

从技工到技师
考证一本通

SHUKONG
CHENGXUYUAN
QUANJISHI
PEIXUN JIAOCHENG

数控程序员全技师
培训教程

韩鸿鸾 丛培兰 主编

面向数控程序员高级工、技师国家职业技能鉴定全过程培训 ●
覆盖高级工、技师全部鉴定考点 ●
学完本书，可能你不是技师，但你已具备了技师的视野和感觉 ●



化学工业出版社

从技工到技师
考证一本通

数控程序员全技师 培训教程

韩鸿鸾 丛培兰 主编

- 面向数控程序员高级工、技师国家职业技能鉴定全过程培训
- 覆盖高级工、技师全部鉴定考点
- 学完本书，可能你不是技师，但你已具备了技师的视野和感觉



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控程序员全技师培训教程/韩鸿鸾, 丛培兰主编.
北京: 化学工业出版社, 2014. 8
(从技工到技师考证一本通)
ISBN 978-7-122-20751-7

I. ①数… II. ①韩…②丛… III. ①数控机床-程序设计-技术培训-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 104742 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 吴 静

文字编辑: 张绪瑞
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 20³/₄ 字数 755 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 79.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书在依据国家职业标准《数控程序员》中的理论知识要求和技能要求的同时，还兼顾了《数控车工》、《数控铣工》、《加工中心操作工》与《电切削工》中的理论知识要求和技能要求，按照岗位培训需要编写的。

职业资格证书等级考试的书籍很多，但大多是按初、中、高、技师（高级技师）几个等级分册编写的。这种编写方式适合不同等级的学习考试，但不适合全过程的培训，随着技术学院、高级技校、技师学院及各种培训机构的增加，高级工、技师（高级技师）全过程的培训也在快速增加，社会上迫切需要适合这种形式的书籍。我们这套书就是在这种形势下产生的。

何谓“全技师”？

全技师是指本书的知识体系涵盖数控程序员高级、技师两个职业等级的全部知识点。一书在手，可以完成从高级程序员到技师的蜕变。

本书内容先进，引用了新观点、新思想以适应经济社会发展和科技进步的需要，体现以职业能力为本位，以应用为核心，以“必需、够用”为度的原则；紧密联系生产实际；加强针对性，与职业资格标准相互衔接。

本书为数控程序员考评教材，在实际应用时，当地可以根据实际情况全用或选用本书的部分内容。

本书由韩鸿鸾、丛培兰主编，袁雪芬、赵峰、马淑香副主编，刘曙光、陈青、宋洪滨、王鹏、陈黎丽、王敏敏、史先伟、王秀珠、胡永英、卢超、阮洪涛、蔡艳辉、王宗霞、韩中华、张玉东、王常义、刘书峰、吴海燕、倪建光、曲善珍、马红荣、董海萍、解芳、丛志鹏、陶建海、马述秀、李鲁平、朱晓华、柳伯超、于海滨参加编写，全书由韩鸿鸾统稿，张玉东主审。

本书在编写过程中得到了烟台、东营、常州、广州、营口、郴州、九江、内蒙古、天津、武汉等省市的职业院校、技师学院、高级技工学校的大力帮助，得到了威海精密机床附件厂、威海联桥仲精机械有限公司、华东数控有限公司的大力支持，在此深表谢意。

由于时间仓促，编者水平有限，书中缺陷及不足在所难免，感谢广大读者给予批评指正。

编者于山东威海

目 录

第一章 数控机床概述	1
第一节 认识数控机床	1
一、基本概念	1
二、数控机床的产生	1
三、数控机床的特点	2
四、数控机床的分类	2
五、数控机床的发展	7
第二节 数控机床的组成	7
思考与练习	13
第二章 数控机床加工程序编制的基础	14
第一节 数控编程概述	14
一、数控编程	14
二、数控机床坐标系	16
三、数控机床的相关点	18
四、数控机床的主要功能	23
五、程序组成	30
六、程序段格式	32
七、主程序与子程序	32
第二节 刀具补偿功能	34
一、刀具尺寸补偿的原理	34
二、车削刀具的尺寸补偿	34
三、铣削刀具的补偿	39
第三节 手工编程的数值计算	44
一、标注尺寸换算	44
二、加工余量的计算	44
三、尺寸链解算	45
四、坐标值计算	48
思考与练习	56
第三章 数控车床与车削中心的编程	57
第一节 概述	57
一、FANUC 数控系统介绍	57
二、FANUC-0i 系统功能介绍	57
三、FANUC 系统数控编程规则	60

