

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院

教

案

本

授课教师：高老师

授课课程：数铣编程与操作

授课班级：15 级中数班

二〇一六——二〇一七 学年 第二学期

目 录

理论 1 复习上期所学内容	2
理论 2 变量编程概述	8
理论 3 变量 Z 向分层	12
理论 4 椭圆编程	16
理论 5 椭圆弧编程	19
理论 6 局部坐标系	25
理论 7 坐标系旋转 1	30
理论 8 坐标系旋转 2	35
理论 9 极坐标指令	40
理论 10 极坐标指令	45
理论 11 极坐标指令	50
理论 12 孔系变量编程	55
理论 13 变量周边倒圆角	59
理论 14 自动编程	65
理论 15 综合加工	78
理论 16 复习	84

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 1	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	复习上期所学内容	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、巩固上期的基本指令；
2、总结上期的编程思路；
3、总结机床的操作技巧；
4、了解本期的学习内容及学生情况；

教学重点： 1、巩固上期的基本指令；
2、总结上期的编程思路；

教学难点： 1、总结上期的编程思路；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次	15 级中数班
授 课 日 期	2017 年 2 月 21 日 4-5 节

教学后记： 大部分同学能够回忆起所学的知识，达到教学效果。

教 案 纸

● 说明介绍	<p style="text-align: center;">理论 1 复习上期所学内容</p> <p>I 组织教学</p> <p>1、集中学生注意力; 2、清查学生人数; 3、维持课堂纪律;</p> <p>II 复习导入及主要内容</p> <p>1、上学期末考试讲评; 2、了解学生情况;</p> <p>III 教学内容及过程</p> <p>一、本期教学安排</p> <p>1、理论教学计划:</p> <ul style="list-style-type: none">● 复习导入● 变量编程概述● 变量 Z 向分层● 椭圆编程● 椭圆弧编程● 局部坐标系● 坐标系旋转(一)● 坐标系旋转(二)● 极坐标指令● 期中测试● 试卷讲解● 孔系变量编程● 变量周边导圆角● 自动编程● 综合练习● 期末复习
--------	--

教 案 纸

	<p>● 互动提问</p> <p>● 说明介绍说明 介绍说明介绍说 明介绍说明介绍 说明介绍</p> <p>● 说明介绍说明 介绍说明介绍说 明介绍说明介绍 说明介绍</p> <p>2、 实习教学计划</p> <ul style="list-style-type: none">● 六面四方体加工● 六面圆槽加工● 椭圆加工● 薄壁配合加工 <p>二、 手工编程复习</p> <p>如下面的思维导图 1</p> <p>三、 数控机床的操作</p> <p>如下面的思维导图 2</p> <p>四、 数控机床指令</p> <p>1、 G 指令</p> <ul style="list-style-type: none">● G0 G1 G2 G3● G17 G18 G19● G9 G61 G62 G63 G64● G4● G20 G21● G40 G41 G42● G43 G44 G49● G90 G91● G98 G99● G81 G82 G83 G84 G85 G86 G87 G88 G89 G80 G73 G74 G76 <p>2、 M 指令</p> <ul style="list-style-type: none">● M0 M1 M2 M30● M3 M4 M5 M19● M6 M7 M8 M9● M98 M99
--	---

教 案 纸

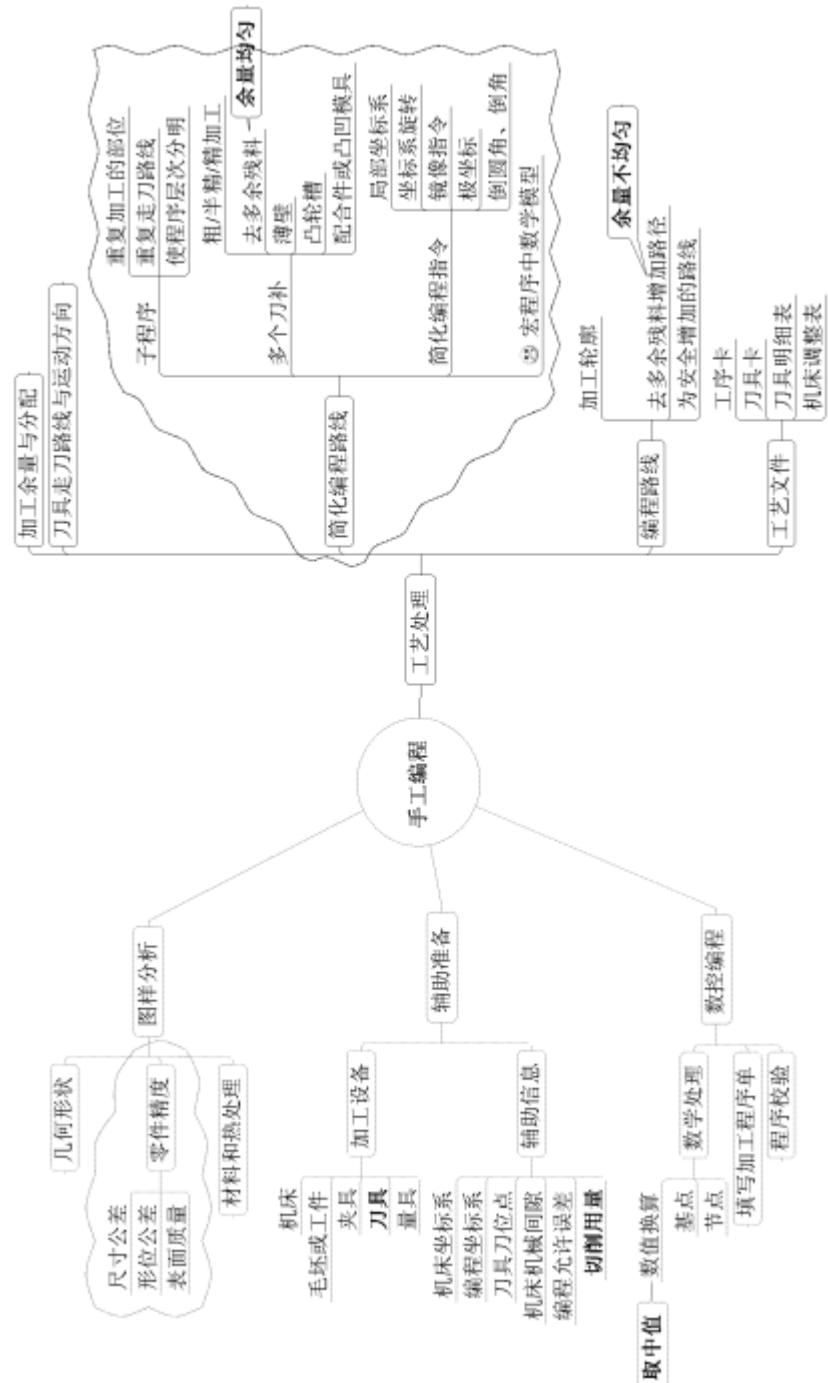


图 1: 手工编程思维导图

教 案 纸

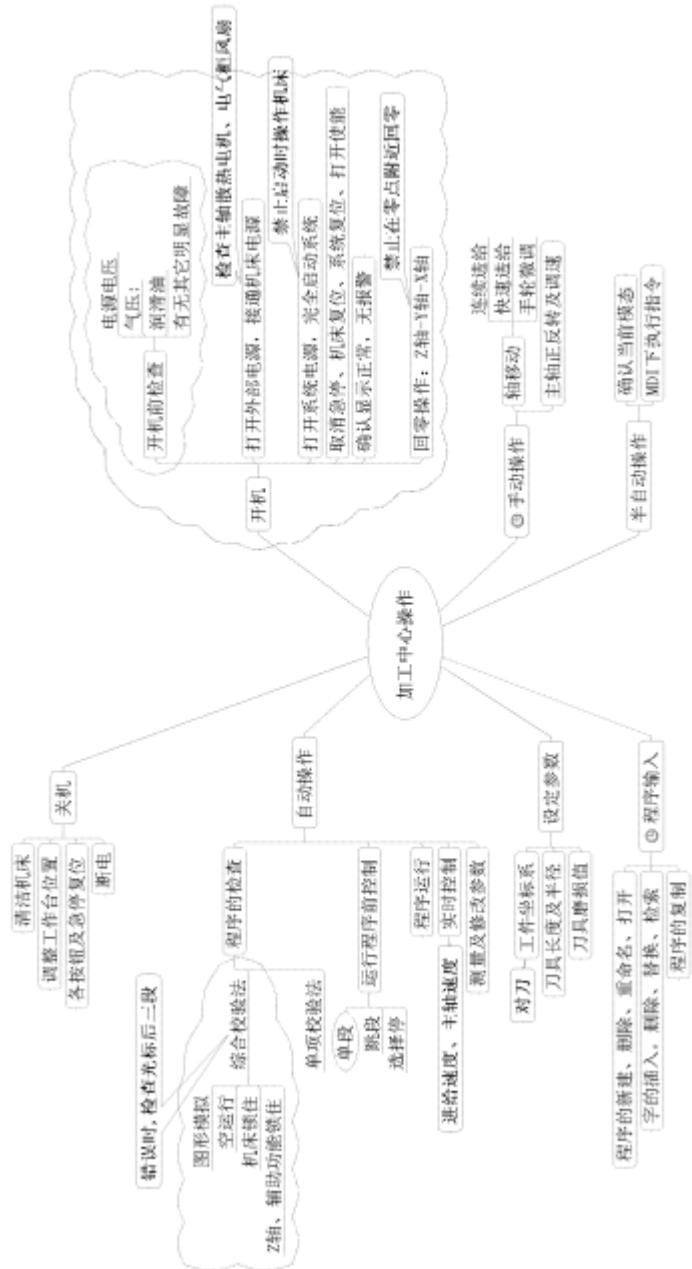


图 2: 数控机床的操作思维导图

教 案 纸

3、其它指令

五、常见加工结构

- 平面
- 外轮廓
- (岛屿)
- 孔
- 凸轮槽
- 复杂零件
- 配合零件
- CAD/CAM
- 宏程序
- 其它

六、上学期期末试卷分析

IV 课堂小结

主要复习了数控方面的基本知识。

V 布置作业

1、自选一零件图,写出其工艺与程序;

2、写出如图所示零件的程序及与工艺;

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 2	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	变量编程概述	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握变量的概念；
2、掌握变量的赋值于引用；
3、掌握表达式的使用；
4、会用变量编程；

教学重点： 1、变量的概念；
2、表达式的使用；

教学难点： 1、用变量编程；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 2 月 28 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

● 举例说明	<h2>理论 2 变量编程概述</h2> <p>I 组织教学</p> <ul style="list-style-type: none">1、集中学生注意力;2、清查学生人数;3、维持课堂纪律; <p>II 复习导入及主要内容</p> <ul style="list-style-type: none">1、复习;2、了解学生情况; <p>III 教学内容及过程</p> <p>一、 变量与常量</p> <p>常量:指其值不变的量。如数值:1、4、6</p> <p>字符:“A”、“b”</p> <p>布尔值:“TURE”、“FALSE”</p> <p>变量:由变量名(变量号)和变量值组成,其值可以改变,变量就是指其值可以改变的量。</p> <p>分析:程序结构相同,如果使用变量,则两个程序可以合为一个程序。</p> <p>长宽圆弧半径深度等都可以使用变量 可以用表达式来指定变量。</p> <p>二、 Fanuc 上的变量</p> <p>1、变量号(变量名)</p> <p>#1-#33 #100-#199 #500-#999 #1000 以上</p> <p>由变量符号“#”和后面的变量号组成。</p> <p>2、变量的赋值:</p> <p>赋值是指将一个数据赋予一个变量</p>
--------	---

教 案 纸

(1) 在程序中赋值:

#1=10 #2=5+5 #3=#3+1 #5=#7

注意: “=”为赋值号, 并等于号

赋值号“=”两内容不能随意互换, 左边只能是变量, 而右边可有是表达式, 数值或变量.

一个赋值语句只能给一个变量赋值.

可以多次给一个变量赋值, 新变量值将取代原变量值.

赋值表达式的运算顺序与数学运算顺序相同

(2) 在宏程序调用指令中赋值:(不讲)

如 G66 P5000 A10.0 B11.0

A10.0 B11.0 会给 5000 号宏程序中的 #1, #2 赋值

宏调用中的 A B C 与 #1 #2…#20 有一种邦定关系.

(3) 在系统参数中设定变量的值:

Fanuc 中操作如下:

Offset—[下一页]—-[Macro]

#1-#33 #100-#199 #500-#999

3、变量值的范围及小数点

定义变量时, 整数值的小数点可以省略。

如: #100 = 123 变量 #100 的值为 123.000

4、变量值的引用

在程序中使用变量时, 在相应的字后跟上变量号即可. 当用表达式指定变量时, 必须把表达式放在括号中, 如:

G1 X#1 Y#2

G1 X[-#1-10]

改变变量的符号, 可直接在 # 前面加“-”, 如 G1 X-#1

注意: O N G L P / 后不能使用变量.

程序的修改。

三、 变量的分类

系统变量, 用于系统内部运算时各种数据的存储. #1000 以上, 如刀具当前位置和补偿值等.

用户变量, 包括局部变量与公共变量, 用户可以单独使用, 系统作为处理资料的一部分.

教 案 纸

局部变量: #1-#33 , 只能在宏程序中存储数据, 例如运算结果, 断电时, 局部变量清除 (初始值为空)

公共变量: #100-#199(数据断电清除)

#500-#999(数据断电时也不会清除)

公共变量在不同的宏程序中意义相同 (即公共变量对于主程序和从这些主程序调用的每一个宏程序来说是公用的.)

