

数控职业技能培训系列教程

数控机床 加工工艺

主 编 王爱玲

副主编 李 清

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TG659
W-123.5

能培训系列教程

数控机床加工工艺

主 编 王爱玲
副主编 李 清



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据“高职高专机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。全书内容共8章,包括概论、数控车削刀具、数控机床夹具、数控加工工艺、数控车削工艺、数控铣削工艺、加工中心加工工艺、数控线切割加工工艺等内容。

本书取材新颖,内容由浅入深、循序渐进,图文并茂,实例丰富,着重于应用;理论部分突出简明性、系统性、实用性和先进性。

本书可作为高等职业技术学院、中专、电大等数控专业的教材和参考书,也可作为企业数控加工职业技能的培训参考教程,同时可供其他对数控加工技术感兴趣的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床加工工艺/王爱玲主编. —北京:机械工业出版社, 2006.3
(2006.9重印)

(数控职业技能培训系列教程)

ISBN 7-111-18587-0

I. 数... II. 王... III. 数控机床—加工—技术培训—教材
IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第014970号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:张亚秋 版式设计:霍永明

责任校对:樊钟英 封面设计:鞠杨 责任印制:李妍

三河市汇鑫印务有限公司印刷

2006年9月第1版·第2次印刷

169mm×239mm·9.25印张·356千字

5001—8000册

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

**“数控职业技能培训系列教程”
编辑委员会**

主 编 王爱玲

副主编 (按姓氏笔画排序)

刘中柱 刘永姜 孙旭东 李 清 杨福合
曾志强

编 委 (按姓氏笔画排序)

马清艳	王俊元	王 彪	王爱玲	刘中柱
刘永姜	孙旭东	齐明思	张吉堂	李伯民
李彩霞	李梦群	李 清	杨福合	沈兴全
赵丽琴	原 霞	郭平英	曾志强	温海骏
蓝海根	翟海光			

前 言

制造业是国民经济和国防建设的基础性产业，先进制造技术是振兴传统制造业的技术支撑和发展趋势，是直接创造社会财富的主要手段，谁先掌握先进制造技术，谁就能够占领市场。数控技术是先进制造技术的基础技术和共性技术，已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。现代数控技术集传统的机械制造技术、计算机技术、成组技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术、液压气动技术、光机电技术于一体，是现代制造技术的基础，它的发展和运用，开创了制造业的新时代，使世界制造业的格局发生了巨大变化。

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的物质手段。它的广泛使用给机械制造业生产方式、产业结构、管理方式带来深刻的变化，它的关联效益和辐射能力更是难以估计。数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础，离开了数控技术，先进制造技术就成了无本之木。数控技术是国际技术和商业贸易的重要构成，工业发达国家把数控机床视为具有高技术附加值、高利润的重要出口产品，世界贸易额逐年增加。而采用数控技术的典型产品——数控机床是机电工业的重要基础装备，是汽车、石化、电子等支柱产业及重矿产业生产现代化的最主要手段，也是世界第三次产业革命的一个重要内容。因此，数控技术及数控装备是关系到国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业，其水平高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志，实现加工机床及生产过程数控化，已经成为当今制造业的发展方向。

我国数控技术及产业尽管在改革开放后取得了显著的成就，开发出了具有自主知识产权的数控平台，即以 PC 机为基础的总线式、模块化、开放型的单处理器平台和多处理器平台，开发出了具有自主版权的基本系统，也研制成功了并联运动机床等新技术与新产品。但是，我国的数控技术及产业与发达国家相比仍然有比较大的差距，其原因是多方面的，但最重要的是数控人才的匮乏。目前，随着国内数控机床用量的剧增，急需培养一大批各种层次的数控人才，特别是应用型高级技术人才及能熟练操作数控设备的技能人才。为了适应我国高等职业技术教育发展及数控应用型人才、操作技能型人才培养的需要，编写了这一套“数控职业技能培训系列教程”。本系列教程共 6 册：《数控机床结构及应用》、《数控原理及数控系统》、《数控机床加工工艺》、《数控编程技术》、《数控机床操作技术》、《数控机床故障诊断与维修》。

