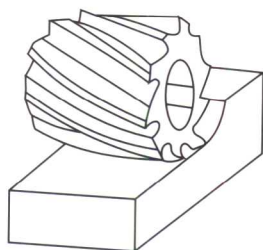


数控车工技能



实训教程

主编 徐峰

国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术

数控车工技能实训教程

主编 徐 峰

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据“高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。本书系统地介绍了数控车床的分类与应用、数控车床的组成、数控车床的加工工艺、数控编程的基础知识,并结合实例讲解了 FANUC 0-TD 系统、SI-NUMERIK 802S 系统典型数控车床加工实训,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车工技能实训教程 / 徐峰主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 3

(国家高技能紧缺人才培养丛书. 数控技术)

ISBN 7-118-04418-0

I. 数... II. 徐... III. 数控机床: 车床-技术培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016365 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京市李史山胶印厂

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14½ 字数 329 千字

2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》

编 委 会

编委会主任

长三角国家高技能人才培养中心主任
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

上海现代模具培训中心

徐 峰

江南大学

张能武

江南大学

周斌兴

河海大学

唐亚鸣

南京航空航天大学

刘淑芳

合肥工业大学

周明建

上海第二工业大学

王新华

长三角国家高技能人才培养中心

黄 芸

长三角国家高技能人才培养中心

程美玲

苏州工业园区培训中心

邱立功

上海屹丰模具制造有限公司

吴红梅

上海昌美精械有限公司

苏本杰

上海上汽制造有限公司

卢小虎

韩国机床工业协会中国技术服务中心

金友龙

丛书序言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到了非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲动力。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002—2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,这已引起中央领导和社会各界的广泛关注。调查研究表明,目前,我国在制造业领域急需大量数控、模具、汽车维修等专业高技能人才,而且我国技能型人才的培养模式相对落后,迫切需要提高职业教育和培训的针对性和适应性。教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合提出优先在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等专业领域实施“先进制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。劳动和社会保障部在全国范围内发起实施“国家高技能人才培训工程”,并制定了“三年五十万新技师培养计划”,以缓解高技能人才短缺状况。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的汽车应用、模具及数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写准备工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适应中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名

企业、行业协会、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家编写了《国家高技能紧缺人才培训丛书》。本套丛书分数控技术、模具技术、汽车维修 3 个专业,共 18 个分册。

本套丛书是为了适应高技能紧缺人才的培养而编写的,为此组建了以职业院校、培训机构与企业界人士相结合的编审委员会,发挥各自优势。丛书的编写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,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学生职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

我们真诚希望本套丛书的出版能为我国的职业教育特别是紧缺技能人才的培训有所帮助。由于时间仓促,加上我们的水平和经验有限,丛书中可能存在某些缺点和不足,我们热切期待广大读者提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进和完善!



NTC 长三角国家高技能人才培养中心

《国家高技能紧缺人才培训丛书》编委会

2006 年 1 月

前 言

纵观改革开放 20 年,我国机床消费额大致和国民经济 GDP 增长值同步,10 年翻了一番。20 世纪 80 年代初,我国机床消费额为 10 亿美元,90 年代初达 20 亿美元,2000 年为 37.88 亿美元。当年世界机床最大消费国美国,消费额为 68 亿美元,原预计 2010 年中国将成为世界最大机床消费市场,令人意想不到的是,2003 年美国发表的一项调查统计报告称:全世界机床产值 2002 年约 310 亿美元,比上年减少 14.2%,但中国比上年增加 20%,达 56.96 亿美元。我国首次成为世界第一机床消费大国和全球第一机床进口大国。

随着 WTO 的日益深入,我国制造企业已开始广泛使用先进的数控技术,而掌握数控技术的机电复合人才奇缺。2003 年,国家数控系统工程技术研究中心的一项调研结果显示,仅数控机床的操作工就短缺 60 多万人。

我国目前的数控人才不仅表现在数量上的短缺,而且质量、知识结构也不能完全满足企业需求。根据 2004 年 2 月劳动和社会保障部、教育部等六部门调查研究和分析预测,数控技术应用是我国劳动力市场技能型人才最为短缺的 4 类人才之一,并名列榜首。

