



高等教育
机械类课程规划教材

数控加工编程与操作 实训指导

主编 高建军 林 峰
主审 栾 斌



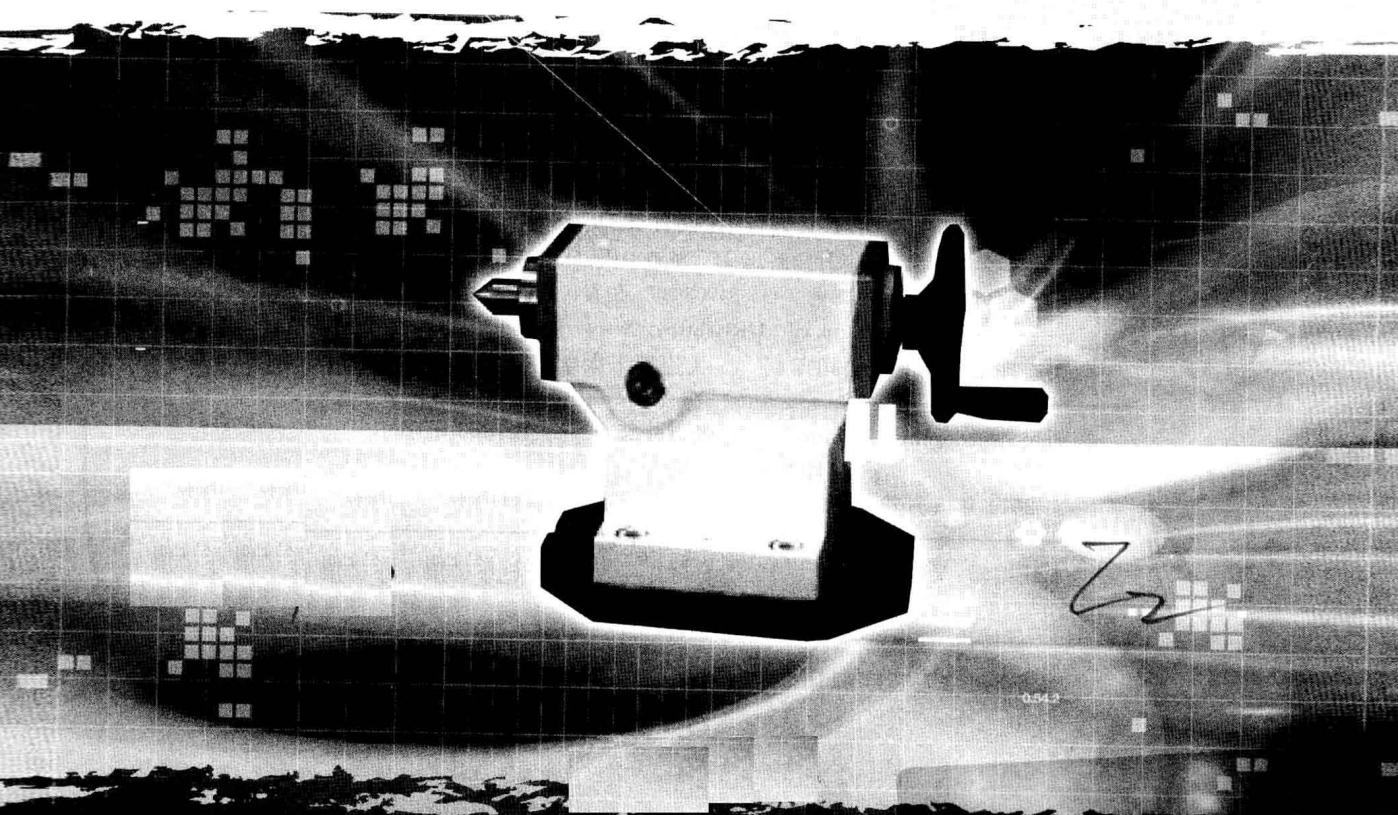
大连理工大学出版社



高等教育
机械类课程规划教材

数控加工编程与操作 实训指导

主 编 高建军 林 峰
副主编 苏杰义 童慧芬 朱同波
主 审 栾 斌



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程与操作实训指导 / 高建军, 林峰主编.
— 大连: 大连理工大学出版社, 2011.5
高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-6115-9