承担本系列教程编写工作的中北大学机械工程系，在“机械设计制造及其自

动化”专业建设的基础上,1995年就开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业方向;在继续工程教育方面,作者单位作为“兵器工业现代数控技术培训中心”和“全国数控培训网太原分中心”的承办单位,自1995年以来,开办了50多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班,为80多个企事业单位培训了大量现代数控技术方面的工程技术人才。目前中北大学是教育部、国防科工委、中国机械工业联合会认定的数控技术领域技能型紧缺人才培养培训基地。

本系列教程是经过10年来的教学实践的积累和检验,不断进行补充、更新、修改而编著完成的。本教材力求取材新颖,介绍的内容由浅入深,循序渐进,深入浅出,图文并茂,形象生动,理论密切联系实际,特别着重于应用,每一部分都列举了大量实例,为了打造数控技术应用人才的市场需要,理论部分的讲解突出了简明性、系统性、实用性和先进性,反映机与电的结合,减少繁杂的数学推导,系统全面地介绍了数控技术、数控装备、数控加工工艺等方面的知识。

本系列教程具有下列特色:

1) 各个出版社都出了不少各种层次的数控相关的书籍,但作为专门针对职业教育的系列教材还是不多见的。本系列教程是针对数控职业教育的较为全面的系列教材。

2) 系列的各本教材编写突出了“应用”的特色,精选了大量的应用实例。

3) 教材中涉及到的内容,既有标志学科前沿的最新知识,又深入浅出地交代了数控基本理论知识。

4) 在有限的课时内,安排较大量的实验、习题,以锻炼学生实际动手能力及学习解决实际问题的能力。

本系列教程的编写者均为主讲过“机械设计制造及其自动化”类“数控技术”专业本科各门数控专业课程,并参加相关科研项目的青年教师,由博士生导师王爱玲教授担任系列教程的总策划与主编。

本系列教程作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书;同时对数控技术开发、数控设备使用、维修人员,数控编程技术人员,以及数控机床操作人员均有较大的参考价值;也可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

《数控机床加工工艺》主要内容共8章,包括数控加工工艺概论、数控车削刀具、数控机床夹具、数控加工工艺、数控车削工艺、数控铣削工艺、加工中心加工工艺、数控线切割加工工艺等内容。第1章、第2章由中北大学王爱玲教授编写,第3章、第4章、第5章由中北大学温海骏编写,第6章、第7章、第8章由中北大学李清编写。本分册王爱玲为主编、李清为副主编,全书由王爱玲统稿。本书承中北大学李伯民教授审稿,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示

衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目 录

前言

第 1 章 数控加工概述	1
1.1 数控加工工艺系统概述	1
1.1.1 数控加工原理及加工过程	1
1.1.2 数控加工工艺概念与工艺过程	3
1.1.3 数控加工工艺特点	3
1.2 数控技术与设备	5
1.2.1 数控机床的组成	5
1.2.2 数控机床的主要类型	7
1.3 数控加工与工艺技术的新发展	11
思考题 1	14
第 2 章 数控机床刀具的选择	15
2.1 刀具材料及其选用	15
2.1.1 刀具材料应具备的基本性能	15
2.1.2 刀具材料的种类及其选用	16
2.2 可转位刀片及其代码	22
2.2.1 可转位刀具的优点	22
2.2.2 可转位刀片的代码及其标记方法	23
2.2.3 可转位刀片的夹紧方式	23
2.2.4 可转位刀片的选择	25
2.3 数控机床自动换刀装置与工具系统	27
2.3.1 自动换刀装置	27
2.3.2 数控工具系统	32
2.4 数控刀具的种类及特点	39
2.4.1 数控刀具的种类	39
2.4.2 数控机床刀具的特点	40
2.5 数控刀具的选择	41
2.5.1 选择刀具应考虑的因素	42
2.5.2 铣刀选择	42
2.5.3 孔加工刀具选择	50
2.5.4 刀具尺寸的确定	54
思考题 2	55
第 3 章 工件在数控机床上的定位与装夹	57

