

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： 高星

授课课程： 数铣编程与操作

授课班级： 16 级大专数控班

二〇一七——二〇一八 学年 第一学期

目录

授课计划	2
理论 1 数控编程概术	2
理论 2 程序的基本结构	9
理论 3 基本指令及写程序思路	14
理论 4 基本指令 (一)	21
理论 5 基本指令 (二)	26
理论 6 基本指令 (三)	34
理论 7 刀具半径补偿	42
理论 8 刀具半径补偿的应用 (一)	49
理论 9 刀具半径补偿的应用 (二)	56
理论 10 子程序概述及 Z 向分层	61
理论 11 子程序的 XY 向分层	66
理论 12 siemens 编程应用	71
理论 13 平面及斜面加工工艺	76
理论 14 外轮廓加工	84
理论 15 期中考试	90
理论 16 期中考试讲解	100
理论 17 型腔加工	110
理论 18 型腔加工	115
理论 19 岛屿型腔加工	121
理论 20 孔加工概述	129
理论 21 Fanuc 上的孔加工指令 (一)	134
理论 22 Fanuc 上的孔加工指令 (二)	140

理论 23 Siemens 上的孔加工指令	144
理论 24 长度补偿概述	152
理论 25 长度补偿应用	158
理论 26 Siemens 上的长度补偿	163
理论 27 加工中心编程	168
理论 28 倒角与倒圆角	173
理论 29 局部坐标系	179
理论 30 极坐标指令与实例	185
理论 31 坐标系旋转一	191
理论 32 坐标系旋转二	197
理论 33 变量编程概述	202
理论 34 宏程序 Z 向分层	208
理论 35 期末复习	214
实习 1 安全操作及机床面板认识	220
实习 2 程序手工录入、编辑及刀路模拟	227

湖南九嶷职业技术学院 授课计划

2017-2018 学年 1 学期

系部: 机电工程系 专业: 数控技术 班级: 16 级大专数控班

课程: 《数控编程与实习》 上课周数: 18 周学时: 43

本学期课时分配表

教学模式	理论		一体化		实习		考核	机动	合计
教学形式	讲 课	实 验	理 论 讲 课	实 训	理 论 讲 课	生 产 实 习			
课时	×	×	66	(51) [51]	×	×	4[3]	2(3)	72 (54) [54]

说明: 与本课程无关教学模式的各项各打 ×

备注: 1、本课程以前完成学时数: 0

2、本课程在以后学期尚余留时数: 224

3、本课程本学期列为考试(考查)课程: 理论考试/实习考查

4、本课程使用教材名称: 数控机床编程与操作-数控铣床/加工中心分册 沈建峰

任课教师: 编写日期: 年 月 日

教研室主任: 编写日期: 年 月 日

系主任: 编写日期: 年 月 日

教务处: 编写日期: 年 月 日

分管领导: 编写日期: 年 月 日

学期授课计划说明

一、教学目的与要求:

本学期主要学习数控编程的基础知识, 要求学生能熟练的掌握好数控编程的基础和一些简化指令的基本方法和思路去编程和解决实际问题, 充分把自己的能力及智慧通过编程展示出来。为后续的数控学习作好准备。

二、用教材、参考书

1、使用教材: 《数控机床编程与操作(数控铣床加工中心分册)》沈建峰

2、参考书: 《加工中心编程与操作》科学出版社刘加孝主编

《加工中心操作工》中国劳动社会保障出版社杨伟群主编

《加工中心考工实训教程》化学工业出版社吴明友主编

三、教学措施

1、采用多媒体、仿真、讨论等教学方法。

2、作业: 理论课每周布置一道编程题, 仿真每周做习题集上的题目, 实习除了完成课题外, 还要每个课题写一个实习报告。

3、学生评价采用自评、小组评价、教师评价三结合。

4、成绩评定, 采用百分制, 平时占 70%, 包括出勤, 作业, 课堂答问等, 期末闭卷占 30%。

四、增删内容

本计划无增删内容。

五、本课程与其他课程的关系

本课程是专业课, 其他课程是基础, 为本课服务。先要学习好《数控加工工艺》、《普铣》、《机械制图》、《机械加工原理》、《专业数学》等课程。在这些课程的基础上再来学习本课程就容易多了, 希望同学们多复习这些课程。

六、课程计划周数:

授课时间为 4-22 周(第 1 周新生报道, 第 3 周老生报道注册, 第 22 周考试, 放假 1 周), 上课周数 18 周, 周课时 10 节。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
1	新生报到、教师报到					08.15 08.20
2	新生上课、教师备课					08.21 08.27
3	老生报道、老生注册					08.28 09.03
4/1	理论 1、数控编程概念	掌握数控编程的基本知识	自绘示意图 1	习题 1	2 节	09.04 09.10
4/2	理论 2、程序的基本结构	掌握程序结构及了解基本指令	自绘示意图 2	习题 2	2 节	
5/1	理论 3、基本指令及写程序思路	掌握基本指令及编程基本思路	自绘示意图 3	习题 3	2 节	09.11 09.17
5/2	理论 4、基本指令 (一)	掌握 G0/G1 指令及了解 G2G3 指令	自绘示意图 4	习题 4	2 节	
6/1	理论 5、基本指令 (二)	掌握 G2/G3 指令的两种用法	自绘示意图 5	习题 5	2 节	09.18 09.24
6/2	理论 6、基本指令 (三)	掌握 G2/G3 指令的编程	自绘示意图 6	习题 6	2 节	
7/1	理论 7、刀具半径补偿	掌握用半径补偿指令编程	自绘示意图 7	习题 7	2 节	09.25 10.01

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
7/2	理论 8、刀具半径补偿的应用 (一)	掌握用刀补进行加工精度的控制	自绘示意图 8	习题 8	2 节	
8	国庆放假					10.02 10.08
9/1	理论 9、刀具半径补偿的应用 (二)	掌握用刀补进行去残料	自绘示意图 9	习题 9	2 节	10.09 10.15
9/2	理论 10、子程序概述及 Z 向分层	掌握用子程序进行 Z 向分层	自绘示意图 10	习题 10	2 节	
10/1	理论 11、子程序的 XY 向分层	掌握用子程序进行 XY 向分层	自绘示意图 11	习题 11	2 节	10.16 10.22
10/2	理论 12、siemens 编程应用	掌握 siemens 上的程序及综合应用	自绘示意图 12	习题 12	2 节	
11/1	理论 13、平面加工工艺及编程	掌握平面及斜面的加工编程	自绘示意图 13	习题 13	2 节	10.23 10.29
11/2	理论 14、外轮廓加工 (去残料)	掌握用增加刀路去残料	自绘示意图 14	习题 14	2 节	
12/1	理论 15、期中测试	期中测试, 了解学生掌握情况	自绘示意图 15	习题 15	2 节	10.30 11.05
12/2	理论 16、试卷讲解	复习前半学期所学知识	自绘示意图 16	习题 16	2 节	

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
13/1	理论 17、岛屿型腔加工	掌握岛屿槽的编程	自绘示意图 17	习题 17	2 节	11.06 11.12
13/2	理论 18、凸轮槽加工 (正负刀补)	掌握正负刀补的应用	自绘示意图 18	习题 18	2 节	
14/1	理论 19、孔加工概述	掌握孔加工工艺及编程思路	自绘示意图 19	习题 19	2 节	11.13 11.19
14/2	理论 20、Fanuc 上的孔加工循环 (一)	掌握 Fanuc 上孔加工指令	自绘示意图 20	习题 20	2 节	
15/1	理论 21、Fanuc 上的孔加工循环 (二)	掌握 Fanuc 孔的编程	自绘示意图 21	习题 21	2 节	11.20 11.26
15/2	理论 22、Siemens 上的孔加工循 环 (一)	掌握 Siemens 上孔加工指令	自绘示意图 22	习题 22	2 节	
16/1	理论 23、Siemens 上的孔加工循 环 (二)	会编 Siemens 上孔加工指令	自绘示意图 23	习题 23	2 节	11.27 12.03
16/2	理论 24、长度补偿概述	掌握长度补偿指令的使用	自绘示意图 24	习题 24	2 节	
17/1	理论 25、长度补偿的应用	掌握用长度补偿来编程	自绘示意图 25	习题 25	2 节	12.04 12.10
17/2	理论 26、Siemens 上的长度补偿	掌握 Siemens 上的长度补偿	自绘示意图 26	习题 26	2 节	

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
18/1	理论 27、加工中心编程	掌握加工中心的编程技巧	自绘示意图 27	习题 27	2 节	11.11 11.17
18/2	理论 28、倒角与拐圆角	掌握倒角与拐圆角使用	自绘示意图 28	习题 28	2 节	
19/1	理论 29、局部坐标系	掌握局部坐标系的使用	自绘示意图 29	习题 29	2 节	11.18 11.24
19/2	理论 30、极坐标编程	掌握极坐标的编程	自绘示意图 30	习题 30	2 节	
20/1	理论 31、坐标系旋转	掌握坐标系旋转指令的使用	自绘示意图 31	习题 31	2 节	11.25 11.31
20/2	理论 32、坐标系旋转（二）	掌握坐标系旋转指令的使用	自绘示意图 32	习题 32	2 节	
21/1	理论 33、变量编程概述	掌握变量编程的基本知识	自绘示意图 33	习题 33	2 节	01.01 01.07
21/2	理论 34、宏程序 Z 向分层	掌握宏程序 Z 向分层的编程	自绘示意图 34	习题 34	2 节	
22	理论 35、期末复习	复习本学期所学知识	自绘示意图 35	习题 35	2 节	01.08 01.14
23	期末考试、阅卷、成绩登录					01.15 01.21

任课教师: _____ 教研室主任: _____ 系主任: _____

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
1	新生报到、教师报到					08.15 08.20
2	新生上课、教师备课					08.21 08.27
3	老生报道、老生注册					08.28 09.03
4	实习 1、安全操作及机床面板认识	认识机床及掌握基本操作	数控机床及 相关工具	实习报告 1	3	09.04 09.10
5	实习 2、程序手工录入、编辑及刀路模拟	掌握程序的快速录入与编辑	数控机床及 相关工具	实习报告 2	3	09.11 09.17
6	实习 3、工件找正、装夹与对刀、调速	掌握工件的对刀方法（取中法）	数控机床及 相关工具	实习报告 3	3	09.18 09.24
7	实习 4、面铣及手动铣削	会铣平面与简单零件加工	数控机床及 相关工具	实习报告 4	3	09.25 10.01
8	国庆放假					10.02 10.08
9-12	实习 5、外轮廓加工	掌握子程序的编程应用与精度控制 掌握增加刀路对零件去残料	数控机床及 相关工具	实习报告 5	12	10.09 11.05
13-16	实习 6、型腔加工	掌握挖槽加工工艺与精度控制 掌握岛屿类零件的编程与加工	数控机床及 相关工具	实习报告 6	12	11.06 12.03

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 教师学期授课计划

周次	授课章节内容摘要	教学要求	教具及实验 实习材料	作业及参考材料	教学 时数	备注
17-20	实习 7、综合加工 (孔加工)	掌握孔的加工 掌握综合结构零件的加工	数控机床及 相关工具	实习报告 7	12	12.04 12.31
21-22	期末复习	复习本学期所学知识	数控机床及 相关工具		6	01.01 01.14
23	期末考试、阅卷、成绩登录					01.15 01.21

任课教师: _____ 教研室主任: _____ 系主任: _____

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 1	授课教师 <u>高星</u> 签字
	数控编程概述	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、了解数控技术的基本知识；
2、掌握数控机床的分类；
3、了解制造自动化技术的发展；

教学重点： 1、了解数控技术的基本知识；
2、数控机床的分类；

教学难点： 1、数控技术的基本知识；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课班次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 5 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 1 数控编程概术

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、 自我介绍
- 2、 企业需要什么样的数控人才：
A：人品好：有道德、有理想、乐于助人。
B：精神面貌好：胆大心细，勇于思考、能吃苦，不怕累、不怕脏。
C：能干事，有水平、速度快。
D：积极上进，乐于创新
- 3、 学习目标及要求：
A：会操作数控机床。快，准、细心。
B：能进行简单零件的工艺处理。会、经验积累。
C：能进行简单零件的编程。思路清晰、编程细心、改错准快。

跟着老师、多练习（作业）、准备充分、多想多问多看。

III 教学内容及过程

一、 制造自动化技术的发展

- 1、人工控制——手动操作
- 2、刚性自动化——在 20 世纪 40-50 年代已相当成熟。应用传统的机械设计与制造工艺方法，采用专用机床和组合机床、自动单机或自动化生产线进行大批量生产。其特征是高生产率和刚性结构，很难实现生产产品的改变。引入的新技术包括继电器程序控制、组合机床等。

● 说明介绍

教 案 纸

3、数控加工——包括数控(NC)和计算机数控(CNC)。特点是柔性好、加工质量高，适应于多品种、中小批量(包括单件产品)的生产。引入的新技术包括数控技术、计算机编程技术等。

4、柔性制造——其特征强调制造过程的柔性和高效率，适应于多品种、中小批量的生产。涉及的技术包括成组技术(GT)、计算机直接数控和分布式数控(DNC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、柔性加工线(FML)、离散系统理论和方法、仿真技术、车间计划与控制、制造过程监控技术、计算机控制与通信网络等。

5、计算机集成制造系统(CIMS)——其特征是强调全过程的系统性和集成性，以解决现代企业生存与竞争的TQCS(Time — 提供产品的时间, Quality — 产品的质量, Cost — 产品的成本, Service — 产品的服务)问题。CIMS涉及的学科非常广泛，包括现代制造技术、管理技术、计算机技术、信息技术、自动化技术和系统工程等。

6、新的制造自动化模式——如智能制造、敏捷制造、虚拟制造、网络制造、全球制造、绿色制造等。

● 互动提问

二、 数控技术的基本概念

1、数控技术

数控(Numerical Control)技术是用数字化的信息对某一对象进行控制的技术。控制对象可以是位移、角度、速度等机械量，也可以是温度、压力流量、颜色等物理量，这些量的大小不仅是可以测量的，而且可以经A/D或D/A转换，用数字信号来表示。数控技术是近代发展起来的一种自动控制技术，是机械加工现代化的重要基础与关键技术。

2、数控加工

数控加工是指采用数字信息对零件加工过程进行定义，并控制机床进行自动运行的一种自动化加工方法。

数控加工是20世纪40年代后期为适应加工复杂外形零件而发展起来的一种自动化技术。1947年，美国帕

教 案 纸

森斯（Parsons）公司为了精确地制作直升机机翼、桨叶和飞机框架，提出了用数字信息来控制机床自动加工外复杂零件的设想。1949年美国空军为了能在短时间内制造出经常变更设计的火箭零件，与帕森斯公司和麻省理工学院（MIT）伺服机构研究所合作，于1952年研制成功世界上第一台数控机床——三坐标立式铣床，可控制铣刀进行连续空间曲面的加工，揭开了，数控加工技术的序幕。

3、数控机床

数控机床就是采用了数控技术的机床。数控机床将零件加工过程所需的各种操作和步骤以及刀具与工件之间的相对位移量都用数字化的代码来表示，由编程人员编制成规定的加工程序，通过输入介质（磁盘等）送入计算机控制系统，由计算机对输入的信息进行处理与运算，发出各种指令来控制机床的运动，使机床自动地加工出所需要的零件。

特点有：高精度、高柔性、高效率、减轻工人的劳动强度，改善了劳动条件，有良好的经济效益，有利于生产的管理和现代化。

4、数控编程

数控编程（NC Programming）就是生成用数控机床进行零件加工数控程序的过程。数控程序是由一系列程序段组成，把零件的加工过程、切削用量、位移数据以及各种辅助操作，按机床的操作和运动顺序，用机床规定的指令及程序格式排列而成的一个有序指令集。如 N10 G00 X200.0 Y-39.0 M03。

三、 数控机床的组成与工作过程

1、数控机床的组成

A、输入输出设备

实现编制程序、输入程序、输入数据以及显示、存储和打印等功能。（如键盘、CRT 显示器等）

B、控制系统

教 案 纸

是数控机床的“大脑”和“核心”，通常由一台通用或专用计算机构成。它的功能是接受输入装置输入的加工信息，经过数控系统中的系统软件或逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后，发出相应的各种信号和指令给伺服系统，通过伺服系统控制机床的各个运用部件按规定要求动作。

C、伺服系统

伺服系统接收来自数控系统的指令信息，严格按指令信息的要求驱动机床的运动部件动作，以加工出符合要求的零件。伺服系统的伺服精度和动态响应是影响数控机床的加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

D、机床本体

机床本体是数控机床的主体，包括：床身、立柱等支撑部件；主轴等运动部件；工件台、刀架以及运动执行部件、传动部件；此外还有冷却、润滑、转位和夹紧等辅助装置。

2、数控机床的工作过程

A、准备阶段

根据加工零件的图纸，确定有关加工数据（刀具轨迹坐标点、加工的切削用量、刀具尺寸信息等）根据工艺方案、夹具选用、刀具类型选择等确定有关期货辅助信息。

B、编程阶段

C、准备信息载体

D、加工阶段

加工

四、 数控机床的种类

1、按工艺用途分类

A、金属切削类数控机床数控车床、数控铣床、数控磨床、数控镗床以及加工中心。

B、金属成型类数控机床数控折弯机、数控组合冲床、

教 案 纸

数控弯管机、数控回转头压力机等。这类机床起步晚，但目前发展很快。

C、数控特种加工机床数控线切割机床、数控电火花机床、数控火焰切割机床、数控激光切割机床等。

D、其它类型数机床数控三坐标测量机等。

2、按运动方式分类

A、点位控制数控机床刀具点到点

B、直线控制数控机床刀具平行于某一坐标轴移动

C、轮廓控制数控机床刀具沿两个或两个以上的坐标轴同时移动。

3、按控制方式分类

A、开环控制系统

B、半闭环控制系统

C、闭环数控系统

4、按数控系统功能水平分类

数控机床按数控系统的功能水平可分为低、中、高三档。不同时期其划分标准也不同：

分辨率和进给速度

伺服进给类型

联运轴数

通信能力

显示功能

内装 PLC

主 CPU

高速、高效、高精度、高可靠性

模块化、智能化、柔性化和集成化

教 案 纸

五、 数控机床的坐标系

IV 课堂小结

- 1、 制造自动化的发展；
- 2、 数控技术的基本概念；
- 3、 数控机床的组成与工作过程；
- 4、 数控机床的种类；
- 5、 数控机床的坐标系。

V 布置作业

- 1、 简述数控机床的组成部分？
- 2、 简述数控机床的分类？
- 3、 数控机床有哪些特点？

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 2	授课教师 <u>高星</u> 签字
	程序的基本结构	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握数控程序的组成与结构。；
2、掌握数控编程的方法；
3、掌握编写数控程序的基本思路；
4、了解数控常见指令；

教学重点： 1、数控程序的组成与结构；
2、编写数控程序的基本思路；

教学难点： 1、数控程序的组成与结构；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课班次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 11 日晚上补课

教学后记：

教 案 纸

理论 2 程序的基本结构

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、 制造自动化的发展；
- 2、 数控技术的基本概念；
- 3、 数控机床的组成与工作过程；
- 4、 数控机床的种类；
- 5、 数控机床的坐标系。

III 教学内容及过程

一、 数控编程的坐标系及假设

- 1、 数控机床的标准坐标系；
 - A、 右手笛卡尔直角坐标系；
 - B、 数控机床坐标系的判定方法；
 - C、 工件静止刀具移动的假设。
- 2、 机床坐标系/机械坐标系；
- 3、 工件坐标系；
- 4、 零点偏移；
- 5、 局部坐标系；
- 6、 极坐标系；

教 案 纸

二、 数控程序的结构

- 1、 程序展示；
- 2、 程序结构；
- 3、 程序；
- 4、 程序段；
- 5、 地址；
- 6、 程序段结束符。

三、 数控程序的指令

- 1、 准备功能；
- 2、 辅助功能；
- 3、 其他；
- 4、 模态指令/非模态指令；
- 5、 指令分组。

四、 数控编程的方式

1、 手工编程利用一般的计算工具，通过各种数学方法，人工进行刀具轨迹的运算，并进行指令编制。该方式比较简单，容易掌握。适用于中等复杂程度、计算量不大的零件编程，对机床操作人员来讲必须掌握的。

手工编程的步骤：

A、图样分析包括对零件轮廓形状、有关标注（尺寸公差、形状和位置公差及表面质量要求等）及材料和热处理等项要求进行分析。

B、辅助准备包括确定机床和夹具、机床坐标系、编程坐标系、对刀方法、对刀点位置及机械间隙值等。

C、工艺处理其内容包括加工余量与分配、刀具的运动方向与加工路线、切削用量及确定程序编制的允许误差等方面。

教 案 纸

D、数学处理包括尺寸分析与作图、选择处理方法、数值计算及对拟合误差的分析和计算等。

E、填写加工程序单按照数控系统规定的程序格式和要求，填写零件的加工程序单及加工条件等内容。

F、制备控制介质数控机床在自动输入加工程序时，必须输入用的控制介质。如穿孔带、磁带或软盘等。

H、程序校验包括对程序单的填写、控制介质的制备、刀具运动轨迹及等项内容所进行的单项或综合校验工作。

手工编程在目前仍是广泛采用的编程方式，即使在自动编程高速发展的将来，手工编程的重要地位也不可取代。

2、自动编程

利用计算机（含外围设备）和相应的前置、后置处理程序对程序对零件源程序进行处理，以得到加工程序单各数控带的一种编程方式。

对于曲线轮廓、三维曲面等复杂型面。一般采用自动编程。

在工作站或个人 PC 上利用 CAD/CAM 系统进行零件的设计、分析及加工编程。它适用于各类柔性制造系统（FMS）和计算机集成制造系统（CIMS）。

五、编写程序的基本思路

程序初始化（安全保护）——辅助准备（换刀，主轴启动，切削液开）——定位到起刀点——快速下刀——工进下刀——走加工轮廓——提刀——快速提刀到安全平面——程序结束（换刀，主轴停止，切削液关，程序返回等）

IV 课堂小结

- 1、 数控编程的坐标系及假设；
- 2、 数控程序的结构；

教 案 纸

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">3、 数控程序的指令；4、 数控编程的方式；5、 编写程序的基本思路。 |
|--|---|

V 布置作业

- 1、 写出数控程序的基本结构。
- 2、 数控编程的方式有哪些？

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 3	授课教师 <u>高星</u> 签字
	基本指令及写程序思路	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握手工编程的流程；
2、掌握基本指令；
3、编写矩形凸台的程序；
4、掌握编程基本思路。

教学重点： 1、掌握 G90、G91、G0、G1 指令；
2、编写数控程序的基本思路；

教学难点： 1、掌握 G90、G91、G0、G1 指令；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 12 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 3 基本指令及写程序思路

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、 数控编程的坐标系及假设；
- 2、 数控程序的结构；
- 3、 数控程序的指令；
- 4、 数控编程的方式；
- 5、 编写程序的基本思路。

III 教学内容及过程

一、 案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图1所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

- 1、 图样分析；
- 2、 确定加工内容；
- 3、 确定装夹及工件坐标系；
- 4、 确定刀具及切削用量；
- 5、 确定工序及走刀路线；
- 6、 计算点坐标；
- 7、 编写程序单。

教 案 纸

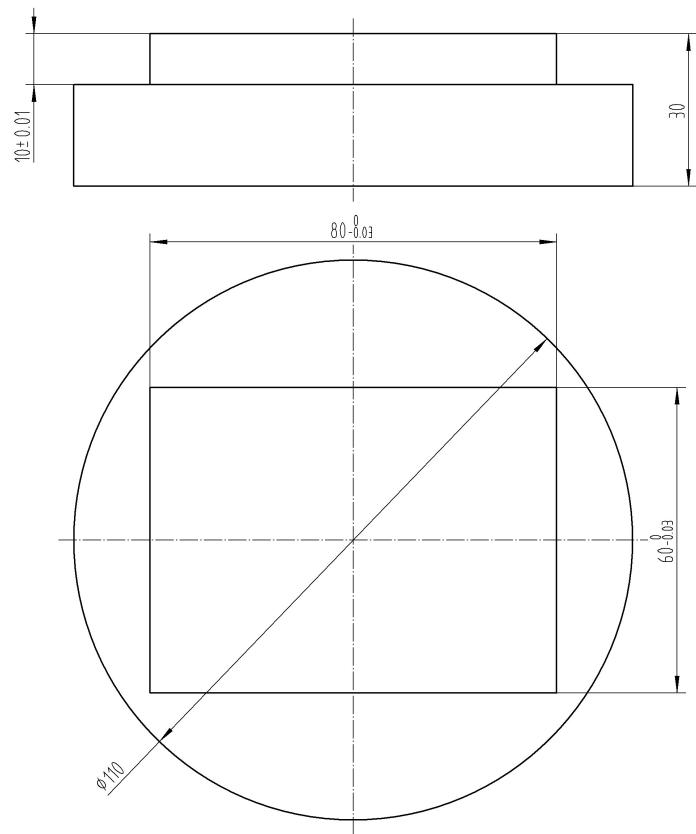


图 1:

教 案 纸

二、 程序名

1、Fanuc 的程序号与 Siemens 的程序名

Fanuc 中用程序号区分各程序，程序号由位址 O 跟 4 位数字构成；是号，也就是说 O0001 号与 O1 号，表示同一个程序。

注意：1-7999 为用户区域

8000-8999 为加锁用户区域

9000-9999 为厂方提供（扩展功能如 O9001 为换刀程序，也是加锁的）

所以用户最好别用 8000-9999 这些号码

2、Siemens 中用程序名来区分各程序，确定程序名的规则是：

- A、开始的两个符号必须是字母
- B、其后的符号可以是字母，数字或下划线
- C、最多为 16 个字符
- D、不得使用分隔符

三、 安全注销指令

1、G54-G59 选用工件坐标系，（后面讲）。

2、G17-G19 加工平面选择：

G17: XY 平面第一轴为 X 轴

G18: YZ 平面第一轴为 Y 轴

G19: ZX 平面第一轴为 Z 轴

圆弧指令、刀具半径补偿指令、钻孔指令等使用之前有设定平面。

3、G40、G49、G80 取消半径补偿、长度补偿、钻孔循环。

4、G90、G91 绝对坐标编程增量坐标编程

教 案 纸

G90 指令按绝对坐标方式设定输入坐标，即移动指令终点的坐标值 X、Y、Z 都是以工件坐标系统坐标原点（程序零点）为基准来计算。

G91 指令按增量坐标方式设定输入坐标，即移动指令终点的坐标值 X、Y、Z 都是以始点为基准来计算，再根据终点相对于始点的方向判断正负，与坐标轴正方向一致则取正，相反取负。

一般用 G90，需要时采用 G91，用完应立即改成 G90。

四、 主轴正反转

M3 S____ 主轴正转，其中 S 设定主轴转速，单位为 r/min.

注意：本学校的机床，只有加工中心可以用 S，数控铣床是机械调速，S 无效，Siemens 上不能使用 S，不然机床会一直等主轴到达设定的转速后，才接着执行后面的程序。

五、 位移指令 G0、G1

定位 (G0)

G00 指令使刀具以绝对或相对指令快速移到工件系统指定的位置。在绝对指令状态下，编程端点的坐标值。在相对指令状态下编程中刀具移动的距离。

[格式]

G00 IP__;

IP__：对于绝对指令，端点的坐标值。对于相对指令，是指刀具移动的距离。

[说明]

刀具轨迹通常不是一条直线。

G00 指令的快速移动速度是由参数 No.1420 由机床制造商来设定的。在实际执行 G00 时，刀具在单节的开始

教 案 纸

加速到预先指定的速度并在单节的结束减速。在确认到位后执行下一单节。到位的含义是指进给马达在指定的误差范围内。这个范围是由制造商在参数 No.1826 中设定的。

刀具沿直线移动。

[格式]

G01 IP__ F__ ;

IP__ : 对于绝对指令，指端点的坐标，相对指令是指刀具移动的距离。

F__ : 刀具进给的速度（进给率）

[说明]

刀具以指定的进给率 F 沿直线移动到指定的位置。

进给率 F 有效直到赋予新值，不需要在每个单节都指定。

F 码指定的进给率是沿刀具轨迹测量的。

如果不指定 F 值，则认为进给率为零。

每个轴的进给率方向如下：

[限制]

G01 Ff ;

轴方向的进给率： $F = /L \times f$

$L_2 = 2 + 2 + 2 + 2$

[举例]

直线插补

教 案 纸

六、 编写程序的基本思路

程序初始化 (安全保护)——辅助准备 (换刀, 主轴启动, 切削液开)——定位到起刀点——快速下刀——工进下刀——走加工轮廓——提刀——快速提刀到安全平面——程序结束 (换刀, 主轴停止, 切削液关, 程序返回等)

IV 课堂小结

- 1、 案例分析;
- 2、 指令讲解;
- 3、 编写程序;
- 4、 编写程序的基本思路。

V 布置作业

- 1、 自定尺寸, 编写加工一个矩形外形的程序?