I. ①数… II. ①高… ②林… III. ①数控机床—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 047667 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023
发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466
E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>
大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 16.25 字数: 388 千字
印数: 1~3000
2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 吴媛媛 责任校对: 张享倩
封面设计: 张莹

ISBN 978-7-5611-6115-9

定 价: 32.00 元

《数控加工编程与操作实训指导》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

数控技术是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物,它所带来的巨大社会效益和经济效益已引起了各国科技和工业界的普遍重视。专家们预言:21世纪机械制造业的竞争,其实质是数控技术的竞争。目前,随着国内数控机床的应用范围日益扩大,急需培养一大批熟悉数控加工工艺,熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高技术人才。为了适应我国应用型人才培养的需求,我们经过大量的实践总结,编写了本教材。

本教材以强化应用、培养技能为主要目的,内容包括数控加工基本知识、数控刀具基本知识及选用、数控车床编程与操作实训、数控铣床编程与操作实训、数控仿真加工实训和数控加工软件的使用等。通过本教材的学习,可使学生具备数控机床程序编制和加工调试的能力,从而更好地适应现代化制造业的发展需求。

本教材立足于工作过程系统化课程的实施,力求反映数控加工技术的发展现状,以企业对高技能人才的需求为出发点,以国家技能标准为依据,为工作过程系统化课程提供保障,结合“教、学、做”于一体,落实了“做中学、做中教”的数控技能人才培养理念,保证了培训技能与企业一线需求的一致性。

本教材适合作为数控类、机电类、机械制造类以及与之相近专业的实训教材,也可作为各类培训机构的实践教程。



2 数控加工编程与操作实训指导

本教材由闽南理工学院高建军和林峰任主编,闽南理工学院苏杰义、童慧芬、朱同波任副主编,闽南理工学院栾斌教授任主审。厦门华天涉外职业技术学院张丽丽参加了本教材的编写工作,闽南理工学院郑耀林教授也参加了本教材的编写和审稿工作。具体编写分工如下:高建军编写第1章和第4章;林峰编写第7~10章;苏杰义编写第5章;童慧芬编写第3章;朱同波编写第6章;张丽丽编写第2章。全书由高建军负责统稿和定稿。闽南理工学院迟岩院长、许为勇处长,福建省模具工业协会张志鸣理事对本教材提出了许多宝贵意见和建议,在此深表感谢!

由于编写时间仓促,收集的资料有一定的限度,加之编写人员水平有限,书中难免存在一些错误和不足之处,恳请广大读者批评指正,并将发现的问题和建议及时反馈给我们,以便修订时完善。

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707424 84706676

编 者

2011年5月



第一篇 技术基础篇

第 1 章 数控加工技术基础	3
1.1 数控机床的组成与分类	3
1.2 机床数控技术的发展过程	8
第 2 章 数控机床常用指令及应用	10
2.1 数控程序的结构和格式	10
2.2 常用准备功能和辅助功能指令	12
2.3 数控车床常用简化编程指令	14
2.4 数控铣床常用简化编程指令	25
第 3 章 数控加工刀具的选用及量具	34
3.1 常用刀具材料和刀具种类	34
3.2 数控加工刀具的分类及选用	40
3.3 量具	44

第二篇 数控编程与操作篇

第 4 章 数控车床编程与操作实训	55
4.1 数控车床的安全使用常识	55
4.2 数控车床的使用	56
4.3 数控车床手工编程与加工训练	73
练习题	93
第 5 章 数控铣床编程与操作实训	95
5.1 数控铣床操作规程	95
5.2 FANUC 0i 数控系统操作面板	96
5.3 数控铣床坐标系的对刀	97
5.4 数控铣床综合加工实例	99
5.5 数控铣床实训内容	106

第 6 章 MasterCAM 软件及应用	116
6.1 MasterCAM 概述	116
6.2 CAD 部分	119
6.3 CAM 部分	120
6.4 实 例	124
练习题	128