举例说明: 个人的钱包局部的

班上的班费公共的

实例程序的修改: 讲解

四、 算术

1. 加减乘除:

#i=#j+#k #i=#j-#k

#i=#j*#k #i=#j/#k

2. 三角函数:

#i=SIN[#j] #i=COS[#j]

#i=ASIN[#j] #i=ACOS[#j]

#i=TAN[#j] #i=ATAN[#j]/[#k] (可理解为对边/邻边)

注意: 三角函数及反三角函数的数值均以度为单位来指定
如 90 度 30 分应表示为 90.5 度

3. 开平方根, 舍入, 绝对值:

#i=SQRT[#j] #i=ABS[#j]

#i=ROUND[#j]

4. 指数对数

#i=EXP[#j]

#i=LN[#j]

5. 取整

上取整 #i=FIX[#j]

下取整 #i=FUP[#j]

五、 运算顺序与括号

IV 课堂小结

V 布置作业

1、自选一零件图, 写出其工艺与程序.

2、写出如图所示零件的程序及与工艺.

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 3	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	变量 Z 向分层	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握用循环来实现 Z 向分层；
2、掌握条件表达式的确定(加不加“=”);
3、掌握 if then 的使用；

教学重点： 1、循环来实现 Z 向分层；
2、条件表达式的确定(加不加“=”)

教学难点： 1、条件表达式的确定(加不加“=”)

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 3 月 7 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

● 举例说明	<h2>理论 3 变量 Z 向分层</h2> <p>I 组织教学</p> <ol style="list-style-type: none">1、集中学生注意力;2、清查学生人数;3、维持课堂纪律; <p>II 复习导入及主要内容</p> <ol style="list-style-type: none">1、变量与常量;2、Fanuc 上的变量;3、变量的分类;4、运算;5、运算顺序与括号 <p>III 教学内容及过程</p> <p>一、Z 向分层</p> <p>1、基本思路</p> <p>以前 G91+ 子程序。</p> <p>G90 深度用变量，每个深度进行计算。</p> <p>G91 次数用变量，次数递增记数。</p> <p>2、形成循环：</p> <pre>#1=0 N10 #1=#1+4 G90 G1 z-#1 If [#1lt12] goto10</pre> <pre>#1=0 N10 #1=#1+1 G91 g1 z-4.0 If [#1lt3] goto10</pre>
--------	---

教 案 纸

尽量用 G90。

3、思考一

如果初始值为 4, 侧程序怎么改

```
#1=4  
N10  
G90 G1 z-#1  
.....  
#1=#1+4  
If [#1      12] goto10
```

讨论分析:

用 LE

结论:

#1=#1+4 放在执行之前, 判断的量是当前位置值, 当前值为终点是, 应结束循环, 条件判断用 GT 或 LT

#4=#4+4 放在执行之后, 判断的量是下一个位置的值, 下一点为终止值时, 应走到终点后结束循环, 条件判断应用 GE 或 LE。

4、思考二

当加工深度为 13mm 时怎么改程序。

方法一: 等分每层加工 $13/4=3.25\text{mm}$

方法二: 第一层加工 1mm 其余 $12/4=3\text{mm}$

#1=2 #1=#1-3

注意初始值的更换。

方法三: 每层 4mm 最后一层 1mm

怎么实现?

#1=0 #1=#1-4 到了 16?

二、 IF Then 指令

格式: if [条件] THEN [指令]

功能: 条件成立时执行 THEN 后的指令

条件不成立时, 跳过后面的指令。

如 if [#1GT13] THEN #1=13

教 案 纸

不适合判断的是下一个值,会干涉判断。

三、 Z 向分层的应用

```
#l=0  
N10  
#l=#l+4  
If [#l GT 13] then #l=13  
G90 G1 z-#l  
.....  
If [#l lt 13] goto10  
写成while就是：  
#l=0  
While [#l lt 13] D01  
#l=#l+4  
If [#l GT 13] then #l=13  
G90 G1 z-#l  
.....  
END1
```

实例:深度 13

IV 课堂小结

- 1、Z 向分层
- 2、IF Then
- 3、应用

V 布置作业

- 1、自选 1 个图进行 Z 向分层应用。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 4	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	椭圆编程	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握用循环来实现 Z 向分层；
2、掌握椭圆的宏程序思路；
3、掌握椭圆的宏程序。

教学重点： 1、循环来实现 Z 向分层；
2、椭圆的宏程序思路。

教学难点： 1、椭圆的宏程序思路。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 3 月 14 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 4 椭圆编程

I 组织教学

- 1、集中学生注意力;
- 2、清查学生人数;
- 3、维持课堂纪律;

II 复习导入及主要内容

- 1、Z 向分层;
- 2、IF THEN 指令;
- 3、Z 向分层的应用;

III 教学内容及过程

一、 非圆曲线的拟合加工

数控机床一般中能作直线插补和圆弧插补. 遇到工件轮廓是非圆曲线的零件时. 常用直线段或圆弧去逼近非圆曲线. 即拟合加工. 只要拟合误差在允许的范围内就行了.

1、 分段

等插补段法 (求最小曲率半径 R_{min} , 求在允许插补误差时的弦长, 求坐标)

等插补误差法 (以起点建立误差圆, 求该圆与曲线的公切线的斜率, 以起点作公切线的平行线, 计算坐标.)

其它方法: (等角度)

2、 用直线拟合

弦线, 割线, 切线

3、 圆弧逼近法

通过三点作圆 (这三点是上面分段中的三个点)

计算圆心

计算坐标

二、 椭圆的数学模型

1、 参数方程

$$X = A * \cos(a)$$

教 案 纸

	$Y = B * \sin(a)$ <p>使用角度控制</p> <p>2、 普通方程</p> $\frac{X^2}{A^2} + \frac{Y^2}{B^2} = 1$ <p>可使用 X 控制, 常用于车床</p> <p>三、 流程控制</p> <p>四、 椭圆的宏程序</p> <pre>N100 #3=#3-1 G1 X[#1*COS[#3]] Y[#1*SIN[#3]] IF [#1 GT -180] GOT0100</pre> <p>五、 GOTO 指令</p> <p>无条件转移。</p> <p>IV 课堂小结</p> <ol style="list-style-type: none">1、非圆曲线的拟合加工;2、椭圆的数学模型;3、流程控制4、椭圆的宏程序 <p>V 布置作业</p> <ol style="list-style-type: none">1、编写一个比较通用的外圆加工轮廓。。
--	---

授课课时计划

课程章节及主题	理论 5	授课教师 <u>高老师</u> 签字
	椭圆弧编程	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 siemens 上的变量；
2、掌握 Siemens 上的 if goto 指令；
3、掌握 Siemens 上 while endwhile 指令
4、会用 if then 对变量进行修正。

教学重点： 1、Siemens 上变量、if GOTO；
2、对变量进行修正。

教学难点： 1、对变量进行修正。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课班次 授课日期	15 级中数班
	2017 年 3 月 21 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 5 椭圆弧编程

I 组织教学

- 1、集中学生注意力；
- 2、清查学生人数；
- 3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

- 1、Z 向分层；
- 2、IF THEN 指令；
- 3、Z 向分层的应用；

III 教学内容及过程

一、相关内容

1、变量

Fanuc: #1 – #33#100 – #199#500 – #999#1000 以上

Siemens: R1 – R299 开头的系统变量

赋值: Fanuc: #101 = 50

Siemens: #100 = 50

引用: Fanuc X#101X[#101 * 50]

Siemens X = R101X = R101 * 50

2、运算

加减乘除

三角函数 Sin[] Sin() Cos[] cos() tan[] tan()

单位: 度

反三角函数: Asin[] Acos[] ATan[] / []

Asin() Acos() Atan2(,)

ASin/ACOS 不能大于 1 其他函数:

平方根: SQRT[] SQRT() 为正

绝对值: ABS[] ABS()

舍入: Round[] Round() 四舍五入

指数: EXP[] exp() A×10^m

教 案 纸

对数: $LN[] lN() logeA$

取整: 上取整 $Fix[]$ 无条件去小数

Siemens 去小数取整 $Trunc()$

下取整 $Fup[]$ 进位取整

3、 条件表达式

等于: EQ = 小于: LT < 大于 GT > 不等于 NE <> 小于等于 LE <= 大于等于 GE >=

4、 流程控制

A、无条件转移

Fanuc: GOTO _____

Siemens: GOTO/GOTOB/GOTOF AA

B、有条件转移

Fanuc: if

□□□□□

GOTO

Siemens: IF 条件表达式 GOTO/GOTOB/GOTOF BB

C、循环

Fanuc: while [条件表达式] D0m

ENDm m 只能为 1、2、3

Siemens: while 条件

Endwhile

5、 值的修正

Fanuc: if[条件表达式]then

Siemens: if 条件

Endif

二、 椭圆弧加工

参考程序:

零件图如图 3 所示:

GX01

G54G17G40G90G64

教 案 纸

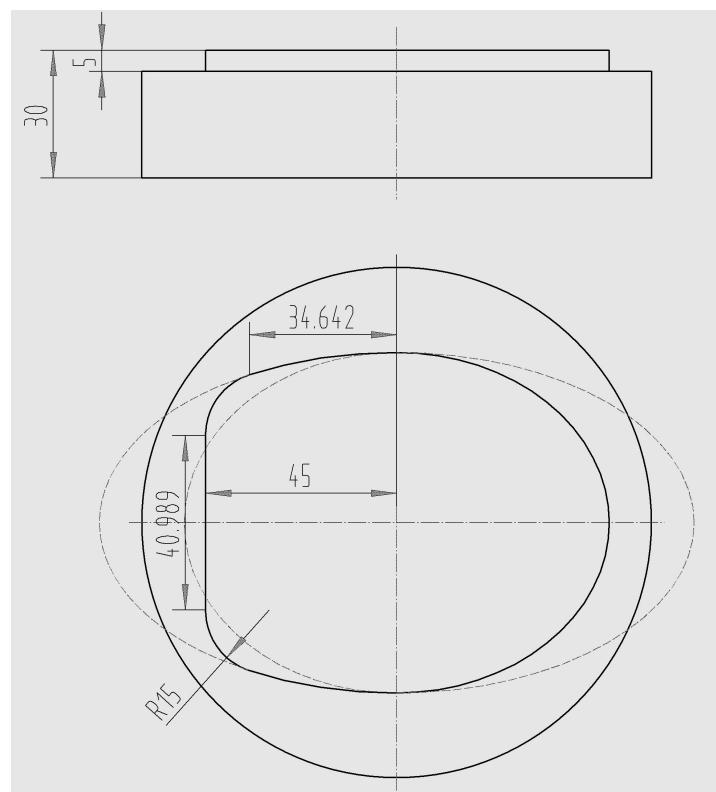


图 3: 椭圆弧加工

CFC
T1D1
M3S500
G1Z30.F2000
X-70.Y0
Z5.0
Z-5.0F200
G1G41X-60.0Y-15.D1
G3X-45.Y0R15.
G1Y20.495
R1=ACOS(-34.642/70)
R2=-R1
G2 X-34.642 Y=40*SIN(R1) CR=15.
WHILE R1 >90
R1=R1-1
G1 X=70*COS(R1) Y=40*SIN(R1)
ENDWHILE
WHILE R1>-90

教 案 纸

```
R1=R1-1 G1 X=50*COS(R1) Y=40*SIN(R1)
ENDWHILE
WHILE R1>R2
R1=R1-1
G1 X=70*COS(R1) Y=40*SIN(R1)
ENDWHILE
G2 X-45. Y20.495 R15.
G1 Y0
G3X-60.Y15.R15.
G1G40X-70.Y0
Z30.F2000
M5
M2
```

三、 应用实例

正多边形加工思路

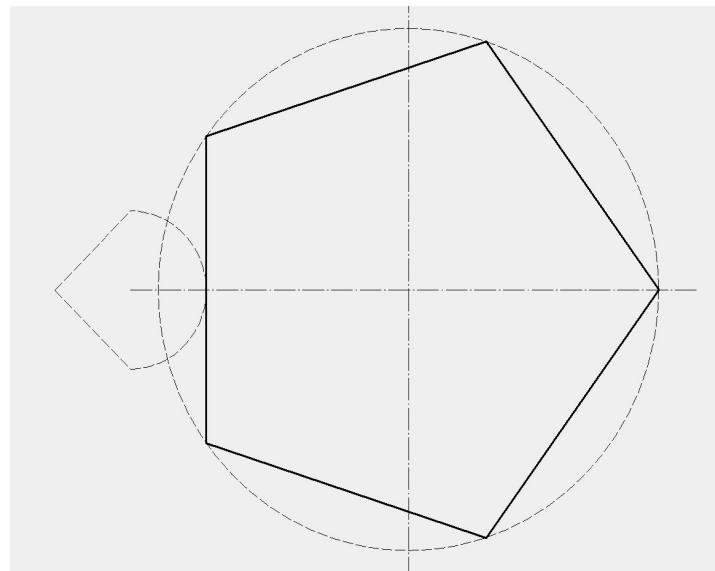


图 4: 正多边形加工

IV 课堂小结

- 1、非圆曲线的拟合加工;
- 2、椭圆的数学模型;
- 3、流程控制

教 案 纸

4、椭圆的宏程序

V 布置作业

1、编写一个比较通用的外圆加工轮廓。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 6	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	局部坐标系	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上 G52 指令的格式；
2、掌握 Siemens 上 Trans 指令的格式；
3、掌握用局部坐标系指令编程。

教学重点： 1、Fanuc 上 G52 指令的格式；
2、用局部坐标系指令编程。

教学难点： 1、用局部坐标系指令编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 3 月 28 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 6 局部坐标系

I 组织教学

- 1、集中学生注意力；
- 2、清查学生人数；
- 3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