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 4	授课教师 <u>高星</u> 签字
	基本指令 (一)	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 G1 与 G0 的区别。
2、掌握 G2/G3 的基本应用。
3、掌握编写数控程序的基本思路。
4、了解数控常见指令。

教学重点： 1、掌握 G1 与 G0 的区别；
2、掌握 G2/G3 的基本应用；

教学难点： 1、掌握 G2/G3 的基本应用；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 14 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 4 基本指令 (一)

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、案例分析；
- 2、指令讲解；
- 3、编写程序；
- 4、编写程序的基本思路。

G0 与 G1 的区别

- 1、指令格式不同：G1 使用前必须用 F 设定进给速度，G0 的速度与 F 无关
- 2、运动轨迹不同：G0 为快速定位，其路径可能为直线，也可能为折线。G1 为直线插补，其路径为直线。
- 3、进给速度不同：G0 的速度由机床参数及快速倍率决定，档位少。G1 的速度由 F 及进给倍率决定，可调档位多。
- 4、功能用途不同：G0 用于加工前的定位及加工后的提刀，G1 用于车削加工

注意：

新学的同学用 G1 F2000 代替 G0 （可控与不可控）
不要三坐标编程，定位时，先提刀，再定位。

教 案 纸

III 教学内容及过程

一、案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图2所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

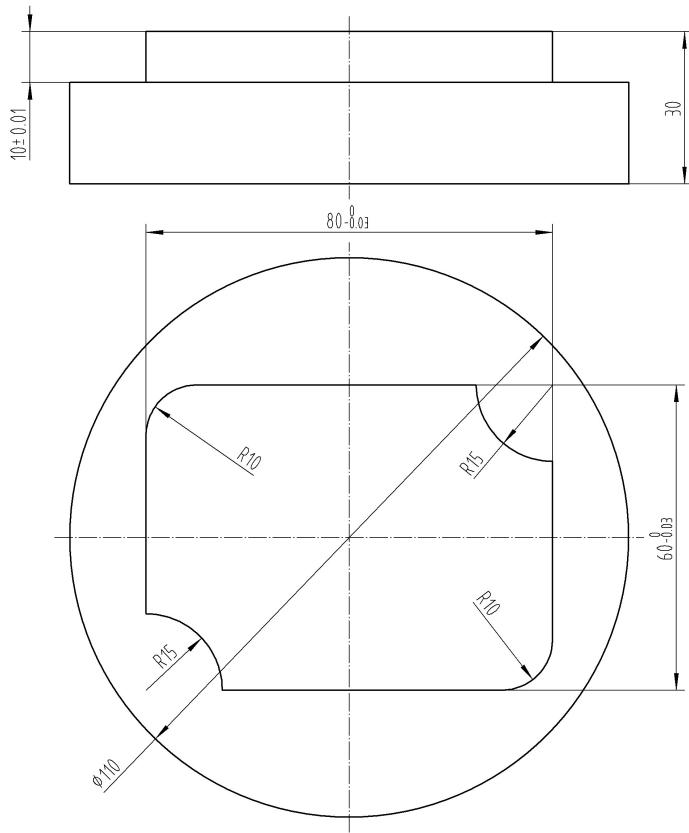


图 2:

- 1、图样分析；
- 2、确定加工内容；
- 3、确定装夹及工件坐标系；
- 4、确定刀具及切削用量；
- 5、确定工序及走刀路线；

教 案 纸

6、计算点坐标；

7、编写程序单。

二、G02/G03 指令（只讲 R 编程）

常见的圆弧标注——半径

起点——终点——半径

圆弧插补指令：

1、[格式] XpYp 平面的圆弧 G17 G2/G3 X_ Y_ R_
F_ ZpXp 平面的圆弧 G18 G2/G3 Z X R F YpZp 平面的
圆弧 G19 G2/G3 Y Z R F 对于我们学校的一般用 G17 平
面

指令格式的说明

G17 指定圆弧在 XpYp 平面

G18 指定圆弧在 XpZp 平面

G19 指定圆弧在 YpZp 平面

G02 顺时针方向圆弧插补 (CW)

G03 逆时针方向圆弧插补 (CCW)

Xp__ X 轴或平行于 X 轴的指令值 (由参数 No.1022
设定)

Yp__ Y 轴或平行于 Y 轴的指令值 (由参数 No.1022
设定)

Zp__ Z 轴或平行于 Z 轴的指令值 (由参数 No.1022
设定)

R__ 圆弧半径指定的带符号的圆弧半径

F__ 沿圆弧的进给率

2、圆弧插补的方向

在 XpYp 平面 (ZpXp 平面或 YpZp 平面) “顺时针方
向” (G02) 和 “逆时针方向” (G03) 是从笛卡尔坐标系
的 Zp 轴 (Yp 轴或 Xp 轴) 去看正负方向来决定的，

3、目标点坐标

教 案 纸

用位址 Xp, Yp, Zp 指定的圆弧的端点是根据 G90 还是 G91 来表达是绝对值还是相对值。

对于相对值，终点的距离要从指定圆弧的起点来看。

4、举例：

A-B G91 G90

……(学生练习)

三、 编写程序的基本思路

程序初始化 (安全保护)——辅助准备 (换刀, 主轴启动, 切削液开)——定位到起刀点——快速下刀——工进下刀——走加工轮廓——提刀——快速提刀到安全平面——程序结束 (换刀, 主轴停止, 切削液关, 程序返回等)

IV 课堂小结

- 1、案例分析；
- 2、指令讲解；
- 3、编写程序；
- 4、编写程序的基本思路。

V 布置作业

- 1、自定尺寸，编写加工一个矩形外形的程序？

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 5	授课教师 <u>高星</u> 签字
	基本指令 (二)	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 G2/G3 半径-R 的使用；
2、掌握 G2/G3 圆心编程的使用；
3、能用 G2/G3 进行程序的编写；
4、掌握编写数控程序的基本思路。

教学重点： 1、G2/G3 半径-R 的使用；
2、G2/G3 圆心编程的使用；

教学难点： 1、G2/G3 圆心编程的使用；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 21 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 5 基本指令 (二)

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、 案例分析；
- 2、 指令讲解 G2/G3；
- 3、 编写程序；
- 4、 编写程序的基本思路。

案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图3所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

- 1、 图样分析；
- 2、 确定加工内容；
- 3、 确定装夹及工件坐标系；
- 4、 确定刀具及切削用量；
- 5、 确定工序及走刀路线；
- 6、 计算点坐标；
- 7、 编写程序单。

教 案 纸

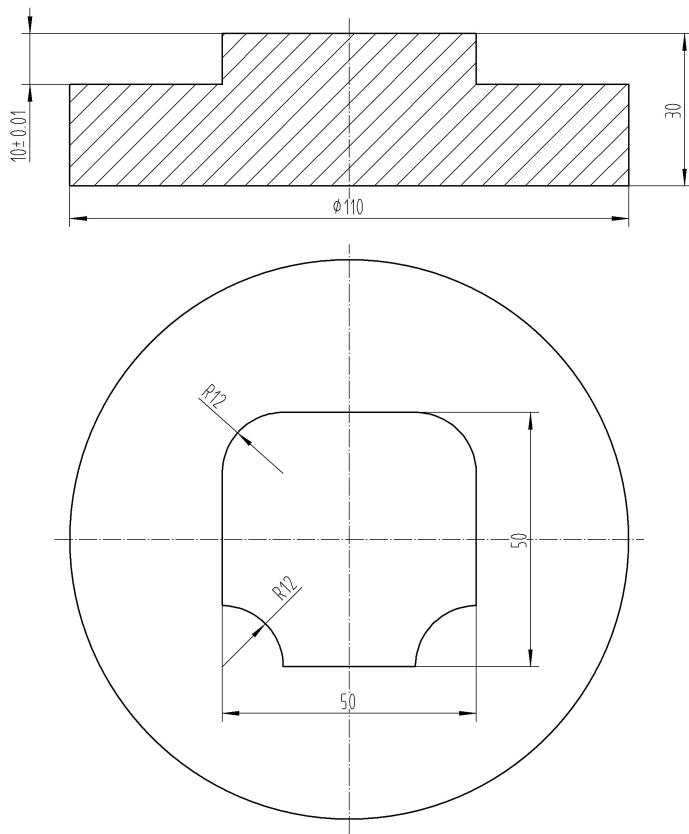


图 3:

III 教学内容及过程

一、案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图2所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

- 1、图样分析；
- 2、确定加工内容；
- 3、确定装夹及工件坐标系；
- 4、确定刀具及切削用量；
- 5、确定工序及走刀路线；

教 案 纸

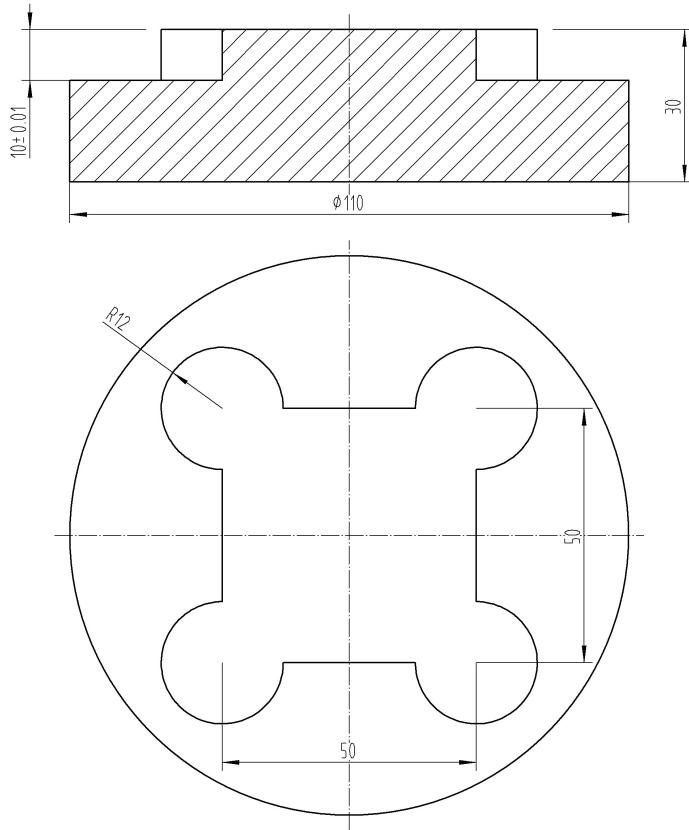


图 4:

6、计算点坐标;

7、编写程序单。

路径特点:

圆弧的圆心角大于 180 度，显然不能直接用前面的程序。

解决方法：解决方法：

1、把圆弧分成多个圆心角小于 180 度的圆弧。

2、掌握圆心角大于 180 度圆弧指令的使用。

当圆心角大于 180 度时，用负的半径值来表示。

当圆心角小于 180 度时，用正的半径值来表示。

Siemens 上用 CR= 正负规则一样。

教 案 纸

二、 整圆编程

在数控铣床或加工中心上用整圆的路径进行面铣，面铣深度为 1mm，试完成加工成型的编写。

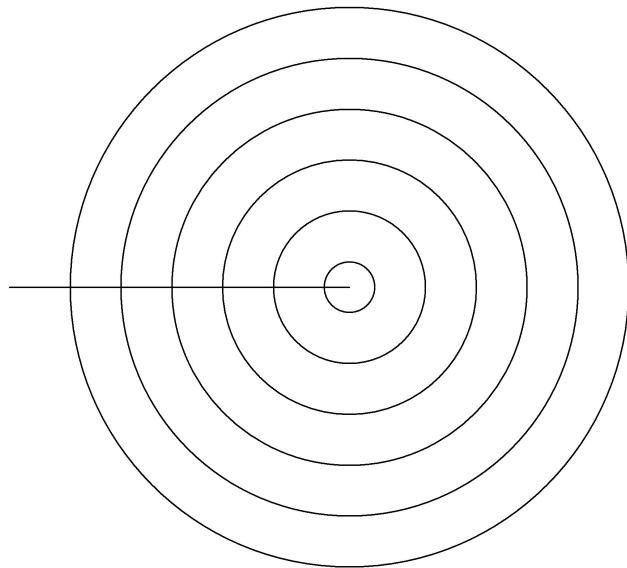


图 5:

整圆路径也可以分成多个圆弧。

一个整圆路径可以用 IJK 圆心来编程。

不能用半径来编写一个整圆。

I、J、K 表示圆心相对于起点的坐标。即：

I=X 圆心-X 起点

J=Y 圆心-Y 起点

K=Z 圆心-Z 起点

教 案 纸

I、J、K 与 G90/G91 无关，只与整圆的起点有关。

如：G17 G90 G2 X-50.0 Y-50.0 I50.0 J0;

参考程序：

```
1 O0001;
2 G54G17G90;
3 M3S500;
4 G1Z30.0 F2000;
5 X-65.Y0;
6 Z5.0;
7 Z-1.0F200;
8 X-55.0;
9 G2X-55.0 Y0I55.0;
10 G1X-45.0;
11 G2I45.0;
12 G1X-35.0;
13 G2I-35.0;
14 G1X-25.0;
15 G2I-25.0;
16 G1X-15.0;
17 G2I-15.0;
18 G1X-5.0;
19 G2I5.0;
20 G1Z5.0;
21 Z30.0 F2000;
22 M5;
23 M30;
```

三、I、J、K 的应用

在数控铣床或加工中心上加工如图所示的零件，试用 I、J、K 完成程序的编写。参考程序：

```
1 O0001;
2 G54G17G90;
3 M3S500;
4 G1Z30.0 F2000;
5 X-65.0Y0;
6 Z5.0;
7 Z-10.0F2000;
8 X-25.0;
9 Y13.0;
10 G2X-13.0Y25.0 J13.0;
11 G1X13.0;
12 G2X25.0 Y13.0 J-13.0;
13 ...;
```

手工编程中，能用半径编程就用半径编程，一般零件

教 案 纸

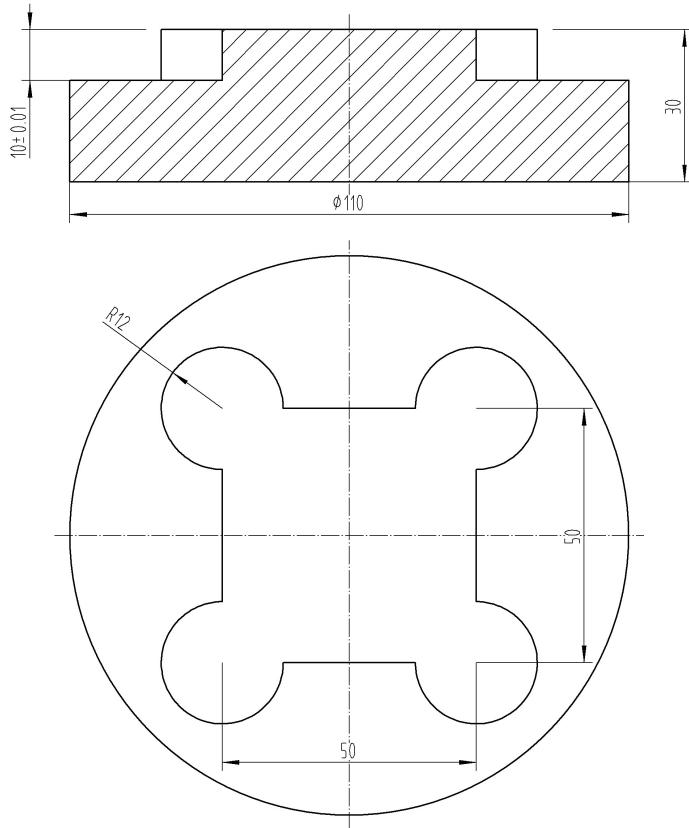


图 6:

图标的是半径，也不容易出错。

自动编程，可以输出 I、J、K 以增加程序在不同机床通用性。

四、 编写程序的基本思路

程序初始化 (安全保护)——辅助准备 (换刀, 主轴启动, 切削液开)——定位到起刀点——快速下刀——工进下刀——走加工轮廓——提刀——快速提刀到安全平面——程序结束 (换刀, 主轴停止, 切削液关, 程序返回等)

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、案例分析；
- 2、指令讲解；
- 3、编写程序；
- 4、编写程序的基本思路。

V 布置作业

- 1、自定尺寸，编写加工一个矩形外形的程序？

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 6	授课教师 <u>高星</u> 签字
	基本指令 (三)	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 G2/G3 半径-R 的使用；
 2、掌握 G2/G3 圆心编程的使用；
 3、能用 G2/G3 进行程序的编写；
 4、掌握编写数控程序的基本思路。

教学重点： 1、G2/G3 半径-R 的使用；
 2、G2/G3 圆心编程的使用；

教学难点： 1、G2/G3 圆心编程的使用；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 26 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 6 基本指令 (三)

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、 案例分析；
- 2、 指令讲解 G2/G3；
- 3、 编写程序；
- 4、 编写程序的基本思路。

案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图7所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

- 1、 图样分析；
- 2、 确定加工内容；
- 3、 确定装夹及工件坐标系；
- 4、 确定刀具及切削用量；
- 5、 确定工序及走刀路线；
- 6、 计算点坐标；
- 7、 编写程序单。

教 案 纸

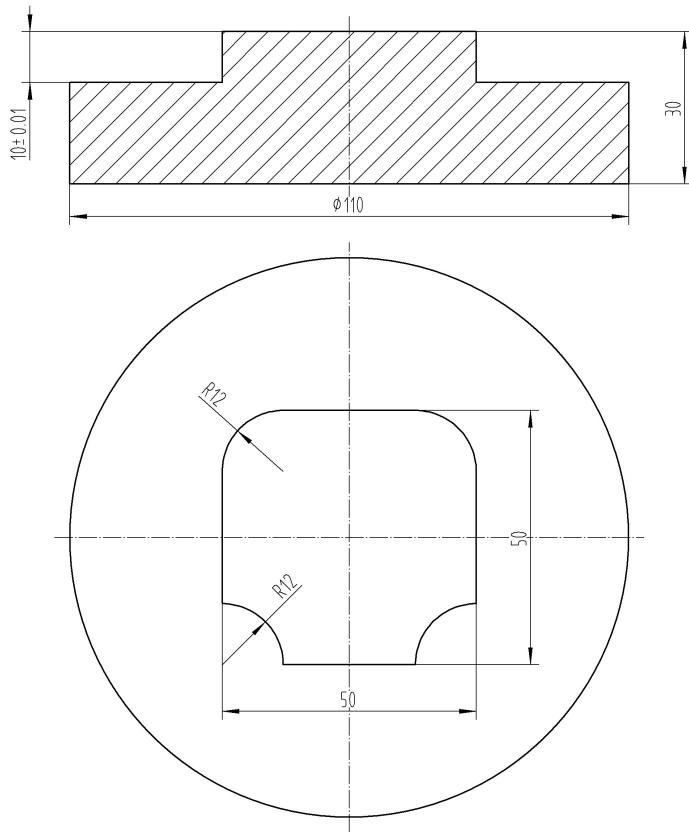


图 7:

III 教学内容及过程

一、案例分析

在数控铣床或加工中心上加工如图8所示的零件，试完成程序的编写，已知毛坯为 $\Phi 110*30$ 。

- 1、 图样分析；
- 2、 确定加工内容；
- 3、 确定装夹及工件坐标系；
- 4、 确定刀具及切削用量；
- 5、 确定工序及走刀路线；

教 案 纸

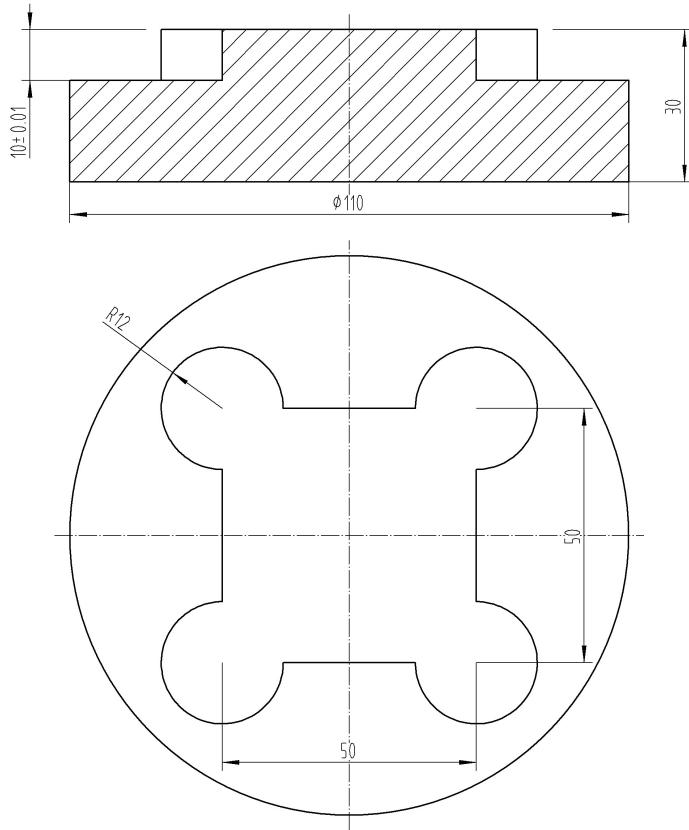


图 8:

6、计算点坐标;

7、编写程序单。

路径特点:

圆弧的圆心角大于 180 度，显然不能直接用前面的程序。

解决方法：解决方法：

1、把圆弧分成多个圆心角小于 180 度的圆弧。

2、掌握圆心角大于 180 度圆弧指令的使用。

当圆心角大于 180 度时，用负的半径值来表示。

当圆心角小于 180 度时，用正的半径值来表示。

Siemens 上用 CR= 正负规则一样。

教 案 纸

二、 整圆编程

在数控铣床或加工中心上用整圆的路径进行面铣，面铣深度为 1mm，试完成加工成型的编写。

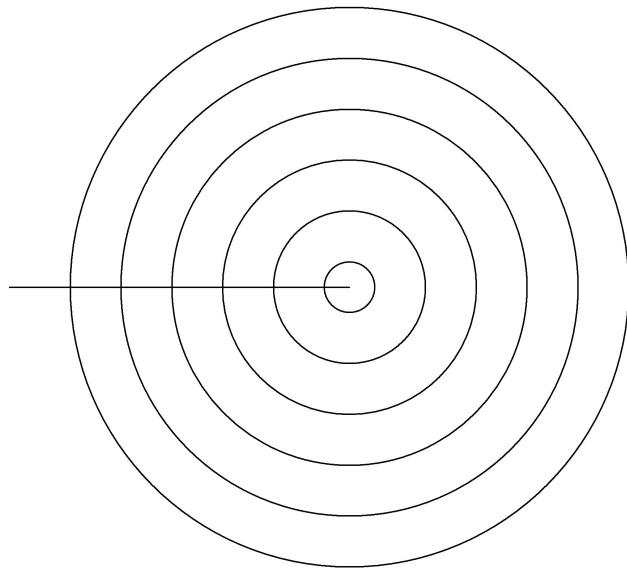


图 9:

整圆路径也可以分成多个圆弧。

一个整圆路径可以用 IJK 圆心来编程。

不能用半径来编写一个整圆。

I、J、K 表示圆心相对于起点的坐标。即：

I=X 圆心-X 起点

J=Y 圆心-Y 起点

K=Z 圆心-Z 起点

教 案 纸

I、J、K 与 G90/G91 无关，只与整圆的起点有关。

如：G17 G90 G2 X-50.0 Y-50.0 I50.0 J0;

参考程序：

```
1 O0001;
2 G54G17G90;
3 M3S500;
4 G1Z30.0 F2000;
5 X-65.Y0;
6 Z5.0;
7 Z-1.0F200;
8 X-55.0;
9 G2X-55.0 Y0I55.0;
10 G1X-45.0;
11 G2I45.0;
12 G1X-35.0;
13 G2I-35.0;
14 G1X-25.0;
15 G2I-25.0;
16 G1X-15.0;
17 G2I-15.0;
18 G1X-5.0;
19 G2I5.0;
20 G1Z5.0;
21 Z30.0 F2000;
22 M5;
23 M30;
```

三、I、J、K 的应用

在数控铣床或加工中心上加工如图所示的零件，试用 I、J、K 完成程序的编写。参考程序：

```
1 O0001;
2 G54G17G90;
3 M3S500;
4 G1Z30.0 F2000;
5 X-65.0Y0;
6 Z5.0;
7 Z-10.0F2000;
8 X-25.0;
9 Y13.0;
10 G2X-13.0Y25.0 J13.0;
11 G1X13.0;
12 G2X25.0 Y13.0 J-13.0;
13 ...;
```

手工编程中，能用半径编程就用半径编程，一般零件

教 案 纸

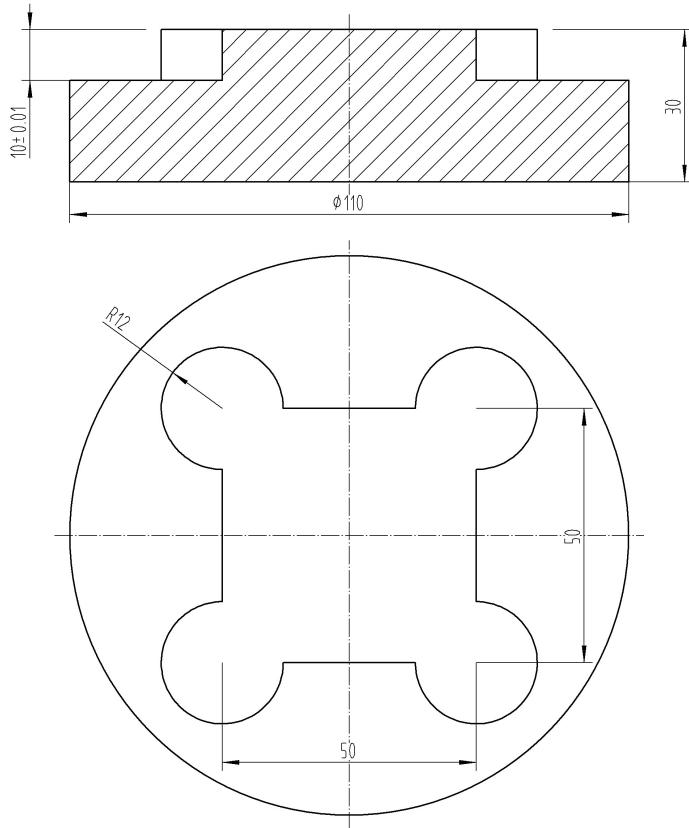


图 10:

图标的是半径，也不容易出错。

自动编程，可以输出 I、J、K 以增加程序在不同机床通用性。

四、 编写程序的基本思路

程序初始化 (安全保护)——辅助准备 (换刀, 主轴启动, 切削液开)——定位到起刀点——快速下刀——工进下刀——走加工轮廓——提刀——快速提刀到安全平面——程序结束 (换刀, 主轴停止, 切削液关, 程序返回等)

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、案例分析；
- 2、指令讲解；
- 3、编写程序；
- 4、编写程序的基本思路。

V 布置作业

- 1、自定尺寸，编写加工一个矩形外形的程序？

课程章节及主题	理论 7	授课教师 <u>高星</u> 签字
	刀具半径补偿	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、了解补偿的意义；
 2、掌握 G41/G42 刀具半径补偿指令的使用；
 3、会用 G41/G42 刀具半径指令编写程序；
 4、了解常用切入切出的方法。

教学重点： 1、掌握 G41/G42 刀具半径补偿指令的使用；
 2、会用 G41/G42 刀具半径指令编写程序；

教学难点： 1、会用 G41/G42 刀具半径指令编写程序；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 9 月 28 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 7 刀具半径补偿

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、在数控铣床或加工中心上加工如图所示的零件，试完成程序的编写。（试用 I、J、K 编写，凸台高 5mm）

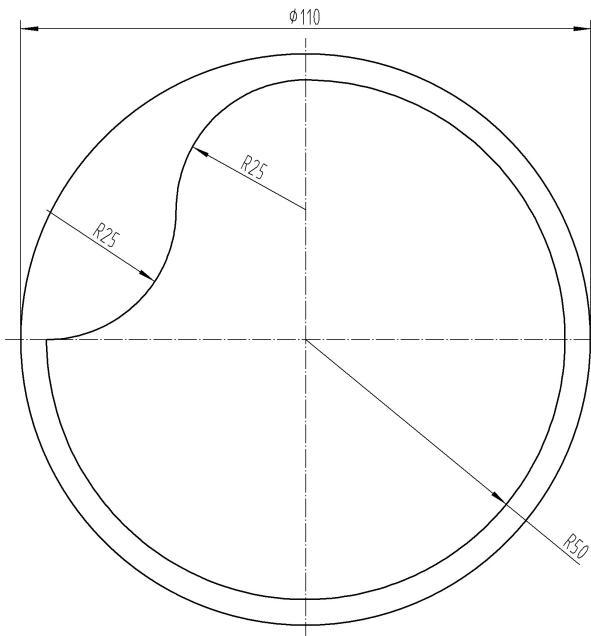


图 11: 复习题

- 2、G2/G3 指令半径编程；
- 3、G2/G3 指令圆心编程；
- 4、编写程序的基本思路。

教 案 纸

III 教学内容及过程

一、 加工尺寸的分析

由于加工刀具存在一个尺寸，故加工出来的尺寸值会每边少一个刀具半径。

解决方法：

1、更改加工刀路，使其偏移一个刀具半径（粗加工及去残料）。

2、使用刀具半径补偿指令进行编程。

例子：

```
1 O0001;
2 G54G71G40G90;
3 M3S500;
4 G1Z30.F200O;
5 X70.Y0;
6 Z5.;
7 Z-5.F200;
8 X66.Y10.;
9 G3X56.Y0R10.;
10 G2X-56.I-56.;
11 G2X-50.Y6.0.I6.0;(中间的过度)
12 G3X-31.Y25.J19.;
13 G2X0Y56.I31.;
14 X56.Y0J-56.;
15 G3X66.Y-10.I10.;
16 G1Z5.0;
17 Z30.F2000;
18 M5;
19 M30;
```

(麻烦，但有时必须这么做)

二、 刀具半径补偿

由 CNC 系统内部使刀具在加工时，自动偏移一个刀具半径。简化编程的难度。

指令 G40、G41/G42

1、补偿方向的确定：

ISO 标准规定，当刀具中心轨迹在编程轨迹前进方向

教 案 纸

的左边时，称为左刀补，用 G41 表示；刀具中心轨迹在编程轨迹前进方向的右边时，称为右刀补，用 G42 表示；注销刀具半径补偿时用 G40 表示。

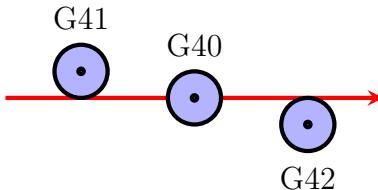


图 12: 刀补位置

2、补偿值的设定:

通过参数进行设定：

[OfFset]—[补偿]—[位置号]—[D 形状 +D 磨 shen 损]

3、指令的格式:

在开始刀补的位置，结合 G1 指令设定补偿方向及补偿值位置号，在结束的位置，用 G40 结合 G1 指令即可：

G41/G42 G1 X_ Y_ D_;

.....

