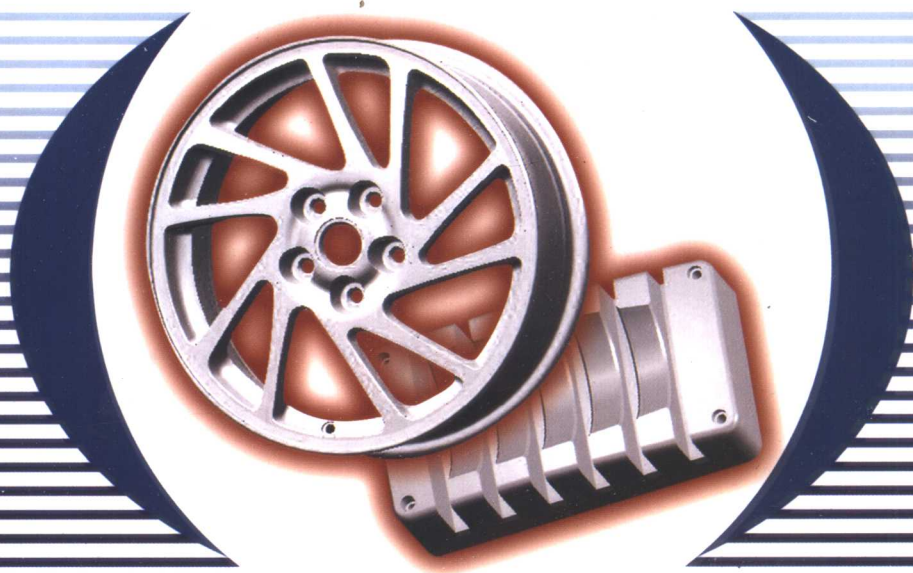


职业技术技能型人才培养教材

数控加工技术 基础教程

主 编 韩志宏 揭 晓

副主编 邹韶明 潘庆修



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

数控加工技术基础教程

主 编 韩志宏 揭 晓

副主编 邹韶明 潘庆修

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书参照国家教育部数控技术应用专业技能紧缺型人才培养方案、劳动和社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范编写。主要内容包括数控加工原理, 数控编程基础, 数控加工工艺, 数控车床的应用, 数控铣床加工, 数控钻、镗加工方法, 数控加工中心, 宏程序, 数控电火花线切割加工机床, 数控加工 CAM 技术及数控机床的故障诊断与维修等。本书注重实例讲解, 侧重主流软件应用; 充分体现理论与实践的有机结合, 增强教学的实战性。

本书可作为高、中等职业学校数控加工技术、机电一体化、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的教材, 也可作为技能考核培训教材, 同时可供数控加工岗位的从业人员学习参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术基础教程 / 韩志宏, 揭晓主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.8

ISBN 978-7-121-04772-5

I. 数… II. ①韩…②揭… III. 数控机床—加工—专业学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 114267 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 严 力

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 259 千字

印 次: 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

数控技术的发展状况是一个工业国家自动化发展程度的标志之一。大力发展数控应用加工技术是提升机械加工产品的质量、扩大加工范围、提高产品的国际竞争力的关键。但要想提高数控机床在工矿企业中的普及率与使用效果,就需要培养大量掌握数控机床的操作、数控工艺的编制、数控程序的编写的人才,这就对中国的企业界与教育界提出了一项时间紧迫、任务艰巨的课题。

虽然中国已经成为当前世界上的制造大国,但与发达国家相比,我们对核心技术的掌握程度还比较低,技术水平还比较落后,这严重制约了我们向制造业强国迈进的步伐。在数控应用技术方面,当前企业对人才的需求上有两个热点:一是对高级研发人才的需求,一是对技术应用人才的需求,而且后者的社会需求量更大。如何让学生在掌握够用的基础数控知识的同时,能尽快并熟练数控应用技术,能够熟练地操作数控机床、正确地制定数控加工工艺、合理地编写数控程序,是我们教育工作者都在思考的问题,实现这一点需要不断的实践与思考。

