

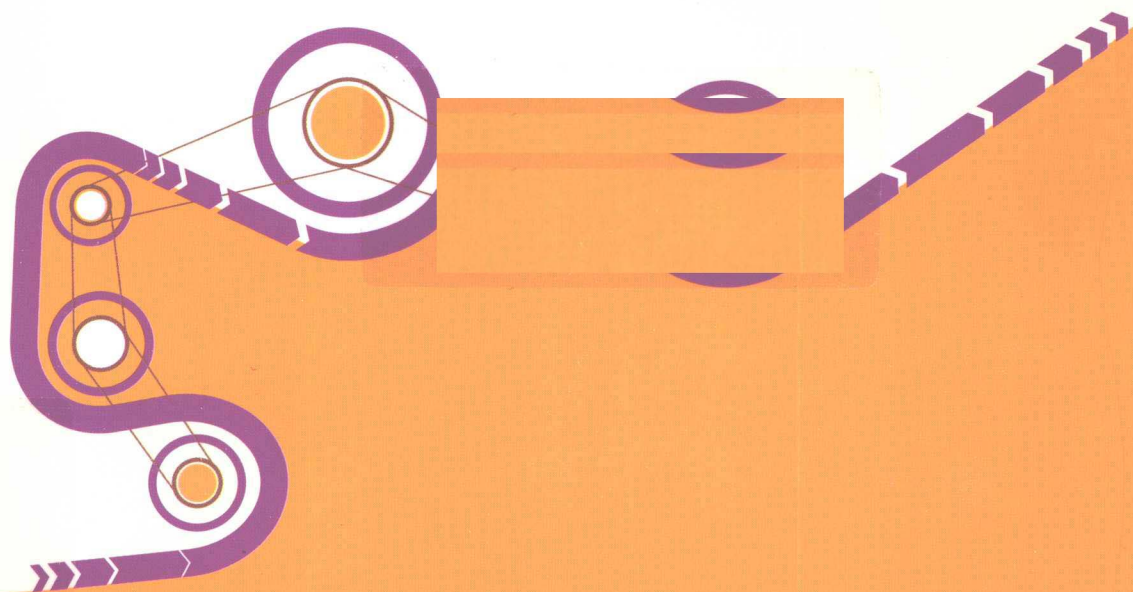
浙江省示范专业建设教材

高职高专机电类工学结合模式教材

数控编程与机床操作

吴晓苏 周智敏 主 编

张素颖 葛铭锋 副主编



清华大学出版社

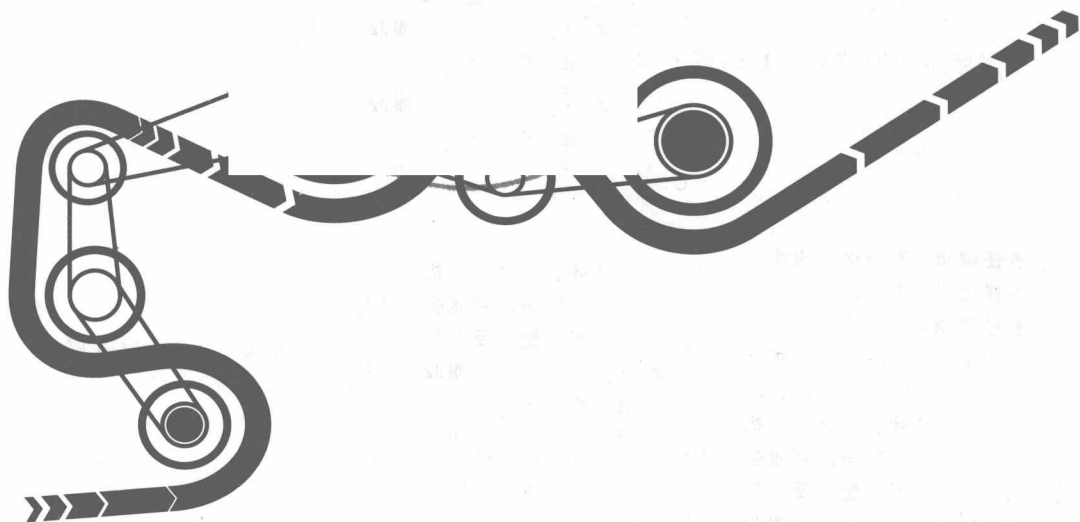
浙江省示范专业建设教材

高职高专机电类工学结合模式教材

数控编程与机床操作

吴晓苏 周智敏 主 编

张素颖 葛铭锋 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共分三部分,分别是绪论:数控基础知识;上篇:数控车削编程与操作;下篇:数控铣/加工中心编程与操作。全书内容在体系结构上进行了创新,针对高职高专教育进行了大胆尝试,有相当部分的项目内容来自于生产一线,知识点按数控加工岗位的能力要求进行编写。其中数控车削编程与操作全篇分12个项目进行编写与开发,数控铣/加工中心编程与操作全篇分13个项目进行编写与开发,各章都引用了大量企业真实零件。各项目都涵盖了近几年数控大赛的较多知识点,总体难度达到技师水平。全书的项目内容丰富,深入浅出,结构严谨、清晰,突出教学的可操作性。本书的特点是以项目化教学为导向,但又不失教材的严谨性。

本书可作为高职高专院校数控技术及相关制造类专业的教学用书,也可作为从事数控加工工程技术人员的参考用书。本书为省级示范专业核心项目化教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控编程与机床操作/吴晓苏,周智敏主编. —北京:清华大学出版社,2010.6

ISBN 978-7-302-22136-4

I. ①数… II. ①吴… ②周… III. ①数控机床—程序设计 ②数控机床—操作
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 031397 号

责任编辑:朱怀永 胡连连

责任校对:李 梅

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:379 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版 印 次:2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00 元