3.1 机床夹具概述	57
3.1.1 夹具的基本概念	57
3.1.2 夹具的分类	59
3.1.3 工件在夹具中加工时加工误差的组成	60
3.2 工件的定位	61
3.2.1 工件的安装	61
3.2.2 六点定位原理	62
3.2.3 六点定位原理的应用	63
3.2.4 常见定位方式及定位元件	65
3.3 工件的夹紧	73
3.3.1 对夹紧装置的要求	73
3.3.2 夹紧力的确定	73
3.4 数控机床典型夹具	77
3.4.1 数控加工夹具简介	77
3.4.2 组合夹具	79
3.4.3 拼装夹具	83
思考题 3	85
第 4 章 数控加工工艺规程设计	87
4.1 基本概念	87
4.1.1 数控加工工艺概念与加工工艺过程	87
4.1.2 数控加工工艺的主要内容和设计步骤	94
4.1.3 数控加工与工艺技术的新发展	95
4.2 数控加工工艺分析	98
4.2.1 数控加工零件图的工艺性分析	98
4.2.2 零件的结构工艺性分析	99
4.3 数控加工工艺路线设计	103
4.3.1 选择定位基准	103
4.3.2 选择数控加工方法	107
4.3.3 划分加工阶段	111
4.3.4 划分加工工序	112
4.3.5 确定加工顺序	113
4.3.6 工序的集中与分散	115
4.4 数控加工工序设计	115
4.4.1 机床的选择	115
4.4.2 工件的定位与夹紧方案的确定	116
4.4.3 夹具的选择	116
4.4.4 刀具的选择	117
4.4.5 确定走刀路线和工步顺序	117

4.4.6 加工余量与工序尺寸及公差确定	120
4.4.7 切削用量的确定	121
4.4.8 工时定额的确定	124
4.5 对刀点与换刀点的确定	125
4.6 填写数控加工工艺文件	126
思考题 4	129
第 5 章 数控车削加工工艺	130
5.1 数控车削加工工艺概述	130
5.1.1 数控车床的类型	130
5.1.2 数控车床的结构	132
5.1.3 数控车削加工的主要对象	137
5.1.4 数控车削加工工艺的基本特点	139
5.2 数控车削加工工件的装夹及对刀	140
5.2.1 数控车削加工工件的装夹	140
5.2.2 数控车削加工的对刀	144
5.3 数控车削加工工艺制定	151
5.3.1 选择并确定数控车削加工的主要内容	151
5.3.2 数控车削加工零件的工艺性分析	152
5.3.3 零件图形的数学处理及编程尺寸设定值的确定	154
5.3.4 数控车削加工工艺路线的拟定	157
5.3.5 数控车削加工工序的设计	164
5.4 典型零件的加工工艺编制	172
5.4.1 轴类零件数控车削工艺分析	172
5.4.2 套类零件数控车削工艺分析	174
思考题 5	177
第 6 章 数控铣床加工工艺	179
6.1 数控铣床加工工艺概述	179
6.1.1 数控铣床简介	179
6.1.2 数控铣床加工的主要对象	182
6.1.3 数控铣床加工工艺的基本特点及主要内容	185
6.2 数控铣床加工工艺分析	186
6.2.1 数控铣床加工零件的工艺性分析	186
6.2.2 数控铣床加工工艺路线的拟定	192
6.3 数控铣削加工工序设计	203
6.3.1 夹具的选择	203
6.3.2 刀具的选择	203
6.3.3 切削用量的选择	203
6.3.4 数控铣削加工中的装刀与对刀	206
6.4 数控铣削典型零件加工工艺分析	209
6.4.1 平面凸轮的数控铣削工艺分析	209

