



高职高专数控技术应用专业规划教材

数控车床加工应用教程

SHUKONG CHECHUANG JIAGONG YINGYONG JIAOCHENG

张士印 孔建 主 编
张志浩 周红珠 副主编



赠送
电子课件

本书特色

- ❁ 以就业为导向：本书内容瞄准职业岗位，满足职业岗位需求。
- ❁ 突出能力目标：本书重点突出核心职业能力，例如：能做什么？会做什么？
- ❁ 基于工作过程：每个项目由几个工作任务组成，每个工作任务以一个典型零件的加工过程为主线，理实结合，是真实工作情景的再现。
- ❁ “教、学、做”一体化：本书内容是按“在教中做、在做中学、边教边做、边做边学”的模式编写的。

清华大学出版社

高职高专数控技术应用专业规划教材

数控车床加工应用教程

张士印 孔 建 主 编

张志浩 周红珠 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 FANUC 0i 数控车床系统为主线,由 10 个项目 26 个任务组成,采用任务驱动、项目导向模式编写,在各项目先后关系的处理上,按照由易到难、由小到大的原则编排,有效地做到了各项目间的衔接。理论知识本着以“实用、够用”为原则,和相关技能一起穿插到各个项目中。本教材的特点是注重培养学生的数控加工实践能力和编程技能,各项目中的每个任务均包括任务导入、任务分析、相关知识、任务实施、任务思考、任务扩展等内容,同时每个任务都有一个任务扩展零件供读者自学,以便巩固所学知识。每个项目最后都归纳了加工过程中经常出现的问题及解决办法,可供读者在实际操作过程中参考。

本书实例丰富、深入浅出、直观易懂,可作为高等职业院校数控技术、模具设计与制造、机电一体化技术、机械制造与自动化、机械设计与制造等专业的教材,也可供企业工程技术人员参考。

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

数控车床加工应用教程/张士印,孔建主编;张志浩,周红珠副主编.——北京:清华大学出版社,2011.8
(高职高专数控技术应用专业规划教材)

ISBN 978-7-302-25834-6

I. ①数… II. ①张… ②孔… ③张… ④周… III. ①数控机床:车床—加工工艺—高等职业教育—教材
IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 110160 号

责任编辑:孙兴芳 杨作梅

装帧设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18 字 数:428 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版 印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:33.00 元

产品编号:040616-01

前 言

目前数控机床已在机械制造行业得到广泛应用,数控技能人才的需求也在逐年增加,因此造成数控技术人才出现严重短缺。作为高素质技能型专门人才输出地——高等职业院校急需一本适合本技术领域和职业岗位(群),融“教、学、做”为一体,能强化学生职业能力培养的一体化教材,本书就是在这种形势下编写的。

本书的特点如下。

(1) 本书以就业为导向,以高级数控车工国家职业标准为依据编写。

(2) 在内容上,每个项目由几个工作任务组成,每个工作任务以一个典型零件的加工过程为主线,按照“教、学、做”一体化的教学模式重新序化了教学内容,避免了理论与实践的脱节。

(3) 在每个项目先后关系的处理上,依据职业能力的形成规律以及高职学生的认知规律,按照由简单到复杂、由易到难的原则编排。

(4) 在形式上,每个项目均有明确的知识目标、能力目标。每个任务通过任务导入、任务分析、相关知识、任务实施、任务思考、任务扩展等形式,引导学生顺利完成项目中各任务的学习。

(5) 在每个项目的最后,对加工过程中经常出现的问题进行了归纳总结,有助于指导读者实际操作,并能解决实际问题。

本书由烟台工程职业技术学院张士印、孔建担任主编,浙江省台州市黄岩区第一职业技术学校张志浩和烟台工程职业技术学院周红珠担任副主编,参与编写的还有烟台工程职业技术学院的张琳、梁宁宁、罗涛、姜明国、宋延良、王志刚、牟丽君、沙令娥、林莉莉、徐宗刚、刘凤娟、张小芳、田莉莉,烟台开发区高级职业学校于雪梅,北京科技大学董焕波和潍坊教育学院张丽萍等。全书由张士印统稿、修正,由烟台工程职业技术学院数控技术系主任刘锡河担任主审。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在不足或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 数控车削加工基础知识.....1