产品编号:035163-01



随着数控技术的飞速发展,制造业已普遍使用数控机床代替原普通及一些半自动化机床,原本无法加工的各种形状的零件都可以通过数控技术得以加工实现。但伴随而来的大量数控机床,如何进行精密装配和调试,如何进行维修维护与保养,如何对产生的故障进行快速诊断,已成为各数控机床制造及使用厂家的心病,急需解决这样的现状。

2008年杭州职业技术学院与友嘉实业集团合作共建了“校企共同体——友嘉机电学院”,以培养“数控加工(客户试件加工)和数控维修(数控机床的安装与调试)”的岗位人才。数控技术专业通过对友嘉实业集团的几十家企业的调研,进行了人才培养方案的调整,突出了“数控维修人才的培养应从数控机床的安装调试开始”这一理念,更注重让学生通过数控机床的安装与调试岗位的顶岗实习,学习数控机床的维修维护知识。这样的理念也得到浙江省教育厅的高度评价,并指示数控技术专业按浙江省示范专业建设,批准“基于岗位需求的数控技术专业学生能力培养”为2009年浙江省新世纪教改课题(浙教高教[2009]137号)。按照岗位要求确定开发《数控原理与系统参数》、《数控机床结构与装调工艺》、《数控编程与机床操作》、《CAM自动编程与后处理》和《数控加工工艺分析》5本教材,其中后3本教材按项目化教材开发。经过近两年时间的下厂挂职锻炼和校企合作开发,《数控原理与系统参数》作为浙江省重点建设教材已由机械工业出版社出版发行,后4本教材将陆续通过清华大学出版社出版发行。

《数控编程与机床操作》教材的开发,得到了学院和友嘉实业集团的大力支持,学院先后派了8位教师去友嘉实业集团企业挂职锻炼,在教材的开发中集团企业提供了大量有效资料。本项目化教材与以往数控编程与加工教材不同,其将编程命令以及零件切削用量、装夹方法的选择等加工任务分散到每个模块相应的任务中,并采用任务驱动的模式,学生学完相应的程序,马上完成相应的任务,使学习目的性更明确。本教材是省级示范数控技术专业建设的阶段性成果,同时也是“浙江省人力资源和社会保障厅研究课题成果”。

本书的绪论数控基础知识由吴晓苏编写,上篇数控车削编程与操作由张素颖和葛铭锋编写,下篇数控铣/加工中心编程与操作由周智敏编写,全书由吴晓苏负责统稿审核。本教材的编写得到了友嘉实业集团、杭州中意自动化设备有限公司的合作和支持,为本书提供了大量有价值的

