บทที่ 3
วิธีดำเนินการโครงงานวิจัย

3.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องกัด CNC แนวตั้ง

3.1.1กำหนดข้อต้องการ หรือลักษณะ

เครื่องกัดต้นแบบนี้มีวัตถุประสงค์ ที่จะให้นำไปใช้งานทั่วไปทั้งในงานผลิตและการฝึกหัดทำโปรแกรม โดยกำหนดให้มีคุณสมบัติดังนี้

1. มีขนาดและกำลังขับเคลื่อนที่เหมาะสม
2. มีความคล่องตัวสูงและใช้งานได้สะดวก
3. ให้ความเที่ยงตรงในการทำงานไม่น้อยกว่า 0.05 mm
4. มีคุณภาพได้ตามมาตรฐานสากล (DIN)
5. มีความแข็งแรงและคงทนต่อการใช้งานพอสมควร
6. เหมาะสมสำหรับใช้ในงานผลิตและในการเรียนการสอน
7. ต้องการการบำรุงรักษาน้อย

การออกแบบเครื่องกัดนี้ ได้อาศัยคุณสมบัติดังกล่าว ข้างต้นเป็นพื้นฐานในการกำหนดรายละเอียดความต้องการ หรือคุณสมบัติของเครื่อง โดยทั่วไปในการกำหนดคุณลักษณะของเครื่องกัดจะใช้ขนาดดังต่อไปนี้เป็นเกณฑ์

1. ขนาดเครื่องโดยกำหนดขนาดความยาวของโต๊ะทำงาน และระยะที่เคลื่อนที่เครื่องสามารถทำงานได้
2. กำลังขับที่เพลาหัวเครื่อง
3. ขนาดเพลางาน
4. ลักษณะการทำงานของเครื่อง

3.1.2กำหนดหลักการทำงานของเครื่อง

การออกแบบเครื่องกัด ซี เอ็น ซี แนวตั้ง ได้ศึกษาจากลักษณะเครื่องที่ใช้ในอุตสาหกรรมและในการเรียนการสอนเป็นหลัก โดยพิจารณาถึงการใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศ และไม่จำเป็นจะต้องใช้เครื่องกลเฉพาะในการผลิต ดังนั้นจึงทำให้เครื่องที่ออกแบบมามีขนาดเล็ก

การทำงานของเครื่องกัด สามารถแบ่งส่วนระบบการทำงานออกได้เป็น 5 ส่วน

1. ฐานเครื่องและระบบขับเคลื่อนแนวขวาง (Base)
2. โต๊ะงานและระบบขับเคลื่อนแนวยาว (Table)
3. เสาและระบบขับเคลื่อนแนวตั้ง (Column)
4. ชุดเลื่อนแนวตั้ง (Vertical Slide)
5. ชุดควบคุม (Controller)

1.ฐานเครื่องและระบบขับเคลื่อนแนวขวาง

ฐานเครื่อง ทำหน้าที่รองรับส่วนต่างๆ ของเครื่องทั้งหมด และต้องออกแบบให้มีขนาดคลอบคลุมที่จะรองรับขนาดของโต๊ะงาน ชุดรางเลื่อน เสา และแคร่เลื่อนแนวขวาง โดยจะต้องติดตั้งได้ง่าย มีความแข็งแรงเพียงพอ ซึ่งในการออกแบบเลือกใช้เหล็กหล่อ เนื่องจากเหล็กหล่อมีคุณสมบัติในการรับแรงกดดูดซึมการสั่นสะเทือนได้ดี แล้วยังเป็นขบวนการที่สามารถผลิตได้ในประเทศ ซึ่งต้องออบแบบให้ง่ายต่อการทำกระสวน และง่ายต่อการจับยึดในการผลิต

ระบบขับเคลื่อนแนวขวาง ได้เลือกใช้ชุดรางเลื่อน (Linear Motion) ซึ่งหาได้สะดวกภายในประเทศ ถึงแม้ว่าจะเป็นอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศก็ตาม แต่สามารถหาซื้อได้ง่าย มีความแม่นยำสูง สะดวกและรวดเร็วในการติดตั้ง โดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนผ่าน บอลล์สกรู

2.โต๊ะงานและระบบขับเคลื่อนแนวยาว

โต๊ะงาน ทำหน้าที่จับชิ้นงาน โต๊ะงานจะติดยึดอยู่บนชุดเคลื่อนที่ในแนวขวาง ระบบขับเคลื่อนแนวยาว ใช้ระบบเดียวกับระบบขับเคลื่อนในแนวขวาง

3.เสาและระบบขับเคลื่อนแนวตั้ง

เสา เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนฐาน ทำหน้าที่เป็นตัวรองรับการเคลื่อนที่ของชุดหัวเครื่องขึ้นลง (แนวแกน Z)

