

数控技术应用

李恩林 主编

自学读本



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数控技术应用自学读本

李恩林 主编



机械工业出版社

本书主要介绍了数控机床的插补原理、机械结构、CNC 装置、伺服驱动系统、位置检测装置、数控机床的加工工艺、PLC、编程及应用、故障诊断与维修、经济型数控机床。每一章内容后面附有适量习题及思考题。

本书内容丰富、简明扼要、由浅入深、通俗易懂，可作为大、中专和高职院校数控、机电一体化、机械制造及相关专业的教材，也可作为中级工程技术人员数控培训教材及从事数控技术应用人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控技术应用自学读本/李恩林主编. —北京: 机械工业出版社, 2006.4

ISBN 7-111-18679-6

I. 数... II. 李... III. 数控机床—自学参考资料 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 019634 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 徐明煜 版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 陈 沛 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5·11.875 印张·459 千字

0 001—4 000 册

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线: (010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

21 世纪是科学技术突飞猛进、不断取得新突破的世纪，它是数控技术全面发展的时代。数控机床代表一个民族制造工业现代化的水平，随着现代化科学技术的迅速发展，制造技术和自动化水平的高低已成为衡量一个国家或地区经济发展水平的重要标志。现在我国已是世界重要的机械制造业基地之一，急需以百万计的数控人才，面对这一形势，我们应该清醒地认识到教育要先行，必须以改革开放为动力，以发展壮大我国的民族工业为己任，以努力提高教学质量为目标，构建新的教学模式，为培养我国的数控技术人才而努力！为了让更多的学生学好数控技术，特组织编写了本书。

本书内容和形式都有所创新，突出职业教育特色。书中列举丰富的范例，具有可读性。本书在浙江江南理工专修学院陈斌生院长的主持下，由李恩林教授担任主编，参编人员有张统善、李广波、李岗、李宝凤等老师。由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者指正。

编 者

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 数控技术的基本概念	1
第二节 数控机床的分类	3
第三节 数控机床的加工对象	8
第四节 机械制造自动化	9
第五节 数控技术的发展方向	14
习题及思考题	15
第二章 插补原理	17
第一节 数字脉冲乘法器插补原理	17
第二节 逐点比较法插补原理	23
第三节 数字积分法 (DDA) 插补原理	36
第四节 数据采样法插补原理	47
习题及思考题	54
第三章 机械结构	55
第一节 数控机床的总体布局	55
第二节 主传动系统	60
第三节 进给系统的机械传动结构	68
第四节 回转工作台	72
第五节 自动换刀装置	73
第六节 辅助装置	78
习题及思考题	81
第四章 数控机床的数控系统	82
第一节 计算机数控装置	82
第二节 CNC 系统的硬件结构	85
第三节 CNC 系统的软件结构	87
习题及思考题	90
第五章 伺服驱动系统	91
第一节 数控机床伺服驱动系统的概念	91
第二节 步进电动机伺服驱动系统	91

第三节 直流电动机伺服驱动系统	103
第四节 交流电动机伺服驱动系统	106
习题及思考题	110
第六章 位置检测装置	111
第一节 位置检测装置概述	111
第二节 编码器	112
第三节 旋转变压器	114
第四节 感应同步器	115
第五节 光栅	117
第六节 磁栅	119
习题及思考题	121
第七章 数控机床的加工工艺	122
第一节 数控机床加工工艺概述	122
第二节 数控机床加工工艺分析	123
第三节 工件在数控机床上的定位与装卡	125
第四节 数控机床加工工艺的设计	127
习题及思考题	134
第八章 可程序控制器 (PLC)	135
第一节 PLC 概述	135
第二节 PLC 的硬件结构和工作原理	136
第三节 PLC 的软件	139
第四节 PLC 在数控机床控制中的应用	154
习题及思考题	165
第九章 数控机床程序的编制	166
第一节 数控编程的基本概念	166
第二节 数控机床的坐标系	169
第三节 数控编程中的指令代码	173
第四节 程序结构及程序段格式	182
第五节 常用编程指令	185
第六节 与刀具运动方式有关的 G 指令	186
第七节 刀具补偿功能	194
第八节 固定循环	199
第九节 暂停 (延时) 指令 G04	207
第十节 螺纹加工	208
第十一节 数控车床的程序编制	214

