

机械设计制造及其自动化专业本科系列教材

数控加工实训教程

SHUKONG JIAGONG SHIXUN JIAOCHENG

主 编 冯文杰



重庆大学出版社

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

数控加工实训教程

主 编 冯文杰

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书从生产实际出发,分6章介绍了典型数控车床、数控铣床、加工中心、数控电火花机床的操作、使用方法以及在实际使用过程中遇到的问题和解决方案等。全书以实际零件加工为主线,按照具体的操作细节和顺序安排内容,采用大量图例表述。本书强调理论联系实际,注重实用性与可操作性,通过大量的综合实例,使各章节联系紧密;所选的实例都是在数控加工中具有典型性和代表性的案例。本书可作为大专院校机械类专业的数控实训教程,也可作为数控车、铣及加工中心中级工技能培训教材和企业数控技术应用人才培养教材,还可作为其他专业的师生和工程技术人员参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训教程/冯文杰主编. —重庆:重庆大学出版社,2008.6

(机械设计制造及其自动化专业本科系列教材)

ISBN 978-7-5624-4510-4

I. 数… II. 冯… III. 数控机床—加工—高等学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 071107 号

数控加工实训教程

主 编 冯文杰

责任编辑:曾令维 李定群 版式设计:曾令维

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

四川省内江市兼升印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:412千

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4510-4 定价:26.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着计算机技术的高速发展,传统的制造业开始了根本性变革,各工业发达国家投入巨资,对现代制造技术进行研究开发,提出了全新的制造模式。在现代制造系统中,数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械加工等高新技术的产物,是典型的机电一体化产品。数控加工技术在制造业的各个领域中有着日益广泛的应用,已成为这些行业中不可缺少的加工手段,如航空航天、汽车摩托车、模具、精密机械、家用电器等。因此,培养合格的、高素质的从事数控加工工作的工人及技术人员是我国发展生产力的当务之急,也是未来工厂实现生产自动化的必由之路。

近年来,我国在数控技术应用方面取得了较快的发展,数控加工技能培训得到了长足的发展。重庆工学院实践教学及技能培训中心是重庆市实验教学示范中心,中心根据学校“高素质应用型高级专门人才”的培养目标,提出了“机械工程综合实践教育”的理念,着重培养学生综合应用所学知识和技能完成设定目标的能力。《数控加工实训教程》正是在对数控加工实践教学的不断探索、研究和实践的基础上,通过认真总结、不断完善而编写的。

本书是集理论与实践于一体的实用性教材,从生产实际出发,介绍了典型数控车床、数控铣床、加工中心、数控电火花机床的操作、使用方法。着重介绍广州数控 928TC 数控车床、SIEMENS 802D 数控铣床、FANUC 18i-MB 高速加工中心以及电火花数控机床的具体操作、使用方法,按照机床类别讨论各种数控机床在操作、加工中所遇到的问题。以实际零件加工为主线,按照具体的操作细节和顺序安排内容,采用大量图例表述,主要运用于培养学生的各种加工操作能力。

本书由冯文杰副教授主编并统稿,参加本书编写的有王伟、余永维、高元林。廖林清教授担任本书主审,对该书体系的构成与编写给予了悉心的指导,在此表示诚挚的谢意。本书的

出版,得到了重庆工学院教材建设基金的资助。另外,对在本书编写过程中提供各种指导和帮助的同行表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请读者对本书提出宝贵意见和建议,以便我们不断改进。

