

现代加工技术丛书



现代 车削加工技术

● 韩开生 主编

金盾出版社

现代加工技术丛书

现代车削加工技术

主 编

韩开生

副主编

张世林 梁 猛

编著者

金庆浩 王 玲

金盾出版社

内 容 提 要

本书为《现代加工技术丛书》之一,主要内容有:传统车削、数控机床和数控车床简介,数控车削加工工艺,FANUC 系统数控车床编程,数控车床数控系统操作,FANUC 系统数控车床加工实例,数控车自动编程,数控车床的维护和故障诊断,数控车工中级模拟试卷和试题等。

本书实例较多,有的章末附有配合学习的复习思考题,模拟试卷和试题均有参考答案,以便于培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书可作为数控车工职业技能考核鉴定的培训教材和自学用书;还可作为技工学校和职业学校机械类专业的培训教材或学习参考书;亦可作为成人教育的教学用书,以及有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代车削加工技术/韩开生主编. --北京:金盾出版社, 2010.5

(现代加工技术丛书)

ISBN 978-7-5082-6166-9

I. ①现… II. ①韩… III. ①车削—技术培训—教材
IV. ①TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 003437 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:科达装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:10.375 字数:308 千字

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~8000 册 定价:20.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

数控技术是现代加工中最实用的技术之一,是机械加工制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,是提高产品质量、提高加工生产效率必不可少的技术手段。中国在加入世贸组织后,正在逐步变成“世界制造中心”,并开始了从劳动密集型向技术型转变的过程。为了增强竞争能力,许多制造企业已开始广泛使用先进的数控技术。但是,我国制造业与国际先进工业国家相比存在着很大的差距。据统计,制造业较发达的德国、美国、日本等国家的数控机床占生产设备的70%以上,而我国制造业数控机床的拥有量不足总量的2%;虽近几年来每年都以30%以上的速度在增长,而从另一方面来看,我国现有的有限数量的数控机床却未能充分利用。虽然原因是多方面的,但数控人才的匮乏无疑是主要原因之一。

目前我国数控机床操作工短缺60万人左右。数控人才短缺已经引起了教育部、人力资源和社会保障部等政府部门的高度重视。数控技术人才需求量的大小和人才需求的类型、层次、质量等取决于国民经济和制造业的发展程度、水平,也取决于用工单位自身的管理要求、发展趋势等。随着制造业信息化工程的进一步推进,利用高新技术和先进实用技术改造提升传统产业,提高企业的技术装备水平和产品竞争力,制造设备的大规模数控化,社会对数控技术人才的需求有进一步的增加。依据

实际应用比较广泛的需要,我们编写了《现代加工技术丛书》,包括《现代车削加工技术》、《现代铣削加工技术》、《现代特种加工技术》、《现代焊接技术》和《现代模具加工技术》。

本书是丛书之一的《现代车削加工技术》。本书参照国家职业标准中的数控车工中级技能,本着由简单到复杂,由基础到专业,涉及面广的原则,主要介绍了数控车床的相关基础、工艺知识,FANUC 数控系统、西门子数控系统、广州数控系统、华中数控系统的编程与操作,数控车床的维护保养,并附有中级数控车工理论试题及参考答案,中级数控车工操作技能训练图样,以提高读者的综合能力。

本书的学习者应具备普通车工的知识基础。考虑到数控车工虽然更多应用了可转位的机卡刀具,但生产准备中仍需要刃磨一部分刀具。数控技术的采用,对磨刀的要求没有降低,有时甚至更高了,这样才能充分发挥数控车床的高效、高质量的性能。所以本书内容中保留了车刀和钻头的基本知识,并做为数控车工的重点技能之一。

本书由河北省石家庄市职业技术教育中心的韩开生老师担任主编,河北省石家庄市职业技术教育中心的张世林、梁猛老师担任副主编,参与本书编写工作的还有河北省机电技工学校的金庆浩、河北省石家庄市职业技术教育中心的王玲等人员。