- 1、相关内容；
- 2、椭圆弧加工；
- 3、应用实例；

III 教学内容及过程

一、 几种坐标系

1、 工件坐标系

G54-G59、G92

G54-G59 是在机床参数中以机床坐标为基准设定工件坐标系

G92 是在程序中以刀具当前位置为基准设定工件坐标系
一般使用 G54 ~ G59 指令后,就不再使用 G92 指令。

2、 机床坐标系

G53

当需要用机床坐标系编程时,用 G53 指令。

机床坐标系通过回零(回参考点)建立。

如坐标系不对,可通过回零重新建立机床坐标系,机床坐标系原点在机床上是固定的一个点,这个点不会变的。

3、 局部坐标系

G52、Trans

在工件坐标上建立一个子工件坐标系。即局部坐标系。

二、 Fanuc 上局部坐标系

指令格式: G52 X_ Y_ Z_ ; 建立局部坐标系

G52 X0 Y0 Z0 ; 取消局部坐标系。

教 案 纸

说明: 其 X、Y 的定义是原坐标系的程序原点到子坐标系的程序原点之向量值。

G52 X0 Y0; => 表示回复到原坐标系。

注意:

- A、局部坐标系设定不改变工件和机床坐标系。
- B、当用 G50 定义工件坐标系时, 如果没有对局部坐标系中的所有轴指定坐标值, 局部坐标系保持不变。如果没有为局部坐标系中的任何轴指定坐标值, 局部坐标系被取消。
- C、G52 暂时取消刀尖半径补偿中的偏移。
- D、在绝对方式紧跟 G52 之后指令一个运动指令。
- E、复位时是否取消局部坐标系取决于参数的设定。当 3402 号参数的第 6 位 (CLR) 或者 1202 号参数 3 位 (RLC) 设为 1 时, 局部坐标系在复位状态被取消。
- F、手动返回参考点是否取消局部坐标系取决于 ZCL 的设定(参数 1201 的第 2 位)。

三、Siemens 上的局部坐标系

指令格式:

TRANS X_ Y_ Z_ ; 可编程的偏移, 清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

ATRANS X_ Y_ Z_ ; 可编程的偏移, 附加于当前的指令

TRANS; 不带数值清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

TRANS/ATRANS 指令要求一个独立的程序段。

四、编程实例

在数控机床上加工如图5所示的零件, 完成工艺分析及加工程序的编写。

1、工件坐标系

2、装夹

3、刀具

φ12 立铣刀

教案 纸

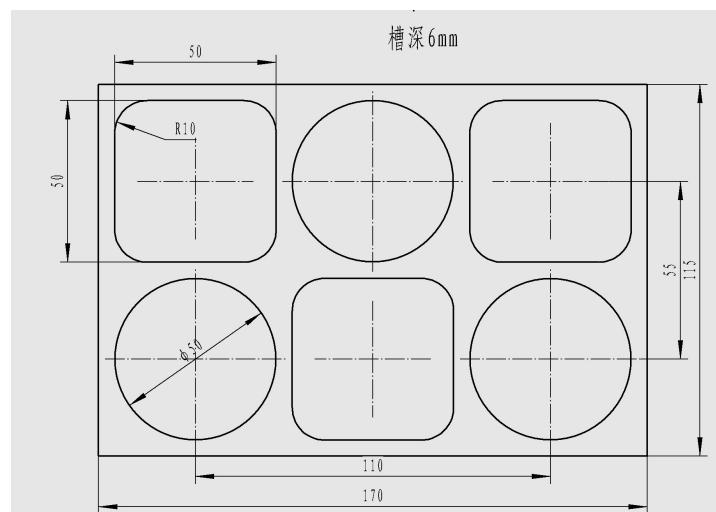


图 5: 局部坐标系

$\varphi 8$ 立铣刀

4、 加工顺序

五、 应用实例 2

如图6所示,加工 40*40 矩形凸台,高 3mm, 刀具为 $\Phi 14$ 的平底刀。

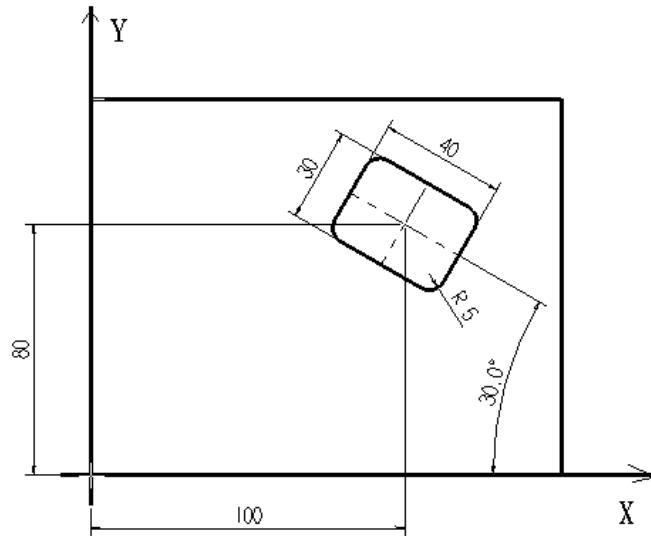


图 6: 局部坐标系 2

分析:

- 凸台为倾斜形式,可以使用旋转指令编程。
- 凸台四角带圆角,可以使用倒圆角指令编程。

教 案 纸

- 使用局部坐标系,将当前工件坐标系移至凸台的中心处。
加工程序如下:

```
01 (FANUC)
G54G17G90G40
G01Z100F2000
M03S500
G52X100Y80 当前工件坐标系移至凸台的中心处
G68X0Y0R-30 当前工件坐标系顺时针旋转30度
G00X-35Y0
G01Z-3F1000
G01G41X-30Y-10D01
G03X-20Y0R10
G01Y15,R5 倒圆角R5
X20,R5
Y-15,R5
X-20,R2
Y0
G03X-30Y10R10
G01G40X-35Y0
G01Z100F2000
G69 取消坐标系旋转
G52X0Y0 取消坐标系平移
M05
M30
```

IV 课堂小结

- 1、几种坐标系;
- 2、Fanuc 上的局部坐标系;
- 3、Siemens 上的局部坐标系;
- 4、编程实例。

V 布置作业

- 1、综合习题一。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 7	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	坐标系旋转 1	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上的坐标系旋转指令；
2、掌握 Siemens 上的坐标系旋转指令；
3、会使用旋转指令编程。

教学重点： 1、Fanuc 上的坐标系旋转指令；
2、Siemens 上的坐标系旋转指令。

教学难点： 1、使用旋转指令编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 4 月 11 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 7 坐标系旋转 1

I 组织教学

- 1、集中学生注意力；
- 2、清查学生人数；
- 3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

- 1、几种坐标系；
- 2、Fanuc 上的局部坐标系；
- 3、Siemens 上的局部坐标系；
- 4、应用实例；

III 教学内容及过程

一、 旋转可用于以下几种情况

- 编程轮廓与工件安装面成一定角度。
- 有多个旋转的相同轮廓。
- 同一轮廓上有多个旋转的要素。
- 其它简化程序的地方。

二、 要素及原理

1、 旋转指令的要素

- 旋转平面
- 旋转中心
- 旋转角度

2、 原理

在 CNC 内部对目标点进行转换 (我们不用管它)

$$X' = X * \cos A + Y * \sin A$$

$$Y' = Y * \cos A - X * \sin A$$

上图中的 A 为-45 度(即从 $X - - - - X'$ 的方向)

教 案 纸

三、 Fanuc 指令格式

G17

G18 G68 $\alpha_{_}$ $\beta_{_}$ R_ ; 坐标系旋转开始

G19

: 坐标系旋转模式

: (坐标系被旋转)

G69; 坐标系旋转取消模式

说明:

G17(G18 或 G19): 选择包含有被旋转图形的平面

$\alpha_{\beta}_{_}$: 对应当前平面指令 (G17,G18 或 G19) 中的两个轴的绝对指令。

此指令指定了 G68 后面指定旋转中心的坐标。

R_ : 正值为逆时针方向的角度位移。参数 5400Bit0 指定角度位移是绝对值位移或者由 G 码 (G90 或 G91) 来决定绝对值或相对值。

最小输入增量: 0.001 度

有效数据范围: -360.000 360.000

注意事项:

A、 $\alpha_{\beta}_{_}$ 省略时, 默认的旋转中心为刀具当前位置。

B、程序的开头要加上 G69 安全注销指令。

C、在坐标系旋转后, 执行刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具偏置和其它补偿等, 要在坐标系旋转取消前取消补偿。

D、在坐标系旋转中, 不得执行与坐标系有关的指令。如: G27、G28、G29、G30, G52-G59。

E、坐标系旋转取消 (G69) 后的第一个指令必须用绝对值编程。用增量值则不能正确的执行。

F、坐标系 G68 后的第一个指令应用绝对值编程, 用增量值编程, 则会以刀具当前为中心进行第二次旋转, 如图7所示:

G、有多个旋转时, 旋转中的终点应与下一个旋转的启点重合。或者另外增加路径定位。

四、 Siemens 指令格式

功能: 在当前的平面 G17 或 G18 或 G19 中执行旋转, 值为 RPL=_, 单位为度。

教 案 纸

```
N1 G92 X-5000 Y-5000 G69 G17;  
N2 G68 X7000 Y3000 R60000;  
N3 G90 G01 X0 Y0 F200;  
(G91 X5000 Y5000)  
N4 G91 X10000;  
N5 G02 Y10000 R10000;  
N6 G03 X-10000 I-5000 J-5000;  
N7 G01 Y-10000;  
N8 G69 G90 X-5000 Y-5000 M02;
```

当在N3程序段中指令增量值时的刀具轨迹
(在括号中)

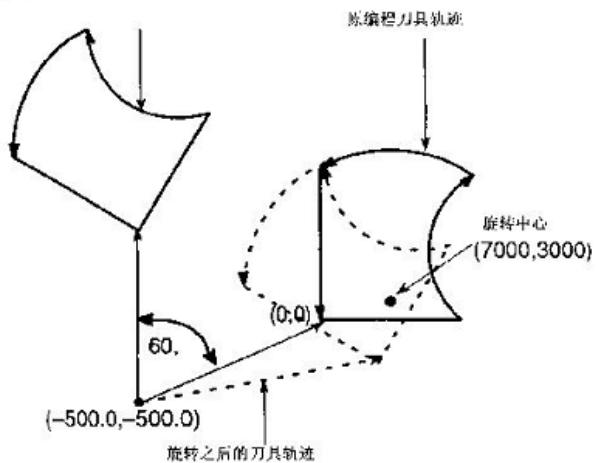


图 7: 旋转

编程: ROT RPL=_ 可编程旋转, 删除以前的偏移, 旋转, 比例系数和镜像指令。

AROT RPL=_; 可编程旋转, 附加于当前的指令

ROT 没有设定值: 删除以前的偏移, 旋转, 比例系数和镜像
ROT/AROT 指令要求一个独立的程序段。

注意: 旋转中心始终在工件坐标系原点

工件坐标系原点可以通过 TRANS X_ Y_ 进行平移。

五、 加工实例

在数控机床上加工如图8所示的零件, 完成加工工艺及加工程序的编写: 参考程序:

```
1 02  
2 G54G17G40G49G90  
3 M3S500  
4 G43H1G1Z100.F2000;  
5 G1X40.Y40.  
6 Z5.0  
7 Z0F2000  
8 G68X0Y0R45.
```

教 案 纸

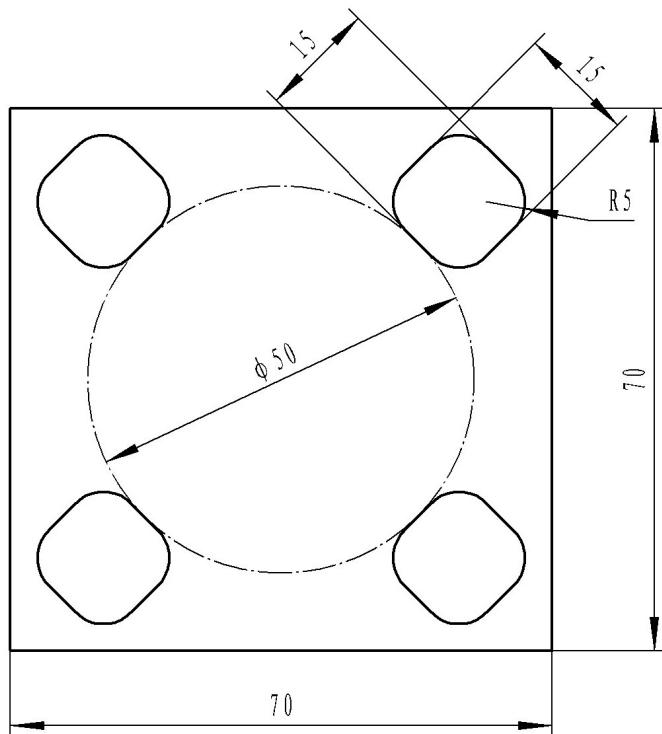


图 8: 坐标系旋转

9 M98P221
10 G69

IV 课堂小结

- 1、旋转可应用场合;
- 2、要素及原理;
- 3、Fanuc 旋转指令格式;
- 4、Siemens 旋转指令格式;
- 5、编程实例。

V 布置作业

- 1、综合习题一。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 8	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	坐标系旋转 2	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上的坐标系旋转指令；
2、掌握 Siemens 上的坐标系旋转指令；
3、会使用旋转指令编程。

教学重点： 1、Fanuc 上的坐标系旋转指令；
2、Siemens 上的坐标系旋转指令。

教学难点： 1、使用旋转指令编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 4 月 18 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 8 坐标系旋转 2

