



21世纪高等职业教育规划教材
机电系列

数控机床操作与编程

SHUKONG JICHUANG CAOZUO YU BIANCHENG

■ 主编 苏朱勇 郑丽萍
刘劲松 詹建军
■ 主审 胡松林



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

JIDIANXILIE

21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列

数控机床操作与编程

主 编 苏朱勇 郑丽萍 刘劲松 詹建军

副主编 陆小民 苏 明 阳夏冰 黎 楠
李卫东

编 者 (以姓氏笔画为序)

刘劲松 (襄樊职业技术学院)

毕安龙 (湖北国土资源职业学院)

阳夏冰 (武汉工业职业技术学院)

李卫东 (咸宁职业技术学院)

李 洸 (武汉工业职业技术学院)

杨卫国 (沙市职业大学)

苏朱勇 (沙市职业大学)

苏 明 (湖北国土资源职业学院)

陆小民 (黄冈科技职业学院)

周文嵩 (黄石机电职业技术学院)

郑丽萍 (武汉船舶职业技术学院)

赫焕丽 (咸宁职业技术学院)

郭江涛 (湖北国土资源职业学院)

詹建军 (黄石机电职业技术学院)

黎 楠 (湖北水利水电职业技术学院)

主 审 胡松林

内 容 简 介

本书共分十章,内容包括数控机床概述、数控机床的结构及刀夹具简介、数控机床操作简介、数控加工工艺、数控机床加工程序编制基础、数控车床程序编制、数控铣床程序编制、加工中心的程序编制、特种加工机床简介、数控自动编程概述。每章均配有本章小结、思考与练习题,以方便读者更好地使用本书。

本书注重体现实用技术,采用的加工实例翔实可靠,针对性和实用性较强,读者能很好地掌握和理解。

本书可作为高等工科院校机电类、机制类、模具类专业的教材,也可作为机械制造业有关工程技术人员的参考书。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

数控机床操作与编程/苏朱勇,郑丽萍,刘劲松,詹建军主编.

—武汉:华中师范大学出版社,2007.8

(21世纪高等职业教育规划教材·机电系列)

ISBN 978-7-5622-3549-1

I. 数... II. ①苏... ②郑... ③刘... ④詹... III. ①数控机床—操作—高等学校—教材 ②数控机床—程序设计—高等学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 069664 号

书 名:数控机床操作与编程

主 编:苏朱勇 郑丽萍 刘劲松 詹建军 ©

选题策划:华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027-67867362

出版发行:华中师范大学出版社

地 址:武汉市武昌珞喻路 152 号 邮编:430079

销售电话:027-67863040 67863426 67867076

邮购电话:027-67861321 传真:027-67863291

网址:<http://press.ccnu.edu.cn> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

经 销:新华书店湖北发行所

督 印:章光琼

印 刷 者:武汉理工大印刷厂印刷

责任编辑:陈 勇 责任校对:方汉交 封面设计:罗明波

开本/规格:787mm×1 092mm 1/16 印 张:15.5 字 数:380 千字

版次/印次:2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—5 000

定 价:23.80 元

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027-67861321。

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。

21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列

编审委员会

顾 问 (以姓氏笔画为序)

王 为 刘建萍 刘晓静 周少华
周国柱 罗元文 郑新建 胡松林
赵大兴

委 员 (以姓氏笔画为序)

王结南 王贵槐 刘合群 阮班强
余佑财 吴水萍 吴定智 张晓红
杨晓光 苏 明 苏朱勇 陈少艾
单小容 周文嵩 赵昌后 徐得志
郭建农 高虹静 崔西武 程洪涛
蔡慧玲