由于编者的经验和水平有限,书中如有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 传统车削加工技术简介	1
第二节 数控机床及其特点	3
第三节 数控车床的分类及组成	8
第四节 数控车削加工技术的发展	30
第五节 数控车床安全文明生产及操作规范	32
第二章 数控车削加工工艺	36
第一节 数控车削加工零件的主要对象	36
第二节 数控车床加工工艺分析	37
第三节 数控车床常用夹具和对刀点的确定(对刀)	46
第四节 数控车削加工工艺及走刀路线的确定	52
第五节 数控车床刀具的选择和应用	59
第六节 数控车削编程相关数值计算	105
第七节 数控车床加工工艺文件	106
第八节 切削液的选择	112
第三章 FANUC 系统数控车床编程	115
第一节 数控车床坐标系	115
第二节 数控车床编程	120
第三节 FANUC-0T 数控车系统功能代码简介	130
第四章 数控车床数控系统操作	182
第一节 FANUC 数控系统简介	182
第二节 FANUC 数控系统面板	183
第三节 华中“世纪星”HNC-21T 系统数控车床的 操作	204

第四节	GSK980T 系统数控车床的操作	211
第五节	SIEMENS(西门子)系统数控车床的操作	213
第五章	FANUC 系统数控车床加工实例	220
第六章	数控车自动编程	237
第一节	自动编程软件	237
第二节	CAXA 数控车自动编程软件	240
第三节	CAXA 数控车软件的 CAD 功能	241
第四节	CAXA 数控车软件自动编程实例	243
第五节	CAXA 数控车的文件传输(FANUC 系统)	248
第七章	数控车床的维护和故障诊断	250
第一节	数控车床的保养	250
第二节	数控车床常见故障分析及排除	255
第三节	FANUC 系统数控车床常见机床参数调整 方法	264
第四节	数控车床的安装和调试	265
第八章	数控车工中级理论知识和技能模拟试卷与试题	273
	数控车工中级理论知识模拟试卷(一)及参考答案	273
	数控车工中级理论知识模拟试卷(二)及参考答案	281
	数控车工中级理论知识模拟试卷(三)及参考答案	291
	数控车工中级理论知识模拟试题及参考答案	302
	数控车工中级技能操作训练题	320

第一章 概 述

第一节 传统车削加工技术简介

零件的制造加工,往往需要由很多不同的工种配合起来协作加工才能完成。这些不同工种之间有着相互密切的关系,因此在一般企业中,有车工、铣工、刨工、磨工、钳工、电加工等工种。据统计,车削占所有机械加工的50%以上。图1-1所示为CA6140型普通卧式车床。

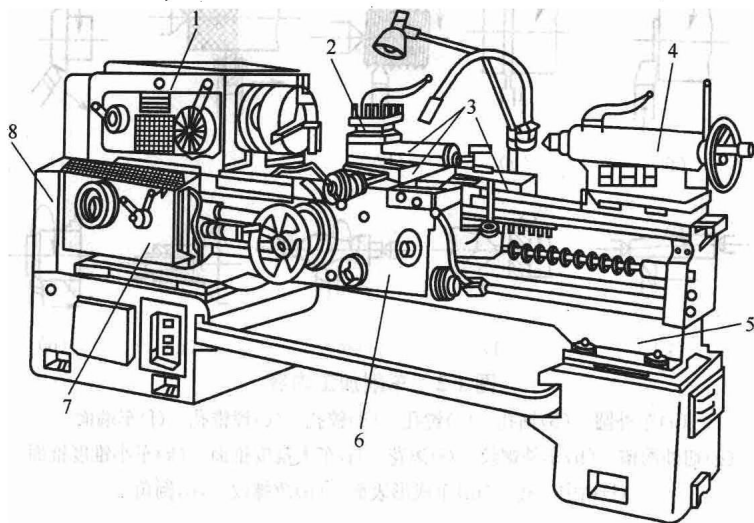


图 1-1 CA6140 车床外形

1. 主轴箱 2. 刀架 3. 中滑板和小滑板 4. 尾座
5. 床身 6. 走刀箱 7. 进给箱 8. 挂轮箱

由图 1-1 可以看出普通车床的主要组成部件有:主轴箱、进给箱、溜板箱(包括大、中、小滑板)、挂轮箱、光杠、丝杠、刀架、尾架和床身等。

车削是用车床对零件进行加工的一种方法,车床是指以工件的旋

转为主运动,车刀相对工件移动为进给运动的加工回转表面的机床。它可以用于加工各种回转成形面,例如:内外圆柱面、内外圆锥面、内外螺纹以及端面、内外沟槽、滚花等,它是生产历史最久,品种最多的一种金属切削机床。车床的种类按其用途和结构大致可分为:仪表车床、卧式车床、单轴自动车床、多轴自动车床和半自动车床、转塔车床、立式车床、多刀半自动车床、专门化车床等。图 1-2 是车削所能加工的内容。

