

现代高技能人才最新实用技术手册丛书

丛书主编 黄存友 彭瑜

职校生学习教材

技校生实习工具

高技能人才上岗随身口袋书

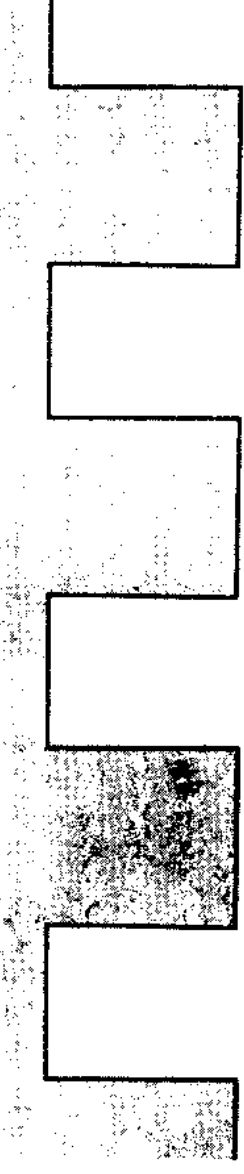
数控机床操作工手册

JICHUANG CAOZUOGONG SHOUC

徐卫 编著



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



机床操作工手册

徐卫 编著

JICHUANG
CAOZUOGONG
SHOUCE

湖北长江出版集团

湖北科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

机床操作工手册/徐卫编著: 一武汉: 湖北科学技术出版社, 2006. 12

(新农村书屋丛书)

ISBN 7-5352-3560-3

I. 机... II. 徐... III. 数控机床-操作-技术手册 IV. TG659-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第154004号

机床操作工手册

© 徐 卫 编著

策 划: 刘 玲

封面设计: 王 梅

责任编辑: 兰季平

出版发行: 湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

电话: 87679468

地 址: 武汉市雄楚大街268号
湖北出版文化城B座12-13层

邮编: 430070

印 刷: 武汉中远印务有限公司

邮编: 430034

787毫米×960毫米 32开 17.5印张 426千字

2006年12月第1版

2006年12月第1次印刷

定价: 32.00元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

前 言

数控技术集传统的机械制造技术、计算机技术、成组技术与现代控制技术、传感检测技术、信息处理技术、网络通讯技术、液压气动技术、光机电技术于一体,是现代制造技术的基础。它的广泛应用给机械制造业的生产方式、产品结构、产业结构带来深刻的变化。数控技术是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础,其水平高低和拥有量多少是衡量一个国家工业现代化的重要标志。

手册主要从数控加工的设备、刀具材料和刀具种类选择、常用数控系统(FANUC、SIEMENS、华中数控、广州数控等)的操作和编程以及数控设备的维护和故障检测维修等方面以资料和技术手册的形式介绍数控加工相关知识。

本手册力求在数控设备的类型、验收技术条件、数控刀具的选择、常见数控系统的应用、数控设备的故障维修等方面给广大技术人员和操作人员提供帮助。

本手册由徐卫主编并统稿。第一章、第二章由徐卫编写,第三章由张建军编写,第四章由薛嘉鑫编写,第五章由王福宇编写。

在编写该手册的过程中,参阅引用了大量的技术资料,在此对原作者表示衷心感谢。

限于编者水平和经验,手册中缺点和错误在所难免,恳请数控方面专家和广大读者给予批评指正。

编者

2006年3月

目 录

第一章 数控技术概述	1
一、数控机床的系统组成及其功能	1
1. 数控加工的过程	1
2. 数控机床的组成及其功能	2
二、数控机床的分类	4
1. 按机床运动的控制轨迹分类	5
2. 按伺服控制的方式分类	7
3. 按数控系统的功能水平分类	10
4. 按加工工艺及机床用途的类型分类	10
三、数控机床的加工对象	11
1. 采用数控机床加工的优势及特点	11
2. 数控机床的适用范围	12
四、数控机床的发展方向	13
五、常见数控机床结构简图及坐标系	17
第二章 数控设备	20
一、金属切削机床型号介绍	20
1. 概述	20
2. 通用机床型号	20
3. 专用机床的型号	25
4. 机床自动线的型号	26
二、数控机床操作指示形象化符号	26
1. 概述	26
2. 引用标准	26
3. 操作指示符号	27
4. 使用要求	37
三、数控车床	37
1. 数控卧式车床概述	38

