

计算机是 20 世纪人类最伟大的科技发明之一,它的出现和发展大大地推动了人类科学技术的发展历程,同时也给社会带来了日新月异的变化。计算机及相关技术的应用已经成为人们生活、学习和工作中的重要组成部分。计算机诞生于 20 世纪 40 年代,并在近 70 余年的时间里得到迅猛的发展和普及,现今已广泛深入政治、经济、文化、娱乐等各个领域。

本章主要介绍计算机的诞生与发展,计算机的特点、分类及应用,数据在计算机内的表示以及计算机的软硬件系统等知识。

1.1 计算机的诞生与发展

计算机从诞生到现在,已走过了 70 余年的发展历程,在这期间其系统结构不断变化,不断满足人们的各种高需求。计算机已经逐步进入社会各个领域,尤其是进入了家庭和个人领域,极大地改变了社会的日常面貌。

1.1.1 计算机的诞生

计算机是一种能够按照事先存储的程序,自动、高速地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化智能电子设备。

世界上第一台真正意义上的电子计算机于 1946 年 2 月在美国宾夕法尼亚大学诞生,由莫奇来博士和他的学生爱克特设计,取名为 ENIAC(electronic numerical integrator and calculator, 电子数值积分计算机)。

图 1-1 是第一台电子计算机的情况,其占用的空间之大,是现代计算机所不可比拟的。图 1-2 是计算机的发明人莫奇来和爱克特。

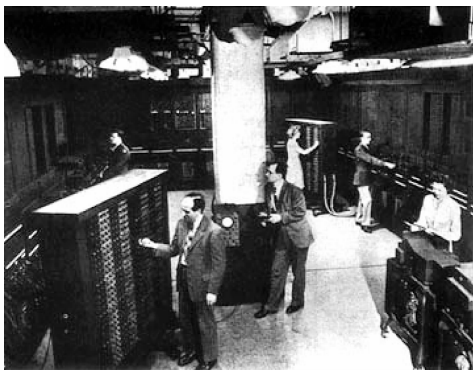


图 1-1 第一台计算机 ENIAC



图 1-2 发明人莫奇来和爱克特

实际上,计算机的产生与美国军方在第二次世界大战期间的要求相关。美国军方在研制导弹的过程中,急需一种能迅速计算弹道的工具,以便对导弹的飞行进行控制。在导弹偏离所预测的轨道时,将其纠正到正确的轨道上来,且要求其能在 $1/10\text{ s}$ 或 $1/100\text{ s}$ 内计算出导弹运行轨迹同预定轨道的偏差。

第一台计算机使用了 18 800 个真空管,占地 170 m^2 ,重达 30 t。其存储容量很小,只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数,而且是用线路连接的方法来编制程序,准备时间大大超过了运算时间。其用电需求很高,据传 ENIAC 每次一开机,整个费城西区的电灯都为之黯然失色。

虽然这台机器有很多缺点,但毕竟是人类历史上第一台计算机,并为以后计算机的发展打下了重要基础,其中由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出的“程序存储”影响最大,其主要特征就是用二进制表示数据,存储程序、顺序控制、存储单元按线性编号。ENIAC 在当时的运算速度已经相当快,可以说是一项划时代的发明,为之后计算机的蓬勃发展奠定了坚实的基础。

1.1.2 计算机的发展阶段

自从 1946 年第一台真正意义上的计算机 ENIAC 诞生以来,计算机开始了其辉煌的发展历程。计算机科学与技术已成为本世纪发展最快的学科之一,尤其是微型计算机的出现和计算机网络的发展,使计算机的应用渗透到社会的各个领域,有力地推动了信息社会的发展。计算机本身也逐步向着体积更小、速度更快、用户体验更友好的方向发展。多年来,人们以计算机物理器件的变革作为标志,把计算机的发展划分为四代,具体如下。

1) 第一代计算机(1946~1958 年)

第一代计算机是电子管计算机。计算机使用的主要逻辑元件是电子管,这个时代被称为电子管时代。在计算机硬件方面,主存储器先采用延迟线,后采用磁鼓、磁芯,外存储器使用磁带。计算机软件方面,用机器语言和汇编语言编写程序。这一代计算机的主要特征如下:

