

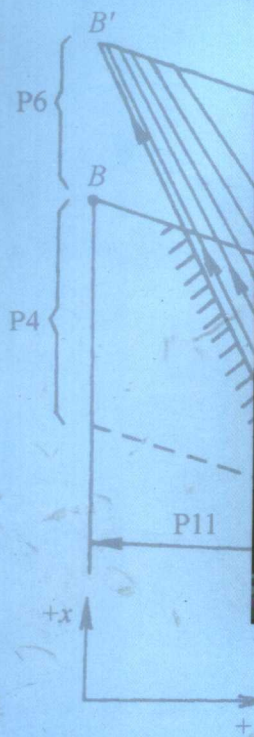


高等职业教育机电类专业规划教材
国家技能型紧缺人才培养培训教材

数控中级工认证强化实训教程

(数控车 数控铣)

主编：张导成 副主编：陈本兴 罗永新 胡智清 孙中柏



G33

中南大学出版社

P7

高等职业教育机电类专业规划教材

数控中级工认证强化实训教程

(数控车 数控铣)

主 编 张导成
副主编 陈本兴
胡智清



中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控中级工认证强化实训教程/张导成主编. —长沙:
中南大学出版社, 2006. 11

ISBN 7-81105-454-X

I. 数... II. 张... III. 数控机床—技术培训—教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 128387 号

数控中级工认证强化实训教程

(数控车 数控铣)

主 编 张导成

副主编 陈本兴 罗永新

胡智清 孙中柏

责任编辑 谭 平

责任印制 文桂武

出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

印 装 长沙利君漾印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16 印张 15.5 字数 385 千字

版 次 2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-81105-454-X/G · 164

定 价 26.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容提要

本书按照教育部高职高专课程基本要求、数控工种国家职业技能鉴定标准及国家技能型紧缺人才培养指导思想编写。主要介绍了技术先进、占市场份额最大的 FANUC(法那科)、SIEMENS(西门子)、华中等典型数控系统的编程和操作特点。

内容包括：数控机床的操作维护、基本组成、数控机床的夹具刀具、数控手工编程与自动编程的技巧、数控仿真软件等。书中实例均为教学、生产实践中的一些经典案例，有详细的操作方法、编程思路和参考程序。书中还编排了训练题与考证模拟题，突出了实践操作和编程技能。

本书是中、高等职业技术学院数控、模具、机电类学生操作实训教材，也可作为国家职业技能鉴定等级考工培训教材，还可作为数控技术工人的培训教材。



高等职业教育机电类专业规划教材

国家技能型紧缺人才培养教材

编写委员会

主任：金潇明

副主任：（以姓氏笔画为序）

李建跃 肖智清 钟振龙 梁勇 曾宪章

委员：（以姓氏笔画为序）

王志泉 王定祥 王凌云 皮智谋 许文全

刘茂福 肖正祥 汤光华 汤忠义 李绪业

张导成 张秀玲 张若峰 欧阳中和 胡智清

晏初宏 徐政坤 郭紫贵 黄红辉 梁旭坤

董建国 曾霞文 管文华 谭海林 樊小年



总 序

加入世贸组织后,我国机械制造业迎来了空前的发展机遇,我国正逐步变成“世界制造中心”。为了增强竞争能力,中国制造业开始广泛使用先进的数控技术、模具技术,21世纪机械制造业的竞争,其实是数控技术的竞争。随着数控技术、模具技术的迅速发展及数控机床的急剧增长,我国机械企业急需大批数控机床编辑、操作、维修技术人才及模具设计与制造技术人才,而目前劳动力市场这种技术应用型人才严重短缺。为此,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。并在全国选择确定了90所高职院校、96所中职院校作为数控技术技能型紧缺人才培养培训工程示范院校,推荐403个企事业单位作为校企合作数控培养培训基地。计划2003~2007年向社会输送数控专业毕业生数十万人,提供短期培训数十万人次,以缓解劳动力市场数控技能型人才紧缺的现状。