就数控专业而言,由于其专业知识的前沿性与知识应用的综合性,教材建设对教学的质量与效果有着重要的影响。我们编写本书的目的,也是素质教育改革的一个大胆尝试。本书在编写过程中,充分考虑了高等职业技术教育的教材体系,全面提高学生的动手能力、实践能力,并参照国家教育部数控技术应用专业技能紧缺型人才培养方案、劳动和社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范,结合编者多年的教学实践经验编写而成。我们的宗旨是尽量做到内容浅显易懂,知识体系的“能用、够用、实用”。

我们应当看到的一个现实是,数控技术已经深入到机械加工行业的各个领域,并日渐成熟,数控车床以其精度高、效率高、操作方便等特点在全世界已经得到了广泛应用。特别是在世界的制造业向中国集中的大环境下,加强学生的数控应用技术教育对服务国家的现代化建设与服务学生本人的择业成才都是有必要的,为此我们编写了这套书。

本套书分两册,一册是《数控加工技术基础教程》,系统地讲解了数控的基本知识、数控编程、面板操作与行业软件的使用;另一册是《数控技能实训教程》,主要是通过加工实例的讲解让学生实际掌握数控机床的操作、数控编程与软件应用。

本书在编写过程中力图确保知识体系的完整性、实用性和新颖性,同时又努力做到内容的精练。我们期望给学生所传授的不仅仅是数控知识本身,更有面对问题时的思考方式、分析方法与解决方法。当然这是我们所努力的目标,还需要更多的实践充实与理论修正。

本书可作为高职高专机械类学生的教材，也可作为数控专业教师与学生的参考。由于编者水平有限，书中的错误与缺漏在所难免，恳请各位专家、老师、同行与使用本书的学生批评指正。

本书在编写过程中，得到了江西渝州科技职业学院领导与师生的大力支持与鼓励，在此向他们表示衷心的感谢。此外在编写过程中也查阅参考了大量的参考文献，在此一并向原作者表示深深的谢意。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn。

编者

2007年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数控技术的产生与发展	1
1.1.1 与数控技术相关的几个概念	1
1.1.2 数控技术的发展历程	2
1.2 数控机床的组成	3
1.2.1 输入/输出装置	3
1.2.2 CNC 装置（又称计算机数控装置）	4
1.2.3 伺服系统	4
1.2.4 位置与速度检测装置	4
1.2.5 辅助控制装置	4
1.2.6 机床本体	5
1.3 数控机床的分类	5
1.3.1 根据控制运动的轨迹分类	5
1.3.2 根据伺服控制的方式分类	6
1.3.3 按数控系统功能水平分类	8
1.3.4 按制造方式分类	8
1.4 数控技术的发展趋势	8
1.5 数控机床的主要指标	9
1.5.1 数控机床的精度指标	9
1.5.2 数控机床的运动性能指标	10
1.6 本章小结	10
1.7 思考题与习题	10
第 2 章 数控加工原理	11
2.1 插补原理	11
2.1.1 逐点比较法	12
2.1.2 数字积分法	12
2.2 直线及圆弧插补	13

2.2.1 逐点比较法直线插补	13
2.2.2 逐点比较法圆弧插补	15
2.2.3 数字积分法直线插补	18
2.2.4 数字积分法圆弧插补	20
2.3 本章小结	21
2.4 思考题与习题	22
第3章 数控编程基础	23
3.1 程序编制的概念、步骤和方法	23
3.1.1 程序编制的概念	23
3.1.2 程序编制的步骤	23
3.1.3 程序编制的方法	24
3.2 数控机床坐标系	24
3.2.1 标准坐标系及其运动方向	24
3.2.2 机床 X、Y、Z 坐标轴及其正方向	25
3.2.3 机床坐标系与工件坐标系	27
3.3 程序格式	29
3.3.1 程序组成	29
3.3.2 程序段格式	30
3.3.3 程序分类	30
3.4 准备功能字 G 指令	30
3.4.1 坐标指令 G90、G91	31
3.4.2 工件坐标系原点设置指令 G92、G53、G54~G59	31
3.4.3 平面选择指令 G17、G18、G19	31
3.4.4 快速点定位指令 G00	32
3.4.5 插补指令 G01、G02、G03	32
3.4.6 刀具半径补偿指令 G40、G41、G42	33
3.4.7 刀具长度补偿指令 G40、G43、G44	34
3.4.8 暂停指令 G04	34
3.4.9 进给速度指令 G94、G95	34
3.4.10 主轴速度指令 G96、G97	34
3.4.11 固定循环指令 G80、G81~G89	34
3.5 辅助功能 M 指令及 F、S、T 指令	35
3.5.1 辅助功能 M 指令	35
3.5.2 进给速度功能 F 指令	35