- (1) 电子管元件体积庞大,耗电量大,可靠性差,维护困难。
- (2) 运算速度慢,一般为每秒 1 000 次到 10 000 次。



- (3)使用机器语言,没有系统软件。
- (4)存储空间有限。
- (5)输入/输出设备简单,采用穿孔纸带或卡片。
- (6)主要用于科学计算、军事和科学研究方面的工作。

这个时代的计算机代表机器有 ENIAC、IBM650(小型机)、IBM709(大型机)等。

2)第二代计算机(1959~1964年)

第二代计算机是晶体管计算机,计算机使用的主要逻辑元件是晶体管,这个时代也称晶体管时代。计算机硬件方面,主存储器采用磁芯,外存储器使用磁带和磁盘。计算机软件方面,开始使用管理程序,后期使用操作系统,并出现了 FORTRAN 等一系列高级程序设计语言。计算机的主要特征如下:

- (1)体积大大缩小,可靠性大大增强,寿命大大延长。
- (2)运算速度加快,达到每秒几万次到几十万次。
- (3)提出了操作系统的概念,出现了汇编语言、高级程序设计语言和批处理系统。
- (4)外存储器容量大大提高。
- (5)计算机应用领域扩大,从军事研究、科学计算扩大到数据处理和实时过程控制等领域,并开始进入商业市场。

这个时代的计算机代表机器有 IBM7090、IBM7094、CDC7600 等。

3)第三代计算机(1965~1970年)

第三代计算机是集成电路计算机,计算机使用小规模集成电路(small scale integration, SSI)和中规模集成电路(medium scale integration, MSI)代替了分立元件作为主要逻辑元件。集成电路可在几平方毫米的单晶硅片上集成十几个甚至上百个电子元件。计算机硬件方面,用半导体存储器代替了磁芯存储器,外存储器使用磁盘。计算机软件方面,操作系统进一步完善,高级语言数量增多,而且计算机的并行处理、多处理机、虚拟存储系统以及面向用户的应用软件的发展,丰富了计算机软件资源。这一代计算机比晶体管计算机体积更小、耗电更少、功能更强、寿命更长,综合性能也得到了进一步提高,具有如下主要特征:

- (1)体积进一步缩小,寿命更长。
- (2)内存储器性能优越,运算速度加快,每秒可达几百万次。
- (3)外围设备开始出现多样化。
- (4)高级语言进一步发展,出现了操作系统,使计算机功能更强,提出了结构化程序的设计思想。
- (5)计算机广泛地应用到科学计算、数据处理、事务管理、工业控制等领域。

这个时代的计算机代表机器有 IBM360 系列、富士通 F230 系列等。

4)第四代计算机(1971年至今)

第四代计算机是大规模和超大规模集成电路计算机,其主要逻辑元件是大规模集成电路和超大规模集成电路,这个时期一般称为大规模集成电路时代。在硬件方面,存储器采用半导体存储器,在硅半导体上集成了 1 000~1 000 000 个以上电子元件,外存储器采用大容量的软、硬磁盘,并开始引入光盘的使用。在软件方面,操作系统不断发展和完善,同时发展了数据库管理系统、通信软件等。这一时期计算机的体积、重量、功耗都进一步减小,运算



速度、存储容量、可靠性又有了大幅度的提升,应用软件的功能不断加强。其主要特征如下:

- (1) 体积与第三代相比进一步缩小,可靠性更高,寿命更长。
- (2) 运算速度加快,每秒可达几千万次到几十亿次。
- (3) 系统软件和应用软件获得了巨大的发展,软件配置丰富,程序设计部分自动化。

(4) 计算机网络技术、多媒体技术、分布式处理技术有了很大的发展,微型计算机大量进入家庭,产品更新速度加快。

(5) 计算机在办公自动化、数据库管理、图像处理、语言识别和专家系统等各个领域得到应用,电子商务已开始进入了家庭,计算机的发展进入了一个新的历史时期。

这个时期计算机的类型除小型、中型、大型机外,开始向巨型机和微型机(个人计算机)两个方面发展,计算机逐渐开始进入办公室、学校和家庭。该阶段的计算机代表机器有 IBM4300、VAX11、IBM PC 等。

