



# 项目一 数控铣床/加工中心的基本操作

# 项目一 数控铣床/加工中心的基本操作

## 任务四 数控程序输入与编辑



### 学习目标

1. 了解数控编程的定义、分类、步骤、特点与要求；
2. 掌握数控编程常用功能指令；
3. 掌握数控编程的程序与程序段格式；
4. 学会数控程序手工输入与编辑的方法；
5. 掌握数控程序在数控机床上效验的方法；
6. 了解常见的程序出错报警信息；



## 任务四 数控程序输入与编辑



采用手工输入方式将下列程序输入数控装置，并通过程序校验来验证所输入程序的正确性。

AA310.MPF;

G90 G94 G17 G54;

T1D1;

G74 Z0;

M03 S600;

G00 X-50.0 Y0 M08;

Z20.0;

G01 Z-2.9 F100;

X20.0;

G00 Z5.0;

X0 Y-50.0;

G01 Z-2.9;

Y50.0;

G00 Z50.0 M09;

M30;



## 任务四 数控程序输入与编辑



### 一、数控编程

#### 1. 定义

为了使数控机床能根据零件加工的要求进行动作，必须将这些要求以机床数控系统能识别的指令形式告知数控系统，这种数控系统可以识别的指令称为**程序**，制作程序的过程称为**数控编程**。

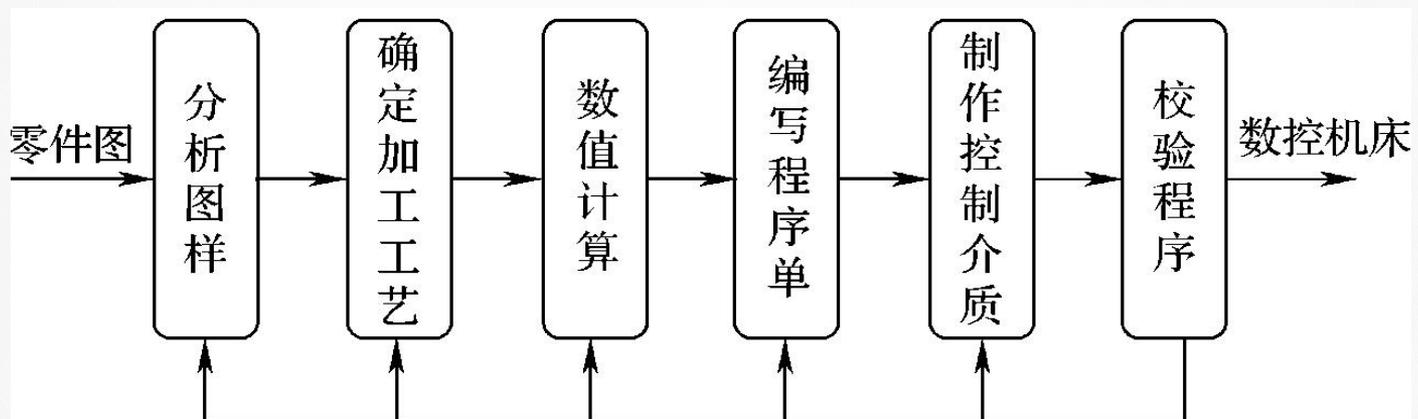
#### 2. 数控编程的分类

- (1) **手工编程**：是指编制加工程序的全过程都是由手工来完成。
- (2) **自动编程**：指用计算机编制数控加工程序的过程。



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 3. 数控手工编程的内容与步骤





## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 4. 数控铣床、加工中心编程的特点

1) 为了方便编程中的数值计算，广泛采用**刀具半径补偿**来进行编程。

2) 对于常见的镗孔、钻孔切削加工动作，采用数控系统本身具备的**固定循环功能**来实现，以简化编程。

3) 大多数数控铣床与加工中心都具备**镜像加工**、**比例缩放**等特殊编程指令以及**极坐标编程指令**，以提高编程效率，简化程序。

4) 根据加工批量的大小，决定加工中心采用自动换刀还是手动换刀。

对于单件或很小批量的工件加工——**手动换刀**；

对于批量大于10件且刀具更换频繁的工件加工——**自动换刀**。

5) 数控铣床与加工中心广泛采用子程序编程的方法。

主程序主要用于完成换刀及子程序的调用等工作。



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 二、数控加工程序的格式

#### 1. 程序的组成

一个完整的程序由程序名、程序内容和程序结束组成。

AA11.MPF;

G90 G94 G40 G17 G71 G54;

G74 Z0;

M03 S600;

G00 X-16.0 Y84.0 M08;

Z20.0;

...

