

现代工程师实用数字化技术

李平康 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

7N172
101

现代工程师实用数字化技术

李平康 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书共分6章。第一章介绍数字化技术基础及其发展;第二章介绍数字信号的逻辑控制技术;第三章介绍数字仪表的智能化技术;第四章介绍集散控制系统DCS及其编程组态与仿真调试技术;第五章介绍计算机网络通信技术基础与现场总线;第六章介绍生产过程监控和管理一体化等内容。

本书适合于从事工业企业过程测控和管理的工程技术人员,以及学习自动控制、计算机应用及相关专业的大专院校高年级学生阅读,尤其适合作为工业企业现代工程师继续教育的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

DD24-58

现代工程师实用数字化技术/李平康编著. —北京:
中国电力出版社, 2000

ISBN 7-5083-0240-0

I. 现... II. 李... III. 数字技术 IV. TN911.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第02479号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2000年5月第一版 2000年5月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 10印张 223千字

印数0001—3000册 定价20.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前言

面对迅速发展的微电子工业和计算机技术,寻找到结合工业过程测控和事务管理方面的、简洁而实用的、有关计算机信息化和数字化技术的参考书,已经成为工程技术人员的一种迫切需求。本书在介绍不断发展的计算机硬件、常用的计算机软件(包括系统软件和应用软件)的基础上,将传统工程技术和现代信息管理、常规过程测控技术,与现代多媒体和网络通信技术等集成在一起介绍给读者。全书是以数字信息的产生、传递与处理为主线来叙述的。本书适用于传统的工程技术人员,如控制、仪表、电气、机械及现代管理工程技术人员,了解和掌握数字化基础,如计算机的性能、维护、升级,并将计算机用于实际工程和管理专业。

目前,各工业企业正致力于加大采用新技术的力度,以提高企业经济效益,如电站热力过程控制及自动化在火电厂中已越来越受到重视。自动化与信息技术的深入发展,开拓了数字化生存的概念。企业的安全经济运行,需要企业的工程技术人员跟上数字化技术时代的步伐。数字化的信息技术不仅影响了现代企业的生产过程监控和经营管理,而且正在涉及企业中职工的生活、学习,以及娱乐休闲、子女教育等各个方面。数字化生存的到来要求工程技术人员能迅速掌握新设备、新技术,并将它们灵活应用于工程实际中,争取企业的最大效益,迎接新世纪数字化技术的机遇与挑战。

现代企业生产过程实时监控和管理一体化技术,本书称之为实用数字化技术,在现代工程师面临的信息时代中,是一项重要而极富潜力的技术。本书在兼顾工程实用技术的基础上,努力介绍最新的计算机硬件和软件及其应用技术,硬件中考虑了工业控制中的 PC486 主机板至奔腾 III;软件介绍了可在 Windows、Win95 (98) 及 Windows NT 等操作系统平台上运行的常用版本,例如 ISaGR、AF 逻辑编程软件、Matlab 控制系统仿真软件、Visio 工程绘图软件等。此外,由于通信及多媒体技术汇集了计算机体系结构、计算机系统软件、视频音频信号的获取、处理、特技以及显示输出等技术,本书还以一定篇幅介绍计算机通信及多媒体技术基础如编码、压缩等。本书以分散控制系统(DCS)的数字化技术、网络通信与系统集成技术、DCS 中的监控算法实现技术等为基础,本着现代数字化测控和管理系统都是建立在一定的硬件和软件支撑平台上的、为生产过程提供安全经济运行保障的手段(包括模拟量调节和逻辑量保护控制)和生产过程实时数据处理的计算机集成控制系统的原则,围绕计算机控制系统及其在企业生产过程监控中的应用展开论述。

本书的编写和出版得到了北京英华达电力工程科技有限公司、华北电力技术院、北京节能与电力技术开发基金会等单位的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

本书内容由浅入深、循序渐进、兼顾基础和应用,努力将生产过程现代测控技术与信息管理系统、监控理论和工程实际集成在一起介绍给读者,但由于本人知识浅陋,所从事的研究工作范围不宽、深度不够,对日新月异的计算机测控管理技术了解有限,书中的疏漏和不妥之处,敬请广大读者指正。

李平康

1999 年 6 月

目 录

前言

第一章 数字化技术基础及其发展	1
第一节 信息时代与数字化生存	1
第二节 数字化系统组成的计算机硬件基础	3
第三节 计算机系统软件	16
第四节 模拟信号的数字化技术	20
第五节 数字信息的传递与处理简介	24
第二章 数字信号的逻辑控制技术	27
第一节 开关量逻辑控制的基础	27
第二节 梯形逻辑图及其编制方法	29
第三节 ISaGRAF 通用逻辑编程技术	35
第四节 面向对象编程技术简介	40
第三章 数字仪表的智能化技术	48
第一节 测温传感器原理	48
第二节 调节阀门的智能化	50
第三节 典型测控系统分析简介	53
第四节 智能控制中的专家系统	60
第五节 模糊控制	62
第六节 神经元控制	65
第四章 集散控制系统 DCS 及其编程组态与仿真调试技术	72
第一节 集散控制系统的组成与特点	72
第二节 DCS 的实时数据库	75
第三节 DCS 工程图识图与分析	76
第四节 控制系统的仿真调试技术-Matlab 介绍	83
第五节 DCS 中的 PID 控制器参数自整定	88
第五章 计算机网络通信技术基础与现场总线	93
第一节 现代通信网络的应用模式简介	93
第二节 网络通信常用概念和术语	95
第三节 DCS 网络通信技术基础	103
第四节 现场总线控制系统	110
第五节 TCP/IP 协议	114
第六节 工控机与单片机的测控通信技术	117
第六章 生产过程监控和管理一体化	125