3.5.3	主轴转速功能 S 指令	36
3.5.4	刀具功能 T 指令	36
3.6	子程序及其应用	36
3.6.1	编程格式	36
3.6.2	调用格式	36
3.6.3	子程序编程实例	37
3.7	本章小结	38
3.8	思考题与习题	38
第 4 章	数控加工工艺	39
4.1	数控加工工艺的特点	39
4.2	数控加工工艺中刀具选择的说明	41
4.3	数控加工工件的装夹	45
4.4	六点定位原理	46
4.5	本章小结	50
4.6	思考题与习题	50
第 5 章	数控车床的应用	51
5.1	数控车床的坐标系统	51
5.1.1	数控车床的坐标系	51
5.1.2	机床参考点	51
5.1.3	工件坐标系与工件原点	52
5.1.4	工件坐标系设定	53
5.2	数控车床对刀	53
5.2.1	刀位点	54
5.2.2	刀补的测量	54
5.2.3	工件坐标系建立的步骤	57
5.3	刀具长度补偿和刀尖圆弧半径补偿	58
5.3.1	刀具长度补偿	58
5.3.2	刀尖圆弧半径补偿	59
5.3	数控车削常用编程指令	62
5.3.1	程序原点指令	62
5.3.2	单一固定循环指令	63
5.3.3	复合固定循环指令	70
5.3.4	螺纹加工指令	77

5.4	数控车削实例	87
5.5	本章小结	92
5.6	思考题与习题	92
第 6 章	数控铣床加工	93
6.1	坐标系、机床原点、参考点、对刀方法	93
6.1.1	坐标系	93
6.1.2	机床原点和机床参考点	93
6.1.3	对刀	93
6.2	刀具半径补偿	97
6.2.1	刀具半径补偿的目的	97
6.2.2	刀具半径补偿功能的应用	98
6.2.3	刀具半径补偿的方法	99
6.3	数控铣床的镜像、旋转、比例缩放指令	102
6.3.1	镜像	102
6.3.2	旋转	103
6.3.3	比例缩放	107
6.4	本章小结	109
6.5	思考题与习题	110
第 7 章	数控钻、镗加工方法介绍	111
7.1	数控钻床常用循环指令	111
7.1.1	固定循环指令	111
7.1.2	数控钻床常用循环指令	112
7.2	数控钻床编程实例	115
7.3	数控镗床常用指令	117
7.3.1	粗镗孔循环	117
7.3.2	精镗孔循环指令 G76 与反镗孔循环指令 G87	119
7.4	数控镗削编程综合实例	120
7.5	本章小结	122
7.6	思考题与习题	122
第 8 章	数控加工中心	123
8.1	数控加工中心简介	123
8.1.1	加工中心概述	123

