



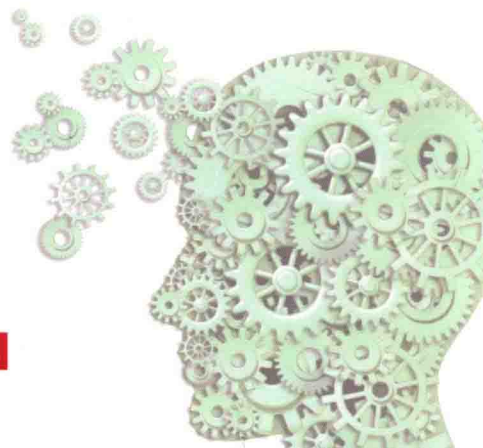
Shukong Jiagong yu Biancheng



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

数控加工与编程

▲主编 王兵 张大林 彭霞



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



工学结合 · 基于工作过程

化创新系列教材
“五”规划教材

数控加工与编程

Shukong Jiagong yu
Biancheng

▲主 编 王 兵 张大林 彭 霞

▲副主编 夏 坤 毛江华 何正文

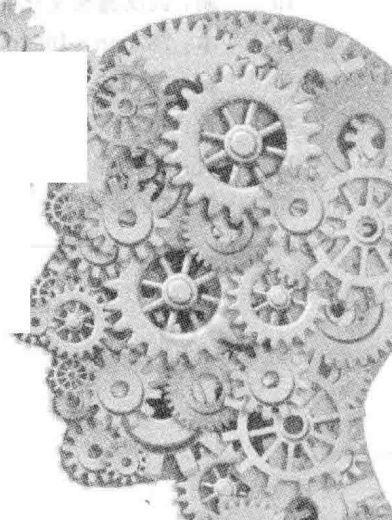
▲参 编 贺海廷 王华丽 靳 力 蔡伍军



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国 · 武汉



内 容 提 要

本书内容包括五个方面:数控机床概述、数控编程基础、数控车加工与编程、数控铣加工与编程和数控线切割加工与编程。本书可作为各类职业院校数控、模具以及机电一体化等专业的教材,又适合作为数控类岗位准人的培训用书,还可作为相关专业技术工人的自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工与编程/王兵,张大林,彭霞主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.6
ISBN 978-7-5680-2862-2

I. ①数… II. ①王… ②张… ③彭… III. ①数控机床-程序设计 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 108400 号

数控加工与编程

Shukong Jiagong yu Biancheng

王 兵 张大林 彭 霞 主编

策划编辑:倪 非

责任编辑:史永霞

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913
邮编:430223

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.5

字 数:305 千字

版 次:2017 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:30.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

数控机床是现代工业的重要技术设备,也是先进制造技术的基础设备,其应用水平已成为衡量一个国家制造业综合实力的重要标志。为此,数控技术专业的教学与人才培养更应强调其实用性、先进性和可操作性。

本书的编写有以下三个特点:

(1) 从职业活动的实际需要出发来组织教学,运用简洁的语言,让学生看得明白,学得轻松,用得容易。

(2) 不刻意向其他学科扩展,实现专业教材与工作岗位的有机对接,增强了教材的适用性,使教材的使用更加方便、灵活。

(3) 以一个个典型工件的加工编程整合相应的知识、技能,实现理论与实践的结合,进一步加强了技能方面的训练。

本书由王兵、张大林、彭霞任主编,夏坤、毛江华、何正文任副主编,参加编写的还有贺海廷、王华丽、靳力、蔡伍军。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2017年5月