第三篇 数控仿真加工篇

第 7 章 软件安装与系统设置	131
7.1 软件安装与简介	131
7.2 系统基本设置与刀库管理	136
7.3 实训内容	141
第 8 章 加工刀具的选用	143
8.1 基本操作	143
8.2 机床、工件和刀具操作	149
8.3 实训内容	156
第 9 章 FANUC 0 和华中数控机床仿真操作	157
9.1 FANUC 0 MDI 键盘操作	157
9.2 FANUC 0 标准车床面板操作	164
9.3 FANUC 0 标准铣床、卧式加工中心面板操作	172
9.4 华中世纪星数控机床面板操作	181
9.5 实训内容	203
第 10 章 数控机床仿真操作练习	206
10.1 数控车床 G00、G01、G02/G03、G32 仿真实训	206
10.2 数控车床 G90、G92、G71、G72 仿真实训	212
10.3 数控铣床 G00、G01、G02/G03 仿真实训	220
10.4 数控铣床 M98/M99 仿真实训	223
10.5 数控铣床 G81/G83/G85/G80 仿真实训	225
10.6 数控机床仿真实训综合实例	228
附 录	239
附录一 FANUC 数控指令格式	239
附录二 华中数控指令格式	244
参考文献	252

第一篇

技术基础篇

第 1 章

数控加工技术基础

1.1 数控机床的组成与分类

1.1.1 数控机床的组成

数控机床一般由控制介质、数控装置、伺服系统和机床本体组成。图 1-1 的实线所示为开环控制的数控机床框图。

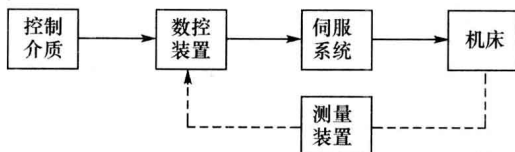


图 1-1 数控机床的组成

为了提高机床的加工精度,在上述系统中再加入一个测量装置(即图 1-1 中的虚线部分),这样就构成了闭环控制的数控机床框图。开环控制系统的工作过程是这样的:将控制机床工作台运动的位移量、位移速度、位移方向、位移轨迹等参量通过控制介质输入给机床数控装置,数控装置根据这些参量指令计算得出进给脉冲序列(包含有上述 4 个参量),然后经伺服系统转换放大,最后控制机床工作台按所要求的速度、轨迹、方向和距离移动。若为闭环系统,则在输入指令值的同时,反馈检测机床工作台的实际位移值,将反馈量与输入量在数控装置中进行比较,若有差值,说明二者间有误差,则数控装置控制机床向着消除误差的方向运动。

数控机床部件如图 1-2 所示。

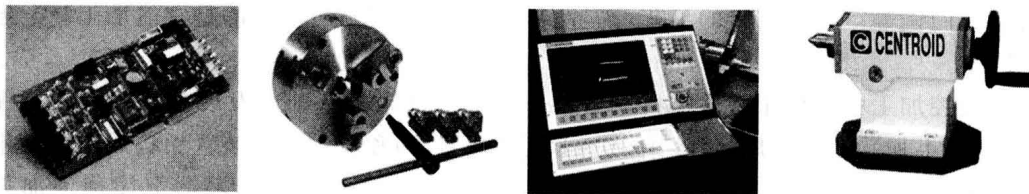


图 1-2 数控机床部件

4 数控加工编程与操作实训指导

现将各组成部分简述如下:

1. 控制介质

数控机床工作时,不需要工人去摇手柄操作机床,但需要其自动地执行人们的意图,这就必须在人和数控机床之间建立某种联系,这种联系的媒介物称之为控制介质(或称程序介质、输入介质、信息载体)。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中枢,在普通数控机床中一般由输入装置、存储器、控制器、运算器和输出装置组成。数控装置接收输入介质的信息,并将其代码加以识别、储存、运算,输出相应的指令脉冲以驱动伺服系统,进而控制机床动作。在计算机数控机床中,由于计算机本身即含有运算器、控制器等上述单元,因此其数控装置的作用由一台计算机来完成。