以上是传统意义上计算机发展的四个分立阶段,它们之间相互影响、相互承接,具体如表 1-1 所示。

表 1-1 四代计算机的发展

代 别	代表机器	硬 件			软 件	应用领域
		逻辑元件	主存储器	其 他		
第一代	ENIAC IBM650 IBM709	电子管	水银延迟线、磁鼓、磁芯	输入/输出 主要采用穿孔卡片	机器语言、 汇编语言	军事、科学 计算
第二代	IBM7090 IBM7094 CDC7600	晶体管	普遍采用磁芯	外存开始采用磁带、磁盘	高级语言、 管理程序、 监控程序、 简单的操作系统	科学计算、 数据处理、 事务管理
第三代	IBM360 CDC6000 富 士 通 F230	集成电路	磁 芯、半 导体	外存普遍采用磁带、磁盘	多种功能 较强的操作 系统、会话 式语言	实现标准 化、系列化, 应用于各个 领域
第四代	IBM4300 VAX11 IBM PC	超大规模集 成电路	半 导 体	各种专用外 设,大容量磁 盘、光盘等普 遍使用	可 视 化 操 作 系 统、数 据 库、多 媒 体、网络软件	广泛应用于 各个领域

目前被看做第五代计算机的智能计算机也正处在设想和研制阶段。第五代计算机是把信息采集、存储处理、通信和人工智能结合在一起的计算机系统,由处理数据信息为主转向处理知识信息为主,如获取知识、表达知识、存储知识及应用知识等,并有推理、联想和学习(如理解能力、适应能力、思维能力等)等人工智能方面的能力,能帮助人类开拓未知的领域和获取新的知识,是一种有知识、会学习、能推理的计算机。

设想中的第五代智能计算机突破了传统的冯·诺依曼机器的概念和体系,舍弃了二进制结构,并将许多处理机并联起来处理信息,速度方面有了质的飞跃。其人工智能程度得到



了极大提高,不需要编写程序,计算机就能自动识别人类的命令和要求并完成推理判断和解释。1981年10月,日本首先向世界宣告开始研制第五代计算机,并于1982年4月制订了为期10年的“第五代计算机技术开发计划”,总投资为1 000亿日元,目前已顺利完成第五代计算机第一阶段规定的任务。第五代计算机是为了适应未来社会信息化的要求而提出的,与前四代计算机有着本质的区别,是计算机发展史上的一次重要变革,但目前对第五代计算机的研究仍然停留在实验室阶段。

1.1.3 计算机的发展趋势

目前,计算机已经在政治、经济、文化各方面得到了广泛的应用,人类对计算机的要求也越来越高,越来越智能化。综合前述的计算机各个发展阶段,可以看到计算机目前正向着五个方向发展,分别是巨型化、微型化、网络化、智能化和多媒体技术应用化。

1) 巨型化

巨型化是指发展高速、大存储容量和功能强大的巨型计算机。巨型化主要是为了满足诸如天文、核技术等尖端科学以及探索新兴领域的需要,记忆巨量的知识信息,以及使计算机具有类似人脑的学习和复杂的推理功能。巨型计算机的研制水平反映了一个国家科学技术的发展水平。

2) 微型化

微型化是指利用微电子技术和超大规模集成电路技术,进一步缩小计算机体积,降低计算机价格。因大规模和超大规模集成电路的出现,计算机迅速向微型化方向发展,成为计算机发展的一个重要方向。微型计算机能嵌入仪表、家电等中小型机无法进入的领域,自20世纪80年代以来计算机微型化发展异常迅速。

3) 网络化

网络化就是利用现代通信技术和计算机技术,将分布在不同地点的计算机连接起来,按照网络协议互相通信,以实现资源共享、分布处理、信息传输等。计算机网络是计算机技术发展的又一重要分支,是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。

4) 智能化

智能化是指使计算机具有模拟人类感觉和思维过程的能力,即实现人工智能模拟。第五代计算机要实现的目标就是智能计算机。智能型计算机能存储大量信息和知识,会推理(包括演绎与归纳),具有学习功能,能以自然语言、文字、声音、图形、图像等形式与人交流信息和知识。

