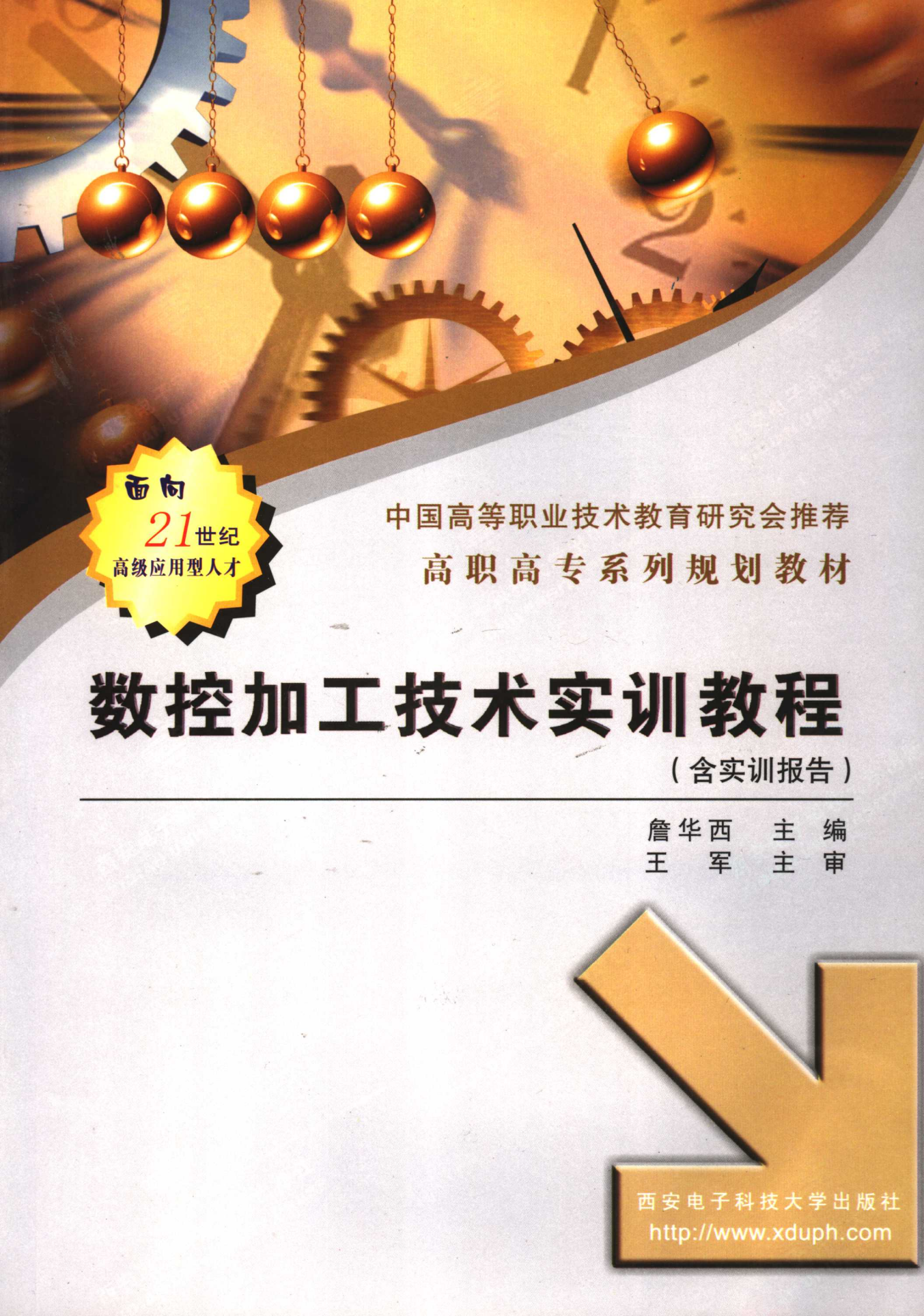




面向
21世纪
高级应用型人才

中国高等职业技术教育研究会推荐
高职高专系列规划教材

数控加工技术实训教程

(含实训报告)

詹华西 主 编
王 军 主 审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



内 容 简 介

本书是为《数控加工技术》教材按单元施教而编写的实训教程,既可用于高等职业技术学院、中等专业学校的数控技术实验实训教学,也可用于数控职业技术资格培训。

全书共分五篇。其中,操作基础篇和程序调试篇讲述了华中世纪星系统的数控车/铣床、FANUC-0i 系统加工中心等的基本操作,在读者对各类数控机床有了一定的了解以后,又指导读者分别进行编程调试的系统化训练;程序进阶篇指导读者进行宏指令简化编程和 MasterCAM 自动编程的进阶性练习;技术拓展篇进一步讲述了 SIEMENS、MITSUBISHI 等其他常用数控系统的编程,立/卧式 3~4 轴加工中心、车削中心等的操作特点和综合加工应用案例;技能考核篇收集了一些数控理论与技能考核的试题,供读者对实训效果进行自我检验。本书配有《实训报告》将教程中的每一个实训项目后的实训报告汇总成一个附册,方便读者编写实训报告。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术实训教程(含实训报告)/詹华西主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.8
高职高专系列规划教材

