

面向高技能人才培养

数控车床实训教程

张伟 许冉 主编



数控车床实训教程

张伟 许冉 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要包括:数控车床概述、数控车削工艺基础理论、数控车床编程基础理论、华中 HNC-21/22T 数控系统车削操作、华中 HNC-21/22T 数控系统车削编程、广州 GSK-928TC 数控车床车削加工、数控车削加工自动编程以及数控车床操作工技能鉴定考核。

本书既可作为中等职业院校、高等职业院校数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化等专业的教材,也可作为参加国家职业技能鉴定的培训教材,同时也可供研究设计单位、企业从事数控技术开发与应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控车床实训教程/张伟,许冉主编. —北京:国防工业出版社,2007.7

ISBN 978-7-118-05225-1

I. 数... II. ①张...②许... 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(2007)第 097004 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)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12½ 字数 282 千字

2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 21.00 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

《数控车床实训教程》编委会

主 编 张 伟 许 冉

副主编 秦福强 宋晓露 朱广东

编 委 张瑞祥 邓荣琦 陈树艳 蔡 强 骆忠志

韩玉勇 吕士峰 狄瑞民 赵逢银 闵文军

徐建国 胡修玉 周 波 李 慧 鲁大伟

周 鹏 鹿建国

主 审 赵希全

前 言

制造自动化技术是先进制造技术中的重要组成部分,其核心技术是数控技术。数控技术是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物,是机械加工自动化的基础,其水平高低关系到国家战略地位和体现国家综合国力的水平,而数控车床是应用最为广泛的一种数控加工机床。伴随着全球制造业向我国逐步转移的发展趋势,对数控加工的需求必将呈现出高速、持续的增长,人才市场急需一批既懂得加工工艺,又熟悉 CAM 编程的专业人才。本书根据教育部数控技能型人才的培养方案的指导思想和数控车工国家职业技能鉴定标准编写。

数控车床的操作与编程是一项实践性很强的技术。数控车床的操作技工的培养要把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强生产实习、实训等实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者。

本书根据上述指导思想,对数控车床的知识体系进行了整体优化。以教学大纲要求为基础,用通俗易懂、少而精的内容增强学生学习的信心,激发学生的兴趣。以能力培养为主线,选取技术先进的华中系统及广州数控系统作为典型数控系统将各部分教学内容有机联系、渗透和互相贯通,体现实用性及广泛适用性。思考题与习题结合全国各省市数控技能大赛的题型及竞赛内容,设计具体、可操作性强,可从多方面培养学生的动手操作能力。本书特别适合作为中等职业院校和高等职业院校机电类专业学生参加国家职业技能鉴定的培训教材使用,也可供研究设计单位、企业从事数控技术开发与应用的工程技术人员参考。

本书是在教材改革的基础上编写的,由张伟、许冉任主编,秦福强、宋晓露、朱广东任副主编,赵希全任主审。其中,第1章由宋晓露编写,第2章由韩玉勇编写,第3章和第6章由张伟编写,第4章和第5章由许冉编写,第7章由秦福强编写,第8章由朱广东编写,张伟及韩玉勇对书中大量实例进行了加工检验。同时,对枣庄科技职业学院、山东省水利技术学院及薛城职业中专提供的帮助表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,又加之数控技术发展迅速,谬误欠妥之处在所难免,望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 数控车床概述	1
1.1 数控车床的工作原理及特点	1
1.1.1 数控机床的产生和发展	1
1.1.2 数控车床的工作原理	2
1.1.3 数控加工的特点	3
1.2 数控车床的功能及结构特点	4
1.2.1 数控车床的组成及特点	4
1.2.2 数控车床的分类	6
1.2.3 数控车床的数控系统	8
1.2.4 数控车床的布局	10
1.2.5 数控车削的主要加工对象	11
1.3 数控车床的使用与日常维护	13
1.3.1 数控机床的使用要求	13
1.3.2 数控车床的安全操作规程	14
1.3.3 数控车床的日常维护及保养	15
小结	16
思考题与习题	16
第 2 章 数控车削工艺基础理论	17
2.1 数控车刀	17
2.1.1 数控车床刀具和刀库概述	17
2.1.2 数控机床刀具的选用	20
2.1.3 数控车床刀架	22
2.2 数控车削加工工艺	24
2.2.1 数控车削加工工艺的制订	24
2.2.2 典型零件的工艺分析	30
2.3 工件的测量	39
2.3.1 常用测量仪器及使用方法	39
2.3.2 特殊测量仪器	44
2.3.3 加工中心的在线检测	44

