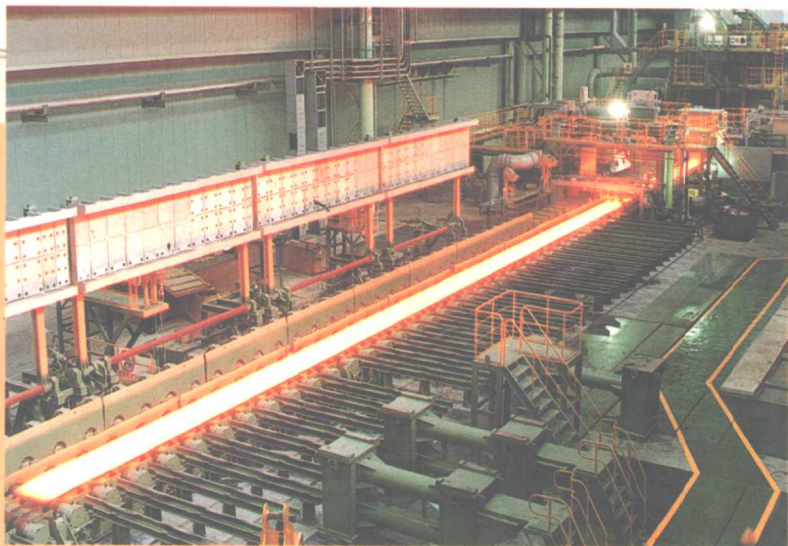


轧制过程的 计算机控制系统

赵 刚 杨永立 编著



冶金工业出版社

TG334.9
2002311

轧制过程的计算机控制系统

赵 刚 杨永立 编著

冶金工业出版社

2002

内 容 提 要

本书讲述计算机技术和自动控制理论在轧制生产过程中的应用。全书共分八章,分别介绍了过程计算机的系统结构、过程输入输出和人机接口技术以及总线技术、通讯和软件技术、过程控制计算机的系统设计和轧制过程计算机及系统控制的工程实现。

本书可作为高等院校非电非计算机专业的教材,亦可作为从事轧制过程自动化的科研、设计、教学人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

轧制过程的计算机控制系统/赵刚等编著. —北京:冶金工业出版社,2002.1

ISBN 7-5024-2908-5

I. 轧… II. 赵… III. 轧制—计算机控制系统
IV. TG334.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 074593 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 王秋芬 美术编辑 李 心 责任校对 刘 倩 责任印制 李玉山
北京梨园彩印厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2002 年 1 月第 1 版,2002 年 1 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32;12.875 印张;344 千字;402 页;1-2000 册

25.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

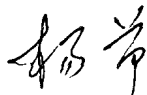
序

轧制过程的计算机控制系统是 20 世纪 60 年代发展起来的一门新兴技术,历史虽短,却发展迅速。从当前的发展趋势看,计算机已深入到人类社会的生活、生产的每一个领域,不论哪一个行业,不纳入计算机控制的轨道将寸步难行。目前,几乎所有的轧制生产方式都实现了计算机控制,且发展前景十分广阔。

轧制过程的门类繁多,任何一个门类的工艺背景和数学模型都很复杂,专门从事计算机控制系统的人员对这些知识很难一一掌握,而从事轧钢工艺的人员,虽然操作技术精湛,却苦于不熟悉计算机控制系统,也无法开展这方面的工作。因此,很有必要为从事轧钢工艺的人员和其他非计算机专业而又打算接触计算机控制系统的人员(包括正在大学学习的大学生和研究生),撰写一本有价值的教材。《轧制过程的计算机控制系统》一书可以使他们为涉足这个行业建立基本概念,掌握基本知识,为他们能与计算机专业人员共同工作奠定基础。

尽管计算机控制系统是一门深邃的学科,但从应用的角度出发,不一定要从头学起。《轧制过程的计算机控制系统》一书的特点是它的新颖性。作者作为非计算机专业的科技工作者,近年来参加了多项计算机控制系统的工程,且完成得很好。该书深入浅出,实用性很强,很多内容是作者丰富的实践经验的总结,定会受到读者的欢迎。