任务一 认识数控机床.....1

一、相关知识.....1

二、知识拓展.....6

三、任务思考.....9

任务二 数控车床的特点及分类.....9

一、相关知识.....9

二、知识拓展.....13

三、任务思考.....16

任务三 数控车床坐标系.....16

一、相关知识.....16

二、知识拓展.....21

三、任务思考.....23

任务四 数控车床编程基本知识.....24

一、相关知识.....24

二、知识拓展.....30

三、任务思考.....32

任务五 数控车床编程特点.....32

一、相关知识.....32

二、知识拓展.....34

三、任务思考.....35

项目二 数控车削加工工艺分析.....36

一、任务导入.....36

二、任务分析.....36

三、相关知识.....37

四、任务实施.....55

五、任务思考.....58

六、任务扩展.....58

项目三 外圆、锥度的编程及加工.....61

任务一 外圆的加工.....61

一、任务导入.....61

二、任务分析.....61

三、相关知识.....62

四、任务实施.....65

五、任务思考.....69

六、任务扩展.....69

任务二 圆锥的加工.....70

一、任务导入.....70

二、任务分析.....71

三、相关知识.....71

四、任务实施.....74

五、任务思考.....77

六、任务扩展.....78

项目四 含圆弧面零件的编程及加工.....81

任务一 钢印模的编程与加工.....81

一、任务导入.....81

二、任务分析.....81

三、相关知识.....82

四、任务实施.....86

五、任务思考.....90

六、任务扩展.....90

任务二 含圆弧面零件的精加工.....93

一、任务导入.....93

二、任务分析.....94

三、相关知识.....94

四、任务实施.....98

五、任务思考.....101

六、任务扩展.....101

项目五 槽的编程及加工.....104

任务一 单槽的加工.....104

一、任务导入.....104

二、任务分析.....104

三、相关知识.....105

四、任务实施.....108

五、任务思考.....111



六、任务扩展.....	111	六、任务扩展.....	158
任务二 多槽轴的加工.....	112	任务二 盘类零件的加工.....	160
一、任务导入.....	112	一、任务导入.....	160
二、任务分析.....	112	二、任务分析.....	160
三、相关知识.....	113	三、相关知识.....	161
四、任务实施.....	115	四、任务实施.....	164
五、任务思考.....	117	五、任务思考.....	167
六、任务扩展.....	118	六、任务扩展.....	167
任务三 等距槽的加工.....	120	项目八 螺纹的编程与加工.....	170
一、任务导入.....	120	任务一 普通三角螺纹的加工.....	170
二、任务分析.....	120	一、任务导入.....	170
三、相关知识.....	120	二、任务分析.....	170
四、任务实施.....	121	三、相关知识.....	171
五、任务思考.....	123	四、任务实施.....	177
六、任务扩展.....	123	五、任务思考.....	182
项目六 轴类零件的编程与加工.....	126	六、任务扩展.....	182
任务一 复杂单调轮廓的编程加工.....	126	任务二 多线螺纹的加工.....	183
一、任务导入.....	126	一、任务导入.....	183
二、任务分析.....	127	二、任务分析.....	183
三、相关知识.....	127	三、相关知识.....	183
四、任务实施.....	130	四、任务实施.....	185
五、任务思考.....	134	五、任务思考.....	188
六、任务扩展.....	135	六、任务扩展.....	188
任务二 仿形轮廓的编程与加工.....	136	项目九 非圆曲线的编程与加工.....	190
一、任务导入.....	136	任务一 椭圆轴的编程与加工.....	190
二、任务分析.....	136	一、任务导入.....	190
三、相关知识.....	137	二、任务分析.....	191
四、任务实施.....	138	三、相关知识.....	191
五、任务思考.....	142	四、任务实施.....	197
六、任务扩展.....	142	五、任务思考.....	201
项目七 套、盘类零件的编程与加工.....	145	六、任务扩展.....	201
任务一 套类零件的加工.....	145	任务二 抛物线编程与加工.....	202
一、任务导入.....	145	一、任务导入.....	202
二、任务分析.....	145	二、任务分析.....	202
三、相关知识.....	146	三、相关知识.....	203
四、任务实施.....	153	四、任务实施.....	204
五、任务思考.....	158	五、任务思考.....	210



六、任务扩展.....	210	三、任务实施.....	232
任务三 变螺距螺纹加工实例.....	211	四、任务思考.....	238
一、任务导入.....	211	五、任务扩展.....	238
二、任务分析.....	212	任务三 套筒类零件的编程与加工.....	241
三、相关知识.....	212	一、任务导入.....	241
四、任务实施.....	215	二、任务分析.....	241
五、任务思考.....	221	三、任务实施.....	242
六、任务扩展.....	221	四、任务思考.....	246
项目十 典型零件的编程与加工.....	223	五、任务扩展.....	246
任务一 螺纹轴的编程与加工.....	223	任务四 配合件的编程与加工.....	250
一、任务导入.....	223	一、任务导入.....	250
二、任务分析.....	223	二、任务分析.....	251
三、任务实施.....	224	三、任务实施.....	251
四、任务思考.....	229	四、任务思考.....	261
五、任务扩展.....	229	五、任务扩展.....	261
任务二 椭圆曲面外轮廓车削.....	231	附录 I 车削用量的选择.....	268
一、任务导入.....	231	附录 II 数控车工国家职业标准.....	270
二、任务分析.....	232	参考文献.....	276