总 序

制造业是国民经济的支柱产业,机械制造业是制造业的重要组成部分,它为国民经济各部门和国防建设提供各种技术装备,为人类生产物质财富,创造价值。没有发达的制造业就不可能有国家的真正繁荣昌盛。纵观世界各国,如果一个国家的制造业发达,它的经济和国力必然强大。大多数国家和地区经济腾飞,国力强盛,制造业是功不可没的。美国近 70% 的财富来源于制造业,日本国民经济总产值的近 50% 是由制造业提供的,制造业在我国工业总产值中所占比重为 40%。对任何国家而言,制造业均应是整个工业及国民经济、国防建设的基石,而制造技术则是国家经济持续发展的动力,亦是在世界经济激烈市场竞争中赢得一席之地的根本保障。20 世纪 70 年代,美国有一批学者鼓吹制造业是“夕阳工业”,美国已进入“后工业化社会”,致使美国制造业日益衰退,产品的市场竞争力下降,贸易逆差剧增,其制造业的生存空间不断萎缩。如此惨痛的教训引起企业界、学术界和政府部门的普遍重视,20 世纪 80 年代末期,美国终于认识到:“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”,“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”。

现代机械制造技术的总的趋势是机械制造科技、材料科技、电子科技、信息科技、管理科技、环保科技和生命科技的相互交叉和融合。近 30 年来,新材料不断涌现,材料的强度、刚度、硬度、耐热性不断提高,推动了制造业的发展。随着现代科学技术的迅猛发展,特别是微电子技术、电子计算机技术和通讯技术的发展,机械制造业发生了深刻的变化,出现了电子束加工、离子束加工、超声波加工、激光加工等特种加工方法,突破了传统的金属切削方法,促进了难加工材料加工、复杂型面加工、微细加工等领域的发展;精密加工的精度已从微米级提高到了纳米级,纳米技术与微型机械已成为 21 世纪的核心技术;先进制造技术异军突起,在现代管理技术、现代工程设计技术、现代制造技术和现代物流技术等方面涌现出诸如成组技术、数控技术、计算机集成制造技术、并行工程、准时生产、精益生产、智能制造、虚拟制造、柔性制造、敏捷制造、网络制造、快速原型制造、绿色制造、传感技术、工业机器人等一系列新技术,现代制造技术面临不断的开发和创新。

我国的机械制造业借改革开放之东风已取得长足的发展,充分利用国内外的技术资源,使制造技术、产品质量和经济效益有了显著的提高,但与发达国家相比,仍然存在明显的差距,主要表现在出口的机械产品以中低档为主,高新技术机电产品、成套设备出口比例较低,产品竞争力不强。面对经济的全球化和贸易的自由化,市场竞争愈演愈烈,我国机械制造业正承受着国际市场竞争的巨大压力。但是,改革的不断深入和对外开放的不断扩大为我国制造业的发展提供了良好的机遇。尤其令人欣慰的是,大力发展先进制造技术引起了我国的高度重视,已形成既定的国策。挑战和机遇并存,我们应该面对挑战,抓住机遇,练好内功,大胆创新,提高我国机械制造业的技术水平和能力,提高我国产品的国际竞争力,争取拥有控制市场的主动权。

现代先进制造技术并不摒弃传统的制造技术,而是运用不断涌现的科学技术成果不断地去充实和改造它。这一理念可作为我们编写“21 世纪高等职业教育规划教材·机电系列”的借鉴。当前高职院校机电类专业是一个机电一体化的宽口径专业,而现行的机电类专业课程

体系明显偏重于机械方面,这与当前专业所处的机电一体化定位格局很不适应;另外,高职院校目前所采用的机电系列教材大多不能满足现代机械制造业的发展水平,不仅内容陈旧落后,而且各门课程之间各自独立,有的重复,有的脱节,不能有机地相互融合渗透。因此,编写一套反映时代要求的高质量的教材是当前高职院校机电专业建设的当务之急。为此,华中师范大学出版社组织了多所高职院校机电类专业的教师致力于本系列教材的撰写工作,力争把这套教材编成在全国具有较强竞争力的精品系列教材。这套教材包括《机械制造基础》、《机械设计基础》、《数控机床操作与编程》、《机械制图》、《机械制图习题集》、《互换性与测量技术基础》、《液压与气压传动》、《Pro/ENGINEER 造型、模具及加工基础教程》等共 8 本,计划在 2007 年—2008 年两年内出版完成全部教材。