近几年来,《轧制过程的计算机控制系统》的初稿作为讲义,一直供武汉科技大学“材料加工与控制工程”专业本科生和研究生的教学使用,并取得了良好的效果。该书现正式出版,我愿意向读者郑重推荐此书。



2001 年 4 月于武汉

前言

当今世界先进工业国家正处于由“工业经济”模式向“信息经济”模式转变的时期,其中技术进步因素起着极为重要的作用,它在经济增长中所占的比率达到 70%~80%。“以高新技术为核心,以信息电子化手段,提高工业产品附加值”已经成为现代工业企业自动化重要的发展方向。从我国经济发展史来看,工业经济增长的主要途径是依靠投入大量资金和劳动力来实现的,尚未充分发挥技术进步在工业经济增长中的“二次效益倍增器”的作用。如何加快发展电子信息技术,调整产业结构,适应世界经济发展需求,是当前我国工业界,包括从事自动化以及其他相关行业需要研究的重要课题之一。

冶金工业一直把提高生产效率,降低生产成本,减轻劳动强度,提高产品质量及综合经济效益作为主要的发展方向。在钢铁生产中,轧制过程是成品或半成品生产的关键环节。如何在这个生产过程中提高产品质量,降低消耗,提高产品的附加值以满足用户的需求,一直是该领域工程技术人员亟待研究和解决的课题。了解和掌握轧制过程的计算机控制系统,对于从事轧制工艺的技术人员来说是非常必要的,一方面由于计算机技术在轧制过程中的广泛应用,特别是新工艺、新设备的不断涌现,传统工艺的改进和老设备的改造,已开发出许多计算机控制方面的新功能;另一方面计算机技术应用已深入到生产过程的各个环节,不仅要求从事计算机及自动控制方面的工程技术人员提高技术水平,而且也要求从事轧制工艺的非电非计算机专业的工程技术人员了解轧制生产过程的计算机控制技术。现代工业的发展需要跨专业、跨学科的工程技术人员。从工程实践来看,只有促进跨学科、跨专业的相互联合,才能培养与形成更强的、更好的技术队伍,才

能充分发挥技术进步的“二次效益倍增器”的作用。

基于上述考虑,本书强调实用性和系统性相结合,首先重点叙述轧制过程的计算机控制系统,并从非电非计算机专业的角度介绍计算机控制的基本原理,包括输入输出接口及网络系统;其次简单介绍轧制过程的基础自动化控制,用了一定的篇幅介绍软件系统及其设计,并从实际应用(剖析工程实例)出发介绍系统设计选型和现场应用所必须遵循的基本原则;最后结合作者所参加的科研及工程项目的内容,介绍几种常见的轧制过程的计算机控制之功能及实现方法。本书旨在引导轧制工艺技术人员深入到过程控制的领域中,从工艺的角度运用计算机知识,学会把工艺控制与计算机控制结合起来。

本书共分为八章。第一章、第二章、第六章、第七章、第八章由赵刚编写,第三章、第四章、第五章由杨永立编写。本书既可作为高等院校“材料加工与控制工程”专业的本科生及研究生的教材,亦可作为相关专业的工程技术人员的参考书。

本书在撰写过程中,曾得到导师杨节教授、孙宝泰教授的悉心指导与关怀,并得到余驰斌副教授、张云祥老师等人的大力支持与帮助,在此一并表示由衷的谢意。

当今科学技术日新月异,限于作者的水平,尽管在编写过程中已尽全力,但不妥之处仍在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2001 年 4 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 过程计算机控制系统的组成	(2)
第二节 过程计算机控制的发展概况	(11)
第三节 轧制过程计算机控制概述	(12)
第四节 过程计算机控制系统的基本类型	(15)
第二章 过程计算机输入/输出系统及接口技术	(27)
第一节 输入/输出系统概述	(27)
第二节 输入传感器	(28)
第三节 输入/输出系统的信号变换	(35)
第四节 输入/输出接口技术	(38)
第五节 模拟量-数字量(A/D)的转换	(46)
第六节 数字量-模拟量(D/A)的转换	(55)
第七节 脉冲量输入接口	(62)
第八节 过程输入/输出系统的信息处理	(81)
第九节 字长选择	(86)
第三章 工业控制计算机总线技术	(93)
第一节 计算机总线的基本概念	(93)
第二节 计算机总线的分类	(93)
第三节 计算机总线的数据传输过程	(95)
第四节 计算机总线的数据传输方式	(96)
第五节 计算机常用总线	(97)
第四章 过程计算机网络技术	(106)
第一节 数据通信基础	(106)
第二节 网络技术	(111)
第五章 轧制过程基础自动化及传动系统	(121)

