เจาะลึกเทคโนโลยี CNC: จากโครงสร้างพื้นฐานสู่ระบบควบคุมอัจฉริยะ

คู่มือฉบับภาพประกอบ
สำหรับการทำความเข้าใจหลักการทำงานและส่วนประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

NotebookLM

จุดกำเนิดและการพัฒนาของระบบควบคุมด้วยตัวเลข

1947 (MIT & John Parsons)

จุดประกายแนวคิด: แนวคิดการสร้างเครื่องจักร 3 แกน ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยตัวเลข

1949 (US Air Force)

การสนับสนุน: กองทัพอากาศสหรัฐฯ มอบทุน 200,000 ดอลลาร์ เพื่อวิจัยและพัฒนาขึ้นส่วนอากาศยานที่มีความเที่ยงตรงสูง

1952 (The First Machine)

ความสำเร็จ: CINCINNATIC HYDROTEL เครื่องกัดเพลาตั้งระบบ NC เครื่องแรกของโลกถูกสร้างสำเร็จ

CNC (Computerized Numerical Control) = การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรด้วยตัวเลข รหัส หรือตัวอักษร เพื่อความถูกต้องและแม่นยำสูง

NotebookLM

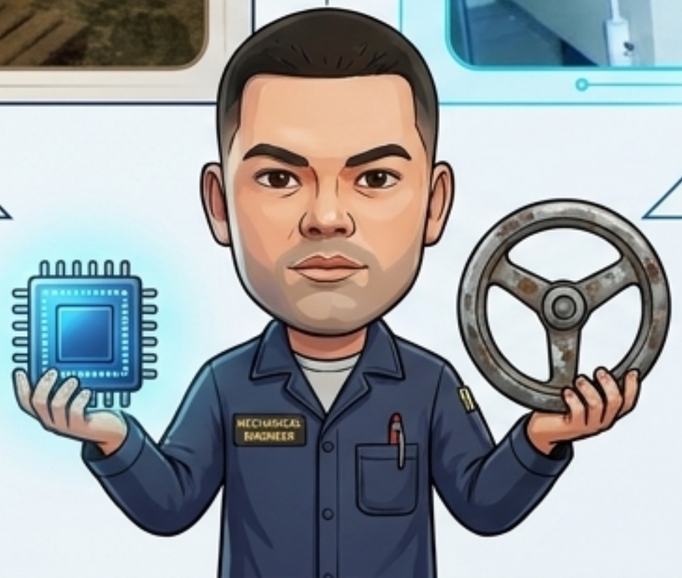
การเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต: Manual vs. CNC

ระบบธรรมดา (Manual)

- ใช้คนควบคุมทุกขั้นตอน
- หมุนแท่นเลื่อนด้วยมือ
- เปิด-ปิดน้ำหล่อเย็นเอง

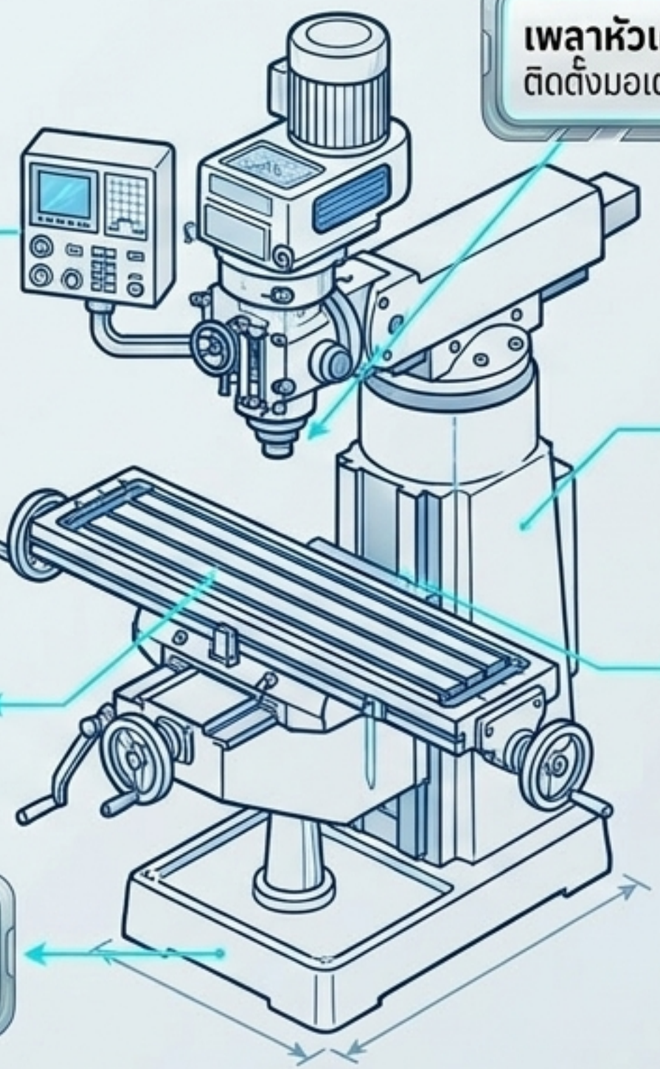
ระบบซีเอ็นซี (CNC)

