




# งานกัดขึ้นรูป และงานกัดร่อง

## จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (BEHAVIORAL OBJECTIVES)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. บอกลักษณะและประโยชน์ของหัวแบ่งสำหรับงานกัดได้
  2. อธิบายองค์ประกอบของหัวแบ่งได้
  3. อธิบายหลักการและวิธีการแบ่งกัดชิ้นงานด้วยหัวแบ่งได้
  4. บอกลักษณะของการกัดขึ้นรูปและการกัดร่องได้
  5. คำนวณหาวิธีการหมุนแบ่งเพื่อกัดงานรูปแบบต่าง ๆ ได้
  6. เลือกใช้ดอกกัดให้เหมาะกับงานกัดขึ้นรูปและกัดร่องแต่ละลักษณะได้
  7. ปฏิบัติงานกัดขึ้นรูปชิ้นงานได้ตามต้องการ
- 



## งานกัดขึ้นรูป และงานกัดร่อง

งานกัดขึ้นรูปต่าง ๆ ต้องใช้**หัวแบ่ง (Indexing หรือ Dividing Head)** มาเป็นอุปกรณ์ช่วยทำงาน โดยนำมาใช้ประกอบกับเครื่องกัดเพื่อแบ่งส่วนในการกัดงานต่าง ๆ เช่น กัดเฟือง กัดขึ้นรูปทรงหลายเหลี่ยม เป็นต้น การกัดแบ่งส่วนหัวแบ่งเป็นเกลียวสามารถคำนวณแบ่งออกเป็นองศาได้ นอกจากนี้จะมีหัวแบ่งแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไปแล้ว ยังมี**หัวแบ่งแบบโรตารี (Rotary Table)** ด้วย การกัดขึ้นรูป คือ การกัดชิ้นงานให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ เช่น การกัดขึ้นรูปโค้งเว้า โค้งนูน การกัดร่องตัววี กัดร่องทางเหยี่ยว กัดร่องวงเดือน เป็นต้น การกัดร่องเป็นการกัดขึ้นรูปอีกอย่างหนึ่ง คือ การกัดชิ้นงานให้เกิดร่อง อาจจะเป็นร่องตรงและร่องโค้ง ส่วนใหญ่จะกัดด้วยดอกเอ็นมิลล์

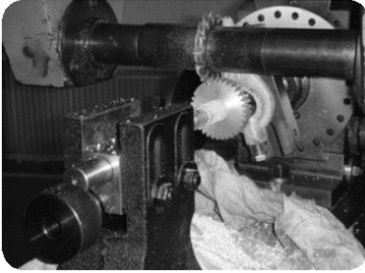


### ประโยชน์ของหัวแบ่งสำหรับงานกัด

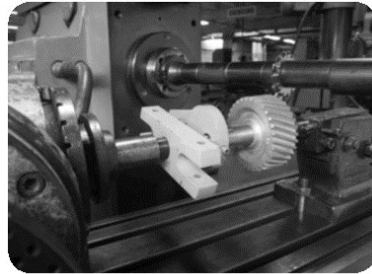
**หัวแบ่ง** เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งของงานกัด ใช้สำหรับแบ่งเส้นรอบวงของชิ้นงานให้เป็นส่วนเท่า ๆ กัน เช่น การกัดเฟือง กัดสไปลีย์ การกัดชิ้นงานเป็นเหลี่ยมต่าง ๆ และยังสามารถหมุนไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานที่เป็นอัตราทดสม่ำเสมอ เพื่อป้อนกัดงาน เช่น การกัดเฟืองเฉียง การกัดลูกเบี้ยว กัดร่องปิดของดอกสว่าน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งชิ้นงานเพื่อกัดเป็นมุมมององศาได้ด้วย



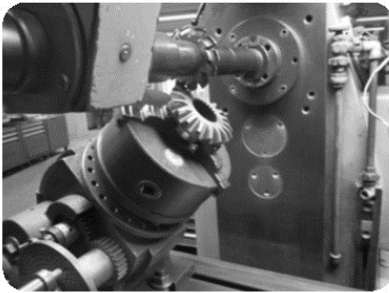
## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3



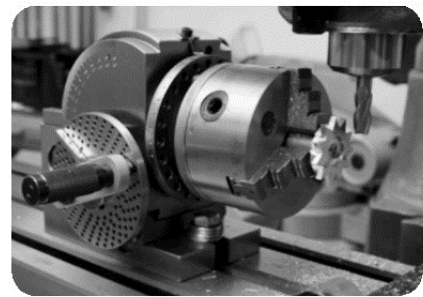
รูปที่ 2.1 การใช้หัวแบ่งช่วยในการกัดเฟืองตรง



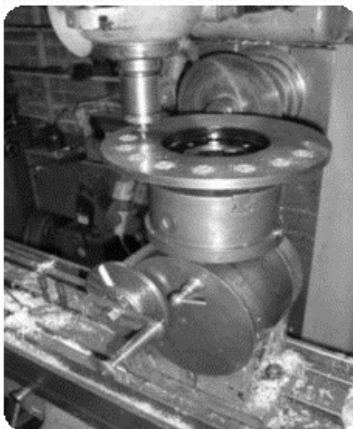
รูปที่ 2.2 การใช้หัวแบ่งช่วยในการกัดเฟืองเฉียง



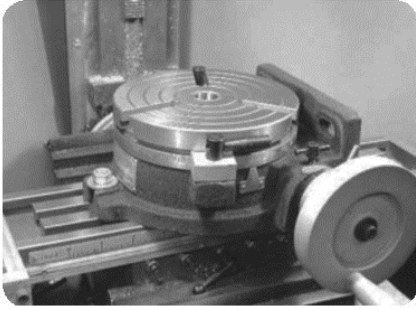
รูปที่ 2.3 การใช้หัวแบ่งช่วยในการกัดเฟืองดอกจอก