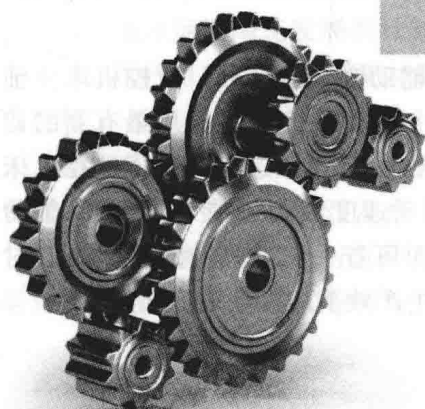
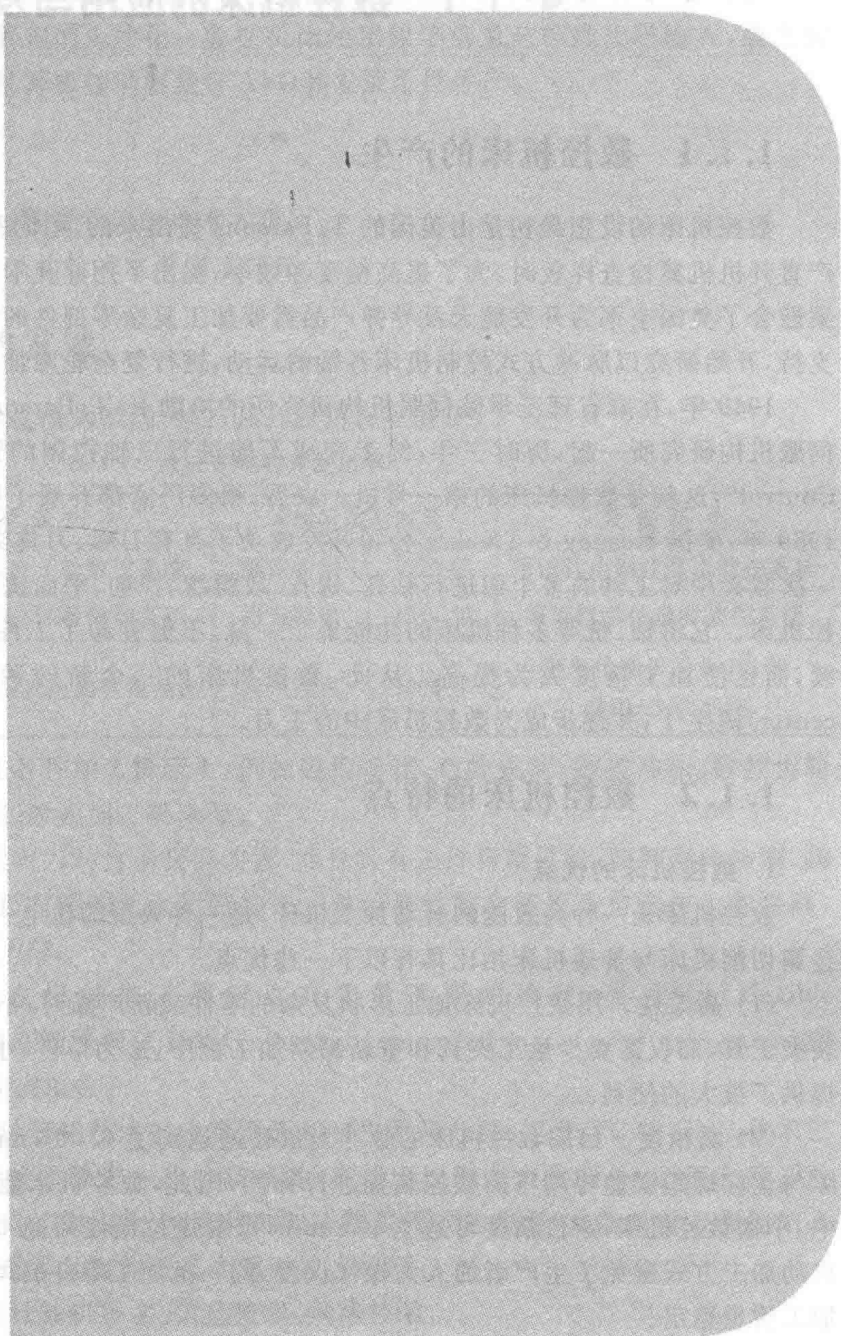
第1章 数控机床概述	(1)
1.1 数控机床的应用与发展	(2)
1.1.1 数控机床的产生	(2)
1.1.2 数控机床的特点	(2)
1.1.3 数控机床的发展	(3)
1.1.4 数控机床的适用范围	(4)
1.2 数控机床的工作过程	(4)
1.2.1 数控机床的组成	(4)
1.2.2 数控机床的工作过程	(6)
1.3 数控机床的种类	(9)
1.3.1 数控机床的分类	(9)
1.3.2 常用数控机床的种类	(12)
第2章 数控编程基础	(19)
2.1 坐标系与原点	(20)
2.1.1 认识数控加工中的坐标系	(20)
2.1.2 刀具与工件相对位置的确定	(24)
2.2 数控程序结构	(26)
2.2.1 数控编程的概念	(26)
2.2.2 程序结构与程序段格式	(29)
2.2.3 功能字	(30)
2.3 数控加工用刀具	(33)
2.3.1 数控车削用刀具	(33)
2.3.2 数控铣削用刀具	(40)
2.4 数控加工工艺	(44)
2.4.1 数控加工工艺系统概述	(44)
2.4.2 数控加工工艺文件	(46)
第3章 数控车加工与编程	(51)
3.1 数控车床的基本操作	(52)
3.1.1 文明生产和安全操作注意事项	(52)
3.1.2 数控车床控制系统面板按钮与功能	(52)

3.1.3	数控车床的手动操作	(57)
3.1.4	数控车床的对刀与换刀	(58)
3.1.5	数控程序的编辑	(60)
3.1.6	自动加工	(62)
3.2	数控车床编程	(63)
3.2.1	一般编程指令	(63)
3.2.2	单一固定循环指令	(65)
3.2.3	复合循环指令	(67)
3.2.4	刀尖圆弧半径补偿指令	(71)
3.2.5	螺纹编程指令	(72)
3.2.6	子程序与宏程序	(75)
3.3	数控车加工与编程实例	(80)
3.3.1	轴类工件的加工与编程	(80)
3.3.2	套类工件的加工与编程	(84)
3.3.3	螺纹工件的加工与编程	(87)
3.3.4	复杂工件的加工与编程	(91)
第4章	数控铣加工与编程	(95)
4.1	数控铣床的基本操作	(96)
4.1.1	文明生产和安全操作注意事项	(96)
4.1.2	数控铣操作面板和控制面板与功能	(96)
4.1.3	数控铣床的手动操作	(99)
4.1.4	数控铣床 MDI 操作及对刀	(100)
4.1.5	数控程序的编辑与输入	(104)
4.1.6	自动加工	(106)
4.2	数控铣床编程	(106)
4.2.1	圆弧进给 G02/G03	(106)
4.2.2	刀具补偿功能	(108)
4.2.3	孔加工编程指令	(111)
4.2.4	坐标轴旋转	(117)
4.2.5	比例缩放指令 G51 和 G50	(118)
4.2.6	可编程镜像指令 G51.1 和 G50.1	(119)
4.2.7	局部坐标系指令 G52	(120)
4.2.8	宏程序	(121)
4.3	数控铣加工与编程实例	(122)
4.3.1	一般平面工件的加工与编程	(122)
4.3.2	直线图形的加工与编程	(124)