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์สั่งการ
- มอเตอร์ขับเคลื่อนแท่นเลื่อนอัตโนมัติ
- ทำงานซ้ำได้เที่ยงตรง 100%



NotebookLM

โครงสร้างหลักและส่วนประกอบของเครื่องจักร



เพลาหัวเครื่อง (Spindle):
ติดตั้งมอเตอร์และจับยึดเครื่องมือตัด

ระบบควบคุม (Controller):
สมองกลที่รับคำสั่งโปรแกรม

เสา (Column):
รองรับชุดเคลื่อนที่และกำหนดความสูงชิ้นงาน

โต๊ะงาน (Table):
วางชิ้นงานและอุปกรณ์จับยึด

รางนำทาง (Guide way):
ประคองแท่นเลื่อนให้เคลื่อนที่เป็

แท่นเครื่อง (Machine bed):
ฐานรากที่รองรับน้ำหนักทั้งหมด

NotebookLM

สายพันธุ์เครื่องจักร CNC: กลุ่มงานตัดเฉือนหลัก

เครื่องกลึงซีเอ็นซี
(CNC Turning)

- ทำงาน 2 แกน (X, Z)
- เหมาะสำหรับงานกลึงทรงกระบอกที่เหมือนกันจำนวนมาก

เครื่องกัดซีเอ็นซี
(CNC Milling)

- ทำงาน 3 แกนขึ้นไป (X, Y, Z)
- เจาะรู ทำเกลียว คว้านรูได้

แมชชีนนิ่งเซนเตอร์
(Machining Center)

- จับยึดชิ้นงานครั้งเดียว ตัดเฉือนได้หลายรูปแบบ
- ประสิทธิภาพสูงสุด พร้อมแกนหมุนย่อย

NotebookLM

สายพันธุ์เครื่องจักร CNC: กลุ่มงานเฉพาะทางและงานละเอียด

เครื่องตัดด้วยเส้นลวด (Wire Cut)

ใช้ลวดทองเหลืองตัดด้วยไฟฟ้า (ไม่มีเศษโลหะ)

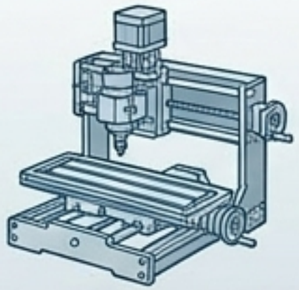
เครื่องอาร์กไฟฟ้า (EDM)

ใช้แท่งทองแดงอาร์กขึ้นรูปแม่พิมพ์

เครื่องเจียระไน (CNC Grinding)

สร้างผิวงานละเอียดมันวาว (เจียระไนกลม/ราบ)

เครื่องกัดขนาดเล็ก (Mini CNC)



งาน 2D/3D ขนาดเล็ก แกะสลักลวดลาย

NotebookLM

ระบบประสาทสัมผัส: วงจรการควบคุมแบบปิด (Closed-Loop System)

