

名师课堂

本丛书由国家教学名师王爱玲教授主编

数控职业技能实践系列教程

数控车削 编程与操作

■ 王爱玲 主编 ■ 刘中柱 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

数控职业技能实践系列教程

数控车削编程与操作

王爱玲 主 编

刘中柱 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍了数控车削加工工艺和编程。主要内容包括：数控车削加工工艺、数控车床编程基础、SIEMENS 系统数控车床操作、FANUC 系统数控车床操作、华中系统数控车床操作以及数控车床的操作规程及日常维护共七章。

本书取材新颖，介绍的内容循序渐进，深入浅出，图文并茂，形象生动，理论联系实际；着重于应用，每一部分尽量多举实例，理论部分的讲解突出简明性、系统性、实用性和先进性。

本书可作为高职高专机电类、数控技术类专业的教材，也可作为相关专业各种层次的继续教育的数控培训教材，也可供自动化领域及机械制造业有关工程技术人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控车削编程与操作/王爱玲主编. —北京:电子工业出版社,2008.8

(数控职业技能实践系列教程)

ISBN 978-7-121-05225-5

I. 数… II. 王… III. ①数控机床:车床-车削-程序设计-技术培训-教材②数控机床:车床-车削-操作-技术培训-教材 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 161747 号

责任编辑:徐 静 特约编辑:孙志明

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:18 字数:390 千字

印 次:2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《数控职业技能实践系列教程》

编 委 会

主 编 王爱玲

副主编 (按姓氏笔画排序)

刘中柱 刘永姜 孙旭东 李 清 杨福合 曾志强

编 委 (按姓氏笔画排序)

马清艳	马维金	王爱玲	王永祯	刘中柱	刘永姜
孙旭东	成云平	李 清	朱丽梅	陆春月	吴晶莹
杨福合	郑智贞	贺小宇	绍云鹏	赵丽琴	曾志强
崔 亚	温海骏	蓝海根	翟 宁	蔡国轩	

前 言

数控技术是现代制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础，离开了数控技术，先进制造技术就成了无本之木。数控技术的广泛使用给机械制造业生产方式、产业结构、管理方式带来深刻的变化，它的关联效益和辐射能力更是难以估计。数控技术及数控装备已成为关系国家战略地位和体现国家综合国力水平的重要基础性产业，其水平高低是衡量一个国家制造业现代化程度的核心标志，实现加工机床及生产过程数控化，已经成为当今制造业的发展方向。

我国数控技术及产业尽管在改革开放后取得了显著的成就，但是，我国的数控技术及产业与发达国家相比仍然有比较大的差距，其原因是多方面的，但最重要的是数控人才的匮乏。目前，随着国内数控机床使用量的剧增，急需培养一大批各种层次的数控人才，特别是应用型高级技术人才及能熟练操作数控设备的技能人才，而数控车床、铣床、加工中心及一些特种数控设备的操作人员的培养更加显得紧迫。

为了适应我国高等职业技术教育发展及数控技能型人才培养的需要，特编写了这一套《数控职业技能实践系列教程》。

本系列教程分6册：《数控加工技术基础》、《数控车削编程与操作》、《数控铣削编程与操作》、《数控加工中心编程与操作》、《特种数控设备编程与操作》、《数控设备故障诊断与维修》。

承担本系列教程编写工作的中北大学机械工程与自动化学院机械工程系，在“机械设计制造及其自动化”——山西省品牌专业建设的基础上，1995年就开设了“机床数控技术”和“制造自动化技术”两个专业，其专业基础课程《机床数控技术》被评为省级精品课程。在继续教育方面，作者单位作为“兵器工业现代数控技术培训中心”和“全国数控培训网太原分中心”的承办单位，自1995年以来，开办了50多期现代数控技术普及班、高级班和各种专项班，为80多个企事业单位培训了大量现代数控技术方面的工程技术人才。目前，中北大学是教育部、国防科工委、中国机械工业联合会认定的数控技术领域技能型紧缺人才培养培训基地。

本系列教程是经过10多年的教学实践的积累和检验，不断进行补充、更新、修改而编写完成的。本教材力求取材新颖，介绍的内容循序渐进，深入浅出，图文并茂，形象生动，理论密切联系实际。特别着重于应用，每一部分都列举了大量实例。为了适应数控技术应用人才的市场需求，理论部分的讲解突出了简明性、系统性、实用性和先进性，反映机与电的

