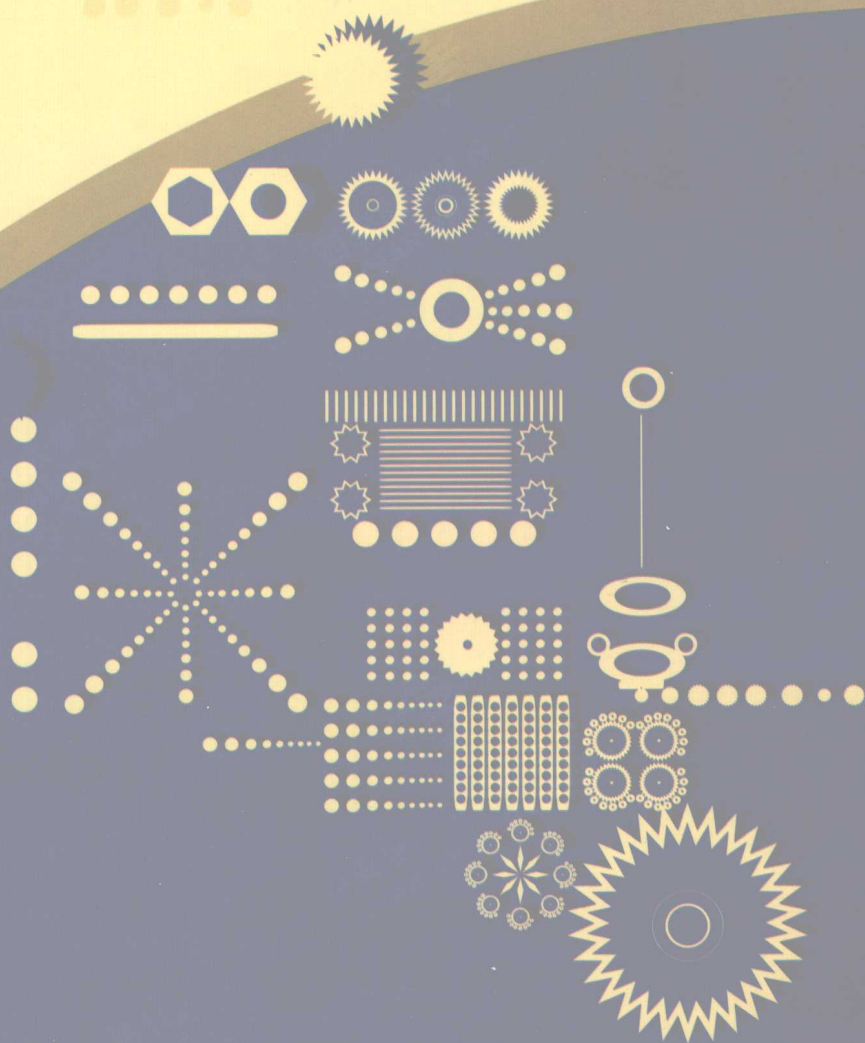


面向
21
世纪

中国高等职业技术教育研究会推荐
机电类专业高职高专规划教材

数控机床与编程

主编 饶 军
主审 刘 航



西安电子科技大学出版社

<http://www.xdpu.cn>

TG65
2008
6

中国高等职业技术教育研究会推荐

面向 **21** 世纪机电类专业高职高专规划教材

数控机床与编程

主编 饶 军

主审 刘 航

内 容 简 介

全书共分 7 章, 内容包括概述、数控车床基础知识、数控车床加工工艺、数控车床编程、数控铣床及镗铣类加工中心基础知识、数控铣床加工工艺、数控铣床及镗铣类加工中心编程。

本书的特点是按机床的类型进行编写, 即将每一类数控机床的相关知识放在一起介绍。本书重点介绍了数控车床和数控铣床及镗铣类加工中心这三类机床的主要结构、加工工艺及编程方法, 在数控编程部分介绍了占数控系统份额较大的 FANUC 和 SIEMENS 系统的编程方法。本书后面还附有 FANUC 和 SIEMENS 系统的指令表。本书每一章前面都有本章主要内容介绍, 每一章结束都配有思考与练习题。

本书既可作为高职院校数控技术应用专业和机电技术应用专业的教学用书, 也可作为成人教育和数控技术培训用书, 还可供相关技术人员自学参考。

★ 本书配有电子教案, 需要者可登录出版社网站, 免费下载。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床与编程 / 饶军主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2008.8

中国高等职业技术教育研究会推荐. 面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材

ISBN 978-7-5606-2039-8

I. 数… II. 饶… III. 数控机床—程序设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 061923 号

策 划 马乐惠

责任编辑 张 梁 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http: //www.xduph.com E-mail: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 16.75