2. 数控卧式车床技术条件	46
3. 简式数控卧式车床	56
4. 数控重型卧式数控车床	66
5. 数控立式车床	71
四、数控铣床	80
1. 数控立式升降台铣床	80
2. 数控万能工具铣床	88
五、数控龙门镗铣床	96
1. 附件和工具	96
2. 安全卫生	97
3. 加工和装配质量	97
4. 机床空运转试验	98
5. 机床的负荷试验	100
6. 机床的精度检验	101
六、加工中心	103
1. 加工中心	103
2. 精密加工中心	118
七、数控立式钻床	130
1. 附件和工具	130
2. 安全卫生	130
3. 加工和装配质量	131
4. 机床空运转试验	132
5. 机床负荷试验	134
6. 直线坐标最小设定单位试验	135
7. 直线坐标原点返回试验	136
8. 机床精度检验	137
八、数控机床常用附件	137
1. 滚珠丝杠副	137
2. 感应同步器	140
3. 光栅	144

第三章 数控刀具	146
一、数控刀具基础	146
1. 刀具基本术语	146
2. 可转位刀具	148
3. 数控工具系统	169
二、数控刀具材料的种类、性能 and 特点	185
1. 数控加工的特点及其对刀具材料的要求	185
2. 金刚石刀具材料的种类、性能 and 特点	186
3. 立方氮化硼刀具材料的种类、性能 and 特点	187
4. 陶瓷刀具材料的种类、性能 and 特点	188
5. 涂层刀具材料的种类、性能 and 特点	188
6. 硬质合金刀具材料的种类、性能 and 特点	189
7. 高速钢刀具材料的种类、性能 and 特点	190
三、数控刀具材料的选用	191
1. 数控刀具材料的选用原则	191
2. 金刚石刀具材料的选用	193
3. 立方氮化硼刀具材料的选用	197
4. 陶瓷刀具材料的选用	201
5. 涂层刀具材料的选用	205
6. 硬质合金刀具材料的选用	205
7. 高速钢刀具材料的选用	207
四、数控刀具的结构类型	208
1. 数控车削刀具的结构类型 and 特点	208
2. 数控铣削刀具的结构类型 and 特点	220
3. 数控孔加工刀具的结构类型 and 特点	237
第四章 数控机床常用系统介绍	253
一、数控系统基础知识	253
1. 数控机床常见术语	253
2. 编程基础知识	256
3. 数控机床操作	261

二、FANUC 数控系统介绍	263
1. FANUC 系统操作说明(以 FANUC 0 系统 为例)	263
2. FANUC 数控系统编程指令	277
三、SIEMENS 数控系统介绍	295
1. SIEMENS 数控系统操作说明 (以 SINUMERIK 802D 系统为例)	295
2. SIEMENS 常见数控系统编程指令	319
四、华中数控系统介绍	354
1. 华中数控世纪星系统操作说明 (以 HNC-21M 为例)	354
2. 华中数控系统指令介绍	378
五、广州数控系统介绍	392
广州数控系统操作说明 (以 GSK980T 为例)	392
第五章 数控机床故障检测与维修	419
一、故障检测与维修基础	419
1. 数控机床维修的基本要求	419
2. 数控机床常见故障分类	425
3. 数控机床故障排除的思路和原则	428
4. 数控机床维修的基本步骤	432
5. 数控机床维护	446
二、数控机床进给系统故障诊断与维修	450
1. 进给驱动系统概述	451
2. 步进驱动系统常见故障诊断与维修	456
3. 进给伺服系统常见故障报警及排除方法 ...	463
4. 进给伺服系统常见故障诊断与维修	476
5. 进给伺服电动机故障诊断与维修、维护	493
三、主轴驱动系统故障诊断与维修	500
1. 概述	500
2. 主轴驱动系统的故障形式及诊断方法	502