第一节	信息资源管理技术及 CIMS 简介.....	125
第二节	管理信息及多媒体计算机技术.....	127
第三节	生产过程的信息集中监控处理技术.....	136
第四节	企业网络建设与网络编程简介.....	147
参考文献		152

数字化技术基础及其发展

第一节 信息时代与数字化生存

随着计算机科学技术的发展,进入 90 年代以来,企业的工程技术人员已面临着数字化时代。以计算机技术 (computer)、控制技术 (control)、通信技术 (communication) 和 CRT (简称 4C) 应用为特征的现代化生产环境已经临近。各种数字化仪器、仪表和计算机信息处理系统已在企业中得到广泛应用。企业中对生产现场过程信息的采集处理 (即 I/O), 对生产信息的通信传递, 以及对各种过程信息的组态编程管理等, 都转移到了数字化技术的应用领域, 都包含数字科技带来的变革。“计算不再只和计算机有关, 它决定我们的生存。”这是美国麻省理工学院的一名教授在他的《数字化生存》一书中所提出的见解。数字科技不仅为我们的工作带来了革命, 而且为我们的生活、教育和娱乐等带来了许多冲击, 带来了许多值得学习和深思的问题。信息的基本元素——比特 (bit), 这种被称为“信息的 DNA”的东西将在许多场合取代原子而成为人类生活中的基本交换物。现代的工程师都将面临新世纪数字化技术的挑战, 都需要在工作和生活中不断了解和掌握数字化技术及其发展。面对市场经济和竞争, 企业的技术人员和管理者将会对数字化技术有更深入的理解: 水的落差可以用来发电, 而认识的落差和时间的落差则可能成为利润的来源。

一、数字化生存与比特

数字科技不仅为企业生产过程带来了革命, 而且给人们的生活、教育和娱乐等带来了许多冲击, 带来了许多需要学习和研究的课题。由数字科技引起的物质时代向信息时代的发展进程, 与人类历史上由原始社会向农业时代、由农业时代向工业时代和由工业时代到今天的发展过程相比, 其速度、深度和广度都是空前的。数字科技使当今信息的表达方式除声音、光线、物资及能量外, 还有一种没有颜色、没有尺寸、没有重量而能以光速传播的数字信号——比特, 受到了高度的重视。比特, 这种现代信息度量中的基本单位或最小单位, 被称作信息的 DNA (维持人体生命的基本物质, 脱氧核糖核酸), 将在许多场合取代人们已经习惯了的原子, 而成为人类生活中的基本交换物。工业时代及物质时代都可以认为是原子时代, 它带来的是机器化大生产的概念, 以及在特定的时间和地点以统一的标准化方式重复生产的经济形态。在当今计算机获得广泛应用的信息时代, 虽然显现出的仍是相同的经济规模, 但时空与经济的相关要求减弱了。数字科技的发展使人类对比特的需求增加了, 无论何时何地, 人们都需要制造比特, 可以共享比特。

通常可将比特理解为一种存在的状态, 如开或关、真或伪、上或下、黑或白等。在计算机中比特为 0 或 1 的变化。虽然比特一般被视作数字化计算中的基本粒子, 但近年来计

算机技术尤其是微机的普及推广,使比特这种二进制语汇极大地扩展了,包含了大量数字以外的东西。越来越多的信息,如声音和影像都可以实现数字化了,都可以被简化为同样的0或1。信息高速公路因能以光速在全球范围内传播没有重量的比特,所以受到各企业乃至各国政府的高度重视。各种生产过程的控制监测仪表在实现了数字化、智能化的基础上,目前正向着可以共享比特、实现信息的数字传输方向发展。制造比特,即将生产过程信息和模拟世界或模拟信号数字化,其基础是计算机技术、数字式智能仪表及通信网络等。

数字化技术强化了人类对知识的归类,并改变知识储备中归类知识对沉默知识的份额。现代信息产业中的各种技术,实际上都是围绕将现代信息数字化这一核心。“数字化”之后的信息在内容上更加精确和规范,信息中的主观成分减少了,共同性和规律性增强了,这有利于利用各种现有的理论对数字化的信息进行分析、处理,甚至可以辅助决策。数字化的信息还具有极其快速的传递能力和几乎无成本的复制能力。

数字化、比特、信息交换,这些现代高科技的产物将对人们的生产、工作、学习、生活及环境产生影响和作用。计算机集成生产自动化系统中对人的行为的研究,对人机共生、人机交互及多媒体技术成果的应用,不仅将会有益于进一步提高工作效率,使机器设备适应人而不是像自动化水平低时那样由人去适应机器,而且将进一步改变人们的工作、教育、娱乐和生活方式。国际互联网(Internet)对我们生存的地球进行数字化,使人类生活的“网络空间”更加生机勃勃。网络广告(如求职、招聘、产品销售)与电子商务(如网上交易、电子货币等)结合企业工程和管理的一体化技术需求,使得21世纪的工程师需要了解和掌握基本的数字化技术并跟上其发展,要在充分利用数字信息的产生、传递、处理等信息化技术的基础上,发挥专业技术优势,建设人类生存更加美好的明天。

二、比特的产生与智能仪器仪表

比特信息产生的最一般手段为计算机键盘输入。计算机已成为数字化技术中的核心部件。关于计算机的硬件和软件等内容将在下一节中进行详细介绍。工业过程中比特信息产生的方式是通过智能仪器、仪表。这里的智能仪器、仪表是指采用了微处理器的仪器、仪表。它不是传统的仪表与微处理器的简单组合,而是一种经过考虑后的重新设计,体现了仪器、仪表与微处理器一体化的思想。

