

国家改革发展示范学校重点专业建设丛书

主 编 王小军
林亚浓
陈 萍

数控车床编程 与加工技术

丛 书 主 编 谢卫民
丛书副主编 李 日 郑高元
马加群 郑士那

国家改革发展示范学校重点专业建设丛书

主 编 王小军
林亚浓
陈 萍

数控车床编程 与加工技术

丛 书 主 编 谢卫民
丛书副主编 李 日 郑高元
马加群 郑士那

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与加工技术 / 王小军, 林亚浓, 陈萍主编. —
杭州: 浙江科学技术出版社, 2013. 8

(国家改革发展示范学校重点专业建设丛书)

ISBN 978-7-5341-5689-2

I. ①数… II. ①王… ②林… ③陈… III. ①数控机床—车床—程序设计—中等专业学校—教材②数控机床—车床—加工工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 188038 号

丛 书 名 国家改革发展示范学校重点专业建设丛书

书 名 数控车床编程与加工技术

丛 书 主 编 谢卫民

丛书副主编 李 日 郑高元 马加群 郑士那

本 册 主 编 王小军 林亚浓 陈 萍

出版发行 浙江科学技术出版社

网 址 www.zkpress.com

杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006

销售部电话: 0571-85171220

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 杭州万方印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 710×1000 1/16 印 张 12

字 数 233 000

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5341-5689-2 定 价 31.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题, 本社负责调换)

责任编辑 刘雯静

责任美编 金 晖

责任印务 崔文红

编纂委员会

主 任 谢卫民

副 主 任 李 日 郑高元 马加群 郑士那

委 员 (以姓氏笔画为序)

马加群 马武明 王小军 叶海娇

叶喜让 叶喜旺 杨 洁 李 日

何邦先 何伟建 张文柳 张哲东

陈建华 陈玲飞 郑士那 郑光辉

郑高元 娄明东 谢卫民 翟卫芬

黎贤钦 薛连峰 戴方华 戴明权

丛 书 主 编 谢卫民

丛书副主编 李 日 郑高元 马加群 郑士那

本 册 主 编 王小军 林亚浓 陈 萍

序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出,要“把职业教育纳入经济社会发展和产业发展规划,促使职业教育规模、专业设置与经济社会发展需求相适应”。2010年,中华人民共和国教育部、人力资源和社会保障部及财政部联合下发了《关于实施国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划的意见》,自国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划启动以来,各示范学校以提高人才培养质量为目标,以推进工学结合、多种形式顶岗实习为核心,完善内部管理,改革创新教学内容,深化办学体制改革,使中等职业教育驶上了发展的“快车道”。

三门县职业中等专业学校是国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划的第二批立项建设学校,学校坚持“特色立校、科技兴校、人才强校”的办学理念,加大改革创新力度,稳步推进人才培养模式、教学模式、评价模式、办学模式等各方面的改革,学校的基础实力不断增强,师资队伍结构日趋完善,内部管理更加规范,学校的办学水平和服务社会经济发展的能力进一步提升。学校以核电设备安装与维护、机电一体化、电气技术应用三个重点专业以及中职学生“两创”教育实践和三门石窗产、学、研一体化两个特色项目建设为载体,通过2年的重点建设,逐渐形成以校企合作为依托,以核心课程体系构建与实施为主线,校企融合的多元办学模式并举、工学结合的多种培养模式并重、理实一体的多渠道教学模式并行的适应社会经济发展和产业结构调整的技能型人才培养体系。学校办学水平和综合实力进一步提升,人才培养质量进一步提高,服务社会经济发展能力进一步增强,成为“市内龙头、省内领先、国内一流”的示范学校,在中等职业教育改革发展起着骨干、引领和辐射作用。

教材建设是国家中等职业教育改革发展示范学校建设的一项重要内容。按照三门县职业中等专业学校“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”项

