



金牌一招鲜

就业技术速成丛书

机械类

数控车床 操作入门

SHUKONG CHECHUANG CAOZUO RUMEN

修订版

刘春玲 程美玲 编著

适合培训 · 便于自学



时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

金牌一招鲜·就业技术速成丛书

数控车床操作入门

(修订版)

刘春玲 程美玲 编 著



时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车床操作入门/刘春玲,程美玲编著.—2版(修订版).—合肥:安徽科学技术出版社,2013.5
(金牌一招鲜·就业技术速成丛书)
ISBN 978-7-5337-5993-3

I. ①数… II. ①刘…②程… III. ①数控机床-车床-基本知识 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第072438号

数控车床操作入门(修订版)

刘春玲 程美玲 编著

出版人:黄和平 选题策划:刘三珊 责任编辑:刘三珊
责任校对:张枫 责任印制:廖小青 封面设计:冯劲
出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>
安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>
(合肥市政务文化新区翡翠路1118号出版传媒广场,邮编:230071)
电话:(0551)63533330

印制:合肥中德印刷培训中心印刷厂 电话:(0551)63812508
(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:850×1168 1/32 印张:10.625 字数:286千
版次:2013年5月第2版 2013年5月第5次印刷

ISBN 978-7-5337-5993-3

定价:20.00元

版权所有,侵权必究

《金牌一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 石伟平

副主编 徐 峰 汪立亮

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	刘春玲	戴胡斌
张志刚	张 军	张能武	李春亮	苏本杰
季明善	杨昌明	陈忠民	罗中华	夏红民
徐 森	黄 芸	程美玲	程国元	满维龙

修 订 说 明

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,企业对高素质技能人才的需求不断扩大。为认真贯彻国家中长期人才发展规划,适应全面建设小康社会对技能型人才的迫切要求,我们特邀请有关专家组织编写了“一招鲜·就业技术速成丛书”。该丛书出版后深受读者欢迎,成为自学和培训市场的畅销书。

“金牌一招鲜·就业技术速成丛书”是在“一招鲜·就业技术速成丛书”的基础上,根据当前企业培训市场的需求和广大读者的反馈信息,进一步修订、改进和完善的。在编写中以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养。同时,在编写过程中充分体现“定位准确、注重能力、内容创新、简明易懂”的特色,从实用出发,突出快速入门且能就业上岗的特点,力求为求职、创业提供最新、最实用的就业技术指导。

前 言

现代数控技术集机械制造技术、计算机技术、现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通信技术、液压气动技术、光机电技术于一体,是实现信息化带动工业化的基础。发达国家把提高数控技术水平作为提高制造业水平的基础,竞相发展本国数控产业。专家们预言:21世纪机械制造业的竞争,其实质是数控技术的竞争。目前,随着国内数控车床用量的剧增,亟需培养一大批熟悉数控加工工艺,能够熟练掌握现代数控车床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。

本书共分6章,重点介绍了现代数控车床的基础知识、数控车削加工工艺、数控车床的操作要点、数控车床的编程基础,并列举了典型数控车削加工综合实例,以及数控车床常见故障维修等内容。作者根据自己丰富的实践经验,提供了较实用的操作、维修知识。本书可供数控车床的使用、维修人员学习和参考之用。

本书在内容上,突出实用性和针对性,便于阅读,使读者尽可能通过阅读此书来独立解决工作中所出现的各种问题。

由于水平有限,书中难免有不足之处,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一章 数控车床基础知识	1
第一节 数控车床的发展历史	2
一、数控车床的产生	2
二、数控车床的发展趋势	4
第二节 数控车床概述	7
一、数控车床的功能及特点	7
二、数控车床的布局	10
三、数控车床的分类及用途	12
四、数控车床的数控系统	13
五、数控车床的机械结构	29
第三节 数控车床的加工对象及常用的数控系统	40
一、加工对象	40
二、常用的 CNC 数控系统简介	42
第二章 数控车削加工工艺	46
第一节 数控车削加工基础	46
一、数控车削加工原理	46
二、数控车削加工特点	47
三、数控车削加工的应用	49
第二节 数控车削加工工艺的制订	51
一、零件加工的工艺性分析	52
二、零件基准和加工定位基准的选择	53
三、加工工序的确定	54
四、加工顺序的确定	55
五、进给路线的确定	56