大量培养技能型人才中的一个重要问题就是教材。在机电类专业高等职业教育迅速发展的同时,具有高职特色的机电类专业教材极其匮乏,不能满足技能型人才培养的需要。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势,在湖南省教育厅职成处,湖南省教育科学研究院的支持、指导和帮助下,湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会和中南大学出版社进行了广泛的调研,探索出版符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的新教材的路子。他们组织全国30多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会,充分交流了教学改革、课程设置、教材建设的经验,把教学研究与教材建设结合起来。并对机电类专业高职教材的编写指导思想、教材定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证,统一了思想,明确了思路。在此基础上,由湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会牵头,成立了“湖南省机电类专业规划教材编委会”,组织编写出版了高等职业教育机电类专业系列教材,这套教材包括机电类所有专业的公共专业基础课教材及数控、模具专业的核心专业课教材。教材的编委会由业内权威教授、专家、高级工程师技术人员组成,作者都是具有丰富教学经验、较高学术水平和实践经验的教授、专家及骨干教师、双师型教师。编委会通过推荐、招标、遴选确定了每本书的主编,并对每本书的编写大纲、内容进行了认真的审定,还聘请了中南大学、湖南大学等高校的教授、专家担任教材主审,确保了教材的高质量及权威性和专业性。

根据高职教育应用型人才培养目标,这套教材既具有高等教育的知识内涵,又具有职业教育的职业能力内涵,主要体现了以下特点。

(1) 以综合素质为基础,以能力为本位。

本套教材把提高学生能力放在突出的位置,符合教育部机电类专业教学基本要求和人

人才培养目标,注重创新能力和综合素质培养。尽量做到理论与实践的零距离,教材的编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节,力求把学生培养成为机电行业一线迫切需要的应用型人才。

(2) 以社会需求为基本依据,以就业为导向。

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提,也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以机电企业的工作需求为依据,探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制,明确职业岗位对核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。教材选用了技术先进、占市场份额最大的FANUC(法那科)、SIEMENS(西门子)和华中典型数控系统,既具针对性,又兼适应性,使学生具有较强的就业岗位适应能力。

(3) 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

本套教材充分反映了机电行业内最新发展趋势和最新研究成果,体现了数控、模具领域的新知识、新技术、新工艺、新方法,克服了以往专业教材中存在的內容陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的数控系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

(4) 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行捆绑,设计了与数控(车、铣)等工种技能考证基本相同的教材体系和标准板块,安排了相应的考证训练题及考证模拟题,使学生在获得学分的同时,也能较容易地获得职业资格证书。

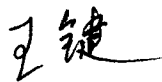
(5) 教材内容精炼。

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标,理论以“必需、够用”为度,对传统教材内容进行了精选、整合、优化和压缩,能更好地适应高职教改的需要。由于作了统一规划,相关教材之间内容安排合理,基础课与专业课有机衔接,全套教材具有系统性、科学性。

(6) 教材体系立体化。

为了方便老师教学和学生学习,本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量,而提高质量是永恒的主题。希望教材的编委会及出版社能做到与时俱进,根据高职教育改革和发展的形势及机电类专业技术发展的趋势,不断对教材进行修订、改进、完善,精益求精,使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要,也希望他们能够一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,不断开拓,出版更多的精品教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。



2006年1月于长沙

(序作者为湖南省教育厅副厅长,教授、博士生导师)



前 言

数控制造技术是集机械制造技术、计算机技术、微电子技术、现代控制技术、网络信息技术、机电一体化技术于一身的多学科高新制造技术，数控技术水平的高低、数控机床的拥有量已经成为衡量一个国家工业现代化水平的重要标志。

目前我国企业急需大批能熟练掌握数控机床编程、操作、维修的工程技术人员。为此，国家制定了数控技能型紧缺人才的培养培训方案，技能型紧缺人才的培养就是要把提高学生的职业能力放在突出的位置，加强生产实习、实训等实践性教学环节，使学生成为企业生产一线迫切需要的高素质劳动者。

本套教材依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数控(车、铣)工种国家职业技能鉴定标准要求编写。以国家职业技能鉴定为标准，以工种技能提升为主线，按任务驱动模式，由浅入深，循序渐进，突出实践操作和编程技能，突出学生对所学知识应用能力和综合能力的培养。