图纸资料和零件加工程序,在编写过程中还得到了一线技术人员的帮助和专家的指导,在此一并表示谢意。

由于作者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2010年1月



绪论 数控基础知识	1
-----------------	---

一、数控技术的基本概念	1
-------------------	---

二、数控编程基础	21
----------------	----

上篇 数控车削编程与操作

项目 1 轮廓线加工	47
------------------	----

任务 1 项目分析	47
-----------------	----

◆ 知识链接	47
--------------	----

任务 2 程序编制	54
-----------------	----

任务 3 控制面板操作	56
-------------------	----

任务 4 对刀及坐标设定	63
--------------------	----

任务 5 仿真操作训练	66
-------------------	----

项目 2 阶梯轴加工	68
------------------	----

任务 1 项目分析	68
-----------------	----

◆ 知识链接	68
--------------	----

任务 2 程序编制	72
-----------------	----

任务 3 量具使用	74
-----------------	----

任务 4 仿真操作训练	77
-------------------	----

项目 3 复杂轴加工	78
------------------	----

任务 1 项目分析	78
-----------------	----

◆ 知识链接	78
--------------	----

任务 2 程序编制	83
-----------------	----

任务 3 机床操作训练	87
-------------------	----

项目 4 仿形轴加工	90
------------------	----

任务 1 项目分析	90
-----------------	----

◆ 知识链接	91
--------------	----

任务 2 程序编制	92
-----------------	----

任务 3 机床操作训练	94
项目 5 槽、孔的加工	96
任务 1 项目分析	96
◆ 知识链接	97
任务 2 程序编制	100
任务 3 机床操作训练	102
项目 6 螺纹加工	103
任务 1 项目分析	103
◆ 知识链接	103
任务 2 程序编制	108
任务 3 机床操作训练	111
项目 7 轴套加工(内轮廓加工)	113
任务 1 项目分析	113
◆ 知识链接	114
任务 2 程序编制	116
任务 3 机床操作训练	118
项目 8 刀具位置和刀尖圆弧半径补偿	120
任务 1 项目提出	120
◆ 知识链接	120
任务 2 程序编制	124
任务 3 机床操作训练	126
项目 9 相同槽的加工(子程序)	127
任务 1 项目提出	127
◆ 知识链接	127
任务 2 程序编制	128
任务 3 机床操作训练	130
项目 10 非圆曲线加工(宏指令)	131
任务 1 项目提出	131
◆ 知识链接	131
任务 2 程序编制	134
任务 3 机床操作训练	137

项目 11 典型轮廓轴类零件加工	138
任务 1 项目提出	138
任务 2 任务分析指导	139
任务 3 程序编制	139
任务 4 机床操作训练	141
项目 12 典型套类零件加工	143
任务 1 项目提出	143
任务 2 任务分析指导	144
任务 3 程序编制	144
任务 4 机床操作训练	147
下篇 数控铣/加工中心编程与操作	
项目 13 平面沟槽类零件加工	151
任务 1 项目分析	151
◆ 知识链接	152
任务 2 程序编制	153
任务 3 控制面板操作	155
任务 4 工件的装夹与找正	161
任务 5 装卸刀具及手动推平面	162
任务 6 对刀及坐标系设定	163
任务 7 机床操作训练	166
项目 14 内外轮廓零件加工	169
任务 1 项目分析	169
◆ 知识链接	170
任务 2 程序编制	171
任务 3 机床操作训练	172
项目 15 深轮廓零件加工	174
任务 1 项目分析	174
◆ 知识链接	175
任务 2 程序编制	176
任务 3 机床操作训练	177

项目 16 相同轮廓零件加工	179
任务 1 项目分析	179
◆ 知识链接	180
任务 2 程序编制	180
任务 3 机床操作训练	181
项目 17 相似轮廓零件加工	183
任务 1 项目分析	183
◆ 知识链接	184
任务 2 程序编制	184
项目 18 对称轮廓零件加工	186
任务 1 项目分析	186
◆ 知识链接	187
任务 2 程序编制	187
任务 3 机床操作训练	188
项目 19 极坐标定位轮廓加工	190
任务 1 项目分析	190
◆ 知识链接	191
任务 2 程序编制	192
任务 3 机床操作训练	193
项目 20 孔系零件加工	194
任务 1 项目分析	194
◆ 知识链接	195
任务 2 程序编制	206
任务 3 机床操作训练	208
项目 21 多把刀具自动换刀	211
任务 1 项目分析	211
◆ 知识链接	212
任务 2 程序编制	213
任务 3 机床操作训练	215
项目 22 非圆曲线	217
任务 1 项目分析	217

