

从技工到技师 考证一本通

数控铣工/
加工中心
操作工

中级工

高级工

技师

高级技师

全技师

培训教程

SHUKONG XIGONG
JIAGONGZHONGXIN
CAOZUOGONG
QUANJISHI
PEIXUN JIAOCHENG

韩鸿鸾 王常义 吴海燕 主编

- 面向数控铣工/加工中心操作工中、高、技师、高级技师国家职业技能鉴定全过程培训
- 覆盖中级工、高级工、技师、高级技师全部鉴定考点
- 学完本书，可能你不是高级技师，但你已具备了高级技师的视野和感觉



化学工业出版社

● 本书是面向职业技能鉴定的全技师培训教程，内容涵盖从中级工到高级技师的全部考核知识点，让读者在了解数控操作知识和技能全貌的基础上，进行针对性和有选择性的学习。作者们的教学实践证明，较使用按各等级分册教材学习，这种学习方法效率更高、效果更好。

● 本书内容包括：数控铣床/加工中心的应用基础、FANUC系统数控铣床/加工中心编程与操作、SIEMENS (802D)系统数控铣床/加工中心编程与操作、软件应用、数控机床的维修、试题库等。本书在每节的最后还有思考与练习，以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

● 本书重点突出、特色鲜明，内容取自于实践，主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构的教材，也可以作为工厂中数控机床操作人员的参考书，还适合于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术（技师）学院、高级技校、继续教育学院和民办高校的数控与机电专业用书。

第一节 螺旋的加工

一、夹具

中级工内容



(a) 液动式三爪自定心单动卡盘



(b) 螺旋式三爪自定心单动卡盘



(c) 气动式四爪卡盘

.....

三、柱面坐标编程【G07.1 (G107)】

技师内容

柱面坐标编程是将以角度指定的旋转轴移动量，先变换圆周上的直线轴距离和其他轴间进行直线插补、圆弧插补。插补后再逆变换成旋转轴移动量。

柱面坐标功能可在圆柱侧面展开的形状下编制程序，因此，圆柱凸轮的沟槽加工程序很容易编制。

.....

从技工到技师考证一本通

- 数控车工全技师培训教程
- 数控铣工/加工中心操作工全技师培训教程
- 数控机床装调维修工全技师培训教程

ISBN 978-7-122-05428-9



9 787122 054289 >

定价：68.00元

销售分类建议：机械 / 数控技术

从技工到技师
考证一本通



培训教程

SHUKONG XIGONG
JIAGONGZHONGXIN
CAOZUOGONG
QUANJISHI
PEIXUN JIAOCHENG

韩鸿鸾 王常义 吴海燕 主编

- 面向数控铣工/加工中心操作工中、高、技师、高级技师国家职业技能鉴定全过程培训
- 覆盖中级工、高级工、技师、高级技师全部鉴定考点
- 学完本书，可能你不是高级技师，但你已具备了高级技师的视野和感觉



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣工/加工中心操作工全技师培训教程/韩鸿鸾,
王常义, 吴海燕主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 6
(从技工到技师考证一本通)
ISBN 978-7-122-05428-9

I. 数… II. ①韩…②王…③吴… III. ①数控机床:
铣床-技术培训-教材②数控机床加工中心-技术培训-教材
IV. TG547 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 062690 号

责任编辑: 王 焯
责任校对: 王素芹

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 28 $\frac{1}{4}$ 字数 979 千字 2009 年 8 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是根据国家有关部门最新制定的国家职业标准中《数控铣工/加工中心操作工》的要求编写的。

职业资格证书等级考试的书籍很多，但大都是按初、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。这本书就是在这种形势下编写的。

何谓“全技师教程”？

全技师教程是指本书的知识体系涵盖数控中级工、高级工、技师、高级技师各等级的全部知识点。一书在手，可以完成从中级工到高级技师的蜕变。

本书既是数控职业培训教材编写方式的创新，更是数控职业教育模式的拓展和延伸。除此之外，本书还有以下几方面特色。

1. 体现以职业能力为本位，以应用为核心，以“必需、够用”为限度，突出“零起点快速上岗”的特点，紧密联系生活、生产实际，与相应的职业资格标准相互衔接。

2. 注意用新观点、新思想来审视、阐述经典内容；适应经济社会发展和科技进步的需要，及时更新教学内容，反映新知识、新技术、新工艺、新方法。引用数据、图表、材料可靠。精选了大量的实例。