小结	45
思考题与习题	45
第3章 数控车床编程基础理论	48
3.1 数控编程概述	48
3.1.1 程序格式	48
3.1.2 数控程序编制的方法	50
3.1.3 手工编程的一般步骤	51
3.2 数控机床坐标系	52
3.2.1 机床坐标系	52
3.2.2 编程坐标系(工件坐标系)	54
3.3 程序编制中的数学处理	55
小结	56
思考题与习题	57
第4章 华中 HNC-21/22T 数控系统车削操作	58
4.1 基本功能与基本结构	58
4.1.1 数控系统的基本功能	58
4.1.2 车削系统	58
4.1.3 主要技术规格	59
4.2 数控系统操作面板	60
4.3 机床开停和操作面板操作按钮	61
4.3.1 机床上电与关机	61
4.3.2 急停与复位	62
4.3.3 超程解除	62
4.3.4 方式选择	62
4.3.5 手动控制机床	62
4.3.6 MDI 方式(手动数据输入)	63
4.3.7 步进控制	64
4.3.8 自动控制	64
4.4 系统操作功能按钮	64
4.4.1 程序的输入、编辑与调试	65
4.4.2 自动加工	66
4.5 对刀和刀具补偿	67
4.5.1 刀具的偏置补偿	67
4.5.2 刀具的磨损补偿	67
4.5.3 刀尖半径补偿	67

小结	70
思考题与习题	71
第 5 章 华中 HNC-21/22T 数控系统车削编程	73
5.1 基本指令编程	73
5.1.1 数控车床的坐标系和运动点	73
5.1.2 数控车床常用的各种指令	73
5.2 单一循环指令编程	82
5.2.1 内(外)径切削循环 G80	82
5.2.2 端面切削循环 G81	84
5.3 复合循环指令编程	84
5.3.1 内(外)径粗车复合循环 G71	85
5.3.2 端面粗车复合循环 G72	87
5.3.3 闭环车削复合循环 G73	89
5.4 子程序编程	91
5.5 宏程序编程	92
5.5.1 宏变量及常量	93
5.5.2 宏变量运算	93
5.5.3 条件判别与循环	94
5.5.4 宏程序编程示例	95
5.6 螺纹车削编程	95
5.6.1 简单螺纹切削指令 G32	96
5.6.2 直螺纹切削循环	96
5.6.3 锥螺纹切削循环	98
5.6.4 螺纹切削复合循环指令 G76	98
5.7 典型零件加工	100
小结	106
思考题与习题	107
第 6 章 广州 GSK-928TC 数控车床车削加工	110
6.1 数控系统的基本操作	110
6.1.1 数控系统操作面板	110
6.1.2 编辑工作方式	113
6.1.3 手动工作方式	117
6.1.4 自动运行	118
6.1.5 参数设置	122
6.1.6 对刀与刀偏设置	125

6.2 基本指令编程	126
6.2.1 G00——快速定位	128
6.2.2 G01——直线插补	129
6.2.3 G02、G03——圆弧插补	129
6.2.4 G04——定时延时	130
6.2.5 G33——螺纹切削	130
6.2.6 G32——Z轴攻牙循环	132
6.3 单一型固定循环	132
6.3.1 G90——内外圆柱(锥)面车削循环	133
6.3.2 G92——螺纹切削循环	134
6.3.3 G94——内、外圆端(锥)面车削循环	135
6.3.4 G74——端面深孔加工循环	136
6.3.5 G75——切槽循环	137
6.4 复合循环编程	138
6.4.1 G71——外圆粗车循环	138
6.4.2 G72——端面粗车循环	140
6.5 子程序与局部循环编程	141
6.5.1 子程序	141
6.5.2 局部循环编程	142
小结	143
思考题与习题	143
第7章 数控车削加工自动编程	146
7.1 自动编程概述	146
7.1.1 自动编程的概念和特点	146
7.1.2 常用自动编程软件	146
7.1.3 图形交互式自动编程的基本步骤	148
7.2 Master CAM 车削自动编程的应用	149
7.2.1 生成端面加工刀具路径	149
7.2.2 生成轮廓粗车加工刀具路径	152
7.2.3 生成精车加工刀具路径	155
7.2.4 切槽加工刀具路径	156
7.2.5 生成螺纹加工刀具路径	158
7.2.6 生成钻孔加工刀具路径	161
7.2.7 生成截断加工刀具路径	162
小结	166