5) 多媒体技术应用化

多媒体技术应用化是指利用计算机技术、通信技术和大众传媒技术来综合处理多媒体信息(主要包括文本、视频、图像、声音等)的趋势,使图、文、声、像并茂。多媒体技术应用化是现今计算机领域中最引人瞩目的高新技术之一。多媒体是融合两种以上媒体的人机交互式信息交流和传播媒体,具有信息载体的多样性、交互性、集成性、数字化、实时性等特点。近年来,多媒体技术迅猛发展,其应用更以极强的渗透力进入人类生活的各个领域,如教育、



档案管理、艺术娱乐、金融债券、柜台交易、建筑设计和通信等。

1.1.4 中国计算机发展历程

中国电子计算机的科研、生产和应用是从 20 世纪 50 年代中后期开始的。1956 年,周总理亲自主持制定的《十二年科学技术发展规划》中,就把计算机列为发展科学技术的重点之一,并筹建了中国第一个计算技术研究所,自此中国的计算机事业开始了自己的征程。

20 世纪 60 年代中期,我国决定放弃单纯追求提高运算速度的技术政策,确定了发展系列机的方针,提出联合研制小、中、大 3 个系列计算机的任务,着力普及和运用中小型机。从此,中国计算机工业开始有了政策性指导,即重点研究开发国际先进机型的兼容机,研制汉字信息处理系统和发展微机。

20 世纪 70 年代末,我国又陆续研制出 256 位和 1 024 位 ECL(发射极耦合逻辑电路)高速随机存储器,后者达到了国际同期的先进水平。

20 世纪 80 年代,国际计算机行业出现了新的变化,美国 IBM 公司于 1981 年推出了个人计算机(PC),从此计算机开始进入家庭。PC 的出现得益于中央处理器价格的不断下降和速度的不断提高。我国及时把握到了这一发展趋势,在 1983 年 2 月召开的全国计算机协调工作会议上,把生产 IBM PC 兼容机定为发展方向,由于当时没有任何设计图纸可供参考,因此完全靠自己进行摸索。1983 年,“银河 I 号”巨型计算机研制成功,运算速度达每秒 1 亿次,这是我国高速计算机研制史上的一个里程碑;1985 年,电子工业部计算机管理局研制成功了与 IBM PC 机兼容的长城 0520CH 微机;1987 年和 1988 年,又相继推出国产 286 微机——长城 286 和国产 386 微机——长城 386。

1992 年国防科技大学研制出“银河-Ⅱ”通用并行巨型机,峰值速度达每秒 4 亿次浮点运算(相当于每秒 10 亿次基本运算操作),为共享主存储器的四处理机向量机,其中央处理机是采用中小规模集成电路自行设计的,总体上达到了 20 世纪 80 年代中后期国际先进水平。

1997 年,国防科技大学研制成功“银河-Ⅲ”百亿次并行巨型计算机系统,采用可扩展分布共享存储并行处理体系结构,由 130 多个处理结点组成,峰值性能为每秒 130 亿次浮点运算,系统综合技术达到了 20 世纪 90 年代中期国际先进水平。

2000 年,我国自行研制成功了高性能计算机“神威-I”,其主要技术指标和性能均达到了国际先进水平。我国成为继美国、日本之后世界上第三个具备研制高性能计算机能力的国家。

2002 年,曙光公司推出完全自主知识产权的“龙腾”服务器,龙腾服务器采用了“龙芯-1”CPU,采用了曙光公司和中科院计算技术研究所联合研发的服务器专用主板,采用曙光 Linux 操作系统,该服务器是国内第一台完全实现自主知识产权的产品,在国防、安全等部门将发挥重大作用。