智能仪器、仪表从物理结构上看,因微处理器内含于仪器之中的,故可以认为微处理器及其支持部件是整个仪器、仪表测控电路的一个组成部分。但从信息技术的观点来看,仪器、仪表的测控电路与计算机的键盘、显示器及其他通信接口一样,仅是计算机的一种外围设备,故通常可将智能仪表归入计算机结构一类。智能仪器、仪表的工作方式和计算机一样,在使用、维护上与传统的测控仪器、仪表差别较大。计算机与仪器的一体化综合结构使得传统的模拟量测控方式被数字化计算所代替。智能化仪器、仪表通过采用键盘和显示设备代替复杂的开关和指示表头等,功能增多、性能提高。例如一般都带有自选量程、自动校准、自动修正静态、动态误差及系统误差,并且在分辨率、测量范围和频带宽度等方面都有提高。

然而,在智能仪器、仪表发展的初期,由仪表内微处理器制造生产的比特信息还不能流通,人们仍然用模拟信号通道(4~20mA)来进行仪表间数字信息的传递和联络。如我

国 20 世纪 90 年代初在仪表行业组织的 DDZ-S 仪表系列联合开发,解决了测控仪表的系列化、通用化和相互兼容性的问题,使常规仪表与智能化数字仪表及现在大量使用的集散控制系统(DCS)兼容,可以混合安装在同一系统中,甚至是同一个仪表盘上。这对于用户分批更新设备和逐步扩大系统规模十分有利,可以避免一次性投资过多的问题,并有助于对新技术的逐步适应。但是,这种将仪器中的数字比特重新还原成模拟信号再传输的技术已经成为阻碍自动化测控技术进一步发展的瓶颈。这种一对传输线只能传输一个模拟信号的传输方式不仅是对传输介质的浪费,而且在传输信号之间的隔离和防相互干扰、仪表的输出信号共享及仪表自诊断信息传递等方面都有待改进。国际上自 80 年代中期以来,这种改进取得了突破性的进展,一种伴随着计算机通信技术的发展而发展的数字仪表间通信技术(目前称为现场总线技术),使得比特不再局限于智能化仪器中,而可以利用通信技术进入各级信息高速公路奔驰。

工业过程中,对生产过程现场模拟量输入、输出(I/O)信号的数字化处理,是通过各 I/O 站(一种智能化测控设备)自身提供的数字化采集、信息传输通道、计算和人机交互处理实现的。现场发生的各种过程量(流量、压力、液位、温度、电流、电压、功率以及各种状态等)都在 I/O 站上被数字化,生产出比特。这些比特信息首先存储于 I/O 站的存储器中,形成一个与现场过程量一致的、能一一对应的,并按实际情况实时地改变和更新的现场过程量的实时映像。现场 I/O 控制站还负责对存储的比特信息进行简单地加工处理,如实现局部的计算、闭环控制和顺序控制等,并将这些数字化比特信息通过通信网络传送到其他共享的地方(如运行人员操作站、工程师站等)。

日常生活和工作中的数字化智能仪器品种很多,如微电脑洗衣机、微电脑空调、多媒体音响等。在电脑游戏、Internet 国际互联网、Intranet 企业管理信息网等现代工作、学习、娱乐中,计算机系统(包括微电脑)起着越来越大、愈来愈强的作用。计算机技术的应用已经深入到我们生活的方方面面。

概括说来,比特产生的技术,即模拟信息的数字化处理技术,它可分为两大类:第一类为对于状态等开关量的数字化过程,一般可用电气接点表示各种状态,通过数字量的输入、输出即可实现数字量和状态之间的转换。这种被称作开关量(或逻辑量)的产生比较简单;另一类如工程上的模拟信号、声音、图像信息等物理量,需要一些特殊的技术才能产生比特。对物理量的处理基本上又分为两种:一种是物理量的瞬时值(流量、压力、声音、图像等),另一种是累计值(电能累计、流量总量累计等)。瞬时值可以通过模拟、数字变换处理(如 A/D 或 D/A)实现数字化。这种变换处理是通过检测元件或执行元件,将物理量用电信号表示出来,然后通过计算机的 A/D 将电信号变成数字量或由 D/A 将数字量变成电信号。累计量的数字化可以利用瞬时值的积分运算求得,也可利用脉冲量输入的方法求得。有关模拟量数字化的转换技术将在第三章进一步讨论。

第二节 数字化系统组成的计算机硬件基础

目前,PC 个人计算机已经成了数字化系统的基本组成部分。无论在工业部门还是在家

庭生活中,都可以看到 PC 机的应用。微处理器 PC 个人计算机系统包括 CPU、内存、外存、系统主板、系统总线及外设总线等硬件,系统软件有 Windows 3.X、Windows9X、WindowsNT 及各种应用软件如 Office 等。PC 个人计算机系统的硬件和软件随着微电子技术的进步而发展,对数字化系统的升级换代产生了很大影响。如分散控制系统(DCS)的升级就是随微处理器换代而进行的;多媒体数字家用电器的问世和普及也记载着计算机及其通信网络的功劳。目前,实际生活和企业工程中的计算机性能、型号及品牌呈现多样化,如 Intel 8086、Intel80X86、Pentium 等;工程技术人员面临处理的数字化设备也形形色色。为此,本节将以 PC 个人计算机应用为例,介绍计算机系统的硬件应用技术及其发展。