为加快和推动数控技术的发展,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适用中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名先进制造企业、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家组织编写《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》。本套丛书包括:

1. 《数控车工技能实训教程》
2. 《数控铣工技能实训教程》
3. 《数控线切割加工技能实训教程》
4. 《数控加工中心技能实训教程》
5. 《数控编程技能实训教程》
6. 《数控机床维修技能实训教程》

组织编写本套培训丛书的目的在于,提供一套与传统教材的编写模式不

同、富有时代创新特色、有利于应用型技能人才培养、真正适合就业方向的实训教材,以满足培养工程应用型技能人才的需求。

《数控车工技能实训教程》一书是根据“高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。全书系统地介绍了数控车床的分类与应用、数控车床的组成、数控车床的加工工艺、数控编程的基础知识,并结合实例讲解了 FANUC 0-TD 系统、SINUMERIK 802S 系统典型数控车床加工实训,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

本书由上海现代模具培训中心知名培训讲师、高级工程师徐峰主编并统稿,参加编写人员主要有江南大学张能武、周斌兴,长三角国家高技能人才培训中心黄芸、程美玲,苏州工业园区培训中心邱立功,上海屹丰模具制造有限公司吴红梅,上海昌美精械有限公司苏本杰等同志。本书稿由唐继艳、吴娟录入和校对。

本书在编写过程中得到国防工业出版社、上海模具协会、江苏模具协会、江南大学机械学院、常州职业技术学院、韩国机床设备销售服务中心、上海现代模具技术培训中心、长三角国家高技能人才培训中心的大力支持和帮助,并得到众多专家的指导和鼎力相助;同时参考了大量的企业内训资料和图书出版资料,谨此表示衷心的感谢和崇高敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年1月于上海

目 录

第一单元 数控车床基础知识	1	工艺分析	55
课题一 数控车床概述	1	一、轴类零件数控车削加工	
一、数控加工的定义和特点	1	工艺	55
二、数控车床的分类与应用	3	二、轴套类零件数控车削加	
三、数控车床的结构组成	6	工工艺	56
课题二 数控车床加工基础	18	第三单元 数控车床编程基础	64
一、车削加工原理概述	18	课题一 数控编程基础知识	64
二、数控车削加工基础	25	一、数控编程的基本概念	64
第二单元 数控车床加工工艺分析	29	二、数控机床的坐标系统	66
课题一 数控车床加工工艺概述	29	三、数控加工程序与指令代码	68
一、数控车床加工的主要对象	29	课题二 数控车床的程序编制	73
二、数控车床加工工艺的基本		一、数控车床的编程特点	73
特点	30	二、数控车床的坐标系统	73
三、数控车床加工工艺的主要		三、数控系统的功能介绍	75
内容	30	四、S、F、T 功能	77
课题二 数控车床加工工艺分析	31	五、基本编程指令	78
一、数控车床加工零件的工艺		六、换刀点的设置与自动换刀	82
性分析	31	七、刀具补偿功能	84
二、数控车床加工工艺路线的		八、固定循环功能	86
拟订	32	九、螺纹车削加工	96
课题三 工件在数控车床上的定位		十、倒角与倒圆角	100
与装夹	36	课题三 数控车削编程实训	101
一、工件在数控车床上的定位	36	一、数控车床编程实训一	101
二、工件在数控车床上的装夹	39	二、数控车床编程实训二	107
课题四 数控车床加工工序的设计	47	课题四 车削中心的程序编制	111
一、进给路线的确定	47	一、用于车削中心的辅助功能	
二、定位与夹紧方案的确定	49	指令	112
三、夹具的选择	49	二、铣削功能	112
四、刀具的选择	50	三、车削中心编程中子程序的	
五、切削用量的选择	52	应用	112
课题五 典型零件的数控车削加工		四、车削中心编程实例	114

第四单元 典型数控车床加工实训 ...	118	课题二 SINUMERIK 802S 系统数控	
课题一 FANUC 0 - TD 型数控车床		车床的加工实训	166
加工实训	118	一、数控车床编程方法	166
一、数控车床编程技术	118	二、数控车床操作要点	194
二、数控车床操作要点	138	三、数控车床加工实训	207
三、数控车床加工实训	142	参考文献	222