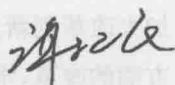
目建设任务书的要求,2年内将建成优质专业核心课程13门,新开发教材13本。根据这个具体目标并结合教师的科研情况,学校计划编写两套丛书——“国家改革发展示范学校重点专业建设丛书”和“国家改革发展示范学校特色项目建设丛书”,两套丛书共28本,其中15本安排正式出版。为了配合校本教材建设,学校专门成立了两套丛书的编纂委员会,其成员都是由重点专业或特色项目建设负责人、骨干教师、行业专家及企业工程技术人员组成。丛书编纂委员会负责制订教材的编写计划,审定教材的编写大纲、体例和内容。

丛书从2012年2月开始编写,经过编写人员的努力和三次统稿,于2013年2月基本完成编写工作。在丛书编写过程中,我们得到中国核工业第五建设公司、中国核动力研究设计院、浙江尔格科技有限公司、宁波博达电气有限公司以及有关高校、专家、民间艺人的大力支持,在此我们表示衷心的感谢!

三门县职业中等专业学校系列教材的编写出版,标志着三门县职业中等专业学校在国家中等职业教育改革发展示范学校的建设中已迈出了可喜的一步。愿我们所编写的系列教材能够为提高人才培养质量发挥应有的作用,为学校服务地方经济建设起到积极的推动作用。

浙江省特级教师

三门县职业中等专业学校校长



2013年3月

前言

为了深入贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》关于加强职业教育基础能力建设的要求,教育部、人力资源和社会保障部、财政部启动了“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”。本书是三门县职业中等专业学校“国家中等职业教育改革发展示范学校”建设成果,充分体现了课程体系改革与教材建设的新理念和新成果。

当前我国正处于从制造大国向制造强国过渡的转型时期,制造自动化技术是其重要组成部分,其中的核心技术就是数控加工技术。数控加工技术综合了机械制造、计算机、微电子和机电一体化等多门技术。目前,数控车床已经在机械加工企业中得到了广泛应用,数控车床加工水平的高低、数控车床拥有量的多少已经成为衡量工业现代化程度的重要标志。因此培养高素质的数控车床编程和操作人员,是当前人才市场的迫切需要。

本书以培养数控车床工艺员和数控车床操作员为目标,从工艺→编程→加工三个方面编写,让学习者掌握数控车床加工工艺过程,会手工编程,会实际加工操作。本书的编写理念打破传统的理论—实践—再理论的认识规律,代之以实践—理论—再实践的新认知规律,突出“做中学,学后再做”的新教育理念。本书充分突出以能力为本位,采用项目教学的模式,以任务驱动和问题引导的形式组织教学内容,从易到难,循序渐进,安排任务目标、任务引入、任务实施、任务评价和任务拓展五个环节,坚持“理实一体”,贯彻“做中学、学中做”的职业教育理念,强调实践与理论的有机统一;技能上力求满足企业需要,理论上做到适度、够用。

本书由王小军、林亚浓、陈萍担任主编,具体编写内容如下:项目一,项目二中的任务一、任务二由王小军编写,项目二中的任务三、任务四由娄明东编写,项

目三、项目四由林亚浓编写,项目五、项目六由陈萍编写。

本教材在编写中得到有关行业专家的指导,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编著者

2013年3月

目 录

项目一 数控车床的认识 / 1

任务一 数控车床的结构	1
任务二 数控车床操作面板的功能及使用	9
任务三 数控车床操作规程与职业规范	20

项目二 数控车削的准备 / 27

任务一 加工工艺准备	28
任务二 工件与刀具安装	33
任务三 程序的输入与校验	38
任务四 首件加工	47

项目三 轴类零件的加工 / 57

任务一 简单阶梯轴加工程序的编制及加工	57
任务二 槽和切断加工程序的编制及加工	66
任务三 外圆锥面加工程序的编制及加工	74
任务四 多阶梯轴加工程序的编制及加工	86

