

职业教育与成人教育规划教材

数控职业技能培训·考工培训参考书

现代数控车床

王金泉 编

数控车床机械结构和数控系统原理的详细介绍

数控车床刀具、刀具材料及工具系统

重点推荐：数控车铣复合加工和倒置数控车床

中国轻工业出版社



数控职业技能培训、考工培训参考书

职业教育与成人教育规划教材

现代数控车床

王金泉 编
周琳辉 李 军 审

责任编辑：王金泉
封面设计：王金泉
版式设计：王金泉
校对：王金泉
审校：王金泉
审校：王金泉
审校：王金泉

中国轻工业出版社

北京宝通街

各分社

2008年8月第1版第1次印刷

本：185×260 1/16 印张：18

字数：320千字

书号：ISBN 978-7-5019-6381-2/TC·009 定价：38.00元

读者服务部联系电话：010-62211962 82111739 82111730 82111730

发行电话：010-62211962 82111739 82111730 82111730

网址：http://www.clip.com.cn Email: club@clip.com.cn

如蒙函件或网络直接向我社接洽或各分社接洽

7028714X1013H

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代数控车床 / 王金泉编. —北京: 中国轻工业出版社, 2008.6

职业教育与成人教育规划教材

ISBN 978-7-5019-6381-2

I. 现… II. 王… III. 数控车床: 车床—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第031991号

责任编辑: 王 淳 张晓媛

策划编辑: 王 淳

责任终审: 孟寿萱

封面设计: 灵思舞意·刘 微

版式设计: 王培燕

责任校对: 李 靖

责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008年6月第1版第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18

字 数: 350千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6381-2/TG·009

定价: 28.00元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70587J4X101ZBW

前 言

数控技术是集机械制造、计算机技术、微电子技术、现代自动控制技术、网络通信技术、现代传感器检测技术等多门学科于一体的高新技术。数控技术水平的高低,数控机床的保有量和普及程度已经成为衡量一个国家综合国力和工业现代化的重要标志。

随着我国经济的快速发展,数控机床的保有量不断提高,应用日趋广泛。企业需要大批能熟练掌握数控机床编程、操作、维修的数控技术人员,数控技术人员的缺口比较大,各种数控技术培训学校、网点星罗棋布,但鉴于数控技术的先进性、复杂性、知识的全面性,培养一名合格的数控技术人员具有相当的难度,高层次的数控技术人员更是稀缺。

2004年开始每两年一届的全国数控技能大赛,它已是培养高素质数控技能人才的平台和契机。通过数控技能大赛的引领作用,进一步引起全社会对数控技能人才的关注,营造尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造、支持关心数控技能人才成长的良好氛围,加快高技能数控人才的培养,从而提高中国制造业的核心竞争力。

作者参加了2004年和2006年的省数控技能选拔赛的评判工作,从中获益匪浅,同时也深感数控技术发展的日新月异和数控技术知识面的宽广。竞赛培训难以找到理论知识全面、技能知识实用的教材,如同高楼大厦必须打好地基一样,高素质的数控技能人才必须具备扎实的理论基础。

本书根据数控技能竞赛培训中所涉及的知识点、面,围绕数控国家职业技能鉴定标准以及数控技能大赛的纲领,突出了数控理论知识的深度、广度和新颖度,并且融合了当今世界先进数控设备中应用的新技术、新知识,力求做到全面、专业地介绍有关数控机床的基本知识。(技能知识另有专著介绍,见作者的《FANUC数控车床综合实训》一书)

本书共分八章,绪论部分介绍了数控技术发展的背景、历史以及由其引发的历史事件和我国的数控技术现状。前一、二、三章综合介绍了数控机床的机械结构,数控系统的原理、机构、功能以及伺服系统的结构、原理、特点等,第四章为数控机床的检测传感器,第五章主要是数控机床先进刀具的发展应用,第六章的主要内容是数控车床的新技术和新发展,重点是车铣复合加工和倒置数控车床,第七、八章主要概述数控机床的使用维护技术和数控机床的维修改造等。

在编写本书的过程中,除了参考文献所列出的书目外,作者还借鉴了多所职业院校数控技术精品课程中的内容,以及在多届北京国际机床展览(CIMT)所收集到的各种资料,同时,还有更多的资料来源于互联网上的各个专业论坛,包括各个数控机床厂家的网站。资料的来源很多,集众家知识之长,结合作者的知识经验积累而成此书。

