองและช่างเสียงก็จะได้ทราบว่เสียงจะคงสัมพันธ์พร้อมกันกับภาพแต่ละกรอบไปอย่างไรบูรรวมงานแต่ละคนในขณะฉายทำสามารถและควรที่จะสร้างสรรค์ความประณีตละเอียดลออในการทำงานของเขา และร่วมกันแก้ไขสิ่งบกพร่องจนกระทั่งบรรลุถึงความสอดคล้องของกัน ก่อนหน้าที่จะทำบทภาพยนตร์ต่อไป

บทฉายภาพยนตร์

ภายหลังที่แผนแสดงงานไ้รับความเห็นชอบจนทุกส่วนที่เกี่ยวข้อง เป็นที่พึงพอใจแล้ว แผนแสดงงานเหล่านี้ยังต้องไ้รับการขยายข้อความออกไปเป็นบทฉายภาพยนตร์ (Shooting script) หรือ โคพชีต (Dope sheet = แผนบรรจุข้อความและคำสั่ง) ของช่างกลองอีก (โปรดดูภาพที่) อยางไรก็ตาม บทฉายภาพยนตร์การ์ตูนไม่จำเป็นต้องขยายข้อความออกไปอยางกว้างขวาง เหมือนกับบทฉายภาพยนตร์ประเภทพาทจริงอยางธรรมดาทั่วไป เพราะคามปกติแล้ว บทฉายภาพยนตร์การ์ตูนมีลักษณะกระชับมากกว่า แคก็ควรจะเป็นที่เข้าใจใ้กายจนเพียงพอที่จะเสนอเรื่องราวให้เห็นว่บทบาทของภาพยนตร์ถูกแบ่งออกเป็นชอตภาพยนตร์ตางหากจากกันไ้โดยอยางไร คามปกติบทฉายภาพยนตร์มาตรฐานประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ขนาดกรอบภาพของแต่ละชอต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รายละเอียดของพื้นหลังและจำนวนแผ่นเซลล์ที่จะนำมาใช้ถ่ายแต่ละครั้งที่กดชัตเตอร์ถ่าย จำนวนครั้งที่ถ่ายสำหรับแผ่นเซลล์แต่ละชุด วิธีจัดลำดับชอนท์ของแผ่นเซลล์ และพื้นหลังหรือฉากหลัง
3. มุมของกล้องที่สัมพันธ์กับวัตถุที่ถ่าย สำหรับการคูณประเภทนี้
4. การเปลี่ยนแปลงค่าแห่งของกล้อง ในระหว่างการถ่ายแต่ละชอต
5. การเคลื่อนไหวหรือการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวของสิ่งที่ถ่าย
6. วิธีถ่ายทำภาพยนตร์ที่นำมาใช้ในการเปลี่ยนแปลงจากชอตหนึ่งไปสู่ชอตหนึ่ง
7. จังหวะเวลาทั้งหมดของบทบาทภาพยนตร์
8. ข้อความที่บรรยายถึงเรื่องเสียง ไม่ว่าจะเป็นเสียงประกอบ เสียงดนตรี หรือเสียงบรรยาย และตำแหน่งที่แน่นอนที่เสียงจะปรากฏขึ้น

วิธีนี้มีประโยชน์ แม้สำหรับภาพยนตร์ที่สร้างขึ้นด้วยคนเพียงคนเดียว แต่ถ้ามักคนอื่นมาร่วมทำงานด้วย ก็อาจเป็นไปได้สำหรับผู้ร่วมงานในแต่ละถ่ายทำคนใดคนหนึ่งที่จะเลือกภาพยนตร์ชอตหนึ่ง แล้วพูดเทคนิคเฉพาะของตนให้แก่ภาพยนตร์ชอตนี้ ไม่ว่าจะ เป็นในด้านการออกแบบ หรือในด้านการถ่ายเป็นภาพยนตร์การค้นก็ตาม แล้วปรับภาพยนตร์ชอตนี้ให้กลมกลืน เข้ากันกับภาพยนตร์ส่วนอื่น ๆ เนื่องจากบทภาพยนตร์ เป็นแบบแปลนนิพนธ์เขียน ซึ่งภาพยนตร์ทั้งเรื่องจะถูกสร้างขึ้นตามแบบแปลนนี้ ดังนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่า ไม่ควร จะเริ่มลงมือถ่ายทำภาพยนตร์ จนกว่างานขั้นพื้นฐานนี้จะได้รับการยินยอมร่วมกันโดยคณะถ่ายทำภาพยนตร์ทั้งคณะ แต่ถ้าวุฒิปริญญาการร่างมีสิทธิเข้ามา เกี่ยวของด้วยก็จำเป็นที่จะต้องมีอุปถัมภ์นั้นร่วมยินยอมด้วย การอภิปรายร่วมกันในระหว่างสมาชิกทุกคนของทีมงานสร้างภาพยนตร์จะเป็นประโยชน์มาก เพราะการอภิปรายจะเปิดโอกาสให้ทีมงานสร้างได้คุ้นเคยกับเรื่องราวโดยละเอียดของ การร่างภาพยนตร์ไปในตัวด้วย โดยเปิดโอกาสให้มีการวิจารณ์ มีการพิจารณาอย่างรอบคอบ และถ้าหากเกิดความจำเป็นขึ้นก็อาจต้องแก้ไขตีพิมพ์บทภาพยนตร์นี้อีกก็ได้

เสียง

สิ่งที่สัมพันธ์ใกล้ชิดกับบทบาทภาพยนตร์ก็คือ เสียงที่สัมพันธ์กัน ไม่ว่าจะเป็นเสียงพูดหรือเสียงสนทนา เสียงบรรยาย เสียงดนตรี หรือเสียงประกอบนาฏนิก การทำเสียงให้สัมพันธ์พร้อมกันกับการอาปาก (Lip synch) ในการถ่ายทำภาพยนตร์ประเภทมหากาพย์ เป็นงานยาก แต่การทำเสียงดังกล่าวนี้ในภาพยนตร์การ์ตูนยิ่งจะต้องใช้ความอดุสาหะและเวลามากกว่า ในการสร้างภาพยนตร์การ์ตูน ความเข้าใจอันแนบแน่นในเนื้อหาสาระของภาพยนตร์ มักจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นของภาพกับเสียงหรือเสียงประกอบรอบภาพคือกรอภาพโดยเครื่องคิด ความพร้อมสัมพันธ์นี้จะมีลักษณะพิเศษ เมื่อภาพตัวละครหรือตัวการ์ตูนเคลื่อนไหวมองเห็นพร้อมกันกับจังหวะความเคลื่อนไหวนั้น (เช่น การลีลาศ) พร้อมกันกับจังหวะคีย์หรือจังหวะของดนตรี

โดยการตรวจสอบเครื่องหมายของเสียงในบทบาทภาพยนตร์อย่างระมัดระวัง ทั้งช่วงภาพยนตร์การ์ตูนและช่วงกลองก็สามารถจะมองเห็นได้ว่า จังหวะคีย์ของดนตรีหรือจังหวะของคำพูดในบทพูด สัมพันธ์พร้อมกันกับบทบาทที่มองเห็นจากกรอภาพกรอภาพใด ๆ ใด โดยการตรวจสอบเสียงกับภาพวาดหรืองานศิลปกรรมและเครื่องหมายสำหรับกลองก็สามารถจะสังเกตเห็นบทบาทหรือความเคลื่อนไหวที่กำลังดำเนินไปทั้งหมดภายในแต่ละซีควเอนซ์หรือตอนของภาพยนตร์ได้

ความต่อเนื่อง

ในการทำภาพยนตร์ ตัวประกอบที่สำคัญที่สุดตัวหนึ่งก็คือ ปัญหาเกี่ยวกับความต่อเนื่อง ความต่อเนื่องมีความสำคัญต่อการเสนอเนื้อเรื่องของภาพยนตร์ให้ดำเนินไปอย่างราบเรียบ และต่อการคลี่คลายของเรื่องในภาพยนตร์ควย ณ จุดใด ๆ ตามที่กำหนดไว้ในภาพยนตร์ ผู้ชมควรระทราบายว่า ขณะนั้นเขาอยู่ที่ไหนและเขากำลังทำอะไรอยู่

อะไรควรจะเป็นจุดสูงสุด หรือไคลแมกซ์ (Climax = จุดสุดยอด) ของภาพยนตร์ เด็กนักเรียนหรือคนงานควรอย่างหนึ่งควร ระดมสร้าง ด้เป็นเช่นไร เวลาที่กำหนดไว้นั้นยาวเกินเอ็กสารนเป็นเอ็กสารนทสวงนเวสสาหรับการเขางานเพื่อการศกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นไปเขประเอชชนदनการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปหรือสั้นเกินไป สามารถจะเร่งเวลาขึ้นหรือข้ามไปทั้งข้อได้เลยจะไต่หรือไม่ ผลบางอย่างที่ทำได้ในภาพยนตร์คงคุ้มกับความพยายามที่จะทุ่มเทลงไปเป็นภาพยนตร์หรือไม่ ค่าถามเหล่านี้และคำถามอื่น ๆ อีกมากมายจะต้องได้รับคำตอบในบทภาพยนตร์ และควรจะถูกแยกแยะออกมาเป็นอย่างไร ก่อนหน้าที่จะลงมือถ่ายทำจริง ถ้าวันนั้นแล้ว ความโอเอเลาซาและความยุ่งเหยิงก็จะเกิดขึ้นกับความรำคาญของทุก ๆ คนและต้นทุนการผลิตก็สามารถจะสูงขึ้นได้ทวย

ทัศนะยะของการทำภาพยนตร์การ์ตูน

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมย่อย ๆ รวม 10 อย่าง ดังต่อไปนี้

1. ทำสคริปต์เมนต์และเนื้อเรื่อง
2. อภิปรายและทำความเข้าใจในเรื่องลักษณะและการออกแบบ
3. เขียนเลย์เอาท์หรือแบบร่าง
4. ทำสตอรี่บอร์ดและจังหวะเวลาหยาบ ๆ
5. ทำแผนแสดงงาน เพื่อให้เห็นการดำเนินเรื่องและความต่อเนื่องทั้งหมด
6. เขียนบทภาพยนตร์พร้อมด้วยเครื่องหมายสำหรับช่างกลอง
7. วิเคราะห์เรื่องเสียง สำหรับทำเสียงพูด เสียงดนตรี เสียงประกอบ ที่บันทึกไว้นี้สัมพันธ์พร้อมกันกับภาพ
8. ทำไคฟชีตสำหรับแนะนำช่างภาพยนตร์การ์ตูน
9. กำหนดฉากภาพยนตร์การ์ตูนสำหรับช่างภาพยนตร์การ์ตูน
10. กำหนดพื้นหลังหรือฉากหลังสำหรับช่าง เขียนฉากหลัง

เมื่อปฏิบัติการตามกิจกรรม 10 อย่างดังกล่าวมาแล้วนี้ การถ่ายทำจริงก็เริ่มดำเนินการตามไคฟชีตประกอบแบบของกิจกรรมขั้นต่อไปรวม 14 แบบ ดังต่อไปนี้

1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ่ายทดลองภาพเดิน
 3. จัดทำตัวละครและวัตถุจำลองประติมากรรม
 4. ลอกแบบหรือกอบปีทาทางที่เคลื่อนไหว
 5. ระบาย ทา หรือคบบางด้วยสี
 6. ตรวจสอบตัวละครร่วมกับพื้นหลัง
 7. จัดทำแผนภูมิกล้อง (Doping) พร้อมควยเครื่องหมายเฉพาะ และชองบงชี้ของแผนเซลล์ต่าง ๆ
 8. ถ่ายบันทึกลงในฟิล์มภาพยนตร์
 9. ภาพยนตร์ที่ถ่ายและล้าง เป็นประจำวัน
 10. ถ่ายใหม่ (ถ่ายจำเป็น)
 11. ตรวจ ล่ากับภาพ และตัดต่อภาพยนตร์
 12. ผสมเสียงทำเส้นเสียง
 13. ตัดต่อฟิล์มเนกาตีฟ
 14. กรรมวิธีในห้องปฏิบัติการ
- การแบ่งส่วนงานตามโครงการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ขั้นตอนที่จะกล่าวต่อไปนี้ นำไปใช้ได้เฉพาะในโรงถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ที่ผลิตภาพยนตร์การ์ตูนออกมาได้เป็นประจำเป็นจำนวนมาก สำหรับหน่วยงานที่มีขนาดเล็กกว่าคนจำนวนน้อยกว่าจึงจำเป็นต้องทำหน้าที่มากกว่า

ในกรณีที่มีคนทำน้อย กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานสร้างสรรค์ทั้งหมดอาจมอบให้บุคคลหนึ่งทำหน้าที่บริหารทั้งหมดมอบให้อีกคนหนึ่งทำ ส่วนงานควบคุมกล้อง ควรจะปล่อยให้หน้าที่ของบุคคลที่ 3 สำหรับกรรมวิธีในห้องปฏิบัติการและการบันทึกเสียงควรมอบให้องค์การที่มีความชำนาญ เป็นพิเศษตามสายอาชีพ เป็นผู้จัดทำ

หน้าที่ขององค์การ เล็กอาจประกอบด้วยโครงการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

1. กิจกรรมคานคิดปะ ไคแก่ ทรีตเมนต์ การออกแบม สตอร์รี่บอร์ด การทำให้มองเห็น เคลื่อนไหว การลอกแบม การระบายสี การจัดหน้าพื้นหลัง
2. กิจกรรมคานถ่ายทำ ไคแก่ การทำแผนภูมิการบันทึกเสียง การทำคำแนะนำช่างกลองหรือแผนภูมิกลอง (Doping) การตรวจ ลำดับภาพและคัตต่อ ภาพยนตร์ การทำสัญญาฉบับของปฏิบัติการ การควบคุมการผลิต
3. กลอง ไคแก่ การทดสอบเวลา และการถ่ายบันทึก

อาจเป็นไปได้เหมือนกัน ถ้าหัด เคียงคน เกี่ยวสามารถจะทำหน้าที่ทั้งหมดในการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนทั้ง เรื่อง ไค อย่างไรก็ตาม ยังถือว่า เป็นง เอนอนี้ให้ หลวง เกินตัวอยู่นั่นเอง เพราะแม่แคงงานผลิตภาพยนตร์การ์ตูนชนิดง่ายที่สุดก็ยังคงใช้เวลาอันยาวนานอย่างยิ่งกว่าจะฉายทำให้เสร็จได้ ด้วยเหตุนี้เอง การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน จึงเหมาะสมมากกว่าที่จะจัดให้เป็นกิจกรรมของหมู่คณะ เพื่อที่จะได้ใช้ความสามารถพิเศษที่คิดที่สุดจากบุคคลหลายคน

การถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

ควยความเข้าใจหลักเบื้องต้นของความเคลื่อนไหว เข้าใจถึงความเป็นไปได้ และเทคนิคของการทำใหม่อง เห็น ความเคลื่อนไหวมาพอสมควรแล้ว บัดนี้ถึงเวลาที่เราสามารถจะตรง เขา เกี่ยวข้องกับวิธีถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนไคแก่ วิธีดังกล่าวนี้จะได้รับการกระทำตามหัวข้อใหญ่ ๆ 3 ประการคือ ไคถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน หนึ่ง เป็น ไคหรือมาทำงานถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนที่นิยมที่สุด กลองที่ ๒ ถ่ายบันทึกภาพยนตร์การ์ตูน และการถ่ายบันทึกภาพยนตร์การ์ตูนจริง ๆ เพื่อผลทางคิดปะและทางอาชีพ การปฏิบัติขั้นนี้จำเป็นต้องรวมงานกันอย่าง ๑ และอีก ๒ การ เคลื่อนกลองและการควบคุมไคถ่ายทำ รวมทั้งการรวมเอาฝีมือของศิลปินการ์ตูนไปผสมกับความสามารถของช่างกลองควย

แท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูน

แท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูน (คุณภาพ) คือ มาหรือโต๊ะที่ใช้ทำงานจริง ๆ ในการฉายภาพยนตร์การ์ตูนทั้งสิ้น ความปกติเรียกกันว่า แท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูน (Animation rostrum, Animation stand, Animation table, or Animation desk) ก็กล่าวนี้อาจเป็นแท่นแบบง่าย เช่น พื้นแท่นโล่งตลอด มีเสาที่มั่นคงหนึ่งสำหรับรองรับที่ติดตั้งกล้องฉายภาพยนตร์พร้อมควยควงไฟฟ้าสเปคโกลท์แบบง่าย ๆ ติดไว้มุมกล้อง สำหรับใช้ให้แสงที่จำเป็นต้องมี ที่ติดตั้งกล้องนี้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ตามความต้องการ เพื่อให้พอดีกับขนาดของกรอบภาพที่ฉายท่าตามที่เลนซ์สามารถครอบคลุมได้ทั่วถึง โต๊ะแบบง่ายที่สุดนี้เป็นที่แน่นอนว่าจะสามารถใช้งานได้เฉพาะงานที่จำกัดขอบเขตมากที่สุดเท่านั้น

แท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูนแบบอาชีพ

แท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูนแบบอาชีพมากขึ้น ควรจะประกอบด้วย เสาตั้งหนึ่งหรือ น่าจะเป็นสอง เสามากกว่า เป็นเสาเหล็กทอกลมกลวง มีฐานติดตั้งกล้องฉายภาพยนตร์แบบพิเศษ เลื่อนขึ้นลงตามเสาคู่ได้ โดยการหมุนล้อเพื่อง่ายต่อการเลื่อนควยสกรูนำ ทางตั้งหรือทางค้ำ ฐานตั้งเองทั้งหมดพร้อมควยควงจะถูกวางควยนำหนักให้สมดุลกัน เพื่อทำให้การเลื่อนขึ้นลงทางค้ำราบเรียบและชี้คั่นแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ใต้ง่าย เพื่อทำให้การคำนวณระยะทาง (หรือความสูง) ของกล้อง (จากเลนซ์) ถึงพื้นแท่นฉายเขา ควรจะมีมาตราส่วนที่เป็นตัวเลขบอกขนาดของกรอบภาพ (ที่พื้นแท่น) หรือบอกระยะทางจากพื้นโต๊ะถึงเลนซ์ ของกล้องเอาไว้มากกว่าจะเขียนเป็นหน่วย เช่น 0.01 (เป็นนิ้วหรือเซนติเมตร) ก็ได้ ถ้ามাত্রาส่วนหรือสเกลนี้บอกระยะทางจากพื้นแท่น (ถึงเลนซ์) ความเคยชินกับมาตราส่วนและเลนซ์กล้องจะช่วยทำให้ช่างฉายภาพยนตร์การ์ตูนสามารถคำนวณขนาดกรอบภาพ (หรือขอบเขตของภาพ) ที่เลนซ์นั้นจะฉายคลุมถึงได้โดยไม่ต้องยากนัก เพื่อความสะดวก อาจทำเครื่องหมายระยะทางของกล้องที่ขอบที่สุกเอาไว้มากกว่าสเกลนั้นด้วยก็ได้

เมื่อติดตั้งกล้องแล้ว ความสำเร็จครั้งต่อไป จะต้องมีใจว่า เสาแท่นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเลนส์จะต้องตั้งตรงทางตั้งจริง ๆ (ตั้งฉากกับพื้นแทน) ถ้ามีฉนวนแล้ว ส่วนของพื้นภาพบางส่วนอาจถูกถ่ายไปโดยไม่ชัด (Out of focus) หรือมีฉนวนการบิดเบือนของภาพอาจปรากฏให้เห็นความขอบภาพสัใจ วิธีหนึ่งที่สามารถจะตรวจสอบ เส้นแกนหลักทางตั้งของเลนส์ก็คือ เลื่อนกล่องขึ้นสูง แล้วถ่ายภาพที่มีกรอบภาพ (ขอบเขตของภาพ) หรือขนาดภาพโตที่สุดเท่าที่จะถ่ายได้ ทำเครื่องหมายเป็นจุดไว้ที่จุดศูนย์กลางของกรอบภาพ เมื่อเลื่อนกล่องขึ้นและลง จุดศูนย์กลางของ เส้นคัตบนกระจกป้านของ เล็งภาพ (Viewer) ควรจะคงซ้อนทับกันสนิทกับจุดศูนย์กลางที่ทำเครื่องหมายไว้ในกรอบภาพบนแทนตลอดเวลาที่เลื่อนกล่องขึ้นลงทางตั้ง

ฐานประกอบ

เพื่อที่จะทำการหมุน เคลื่อนพื้นแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน ทำได้ดั่งดั่งมากที่สุดใน แทนถ่ายทำดังกล่าวนี้จึงได้ถูกออกแบบให้ติดตั้งอยู่บนฐานประกอบ (Compound) ซึ่งประกอบด้วย โครงกรอบกลางสุดที่ติดตั้งอยู่บนรางคัทที่ทอดจากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก เหนือรางคัทมีรางคัทที่สองที่คัทจากทิศเหนือไปสู่อุทิศใต้ พร้อมด้วย โครงกรอบบนที่ทำหน้าที่รองรับฐานหมุน ซึ่งทำหน้าที่รองรับ ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งแทน เอาไว้ทั้งหมดด้วย (ดูภาพที่)

ควยล่อ เพื่อที่ไซม่อนจับหมุน พื้นแทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถหมุน เคลื่อนทางราบจากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก ทิศเหนือไปใต้ หรือหมุนรอบจุดศูนย์กลางของพื้นแทนเป็นรูปวงกลม โดยจุดนี้ยังคงอยู่ใน เส้นศูนย์กลาง ทางตั้งของ เลนส์กลาง (หรือพื้นตั้งฉากกับเส้นศูนย์กลาง โดยตลอด) การเคลื่อนแทนดังกล่าวนี้คำนวณออกมา เป็นตัวเลขถึง 0.01 ของหน่วยวัด ไม่ว่าจะ เป็นนิ้วหรือเซนติเมตรก็ตาม การคำนวณนี้ทำไว้สำหรับการ เคลื่อนที่ต้องการความละเอียดลออในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมาก ไม่ว่าจะ เคลื่อนไปทางราบในทิศใด ๆ หรือเคลื่อนขึ้นลงในทางตั้ง

บาร์เคลื่อนเปิดครึ่งภาพ

เพื่อที่จะสามารถครึ่งภาพสำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนให้หนึ่งตรงกันตลอด (Register = อยู่ในตำแหน่งเดียวกันตลอด) ในขณะที่ถ่ายบันทึกภาพ ตัวแทนจึงประกอบเข้าด้วย บาร์เคลื่อนเปิดครึ่งภาพ (Travelling peg bars) อยู่ข้างบน ตามปกตินี้จะห่างกัน $10 \frac{1}{4}$ นิ้ว ขนาดของมันไปตามทิศตะวันออกสู่ตะวันตก ในขณะที่ฐานหมุน (รองรับพื้นแทน) ตั้งไว้ที่เลข 0 (ดูภาพที่) ความห่างของบาร์ดังกล่าวนี้จะทำให้โคกรอบภาพสำหรับถูกถ่ายในขนาดประมาณ 12 นิ้วหรือ 30 เซนติเมตร บาร์นี้อาจเพิ่มจำนวนขึ้นเป็น 3 หรือมากกว่าก็ได้ เพื่อที่จะทำให้สามารถขยายขนาดกรอบภาพใหม่มีขนาดเคียงขึ้นกว่าที่ได้มีลือ เพื่อสำหรับหมุนเพิ่มขึ้นอีกล่อหนึ่งสำหรับหมุนบาร์ เคลื่อน เปิดครึ่งภาพ

ในบาร์หรือรางดังกล่าวมีแป๊กหรือหมุดเคลื่อนที่โคกครึ่งเข้าไว้ด้วย สำหรับครึ่งปีกภาพหรือลิปกรรมที่จะถูกถ่ายให้แนบตรงกันตลอดทั่วทุกภาพ ตัวแป๊กหรือหมุดมีรูปร่างกลมมาตรฐานของขนาดแป๊กมีอยู่หลายอย่าง แต่ที่ใช้รวมกันมากที่สุดได้แก่มาตรฐานของแอกมี (Acme standard) เป็นแป๊กกลมขนาด $\frac{1}{4}$ นิ้ว

เพื่อที่จะทำให้ภาพที่จะถ่ายแบนเรียบอยู่กับที่อย่างสมบูรณ์ในขณะที่ถ่ายภาพ มีกระจกใสหนาแผ่นหนึ่งแขวนคึดไว้ข้างบน (เรียกว่า แบนกค = Flaten) สามารถฉลัดคานหนึ่งลงมาปิดทับพื้นที่ระหว่างบาร์ที่มีขนาดโตกว่าภาพที่จะถ่ายเล็กน้อย เมื่อเลื่อนพื้นโต๊ะสำหรับถ่ายจากตะวันออกไปตะวันตก จากเหนือไปใต้ หรือหมุนเป็นวงกลม ดูถ่ายจะตองระมัดระวังไม่ถ่ายบันทึกเอากรอบภาพที่อยู่นอกกรอบภาพที่มีขนาดโตที่สุด ที่จึดเอาไว้ระหว่างบาร์ทั้งสองเข้าเป็นฟิล์มด้วย

บางโอกาสอาจมีความจำเป็นตองใช้แป๊กเพิ่มขึ้นอีกชุดหนึ่ง เพื่อที่จะใช้ครึ่งภาพเซตชุดหนึ่งให้หนึ่งตรงกัน ในขณะที่เซตอีกชุดหนึ่งกำลังเคลื่อนเข้ามาสู่ซีเควนซ์ของภาพยนตร์การ์ตูน เช่นเมื่อเครื่องบันเคลื่อนเป็นเส้นตรงเข้ามาจากทางซ้ายมือไปสู่ทางขวามือข้างหน้าฉากหลังที่อยู่นิ่งในกรณีเช่นนี้ก็จะตองมี แป๊กลอย (Floating pegs - ชุดแป๊กมาตรฐานที่ประกอบด้วย 3 แป๊ก คึดคั้งเอาไว้บนแผ่นโลหะบาง) คึดตั้งไว้เหนือแทน แต่ไม่ใช่ใช้คึดคั้งเข้าเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญัดเห็นเข้าไปไซ้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

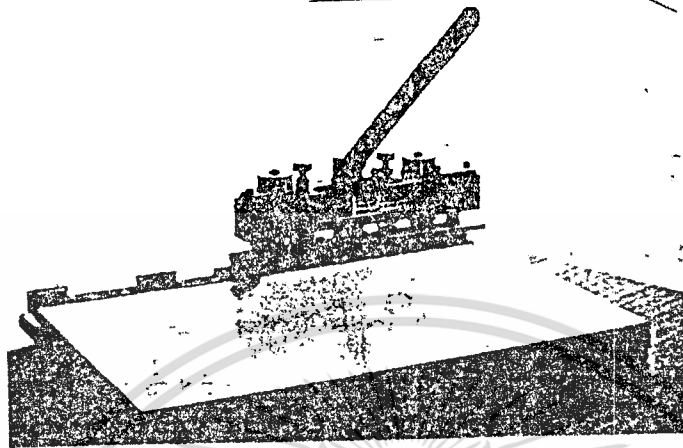
ไปเป็นส่วนหนึ่งของแทน เปกซุคใหม่นี้เชื่อมโยงกับ เปกอีกซุคหนึ่งที่คิดไว้กับเสาคิ่ง ความคุมได้ โดยล่อเฟื่อง เฉพาะที่มีคิดไว้กับแทนโดยอิสระ แยกกันต่างหาก เปกซุคนี้จะช่วยยึกศิลปกรรม หรือ เซลให้สามารถถูกถ่ายไคหนึ่ง ในขณะที่อีกภาพหนึ่งยังถูกครึ่งหนึ่งอยู่ในกรอบ เมื่อไม่ใช้งานก็สามารถจะถอดเปกซุคใหม่ออกจากแทน เพื่อไหมนแทนมีที่ว่างเฟื่องพอมากขึ้น

แผนภูมิกรอบภาพ

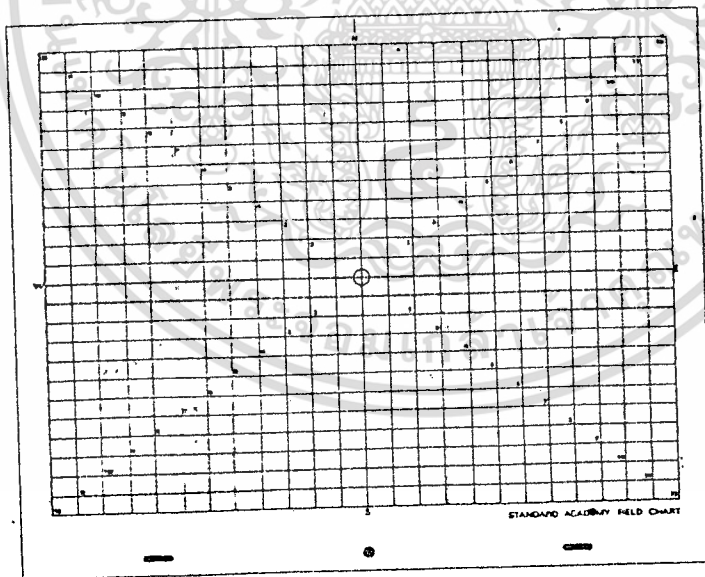
แผนภูมิกรอบภาพ (คุณภาพที่) ทำหน้าที่ประสานงานของช่างภาพยนตร์การ์ตูนกับของช่างกลอง แผนภูมิประกอบควยแผนพลาสติก เจาะทะลุเป็นรูโพคก็กับ เปกหรือหมุก ทั้งซุคบนแผนนี้มีกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าคเป็น เส้นลึบออกขอบ เซคของกรอบภาพที่ตายคัว เอาไว (ในอัคราส่วน เคียวกันกับกรอบภาพที่ถ่ายไคบนฟิล์ม) พรอมควยค่าแห่งของกรอบภาพที่มีขนาดโคที่ลึคที่สามารถจะบรรจุลงไปในระหว่างแฉว เปกบนและลางโคโพค กรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ถูกแบ่งส่วนให้ เล็กลคหลันลงไปอีกควย เส้นคิงและ เส้นราวซึ่งบอกขอบ เซคของพื้นที่ที่ เล็กลงภายในกรอบภาพใหญ่ (ในอัคราส่วน เกมคลอค)

เนื่องจากทั้งช่างภาพยนตร์การ์ตูนและช่างกลองมีแผนภูมิกรอบภาพคิงกล่าวนี้ในขนาดที่เท่ากัน ช่างภาพยนตร์การ์ตูนจึงสามารถสังช่างกลอง ีทราบคิงค่าแห่งและขนาดของกรอบภาพที่จะใช้แต่ละครั้ง โดยกล่าวคิงระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของกรอบภาพ คิงคัวอย่าง หมายเลข 10F , 1.0E , 0.4 S หมายถึงกรอบภาพที่จะถ่าย (ในสหราชอาณาจักรหรือสหรัฐอเมริกา) กวาง 10 นิ้ว และจุดศูนย์กลางที่จะถ่ายคือ 1 นิ้วทางตะวันออกของจุดศูนย์กลางของแผนภูมิกรอบภาพและ 0.4 นิ้วทางคของจุดศูนย์กลาง เคียวกัน สำหรับในประเทศที่ไซมาตรา เมตริกค่าสังแบบ เคียวกันก็สามารถจะนำมาใช้ได้ (โดยเปลี่ยนคัวเลขเท่านั้น) คือ 25.4F , 2.54E , 10.16 S ควรจะสังเกคควยว่า ค่าสังตะวันออก/ตะวันออกคกและเหนือ/ค ควรจะระบุเป็นนิ้วหรือเซนคิเมตรเสมอ ไมควรระบุเป็นส่วนของแผนภูมิกรอบภาพ ส่วนเคนคิงหรือเส้นคิงที่ปรากฏบนแผนภูมิจะห่างกันเป็นนิ้วหรือเซนคิเมตร แต่เส้นราวจะไม่ห่างเท่ากัน เพราะรูปร่างของกรอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมคินผ้าไม่ใช่สี่เหลี่ยมจตุรัส ค่าแห่งของจุดศูนย์กลาง และระยะห่างจะคิง คิงคิงกันกับจุดศูนย์กลางของแผนภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 43 เครื่องเจาะรูป



ภาพที่ 44 แผนภูมิกรอบภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบภาพควรจะวัดตรวจสอบควยไม้บรรทัดไว้เสมอ ๆ

การเคลื่อนตัวของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

1. ตัวกล้องก็สามารถจะเลื่อนลงหรือขึ้น โกลหรือไกลพื้นแทน ซึ่งสามารถจะทำให้เลนซ์ถ่ายครอบคลุมกรอบภาพโคเล็กหรือใหญ่ยิ่งขึ้นได้ ผลของการเลื่อนกล้องลง/ขึ้นนี้จะมีลักษณะ เช่น เกี่ยวกับการใช้เลนซ์ซูม

2. บารูเคลื่อน เปกครึ่งภาพ สามารถจะเคลื่อนตัวจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกไกลควย ทำให้เขตที่เห็นสามารถแพนเลื่อนไปทางราบโคในขณะที่ยังคงนิ่งอยู่กับที่

3. บารูเคลื่อน เปกครึ่งภาพที่ก๊อกลอยอยู่สามารถจะเคลื่อนตัวโคอย่างอิสระ ในขณะที่ยังคงอยู่กับที่ สิ่งนี้จะทำให้ชุกของภาพเขตแพนเลื่อนไปทางราบโคในขณะที่ยังคงนิ่งอยู่กับที่ หรือจะทำให้เขตแพนไปในทิศทางตรงกันข้ามก็ยังคงได้ เช่น เมื่อละครตัวหนึ่ง เดินไปในระยะไกล ชามจอไปบนพื้นหลังที่เคลื่อนที่โคโดยสม่ำเสมอ (ในทิศทางตรงกันข้าม)

4. แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนสามารถหมุน เป็นรูปร่างกลมโครอบจุดศูนย์กลางของกรอบภาพ ซึ่งอยู่ในเส้นศูนย์หลักทางคิงของเลนซ์

เมื่อกำลังถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนชนิดเคลื่อนไหว ที่เพิ่งเริ่มเคลื่อนไหวหรือที่กำลังจะหยุดความชวงที่ปรากฏในซีควนซ์หรือคอนของภาพยนตร์ จำเป็นที่จะต้องพิถีพิถันเอาใจใส่ในเรื่องอัตราความเร็วของความเคลื่อนไหวนั้น เช่นตัวอย่าง รถยนต์คันหนึ่งสตาร์ทเครื่องเคลื่อนรถ และหยุด ภายในซีควนซ์หนึ่ง จะต้องไม่มองเห็นว่ารถนั้นวิ่งช้าโงมละ 40 ไมล์ นับตั้งแต่เริ่มคันวิ่งไปจนถึงหยุดนิ่งอยู่กับที่ในเส้นทางที่วิ่ง (ในอัตราความเร็วเท่ากันตลอด) ถึงแม้ว่าจะจะมีการกระทำเช่นนี้อยู่บ้าง เพื่อความคลกในภาพยนตร์การ์ตูนบางเรื่อง แต่โดยทั่วไปไม่ควรจะกระทำเช่นนั้น เพราะการเคลื่อนตัวของรถยนต์จริง ๆ นั้น จะค่อย ๆ ถูกเร่งให้เร็วขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งถึงความเร็วในอัตราปกติ และจะคงอยู่ในอัตราความ

เร็ว เช่นนี้ไปตลอดในขณะที่กำลังวิ่งอยู่ และแล้วก็จะถูกลดความเร็วลง เพื่อจะหยุด ในภาพยนตร์การ์ตูนที่ฉายให้เห็นในระยะไกลมาก การเร่งความเร็วหรือการลดความเร็วดังกล่าวนี้มักจะมองไม่เห็นแตกต่างกันเลย แต่ในภาพยนตร์การ์ตูนประเภทไม่คลกขบขันจำเป็นต้องเอาใจใส่ในเรื่อง เพิ่มและลดความเร็วดังกล่าวนี้ เพื่อป้องกันมิให้มองเห็นความเคลื่อนไหวกระตุก เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป และเป็นความเคลื่อนไหวที่ผิดความจริง ในเรื่องนี้มีสูตรทางคณิตศาสตร์สำหรับคำนวณค่าแห่งที่แน่นอนของฟิล์มที่นำมาฉายสำหรับแต่ละกรอบเมื่อจำเป็นต้องใช้ แต่สูตรดังกล่าวนี้มีลักษณะ เป็นเทคนิคมากเกินไป กว่าที่จะนำมารวมกล่าวไว้ ณ ที่นี้

ยังมีความเคลื่อนไหวมากกว่าที่กล่าวแล้วอีก รวมทั้งประโยชน์และวิธีทำอย่างประหยัดเวลา ซึ่งจะได้นำไปกล่าวไว้ในตอนท้ายของบทนี้

แทนฉายภาพยนตร์การ์ตูนที่ทันสมัย เป็น เครื่องอุปกรณ์ที่มีราคาสูงมากอย่างหนึ่ง และดูเหมือนจะ เข้าลักษณะที่oyer เกินขอบเขตของงบประมาณอันจำกัดด้วย ทั้งนี้การเลือกใช้สิ่งอื่นแทนก็คือ การสร้างแทนฉายภาพยนตร์การ์ตูนแบบที่ง่ายกว่าภายในงบประมาณที่ได้รับ เมื่อทำสิ่งนี้ได้แล้วปัญหาต่อไปซึ่งจะเป็นปัญหาากที่สุดก็คือการ เลือกกล้องฉายภาพยนตร์อันเหมาะสมแก่งาน

กล้องฉายภาพยนตร์

ถ้าจะต้องการฉายภาพยนตร์การ์ตูนบนฟิล์ม 35 มม. ก็เหมาะสมที่จะใช้กล้องที่ใช้แล้ว ซึ่งความปกติกจะหาได้ไม่ยากในราคาที่ประหยัดมากที่สุด (ไม่ใช่ในประเทศไทย) กล้องที่น่าพอใจมากที่สุดก็คือ กล้องประจำโรงถ่ายยี่ห้อเบลล์แอนด์เฮาเวลล์ (Bell & Howell) ซึ่งมีประจุฟิล์มที่วิ่งไปมาติดตั้งมาในตัวกล้องด้วย และไม่ควรจะเลือกใช้ชนิดมีประจุฟิล์มไว้มากที่สามารถเปลี่ยนได้ติดมาในตัวกล้อง เพราะประจุฟิล์มชนิดหลังนี้ไม่เหมาะแก่การฉายภาพยนตร์การ์ตูนโดยสิ้นเชิง หรือมีฉะนั้นก็เลือกใช้กล้อง เบลล์แอนด์เฮาเวลล์ที่ดัดแปลงแล้ว ชนิดที่ใช้ เครื่องเล็งภาพถอดได้แบบมิลเชลล์ (Mitchell) กล้องแบบดังกล่าวนี้บางทีก็เรียกกันว่า "เบลล์แอนด์มิลเชลล์" (Bell & Mitchell)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะถ่ายภาพภาพยนตร์การคั่นบนฟิล์ม 16 มม. หรือ 8 มม. ก็ย่อมยากมากที่จะหากล่องที่เหมาะสมได้ เพราะกล่องสมัยใหม่ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อถ่ายภาพยนตร์การคั่นนั้นไม่มีใครจะมี และยังเป็นกล่องไขแลวควย ยิ่งจะหาเอาไม่ได้เลยที่เดียว ควยเหตุผลที่ว่า กล่อง 16 มม. เพิ่งจะกลายเป็นกล่องขนาดอาชีพประมาณเวลาเดียวกับการเกิดของชัตเตอร์กระจกเงา (Mirror shutter) เท่านั้น กล่องสำหรับถ่ายภาพยนตร์การคั่นนั้นไม่ควรจะติดตั้งชัตเตอร์กระจกเงาเข้าไปในกล่องโดยเด็ดขาด เพราะชัตเตอร์ชนิดนี้ไม่ได้ทำขึ้นมาให้ใช้ถ่ายภาพจาง (Fade) ได้ และมักจะทำให้แสงรั่วได้เสมอ แสงสว่างที่รั่วได้นี้มีปริมาณเพียง เล็กน้อยซึ่งไม่มีความสำคัญอย่างใดแกงานถ่ายภาพยนตร์บทบาทจริงเลย เนื่องจากในขณะที่ชัตเตอร์ปิดสนิทนั้นแสงจะรั่วได้ประมาณ 1/50 วินาทีเท่านั้น แต่สำหรับการถ่ายภาพยนตร์การคั่นนั้นชัตเตอร์อาจปิดสนิทระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพเป็นเวลาตั้งแต่หลายนาที่หรืออาจนานกว่านี้ถ้าใช้ชัตเตอร์กระจกเงาประกอบเข้าไปในกล่อง เพื่อถ่ายภาพเช่นนี้ก็เลยอันตรายอย่างร้ายกาจต่อการที่จะทำให้ภาพบนฟิล์มฝ้ามัว (Fog เพราะกระทบกับแสงสว่างที่รั่ว)

กล่องที่จะนำมาใช้ถ่ายภาพยนตร์การคั่นควรมีคุณลักษณะ เฉพาะดังต่อไปนี้จึงจะดีเลิศเลิศ คือ (1) ความสามารถที่จะใช้ถ่ายได้ทีละกรอบภาพ (2) ความสามารถที่จะเดินฟิล์มกลับได้ (3) ประจุฟิล์มมีสลักตรึงฟิล์ม ความคุมการทับตรงกันตลอด (Register pins) ตั้งอยู่ภายใน แบบตายตัวจะดีกว่า (4) ประจุฟิล์มสามารถจะให้ฟิล์มเคลื่อนผ่านได้และควรมีแม่กาวชั้นบรรจุฟิล์มคู่ (มีสี่ช่อง) ให้ไขควย (5) ชัตเตอร์ที่ใช้ถ่ายภาพจาง (Fade) ได้ (6) เลนส์สามารถโฟกัสได้ไกลมากจนถ่ายกรอบภาพเล็กมากได้ (7) มีเรือนับกรอบภาพ (8) ต้องสามารถเล็งภาพนานทางเลนส์ได้ แต่ต้องไม่ใช่ชัตเตอร์กระจกเงา (เครื่องเล็งภาพระบบที่นำพोजที่สุดคือ เครื่องเล็งภาพมิกเชลล์ชนิดถอดได้)

การถ่ายทีละภาพ

กล่องถ่ายภาพยนตร์ขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน (ต่ำกว่า 35 มม.) เป็นจำนวนมากติดตั้งเครื่องถ่ายทีละภาพเอาไว้นในกล่องควย แต่เครื่องเหล่านี้โดยทั่วไปมักจะไม่ให้

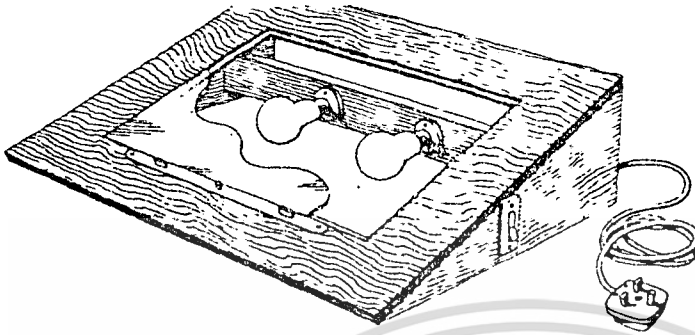
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลเป็นที่พอใจแก่งานประเภทอาชีพนี้ ก็ไม่แปลกที่จะเคลื่อนฟิล์มด้วยลานหรือด้วยไฟฟ้าก็ตาม เพราะยอมขึ้นอยู่กับมอเตอร์ที่เริ่มเปิดชัตเตอร์ (ทำลายความเฉื่อย) และที่ปิดชัตเตอร์ (ทำลายความเคลื่อน) สำหรับแต่ละกรอบภาพ และลักษณะเช่นนี้ โดยทั่วไปจะก่อให้เกิดผลแตกต่างกันเล็กน้อยในเรื่องการถ่าย (ทำให้ฟิล์มได้รับแสงสว่างแตกต่างกัน) ระหว่างกรอบภาพหนึ่งกับกรอบภาพต่อไป การเปลี่ยนแปลงของการถ่ายดังกล่าวนี้ ถึงแม้ว่าจะเป็นเพียงเล็กน้อยก็ตาม ก็ยังมีผลทำให้เกิดการแวววบบนจอขึ้นได้ เมื่อเอาภาพยนตร์ดังกล่าวนี้มาฉาย

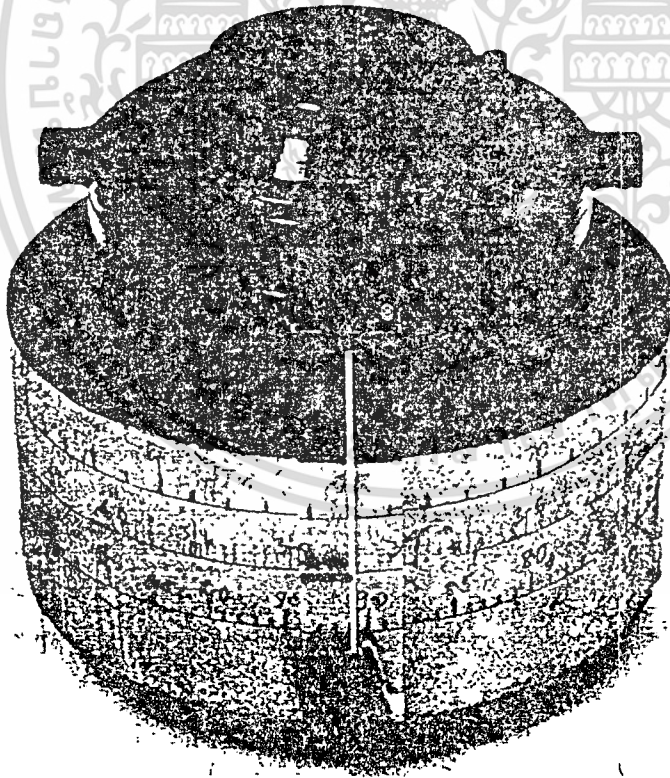
วิธีเก่าของการฉายภาพที่ละกรอบภาพก็คือ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่หมุนเคลื่อนโดยต่อเนื่องกันและสัมพันธ์พร้อมกันสำหรับอัตราความเร็วที่ควบคุมด้วยความเร็วของกระแสไฟฟ้าจากสายเมน มอเตอร์นี้จะขับเคลื่อนคลัทช์เคลื่อนฟิล์มไปที่ละภาพ ซึ่งนำมาเชื่อมเข้ากับตัวกลอง โดยผ่านการขับเคลื่อนทางสายพานสปริงและลมหุนสายพาน (ดูภาพที่ 26) เมื่อแต่ละปุมคลัทช์จะหมุนเคลื่อนไป 1 รอบ และแล้วก็จะผลหลุดออกไปเองโดยอัตโนมัติ ถ้าคลัทช์นี้ถูกเชื่อมเข้ากับเพลลาของกลองที่หมุนหนึ่งรอบเคลื่อนฟิล์มไปหนึ่งภาพการถ่ายที่ละ 1 กรอบภาพก็สามารถจะทำได้ เนื่องจากอัตราความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าถูกควบคุมด้วยความเร็วของกระแสไฟฟ้าจากสายเมน ดังนั้นจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการถ่าย (การเปิดชัตเตอร์) ขึ้นในระหว่างกรอบภาพหนึ่งกับอีกกรอบภาพหนึ่งขึ้นเลย

อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ไฟฟ้าสมัยใหม่มักจะหาว่าสามารถหยุดและเดินได้ในแต่ละกรอบภาพ และหมุนได้ในอัตราความเร็วที่แน่นอนสม่ำเสมอ ดังนั้น จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องการถ่ายได้เลย มอเตอร์หลายอย่างดังกล่าวนี้สามารถหมุนได้ในอัตราความเร็วที่แตกต่างกันไ้หลายระดับ ข้อนี้จึงทำให้สามารถนำเอาอัตราการหมุนเข้ามาใช้เมื่อใช้ฟิล์มที่มีความไวแสงเร็ว ด้วยความสะดวกดังกล่าวนี้ กลองฉายภาพยนตร์การทุนสมัยใหม่ที่สุดจึงมักจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าดังกล่าวมาแล้วก็ตั้งไว้ในกลอง แทนที่จะใช้วิธีใช้คลัทช์ร่วมกับมอเตอร์ที่หมุนติดต่อกัน ไม่วากรดีจะเป็นเช่นไร มอเตอร์ที่จะใช้ควรเป็นมอเตอร์ที่สามารถหมุนกลับได้ เพื่อใช้ฉายภาพยนตร์การทุนชนิดถอยหลัง (เช่น เมื่อต้องการฉายภาพการถอยหลัง (Scratchback ดูคำนี้))

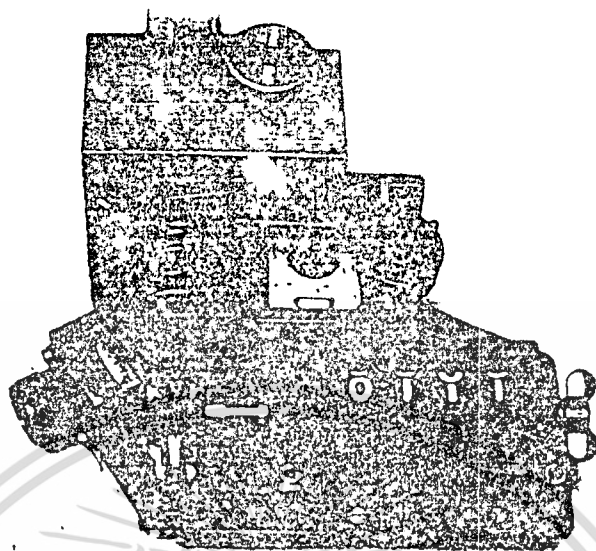
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



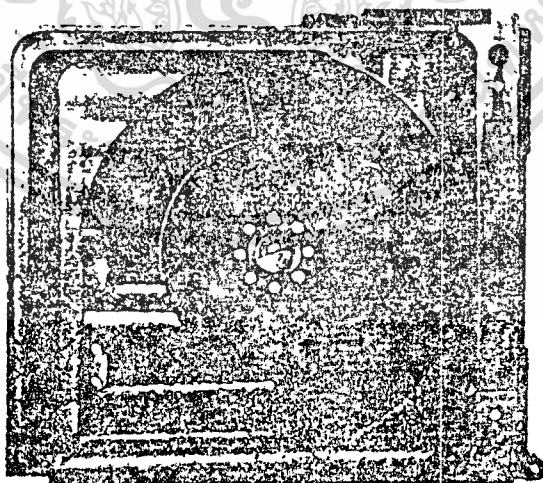
ภาพที่ 45 ทึบแสงสว่างของช่างเขียน



ภาพที่ 46 ชุดเลนส์ที่ติดเข้ากับกล้องสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนโดยเฉพาะ ซึ่งต้องการถ่ายภาพในระยะใกล้มากพอสมควร
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 47 คลัตช์ เคลื่อนฟิล์มสำหรับถ่ายทีละภาพ เมื่อนิวทาลหรือคลัตช์ยกขึ้น งานมีรูปก็จะหมุนไป 1 รอบ ทำให้กล้องสามารถถ่ายภาพได้ 1 ภาพ (กรอบภาพ) ที่ความเร็วชัตเตอร์ปกติ ชัตเตอร์จะคงรักษาความเร็วไว้ เช่นเดิมจากกรอบภาพหนึ่งไปสู่อีกกรอบหนึ่งเสมอไป



ภาพที่ 48 ชัตเตอร์ (แบบใบพัด) ทำมาสำหรับใช้ทำภาพจางและภาพผสม โดยปราศจากการรั่วของแสงสว่างระหว่างการถ่าย (เปิดชัตเตอร์) แต่ละครั้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลักริ่งฟิล์ม

กล่องสำหรับถ่ายภาพยนตร์การคูณทุกกล่องควรมีสลักริ่งฟิล์ม (Register pins) ติดอยู่ควย สลักนี้ควรมีสลักอยู่ในประคูปฟิล์ม 2 อัน สลักหนึ่งสวมเข้าเต็มพอกี้กับรูหนามเคย เต็มหนึ่งรู กับอีกสลักหนึ่ง เป็นสลักแคบซึ่งจะสวม เข้า เต็มพอกี้กับรูหนาม เคย เพียง ก้านเคยเท่านั้น (ทางคานขึ้น/ลง ถ้าสลักทั้งสองนี้สวมเข้ากับรูหนาม เคยทั้งสองทางคาน หนึ่งของฟิล์ม) แบบที่คี่ที่สุดของสลักริ่งฟิล์มสำหรับถ่ายภาพยนตร์การคูณ ก็คือสลักที่คี่ไว้ ภายตัว เช่น สลักที่ใช้ในประคูปฟิล์มแบบวิ่งไปมา ในกล่อง เบลล์แอนคเฮา เวลล์และในประคูป ฟิล์มของกล่องนิวแมนซินแคลร ควยสลักแบบคี่กลาวนี้ตัวฟิล์มจึงสามารถยกเคลื่อนออกจาก สลักทั้งสอง เพื่อให้ฟิล์มในกรอบภาพค้อไปเคลื่อนเข้ามาแทนที่ กล่องถ่ายภาพยนตร์การคูณสมัย ใหม่นี้ใช้ประคูปฟิล์มแบบวิ่งไปมา โดยทั่วไปมักผลิตขึ้นมาให้สามารถเปลี่ยนประคูปฟิล์ม เพื่อล่อ หนามเคย และแมกกาซีนบรรจุฟิล์มโคตามต้องการ ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นฟิล์มขนาดไหนก็สามารถ จะนำมาใช้กับกล่อง เคียวกันนี้ได้ทั้งนั้น

แมกกาซีนสำหรับบรรจุฟิล์มคู่

การปรับปรุงแก้ไขประคูปฟิล์มคี่กลาวแล้ว เพียง เล็กน้อยก็สามารถจะนำเอาฟิล์มคู่ มาเคินฉานประคูปฟิล์มนี้โคพร้อมกัน แมกกาซีนสำหรับบรรจุฟิล์มคู่ (Bi-pack magazine) มีช่องอยู่ภายใน 4 ช่อง คือ สองช่องสำหรับเก็บฟิล์มที่ป้อน (Feed) เข้าประคูปฟิล์ม และ อีกสองช่องสำหรับเก็บฟิล์มที่ฉาน (Take-up) จากประคูปฟิล์มแล้ว แมกกาซีนนี้สามารถใส่ เข้าไปแทนที่แมกกาซีนสองของแบบธรรมดาโค ความปกคิแมกกาซีนสำหรับบรรจุฟิล์มคู่ประกอบ ควยครึ่งส่วนล่างของแมกกาซีนเท่านั้น แล้วจึงนำเอาแมกกาซีนธรรมดาประกอบคิเคเซาบน แมกกาซีนคู่ เพื่อเพิ่มช่อง เก็บฟิล์มให้อีก 2 ช่อง (รวมกับส่วนล่างอีก 2 ช่อง เป็น 4 ช่อง) การเคลื่อนฟิล์มที่ฉานแล้ว (ฉานประคูปฟิล์มแล้ว) เข้าเก็บในทิศทางโค ๆ ความปกคิกระทำโค โคโยไซมอเคอร์ที่สัมพันธ์กันรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับโฟกัสถ่ายไกล

กรอบภาพที่นำมาใช้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมักจะมีขนาดเล็กมาก ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องเลือกกล้องเข้าใกล้กับภาพหรือศิลปกรรมที่จะถูกถ่าย เลนส์สำหรับถ่ายภาพยนตร์บทบาทจริงมักจะไม่ใคร่ใช้ปรับโฟกัสไกล ๆ แม้ว่าเลนส์บางชุดที่เรียกว่า "แพค-ชอต" (Pack-shot lens) ที่ใช้สำหรับถ่ายภาพยนตร์โฆษณา ก็เคยพบว่าต้องปรับโฟกัสไกล ๆ โดยทั่วไปแล้ว เลนส์ของกล้องจะต้องเป็นเลนส์ที่คิดมาเป็นพิเศษและสเกลแสดงการปรับโฟกัสก็จะต้องปรับไคกว้างขวางมาก ดังนั้นเลนส์จึงสามารถปรับโฟกัสสำหรับถ่ายกรอบภาพไคทุกขนาดโดยแม่นยำ (คุณภาพที่) เป็นธรรมดาที่จะต้องคิดตั้งเครื่องโฟกัสอัตโนมัติแบบกลไกเข้าไปกับกล้องด้วย เครื่องนี้ประกอบด้วยระบบต่อเชื่อมและระบบลูกเบี้ยว แต่ถากล้องไม่มีเครื่องนี้คิดมา ก็จำเป็นต้องปรับโฟกัสด้วยการใช้มือหมุนกรอบเลนส์ และทุกกรอบภาพที่ถ่ายซุม (เลื่อนความยาวโฟกัสของเลนส์) จะต้องปรับโฟกัสที่เลนส์ใหม่อีกทุกครั้ง

เครื่องนับกรอบภาพ

เครื่องนับกรอบภาพเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในตัวกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เครื่องนี้รอบแบบธรรมดาซึ่งสามารถตั้งที่ตัวเลข 0 เมื่อต้องการ และสามารถต่อเชื่อมเข้ากับเพลาเคลื่อนภาพเคียวในตัวกล้องได้ นับว่าใช้งานไคเป็นที่พอใจ ถาคอเชื่อมเข้าไปแล้ว เครื่องนี้จะนับบวก (+) เมื่อกล้องเดินฟิล์มไปข้างหน้า และจะนับลบ (-) เมื่อกล้องเดินถอยหลัง (เช่นเมื่อถอยหลังฟิล์มสำหรับทำภาพผสม) เมื่อตั้งที่ตัวเลข 0 ในขณะที่จะเริ่มคนถ่ายซอกหนึ่ง เครื่องนี้จะซบออกที่ตัวเลขบอกกรอบภาพของซอกที่เพิ่งถ่ายเสร็จตลอดไปเสมอ

ความละเอียดลออที่จำเป็นคือใช้ในชั้นต่อไปมีอยู่ 2 ซอก ซอกแรก ถ้าเกิดความผิดพลาดขึ้นในขณะที่ถ่าย ก็เป็นข้อปฏิบัติธรรมดาที่จะต้องค้นแทรกซอสั่ง เกกไว้ว่า " คัดถอยหลังไป xx กรอบภาพ " และแล้วจึงถ่ายกรอบภาพที่ผิดพลาดใหม่อีก ทั้งนี้หมายความว่า (เครื่องนับกรอบภาพจะบอกให้อ่านไว้ล่วงหน้าว่า (X + 1) กรอบภาพตามหลังกรอบภาพที่ผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ถ้ากรอบภาพที่ทำซอสึง เกิดไว้ถูกถ่ายไปเพียงกรอบภาพเดียว) เพราะฉะนั้นถ้าสามารถตั้งเครื่องนับกรอบภาพเสียใหม่ให้ย้อนหลังไปตรงกับตัวเลขกรอบภาพที่ถูกกองภายหลังที่เกิดความผิดพลาดขึ้นในทันทีใดก็จะดีกว่า เครื่องนับกรอบภาพบางเครื่องทำมาเพื่อให้สามารถเลื่อนตั้งตัวเลขใดตัวหนึ่งใดใหม่ตามความประสงค์ แต่หาไม่มีเครื่องแบบนี้คิดมาในกล้อง ก็อาจเป็นไปได้ที่จะนำเอาคลัทช์มาใส่ต่อเชื่อมเข้าระหว่างเครื่องนับกรอบภาพกับตัวกล้อง ซึ่งสามารถทำให้เครื่องนี้เป็นอิสระได้ในขณะที่หมุนเลื่อนเครื่องไปยังตัวเลขที่ถูกกอง

ข้อที่ 2 เราได้เห็นมาเรียบร้อยแล้วว่า ฉากการลดยหลัง เป็นฉากที่ถ่ายด้วยกล้องซึ่งเคลื่อนยหลัง วิธีสะดวกที่สุดในการถ่ายภาพยนตร์ดังกล่าวนี้ก็คือ บรรจุฟิล์มที่ยังไม่ได้อายลงในช่องซึ่งตามปกติเป็นช่องม้วนเก็บฟิล์มที่ถ่ายแล้ว (Take-up chamber) ในแมกกาซีนบรรจุฟิล์มโดยนำเอาลอบเก็บฟิล์มที่ถ่ายแล้วมาบรรจุไว้ในช่องป้อนฟิล์ม (Feed chamber ซึ่งใช้เก็บฟิล์มที่ยังไม่ได้อาย) และแล้วจึงเขียนคำแนะนำวิธีใช้กล้อง (Dope sheet) เป็นตัวเลขลดยหลัง ทั้งนี้กรอบภาพสุดท้ายของฉากก็จะเป็นหมายเลข 1 ถ้าทำเช่นนี้แล้ว ก็จำเป็นสำหรับเครื่องนับกรอบภาพที่จะกองนับบวก (+) ถึงแมว่ากล้องจะเคลื่อนยหลังก็ตาม จะสามารถทำเช่นนี้ได้โดยการหมุนเคลื่อนเครื่องนับกรอบภาพด้วยเฟืองขนาดเล็กซึ่งสามารถทำให้เฟืองฟรีแทรกคั่นเข้าไปอยู่ระหว่างเฟืองทั้งคู่ ทั้งนี้จึงสามารถขับเคลื่อนเครื่องนับกรอบภาพให้หมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามจากเดิมได้

การ เล็ง ภาพ ฉาก เล่น ชัก กลอง

ได้กล่าวมาแล้วก่อนหน้านี้แล้วว่า การ เล็ง ภาพ ทาง ชัก เเตอร์ กระจกเงา ใน กลอง ภาพยนตร์ การ คู่นั้น ใ คร ใ ช้ ผล เป็น ที่ ไม่ พึง พ้อ ใจ และ ระบบ ของ เครื่อง เล็ง ภาพ อัน เป็น ที่ ใ ช้ ร้อง กัน ทั่ว ไป ก็ คือ เครื่อง มี ค เซลล์ ชนิด ออก ออก ไค ฉาก กลอง ประกอบ ด้วย เครื่อง เล็ง ภาพ เช่น นี้ ตัว กลอง ก็ จะ ประกอบ กัน เข้า เป็น รูป ตัว แอล (E) กระจก ฉาก และ แวน ของ เครื่อง เล็ง ภาพ ติด ใ ไว บน ประ ตู กลอง และ ชุค เล่น ชัก ใ ไว ที่ ส่วน หน้า ของ กลอง หมุน เลื่อน มือ จับ จะ ทำ ให้ ตัว กลอง เคลื่อน ไป ทาง คาน ขาง และ นำ เอา กระจก ฉาก สำหรับ ใ ช้ ภาพ เข้า มา ใ ไว ใน ตำแหน่ง ที่ ตรง กัน พอดี กับ ที่ ซึ่ง เป็น ที่ ตั้ง เกม ของ ประ ตู กลอง เนื่อง จาก ชัก เเตอร์ เคลื่อน ไป ทาง คาน ขาง ของ ตัว เลอง ชัก เเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงสามารถจะคงปิดอยู่ในขณะที่กำลัง เล็งภาพ และภาพที่จะถ่ายหรือศิลปกรรมก็อาจมองเห็นได้ในระหว่างที่กำลังถ่ายสองกรอบภาพ (ในฟิล์ม) ใด ๆ โดยปราศจากการเสียดต่อการทำ ใหฟิล์มเป็นฝ้า (เพราะแสงรั่วขณะถ่าย) ตำแหน่งของภาพที่ถ่ายได้ (ที่ปรากฏบนฟิล์ม) กับ ของภาพที่มองเห็น (ทางช่อง เล็งภาพ) จะตรงกันพอดีอย่างแน่นอนควย เค็ยสปริง

การให้แสง

การให้แสงบนโต๊ะถ่ายภาพยนตร์การคูณ ตามปกติของการการให้แสงแบบแบนราบจริง ๆ (ไม่มีเงาเลย) โดยทั่วไปมักจะใช้หลอดไฟสำหรับห้องถ่ายภาพ 2 หลอด (บางทีก็เป็นหลอด 750 วัตต์แบบ"พัพ"(Pup)) ติดไวขวางโต๊ะกันละหลอด ถ้า เซลแผ่น ใควางบนพื้นโต๊ะไม่ราบเรียบตลอดทั่วทั้งแผ่น ทั้งที่มีแผ่นกระจกหนากกตั้งอยู่ข้างบน ก็อาจ ทำให้เกิดการสะท้อนแสงที่ไม่พึงประสงค์จากแผ่น เซลขึ้นได้ในขณะที่กำลังถ่ายภาพนั้น แสง สะท้อนเหล่านี้สามารถจะกำจัดให้หมดไปได้ด้วยการใช้แสงที่สันทาง เค็ยว

แสงที่สันทาง เค็ยว (Polarized light) จะสันสะ เทือนไปคามพื้นราบ เค็ยว ส่วนแสงธรรมดา นั้นจะสันสะ เทือนในพื้นราบทั้งหมด แผ่นหรือแว่นกรองแสง โพลาร์ (Polar screen or filter) จะทำหน้าที่คล้ายกับหัวทางสายตา คั้งนั้นแสงที่สันทาง เค็ยว เท่านั้น จึงจะส่องผ่านแว่นกรองแสงนี้ไปไค แสงที่สันทาง เค็ยว ซึ่งสะท้อนออกมาจากผิวพื้นมันวาว เช่นผิวพื้นของแผ่นเซล จะยังคงสันทาง เค็ยวอยู่ตามเดิม แต่เมื่อสะท้อนจากผิวพื้นคาน (ไม่ มันวาว) เช่นผิวพื้นแผ่นเซลทาสีคาน แสงนั้นก็ จะไม่สันทาง เค็ยวอีกต่อไป วิธีการเช่นนี้จะ ช่วยซัดแสงสะท้อนจากแผ่นเซลให้หมดไปไค

เอาแผ่นโพลาร์อยคหุ้มหลอดไฟฟ้าที่ใช้ให้แสงทั้ง 2 ดวง จนทำให้พื้นของการสัน ทาง เค็ยวของหลอดทั้งสองส่องไปในทิศทาง เค็ยวกัน เอาแว่นกรองแสงโพลาร์แว่นหนึ่งครอบ หน้า เลนชกลองให้พื้นของการสันทาง เค็ยวตั้งฉากกับพื้นของหลอดทั้งสอง ผลที่ออกมาคือ แสง ที่สันทาง เค็ยวจากหลอดทั้งสอง จะไม่สามารถส่อง เข้าไปถึงฟิล์ม (ภายในกลอง) ไคเลย แต่แสงที่สะท้อนจากผิวมันทาสีคานจะหมดสภาพสันทาง เค็ยวไป คั้งนั้น เฉพาะแสงที่ส่องผ่านไค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นบางส่วนเท่านั้นจึงจะถูกบันทึกลงบนฟิล์ม เมื่อเป็นเช่นนี้ แสงที่สะท้อนจากเซล (แสงที่สั้นทาง เคียว) จะถูกขจัดให้หมดไป แต่แสงที่สะท้อนจากพื้นผิวที่ทาสีดำ (แสงที่ไม่สั้นทาง เคียว) จะถูกบันทึกไว้ในฟิล์ม

การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

การถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีอยู่หลายวิธี มีมากเกินกว่าที่จะนำมากล่าวไว้ในที่นี้ ใ้หมดได้ แต่ก็มิ่ววิธีที่ขั้นพื้นฐานสั้น ๆ อีกมากมายเหมือนกัน ซึ่งน่าจะ เป็นการดีสำหรับนัก ภายที่เพิ่ง เริ่มงานจะ เรียนร เอาไว้ วิธีดังกล่าวนี้ สามารถประหยัดเวลา ประหยัดงาน และ วัสดุ ที่จำเป็นสำหรับงานที่คงใช้เวลาและความอดสาเห เป็นอย่างมากเช่นนี้

การถ่ายทำภาพเคิน

การถ่ายทำภาพเคินเป็นงานถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่ง่ายที่สุด และมีวิธีลัดที่ สามารถจะช่วยประหยัดได้คือ เช่น นักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนต้องการจะทำตัวละครตัวหนึ่ง เคินข้ามจอ จากซ้ายไปขวา เนื่องจากจังหวะของการ เคินจะช้าเหมือนเคิม ช่างเขียนจึง ไม่จำเป็นต้องเขียนภาพเขียนขึ้นใหม่เรื่อย ๆ สำหรับจังหวะของการ เคินหลาย ๆ จังหวะ เขาต้องเขียนก็ เฉพาะภาพชุดเคินเต็มจังหวะ เพียงชุดเดียวเท่านั้น ขอให้เราสมมุติว่าตัว ละครในใจตัวนี้จะคงก้าวเท้า เป็นระยะทางก้าวละ 2 นิ้ว จากซ้ายไปขวา ก้าวหนึ่งจะต้อง ใช้ภาพรวม 20 กรอบภาพ แต่ละกรอบภาพตัวละครต้อง เคลื่อนไปข้างหน้า $\frac{1}{10}$ นิ้วจากกรอบ ภาพหนึ่งถึงกรอบภาพต่อไป ฉะนั้นนักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนก็คิดสนใจที่จะใช้การถ่ายกรอบภาพคู่ (แต่ละภาพเขียนถูกถ่ายไว้ 2 กรอบภาพคติดอกกัน) ซาของตัวละครก็จำเป็นต้องทำใหม่ มอง เห็นเคลื่อนไหวในช่วงระยะทางละ $\frac{1}{5}$ นิ้วจากกรอบภาพหนึ่งกรอบภาพต่อไป สำหรับการ เคิน ที่ถูกทำใหม่ มอง เห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งต้องการสมมุติว่า 5 ก้าวเต็ม ๆ ที่จะเคลื่อนจากซ้ายไป ขวา (หรือ 100 กรอบภาพ) นักถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนก็จำเป็นต้องเตรียมภาพเขียนเพียง 20 ภาพเท่านั้น ในการถ่ายกรอบภาพคู่ เขาก็จำเป็นต้องเตรียมเพียง 10 ภาพเขียนเท่านั้น ถ้าพื้นหลัง เป็นภาพนิ่งโดยไม่มีภาพใหม่ เขามา เกี่ยวของควยเลย (เช่นภาพนกบินผ่าน) ก็ต้อง เตรียมภาพพื้นหลัง เพิ่มขึ้นอีก เพียงภาพเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการไข เบกคิกคานบนและคานล่างของภาพ ช่างหรือนักถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนก็สามารถดัดแปลงภาพพื้นหลังด้วย เบกคานล่างและอีกนึ่ง เอาไว้ เช่นนั้นตลอดไป ในขณะที่เดียวกัน เซลภาพตัวละครก็ถูกนำเอาดัดแปลงด้วย เบกคานบน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนไปทางขวาภายในระยะทางที่คำนวณไว้ก่อน (เช่นตัวอย่าง $\frac{1}{10}$ นิ้วสำหรับการถ่ายเพียงกรอบภาพเดียว หรือ $\frac{1}{5}$ นิ้วสำหรับการถ่ายกรอบภาพคู่)

ในทางกลับกัน ช่างภาพยนตร์การ์ตูนสามารถจะอีก เบกคิกคิงภาพเซลของตัวละครให้หนึ่งอยู่ เช่น เติม โดยมีตัวละครยืนอยู่ที่จุดศูนย์กลางของกรอบภาพที่จะถ่าย (เพียงแค่เปลี่ยนภาพเขียนใหม่ภายหลังการถ่ายครั้ง เดียวหรือการถ่ายคู่เท่านั้น) ในขณะที่ภาพเซลพื้นหลัง ซึ่งถูกดัดแปลงไข เบกอีกชุดหนึ่ง เคลื่อนไปทางซ้ายภายในระยะทางที่คำนวณไว้เฉพาะ ในระหว่างกรอบภาพต่อกรอบภาพ หรือมีฉะนั้นก็สามารถทำให้ตัวละครเดินจากซ้ายไปขวา ในขณะที่พื้นหลังถูกถ่ายโดยวิธีแพนหรือสายหนากล่องจากขวาไปซ้าย แต่ในกรณีเช่นนี้ ถ้าจำเป็นที่จะต้องรักษาอัตราความเร็ว (ของการเดิน) ไว้ เช่น เติมตลอดแล้ว อัตราความเร็วที่สัมพันธ์กันทั้งของตัวละครและของพื้นหลังก็ควรจะลดลงอย่างละครึ่ง ถ้ามีฉะนั้นแล้วตัวละครจะปรากฏให้เห็น เป็นเดินเร็วขึ้นสอง เท่าตัว ในตัวอย่างที่ยกมาอย่างนี้ ภาพเซลทั้งสอง (ตัวละครกับพื้นหลัง) จะต้องเคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้ามใน ระยะทาง $\frac{1}{20}$ นิ้วสำหรับแต่ละกรอบภาพ

ในการเดินระยะยาว ผู้ถ่ายทำควรจะต้องเตรียมแผนเซลให้ยาวอย่างพอเพียง นั่นคือให้ยาวพอสำหรับแผน เซลที่จะต้องแพนกล้องถ่ายโดยไม่คกกรอบภาพ จึง เป็นที่แน่นอนว่า เฉพาะแผน เซลที่จะต้องแพนกล้องถ่าย เท่านั้นจึงควรทำมาใหยาว

การถ่ายภาพจางและภาพผสม

โดยทั่วไป ภาพจางก็คือ การลดหรือเพิ่มมุมของไบพิกซ์เตอร์ เฉพาะช่วงของจำนวนกรอบภาพที่ระบุไว้ในระหว่างการถ่าย (เบิกซ์เตอร์ให้แสง เข้าถูกฟิล์ม) ดังเช่น ภาพจางเข้า (Fade-in) จะประกอบด้วยการค่อย ๆ เปิดมุมไบพิกซ์เตอร์ให้กว้างออกทีละน้อยในระหว่างการถ่าย ทำให้ภาพจางยิ่งขึ้นตามลำดับ (จากภาพมืดหรือเลื่อนกลาง)

ส่วนภาพจางออก (Fade-out) ต้องการการปิดมูมิไบฟิคซ์เตอร์ให้แคบเข้าที่เล็กน้อยในระหว่างการถ่าย ซึ่งจะทำให้ภาพค่อย ๆ มืดเข้า (จนมืดสนิทโดยภาพเดิมหายไป)

ภาพผสม (Mix) ก็คือการผสมกันของภาพจางเข้ากับภาพจางออก ทำได้โดยครั้งแรกลดมูมิไบฟิคซ์เตอร์ให้เล็กลงตามลำดับ ในระหว่างการถ่ายตามจำนวนกรอบภาพที่ระบุไว้ หมุนฟิล์มกลับคืนเท่าจำนวนกรอบภาพของภาพที่ถ่ายไปก่อนแรก (ภาพจางออก) แล้วเปิดชัตเตอร์ถ่ายซ้ำอีก แต่ครั้งนี้น้อย ๆ เพิ่มมูมิไบฟิคซ์เตอร์ให้โตขึ้นเรื่อย ๆ (จนเท่าถ่ายปกติคือถ่ายทำภาพจางเข้า)

ภาพผสมสามารถนำมาใช้แสดงการค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงของฉากภาพยนตร์ (Scene) จากฉากแสดง (Setting) ฉากหนึ่งไปสู่อีกฉากหนึ่ง ซึ่งกล้องจะทำภาพจางออกบนแผ่นเซลของฉากภาพยนตร์ฉากหนึ่ง หมุนฟิล์มกลับคืนที่เดิม เปลี่ยนแผ่นเซลสำหรับถ่ายใหม่ และแล้วค่อย ๆ ทำภาพจางเข้าโดยถ่ายภาพแผ่นเซลใหม่ที่แสดงฉากภาพยนตร์ฉากต่อไป ภาพผสมนี้สามารถจะนำมาใช้แทรกคั่นระหว่างภาพพิเศษต่าง ๆ ได้ด้วย เช่น นักมายากลหายตัว เป็นต้น ในกรณีนี้ช่างกล้องจะทำภาพจางออกในฉากที่นักมายากลปรากฏตัวอยู่ หมุนฟิล์มกลับคืนที่เดิมและถอกเอาแผ่นเซลที่มีภาพนักมายากลออกจากกรอบ (เหลือแต่ภาพพื้นหลังนิ่ง) แล้วก็ถ่ายภาพ (พื้นหลัง เปลา ๆ) ใหม่อีกครั้ง โดยค่อย ๆ เลื่อนทำภาพจางเข้าในฉากภาพยนตร์ที่ไม่มีตัวนักมายากล (อยู่ในฉากพื้นหลังนิ่ง) เลย

การทำภาพเงาให้เคลื่อนไหว

การใช้ภาพผสมที่เป็นสามมูมิอีกอย่าง หรืออาจเรียกว่าการแบ่งถ่ายกรอบภาพบนฟิล์มทั้งกรอบ ในระหว่างการเดินฟิล์มผ่านกล้อง 2 ครั้ง เป็นเทคนิคสำหรับถ่ายทำภาพเงาให้มองเห็นเคลื่อนไหวได้ (คุณภาพที่) เงาของสิ่งเคลื่อนไหวจะทำให้มองเห็นเคลื่อนไหวโดยบนแผ่นเซลระยะบวกลบสลับกัน การเดินฟิล์มครั้งแรกกระทำโดยการถ่ายภาพจากแผ่นเซลทั้งชุดรวมทั้งแผ่นเซลภาพเงา แต่การถ่ายทั้งหมดใช้มูมิของไบฟิคซ์เตอร์ที่ลดให้แคบลง สมมุติว่าเปิดไว้เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังที่หมุนฟิล์มกลับคืนเท่าจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบภาพที่ถ่ายไปแล้ว ก็ถ่ายเป็นครั้งที่ 2 โดยตั้งมุมชัดเตอร์ เปิดให้แสงสว่างผ่านเลนส์ได้ 60 เฟอร์เซนต์ ถ่ายภาพเซลล์ที่ไม่มีภาพเงาปรากฏเลย (ตั้งแต่คนจนครบจำนวนกรอบภาพที่ถ่ายไว้ครั้งแรก) ดังนั้นแต่ละกรอบภาพจึงได้รับแสงสว่างรวมกันเต็มที่ 100 เฟอร์เซนต์ (ของการเปิดให้แสงสว่างเข้าไปถูกฟิล์ม) แต่เฉพาะส่วนของภาพที่ถูกบังทับไว้ด้วยภาพเงา (ในการเดินกลองครั้งแรก) จะได้รับแสงสว่างจากการถ่ายไว้จริงๆ เพียง 60 เฟอร์เซนต์ (จากการถ่ายครั้งที่ 2) เท่านั้น การใช้เทคนิคนี้ผู้ถ่ายจะสามารถจะปรับความเข้มของเงา โดยการเพิ่มแสงในการถ่ายครั้งที่ 2 ให้เงามีสีค่าอ่อนลง ก็ได้อีกด้วย

ไตเคิลแบบซอนทับ

ความคืบย่างคงกล่าวมาแล้ว ในเรื่องการถ่ายโดยเปิดชัดเตอร์ให้ฟิล์มได้รับแสงสว่างเต็มที่ครั้งเดียว ใ้ถูกแบ่งออกเป็นกรถ่ายโดยให้ฟิล์มเดินผ่าน (เลนซ์) กลอง 2 ครั้ง เคยปรากฏด้วยเหมือนกันว่า การเดินฟิล์มทั้ง 2 ครั้ง (แต่ละครั้ง) ควรจะให้ได้รับแสงสว่างเต็มที่ ตัวอย่างที่ใช่เป็นแบบอย่างในเรื่องนี้ก็คือ ภาพไตเคิลขาวถูกถ่ายซอนทับบนพื้นหลังที่ถูกถ่ายแบบซุม ตัวไตเคิล (อาจเป็นตัวหนังสือ) ระบายด้วยสีขาวถูกถ่ายบนพื้นหลังสีค่า-ทางที่สีน่าจะใช่แผนเซลล์ระบายสีค่าวางซอนทางไตเคิล นี้คือการถ่าย 2 ครั้ง หรือถ่ายเป็นภาพผสมกับฉากพื้นหลัง (ถ่ายครั้งที่ 2) โดยการถ่ายทั้ง 2 ครั้งเดินฟิล์ม (แต่ละครั้ง) ใ้หวานกลองและถูกแสงสว่าง (ที่ผ่านเลนซ์) เต็มที่ ในกรณีเช่นนี้ จะเป็นการที่ยิ่งขึ้นจริงๆ ที่ควรจะให้เพิ่มรับแสงให้ไตเคิลขึ้นกว่ารับแสงปกติอีก $\frac{1}{3}$ สต่อพสำหรับการถ่ายตัวไตเคิล การทำเช่นนี้ทำให้มั่นใจว่าตัวไตเคิลจะเผยแสงบนพื้นหลังใด ๆ ไปด้วย แต่ก็ยังไม่ถูกแสงมากเกินไปจนก่อให้เกิดความพร่ารอบ ๆ เส้นขอบตัวหนังสือ (ในไตเคิล) ใ้เป็นที่แน่นอน การถ่ายทำภาพซอนเช่นนี้ จำเป็นเฉพาะเมื่อฉากพื้นหลังเป็นภาพซุม ซึ่งเปลี่ยนขนาดของกรอบภาพ (ที่นำมาใช้ถ่าย) เท่านั้น แต่ฉากพื้นหลังเป็นกรอบภาพขนาดเดียวกันตลอด ตัวไตเคิลก็สามารถจะระบายสี (ขาว) บนแผนเซลล์แล้วซอนทับให้แบบสนิทตรงกันบนภาพศิลปกรรม (ฉากหลัง) อีกแผนหนึ่ง โดยถ่ายภาพทั้งซุกด้วยการเดินกลองเพียงครั้งเดียว (ไม่ต้องถ่ายครั้งที่ 2)

การถ่ายภาพซ่อนนบนบมาทจริง

ยังมีเวลาอยู่อีก ในเมื่อผู้ถ่ายภาพยนตร์จะกองซ้อนทับภาพ 2 ชุด เพื่อจะรวมเอาภาพยนตร์การ์ตูนกับภาพยนตร์มาทจริง เขาไวควยกันในเรื่องขบวนการหรือคอนภาพยนตร์เดียวกัน ในกรณีเช่นนี้ ไม่เหมือนการทำไคเทล (ซ้อน) เพราะภาพทั้ง 2 ชุดประกอบควยสี่ของฮาล์ฟโตน (สีลดหลั่นกัน) ซึ่งไม่กองแสดงฉานทะเลซึ่งกันและกัน ดังตัวอย่างเรื่องภาพซ่อนของยายอวกาศนี้ ซึ่งซ้อนทับบนพื้นหลังที่ถ่ายซูมเข้า (Zoom-in ทำใหม่องเห็นภาพโคชั้น) เพื่อทำให้เกิดการประทัมใจในเรื่องยานอวกาศกำลังจะลงสู่พื้นดิน หรือภาพลูกศรที่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งแสดงให้เห็นการเคลื่อนตัวของอากาศภายในเครื่องบินคังหันจริง ๆ ในการทำให้เกิดผลชนิดนี้ ผู้ถ่ายทำสามารถเลือกเอาเทคนิคการถ่ายภาพบัง เคลื่อนที่ (ถ่ายภาพที่) หรือวิธีฉายภาพทางอากาศ (ถ่ายจากที่สูงมาก) วิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้ก็ได้

กล่าวโดยย่อ เทคนิคการถ่ายภาพบัง เคลื่อนที่ (Travelling matte) ก็คือการใช้หน้าฉากเนกาตีฟหรือโพสิตีฟบังภาพรูปร่างหรือบริเวณพื้นที่บางส่วนของพื้นหลัง เพื่อป้องกันมิให้ถูกแสงสว่าง (ครั้งแรก) แดสงวนส่วนคังกลาวนี้เอาไว้ถ่ายภาพรูปร่างหรือภาพใด ๆ ที่ต้องการ ซึ่งจะนำมาฉายซ้อนทับเข้าไปในภายหลัง (ครั้งที่ 2) การกระทำเช่นนี้เรียกว่าการถ่ายภาพบัง เคลื่อนที่ เพราะวาหน้าฉากเคลื่อนตัวไปพร้อมกับฟิล์มที่ไคด้วย มิว่าภายในกล่องในขณะถ่ายหรือภายในเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์แบบไอเลนซ์พิมพ์ (Optical printer) ในขณะพิมพ์ภาพผสมหรือภาพคังแปลง (Composite print) เป็นครั้งสุดท้าย

ถ้าผู้ถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเลือกใช้การถ่ายโดยใช้ภาพบัง เคลื่อนที่ ซางเขียนก็จะต้องเตรียมแผนเซลภาพที่ทำใหม่องเห็นเคลื่อนไหวได้ไว้ 2 ชุด ชุดหนึ่งประกอบควยแผนเซลศิลปกรรมระบายสีซึ่งจะนำมาใช้ฉายซ้อนทับลงบนภาพอื่น ส่วนอีกชุดหนึ่ง เป็นภาพเหมือนชุดแรกนั่นเอง เป็นภาพเงาขาวในรูปร่างเดิมและอยู่ในตำแหน่งเดิมทุกประการ ภาพคองภาพโดยตลอด แผนเซลภาพเงาขาวเหล่านี้จะถูกถ่ายบันทึกรวมกับภาพพื้นหลังสีคัง ลงบนฟิล์มคังขาวชนิดสีคังคังสูง (High contrast) ซึ่งบรรจุไว้ในกล่องในคังเยื่อไวแสงหันเข้าเลนซ์กล้อง (คังนิน) ฟิล์มที่ถ่ายแล้วนี้ หองไปวางยังหน่วยวางฟิล์มหรือหองแล็บ (Lab=

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

laboratory) โดยส่งให้ห้องแล็บกลางให้โคสตีคักันสูง แล้วนำฟิล์มดีทรมมาบรรจุเข้า
 กลอง ฉายแผ่นเซลภาพสีพร้อมควยพื้นหลังสีดำ โดยใช้เครื่องประทับและการเคลื่อนกลอง
 เหมือนเดิมทุกประการ เมื่อฟิล์มดีทักันสูง (Matte) ส่งกลับมาจากห้องแล็บ ให้บรรจุ
 เข้ากลอง โดยหั่นคานเยื่อไวแสงเข้าหาคานเยื่อไวแสงของฟิล์มสีที่ฉายแผ่นเซลภาพสีเรียบ
 รอยแล้วแต่ยังไม่ไคกลาง เอวอานหลังฟิล์ม (คานมัน) ที่ล้างแล้วนี้เข้าหาเลนชกลอง (คาน
 ไน) เพื่อความประสงค์นี้ จึงจำเป็นต้องใช้แมกกาซีนบรรจุฟิล์ม (2 มวน) และประกู
 ฟิล์มของกลองก็จำเป็นต้องสามารถรับฟิล์ม 2 ซินซอกัน ให้เคียนานประคฟิล์มโคพรอมกัน
 บคินักกลองก็พร้อมที่จะถ่ายบันทึกภาพจากพื้นหลังไคแล้ว ภาพเนกาตีฟมิงหนา (ที่ล้างแล้ว) จะ
 ทำหน้าที่เป็นหน้ากากบังส่วนต่าง ๆ ของฉานนี้ ซึ่งไคถูกแสงสว่างเนื่องจากการฉายแผ่นเซล
 ภาพระบายสีมาก่อนหน้านี้แล้ว และผลสุดท้ายที่จะไครับก็คือภาพซอนตามที่ต้องการ ซึ่งจะไม่
 มีฉานหนึ่งซอนเหลือมทะเลืออีกฉานหนึ่งปรากฏให้เห็น เป็นลักษณะภาพผี (Ghosting) ไคเลย

การถ่ายภาพมิงเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับงานศิลปกรรมที่เพิ่มขึ้น เป็นพิเศษอีกเป็นจำ-
 นวนมีไซนอยที่จะตอง เตรียมแผ่นเซลภาพเงาขาวในามากพอ นอกจากนี้ยังตองการไคกลองที่
 สามารถคักคังแมกกาซีนหรือกลองบรรจุฟิล์มคูลาไวควย ซึ่งผู้ฉายทำกรรมคามก็จะหากกลอง
 คังกลาวนี้ไคยาก อีกทางหนึ่งก็คือจะตองเตรียมภาพมิงที่ตองการไค การพิมพ์ภาพยนครแบบ
 ไคเลนช เพื่อการนี้ก็จะตองฉายแผ่นเซลที่ทำใมมอง เห็น เคลื่อนไหวไคไปทีละกรอบภาพลงบน
 ฟิล์มที่มีคักคักันสูง แต่ตองการให้แสงจากคานหลังภาพโดยคักคักวงไฟไวภายใตพื้นโตะที่ไค
 ฉายทำ การทำเช่นนี้จะกอให้เกิดภาพเนกาตีฟมิงหนา ที่ประกอบควยพื้นหลังคามี้อ พร้อมควย
 รูปวางและขนาดของภาพที่นำมาไค ทำใมมอง เห็น เคลื่อนไหวไค หรือของวัตถุบนฟิล์มโปรง
 ใส แล้วจึงฉายแผ่นเซลคาง ๆ อีกครั้งลงบนฟิล์มสีเนกาตีฟกรรมคูลา โดยไคตำแหน่งและ
 จังหวะเวลาเหมือนเดิม แต่ไคการให้แสงคานหน้าอย่างกรรมคูลาพร้อมกับพื้นหลังคามีคคคคค
 ไนที่สุคคักพื้นหลัง เองหรือคอนที่เป็นบทบาทจริง ก็ถูกถ่ายบันทึกลงบนฟิล์มสีเนกาตีฟกรรมคูลา
 แยกออกมาคางหาก

หลังจากล้างฟิล์มสีเนกาตีฟทั้งหมด และทำฟิล์มเป็นฟิล์มภาพมิงหนาโพสิตีฟจากฟิล์ม

ภาพข้างหน้า เนกาตีฟแล้ว ช่วง เทคนิคของแล็บจะทำการพิมพ์ภาพรวมของภาพข้างหน้า โพลีตีฟ กับฟิล์มภาพสี เนกาตีฟของภาพพื้นหลัง เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำเป็นฟิล์มภาพ โพลีตีฟของภาพพื้นหลัง โดยปล่อยให้ภาพรูปร่างของแผน เซลล์ที่ทำใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ ซึ่งมีได้รับการกระทบกระเทือนใด ๆ ได้รับความพิมพ์ซ้อนทับลงบนอีกฟิล์มภาพหนึ่งต่อไป การพิมพ์ครั้งที่ 2 จะรวมเอาฟิล์มภาพพื้นหลังที่เพิ่งถ่ายร่วมกับฟิล์มข้างหน้า เนกาตีฟกับฟิล์มภาพสี เนกาตีฟของแผน เซลล์ที่ถูกทำใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ การทำให้ถูกแสงสว่าง เป็นครั้งที่ 2 นี้เป็นเพียงการทำภาพใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ เพื่อนำไปพิมพ์ซ้อนทับลงบนภาพอื่น เท่านั้น ควบการใช้หน้าฉากข้างหน้าพื้นหลัง ซึ่งได้ถ่ายมาก่อนหน้าแล้ว นำเอาฟิล์มดังกล่าวนี้ไปล้าง เป็นภาพยนตร์ชนิด ภาพผสมหรือภาพคึกคักแปลง ซึ่งจะแสดงการซ้อนทับของ ภาพที่ทำใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ลงบน ภาพบทบาทจริง เป็นทั้งภาพที่มีสีคลลันกันและปราศจากการ เหลื่อมระวางของภาพทั้งสิ้น

ถ้าต้องการให้ภาพรูปร่างของบทบาทจริงกับ ภาพที่ทำใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ (หรือภาพยนตร์การ์ตูน) ประกอบกลมกลืนกันเข้าสนิทอย่างแท้จริง ก็ควรที่จะจัดเตรียมแผน เซลล์พร้อมด้วยความช่วยเหลือของ เครื่องฉายโรโตสโคป (Rotoscope) เครื่องนี้ก็คือ ระเบิดไฟฟ้าที่นำมาประกอบกันเข้ากับกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน ใช้ฉายภาพจากฟิล์ม ภาพยนตร์ที่ล้างแล้วและนำมาฉายเข้าใน เครื่องนี้โดยให้ฟิล์มผ่านประตูฟิล์มของ เครื่อง ใน ขณะที่ เครื่องโรโตสโคปฉายภาพบทบาทจริงจากฟิล์มภาพ โพลีตีฟ (ขึ้นมาทางใต้กระจก ฝาของพื้นโต๊ะฉายภาพยนตร์การ์ตูน) ที่ละกรอบภาพ ๆ ช่วง เขียนก็สามารถจะวาดภาพ ลงบนแผน เซลล์ วาดเป็นภาพที่จะทำใหม่ มองเห็น เคลื่อนไหวได้ (เช่นภาพการ์ตูน หรือสิ่งอื่น ๆ) ให้กลมกลืน เข้ากันกับบทบาทจริง (ในภาพยนตร์ที่ฉาย) อย่างสนิทแนบเนียนได้ (แล้วนำมา ฉายที่หลังร่วมกันที่ละกรอบภาพ)

การฉายภาพทางอากาศ

เทคนิคของการฉายภาพทางอากาศ (Aerial image projection) เป็น เทคนิคขั้นสูงอย่างหนึ่ง ซึ่งต้องใช้ เครื่องมือที่ละเอียดลออและมีมือที่พิถีพิถันมาก เทคนิคนี้ไม่ควรจะพยายามนำมาใช้ นอกจากจะหา เครื่องมือที่ถูกต้องแบบอาชีพจริง ๆ มาใช้ได้ แต่เพื่อ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะให้ทอง เรื่องของ เรื่องนี้ครบถ้วนจึงขอกล่าวพอเป็นสังเขปว่า เทคนิคในเรื่องนี้ทำกันอย่างไร

