

数控车削加工

华东理工大学

2020年



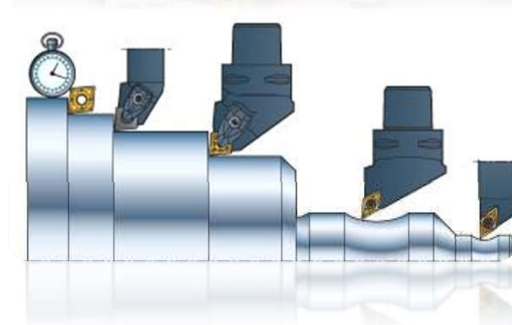
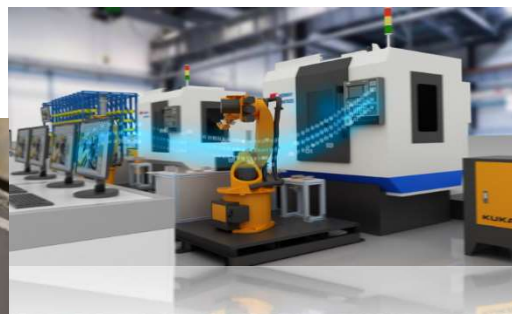
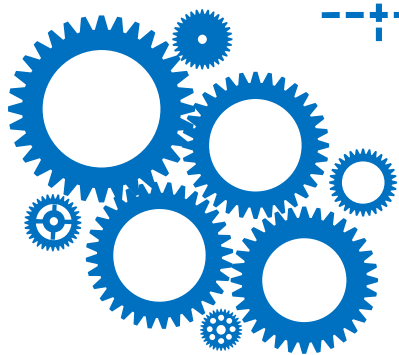
目录 / CONTENT

1 数控机床简介

2 数控车削加工简介

3 数控车削编程基础

4 数控车削安全规程





一、数控机床

WHY

Why do it?
What's the need?



MADE IN CHINA 中国制造
2025



中国制造2025的制造强国计划的提出，更是强调了**质量为先**的基本方针，打造**中国质量、中国产品**。机械加工工艺过程的**自动化**成为了实现这些需求的最重要的措施之一。



数控机床是先进制造技术的载体和装备工业的基本生产手段



数控技术

数字控制 (Numerical Control)

利用**数字指令**对**机械运动件的动作**进行控制。只需应用不同软件，输入相应信息和处理方法，不变换电路系统和机床结构达到**变化加工工艺过程**，完成不同**形状、结构和表面粗糙度**等要求的零件加工。