资料来源广泛,综合的难度较大,鉴于数控技术的前沿性和网络知识的待验证性,限于作者的时间、精力、水平以及物质条件,书中难免有错漏之处,欢迎广大读者和专业人士分析讨论并批评指正。参考资料罗列不全,在此向其它众多资料的提供者:张安全、黄冬梅、范子慧、高纪洋、金常德、林琦、吕思科、黄家英、丁晖、张利颖、杨昕

目 录

绪论	1
第一章 数控车床基础知识	4
第一节 概述	4
第二节 数控车床的组成和分类	7
第三节 数控车床的整体布局	11
第四节 数控车床的机械结构	12
第五节 数控车床的基础部件	18
第六节 数控车床的主传动系统	21
第七节 数控车床的导轨	31
第八节 数控车床的伺服传动系统	36
第九节 数控车床的辅助装置	50
思考题	61
第二章 数控车床的数控系统	62
第一节 概述	62
第二节 CNC装置的硬件结构	69
第三节 CNC装置的软件结构	80
第四节 CNC装置中的PLC（可编程控制器）	97
第五节 CNC装置的故障自诊断功能	115
第六节 CNC系统的发展趋势	120
第七节 开放式CNC（OPEN CNC）系统	125
思考题	129
第三章 数控车床伺服系统	131
第一节 概述	131
第二节 步进电机伺服系统	136
第三节 直流电机伺服系统	141
第四节 交流电机伺服系统	147
思考题	156
第四章 数控车床的检测装置	157
第一节 概述	157
第二节 旋转变压器	158

第三节 感应同步器	160
第四节 光栅尺	162
第五节 光电脉冲编码器	165
第六节 霍尔检测装置	170
思考题	174
第五章 数控车床的工具系统与夹具系统	175
第一节 工具系统概述	175
第二节 数控刀具材料的类型及选择	176
第三节 数控车床机夹可转位刀具	187
第四节 机夹可转位刀具的型号代码	191
第五节 数控车削加工用工具系统	206
第六节 数控车床自动换刀装置和对刀装置	212
第七节 数控车床夹具系统	215
思考题	221
第六章 数控车削中心与车铣复合加工	222
第一节 数控车削中心	222
第二节 车铣复合加工中心	225
第三节 倒置式数控车床	228
第四节 纵切自动车床	233
思考题	237
第七章 数控车床的使用技术与维护	238
第一节 数控车床的选购	238
第二节 数控车床的安装、调试与验收	244
第三节 数控车床的使用管理	248
思考题	252
第八章 数控车床维修与技术改造概论	253
第一节 数控车床维修技术	253
第二节 数控车床故障的排除思路 and 原则	260
第三节 数控车床故障维修的基本步骤和方法	263
第四节 车床的数控化改造	276
思考题	280
参考文献	281

绪 论

一、数控机床发展的历史

自1946年2月14日美国宾夕法尼亚大学的莫尔电机学院研制第一台计算机开始,人类社会便逐步进入信息社会,计算机的出现原本是为了进行科学数值计算、取代人们脑力劳动的工具,然而它的发展也给自动化技术带来蓬勃发展。数控机床是建立在计算机基础之上的,并且随电子计算机技术的快速发展而快速发展。

1947年,约翰·帕森斯是设在美国密执安州特拉弗斯城的帕森斯工厂的负责人。这家工厂生产直升机旋翼。当时,数字计算机仍属于一种庞然大物,但会计师使用的穿孔卡式计算机到处可见。因为直升机旋翼叶片的形状是由复杂方程式来确定的,帕森斯遂租用了一台IBM会计计算机来计算某些设计参数。毫无疑问,计算机最终帮助帕森斯以极高的精度和速度,生产加工出了高质量的零件。

为了制造叶片型板,工人们通常在最开始时,先标刻确定型板曲线的17个点,每一次都得很费力地用计算尺进行计算,然后再将这些点连在一起,手工画出型板的轮廓,剪裁出大致的形状,最后再锉成所要求的规格。在这一过程中,即使熟练工人也不可避免地会产生误差,导致型板损坏,并浪费了很多时间。但是勇于探索的帕森斯在使用IBM会计计算机的过程中获得了新创意。他要求一名叫弗兰克·斯图兰的员工利用计算机沿轮廓边缘计算了200个点,然后让机工在这200组坐标点中的每一个坐标点处钻孔,随着各个孔接近到足以重叠时,型板的轮廓大体已定,不再需要进行额外的加工切削。机工需要做的全部工作,就是移动加工平台到所要求的坐标点,钻一个孔,再移动到下一个坐标点,再钻一个孔,然后就不断重复上述动作,直到将所有坐标孔钻完。