3. 直流主轴驱动系统的故障诊断与维修	504
4. 交流主轴驱动系统的故障诊断与维修	509
5. 维修实例	518
四、数控系统故障诊断与维修	521
1. 概述	521
2. 电源类故障诊断与维修	525
3. 系统显示类故障诊断与维修	528
4. 数控系统软件故障诊断与维修	531
5. 急停报警类故障与维修	535
6. 操作类故障诊断与维修	539
7. 回参考点、编码器类故障诊断与维修	543
参考文献	550

第一章 数控技术概述

数字控制机床(Numerically Controlled Machine Tool)简称数控机床。随着电子技术的发展,数控机床采用了计算机数控(Computerized Numerical Control)系统,因此也称为计算机数控机床或 CNC 机床。

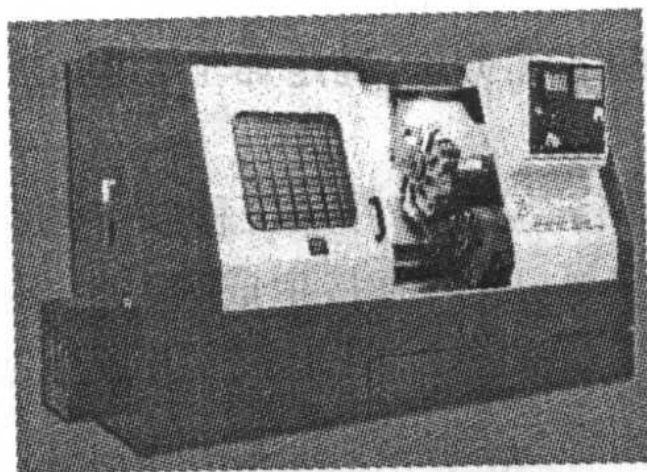


图 1-1 数控车床

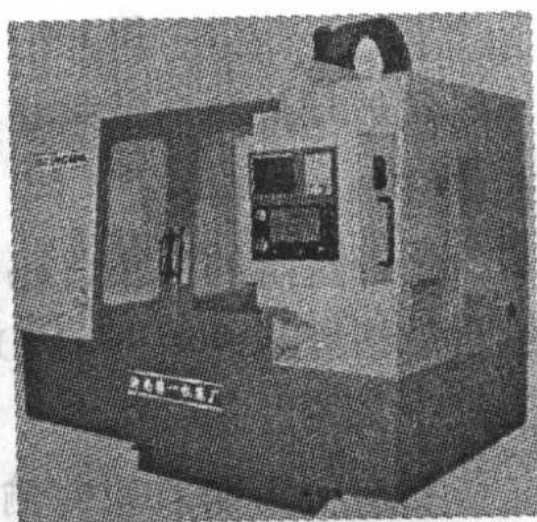


图 1-2 加工中心

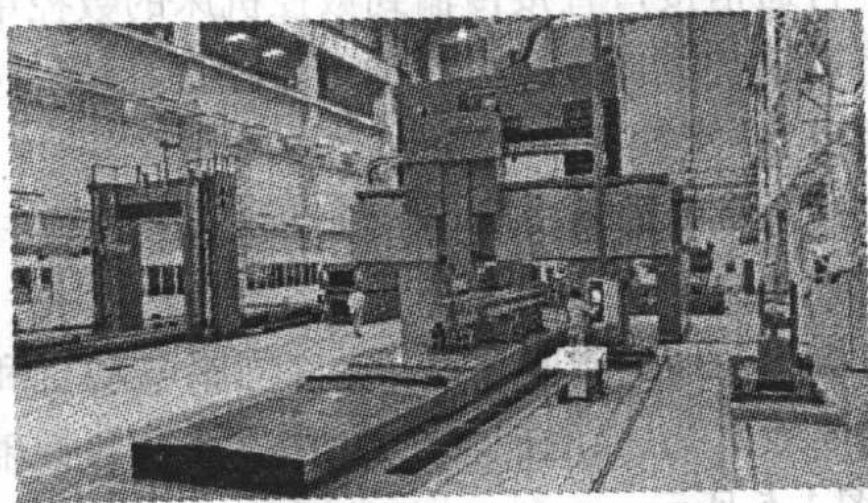


图 1-3 数控龙门立铣床

一、数控机床的系统组成及其功能

1. 数控加工的过程

利用数控机床完成零件数控加工的过程如图 1-4 所示,主要包括如下:

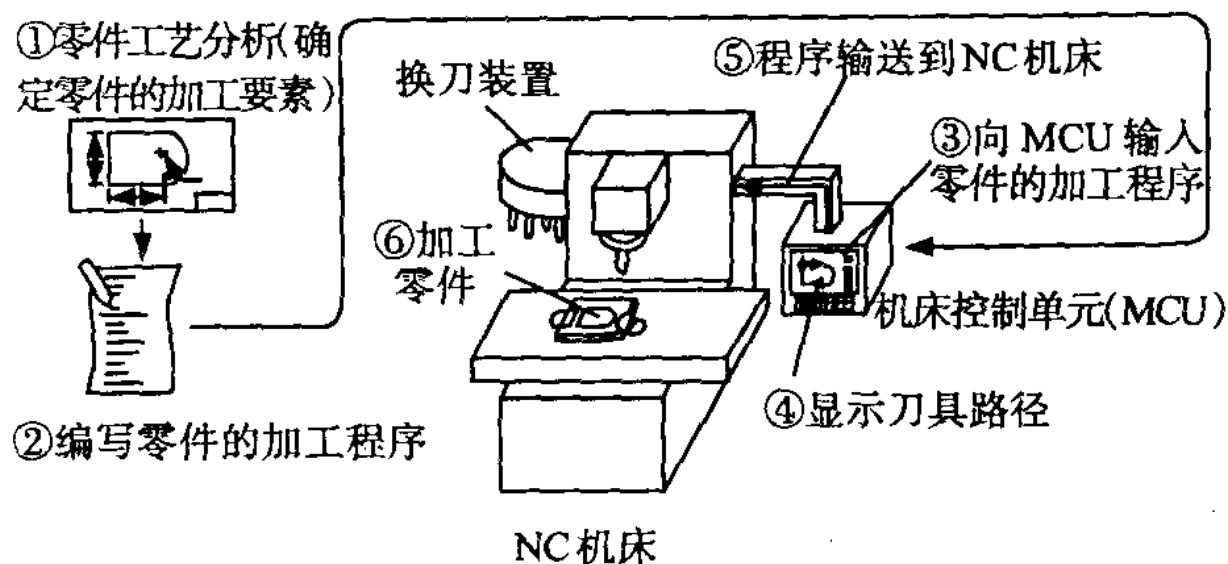


图 1-4 数控加工示意图

①根据零件加工图样进行工艺分析,确定加工方案、工艺参数和位移数据。

②用规定的程序代码和格式编写零件加工程序单;或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作,直接生成零件的加工程序文件。

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;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。