3. 伺服系统

伺服系统的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换为机床移动部件的运动,使工作台(或溜板)精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,最后加工出符合图纸要求的零件。

在数控机床的伺服系统中,常用的伺服驱动元件有功率步进电动机、电液脉冲马达、直流伺服电动机和交流伺服电动机等。

4. 机床

数控机床中的机床,在开始阶段使用通用机床,只是在自动变速、刀架或工作台自动转位和手柄等方面作些改变。实践证明,数控机床除由于切削用量大、连续加工发热量大等影响工件精度外,并且由于是自动控制,在加工中不能像在通用机床上那样可以随时由人工进行干预。所以其设计要求比通用机床更严格,制造要求更精密。因而后来在数控机床设计时,采用了许多新的加强刚性、减小热变形、提高精度等方面的措施,使得数控机床的外部造型、整体布局、传动系统以及刀具系统等方面都已发生了很大的变化。



1.1.2 数控机床的分类

目前,数控机床品种已经基本齐全,规格繁多,据不完全统计已有 400 多个品种规格。可以按照多种原则来进行分类。但归纳起来,常见的是以下面四种方法来分类的。

1. 按工艺用途分类

(1)一般数控机床。这类机床和传统的通用机床种类一样,有数控车床、数控铣床、数控镗床、数控钻床、数控磨床等,而且每一种又有很多品种,例如,数控铣床中就有立铣、卧铣、工具铣、龙门铣等。这类机床的工艺可能性和通用机床相似,所不同的是它能加工复杂形状的零件。

(2)数控加工中心机床。这类机床是在一般数控机床的基础上发展起来的。它是在一般数控机床上加装一个刀库(可容纳 10~100 多把刀具)和自动换刀装置而构成的一种带自动换刀功能的数控机床(又称多工序数控机床或镗铣类加工中心,习惯上简称为加工中心——Machining Center),这使数控机床更进一步地向自动化和高效化方向发展。

数控加工中心机床和一般数控机床的区别是:工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地更换刀具,连续地对工件各加工面自动地完成铣(车)、镗、钻、铰及攻丝等多工序加工。

这类机床大多以镗铣为主,主要用来加工箱体零件。它和一般数控机床相比,具有如下优点:

①减少机床台数,便于管理,对于多工序的零件只要一台机床就能完成全部加工,并可以减少半成品的库存量;

②由于工件只要一次装夹,因此减少了由于多次安装造成的定位误差,可以依靠机床精度来保证加工质量;

③工序集中,减少了辅助时间,提高了生产率;

④由于零件在一台机床上装夹一次就能完成多道工序加工,所以大大减少了专用工夹具的数量,进一步缩短了生产准备时间。

由于数控加工中心机床的优点很多,深受用户欢迎,因此在数控机床生产中占有很重要的地位。

另外还有一类加工中心,是在车床基础上发展起来的,以轴类零件为主要加工对象,除可进行车削、镗削外,还可进行端面 and 圆周面上任意部位的钻削、铣削和攻丝加工。这类加工中心也设有刀库,可安装4~12把刀具,习惯上称此类机床为车削中心(TC:Turning Center)。

(3)多坐标数控机床。有些复杂形状的零件,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,需要三个以上坐标的合成运动才能加工出所需形状。于是出现了多坐标数控机床,其特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,其坐标轴数通常取决于加工零件的工艺要求。现在常用的是四、五、六坐标的数控机床。图1-3所示为五轴联动的数控加工示意图。这时, X 、 Y 、 Z 三个坐标与转台的回转、刀具的摆动可以同时联动,以加工机翼等复杂形状的零件。

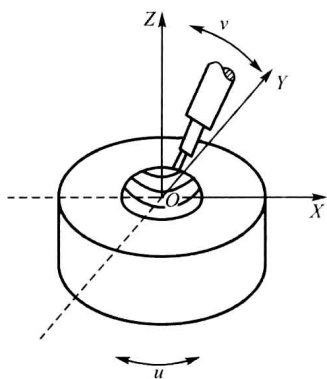


图 1-3 五轴联动的数控加工示意图

2. 按数控机床的运动轨迹分类

按照能够控制的刀具与工件间相对运动的轨迹,可将数控机床分为点位控制数控机床、点位直线控制数控机床和轮廓控制数控机床等。现分述如下:

(1)点位控制数控机床。这类机床的数控装置只能控制机床移动部件从一个位置(点)精确地移动到另一个位置(点),即仅控制行程终点的坐标值,在移动过程中不进行任何切削加工,至于两相关点之间的移动速度及路线则取决于生产率。为了在精确定位的基础上有尽可能高的生产率,所以两相关点之间的移动先是以快速移动到接近新的位置,然后降速1~3级,使之慢速趋近定位点,以保证其定位精度。

这类机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床和数控测量机等,其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,不仅要控制两相关点之间的位置(即距离),还要控制两相关点之间的移动速度和路线(即轨迹)。其路线一般都由和各轴线平行的直线段组成。它和点位控制数控机床的区别在于:当机床的移动部件移动时,可以沿一个坐标轴的方向进行切削加工(一般也可以沿45°斜线进行切削加工,但不能沿任意斜率的直线切削加工),而且其辅助功能比点位控制数控机床多,例如,增加了主轴转速控制、循环进给加工、刀具选择等功能。

6 数控加工编程与操作实训指导

这类机床主要有简易数控车床、数控镗铣床和数控加工中心等。其相应的数控装置称之为点位直线控制装置。

(3)轮廓控制数控机床。这类机床的控制装置能够同时对两个或两个以上的坐标轴进行连续控制。加工时不仅要控制起点和终点,还要控制整个加工过程中每点的速度和位置,使机床加工出符合图纸要求的复杂形状的零件。它的辅助功能亦比较齐全。

这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控磨床和电加工机床等。其相应的数控装置称之为轮廓控制装置(或连续控制装置)。

3. 按伺服系统的控制方式分类

数控机床按照对被控制量有无检测反馈装置可以分为开环和闭环两种。在闭环系统中,根据测量装置安放的位置又可以将其分为全闭环和半闭环两种。在开环系统的基础上,还发展了一种开环补偿型数控系统。

(1)开环控制数控机床。在开环控制中,机床没有检测反馈装置(图 1-4)。

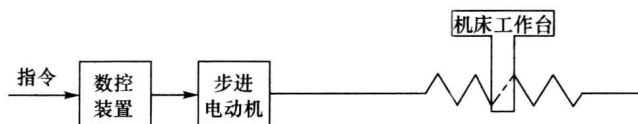


图 1-4 开环控制系统框图

数控装置发出信号的流程是单向的,所以不存在系统稳定性问题。也正是由于信号的单向流程,它对机床移动部件的实际位置不作检验,所以机床加工精度不高,其精度主要取决于伺服系统的性能。工作过程是:输入的数据经过数控装置运算分配出指令脉冲,通过伺服机构(伺服元件常为步进电动机)使被控工作台移动。

这种机床工作比较稳定,反应迅速,调试方便,维修简单,但其控制精度受到限制。它适用于一般要求的中、小型数控机床。

(2)闭环控制数控机床。由于开环控制精度达不到精密机床和大型机床的要求,所以必须检测它的实际工作位置,为此,在开环控制数控机床上增加检测反馈装置,在加工中时刻检测机床移动部件的位置,使之和数控装置所要求的位置相符合,以期达到很高的加工精度。

闭环控制系统框图如图 1-5 所示。图中 A 为速度测量元件, C 为位置测量元件。当指令值发送到位置比较电路时,此时若工作台没有移动,则没有反馈量,指令值使伺服电动机转动,通过 A 将速度反馈信号送到速度控制电路,通过 C 将工作台实际位移量反馈回去,在位置比较电路中与指令值进行比较,用比较的差值进行控制,直至差值消除时为止,最终实现工作台的精确定位。这类机床的优点是精度高、速度快,但是调试和维修比较复杂。其关键是系统的稳定性,所以在设计时必须对稳定性给予足够的重视。