本书对技术先进、占市场份额最大的 FANUC(法那科)、SIEMENS(西门子)系统和华中系统等典型数控系统的编程和操作特点进行了对比，介绍了数控自动编程的技巧和数控仿真软件的应用。书中实例均为教学生产实践中的一些经典，有详细的操作方法、编程思路和参考程序。书中还安排了相应的训练题和考证模拟题，方便各院校安排实训操作。

本书特别适合于中等和高等职业技术学院数控、模具、机电类专业学生作为数控操作实训教材，也可作为国家职业技能鉴定等级考工培训教材，还可作为数控机床技术工人的培训教材。

本书由湖南网络工程职业学院张导成副教授主编并统稿，陈本兴、罗永新、胡智清、肖爱武、廉良冲、杨丰、孙中柏、许孔联参加了编写。

本书的编写得到了湖南网络工程职业技术学院各级领导的大力支持，该院机电系和数控实训中心的老师们也对本书倾注了许多心血，在此一并感谢。

编 者

2006 年 11 月



目 录

上篇 数控车

课题一 认识数控车床	(3)
1.1 数控车床的基本原理、组成	(3)
1.2 数控车床的机械结构组成	(4)
1.3 操作数控车床应注意的事项及机床的维护、保养	(6)
课题二 数控车床加工准备	(9)
2.1 数控车削加工工艺	(9)
2.2 数控车床刀具及其使用	(10)
2.3 数控车床夹具及工件的装夹	(13)
课题三 数控车床基本操作	(16)
3.1 FANUC Oi 数控车床系统介绍	(16)
3.2 HNC-21T 数控车床系统简介	(19)
课题四 数控车床的对刀与找正	(21)
4.1 数控车床的对刀	(21)
4.2 数控车床工件的找正	(23)
课题五 数控车床的手工编程与加工(一)	(24)
5.1 外圆柱面与锥面的编程与加工	(24)
5.2 车槽与切断的编程与加工	(29)
5.3 外圆弧面的编程与加工	(31)
5.4 训练题	(33)
课题六 数控车床的手工编程与加工(二)	(37)
6.1 圆柱孔与圆锥孔的编程与加工	(37)
6.2 深孔钻削循环	(38)
6.3 内沟槽的编程与加工	(39)
6.4 训练题	(40)

课题七 数控车床的手工编程与加工(三)	(43)
7.1 复合固定循环指令的应用	(43)
7.2 螺纹切削	(48)
7.3 训练题	(52)
课题八 刀具刀补与零件加工精度的保证	(57)
8.1 刀具补偿的应用	(57)
8.2 零件精度的控制	(59)
8.3 刀具补偿加工实例	(59)
8.4 训练题	(60)
课题九 典型零件的数控车床编程与加工	(61)
9.1 轴零件加工实例	(61)
9.2 端盖零件加工实例	(63)
9.3 螺纹零件加工实例	(64)
9.4 综合零件加工实例	(67)
课题十 数控车自动编程与加工	(70)
10.1 数控车 CAD/CAM 软件介绍	(70)
10.2 Mastercam 数控车图形绘制	(70)
10.3 Mastercam 数控车自动编程实例	(73)
10.4 训练题	(88)
课题十一 数控加工仿真	(90)
11.1 数控仿真软件简介	(90)
11.2 仿真软件的基本操作	(90)
11.3 模拟机床台面操作	(95)
11.4 机床面板基本操作	(97)
11.5 程序运行	(107)
11.6 仿真实例	(107)
11.7 训练题	(111)

下篇 数控铣

课题一 数控铣床的基本知识	(115)
1.1 文明生产和安全操作规程	(115)
1.2 数控铣、加工中心日常维护及保养	(116)