编 者

2008 年 3 月

目 录

绪论	1
第1章 数控加工技术基础	5
1.1 数控机床概述	5
1.1.1 数控机床的组成	5
1.1.2 数控机床的分类	7
1.1.3 数控机床的特点和应用范围	10
1.2 计算机数控系统	12
1.2.1 典型数控系统介绍	12
1.2.2 CNC 系统的组成	15
1.2.3 CNC 系统的特点	17
1.3 数控加工工艺基础	18
1.3.1 数控加工切削基础	18
1.3.2 工件的夹紧与数控机床夹具	24
1.3.3 数控加工工艺制订	25
思考题	30
第2章 数控车床加工实训	31
2.1 数控车床加工实训基础	31
2.1.1 数控车床简介	31
2.1.2 零件加工程序的编制方法	33
2.1.3 坐标系及坐标方向	35
2.1.4 数控车削加工工艺	37
2.2 GSK 928TC 数控车床操作	45
2.2.1 数控车床操作面板	45
2.2.2 数控车床工作模式选择	48
2.2.3 数控车床基本操作	49
2.3 GSK 928TC 数控程序编制	57
2.3.1 数控车床程序编制基础	57
2.3.2 GSK 928TC 指令代码及其功能	59
2.3.3 GSK 928TC 数控程序编制	72
2.4 典型零件数控车加工实例	75

2.4.1 轴类零件的数控车削加工实例	75
2.4.2 盘类零件的数控车削加工实例	81
2.4.3 螺纹轴类加工实例	84
思考题	86
第3章 数控铣床加工实训	88
3.1 数控铣削加工基础	88
3.1.1 数控铣床简介	88
3.1.2 数控铣削加工的零件类型	89
3.1.3 数控铣削加工工艺	91
3.2 SIEMENS 802D 铣床操作实训	95
3.2.1 面板简介	95
3.2.2 机床准备	98
3.2.3 数控铣床基本操作	99
3.2.4 自动加工	100
3.2.5 检查程序运行轨迹	102
3.2.6 刀具参数管理	103
3.2.7 数控程序编辑与传输	105
3.3 数控铣床程序编制	110
3.3.1 数控铣床程序编制基础	110
3.3.2 SIEMENS 常用指令说明	111
3.4 数控铣床加工实训	122
3.4.1 外轮廓零件的数控铣加工实训	122
3.4.2 平面类零件的数控铣加工实训	124
3.4.3 内轮廓零件的数控铣加工实训	126
3.4.4 孔系零件的数控铣加工实训	130
思考题	135
第4章 加工中心加工实训	136
4.1 加工中心加工基础	136
4.1.1 加工中心简介	136
4.1.2 加工中心的工艺特点	138
4.1.3 加工中心主要技术参数	139
4.2 FANUC 18i-MB 系统加工中心操作	140
4.2.1 操作面板	140
4.2.2 设置参数	143
4.2.3 数控程序管理	144
4.2.4 MDI 模式	145
4.2.5 机床准备	145

4.2.6	手动操作	146
4.2.7	自动加工方式	146
4.2.8	检查运行轨迹	147
4.2.9	设置工件坐标系	147
4.2.10	设定刀具偏置值	148
4.2.11	加工中心的对刀操作	149
4.3	加工中心程序编制	151
4.3.1	FANUC 数控指令格式	151
4.3.2	FANUC 固定循环指令	152
4.4	加工中心加工实训	160
4.4.1	平面凸轮槽的数控加工中心加工实训	160
4.4.2	圆台零件的数控加工实训	161
4.4.3	凸台的数控加工实训	163
4.4.4	快餐盒模具的 MASTERCAM 自动编程加工实训	172
4.4.5	旋钮零件的 MASTERCAM 自动编程加工实训	177
4.4.6	鼠标教学模型的 MASTERCAM 自动编程加工实训	184
	思考题	189
第5章	数控线切割机床加工实训	191
5.1	电火花数控线切割加工基础	191
5.1.1	数控线切割加工机床简介	191
5.1.2	线切割加工工艺	193
5.1.3	数控线切割加工程序的格式	195
5.2	DK7740E 电火花数控线切割机床操作实训	196
5.2.1	DK7740E 工作原理	196
5.2.2	机床操作和调整	197
5.3	电火花数控线切割机床编程	200
5.3.1	基本术语和约定	201
5.3.2	界面及功能模块界面	201
5.3.3	全绘编程界面主要功能的介绍	202
5.3.4	加工界面操作说明	204
5.4	电火花数控线切割机床编程实例	208
	思考题	215
第6章	加工精度检验	216
6.1	加工精度检验基础	216