第一节	可编程控制器及其在轧制过程中的应用	… (121)
第二节	传动控制系统	… (139)
第六章	过程计算机系统的软件技术	… (152)
第一节	操作系统	… (152)
第二节	实时多任务操作系统	… (156)
第三节	单任务的软件结构	… (160)
第四节	过程控制计算机系统的通用软件结构	… (162)
第七章	轧制过程计算机控制系统设计	… (170)
第一节	典型的过程计算机控制系统	… (170)
第二节	过程计算机控制系统设计原则及步骤	… (172)
第三节	冷轧过程计算机控制系统设计	… (185)
第四节	热连轧过程计算机控制系统设计	… (217)
第八章	轧制过程计算机控制的应用	… (242)
第一节	轧制过程的自动跟踪	… (242)
第二节	轧制过程的自动设定	… (251)
第三节	轧制过程的自动位置控制	… (271)
第四节	轧制过程的自动厚度控制	… (289)
第五节	轧制过程的自动宽度控制	… (315)
第六节	轧制过程的自动板形控制	… (353)
参考文献		… (401)

第一章 绪 论

在工业控制系统中,计算机承担着数据采集与处理、顺序控制与数值控制、直接数字控制与监督控制、最优控制与自适应控制、生产管理与经营调度等任务。它不仅给企业带来巨大的经济效益,而且给工业生产带来革命性的变化。例如,将计算机技术引入工业自动化生产中,可使刚性自动化变成柔性自动化,极大地提高小批量、多品种生产的劳动生产率,缩短生产周期,降低生产成本。若应用机器人、计算机辅助设计与制造系统(CAD/CAM)、柔性制造系统(FMS)、分散控制系统(DCS),则会出现无人操作或者仅有少数人管理的“自动化未来工厂”。

所谓过程计算机控制系统,是指由被控对象、测量变送装置、计算机和执行机构组成的闭环控制系统,如图 1-1 所示。其中,控制器的设计应用了经典控制理论和现代控制理论,并由计算机来具体实现。计算机相当于一台广义控制器。

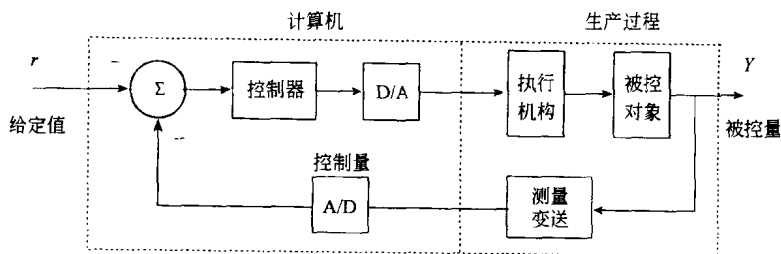


图 1-1 过程计算机控制系统的典型结构

自动控制理论是计算机控制的理论支柱,计算机技术的发展促进了自动控制理论的发展与应用。随着计算机控制技术的推广和应用,通过人们不断总结、不断创新,使得计算机控制系统的设计日臻完善。

过程计算机控制综合了计算机、过程控制和生产工艺过程等方面的知识。本书介绍的内容主要面向非电专业的读者,介绍过程计算机的基本组成、过程输入输出和人机接口技术、总线网络技术及过程计算机在轧制生产应用中的系统设计及其工程实现。