四、常用 G 指令介绍	60
第二节 固定循环	68
一、单一固定循环切削 (G90、G94)	68
二、复合循环	72
第三节 用户宏程序	81
一、用户宏程序简介	81
二、B 类型的宏程序	82
三、异型螺纹的加工	87
四、特殊槽的加工	100
五、通用宏程序的编制	102
第四节 数控车削中心编程	104
一、基本指令介绍	104
二、车削中心上的孔加工固定循环	105
三、极坐标插补 (G12.1、G13.1)	114
四、柱面坐标编程 [G07.1 (G107)]	115
五、同步驱动	117
六、多轴车削	123
思考与练习	127
第四章 数控铣床与铣削中心的编程	131
第一节 基本指令简介	131
一、FANUC 系统数控铣床/铣削中心的功能指令	131
二、常用指令简介	133
三、极坐标编程	140
四、坐标变换	141
第二节 固定循环与特殊功能	148
一、固定循环	148
二、特殊加工指令	158
第三节 综合编程实例	167
一、固定斜角平面铣削	167
二、曲面的加工	171
三、内锥螺纹的加工	179
四、旋转轴应用 (变距螺纹的加工)	180
思考与练习	182
第五章 其他常用数控机床的编程	187
第一节 数控磨床的编程	187
一、数控磨床的分类	187
二、平面磨床的编程	190
三、外圆磨床的编程	192
第二节 数控冲床编程	195
一、编程坐标	195
二、数控冲床的编程指令	195
三、常用指令介绍 (以 B 系统为例介绍)	196

思考与练习	203
第六章 电加工机床编程	205
第一节 数控线切割机的编程	205
一、3B 代码编程	205
二、4B 代码编程	207
三、国际标准 ISO 代码编程	208
第二节 数控电火花成型机床的编程	214
一、数控电火花成型机床的功能代码（指令）	214
二、常用 G 指令简介	216
三、M 代码简介	218
四、R 转角功能	219
五、指定加工条件参数	220
思考与练习	223
第七章 自动编程	226
第一节 探针编程	226
一、基本概念	226
二、跟踪探针的标定	227
三、G23 激活跟踪	227
四、G24 激活数字化	233
五、跟踪/数字化固定循环	235
第二节 会话编程	243
一、刀具资料	243
二、程序种类	243
三、孔加工	243
四、铣削加工	249
五、切削液	255
六、JOB 10 AXIS MOVEMNET 指定轴移动	255
七、JOB 12 SUB PROGRAM 子程序呼叫	255
八、坐标变换	256
九、JOB 17 MOTION CALL 子程序	256
第三节 CAD/CAM 技术在数控车削方面的应用	257
一、粗加工	258
二、精加工	258
三、切槽加工	259
四、螺纹加工	261
第四节 CAD/CAM 技术在数控铣削方面的应用	266
一、调入模型	267
二、创建刀具	267
三、创建刀路轨迹	269
四、创建毛坯	269
五、体积铣——粗加工平行铣	270
六、剩余毛坯	271

七、粗加工平行铣仿真和后处理	271
八、体积铣——二次开粗	272
九、曲面铣——根据角度精铣	274
十、生成 NC 报告	276
十一、模拟检验	277
第五节 高速加工	278
一、粗加工数控编程	278
二、精加工数控编程	280
思考与练习	282
理论试题	283
一、选择题	283
二、判断题	295
理论试题答案	302
高级工试题一	305
高级工试题二	307
数控程序员技师试题	309
数控程序员高级工试题	314
附录一 数控程序员技师论文写作与答辩要点	318
一、论文写作	318
二、论文的答辩	319
附录二 数控程序员技师论文撰写实例	320
参考文献	324

第一章

数控机床概述

第一节 认识数控机床

数控程序员基础知识

图 1-1-1 是在数控机床上加工零件的示意，数控机床是现代机械工业的重要技术装备，也是先进制造技术的基础装备。随着微电子技术、计算机技术、自动化技术的发展，数控机床也得到了飞速发展，在我国几乎所有的机床品种都有了数控机床，并且还发展了一些新的品种。

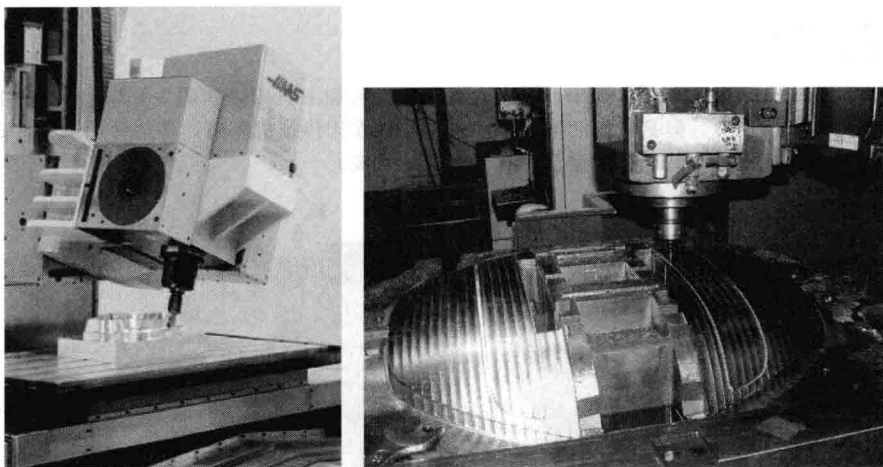


图 1-1-1 数控机床加工零件示意

一、基本概念

数字控制 (Numerical Control) 简称数控 (NC)，是一种借助数字、字符或其他符号对某一工作过程 (如加工、测量、装配等) 进行可编程控制的自动化方法。