项目一 数控车削加工基础知识

知识目标

- 了解数控机床的原理与组成。
- 了解数控机床的分类方法。
- 掌握数控机床坐标系、编程坐标系的确定。
- 掌握刀架前后置刀位点的确定方法。
- 掌握编程的格式及其特殊功能字、辅助功能字的使用。
- 掌握绝对、增量坐标的区别及其使用。
- 了解数控编程的特点。

能力目标

- 能够初步认识数控机床，对数控机床的发展历史和我国数控机床的现状有一定的了解。
- 能分析不同机床坐标系的坐标轴及坐标方向。
- 能分析编程格式的正确性并能理解各功能字的含义。

学习情境

机械产品日趋精密、复杂，改型也日益频繁，对机床的性能、精度、自动化程度等提出了越来越高的要求。

在机械制造行业中，单件、小批量生产的零件约占机械加工总量的 70% ~ 80%。为满足多品种、小批量，特别是结构复杂、精度要求高的零件的自动化生产，迫切需要一种灵活的、通用的、能够适合产品频繁变化的“柔性”自动化机床。

任务一 认识数控机床

一、相关知识

1. 数控机床的产生与发展

1) 数控机床的产生

数控机床(Numerical Control Machine Tools)是指用数字代码形式的信息(程序指令)，控制刀具按给定的加工程序、运动速度和轨迹进行自动加工的机床，简称数控机床，如图 1-1 和图 1-2 所示。

数控机床是在机械制造技术和控制技术的基础上发展起来的，其过程大致如下。

1948 年，美国帕森斯公司接受美国空军委托，研制直升飞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，于是提出采用数字脉冲控制机床的设想。1949 年，该公司与美国麻省理工学院(MIT)开始共同研究，并于 1952 年试制成功第一台三坐标数控铣床，当时的数控装置采用电子管元件。1959 年，



数控装置采用了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, MC),使数控装置进入了第二代。1965年,出现了第三代的集成电路数控装置,不仅体积小,功率消耗少,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。20世纪60年代末,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(Distributed Numerical Control, DNC),又称群控系统;采用小型计算机控制的计算机数控系统(Computer Numerical Control, CNC),使数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。1974年,研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置(Microcomputer Numerical Control, MNC),这是第五代数控系统。20世纪80年代初,随着计算机软、硬件技术的发展,出现了能进行人机对话式自动编制程序的数控装置,数控装置愈趋小型化,可以直接安装在机床上,数控机床的自动化程度进一步提高,具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。20世纪90年代后期,出现了PC+CNC智能数控系统,即以PC为控制系统的硬件部分,在PC上安装NC软件系统,采用此种方式,系统维护方便,易于实现网络化制造。



图 1-1 数控车床

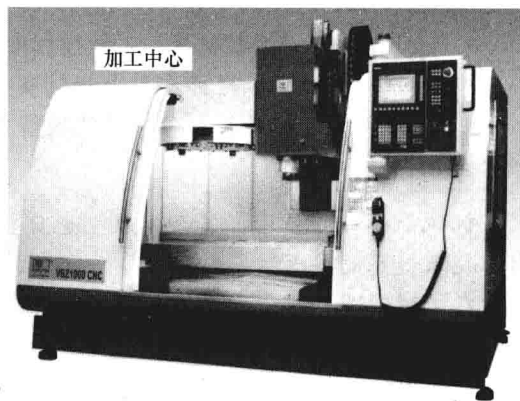


图 1-2 加工中心

2) 计算机数控的发展

计算机数控先后经历了电子管(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。第四代数控系统采用小型计算机来代替专用硬件控制计算机,这种数控系统称为计算机数控系统(Computerized Numerical Control, NC)。自1974年开始,以微处理机为核心的数控装置(Microcomputerized Numerical Control, MNC)得到迅速发展。

我国从1958年开始研制数控机床,20世纪60年代中期进入实用阶段。自20世纪80年代开始,引进日本、美国、德国等国外著名数控系统和伺服系统制造商的技术,使我国数控系统在性能、可靠性等方面得到了迅速发展。经过“六五”、“七五”、“八五”及“九五”科技攻关,我国已掌握了现代数控技术的核心内容。目前我国已有数控系统(含主轴与进给驱动单元)生产企业五十多家,数控机床生产企业百余家。

3) 数控机床的发展趋势

现代数控加工正在向切削速度高速化,高精度化,高柔性化,高度的光、机、电、算、



液压一体化、网络化和智能化等方向发展。

(1) 切削速度高速化。

受高生产率的驱使,高速化已是现代机床技术发展的重要方向之一。高速切削可通过高速运算技术、快速插补运算技术、超高速通信技术和高速主轴等技术来实现。

(2) 高精度化。

提高机床的加工精度,一般是通过减少数控系统误差,提高数控机床基础大件结构特性和热稳定性,采用补偿技术和辅助措施来达到的。目前精整加工精度已提高到 $0.1\mu\text{m}$,并进入了亚微米级,不久超精度加工将进入纳米时代。