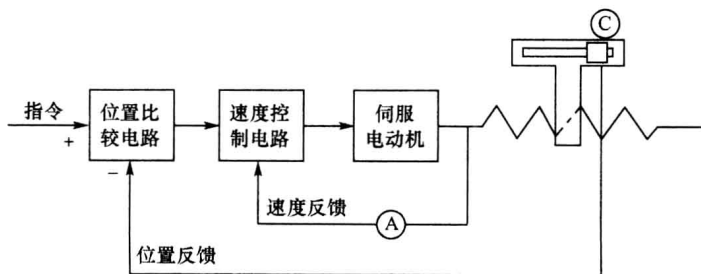


图 1-5 闭环控制系统框图

(3)半闭环控制数控机床。半闭环控制系统框图如图 1-6 所示。这种控制方式对工作台的实际位置不进行检查测量,而是通过与伺服电动机有联系的测量元件,如测速发电机 A 和光电编码盘 B(或旋转变压器)等间接检测出伺服电动机的转角,推算出工作台的实际位移量,图 1-6 所示的半闭环控制系统框图中用此值与指令值进行比较,用差值来实现控制。从图 1-6 可以看出,由于工作台没有完全包括在控制回路内,因而称之为半闭环控制。这种控制方式介于开环与闭环之间,精度没有闭环高,调试却比闭环方便。

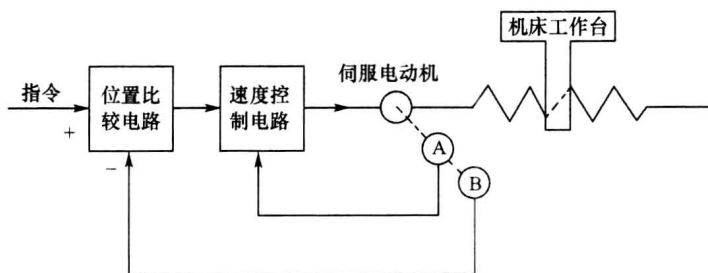


图 1-6 半闭环控制系统框图

(4)开环补偿型数控机床。将上述三种控制方式的特点有选择地集中起来,可以组成混合控制的方案。这在大型数控机床中是人们多年研究的题目,现在已成为现实。因为,大型数控机床需要很高的进给速度和返回速度,又需要相当高的精度。如果只采用全闭环的控制,机床传动链和工作台全部置于控制环节中,因素十分复杂,尽管安装调试多经周折,仍然困难重重。为了避开这些矛盾,可以采用混合控制方式。在具体方案中它又可分为两种形式:一是开环补偿型;二是半闭环补偿型。这里仅将开环补偿型数控机床加以介绍。

图 1-7 所示为开环补偿型控制系统框图。它的特点是:基本控制选用步进电动机的开环控制伺服机构,附加一个校正伺服电路。通过装在工作台上的直线位移测量元件的反馈信号来校正机械系统的误差。

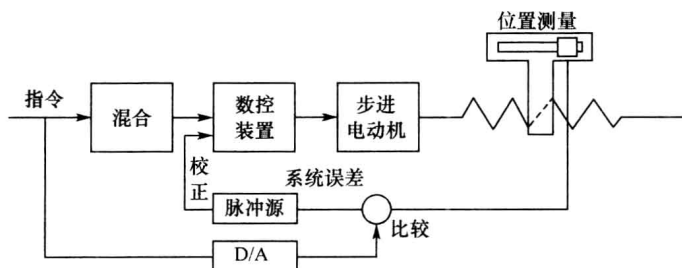


图 1-7 开环补偿型控制系统框图

4. 按数控装置分类

数控机床若按其实现数控逻辑功能控制的数控装置来分,有硬线(件)数控机床和软线(件)数控机床两种。

(1)硬线数控(又称普通数控,即 NC)机床。这类数控系统的输入、插补运算、控制等功能均由集成电路或分立元件等器件实现。一般来说,数控机床不同,其控制电路也不同,因此系统的通用性较差,因其全部由硬件组成,所以功能和灵活性也较差。这类系统在 70 年代以前应用比较广泛。