数控技术 (Numerical Control Technology) 是指用数字量及字符发出指令并实现自动控制的技术，它已经成为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础技术。

数控系统 (Numerical Control System) 是指采用数字控制技术的控制系统。

计算机数控系统 (Computer Numerical Control) 是以计算机为核心的数控系统。

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是指采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。国际信息处理联盟 (IFIP) 第五技术委员会对数控机床定义如下：数控机床是一个装有程序控制系统的机床，该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。定义中所说的程序控制系统即数控系统。

二、数控机床的产生

1949 年美国空军后勤司令部为了在短时间内造出经常变更设计的火箭零件与帕森斯 (John C. Parson) 公司合作，并选择麻省理工学院伺服机构研究所为协作单位，于 1952 年研制成功了世界上第一台数控机床。1958 年，美国的克耐·杜列克公司 (Keaney & Trecker corp-K&T 公司) 在一台数控镗铣床上增加了自动换刀装置，第一台加工中心问世了，现代意义上的加工中心是 1959 年由该公司开发出来的。我国是从 1958 年开始研制数控机床的。

三、数控机床的特点

- ① 适应性强。
- ② 适合加工复杂型面的零件。
- ③ 加工精度高、加工质量稳定。
- ④ 自动化程度高。
- ⑤ 加工生产率高。
- ⑥ 一机多用。
- ⑦ 减轻操作者的劳动强度。
- ⑧ 有利于生产管理的现代化。
- ⑨ 价格较贵。
- ⑩ 调试和维修较复杂，需专门的技术人员。

四、数控机床的分类

1. 按工艺用途分类

(1) 一般数控机床

最普通的数控机床有钻床、车床、铣床、镗床、磨床和齿轮加工机床，如图 1-1-2 所示。初期它们和传统的通用机床工艺用途虽然相似，但是它们的生产率和自动化程度比传统机床高，都适合加工单件、小批量和复杂形状的零件。现在的数控机床其工艺用途已经有了很大的发展。

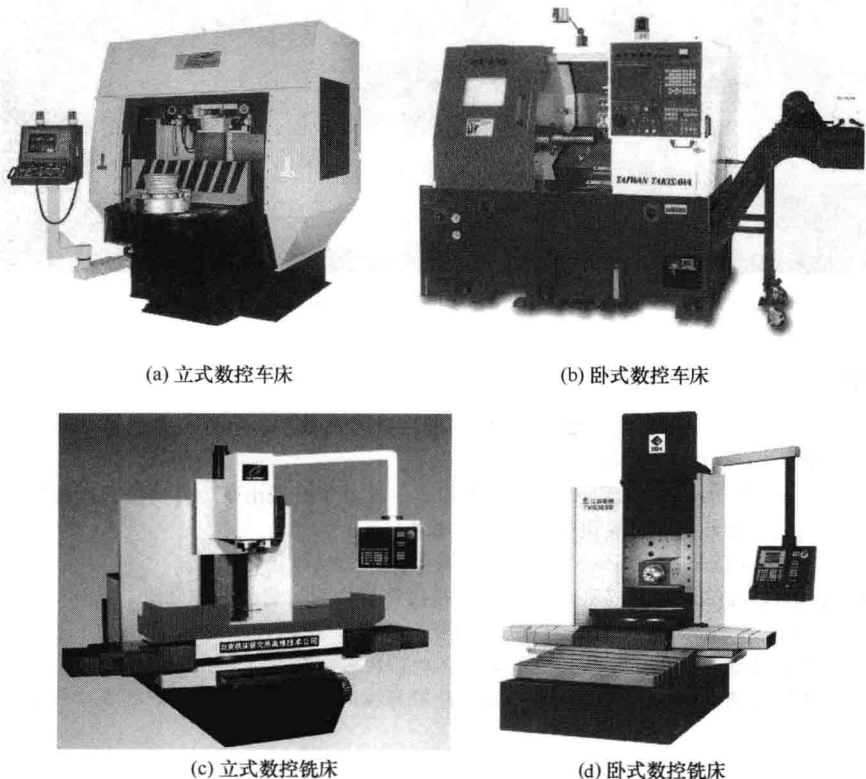


图 1-1-2 常见数控机床

(2) 数控加工中心

这类数控机床是在一般数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置，构成一种带自动换刀装置的数控机床。这类数控机床的出现打破了一台机床只能进行单工种加工的传统概念，实行一次安装定位、完成多工序加工方式。加工中心机床有较多的种类，一般按以下几种方式分类。

1) 按加工范围分类。车削加工中心、钻削加工中心、镗铣加工中心、磨削加工中心、电火花加工中心等。一般镗铣类加工中心简称加工中心, 其余种类加工中心要有前面的定语。