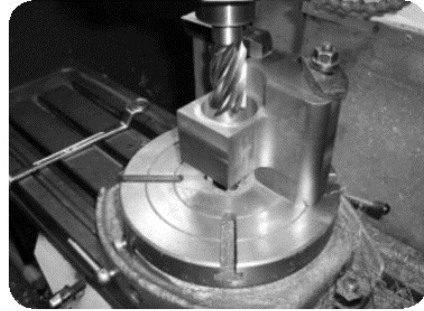
รูปที่ 2.4 การใช้หัวแบ่งช่วยในการกัดเป็นมุมฉาก



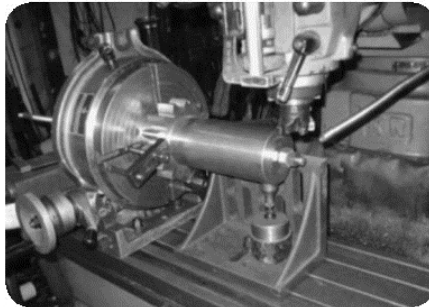
รูปที่ 2.5 การใช้หัวแบ่งช่วยในการเจาะรู



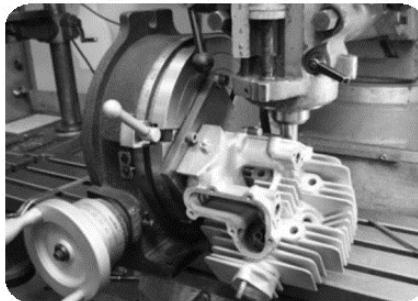
รูปที่ 2.6 หัวแบ่งโรตารี



รูปที่ 2.7 การใช้หัวแบ่งโรตารี จับกัดชิ้นงาน



รูปที่ 2.8 การใช้หัวแบ่งโรตารี จับกัดปาดชิ้นงาน

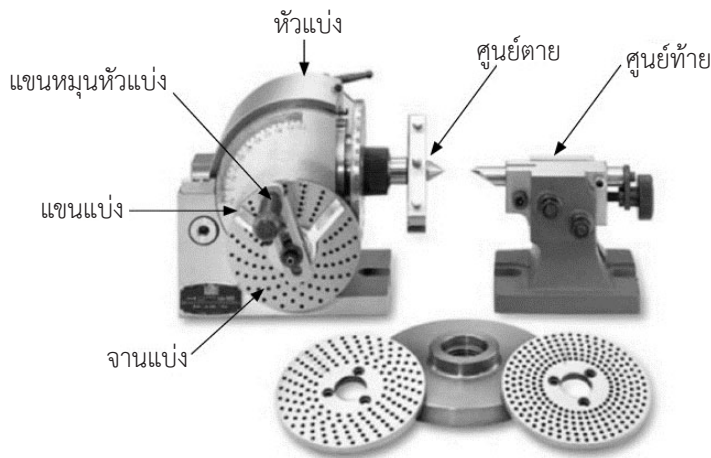


รูปที่ 2.9 การใช้หัวแบ่งโรตารีจับชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่แน่นอน

## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

### องค์ประกอบต่าง ๆ ของหัวแบ่ง

องค์ประกอบของหัวแบ่งที่สำคัญ ๆ ประกอบด้วย หัวแบ่ง (Head Stock) จานแบ่ง (Index Plates) แขนหมุนหัวแบ่ง (Crank) แขนแบ่ง (Sector Arm) ศูนย์ตาย (Dead Center) และ ศูนย์ท้าย (Foot Stock) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ส่วนต่าง ๆ ของหัวแบ่ง

### วิธีการแบ่งกััดชิ้นงานด้วยหัวแบ่ง

ในการแบ่งเป็นส่วนหรือการแบ่งเป็นฟันเพื่องานกัดเฟือง และการแบ่งเป็นองศาแบบง่าย ๆ มีรายละเอียดดังนี้

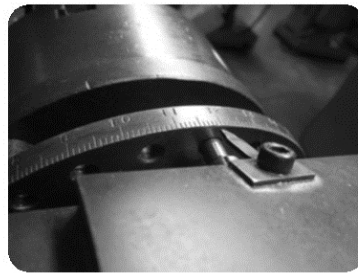
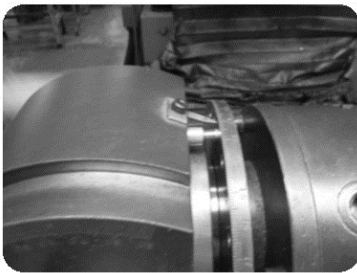
#### การแบ่งแบบตรง (Direct Indexing)

เป็นการแบ่งแบบง่ายที่สามารถหารจำนวนรูได้ลงตัว โดยรูในจานจะมีอยู่ 24, 30 และ 36 รู ดังนั้น ในการแบ่งจึงมีขีดจำกัดซึ่งแบ่งได้ไม่มาก ดังค่าในตารางที่ 2.1 จึงไม่นิยมใช้และจะไม่กล่าวถึงตัวอย่างการคำนวณ

ตารางที่ 2.1 หน้างานการแบ่งตรง

จำนวนรูนงาน	จำนวนส่วนที่สามารถแบ่งได้
24	2 - 3 - 4 - 6 - 8 _____ 24
30	2 - 3 - 5 - 6 _____ 10 _____ 15 _____ 30
36	2 - 3 - 4 - 6 __ 9 __ 10 __ 12 _____ 18 _____ 36

การแบ่งตรงอีกแบบหนึ่ง คือ การแบ่งตรงโดยใช้การแบ่งด้วยองศาที่อยู่รอบ ๆ หัวแบ่ง โดย 1 ซีดเท่ากับ 1 องศา วงรอบมี 360 องศา ดังรูปที่ 2.11 ในการแบ่งให้นำ 360 องศาหารด้วยส่วนที่ต้องการแบ่งในการใช้งานต้องหารได้ลงตัว