六、退刀与换刀	61
七、切削用量的选择	64
八、加工工艺文件	66
第三节 数控车床刀具的选择与装夹	66
一、数控车刀的类型与选择	67
二、数控车床刀具的安装	70
第四节 数控车床对刀	73
一、刀位点	74
二、刀补的测量	74
三、试切法对刀的步骤	78
四、工件坐标系建立的步骤	79
第五节 典型零件数控车削工艺分析	80
一、轴类零件	80
二、轴套类零件	83
第三章 数控车床的操作要点	89
第一节 数控车床的操作	89
一、数控车床的操作方法	89
二、数控车床的安全操作规程	102
三、数控车床的维护及保养	103
第二节 典型数控车床的操作要点	106
一、FANUC Oi-TA 系统的操作方法	106
二、SIEMENS 802S/C 系统的操作方法	119
第三节 常用量具的结构和使用方法	134
一、游标卡尺	134
二、千分尺	137
三、百分表	139
第四章 数控车床编程基础	144
第一节 数控编程概述	144
一、数控编程的内容与方法	144

二、数控编程的种类及特点	146
三、程序的结构与格式	147
四、典型数控系统的指令代码	150
第二节 数控车削加工编程基础	181
一、常用指令的编程方法	181
二、刀具补偿指令及其编程	196
三、固定循环与子程序	201
第三节 典型零件加工程序的编制	210
一、确定加工工艺路线	210
二、选择刀具并绘制刀具布置图	210
三、确定切削用量	212
第五章 典型数控车削加工综合实例	215
一、加工前的技术准备	215
二、复杂型面加工	220
三、壁套加工	224
四、偏心轴加工	226
五、锥孔螺母套加工	229
六、采用简化编程加工零件	234
七、组合零件加工	237
第六章 数控车床常见故障的维修	243
第一节 概述	243
一、数控车床故障诊断与维修的概念	243
二、数控车床维修的基本要求及维修的原则	244
三、数控车床故障的类型与特点	250
四、数控车床故障诊断与维修的一般方法	254
五、提高维修数控车床技术水平的方法	257
第二节 数控车床常见故障的诊断	264
一、数控车床机械故障诊断	264
二、数控系统故障	275

第三节 数控车床维修实例·····	283
【例 1】西门子 5T 系统操作面板 SV 故障报警的排除 ·····	283
【例 2】西门子 5T 系统 READY 指示灯不亮故障的处理 ·····	285
【例 3】FANUC3T-A 系统 CRT 无显示故障的处理 ·····	286
【例 4】德国 PNE710L 数控车床失控故障的处理 ·····	287
【例 5】西安 BKC 数控车床 Z 轴熔断器熔断的处理 ·····	289
【例 6】DO 经济型数控车床换刀后运行停止的处理方法 ·····	290
【例 7】FANUC11T 数控车丝机 SV001 故障的处理 ·····	291
【例 8】FANUC11T 数控车丝机 Z 轴进给不稳定故障的排除 ···	292
【例 9】主轴系统故障维修实例 ·····	292
【例 10】刀架系统故障维修实例 ·····	294
附录·····	296
一、数控车工技能鉴定考核大纲 ·····	296
二、数控车工初级理论试题(附参考答案) ·····	313
三、数控车工中级理论试题(附参考答案) ·····	321

第一章 数控车床基础知识

在机械制造行业中,车床是一种主要的生产设备。机械行业的产品,其结构日趋复杂,对其精度和性能的要求日趋提高,因此对生产设备——车床也相应提出了高效率、高精度和高自动化的要求。

