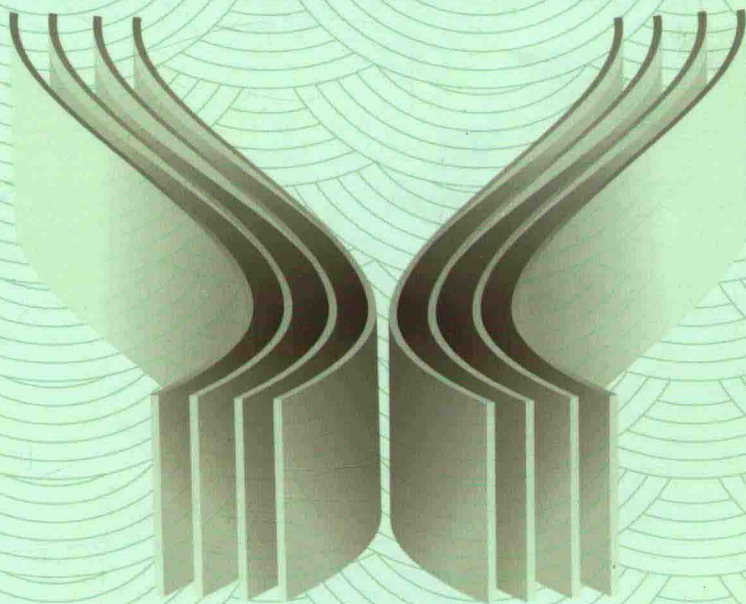


国家示范校项目建设成果系列教材

数控车工技能实训(中级)

主审 王 华
主编 马有昂 王耀宗

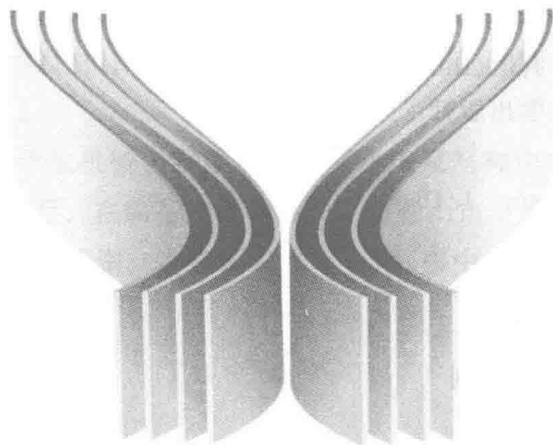


中国科学技术大学出版社

76519.1
601
国家示范校项目建设成果系列教材

数控车工技能实训(中级)

主 审 王 华
主 编 马有昂 王耀宗
参编人员 杜仁林 许红艳
范子毅 李华波
朱争明 钟和生



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书共分为5个项目,26个任务。5个项目分别是数控机床的基本操作、外轮廓的加工、内轮廓的加工、综合训练、数控车床中级工实作题。

本书适合中、高职院校数控、机械等专业学生使用,也适合作为相关从业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控车工技能实训:中级/马有昂,王耀宗主编. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2015.6

ISBN 978-7-312-03576-0

I. 数… II. ①马… ②王… III. 数控机床—车床—车削 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 058308 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 安徽省瑞隆印务有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 787 mm×1092 mm 1/16
印张 13.25
字数 280 千
版次 2015 年 6 月第 1 版
印次 2015 年 6 月第 1 次印刷
定价 28.00 元

前 言

随着计算机技术、自动控制技术的进步,数控机床得到了飞跃发展。当前,数控机床已成为国家机械制造行业的重要技术装备,数控车床的编程与操作是机械加工中最主要的数控加工方法之一,其应用越来越广泛,随之而来的对数控机床编程与操作人员的需求也日益增加。在此背景下,编者和企业一线生产工人与技术专家共同研讨,总结在企业 and 教学岗位上工作的体会,结合当前学校的教学要求和企业需求,编写了本书,以期达到既能用于课堂教学也能指导实验实习的目标。

本书在素材组织上以技术先进、应用广泛的 FANUC-TD(发那科)数控系统为对象,内容编排上尽量简洁明了、图文并茂;突出实用性和操作性,理论知识以“必需、够用”为度;注重理论知识与实践技能相结合,力求循序渐进、浅显易懂,避免繁杂的理论堆列;强调知识点的掌握和操作技能的培养,最后通过实训来巩固和提高读者运用知识分析问题和解决问题的能力。