ระบบขับเคลื่อนในแนวตั้ง ใช้ระบบเดียวกันกับระบบขับเคลื่อนแนวขวาง

4.ชุดเลื่อนแนวตั้ง

เป็นชุดที่ใช้ในการยึด ชุดหัวเครื่อง และมอเตอร์หัวเครื่อง เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวแกน Z ชุดเลื่อนแนวตั้งจะสร้างโดยการหล่อ เพราะทำได้ง่ายและสะดวก การออกแบบจะต้องออกแบบให้รับน้ำหนักเบาที่สุด แต่ต้องมีความแข็งแรงที่รับภาระจากการตัดเฉือนในทิศทางต่างๆ

5.ต้นกำลังและระบบควบคุม

การขับเคลื่อนของชุดหัวเครื่อง อาศัยกำลังขับจาก เอ ซี เซอร์โว มอเตอร์ (A.C. Servo Motor) ขนาด 1 kW เป็นตัวขับเคลื่อนโดยส่งกำลังไปยังชุดเพลาหัวเครื่องใช้สายพานการเดินและการหยุดเครื่องทุกครั้ง ต้องควบคุมที่ตัวมอเตอร์

ส่วนการขับเคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ใช้ ดี ซี เซอร์โว มอเตอร์ และมีชุดเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ติดที่ท้ายมอเตอร์เป็นตัวอ่านและวัดการเคลื่อนที่

การสั่งงานและการควบคุมทั้งหมดนี้ ใช้ชุดควบคุม HEIDENHAIN รุ่น 407 เพราะเป็นชุดควบคุมที่หาซื้อได้ง่าย อีกทั้งยังเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ดี และยังเป็นชุดควบคุมที่เขียน ได้ทั้ง ATP Code และ ISO Code

การกำหนดรูปร่าง

จากหลักการการทำงาน ที่วางไว้สำหรับระบบดังที่กล่าวมาแล้ว เป็นเพียงหลักการเท่านั้น ต้องนำมากระทำให้เป็นจริงในรูปของชิ้นส่วนและลักษณะต่างๆ การกำหนดรูปร่างและชิ้นส่วนแต่ละระบบอาศัยแนวทางจากเครื่องกัดที่มีอยู่ทั่วๆไปเป็นเกณฑ์ โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมต่อการผลิตและชิ้นส่วนแต่ละส่วนจะต้องรับภาระได้ตามที่กำหนด ตลอดจนถึงการเลือนวัสดุที่ใช้เน้นที่จะใช้วัสดุ ที่สามารถผลิตและสามารถหาได้ภายในประเทศ เราได้จำแนกเครื่องกัดออกเป็น 2 ส่วน ตามชนิดของวัสดุที่เลือกใช้ ดังนี้

โครงเครื่อง (Machine Frame) กำหนดให้ใช้เหล็กหล่อสีเทาชนิด FC 25 ตามมาตรฐาน JIS ซึ่งเป็นชนิดเหล็กหล่อที่สามารถผลิตได้ทั่วไปในประเทศ

ชิ้นส่วนเครื่อง (Machine Parts) สำหรับชิ้นส่วนทั่วๆไปใช้วัสดุเป็นเหล็ก SS 41 ตามมาตรฐาน JIS ซึ่งเป็นโครงสร้างสำหรับงานทั่วๆไป และสำหรับบางชิ้นส่วนที่ต้องทนต่อการสึกหรือ รับภาระสูง เช่น เพลา ก็ได้เลือกใช้วัสดุเหล็ก SCM 4 ตามมาตรฐาน JIS มีคุณสมบัติในการชุบแข็งได้ดี

การกำหนดรายละเอียด

การกำหนดรายละเอียดของชิ้นส่วนทั้งหมด เพื่อให้เป็นเอกสาร หรือคำสั่งในการผลิตนั้น ได้จัดทำแบบแยกชิ้นส่วนแต่ละชิ้น พร้อมกับรายการชิ้นส่วนทั้งหมด โดยแบ่งออกตามส่วนประกอบของเครื่องหลักดังนี้

1. ฐานเครื่อง

2. ชุดเคลื่อนที่แนวขวาง

3. เสา

4. ชุดเลื่อนแนวตั้ง

แบบแต่ละชุดมีหมายเลขกำกับ โดยใช้รหัสหมายเลขแบบตัวแรกตามลำดับหมายเลขของส่วนประกอบหลักแต่ละชุดที่ได้ลำดับไว้ขั้นต้น

แบบได้มีการเปลี่ยนแปลง แก้ไขบางส่วนหลังจากที่ได้ดำเนินการสร้างไปแล้ว และพบว่ามีความไม่เหมาะสมในการผลิต หรือมีขนาดไม่ตรงกันจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสม การแก้ไขและเปลี่ยนแปลงแบบเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการผลิต สาเหตุของความผิดพลาดส่วนใหญ่เกิดจากการตรวจสอบไม่ละเอียดเพียงพอ

3.2 การสร้างเครื่องกัด ซี เอ็น ซี

การสร้างได้ดำดำเนินหลังจากที่ได้มีการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานตามลำดับไว้ดังนี้