第十二节 数控铣床的程序编制	226
第十三节 数控加工中心的程序编制	236
第十四节 自动编程	243
习题及思考题	264
第十章 数控机床的常见故障诊断与维护	267
第一节 数控机床的维护	267
第二节 故障诊断	269
第三节 故障检查方法	272
第四节 常见故障的处理	274
习题及思考题	280
第十一章 经济型数控车床的操作及编程	281
第一节 面板系统显示及编程键盘	281
第二节 系统上电及选择工作方式	284
第三节 编辑工作方式	285
第四节 手动及手动步进进给工作方式	288
第五节 自动工作方式	293
第六节 参数设置	298
第七节 参考点工作方式	300
第八节 程序结构的一般介绍	302
第九节 指令代码及其功能	304
第十节 程序编制	308
第十一节 编程举例	334
习题及思考题	336
附录 各章习题及思考题答案	338
参考文献	371

第一章 概 论

第一节 数控技术的基本概念

一、计算机数控 (CNC) 系统

数控 (NC) 是数字控制 (Numerical Control) 的简称, 系采用数字化信号 (数值和符号) 对机床进行自动控制的一种方法。

采用数控技术的机床称为数控机床。国际信息处理联盟 (IFIP) 第 5 技术委员会对数控机床的定义是, 数控机床是一种装有程序数控系统的机床, 该系统能逻辑地处理具有特定代码和其他符号编码指令规定的程序。

与普通机床靠人手工操作进行加工相对应, 数控机床的运动是在程序 (加工指令信息) 控制下自动完成的。

用计算机代替数控装置的系统称为计算机数控系统。EIA 所属的数控标准化委员会对 CNC 的定义是, CNC 是用一个存储程序的计算机, 按照存储在计算机内的读写存储器中的控制程序去执行数控装置的部分或全部功能, 在计算机之外的惟一装置是接口, CNC 系统是由程序、输入输出设备、计算机数控装置、可编程序控制器 (PLC)、主轴驱动装置和进给驱动装置等组成。

现代数控装置是以微型计算机为主体, 统称为 CNC 装置。使用微型计算机的 CNC 系统, 其数控装置的性能和可靠性能得到了很大提高, 成本不断下降, 性能价格比优越, 推动了数控机床的发展。

二、数控机床的组成及其各部分的功能

(一) 数控加工的过程

(1) 根据图样进行加工工艺分析, 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) 程序的输入或输出, 手工编写的程序通过数控机床的操作面板输入; 软件生成的程序通过计算机的串行通信接口 (如 RS232C 等) 直接传输到数据机床的数控单元。

(4) 输入到数控单元的加工程序, 进行试运行、刀具路径模拟等。

(5) 通过对数控机床的正确操作, 运行程序, 完成零件的加工。

数控机床的基本工作原理是, 首先根据零件图样, 结合加工工艺进行程序编

制,然后通过键盘或其他输入设备(如穿孔纸带、软盘等)将程序输入到数控装置,数控装置将指令进行译码、寄存和插补运算后,向各坐标的伺服系统发出指令信号,驱动伺服电动机转动,并通过传动机构,使刀具与工件相对位置按被加工零件的形状轨迹进行运动,并通过位置检测反馈,以确保其定位精度。同时通过 PLC 实现系统其他必要的辅助动作,如自动变速、冷却润滑液的自动开停、工件的自动夹紧与放松及刀具的自动更换等,配合进给运动完成零件的自动加工。

(二) 数控机床的组成及各部分功能

数控机床由控制介质、数控系统、伺服系统、反馈装置、辅助装置和机床本体六个部分组成,如图 1-1 所示。

1. 控制介质 控制介质又称信息载体,是人与计算机间联系的中间媒介物质,反映了数控加工中的全部信息。

2. 数控系统 数控系统是机床实现自动加工的核心,是整个数控机床的核心所在。它主要由输入装置、监视器、主控系统、可编程序控制器(PLC)、输入输出接口等组成。

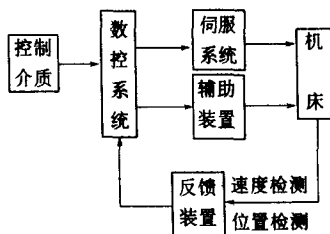


图 1-1 数控机床的系统组成框图

监视器由显示器和操作键盘组成。显示器有数码管、CRT、液晶等多种形式。它主要显示数控程序、各种参数、插补值、坐标位置、故障信息、人机对话编程菜单、零件图形、动态刀具运动轨迹等。

