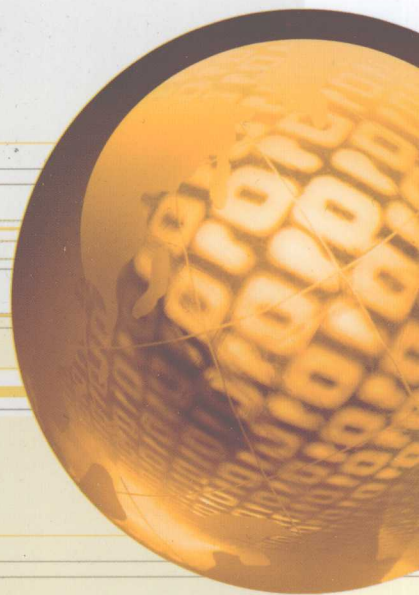


新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业



数控技术 应用教程 —— 数控车床

上海宇龙软件工程有限公司数控教材编写组



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

数控技术应用教程

——数控车床

上海宇龙软件工程有限公司数控教材编写组

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

本书是一本综合数控理论和实训的技能培训教程,教材围绕《数控车工(高级)国家职业标准》的技能鉴定要点,根据数控车工的专业知识结构特点,系统地介绍了数控车削加工工艺、数控编程以及数控车床操作等内容。

本书的特点是教学目标明确,实用性和可操作性强。书中通过实例,将数控操作过程中的工艺分析和编程内容贯穿起来,深入浅出,使学生容易学习和掌握。本书主要内容包括:数控车床基础知识、数控车削加工工艺与编程基础知识、轮廓零件编程与加工、螺纹零件的编程与加工、配合套件的编程与加工,以及数控车床精度检验、数控车床的保养和故障诊断等。

本书可作为技校、中职、高职以及本科院校数控、机电、机械制造等专业教学的教材,也可作为数控车工职业技能鉴定考试的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控技术应用教程:数控车床/上海宇龙软件工程有限公司数控教材编写组. —北京:电子工业出版社,2008.1
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

ISBN 978-7-121-05694-9

I. 数… II. 上… III. 数控机床:车床—技术培训—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199777 号

责任编辑:焦桐顺

印 刷:北京市通州大中印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518 千字

印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:31.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材（第 2 版）

(武汉长江职业学院) 单各对调由已能

出版说明

科学出版社北京

湖北中南工业大学

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有 2 年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:

机电一体化技术,电气自动化技术,数控技术,模具技术,应用电子技术,通信技术。

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

即 出 刊

桂林工学院南宁分院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

四川工程职业技术学院

保定职业技术学院

广东轻工职业技术学院

安徽职业技术学院

西安理工大学

杭州中策职业学校

辽宁大学高职学院

黄石高等专科学校

天津职业大学

天津职业技术师范学院

天津大学机械电子学院

福建工程学院

九江职业技术学院

湖北汽车工业学院

包头职业技术学院

广州铁路职业技术学院

北京轻工职业技术学院

台州职业技术学院

黄冈职业技术学院

重庆工业高等专科学校

郑州工业高等专科学校

济宁职业技术学院

泉州黎明职业大学

四川工商职业技术学院

浙江财经学院信息学院

吉林交通职业技术学院

南京理工大学高等职业技术学院

连云港职业技术学院

南京金陵科技学院

天津滨海职业技术学院

无锡职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技学院

重庆职业技术学院

西安电子科技大学

重庆工业职业技术学院

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

广州市今明科技有限公司

上海宇龙软件工程有限公司

序 言

随着数控应用技术在制造业中的迅猛发展，我国机械制造业急需大批的数控专业技能型人才。从而，大大促进了数控技能培训和数控技能鉴定考核的快速发展。2005年国务院发布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》又一次明确指出，坚持以就业为导向，根据市场和社会需要，进一步深化教育教学改革。这为我国的数控职业教育再次指明了方向。