第 8 章 数控车床操作工技能鉴定考核	167
8.1 数控车床操作工技能鉴定考核大纲	167
8.1.1 中级理论知识鉴定考核大纲	167
8.1.2 高级理论知识鉴定考核大纲	169
8.1.3 比重表	171
8.2 数控车床操作工理论模拟试卷	172
8.2.1 中级数控车床操作工理论模拟试卷	172
8.2.2 高级数控车床操作工理论模拟试卷	178
8.3 数控车床操作工实操模拟试卷	185
8.3.1 中级数控车床操作工实操模拟试卷	185
8.3.2 高级数控车床操作工实操模拟试卷	187
附录 1 数控加工工序卡片	189
附录 2 数控加工刀具卡片	189
参考文献	190

第 1 章 数控车床概述

技能要求

- (1) 了解数控机床的产生和发展情况。
- (2) 了解数控加工的工作原理及特点。
- (3) 了解数控车床的组成、分类、布局、结构及加工对象。
- (4) 对照 CK6136 数控车床的传动系统图,能指出主运动、纵横向进给运动的传递。

1.1 数控车床的工作原理及特点

1.1.1 数控机床的产生和发展

1. 金属切削机床的产生

早在 18 世纪中叶,就出现了现代机床的雏形。早期的机床采用蒸汽机作为动力,加工精度不高,如最早的汽缸镗床的加工精度约为 1mm。19 世纪至 20 世纪初,机床的驱动源由蒸汽机改为电机,并一直延续至今。金属切削机床的出现,推动了社会生产力的发展,而工业的发展及不断涌现的科学技术成果又使机床工业本身得以不断发展。

2. 数控机床的发展

为了有效地提高产品质量和生产效率、降低生产成本、改善工人的劳动条件,新型的数字程序控制机床应运而生。它极其有效地解决了在普通机床加工中存在的一系列缺点和不足,为单件、小批量生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。

最早采用数字控制技术进行机械加工的思想,是在第二次世界大战后不久提出的。当时美国北密执安的帕森斯公司(Parsons Corporation)为了帮助美国空军解决飞机零件和检查装置的复杂加工的问题,即在制造飞机框架及直升飞机叶片轮廓用样板时,利用全数字电子计算机对叶片轮廓的加工路径进行了数据处理,并考虑了刀具半径对加工路径的影响,使加工精度达到 $\pm 0.0381\text{mm}$ 。以当时的水平来看,是相当高的。

1952 年,美国麻省理工学院研制出一套试验性数字控制系统,并把它装在一台立式铣床上,成功地实现了同时控制三轴的运动。这台数控机床被大家称为世界上第一台数控机床,是数控机床的第一代。但是这台机床毕竟是一台试验性的机床,到了 1954 年 11 月,在帕森斯专利的基础上,第一台工业用的数控机床由美国本迪克斯公司(Bendix Cooperation)生产出来。

1959 年,电子行业研制出晶体管元器件,因而数控系统中广泛采用晶体管和印制电

路板,从而使数控机床跨入了第二代。同年3月,由美国克耐·杜列克公司(Keaney & Trecker Corporation)发明了带有自动换刀装置的数控机床,称为“加工中心”。现在加工中心已成为数控机床中一种非常重要的品种,在工业发达的国家中约占数控机床总量的1/4。

1960年,美国研制出了小规模集成电路。由于它的体积小、功耗低,使数控系统的可靠性得以进一步提高,数控系统发展到第三代。以上三代,都是采用专用控制的硬件逻辑数控系统(NC)。

1967年,英国首先把几台数控机床连接成具有柔性的加工系统,这就是最初的柔性制造系统FMS(Flexible Manufacturing System)。之后,美、欧、日等国家和地区也相继进行了开发和应用。

