

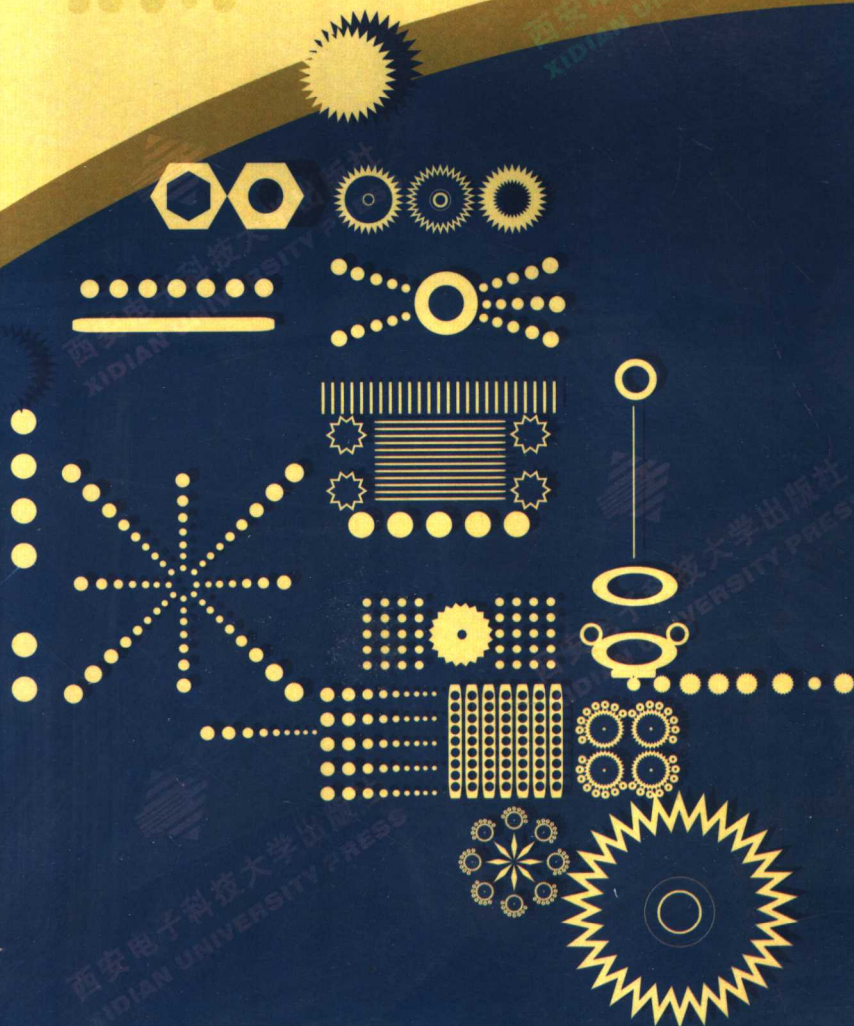
面向
21
世纪

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

现代数控机床

主编 刘瑞己

主审 黄维亚



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

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

现代数控机床

主 编 刘瑞已

副主编 周 兰 龙 华

参 编 申晓龙 刘 韬 李平化

主 审 黄维亚

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书共分12章。内容包括概述,机床的运动与坐标系,机床数控系统,数控车床,数控铣床,加工中心,特种数控加工机床,高速数控机床及其技术,数控机床的典型部件,数控机床的液压与气压系统,数控机床的选用、安装、调试、验收与保养,机床的数控技术改造。

本书按照教育部对高职高专数控机床教学的要求编写,并体现了如下特色:(1)全面性:包含有普通机床,数控机床(车、铣、加工中心、车削中心),广泛用于模具制造的电火花、线切割机床,机床的液压、气压、安装、调试、验收、保养、改造及各种典型部件等内容,便于各院校根据本院情况进行选用。(2)内容新:增加了高速数控机床及其技术。(3)每章有学习目的与要求、本章小结和思考与练习题,不仅便于学生学习,而且适合高职高专的教学要求。