主控制系统由 CPU、存储器、控制器等部分组成。控制方式分为运算处理控制和时序逻辑控制两类。主控制器数据内的插补运算模块是根据读入的程序,通过译码、编译等信息处理后,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、速度反馈信号比较,从而控制机床各坐标轴的位移。时序逻辑控制主要由可编程序控制器(PLC)来完成。它根据机床加工中的各个动作要求进行协调,按各检测信号进行逻辑判别,从而控制机床各部件有条不紊地工作。

3. 伺服系统 伺服系统是数控系统与机床本体之间的电传动联系环节,主要由伺服电动机、驱动控制系统及位置检测反馈装置等组成。它用于实现数控机床的进给伺服控制和主轴伺服控制。

(1) 进给伺服系统 是数控机床的进给运动执行部分,包括位置控制单元、速度控制单元、伺服电动机、测量反馈单元等部分。它接收计算机发来的各种动作命令,驱动伺服电动机运动。伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。进给伺服系统的性能直接影响到数控机床加工精度和生产效率。

(2) 主轴伺服系统 是机床切削加工时传递扭矩的部件,一般分为齿轮有级变速和电气无级调速两种类型。主轴伺服系统由主轴驱动控制系统、主轴电动机

及主轴机械传动机构等组成。

4. 反馈装置 反馈装置主要包括光电脉冲编码器、光栅位置传感器、直线感应同步器等装置。

5. 辅助装置 辅助装置主要包括自动换刀装置、自动交换工作台机构、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 数控机床本体是指机械结构实体,由主传动机构、工作台、床身及主轴等部分组成。数控机床与普通机床相比,它的整体布局、外观造型、传动机构、刀具系统及操作机构等多方面发生了很大变化,具体归纳如下:

(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、同步齿形带等,以保证传动精度。

(3) 具有完善的刀具自动交换和管理系统(特别是数控加工中心)。

(4) 在数控加工中心上一般有工件自动交换、工件夹紧和放松机构。

(5) 机床本身具有很高的动、静刚度。导轨采用贴塑导轨、直线滚动导轨、静压导轨等精度高、摩擦系数小的部件。

(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,对机床加工部件进行封闭。

第二节 数控机床的分类

一、按控制运动轨迹形式分类

(一) 点位控制数控机床

点位控制又称点到点控制,其特点是要求机床移动部件从一点移到另一点的准确定位,在移动过程中不进行加工。图 1-2 所示为点位控制机床(如数控钻床)加工示意图,刀具在相应的点定位后才进行加工。