近年来，随着数控加工仿真软件的大规模推广和应用用于教学过程，已经使得传统的数控专业教学模式发生了巨大的变化。理论教学和实训教学的界限已经被打破，理论和实训一体化教学的教育模式已成为一个发展趋势。同时，数控职业技能鉴定已经被多个省市的职业技能鉴定中心列为统一考核鉴定工种。编写一套适合新教育模式的理论教学、实训教学和职业技能鉴定考核有机结合的配套教材已经显现需求。

本教材根据国家职业标准，按照理论“够用为度”的原则，以本专业的工作内容为主线，理论与实践紧密联系；在结构安排和表达方式上，强调由浅入深，循序渐进，并通过实例和图解的表现形式，化繁为简；专业知识紧密联系培养目标，加强技能与核心技能能力提高，以期达到国家职业技能鉴定标准和就业能力要求；按照本专业的教学规律和学生的认识规律，在教学过程中以数控加工仿真系统软件和实际数控机床相结合的教学模式，使理论与实践教学融为一体。

本教材的编写是一项探索性工作，我们推出本教材，抛砖引玉，真诚希望与职业教育界同行商榷研讨，以求使得数控加工技术专业的教材更加适应职业教育、职业培训和职业技能鉴定的需要。本书在编写过程中，得到诸多的数控专家的大力支持，在此表示感谢，限于编者水平，书中所述内容难免有不当之处，敬请广大读者指正。

本教材是上海宇龙软件工程有限公司开发的“数控加工仿真系统”软件的配套教材，书中例题均可通过该软件得以实现。

上海宇龙软件工程有限公司《数控教材编写组》

2007年9月

目 录

第 1 章 数控车床概述	(1)
1.1 数控和数控车床	(1)
1.1.1 数控机床的产生和发展	(1)
1.1.2 数控车床的加工特点	(3)
1.1.3 数控车床主要加工对象	(4)
1.2 数控车床组成及分类	(5)
1.2.1 数控车床的组成	(6)
1.2.2 数控车床主要技术参数和系统功能	(9)
1.2.3 数控车床分类	(10)
习题 1	(13)
第 2 章 数控车削加工工艺基础	(14)
2.1 数控加工工艺与工艺过程	(14)
2.1.1 数控加工工艺过程及内容	(14)
2.1.2 数控车削工艺的特点	(15)
2.2 数控车削加工工艺的制定	(15)
2.2.1 零件图分析	(15)
2.2.2 数控车削刀具及选用	(16)
2.3 数控车床夹具	(21)
2.3.1 定位基准的选择	(21)
2.3.2 数控机床夹具	(23)
2.3.3 数控车床夹具	(24)
2.4 数控车削加工工艺路线	(24)
2.4.1 工艺路线的制定原则	(25)
2.4.2 加工路线的设计方法	(26)
2.5 切削用量的选择	(26)
2.5.1 切削用量的基本概念	(26)
2.5.2 切削用量的选择	(28)
2.6 程序编制中的数学处理	(28)
2.6.1 基点与基点计算	(28)
2.6.2 工艺尺寸链计算	(29)
2.7 数控加工的工艺文件	(32)
2.7.1 数控加工编程任务书	(33)
2.7.2 数控加工工序卡	(33)
2.7.3 数控刀具调整单	(34)
2.7.4 数控加工程序单	(34)