第一节 过程计算机控制系统的组成

过程计算机控制系统的典型结构如图 1-1 所示。描述工业生产过程的物理参数大部分是模拟量,而计算机采用的信号是数字信号。因此,实现模拟信号与数字信号之间的转换,必须采用模/数转换器(A/D)和数/模转换器(D/A),以实现这两种信号之间的变换。虽然工业生产过程多种多样,但用于对其实施控制的计算机却大同小异。计算机主要由硬件和软件两大部分组成。

一、硬件组成

过程计算机控制系统的硬件主要是由主机、外部设备、过程输入输出设备、人机联系设备和通讯设备等组成的,如图 1-2 所示。

(一) 主机

由中央处理器(CPU)和内存存储器(RAM, ROM)组成的主机是控制的核心。计算机的基本结构如图 1-3 所示。

1. 中央处理器(CPU) 中央处理器简称 CPU,它包含运算器和控制器。数据的处理、运算都由运算器进行,控制器则对计算机的各个部分进行控制并按程序的要求使计算机执行各种操作。CPU 是计算机的大脑,其功能的强弱是衡量一种计算机性能最重要的指标。

目前的 PC(Personal Computer)机,大部分是采用美国英特尔(Intel)公司生产的 CPU,编号为 80286,80386,80486,奔腾及奔腾 II ~ IV。80286 属于 16 位 CPU,80386 和 80486 属于 32 位 CPU。80486 与 80386 相比较,80486 主要拥有快速处理科学运算的能力。16 位 CPU,表示一次能进行 16 位的运算或转移工作;而 32 位 CPU,表示一次能进行 32 位的运算或转移等工作。换言之,较

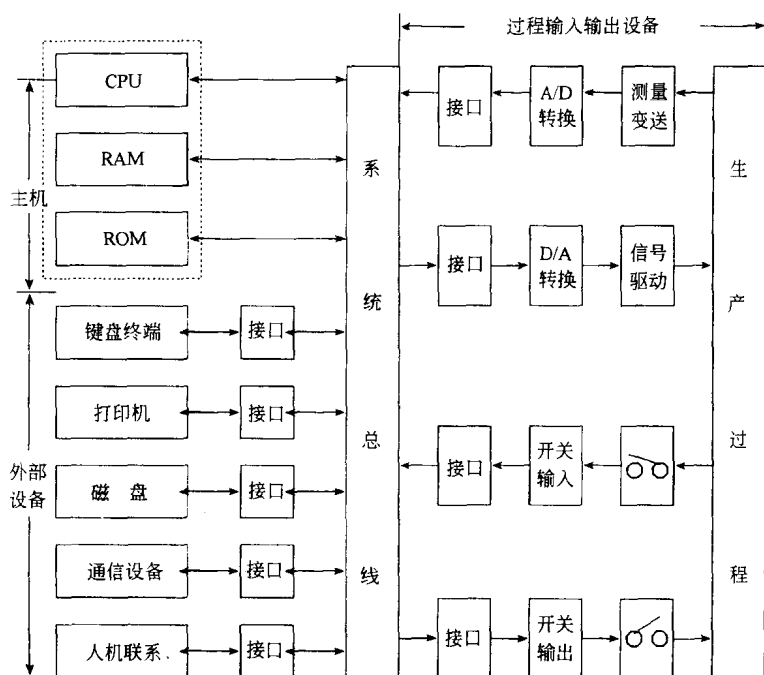


图 1-2 过程计算机控制系统的硬件组成框图

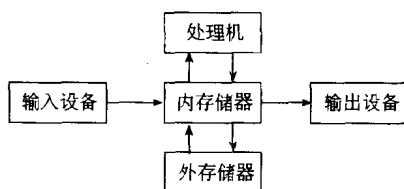


图 1-3 计算机的基本结构图

多位 CPU，一次能够处理较多的工作，亦能够较快速地处理完工作。

影响 CPU 速度的因素，除了上述位数多寡外，还取决于计算机系统所使用“晶体振荡器”(Crystal Oscillator)之快慢。该晶体每振荡一次，CPU 就能够执行一个基本动作。换言之，若拥有较

快速度的“晶体振荡器”和较多位的 CPU,则其处理速度更快。纵观 PC 机所使用的“晶体振荡器”,主要有 16,20,25,33,89MHz 或 100,166,200,233,300MHz 等。一个 MHz 表示一秒振荡一百万次。而高功能奔腾的 Intel 处理器具有更高的运行速度。