(3) 高柔性化。

柔性是指机床适应加工对象变化的能力。目前,在进一步提高单机柔性自动化加工的同时,正努力向单元柔性和系统柔性化发展。

(4) 高度的光、机、电、算、液和声能一体化。

数控系统与加工过程作为一个整体,实现了机、电、光、声综合控制,测量造型、加工一体化,加工、实时检测与修正一体化,机床主机设计与数控系统设计一体化。

(5) 网络化。

实现多种通讯协议,既满足单机需要,又能满足 FMS(柔性制造系统)、CIMS(计算机集成制造系统)对基层设备的要求。配置网络接口,通过 Internet 可实现远程监视和控制加工,进行远程检测和诊断,使维修变得简单。

(6) 智能化。

现代的 CNC 系统将是一个高度智能化的系统,具体是指系统应在局部或全部实现加工过程的自适应、自诊断和自调整;多媒体人机接口使用户操作简单,智能编程使编程更加直观,可使用自然语言编程;加工数据的自生成及智能数据库;智能监控;采用专家系统以降低对操作者的要求等。

2. 数控机床的控制原理及组成

1) 数控机床的控制原理

数控机床使用数字化的信息来实现自动控制。将与加工零件有关的信息如工件与刀具相对运动轨迹的尺寸参数(进给尺寸)、切削加工的工艺参数(主运动和进给运动的速度、切削深度)、各种辅助操作(变速、换刀、冷却润滑、工件夹紧松开)用规定的文字、数字和字符组成的代码,按一定的格式编写成加工程序单(数字化),将加工程序通过控制介质输入数控装置中,由数控装置经过分析处理后,发出与加工程序相对应的信号和指令控制机床进行自动加工。控制系统控制图如图 1-3 所示。

2) 数控机床的组成

数控机床的基本结构如图 1-4 所示,下面对其各组成部分加以介绍。

(1) 输入装置。

数控加工程序可通过键盘,用手工方式直接输入数控系统。还可由编程计算机用 RS232C 进行零件加工程序输入,过程有两种不同的方式:一种是边读入边加工;另一种是一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器,加工时再从存储器中逐段调出进行加工。数控机床输入面板为手工输入方式,如图 1-5 所示。