该技术仍然用人力来操作机器,而此时帕森斯又设想到了自动化过程的下一步——通过穿孔卡的数字下达指令的、由马达驱动机器。帕森斯将这一设想送交给美国空军。当时美国空军马上将一个合同交与帕森斯。虽然最终空军将计划的控制权又交给了麻省理工学院,但帕森斯还是被认为是“数控之父”。1985年,帕森斯因这项发明被授予“美国国家技术奖”,以表彰他勇于探索的精神。

二、发展数控技术的战略意义

在北京举行的历届中国国际机床展览会上,国外参展厂商都表示其所展示的先进数控机床,未经本国政府批准不能当场销售;国外知名数控系统制造商在向中国出售先进的数控系统时,均不配置关键功能;中国企业要想购买国外的先进数控机床要先向他们申请,并保证不用于军事目的,还要把机床的使用地点告诉他们,并接受他们的抽查,或者机床与国外联网运行,接受其监控。1999年美国国会议员发表的《考克斯报告》中专门提到中国从美国进口多台二手多轴数控机床用于军工企业生产,要求对我国加强禁运。凡此种种都表明,先进的数控机床产品绝非一般的工业产品,而是国防工业不可缺少的战略物资。

机械工业是国民经济的基础产业,机械工业的发达与否,是衡量一国工业化程度的重要标志。机床工业又是机械工业的基础,它向机械工业提供“工作母机”。在现代机床工业中,主流产品是数控机床。它汇集了精密机械、计算机、通讯、液压气动、光电等多学科技术,具有高效率、高精度、高自动化和高柔性的特点,是当代机械制造业的基础和核心。发展数控机床,是国家工业化道路上的必然选择。马克思曾经说过“各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产”。制造技术和装备就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最核心的技术。

在现代机床工业中,计算机数控化已成为技术进步的大趋势。一个国家的数控机床的水平和拥有量,已经是衡量其制造业水平、工业现代化程度的重要指标,也是衡量国家综合竞争力的重要指标,因此发展机床数字控制技术有如下意义。

1. 数控机床是国防尖端工业不可缺少的战略物资

数控技术是因国防工业的需要而诞生的,高性能数控机床属于战略物资。发展我们自己的高级数控机床,具有超越一般市场价值的战略地位。

2. 数控机床是发达国家装备工业争夺技术优势的制高点

由于数控机床的优越技术性能以及在国防上的重要意义,从1950年起,美、日、德等先进国家竞相投入巨资进行研发,其技术在国际上遥遥领先。

数控机床的核心技术是电子控制系统(数控系统),西方国家经过30年的努力,计算机微电子技术进入成熟和推广阶段,西方工业发达国家中数控机床的使用不再局限于国防尖端领域,而在民用领域也大规模地应用和普及。开始了以数控机床为代表的高新技术对传统机械工业的大规模改造。数控机床产值的比重迅速超过传统机床,成为主导产品。

3. 增加国家在国际市场的竞争力

数控机床是投资类产品,市场容量小(目前全世界数控机床的年产销量约10万台),但同时又和国家利益关系密切,它跨越电子、机械等行业,技术含量高,具有技术垄断性质;品种繁多且产品更新换代快,专业化程度高。

因此,数控机床的市场竞争具有以下特点:

(1) 专业化程度高,行业内部(各功能部件)分工很细,且品种的分工高度国际化。

(2) 市场容量小,国际垄断性强。数控机床的核心功能部件数控系统,现基本上由两大跨国集团——日本法那克(FANUC)和德国西门子(SIEMENS)占据了绝对垄断地位。前者是专业化的数控系统生产厂商,占有国际市场份额的50%左右,后者占国际市场份额的25%。我国数控机床市场份额的70%~80%、数控系统(普及型、高级型)的90%已被外商占领。

(3) 关键功能部件(特别是数控系统)技术含量高,其技术制高点不断转移,开发周期加快,新产品不断推出,各国在技术方面的竞争十分激烈。

(4) 世界许多国家都对本国数控机床行业采取保护措施,这些措施并非遵循自由贸易原则,而是出于国家战略利益的考虑。所以,数控技术是机床工业各大国竞争的技术制高点,是国际竞争的焦点之一。

一个国家装备工业的实力和国际竞争力,关系到国家整体工业竞争力和综合国力在世界上的位置,而数控机床作为国家装备工业的主流产品和技术方向,在国家经济发展战略中具有重要的地位。