6.1.1	加工精度	216
6.1.2	表面粗糙度	217
6.2	加工精度检验	217
6.2.1	尺寸精度检验及常用量具简介	217
6.2.2	形状精度检验方法	223
6.2.3	位置精度检验方法	225
6.3	表面粗糙度检验	227
6.3.1	表面粗糙度的概述	227
6.3.2	粗糙度的评定	229
6.4	三坐标测量机检验零件	233
6.4.1	三坐标测量机	233
6.4.2	典型三坐标测量机简介	235
	思考题	237
	附录	238
	附录 A 常用切削用量	238
	附录 B FANUC 18i-MB 指令简介	244
	附录 C SIEMENS 802D 指令简介	247
	参考文献	254

绪 论

0.1 数控机床的发展历程与趋势

0.1.1 数控机床的发展历程

数控机床是由美国人发明的。1946 年,世界上第 1 台电子计算机诞生了,它为人类进入信息社会奠定了基础。6 年后(即 1952 年),计算机技术应用到机床上,在美国诞生了第 1 台数控机床。从此,传统机床产生了质的变化,近半个世纪以来,数控机床经历了 2 个阶段和 6 代的发展。

表 0.1 数控系统发展的历史

数控系统发展的历史	在世界上诞生的时间	在中国诞生的时间
第 1 代电子管数控系统	1952 年	1958 年
第 2 代晶体管数控系统	1961 年	1964 年
第 3 代小规模集成电路数控系统	1965 年	1972 年
第 4 代小型计算机数控系统	1968 年	1978 年
第 5 代微处理器数控系统	1974 年	1981 年
第 6 代基于工控 PC 机的通用型 CNC 系统	1990 年	1992 年

0.1.2 数控机床的发展趋势

从 20 世纪中叶数控技术出现以来,数控机床给机械制造业带来了革命性的变化。为了满足市场和科学技术发展的需要,为了达到现代制造技术对数控技术提出的更高要求,当前,世界数控技术及其装备发展趋势主要体现在以下 7 个方面:

(1) 高速化

要提高加工效率,首先必须提高切削和进给速度,还要缩短加工时间;同时,还要在确保加

工质量的前提下提高机床部件运动轨迹的精度。伴随着汽车、国防、航空、航天等工业的高速发展,以及铝合金等新材料的应用,对数控机床加工的高速化要求越来越高。目前,数控机床主要向主轴转速、进给率、运算速度、换刀速度等方面高速化发展,如高达 200 000 r/min 的高速主轴单元,快速移动速变高达 120 m/min 以及切削进给速度高达 60 m/min 的进给运动部件。

(2) 高精度化

数控机床精度的要求现在已经不局限于静态的几何精度,机床的运动精度、热变形以及对振动的监测和补偿越来越获得重视,世界各工业强国都致力于发展超精密加工(特高精度加工),其精度从微米级到亚微米级,乃至纳米级($<10\text{ nm}$)。

(3) 高可靠性

高可靠性是指数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性在一个数量级以上,但也不是可靠性越高越好,仍然是适度可靠,主要是受性能价格比的约束。目前,国际先进企业数控系统 MTBF 值已达 80 000 h 以上。

(4) 功能复合化

复合机床的含义是指在 1 台机床上实现或尽可能完成从毛坯至成品的多种要素加工。根据其结构特点可分为工艺复合型和工序复合型两类。采用复合机床进行加工,减少了工件装卸、更换和调整刀具的辅助时间及中间过程产生的误差,提高了零件加工精度,缩短了产品制造周期,提高了生产效率和制造商的市场反应能力,相对于传统的工序分散的生产方法具有明显的优势。

(5) 控制智能化

随着人工智能技术的发展,为了满足制造业生产柔性化、制造自动化的发展需求,数控机床的智能化程度在不断提高。具体体现在:加工过程自适应控制、加工参数的智能优化与选择、智能故障自诊断与自我修复、智能故障回放和故障仿真、智能化交流伺服驱动、智能 4M 数控系统。