รูปที่ 2.11 การแบ่งตรงโดยใช้องศา รอบ ๆ หัวแบ่ง

สูตรในการคำนวณ คือ

$$\text{จำนวนองศาที่หมุนไปในการกัดแต่ละครั้ง} = \frac{360}{N} \text{ องศา}$$

$N = \text{จำนวนส่วนที่ต้องการแบ่ง}$

**ตัวอย่างที่ 2.1** ต้องการกีดชิ้นงานออกเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน จงคำนวณหาวิธีการหมุนแบ่งแบบแบ่งตรงจากองศา รอบหัวแบ่ง

วิธีทำ จำนวนองศาที่หมุนไปในการกัดแต่ละครั้ง =  $\frac{360}{N}$  องศา

$$= \frac{360}{8} \text{ องศา}$$

หมุนไปครั้งละ = 45 องศา

## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

### การแบ่งแบบธรรมดา (Simple Indexing)

การแบ่งแบบนี้เป็นการแบ่งที่ใช้กันมาก สามารถแบ่งได้หลากหลาย เช่น การแบ่งเพื่อกัดเฟืองตรง เฟืองเฉียง การแบ่งองศา เป็นต้น หัวแบ่งจะประกอบด้วย แขนหมุนหัวแบ่ง (Crank) งานแบ่ง (Indexing Plate) และแขนแบ่ง (Sector Arm) ภายในจะมีเฟืองหนอนและเกลียวหนอนหมุนส่งกำลัง ซึ่งมีอัตราทด 40 : 1 ดังนั้น สูตรในการคำนวณหมุนแบ่งจึงใช้ 40 ทหารด้วยจำนวนที่ต้องการแบ่ง คือ  $T = \frac{40}{N}$

เมื่อกำหนดให้

$T$  = จำนวนรอบและรูที่หมุนแบ่ง

40 = คือ อัตราทดของเกลียวหนอนและเฟืองหนอน

$N$  = จำนวนส่วนหรือจำนวนฟันที่ต้องการแบ่ง

กรณีอัตราทดไม่ใช่ 40 : 1 ก็เปลี่ยน 40 เป็นอัตราทอนั้นแทน เช่น 90 : 1 ก็ใช้ 90 แทน 40 ในสูตร งานแบ่งของหัวแบ่งแบบธรรมดาที่ใช้ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe มีงานอยู่ 3 แผ่น ดังนี้

- แผ่น 1 มีจำนวนรู 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - 20
- แผ่น 2 มีจำนวนรู 21 - 23 - 27 - 29 - 31 - 33
- แผ่น 3 มีจำนวนรู 37 - 39 - 41 - 43 - 47 - 49

2) งานแบ่งแบบ Cincinnati Standard Plate มีงานเพียงงานเดียวแต่มี 2 ด้าน คือ

- ด้านที่ 1 มีรูดังนี้ 24 - 25 - 28 - 30 - 34 - 37 - 38 - 39 - 41 - 42 - 43
- ด้านที่ 2 มีรูดังนี้ 46 - 47 - 49 - 51 - 53 - 54 - 57 - 58 - 59 - 62 - 66

**ตัวอย่างที่ 2.2** ต้องการกัดชิ้นงานเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน ด้วยหัวแบ่งที่ใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาวิธีการหมุนแบ่ง

วิธีทำ จากสูตร  $T = \frac{40}{N}$

แทนค่าได้  $T = \frac{40}{8} = 5$

ดังนั้น ในการหมุนแบ่งจะหมุนแบ่งไปครั้งละ 5 รอบ ด้วยหน้างานที่มีรูก็ได้

**ตัวอย่างที่ 2.3** ต้องการกัดเฟือง 48 ฟัน ด้วยหัวแบ่งที่ใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาวิธีการหมุนแบ่งเพื่อกัดเฟืองนี้

วิธีทำ จากสูตร  $T = \frac{40}{N}$

แทนค่าได้  $T = \frac{40}{48} = T = \frac{5}{6}$



หาตัวเลขมาคูณทั้งเศษและส่วน (เลขที่คูณทั้งเศษและส่วนต้องเป็นเลขเดียวกัน) เมื่อคูณแล้ว เลขส่วนจะต้องมีรฐุบนหน้างาน ในที่นี้จะนำเลข 3 มาคูณ จะได้ดังนี้

$$T = \frac{5 \times 3}{6 \times 3} = \frac{15}{18}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้งานแผ่นที่ 1 เพราะมี 18 รฐุ ในการแบ่งโดยการหมุนไปครั้งละ 15 รฐุ บนหน้างาน 18 รฐุ ในการนับรฐุจะไม่นับรฐุแรกที่สลักแขนหมุนเสียบอยู่ จะนับเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ไปโดยเริ่มนับเป็นรฐุที่ 1 ควรใช้แขนแบ่ง (Sector Arm) ช่วย

**ตัวอย่างที่ 2.4** ต้องการกัด้เฟือง 100 ฟัน ด้วยหัวแบ่งที่ใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาวิธีการหมุนแบ่งเพื่อกัด้เฟืองนี้

วิธีทำ จากสูตร  $T = \frac{40}{N}$

แทนค่าได้  $T = \frac{40}{100} = \frac{2}{5}$  ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำไว้ก่อน

จะเห็นว่าตัวเลขส่วนคือ 5 สามารถคูณด้วยเลข 3 หรือ 4 ก็จะมีหน้างานให้เลือกใช้ได้ทั้งคู่ คือ 15 รฐุ และ 20 รฐุ ในที่นี้จะขอเลือกงาน 20 รฐุ

$$T = \frac{2 \times 4}{5 \times 4} = \frac{8}{20}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้งานแผ่นที่ 1 เพราะมี 20 รฐุ การแบ่งโดยการหมุนไปครั้งละ 8 รฐุ บนหน้างาน 20 รฐุ ในการนับรฐุจะไม่นับรฐุแรกที่สลักแขนหมุนเสียบอยู่ จะนับเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ไปโดยเริ่มนับเป็นรฐุที่ 1 ควรใช้แขนตั้งแบ่งช่วย ในการเลือกใช้ 20 รฐุ เพราะว่าถ้าผิดพลาด 1 รฐุ จะผิดพลาดน้อยกว่า 1 รฐุ ในงาน 15 รฐุ เมื่อเทียบเป็นองศารอบชิ้นงานที่มี 360 องศา