การวางแผนการผลิต และจัดหาวัสดุ

การดำเนินงาน	มิ.ย.	ก.ก.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ก.	ก.พ.	มี.ค.
1.กำหนดจุดประสงค์และขอบเขตการวิจัย	←→									
2.จัดแผนการดำเนินการวิจัย		←→								
3.เตรียมการดำเนินงานวิจัย		←→								
4.ปรับแก้แบบโครงสร้าง ซี.เอ็น.ซี			←		→					
5.การสร้างเครื่องกัด ซี.เอ็น.ซี				←					→	
6.การวิเคราะห์และการตรวจสอบ										←→
7.สรุปและจัดรูปเล่ม										←→

ตาราง3.1 การวางแผนการผลิต และจัดหาวัสดุ

การศึกษาการทำกระสวนและหล่อชิ้นงาน

สำหรับการทำกระสวนนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนการผลิต รูปร่างของชิ้นงาน ด้วยเหตุนี้เองการทำไม้แบบ จึงแบ่งออกเป็นกระสวนถาวร และกระสวนชั่วคราว

กระสวนถาวรจะใช้การผลิตจำนวนมากๆ ซึ่งสามารถนำไปกดลงในแบบทรายได้หลายๆครั้ง และยังใช้ กับงานที่มีรูปร่างซับซ้อน วัสดุที่ใช้ทำกระสวนยังแบ่งออกได้เป็น ไม้ อะลูมิเนียมหรือวัสดุอื่นก็ได้ แต่จะต้องมีน้ำหนักเบา

กระสวนชั่วคราว เป็นกระสวนที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบเพียงชิ้นเดียว ซึ่งวัสดุจะทำด้วยโฟม วิธีการคือ เอาแบบที่ทำจากโฟมฝังเข้าไปในทรายหล่อ เมื่อเทน้ำเหล็กลงไปก็จะทำให้โฟมละลายหายหมด น้ำเหล็กจะวิ่งเข้าไปแทนที่ จึงทำให้ได้ชิ้นงานตามต้องการ

การผลิตชิ้นส่วน

การผลิตชิ้นส่วนได้ดำเนินการตามแบบที่ผ่านการออกแบบและเขียนแบบออกมาแบ่งเป็นชิ้นส่วนหลัก ชิ้นส่วนย่อย และชิ้นส่วนที่ช่วยในการเคลื่อนที่ตามส่วนประกอบหลักของเครื่อง ซึ่งการผลิตได้ดำเนินการที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก โดยเป็นการใช้เครื่องมือเครื่องจักรภายในอาคารปฏิบัติการให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วย ดังรูป

รูปที่3.2 การ ใช้เครื่องกัด

รูปที่ 3.3 การใช้เครื่องเจียรในแนวราบ

ส่วนชิ้นงานที่ไม่สามรถผลิตได้(ไม่มีเครื่องมือที่สามารถทำได้) ได้ทำการว่าจ้างให้ที่อื่นทำการผลิต ชิ้นส่วนที่ผลิตมีดังนี้

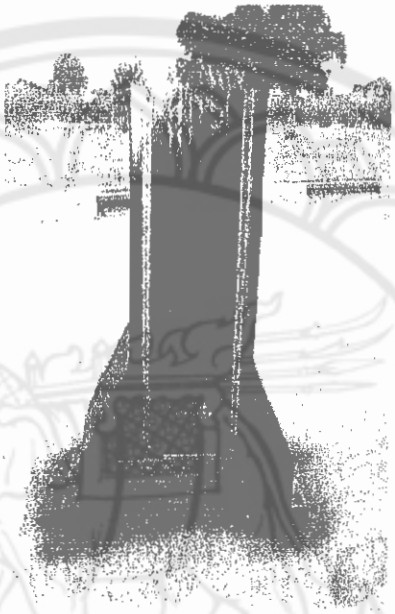
1.ชิ้นส่วนหลัก

1. Base

รูปที่ 3.4 Base

เป็นส่วนที่รองรับส่วนต่างๆของเครื่องกัดทั้งหมด ซึ่งจะต้องมีขนาดที่ครอบคลุมชิ้นส่วนทั้งหมดที่รองรับอยู่ รวมทั้งต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของชิ้นส่วนทั้งหมดได้