(6) 体系开放化

为了适应数控进线、联网、普及型个性化、多品种、小批量、柔性化及数控迅速发展的要求,最重要的发展趋势是体系结构的开放性,设计生产开放式的数控系统,如美国、欧共体及日本发展开放式数控的计划等。

(7) 驱动并联化

并联运动机床克服了传统机床串联机构移动部件质量大,系统刚度低,刀具只能沿固定导轨进给,作业自由度偏低,设备加工灵活性和机动性不够等固有缺陷,在机床主轴(一般为动平台)与机座(一般为静平台)之间采用多杆并联联接机构驱动,通过控制杆系中杆的长度使杆系支撑的平台获得相应自由度的运动,可实现多坐标联动数控加工、装配和测量多种功能,更能满足复杂特种零件的加工,具有现代机器人的模块化程度高、重量轻和速度快等优点。

目前,数控机床的发展日新月异,正向着高速化、高精度化、复合化、智能化、开放化及并联驱动化方向发展,此外网络化、极端化和绿色化也成为数控机床发展的趋势和方向。

0.1.3 我国数控机床发展现状

我国从 1958 年开始研制数控机床,在研制与推广使用数控机床方面取得了一定的成绩。

特别是最近几年,由于引进了国外的数控系统与伺服系统的制造技术,使我国数控机床在品种、数量和质量方面得到了迅速发展。目前,我国已有几十家机床厂能够生产不同类型的数控机床和加工中心。尽管如此,国内数控机床制造企业在中高档与大型数控机床的研究开发方面与国外的差距非常明显,70%以上的中高档与大型数控机床和绝大多数的功能部件均依赖进口。

“十一五”期间,我国数控机床开发的重点方向:一是重点发展中高档数控系统、高速主轴及其伺服控制单元、高性能刀库及机械手、高速滚珠丝杠和直线导轨副、直线电机、全功能数控刀架和数控转台、高速防护装置等关键功能部件和数控系统,为数控机床产品升级奠定基础;二是高精度数字化测量仪器和数控刀具;三是重点发展高速精密数控车床、车削中心及四轴以上联动的复合加工机床、高速高精度数控铣镗床、高速高精度立式或卧式加工中心、重型或超重型数控机床、数控磨床、数控电加工机床、数控金属成形机床(锻压设备)、数控专用机床及生产线等高级数控机床,以满足国家发展的需求。

0.2 数控加工实训的性质和任务

数控加工实训是学生学习数控机床、数控加工和数控机床编程等知识技能不可缺少的环节。通过本书的学习和操作技能的训练,能使學生获得数控加工的基本知识和较强的动手能力。

数控加工实训是机械设计制造及其自动化专业学习过程中一项重要的实践环节。在数控加工实训过程中,学生通过独立的操作实践,可以将数控加工的基本理论、基本知识、基本方法与实践有机地结合在一起,并不断地提高自己的实践动手能力和应用能力。

数控加工实训的主要任务是让学生接触和了解数控生产实践,了解数控加工在机械加工中的地位 and 作用,进一步加深对专业知识的理解,培养对专业的学习兴趣。通过实训,既能培养学生将理论知识与实践知识有机结合的能力,综合锻炼数控编程和操作的能力,还能培养学生严谨认真、一丝不苟的工作作风和解决实际问题的能力,从而使学生的综合素质不断得到提高。通过本书的学习和操作训练,使学生能够掌握数控车床、数控铣床、加工中心和数控线切割机床的操作技能,能够正确地调整和使用一般数控加工设备、常用附件、刀具和量具,能够根据零件图样和工艺文件进行独立编程和加工,为实践能力的培养打下良好基础。