点位数控机床对两点之间运动轨迹没有严格要求。

为了实现快速而精确的定位、两点间位置的移动一般先以快速移动,接近定位点时再慢速趋近定位点,以保证定点精确。

这类数控机床主要有数控钻床、数控镗床和数控冲床等。其特点是成本低、简单,相应的数控装置称为点位控制数控装置。

(二) 直线控制数控机床

直线控制也称平行控制,因为机床在两点间移动时要进行切削加工,因此除了控制点与点之间准确定位外,还要保证两点间的移动轨迹是一条直线,且对

移动速度也要进行控制。其移动路线与机床坐标是平行的,即同时控制的坐标轴只有一个,一般只能加工矩形、台阶形等零件。

这类机床有数控车床、数控铣床、数控磨床等。一般情况下,这类数控机床有2或3个坐标轴,但同时控制的坐标轴只有1个,相应的数控装置称为直线控制数控装置。

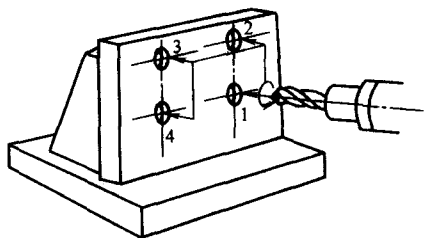


图 1-2 点位控制机床加工示意图

为了保证在刀具磨损或更换刀具后,仍可得到合格的零件,这类数控机床常具有刀具半径补偿、刀具长度补偿和主轴转速控制功能。

图 1-3 所示为直线控制加工示意图。

(三) 轮廓控制数控机床

轮廓控制又称为连续控制。其特点是能够对两个或两个以上运动坐标的位移和速度同时进行连续相关的控制,可以对曲面或曲线进行切削加工,要求数控装置具有插补运算功能。

这类机床有数控车床、数控铣床、数控镗床、数控线切割机和加工中心等,相应的数控装置称为轮廓控制数控装置。

图 1-4 所示为轮廓控制加工示意图。

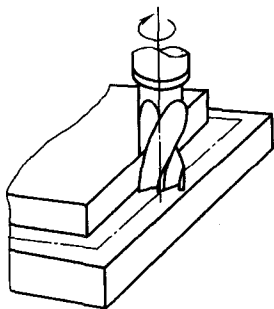


图 1-3 直线控制加工示意图

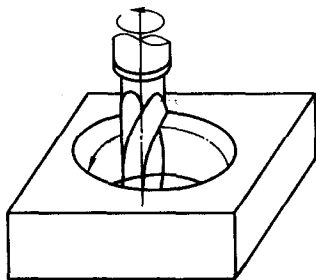


图 1-4 轮廓控制加工示意图

按同时(联动)控制坐标轴数不同,又可分为下列五种形式。

1. 两轴联动 同时控制两轴运动,可加工曲线旋转面(数控车床)或加工曲线柱面(数控铣床),如图 1-5 所示。

2. 两轴半联动 主要用于三轴以上的数控机床,其中两轴联动,另一轴作周期运动。如图 1-6 所示,数控铣床上用球头铣刀加工三维空间曲面。

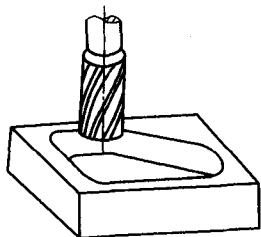


图 1-5 两轴联动

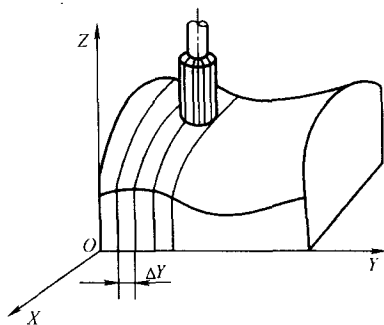


图 1-6 两轴半联动

3. 三轴联动 一般分为两类，一类是 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴联动，如数控钻床、加工中心等，如图 1-7 所示。另一类是除了同时控制 X 、 Y 、 Z 其中两个坐标轴联动外，还同时控制围绕其中某一坐标轴旋转的旋转坐标轴。如加工中心除了纵向 (Z 轴)、横向 (X 轴) 两个坐标轴联动外，还同时控制围绕 Z 轴的主轴 (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 1-8 所示为同时控制 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴与一个工作台回转轴联动的数控机床，可用来加工叶轮或圆柱凸轮。

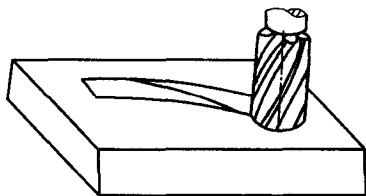


图 1-7 三轴联动

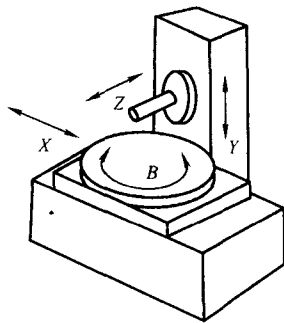


图 1-8 四轴联动的数控机床

5. 五轴联动 除同时控制 X 、 Y 、 Z 三个直线坐标轴联动以外，还同时控制围绕这些直线坐标轴旋转的 A 、 B 、 C 中任意两个坐标，形成同时控制五个轴联动。这时，刀具被定在空间的任意方向，如图 1-9 所示。五轴联动适合于加工透平叶片、叶轮和机翼等。