1. สั่งการ (Controller):
สมองกลแปลงโค้ดเป็นสัญญาณกระแสต่ำ

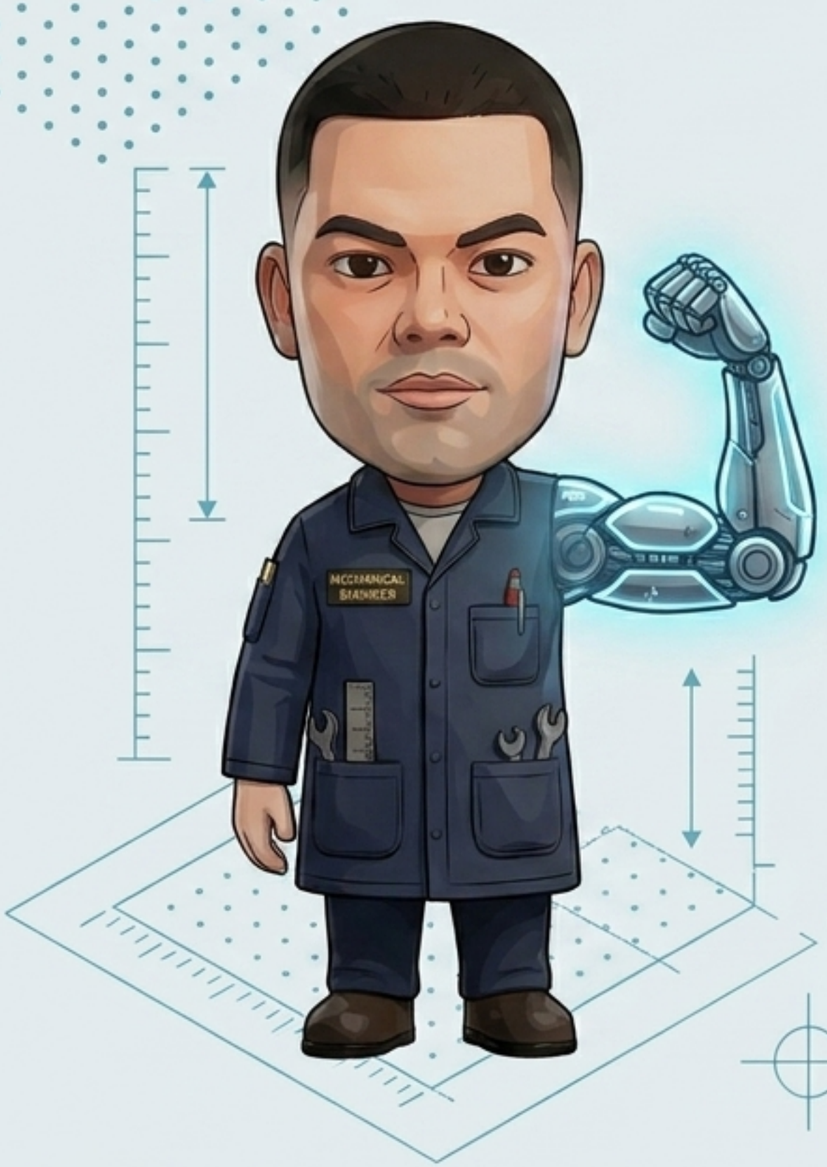
2. ขยายพลัง (Drive-Amplifier):
ภาคขยายสัญญาณเพิ่มกระแสไฟฟ้า

3. ขับเคลื่อน (Feed Motor):
มอเตอร์ขับแท่นเลื่อนตามทิศทาง

4. ตรวจจับ (Measuring System):
สเกลจับระยะทางและส่งสัญญาณ Feedback

NotebookLM

ขุมพลังขับเคลื่อน: ประเภทของมอเตอร์ขับป้อน (Feed Motors)



DC Motor (กระแสตรง)