**ตัวอย่างที่ 2.5** ต้องการกัด้เฟือง 24 ฟัน ด้วยหัวแบ่งที่ใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาวิธีการหมุนแบ่งเพื่อกัด้เฟืองนี้

วิธีทำ จากสูตร  $T = \frac{40}{N}$

แทนค่าได้  $T = \frac{40}{24}$

ทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำได้  $1\frac{2}{3}$



## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

จะเห็นว่าตัวเลขจำนวนเต็ม คือ 1 หมายความว่า ต้องหมุนแขนแบ่งไป 1 รอบ และเลขส่วนคือ 3 สามารถคูณด้วยเลข  $3 \times 5 = 15$ ,  $3 \times 6 = 18$ ,  $3 \times 7 = 21$ ,  $3 \times 9 = 27$ ,  $3 \times 11 = 33$ ,  $3 \times 13 = 39$  จากเลขส่วน 3 มีรูของงานแบ่งให้เลือกใช้ได้จำนวนมาก ในที่นี้จะขอเลือกงาน 39 รู

$$T = 1 \frac{2 \times 13}{3 \times 13} = 1 \frac{26}{39}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้จานแผ่นที่ 3 เพราะมี 39 รู แบ่งโดยการหมุนไปครั้งละ 1 รอบ กับอีก 26 รู บนหน้างานที่มี 39 รู

### การแบ่งแบบซับซ้อน (Differential Indexing)

จะใช้ในกรณีที่ไม่สามารถแบ่งแบบธรรมดาได้ ในการแบ่งจะต้องมีการคำนวณชุดเฟืองมาประกอบกับหัวแบ่ง เพื่อชดเชยการหมุนของงานแบ่ง ซึ่งงานแบ่งจะหมุนด้วยในขณะหมุนแขนแบ่งแต่ละครั้ง จะไม่กล่าวถึงในวิชานี้

### การแบ่งมุม (Angular Indexing)

**การแบ่งมุม** หมายถึง การแบ่งเพื่อกัดชิ้นงานเป็นมุมต่าง ๆ ที่เท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ การคำนวณกัตจะคำนวณเป็นองศา ลิปดา และฟิลิปดาโดยการคำนวณมาเป็นการหมุน มีหลักการดังนี้

#### 1. การกัตแบ่งมุมชิ้นงานที่มีหน่วยเป็นองศา

ในการหมุนแขนหมุนที่หัวแบ่งไป 40 รอบ ชิ้นงานจะหมุนไปเพียง 1 รอบ หรือ 360 องศา ดังนั้น ในการหมุนแขนหมุนที่หัวแบ่งไป 1 รอบ ชิ้นงานจะหมุนไป  $360/40 = 9$  องศา

ในการหมุนแขนแบ่งไป 1 รอบ ชิ้นงานจะหมุนไป 9 องศา จึงได้สูตรในการคำนวณการหมุนแบ่งเป็น  $T = \frac{\theta}{9}$

เมื่อกำหนดให้

$T$  = จำนวนรอบที่หมุนแบ่ง

$\theta$  = มุมที่ต้องการแบ่งมีหน่วยเป็นองศา

**ตัวอย่างที่ 2.6** ต้องการกัตชิ้นงานห่างกันเป็นมุม 60 องศา โดยใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาการหมุนแบ่ง

วิธีทำ 
$$T = \frac{\theta}{9} = \frac{60}{9} = 6 \frac{4}{9} = 6 \frac{2}{3}$$

$$T = 6 \frac{2 \times 6}{3 \times 6} = 6 \frac{12}{18}$$

ดังนั้น หมุนแบ่งไปครั้งละ 6 รอบ กับอีก 12 รู บนหน้างานที่มี 18 รู

## 2. การกีดแบ่งมุมชิ้นงานที่มีหน่วยเป็นลิปดา

ในการแบ่งกีดเป็นลิปดาและฟิลิปดาใช้หลักการเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนหน่วยจากองศาลิปดาและฟิลิปดาตามที่ต้องการกีด โดยใช้สูตร ดังนี้

$$T = \frac{\theta}{9 \times 60} = \frac{\theta}{540}$$

**หมายเหตุ :** หน่วยมุมที่ต้องการกีด ( $\theta$ ) จะต้องมีหน่วยเป็นลิปดา

**ตัวอย่างที่ 2.7** ต้องการกีดชิ้นงานห่างกันเป็นมุม 25 องศา 30 ลิปดา โดยใช้งานแบ่งแบบ Brown and Sharpe จงคำนวณหาการหมุนแบ่ง

**วิธีทำ** 25 องศา 30 ลิปดา มีค่า =  $25 \times 60 + 30 = 1,530$  ลิปดา

$$\text{จากสูตร} \quad T = \frac{\theta}{540} = \frac{1,530}{540} = 2 \frac{450}{540} = 2 \frac{5}{6}$$

ดังนั้น หมุนแขนแบ่งไป 2 รอบ กับอีก 15 รู บนหน้าจาน 18 รู

## 3. การกีดแบ่งมุมชิ้นงานที่มีหน่วยเป็นฟิลิปดา

ในการกีดแบ่งมุมชิ้นงานที่มีหน่วยเป็นฟิลิปดา โดยใช้สูตร

$$T = \frac{\theta}{9 \times 60 \times 60} = \frac{\theta}{32,400}$$

**หมายเหตุ :** หน่วยมุมที่ต้องการกีด ( $\theta$ ) จะต้องมีหน่วยเป็นฟิลิปดา ในที่นี้ไม่ขอยกตัวอย่างเนื่องจากมีความละเอียดมาก ในทางปฏิบัติจะคำนวณให้ลงตัวยาก อาจจะต้องปรับเลือกค่าลิปดาที่ใกล้เคียงมาใช้เพื่อให้คำนวณหาหัวแบ่งที่ลงตัวได้