数控技术是综合了计算机、自动控制、电气传动、测量、监控、机械制造等众多技术学科领域最新成果而形成的一门科学技术。



数控机床的分类

按加工工艺方法分类

金属切削类：

车、铣、镗、铰、钻、磨等切削方式

普通数控机床

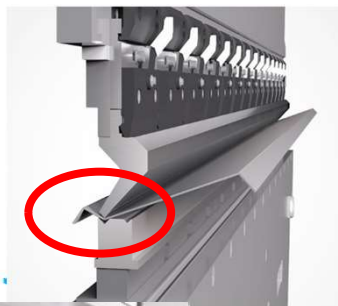
数控车床、数控铣床、数控磨床等

加工中心

铣、镗类加工中心
车削加工中心等

金属成型类：

挤、冲、压、拉等成型工艺，数控压力机、数控折弯机、数控弯管机等。



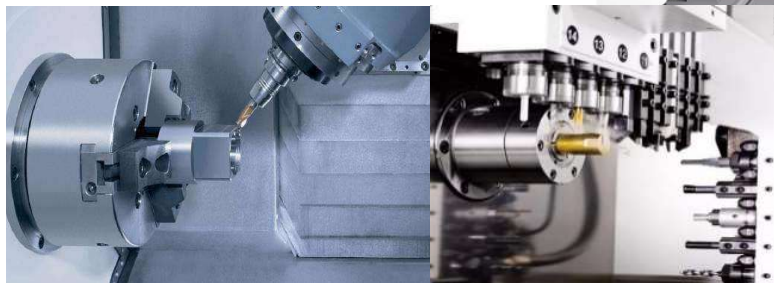
特种加工类：

数控电火花线切割机、数控电火花成型机、数控激光加工机、数控火焰切割机等。



测量绘图类：

坐标测量机、数控对刀仪、数控测图仪等。





数控机床的先进性

加工精度高
质量稳定

机械传动系统和结构的精度、刚度和热稳定性

有利于生产管理

准确计算零件加工的工时，工序集中，一机多用。

生产效率高

较好的结构刚度
较大的功率

适应性、灵活性

高度柔性

减轻劳动强度
改善劳动条件

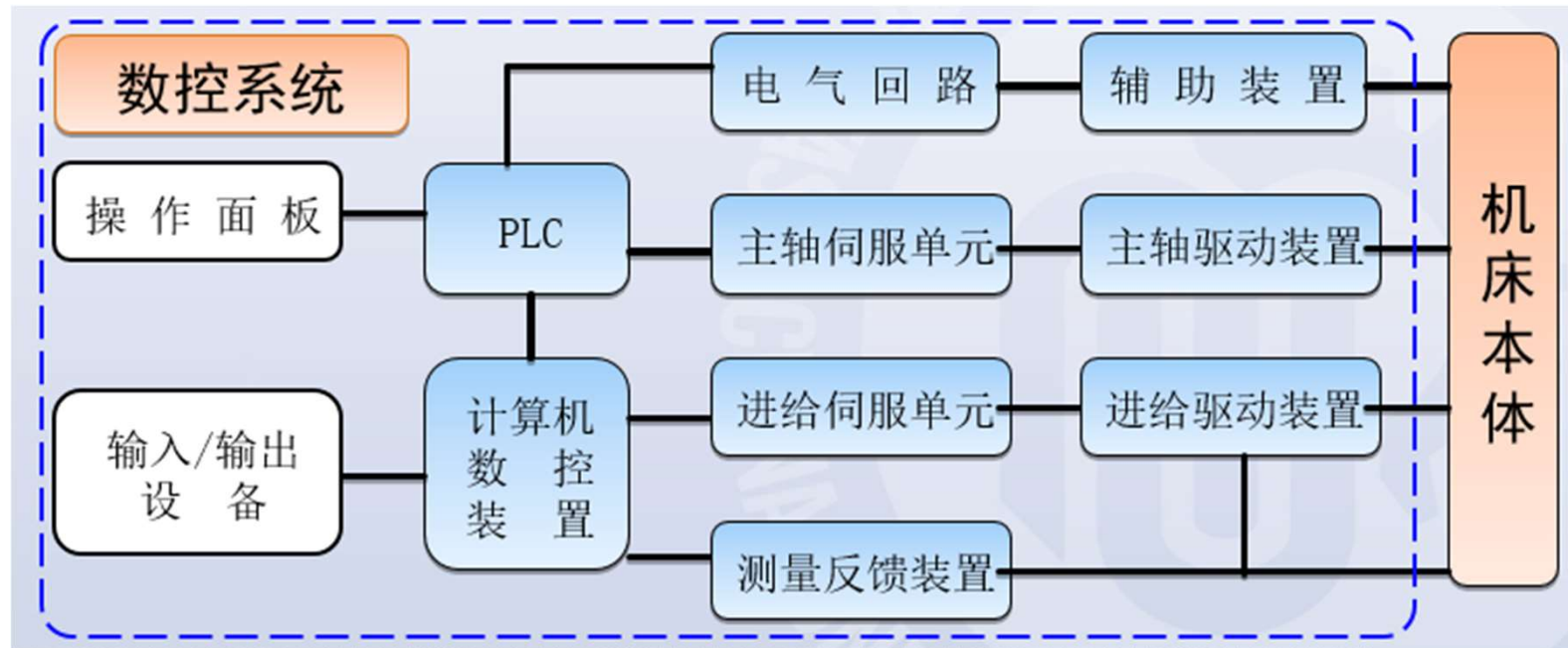
装卸零件、操作键盘、观察机床运动之外自动切削



二、数控车削加工

数控车床组成及工作原理

数控车床一般由输入输出设备、CNC装置、伺服单元、驱动装置、可编程控制器 PLC 及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置等组成。



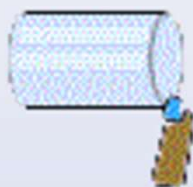


数控车床的用途

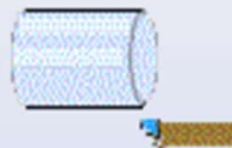
加工零件类型：

轴类、盘套类、形状复杂的回转体件和螺纹等。

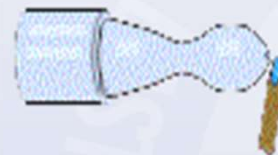
应用场合：精度要求较高，中、小批量生产



车外圆



车端面



车形面



车内孔



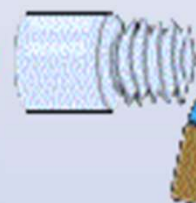
切断



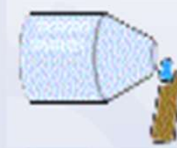
切槽



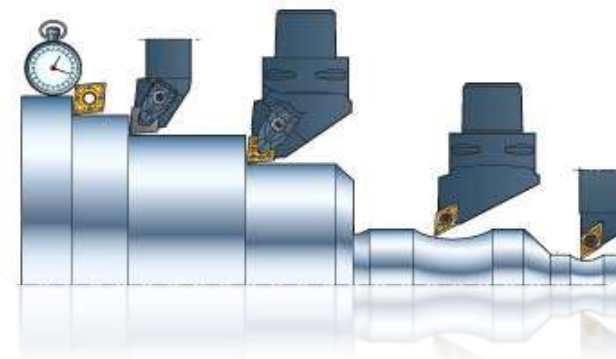
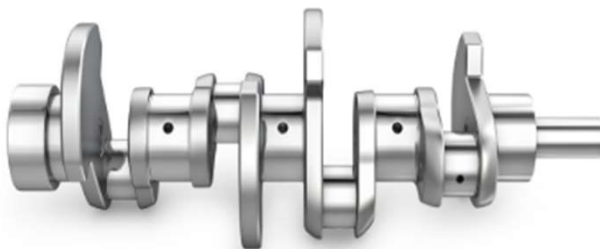
钻孔



