



SIEMENS

数控车床 工艺与编程

韩鸿鸾 刘曙光 焦圣德 主编

扫一扫，方寸自有大天地 学学学，机床疑是梦中来

- 、全面讲解数控专业职业技能鉴定知识要点，借实战案例深入领会工艺与编程真谛
- 、手把手教你迅速学会数控机床的编程技术，熟练掌握数控机床的操作技巧
- 、好视频不容错过！好方法拨云见日！！好教程全面升级！！



**150个
二维码**

手机随时随地
扫描播放，轻松学习，
即学即会

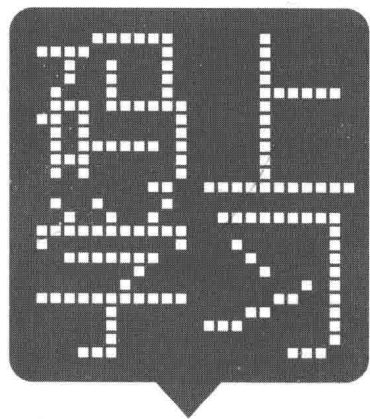
**150个
视频及动画**

真实演义数控机床
结构原理、操作重点、
指令应用

只需扫描
二维码
数控知识
随时学



化学工业出版社



SIEMENS

数控车床 工艺与编程

韩鸿鸾 刘曙光 焦圣德 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书内容包括数控车削加工的基础知识、轮廓零件的加工、槽类零件的加工、螺纹的加工、在车削中心上对复合件的加工等。为了方便读者使用,扫描本书中的二维码可观看视频,加深对知识的理解。

本书适合数控机床的操作与编程的初学者使用,也是高等职业学校、高等专科学校、成人教育高校及本科院校的二级职业技术学院、技术(技师)学院、高级技工学校、继续教育学院和民办高校的机电专业、数控专业的理想教材。

图书在版编目(CIP)数据

SIEMENS 数控车床工艺与编程/韩鸿鸾,刘曙光,焦圣德主编. —北京:化学工业出版社,2016.8
(码上学习)
ISBN 978-7-122-26085-7

I. ①S… II. ①韩…②刘…③焦… III. ①数控机床-车
床-程序设计 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 013093 号

责任编辑:王 烨
责任校对:边 涛

文字编辑:项 渤
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:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张14 字数362千字 2016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:59.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

数控加工是机械制造业中的先进加工技术，在企业生产中，数控机床的使用已经非常广泛。目前，随着国内数控机床用量的剧增，急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。

虽然，我们国家的大多数高等院校都开设了数控技术专业，然而，一方面现在所培养的人才还不能满足社会的需要，有些是从机械制造、车工、铣工等专业转过来的，甚至有些企业中数控机床操作编程者是来自农村几乎没有经过任何院校培养的人员，虽然他们通过各种渠道获得了一定的数控知识，但却很不全面，需要进一步的学习；另一方面即使是相关院校数控技术专业毕业的人员，随着科技的发展也有继续学习和进修的必要。本书就是为了满足这部分人员需要而编写的，具有如下特点。

一、编写时不受数控专业及相关标准的限制，而是通过调研确定了目前正在应用的普遍技术，并兼顾了社会的发展而确定编写内容。

二、针对每条指令都有一个二维码，通过手机扫描就知道它的动作过程，使读者更容易理解，上手更快。

三、针对数控机床的每一个操作步骤也有一个二维码，以联系其操作方法，读者可照此操作，节省学习时间。

四、本套书还针对实际应用，给出了大量的实例，针对每个实例还以二维码的形式给出了加工录像和加工动画，以使读者举一反三，即学即会。

五、本书体系设计合理，循序渐进，文字规范，条理清楚，可读性强；名词术语、量和单位使用规范准确；图文并茂，配合得当；图表清晰、美观，图形绘制和标注规范，放缩比适当。

本书由韩鸿鸾、刘曙光、焦圣德主编，张玉东、丁守会、王敏敏副主编。全书由韩鸿鸾统稿。其中本书的数学建模与动画由韩钰负责制作完成。张鹏、董海萍、宁爽、梁婷、曲善珍、张瑞社、董文敏、蔡艳辉、史先伟、陈国明、陈青、张朋波、王开良、孔伟、刘国涛、马岩、刘祥坤、李旭才、宋文国、马淑香等为本书的编写提供了帮助。