เทคนิคของการถ่ายภาพทางอากาศ (ภาพถ่ายที่) เป็นวิธีนำแผ่นเซลลูลอยด์ที่ทำใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ไปซ้อนทับลงบนซีเควนซ์ของภาพยนตร์ ที่เป็นบทบาทจริง ด้วยวิธีฉายภาพทางคานหลัง โดยไม่ต้องใช้ภาพบังหน้าข้างใต้โตะฉายทำภาพยนตร์การ์ตูน เครื่องฉายภาพแบบพิเศษที่มีหมึกหรือสลักครึ่งฟิล์มให้ตรงกันสนิท (ติดอยู่ในประตูลิโม่) ทำการฉายภาพไปบนเลนซ์ขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เลนซ์เกลี่ยแสง (Condensor) เลนซ์เกลี่ยแสงซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวกว่าเส้นทแยงมุมของกรอบภาพ (ที่กล้องฉายได้) เล็กน้อย คัดตั้งไว้ในที่ที่คัดตั้งกระจกฝ้าที่ไซ เป็นจอโปร่งแสงแบบทั่วไป ภายในพื้นโตะฉายทำภาพยนตร์การ์ตูน ทั้งตัวกล้องที่ติดกับโตะและเครื่องฉายคิกไวควายชุดเลนซ์ที่มีความยาวโฟกัสเท่ากัน ความยาวโฟกัสนี้ยาว เป็นครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่างพื้นโตะกับเลนซ์กล้องหรือเลนซ์เครื่องฉาย ความปกติแล้ว กรอบภาพสำหรับกล้องฉายเพียงขนาดเดียวจึงจะสามารถนำมาใช้ได้ ถึงแม้ว่าบางระบบสามารถจะคัดแปลงแก้ไขให้ปรับขนาดของกรอบภาพที่กล้องจะฉายได้ ให้มีขนาดแตกต่างกันได้ก็ตาม

ควยการกระทำเช่นนี้ ฟิล์มภาพยนตร์บทบาทจริงจะถูกฉายไปบนเลนซ์เกลี่ยแสงที่ละกรอบภาพ ในขณะที่เดียวกันแผ่นเซลลูลอยด์ที่จะทำใหม่มองเห็นเคลื่อนไหวได้ ซึ่งถูกให้แสงจากคานบนวางสอดเข้าชุดเพกที่ไซอีกครั้งภาพให้ตรงกัน (ของกรอบอัตรภาพบนโตะฉายทำ) แล้วใช้กล้องที่ติดอยู่กับโตะฉายบันทึกภาพคัดแปลงของภาพบทบาทจริง (จากแว่นเกลี่ยแสง) ผสมกับภาพจากแผ่นเซล (ภาพการ์ตูน) ไปที่ละภาพตามลำดับ

การถ่ายภาพทางอากาศเป็นการหลีกเลี่ยงความเบื่อหน่ายของการจัดทำภาพเงาขาว หรือหลีกเลี่ยงการถ่ายและล้างฟิล์มภาพนิ่งหน้าเคลื่อนที่หลาย ๆ ชุด แต่ก็ เป็นเทคนิคที่ต้องการเครื่องมือที่ประณีตมาก ต้องการการใช้ที่ซ้ำของในเรื่อง เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเลนซ์และต้องการการให้แสงที่จัดให้เท่าเทียมกันอย่างรอบคอบ การทำให้อภาพตรงกันสนิททั่วทั้งภาพและทุกภาพเป็นสิ่งจำเป็นมาก สำหรับการถ่ายภาพนิ่งเคลื่อนที่หรือการใช้เทคนิคภาพทางอากาศ ทั้งในแง่ฉายที่ติดอยู่บนเคะและในเครื่องฉายสำหรับผลิตภาพยนตร์ชนิดนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

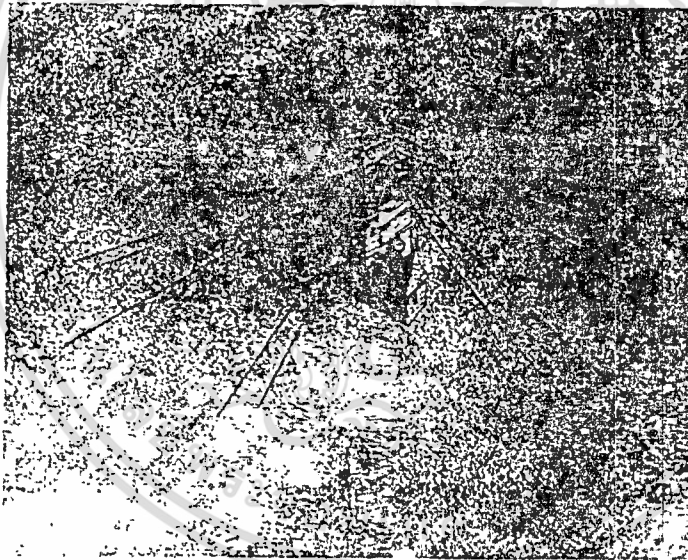
จำเป็นต้องมีหมึกหรือสลักครึ่งภาพให้ตรงกันตลอด (ศึกษอยู่ในประจักษ์ฟิล์ม) ฟิล์มภาพยนตร์ที่ใช้ฉายไม่ว่าในการจัดทำภาพศิลปะหรือในการถ่ายภาพทางอากาศ ควรจะล้างให้ได้สีตัดกันต่ำ (Low contrast) และจัดพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ภาพยนตร์ชนิดที่มีหมึกครึ่งภาพให้ตรงกัน ซึ่งสามารถพิมพ์ที่ละภาพได้ โดยใช้ฟิล์มที่มีหนามเคียวแบบ เนกาตีฟมาพิมพ์ ในการจัดทำภาพศิลปะหรือการถ่ายภาพทางอากาศ หรือการจัดทำภาพมิงหน้าเคลื่อนที่ จำเป็นต้องรอบคอบพิถีพิถันเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้เป็นที่มั่นใจว่ากรอบภาพทั้งสอง เริ่มกันตรงกัน ถ้ามีฉะนั้นแล้วทั้ง 2 ภาพจะไม่ซ้อนทับตรงกันสนิท

การถ่ายภาพลบย้อนหลัง

เทคนิคที่มีการใช้หลายอย่างโดยเฉพาะในงานถ่ายเป็นท่าแผนภาพ (Diagram) เรียกตามศัพท์ว่าภาพลบย้อนหลัง (Scratchback) (ดูภาพที่) เทคนิคนี้จะถูกนำมาใช้ก็คือ เมื่อวัตถุหนึ่งของ เจริญเติบโตขึ้นตามวิถีทางในฉากภาพยนตร์หนึ่ง ทั้งตัวอย่างเช่น เส้นหนึ่งวิ่งไปสุดดินลง หรือภาพโตเต็มที่เขียนตัวเอง ซึ่งดูราวกับว่าเขียนขึ้นด้วยมือที่มองไม่เห็น ในกรณีเช่นนี้ ภาพศิลปะที่สมบูรณ์ (ภาพเส้นตัวหนังสือของโตเต็มที่) จะถูกเขียนขึ้นบนแผ่นเซล เทนกลองถ่ายภาพด้วยวิธีดอยหลังฟิล์ม ทำการถ่ายภาพบนแผ่นเซลด้วยการลบ (เส้นตัวหนังสือจากปลายบรรทัด) ออกทีละน้อยถ่ายไปที่ละภาพ (ลบไปเรื่อย ๆ) โดยทั่วไปมักจะใช้กระดาษปิดทับ เพื่อแสดงว่าจะต้องลบออกไปมากน้อยเท่าไร เมื่อจำเป็นจะต้องใช้เทคนิคนี้ก็จำเป็นจะต้องระมัดระวัง เป็นอย่างยิ่งที่จะไม่ชุกชุกแผ่นเซล ในเมื่อต้องการลบหรือทำให้บางส่วนของงานศิลปะหายไป โดยใช้เข็มนำหรือไม้คี เครื่องมือที่ทำด้วยไม้หรือพลาสติก เช่นคานแปรงทาสี เป็นต้น (แทนการชุกชุก) นอกจากนี้ภาพศิลปะที่จะนำมาใช้รับการกระทำดังกล่าวนี้ ไม่ควรที่จะระบายด้วยสีไวเนล ซึ่งเมื่อแห้งแล้วจะทำให้แข็งตัวมากจนเกือบไม่สามารถจะลบออกได้ ให้ใช้สีน้ำสเมกาวแทนสีดังกล่าว ถ้ากลองไม่สามารถจะลบด้วยวิธีการดอยหลังฟิล์มได้ (ซึ่งความจริงควรจะถ่ายได้) ฉากภาพยนตร์ดังกล่าวนี้ก็ยังสามารถจะถ่ายได้ ถ้าใช้ฟิล์มขนาด 16 มม. ฟิล์มนี้จะต้องมีรูหนามเคียว 2 ข้าง ภาพศิลปะที่จะถูกถ่ายจะต้องวางครึ่งอยู่ในหมึกยึคตรงกันตลอด ข้างใดกลองที่ติดตั้งกลับเอาลงขึ้นบน (เอาบนลงล่าง) แล้วถ่ายไป (ทีละภาพ) โยยกกลองเคลื่อนฟิล์มไปข้างหน้าอย่างธรรมดา เมื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำมาใช้ไปใช้ประโยชน์อื่นใด การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้างฟิล์มนี้เรียบร้อยแล้ว ก็ตัดเอาฟิล์มส่วนนี้ออก กลับเอาปลายฟิล์มส่วนล่างขึ้นบน ซึ่งเป็น การแน่นอนที่จะต้อนำเอากรอบภาพสุดท้ายมาใช้เป็นภาพแรก และจะก่อให้เกิดผลเช่นเดียวกับ การถ่ายภาพย้อนหลัง (ก็กล่าวมาแฉะ) ถ้าใช้ฟิล์มขนาด 35 มม. หรือ 8 มม. ด้วย วิธี การดังกล่าวนี้ก็ไม่สามารถจะนำมาใช้ได้อีกแล้วคือในฟิล์ม 35 มม. ตัวภาพมีใคอยู่ตรงกลาง ฟิล์มจริง ๆ เพราะมีที่ว่างสำหรับเป็นเส้นเสียง (อยู่ที่ริมฟิล์มด้านหนึ่ง) ส่วนในฟิล์ม 8 มม. มีรูหนามเคยอยู่เพียงข้าง เดียวเท่านั้นและถึงนั้น ภาพหลังที่กลับ เอาทางฟิล์มขึ้นบนแล้ว ฟิล์ม ข้างที่มีรูหนามเคยจึงกลับไปอยู่ผิดข้าง (ตรงข้างที่ไม่มีรูหนามเคยซึ่งต่อกันไม่ได้)



ภาพที่ 49 การถ่ายภาพย้อนหลัง

วิธีประหยัดที่ถูกต้องในการทำภาพยนตร์การ์ตูน

การประหยัด เป็นปฏิบัติกับคุณภาพ

โดยทั่วไปงานถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เป็นงานที่ลึกลับและต้องใช้แรงงานเป็นอย่างมาก ต้องการทักษะทางเทคนิคและความเป็นเลิศทางศิลปะ บวกกับการจัดเวลาให้อย่างใจกว้าง การทำภาพยนตร์การ์ตูนที่มีคุณภาพสูงยังต้องการ เครื่องมือ เครื่องใช้ที่ประณีตละเอียดลออซึ่งอาจมีราคาสูงอีกด้วย วัสดุสำหรับทำภาพยนตร์การ์ตูนไม่จำเป็นต้องมีราคาสูง แต่เป็นการผิดพลาดที่จะประหยัดไม่เลือก หรือประหยัดไปในทางที่ยอมเสียสละคุณภาพหรือสิ่งประทับใจของภาพยนตร์

ก่อนการผลิต

ผู้ประสงค์จะเป็นนักถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนมักจะถูกแนะนำเป็นอย่างดี ไม่ให้ประหยัดในเรื่องเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างเวลาก่อนหน้าถ่ายทำ เนื่องจากขั้นนี้เป็นการลงทุนควยเวลาของจิตรกรหรือช่างเขียน ช่างเทคนิคและช่างกลอง ซึ่งจะได้รับการจวกกลับในภายหลัง ควยการป้องกันการถ่ายใหม่ การเขียนภาพใหม่ หรือแม้แต่การเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงในเรื่อง เทคนิคของการทำภาพยนตร์การ์ตูน คณะถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนทั้งคณะควรจะได้ตกลงร่วมกันก่อนในเรื่องทริค เมนส์และสตอรี่บอร์ด ในเรื่อง การเลือกใช้เทคนิค และการออกแบบทั่วไปของภาพยนตร์นั้น เขาควรจะได้เข้าใจและตกลงควยว่าตรงไหนสามารถจะใช้วิธีลัดและประหยัดได้โดยปราศจากการเสียสละคุณภาพ (ของภาพยนตร์)

การเลือกเทคนิค

ในการเลือกใช้เทคนิค เทคนิคของการสับเปลี่ยน (การเคลื่อนไหวที่ค่อย ๆ ปรากฏของวัตถุที่แข็ง) ต้องการการวางแผน จำนวนชั่วโมงทำงาน ความเป็นเลิศในทางศิลปะและเวลาถ่าย น้อยกว่าเทคนิคแทนกัน อย่างเห็นได้ชัดคั้ง เช่นการถ่ายทำภาพยนตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นจากแผ่น เซลลรูปภาพต่อกรอบภาพ อย่างเร็วก็ตามตรงข้ามกับปัญหา เรื่องการประหยัด นักทำภาพยนตร์การค้นยังต้องยกเอาปัญหาของคุณภาพ ประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ และความประทับใจที่พึงประสงค์ของภาพยนตร์ขึ้นมาอีกด้วย

การเลือกเครื่องมือ

การทับตรงกันตลอด อย่างประณีตละเอียดลออของภาพศิลปกรรม ไม่ว่าจะเป็น ภาพที่อยู่บนโต๊ะ เขียนภาพของช่าง เขียน หรือเป็นภาพที่อยู่บนโต๊ะฉายทำภาพยนตร์การค้น เป็น สิ่งสำคัญแก่การฉายทำภาพยนตร์การค้นแบบที่ใช่แผ่นเซลเพื่อการนี้ เป็นการดีที่สุดที่จะจัดซื้อ ชุดเปกมลดฐานกับ เครื่อง เจาะรู เปก การใช้สิ่งที่มีราคาถูกแทนสิ่งดังกล่าวในที่นี้สามารถ จะทำให้ภาพตรงกันไคไม่คี่เท่าที่ควร กรอบภาพและวัตถุอาจ เคลื่อนที่และทำให้ความ เคลื่อน ไหวของภาพสิ้นกระตุกและรบกวนสายตาไค ในทำนอง เดียวกันก็ขอแนะนำ ให้เลือกใช้กล้อง มาตราฐานสูง ที่สามารถใช้งานไคสะดวกและแม่นยำ สำหรับงานฉายทำภาพยนตร์การค้นที่ ต้องการทั้งหมด

การเลือกวัสดุ

สำหรับวัสดุราคาแพงขอยอมขึ้นอยู่กับเทคนิคที่เลือกใช้ การหาไคฉายของวัสดุ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้อยู่ฉายทำภาพยนตร์การค้น การฉายทำภาพยนตร์การค้นแบบที่ใช่แผ่น เซลขอมอง เสียใจจ่ายสูงอย่างปฏิเสธไม่ไค แต่ก็ยังสามารถประหยัดเวลาและวัสดุไค บาง คั้งที่ไคแสดงให้ เห็นไวคอนหนานี้แล้ว ยิ่งไปกวานั้น ความเพื่องทางสร้างสรรค์บางทีก็ สามารถทำให้พบวัสดุหลายอย่างที่ใช้สำหรับฉายทำภาพยนตร์การค้นชนิดใช้วัตถุไคโดยการสับ เปลี่ยน และพบเทคนิคหลายอย่างสำหรับใช้ทำงานนี้ให้ลุล่วงไป การฉายทำภาพยนตร์การค้น วัสดุสามมิติยังทำให้ความเป็นไปไคในการใช้วัตถุต่าง ๆ เป็นที่อีกหนาระอาใจอยู่ ไคแก ลูกลอย ไมกอก เสนลวดคอน ลวดทอ แมเหล็ก คินน้ำมัน คินเหนียวสำหรับป็น และวัตถุ ธรรมชาติอื่น ๆ อีกมากมาย รวมทั้งผลิตภัณฑ์ประดิษฐ์ ซึ่งหาไคง่ายในตลาด

การทำภาพยนตร์การค้นพะ าสติหรือแบบรูปป็นต้องการใช้ ไคฉายทำชนิดขุมยูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยกว่าแบบอื่น ๆ แมแต่โต๊ะแบบง่าย ๆ ที่ประกอบควยพื้นโต๊ะโค้งเล็กน้อย เพื่อลดเงาที่ไม่
 ต้องการในนอยลง ประกอบควยกลองทราบ หรือเครื่องประดับฉากขนาดขอมแบบง่าย ๆ ก็
 ไซ้โต๊ะ ทั้งนี้ยอมขึ้นอยู่กับแบบของภาพยนตร์การคูณที่ชีวิตดูตามที่ตั้งใจ อย่างไรก็ตามผู้ถ่ายทำ
 จะต้องให้ความสนใจใส่ใจสมากขึ้นแกมุมของการให้แสงที่ถูกต้องและหลบเลี่ยงเงาควย และ
 ความเคลื่อนไหวของวัตถุ (ที่นำมาใช้ถ่ายทำ) ความที่โตคำนวณแล้ว และแก่การรักษากล้อง
 ที่โคตคั้งไว้อย่างมั่นคง

จากที่โลกลาวไว้ในตอนต้น เกือบจะทำให้ดูเหมือนว่า ความพยายามใด ๆ ที่มุ่ง
 คุณภาพสูงขอมจะก่อให้เกิดการประหยัดในเรื่อง เครื่องมือโคมากที่สุด ประหยัดเวลาและทักษะ
 ที่มีราคาสูง ในขณะที่เรื่องนี้จะเป็นจริงสำหรับการทำภาพยนตร์การคูณแบบไซ้ เซลที่ควบคุม
 คุณภาพ (และแม้จะเป็นเช่นนี้ก็ยังมีหนทางที่จะประหยัดโค) ก็ยังมีเทคนิคการทำภาพยนตร์
 การคูณแบบอื่น ๆ เกิดขึ้นมาทั้งขบวน ซึ่งลดต้องการ เครื่องมืออื่นน้อยกว่า ไซ้เวลาน้อยกว่า
 และต้องการทักษะหรือความจ้คเจนน้อยกว่า

ควรจะเป็นที่เข้าใจตั้งแต่เริ่มต้นแล้วว่า การสร้างภาพยนตร์ในตัวของมันเอง เป็น
 ศิลปะที่มีราคาสูง และยังเป็นภาพยนตร์การคูณควยแล้วยัง เป็นศิลปะที่ของไซ้ทักษะสูงกว่าเสีย
 อีกในบรรดาการสร้างภาพยนตร์ควยกัน แต่ผู้สร้างที่สามารถจะเลือกไซ้ฟิล์มภาพยนต์ขนาด
 35 มม. (ซึ่งมีราคาสูงที่สุดในคานเครื่องมือและตัวฟิล์มเอง) หรือเลือกไซ้ฟิล์มขนาด 16
 มม. (ซึ่งประหยัดกว่าและมีกล้องที่สามารถถ่ายภาพยนตร์โคควย แต่จะต้องเลือกให้ค้) หรือ
 ในบางกรณี เช่นการถ่ายทำภาพยนตร์การคูณแบบที่ง่ายมาก ก็เลือกไซ้ฟิล์มขนาด 8 มม.

เป็นที่แน่นอนที่จะไม่ประหยัดเลย ในเมื่อต้องการสร้างภาพยนตร์การคูณเพียงเรื่อง
 เดียว แต่กลับซื้อเครื่องมือ เครื่องไซ้และเครื่องประกอบมาจนครบชุด แต่หาหน่วยงานหนึ่ง
 กำลังจะสร้างภาพยนตร์การคูณเป็นระยะเวลาหลายปี การลงทุนขั้นพื้นฐานไปในการจ้คซื้อ
 เครื่องมือชั้นหนึ่ง ก็จะโคกลับค้คินคานกำหนดเวลาในที่สุด และโครับค้คอบแทนเป็นคาคคุณภาพ
 และประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในเมืองไซ้วิถีค้คและไซ้เทคนิคค้คโคกลาวมาแล้วแต่แรก

แต่ก็เป็นไปได้อีก ที่จะเลือกใช้วิธีที่ประหยัดกว่าและง่ายกว่ามาสร้างภาพยนตร์ การ์ตูน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมื่อเลือกใช้วิธีอื่นนอกจากเทคนิคการใช้แผ่น เซลซึ่งค่อนข้างแพง อย่างละเอียดลออมาก โดยช่างภาพยนตร์การ์ตูนจะต้องแยกแผ่น เซลใหม่ ให้ตรงกับเนื้อหา ใจชั้นพื้นฐานของเขาในเรื่อง เกี่ยวกับหลักกลศาสตร์ทางความเคลื่อนไหว ระคนความรู้สึกใน ตัวเขาในเรื่องจังหวะเวลา ใช้ความเกี่ยวเนื่องกันในทางสร้างสรรค์ในเรื่องการเลือกใช้ วัสดุ และพิจารณาถึงความเคลื่อนไหวของวัตถุและผลงานของกลองควย การประหยัดไม่ควร จะนำมาใช้เป็นข้ออ้างสำหรับการสร้างภาพยนตร์การ์ตูนที่มีคุณภาพต่ำ ในทางตรงกันข้าม วิธี ที่ง่ายกว่าและประหยัดกว่าของการการใช้ทักษะและเขาวนที่ฉลาดกว่า





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การศึกษาระบบกลไก

การศึกษาระบบกลไกนี้เป็นการศึกษาระบบถ่ายทอดกำลัง เพื่อนำข้อดีใช้กับระบบการเลื่อนแผ่นภาพ และระบบการปรับระดับต่าง ๆ ระบบถ่ายทอดกำลังสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ระบบคานชัก
2. ระบบสายพาน
3. ระบบโซ่
4. ระบบเฟือง
5. ระบบขอเหวี่ยงโดยตรง
6. ระบบไฮดรอลิค

1. ระบบคานชัก

การถ่ายทอดกำลังด้วยคานชัก มักจะนำมาใช้เมื่อระยะระหว่างจุดคนกำลังห่างจากจุดขับเคลื่อนมาก แต่ระบบนี้ไม่มีการยืดหยุ่นของอากัณฑ์จุดหมุนแกนเพลลาและจุดหมุนจะเกิดการสึกหรือเร็ว เกิดสั่นไถ่กาย มักส่งกำลังในแนวเดียวกันการเปลี่ยนทิศทางการหมุนทำได้ยาก ระบบนี้เป็นระบบที่ง่าย และราคาถูก การได้เปรียบเชิงกลและการผ่อนแรงน้อย

2. ระบบสายพาน

การส่งกำลังจากเพลลาหนึ่งไปยังเพลลาหนึ่งโดยใช้สายพานสามารถช่วยผ่อนแรงกระแทก ทำให้การทำงานของระบบไม่มีเสียง สามารถแบ่งชนิดสายพานได้ 2 ประเภท

2.1 สายพานรูปตัววี ำใช้งานที่คงส่งกำลังแรงดูดสูง และความเร็วรอบสูง

เป็นการส่งกำลังโดยตรง โดยอาศัยแรงเสียดทานและลิมปะรอกอบกั้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สายพานแบน ใช้ในงานที่มีการส่งกำลังค่าแควความเร็วสูง เป็นการส่งกำลังโดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่างผิวสายพานกับสายมูเล

สายพานเป็นตัวช่วยถ่ายเทกำลังจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของกำลังได้ การติดตั้งไม่ยาก เป็นวิธีส่งกำลังที่ลงทุนน้อยช่วยผ่อนแรงกระแทก (SHOCK LOAD) ทำให้เกิดเสียงน้อยลง

ข้อเสียของสายพานคือ การลื่นของหัวมูเล การป้องกันการลื่นต้องเพิ่มแรงดึงของสายพานเพื่อให้มีแรงเสียดทานมาก ซึ่งเพิ่มคนกำลัง ผลที่ตามมาคือ แบร็งของสายพานจะสึกหรือเร็ว

วัสดุที่ใช้ทำสายพานส่วนมากเป็นยาง ยางหนึ่งสัปดาห์เสริมกำลังด้วยเส้นใยสังเคราะห์ ไคแท็ก ไนลอน โพลีไมค หรือเส้นเชือก

3. ระบบโซ่

การส่งกำลังด้วยระบบโซ่จะไคจำนวนรอบการหมุนที่สม่ำเสมอไม่มีการลื่นแบบสายพาน เพราะอาศัยการชกกันระหว่างโซ่กับเฟือง มักจะนำไปใช้ในเนื้อที่อัตราทุหรือระยะห่างระหว่างเพลลาไม่พอที่จะใช้สายพาน เพราะการคักและคอสายพานจะเป็นจุดอ่อนคอการคักสายพานให้คัง แรงคังในโซ่มีน้อยกว่าสายพานแต่ระบบโซ่การยักหุยน้อย คอมีการระวังรักษา ใส่น้ำมันหล่อลื่นอย่างสม่ำเสมอการ เป็นสนิมก็ง่าย การ เปลี่ยนทิศทางการหมุนของคนกำลังทำได้ยากมาก

การแกการคกของโซ่โดยตัวปรับโซ่จะช่วยลดคปัญหาคได้ แต่การปรับโซ่ให้คังจะส่งผลให้แบร็งของเพลลาเกิดการสึกหรือเร็วขึ้น

ชนิดคาง ๆ ของโซ่

3.1 STEELBOLT CHAIN ระยะพิช 32 - 150 ม.ม. มักนำไปใช้กับเครื่องกลทางการ เกษตร

3.2 SEPERABLE CHAIN ระยะพิช 22 - 148 ม.ม. แรงคัง 300 - 3200 เหมาะกับเครื่องกลทางการ เกษตรและอุปกรณ์ขนถ่าย

3.3 GALL CHAIN เหมาะกับงานประเภทเครื่องยกของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.4 ROLLER CHAIN เหมาะกับงานเกือบทุกชนิด มักใช้กับงานที่กองการ
ขนย้ายหรือเคลื่อนที่
- 3.5 BUSH CHAIN เหมาะกับงานที่มีแรงเหวี่ยง เช่น เครื่องยนต์
มอเตอร์ไซค์และจักรยาน
- 3.6 ROTARY CHAIN เหมาะกับงานที่ใช้รับแรงกระแทกเพราะยืดหยุ่น
ได้ดี
- 3.7 GEAR CHAIN เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วสูงและเสียงจะเงียบมาก
มักใช้กับเครื่องยนต์
- 3.8 SPECIAL CHAIN เหมาะกับงานหยาบและอยู่กลางแจ้ง รับแรงได้
ดีมาก เช่น รถขนถ่ายวัสดุ บันไดเลื่อน และระบบขนส่งของหมุนเวียน

4. ระบบเฟือง

เป็นตัวถ่ายทอดกำลัง โดยการทกความเร็วจากแกนเฟลาแกนหนึ่ง ไปสู่แกนเฟลาอื่น เช่น เกี่ยว
กับคันชัก สายพานและโซ่ สามารถใช้กับความเร็วสูงได้ อัตราความเร็วจะคงที่และกำลังสูง
แน่นอนกว่า ต้องมีการหล่อลื่น อายุการใช้งานนาน การเปลี่ยนทิศทางการหมุนดีมาก

5. แบบขอเหวี่ยงโดยตรง

เป็นระบบที่ง่ายที่สุด คือถ่ายทอดผลลิตคิกตั้งและการบำรุงรักษา ไม่มีความยุ่งยากซ่อนเป็นได้
จากสามล้อ เค้ก เลนการหมุนฟิล์มของกล้องถ่ายรูป

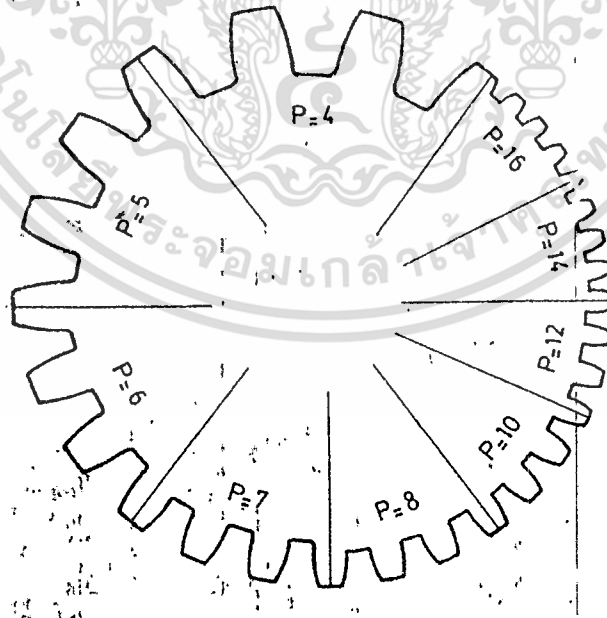
6. ระบบไฮดรอลิก

เป็นระบบที่ทันสมัยที่สุดในทั้งหมดที่กล่าวมา อาศัยหลักของโมเมนตัมในการผ่อนแรง และหลัก
ของความดัน คือความดันที่ให้กับจุดใดจุดหนึ่ง บนของเหลวในภาชนะปิดจะไปปรากฏที่จุดอื่น
ทุกจุดในทันที อาศัยการหมุนเวียนของแรงดันทำให้ได้เปรียบเชิงกลมากแต่มีปัญหาเรื่องราคา
และการบำรุงรักษา

ชนิดต่าง ๆ ของเฟือง

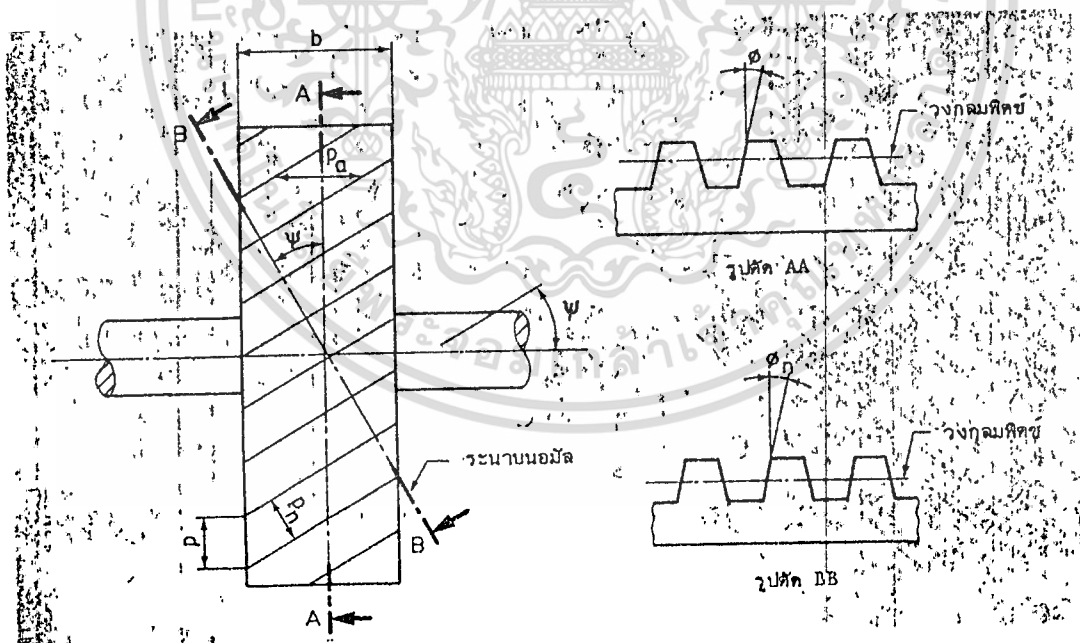
เฟืองตรง (SPUR GEAR)

เป็นส่วนที่พบในเครื่องจักรกลทั่วไปโดยใช้ทำหน้าที่ส่งกำลังและการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึงที่ขนาดกันส่วนมากเฟือง (DRIVING GEARS) จะมีขนาดเล็กกว่าเฟืองตาม (DRIVEN GEARS) และมีชื่อเรียกพิเศษว่าพินเนียน (PINION) ส่วนเฟืองใหญ่เรียกว่าเฟือง แต่การใช้งานบางโอกาสก็อาจจะใช้เฟืองใหญ่ เป็นเฟืองขับได้เนื่องจากว่าเฟืองที่ผลิตและใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ยังคงใช้ระบบหน่วยอังกฤษอยู่เป็นจำนวนมากซึ่งก็จำเป็นต่อการเปลี่ยนเฟืองของเครื่องจักรกลที่ชำรุดเสียหาย ฉะนั้นเฟืองในระบบหน่วยอังกฤษก็ยังคงผลิตออกมาอีกเป็นเวลานาน



ส่วนเฟืองเฉียงการสัมผัสระหว่างฟันเฟืองจะเริ่มสัมผัสเป็นจุด (POINT CONTACT) และเมื่อหมุนเฟืองไปก็จะเปลี่ยนไปสัมผัสเป็นเส้น เนื่องจากลักษณะของการสัมผัสของฟันเฟืองนุ่มนวลกว่าของเฟืองตรง จึงทำให้มีเสียงในการทำงานน้อยลง และแรงกระแทกก็ลดลงด้วย ดังนั้นเฟืองเฉียงจึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่ความเร็วสูง และส่งกำลังมากกว่าเฟืองตรง

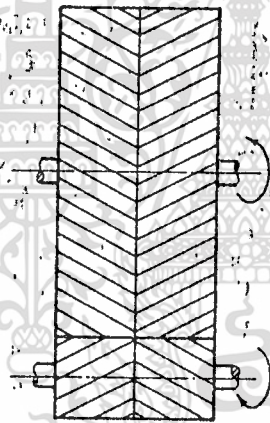
เนื่องจากฟันเฟืองทำมุมกับแกนหมุนเป็นผลให้แรงที่กระทำต่อฟันเฟืองส่วนหนึ่งจะมีทิศทางอยู่ในแนวแกนหมุนดังนั้นแบริ่ง (BEARING) ที่ใช้รองรับเพลลาของเฟืองเฉียงจึงต้องสามารถรับแรงในแนวแกนนี้ด้วย (THRUST LOAD) ซึ่งเป็นข้อเสียของเฟืองชนิดนี้ ถ้าแรงนี้มีค่ามากก็อาจแก้ไขได้โดยใช้เฟืองเฉียงสองอันมีมุมเอียงตรงข้ามกันมาวางคู่กันซึ่งเรียกว่าเฟืองกางปลา (HERRING BOND GEAR) เพื่อทำให้เกิดแรงในแนวแกนที่ตรงข้ามกันเพื่อที่จะให้แบริ่งไม่รองรับแรงดังกล่าวนี้



ภาพที่ 51 เฟืองเฉียง

เฟืองกางปลา

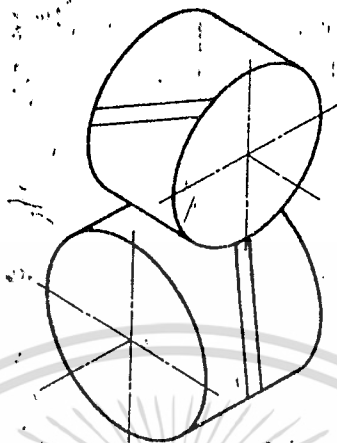
การขับเคลื่อนเฟืองเฉียงจะเกิดแรงรูนในแนวแกนของเพลาดังนั้น เพื่อที่จะชดเชยแรงรูนที่เกิดขึ้นและยังคงรักษาคุณสมบัติที่ดีของเฟืองตรงไว้ จึงมีการนำเอาเฟืองเฉียงสองอันมาวางขับเคลื่อนกันในรูป และมีชื่อเรียกว่าเฟืองกางปลา (HERRINGBONE GEARS) เฟืองคู่นี้จะมีมุมอีลิคซ์กลับกัน ทั้งนี้เพื่อให้แรงรูนในแนวแกนที่เกิดจากเฟืองแต่ละอันมีทิศตรงกันข้าม ทำให้ไม่ตองไขเบร็งกันรูนรับแรงในแนวแกน การคำนวณและรายละเอียดอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วก็ยังคงใช้ได้เหมือนเดิม เฟืองกางปลามักจะมีมุมอีลิคซ์โต 30 ถึง 45 องศา ทั้งนี้เพื่อให้แรงรูนในแนวแกนสูงพอที่จะค้ำเฟืองทั้งสองให้ค้ำกันอยู่เสมอ



ภาพที่ 52 เฟืองกางปลา

เฟืองเฉียงไขว้

เมื่อนำเฟืองเฉียงมาไขว้ส่งกำลังระหว่างเพลาคี่ไม่ขนานกัน เฟืองคู่นี้จะมีชื่อเรียกว่าเฟืองเฉียงไขว้ (crossedhelical gear) ดังที่แสดงอยู่ในรูป 3.5 การขับของฟันเฟืองในลักษณะนี้มีการสัมผัสกันเป็นจุด ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการส่งกำลังน้อย ๆ เท่านั้น และอัตราการสึกหรอค่อนข้างสูงจึงไม่แนะนำให้ใช้เพื่อการส่งกำลัง เฟืองทั้งคู่ไม่จำเป็นต้องมีมุมอีลิคซ์เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมของเพลาคี่



ภาพที่ 53 เฟืองเฉียงไขว้

เฟืองหนอน (WORM GEAR)

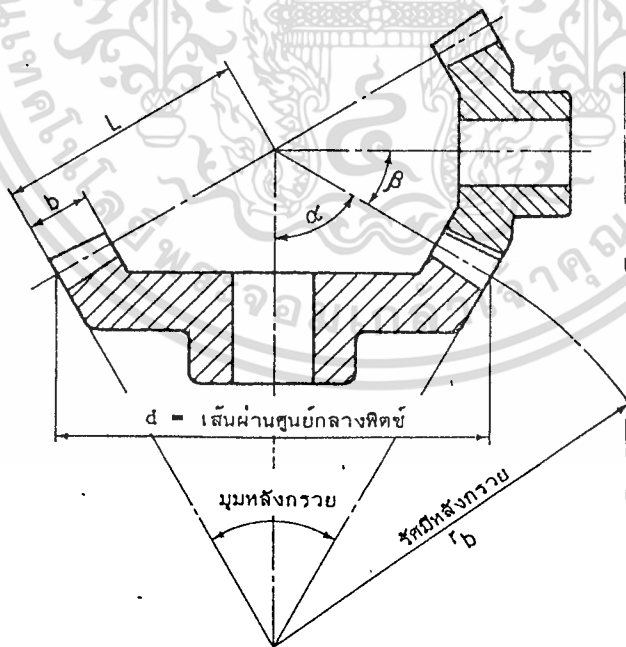
ส่วนมากมักจะเป็นชุดสำหรับส่งกำลังที่ไม่ขนานกันและไม่คดกัน ซึ่งต้องการให้มีอัตราราคาสูง ชุดเฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (WORM) และเฟืองหนอน (WORM GEAR) โดยปกติแล้วมักจะใช้ชุดเฟืองหนอนระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา แม้ว่าจะสามารถใช้เฟืองชุดเฉียงส่งกำลังในลักษณะเดียวกันได้ แต่ก็ไม่สามารถส่งกำลังได้มากเท่ากับชุดเฟืองหนอน การทำงานของชุดเฟืองหนอนจะเรียกว่า แครชเสียดของชุดเฟืองหนอนก็คือ ประสิทธิภาพของการส่งกำลังจะต่ำและมีความร้อน เนื่องจากการเสียดสี (SLIDING) ระหว่างฟันมากกว่า

เฟืองคอกจอก

เฟืองคอกจอก (bevel gears) ใช้สำหรับส่งกำลังผ่านเพลาที่ทำมุมใด ๆ คอกกัน เฟืองคอกจอกอาจจะเรียกได้ว่าเป็นเฟืองกรวยคัต (conical gear) ทั้งนี้เพราะเฟืองชนิดนี้ผลิตขึ้นมาจากแบบรูปกรวย (conical bank) การรับแรงของเฟืองคอกจอกก็มีส่วนคล้ายคลึงกับเฟืองตรงและเฟืองเฉียง ดังนั้นหลักในการคำนวณจึงมีส่วนคล้ายกับเฟืองชนิดที่ได้กล่าวมาแล้ว เฟืองคอกจอกจะยังผลิตขึ้นมาเป็นคู่เพื่อใช้เฉพาะงาน แต่ในเชิงการผลิตจะผลิตเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานกับเฟืองอื่น ๆ ใดเหมือนกับเฟืองตรง การคำนวณออกแบบเฟืองคอกจอกอาจใช้วิธีการคำนวณใดหลายวิธี เช่น เกี่ยวกับการคำนวณชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอื่น ๆ ในที่นี้จะแสดงถึงวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับเฟืองตรง และวิธีการของสมาคมผู้ผลิตเฟือง (AGMA) แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีคำนวณวิธีใด ผลของการคำนวณที่ใดก็จะเป็นเพียงผลเบื้องต้นเท่านั้นจนกว่าจะใดทำการทดลองแล้วจะสามารถใช้งานได้ตามความประสงค์ สำหรับการคำนวณในบทนี้จะแสดง เฉพาะในกรณีที่เพลาทำมุมฉากกัน เท่านั้น

เฟืองคอกจอกชนิดธรรมดาที่ใดจะมีพื้นเป็นพื้นตรง ซึ่งจะเรียกว่าเฟืองคอกจอกพื้นตรง หรือเฟืองคอกจอก เหมาะสำหรับการใช้งานที่ความเร็วพิชไม่เกิน 5 m/s แต่อย่างไรก็ตามถ้าผิวหนึ่งของพื้นเฟืองผ่านการปรับแต่งอย่างใด เช่น ทำการเจียรระไน (grinding) ก็อาจใช้งานได้ถึงความเร็วพิช 50 m/s โดยที่ไม่เกิดเสียงดังจนเกินไปนัก



ภาพที่ 54. รูปร่างทั่วไปของเฟืองคอกจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับระบบแสง

ประเภทของแสง

แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. แสงธรรมชาติ (NATURAL LIGHT) เป็นแสงที่เหมาะสมที่สุดกับห้องต่าง ๆ ในอาคาร เพราะเป็นแสงที่ให้ความอบอุ่น ไม่เปลี่ยนแปลงสีของวัตถุ และมีข้อเสียเป็นแสงที่ควบคุมยาก สามารถจะนำมาใช้ได้ 2 วิธี

1.1 แสงสว่างที่ส่องตรงจากหลังคัม การออกแบบหลังคาจะตอง เป็นกระจกฝ้า

1.2 แสงจากผนังคานขาง ส่วนใหญ่คือแสงที่เข้ามาทางช่องแสง ช่องหน้าต่าง ประตู

2. แสงประดิษฐ์ (ARTIFICIATION LIGHT) เป็นแสงที่มีความสม่ำเสมอสะดวกในการใช้ จึงเป็นที่นิยมใช้กันมาก แต่ค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองมากกว่า

2.1 แสงไฟฟ้าธรรมดา (INCANDESCENT) มีความร้อนและแสงมีกำลัง ความส่องสว่างของสีแดงยิ่งกว่าแสงธรรมชาติ เพื่อแกไขข้อแตกตางนี้จึงใช้หลอดสีขาวปนกับหลอดสีน้ำเงิน เป็นหลอดไฟฟ้ชนิดที่มีไส้หลอดเป็นจกหลอดทั้งส เตน เป็นทั้งายคอกการถอดและใส่ ช้หลอดมีทั้งชนิดไขว และเป็นเกลียว ให้แสงที่ชัดเจนนกว่า เหมาะในการที่จะให้ เป็นแสง เน้นเฉพาะจุด เพื่อให้เด่นกว่าที่อื่น ๆ

สามารถแบ่งหลอดไฟฟ้าธรรมดาได้ดังนี้

1) หลอดใสหรือหลอดไฟฟ้าธรรมดาให้แสงสว่างที่ใสแต่แสงสว่างจะค่อนข้างไปทาง เหลือง

2) หลอดขาวขุ่น (PEARL COATED) เหมือนหลอดไฟฟ้าธรรมดา แต่เคลือบผิว เป็นสีขุ่น ซึ่งผิวที่เคลือบนี้จะมีคุณสมบัติกักแสงที่ส่องออกมาให้ได้แสงสว่างที่นุ่มนวล สบายตามากกว่าหลอดไฟฟ้าธรรมดา

3) หลอดรูปทรงเห็ด (MUSH ROOM) เป็นหลอดไฟที่ให้แสงสว่างไม่กว้างนักใช้เป็นไฟที่ให้แสงสว่างเฉพาะจุดที่ต้องการ ขนาดเล็กมีทั้งหลอดไส้ธรรมดาและหลอด LED

4) หลอดไฟเล็ก มีทั้งแบบธรรมดาและเคลือบเป็นสีต่าง ๆ สำหรับใช้กับโคมไฟพานชนิดคิณนัง หรือการตกแต่งที่ใช้ไฟประดับประดาเป็นทิวหรือแบบอื่น ๆ ซึ่งจะได้พบได้ในงานเฉลิมฉลองต่าง ๆ ในบ้านเรา

5) หลอดเทียน (CANDLE) มีทั้งแบบเป็นลักษณะมิกเป็นเกลียวและคล้ายไส้กับไฟวอหรือไฟคิณนัง

6) หลอดฉายผิวภายใน (INTERNALLY SILVERED) ผิวที่ฉาบจะช่วยให้แสงสว่างเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ ส่วนมากใช้กับโคมไฟชนิดฝังให้แสงสว่างมากเพราะมีกำลังแสงมากกว่าหลอดไฟธรรมดา

7) หลอดฉายผิวภายในแต่ฉาบด้านหัวหลอด (CROWN SILVER) คล้ายกับชนิดที่ 6 แต่ฉาบด้านหัวหลอด เพื่อให้แสงสว่างสะท้อนกลับไปด้านหลัง แสงจะไปสะท้อนกับฉากด้านหลังออกมาให้แสงสว่างมากขึ้น

8) สปอไลท์ (SPOTLIGHT) มีกำลังที่ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดไฟธรรมดาทั่วไป ถ้าไม่จำเป็นก็ไม่ใช้ในบ้าน มีทั้งชนิดธรรมดาและกันน้ำได้

2.2 แสงไฟฟลูออเรสเซนต์ (FLUORESCENT) เป็นแสงสว่างที่ไม่มีเงาเหมาะสมที่จะใช้ในงานให้แสงที่กระจายเท่ากัน แสงสว่างจากหลอดชนิดนี้ได้จากความเรืองแสงของผงเคมีที่เคลือบไว้บนผิวด้านในของหลอด ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปมาระหว่างขั้วทั้งสองของหลอด

โคมไฟที่เห็นได้ทั่ว ๆ ไปตามร้านขายเครื่องไฟฟ้ามียุขหลายแบบหลายชนิดพอจะแยกให้เห็นได้ดังนี้

1. โคมไฟแขวน (PENDANT) โคมไฟชนิดนี้ใช้แขวนห้อยลงมาจากข้างบนจะเป็นการแขวนจากเพดานหรือจากที่อื่น ๆ ก็ได้ เป็นการแขวนประดับเพื่อประโยชน์ใช้สอยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โคมไฟผนัง เฉพาะจุด (DOWN LIGHTER) จะเป็นโคมไฟแบบใช้เจาะผนัง เพดานให้แสงสว่างจับลงมา เฉพาะจุดที่ต้องการ ส่วนมากจะเจาะผนังแล้วให้แสงลงมาในจุดที่ต้องการ แสงที่ไคจะใช้แสงสว่างพิเศษกว่าปกติ โคมไฟชนิดนี้จะใช้กับหลอดไฟชนิดฉนวนภายในหลอด