ISBN 7-5606-1690-9

I. 数… II. 詹… III. 数控机床—加工 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 064322 号

策 划 毛红兵

责任编辑 郑 东 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17.5

字 数 409 千字

印 数 1~4000 册

定 价 23.00 元(含实训报告)

ISBN 7-5606-1690-9/TP·0415

XDUP 1982001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

序

1999 年以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业技术教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业技术教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批具有“双师素质”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校、特色专业和实训基地。

为解决当前信息及机电类精品高职教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会分两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材预计在 2004 年全部出齐。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李宗尧

2002 年 12 月

机电类专业高职高专规划教材编审专家委员会

主任：刘跃南（深圳职业技术学院教务长，教授）

副主任：方 新（北京联合大学机电学院副院长，教授）

李荣才（西安电子科技大学出版社总编辑，教授）

成 员：（成员按姓氏笔画排列）

刘守义（深圳职业技术学院工业中心主任，副教授）

李七一（南京工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）

李望云（武汉职业技术学院机械系主任，副教授）

宋文学（西安航空技术高等专科学校机械系主任，副教授）

邱士安（成都电子机械高等专科学校机电工程系主任，副教授）

胡德淦（郑州工业高等专科学校机械工程系副教授）

高鸿庭（上海电机技术高等专科学校机械系副教授）

郭再泉（无锡职业技术学院自控与电子工程系主任，副教授）

蒋敦斌（天津职业大学机电工程系教授）

董建国（湖南工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）

翟 鑫（陕西工业职业技术学院院长，教授）

项目总策划：梁家新

项目策划：马乐惠 云立实 马武装 马晓娟

电子教案：马武装

前言

本书是为《数控加工技术》教材按单元施教而编写的实训教程,既可用于高等职业技术学院、中等专业学校的数控技术实验实训教学,也可用于数控职业技术资格培训的具体项目训练。

本书从车、铣、加工中心等数控机床的基本操作入手,在使读者对各类数控机床有了一定的了解的基础上,指导读者分别进行编程调试的系统化训练。在读者熟练掌握了各类加工程序指令的用法后,进一步指导读者进行简化编程和自动编程的进阶性练习,然后从技术拓展的角度出发讲述了其它常用数控系统的编程操作特点和综合加工应用案例。本书最后还收集了一些数控技能考核的试题以方便读者对实训效果进行自我检验。

全书共分五篇,分别为操作基础篇、程序调试篇、程序进阶篇、技术拓展篇、技能考核篇。本书配有单独成册的《实训报告》。

参加本书编写的有:詹华西(绪论和第二、四篇),欧阳德祥(第一篇),李艳华(第三篇),朱晓玲(第五篇),赵建林(实训报告)。王军老师担任主审。

限于编者的水平和经验,书中难免存在一些错误及不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006年3月

目 录

绪论	1
第一篇 操作基础篇	6
1.1 数控加工原理与加工过程	6
1.2 数控车床的基本操作与简单程序调试	12
1.3 数控铣床的基本操作与简单程序调试	21
1.4 加工中心的基本操作与简单程序调试	28
第二篇 程序调试篇	36
2.1 车削对刀、车削循环程序的上机调试及应用	36
2.2 螺纹车削编程、上机调试与加工	44
2.3 综合车削加工工艺、换刀程序的上机调试及应用	49
2.4 铣削对刀和刀具补偿程序的调试	59
2.5 槽类零件的铣削加工编程与调试	67
2.6 钻镗循环的孔类加工编程与调试	75
2.7 加工中心的刀库形式与自动换刀程序的调试	82
第三篇 程序进阶篇	92
3.1 宏编程及其技术应用	92
3.2 MasterCAM 的 CAD 绘图训练	99
3.3 轮廓外形铣削的刀路定义及自动编程	106
3.4 挖槽、钻孔的刀路定义及自动编程	116
3.5 曲面加工的刀路定义及自动编程	122
第四篇 技术拓展篇	131
4.1 HNC 数控系统控制原理、连接与调试	131
4.2 SIEMENS802S 数控铣系统及其使用	141
4.3 MITSUBISHI 数控加工中心系统及其使用	150
4.4 卧式四轴加工中心的操作使用	158
4.5 车削中心的操作使用	169
4.6 车模 3D 综合加工应用案例	179
第五篇 技能考核篇	185
5.1 数控理论考核模拟试题	185
5.2 数控实操模拟试题	191
5.3 数控铣床职业技能考核试题	197
5.4 全国首届数控技能大赛数控铣理论知识样题	209
参考文献	215