3. 渗透职业道德和职业意识教育；体现就业导向，有助于学生树立正确的择业观；培养学生爱岗敬业、团队精神和创业精神；树立安全意识和环保意识。知识体系设计合理，循序渐进，符合学生心理特征和认知、技能养成规律；文字规范、简练，符合语法规则；语句通顺流畅，条理清楚，可读性强；标点符号、计量单位使用规范正确；图文并茂，配合得当；图表清晰、美观，图形绘制和标注规范，缩比恰当。

本书不仅可以作为工人培训、数控机床操作与维修人员用书，更适合于高等职业院校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术（技师）学院、高级技校、继续教育学院和民办高校的数控与机电专业用书。

作为数控铣工/加工中心操作工考评教材，在实际应用时，当地可以根据实际情况全用或选用本书的相关内容。

本书由韩鸿鸾、王常义、吴海燕主编，丛军滋、陶建海、马九营、张玉东副主编，倪建光、李鲁平、曲善珍、李秀英、徐朝明、王吉明、祝强、孙明旗、原宗飞、李书伟、宋修祥、王凤娇、林清霞、邢晓卉等参加了编写，全书由韩鸿鸾统稿，南京工程学院的毕毓杰主审。

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，书中不妥之处，恳请广大读者给予批评指正。

编者
于山东威海

目 录

第一篇 数控铣床/加工中心的应用基础	1
第一章 数控机床的基础知识	1
第一节 认识数控机床	1
一、基本概念	1
二、数控加工与传统加工的比较	1
三、数控机床的产生	2
四、数控机床的特点	2
五、数控机床的分类	2
六、数控机床的发展	4
第二节 数控机床的组成与工作原理	6
一、数控机床的组成	6
二、数控机床的工作原理	9
三、数控机床的插补原理	10
第三节 先进制造系统简介	12
一、计算机直接数控系统 (DNC)	12
二、柔性制造单元 FMC	13
三、柔性制造系统 FMS	14
四、计算机集成制造系统 CIMS	14
五、数控机床的网络技术	15
第二章 数控铣床/加工中心的应用	17
第一节 数控铣床/加工中心	17
一、数控铣削加工的特点	17
二、数控铣削加工的主要对象	17
三、数控机床坐标系	21
第二节 数控铣床/加工中心的组织与质量管理	23
一、成组技术在数控加工中的应用	23
二、“5S”管理	24
三、文明生产	25
四、数控机床安全生产规程	27
五、质量管理与控制	28
六、9000 系列标准	30
第三节 数控铣床/加工中心的安装与精度检验	32
一、数控铣床的安装	32
二、精密量仪	34
三、数控铣床/加工中心几何精度	38
四、数控铣床/加工中心定位精度	39

五、数控铣床/加工中心加工精度	41
六、机床空运转试验	44
七、机床连续空运转试验	45
八、机床负荷试验	46
九、最小设定单位试验	46
十、原点返回试验	48
第四节 数控铣床/加工中心的维护保养	49
一、机械部件的维护	49
二、直流伺服电动机的维护	50
三、位置检测元件的维护	50
四、数控系统日常维护	51
五、数控铣床/加工中心的定期检查	52
六、数控铣床/加工中心的不定期点检	54
第二篇 FANUC 系统数控铣床/加工中心部分	55
第三章 数控机床的操作与仿真	55
第一节 数控铣床/加工中心的手动操作	55
一、操作面板简介	55
二、数控铣床/加工中心的手工操作	59
三、手动钻孔	63
四、与参考点有关的指令	64
第二节 对刀与参数设置	65
一、对刀	65
二、工件坐标系的设定	69
三、PMC 的参数设置	73
第三节 程序编辑与自动加工	77
一、程序编辑	77
二、程序的输入与输出	79
三、自动加工	80
四、显示数据	81
五、镜像功能	84
六、程序的再启动	84
七、程序的复制	86
八、移动部分程序	87
九、合并程序	87
第四章 平面与外轮廓加工	89
第一节 平面加工	89
一、数控铣床/加工中心用铣平面夹具	89
二、在数控铣床/加工中心加工平面常用刀具	92
三、平面铣削工艺	95
四、数控程序编制的基础	98
五、平面的检测常用量具	103
六、平面度误差的检测	106
七、平面加工中常见误差	108
第二节 外轮廓的加工	109
一、数控铣削加工工序的划分	109
二、铣削内外轮廓的进给路线	110