本书可作为高职高专机电一体化、模具、数控等机械类专业的教材,亦可供电大、职大的师生及相关的工程技术人员参考。

★ 本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

现代数控机床/刘瑞己主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2006.11

面向21世纪机电类专业高职高专规划教材

ISBN 7-5606-1749-2

I. 现… II. 刘… III. 数控机床—高等学校;技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第120722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: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 19.625

字 数 458千字

印 数 1~4000册

定 价 25.00元

ISBN 7-5606-1749-2/TH·0063

XDUP 2041001-1

*** 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。

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, 副教授)
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

序

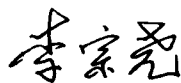
在即将跨入 21 世纪的前夕，中共中央、国务院召开了第三次全国教育工作会议，并颁发了《中共中央、国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》；进一步明确了高等职业教育的重要地位，指出“高等职业教育是高等教育的重要组成部分。要大力发展高等职业教育”。在这一方针的指引下，我国高等职业教育取得了空前规模的发展。至 1999 年，从事高等职业教育的高等职业学校、高等专科学校和独立设置的成人高校已达 1345 所，占全国高校总数的 69.2%；专科层次的在校生占全国高校在校生的 55.37%，毕业生占高校毕业生总数的 68.5%。这些数字表明，高等职业教育在我国高等教育事业中占有极其重要的地位，在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。随着社会的发展、科技的进步，以及我国高等教育逐步走向大众化，我国的高等职业教育必将进一步发展壮大。

在高等职业教育大发展的同时，也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求，培养一批“双师型”的中青年骨干教师；编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材；创建一批教学工作优秀学校。

为解决当前高职教材严重匮乏的问题，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联合策划、组织编写了计算机及应用电子技术两个专业的教材，现已出版。本系列教材，从策划到主编、主审的遴选，从成立专家组反复讨论大纲，研讨职业教材特色到书稿的字斟句酌，每走一步都比较扎实、精心。作者在编写中紧密联系实际，尽可能地吸收新理论、新技术、新工艺，并按照案例引入、改造拓宽、课题综合(通过一个大型的课题，综合运用所学内容)的思路，进行编写，努力突出高职教材的特点。本系列教材内容取材新颖、实用；层次清楚，结构合理；文笔流畅，装帧上乘。这套教材比较适合高等职业学校、高等专科学校和成人高校等高等职业教育的需要。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一，是教学内容改革的重要基础。为此，有关高职院校都十分重视教材建设，组织教师积极参加教材编写，为高职教材从无到有，从有到优而辛勤工作。但高职教材的建设还刚刚起步，还需要做艰苦的工作，我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师，在教书育人的同时，组织起来，共同努力，编写出一批高职教材的精品，为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长



前 言

随着计算机、通信、电子、检测、控制和机械等相关技术的不断进步,数控技术也在日新月异地飞速发展,并已成为现代先进制造系统(FMS、CIMS等)中不可缺少的基础技术。数控机床是集机、电、液、气、微机和自动控制及测试技术为一身的机电一体化的典型设备。近年来,由于各种数控机床在自动化加工领域中的占有率越来越高,因此导致对数控加工技术人才需求的急剧增长,作为数控专业的应用型人才,就必须懂得数控机床的结构、特点、工艺范围及工作原理等,才能更好地使用和维护数控机床。

为了满足现代机电一体化教学的要求,也为了让更多的人全面了解和掌握数控机床的结构与工作原理,为使用好数控机床和建立良好的数控机床维修基础,根据教育部数控技能型紧缺人才培养培训方案的指导思想和最新的数控专业教学计划,本书较全面地介绍了各类数控机床的结构与工作原理;简明地讲述了数控系统的组成与控制原理,可编程控制器的类型、结构、工作原理与基本功能,位置检测装置的基本类型、结构与工作原理,液压与气压传动在数控机床上的应用,数控机床的选用、安装、调试、验收与保养,机床数控技术改造。另外本着“最新发展”的要求,在书中介绍了高速数控机床及其技术;还本着“全面发展”的要求,增设了普通机床的附录,可供选用;为了适应高职高专的教学要求,在每章都增设了思考与练习题。

全书共分60个学时:第一章2学时;第二章2学时;第三章10学时;第四章4学时;第五章4学时;第六章4学时;第七章6学时;第八章6学时;第九章12学时;第十章2学时;第十一章4学时;第十二章4学时。也可以根据教学需要进行内容取舍。