4.3.3 圆弧图形的加工与编程	(125)
4.3.4 孔工件的加工与编程	(127)
4.3.5 复杂轮廓的加工与编程	(128)
4.3.6 圆柱面的加工与编程	(132)
4.3.7 综合工件的加工与编程	(136)
第5章 数控线切割加工与编程	(143)
5.1 线切割机床概述	(144)
5.1.1 文明生产和安全操作注意事项	(144)
5.1.2 线切割机床的结构	(144)
5.1.3 线切割机床的型号与主要技术	(147)
5.1.4 线切割加工的应用	(148)
5.1.5 线切割机床的操作	(148)
5.2 数控线切割编程	(161)
5.2.1 3B 格式程序编制	(161)
5.2.2 4B 格式程序编制	(164)
5.2.3 ISO 指令程序编制	(165)
5.3 数控线切割加工与编程实例	(168)
5.3.1 “8”字形凸、凹模零件加工与编程	(168)
5.3.2 型孔工件加工与编程	(170)
5.3.3 多型孔工件的加工与编程	(171)
参考文献	(175)

第1章 数控机床概述

1



数控机床是以数字量作为指令信息形式,通过数控逻辑电路或计算机控制的机床。它综合运用了机械、微电子、自动控制、信息、传感测试、电力电子、计算机、接口和软件编程等多种现代化技术,是典型的机电一体化产品。

◀ 1.1 数控机床的应用与发展 ▶

1.1.1 数控机床的产生

数控机床的设想最初是由美国的 T. Parsons 提出来的。1947 年,美国的 Parson 公司在生产直升机机翼检查样板时,为了提高精度和效率,提出了用穿孔卡片来控制机床的方案,这一方案迎合了美国空军为开发航天及导弹产品需要加工复杂零部件的需求,于是得到了空军的经费支持,开始研究以脉冲方式控制机床各轴的运动,进行复杂轮廓加工的装置。

1949 年,在麻省理工学院伺服机构研究所的协助下,T. Parsons 与 MIT(麻省理工学院)的伺服机构研究所一起,历时三年,终于完成了能进行三轴控制的铣床样机,取名为“Numerical Control”,这就是数控机床的第一号机。以后,很多厂家都开展了数控机床的研制开发和生产。1959 年,美国 Keaney & Treckre 公司开发成功了具有刀库、刀具交换装置,回转工作台,可以在一次装夹中对工件的多个面进行钻孔、镗孔、攻螺纹、镗削、平面铣削、轮廓铣削等多种加工的数控机床。它将钻、铣等多种机床的功能集于一身,不但省却了工件的反复搬动、安装、换刀等手续,而且使加工精度大为提高。从此,数控机床的一个新的种类——加工中心(machining center)诞生了,并逐步成为数控机床中的主力。

1.1.2 数控机床的特点

1. 数控机床的优点

数控机床是一种高效能的自动加工机床,是一种典型的机电一体化产品。采用数控技术的金属切削机床与普通机床相比具有以下一些优点。

(1) 高柔性。用数控机床加工形状复杂的零件或新产品时,不必像普通机床那样需要很多装夹工具,而仅需要少量工夹具和重新编制加工程序,这为单件、小批量零件加工及试制新产品提供了极大的便利。

(2) 高精度。目前数控机床的脉冲当量普遍达到了 0.001 mm ,而且进给传动链的反向间隙与丝杠螺距误差等均可由数控装置进行补偿,因此,数控机床能达到很高的加工精度。对于中、小型数控机床,定位精度可达 0.025 mm ,重复定位精度可达 0.01 mm 。此外,数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差,同一批加工零件的尺寸一致性好,产品合格率高,加工质量稳定。

(3) 高效率。零件加工所需的时间主要包括机动时间和辅助时间两部分。数控机床主轴的转速和进给速度的变化范围比普通机床大,因此,数控机床每一道工序都可选用最有利的切削用量。数控机床的结构刚性好,因此允许进行大切削用量的强力切削,这样提高了数控机床的切削效率,节省了机动时间。数控机床的移动部件空行程运动速度快,工件装夹时间短,辅助时间比普通机床少。数控机床通常不需要专用的工夹具,因而可省去工夹具的设计和制造时间。在加工中心上加工零件时,可实现多道工序的连续加工,生产效率的提高更为明显。

(4) 自动化程度高。数控机床对零件的加工是按事先编好的程序自动完成的, 操作者除了操作键盘、装卸工件、关键工序尺寸中间检测以及观察机床运行之外, 不需要进行繁重的重复性手工操作, 劳动强度大大减轻。

(5) 能加工复杂型面。数控机床可以加工普通机床难以加工的复杂型面零件。

(6) 便于现代化管理。用数控机床加工零件, 能精确地估算零件的加工工时, 有助于精确编制生产进度表, 有利于生产管理的现代化。数控机床使用数字信息与标准代码输入, 最适宜于数字计算机联网, 便于实现计算机辅助制造(CAM)和发展柔性生产。