3. โคมไฟผนังปรับทิศทางได้ (EYEBALL SPOT) เหมือนกับไฟผนัง เฉพาะจุดแต่สามารถปรับทิศทางที่ครอบโคมไฟให้หมุนไปตามทิศทางที่ต้องการจะให้แสงไปจับได้

4. โคมไฟเฉพาะจุด (ADJUSTABLE SPOT) เหมือนกับไฟผนัง เพราะมีคุณสมบัติในการให้แสงสว่าง เหมือน ๆ กัน แต่ติดตั้งลงมาจากเพดานไม่ฝังติดตามตายตัวสามารถปรับหมุน เปลี่ยนทิศทางตามที่ต้องการได้ โดยหัน หัวโคมไฟใน เมื่อต้องการให้แสงจับไปที่ใด หลอดไฟที่ใช้กับโคมไฟชนิดนี้จะ เป็นหลอดไฟแบบธรรมดาหรือกับหลอดไฟชนิดฉนวนภายในหลอด ใช้กับตำแหน่งที่ต้องการแสงสว่างมากกว่าปกติ

5. โคมไฟใช้ในการทำงาน (WORK LAMP) เป็นไฟตั้ง โต๊ะ, ไฟสำหรับทำงาน หรืออ่านหนังสือ ควรใช้กับหลอดไฟชนิดหลอดขาวขุ่น เพราะเป็นหลอดที่กระจายแสงไฟแสงจะทำให้ไม่เกิดการระคายเคืองสายตา เมื่อต้องการอยู่กับแสงไฟนาน ๆ

6. โคมไฟตั้ง (STANDARD OR TABLE LAMP) มีทั้งชนิดแบบขาสูง และตั้งโต๊ะ ใช้ในการตกแต่ง เป็นส่วนมาก เพราะฐานแบบตั้งโต๊ะอาจใช้ทุกความทำได้ โคมก็อาจเลือกตามที่ต้องการว่า เป็นสีของขาหรือแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการตกแต่งในจุดที่ต้องการ

7. ไฟช่อ (CHANDELIER) เป็นไฟแขวนบนเพดาน รูปแบบวิจิตรหรูหรา มีรสนิยม ราคาค่อนข้างแพง มีหลายรูปแบบ

8. โคมไฟส่องภาพ (PICTURE LAMP) ในต่างประเทศการตกแต่งบ้านนิยมติดรูปภาพประดับผนัง ดังนั้นจึงมีไฟชนิดนี้ที่ติดส่องที่ภาพ เพื่อให้ดูเด่นสดสวยขึ้นสำหรับในบ้านเมืองเราโดยทั่วไปไม่จำเป็นเท่าใดนัก นอกจากผู้ที่รักและสะสมงานศิลปะจึงควรมีไฟชนิดนี้ในรูปที่ประดับบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดตัวครอบ แบบนี้ใช้กันทั่วไป

10. โคมไฟแบบเรียบเสมอ (TABULAR) เป็นไฟชนิดฝัง เรียบไปกับเพดานหรือฝ้า ไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดยื่นออกมา

11. โคมไฟสปอตไลท์ภายนอก (OUTDOOR, SPOTLIGHT) เป็นไฟที่ให้แสงสว่างได้อย่างสว่างไสว เหมาะสำหรับในกรณีที่ต้องการแสงสว่างมาก ๆ เช่น มืงานเลี้ยงหรือจะติดเพื่อให้แสงสว่างส่องมาที่ตัวบ้านในเวลาากลางคืน เพื่อความสวยงาม ไฟสปอตไลท์ภายนอกนี้ทนแดดทนฝนได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับติดตั้งภายนอกโดยเฉพาะ

12. โคมไฟติดผนัง (WALL LIGHT) มีทั้งแบบเดี่ยวและแบบคู่หลายชนิดให้เลือกตามความต้องการสำหรับรับนิยมเฉพาะตัว และเพื่อความเหมาะสมในการตกแต่ง

ชนิดของการกระจายแสง (LIGHT DISTRIBUTION)

- ควงไฟส่องตรง (DIRECT LIGHT) แสงสว่างลงมากกว่า 90 % พวงไฟสปอตไลท์ เป็นไฟที่ใช้ในการส่องเน้นหรือโชว์วัสดุที่ต้องการโชว์

- ควงไฟส่องทั้งทางตรงและทางอ้อมแต่ส่องทางตรงมากกว่าทางอ้อม (SEMI DIRECT) แสงส่องลง 60-90 % ที่เหลือเป็นแสงที่ส่องขึ้นด้านบน เหมือนกับไฟส่องตรงเพียงแต่ออกด้านบนเพื่อให้แบคกราวนด์มันวลขึ้น

- ควงไฟส่องรอบตัว (GENERAL DIFFUSING) แสงส่องลง 40-60 % เป็นไฟที่มีการส่องสว่างรอบด้านเท่า ๆ กันโดยประมาณ ไฟชนิดนี้ไม่ควรห้อยต่ำ เพราะถ้ากำลังไฟสูง ๆ จะทำให้เครื่องตาได้ เช่น พวงไฟพาทอยค้าง ๆ

- ควงไฟส่องทั้งทางตรงและทางอ้อมมากกว่า (SEMI INDIRECT) แสงสว่างลงเพียง 10-40 % เป็นแสงที่ให้ความนุ่มนวลดีและสว่างสม่ำเสมอไปทั่วห้อง

- ควงไฟส่องทางอ้อม (INDIRECT) แสงสว่างลงเพียง 10 % ไฟชนิดนี้อาศัยการสะท้อนของแสง เป็นสำคัญ คือใช้ส่องขึ้นเพดานแล้วสะท้อนลงมา

กำลังส่องสว่าง (ILLUMINATION POWER) ของควงไฟควงหนึ่งคือ ปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงสว่างจากดวงไฟดวงไฟดวงหนึ่งบนผิวมีพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ซึ่งมีหน่วยเป็นกำลังเทียน (FOOT CANDREL) กล่าวคือ 1 กำลังเทียนคือ เทียนที่เผาด้วยไขปลาวาฬ $\frac{1}{6}$ ปอนด์ เมื่อจุดไฟจะไหม้ ชม.ละ 120 เกรน (7.77 กรัม)

ความเข้มแห่งการส่องสว่างคือ ปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางหน่วยซึ่งมีระดับมาตรฐานของแสงสว่างดังนี้

ตารางความเข้มของแสงสว่าง

โคมไฟชนิดต่างๆ	พื้นที่ขนาด 10 - 10 ม. หรือใหญ่กว่า		พื้นที่น้อยกว่า 10 ม. - 10 ม.	
	ผนังสีอ่อน	ผนังสีแก่	ผนังสีอ่อน	ผนังสีแก่
1. โคมไฟแก้ว	0.40	0.27	0.30	0.53
2. โคมไฟสี (สีเข้ม)	0.40	0.21	0.26	0.29
3. โคมไฟสี (สีอ่อน)	0.24	0.27	0.34	0.37
4. กิ่งส่องสว่าง ทางอ้อม	0.29	0.35	0.43	0.53
5. ส่องสว่างโดย ทางอ้อมทั้งหมด	0.32	0.37	0.50	0.62

ความจางของสีของแสงไฟ (RELATIVE BRIGHTNESS FOR EQUAL ATTRACTION) ความสนใจของคนที่มีต่อสีของหลอดไฟนั้น เราสามารถใช้หลอดสีขาว 1 ฟุต - แแรงเทียน เป็นหลัก และสีอื่นที่มีความสนใจ เท่าต้องมีกำลังไฟต่างกันคือ

หลอดสีเหลือง	1.2	ฟุต-แรงเทียน	หลอดสีแก่	0.3	ฟุต-แรงเทียน
หลอดสีขาว	0.4	ฟุต-แรงเทียน	หลอดสีน้ำเงิน	0.6	ฟุต-แรงเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทั่วไปของแสงสว่าง

หลักการของแสงสว่างนั้นมุ่งหวังที่จะให้มองเห็นวัตถุใต้ง่ายและชัดเจน ซึ่งเกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัตถุมาเข้าตาเรา ซึ่ง จะเห็นโคจรโคจรเพียงโคจรขึ้นอยู่กับการสะท้อนนั้น เหมาะสมหรือไม่ จากการทดลอง เมื่อเราค่อย ๆ เพิ่มแสงสว่างที่จะหอยจะโคจรความจริงใน ข้อที่ว่า

- จะมองก่อนวัตถุไม่คอยชัด
- เมื่อเพิ่มความสว่างขึ้น ความสามารถในการเห็นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงต่อ

การเพิ่ม

- เมื่อเพิ่มต่อไป จะไม่เป็นปฏิภาคกับการส่องสว่าง คือจะเริ่มมองไม่ชัด
- ถ้าเพิ่มอีกแรงสว่างมากเกินไป อาจทำให้เสียสายตาเพราะแรงสะท้อนเข้าตา

เกินความต้องการ เห็น

- แสงที่สูงมาก ๆ พวก ฉายรูปหรือแสงจากระเบิดจะทำให้ตาพร่ามองไม่เห็น

ชั่วขณะ

การกำจัดแสงจ้า

- ศึกษาลักษณะไฟส่อง เหมือนแนวการมองเห็น
- ลดกำลังส่องสว่าง ในทิศทางกรเห็นโดยตรง
- ลดความสว่างลง โดยใช้สื่อแหล่งกำเนิดแสง
- เพิ่มความสว่างของ ในสว่างขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของสีวัตถุเมื่อถูกแสงไฟ

สีของวัตถุที่เรา เห็นเมื่ออยู่ภายใต้แสงสีธรรมชาติ นั้น เป็นสีที่แท้จริงของวัตถุ แต่เมื่อใช้แสงประดิษฐ์สีของวัตถุย่อมเปลี่ยนแปลงจากสีที่เราเห็นไป ซึ่งจะเปลี่ยนไปมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับประเภทและสีของหลอดไฟที่ใช้ในกรณีที่เป็นไฟสีนั้น การเปลี่ยนแปลงของสีวัตถุย่อมมีมากขึ้น เช่น

ในกรณีที่ใช้หลอดไฟสีแดง

วัสดุสี	แดง (RED)	จะเปลี่ยนเป็นสี	แดงมากขึ้น (INTENSE RED)
"	เหลือง (YELLOW)	"	ส้ม (ORANGE)
"	เขียวอ่อน (LIGHT GREEN)	"	ออกเทา ๆ (MORE GRAY)
"	เขียวเข้ม (DARK GREEN)	"	แดง เข้มเกือบดำ
"	ม่วง (PURPLE)	"	ม่วงแดง (REDVIOLET)
"	ส้ม (ORANGE)	"	แสด (RED ORANGE)
"	น้ำเงินอ่อน (LIGHT BLUE)	"	ม่วงอ่อน (LIGHT PURPLE)

ในกรณีที่ใช้หลอดไฟสีฟ้า (BLUE LIGHT)

วัสดุสี	แดง (RED)	จะเปลี่ยนเป็นสี	ม่วง (PURPLE)
"	สีเหลือง (YELLOW)	"	เขียว (GREEN)
"	เขียวอ่อน (LIGHT GREEN)	"	น้ำเงิน (BLUE GREEN)
"	เขียวเข้ม (DARK GREEN)	"	เขียวเข้มออกน้ำเงิน (DARK BLUE GREEN)
"	ม่วง (PURPLE)	"	(DEEP BLUE GREEN)
"	ส้ม (ORANGE)	"	น้ำตาลหรือดำ (BROW OR BACK)
"	น้ำเงินอ่อน (LIGHT BLUE)	"	น้ำเงิน (MORE INTENSE BLUE)

ในกรณีที่ใช้หลอดไฟสีเหลืองอมน้ำตาล

วัสดุสี	แดง (RED)	จะเปลี่ยนเป็นสี	ส้ม (ORANGE)
"	เหลือง (YELLOW)	"	เหลืองจืดขึ้น
"	น้ำเงินอ่อน (LIGHT BLUE)	"	เทาหรือเทาอ่อน
"	เขียวเข้ม (DARK GREEN)	"	เขียวขมเทาหรืออ่อนกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่เอ (GRAY GREEN OR LOW VALUE)

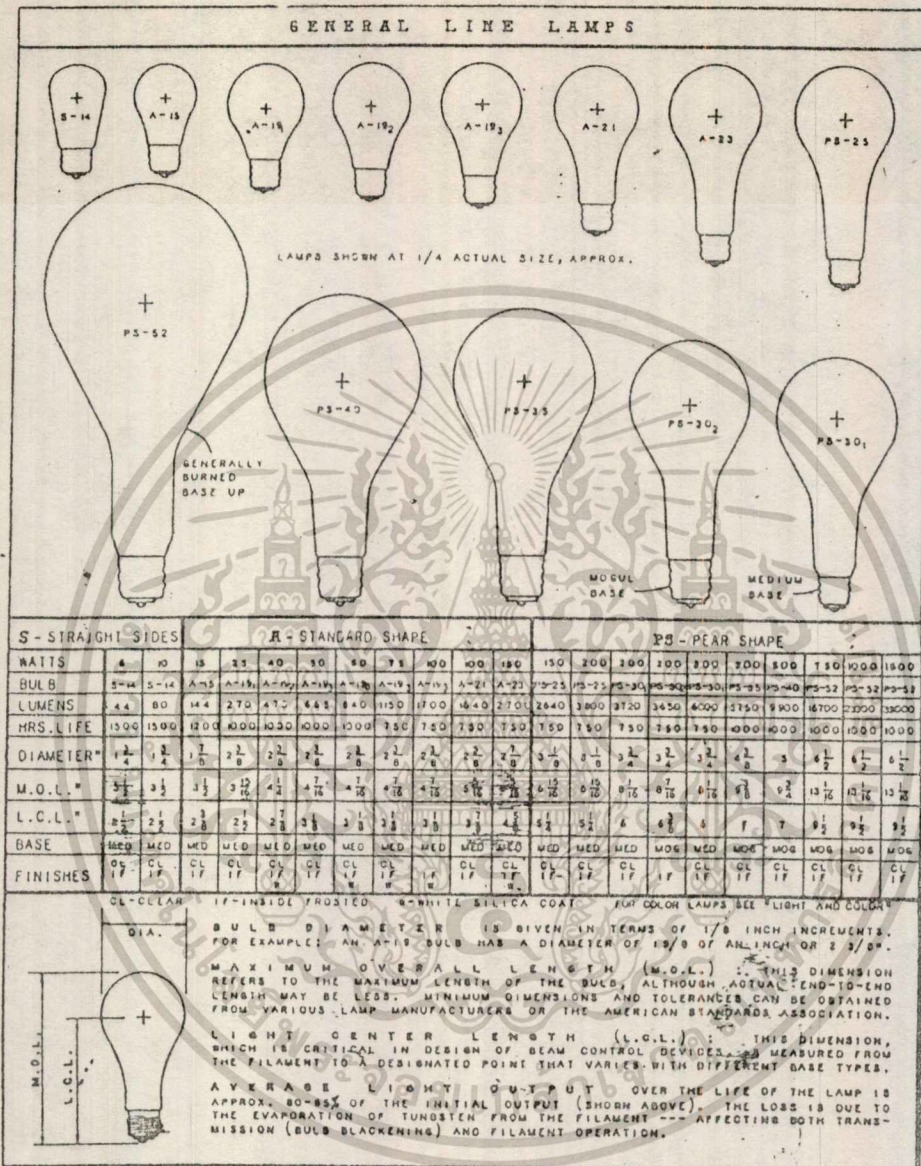
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัลคีลี	เขียวอ่อน (LIGHT GREEN)	จะเปลี่ยนเป็นสี	เขียวออกเทาหรือสีจืดกว่า (GRAY GREEN OR HIGHT VALUE)
"	ม่วง (PURPLE)	"	ม่วงแดงหรืออ่อนกว่า (RED VIOLER LOW VALUE)
"	ส้ม (ORANGE)	"	ส้มค่อนข้างเหลือง (YELLOW ORANGE)

ในกรณีไฟที่หลอดไฟสีเขียว

วัลคีลี	แดง (RED)	จะเปลี่ยนเป็นสี	เทาอมน้ำตาล
"	เหลือง (YELLOW)	"	เขียว (GREEN)
"	เขียวเข้ม (DARK GREEN)	"	เขียวยิ่งขึ้น (MORE INTENSE GREEN)
"	ม่วง (PURPLE)	"	GRAY BLUE GREEN
"	ส้ม (ORANGE)	"	เหลืองอมเทา (GRAY YELLOW)
"	สีน้ำเงิน (BLUE)	"	เขียวอมน้ำเงิน (BLUE GREEN)

นอกจากนี้แล้วสีของไฟที่หลอดไฟสีดำ (BLACK LIGHT) ซึ่งส่วนใหญ่หลอดไฟสีดำจะใช้ในการจัด (DISPLAY) หรือละคร หรือละครเมื่อเวลาใช้ไฟสีนี้ในมือ เลื่อนน้ำเท่านั้นที่จะเป็นสี แต่ตัวคนเป็นสีดำ และ เมื่อนายกฤษที่สะท้อนแสงแล้วสีที่สะท้อนแสง เปล่งประกายอย่างชัดเจนท่ามกลางความมืด



ภาพที่ 55 แสดงขนาดมาตรฐานของหลอดธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFLECTOR AND PROJECTOR LAMPS

SP, SPOT DISTRIBUTION: CLEAR OR LIGHTLY FROSTED FACE
 FL, FLOOD DISTRIBUTION: FROSTED FACE
 FOR PAR AND R BEAM DISTRIBUTIONS SEE "SPOT AND FLOOD LIGHTING"
 LAMPS SHOWN AT 1/4 ACTUAL SIZE, APPROX.

REFLECTOR	R-20		R-30		R-40										R-52		RB-52	
WATTS	30	50	75	75*	150	120*	300	200	300*	200	300*	200	300*	500	300*	500	750	1000
BEAM TYPE	FL	FL	SP	FL	SP	FL	SP	SP	SP	FL	FL	FL	FL	SP	FL	FL	FL	FL
BEAM SPREAD*	90°	90°	50°	110°	40°	110°	35°	35°	35°	115°	115°	115°	115°	35°	115°	WIDE	WIDE	
BEAM LUMENS	45	375	400	600	800	1500	1800	1800	1800	2800	2800	2800	2800	2100	3400			
TOTAL LUMENS	200	430	770	770	1780	1780	3700	3700	3700	3700	3700	3700	3700	6400	6400	7530	12700	18000
DIAMETER*	2 1/4		2 1/4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6 1/2	6 1/2
M.O.L.*	3 1/8		3 1/8	5 1/8	5 1/8	6 7/8	6 7/8	7 1/4	6 7/8	6 7/8	6 7/8	6 7/8	6 7/8	7 1/4	7 1/4	7 1/4	11 1/4	12 1/4
BASE	MED		MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED

1 VG. MRS. LIFE 2000 HEAT RESISTANT GLASS 2 TO 10% OF MAX. CANDLEPOWER M.O.L. - SEE GEN. LINE LAMPS
 *AVAILABLE IN COLOR --- RED, PINK, GREEN, YELLOW, BLUE, BLUE-WHITE (SEE "LIGHT AND COLOR")

SP, SPOT DISTRIBUTION: CLEAR FACE PLATE
 FL, FLOOD DISTRIBUTION: PRISMATIC FACE PLATE

PROJECTOR	PAR-30		PAR-46		PAR-56		PAR-64	
WATTS	75	75	100*	150*	150*	200	200	200
BEAM TYPE	SP	FL	FL	SP	FL	PAR. SP	WIDE FL	PAR. SP
BEAM SPREAD*	30° x 30°	40° x 60°	COLOR	30° x 30°	40° x 40°	11° x 21°	20° x 40°	5° x 30°
BEAM LUMENS	480	800	LAMPS	1100	1250	1200	1300	1800
TOTAL LUMENS	750	1500	ONLY	1730	1730	2350	2350	3550
DIAMETER*	4 3/4	4 3/4	4 3/4	4 3/4	4 3/4	5.6	5.6	7
M.O.L.*	5 7/8	5 7/8	5 7/8	5 7/8	5 7/8	4	4	5

1 VG. MRS. LIFE 2000 HEAT RESISTANT GLASS 2 TO 10% OF MAX. CANDLEPOWER M.O.L. - SEE GEN. LINE LAMPS
 *AVAILABLE IN COLOR --- RED, PINK, GREEN, YELLOW, BLUE, BLUE-WHITE (SEE "LIGHT AND COLOR") SUPPORT PRISM BASE LAMPS B BULB RIM

ภาพที่ 56 แสดงขนาดมาตรฐานของหลอดรูปคอกเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAMP HOLDERS AND RECEPTACLES

LAMP HOLDERS SHOWN AT APPROX. 1/4 ACTUAL SIZE

METAL SHELL

INTERMEDIATE BASE
75W - 125V

MEDIUM BASE ELECTROLIER SIZE
250W - 250V OR 660W - 250V

MEDIUM BASE STANDARD SIZE
250W - 250V OR 660W - 250V

LAMP HOLDER CAPS

CANDLE SOCKETS

PLASTIC SHELL

CANDELABRA BASE
75W - 125V

INTERMEDIATE BASE
15W - 250V

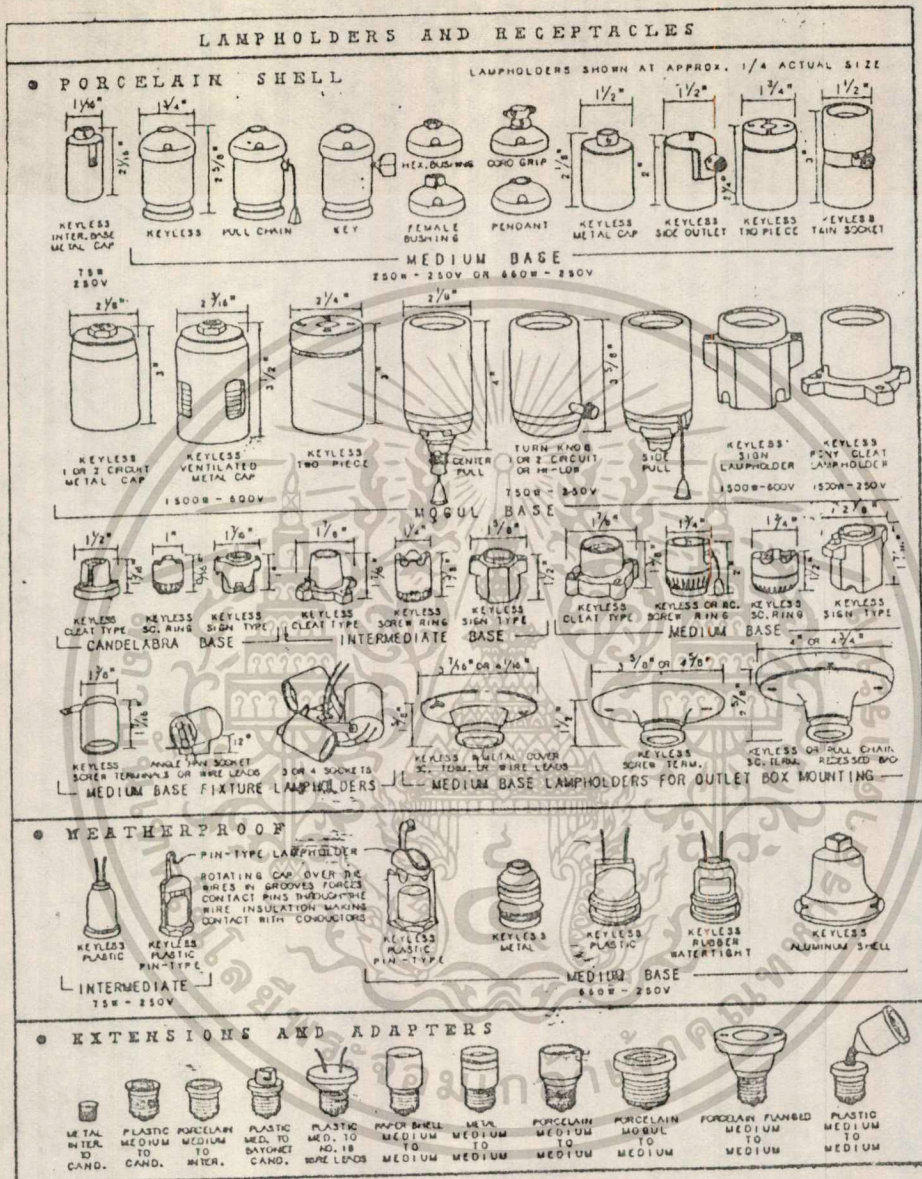
ELECTROLIER SIZE
250W - 250V OR 660W - 250V

MEDIUM BASE
250W - 250V OR 660W - 250V

MEDIUM

LUMILINE LAMP HOLDERS
660W - 250V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 57 แสดงขนาดและชนิดของหัวหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

วัสดุประเภทโลหะ

โลหะแบ่งเป็น - Metal

- Ferrous

- Non-Ferrous

- Alloy

Ferrous

คือโลหะที่มีเหล็ก

เป็นส่วนสำคัญ หรือมีโลหะอื่น ๆ ผสมด้วย

Non-Ferrous

มีเหล็กผสมเล็กน้อย หรือไม่มีเลยก็ได้ เช่น ทองแดง

คุณสมบัติของโลหะ

1. **Hardness** ความแข็งของโลหะ โลหะแต่ละชนิดมีความแข็งไม่เท่ากัน เพราะโลหะจะทำให้อ่อนหรือแข็งได้โดยวิธี

- Work hardening

- การทุบ, การอัด

- Heat treating

- โดยให้ความร้อน

2. **Brittleness** ความเปราะของโลหะ โลหะแต่ละอย่างมีไม่เท่ากัน ความแข็งและความเปราะจะเกี่ยวเนื่องกัน ยิ่งมากก็เปราะมาก

3. **Malleability** ทักษะของโลหะ จะตีหรือ ทุบได้ง่าย

4. **Ductility** ความอ่อนตัวของโลหะ ทำให้สามารถยืดได้

5. **Elasticity** ความยืดหยุ่นในตัวโลหะ ในตัวเองสามารถกลับรูปเดิมได้

6. **Fusibility** การหลอมเหลว ทำการเชื่อมได้ง่าย

7. **Machinability** ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักร, เครื่องมือกลซึ่งทำจากโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณสมบัติของโลหะ

- ทดสอบความการดึง (Tensile strength)
- ทดสอบในการทดสอบแรงอัด (Compression Test) เหล็กจะทนกว่าทองแดง
- การรับแรงเฉือนมากน้อยเพียงใด (Shear Strength)
- การรับแรงกระทบ การตีโลหะด้วยฆอนตามแนวนอน (Impact Strength)
- ทนต่อแรงล้า (Fatigue Strength)

ไอ้แกพวก 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 ของเครื่องจักร เป็นวัสดุที่แข็งแกร่งมากในการทำ 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 เป็นวัสดุที่มีราคาสูงมากและทำง่าย แต่เปราะ ซึ่งหล่อแล้วเปลี่ยนฟอร์มไม่ได้ เพราะมีความเปราะแข็ง

1.3 เป็นเหล็กหล่อ โดยเฉพาะใช้ในงานเฉพาะแปรรูปด้วยการตีได้ง่ายไม่เปราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Wrought เป็น iron ที่มีคาร์บอนต่ำและเชื่อมผสมอยู่น้อยมาก ราคาสูงใช้ งานน้อยมาก

3. Carbon Steel มี 3 ชนิด ตามเปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน

3.1 Low Carbon Steel (Soft Mild Steel) มี 0.1 - 3 %

ใช้ทำ Black Iron, Sheet, Bariron, Rodiron พบมากตาม ฐานขายเหล็ก เพราะง่ายในการเชื่อม, เลี้ยว, ทำ Form รูปอื่นได้ ง่าย

3.2 Medium Carbon Steel มีคาร์บอน 0.3 - 0.6 % ใช้งานในการ ทำเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ

3.3 High Carbon Steel มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอน 0.6 - 1.3 % เป็น เหล็กแข็งพิเศษใช้ทำเครื่องจักรที่มีความแข็งแรงพิเศษ เช่น คอกสวน, ใบ

4. ALLOY STEEL ต้องการคุณสมบัติที่มีความแข็งแรงพิเศษบางประการ โดยผสม โลหะบางอย่างเข้าไป นอกเหนือ C, P, S และ Si ในการผสมแต่ละอย่างแต่ละงาน มีความแข็งแรงผสม C มาก ใช้ในงานพิเศษบางอย่าง ในรถยนต์จะมี Alloy Steel น้อยชนิด

โลหะที่ผสม

- นิกเกิล (Nical) ผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง, ความเหนียวไม่เปราะง่าย

- โครเมียม เพื่อความแข็งแรง, เหนียว, ยืด ใช้ในการทำ gear เฟลา

จะใช้ Chrom-Nical Steel

- Manganese (Mn) เพื่อความแข็งแรง และทนทานความร้อนมากขึ้น

- Silicon, เพิ่มการเป็น spring ของ steel มากขึ้น

- Tungsten ใช้ร่วมกับโครเมียม หรือ Vanadiums หรือ Molybdenum

ใช้ในการทำ High speed steel ใช้ทำ Hardening tool, คอกสวน, เครื่องมือกล

- Molybdenum เพื่อความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Vanadium เพิ่มให้โลหะมี grade มากขึ้น ใช้ทำอุปกรณ์ที่ต้องการ ความเหนียวเป็นพิเศษ เช่น gear เฟลา ใช้กับโครเมียมเป็น Chromvanadium steel จะแข็งแรงทนต่อการบิดตัวอย่างกระทันหันได้อย่างดี

5. Rolled Steel เป็นเหล็กที่ทำจากการม้วนหรือพับออกมา ส่วนมากจะเป็นงานที่ใช้ในการทำ structure เรียก Structure Steel

6. Tool and Die Steel เป็นเหล็กที่ต้องการทำให้แข็งโดยใช้กับเครื่องมือที่มีมุมคม เช่น หัวคานขึง, เครื่องมือตีเส้นเพื่อความแข็งพิเศษ

7. Galvanise, Galvannealed เป็น Mild Steel ที่เคลือบสังกะสีเพื่อกันสนิม

8. Tin Plate เป็น Mild Steel 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)
- การตกแต่ง (Finishing)

1. การตัด แบ่งเป็น 10 ประการ คือ

- 1.1 เลื่อย (Sawing) การแยกชิ้นงานหรือใช้เครื่องมือที่มีฟันความขอบเคลื่อนผ่านในชิ้นงาน เช่น ใบเลื่อยวงเคียน (Band - Saw)
- 1.2 การตัด (Shearing) โดยใช้วัสดุที่มีขอบแข็งคม เจียนงานที่เป็นชิ้นออกจากกัน เช่น กรรไกรตัดโลหะ ชั่งค้อย ๆ เจียน
- 1.3 การเจาะตัด (Punching) คล้าย Shearing ต้องใช้แรงเจียน แต่เป็นการกดออกมา โดยชิ้นงานจะหลุดออกมาเลยเพียงครั้งเดียว
- 1.4 การเจาะรู (Drilling) การเจาะรูโดยใช้ดอกสว่าน เช่น เจาะควายแทนสว่าน, แทนกลึง งานหมุน ดอกสว่านคงที่
- 1.5 การขัด (Abrading) ใช้โลหะที่แข็งกว่าขัดออกหรือถูออก โดยตัวขัดที่แข็งจะขัดตัวอ่อน เช่น กระดาษทรายถูโลหะ
- 1.6 การไส (Sharpening) การเสาะเอาเครื่องมือชุดในชิ้นงาน เป็นการไสชิ้นงาน ไขกันมากตามโรงงาน ต้องการใช้กับเฉพาะงานเส้นตรง
- 1.7 Milling ไขกันมาก โดยการใส่โลหะแผ่นบาง โดยมีใบ ตัดชิ้นงาน คล้ายเลื่อยวงเคียน
- 1.8 Turning เป็นการท่างานโดยใช้เครื่องกลึง งานที่ออกมาเป็นรูปในงานทรงกลม
- 1.9 Thermol Gutting โดยการให้ความร้อนหลอมละลาย เช่น ไซแกส ลีท, แฉง คิวาน
- 1.10 Chomical Cuttting ใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนมากใช้กับงานกัดผิวโลหะโดยใช้กรด ค่าง เช่น ทาแผ่น อาจมีการใช้ไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง

2. การขึ้นรูป (Forming) มี 8 วิธี

การใช้เทคนิคนี้ใช้ในการ เปลี่ยนรูปร่างวัสดุโดยไม่มีการเอาวัสดุเพิ่ม หรือเอากว โดยวิธีให้ความร้อน หรือไม่ก็ตามมักขึ้นกับวัสดุ โดยของคูลดสมมติ เช่น Cold form ใช้กับพวกทองแดง ทองเหลือง แต่เหล็กบางอย่างต้องใช้ Hot form แต่ทั้งนี้ต้อง

ขึ้นกับประสิทธิภาพของ เครื่องมือ และการประหยัดทางอุตสาหกรรม และประสิทธิภาพของ

2.1 Casting การหลอมโลหะที่เหลวลงในแบบ ปล่อยให้เย็น แล้วจึงแกะ
แบบการใช้ Sand Casting ถ้าต้องการงานชิ้นใหญ่มาก ใช้ Ex-
truding โดยใช้กังหันที่ใบต้องการความรอบสูง เช่น พวกอลูมิเนียม
และเป็นพวก Mass Product

2.2 Bending เป็นการขึ้นรูปโดยการพับ ซึ่งต้องการโรงงานขึ้นนั้นมีแรงดึง
มากขึ้น โดยมากเป็นงานที่ออกมา เป็นเส้นตรง

2.3 Forging เป็นการขึ้นรูปโดยใช้แรงค้ำและบีบให้โลหะถูกกดเป็นรูป
รางมี die หลาย ๆ ตัวที่แข็งแรงมาก โดยที่มีการ die เป็นขั้นตอน
เช่น เพลารถ พวกสก็๊ตต่าง ๆ โดยทำโลหะให้ร้อนก่อน ใส่น้ำในเครื่อง
จักรจะบีบโลหะให้เปลี่ยนรูป

2.4 Pressing เป็นการอัดพวก sheet metter โดยมี mold 2 ตัว
อัดบีบโลหะให้ขึ้นรูปร่าง เช่น การทำดาบ, งาน คลาย ๆ Bending
แต่ Pressing มีหลายทิศทาง

2.5 Drawing เป็นการดึงโลหะจาก die โดยต้องใช้ความร้อนแก่โลหะ
ให้อ่อนตัว แล้วใส่ในรู-บังคับ แล้วรีดออกมาเป็นรูปแบบตายตัว

2.6 Extruding เป็นการฉีดโลหะหลอมเหลวเข้าไปในแบบที่ทำไว้ เป็น
หลักการทางานอุตสาหกรรมที่ต้องการมาก ๆ

2.7 Rolling เป็น Hot forming คลาย ๆ Bending โดยใช้ลูก
กลิ้งรีดโลหะเป็นรูปฉาก วงกลมและสี่เหลี่ยม โดยป้อนโลหะระหว่าง
ของ die จะรีดเหล็กออกมา

2.8 Spining เป็นกรรมวิธีคล้าย ๆ กลิ้ง ใช้กังหันรูปร่างกลม โดยมี
แบบไม่กอนเอาแผ่นเหล็กใส่ในแม่แบบ คลายการขึ้นรูปของ เซรามิค

3. การทำให้ติดกัน (Fastening)

เป็นการเชื่อมโลหะตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป จะใช้ทาง Mechanical หลอมเหลว

ก็ได แบ่ง เป็น

3.1 **Reveting** เป็นวิธีทาง Mechanical โดยการใส่ Pin ที่มีคาน
หนึ่ง เป็นหัว

3.2 **Threading** คล้าย ๆ กับ Revet แต่แทนที่จะเป็น Pin กับใช้
Nut และ Bolt แทนแบบกลึงถาวรและตอกโค

ทั้ง 3.1 และ 3.2 ให้กับโลหะแผ่น

3.3 **Seaming** เป็นการพับตะเข็บ เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้กับตัวของมันเยื่ออยู่ควย
กันและบางครั้งใช้กาวเชื่อม

3.4 **Cementing** การเชื่อมโดยดวารีช Mechanical Adhesive
คล้ายกับกาวติดไม้แต่กาวนี้มีแรงจับสูงพิเศษ เช่น Epoxy ใช้กับ
Sheet Metal

3.5 **Soldering** และ **Braxing** เป็นการเชื่อมถาวรต่างจาก **Weld-**
ing ตรงที่ต้องใส่โลหะอื่นเป็นตัวเชื่อม

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

4. การคบแต่ง (**Finishing**)

ขบวนการป้องกันผิวหน้าโลหะ ทำให้งานชิ้นนั้นดูสวยงาม ดึงดูดความสนใจมากขึ้น

4.1 **Buffing** การขัดผิวหน้าให้เรียบขึ้นเงา อาจใช้หิน, ผ้า, กระดาษ
ทราย, ฯลฯ เพื่อช่วยให้เรียบ อาจมี **Buffer Polishing Liquid**
มาช่วย **Brasse**

4.2 **Texturing** เป็นวิธีที่สำคัญในการคบแต่ง วิธีที่ง่ายที่สุด คือใช้ฆอนทุบ
โลหะให้เป็นลายต่าง ๆ ทำให้อนุหน้าชิ้น เป็นประโยชน์ใช้สอย คือ ผิว
หยาบ จับไม่หลุดมือ

- 4.3 การให้สี (Coloring) อาจใช้วิธี **Technical** ความร้อน เพื่อทำให้โลหะเกิด **Oxide** เคลือบผิวโลหะอีกที เช่นการชุบ หรือการ **Anodising**
- 4.4 การเคลือบ (Coating) เป็นการทำให้ผิวโลหะให้สวยงามขึ้น ป้องกันผิวหน้าอาจทำได้โดยการโรยพ่น หรือทากัดได้ เช่นการใช้ **Lacquer** เคลือบหรือใช้ **Wax; Plastic Coating** หรือ **Enameling**

ชนิดของ เหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด

1. เหล็กหล่อ ไคแก่ เหล็กคืบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของ เหล็กมีความแข็งแรงสูงมาก จนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษ จะมีความเหนียว สามารถรับแรงไคสูง
2. เหล็กอ่อน สามารถตีเป็นรูปโค้งง่าย
3. เหล็กกล้า มี 3 ชนิด คือ
 - 3.1 เหล็กกล้าชนิดอ่อน ไคแก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวยังรถยนต์
 - 3.2 เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์
 - 3.3 เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดคิลิ่ง ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ
4. เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมในเนื้อเหล็ก เช่น ผสม

คาร์บอน	- ทำให้แข็งแรง
นิเกิล	- ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน
โครเมียม	- ช่วยป้องกันสนิม
แมงกานีส	- ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทก สึกหรือ
ทังสเทน	- ช่วยให้แข็งในอุณหภูมิ

รูปแบบของ เหล็กที่โซอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

1. เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
2. เหล็กแผ่น หนา 1/32 - 4 นิ้ว ขนาด 1.2 - 2.4 เมตร
3. เหล็กกล่อง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/4 - 4 1/2 นิ้ว
4. ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 1/2 - 6 นิ้ว
5. เหล็กพื่อ หนา 1/2 - 1/4 นิ้ว กว้าง 1/4 - 4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
6. เหล็กรูปตัว U และ C

— โลหะ

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์

อะลูมิเนียมจัดเป็นโลหะที่อ่อนมาก และยึดตัวโคคี้ทั้งยังเป็นสื่อนำความร้อนและกระแสไฟฟ้าที่ดี อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนทานต่อการผุกร่อน และผสมกับโลหะอื่น ๆ เป็นโลหะผสมโคคี้

การผลิตอะลูมิเนียม

วัตถุดิบที่สำคัญสำหรับใช้ในการผลิตอะลูมิเนียม คือ โบไซด์ (Bauxite) จากวัตถุดิบนี้จะโคคินเหนียวบริสุทธิ์ ซึ่งจะถูกนำไปผลิตอะลูมิเนียมอีกทีหนึ่ง สิ้นแร่โบไซด์มีคินเหนียวบริสุทธิ์ (Al_2O_3 อะลูมิเนียมออกไซด์) ปนอยู่ประมาณ 55-60 % ส่วนที่เหลือก็เป็นเหล็กออกไซด์ น้ำ และกรกชิลิซิด แผลงแร่โบไซด์ เช่น ฝรั่งเศสคอนโคต์ ยังการี รัสเซีย ออสเตรีย อินเดียน คาเลมาเคียน รัฐอาร์แคนซัส กิอานา ในเยอรมันนี้ที่พบบ้างเล็กน้อยแถบลุ่มแม่น้ำฟูลกา

อะลูมิเนียมออกไซด์จะถูกแยกออกจากสินแร่โบไซด์ตามขบวนการของไบเออร์ โดยวิธีนี้ โบไซด์จะถูกอบไผ่แห้งและปนเป็นผง หลังจากนั้นถึงถูกผสมกับด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) สารผสมจะถูกต้มในหม้อพิเศษ (AUTOKLAVEN) ซึ่งปิดสนิทภายใต้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัน 7 บรรยากาศและอุณหภูมิ 180 องศา เซ็นติเกรด ในการนี้สารที่เจือปนอยู่จะถูกแยกออกจากกันโดยการกรอง เราจะโคคินเหนียวบริสุทธิ์ (ALUMINA) ซึ่งจะถูกอบให้แห้งในเตาหมุนควยอุณหภูมิ 1300 องศา เซ็นติเกรด คินเหนียวบริสุทธิ์หรืออะลูมิเนียมออกไซด์นี้จะถูกแยกควยไฟฟ้า โคอะลูมิเนียมบริสุทธิ์และออกซิเจน ในการนี้อะลูมิเนียมจะอยู่ในสภาพหลอมเหลว แต่เนื่องจากจุดหลอมตัวของอะลูมิเนียมสูงมาก (2000 องศา เซ็นติเกรด) เขาจึงต้องใช้สารผสมที่เรียกว่า ครีโอลไลท์ (CRYOLITE) ซึ่งมีจุดหลอมตัวประมาณ 9000 องศา เซ็นติเกรดปนลงไป เพื่อช่วยให้อะลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมตัวได้ง่าย เขา สารครีโอลไลท์นี้มีพบในกรีนแลนค์ และอาจผลิตขึ้นโดยขบวนการสังเคราะห์โค เคาแยกอะลูมิเนียมควยไฟฟ้าทำควยแผ่นเหล็ก และมีคาร์บอนอยู่ภายใน คาร์บอนจากเตาหลาย ๆ เตาจะถูกคอร่วมกัน และใช้เป็นตัวขั้วลบ (แคโทด) สำหรับขั้วบวกก็ใช้อิเล็กโทดที่ทำควยคาร์บอนเหมือนกัน ในการหลอมเหลวและแยกควยไฟฟ้าจะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 5-6 โวลต์ และกระแสตั้งแต่ 20,000-70,000 แอมแปร์ อะลูมิเนียมในสภาพที่หลอมเหลวซึ่งถูกแยกออกจากออกซิเจนแล้ว และมีอุณหภูมิ 1,000 องศา เซ็นติเกรด จะรวมตัวอยู่ที่ก้นเตา และจะถูกเจาะออกเพื่อนำไปหล่อเป็นแท่งเล็ก ๆ (INGOT) แท่งอะลูมิเนียมเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับหล่อหรือรีดเป็นวัสดุเครื่องสำเร็จรูปต่าง ๆ ต่อไป อะลูมิเนียมที่ถูกผลิตขึ้นนี้มีความบริสุทธิ์สูงมาก

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ที่สุดชนิดที่มีความบริสุทธิ์ถึง 99.9 % ทนต่อการผุกร่อนได้ดีที่สุด แผ่นอะลูมิเนียมและอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ ทำขึ้นมาจากการรีดท่อและลวดอะลูมิเนียมโคจากการตีขึ้นอัด อะลูมิเนียมขึ้นรูปขึ้นตาม DIN 1769, 1776, 1790 ทำขึ้นโดยการอัดหรือการหล่อแท่งอะลูมิเนียมขึ้นรูปหนา ๆ แบบหล่อจะดัดบังคับให้เคลื่อนขึ้นข้างบนช้า ๆ ขณะที่ทำการหล่ออยู่ มิฉะนั้นจะต้องการแบบหล่อยาวมาก

คุณสมบัติของอะลูมิเนียม

คุณสมบัติของอะลูมิเนียม มีลักษณะภายนอกเป็นสีขาวเงิน น้ำหนักเบา ความหนาแน่น 2.7 กก. / ค.ม.³ (เหล็กหนักกว่าประมาณ 3 เท่า) ทรงผิวของอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่ทนต่อการผุกร่อน กรดอินทรีย์ทุกชนิดนอกจากกรดคินประสิ่วมีปฏิกิริยาต่ออะลูมิเนียม

อย่างรวดเร็ว กรดออร์ตามิคหรืออินทรีย์ เช่นกรดมะนาว กรดน้ำส้มไม่มีปฏิกิริยากับอะลูมิเนียม ดังนั้นอะลูมิเนียมจึงใช้ได้ดีในการทำภาชนะสำหรับหุงต้ม

สีนการประกอบชิ้นส่วนที่ทำด้วยอะลูมิเนียมหรือโลหะผสมอะลูมิเนียมกับโลหะหนัก เช่น ทองแดงหรือเหล็กมักจะทำให้โลหะอะลูมิเนียมเสียทรงรอยคอด เมื่อเวลาถูกความชื้น จะเกิดการกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งจะทำให้โลหะอะลูมิเนียมผุกร่อน วิธีป้องกันทำได้โดยบุตรงรอยคอดด้วยสิ่งที่เป็นฉนวนเสียก่อน อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนต่อแรงดึงค่าประมาณ 7-18 ก.ก. / ม.ม.² เท่านั้น โดยเหตุที่โลหะชนิดนี้มีความยืดตัวสูง (20-35 %) เราจึงสามารถดัดตี หรืออัดพิมพ์ให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้โดยง่าย เราสามารถเจาะหรือกลึงชิ้นส่วนที่ทำด้วยอะลูมิเนียมได้ง่ายและรวดเร็วกว่าเหล็ก เพราะเครื่องกลึงหรือเจาะสามารถทำงานได้ด้วยความเร็วสูง ในการเจาะเราใช้สว่านเกลียวชนิดที่ใช่กับโลหะเบา และในการตะไบ เราใช้ตะไบลายเคียวที่ทำงานขึ้นโดยการคัท

เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีความคงทนและความแข็งแรงน้อย จึงไม่ค่อยมีที่ใช้ในรูปของวัสดุโครงสร้าง คุณสมบัติของอะลูมิเนียมจะดีขึ้นมากเมื่อผสมโลหะลงไป

เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่อ่อน พื้นผิวของโลหะจึงไม่ทนต่อการกระทบกระแทกวัสดุที่แข็งแรงที่ทำจากอะลูมิเนียม เช่น แผ่นอะลูมิเนียม ท่ออะลูมิเนียม แท่งอะลูมิเนียม และอะลูมิเนียมขึ้นรูป จึงต้องมีการป้องกันการขูดขีดและกันการกระทบการกระแทกเวลาขนส่ง ในการจัดวางแผ่นอะลูมิเนียมในโกดังเก็บควรระวังวางค้ำไว้ให้เอียงเป็นมุมประมาณ 75 องศา เมื่อเวลาดึงออกมาจะได้มีแคชของอะลูมิเนียมเท่านั้นที่จะเสียดสีกัน ถ้าเราตั้งเป็นฉากกับพื้น เวลาดึงออกจากแผ่นโลหะก็จะเสียดสีกันทั้งแผ่น อาจเกิดเป็นรอยขึ้นได้ต่ออะลูมิเนียมก็เหมือนกันควรวางให้ค้ำกับพื้น

โลหะอะลูมิเนียมสามารถ ตี อัด เตะ คึง และตีอัดพิมพ์ และอัดบิกอิให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ในสภาพที่เย็น จากการทำชิ้นส่วนในสภาพที่เย็นจะทำให้โลหะอะลูมิเนียมแข็งขึ้นโดยการเผาให้ร้อนและทำให้เย็นโดยเร็วในอุณหภูมิประมาณ 350 องศา เซ็นติเกรด ถึง 400 องศา เซ็นติเกรด จะทำให้โลหะอะลูมิเนียมเหมือนเดิม และสามารถคึงหรืออัดโคตไปในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนที่บึกหักและมีแง่มุมมาก ๆ จะคงเผาให้ชนตัวหลาย ๆ ครั้ง สำหรับโลหะอะลูมิเนียม
 ทำโดยอบครั้งโดยไม่จำกัด ในการคั่วให้ตรงเราวางอะลูมิเนียมบนไม้ หรือแผ่นเหล็กที่ผิว
 เรียบและมีขอบที่ถูกกลมคมแล้ว อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่สามารถใช้งานเชื่อมได้ บั๊กกรีแข็ง
 และคิกควายทำขึ้นจากวัสดุสังเคราะห์ (SYNTHETIC RESTNS)

โลหะผสมอะลูมิเนียม

ถ้าเราผสมโลหะอื่น เช่น ทองแดง แมกนีเซียม ซิลิคอน แมงกานีส ลงไปใน
 อะลูมิเนียมจะได้โลหะผสมอะลูมิเนียมที่มีความคงทน และความแข็งแรงสูง แต่เปลี่ยนได้ง่าย
 และการ เป็นสื่อนำไฟฟ้าที่ด้อย เป็นคุณสมบัติของอะลูมิเนียมบริสุทธิ์จะเสื่อมไป โลหะผสมของ
 อะลูมิเนียมมีที่ใช้งานต่าง ๆ มากมาย โลหะผสมอะลูมิเนียมบางชนิด ชนิดที่มีทองแดงผสม
 อยู่ ควายจะสามารถชุบให้แข็งได้ ในการนี้จะทำให้โลหะชนิดนี้มีความคงทนเท่ากับ เหล็กเหนียว
 อยางดี

โลหะผสมอะลูมิเนียมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โลหะผสมเหนียวใช้ทำวัสดุกิ่งสำเร็จ
 ง่ายโดยการรีด และโลหะผสมหล่อใช้ทำวัสดุกิ่งสำเร็จโดยการรีด และโลหะผสมหล่อใช้ทำ
 วัสดุกิ่งสำเร็จโดยการหล่อโลหะผสมอะลูมิเนียมอย่างเหนียวใช้รีด หรือคิง เป็นแผ่น แฉบ
 แทงและท่ออะลูมิเนียมตาม DIN 1783 ถึง 84 และ 1795 ถึง 97 ขนาดของวัสดุกิ่งสำเร็จ
 เหลहन้ถูกจัดเขามาตราฐานตาม DIN ควาย

โลหะผสมอะลูมิเนียมหล่อจะถูกหล่อให้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยวิธีแบบหล่อทราย
 แบบหล่อถาวร และแบบหล่ออัดในการหล่อแบบถาวร เราเทโลหะที่หลอมเหลวลงไปบนแบบ
 ที่ทำควายเหล็กหล่อ ชิ้นส่วนที่ได้อาจจากการหล่อชนิดนี้มีขนาดแน่นอนกว่าและมีความคงทนสูงกว่า
 ชิ้นส่วนที่ทำควายแบบทราย การหล่อแบบหล่ออัดโลหะที่หลอมเหลวจะถูกอัดควายความดันสูง ใน
 แบบหล่อที่ทำควายเหล็กเหนียว ซึ่งถูกทำให้มีขนาดที่แน่นอน

ลักษณะภายนอกของโลหะผสมอะลูมิเนียม คือ มีสีซึ่ง เป็นสีขาวเงิน เราอาจทราบ
 ชนิดของโลหะที่ผสมอะลูมิเนียมได้โดยการตรวจโดยใช้วิธีทาผิวด้วยโลหะควายเบา

(TEST BY METHOD) ถ้าเราใช้น้ำยาไฮเดียมไฮดรอกไซด์ (Na OH) ทาผิวของโลหะผสม Al Cu Mg และทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีถึง 10 นาที จะเห็นส่วนที่ทาด้วยน้ำยาไว้ เป็นสีดำ สำหรับอะลูมิเนียมบริสุทธิ์และโลหะผสมอะลูมิเนียม จะถูกกัดเป็นสีขาวรอยสีที่ผิวของโลหะผสม Al Cu Mg จะสามารถลบให้หายได้โดยใช้กรดคินประสีในการทำงานกับชิ้นส่วนที่ทาด้วยโลหะผสมอะลูมิเนียม จะก่อให้เกิดความระมัดระวัง เนื่องจากผิวของโลหะชนิดนี้มักถูกซึบเป็นรอยไคงาย ถึงแม้โลหะผสมอะลูมิเนียมจะมีความคงทนสูง แต่ก็สามารถเผาไหม้ในตัวและใช้ในกาการกัด เคาะ ปาด และตีกัดได้ ในการกัดจะคงร่องปากกาด้วยชิ้นอะลูมิเนียม ซัดตรงรอยที่จะกัดด้วยคินสอ อย่าใช้เหล็กซึบเพราะจำทำให้เป็นรอยลึก เวลาตัดจะทำให้โลหะฉีก

แผ่นโลหะผสมอะลูมิเนียมที่ใช้ในงานกัดหรือหัดทบ ควรจะมีความหนาเท่ากับรัศมีของส่วนโค้งที่กัด ทั้งนี้เพื่อป้องกันกาการฉีกขาดในการกัด เขาใช้หมอนที่ทาด้วยไมยางหรือโลหะเบา ท่อโลหะจะถูกเผาไหม้รอนแคงก่อนทาการกัด และจะถูกบรรจุด้วยทรายหรือโคลโลไฟ-เนียมจนเต็ม และใช้คัทกับไมสำหรับคัทหรือคัทกับแบบที่ทามา แผ่นโลหะขึ้นรูปจะถูกเคาะแคงด้วยหมอนสำหรับเคาะแคง โดยใช้หมอนเหล็กที่ซึบเรียบรอน ในการตีแผ่นโลหะเป็นรูปต่าง ๆ เขาใช้หมอนไมหรือหมอนที่เป็นรูปลูกกลม และใช้รอนกับแท่งสำหรับตี ดุงทรายหรือแบบไม

ในการตะไบชิ้นโลหะผสมอะลูมิเนียม เราใช้ตะไบชนิดเดียวกับที่ใช้กับเหล็กในการตะไบชิ้นคนเขามักจะใช้ตะไบสำหรับโลหะเบา คอกสวนสำหรับโลหะเบา มีมุมเกลียว 40 องศา ถึง 45 องศา (สำหรับเหล็ก 28 องศา) ปลายสวนจะถูกฝนให้มีมุม 140 องศา ในการเจาะสามารถให้ความเร็วในการเจาะได้สูงกว่าเหล็ก

โดยการฉาบผิวด้วยไฟฟ้า โดยการอัดผิวด้วยโลหะอื่น จะทำให้โลหะผสมอะลูมิเนียมชนิดต่าง ๆ มีความคงทนต่อการรอนคี่ขึ้น การฉาบผิวด้วยไฟฟ้าตามขบวนการ

(ELOXAL)

(ELEKTRISCHE OXYDLERTES ALUMINTUM) คือการใช้ไฟฟ้าทำให้เกิดขึ้น ออกซิเจนที่ผิวของโลหะซึ่งจะทำให้หนากว่าออกซิเจนที่เกิดขึ้นเอง ชั้นออกซิเจนนี้แข็งและทนทานต่อลมฟ้าอากาศได้ดี การอัดผิวด้วยโลหะ โดยมากมักทำกับโลหะผสมอะลูมิเนียม

Al Cu Mg เข้าใจอะลูมิเนียมบริสุทธิ์แบบบาง ๆ หรือโลหะผสมชนิดที่ไม่มีทองแดงเจือปนอยู่ อัดรีดลงไปบนโลหะผสมอะลูมิเนียมในสภาพที่รอย Aluminum (อะลูมิเนียม) อะลูมิเนียม เกิดอย่างสมบูรณ์ตามธรรมชาติปนอยู่กับ OXYGEN, GLUCINE และ SILICAN คน คของ ALUMINUM คือ BAUXITE ซึ่งเป็น OXIDE ของ ALUMINUM และ IRON กับ SILICON ที่อะลูมิเนียมปรากฏนั้นในลักษณะ OXIDE ALUMINUM ($Al_2 O_3$) ซึ่งเป็นหลักใหญ่ของสารใน Clay แต่ในทางอุตสาหกรรมไม่เคยผลิตจาก Clay

วิธีผลิต ALUMINUM จากแร่ BAUXITE มีลักษณะดังนี้

1. Roasting บ้าง bauxite เพื่อไล่น้ำออก
2. Grinding บด bauxite ที่ได้จาก roasting แล้วผสม solution กับ sodium ของ sodium hydrate ภายใต้ความร้อนและความกดดันทำให้เกิด aluminate ขึ้น
3. Precipitating (ทำให้ตกตะกอน) aluminum hydroxide โดยทำ solution of sodium aluminate ให้ร้อนผสมกับ aluminum hydroxide หรือ carbon dioxide
4. Separating แยก aluminum hydroxide โดยการกรองและ dehydrating ควบความร้อนทำให้เกิด aluminum ($Al_2 O_3$)
5. Extracting สะกัด aluminum จาก alumina โดยกรรมวิธี electrolytic decomposition of aluminum in cryatile ที่หลอมละลายซึ่งเป็น Gluoride ของ alumina และ sodium

อะลูมิเนียมมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ซึ่งทำให้ใช้เป็น transmissium tine และเครื่องไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นตัวที่นำความร้อนที่ดี และไม่ดูกร่อนง่าย จึงใช้ในการทำเครื่องใช้ เครื่องกร่วมมาก น้ำหนักเบาลงเพียง 1/3 ของเหล็ก อะลูมิเนียมที่แข็งเกินไปได้ดึงออกเป็น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยนาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นโค้งรีคเป็นลักษณะโครงสร้างโคจรถูกหลอมละลายของอลูมิเนียมประมาณ 658 องศาเซลเซียส
คิเกรค

สแตนเลส (Stainless Steel)

เหล็กสแตนเลส เป็นโลหะเปลือยประเภท **Ferrous Metal** ซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม นิกเกิล และธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เหล็กสแตนเลสมีหลายชนิดที่สามารถที่จะเลือกใช้ได้ให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยปกติแล้วของเหล็กสแตนเลสจะมีสีคล้ายเงิน และมีลักษณะเป็นมัน

เหล็กสแตนเลสนิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหารหรืองานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงาม ใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคารโดยไม่ต้องมีการทาสีหรือเคลือบผิว เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิ และบรรยากาศของกาซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นเหล็กสแตนเลส ได้แก่

นิกเกิล จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่มความยืดหยุ่นในขณะตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวไคงาย

แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงไคสูง

โครเมียม จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรงและสามารถทนต่อแรงดึงไคสูง

วานาเดียม จะเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กสแตนเลส

โมลิบดีนัม และ โคลัมเบีย จะต้านทานการกัดกร่อน

ทิตาเนียม และแมกนีเซียม จะทำให้เหล็กสแตนเลสมีน้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เหล็กสแตนเลสแบ่ง เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้าง ซึ่งได้แก่

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

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า **Chrome-Nickel** ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก จะมีความเหนียวต่ำและไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

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

เหล็กสแตนเลส เป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมาก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้นในการทำงานควร เลือกเหล็กสแตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

ขอควรพิจารณาเบื้องต้น เหล็กสแตนเลส เช่นเดียวกับวัสดุอื่นที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน การเลือกใช้เหล็กสแตนเลส เป็นวัสดุชนิดใดในการผลิตนั้น จะผันแปรไปตามแบบที่ออกมา ค่าต้นทุนในการผลิตจะมีราคาสูงสำหรับงานประณีต ผลิตขึ้นหรือมีลักษณะง่าย ๆ หรือมีการออกแบบเป็นมาตรฐาน ดังนั้นโครงสร้างของการออกแบบสิ่งที่ทำการผลิตด้วยเหล็กสแตนเลสจึงมีราคาต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ค่าแนะนำต่อไปนี้จะอำนวยความสะดวกให้ออกแบบสามารถทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งทำด้วยเหล็กสแตนเลสได้อย่างประหยัดโดย

1. การออกแบบชิ้นส่วนคอนที่มีลักษณะ เป็นช่อง ควรออกแบบให้มีลักษณะสามารถทำการผลิตได้โดยการขึ้นเทคนิคง่าย ๆ เช่น เกี่ยวกับการผลิตงานโลหะกรรมทางด้านที่มีลักษณะโค้งหรือแนวตรงยอมทำการขึ้นรูปได้โดยง่าย ควรหลีกเลี่ยงการออกแบบงานที่มีลักษณะโค้งไปมาในระยะสั้น ๆ หรือ ซึ่งทำให้การผลิตทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้วัสดุใหม่มีขนาดประหยัคลง เนื่องจากการวิจัยจากตัวอย่างของแผ่นเหล็กสแตนเลสได้พบว่า มีความต้านทานต่อแรงดึงไ้มากกว่าแผ่นอลูมิเนียมถึง 3 เท่า ข้อดีจากคุณสมบัตินี้ในการใช้ลดขนาดของวัสดุลงได้

3. ความหนาของโลหะอาจลดลงได้ โดยการออกแบบรูปร่างหรือลักษณะของชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือโดยการใส่ลักษณะของโครงสร้างวัสดุให้เป็นประโยชน์ หรือได้จากการใช้แผ่นโลหะที่ผลิตด้วยกรรมวิธีอีทีในแบบบริเวณที่มีหน้ากว้าง

4. ควรออกแบบให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้

5. ในกรณีที่สามารถทำได้ ควรออกแบบให้ชิ้นงานนั้นสามารถเชื่อมกับชิ้นส่วนหรือวัสดุที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแล้ว เพราะการเชื่อมชิ้นส่วนที่ต้องสั่งทำนั้นย่อมมีราคาแพงกว่าธรรมดา

เหล็กสแตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่น ๆ หลายชนิดที่บริเวณชิ้นตอนของงานเหล็กสแตนเลสสามารถทำการเชื่อมให้เกิดความกลมกลืนในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรืออบแห้งจะขจัดรอยร่องรอยสิ่งตำหนิไหลลงหรือหมดไปได้

เมื่อใช้ตัวยึด (Fasteners) ควรใช้ตัวยึดที่ทำด้วยเหล็กสแตนเลส การใช้ตัวยึดที่ทำด้วยวัสดุอื่นจะก่อให้เกิดการผุกร่อน ทำให้เกิดผลเสียหายแก่ของที่ทำการศึกษาครั้งนั้นได้ ตัวยึดที่ทำการศึกษาจะทะลุผ่านวัสดุในการยึดกัน จะต้องระวังในการวางตำแหน่งให้ถี่ เพื่อไม่ให้เกิดการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อทำการขันตัวยึดให้แน่น มิฉะนั้นอาจต้องใช้แผ่นวัสดุที่มีขนาดหนามากขึ้น

วิธีอื่น ๆ ที่จะป้องกันการเกิดรอยตำหนิขึ้นนั้น ทำได้โดยการใช้แผ่นวัสดุช่วยเสริมความแข็งแรงไว้ภายในตัวนอก และใช้ Hat Channel ว่างภายในของแผ่นวัสดุ เมื่อใช้ในกรณีหลังให้ชนอกยึดเข้ากับ Hat Channel เพื่อให้แรงดึงของตัวนอกแผ่กระจายไปทั่วบริเวณกว้างของผิวโลหะ

ที่ได้เป็นที่น่าพอใจและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

โลหะแผ่นที่นำมาใช้งานส่วนมาก ได้แก่ เหล็ก ซึ่งรีดออกมาเป็นแผ่น ๆ มีขนาด ความหนาหลายขนาดต่าง ๆ กัน และยังมี การเคลือบผิวด้วยโลหะต่าง ๆ อาทิ เช่น เคลือบผิวด้วยตะกั่ว สังกะสี หรือคิงก เป็นคน นอกจากนี้แล้ว ยังมีการเอาโลหะผสมมาใช้ อีกหลาย ชนิด เช่น ทองแดง อลูมิเนียม เป็นต้น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่ง เป็น 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) เสีย ก่อนแล้วจึงนำไปเคลือบผิวด้วยโลหะตามที่ต้องการ เช่น เหล็กอาบสังกะสีหรือคิงก เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผิว เพื่อป้องกันมิให้เกิดการกัดกร่อน ซึ่งจะทำให้โลหะนั้นมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

ดังนั้น การใช้งานโลหะแผ่นเคลือบกับโลหะแผ่นเปลือย จึงต่างกันมาก การนำโลหะแผ่นเปลือยไปใช้งานอื่น ๆ เช่น นำไปเชื่อม ชัดผิว ตะไบ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่ต้องเสียดสีผิวหน้าของงานก็จะไม่ทำให้เกิดผลเสียหายในการกัดกร่อนแต่อย่างใด แต่สำหรับโลหะเคลือบแล้ว ผิวหน้าของงานไม่ควรได้รับอันตรายใด ๆ เลย เพราะถ้าผิวหน้าของโลหะเสียหาย โลหะที่ผสมเคลือบผิวอยู่หลุดออกไป จะเป็นเหตุให้โลหะนั้นสูญเสียคุณสมบัติในการคงทนต่อการกัดกร่อนได้ง่ายขึ้น

โลหะแผ่น เปลือย

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 และโครเมียม อย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 50 % เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีความแข็งที่แตกต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด (Grade) ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด

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

" **O** " หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน (**Soft**) ใช้งานได้ดีเหมือนกันกับแผ่นสังกะสี

" **H** " หมายถึง อลูมิเนียมแข็ง (**Hard**) บางชนิดคัตโค้ง แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะคัตโค้งได้

" **T** " หมายถึง อลูมิเนียมที่ต้องใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อน (**Heat Treated**) อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร **H** หรือ **T** จะบอกความแข็ง เช่น **Number** 3003

ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไป จะเขียนเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้มีความแข็งแรงไม่มากนัก สามารถดัดโค้งหรือขึ้นรูปได้ดี

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่าย เพราะมีสีขาว น้หนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส (Stainless Steel) สามารถจะนำไปเชื่อมได้และจะตองใช้หน้าประสาน (Flux) ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถจะทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้หน้าประสานที่เข้ากับบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งใหญ่ตอง มิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ไคผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนไคดีในบรรยากาศปกติ ทั้งนี้จึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

2. ทองแดง (Copper)

ทองแดงเป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non-Ferrous Metal สังเกตได้ง่ายจากสีซึ่ง เป็นสีแดงจนเกือบจะเป็นสีน้ำตาล ทองแดงเกิดออกไซด์ (Oxide) หรือทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxygen) ไคง่าย Oxide ของทองแดงจะมีสีเขียวอมน้ำเงิน เป็นตัวปกคลุมผิวหน้าของทองแดงไม่ให้เกิด Oxide อีกต่อไป ทั้งนี้ทองแดงจึงทนต่อการกัดกร่อนไคสูง ดังจะพบเห็นไคจากหลังคาโบสถ์คาทอลิกในยุโรป ซึ่งสร้างมาตั้งแต่ยุโรปสมัยกลาง ปัจจุบันก็ยังคงมีสภาพที่ไคอยู่

ทองแดงเป็นโลหะที่มีราคาค่อนข้างสูง และมีน้ำหนักมาก การป้องกันผิวหน้าของทองแดงให้พ้นจากการกัดกร่อน สามารถจะทำได้โดยใช้แลคเกอร์ (Lacquer) เคลือบผิวหน้าซึ่งจะทำให้ผิวของทองแดงแลคดูเป็นเงา และสุกใสอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ดีเมื่อใช้ไปนาน ๆ ทองแดงก็จะเกิด Oxide ไคอีก

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

Hot Rolled Copper

เป็นแผ่นทองแดงรีดร้อนที่ได้จากการรีดโดยใช้

ความร้อน เขาช่วย ผิวของทองแดงชนิดนี้จะไม่เป็นมันสุกใส มีความอ่อนมากกว่าทองแดงชนิดรีดเย็น ดังนั้นจึง เหมาะกับงานที่ต้องการความยืดหยุ่นมากในขณะขึ้นรูป

ขณะขึ้นรูปแผ่นทองแดงรีดร้อน ความเค้นภายในจะทำให้ทองแดงมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับแผ่นทองแดงชนิดรีดเย็น เมื่อทองแดงมีความแข็งแรงมาก สามารถจะนำไปอบให้อ่อน (Annealed) ลงได้ โดยให้ความร้อนแก่แผ่นทองแดงจนมีสีแดง เรือ ๆ เหมือนสีลูก เซอร์สีสุดแล้วนำไปจุ่มน้ำ หรือจะปล่อยให้เย็นตัวลงภายในอากาศก็ได้

Cold Rolled Copper

เป็นแผ่นทองแดงรีดเย็น ซึ่งผลิตได้โดยการรีด

และดึงออกมาในสภาพที่เย็น ผิวของทองแดงที่ได้จะเรียบและมีความแข็งแรง แต่ยังอ่อนกว่า เหล็กอบสังกะสีสามารถนำไปตัดโค้งขึ้นรูปได้ง่าย และเป็นที่นิยมใช้ในงานโลหะแผ่นทั่วไป

ความเครียดภายในแผ่นของทองแดงรีดเย็นจะมีมากกว่าทองแดงชนิดรีดร้อน ความเค้นในแผ่นของทองแดงไม่สามารถจะคงรูปร่างได้ก็เหมือนแผ่นเหล็ก ในสภาพงานเช่นเดียวกันถ้าจะใช้แผ่นทองแดงทำ จะต้องใช้ความหนาที่มากกว่าแผ่นเหล็กเล็กน้อย

ความหนาของแผ่นทองแดง จะบอกเป็นออนซ์ (Ounce) คอตตารางฟุต เช่น "18 Ounce" หมายความว่า ทองแดงมีความหนาแน่นเป็นน้ำหนัก 18 ออนซ์คอตตารางฟุต ดังนั้นจะเห็นได้จากตารางการ เปรียบเทียบความหนากับโลหะอื่น ๆ

เนื่องจากทองแดงถ่ายเทความร้อนไครวดเร็ว ดังนั้นการบัดกรีจะต้องใช้หัวแร่งที่มีขนาดใหญ่ จึงจะให้ความร้อนได้อย่างพอเหมาะกับการหลอมละลายของตะกั่วบัดกรี การต่อทองแดงไม่นิยมใช้การเชื่อม แต่นิยมใช้การ Brazing เพราะทำได้อย่างรวดเร็ว และให้ความแข็งแรงไคร่มากกว่า

3. ทองเหลือง (Bress)

ทองเหลือง เป็นโลหะผสมระหว่างทองแดงกับสังกะสี ซึ่งมีคุณสมบัติของสังกะสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ระหว่าง 32 - 50 เปอร์เซ็นต์ ทองเหลืองสามารถกัดโค่งงอ หรือขึ้นรูปได้ง่าย ผิวหน้าของทองเหลืองจะขุ่นมัว เนื่องจากการเกิด Oxide ง่าย เช่นเดียวกับทองแดง Oxide ของทองเหลืองจะมีสีเขียวอ่อน

ผิวของทองเหลืองสังกะสีเกิดโค่งงอ เนื่องจากเป็นสีเหลือง เมื่อขัดจะเป็นมันเงาแวววาวและสวยงาม การเกิด Oxide ง่ายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันมิให้เกิด Oxide โดยการขัดและเคลือบผิวด้วย

ทองเหลืองไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในงานมากนัก นอกจากจะใช้ทำภาชนะต่าง ๆ และงานที่ต้องการความสวยงามบางชนิดเท่านั้น

4. สแตนเลส (Stainless Steel)

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

Stainless Steel นิยมใช้ทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภาชนะใส่อาหาร หรือ งานเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด ที่ต้องการความสวยงามให้ดูดีทั้งภายนอกและภายในตัวอาคาร โดยไม่ต้องการทาสีหรือเคลือบผิวหน้า เพื่อป้องกันการกัดกร่อนด้วยวัสดุอื่นใดทั้งสิ้น

คุณสมบัติทางกายภาพของ Stainless Steel ก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไป ในขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องการระมัดระวังควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของภาชนะต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็น Stainless Steel ได้แก่

นิกเกิล (Nickel) จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อน

โคบอลต์ และเพิ่มความยืดหยุ่นในขณะตัดโค้งไม่ให้ฉีกขาดหรือแตกร้าวได้ง่าย

แมงกานีส (Manganese) ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียวและทนต่อแรงดึงที่สูง

โครเมียม (Chromium) จะเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน ความแข็งแรง และสามารถทนต่อแรงดึงที่สูง

วานาเดียม (Vanadium) จะเพิ่มความเหนียวให้กับ

โมลิบดีนัม และ โคลัมเบียม (Molybdenum and Columbium) จะต้านทานการกัดกร่อน

ทิตาเนียม และ แมกนีเซียม (Titanium and Magnesium) จะทำให้ Stainless Steel มีน้ำหนักเบา

Stainless Steel มีอยู่หลายชนิด ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยทั่วไปจะมีส่วนผสมหลัก คือ เหล็ก นิกเกิล และโครเมียม

Stainless Steel แบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท ตามชนิดของโครงสร้างซึ่งได้แก่

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

ประเภทนี้จะจัดอยู่ในหมู่ 300 และมีชื่อเรียกว่า Chrome-Nickel ซึ่งมีความแข็งแรงสูงมาก แต่มีความเหนียวต่ำ และไม่มีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กอยู่เลย

2. Martensitic Stainless Steel จะประกอบไปด้วยส่วนผสมของธาตุโครเมียมอยู่ระหว่าง 11.5 - 17 % และมีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน (C) อีกไม่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาลดน้อยลง สามารถจะรีดได้ทั้งในขณะที่ยังร้อนแดง (Hot Rolled) และในขณะที่เย็นแล้ว (Cold Rolled)

เหล็กที่ร้อนจะปรากฏสีที่ขอบ เป็นสีเทาหรือน้ำตาล คลอดแผ่นจะมีสีเทา ซึ่งเนื่องจากผลของความร้อน เหล็กชนิดนี้จะให้ชิ้นงานก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ เช่น รั้ว ผนอน้ำ โครงสร้างเหล็ก เป็นต้น เพราะเหล็กที่ร้อนมีราคาถูกกว่าเหล็กที่เย็น การนำไปใช้งานก็ต้องมีการป้องกันการกัดกร่อนโดยการทาสี เป็นต้น

เหล็กที่เย็นจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลเทาบนผิวหน้าทั่ว ๆ ไป ใช้กับงานที่ต้องการผิวหน้าที่เรียบร้อย เช่น ผลิตภัณฑเฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะต้องมีการป้องกันการกัดกร่อน เช่น เคียวกันกับเหล็กที่ร้อน

เนื่องจากเหล็กเป็นโลหะแผ่นที่มีราคาถูก จึงนิยมนำมาเคลือบกับโลหะอื่น เพื่อให้เหล็กทนต่อการกัดกร่อนได้ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ดังนั้นเหล็กแผ่นจึงเป็นโลหะหลักในการผลิตเหล็กเคลือบสังกะสี กัลก และ ตะกั่ว ดังจะกล่าวต่อไป

โลหะแผ่นเคลือบ

1. เหล็กอาบสังกะสี (Galvanized Steel)

ในสภาพบรรยากาศปกติ สังกะสีเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมาก ดังนั้นจึงนิยมนำไปเคลือบแผ่นเหล็ก เพื่อช่วยให้แผ่นเหล็กมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ถ้าสังกะสีที่ใช่เคลือบผิวเหล็กลอกหรือหลุดไป ก็จะทำให้เกิดสนิมขึ้นกับแผ่นเหล็กได้

การผลิตเหล็กอาบสังกะสี สามารถกระทำได้ 2 วิธีดังนี้คือ

1. โดยวิธีจุ่ม (Hot Dipped) นำเอาแผ่นเหล็กตอนที่ได้จากการรีดเย็นไปล้างไขมันในถังกรด แลวนำไปล้างน้ำสะอาด จากนั้นจึงนำไปจุ่มลงในถังสังกะสีที่กำลังหลอมละลาย สังกะสีก็จะเกาะติดผิวหน้าของแผ่นเหล็ก แล้วจึงนำไปรีดให้เรียบอีกครั้งหนึ่ง
2. โดยวิธีเคลือบผิวด้วยไฟฟ้า อาศัยหลักการเกี่ยวกับการชุบโคร เมียมด้วย

ไฟฟ้าสังกะสีชนิดนี้มีชื่อเรียกทางการค้าโดยเฉพาะว่า **Zincgrip** หรือ **Paintgrip** เหล็กอาบสังกะสีที่ได้จากการเคลือบผิวคานไฟฟ้า ผิวที่เคลือบจะติดแน่นเรียบสม่ำเสมอ มีลักษณะ เป็นคอกสีเทา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องการพันธึ

เหล็กอาบสังกะสีสามารถสัง เกตไค้กาย จากลวกลายคอกที่ปรากฏบนผิวจะมีประกายแวววาวเห็นไค้ชัดเจน ลวกลายนี้เกิด จากการเป็นตัวของสังกะสีบนผิวเหล็ก

ความคงทนต่อการกัดกร่อนของ เหล็กอาบสังกะสี จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสังกะสีที่เกาะเคลือบผิวอยู่ ถ้ามีคุณภาพดีจะสามารถค้ไค้งอ และพบบัให้เกิดความแข็งแรงไค้ไค้ที่สังกะสีไม่กระ เทาะหรือกร่อนออกจากผิว เบ็ดลอก เหล็กไค้กาย และไม่เกิดการฉีกขาดเมื่อพบบัหลาย ๆ ครั้ง

เหล็กแ่นอาบสังกะสีสามารถบ้ค้กรไค้กาย แต่ถาจะนำไปเชื่อมจะ เกิดปัญหา บั่ยากมาก เนื่องมาจากสังกะสี เมื่อถูกเผาจะ เกิดกาซและควันพิษขึ้น ผลของการ เผาไหม้จะทำ ไ้ให้การ เชื่อมค้คไค้ยาก นอกจากนี้การ เชื่อมยัง เป็นการทำให้ลายสังกะสีที่เคลือบผิว เหล็กอีกควย

การนำแ่น เหล็กอาบสังกะสีไปทำการ เคลือบผิวควยการพันธึอีกก็ สามารถทำ ไค้แต่ถาจะไ้เกิดผลค้ควรลางควยนำกรค้อน ๆ ก่อนที่จะพันธึพื้น การลางควยนำกรคจะ ช่วยไ้สิ้พื้นเกาะค้คคิควงานไค้ค้ขึ้น

การใช้งานในบรรยากาศปกติ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 5 - 10 ปีโดย ไม่คองหาสิ้หรือบงกันการกัดกร่อนแต่อย่างไค้ แต่ถาจะนำไปใช้งานในบรรยากาศที่มีการกัดกร่อน เช่น ใอน้ำ กรค หรือที่มีความชื้นมาก ๆ ควรจะคองหาสิ้

2. ตะกั่ว

ตะกั่ว เป็นโลหะที่ไ้ใช้เคลือบผิวอีกชนิดหนึ่งในงานโลหะแ่น เป็นโลหะเก่าแก่ ที่นิยมใช้กันมานานแล้ว เช่น ตามโบสถ์คาคอลิคของยุโรปสมัยกลาง ซึ่งทำเป็นโลหะมุงหลังคา หรือกันสาค เป็นคน ตะกั่วสามารถบ้ค้กรหรือเชื่อมไค้กาย โดยไ้ให้ความรอนอยางถูกคอง

เหมาะสมควร เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกั่ว เป็นโลหะที่อ่อนมาก ยึดโค้ง่าย จนสามารถรีดโคโดยเครื่องที่ใช้มือหมุน ความอ่อนตัวของตะกั่วมีมากดังกล่าว การขึ้นรูปจึงสามารถทำได้ด้วยมือโดยไม่ยากนักและไม่มีการฉีกขาดควย การวัดขนาดความหนาของตะกั่ว จะวัดเป็น หน่วยน้ำหนักปอนด์ต่อตารางฟุต

ในปัจจุบันตะกั่วไม่ค่อยนิยมใช้มากนัก เพราะมีวัสดุอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า มาใช้แทน เช่น **Stainless Steel** หรือ พลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่ยังมีการกัดกร่อนมากก็ยังมีใช้ตะกั่วกันอยู่ เช่น ที่สถานีกรด เป็นต้น

3. คีมุก

เป็นโลหะแผ่นเคลือบที่เกิดจากการนำเอา เหล็กรีดเข้ามา เคลือบผิวด้วยคีมุก ผิวหน้าของคีมุกจะขุ่นมัว ไม่สะท้อนแสงหรือเป็นเงามันเหมือนกับโลหะชนิดอื่น มีความคงทน ต่อไอน้ำ หรือความชื้นได้ดี

ขนาดความหนาของคีมุกจะกำหนดเป็นตัวเลขและตัวอักษร เช่น **1C** (อ่าน **One C**) **1X** (อ่าน **One Cross**) หรือจะกำหนดเป็นขนาดน้ำหนักตอลดอง (**Base Box**) ก็ได้ เช่น **1Base Box** จะหมายถึงแผ่นคีมุกขนาด 14 - 20 นิ้ว จำนวน 112 แผ่น **Double Box** ก็จะมีบรรจุแผ่นคีมุกจำนวน 112 แผ่นเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดเป็น 28-30 นิ้ว น้ำหนักของ **Base Box** นี้เรียกว่า **Base Weight** ซึ่งจะมีน้ำหนักต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นคีมุก

นอกจากการบอกขนาดดังกล่าวแล้ว ยังมีชื่อเรียกในทางการค้าอีก 2 ชื่อคือ **Coke Plate** และ **Charcoal Plate** ชื่อทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของคีมุกที่เคลือบผิวอยู่ ได้แก่

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

ชนิดที่เคลือบหนามากกว่า 7 ปอนด์ขึ้นไป จนถึง 14 ปอนด์คือ **Base Box**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Dairy Plate นอกจากนี้ยังมีตะกั่วอีกชื่อหนึ่งที่ควรรู้จักคือ Terne Plate เป็นแผ่นเหล็กคำ เคลือบด้วยตะกั่วและดีบุกอยู่ระหว่าง 8 - 40 ปอนด์

แต่ก่อนนี้ แผ่นดีบุกใช้สำหรับมุงหลังคา ภาชนะบรรจุอาหาร และเครื่องมือ เครื่องใช้ประจำวัน ครั้นพอ Stainless Steel ได้รับความปรับปรุงให้เข้ามาใช้อย่างกว้างขวางแล้วจึงทำให้แผ่นดีบุกมีที่ใช้งานลดน้อยลง แต่ในปัจจุบันก็ยังคงใช้ทำกระป๋องบรรจุอาหาร กระป๋อง เครื่องดื่ม ถึงแม้จะไทโลหะอื่นแทนแล้วก็ตาม

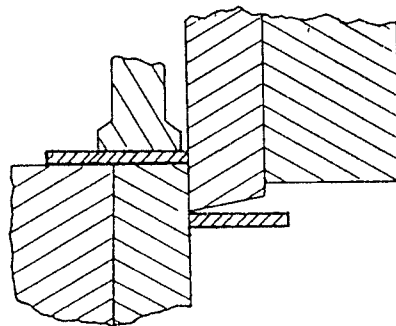
การขึ้นรูปโลหะ

งานขึ้นรูป ประเภทของงานขึ้นรูปมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 5 ประเภทดังนี้

1. งานตัด SHEARING
2. งานพับและงานขึ้นรูป BENDING AND FORMING
3. งานขึ้นรูป DRAWING
4. งาน EXTRUSION, COINING
5. อื่น ๆ

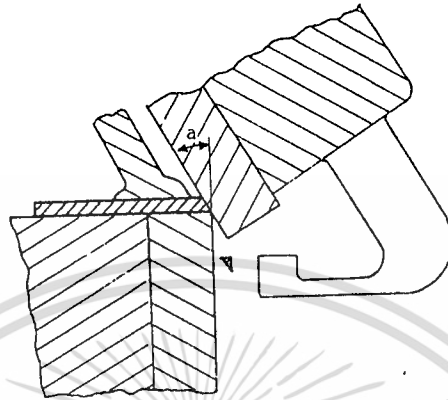
งานแต่ละประเภท เหล่านี้ยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทย่อย ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. งานตัด SHEARING เป็นงานขึ้นพื้นฐานของงานขึ้นรูป แบ่งออกเป็น
 - 1.1 SHEARING เป็นงานตัดทั่วไปที่โลหะคมตัดเฉือนโลหะให้ขาดออกจากกัน

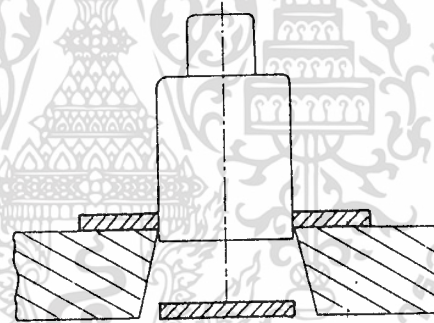


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

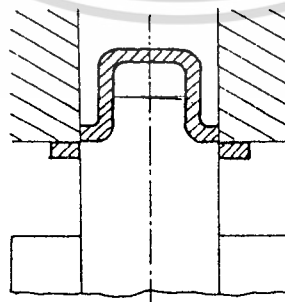
1.2 **BEVEL SHEARING** เป็นงานตัดริมขอบของชิ้นงาน โดยมีมุมตัดคานบนเอียงทำมุมกับแนวตั้ง



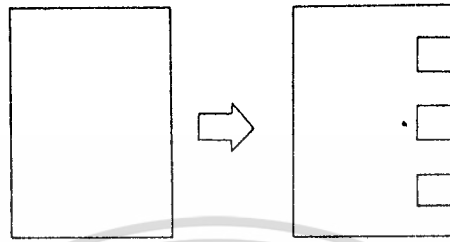
1.3 **BLANKING** เป็นงานตัดที่ต้องการเอาส่วนที่ถูกตัดไปแปรสภาพเป็นชิ้นงานต่อไป โดยส่วนที่ถูกตัดจะมีรูปร่างที่ได้ออกแบบไว้แล้ว



1.4 **TRIMMING** เป็นงานตัดขอบส่วนที่ไม่ต้องการออกจากชิ้นงานที่ขึ้นรูปมาแล้ว

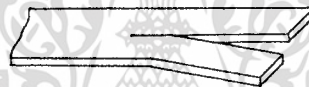


1.5 **NOTCHING** เป็นงานตัดเฉพาะบางส่วนทางด้านริมของชิ้นงานตั้งรูป



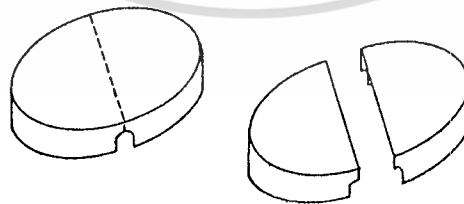
1.6 **SLITTING** เป็นการตัดในแนวยาวของชิ้นงาน โดยส่วนที่ถูกตัดไม่แยก

ออกจากกัน

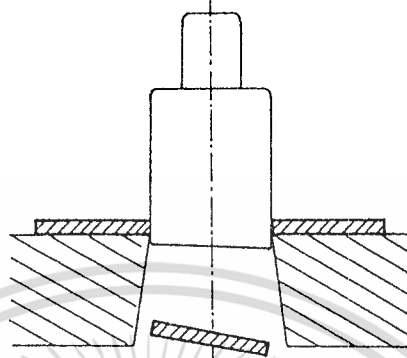


1.7 **PARTING** หรือ **SEPARATING** เป็นการตัดแยกชิ้นงานที่สามารถ

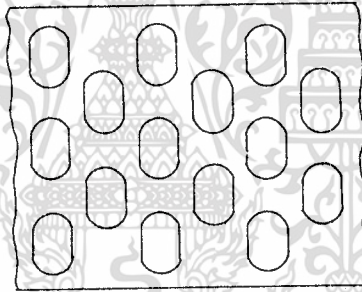
กันออกเป็น 2 ส่วน



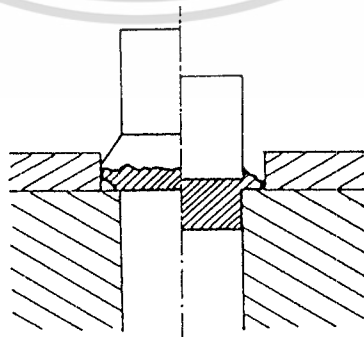
1.8 **PIERCING** เป็นการตัดเจาะรูเพื่อนำรูไปใช้ ท่างกัน
ที่หน้าเศษของรูไปใช้งาน



1.9 **PERFORATING** เป็นการตัดเจาะรูหลาย ๆ รูพร้อมกัน ซึ่งส่วนใหญ่
รูเหล่านี้จะมีรูปร่างและขนาดเท่ากันหมด

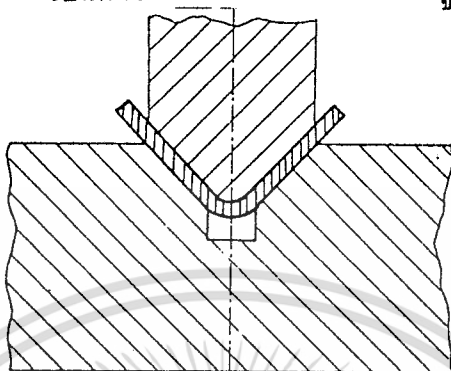


1.10 **SHAVING** เป็นการตัดครั้งที่สอง หลังจาก SHEARING หรือ
CUTTING มาแล้ว เพื่อทำให้ขอบของชิ้นงานเรียบ

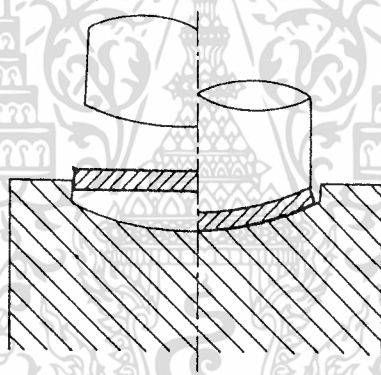


2. งานพับและงานป้อนเข้ารูป BENDING AND FORMING แบ่งออกเป็น

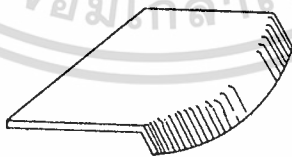
2.1 BENDING เป็นการพับโลหะซึ่งอาจจะเป็นรูปตัว V หรือตัว U ก็ได้



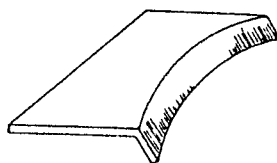
2.2 FORMING เป็นการป้อนเข้ารูปโลหะแผ่นเรียบให้มียูปร่างตามต้องการ โดยที่ชิ้นงานจะมีรูปร่างและขนาดตามรูปร่าง และขนาดของ PUNCH และ DIE



2.3 FLANGING เป็นการพับขอบของชิ้นงานซึ่งอาจจะมีทั้งพับตรง, โค้งออก หรือเว้าเข้าตามรูป.



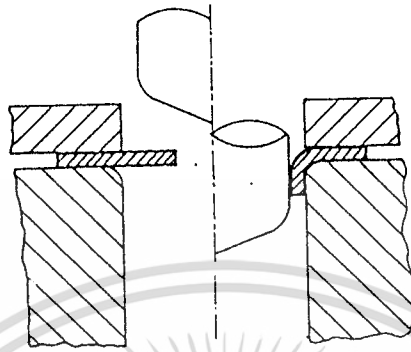
โค้งออก



เว้าเข้า

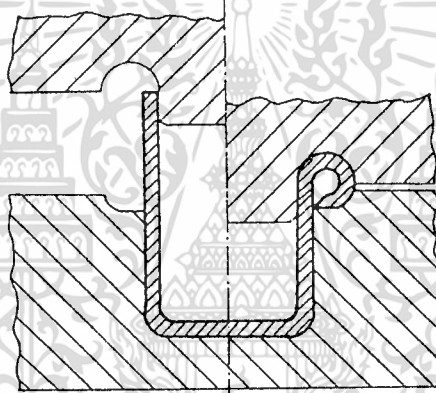
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 **BURRING** เป็นการพันบริเวณขอบของรูหรืองานรูออก

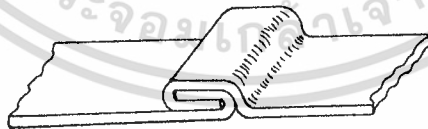


2.5 **CURLING** เป็นการมวนที่ปลายของชิ้นงานรูปถ้วย, ท่อ หรือโลหะ

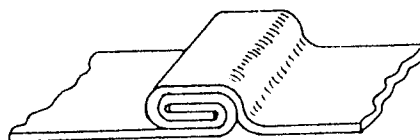
แผ่นเรียบ



2.6 **SEAMING** เป็นการคอบปลายของโลหะ เชื่อมด้วยวิธีกำนบคิกกัน



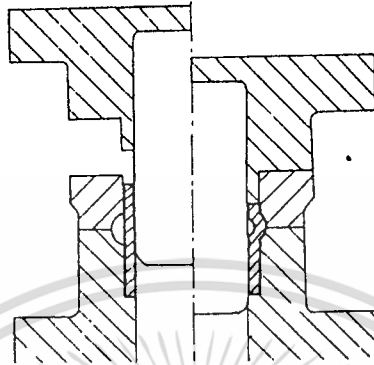
single seaming



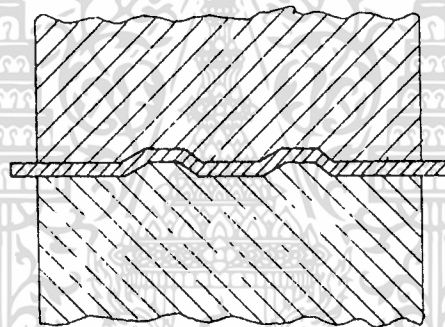
double seaming

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

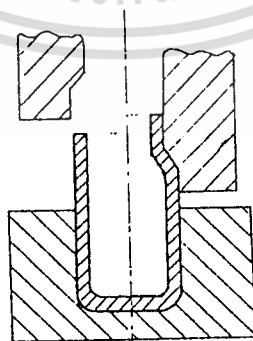
2.7 **BEADING** เป็นการขึ้นรูปสันเนิน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงาน



2.8 **EMBOSSING** เป็นการบ่มโลหะ เพื่อทำให้เกิดเป็นรอยกดตื้น ๆ ซึ่งความทฤษฎีและไม่ทำให้ความหนาของโลหะเปลี่ยนแปลง

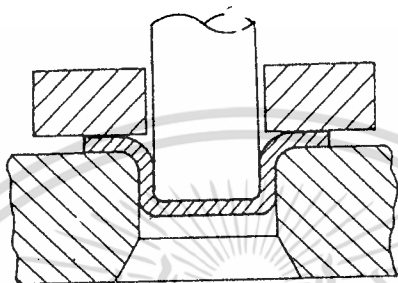


2.9 **NECKING** เป็นการลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของภาชนะรูปทรงกระบอกลงใหญ่รูปร่างเหมือนนริเวณคอขวด

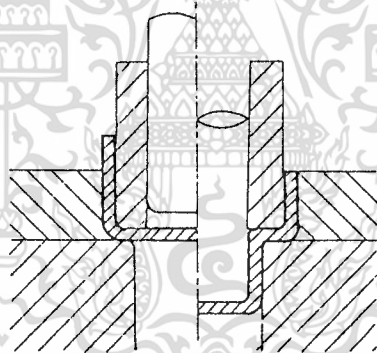


3. งานขึ้นรูป DRAWING แบ่งออกเป็น

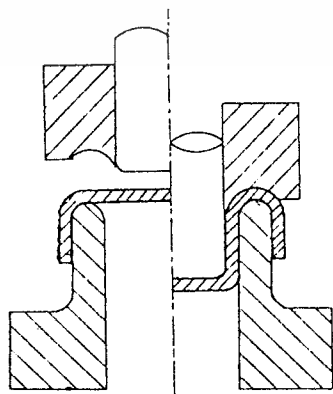
3.1 DRAWING เป็นการขึ้นรูปโดยที่ PUNCH จะกดแผ่นโลหะแผ่นเรียบเข้าไปในช่องว่างของ DIE เพื่อทำให้เกิดเป็นภาชนะรูปถ้วยกวดง และไม่มีตะเข็บ



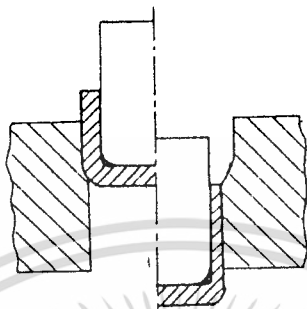
3.2 REDRAWING เป็นการขึ้นรูปต่อจากการขึ้นรูปครั้งแรก ซึ่งภาชนะรูปถ้วยจะมีความลึกเพิ่มขึ้น และพื้นที่หน้าตัดจะลดลง



3.3 REVERSE REDRAWING เป็นการขึ้นรูปต่อจากการขึ้นรูปครั้งแรก แต่ทิศทางของการขึ้นรูปตรงข้ามกับการขึ้นรูปครั้งแรก



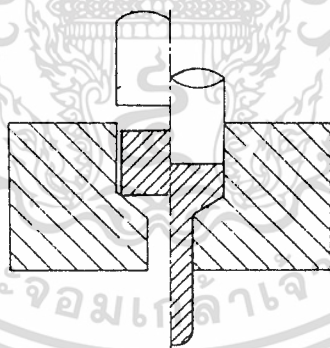
3.4 IRONING เป็นการลดความหนาของผนังด้านข้างของรูปถวยและจะทำให้ผิวหน้าเรียบตลอด



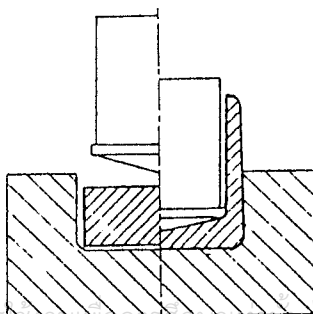
4. งานประเภท EXTRUSION, COINING มีดังนี้

4.1 COLD EXTRUSION เป็นการขึ้นรูป ชนิดหนึ่งโดยที่ PUNCH จะอัดโลหะเข้าไปใน DIE ORIFICE ซึ่งจะทำได้ขึ้นงานตามรูปพื้นที่หน้าตัดของ ORIFICE

4.2 FORWARD EXTRUSION เป็นการอัดโลหะ โดยโลหะที่ถูกอัดจะไหลตัวเข้าไปในช่องว่างของ DIE และมีรูปร่างตามลักษณะของ DIE

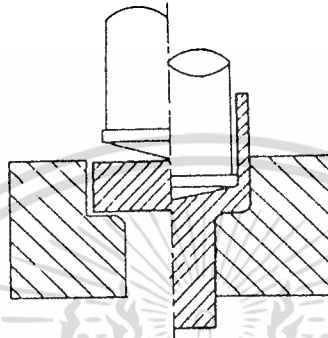


4.3 BACKWARD EXTRUSION เป็นการอัดโลหะโดยที่โลหะที่ถูกอัดจะไหลตัวเคลื่อนเข้าหา PUNCH และจะได้รูปร่างของชิ้นงานตามลักษณะของ PUNCH

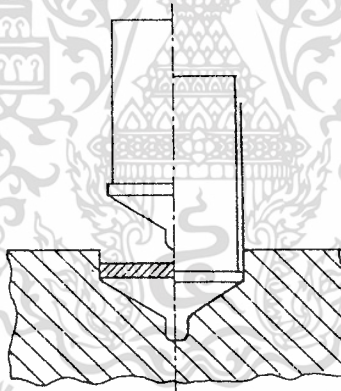


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

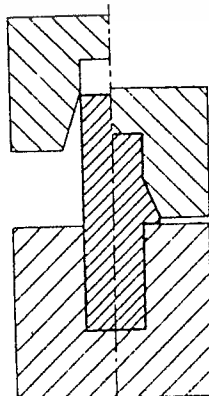
4.4 FORWARD AND BACKWARD EXTRUSION เป็นการอัดโลหะโดยโลหะจะไหลตัวเข้าไปใน DIE และมีบางส่วนจะไหลตัวเคลื่อนเข้าหา PUNCH ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานที่มีรูปร่างตามลักษณะของ PUNCH และ DIE



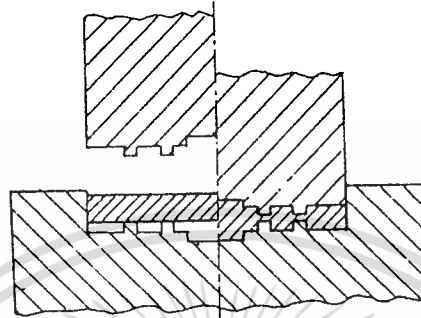
4.5 IMPACT EXTRUSION เป็น BACK WARD EXTRUSION ชนิดหนึ่ง ซึ่งความหนาของผนังมีความบางมาก. ใช้กับโลหะที่อ่อนมากเช่น อลูมิเนียม, ตะกั่ว, คูปัก และสังกะสี



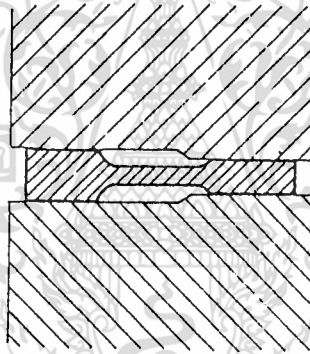
4.6 UPSETTING เป็นการอัดโลหะ เพื่อให้ความยาวลดลง โดยมีบางส่วน ของชิ้นงานมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น



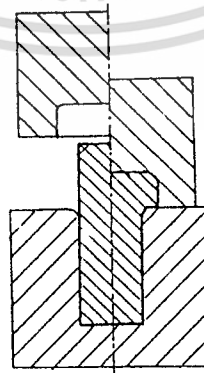
4.7 COINING เป็นการอัดโลหะโดยที่ทุกส่วนของชิ้นงานจะถูกอัดอยู่
ระหว่าง PUNCH กับ DIE และไม่มีส่วนใดออกมาจาก DIE



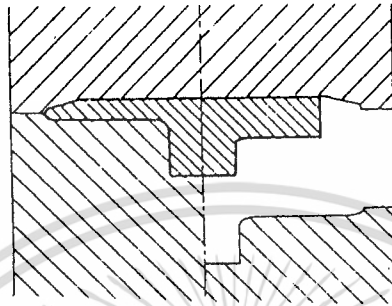
4.8 SIZING เป็นการบีบครั้งที่ 2 เพื่อให้โคขนาดที่ถูกต้องแน่นอนตาม
ต้องการ



4.9 HEADING เป็นการบีบเพื่อขึ้นรูป ทางคานปลายของชิ้นงาน เช่น
งานบีบหัวโบลต์ และรีเวท

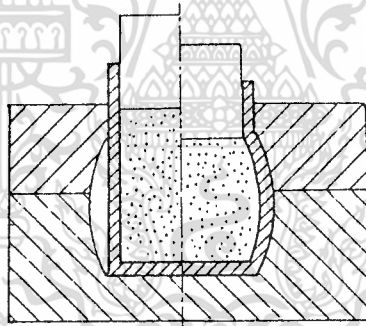


4.10 **SWAGING** เป็นการอัดโลหะจนโลหะไหลตัวเข้าไปจนเต็มช่องว่างของ DIE และจะมีโลหะบางส่วนไหลออกมานอก DIE

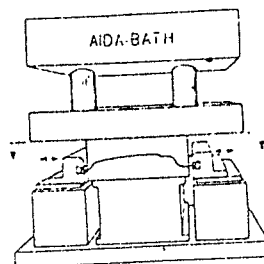


5. งานปั๊มประเภทอื่น ๆ

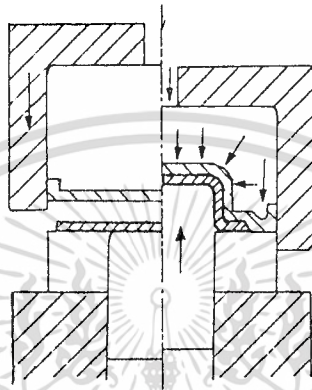
5.1 **BULGING** เป็นการขยายผนังของรูปดวย, รูปทรงกระบอก หรือท่อต่าง ๆ โดยใช้แรงดันจากด้านในออกมา แรงนี้เกิดจากการอัดตัวของ PUNCH ซึ่งกระทำต่อตัวกลาง เช่น อากาศ, ของเหลว หรือสารพวกซีเมนต์, ไซ หรือยาง



5.2 **STRETCH DRAW FORMING** เป็นการขึ้นรูปที่มี CLAMP บิดปลายทั้งสองข้างของโลหะไว้ หลักการของการขึ้นรูปแบบนี้คือการทำให้โลหะยึดตัวออกจนอยู่ในช่วงของ PLASTIC RAGE ในขณะที่เวลาที่โลหะจะถูกขึ้นรูปโดย PUNCH และควยวิธีนี้ก็สามารถป้องกันการเกิด **SPRING BACK** ได้

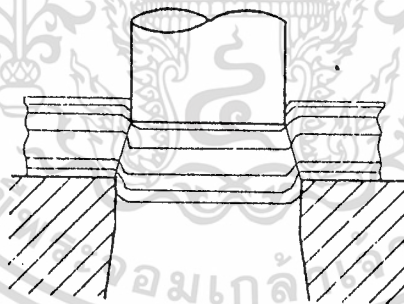


5.3 HYDRO FORMING เป็นการขึ้นรูปที่มีแม่ PUNCH เท่านั้นที่จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างของชิ้นงาน ส่วนที่ DIE จะเป็นของเหลวซึ่งมีหน้าที่ในการอัดโลหะ ให้มีรูปร่างตามลักษณะของ PUNCH การขึ้นรูปชนิดนี้นิยมใช้กับการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีรูปร่างยุ่งยาก



งานตัดโลหะ

1. SHEARING PROCESS คือการตัดโลหะออกจากกันโดยใช้คนตัดของ PUNCH และ DIE กดโลหะจนเลยจุด ULTIMATE STRENGTH ซึ่งจะทำให้โลหะฉีกขาดออกจากกัน



ขั้นตอนในการตัดเริ่มจากการที่ PUNCH กดลงบนโลหะ และพาเนื้อโลหะเข้าไปในช่องว่างของ DIE จนเลยจุด ELASTIC LIMIT ของโลหะช่วงนี้ทางผิวคานกลางของโลหะจะเริ่มขยับเข้าไปใน DIE และทางผิวคานบนก็จะถูก PUNCH กดลง เมื่อแรงกดเพิ่มขึ้น PUNCH จะเจาะเข้าไปในเนื้อโลหะโดยความลึกของส่วนที่ถูกกดทางผิวคานบนจะเท่ากับส่วนที่ถูกกดลงใน DIE ทางผิวคานล่าง เมื่อแรงกดเพิ่มขึ้นจนเลยจุด ULTIMATE STRENGTH ของโลหะแล้ว โลหะจะฉีกขาดออกจากกันรายละเอียดของขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตัดด้วยเครื่องจักร

- จากรูป A PUNCH เริ่มกดลงบนเนื้อโลหะ
 B PUNCH เพิ่มแรงกดลงบนเนื้อโลหะ
 C โลหะเริ่มฉีกตัว
 D การฉีกของโลหะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

การฉีกของโลหะจะขึ้นหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับ CLEARANCE ระหว่าง PUNCH กับ DIE ถ้า CLEARANCE มากไปหรือน้อยไปจะทำให้เพิ่มแรงที่มากกระทำต่อ PUNCH และ DIE ทำให้สึกเร็ว นอกจากนี้ ยังทำให้รอยฉีกไม่เรียบอีกด้วย

2. CLEARANCE คือของห่างระหว่าง PUNCH กับ DIE ซึ่งจะบอกเป็นค่าของผลต่างของรัศมีของ PUNCH กับ DIE

3. มาตรฐาน CLEARANCE ของวัสดุชนิดต่าง ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความหนาของโลหะ

ตารางขนาดของ CLEARANCE ของโลหะต่าง ๆ

CUTTING CLERANCE PER SIDE PERCENTAGE OF STOCK THICKNESS		
MATERIAL	IRREGULAR CONTOUR	ROUND
ALUMINUM		
SOFT LESS THAN 3/64" THK	3%	2%
SOFT MORE THAN 3/64" THK	5%	3%
HARD	5 - 8%	4 - 6%
BRASS & STEEL		
SOFT	3%	2%
1/2 HARD	4%	3%
HARD	5 - 6%	4%
STEEL		
LOW CARBON SOFT	3%	2%
1/2 HARD	4%	2%
HARD	5%	3%
SILICON STEEL	4 - 5%	3%
STAINLESS STEEL	5 - 8%	4 - 6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

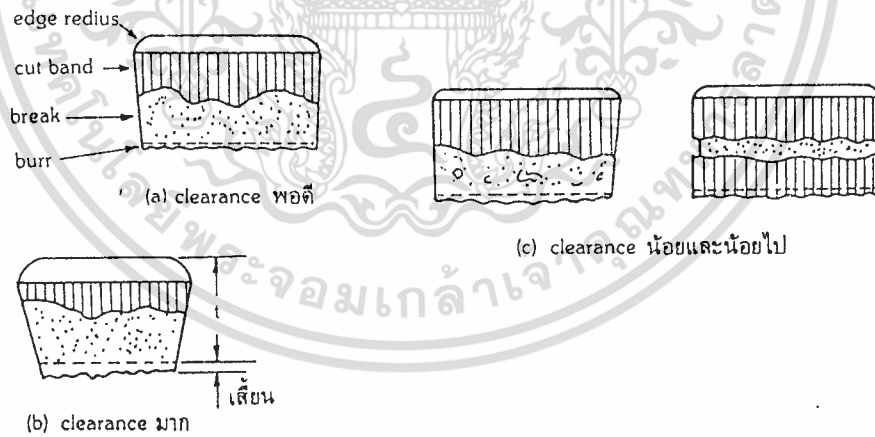
CLEARANCE จะแตกต่างกันไปตามชนิดของโลหะ, ความหนา และรูปร่างของชิ้นงานก็มีส่วนสำคัญในการกำหนดขนาดของ CLEARANCE ด้วย โดยชิ้นงานยังมีความหนาเท่าไร CLEARANCE ก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

4. สภาพของ CLEARANCE เราสามารถที่จะทราบว่า CLEARANCE ระหว่าง PUNCH กับ DIE นั้นมีค่ามากไป น้อยไป หรือว่าเหมาะสมแล้ว โดยดูได้จากสภาพรอยตัดของชิ้นงาน ดังนี้

1. กรณีที่ CLEARANCE พอดีหรือเหมาะสมนั้น CUT BAND จะมีความกว้างประมาณ $1/3$ ของความหนาของโลหะ และ BURR จะเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

2. กรณีที่ CLEARANCE มากเกินไปที่ EDGE RADIUS จะมีความโค้งมาก CUT BAND จะแคบรอยตัดจะไม่เป็นระเบียบและมี BURR มาก

3. กรณีที่ CLEARANCE น้อย และน้อยไป ที่ CUT BAND จะมีบริเวณกว้าง และอาจจะมีมากกว่า 2 แห่ง

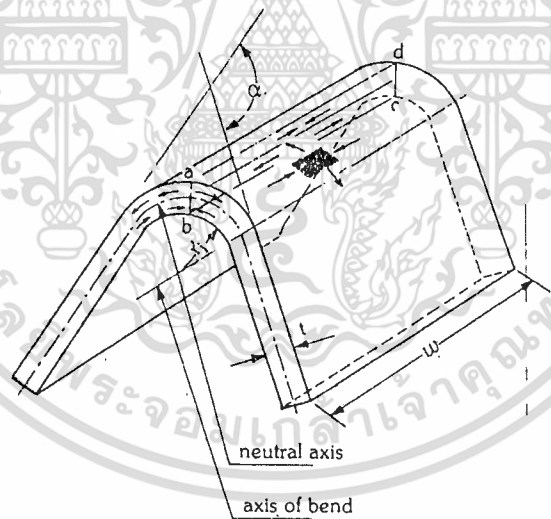


ประโยชน์ที่จะได้รับจากการตรวจสภาพของรอยตัดโดยดูจาก CUT BAND และส่วนอื่นประกอบกันนี้ จะทำให้เราสามารถทราบว่า ค่าแห่งศูนย์กลางของ PUNCH กับ DIE เบื้องต้นกันแล้ว PUNCH และ DIE จะได้รับแรงกระทำไม่เท่ากันทุกจุด ทำให้อายุการใช้งานของ PUNCH และ DIE สั้นลง

5. การกำหนดขนาดของ PUNCH และ DIE ในการกำหนดขนาดตาม PUNCH และ DIE ว่าควรจะมีขนาดเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นงานที่จะนำไปใช้ เช่น ถ้าต้องการใช้ ก็กำหนดขนาดของ PUNCH ให้เท่ากับขนาดของรูแล้วไปเพิ่มขนาดของ DIE ตาม CLEARANCE ที่หาได้ ถ้าต้องการใช้ BLANK ให้กำหนดขนาดของ DIE ตามขนาดช่อง BLANK แล้วลดขนาดของ PUNCH ลงตาม CLEARANCE

งานพับโลหะ

1. การพับ (BENDING) เป็นการออกแรงเพื่อให้โลหะ ซึ่งส่วนมากจะเป็นแผ่นเรียบ หมุนรอบแนวแกนซึ่งอยู่ในระนาบที่ขนานกับแผ่นโลหะ โลหะจะเกิดการไหลตัวอยู่ในช่วงของ PLASTIC RANGE และคงสภาพอยู่เช่นนั้น แม้จะเอาแรงที่มากกระทำออกไปแล้วก็ตาม



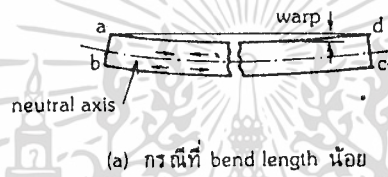
α = มุมพับ (bend angle)

r_i = รัศมีของการพับ (bend radius)

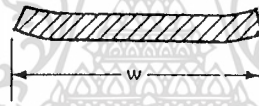
w = ความยาวของการพับ (bend length)

ในการพับตัวคานในจะไ้รับแรงกด (COMPRESSION) จึงหดตัว ส่วนตัวคานนอกไ้รับแรงดึง TENSION จึงยืคตัวออก

สำหรับการพับแบบ FREE BEND มักจะเกิดปัญหาที่แนวกลางของส่วนโค้ง มักจะเว้าลงค้งในรูป ซึ่งแสดงไ้เห็นค้งรูปสี่เหลี่ยมคี่น้า A B C D ซึ่งอยู่ตรงแนวกลางของส่วนโค้ง จะเว้าลงเนื่องจากตัวคานนอกยืคตัวออกตามแนวที่ค้งฉากกับความยาวของการพับ จึงทำให้เนื้อโลหะซึ่งอยู่ในแนวสันของการพับหดตัวเข้ามา

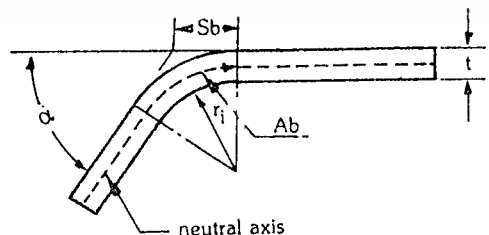


(a) กรณีที่ bend length น้อย



(b) กรณีที่ bend length มาก

2. รัศมีของการพับ BEND RADIUS ในการออกแบบแม่พิมพ์พับโลหะนั้นผู้ออกแบบจะต้องทราบถึงค่าจำกัดของรัศมีของการพับที่น้อยที่สุดค่างกัน หากไม่ค่านึงค่าเหล่านี้แล้วอาจทำให้เกิดปัญหาการพับโลหะได้ รัศมีของการพับนี้จะบอกเป็นคาร์รัศมีทางคานในของส่วนโค้งค้งรูป โดยทั่ว ๆ ไป รัศมีของการพับไม่ควรค่างกว่า 1 เท่าของความหนาของโลหะที่จะพับ



- r_i = รัศมีของการพับ
- S_b = set back
- A_b = bend allowance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	คุณสมบัติของโลหะ		ชนิดของโลหะ	I		II	
				r _{min}		r _{min}	
				A	B	A	B
เหล็ก	0.42 - 0.52% C หรือ St = 60 - 72 kg/mm ²		S45C, S50C	0.5 t	1.0 t	1.0 t	1.7 t
	0.52 - 0.60% C หรือ St = 70 - 82 kg/mm ²		S55C, S60C	0.7 t	1.3 t	1.3 t	2.0 t
	0.8 - 1.0% C		SK4	1.2 t	2.0 t	2.0 t	3.0 t
สแตนเลส	18Cr - 8 Ni St = 67 kg/mm ²	temper	SUS304	0.5 t	1.0 t	1.0 t	1.8 t
		(1/2H)		3.0 t	4.5 t	4.5 t	—
	13 Cr - 0.1 C St = 52 kg/mm ²	temper	SUS410	0.7 t	1.5 t	1.5 t	2.5 t
		(1/2 H)		3.0 t	5.0 t	5.0 t	—
อะลูมิเนียม	อะลูมิเนียม St = 8 - 15 kg/mm ²		A1100	0	0.2 t	0.3 t	0.8 t
	อะลูมิเนียม St = 20 - 25 kg/mm ²		A2024	t < 3 0 t > 3 0.5 t	t < 3 0.2 t t > 3 1.0 t	1.5 t	2.5 t
	อะลูมิเนียม St = 25 - 50 kg/mm ²		A2024, A7035	2.0 t	3.0 t	3.0 t	4.0 t
	คุณสมบัติของโลหะ		ชนิดของโลหะ	I		II	
				r _{min}		r _{min}	
				A	B	A	B
เหล็ก	สำหรับการขึ้นรูปลึก ๆ		SPCE	0	0.2 t	0.2	0.5 t
	0.06 - 0.12% C หรือ St = 28 kg/mm ²		SPCC, SPCD	0	0.4 t	0.4 t	0.8 t
	0.12 - 0.22% C หรือ St = 37 - 42 kg/mm ²			0.1 t	0.5 t	0.5 t	1.0 t
	0.22 - 0.32% C หรือ St = 42 - 50 kg/mm ²			0.2 t	0.6 t	0.6 t	1.2 t
	0.32 - 0.42% C หรือ St = 50 - 60 kg/mm ²		S35C	0.3 t	0.8 t	0.8 t	1.5 t

ตารางที่ 2 แสดงการรับโลหะรั้งที่น้อยที่สุดชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของทางวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

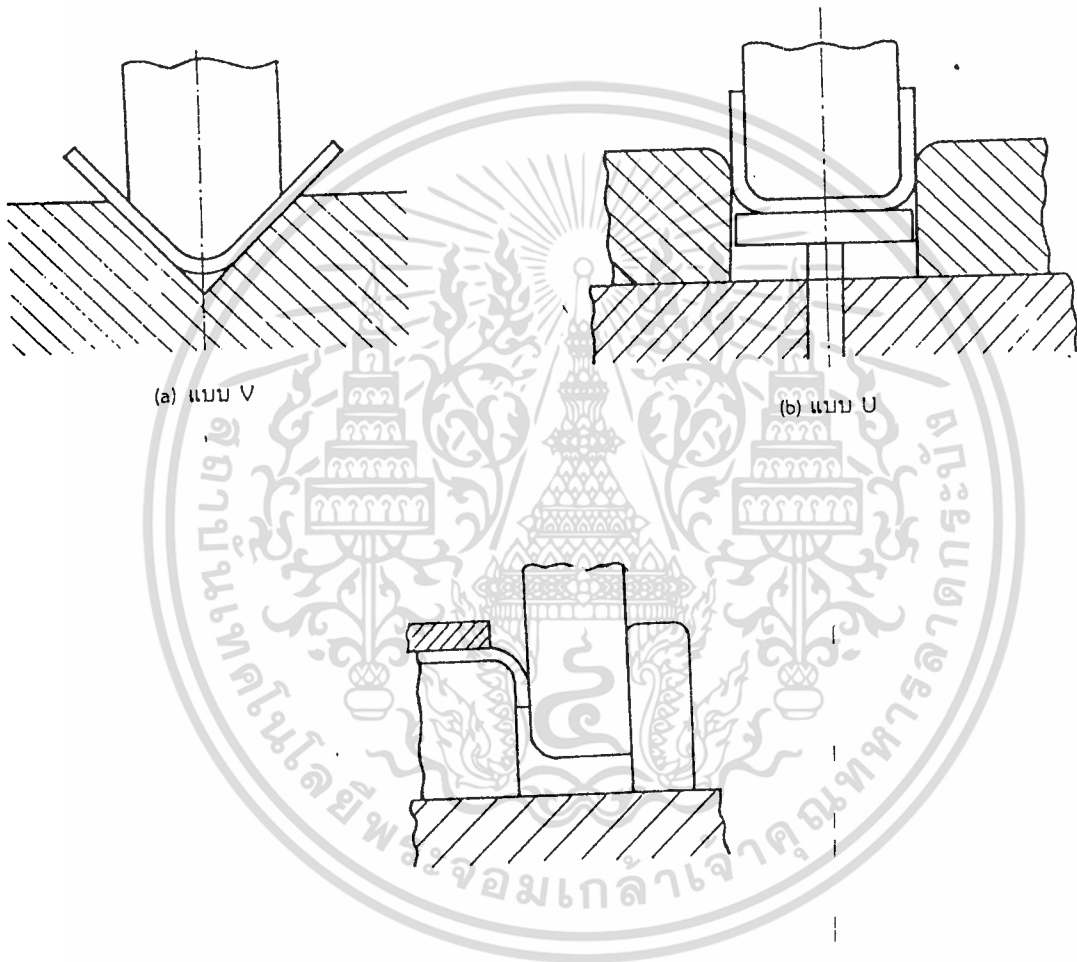
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประเภทของงานพิมพ์ ลักษณะโดยทั่วไปของงานพิมพ์จะวิเอบู 3 ลักษณะ คือ

3.1 การพิมพ์แบบรูปตัว V

3.2 การพิมพ์แบบรูปตัว U

3.3 การพิมพ์แบบรูปตัว E



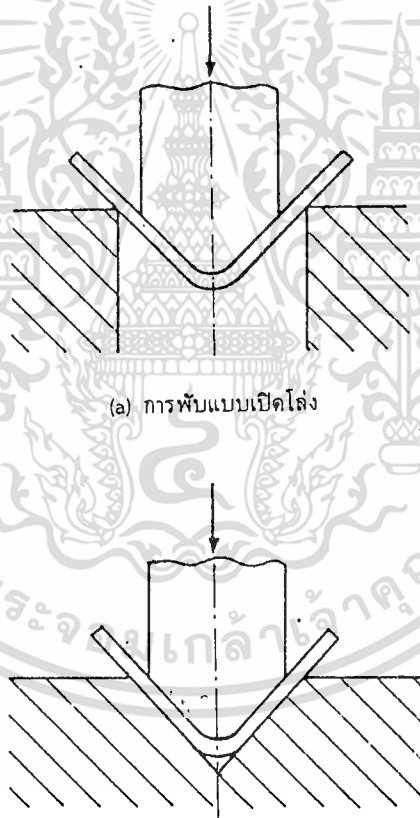
การพิมพ์แบบต่าง ๆ

3.1 การพับแบบรูปตัว V (VIBEND) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประการ

คือ

3.1.1 การพับแบบเปิดโล่ง AIR BEND คือ ชิ้นงานจะขึ้นตามรูปร่างของ PUNCH ส่วนที่ DIE จะมีลักษณะแบบเปิดโล่ง โดยมีส่วนที่รองรับชิ้นงานอยู่ 2 จุดเท่านั้น ดูจากรูป

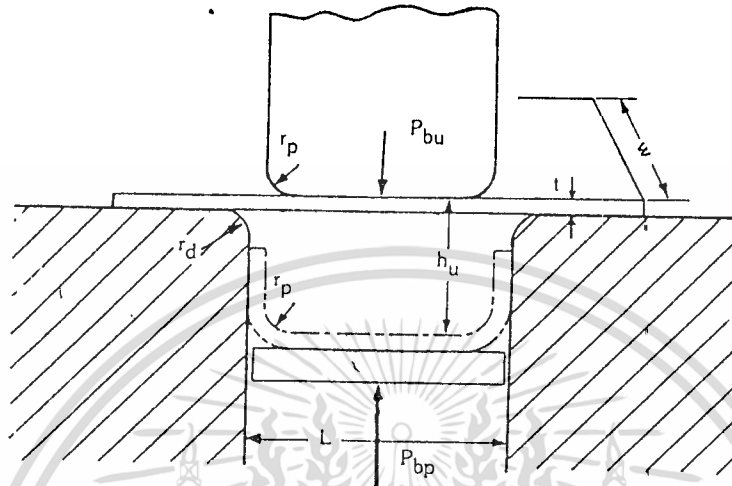
3.1.2 การพับแบบอัดตัว คือ ชิ้นงานจะมีรูปร่างตามรูปร่างของ PUNCH และ DIE ซึ่งที่ DIE จะเป็นแบบตัน จะช่วยให้ผิวด้านล่างของโลหะได้รับแรงกระทำอย่างทั่วถึง จากรูป



(b) การพับแบบอัดตัว

เปรียบเทียบลักษณะการพับแบบ เปิดโล่ง และแบบอัดตัว

3.2 การพับแบบรูปตัว U (U BEND)



สำหรับการพับแบบ U นั้นจะมีแรง 2 แรงมากระทำต่อชิ้นงาน คือ

1. แรงกดของ PUNCH
2. แรงดันของ PAD

ในการพับโลหะนั้นผิวคานในของโลหะนั้นผิวคานในของโลหะจะหดตัว และผิวคานนอกจะยืดตัวออก แต่ระหว่างผิวคานนอกกับผิวคานใน จะมีแนว ๆ หนึ่งซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ทั้งสิ้น คือ ไม่เกิดการหดตัวหรือยืดตัวเลยแนว ๆ นี้เรียกว่า "แกนกลาง"

(NEUTRAL AXIS)

โดยทั่วไปแล้ว โลหะจะยืดตัวไ้มากกว่าหดตัว และเนื่องจากการพับโลหะ ผิวคานนอกจะยืดตัวออกและผิวคานในจะหดตัวเข้า ด้วยเหตุนี้ แกนกลางของโลหะ จึงเคลื่อนตัวเข้ามาทางผิวคานในมากยิ่งขึ้น

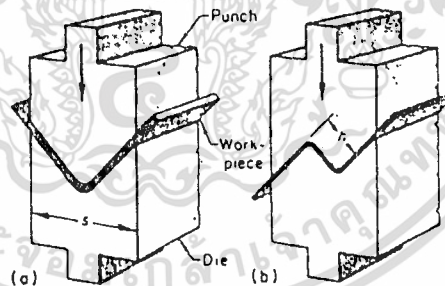
4. แม่พิมพ์พับและบีบเข้ารูป (BENDING AND FORMING DIE)

คำว่า BENDING และ FORMING นิยมใช้เรียกแทนกันได้กับแม่พิมพ์ที่ผลิตชิ้นงานในลักษณะของการพับ ถ้าแผ่นโลหะถูกพับขึ้นรูปโดยมีลักษณะเหมือนกับ PUNCH กับ DIE ที่มากระทำ เราเรียกแม่พิมพ์ชนิดนี้ว่า "FORMING DIE" แต่ถ้าโลหะถูกบีบแยกเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ PUNCH เคลื่อนตัวลงมาบางส่วนของ DIE แล้วทำให้โลหะพับตัวลงมาตามการเคลื่อนที่ของ PUNCH ซึ่งรูปร่างของชิ้นงานไม่ได้เกิดจากการอัดตัวเอง PUNCH กับ DIE โดยตรง เราเรียกแม่พิมพ์ชนิดนี้ว่า "BENDING DIE" ดูตัวอย่างจากลักษณะของแม่พิมพ์ทั้งสองชนิดได้ ดังต่อไปนี้

4.1 BENDING DIE แบ่งออกเป็นแม่พิมพ์ประเภทต่าง ๆ ดังนี้

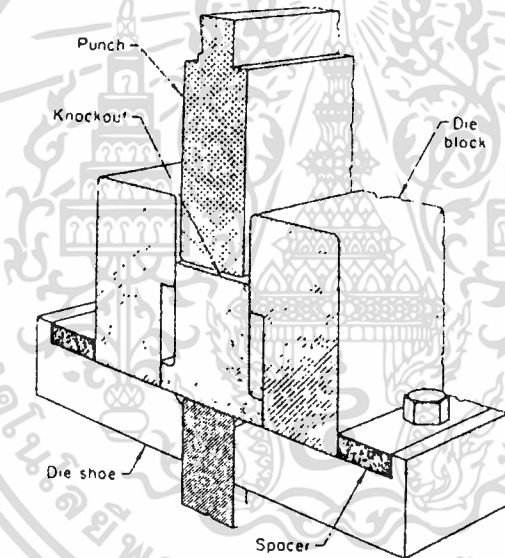
4.1.1 V-DIE ประกอบด้วย DIE ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัว V และ PUNCH ลักษณะคล้ายคีม ขนาดความกว้างของปาก DIE มีค่าอย่างน้อยเท่ากับ 8 เท่าของความหนาของชิ้นงาน ขั้นตอนในการพับเริ่มจากวางแผ่นโลหะที่จะพับลงบน DIE แล้ว PUNCH จะเคลื่อนตัวลงมาคั่นแผ่นโลหะให้เข้าไปในช่องว่างของ DIE แผ่นโลหะก็จะถูกพับขึ้นรูปเป็นรูปตัว V ตามลักษณะของ PUNCH และ DIE สำหรับมุมพับ (BEND ANGLE) ของชิ้นงานสามารถเปลี่ยนไปได้ตามความต้องการ โดยการปรับระยะที่ PUNCH กดลงในช่องว่างของ DIE



การพับลักษณะเช่นนี้ เมื่อ PUNCH ถอนตัวออกจากชิ้นงานแล้ว ชิ้นงานจะเกิดการ SPRING BACK เล็กน้อย แก้ไขได้โดย ทิ้งมุมของ PUNCH ให้เล็กลงกว่ามุมพับของชิ้นงานที่ต้องการ เล็กน้อย

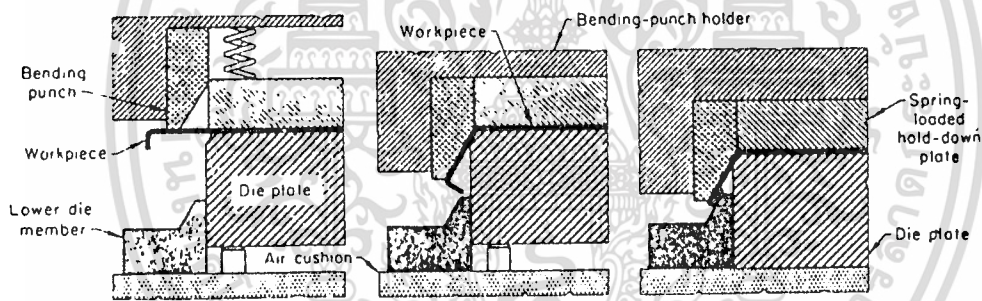
4.1.4 U-BENDING DIE ชิ้นงานรูปตัว U สามารถพับขึ้นรูปได้โดยใช้แม่พิมพ์ที่มีลักษณะดังในรูป ซึ่งขนาดความกว้างของตัว U สามารถปรับระยะได้โดยการเปลี่ยนขนาดของ SPACER และ KNOCK OUT ส่วน PUNCH ที่ติดตั้งอยู่ใน PUNCH HOLDER ก็เปลี่ยนขนาดได้ตามความต้องการในการพับรูปตัว U นี้ต้องเผื่อ CLEARANCE ทางคานข้างไว้ประมาณ 10 % ของความหนาของชิ้นงาน

4.1.5 ROTARY BENDING DIE แม่พิมพ์ชนิดนี้ใช้ในการพับ (BEND) หรือบิด (TWIST) แผ่นโลหะ โดยใช้หลักการของ CAM ที่ PUNCH มาหมุนชิ้นงาน

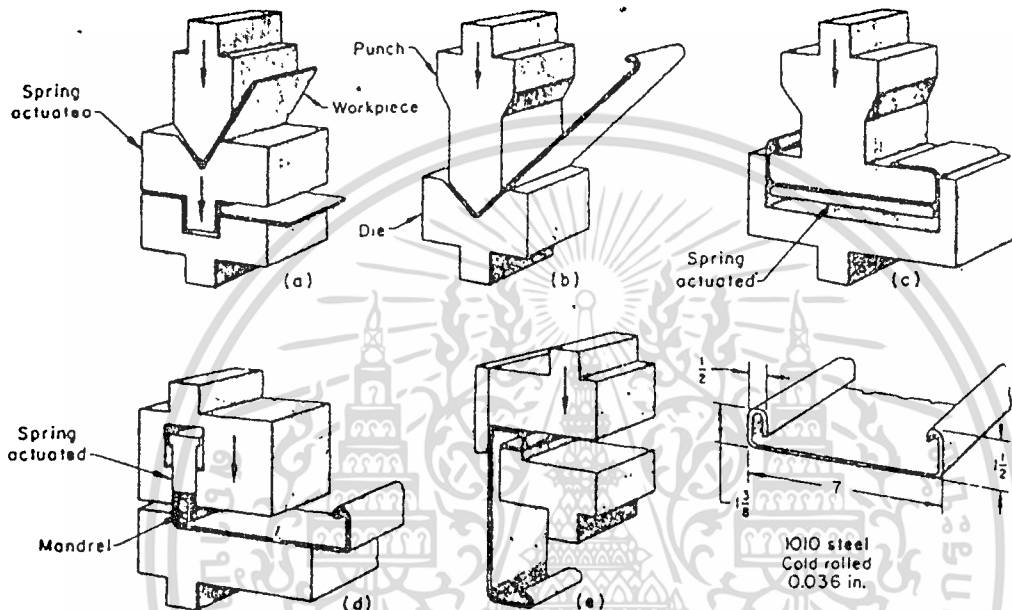


4.1.6 CAM ACTUATED FLANGING DIE ในการพับขอบของชิ้นงาน ซึ่งมีทิศทางอยู่ในแนวระนาบนั้น มีวิธีนิยมใช้กันอยู่คือการเปลี่ยนแนวแรงที่ได้มาจากการเคลื่อนที่ของ RAM ในแนวตั้งมาเป็นแนวแรงในแนวระนาบ โดยการชักไกของ RAM ที่ผิวหน้าเอียงทำมุมกับแนวระนาบ จะมี BLANK HOLDER เป็นตัวค้ำชิ้นงานให้อยู่กับที่ก่อนที่ PUNCH จะเคลื่อนตัวลงมาสัมผัสชิ้นงาน สำหรับแรงที่มากกระทำต่อ BLANK HOLDER นั้นได้จากการกระทำของสปริงหรือ CUSHION PIN ของเครื่องปั๊ม

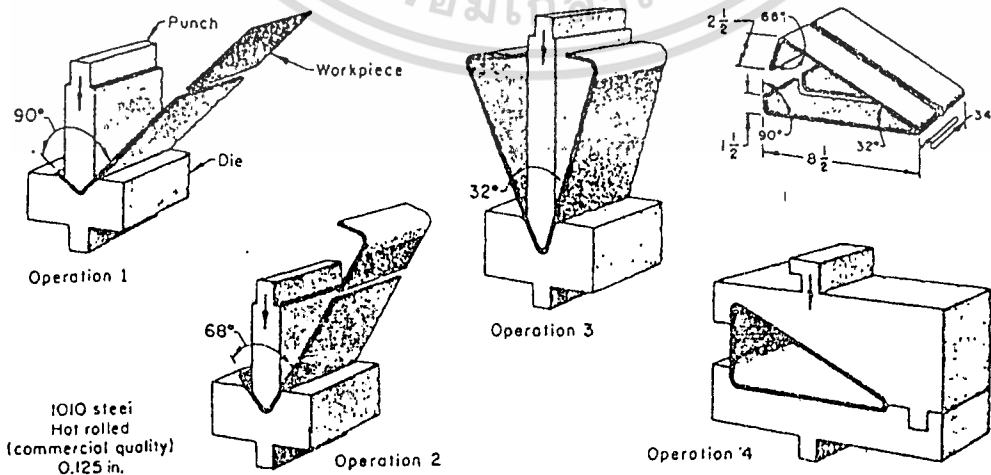
4.1.7 COMPOUND FLANGING AND HEMMING DIE เป็นแม่พิมพ์ที่ใช้ในการพับอีกประเภทหนึ่ง แควคางจากแม่พิมพ์ประเภทอื่นที่กลาวมาแล้วตรงที่ไม่มีการเคลื่อนไหวในแนวระดับของ PUNCH หรือ DIE เมื่อ RAM เคลื่อนที่ลงมา ค้ำกดชิ้นงาน (HOLD DOWN PLATE) จะกดชิ้นงานไว้ตอจากนั้น BENDING PUNCH จะเคลื่อนลงมาพับชิ้นงานให้ลงมาตามลักษณะความเอียงของ PUNCH RAM จะเคลื่อนที่ลงมาเรื่อย ๆ จน HOLD DOWN PLATE ถูกอัดคว้านแน่น และคั้น DIE PLATE ให้เคลื่อนที่ตามลงมาด้วย ช่วงนี้ขอบชิ้นงานจะสัมผัสกับมุมของ LOWER DIE และถูกพับในลักษณะของ HEM ตามรูป



แสดงการพับโลหะในลักษณะต่าง ๆ



รูปที่ 109 ขั้นตอนในการพับชิ้นงานรูปสามเหลี่ยม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ

MATERIAL	GAGE SYSTEM	VERTICAL COLUMNS SHOW APPROXIMATE EQUIVALENTS IN EACH GAGE SYSTEM												
		Approximate Equivalent Thickness	1:1	.109	.078	.063	.050	.038	.031	.025	.019	.016	.013	
Galvanized Iron	US Standard Metric 3 Plate	2/64	7/64	5/64	1/16	1/20	3/80	1/32	1/40	3/160	1/64	1/80		
Black Iron	US Standard Metric 3 Plate	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30		
Tin Plate	Tin Plate Gauge								5x	3x	1x	1C		
Copper	Ounces per square foot				40oz	40oz	30oz	24oz	18oz	14oz	12oz	13oz		
Aluminum*	Decimals of and Inch		.100	.080	.064	.050	.040	.032	.025	.020	.015	.012		
Stainless Steel	US Standard Sheet & Plate	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30		

ตารางที่ 3 แสดงความหนาของโลหะแผ่นชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วิเคราะห์ส่วนประกอบของแทนถ่ายภาพยนตร์

ส่วนประกอบของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นส่วนประกอบใหญ่ ๆ ที่สำคัญ ซึ่งวิเคราะห์จากการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนเป็นหลัก

การเคลื่อนตัวของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

1. ตัวกลอง เลื่อนลงหรือขึ้น โกลหรือโกลพื้นแทน ซึ่งสามารถจะทำให้เลนชถ่ายครอบคลุมกรอบภาพได้เล็กหรือใหญ่ยิ่งขึ้นได้ ผลของการเลื่อนกลองขึ้นลงนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้เลนซซูม
 2. บารคิวเคลื่อน เปกตรังภาพ สามารถเคลื่อนตัวจากทิศตะวันออกไปตะวันตกได้ควย ทำให้เซลทั้งแผ่นสามารถแพนเลื่อนไปทางราบได้ในขณะที่พื้นแทนยังคงนิ่งอยู่กับที่
 3. บารคิวเลื่อน เปกตรังภาพที่คิกลอยอยสามารถจะเคลื่อนตัวได้อย่างอิสระ ในขณะที่มีฐานคิกคั้งอยู่แบแทน สิ่งนี้จะทำให้หูคของภาพเรลแพนเคลื่อนไปทางราบได้ในขณะที่ส่วนอื่น ๆ ยังคงครึ่งนิ่งอยู่กับที่ หรือจะทำให้เซลแพนไปในทิศทางตรงกันข้ามก็ยังคงได้ เช่นเมื่อละครตัวหนึ่ง เดินไปในระยะไกล ข้ามจอไปบนพื้นหลังที่เคลื่อนที่ได้โดยสม่ำเสมอ (ในทิศทางตรงกันข้าม)
 4. แทนถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน สามารถหมุนจากจุดศูนย์กลางของกรอบภาพไปได้อย่างน้อยเป็นมุมรวมกันข้างละ 40-45 องศา
 5. แทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนประกอบไปควย เสาคั้งมีฐานคิกคั้งกลองถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนเลื่อนขึ้นลงตามเสาคั้ง โดยการหมุนล่อเพื่อโกลกลองเลื่อนควยสกรุนำ ฐานคั้งกลองพรอมควยตัวกลองจะถูกถ่วงควยน้ำหนักให้สมดุลกัน เพื่อทำให้การเลื่อนขึ้น-ลงทางคั้งราบเรียบ และซิคเสนแบงออกเป็นส่วน ๆ เพื่อทำให้การคำนวณระยะห่างของกลองถึงพื้นแทนง่าย โดยมิมাত্রาส่วนนอกขนาดของกรอบภาพ หรือบอกระยะห่างจากพื้นโต๊ะถึงเลนช
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยบอกมาตราส่วนเป็นเมตร