0.3 数控加工实训的主要内容和学习方法

0.3.1 数控加工实训的主要内容

(1) 基本知识

熟悉数控加工工艺的特点,了解数控机床的组成和分类,熟悉数控刀具及其选择,了解数控加工常用的量具及其使用方法。

(2) 数控车削加工

了解数控车床的结构、操作系统和应用,以及数控车床的安全操作规程;熟悉数控车床的编程及操作方法,能按图纸要求独立加工零件,并能正确地使用数控车工常用的刀具和量具。

(3) 数控铣削加工

了解数控铣床的结构、操作系统和应用,以及数控铣床的安全操作规程;熟悉数控铣床的编程及操作方法,熟悉刀具补偿的设置和铣削用量的选择,能按图纸要求独立加工典型零件,并能正确地使用数控铣工常用的刀具和量具。

(4) 加工中心

了解加工中心的结构、操作系统和加工工艺范围,以及加工中心的安全操作规程;熟悉加工中心对刀具的使用、加工中心基本编程,以及常见典型零件的程序编制及加工方法,了解三维零件的加工方法。

(5) 数控线切割

了解数控线切割机床的结构、操作系统和加工工艺范围,以及数控线切割机床的安全操作规程;熟悉数控线切割机床的全绘图编程方法,以及常见典型零件的程序编制及加工方法。

0.3.2 数控加工实训的特点和学习方法

本书以培养学生的实践能力为重点,突出了典型数控机床的编程方法与实际操作技能的论述。通过学习,学生在教师的指导下,将进行多种数控机床的操作技能实训。

在实训过程中,学生在实训前应该根据实训的安排对本书进行预习,同时复习相关数控机床的编程知识,了解基本的编程方法和机床的操作要领,并要遵循“示范、模仿、练习”的步骤来学习,特别要注意指导教师的操作示范。除此而外,还应注意比较以前学习过的编程指令和实际操作的机床数控系统的编程指令的不同之处。

第 1 章

数控加工技术基础

随着科学技术和社会生产的迅速发展,产品更新换代的速度加快,人们对产品多样化的需求增加,使得机械制造业向多品种、小批量的生产方式发展。数控机床正是为适应这种要求而产生的一种灵活、通用、高精度、高效率的“柔性”自动化生产设备。它综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密测量和新型机械结构等多方面的技术成果,并形成了一门新的应用技术——数控加工技术。

1.1 数控机床概述

数控(Numerical Control, NC)是采用数字化信息对机床的运动及其加工过程进行控制的方法。数控机床是应用数控技术对加工过程进行控制的机床。数控加工就是采用数控机床加工零件的方法。数控加工技术是随着数控机床的产生、发展而逐步完善的一种应用技术,它是人们长期从事数控加工实践的经验总结。

1.1.1 数控机床的组成

数控机床利用数控技术来控制机床的伺服系统或其他驱动元件,使机床自动加工出所需工件。在现代机械制造中,特别是在航空、造船、国防、汽车制造、模具及计算机工业中得到广泛应用。数控机床通常由程序载体、CNC 装置、伺服系统、检测与反馈装置、辅助装置及机床本体组成,如图 1.1 所示。

(1) 程序载体

控制介质又称信息载体,是人与数控机床之间联系的中间媒介物质,反映了数控加工中全部信息。常用的控制介质有磁盘、磁带、硬盘和闪存卡等。由于复杂模具和大型零件的加工程序占用内存空间大于网络 DNC 技术的发展,因此,目前将加工程序的执行方式按数控机床控制系统的内存空间大小分为两种方式:一种是采用 CNC 方式,即先将加工程序输入机床,然后调出来执行;另一种是采用 DNC 方式,即将机床与计算机连接,机床的内存作为存储缓冲区,加工程序有计算机一边传送,机床一边执行。

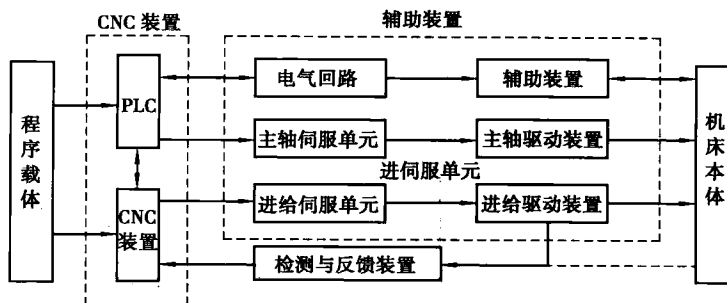


图 1.1 数控机床的组成框图

(2) CNC 装置(计算机数控装置)