项目四 套类零件的加工 / 94

任务一 通孔零件加工程序的编制及加工	94
任务二 阶梯孔零件加工程序的编制及加工	107
任务三 内锥面零件加工程序的编制及加工	116
任务四 内沟槽零件加工程序的编制及加工	124

项目五 成形面类零件的加工 / 134

任务一 凸圆弧面零件加工程序的编制及加工	134
任务二 凹圆弧面零件加工程序的编制及加工	140

任务三 内圆弧面零件加工程序的编制及加工	146
任务四 综合成形面类零件加工程序的编制及加工	153

项目六 三角形螺纹的加工 / 159

任务一 三角形圆柱外螺纹加工程序的编制及加工	159
任务二 三角形圆锥外螺纹加工程序的编制及加工	166
任务三 三角形圆柱内螺纹加工程序的编制及加工	173

参考文献 / 182

项目一

数控车床的认识

项目介绍

数控车床与普通车床相同,主要用于加工轴、盘、套类等回转体零件,不同的是数控车床不仅能够自动完成外圆柱面、圆锥面、球面以及螺纹等的加工,还能加工一些复杂的回转面,如椭圆、抛物线等特殊曲面,故数控车床的应用很广泛。如图 1-1 所示为常用的卧式数控车床。

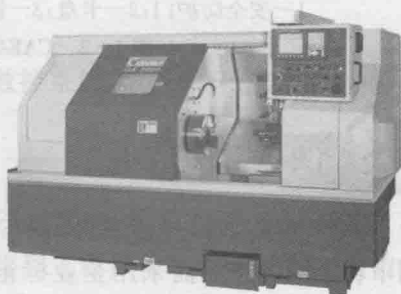


图 1-1 卧式数控车床

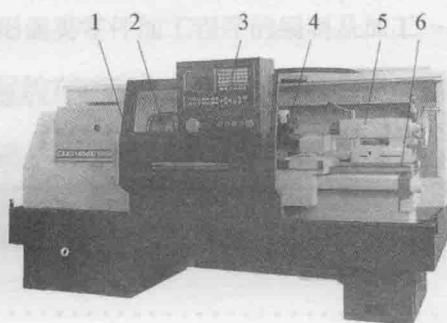
任务一 数控车床的结构



任务目标

- ★ 知道数控车床型号标记及分类。
- ★ 知道数控车床各组成部分及功能。
- ★ 知道数控车床的主要技术规格。

图 1-2 所示为 CAK6140dj/1000 卧式数控车床。你能根据机床面板所标示的型号判别出该型号标记所代表的含义,并说出图中各机床部件的功能吗?



1—安全防护门;2—卡盘;3—数控操作面板;4—刀塔;5—尾座;6—导轨

图 1-2 CAK6140dj/1000 卧式数控车床



任务引入

数控车床品种、规格繁多,在车床标记方面,除了一些机床生产厂家为了区别市场上同类产品而采用企业标记外,大多数机床都是根据国家标准而命名。数控车床操作人员只要了解机床的标记规则,就可以查阅有关资料来获取机床的型号、规格以及适用范围等技术参数。在实际生产中应根据加工对象的要求,正确地选用、操作数控机床,以便更好地生产出优质的零件。

一、数控车床概述

数控车床是用计算机数字化信号控制的机床。操作时将编制好的加工程序输入机床专用的计算机中,再由计算机指挥机床各坐标轴的伺服电动机去控制车床各部件运动的先后顺序、速度和移动量,并与选定的主轴转速相配合,车削出形状不同的工件。数控车床加工零件的过程如图 1-3 所示。