三、数控加工工艺文件	111
四、手工编程中的数学处理	113
五、指令介绍	117
六、刀具半径补偿	120
第五章 孔系加工与箱体类零件加工	126
第一节 孔系加工	126
一、孔加工用刀具及其选择	126
二、切削液	130
三、孔加工的进给路线	131
四、孔加工的固定循环功能	133
五、孔的测量	141
六、孔加工常见误差及修正	142
第二节 箱体零件的加工	145
一、常用刀具系统	145
二、常用高速数控刀具刀柄	147
三、箱体类零件的测量	157
第六章 槽与复合轮廓加工	165
第一节 槽类零件的加工	165
一、槽的加工工艺	165
二、子程序	167
三、对称度误差的检测	173
四、导致键槽产生加工误差的原因	174
第二节 复合轮廓的加工	174
一、机夹可转位刀片及代码	174
二、刀具磨损和刀具寿命	176
三、高速切削刀具	177
四、坐标变换	178
五、极坐标编程	181
第七章 曲面加工	186
第一节 非圆曲线轮廓的铣削	186
一、加工原理	186
二、用户宏程序	187
三、A类型的宏程序	188
四、粗糙度的测量	191
第二节 固定斜角平面铣削	193
一、B类宏程序编程	193
二、用户宏程序的调用	196
三、一般零件的编程	197
四、通用宏程序的编写	199
五、角度测量	202
第三节 曲面的加工	204
一、刀具	204
二、曲面轮廓加工工艺	205
三、曲面的测量	207
第八章 特殊零件加工	214
第一节 螺旋件的加工	214
一、夹具	214

二、螺旋线加工	214
三、柱面坐标编程 [G07.1 (G107)]	215
四、螺纹的测量	218
五、螺旋槽 (或面) 的检测	219
六、螺旋面和槽 (凸轮) 的误差分析	220
第二节 型腔加工	220
第三节 异形零件与高速加工	227
一、异形件的加工	227
二、高速铣削的数控编程	231
第四节 配合件的加工	233
第三篇 SIEMENS (802D) 系统数控铣床/加工中心部分	237
第九章 SIEMENS (802D) 数控铣床/加工中心的操作与仿真	237
第一节 数控铣床/加工中心的程序编辑	237
一、系统控制面板	237
二、SIEMENS 802D 数控系统屏幕的划分	239
三、SIEMENS 802D 机床控制面板	241
四、程序编辑	242
五、通过 RS232 接口进行数据传送	245
六、插入固定循环	245
第二节 对刀与参数的设定	247
一、输入刀具参数及刀具补偿参数	247
二、输入/修改零点偏置值	250
三、设定编程数据	253
四、设定 R 参数值	255
五、PLC 参数的设置	255
第三节 数控铣床/加工中心的操作与仿真	259
一、开机与关机	259
二、刀具装夹	259
三、回参考点	260
四、手动控制进给运动	261
五、MDA 运行方式 (手动输入)	262
六、自动加工	263
七、程序段搜索	266
八、执行外部程序 (由 RS232 接口输入)	267
九、坐标系切换	268
十、数控仿真软件的应用	268
第十章 轮廓加工	275
第一节 外轮廓的加工	275
一、基本知识	275
二、基本准备功能介绍	277
三、其他指令	284
四、循环	285
第二节 内轮廓的加工	295
一、子程序	295
二、极坐标与柱面坐标	296
三、坐标变换	298