绪 论

一、数控加工实训目的

读者通过使用本书后，可以达到以下目的：

- (1) 熟悉数控车床、数控铣床、数控加工中心的结构组成及工作原理。
- (2) 熟练掌握待加工零件的装夹、定位、加工路线设置及加工参数调校等实际操作工艺。
- (3) 熟练掌握阶梯轴、成型面、螺纹等车削零件和平面轮廓、槽形、钻/镗孔等类型铣削零件的手工及自动换刀的编程技术以及复杂曲面零件的自动编程技术，能分析判断并解决加工程序中所出现的错误。
- (4) 学会排除机床电气及机械方面的一般性故障。
- (5) 熟练操作数控车床和数控铣床，并能加工出中等复杂程度的零件。
- (6) 能初步使用加工中心机床，了解刀库及其设置，了解加工中心的加工过程与特点。
- (7) 初步了解与掌握程序转存和联机控制等 DNC 加工方面的知识及操作方法。
- (8) 复习、掌握数控技术职业资格要求的其它应知、应会的内容，力争通过职业技术资格考试。

二、实训内容与实训计划安排

1. 实训的主要内容

1) 数控车床的操作与编程训练

- (1) 操作面板的熟悉和控制软件的基本使用。
- (2) 坐标系的建立，工件和刀具的装夹，基准刀具的对刀找正。
- (3) 基本编程指令的讲解，手工编程与程序输入训练，空运行校验。
- (4) 固定循环指令的讲解，编程与程序输入训练，空运行校验。
- (5) 螺纹零件的车削编程训练，学会排除程序及加工方面的简单故障。
- (6) 刀具补偿及编程训练，手工换刀与自动换刀的基本操作。
- (7) 多把刀具的对刀，刀库数据设置。
- (8) 实际车削训练，合理设置各工艺参数。
- (9) 理论课：复习总结车床加工的应知、应会内容。

2) 数控铣床操作与编程训练

- (1) 操作面板的熟悉和控制软件的基本使用。
- (2) 坐标系的建立，工件和刀具的装夹，基准刀具的对刀找正。
- (3) 基本编程指令的讲解，手工编程与程序输入训练，空运行校验的模拟。
- (4) 轮廓铣削和槽形铣削的编程训练与上机调试，掌握程序校验的方法。

(5) 刀长与刀径的补偿及编程训练, 手工换刀的基本操作, 多把刀具的对刀以及刀库的数据设置。

(6) 子程序调用技术, 程序调试技巧, 钻孔加工的基本编程。

(7) 实际铣削训练, 合理设置、调校工艺参数, 排除基本故障。

(8) 了解润滑与冷却系统, 熟悉机床的维护与保养。

(9) 理论课: 复习总结铣床加工的应知、应会内容。

3) 加工中心机床操作与编程训练

(1) 多种加工中心机床的操作面板和控制软件的简单用法。

(2) 了解刀具基本知识及应用状况, 初步了解刀库结构与自动换刀装置。

(3) 加工中心编程的特点, 手工编程与程序的阅读理解, 空运行校验。

(4) 钻镗固定循环编程与上机调试。

(5) 刀具补偿及编程训练。多把刀具的对刀, 刀库的数据设置, 自动换刀的程序实施。

(6) 理论课: 刀具的基本知识及其它应知、应会的内容。

4) 自动编程与 DNC 控制训练

(1) 了解自动编程系统的原理。

(2) 图纸分析, 基本加工零件图形的绘制, 复杂曲面类零件的绘制。

(3) 轮廓铣削、挖槽、钻孔等基本刀具加工路线的建立。

(4) 工艺参数、刀具补偿等的设定, 模拟加工校验。

(5) 曲面铣削加工刀路的建立, 粗、精加工的参数设定。

(6) 刀路的编辑。

(7) 程序的生成与编辑修改, 程序与机床控制系统间的后置处理技术。

(8) 车床的自动编程技术。

(9) 自动编程的实用训练和 DNC 加工。

2. 实训计划安排

1) 实训内容与学时总体分配表

序号	实 训 内 容	时 间	
		实训/周数	讲课/学时
1	数控加工基础知识		4
2	数控车削加工技术	1.3	6
3	数控铣削加工技术	1.3	6
4	加工中心使用	1	4
5	自动编程训练	1	6
6	DNC 加工、备考和考核	0.4	4
合计实训周数及讲课学时数		5	30