二、按伺服控制方式进行分类

(一) 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，图 1-10 所示为

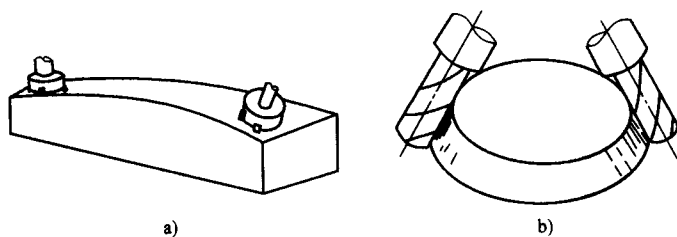


图 1-9 五轴联动的数控加工

开环控制系统框图。

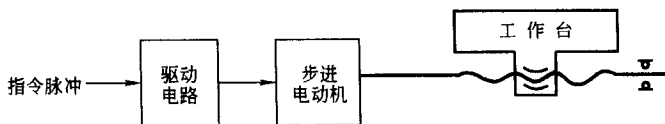


图 1-10 开环控制系统框图

这种系统通常采用步进电动机作驱动电动机。步进电动机的主要特征是数控装置输出指令脉冲，每改变一次指令脉冲信号，步进电动机就转动一个步矩角，再通过齿轮变速箱带动丝杠旋转，把角位移转换为移动部件的直线位移。移动部件的移动速度与位移量是由输入脉冲的频率和脉冲数所决定。

由于开环系统没有反馈装置，系统的传动误差及步矩误差不能进行校正补偿，所以控制精度较低。但最大特点是稳定性好、控制方便、结构简单、成本低、价格低廉、使用维修方便。它广泛应用于精度要求不高的数控机床中，例如，经济型数控机床多采用此种控制系统。

(二) 闭环控制数控机床

1. 全闭环控制数控机床 闭环控制系统是在移动部件（如床鞍部件）上装有直线位置检测装置（见图 1-11），将测量的实际位移量反馈到数控装置中，与输入的给定位移量（指定值）进行比较，用差值进行控制，使移动部件按实际需要的位移量运动，实现移动部件的精确定位。

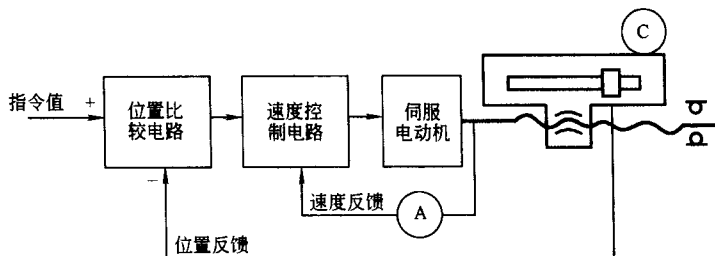


图 1-11 全闭环控制系统框图

由于闭环系统有位置反馈环节,这种反馈对包含有丝杠螺母副和齿轮传动副所带来的误差都可以得到补偿,故可达到很高的控制精度。全闭环控制系统可广泛地应用在高精度的大型精密数控机床中。闭环控制系统调试安装较为复杂、价格昂贵。

2. 半闭环控制数控机床 这种系统是在伺服电动机轴端或丝杠轴端装有角位移测量元件(旋转变压器、光电脉冲编码器、圆光栅等)(见图 1-12),通过测量角位移间接检测移动部件的直线位移,然后反馈到数控装置,与输入的位移量进行比较,用差值进行控制,故其控制精度较高。由于角位移测量装置比直线位移测量装置结构简单、安装方便、稳定性好、价格便宜、精度高于开环系统,故它得到了广泛应用。但这种系统的丝杠螺母副、齿轮传动副等传动装置未包含在反馈系统中,故其精度还不是很,不如上面介绍的全闭环系统精度高。但如果选择精度较高的滚珠丝杠和消除间隙的齿轮副,再配以具有螺距误差和反向间隙补偿功能的数控装置,还是能够达到较高的加工精度。正因为如此,半闭环数控系统得到了广泛的应用。