◆ 知识链接	217
任务 2 程序编制	222
项目 23 曲面加工	224
任务 1 项目分析	224
◆ 知识链接	224
任务 2 程序编制	226
任务 3 机床操作训练	228
项目 24 综合零件加工	229
任务 1 项目分析	229
任务 2 程序编制	230
任务 3 机床操作训练	233
项目 25 相对复杂零件的加工	235
任务 1 项目分析	235
任务 2 程序编制	236
任务 3 机床操作训练	238
附录 A 补缺指令知识链接	240
附录 B 常用数控系统	249
附录 C 其他常用数控系统 G 代码总汇	250
附录 D 常用刀具切削参数	254
参考文献	256

数控基础知识

一、数控技术的基本概念

（一）数控机床的概念

数控技术和数控装备是现代化制造业的重要基础。这个基础是否牢固直接影响到一个国家的经济发展和综合国力,关系到一个国家的战略地位。因此,世界上各工业发达国家均采取重要措施来发展自己的数控技术及其产业。

1. 数控技术的定义

数控技术是用数字信息对机械运动和工作过程进行控制的技术,数控装备是以数控技术为代表的新技术对传统制造产业和新兴制造业的渗透形成的机电一体化产品,即所谓的数字化装备,其技术范围覆盖以下很多领域:①机械制造技术;②信息处理、加工、传输技术;③自动控制技术;④伺服驱动技术;⑤传感器技术;⑥软件技术等。

数控机床,就是采用了数控技术的机床,或者说是装备了数控系统的机床。数控机床起源于美国,首先用于军工,此后数控技术获得了迅速发展。

2. 数控机床的定义

国际信息处理联盟(International Federation of Information Processing, IFIP)第五技术委员会,对数控机床作如下定义:数控机床即数字控制(Numerical Control, NC)机床,是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够逻辑地处理具有使用代码,和其他符号编码指令规定的程序。它是一种灵活、通用、能够适应产品频繁变化的柔性自动化机床。

定义中所指的程序控制系统,就是所说的数控系统。数控系统是一种控制系统,它能自动阅读输入载体上事先给定的数字值,并将其译码,从而使机床动作和加工零件。数控系统包括数控装置、可编程序控制器、

主轴驱动及进给驱动装置等部分。

数控机床加工过程中所需的各种操作,比如主轴变速、工件松夹、刀具进退、刀具选择、机床开停和冷却液供给等,以及刀具与工件之间的相对位移量,都是通过数字化代码编制的控制程序,经过计算机的运行处理,发出各种指令来控制机床的伺服系统和其他执行元件,使机床自动完成加工工作。数控机床与其他自动机床的显著区别就在于:当加工对象改变时,只要改变相应的加工程序即可,而不必对机床做其他的改变。这正是数控机床的“柔性”优于其他“刚性”自动化设备之所在。数控机床是一种高度机电一体化的产品。

1948年,美国帕森斯公司(Parsons Co.)在承担研究和设计加工直升飞机桨叶轮廓用检查样板的加工机床任务时,该公司经理帕森斯(John T. Parsons)根据自己的设想,提出了革新这种样板加工机床的新方案,由此便产生了研制数控机床的最初萌芽。1949年,作为这一方案主要承包者的帕森斯公司,正式接受委托,在麻省理工学院伺服机构研究所(Servo Mechanisms Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology)的协助下,开始从事数控机床的研制工作。经过三年的研究,于1952年试制成功世界上第一台数控机床试验性样机。这是一台采用脉冲乘法器原理的直线插补三坐标数控机床,取名叫做“Numerical Control”。从此以后,众多厂家都开始了数控机床的研制开发工作。1958年美国的Kearney & Treckre公司开发出了具有刀库、刀具交换装置、回转工作台、可以在一次装夹中对工件的多个面进行钻孔、镗孔、攻螺纹、镗削、平面铣削和轮廓铣削等多种加工的数控机床。由于它将钻、铣等多种机床加工的功能集于一身,不仅减少了工件的搬运、装夹、换刀等辅助工作时间,提高了生产效率,而且也使加工精度大大提高。这样又产生了数控机床的一个新种类——加工中心(Machining Center, MC)。早期的数控机床属于硬件数控(NC),20世纪70年代电子计算机被引入NC中,出现了计算机数控(Computer Numerical Control, CNC),现在CNC已经全面替代了NC。