8.1.2	加工中心的分类	123
8.1.3	工艺特点	125
8.2	数控加工中心应用范围	126
8.2.1	立式加工中心	126
8.2.2	卧式加工中心	126
8.2.3	多工作台加工中心	126
8.2.4	复合加工中心	126
8.3	加工中心刀库换刀功能简介	126
8.3.1	刀具在主轴中的定位	126
8.3.2	自动换刀装置	128
8.3.3	刀具库设置	133
8.4	本章小结	134
8.5	思考题与习题	134
第 9 章	宏程序	135
9.1	宏程序的原理及常用格式	135
9.1.1	宏程序的原理	135
9.1.2	宏程序的格式及调用	135
9.1.3	宏程序的运算和转移指令	136
9.1.4	控制指令	137
9.2	宏程序应用实例	139
9.3	本章小结	147
9.4	思考题及习题	147
第 10 章	数控电火花线切割加工机床与电火花成形加工机床	149
10.1	电火花线切割加工的原理与特点	149
10.1.1	电火花线切割加工的原理	149
10.1.2	电火花线切割加工的特点	150
10.1.3	数控电火花线切割机床的分类	150
10.1.4	数控电火花线切割机床的主要技术参数	152
10.2	数控电火花线切割机床的工艺参数	152
10.2.1	脉冲参数的选择	152
10.2.2	工艺参数的确定	153
10.3	数控电火花线切割加工中电极丝的选择和调整	153
10.3.1	电极丝的选择	153

10.3.2	穿丝孔和电极丝位置的选择	154
10.3.3	电极丝位置的调整	154
10.4	数控电火花线切割机床的基本编程方法	155
10.4.1	数控电火花线切割机床常用 3B 程序格式介绍	156
10.4.2	常用 3B 程序格式应用实例	158
10.4.3	数控电火花线切割机床 ISO 代码程序编制	158
10.5	数控线切割机床的自动编程	160
10.6	数控电火花成形加工的基本原理	160
10.6.1	参数与主要工艺指标	162
10.6.2	常用电极材料	163
10.6.3	电火花成形加工机床的组成	164
10.6.4	电火花成形加工机床编程简介	170
10.7	本章小结	176
10.8	思考题与习题	176

第 11 章 数控加工 CAM 技术 177

11.1	自动编程技术发展概述	177
11.1.1	获得 CAD 模型	177
11.1.2	加工工艺分析和规划	177
11.1.3	加工参数设置	178
11.1.4	生成刀具路径	178
11.1.5	刀具路径检验	178
11.1.6	后置处理	178
11.2	MasterCAM 软件介绍	178
11.3	MasterCAM 二维绘图及刀具路径定义	179
11.3.1	二维实体绘图命令	179
11.3.2	二维图形编辑	188
11.3.3	MasterCAM 参数绘图	192
11.4	铣床二维刀具路径设置	194
11.4.1	刀具设置	194
11.4.2	工件设置	197
11.4.3	材料设置	199
11.4.4	操作设置和操作管理器	199
11.4.5	刀具路径模拟	201
11.4.6	加工模拟	201

11.4.7	后置处理	202
11.4.8	典型零件的二维加工实例	203
11.5	MasterCAM 三维建模	216
11.5.1	加工造型的基本概念	216
11.5.2	视角及构图面设置	218
11.6	三维实体造型	219
11.6.1	三维实体造型的基本含义	219
11.6.2	三维实体造型指令	220
11.6.3	三维实体布尔运算	223
11.6.4	三维实体造型管理器 (Solids Manager)	224
11.6.5	实例	224
11.7	MasterCAM 三维刀具路径生成	226
11.7.1	挖槽粗加工	227
11.7.2	上壳型芯半精加工	229
11.7.3	上壳型芯浅平面半精加工	231
11.7.4	上壳型芯的曲面交角加工	233
11.7.5	上壳型芯的精加工	235
11.8	本章小结	236
11.9	习题及思考题	237
第 12 章	数控机床的故障诊断与维修	239
12.1	数控机床故障的分类	239
12.2	数控机床的安装与调试	240
12.2.1	数控机床的安装	240
12.2.2	数控机床安装的步骤	241
12.3	数控机床的安全操作规程	242
12.4	数控机床常见机械结构故障诊断与维修	244
12.4.1	主传动系统的故障诊断与维修	245
12.4.2	进给运动系统的故障诊断与维修	246
12.4.3	传动系统的故障诊断与维修	247
12.4.4	液压系统的常见故障诊断与维修	247
12.4.5	自动换刀装置的故障诊断与维修	248
12.5	数控机床常见电气系统故障诊断与维修	249
12.5.1	数控机床中的常见开关及故障诊断	249
12.5.2	空气开关的常见故障现象及诊断	250