2. 数控机床的不足之处

- (1) 数控机床的价格较贵。
- (2) 调试和维修比较复杂, 需要专门的技术人员。
- (3) 对编程人员和操作人员的技术水平要求较高。

1.1.3 数控机床的发展

数控机床是以微电子技术发展为推动力的, 其开发历程见表 1-1。

表 1-1 数控系统的开发历程

发展阶段与时间		发展历史	发展阶段与时间		发展历史
第一阶段	1952 年	第一代电子管数控系统	第四阶段	1970 年	第四代小型计算机数控系统
第二阶段	1959 年	第二代晶体管数控系统	第五阶段	1974 年	第五代微处理器数控系统
第三阶段	1965 年	第三代集成电路数控系统	第六阶段	1990 年	第六代基于工业 PC 的通用 CNC 系统

目前数控技术已经应用在各种加工机床上, 例如数控车床、数控铣床、数控冲床、数控齿轮加工机床、数控电火花、线切割、激光加工机床等。

数控机床已发展到不但具有刀具自动交换装置, 而且具有工件自动供给、装卸寿命检测、排屑等各种附加装置, 可以进行长时间的无人运转加工。其可靠性和功能逐步得到很大的提高, 而其价格、体积和能耗却大为下降。

当今的数控机床已经在机械加工部门占有非常重要的地位, 是 FMS (flexible manufacturing system) 即柔性制造系统、CIMS (computer integrated manufacturing system) 即计算机集成制造系统的基本构成单位。

近年来, 为充分利用通用计算机技术的丰富资源和利于发展延续, 基于 PC 的 CNC 技术已经成为发展方向。同时, CNC 技术除进一步向高速度、高精度控制能力发展外, 还正向着开放式体系结构发展, 以适应下一代的集成化、网络化的先进制造模式的需要, 并能及时方便地纳入新技术、新方法。开放式数控技术具有如下几个重要技术特征:

- (1) 迅速运用高速发展的计算机技术、信息技术、网络技术。
- (2) 用户可以在较大范围内根据需要进行选择和配置硬件, 如主轴轴数、伺服轴数和 PLC-I/O 点数等。
- (3) 用户可以在开放式环境下扩充系统的功能, 例如, 开发最适合自己用途的人机界面, 或者利用标准 NC 控制功能开发自己的专有控制功能。
- (4) 系统能够直接运行其他标准应用软件, 如 CAD、数据库等, 利用现有软件开发出能满足自己产品要求的最佳控制系统。

1.1.4 数控机床的适用范围

数控机床具有普通机床所不具备的许多优点,数控机床的应用范围正在不断扩大,但它并不能完全代替普通机床,也还不能以最经济的方式解决机械加工中的所有问题。

数控机床最适合加工以下零件。

(1) 多品种小批量零件。图 1-1 表示了通用机床、专用机床和数控机床加工批量(产品件数)与生产成本的关系,从图中可以看出零件加工批量增大对于选用数控机床是不利的。

(2) 形状结构比较复杂的零件。从图 1-2 中可以看出,数控机床非常适合加工形状复杂的零件。

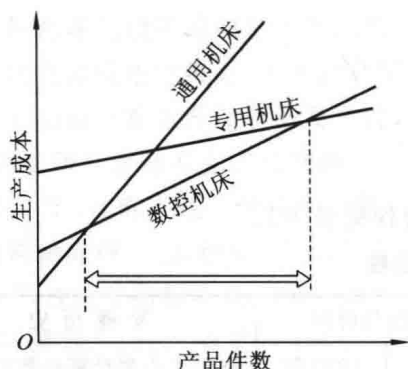


图 1-1 各种机床的加工批量与生产成本的关系

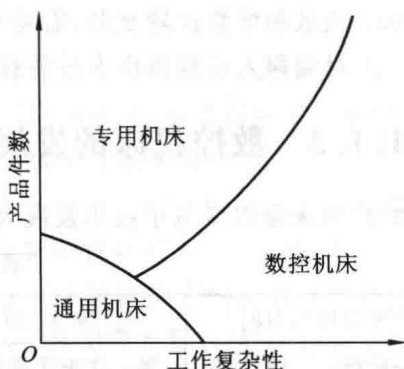


图 1-2 各种机床的使用范围

(3) 需要频繁改型设计的零件。

(4) 价格昂贵、不允许报废的关键零件,如飞机大梁零件。此类零件加工数量虽不多,但若加工中出现差错而报废,将造成巨大的经济损失。

(5) 必须严格控制位置要求的零件,如箱体类零件、航空附件壳体等。

1.2 数控机床的工作过程

1.2.1 数控机床的组成

数控机床由数控系统、伺服系统和机床本体三个基本部分组成,如图 1-3 所示。

1. 数控系统

数控系统是数控机床的核心,它是一个专用的计算机系统,由硬件和软件两个部分组成。数控系统的硬件包括总线、CPU、电源、存储器、操作面板和显示器、位控元件、可编程序控制器逻辑控制单元与数据输入/输出接口等。