第一单元 数控车床基础知识

课题一 数控车床概述

当前在机械加工设备中应用广泛的数字控制技术是一种采用计算机对机械加工过程中各种控制信息进行数字化运算、处理,并通过驱动单元对机械执行机构进行自动化控制的技术。大量的机械设备都采用了数控技术(CNC),尤其是数控车床的数控铣床、加工中心等。

一、数控加工的定义和特点

1. 数控加工的定义

(1) 数控加工。数控加工即根据零件图样及工艺要求等原始条件来编制零件数控加工程序,再输入数控系统,从而控制数控机床中刀具与工件的相对运动,来实现对零件的加工。

(2) 数控加工的过程。在 CNC 机床上,传统加工过程的人工操作被 CNC 的自动控制所取代。其工作过程为:首先,将被加工零件的几何信息、工艺信息数字化(包括对刀具与工件的相对运动轨迹、主轴转速、背吃刀量、冷却液的开关、工件和刀具的交换等控制操作),按规定的格式和代码编程,然后将该程序输入到数控系统;CNC 系统对加工程序作一系列的处理,然后发出控制指令,驱动机床运动、进给运动及辅助运动,并使其相互协调,来实现对零件的自动化加工。

(3) 数控的数据处理与转换过程。CNC 系统的数据转换过程如图 1-1 所示。

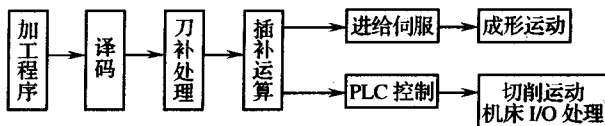


图 1-1 CNC 系统的数据转换过程

① 译码。译码程序的主要功能是将加工程序以程序段为单位转换成便于 CNC 处理的数据格式。主要包括: X、Y、Z 各轴坐标值,进给速度,主轴转速,G 代码,M 代码,刀具号,子程序的调用和处理等。

② 刀补处理。为了方便编程及加工调整,现在的 CNC 机床均具有刀具位置补偿和刀具半径补偿功能。

③ 插补运算。数控程序提供了刀具相对工件运动的起点、终点坐标和运动轨迹,而刀具如何从起点沿运动轨迹走到终点,则由 CNC 的插补装置或插补软件控制。

④ PLC 控制。CNC 系统对数控机床的控制分为“轨迹控制”和“顺序控制”。前者指对机床各坐标轴的速度和位置控制;后者指在数控机床运行过程中,以 CNC 内部和机床

各行程开关、传感器、按钮、继电器等开关信号状态为条件,按预先规定的逻辑关系对主轴的启停、换向、刀具的更换,工件的夹紧、松开、液压、冷却、润滑系统的运行进行控制。

PLC 控制即上述的“顺序控制”或“逻辑控制”。

综上所述,数控加工原理就是预先编好的加工顺序以数据的形式输入数控系统,CNC 通过译码、刀补处理、插补运算等数据处理和 PLC 协调控制,从而实现对机床成型运动的控制,最终实现自动化加工。

2. 数控加工的特点

(1) 加工精度高。数控机床是按数字指令进行加工的。目前数控机床的脉冲当量普遍达到了 0.001mm ,且进给传动的反向间隙以及丝杆螺距误差等可由 CNC 进行补偿,数控机床的加工精度由过去的 $\pm 0.01\text{mm}$ 提高到 $\pm 0.001\text{mm}$;此外,数控机床的传动系统与机床结构都具有较高的刚性和热稳定性,制造精度高;数控机床的加工方式避免了人为干扰因素,同一批零件的尺寸一致性好,合格率高,加工质量稳定。

(2) 对加工对象的适应性强。在数控机床上更换加工零件时,只需要重新编写或更换程序就能实现对新零件的加工,从而对结构复杂的单件、小批量生产和新产品试制提供了极大的方便。

(3) 自动化程度高,劳动强度低。数控机床对零件的加工是按事先编制的程序自动完成的,操作者除了操作键盘、装卸工件、关键工序的中间检测及观察外,不需要进行其他手工劳动,劳动强度大大减轻。另外,数控机床一般都具有较好的安全防护、自动排屑、自动冷却、自动润滑等装置,劳动条件大为改善。