- ข้อที่ต้องคำนึงถึง เป็นอย่างยิ่งก็คือ กลองถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เมื่อติดตั้งแล้ว ต้องไต่ฉากกับพื้นแทนจริง ๆ หากไม่ไต่ฉากแล้ว เมื่อปรับความชัดจะมีขอบภาพบางส่วนไม่ชัดจนพราวมี

- ตัวแทนประกอบไปด้วย บารคุเคลื่อน เปกครึ่งภาพอยู่ข้างบน บารคุจะห่างกัน $10 \frac{1}{2}$ นิ้ว ขนาดคูกันไปคามทิศตะวันออกสุดตะวันตก ความห่างของบารคุดังกล่าวจะทำให้ได้กรอบภาพสำหรับดูภายในขนาด 12 นิ้ว หรือ 30 เซนติเมตร ขนาดของ เปกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{4}$ นิ้ว

การวิเคราะห์หลักโลกที่จะนำมาใช้ในการ เลื่อนแผ่นภาพมัน

1. ระบบคานชัก

- | ข้อดี | ข้อเสีย |
|--|---|
| 1. เป็นการส่งกำลังระบบ เกาซึ่ง เป็นคนแบบของการพัฒนาระบบอื่นต่อไป | 1. เป็นการส่งกำลังโดยการสไลด์ |
| 2. รุกฉนำคานขอเหวียงมาใช้ในการถ่ายทอดแรง | 2. มีการใช้คานเป็นช่วงชักจะทำให้มีปัญหา คือ เกิดจุดภายในการหมุนหมุนครั้งแรก |
| 3. มีการไต่เปรียบเชิงกลด้วยการใช้เพลารับแรงที่มีขนาดใหญ่ | 3. สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้งระบบ |

2. ระบบสายพาน

- | ข้อดี | ข้อเสีย |
|----------------------------|---|
| 1. ผ่อนแรงกระแทกไต่ | 1. เกิดการลื่นของผิวมู่เล่ |
| 2. เปลี่ยนทิศทางการหมุนไต่ | 2. ส่วนประกอบของระบบไม่คงทนสึกหรือและเสียหายไต่ |
| 3. ทุนทุนการผลิตต่ำ | 3. สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้งระบบ |

3. ระบบโซ่

- ข้อดี
1. โซ่แรงค่อเนื่อง
 2. สามารถถ่ายแรงจากจุดคานกำลังไปยังจุดที่ห่างกันไค
 3. มีการทคลองใหนอนแรงและไคเปรียบเชิงกลค้มาก
 4. สามารถลดแรงกระแทกที่เทอดิบ

- ข้อเสีย
1. มักมีปัญหาค่เกี่ยวกับโซ่
 2. มีการหลอสนและคองบ้ารุงรักษาอยคลอกเวลา
 3. คนทุนการผลคสูงมาก

4. ระบบเฟือง

- ข้อดี
1. การหมุนในลักษณะวงกลมใแรงค่อเนื่องไคค้
 2. สามารถหมุนไปหนาหรืออยหลังไค
 3. มีการทคสอบน้ไคเปรียบเชิงกล
 4. สามารถปรับปรุงไคเปรียบเชิงกลสง
 5. ใพื้นที่ของกลไกระบบน้อย การเคลื่อนไหวเพื่อกลไกทำงานไมล้นเปลืองเนื้อที่เลย

- ข้อเสีย
1. คองการหลอสนบ้ารุงรักษา
 2. คนทุนการผลคสูงพอสมควร

5. ระบบขอเหวี่ยงโดยตรง

- ข้อดี
1. เป็นระบบที่มีส่วนประกอบน้อยที่สุด
 2. ไม่ยุ่งยากในการบำรุงรักษา
 3. เป็นพื้นฐานของระบบอื่น ๆ
 4. ราคาถูก

- ข้อเสีย
1. มีการฉนวนแรงได้น้อย
 2. ไม่สามารถเปลี่ยนทิศทางของแรงได้
 3. ไม่สามารถเปลี่ยนแกนของแสงได้

6. ระบบไฮโครลิต

- ข้อดี
1. การโค้เปรียบเชิงกลสูงมาก
 2. ตักปัญหาเรื่องเฟืองและโซ่
 3. สามารถลดเนื้อที่ในการเคลื่อนของมือหมุน

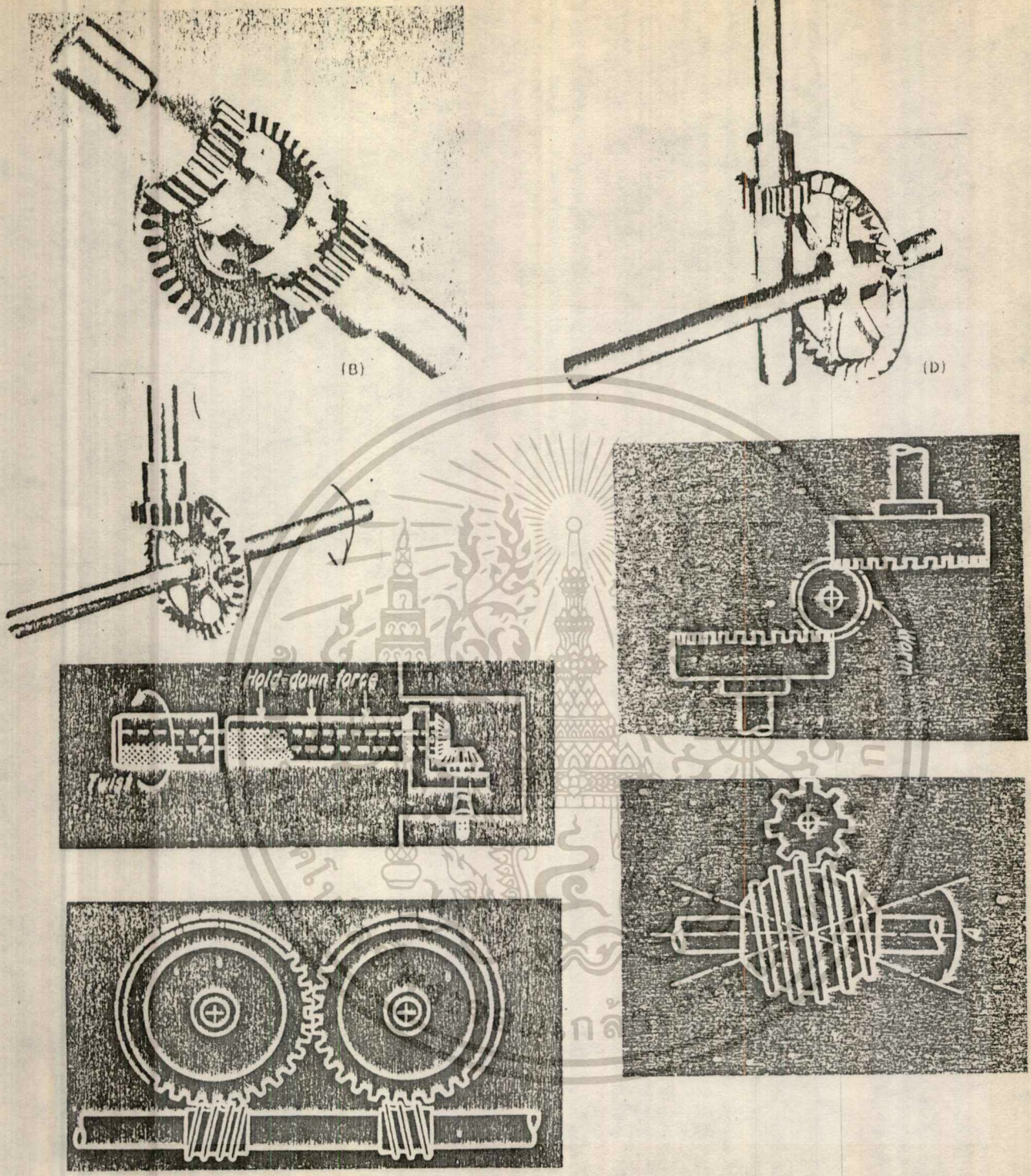
- ข้อเสีย
1. ราคาในการผลิตสูงกว่าระบบอื่น
 2. การบำรุงรักษาซ่อมแซมทำไดยาก

สรุป

ระบบที่จะนำมาใช้ในการเคลื่อนแผ่นจากชนิดม้วน เนื่องจากการเคลื่อนแผ่นจากชนิดม้วนมีเงื่อนไขดังนี้

1. แผ่นจากมีน้ำหนักเบามาก ไม่สิ้นเปลืองแรงในการเคลื่อน
2. เป็นการเคลื่อนโดยค้อนเนื่อง
3. เนื่องจากขนาดของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีพื้นที่ไม่มากจึงควรใช้ระบบที่สิ้นเปลืองพื้นที่ของอุปกรณ์น้อยที่สุด

จากเงื่อนไขดังกล่าว เป็นเหตุให้ระบบที่เหมาะสมในการนำมาใช้กับการเคลื่อนแผ่นจากชนิดม้วนคือระบบขอเหวี่ยงโดยตรง เนื่องจากระบบนี้เป็นการเคลื่อนโดยค้อนเนื่องง่ายต่อการบำรุงรักษา ทั้งยังมีขนาดของระบบเล็กไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ ถึงแม้ขอเสียดก็คือไม่มีการฉนวนแรงแต่ก็ไม่เป็นปัญหา เนื่องจากแผ่นจากมีน้ำหนักเบาไม่ต้องการแรงเคลื่อนที่มีกำลังมาก



จากภาพแสดงการทศเฟืองในลักษณะต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าเฟืองคอกจอกเป็นเฟือง
 ที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้กับการปรับมุมของพื้นแทนฉายภาพย่นครกการคูณในแนวระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ประสิทธิผลการทำงานระหว่างมือและเท้า

การเปรียบเทียบประสิทธิผลการทำงานระหว่างอวัยวะทั้งสองนี้ เป็นการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดว่า ควรใช้อวัยวะส่วนใดทำงานในลักษณะไหน หรืออวัยวะไหนจะสามารถอ่านวย ประสิทธิภาพการทำงานได้สูงสุด เพราะอวัยวะทั้งสองนี้ต่างก็เป็นอวัยวะที่สามารถออกแรง ได้เช่นเดียวกัน และต่างก็มีข้อเสียต่าง ๆ กัน และในการเปรียบเทียบอวัยวะทั้งสองนี้มีได้ กำหนดความเหมาะสมไว้เฉพาะประสิทธิภาพการออกแรงเท่านั้น ยังต้องรวมไปถึงความ คล่องตัวในการทำงานของอวัยวะ การใช้อ่านวยในการทำงานร่วมกับอวัยวะอื่น หรือให้อวัยวะอื่นมีส่วนช่วยในด้านการเพิ่มประสิทธิผลในการทำงาน ซึ่งเราสามารถแบ่งแยกหัวข้อ ต่าง ๆ ที่จะนำมาเปรียบเทียบดังจะกล่าวต่อไป

การปรับระดับพื้นแทนฉายภาพยนตร์การ์ตูน

เป็นการปรับระดับขึ้น-ลงในแนวตั้งที่มีน้ำหนักพอสมควร ซึ่งมีความต้องการประ-
สิทธิภาพดังนี้

1. ประสิทธิภาพในการออกแรง
2. ความคล่องตัวในการทำงาน หมายถึงการทำงานที่ต่อเนื่องกันในการปรับระดับ
3. ความสามารถในการบังคับอวัยวะ
4. ความสามารถในการทำงานละเอียด
5. ความสัมพันธ์กับสายตในการกำหนดระดับ
6. อุบัติเหตุ และ ความปลอดภัย

แต่ละข้อมีความสำคัญที่แตกต่างกันออกไป บางข้อมีความสำคัญน้อยกว่าจึงได้กำหนดคะแนนเต็ม หรือคะแนนความสำคัญขึ้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์จะถูกต้องอย่างแท้จริง

ชนิด ประสิทธิภาพ	คะแนนความสำคัญ	มือ	เท้า
1. ประสิทธิภาพในการออกแรง	10	7	10
2. ความคล่องตัวในการทำงาน	8	8	8
3. ความสามารถในการบังคับอวัยวะ	10	10	8
4. ความสามารถในการทำงานละเอียด	6	6	5
5. ความสามารถในการกำหนดระดับที่เหมาะสม	10	7	10
6. อุบัติเหตุ และความปลอดภัย	6	5	6
รวม	50	43	47

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานระหว่างมือและเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการวางวิเคราะห์เปรียบเทียบเราจะเห็นว่าอวัยวะทั้งสองข้างมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ถึงแม้ว่ามือจะมีความสามารถในการปรับความละเอียดได้ดีกว่า และมีความสามารถในการบังคับอวัยวะได้ดีกว่า แต่ยังคงยกไว้ในตำแหน่งที่สำคัญอื่น ๆ เช่น ถ้ามีประสิทธิภาพในการออกแรงไค้มากกว่า และการปรับระดับเป็นการปรับระดับที่อยู่ในตำแหน่งส่วนล่างของแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อนทำให้การไขเทามีความไค้เปรียบในการวางระบบที่ไม่ยุ่งยากไม่ต้องฉายทอดแรงหลายต่อ ซึ่งจากประสิทธิภาพในสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้การสรุปผลออกมาเท่าจึงมีประสิทธิภาพในการทำงานความมือ ดังนั้นเท่าจึงมีความเหมาะสมในการทำงานในด้านการออกแรง เพื่อปรับระดับพื้นแท่นนี้ และแม้ว่าอวัยวะทั้งสองจะมีความสามารถที่แตกต่างกันในการเปรียบเทียบระหว่างอวัยวะคออวัยวะเท้าสำหรับการบังคับส่วนต่าง ๆ ของแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อน ในการปฏิบัติการทั้งหมดจะใช้มือบังคับ

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานระหว่างคาร์บอนทำงานกับการนั่งทำงาน

ลักษณะการทำงานของคนเรานั้นมีอยู่มากมายหลายลักษณะ แต่สำหรับลักษณะการทำงานกับแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อน มีลักษณะท่าทางการทำงานใหญ่ ๆ อยู่ 2 ลักษณะคือ ยืนหรือนั่ง ซึ่งมีความเหมาะสมต่าง ๆ กัน เช่น ในการทำงานเดียวกันแต่ทำงานกันเป็นกลุ่มหรือหลาย ๆ คนแบ่งหน้าที่การปฏิบัติงานกันออกไป ก็สามารถที่จะใช้ลักษณะการทำงานลักษณะใดลักษณะหนึ่งก็ได้ ซึ่งต่างจากงานที่คงทำคนเดียว หรืองานที่ต้องทำเองทั้งหมดตลอดการปฏิบัติงาน ดังนั้นในลักษณะท่าทางการทำงานอาจจะต้องมีบางชั้นตอนที่คงอยู่ในอริยาบถยืน บางชั้นตอนที่คงอยู่ในอริยาบถนั่ง ซึ่งการทำงานกับแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อนจะเป็นการทำงานที่ต่อเนื่อง และใช้เวลายาวนาน แต่ในขณะที่เรายังคงมีการปฏิบัติงานในที่สูงขึ้นไปอีกด้วย เช่น การปรับโฟกัสของกล้องฉายภาพยนตร์การเคลื่อนที่อยู่นอแท่น เป็นคน สำหรับท่าทางการทำงานที่เหมาะสมสำหรับแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อนนั้น เรายังสามารถแบ่งแยกหัวข้อที่ต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบในค่านควมเหมาะสม เพื่อนำไปออกแบบแบบลักษณะของแท่นฉายภาพยนตร์การเคลื่อนให้เหมาะสมกับท่าทางการทำงานของมือ

อธิบายเกี่ยวกับการปฏิบัติกรถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนต้องการประสิทธิภาพดังต่อไปนี้

1. ความสบายในท่าทางการทำงาน
2. ระยะเวลาการทำงาน
3. ความสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการทำงาน
4. ความคล่องตัวในการทำงาน
5. ประสิทธิภาพในการหมุน, เลื่อน, ปรับ (สไลด์)

คุณสมบัติ	ชนิด	คะแนนความสำคัญ	ทำยื่น	ทำนึ่ง
1. ความสบายในท่าทางการทำงาน		10	8	10
2. ระยะเวลาการทำงาน		10	6	10
3. ความคล่องตัวในการทำงาน		7	7	6
4. ความสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการทำงาน		7	7	6
5. ประสิทธิภาพในการหมุน, เลื่อน, ปรับ		7	7	7
รวม		41	35	39

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพระหว่างทำนึ่งและทำยื่น

จากตารางวิเคราะห์เปรียบเทียบความเหมาะสมของลักษณะท่าทางการทำงานทั้งสองลักษณะนั้น เราสามารถสรุปผลได้ว่า ทำนึ่งในการทำงานมีความเหมาะสมกว่าทำยื่นทำงาน ซึ่งเราสามารถสรุปผลตามลักษณะความเหมาะสมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำนึ่ง เป็นท่าที่มีความเหมาะสมในลักษณะในการทำงานมากที่สุด สามารถเอื้อ
ประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างสมบูรณ์มากกว่าท่านึ่ง เพราะในการปฏิบัติงานนั้นขั้นตอนต่าง ๆ
เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่ระนาบเดียวกัน และอยู่ในพื้นที่เดียวกัน เช่น เคลื่อนที่จากซ้ายไปขวา,
จากขวาไปซ้าย, หมุนเป็นวงกลม ไม่มีการลุกยวบที่ย่อนักจะเป็นการทำงานอยู่กับที่เป็น
เวลานาน นอกเสียจากการปรับโพสส์ของกล้องถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เท่านั้น

การวิเคราะห์เกี่ยวกับความจำเป็นของที่เก็บวางอุปกรณ์ เป็นการวิเคราะห์เพื่อ
หาพื้นที่บริเวณในการเก็บอุปกรณ์แต่ละชนิด ว่าควรเก็บหรือวางไว้ภายในหรือภายนอกควรมี
สิ่งปกปิดหรือฝาปิดหรือไม่ เพื่อความสะดวกและความเป็นระเบียบในการทำงานและการจัด
เก็บ-วางอุปกรณ์ ซึ่งสามารถจัดพื้นที่ การจัดวางและจัดเก็บอุปกรณ์ตามความเหมาะสมใน
การปฏิบัติงานได้ดังนี้

1. แฉกและแผ่นฉากที่กำลังจะใช้ในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนจัดวางไว้ตาม
ซ้ายมือ: (ตามซ้ายของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน) วางโดยไม่มีสิ่งปกปิดซึ่งจะอำนวยความสะดวกดังนี้
 - ก. สะดวกต่อการทำงานตามลักษณะขั้นตอนจากซ้ายไปขวา
 - ข. สะดวกต่อการหยิบเพื่อนำมาใช้งาน
 - ค. ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
 - ง. มองเห็นไกอง่ายเมื่อต้องการจะหยิบใช้งาน
2. แฉกและแผ่นฉากที่ไขแล้วจัดวางไว้ตามขวามือ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกดังนี้
 - ก. สะดวกต่อการทำงานตามลักษณะขั้นตอนจากซ้ายไปขวา
 - ข. สะดวกต่อการวางหลังจากไขแล้ว
 - ค. ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
 - ง. สะดวกในการหยิบเพื่อนำไปเก็บหลังจากไขแล้ว
3. ที่เก็บอุปกรณ์อื่น ๆ เป็นคินสอ-ปากกา, ยางลบ สีแท่งสำหรับเขียนการ์ตูน
บนแผ่นใส จัดเก็บไว้ตามบนของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน โดยมีบานปิด ปิดไว้อย่าง
มิดชิด ซึ่งจะอำนวยความสะดวกดังนี้
 - ก. สะดวกแก่การหยิบใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข. สะดวกในการจัดระเบียบในการเก็บ
- ค. ไม่สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บ
- ง. ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานอื่น
- จ. ทำให้ไม่ตก-หล่น เนื่องจากมีบานปิด

การวิเคราะห์เกี่ยวกับการจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ของแท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูน เป็นการวิเคราะห์เพื่อจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบต่าง ๆ ว่า ควรวางไว้ตำแหน่งใด เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน สะดวกในการ เชื่อมโยงกับอุปกรณ์อื่น ๆ และสะดวกต่อการเก็บการบำรุงรักษา ซึ่งสามารถจัดตำแหน่งในการติดตั้งตามความเหมาะสมต่อการใช้งานได้ดังนี้ (โดยยึดตำแหน่งของพื้นที่แทนสำหรับถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูนเป็นหลัก)

1. ซาตั้งสำหรับยึดกล้องฉายภาพยนตร์ ติดตั้ง เยื้องไปทางด้านหลังของแท่นฉายภาพยนตร์การ์ตูนโดยอยู่บริเวณส่วนกลางของด้านหลัง ซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้
 - ก. ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
 - ข. อยู่ในระยะที่เอื้อมมือถึงได้โดยสะดวก
 - ค. สามารถมองเห็นมาตราส่วนได้อย่างสะดวก
 - ง. ง่ายต่อการติดตั้งกล่อง และการปรับโฟกัส
2. โคมไฟให้แสงสว่างในการฉายภาพยนตร์การ์ตูนติดตั้งไว้ด้านหลังซ้ายและขวาของแท่น โดยส่องแสงสว่างมายังบริเวณกลางพื้นที่แทนฉายภาพยนตร์การ์ตูนซึ่งจะอำนวยความสะดวกต่อไปนี้
 - ก. ไม่เกะกะพื้นที่ปฏิบัติงานส่วนอื่น
 - ข. สามารถส่องสว่างมายังภาพที่จะถ่ายได้โดยไม่ต้องสวมสะท้อนกับกล้องฉายภาพยนตร์การ์ตูน
 - ค. ไม่เกะกะอุปกรณ์ของแท่นส่วนอื่น ๆ
 - ง. เป็นตำแหน่งที่สามารถหิ้ว เก็บได้คือ
3. สวิตช์ 2 ตัวติดตั้งอยู่บนแผงเดียวกัน โดยจัดเรียงลำดับบนแผงดังต่อไปนี้

จากซ้ายไปขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สวิตช์ LAMP ใช้สำหรับ เปิดโคมไฟ
- สวิตช์ AMP ใช้ในการวัดระยะแสง

ซึ่งจะอ่านหน่วยผลดังต่อไปนี้

- ก. สะดวกต่อการจัดระบบเดินสายไฟ
- ข. สะดวกต่อการติดตั้งแผงสวิตช์
- ค. สะดวกต่อการใช้ตามลำดับขั้นตอนเนื่องจากมีปุ่ม เรียงลำดับ โดยยึดเอาการทำงานก่อน-หลัง เป็นหลัก
- ง. สะดวกในการเลือกใช้สวิตช์

4. แผงสวิตช์จากข้อที่ 3. คิดตั้งไว้ด้านหน้าของแทนถายภาพยนตร์การ์ตูน โดยอยู่เยื้องไปซ้ายขวามือ ซึ่งจะอ่านหน่วยผลดังต่อไปนี้ (ยึดคิกคาย)

- ก. สะดวกต่อการใช้งานขวามือขวา
- ข. ไม่เกะกะต่อการทำงานส่วนอื่น
- ค. ง่ายต่อการสังเกตเห็น

5. ตำแหน่งสำหรับพวงสายไฟจากแทนถายภาพยนตร์การ์ตูน อยู่ด้านหลังที่มุมขวามือ ซึ่งจะอ่านหน่วยผลดังต่อไปนี้

- ก. สะดวกต่อการเดินสายไฟ
- ข. ไม่เกะกะต่อการทำงาน
- ค. เป็นตำแหน่งที่เกิดอันตรายได้น้อย
- ง. ง่ายต่อการพวงต่อไปยังปลั๊ก

6. ตำแหน่งของสวิตช์สำหรับถายภาพยนตร์การ์ตูน แยกไว้ตรงหากที่มุมด้านซ้ายมือ ซึ่งจะอ่านหน่วยผลดังต่อไปนี้

- ก. เพื่อป้องกันกรรกดกผิดพลาดจากการที่นำไปรวมกันไว้ ซึ่งสวิตช์นี้หากกดผิดพลาดก็จะทำให้หลอดบันทึกภาพที่ยังไม่พร้อมที่จะฉายลงไป

การวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบแสง

ความสว่างของแสงในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน (LIGHTING FOR ANIMATION) การจัดแสงสำหรับภาพยนตร์การ์ตูน ใช้ไฟสตูดิโอ 2 ดวง (750 วัตต์) ซึ่งเป็นตัวเลขที่มาตรฐานในการถ่ายทำภาพยนตร์การ์ตูน

การวิเคราะห์เทคนิคของหลอดไฟ เพื่อนำมาใช้ในการส่องสว่าง ชนิดของหลอดไฟที่จะนำมาวิเคราะห์มีดังนี้

1. หลอดไส้หรือหลอดไฟชาวมคา
2. หลอดขาวขุ่น (PEARL COATED)
3. หลอดรูปทรงเห็ด (MOSH ROOM)
4. หลอดไฟเล็ก (ทั้งชาวมคา และ เคลือบสี)

โดยจะวิเคราะห์ในคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับหลอดที่จะนำมาใช้งาน

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

เอกสารนี้เป็นตารางที่ 6 ในวิเคราะห์เทคนิคของหลอดไฟเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป จากตาราง หลอดรูปเห็ดเป็นหลอดไฟที่มีตะแนบสูงสุด

จะเห็นได้ว่าคุณสมบัติแต่ละข้อเป็นสิ่งสำคัญที่สุดเกี่ยวกับแสงในการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน และแต่ละข้อมีความสำคัญเท่า ๆ กัน สนวนผลจากการวิเคราะห์หลอดไฟที่จะนำมาใช้ คือ หลอดรูปเห็ด (MUSH ROOM) โดยจะเป็นหลอดที่ฉาบผิวภายในช่วยให้แสงสว่างเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ

การวิเคราะห์เพื่อสรุปผลเลือกสีมาใช้ในการออกแบบ

การวิเคราะห์สีของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน สีที่นำมาใช้กับแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จะเลือกใช้สีโคนั้นยอมขึ้นอยู่กับเงื่อนไขดังนี้

1. เนื่องจากสภาพห้องปฏิบัติการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน มีขนาดของห้องที่เล็กทั้งยังมีอุปกรณ์และเฟอร์นิเจอร์อื่น ๆ รวมอยู่มาก เช่น ตู้เก็บฟิล์ม, ตู้เก็บแผ่นใส และอุปกรณ์อื่น ๆ ในการผลิตภาพยนตร์การ์ตูน ดังนั้นสีที่นำมาใช้กับแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน จึงต้องเป็นสีสว่างที่ทำให้มีความรู้สึกวามองกว้างขึ้นทั้งยังมีผลทางจิตวิทยาในการปฏิบัติงานอีกด้วย สีที่สว่างหรือสคิลส์ จะทำให้จิตใจของผู้ปฏิบัติงานสดชื่นแจ่มใสไปทั่ว

2. สีของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนต้องสะท้อนแสงมาสัมผัสสายตาของผู้ปฏิบัติงานอยู่เป็นระยะเวลาานติดต่อกัน หากใช้สีที่ร้อนแรงหรืออยู่ใน TONE ร้อนแล้วอาจจะเป็นอันตรายต่อสายตาของผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นจึงควรใช้สีที่ไม่ร้อนแรง

จากเงื่อนไขที่กล่าวข้างต้นสีที่เหมาะสมที่สุดคือ สีขาว เนื่องจากเป็นสีสว่างจะทำให้ห้องดูกว้างขึ้น และทำให้วัตถุใหญ่ขึ้น ทั้งยังไม่เป็นสีร้อนแรงที่จะเป็นอันตรายต่อสายตา

การวิเคราะห์สีของสวิทช์ควบคุมการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

สวิทช์ควบคุมการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีด้วยกัน 3 สวิทช์ คือ

1. สวิทช์ LAMP ใช้สำหรับเปิดโคมไฟ

2. สวิตช์ AMP ใช้ในการวัดระยะแสง

3. สวิตช์ MOTOR ใช้สำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

- สีที่เหมาะสมสำหรับใช้กับสวิตช์เปิดคอมไฟ เนื่องจากสีเหลือง เป็นสัญลักษณ์ของแสงไฟฟ้าและยังเป็นสีที่ใกล้เคียงกับแสงสว่างด้วย ทั้งยังมีความหมายว่า เตรียมพร้อมหรือพร้อมแล้วที่จะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

- สีที่เหมาะสมสำหรับใช้กับการวัดระยะแสงก็คือ สีเฌง ซึ่งหมายถึงยังไม่พร้อมที่จะถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคงมีการตรวจทานก่อน

- สีที่เหมาะสมสำหรับใช้กับการถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคือ สีเขียว หรือสีน้ำเงิน ซึ่งมีความหมายถึงการไวเนื้อเชื้อใจ, ปฏิบัติงานได้

- สวิตช์สำหรับถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน นอกจากจะมีตัวหนังสือกำกับ เหมือนกับสวิตช์อื่นแล้ว ยังต้องมีสัญลักษณ์กำกับอยู่ด้วย เพื่อป้องกันการเปิดฉีกพลาสติกซึ่งแตกต่างจากอีก 2 สวิตช์ ที่เปิดฉีกพลาสติกไม่มีผลเสียอะไร แต่สวิตช์ถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนหากฉีกพลาสติกก็จะบันทึกภาพที่ยังไม่ต้องการลงไปในฟิล์ม

การวิเคราะห์หาของแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

ชาสำหรับรองรับน้ำหนักพื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนที่จะนำมาวิเคราะห์หาข้อสรุปเพื่อการออกแบบนี้จะนำหาแต่ละแบบมาหาข้อดีข้อเสีย ชาที่โซรับน้ำหนักสามารถแบ่งได้พอสังเขปดังนี้ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ต่อไป

1. แบบ 3 ชา
2. แบบ 4 ชา
3. แบบชาเขียว
4. แบบปิดทึบ (ไม่มีชา)

หลักที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ชนิดของชาแทนก็คือ ความแข็งแรง, การรับน้ำหนักได้อย่างทั่วถึง และอีกข้อที่สำคัญที่สุดก็คือ การนั่งปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกไม่เกะกะการทำงานหรือการนั่งทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 วิเคราะห์ประเภทของชาแทน :

คุณสมบัติน	ชนิค	3 ชา	4 ชา	ชาเคี้ยว	ปึกทึบ	คะแนนความสำคัญ
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

จากตารางวิเคราะห์จะเห็นว่าชาแทนชนิคชาเคี้ยวมีคะแนนสูงสุด เพราะฉะนั้นชาที่นำมาใช้กับแทนถายภาพยนตร์การ์ตูน คือชนิคชาเคี้ยว เนื่องจากไม่เกะกะในการนั่งปฏิบัติงาน เพราะพื้นที่ของแทนไม่กว้างนัก และการนั่ง เป็นการยื่นขาเข้าไปใตแทนหากใช้ชนิค 4 ชา ชาแทนที่อยู่ 2 ข้างจะรัดขาของผู้ปฏิบัติงาน ส่วนชนิคชาเคี้ยวชาของแทนจะอยู่ระหว่างขาทั้ง 2 ข้างของผู้ปฏิบัติงาน

วิเคราะห์ชนิดของสวิตช์เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

ชนิดของสวิตช์ที่จะนำมาวิเคราะห์หาข้อข้อเสียนี้ แยกชนิดตามลักษณะการ เปิด ปิด ซึ่งพอจะแบ่งชนิดได้ดังนี้

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

1. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบหมุน ลักษณะของสวิตช์จะมีลักษณะกลมสูงขึ้นมา และผิว ด้านข้างจะทำให้ไม่เรียบเพื่อสะดวกในการจับหมุน สวิตช์ชนิดนี้นิยมใช้กับงานที่ต้องการการ ปรับระดับทิศทาง ๆ เช่น การปรับความร้อนของเตาไฟฟ้า การปรับอุณหภูมิทาง ๆ เป็นต้น

2. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบกด ลักษณะของสวิตช์มีทั้งรูปทรงกลมและรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งลักษณะการทำงานเหมือนกัน โดยสวิตช์จะสูงพรวดกับพื้นขึ้นมา สวิตช์ชนิดนี้นิยมใช้กับงาน เปิด-ปิด และเหมาะสำหรับการทำงานที่ต่อเนื่อง คือมีการ เปิดปิดอยู่ตลอดเวลา ทั้งยังได้ เปรียบกว่าชนิดอื่น คือใช้เพียงนิ้วเดียวก็สามารถเปิด-ปิดได้

3. สวิตช์ เปิด-ปิดแบบสไลด์ ลักษณะสวิตช์ชนิดนี้จะมีลักษณะ เป็นร่องยาวมีปุ่ม สำหรับเลื่อนเปิด-ปิด โดยอาจจะเลื่อนไปทางซ้ายหรือทางขวาโดยการผลักสวิตช์ชนิดนี้ ก็ เช่นเดียวกับชนิดที่ 1 คือ นิยมใช้กับงานที่ต้องการปรับระดับ ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีการ เปิดปิดต่อเนื่อง แต่ข้อที่ดีกว่าชนิดที่ 1 คือ สามารถใช้นิ้วเดียวในการ เปิด-ปิดได้

จากข้อดี-ข้อเสียของสวิตช์แต่ละชนิดที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสวิตช์ที่เหมาะสม สำหรับการนำมาใช้กับแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน คือ แบบที่ 2 คือ แบบกดเปิด-ปิด เนื่องจากสามารถทำงานต่อเนื่องได้เป็นอย่างดี เหมาะในการใช้เดินกลองถ่ายภาพยนตร์มากกว่าแบบอื่น

ตารางที่ 8 แสดงขนาดลักษณะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการท่างานมิตีขึ้น

หมายเลข ระยะ	ลักษณะมิตีของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ขนาดเฉลี่ย/ ซ.ม.	มิตี/องศา
.1	พื้นถึงศีรษะ	160.60	
2	ระยะพื้นถึงระดับสายตา	138.36	
3	ระยะพื้น ถึงไหล่	132.38	
4	ระยะแขนเอื้อมไปข้าง หน้า-ข้าง	78.85	0
5	ระยะแขนเหวี่ยงออก แรงคานข้าง	78.85	45
6	ระยะพื้นถึง เอว	84.00	
7	ระยะ เอวถึงคานหน้า	84.00	70
8	ระยะเอว เอื้อมตัวคาน ข้าง	84.00	40
9	ระยะ เอื้อมตัวไปข้างหลัง		30
10	ระยะสูงกวาเหยียบ	20.00	

ตารางที่ 9 แสดงขนาดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำงานมีคินิ่ง

หมายเลข ระยะ	ลักษณะมีคินิ่งของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ขนาดเฉลี่ย/ ซ.ม.	มีคินิ่ง/องศา
1	พื้นถึงระดับศีรษะ	137.70	40
2	ระยะพื้นถึง ระดับ สายตา	127.00	
3	ระยะพื้นถึง ไหล่	112.50	
4	ระยะแขนเอื้อมไป ข้างหน้า-ข้าง	78.85	
5	ระยะเอวเอี้ยวตัว ด้านข้าง	84.00	
6	ระยะพื้นถึงหน้าขา	55.60	
7	ระยะหลังถึงหน้าขา	60.70	
8	ระยะความลึกของ หน้าขา	43.00	
9	ระยะความกว้างของ สะโพกขณะนั่ง	36.30	

ตารางที่ 10 สรุปสัณฐานสำคัญของแทนถายภาพยนตร์การ์ตูนที่สำคัญ

ระยะที่	ชื่อระยะ	ขนาด/ซ.ม.	หมายเหตุ
1	ระยะแขนเอื้อมไปเลื่อนปรับ ระดับกล้อง	ไม่เกิน 78.85	ระยะแขนไปข้าง หน้า
2	ระยะจากพื้นถึงพื้นล่างของ แทน	65.00	+ 5 ซ.ม.
3	ระยะความกว้างของแทน	ไม่เกิน 156	ระยะแขนข้าง
4	ระยะมือเอื้อมไปหมุนแผ่น ภาพมวน	ไม่เกิน 50.00	45 องศาจากตัว

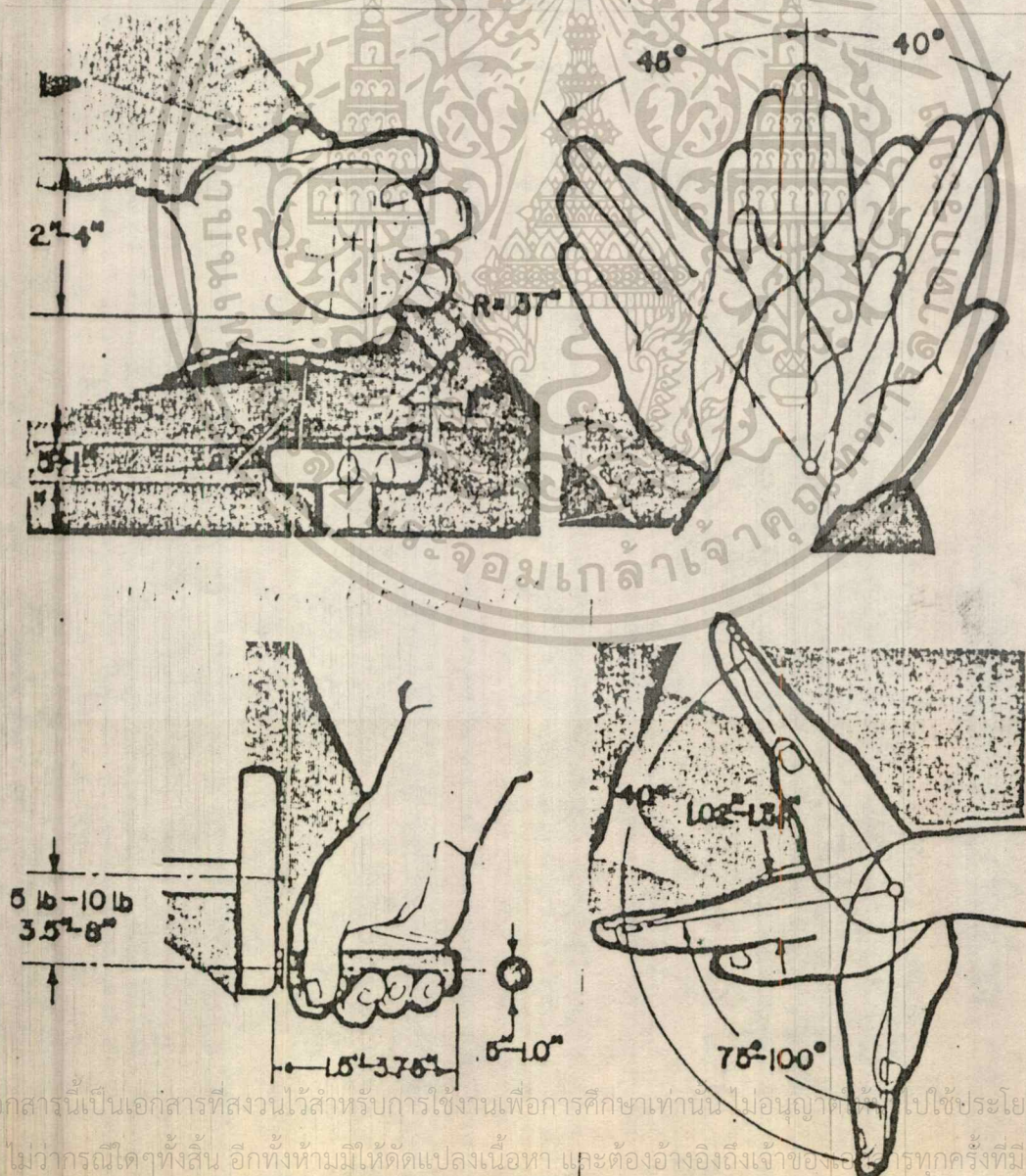
ระยะความสูงของการนั่งปฏิบัติงานยึดเอามาตรฐานของ เก้าอี้นั่งทำงาน
เป็นมาตรฐาน คือ เก้าอี้สูง 45 เซนติเมตรจากพื้น

การวิเคราะห์ลักษณะที่สัมพันธ์กับมือ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

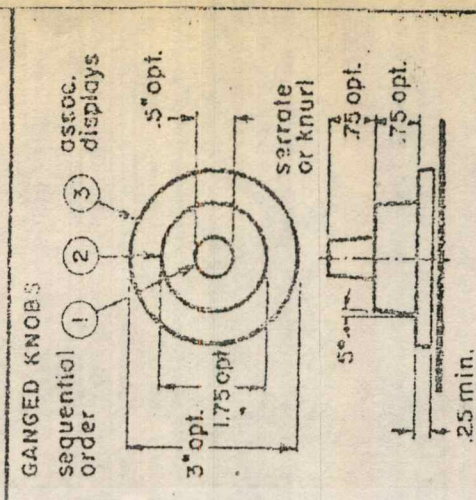
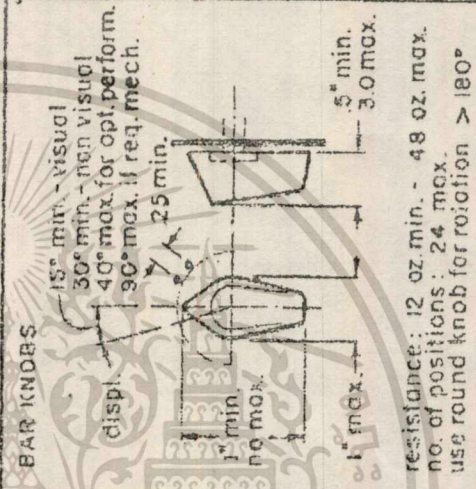
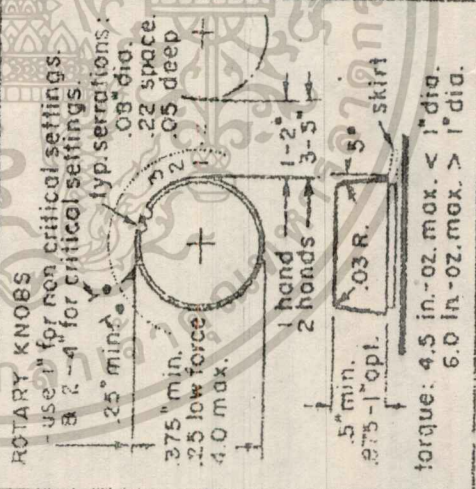
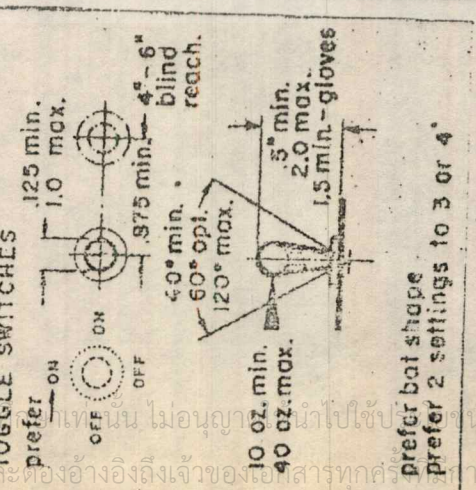
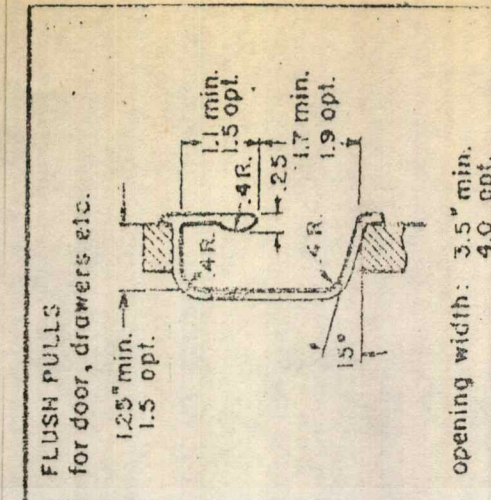
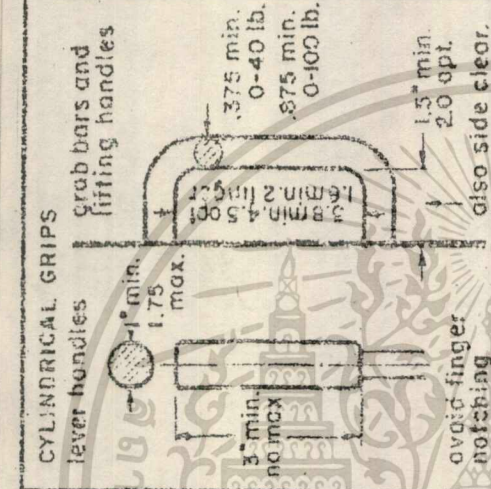
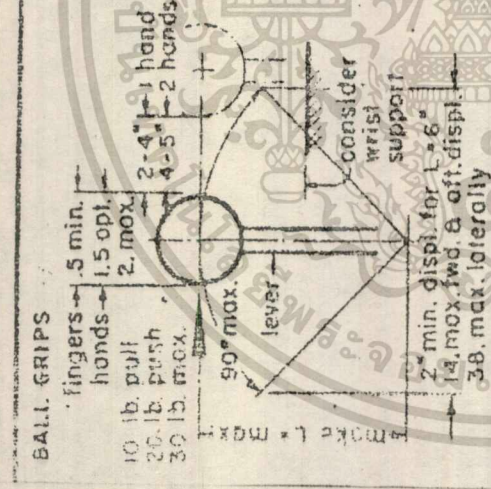
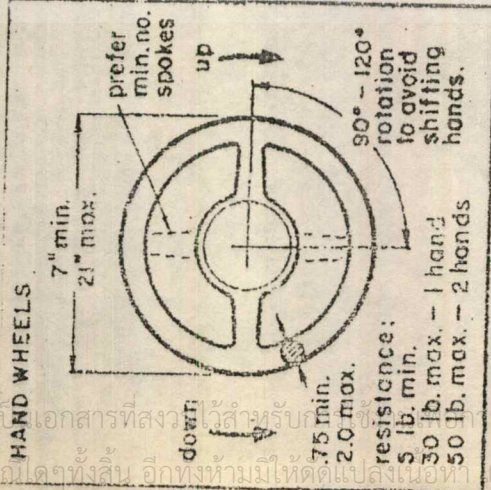
การวิเคราะห์ลักษณะที่สัมพันธ์กับมือ ก็เพื่อเป็นการหาลักษณะที่เหมาะสมเพื่อมาใช้ในการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