由于本系列教材参编人员较多,水平和能力难免参差不齐,书中一定会有许多不尽如人意之处,因此恳请广大读者和同仁提出批评和建议。

丛书编委会

2007 年 6 月 10 日

前 言

随着数控技术的飞速发展,数控机床广泛普及和应用。数控机床作为一种高精密度、高效率、高自动化的加工设备,已经成为当今机械制造业先进加工的首选设备,对国民经济的发展起到了重要的作用。

本书的编写紧扣我国数控技术应用发展的前沿,以数控机床编程与数控机床实际操作为主线,注重体现实用技术,力求做到先进性与实用性相结合,注重工科院校学生实际操作能力的培养。并力求避免一些同类教材中数控理论篇幅过大、编程实例没有通过数控机床验证的弊病,并在每章后附有较实用的思考与练习题。

本书共分十章,包括五部分内容:第一部分介绍了数控机床,主要内容有数控机床的发展、组成、分类、结构;第二部分介绍了数控机床的操作,主要内容有数控车床、数控铣床、加工中心的组成,广州系统数控车床、FANUC 系统数控车床、华中世纪星数控铣床、SIEMENS 数控系统加工中心的操作;第三部分介绍了数控加工工艺知识,主要内容有数控机床加工工艺分析,加工技术文件的编写;第四部分介绍了数控程序编制,主要内容有数控车床、数控铣床、加工中心程序的编制;第五部分介绍了自动编程,主要内容有后处理文件编写、软件加工参数设置。

本书由苏朱勇、郑丽萍、刘劲松、詹建军任主编,陆小民、苏明、阳夏冰、黎楠、李卫东任副主编,第1章由郑丽萍(武汉船舶职业技术学院)编写,第2章由陆小民(黄冈科技职业学院)编写,第3章由黎楠(湖北水利水电职业技术学院)编写,第4章由刘劲松(襄樊职业技术学院)编写,第5章由詹建军(黄石机电职业技术学院)编写,第6章由阳夏冰、李泂(武汉工业职业技术学院)编写,第7章、第9章由郭江涛、毕安龙(湖北国土资源职业学院)编写,第8章、第10章由苏朱勇(沙市职业大学)编写。咸宁职业技术学院李卫东、郝焕丽,沙市职业大学杨卫国,湖北国土资源职业学院苏明,黄石机电职业技术学院周文嵩参加了全书编写及书稿整理工作。全书由苏朱勇统稿。

在本书的编写过程中,得到了沙市职业大学领导和同仁及兄弟院校许多老师的大力支持和帮助,湖北工业大学胡松林教授对全书进行了认真细致的审阅,提出了许多宝贵的修改意见,在此一并表示衷心的感谢!同时也特别感谢华中师范大学出版社给予的大力支持与帮助。

由于教材涉及内容广泛,作者水平有限,经验不足,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。期待读者能及时与主编联系(E-mail:suzy83@163.com),以便再版时修订。

编 者

2007年6月

目 录

第1章 数控机床概述	1
1.1 数控机床简介	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 数控机床的组成	2
1.1.3 数控机床的分类	3
1.2 数控机床的工作过程、性能指标及特点	5
1.2.1 数控机床的工作过程	5
1.2.2 数控机床的性能指标	5
1.2.3 数控机床的特点	6
1.3 数控机床的发展趋势	7
本章小结	9
思考与练习题	9
第2章 数控机床的结构及刀夹具简介	10
2.1 数控系统的组成及工作过程	10
2.1.1 数控系统的组成	10
2.1.2 数控系统的工作过程	12
2.2 数控系统的分类、性能指标及功能	13
2.2.1 数控系统的分类	13
2.2.2 数控系统的性能指标及功能	14
2.3 数控机床的结构	15
2.3.1 数控系统的传动系统	15
2.3.2 数控伺服系统	18
2.3.3 检测装置	20
2.3.4 自动换刀装置	21
2.3.5 其他辅助装置	22
2.4 数控刀具及夹具	24
2.4.1 数控刀具	24
2.4.2 数控夹具	25
2.4.3 常见测量工具	26
本章小结	27
思考与练习题	27
第3章 数控机床操作简介	28
3.1 数控车床的组成、特点及分类	28
3.1.1 数控车床的组成	28