一、CPU 及其技术发展

CPU 是计算机系统的心脏。计算机特别是微型计算机的快速发展过程,实质上就是 CPU 从低级向高级、从简单向复杂发展的过程。其设计、制造和处理技术的不断更新换代以及处理能力的不断增强,使微型计算机系统的应用领域越来越广泛。

CPU 发展到今天已使微机在整体性能、处理速度、3D 图形、图像处理、多媒体信息处理及通信等诸多方面达到甚至超过了小型机。作为全球最大的 CPU 生产厂家——Intel 公司微处理器性能的提高基本上代表了整个 CPU 行业的发展过程(见表 1-1)。

表 1-1 Intel 微处理器性能提高表

芯片名称	地址总线 (位)	内部数据总线 (位)	外部数据总线 (位)	物理地址 空 间	工作频率 (MHz)	其 他
8086	20	16	16	1MB	5、8	29000/3 μ m
8088	20	16	8	1MB	5、8	准 16 位机
80286	24	16	16	16MB	12、16、20、25	13.4 万/1.5 μ m
80386DX	32	32	32	4GB	25、33、40	27.5 万/1 μ m
80386SX	24	32	16	16GB	20、25、33、40	准 32 位机
80486DX	32	32	32	4GB	33、50、60	120 万/0.6 μ m、 120 万/1 μ m
80486SX	32	32	16	64GB	20、33、50	185.5 万/1 μ m
Pentium	32 (可扩展到 36)	64	32	64GB	60、66、75、90、 100、120、130、166	310 万/0.8 μ m
PentiumMMX	32	64	32	64GB	166、200、233	450 万/0.35 μ m
Pentium Pro	64	64	32	4TB	150、180、200	550 万/0.6 μ m
P I	64	64	32	4TB	233、266、300、333	MMX、Slot1 750 万/0.35 μ m
P II	64	64	32	4TB	350、450、500 等	MMX、Slot2 0.25 μ m

1. CPU 简况

从表 1-1 可以看出,在 PC 机系统中,CPU 时钟速度已由最初的 4.77MHz (Intel 8086) 提高到现在的 500MHz (Intel P II),甚至更高。但 CPU 的时钟速度只是处理器家族中芯片性能的相对指标,并不能完全代表 PC 机系统的性能。只有结合 CPU 的内存总线速度 (Memory—Bus Speed)、地址总线宽度 (Address—Bus Width)、数据总线宽度 (Data—

Bus Width) 及 CPU 内部是否内置浮点协处理器等指标,才能全面说明 PC 机系统的整体性能。

(1) CPU 的内存总线速度表示处理器与二级高速缓存和内存通信的速度。早期 CPU 时钟速度与内存总线速度一致,后来出现了倍频技术,使 CPU 的时钟速度可以高于内存总线速度。例如, Pentium133MHz 的 CPU 时钟速度为 133MHz,而其内存总线速度仅为 66MHz。

(2) 地址总线宽度确定 CPU 可访问内存的总量(如 32 位地址总线支持 4GB 的 RAM 寻址),其宽度已从过去的 20 位发展到现在的 64 位。

(3) 数据总线宽度决定了 CPU 与二级高速缓存间的数据交换幅度,其宽度已从 8 位发展到 64 位。

早期的浮点协处理器独立于 CPU,作为选件外置于主板上。现在,多数 CPU 均内置了浮点协处理器,从而加快了特定类型的数值计算。CPU 的供电电压表示 CPU 运行时的电压,其电压值已由原来的 5.0V 降为 3.3V,甚至更低。低电压的 CPU 更适合便携机和“绿色”PC 机。

随着 CPU 时钟速度的提高和地址/数据总线宽度的增大,CPU 与内存及 I/O 间的数据交换速率已成为影响 PC 机系统性能的瓶颈。为了解决这个问题,使用了一级(L1)和二级(L2)两级 Cache 的设计,并将 L1 Cache 内置于 CPU 芯片中。在 486 档次的 CPU 中,代码和数据共用同一个 8k(或 16k)的 L1 Cache。而在 Pentium 档次的 CPU 中,使用了两个 8k 的 L1 Cache,一个用于缓存代码,一个用于缓存数据(这种设计被称为哈佛结构),这样就大大提高了访问 Cache 的命中率。Pentium CPU 除了采用上述技术外,还在其体系结构中采用了超标量、超流水线和分支预测等 RISC 技术,从而进一步提高了 CPU 的性能。但 Pentium 还不是真正的 64 位 CPU,虽然其内部数据总线为 64 位,但其内部地址总线只有 32 位。近期的 Pentium Pro 才是真正的 64 位 CPU,其内部数据总线和地址总线均为 64 位。

Pentium Pro 拥有 256kB 或 512kB 的 L2 Cache (SRAM)。Intel 公司将 CPU 和 L2 Cache 封装在一起,简化了系统的设计结构。另外,L2 Cache 通过一条 64 位宽且与 CPU 等时钟速率的专用总线,实现与 CPU 间的通信,从而提高了 CPU 性能。此外,Pentium Pro 还采用了 3 路超标量体系结构(Pentium 为 2 路)和 14 级超级流水线(Pentium 为 8 级)。Pentium Pro 与其他 CPU 的根本区别在于非顺序指令执行。Pentium 和更早的 x86 处理器是按照指令在程序中的本来顺序执行的,这种执行方式经常会陷入到一个费时的指令执行状态中,任何引起延时的指令都会影响流水线的吞吐量。而 Pentium Pro 应用指令池(Instruction Pool)打开一个足够大的指令窗口(30 条指令),在这个指令窗口中进行多分支指令预测和数据流分析,然后再以一个优化的顺序预测执行。因此 CPU 不必一直等待慢吞吞的指令完成,就可以去执行下一条指令,从而将处理器停滞时间限制到最小,实现了各资源间的协调工作。Pentium Pro 系统在 32 位操作系统(如 Window 95 和 Windows NT)上运行 32 位应用软件时,更能体现出系统的卓越性能。