12.5.3 接触器常见故障及诊断	251
12.5.4 继电器常见故障及诊断	251
12.5.5 熔断器常见故障及诊断	252
12.6 数控机床常见伺服单元故障诊断与维修	253
12.7 数控系统硬件故障的检查与分析	255
12.7.1 概述	255
12.7.2 数控系统硬件故障诊断方法	255
12.8 本章小结	257
12.9 思考题与习题	257
参考文献	258

第1章 绪 论

1.1 数控技术的产生与发展

科学技术的飞速发展和社会需求的千变万化对传统的加工行业提出了更为苛刻的要求。个性化发展是当今社会的特征,也是社会大生产中产品品种的多样化和产品质量提高的潜在条件。市场经济中的产品生产不仅要能确保更优化的结构、更优越的性能、更全面的性能,而且还要适应更短的市场周期、更小的产量要求。据不完全统计,在机械制造业中,单个零件生产与小批量零部件生产(数量在 10~100 件之间)约占机械加工总量的 80%以上。如何在最短的时间内完成产品的设计与生产,并以最优的性价比推向市场是所有厂商都在考虑的问题。

国内机械行业经过这些年来发展所取得的成绩是有目共睹的,中国正逐步成为世界制造业的中心。但我们也更清醒地认识到,选择中国作为世界机加工业的大本营的根本原因不是因为我们的加工技术与加工手段先进,而是因为国内相对较为低廉的劳动力成本和相对较为丰富的矿产资源,相对潜力巨大的消费市场和相对较为有利的国家政策、地理环境。而我们在加工技术、加工设备、加工人员素质、加工管理水平、劳动生产率方面与欧美发达国家相比还存在较大的差距,特别是在加工技术与加工设备方面,昂贵投入的制约和熟练高级加工人才的稀缺已经成为当前国内机械行业发展的瓶颈。

自动化控制技术与计算机技术的发展为解决这一矛盾提供了解决办法,并直接催生了数控技术(Numerical Control Technology)的诞生。当前数控技术已不仅运用于金属加工机床,在信息检测、远距离遥控、机器人、航空、航天、国防等领域都得到了广泛应用,并不断涌现出新型的数控设备,如数控车床、数控铣床、数控电火花切割机、数控线切割机、数控编织机、数控剪裁机、机器人、数控坐标测量仪等等。

1.1.1 与数控技术相关的几个概念

数字控制(Numerical Control)简称数控(NC),是指用数字、文字和符号组成的指令来实现对一台或多台机械设备动作控制的技术。它所控制的通常是位置、角度、速度等机械量或与机械能量流向相关的开关量。所谓数控系统(Numerical Control System)即指采用了数控技术的自动控制系统,而配备了数控系统的设备即称为数控设备(Numerical Control Equipment)。其中,数控机床(Numerical Control Machine Tools)是指用数控指令进行控制的机床,机床的所有运动,包括主运动、进给运动与各种辅助运动都是用输入数控装置的数控信号来控制的。当前数控技术的研究与应用主要集中在机械加工方面,数控机床的配备与使用程度已经成为企业加工能力的有力评价指标之一。

数控系统与信息化技术充分融合,加速了数控技术的发展。计算机数控(Computer



Numerical Control, 简称 CNC) 技术已经逐渐成熟, 相关的数控操作设计与操作软件也日臻完善。目前市场上已经很难见到普通数控 (NC) 机床, 而代之以计算机数控 (CNC) 机床。CNC 机床加工程序的生成脱离了手工编程的制约, 而采用由计算机绘图软件直接生成, 从而加工范围更广泛, 产品造型设计更容易, 加工精度更高, 可实现复杂结构的设计、编程、加工一体化完成。我们目前所说的数控系统, 一般都是指 CNC 系统。