结合，减少繁杂的数学推导，系统全面地介绍了数控技术、数控装备、数控加工工艺等方面的知识。

本系列教程的特色表现在下列几方面。

(1) 教材编写突出了“应用”的特色，精选了大量的应用实例。

(2) 注重理论与实践的合理搭配，既有相关技术的基础理论知识，又有数控实践操作知识。

(3) 在有限的课时内，安排较大量的实验、习题，以锻炼学生实际动手能力及学习解决实际问题的能力。

(4) 本系列教材编写工作由学校教师和企业技术人员共同完成。

参加本系列教程编写者均为主讲过“机械设计制造及其自动化”类“数控技术”专业本、专科各门数控专业课程、并参加相关科研项目的青年教师，由博士生导师王爱玲教授担任系列教程的总策划与主编。

本系列教程可作为高等职业教育的教学与实践用教材或教学参考用书，同时对从事数控技术开发、数控设备使用、维修人员、数控编程技术人员及数控机床操作人员均有较大的参考价值。同时也可作为各种层次的继续工程教育用数控培训教材。

《数控车削编程与操作》由中北大学王爱玲主编、刘中柱副主编组织编写。其中第1章由吴晶莹编写，第2章中2.1、2.2节由贺小宇编写，第2章中2.3、2.4节由崔亚编写，第6章由王爱玲编写，第3、4、5、7章由刘中柱编写。全书由王爱玲提出总体构思及编写思想并进行审稿，由刘中柱负责统稿。

本书编写时参阅了很多院校和企业的教材、资料和文献，部分资料来源于网络，并得到很多专家和同事的支持和帮助，在此谨致谢意！

限于编者的水平和经验，书中难免会有不少疏漏和错误，恳请读者和各位同仁批评指正。

编者
2008年8月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 数控车床概述	2
1.1.1 数控车床的特点与发展	2
1.1.2 数控车床主要加工功能	2
1.1.3 数控车床的组成	4
1.1.4 数控车床的典型布局	6
1.1.5 数控车床的分类	7
1.2 典型数控系统	10
1.3 数控车床操作的一般方法	13
1.4 数控车床操作工技能鉴定	14
1.4.1 数控车床操作工标准	14
1.4.2 对中级数控车床操作工的要求	14
第 2 章 数控车削加工工艺	16
2.1 工件在数控车床上的装夹	16
2.1.1 工件定位的基本原理	16
2.1.2 定位基准的选择原则	19
2.1.3 工件的夹紧	20
2.1.4 数控车床常用夹具及一般装夹方法	20
2.2 数控车床刀具	25
2.2.1 车刀种类	25
2.2.2 机夹可转位车刀	27
2.2.3 车刀材料	28
2.3 数控车床的对刀	33
2.4 数控加工工艺	39
2.4.1 选择并确定数控车削加工的主要内容	39
2.4.2 数控车床加工工艺路线的拟定	41
2.4.3 数控车床加工工序的设计	48
第 3 章 数控车床编程基础	55
3.1 数控编程基本知识	55
3.1.1 数控机床坐标系和运动方向	55
3.1.2 绝对坐标和相对(增量)坐标系	57

3.1.3	数控编程的特征点	57
3.1.4	工件坐标系及其设定	61
3.1.5	直径编程法和半径编程法	62
3.1.6	数控程序编制的定义	62
3.1.7	字与字的功能	66
3.1.8	程序段格式	70
3.1.9	数控车床编程常见错误	73
3.2	基本编程指令	74
3.3	刀尖圆弧半径补偿功能	77
第4章	SIEMENS 系统数控车床操作	85
4.1	SIEMENS 系统编程基础	85
4.1.1	SIEMENS 编程指令体系	85
4.1.2	SIEMENS 系统基本编程指令	88
4.1.3	典型零件编程与加工实例	106
4.2	SIEMENS 系统的操作面板及软件功能	113
4.2.1	CNC 操作面板	113
4.2.2	机床控制面板	115
4.2.3	屏幕划分	117
4.2.4	操作区域	118
4.2.5	功能菜单	119
4.3	SIEMENS 数控车床操作步骤	120
4.3.1	开机	120
4.3.2	回参考点	120
4.3.3	手动(JOG)操作	121
4.3.4	MDA 运行方式	121
4.3.5	自动运行方式	122
4.3.6	程序的管理	123
4.3.7	程序的空运行测试	125
4.3.8	断点搜索	125
4.3.9	参数设置	126
第5章	FANUC 系统数控车床操作	131
5.1	FANUC 系统编程基础	131
5.1.1	FANUC 编程指令体系	132
5.1.2	FANUC 系统基本编程指令	136
5.1.3	典型零件的数控车削编程举例	160