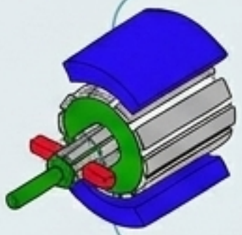
มีแปรงถ่าน (เกิดการสึกหรอ), วงจรไม่ซับซ้อน

การใช้งาน: เครื่อง CNC ขนาดเล็ก

AC Motor (กระแสสลับ)

ไม่มีแปรงถ่าน, ระบายความร้อนดี, โครงสร้างทนทาน

การใช้งาน: เครื่อง CNC มาตรฐานในอุตสาหกรรม



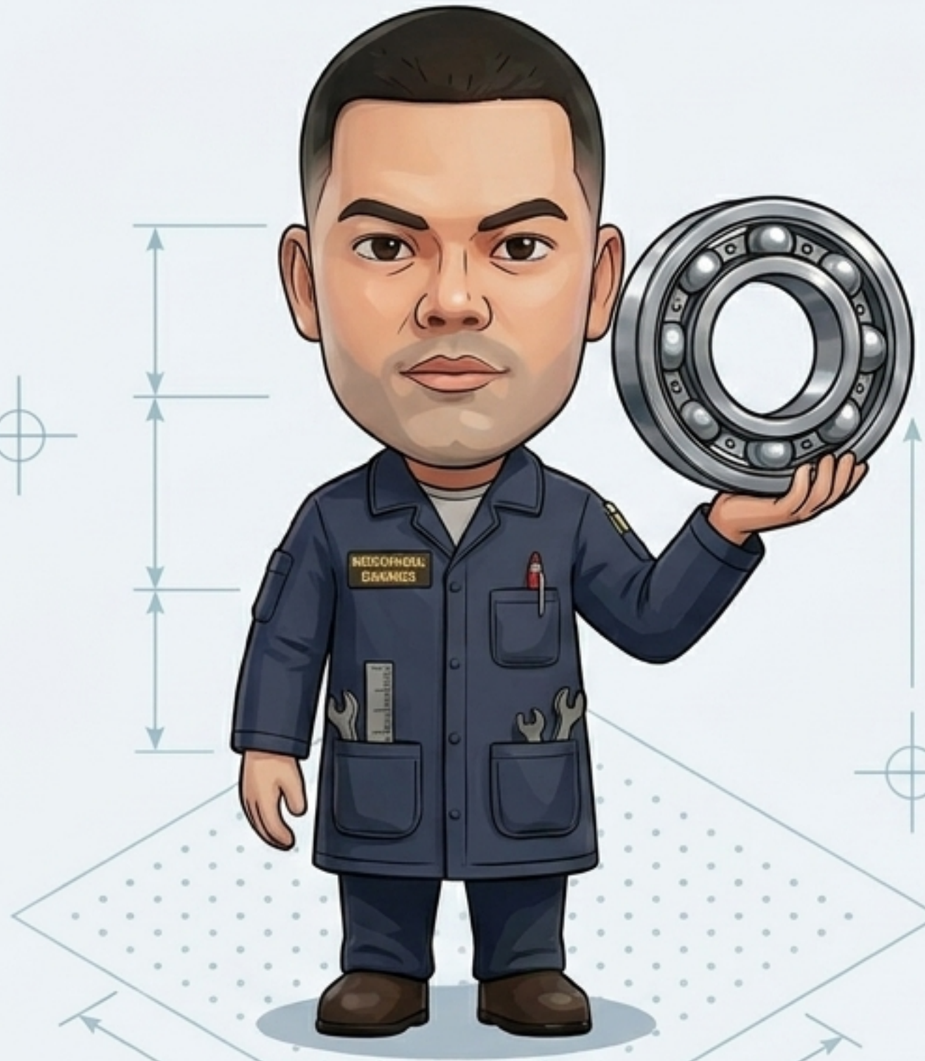
Stepper Motor (สเต็ปเปอร์)