大批大量的产品,如汽车、拖拉机与家用电器的零件,为了提高产量和质量,广泛采用组合车床、凸轮控制的多刀多工位车床以及专用的自动生产线和自动化车间进行加工。但是应用这类专用车床和生产设备,生产准备周期长,使更新产品及修改加工工艺的时间较长,费用较高,制约了产品的更新换代。在制造行业中,单件与小批量产品占70%~80%,这类产品的零件一般都采用通用车床来加工。通用车床的自动化程度不高,基本上由人工操作,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,只能借助画线和样板用手工操作的方法来加工,或者利用靠模和仿形车床来加工,其加工精度和生产效率仍会受到很大的限制。

数控车床就是为了解决单件、小批量、多品种,特别是复杂型面零件加工的自动化并保证质量要求而产生的。从第一台数控车床问世到现在的半个世纪中,数控技术的发展非常迅速,几乎所有品种的车床都实现了数控化。数控车床的应用领域也从航空工业部门逐步扩大到汽车、造船、车床、建筑等民用机械制造行业。此外,还出现了金属成形类数控车床。这些都说明,数控车床已成为现代机械制造生产系统实现计算机辅助设计(CAD)、制造(CAM)、检验(CAT)与生产管理等全部生产过程自动化的基本条件。

第一节 数控车床的发展历史

一、数控车床的产生

美国最早开始研究数控技术,至今已有几十年的历史,经历了多个发展阶段。数控技术发展速度很快,如今它已经是一门成熟的技术科学了。数控技术是制造业的核心力量之一。中国在工业化进程中,积极与世界同步发展先进制造技术,在 20 世纪 50 年代末即着手研究自有知识产权数控技术。下面就从数控的发展历程开始介绍数控技术。

1. 国外数控研究的开始

美国从 20 世纪 40 年代后期开始提出数控的概念。当时,航空航天技术的飞速发展,各种复杂、高精度的零件加工对车床提出了更高的要求。而以往的加工方法是使用仿形加工车床,这种加工模式制造周期长,更新产品慢,成本高,制造困难,而且难以保证加工质量。为加速先进制造业的发展,1948 年美国帕森斯公司与空军部门合作,共同开发出一种柔性的控制系统,用以装备车床,控制刀具加工出光滑曲线。帕森斯公司提出的思路是:把坐标点的代码打在穿孔卡上,输入到车床的控制系统,控制系统对不同的坐标轴发出有规律的指令,让坐标轴以微小增量的步距协调移动,从而得到需要的光滑曲线。

美国帕森斯公司和麻省理工学院伺服机构研究所合作,进行数控车床的研制,于 1952 年成功研制了世界上第一台三坐标数控铣床,其数控系统采用当时先进的电子管元件,具有插补、连续控制功能。又经过 3 年的改进和研究工作,1955 年数控车床进入了实用阶段,可以进行复杂曲面零件的加工。从此,数控技术开始有规模地应用于制造业,尤其是 1974 年微处理器直接应用于数控车床后,进一步促进了数控车床的普及应用和飞速发展。

2. 国内数控的研究历程与现状

1960 年至今,世界经济强国如德国、日本、法国、意大利等国家纷纷开发、生产及使用数控车床。1958 年中国也开始着手数控技术的研究,并于 1968 年在北京第一机床厂研制出中国第一台数控车床。随着国内数控厂家(主要有:武汉华中数控、北京航天数控、沈阳蓝天数控、广州数控 GSK、成都广泰数控 GREAT、威海华东数控等)的增加,众多的应用比较广泛的数控系统应运而生。这其中有能力控制 5 轴联动的高档数控系统,能够达到最小分辨率为 0.0001mm 的要求;也有只控制 2 轴联动的低档数控系统,分辨率仅为 0.01mm。国内数控系统在高、中、低档领域均有涉及,且在国内制造业应用广泛,并正向纳米级精度、高可靠性、进给高速的数控领域进军。

3. 数控技术发展的历史阶段

数控技术从产生到目前的发展,经历了多个历史阶段,按照其数控系统的核心组成发展过程来看,可以划分为如表 1-1 所示的几个阶段。

表 1-1 数控技术经历的历史阶段

阶段划分	所在年限	数控核心组成
第一代	1952~1959 年	电子管构成的硬件数控系统
第二代	1959~1965 年	晶体管电路为主的硬件数控系统
第三代	1965~1970 年	中、小规模集成电路的硬件数控系统
第四代	1970 年开始	大规模集成电路的硬件数控系统
第五代	1974 年开始	微型计算机控制的数控系统
第六代	1990 年开始	工控 PC 机的通用 CNC 数控系统
第七代	1990 年后	开放式 CNC 数控系统