5.2	FANUC 数控车床的控制面板与操作	167
5.2.1	数控系统操作面板	167
5.2.2	机床操作面板	170
5.3	FANUC Oi-TA 系统数控车床的操作	173
5.3.1	开、关机等基本操作	173
5.3.2	手动操作	174
5.3.3	自动运行	177
5.3.4	试运转	186
5.3.5	安全功能	187
5.3.6	程序的编辑	188
5.3.7	设定和显示数据	198
5.3.8	图形显示	204
第 6 章	华中系统数控车床操作	207
6.1	华中世纪星 HNC-21/22T 系统编程基础	207
6.1.1	HNC-21/22T 编程指令体系	207
6.1.2	HNC-21/22T 系统基本编程指令	210
6.2	HNC-21T 世纪星数控车床软硬件介绍	236
6.2.1	HNC-21T 世纪星数控车床的操作装置	236
6.2.2	HNC-21T 世纪星数控车床的软件操作页面	238
6.2.3	HNC-21T 数控车床功能菜单	240
6.3	HNC-21T 数控车床操作	241
6.3.1	开、关机等基本操作	241
6.3.2	机床手动操作	243
6.3.3	机床自动运行	245
6.3.4	手动数据输入(MDI)运行	246
6.3.5	数据设置	248
6.3.6	程序输入与文件管理	252
6.3.7	程序运行	258
6.3.8	显示	263
第 7 章	数控车床操作规程及日常维护	270
7.1	数控车床操作规程	270
7.2	数控车床日常维护保养	271
7.3	数控车床常见的操作故障及处理	273
7.4	数控车床选型依据	276
	参考文献	278

第1章 概述

数控 (Numerical Control, NC), 国家标准 (GB/T8129—1997) 定义为: “用数值数据的控制装置, 在运行过程中, 不断地引入数值数据, 从而对某一生产过程实现自动控制。”由于现代数控机床都用计算机来进行控制, 所以一般称为计算机数控 (Computer Numerical Control, CNC)。

数控机床 (Numerically Controlled Machine Tool) 是采用数控技术控制的机床, 即装备了数控系统的机床。它综合地应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术等先进技术, 涉及电力、电子、机械、控制等多个领域。数控机床具有适应性强、加工精度高、加工质量稳定和生产效率高的优点。随着机床数控技术的迅速发展, 数控机床在机械制造业中的地位越来越重要, 它是现代制造技术的基础。

数控机床首先由美国发展, 是为了满足航空工业制造复杂零件的需要而产生的。1948年, 美国帕森斯公司接受美国空军委托, 研制直升机螺旋桨叶片轮廓检验用样板的加工设备。由于样板形状复杂多样, 精度要求高, 一般加工设备难以适应, 于是提出采用数字脉冲控制机床的设想。1949年, 该公司与美国麻省理工学院开始共同研究, 并于1952年试制成功了世界上第一台数控机床——三坐标数控铣床, 其数控装置采用电子管元件。

由于微电子和计算机技术的不断发展, 数控机床的数控系统也随之不断更新, 从第一台数控机床诞生起, 已经历过以下几代变化。

第一代数控: 1952—1959年采用电子管元件构成的专用数控装置。

第二代数控: 从1959年开始采用晶体管电路为主的数控系统。

第三代数控: 从1965年开始采用小、中规模集成电路的数控系统。

第四代数控: 从1970年开始采用大规模集成电路的小型通用电子计算机控制的系统 (Computer Numerical Control, CNC)。

第五代数控: 从1974年开始采用微型电子计算机控制的系统 (Microcomputer Numerical Control, MNC)。目前, 第五代微机数控系统基本上取代了以往的普通数控系统, 形成了现代数控系统。它采用微处理器及大规模或超大规模集成电路, 具有很强的程序存储能力和控制功能。这些控制功能是由一系列控制程序 (即存储在系统内的管理程序) 来实现的。这种数控系统的通用性很强, 几乎只需改变软件, 就可以适应不同类型机床的控制要求, 具有很大的柔性。随着集成电路规模的日益扩大, 光缆通信技术应用于数控装置中, 使其体积日益缩小、价格逐年下降、可靠性显著提高、功能也更加完善, 数控装置的故障已从数控机床总的故障次数中占主导地位降到了很次要的地位。