6.4.2 异形件的数控铣削工艺分析	212
思考题 6	215
第 7 章 加工中心加工工艺	216
7.1 概述	216
7.1.1 加工中心的类型	216
7.1.2 加工中心的组成和主要技术参数	218
7.1.3 加工中心的工艺特点	218
7.1.4 加工中心的主要加工对象	219
7.2 加工中心加工工件的安装、对刀与换刀	222
7.2.1 加工中心加工工件的安装	222
7.2.2 加工中心加工的对刀与换刀	228
7.3 加工中心加工工艺制定	233
7.3.1 零件的工艺分析	233
7.3.2 加工中心的选用	235
7.3.3 加工零件工艺路线的拟定	238
7.3.4 加工工序的设计	241
7.4 加工中心典型加工零件的工艺分析	246
7.4.1 盖板零件的加工工艺	246
7.4.2 异形支架的加工工艺	250
思考题 7	254
第 8 章 数控线切割加工工艺	256
8.1 数控线切割加工概述	256
8.1.1 数控线切割加工原理	256
8.1.2 数控线切割加工的特点	257
8.1.3 数控线切割加工的应用	258
8.2 数控线切割加工的主要工艺指标及影响因素	258
8.2.1 数控线切割加工的主要工艺指标	258
8.2.2 影响工艺指标的主要因素	259
8.3 数控线切割加工工艺分析	263
8.3.1 零件图工艺分析	263
8.3.2 工艺准备	265
8.3.3 工件的装夹和位置校正	268
8.3.4 加工参数的选择	272
8.3.5 数控线切割加工的工艺技巧	275
8.4 典型零件的加工工艺分析	278
8.4.1 冷冲模加工	278
8.4.2 零件加工	281
思考题 8	283

第 1 章 数控加工概述

1.1 数控加工工艺系统概述

1.1.1 数控加工原理及加工过程

1. 加工过程

数控加工就是根据零件图样及工艺要求等原始条件，编制零件数控加工程序，并输入到数控机床的数控系统，以控制数控机床中刀具与工件的相对运动，从而完成零件的加工。利用数控机床完成零件数控加工的过程如图 1-1 所示，主要内容如下。

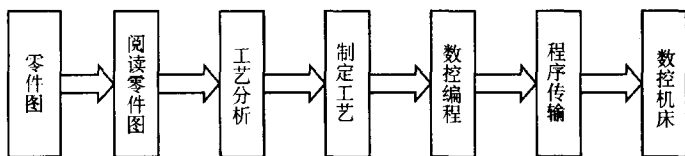


图 1-1 数控加工过程

- 1) 根据零件加工图样进行工艺分析，确定加工方案、工艺参数和位移数据。
- 2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单；或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作，直接生成零件的加工程序文件。
- 3) 程序的输入或传输。手工编程时，可以通过数控机床的操作面板输入程序；由编程软件生成的程序，通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元（MCU）。
- 4) 将输入/传输到数控单元的加工程序，进行试运行、刀具路径模拟等。
- 5) 通过对机床的正确操作，运行程序，完成零件的加工。

2. 数据转换

CNC 系统的数据转换过程如图 1-2 所示。

(1) 译码 译码程序的主要功能是将文本格式表达的零件加工程序，以程序段为单位转换成刀补处理程序所要求的数据格式，把其中的各种零件轮廓信息（如起点、终点、直线或圆弧等）、加工速度信息（F 代码）和其他辅助信息（M、S、T 代码等），按照一定的语法规则解释成计算机能够识别的数据形式，

并以一定的数据格式存放在指定的内存专用单元。在译码过程中,还要完成对程序段的语法检查,若发现语法错误便立即报警。

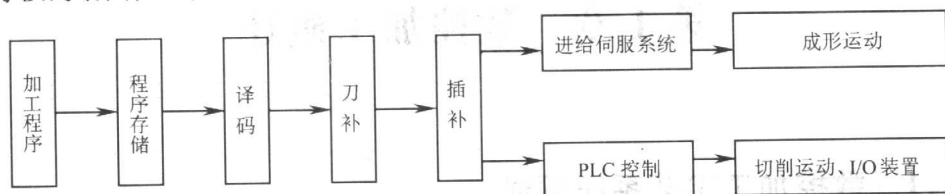


图 1-2 CNC 系统的工作过程

(2) 刀补处理 刀具补偿包括刀具长度补偿和刀具半径补偿。通常 CNC 装置的零件程序以零件轮廓轨迹编程,刀具补偿作用是把零件轮廓轨迹转换成刀具中心轨迹。目前在比较好的 CNC 装置中,刀具补偿的工件还包括程序段之间的自动转接和过切削判别,这就是所谓的 C 刀具补偿。

(3) 插补计算 插补的任务是在一条给定起点和终点的曲线上进行“数据点的密化”。插补程序在每个插补周期运行一次,在每个插补周期内,根据指令进给速度计算出一个微小的直线数据段。通常,经过若干次插补周期后,插补加工完一个程序段轨迹,即完成从程序段起点到终点的“数据点密化”工作。图 1-3 为插补示例。