2.8	典型零件的加工工艺分析	(34)
2.8.1	零件加工工艺分析	(34)
2.8.2	制定加工工艺方案	(37)
2.8.3	数控车削(工序1)工序卡片	(37)
2.9	现代车削技术	(38)
2.9.1	高速车削技术	(38)
2.9.2	精密车削技术	(39)
2.9.3	超精密车削技术	(39)
2.9.4	特种车削技术	(40)
习题 2	(42)
第 3 章	数控车床的编程与基本操作	(43)
3.1	数控车床的基本编程指令	(43)
3.1.1	数控机床坐标系	(43)
3.1.2	数控车床基本编程指令	(47)
3.1.3	刀具补偿功能	(55)
3.2	FANUC-0i 数控车床面板操作	(59)
3.2.1	FANUC-0i 数控车床面板介绍	(59)
3.2.2	FANUC 0i 数控车床面板操作	(63)
3.3	数控加工仿真系统操作	(74)
3.3.1	进入数控加工仿真系统	(75)
3.3.2	数控加工仿真系统运行界面	(76)
3.3.3	数控加工仿真系统仿真加工操作	(78)
3.3.4	保存项目文件	(82)
3.3.5	打开项目文件	(83)
习题 3	(83)
第 4 章	轮廓零件的编程与加工	(85)
4.1	轴类零件的编程与加工	(85)
4.1.1	轴类零件数控车削工艺	(85)
4.1.2	轴类零件的编程与加工	(92)
4.1.3	细长轴零件加工工艺分析	(127)
4.1.4	轴类零件数控加工精度及检验	(128)
4.2	盘套类零件的编程和加工	(133)
4.2.1	盘套类零件的结构和加工工艺	(133)
4.2.2	盘套类零件的编程和加工	(139)
4.2.3	薄壁零件加工	(161)
4.2.4	盘套类零件的测量和误差分析	(164)
习题 4	(167)
第 5 章	螺纹数控编程与加工	(170)
5.1	螺纹数控车削加工工艺	(170)

(825)	5.1.1	螺纹结构与分类	(170)
(825)	5.1.2	螺纹数控车削加工方法	(171)
(825)	5.1.3	数控车削螺纹的工艺路线	(172)
(825)	5.1.4	螺纹车刀的选择	(172)
(805.5.2)		螺纹零件的编程与加工	(176)
(805)	5.2.1	普通螺纹的编程与加工	(176)
(804)	5.2.2	梯形螺纹的编程与加工	(191)
(805)	5.2.3	变导程螺纹的编程与加工	(197)
(806.5.3)		螺纹的测量与误差分析	(201)
(805)	5.3.1	螺纹零件数控加工精度及检验	(201)
(800)	5.3.2	螺纹车削常见问题分析	(205)
(800)	习题 5		(207)
第 6 章		配合套件的编程与加工	(211)
(806.1)		用户宏程序应用	(211)
(806)	6.1.1	用户宏程序的概念	(211)
(806)	6.1.2	变量	(211)
(806)	6.1.3	宏指令	(213)
(806)	6.1.4	宏程序的应用	(217)
(806)	6.1.5	B 类宏程序应用实例	(219)
(806.2)		有圆弧和螺纹配合的配合件编程与加工	(225)
(806)	6.2.1	课题要求	(225)
(806)	6.2.2	工艺分析	(226)
(806)	6.2.3	刀具选择及切削用量	(228)
(806)	6.2.4	编程前的数值处理	(229)
(806)	6.2.5	工艺路线和参考程序	(229)
(806.3)		有锥面和螺纹配合的配合件编程与加工	(233)
(806)	6.3.1	课题要求	(233)
(806)	6.3.2	图纸分析	(233)
(806)	6.3.3	刀具选择及切削用量	(236)
(806)	6.3.4	工艺路线和参考程序	(237)
(806.4)		有椭圆配合的配合件编程与加工	(242)
(806)	6.4.1	课题要求	(242)
(806)	6.4.2	装配图分析	(243)
(806)	6.4.3	零件图分析	(244)
	6.4.4	刀具选择及切削用量	(245)
	6.4.5	工艺路线和参考程序	(245)
	习题 6		(250)
第 7 章		数控车床维护与精度检验	(253)
	7.1	数控车床的机械结构	(253)