(4) 生产效率高。数控机床主轴转速和进给量的变化范围较大,因此在每道工序上都可选用最有利的切削用量。由于数控机床的结构刚性好,因此允许采用大切削用量的强力切削,这就提高了数控机床的切削效率,节省了加工时间。另外,数控机床的空行程速度快,工件装夹时间短,刀具自动更换,从而节省了辅助时间;数控机床加工质量稳定,一般只作首件检查或中间抽检,节省了停车检验时间。一台机床可实现多道工序的连续加工,生产效率明显提高。

(5) 经济效益显著。数控机床加工一般是不需要制造专用工夹具,节省了工艺装备费用。数控机床加工精度稳定,废品率下降,使得生产成本降低。此外,数控机床可实现一人多机、一机多用,节省了厂房面积和建厂投资。

(6) 有利于现代化管理。在数控机床上,零件的加工时间可由 CNC 精确计数,相同工件加工时间一致,因而工时和工时费用可精确估计,有利于精确编制生产进度表,均衡生产,取得更高的效益。

数控机床使用数字信息及标准接口、标准代码输入,可实现计算机联网,成为计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)及管理一体化的基础。

3. 数控车床的特点

与普通车床相比,数控车床具有以下特点:

(1) 采用了全封闭或半封闭防护装置。数控车床采用封闭防护装置可防止切屑或切削液飞出给操作者带来的意外伤害。

(2) 采用自动排屑装置。数控车床大都采用斜床结构布局,排屑方便,便于采用自动排屑机。

(3) 主轴转速高,工件装夹安全可靠。数控车床大都采用液压卡盘,夹紧力调整方便可靠,同时也降低了操作工人的劳动强度。

(4) 可自动转刀。数控车床都采用了自动回转刀架,在加工过程中可自动换刀,连续完成多道工序的加工,大大提高了加工精度和加工效率。

(5) 采用高性能的主传动及主轴部件。由于采用了高性能的主传动及主轴部件,具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小的优点。

(6) 采用高效进给传动元件。数控车床具有传动精度高、响应快、破损小、传动链短的优点。一般采用滚珠丝杠螺母副和传动齿轮间隙消除机构等。

(7) 主、进给传动分离。数控车床的主传动与进给传动采用了各自独立的伺服电动机,使传动链变得简单、可靠,同时,各电机既有单独运动,也可实现多轴联动。

(8) 车床本身具有较高的动、静刚度。

二、数控车床的分类与应用

(一) 数控车床的分类

随着数控机床制造技术的不断发展,为了满足不同用户的加工需要,数控车床的品种繁多,规格齐全,功能愈来愈强,装备数量愈来愈多,从而为制造业的创新、发展提供了有利条件。目前,对数控车床的分类有以下几种方法。

1. 按数控系统的功能分类

(1) 全功能型数控车床。它一般采用交、直流伺服电动机驱动形成闭环或半闭环控制系统,主电动机一般采用伺服电动机。具有 CRT 显示,不但有字符,而且有图形、人机对话、自诊断等功能。具有高刚度、高精度和高效率等优点。

(2) 经济型数控车床。早期的经济型数控车床是在普通车床基础上改造而来的,一般采用步进电动机驱动的开环控制的伺服系统,其控制部分通常结构简单,功能单一(如采用单板机)。随着数控技术的发展,对经济型数控车床有了新的界定,它与全功能型数控车床相比,除了主电机采用变频电机、伺服控制方式采用开环控制、数控系统的档次较低、刚度及制造精度较全功能型数控车床低外,其他与全功能型车床已没有多大区别。表 1-1 列出了不同档次数控系统的功能及指标。