本书在编写过程中也得到了山东省、河南省、河北省、江苏省、上海市等技能鉴定部门的大力支持，在此深表谢意。

由于时间仓促，水平有限，书中不足之处在所难免，感谢广大读者给予批评指正。

编者于山东威海

第 1 章 数控车削加工的基础知识

001

1.1 数控机床的分类与发展	002
1.1.1 数控机床的分类	002
1.1.2 数控机床的发展	010
1.2 数控车床的组成与布局	019
1.2.1 数控车床的组成	019
1.2.2 数控机床的布局	023
1.2.3 数控车床坐标系	025
1.2.4 数控机床上相关位置点	026
1.3 数控车床的维护保养	028
1.3.1 一级保养的内容和要求	028
1.3.2 二级保养的内容和要求	028
1.3.3 三级保养的内容和要求	029
1.3.4 数控车床保养的操作	031
1.4 SIEMENS 数控系统简介	035
1.4.1 SIEMENS 系统的发展	035
1.4.2 SIEMENS 常用系统简介	036
1.4.3 西门子数控系统的基本构成	038
1.5 SIEMENS 802D 系统数控车床的操作	040
1.5.1 SIEMENS 802D 系统数控车床操作面板	040
1.5.2 SIEMENS 802D 机床控制面板	045
1.5.3 程序的编辑	046
1.5.4 对刀的方法	053
1.5.5 工件坐标系的设定方法	053
1.5.6 输入刀具参数及刀具补偿参数	054
1.5.7 输入/修改零点偏置值	059
1.5.8 R 参数设定	062
1.5.9 数控车床的操作	063

第 2 章 轮廓零件的加工

073

2.1 圆柱/圆锥类零件的编程与加工	074
--------------------------	-----

2.1.1	数控车削常用夹具	074
2.1.2	数控车削外轮廓常用刀具	074
2.1.3	进给路线的确定	076
2.1.4	SIEMENS 系统数控车床的 编程基础	077
2.1.5	刀尖圆弧半径补偿	085
2.2	圆弧与复合类零件的加工	092
2.2.1	加工工艺	092
2.2.2	加工指令介绍	093
2.3	非圆曲线组成的轮廓加工	105
2.3.1	加工原理	105
2.3.2	参数编程的基本应用	107
2.3.3	状态检验语句	114
2.3.4	循环语句指令结构分析	115
2.3.5	程序跳转及程序段重复功能	116
2.3.6	程序中刀具半径值的设定方法	117
2.3.7	对数函数与指数函数的使用方法	118
2.3.8	用 OFFN 指令设定加工余量	118

第 3 章 槽类与孔类零件的加工

119

3.1	槽类零件的加工	120
3.1.1	加工工艺分析	120
3.1.2	刀具的选择	120
3.1.3	用 G01 等加工槽	121
3.1.4	切槽循环指令 (CYCLE93)	122
3.1.5	E 型和 F 型退刀槽切削循环指令 (CYCLE94)	125
3.1.6	螺纹退刀槽指令 (CYCLE96)	126
3.1.7	外槽的加工	126
3.1.8	端面槽的加工	130
3.2	孔类零件的加工	131
3.2.1	孔类零件加工用刀具	131
3.2.2	孔类零件的编程与加工	137

第 4 章 螺纹的加工

141

- 4.1 普通三角形螺纹的加工 142
 - 4.1.1 三角形螺纹的切削工艺 142
 - 4.1.2 螺纹的切削指令 145
- 4.2 梯形螺纹的加工 159
 - 4.2.1 梯形螺纹的切削工艺 159
 - 4.2.2 螺纹切削循环 (CYCLE97) 163
 - 4.2.3 螺纹的相邻排列 (CYCLE98) 166

第 5 章 在车削中心上对复合件的加工

171

- 5.1 多面体的加工 172
 - 5.1.1 第 2 主轴 172
 - 5.1.2 第 3 轴和第 4 轴 172
 - 5.1.3 铣削功能 173
- 5.2 孔系零件的加工 180
 - 5.2.1 SPOS 主轴准停 180
 - 5.2.2 孔加工循环 181