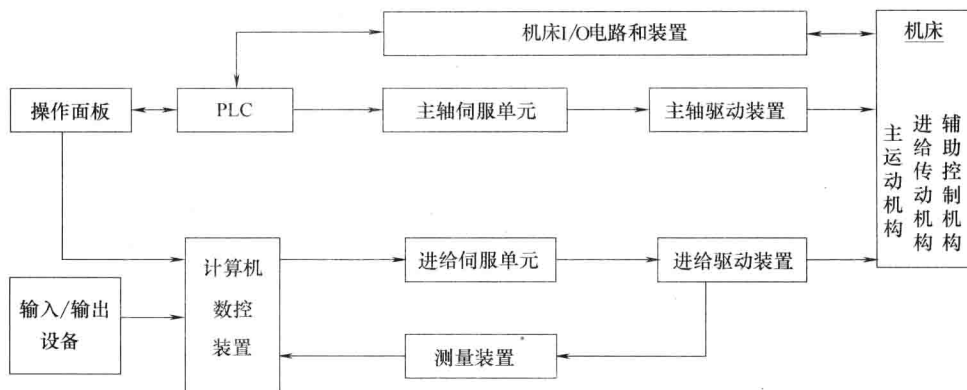


图 1-3 数控系统控制图

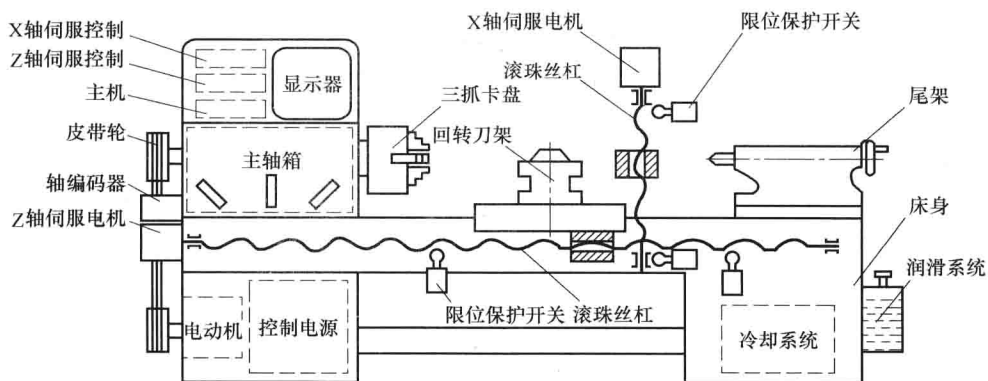


图 1-4 数控机床的结构

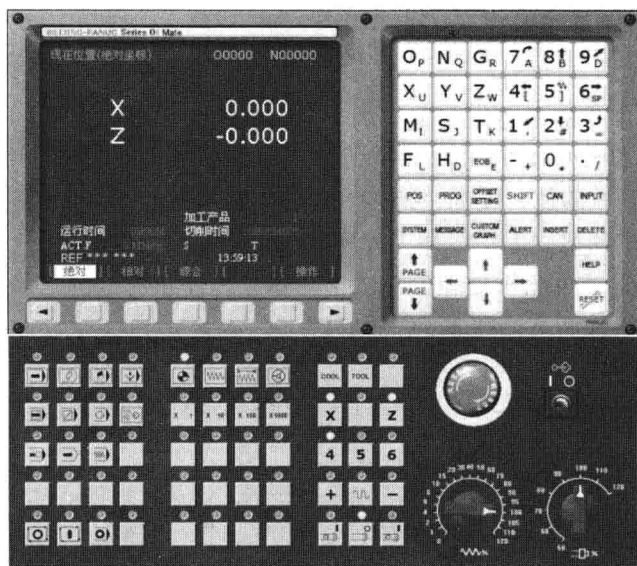


图 1-5 输入面板



(2) 数控装置。

数控装置是数控机床的中枢。数控装置从内部存储器中取出或接受输入装置送来的一段或几段数控加工程序,经过它的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种控制信息和指令,控制机床各部分的工作,使其进行规定的有序运动和动作。

零件的轮廓图形往往由直线、圆弧或其他非圆弧曲线组成,刀具在加工过程中必须按零件形状和尺寸的要求进行运动,即按图形轨迹移动。但输入的零件加工程序只能是各线段轨迹的起点和终点坐标值等数据,不能满足要求。因此要进行轨迹插补,也就是在线段的起点和终点坐标值之间进行“数据点的密化”,求出一系列中间点的坐标值,并向相应坐标输出脉冲信号,控制各坐标轴(即进给运动各执行部件)的进给速度、进给方向和进给位移量等。数控装置的主板如图 1-6 所示。

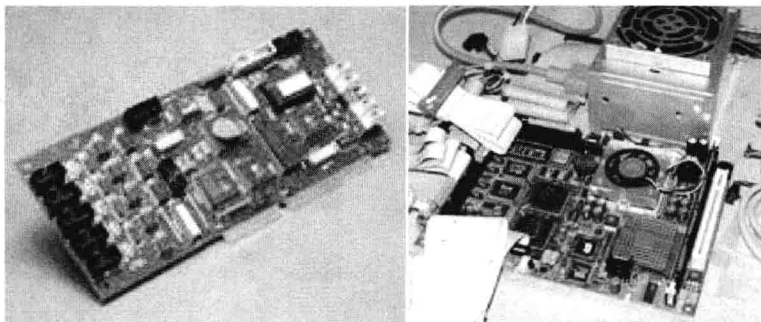


图 1-6 数控装置的主板

(3) 驱动装置和检测装置。

驱动装置接受来自数控装置的指令信息,经功率放大后,严格按照指令信息的要求驱动机床的移动部件,以加工出符合图样要求的零件。驱动装置包括控制器(含功率放大器)和检测装置,检测装置将数控机床各坐标轴的实际位移量检测出来,经反馈系统输入机床的数控装置中。数控装置将反馈回来的实际位移量值与设定值进行比较,控制驱动装置按指令设定值运动。图 1-7 所示为伺服马达,图 1-8 所示为伺服放大器。

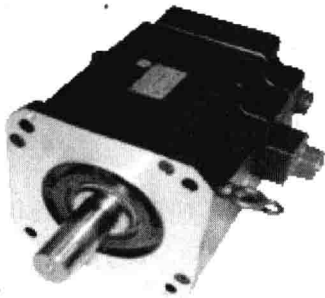


图 1-7 伺服马达

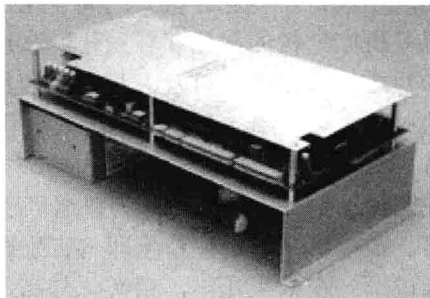


图 1-8 伺服放大器

(4) 辅助控制装置。

辅助控制装置的主要作用是接收数控装置输出的开关量指令信号,经过编译、逻辑判



别和运算,再经功率放大后驱动相应的电器,带动机床的机械、液压、气动等辅助装置完成指令规定的开关量动作。这些控制包括主轴运动部件的变速、换向和启停指令,刀具的选择和交换指令,冷却、润滑装置的启停,工件和机床部件的松开、夹紧,分度工作台转位分度等开关辅助动作。