本书第一章由湖南工业职业技术学院申晓龙编写;第二、五章由湖南工业职业技术学院龙华编写;第三、六、十一、十二章由湖南工业职业技术学院刘瑞已编写;第四、八章由武汉船舶职业技术学院周兰编写;第七、十章由湖南交通职业技术学院刘韬编写;第九章由湖南工业职业技术学院李平化编写。本书由刘瑞已任主编并统稿;由重庆工业职业技术学院黄维亚任主审,其在编写过程中提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2006年7月

欢迎选购西安电子科技大学出版社教材类图书

~~~~~ <b>国家级、部级重点教材</b> ~~~~~		网络信息安全	11.00
计算机系统结构(第四版)(统编)	25.00	网站建设与维护(崔良海)	18.00
离散数学(第三版)(统编)(乔维声)	16.00	网站建设与维护(廖常武)	19.00
雷达对抗原理(统编)	15.00	Internet技术及其应用教程	15.00
雷达原理(第三版)	23.00	Windows网络程序设计	26.00
通信网的安全——理论与技术	42.00	嵌入式系统原理与开发	21.00
模拟电子线路基础(傅丰林)	16.00	通信网理论与技术	25.00
移动通信(第三版)(统编)(郭梯云)	26.00	计算机图形图像与网页制作(高职)	19.00
智能控制理论和方法	18.00	互联网实用技术与网页制作(高职)	14.00
~~~ <b>全国信息技术水平考试指定教材</b> ~~~		局域网组建、管理与维护(高职)	20.00
计算机网络信息安全理论与实践教程	32.00	综合布线技术(高职)	18.00
网页设计与网站开发基础教程	54.00	计算机网络技术导论	16.00
中小校园网络管理基础教程	19.00	计算机网络(第二版)(袁家政)	26.00
中小校园网络管理实验教程	25.00	计算机网络技术(刘敏涵)	20.00
~~~~~ <b>计算机提高普及类</b> ~~~~~		计算机网络(第二版)(蔡皖东)	18.00
计算机应用基础(第三版)(丁爱萍)	19.00	计算机网络(第二版)(雷振甲)	21.00
计算机组装与维护(高职)(杜飞明)	22.00	计算机网络工程	20.00
计算机组装与维护实用教程(第二版)(高职)	29.00	计算机网络实验教程	14.00
计算机应用基础(Windows 2000		计算机组网实验教程	23.00
&Office 2002)(教育部高职)	23.00	计算机网络学习辅导及习题详解	23.00
《计算机应用基础》实践技能训练		网络工程设计与实践	29.00
与案例分析(教育部高职)	11.00	网络应用程序设计	21.00
计算机综合能力实训教程(高职)	10.00	现代网络技术	24.00
办公自动化技术及应用教程	22.00	网络计算	19.00
办公自动化设备的使用和维护		~~~~~ <b>计算机技术类</b> ~~~~~	
(第二版)(高职)	18.00	计算机系统结构(陈智勇)	22.00
网络办公自动化技术及应用(高职)	21.00	计算机系统设计——概念与技术(洪龙)	18.00
~~~~~ <b>计算机网络类</b> ~~~~~		计算机组成原理	
Internet基础与使用(第二版)(高职)	13.00	与系统结构实验教程(杨小龙)	12.00
计算机网络安全(高职)	15.00	计算机系统安全	22.00
计算机网络管理	20.00	实用计算机类毕业设计指导	18.00
网络安全技术(高职)	17.00	计算机原理课程设计	10.00
网络安全与保密	24.00	电子政务理论与实务	20.00
网络信息安全技术	17.00	电子商务概论(李晓燕)	17.00
		电子商务概论(宋沛军)	20.00