2. 内存储器 内存储器简称内存。计算机将内存有规律地划分成许多顺序排列的存储单元,PC 机中以每八个二进制为一个基本的存储单元,每个存储单元都有统一的、固定的地址,如图 1-4 所示。

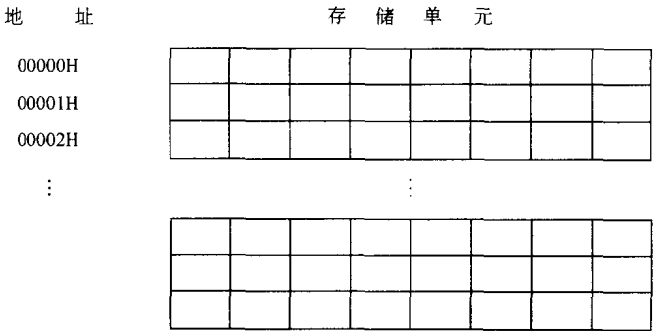


图 1-4 内存单元排列示意图

内存用于存放程序和数据,人们欲使计算机执行的程序和处理的数据,都必须先输入到内存中。换句话说,计算机只能执行内存中的程序,只能处理内存中的数据,所以内存的大小是衡量计算机性能的一个重要指标,内存小的计算机执行不了较大的程序。

当程序运行时,CPU 按照程序的安排,到相应的内存单元中去取指令、取数据。然后根据指令的要求进行处理,再将结果送回到指定的内存单元中去。

内存可分为 ROM(Read Only Memory,只读内存)与 RAM(Random Access Memory 随机存取内存)两类。

ROM 所存的内容不会因电源消失而丢失,且计算机系统只能读取 ROM 之内容,而无法将数据存到 ROM 中,所以 ROM 的

内容不会被毁掉。ROM一般是储存着控制计算机活动的系统程序。

RAM所存的内容会因电源之消失而丢失,且系统不但能读取RAM之内容,而且还能将数据存到RAM中,所以RAM之内容随时可能被更改。RAM一般是储存着用户的程序与数据。

内存容量一般是以KB(千字节)与MB(兆字节)计算。这里,1KB=1024。RAM容量愈大,能够容纳用户程序与数据愈多。一般PC机所指内存的大小,主要是针对RAM大小而言的。例如8MB,16MB,32MB,64MB,128MB等。

(二) 外部设备

常用的外部设备按功能可分为三类:输入设备、输出设备和外存储器。

1. 输入设备 常用的输入设备是键盘终端,它用来输入程序、数据和操作命令。键盘通常拥有标准键、数字专用键、方向键、功能键等四个部分。

2. 输出设备 常用的输出设备是打印机、CRT显示器、绘图机等。它们以字符、曲线、表格和图形等形式来反映生产过程工况和控制信息。

CRT显示器是计算机主要输出设备之一,其屏幕大小主要有9,14,15,17,21英寸等。为了让屏幕能够显示文字或图形,主机内部必须有一个显示卡。根据显示能力的不同,显示卡类别主要可分为MDA,CGA,MGA,VGA,Super VGA等。

MDA(Monochrome Display Adapter,单色转换器)的解析度为 720×350 个“像素”,只能显示文字,而无法显示图形。屏幕分辨率愈高,其显示的画面愈精细。换言之,拥有高分辨显示卡的屏幕,能够产生较佳的画面。分辨率的计算单位用“像素”表示。一个像素可代表屏幕上的一个点。 720×350 的分辨率,表示该屏幕每行拥有720点,每列拥有350点。CGA和MGA,MDA是较早的产品,目前已很少使用。

VGA(Video Graphics Adapter,视频图形适配器)的分辨率可达到 720×400 ,在 640×480 所显示的图形时,可以有 16 种色彩,但在 320×200 下所显示的图形,可能拥有 256 种色彩。

Super VGA,它拥有的分辨率可达到 1024×768 ,色彩可达到 256 种。SVGA 之后又推出纯平显示器,最大分辨率 1600×1200 ,色彩更加丰富。