2. CPU 中的多媒体扩展(MMX)技术

现代数字化技术,如通信、游戏及“寓教于乐”的应用程序等,都要求具有视频、3D

图形、动画、音频及虚拟现实等多媒体功能，这些功能对 CPU 提出了新的要求。Intel 公司针对这些要求，继 386 处理器结构之后提出了 CPU 的进一步最大升级，这就是将 MMX (MultiMedia eXtension 多媒体扩展) 技术融入 Pentium CPU 中。采用 MMX 技术的处理器在解决了多媒体及通信处理等问题的同时，还能对其他任务或应用程序应付自如。MMX 的主要技术特点如下：

(1) 单指令、多数据 (SIMD) 技术是 MMX 的基础。它使得多条信息可由一条单一指令来处理，它与 IA (Instruction Architecture) 超标量体系结构相结合，极大地增强了 PC 机平台的性能。MMX 技术执行指令时是将 8 字节数据作为一个包装的 64 位值进入 CPU 的，全部过程由一条指令立即处理。

(2) MMX 指令不具有特许性，其通用性很强，不仅能满足建立在当前及未来算法上的 PC 机应用程序的大部分需求，而且可用于编码译码器、算法及驱动程序等。

(3) IA MMX 指令系统增加了 4 种新的数据类型，即紧缩字节 ($8\text{bit} \times 8\text{bit}$)、紧缩字 ($4\text{bit} \times 16\text{bit}$)、紧缩双字 ($2\text{bit} \times 32\text{bit}$) 和四字 ($1\text{bit} \times 64\text{bit}$)。其目的是紧缩定点整数，将多个整数字组成一个单一的 64 位数据，从而使系统在同一时刻能够处理更多的数据。

(4) 增加了 8 个 64 位 MMX 寄存器，即浮点寄存器的别名映像。

(5) 新增加了 57 条指令。用这些指令完成音频、视频、图形图像数据处理，使多媒体、通信处理能力得到大幅度提高。其数学及逻辑指令可支持不同的紧缩整数数据类型，对于每一种得到支持的数据类型，这些指令都有一个不同的操作码。新的 MMX 技术指令采用 57 个操作码完成，它涉及的功能领域有：基本的算术操作，比较操作，进行新数据类型间的转换（紧缩数据及从小数据类型向大数据类型解压），逻辑操作，用于 MMX 寄存器之间的数据转移 (MOV) 指令，或内存的 64 位、32 位存取。

3. Pentium II

Pentium II 是 Intel 公司于 1997 年 5 月发布的一种基于新体系结构的微处理器 (P II)。P II 的优势体现在它给予人们一个新的概念：CPU 的结构不是一成不变的，只要能满足未来的需求，解决现有的计算机“瓶颈”，给信息界强有力的支持，就将得到人们的认可。P II 实质上是 Pentium Pro 级的 MMX 处理器，是基于 Pentium Pro 体系结构设计的。其内核约有 750 万支晶体管 (Pentium Pro 为 550 万支，Pentium 为 310 万支)，采用深 $0.35\mu\text{m}$ 加工工艺制作而成，全面改善了 PC 机系统在整数、浮点计算及多媒体信息处理方面的性能，给用户带来新一级更高性能的可视计算能力。双重独立总线结构、内置 MMX 技术、动态执行、单边接触插盒是 P II 的 4 大主要特征。

(1) 双重独立总线是指第二级高速缓存总线及处理器到主内存的系统总线分别独立。它很好地解决了处理器到内存总线带宽受限的瓶颈问题，从而提高了通信带宽。一般放在 CPU 板上的二级缓存是采用 512kB 的静态随机存取存储器，带有 ECC (Error Checking and Correction) 的功能，而 P II CPU 的二级缓存可达到 2MB。

(2) 动态执行技术的特点是：在给定的时间内能处理更多的数据，以扩展处理器的性能，提高工作效率。

(3) 内封 MMX 技术使 P II 更加完美。

(4) 新的 SEC (单边接触式, Single Edge Contact) 封装有 242 个触点, 其插槽被命名为 Slot 1。它与传统的 296 针 ZIP Socket7 大相径庭, 它使 P II 处理器有广泛的可用性, 与双独立总线结合, 可以提供不同的二级缓存配置。另外, 因 Socket7 采用单 64 位总线, 当时钟为 66.6MHz 时, 最大可达 533Mbit/s 的传输带宽, 即使时钟增加至 100MHz, 带宽达到 800Mbit/s, 也难以满足高端系统的需求。Slot1 则使用双 64 位总线, 后台总线独立地与二级缓存交换数据, 使 CPU 的数据吞吐量得到大幅度提高。

4. Intel P III 芯片

Intel 1999 年又在 P II 后推出了 P III 新产品, 前端总线已由 66MHz 提高到 133 MHz 以上, 主频可达到 500 MHz, L2 Cache 配置也出现多样化 (0kB 至 2MB), 其产品性能不断提高, 而其价格逐渐下降。这种 CPU 采用了 100MHz 总线频率, 带有“16kB 指令缓存+16kB 数据缓存”共 32kB 的 L1 一级缓存和 512kB 的二级缓存。与 Pentium II 相比, P III 除了主频更高以外, 主要的一个区别就是 Pentium III 内置了 70 条 MMX2 指令, Intel 称之为 SSE (数据流单指令多数据扩展) 指令集。该指令集主要增强了 CPU 的双精度浮点运算能力, 对 3D 图形处理如三维成像、数字图像、视频编辑等具有优化和加速的作用, 并可以大大提高 PC 在 Internet 应用、声音处理、语音识别和 MPEG—2 视频回放等方面的运算性能。当然, 前提是必须使用对 SSE 指令集进行了优化的应用程序和驱动程序。此外, Intel 还将推出主频达 700MHz、使用 0.18 μ m 工艺制造的 Cascades。