第六代数控: 从1990年开始, 利用个人计算机 (PC) 丰富的软硬件资源开发的开放式

体系结构的新一代数控系统。

1.1 数控车床概述

数控车床产生于 20 世纪 60 年代，与普通车床一样，主要用于加工各种轴类、套筒类和盘类零件上的回转表面，例如内外圆柱面、圆锥面、成型回转表面及螺纹面等。但是，数控车床是将零件的数控加工程序输入到数控系统中，由数控系统通过车床 X、Z 坐标轴的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，还可加工高精度的曲面与端面螺纹。使用的刀具主要有车刀、钻头、铰刀、镗刀及螺纹刀具等。数控车床加工零件的尺寸精度可达 IT5 ~ IT6，表面粗糙度可达 1.6 μ m 以下。它是目前使用十分广泛的一种数控机床，而且种类很多。

1.1.1 数控车床的特点与发展

数控车床与卧式车床相比，有以下几个特点：

(1) 高精度 数控车床控制系统的性能在不断提高，机械结构不断完善，机床精度日益提高。

(2) 高效率 随着新刀具材料的应用和机床结构的完善，数控车床的加工效率、主轴转速、传动功率不断提高，使得新型数控车床的加工效率比卧式车床高 2 ~ 5 倍。加工零件形状越复杂，越体现出数控车床高效率的加工特点。

(3) 高柔性 数控车床具有高柔性，适应 70% 以上的多品种、小批量零件的自动加工。

(4) 高可靠性 随着数控系统的性能提高，数控车床的无故障时间迅速增加。

(5) 工艺能力强 数控车床既能用于粗加工又能用于精加工，可以在一次装夹中完成其全部或大部分工序。

(6) 模块化设计 数控车床的制造多采用模块化原则设计。

随着数控系统、车床结构和刀具材料的技术发展，数控车床将向高速化发展，进一步提高主轴转速、刀架快移及转位换刀速度；工艺和工序将更加复合化和集中化；数控车床向多主轴、多刀架加工方向发展；数控车床向全自动化方向发展；加工精度向更高方向发展；数控车床也向简易型发展。

1.1.2 数控车床主要加工功能

数控车床主要用于轴承类零件、轮盘类零件的内、外圆柱面、任意角度的内外圆锥面、复杂回转内外曲面和圆柱、圆锥螺纹等的切削加工，并能进行切槽、钻孔、扩孔、铰孔及镗孔等。为完成以上功能，现代数控车床一般都提供了很多先进的加工功能。下面对一些常用

的编程、操作功能予以简单说明。

(1) 基本轮廓加工 在数控车床的加工过程中,用 G00 指令来完成以提高效率为主的快进、快退功能,这就是加工过程中的空行程指令;对于常规的轮廓加工,用系统提供的 G01/G02/G03 指令可完成绝大部分工作,这是数控车床的基本功能,也是最主要的功能之一。

(2) 螺纹加工 螺纹加工也是数控车床提供的基本功能之一。在数控车床上方便地加工各种螺纹也是数控车床的特点之一。不同的系统提供不同的加工指令,但其都包括单一螺纹切削和循环切削方式。

(3) 倒角、倒圆角功能 回转体零件在加工过程中和装配使用时常要求倒角、倒圆角等,一般直接使用数控车床的 G01/G02/G03 指令。分步编程当然可以完成此加工任务,但现代数控车床往往在 G01 指令的基础上加上适当的地址符,就可以一次性地完成倒角、倒圆角功能,其使用简单、编程方便。倒角一般包括倒 45° 和任意角度,倒角也包括直角倒圆角和任意角度倒圆角等。