1.1.2 数控技术的发展历程

数控技术的产生与发展与计算机技术发展过程伴随始终的, 并不断受到计算机技术的影响。1908 年, 穿孔的金属薄片互换式数据载体问世, 解决了程序的存储与自动识别问题; 纸质数据载体得到应用, 程序编制与应用的门槛进一步降低, 同时开发出了具有辅助功能的控制系统, 这为后期的大规模集成电路的使用进行了软件方面的铺垫; 1938 年, 美国麻省理工学院 (MIT) 实现了两台设备之间数据的快速运算和传输, 从而奠定了现代计算机, 包括后来的 CNC 系统的基础; 1948 年, 美国帕森斯 (PARSONS) 公司在进行直升飞机叶片轮廓检验样板的机床的研发时, 率先提出了数控机床的设想, 并在麻省理工学院伺服机构研究所的主要承担与协助下, 于 1952 年制造出世界上的第一台三坐标直线插补立式数控铣床, 从而开启了机械自动化生产的新纪元, 并极大地推动了全世界的工业化发展; 1958 年, 美国 KEANEY & TRECKER 公司设计出了带有自动换刀装置的加工中心, 极大地提高了 CNC 加工机床的加工效率与加工范围。

根据应用于数控方面的微电子与计算机技术的发展, 可以将数控系统的发展划分成如下五代:

第一代: 专用数控系统。1952 年~1959 年, 控制器主要采用电子管、继电器元件构成。

第二代: 晶体管电路数控系统。1959 年开始, 控制器主要采用晶体管元件构成。

第三代: 集成电路数控系统。1965 年开始, 控制器采用中、小规模集成电路及小型计算机。

第四代: 大规模集成电路数控系统。1970 年开始, 控制器主要采用大规模集成电路的小型通用计算机, 简称 CNC 系统。

第五代: 微机数控系统 (Microcomputer Numerical Control)。1974 年开始, 控制器采用了微型电子计算机, 简称 MNC 系统。

在数控技术的基础上, 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD)、计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM)、柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System, 简称 FMS)、计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, 简称 CIMS)、敏捷制造 (Agile Manufacturing, 简称 AM) 和智能制造 (Intelligent Manufacturing, 简称 IM) 等到技术相继被开发出来, 特别是 CAD/CAM 软件发展很快, 已经渗入到数控技术应用的方方面面。应用较为广泛的 CAD/CAM 软件主要有 Pro/E, Master CAM, CAXA, UG, I-DEAS, CATIA 等。

1.2 数控机床的组成

数控系统的生产厂家很多,不同数控系统也各有其不同特点,但不论哪种数控系统,在组成原理上都大体可分为输入/输出装置、CNC 装置、伺服系统、位置与速度检测装置、辅助控制装置和机床主体等 7 部分组成,其中 CNC 装置是核心,如图 1-1 所示。而 CNC 装置的多样性与结构的复杂性,也决定了不同类型的数控加工机床在加工能力与范围上有所区分。

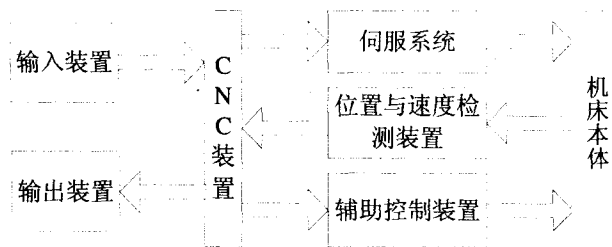


图 1-1 数控系统组成原理图

1.2.1 输入/输出装置

输入装置是实现数控加工所需信息进行输入的装置。CNC 机床在加工前,需要事先给定零件的加工程序,然后进行编译才能完成控制。这些现场输入或通过外部输入的程序有时并不一定正确,可能需要进行相应的编辑、修改和调试等;而在加工过程中,操作人员需要实时向机床输入必要的操作指令,数控系统要实时地将当前系统工作的情况、参数给操作者以显示。这些都需要有要相关装置以提供信息的交流和交互。