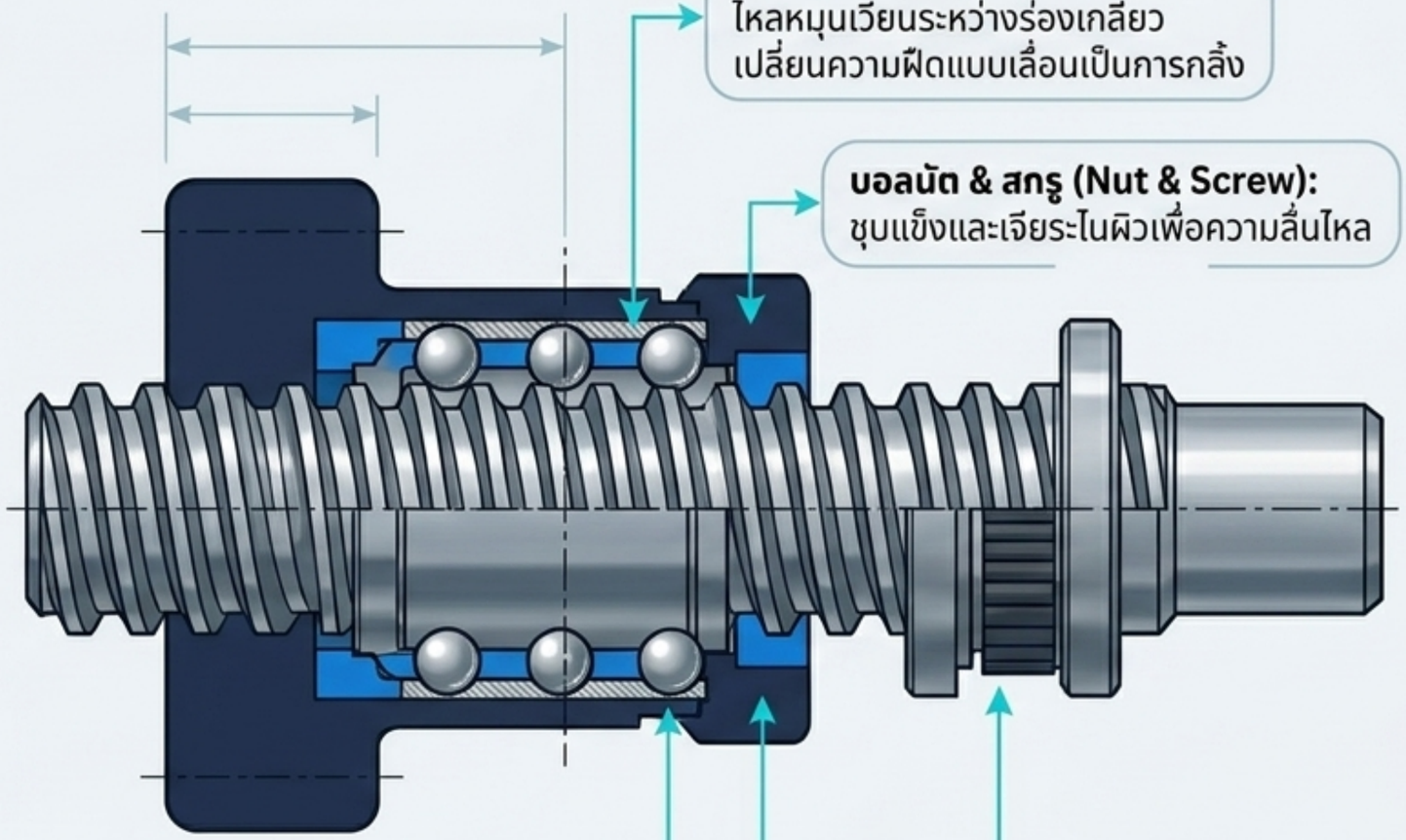
หมุนเป็นสเต็ป, ไม่มีระบบตรวจสอบกลับ (No feedback)

การใช้งาน: มินิ CNC หรืองานที่ไม่ต้องการแรงบิดสูง

NotebookLM

หัวใจของความแม่นยำ: กลไกบอลสกรู (Ball Screws)





ลูกบอล (Steel Balls):
ไหลหมุนเวียนระหว่างร่องเกลียว
เปลี่ยนความฝืดแบบเลื่อนเป็นการกลิ้ง