1952~1970 年,前 3 代的数控系统主要由硬件组成,称为硬件数控,即 NC(Numerical Control),其特点是数控的功能用专用计算机硬件结构来实现,柔性差,可扩性小,专用性很强;从 1970 年到现

在,数控系统的主要功能由软件来完成,称为计算机数控,即 CNC (Computer Numerical Control),其特点是以小型通用计算机或微型计算机的系统控制程序来实现部分或全部数控功能,只要更改相应的控制程序就可以改变控制功能,而无须改变硬件系统,因此具有更大的通用性、灵活性,也即所谓的柔性。

二、数控车床的发展趋势

20 世纪 80 年代以来,先进制造概念——敏捷制造(Agile Manufacturing)、虚拟制造(Virtual Manufacturing)、绿色制造(Green Manufacturing)的提出,对先进制造的车床设备也提出了更高的要求,尤其是对车床设备的核心——数控技术提出了越来越高的要求,这使得数控技术迅速发展。目前数控技术的发展趋势具有以下特点:

1. 数控系统向开放式体系结构发展

现在的 CNC 系统有很强的处理能力,但 CNC 系统专用性太强,以至于数控系统的硬件都不兼容,而且一般情况下数控系统与伺服系统配套使用,软件本身也有自己独立的规范。人们认识到 CNC 系统自成体系所带来的弊病,迫切需要具有配置灵活、功能扩展简便、基于统一的规范和易于实现统一管理的开放式系统。

IEEE 对开放式数控系统的定义是:符合系统规范的应用系统,可以运行在多个生产商的不同平台上,可以与其他系统的应用进行互操作,并且具有抑制风格的用户交互界面。开放式体系结构的特点是:数控系统有更好的通用性、柔性、适应性、可扩展性,并可以较容易地实现智能化、网络化。

和开放式系统最吻合的例子是微型计算机,所有的计算机硬件都是遵守一定的标准规范设计制造的,相互兼容性强,接口符合一定标准,比如:各个厂家如华硕、七彩虹等生产的 AGP 插槽显卡之间完全可以相互更换,而且各个集成在显卡内部的驱动程序具有类似的结构,完全与 Windows 操作系统兼容。

2. 数控系统向软数控方向发展

随着软件功能的不断扩展,在数控系统中以往只能用硬件来实现的功能现在完全可以用软件来实现。比如,步进电机的脉冲分配以前必须依靠逻辑电路来完成,而现在很多厂家的步进电机的脉冲分配器只是一片内嵌脉冲分配程序的普通单片机。比起硬件式脉冲分配器来说,软件脉冲分配器的优点是:更容易修改脉冲分配方案,通用性更强,成本更低。

当前应用于生产活动中的数控系统分为以下三种类型,分别代表了数控技术的不同发展阶段。

①“PC 嵌入 NC”结构的专用数控系统:这类数控系统专业性强,以传统 NC 数控系统为主,硬件控制的比例较大,硬件与计算机软件相结合,结构相对复杂,功能强大,价格昂贵,核心保密。代表数控产品有 FANUC18i、SINUMERIK840D 系统等。

②“NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统:这类数控系统由开放体系结构运动控制卡和工业 PC 机组成。如哈尔滨工业大学 MAC 系列运动控制卡,该系列控制卡以专用运动控制芯片为核心器件,其内部变成 S 形、梯形速度曲线规划,以实现自动加减速功能,有 ISA、PCI 等多种总线方式,并根据步进电机、伺服电机的不同特点进行专门设计,分别用于步进电机、伺服电机及各类电机混合驱动等方面的专业运动控制,其本身就是一个数控系统,可以单独使用,适用于自动化控制的各个领域。当然,用户也可以根据需求在 Windows 平台下对其开发具有控制界面的软件系统,然后把该软件系统安装在工业 PC 机上,由工业 PC 机与运动控制卡组成“NC 嵌入 PC”结构的开放式数控系统。