G40 G1 X_ Y_;

4、补偿平面

可以在 G18 及 G19 平面上进行刀具半径补偿，（常用于球头刀）

5、补偿过程分析:

1) 刀具半径补偿建立：当输入 BS 缓冲器的程序段包含有 G41/G42 命令时，系统认为此时已进入刀补建立状态。当以下条件成立时，加工中心以移动坐标轴的形式开始补偿动作。

- a. 有 G41 或 G42 被指定；
- b. 在补偿平面内有轴的移动；
- c. 指定了一个补偿号或已经指定一个补偿号但不能是 D00；

教 案 纸

- d. 偏置(补偿)平面被指定或已经被指定;
- e. G00 或 G01 模式有效。

2) 补偿模式: 在刀具补偿进行期间, 刀具中心轨迹始终偏离编程轨迹一个刀具半径值的距离。此时半径补偿在 G00、G01、G02、G03 情况下均有效。

3) 取消补偿: 使用 G40 指令消去程序段偏置值, 使刀具撤离工件, 回到起始位置, 从而使刀具中心与编程轨迹重合。当以下两种情况之一发生时加工中心补偿模式被取消。

给出 G40 同时要有补偿平面内坐标轴移动。

刀具补偿号为 D00。

4) 不同平面内的半径补偿

刀具半径补偿用 G17、G18、G19 命令在被选择的工作平面内进行补偿。即当 G18 命令执行后, 刀具半径补偿仅影响 X、Z 移动, 而对 Y 轴没有作用。

三、 注意事项

1、G41/G42 必须与 G1/G0 结合使用, 不可在 G2/G3 圆弧指令下使用。

- 2、刀具必须在加工平面内有移动。
- 3、使用与取消必须成对使用。
- 4、加工前必须设定其补偿值。
- 5、切入前指定、切出后取消。

四、 编程实例

1、在数控铣床或加工中心上加工如图13所示的零件, 试完成程序的编写。

2、在数控铣床或加工中心上加工如图14所示的零件, 试完成程序的编写。

教 案 纸

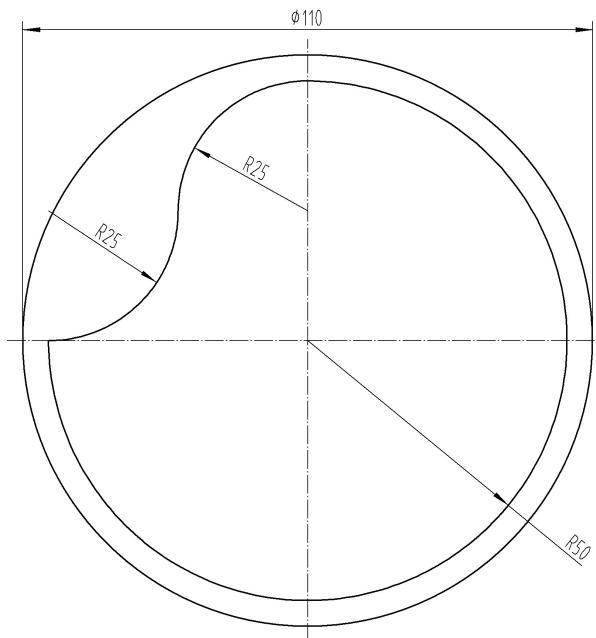


图 13: 刀补实例 1

IV 课堂小结

- 1、 刀补的概念
- 2、 G40、G41/G42 指令的使用；
- 3、 注意事项；
- 4、 刀补的编程；

V 布置作业

- 1、 写出上面的程序。
- 2、 习题集。

教 案 纸

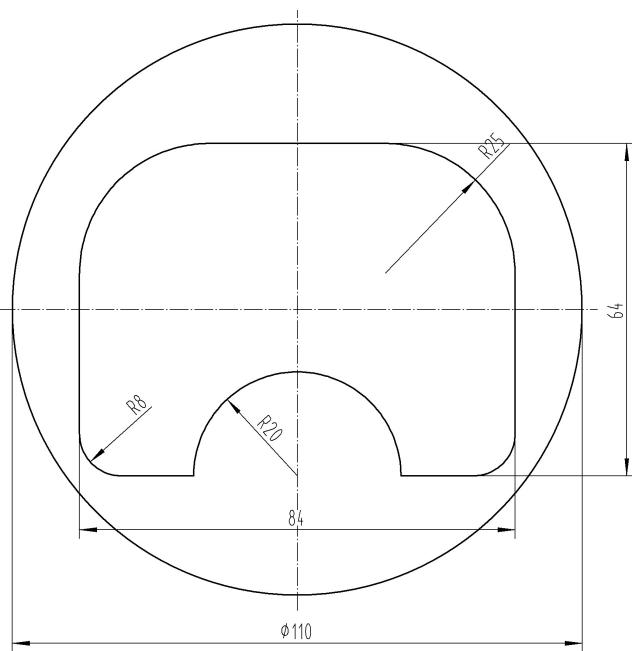


图 14: 刀补实例 2

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 8	授课教师 <u>高星</u> 签字
	刀具半径补偿的应用（一）	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握用刀补进行精加工；
2、掌握刀补值的计算；
3、会用 G41/G42 刀具半径指令编写程序；
4、了解常用切入切出的方法。

教学重点： 1、用刀补进行精加工；
2、刀补值的计算。

教学难点： 1、刀补值的计算。

解决方法： 通过讲述、举例、演示、分析法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 10 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 8 刀具半径补偿的应用 (一)

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、 刀补的概念
- 2、 G40、G41/G42 指令的使用;
- 3、 注意事项;
- 4、 刀补的编程;
- 5、 在数控铣床或加工中心上加工如图16所示的零件，试完成程序的编写。(试用 I、J、K 编写，凸台高 5mm)

III 教学内容及过程

一、 刀具半径补偿

由 CNC 系统内部使刀具在加工时，自动偏移一个刀具半径。简化编程的难度。

指令 G40、G41/G42

1、 补偿方向的确定：

ISO 标准规定，当刀具中心轨迹在编程轨迹前进方向的左边时，称为左刀补，用 G41 表示；刀具中心轨迹在编程轨迹前进方向的右边时，称为右刀补，用 G42 表示；注销刀具半径补偿时用 G40 表示。

2、 补偿值的设定：

通过参数进行设定：

[OfFset]—[补偿]—[位置号]—[D 形状 +D 磨 shen 损]

教 案 纸

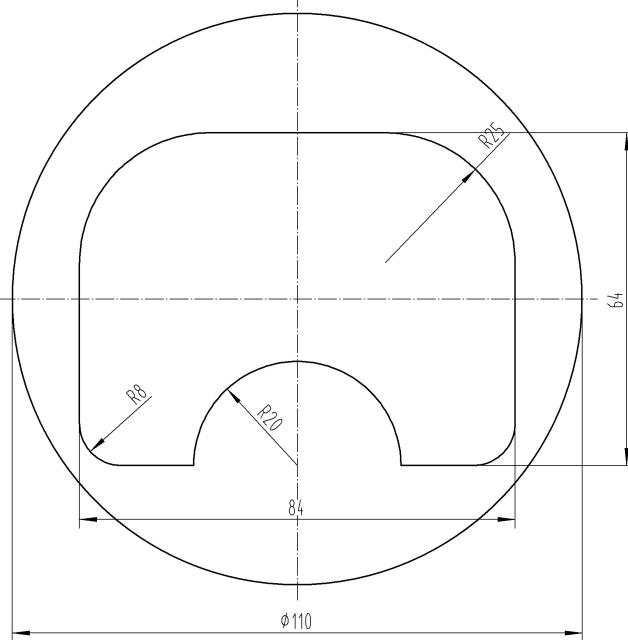


图 15: 复习实例 2

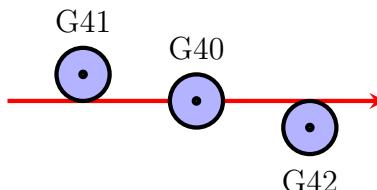


图 16: 刀补位置

3、指令的格式:

在开始刀补的位置，结合 G1 指令设定补偿方向及补偿值位置号，在结束的位置，用 G40 结合 G1 指令即可：

G41/G42 G1 X_ Y_ D_;

.....

G40 G1 X_ Y_;

4、补偿平面

可以在 G18 及 G19 平面上进行刀具半径补偿，（常用于球头刀）

教 案 纸

5、补偿过程分析：

1) 刀具半径补偿建立：当输入 BS 缓冲器的程序段包含有 G41/G42 命令时，系统认为此时已进入刀补建立状态。当以下条件成立时，加工中心以移动坐标轴的形式开始补偿动作。

- a. 有 G41 或 G42 被指定；
- b. 在补偿平面内有轴的移动；
- c. 指定了一个补偿号或已经指定一个补偿号但不能是 D00；
- d. 偏置（补偿）平面被指定或已经被指定；
- e. G00 或 G01 模式有效。

2) 补偿模式：在刀具补偿进行期间，刀具中心轨迹始终偏离编程轨迹一个刀具半径值的距离。此时半径补偿在 G00、G01、G02、G03 情况下均有效。

3) 取消补偿：使用 G40 指令消去程序段偏置值，使刀具撤离工件，回到起始位置，从而使刀具中心与编程轨迹重合。当以下两种情况之一发生时加工中心补偿模式被取消。

给出 G40 同时要有补偿平面内坐标轴移动。

刀具补偿号为 D00。

4) 不同平面内的半径补偿

刀具半径补偿用 G17、G18、G19 命令在被选择的工作平面内进行补偿。即当 G18 命令执行后，刀具半径补偿仅影响 X、Z 移动，而对 Y 轴没有作用。

二、注意事项

1、G41/G42 必须与 G1/G0 结合使用，不可在 G2/G3 圆弧指令下使用。

2、刀具必须在加工平面内有移动。

3、使用与取消必须成对使用。

教 案 纸

4、加工前必须设定其补偿值。

5、切入前指定、切出后取消。

三、 加工实例

毛坯： 110*35

刀具： 12 立铣刀

加工路径：如图17所示：

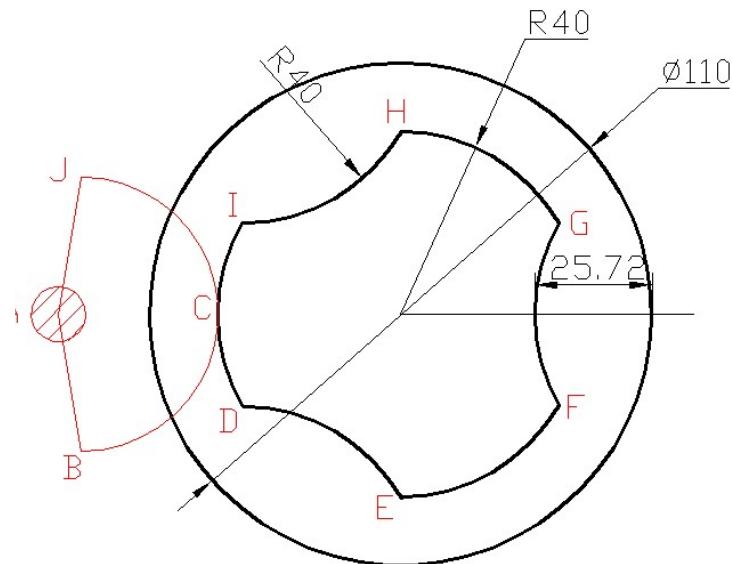


图 17: 刀补实例

参考程序：

```
1 G54G17G40G49G90
2 M03 S300
3 G0 X-70.0 Y0
4 Z5.0
5 G01 Z-5.0 F500
6 G41 G01 X-60 Y-20 D01
7 G03 X-40.0 Y0 R20.0
8 G02 X-34.641 Y20.0 R40.0
9 G03 X0 Y40.0 R40.0
10 G02 X34.641 Y20 R40.0
11 G03 Y-20.0 R40.0
12 G02 X0 Y-40.0 R40.0
```

教 案 纸

```
13 G03 X-34.641 Y-20 R40.0  
14 G02 X-40 Y0 R40.0  
15 G03 X-60 Y0 R20.0  
16 G40 G01 X-70 Y0  
17 G0 Z30  
18 M05  
19 M30
```

四、 刀具半径补偿值的确定

1、粗加工：

为半精/精加留余量： 0.2-0.6 （单边）

Offset=D/2+ 余量

2、半精加工：

为精加留余量： 0.1-0.2 （单边）

Offset=D/2+ 余量

3、精加工：

Offset= Offset (上次)+ 修正

修正 =(理论值-测量值) 双边/2

4、处多余材料：

Offset 值不能太大

IV 课堂小结

- 1、 刀补的概念
- 2、 G40、G41/G42 指令的使用；
- 3、 注意事项；
- 4、 刀补的编程；
- 5、 刀补值的计算。

教 案 纸

V 布置作业

- 1、写出上面的程序。
- 2、习题集。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 9	授课教师 <u>高星</u> 签字
	刀具半径补偿的应用 (二)	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握用刀补去残料。
2、掌握去材料刀补的计算；
3、掌握多个刀补的编程；
4、巩固粗/精加工刀补值的确定。

教学重点： 1、用刀补去残料；
2、去材料刀补的计算。

教学难点： 1、去材料刀补的计算。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 12 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 9 刀具半径补偿的应用 (二)

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、 刀补的概念
- 2、 G40、G41/G42 指令的使用;
- 3、 注意事项;
- 4、 刀补的编程;
- 5、 刀补值的计算。

III 教学内容及过程

一、 去残料刀补的计算

步骤

- 1、 计算最大残料值

以实际毛坯尺寸来计算

- 2、 根据刀具直径确定粗加工刀补值

刀具半径 + 单边余量 (0.2-0.6)

- 3、 根据刀具直径确定加工宽度

刀具直径的 50%-80%

也可: (残料-粗加工刀补) / 次数

- 4、 刀补值的计算:

去残料刀补 = 粗加工刀补 + 加工宽度 × 次数

- 5、 判断残料是否去完

教 案 纸

最大刀补 + 刀具半径 > 最大残料表示已去完

6、其他：

根据最大刀补确定切入切出半径

最大刀补不能大于最小内凹圆弧半径

二、去残料刀补的计算

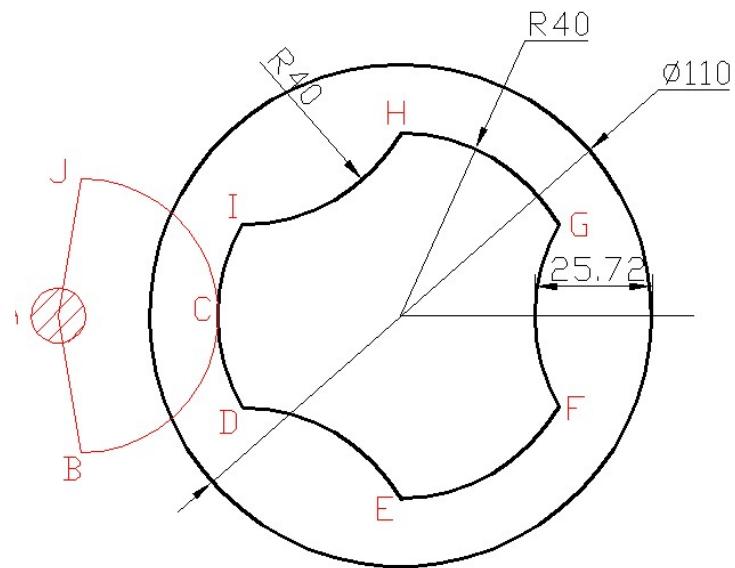


图 18: 刀补实例

1、计算最大残料值

以实际毛坯尺寸来计算 25.72

2、根据刀具直径确定粗加工刀补值

刀具半径 + 单边余量 (0.2-0.6)

直径为 12 的立铣刀 6.5

3、根据刀具直径确定加工宽度

刀具直径的 50%-80% 取 10.

也可： (残料-粗加工刀补) / 次数

教 案 纸

4、刀补值的计算:

去残料刀补 = 粗加工刀补 + 加工宽度 × 次数

D2 16.5

D1 26.5

5、判断残料是否去完

最大刀补 + 刀具半径 > 最大残料表示已去完

6、切入切出半径:

取 R30

7、参考程序:

```
1 O0001 (粗加工)
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G1Z30.0 F2000
5 X-75.0Y0
6 Z5.0
7 Z-5.0F200
8 G41X-70.Y-30.D1      (D1=26.5)
9 G3X-40.Y0R30.
10 G2X-34.64Y20.R40.
11 G3X0Y40.R40.
12 G2X34.64Y20.R40.
13 G3Y-20.R40.
14 G2X0Y-40.R40.
15 G3X-34.64Y-20.R40.
16 G2X-40.Y0R40.
17 G3X-70.Y30.R30.
18 G40G1X-75.Y0
19 G41X-70.Y-30.D1      (D2=16.5)
20 G3X-40.Y0R30.
21 G2X-34.64Y20.R40.
22 G3X0Y40.R40.
23 G2X34.64Y20.R40.
24 G3Y-20.R40.
25 G2X0Y-40.R40.
26 G3X-34.64Y-20.R40.
27 G2X-40.Y0R40.
28 G3X-70.Y30.R30.
29 G40G1X-75.Y0
30 G41X-70.Y-30.D1      (D3=6.5)
31 G3X-40.Y0R30.
32 G2X-34.64Y20.R40.
33 G3X0Y40.R40.
34 G2X34.64Y20.R40.
35 G3Y-20.R40.
36 G2X0Y-40.R40.
37 G3X-34.64Y-20.R40.
```

教 案 纸

```
38 G2X-40.Y0R40.  
39 G3X-70.Y30.R30.  
40 G40G1X-75.Y0  
41 M5  
42 M30
```

精加工程序另写

IV 课堂小结

- 1、 去残料刀补的计算；
- 2、 程序的编写

V 布置作业

- 1、 写出上面的程序。
- 2、 习题集。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 10	授课教师 <u>高星</u> 签字
	子程序概述及 Z 向分层	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握子程序的概念；
2、掌握子程序命令的使用；
3、掌握使用子程序进行 Z 向分层的思路；
4、掌握掌握子程序的编程。

教学重点： 1、Z 向分层的思路；
2、子程序命令的使用。

教学难点： 1、Z 向分层的思路。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 17 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 10 子程序概述及 Z 向分层

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、 用刀补去残料的思路。
- 2、 去材料刀补的计算；
- 3、 多个刀补的编程；
- 4、 巩固粗/精加工刀补值的确定。

III 教学内容及过程

一、 Fanuc 上子程序的格式及调用

[格式] 子程序构成

O55; 子程序名

G1 ...

.

.

.

M99; 子程序结束

子程序呼叫

M98P55L1

[说明]

当主程序呼叫子程序时，它是一重子程序呼叫。因此，子程序可以做四重呼叫，。

教 案 纸

一个单个呼叫指令可以重复呼叫子程序最多到 9999 次。

对于兼容的编程装置，在第一个单节里，Nxxxx 可以代替子程序 O (或:) 跟着的数字。在 N 后面的顺序号被认为是子程序号。

[注意] 1. M98 和 M99 信号不输出到机床。2. 不到位址指定的子程序号，输出报警 (No. 078)。

[举例]

M98 P51002;

这条指令指定“呼叫子程序（程序号 1002）5 次”。

子程序呼叫指令 (M98P____) 可以在移动指令单节中指定。

X1000.0 M98 P1200;

这个例子在 X 轴移动之后呼叫子程序 (子程序号 1200)。

从主程序呼叫子程序的执行顺序

主程序子程序

N0010 O; N0010 O;

N0020 O; N0020 O;

N0030 M98 P21010; N0030 M98 P21010;

N0040 O; N0040 O;

N0050 O; N0050 O;

子程序可以象主程序呼叫子程序一样呼叫另一个子程序。

[特殊用途]

主程序中使用 M99

如果在主程序中执行 M99，控制返回主程序开头。

举例说，/M99 放在程序中并执行 M99；

在主程序的适当位置设定选择性单节跳跃功能，在执

教 案 纸

行主程序时关掉。

当执行 M99 时，控制返回到主程序的开头，然后主程序从头开始重复执行。

当选择性单节跳跃功能设定关时，重复执行程序。当选择性单节跳跃功能设定开时，/M99 单节被跳过；控制进入下一个单节继续执行。

二、使用子程序的场合：

- 1、同一零件上有重复加工的部位
- 2、批量加工，一次加工多个相同的工件
- 3、同一个零件上有多个不同形状的加工轮廓

可使程序看起来方便，简单

不使用的场合：

自动编程不用子程序：

- 1、多程序传输不方便
- 2、自动编程子程序完成后，修改的内容多，

三、编程实例

方形：

```
1 O0001
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G1Z30. F2000
5 X-50. Y0
6 Z5.0
7 Z0F200
8 D1M98P40002
9 G1Z30. F2000
10 M4
11 M30
12 O0002
13 G91G1Z-5.0
14 G90G41X-40. Y0
15 G3X-30. Y0R10.
16 G1Y30.
17 ...
18 M99
```

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、子程序的概念；
- 2、子程序的组成；
- 3、子程序的调用；
- 4、子程序的使用。

V 布置作业

- 1、运用子程序编写一个程序。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 11	授课教师 <u>高星</u> 签字
	子程序的 XY 向分层	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握子程序指令的使用；
 2、掌握用子程序编程；
 3、掌握用子程序及刀补实现 XY 向分层；
 4、掌握子程序的嵌套调用。

教学重点： 1、用子程序及刀补实现 XY 向分层；
 2、子程序的嵌套调用。

教学难点： 1、用子程序及刀补实现 XY 向分层。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 19 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 11 子程序的 XY 向分层

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、 子程序的概念；
- 2、 子程序的组成；
- 3、 子程序的调用；
- 4、 子程序的使用。

III 教学内容及过程

一、 加工实例分析

如图19所示：加工凸台零件，高 12mm。

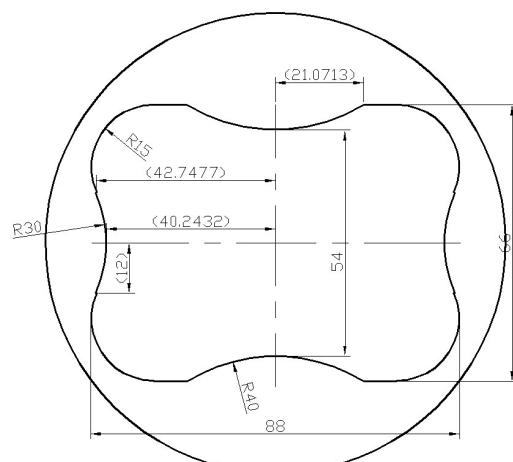


图 19: 刀补实例

教 案 纸

毛坯: $\phi 110 * 35$

刀具: $\phi 12$ 立铣刀

1、Z 向分层加工:

高 12mm 3mm*4 次深度等分下刀

用 G91 G01 Z-3.0 F300; Z 方向要先定好位
是 Z 方向

2、XY 向分层, 平面上的等分铣削:

方法: 用不同的刀具半径值:

A、刀具补偿值的确定: (由小到大确定)

大=较大 +B

较大=小 +B

小= $D/2 + (0.2 - 0.6)$

B = 50 - 80% *D

判断是否把多余材料去完

B、切入/切出圆弧半径:

R> 最大的刀补值

C、XY 平面内的定位

第一次铣削后, 刀具位置应回到原来位置

3、参考程序:

主程序:

```
1 O0001
2 G54 G17 G40 G49 G90
3 M03 S300
4 G01 X0 Y75.0 F800
5 Z0
6 M98 P40002
7 G01 Z30.0
8 M05
9 M30
```

下刀子程序

```
1 O0002
```

教 案 纸

```
2 G91 G01 Z-3.0
3 G90
4 D1 M98 P3
5 D2 M98 P3
6 D3 M98 P4
7 M99
```

轮廓子程序

```
1 O0003
2 G41 G01 X-40.0 Y67.0
3 G03 X21.071 Y33.0 R40.0
4 G1 X39
5 G03 X42.748 Y12.0 R15.0
6 G02 Y-12.0 R30.0
7 G03 X39 Y-33.0 R15.0
8 G01 X21.071
9 G03 X-21.071 R40.0
10 G01 X-39.0
11 G03 X-42.748 Y-12.0 R15.0
12 G02 Y12.0 R30.0
13 G03 X-39.0 Y33.0 R15.0
14 G01 X-21.071
15 G03 X40.0 Y67.0 R40.0
16 G40 G01 X0 Y75.0
17 M99
```

二、 使用子程序的场合

- 1、同一零件上有重复加工的部位
- 2、批量加工，一次加工多个相同的工件
- 3、同一个零件上有多个不同形状的加工轮廓
可使程序看起来方便，简单

不使用的场合：

自动编程不用子程序：

- 1、多程序传输不方便
- 2、自动编程子程序完成后，修改的内容多。

IV 课堂小结

- 1、子程序 Z 向分层；

教 案 纸

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">2、 子程序 XY 向分层；3、 子程序的应用。 |
| | <p>V 布置作业</p> <ul style="list-style-type: none">1、 用子程序编写一个 Z 向分层 +XY 向分层的程序。 |

V 布置作业

- 1、 用子程序编写一个 Z 向分层 +XY 向分层的程序。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 12	授课教师 <u>高星</u> 签字
	siemens 编程应用	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Siemens 上子程序指令的使用；
 2、掌握 Siemens 上的编程；
 3、掌握 Siemens 上的半径补偿；
 4、掌握相关注意事项。

教学重点： 1、Siemens 上的编程；
 2、Siemens 上的半径补偿。

教学难点： 1、Siemens 上的半径补偿。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 24 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 12 siemens 编程应用

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、 子程序 Z 向分层；
- 2、 子程序 XY 向分层；
- 3、 子程序的应用。

III 教学内容及过程

一、 Siemens 上的程序名

Fanuc: O+ 四位数值为程序号，
即 1 号和 0001 号为同一个程序。

0-7999：用户使用。不能加密。

8000-8999：机床生产商和用户使用，可加密。

9000-9999：系统开发商使用，可加密。

主程号与子程序号不区分。

Siemens：前两位为字母，后面任意。不能与系统已有的字重名。

GX03 AAA BBB 可以

GOTO10 CYCLE81 不可以

字程序：L+ 四位数值组成

也可以与主程序使用一样的规格。

主程序的扩展名为 MPF

子程序的扩展名为 SPF

教 案 纸

二、 Siemens 上的 G 指令

1、 G1 G2/G3

Siemens 使用 CR=__ 表示半径。

Siemens 上还有其他使用格式。

2、 G4 暂停时间

Fanuc: G4 X__/P—X 表示秒， P 表示毫秒。

Sienem: G4 F__ F 表示秒。

3、 G17 G18 G19

4、 G20 G21 fanuc 上表示英制与公制

G70 G71 Siemens 上表示英制与公制

5、 G27 G28 G29 Fanuc 表现回参考点检查回参考点
从参考点返回。

G74 回参考点

6、 G40 G41 G42

补偿号在 Siemens 上称为刀沿号

每一把刀具可以有 9 个切削刀沿。

7、 G43 G44 G49 Fanuc 刀具长度补偿

T1D1 Siemens 上自动补偿。

8、 G53 G54-G59

三、 Siemens 上其他问题

1、 子程序结束 RET M17

2、 子程序的调用

子程序名 P__ 调用次数

子程序的调用必须单独占用一个程序段。

教 案 纸

四、 Siemens 编程实例

如图:在数控机床上加工如图所示的零件,试用 siemens 格式编程。

程序:

```
1 GX01 粗加工
2 G54G17G40G90
3 T1D1
4 M3S500
5 G1Z30. F2000
6 X-55.Y0
7 Z5.
8 Z0F200
9 L1 P4
10 Z0
11 L2 P2
12 Z3.
13 Z30 . F2000
14 M5
15 M2
```

```
1 L1 方形轮廓子程序
2 G91Z-2.5
3 G90
4 G41G1X-45.Y0
5 G3X-35.Y0CR=10.
6 G1Y35.
7 X35.
8 Y-35.
9 X-35.
10 Y0
11 G3X-45.Y10.CR=10.
12 G40G1X-55.Y0
13 M17
```

```
1 L2 圆形轮廓子程序
2 G91G1Z-2.5
3 G90
4 G41G1X-40.Y-10.
5 G3X-30.Y0CH=10.
6 G2I30 .
7 G3X-40.Y10.CH=10.
8 G40G1X-55Y0
9 RET
```

```
1 GX01 精加工
2 G54G17G40G90
3 T2D1
4 M3S800
```

教 案 纸

```
5 G1Z30.F2000
6 X-55.Y0
7 Z5.
8 Z-7.6F100
9 L1
10 Z-2.5
11 L2
12 Z3.
13 Z30.F2000
14 M5
15 M2
```

IV 课堂小结

- 1、 Siemens 上的程序名；
- 2、 Siemens 上的 G 指令；
- 3、 Siemen 上的子程序；
- 4、 Siemens 编程实例。

V 布置作业

- 1、用 Siemens 格式编程一个程序。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 13	授课教师 <u>高星</u> 签字
	平面及斜面加工工艺	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握平面的加工方法；
2、掌握斜面的加工方法；
3、掌握平面及斜面的编程；
4、掌握精度的保证。

教学重点： 1、平面及斜面的编程；
2、斜面的加工方法。

教学难点： 1、平面及斜面的编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 26 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 13 平面及斜面加工工艺

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、 Siemens 上的程序名;
- 2、 Siemens 上的 G 指令;
- 3、 Siemen 上的子程序;
- 4、 Siemens 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 平面加工工艺

1、 平面的类型

一般平面 (即没有边界限制, 没有壁)

有简单的壁

有复杂的壁 (铣外形)

2、 平面加工精度

尺寸精度

形位精度: 平面度 垂直度

倾斜度 (斜面)

表面质量: 表面粗糙度值

3、 平面加工刀具

面铣刀, 直径大, 上面使用硬质合金可转位刀片加工
效率高, 质量好, 加工中心上有 63 的面铣刀两个

教 案 纸

小直径立铣刀：数控铣床上用，效率低，走刀路径长等。

4、走刀路径

A、往复走刀（效率高，有顺铣、也有逆铣）常用于粗加工

B、单向走刀（效率低，只有顺铣）用于精加工。

C、跟随部件或周边（程序长）

5、加工精度高的平面

往复走刀进行粗加工，留 0.2mm 的精加工余量单向走刀进行精加工，转速高，切削速度小

6、坐标系的设定，一般设置加工后的表面上。

7、编程：

已有：走圆往复走

例子：

```
1 O5
2 M3
3 N10G91G1X100.F200
4 Y10.
5 X-100.
6 Y10.
7 GOTO10 / M99
```

次数控制。

A、调用子程序：在 MDI 或新程序中 M98 P5

B、宏程序控制：

1 O5	Siemens
2 M3	
3 #1=0	R1=0
4 N10#1=#1+1	R1=R1+1
5 G91G1X100.F200	
6 Y10.	
7 X-100.	
8 Y10.	
9 IF[#1lt5]GOTO10	IF R1<5 goto10
10 M30	M2

有简单壁时

教 案 纸

可以从壁处开始加工，
单向走刀编程
8、铣长方体（保证质量）
铣削顺序
工件的安装位置。

二、 斜面的加工工艺

1、把斜面使用正弦规或打表装平，按平面加工方法进行加工。

2、沿斜面走刀

粗加工：往复走刀，加工宽度 50-80% 刀具直径。

当斜度大时可以水平走刀。

当深度大时，可以分层走刀。

精加工：单向走刀，加工宽度由表面质量决定

3、走刀路径要延长。

计算方法：已知斜度按等比计算

已知角度按三角函数计算

例子：

4、斜面类型及编程：

A、垂直 G8 平面的斜面

B、垂直 G19 平面斜面

C、任意斜面

编程

5、如图所示，加工外形及斜面，试编程。

三、 形位公差

见后面的图

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、 平面的加工工艺；
- 2、 斜面的加工工艺；
- 3、 形位公差；
- 4、 编程实例。

V 布置作业

- 1、 编写斜面的程序。

教 案 纸

续表

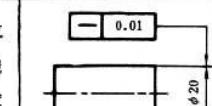
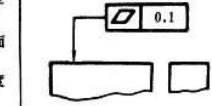
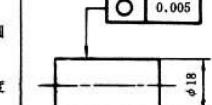
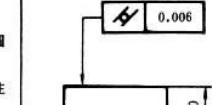
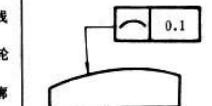
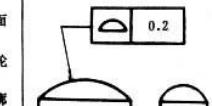
项目	图例	说 明
直线度		轴线直线度公差为0.01mm，实际轴线必须位于直径为0.01mm的圆柱面内。
平面度		平面度公差为0.1mm，实际平面必须位于距离为0.1mm的两平行平面内。
圆度		圆度公差为0.005mm，在任一横截面内，实际圆必须位于半径差为0.005mm的二同心圆之间。
圆柱度		圆柱度公差为0.006mm，实际圆柱必须位于半径差为0.006mm的二同轴圆柱之间。
线轮廓度		线轮廓度公差为0.1mm，实际曲线必须位于包容以理想曲线为中心的一系列直径为0.1mm圆的两包络线之间。
面轮廓度		面轮廓度公差为0.2mm，实际曲面必须位于包容以理想曲面为中心的一系列直径为0.2mm球的两包络面之间。

图 20:

教 案 纸

表 2 位 置 公 差

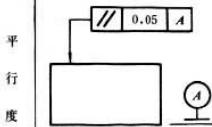
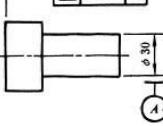
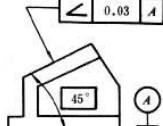
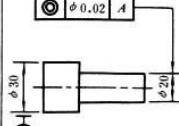
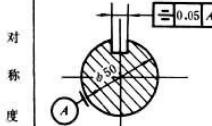
项目	图 例	说 明
平行度		平行度公差为0.05 mm，实际平面必须位于距离为0.05 mm且平行于基准平面A的两平行平面之间。
垂直度		垂直度公差为0.05 mm，实际端面必须位于距离为0.05 mm且垂直于基准轴线A的平行平面之间。
倾斜度		倾斜度公差为0.03 mm，实际斜面必须位于距离为0.03 mm且与基准平面A成45°的两平行平面之间。45°表示理论正确角度。
同轴度		同轴度公差为φ0.02 mm，φ20圆柱的实际轴线必须位于以φ30基准圆柱轴线A为轴线的以0.02 mm为直径的圆柱面内。
对称度		对称度公差为0.05 mm，键槽的实际中心平面必须位于距离为0.05 mm的两平行平面之间，该两平面对称地配置在通过基准轴线A的辅助中心平面两侧。

图 21:

教 案 纸

续表

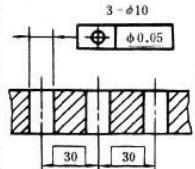
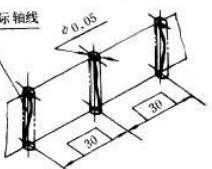
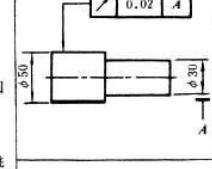
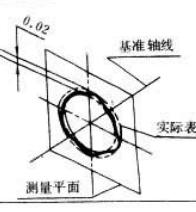
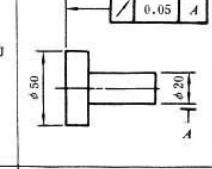
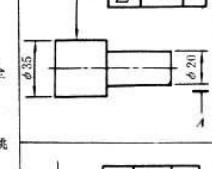
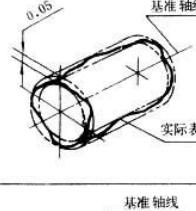
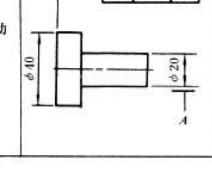
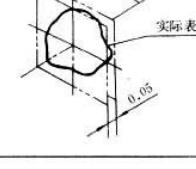
项目	图例	说 明
位 置 度		<p>位置度公差为0.05mm，三个φ10孔实际轴线必须分别位于直径为0.05mm且以理想位置30为轴线的诸圆柱面内。</p> 
圆 跳 动		<p>径向圆跳动公差为0.02 mm，φ50圆柱面绕φ30圆柱基准轴线作无轴向移动回转时，在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于0.02mm。</p> 
端 面 跳 动		<p>端面圆跳动公差为0.05mm，当零件绕φ20圆柱基准轴线作无轴向移动回转时，在左端面上任一测量直径处的轴向跳动量均不得大于0.05mm。</p> 
全 跳 动		<p>径向全跳动公差为0.05mm，φ35圆柱面绕φ20圆柱基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时指示器平行于基准轴线的直线移动，在φ35整个表面上的跳动量不得大于0.05mm。</p> 
端 面 跳 动		<p>端面全跳动公差为0.05mm，端面绕φ20圆柱基准轴线作无轴向移动地连续回转，同时指示器垂直于基准轴线的直线移动，在整个端面上的跳动量不得大于0.05mm。</p> 

图 22:

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 14	授课教师 <u>高星</u> 签字
	外轮廓加工	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握增加刀路去残料的思路；
2、掌握增加刀路的方法；
3、掌握相关点的计算；
4、会合理的增加刀路。

教学重点： 1、增加刀路去残料的思路；
2、增加刀路的方法。

教学难点： 1、相关点的计算。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 10 月 31 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 14 外轮廓加工

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、 平面的加工工艺；
- 2、 斜面的加工工艺；
- 3、 形位公差；
- 4、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工实例

在数控机床上加工如图23所示的零件，试完成加工工艺的分析与加工程序的编写，并完成零件的加工。

1、 残料计算：

三个角处的残料为 $20\sqrt{2} - 10 = 18.28$

大角处的残料为 $50\sqrt{2} - 20\sqrt{2} = 30\sqrt{2} = 42.42$

则无论用多大的刀具，此处的残料都不能用刀具半径补偿功能进行去残料。

2、 增加刀路去残料：

适合所有类型的去残料，

难点：刀路怎么设计，相关点的计算

基本要求：不能过切，粗加工后能把所有残料去完

自动编程软件：自动计算：

教 案 纸

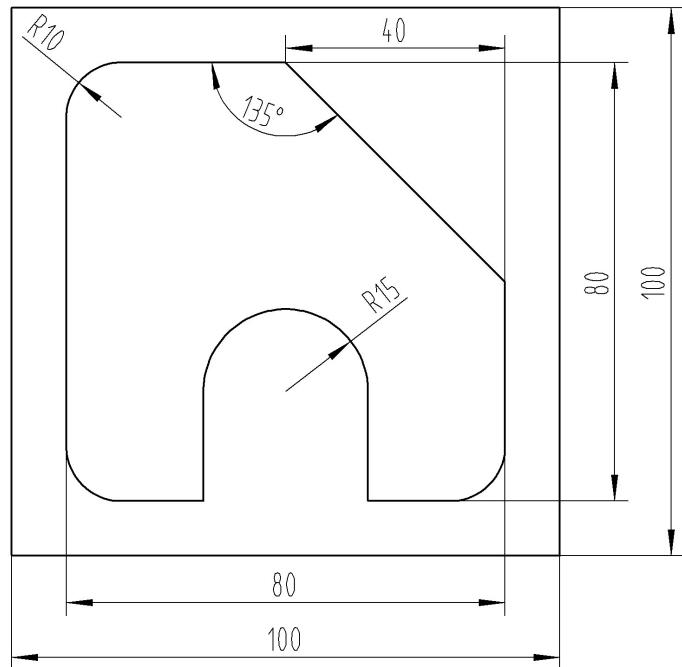
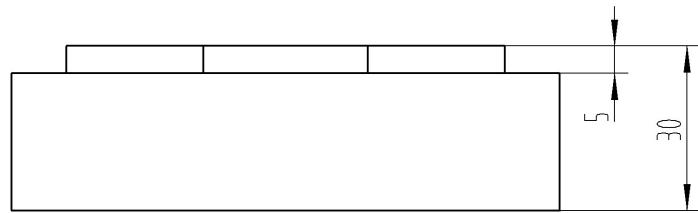


图 23: 刀补实例

平行往复走刀
沿部件平行环切
沿毛坯平行环切
螺旋高速切削
手工编程: 选计算较简单的方法
常用去残料刀路设计:
角
大圆

教 案 纸

3、刀路设计：

刀具：铣平面及粗加工： $\varnothing 12$ 立铣刀

加工宽度 10mm

精加工 $\varnothing 10$ 立铣刀

去残料刀路：

角点坐标：

R10-R16.5 (粗加工) -R26.5 (18.5 16.5 2) 残料去完—改成直线(切线)

$$20\sqrt{2} - 26.5 = 2.32$$

两边的长： $2.32\sqrt{2}$ 3.28

点 A(50,-46.) B(46,-50)

其余根据对称点进行计算

G1 X50. Y-46.

X46. Y-50.

中间下面的半圆槽：

直线： $C(0, -60)D(0, -20)$

大角：

$28.28 + 6.5$ (粗加工)

$28.28 + 16.5 = 44.78$ (相当于刀补 16.5)

坐标 $X = 50 - (70.7 - 44.78)\sqrt{2} = 13.349$

$28.28 + 26.5 = 54.78$ (相当于刀补 26.5)

$X 50 - (70.7 - 54.78)\sqrt{2} = 27.489$

$28.28 + 36.6 = 64.78$ (相当于刀补 36.5) +6 = 42.5 去完

$X = 50 - (70.7 - 64.78)\sqrt{2} = 41.629$

G1 X50 Y50

X41.629

X50 Y41.629

教 案 纸

Y27.489
X27.489 Y50
X13.349
X50 Y13.349

4、程序编写

```
1 O1(粗加工主程序)
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G1Z20. F2000
5 X70. Y70.
6 Z3.0
7 Z-5. F200
8 M98P2(去残料)
9 Z5.0
10 X0Y60.
11 Z-5.0
12 D1M98P3
13 G1Z30. F2000
14 M5
15 M30
```

```
1 O2(去残料子程序)
2 N1 G1 X50 Y50
3 X41.629
4 X50 Y41.629
5 Y27.489
6 X27.489 Y50
7 X13.349
8 X50 Y13.349
9 X60.
10 N2 Y-46.
11 X50.
12 X46. Y-50.
13 Y-60
14 N3X-46.
15 Y-50.
16 X-50. Y-46.
17 Y-60.
18 N4 Y46.
19 X-50
20 X-46. Y50.
21 Y60.
22 M99;
```

```
1 O3(轮廓子程序)
2 G1X-10. Y50.
3 G3X0Y40. R10.
```

教 案 纸

```
4 G1X40.Y0  
5 G1Y-30.  
6 ...  
7 ...  
8 ...
```

```
1 O4(精加工主程序)  
2 G54G17G40G49G90  
3 M3S800  
4 G1Z20.F2000  
5 X0.Y60.  
6 Z3.0  
7 Z-5.F200  
8 Z-5.0  
9 D1M98P3  
10 G1Z30.F2000  
11 M5  
12 M30
```

IV 课堂小结

- 1、增加刀路去残料；
- 2、加工实例；
- 3、相关计算。

V 布置作业

- 1、编写上面的程序。

授课课时计划

课程章节及主题	理论 15	授课教师 <u>高星</u> 签字
	期中考试	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、 期中考试

教学重点： 1、 期中考试。

教学难点： 1、 期中考试。

解决方法： 期中考试；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 2 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 15 期中考试

○ 《数铣编程与操作》期中考试试题 A 卷 (时间: 120 分钟)

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											
评卷人											

一、填空题 (每空 0.5 分, 共 20 分)

- 线 名 班 级 部
： 考 号 线
- 数控机床由 _____、_____、_____、_____ 和其它辅助装置等组成。
 - 数控机床按运动控制方式可分为 _____、直线控制数控机床和 _____。
 - 数控编程一般有 _____ 和 _____ 两种方法。
 - 在加工中心中, F 指令用于指定 _____, S 指令用于指定 _____, T 指令用于指定 _____; 其中 F100 表示 _____, S800 表示 _____。
 - _____ 铣刀有两个刀齿, 端面刃延至刀具中心, 即像立铣刀又像钻头, 可直接进行轴向加工。
 - 加工中心是一种带 _____ 和 _____ 的数控机床。
 - 用 G54 设定工件坐标系时, 可用多种方法找到工件坐标系原点在 _____ 坐标系中的坐标, 并把其坐标值输入到相应的参数中。
 - 每脉冲使机床移动部件产生的位移称 _____。
 - 在数控编程时, 使用 _____ 指令后, 就可以按工件的轮廓尺寸进行编程, 而不需按照刀具的中心线运动轨迹来编程。
 - 在铣削零件的内外轮廓表面时, 为防止在刀具切入、切出时产生刀痕, 应沿轮廓 _____ 方向切入、切出, 而不应法线方向切入、切出。
 - 数控机床中的标准坐标系采用 _____, 并规定使刀具与工件之间距离 _____ 的方向为正方向。
 - 在 Fanuc 上调用 5 次 O1111 子程序的指令是 _____, 在 Siemens 上调用 5 次 L11 子程序的指令是 _____。
 - 粗加工时, 应选择 _____ 的背吃刀量、进给量, _____ 的切削速度。精加工时, 应选择 _____ 的进给量, 较 _____ 的切削速度 (较大/较少)。
 - 铣削进给速度 F 与铣刀刃数 Z、主轴转速 S、每齿进给量 Fz 的关系是 _____。
 - 根据刀具回转切入方向与工件进给方向之间的关系不同, 有 _____ 铣和 _____ 铣之分。
 - 数控机床在开机后, 须进行回零操作, 使 X、Y、Z 各坐标轴运动回到 _____。
 - 常见的切入、切出方式有三种分别为从延长线上切入、切出, 从切线上切入、切出, _____。
 - 在程序中设置进给速度为 F150, 若进给倍率打到 80, 则实际进给速度约为 _____。
 - 在主程序中使用 M99, 则返回到 _____。
 - 若采用圆弧切入、切出工件, 则刀具半径补偿值必须 _____ 切入、切出圆弧半径。
 - 用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 80_{-0.04}^0$ 的圆, 经测量后其尺寸为 $\varnothing 80.42$, 侧精加工刀补为 _____。
 - 在自动运行中, 打开 _____ 功能, 可以使程序一段一段的运行, 即按下循环启动一次, 执行一条数控指令。
 - 按下进给保持, 可使程序运行 _____。
 - 若机床移动部件超出其运动的极限位置 (软件行程限位或机械限位), 则系统出现 _____ 报警。

- 25、在设定刀具半径补偿值时，可在几何和磨损两区域同时设定数值，则补偿值等于几何值与磨损值之 _____。
- 26、若手轮的进给倍率旋钮选择 x100，转动手轮 5 个脉冲，则机床移动 _____ mm。
- 二、选择题 (每题 0.5 分, 共 16 分)**
- 27、沿刀具前进方向观察，刀具偏在工件轮廓的左边 _____ 指令。
A、G40 B、G41 C、G42 D、G43
- 28、沿刀具前进方向观察，刀具偏在轮廓的右边是 _____ 指令。
A、G40 B、G41 C、G42 D、G43
- 29、下面指令中属于非模态指令的是 _____。
A、G90 B、G2 C、G4 D、G99
- 30、圆弧插补指令 G17 G3 X____ Y____ R____ F____ 中的 XY 表示圆弧的 _____。
A、起点坐标 B、终点坐标
C、圆心坐标 D、圆心相对于起点的值
- 31、G00 指令与下列的 _____ 指令不是同一组的。
A、G1 B、G2 C、G3 D、G4
- 32、确定数控机床的坐标轴时，一般应先确定 _____。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴 D、U 轴
- 33、数控铣床的默认加工平面是 _____。
A、XY 平面 B、ZX 平面 C、YZ 平面
- 34、开环控制系统用于 _____ 数控机床上。
A、经济型 B、中、高档 C、精密
- 35、加工中心与数控铣床的主要区别是 _____。
A、数控系统复杂程序不同 B、机床精度不同
C、有无自动换刀系统
- 36、加工中心中的 F 功能的默认单位是 _____。
A、m/min B、mm/min C、mm/r D、m/r
- 37、在数控机床坐标系中平行机床主轴的直线运动为 _____。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴
- 38、辅助功能中与主轴有关的 M 指令为 _____。
A、M5 B、M6 C、M9 D、M7
- 39、“CNC”的含义是 _____。
A、数控控制 B、计算机数字控制
C、网络控制
- 40、在“机床锁定”(FEED HOLD) 方式下，进行自动运行，_____ 功能被锁定。
A、进给 B、主轴 C、刀具功能
- 41、在 CRT/MDI 面板的功能键中，显示机床现在位置的键是 _____。
A、POS B、PRGRM C、OFFSET D、SYSTEM
- 42、在数控机床工作时，当发生任何异常现象需要紧急处理时应启动 _____。
A、程序停止功能 B、暂停功能
C、急停功能
- 43、准备功能 G90 表示的功能是 _____。
A、预置功能 B、固定循环 C、绝对尺寸 D、增量尺寸
- 44、若铣削速度为 75m/min，铣刀直径为 80mm，则铣刀的转速为 _____ r/min。
A、258 B、298 C、358 D、398
- 45、程序结束时，以何种指令表示 _____。
A、M0 B、M1 C、M2 D、M3
- 46、数控机床的旋转轴之一 B 轴是绕 _____ 直线轴旋转的轴。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴 D、W 轴
- 47、Fanuc 上子程序结束的指令为 _____。
A、G99 B、G98 C、M99 D、M98
- 48、在 Fanuc 系统中，在主程序中调用子程序 O1000，其正确的指令是 _____。
A、M98 O1000 B、M99 O1000 C、M98 P1000 D、G98 P1000

- 49、通过刀具当前位置来设定工件坐标系时用 _____ 指令实现。
A、G54 B、G55 C、G92 D、G52
- 50、某加工程序中的一个程序段为：N30 G91 G18 G2 X30.0 Y35.0 I30.0 F200 该段程序的错误在于 _____。
A、不应该用 G91 B、不应该用 G18
C、不应该用 N30 D、不应该用 G2
- 51、若要使刀具中心远离编程轮廓，则刀补的绝对值 _____。
A、增大 B、减少 C、不变
- 52、若要使刀具中心靠近编程轮廓，则刀补的绝对值 _____。
A、增大 B、减少 C、不变
- 53、下面使用刀补正确的是 _____。
A、G17 G41 G1 X10.0 Y10.0 D1 F200
B、G17 G41 G1 Z-5.0 D1 F200
C、G17 G41 G2 X20.0 Y20.0 R20.0 D1 F200
D、G17 G42 G0 X10.0 Y10.0 F200
- 54、用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 100^{+0.04}$ 的外圆，经测量其值为 $\varnothing 100.46$ ，侧精加工刀补为 _____。
A、6.0 B、6.43 C、5.98 D、5.97
- 55、用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 100$ 的外圆，经测量其值为 $\varnothing 100.46$ ，侧精加工刀补为 _____。
A、6.0 B、6.43 C、5.98 D、5.97
- 56、用增量的方式、螺旋下刀一周的指令为 _____。
A、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 I20.0 J0
B、G17 G91 G2 X20.0 Y0 Z-4.0 I20.0 J0
C、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 R20.0
D、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 R-20.0
- 57、加工狭长的槽，可用立铣刀 _____。
A、直接下刀 B、斜线下刀 C、螺旋下刀

- 58、刀具所在位置的坐标为 (-20, 0)，以坐标系原点为中心，逆时针圆弧插补到 (0, 20) 的指令为 _____。
A、G17 G3 X0 Y20.0 R20.0 B、G17 G3 X0 Y20.0 I20.0 J0
C、G17 G3 X0 Y20.0 I0 J20.0 D、G17 G3 X-20.0 Y0 R-20.0
- 三、判断题 (每题 0.5 分, 共 20 分)**
- 59、圆弧插补中，对于整圆，其起点和终点相重合，用 R 编程无法定义，所以只能用圆心坐标编程。 ()
- 60、用数显技术改造后的机床就是数控机床。 ()
- 61、G 代码可以分为模态 G 代码和非模态 G 代码。 ()
- 62、G0 和 G1 指令都能使机床坐标轴准确到位，因此它们都是插补指令。.... ()
- 63、圆弧插补用半径编程时，当圆弧所对应的圆心角大于 180 度时半径取负值。 ()
- 64、点位控制系统不仅要控制从一点到另一点的准确定位，还要控制从一点到另一点的路径。 ()
- 65、通常在命名或编程时，不论何种机床，都一律假定工件静止刀具移动。.... ()
- 66、一个主程序中只能有一个子程序。 ()
- 67、不同结构布局的数控机床有不同运动方式，但无论何种形式，编程时都认为工件相对于刀具运动。 ()
- 68、子程序的编写方式必须是增量的方式。 ()
- 69、Y 坐标的圆心坐标符号一般用 K 表示。 ()
- 70、X 坐标的圆心坐标符号一般用 I 表示。 ()
- 71、沿着不在圆弧平面内的坐标轴的正方向向负方向看去，顺时针圆弧插补为 G2，逆时针圆弧插补为 G3。 ()
- 72、沿着不在圆弧平面内的坐标轴的负方向向正方向看去，顺时针圆弧插补为 G2，逆时针圆弧插补为 G3。 ()

- 73、一个主程序调用另一个主程序称为主程序嵌套。()
- 74、切削速度增大时，切削温度升高，刀具耐用度大。()
- 75、刀具补偿功能包括刀补的建立、刀补的执行。()
- 76、数控机床中 MDI 是机床诊断智能化的英文缩写。()
- 77、数控机床中 CCW 表示顺时针方向旋转，CW 代表逆时针方向旋转。... ()
- 78、G3 X__ Y__ I__ K__ F__ 表示在 XY 平面顺时针插补。() .
- 79、G40 是数控编程中刀具左补偿指令。()
- 80、同组模态 G 代码可以入在一个程序段中，而且与顺序无关。()
- 81、单节操作 (SINGLE BLOCK) OFF 时，能依照指定的程序，一个单节接一个单节连续执行。()
- 82、铣削速度 = π^* 铣刀直径 * 每分钟回转数 (不考虑单位)。()
- 83、铣刀直径 100mm，以 25m/min 速度铣削，其每分钟转数为 40。()
- 84、面铣刀直径 100mm，以 300rpm 旋转时，切削速度为 94m/min。()
- 85、直径 100mm 的 4 刃面铣刀以 350rpm 旋转，若进给速度 (F) 为 250mm/min，则每刃的进给量为 0.71mm/min。()
- 86、程序指令 G90 G28 Z5.0; 代表 Z 轴移动 5mm。()
- 87、指令 M2 为程序结束，同时使程序光标位置还原 (Reset)。()
- 88、在 ZX 平面执行圆弧切削的指令，可以写成 G18 G3 X__ Z__ K__ I__ F__。()
- 89、在 YZ 平面执行圆弧切削的指令，可以写成 G19 G3 Y__ Z__ K__ J__ F__。()
- 90、制作 NC 程序时，G90 与 G91 不宜在同一程序段中。()
- 91、指令 G43、G44、G49 为刀具半径左、右补偿与消除。()
- 92、在执行 G0 指令时，刀具路径不一定为直线。()
- 93、程序 G1 X__ Y__ F100, 其中 F100 为主轴每回转床台进给 100mm。... ()
- 94、G17 G2 I100.0 J100.0 F100 的刀具路径为 100 的圆。()
- 95、CNC 铣床加工完毕后，为了让隔天下一个接班人操作方便，可不必清洁床台。()
- 96、G17 G3 I100.0 J100.0 F100 其中 I 及 J 表示起点到圆心 X 轴、Y 轴的分向量。()
- 97、操作中程序有错误，须选择编辑 (EDIT) 操作模式修改程序。()
- 98、操作 CNC 铣床时，为了安全，不可穿宽松衣物及戴手套。()
- 四、简答题 (每题 3 分，共 21 分)**
- 99、“取中法”对刀的原理及过程。
- 100、G1 与 G0 有什么区别。

学号:

101、数控机床在使用中遇到紧急情况，你可以采取哪几种手段使数控铣床立即停止运行。

○

姓名:

102、你是怎样开机的。

线

封

103、怎样确定粗加工、半精/精加工时的刀具半径补偿值

班级:

密

系部:

○

104、挖槽加工有哪些下刀方式，各有什么特点。

105、写出用 $\varnothing 10$ 的立铣刀加工 100*100 的平面的程序。

五、作图题（每题 3 分，共 6 分）

106、画出下面程序中的编程轮廓。（要求画好坐标系，并标明关键点的坐标）

```
00001;  
G54 G17 G40 G49 G90;  
M3 S500;  
G1 Z30.0 F2000;  
X0 Y-45.0;  
Z5.0;  
Z-4.0 F150;  
G41 G1 X10.0 Y-35.0 D1;  
G3 X0 Y-25.0 R10.0;  
G2 X-25.0 Y0 R25.0;  
G1 Y12.5 ,R7.0;  
G2 X-12.5 Y25.0 R-12.5;
```

```
G1 X12.5 ;
G2 X25.0 Y12.5 R-12.5;
G1 Y0;
G2 X0Y-25.0 R25.0;
G3 X-10.0 Y-35.0 R10.0;
G40 G1X0 Y-45.0;
G1 Z30.0 F2000;
M5;
M30;
```

107、画出下面程序中的编程轮廓。(要求画好坐标系，并标明关键点的坐标)

```
00005;
G54 G17 G40 G49 G90;
M3 S500;
G1 Z30.0 F2000;
X40.0 Y0;
Z5.0;
Z0 F150;
G2 X0 Y40.0 Z-4.0 R-40.0;
G1 X-10.0 ;
G42 X0 Y50.0 D1;
G2 Y30.0 R10.0;
G3 X30.0 Y0 R-30.0 ;
G2 X50.0 R10.0 ;
G2 X0 Y50.0 R-50.0 ;
G2 Y30.0 R10.0;
G40 G1 X-10.0 Y40.0 ;
G1 Z30.0 F2000;
M5;
M30;
```

六、程序改错(共4分)

108、更改下面程序中的错误，加工 80*60 的方，四角倒 R8 的圆。

```
01
G54 G17 G17 G40 G49 G90
M3 S500
G1 Z30.0
X-60.0 Y0
Z5.0
Z-4.0 F100
G42 X-50.0 Y10.0
G3 X-40.0 Y0 R10.0
G1 Y22.0
G2 X-32.0 Y30.0
G1 X32.0
G2 X40.0 Y22.0 R8.0
G1 Y-22.0
G2 X32.0 Y-30.0
G1 X-32.0
G2 X-40.0 Y-22.0 R8.0
G1 Y0
G3 X50.0 Y10.0 R10.0
G1 X60.0 Y0
Z30.0 F2000
M5
M99
```

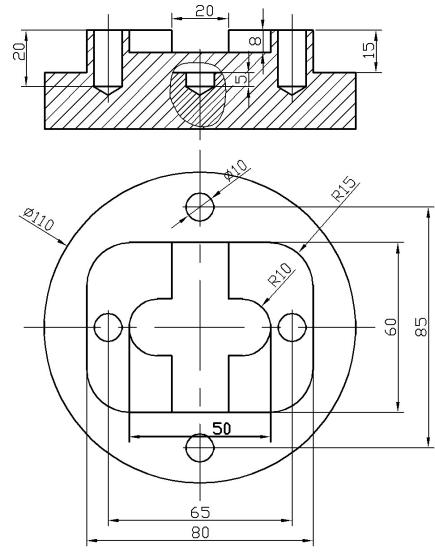
七、工艺分析(共13分)

109、在数控机床上加工如图所示的零件，试完成工件坐标系的设定，刀具的选择，切削用量的选择，最后填写好加工工序表，并在图上画出走刀路径。(钻孔不做)

工艺：

系部: _____ 班级: _____ 密封线
姓名: _____ 学号: _____

○



程序:

程序:

授课课时计划

课程章节及主题	理论 16	授课教师 <u>高星</u> 签字
	期中考试讲解	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、 复习巩固

教学重点： 1、 复习巩固。

教学难点： 1、 复习巩固。

解决方法： 复习巩固；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 7 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 16 期中考试讲解

○ 《数铣编程与操作》期中考试试题 A 卷 (时间: 120 分钟)

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总分
得分											
评卷人											

一、填空题 (每空 0.5 分, 共 20 分)

1. 数控机床由 输入输出设备、数控装置、伺服系统、机床本体 和其它辅助装置等组成。
2. 数控机床按运动控制方式可分为 点位控制数控机床、直线控制数控机床和 连续控制数控机床。
3. 数控编程一般有 手工编程 和 自动编程 两种方法。
4. 在加工中心中, F 指令用于指定 进给速度, S 指令用于指定 主轴转速, T 指令用于指定 加工刀具; 其中 F100 表示 进给速度为 100mm/min, S800 表示 主轴转速为 800r/min。
5. 键槽 铣刀有两个刀齿, 端面刃延至刀具中心, 即像立铣刀又像钻头, 可直接进行轴向加工。
6. 加工中心是一种带 刀库 和 自动换刀装置 的数控机床。
7. 用 G54 设定工件坐标系时, 可用多种方法找到工件坐标系原点在 机床 坐标系中的坐标, 并把其坐标值输入到相应的参数中。
8. 每脉冲使机床移动部件产生的位移称 脉冲当量。
9. 在数控编程时, 使用 刀具半径 指令后, 就可以按工件的轮廓尺寸进行编程, 而不需按照刀具的中心线运动轨迹来编程。
10. 在铣削零件的内外轮廓表面时, 为防止在刀具切入、切出时产生刀痕, 应沿轮廓 切线 方向切入、切出, 而不应法线方向切入、切出。
11. 数控机床中的标准坐标系采用 右手笛卡尔直角坐标系, 并规定使刀具与工件之间距离 增大 的方向为正方向。
12. 在 Fanuc 上调用 5 次 O1111 子程序的指令是 M98 P51111, 在 Siemens 上调用 5 次 L11 子程序的指令是 L11 P5。
13. 粗加工时, 应选择 较大 的背吃刀量、进给量, 较少 的切削速度。精加工时, 应选择 较少 的进给量, 较 较大 的切削速度(较大/较少)。
14. 铣削进给速度 F 与铣刀刃数 Z、主轴转速 S、每齿进给量 Fz 的关系是 $F = Fz \times S \times Z$ 。
15. 根据刀具回转切入方向与工件进给方向之间的关系不同, 有 顺 铣和 逆 铣之分。
16. 数控机床在开机后, 须进行回零操作, 使 X、Y、Z 各坐标轴运动回到 机床坐标系零点。
17. 常见的切入、切出方式有三种分别为从延长线上切入、切出, 从切线上切入、切出, 圆弧切入、切出。
18. 在程序中设置进给速度为 F150, 若进给倍率打到 80, 则实际进给速度约为 120mm/min。
19. 在主程序中使用 M99, 则返回到 主程序开头。
20. 若采用圆弧切入、切出工件, 则刀具半径补偿值必须 少于 切入、切出圆弧半径。
21. 用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 80_{-0.04}^0$ 的圆, 经测量后其尺寸为 $\varnothing 80.42$, 侧精加工刀补为 5.98。
22. 在自动运行中, 打开 单段 功能, 可以使程序一段一段的运行, 即按下循环启动一次, 执行一条数控指令。
23. 按下进给保持, 可使程序运行 暂停运行。
24. 若机床移动部件超出其运动的极限位置(软件行程限位或机械限位), 则系统出现 超程 报警。

- 25、在设定刀具半径补偿值时，可在几何和磨损两区域同时设定数值，则补偿值等于几何值与磨损值之 和 。
- 26、若手轮的进给倍率旋钮选择 x100，转动手轮 5 个脉冲，则机床移动 0.5 mm。
- 二、选择题 (每题 0.5 分, 共 16 分)**
- 27、沿刀具前进方向观察, 刀具偏在工件轮廓的左边是 B 指令。
A、G40 B、G41 C、G42 D、G43
- 28、沿刀具前进方向观察, 刀具偏在轮廓的右边是 C 指令。
A、G40 B、G41 C、G42 D、G43
- 29、下面指令中属于非模态指令的是 C 。
A、G90 B、G2 C、G4 D、G99
- 30、圆弧插补指令 G17 G3 X Y R F 中的 XY 表示圆弧的 B 。
A、起点坐标 B、终点坐标
C、圆心坐标 D、圆心相对于起点的值
- 31、G00 指令与下列的 D 指令不是同一组的。
A、G1 B、G2 C、G3 D、G4
- 32、确定数控机床的坐标轴时, 一般应先确定 C 。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴 D、U 轴
- 33、数控铣床的默认加工平面是 A 。
A、XY 平面 B、ZX 平面 C、YZ 平面
- 34、开环控制系统用于 A 数控机床上。
A、经济型 B、中、高档 C、精密
- 35、加工中心与数控铣床的主要区别是 C 。
A、数控系统复杂程序不同 B、机床精度不同
C、有无自动换刀系统
- 36、加工中心中的 F 功能的默认单位是 B 。
A、m/min B、mm/min C、mm/r D、m/r
- 37、在数控机床坐标系中平行机床主轴的直线运动为 C 。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴
- 38、辅助功能中与主轴有关的 M 指令为 A 。
A、M5 B、M6 C、M9 D、M7
- 39、“CNC”的含义是 B 。
A、数控控制 B、计算机数字控制
C、网络控制
- 40、在“机床锁定”(FEED HOLD) 方式下, 进行自动运行, A 功能被锁定。
A、进给 B、主轴 C、刀具功能
- 41、在 CRT/MDI 面板的功能键中, 显示机床现在位置的键是 A 。
A、POS B、PRGRM C、OFFSET D、SYSTEM
- 42、在数控机床工作时, 当发生任何异常现象需要紧急处理时应启动 C 。
A、程序停止功能 B、暂停功能
C、急停功能
- 43、准备功能 G90 表示的功能是 C 。
A、预置功能 B、固定循环 C、绝对尺寸 D、增量尺寸
- 44、若铣削速度为 75m/min, 铣刀直径为 80mm, 则铣刀的转速为 B r/min。
A、258 B、298 C、358 D、398
- 45、程序结束时, 以何种指令表示 C 。
A、M0 B、M1 C、M2 D、M3
- 46、数控机床的旋转轴之一 B 轴是绕 B 直线轴旋转的轴。
A、X 轴 B、Y 轴 C、Z 轴 D、W 轴
- 47、Fanuc 上子程序结束的指令为 C 。
A、G99 B、G98 C、M99 D、M98
- 48、在 Fanuc 系统中, 在主程序中调用子程序 O1000, 其正确的指令是 C 。
A、M98 O1000 B、M99 O1000 C、M98 P1000 D、G98 P1000