④将输入/输出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。

2. 数控机床的组成及其功能

数控机床一般由数控系统、包含伺服电动机和检测反馈装置的伺服系统、强电控制柜、机床本体和各类辅助装置组成,如图 1-5 所示。

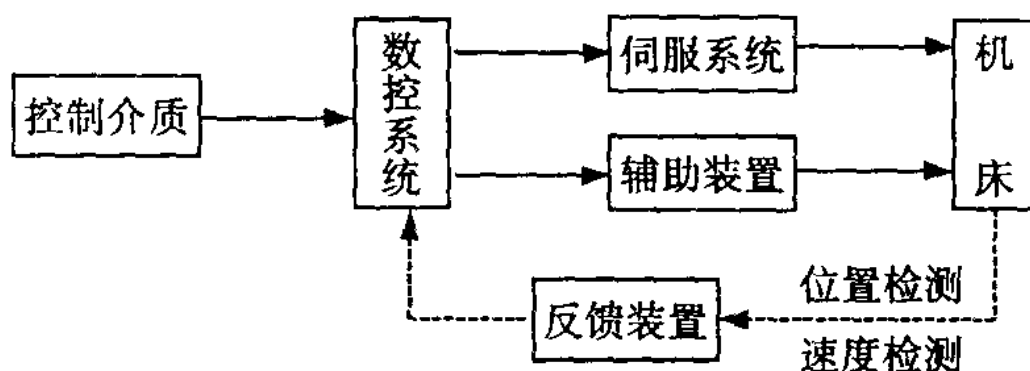


图 1-5 数控机床系统组成图

(1) 控制介质。控制介质又称信息载体,是人与数控机床之间联系的中间媒介物质,反映了数控加工的全部信息。

(2) 数控系统。数控系统是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的灵魂所在。主要由输入装置、监视器、主控制系统、可编程控制器、各类输入/输出接口等组成。主控制系统主要由 CPU、存储器、控制器等组成。数控系统的主要控制对象是位置、角度、速度等机械量,以及温度、压力、流量等物理量,其控制方式又可分为数据运算处理控制和时序逻辑控制两大类。其中主控制器内的插补模块就是根据所读入的零件程序,通过译码、编译等处理后,进行相应的刀具轨迹插补运算,并通过与各坐标伺服系统的位置、速度反馈信号的比较,从而控制机床各坐标轴的位移。而时序逻辑控制通常由可编程控制器 PLC 来完成,它根据机床加工过程中各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判别,从而控制机床各个部件有条不紊地按顺序工作。

(3) 伺服系统。伺服系统是数控系统和机床本体之间的电传动联系环节。主要由伺服电动机、驱动控制系统和位置检测与反馈装置等组成。伺服电动机是系统的执行元件,驱动控制系统则是伺服电动机的动力源。数控系统发出的指令信号与位置反馈信号比较后作为位移指令,再经过驱动系统的功率放大后,驱动电动机运转,通过机械传动装置带动工作台或刀架运动。

(4) 强电控制柜。强电控制柜主要用来安装机床强电控制的各种电气元器件,除了提供数控、伺服等一类弱电控制系统的输入电源,以及各种短路、过载、欠压等电气保护外;主要在 PLC 的输出接口与机床各类辅助装置的电气执行元件之间起桥梁连接作用,控制机床辅助装置的各种交流电动机、液压系统电磁阀或电磁离合器等。此外,它也与机床操作台有关手动按钮连接。强电控制柜由各种中间继电器、接触器、变压器、电源开关、接线端子和各类电气保护元器件等构成。它与一般普通机床的电气类似,但为了提

高对弱电控制系统的抗干扰性,要求各类频繁启动或切换的电动机、接触器等电磁感应器件均必须并接 RC 阻容吸收器;对各种检测信号的输入均要求用屏蔽电缆连接。

(5)辅助装置。辅助装置主要包括自动换刀装置 ATC (Automatic Tool Changer)、自动交换工作台机构 APC (Automatic Pallet Changer)、工件夹紧放松机构、回转工作台、液压控制系统、润滑装置、切削液装置、排屑装置、过载和保护装置等。

(6)机床本体。数控机床的本体指其机械结构实体。它与传统的普通机床相比较,同样由主传动系统、进给传动机构、工作台、床身以及立柱等部分组成,但数控机床的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统及操作机构等方面都发生了很大的变化。为了满足数控技术的要求和充分发挥数控机床的特点,归纳起来包括以下几个方面的变化:

1)采用高性能主传动及主轴部件 具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小等优点。

2)进给传动采用高效传动件 具有传动链短、结构简单、传动精度高等特点,一般采用滚珠丝杠副、直线滚动导轨副等。

3)刀具系统 具有完善的刀具自动交换和管理系统。

4)工件机构 在加工中心上一般具有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。

5)刚度 机床本身具有很高的动、静刚度。

6)采用全封闭罩壳 由于数控机床是自动完成加工,为了操作安全等,一般采用移动门结构的全封闭罩壳,对机床的加工部件进行全封闭。

二、数控机床的分类

数控机床的品种规格很多,分类方法也各不相同。一般可根据功能和结构,按下面 4 种原则进行分类。

1. 按机床运动的控制轨迹分类

(1) 点位控制的数控机床。点位控制只要求控制机床的移动部件从一点移动到另一点的准确定位,对于点与点之间的运动轨迹的要求并不严格,在移动过程中不进行加工,

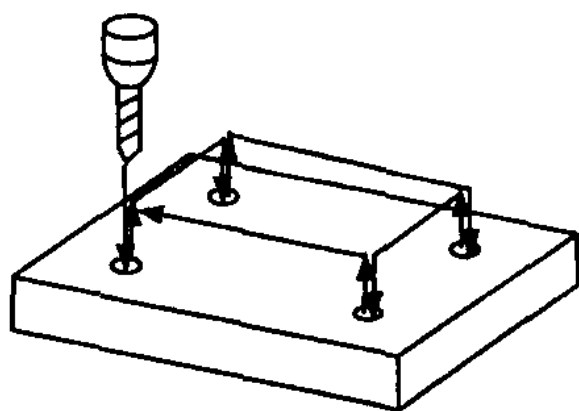


图 1-6 点位控制

工,各坐标轴之间的运动是不相关的。为了实现既快又精确的定位,两点间位移的移动一般先快速移动,然后慢速趋近定位点,以保证定位精度,图 1-6 所示为点位控制的运动轨迹。

具有点位控制功能的机床主要有数控钻床、数控镗床、数控冲床等。随着数控技术的发展和数控系统价格的降低,单纯用于点位控制的数控系统已不多见。

(2) 直线控制数控机床。直线控制数控机床也称为平行控制数控机床,其特点是除了控制点与点之间的准确定位外,还要控制两相关点之间的移动速度和路线(轨迹),但其运动路线只是与机床坐标轴平行移动,也就是说同时控制的坐标轴只有一个(即数控系统内不必有插补运算功能),在移位的过程中刀具能以指定的进给速度进行切削,一般只能加工矩形、台阶形零件。

具有直线控制功能的机床主要有比较简单的数控车床、数控铣床、数控磨床等。这种机床的数控系统也称为直线控制数控系统。同样,单纯用于直线控制的数控机床也不多见。

(3) 轮廓控制数控机床。轮廓控制数控机床也称连续控制数控机床,其控制特点是能够对两个或两个以上的运动坐标的位移和速度

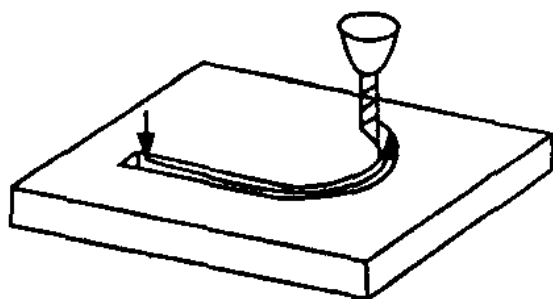


图 1-7 连续控制轨迹

同时进行控制。为了满足刀具沿工件轮廓的相对运动轨迹符合工件加工轮廓的要求,必须将各坐标运动的位移控制和速度控制按照规定的比例关系精确地协调起来。因此在这类控制方式中,就要求数控装置具有插补运算功能。所谓插补就是根据程序输入的基本数据(如直线的终点坐标、圆弧的终点坐标和圆心坐标或半径),通过数控系统内插补运算器的数学处理,把直线或圆弧的形状描述出来,也就是一边计算,一边根据计算结果向各坐标轴控制器分配脉冲,从而控制各坐标轴的联动位移量与要求的轮廓相符合。在运动过程中刀具对工件表面进行连续切削,可以进行各种直线、圆弧、曲线的加工。轮廓控制的加工轨迹如图 1-7 所示。