3. NC 与 CNC

随着微电子技术的不断发展,数控装置也在不断地更新换代,先后经历了电子管(1952年)、晶体管(1959年)、小规模集成电路(1965年)、大规模集成电路及小型计算机(1970年)和微处理机或微型计算机(1974年)五代数控系统。

前三代数控装置属于采用专用控制计算机的硬接线(硬件)数控装置,一般称为NC数控装置。硬件数控装置的控制逻辑,是由固定接线的硬件结构组成的专用计算机来实现,数控装置的输入、插补运算和控制等功能都由集成电路组成的逻辑电路来实现,制成后就不易改变,柔性差,这类系统在60年代末70年代初以前应用得比较广泛,现在NC硬件数控装置已被淘汰。

20世纪70年代初,随着计算机技术的发展,小型计算机的价格急剧下降,从而出现了采用小型计算机代替专用硬件控制计算机的第四代数控系统。这种数控系统不仅在经济上更为合算,而且许多功能还可用编制的专用程序来实现,并可将专用程序存储在小型计算机的存储器中,构成控制软件。这种数控系统称为计算机数控系统,也称为CNC数控系统。自1974年开始,以微处理机为核心的数控系统(Microcomputerized Numerical Control, MNC)得到迅速发展。CNC和MNC称为软接线(软件)数控系统,目前软件数控系统均采用MNC,习惯上人们仍称为CNC。

CNC 较 NC 数控系统具有以下优点。

- ① 增强了柔性,改变系统软件就改变了控制逻辑,且可修改、增添更完善的功能。
- ② CNC 系统较易实现多轴联动插补,采用能提高精度的插补方法,提高了机械的工作精度。
- ③ CNC 系统简化了硬件结构,即意味着减少了 NC 系统中焊点、接插点和连接线等出现的故障。
- ④ CNC 系统简化了用户编制的工作程序,从而减少了差错。
- ⑤ 用户工作程序可一次输入存储器,避免了 NC 系统中频繁开动光电输入机等造成的几乎占总故障 50% 的故障。
- ⑥ CNC 系统易于设置各种诊断程序,可以进行故障预检和自动查找,而 NC 系统这一点是很难做到的。
- ⑦ CNC 系统的可靠性比 NC 系统提高了 1~2 个数量级。

CNC 系统的性能优越,并且它把成本很低的微处理机和微型计算机用于 CNC 系统,从而大大提高了其性能价格比,CNC 系统以压倒优势占领了数控市场。使用微处理机和微型计算机后,数控装置的体积大大减小,以至于可以和机械本体做成一体,这也是“机电一体化”的一个典范。

NC 系统向 CNC 系统发展是一个总的趋势,即所谓的“硬件软化”。但是软件数控中,若一切功能均由计算机指令来实现,则计算机内部的运算处理工作将非常繁忙,甚至达不到系统的速度要求。例如在快速连续插补时,往往不能满足速度要求。近年来由于超大规模集成电路技术的发展,利用硬件电路速度快的优点,把 CNC 中一些大量占用计算机实时控制时间的程序模块固化在硬件芯片中,大大提高了运算和处理速度。这即所谓的“软件硬化”。“硬件软化”和“软件硬化”这两种趋势,相互渗透、彼此补充,从而使数控装置的功能不断增强,性能和可靠性不断提高。

4. 数控机床的工作过程

在数控机床上加工一个零件,一般包含以下几个步骤。

- ① 根据零件的图样,结合加工工艺方案,用规定的代码和程序格式来编写加工程序。
- ② 将所编程序指令输入机床数控装置。
- ③ 数控装置对程序(代码)进行翻译,插补运算器进行加工轨迹运算处理,向机床各个坐标的伺服驱动机构提供控制信号,实现对刀具与零件相对运动的控制,并通过位置检测反馈以确保位置精度。
- ④ 与此同时,CNC 装置提供的信号,还可以通过 PLC 实现对机床其他各运动部件的控制与操作,其中包括主轴变速、主轴齿轮换挡、工件松夹、刀具转位以及开关冷却液等。
- ⑤ 首件试切加工,检验零件的合格性,并修改程序;工厂一般允许首件报废,第二件开始就必须达到合格要求。
- ⑥ 最后在机床上加工出合格的零件。