2003 年,每秒百万亿次数据处理的超级服务器曙光 4000L 通过国家验收,再一次刷新国产超级服务器的历史纪录,使得国产高性能服务器产业再上新台阶。

2008 年,联想集团的“深腾”系列高性能服务器运算速度达每秒 106.5 万亿次,目前的“神威-Ⅱ”运算速度达每秒 300 万亿次。

2009 年我国第一台国产千万亿次“天河一号”计算机问世,它使中国成为继美国之后世



界上第二个研制成功千万亿次超级计算机的国家。

截至2010年10月,升级完成之后的中国超级计算机“天河一号”,已经超越美国“美洲豹”超级计算机而跃居成为世界上运行速度最快、最强大的超级计算机。

可以说,我国的计算机事业正在探索前进的过程中迅猛发展,相信在不远的将来会有更加辉煌的成就。

1.1.5 计算机的未来

在未来社会中,计算机、网络、通信技术将会三位一体化。但是按照摩尔定律,微芯片上集成的晶体管数目每18个月翻一番,很多科学家已经预测到以半导体材料为基础的集成电路技术日益走向其极限,必须通过引入新的材料和技术才能突破这个障碍。未来的计算机将把人从重复、枯燥的信息处理中解脱出来,从而改变人们的工作、生活和学习方式,给人类和社会拓展更大的生存和发展空间,未来的计算机将在模式识别、语言处理、句式分析和语义分析的综合处理能力上获得重大突破。目前此类计算机还只处于概念阶段,主要包括生物计算机、激光计算机、光子计算机、DNA计算机和神经元计算机等,这里就不再赘述了。

1.2 计算机的特点、分类及应用

正因为计算机具有诸如运算速度快、精度高、能记忆存储文件等特点,人类才越来越广泛地使用计算机,也更加依赖于计算机。借助于计算机,人们的工作和学习效率有了飞速的提高。针对计算机的众多特点,人们设计了不同种类的计算机,各取所需,以满足人们不同的要求。

1.2.1 计算机的特点

计算机的特点很多,主要有程序自动运行、运行速度快、运算精度高、存储量大、具有逻辑判断能力、可靠性高等。

1) 程序自动运行

计算机最突出的特点之一就是计算机能在程序控制下自动连续地高速运算。由于计算机采用存储程序控制的方式,因此一旦输入编制好的程序,启动后,计算机就能十分严格地按程序规定的步骤操作,自动地执行下去直至完成任务,整个过程不需人工干预。

2) 运算速度快

当今计算机能以极快的速度进行计算,计算机系统的运算速度已达到每秒万亿次,微机也可达每秒亿次以上,而巨型机则达到每秒几十亿次甚至几百亿次,使大量复杂的科学计算问题得以解决。例如,卫星轨道的计算、大型水坝的计算、24小时天气预报的计算等。过去人工计算需要几年甚至几十年才能完成的工作现在用计算机只需几小时甚至几分钟即可



完成。

3) 运算精度高

当今计算机具有以往计算机无法比拟的计算精度,一般计算机可以有十几位甚至几十位(二进制)有效数字,计算精度可由千分之几到百万分之几,是任何计算工具都望尘莫及的。科学技术的发展,特别是尖端科学技术的发展,需要高度精确的计算,例如,在计算机控制导弹过程中,导弹准确击中预定目标与计算机的精确计算是分不开的。

4) 存储量大

随着计算机存储技术的飞速发展,计算机的存储容量与日俱增,可存储记忆的信息越来越多。计算机的存储系统由内存和外存组成,具有存储和“记忆”大量信息的能力。现代计算机的内存容量已达到上百兆甚至几千兆,而外存也有惊人的容量。同时存储设备的体积也越来越小,例如,现在一块 2.5 in(英寸)的硬盘可以存储高达 1 TB 大小的资源。

5) 具有逻辑判断能力

人是有思维能力的,而思维能力本质上是一种逻辑判断能力。计算机借助于逻辑运算,可以进行逻辑判断,并根据判断结果确定下一步该做什么。计算机可以对各种信息通过编码技术进行算术运算和逻辑运算,并进行推理和证明。例如,计算机可以进行资料分类、情报检索等具有逻辑加工性质的工作。

6) 可靠性高

随着微电子技术和计算机技术的发展,现代电子计算机可连续无故障运行超过几十万小时,具有极高的可靠性。例如,安装在宇宙飞船上的计算机可以连续几年可靠地运行。计算机应用在管理中也具有很高的可靠性。