2) 本课程教学内容及知识模块学时分配表

知识模块	讲授	实操	合计
单元 1: 数控加工基础知识	4	2	6
单元 2: 数控车、铣基本指令	8	12	20
单元 3: 对刀及坐标设定	4	6	10
单元 4: 车、铣循环指令	4	6	10
单元 5: 刀具补偿与换刀	4	6	10
单元 6: 螺纹及孔加工	6	6	12
单元 7: 简化编程指令(含宏指令)	4	6	10
单元 8: 加工中心机床	4	18	22
单元 9: 自动编程与 DNC	6	26	32
单元 10: 综合练习及考核(职业资格 4 级标准)		18	18
合计学时数	44	106	150

3) 实训内容与时间安排表

周次	学时	星期	教 学 内 容 (理论学习、实训操作、复习、考试等)	实训 报告	备 注
1	2	一	数控加工原理、程序格式		
	2		机床坐标系、机床基本操作		
	2		演示: 数控加工原理与加工过程	报告 1.1	
	2	二	数控车削基本编程		
	4		实训: 数控车床的基本操作、程序输入调试	报告 1.2	
	2	三	车削循环编程		
	4		实训: 车削循环程序调试		
	2	四	实训: 数控车床的对刀、坐标系建立		
	2		实训: 自编程序调试	报告 2.1	
	2	五	螺纹车削、刀补与换刀		
	4		实训: 螺纹车削程序调试	报告 2.2	
	2	六	实训: 刀补及其设置		
	2		实训: 换刀程序处理		
2	2	一	实训: 综合车削程序调试		
	4		实训: 车削零件的综合加工		
	4	二	实训: 车削零件的综合加工	报告 2.3	
	2		数控铣削的基本编程		
	4	三	实训: 数控铣床的基本操作、程序输入调试		
	2		实训: 自编程序调试	报告 1.3	
	2	四	实训: 数控铣床的对刀、坐标系建立		
	2		实训: 数控铣床的对刀、坐标系建立		

续表

周次	学时	星期	教 学 内 容 (理论学习、实训操作、复习、考试等)	实训 报告	备 注
2	2	五	刀具补偿及编程		
	4		实训：刀补的设置与程序调试	报告 2.4	
	2	六	挖槽、钻孔编程		
	2		钻镗循环编程		
3	2	一	实训：挖槽、钻孔程序调试		
	4		实训：钻镗循环程序调试	报告 2.6	
	2	二	主、子程序调用，镜像、旋转功能		
	4		实训：主、子程序调试		
	2	三	实训：综合铣削的程序调试		
	4		实训：铣削零件的综合加工	报告 2.5	
	2	四	宏指令的编程技术		
	2		实训：宏指令的编程训练	报告 3.1	
	2	五	加工中心刀库、编程特点		
	4		实训：加工中心基本操作	报告 1.4	
	2	六	加工中心换刀编程训练		
	2		实训：加工中心换刀及加工演练	报告 2.7	
4	2	一	MasterCAM 自动编程演示		
	4		实训：MasterCAM-2D 绘图		
	6	二	实训：MasterCAM-2D 编辑	报告 3.2	
	2	三	MasterCAM-2D 刀路定义		
	4		实训：2D 刀路定义-轮廓、挖槽、钻孔		
	2	四	实训：MasterCAM-2D 综合刀路定义	报告 3.3、3.4	
	2		MasterCAM-3D 构图知识		
	4	五	实训：MasterCAM-3D 构图训练		
	2		MasterCAM-3D 刀路定义		
	4	六	实训：MasterCAM-3D 刀路定义	报告 3.5	
5	4	一	后置处理，程序生成		
	2		DNC-程序传送		
	2	二	实训：DNC-程序传送与加工		
	4		实训：四轴加工中心的基本操作	报告 4.3	
	4	三	实训：卧式加工中心的基本操作	报告 4.4	
	2		实训：车削中心的基本操作	报告 4.5	
	4	四	实训：3D 车模制作		
	4		实训：3D 车模制作	报告 4.6	
	2	五	复习备考		
	4		考核		

三、数控机床的安全操作规程

在数控机床操作中，安全工作是第一位的，因此必须严格按照下列规章操作：

(1) 工作前认真检查电网电压、油泵、润滑泵的油量是否正常，检查压力、冷却、油管、刀具、工装夹具是否完好，并做好机床的定期保养工作。

(2) 机床通电启动后，先进行机械回零操作，然后试运转 5 分钟，确认机械、刀具、夹具、工件、数控参数等正确无误后，方能开始正常工作。

(3) 认真查验程序编制、参数设置、动作排序、刀具干涉、工件装夹、开关保护等环节是否完全无误，以免循环加工时造成事故而损坏刀具及相关部件。严格按操作流程进行试切对刀，调试完成后要做好程序保护工作。