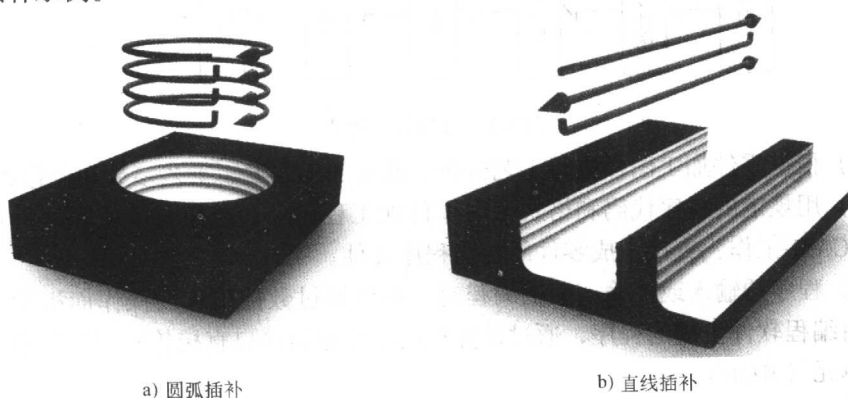


图 1-3 插补示例

(4) PLC 控制 CNC 系统对机床的控制,分为对各坐标轴的速度和位置的“轨迹控制”,及对机床动作的“顺序控制”或称“逻辑控制”。PLC 控制可以在数控机床运行过程中,以 CNC 内部和机床各行程开关、传感器、按钮、继电器等开关信号状态为条件,并按预先规定的逻辑关系对诸如主轴的起停、换向,刀具的更换,工件的夹紧、松开,液压、冷却、润滑系统的运行等进行控制。

数控加工原理就是将预先编好的加工程序以数据的形式输入数控系统,数控系统通过译码、刀补处理、插补计算等数据处理和 PLC 协调控制,最终实现零

件的加工。

1.1.2 数控加工工艺概念与工艺过程

1. 工艺过程

数控加工工艺是指采用数控机床加工零件时，所运用各种方法和技术手段的总和，应用于整个数控加工工艺过程。

数控加工工艺是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术，它是人们大量数控加工实践的经验总结。数控加工工艺过程是利用切削刀具在数控机床床上直接改变加工对象的形状、尺寸、表面位置、表面状态等，使其成为成品或半成品的过程。

数控加工过程是在一个由数控机床、刀具、夹具和工件构成的数控加工工艺系统中完成的。数控机床是零件加工的工作机械，刀具直接对零件进行切削，夹具用来固定被加工零件并使之占有正确的位置，加工程序控制刀具与工件之间的相对运动轨迹。工艺设计的好坏直接影响数控加工的尺寸精度和表面精度、加工时间的长短、材料和人工的耗费，甚至直接影响加工的安全性。所以掌握数控加工工艺的内容和数控加工工艺的方法非常重要。

2. 数控加工工艺与数控编程的关系

(1) 数控程序 输入数控机床，执行一个确定的加工任务的一系列指令，称为数控程序或零件程序。

(2) 数控编程 即把零件的工艺过程、工艺参数及其他辅助动作，按动作顺序和数控机床规定的指令、格式，编成加工程序，再记录于控制介质即程序载体（磁盘等），输入数控装置，从而指挥机床加工并根据加工结果加以修正的过程。

(3) 数控加工工艺与数控编程的关系 数控加工工艺分析与处理是数控编程的前提和依据，没有符合实际的、科学合理的数控加工工艺，就不可能有真正可行的数控加工程序。数控编程就是将制定的数控加工工艺内容程序化。

1.1.3 数控加工工艺特点

由于数控加工采用了计算机控制系统和数控机床，使得数控加工与普通加工相比具有加工自动化程度高、精度高、质量稳定、生成效率高、周期短、设备使用费用高等特点。数控加工工艺上与普通加工工艺也具有一定的差异。

1. 数控加工工艺内容要求更加具体、详细

普通加工工艺：许多具体工艺问题，如工步的划分与安排、刀具的几何形状与尺寸、走刀路线、加工余量、切削用量等，在很大程度上由操作人员根据实际经验和习惯自行考虑和决定，一般无须工艺人员在设计工艺规程时进行过多的规定，零件的尺寸精度也可由试切保证。