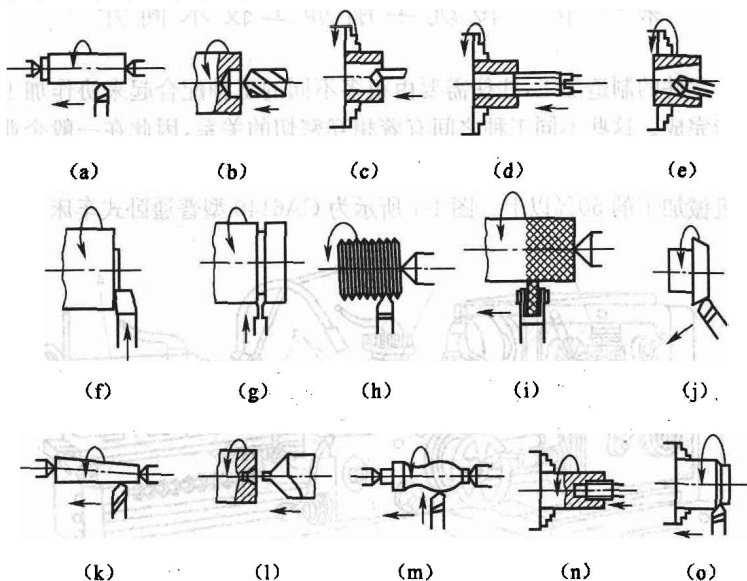


图 1-2 车削加工内容

- (a)车外圆 (b)钻孔 (c)镗孔 (d)铰孔 (e)镗锥孔 (f)车端面
 (g)切外沟槽 (h)车外螺纹 (i)滚花 (j)车大锥度锥面 (k)车小锥度锥面
 (l)钻中心孔 (m)车成形表面 (n)攻螺纹 (o)倒角

图 1-3 是普通车床传动路线图。

车削的工艺特点如下:

(1)车削适合于加工各种内、外回转表面。车削的加工精度范围约是 IT13~IT6,表面粗糙度值为 $Ra12.5\sim Ra1.6\mu\text{m}$ 。

(2)车刀的结构简单,制造比较容易,便于根据加工要求对刀具材料、几何角度进行合理的选择。车刀刃磨及装拆也很方便。

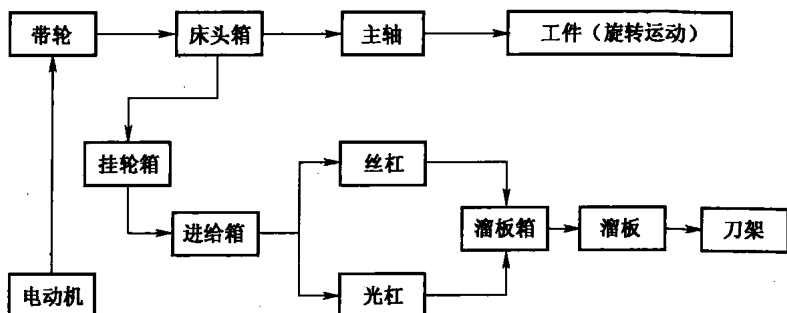


图 1-3 普通车床传动路线图

(3)车削对工件的结构、材料、生产批量等有较强的适应性,应用广泛。除可以车削各种钢材、铸铁、有色金属外,还可以车削玻璃钢、夹布胶木、尼龙等非金属材料。对于一些不适合磨削的有色金属可以采用金刚石车刀进行精细车削,能获得很高的加工精度和很小的表面粗糙度值,例如车削铝活塞工件等。

(4)除了工件毛坯表面余量不均匀外,绝大多数车削是等切削横截面的连续切削,因此,切削力变化小,切削过程平稳,有利于高速切削和强力切削,加工效率高。

第二节 数控机床及其特点

一、数控机床

数控机床也称为 CNC 机床,即采用计算机数字控制系统的机床。它集中了万能型机床通用性好、精密型机床加工精度高和专用机床加工效率高的特点,使用范围广泛。

20 世纪 40 年代末,美国开始研究数控机床。1952 年,美国麻省理工学院伺服机构实验室成功研制出第一台数控铣床,并于 1957 年投入使用。这是机械加工技术发展过程中的一个重大突破,标志着制造领域中数控加工时代的开始。数控加工是现代制造技术的基础,这一新兴技术对于制造行业而言,具有划时代的意义和深远的影响。世界上主要工业发达国家都十分重视数控加工技术的研究和发展。我国于