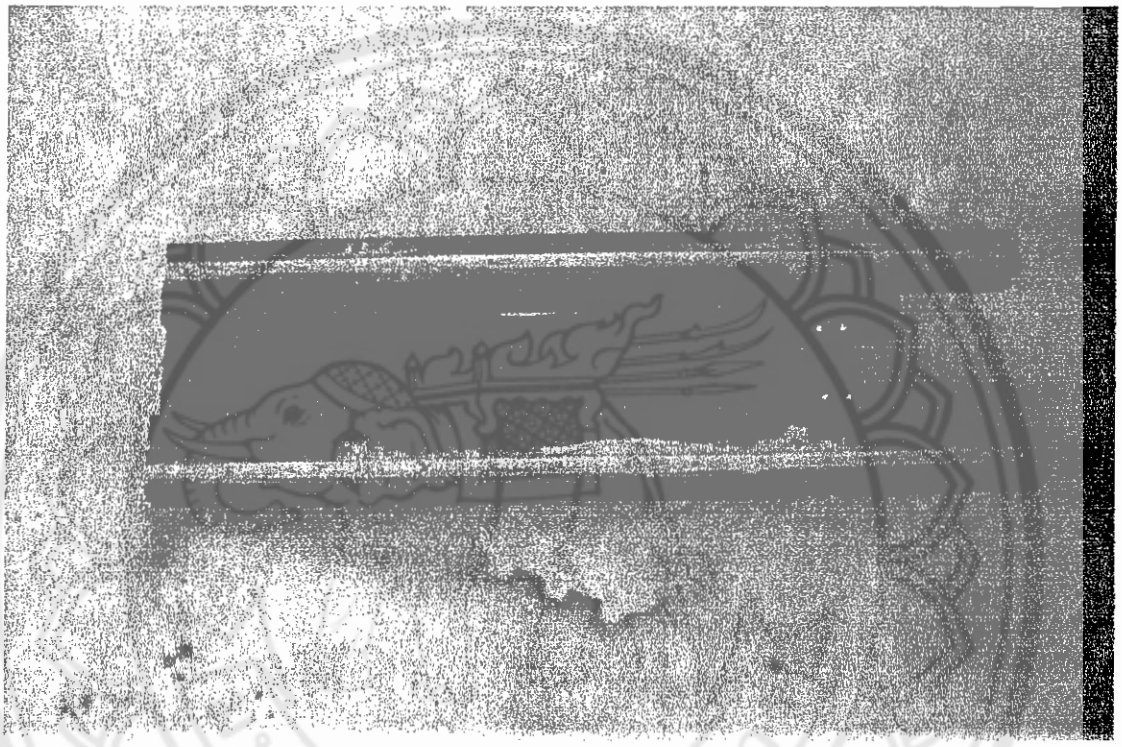
2.Column



<u>รูปที่3.5</u> column

เป็นตัวรองรับการเคลื่อนที่ของชุดหัวเครื่อง ขึ้นลง (แนวแกน Z) และยังต้องรับน้ำหนักจากการถ่วงน้ำหนักระหว่างหัวเครื่องกับตุ้มน้ำหนัก และน้ำหนักมอเตอร

3. Saddle

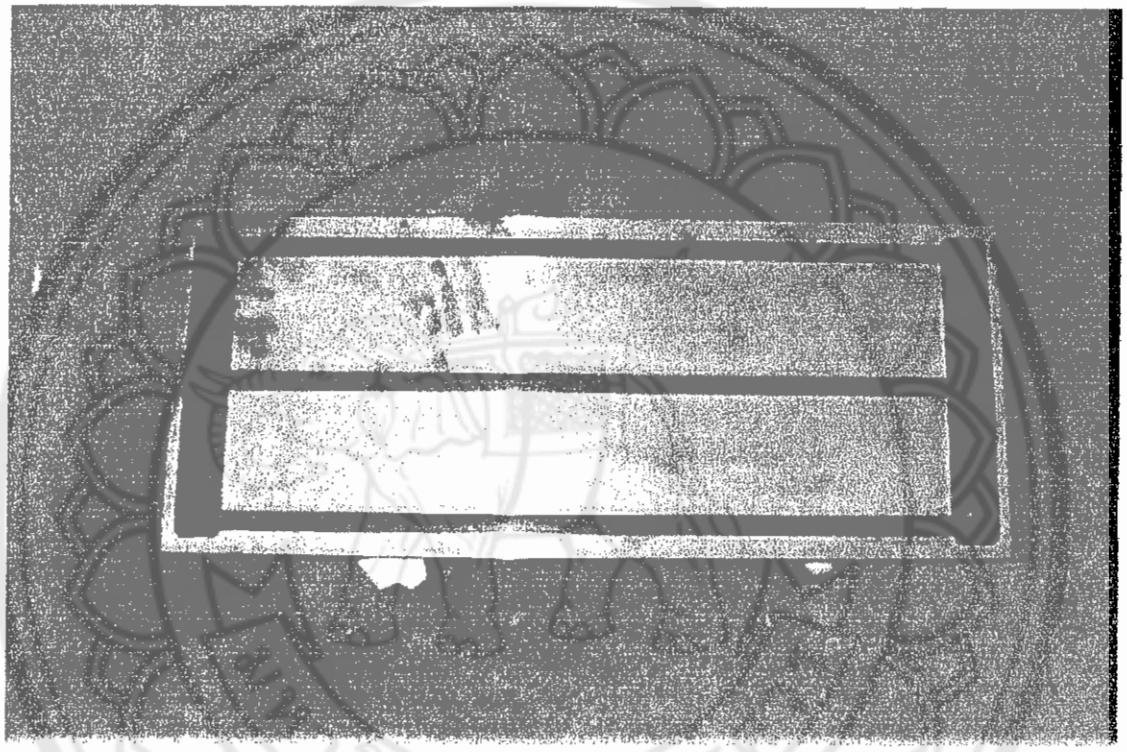


รูปที่3.6 saddl

e

Saddle หรือ แกร่เลื่อนแนวขวางนั้นมีหน้าที่รองรับโต๊ะงานเพื่อพาให้โต๊ะงานเคลื่อนที่ใน แกน Y ทั้งนี้ยังเป็นชิ้นส่วนที่ยึดติดกับการเคลื่อนที่ในแนวแกน X