5. 其他 CPU 系列

在 CPU 领域的竞争中, AMD、Cyrix 及 TI 等公司虽然明显处于被动地位, 但他们始终不懈的努力, 极大地刺激了 PC 机硬件技术的迅猛发展。AMD 公司的基于 0.25 μ m 的 k6 已获得越来越大的反响。其主要功能及特点如下:

(1) 采用 AMD 的 RISC86 超标量微结构, 可同时发出 6 个指令;

(2) 内置 MMX 技术;

(3) 与微软视窗及 x86 指令的充分兼容;

(4) 其卓越的性能表现可与 Pentium Pro 媲美; 在第六代 x86 处理器中具有最佳的价格性能比。

K6-III 微处理器目前已有 400MHz 和 450MHz 两种型号, 还将推出 533MHz 和 600MHz 的产品。K6-III 内部有 2130 万个晶体管, 采用 0.25 μ m 工艺制造。它继承了 AMD 的 3D—Now! 指令集, 同时在 CPU 内核中加入了一个三级 (Trilevel) Cache 高速缓存, 包括一个 64kB 的 L1 一级高速缓存和一个 256kB 的 L2 二级高速缓存, 从而使主板上的高速缓存变成了三级高速缓存, 这种设计结构的最大好处就是极大地提高了 CPU 的浮点运算性能。

Cyrix 公司也发布了 6x86MX 微处理器, 该处理器内置了 MMX 技术, 在主流桌面系统中更加充分地展示了 Windows 95 的卓越性能。它批量生产 M2E “超级” Socket 7 结构的处理器的芯片向下高度兼容, 总线速率提高到了 100MHz, 并在原有基础上又增加了 15 条 MMX 指令, 具有增强的浮点运算能力, 同时还结合了高性能 3D 图形处理技术。

IDT 公司是基于 x86 体系 CPU 生产商中的后起之秀, 它推出的 Win Chip C6 定位在低价 PC 机上, 结构简单, 只是一个单纯 RISC 架构, 借由较大的一级快取记忆体和较大的

BTB(分支目标缓冲区)来提升性能。另外,它是目前唯一使用单电压的第六代 x86 处理器,给原有的主板进行 CPU 升级带来了生机。

目前的市场上各种主要微处理器的有关特征如表 1-2 所示。

表 1-2 各种微处理器的有关特征对照

名称	AMD			Cyrix		Intel Pentium				IDT
特征	K5	K6	K6-3D	6x86	6x86X	Pentim	MMX	Pro	I	WinChip C6
时钟 (MHz)	100(PR133) 116(PR166)	166 200 233	266 300 350	110(PR133) 133(PR166) 150(PR233)	150(PR166) 166(PR200) 188(PR233)	100,133, 166...	166,200, 233...	150,166, 180,200	233,266, 300...	180、200、 225,240
L1 Cache	16kB 指令 8kB 指令	32k 指令 32k 数据	32k 指令 32k 数据	16kB 统一	64kB 统一	8k 指令 8k 数据	16k 指令 16k 数据	8k 指令 8k 数据	16k 指令 16k 数据	32kB 指令 32kB 数据
L2 Cache	外部	外部	内置	外部	外部	外部	外部	内置	内置	外部
接口类型	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 7	Socket 8	Slot 1	Socket 7
总线速率 (MHz)	60~66	66	100	55~75	60~75	60~66	60~60	60~66	66	60~75
每分钟周期 执行指令数	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2
支持 MMX	×	√	√	×	√	×	√	×	√	√
流水线 FPU	×	√	√	×	×	√	√	√	√	√
乱序执行	√	√	√	√	√	×	×	√	√	×
晶体管数	430 万	880 万	930 万	300 万	650 万	330 万	450 万	550 万	750 万	540 万

注 表格中“√”表示有此功能特征,“×”表示无此特征。

二、微机的主板结构

主板是 PC 机硬件系统集中管理的核心载体,其性能的优劣直接影响到 PC 机各个部件之间的相互配合,在主板上能充分体现整个 PC 机系统发展技术之精萃。PC 机主板几乎集中了全部系统功能,它控制着整个系统中各部分之间的指令流和数据流,能够根据系统进程和线程的需要,有机地调度 PC 机各个子系统并为实现系统的科学管理提供充分的硬件保证。

1. 主板的整体情况

现在主板的设计模式有两种。一种是 IBM 公司提出的 Baby/Mini-AT 结构标准。这种主板上的 CPU 一般位于左下方,ISA/PCI 扩展槽位于 CPU 上方,内存插槽位于主板的右上方。这种主板 CPU 的供电和散热装置会直接影响到全高长卡的插接,电源支架会影响内存条的插拔,板上 FDC (Floppy Disk controller) 和 HDC (Hard Disk Controller) 连接端子与相连的软驱、硬盘和光驱距离较远,机内走线比较零乱,对系统的可靠性有影响。这种结构模式通常用于 Pentium 级以下的 PC 机系统。

Intel 公司为克服上述模式的不足,推出了一种 ATX 结构标准。符合这种标准的主板将 CPU 放在右上方,CPU 的 3.3V 工作电压由主机电源直接提供,CPU 和主机电源共用一个风扇。主板左下方均是一些扁平器件,为全长、全高扩展卡留出了足够的空间;内存插槽位于 CPU 和总线扩展槽之间,便于内存条的更换。FDC 和 HDC 连接端子位于主板的右下