电子商务基础与应用(第四版)(含盘)	34.00	~~~~~操作系统类~~~~~	
电子商务基础与实务(第二版)(高职)	16.00	计算机操作系统(第二版)(颜彬)(高职)	17.00
数据结构(C)(第二版)(杨秀金)	20.00	计算机操作系统(修订版)(汤)	24.00
《数据结构》算法实现及解析		《计算机操作系统》学习指导与题解	16.00
——配合严蔚敏的《数据结构》(C语言版)		计算机操作系统(王津)	16.00
(含光盘)(第二版)	35.00	计算机操作系统(孙雅如)	15.00
数据结构——使用C++语言(第二版)	23.00	计算机操作系统(方敏)	28.00
数据结构(高职)(周岳山)	15.00	计算机操作实训教程(张晓云)(高职)	18.00
计算方法与实习(高职)	11.00	操作系统教程——Linux实例分析(孟)	21.00
算法设计与分析	15.00	Linux操作系统实用教程(高职)	20.00
编译原理教程(第二版)	18.00	Linux实训指导教程(高职)	13.00
《编译原理教程(第二版)》		~~~~~图形处理类~~~~~	
习题解析与上机指导	18.00	多媒体技术及应用(王坤)	21.00
离散数学(蔡英)	21.00	多媒体软件设计技术(第二版)	20.00
《离散数学》学习指导书	16.00	多媒体技术与应用(第二版)(傅献祯)	16.00
离散数学(马光思)	22.00	多媒体技术教程(杨安琪)	20.00
离散数学——精讲·精解·精练	24.00	计算机图形学(张义宽)	20.00
软件工程(第二版)	22.00	计算机图形学(丁爱玲)	14.00
软件工程与数据库概论	14.00	计算机图形学(研究生系列)(璩柏青)	26.00
信息系统分析与设计(卫红春)	19.00	计算机图形学——图形的计算与显示原理	22.00
信息系统分析与设计(高职)(卫红春)	18.00	数字图像处理	20.00
信息系统分析与设计(第二版)(陈圣国)	14.00	3DS MAX 6.0实用教程(高职)	23.00
人工智能技术导论(第二版)	18.00	~~~~~微机与控制类~~~~~	
~~~~~计算机辅助技术类~~~~~		微型计算机原理与应用(第二版)(本科)	33.00
电子工程制图(含习题集)(高职)	25.00	《微型原理及应用》(第二版)学习指导	18.00
工程制图(含习题集)(高职)	22.00	微型计算机原理(第四版)	29.00
机械制图与计算机绘图(含习题集)(高职)	24.00	《微型计算机原理》(第四版)学习指导书	14.00
计算机绘图(第二版)	25.00	《微型计算机原理》学习与实验指导	18.00
DSP应用技术(高职)	25.00	微型计算机原理及接口技术(新世纪)	25.00
现代DSP技术	22.00	80X86微机原理与接口技术	26.00
电子电路CAD程序及其应用(高职)	16.00	单片机原理及接口技术(喻宗泉)	15.00
电子线路CAD实用教程(第二版)	22.00	单片机应用实训教程(高职)	22.00
电子工艺与电子CAD(高职)	14.00	单片机原理与应用技术	19.00
电子电路EDA技术	15.00	新编单片机原理与应用(第二版)	22.00
EDA技术及应用(第二版)	24.00	可编程序控制器原理及应用(第二版)	22.00
EDA技术综合应用实例与分析	22.00	计算机控制技术(高职)(温希东)	12.00
EDA技术与数字系统设计(高职)	14.00	计算机外部设备(第二版)	17.00
数字电路EDA设计(高职)	19.00		



数据融合理论与应用(第二版)	20.00	机械加工技术(高职)(魏康民)	24.00
自动控制原理(赵四化)	16.00	计算机辅助机械设计(秦汝明)	19.00
自动控制原理(薛安克)	19.00	数控机床原理与编程(高职)(陈富安)	20.00
《自动控制原理》学习指导与题解(方斌)	22.00	数控加工与编程(高职)	19.00
自动控制原理及其应用(高职)	15.00	数控加工工艺(高职)(赵长旭)	22.00
智能化仪器原理及应用(曹建平)	16.00	数控编程与操作(高职)(秦启书)	16.00
楼宇自动化(高职)	14.00	数控技术及应用(高职)(马一民)	17.00
电梯原理及逻辑排除(高职)	22.00	数控机床故障分析与维修(高职)(潘海丽)	19.00
~~~~~家用电器与机电类~~~~~		数控机床电气控制(高职)(姚勇刚)	21.00
电视原理与系统(赵坚勇)	16.00	机电一体化技术(高职)	17.00
电视原理与电视机检修(高职)	16.00	机床电器PLC(高职)(李伟)	14.00
数字电视技术	20.00	机床电气与PLC(高职)	16.00
电器原理与技术(裴昌幸)	24.00	电机及拖动基础(高职)(孟宪芳)	17.00
调音技术(高职)	16.00	电机拖动与控制(高职)(刘保录)	25.00
音响技术	13.00	电机与电气控制(高职)(冉文)	23.00
现代音响与调音技术	19.00	电切削加工技术(高职)(詹华西)	13.00
电气控制与PLC原理及应用(常文平)	17.00	金属切削与机床(高职)(聂建武)	22.00
工程力学(皮智谋)(高职)	12.00	模具制造技术(高职)(刘航)	22.00
工程力学(史艺农)(高职)	23.00	液压与气动技术(朱梅)	19.00
工程材料与热加工技术(高职)(程晓宇)	20.00	特种加工技术(周旭光)	10.00
机械工程基础(李茹)(高职)	26.00	汽车电工电子技术(高职)(袁建华)	20.00
机械设计基础(赵冬梅)(高职)	21.00	工业机器人技术(高职)(郭洪红)	16.00
机械设计基础(张京辉)(高职)	24.00	互换性与技术测量(高职)(杨好学)	16.00
机械设计基础(郭红星)(高职)	20.00	车工基本技能训练(高职)(武建荣)	6.00
机械基础(周家泽)	17.00	钳工基本技能训练(高职)(彭彦)	5.00
机械CAD/CAM技术(方新)	20.00	焊接基本技能训练(高职)(王红英)	6.00
机械制图(刘家平)(高职)	32.00	建筑管道工基本技能训练(高职)(陈斐明)	8.00
机械制造工艺装备(高职)(吴秀佳)	19.00	铣工基本技能训练(高职)(韩振武)	4.00
机械制造技术(高职)(邵堃)	24.00	高等教育管理导论(研究生)	36.00

欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍, 欢迎投稿!

从邮局或银行汇款邮购者, 汇款单上务必写清收书人姓名、地址、邮编、电话。款到后我社将挂号发书, 加收5元包装邮寄费(一次购书30元以上者可免收邮费)。

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

电 话: (029) 88201467

传 真: (029) 88213675

主 页: <http://www.xduph.com>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

目 录

第一章 概述	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 数控机床的定义	2
1.2 数控机床的组成与工作原理	2
1.2.1 数控机床的组成	2
1.2.2 数控机床的工作原理	4
1.3 数控机床的分类与特点	4
1.3.1 数控机床的分类	4
1.3.2 数控机床的特点	7
1.4 数控加工技术的发展	8
1.4.1 数控机床的发展	8
1.4.2 现代制造系统	9
本章小结	9
思考与练习题	9
第二章 机床的运动与坐标系	11
2.1 机床的运动	11
2.1.1 运动的主要要素	11
2.1.2 表面成型运动	11
2.1.3 辅助运动	12
2.2 机床的传动	13
2.2.1 传动联系	13
2.2.2 传动链	13
2.2.3 传动原理图	13
2.2.4 传动系统图	14
2.3 数控机床的坐标系	17
2.3.1 标准坐标系及运动方向	17
2.3.2 机床坐标系	19
2.3.3 工件坐标系	20
2.3.4 装夹原点	21
本章小结	21
思考与练习题	21
第三章 机床数控系统	23
3.1 数控系统的定义及组成	23
3.2 数控系统的基本原理	26
3.2.1 数控系统的工作过程	26