发展数控机床行业对于我国具有战略意义。一是用高新技术加快装备工业的现代化改造,是优化经济结构的重要环节;二是西方国家在尖端数控机床品种的进口和技术转让方面,对我国实行限制政策,而中高档数控机床的自行研制和国产化对国防建设意义重大。这是我们保持大国地位,保持自己在国际上的自主行动能力的技术后盾。

三、我国NC机床发展过程及现状

美国于1952年应飞机生产的需求,在世界上首先研制出第一台NC机床,并立即生产100台。我国于1958~1960、1962~1965、1973~1978年曾先后三次在全国掀起NC机床的研制、生产、攻关高潮,但由于缺乏技术基础,机床车体设计实力差、各种机、电、液、气配套基础元部件、NC系统不过关,工作不可靠,故障频繁,且由于发展NC机床整个方针、政策、方法、步骤、措施错误,形成一哄而上,又一哄而下,三起三落。到1979年为止,我国NC机床无法正式生产,也无法在生产中正式使用。

我国从1980年起,先后引进了日、德、美、西班牙的NC系统,各种NC机床,以及各类机、电、液、气基础元部件等进行合作生产。采用国外先进产品配置,学习国外先进生产技术,有的使用国外关键元部件,对NC机床的有关主机,NC系统和基础部件进行生产,由此改变了过去产品质量、可靠性问题,NC机床才逐步开始批量生产并正式用于生产制造。在1980~2000年20年间,我国NC机床在品种上、技术上、产量上提高较快,取得了较大的成绩。但是,由于主机设计本领不过硬,许多NC机床,特别是较先进的高性能机床,基本上是与国外合作的产品。许多关键配套基础元部件、重要NC系统,仍采用国外进口产品,目前中国生产的NC机床,约70%配用日、德、美、西班牙进口NC系统,NC机床基本上处于仿制阶段。

我国的NC机床目前存在下列问题:

- (1) 低技术水平的产品竞争激烈,互相靠压价促销;
- (2) 高技术水平、全功能产品主要靠进口;
- (3) 配套的高质量功能部件、数控系统附件主要靠进口;
- (4) 应用技术水平较低,联网技术没有完全推广使用;
- (5) 自行开发能力较差,相对有较高技术水平的产品主要靠引进图纸、合资生产或进口件组装。

我国NC机床的现状,可用下面三句话来总结:“进步很大,问题不少;拥有量较多,但利用率不高;产量较少,高性能产品缺乏”。

由此可以看出国产数控机床特别是中高档数控机床仍然缺乏市场竞争力,究其原因主要在于国产数控机床的研究开发深度不够、制造水平依然落后、服务意识与能力欠缺、数控系统生产应用推广不力及数控人才缺乏等。我们应看清形势,充分认识国产数控机床的不足,努力发展先进技术,加大技术创新与培训服务力度,以缩短与发达国家之间的差距。

第一章 数控车床基础知识

第一节 概 述

一、车床的作用

车床是主要用车刀对旋转的工件进行车削加工的机床。在车床上还可用钻头、扩孔钻、铰刀、丝锥、板牙和滚花工具等进行相应的加工。车床主要用于加工轴、盘、套和其它具有回转表面的工件，是机械制造和修配工厂中使用最广的一类机床。

二、数控车床的出现与发展

虽然世界上第一台数控机床是数控铣床，但目前为止，机床生产量和保有量最大的却是数控车床。

数控车床结构相对简单，操作相对容易，价格较低，应用范围相当广泛。数控技术在车床上的应用不仅使这个古老的工种重新振兴，更赋予了车床加工以新的生命力。

现代数控车床与初期的数控车床无论从外形上，结构上，功能上，都有了突破性的发展，扩展了其加工范围，提高了其性能。数控技术的应用，使得原来分工明确的车、铣、磨、钳等传统工种之间的界限逐渐淡化，在一台车床上可以做到车—铣、车—磨、车—铣—钻等复合加工，数控车床加工进入了一个新的领域，复合加工将会有更大的发展。

三、数控车床的功能特点、加工对象

1. 数控机床的加工特点

数控机床以其精度高、效率高、能适应小批量多品种复杂零件的加工等优点，在机械加工中得到日益广泛的应用。概括起来，数控机床的加工有以下几方面的优点。

- (1) 适应性强。
- (2) 加工的零件一致性好，精度高，质量稳定。
- (3) 劳动强度低，生产效率高。
- (4) 能实现复杂的运动。
- (5) 良好的经济效益。
- (6) 自动化程度高，便于实现计算机辅助制造，有利于生产管理的现代化。
- (7) 数控机床具有自我监控、自我诊断能力。