第十一章 孔系与型腔加工	306
第一节 孔系零件的加工	306
一、孔加工固定循环概述	306
二、孔加工固定循环指令介绍	306
第二节 槽类零件与型腔的加工	316
一、圆弧形排列键槽铣削 LONGHOLE	316
二、圆弧槽铣削 SLOT1	318
三、铣圆周槽 SLOT2	320
四、矩形型腔铣削 POCKET3	322
五、圆形型腔加工 POCKET4	325
第十二章 特殊零件与配合件的加工	332
第一节 螺旋加工	332
一、螺旋线加工	332
二、螺纹循环加工	333
三、圆柱分度凸轮的加工（四个坐标轴）	341
第二节 非圆曲线的加工	344
一、参数编程的基本概念	344
二、R 参数的运算	345
三、跳转指令	346
四、加工实例	347
第四篇 自动编程部分	349
第十三章 MILL 加工	349
第一节 平面铣削的加工	349
一、机床设备的选择	349
二、刀具的设定	349
三、刀具轨迹生成	351
四、实体切削验证	351
五、后置处理	352
第二节 轮廓加工	352
一、外轮廓铣削	352
二、曲面粗加工	354
三、曲面精加工	355
第三节 型腔加工	356
一、挖槽加工	356
二、等高线挖槽	358
三、钻孔加工	358
四、浅平面加工	360
五、实体验证	361
第五篇 数控机床的维修部分	362
第十四章 数控铣床/加工中心的机械故障诊断和排除	362
第一节 概述	362
一、数控机床的故障	362
二、数控机床故障产生的规律	362
三、数控机床故障的分类	362

四、数控机床故障的诊断	363
五、数控机床的修理	364
六、数控机床维修常用的工具	365
七、数控机床维修常用的仪表	366
八、数控机床维修常用的仪器	366
第二节 数控铣床的机械故障诊断和排除	367
一、数控机床的主传动系统	367
二、高速主轴	368
三、数控铣床与加工中心的主轴部件	369
四、滚珠丝杠螺母副	372
五、直线电动机传动	373
六、数控机床用导轨	375
七、自动换刀装置	376
八、辅助装置	382
第三节 数控铣床/加工中心的液压与气压系统	389
一、VP1050 加工中心液压系统	389
二、TH6350 卧式加工中心液压系统	390
三、H400 型卧式加工中心气动系统	391
第十五章 数控铣床/加工中心的电气故障诊断和排除	394
第一节 数控铣床/加工中心的强电系统的故障诊断和排除	394
一、电路介绍	394
二、数控机床的抗干扰技术	395
第二节 PMC 参数的调整	397
第三节 典型数控系统故障排除	401
一、SIEMENS 数控系统的硬件	401
二、数控系统故障排除实例	406
试题库——技能试题	409
第一部分 中级工技能试题	409
一、铣样板	409
二、圆弧连接板	410
第二部分 高级工技能试题	412
一、按要求加工图 5 所示零件	412
二、按要求加工图 6 所示零件	413
第三部分 技师技能试题	413
一、配合件的加工(一)	413
二、配合件的加工(二)	416
三、软件应用题	417
试题库——理论试题	419
一、选择题	419
二、判断题	429
附录一 数控铣削加工常用词汇英汉对照表	436
附录二 数控铣工/加工中心技师(高级技师)论文写作与答辩要点	439
一、论文写作	439
二、论文的答辩	440
参考文献	441

第一节 认识数控机床

中级工内容

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、数控加工与传统加工的比较

数控加工与传统加工的比较如图 1-1-1 所示。

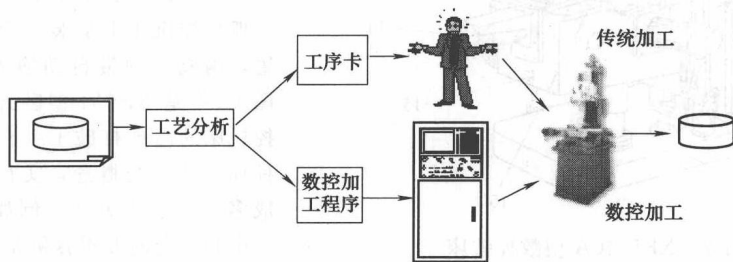


图 1-1-1 传统加工与数控加工的比较

在普通机床上加工零件, 一般先要对零件图样进行工艺分析, 制定出零件加工工艺规程 (工序卡)。在工艺规程中规定加工工序、使用的机床、刀具、夹具等内容, 机床操作者则根据工序卡的要求, 在加工过程中操作机床, 自行选定切削用量、进给路线和工序内的工步安排等, 不断地改变刀具与工件的相对运动轨迹