字 数 389 千字

印 数 1~4000 册

定 价 24.00 元

ISBN 978-7-5606-2039-8/TH · 0092

XDUP 2331001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

序

进入 21 世纪以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,必须重视内涵建设,不断深化教育教学改革。根据市场和社会的需要,不断更新教学内容,编写具有鲜明特色的教材是其必要任务之一。

为配合教育部实施紧缺人才工程,解决当前机电类精品高职高专教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种的基础上,又联合策划、组织编写了“数控、模具及汽车类专业”系列高职高专教材共 60 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业(数控、模具和汽车)的高职高专院校中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职高专教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,且大都已重印,有的教材出版一年多的时间里已重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。本轮教材预计 2006 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校基本建设的一项重要工作,多年来,各高职高专院校都十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高职高专教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,为不断推出有特色、高质量的高职高专教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2005 年 10 月

李宗尧

面向 21 世纪

机电类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

主 任：刘跃南（深圳职业技术学院教务长，教授）
副 主 任：方 新（北京联合大学机电学院副院长，教授）
刘建超（成都航空职业技术学院机械工程系主任，副教授）
杨益明（南京交通职业技术学院汽车工程系主任，副教授）

数控及模具组：组长：刘建超（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王怀明（北华航天工业学院机械工程系主任，教授）
孙燕华（无锡职业技术学院机械与汽车工程系主任，副教授）
皮智谋（湖南工业职业技术学院机械工程系副主任，副教授）
刘守义（深圳职业技术学院工业中心主任，教授）
陈少艾（武汉船舶职业技术学院机电工程系主任，副教授）
陈洪涛（四川工程职业技术学院机电工程系副主任，副教授）
钟振龙（湖南铁道职业技术学院机电工程系主任，副教授）
唐 健（重庆工业职业技术学院机械工程系主任，副教授）
戚长政（广东轻工职业技术学院机电工程系主任，教授）
谢永宏（深圳职业技术学院机电学院副院长，副教授）

汽车组：组长：杨益明（兼）（成员按姓氏笔画排列）

王世震（承德石油高等专科学校汽车工程系主任，教授）
王保新（陕西交通职业技术学院汽车工程系讲师）
刘 锐（吉林交通职业技术学院汽车工程系主任，教授）
吴克刚（长安大学汽车学院教授）
李春明（长春汽车工业高等专科学校汽车工程系副主任，教授）
李祥峰（邢台职业技术学院汽车维修教研室主任，副教授）
汤定国（上海交通职业技术学院汽车工程系主任，高讲）
陈文华（浙江交通职业技术学院汽车系主任，副教授）
徐生明（四川交通职业技术学院汽车系副主任，副教授）
韩 梅（辽宁交通职业技术学院汽车系主任，副教授）
葛仁礼（西安汽车科技学院教授）
颜培钦（广东交通职业技术学院汽车机械系主任，副教授）

项目策划：马乐惠 **策 划：**马武装 毛红兵 马晓娟

前 言

本书是高等职业教育数控技术应用专业和机电技术应用专业的教材。本书从高等职业教育的实际出发,在编写过程中本着“够用为度,重在应用”的原则,以数控机床的结构及数控编程方法为主要内容。

本书的特点是按机床的类型进行编写,即将每一类数控机床的相关知识放在一起介绍,比如对于数控车床,从它的结构开始介绍,之后介绍数控车床的加工工艺,然后是数控车床的编程。这种编写方法可以将相对零散的知识按机床类型进行系统的介绍,便于学生对每一类数控机床都能比较系统地学习,也便于学生进行实验或实践。这也是与其他教材的不同之处。

本书主要介绍了数控车床、数控铣床和镗铣类加工中心这三类机床的结构、加工工艺和编程方法,在数控编程部分,介绍了占数控系统份额较大的 FANUC 和 SIEMENS 系统的编程方法。

本书由饶军主编,参编的有东南大学的黄卫老师和北京联合大学的雷保珍老师、杨志勤老师、咎华老师、王逸方老师等。他们全部从事数控技术教学工作并有多年丰富的教学经验,而且将这些经验带到了本书当中。本书由西安理工大学高等职业技术学院的刘航副教授担任主审,在此表示感谢。