- 49、通过刀具当前位置来设定工件坐标系时用 C 指令实现。
A、G54 B、G55 C、G92 D、G52
- 50、某加工程序中的一个程序段为：N30 G91 G18 G2 X30.0 Y35.0 I30.0 F200 该段程序的错误在于 B。
A、不应该用 G91 B、不应该用 G18
C、不应该用 N30 D、不应该用 G2
- 51、若要使刀具中心远离编程轮廓，则刀补的绝对值 A。
A、增大 B、减少 C、不变
- 52、若要使刀具中心靠近编程轮廓，则刀补的绝对值 B。
A、增大 B、减少 C、不变
- 53、下面使用刀补正确的是 A。
A、G17 G41 G1 X10.0 Y10.0 D1 F200
B、G17 G41 G1 Z-5.0 D1 F200
C、G17 G41 G2 X20.0 Y20.0 R20.0 D1 F200
D、G17 G42 G0 X10.0 Y10.0 F200
- 54、用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 100^{+0.04}$ 的外圆，经测量其值为 $\varnothing 100.46$ ，侧精加工刀补为 C。
A、6.0 B、6.43 C、5.98 D、5.97
- 55、用 6.2 的刀补加工 $\varnothing 100$ 的外圆，经测量其值为 $\varnothing 100.46$ ，侧精加工刀补为 D。
A、6.0 B、6.43 C、5.98 D、5.97
- 56、用增量的方式、螺旋下刀一周的指令为 A。
A、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 I20.0 J0
B、G17 G91 G2 X20.0 Y0 Z-4.0 I20.0 J0
C、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 R20.0
D、G17 G91 G2 X0 Y0 Z-4.0 R-20.0
- 57、加工狭长的槽，可用立铣刀 B。
A、直接下刀 B、斜线下刀 C、螺旋下刀

- 58、刀具所在位置的坐标为 (-20, 0)，以坐标系原点为中心，逆时针圆弧插补到 (0, 20) 的指令为 B。
A、G17 G3 X0 Y20.0 R20.0 B、G17 G3 X0 Y20.0 I20.0 J0
C、G17 G3 X0 Y20.0 I0 J20.0 D、G17 G3 X-20.0 Y0 R-20.0
- 三、判断题 (每题 0.5 分, 共 20 分)**
- 59、圆弧插补中，对于整圆，其起点和终点相重合，用 R 编程无法定义，所以只能用圆心坐标编程。 (✓)
- 60、用数显技术改造后的机床就是数控机床。 (✗)
- 61、G 代码可以分为模态 G 代码和非模态 G 代码。 (✓)
- 62、G0 和 G1 指令都能使机床坐标轴准确到位，因此它们都是插补指令。 (✗)
- 63、圆弧插补用半径编程时，当圆弧所对应的圆心角大于 180 度时半径取负值。 (✓)
- 64、点位控制系统不仅要控制从一点到另一点的准确定位，还要控制从一点到另一点的路径。 (✗)
- 65、通常在命名或编程时，不论何种机床，都一律假定工件静止刀具移动。 (✓)
- 66、一个主程序中只能有一个子程序。 (✗)
- 67、不同结构布局的数控机床有不同运动方式，但无论何种形式，编程时都认为工件相对于刀具运动。 (✗)
- 68、子程序的编写方式必须是增量的方式。 (✗)
- 69、Y 坐标的圆心坐标符号一般用 K 表示。 (✗)
- 70、X 坐标的圆心坐标符号一般用 I 表示。 (✓)
- 71、沿着不在圆弧平面内的坐标轴的正方向向负方向看去，顺时针圆弧插补为 G2，逆时针圆弧插补为 G3。 (✓)
- 72、沿着不在圆弧平面内的坐标轴的负方向向正方向看去，顺时针圆弧插补为 G2，逆时针圆弧插补为 G3。 (✗)

- 73、一个主程序调用另一个主程序称为主程序嵌套。(X)
- 74、切削速度增大时，切削温度升高，刀具耐用度大。(X)
- 75、刀具补偿功能包括刀补的建立、刀补的执行。(X)
- 76、数控机床中 MDI 是机床诊断智能化的英文缩写。(X)
- 77、数控机床中 CCW 表示顺时针方向旋转，CW 代表逆时针方向旋转。... (X)
- 78、G3 X__ Y__ I__ K__ F__ 表示在 XY 平面顺时针插补。(X).
- 79、G40 是数控编程中刀具左补偿指令。(X)
- 80、同组模态 G 代码可以入在一个程序段中，而且与顺序无关。(X)
- 81、单节操作 (SINGLE BLOCK) OFF 时，能依照指定的程序，一个单节接一个单节连续执行。(X)
- 82、铣削速度 = π^* 铣刀直径 * 每分钟回转数 (不考虑单位)。(✓)
- 83、铣刀直径 100mm，以 25m/min 速度铣削，其每分钟转数为 40。(X)
- 84、面铣刀直径 100mm，以 300rpm 旋转时，切削速度为 94m/min。(✓)
- 85、直径 100mm 的 4 刃面铣刀以 350rpm 旋转，若进给速度 (F) 为 250mm/min，则每刃的进给量为 0.71mm/min。(X)
- 86、程序指令 G90 G28 Z5.0; 代表 Z 轴移动 5mm。(X)
- 87、指令 M2 为程序结束，同时使程序光标位置还原 (Reset)。(X)
- 88、在 ZX 平面执行圆弧切削的指令，可以写成 G18 G3 X__ Z__ K__ I__ F__。(✓)
- 89、在 YZ 平面执行圆弧切削的指令，可以写成 G19 G3 Y__ Z__ K__ J__ F__。(✓)
- 90、制作 NC 程序时，G90 与 G91 不宜在同一程序段中。(✓)
- 91、指令 G43、G44、G49 为刀具半径左、右补偿与消除。(X)
- 92、在执行 G0 指令时，刀具路径不一定为直线。(✓)
- 93、程序 G1 X__ Y__ F100, 其中 F100 为主轴每回转床台进给 100mm.... (X)
- 94、G17 G2 I100.0 J100.0 F100 的刀具路径为 100 的圆。(X) ○
- 95、CNC 铣床加工完毕后，为了让隔天下一个接班人操作方便，可不必清洁床台。(X)
- 96、G17 G3 I100.0 J100.0 F100 其中 I 及 J 表示起点到圆心 X 轴、Y 轴的分向量。(✓)
- 97、操作中程序有错误，须选择编辑 (EDIT) 操作模式修改程序。(✓)
- 98、操作 CNC 铣床时，为了安全，不可穿宽松衣物及戴手套。(X)
- 四、简答题 (每题 3 分，共 21 分)**
- 99、“取中法”对刀的原理及过程。
- 用 G54-G59 设定工件坐标系时，可用多种方法找到工件坐标系原点在机床坐标系中的坐标，并把其坐标值输入到相应的参数中。
- 取中法对刀就是使用对刀或对刀工具接触工件上关于坐标轴对称的点，取得对称点的机床坐标，通过中点计算公式，计算出工件坐标系原点在机床坐标系中的坐标。
- 100、G1 与 G0 有什么区别。
- 1、指令格式不同：G1 使用前必须用 F 设定进给速度，G0 的速度与 F 无关；2、运动轨迹不同：G0 为快速定位，其路径可能为直线，也可能为折线。G1 为直线插补，其路径为直线。3、进给速度不同：G0 的速度由机床参数及快速倍率决定，档位少。G1 的速度由 F 及进给倍率决定，可调档位多。4、功能用途不同：G0 用于加工前的定位及加工后的提刀，G1 用于切削加工；
- 101、数控机床在使用中遇到紧急情况，你可以采取哪几种手段使数控铣床立即停止运行。

- 1、使用急停；
 2、使用复位；
 3、进给保持；
 4、机床电源；
- 102、你是怎样开机的。
 开机：开机前检查——外部电源——机床电源——取消急停——复位——回零
 回零：回零方式——调节快速倍率——Z+——X+——Y+——各轴指示灯亮；
- 103、怎样确定粗加工、半精/精加工时的刀具半径补偿值
 1、粗加工：
 为半精/精加留余量：0.2-0.6（单边）
 $Offset = D/2 + \text{余量}$
 2、半精加工：
 为精加留余量：0.1-0.2（单边）
 $Offset = D/2 + \text{余量}$
 3、精加工：
 $Offset = Offset(\text{上次}) + \text{修正}$
 修正 = (理论值-测量值) 双边/2
 4、处多余材料：
 $Offset$ 值不能太大
- 104、挖槽加工有哪些下刀方式，各有什么特点。
 1、直接下刀：一轴移动（预钻孔）
 $G01 Z___ F(10-20);$
 2、斜线下刀：两轴移动（狭长地带）
 $G01 Z___ X___ / Y___ F(30-40)$
 3、螺线下刀：三轴移动（空间较大）
 $G17 G02/G03 X___ Y___ Z___ I___ J___ / R___ F___ \text{指令要写全，不能省。}$

105、写出用 $\varnothing 10$ 的立铣刀加工 100*100 的平面的程序。

```
O5
M3S500
G91G1X120F200
Y8
X-120
Y8
M99
```

五、作图题（每题 3 分，共 6 分）

106、画出下面程序中的编程轮廓。（要求画好坐标系，并标明关键点的坐标）

```
00001;
G54 G17 G40 G49 G90;
M3 S500;
G1 Z30.0 F2000;
X0 Y-45.0;
Z5.0;
Z-4.0 F150;
G41 G1 X10.0 Y-35.0 D1;
G3 X0 Y-25.0 R10.0;
G2 X-25.0 Y0 R25.0;
G1 Y12.5 ,R7.0;
G2 X-12.5 Y25.0 R-12.5;
G1 X12.5 ;
G2 X25.0 Y12.5 R-12.5;
G1 Y0;
G2 X0Y-25.0 R25.0;
G3 X-10.0 Y-35.0 R10.0;
G40 G1X0 Y-45.0;
G1 Z30.0 F2000;
M5;
M30;
```

107、画出下面程序中的编程轮廓。(要求画好坐标系，并标明关键点的坐标)

```
00005;  
G54 G17 G40 G49 G90;  
M3 S500;  
G1 Z30.0 F2000;  
X40.0 Y0;  
Z5.0;  
Z0 F150;  
G2 X0 Y40.0 Z-4.0 R-40.0;  
G1 X-10.0 ;  
G42 X0 Y50.0 D1;  
G2 Y30.0 R10.0;  
G3 X30.0 Y0 R-30.0 ;  
G2 X50.0 R10.0 ;  
G2 X0 Y50.0 R-50.0 ;  
G2 Y30.0 R10.0;  
G40 G1 X-10.0 Y40.0 ;  
G1 Z30.0 F2000;  
M5;  
M30;
```

六、程序改错（共 4 分）

108、更改下面程序中的错误，加工 80*60 的方，四角倒 R8 的圆。

```
01  
G54 G17 G17 G40 G49 G90  
M3 S500  
G1 Z30.0  
X-60.0 Y0  
Z5.0  
Z-4.0 F100  
G42 X-50.0 Y10.0
```

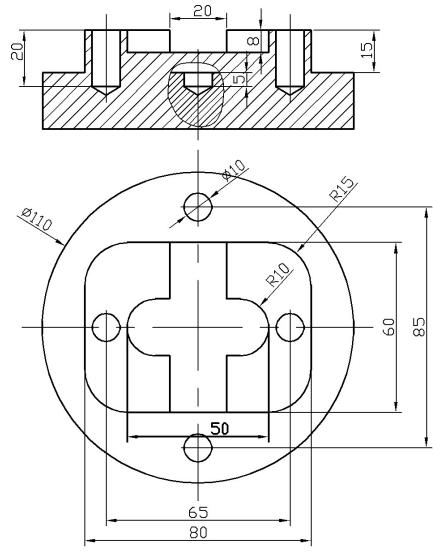
```
G3 X-40.0 Y0 R10.0  
G1 Y22.0  
G2 X-32.0 Y30.0  
G1 X32.0  
G2 X40.0 Y22.0 R8.0  
G1 Y-22.0  
G2 X32.0 Y-30.0  
G1 X-32.0  
G2 X-40.0 Y-22.0 R8.0  
G1 Y0  
G3 X50.0 Y10.0 R10.0  
G1 X60.0 Y0  
Z30.0 F2000  
M5  
M99
```

七、工艺分析（共 13 分）

109、在数控机床上加工如图所示的零件，试完成工件坐标系的设定，刀具的选择，切削用量的选择，最后填写好加工工序表，并在图上画出走刀路径。（钻孔不做）

工艺：

系部: _____ 班级: _____ 密封线
姓名: _____ 学号: _____



程序:

程序:

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 17	授课教师 <u>高星</u> 签字
	型腔加工	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握挖槽加工的工艺；
2、掌握挖槽加工的下刀方式；
3、会写简单的挖槽程序。

教学重点： 1、挖槽加工的工艺；
2、写简单的挖槽程序。

教学难点： 1、写简单的挖槽程序。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 9 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 17 型腔加工

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、 增加刀路去残料；
- 2、 加工实例；
- 3、 相关计算。

III 教学内容及过程

一、 刀具的选择

要求：有底刃和侧刃（即键槽铣刀）两条侧刃
但粗加工还是可以用立铣刀，（要先加工工艺孔）

二、 下刀方式

- 1、 直接下刀：一轴移动（预钻孔）

G01 Z__ F(10-20)；

- 2、 斜线下刀：两轴移动（狭长地带）

G01 Z__ X__ / Y__ F(30-40)

- 3、 螺线下刀：三轴移动（空间较大）

G17 G02/G03 X__ Y__ Z__ I__ J__ / R__ F__

指令要写全，不能省。

教 案 纸

三、 斜线下刀

1、 坡度 $3^{\circ}5^{\circ}$

即：移动 10mm 下刀约 1mm

2、 长度不够：

可采用 Z 字形下刀

3、 斜坡铣削：

G01 X__ Z__ F__

X__ (返回)

四、 去材料方式

1、 往复铣削（如铣长方形）

2、 环形（如铣圆形， 正方形）

3、 少用刀补来去材料

五、 圆形槽铣削

利用数控铣床在 $\varnothing 110*35$ 的毛坯上加工 $\varnothing 100*5$ 的槽。毛坯材料为 45 号钢，上表面未加工。按图样要求完成零件的节点、基点、辅助点计算。设定工件坐标系，制定正确的工艺方案（包括定位，夹紧方案和工艺路线），选择合理的刀具和切削工艺参数，编写数控加工程序。

1、 工艺分析：

零件简单，尺寸精度均达到 IT8-IT7 级

采用机用平口钳装夹，两侧面先工艺平面用于装夹

工件坐标系原点设在铣好的上表面中心

工序：平面

挖槽：

2、 刀具选择：

教 案 纸

平面用 $\varnothing 80$ 可转位铣刀，
挖槽：粗加工用 $\varnothing 14$ 三刃立铣刀
精加工用 $\varnothing 12$ 四刃立铣刀

3、刀削参数的选择：

序号	加工内容	刀具类型	刀具材料	主轴转速	进给速度	长度补偿	半径补偿
1	粗加工上表面	\varnothing 可转位铣刀	硬质合金	500	250		
2	精加工上表面	\varnothing 可转位铣刀	硬质合金	800	160		
3	粗加工槽	$\varnothing 14$ 立铣刀	高速钢	500	80		7.2
4	精加工槽	$\varnothing 12$ 立铣刀	高速钢	800	80		5.985

4、走刀路径

粗加工刀补：7.2 R0=42.8

去残料圆半径 R1=35

R2=27

R3=19

R4=11

5、参考程序

```
1 O0001;(粗加工)
2 G54 G17 G40 G49 G90;
3 M03 S500;
4 G01 Z30.0 F100;
5 X-42.8 Y0;
6 Z0.5;
7 G01 X42.8 Z-5.0 F40;
8 X-42.8 F80;
9 X-11.0;
10 G02 I11.0;
11 G01 X-19.0;
12 G02 I19.0;
13 G01 X-27.0;
14 G02 I-27.0;
15 G01 X-35;
16 G02 I35.0;
17 G01 X-42.8;
18 G02 I42.8;
19 G0 Z30.0;
```

教 案 纸

20 M05;
21 M30;

1 O0002;(精加工)
2 G54 G17 G40 G49 G90
3 M03 S800
4 G01 Z30.0 F100
5 X0 Y0
6 Z-5.0
7 G01 G41 X40.0 Y-10.0 D1
8 G03 X50.0 Y0 R10.0
9 G03 I50.0
10 G03 X40.0 Y10.0 R10.0
11 G40 G01 X0 Y0
12 Z30.0
13 M05
14 M30

IV 课堂小结

- 1、 刀具的选择；
- 2、 下刀方式；
- 3、 斜线下刀；
- 4、 去残料方式；
- 5、 圆形槽铣削加工实例。

V 布置作业

- 1、 编写圆形槽的程序。

授课课时计划

课程章节及主题	理论 18	授课教师 <u>高星</u> 签字
	型腔加工	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握型腔加工的下刀方式；
 2、掌握矩形槽去残料的方式；
 3、会用 G91 斜线下刀及 Z 向分层；
 4、会编写矩形槽的程序。

教学重点： 1、用 G91 斜线下刀及 Z 向分层；
 2、编写矩形槽的程序。

教学难点： 1、编写矩形槽的程序。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 14 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 18 型腔加工

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、 刀具的选择;
- 2、 下刀方式;
- 3、 斜线下刀;
- 4、 去残料方式;
- 5、 圆形槽铣削加工实例。

III 教学内容及过程

一、 方形槽铣削

利用数控铣床在 $\varnothing 110*35$ 的毛坯上加工 80*60 深 5mm 的方槽。毛坯材料为 45 号钢，上表面未加工。按图样要求完成零件的节点、基点、辅助点计算。设定工件坐标系，制定正确的工艺方案（包括定位，夹紧方案和工艺路线），选择合理的刀具和切削工艺参数，编写数控加工程序。

1、 工艺分析：

零件简单，尺寸精度均达到 IT8 – IT7 级

采用机用平口钳装夹，两侧面先工艺平面用于装夹
工件坐标系原点设在铣好的上表面中心

工序：平面

挖槽：

教 案 纸

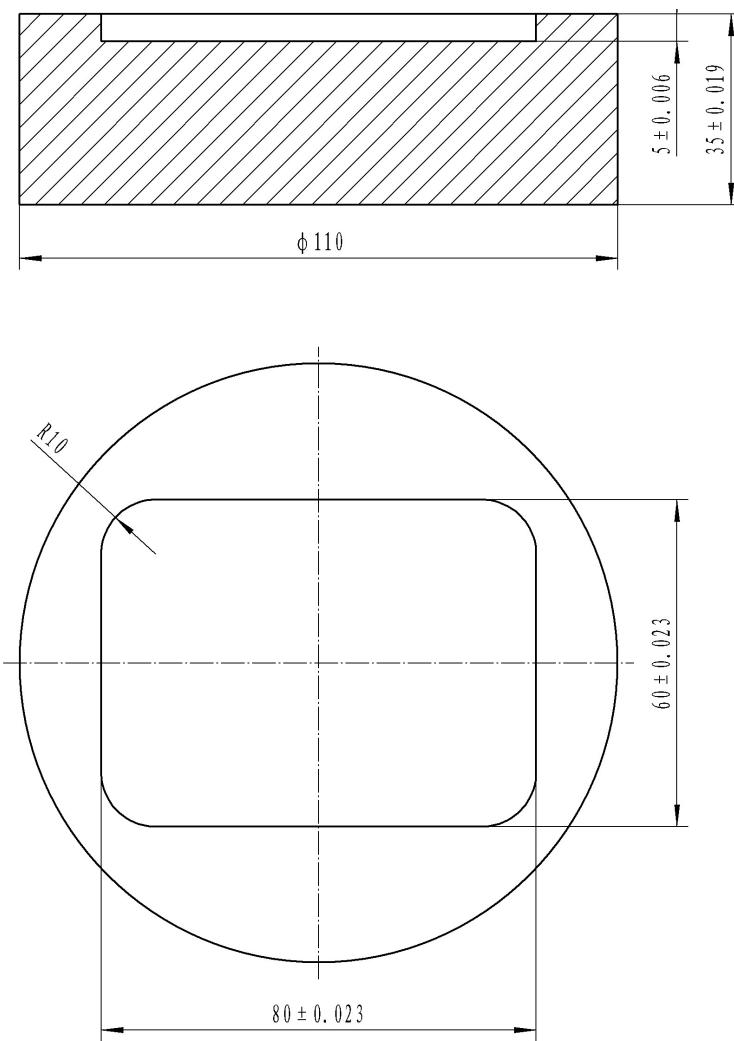


图 24: 方形槽铣削

2、刀具选择:

平面用 $\phi 80$ 可转位铣刀,

挖槽: 粗加工用 $\phi 14$ 三刃立铣刀

精加工用 $\phi 12$ 四刃立铣刀

3、刀削参数的铣铣择:

4、走刀路径

粗加工刀补: 7.2

教 案 纸

序号	加工 内容	刀具类型	刀具 材料	主轴 转速	进给 速度	长度 补偿	半径 补偿
1	粗加工上表面	Ø可转位铣刀	硬质合金	500	250		
2	精加工上表面	Ø可转位铣刀	硬质合金	800	160		
3	粗加工槽	Ø14 立铣刀	高速钢	500	80		7.2
4	精加工槽	Ø12 立铣刀	高速钢	800	80		5.985

5、参考程序

```
1 O1;
2 G54G17G90G40;
3 M3S400;
4 G1Z100.0 F2000;
5 X-30.0Y20.0;
6 Z5.0;
7 G1Z0F150.0;
8 M98P2;
9 G1Z100.0 F2000;
10 M5;
11 M30;
```

```
1 O2;
2 G91G1X60.0Z-5.0F40;
3 X-60.0F150;
4 M98P200;
5 G90G1X25.0Y0
6 D1M98P2000
7 G1X-30.0Y20.0
8 M99
```

```
1 O200;
2 G91G1Y-12.0
3 X60.0
4 Y-12.0
5 X-60.0
6 Y-12.0
7 X60.0;
8 Y-4.0
9 X-60.0
10 M99
```

```
1 O2000;
2 G1G41X30.0Y10.0
3 G3X40.0Y0R10.0
4 G1Y20.0
5 G3X30.0Y30.0R10.0
```

教 案 纸

```
6 G1Y-20.0  
7 G3X-30.0Y-30.0R10.0  
8 G1X30.0  
9 G3X40.0Y-20.0  
10 G1Y0  
11 G3X30.0Y10.0R10.0  
12 G1G40X25.0Y0  
13 M99
```

课堂练习：如果加工深度为 12mm，怎样写程序：

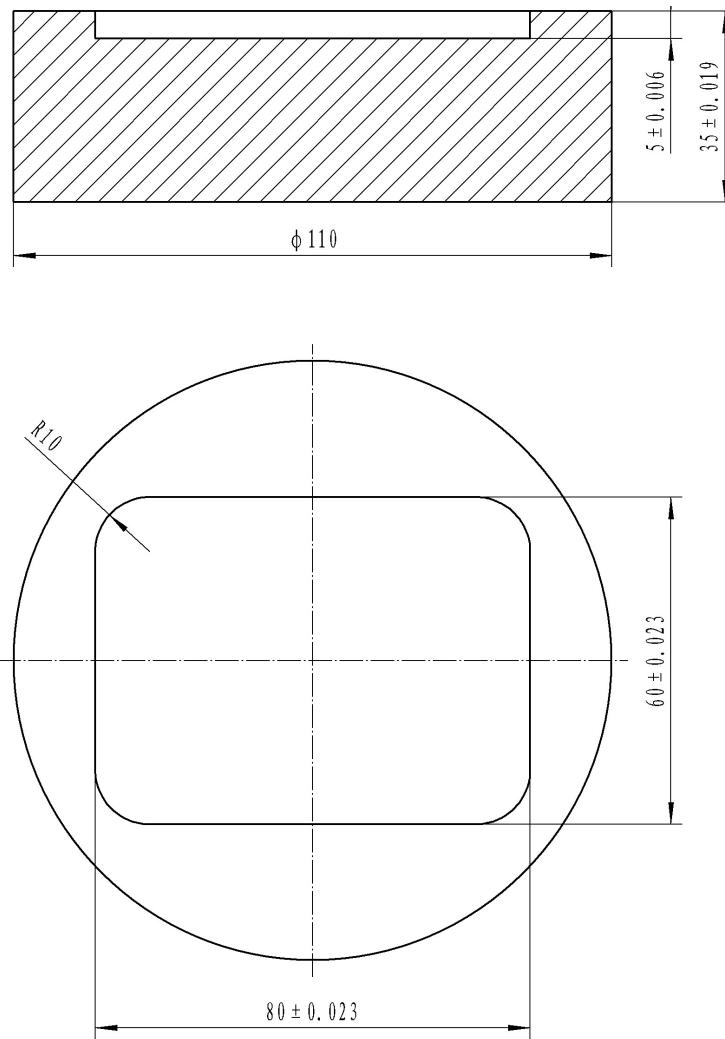


图 25: 方形槽铣削，深度改为 12mm

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、 刀具的选择；
- 2、 下刀方式；
- 3、 斜线下刀；
- 4、 去残料方式；
- 5、 方槽铣削加工实例。

V 布置作业

- 1、 编写上面的程序。

课程章节及主题	理论 19	授课教师 <u>高星</u> 签字
	岛屿型腔加工	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握岛屿型腔加工的下刀方式；
2、掌握岛屿槽去残料的方式；
3、会用 G91 螺线下刀及 Z 向分层；
4、会编写岛屿型腔的程序。

教学重点： 1、编写岛屿型腔的程序；
2、G91 螺线下刀及 Z 向分层。

教学难点： 1、编写岛屿型腔的程序。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 16 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 19 岛屿型腔加工

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、 刀具的选择;
- 2、 下刀方式;
- 3、 斜线下刀;
- 4、 去残料方式;
- 5、 方槽铣削加工实例。

III 教学内容及过程

一、 加工实例

实例：用数控铣完成如图 10-1 所示零件的加式工。零件材料为 45 号钢，毛坯为 $\varnothing 110 \times 35\text{mm}$ 。按图样要求完成零件基点及辅助点的计算，设定工件坐标系，制定正确的工艺方案（包括定位、夹紧方案和工艺路线），选择合理的刀具和切削工艺参数，编制数控加工程序。

二、 刀具选择及工艺路线

1、 工艺分析

此工件毛坯加工完成，只要进行槽的加工，且所有精度一样，没有其它要求。零件的装夹采用平口钳装夹。将工件坐标系 G54 建立在工件上表面、零件的对称中心。针对零件图样要求给出加工工序为：

教 案 纸

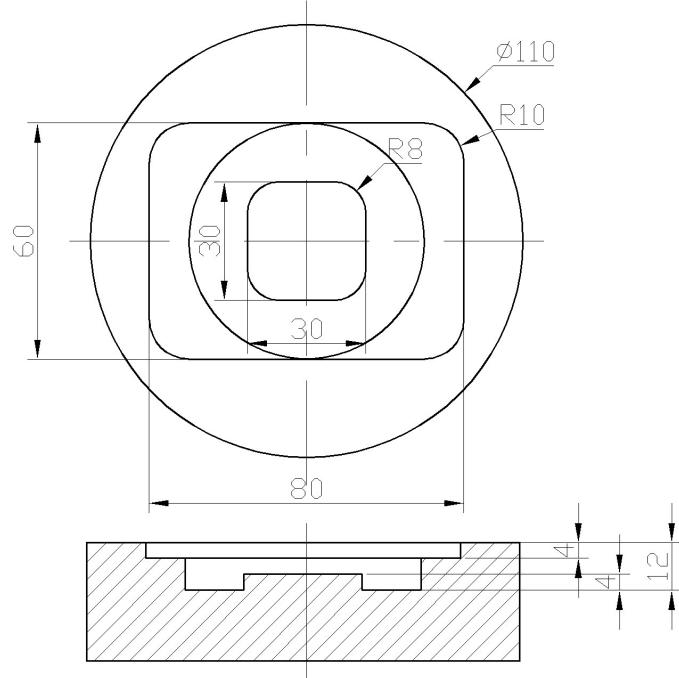


图 26: 岛屿型腔加工

- (1) 用 Z 向分两层加工 60*8 的槽
- (2) 加工中间的岛屿
- (3) 用刀补加工长方形的槽。

2、刀具的选择

最小内凹圆弧半径为 R10，且岛屿间的最小间距约为 12mm，故粗加工用 10 的立铣刀。精加工用 10 的立铣刀。

3、切削参数的选择

粗加工 S500 F100

精加工 S800 F80

粗加工补 D1=5.5

精加工补 D2= (计算所得)

4、加工路径:

- (1) 螺旋下刀:

教 案 纸

为使岛屿共用一个下刀，用 R24 的圆弧螺旋下刀，如图所示：

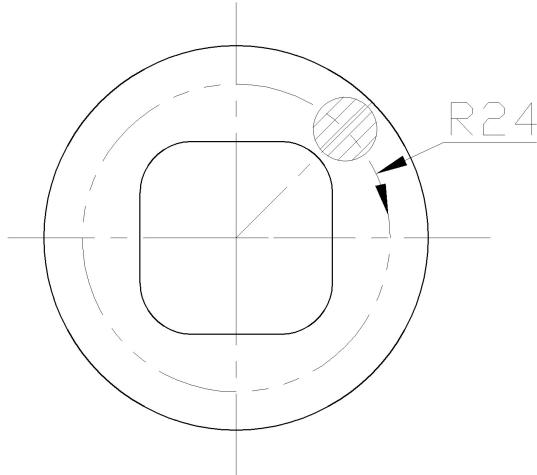


图 27:

(2) 圆形 $\varnothing 60$ 的槽：

路径如图所示：R18、R8

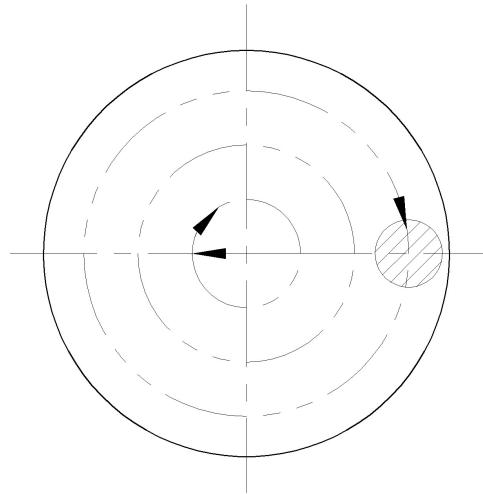


图 28:

(3) 圆形精加工路径

如图所示，要注意不能有干涉，采用顺铣。

(4) 岛屿精加工路径

教 案 纸

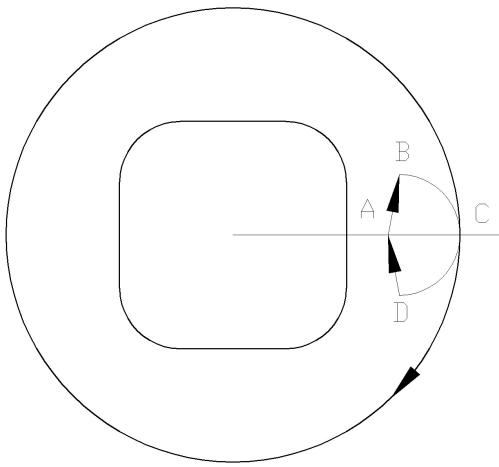


图 29:
坐标: A (20.5,0) B (22, 8) C (30,0) D (22,-8)

同上, 如图所示:

(5) 方形精加工路径

如图所示:

5、Fanuc 上的参考程序:

```
1 O0001; (粗加工主程序)
2 G54 G17 G40 G49 G90;
3 M3 S500;
4 G0 Z30.0;
5 X24.0 Y0;
6 Z2.0;
7 G1 Z0 F100.0;
8 M98 P20002; 圆形槽
9 G2 X24.0 Y0 Z-12.0 I-24 J0;
10 G2 I-24.0 J0;
11 G1 X20.5 Y0; 定位到圆形槽A点
12 D1 M98 P3; 粗加工圆
13 G1 X24.5 Y0; 定位到岛屿路径A点
14 D1 M98 P4; 粗加工岛屿
15 G1 Z-4.0;
16 G1 X27.0 Y0 加工方形槽
17 Y-17.0
18 X-27.0
19 Y17.0
20 X27.0
21 Y0
22 X24.5 Y0
23 D1 M98 P5; 粗加工方形槽
24 G0 Z30.0;
```