I 组织教学

- 1、集中学生注意力；
- 2、清查学生人数；
- 3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

- 1、几种坐标系；
- 2、Fanuc 上的局部坐标系；
- 3、Siemens 上的局部坐标系；
- 4、应用实例；

III 教学内容及过程

一、 旋转可用于以下几种情况

- 编程轮廓与工件安装面成一定角度。
- 有多个旋转的相同轮廓。
- 同一轮廓上有多个旋转的要素。
- 其它简化程序的地方。

二、 要素及原理

1、 旋转指令的要素

- 旋转平面
- 旋转中心
- 旋转角度

2、 原理

在 CNC 内部对目标点进行转换 (我们不用管它)

$$X' = X * \cos A + Y * \sin A$$

$$Y' = Y * \cos A - X * \sin A$$

上图中的 A 为-45 度(即从 $X - - - - X'$ 的方向)

教 案 纸

三、 Fanuc 指令格式

G17

G18 G68 $\alpha_{_}$ $\beta_{_}$ R_ ; 坐标系旋转开始

G19

: 坐标系旋转模式

: (坐标系被旋转)

G69; 坐标系旋转取消模式

说明:

G17(G18 或 G19): 选择包含有被旋转图形的平面

$\alpha_{\beta}_{_}$: 对应当前平面指令 (G17,G18 或 G19) 中的两个轴的绝对指令。

此指令指定了 G68 后面指定旋转中心的坐标。

R_ : 正值为逆时针方向的角度位移。参数 5400Bit0 指定角度位移是绝对值位移或者由 G 码 (G90 或 G91) 来决定绝对值或相对值。

最小输入增量: 0.001 度

有效数据范围: -360.000 360.000

注意事项:

A、 $\alpha_{\beta}_{_}$ 省略时, 默认的旋转中心为刀具当前位置。

B、程序的开头要加上 G69 安全注销指令。

C、在坐标系旋转后, 执行刀具半径补偿、刀具长度补偿、刀具偏置和其它补偿等, 要在坐标系旋转取消前取消补偿。

D、在坐标系旋转中, 不得执行与坐标系有关的指令。如: G27、G28、G29、G30, G52-G59。

E、坐标系旋转取消 (G69) 后的第一个指令必须用绝对值编程。用增量值则不能正确的执行。

F、坐标系 G68 后的第一个指令应用绝对值编程, 用增量值编程, 则会以刀具当前为中心进行第二次旋转, 如图9所示:

G、有多个旋转时, 旋转中的终点应与下一个旋转的启点重合。或者另外增加路径定位。

四、 Siemens 指令格式

功能: 在当前的平面 G17 或 G18 或 G19 中执行旋转, 值为 RPL=_ , 单位为度。

教 案 纸

```
N1 G92 X-5000 Y-5000 G69 G17;  
N2 G68 X7000 Y3000 R60000;  
N3 G90 G01 X0 Y0 F200;  
    (G91 X5000 Y5000)  
N4 G91 X10000;  
N5 G02 Y10000 R10000;  
N6 G03 X-10000 I-5000 J-5000;  
N7 G01 Y-10000;  
N8 G69 G90 X-5000 Y-5000 M02;
```

当在N3程序段中指令增量值时的刀具轨迹
(在括号中)

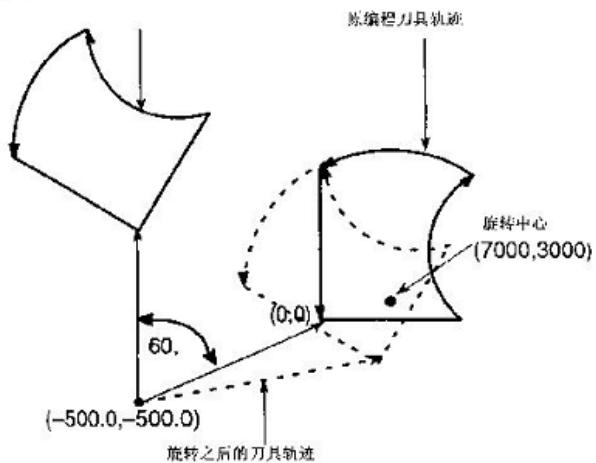


图 9: 旋转 5

编程: ROT RPL=_ 可编程旋转, 删除以前的偏移, 旋转, 比例系数和镜像指令。

AROT RPL=_; 可编程旋转, 附加于当前的指令

ROT 没有设定值: 删除以前的偏移, 旋转, 比例系数和镜像
ROT/AROT 指令要求一个独立的程序段。

注意: 旋转中心始终在工件坐标系原点

工件坐标系原点可以通过 TRANS X_ Y_ 进行平移。

五、 加工实例

在数控机床上加工如图10所示的零件, 完成加工工艺及加工程序的编写: 参考程序:

```
1 02  
2 G54G17G40G49G90  
3 M3S500  
4 G43H1G1Z100.F2000;  
5 G1X40.Y40.  
6 Z5.0  
7 Z0F2000  
8 G68X0Y0R45.
```

教 案 纸

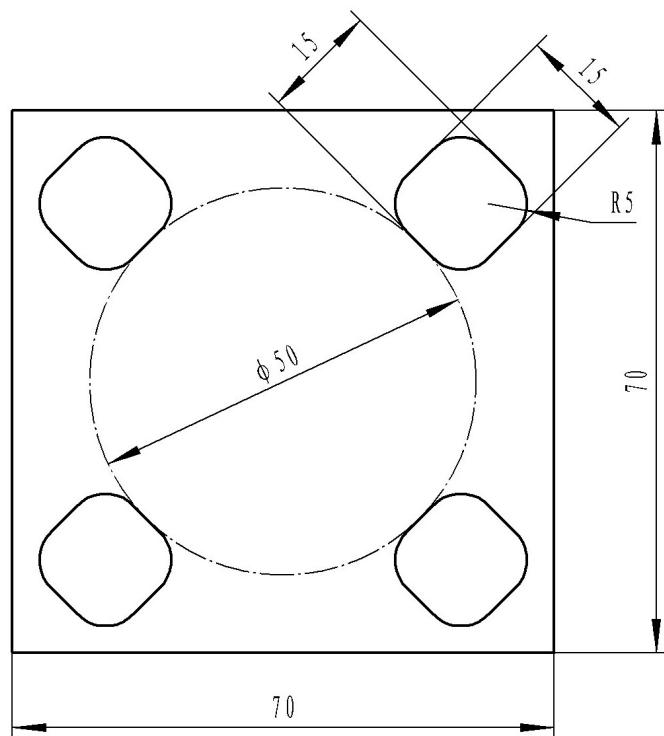


图 10: 坐标系旋转 3

9 M98P221
10 G69

IV 课堂小结

- 1、旋转可应用场合;
- 2、要素及原理;
- 3、Fanuc 旋转指令格式;
- 4、Siemens 旋转指令格式;
- 5、编程实例。

V 布置作业

- 1、综合习题一。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 9	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	极坐标指令	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上极坐标指令的使用；
2、掌握 Siemens 上极坐标指令的使用；
3、灵活使用极坐标指令进行编程；
4、掌握加工工艺的分析。

教学重点： 1、极坐标知识和其指令的使用；
2、对加工轮廓进行处理后再编程。

教学难点： 1、加工轮廓进行处理后再编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班

教学后记：

教 案 纸

理论 9 极坐标指令

I 组织教学

1、集中学生注意力；

2、清查学生人数；

3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

1、旋转可应用场合；

2、要素及原理；

3、Fanuc 旋转指令格式；

4、Sienes 旋转指令格式；

5、编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工轮廓的处理

加工轮廓的处理(改路径, 延长)

1、 把加工轮廓进行拆分

A、两个直槽：

标点的坐标, 直角坐标(开放的)

B、小圆弧槽：

标点的坐标, 使用极坐标

C、腰形槽：

标点的坐标, 极坐标

D、扇形台阶

标点的坐标, 极坐标

起点与终点不重合

编程时的处理

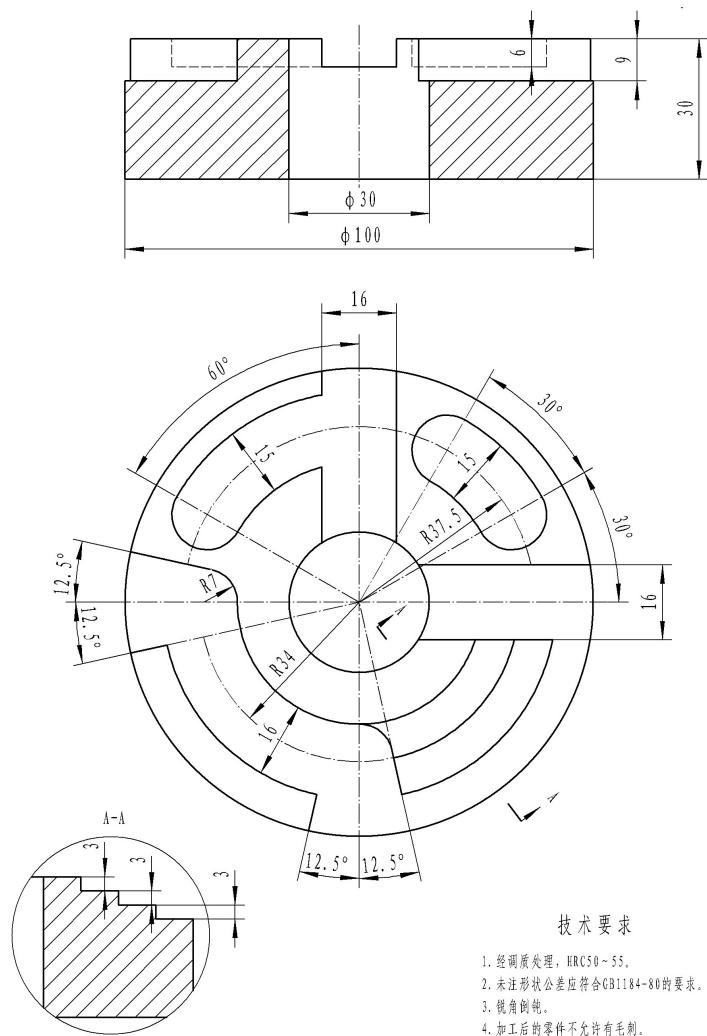
E、带翅膀的圆弧槽。

2、 极坐标与直角坐标的互换

$$X = P * \cos A$$

$$Y = P * \sin A$$

教 案 纸



技术要求

1. 经调质处理, HRC50~55。
2. 未注形状公差应符合GB1184-80的要求。
3. 锐角倒钝。
4. 加工后的零件不允许有毛刺。

图 11: 极坐标实例

教 案 纸

$$P = X2 + Y2$$

$$A = a \operatorname{ctan} Y/X$$

二、 极坐标

1、 Fanuc 上的极坐标

指令格式: G__ G__ G16; 启动极坐标指令(极坐标方式)

G IP__; 极坐标指令

:

G15; 取消极坐标

说明: G__ 极坐标指令的平面选择(G17、G18、G19)

G G90 指定工件坐标系的零点作为极坐标系原点,
G91 指定当前位置作为极坐标系的原点。

IP__ 指定极坐标系选择平面的轴地址及其值。

第 1 轴: 极坐标半径

第 2 轴: 极坐标角度

用 G90 指定半径, 极点设在工件坐标系原点。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角

用 G91 指定半径, 极点设在刀具当前位置。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角。

限制: A、在极坐标方式中, 对圆弧插补或螺旋线插补(G02, G03)

用 R 指定半径。

在极坐标方式中, 不能用以下指令:

G4、G10、G52、G92、G53、G68、G51

在极坐标方式中不能倒角和倒圆

2、 Siemens 上的极坐标

极坐标, 极点定义: G110, G111, G112

A、在直角坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 X__ Y__ Z__

B、在极坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 AP = __ RP = __

说明:

G110: 相对于刀具最近到达的点(刀具当前位置)定义极点

G111: 相对于当前工件坐标系定义极点

教 案 纸

● 比较分析讲解	<p>G112: 相对于上一个有效极点定义极点 在极坐标系中使用极坐标</p> <p>A、G0 AP = __ RP=__ B、G1 AP=__ RP=__ C、G2 AP = __ RP=__ D、G3 AP = __ RP=__ 说明: AP = __: 极角, 极点和目标点之间连线与角度参考方向之间的夹角(第一次角度参考方向线中一条), 取值范围 $\pm (0-360)$, 当用绝对坐标编程时, 角度为相对于加工平面的水平轴方向, 当用相对坐标编程时, 上一个被编程角度作为参考位置。极角一直保持到新的极角被定义或工件坐标系被改变。 RP = __: 极半径, 极点和目标点之间的距离, 极半径一保持到新的极半径被定义。 所有与极坐标有关的输入必须在单个程序段内编程。用极坐标所定义的位置都可以用 G0 G1 G2 G3 去移动, 极坐系在由 G17/G18/G19 所定义的加工平面内都有效。如果没有极坐标在使用, 有效的工件坐标系的原点有用,</p> <p>三、 加工工序</p> <p>A、铣上表面 B、铣 $\phi 30$ 通孔(也可钻、扩、镗) C、铣直槽和圆弧 ……由学生自己分析。</p> <p>IV 课堂小结</p> <p>1、加工轮廓的处理; 2、极坐标; 3、加工工序。</p> <p>V 布置作业</p> <p>1、自选一零件图, 写出其工艺与程序。</p>
----------	--

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 10	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	极坐标指令	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上极坐标指令的使用；
2、掌握 Siemens 上极坐标指令的使用；
3、灵活使用极坐标指令进行编程；
4、掌握加工工艺的分析。