บอลนัต & สกรู (Nut & Screw):
ชุบแข็งและเจียระไนผิวเพื่อความลื่นไหล

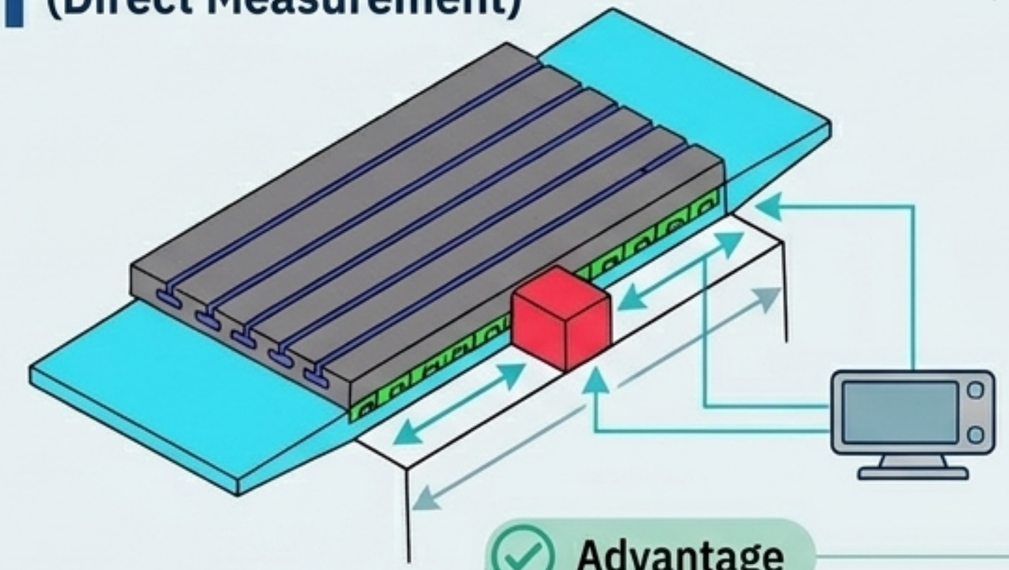
แหวนอัด (Preload/Spacer):
บีบอัดนัตสองส่วนเพื่อกำจัดระยะคลอน
(Backlash) ทำให้เดินหน้า-ถอยหลังแม่นยำ

คลัตช์ความฝืด (Friction Clutch):
ตัดการส่งกำลังทันทีเมื่อเกิดการชนกระแทก

NotebookLM

ระบบการวัดขนาด: การระบุตำแหน่งแท่นเลื่อน (Measuring Systems)

การวัดทางตรง (Direct Measurement)