任何事物都具有两重性。数控加工虽有上述各种优点，但在某些方面也存在以下缺点：

- (1) 数控技术的复杂性要求操作人员有较高的综合素质。
- (2) 数控机床昂贵的购置费用导致单位加工成本较高。
- (3) 数控机床适宜于多品种小批量或中批量生产（占机械加工总量70%~80%）。
- (4) 数控加工中机床、程序、刀具的调整相对复杂。

(5) 数控机床的技术密集性、复杂性使其维修难度很大。
数控机床与普通机床的性能比较, 如表1.1。

表 1.1 数控机床与普通机床的性能对比

主要性能	数控机床	普通机床
对异形复杂零件的加工性	适宜	不适宜
对加工精度的保证性	易保证	较困难
对精度补偿和优化控制	能实现	不能实现
对加工质量的稳定性	稳定	不稳定
对加工对象更改的方便性	方便	差些
加工效率	高	低
对机床操作管理	可多机看管	只能一人一机
经费投资	大	较小
对工人的文化素质要求	高	较低

2. 数控机床的使用特点

(1) 数控机床对操作人员的要求

数控机床采用计算机控制, 驱动系统具有较高的技术复杂性, 机械部分的精度要求也比较高。因此, 要求数控机床的操作人员具有较高的文化水平和综合技术素质。

数控机床的加工是根据程序进行的, 零件形状简单时可采用手工编制程序。当零件形状比较复杂时, 编程工作量大, 手工编程较困难且往往易出错, 因此采用计算机自动编程越来越多。所以, 数控机床的操作人员除了应具有一定的工艺知识和普通机床的操作经验之外, 还应对数控机床的结构特点、工作原理非常了解, 具有熟练操作计算机的能力, 须在程序编制方面进行专门的培训, 考核合格才能上机操作。

(2) 数控机床对维修人员的要求

正确的维护和有效的维修也是使用数控机床中的一个重要问题。数控机床的维修人员应具有高度的责任心与良好的职业道德, 要了解数控机床的机械结构, 懂得数控机床的电气原理及电子电路, 掌握计算机技术、模拟与数字电路基础、自动控制与电机拖动、检测技术及机械加工工艺方面的基础知识与一定的外语水平, 具有实验技能和较强的动手操作能力, 掌握各种常用(尤其是现场)的测试仪器、仪表和各种工具的使用, 这样才能综合分析, 判断故障的根源, 正确地进行维修, 保证数控机床的良好运行状况。因此, 数控机床维修人员和操作人员一样, 必须经过专门的、良好的技术培训。从这些要求来说, 培养一个合格的维修人员比培养一个合格的操作人员具有更大的难度。

(3) 数控机床对管理人员的要求

数控机床管理人员要对数控技术深入了解, 因为数控机床在管理上与普通机床也有很大的不同。普通机床的管理经验可以借鉴, 但绝不能生搬硬套在数控机床上。数控机床的广泛应用时间还较短, 对数控机床管理的认识有待于深化, 经验有待于总结积累。仅在普通机械加工技术基础上应用数控机床, 将使数控机床自身所具有的功能难以有效发挥, 所产生的

效益难以达到预期的效果。

3. 数控车床的加工对象

数控车床作为当今使用最广泛的数控机床之一,主要用于加工轴类、盘套类等回转体零件,能够通过程序控制自动完成内外圆柱面、锥面、圆弧、螺纹等工序的切削加工,并进行切槽、钻、扩、铰孔等工作,而近年来研制出的数控车削中心和数控车铣中心,使得在一次装夹中可以完成更多的加工工序,提高了加工质量和生产效率,因此特别适宜复杂形状的回转体零件的加工。

数控车削的主要加工对象是:

- (1) 精度要求高、表面粗糙度好的回转体零件。
- (2) 表面形状复杂的回转体零件。
- (3) 带一些特殊类型螺纹的零件。

4. 数控机床的适应性

数控机床具有一般机床所不具备的许多优点,数控机床的应用范围正在不断扩大,但目前它并不能完全代替普通机床,也还不能以最经济的方式解决机械加工中的所有问题。要记住一条基本原则:“不是所有的零件都适合数控加工,也不是零件的所有部分都适合数控加工。”数控加工有其一定的适应性。

根据数控加工的优缺点及国内外大量应用实践,一般可按适应程度将零件分为下列三类。

(1) 最适应类

对于下述零件,首先应考虑能不能把它们加工出来,即要着重考虑可能性问题。只要有可能,可先不要过多地去考虑生产率与经济上是否合理,都应把对其进行数控加工作为优选方案。