现广泛采用可编程控制器(PLC)作数控机床的辅助控制装置,如图 1-9 所示。

(5) 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。如图 1-10 所示为排屑装置。

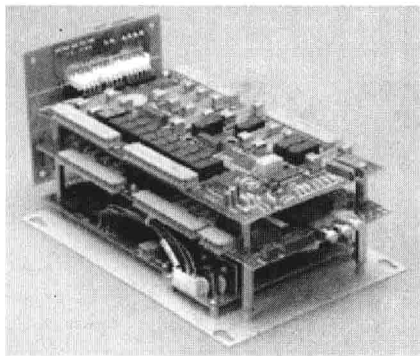


图 1-9 可编程控制器(PLC)

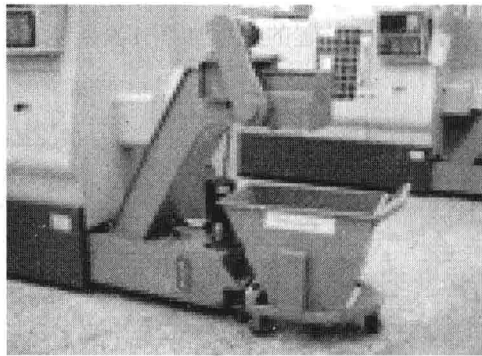


图 1-10 排屑装置

二、知识拓展

1. 数控系统的发展趋势

1) 机床的高速化

随着汽车、航空航天等工业轻合金材料的广泛应用,高速加工已成为制造技术的重要发展趋势。高速加工具有缩短加工时间、提高加工精度和表面质量等优点,在模具制造等领域的应用也日益广泛。机床的高速化需要新的数控系统、高速电主轴和高速伺服进给驱动,以及机床结构的优化和轻量化。高速加工不仅是设备本身,而是机床、刀具、刀柄、夹具和数控编程技术,以及人员素质的集成。高速化的最终目的是高效化,机床仅是实现高效的关键之一,绝非全部,生产效率和效益在“刀尖”上。

2) 机床的精密化

按照加工精度,机床可分为普通机床、精密机床和超精机床,加工精度大约每 8 年提高一倍。数控机床的定位精度即将告别微米时代而进入亚微米时代,超精密数控机床正在向纳米进军。在未来几年,精密化与高速化、智能化和微型化将汇合而成新一代机床。机床的精密化不仅是汽车、电子、医疗器械等工业的迫切需求,还直接关系到航空航天、导弹卫星、新型武器等国防工业的现代化。

3) 从工序复合到完整加工

20 世纪 70 年代出现的加工中心开多工序集成之先河,现已发展到完整加工,即在一台



机床上完成复杂零件的全部加工工序。完整加工通过工艺过程集成,一次装卡就把一个零件加工过程全部完成。由于减少了装卡次数,提高了加工精度,易于保证过程的高可靠性和实现零缺陷生产。此外,完整加工缩短了加工过程链和辅助时间,减少了机床台数,简化了物料流,提高了生产设备的柔性,生产总占地面积小,使投资更加有效。

4) 机床的信息化

机床信息化的典型案例是 Mazak410H,该机床配备有信息塔,实现了工作地的自主管理。信息塔具有语音、文本和视像等通讯功能。与生产计划调度系统联网,下载工作指令和加工程序。工件试切时,可在屏幕上观察加工过程。信息塔实时反映机床工作状态和加工进度,并可以通过手机查询。信息塔同时进行工作地数据统计分析和刀具寿命管理,以及故障报警显示、在线帮助排除。机床操作权限需经指纹确认。

5) 机床的智能化

机床智能化包括在线测量、监控和补偿。数控机床的位置检测及其闭环控制就是简单的应用案例。为了进一步提高加工精度,机床的圆周运动精度和刀头点的空间位置,可以通过球杆仪和激光测量后,输入数控系统加以补偿。未来的数控机床将会配备各种微型传感器,以监控切削力、振动、热变形等产生的误差,并自动加以补偿或调整机床工作状态,以提高机床的工作精度和稳定性。

6) 机床的微型化

随着纳米技术和微机电系统的迅速进展,开发加工微型零件的机床已经提到日程上来了。微型机床同时具有高速和精密的特点,最小的微型机床可以放在手掌心中,一个微型工厂可以放在手提箱中。操作者通过手柄和监视屏幕控制整个工厂的运作。

7) 新的并联机构原理

传统机床是按笛卡儿坐标将沿3个坐标轴线的移动(X 、 Y 、 Z)和绕3个坐标轴线转动(A 、 B 、 C)依次串联叠加,形成所需的刀具运动轨迹。并联运动机床是采用各种类型的杆机构在空间移转主轴部件,形成所需的刀具运动轨迹。并联运动机床具有结构简单紧凑、刚度高、动态性能好等一系列优点,应用前景广阔。