(4) 自动循环加工时，应关好防护拉门，在主轴旋转期间需要进行手动操作时，一定要使自己的身体和衣物远离旋转及运动部件，以免将衣物卷入造成事故。

(5) 主轴或刀塔、刀库装刀操作一定要在机械运动停止状态下进行，并注意和协作人员间的配合，以免出现事故。在手动换刀或自动换刀时，要注意刀塔、刀库、机械手臂转动及刀具等的安装位置，身体和头部要远离刀具回转部位，以免碰伤。对加工中心机床，还应注意检查刀库刀套号与刀具号间的对应关系，以防止刀库刀号混乱造成换刀干涉或加工时出现撞刀事故。

(6) 工件装夹时要夹牢，以免工件飞出造成事故。完成装夹后，要注意将卡盘扳手及其它调整工具取出，以免主轴旋转后甩出而造成事故。

(7) 机床操作者应能够处理一般性报警故障。若出现严重故障，则应迅速断电并保护现场，及时上报，并做好记录。

(8) 工作完毕后，应将机床导轨与工作台擦干净，并认真填写工作日志。

第一篇 操作基础篇

1.1 数控加工原理与加工过程

一、实训目的

- (1) 了解数控加工原理与数控系统的基本组成;
- (2) 了解数控机床加工与普通机床加工的异同;
- (3) 了解数控机床的基本结构组成;
- (4) 了解零件从编程到数控加工的大致过程。

二、预习要求

认真阅读数控加工原理、数控机床结构组成等资料,了解加工一个简单轮廓形状轨迹的数控程序。

三、实训理论基础

1. 数控加工原理

采用数控机床加工零件时,只需要将零件图形和工艺参数、加工步骤等以数字信息的形式编成程序代码并输入到机床控制系统中,经过运算处理后转成驱动伺服机构的指令信号,从而控制机床各部件协调动作,自动地加工出零件来。当更换加工对象时,只需要重新编写程序代码输入给机床,即可由数控装置代替人的大脑和双手的大部分功能,控制加工的全过程,制造出任意复杂的零件。数控加工原理如图 1-1 所示。

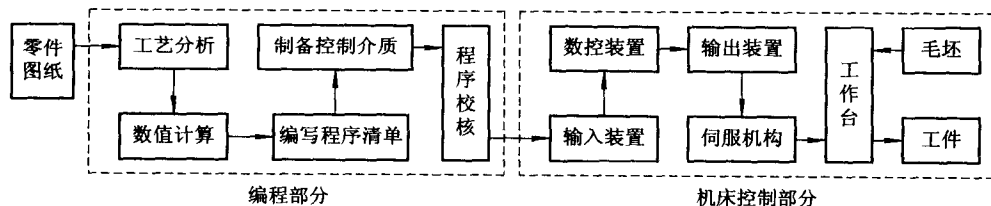
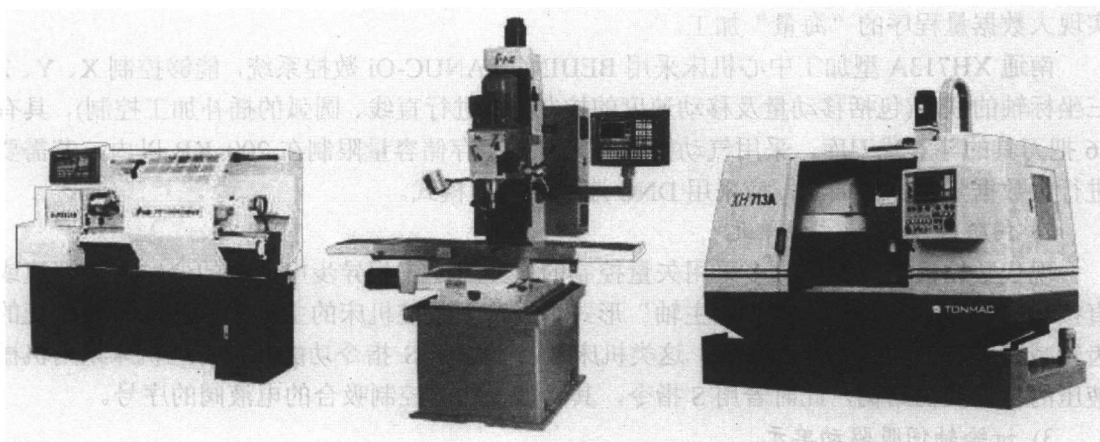


图 1-1 数控加工原理框图

2. 数控系统的基本组成

下面以华中数控车床 CJK6032、数控铣床 ZJK7532A-1、南通 XH713A 立式加工中心为例(如图 1-2 所示),介绍数控系统的基本组成。



CJK6032 数控车床

ZJK7532A-1 数控铣床

南通 XH713A 立式加工中心

图 1-2 数控加工机床

数控机床一般由输入/输出设备、CNC 数控装置、主轴单元、进给伺服驱动装置、可编程控制器及电气控制装置、机床本体及位置检测装置(开环机床无)等组成。除机床本体外的部分统称数控系统，其组成如图 1-3 所示。