4. Table



รูปที่3.7 Table

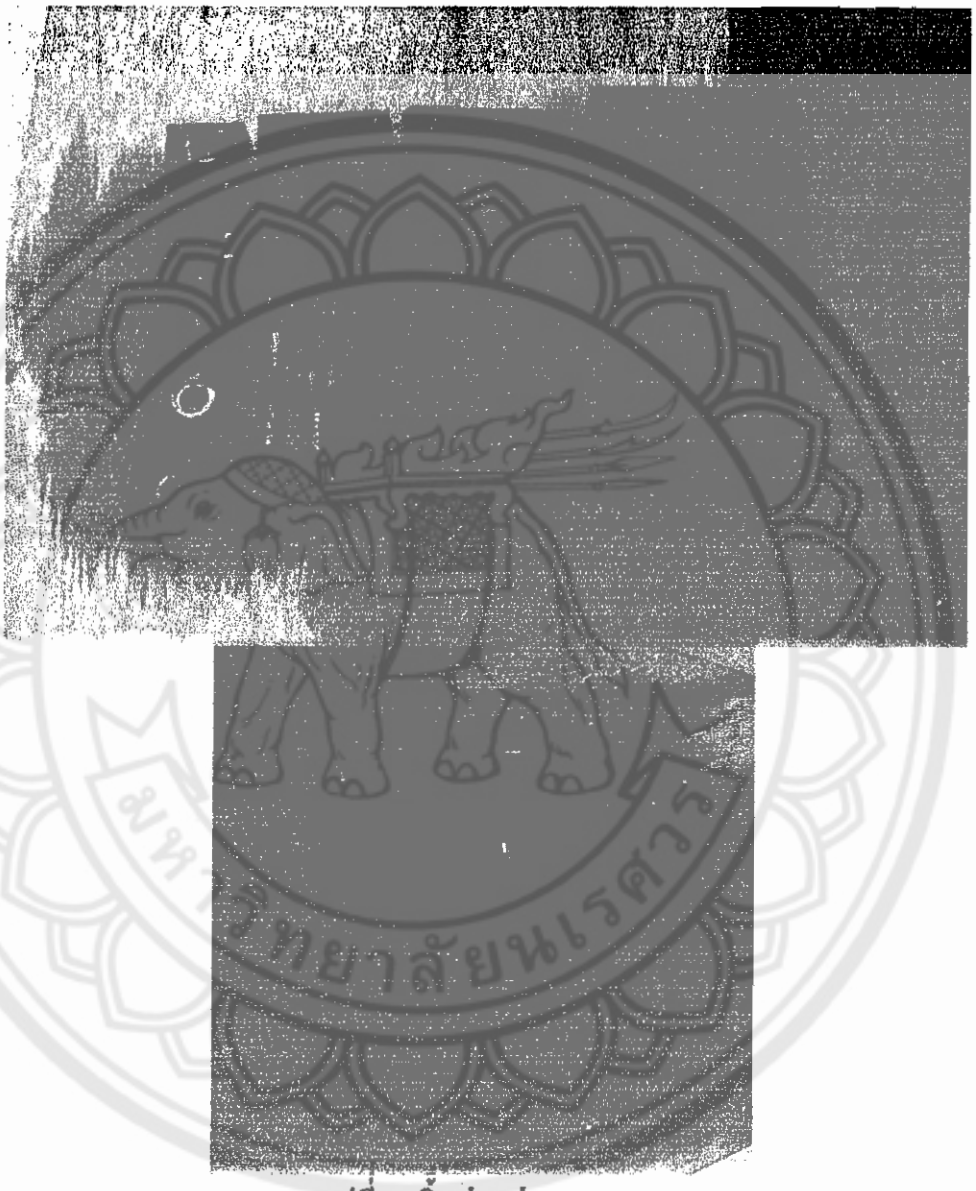
Table หรือ โต๊ะงาน ทำหน้าที่ใช้งานในการรองรับวัสดุที่จะนำมาทำการกัด