(2)软线数控(又称计算机数控或微机数控,即 CNC 或 MNC)机床。这类系统利用中、

大规模及超大规模集成电路组成 CNC 装置,或用微机与专用集成芯片组成 CNC 装置,其主要的数控功能几乎全由软件来实现,对于不同的数控机床,只需编制不同的软件即可,而硬件几乎可以通用。因而灵活性和适应性强,也便于批量生产,模块化的软、硬件,提高了系统的质量和可靠性。所以,现代数控机床都采用 CNC 装置。

1.2 机床数控技术的发展过程

数控机床综合应用了自动控制技术、计算机技术、微电子技术、精密测量技术和机床结构等方面的最新成就。40 多年来,随着科学技术的发展,机床数控技术亦经历了数代的变化,当前又出现了一些新的发展动向,以下就来谈这些问题。

1.2.1 数控机床的产生

从 1952 年至今,数控机床按照控制机的发展,已经历了五代。

1959 年,由于在计算机行业中研制出晶体管元件,因而在数控系统中广泛采用晶体管和印刷电路板。

1965 年,出现小规模集成电路,由于它体积小、功耗低,使数控系统的可靠性得到进一步提高。

以上数控系统,都是采用专用控制计算机的硬接线数控系统,我们称之为硬线系统,统称为普通数控系统(NC)。

随着计算机技术的发展,小型计算机的价格急剧下降,激烈地冲击着市场。数控系统的生产厂家认识到,采用小型计算机来取代专用控制计算机,经济上是合算的,许多功能可以依靠编制专用程序存在计算机的存储器中,构成所谓控制软件而加以实现,提高了系统的可靠性和功能特色。这种数控系统,称为第四代数控系统,即计算机数控系统(CNC)。

但是,计算机技术的发展是日新月异的,就在 1970 年前后,美国英特尔(Intel)公司开发和使用了四位微处理器,微处理芯片渗透到各个行业,数控技术也不例外。我们把以微处理机技术为特征的数控系统称为第五代数控系统(MNC)。

1.2.2 数控机床的发展动向

上面曾谈到,从数控系统的发展来看,数控机床已发展了五代。在实际应用中,除了机床行业之外,数控技术还应用在其他部门,产生了各种数控设备。最初,人们考虑的是在一台设备上如何提高自动化程度。例如,增加控制坐标轴的个数,如多轴数控系统(目前世界上的数控系统,最多控制的轴数是 24 轴)。又如,在一台设备上实现多工序自动控制,“加工中心”就是一台多工序数控机床,在一台机床上,可以实现车、铣、钻、镗、攻丝等多种功能。后来,人们发现电子计算机处理数据的速度比数控设备的加工速度快,利用一台计算机可控制多台数控设备,我们习惯称之为群控系统或直接数控系统(DNC)。

当前,国内外在数控装置、机床结构等方面的研究与开发不断取得新成果,其水平和功能也日臻提高和完善,出现了新的发展特点。从数控系统方面看,主要有:



- (1) 主控机向着多位的微处理机方向发展。
- (2) 数控装置向着集成化和智能化的方向发展。
- (3) 数控系统采用模块化结构。
- (4) 数控编程更加图形化和自动化。
- (5) 数控系统更加可靠化和宜人化。