7.1.1	数控车床的结构特点	(253)
7.1.2	数控车床的床身结构	(254)
7.1.3	主传动系统和主轴部件	(255)
7.1.4	进给传动系统和进给传动部件	(257)
7.1.5	自动转位刀架	(262)
7.1.6	检测反馈装置	(263)
7.1.7	其他辅助自动控制装置	(264)
7.2	数控车床的精度检验	(265)
7.2.1	概述	(266)
7.2.2	数控车床精度及功能检验	(267)
7.3	数控车床日常维护	(270)
7.3.1	数控车床安全操作规程	(270)
7.3.2	数控车床的日常维护和保养	(271)
7.4	数控车床常见故障及其诊断	(272)
7.4.1	概述	(272)
7.4.2	数控车床故障诊断常用方法	(272)
7.4.3	数控系统故障自诊断	(274)
7.4.4	数控车床常见机械故障及其诊断	(275)
习题 7		(275)
第 8 章	Mastercam 自动编程	(277)
8.1	自动编程概述	(277)
8.1.1	自动编程的方法	(277)
8.1.2	自动编程的工作过程	(277)
8.1.3	自动编程软件介绍	(279)
8.2	Mastercam 自动编程	(280)
8.2.1	Mastercam 用户界面	(280)
8.2.2	Mastercam 自动编程实例	(283)
试题		(300)
数控车床操作工 (中级) 理论试题		(300)
数控车床操作工 (中级) 仿真试题		(305)
数控车床操作工 (高级) 理论试题		(306)
数控车床操作工 (高级) 仿真试题		(312)
数控车床操作工 (中级) 理论试题答案		(313)
数控车床操作工 (高级) 理论试题答案		(313)

第 1 章 数控车床概述

1.1 数控和数控车床

1.1.1 数控机床的产生和发展

数字控制 (Numerical Control) 技术, 简称为数控 (NC) 技术, 它是用数字化信息对某一对象进行自动控制的技术。控制对象可以是位移、角度、速度、温度、压力、流量、颜色等。采用数控技术的控制系统称为数控系统。采用通用计算机硬件结构, 用控制软件来实现数控功能的数控系统, 称为计算机数控 (CNC) 系统。装备了数控系统的机床, 称为数控机床。

数控机床是为了解决复杂型面零件加工的自动化而产生的。1948 年, 美国 PARSONS 公司在研制加工直升机叶片轮廓用检查样板的机床时, 首先提出了数控机床的设想, 在麻省理工学院的协助下, 于 1952 年试制成功了世界上第一台数控铣床。后又经过三年时间的改进和自动程序编制的研究, 数控机床进入实用阶段, 市场上出现了商品化数控机床。1958 年, 美国 KEANEY&TRECKER 公司在世界上首先研制成功带有自动换刀装置的加工中心。

我国于 1958 年开始研制数控机床, 到 20 世纪 70 年代, 简易的数控机床在生产中开始使用。它们以单板机作为控制核心, 多以数码管作为显示器, 用步进电动机作为执行元件。20 世纪 80 年代初, 由于引进了国外先进的数控技术, 使我国的数控机床在质量和性能上都有了很大的提高。它们具有完备的手动操作面板和友好的人机界面, 可以配直流或交流伺服驱动, 实现半闭环或闭环的控制, 能对 2~4 轴进行联动控制, 具有刀库管理功能和丰富的逻辑控制功能。

20 世纪 90 年代起, 我国开始向高档数控机床方向发展, 一些高档数控攻关项目通过了国家鉴定并陆续在工程上得到应用。21 世纪初, 航天 I 型、华中 I 型、华中-2000 型等高性能数控系统, 实现了高速、高精度和高效经济的加工效果, 能五坐标实时插补控制完成高复杂度的曲面加工。

当今的数控机床已经在机械加工中占有非常重要的地位, 应用也越来越广泛, 数控机床发展趋势是工序集中, 高速、高精度化以及方便使用, 提高可靠性。随着数控技术的发展, 柔性制造系统 (FMS)、计算机集成制造系统 (CIMS)、自动化无人加工车间 (FA) 等智能化、柔性化、敏捷化、网络化的制造技术, 是当今机械制造业发展的方向。