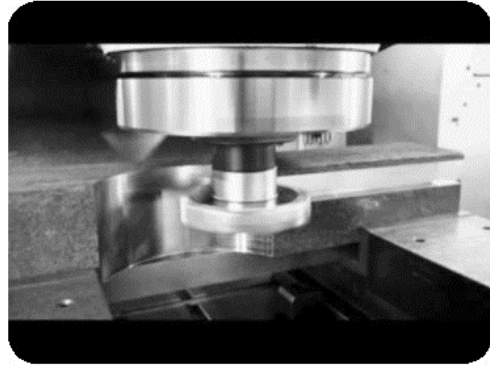
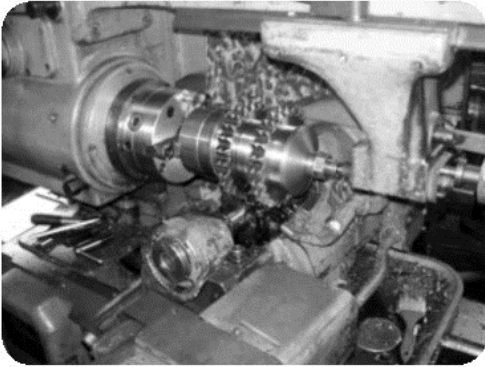
## การกีดขึ้นรูปและการกีดร่อง

### ลักษณะของการกีดขึ้นรูปและการกีดร่อง

**การกีดขึ้นรูปชิ้นงาน** หมายถึง การกีดขึ้นรูปเป็นรูปร่างต่าง ๆ เช่น การกีดขึ้นรูปสี่เหลี่ยม การกีดขึ้นรูปหัวหกเหลี่ยม การกีดร่องโค้งเว้า กัดโค้งนูน การกีดร่องอาจจะเป็นร่องตรง ร่องทางเหยี่ยว กัดขึ้นรูปเป็นร่องตัววี เป็นต้น การปฏิบัติงานกีดก็ไม่ยุ่งยาก กล่าวคือ นำดอกกีดที่ใช้กีดในรูปทรงนั้น ๆ มากีด เช่น กัดร่องตรงก็นำดอกเอ็นมิลล์มากีด ต้องการกีดร่องตัววีก็กีดเป็นร่องตรงตามความลึก

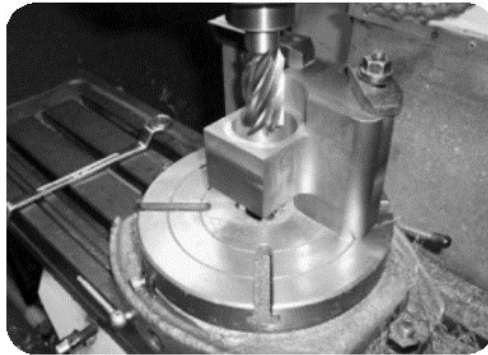
## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

ที่ต้องการก่อน แล้วย่นำดอกกัดร่องตัวที (T-slot Milling Cutter) มากัดอีกครั้งให้เกิดเป็นร่องรูปตัวทีเป็นต้น ตัวอย่างการกัดร่องต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ 2.13 ถึงรูปที่ 2.24

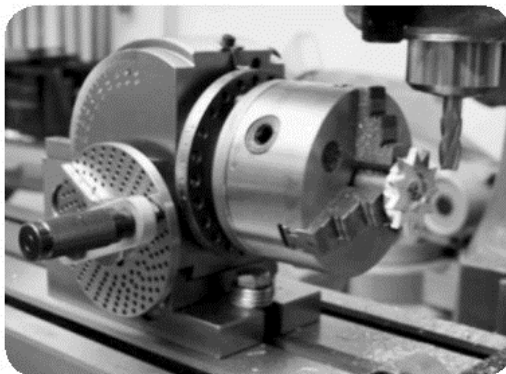


รูปที่ 2.12 การกัดชิ้นรูปจานโซ่

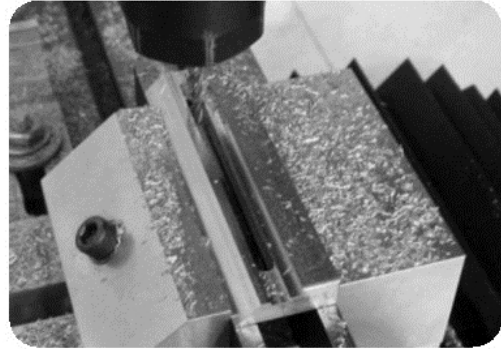
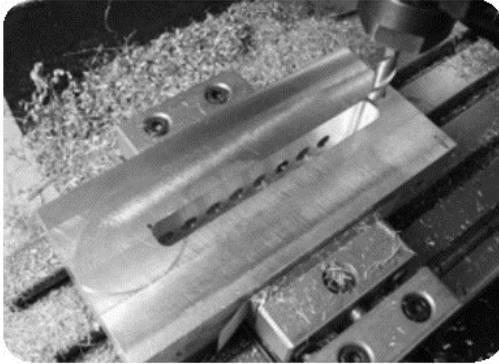
รูปที่ 2.13 การกัดชิ้นรูปโค้งเว้าในชิ้นงาน



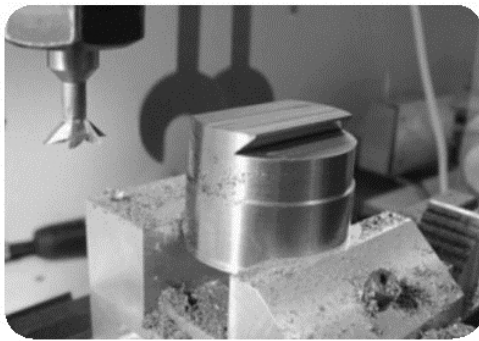
รูปที่ 2.14 การกัดชิ้นรูปคว้านรูปกลมโดยใช้หัวแบบโรตารี