附 录

199

- 附录 1 SIEMENS 802D 系统数控车床编程指令 200
- 附录 2 SIEMENS 802S/C 系统数控车床编程指令 210

参考文献

216

码上学习

SIEMENS

数控车床工艺与编程



chapter 1

第 1 章 数控车削加工的基础知识

1.1 数控机床的分类与发展

1.1.1 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。



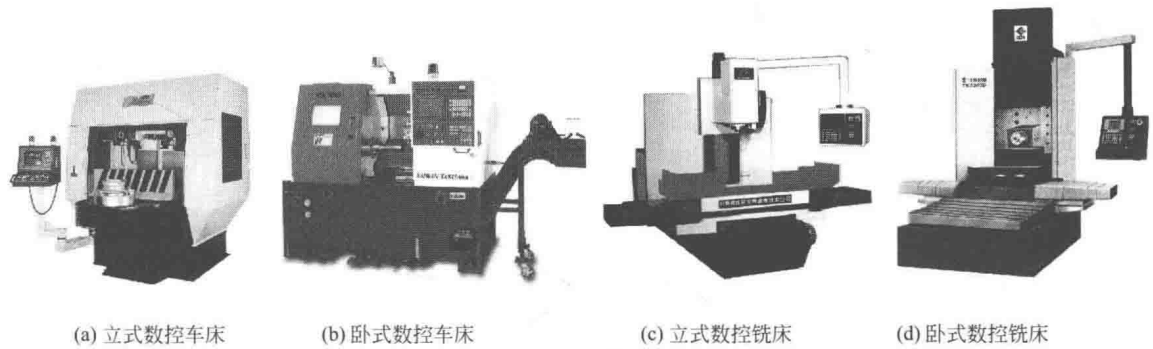
1-1 数控机床按工艺用途分类

1.1.1.1 按工艺用途分类 [二维码 1-1]

(1) 金属切削类数控机床

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 所示。

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，实行一次安装定位，完成多工序加工方式。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。加工中心机床有较多的种类，一般按以下方式分类。



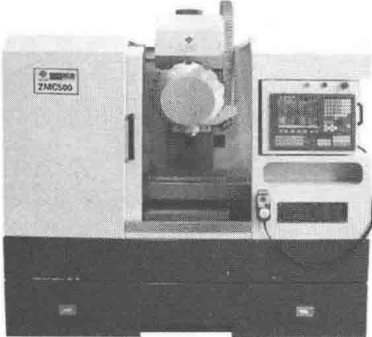
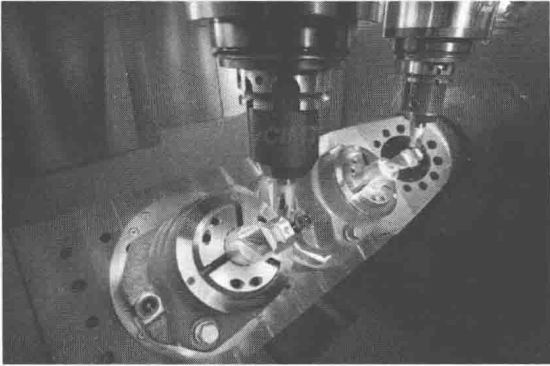
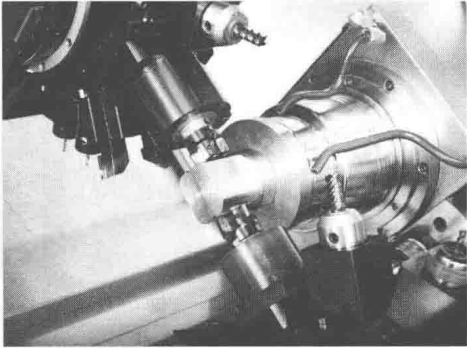
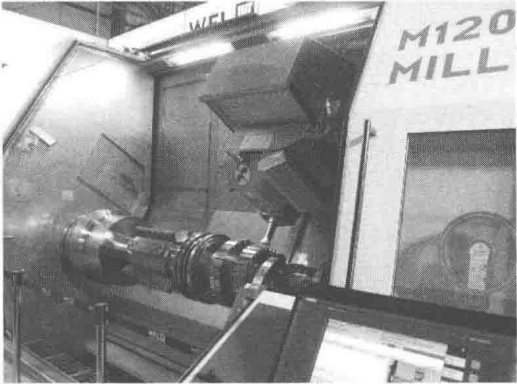
■ 图 1-1 常见数控机床

a. 按加工范围分类。有车削加工中心、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。现在发展的复合加工功能的机床，也常称为加工中心，常见的加工中心如表 1-1 所示。