教 案 纸

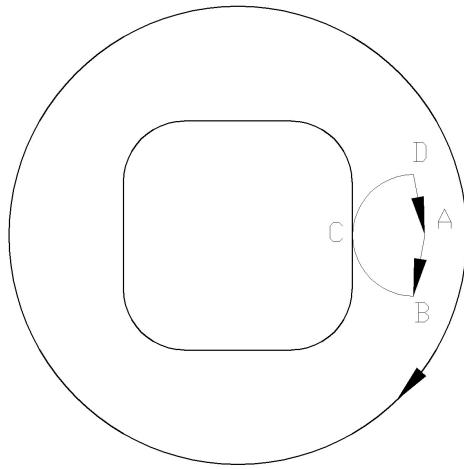


图 30:
坐标 A (24.5,0) B (23,-8) C (15,0) D (23,8)

```
25 M5;  
26 M30;
```

```
1 O0002;          粗加工圆形槽  
2 G91 G02 X0 Y0 Z-4.0 I-24.0 J0  
3 G90 G02 I-24.0 J0  
4 G1X-8.0 Y0  
5 G2 I8.0 J0  
6 G1 X-16.0 Y0  
7 G2 I16.0 J0  
8 G1 X20.5 Y0  
9 D1 M98 P3  
10 G1 X24.0 Y0  
11 M99
```

```
1 O0003      圆形槽轮廓子程序  
2 G42 G1 X22.0 Y8.0  
3 G2 X30.0 Y0 R8.0  
4 G2 I-30.0 J0  
5 G2 X22.0 Y-8.0 R8.0  
6 G40 G1 X20.5 Y0  
7 M99
```

```
1 O0004      岛屿轮廓子程序  
2 G42 G1 X23.0 Y-8.0  
3 G2 X15.0 Y0 R8.0  
4 G1 Y7.0  
5 G3 X7.0 Y15.0 R8.0  
6 G1 X-7.0  
7 G3 X-15.0 Y7.0 R8.0
```

教 案 纸

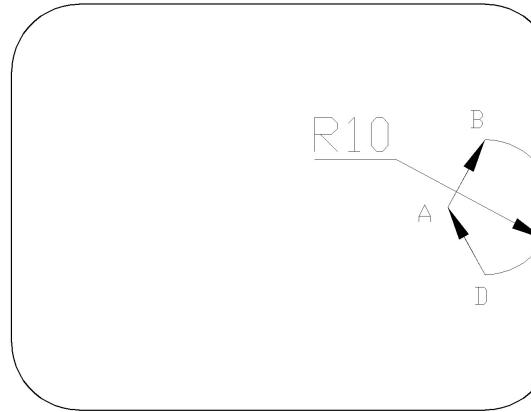


图 31:
坐标 A (24.5,0) B (30,10) C (40,0) D (30,-10)

```
8 G1 Y-7.0
9 G3 X-7.0 Y-15.0 R8.0
10 G1 X7.0
11 G3 X15.0 Y-7.0 R8.0
12 G1 Y0
13 G2 X23.0 Y8.0 R8.0
14 G40 G1 X24.5 Y0
15 M99
```

```
1 O0005      方形槽轮廓子程序
2 G42 G1 X30.0 Y10.0
3 G2 X40.0 Y0 R10.0
4 G1 Y-20.0
5 G2 X30.0 Y-30.0 R10.0
6 G1 X-30.0
7 G2 X-40.0 Y-20.0 R10.0
8 G1 Y20.0
9 G2 X-30.0 Y30.0 R10.0
10 G1 X30.0
11 G2 X40.0 Y20.0 R10.0
12 G1 Y0
13 G2 X30.0 Y-10.0 R10.0
14 G40 G1 X24.5 Y0
15 M99
```

```
1 O0006      精加工子程序
2 G54 G17 G40 G49 G90
3 M3 S800
4 G0 Z30.0
5 X20.5 Y0
6 Z2.0
```

教 案 纸

7	G1 Z-12.0 F80
8	D2 M98 P3
9	G1 X24.5 Y0
10	D2 M98 P4
11	G1 Z-4.0
12	D2 M98 P5
13	G0 Z30.0
14	M99

IV 课堂小结

- 1、岛屿型腔加工的下刀方式；
- 2、岛屿槽去残料的方式；
- 3、用 G91 螺线下刀及 Z 向分层；
- 4、编写岛屿型腔的程序。

V 布置作业

- 1、编写上面的程序。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 20	授课教师 <u>高星</u> 签字
	孔加工概述	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握孔加工的加工工艺；
 2、掌握孔加工的六个动作；
 3、了解用子程序进行孔加工的编程；
 4、掌握 G90/G91 在孔加工中的区别。

教学重点： 1、孔加工的六个动作；
 2、G90/G91 在孔加工中的区别。

教学难点： 1、用子程序进行孔加工的编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 21 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 20 孔加工概述

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、 岛屿型腔加工的下刀方式；
- 2、 岛屿槽去残料的方式；
- 3、 用 G91 螺线下刀及 Z 向分层；
- 4、 编写岛屿型腔的程序。

III 教学内容及过程

一、 孔加工工艺

1、 钻孔

刀具：中心钻（3、5）

结构形状

钻削深度：

2、 钻孔

刀具：直柄麻花钻、锥柄麻花钻、群钻（各种直径）

钻削深度：超出量，0.3 倍刀具直径。

3、 扩孔

刀具：

4、 锉孔：锉刀

5、 铰孔加工

刀具：机用绞刀

教 案 纸

超出量：刀具值一般 2mm

6、攻丝：

柔性攻丝、刚性攻丝

二、孔加工的三个平面及六个动作

1、三个平面：

初始平面

R 点平面

孔底平面

2、六个动作：

XY 向快速定位

Z 向快速下刀到 R 点平面

Z 向慢速下刀切削

孔底动作

返回到 R 点平面

快速返回的初始平面

三、加工实例

在数控机床上加工如图所示的零件，是完成孔加工的程序编写。共四个孔，横向间距为 80mm，纵向间距为 60mm。孔的直径为 10H7，有效深度为 20mm。

1、刀具的选择：

$\varnothing 3$ 的中心钻、 $\varnothing 9.8$ 的直柄麻花钻、 $\varnothing 10H7$ 的机用绞刀。

2、加工工序

3、加工程序

1 02
2 G54G17G40G90

教 案 纸

3 M3S1200
4 G1Z30 . F2000
5 X-40.Y30.
6 M98P21
7 X40
8 M98P21
9 Y-30
10 M98P21
11 X-40
12 M98P21
13 G1Z30 . F2000
14 M5
15 M99

1 O21(G90 方式)
2 G1Z5 . 0 F2000
3 Z-6.0F80
4 Z5 . 0
5 Z30 . F2000
6 M99

1 O21(G91 方式)
2 G91G1Z-25.0F2000
3 Z-11.F80
4 Z11 .
5 Z25 . F2000
6 G90
7 M99

1 O3
2 G55G17G40G90
3 M3S500
4 G1Z30 . F2000
5 X-40.Y30.
6 M98P31
7 X40
8 M98P31
9 Y-30
10 M98P31
11 X-40
12 M98P31
13 G1Z30 . F2000
14 M5
15 M99

1 O4
2 G56G17G40G90
3 M3S500
4 G1Z30 . F2000
5 X-40.Y30.
6 M98P41
7 X40

教 案 纸

8	M98P41
9	Y-30
10	M98P41
11	X-40
12	M98P41
13	G1Z30. F2000
14	M5
15	M99
16

四、 孔加工固定循环

G99/G98 G90/G91 G81-G89 X Y Z R Q P L

IV 课堂小结

- 1、 孔加工刀具；
- 2、 孔加工方式；
- 3、 铣孔与钻孔；
- 4、 孔加工编程。

V 布置作业

- 1、 编写上面的程序。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 21	授课教师 <u>高星</u> 签字
	Fanuc 上的孔加工指令（一）	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握孔加工的加工工艺；
 2、掌握 Fanuc 上的孔加工指令的选用；
 3、掌握 Fanuc 上孔加工指令的使用；
 4、会进行孔加工程序的编写。

教学重点： 1、Fanuc 上孔加工指令的使用；
 2、进行孔加工程序的编写。

教学难点： 1、进行孔加工程序的编写。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 24 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 21 Fanuc 上的孔加工指令（一）

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、 孔加工刀具；
- 2、 孔加工方式；
- 3、 铣孔与钻孔；
- 4、 孔加工编程。

III 教学内容及过程

一、 孔加工固定循环指令

为了简化编程，节省存储空间，把孔加工过程做成固定循环，存储在 CNC 系统中。Fanuc 上的固定循环有 G73、G74、G76、G81-G89，其指令格式如下：

$$\left\{ \begin{array}{l} G90 \\ G91 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} G99 \\ G98 \end{array} \right\} G_X_Y_Z_R_Q_K_F_$$

说明：

(1) G90/G91：绝对值与增量值，如图 11-2，左 G90，右 G91

(2) G98/G99：返回平面选择

G98 返回初始平面

G99 返回 R 点平面

(3) G：孔加工方式

教 案 纸

- (4) X、Y: 孔加工的位置
- (5) Z: 孔底平面的位置 (G91 时是 R 点到孔底的增量值)
- (6) R: R 点平面的位置 (G91 时是初始平面到孔 R 点平面的增量值, G90 时是 R 点平面 Z 向绝对坐标)
- (7) 参数 Q: G73、G74 深孔中每次 Z 向进刀量, G76、G87 镗孔中的偏移量
- (8) 参数 P: 有孔底暂停的暂停时间
- (9) 参数 F: 孔加工中的切削速度
- (10) 参数 K、L: 固定循环重复次数, 结合 G91 功能更大。

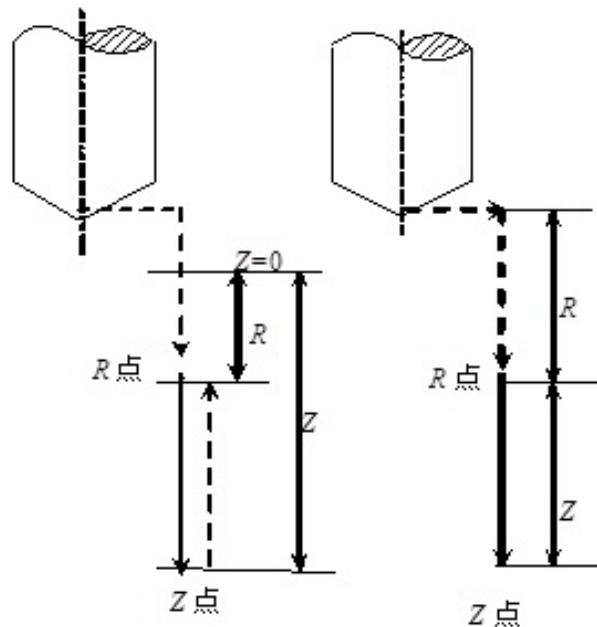


图 32: 孔加式中的 G90 与 G91

注意: 孔加工固定循环指令为模态指令, 要用 G80 或 01 组的指令取消。孔加工参数 (重复次数 KL 除外) 也是模态的, 在被改变和取消之前一直保持, 即使是孔加工方式被改变, 也保持。

教 案 纸

二、孔加工方式其参数

G81 X_ Y_ Z_ R_ F_；用于浅孔，中心孔

G82 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_；用于钻孔、锪孔等

G73 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_；用于深孔（把深孔当作几个浅孔）

G85 X_ Y_ Z_ R_ F_；用于铰孔（与 G81 不同的是慢速提刀）

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_；用于右螺纹攻丝

其它：

G74 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_；用于左螺纹攻丝

G76 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ F_；用于精镗孔

G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_；用于深孔、小孔（可排屑）

G86 X_ Y_ Z_ R_ F_；用于镗孔（孔底主轴停）

G87 X_ Y_ Z_ R_ P_ Q_ F_；反向镗孔

G86 X_ Y_ Z_ R_ F_；有手动返回的镗孔

G89 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_；镗孔（与 G85 不同的是有孔底暂停）

三、加工实例

加工如38所示的零件，其中孔的有效深度为 30mm。

1、孔加工方法：钻中心孔、钻孔、铰孔

2、刀具：

$\varnothing 3$ 中心钻（切削刃长 10mm，加工深度 6-8mm，粗对刀即可）S1200 F120 Z-6.0

$\varnothing 9.8$ 麻花钻 S550 F80.0 Z-35.0 (比 32 多 3mm)

$\varnothing 10$ 机用铰刀 S300 F50 Z-32.0 (比 30 多 2mm)

4、参考程序：

教 案 纸

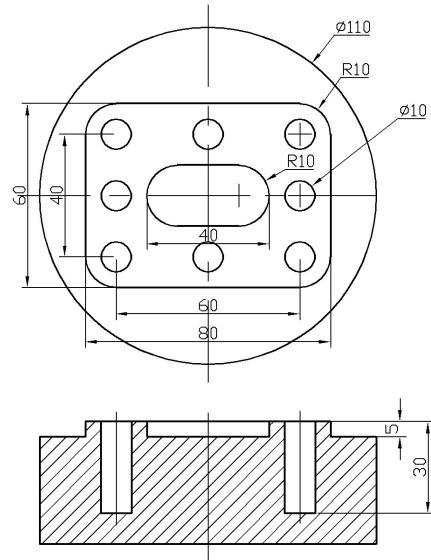


图 33: 孔加工实例

```
1 O0001;( 钻中心孔 )
2 G54 G17 G40 G49 G90;
3 M3 S1200;
4 G0 Z30.0;
5 G99 G81 X-30.0 Y-20.0 Z-6.0 R5.0 F120;
6 X0
7 X30.0
8 Y0
9 X0
10 X-30.0
11 Y20.0
12 X0
13 G98 X30.0
14 M5
15 M30
```

```
1 O0001;( 钻孔 )
2 G55 G17 G40 G49 G90;
3 M3 S500;
4 G0 Z30.0;
5 G99 G83 X-30.0 Y-20.0 Z-6.0 R5.0 Q5.0 F60;
6 X0
7 X30.0
8 Y0
9 X0
10 X-30.0
11 Y20.0
```

教 案 纸

13	X0
14	G98 X30.0
15	M5
16	M30

IV 课堂小结

- 1、 Fanuc 孔加工指令；
- 2、 Fanuc 孔加工应用；
- 3、 Fanuc 孔加工编程；
- 4、 编程实例。

V 布置作业

- 1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 22	授课教师 <u>高星</u> 签字
	Fanuc 上的孔加工指令（二）	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握孔加工的加工工艺；
 2、掌握 Fanuc 上孔加工指令的使用；
 3、会进行孔加工程序的编写
 4、掌握孔系的编程。

教学重点： 1、Fanuc 上孔加工指令的使用；
 2、孔系的编程。

教学难点： 1、孔系的编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 28 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 22 Fanuc 上的孔加工指令（二）

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、 Fanuc 孔加工指令；
- 2、 Fanuc 孔加工应用；
- 3、 Fanuc 孔加工编程；
- 4、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 一行孔的编程

加工如图所示六个孔 10，深度为 30mm。

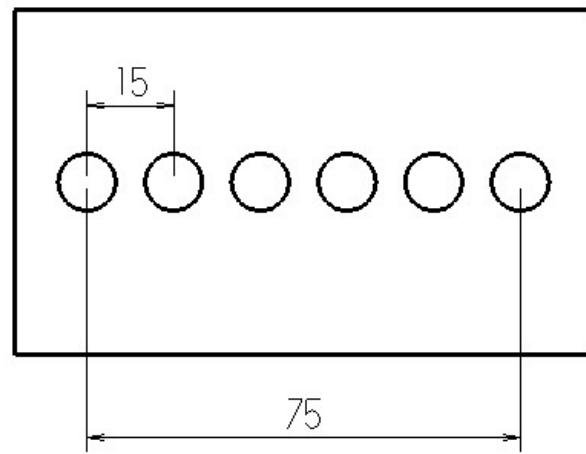


图 34: 线性均布孔实例

分析：

教 案 纸

图中六个孔分布在同一条线上，且间距均为 15mm，为了减少程序量，可以使用重复次数指令 L__ 编程。工件坐标系设置于工件上表面中心处。加工程序如下：

```
1 O21
2 G54G17G40G49G80
3 G01Z100F2000
4 M03S400
5 Z20
6 G00X-52.5Y0
7 G99G73Z-30R5Q6F80L0
8 G91X15L6
9 G80
10 M05
11 M30
```

定位子最左侧孔的左侧
定义孔加工参数的方式及相关参数
从左往右依次加工六个孔

二、一列孔的编程

```
1 O21
2 G54G17G40G49G80
3 G01Z100F2000
4 M03S400
5 Z20
6 G00X-52.5Y0
7 G99G73Z-30R5Q6F80L0
8 G91Y-15L6
9 G80
10 M05
11 M30
```

定位子最左侧孔的左侧
定义孔加工参数的方式及相关参数
从左往右依次加工六个孔

三、斜线孔系的编程

```
1 O21
2 G54G17G40G49G80
3 G01Z100F2000
4 M03S400
5 Z20
6 G00X-52.5Y0
7 G99G73Z-30R5Q6F80L0
8 G91Y-15X10L6
9 G80
10 M05
11 M30
```

定位子最左侧孔的左侧
定义孔加工参数的方式及相关参数
从左往右依次加工六个孔

教 案 纸

四、 多行孔系的编程

```
1 O21
2 G54G17G40G49G80
3 G01Z100F2000
4 M03S400
5 Z20
6 G00X-52.5Y0      定位于最左侧孔的左侧
7 M98 P10 L10      从左往右依次加工六个孔
8 G80
9 M05
10 M30
11
12 O10
13 G99G73Z-30R5Q6F80L0    定义孔加工参数的方式及相关参数
14 G91X15L6
15 G1X-15Y10
16 M99
```

IV 课堂小结

- 1、 一行孔的编程；
- 2、 一列孔的编程；
- 3、 斜线孔系的编程；
- 4、 多行孔系的编程。

V 布置作业

- 1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 23	授课教师 <u>高星</u> 签字
	Siemens 上的孔加工指令	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握孔加工的加工工艺；
 2、掌握 Siemens 上的孔加工指令的选用；
 3、掌握 Siemens 上孔加工指令的使用；
 4、会进行孔加工程序的编写。

教学重点： 1、Siemens 上孔加工指令的使用；
 2、进行孔加工程序的编写。

教学难点： 1、进行孔加工程序的编写。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 11 月 30 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 23 Siemens 上的孔加工指令

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、 一行孔的编程;
- 2、 一列孔的编程;
- 3、 斜线孔系的编程;
- 4、 多行孔系的编程。

III 教学内容及过程

一、 SIEMENS 孔加工循环概述

SIEMENS 上的固定循环就是一些工艺子程序，分为钻削循环、钻孔样式循环和铣削循环。

名称如下：

1. 钻孔循环

- CYCLE81 钻孔，中心钻孔
- CYCLE82 中心钻孔
- CYCLE83 深度钻孔
- CYCLE84 刚性攻丝
- CYCLE840 带补偿卡盘攻丝
- CYCLE85 铰孔 1(镗孔 1)
- CYCLE86 镗孔 (镗孔 2)
- CYCLE87 铰孔 2(镗孔 3)

教 案 纸

- CYCLE88 镗孔时可以停止 1(镗孔 4)
- CYCLE89 镗孔时可以停止 2(镗孔 5)

2. 钻孔样式循环

- HOLES1 加工一排孔
- HOLES2 加工一圈孔

3. 铣削循环

- CYCLE71 端面铣削
- CYCLE72 轮廓铣削
- CYCLE76 矩形过渡铣削
- CYCLE77 圆弧过渡铣削
- LONGHOLE 槽
- SLOT1 圆上切槽
- SLOT2 圆周切槽
- POCKET3 矩形凹槽
- POCKET4 圆形凹槽
- CYCLE90 螺纹铣削

编程器中图形循环支持，根据图形直观的输入参数。

二、 孔加工固定循环指令

钻孔，中心孔— CYCLE81

格式：CYCLE81(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR)

RTP 后退平面 (绝对)

RFP 参考平面 (绝对)

SDIS 安全间隙 (无符号输入)

DP 最后钻孔深度 (绝对)

DPR 相当于参考平面的最后钻孔深度 (无符号输入)

教 案 纸

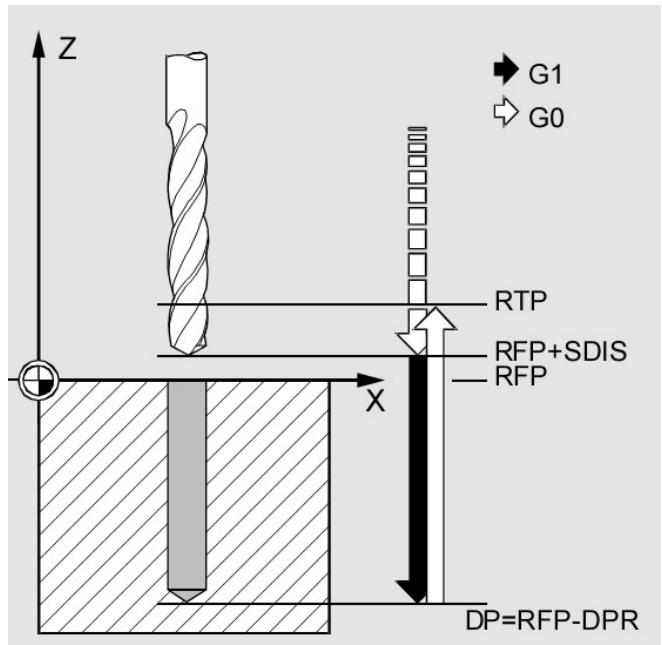


图 35: 动作顺序

如果一个值同时输入给 DP 和 DPR，最后钻孔深度则来自 DPR。

CYCLE82(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB)

RTP Real 后退平面 (绝对)

RFP Real 参考平面 (绝对)

SDIS Real 安全间隙 (无符号输入)

DP Real 最后钻孔深度 (绝对)

DPR Real 相当于参考平面的最后钻孔深度 (无符号输入)

DTB Real 最后钻孔深度时的停顿时间 (断屑)

CYCLE85(RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, DTB, FFR, RFF)

RTP Real 退回平面 (绝对值)

RFP Real 参考平面 (绝对值)

SDIS Real 安全间隙 (无符号输入)

教 案 纸

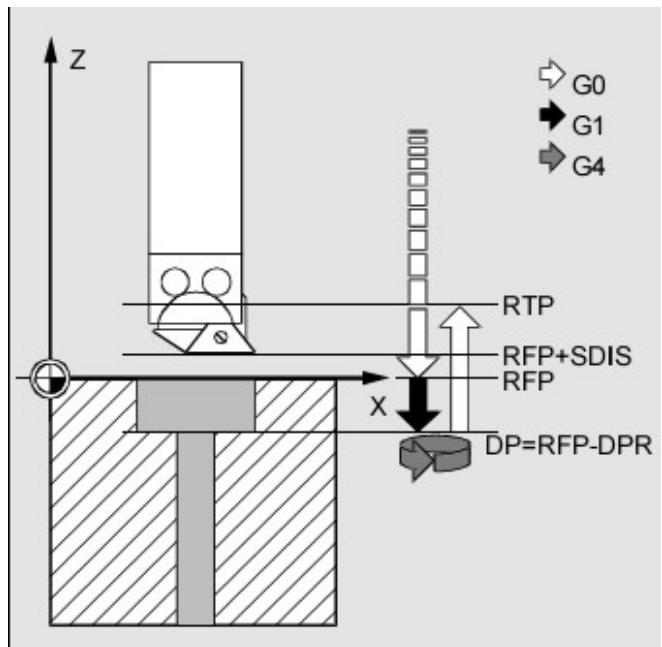


图 36: 动作顺序

DP Real 最后钻孔深度 (绝对值)

DPR Real 相对于参考平面的最后钻孔深度 (无符号输入)

DTB Real 最后钻孔深度时的停顿时间 (断屑)

FFR Real 进给率

RFF Real 退回进给率

注意: 循环调用前设定好率, 主轴转速和和转向, 循环调用前必须使刀具到达钻孔位置, 之前的 G 功能, 之后还有效。

三、 模态调用

在有 MCALL 指令的程序段中调用子程序, 如果其后的程序段中含有轨迹运行, 则子程序会自动调用。该调用一直有效, 直到调用下一个程序段。

用 MCALL 指令模态调用子程序的程序段以及模态调用结束指令均需要一个独立的程序段。

教 案 纸

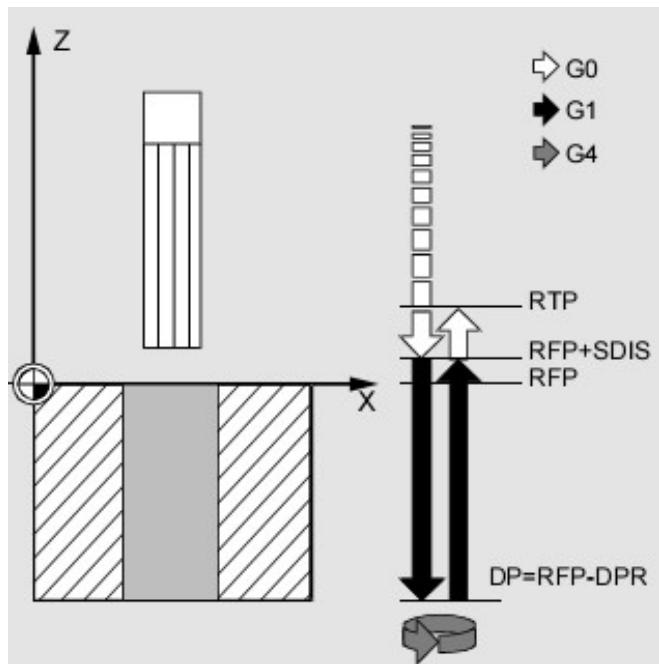


图 37: 动作顺序

比如可以使用 MCALL 指令来方便地加工各种排列形状的孔。

N10 MCALL CYCLE82(…); 钻削循环 82

N20 HOLES1(…); 行孔循环，在每次到达孔位置之后，使用传送参数执行 CYCLE82(…) 循环

N30 MCALL; 结束 CYCLE82(…) 的模态调用

四、 加工实例

加工如38所示的零件，其中孔的有效深度为 30mm。

1、孔加工方法：钻中心孔、钻孔、铰孔

2、刀具：

Ø 3 中心钻（切削刃长 10mm，加工深度 6-8mm，粗对刀即可）S1200 F120 Z-6.0

Ø 9.8 麻花钻 S550 F80.0 Z-35.0 (比 32 多 3mm)

Ø 10 机用铰刀 S300 F50 Z-32.0 (比 30 多 2mm)

教 案 纸

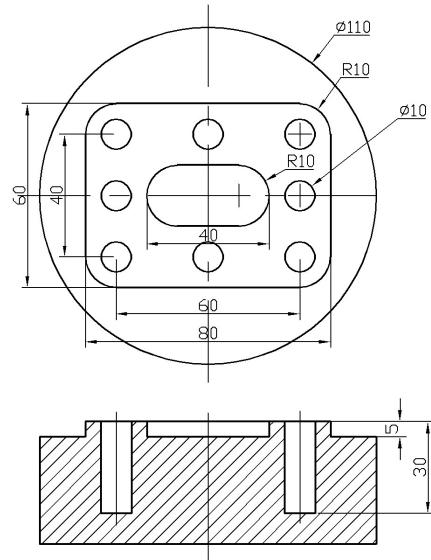


图 38: 孔加工实例

4、参考程序:

```
1 GX01
2 G54G17G40G90
3 M3S1000
4 G1Z30. F2000
5 F60
6 MCALL CYCLE81(30,0,3,-8,8)
7 G0X-30Y20
8 X0
9 Y20
10 X30
11 Y0
12 Y-20
13 X0
14 X-30
15 Y0
16 MCALL
17 M5
18 M2
```

IV 课堂小结

- 1、 Siemens 孔加工循环概述；
- 2、 孔加工固定循环指令；

教 案 纸

3、 模态调用；

4、 加工实例。

V 布置作业

1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 24	授课教师 <u>高星</u> 签字
	长度补偿概述	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 G43、G44、G49 指令的格式；
2、掌握刀具相对长度的测量；
3、掌握刀具长度补偿的编程思路。

教学重点： 1、掌握 G43、G44、G49 指令的格式；
2、掌握刀具长度补偿的编程思路。

教学难点： 1、掌握刀具相对长度的测量。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 5 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 24 长度补偿概述

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、 Siemens 孔加工循环概述；
- 2、 孔加工固定循环指令；
- 3、 模态调用；
- 4、 加工实例。

III 教学内容及过程

加工中心或铣床在加工中都要使用很多刀具，但每把刀具的长度都不同，这样在加工时要进行长度补偿后，才能每把刀加工出来的深度都正确。

一、 补偿长度

具安装在刀柄上，如图39所示，刀具安装的深度不同其补偿长度也就不同，故长度包括刀具和刀柄上的两个部分，一般就取刀具安装到主轴上后，刀具参考点到刀位点的距离，补偿长度一般就用刀具之间的相对长度。

绝对长度：刀具安装在刀柄上的整体长度，一般取刀具参考点到刀位点的距离。只用 G43，无基准刀。

相对长度：待测刀相对于基准刀的长度，有正有负。

教 案 纸

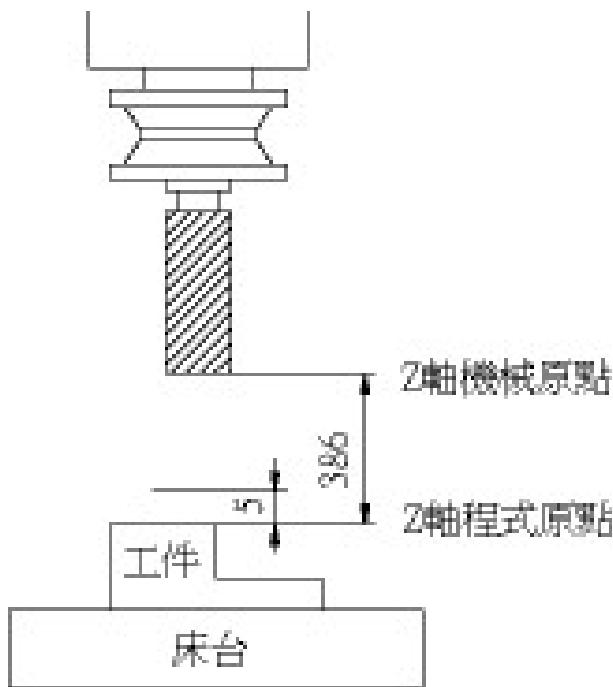


圖 1 刀長補正

图 39: 补偿长度

二、 长度补偿方向的确定

刀具长度补偿有 G43、G44、G49 三个指令：

G43 为刀具长度的正补偿

G44 为刀具长度的负补偿

G49 为刀具取消刀具长度补偿

有两种用法：

(1) 只用 G43 和 G49 指令，补偿值取正负

(2) 补偿值只取正值，正负由 G43 及 G44 确定

如图40所示：(T1 般预留)

T2 设为基准刀具，相对长度为 0

T3 比 T2 短，应向 Z 负方向补偿，即用 G44 负补偿 5mm；

教 案 纸

T4 比 T2 长，应向 Z 正方向补偿，即用 G43 正补偿 7mm；

T2 相对长度为 0，用 G49 取消长度补偿。

其中，T3 也可用 G43 正补偿-5mm。

即，只用 G43 和 G49 指令时，补偿长度的计算如下：

补偿长度=待测刀长-基准刀长

注意：有正有负；

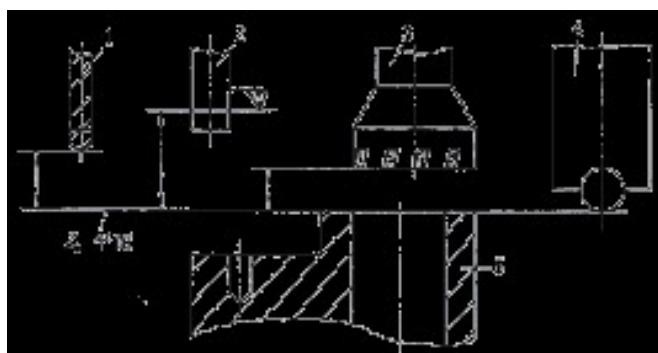


图 40: 补偿长度

三、长度补偿值的确定

绝对长度：刀具长度测量仪

相对长度：刀具长度测量仪

机内对刀测量法

机内自动对刀法（用 G31 及 G10 来实现）

1、用刀具长度测量仪

2、用自动对刀仪结合 G31 自动测量

略

3、手动的用机内对刀法测量：

A 安装基准刀，将其移动到一个确定的位置，将 Z 向的相对坐标设置为 0

B、安装待测刀，将其移动到相同的位置，记录 Z 向

教 案 纸

的相对坐标，这个值就是长度补偿值，有正有负。

如图41所示：

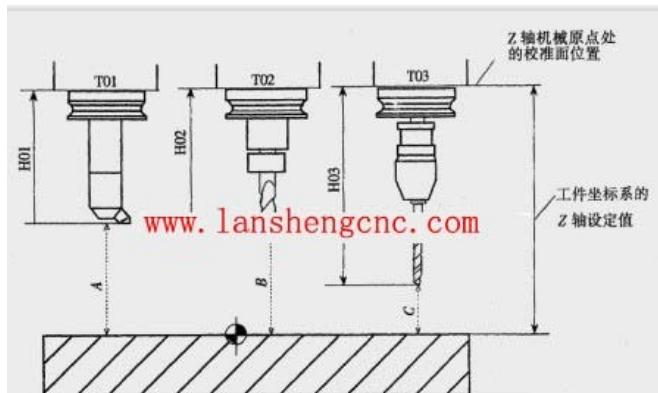


图 5-2 刀具长度补偿

图 41：补偿长度

四、换刀

数控铣床上换刀时，可在程序中加入：

```
1 G0 Z50.0
2 M05;
3 M00;
4 :
```

加工中心上换刀：

```
5 :
6 G28G91Z0; 第一次换刀前要回零。
7
8 G90;
9 Tn M6;
10 G90 G1 Z100.0 G43 Hn F__;
11 M3 S500;
12 :
13 G0 Z__;
14 G49 G1 Z100.0;
15 M5
16 G0Z30.0
17 Tn M6
18 G90G43G1X
19 M03 S500;
```

教 案 纸

IV 课堂小结

- 1、 长度补偿概述；
- 2、 长度补偿方向的确定；
- 3、 长度补偿值的确定；
- 4、 换刀指令。

V 布置作业

- 1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 25	授课教师 <u>高星</u> 签字
	长度补偿应用	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 Fanuc 上的长度补偿指令；
 2、掌握 Fanuc 长度补偿的执行过程；
 3、掌握 Fanuc 长度补偿的编程；
 4、会进行各种长度补偿的使用。

教学重点： 1、Fanuc 长度补偿的执行过程；
 2、长度补偿的编程。

教学难点： 1、进行各种长度补偿的使用。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 7 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 25 长度补偿应用

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、 长度补偿概述；
- 2、 长度补偿方向的确定；
- 3、 长度补偿值的确定；
- 4、 换刀指令。

III 教学内容及过程

一、 长度补偿的执行过程

过程一：

补偿时，先进行补偿，后进行定位

取消时，先取消补偿，后进行定位

注意安全问题：

程序启动前，要求刀具工件表面有足够的补偿空间。

取消之前，先提刀，保证有足够的取消空间

过程二：

补偿时，补偿与定位计算，直接一次移动到位。

取消时，取消与定位计算，直接一次移动到位。

这种方法使用安全

教 案 纸

二、 安全使用长度补偿

1、程序启动前，要求刀具到工件表面的距离大于最大的刀具长度补偿。

2、程序中取消刀补，要求先提刀到一个较高的位置，在取消。

即使用及取消刀具长度补偿要有足够的空间。

3、编程要求

G43G1Z150.H1 (Z150 大于最大的刀具半径补偿)

.....