数控机床通过程序调试、试切削,进入正常批量加工后,操作者一般只要进行工件上下料装卸,再按程序自动循环按钮,机床就能自动完成整个加工过程。

零件程序编制可分为手工编程和自动编程。手工编程是指程序员根据加工图样和工

艺,采用数控程序指令(目前一般采用国际标准化组织标准代码,即 ISO 代码)和指定格式(目前一般采用文字地址程序段标准格式)进行程序编写,然后通过操作键盘送入数控系统内,再进行调试、修改等。对于自动编程,目前已较多地采用了计算机 CAD/CAM 图形交互式自动编程,通过计算机有关处理后,自动生成数控程序,通过接口直接输入数控系统内。

目前一般采用的微处理机数控系统,系统内存容量已大大增强,数控系统内存 ROM 中本身就有系统软件,支持在线编程,并且零件程序也能较多地直接保存在数控系统内存 RAM 中。对于程序存储介质的使用,主要是指某一数控机床所加工的零件品种较多时,为了工厂均衡生产的需要,把某些暂时不用的零件程序保存在程序介质中,等以后要用时再输入,即程序介质只起到外存储器的作用。它与以前硬线连接的 NC 数控机床对程序介质的使用要求具有本质区别,NC 数控机床要求数控机床与程序介质同步运行来加工零件。

(二) 数控机床的组成

数控技术可以应用于各种加工机床,例如数控车床、数控铣床、加工中心、数控钻床、数控冲床、数控电火花、线切割和激光加工机床等。虽然数控机床的种类繁多,但它们的组成部分基本相同。图 0-1 是典型的现代数控机床的构成框图,其主要包括以下几个方面。

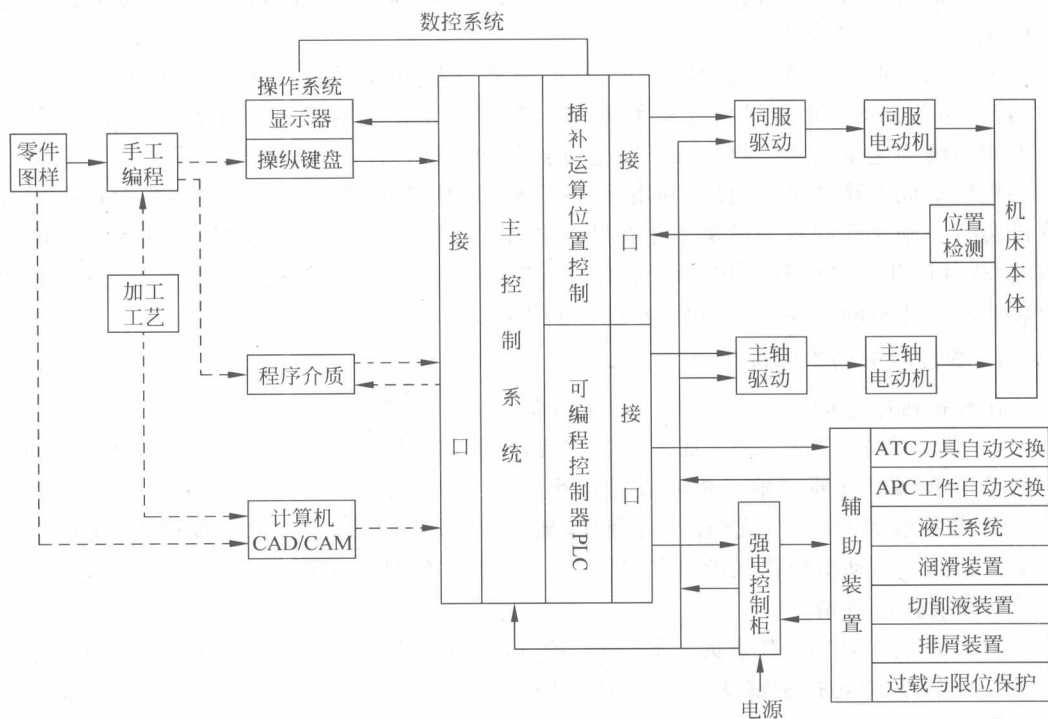


图 0-1 数控机床的基本组成示意框图

1. 机床本体

数控机床的本体即数控机床的主要机械结构部分。它包括数控机床的床身、主轴传动装置、进给传动装置、液压气动系统、润滑系统和冷却装置等。与传统的机床相比,数控机床的外部造型、整体布局、传动系统、刀具系统以及操作机构等方面都已发生了很大的