3.1.2 数控车床的特点	28
3.1.3 数控车床的分类	28
3.2 FANUC 系统数控车床操作简介	29
3.2.1 机床操作面板简介	29
3.2.2 运转方式	32
3.2.3 系统编程操作	33
3.2.4 系统安全操作	33
3.3 广州数控系统 980T 数控车床操作简介	33
3.3.1 机床操作面板简介	33
3.3.2 操作功能键	34
3.3.3 运转方式	37
3.3.4 系统安全操作	38
3.4 数控铣床的组成、特点及分类	39
3.4.1 数控铣床的组成	39
3.4.2 数控铣床的特点	40
3.4.3 数控铣床的分类	40
3.5 华中世纪星数控铣床操作简介	42
3.5.1 机床操作面板简介	42
3.5.2 操作功能键	43
3.5.3 运转方式	45
3.5.4 系统安全操作	47
3.6 加工中心的组成、特点及分类	47
3.6.1 加工中心的组成	47
3.6.2 加工中心的特点	48
3.6.3 加工中心的分类	49
3.7 SIEMENS-802D 加工中心操作系统简介	51
3.7.1 机床操作面板简介	51
3.7.2 操作功能键	52
3.7.3 运转方式	53
3.7.4 系统编程操作	56
3.7.5 系统安全操作	57
3.8 数控机床的调整	57
3.8.1 数控车床的对刀方法	57
3.8.2 加工中心的调整	59
本章小结	61
思考与练习题	61
第4章 数控加工工艺	62
4.1 数控加工工艺概述	62
4.1.1 数控加工与数控工艺	62

4.1.2 数控加工工艺的主要内容	63
4.1.3 数控加工工艺的特点	63
4.1.4 数控加工与工艺技术的新发展	64
4.2 数控加工工艺设计的主要内容	65
4.2.1 数控加工工艺内容的选择	65
4.2.2 数控加工工艺性分析	65
4.2.3 数控加工工艺路线的设计	65
4.2.4 数控加工工序设计	67
4.3 数控机床加工工艺分析	69
4.3.1 加工工艺分析	69
4.3.2 数控车削加工工艺	70
4.3.3 数控铣削加工工艺	78
4.3.4 加工中心加工工艺	86
4.3.5 典型零件数控加工工艺	87
4.4 数控加工技术文件的撰写	91
4.4.1 数控编程任务书	91
4.4.2 数控加工工件安装和原点设定卡片	91
4.4.3 数控加工工序卡片	92
4.4.4 数控加工走刀路线图	93
4.4.5 数控刀具卡片	94
4.4.6 数控加工程序单	95
本章小结	95
思考与练习题	96
第5章 数控机床加工程序编制基础	97
5.1 数控机床坐标系	97
5.1.1 机床坐标系	97
5.1.2 工件坐标系和编程坐标系	99
5.1.3 机床加工坐标系的设定	100
5.2 数控程序编制的概念	102
5.2.1 数控程序编制的定义	103
5.2.2 字与字的功能	105
5.2.3 程序编写格式	108
5.3 常用编程指令	109
5.3.1 相关坐标系的指令	109
5.3.2 快速定位和插补指令	110
5.3.3 暂停指令	112
5.3.4 机床返回参考点指令	112
5.3.5 单位转换的指令	113
5.3.6 刀具补偿指令	114