和运动参数（位置、速度等），使刀具对工件进行切削加工，从而得到所需要的合格零件。

在 CNC 机床上，传统加工过程中的人工操作均被数控系统所取代。其工作过程如下：首先要将被加工零件图样上的几何信息和工艺信息数字化，即编成零件程序，再将加工程序单中的内容记录在磁盘等控制介质上，然后将该程序送入数控系统。数控系统则按照程序的要求，进行相应的运算、处理，然后发出控制命令，使各坐标轴、主轴以及辅助动作相互协调运动，实现刀具与工件的相对运动，自动完成零件的加工。

三、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。

四、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

五、数控机床的分类

目前数控机床的品种很多，通常按下面几种方法进行分类。

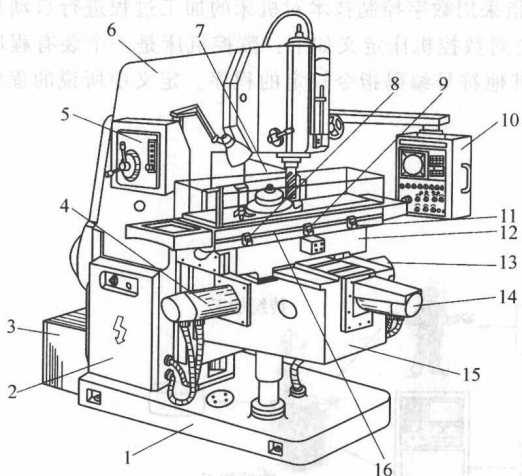


图 1-1-2 XK5040A 型数控铣床

- 1—底座；2—强电柜；3—变压器箱；4—升降进给伺服电动机；
5—主轴变速手柄和按钮板；6—床身立柱；7—数控柜；
8,11—纵向行程限位保护开关；9—纵向参考点设定挡铁；
10—操纵台；12—横向溜板；13—纵向进给伺服电动机；
14—横向进给伺服电动机；15—升降台；16—纵向工作台

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。它们和传统的通用机床工艺用途相似，但是生产率和自动化程度比传统机床高，适合加工单件、小批量和复杂形状的工件。图 1-1-2 是 XK5040A 型数控铣床。

(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。图 1-1-3 是 XH754 型卧式加工中心。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。例如 TH5632 型立式加工中心，它的刀库容量是 16 把刀具，在刀具和主轴之间有一换刀机械手，工件一次装夹后，可自动连续进行铣、钻、镗、铰、扩、攻螺纹等多种工序加工。数控加工中心因一次安装定位完成多工序加工，避免了因工件多次安装造成的误差，减少机床台数，提高

了生产效率和加工自动化程度。各种数控机床的照片见图 1-1-4。

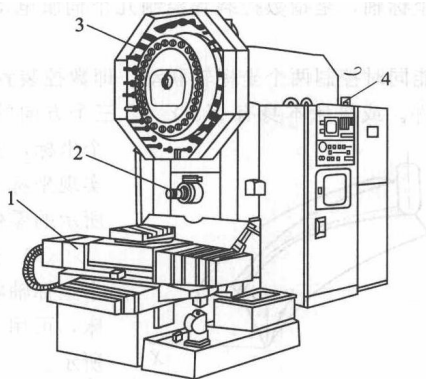
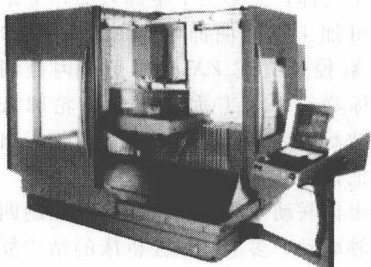
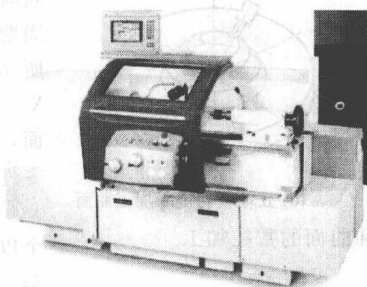