限于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

欢迎选购西安电子科技大学出版社教材类图书

~~~~~国家级、部级重点教材~~~~~			计算机网络 (第三版) (蔡皖东)	27.00
计算机系统结构 (第四版) (李学干)	25.00		计算机组网实验教程 (王宣政)	23.00
雷达对抗原理 (赵国庆)	15.00		计算机网络基础及应用 (高职) (向隅)	22.00
雷达原理 (第三版) (丁鹭飞)	23.00		~~~~~计算机技术类~~~~~	
通信网的安全——理论与技术 (王育民)	42.00		计算机应用基础教程 (第四版) (陈建铎)	
模拟电子线路基础 (傅丰林)	16.00		(for Windows XP/Office XP)	30.00
移动通信 (第四版) (李建东)	30.00		计算机系统结构 (陈智勇)	26.00
~~~~~计算机提高普及类~~~~~			计算机系统结构与组成 (吕辉)	26.00
计算机应用基础 (第三版) (丁爱萍)	22.00		计算机系统安全 (第二版) (马建峰)	30.00
计算机文化基础 (高职) (游鑫)	27.00		计算机信息检索实用教程 (高职) (张晓芳)	15.00
计算机文化基础上机实训及案例 (高职)	15.00		电子商务概论 (宋沛军) (高职)	20.00
计算机科学与技术导论 (吕辉)	22.00		电子商务基础与应用 (第五版) (含盘)	39.00
计算机应用基础 (高职) (赵钢)	29.00		《电子商务基础与应用 (第五版)》	
计算机应用基础——信息处理技术教程	31.00		学习指导与练习 (杨坚争)	20.00
计算机应用基础 (高职) (冉崇善)			电子商务基础与实务 (第二版) (高职)	16.00
(Windows XP & Office 2003 版)	23.00		数据结构——使用 C++ 语言 (第二版) (朱战立)	23.00
《计算机应用基础》实践技能训练			数据结构 (高职) (周岳山)	15.00
与案例分析 (高职) (冉崇善)	18.00		数据结构教程——Java 语言描述 (朱振元)	29.00
办公自动化设备的使用和维护			计算方法与实习 (高职) (田祥宏)	11.00
(第二版) (陈国先) (高职)	18.00		算法设计与分析 (霍红卫)	15.00
~~~~~计算机网络类~~~~~			编译原理教程 (第二版) (胡元义)	18.00
计算机网络管理 (雷震甲)	20.00		离散数学 (马光思)	22.00
网络安全技术 (高职) (廖兴)	19.00		离散数学 (武波)	24.00
网络安全技术 (高职) (李卓玲)	17.00		软件工程 (第二版) (邓良松)	22.00
网络信息安全技术 (周明全)	17.00		软件技术基础 (高职) (鲍有文)	23.00
动态网页设计实用教程 (蒋理)	30.00		信息系统分析与设计 (高职) (卫红春)	20.00
Windows 网络程序设计 (夏靖波)	26.00		信息系统分析与设计 (第二版) (陈圣国)	15.00
局域网组建实例教程 (高职) (尹建璋)	20.00		人工智能技术导论 (第三版) (廉师友)	24.00
Windows Server 2003 组网实训教程 (高职)	27.00		~~~~~计算机辅助技术类~~~~~	
Windows Server 2003 组网技术			电子工程制图 (含习题集) (高职) (童幸生)	25.00
(含光盘) (高职) (陈伟达)	30.00		机械制图与计算机绘图 (含习题集) (高职)	40.00
综合布线技术 (高职) (王趾成)	18.00		计算机绘图 (第二版) (许社教)	25.00
计算机网络应用基础 (武新华)	28.00		DSP 应用技术 (高职) (赵明忠)	25.00
计算机网络 (张璟)	26.00		电子线路 CAD 实用教程 (潘永雄) (第三版)	27.00
计算机网络 (第二版) (袁家政) (高职)	26.00		AutoCAD 基础教程 (高职) (石高峰)	15.00

电子工艺与电子 CAD (高职) (朱旭平)	14.00
EDA 技术及应用 (第二版) (谭会生)	27.00
数字电路 EDA 设计 (高职) (顾斌)	19.00
~~~~~操作系统类~~~~~	
计算机操作系统 (第二版) (颜彬) (高职)	19.00
计算机操作系统 (修订版) (汤子瀛)	24.00
计算机操作系统 (第三版) (汤小丹)	27.00
计算机操作系统 (方敏)	28.00
Linux 网络操作系统应用教程 (高职) (王和平)	25.00
Linux 操作系统实用教程 (高职) (梁广民)	20.00
~~~~~图形处理类~~~~~	
多媒体软件开发 (高职) (含盘) (牟奇春)	35.00
多媒体技术及应用 (第二版) (高职) (王坤)	25.00
多媒体软件设计技术 (第二版) (陈启安)	20.00
多媒体技术基础与应用 (曾广雄)	20.00
计算机图形学 (丁爱玲)	14.00
计算机图形学 (研究生系列) (璩柏青)	26.00
数字图像处理 (何东建)	23.00
三维动画案例教程 (含光盘) (高职)	25.00
~~~~~微机与控制类~~~~~	
微型计算机原理 (第二版) (王忠民)	27.00
微型计算机原理及接口技术 (第二版)	36.00
微机接口技术及其应用 (李育贤)	19.00
微型计算机组成与接口技术 (第二版) (高职) (赵佩华)	28.00
单片机应用技术 (第二版) (高职) (刘守义)	30.00
单片机原理与应用技术 (黄惟公)	22.00
单片机原理与程序设计实验教程 (于殿泓)	18.00
单片机实验与实训指导 (高职) (王曙霞)	19.00
单片机原理及接口技术 (第二版) (余锡存)	19.00
单片机原理与应用技术 (喻宗泉)	19.00
新编单片机原理与应用 (第二版) (潘永雄)	22.00
MCS-51 单片机原理及嵌入式系统应用	26.00
计算机控制技术 (高职) (温希东)	12.00
微机外围设备的使用与维护 (高职) (王伟)	19.00
微机装配调试与维护教程 (王忠民)	25.00
《微机装配调试与维护教程》实训指导	22.00

~~~~~数据库及计算机语言类~~~~~	
数据库原理 (第二版) (郭盈发)	16.00
C 程序设计与实例教程 (曾令明)	21.00
程序设计与 C 语言 (第二版) (马鸣远)	32.00
C 语言程序设计教程 (高职) (朱接文)	20.00
C 语言程序设计课程与考试辅导 (王晓丹)	25.00
Visual Basic.NET 程序设计 (高职) (马宏锋)	24.00
Visual FoxPro 数据库程序设计教程 (康贤)	24.00
Visual FoxPro 6.0 数据库原理与应用 (高职)	21.00
SQL Server 2000 应用基础与实训教程 (高职)	22.00
网络数据库技术及应用 (高职) (范剑波)	24.00
C++ 程序设计语言 (揣锦华)	20.00
Visual C++ 基础教程 (郭文平)	29.00
汇编语言程序设计 (第二版) (韩海)	18.00
面向对象程序设计与 VC++ 实践 (揣锦华)	22.00
面向对象程序设计与 C++ 语言 (第二版)	18.00
面向对象程序设计——JAVA (第二版)	32.00
跨平台程序设计语言——JAVA (赵毅)	24.00
Java 语言程序设计教程 (张席)	18.00
Java 程序设计 (高职) (陈圣国)	18.00
Java 程序设计教程 (曾令明)	23.00
JavaWeb 程序设计基础教程 (高职) (李绪成)	25.00
Access 数据库应用技术 (高职) (王趾成)	21.00
Web 应用开发技术: JSP (含光盘)	33.00
~~~~~电子及通信类~~~~~	
测试与计量技术基础 (周涓)	19.00
光的电磁理论 (石顺祥)	28.00
传感器原理及工程应用 (第二版)	20.00
传感器应用技术 (高职) (王煜东)	27.00
传感器原理及应用 (郭爱芳)	24.00
电路 (高赞)	26.00
电路分析基础 (第三版) (张永瑞)	28.00
电路基础 (高职) (孔凡东)	13.00
模拟电子技术 (高职) (钱聪)	13.00
模拟电子技术及应用 (高职) (王朱劳)	21.00
模拟电子技术 (第二版) (教育部高职) (周雪)	17.00
模拟电子技术 (第二版) (江晓安)	21.00
数字电子技术 (高职) (蒋卓勤)	15.00