③全软件型开放式数控系统:这种数控系统主要由计算机、计算机与伺服 I/O 标准接口和伺服系统组成,几乎所有的数控功能,比如插补计算、位置控制、速度控制等全部由计算机软件来实现,而目前大部分数控产品的位置控制主要由硬件来实现,比如目前数控系统的位置控制主要由硬件比较电路来实现,而在全软件型里该功能

由程序算法来实现。全软件型开放数控是一种最新开放体系结构的数控系统,是目前数控系统的发展方向。现在比较成熟的产品有美国 MDSI 公司的 Open CNC、德国 Power Automation 公司的 PA8000NT 等。

3. 数控系统控制性能向智能化方向发展

具有自我学习能力的数控系统是未来数控发展的方向,即所谓的数控系统的智能化。比如现在高档型数控系统一般具有故障诊断专家系统功能,就是把以往出错的例子及解决办法建立成故障数据库。一旦系统发生故障,计算机立即查询该故障数据库,自我诊断故障并解决问题。这是计算机人工智能在数控系统方面的应用。

4. 数控系统向网络化方向发展

为适应全球制造行业的需求,数控系统网络化是必然发展方向。网络可以把世界上的资源进行最优配置,数控系统的网络化最先是企业内部数控系统网络化,数控之间通过建立企业内部局域网进行相互通信,然后再经由因特网通向企业外部,这就是所谓的 Internet/Intranet 技术。这样就把世界上几乎所有的数控系统联系起来,促成了世界资源的优化配置。

5. 数控系统向高可靠性方向发展

随着加工效率的提高,人们对物质需求的大量增加,数控系统工作时间越来越长,这就必然需要数控系统在长时间内能够保证其稳定性,加工的产品才能合格。这就对数控系统提出了高可靠性的要求,对于每天工作两班的无人工厂而言,如果要求在 16 小时内连续正常工作、无故障率达 99% 以上,则数控车床的平均无故障运行时间就必须大于 3 000 小时。这就要求数控装置、主轴及伺服驱动等的平均无故障运行时间必须在 10 万小时以上。日本 FANUC 系统早在 20 世纪 80 年代末就能够达到这种高可靠性的要求,现在正向更高可靠性方向发展。

6. 数控系统向功能复合化方向发展

在生产过程中,往往发现这样的现象:一个零件本身被刀具加工

的时间不长,而人工装夹的时间有时候大于加工时间。这种在零件加工过程中大量的无功效时间对于生产来说是不利的,所以现代自动化高的工厂一般的数控车床配有工件搬运、自动上下料、自动换刀等系统,可以尽可能降低这些无功效时间。这种能够把多种不同功能的系统整合在一台数控车床的过程就是数控系统功能的复合化。

第二节 数控车床概述

一、数控车床的功能及特点

数控车床又称为 CNC(Computer Numerical Control)车床,即用计算机数字控制的车床,也是目前使用最为广泛的车床之一。数控车床是将编制好的加工程序输送到数控系统中,由数控系统通过 X、Z 坐标轴伺服电动机去控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,再配以主轴的转速和转向,便能加工出各种形状不同的轴类或盘类回转体零件。普通卧式车床是靠手工操作车床来完成各种切削加工的。数控车床从成形原理上讲与普通车床基本相同,但它增加了数字控制功能,加工过程中自动化程度高,与普通车床相比具有更强的通用性和灵活性,以及更高的加工效率和加工精度。

数控车床大致由五个部分组成,如图 1-1 所示。

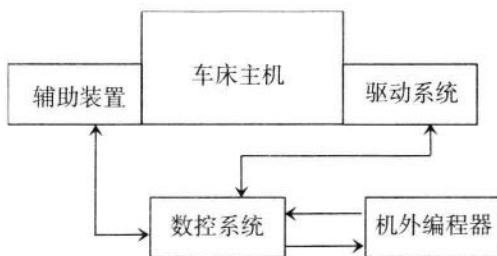


图 1-1 数控车床的组成