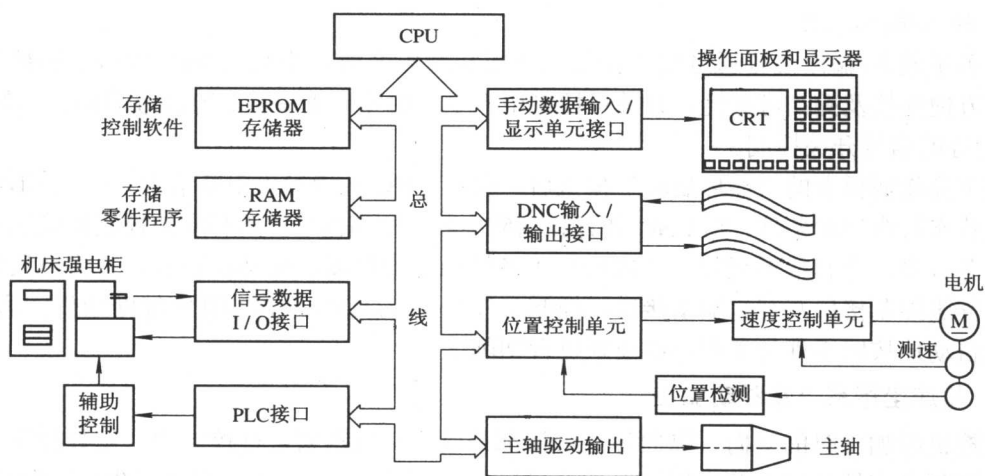


图 1-3 数控系统组成

1) 数控装置

华中数控车床 CJK6032、数控铣床 ZJK7532A-1 采用华中数控“世纪星”HNC-21T/M 数控装置，内置嵌入式工业 PC 机，配置 7.7 英寸彩色液晶显示屏和通用工程面板，具有故障诊断与报警以及多种形式的图形加工轨迹显示功能。集成进给轴接口、主轴接口(手持单元接口)、内嵌式 PLC 接口于一体。具有直线插补、圆弧插补、螺纹切削、刀具补偿、宏程

序等功能。由于采用 PC 机的管理机制,可外挂硬盘,因此程序存储容量可以非常大,容易实现大数据量程序的“海量”加工。

南通 XH713A 型加工中心机床采用 BEIJING-FANUC-Oi 数控系统,能够控制 X、Y、Z 三坐标轴的联动(包括移动量及移动速度的控制,能进行直线、圆弧的插补加工控制),具有 16 把刀具的斗笠式刀库,采用气动换刀方式。程序存储容量限制在 200 KB 以内,若需要进行大数据量程序的加工,应采用 DNC 连线控制的模式。

2) 伺服/变频调速主轴单元

现代数控机床的主轴大多采用矢量控制的变频器配三相异步电动机的变频无级调速或直接将主轴作为电机转子的“电主轴”形式。经济型数控机床的主轴变速还保留用传统的齿轮减速箱的手动换挡变速形式,这类机床通常不接受 S 指令功能。也有些机床采用机械液压的自动换挡结构,此时若用 S 指令,其功能仅在于控制吸合的电液阀的序号。

3) 进给轴伺服驱动单元

CJK6032 数控车床(两轴联动控制)与 ZJK7532A-1 数控铣床(三轴联动控制)的进给轴采用雷塞 M535 细分型步进驱动器和四相混合式步进电机,采用先进的双极性等角度恒力矩技术。可以通过驱动器侧边的一排拨码开关选择细分精度,以及设置动、静态工作电流。由于没有位置传感器检测,各进给轴都是开环控制的,而工业生产型数控车床(如济南一机的 CK616)和数控铣床(如大连数控的 XD40)则采用交流伺服电机驱动的半闭环控制。南通 XH713A 型加工中心机床的进给轴亦采用半闭环控制,通过交流伺服电机上带的脉冲编码器进行角位移检测和反馈。

4) 输入/输出装置

开关量输入/输出装置通过输入接线端子板和继电器板,作输入/输出接口的转接单元用,以方便连接及提高可靠性。开关量控制用于主轴启停、正反转、冷却液启停、刀架(刀库)换刀等的信号开关控制。

按下操作面板上的“循环启动”按钮后,就向 CNC 装置发出中断请求。一旦 CNC 装置所处状态符合启动条件,则 CNC 装置就响应中断,控制程序转入相应的控制机床运动的中断服务程序,进行插补运算,逐段计算出各轴的进给速度、插补轨迹等,并将结果输出到进给伺服控制接口及其它输出接口,控制工作台(或刀具)的位移和其它辅助动作。这样,机床就自动地按照零件加工程序的要求进行切削运动。