本书以工作任务为导向、以学生职业能力成长为核心,体现专业学习和工作实践紧密结合的“工学一体、学做合一”的特点,书中许多加工实例都来源于生产实际和教学实践。本书可供广大数控机床操作与编程人员学习使用,作为数控专业高技能人才培养时的教材和参考用书。

本书由马鞍山技师学院机械工程系教材编写小组及马鞍山市双益机械制造有限公司朱争明、钟和生共同编写。在编写过程中得到了马鞍山市双益机械有限公司刘伟桥的大力支持和帮助,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中的错误、疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	(i)
项目一 数控机床的基本操作	(001)
任务一 安全文明生产	(001)
任务二 认识数控车床	(006)
任务三 数控车床的坐标系	(016)
任务四 数控车床的基本操作	(022)
任务五 数控车床的保养	(032)
项目二 外轮廓的加工	(038)
任务一 台阶轴的加工	(038)
任务二 台阶轴与圆弧的加工	(050)
任务三 锥轴的加工	(057)
任务四 外槽的加工	(064)
任务五 外螺纹的加工	(073)
项目三 内轮廓的加工	(083)
任务一 台阶孔的加工	(083)
任务二 内圆弧的加工	(090)
任务三 内锥面的加工	(098)
任务四 内螺纹的加工	(105)
任务五 内孔的综合加工	(112)

项目四 综合训练	(123)
任务一 综合训练题 1	(123)
任务二 综合训练题 2	(129)
任务三 综合训练题 3	(135)
任务四 综合训练题 4	(141)
任务五 综合训练题 5	(147)
项目五 数控车床中级工实作题	(154)
任务一 数控车床中级工实作题 1	(154)
任务二 数控车床中级工实作题 2	(161)
任务三 数控车床中级工实作题 3	(169)
任务四 数控车床中级工实作题 4	(176)
任务五 数控车床中级工实作题 5	(183)
任务六 数控车床中级工实作题 6	(190)
附录	(198)
参考文献	(203)



项目一

数控机床的基本操作



任务一 安全文明生产

【任务目标】

- ① 正确穿戴工作服及相关防护用品；
- ② 根据安全操作规程要求，规范操作车床并时刻遵守操作规程；
- ③ 熟悉安全、文明生产的有关知识，养成安全、文明生产的习惯。

【任务指导】

一、安全生产注意事项

- ① 进入车间必须穿工作服。女生应戴工作帽，辫子或长发应盘、塞在工作帽内；
- ② 禁止穿背心、裙子、短裤，戴围巾和穿拖鞋或高跟鞋进入技能训练场地；

- ③ 严格遵守安全操作规程;
- ④ 注意防火和用电安全。

二、车削安全操作规程要点

- ① 工作前要检查操作手柄、开关、旋钮是否在正确位置,操纵手柄是否灵活。
- ② 装夹工件、刀具必须牢固、可靠。严禁在主轴或尾座内安装锥度不符或锥面有严重伤痕和不清洁的刀具、顶尖等。
- ③ 工件要装夹牢固、卡盘扳手用完后,要立即随手取下。不许留放在卡盘上,以防开动机床时,飞出伤人。如图 1.1 所示。
- ④ 棒料毛坯从主轴孔尾端不能伸出太长,并应使用料架或挡板,防止甩弯后伤人。如图 1.2 所示。
- ⑤ 床面上禁止放工具、量具、夹具,以防损坏床面及掉落发生事故。