本章小结	116
思考与练习题	116
第6章 数控车床程序编制	118
6.1 数控车床程序编制基础	118
6.1.1 数控车床的加工范围	118
6.1.2 数控车床的工艺装备	118
6.1.3 数控车床的编程特点	119
6.2 华中数控系统编程	121
6.2.1 编程指令介绍	121
6.2.2 简单循环编程指令	123
6.2.3 复合循环编程指令	126
6.3 FANUC 数控系统编程	129
6.3.1 固定循环编程指令	130
6.3.2 复合循环编程指令	131
6.3.3 钻孔固定循环编程指令	134
6.4 SIEMENS-802D 数控系统编程	135
6.4.1 基础编程指令	135
6.4.2 循环编程指令	142
6.4.3 车削加工综合实例	147
本章小结	149
思考与练习题	149
第7章 数控铣床程序编制	151
7.1 数控铣床程序编制基础	151
7.1.1 数控铣床的加工范围	151
7.1.2 数控铣床的工艺装备	152
7.1.3 数控铣床的编程特点	153
7.2 华中数控系统铣床程序编制	154
7.2.1 准备功能 G 指令表	154
7.2.2 常用 G 指令功能介绍	155
7.2.3 铣削加工综合实例	164
7.3 MITSUBISHI 数控系统铣床程序编制	165
7.3.1 准备功能 G 指令表	165
7.3.2 常用 G 指令功能介绍	167
7.3.3 铣削加工综合实例	175
本章小结	176
思考与练习题	177
第8章 加工中心程序编制	178
8.1 加工中心程序编制基础	178
8.1.1 加工中心的主要功能	178

8.1.2 加工中心的工艺及工艺装备	178
8.1.3 加工中心编程的特点	180
8.2 FANUC 系统固定循环功能	181
8.2.1 固定循环加工概述	181
8.2.2 固定循环指令介绍	182
8.2.3 应用举例	184
8.3 SIEMENS 系统固定循环功能	185
8.3.1 钻孔循环	186
8.3.2 钻孔样式循环	190
8.3.3 铣削循环	192
8.4 宏程序的应用	197
8.4.1 宏程序的概念	197
8.4.2 FANUC 系统宏程序	198
8.4.3 SIEMENS 系统宏程序	203
本章小结	205
思考与练习题	205
第9章 特种加工机床简介	206
9.1 数控电火花线切割机床简介	206
9.1.1 数控电火花线切割机床的组成	206
9.1.2 数控电火花线切割机床的分类	207
9.1.3 数控电火花线切割机床的加工特点及应用范围	207
9.1.4 数控电火花线切割机床的主要参数	208
9.1.5 数控电火花线切割加工工艺	208
9.2 数控电火花线切割机床编程方法	209
9.2.1 3B 格式程序编制	209
9.2.2 ISO 格式程序编制	210
9.2.3 数控电火花线切割加工综合应用	212
9.3 数控电火花成形加工机床简介	215
9.3.1 数控电火花成形加工机床的基本组成	215
9.3.2 数控电火花成形加工机床的分类	216
9.3.3 数控电火花成形加工机床的特点及应用范围	216
9.3.4 数控电火花成形加工机床的主要加工参数	217
9.3.5 数控电火花成形加工工艺	217
本章小结	218
思考与练习题	218
第10章 数控自动编程概述	219
10.1 数控编程技术及其发展	219
10.1.1 数控编程的基本概念	219
10.1.2 数控编程技术的发展概况	220
10.1.3 自动编程的发展趋势	220

10.2	CAD/CAM 自动编程软件简介	221
10.2.1	CAD/CAM 软件的分类	221
10.2.2	CAD/CAM 技术的特点	222
10.3	MasterCAM 软件的应用	223
10.3.1	MasterCAM 系统特性概述	223
10.3.2	自动编程加工参数编制	224
10.4	MasterCAM 后置处理文件设计	228
10.4.1	程式后处理	228
10.4.2	设计后置处理文件	229
	本章小结	233
	思考与练习题	233
	参考文献	234