(4) 循环功能 一般的数控车床都提供了一系列的循环指令。循环指令的基本任务是减少程序段的长度,减少程序的书写量和向系统的输入量。数控车床的循环有普通的单一循环指令、复杂的复合固定循环指令等。循环的基本思想就是按照系统规定的格式,将常规意义上工步的内容进行规范化的过程,单一工步即可完成的加工内容可用单一循环指令,复合固定循环指令可完成多个表面的粗/精加工任务。

(5) 子程序功能 子程序同循环功能类似,使用的方法要更灵活一些。对于复合工步的加工,子程序功能有特别优越之处。

(6) 用户宏程序功能 用户宏程序功能的特点是将变量和初等函数运算引入加工程序,并允许在加工程序中使用逻辑判断语句。使用用户宏程序功能时,要用用户宏指令去调用。用户宏程序功能扩展了数控手工编程的范围,它使一般的由初等函数运算难以解决的曲线曲面的加工问题得到了解决。

(7) 定角度停止功能 定角度停止功能,即准停功能,常用 M19 指令完成,具有定角度停止功能时,可指令卡盘准确地停止在一定的角度方向上,对于使用动力刀具的数控车床,利用此功能可完成诸如在端面上钻孔、铣端面螺旋槽等加工任务。

(8) 程序回间断点功能 在加工的过程中,有时可能会希望能从程序的某一程序段开始运行,如在加工中途某把刀发生崩刃,在更换了新刀具后使用程序回间断点功能,可以方便地继续向下运行原来的程序。对上面的例子而言,使用机夹可转位车刀可不用二次对刀。

(9) 图形显示功能 数控系统图形显示分两种。一种是刀尖运动轨迹显示,该种显示占用系统资源较小,传统的数控系统一般采用此方式。该方式可用于校验程序,查看刀尖运动轨迹的大概过程。另一种是切削过程的实时形象化显示,该种显示方式对系统显示处理能力要求高,一般是基于 PC 的系统才使用该种功能。从视觉效果来看,实时形象化显示轨迹显示生动、清晰、直观。

(10) 人机对话自动编程功能 在显示器及其键盘上用人机交互的方式输入零件的有关轮廓形状、有限的节点数据信息,系统能自动编制出该零件的加工程序。该功能弥补了手工编程不够直观的问题。

(11) 通信功能 数控车床的通信功能可完成数控程序的输入问题。随着 PC 使用的普及,在 PC 上编程后将程序输入数控系统来加工已越来越多。无论是使用 RS232 串口还是 DNC 接口或其他方式,通信功能都已成为现代数控机床的基本功能。

1.1.3 数控车床的组成

数控车床的基本组成包括床身、数控装置、主轴系统、刀架进给系统、尾座、液压系统、冷却系统、润滑系统、排屑器等部分,其中数控装置、主轴系统、刀架进给系统是数控车床的核心部件。数控车床工作时,由操作者将准备好的零件加工程序输入数控系统,由数控系统将加工信息输送给伺服系统进行功率放大,然后驱动机床主体进行切削加工。

数控车床的主要运动可分为以控制主轴转速为主的主运动系统和以控制位移为主的进给传动系统,主运动系统习惯上称为主轴系统。主轴系统一般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。进给传动系统一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等高性能传动件,具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点。

数控车床的进给系统与普通车床的进给系统在结构上存在着本质上的差别。普通车床的进给运动是经过交换齿轮架、进给箱、溜板箱传到刀架实现纵向或横向进给运动的。而数控车床采用伺服电动机(如步进电动机)经滚珠丝杠传到滑板和刀架,以连续控制刀具实现纵向(Z 向)和横向(X 向)进给运动。其结构比卧式车床大为简化,精度和自动化程度明显提高。数控车床主轴安装有脉冲编码器,主轴的运动通过同步齿形带 1:1 地传到脉冲编码器。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,使主轴电动机的旋转与刀架的切削进给保持同步关系,就可以实现螺纹加工时主轴旋转 1 周,刀架 Z 向移动一个导程的运动关系。