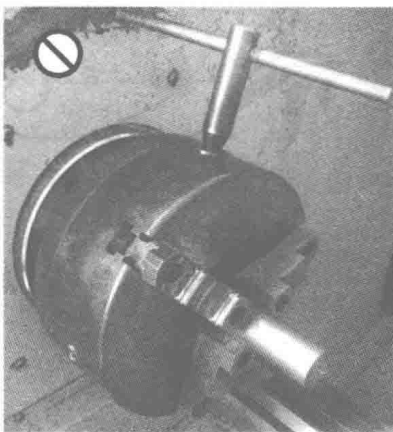


图 1.1 严禁不随手取下卡盘扳手

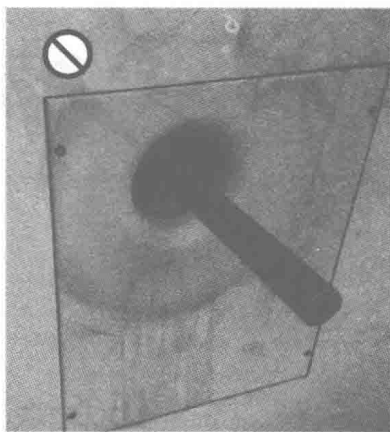


图 1.2 严禁棒料伸出主轴孔过长并不加保护装置

- ⑥ 高速切削及加工铸件时,要带防护眼镜,或加设防护罩,以防切屑飞出伤人。
- ⑦ 停车时不许用手制动。禁止用手摸转动的工件及卡盘。主轴未停稳前,不许进行测量。
- ⑧ 机床运转时,操作者严禁离开工作岗位,不准做与操作内容无关的其他事情。
- ⑨ 操作中若出现异常现象,应及时停车检查;出现故障、事故应立即切断电源及时报告指导老师,由专业人员维修,未修复不得使用。
- ⑩ 操作时禁止戴手套。不允许直接用手清除切屑,应用专用铁钩清理切屑。
- ⑪ 工作后必须将各操纵手柄置于“停机”位置,尾座、托板移至床身右端,切断电源。
- ⑫ 操作完毕必须关闭电气、清理工具、保养机床和打扫工作场地卫生,按规定对各润滑部位进行润滑。

三、数控车床操作规程

为了正确合理地使用数控车床,保证机床正常运转,必须制定比较完整的数控车床操作规程,通常应当做到:

- ① 机床通电后,检查各开关、按钮和键是否正常、灵活,机床有无异常现象。
- ② 检查电压、气压、油压是否正常,有手动润滑的部位先要进行手动润滑。
- ③ 各坐标轴手动回零(机床参考点),若某轴在回零前已在零位,必须先将该轴移动离开零点有效距离后,再进行手动回零点。
- ④ 在进行零件加工时,工作台上不能有工具或任何异物。
- ⑤ 机床空运转达 15 min 以上,使机床达到热平衡状态。
- ⑥ 程序输入后,应认真核对,保证无误,其中包括对代码、指令、地址、数值、正负号、小数点及语法的查对。
- ⑦ 按工艺规程安装找正夹具。
- ⑧ 正确测量和计算工件坐标系,并对所得结果进行验证和验算。
- ⑨ 将工件坐标系输入到偏置页面,并对坐标、坐标值、正负号、小数点进行认真核对。
- ⑩ 未装工件以前,空运行一次程序,看程序能否顺利执行,刀具长度选取和夹具安装是否合理,有无超程现象。
- ⑪ 刀具补偿值(刀长,半径)输入偏置页面后,要对刀补号、补偿值、正负号、小数点进行认真核对。
- ⑫ 装夹工件,注意工件是否装夹牢固,测量工件伸出长度是否符合图纸要求。
- ⑬ 检查各刀具的安装方位是否与程序中相互对应。
- ⑭ 无论是首次加工的零件,还是周期性重复加工的零件,首件都必须对照图样工艺、程序和刀具调整卡,进行逐段程序的试切。
- ⑮ 单段试切时,快速倍率开关必须打到较低挡。
- ⑯ 每把刀首次使用时,必须先验证它的实际长度与所给刀补值是否相符。
- ⑰ 在程序运行中,要重点观察数控系统上的几种显示:
 - a. 坐标显示,可了解目前刀具运动点在机床坐标及工件坐标系中的位置。了解程序段落的位移量,还剩余多少位移量等;
 - b. 工作寄存器和缓冲寄存器显示,可看出正在执行程序段各状态指令和下一个程序段的内容;
 - c. 主程序和子程序,可了解正在执行程序段的具体内容。
- ⑱ 试切和加工中,刃磨刀具和更换刀具后,一定要重新对刀并修正刀补值和刀补号。
- ⑲ 程序检索时应注意光标所指位置是否合理、准确,以便快速检索到需要的内容。