数控加工工艺：所有工艺问题必须事先设计和安排好，并编入加工程序中。数控工艺不仅包括详细的切削加工步骤，还包括工夹具型号、规格、切削用量和其他特殊要求的内容，以及标有数控加工坐标位置的工序图等。在自动编程中更需要确定详细的各种工艺参数。

2. 数控加工工艺要求更严密、精确

普通加工工艺：加工时，可以根据加工过程中出现的问题，比较自由地进行人为调整。

数控加工工艺：自适应性较差，加工过程中可能遇到的所有问题必须事先精心考虑，否则导致严重的后果。如攻螺纹时，数控机床不知道孔中是否已挤满切屑，是否需要退刀清理一下切屑再继续加工。又如非数控机床加工，可以多次“试切”来满足零件的精度要求；而数控加工过程，严格按照规定尺寸进给，要求准确无误。因此，数控加工工艺设计要求更加严密、精确。

3. 制定数控加工工艺要进行零件图形的数学处理和编程尺寸设定值的计算

编程尺寸并不是零件图上设计的尺寸的简单再现。在对零件图进行数学处理和计算时，编程尺寸设定值要根据零件尺寸公差要求和零件的形状几何关系重新调整计算，才能确定合理的编程尺寸。

4. 考虑进给速度对零件形状精度的影响

制定数控加工工艺时，选择切削用量要考虑进给速度对加工零件形状精度的影响。在数控加工中，刀具的移动轨迹是由插补运算完成的。根据插补原理分析，在数控系统已定的条件下，进给速度越快，则插补精度越低，导致工件的轮廓形状精度越差。尤其在高精度加工时，这种影响非常明显。

5. 强调刀具选择的重要性

复杂形面的加工编程通常采用自动编程方式。自动编程中，必须先选定刀具再生成刀具中心运动轨迹，因此对于不具有刀具补偿功能的数控机床来说，若刀具预先选择不当，所编程序只能推倒重来。

6. 数控加工工艺的特殊要求

1) 由于数控机床比普通机床的刚度高，所配的刀具也较好，因此在同等情况下，数控机床切削用量比普通机床大，加工效率也较高。

2) 数控机床的功能复合化程度越来越高，因此现代数控加工工艺的明显特点是工序相对集中，表现为工序数目少，工序内容多，并且由于在数控机床上尽可能安排较复杂的工序，所以数控加工的工序内容比普通机床加工的工序内容复杂。

3) 由于数控机床加工的零件比较复杂，因此在确定装夹方式和夹具设计时，要特别注意刀具与夹具、工件的干涉问题。

7. 数控加工程序的编写、校验与修改是数控加工工艺的一项特殊内容

普通工艺中，划分工序、选择设备等重要内容，对数控加工工艺来说属于已

基本确定的内容,所以制定数控加工工艺的着重点是整个数控加工过程的分析,关键在确定进给路线及生成刀具运动轨迹。复杂表面的刀具运动轨迹生成需借助自动编程软件,既是编程问题,当然也是数控加工工艺问题。这也是数控加工工艺与普通加工工艺最大的不同之处。

1.2 数控技术与设备

1.2.1 数控机床的组成

数控机床主要由以下几部分组成:

1. 数控系统

计算机数控系统(简称 CNC 系统)由程序、输入输出设备、CNC 装置、可编程控制器(PLC)、主轴驱动装置和进给驱动装置等组成。数控系统接受按零件加工顺序记载机床加工所需的各种信息,并将加工零件图上的几何信息和工艺信息数字化,同时进行相应的运算、处理,然后发出控制命令,使刀具实现相对运动,完成零件加工过程。数控机床配置的数控系统不同,其功能和性能也有很大差异。就目前应用来看,FANUC(日本)、SIEMENS(德国)、FAGOR(西班牙)、HEIDENHAIN(德国)、MITSUBISHI(日本)等公司的数控系统及相关产品,在数控机床行业占据主导地位。我国数控产品以华中数控、航天数控为代表,也已将高性能数控系统产业化。常见数控系统见表 1-1。