G00 Z50.0 M09;

M30;

程序名

程序内容

程序结束



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 1) 程序名

- 用于区别零件加工程序的代号称为**程序名**；
- 同一数控系统中的程序名不能重复；
- 程序名写在程序的最前面，必须单独占一行；
- SIEMENS系统规定：程序名的开始两个符号必须是字母；其后的符号可以是字母、数字或下划线；最多为16个字符；不得使用分隔符。例如“SUN123”。

### 2) 程序内容

——是整个加工程序的**核心**，它由许多程序段组成，每个程序段由一个或多个指令字构成，它表示数控机床中除程序结束外的全部动作。



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 3) 程序结束

- 由程序结束指令构成，它必须写在程序的最后；
- 可以作为程序结束标记的M指令有M02和M30，它们代表零件加工程序的结束；
- 通常要求M02/M30单独占一行；
- FANUC系统中用M99表示子程序结束后返回主程序；
- SIEMENS系统中则通常用M17、M02或字符“RET”作为子程序的结束标记。

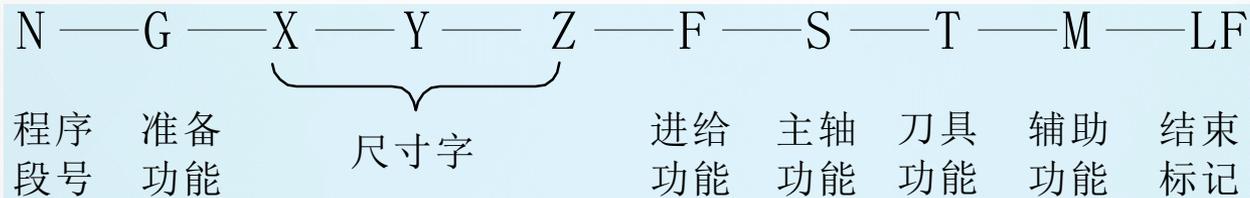


## 任务四 数控程序输入与编辑

### 2. 程序段的组成

#### 1) 程序段的基本格式

程序段是程序的基本组成部分，每个程序段由若干个地址字构成，而地址字又由表示地址的英文字母、特殊文字和数字构成。



#### 2) 程序段号与程序段结束

**程序段号：** N××，由地址符N和后面的若干位数字表示。它的大小及次序可以颠倒，也可以省略。

**程序段结束标记：**“CR（或LF）”，实际使用时，常用符号“；”或“\*”表示“CR（或LF）”。



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 3) 程序的斜杠跳跃

- 在程序段的前面编有“/”符号，当“跳过程序段”信号生效时，程序在执行中将跳过这些程序段；
- 当“跳过程序段”信号无效时，该程序段照常执行，即与不加“/”符号的程序段相同。

### 4) 程序段注释

- 可以作为对操作者的提示显示在屏幕上，对机床动作没有丝毫影响；
- SIEMENS系统的程序注释用“; ”符号开始，和程序段一起结束。



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 三、数控系统常用功能

#### 1. 准备功能

- **作用：**准备功能又称G功能或G指令，是数控机床完成某些准备动作的指令。
- **组成：**由地址符G和后面的两位数字组成，从G00~G99共100种。有的系统已采用三位数的功能指令。

#### 2. 辅助功能

- **作用：**辅助功能又称M功能或M指令，主要控制机床或系统的各种辅助动作。
- **组成：**由地址符M和后面的两位数字组成，从M00~M99共100种。



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 3. 其他功能

#### 1) 坐标功能

- **作用：** 又称尺寸功能字，用来设定机床各坐标的位移量。
- **组成：** 一般使用X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R及A、B、C、D、E以及I、J、K等地址符，在地址符后紧跟“+”或“-”号和一串数字，分别用于指定直线坐标、角度坐标及圆心坐标的尺寸。

#### 2) 刀具功能（T功能）

- **作用：** 是指系统进行选（转）刀或换刀的功能指令；
- **组成：** 用地址符T及后面的一组数字表示。常用刀具功能的指定方法有T4位数法和T2位数法。

**T4位数法：** 前两位数用于指定刀具号，后两位数用于指定刀具补偿存储器号。

**T2位数法：** 指定了刀具号，刀具存储器号则由其他指令（如D或H指令）进行选择。



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 3) 进给功能

- **作用：**指定刀具相对于工件运动速度的功能；
- **组成：**由地址符F和其后面的数字组成。

每分钟进给：通过准备功能字G94来指定，其值为大于零的常数，单位为毫米/分钟（mm/min）。

每转进给：通过准备功能字G95来指定，单位为毫米/转（mm/r）。

实例：G94 G01 X20.0 F100； （进给速度为100 mm/min）  
G95 G01 X20.0 F0.2； （进给速度为0.2 mm/r）



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 4) 主轴功能 (S功能)