第 1 章 数控机床概述

数控机床是电子信息技术和传统机械加工技术相结合的产物,它集现代精密机械、计算机、通讯、液压气动、光电等多学科技术为一体,具有高精密、高精度、高自动化和高柔性的特点,大大提高了机械加工的性能、质量、效益,实现了柔性自动化,并向智能化、集成化方向发展,可以说(计算机)数控技术是现代先进制造技术的基础和核心。

1.1 数控机床简介

机床数字控制技术,顾名思义,就是以数字化信息实现机床自动操作的一门技术。凡是用代码化的数字将刀具移动轨迹的信息记录在介质上,然后输入数控装置,经过译码、运算来控制机床的刀具与工件的相对运动,加工出所需要的工件的一类机床就称为数控机床。

1.1.1 数控机床的产生

1948 年,美国帕森斯公司接受美国空军委托,研制直升机螺旋桨叶片轮廓检验用样板的加工设备。由于样板形状复杂多样,精度要求高,一般加工设备难以适应,于是提出了应用电子计算机控制机床加工样板曲线的设想。1949 年,美国帕森斯公司与美国麻省理工学院(MIT)开始共同研究,并于 1952 年试制成功世界上第一台三坐标立式数控铣床,数控装置采用的是电子管元件。后来,又经过改进并开展自动编程技术的研究,于 1955 年进入实用阶段,这对于加工复杂曲面和促进美国飞机制造业的发展起到了重要作用。

1959 年,数控装置采用晶体管元件和印刷电路板,出现带自动换刀装置的数控机床,称为加工中心(Machining Center,简称 MC),数控装置进入了第二代。

1965 年,出现了第三代数控装置,它采用集成电路,不仅体积小,功率消耗少,而且可靠性提高,价格进一步下降,促进了数控机床品种和产量的发展。

1970 年,通用小型计算机已出现并投入成批生产,人们将它移植过来作为数控系统的核心部件,从此进入计算机数控阶段。这个阶段也包括三代,即 1970 年出现的第四代——小型计算机数控机床,先后出现了由一台计算机直接控制多台机床的直接数控系统(简称 DNC),又称群控系统,以及采用小型计算机控制的计算机数控系统(简称 CNC),数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。1974 年出现的第五代——微型计算机数控系统,采用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置(简称 MNC)。1990 年出现的第六代——基于 PC 的数控机床,以 PC 机作为控制系统的硬件部分,在 PC 机上安装 NC 软件系统,采用这种方式,系统维护方便,易于实现网络化制造。

我国从 1958 年开始研制数控机床,近年来,在引进、消化、吸收国外先进技术的基础上,对数控机床进行了大量的开发工作。一些高档次的数控系统,如五轴联动的数控系统、为柔性制造单元配套的数控系统陆续开发出来。目前我国数控机床的生产已经初步建立了以中低档为主的产业体系,为今后的发展奠定了基础,与发达国家的差距正在不断缩小。

1.1.2 数控机床的组成

数控机床一般由输入输出设备、数控装置(或称 CNC)、伺服单元、驱动装置(或称执行机构)、可编程控制器(简称 PLC)、电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量反馈装置组成。图 1-1 是数控机床的组成框图。