方,距离相连设备较近,机内走线整齐,操作方便。另外,ATX 主板又将串口、并口、USB、PS/2 鼠标和键盘等接口集中在一起移到主板后面,使用者不必再费心进行组装。

伴随着 PC 机对 ACPI (Advanced Configuration & Power Interface) 实现的要求,Intel 在推出 ATX 结构的同时,也推出了 ATX 电源。该电源可以用操作系统软件进行关机控制,实现了 Soft-Power 功能。也就是当计算机处于挂起状态时,它将以非常小的功率为主板上的监控器件提供电能,一旦接收到激活信号电源便自动开启。现在大多数主板的逻辑电路都采用 3.3V 电压。ATX 电源的好处是给主板直接提供 3.3V 的电压,使主板不再需要采用电压调整器来调节电压。

从系统的构架来看,过去所有设备的挂接都是通过多功能扩展卡实现的(即所谓的全插卡式),造成了系统空间资源的巨大浪费。为了简化系统设备的连接,以 ComPaq、AST 为代表的许多系统制造商采用了 ALL-In One 的设计思想,将显示器控制、键盘控制、串/并口等全部设计在主板上。当然这种设计形式在简化设备连接的同时,给系统的升级和二次开发带来了一定的困难。事实上,现在只实现了 Some-In One。

2. 主板的主要构成

PC 机主板主要由以下几部分组成:

(1) CPU 插座。由于集成化程度和制造工艺的不断提高,越来越多的功能被集成到 CPU 中去,使 CPU 管脚数量不断增加,因此插座也相对越来越大。Socket7 是一种符合工业标准的插座形式,它采用 ZIF (Zero-Insertion Force) 设计,使 CPU 的安装变得既容易又方便。Socket 8 是 Pentium Pro 所独有的插座形式,虽是 Intel 专利,却也采用了 ZIF 的设计和引脚网络阵列排列方式,只是插座面积比 Socket 7 大,管脚数量也增多了。而在 Slot 1 的设计上,Intel 甩掉了 Socket 两种插座的形式,没有采用 ZIF 设计,在安装 CPU 时需要用力操作。另外由于 PII 的 CPU 体积比较大,CPU 的固定还需要由塑料支架来支撑。

(2) 内存插槽。该插槽的数量和类型可影响到主存的扩展能力及扩展方式。早期的内存有两种:一种是以芯片形式直接焊在主板上的,因此其内存的扩充也就必须由专业人员来完成;另一种是以扩展板的形式与主板打交道,每次扩充内存时需要更换扩展板或在扩展板上焊接需增加的内存芯片。随着内存扩展板的标准化,主板上给内存预留了专用插座即内存条插槽,内存的扩充也开始变得更简单,只要购买主板内存插座所能适应模式的内存条,插上或更换即可使用,从而实现了即插即用。其插槽的线数常见的有 30 线、72 线和 168 线三种。现在主板上大多采用 72 线或 168 线,也有 72 线和 168 线并存的。

(3) 芯片集。芯片集是主板的关键部件,它由一组超大规模集成电路芯片构成。它被固定在主板上,不能像 CPU、内存等其他部件那样进行简单的升级换代。而正是它被用来控制和协调整个计算机系统的有效运转,决定计算机系统各个部件的选型的。也就是说芯片集一旦被确定,整个系统的定型和选件变化范围也由此确立。现在市场上流行的芯片集以 Intel 的 430 和 440 系列为主流。

(4) 高速缓存。高速缓存是为了解决 CPU 与主存储器间的数据传输速率差异而设计的,它的容量越大对计算机总体性能提高的影响也相对越大。一级高速缓存内嵌在 CPU 中,最大容量为 64kB;二级高速缓存固化在主板上,容量至今已达 512kB,并且 Intel 在其 P II 中

又将二级高速缓存与 CPU 捆绑在一起，容量变化范围为 0~2MB（可选）。

(5) 系统 BIOS。BIOS 实际上是一组被存储在 E²PROM 中的软件。E²PROM 中的软件被固化在主板上，通常人们也就以硬件的方式来称谓它。系统 BIOS 负责对基本 I/O 系统进行控制和管理。每当计算机启动时，首先运行 BIOS 来对系统进行检测，随着其版本的不断更新换代，其智能化程度也越来越高。

(6) CMOS。CMOS 是一种存储 BIOS 使用的系统配置存储器。在主板上 CMOS 可分成两部分，一部分存储口令，另一部分存储启动信息。当计算机断电时，其信息需要由一个电池保持供电，否则信息将会丢失。

(7) 总线扩展槽。总线扩展槽用于扩展主板支持功能以外的其他各种用途板卡，其插槽类型有 ISA、EISA、VESA 和 PCI 等。它的发展使总线越来越宽，从 16 位到 64 位；传输速率也越来越快，带宽从 16Mbit/s 到 533Mbit/s。PCI 总线支持即插即用的功能，减轻了板卡的配置工作。如今主板上主要预留 ISA 和 PCI 两种形式的扩展槽。另外，一种新型的显示扩展接口 AGP 使显示卡从 PCI 总线上脱离出来。

(8) 外设接口插座。这里所说的外设接口插座主要是指连接硬盘、光驱和软驱的电缆插座，其标准有 IDE、EIDE、SCSI 及不断推出的新规范，如 Ultra DMA/33、Wide SCSI 等。在微型机系列里，主板上以采用 IDE 接口为主，个别的采用 SCSI 接口（通常是在服务器上）。主板上支持 IDE 设备的数量、所支持设备的类型和容量都是需要关注的问题。