3.2.2	程序的存储	26
3.2.3	译码	26
3.3	刀具补偿原理	27
3.3.1	刀具半径补偿	27
3.3.2	刀具长度补偿	31
3.3.3	刀具位置补偿	32
3.4	数控系统的硬件	33
3.4.1	数控系统的硬件构成	33
3.4.2	标准型数控系统的硬件结构	33
3.5	数控系统的软件	41
3.5.1	数控系统的软件构成	41
3.5.2	多任务并行处理技术	43
3.5.3	实时中断处理	46
3.6	典型数控系统介绍	49
3.6.1	典型数控系统简介	49
3.6.2	FANUC Oi 系列	51
3.6.3	SINUMERIK 840D	55
3.7	数控机床与可编程控制器	58
3.7.1	PLC 的结构组成、工作原理与编程方法	58
3.7.2	PLC 在数控机床上的应用	62
	本章小结	65
	思考与练习题	66
第四章	数控车床	67
4.1	数控车床简介	67
4.1.1	数控车床的工艺范围与分类	67
4.1.2	数控车床的分类	67
4.1.3	数控车床的组成、特点与发展	69
4.1.4	数控车床的布局形式	70
4.2	数控车床的传动系统	72
4.2.1	主传动系统	72
4.2.2	进给传动系统	76
4.2.3	转塔刀架	79
4.2.4	尾座	80
4.2.5	高速动力卡盘	81
4.2.6	其他刀架	81
4.3	车削中心简介	85
	本章小结	88
	思考与练习题	88
第五章	数控铣床	90
5.1	概述	90
5.1.1	数控铣床的主要加工对象	90

5.1.2 数控铣床的主要功能	91
5.2 数控铣床的布局与分类	92
5.2.1 工件的重量和尺寸与布局的关系	92
5.2.2 运动的分配与部件的布局	93
5.2.3 布局与铣床的结构性能	94
5.2.4 数控铣床的分类	95
5.3 数控铣床的传动系统与典型机械结构	95
5.3.1 数控铣床的基本组成及主要技术参数	95
5.3.2 数控铣床的传动系统	97
5.3.3 数控铣床的主要部件	98
本章小结	105
思考与练习题	105
第六章 加工中心	106
6.1 加工中心概述	106
6.1.1 加工中心的特点	106
6.1.2 加工中心的分类	107
6.1.3 加工中心的发展	109
6.2 JCS—018A 型加工中心	110
6.2.1 JCS—018A 型加工中心的用途、特点及技术参数	110
6.2.2 JCS—018A 型加工中心的传动系统	112
6.2.3 JCS—018A 型加工中心的典型部件	114
6.3 卧式加工中心简介	125
6.3.1 卧式加工中心的布局	125
6.3.2 SOLON3—1 型卧式镗铣加工中心简介	126
本章小结	127
思考与练习题	128
第七章 特种数控加工机床	130
7.1 数控电火花加工机床	130
7.1.1 电火花加工的基本原理	130
7.1.2 电火花加工的主要特点	131
7.1.3 电火花加工在模具制造中的应用	132
7.1.4 电火花加工机床的基本组成	132
7.1.5 电火花加工机床的主要附件及其作用	136
7.1.6 影响工件质量的主要因素	140
7.2 数控电火花线切割加工机床	143
7.2.1 电火花线切割加工的基本原理、特点及应用范围	143
7.2.2 电火花线切割加工机床的基本组成	144
7.2.3 影响线切割加工工艺指标的主要因素	150
本章小结	152
思考与练习题	152

第八章 高速数控机床及其技术	153
8.1 概述	153
8.2 高速切削和高速机床的关键技术	154
8.2.1 高速切削的特点	154
8.2.2 高速加工的关键技术	155
8.3 高速主轴单元	157
8.3.1 高速加工电主轴结构	158
8.3.2 高速电主轴轴承	160
8.3.3 电主轴的冷却和轴承的润滑	161
8.3.4 电主轴的动平衡	162
8.4 高速进给系统	163
8.4.1 高速机床对进给系统的要求	163
8.4.2 传统进给系统存在的问题	164
8.4.3 典型高速直线进给机构	165
8.5 高速刀具系统	170
8.5.1 高速切削对刀具系统的要求	170
8.5.2 高速刀具系统	172
8.5.3 高速刀具系统的安全与检测	175
8.6 高速加工数控系统	176
8.6.1 高速主轴控制	176
8.6.2 高速伺服控制系统	176
8.6.3 精简指令集计算机系统结构的 CNC 系统	177
8.6.4 由可编程控制器实现的其他控制功能	178
本章小结	178
思考与练习题	178
第九章 数控机床的典型部件	180
9.1 数控机床的主轴系统	180
9.1.1 对数控机床主轴系统的要求	180
9.1.2 数控机床主轴的传动方式	181
9.1.3 主轴部件	183
9.1.4 主轴的准停	186
9.1.5 主轴的润滑与密封	190
9.2 数控机床的进给系统	192
9.2.1 对数控机床进给系统的要求	192
9.2.2 齿轮传动副	193
9.2.3 联轴器	198
9.2.4 滚珠丝杠螺母机构	199
9.3 床身与立柱	205
9.4 机床导轨	209
9.4.1 对导轨的要求	209
9.4.2 数控机床上常用的导轨及其特点	209
9.4.3 导轨的润滑与防护	214