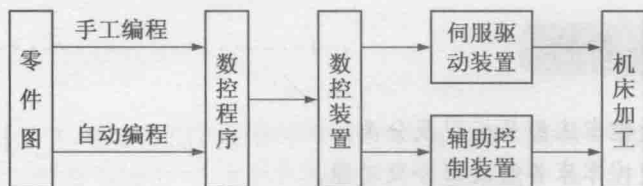


图 1-3 数控车床加工零件的过程

二、数控车床加工范围

数控车床主要用于加工各种轴、套、盘类及成形类成批零件,其特点是加工

速度快、生产效率较高、劳动强度低,比普通车床具有更广泛的适用范围。图 1-4 所示为用数控车床加工的常见零件。

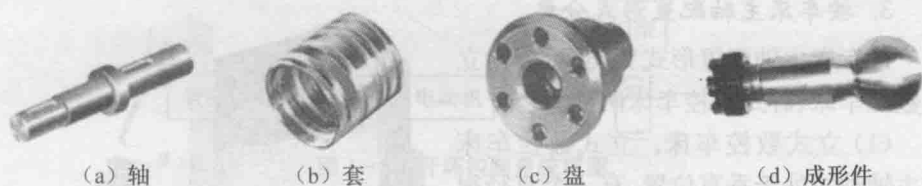


图 1-4 用数控车床加工的常见零件

三、数控车床种类

数控车床有不同的种类,现按所配置的数控系统、数控车床的功能、主轴配置形式以及控制方式分类来分别介绍。

1. 按数控系统分类

目前,工厂中常用的数控系统有 FANUC(法那克)数控系统、SIEMENS(西门子)数控系统、华中数控系统、广州数控系统和三菱数控系统等。每一种数控系统都有多种型号,如 FANUC(法那克)系统从 0i 到 23i、SIEMENS(西门子)系统从 SINUMERIK802S、802C 到 802D、810D、840D 等。各种数控系统的指令也各不相同。即使同一系统的不同型号,其数控指令也略有差别,使用时应以数控系统说明书中的指令为准。本书以 FANUC(法那克)0i Mate-TC 系统和 SINUMERIK(西门子)802S/C 系统为例。

2. 按数控车床的功能分类

按数控车床的功能分类,可分为经济型数控车床、普通数控车床和车削加工中心三大类。

(1) 经济型数控车床。经济型数控车床是在卧式车床基础上进行改进设计,采用步进电动机驱动的开环伺服系统,其控制部分通常采用单板机或单片机。经济型数控车床的成本和自动化程度较低且功能比较弱,车削加工精度也不高,适用于精度要求不高的回转类零件的车削加工。

(2) 普通数控车床。普通数控车床是根据车削加工要求,在结构上进行了专门设计并配备了通用数控系统而形成的数控车床。其数控系统功能强,自动化程度和加工精度也比较高,可同时控制两个坐标轴,即 X 轴和 Z 轴,应用较广,适用于一般回转类零件的车削加工。

(3) 车削加工中心。车削加工中心在普通数控车床的基础上,增加了 C 轴和铣削动力头,更高级的普通数控车床还带有刀库,可控制 X、Z 和 C 三个坐标轴,联动控制轴可以是(X、Z)、(X、C)或(Z、C)。由于增加了 C 轴和铣削动力头,

这种数控车床的加工功能大大增强,除可以进行一般车削加工,还可以进行径向和轴铣削、曲面铣削、中心线不在零件回转中心的孔和径向孔的钻削等加工。

3. 按车床主轴配置形式分类

按车床主轴配置形式分类,可分为立式数控车床、卧式数控车床两种。

(1) 立式数控车床。立式数控车床的主轴轴线处于垂直位置,有一个直径很大的圆形工作台,供装夹工件,如图 1-5 所示。立式数控车床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