数控系统接受从机床输入装置输入的控制信号代码,经过输入、缓存、译码、寄存、运算、存储等步骤转变成控制指令,实现直接或通过可编程序控制器(PLC)对伺服系统的控制。输入/输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备,包括键盘、磁盘驱动器、RS232 口或网口、控制面板、LCD 显示器等,如图 1-4 所示。

2. 伺服系统

伺服系统是机床工作的动力装置,它接受数控系统发出的进给脉冲信号,经过放大后,驱动

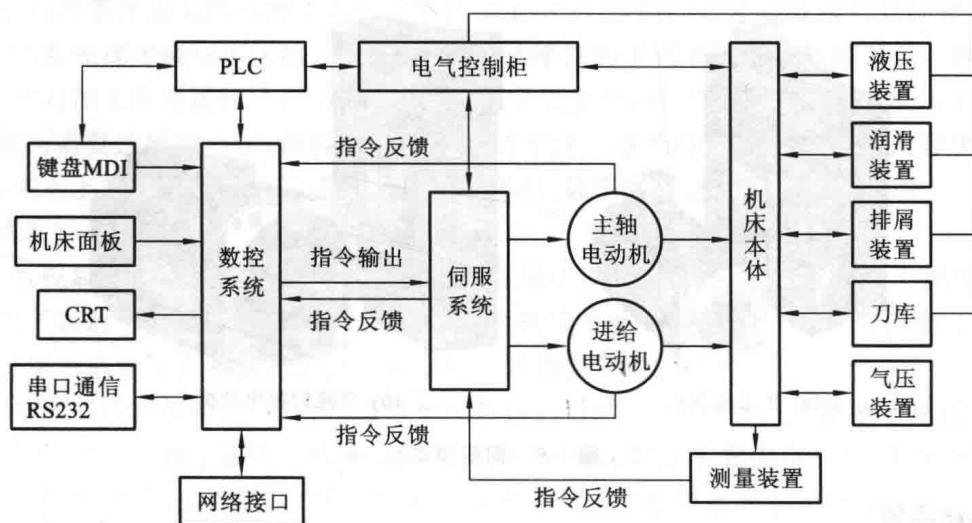


图 1-3 数控机床的组成

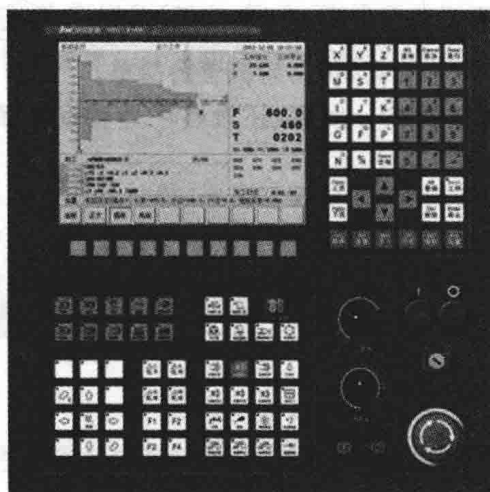


图 1-4 数控系统装置

机床主机实现机床的进给运动。伺服系统由伺服单元、执行元件以及位置检测装置组成。伺服驱动系统主要包括伺服驱动装置和电动机。

伺服单元是数控系统与机床本体的联系环节，它把来自数控系统的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴驱动单元和进给驱动单元等。

执行元件的作用是把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动。常用的执行元件有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。常用的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，如图 1-5 所示。根据接收指令的不同，伺服驱动有脉冲式和模拟式两种。模拟式伺服驱动方式按驱动电动机的种类，可分为直流伺服驱动和交流伺服驱动。步进电动机采用脉冲式驱动方式，交流、直流伺服电动机采用模拟式驱动方式。

多数数控机床还具有位置检测装置。位置检测元件包括脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺和激光等，常用的是长光栅或圆光栅的增量式位移编码器。检测元件将执行元件(如电动机、刀架或工作台等)的速度和位移量检测出来，经过相应的电路将所测得信号反馈给伺服驱动装置或数控系统，构成半闭环或全闭环系统，补偿进给电动机的速度或执行机构的运动误差，以达到提高运动机构精度的目的。



图 1-5 伺服电动机

3. 机床本体

机床本体是加工运动的机械部件,包括主运动部件、进给运动部件(工作台、刀架)和支承部件(床身、立柱)等。有些数控机床还配备了特殊部件,如回转工作台、刀库、自动换刀装置和托盘自动交换装置等。数控机床的本体结构与传统机床的相比,发生了很大变化,由于普遍采用滚珠丝杠和滚动导轨,其传动效率更高,传动系统更为简单。