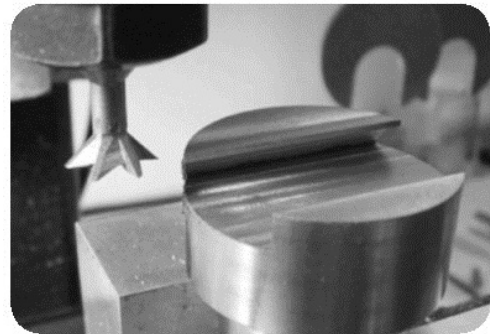
รูปที่ 2.15 การกัดชิ้นรูปเป็นรูปดาวแฉก



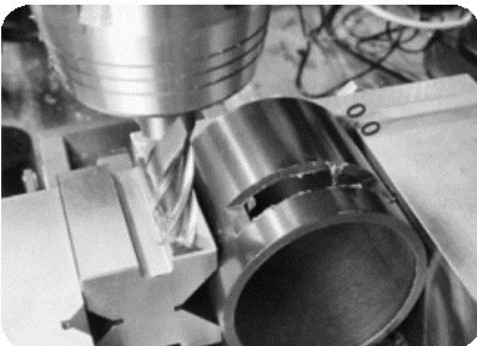
รูปที่ 2.16 การกัดร่องด้วยดอกเอ็นมิลล์



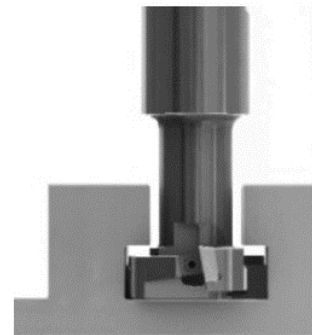
รูปที่ 2.17 การกัดร่องทางเหยี่ยวด้านนอก



รูปที่ 2.18 การกัดร่องทางเหยี่ยวด้านใน

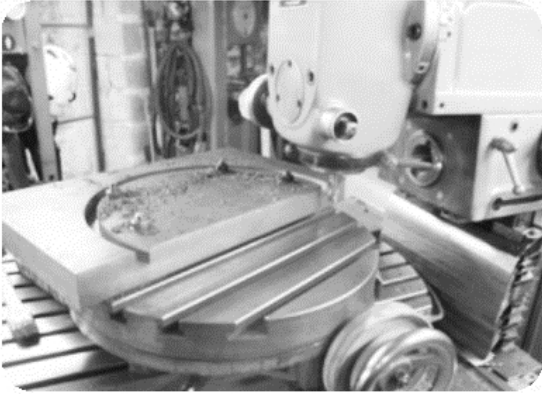


รูปที่ 2.19 การกัดร่องบนแท่งทรงกระบอกกลาง

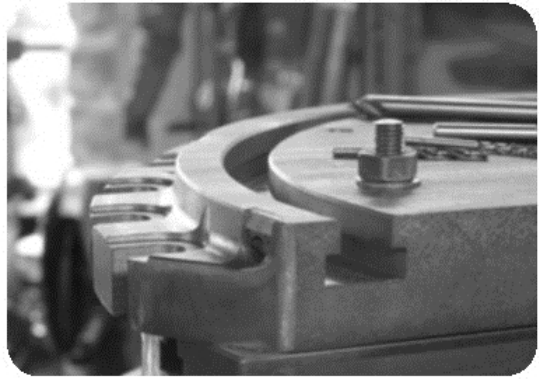


รูปที่ 2.20 การกัดร่องตัวที (T-slot)

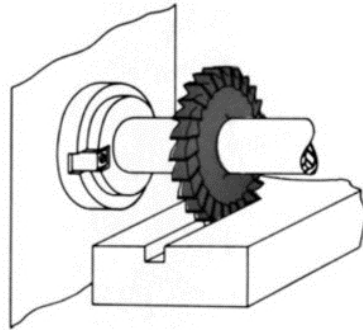




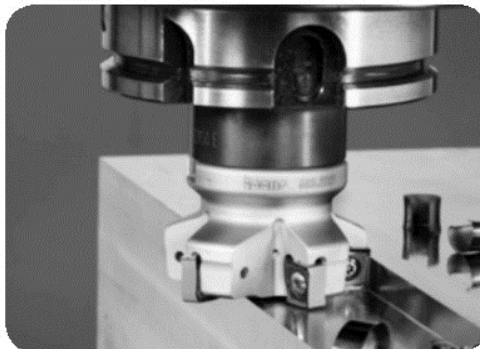
รูปที่ 2.21 การกัดร่องตัวที่โค้งวงกลม โดยกัดร่องตรงก่อน



รูปที่ 2.22 กัดเป็นร่องตัวที่อีกครั้ง



รูปที่ 2.23 การกัดร่องด้วยดอกกัด Side Milling Cutter

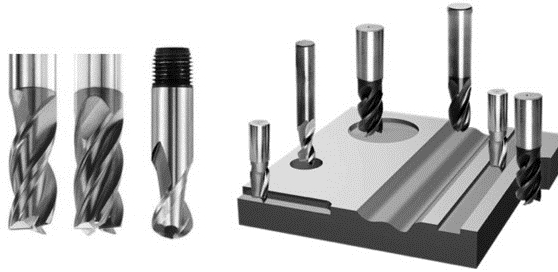


รูปที่ 2.24 การกัดบ่าฉากและกัดขึ้นรูปสี่เหลี่ยมด้วยดอกกัด Face Milling Cutter

## ดอกกัดที่ใช้กัดขึ้นรูปและกัดร่อง

ดอกกัดที่ใช้กัดขึ้นรูปและกัดร่องมีหลายแบบหลายลักษณะ รายละเอียดดังนี้

1. ดอกกัดเอ็นมิลล์ (End Mills) ดังรูปที่ 2.25 ใช้สำหรับกัดร่องที่เป็นร่องตรง มีแบบสองคมตัดและแบบหลายคมตัด ทำด้วยวัสดุหลายชนิด เช่น เหล็กกล้ารอบสูงแบบธรรมดา แบบเคลือบไทเทเนียม แบบคมตัดเป็นคาร์ไบด์ เป็นต้น