②⑩ 程序修改后,对修改部分一定要仔细计算和认真核对。

②⑪ 手摇进给和手动连续进给操作时,必须检查各种开关所选择的位置是否正确,弄清正负方向,认准按键,然后再进行操作。

②⑫ 整批零件加工完成后,应核对刀具号、刀补值,使程序、偏置页面、调整卡及工艺中的刀具号、刀补值完全一致。

四、文明生产要求

① 爱护刀具、量具、工具,并正确使用,放置稳妥、整齐、合理,存放在固定的位置,便于操作时取用,用后应放回原处。

② 爱护机床和车间其他设备、设施。车床主轴箱盖上不应该放置任何物品。

③ 工具箱内应分类摆放物件。重物放置在下层,轻物放置在上层,精密的物件应放置稳妥,不可随意乱放,以免损坏和丢失。

④ 量具应经常保持清洁,用后应擦净、涂油、放入盒内,并及时归还工具室。所使用的量具必须定期校验,使用前应检查合格证,确认在允许使用期内,以保证其度量准确。

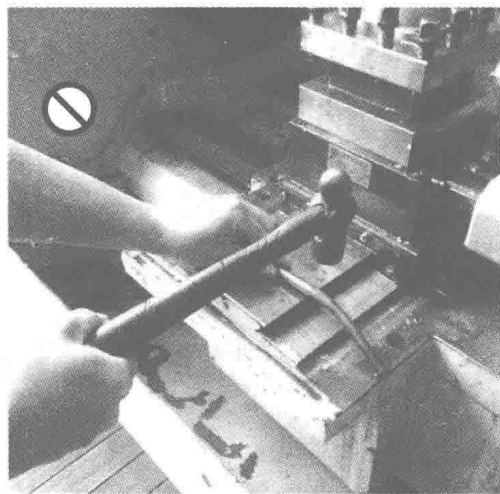


图 1.3 严禁在导轨上敲击或校直工件

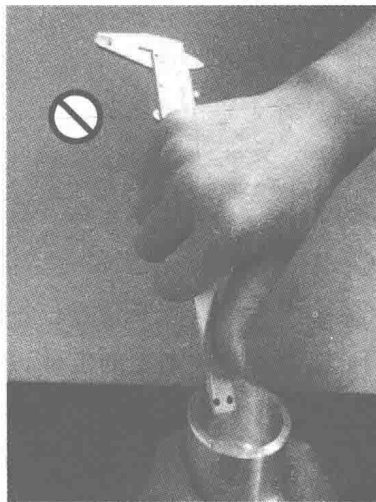


图 1.4 严禁用量具去除工件毛刺

⑤ 不允许在卡盘及床身导轨上敲击或校直工件,床面上不准放置工具或工件。如图 1.3 所示。

⑥ 装夹较重的工件时,应用木板保护床面。下班时若工件不卸下,应用千斤顶支撑。

⑦ 车刀磨损后,应及时刃磨,不允许用钝刃车刀继续切削,以免增加车床负荷,损坏车床,影响工件表面的加工质量和生产效率。

⑧ 车削铸铁或气割下料的工件,应擦去车床导轨面上的润滑油,铸件上的型砂、杂质应尽可能去除干净,以免磨损床身导轨面。

⑨ 使用切削液时,车床导轨面上应涂润滑油,切削液应定期更换。

⑩ 毛坯、半成品和成品应分开放置。半成品、成品应堆放整齐、轻拿轻放,严防碰伤已加工表面。

⑪ 图样、工艺卡片应放置在便于阅读的位置,并注意保持其清洁和完整。

⑫ 工作地周围应保持清洁整齐,避免堆放杂物,防止绊倒。

⑬ 工作结束后应认真擦拭机床、工具、量具和其他附件,使各物件归位。车床按规定加注润滑油,将床鞍摇至床尾一端,各手柄放置到空挡位置。清扫工作地,关闭电源。

【技能知识】

机械制造业中的绿色加工——干式切削技术

干式切削是在加工过程中不使用切削液的一种加工工艺,它是目前在机械加工中为保护环境和降低成本而有意识地减少或完全停止使用切削液的加工方法。选用干式切削加工技术,主要出于经济和环保两方面的考虑:

切削液的大量使用造成生产成本的大幅度提高。

切削液严重污染环境,尤其是雾状切削液对操作者的健康造成损害,同时还会造成工作场地、局部环境的土地、水源和空气污染,破坏生态环境。

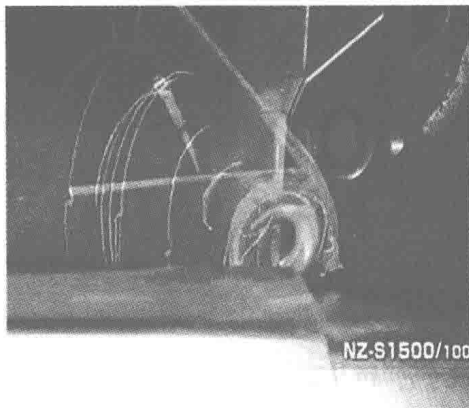


图 1.5 干式切削加工

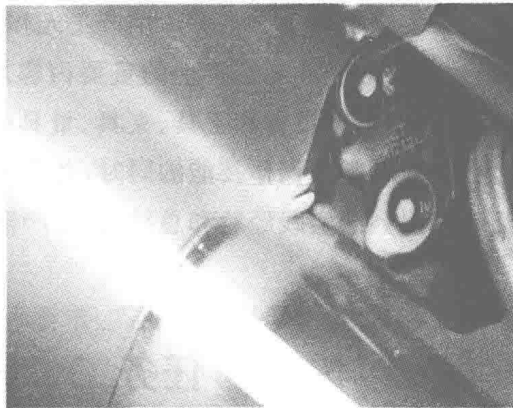


图 1.6 湿式切削加工

切削液有润滑、冷却、冲洗和排屑等功能,干式切削由于缺少切削液,会导致刀具与工件、切屑之间摩擦加剧,切削力增大,切削热急剧增加,切削区温度显著升高,造成刀具耐热度降低。为保证干式切削的顺利进行,需要采用新的耐热性更好的刀具材料及涂层,设计合理的刀具结构与几何参数,选择最佳的切削速度,形成新的工艺条件。例如,干式切削刀具材料必须具有极高的红硬性和热韧性,良好的耐磨性、耐热冲击和抗黏结性。此外,机床也扮演着一个重要的角色,由于没有切削液带走切屑和吸收热量,机床必须依赖它本身的设计,有效地移走切屑,否则切屑内部的热量传到床身将引起膨胀和微小扭曲,影响精密加工的精度。从这些角度来说,干式切削并不是简单意义上的停止使

用原有工艺中的切削液。

目前,干式切削加工技术已广泛应用于铸铁、钢、铝、钛、镁等及其合金的切削加工。随着环境保护法律法规的严格实施,干式切削作为绿色制造工艺,将日益受到人们的高度重视。

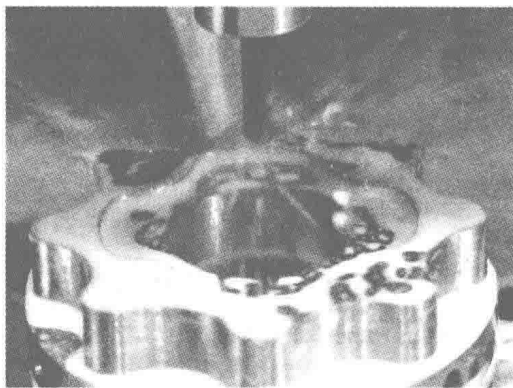


图 1.7 使用切削液产生污染



图 1.8 干式切削中容易引起切屑缠绕

【任务小结】

坚持安全文明生产是保障生产工人和机床设备的安全,防止工伤和设备事故的根本保证,也是搞好企业经营管理的重要内容之一。它直接影响到人身安全、产品质量和经济效益,影响机床设备和工具、夹具、量具的使用寿命及生产工人技术水平的正常发挥。学生在学习和掌握操作技能的同时,必须养成良好的安全文明生产习惯。对于在长期生产活动中得到的实践经验和总结,必须严格执行。

任务二 认识数控车床

【任务目标】

- ① 了解数控车床的基本概念与发展历史;
- ② 了解数控车床各组成部分的作用,认识不同类型的数控车床;
- ③ 熟悉数控车床的加工原理与过程,并能举例说明生活中车削的产品。

【任务指导】

一、数控机床的概念

数控是数字化控制的简称,带有数控装置的机床称为数控机床。数控车床是数控机床的一种,是采用数控系统控制的车床,数控系统通过控制车床 X、Z 坐标轴的电动机来带动车床运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,再加上对主轴的转速和转向的控制,从而自动加工出各种不同形状的轴类和盘类回转体零件。

1. 数控机床

数控机床是数字化控制机床的简称,是一种装有程序控制系统的自动化机床。

2. 数控系统

数控系统是能按照零件加工程序的数字信息指令控制机床完成零件加工的一种控制系统,是数控机床的核心组成部分。

3. 数控技术

数控技术是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台或多台机械设备动作控制的技术。数控技术是柔性制造技术(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和自适应柔性系统(AC)的基础技术,是现代机械制造业中的高新技术之一。数控技术所控制的通常是位置、角度、速度等机械量和与机械能量流向有关的开关量。