此外,为保证数控机床功能的充分发挥,还设有一些辅助系统,如冷却、润滑、液压(或气动)、排屑、防护系统等。

1.2.2 数控机床的工作过程

数控机床的工作过程如图 1-6 所示,其主要任务是进行刀具和工件之间的相对运动的控制。

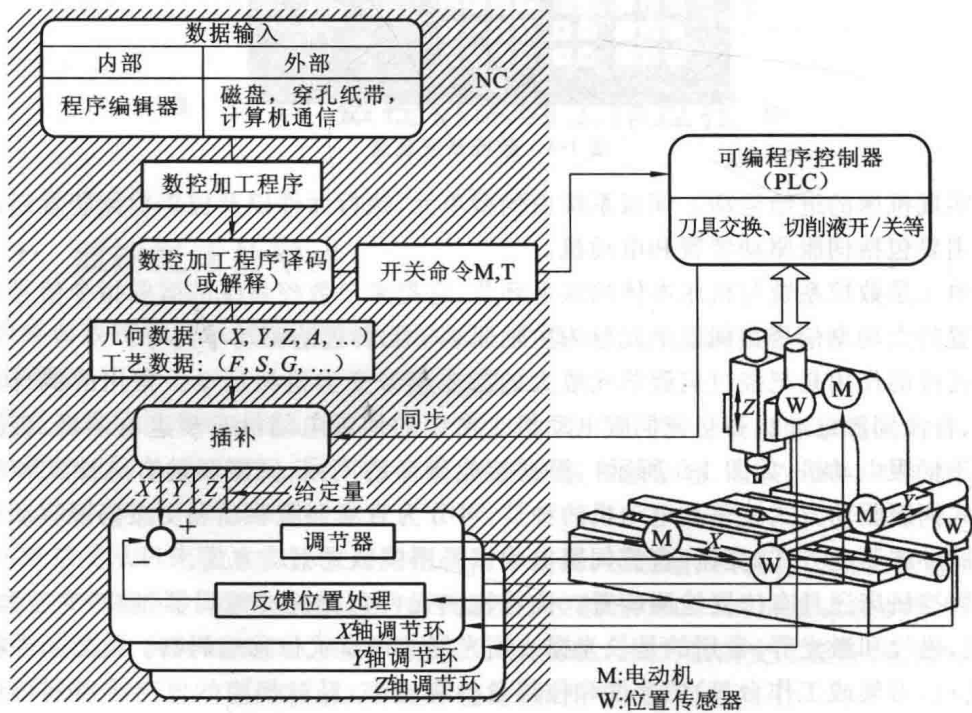


图 1-6 数控机床的工作过程

首先,根据零件加工图样的要求确定零件加工的工艺过程、工艺参数和刀具位移数据,且按编程手册的有关规定编写零件加工程序。其次,把零件加工程序输入到数控系统。数控装置的系统程序将对加工程序进行译码与运算,发出相应的命令,通过伺服系统驱动机床的各运动部件,并控制所需要的辅助动作,最后加工出合格的零件。系统程序存于计算机内存中。所有的数控功能基本上都依靠该程序完成,例如输入、译码、数据处理、插补、伺服控制等。

1. 输入

现代数控装置都使用标准串行通信接口与微型计算机相连接,实现零件加工程序和参数的传送,改变了以前零件加工程序通常由光电阅读机读入数控装置的方式。零件加工程序较短时,也可直接用系统操作面板的键盘将程序输入到数控装置。

零件加工程序较长时,目前大都通过系统各自的 RS-232 通信接口与微型计算机相连接,利用通信软件传输零件加工程序。传输方式有两种:一种是数控装置内存许可时,将零件加工程序直接传输到系统内部存储器;另一种是加工程序太大,数控装置内存不足,只能边传输边加工。

2. 译码

输入的程序段含有零件的轮廓信息(起点、终点,直线还是圆弧等)、要求的加工速度以及其他的辅助信息(换刀、换挡、冷却液等),计算机依靠译码程序来识别这些数据符号。译码程序将零件加工程序翻译成计算机内部能识别的语言。

3. 数据处理

数据处理程序一般包括刀具半径补偿、速度计算以及辅助功能的处理。刀具半径补偿是把零件轮廓轨迹转化为刀具中心轨迹。这是因为轮廓轨迹的实现是靠刀具的运动来实现的。速度计算是解决该加工数据段以什么样的速度运动的问题。加工速度的确定是一个工艺问题。CNC 系统仅仅是保证这个编程速度的可靠实现。另外,辅助功能如换刀、换挡等亦在这个程序中处理。

4. 插补

在实际加工中,加工程序提供的刀具运动轨迹应准确地按照零件的轮廓形状生成。但对于复杂的曲线轮廓,直接计算刀具运动轨迹是很麻烦的,其计算工作不仅非常大,同时也不能满足数控加工的实时控制要求。要想实现所需曲线的运动轨迹,需要将两轴或两个以上的进给轴的直线运动合成。例如,在加工图 1-7 所示的一段圆弧时,已知起点 A 和终点 B 及圆心 O 的坐标与半径 R ,这时我们必须把圆弧段 $\widehat{AB}$ 之间各点的坐标值计算出来,然后把这些点填补到 A 、 B 之间,也就是对各进给坐标所需进给脉冲的个数、频率及方向进行分配,才能把圆弧 $\widehat{AB}$ 段描绘出来,以实现进给轨迹控制。

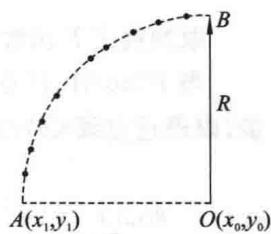


图 1-7 插补的概念

1) 脉冲增量插补

脉冲增量插补的特点是每次插补的结果仅仅产生一个行程增量,以单个脉冲方式输出给步进电动机。它通常仅用于加法和位移就可以完成插补的情况,容易用硬件来实现,且运算时速度特快。脉冲增量插补输出的速率主要受插补程序所花时间的制约,因而它仅适用于中等精度和中等速度以及步进电动机为执行机构的机床数控系统。