教学重点： 1、极坐标知识和其指令的使用；
2、对加工轮廓进行处理后再编程。

教学难点： 1、加工轮廓进行处理后再编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 4 月 25 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 10 极坐标指令

I 组织教学

1、集中学生注意力；

2、清查学生人数；

3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

1、旋转可应用场合；

2、要素及原理；

3、Fanuc 旋转指令格式；

4、Sienes 旋转指令格式；

5、编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工轮廓的处理

加工轮廓的处理(改路径, 延长)

1、 把加工轮廓进行拆分

A、两个直槽：

标点的坐标, 直角坐标(开放的)

B、小圆弧槽：

标点的坐标, 使用极坐标

C、腰形槽：

标点的坐标, 极坐标

D、扇形台阶

标点的坐标, 极坐标

起点与终点不重合

编程时的处理

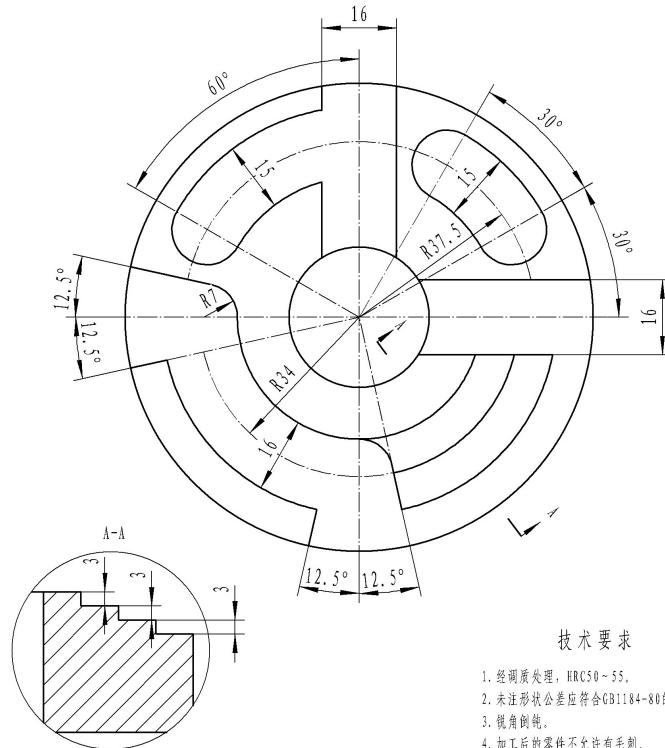
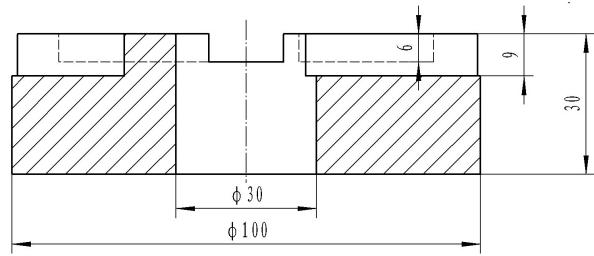
E、带翅膀的圆弧槽。

2、 极坐标与直角坐标的互换

$$X = P * \cos A$$

$$Y = P * \sin A$$

教 案 纸



技术要求

1. 经调质处理，HRC50~55。
2. 未注形状公差应符合GB1184-80的要求。
3. 锐角倒钝。
4. 加工后的零件不允许有毛刺。

图 12: 极坐标实例

教 案 纸

$$P = X2 + Y2$$

$$A = a \operatorname{ctan} Y/X$$

二、 极坐标

1、 Fanuc 上的极坐标

指令格式: G__ G__ G16; 启动极坐标指令(极坐标方式)

G IP__; 极坐标指令

:

G15; 取消极坐标

说明: G__ 极坐标指令的平面选择(G17、G18、G19)

G G90 指定工件坐标系的零点作为极坐标系原点,
G91 指定当前位置作为极坐标系的原点。

IP__ 指定极坐标系选择平面的轴地址及其值。

第 1 轴: 极坐标半径

第 2 轴: 极坐标角度

用 G90 指定半径, 极点设在工件坐标系原点。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角

用 G91 指定半径, 极点设在刀具当前位置。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角。

限制: A、在极坐标方式中, 对圆弧插补或螺旋线插补(G02, G03)

用 R 指定半径。

在极坐标方式中, 不能用以下指令:

G4、G10、G52、G92、G53、G68、G51

在极坐标方式中不能倒角和倒圆

2、 Siemens 上的极坐标

极坐标, 极点定义: G110, G111, G112

A、在直角坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 X__ Y__ Z__

B、在极坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 AP = __ RP = __

说明:

G110: 相对于刀具最近到达的点(刀具当前位置)定义极点

G111: 相对于当前工件坐标系定义极点

教 案 纸

<p>● 比较分析讲解</p>	<p>G112: 相对于上一个有效极点定义极点 在极坐标系中使用极坐标 A、G0 AP = __ RP=__ B、G1 AP=__ RP=__ C、G2 AP = __ RP=__ D、G3 AP = __ RP=__ 说明: AP = __: 极角, 极点和目标点之间连线与角度参考方向之间的夹角(第一次角度参考方向线中一条), 取值范围 $\pm (0-360)$, 当用绝对坐标编程时, 角度为相对于加工平面的水平轴方向, 当用相对坐标编程时, 上一个被编程角度作为参考位置。极角一直保持到新的极角被定义或工件坐标系被改变。 RP = __: 极半径, 极点和目标点之间的距离, 极半径一保持到新的极半径被定义。 所有与极坐标有关的输入必须在单个程序段内编程。用极坐标所定义的位置都可以用 G0 G1 G2 G3 去移动, 极坐系在由 G17/G18/G19 所定义的加工平面内都有效。如果没有极坐标在使用, 有效的工件坐标系的原点有用,</p> <p>三、 加工工序</p> <p>A、铣上表面 B、铣 $\phi 30$ 通孔(也可钻、扩、镗) C、铣直槽和圆弧 ……由学生自己分析。</p> <p>IV 课堂小结</p> <p>1、加工轮廓的处理; 2、极坐标; 3、加工工序。</p> <p>V 布置作业</p> <p>1、自选一零件图, 写出其工艺与程序。</p>
-----------------	--

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 11	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	极坐标指令	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上极坐标指令的使用；
2、掌握 Siemens 上极坐标指令的使用；
3、灵活使用极坐标指令进行编程；
4、掌握加工工艺的分析。

教学重点： 1、极坐标知识和其指令的使用；
2、对加工轮廓进行处理后再编程。

教学难点： 1、加工轮廓进行处理后再编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 5 月 9 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 11 极坐标指令

I 组织教学

1、集中学生注意力；

2、清查学生人数；

3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

1、旋转可应用场合；

2、要素及原理；

3、Fanuc 旋转指令格式；

4、Sienes 旋转指令格式；

5、编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工轮廓的处理

加工轮廓的处理(改路径, 延长)

1、 把加工轮廓进行拆分

A、两个直槽：

标点的坐标, 直角坐标(开放的)

B、小圆弧槽：

标点的坐标, 使用极坐标

C、腰形槽：

标点的坐标, 极坐标

D、扇形台阶

标点的坐标, 极坐标

起点与终点不重合

编程时的处理

E、带翅膀的圆弧槽。

2、 极坐标与直角坐标的互换

$$X = P * \cos A$$

$$Y = P * \sin A$$

教 案 纸

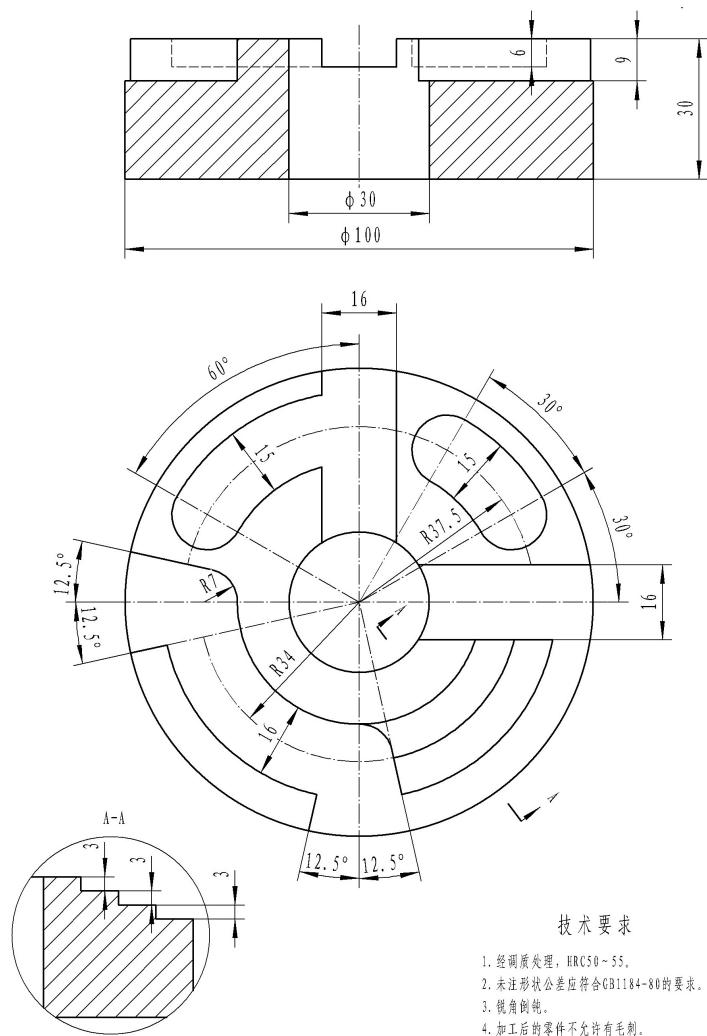


图 13: 极坐标实例

教 案 纸

$$P = X2 + Y2$$

$$A = a \operatorname{ctan} Y/X$$

二、 极坐标

1、 Fanuc 上的极坐标

指令格式: G__ G__ G16; 启动极坐标指令(极坐标方式)

G IP__; 极坐标指令

:

G15; 取消极坐标

说明: G__ 极坐标指令的平面选择(G17、G18、G19)

G G90 指定工件坐标系的零点作为极坐标系原点,
G91 指定当前位置作为极坐标系的原点。

IP__ 指定极坐标系选择平面的轴地址及其值。

第 1 轴: 极坐标半径

第 2 轴: 极坐标角度

用 G90 指定半径, 极点设在工件坐标系原点。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角

用 G91 指定半径, 极点设在刀具当前位置。

如再用 G90 指定角度, 角度是与 X 轴的夹角

如再用 G91 指定角度, 角度是与当前位置的夹角。

限制: A、在极坐标方式中, 对圆弧插补或螺旋线插补(G02, G03)

用 R 指定半径。

在极坐标方式中, 不能用以下指令:

G4、G10、G52、G92、G53、G68、G51

在极坐标方式中不能倒角和倒圆

2、 Siemens 上的极坐标

极坐标, 极点定义: G110, G111, G112

A、在直角坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 X__ Y__ Z__

B、在极坐标系中定义极点:

G110/G111/G112 AP = __ RP = __

说明:

G110: 相对于刀具最近到达的点(刀具当前位置)定义极点

G111: 相对于当前工件坐标系定义极点

教 案 纸

<p>● 比较分析讲 解</p>	<p>G112: 相对于上一个有效极点定义极点 在极坐标系中使用极坐标 A、G0 AP = __ RP=__ B、G1 AP=__ RP=__ C、G2 AP = __ RP=__ D、G3 AP = __ RP=__ 说明: AP = __: 极角, 极点和目标点之间连线与角度参考方向之间的夹角(第一次角度参考方向线中一条), 取值范围 $\pm (0-360)$, 当用绝对坐标编程时, 角度为相对于加工平面的水平轴方向, 当用相对坐标编程时, 上一个被编程角度作为参考位置。极角一直保持到新的极角被定义或工件坐标系被改变。 RP = __: 极半径, 极点和目标点之间的距离, 极半径一保持到新的极半径被定义。 所有与极坐标有关的输入必须在单个程序段内编程。用极坐标所定义的位置都可以用 G0 G1 G2 G3 去移动, 极坐系在由 G17/G18/G19 所定义的加工平面内都有效。如果没有极坐标在使用, 有效的工件坐标系的原点有用,</p> <p>三、 加工工序 A、铣上表面 B、铣 $\phi 30$ 通孔(也可钻、扩、镗) C、铣直槽和圆弧 ……由学生自己分析。</p> <p>IV 课堂小结 1、加工轮廓的处理; 2、极坐标; 3、加工工序。</p> <p>V 布置作业 1、自选一零件图, 写出其工艺与程序。</p>
----------------------	--

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 12	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	孔系变量编程	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握孔系的宏程序加工方法；
2、掌握孔系的编程思路；
3、掌握循环嵌套的使用；
4、分清 Fanuc 与 Siemens 的指令格式。

教学重点： 1、孔系的宏程序；
2、孔系的编程思路。

教学难点： 1、孔系的编程思路。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 5 月 16 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 12 孔系变量编程

I 组织教学

- 1、集中学生注意力;
- 2、清查学生人数;
- 3、维持课堂纪律;

II 复习导入及主要内容

- 1、加工轮廓的处理;
- 2、极坐标;
- 3、加工工序。

III 教学内容及过程

一、在 Fanuc 上用 G91+K 来实现孔系加工

```
1 O0001
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G1Z30.F2000
5 X0Y0
6 G99G81X20.Y20.Z-20.R5.F80 K6
7 G1Z30.F2000
8 M5
9 M30
```