20世纪80年代初,国际上又出现了柔性制造单元FMC(Flexible Manufacturing Cell),它和FMS被认为是实现计算机集成制造系统CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)的必经阶段和基础。

如今,数控技术已成为现代制造技术的基础,数控机床也已成为组成现代机械制造生产系统,实现设计(CAD)、制造(CAM)、检验(CAT)与生产管理等全部生产过程自动化的基本设备。数控技术水平的高低,数控机床拥有量的多少已成为衡量一个国家工业化水平的重要标志。

3. 我国数控机床的发展情况

我国从1958年开始研究数控技术,一直到20世纪60年代中期处于研制、开发时期。1965年,国内开始研制晶体管数控系统。从20世纪70年代开始,数控技术在车、铣、钻、镗、磨、齿轮加工、电加工等领域全面展开,数控加工中心在上海、北京研制成功。但数控系统的可靠性、稳定性未得到解决,因而没能被广泛推广。在这一时期,数控线切割机床由于结构简单、使用方便、价格低廉,在模具加工中得到了应用和推广。20世纪80年代,我国从日本FANUC公司引进了部分系列的数控系统和直流伺服电机、直流主轴电机技术,以及从美、欧等国家和地区引进了一些新的技术,并进行了国产商品化生产。这些系统可靠性高、功能齐全,推动了我国数控机床稳定的发展,使我国的数控机床在性能和质量上产生了一个质的飞跃。

1995年以后,我国数控机床的品种有了新的发展。数控机床品种不断增多,规格齐全。许多技术复杂的大型数控机床、重型数控机床都相继研制出来。为了跟踪国外技术的发展,北京机床研究所研制出了JCS-FMS-1.2型的柔性制造系统。这个时期,我国在引进、消化国外技术的基础上,进行了大量的开发工作。一些较高档次的数控系统(五轴联动)、分辨率为 $0.0021\mu\text{m}$ 的高精度数控系统、数字仿形数控系统、为柔性单元配套的数控系统都开发出来了,并造出样机,开始了专业化生产和使用。

现在,我国已经建立了以中、低档数控机床为主的产业体系。20世纪90年代开始了高档数控机床的研发和生产。21世纪的到来,将为我国各种数控机床的开发、生产和应用,开辟更加广阔的前景,未来几十年,我国将成为数控机床的生产、使用大国。

1.1.2 数控车床的工作原理

数控车床是目前使用较广泛的一种数控机床。与普通车床相比,数控车床是将编制

好的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。

利用数控机床完成零件数控加工通常需要经过以下几个步骤。

(1) 根据零件加工图样进行工艺分析,拟定加工工艺方案、明确工艺参数和尺寸数据。

(2) 用规定的程序代码和格式编写零件加工程序,或用 CAD/CAM 软件直接生成零件的加工程序。

(3) 程序的输入或传输。由手工编写的程序,可以通过数控机床的操作面板输入程序;由编程软件生成的程序,通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元(MCU)。

(4) 将输入或传输到数控单元的加工程序,进行试运行、刀具路径模拟等。

(5) 通过对机床的正确操作,运行程序,完成零件的加工。

数控加工的控制过程与计算机控制打印机打印过程特别是与计算机控制绘图仪绘图过程非常相似。

1.1.3 数控加工的特点

数控机床在机械制造业中得到日益广泛的应用,具有如下特点。

1. 对加工对象改型的适应性强

由于在数控机床上改变加工零件时,只需要重新编制程序就能实现对零件的加工,它不同于传统的机床,不需要制造和更换许多工具、夹具和检具,更不需要重新调整机床。因此,数控机床可以快速地从加工一种零件转变为加工另一种零件,这就为单件、小批量生产以及试制新产品提供了极大的便利。它不仅缩短了生产准备周期,而且节省了大量工艺装备费用。此外,数控加工运动的任意可控性使其能完成普通加工方法难以完成或者无法进行的复杂型面加工。

2. 加工精度高

数控机床是按以数字形式给出的指令进行加工的,由于目前数控装置的脉冲当量(即每输出一个脉冲后数控机床移动部件相应的移动量)一般达到了 0.001mm ,而且进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,因此,数控机床能达到比较高的加工精度。对于中、小型数控机床,定位精度普遍可达到 0.03mm ,重复定位精度为 0.01mm 。因为数控机床的传动系统与机床结构都具有很高的刚度和热稳定性,而且提高了它的制造精度,特别是数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差,因此,同一批加工零件的尺寸一致性好,产品合格率高,加工质量十分稳定。