数字电子技术及应用(高职)(张双琦)	21.00	电梯原理及逻辑排故(高职)(姚融融)	24.00
高频电子技术(高职)(钟苏)	21.00	~~~~~仪器仪表及自动化类~~~~~	
现代电子装联工艺基础(余国兴)	20.00	现代测控技术(吕辉)	20.00
Multisim电子电路仿真教程(高职)	22.00	现代测试技术(王勇)	23.00
电子工艺实训教程(宁铎)	19.00	现代测试技术(何广军)	22.00
电工技能实训基础(高职)(张仁醒)	14.00	光学设计(刘钧)	22.00
电工初级技能实训(高职)(杜江)	17.00	工程光学(韩军)	36.00
电工中级技能实训(高职)(阮友德)	15.00	测试技术基础(李孟源)	15.00
电工高级技能实训(高职)(颜全生)	21.00	测试系统技术(郭军)	14.00
信号与系统实验(MATLAB)(党宏社)	14.00	电气控制技术(史军刚)	18.00
信号与系统分析(和卫星)	33.00	可编程序控制器应用技术(张发玉)	22.00
电气工程导论(贾文超)	18.00	图像检测与处理技术(于殿泓)	18.00
信息论与编码(邓家先)	18.00	自动检测技术(何金田)	26.00
现代通信系统导论(高职)(赵明忠)	21.00	电气控制基础与可编程序控制器应用教程	24.00
通信原理(黄葆华)	25.00	DSP在现代测控技术中的应用(陈晓龙)	28.00
通信电路(第二版)(沈伟慈)	21.00	计量技术基础(李孟源)	14.00
通信系统原理教程(王兴亮)	31.00	~~~~~家用电器与机电类~~~~~	
现代通信网概论(杨武军)	29.00	移动电话实践与指导(高职)(马立军)	12.00
现代通信理论(李白萍)	29.00	移动电话原理与维修(高职)(万少云)	20.00
现代通信新技术(达新宇)	22.00	电视原理与系统(赵坚勇)	16.00
扩频通信技术的应用(韦惠民)	26.00	电视原理与电视机检修(高职)(庄月恒)	16.00
移动通信(第二版)(章坚武)	24.00	数字电视技术(赵坚勇)	20.00
数字移动通信技术(高职)(张重阳)	15.00	现代音响与调音技术(第二版)(王兴亮)	21.00
微波与卫星通信(李白萍)	15.00	电气控制与PLC原理及应用(高职)(常文平)	17.00
微波技术及应用(张瑜)	20.00	电力电子技术及应用(高职)(刘雨棣)	20.00
电磁场与电磁波(曹祥玉)	22.00	工程电动力学(修订版)(王一平)(研究生)	32.00
电磁场与电磁波(第二版)(郭辉萍)	28.00	工程力学(张光伟)	21.00
电磁波——传输·辐射·传播(王一平)	26.00	工程力学(皮智谋)(高职)	12.00
计算机数据通信(雷思孝)	22.00	材料成型工艺基础(刘建华)	25.00
信息安全数学基础(谢敏)	18.00	工程材料与应用(戈晓岚)	19.00
现代能源与发电技术(邢运民)	28.00	工程实践训练(周桂莲)	16.00
神经网络(含光盘)(侯媛彬)	26.00	工程实践训练基础(周桂莲)	18.00
程控数字交换技术(刘振霞)	24.00	工程制图(含习题集)(高职)(白福民)	33.00
数字视觉视频技术(研究生)(李玉山)	26.00	工程制图(含习题集)(周明贵)	36.00
自动控制原理(李素玲)	30.00	工程图学简明教程(含习题集)(尉朝闻)	28.00
自动控制原理(第二版)(薛安克)	24.00	先进制造技术(高职)(孙燕华)	16.00
自动控制原理及其应用(高职)(温希东)	15.00	检测与控制技术(高职)(李贵山)	21.00
楼宇自动化(高职)(盛啸涛)	14.00	机械原理多媒体教学系统(资料)(书配盘)	120.00