5. Housing Spindle

<u>รูปที่3.8</u> Housing Spindle

หัวเครื่อง ทำหน้าที่นำพาหัวกัด (Spindle) ให้เคลื่อนที่ในแนวแกน Z

2.ชิ้นส่วนย่อย

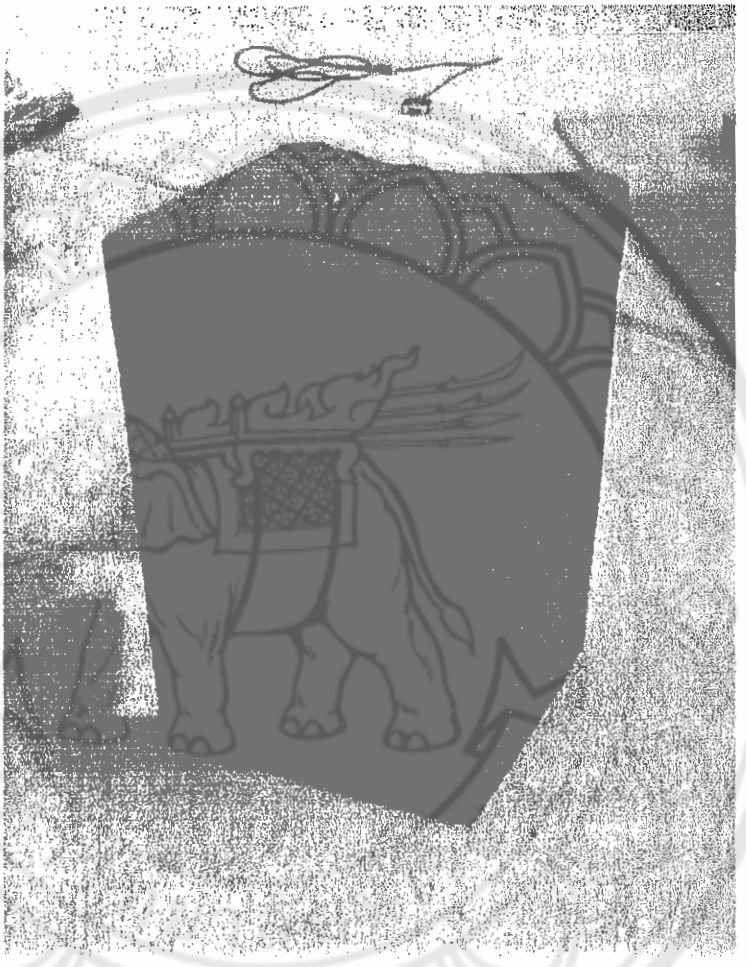


รูปที่3.9 ชิ้นส่วนย่อย

ชิ้นส่วนย่อย เป็นชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับยึดติดพวกลูกปืนต่างๆที่มีในการเคลื่อนที่ และยังมีชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับยึดติดมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน

1. ชิ้นส่วนที่ช่วยในการเคลื่อนที่

1. Balance Weigth



รูปที่3.10 Balance Weigth

เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ถ่วงน้ำหนักกับหัวเครื่อง(Housing Spindle) เพื่อให้มอเตอร์ที่ขับเคลื่อนในแนวแกน Z ทำงานไม่หนักมากและประหยัดกำลังของมอเตอร์

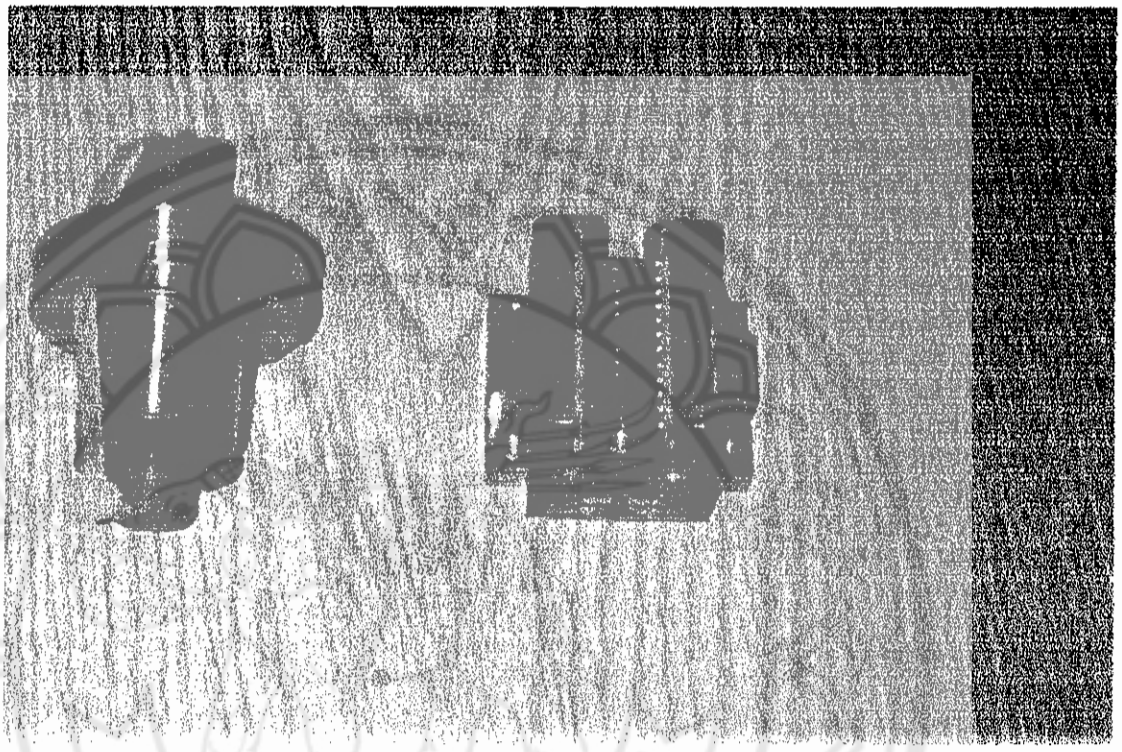
2. Linear & Screw

<u>รูปที่3.11</u> Linear & Screw

Linear เป็นชิ้นส่วนที่ทำให้การเคลื่อนที่ในแนวที่ต้องการ เพื่อประคองให้ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ในทิศทางที่อยู่ในแนวขนาน และตรง