二、宏程序来实现

```
1 #24= 圆周圆心的X坐标绝对值
2 #25= 圆周圆心的Y坐标绝对值
3 #26= 孔深Z坐标绝对值
4 #18= 快速趋近点R坐标
5 #9= 切削进给速度F
6 #4= 圆半径1
7 #1= 第一孔的角度
8 #2= 增量角B
9 #11= 孔数H
10 G54G17G40G49G90
11 M3S800
12 G52 X#24 Y#25
13 G1 Z30.F2000
14 #8=1
15 WHILE[#8LE#11] DO1
16 #5=#4*COS[#1+[#8-1]*#2]
17 #5=#4*SIN[#1+[#8-1]*#2]
18 G99G81X#5Y#6Z#26R#18F#9
19 #8=#8+1
```

教 案 纸

```
20 END1;  
21 G1Z30.F2000  
22 G52 X0 Y0  
23 M5  
24 M30
```

三、 方形阵列孔加工

```
1 #1= 矩阵孔群横向中心连线与X轴的夹角  
2 #2= 矩阵孔群横向中心与纵向中心连线角度  
3 #3= 矩阵横向孔中心距  
4 #4= 矩阵纵向孔中心距  
5 #5= 矩阵横向孔数  
6 #6= 矩阵纵向孔数  
7 #9= 切削进给速度 Feed  
8 #18= 固定循环中快速走近R点Z坐标  
9 #24= 圆心X坐标  
10 #25= 圆心Y坐标  
11 #26= 孔深  
12 G54G17G40G49G90  
13 M3S500  
14 G1Z30.F2000  
15 G52 X#24 Y#25  
16 G68 X0 Y0 R#1  
17 #10=1  
18 WHILE[#10LE#6]DO1  
19 #11=1  
20 WHILE[#11LE#6]DO2  
21 IF [[#10AND1]EQ0] GOTO1  
22 #12=#3*[#11-1]+#4*COS[#2]*[#10-1]  
23 #13=#4*SIN[#2]*[#10-1]  
24 GOTO5  
25 N1 #12=#3*[#5-#11]+#4*COS[#2]*[#10-1]  
26 #13=#4*SIN[#2]*[#10-1]  
27 N5 G99 G81 X#12 Y#13 Z#26 r#18 F#9  
28 #11=#11+1  
29 END2  
30 #10=#10+1  
31 END1  
32 G80G1Z30.F2000  
33 G69  
34 G52 X0 Y0  
35 M5  
36 M30
```

四、 圆形阵列孔加工

```
1 O0001  
2 #1=40  
3 #2=45  
4 #3=8  
5 #4=10  
6 #5=5
```

教 案 纸

```
7 S1000M3
8 G54G90 G1 X0 Y0 Z30
9 G16
10 #6=1
11 WHILE[#6LE#3]DO1
12 #7=1
13 WHILE[#7LE#5]DO2
14 #8=#1/2+[#7-1]*#4
15 #9=[#6-1]*#2
16 G99G81 X#8 Y#9 Z-6 R1 F80
17 #7=#7+1
18 END2
19 #6=#6+1
20 END1
21 G80G1Z30.F2000
22 G15
23 M5
24 M30
```

五、混合孔的加工

略

IV 课堂小结

- 1、在 Fanuc 上用 G91+K 来实现孔系加工；
- 2、宏程序来实现；
- 3、方形阵列孔加工；
- 4、圆形阵列孔加工；
- 5、混合孔的加工。

V 布置作业

- 1、写出上面的程序；
- 2、从习题集上选做一个。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 13	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	变量周边倒圆角	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握简单零件的倒圆；
2、掌握相关数学处理；
3、掌握循环的几个特点；
4、掌握简单零件的倒角。

教学重点： 1、掌握简单零件的倒圆；
2、掌握简单零件的倒角。

教学难点： 1、相关数学处理。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 5 月 23 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 13 变量周边倒圆角

I 组织教学

1、集中学生注意力；

2、清查学生人数；

3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

1、加工轮廓的处理；

2、极坐标；

3、加工工序。

III 教学内容及过程

一、简单零件的倒角

如图??所示：参考程序：

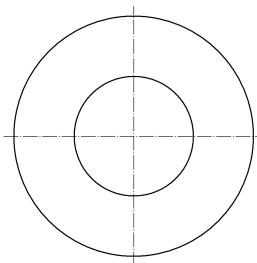
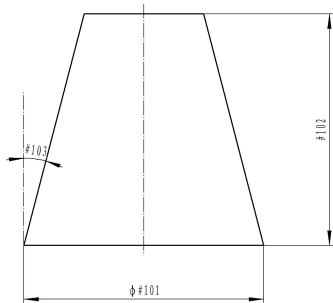


图 14：圆锥

1	O0001
2	#101=50
3	#102=20
4	#103=15
5	#104=8
6	#105=0.1

教 案 纸

```
7 G54G17G40G49G90
8 M3S500
9 G1Z30.F2000
10 X-[#101/2+#104]Y0
11 Z5.0
12 Z-#102F200
13 #120=#102
14 WHILE[#120 GT 0]DO1
15 #120=#120-#105
16 G1Z-#120
17 #121=#101/2-[#102-#120]*TAN[#103]
18 X-[#121+#104] Y0
19 G2 I[#121+#104]
20 END1
21 G1 Z30.F2000
22 M5
23 M30
```

二、写出如图15所示零件的宏程序

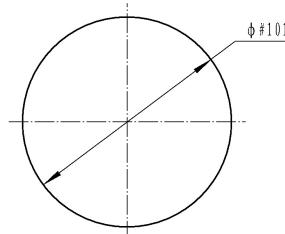
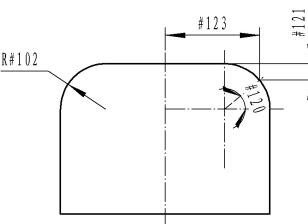


图 15: 圆角

刀具半径: #103

加工精度: #104

Z 向分层 (用角度控制)

初始值: #120=0

终止值: 90

#121=#102-#102*sin[#120]

#122=#101/2- [#102-#102*cos[#120]]

参考程序:

教 案 纸

```
1 O0001
2 #101—#104
3 G54G17G40G49G90
4 M3S500
5 G1Z30.F2000
6 X-[#101/2+#103+1]Y0
7 Z5.0
8 Z-#102F200
9 #120=0
10 WHILE[#120LT90]DO1
11 #120=#120+#104
12 #121=#102-#102*sin[#120]
13 G1Z-#121
14 #122=#101/2-[#102-#102*cos[#120]]
15 G1X-[#122+#103]Y0
16 G2I[#122+#103]
17 END1
18 G1Z30.F2000
19 M5
20 M30
```

三、写出如图16所示零件的宏程序

：刀具:#105

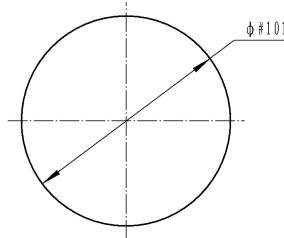
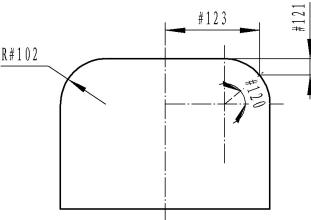


图 16: 圆角: 圆锥

加工精度: #106

角度精度: #107

斜度:

Z 向分层: 用长度控制

教 案 纸

初始值: #121=#102
终止值为: #102-#131
 $\#131=\#102-\#103+\#103*\text{SIN}[\#104]$
 $\#122=\#101-[\#102-\#121]*\text{TAN}[\#121]$
圆角:
Z 向分层: 用角度控制
初始值: #120=#104
终止值: 90
 $\#121=\#103-\#103*\text{sin}[\#120]$
 $\#122=\#132+\#103*\text{cos}[\#120]$
 $\#132=\#103-\#131*\text{tan}[\#103]-\#102*\text{cos}[\#103]$
参考程序:

```
1 O0001
2 #101——#107
3 G54G17G40G49G90
4 M3S500
5 G1Z30.F2000
6 X-[#101+#105+2] Y0
7 Z5.0
8 Z-#102F200
9 #121=#102
10 #131=#102-#103+\#103*SIN[#104]
11 WHILE[#121GT#131]DO1
12 #121=#121-#106
13 IF[#121LT#131]THEN#121=#131
14 G1Z-#121
15 #122=#101-[#102-#121]*TAN[#121]
16 X-[#122+#105]Y0
17 G2I[#122+#105]
18 END1
19 #132=#103-#131*tan[#103]-#102*cos[#103]
20 #120=#104
21 WHILE[#120LT90]DO1
22 #120=#120+#107
23 IF[#120GT90]THEN#120=90
24 #121=#103-#103*SIN[#120]
25 #122=#132+\#103*COS[#120]
26 G1Z-#121
27 X-[#122+#105]Y0
28 G2I[#122+#105]
29 END1
30 G1Z30.F2000
31 M5
32 M30
```

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、简单零件的倒角;
- 2、宏程序实例 1;
- 3、宏程序实例 2。

V 布置作业

- 1、写出上面的程序;
- 2、从习题集上选做一个。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 14	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	自动编程	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、程序的传输；
2、程序的 dnc 加工；
3、自动编程刀路。

教学重点： 1、程序的传输；
2、自动编程刀路。

教学难点： 1、自动编程刀路。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 5 月 30 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 14 自动编程

I 组织教学

- 1、集中学生注意力;
- 2、清查学生人数;
- 3、维持课堂纪律;

II 复习导入及主要内容

- 1、简单零件的倒角;
- 2、宏程序实例 1;
- 3、宏程序实例 2。

III 教学内容及过程

一、数据线的接法

RS232 通讯电缆

RS-232 是美国电子工业联盟(EIA)制定的串行数据通信的接口标准,全称是 EIA-RS-232(简称 232,RS232)。它被广泛用于计算机串行接口外设连接。

RS-232C 标准(协议),232 是标识号,C 代表 RS232 的最新一次修改(1969 年),在这之前,还有 RS232B、RS232A

FANUC 机床 25PIN 电脑 9PIN

Tx(02) ----->----- Rx(02)

Rx(03) -----<----- Tx(03)

GND(07) ----- GND(05)

RTS(04)-CD(08)--->--- CD(01)-CTS(08)

CTS(05) -----<----- DTR(04)

DSR(06)<-DTR(20)--->--- DSR(06)

屏蔽 ----- 屏蔽

简化:(不能硬握手)

Tx(02) ----->----- Rx(02)

Rx(03) -----<----- Tx(03)

GND(07) ----- GND(05)

教 案 纸

	<p>CD(08)-DSR(6)<-DTR(20) CD(1)DTR(4)->DSR(6) RTS(4)->CTS(5) RTS(7)->CTS(8)</p> <p>屏蔽 ----- 屏蔽</p> <p>Siemens 9PIN 电脑 9PIN (只能使用硬握手)</p> <p>Rx(02)---<---Tx(03)</p> <p>Tx(03)--->---Rx(02)</p> <p>DTR(04)--->---DSR(06)</p> <p>GND(05)-----GND(05)</p> <p>DSR(06)---<---DTR(04)</p> <p>RTS(07)--->---CTS(08)</p> <p>CTS(08)---<---RTS(07)</p> <p>Siemens 25PIN 电脑 9PIN (只能使用硬握手)</p> <p>Rx(02)---<---Tx(03)</p> <p>Tx(03)--->---Rx(02)</p> <p>DTR(06)--->---DSR(06)</p> <p>GND(07)-----GND(05)</p> <p>DSR(20)---<---DTR(04)</p> <p>RTS(05)--->---CTS(08)</p> <p>CTS(04)---<---RTS(07)</p> <p>其中：</p> <p>Tx 发送数据(发) Rx 接受数据(收)</p> <p>DTR 数据终端准备(发) DSR 数据准备好(收)</p> <p>RTS 请求发送 CTS 清除发送</p> <p>CD 数据载波检测</p> <p>Tx、DTR 和 RTS 信号是由数据终端设备(DTE)产生的, Rx、DSR、CTS、DCD 信号是由数据通信设备(DCE)产生的。</p> <p>DCE(如打印机)---DTE(如服务器)</p> <p>连接两个 DTE 设备需要一个虚拟调制解调器来充当 DCE, 需交换相应的信号(TD-RD, DTR-DSR, and RTS-CTS), 就是上面的接法。</p>
--	---

教 案 纸

握手是在通信电路建立之后，信息传输开始之前。握手用于达成参数，如信息传输率，字母表，奇偶校验，中断过程，和其他协议特性。

软件握手 (XON/XOFF) ——握手通过交换的打印机与通过在传输服务器之间的控制代码来实现的并分别接收行。数据通讯设备的数据缓冲区满时它会发送通知服务器的打印处理器的 XOFF 暂停输出。当缓冲区可用空间的更多的数据时发送一个 XON 字符，并且服务器将继续发送到下一个 XOFF。XON/XOFF 可以工作于 3 线的接口

硬件握手 (RTS/CTS) ——使用信号电压级别的信号进行控制，要求数据终端就绪 (DTR) 针 20 在打印机清除发送 (CTS) 针 5 和在服务器上的数据集就绪 (DSR) 6 针连接上。当打印机数据缓冲区填充时，固定 20, DTR, 电压级别从更改高为低。这将指示服务器以停止发送数据。当缓冲区可用空间的更多的数据时 DTR 电压级别切换高，并在服务器继续发送到下一个 DTR 电压拉。

相关参数：

- 波特率 (又称鲍率): 是指从一设备发到另一设备的波特率，即每秒钟多少位元 bits per second (bit/s)。典型的波特率是 300, 1200, 2400, 9600, 115200, 19200 等 bit/s。一般通信两端设备都要设为相同的波特率，但有些设备也可以设置为自动检测波特率。