表 1-1 不同档次数控系统的功能及指标

功 能	经济型	中 档	标 准 型
系统分辨力/ μm	10	1	0.1
G00 速度/(m/min)	3~8	10~24	24 以上
伺服类型	开环及步进电机	闭环(半闭环)及直、交流伺服电动机	闭环(半闭环)及交流伺服电动机
联动轴数	2~3	2~4	5 轴及以上
通信功能	无	RS232C/DNC	RS232C/DNC/MAP
显示功能	LED 显示	CRT 显示	CRT: 三维图形、自诊断
内装 PLC	无	有	功能强大的内装 PLC
主 CPU	8 位、16 位	16 位、32 位	32 位、64 位
结构	单片机/单板机	单微处理器或多微处理器	分布式多微处理器

(3) 车削中心。它是以全功能型数控车床为主体,并配置刀库、换刀装置、分度装置、铣削动力头和机械手等,实现多工序复合加工的机床。在工件一次装夹后,它可完成回转类零件的车、铣、钻、铰、攻螺纹等各种加工工序,功能全面,但价格较高。

(4) FMC 车床。它是一种由数控车床、机器手或机器人等构成的柔性加工单元。它能实现工件搬运、装卸的自动化和加工调整准备的自动化。

2. 按主轴的配置形式分类

(1) 卧式数控车床。主轴轴线处于水平位置的数控车床。它又可分为水平导轨卧式数控车床和倾斜导轨卧式数控车床。

(2) 立式数控车床。主轴轴线处于垂直位置的数控车床,并有一个直径较大的工作台,用以装夹工件。这类数控车床主要用于加工大直径的盘类零件。

(3) 具有两根主轴的数控车床。根据主轴的布置方式分为双轴立式/卧式数控车床。

3. 按数控系统控制的轴数分类

(1) 两轴控制的数控车床。车床上只有一个回转刀架,可实现两坐标(X 轴、 Z 轴)联动。

(2) 多轴控制的数控车床。档次较高的数控车床中心都配备了动力铣头,还有些配备了 Y 轴,使机床不但可以进行车削加工,还可以进行铣削加工。

(二) 数控车床主要功能

不同数控车床其功能也不尽相同,各有特点,但都应具备以下主要功能。

1. 直线插补功能

控制刀具沿直线进行切削。在数控车床中利用该功能可加工圆柱面、圆锥面和倒角。

2. 圆弧插补功能

控制刀具沿圆弧进行切削。在数控车床中利用该功能可加工圆弧面和曲面。

3. 固定循环功能

固定了机床常用的一些功能,如轮廓加工循环、切螺纹、切槽等。使用该功能简化了编程。

4. 恒线循环功能

通过控制主轴转速保持切削点处的切削速度恒定,以获得一致的加工表面。

5. 刀尖半径自动补偿功能

可对刀具运动轨迹进行半径补偿,具备该功能的机床在编程时可不考虑刀具半径,直接按零件轮廓进行编程,从而使编程变得方便、简单。

6. 其他拓展功能

对于一些全功能的数控车床和车削中心,除了具有前述主要功能外,还常常具有下列一些拓展功能。

(1) C 轴功能。主轴完成一般机床中旋转工作台的工作,在实现回转、分度运动的同时,与 X 、 Z 轴联动,可以完成端面螺旋槽等加工。要实现 C 轴功能,数控车床必须配置动力刀架并使用旋转刀具,此时由刀具作主运动。

(2) Y 轴控制。非径向、轴向坐标(假设方向),类似铣削功能,主轴可实现分度或回转运动。与 C 轴功能一样,数控车床必须配置动力刀架并使用旋转刀具。

(3) 加工模拟。通过机床自带的模拟功能可对加工轮廓、加工线路及刀具干涉等状

况进行模拟,而加工精度(尺寸、形、位公差)及表面粗糙度(R_a),则无法通过模拟得以检验。

(三) 数控车床的应用

数控车床是数控加工中应用最多的加工方法之一。综合数控车床的特点,数控车床适合加工具有以下要求和特点的回转体零件。

1. 精度要求高的回转体零件

由于数控车床刚性好,制造精度高,并且能方便地进行人工补偿和自动补偿,所以能加工精度要求较高的零件,甚至可以以车代磨。此外,数控车床刀具的运动是通过精度插补运算和伺服驱动来实现的,并且工件的一次装夹可完成多道工序的加工,因此提高了加工工件的形状精度和位置精度。