1. 柔性制造系统 (FMS)

柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System) 是由一个物料运输系统将所有的数控设备连接起来形成的数控制造系统, 其中的设备不限于切削加工设备, 也可以是电加工、激光

加工、热处理、冲压剪切设备以及装配、检验等设备。柔性制造系统由中央计算机集中控制，可以实现无固定加工顺序的随机自动制造，如图 1-1 所示。

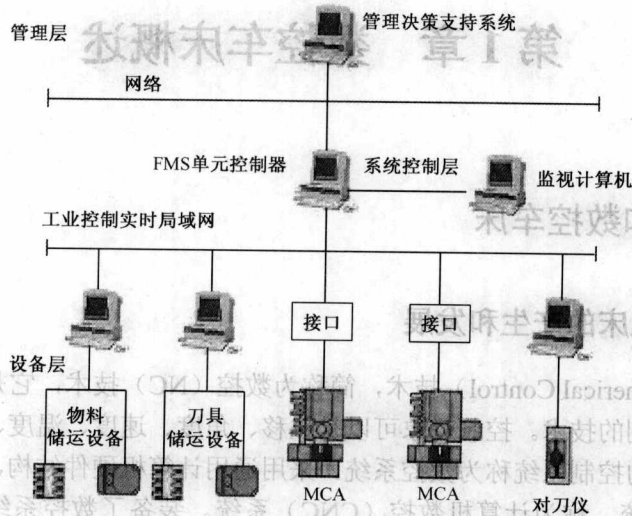


图 1-1 柔性制造系统

柔性制造系统一般由加工、物流、信息流三个子系统组成，每一个子系统还可以有分系统。

系统中的加工设备根据预期生产中要完成的不同工序来配置。

物流系统包括工件和刀具两个物流系统：刀具系统设有中央刀库，由机器人在中央和各机床的刀库之间进行输送和交换刀具，见图 1-2 所示。刀具必须采用标准化、系列化刀具，并具有较长的刀具寿命，系统有刀具寿命和刀具故障监控功能。工件系统包括有工件、夹具的输送、装卸以及仓储等装置。在 FMS 中工件和夹具的存储仓库多用立体仓库，由仓库计算机进行控制和管理。各设备之间的输送设备常用有轨小车和无轨小车，小车的行走路线常用电缆或光电引导。

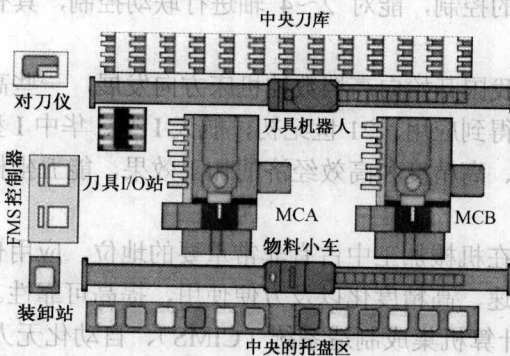


图 1-2 物流系统图

信息流系统包括作业计划、加工系统和物流系统调度与自动控制、在线状态监控及其数据和信息处理、以及故障在线检测和处理等。

此外，排屑、去毛刺、清洗等工作设备也在系统的管理与自动控制范围之内。

2. 计算机集成制造系统 (CIMS)

计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System) 是采用现代计算机技术, 将计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助管理集成在一起, 将制造工厂全部生产活动所需的各种分散的自动化系统有机地集成起来, 将制造过程中的物料流和信息流组成一个协调平衡的运动系统, 实现总体的优化来适应市场竞争的需要, 见图 1-3 所示。