- 奇偶校验 (Parity): 是用来验证数据的正确性。奇偶校验一般不用，如果使用，那么既可以让奇校验 (Odd Parity) 也可以做偶校验 (Even Parity)。奇偶校验是通过修改每一发送字节 (也可以限制发送的字节) 来工作的。如果不作奇偶校验，那么数据是不会被改变的。在偶校验中，因为奇偶校验位会被相应的置 1 或 0 (一般是最高位或最低位)，所以数据会被改变以使得所有传送的数位 (含字符的各数位和校验位) 中“1”的个数为偶数；在奇校验中，所有传送的数位 (含字符的各数位和校验位) 中“1”的个数为奇数。奇偶校验可以用于接受方检查传输是否发生错误——如果某一字节中“1”的个数发生了错误，那么这个字节在传输中一定有错误发生。如果奇偶校验是正确的，那么要么没有发生错误要么发生了偶数个的错误。如果使用者选择资料长度为 8 位元，则因为没有多余的位元可被用来作为同位元，因此就叫做“无

教 案 纸

位元(Non Parity)”。

- 停止位: 是在每个字节传输之后发送的, 它用来帮助接受信号方硬件重同步, 即把同步讯号与资料混和之后, 使用同一条传输线来传输。比如资料 11001010 被传输时, 资料的前后就需加入 Start(Low) 以及 Stop(High) 等两个位元, Start 讯号固定为一个位元, 但 Stop 停止位元则可以是 1、1.5 或者是 2 位元。

二、 传输过程

设定好两边的参数:

Siemens 参数 Fanuc 参数

PC 参数

传输程序:

Fanuc:

Siemens

%_N_name_MPF 或%_N_name_SPF

;PATH=/_DIR_MPF

三、 DNC 在线加工

Fanuc 存储卡的使用

(一).CF 卡初期格式化步骤:

1 将 NC 的 I/O 频道设定为 4, 设定页面按【setting】进入, 如图17所示:

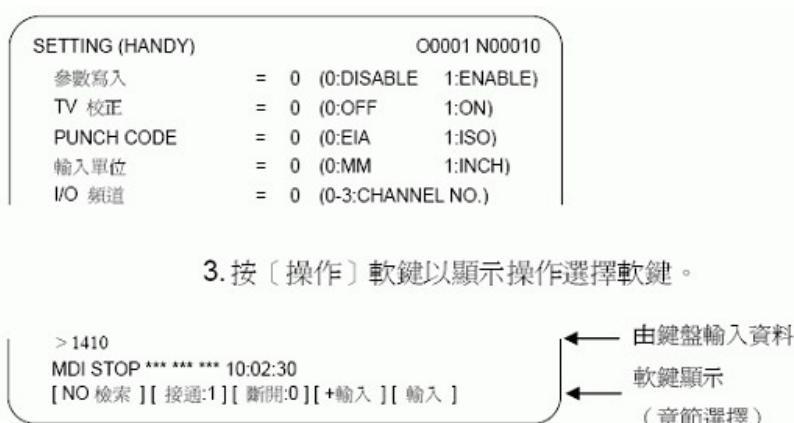


图 17: 频道设定

2 关闭 CNC 系统及机台总电源;

教 案 纸

3 打开机台电控箱, 将安装好的 PCMCIA 接口的 CF 卡插入到 FANUC 0i 主机的【CNMC】插槽, 安装时注意方向, 不可用力过猛; 如图18所示。

- (1)从存储卡的插入口按图的方向把存储卡轻轻插入。
- (2)存储卡上有插入导槽, 若方向反了, 不能插入。请不要搞错卡的上、下向。

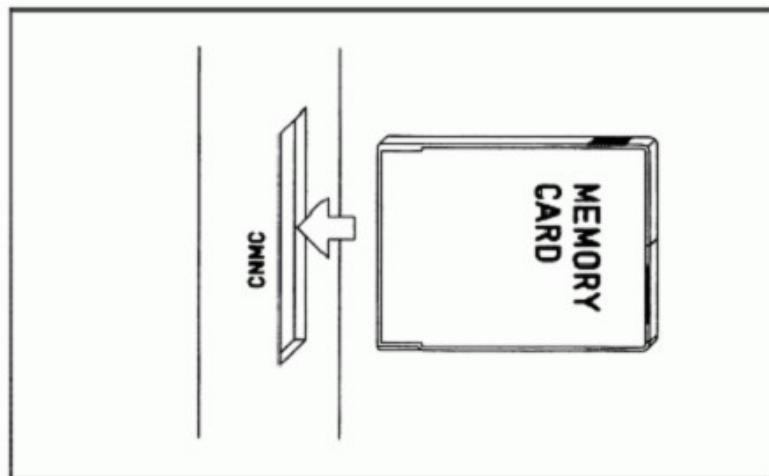


图 18: 插入 PCMCIA 卡

4 进入 NC 的 BOOT 界面, 方法为: 同时按住屏幕下方最右边的两个软建, 如图19所示:



图 19: 进入 BOOT 界面 1

同时开启 NC 电源, 直到出现如图20的画面:

格式化完成后, 退出 BOOT 界面, 重启系统, 退出步骤如图21所示:

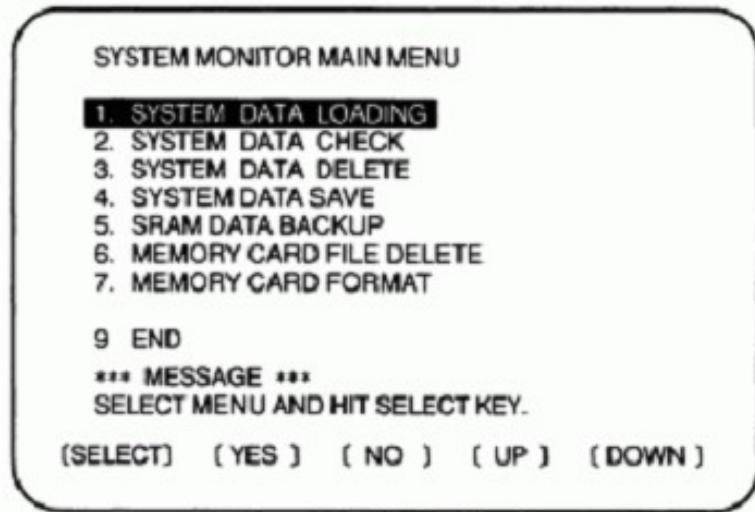
如果一切正常, 格式过的 CF 卡, 就可以在 FANUC0i 系统中使用了。如程式的存储, 备份, 调用等。

(二). PCMCIA 卡在 FANUC0i 系统上的使用

Oi-MB PCMCIA 读取程序操作步骤, 如图22所示。

将 NC 记忆体的资料拷贝到 (M-CARD) 的步骤, 如图23所示。

教 案 纸



MEMORY CARD FORMAT 功能

功能

可以进行存储卡的格式化。买了存储卡第1次使用时或电池没电了，存储卡的内容被破坏时，需要进行格式化。

操作步骤

①从 SYSTEM MONITOR MAIN MENU 中选择“7.MEMORY CARD FORMAT”。

②为了确认，显示以下信息。请按 (YES) 键。

*** MESSAGE ***
MEMORY CARD FORMAT OK ? HIT YES OR NO.

③格式化中显示如下信息。

*** MESSAGE ***
FORMATTING MEMORY CARD.

④正常结束时，显示以下信息。请按 (SELECT) 键。

*** MESSAGE ***
FORMAT COMPLETE. HIT SELECT KEY.

图 20: 进入 BOOT 界面 2

功能

结束引导系统，起动 CNC。

操作步骤

在 MAIN MENU 画面，若选择“10.END”，则显示“ARE YOU SURE? HIT YES OR NO.”。若结束引导系统，起动 CNC 时，请按软键 (YES)，否则按 (NO) 键，不结束。

*** MESSAGE ***
ARE YOU SURE ? HIT YES OR NO.
[SELECT][YES][NO][UP][DOWN]

图 21: 格式化

教 案 纸

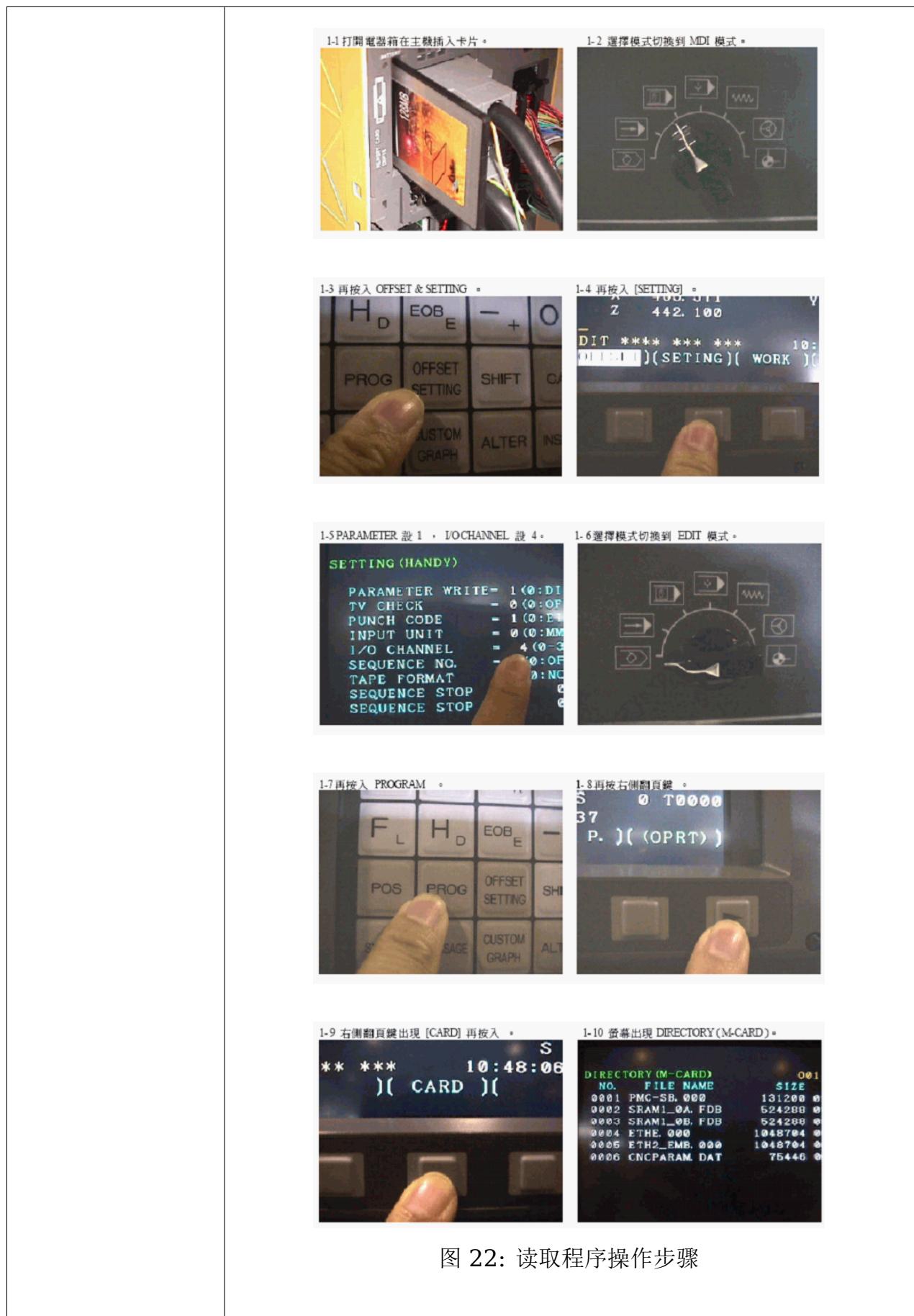


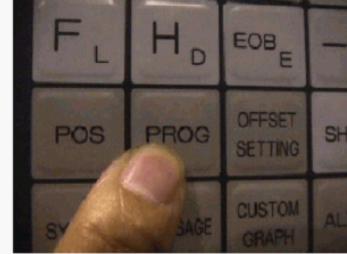
图 22: 读取程序操作步骤

教 案 纸

2-1 選擇模式切換到 EDIT 模式。



2-2 再按入 [PROGRAM]。



2-3 再按入 [DIR]。



2-4 選擇 Q0003 (ST) 檔案，轉到 (M-CARD)。



2-5 按入 [OPRT] 鍵。



2-6 再按右側翻頁鍵。



2-7 再按入 [PUNCH]。



2-8 再按入 [EXEC] 執行完成。



2-9 按入 PROGRAM。



2-10 按入 [OPRT] 鍵。



教 案 纸

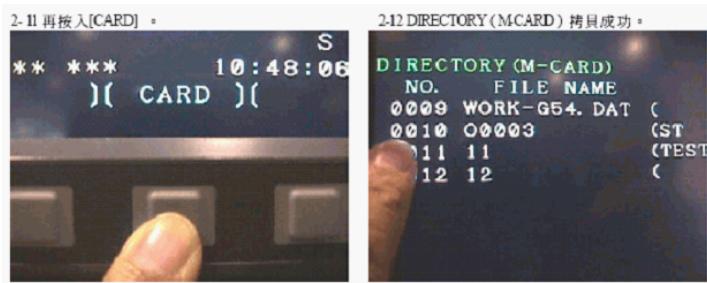


图 23: NC 到 M-CARD

将 (M-CARD) 资料拷贝到 NC 记忆体的步骤, 如图24所示。



M-CARD 程式删除步骤, 如图25所示。

选择 (M-CARD)DATA 执行, 如图26所示。

教 案 纸



图 24: M-CARD 到 NC

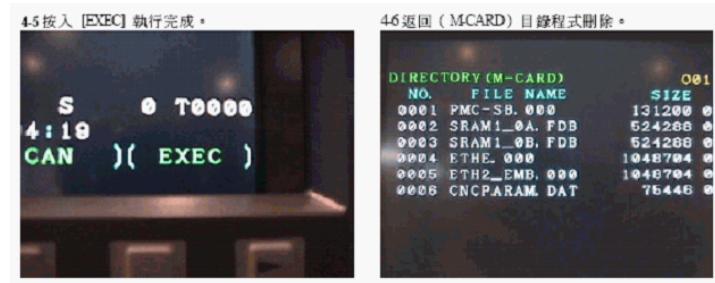
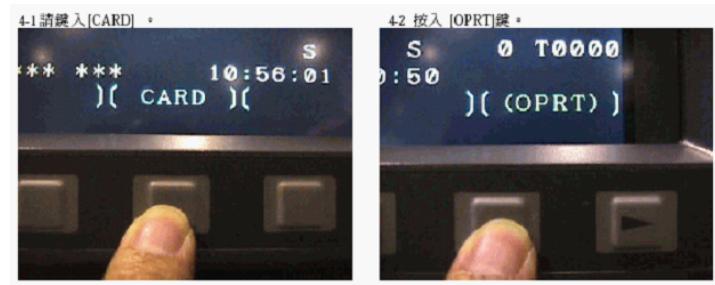