2. 表面粗糙度小的回转体零件

数控车床具有恒线速度切削功能,能加工出表面粗糙度小而均匀的零件。因为在工件材质、精车余量和刀具已定的情况下,表面粗糙度取决于进给量和切削速度。切削速度的变化会导致表面粗糙度不一致,而使用恒线速度切削功能,就可获得一致的最佳切削速度,使车削后的表面粗糙度小且一致。

3. 表面形状复杂的回转体零件

由于数控车床具有直线、圆弧、螺纹插补功能,可以车削由直线、圆弧及非圆曲线组成的形状复杂的回转体零件。

4. 带特殊螺纹的回转体零件

数控车床具有加工各类螺纹的功能,包括任何等导程的直、锥螺纹和端面螺纹、增导程螺纹、减导程螺纹。如图 1-2 所示为数控车床实现螺纹加工的控制原理图。在主轴箱安装有光电脉冲编码器,主轴的运动可通过同步带轮传动副以 1:1 速比传动脉冲编码器。当主轴旋转时,脉冲编码器便发出检测脉冲信号给数控系统,使主轴的旋转与刀架的进给保持同步关系,即主轴转一转,刀架移动一个工件导程的运动关系。

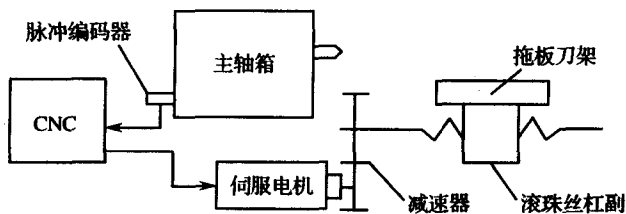


图 1-2 数控车床运动控制原理图

5. 超精密、超低表面粗糙度值的回转体零件

要求超高的精度和超低表面粗糙度的零件,适合在高精度、高性能的数控车床上加工。数控车床超精加工的轮廓精度可达 $0.1\mu\text{m}$,表面粗糙度达 $R_a 0.02\mu\text{m}$ 。

(四) 数控车床的主要技术参数

数控车床的主要技术参数包括最大回转直径、最大车削长度、各坐标轴行程、主轴转速范围、切削进给速度范围、定位精度、刀架定位精度等,其具体内容及作用见表 1-2。

表 1-2 数控车床的主要技术参数

类别	主要内容	作用
尺寸参数	X、Z 轴最大行程	影响加工工件的尺寸范围(质量)、编程范围及刀具、工件、机床之间干涉
	卡盘尺寸	
	最大回转直径	
	最大车削直径	
	尾座套筒移动距离	
	最大车削长度	
接口参数	刀位数、刀具装夹尺寸	影响工件及刀具安装
	主轴头形式	
	主轴孔及尾座孔锥度、直径	
运动参数	主轴转速范围	影响加工性能及编程参数
	刀架快进速度、切削进给速度范围	
动力参数	主轴电机功率	影响切削负荷
	伺服电机额定转矩	
精度参数	定位精度、重复定位精度	影响加工精度及其一致性
	刀架定位精度、刀架重复定位精度	
其他参数	外形尺寸(长×宽×高)、质量	影响使用环境

三、数控车床的结构组成

(一) 数控车床的基本结构

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,也是目前使用较为广泛的数控机床之一。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片类回转体零件。普通卧式车床是靠手工操作机床来完成各种切削加工的,数控车床从成形原理上将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。

数控车床大致由五部分组成,如图 1-3 所示。

(1) 车床主机:车床主机指的是数控车床的机械部件,主要包括床身、主轴箱、刀架、尾座、进给传动机构等。

(2) 数控系统:数控系统(有时称为控制系统)是数控车床的控制核心。其主要部分是一台计算机,这台计算机与我们通常使用的计算机从构成上讲基本是相同的,其中包括 CPU(中央处理器),存储器、CRT(显示器)等部分,数控系统中用的计算机一般是专用计算机,也有一些是工业控制用计算机(工