螺纹



车锥面



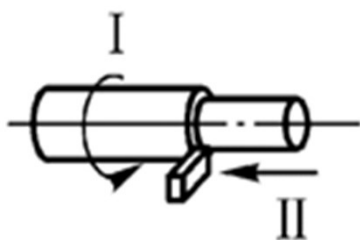
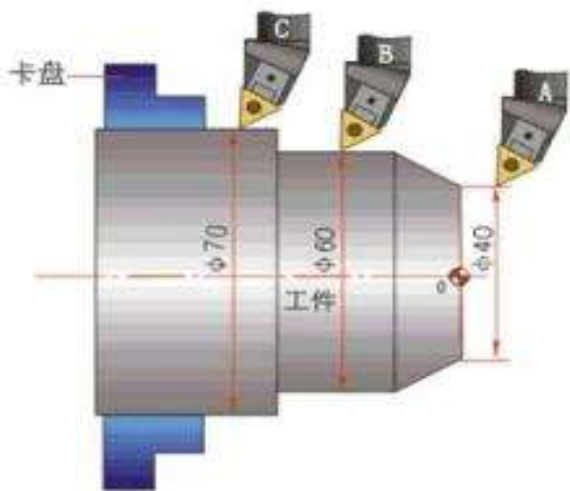


数控车削加工原理

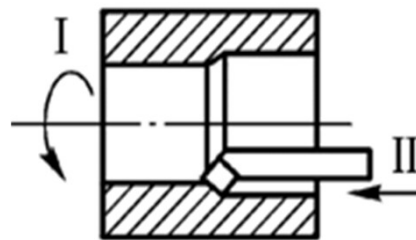
切削运动

主运动—工件回转：使刀具和工件之间产生相对运动，促使刀具前面接近工件而实现切削。如图所示 I。

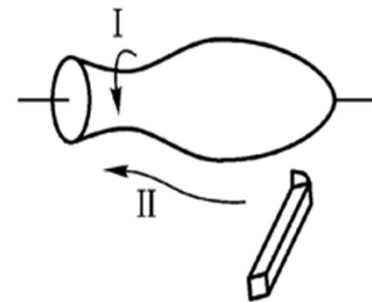
进给运动—刀具进给：使刀具与工件之间产生相对运动，与主运动配合，即可连续地切除切屑，获得具有所需几何特性的已加工表面。如图所示 II。



车外圆



车内孔



车成形面



数控车削加工原理

切削用量

切削速度 V_c

切削深度 a_p

进给速度 f

切削用量选择原则

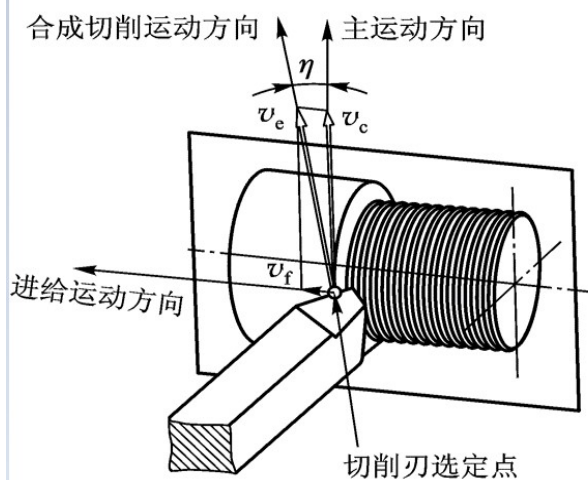
在刀具、工件、保证精度等条件的允许下，尽可能使用高的切削用量以提高效率。

选择切削用量的顺序：

首先选尽可能大的背吃刀量 a_p

其次选尽可能大的进给量 f

最后选尽可能大的切削速度 v_c





数控车削加工原理

数控车床刀具选择

刀具性能要求：强度高；精度好；可靠性好；使用寿命长；断屑和排屑性能好。

刀具材料性能要求：较高的硬度和耐磨性；较高的红硬性（热硬性）；足够的强度和韧性；较好的导热性；良好的工艺性；较好的经济性。常用的刀具材料有：碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金及陶瓷等。

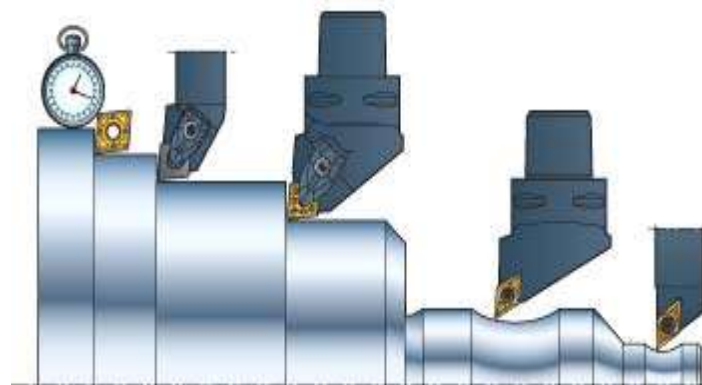
刀具的类型：高速钢刀具、硬质合金焊接刀具和机夹刀具、涂层刀具、非金属刀具等。常用高速钢刀具、硬质合金刀具和陶瓷刀具。