在采用点位控制系统的钻孔加工中,由于不需要使用钻模板与钻套,钻模板的坐标误差造成的影响也不复存在。又由于加工中排除切屑的条件得以改善,可以进行有效的冷却,被加工孔的精度及表面质量都有所提高。对于复杂零件的轮廓加工,在编制程序时已考虑到对进给速度的控制,可以做到在曲率变化时,刀具沿轮廓的切向进给速度基本不变,被加工表面就可获得较高的精度和表面质量。

3. 加工生产率高

零件加工所需要的时间包括机动时间与辅助时间两部分。数控机床能够有效地减少这两部分时间,因而加工生产率比一般机床高得多。数控机床主轴转速和进给量的范围比普通机床的范围大,每一道工序都能选用最有利的切削用量,良好的结构刚性允许数控机床进行大切削用量的强力切削,有效地节省了机动时间。数控机床移动部件的快速移动和定位均采用了加速与减速措施,因而选用了很高的空行程运动速度,消耗在快进、快退和定位的时间要比一般机床少得多。

数控机床在更换被加工零件时几乎不需要重新调整机床,而零件又都安装在简单的定位夹紧装置中,可以节省用于停机进行零件安装调整的时间。

数控机床的加工精度比较稳定,一般只做首件检验或工序间关键尺寸的抽样检验,因而可以减少停机检验的时间。因此,数控机床的利用系数比一般机床高得多。

在使用带有刀库和自动换刀装置的数控加工中心机床时,在一台机床上实现了多道工序的连续加工,减少了半成品的周转时间,生产效率的提高就更为明显。

4. 自动化程度高,减轻操作者的劳动强度

数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的,操作者除了操作面板、装卸零件、关键工序的中间测量以及观察机床的运行之外,不需要进行繁重的重复性手工操作,劳动强度与紧张程度均可大为减轻,劳动条件也得到相应的改善。

5. 良好的经济效益

使用数控机床加工零件时,分摊在每个零件上的设备费用是较昂贵的。但在单件、小批量生产情况下,可以节省工艺装备费用、辅助生产工时、生产管理费用及降低废品率,因此能够获得良好的经济效益。

6. 有利于生产管理的现代化

用数控机床加工零件,能准确地计算零件的加工工时,并有效地简化了检验和工夹具、半成品的管理工作。这些特点都有利于使生产管理现代化。

7. 易于建立计算机通信网络

由于数控机床是使用数字信息,易于与计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)系统连接,形成计算机辅助设计和制造与数控机床紧密结合的一体化系统。另外,现在数控机床通过因特网(Internet)、内联网(Intranet)、外联网(Extranet)已可实现远程故障诊断及维修,已初步具备远程控制和调度、进行异地分散网络化生产的可能,从而为今后进一步实现制造过程网络化、智能化提供了必备的基础条件。

任何事物都有两重性,数控加工虽有上述各种优点,但也存在不足之处:由于机床价格较高,提高了起始阶段的投资;维修难度大,对设备维护的要求相应提高;加工中的调整又相对复杂,对操作人员的技术水平要求更高等,使其单位加工成本较高。

1.2 数控车床的功能及结构特点

1.2.1 数控车床的组成及特点

数控车床主要是加工轴类零件和直径不太大的盘类零件,它是应用数量最大的数控

机床种类。为了适应右手操作的习惯,主轴箱布置在左上部。图 1-1 所示为 CK6136 数控车床的外形与组成部件。

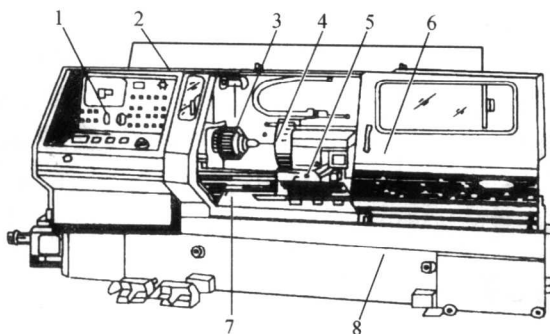


图 1-1 CK6136 数控车床的外形与组成部件

1—操作面板; 2—床头箱; 3—卡盘; 4—转塔刀具; 5—刀架滑板; 6—防护罩; 7—导轨; 8—床身。

1. 数控车床的组成

数控车床主要由以下部件组成。

(1) 主轴箱(床头箱)。主轴箱固定在床身的最左边,在数控操作面板之后。主轴箱中的主轴通过卡盘等夹具装夹工件。主轴箱的功能是支撑主轴并传动主轴,使主轴带动工件按照规定的转速旋转,以实现机床的主运动。