รูปที่ 2.25 ดอกกัดเอ็นมิลล์และการกัดขึ้นรูปแบบต่าง ๆ

2. ดอกกัดร่องหางเหยี่ยว (Dovetail Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.26 ใช้สำหรับกัดร่องหางเหยี่ยว ทั้งแบบร่องหางเหยี่ยวนอกและร่องหางเหยี่ยวใน



รูปที่ 2.26 ดอกกัดร่องหางเหยี่ยว



3. ดอกกัดร่องตัวที (T-slot Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.27 ใช้สำหรับกัดร่องตัวที ในการกัดร่องตัวทีจะใช้ดอกกัดเอ็นมิลล์กัดร่องในแนวตั้งก่อน แล้วจึงใช้ดอกกัดร่องตัวทีกัดอีกครั้งให้เป็นร่องตัวที

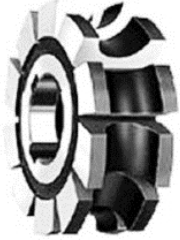
รูปที่ 2.27 ดอกกัดร่องตัวทีแบบต่าง ๆ

## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

4. ดอกกัดร่องลิ้มวงเดือน (Woodruff Key Seat Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.28 ใช้สำหรับกัดร่องลิ้มวงเดือน



รูปที่ 2.28 ดอกกัดร่องลิ้มวงเดือน



5. ดอกกัดชิ้นงานให้โค้งนูน (Concave Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.29 เป็นดอกกัดที่มีลักษณะโค้งเว้า ใช้สำหรับกัดชิ้นรูปชิ้นงานให้โค้งนูน



รูปที่ 2.29 ดอกกัดชิ้นงานให้โค้งนูน

6. ดอกกัดชิ้นงานให้โค้งเว้า (Convex Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.30 เป็นดอกกัดที่มีลักษณะโค้งนูน ใช้สำหรับกัดชิ้นรูปชิ้นงานให้โค้งเว้า



รูปที่ 2.30 ดอกกัดชิ้นงานให้โค้งเว้า

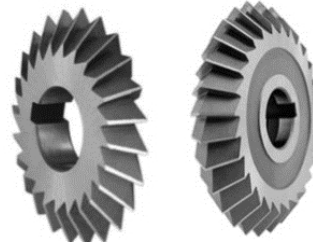


7. ดอกกัดด้านข้าง (Side Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.31 เป็นดอกกัดที่ใช้กัดด้านข้างและด้านหน้าคมตัดกัดงาน ใช้สำหรับกัดชิ้นรูปชิ้นงานให้เป็นร่องตรง

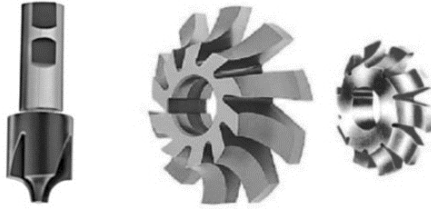


รูปที่ 2.31 ดอกกัดด้านข้าง Side Milling Cutter

8. ดอกกัดเป็นมุม (Angular Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.32 เป็นดอกกัดที่ใช้กัดชิ้นงานให้เป็นมุม เช่น กัดร่องตัววี เป็นต้น มีมุมรวมองศาต่าง ๆ เช่น 30, 45, 60 และ 90 องศา เป็นต้น



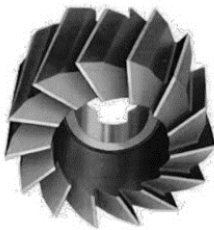
รูปที่ 2.32 ดอกกัดเป็นมุมองศาขนาดต่าง ๆ



9. ดอกกัดขึ้นรูปมุมมน (Corner Rounding Cutter) ดังรูปที่ 2.33 เป็นดอกกัดที่ใช้กัดขึ้นรูปมุมมนบนขอบของชิ้นงาน

รูปที่ 2.33 ดอกกัดขึ้นรูปมุมมนแบบต่าง ๆ

10. ดอกกัดปาดหน้าเรียบ (Face Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.34 เป็นดอกกัดที่ใช้สำหรับกัดปาดหน้าเรียบขึ้นเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม หรือกัดชิ้นงานเป็นบ่าฉาก เป็นต้น Shell End Mill Cutter ดังรูปที่ 2.35 คือ ดอกเอ็นมิลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าดอกเอ็นมิลล์ปกติ การใช้งานดอกกัดทั้งสองชนิดจะต้องใช้จับยึดด้วยแกนเพลลาจับยึด (Arbor) ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.34 ดอกกัดปาดหน้าเรียบ

รูปที่ 2.35 ดอกกัด Shell End Mill Cutter



รูปที่ 2.36 แกนเพลลาจับยึดดอกกัดปาดหน้าแบบต่าง ๆ



## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

### ขั้นตอนการกัดขึ้นรูปและการกัดร่อง

โดยทั่วไปจะกัดขึ้นรูปด้วยดอกกัดรูปร่างตามแบบที่ต้องการกัด เช่น กัดขึ้นรูปเป็นร่องด้วยดอกเอ็นมิลล์ กัดขึ้นรูปเป็นร่องตัววี กัดขึ้นรูปโค้งนูนด้วยดอกกัด Concave Milling Cutter กัดขึ้นรูปโค้งเว้าด้วยดอกกัด Convex Milling Cutter เป็นต้น ดังนั้น โดยรวมจะมีขั้นตอนคล้ายกัน ดังนี้

1. นำชิ้นงานจับบนเครื่องกัด จะเป็นเครื่องกัดแกนเพลานอนหรือเครื่องกัดแกนเพลาทตั้งขึ้นอยู่กับดอกกัดที่นำมาใช้และวิธีการกัด
2. นำดอกกัดมาจับยึดบนเครื่องกัดและตั้งความเร็วรอบให้เหมาะสม กัดขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามแบบงาน เช่น กัดขึ้นรูปเป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 6 ด้าน ด้วยดอกกัดปาดหน้า (Face Milling Cutter) เป็นต้น
3. นำดอกกัดขึ้นรูปมาจับยึดที่เครื่องกัดแทนดอกกัดเดิม เช่น กัดมุมด้วยดอกกัดเป็นมุม (Angular Milling Cutter)
4. ตั้งความเร็วรอบให้เหมาะสมกับดอกกัดนั้น ๆ
5. ทำการกัดชิ้นงานตามแบบจนเสร็จ
6. ปิดเครื่องกัด จากนั้นนำชิ้นงานและดอกกัดออก
7. ทำความสะอาดเครื่องกัด