切削液种类及作用

切削液主要起到**冷却**和**润滑**作用

常用的切削液可分为**水基切削液**和**油基切削液**





实训用数控车床



沈阳机床CAK4085di

FANUC系统

C——机床类别代号（车床类）

A——机床结构特征代号（卧式）

K——数控机床

40——机床主参数代号（最大车削直径400mm）。

85——机床最大加工长度850mm

di——厂家设计序号，数控系统



数控车削加工工艺



读零件图

选用机床

选用装夹方式

加工工艺设计

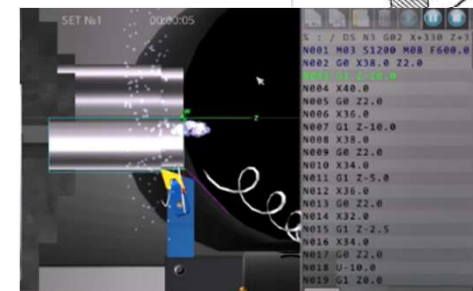
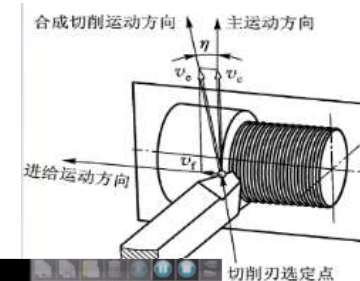
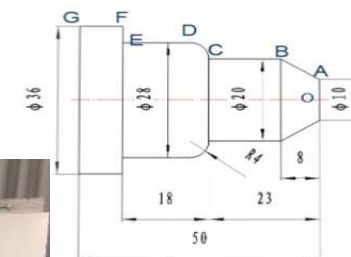
选用刀具

工艺参数选定

数控编程

数控机床

操作加工





数控车削加工编程

What

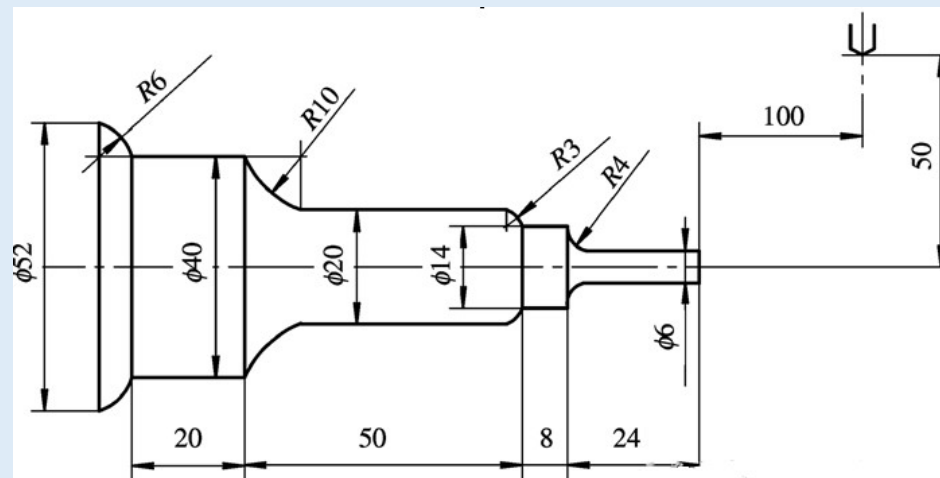
What's should we do?

SAFETY FIRST



编程练习题：

请用FANUC系统指令编写图中所示零件精加工程序，毛坯为45#钢，直径为 $\phi 52\text{mm}$ ，参数合理自定。





三、数控车削编程基础

数控车床编程分类及特点

数控车床编程分为两类：

- ①手工编程
- ②自动编程

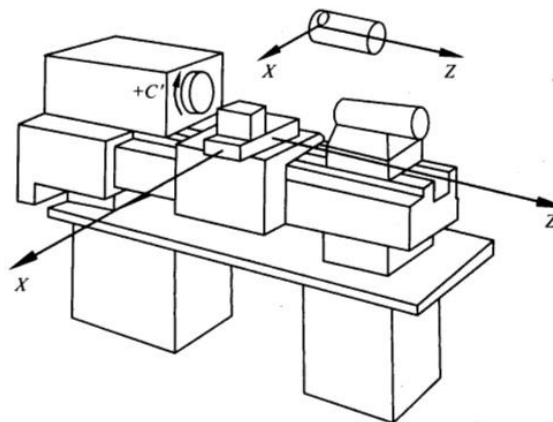
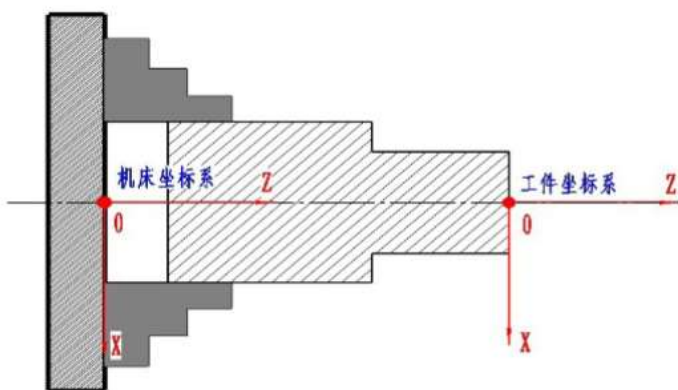
数控车床编程特点