2) 按数控系统联动轴数分类。有 2 坐标加工中心、3 坐标加工中心和多坐标加工中心。

3) 按精度分类。可分为普通加工中心和精密加工中心。

4) 按机床结构分类。卧式加工中心、立式加工中心、五面加工中心和并联加工中心(虚拟加工中心)。

① 卧式加工中心(见图 1-1-3)。卧式加工中心是指主轴轴线水平设置的加工中心, 分固定立柱式或固定工作台式。卧式加工中心一般具有 3~5 个运动坐标轴, 它能在工件一次装夹后完成除安装面和顶面以外的其余四个面的加工, 最适合加工箱体类工件。

② 立式加工中心(见图 1-1-4)。立式加工中心的主轴轴线为垂直设置。其结构多为固定立柱式。立式加工中心适合加工盘类、模具类零件。其结构简单, 占地面积小, 价格低, 配备各种附件后, 可进行大部分工件的加工。

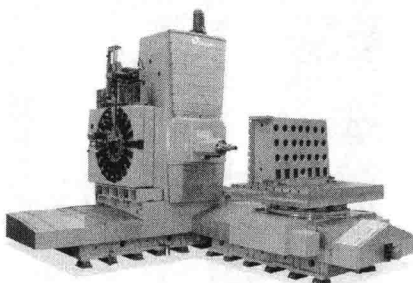


图 1-1-3 卧式加工中心

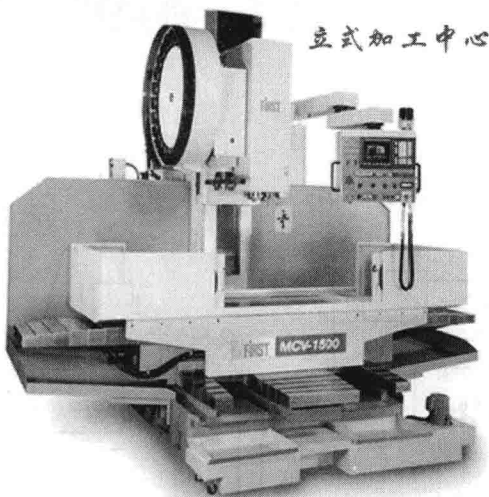


图 1-1-4 立式加工中心

加工大型的零件时, 常用龙门式加工中心。大型龙门式加工中心主轴多为垂直设置, 如图 1-1-5 所示, 尤其适用于大型或形状复杂的零件, 像航空、航天工业及大型汽轮机上零件的加工。其实这是立式加工中心的一种。

③ 五面加工中心(见图 1-1-6)。五面加工中心兼具有立式和卧式加工中心的功能, 工件一次装夹后能完成除安装面外的所有侧面和顶面等五个面的加工。常见的五面加工中心有图 1-1-7 所示两种结构形式: 图 1-1-7 (a) 所示的主轴可以 90° 旋转, 并可按照立式和卧式加工中心两种方式进行切削加工; 图 1-1-7 (b) 所示的工作台可以带着工件做 90° 旋转来完成装夹面外的五面切削加工。

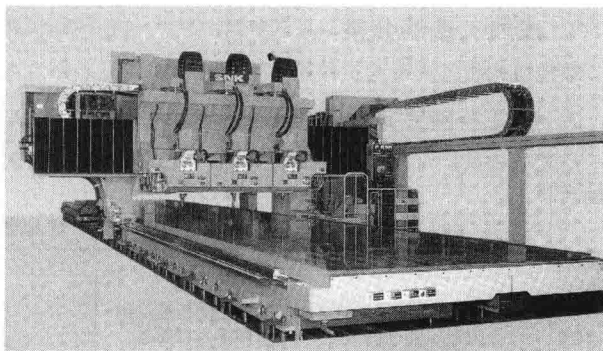


图 1-1-5 大型龙门式加工中心

④ 六杆/三杆数控机床(并联数控机床)。

六杆数控机床(又称虚拟轴机床)是 20 世纪最具革命性的机床运动结构的突破。该数控机床由基座与运动平台及其间的六根可伸缩杆件组成, 每根杆件上的两端通过球面支承分别将运动平台与基座相连, 并由伺服电动机和滚珠丝杠按数控指令实现伸缩运动, 使运动平台带着主轴部件作任意轨迹的运动。工件固定在基座上, 刀具相对工件作六个自由度的运动, 实现所要求的空间加工轨迹。图 1-1-8 是该机床的实物; 其结构见表 1-1-1。

六杆数控机床既有采用滚珠丝杠驱动的又有采用滚珠螺母驱动的。六杆数控机床的关键技术之一是六对球面支承的设计与制造, 球面支承将对运动平台的运动精度和定位精度产生直接影响。