1958年开始研制数控机床,成功试制出配有电子管数控系统的数控机床,1965年开始批量生产配有晶体管数控系统的三坐标数控铣床。经过几十年的发展,目前的数控机床已实现了计算机控制并在机械加工工业得到广泛应用,在模具加工行业的应用尤为普及和重要。但是,国产数控机床特别是中高档数控机床缺乏市场竞争力,其主要原因是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。相关行业已充分认识到国产数控机床的不足,并努力发展先进的数控加工技术,加大技术创新与培训服务力度,以缩短与发达国家间的差距。

二、数控机床的工作原理

数控机床是将零件加工过程所需的各种操作(如主轴变速、工件的松开与夹紧、进刀与退刀、主轴启动与主轴停止、自动关停冷却液等)步骤以及工件的形状、尺寸等用数字化的代码,按照一定的格式,通过控制介质(如传输线、磁盘等)将数字代码信息送入数控装置,数控装置对输入的信息进行处理与运算,发出各种控制信号,控制机床的伺服系统或其他驱动元件,使数控机床自动加工出所需要的工件。所以,数控加工的关键是加工数据和工艺参数的获取,即数控编程。

三、数控机床的特点

(1)加工精度高、工件质量稳定可靠。数控机床是精密机械和自动化技术的高度结合。数控机床的数控装置可以对机床运动中产生的位移、热变形、丝杠间隙等导致的误差,通过测量系统进行补偿,而获得很高且稳定的加工精度。数控机床的加工精度,一般可达到 $0.005\sim 0.01\text{mm}$ 。数控机床是按数字信号形式控制的,数控装置每输出一个脉冲信号,则机床移动部件移动一个脉冲当量(一般为 0.001mm),而且机床进给传动链的反向间隙与丝杠螺距平均误差可由数控装置进行补偿,因此,数控机床定位精度也比较高。

数控机床和普通机床相比,具有传动链短,传动误差小,精度高的特点。

数控机床床头箱结构简单,刚度大,与控制系统的高精度控制相匹配,适合高精度零件的加工。

数控机床多采用电子油泵润滑和油雾自动润滑,并有缺油报警装

置,润滑充分可靠。

由于数控机床实现的是自动加工,所以减少了机床操作人员素质高低等因素带来的人为误差,提高了同一批零件的一致性。

(2)生产效率高。数控机床可以有效地减少零件的加工时间和辅助时间。数控机床的主轴转速和进给量的调整范围大,允许机床进行大切削量的强力切削;数控机床移动部件的快速移动和定位及高速切削加工,减少了半成品的工序间周转时间。数控机床目前正进入高速加工时代,提高了生产效率。

相对普通机床,数控机床的加工效率一般能提高2~3倍,甚至十几倍,主要体现在以下几个方面:

①一次装夹能完成多道工序加工,省去了普通机床加工的多次更换工种、工序间的转件以及划线、装夹等工作。

②简化了机床夹具及专用夹具等。由于是一次装夹完成加工,所以相对于普通机床多工序的夹具减少了;有时也用到专用夹具,但由于数控机床的超强功能,因此夹具的结构也可得到简化。

(3)减轻了操作人员的劳动强度,改善了劳动条件。高度智能化的数控系统使数控机床的操作由体力型转为智能型;部分数控机床采用全封闭防护罩,液压卡盘、液压尾座等,可以有效保持工作环境的清洁和减轻操作者的劳动强度。

(4)有利于生产管理现代化,主要体现在以下几个方面:

①程序化控制加工,更换加工零件品种方便、灵活;

②一机多工序加工,简化了生产过程的管理,减少了管理人员;

③可以实现无人化生产和联机生产。

(5)具有高度柔性。在数控机床上加工零件,主要取决于加工程序,它与普通机床加工不同,不必制造、更换许多工具、夹具、刀具,不需要经常调整机床。因此,数控机床适用于加工零件频繁更换的场合,也就是适合单件、小批生产及新产品的开发,缩短了生产准备周期,节省了大量工艺设备的费用。