图 1-1-3 XH754 型卧式加工中心

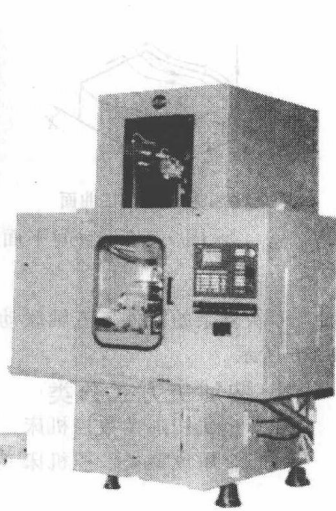
1—工作台；2—主轴；3—刀库；4—数控柜



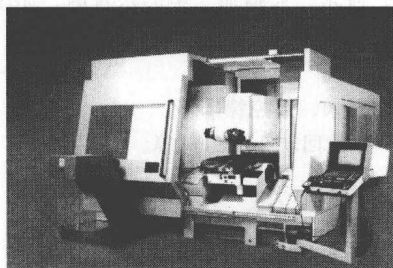
(a) 数控铣床与加工中心



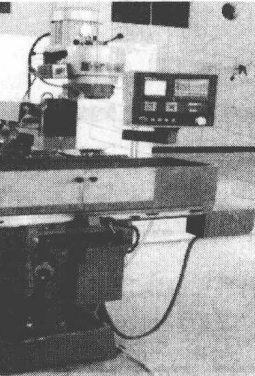
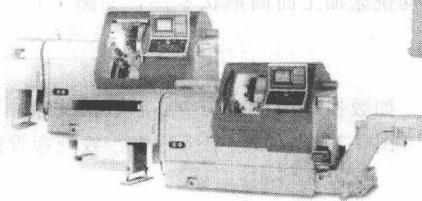
(b) 数控车床与车削中心



(c) 数控剃齿机床



(d) 数控磨床



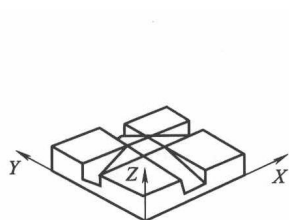
(e) 数控钻床

图 1-1-4 各种数控机床的照片

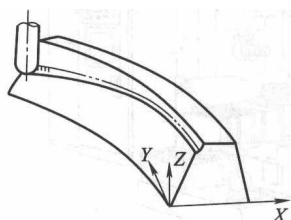
2. 按可控制联动的坐标轴分类

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。

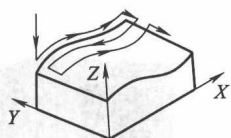
(1) 两坐标联动 数控机床能同时控制两个坐标轴联动，即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动，可用于加工各种曲线轮廓的回转体类零件。或机床本身有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动，数控装置中只能同时控制两个坐标，实现两个坐标轴联动，但在加工中能实现坐标平面的变换，用于加工图 1-1-5 (a) 所示的零件沟槽。



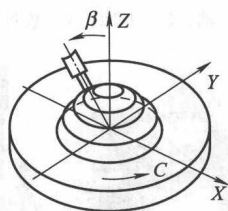
(a) 零件沟槽面加工



(b) 三坐标联动曲面加工



(c) 两坐标联动加工曲面



(d) 五轴联动铣床加工曲面

图 1-1-5 空间平面和曲面的数控加工

(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 1-1-5 (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，而第三个坐标只能作等距周期移动，可加工空间曲面，如图 1-1-5 (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 数控机床能同时控制四个以上坐标轴联动，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 1-1-5 (d) 所示，六轴加工中心示意图，如图 1-1-6 所示。

3. 按加工方式分类

- (1) 金属切削类数控机床 如数控车床、加工中心、数控钻床、数控磨床、数控镗床等。
- (2) 金属成型类数控机床 (图 1-1-7) 如数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等。