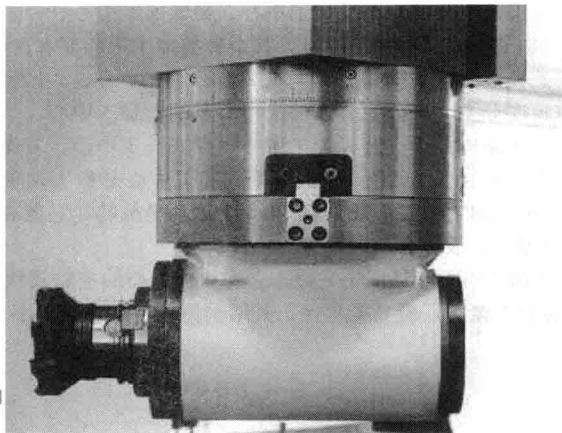


图 1-1-6 五面加工中心



图 1-1-8 并联数控机床

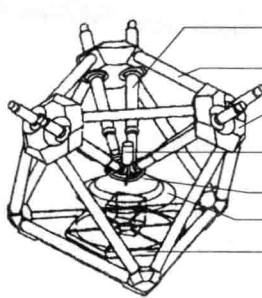
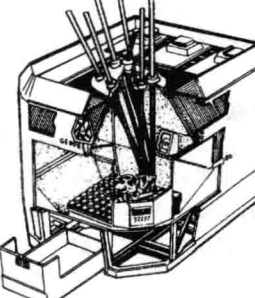
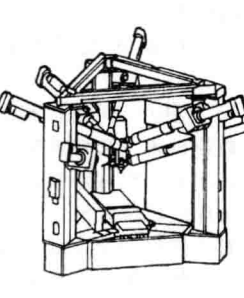
2. 按加工路线分类

数控机床按其进刀与工件相对运动的方式,可以分为点位控制、直线控制和轮廓控制,见表 1-1-2。

3. 按可控制联动的坐标轴分类

所谓数控机床可控制联动的坐标轴,是指数控装置控制几个伺服电动机,同时驱动机床移动部件运动的坐标轴数目。

表 1-1-1 虚拟数控机床

结构图	Hexapod 系列  伺服电动机驱动的可伸缩六杆机构 连接杆 八角固定块 加工用电主轴 主轴固定盘 加工区 工件托盘	G 系列 	Mikromat 系列 
	图 1-1-1 数控机床主要结构图		

续表

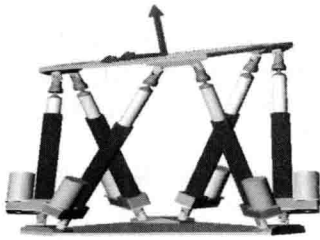
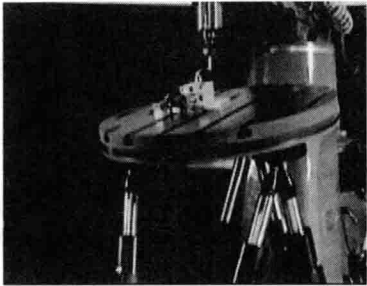
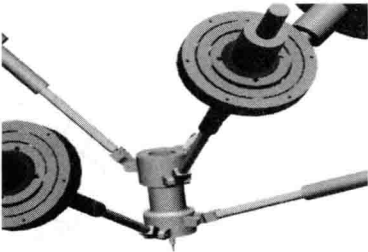
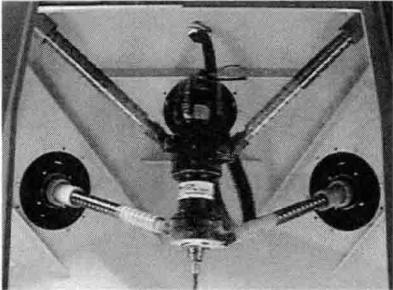
	示意图	加工图
实例	工作台进给 	
	刀具进给 	

表 1-1-2 数控机床按加工路线分类

加工路线控制	图示与说明	应 用
点位控制	 移动时刀具未加工 刀具与工件相对运动时,只控制从一点运动到另一点的准确性,而不考虑两点之间的运动路径和方向	多应用于数控钻床、数控冲床、数控坐标镗床和数控点焊机等
直线控制	 刀具在加工 刀具与工件相对运动时,除控制从起点到终点的准确定位外,还要保证平行坐标轴的直线切削运动	由于只作平行坐标轴的直线进给运动(可以加工与坐标轴成 45°角的直线),因此不能加工复杂的零件轮廓,多用于简易数控车床、数控铣床、数控磨床等
轮廓控制	 刀具在加工 刀具与工件相对运动时,能对两个或两个以上坐标轴的运动同时进行控制	可以加工平面曲线轮廓或空间曲面轮廓,多用于数控车床、数控铣床、数控磨床、加工中心等

(1) 两坐标联动

数控机床能同时控制两个坐标轴联动,即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动,可用于加工各种曲线轮廓的回转体类零件。在加工中能够实现坐标平面的变换,用于加工图 1-1-9 (a) 所示的零件沟槽。