8) 新的工艺过程

除了金属切削和锻压成形外,新的加工工艺方法和过程层出不穷,机床的概念正在变化。激光加工领域日益扩大,除激光切割、激光焊接外,激光孔加工、激光三维加工、激光热处理、激光直接金属制造等应用日益广泛。电加工、超声波加工、叠层铣削、快速成型技术、三维打印技术各显神通。

9) 新结构和新材料

机床高速化和精密化要求机床的结构简化和轻量化,以减少机床部件运动惯量对加工精度的负面影响,大幅度提高机床的动态性能。例如,借助有限元分析对机床构件进行拓扑优化,设计箱中箱结构,以及采用空心焊接结构或铝合金材料,已经开始从实验室走向实用。

10) 新的设计方法和手段

我国机床设计和开发手段要尽快从用图板的二维 CAD 向三维 CAD 过渡。三维建模和仿真是现代设计的基础,是企业技术优势的源泉。在此三维设计基础上进行 CAD/CAM/CAE/PDM 的集成,加快新产品的开发速度,保证新产品的顺利投产,并逐步实现产品生命



周期管理。

11) 直接驱动技术

在传统机床中,电动机和机床部件是借助耦合元件,如皮带、齿轮和联轴节等加以连接,实现部件所需的移动或旋转的,机和电是分家的。直接驱动技术是指将电动机与机械部件集成为一体,成为机电一体化的功能部件,如直线电动机、电主轴、电滚珠丝杆和力矩电动机等。直接驱动技术简化了机床结构,提高了机床的刚度和动态性能、运动速度和加工精度。

12) 开放式数控系统

数控系统的开放是大势所趋。目前开放式数控系统有三种形式:

(1) 全开放系统,即基于微机的数控系统,以微机作为平台,采用实时操作系统,开发数控系统的各种功能,通过伺服卡传送数据,控制坐标轴电动机的运动。

(2) 嵌入系统,即 CNC+PC, CNC 控制坐标轴电动机的运动,PC 作为人机界面和网络通信。

(3) 融合系统,在 CNC 的基础上增加 PC 主板,提供键盘操作,提高人机界面功能,如 SIEMENS 840Di 和 FANUC 210i。

13) 可重组制造系统

随着产品更新换代速度的加快,专用机床的可重构性和制造系统的可重组性日益重要。通过数控加工单元和功能部件的模块化,可以对制造系统进行快速重组和配置,以适应变型产品的生产需要。机械、电气和电子、液和气以及控制软件的接口规范化和标准化是实现可重组性的关键。

14) 虚拟机床和虚拟制造

为了加快新机床的开发速度和质量,在设计阶段借助虚拟现实技术,可以在机床未制造出来以前,就能够评价机床设计的正确性和使用性能,在早期发现设计过程的各种失误,从而减少损失,提高新机床开发的质量。

2. 数控系统的重点发展范围

(1) 高速、精密数控车床,车削中心类及四轴以上联动的复合加工机床。主要满足航天、航空、仪器、仪表、电子信息和生物工程等产业的需要。

(2) 高速、高精度数控铣镗床及高速、高精度立卧式加工中心。主要满足汽车发动机缸体缸盖及航天航空、高新技术等行业大型复杂结构支架、壳体、箱体、轻金属材料零件和精密零件加工需求。

(3) 重型、超重型数控机床类。数控落地铣镗床、重型数控龙门铣床和龙门加工中心、重型数控卧式车床及立式车床,数控重型滚齿机等产品满足能源、航天航空、军工、舰船主机制造、重型机械制造、大型模具加工、汽轮机缸体等行业零件加工需求。

(4) 数控磨床类。数控超精密磨床、高速高精度曲轴磨床和凸轮轴磨床、各类高精高速专用磨床等,满足精密、超精密加工需求。

(5) 数控电加工机床类。大型精密数控电火花成形机床、数控低速走丝电火花切割机床、精密小孔电加工机床等,主要满足大型和精密模具加工、精密零件加工、锥孔或异型孔加工及航天、航空等行业的特殊需求。

(6) 数控金属成形机床类(锻压设备)。数控高速精密板材冲压设备、激光切割复合机、数控强力旋压机等,主要满足汽车、摩托车、电子信息产业、家电等行业钣金批量高效生



产需求及汽车轮毂及军工行业各种薄壁、高强度、高精度回转型零件加工需求。

(7) 数控专用机床及生产线。柔性加工自动生产线(FMS/FMC)及各种专用数控机床,该类生产线是针对汽车、家电等行业,加工缸体、缸盖、变速箱箱体等及多品种变批量的壳体、箱体类零件加工需求。

三、任务思考

- (1) 未来的数控技术会发展到什么程度?
- (2) 数控机床各部件可以按软、硬件来区分,试想一下如何区分?