G1Z100.F2000 (提刀到一个较高的位置)

G49G1Z150.

.....

三、 三种补偿值的比较

1、 相对长度：

容易理解，但基准刀改变时，所有的补偿要重新设置，补偿值有正有负，为正时不安全。

用基准刀对刀，对刀方便。

2、 绝对长度：

使用刀具的绝对长度，补偿值不变，补偿值始终为正，使用不太安全。对刀要考虑刀具的长度，

3、 空间移动距离

即在绝对长度的基础上，把补偿值变换为负值。方法，把坐标系往上提高一个距离，刀具向负方向补偿一个距离。

教 案 纸

四、 编程实例

在数控机床上加工如图所示的零件，试按加工中心机床进行零件的工艺分析及程序的编写。

综合加工，如图 9-5 所示。毛坯：80*80*45。要求：

- (1) 面铣：保证厚度为 44
 - (2) 轮廓铣：粗/精加工（内凸台高 15mm、外凸台高 15mm）
 - (3) 型腔铣：粗/精加工（矩形深 5mm, 圆形深 10mm）
 - (4) 孔加工： $\varnothing 8H7$ （深 25mm）
- 刀具：面铣 $\varnothing 80$ 粗加工 $\varnothing 16$ 、 $\varnothing 12$
精加工 $\varnothing 8$ 孔 $\varnothing 5$ 、 $\varnothing 7.8$ $\varnothing 8H7$

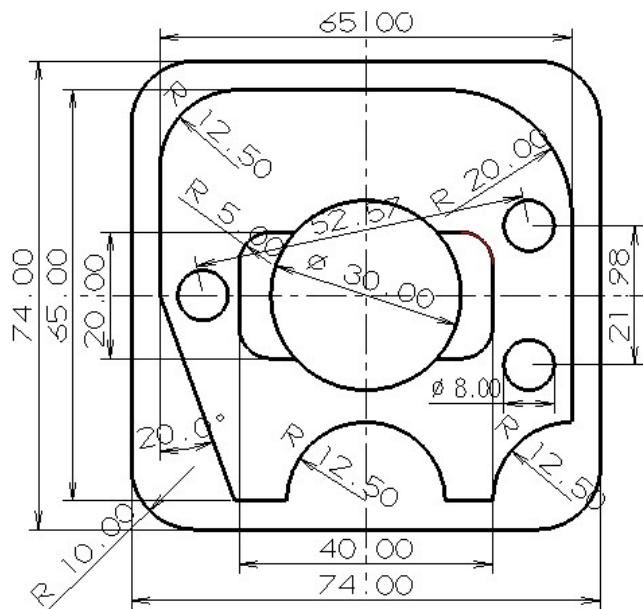


图 42: 编程实例

- 1、图形分析
 - 2、坐标系及装夹
 - 3、刀具及工序标
- A 铣上表面 $\varnothing 80$ 面铣刀 T1H1 S400 F200

教 案 纸

B 粗铣外形 $\varnothing 16$ 立铣刀 T2H2 S500 F200 D1=8.5

C 粗铣槽 $\varnothing 12$ 立铣刀 T3H3 S500 F200 D2=6.5

D 精加工 $\varnothing 8$ 立铣刀 T4H4 S800 F100 D3=6.2

E 钻中心空 $\varnothing 3$ 中心钻 T5H5 S1000 F60

F 钻孔 $\varnothing 7.8$ 麻花钻 T6H6 S500 F80

H 锯孔 $\varnothing 8H7$ 机用锯刀 T7H7 S300 F30

4、参考程序

```
1 O1
2 G28G91Z0
3 T1M6
4 M98P2 (铣平面)
5 G28G91Z0
6 T2M6
7 M98P3 (铣方)
8 M98P4 (铣外形)
9 G28G91Z0
10 T3M6
11 M98P5 (铣槽)
```

IV 课堂小结

- 1、Fanuc 长度补偿的执行过程；
- 2、安全使用长度补偿；
- 3、三种补偿值的比较；
- 4、编程实例。

V 布置作业

- 1、综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 26	授课教师 高星 签字
	Siemens 上的长度补偿	教研室主任 高星 签字

教学目标： 1、掌握 Siemens 上的换刀指令；
2、掌握 Siemens 上的长度补偿；
3、掌握 Siemens 长度补偿编程。

教学重点： 1、Siemens 上的长度补偿；
2、掌握加工中心编程。

教学难点： 1、Siemens 上的长度补偿。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 12 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 26 Siemens 上的长度补偿

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、 Fanuc 长度补偿的执行过程；
- 2、 安全使用长度补偿；
- 3、 三种补偿值的比较；
- 4、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 Siemen 上的换刀

M5

TnD1

M3……

此语句包括换刀及刀具长度补偿

补偿值的确定与 Fanuc 中的 G43 指令中的长度补偿值的确定一样。

基准刀：补偿长度为 0

其它刀具：待测刀长-基准刀长
(有正有负)

二、 加工实例

在 Siemens 的加工中心上加工如图所示的零件。完成工艺分及加工程序的编写：

教 案 纸

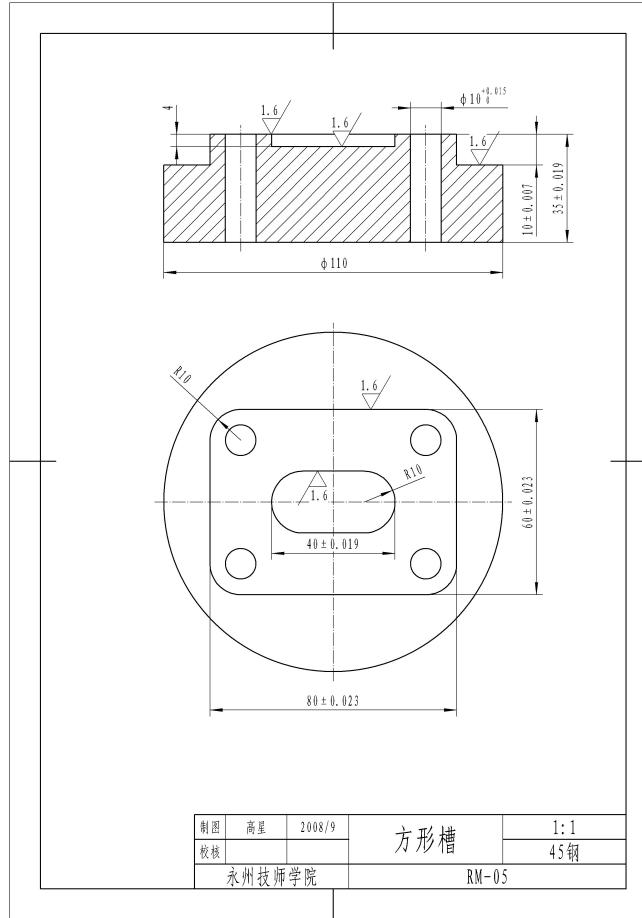


图 43: 实例

1、工件坐标系：工件上表面的中心（面铣后的上表面）

2、装夹：卡盘或平口钳（在两侧加工安装侧面）

3、刀具：

$\varnothing 16$ 三齿立铣刀：面铣、粗加工内外轮廓

$\varnothing 12$ 立铣刀：精加工内外轮廓

$\varnothing 5$ 中心钻：钻中心孔

$\varnothing 9.8$ 麻花钻：钻孔

$\varnothing 10$ 机用铰刀：铰孔

4、工序表：

教 案 纸

如表2

表 1: 工序表

1	铣上表面	16 立铣刀	T1D1	400	200	无
2	粗铣外轮廓	16 立铣刀	T1D1	400	200	
3	粗铣槽	16 立铣刀	T1D1	400	200	
4	钻中心孔	5 中心钻	T3D1	1200	80	无
5	钻孔	9.8 头	T4D1	500	60	无
6	铰孔	10 铰刀	T5D1	200	30	无
7	精铣外轮廓	12 立铣刀	T2D1	800	120	

5、走刀路径及相关点坐标

A、面铣:

B、加工外轮廓:

C、内轮廓加工: Z 字形下刀。

D: 孔加工:

6、参考程序:

```
1 GX_01( 主程序 )
2 G54G17G40G90
3 T1D1( 换 16 立 铣 刀 )
4 L11
5 T3D1( 换 5 中 心 钻 )
6 L33
7 T4D1( 换 9.8 钻 头 )
8 L41
9 T5D1( 换 10 铰 刀 )
10 L51
11 T2D1( 换 12 立 铣 )
12 L21
13 M5
```

IV 课堂小结

- 1、Siemens 上的换刀;
- 2、Simens 上的长度补偿;
- 3、编程实例。

教 案 纸

V 布置作业

1、综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 27	授课教师 <u>高星</u> 签字
	加工中心编程	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握加工中心的区别；
 2、掌握 Fanuc 加工中心换刀；
 3、掌握加工中心编程区别；
 4、会进行加工中心的编程。

教学重点： 1、Fanuc 上孔加工指令的使用；
 2、进行孔加工程序的编写。

教学难点： 1、进行孔加工程序的编写。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 14 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 27 加工中心编程

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、 Siemens 上的换刀;
- 2、 Simens 上的长度补偿;
- 3、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工中心

加工中心是指刀库及换刀装置的数控机床有的基床有可回转的工作台，一边用于加工，一边用于装夹。

刀库的类型：

- 1、 盘式刀库
- 2、 链式刀库
- 3、 盒子刀库

换刀装置：

- 1、 无机械手
- 2、 机械手

二、 换刀子程序

例如： T____M98P9000；

换刀子程序如下：

教 案 纸

1	O9000	
2	G91	
3	G30Z0	主轴移动至换刀点平面
4	M06	主轴准停
5	M28	刀盘进刀
6	M11	松刀
7	G28Z0	回原点
8	M32	寻找所需刀具
9	G30Z0	
10	M10	抓紧刀具
11	M31	刀盘回退
12	G90	
13	M99	

三、 加工实例

在 Siemens 的加工中心上加工如图所示的零件。完成工艺分及加工程序的编写：

1、工件坐标系：工件上表面的中心（面铣后的上表面）

2、装夹：卡盘或平口钳（在两侧加工安装侧面）

3、刀具：

$\varnothing 16$ 三齿立铣刀：面铣、粗加工内外轮廓

$\varnothing 12$ 立铣刀：精加工内外轮廓

$\varnothing 5$ 中心钻：钻中心孔

$\varnothing 9.8$ 麻花钻：钻孔

$\varnothing 10$ 机用铰刀：铰孔

4、工序表：

如表2

5、走刀路径及相关点坐标

A、面铣：

B、加工外外轮廓：

C、内轮廓加工：Z 字形下刀。

D：孔加工：

教 案 纸

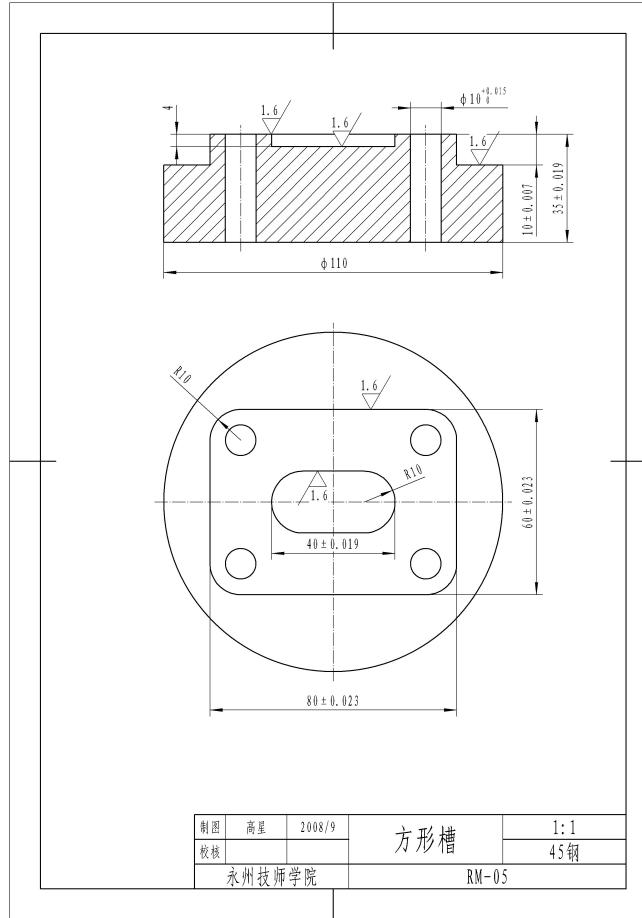


图 44: 实例

6、参考程序:

```

1 GX_01(主程序)
2 G54G17G40G90
3 T1D1(换16立铣刀)
4 L11
5 T3D1(换5中心钻)
6 L33
7 T4D1(换9.8钻头)
8 L41
9 T5D1(换10铰刀)
10 L51
11 T2D1(换12立铣)
12 L21
13 M5

```

教 案 纸

表 2: 工序表

1	铣上表面	16 立铣刀	T1D1	400	200	无
2	粗铣外轮廓	16 立铣刀	T1D1	400	200	
3	粗铣槽	16 立铣刀	T1D1	400	200	
4	钻中心孔	5 中心钻	T3D1	1200	80	无
5	钻孔	9.8 头	T4D1	500	60	无
6	铰孔	10 铰刀	T5D1	200	30	无
7	精铣外轮廓	12 立铣刀	T2D1	800	120	

IV 课堂小结

- 1、 加工中心概述；
- 2、 Fanuc 加工中心换刀；
- 3、 Fanuc 数铣换刀；
- 4、 编程实例。

V 布置作业

- 1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 28	授课教师 <u>高星</u> 签字
	倒角与倒圆角	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 FANUC 上的倒角与拐圆角指令；
 2、掌握 Siemens 上的倒角与拐圆角；
 3、掌握倒角与拐圆角编程。

教学重点： 1、掌握 FANUC 上的倒角与拐圆角指令；
 2、掌握 Siemens 上的倒角与拐圆角。

教学难点： 1、掌握倒角与拐圆角编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 19 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 28 倒角与倒圆角

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、 加工中心概述；
- 2、 Fanuc 加工中心换刀；
- 3、 Fanuc 数铣换刀；
- 4、 编程实例。

III 教学内容及过程

倒角及倒圆角是数控铣削、加工中心中常见的结构，利用数控系统中的倒圆角，倒角指令可以使程序的编制简化。

一、 Fanuc 上的倒角、倒圆角的指令格式

1、 在直线插补 G1 或圆弧插补 G2、 G3 程序段的末尾，加上倒角或倒圆角的指令：

……， C_____；（倒角）

……， R_____；（倒圆角）

2、 可以用在以下的程序段之间：

在直线插补和直线插补程序段之间

在直线插补和圆弧插补程序段之间

在圆弧插补和直线插补程序段之间

在圆弧插补和圆弧插补程序段之间

教 案 纸

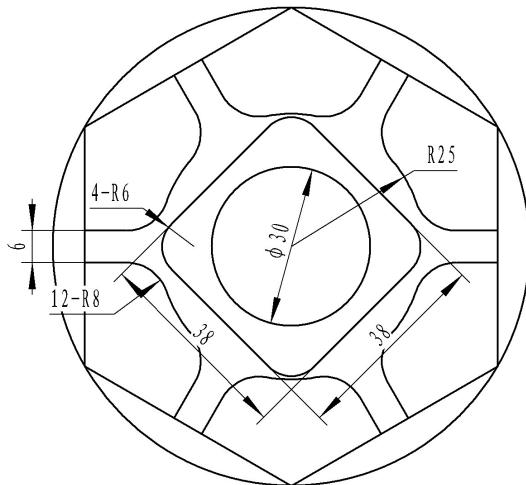
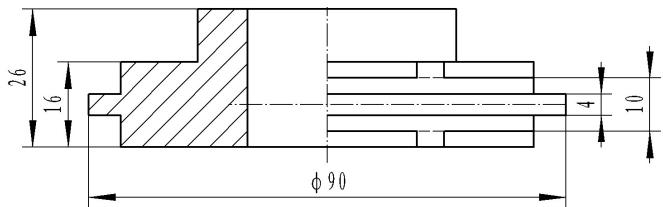


图 45: 示例

3、应用条件:

直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧要有虚拟交点
虚拟交点坐标已知或方便求出

因为编程时，直线插补、圆弧插补的目标点必须是它们的虚拟交点。

4、说明:

A、倒角和拐角圆弧过渡只能在 G17、G18、G19 指定的平面内执行。

B、指定倒角或拐圆角过渡的程序段的下一个程序段必须跟随一个用直线插补 G1 或圆弧插补 G2、G3 指令的程序段，如果下一个程序段不包含这些指令，系统会出现报警。

C、在平面切换之后，被指定的程序段中不能指定倒

教 案 纸

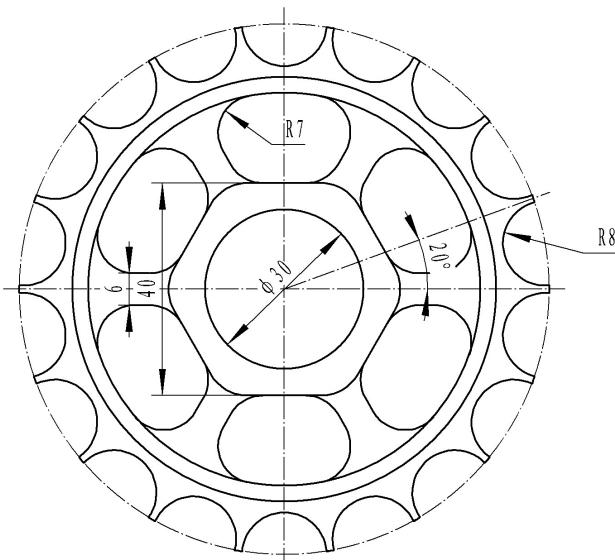
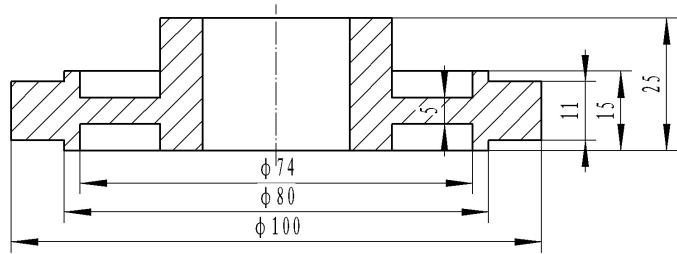


图 46: 示例

角或倒圆角。

D、如果插入的倒角或圆弧过渡的程序段引起刀具超过原插补移动的范围，系统会发出报警。

E、在坐标系变动 G92 或 G52 到 G59 或执行返回参考点 G28 到 G30 之后的程序段中不能指定倒角或圆角过渡。

F、圆角过度不能在螺纹加工程序段中指定

G、DNC 操作不能使用任意角度倒角和拐角圆弧过渡。倒角及倒圆角是数控铣削、加工中心中常见的结构，利用数控系统中的倒圆角，倒角指令可以使程序的编制简化。

教 案 纸

二、Siemens 上的倒角、倒圆角的指令格式

1、在直线插补 G1 或圆弧插补 G2、G3 程序段的末尾，加上倒角或倒圆角的指令：

.....CHR=_____ (倒角，与 Fanuc 中的 C 一样)

.....CHF=_____ (倒角，数值为倒角边的长度)

.....RND=_____ (倒圆角)

2、可以用在以下的程序段之间：

在直线插补和直线插补程序段之间

在直线插补和圆弧插补程序段之间

在圆弧插补和直线插补程序段之间

在圆弧插补和圆弧插补程序段之间

3、应用条件：

直线与直线、直线与圆弧、圆弧与圆弧要有虚拟交点

虚拟交点坐标已知或方便求出

因为编程时，直线插补、圆弧插补的目标点必须是它们的虚拟交点。

4、说明：

A、在程序段中若轮廓长度不够，则会自动地削减倒角和倒圆的编程值。

B、如果连续编程的程序段超过 3 段没有运行指令，不插入倒角、倒圆。

C、如果更换平面不插入倒角、倒圆。

三、编程实例

```
1 O1 FANUC
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G43G1Z100.H1F2000
5 X-100.Y0
6 Z5.0
7 Z-5.0F200
```

教 案 纸

```
8 G1G41X-50.Y-10.D1
9 G3X-40.Y0R10.
10 G1Y30.; R8.0
11 X40.; R8.0
12 Y-30.; R8.0
13 X-40.; R8.0
14 Y0
15 G3X-50.Y0R10
16 G40G1X-100.Y0
17 G1Z100. F2000
18 G49G1Z150.
19 M5
20 M30
21 GX01 SIEMENS
22 G54G17G40GG90
23 T1D1
24 M3S500
25 G1Z100. F2000
26 X-100.Y0
27 Z5.0
28 Z-5.0F200
29 G1G41X-50.Y-10.D1
30 G3X-40.Y0CR=10.
31 G1Y30.RAN=8.0
32 X40.RAN=R8.0
33 Y-30.RAN=R8.0
34 X-40.RAN=R8.0
35 Y0
36 G3X-50.Y0R10
37 G40G1X-100.Y0
38 G1Z100. F2000
39 G49G1Z150.
40 M5
41 M30
```

IV 课堂小结

- 1、Fanuc 上的倒角、倒圆角的指令格式；
- 2、Siemens 上的倒角、倒圆角的指令格式；
- 3、编程实例。

V 布置作业

- 1、综合习题一。

课程章节及主题	理论 29	授课教师 <u>高星</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、掌握 Fanuc 上 G52 指令的格式；
2、掌握用局部坐标系指令编程。

教学难点： 1、掌握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	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 21 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 29 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、 Fanuc 上的倒角、倒圆角的指令格式；
- 2、 Siemens 上的倒角、倒圆角的指令格式；
- 3、 编程实例。

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

教 案 纸

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。

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：

- 1、局部坐标系设定不改变工件和机床坐标系。
- 2、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。
- 3、G52 暂时取消刀尖半径补偿中的偏移。
- 4、在绝对方式紧跟 G52 之后指令一个运动指令。
- 5、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。
- 6、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

教 案 纸

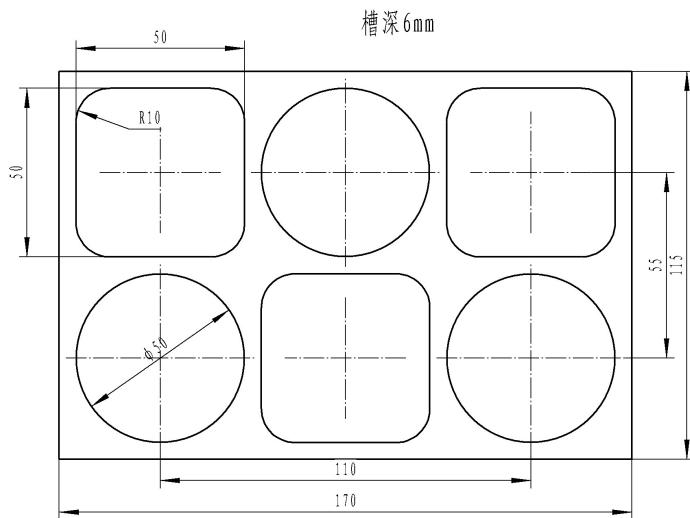


图 47: 加工实例

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：

Ø12 立铣刀

Ø8 立铣刀

4、加工顺序

四、如图48所示，加工 40*40 矩形凸台，高 3mm，刀具为 14 的平底刀。

分析：

(1) 凸台为倾斜形式，可以使用旋转指令编程。

教 案 纸

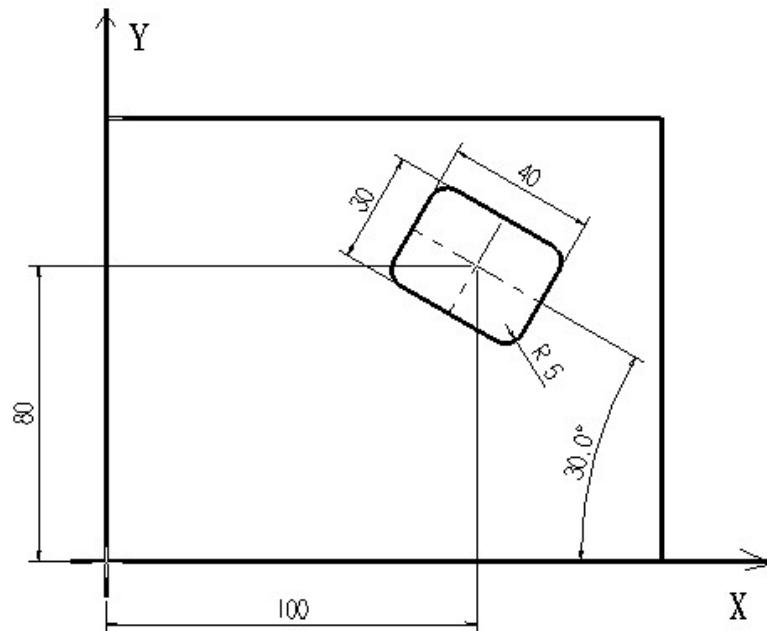


图 48: 加工实例

- (2) 凸台四角带圆角, 可以使用倒圆角指令编程。
(3) 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:

1	O1 (FANUC)	
2	G54G17G90G40	
3	G01Z100F2000	
4	M03S500	
5	G52X100Y80	当前工件坐标系移至凸台的中心处
6	G68X0Y0R-30	当前工件坐标系顺时针旋转30度
7	G00X-35Y0	
8	G01Z-3F1000	
9	G01G41X-30Y-10D01	
10	G03X-20Y0R10	
11	G01Y15,R5	倒圆角R5
12	X20,R5	
13	Y-15,R5	
14	X-20,R2	
15	Y0	
16	G03X-30Y10R10	
17	G01G40X-35Y0	
18	G01Z100F2000	
19	G69	取消坐标系旋转
20	G52X0Y0	取消坐标系平移
21	M05	

教 案 纸

22 | M30

IV 课堂小结

- 1、 几种坐标系；
- 2、 Fanuc 上局部坐标系；
- 3、 Siemens 上局部坐标系；
- 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 30	授课教师 <u>高星</u> 签字
	极坐标指令与实例	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、Fanuc 上极坐标指令的使用；
 2、Siemens 上极坐标指令的使用。

教学难点： 1、使用极坐标指令进行编程。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 26 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 30 极坐标指令与实例

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

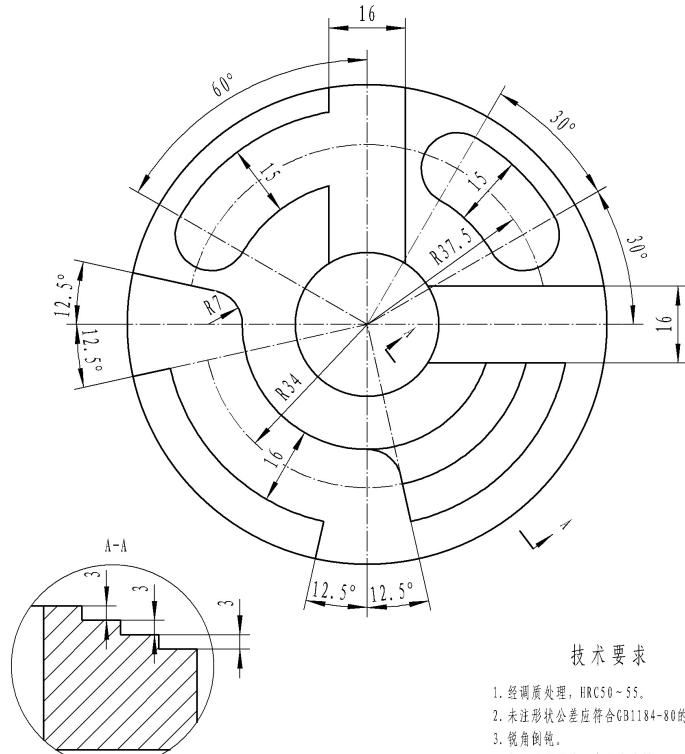
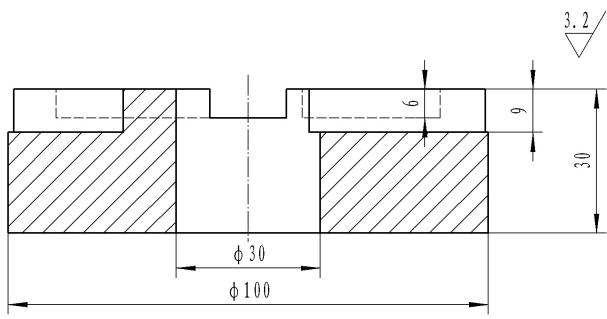
- 1、 几种坐标系;
- 2、 Fanuc 上局部坐标系;
- 3、 Siemens 上局部坐标系;
- 4、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 加工轮廓的处理

- 1、 加工轮廓的处理（改路径， 延长）
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

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。

图 49: 加工轮廓的处理

教 案 纸

E、带翅膀的圆弧槽。

极坐标与直角坐标的互换。

$$X = P * \cos A$$

$$Y = P * \sin A$$

$$P = X^2 + Y^2$$

$$A = \arctan Y / X$$

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。

B、在极坐标方式中, 不能用以下指令:

G4、G10、G52、G92、G53、G68、G51

教 案 纸

C、在极坐标方式中不能倒角和倒圆

2、Siemens 上的极坐标

1、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

G112: 相对于上一个有效极点定义极点

2、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，极坐标系在由 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，

教 案 纸

三、 加工工序：(比较分析讲解)

- A、铣上表面
- B、铣 30 通孔（也可钻、扩、镗）
- C、铣直槽和圆弧

.....