- ① 形状复杂,加工精度要求高,用通用机床无法加工或虽然能加工但很难保证产品质量的零件;
- ② 用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件;
- ③ 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒型零件;
- ④ 必须在一次装夹中合并完成铣、镗、铰、钻或攻丝等多工序的零件。

(2) 较适应类

这类零件在分析其可加工性以后,还要在提高生产率及经济效益方面作全面衡量,一般可把它们作为数控加工的主要选择对象。

- ① 在通用机床上加工时极易受人为因素(如:情绪波动、体力强弱、技术水平高低等)干扰,零件价值又高,一旦质量失控便造成重大经济损失的零件;
- ② 在通用机床上加工时必须制造复杂专用工装的零件;
- ③ 需要多次更改设计后才能定型的零件;
- ④ 在通用机床上加工需要作长时间调整的零件;
- ⑤ 用通用机床加工时,生产率很低或体力劳动强度很大的零件。

(3) 不适应类

下述一类零件采用数控加工后,在生产效率与经济性方面一般无明显改善,还可能弄巧成拙而得不偿失,故此类零件一般不应作为数控加工的选择对象。

- ①生产批量大的零件（当然不排除其中个别工序用数控机床加工）；
- ②装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件；
- ③加工余量很不稳定，且数控机床上无在线检测系统可自动调整零件坐标位置的；
- ④必须用特定的工艺装备协调加工的零件。

根据上述数控加工的适应性，我们就可以根据所拥有的数控机床来选择加工对象，或根据零件类型来考虑哪些应该先安排数控加工，或从技术改造角度考虑，是否要投资添置数控机床。

第二节 数控车床的组成和分类

一、数控车床的组成

数控车床一般由输入、输出设备、计算机数控装置、可编程控制器（PLC）、伺服单元、驱动装置、测量装置和机床主机等组成，如图1.1所示。

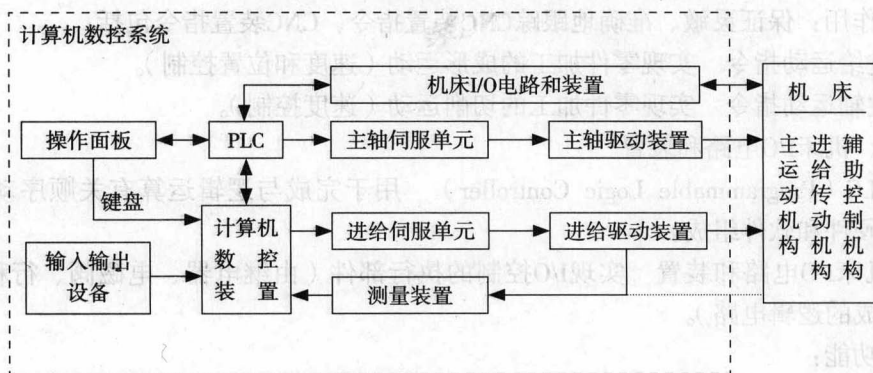


图 1.1 数控车床的组成

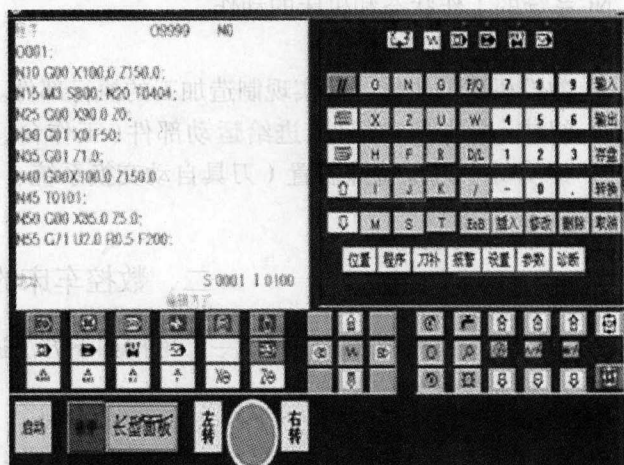
1. 操作面板

它是操作人员与数控装置进行信息交流的工具、数控机床特有的部件。

组成：按钮站、状态灯、按键阵列（功能与计算机键盘一样）和显示器，如图1.2所示。

2. 输入输出设备

输入输出设备是CNC（Computer Numerical Control）系统与外部设备进行交互的装置。交互的信息通常是零件加工程序。即将编制好的记录在控制介质上的零件加工程序输入CNC系统，或将调试好的零件加工程序通过输出设备存放或记录在相应的控制介