1.3	数控机床、加工中心的组成与作用	(119)
1.4	数控机床的分类	(120)
1.5	数控机床的坐标	(120)
1.6	数控铣、加工中心的结构	(122)
1.7	数控铣、加工中心的主轴部件	(123)
1.8	数控铣、加工中心对结构的要求	(125)
课题二	数控铣床基本操作训练	(126)
2.1	FANUC 数控系统面板和操作面板	(126)
2.2	FANUC 数控系统的基本操作	(129)
2.3	试切法对刀	(134)
课题三	数控铣床夹具、刀具的使用	(137)
3.1	数控铣床夹具及工件的装夹	(137)
3.2	数控铣床刀具及其使用	(139)
3.3	对刀仪的使用	(142)
3.4	数控铣床典型铣削工艺	(142)
课题四	数控铣床的程序编辑与加工训练	(146)
4.1	简单零件程序手工编辑	(146)
4.2	零件程序的手动输入、编辑、存储	(147)
4.3	装夹工件刀具及对刀	(149)
4.4	加工零件尺寸补正(刀具补偿参数的输入)	(150)
4.5	程序运转	(151)
4.6	DNC 运行	(152)
4.7	训练题	(154)
课题五	刀具刀补与零件加工精度的保证	(155)
5.1	长度补偿	(155)
5.2	半径补偿	(156)
5.3	刀具补偿的应用	(158)
5.4	零件精度的控制	(159)
课题六	数控铣床的手工编程与加工(一)	(160)
6.1	外形加工	(160)
6.2	手动换刀	(164)
6.3	内腔加工	(167)
6.4	训练题	(170)

课题七 数控铣床的手工编程与加工(二)	(172)
7.1 孔加工循环指令格式	(173)
7.2 中心孔钻及钻中心孔	(174)
7.3 钻孔、扩孔	(175)
7.4 孔系加工	(175)
7.5 训练题	(178)
课题八 数控铣床手工编程与加工	(179)
8.1 平面外形轮廓零件铣削加工	(179)
8.2 内型腔零件铣削加工	(181)
8.3 零件上孔加工	(183)
8.4 数控铣床操作工考试题综合练习	(186)
8.5 训练题	(190)
课题九 计算机辅助编程	(191)
9.1 外形铣削	(191)
9.2 挖槽加工实例	(203)
9.3 钻孔加工实例	(207)
9.4 面铣削加工实例	(209)
课题十 数控加工仿真	(213)
10.1 数控仿真软件简介	(213)
10.2 仿真软件的基本操作	(213)
10.3 模拟机床台面操作	(216)
10.4 机床面板基本操作	(219)
10.5 程序运行	(229)
10.6 仿真实例	(229)
10.7 训练题	(231)
参考文献	(233)



高等职业教育机电类专业规划教材

数控中级工认证强化实训教程

上篇

数控车



课题一 认识数控机床

1.1 数控车床的基本原理、组成

数控机床具有技术密集和知识密集的特点,集机、电、液、气于一身,是一种自动化程度高、结构复杂而又昂贵的先进加工设备。

数控机床一般由控制介质、数控系统、伺服系统、机床本体和各类辅助装置等组成,其结构组成如图 1-1 所示。

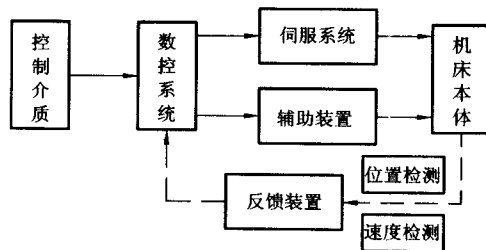


图 1-1 数控机床组成

1. 控制介质

控制介质又称信息载体,是人与数控机床之间联系的中间媒介物质,反映了数控加工中的全部信息。

2. 数控系统

数控系统是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在,主要由输入装置、监视器、主控制系统、可编程控制器、各类输入/输出接口等组成。其主控制系统主要由 CPU、存储器、控制器等组成。

3. 伺服系统

伺服系统是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节,主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成。

4. 辅助装置

辅助装置主要包括自动换刀装置 ATC(Automatic Tool Changer)、自动交换工作台机构 APC(Automatic Pallet Changer)、工件夹紧放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、切削液装置、排屑装置、过载和保护装置等。

5. 机床本体

数控机床本体是指机械结构实体。与传统的普通机床相比较,它同样由主传动系统、进

给传动机构、工作台、床身以及立柱等部分组成,但数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。

1.2 数控车床的机械结构组成

数控车床根据其机型和数控系统的配置,其加工范围与加工能力有一定的差别。按数控系统的功能分,可分为经济型数控车床和全功能型数控车床。经济型数控车床,一般采用步进电机驱动的开环伺服系统。按主轴的配置形式分,有主轴线处于水平位置的卧式数控车床和主轴线处于垂直位置的立式数控车床,还有具有两根主轴的数控车床。按数控系统控制的轴数分,当机床上只有一个回转刀架时,可以实现两坐标轴控制;具有两个回转刀架时,可以实现四坐标轴控制;对于车削中心或柔性制造单元,还增加了其他附加坐标轴,来满足机床的功能。目前,我国使用较多的是中小规格的两坐标连续控制数控车床。