(9) 串行和并行端口。在微机配置中串行和并行端口是必不可少的，通常为两串一并。串口所遵循的标准有 8250 UART 和 16650 UART，目前基本上是后一种。并口早先使用的是 Centronics 并口，如今遵循的是 EPP 或 ECP 规范。另一种新的 USB（通用串行总线）技术正在兴起。

主板上还有许多逻辑部件和跳线开关等不可缺少的小部件。所有这些部件的密切联系、相互沟通，构成了计算机整体数据信息的交流。无论主板上的哪个部分的进步和发展，都将给主板注入新的活力，其结构将更简单、易用，而其所支持的功能却将朝着更高、更强的方向发展。

三、内存

随着计算机系统软件及应用软件的不断更新换代，对内存容量的要求越来越大，对内存处理速度的要求也越来越高。内存子系统在整个计算机系统中起着举足轻重的作用。内存一般由高速缓存和系统主存两大部分构成。

1. 高速缓存

前已述及，一级高速缓存（L1 Cache）内嵌在 CPU 中，用于缓存代码和数据，它可以减少 CPU 访问外部高速缓存和主存的时间消耗，如今 L1 Cache 的容量已经扩大到 64kB。由于目前最慢的 CPU 的操作也远远快于系统的主存，使得 CPU 常为操作数据而等待。为解决 CPU 与主存速度失调的问题而采用的二级高速缓存（L2 Cache），使 CPU 处于“零等待状态”。因此，系统是否配有 L2 Cache 将直接影响到系统的性能，L2 Cache 现在已发展到 512kB，甚至更多。Intel 公司在其 Pentium Pro 和 PII 处理器中，将 L2 Cache 与 CPU 封装在一起并采用独立的总线结构，使其系统性能大大提高。

从工作方式上讲, Cache 可分为写通式、回写式和 ECC (Error Correction Code) 等多种。写通式 Cache 只存储读数据; 回写式 Cache 可存储读/写数据, 因而可提高性能; ECC 具有错码纠正能力, 可为数据提供额外的安全保护, 增强了系统的可靠性。L1 Cache 大多采用的是回写式的静态随机存储器 (SRAM), 而 L2 Cache 一般采用异步或同步的 SRAM。Pentium 系统上采用一种被称为流水线突发式 (Pipe lined Burst) 的特殊同步高速缓存, 而 PII 采用的是 ECC 同步高速缓存。SRAM 在功耗、集成度等方面的性能低于动态随机存储器 (DRAM), 但在访问周期上优于 SRAM。由于集成度方面的差异, DRAM 比 SRAM 在造价上形成了很大优势, 所以系统主存多采用 DRAM。

2. 系统主存

从接口形式上来说, 系统主存早期使用 DIP (Double In—line Package) 内存芯片, 现在多采用 SIMM 内存条和 DIMM 内存条。奔腾类主板一般提供 SIMM 和 DIMM 两种内存槽口。内存条有统一的引线标准。按引线标准划分, SIMM 有 30 线、72 线和专用内存条三类, 而 DIMM 则有 168 线和 200 线两种。

30 线引脚内存条用于 30 针的 SIMM 内存槽口使用, 该槽的数据宽度为 8 位, 其中有奇偶校验的内存条使用 9 位, 无奇偶校验的使用 8 位。常见的单条容量有 256kB、1MB、4MB 等, 最大容量 32MB/条。

72 针的 SIMM 内存槽口使用 72 线引脚内存条, 其数据宽度为 32 位, 其中有奇偶校验的内存条使用 36 位, 无奇偶校验的使用 32 位。常见的单条容量有 4MB、8MB、16MB 等, 最大支持 64MB/条。

168 针的 DIMM 内存槽口使用 168 线的双面内存条, 其工作时钟可为 60MHz、67MHz、75MHz、83MHz 和 100MHz, 它的数据宽度为 64 位 (可达 72 位或 80 位), 其中非奇偶校验的使用 64 位, ECC 使用 72 位。常见的单条容量有 8MB、16MB、32MB、64MB、128MB 等。DIMM 内存条可单条使用, 不同容量的 DIMM 标准内存条可以混用, 而通常 SIMM 内存条必须成对使用, 因此在配置系统时, DIMM 比 SIMM 灵活得多。DIMM 内存现主要用于高档 PC 机和专业 PC 服务器等设备中。

从工作方式上讲, 内存主要有 FPM (快速页模式)、EDO (扩充数据输出)、ECC (错误检验与纠正)、BEDO (突发式 EDO)、SDRAM (同步动态 RAM) 等几种。

EDO 内存是一种较廉价的单周期内存。它在完成当前内存周期前即可开始下一内存周期的操作, 因此能维持更长的数据有效时间, 从而增加数据带宽或传输率。

ECC 不仅探测了每位内存的错误, 而且可以纠正其错误。若将 ECC 内存用于服务器, 则可大大提高数据交换的正确率。

BEDO RAM 是在任一个“突发动作”中读取数据, 也就是在提供了内存地址后, CPU 假定其后的数据地址并自动把它们预取出来。这样在读下面三个数据中的每个数据时, 仅用一个时钟周期就可以使处理器的指令队列有效填满。但 BEDO 的缺陷是, 它无法与高于 66MHz 的总线相匹配, 因此生命周期不长。

SDRAM 可以操纵所有的输入输出信号, 保持与系统时钟同步。SDRAM 采用管道处理方式, 指定一个特定的地址就可以读出多个数据, 实现突发式传送, 而且可以运行在总线