3. 机床坐标系统及联动加工

数控机床加工时的横向、纵向等进给量都是以坐标数据来进行控制的。像数控车床、数控线切割机床等是属于两坐标控制的(如图 1-4(a)所示),数控铣床则是三坐标控制的(如图 1-4(b)所示),还有四坐标轴、五坐标轴甚至更多的坐标轴控制的加工中心机床等。坐标联动加工是指数控机床的几个坐标轴能够同时进行移动,从而获得平面直线、平面圆弧、空间直线及空间螺旋线等复杂加工轨迹的能力。联动的加工形式有两坐标和三坐标联动加工两种,如图 1-5 所示。当然也有一些早期的数控机床尽管具有三个坐标轴,但能够同时进行联动控制的可能只是其中两个坐标轴,那就属于两坐标联动的三坐标机床。这类机床就不能获得空间直线、空间螺旋线等复杂加工轨迹。要想加工复杂的曲面,只能采用在某平面内进行联动控制,第三轴作单独周期性进给的“两维半”加工方式。

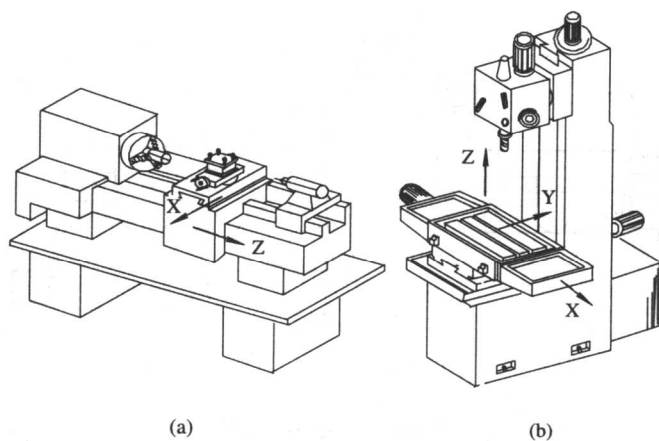


图 1-4 机床坐标系

(a) 两坐标数控车床; (b) 三坐标数控铣床

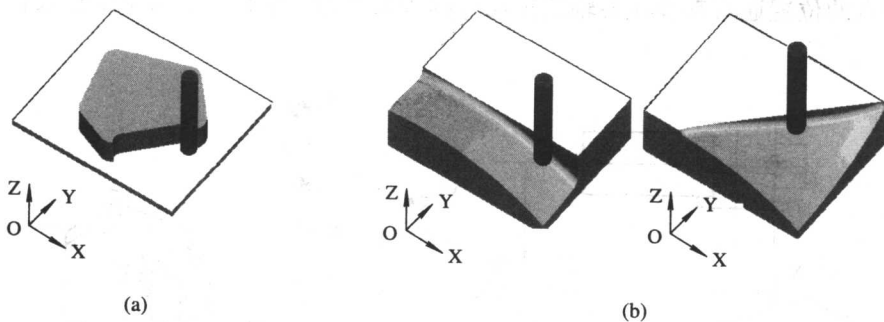


图 1-5 联动加工形式

数控机床各坐标轴及其正方向的确定原则如下:

(1) 先确定 Z 轴。以平行于机床主轴的刀具运动坐标为 Z 轴, Z 轴正方向是使刀具远离工件的方向。如立铣类, 主轴箱的上、下或主轴本身的上、下即可定为 Z 轴, 选向上为正。若主轴不能上下动作, 则工作台的上、下便为 Z 轴, 此时工作台向下运动的方向定为正向。对于卧铣类, 一般是工作台离开主轴前移为 Z 轴正向; 对于卧式车床, 刀架拖板远离主轴朝尾座移动为 Z 轴正向。

(2) 再确定 X 轴。X 轴为水平方向且垂直于 Z 轴并平行于工件的装夹面。对于立铣或立式加工中心, 工作台往左(刀具相对向右)移动为 X 轴正向; 对于卧铣或卧式加工中心, 工作台往右(刀具相对向左)移动为 X 轴正向; 对于数控车床, 视刀架前后放置方式的不同, 其 X 轴正向亦不相同, 但都是由轴心沿径向朝外的。

(3) 最后确定 Y 轴。在确定了 X、Z 轴的正方向后, 即可按右手法则定出 Y 轴的正方向。对于立铣或立式加工中心, 工作台往前(刀具相对向后)为 Y 轴正向; 对于卧铣或卧式加工中心, 主轴箱带动刀具向上移动为 Y 轴正向。