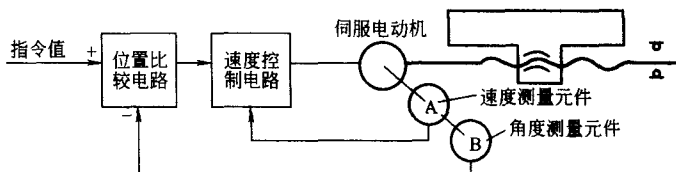


图 1-12 半闭环控制系统框图

（三）混合控制数控机床

将上述两种数控方式的特点有选择地集中,可以组成混合控制数控机床。

三、按数控系统功能水平进行分类

按数控系统功能水平分为高、中、低档三类,如表 1-1 所示。

表 1-1 数控系统不同档次的功能及指标

功 能	低 档	中 档	高 档
系统分辨率/ μm	10	1	0.1
G00 速度/(m/min)	3~8	10~24	24~100
伺服类型	开环及步进电动机	半闭环及直、交流伺服	闭环及直、交流伺服
联动轴数/轴	2 或 3	2~4	5 或 5 以上
通信功能	无	RS232 或 DNC	RS232C、DNC、MAP
显示功能	数码管显示	CRT: 图形、人机对话	CRT: 三维图形、自诊断
内装 PLC	无	有	强功能内装 PLC
主 CPU	8 位、16 位 CPU	16 位、32 位 CPU	32 位、64 位 CPU
结构	单片机或单板机	单微处理器或多微处理器	分布式微处理器

一般将中、高档数控机床称为全功能数控机床或标准型数控机床。低档数控机床是由单片机、步进电动机组成的数控系统或其他功能简单、低廉的数控系统。经济型数控机床属于低档数控机床，主要用于车床、线切割机床及旧机床改造等。

四、按加工工艺及用途进行分类

(一) 金属切削类

指采用车、铣、镗、钻、磨、铰、刨等各种切削工艺的数控机床，它又分为两类。

1. 普通数控机床 这类数控机床和传统的通用机床一样，有车床、铣床、钻床、镗床、磨床等，其工艺性和通用机床相似。

2. 加工中心机床 其特点是具有自动换刀机构的刀具库，工件经一次装夹后，通过自动更换刀具，自动连续地在一台机床上对工件各加工面进行铣（车）、镗、钻、铰、攻螺纹等多工序加工。

(二) 金属成型类

指采用挤、冲、压、拉等成型工艺的数控机床，如数控弯管机、数控折管机、数控旋压机、数控压力机等。

(三) 特种加工类

数控特种加工设备有数控线切割机、数控电火花加工设备、数控火焰切割机、数控激光加工机等。

(四) 测量、绘图类

主要有三坐标测量仪、数控对刀仪、数控绘图仪等。

五、按软硬件进行分类

(一) 硬件式数控系统（NC 系统）

这是早期的数控系统。这种数控装置中，输入、译码、插补运算、输出等控制功能全由逻辑电路来实现。这类数控系统通用性、灵活性等功能较差，维护代价高。

(二) 软件式数控系统（CNC 系统）

这种系统以微型计算机或小型计算机为控制单元，其中主要功能几乎全由软件来实现，硬件可以通用，编制不同的软件可实现不同的功能。通用的硬件为批量生产提供了条件，硬件的批量生产有利于保证质量、降低成本、缩短周期、便于推广应用。故现代数控系统均无例外地采用 CNC 系统。

第三节 数控机床的加工对象

一、采用数控机床加工的优势及特点

(1) 可以加工具有复杂型面的工件。

- (2) 加工精度高, 尺寸一致性好。
- (3) 生产效率高。
- (4) 可以减轻工人劳动强度。
- (5) 经济效益明显。
- (6) 可以精确计算成本和安排生产进度。
- (7) 数控加工是 CAD/CAM 技术和先进制造的基础。

二、数控机床的使用范围

- (1) 多品种、小批量生产的零件或新产品试制中的零件。
- (2) 几何形状复杂的零件。
- (3) 加工过程中必须进行多工序加工的零件。
- (4) 用普通机床加工时, 需要昂贵工装设备的零件。
- (5) 必须严格控制公差, 对精度要求高的零件。
- (6) 工艺设计需多次修改的零件。
- (7) 价格昂贵, 加工中不允许报废的关键零件。
- (8) 需要最短生产周期的零件。