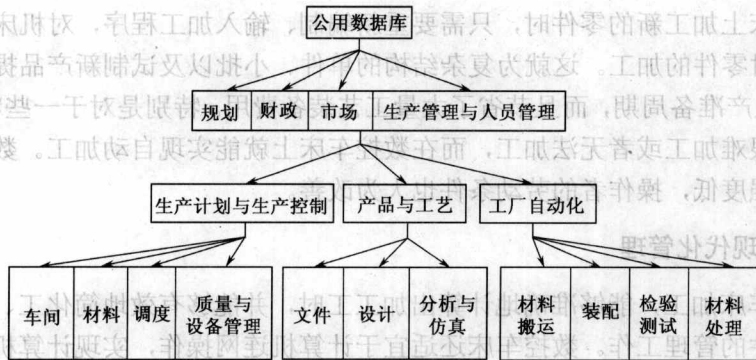


图 1-3 计算机集成制造系统

目前 CIMS 技术得到了广泛的重视, 美国、欧盟、日本等国家都将 CIMS 列入科技发展战略, 我国在 1986 年制定了国家科技研究发展计划 (即“863”计划), 将 CIMS 确定为自动化研究领域的主题之一。

1.1.2 数控车床的加工特点

1. 加工精度高

数控车床是按数字形式给出的指令进行零件切削的。目前数控车床的脉冲当量 (即每输出一个脉冲后数控车床刀具相应的进给移动量) 可以达到 $1\mu\text{m}$, 有的甚至可以达到 $0.1\mu\text{m}$ 。移动部件的传动丝杠的反向间隙及螺距误差可以由数控系统进行补偿, 因此数控车床可加工出精度要求较高的零件。目前国内生产的规格 (回转直径) 在 1000mm 以下的数控车床重复定位精度在 0.01mm 内, 而定位精度控制在 0.02mm 之内。此外, 国内机床制造厂家对机床的传动系统及机床结构都采取了很好的工艺措施, 因此机床具有很好的刚度及热稳定性, 主要部件制造精度高。数控车床的自动循环加工方式又避免了人为因素的影响, 使被加工零件的尺寸一致性好, 产品合格率高, 质量稳定。

2. 生产效率高

零件加工所需要的时间由实际切削及辅助时间两部分组成。由于数控车床上可以实现大切削量、高线速度切削以及具有快速空运行移动速度, 因此数控车床的加工生产效率比普通车床要高得多。数控车床一般具有良好的刚性, 允许进行大切削量的强力切削, 节省了粗加工时间。数控车床可以实现无级变速。目前有的小规格数控车床可达到最高转速为 $8000\text{r}/\text{min}$, 中规格可达 $3000\sim 4500\text{r}/\text{min}$, 这样拓宽了转速选调范围, 可以获得较好的线速度。而进给量的选用, 可根据刀具耐用度、材料加工性能及操作人员的实际经验来确定。移动部件的移动

速度,目前国内生产的数控车床最快可达 25m/min 以上,快速移动可使空运行的辅助时间大大减少。这些良好的条件为生产率提高提供了可靠保证。当生产量为中批量时,数控车床就更能显示出它的优越性。经过对国内有些用户厂家的调查表明,数控车床生产率(同类比)比普通车床要高出 3~5 倍。

3. 适用性强

在数控车床上加工新的零件时,只需要重新编制、输入加工程序,对机床和刀具稍加调整,就能实现对零件的加工。这就为复杂结构的单件、小批以及试制新产品提供了极大的便利。它缩短了生产准备周期,而且节省了大量工艺装备费用。特别是对于一些精密复杂零件,在普通车床上很难加工或者无法加工,而在数控车床上就能实现自动加工。数控车床自动化程度高,劳动强度低,操作者的劳动条件也大为改善。

4. 有利于现代化管理

采用数控车床加工,能够准确地计算出加工工时,并能够有效地简化工、夹、量具及成品、半成品零件的管理工作。数控车床还适宜于计算机联网操作,实现计算机辅助设计、制造及管理一体化。