(6)数控机床具有加工过程冷却充分、防护较严密等特点,自动加工时一般都处于全封闭或半封闭状态,还有自动排屑装置。

(7)数控机床初期投资较高,数控系统维护困难,对操作人员和维

修人员有较高的技术要求,对刀具、夹具也有较高的要求。

四、数控技术发展的几个主要阶段

数控技术发展的几十年间,主要经过了六个主要阶段:电子管数控系统(1952年);晶体管和印刷电路板数控系统(1959年);小规模集成电路数控系统(1965年);简称 NC(Numerical Control),目前已被淘汰的小型计算机数控系统(1970年);微处理器数控系统(1974年);基于工业 PC 的通用 CNC 系统(1990年后)。最后这种数控系统又称为软线数控,即计算机数字控制系统,简称 CNC(Computer Numerical Control)。如表 1-1 所示。

表 1-1 数控技术发展的六个主要阶段

数控系统发展的历史	出现年代	数控系统发展的历史	出现年代
第一代 电子管数控系统	1952	第四代 小型计算机数控系统	1970
第二代 晶体管数控系统	1959	第五代 微处理器数控系统	1974
第三代 集成电路数控系统	1965	第六代 基于工业 PC 的通用 CNC 系统	1990

五、数控机床的控制系统

数控机床的控制系统主要有:

1. 点位控制数控机床(Point to Point Control)

这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。其特点是,只要求控制刀具相对于工件在机床加工平面内从某一加工点运动到另一加工点的精确坐标位置,而对两点之间的运动轨迹原则上不加以控制,且在运动过程中不作任何加工,如图 1-4 所示。

2. 点位直线控制数控机床

简称为直线控制数控机床,这类机床主要有数控车床和数控铣床等。这类数控机床不仅可以控制刀具或工作台由一个位置点到另一个位置点的精确坐标位置,还可以控制它们以给定的进给速度沿着平行于某一坐标轴方向做直线或斜线运动并在移动的过程中进行加工,如图 1-5 所示。

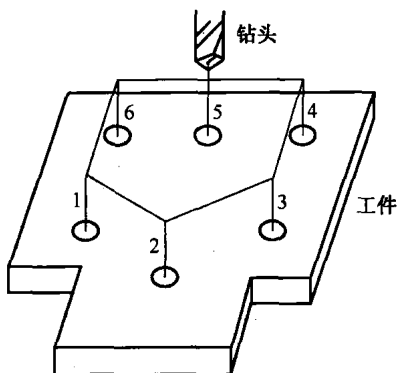


图 1-4 点位控制数控机床的孔加工

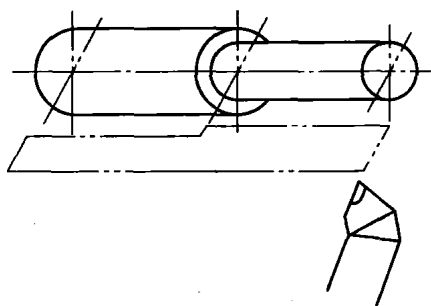


图 1-5 点位直线控制切削加工

3. 轮廓控制数控机床 (Contour Control)

这类机床有数控车床、数控铣床、数控磨床和加工中心机床等。也称连续控制数控机床。其特点是，不仅要求刀具相对于工件在机床加工空间内从一点运动到另一点的精确坐标位置，而且要求对两点之间的运动轨迹及轨迹上每一点的运动速度进行精确控制，且能够边移动边加工，用于加工二维平面轮廓或三维空间轮廓。由于数控系统带有插补器，所以能精确实现各种曲线或曲面加工。图 1-6 所示为五坐标联动加工。

六、数控机床分类

(1) 切削数控机床类 指采用车、铣、镗、钻、铰、磨和刨等各种切削功能的数控机床，如数控磨、数控铣、数控钻等。

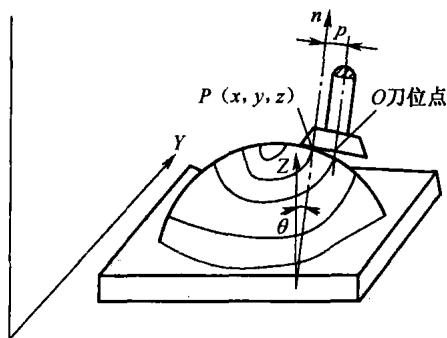


图 1-6 五坐标轴联动加工

(2)成型数控机床类 指采用挤、压、冲、拉等成形工艺的数控机床,常用的有数控弯管机、数控压力机、数控冲剪机、数控折弯机、数控旋压机等。

(3)特种加工机床类 主要有数控电火花机床、数控线切割机床、数控激光与火焰切割机等。

(4)测量类 主要有数控绘图机、数控坐标测量机、数控对刀仪等。

第三节 数控车床的分类及组成

一、数控车床的分类

数控车床品种繁多,规格不一,目前一般可按以下方法进行分类。

1. 按数控车床主轴位置分类

(1)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。后者的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。卧式数控车床用于轴向尺寸较长或小型盘类零件的车削加工。卧式数控车床的形状和结构将在后续章节中详细介绍。