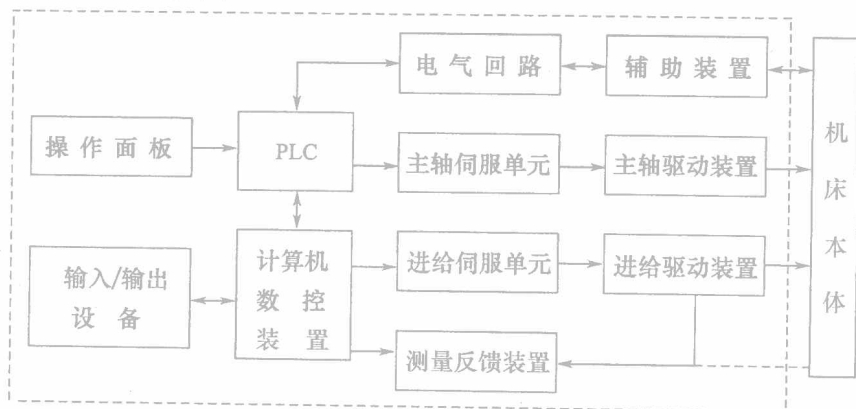


图 1-1 数控机床的组成框图

1. 机床本体

数控机床的机床本体与传统机床相似,由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。但数控机床在整体布局、外观造型、传动系统、刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大的变化,这种变化的目的是为了满足不同数控机床的要求以及充分发挥数控机床的特点。

数控机床由于切削用量大、连续加工发热量大等因素,对加工精度有一定影响,加之在加工过程中是自动控制,不能像在普通机床上那样由人工进行调整、补偿,所以其设计要求比普通机床更严格,制造要求更精密,采用了加强刚性、减小热变形、提高精度等方面的新的措施。

2. CNC 装置

CNC 装置是数控机床的核心,由信息的输入、处理和输出三个部分组成。CNC 装置接受数字化信息,经过数控装置的控制软件和逻辑电路进行译码、插补、逻辑处理后,将各种指令信息输出给伺服系统,伺服系统驱动执行部件作进给运动。

3. 输入/输出设备

输入装置可将不同加工信息传递给计算机。在数控机床产生的初期,输入装置为穿孔纸带,现已趋于淘汰,后来发展成盒式磁带,再发展成键盘、磁盘等,大大方便了信息输入工作,现在多用 DNC 网络通讯的方式输入。

输出是指输出内部工作参数(含机床正常、理想工作状态下的原始参数、故障诊断参数等),一般在机床刚工作时需输出这些参数作为原始记录保存,待工作一段时间后,再将输出与原始资料作比较、对照,可帮助判断机床工作是否维持正常。数控系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器,显示的信息较丰富,并能显示图形,操作人员通过显示器可获得必要的信息。

4. 伺服单元

伺服单元是 CNC 装置和机床本体的联系环节,由驱动器、驱动电机组成,并与机床上的执行部件和机械传动部件组成数控机床的进给系统。它的作用是把来自数控装置的脉冲信号

转换成机床移动部件的运动。对于步进电机来说,每一个脉冲信号都使电机转过一个角度,进而带动机床移动部件移动一个微小距离。每个进给运动的执行部件都有相应的伺服驱动系统,整个机床的性能主要取决于伺服系统。

5. 驱动装置

驱动装置把经放大的指令信号变为机械运动,通过简单的机械连接部件驱动机床,使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,最后加工出图纸所要求的零件。和伺服单元相对应,驱动装置有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机等。

伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统,它是机床工作的动力装置。CNC装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施,所以,伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说,数控机床功能的强弱主要取决于CNC装置,而数控机床性能的好坏主要取决于伺服驱动系统。

6. 可编程控制器

可编程控制器(Programmable Controller,简称PC)是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置,是专为在工业环境下应用而设计的。由于最初研制这种装置的目的是为了解决生产设备的逻辑及开关控制,故称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)。当PLC用于控制机床顺序动作时,也可称之为编程机床控制器(Programmable Machine Controller,简称PMC)。PLC是数控机床不可缺少的控制装置。CNC和PLC协调配合,共同完成对数控机床的控制。

7. 测量反馈装置

测量装置也称反馈元件,包括光栅、旋转编码器、激光测距仪、磁栅等,通常安装在机床的工作台或丝杠上。它把机床工作台的实际位移转变成电信号反馈给CNC装置,供CNC装置与指令值比较,产生误差信号,以控制机床向消除该误差的方向移动。