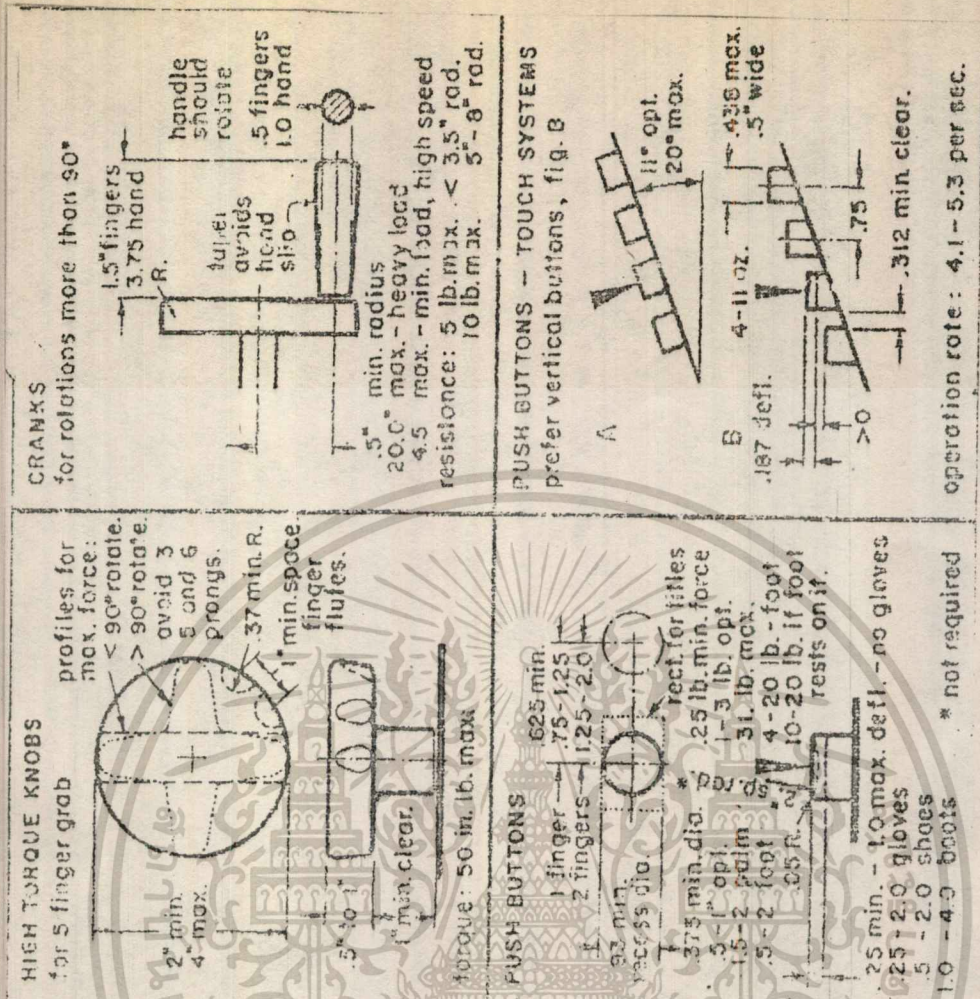
1. มือจับสำหรับหมุนแกนหมุนแนวภาพ
2. มือจับสำหรับเลื่อนกลองขึ้น-ลง
3. ขนาดของปุ่มสวิตช์ที่ใช้ควบคุมระบบไฟ

ขนาดลักษณะของมือจับในลักษณะต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 110 แสดงขนาดสัดส่วนของมือจับและปุ่มกด

จากขนาดสัดส่วนที่แสดงในภาพและตาราง สัดส่วนที่สรุปเพื่อนำมาใช้ในงาน คือ

1. มือจับสำหรับหมุนแกนหมุนแนวภาพ มีขนาดความยาว 1.5 นิ้วถึง 3.75 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 นิ้วถึง 1 นิ้ว
2. ส่วนที่เป็นรัศมีของการหมุนเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้วถึง 4 นิ้ว โดยมีความหนา 0.37 นิ้ว
3. มือจับสำหรับเลื่อนกลองขึ้นลง กว้าง 1.5 นิ้วถึง 2 นิ้ว ยาว 3.8 นิ้วถึง 4.5 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลางของมือจับ 0.375 นิ้วถึง 0.875 นิ้ว
4. ขนาดของปุ่มสวิตซ์สำหรับกดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง หรือความกว้าง-ยาวไม่ต่ำกว่า 1.25 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์วัสดุเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ

โครงสร้างของแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนมีอยู่หลายส่วนประกอบกัน และแต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะไ้แยกแต่ละส่วนมาวิเคราะห์ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ทำขาแท่น (ส่วนล่างของแท่น)
2. วัสดุที่ใช้ทำพื้นแท่น
3. วัสดุที่ใช้ทำแกนสำหรับม้วนแผ่นภาพ
4. วัสดุที่ใช้ทำขาตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์

ตารางที่ 11 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาแท่นถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน

คุณสมบัติ	ชนิด	คะแนน ความ สำคัญ	อคูม- นิยม	เหล็ก	ไม้	สแกน- เลส
1. ความแข็งแรงทนทาน		10	7	10	7	10
2. ไม่ยุ่งยากในการผลิต		8	8	8	6	6
3. ราคาถูก		8	7	7	8	4
4. การตกแต่งพื้นผิว		8	8	7	5	8
5. น้ำหนักที่เหมาะสม		10	7	10	8	10
รวม		44	37	42	34	38

จากตารางจะเห็นว่าคะแนนของ เหล็ก เป็นคะแนนที่ได้สูงที่สุดในจำนวนวัสดุ 4 ชนิดที่เหมาะสม ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำขาแทนคือเหล็ก เนื่องจากมีความแข็งแรงทนทาน, ไม่บุงยากในการผลิต ทั้งยังมีน้ำหนักที่เหมาะสมอีกด้วย ขาของแทนกองการน้ำหนักที่มากพอสมควร เพื่อความมั่นคงในการตั้ง และเหล็กก็เป็นวัสดุที่หนักที่สุดในปริมาณที่เท่ากัน

ตารางที่ 12 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำแกนสำหรับม้วนแผ่นภาพ

คุณสมบัติ	ชนิด	คะแนนความสำคัญ	อลูมิเนียม	เหล็ก	สแตนเลส	พลาสติก
1	กรรมวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก	8	7	7	6	8
2	น้ำหนักเบา	10	10	8	8	10
3	ราคาถูก	7	7	7	5	7
4	ความยืดหยุ่นของพื้นผิว	10	8	8	8	10
5	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	10	10	8	9	10
6	อายุการใช้งาน	8	7	8	8	7
	รวม	53	49	46	44	52

จากตารางจะเห็นว่าคะแนนของพลาสติก เป็นคะแนนที่สูงที่สุดในจำนวน

วัสดุ 4 ชนิดที่เหมาะสม ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำแกนหมุนแทนภาพคือ พลาสติก เนื่องจาก มีความยืดหยุ่นของพื้นผิวดีพอควร ไม่ทำให้แกนภาพเสียหายต่อการบำรุงรักษาซึ่ง เกี่ยวกับการหลอกลืน หากใช้เหล็กหรือสแตนเลสแล้ว จะต้องมีการหลอกลืนอยู่เสมอ ทั้งยังมีน้ำหนักเบาไม่สิ้นเปลืองแรงในการหมุนอีกด้วย

ตารางที่ 13 วิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำขาตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์

คุณสมบัติ	ชนิด	คะแนนความสำคัญ	อลูมิเนียม	เหล็ก	พลาสติก	สแตนเลส
1	พื้นผิวทนต่อการชุกชืด	10	6	10	6	10
2	น้ำหนักเบา	10	10	7	10	7
3	พื้นผิวมีความหลอกลืนสูง	10	8	8	8	10
4	ง่ายต่อการบำรุงรักษา	8	8	6	8	8
5	อายุการใช้งาน	8	7	7	7	8
6	รับน้ำหนักได้ดี	8	6	8	6	8
	รวม	54	45	46	45	51

จากตารางจะเห็นว่าคะแนนของสแตนเลส เป็นคะแนนที่ไคสูงที่สุดในจำนวนวัสดุ 4 ชนิดที่เหมาะสม ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำขาตั้งกล้องถ่ายภาพยนตร์การทุน คือ สแตนเลส เนื่องจาก พื้นผิวมีการหลอกลืนสูง และทนต่อการชุกชืด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะมีการเลื่อนกลองถ่ายภาพยนตร์ขึ้น-ลงอยู่ตลอดเวลา และง่ายต่อการบำรุงรักษา เนื่องจากไม่

เป็นสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 วิเคราะห์วัสดุที่ไร้ทำพื้นแทนถาพยนตรการฐน

วัสดุที่เลือกมาวิเคราะห์เป็นวัสดุแผนเรียบ และมีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเป็นพื้นแทนถาพยนตรการฐน

1. แผนเหล็ก
2. อลูมิเนียมแผน
3. สแกนเลส
4. ไม้อัด

คุณสมบัติ	วัสดุ	คะแนนความสำคัญ	อลูมิเนียมแผน	สแกนเลส	ไม้อัด	เหล็กแผน
1. น้ำหนักเบา		10	9	8	9	8
2. ไม่ยุ่งยากในการผลิต		9	7	7	8	9
3. แข็งแรงทนทาน		8	6	8	5	8
4. คนทูนในการผลิตค่า		10	8	7	10	9
5. ง่ายต่อการตกแต่งสี		8	6	4	7	8
รวม		45	36	34	39	42

จากตารางจะเห็นได้ว่า คะแนนของเหล็กแผนเป็นคะแนนที่สูงที่สุดในจำนวนวัสดุแผนเรียบทั้ง 4 ชนิด ดังนั้นวัสดุที่เลือกมาใช้ทำพื้นแทนถาพยนตรการฐน คือเหล็กแผน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงนัก ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ทั้งยังมีความแข็งแรงของโครงสร้างอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปเพื่อการออกแบบ

จากข้อมูลและผลการวิเคราะห์จึงสรุปมา เป็นส่วนประกอบของแผนถ่ายภาพยนตร์
การค้นหานี้

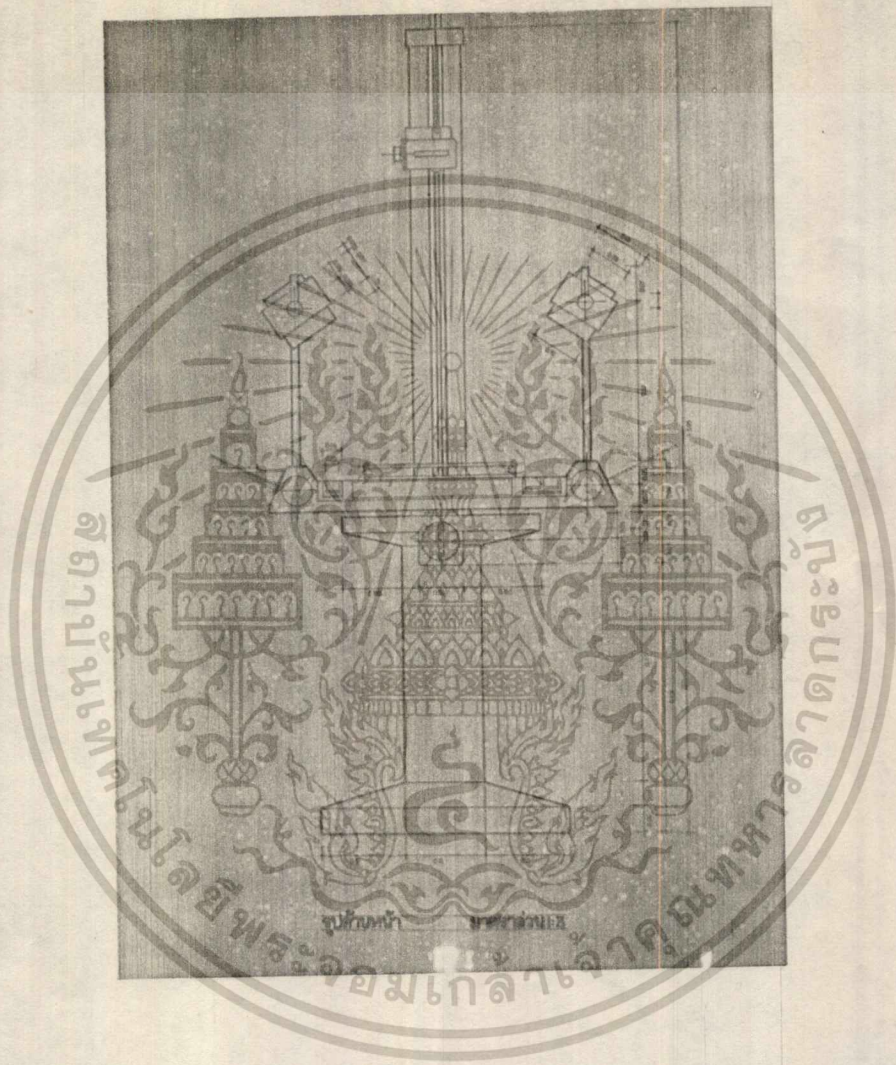
1. วัสดุใช้ทำพื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การค้น คือ เหล็กแผ่น
2. พื้นที่ใช้งานกับแผ่นภาพ กว้าง 25 ซม. ยาว 50 ซม.
3. มีราง เลื่อนแผ่นภาพวางขนานกันจากซ้ายไปขวาสำหรับ เลื่อนหมุดครึ่งภาพ
4. ระยะห่างของราง 2 ราง คือ 25 ซม. ตามขนาดแผ่นใส
5. ระยะห่างระหว่างหมุดครึ่งภาพ 2 ตัว คือ 8 ซม.
6. ราง เลื่อนแผ่นภาพมีมาตราส่วนกำหนดระยะการเลื่อนโดยแบ่ง 30 ซม.
ออกเป็น 48 ส่วน
7. หมุดครึ่งภาพมีลูกศรชี้ไปยังมาตราส่วนที่กำหนดขึ้น
8. บนพื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การค้นมีตารางบอกมาตราส่วน กว้าง 25 ซม.
ยาว 30 ซม. โดยแบ่งแต่ละคานออกเป็นคานละ 24 ส่วน
9. บนพื้นแทนมีกระจกใสสำหรับวางทับแผ่นภาพให้เรียบ กระจกนี้เปิดขึ้นได้มี
ขนาด $21 + 30$ ซม. โดยยึดเอาขนาดของแผ่นกรอบภาพ เป็นเกณฑ์
10. คานข้างซ้าย-ขวา ของแทนมีแกนสำหรับหมุนแผ่นภาพใช้มือและนิ้วหมุน แกน
กลางสามารถถอดได้
11. สีของพื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การค้นใช้สีขาว
12. คานหน้าของแทนถ่ายภาพยนตร์การค้นมีช่องเก็บอุปกรณ์คือ ยางลบ คัตเตอร์
ดินสอ ปากกา โดยเป็นบานเปิด
13. สวิตช์เปิดโคมไฟให้แสงสว่างและสวิตช์เปิดไฟวัดแสงอยู่คานขวามือ
14. สวิตช์ถ่ายภาพยนตร์การค้นอยู่คานซ้ายมือ
15. พื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การค้นหมุนได้ในแนวระนาบ เป็นมุมรวมกัน 2 ข้าง
อย่างน้อย 45 องศา ความหลักมาตรฐานของแทนถ่ายภาพยนตร์การค้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. ซาแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูน เป็นชนิดซาเคียว
17. วัสดุที่ใช้ทำซาแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคือ เหล็กแผ่น
18. กานหนาของซาแทนมีหมุนสำหรับปรับมุมของพื้นแทนในแนวระนาบ
19. ระบบที่ใช้ในการปรับมุมของพื้นแทน ใช้เฟืองคอกจอก 2 ตัวขบกันเป็นมุมฉาก
20. ระบบที่ใช้ในการม้วนแผ่นภาพคือ ระบบข้อเหวี่ยงโดยตรง
21. ระบบที่ใช้ปรับความสูงต่ำของกลองคีย์ ใช้ลูกค้อนน้ำหนักถ่วง
22. ซาตั้งกลองถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนยึดติดกับคานบนส่วนหลังของซาแทน สูง 90 ซม. วัสดุที่ใช้คือ สแตนเลส
23. ตัวยึดกลองเลื่อนปรับได้ เพื่อหาจุดศูนย์กลางของภาพ ทำจากเหล็กท่อ
24. โคมไฟยึดติดกับคานหลังของพื้นแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนคานซ้ายและคานขวา โดยมีอยู่ข้างละหลอด
25. โคมไฟสองดวง เป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อต้องการให้แสงสว่างจุดใดจุดหนึ่ง โดยเฉพาะ
26. ไฟสองดวง 750 วัตต์
27. ซาแทนถ่ายภาพยนตร์การ์ตูนใช้สีค่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



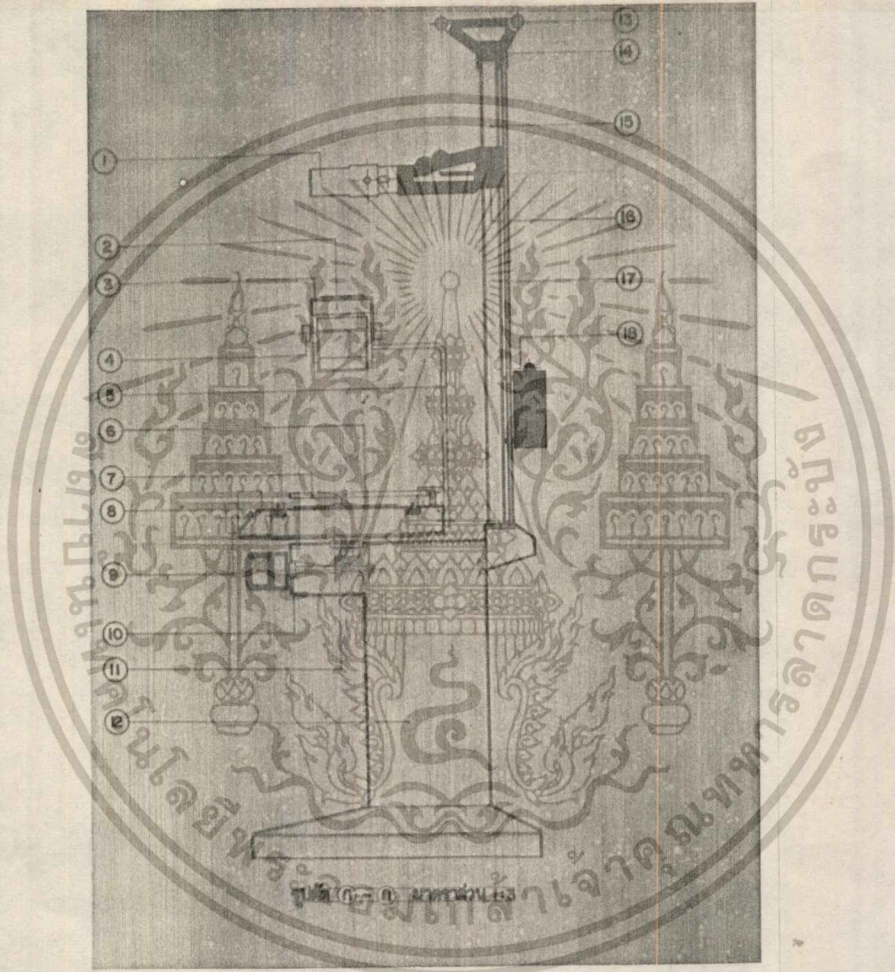
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



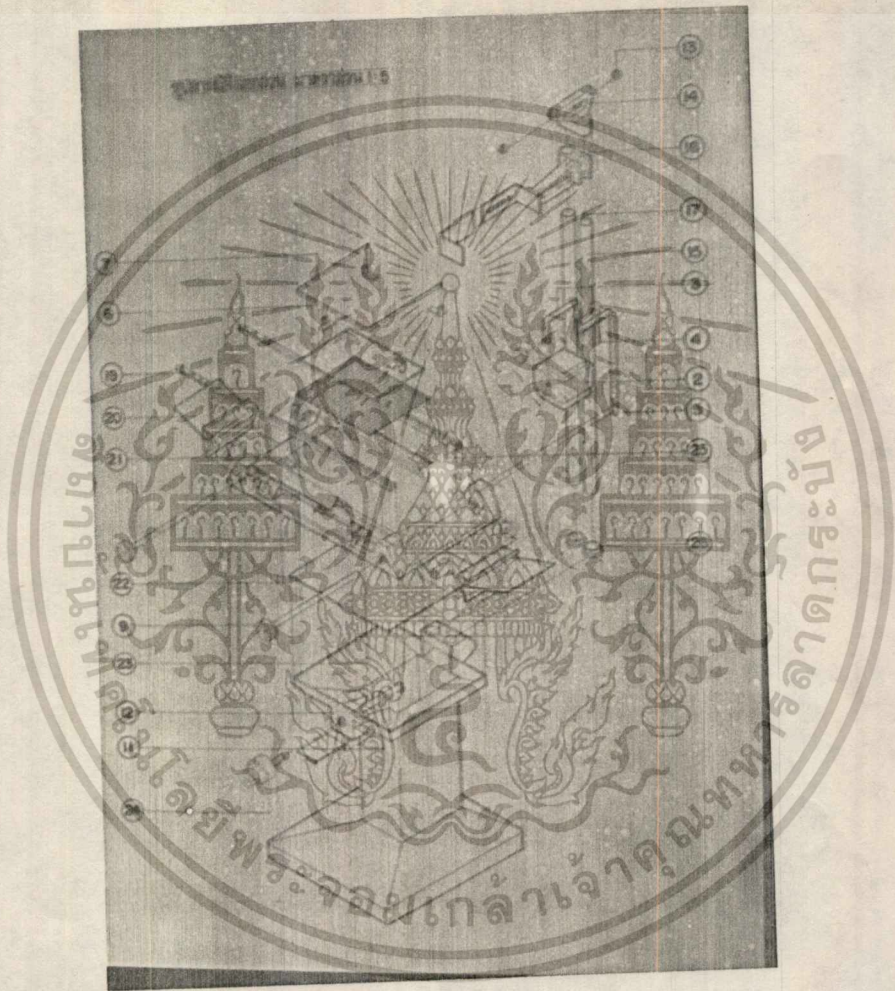
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

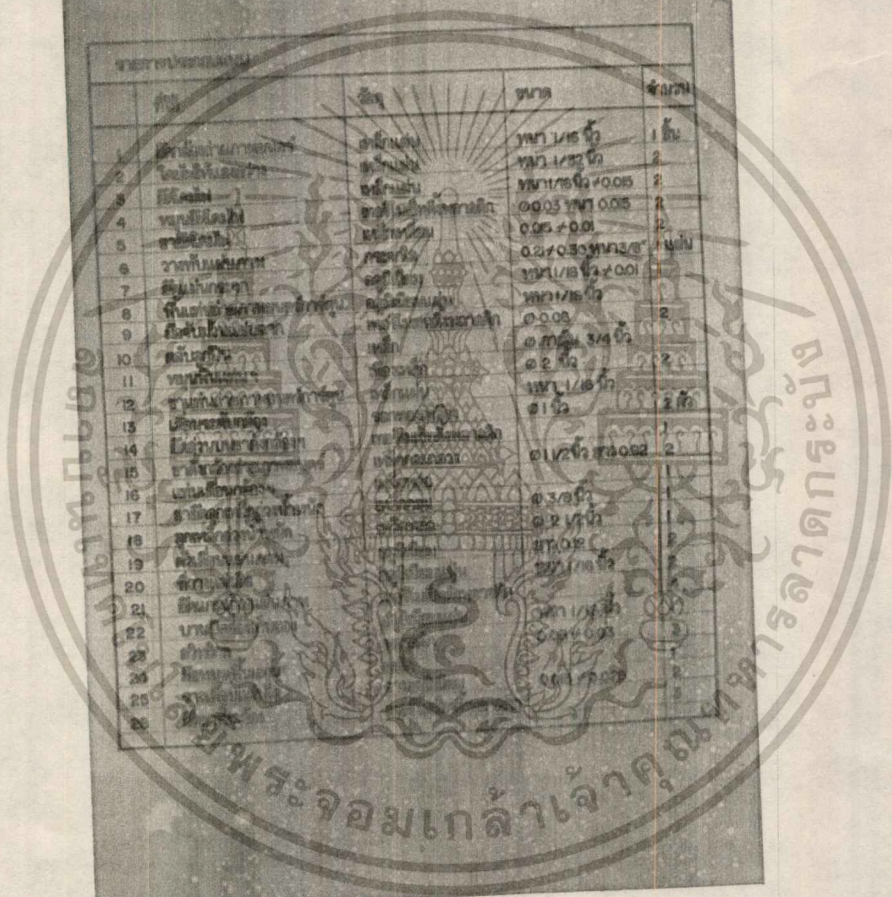


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่วารณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

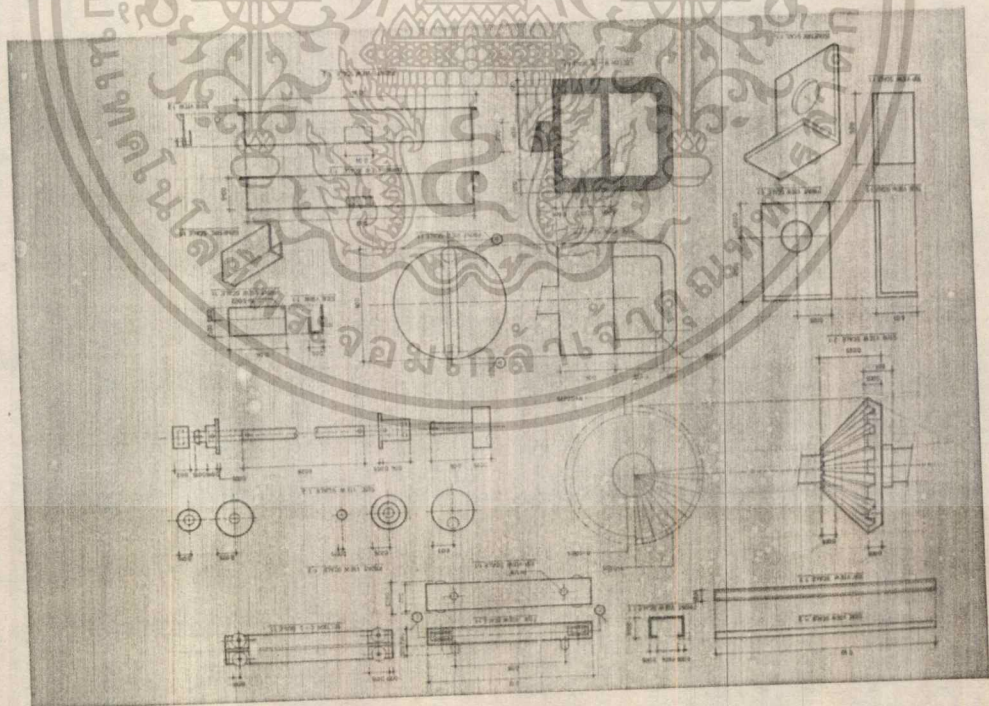
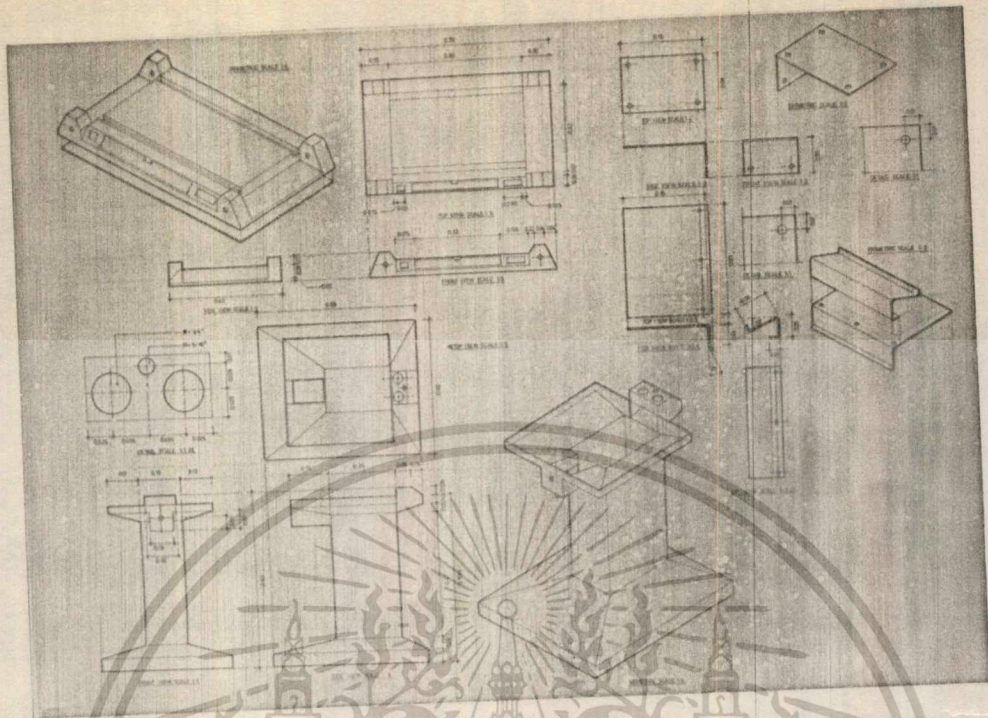


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

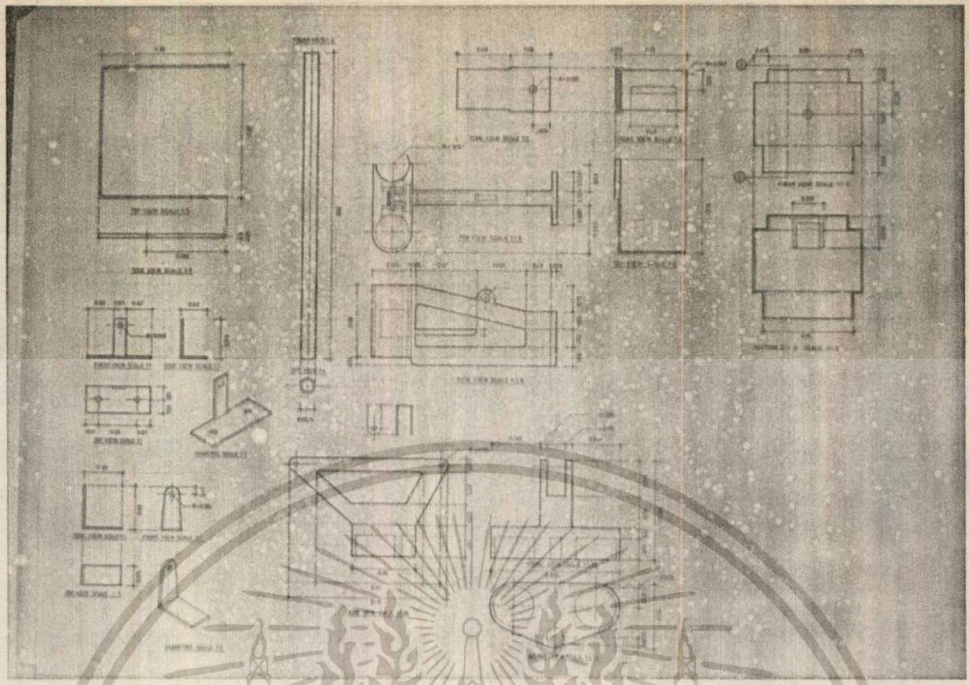
ลำดับ	ชื่อ	ชนิด	ขนาด	จำนวน
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PROBLEM

ปัญหาที่เกิดจากความไม่ถูกต้องของรายละเอียดการปฏิบัติงาน การรีบร้อนเกินไป หมายความว่าใช้เครื่องมือ และเป็นผลเสียต่อโครงร่างร่างกาย และมีผลกระทบเชิงลบต่อชีวิตปัญหาที่มาจากส่วนที่ลงมือทำไม่

การเขียนแบบได้แก่การระบายสี การร่างทแยงมุมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วเขียนเส้นทแยงมุมจากโดยอาศัยจุดที่ทำมุมเป็นเส้นฉาก ทำให้ได้สองตัวรวมแล้วเป็นเส้นกาทำหนดความยาวที่

ส่วนที่เขียนภาพแสดงการคำนวณ ปัจจุบันไม่มีการทดเนียบแนบจากไม้ ทำให้การเขียนหรือภาพแสดงการคำนวณผิดพลาด (จากนักเรียน)

จุดต่างระหว่างเครื่องมือกับคนไม่มีความสอดคล้อง เมื่อใช้เครื่องมือผิดพลาดจึงเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในขั้นตอนการเขียน ซึ่งอาจมีผลต่อขั้นตอนการเขียนภาพได้ แม้จะไม่ส่งผลภาพในระนาบนี้

พื้นที่ในการทำงานไม่เหมาะสมกับขั้นตอนการเขียนภาพแสดงการคำนวณ และการเคลื่อนย้ายการทำงาน เนื่องจากต้องวางแผ่นไม้ไว้กับชาย และวางจอเขียน ทำให้ขาดความมั่นคงและไม่สะดวกในการเขียนมีสีฐาน และอาจมีข้อบกพร่องในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

พื้นที่หน้าภาพแสดงการวิเคราะห์การแก้ปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนการเขียนภาพแสดงการคำนวณไม่ได้ ซึ่งไม่ถูกต้องของการเคลื่อนย้ายของส่วนที่ภาพแสดงการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ส่วนที่สัมพันธ์กันของ
อันตรรกศาสตร์ของกรรไกรมือในการ
ออกแบบกรรไกรตัดไม้

1. วัสดุสำหรับทำใบมีดกรรไกรตัดไม้
2. ส่วนที่สัมพันธ์ของกรรไกรมือมีขนาดยาว 30-40 ซม.
มีน้ำหนัก 0.37 กิโลกรัม
3. มีจุดรับน้ำหนักที่ปลาย กว้าง 1.5-2 นิ้ว ยาว 2.5-3 นิ้ว
ในลักษณะยาว 0.375-0.475 นิ้ว
4. ขนาดของรูสำหรับยึด กรรไกรมือ - กว้าง 1 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว
กลม ไม่ลึกกว่า 0.5 นิ้ว

ขนาดของกรรไกรมือ

มีลักษณะที่เลือกใช้ในการออกแบบ

อวัยวะ	ขนาด	หมายเหตุ
ระยะแขนเอียงเมื่อจับกรรไกรตัดไม้	ไม่เกิน 78.85 ซม.	ระยะแขนเอียงจับ
ระยะจากพื้นถึงหัวไหล่	65.00 ซม.	± 5 ซม.
ขนาดความกว้างของมือ	ไม่เกิน 15.6 ซม.	ระยะแขนไม่กางนิ้ว
ระยะมือถึงมือจับ	ไม่เกิน 50 ซม.	

มิติของร่างกาย	ขนาดชาย	องศา
พื้นถึงศีรษะ	160.60	
ระยะพื้นถึงระดับสายตา	138.35	
ระยะพื้นถึงข้อศอก	132.38	
ระยะแขนเอียง	78.85	
ไม่พนัก - ข้าง		
ระยะแขนเอียง	78.85	45
ข้อศอกถึงข้อมือ	84.00	
ระยะพื้นถึงข้อมือ	84.00	
ระยะเอวถึงข้อศอก	84.00	70
หน้า		
ระยะเอวถึงข้อศอก	84.00	40
ด้านข้าง		
ระยะเอวถึงข้อศอก		30
ด้านหลัง		
ระยะสูงถึงข้อมือ	20.00	

มิติของร่างกาย	ขนาดชาย	องศา
พื้นถึงศีรษะ	137.70	
พื้นถึงระดับสายตา	127.00	
ตา		
พื้นถึงข้อศอก	112.50	
แนวเอียงไม่พนัก	78.85	
ข้าง		
เอวถึงข้อศอก	84.00	40
ข้าง		
พื้นถึงหน้าอก	55.60	
ความลึกของหน้าอก	60.70	
ขา		
ความกว้างของขา	43.00	
ส้นเท้าถึงข้อเท้า	36.30	

แสดงขนาดสัดส่วนของร่างกายมีดีทั้ง

แสดงขนาดสัดส่วนของร่างกายมีดีทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สี (COLOURS)

ชนิดของสี

ในชีวิตความเป็นอยู่ในปัจจุบัน สิ่งที่จะช่วยเพิ่มความงามให้ธรรมชาติมีชีวิตชีวา มาก ซึ่งก็คือ สีต่าง ๆ นั่นเอง สีนับว่ามีอิทธิพลต่อมนุษย์มาก บางครั้งจะให้ความรู้สึกสดชื่นหรือ เกิดเศร้าโศก สีมักพบปะทั้งในสมัยโบราณยุคประวัติศาสตร์มาแล้ว โดยการเริ่มรู้จักใช้สีมา ทาที่ต่าง ๆ ความหนาตา หรือตามผนังถ้ำ ซึ่งเป็นการตกแต่งหรือศิลปะอย่างหนึ่งนั่นเอง เช่น กัน ปัจจุบันสีก็ยังมามีอิทธิพลในการบันเทิงการให้เกิดความรู้สึกต่อความเป็นอยู่อย่างมากมายนับตั้งแต่ สิ่งของ เครื่องใช้ประดับ เล็กน้อย ตลอดจนไปจนถึงสถานที่อยู่อาศัย อาคารขนาดใหญ่ ทั่วๆ ไป นี้ สีจึงนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่ขาดเสียมิได้

คุณลักษณะของสี

สีมีคุณลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. สีมีคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ HUE, VALUE CHROMA
 - 1.1 HUE คือความเข้มของสี อ่อนหรือแก่ เช่น สีแดง สีเขียว ฯลฯ
 - VALUE คือความเข้มของสี อ่อนหรือแก่ เช่น แดงเข้ม ฟ้ามืด
 - CHROMA คือความแรงของสี เช่น แดงสดจะมี สูง
 - TINT คือพวกสีจาง สีเบา หรือสีที่มีสีขาวผสม
 - SHADE คือพวกสีเข้ม
 - COMPLEMENTARY คือพวกสีตรงกันข้าม เช่น แดงกับเขียว
 - WARM & COOL COLOR คือพวกสีร้อนและสีเย็น

- 1.2 อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก
 - SIDE สีอ่อน ทำให้ดูของใหญ่ขึ้น
 - สีเข้มทำให้มองดูเล็กลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEIGHT	สีอ่อน สีเข้ม ทำให้อ่อน สีเข้ม สีอ่อน ทำให้อ่อน
STRENGTH	สีอ่อน ทำให้อ่อน สีเข้ม ทำให้อ่อน
TEMPERATURE	สีอ่อน ทำให้อ่อน สีเข้ม ทำให้อ่อน

2. สีจะช่วยให้ทัศนวิสัยแจ่มใสที่สุด นำมาใช้ดังนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่ (ค่าแปรเปลี่ยนของสี)
- สีสกปรกตัดกับสีสดใส
- สีอ่อนตัดกับสีสกปรก
- สีอ่อนตัดกับสีเข้ม

3. สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน
- สีส้มบนพื้นน้ำตาล
- สีชมพูบนพื้นดำ

4. สีสามารถทำให้เห็นเป็นว่า เขามาไกลหรือห่างออกไปได้

ตามปกติสีอ่อนซึ่งใดแก่ สีเหลือง สีเหลืองนี้ดูแล้วคล้ายกับว่า เขามาอยู่ใกล้คุณ
ในเมื่อสีเข้มคือ สีน้ำเงิน เขียว และม่วงถอยห่างจากคุณออกไป.

5. สีที่เมื่อเราใช้ในที่มืด ๆ แล้วไม่น่าดูนั้น ถ้าใช้เพียงเล็กน้อยอาจจะ
ทำให้หน้าคุณขึ้น และอาจเสริมความน่าดูให้แก่สีอื่นได้

6. เมื่อใช้สีเข้มจับคู่กับสีอ่อนจะทำให้แลเห็นเด่น และมีชีวิตชีวากว่าใช้สีที่มีค่าของความเข้มหรือจางใกล้เคียงกันมาก

7. สีที่มีความสทสีพอ ๆ กัน เมื่อใช้ควบกันจะช่วยดึงดูดความสนใจได้เร็ว มักใช้ในการออกแบบป้ายโฆษณา

8. หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องมีสีชนิดใดชนิดหนึ่งปรากฏเด่นออกมา เพื่อจะเป็นสีเด่นหรือสีเย็นก็แล้วแต่การใช้สีที่ไม่นาคู่อย่างหนึ่ง คือ แต่ละสีที่ไซปริมาณเท่ากันไปหมด ถ้าให้ปริมาณหรือเนื้อที่ของสีเปลี่ยนไปเล็กน้อยที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าแปร เปลี่ยนและความสทสีของสีอีกด้วย

การวิจัย เรื่องสีกับจิตวิทยา

การวิจัย เรื่อง "COLOR & MOOD = TONES" ของเกรวิท ซี เมอร์เรย์ และ HARRIS L. DEABIER จาก WERNER โคทท์การทดลอง เรื่องสีกับอารมณ์โดยมีความมุ่งหมายจะควานิสิตในมหาวิทยาลัยจะแทนความรู้สึกต่าง ๆ ด้วยสีอะไร เขากำหนดอารมณ์ (MOOD * TONES) 11 ชนิด และสี 8 สี คือ

- | | |
|------------------------|--------------------|
| อารมณ์ | |
| - มั่นคง | - สงบเสงี่ยม |
| - ตื่นเต้น ไร่ใจ | - ภาศภูมิ |
| - นุ่มนวล | - สนุกสนาน ไร่เริง |
| - ทุกข์อยู่ในความลำบาก | - เกลียศซัง |
| - ปองกัน | - มีอำนาจ |
| - ใจคอหคหุ | |

สี (COLOURS) ที่ได้รับเลือกแทน MOOD-TONES | คือ
- สีแดง แทน ความตื่นเต้น ไร่เริง มีอำนาจ

สีขาว ชาวจีนถือว่าเป็นเครื่องหมายไว้ทุกข์ แต่พวกอเมริกันถือว่าเป็นความหมายของความบริสุทธิ์ ราเริง ถ้าใช้โคคเคียวทำใหญ่สีก็เย็น

สีน้ำตาล เป็นสีอ่อน ถ้าใช้โคคเคียวมีผลให้ความรู้สึกสด

สีม่วง (PURPLE AND MAUVE) ให้ความสงบ ความเป็นจริง และทำให้ง่วง บางคนว่าแสดงถึงความจงรักภักดี ให้ความสง่าภาคภูมิใจ ความเป็นเจ้านาย ความกล้าหาญ แต่คนบางพวกจะมีทัศนคติว่าสีม่วง เป็นสีแห่งความเศร้าลึกลับที่ราคะ และความทอทรमान

สีเทา ให้ความรู้สึกเศร้าและเย็น

สีเขียวใบไม้สด ทำให้จิตใจสงบ เยือกเย็น

สีกุหลาบ ทำให้จิตใจสดชื่นกระชุ่มกระชวย

เลือกนอย การศึกษาถึงลักษณะของสี เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อสี บางสีละเอียดกว่าเดิมอีก

สีแดง ให้ความรู้สึกมีพลังสมบูรณ์ ขวนลุ่มหลง คั่นเค้น ไร่ใจ

สีเหลือง ให้ความรู้สึกราเริง แต่มีสีเหลืองอ่อนจะให้ความรู้สึกของความสะอาด ความสว่าง สีเหลืองเข้มมากจะทำให้สมอง เกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ไกลไปทางสีส้มจะมองคล้ายของ เขียวและคล้ายกับของ เล่นสมัยใหม่ที่ตกแต่งไว้อย่าง เรียบร้อย สีเหลือง เนย (BUTTER YELLOW) ทำให้ห้องมีกลิ่นคล้ายกุสวาง สีเหลือง เขียว (YELLOW GREEN) ช่วยในคานความ เย็น

สีเขี้ยว

ไม่ทำให้เกิดดวงตาในการมอง จะไม่ใช่ใกล้กับสีแดงใน ส่วนที่เท่ากัน สีเขี้ยวให้ความรู้สึกสดชื่นกระชุ่มกระชวย เสมอ และชีพักสายตาได้ โดยธรรมชาติจะใช้สีเขี้ยว เป็นเช่นสี ที่จะส่ง เสริมทุก ๆ สี ใ้คู่สีที่สดชื่น สีเขี้ยวสมควรไว้ใน การนำความหมายบางอย่างลงจากสวนคนไม้ สีเทาส้มอ ๆ หรือแก่นั้น ส่วนมากจะใช้โคคี่ อย่างมากที่เกี่ยวข้องในการ เน้น สีพื้นที่นิยมสำหรับ เครื่อง เรือยนต์ควายไม้ เมเบิลหรือไม้สักสี เขี้ยวใ้ให้ความรู้สึกสดชื่นขึ้น

สีน้ำเงิน

สีน้ำเงิน เข้มให้ความรู้สึกสงบและลึกกลับ น้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำหรือฟ้า มีความสดใสของสีเขี้ยวอยู่ควายเมวจะปราศ จากตัวสีเขี้ยวก็ตาม สำหรับผนัง เพอร์นิเจอร์ สีฟ้าและสี ที่ใกล้เคียงสีน้ำหรือสีน้ำเงินที่ไซ่มากไปจะทำให้เกิดการไ ไม่เบิกบาน สีน้ำเงินอมเขี้ยว ให้ความรู้สึกต้นเค้น เช่น แสงของโอบอล การแพนทางของนกยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์ งดงาม

สีค่า

การใช้สีค่าบ้าง ซาวบ้าง ในพื้นที่ร่วมกับสีอื่น ๆ จะทำให้ เกิดความประปรึกระเป่า และทำให้เกิดความมีชีวิตชีวา ราว เรียง เมื่อสีค่าและสีขาวมีความคักกัน นำมาใช้กับสีอื่น ๆ สีเทาทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่น ๆ สามารถจะ ใช้ เป็นสีกลางไ้ค้ตลอดทุกสี

บรรณานุกรม

- ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา , สาโรช ฐิติเกียรติพงศ์ "พื้นฐานโลหะแผ่น" กรุงเทพมหานคร , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2524
- วัฒนพันธุ์ ครูทะเล "ศิลปนิพนธ์" ภาพยนตร์การ์ตูนสั้นขนาด 16 มม. เรื่อง หนูน้อยห่มวกแดง คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2523
- วรวิทย์ อิงภากรณ์ , ชาญ ถนังงาน "การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม 2" กรุงเทพมหานคร , ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2525
- สาคกร พลราชม "ทฤษฎีการส่องสว่าง" กรุงเทพมหานคร , 2525
- สนั่น บัทมะทิน "ภาพยนตร์การ์ตูน กรรมวิธีย่าง ๆ" กรุงเทพมหานคร , คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยศรี มศาสตร์ , 2525

ประวัติการศึกษา

นายสุทธิชัย อัฐรัตน์ ได้รับการศึกษาจากสถานศึกษาดังต่อไปนี้

- ระดับประถมศึกษาตอนต้น 1-4 จากโรงเรียน บ้านไผ่วิทยา
อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
- ระดับประถมศึกษาตอนปลาย 5-7 จากโรงเรียน บ้านไผ่ประถมศึกษา
อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
- ระดับมัธยมศึกษา 1-3 จากโรงเรียนบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่
จังหวัดขอนแก่น
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบวิทยาลัย-
เทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
นครราชสีมา
- ระดับปริญญาตรี ภาควิชา วิศวกรรมศิลปอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