- ①绝对、相对编程或混合编程
- ②直径编程
- ③根据工件的轮廓编程，确定安全换刀位置
- ④快速进刀、退刀



数控车削编程基础

数控车床坐标系分为**机床坐标系**和**工件坐标系**。
车床主轴轴线平行的方向为**Z轴**，水平面内与车床主轴轴线垂直的方向为**X轴**。



机床坐标系—机床固有坐标系，其原点称为机床原点，是一个固定的点，一般设在卡盘前端面或后端面的中心。
工件坐标系—编程人员在编程时使用的，以工件图纸为原点建立的，也称为编程坐标系



编程常识

程序号：

在数控装置中，程序的记录是由**程序号**来辨别的，调用某个程序可通过**程序号**来调出，编辑程序也要首先调出**程序号**。

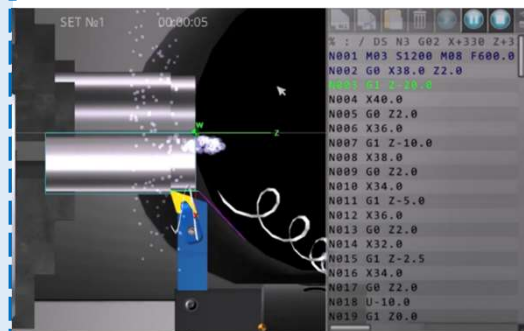
程序号由字母“O” +1~4位数字（1~9999）表示。

程序编号格式：O ___ ;

程序段的构成：

程序段的构成主要由程序段号和各种功能指令构成：

程序段格式：N_G_X_Z (或U_W_) F_S_T_M_;



```
% : / DS N3 G02 X+330 Z+3.0  
N001 M03 S1200 M08 F600.0  
N002 G0 X38.0 Z2.0  
N003 G1 Z-20.0  
N004 X40.0  
N005 G0 Z2.0  
N006 X36.0  
N007 G1 Z-10.0  
N008 X38.0  
N009 G0 Z2.0  
N010 X34.0  
N011 G1 Z-5.0  
N012 X36.0  
N013 G0 Z2.0  
N014 X32.0  
N015 G1 Z-2.5  
N016 X34.0  
N017 G0 Z2.0  
N018 U-10.0  
N019 G1 Z0.0
```



绝对坐标编程和相对坐标编程

1、绝对编程

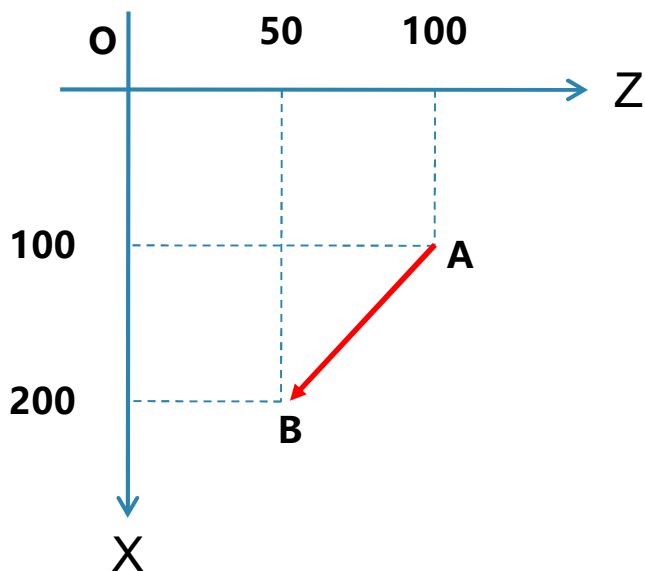
刀具轨迹终点坐标用绝对坐标表示（指令字X和Z）

2、相对编程

刀具轨迹终点坐标用相对坐标表示（指令字U和W），相对坐标为负值表示沿坐标轴负方向，相对坐标为正值表示沿坐标轴正方向

3、混合编程

一个坐标轴采用绝对编程，一个坐标轴采用相对编程



绝对编程: G01 X200 Z50;

相对编程: G01 U100 W-50;

混合编程: G01 X200 W-50;

或 G01 U100 Z50;