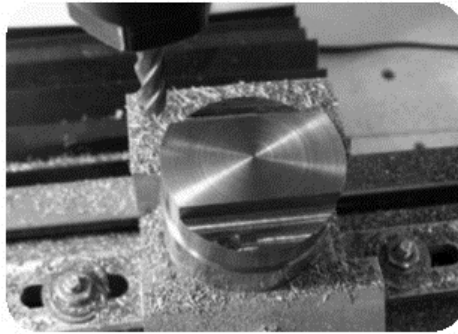
### ข้อแนะนำเพิ่มเติมในการกัดร่อง

1. การกัดร่องตรงโดยใช้ดอกกัดเอ็นมิลล์สามารถกัดได้ตามขนาดที่ต้องการกัดได้เลย แต่กรณีไม่มีขนาดดอกกัดเอ็นมิลล์ที่พอดี ให้ใช้ดอกกัดขนาดใกล้เคียงแล้วมีการกัดขยายขนาดให้ได้ขนาดที่ต้องการ

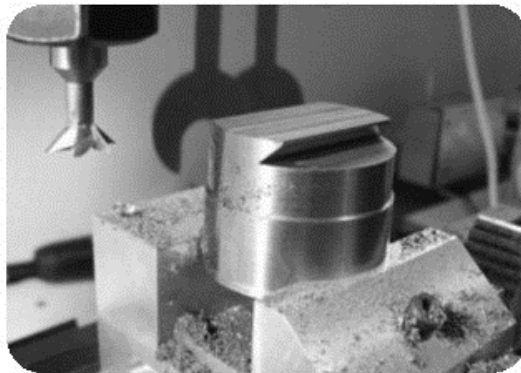


รูปที่ 2.37 การกัดร่องด้วยดอกกัดเอ็นมิลล์ที่มีการกัดขยายขนาด

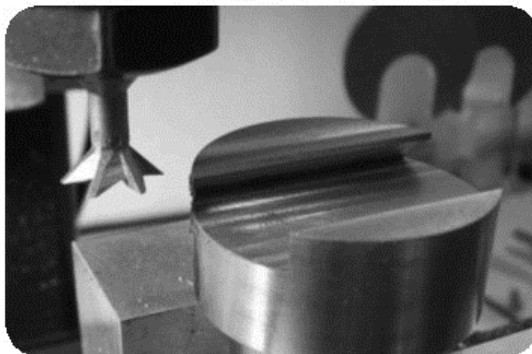
2. การกัดร่องทางเฉียง จะมีการกัดแนวตรงด้วยดอกกัดเอ็นด์มิลล์ก่อน ดังรูปที่ 2.38 แล้วจึงกัดร่องทางเฉียงด้วยดอกกัดร่องทางเฉียง (Dovetail Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.39 และรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.38 ใช้ดอกเอ็นด์มิลล์กัดแนวตรงก่อน



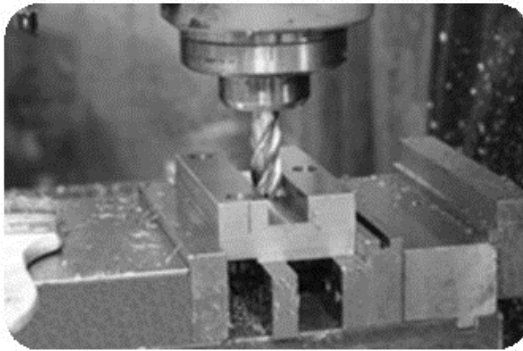
รูปที่ 2.39 ใช้ดอกกัดร่องทางเฉียง



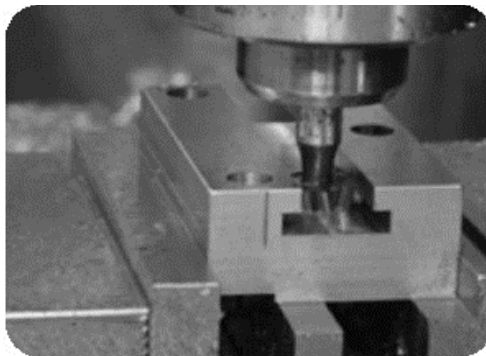
รูปที่ 2.40 ใช้ดอกกัดกัดร่องทางเฉียง

## ผลิตชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือกล 3

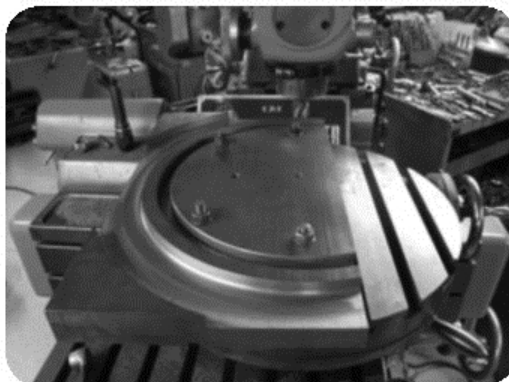
3. การกัดร่องตัวที่จะมีการกัดแนวตรงก่อนด้วยดอกกัดเอ็นมิลล์ แล้วจึงทำการกัดร่องตัวที่ด้วยดอกกัดร่องตัวที่ (T Slot Milling Cutter) ดังรูปที่ 2.41 ถึงรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.41 ใช้ดอกกัดกัดป่าฉาก



รูปที่ 2.42 ใช้ดอกกัดกัดร่องตัวที่



รูปที่ 2.43 การกัดร่องตัวที่เป็นรูปวงกลม