■ 表 1-1 常见的加工中心

名称	图 样	说 明
车削加工中心		二维码 1-2 1-2 车削加工中心

续表

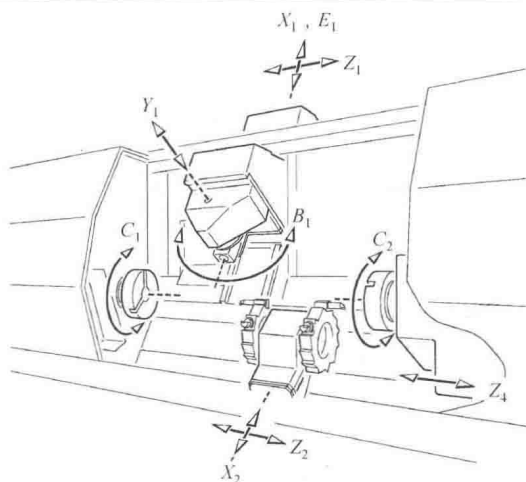
名称	图 样	说 明
钻削加工中心		二维码 1-3  1-3 钻削加工中心
磨削加工中心		五轴螺纹磨削加工中心
车铣复合加工中心		德马吉公司 二维码 1-4  1-4 车削加工中心
		WFL 车铣复合加工中心 二维码 1-5  1-5 车铣复合中心