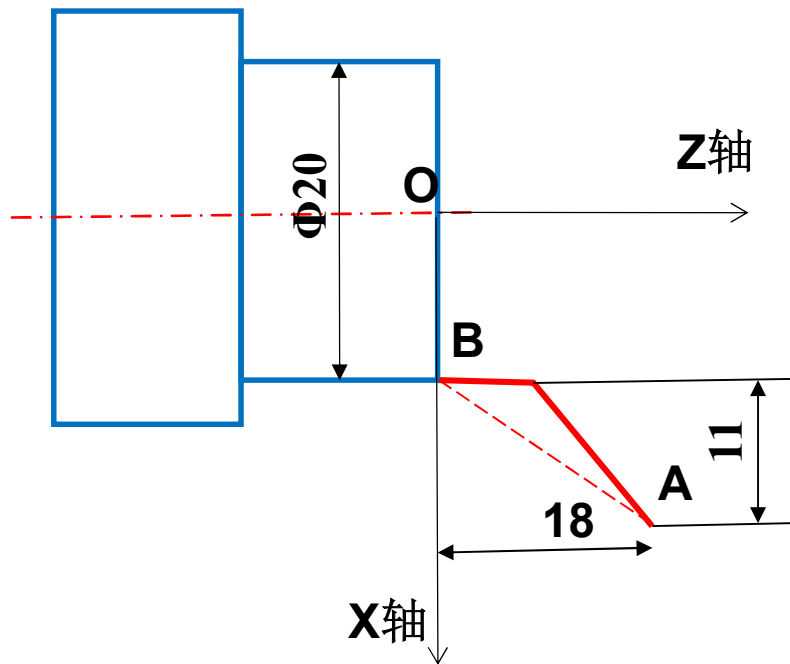


数控车床常用功能代码

地址	功能	意义	单位	地址	功能	意义	单位
N	顺序号	程序段顺序号		F	进给速度	指令速度	mm/r
G	准备功能	指令动作代码		T	刀具功能	指定刀具偏移号	
X、Z	坐标字	坐标运动指令（绝对值）	mm	M	辅助功能	指定机床辅助动作	
U、W	坐标字	坐标运动指令（增量值）	mm	L	重复次数	指定固定循环次数	
R	坐标字	圆弧半径	mm	D	调子程序	子程序序号	



G指令准备功能



G00 快速移动（定位）

格式：G00 X(U)_ Z(W)_;

功能：快速移动到指定点（初态指令）

刀具从A点快速移动到B点：

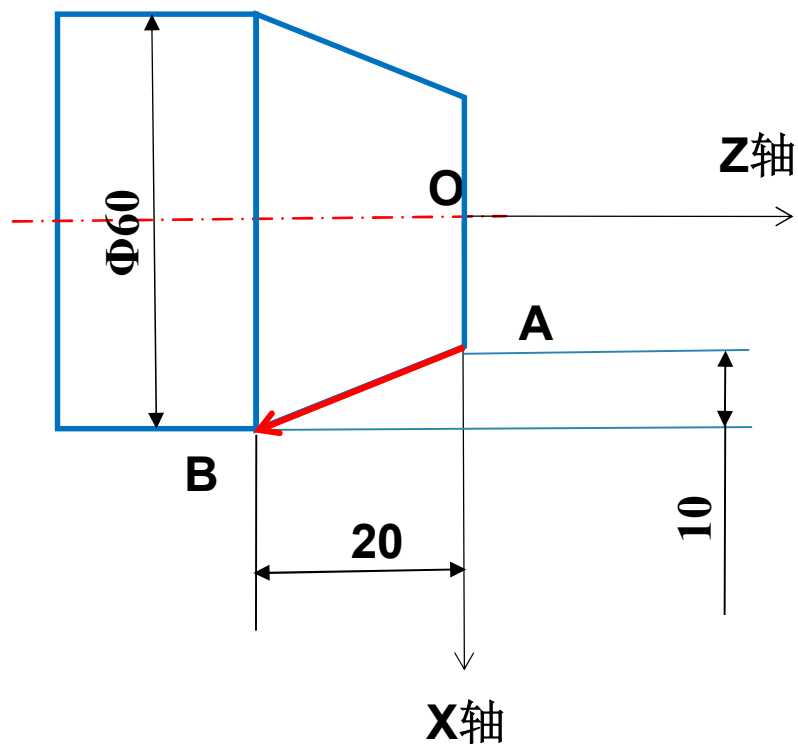
绝对编程：G00 X20 Z0;

相对编程：G00 U-22 W-18;

混合编程：G00 X20 W-18;



G指令准备功能



G01 直线插补指令

格式: **G01 X(U)_ Z(W)_ F_;**

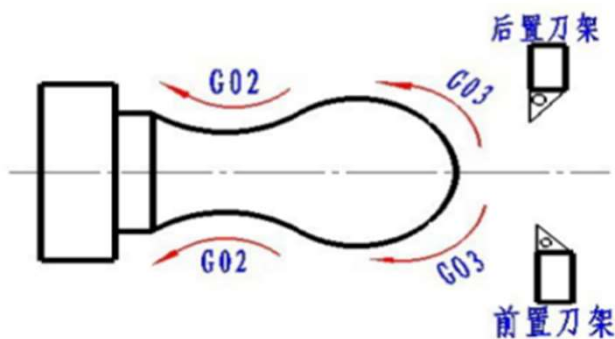
功能: 按F给定的进给速度直线移动到指定点 (模态指令)。

刀具从A点直线插补到B点:

绝对编程: **G01 X60 Z-20 F0.05;**



G指令准备功能



G02、G03 圆弧插补指令

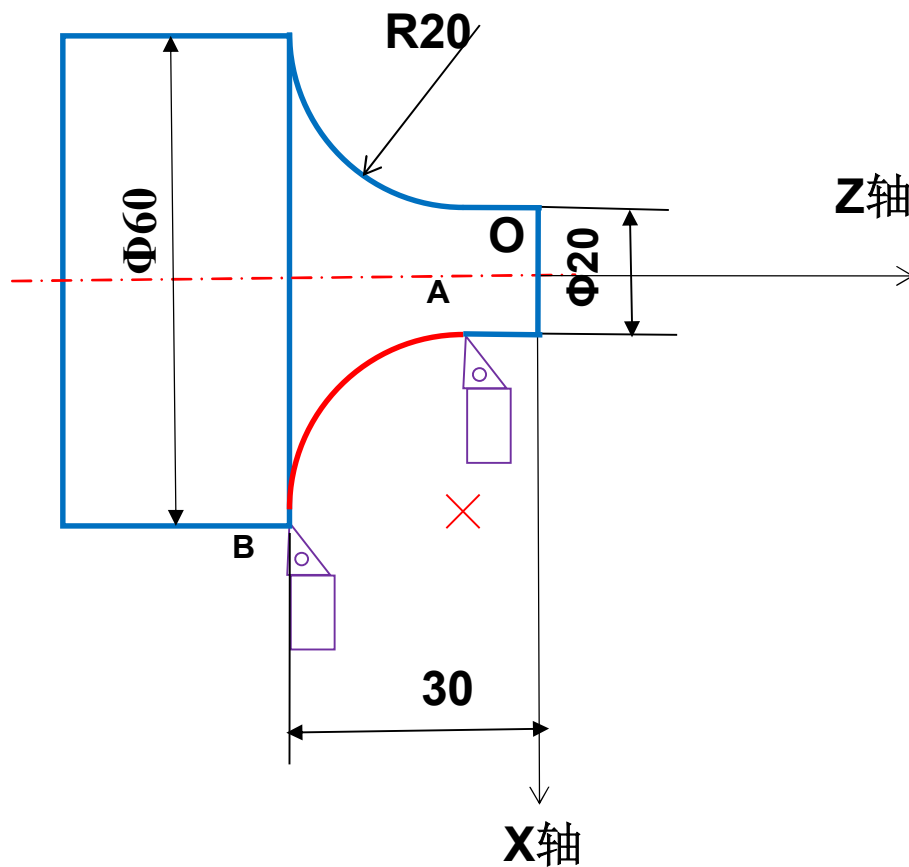
格式: **G02 X(U)_ Z(W)_ R_ F_;**

或G03 X(U)_ Z(W)_ R_ F_;

功能: 按F给定的进给速度按照顺/逆时针 (后/前置刀架) 插补到指定点 (模态指令); R表示圆弧半径。



G指令准备功能



刀具从A点插补到B点：
圆弧半径R编程：
G02 X60 Z-30 R20 F0.05;



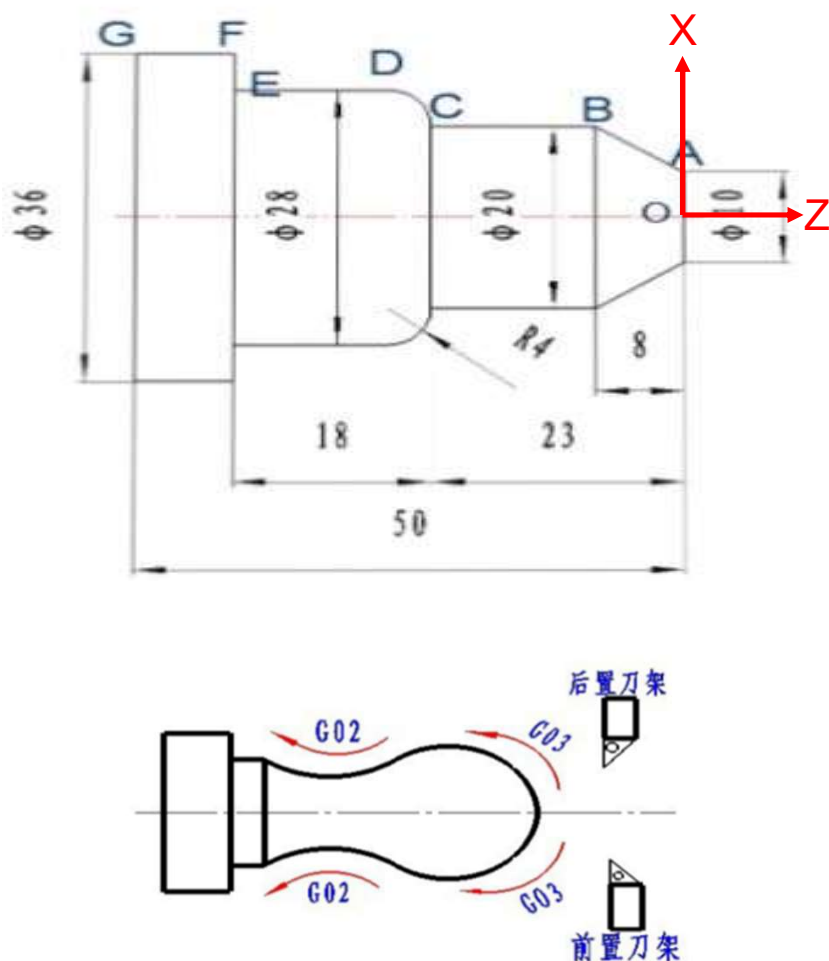
数控车床常用功能代码

常用M、S、T、F指令

指令	功能	示例
M	辅助功能	M03 主轴正转; M04 主轴反转; M05 主轴停转; M30 程序结束
S	主轴速度	S300 (主轴每分钟300转,r/min)
F	进给速度	F100 (G98状态下每分进给,mm/min) F0.05 (G99状态下每转进给,mm/r)
T	刀具号	T0101 使用01号刀和01号刀具补偿, 补偿号省略表示不使用刀具补偿



数控车削编程例题：



如图所示，采用FANUC系统代码编写其精加工程序。

```

O0001;
M03 S500 G99 T0101;
G00 X42 Z2;
X0;
G01 Z0 F0.05;
X10;
X20 Z-8;
Z-23;
G03 X28 Z-27 R4;
G01 Z-41;
X36;
Z-50;
G00 X100;
Z100;
M05;
M30;
    
```