刀架作为数控车床的重要部件之一,它对机床整体布局及工作性能影响很大。数控车床的刀架分为排刀式和回转式刀架两大类,如图 1-1 所示。

排式刀架一般用于小规格数控车床,以加工棒料或盘类零件为主。它的结构形式为,夹持着各种不同用途刀具的刀架沿着机床的 X 坐标轴方向排列在横向滑板上。这种刀架在刀具布置和机床调整等方面都较为方便,可以根据具体工件的车削工艺要求,任意组合各种不同用途的刀具,一把刀具完成车削任务后,横向滑板只要按程序沿 X 轴移动预先设定的距离后,第二把刀就到达加工位置,这样就完成了机床的换刀动作。这种换刀方式迅速省时,有利于提高机床的生产效率。

回转刀架是数控车床最常用的一种典型换刀刀架,通过刀架的旋转分度定位来实现机床的自动换刀动作,两坐标联动数控车床多采用 12 工位的回转刀架,也有采用 6 工位、8 工

位、10 工位回转刀架。回转刀架在机床上的布局有两种形式：一种是适用于加工轴类和盘类零件的回转刀架，其回转轴与主轴平行；另一种是适用于加工盘类零件的回转刀架，其回转轴与主轴垂直。

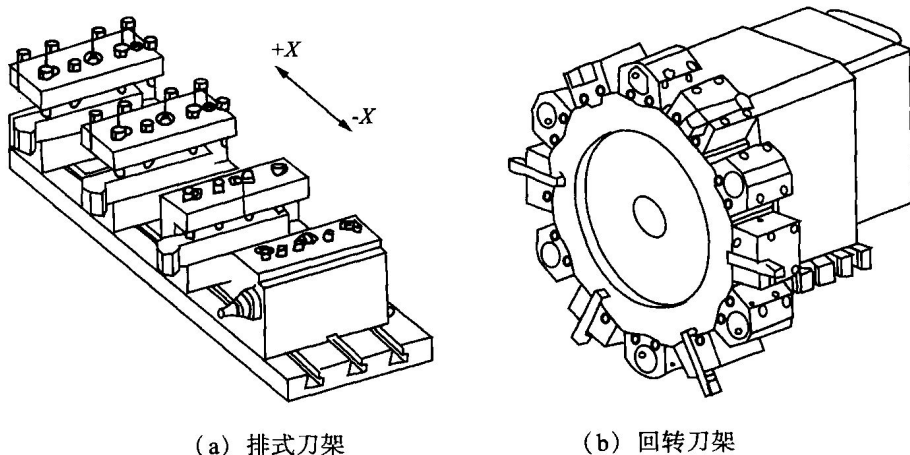


图 1-1 刀架形式

四坐标控制的数控车床，床身上安装有两个独立的滑板和回转刀架，故称为双刀架四坐标数控车床。由于分别控制每个刀架的切削进给量，因此两刀架可以同时切削同一工件的不同部位，不仅扩大了加工范围，还提高了加工效率。四坐标数控车床需要配置专门的数控系统来控制两个独立刀架，而且机械结构复杂。这种机床主要适合加工曲轴、飞机零件等形状复杂、批量较大的零件。

上述排刀式刀架和回转式刀架所安装的刀具都不可能太多，即使是装备两个刀架，对刀具的数目也有一定限制。当由于某种原因需要数量较多的刀具时，应采用带刀库的自动换刀装置。带刀库的自动换刀装置由刀库和刀具交换机构组成。

与普通车床相比，数控车床在组成结构上还具有以下特点：

(1) 常采用全封闭或半封闭防护装置。数控车床采用封闭防护罩可防止切屑或切削液飞出，减少了给操作者带来的意外伤害。

(2) 采用自动排屑装置。数控车床自动化程序高，加工过程人为干预少，常采用斜床身结构布局以便于采用自动排屑装置。

(3) 主轴转速高，工件装夹安全、可靠。数控车床常采用动力卡盘，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) 可自动换刀。数控车床一般都采用了自动回转刀架，在加工过程中可自动更换刀具，实现连续完成多道工序的加工。

(5) 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，使传动链变得简短、可靠。同时，各电动机既可单独运动，也可按要求实现多轴联动。

1.1.4 数控车床的典型布局

数控车床的主轴、尾座等部件相对床身的布局形式与卧式车床基本一致，但刀架和床身导轨的布局形式却发生了根本的变化。这是因为刀架和床身导轨的布局形式不仅影响车床的结构和外观，还直接影响数控车床的使用性能，如刀具和工件的装夹、切屑的清理及机床的防护维修等。数控车床床身导轨与水平面的相对位置有四种布局形式。