9.5 自动换刀装置	215
9.5.1 自动换刀装置的分类	215
9.5.2 刀库	221
9.5.3 机械手	224
9.6 数控机床的位置检测装置	229
9.6.1 对数控机床位置检测装置的要求	229
9.6.2 位置检测装置的分类	230
9.6.3 常用位置检测装置及工作原理	231
9.7 自动排屑装置	242
9.7.1 自动排屑装置在数控机床中的作用	242
9.7.2 典型自动排屑装置	243
本章小结	244
思考与练习题	245
第十章 数控机床的液压与气压系统	248
10.1 液压和气压传动系统概述	248
10.1.1 液压和气压传动系统在数控机床中的功能	248
10.1.2 液压和气压传动系统的构成	249
10.1.3 液压和气压传动的工作原理	249
10.2 液压和气压传动系统在数控机床中的应用	250
10.3 数控机床液压与气压系统的维护	258
10.3.1 维护要点	258
10.3.2 液压与气压系统的点检	259
本章小结	260
思考与练习题	260
第十一章 数控机床的选用、安装、调试、验收与保养	261
11.1 数控机床的选用	261
11.1.1 确定典型加工工件	261
11.1.2 数控机床规格的选择	262
11.1.3 数控机床精度的选择	262
11.1.4 数控系统的选择	263
11.1.5 自动换刀装置、刀库容量及刀柄的选择	264
11.1.6 数控机床选择功能及附件的选择	266
11.1.7 技术服务与售后服务	267
11.2 数控机床的安装与调试	267
11.2.1 机床的基础处理和初就位	267
11.2.2 机床部件的组装	268
11.2.3 数控系统的连接	268
11.2.4 通电试车	268
11.2.5 机床精度和功能的调试	269
11.2.6 试运行	270
11.3 数控机床的验收	270

11.3.1 数控机床外观的检查	270
11.3.2 数控机床精度的验收	270
11.3.3 数控机床性能及数控功能的检验	271
11.4 数控机床的常规保养	273
11.4.1 数控机床的日常保养	273
11.4.2 使用数控机床应注意的问题	274
本章小结	274
思考与练习题	275
第十二章 机床的数控技术改造	276
12.1 机床改造概述	276
12.1.1 机床数控改造的条件	276
12.1.2 国外机床技术改造的发展趋势	277
12.1.3 机床改造的主要对象	277
12.1.4 机床改造的一般步骤	277
12.2 机床的经济型数控技术改造	278
12.2.1 数控改造主要技术方案的选择	278
12.2.2 普通机床数控化改造实例	281
本章小结	287
思考与练习题	288
附录	289
附录一 普通车床	289
附录二 X6132 型升降台铣床	295
附录三 Y3150E 型滚齿机	297
附录四 其他普通机床	298
参考文献	301

第一章 概述

学习目的与要求

- 掌握数控机床的组成与工作原理；
- 熟悉数控机床的特点；
- 掌握数控机床的分类；
- 了解数控加工技术的发展。

1.1 基本概念

20 世纪人类社会最伟大的科技成果之一是计算机的发明与应用，计算机及控制在机械制造设备中的应用是制造业发展的最重大技术进步。自从 1952 年美国第一台数控机床问世至今已经历了半个多世纪，现在数控设备已包括车、铣、加工中心、镗、磨、冲压、电加工以及各类专用加工设备，形成了庞大的数控制造设备家族，每年全世界数控设备的产量有 15~25 万台，产值达数百亿美元。