CNC 装置是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在。它主要包括微处理器(CPU)、存储器、局部总线、外围逻辑电路和输入输出控制等。

CNC 装置的主要控制对象是位置、角度、速度等机械量,以及温度、压力、流量等物理量。其控制方式又可分为数据运算处理控制和时序逻辑控制两大类。其中,主控制器内的插补模块就是根据所读入的零件程序,通过译码、编译等处理后,进行相应的刀具轨迹插补运算,并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号的比较,从而控制机床各坐标轴的位移。而时序逻辑控制通常由可编程控制器(PLC)来完成,它根据机床加工过程中各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判别,从而控制机床各个部件有条不紊地按顺序工作。

(3) 伺服系统

伺服系统的作用是把来自数控系统的运动指令进行放大处理,驱动机床运动部件的运动,使工作台和主轴按规定的轨迹运动,加工出符合要求的产品。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床加工精度、表面质量和生产效率的重要因素之一。

伺服系统是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节。主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成。伺服电动机是系统的执行元件,驱动控制系统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后作为位移指令,再经过驱动系统的功率放大后,驱动电动机运转,通过机械传动装置带动工作台或刀架运动。

(4) 检测与反馈装置

检测与反馈装置有利于提高数控机床的加工精度。它的作用是将机床导轨和主轴移动的位置量、移动速度等参数检测出来,通过模数转换成数字信号,并反馈到数控装置中,数控装置根据反馈回来的信息进行判断并发出相应的指令,纠正所产生的误差。

(5) 辅助装置

辅助装置把数控系统送来的辅助指令经机床接口转换成强电信号,用来控制主轴电机启停、冷却液的开关及工作台的转位和换刀等动作。辅助装置主要包括自动换刀装置 ATC(Automatic Tool Changer)、自动交换工作台机构 APC(Automatic Pallet Changer)、工件夹紧放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、切削液装置、排屑装置、过载和保护装置等。

(6) 机床本体

数控机床的本体是指其机械结构实体。它传统的普通机床相比较,同样由主传动系统、进给传动机构、工作台、床身及立柱等部分组成,但数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、

工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。为了满足数控技术的要求和充分发挥数控机床的特点,归纳起来包括以下6个方面的变化:

①采用高性能主传动及主轴部件。具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。

②进给传动采用高效传动件。具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点,一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等。

③具有完善的刀具自动交换和管理系统。

④机床本身具有很高的动、静刚度。

⑤采用全封闭罩壳。由于数控机床是自动完成加工,为了操作安全等,一般采用移动门结构的全封闭罩壳,对机床的加工部件进行全封闭。

⑥在加工中心上,一般具有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。

1.1.2 数控机床的分类

由于机械制造业中零件的形状多种多样,因此,数控机床的品种较多,根据其加工工艺、控制原理、功能和组成,可以从以下几个不同的角度进行分类:

(1) 按加工工艺方法分类

1) 金属切削类数控机床

与传统的车、铣、钻、磨、齿轮加工相对应的数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床及数控齿轮加工机床等。尽管这些数控机床在加工工艺方法上存在很大差别,具体的控制方式也各不相同,但机床的动作和运动都是数字化控制的,具有较高的生产率和自动化程度。在普通数控机床加装一个刀库和换刀装置就成为数控加工中心机床。加工中心机床进一步提高了普通数控机床的自动化程度和生产效率。例如,铣、镗、钻加工中心,它是在数控铣床基础上增加了一个容量较大的刀库和自动换刀装置形成的,工件一次装夹后,可以对箱体零件的四面甚至五面大部分加工工序进行铣、镗、钻、扩、铰及攻螺纹等多工序加工,特别适合箱体类零件的加工。加工中心机床可以有效地避免由于工件多次安装造成的定位误差,减少了机床的台数和占地面积,缩短了辅助时间,大大提高了生产效率和加工质量。