1. 水平床身

如图 1-2 (a) 所示，水平床身的工艺性好，便于导轨面的加工。水平床身配上水平放置的刀架可提高刀架的运动精度，一般可用于大型数控车床或小型精密数控车床的布局。但水平刀架增加了机床宽度方向的结构尺寸，且床身下部排屑空间小，排屑困难。

2. 水平床身斜刀架

如图 1-2 (b) 所示，水平床身配上倾斜放置的刀架滑板，这种布局形式一方面具有水平床身工艺性好的特点，另一方面机床宽度方向的尺寸较水平配置滑板的要小，且排屑方便。

3. 斜床身

如图 1-2 (c) 所示，斜床身的导轨倾斜角度多采用 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等角度。倾斜角度小，排屑不便；倾斜角度大，导轨的导向性及受力情况差。导轨倾斜角度的大小不仅影响机床的刚度、排屑，也影响占地面积、外形尺寸高度的比例，及刀架质量作用于导轨面垂直分力的大小等。选用时，应结合机床的规格、精度等选择合适的倾斜角。一般来说，小型数控车床多采用 30° 、 45° 形式；中等规格数控车床多采用 60° 形式；大型数控车床多采用 75° 形式。

斜床身和平床身斜滑板布局形式在数控车床中被广泛采用，因其具备如下优点：

- (1) 容易实现机电一体化；
- (2) 机床外形整齐、美观，占地面积小；
- (3) 从工件上切下的炽热切屑不至于堆积在导轨上影响导轨精度；
- (4) 容易排屑和安装自动排屑器；
- (5) 容易设置封闭式防护装置；
- (6) 便于操作；
- (7) 便于安装机械手，实现单机自动化。

4. 立床身

如图 1-2 (d) 所示，从排屑的角度来看。立床身布局最好，切屑可以自由落下，不易

损伤导轨面，导轨的维护与防护也较简单。但机床的精度不如其他三种布局形式的精度高，故运用较少。

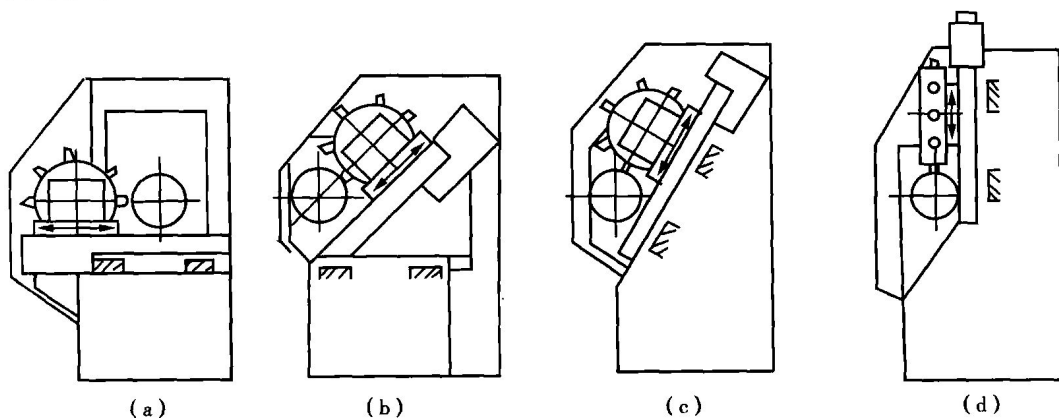


图 1-2 数控车床的布局形式

1.1.5 数控车床的分类

随着数控车床制造技术的不断发展，形成了产品繁多、规格不一的局面。因而也出现了几种不同的分类方法。

1. 按数控系统的功能分

(1) 经济型数控车床 经济型数控车床如图 1-3 所示，一般是在普通车床基础上进行改进设计的，结构布局多数与普通车床相似。采用步进电动机驱动的开环伺服系统，控制部分采用单板机或单片机实现，具有 CRT 显示、程序储存、程序编辑等功能，加工精度不高，主要用于精度要求不高，有一定复杂性的零件。此类车床结构简单，价格低廉，但无刀尖圆弧半径自动补偿和恒线速切削等功能。