(2) 机械式转塔刀架。机械式转塔刀架安装在机床的刀架滑板上,在它上面可安装 8 把刀具,加工时可实现自动换刀。刀架的作用是装夹车刀、孔加工刀具及螺纹刀具,并在加工时能准确迅速选择刀具。

(3) 刀架滑板。刀架滑板由纵向(Z 向)滑板和横向(X 向)滑板组成。纵向滑板安装在床身导轨上,沿床身实现纵向(Z 向)运动;横向滑板安装在纵向滑板上,沿纵向滑板上的导轨实现横向(X 向)运动。刀架滑板的作用是实现安装在其上的刀具在加工中实现纵向进给和横向进给运动。

(4) 尾座。尾座安装在床身导轨上,并沿导轨可进行纵向移动调整位置。尾座的作用是安装顶尖支撑工件,在加工中起辅助支撑作用。

(5) 床身。床身固定在机床底座上,是机床的基本支撑件,在床身上安装着车床的各主要部件。床身的作用是支撑各主要部件并使它们在工作时保持准确的相对位置。

(6) 底座。底座是车床的基础,用于支撑机床的各部件,连接电气柜,支撑防护罩和安装排屑装置。

(7) 防护罩。防护罩安装在机床底座上,用于加工时保护操作者的安全和保护环境的清洁。

(8) 机床的液压传动系统。机床液压传动系统实现机床上的一些辅助运动,主要是实现机床主轴的变速、尾座套筒的移动及工件自动夹紧机构的动作。

(9) 机床润滑系统。机床润滑系统为机床运动部件间提供润滑和冷却。

(10) 机床切削液系统。机床切削液系统为机床在加工中提供充足的切削液,满足切削加工的要求。

(11) 机床的电气控制系统。机床的电气控制系统主要由数控系统(包括数控装置、

伺服系统及可编程控制器)、机床的强电气控制系统组成。机床电气控制系统完成对机床的自动控制。

2. 数控车床的特点

数控车床一般用来加工出各种形状不同的轴类或盘类回转体零件。它能自动完成内外圆柱面、圆锥面、成形回转表面及螺纹面等的切削加工,所以数控车床特别适合加工形状复杂的轴类或盘类零件。数控车床具有加工灵活、通用性强、能适应产品的品种和规格频繁变化的特点。数控车床加工零件的尺寸精度可达 IT5 ~ IT6,表面粗糙度可达 $1.6\mu\text{m}$ 以下,是目前使用较为广泛的数控机床。

1.2.2 数控车床的分类

随着数控车床制造技术的不断发展,数控车床形成了品种繁多、规格不一的局面。对数控车床的分类可以采取不同的方法。

1. 按数控系统的功能和机械结构的档次分类

1) 经济型数控车床

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系统,其控制部分通常采用单板机或单片机来实现。如图 1-2 所示,此类车床结构简单,价格低廉,但缺少一些诸如刀尖圆弧半径自动补偿和恒表面线速度切削等功能。一般只能进行 2 个平动坐标(刀架的移动)的控制和联动。

2) 全功能型数控车床

全功能型数控车床就是我们日常所说的“数控车床”,如图 1-3 所示。它的控制系统是全功能型的,带有高分辨率的 CRT,带有各种显示、图形仿真、刀具和位置补偿等功能,带有通信或网络接口;采用闭环或半闭环控制的伺服系统,可以进行多个坐标轴的控制;具有高刚度、高精度和高效率等特点。如配有日本 FANUC - OTE、德国 SIEMENS - 810T 系统的数控车床都是全功能型的。