5. 价格较贵但经济效益良好

由于数控机床采用了许多高、新、尖的先进技术,使得数控机床的整体价格较高。但数控车床加工精度高,质量稳定性好,效率高,因此能够获得良好的经济效益。

1.1.3 数控车床主要加工对象

根据数控车床的加工特点,其主要加工对象有以下几类。

1. 精度要求高的回转体零件

由于数控车床刚性好,制造精度和控制精度高,能精确地进行人工补偿和自动补偿,所以能加工尺寸精度和直线度、圆度、圆柱度等形状精度要求高的零件。

对于圆弧以及其他曲线轮廓,加工出的形状与图样上所要求的几何形状的接近程度比仿形车床要高得多。在数控车床上加工工件,一次装夹可以加工出许多表面,对提高位置精度特别有效,而在普通车床上加工时,则可能需要多次装夹才能完成。

2. 表面质量要求高的回转体零件

数控车床具有恒线速度切削功能,能加工出表面粗糙度值小而均匀的零件。在材质、精车余量和刀具已确定的情况下,表面粗糙度取决于进给量和切削速度。在普通车床上车削锥面和端面时,由于转速恒定不变,致使车削后的表面粗糙度 R_a 值不一致,只有某一直径处的表面粗糙度 R_a 值最小,使用数控车床的恒线速度切削功能,就可选用最佳线速度来切削锥面和端面,使车削后的表面粗糙度 R_a 值既小又一致。数控车削还适合于车削各部位表面粗糙度要求不同的零件,表面粗糙度 R_a 值要求大的部位选用大的进给量,要求小的部位选用小的进给量。由于数控车床多为无级变速,且变速范围大,这样可以简化工序流程,有的工序甚至可以以车代磨。

3. 表面形状复杂的回转体零件

由于数控车床具有直线和圆弧插补功能，所以可以车削任意直线和曲线组成的形状复杂的回转体零件，如图 1-4 所示。组成零件轮廓的曲线可以是数学方程描述的曲线，也可以是列表曲线。对于由直线或圆弧组成的零件轮廓，直接利用机床的直线或圆弧插补功能；对于由非圆曲线组成的零件轮廓应先用直线或圆弧去逼近，然后再用直线或圆弧插补功能进行插补切削。

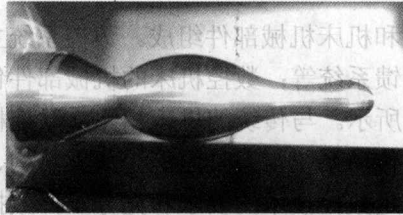


图 1-4 数控车削零件

4. 具有非回转体特征的零件

在具有 C 轴和动力刀头的车削加工中心上，如图 1-5 所示，能加工带有键槽或径向孔，或端面有分布的孔系以及有曲面的盘套或轴类零件，如带法兰盘的轴套、带有键槽或方头的轴类零件等。这类零件在车削加工中心上，一次装夹可完成普通机床的多个工序的加工，减少了装夹次数，实现了工序集中的原则，保证了加工质量的稳定性，提高了生产率，降低了生产成本。

5. 带特殊螺纹的回转体零件

普通车床所能车削的螺纹类型有限，它只能车削等导程的直、锥面的公、英制螺纹，而且一台车床只能限定加工若干种导程，而数控车床不但能车削各种等导程的直、锥面螺纹和端面螺纹，还能车削增导程、减导程以及要求等导程和变导程之间平滑过渡的螺纹，以及高精度的模数螺旋零件（如蜗杆），如图 1-6 所示。数控车床车削螺纹时，主轴转向不必像普通车床那样交替变换，它可以连续地循环切削，直到完成，所以车削螺纹的效率很高。数控车床配置有螺距补偿功能，再加上采用硬质合金成形刀片，以及使用较高的转速，所以车削出来的螺纹精度高，表面粗糙度值小。