Screw เป็นชิ้นส่วนที่นำพาให้ชิ้นส่วนเคลื่อนที่โดยจะประกอบกับ Ball Screw

3. Linear Guide Way & Ball Screw



รูปที่3.12 Linear Guide Way & Ball Screw

Linear Guide Way ทำหน้าที่นำพาการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน ให้มีความราบลื่น

Ball Screw ทำหน้าที่ให้เกิดการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนซึ่งต้องใช้ร่วมกับ Screw และเป็นตัวที่เปลี่ยนการเสียดทานจากสไลดิ้งฟิคชั่นเป็นโรลลิ่งฟิคชั่น ซึ่งมีความลื่นมากขึ้นเพื่อลดกำลังของมอเตอร์ที่นำมาขับเคลื่อน

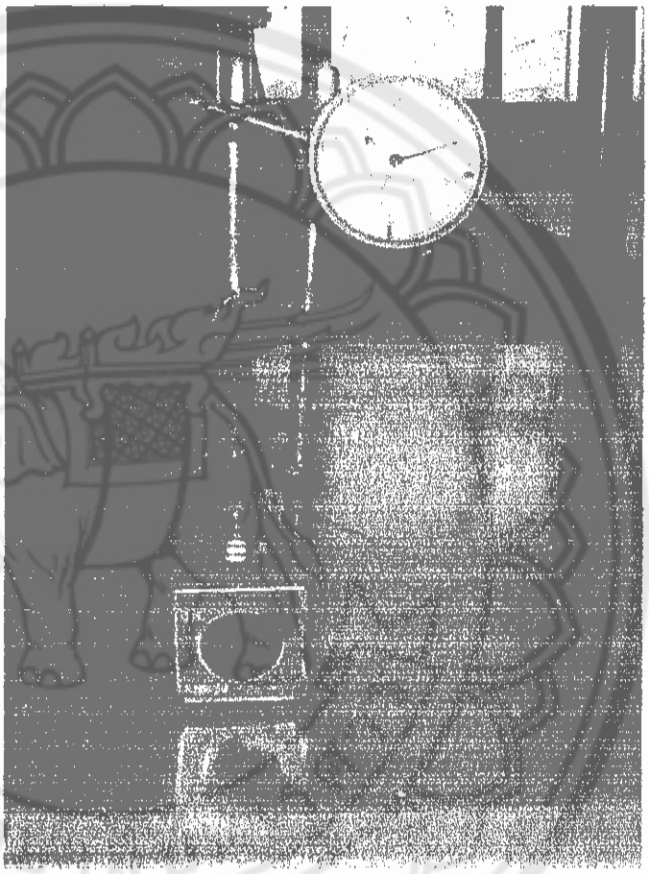
การประกอบและควบคุมคุณภาพ

การประกอบ งานขั้นสำคัญของการสร้างเครื่องกัด ซี เอ็น ซี แนวตั้ง คือการประกอบเข้าด้วยกัน การประกอบนั้นจะต้องประกอบย่อยและชิ้นส่วนที่ช่วยในการขับเคลื่อนเข้าด้วยกันกับชิ้นส่วนหลัก การประกอบจะต้องเป็นไปตามแบบตามตำแหน่งพิกัดที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรง เพราะค่าความผิดพลาดต่างๆ ของแต่ละชิ้นส่วนที่ประกอบจะสะสมรวมกันเข้าจนทำให้ค่าความผิดพลาดมากเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้นการประกอบจึงเป็นงานที่ต้องให้ความพิถีพิถันมากเป็นพิเศษ ดังรูป

รูปที่3.13 การประกอบ

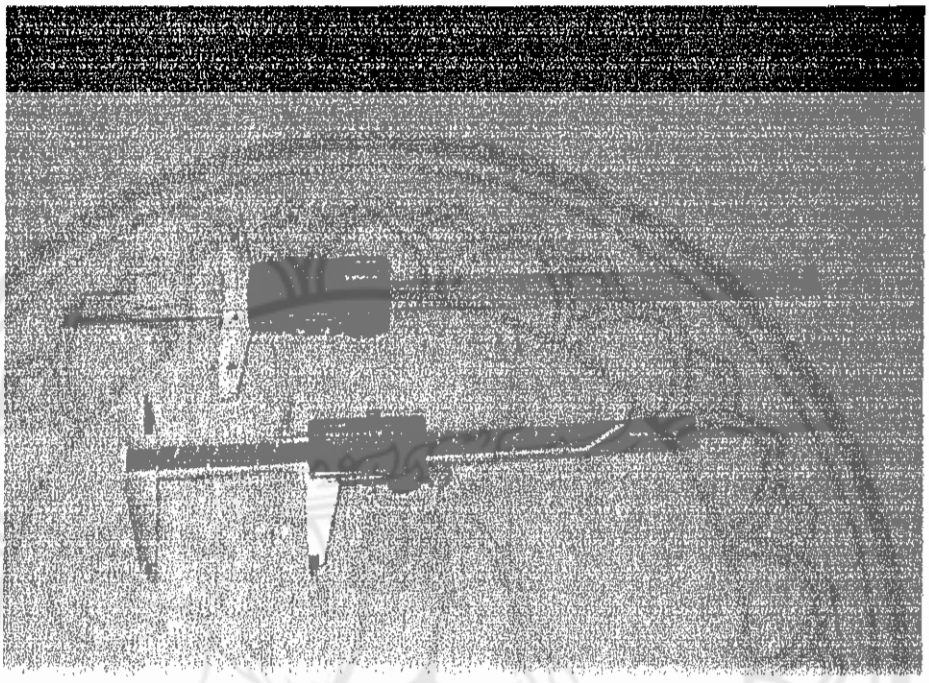
การควบคุมคุณภาพ เป็นการตรวจสอบว่าเครื่องกัด ซี เอ็น ซี แนวตั้งว่าได้ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่กำหนดไว้ โดยมีการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบดังนี้