机械工程科技英语(程安宁)	15.00	模具制造技术(高职)(刘航)	22.00
机械设计基础(张京辉)(高职)	24.00	模具设计(高职)(曾霞文)	18.00
机械基础(安美玲)(高职)	20.00	冷冲压模具设计(高职)(刘庚武)	21.00
机械CAD/CAM(欧长劲)	21.00	塑料成型模具设计(高职)(单小根)	37.00
机械CAD/CAM上机指导及练习教程	20.00	液压与气动技术(第二版)(朱梅)	23.00
机械制图(含习题集)(高职)(孙建东)	29.00	液压传动技术(高职)(简引霞)	23.00
机械设备制造技术(高职)(柳青松)	33.00	发动机构造与维修(高职)(王正键)	29.00
机械制造工艺装备(高职)(朱派龙)	22.00	汽车典型电控系统结构与维修(李美娟)	31.00
机械制造技术(高职)(邵堃)	24.00	汽车机械基础(高职)(娄万军)	29.00
机械制造基础(高职)(郑广花)	21.00	汽车底盘结构与维修(高职)(张红伟)	28.00
机械加工技术(高职)(魏康民)	24.00	汽车车身电气设备系统及附属电气设备	
数控编程与操作--SINUMERIK数控系统	15.00	(高职)(颜培钦)	23.00
数控加工与编程(第二版)(高职)(詹华西)	22.00	汽车单片机与车载网络技术(于万海)	20.00
数控加工工艺(高职)(赵长旭)	24.00	汽车故障诊断技术(高职)(王秀贞)	19.00
数控加工工艺课程设计指导书(赵长旭)	12.00	汽车及配件营销(边伟)(高职)	25.00
数控加工工艺(高职)(刘长伟)	22.00	汽车营销技术(高职)(孙华宪)	15.00
数控加工实训教程(高职)(胡相斌)	24.00	汽车使用性能与检测技术(高职)(郭彬)	22.00
数控加工编程与操作(高职)(刘虹)	15.00	汽车电工电子技术(高职)(黄建华)	20.00
数控编程与操作(高职)(周虹)	19.00	汽车电气设备与维修(高职)(李春明)	25.00
数控机床故障分析与维修(高职)(潘海丽)	19.00	汽车车身结构与维修(高职)(吴兴敏)	26.00
数控机床电气控制(高职)(姚勇刚)	21.00	汽车使用与技术管理(高职)(边伟)	25.00
现代数控机床(高职)(刘瑞己)	25.00	汽车空调(高职)(李祥峰)	16.00
数控应用专业英语(高职)(黄海)	17.00	汽车概论(高职)(邓书涛)	20.00
机床电器与PLC(高职)(李伟)	14.00	现代汽车典型电控系统结构原理	
电机及拖动基础(高职)(孟宪芳)	17.00	与故障诊断(高职)(徐生明)	25.00
电机拖动与控制(高职)(刘保录)	25.00	有色金属材料焊割技术(高职)(袁国义)	24.00
电机与电气控制(高职)(冉文)	23.00	互换性与技术测量(高职)(屈波)	19.00
电机原理与维修(高职)(解建军)	20.00	互换性与几何量测量技术(张帆)	30.00
供配电技术(高职)(杨洋)	25.00	电子CAD(Protel 99 SE)实训指导书(高职)	12.00
电切削加工技术(高职)(詹华西)	13.00	Pro/ENGINEER应用教程(高职)(朱玉红)	23.00
金属切削与机床(高职)(聂建武)	22.00	安全评价技术(张乃禄)	23.00
模具CAD/CAM实用教程——		安全检测技术(张乃禄)	28.00
Pro/ENGINEER Wildfire2.0(高职)	18.00		

欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍, 欢迎投稿!

通信地址: 西安市太白南路2号 西安电子科技大学出版社发行部

邮 编: 710071

邮购业务电话: (029) 88201467

传 真: (029) 88213675



目 录

第 1 章 概述	1
1.1 数控机床的产生及发展	1
1.1.1 数字控制技术与数控机床	1
1.1.2 数控机床的产生	1
1.1.3 数控机床的发展	2
1.2 数控机床的组成及工作原理	3
1.2.1 数控机床的组成	3
1.2.2 数控机床的工作原理	4
1.3 数控机床的分类	5
1.3.1 按工艺用途分类	5
1.3.2 按运动控制轨迹分类	5
1.3.3 按伺服系统的类型分类	8
1.3.4 按功能水平分类	10
1.4 数控机床的特点及应用范围	10
1.4.1 数控机床的特点	10
1.4.2 数控机床的应用范围	11
1.5 数控机床的发展趋势	12
1.6 数控机床的主要性能指标	14
1.6.1 数控机床的精度指标	14
1.6.2 数控机床的运动性能指标	14
1.6.3 数控机床的加工性能指标	15
1.6.4 数控机床的可控轴数与联动轴数	15
1.6.5 数控机床的可靠性指标	16
思考与练习题	16
第 2 章 数控车床基础知识	17
2.1 概述	17
2.1.1 数控车床的组成和基本加工方法	17
2.1.2 数控车床的布局	19
2.1.3 数控车床的分类	20
2.2 数控车床的传动及结构	21
2.2.1 数控车床的主传动	21
2.2.2 主轴部件	23

2.2.3 数控车床的进给传动	28
2.2.4 滚珠丝杠螺母副	30
2.2.5 MJ-50 数控车床进给传动装置	36
2.3 数控机床坐标系的规定	39
2.3.1 标准坐标系规定的基本原则	39
2.3.2 标准坐标系	39
2.3.3 机床坐标系中各轴及运动方向的规定	40
2.3.4 数控机床的坐标系统	43
思考与练习题	45
第 3 章 数控车床加工工艺	46
3.1 数控车床加工工艺的特点与内容	46
3.1.1 数控车床加工工艺的特点	46
3.1.2 数控车床加工工艺的内容	47
3.2 数控车削加工工艺过程的拟定	47
3.2.1 车削加工方案的确定	47
3.2.2 工序的确定	48
3.2.3 加工顺序的确定	48
3.2.4 进给路线的确定	49
3.2.5 切削用量的选择	52
3.2.6 数控加工工艺文件	54
3.3 数控车床的装夹和定位	55
3.3.1 数控车床工件的基准和定位基准的选择	55
3.3.2 数控车床通用夹具	57
3.3.3 数控车床的装夹找正	59
3.3.4 数控车床加工的对刀	60
3.4 数控车床的刀具	62
3.4.1 数控机床对刀具的要求	62
3.4.2 数控车床刀具的种类及特点	63
3.4.3 刀具材料	67
3.4.4 数控车床刀具的选择	70
3.5 数控车削零件加工工艺分析举例	71
思考与练习题	74
第 4 章 数控车床编程	75
4.1 数控编程概述	75
4.1.1 数控编程的内容和步骤	75
4.1.2 数控编程的种类	76
4.1.3 数控加工程序的结构与格式	77