这类机床主要有数控车床、数控铣床、数控线切割机床、加工中心等,其相应的数控装置称为轮廓控制数控系统。根据它所控制的联动坐标轴数不同,又可以分为下面几种形式。

1) 二轴联动 主要用于数控车床加工旋转曲面或数控铣床加工曲线柱面。如图 1-7 所示。

2) 二轴半联动 主要用于三轴以上机床的控制,其中两根轴可以联动,而另外一根轴可以作周期性进给。图 1-8 所示为采用这种方式用行切法加工三维空间曲面。

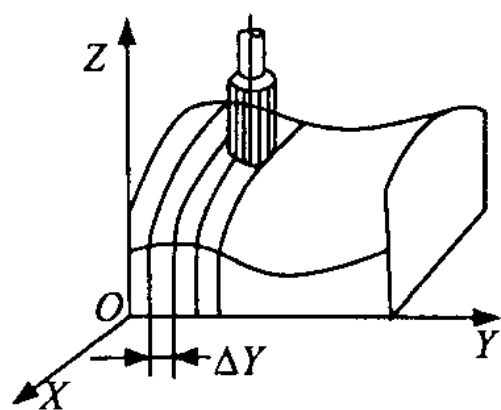


图 1-8 二轴半联动的曲面加工

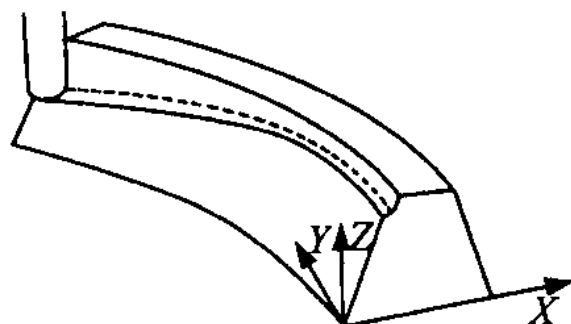


图 1-9 三轴联动的曲面加工

3) 三轴联动 一般分为两类,一类就是 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动,比较多的用于数控铣床、加工中心等,如图 1-9 所示用球头铣刀铣切三维空间曲面。另一类是除了同

时控制 X 、 Y 、 Z 中两个直线坐标外,还同时控制围绕其中某一直线坐标轴旋转的旋转坐标轴。如车削加工中心,它除了纵向(Z 轴)、横向(X 轴)两个直线坐标轴联动外,还需同时控制围绕 Z 轴旋转的主轴(C 轴)联动。

4) 四轴联动 同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴与某一旋转坐标轴联动,图 1-10 所示为同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴与一个工作台回转轴联动的数控机床。

5) 五轴联动 除同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动外,还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的 A 、 B 、 C 坐标轴中的两个坐标轴,形成同时控制五个轴联动。这时刀具可以被定在空间的任意方向,如图 1-11 所示。比如控制刀具同时绕 X 轴和 Y 轴两个方向摆动,使得刀具在其切削点上始终保持与被加工的轮廓曲面成法线方向,以保证被加工曲面的光滑性,提高其加工精度和加工效率,减小被加工表面的粗糙度。

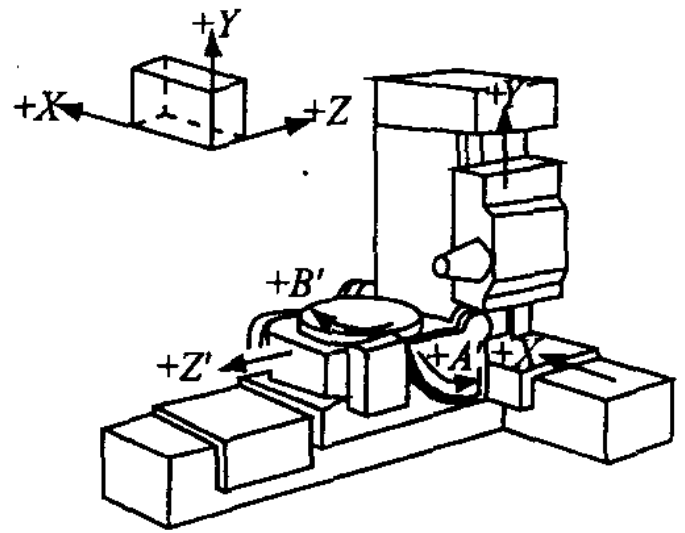
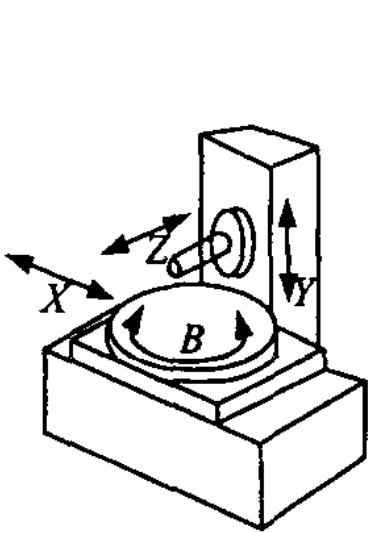