质上。

3. CNC装置（CNC单元）

（1）组成 计算机系统、位置控制板、PLC接口板、通讯接口板、特殊功能模块以及相应的控制软件。

（2）作用 根据输入的零件加工程序进行相应的处理（如运动轨迹处理、机床输入输出处理等），然后输出控制命令到相应的执行部件（伺服单元、驱动装置和PLC等），所有这些工作是由CNC装置内硬件和软件协调配合，合理组织，使整个系统有条不紊地进行工作的。CNC装置是CNC系统的核心。

4. 伺服单元、驱动装置和测量装置

伺服单元和驱动装置包括：

（1）主轴伺服驱动装置和主轴电机。

（2）进给伺服驱动装置和进给电机。

测量装置包括：

（3）位置和速度测量装置。以实现进给伺服系统的闭环控制。

它们的作用：保证灵敏、准确地跟踪CNC装置指令，CNC装置指令包括：

（1）进给运动指令 实现零件加工的成形运动（速度和位置控制）。

（2）主轴运动指令 实现零件加工的切削运动（速度控制）。

5. PLC、机床I/O电路和装置

（1）PLC（Programmable Logic Controller） 用于完成与逻辑运算有关顺序动作的I/O控制，它由硬件和软件组成。

（2）机床I/O电路和装置 实现I/O控制的执行部件（由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路）。

它们的功能：

（1）接受CNC的M、S、T指令，对其进行译码并转换成对应的控制信号，控制辅助装置完成机床相应的开关动作。

（2）接受操作面板和机床侧的I/O信号，送给CNC装置，经其处理后，输出指令控制CNC系统的工作状态和机床的动作。

6. 机床主机

数控机床的主体，是实现制造加工的执行部件。

组成：由主运动部件、进给运动部件（工作台、拖板以及相应的传动机构）、支承件（立柱、床身等）以及特殊装置（刀具自动交换系统、工件自动交换系统）和辅助装置（如排屑装置等）组成。

二、数控车床的分类

数控车床品种繁多，规格不一，可按如下方法进行分类。

1. 按车床主轴位置分类

（1）立式数控车床

立式数控车床简称为数控立车，其车床主轴垂直于水平面，一个直径很大的圆形工作台，用来装夹工件。这类机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。如图1.3所示。

(2) 卧式数控车床

卧式数控车床又分为数控水平导轨卧式车床和数控倾斜导轨卧式车床。其倾斜导轨结构可以使车床具有更大的刚性，并易于排除切屑，档次较高的数控卧车一般都采用倾斜导轨，如图1.4所示。

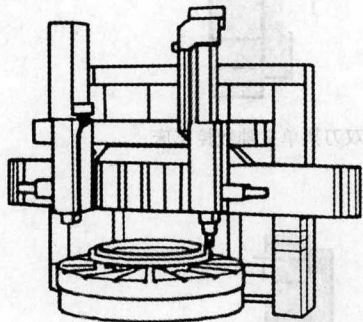


图 1.3 立式数控车床

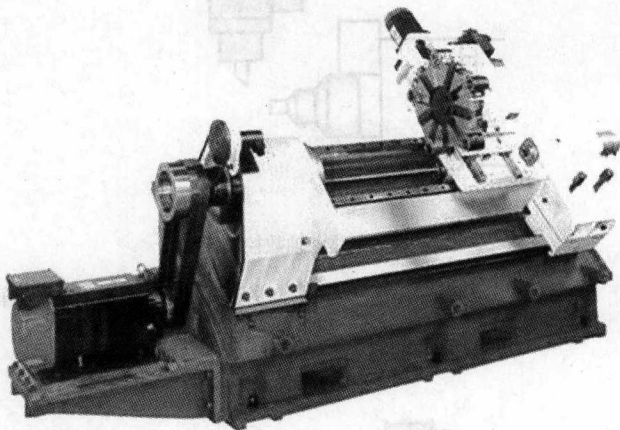


图 1.4 数控倾斜导轨卧式车床

2. 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床 这类车床没有尾座，适合车削盘类（含短轴类）零件。夹紧方式多为电动或液动控制，卡盘结构多具有可调卡爪或不淬火卡爪（即软卡爪）。

(2) 顶尖式数控车床 这类车床配有普通尾座或数控尾座，适合车削较长的零件及直径不太大的盘类零件。

3. 按刀架和主轴数量分类

(1) 单刀架单主轴数控车床 [图1.5(a)] 数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如四工位卧动转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架，只有一个主轴，这是最常用的机床。