2) 数据采样插补

数据采样插补是将加工一段直线或圆弧的时间划分为若干相等的插补周期,每一个插补周期内的进给量,从曲线段的起点到终点,须经多次计算和加工。与脉冲增量插补不同,采用数据

采样插补时,根据加工直线或圆弧段的进给速度,计算出每一个插补周期内的插补进给量。

对于曲线插补,插补步长越短,插补精度越高。即可得出:插补周期越短,插补精度越高;进给速度越快,插补精度越低。

3)数据采样的直线与圆弧插补过程

对于多坐标数控加工,一般只采用直线插补。

直线插补的脉冲分配:如图 1-8 所示,以 O 点为坐标原点。加工直线段 OA ,需沿 X 轴方向走 4 步,即 4 个脉冲;沿 Y 轴方向走 5 步,即 5 个脉冲,最后到终点。

直线插补过程以第一象限直线为例说明:如图 1-9 所示,设直线 OA 的始点 O 为原点,终点 A 的坐标为 (x_e, y_e) ,当前加工点为 P ,坐标为 (x_i, y_i) 。若 P 点在直线 OA 上或在其上方,则有

$\frac{y_i}{x_i} \geq \frac{y_e}{x_e}$, 即 $x_e y_i - x_i y_e \geq 0$ 。

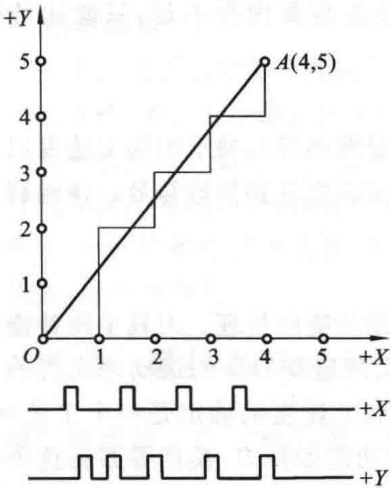


图 1-8 直线插补的脉冲分配

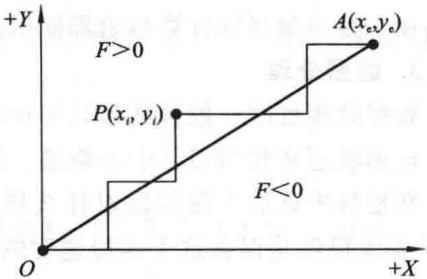


图 1-9 直线插补的过程

若 P 点在直线 OA 的下方,则有 $\frac{y_i}{x_i} < \frac{y_e}{x_e}$, 即 $x_e y_i - x_i y_e < 0$ 。

取判别式 F 函数为 $F = x_e y_i - x_i y_e$, 这样就可通过 F 值判别 P 点与直线 OA 的相对位置了。

当 $F \geq 0$ 时, P 点在直线上或其上方, 这时应向 $+X$ 方向发出一个脉冲, 使刀具向上前进一步, 以逼近直线 OA ; 当 $F < 0$ 时, 则 P 点在直线 OA 的下方, 这时应向 $+Y$ 方向发出一个脉冲, 使刀具在 $+Y$ 轴方向前进一步, 逼近直线 OA 。这样, 以原点 O 到终点 A , 每走一步, 计算一步。当两个方向所走的步数与终点 A 的坐标值 (x_e, y_e) 相等时, 停止插步, 也就是加工完成。

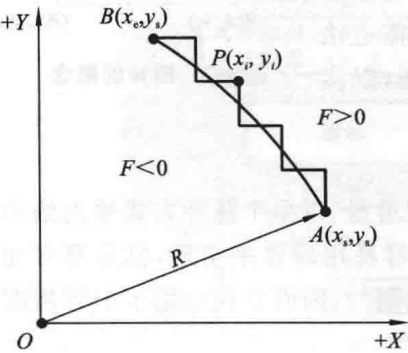


图 1-10 圆弧插补过程

圆弧插补过程与直线插补过程基本相同, 只是 P 点相对应的参考不同而已。如图 1-10 所示, 要加工第一象限内的逆时针圆弧 $\widehat{AB}$ 段, 即起点 A , 坐标为 (x_s, y_s) , 终点 B , 坐标为 (x_e, y_e) , 半径为 R , 当前加工点 P , 其坐标为 (x_i, y_i) 。

若 P 点在圆弧段上或在其外侧, 则有 $x^2 + y^2 \geq R^2$, 推出 $x^2 + y^2 - R^2 \geq 0$; 若 P 点在圆弧内侧, 则有 $x^2 + y^2 < R^2$, 推出 $x^2 + y^2 - R^2 < 0$ 。

取判别式 F 函数为: $F = x^2 + y^2 - R^2$ 。

当 $F \geq 0$ 时, P 点在圆弧上或在其外侧,这时应在 $-X$ 方向上发出一个脉冲,使刀具向圆弧内进一步;当 $F < 0$ 时, P 点在圆弧内侧,这时应在 $+Y$ 方向上发出一个脉冲,使刀具向圆弧外进一步。这样每走一步就判断和计算一次,至终点完毕。

5. 伺服控制

伺服控制的功能是根据不同的控制方式(如开环、闭环),把来自数控系统插补输出的脉冲信号经过功率放大,通过驱动元件和机械传动机构,使机床的执行机构按规定的轨迹和速度加工。