1.1.3 数控机床的分类

数控机床的品种和规格繁多。据不完全统计,目前已有近500种数控机床。根据数控机床的功能和组成,一般可用以下三种方法分类。

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床

这类机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控镗床、数控磨床等,每一类都有很多品种。

(2) 数控加工中心机床

数控加工中心机床(简称加工中心机床或加工中心)是在一般数控机床的基础上发展起来的,装备有可容纳90把或更多把刀具的自动换刀装置。有的加工中心机床还装有可移动的工作台,用来自动装卸工件。工件经一次装夹后,加工中心机床便能自动地完成诸如铣削、钻削、攻丝、镗削、铰孔等工序。

(3) 多坐标数控机床

有些形状复杂的零件用三坐标的数控机床还是无法加工,如螺旋桨、飞机曲面零件的加工等。此时需要三个以上坐标的合成运动才能加工出需要的形状,于是出现了多坐标数控机床。多坐标数控机床的特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,现在常用的是4~6坐标的数控机床。

2. 按运动方式分类

(1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床的数控装置仅控制刀具相对于工件的定位,由于一个定位点向另一个定位点移动的途径原则上没有规定,但一般沿机床坐标轴运动,在刀具或工件运动中不进行切削。这类机床主要有数控坐标镗床、数控铰孔机床、数控钻床和数控冲床等,相应的数控装置称之为点位控制装置。

(2) 点位直线控制数控机床

这类机床工作时,不但要求工作台从起点坐标运动到终点坐标,还要求工作台在沿着坐标轴运动的过程中进行切削加工,所以它应具备各种进给速度的控制功能。这类机床主要有简易数控车床、数控铣床和镗床类加工中心。

(3) 连续控制数控机床

连续控制系统也称为轮廓控制系统,可以精确地同时控制两个或更多的坐标运动。它的主要特征是加工时不仅要控制起点和终点的坐标位置,还要控制整个加工过程中每点的速度和坐标位置,使机床加工出符合设计要求的各种外形复杂的零件。这类机床主要有数控车床、数控磨床和数控铣床,相应的控制系统称之为连续控制系统。

3. 按控制方式分类

(1) 开环控制数控机床

开环控制的工作过程是:从输入介质输入的信息进入数控装置的解读器,然后编辑成计算机能识别的机器码存入存储器,需要时送指令给电机驱动单元,使伺服电机工作,使被控工作台移动。在开环控制中,机床没有检测和反馈装置,数控装置发出的信号是单向的。同时,它不能纠正伺服系统的差错,所以这类机床的加工精度不高。但是,这类机床反应速度快、调试方便、工作较稳定、维修简单。目前国内生产的一般精度的数控机床多属此类,大多采用功率步进电机。

(2) 闭环控制数控机床

与开环控制不同的是,闭环控制增加了比较电路和反馈装置。在加工过程中,它时刻检测机床移动部件的位置,使之与正确的位置比较。如果出现误差,则发出指令减少误差直至为零;如果误差较大,数控装置可暂停执行程序的下一条指令,直到误差被纠正。因此,闭环控制可消除伺服机构中出现的误差,从而提高机构精度。这类机床的特点是精度高、速度快,但是调试和维修比较复杂。闭环控制的数控机床大多采用功率较大的直流和交流伺服电机。

(3) 半闭环控制数控机床

半闭环控制方式对工作台的实际位置不进行检测,而是通过与伺服电机相关联的测量元件(如测速发电机和光电编码盘等)间接测出伺服电机的转角,推算出运动部件的实际位移量,用此值与指令值进行比较,用差值实现控制。运动部件没有完全包括在控制回路内,因此称为半闭环控制系统。

数控机床按所用数控装置类型分类,可分为硬件式数控机床(NC 机床)和软件式数控机床(CNC 机床),按功能方式分类,可分为高、中、低档三类。