(2) 双刀架单主轴数控车床 [图1.5(b)] 这类车床的双刀架配置平行分布，也可以是相互垂直分布，可以同时加工一个零件的不同部分。

(3) 单刀架双主轴数控车床 [图1.6(a)] 一般数控车床只有一个主轴，但这种机床配备有一个副主轴，工件在前主轴上加工完毕，副主轴可以前移，将工件交换转移至副主轴上，对工件进行完整加工。

(4) 双刀架双主轴数控车床 [图1.6(b)] 这种机床有两个独立的主轴和两个独立的刀架，加工方式灵活多样，可以两个刀架同时加工一个主轴上零件的不同部分，提高加工效率；可以两个刀架同时加工两个主轴上相同的零件，相当于两台机床同时工作；也可以正副主轴分别使用独立的刀架对一个工件进行完整加工。

4. 按功能分类

(1) 经济型数控车床 采用步进电动机和单片机对普通车床的进给系统进行改造后形成的简易型数控车床，成本较低，但自动化程度和功能都比较差，车削加工精度也不高，适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

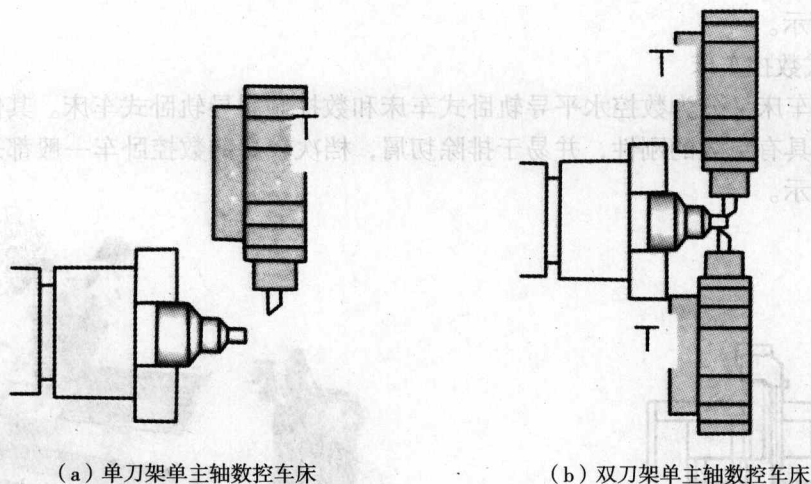


图 1.5 单主轴数控车床

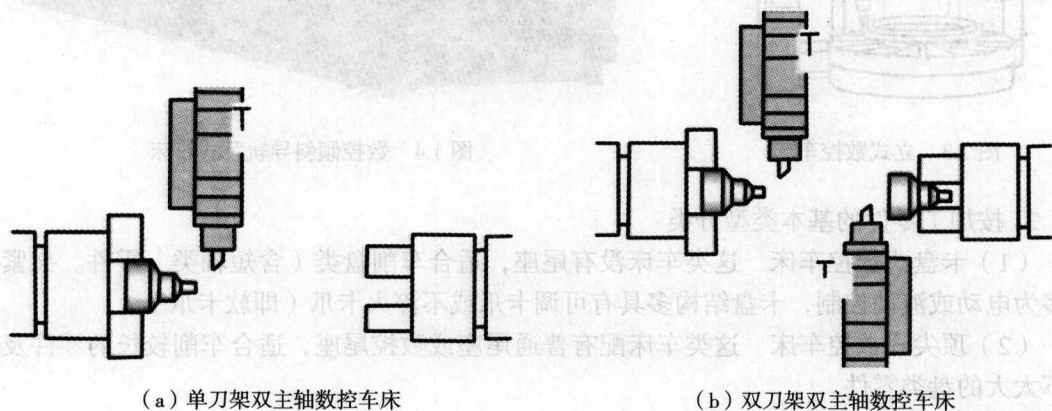


图 1.6 双主轴数控车床

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

(3) 车削加工中心 在普通数控车床的基础上，增加了C轴和动力头，更高级的数控车床带有刀库，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轴和小功率铣削动力头，这种数控车床的加工功能大大增强，除可以进行一般车削外可以进行径向和轴向铣削、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。

(4) 车削复合加工中心(图1.7) 为了实现复杂形状工件的加工，使在一台机床上能完成多道工序和多个工种的加工，这样的机床称为复合加工机。就是说，在复合化机床上可以实现完全不同性质的多种加工工艺过程的加工，以“完全加工”的理念进行工序复合和功能复合。

车削复合加工中心主要是以车床为基础而发展的车铣复合中心，除了增加了C轴和大功率的电主轴铣削动力头外，还增加了Y轴和绕Y轴回轉的B轴，形成五轴复合加工。车削复合