计算机除了具有上述特点外,还具有体积小、重量轻、耗电少、维护方便、易操作、功能强、使用灵活、价格便宜等特点。

1.2.2 计算机的分类

计算机的分类方法很多,可从不同角度对其进行分类,可以按照计算机的体积、速度、处理能力等特性分类,也可根据使用范围、使用方式分类。通常情况下,计算机采用如下 3 种分类标准。

1) 按计算机处理对象分类

计算机按处理的对象可分为电子模拟计算机、电子数字计算机和混合计算机。

(1) 电子模拟计算机所处理的电信号在时间上是连续的(模拟量),采用的是模拟技术。

(2) 电子数字计算机所处理的电信号在时间上是离散的(数字量),采用的是数字技术。数字化之后的信息具有易保存、易表示、易计算、方便硬件实现等优点,所以数字计算机已成为信息处理的主流。通常所说的计算机都是指电子数字计算机。

(3) 混合计算机是将数字技术和模拟技术相结合的计算机。

2) 按计算机性能规模分类

计算机性能规模主要指计算机的体积、速度、处理能力等特性。按性能规模的不同计算



机可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和工作站。

(1)巨型机:巨型机的特点是运算速度快、存储容量大,每秒可执行几十亿条指令,可容纳上百个用户同时使用,可同时完成多项任务。研究巨型机是现代科学技术,尤其是国防尖端技术发展的需要。目前世界上只有少数几个国家能生产巨型机。我国自主研发的“银河-I”型亿次机、“银河-II”型十亿次机和“银河-III”型百亿次机都是巨型机,主要用于核技术、空间技术、大范围天气预报、石油勘探等领域。

(2)大型机:大型机的特点表现在通用性强、具有很强的综合处理能力、性能覆盖面广等方面,每秒可执行几亿条指令,主要应用在公司、银行、政府部门、社会管理机构和制造厂家等,通常称大型机为企业计算机。大型机在未来将被赋予更多的使命,如大型事务处理、企业内部的信息管理与安全保护、科学计算等。

(3)中小型机:中小型机是介于大型机和微型机之间的一种机型,每秒可执行千万条指令。中小型机规模小、结构简单、设计周期短,便于及时采用先进工艺。这类机器可靠性高,对运行环境要求低,易于操作且便于维护。中小型机符合部门性的要求,为中小型企事业单位所常用。

(4)微型计算机:微型计算机又称个人计算机,它是日常生活中使用最多、最普遍的计算机,具有价格低廉、性能强、体积小、功耗低等特点,每秒可执行百万条指令。现在微型计算机已进入了千家万户,成为人们工作、生活的重要工具。微型计算机可分为台式机和便携机两类,便携机又分为笔记本电脑和个人数字助理(俗称掌上电脑)两种。

(5)工作站:工作站是一种高档的微机系统,它具有较高的运算速度,具有大小型机的多任务、多用户功能,且兼具微型机的操作便利和良好的人机界面,可以连接到多种输入/输出设备,具有易于联网、处理功能强等特点。工作站的应用领域已从最初的计算机辅助设计扩展到商业、金融、办公领域,并充当网络服务器的角色。

3)按功能和用途分类

计算机按功能和用途可分为通用计算机和专用计算机。通用计算机具有功能强、兼容性强、应用面广、操作方便等优点,通常使用的计算机都是通用计算机。专用计算机一般功能单一、操作复杂,用于完成特定的工作任务。

1.2.3 计算机的应用

在21世纪信息社会不断发展和进步的形势下,计算机技术得到了飞跃发展,超级并行计算机技术、高速网络技术、多媒体技术、人工智能技术等相互渗透,改变了人们使用计算机的方式。计算机的应用范围归纳起来主要有以下6个方面。

1)科学计算

科学计算也称数值计算,是指用计算机完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题,是一门伴随着计算机的出现而迅速发展并获得广泛应用的交叉学科。计算机作为一种计算工具,最早应用在科学计算领域,这也是计算机最重要的应用之一。

在科学技术和工程设计中存在着各类大量的数字计算,如求解几百乃至上千阶的线性方程组、大型矩阵运算等。这些问题广泛出现在导弹实验、卫星发射、灾情预测等领域,其特



点是数据量大、计算工作复杂。计算机的出现解决了传统计算工具难以完成的数值计算,人工计算需要几个月甚至几年才能完成的计算,使用计算机则只需要几天、几小时甚至几分钟就可以精确地解决。因此计算机成为发展现代尖端科学技术必不可少的重要工具。