4. 数控程序

数控程序是输入数控系统中的、使数控机床按一定的加工轨迹执行一个确定工作任务的、具有特定代码和其他符号编码的一系列指令。

5. 数控编程

编制程序时,编程人员应对图样规定的技术要求、零件的几何形状、尺寸精度要求的内容进行分析,确定加工方法和加工路线;进行数学计算,获得刀具轨迹数据;然后按数控机床规定的代码和程序格式,将加工工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、切削参数以及辅助功能(如换刀、主轴正反转、切削液开关等)信息编制成加工程序,并输入数控系统,由数控系统控制机床自动地进行加工。

二、数控车床的组成部分

数控车床的结构形式与普通车床大致相同,但刀架、主轴与导轨有了很大的变化,这些变化直接影响着数控车床的使用性能与结构外观。此外,数控车床都设有半封闭或全封闭的防护装置。

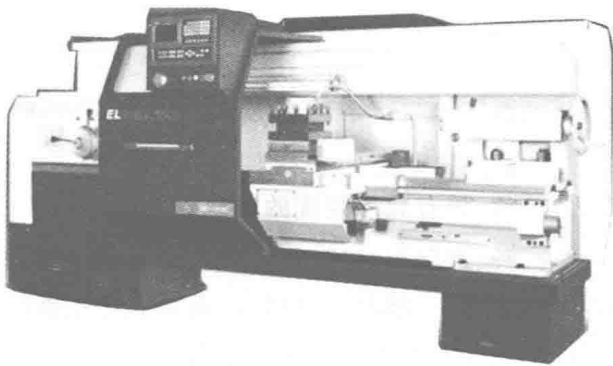


图 1.9 数控车床实物图

数控车床一般由输入输出装置、数控装置、伺服系统、机床本体和辅助装置五个部分组成。具体组成部分见表 1.1。

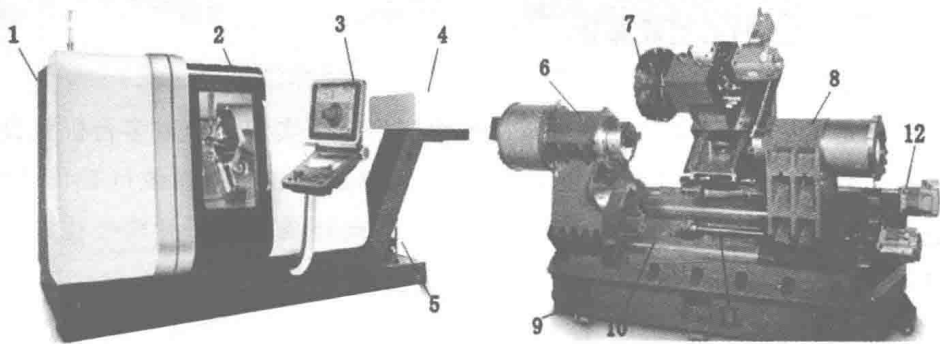
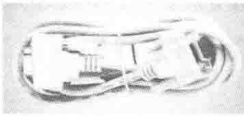


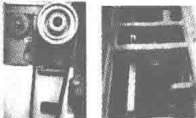
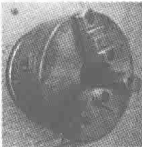
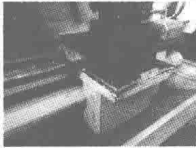
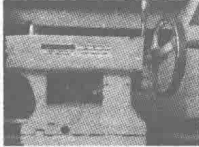
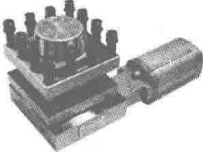
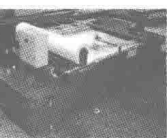
图 1.10 数控车床的结构

1. 电器柜 2. 防护门 3. 操作面板 4. 排屑器 5. 切削液箱 6. 主轴 7. 回转刀架 8. 副主轴
9. 床身 10. 导轨 11. 滚珠丝杆 12. 伺服电机

表 1.1 数控车床的组成部分

分类	主要部件	示例图片	功能说明
输入输出装置	数据线		用于机床与个人计算机之间的数据传输(此外还有 CF 卡、磁盘、磁带等)
	数据接口		用于连接传输介质的通信接口
	操作面板		用于对机床机械部分与系统软件的操作控制