任务二 数控车床的特点及分类

一、相关知识

1. 数控机床加工的特点

(1) 自动化程度高,具有很高的生产效率。除手工装夹毛坯外,其余全部加工过程都可由数控机床自动完成。若配合自动装卸手段,则是无人控制工厂的基本组成环节。数控加工减轻了操作者的劳动强度,改善了劳动条件,省去了划线、多次装夹定位、检测等工序及其辅助操作,有效地提高了生产效率。

(2) 对加工对象的适应性强。改变加工对象时,除了更换刀具和解决毛坯装夹方式外,只需重新编程即可,不需要作其他任何复杂的调整,从而缩短了生产准备周期。

(3) 加工精度高,质量稳定。加工尺寸精度在 $0.005\sim 0.01\text{ mm}$ 之间,不受零件复杂程度的影响。由于大部分操作都由机器自动完成,因而消除了人为误差,提高了批量零件尺寸的一致性,同时精密控制的机床上还采用了位置检测装置,更加提高了数控加工的精度。

(4) 易于建立与计算机间的通信联络,容易实现群控。由于机床采用数字信息控制,易于与计算机辅助设计系统连接,形成 CAD/CAM 一体化系统,并且可以建立各机床间的联系,容易实现群控。

2. 数控车床的分类

1) 按加工方式和工艺用途分类

(1) 普通数控机床。有车、铣、钻、镗、磨床等,而且每一类中又有很多品种。这类机床的工艺性能和通用机床相似,所不同的是它能加工具有复杂形状的零件,如数控车床、数控铣床、数控磨床等。

(2) 加工中心机床。这是一种在普通数控机床上加装一个刀具库和自动换刀装置而构成的数控机床。它和普通数控机床的区别是:工件经一次装夹后,数控系统能控制机床自动地更换刀具,连续自动地对工件各加工面进行铣、车、镗、钻、铰、攻螺纹等多工序加工,故此,有些资料上又称它为多工序数控机床,如(镗铣类)加工中心、车削中心、钻削中心等。

(3) 金属成形类数控机床。这类机床有数控冲床、数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等。



(4) 数控特种加工机床。这类机床有数控线(电极)切割机床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床等。

(5) 其他类型的数控机床。这类机床有数控装配机、数控三坐标测量机等。

2) 按运动方式分类

(1) 点位控制数控机床。如图 1-11 所示, 点位控制是指数控系统只控制刀具或工作台从一点移至另一点的准确定位, 然后进行定点加工, 而点与点之间的路径不需控制。采用这类控制的有数控钻床、数控镗床和数控坐标镗床等。



图 1-11 点位控制加工示意图

(2) 点位直线控制数控机床。如图 1-12 所示, 点位直线控制是指数控系统除控制直线轨迹的起点和终点的准确定位外, 还要控制在这两点之间以指定的进给速度进行直线切削。采用这类控制的有数控铣床、数控车床和数控磨床等。

(3) 轮廓控制数控机床。亦称连续轨迹控制, 如图 1-13 所示, 能够连续控制两个或两个以上坐标方向的联合运动。为了使刀具按规定的轨迹加工工件的曲线轮廓, 数控装置具有插补运算的功能, 使刀具的运动轨迹以最小的误差逼近规定的轮廓曲线, 并协调各坐标方向的运动速度, 以便在切削过程中始终保持规定的进给速度。采用这类控制的有数控铣床、数控车床、数控磨床和加工中心等。

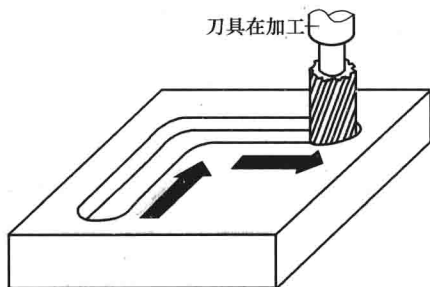


图 1-12 点位直线控制加工示意图

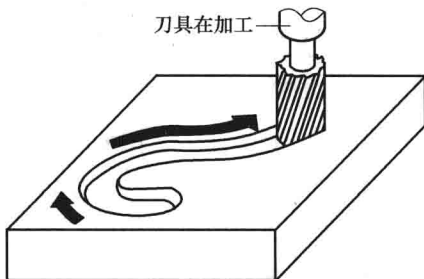


图 1-13 轮廓控制加工示意图

3) 按控制方式分类

(1) 开环控制系统。开环控制系统是指不带反馈装置的控制系统, 由步进电机驱动线路和步进电机组成, 如图 1-14 所示。数控装置经过控制运算发出脉冲信号, 每一脉冲信号使步进电机转动一定的角度, 通过滚珠丝杠推动工作台移动一定的距离。