- **作用:** 用以控制主轴转速的功能;
- **组成:** 由地址符S及其后面的一组数字组成。

**恒转速:** 单位是转/分钟 (r/min)，用准备功能G97来指定，其值为大于零的常数。

**恒线速度:** 主轴满足其线速度恒定不变的要求，而自动实时调整转速的功能。单位为米/分钟 (m/min)，用准备功能G96来指定。

实例：G97 S1000;      (主轴转速为1000 r/min)  
      G96 S100;       (主轴恒线速度为100 m/min)

**主轴的正转、反转、停转:** 由辅助功能M03/M04/M05进行控制。



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 4. 常用功能指令的属性

#### 1) 指令分组

**定义：**将系统中不能同时执行的指令分为一组，并以编号区别。

**作用：**同组指令具有相互取代的作用，同一组指令在一个程序段内只能有一个生效。

当在同一程序段内出现两个或两个以上的同组指令时，只执行其最后输入的指令，有的机床此时会出现系统报警。

**实例：**G90 G94 G40 G71 G17 G54； （是规范正确的程序段）

G01 G02 X30.0 Y30.0 R30.0 F100；

（是不规范的程序段，其中G01与G02是同组指令）



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 2) 模态指令和非模态指令

**模态指令（续效指令）**：该指令在某个程序段中一经指定，在接下来的程序段中将持续有效，直到出现同组的另一个指令时，该指令才失效。

**非模态指令（非续效指令）**：仅在编入的程序段内才有效的指令。

**作用**：避免了在程序中出现大量的重复指令，使程序变得清晰明了。当尺寸功能字在前后程序段中出现重复时也可以省略。

### 3) 开机默认指令

为了避免编程人员出现指令遗漏，数控系统中对每一组的指令，都选取其中的一个作为开机默认指令，此指令在开机或系统复位时可以自动生效。

常见的开机默认指令有G01、G17、G40、G54、G94、G96等。



## 任务四 数控程序输入与编辑



### 任务实施

#### 一、程序编辑操作

##### 1. 建立一个新程序

- 1) 按下 **PROGRAM MANAGER** ，显示系统中已存在的程序目录；
- 2) 按下[新程序]，屏幕中出现建立新程序对话框，在该窗口中输入新程序名“HUA181”；
- 3) 按下[确认]，生成新程序名为“HUA181”的主程序文件，自动转入程序编辑页面，此时的程序名为“HUA181.mpf”，其中“.mpf”为主程序扩展名，由系统自动生成。

**注意：**建立新程序时，要注意新建立的程序名应为内存贮器没有的新程序名。



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 2. 调用内存中储存的程序

- 1) 按下 **PROGRAM MANAGER**，显示程序管理窗口；
- 2) 光标移至所要调出的程序名上或直接键入所要调出的程序名；
- 3) 按下 [打开]，即可完成该程序的打开；

### 3. 删除程序

- 1) 按下 **PROGRAM MANAGER**，显示程序管理窗口；
- 2) 光标移至所要删除的程序名上或直接键入所要删除的程序名。
- 3) 按下 [删除]，出现删除文件对话框；
- 4) 按下 [确认]，即完成程序的删除；若按下垂直软键[中断]，返回至程序管理窗口，取消才进行的删除操作。
- 5) 如果要删除内存贮器中的所有程序，只需移动光标下移键，选中“删除全部文件”，按下 [确认]，即可完成系统程序目录中所有程序的删除；



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 二、程序段的操作

#### 1. 输入程序段

- 1) 按下 **PROGRAM MANAGER**，打开新建程序“HUA181”；
- 2) 输入程序段“G94；”，按下 **INPUT** 键完成程序段的输入与换行；
- 3) 将剩余的所有程序段输入完毕；
- 4) 按下 [重编号]，完成程序段号的自动生成；

#### 2. 插入程序段

- 1) 将光标移动至要插入位置的前一程序段的结束字符上；
- 2) 按下 **INPUT** 键，输入程序段内容；
- 3) 按下 [重编号]，系统进行程序段号的自动生成；



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 3. 删除程序段

- 1) 将光标停留在所要删除程序段的第一个字符上;
- 2) 按下[标记程序段];
- 3) 用光标移动键或上下翻页键, 选中要删除的程序段;
- 4) 按下[删除程序段], 将当前所标记的程序段全部删除;

### 4. 复制、粘贴程序段

- 1) 将光标停留在所要删除程序段的第一个字符上;
- 2) 按下 [标记程序段], 标记要复制的内容;
- 3) 按下 [复制程序段];
- 4) 将光标移至需粘贴的位置;
- 5) 按下 [粘贴程序段], 完成当前所复制内容的插入;