图 1-10 四轴联动的数控机床 图 1-11 五轴联动的加工中心

2. 按伺服控制的方式分类

(1) 开环控制数控机床。这类机床的进给伺服驱动是开环的,即没有检测反馈装置,一般它的驱动电动机为步进电机,步进电机的主要特征是控制电路每变换一次指令脉冲信号,电动机就转动一个步距角,并且电动机本身就有自锁能力。其控制系统的框图如图 1-12 所示,数控系统输出

的进给指令信号通过脉冲分配器来控制驱动电路,它以变换脉冲的个数来控制坐标位移量,以变换脉冲的频率来控制位移速度,以变换脉冲的分配顺序来控制位移的方向。因此这种控制方式的最大特点是控制方便、结构简单、价格便宜。数控系统发出的指令信号流是单向的,所以不存在控制系统的稳定性问题,但由于机械传动的误差不经过反馈校正,故位移精度不高。早期的数控机床均采用这种控制方式,只是故障率比较高,目前由于驱动电路的改进,使其仍得到了较多的应用。尤其是在我国,一般经济型数控系统和旧设备的数控改造多采用这种控制方式。另外,这种控制方式可以配置单片机或单板机作为数控装置,使得整个系统的价格很低。

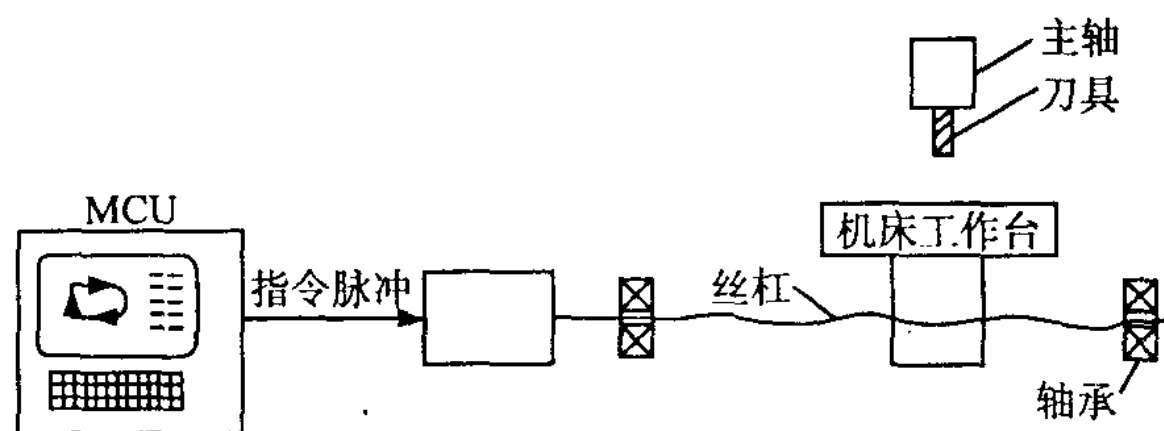


图 1-12 开环控制系统图

(2) 闭环控制机床。这类数控机床的进给伺服驱动是按闭环反馈控制方式工作的,其驱动电动机可采用直流或交流两种伺服电机,并需要配置位置反馈和速度反馈,在加工中随时检测移动部件的实际位移量,并及时反馈给数控系统中的比较器,它与插补运算所得到的指令信号进行比较,其差值又作为伺服驱动的控制信号,进而带动位移部件以消除位移误差。按位置反馈检测元件的安装部位和所使用的反馈装置的不同,它又分为全闭环和半闭环两种控制方式。

1) 全闭环控制 如图 1-13 所示,其位置反馈装置采用直线位移检测元件(目前一般采用光栅尺),安装在机床的床鞍部位,即直接检测机床坐标的直线位移量,通过反馈可