图 25: 程式删除

教 案 纸



图 26: M-CARD 执行

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、数据线的接法；
- 2、传输过程；
- 3、DNC 在线加工。

V 布置作业

- 1、写出上面的程序；
- 2、从习题集上选做一个。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 15	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	综合加工	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握二维图的绘制；
2、掌握挖槽加工参数的设置；
3、掌握孔加工参数的设置。

教学重点： 1、二维图的绘制；
2、挖槽加工参数的设置。

教学难点： 1、挖槽加工参数的设置。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 6 月 6 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 15 综合加工

I 组织教学

1、集中学生注意力；

2、清查学生人数；

3、维持课堂纪律；

II 复习导入及主要内容

1、数据线的接法；

2、传输过程；

3、DNC 在线加工。

III 教学内容及过程

一、绘制图形

如图27所示：(数铣的第四个课题图)

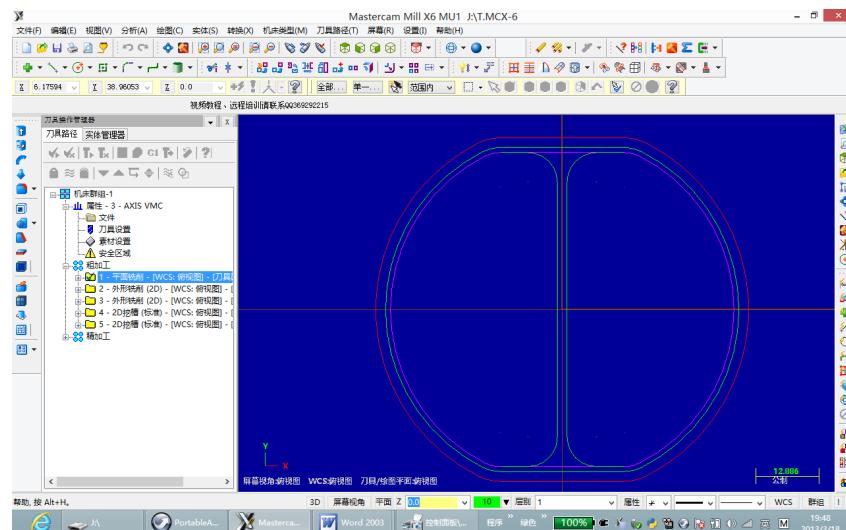


图 27: 二维图

绘图工具的使用

1、圆弧、圆

2、直线、垂直线、水平线的绘制(与 cad 不一样)

3、图形的修剪与延伸(分割物体、三个物体修剪、两个物体修剪、一个物体修剪、点修剪)延伸与打断

4、倒圆角(修剪与不修剪)

教 案 纸

5、单体补正、串联补正(注意补正的方向,最好标注一下)

6、尺寸的标注,(目的是进行检查)

7、图层的操作(显示与关闭、图素图层的更改)

二、面铣加工

如图28所示:

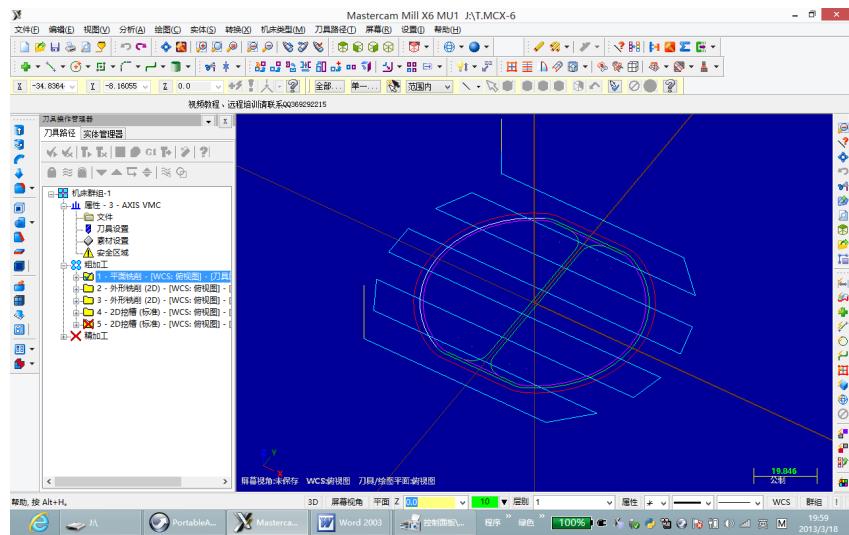


图 28: 面铣加工

1、机床的选择(三轴立式铣床)

2、机床参数的设定(刀具、毛坯等)

3、面铣操作

图素的选择

刀具的选择及参数的设定

刀具过滤器、刀具号、补偿号、切削用量等

切削参数:

加工方向:单向、双向、一刀式、动态

对刀位置:刀尖、中心

两切削间位移方式:

底面预留量:

参考高度、安全高度、进给下刀位置、工件表面、深度

三、外形加工

如图29所示:1、图素的选择

教 案 纸

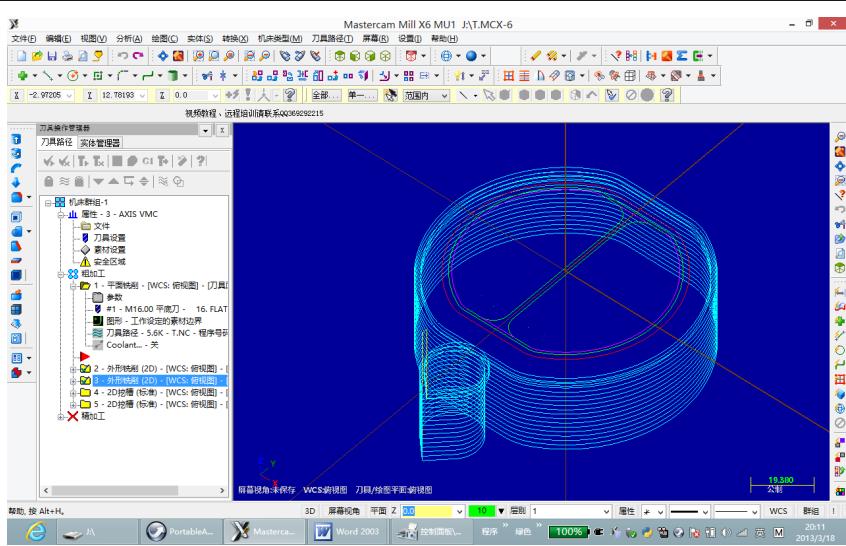


图 29: 外形加工

2 刀具的选择及参数的设定

刀具过滤器、刀具号、补偿号、切削用量等

3、切削参数:

补正方式

补正方向

刀具在转角处走圆角

外形切削方式

壁边预留量

底边预留量

4、参考高度、安全高度、进给下刀位置、工件表面、深度

5、Z 向分层加工

6、XY 向分层加工

7、切入切出的设定

8、切入切出点的设定

9、加工方向补偿方向的改变。

四、刀路的检查与模拟

1、二维图形模拟

刀具的显示

着色显示

教 案 纸

Z 向坐标显示

2、实体验证

如图30所示：

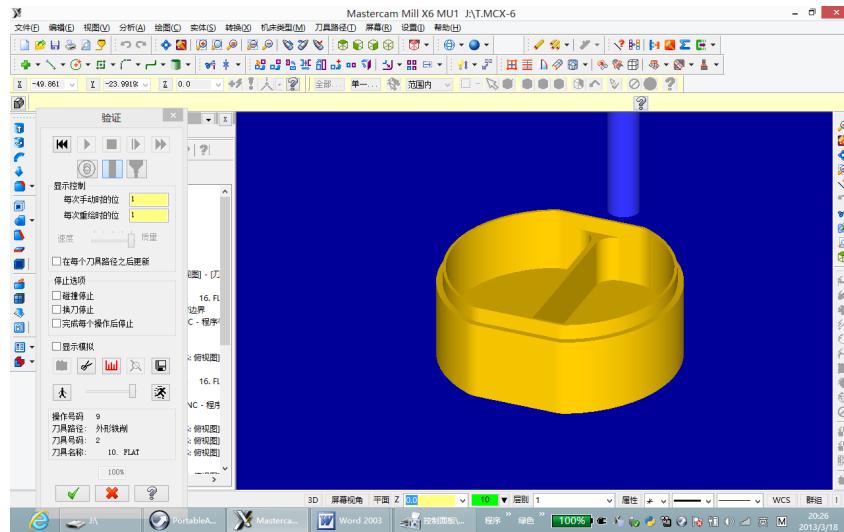


图 30：实体验证

五、应用、完成零件加工、后处理、生成加工程序

如图31所示：

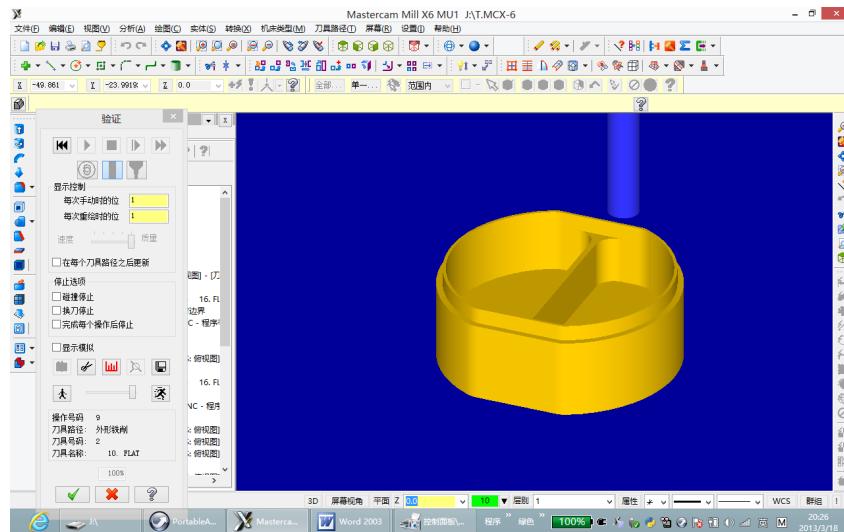


图 31：完成零件

六、其他图形的练习

自己练习

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、绘制图形；
- 2、面铣加工；
- 3、外形加工。

V 布置作业

- 1、自选图，完成简单零件的自动加工。

授课课时计划

课程章节 及 主 题	理论 16	授 课 教 师 <u>高老师</u> 签字
	复习	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、复习相关知识；
2、巩固相关知识。

教学重点： 1、复习相关知识；
2、巩固相关知识。

教学难点： 1、巩固相关知识。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教 材 和 参 考 书	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授 课 班 次 授 课 日 期	15 级中数班
	2017 年 6 月 6 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 16 复习

I 组织教学

- 1、集中学生注意力;
- 2、清查学生人数;
- 3、维持课堂纪律;

II 复习导入及主要内容

- 1、绘制图形;
- 2、面铣加工;
- 3、外形加工。

III 教学内容及过程

一、 小结

本学期教学工作上的总结,学生学习上的总结,学生作业完成上的总结,学生实习操作上的总结,学生实习报告上的总结,及总体评介,肯定其优点,并指出不足。

二、 期终考试相关知识

选择、判断、填空、问答、编程、作图、改错。

三、 复习基本指令

G 指令

G0 G1 G2 G3

G17 G18 G19

G9 G61 G62 G63 G64

G4

G20 G21

G40 G41 G42

G43 G44 G49

G90 G91

G98 G99

G81 G82 G83 G84 G85 G86 G87 G88 G89 G80 G73

G74 G76

教 案 纸

M 指令
M0 M1 M2 M30
M3 M4 M5 M19
M6 M7 M8 M9
M98 M99
其它指令

四、 复习相关知识

数控加工工艺学
数学知识
刀具、量具的选择及使用
热处理、
计算机知识
CAD/CAM

五、 复习机床操作知识

操作方式:回零、手动、手轮、MDI、自动、快速、编辑
开机
手动回参考点
手动返回
输入程序
参数设定
程序检查及测试
自动加工
测量
安全:

六、 复习编程思路

平面
外轮廓
挖槽(岛屿)
孔、
凸轮槽

教 案 纸

薄壁
复杂零件
配合零件
CAD/CAM
宏程序

IV 课堂小结

- 1、小结；
- 2、基本指令；
- 3、相关知识
- 4、机床操作
- 5、编程思路。

V 布置作业

- 1、自我复习。