各种数控机床的使用范围如图 1-13 所示。各种机床的加工批量与成本的关系如图 1-14 所示。

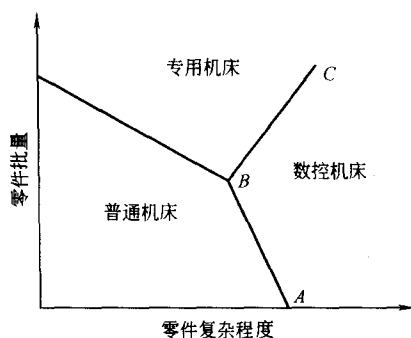


图 1-13 各种数控机床的使用范围

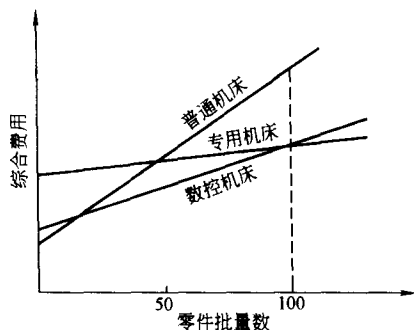


图 1-14 各种机床的加工批量与成本的关系

第四节 机械制造自动化

所谓自动化就是实现作业过程的主动完成而无需或只需极少的人工参与。自动化的目的, 最初只是为了省人、省力。随着社会的发展、科学与技术的进步、人们对产品要求的不断提高和市场竞争日趋激烈, 现在自动化的目的, 就不仅是为了省人、省力, 而更重要的是为了提高产品质量、提高生产率、降低成本、缩短产品开发生产周期及提高市场竞争力。

机械制造自动化的发展,技术上已经历了三个阶段,即刚性自动化、柔性自动化和综合自动化。这三种自动化方式的内容和特点如表 1-2 所示。也就是说,机械制造自动化的领域,已从过去只为了减轻和部分代替人的体力劳动领域扩展到了减轻和部分代替人的脑力劳动的领域,即从加工和物料搬运领域或扩展到了开发设计和经营管理的领域。机械制造自动化的规模,也从点(指单机,如自动、半自动机床,数控机床等)、线(指加工、装配线,如自动线、FMS 等)的自动化发展到了面(指工段、车间,如独立制造岛)、体(指整个工厂或企业,如 FA、CIMS)的自动化。

表 1-2 三种自动化方式的比较

比较项目	自动化方式		
	刚性自动化	柔性自动化	综合自动化
自动化目的	省人、省力,提高质量,降低成本	省人、省力,提高质量,降低成本,缩短制造周期	省人、省力,保证质量,降低成本,提高工作效率和快速响应市场的能力
自动化对象	加工设备、工装、器械和物流	加工设备、工装、器械、物流、信息	加工设备、工装、器械、物流、信息流
技术特点	以机、电、液、气等硬件控制方式实现,变动困难、灵活性差	以硬件为基础、数控软件为支持,通过改变程序软件来适应所需的控制,故具较大柔性,且易于变动	以设计、制造过程自动化为基础,以计算机和网络通过通信技术为手段,把企业的经营、生产和工程技术诸环节集成为一体来实现,具有优质高效、快速响应市场等特点
典型设备	自动半自动机床、组合机床、机械手、自动线等	数控机床、加工中心、工业机器人、FMC 等	CAD/CAM 系统、MRP - II、FMS、CIMS 等
适用场合	少品种、大批量生产	多品种、中小批量生产	各种类型和规模的生产

一、柔性制造系统

柔性制造系统(FMS)是当代制造领域迅速发展和应用的高新技术之一,它突破了传统刚性自动化生产线只能适用于大量生产的局限性,体现了对中小批量、多品种生产的适应性,提高了制造过程的柔性和储量以及设备的利用率,缩短了产品的周期,也提高了企业对市场需求变化的响应速度和竞争能力。

柔性制造自动化分为如下三类:

1. 柔性制造模块化(FMM) 柔性制造模块化(FMM)由单台 CNC 机床配以工件自动装卸装置组成,并能进一步组成柔性制造单元和柔性制造系统。柔性制造模块本身可以独立运行,但不具备工件、刀具的供应管理功能,没有生产调度功能。