2) 特种加工类数控机床

除了切削加工数控机床以外,数控技术也大量用于数控电火花线切割机床、数控电火花成形机床、数控等离子弧切割机床、数控火焰切割机床及数控激光加工机床等。

3) 板材加工类数控机床

常见的应用于金属板材加工的数控机床有数控压力机、数控剪板机和数控折弯机等。

近年来,其他机械设备中也大量采用了数控技术,如数控多坐标测量机、自动绘图机及工业机器人等。

(2) 按控制运动轨迹分类

1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位,在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值,不控制点与点之间的运动轨迹,因此,几个坐标轴之间的运动无任何联系。可以几个坐标同时向目标点运动,也可以各个坐标单独依次运动。这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲

床及数控点焊机等。点位控制数控机床的数控装置称为点位数控装置。

2) 直线控制数控机床

直线控制数控机床可控制刀具或工作台以适当的进给速度,沿着平行于坐标轴的方向进行直线移动和切削加工,进给速度根据切削条件可在一定范围内变化。直线控制的简易数控车床,只有两个坐标轴,可加工阶梯轴。直线控制的数控铣床,有3个坐标轴,可用于平面的铣削加工。现代组合机床采用数控进给伺服系统,驱动动力头带有多轴箱的轴向进给进行钻镗加工,它也可算是一种直线控制数控机床。数控镗铣床、加工中心等机床,它的各个坐标方向的进给速度能在一定范围内进行调整,兼有点位和直线控制加工的功能,这类机床应该称为点位/直线控制的数控机床。

3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床能够对两个或两个以上运动的位移及速度进行连续相关的控制,使合成的平面或空间的运动轨迹能满足零件轮廓的要求。它不仅能控制机床移动部件的起点与终点坐标,而且能控制整个加工轮廓每一点的速度和位移,将工件加工成要求的轮廓形状。常用的数控车床、数控铣床、数控磨床就是典型的轮廓控制数控机床。数控火焰切割机、电火花加工机床及数控绘图机等也采用了轮廓控制系统。轮廓控制系统的结构要比点位/直线控制系统更为复杂,在加工过程中需要不断地进行插补运算,然后进行相应的速度与位移控制。

现在计算机数控装置的控制功能均由软件实现,增加轮廓控制功能不会带来成本的增加。因此,除少数专用控制系统外,现代计算机数控装置都具有轮廓控制功能。

(3) 按驱动装置的特点分类

1) 开环控制数控机床

如图1.2所示为开环控制数控机床系统框图。

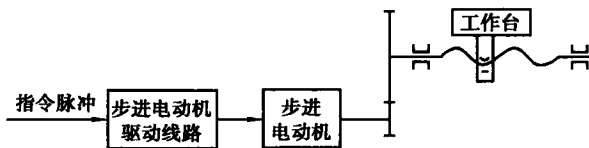


图 1.2 开环数控机床的系统框图

这类控制的数控机床是其控制系统没有位置检测元件,驱动部件通常为反应式步进电动机或混合式步进电动机。数控系统每发出一个进给指令,经驱动电路功率放大后,驱动步进电动机旋转一个角度,再经过齿轮减速装置带动丝杠旋转,通过丝杠螺母机构转换为移动部件的直线位移。移动部件的移动速度与位移量是由输入脉冲的频率与脉冲数所决定的。此类数控机床的信息流是单向的,即进给脉冲发出去后,实际移动值不再反馈回来,故称为开环控制数控机床。

开环控制系统的数控机床结构简单,成本较低。但是,系统对移动部件的实际位移量不进行监测,也不能进行误差校正。因此,步进电动机的失步、步距角误差、齿轮与丝杠等传动误差都将影响被加工零件的精度。开环控制系统仅适用于加工精度要求不很高的中小型数控机床,特别是简易经济型数控机床。

2) 全闭环控制数控机床

全闭环控制数控机床是在机床移动部件上直接安装直线位移检测装置,直接对工作台的