由学生自己分析。

IV 课堂小结

- 1、加工轮廓的处理；
- 2、极坐标；
- 3、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 31	授课教师 <u>高星</u> 签字
	坐标系旋转一	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	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课题日期	16 级大专数控班
	2017 年 12 月 28 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 31 坐标系旋转一

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、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 旋转可用于以下几种情况

- 1、 编程轮廓与工件安装面成一定角度。
- 2、 有多个旋转的相同轮廓。
- 3、 同一轮廓上有多个旋转的要素。
- 4、 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)

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

教 案 纸

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

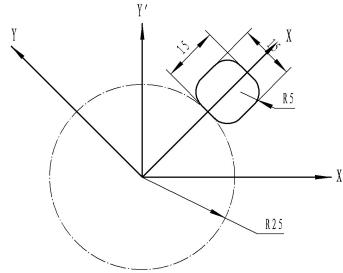


图 50: 原理

图中的 A 为-45 度 (即从 X——X' 的方向)

三、Fanuc 指令格式

G17

G18 G68 α β 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

α β : 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

教 案 纸

有效数据范围: -360.000——360.000

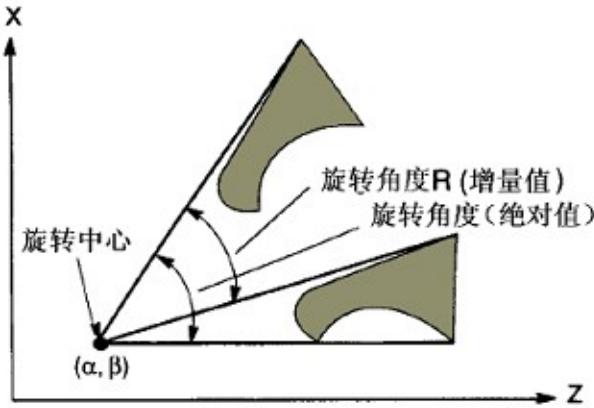


图 51: 角度

注意事项:

- 1、 α _ β _ 省略时，默认的旋转中心为刀具当前位置。
- 2、程序的开头要加上 G69 安全注销指令。
- 3、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。
- 4、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。
- 5、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。
- 6、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52所示：
- 7、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、 Sienes 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 ;  
(G91X5000Y5000)  
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)

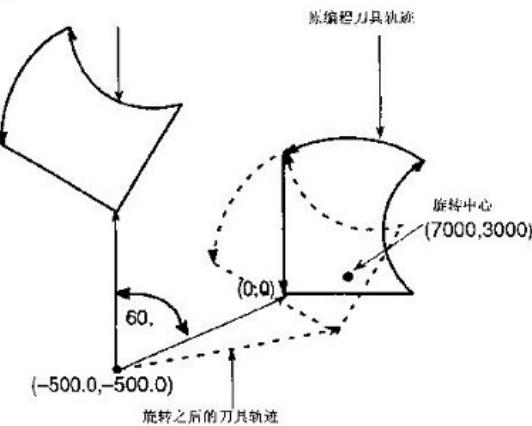


图 52: 编程

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, 比例系数和镜象

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。

IV 课堂小结

- 1、 旋转应用情况;
- 2、 旋转指令的要素;

教 案 纸

- | | |
|--|--|
| | <p>3、Fanuc 指令格式；
4、Siemens 指令格式。</p> |
|--|--|

V 布置作业

- 1、综合习题一。

课程章节及主题	理论 32	授课教师 <u>高星</u> 签字
	坐标系旋转二	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	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2018 年 1 月 4 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 32 坐标系旋转二

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、 旋转应用情况；
- 2、 旋转指令的要素；
- 3、 Fanuc 指令格式；
- 4、 Siemens 指令格式。

III 教学内容及过程

一、 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)

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

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

图中的 A 为-45 度 (即从 X—X' 的方向)

二、 Fanuc 指令格式

G17

教 案 纸

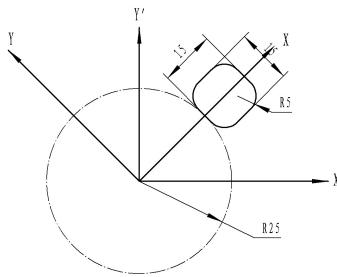


图 53: 原理

G18 G68 α — β —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

α — β —: 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

三、 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

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, 比例系数和镜象

ROT/AROT 指令要求一个独立的程序段。

四、 加工实例

在数控机床上加工如图所示的零件, 完成加工工艺及加工程序的编写

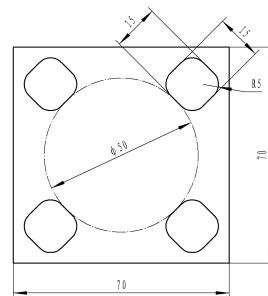


图 54: 加工实例

教 案 纸

参考程序:

```
1 02
2 G54G17G40G49G90
3 M3S500
4 G43H1G1Z100. F2000 ;
5 G1X40. Y40 .
6 Z5.0
7 Z0F2000
8 G68X0Y0R45 .
9 M98P221
10 G69
11 .
12 .
13 .
```

IV 课堂小结

- 1、 Fanuc 指令格式；
- 2、 Sienes 指令格式；
- 3、 编程实例。

V 布置作业

- 1、 综合习题一。

课程章节及主题	理论 33	授课教师 <u>高星</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、掌握变量的赋值与引用；
3、理解变量的分类；
4、灵活使用变量。

教学重点： 1、掌握变量的赋值与引用；
2、理解变量的分类。

教学难点： 1、灵活使用变量。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课班次 授课日期	16 级大专数控班
	2018 年 1 月 9 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 33 变量编程概述

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、 Fanuc 指令格式;
- 2、 Sienes 指令格式;
- 3、 编程实例。

III 教学内容及过程

一、 变量与常量

常量：指其值不变的量。如数值：1、4、6

字符：“A”、“b”

布尔值：“TURE”、“FALSE”

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。

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。

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。

二、 Fanuc 上的变量

- 1、 变量号（变量名）

教 案 纸

#1-#33 #100-#199 #500-#999 #1000 以上由变量符号”#”和后面的变量号组成。

2. 变量的赋值:

赋值是指将一个数据赋予一个变量

A . 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

B. 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.

C. 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

10-29-1047

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

教 案 纸

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.

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]

教 案 纸

#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

略

六、 加工实例

IV 课堂小结

1、 变量与常量;

2、 Fanuc 上的变量;

3、 变量的分类;

4、 算数运算;

5、 运算顺序与括号;

教 案 纸

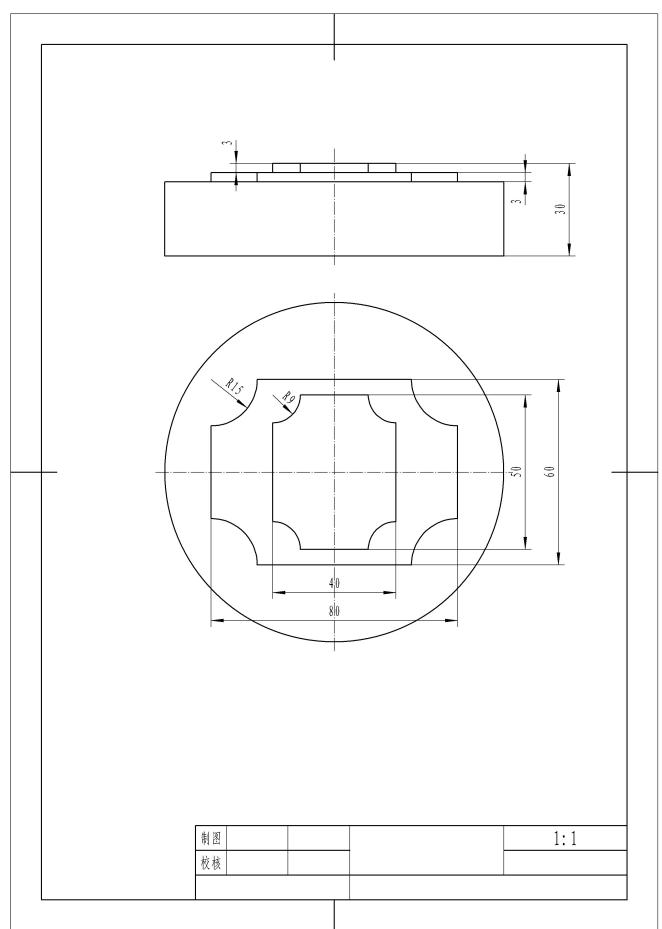


图 55: 加工实例

6、 加工实例。

V 布置作业

1、 综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	理论 34	授课教师 <u>高星</u> 签字
	宏程序 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；
 4、掌握多个 While 的使用。

教学重点： 1、if then 的使用；
 2、理解变量的分类。

教学难点： 1、条件表达式的确定。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2018 年 1 月 11 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 34 宏程序 Z 向分层

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、 变量与常量;
- 2、 Fanuc 上的变量;
- 3、 变量的分类;
- 4、 算数运算;
- 5、 运算顺序与括号;
- 6、 加工实例。

III 教学内容及过程

一、 Z 向分层

基本思路:

以前 G91+ 子程序

G90 深度用变量，每个深度进行计算。

G91 次数用变量，次数递增记数。

形成循环。

```
1      #1=0
2      N10
3      #1=#1+4
4      G90 G1 z-#1
5      .....
6      If [#1lt12] goto10
7
8      #1=0
```

教 案 纸

```
9      N10
10     #1=#1+1
11     G91 g1 z-4.0
12     .....
13     If [#1lt3] goto10
14 \end{lstlisting}
15
16     尽量用G90。
17
18     思考一：
19
20     如果初始值为4，侧程序怎么改
21
22 \begin{lstlisting}
23     #1=4
24     N10
25     G90 G1 z-#1
26     .....
27     #1=#1+4
28     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，当前值为终点时，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。

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????

教 案 纸

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

不适合判断的是下一个值，会干涉判断。

三、 Z 向分层的应用

```
1      #1=0
2      N10
3      #1=#1+4
4      If [#1 GT 13] then #1=13
5      G90 G1 z=#1
6      .....
7      If [#1lt13] goto10
```

写成 while 就是：

```
1      #1=0
2      While [#1 lt 13] DO1
3      #1=#1+4
4      If [#1 GT 13] then #1=13
5      G90 G1 z=#1
6      .....
7      END1
```

实例：深度 13

如图[56](#)

四、 多个 While 循环

1、并列关系：

While [条件] DO1

.....

END1

教 案 纸

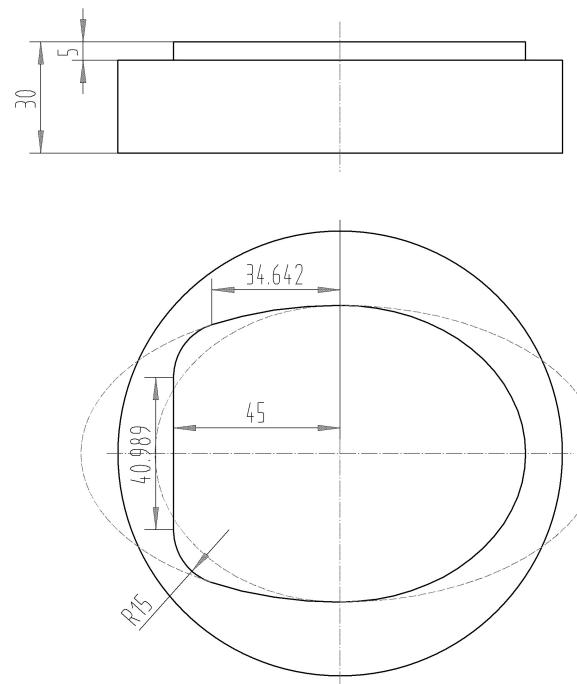


图 56: 加工实例

While [条件] DO1

.....

END1

也就是循环标识号可以相同。

2、嵌套关系

While [条件] DO1

.....

While [条件] DO2

.....

END2

END1

也就是循环标识号不能相同

教 案 纸

且最大嵌套 3 次，即 1、2、3。

IV 课堂小结

- 1、Z 向分层；
- 2、IF Then 指令；
- 3、Z 向分层的应用；
- 4、多个循环的应用。

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 35	授课教师 <u>高星</u> 签字
	期末复习	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握中级工考证的编程技巧；
2、提高编程速度；
3、复习本学期所学知识。

教学重点： 1、中级工考证的编程技巧；
2、复习本学期所学知识。

教学难点： 1、提高编程速度。

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课班次 授课日期	16 级大专数控班
	2018 年 1 月 16 日 4-5 节

教学后记：

教 案 纸

理论 35 期末复习

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、 Z 向分层;
- 2、 IF Then 指令;
- 3、 Z 向分层的应用;
- 4、 多个循环的应用。

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

教 案 纸

	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 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

教 案 纸

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
薄壁
复杂零件
配合零件
CAD/CAM
宏程序

IV 课堂小结

- 1、 Z 向分层；
- 2、 IF Then 指令；
- 3、 Z 向分层的应用；
- 4、 多个循环的应用。

教 案 纸

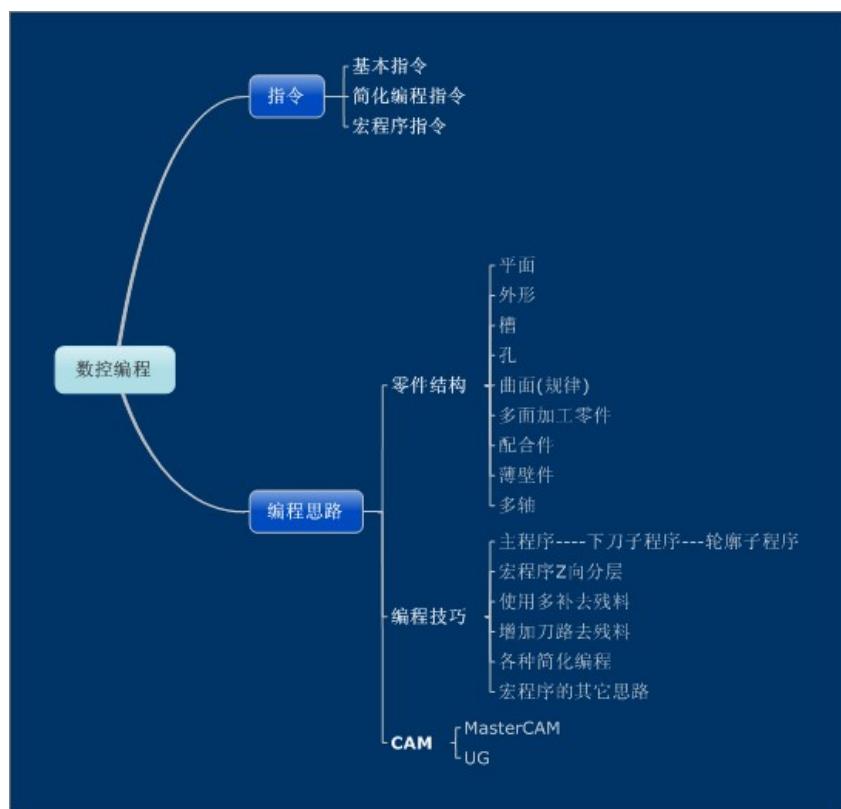


图 57: 复习

V 布置作业

1、综合习题一。

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	实习 1	授课教师 <u>高星</u> 签字
	安全操作及机床面板认识	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、明确数控铣/加工中心的文明生产及安全操作规程；
2、掌握数控铣床/加工中心的组成及坐标系的判定；
3、明确数控铣床/加工中心 MDI 面板按键的作用；
4、掌握回零操作、轴移动操作及开/关机的步骤。

教学重点： 1、明确数控铣床/加工中心 MDI 面板按键的作用；
2、掌握回零操作、轴移动操作及开/关机的步骤。

教学难点： 1、掌握回零操作、轴移动操作及开/关机的步骤；

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 9.5 1-3 节

教学后记：

教 案 纸

实习 1 安全操作及机床面板认识

I 实习教学要求

- 1、 明确数控铣/加工中心的文明生产及安全操作规程；
- 2、 掌握数控铣床/加工中心的组成及坐标系的判定；
- 3、 明确数控铣床/加工中心 MDI 面板按键的作用；
- 4、 掌握回零操作、轴移动操作及开/关机的步骤。

II 相关工艺

一、 文明安全生产要求

- 1、 精神饱满、文明交流；
- 2、 统一工作服；
- 3、 操作台只站一个人、在规定的区域里活动；
- 4、 工件、量具等摆放整齐有序；
- 5、 精密量具放在盒子里；
- 6、 爱护机床卫生、保持车间整洁；
- 7、 严格按机床安全操作规程操作；
- 8、 禁止修改系统参数；
- 9、 实行“一人一机上机操作”；
- 10、 穿合适的工作服，禁止戴手套、穿拖鞋；
- 11、 女生盘好头发；
- 12、 加工中禁止离机。

● 具体后面讲解

二、 安全操作规程

- 1、 开机；
- 2、 程序调试；
- 3、 加工中；
- 4、 关机。

三、 数控铣/加工中心的组成

- 1、 主轴箱主轴；

教 案 纸

- 2、控制面板；
- 3、电气柜；
- 4、立柱床身；
- 5、工作台；
- 6、冷却液箱；
- 7、刀库。

四、机床面板及数控系统界面

- 1、加工方式：手动、MDI、自动、编辑、回零、DNC 等；
- 2、进给倍率、快速倍率、主轴倍率；
- 3、复位、进给保持、循环启动；
- 4、轴移动、主轴正转/反转/停止、切削液开/关、刀库正/反转；
- 5、跳段、单段、选择停、空运行、机床锁住、Z 轴锁住、M 功能锁住；
- 6、急停、手轮；
- 7、地址键：OPGR……；
- 8、数据键：1234……；
- 9、功能键：POS、PROG、OFFSETSETTING、SYSTEM、MESSAGE、GRAPH；
- 10、编辑键：SHIFT、CAN、INPUT、ALTER、INSERT、DELETE、EOB；
- 11、坐标显示：绝对、相对、总和等；
- 12、程序编辑与管理：程序显示、程序信息、背景编程；
- 13、加工参数设定：半径、长度、工件坐标系；
- 14、图形模拟；
- 15、帮助及报警。

五、机床基本操作

- 1、开机：开机前检查——外部电源——机床电源——取消急停——复位；
- 2、回零：回零方式——调节快速倍率——Z+——X+——Y+——各轴指示灯亮；
- 3、手动移动：手动方式——调节进给倍率——X/Y/Z 轴；

教 案 纸

- 4、手轮移动：手轮方式——选择轴——选择倍率——手摇手轮；
- 5、快速移动：快速方式——调节快速倍率——X/Y/Z 轴。

注意：

- 1、开机中禁止按任何按键；
- 2、开机后确认显示正常、无报警、风扇电机转动正常；
- 3、禁止在零点附近回零；
- 4、转动手轮不能过快，以不超过 5r/s 为宜；
- 5、手轮倍率应以 X100、X10、X1 的顺序操作；
- 6、移动轴时应先确认好刀具的移动方向；
- 7、超程时解除超程。

III 实习内容及过程

一、集合、组织实习

- 1、清查学生人数
- 2、文明安全生产讲解
- 3、实习内容说明

二、开机 15 分钟

- 1、由组长记录机床相关问题
- 2、开机前检查仔细
- 3、空转几分钟预热

三、机床操作及编程

- 1、教师演示基本操作
- 2、组长安排 2 人员操作机床 (1 人操作,1 个指导)
- 3、其他人员自选图形编程
- 4、每人操作时间不得超过 2 小时

教 案 纸

5、教师巡回指导

四、操作点评及工件检测

- 1、学生操作感想说明及自评
- 2、教师提问及点评
- 3、学生对工件自测
- 4、教师检测及评分

五、准备下课

- 1、清洁数控机床
- 2、正常关机
- 3、集合教师点评

IV 练习题及作业

- 1、写出你所操作的机床的主要技术参数。
- 2、按 X+、Y + 工作台向什么方向移动，与坐标系有什么关系，为什么？
- 3、数控铣床开机之后为什么要执行回机床参考点的操作？如何操作？
- 4、在启动数控铣床前，操作者要做哪些检查？
- 5、什么叫“超程”？如何解除超程报警？
- 6、在数控铣床运行过程中，当出现异常情况时如何处理

教 案 纸

V 加工准备与加工要求

一、 加工准备

- 1、 设备：数控铣床、加工中心。
- 2、 材料：45 圆钢（82*50）。
- 3、 工具：活动扳手，平行垫铁，百分表，其它常用辅具。
- 4、 量具：外径千分尺（0 25、100 125, 0.01），深度千分尺（0 25, 0.01），R 规。
- 5、 刀具：10、16、14 立铣刀、64 面铣刀。
- 6、 夹具：三爪自定心卡盘、螺杆压板、平口钳。

二、 课题评分表

教 案 纸

工件编号			总得分			
项目与配分	序号	技术要求	配分	评分标准	检测记录	得分
文明生产 (20%)	1	工作服	8	未穿禁止进车间并全扣		
	2	工具、量具摆放整齐	8	不整齐有序全扣		
	3	其它	4	不守纪律全扣		
安全操作规程 (20%)	4	操作安全	20	酌情扣分		
加工中心组成 (10%)	5	说出各部分名称	10	出错一处扣 2 分		
面板系统界面 (20%)	6	操作面板	10	出错一处扣 2 分		
	7	系统界面的认识	10	出错一处扣 2 分		
机床操作 (30%)	8	手动、手轮、快速	10	出错一处扣 2 分		
	9	点的定位	10	出错一处扣 2 分		
	10	机床操作规范	5	出错一处扣 2 分		
	11	工件刀具装夹	5	出错一处扣 2 分		
安全文明生产(倒扣分)	12	安全操作	倒扣	安全事故停止操作或酌情扣分		
	13	机床整理	倒扣			

湖南九嶷职业技术学院
湖南潇湘技师学院 授课课时计划

课程章节及主题	实习 2	授课教师 <u>高星</u> 签字
	程序手工录入、编辑及刀路模拟	教研室主任 <u>高星</u> 签字

教学目标： 1、掌握 MDI 键盘各按键的作用；
2、掌握程序的录入与编辑；
3、认识机床面板及系统界面；
4、掌握程序的检查及模拟。

教学重点： 1、掌握 MDI 键盘各按键的作用；
2、掌握程序的录入与编辑。

教学难点： 1、掌握 MDI 键盘各按键的作用.

解决方法： 通过讲述、举例、演示法来说明；

教材和参考书	《数控机床编程与操作（数控铣床加工中心分册）》沈建峰
	《加工中心编程与操作》刘加孝主编
授课题次 授课日期	16 级大专数控班
	2017 9.11 1-3 节

教学后记：

教 案 纸

实习 2 程序手工录入、编辑及刀路模拟

I 实习教学要求

- 1、掌握 MDI 键盘各按键的作用；
- 2、掌握程序的录入与编辑；
- 3、认识机床面板及系统界面；
- 4、掌握程序的检查及模拟。

II 相关工艺

一、MDI 键盘说明

1、地址键：O、N、G……

EOB——程序段结束符，显示为“;”。

2、数据键：1、2、3……

3、功能键：

POS——在 CRT 中显示坐标值。

PROG——CRT 将进入程序编辑和显示界面

OFFSET SETTING——CRT 将进入加工参数设定界面

SYSTEM——CRT 将进入系统参数设定界面

MESSAGE——CRT 将进入信息（如报警）界面

CUSTOM-GRAPH——图行模拟

4、编辑键：

SHIFT——输入字符切换

CAN——删除缓存中的字符

INPUT——输入机床数据

ALTER——字符替换

INSERT——插入字

DELETE——删除

教 案 纸

HELP——获取帮助

RESET——系统复位

5、 方向及换页键

二、 程序录入与编辑

1、 程序管理

检索程序:

编辑方式——PROG 界面——O+ 程序号——向下方键

新建程序:

编辑方式——PROG 界面——O+ 程序号——INSRT
——EOB

删除程序:

编辑方式——PROG 界面——O+ 程序号——DELETE
——EXEC

程序信息:

编辑方式——PROG 界面——[DIR]——[DIR+]

2、 程序录入编辑

字的检索:

地址 + 数据——[SRH↓] (或直接用方向键)

字的插入:

检索或定位到插入字之前——地址 + 数据——IN-
STRT (可一次插入多个字)

字的替换:

检索或定位到插入字之前——地址 + 数据——AL-
TER

字的删除:

检索或定位到插入字之前——DELETE

3、 背景编程

进入背景编程:

PROG——[OPRT]——[BG-EDT]——屏幕的左上显
示 [BG-EDIT]

教 案 纸

退出背景编程：
PROG——[OPRT]——[BG-EDT]——屏幕的左上 [BG EDIT] 不显示

三、 机床面板按键

- 1、 跳段：使注释符号“/”有效，即跳过“/”开头的程序段
- 2、 单段：加工时按循环启动执行一条程序段
- 3、 空运行：循环启动时以空运行速度运行，程序中的 F 无效
- 4、 机床锁定：锁定机床，即机床不动，系统模拟运行。
- 5、 选择停：使程序中“M01”有效
- 6、 Z 轴锁定：锁定 Z 轴不动

四、 程序的图形模拟

CUSTOM GRAPH——设定好显示参数——GRAPH——启动程序

注意：可结合上面的自动加工控制功能来模拟

五、 需要回零点的情况

回零可重新建立机床坐标系

- 1、 开机后；
- 2、 机床断电后再次接通数控系统电源；
- 3、 紧急停止按钮按下后；
- 4、 Z 轴锁住后；
- 5、 机床锁住后；
- 6、 超程取消后。

教 案 纸

III 实习内容及过程

一、 集合、组织实习

- 1、清查学生人数
- 2、文明安全生产讲解
- 3、实习内容说明

二、 开机 15 分钟

- 1、由组长记录机床相关问题
- 2、开机前检查仔细
- 3、空转几分钟预热

三、 机床操作及编程

- 1、教师演示基本操作
- 2、组长安排 2 人员操作机床 (1 人操作,1 个指导)
- 3、其他人员自选图形编程
- 4、每人操作时间不得超过 2 小时
- 5、教师巡回指导

四、 操作点评及工件检测

- 1、学生操作感想说明及自评
- 2、教师提问及点评
- 3、学生对工件自测
- 4、教师检测及评分

五、 准备下课

- 1、清洁数控机床

教 案 纸

- 2、正常关机
- 3、集合教师点评

IV 练习题及作业

FANUC 机床输入 P8 页的程序

SIEMENS 机床输入 P85 页的程序

宏程序输入：

```
1 O1000;
2 N10 #100=1.0;
3 N20 #101=0;
4 N30 #102=361.0;
5 N40 #103=45.0;
6 N50 #104=25.0;
7 N60 #105=-10.0;
8 N70 G54 G17 G49 G90 G40;
9 N80 M03;
10 N90 G00 Z50.0;
11 N100 X[#103+30.0] Y0;
12 N110 Z5.0;
13 N120 G01 Z#105 F100;
14 N130 G01 G42 X[#103+15.0] Y-15.0 D01 F200;
15 N140 G02 X#103 Y0 R15.0;
16 N150 #114=#101;
17 N160 WHILE [ #114 LT #102 ] DO1;
18 N170 #112=#103*COS[#114];
19 N180 #113=#104*COS[#114];
20 N190 G01 X[ROUND[#112]] Y[ROUND[#113]];
21 N200 #114=#114+#100;
22 N210 END1
23 N220 G02 X[#103+15.0] Y15.0 R15.0;
24 N230 G40 G01 X[#103+30.0] Y0;
25 N240 G00 Z50.0;
26 N250 M05;
27 N260 M30;
```

注意事项

- 1、不要乱删程序
- 2、注意安全

教 案 纸

V 加工准备与加工要求

一、 加工准备

- 1、 设备：数控铣床、加工中心。
- 2、 材料：45 圆钢（82*50）。
- 3、 工具：活动扳手，平行垫铁，百分表，其它常用辅具。
- 4、 量具：外径千分尺（0 25、100 125, 0.01），深度千分尺（0 25, 0.01），R 规。
- 5、 刀具：10、16、14 立铣刀、64 面铣刀。
- 6、 夹具：三爪自定心卡盘、螺杆压板、平口钳。

二、 课题评分表

教 案 纸

工件编号			总得分			
项目与配分	序号	技术要求	配分	评分标准	检 测 记 录	得 分
程序管理 (18%)	1	新建、删除、复制	6	操作不正确全扣		
	2	检索、打开	6	操作不正确全扣		
	3	程序信息显示	6	操作不正确全扣		
程序录入 (20%)	4	正确录入	20	出错一处扣 2 分		
程序编辑 (15%)	5	光标定位、复位	5	操作不正确全扣		
	6	字的检索、插入	5	操作不正确全扣		
	7	字的删除、替换	5	操作不正确全扣		
程序检查 与 模 拟 (10%)	8	程序检查与模拟	10	操作不正确全扣		
面板系 统界 面 (15%)	9	操作面板	7	出错一处扣 2 分		
	10	系统界面的认识	8	出错一处扣 2 分		
机床操作 (22%)	11	手动、手轮、快速	5	出错一处扣 2 分		
	12	点的定位	7	出错一次扣 2 分		
	13	机床操作规范	5	出错一次扣 2 分		
	14	工件刀具装夹	5	出错一次扣 2 分		
安全文明 生 产 (倒 扣分)	15	安全操作	倒扣	安全事故停止 操作或酌情扣 分		
	16	机床整理	倒扣			