伺服系统的性能对数控机床的定位性能、生产率、加工精度等多方面有着广泛的影响。因此,数控机床对其伺服系统的工作要求是非常严格的。

- (1) 要求有很强的承载能力。
- (2) 要求调速范围宽。
- (3) 要有较高的控制精度。
- (4) 要有合理的跟踪速度。

(5) 要求系统的工作应稳定和可靠。数控机床的伺服系统除了要自身在运行时稳定可靠外,还要有较好的抗干扰能力。如外界电网电压出现较大幅度的波动、大型或重复设备的强启动电流以及一些大功率的电弧焊接等,这些都会对伺服系统产生干扰,如果系统不具备这种能力,就会发生故障。

6. 管理程序

当一个数据段开始插补时,管理程序就着手准备下一个数据段的读入、译码、数据处理,即由它调用各个功能子程序,且保证一个数据段加工过程中同时做下一个程序段的准备工作。一旦本数据段加工完毕,就开始下一个数据段的插补加工。整个零件加工就是在这种周而复始的过程中完成的。

1.3 数控机床的种类

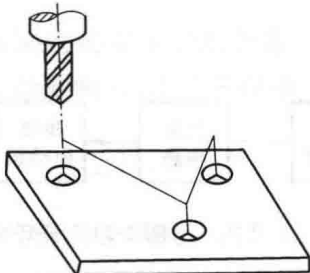
1.3.1 数控机床的分类

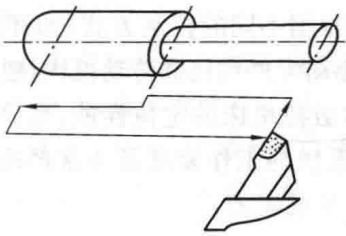
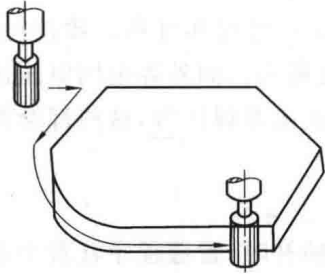
数控机床经过几十年的发展,其规格、型号繁多,品种已达千种,结构与功能也各具特色。从不同的经济技术或经济指标出发,可对数控机床实行各种不同的分类。

1. 按控制运动的轨迹分类

数控机床按控制运动的轨迹分类情况见表 1-2。

表 1-2 数控机床按控制运动的轨迹分类

分 类	功用说明	图 示	应用举例
点位控制 数控机床	其机械运动实行点到点的准确定位控制,而对其点到点之间的运动轨迹不作要求,这是因为刀具在其定位运动过程中不进行切削,而是快速进给到定位位置(即不与工件接触)		数控钻床、数控冲床、数控坐标镗床、数控元件插装机等

分 类	功用说明	图 示	应用举例
直线控制 数控机床	其机械运动方式除了要控制刀具相对工件(或工作台)的起点和终点的准确位置外,还要控制每一程序段的起点与终点间的位移过程,即刀具以给定的进给速度作平行于某一坐标轴方向的直线运动		数控车床、数控磨床等
连续控制 数控机床	这类机床又称轮廓控制数控机床,它能够同时对两个或两个以上的坐标进行控制,从而按给定的规律和速度进行准确的轮廓控制,使其运动轨迹成为所需要的直线、曲线或曲面		数控车床、铣床、凸轮磨床、线切割机床等

2. 按工艺用途分类

按工艺用途分类,数控机床可分为数控钻床、数控车床、数控铣床、数控磨床和轮加工机床等,还有压床、冲床、弯管机、电火花切割机床、火焰切割机床、凸焊机等。

加工中心是带有刀库与自动装置的数控机床,它可在一台机床上实现多种加工。工件一次装夹,可完成多种加工,既节省了辅助工时,又提高了加工精度。

3. 按控制方式分类

1) 开环控制

开环控制示意图如图 1-11 所示,它是无位置反馈的一种控制方法,它采用的控制对象、执行机构多半是步进式电动机或液压转矩放大器(即电液脉冲马达)。这种控制方法在 20 世纪 60 年代应用很广泛,但随着机械制造业的发展,它逐渐不能适应要求。例如,精度要求愈来愈高,功率也愈来愈大,步进电动机做不成大功率;用电液脉冲马达,机构就相当庞大,所以目前逐渐被其他控制方式所取代。但开环系统由于结构简单、控制方法简便、价格相对便宜,因此对要求精度不高且功率需求不太大的地方,还是可以用的。经济型简易数控车床的应用就是一例。

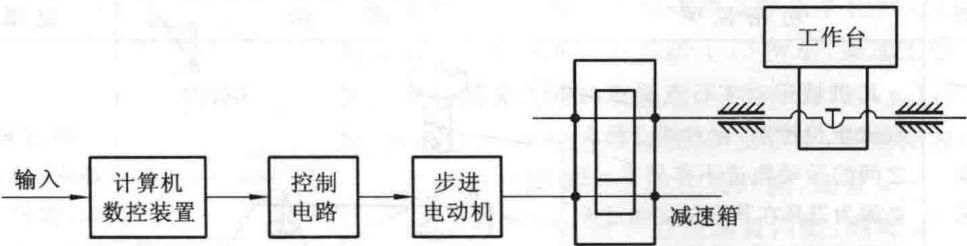


图 1-11 开环控制驱动方式