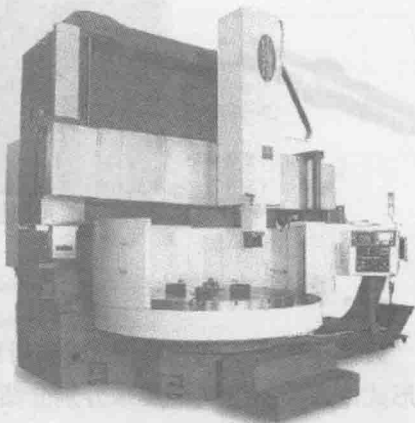


图 1-5 立式数控车床

(2) 卧式数控车床。卧式数控车床的主轴轴线处于水平位置,生产中使用较多,常用于加工径向尺寸较小的轴类、盘类、套

类复杂零件。它的导轨有水平导轨结构和倾斜导轨结构,其中水平导轨结构用于经济型数控车床、普通数控车床。水平导轨式数控车床的外形如图 1-6 所示。

倾斜导轨结构可以使车床具有较大的刚性,且易于排除切屑,用于档次较高的数控车床及车削加工中心。倾斜导轨式数控车床的外形如图 1-7 所示。

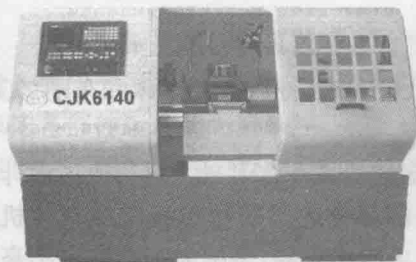


图 1-6 水平导轨式数控车床的外形



图 1-7 倾斜导轨式数控车床的外形

4. 按控制方式分类

按控制方式分类,可分为开环控制系统、半闭环控制系统和闭环控制系统的数控车床这三大类。

(1) 开环控制系统的数控车床。开环控制系统的数控车床是指不带反馈装置的数控车床。该类型车床的进给伺服系统采用步进电动机,数控系统每发出一个指令脉冲,经驱动电路功率放大后,驱动步进电动机旋转一个角度,然后经

过减速齿轮和比杠螺母机构,转换为刀架的直线移动,系统信息流是单向的。图 1-8 所示为开环控制系统框图。

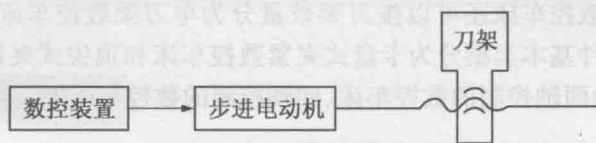


图 1-8 开环控制系统框图

开环控制系统的数控车床不具有反馈装置,对移动部件的实际位移量测量不能与原指令值进行比较,也不能进行误差校正,因此系统精度低。但因其结构简单、成本低、技术容易掌握,故在中、小型控制系统的经济型数控车床中得到应用,尤其适用于旧机床改造的简易数控车床。

(2)半闭环控制系统的数控车床。半闭环控制系统的数控车床,在伺服机构中装有角位移检测装置,通过检测伺服机构的滚珠丝械转角间接测量移动部件的位移,然后反馈到数控装置中,与输入的原指令位移值进行比较,用比较后的差值进行控制,以弥补移动部件的位移,直到差值消除为止,但丝杠螺母机构的误差仍然会影响移动部件的位移精度。图 1-9 所示为半闭环控制系统框图。



图 1-9 半闭环控制系统框图

半闭环控制系统的数控车床采用伺服电动机,结构简单,工作稳定,使用维修方便,目前应用比较广泛。

(3)闭环控制系统的数控车床。闭环控制系统的数控车床是在车床移动部件的位置上直接装有直线位置检测装置,将检测到的实际位移反馈到数控装置中,且与输入的原指令位移值进行比较,用比较后的差值控制移动部件来作补充位移,直到差值消除为止,从而达到精度要求。图 1-10 所示为闭环控制系统框图。

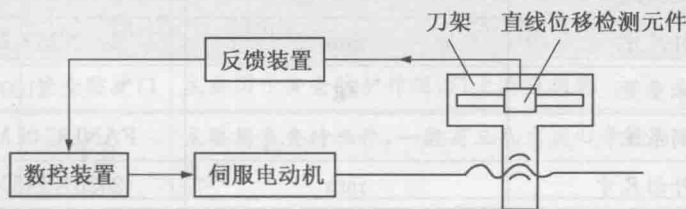


图 1-10 闭环控制系统框图

闭环控制系统的数控车床,其优点是精度高(一般可达 0.01mm,最高可达 0.001mm),但结构复杂、维修困难、成本高,适用于加工精度要求很高的零件。

除此之外,数控车床还可以按刀架数量分为单刀架数控车床和双刀架数控车床;按加工零件基本类型分为卡盘式夹紧数控车床和顶尖式夹紧数控车床;按控制轴数可分为两轴控制的数控车床、四轴控制的数控车床等。