名称

图 样

说 明

车铣复合加工中心



WFL 车铣复合加工中心的坐标

车铣磨插复合中心



瑞士宝美 S-191 车铣磨插复合中心
二维码 1-6



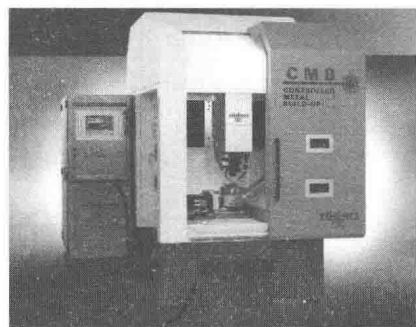
1-6 车铣磨插复合中心

铣磨复合中心



德国罗德斯铣磨
复合中心 RXP600DSH

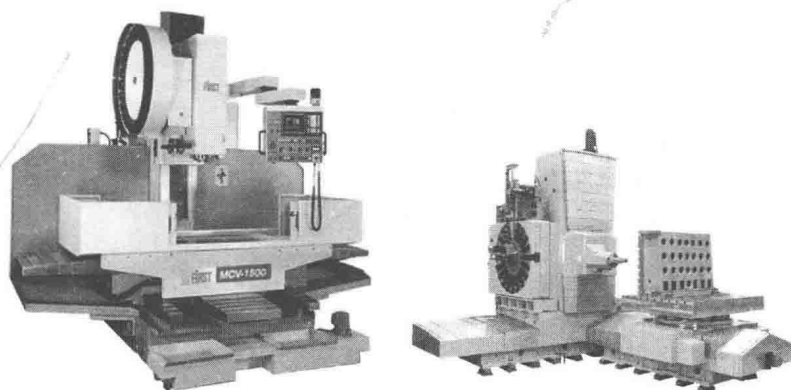
激光堆焊与高速铣削机床



Roeders RFM760 激光堆焊与
高速铣削机床
二维码 1-7



1-7 激光堆焊与高速铣削



(a) 立式加工中心

(b) 卧式加工中心

■ 图 1-2 常见加工中心

b. 按机床结构分类。有立式加工中心、卧式加工中心（图 1-2）、五面加工中心和并联加工中心（虚拟加工中心）。

c. 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。

d. 按精度分类。可分为普通加工中心和精密加工中心。

(2) 金属成形类数控机床（表 1-2）

如数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等。

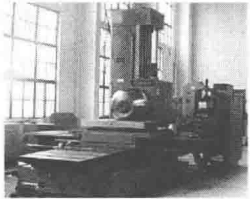
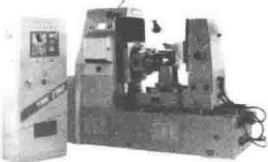
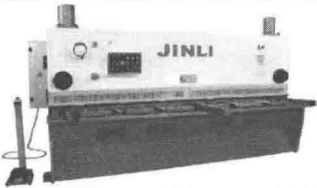
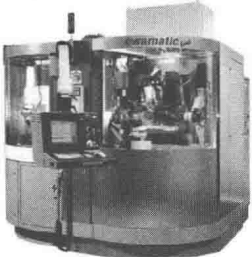
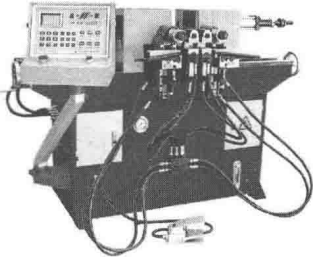
(3) 数控特种加工机床（表 1-2）

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。

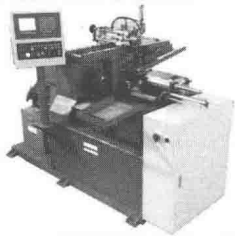
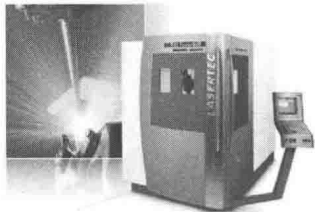
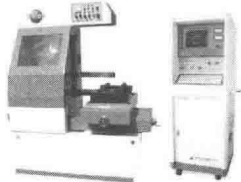
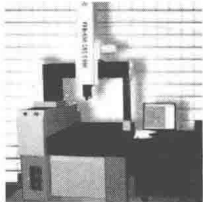
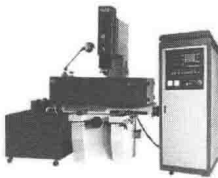
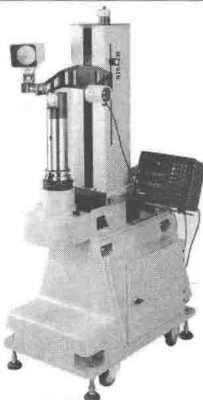
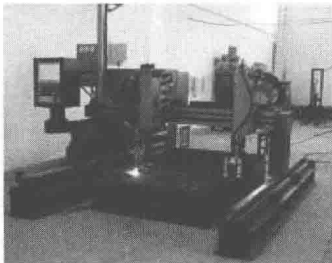
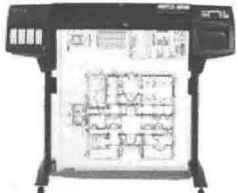
(4) 其他类型的数控机床（表 1-2）

如火焰切割机、数控三坐标测量机等。

■ 表 1-2 各种机床的实物图

名 称	实 物	名 称	实 物
数控插齿机		数控镗床	
数控滚齿机		数控折弯机	
数控刀具磨床		数控全自动弯管机	

续表

名 称	实 物	名 称	实 物
数控旋压机		数控激光 加工机	
数控电火花 线切割机床		三坐标 测量仪	
数控电火 花成形机		数控对刀仪	
数控火焰 切割机			
		数控绘图仪	

1.1.1.2 按可控制联动的坐标轴分类

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

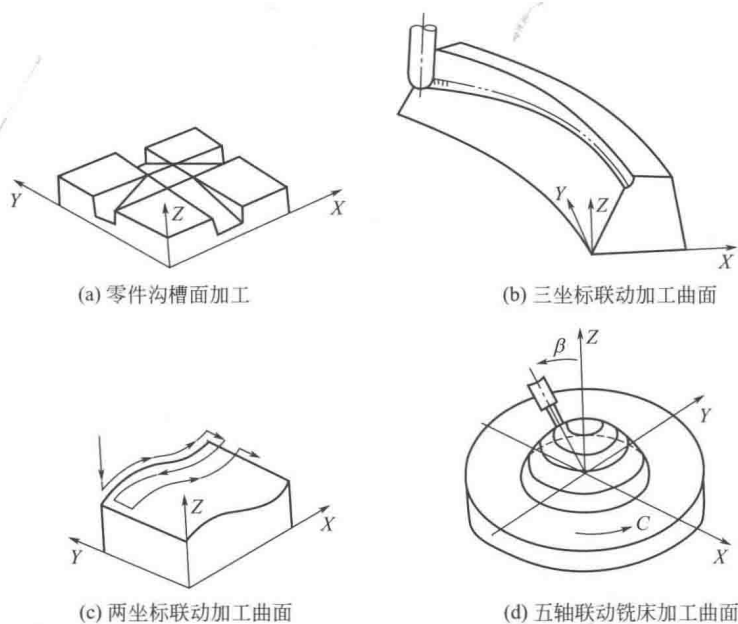
数控机床能同时控制两个坐标轴联动，即数控装置同时控制 X 和 Z 方向运动，可用于加工各种曲线轮廓的回转体类零件；或机床本身有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动，数控装置中只能同时控制两个坐标，实现两个坐标轴联动，但在加工中能够实现坐标平面的变换，用于加工图 1-3(a) 所示的零件沟槽。