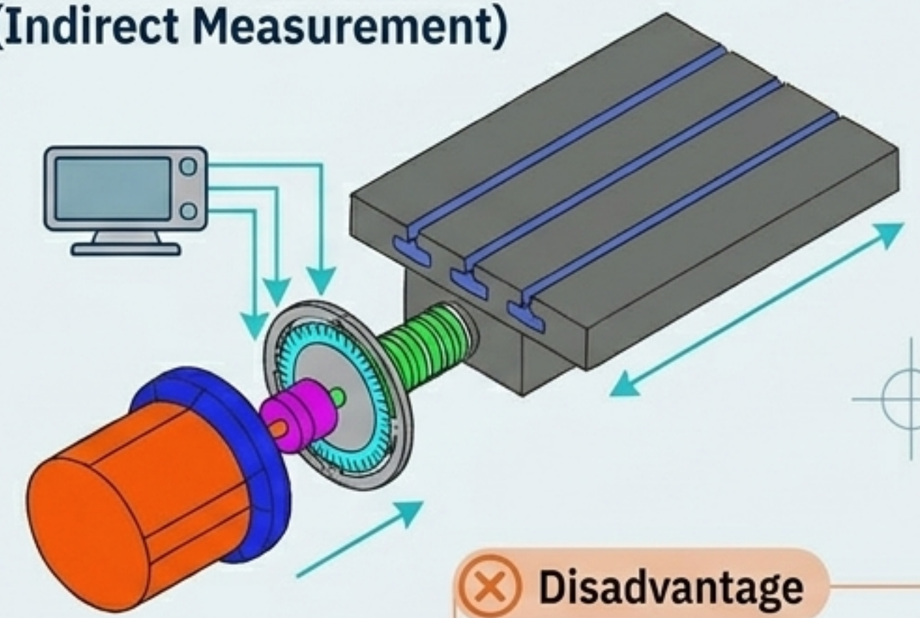


	✓	✓
	✓	—

Advantage

- **สเกลแนวตรง (Linear Scale)** ติดตั้งที่แท่นเลื่อนโดยตรง
- **แม่นยำสูงสุด!** แม้เกลียวนำจะสึกหรอก็ไม่มีผลต่อความคลาดเคลื่อน

การวัดทางอ้อม (Indirect Measurement)



	✓	—
	—	✗

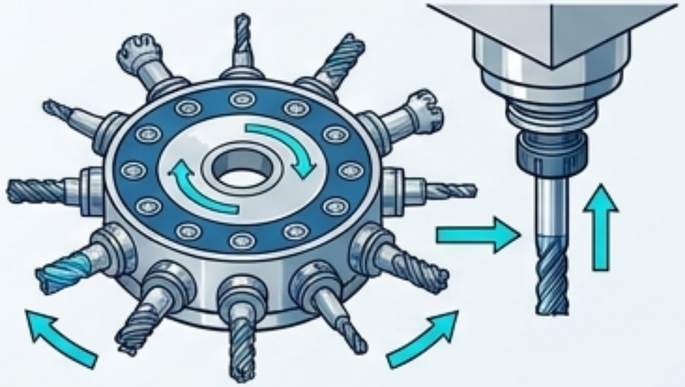
Disadvantage

- **แผ่นจานสัญญาณ (Encoder)** ติดตั้งที่ปลายเพลามอเตอร์
- คำนวณระยะจากรอบหมุน หากเกลียวนำหลวม ค่าที่ได้จะคลาดเคลื่อน

NotebookLM

มือสลับสับเปลี่ยน: ระบบเปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ (Tool Changers)

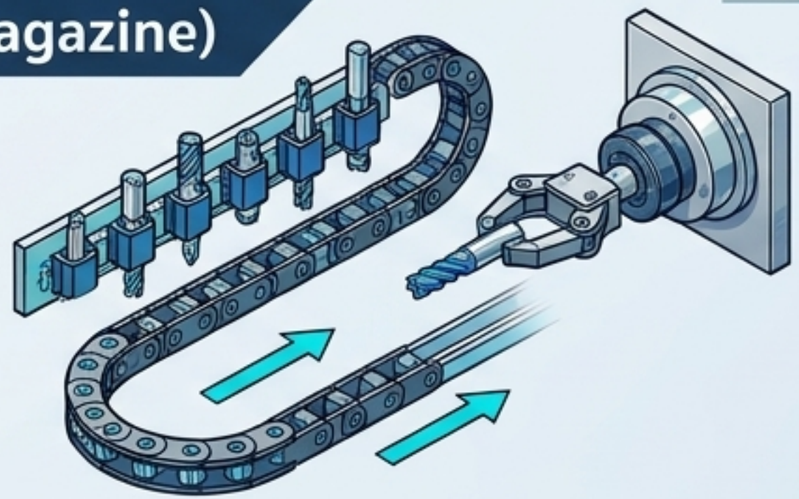
แบบจาน (Carousel)



นิตยสารเครื่องมือรูปทรงกลม
หมุนเพื่อนำเครื่องมือ
มาสับเปลี่ยนที่เพลาโดยตรง
เหมาะสำหรับจำนวนทูลไม่มาก

แบบสายพาน (Chain/Magazine)