(2)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,有一个直径很大的圆形工作台,用来装夹工件。这类车床主要用于加工回转直径尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型盘类复杂零

件。图 1-7 所示为立式数控车床。

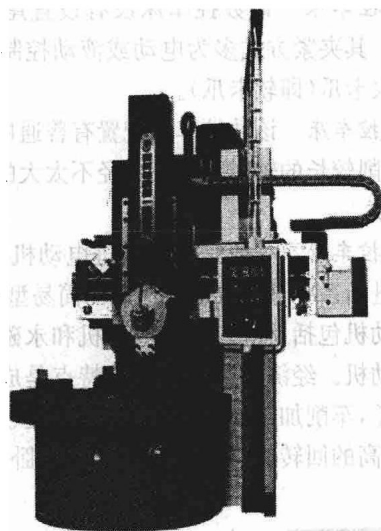


图 1-7 立式数控车床

2. 按刀架数量分类

(1)单刀架数控车床 数控车床一般都配置有各种形式的单刀架,如四工位转位刀架或多工位转塔式自动转位刀架。

(2)双刀架数控车床 这类车床的双刀架配置平行分布,也可以是相互垂直分布,如图 1-8 所示。

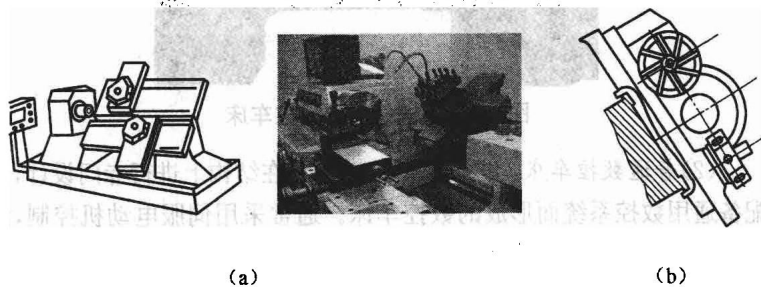


图 1-8 组合形式的自动转位刀架

(a)平行交错双刀架车床 (b)垂直交错双刀架车床

3. 按加工零件的基本类型分类

(1)卡盘式数控车床 该数控车床没有设置尾座,适合车削盘类(含短轴类)零件。其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 该数控车床配置有普通尾座或数控的液压、气动尾座,适合车削较长的轴类零件及直径不太大的盘、套类零件。

4. 按功能分类

(1)经济型数控车床 一般是采用步进电动机驱动或用单片机对普通车床的车削进给系统进行改造后形成的简易型数控车床。现在比较常用的步进电动机包括反应式步进电动机和永磁式步进电动机、永磁感应式步进电动机。经济型数控车床的特点是成本较低,自动化程度和功能都比较差,车削加工精度较低、加工速度较低,通常是开环控制,适用于要求不高的回转类零件的车削加工。卧式经济型数控车床如图 1-9 所示。

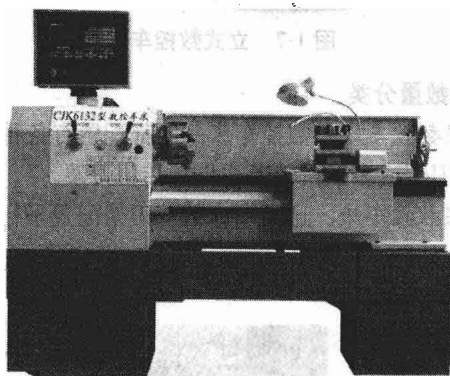


图 1-9 卧式经济型数控车床

(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。通常采用伺服电动机控制,伺服电动机有直流和交流之分。

①交流伺服电动机的特点:起动转矩大、运行范围较宽、无自转现象、运行平稳和噪声小,而且可靠性高、基本上不需要维护和造价低,广泛应用于 0.5~100W 的小功率控制系统。