(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 1-3(b) 所示。

(3) 两轴半坐标联动

数控机床本身有三个坐标能做三个方向的运动，但控制装置只能同时控制两个坐标，而



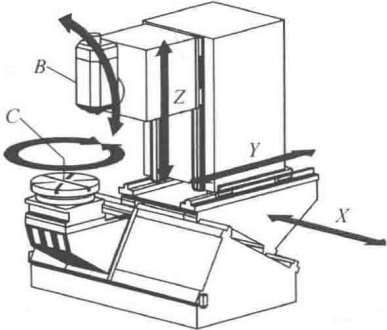
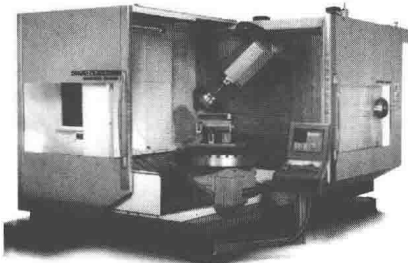
■ 图 1-3 空间平面和曲面的数控加工

第三个坐标只能做等距周期移动，可加工空间曲面，如图 1-3(c) 所示。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 坐标做定期等距移动，即可加工出零件的空间曲面。

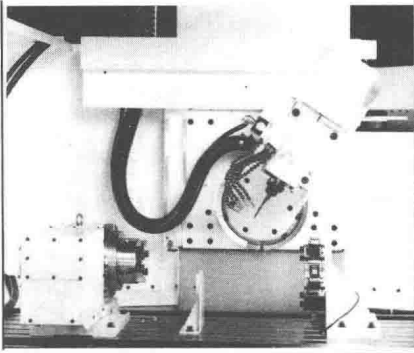
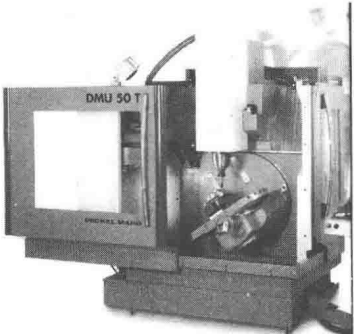
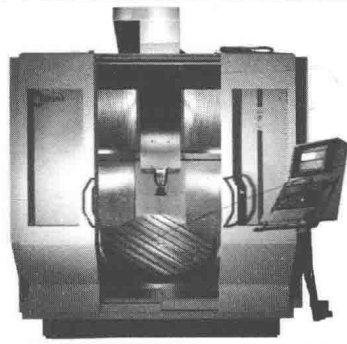
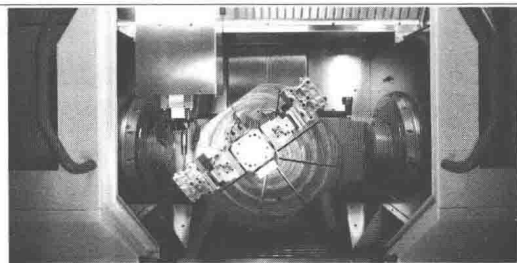
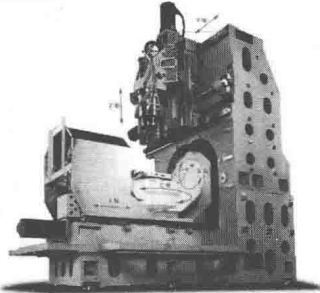
(4) 多坐标联动