程序号
选择转速，选择刀具
快速定位
进刀

车端面
加工圆锥
车外圆

加工圆弧特征
加工直线特征

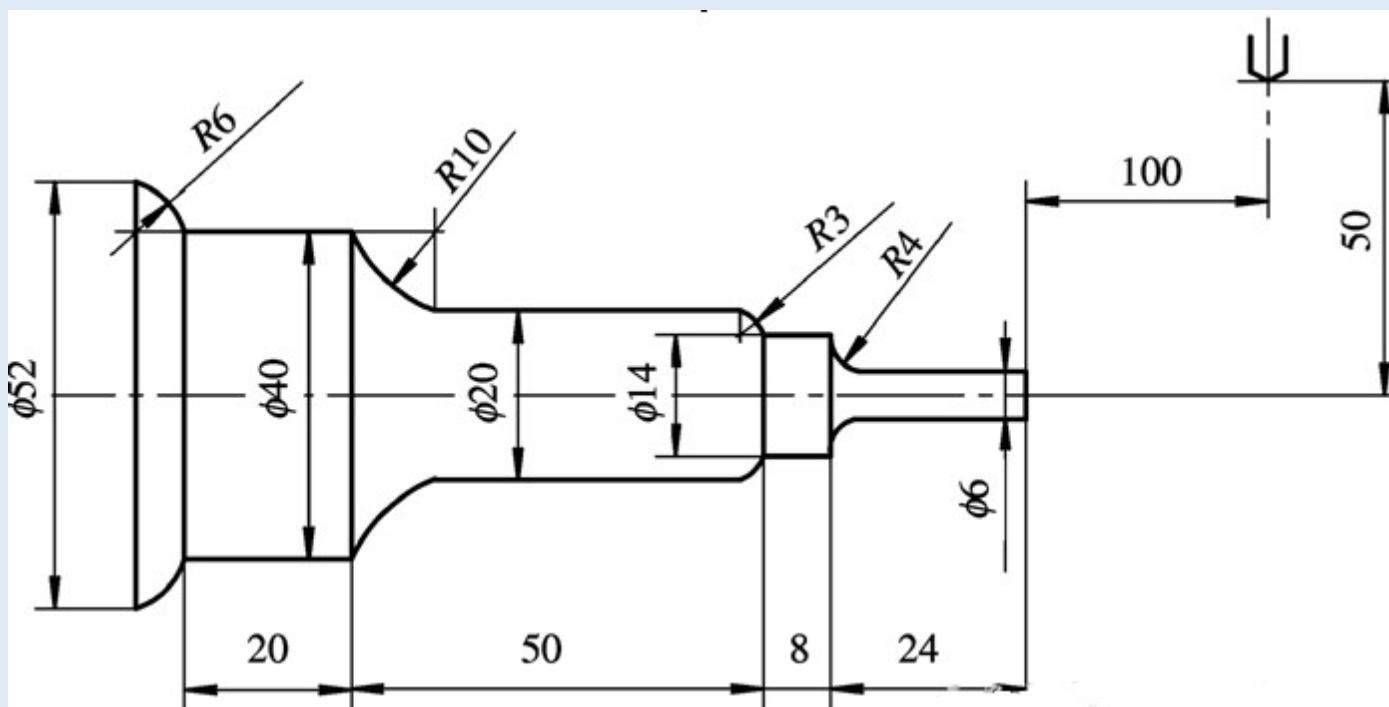
快速定位
主轴停转
程序结束



数控车削课后编程练习题

编程练习题：

请用FANUC系统指令编写图中所示零件精加工程序，毛坯为45#钢，直径为 $\phi 52\text{mm}$ ，参数合理自定。





安全 (Safety First)

特别提示:

工程训练全部课程要求学生穿长裤，禁止穿拖鞋、凉鞋。数控切削加工过程中学生须佩戴护目镜（实验室已配备），女生佩戴统一发放的工作帽，严禁戴手套、围巾等操作机床，以防发生事故。

实训前请在华东理工大学多层次信息化学习平台 (<http://s.ecust.edu.cn/>) 完成实训安全学习。



个人防护



安全规程

华东理工大学 工程训练中心

数控加工实训安全技术规程

- 一、实训前必须穿长裤，禁止穿拖鞋、凉鞋。
- 二、实训前必须戴护目镜。
- 三、实训前必须戴工作帽。
- 四、实训前必须戴手套。
- 五、实训前必须戴耳塞。
- 六、实训前必须戴防尘口罩。
- 七、实训前必须戴防静电手环。
- 八、实训前必须戴防静电鞋。
- 九、实训前必须戴防静电地板。
- 十、实训前必须戴防静电垫。
- 十一、实训前必须戴防静电桌垫。
- 十二、实训前必须戴防静电椅垫。
- 十三、实训前必须戴防静电腕带。
- 十四、实训前必须戴防静电手环。
- 十五、实训前必须戴防静电鞋。
- 十六、实训前必须戴防静电地板。
- 十七、实训前必须戴防静电垫。
- 十八、实训前必须戴防静电桌垫。
- 十九、实训前必须戴防静电椅垫。
- 二十、实训前必须戴防静电腕带。

- 当心机械伤人
- 佩戴护目镜
- 禁止戴手套
- 长发佩戴防护帽

谢谢!

華東理工大學