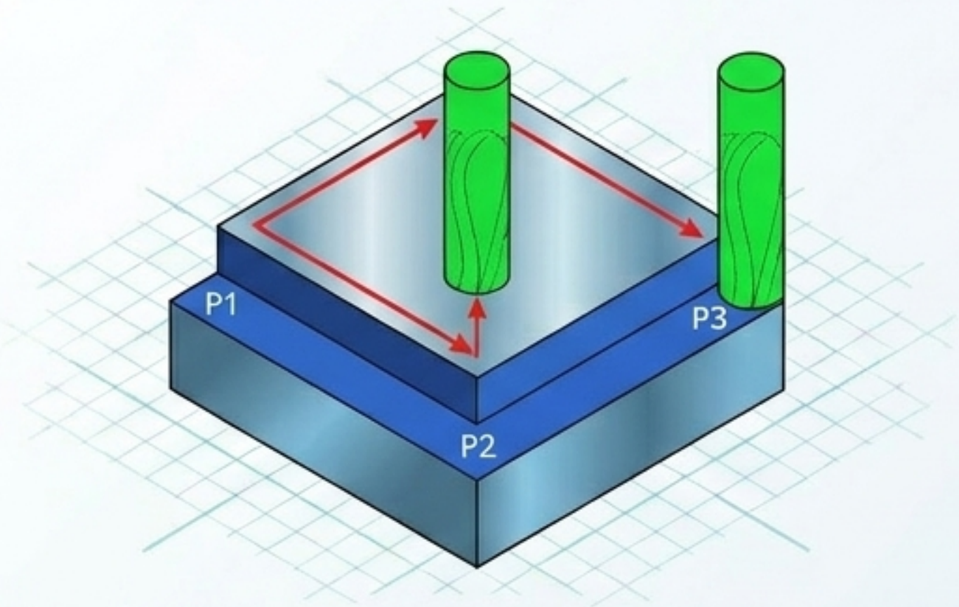
คล้ายสายพานลำเลียง
จุเครื่องมือได้เยอะกว่า มี
แขนจับ (Tool Gripper)
ดึงทูลมาใส่เพลาอัตโนมัติ



NotebookLM

ควบคุมทุกการเคลื่อนไหว: รูปแบบการเดินเส้นทางตัด (Motion Control)

แบบจุดต่อจุด (Point to Point)



เคลื่อนที่เร็ว (Rapid) เหนือชิ้นงานโดยไม่มีการตัดฉอน
ใช้สำหรับงานเจาะรู (Drilling) หรืองานเชื่อมจุด

แบบตามเส้นขอบรูป (Contouring)

ตัดเฉือนชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง
เป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งตามอัตราป้อน
ควบคุมหลายแกนพร้อมกันเพื่อสร้างรูปทรงซับซ้อน

NotebookLM

สรุปภาพรวม: ความคุ้มค่าและข้อจำกัด

ข้อดี (Advantages)

- มีความยืดหยุ่นสูง เปลี่ยนแปลงโปรแกรมได้ทันที
- เที่ยงตรงสูงมาก และรักษามาตรฐานชิ้นงานได้ 100%
- ลดเวลาการผลิต ไม่ต้องตรวจสอบคุณภาพทุกชิ้น
- สร้างรูปทรง 3 มิติที่ซับซ้อนได้อย่างง่ายดาย

ข้อเสีย (Limitations)

- ต้นทุนเครื่องจักรและค่าบำรุงรักษาสูง
- ต้องติดตั้งในพื้นที่ควบคุม (อุณหภูมิ, ความชื้น, ฝุ่นละออง)
- อุปกรณ์ตัดเฉือนมีราคาสูง
- ต้องการช่างควบคุมที่มีทักษะสูงและผ่านการอบรมเฉพาะทาง

NotebookLM

บทสรุป

เครื่องจักร CNC เป็นรากฐานสำคัญของอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ การเข้าใจองค์ประกอบตั้งแต่ระบบควบคุมมอเตอร์ขับป้อน ไปจนถึงกลไกความแม่นยำอย่างบอลสกรู คือกุญแจสำคัญที่จะช่วยให้ช่างผู้ควบคุมสามารถดึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรออกมาได้อย่างสูงสุดและคุ้มค่าที่สุด

NotebookLM