程序的输入方式一般有两种:一种是通过手动输入方式 (Manual Data Input),主要通过键盘输入实现;另一种是自动输入方式 (Auto Data Input),即通过各种程序载体介质实现自动的读入。后者比如说早期的纸带阅读机、磁带机等,其工作机理是将编制好的程序以字节为单位逐行记录在穿孔纸带或磁带上,然后通过纸带阅读机或磁带机输入数控系统。随着数控机床与计算机技术的融合,计算机通用存储设备与技术也开始在数控机床上得到应用和普及,比如说对大容量磁盘的支持和 USB 载体的支持等。与传统程序存储与输入方式相比,磁盘以其存储能力强,存取速度快,编辑修改方便的优势,逐步取代传统的输入方式。更进一步地,随着 CAD/CAM 软件的发展,软件已经基本上捆绑了自动程序生成技术,通过所见即所得方式,实现程序代码的自动生成,并通过串行或 USB 接口通信方式实现程序的传输,为信息时代的数控加工带来了更大的便利,极大地降低了数控程序员的操控难度与工作强度。

数控操作面板是操作员编辑修改程序代码、发送控制命令、实时故障处理的重要输入平台。

数控系统的输出设备主要有显示器、各种串行口和 USB 接口等传输端口、打印机等。显示器与操作面板相配合,可以提供当前正在运行的程序执行情况、当前机床的运行参数、



相关加工参数，加工出现故障时报警显示、故障处理情况，以及对程序的编辑、修改等。最初的显示器是用若干个数码管排列而成的，显示的信息有限。当前的 CNC 中一般都采用了 CRT 显示器或液晶显示器，可方便地与外部计算机进行互连，并可集成相应的 CAD/CAM 软件功能。

为了实现自动编程或程序代码的输入输出，配合现代计算机硬件发展趋势，计算机端口已经由最初的 RS-232 串行接口向 USB 接口方式发展，以适应未来 CIMS 技术对通信方面的要求。

1.2.2 CNC 装置（又称计算机数控装置）

CNC 装置是整个数控系统的核心。CNC 的主要构成包括微处理器（MP）、存储器、局部总线、外围逻辑电路和输入输出控制等。CNC 的主要功能是对输入的数控加工程序进行编译，实现轨迹线的插补功能，实现速度的加减速处理，产生指令脉冲序列以驱动相关步进系统或伺服系统，产生分度操作以实现刀具选择，产生刀具补偿以控制加工精度，控制主轴转速，实现辅助系统的动作等，从而完成机床的加工过程。

1.2.3 伺服系统

伺服系统的主要作用是将来 CNC 装置的指令脉冲序列进行放大执行，驱动机床移动部件发生相应的动作，通过控制工作台、主轴、刀具及辅助装置之间的协调运动，实现按规定轨迹加工。伺服系统是 CNC 装置与机床本体之间的桥梁，其执行精度与速度将直接影响工作的尺寸精度、表面质量和生产效率。

常见的伺服系统又可分为驱动装置和执行装置两大部分，其中伺服电动机是数控机床的执行元件，而电动机的动力源及其配套开关元件则是驱动装置。常见的伺服电动机主要有步进电机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。CNC 装置的指令信号经位置与速度反馈闭环或半闭环处理后产生相应的位移指令，然后经驱动元件功率放大用以驱动相应的电机去实现规定速度与距离的动作。

1.2.4 位置与速度检测装置

实现精确的位置与状态控制，单纯依靠驱动装置的精度是不足以保证的，或至少是可信度不高的。为了确保数控机床的加工效果可靠、可控、可调，人们在数控系统中引入了检测与反馈环节，并通过与输入信号的比较构成了闭环或半闭环控制，反馈信号确保了对当前输入信息的执行效果的验证与修正。

1.2.5 辅助控制装置

综合各种数控机床的主要辅助控制功能，数控机床的辅助控制装置主要有自动工作台转换机构（Automatic Pallet Changer）、自动换刀装置（Automatic Tool Changer）、回转工作台、工作自动夹紧装置、液压控制系统、润滑油装置、切削液装置、排屑装置、过载及保护装置等。在设计上主要表现为机床辅助功能 M、主轴转速功能 S 和换刀功能 T 等的控制。