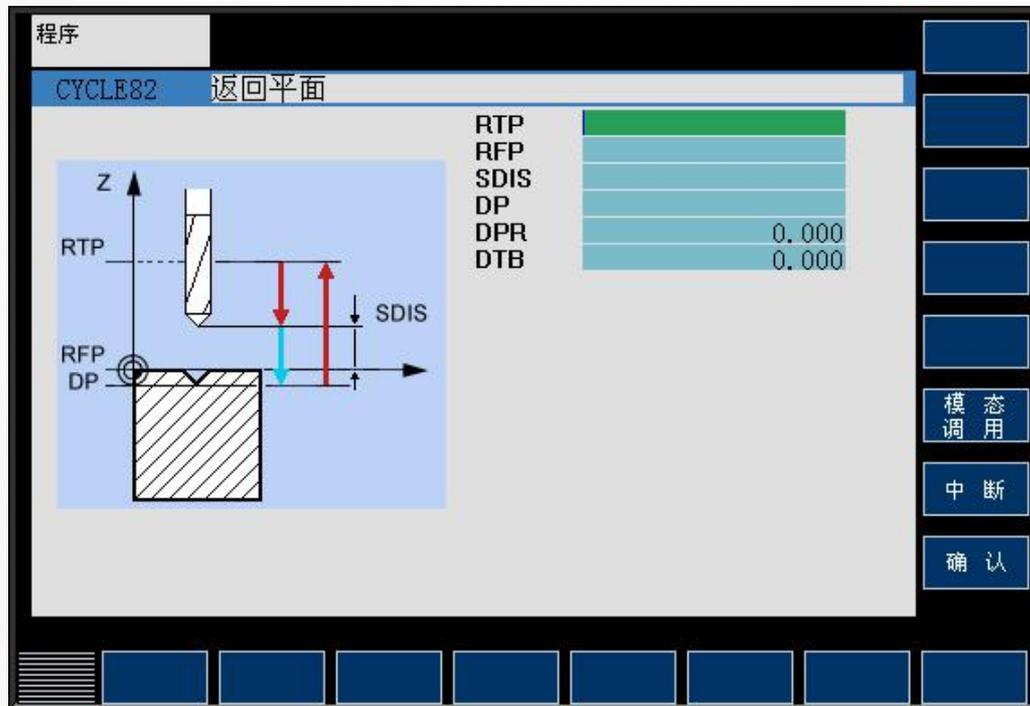
## 任务四 数控程序输入与编辑

### 三、程序字的操作

#### 1. 编辑程序字

- 1) 扫描程序字
- 2) 跳到程序开头
- 3) 字符的编辑
- 4) 字符的检索

#### 2. 固定循环的编辑





## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 四、输入本例加工程序

按下MDI功能键 ，完成程序“SA310.mpf”的新建。

G90 G94 G17 G54

T1D1

G00 X-40.0 Y-40.0

.....

.....

M05

M30



## 任务四 数控程序输入与编辑

### 五、效验程序

#### 1. 自动运行前的检查

- 1) 机床刀架必须回参考点；
- 2) 待加工零件的加工程序已经输入，并调试确认无误；
- 3) 加工前的其他准备工作均已就绪；
- 4) 必要的安全锁定装置已经启动；

#### 2. 自动加工的操作过程

- 1) 按下 **PROGRAM** ，调出需加工的程序；
- 2) 选择“**AUTO**”模式，按下“**[执行]**”；
- 3) 重复**[相对坐标]**，根据需要选择机床坐标系、工件坐标系或相对坐标系中的实际值；
- 4) 按下“**循环启动**”键，进入自动加工；





## 任务四 数控程序输入与编辑

### 自动运行状态下程序控制的含义

垂直软键	功能
程序测试 (PRT)	程序运行, 但机床不执行进给运动, 检测程序格式的正确性
空运行进给 (DRY)	刀具以空运行速度执行该程序, 检测刀具轨迹的正确性
有条件停止 (M01)	执行程序时, M01指令的功能与M00指令功能相同
跳过 (SKP)	执行程序时, 跳过程序段前加“/”符号的程序段
单一程序段 (SBL)	单段运行方式, 每个程序段逐段解码, 每段结束时有一暂停
ROV 有效 (ROV)	按下该软键, “进给速度修调倍率”旋钮对于快速运行也有效



## 任务四 数控程序输入与编辑

---

### 4. 采用图形显示功能校验程序

- 1) 调出所要校验的程序；
- 2) 选择“**AUTO**”模式，按下[执行]，选择程序测试状态；
- 3) 按下[模拟]，进入图形显示窗口；
- 4) 按下“循环启动”键，机床开始移动，并在屏幕上绘出刀具的运动轨迹；
- 5) 观察图形轨迹，若发现有误，可按下“**RESET**”键，使机床处于复位状态，再按下[程序修正]，直接进行程序的编辑修改；
- 6) 利用翻页键使光标直接跳至程序段首，然后按下“循环启动”键，重新进行工件的模拟加工，直至模拟完毕；