变化,这些变化的目的是为了满足不同数控技术的要求,从而使数控机床的特点得以充分发挥。归纳起来有以下几点。

① 采用高性能主传动及主轴部件。具有传递功率大、调速范围宽、较高的精度与刚度、传动平稳、噪声低、抗震性好及热稳定好等优点。

② 进给传动采用高效传动件。具有传递链短、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 有较完善的刀具自动交换和管理系统。工件在加工中心类机床上一次安装后,能自动地完成或者接近完成工件各面的加工工序。

④ 有工件自动交换、工件夹紧与放松机构。如在加工中心类机床上采用工作台自动交换机构。

⑤ 床身机架具有很高的动、静刚度。

⑥ 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,一般采用移门结构的全封闭罩壳,对机床的加工部位进行全封闭。

2. 数控系统

数控系统是数控机床的核心环节,也叫做计算机数控(CNC)装置。CNC装置实际上就是一个计算机系统,通过对加工程序的运行处理,发出控制信号,实现对加工过程的自动控制。CNC装置一般包含以下几个部分。

(1) 微处理器及其总线

微处理器(CPU)及其总线(BUS)是CNC装置的核心。CPU由运算器和控制器组成,以实现数据的算术运算和逻辑运算以及指令的操作控制。CPU最基本的运算处理就是插补运算,所谓插补就是求取零件加工路径的坐标数据,用以控制数控机床坐标轴的运动。总线是计算机系统内部各部分之间传递信号的渠道,一般由数据总线、地址总线和控制总线等组成。

(2) 输入装置

输入装置是把加工程序输入至计算机的装置,通常可以采用以下两种方式。

① 手动输入。手动输入方式就是使用数控机床上的键盘输入加工程序。输入方法有两种,一是MDI(手动数据输入),这种方法适用于比较短的程序,只能使用一次,机床动作后程序就消失。二是在控制装置的EDIT(编辑)状态下输入加工程序,存放在控制装置的内存中,用这种方法可以对程序进行修改,并且可以重复使用。

② 直接输入存储器。直接输入方式是采用CNC装置的串行通信接口等,通过对有关参数的设定,直接读入由自动编程机或者其他计算机编制的程序。

(3) 存储器

存储器是用来存放CNC装置的数据、参数及程序的。存储器一般由存放系统程序的只读存储器ROM、存放运算中间结果的随机存储器RAM以及存放加工零件程序、数据和参数的RAM等组成。

(4) 位置控制单元

位置控制单元是把插补运算求取的坐标给定值,与位置检测装置测得的实际值进行比较,然后将结果送入控制单元,对进给机构的运动进行控制。

(5) 可编程序控制器

可编程序控制器(PLC)是用来替代传统的机床强电控制线路,实现对数控机床的切削液供给、主轴停止、刀具的自动交换、工作台的自动交换等的自动控制功能。

(6) 通信接口

现代数控机床往往都带有标准数据通信接口,以便与编程机及上级计算机连接,实现通信功能。随着柔性制造系统 FMS 和计算机集成制造系统 CIMS 的发展,CNC 装置的通信功能将发挥更加重要的作用。CNC 与上级计算机等的网络通信功能主要是通过串行数据通信接口来实现的。

3. 伺服系统

伺服系统接收来自 CNC 装置的指令信息,严格按照指令信息的要求,拖动机床的移动部件,完成零件的加工。伺服系统直接决定了刀具与零件的相对位置,因而伺服系统的性能是决定数控机床加工精度的主要因素。伺服系统主要由伺服控制电路、功率放大电路、检测装置以及伺服电动机等部分组成。