表 1-1 常见数控系统一览表

类别	型号	特点及应用
FANUC (图 1-4)	Power Mate 0 系列	具有高可靠性,用于控制 2 轴的小型数控车床,取代步进电机的伺服系统;可配画面清晰、操作方便、中文显示的 CRT/MDI,也可配性能/价格比高的 DPL/MDI
	0D 系列	普及型 CNC,其中 0TD 用于数控车床,0MD 用于数控铣床及小型加工中心,0GCD 用于数控圆柱磨床,0GSD 用于数控平面磨床,0PD 用于数控冲床
	0C 系列	全功能型 CNC,其中 0TC 用于通用车床、自动车床,0TTC 用于双刀架四轴数控车床,0MC 用于数控铣床和加工中心,0GGC 用于内、外圆磨床
	0i 系列	高性能/价格比,整体软件功能包,高速、高精加工,并具有网络功能
	16i/18i/21i 系列	超小型、超薄型,具有网络功能,控制单元与 LCD 集成于一体,超高速串行数据通信
	160i/180i/210i-B	与 Windows2000/XP 对应的高功能开放式 CNC

(续)

类别	型号	特点及应用
SIEMENS (图 1-5)	SINUMERIK 802S/C	用于车床、铣床等, 可控制 3 个进给轴和 1 个主轴, 802S 适用于步进电动机驱动, 802C 适用于伺服电动机驱动, 具有数字 I/O 接口
	SINUMERIK 802D	控制 4 个数字进给轴和一个主轴, PLC I/O 模块, 具有图形式循环编程, 车削、铣削/钻削工艺循环, FRAME (包括移动、旋转和缩放) 等功能, 为复杂加工任务提供智能控制
	SINUMERIK 810D	用于数字闭环驱动控制, 最多可控 6 轴 (包括 1 个主轴和 1 个辅助主轴), 紧凑型可编程输入/输出
	SINUMERIK 840D	全数字模块化数控设计, 用于复杂机床、模块化旋转加工机床和传送机, 最大可控 31 个坐标轴

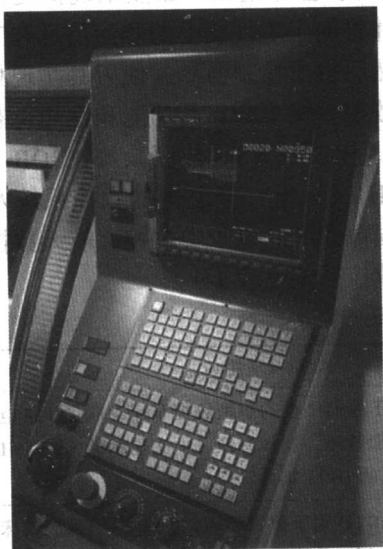


图 1-4 FANUC 数控系统

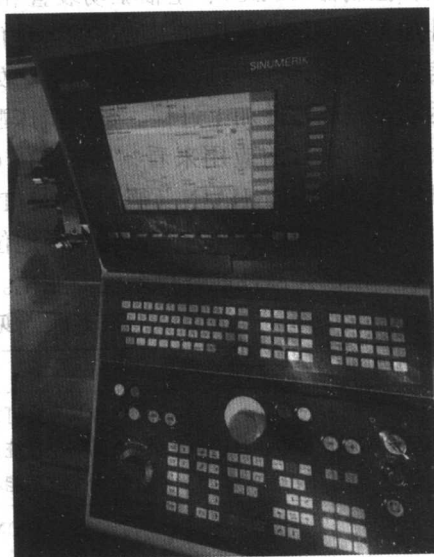


图 1-5 SIEMENS 数控系统

2. 伺服单元、驱动装置和测量装置

伺服单元和驱动装置包括主轴伺服驱动装置、主轴电动机、进给伺服驱动装置及进给电动机。测量装置是指位置和速度测量装置, 它是实现主轴、进给速度闭环控制和进给位置闭环控制的必要装置。主轴伺服系统的主要作用是实现零件加工的切削运动, 其控制量为速度。进给伺服系统的主要作用是实现零件加工的成形运动, 其控制量为速度和位置, 特点是能灵敏、准确地实现 CNC 装置的位置和速度指令。