1.2.1 数控车床的结构组成

典型数控车床的机械结构系统组成,包括主轴传动机构、进给传动机构、刀架、床身、辅助装置(刀具自动交换机构、润滑与切削液装置、排屑、过载限位)等部分,如图1-2所示。

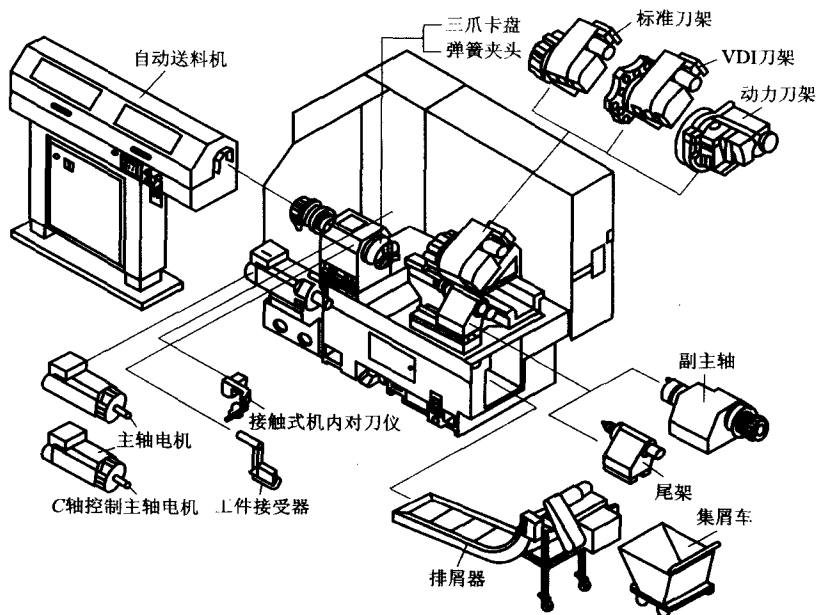


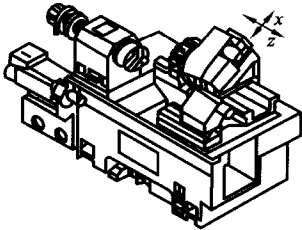

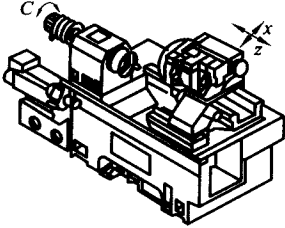
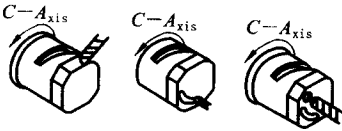
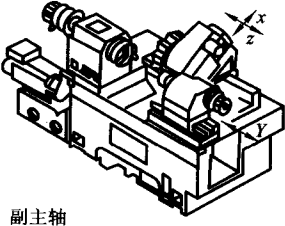

图1-2 典型数控车床的系统组成

1.2.2 数控车床配置与加工能力

数控车床的结构配置不同,其加工能力也不相同,表1-1给出了机型配置与加工能力范围。刀架是数控车床非常重要的部件,数控车床根据其功能,刀架上可以安装的刀具数量一

一般为4把、8把、10把、12把或16把,有些数控车床可以安装更多的刀具。当数控车床刀架上安装铣削动力头后,可以大大扩展数控车床的能力,例如利用铣削动力头可以进行轴向钻孔和铣削轴向槽。

表 1-1 机型配置与加工能力范围

机 型 配 置	加 工 能 力
 <p>标准2轴</p>	
 <p>C轴+动力刀架</p>	
 <p>副主轴</p>	

1.2.3 数控车床机械结构特点

数控车床本体结构特点包括下面几个方面。

- (1) 采用高性能的主轴部件。具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。
- (2) 进给伺服传动采用高性能传动件,具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点,一