4. 附加装置

为了进一步提高生产率、加工精度和自动化程度,数控机床还具有许多附加装置,例如自动换刀装置、自动交换工作台及切屑处理装置等。

(三) 数控机床的分类

1. 按工艺用途分类

数控机床发展至今,几乎所有的机床种类都向着数控化的方向发展。

(1) 机械加工类数控机床

为了不同的工艺需要,其与传统的通用机床一样,可分为数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、齿轮加工机床等,而且每一类又有很多品种,例如,数控铣床就有立铣、卧铣、工具铣及龙门铣等,这类机床的工艺性能与通用机床相似,所不同的是它能自动加工精度更高、形状更复杂的零件。

(2) 塑性加工类数控机床

常见的塑性加工类数控机床有数控冲床、数控压力机、数控弯管机、数控裁剪机等。

(3) 特种加工类数控机床

特种加工类数控机床包括数控电火花加工机床、数控线切割机床、数控等离子弧切割机床、数控激光加工机床、数控火焰切割机和数控电焊机等。

(4) 非加工设备中的数控设备

近年来在非加工设备中也大量采用数控技术,如自动绘图机、装配机、多坐标测量机和工业机器人等。

(5) 数控加工中心

数控机床中还有一种非常重要的类型:加工中心。它突破了传统机床只能进行一种工艺加工的概念,其带有刀库、自动换刀装置及回转工作台,零件在一次装夹后,便可进行铣、镗、钻、扩、铰和攻螺纹等多工序加工。这不仅提高了加工生产率和自动化程度,而且

还避免了多次安装造成的定位误差,提高了零件的加工质量。

2. 按控制系统功能分类

(1) 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是:只要求控制机床的移动部件从一个点移动到另一个点的准确定位,而在移动的途中不进行加工,对两点间的移动速度和运动轨迹没有严格要求,可以沿多个坐标同时移动,也可以沿各个坐标先后移动。

如果刀具以每轴的快速移动速度定位,刀具的轨迹通常就不是直线,这种定位叫做非直线插补定位;如果刀具轨迹与直线插补 G01 相同,以不大于每轴的快速移动速度在最短的时间内定位,这种定位叫做线性插补定位。

对于机床操作者,必须弄清所操作的机床属于哪种定位方式,以确保刀具不碰到工件。现代数控机床大量采用线性插补定位方式。在 G00 定位方式中,还必须弄清 G00 定位时的自动升降速过程,即刀具在程序段开始时加速到预定的速度快速前进,和在程序段结束时减速到终点的过程。

这类机床主要有数控钻床、数控冲床及数控坐标镗床等。图 0-2 是点位控制数控钻床的加工示意图。

(2) 直线控制数控机床

点位控制数控机床为多用于孔加工的数控机床。但有些机床,例如数控镗铣床,其要求刀具沿坐标轴移动时还能进行切削,所以开发了直线控制数控机床,这种系统的机床除了具有高精度的定位功能外,在刀具沿坐标轴移动时,还能根据切削用量控制位移的速度。其不仅要求准确确定加工坐标点的位置,而且还要求实现平行坐标轴的直线切削加工,并且可以设定直线切削加工的进给速度。由于同时控制的坐标轴只有一个(数控系统内不必具有插补运算功能),故只能作单坐标切削进给运动,因此它不能加工比较复杂的平面与轮廓,一般只能加工矩形和台阶形零件。这种机床主要用于数控镗铣床、简易数控车床和数控磨床等。图 0-3 是直线控制的数控镗铣床加工示意图。

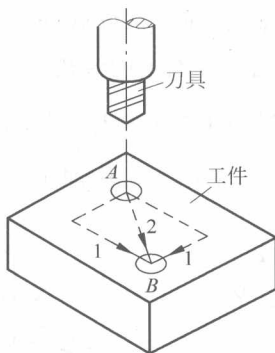


图 0-2 点位控制数控钻床的加工示意图

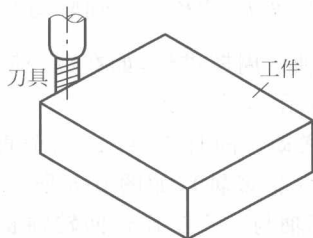


图 0-3 直线控制的数控镗铣床加工示意图

(3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床也称为连续控制数控机床,其控制特点是能够对两个或两个以上