(2) 全功能型数控车床 全功能型数控车床如图 1-4 所示，一般采用闭环或半闭环控制系统，具有高刚度、高精度和高效率等特点。全功能型数控车床是较高档次的数控车床，分辨率高，进给速度快（一般在 $15\text{m}/\text{min}$ 以上），进给多半采用半闭环直流或交流伺服系统，机床精度也相对较高，多采用 CRT 显示，不但有字符，且有图形、人机对话、自诊断等功能。这类车床具有刀尖圆弧半径自动补偿、恒线速、倒角、固定循环、螺纹切削、图形显示、用户宏程序等功能，加工能力强，适宜加工精度高、形状复杂、工序多、循环周期长、品种多变的单件或中小批量零件的加工。如配有 FANUC-6T 系统、FANUC-0TD 系统级数控车床都是全功能型的。

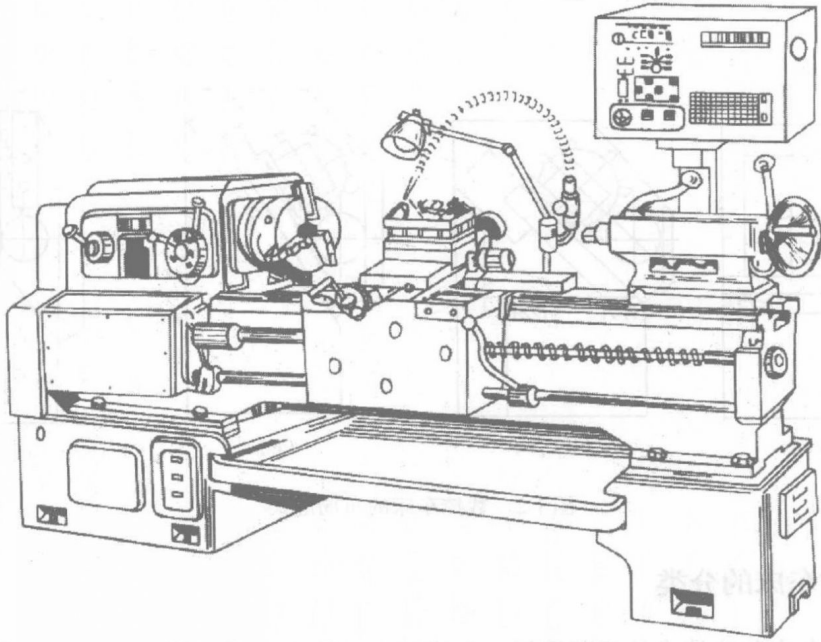


图 1-3 经济型数控车床

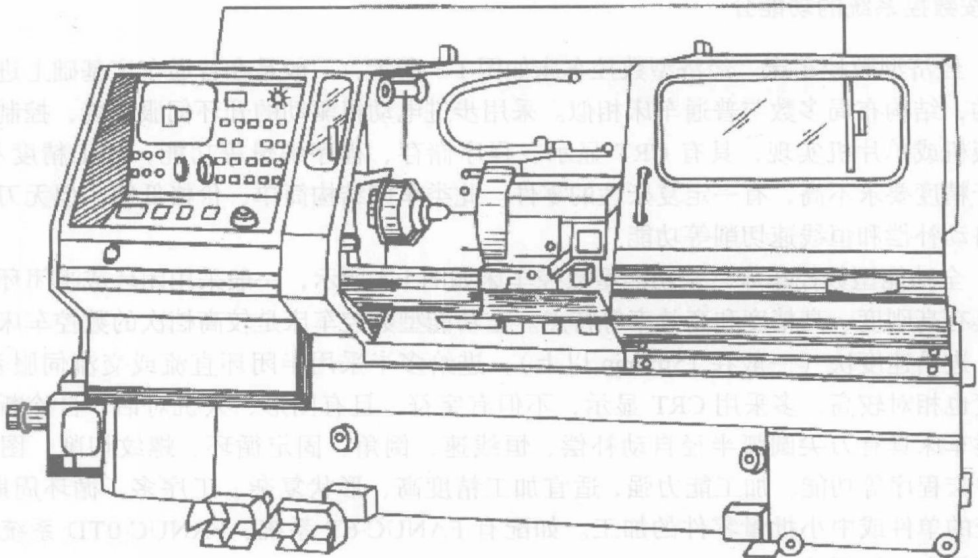


图 1-4 全功能型数控车床