近年来,LCD(液晶)显示器使用日益广泛,已呈取代 CRT 之势。

3. 外存储器 常用的外存储器有磁盘、磁带等,它们兼有输入和输出两种功能,用来存放程序和数据,是内存储器的后备存储设备。在与主机进行数据交换时,它要比内存储器慢,但可以永久保存所存储的内容,所存内容不会因电源关断而丢失。

计算机所用磁盘主要是硬盘、软盘和光盘。硬盘与软盘相比较,硬盘的容量较大,数据存取进度较快,可靠性较高。

软盘主要有 5.25 英寸和 3.5 英寸两种,其容量分别为 1.2MB 和 1.44MB,如图 1-5 所示。

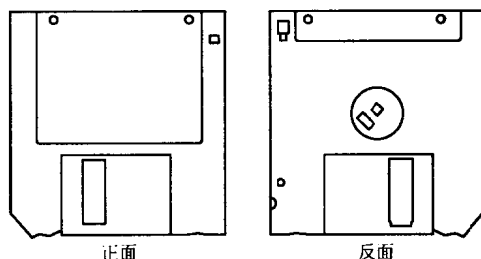


图 1-5 3.5 英寸软盘盘片的正面与反面

硬盘一般固定且密闭于主机内部,不像软盘那样能方便地拿来拿去。硬盘最大的优点是容量大,目前可达几十 GB。

目前使用的光盘有只读式和可读写式,它的容量比软磁盘要大得多,一般为 200~600MB。

除此之外,还有磁带存储机等外存储器。无论是软盘、硬盘或者是光盘,都必须在相应的驱动器中才能工作。

以上这些常规的外部设备,用一般的科学计算和管理均能够满足要求,但是,如果用于生产过程控制中,还需要增添过程输入输出设备。

(三) 过程输入输出(I/O)设备

计算机与生产过程之间的信息传递是通过过程输入输出设备进行的,它在两者之间起到纽带和桥梁的作用。过程输入包括模拟量输入通道(简称 A/D 通道)和开关量输入通道(简称 DI 通道),分别用来输入生产过程的模拟信号(如温度、压力、流量、料位等)、开关量信号或数字量信号。过程输出包括模拟量输出通道(简称 D/A 通道)和开关量输出通道(简称 DO 通道)。D/A 通道把数字信号转换成模拟信号后再输出,DO 通道则直接输出开关量信号或者数字量信号。

以上仅简单地介绍输入输出的概念,其细节在第二章中叙述。

(四) 通讯设备

现代化工业生产过程的规模一般比较大,对生产过程的控制和管理也很复杂,往往需要几台或几十台计算机才能分别完成控制和管理任务。这样,在不同地理位置、不同功能的计算机之间或设备之间,就需要通过通信设备进行信息交换。为此,需要把多台计算机或设备连接起来,构成计算机通信网络。通信网络方面的知识,在第四章中作介绍。

二、软件的组成

上述硬件只能构成裸机,它仅为过程计算机控制系统提供了物质基础。裸机只是系统的躯干,既无大脑思维,也无知识和智能。因此必须为裸机提供软件,才能把人的思维和知识用于对生产过程的控制。软件是各种程序的统称,软件的优劣不仅关系到硬件功能的发挥,而且也关系到计算机对生产过程的控制品质和管理水平。软件通常分为两大类:系统软件和应用软件。

(一) 系统软件

系统软件一般包括汇编语言、高级算法语言、过程控制语言、数据结构、操作系统、数据库系统、通信网络软件和诊断程序等。计算机专业设计人员负责研制系统软件,而过程计算机控制系统设计人员则要了解系统软件,从而更好地编制应用软件。有关系统软件方面的知识,将在后面的章节中进一步介绍。