(2) 三坐标联动

数控机床能同时控制三个坐标轴联动，此时，铣床称为三坐标数控铣床，可用于加工曲面零件，如图 1-1-9 (b) 所示。

(3) 两轴半坐标联动

数控机床本身有三个坐标能作三个方向的运动，但控制装置只能同时控制两个坐标联动，而第三个坐标只能作等距周期移动，可加工空间曲面，如图 1-1-9 (c) 所示零件。数控装置在 ZX 坐标平面内控制 X、Z 两坐标联动，加工垂直面内的轮廓表面，控制 Y 坐标作定期等距移动，即可加工出零件的空间曲面。

(4) 多坐标联动

能同时控制四个以上坐标轴联动的数控机床，多坐标数控机床的结构复杂、精度要求高、程序编制复杂，主要应用于加工形状复杂的零件。五轴联动铣床加工曲面形状零件，如图 1-1-9 (d) 所示；六轴加工中心示意，如图 1-1-10 所示。

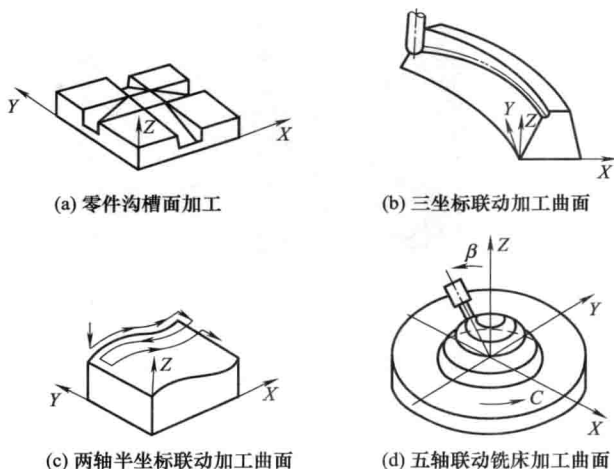


图 1-1-9 空间平面和曲面的数控加工

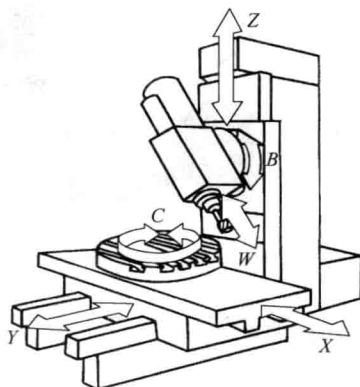


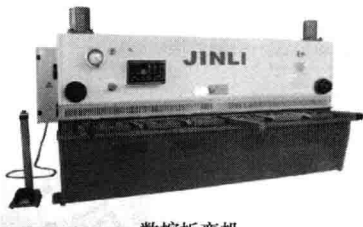
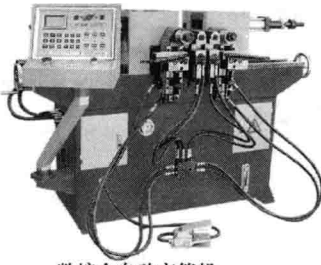
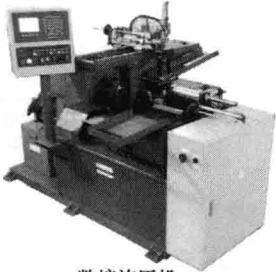
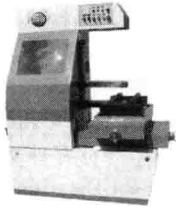
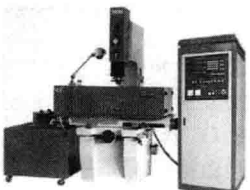
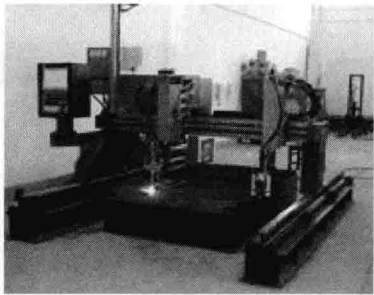
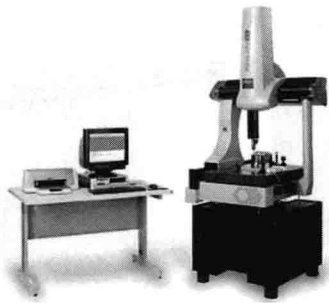
图 1-1-10 六轴加工中心

4. 按加工方式分类 (表 1-1-3)

表 1-1-3 按加工方式分类

加工方式	图示 举例
金属切削类数控机床	

续表

加工方式	图示举例
金属成形类数控机床	   数控折弯机 数控全自动弯管机 数控旋压机
数控特种加工机床	   数控电火花线切割机床 数控电火花成形加工机床 数控激光切割机
其他类型数控机床	  数控火焰切割机 数控三坐标测量机