续表

分类	主要部件	示例图片	功能说明
数控装置	数控系统		是用来控制数控机床自动加工的核心装置
	伺服驱动器		把来自 CNC 装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号
伺服系统	驱动装置		把经过放大的指令信号变为机械运动,通过简单的机械传动部件驱动进给部件运动
机床本体	主轴箱		通过主轴电机带动主轴及卡盘转动
			用来夹持工件,带动工件转动
	进给机构		通过 X 或 Z 轴进给电动机带动滚珠丝杆的旋转,从而工作台实现纵向、横向移动,实现刀具运动和进行切削
	尾座		在装夹较长工件时可用顶尖顶住,提高工件装夹安全性;也可以协同钻夹头、钻头与铰刀,进行钻孔、铰孔加工
	刀架		用来装夹加工用的刀具并通过程序控制实现自动换刀
	冷却装置		实现对机床导轨、丝杠、进给系统的自动润滑
辅助装置	润滑装置		在加工时对刀具和工件进行冷却、润滑、防锈、清洗
	冷却装置		

三、数控车床的分类

1. 按主轴位置分类

(1) 卧式数控车床

其车床主轴平行于水平面,一般采用三爪卡盘与四爪卡盘装夹工件。这类车床主要用于加工轴向尺寸大、径向尺寸相对较小的回转类零件。如图 1.11 所示。

(2) 立式数控车床

其车床主轴垂直于水平面,用一个直径很大的圆形工作台装夹工件。这类车床主要用于加工径向尺寸较大、轴向尺寸较小的大型回转类零件。如图 1.12 所示。

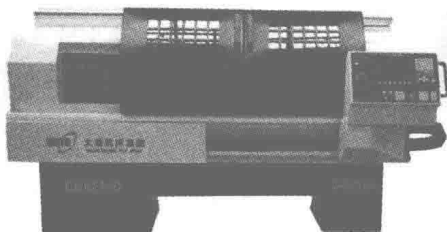


图 1.11 卧式数控车床



图 1.12 立式数控车床

2. 按刀架位置分类

(1) 前置刀架

前置刀架位于操作者一侧,与传统卧式车床刀架的布置形式相同,刀架导轨为水平导轨,一般使用卧式四工位电动刀架。

(2) 后置刀架

后置刀架位于操作者的对面,刀架导轨有一定的倾斜角度,切屑容易排除、空间大,可以设计更多工位的刀架。一般多功能数控车床多采用这种形式的刀架。

3. 按功能分类

(1) 经济型数控车床

其特点是:经济型数控车床是基于普通车床进行数控改造的产物。一般采用开环或半闭环伺服系统,主轴一般采用变频调速,并安装有主轴脉冲编码器用于车削螺纹。经济型数控车床一般刀架前置(位于操作者一侧)。机床主体结构与普通车床无大的区别,由于主轴和进给的调速主要依靠多速电动机和伺服电动机来完成,从而简化了主运动和进给运动链,故其产生的振动和噪声大大小于普通车床。



图 1.13 经济型数控车床

(2) 全功能型数控车床

其特点是:一般采用后置塔式刀架,主轴伺服驱动,可携带的刀具数量较多,并采用倾斜式导轨以便于排屑。

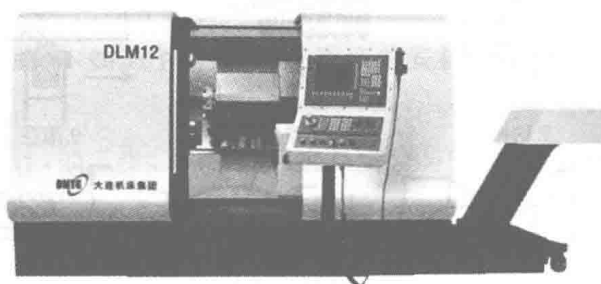


图 1.14 全功能型数控车床

(3) 车削中心

车削中心在全功能型数控车床的基础上进一步提升了机床性能,它具备三大典型特征:一是采用动力刀架。在刀架上可安装铣刀等刀具,刀具具备动力回转功能,启用此功能后,机床的主运动即为刀架上刀具的旋转运动。因此,车削中心也可以称为车铣复合机床。二是车削中心具有C轴功能。当动力刀具功能启用后,主轴旋转运动即成为进给运动。三是刀架容量大,部分机床还带有刀库和自动换刀装置。



图 1.15 车削中心