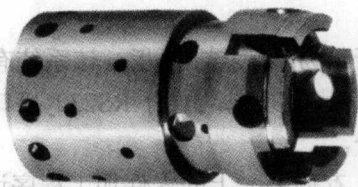


图 1-5 带径向加工的零件

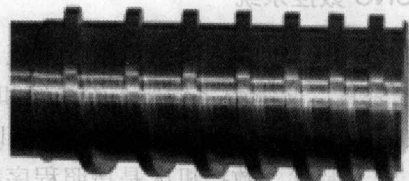


图 1-6 特殊螺纹的零件

1.2 数控车床组成及分类

数控车床是一种利用数控技术，按照事先编制好的程序实现零件自动加工的机床。从数

控车床应用来说就是将加工零件过程所需的如主轴开和停、刀具移动和切削加工、松夹工件、换刀具位、主轴变速、开停切削液等各种操作和工序步骤，以及刀具与工件之间相对位移的速度、方向等都用数字化的代码来表示，将这些代码输入数控系统，数控系统对输入的代码进行处理与运算后发出各种指令控制伺服系统或其他辅助装置，使机床自动完成各种动作，从而加工出所需的零件。

1.2.1 数控车床的组成

数控车床主要由数控系统和机床机械部件组成。数控系统主要有程序载体、输入装置、数控装置、伺服系统、位置反馈系统等；数控机床的机械部件包括：主传动系统、进给传动系统以及辅助装置，如图 1-7 所示。与传统的机床相比，数控机床的结构强度、刚度和抗振性等性能都有了很大的提高，传动系统与刀具系统等部件结构、操作机构等方面都在不断地改进和完善，其目的是为了满足不同数控技术的要求和充分发挥数控机床的效能。

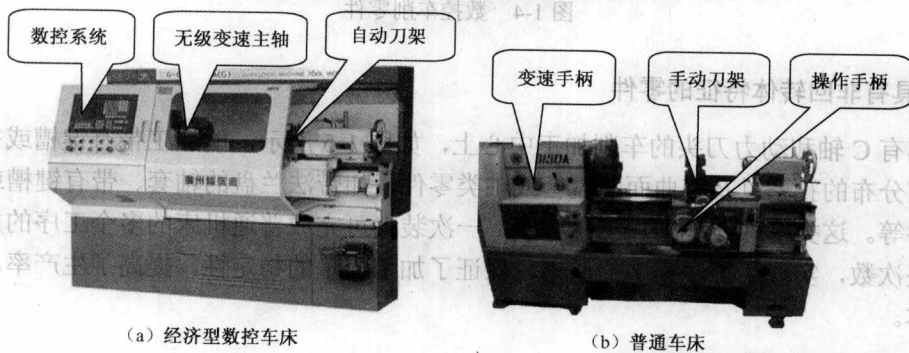


图 1-7 数控车床与普通车床在结构上的区别

数控车床种类型号较多，大体结构和功能相似。下面以广州机床厂有限公司的 G-120 全功能数控车床为例来说明数控车床结构特点及功能。

G-120 全功能数控车床（见图 1-8）采用 45° 倾斜高刚性床身，适合高速强力切削，具有优良的可靠性及精度保持性，主轴精度高，刚性强，可实现无级调速及恒速切削，启动及停止迅速，各润滑点均有独立循环装置进行定量润滑，温升及热变形小。机床总体布局合理，排屑流畅，上下料、调整方便，便于操作。

1. CNC 数控系统

采用 FANUC 0i MATE TC 数控系统，如图 1-9 所示为系统控制面板。该系统有全功能 CNC 数控装置、交流数字伺服进给系统和主轴交流数字伺服系统，配有 RS232 接口。数控系统是数控机床的核心部分，它主要包括以下几个部分。

(1) 输入装置。数控机床是按照程序载体（磁盘、存储卡）上的零件加工程序运行的。输入装置的作用是将程序载体内的加工信息读入数控装置。现代数控机床一般是将零件加工程序通过数控装置上的键盘，直接输入数控装置；或者将存储在编程计算机硬盘上的加工程序用通讯方式传送到数控装置。