1. Dial Gauge & Vernier Digital



รูปที่3.14. Dial Gauge

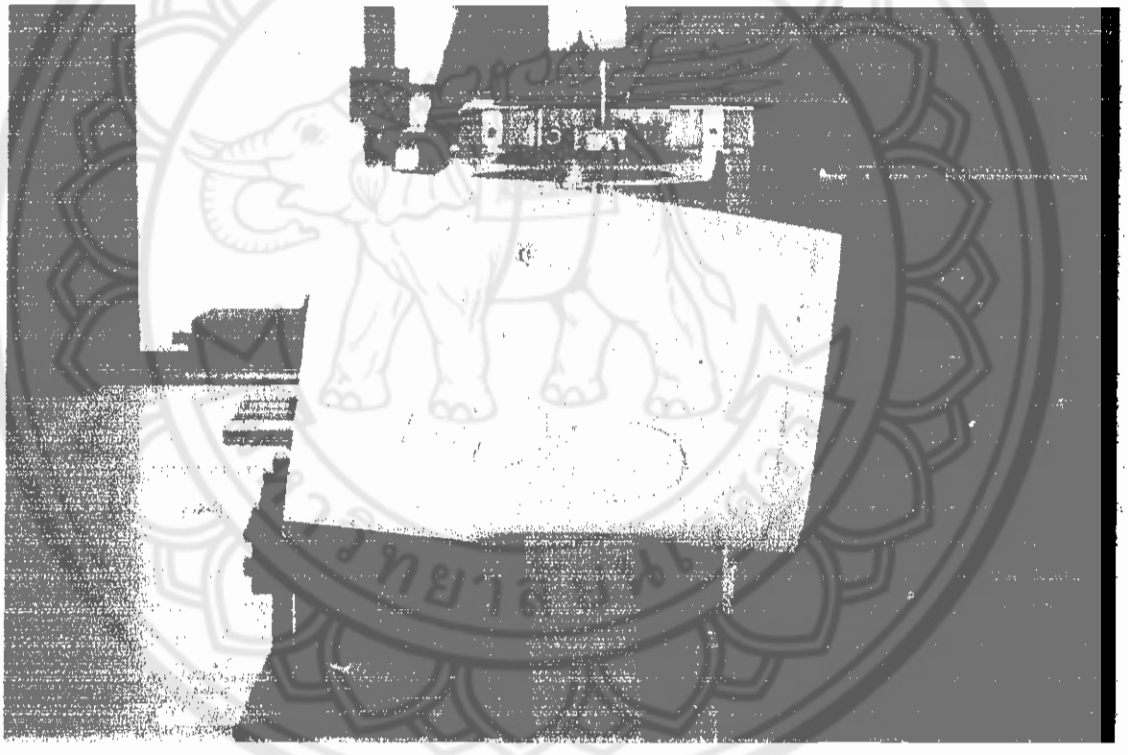
ใช้ในการวัดชิ้นส่วนต่างๆในการผลิต เพื่อให้ด้านแต่ละด้านของชิ้นส่วนนั้นมีความขนาน ซึ่งค่าที่ทำการวัดที่ยอมรับอยู่ที่ 0.02 – 0.05 mm ทั้งนี้เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพ



รูปที่3.15 Vernier Digital

ใช้สำหรับวัดขนาดชิ้นงานต่างๆซึ่ง Vernier Digital เป็นเครื่องมือวัดที่มีความละเอียดส่วนค่าที่ยอมรับได้ในการสร้างเครื่องนี้ ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของชิ้นส่วนนั้น เช่น ถ้าเป็นพิกัดงานสวมค่าที่ยอมรับนั้นอยู่ที่ 0.00 - 0.02 mm แต่ถ้าเป็นงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนักค่าที่ยอมรับนั้นอยู่ที่ 0.1 – 0.5 mm แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องความละเอียดค่าที่ยอมรับต้องอยู่ที่ 0.05 – 0.1 mm

นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบคุณภาพโดยเมื่อขั้นตอนใดยังไม่ผ่านคุณภาพที่กำหนดก็จะมีการติดป้ายแสดง เพื่อนำกลับไปแก้ไขต่อไป ดังรูป



รูปที่3.16 การตรวจสอบคุณภาพ