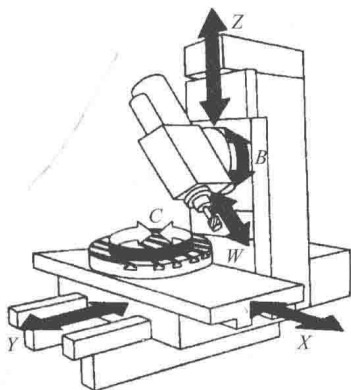
能同时控制四个以上坐标轴联动的数控机床，多坐标数控机床的结构复杂、精度要求高、程序编制复杂，主要应用于加工形状复杂的零件。五轴联动铣床加工曲面形状零件，如图 1-3(d) 所示，现在常见的五轴联动加工中心如表 1-3 所示。六轴加工中心，如图 1-4 所示。

■ 表 1-3 五轴联动加工中心

特点	图 样	说 明
摆头		瑞士威力铭 W-418 五轴联动加工中心
摆头		DMG 公司的 DMU125P 二维码 1-8  1-8 主轴摆角

续表

特点	图 样	说 明
铣头与分度头联动回转		
工作台两轴回转加工中心		
摇篮		德国哈默的 C30U 不仅能作镜面切削，还可加工锥齿轮、螺旋锥齿轮等 二维码 1-9 
		德国哈默的摇篮式 可倾工作台
		牧野摇篮式 加工中心



■ 图 1-4 六轴加工中心

1.1.1.3 按控制方式分类

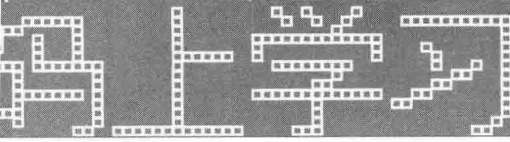
数控机床按照对被控量有无检测反馈装置可分为开环控制和闭环控制两种。在闭环系统中，根据测量装置安放的部位又分为全闭环控制和半闭环控制两种。具体见表 1-4。

■ 表 1-4 数控机床按照控制方式分类 [二维码 1-10]



1-10 数控机床按伺服驱动系统的控制方式分类

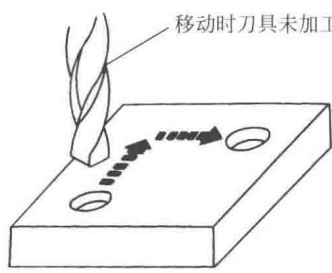
控制方式	图示与说明	特点	应用
开环控制	数控装置将工件加工程序处理后，输出数字指令信号给伺服驱动系统，驱动机床运动。由于没有检测反馈装置，因此不检测运动的实际位置，没有位置反馈信号，因此，指令信息在控制系统中单方向传送，不反馈	采用步进电动机作为驱动元件 开环系统的速度和精度都较低；但是，控制结构简单，调试方便，容易维修，成本较低	广泛应用于经济型数控机床上
全闭环	安装在工作台上的位置检测元件将工作台实际位移量反馈到计算机中，与所要求的位置指令进行比较，用比较的差值进行控制，直到差值消除为止	采用直流伺服电动机或交流伺服电动机作为驱动元件 加工精度高，移动速度快；但是电动机的控制电路比较复杂，检测元件价格昂贵，因而调试和维修比较复杂，成本高	广泛应用于加工精度高的精密型数控机床中
半闭环	系统反馈环内不包含工作台。系统不直接检测工作台的位移量，而是采用转角位移检测元件，测出伺服电动机或丝杠的转角，推算工作台的实际位移量，反馈到计算机中进行位置比较，用比较的差值进行控制	控制精度比闭环控制差，但稳定性好，成本较低，调试维修也较容易，兼具开环控制和闭环控制两者的特点	应用比较普遍



1.1.1.4 按加工路线分类 [二维码 1-11]

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 1-5。

■ 表 1-5 数控机床按照加工路线分类

加工路线控制	图示与说明	应 用
点位控制	 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
直线控制	 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	由于只做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	 刀具与工作相对运动时，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

1.1.2 数控机床的发展

1.1.2.1 制造材料的发展

为使机床轻量化，常使用各种复合材料，如轻合金、陶瓷和碳纤维等。目前用聚合物混凝土制造的基础件性能优异，其密度大、刚性好、内应力小、热稳定性好、耐蚀、制造周期短，特别是阻尼系数大，抗振、减振性能特别好。图 1-5(a) 所示为用聚合物混凝土制造的机床底座，图 1-5(b) 所示为在铸铁件中填充混凝土或聚合物混凝土，都能提高振动阻尼