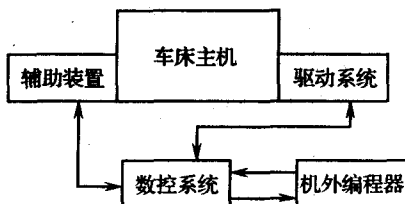


图 1-3 数控车床的组成

控机)。

(3) 驱动系统:驱动系统是数控车床切削工作的动力部分,主要实现主运动和进给运动。在数控车床中,驱动系统称为伺服系统,由伺服驱动电路和驱动装置两大部分组成。伺服驱动电路的作用是接受指令,经过软件的处理,推动驱动装置运动。驱动装置主要由主轴电机、进给系统的步进电机或交、直流伺服电机等组成。

(4) 辅助装置:与普通车床相类似,辅助装置是指数控车床中一些为加工服务的配套部分,如液压、气动装置、冷却、照明、润滑、防护和排屑装置等。

(5) 机外编程器:由于数控车床经常用于加工一些复杂的零件,比如加工具有复杂母线的回转体零件等,所以有一些加工程序会比较复杂。如果在车床上编制这些加工程序,一方面要占用大量的机时,另一方面在程序的编制过程中容易发生错误,于是机外编程器就应运而生了。机外编程器是在普通的计算机上安装一套编程软件,使用这套编程软件以及相应的后置处理软件,就可以在机外编制加工程序。通过车床控制系统上的通信接口或其他存储介质(如软盘、光盘等),把编制的加工程序输入到车床的控制系统中,完成零件的加工。

从总体上看,数控车床与卧式车床的机械结构相似,仍然是由主轴箱、刀架、进给传动系统、床身、液压系统、冷却系统、润滑系统 etc 部分组成,但是数控车床的进给系统与卧式车床的进给系统在结构上存在着本质上的差别。卧式车床主轴的运动经过挂轮架、进给箱、溜板箱传到刀架,实现纵向和横向进给运动。而数控车床是采用伺服电动机,经滚珠丝杠传到滑板和刀架,实现 Z 向(纵向)和 X 向(横向)进给运动。数控车床也有加工各种螺纹的功能,主轴旋转与刀架移动间的运动关系通过数控系统来控制。数控车床主轴箱内安装有脉冲编码器。旋转时,脉冲编码器便发出检测脉冲信号给数控系统,使主轴电动机的旋转与刀架的切削进给之间保持加工螺纹所需的运动关系,即实现加工螺纹时主轴转一转,刀架 Z 向移动工件一个导程的运动关系。

图 1-4 为数控机床的结构示意图。数控车床刀架的两个方向运动分别由两台伺服电动机驱动,所以它的传动链短,不必使用交换齿轮、光杆等传动部件。伺服电动机可以直挂,与丝杠联结带动刀架运动,也可以用同步齿形带联结。现代多功能数控车床绝大部分采用交流主轴驱动系统,主轴具有很高的转速和很宽的调整范围,主轴按控制指令无级变速,数控车床主轴箱内的结构比卧式车床简单得多。

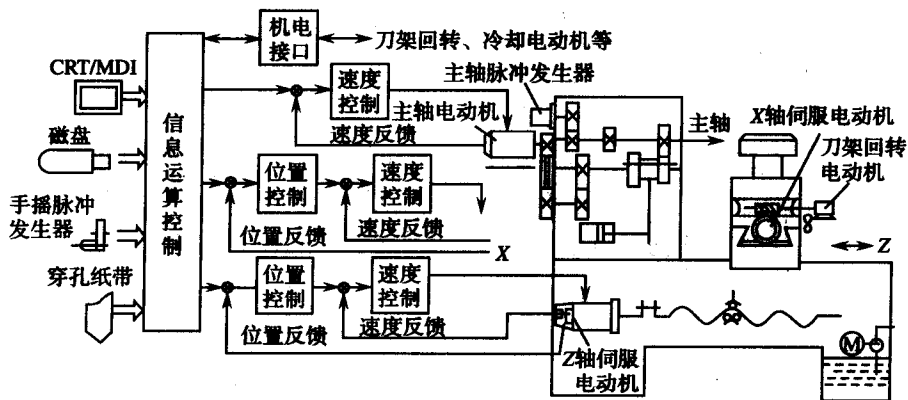


图 1-4 数控机床结构示意图