图 1-6 给出了两种车床的坐标系统, 供大家参考。

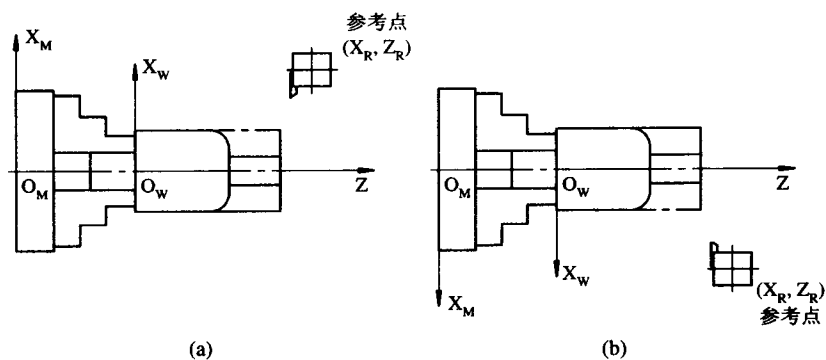


图 1-6 车床坐标系

(a) 刀架后置式; (b) 刀架前置式

机床坐标系的原点是由厂家确定的, 用户一般不可更改, 它是由回参考点操作建立起来的, 如图 1-7 所示。很多机床都将参考点和机床原点设为同一点, 所以回参考点也叫“回零”。参考点的位置通常都设在各轴的正向行程极限附近, 也有厂家将个别轴设在负向极限附近。

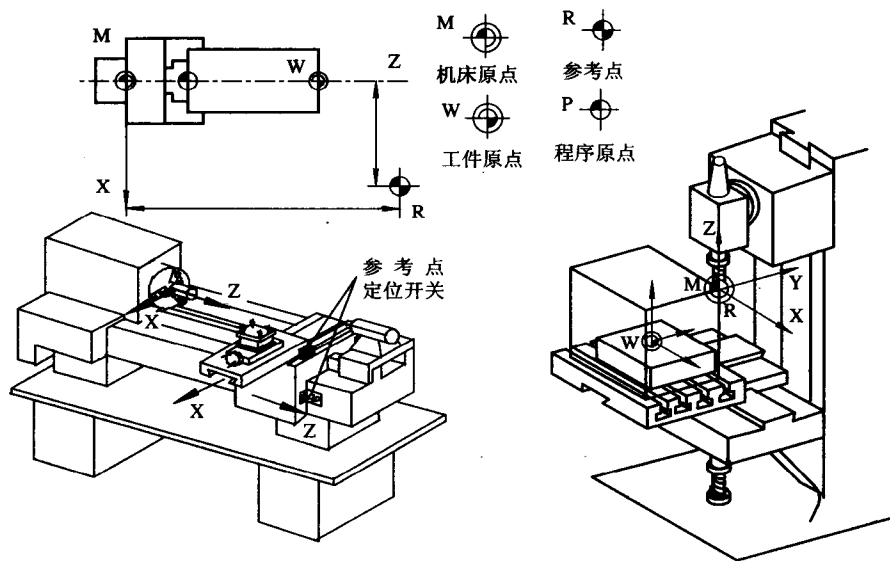


图 1-7 机床坐标原点与参考点

CJK6032 数控车床(两轴联动控制)与 ZJK7532A-1 数控铣床(三轴联动控制)及南通 XH713A 型加工中心机床的机床原点和参考点重合, 都是设在各轴的正向行程极限附近, 其位置是通过挡铁和行程开关来确定的。由于自动换刀位置调整的需要, 加工中心机床(如南通 XH713A)还设有第二参考点作为换刀要求位置。

四、实训仪器及设备

CJK6032 数控车床

ZJK7532A-1 数控铣床
XH713A 立式加工中心
120×100×20 加工毛坯料
φ40×200 圆形棒料
压板螺钉等基本装夹工具、刀具

五、实训内容及步骤

1. 实训内容

- (1) 数控车削加工过程的认识;
- (2) 数控铣削加工过程的认识;
- (3) 加工中心加工过程的认识;
- (4) 加工中心换刀过程的认识。

2. 实训步骤

根据表 1-1 的具体要求，实训步骤以及目的如下所述：

- (1) 针对一个简单的阶梯轴零件，先进行编程，程序输入，然后利用数控车床将其加工出来。了解数控车床的控制轴数以及手动操作和自动运行的过程。
- (2) 针对一个简单的矩形轮廓零件，先进行编程，程序输入，然后利用数控铣床将其加工出来。了解数控铣床的控制轴数，联动轴数，走直线、圆弧的指令，主轴启停等的控制代码。
- (3) 针对一个简单的矩形带孔零件，先进行编程，程序输入，然后利用加工中心机床将其加工出来。了解加工中心的控制轴数、联动轴数、自动换刀方法、切削液的指令控制代码等。

表 1-1 实训报告表

性能特征 机床类型	型号	控制 轴数	联动 轴数	主轴 变速	换刀 方式	数控 系统	插补 能力	加工适 应性	常用指令 代码	
数控车床									直线	
									顺圆	
									逆圆	
数控铣床									正转	
									反转	
									停转	
加工中心									冷却开	
									冷却关	
									换刀	
普通机床									进给速度	