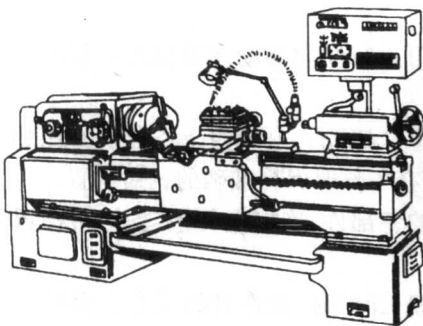


图 1-2 经济型数控车床

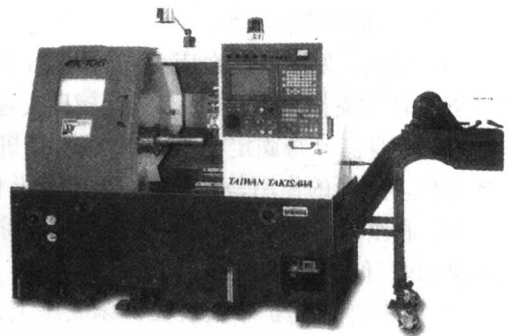


图 1-3 全功能型数控车床

3) 车削中心

车削中心是在全功能型数控车床基础上发展起来的一种复合加工机床,配备刀库、自动换刀器、分度装置、铣削动力头和机械手等部件,能实现多工序复合加工。工件在一次装夹后,它不但能完成数控车床对回转型面的加工,还能完成回转零件上各个表面的加工,如圆柱面或端面上铣槽或平面等(图 1-4)。这就要求主轴除了能承受切削力的作用

和实现自动变速控制外,主轴还要能绕 Z 轴旋转作插补运动或分度运动,车削中心主轴的这种功能称为 C 轴功能。车削中心的功能全面,加工质量和速度都很高,但价格也比较高。

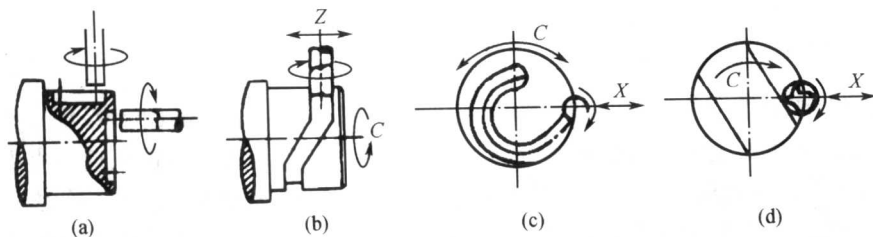


图 1-4 车削中心主轴的 C 轴功能

- (a) C 轴定向时,在圆柱面和端面上铣槽;(b) C 轴、 Z 轴联动插补,在圆柱面上铣螺旋槽;
(c) C 轴、 Z 轴联动插补,在端面上铣螺旋槽;(d) C 轴、 Z 轴联动插补,铣直线和平面。

4) FMC 车床

FMC 是英文 Flexible Manufacturing Cell(柔性加工单元)的缩写。FMC 车床实际上就是一个由数控车床、机器人等构成的系统。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操作,如图 1-5 所示。

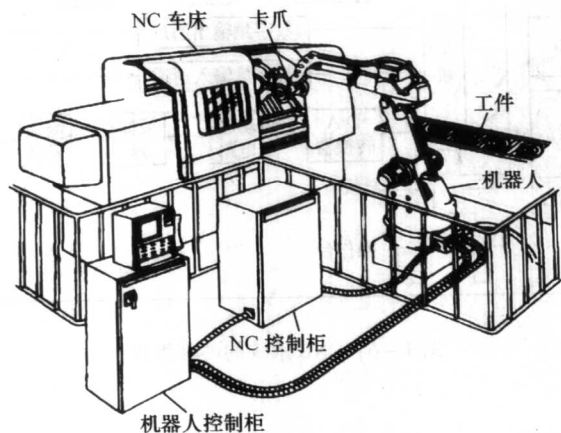


图 1-5 FMC 车床

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。

2) 立式数控车床

主轴轴线处于垂直位置的数控车床。

还有具有 2 根主轴的车床,称为双轴卧式数控车床或双轴立式数控车床。

3. 按数控系统控制的轴数分类

1) 两轴控制的数控车床

机床上只有一个回转刀架或两个排刀架,多采用水平导轨,可实现两坐标轴控制。