4.2 数控车床编程的特点.....	81
4.3 数控车床常用指令的编程方法.....	82
4.3.1 与坐标系有关的指令.....	82
4.3.2 运动路径控制指令.....	85
4.3.3 暂停指令 G04.....	92
4.3.4 其他功能指令字.....	93
4.4 固定循环编程的方法与应用.....	95
4.4.1 单一形状的固定循环.....	95
4.4.2 复合形状的固定循环切削及应用实例.....	97
4.5 螺纹加工.....	104
4.5.1 在编制螺纹切削加工程序时应注意的问题.....	104
4.5.2 等螺距螺纹切削指令 G32.....	106
4.5.3 螺纹切削循环指令 G92.....	106
4.5.4 螺纹切削复循环指令 G76.....	107
4.6 子程序.....	109
4.7 刀具补偿功能的应用.....	111
4.7.1 刀具长度补偿功能.....	111
4.7.2 刀具偏置.....	111
4.8 编程实例.....	115
思考与练习题.....	119
第5章 数控铣床及镗铣类加工中心基础知识.....	122
5.1 概述.....	122
5.1.1 数控铣床及镗铣类加工中心的组成和用途.....	122
5.1.2 镗铣类加工中心的分类.....	126
5.1.3 数控铣床及镗铣类加工中心的运动分配及机床布局.....	129
5.2 镗铣类加工中心的传动及结构.....	133
5.2.1 镗铣类加工中心的传动.....	133
5.2.2 镗铣类加工中心的主轴部件.....	134
5.2.3 数控机床进给传动的基本形式.....	136
5.2.4 加工中心的回转工作台.....	142
5.2.5 进给传动系统齿轮传动间隙的消除方法.....	146
5.3 镗铣类加工中心的换刀装置.....	150
5.3.1 自动换刀工作过程.....	150
5.3.2 刀库结构.....	150
5.3.3 机械手结构.....	151
5.4 数控机床的导轨.....	153
5.4.1 数控机床对导轨的基本要求.....	153
5.4.2 数控机床导轨的种类与特点.....	154

思考与练习题.....	158
第 6 章 数控铣床加工工艺	159
6.1 数控铣床加工的工艺特点与内容.....	159
6.1.1 数控铣床加工的基本工艺特点.....	159
6.1.2 数控铣床加工工艺的主要内容.....	159
6.2 数控铣床加工工艺分析.....	160
6.2.1 数控铣床加工零件的工艺性分析.....	160
6.2.2 数控铣床加工方法的选择.....	163
6.2.3 工序的划分与加工路线的确定.....	166
6.2.4 顺铣和逆铣的选择.....	170
6.2.5 切削用量的选择.....	171
6.3 数控铣削零件的装夹和定位.....	174
6.3.1 数控铣床零件的加工定位基准.....	174
6.3.2 数控铣床的通用夹具.....	174
6.3.3 数控铣床的装夹找正.....	177
6.4 数控铣床及镗铣类加工中心的刀具.....	178
6.4.1 数控铣床刀具的种类及特点.....	179
6.4.2 数控铣床刀具的选择.....	183
6.4.3 镗铣类加工中心刀具的种类及特点.....	186
6.4.4 镗铣类加工中心刀具的选择.....	191
6.5 数控铣削工艺分析举例.....	192
思考与练习题.....	195
第 7 章 数控铣床及镗铣类加工中心编程	196
7.1 数控铣床及镗铣类加工中心编程的特点.....	196
7.2 数控铣床及镗铣类加工中心的基本编程指令.....	197
7.2.1 用 G54~G59 设定工件坐标系.....	197
7.2.2 用 G92/G52/G53 等指令设定工件坐标系.....	198
7.2.3 坐标系设置的其他相关指令.....	201
7.2.4 线性插补控制指令.....	202
7.2.5 圆弧插补控制指令.....	204
7.2.6 暂停延时指令.....	208
7.2.7 参考点指令.....	209
7.2.8 刀具补偿指令.....	211
7.2.9 换刀指令.....	216
7.3 FANUC 孔加工的固定循环.....	218
7.3.1 固定循环动作.....	219
7.3.2 孔加工固定循环指令格式.....	220

7.3.3 固定循环指令	221
7.4 SIEMENS 802D 系统的固定循环.....	228
7.4.1 中心钻孔循环指令 CYCLE82.....	228
7.4.2 深孔钻削循环指令 CYCLE83.....	230
7.4.3 刚性攻丝循环指令 CYCLE84.....	232
7.4.4 铰孔循环指令 CYCLE85.....	233
7.4.5 镗孔循环指令 CYCLE86.....	234
7.5 编程实例.....	235
思考与练习题.....	243
附录	248
附录 A FANUC Oi-TB 系统常用 G 指令表	248
附录 B FANUC 系统 G 功能代码表(用于数控铣床或加工中心).....	250
附录 C SIEMENS 802D 常用 G 指令表	252
附录 D SIEMENS 802S/C 常用 G 指令表.....	254
参考文献	256

第1章 概 述

本章主要内容:

- ▶ 数控机床的产生及发展
- ▶ 数控机床的定义、特点和分类
- ▶ 数控机床的组成和工作原理
- ▶ 数控机床的主要性能指标

1.1 数控机床的产生及发展

1.1.1 数字控制技术与数控机床

数字控制(Numerical Control, NC, 简称数控)是近代发展起来的一种自动控制技术,是用数字化信息对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。采用数控技术实现数字控制的一整套装置和设备称为数控系统。

数字控制机床(Numerically Controlled Machine Tool)是指采用了数字控制技术的机床,简称数控机床。数控系统能逻辑地处理具有使用数字号码或者其他符号编码指令规定的程序,通过自动完成信息的输入、译码、运算,从而控制机床的运动和加工过程。

数控机床以数控技术为基础,其技术范围所覆盖的领域有机械制造技术、微电子技术、计算机技术、自动控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术、液压气动技术、伺服驱动技术和软件技术等。因此,数控机床是高度机电一体化的产品。

1.1.2 数控机床的产生

随着生产和科学技术的发展,机械产品的结构日趋复杂,其精度日趋提高,性能不断改善,因此对制造机械产品的生产设备——机床,必然会相应地提出高效率、高精度和高自动化的要求。

在机械生产中,单件与小批量产品占到 70%~80%。由于这类产品生产批量小、品种多,而且当产品改型时,机床与工艺设备均需作较大的调整,因此这类产品的生产不仅对机床提出了“三高”要求,而且还要求机床应具有较强的适应产品变化的能力。这类产品的零件以前一般都采用通用机床来加工。通用机床的自动化程度不高,基本上是由人工操作,难以提高生产效率和保证产品质量。特别是一些由曲线、曲面组成的复杂零件,只能借助划线和样板用手工操作的方法来加工,或者利用靠模和仿型机床来加工,其加工精度

和生产效率都受到很大的限制。实现这类产品生产的自动化,已成为机械制造业中急需解决的问题。

数控机床就是为了解决单件、小批量,特别是高精度、复杂型面零件加工的自动化要求而产生的。

最早采用数字控制技术进行机械加工的思想是在 20 世纪 40 年代提出的。1949 年美国北密歇根的一个小型飞机工业承包商帕森斯公司(Parsons Corporation)在制造飞机框架及直升飞机叶片轮廓用样板时,为了提高精度和效率,首先提出了利用全数字电子计算机对叶片轮廓的加工路径进行控制的方案,并与美国麻省理工学院(MIT)的伺服机构研究所开始共同研究。到 1952 年研制出一套试验性数字控制系统,并把它装在一台立式铣床上,成功地实现了同时控制三轴的运动。这就是第一台数控机床,但是这台机床毕竟是一台试验性的机床,后来经过改进,第一台工业用数控机床于 1954 年生产出来。

1.1.3 数控机床的发展

1. 数控系统的发展

数控机床的发展与电子技术特别是计算机技术的发展紧密相关。自 1952 年以来,数控系统的发展已经经历了五代。

发展初期所用的电子器件为电子管。

1959 年以后,数控系统发展进入第二代,采用晶体管和印制电路板。

1965 年以后,数控系统发展到第三代,采用小规模集成电路,可靠性得到进一步提高。

以上三代系统都采用专用控制计算机的硬接线数控系统,统称为普通数控系统(NC)。

第四代是 1970 年以后采用小型计算机的数控系统,其许多功能可以通过软件实现,称为计算机数控系统(CNC)。

第五代是采用微处理机技术的计算机数控系统(MNC)。

由于数控技术的迅速发展,因此现代的数控系统更进一步向高精度、高速度和多功能方向发展,不仅控制的轴数大为增加,而且其功能也远远超出控制刀具轨迹与机床动作的范畴,并能实现自动编程、自动测量、自动诊断与通信联络等功能。数控系统与可编程控制器的结合,进一步提高了系统的可靠性,并使机床的强电控制逻辑柔性化。

2. 伺服系统的发展

最早的数控系统采用电液脉冲电动机驱动数控机床,后来被步进电动机所取代。到了 20 世纪 60 年代,欧美一些国家采用了液压伺服系统。20 世纪 70 年代,美国首先研制出了大惯量伺服电动机,该电动机调速范围为 $0.1 \sim 2000 \text{ r/min}$ 。20 世纪 80 年代初期美国通用电气公司成功研制出交流伺服系统。近年来,微机处理器已开始应用于伺服系统的驱动装置中,1986 年日本厂商推出了采用数字伺服系统的数控机床。当前伺服系统的发展趋势是直流伺服系统将被交流数字伺服系统所代替。伺服系统的速度环、位置环及电流环都已实现了数字化,并采用了新的控制理论,实现了不受机械负荷变动影响的高速响应系统。

3. 机床结构的发展

数控机床是自动化高效设备,粗、精加工在一台机床上进行。为保证精加工的精度,发挥数控机床的优点,在机械结构方面采取了一系列的改进措施。