五、数控机床的发展

数控机床的发展趋势是工序集中；高速、高效、高精度；方便实用；多功能化；智能化；高可靠性；高柔性；小型化与开放式体系结构。如纳米铣床加工就是纳米加工头通过刀柄夹装到铣床上，通过铣床工作台或主轴的移动，带动纳米加工头对工件表面进行纳米加工，可实现平面、曲面加工。一次加工到镜面效果，一般 Ra 值都在 $0.1\mu\text{m}$ 以下。其优势是可代替传统的手工平面抛光、研磨；抛光表面无波浪形，几何尺寸稳定；解决曲面抛光的难题，无污染，抛光效率大大提高；预置压应力，提高工件表面硬度、提高工件表面质量（疲劳寿命、耐磨性、耐腐蚀性）；降低成本。

第二节 数控机床的组成

数控程序员工艺基础要求

数控机床一般由计算机数控系统和机床本体两部分组成，其中计算机数控系统是由输入/输出设备、计算机数控装置（CNC 装置）、可编程控制器、主轴驱动系统和进给伺服驱动系统等组成的一个整体系统，如图 1-2-1 所示。

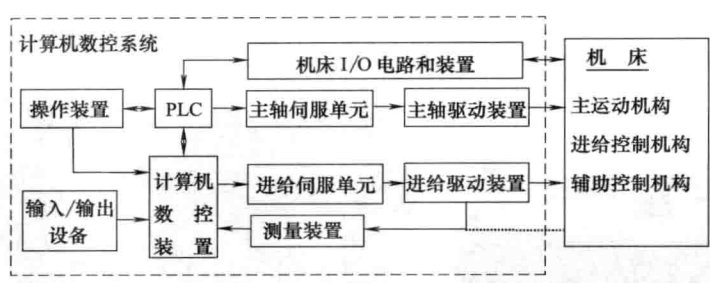


图 1-2-1 数控机床的组成

1. 输入/输出装置

程序员经常用到，应掌握

数控机床在进行加工前，必须接收由操作人员输入的零件加工程序（根据加工工艺、切削参数、辅助动作以及数控机床所规定的代码和格式编写的程序，简称为零件程序。现代数控机床上该程序通常以文本格式存放），然后才能根据输入的零件程序进行加工控制，从而加工出所需的零件。此外，数控机床中常用的零件程序有时也需要在系统外备份或保存。

因此数控机床中必须具备必要的交互装置，即输入/输出装置来完成零件程序的输入/输出过程。

零件程序一般存放于便于与数控装置交互的一种控制介质上，早期的数控机床常用穿孔纸带、磁带等控制介质，现代数控机床常用移动硬盘、Flash（U 盘）、CF 卡（图 1-2-2）及其他半导体存储器等控制介质。此外，现代数控机床可以不用控制介质，直接由操作人员通过手动数据输入（Manual Data Input，简称 MDI）键盘输入零件程序；或采用通信方式进行零件程序的输入/输出。目前数控机床常采用的通信方式有：串行通信（RS232、RS422、RS485 等）；自动控制专用接口和规范，如 DNC（Direct Numerical Control）方式，MAP（Manufacturing Automation Protocol）协议等；网络通信（Internet，Intranet，LAN 等）及无线通信〔无线接收装置（无线 AP）、智能终端〕等。

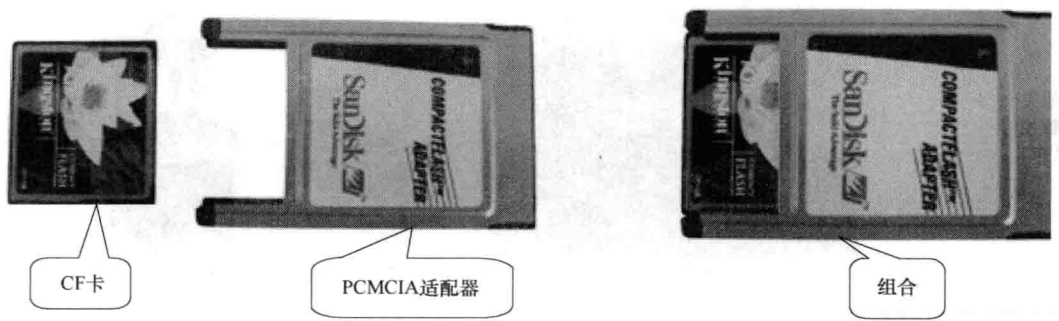


图 1-2-2 CF 卡

2. 操作装置

操作装置是操作人员与数控机床（系统）进行交互的工具，一方面，操作人员可以通过它对数控机床（系统）进行操作、编程、调试或对机床参数进行设定和修改，另一方面，操作人员也可以通过它了解或查询数控机床（系统）的运行状态，它是数控机床特有的一个输入输出部件。操作装置主要由显示装置、NC 键盘（功能类似于计算机键盘的按键阵列）、机床控制面板（Machine Control Panel，简称 MCP）、状态灯、手持单元等部分组成，如图 1-2-3 为 FANUC 系统的操作装置，其他数控系统的操作装置布局与之相比大同小异。