在数控机床的结构方面,一是其驱动装置正向着交流化和数字化的方向发展;二是机床床体部分的设计和制造不断选用新的材料;三是其加工刀具等辅助工具的材料引人注目。



1.2.3

我国的发展情况

我国从 1958 年开始研究数控机床加工技术,60 年代针对壁锥、非圆齿轮等具有复杂形状的工件研制出了数控壁锥铣床、数控非圆齿轮插齿机等设备,保证了加工质量,减少了废品,提高了效率,取得了良好的效果。70 年代针对航空工业等加工复杂形状零件的急需,从 1973 年以来组织了数控机床攻关会战,经过 3 年努力,到 1975 年已试制生产了 40 多个品种、300 多台数控机床。据国家统计局的资料,从 1973~1979 年,7 年内全国累计生产数控机床 4108 台(其中约 3/4 以上为数控线切割机床)。从技术水平来说,我国大致已达到国外 60 年代后期的技术水平。为了扬长避短,以解决用户急需,并争取打入国际市场,1980 年前后,我国采取了暂时从国外(主要是从日本和美国)引进数控装置和伺服驱动系统,为国产主机配套的方针,几年内大见成效。1981 年,我国从日本发那科(FANUC)公司引进了 5、7、3 等系列的数控系统和直流伺服电动机、直流主轴电动机技术,并在北京机床研究所建立了数控设备厂,当年年底开始验收投产,1982 年生产约 40 套系统,1983 年生产约 100 套系统,1985 年生产约 400 套系统,伺服电动机与主轴电动机也配套生产。这些系统是国外 70 年代的水平,功能较全,可靠性比较高,这样就使机床行业发展数控机床有了可靠的基础,使我国的主机品种与技术水平都有较大的发展与提高。1982 年,青海第一机床厂生产的 XHK754 卧式加工中心,长城机床厂生产的 CK7815 数控车床,北京机床研究所生产的 JCS018 立式加工中心,上海机床厂生产的 H160 数控端面外圆磨床等,都能可靠地进行工作,并陆续形成了批量生产。1984 年,仅机械工业部门就生产数控机床 650 台,全国当年总产量为 1620 台,已有少数产品开始进入国际市场,还有几种合作生产的数控机床返销国外。1985 年,我国数控机床的品种已有了新的发展,除了各类数控线切割机床以外,其他各种金属切削机床(如各种规格的立式、卧式加工中心,立式、卧式数控车床,数控铣床,数控磨床等)也都有了极大的发展,新品种总计 45 种。到 1989 年底,我国数控机床的可供品种已超过 300 种,其中数控车床占 40%,加工中心占 27%。

目前,我国除具有设计与生产常规的数控机床(包括 MNC 系统的车床、铣床、加工中心机床等)外,还生产出了柔性制造系统(FMS)。1984 年,北京机床研究所研制成功了 FMC-1 和 FMC-2 柔性加工单元,之后又开始了柔性制造系统的开发工作,并与日本发那科(FANUC)公司合作,在北京机床研究所内建立了第一条柔性制造系统(JCS-FMC-1 型),用于加工直流伺服电动机的轴类、法兰盘类、刷架体类和壳体类的 14 种零件。近年来,依靠我国科技人员的努力,已先后研制成功并在北京、长春等地安装使用了柔性制造系统。这一切说明,我国的机床数控技术已经进入了一个新的发展时期。预计在不远的将来,我国将会赶上和超过世界先进国家的水平。

第 2 章

数控机床常用指令及应用

2.1 数控程序的结构和格式

2.1.1 程序的结构

一个完整的程序由若干程序段组成,每个程序段由若干个指令字组成。指令字表示一个信息单元,每个指令字又由字母(地址符)、数字和符号组成。下面是某一零件的加工程序。

```
O0005  
N0001 G91 G00 G17 S300 M03;  
N0002 G41 X30.0 D01;  
N0003 X2.0 Y1.0;  
N0004 Z-98.0;  
N0005 G01 Z-12.0 F100;  
.....  
N0011 G40 Z-12.0 F100;  
N0012 M30;
```

该程序由 12 个程序段组成。O0005 是程序编号,放在程序的开头,便于区别其他程序和从数控装置的程序存储器中检索、调用该加工程序。M30 是程序的结束指令,放在程序的结尾。每个程序段完成一种动作,程序段由若干指令字构成,每个指令字表示数控机床的一个位置或一个动作,例如 N0001 表示程序段号,由 N 后跟 2~4 位数字组成。G91 为准备功能字,由 G 后跟 2 位正整数组成。X2.0、Y1.0、Z-98.0 等为尺寸指令字,表示刀具的位置。F100 为进给功能字,指定切削的进给速度。S300 表示主轴转速功能字,指定主轴加工时的转速。M03 代表辅助功能字,控制主轴启动、旋转、停止及辅助装置的开、关等。此外还有刀具功能 T(用来表示刀具的选择)、刀具补偿功能 D 或 H 等。指令字是程序中指令最小的单位。每个程序段的结束处要用“;”或 LF、CR、EOB 等结束符。不同的数控机床对于一个程序段的字符数有不同的限制。