(二) 应用软件

应用软件是系统设计人员针对某个生产过程而编制的控制和管理程序,它的优劣直接影响控制品质和管理水平。因此,它的设计思想和设计方法将贯穿于本书的大部分章节。应用软件一般分为过程输入程序、过程控制程序、过程输出程序、人机接口程序、打印显示程序和各種公共子程序等。其中,过程控制程序是应用软件的核心,是基于经典或现代控制理论的控制算法的具体实现。过程输入、输出程序分别用于过程输入、输出通道,一方面为过程控制程序提供运算数据,另一方面执行控制命令。

计算机实时地对生产过程进行控制和管理。所谓实时,是指信号的输入、运算和输出都要在极短的时间内完成,并能根据生产过程工况的变化及时地进行处理。实时性不仅取决于计算机硬件指标,而且还主要依赖于系统软件和应用软件。同样的硬件,配置高性能的软件,可以取得较好的控制效果;反之,不仅发挥不出硬件的功能,而且还达不到预定的控制目标。图 1-6 为工业控制计算机系统的软件分类。

三、操作系统

如前所述,计算机的硬件通常由四个基本部分组成:中央处理器(CPU)、内存储器、外存储器和输入输出设备。如果仅仅把这些硬件构成的计算机系统(简称裸机)呈现在用户面前,只向用户提供机器指令,这就给用户的使用带来了极大的困难。为了方便用户,提高裸机的使用价值,充分发挥硬件的效果,人们研制了操作系统(简称 OS)。这样,呈现在用户面前的已不再是裸机,而是服务周到、功能齐全的操作系统,如图 1-7 所示。

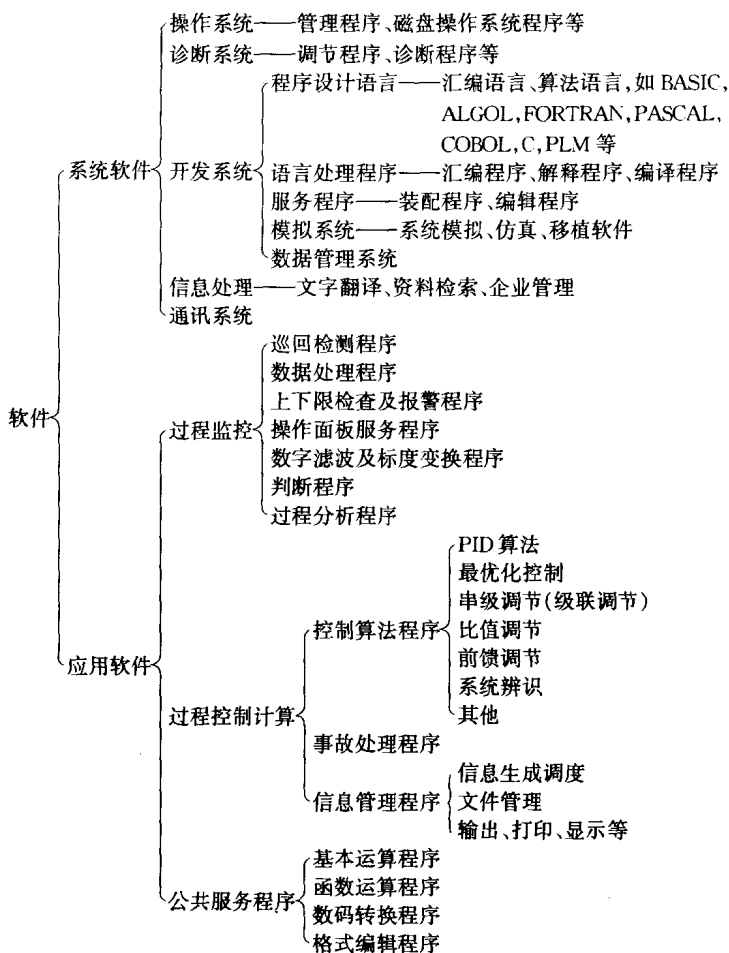


图 1-6 工业控制计算机系统的软件分类

目前常用的操作系统有 DOS6.22, Windows3.1, Windows95, Windows98, Windows2000, Unix 等。

操作系统是用户与裸机之间的界面,是扩充裸机功能的一层高级软件。它可以把一台物理计算机改造成多台并行工作的计算机,使一台计算机能并行执行多个任务,解决了快速的 CPU 和