（1）显示装置

数控系统通过显示装置为操作人员提供必要的信息，根据系统所处的状态和操作命令的不同，显示的信息可以是正在编辑的程序、正在运行的程序、机床的加工状态、机床坐标轴的指令/实际坐标值、加工轨迹的图形仿真、故障报警信号等。

较简单的显示装置只有若干个数码管，只能显示字符，显示的信息也很有限；较高级的系统一般配有 CRT 显示器或点阵式液晶显示器，一般能显示图形，显示的信息较丰富。

（2）NC 键盘

NC 键盘包括 MDI 键盘及软键功能键等。

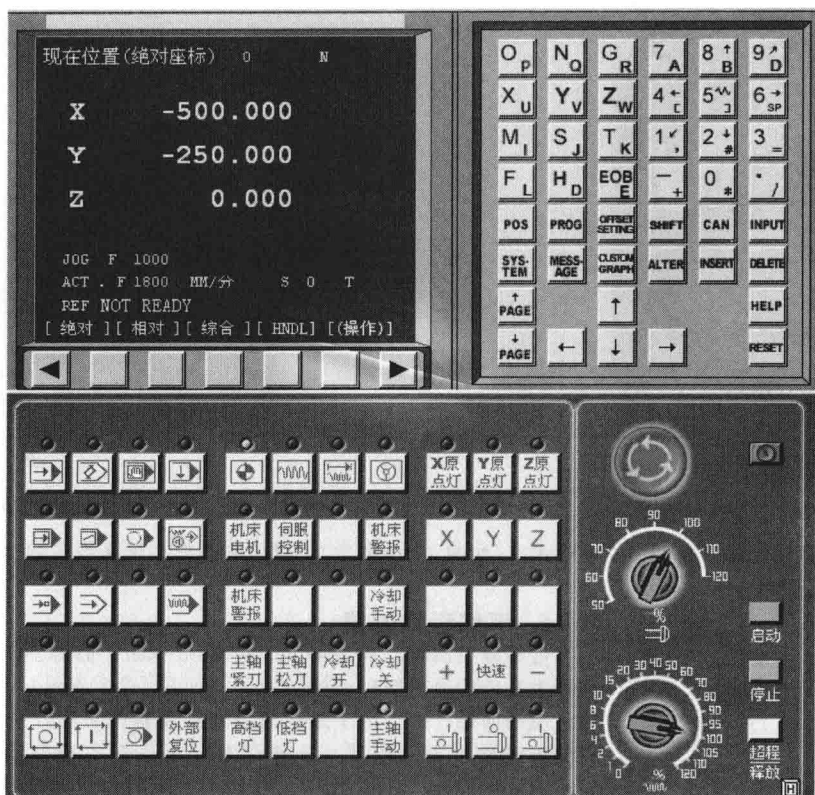


图 1-2-3 FANUC 系统操作装置

MDI 键盘一般具有标准化的字母、数字和符号（有的通过上档键实现），主要用于零件程序的编辑、参数输入、MDI 操作及系统管理等。

功能键一般用于系统的菜单操作（如图 1-2-3 所示）。

(3) 机床控制面板 MCP

机床控制面板集中了系统的所有按钮（故可称为按钮站），这些按钮用于直接控制机床的动作或加工过程，如启动、暂停零件程序的运行，手动进给坐标轴，调整进给速度等（如图 1-2-3 所示）。

(4) 手持单元

手持单元不是操作装置的必需件，有些数控系统为方便用户配有手持单元用于手摇方式增量进给坐标轴。

手持单元一般由手摇脉冲发生器 MPG、坐标轴选择开关等组成，如图 1-2-4 所示为手持单元的一种形式。

3. 计算机数控装置（CNC 装置或 CNC 单元）

计算机数控（CNC）装置是计算机数控系统的核心，如图 1-2-5 所示。其主要作用是根据输入的零件程序和操作指令进行相应的处理（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），控制其动作，加工出需要的零件。所有这些工作是由 CNC 装置内的系统程序（亦称控制程序）进行合理的组织，在 CNC 装置硬件的协调配合下，有条不紊地进行的。

4. 伺服机构

伺服机构是数控机床的执行机构，由驱动机构和执行机构两大部分组成，如图 1-2-6 所示。它接受数控装置的指令信息，并按指令信息的要求控制执行部件的进给速度、方向和位移。指令信息是以脉冲信息体现的，每一脉冲使机床移动部件产生的位移量称为脉冲当量。目前数控机床的伺服机构中，常用的位移执行机构有功率步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机和直线电动机。

5. 检测装置

检测装置（也称反馈装置）对数控机床运动部件的位置及速度进行检测，通常安装在机床的工作台、丝杠或驱动电动机转轴上，相当于普通机床的刻度盘和人的眼睛，它把机床工作台的实际位移或速度转变成电信号反馈给 CNC 装置或伺服驱动系统，与指令信号进行比较，以实现位置或速度的闭环控制。数控机床上常用的