2) 信息处理

信息处理又称数据处理,是指对大量可被人类感受的数据信息,如数值、文字、符号、声音、图形图像等,进行包括收集、分类、整理、加工、存储、压缩、合成等一系列加工处理操作。信息处理还可以应用在加工一些非科技工程方面的计算,管理和操纵数据资料,其特点是处理的原始数据量大,而运算则比较简单,有大量的逻辑与判断运算。目前计算机信息处理广泛应用于人口统计、办公自动化、企业管理、邮政业务、机票订购、情报检索、图书管理、医疗诊断等领域。

3) 自动控制

自动控制亦称实时控制,是指用计算机及时采集数据,按最优值迅速对控制对象进行自动控制或采用自动调节,以实现生产过程的有效控制,从而提高劳动生产效率、产品质量、自动化水平和控制精确度,减少生产成本,减轻劳动强度。在电力、机械制造、化工、冶金、交通等部门利用计算机进行过程控制,不仅大大提高了控制的自动化水平,而且大大提高了控制的及时性和准确性。在军事上,可使用计算机实时控制导弹使其根据目标的移动情况修正飞行姿态,以准确击中目标。

4) 计算机辅助工程

计算机辅助工程是指以计算机为工具,并配备专用软件辅助人们完成特定的工作任务以提高工作效率和工作质量。

(1) 计算机辅助设计(computer aided design, CAD)技术,是指使用计算机的工程计算、逻辑判断、数据处理等功能,帮助人们进行各种图形图像设计和绘制,并能进一步分析、测试和优化。它能使设计过程自动化,设计合理化、科学化、标准化,大大缩短了设计周期,增强了产品在市场上的竞争力。CAD技术已广泛应用于建筑工程设计、服装设计、机械制造设计、船舶设计等行业。

(2) 计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)技术,是指利用计算机通过各种数值分析对生产设备进行控制和管理,完成产品的加工、装配、检测、包装等生产过程的技术。将CAD进一步集成形成了计算机集成制造系统(CIMS),从而实现设计生产自动化。利用CAM可提高产品质量,降低成本和劳动强度。

(3) 计算机辅助教学(computer aided instruction, CAI)技术,是指将教学内容、教学方法以及学生的学习情况等信息存储在计算机中,帮助学生轻松地学习所需要的知识。它在现代教育技术中发挥着相当重要的作用,如CAI与计算机辅助测试、计算机辅助管理组成计算机辅助教育等。这些计算机辅助技术使教学内容生动、形象,改变了教学手段,提高了教学效果。

5) 人工智能

人工智能(artificial intelligence, AI)是指用计算机模拟人类的智能活动辅助人类进行决策,如判断、理解、学习、图像识别、问题求解等。它涉及计算机科学、信息论、仿生学、神经学和心理学等诸多学科。在人工智能中,最具代表性、应用最成功的两个领域是专家系统和



机器人。

(1)专家系统:它是一个具有大量专业知识的计算机系统,总结了某个领域的专家知识以构建知识库,系统可根据这些知识对输入的原始数据进行推理,做出判断和决策以回答用户的咨询。

(2)机器人:它是人工智能技术的另一个重要应用,应用前景非常广阔。许多国家正在研制各类机器人,使其更加智能和完善。目前世界上有许多机器人工作在各种恶劣的环境下,如高温、高辐射、剧毒等,帮助完成很多人类自身难以完成的任务和工程。

6) 计算机网络

计算机网络是指利用通信设备和线路将地理位置不同但功能独立的多个计算机系统互连起来,通过网络软件实现资源共享和信息交流的系统,计算机网络是计算机的超级处理能力与通信技术相结合的产物。计算机网络的诞生使得人类的交流更加方便,为人类开拓了广阔的空间,对人类社会产生了重大影响,给人们的生活带来了极大的方便。人们可以在网上浏览信息、查询全球信息、传送邮件、进行电子商务、网上娱乐等,这些都是依靠计算机网络来实现的。