1.1.1 数控机床的产生

1949 年美国 Parsons 公司接受美国空军的委托，研制一种计算装置，用以实现日益复杂的飞机零部件的自动加工，于是由 Parsons 公司首先提出了机床数字控制的概念。采用 Parsons 的思想，1952 年美国麻省理工学院研制出了基于电子管和继电器的机床数字控制装置，用于控制铣床系统，它标志着第一代数控机床——电子管数控机床的诞生。

20 世纪 50 年代末，完全由固定布线的晶体管元器件电路所组成的第二代数控机床——晶体管数控机床被研制成功，从而取代了昂贵的、易坏的、难以推广的电子管数控机床。

随着数控机床的发展，对数控机床的实用性、柔性、易维修性、控制装置的功能环境及对任意机床类型的适应性，这些来自应用者方面的要求不断提高。然而，要满足这些要求，对固定布线的晶体管元器件电路所组成晶体管数控机床而言，就会消耗巨大的资金。随着集成电路技术的发展，1965 年出现了第三代数控机床——小规模集成电路数控机床后，解决这些问题的难度稍稍减轻了一些。

以上三代为数控机床发展的第一阶段，称为 NC 阶段，即逻辑数字控制阶段，其特点是数控系统的所有功能均由硬件(数控装置)来实现，故又称为硬件数控。

1970 年小型计算机开始用于数控机床，数控机床的发展由此进入第二阶段，即 CNC

(计算机数字控制)阶段,这是第四代数控机床。1974年微处理器开始用于数控机床,数控机床发展到了第五代,经过几年的发展,数控机床从性能到可靠性均得到了很大的提高。自20世纪70年代末到80年代,数控技术在全世界得到了大规模的发展和应用。从20世纪90年代开始,PC机的发展日新月异,基于PC平台的数控系统(称为PC数控系统)应运而生,使数控机床发展到了第六代。现在市场上流行的和企业普遍使用的仍然是第五代数控机床,其典型代表是日本的FANUC-0系列和德国的Sinumerik 810系列数控机床。国产数控机床厂家主要有华中数控、北京航天机床数控集团、北京凯恩帝、北京凯奇、沈阳艺天、广州数控、南京新方达、成都广泰等。

1.1.2 数控机床的定义

制造技术和装备是人类生产活动的最基本的生产资料,而数控技术又是当今先进制造技术和装备的核心技术。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而形成的机电一体化产品,即所谓的数字化装备。

国际信息处理联盟第五技术委员会对数控机床作了如下定义:数控机床(NC Machine)是一种装有程序控制系统(数控系统)的机床,该系统能逻辑地处理具有特定代码、编码指令规定的程序。

与普通机床相比,数控机床是一种自动化加工设备。采用普通机床进行加工时,操作人员操纵机床手轮使刀具沿着工件表面移动,进行工件加工;而用数控机床进行加工时,不需要人工参与,数控系统能控制机床在加工程序指令下自动完成零件的加工。具体地讲,把数字化了的刀具移动轨迹信息输入到数控装置,经过译码、运算,从而实现控制刀具与工件的相对运动,加工出所需要的零件的机床,即为数控机床。

1.2 数控机床的组成与工作原理

1.2.1 数控机床的组成

数控机床的种类很多,在各行业、各领域的生产过程中或多或少都有数控机床的应用。任何一种数控机床都是由控制介质、数控装置、伺服系统、辅助控制系统和机床本体等若干基本部分组成的,如图1-1所示。

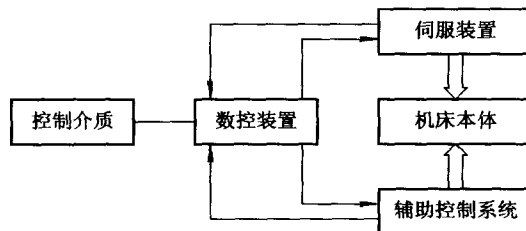


图 1-1 数控机床组成示意图