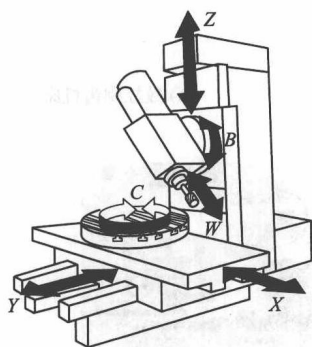
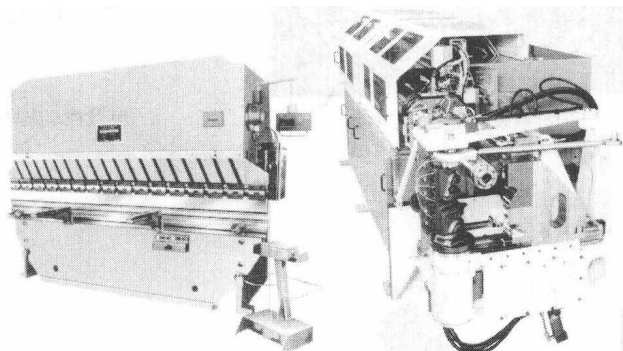


图 1-1-6 六轴加工中心



(a) 数控折弯机

(b) 数控弯管机

图 1-1-7 数控成型机床

- (3) 特种数控加工机床 (图 1-1-8) 如数控线 (电极) 切割机床、数控电火花加工机床、数控激光切割机等。
- (4) 广义数控机床 (图 1-1-9) 如火焰切割机、数控三坐标测量机、工业机器人等。

六、数控机床的发展

数控机床的发展方向如下。

- ① 开放式数控系统逐步得到发展和应用



图 1-1-8 特种加工类数控机床

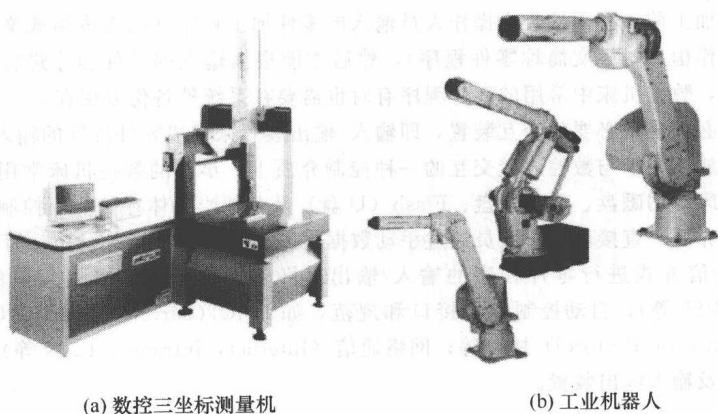


图 1-1-9 广义数控机床

- ② 小型化以满足机电一体化的要求
- ③ 改善人机接口，方便用户使用
- ④ 提高数控系统产品的成套性
- ⑤ 研究开发智能型数控系统

思考与练习

1. 通过工厂参观认识各种数控机床。
2. 解释以下名词
 - (1) 数字控制
 - (2) 数控系统
 - (3) 数控机床
3. 简述数控机床的特点。
4. 简述数控机床的分类。

第二节 数控机床的组成与工作原理

一、数控机床的组成

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。

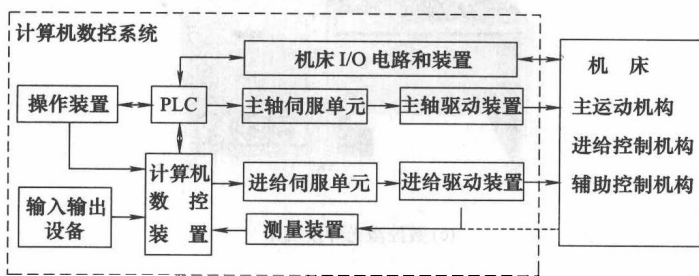


图 1-2-1 数控机床的组成

1. 输入/输出装置

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（以文本格式文件存放的与加工零件有关的工艺参数和动作信息，下文简称零件程序），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，现代数控机床常用磁盘、移动硬盘、Flash（U 盘）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）在键盘输入零件程序；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通信的方式有：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）图 1-2-2 所示为目前常用的部分控制介质及输入输出装置。

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（图 1-2-3）部分组成。如图 1-2-4 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。