四、数控车床的主要技术规格

典型卧式数控车床 CAK6140dj/1000 的主要规格参数见表 1-1。

表 1-1 典型卧式数控车床 CAK6140dj/1000 的主要规格参数

项 目	单 位	规 格
床身上最大回转直径	mm	400
滑板上最大车削直径	mm	210
最大工件长度	mm	1000
最大车削长度	mm	850
主轴端部型式及代号	—	A8
主轴前端锥孔	—	1 : 20
主轴孔径	mm	φ 80
主轴转速范围	r/min	200~2400
主轴电机输出功率	kW	7.5
X 轴快移速度	m/min	6
Z 轴快移速度	m/min	10
X 轴行程	mm	210
Z 轴行程	mm	850
尾座套筒直径	mm	φ 75
尾座套筒行程	mm	150
尾座套筒锥孔锥度	—	莫氏 5 号
刀架形式	—	4 工位
刀杆尺寸	mm	25×25
机床重量	kg	2100
控制系统	—	FANUC 0i Mate-TC
机床外形尺寸	mm	2650×1450×1600

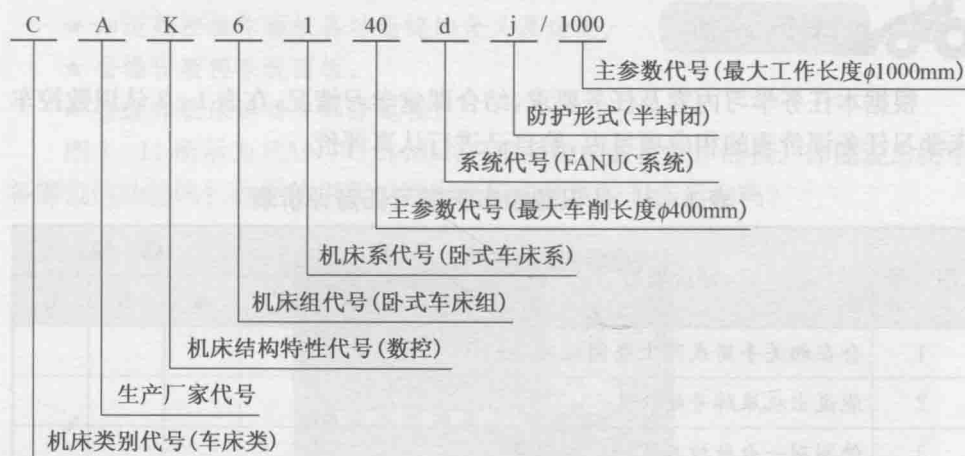
注意：数控车床的主要技术规格因生产厂家的不同而有所不同，阅读时应该注意不同机床技术参数的区别。更多数控机床的技术规格可上网查询。



任务实施

一、识读数控车床标记

图 1-2 中数控车床型号标记 CAK6140dj/1000 中的字母和数字含义如下所示：



注意：机床型号标记可课外查阅金属切削手册中关于 1994 年我国颁布的最新机床型号标准 GB/T15375—1994《金属切削机床型号编制方法》相关内容。

二、识别数控车床组成部分及功能

卧式经济型数控车床与卧式普通车床在结构上有很多相同的地方，可以根据图 1-2 中数控车床组成部分序号进行判别，其各组成部分与功能见表 1-2。

表 1-2 卧式经济型数控车床组成部分与功能

序 号	名 称	功 能
1	安全防护门	主要用于安全防护作用，门上有窥视孔
2	卡盘	主要用来夹持工件，一般有三爪自定心卡盘与四爪单动卡盘之分