1.3 计算机中的信息存储、数制与编码

提到信息,人们可能会想到文字、图表、数字等,这些都是人类表达和记录世界上各种信息的载体,便于人们进行处理和交流。这些信息也都可以输入计算机中,由计算机来保存和处理。但计算机和人类的大脑不同,在存储和处理信息时遵循自己的一套规则,例如,当代冯·诺依曼型计算机都使用二进制来表示数据。

1.3.1 信息与信息技术

1) 信息

信息是经过组织的数据,是指将原始数据经过提炼成为有意义的信息。信息是信息论中的一个术语,常常把消息中有意义的内容称为信息。1948年,美国数学家、信息论的创始人香农在《通讯的数学理论》一文中指出:“信息是用来消除随机不定性的东西。”1948年,美国著名数学家、控制论的创始人维纳在《控制论》一书中指出:“信息就是信息,既非物质,也非能量。”

2) 信息的主要特点

信息具有可识别性、可存储性、可处理性、可传递性、在特定范围内的有效性等特性。

(1)可识别性:信息是可以识别的。识别又可分为直接识别和间接识别,直接识别是指通过感官的识别,间接识别是指通过各种测试手段的识别。不同的信息源有不同的识别方法。

(2)可存储性:信息可以通过各种方法进行存储,例如,通过文字、图形图像、声音、视频



等形式存储起来。

(3)可处理性:人们对信息可以进行加工、整理、概括、归纳、压缩等,使其更加有序、精练。

(4)可传递性:信息的可传递性是信息的本质特征,在传递过程中不会引起信息的减少,只要通信正常就能够完整无误地进行传输。

(5)有效性:信息在特定的范围内是有效的,但是超出了这个范围就变成无效的、没有意义的了。

3)信息技术

信息技术(information technology,IT)主要是用于管理和处理信息所采用的各种技术的总称,是应用计算机科学和通信技术来设计、开发、安装和实施信息系统及应用软件的技术。它常被称为信息和通信技术(information and communication technology, ICT),主要包括传感技术、计算机技术和通信技术。信息技术的研究包括科学、技术、工程以及管理等学科,以及这些学科在信息的管理、传递和处理中的应用,同时还包括相关的软件和设备及其相互作用。计算机和互联网的普及,使人们日益普遍地使用计算机来生产、处理、交换和传播各种形式的信息(如书籍、商业文件、报刊、唱片、电影、电视节目、语音、图形、影像等)。在企业、学校和其他组织中,信息技术体系结构是一个为达成战略目标而采用和发展信息的综合结构。由于计算机是信息管理的中心,因此计算机部门通常被称为“信息技术部门”,有些公司称这个部门为“信息服务”(IS)或“管理信息服务”(MIS)。

1.3.2 计算机中的数制

用若干数位(由数码表示)的组合表示一个数,各个数位之间是什么关系,即逢“几”进位,就是所谓的进位计数制的问题。数制也称计数制,是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。计算机是信息处理的工具,任何信息都必须转换成二进制形式数据后才能由计算机进行处理、存储和传输。常用的数制有十进制、二进制、八进制和十六进制,另外时间单位的分秒采用六十进制,小时采用二十四进制。

在计算机的数制中,要掌握3个概念,即数码、基数和位权。数码是指一个数制中表示基本数值大小的不同数字符号,如八进制有8个数码:0,1,2,3,4,5,6,7。基数是指一个数值所使用数码的个数,如八进制的基数为8,二进制的基数为2。处在不同位置上的相同数字所代表的值不同,一个数字在某个位置上所表示的实际数值等于该数值与这个位置的因子的乘积,而该位置的因子由所在位置相对于小数点的距离来确定,简称为位权。例如,八进制的123,其中1的位权是 $8^2=64$,2的位权是 $8^1=8$,3的位权是 $8^0=1$ 。同时数制有如下3个特点:

(1)数制的基数确定了所采用的进位计数制。对于 N 进位数制,有 N 个数字符号。如十进制中有10个数字符号:0~9,二进制有2个符号:0和1,八进制有8个符号:0~7,十六进制有16个符号:0~9和A~F。

(2)逢 N 进一。如十进制中逢十进一,八进制中逢八进一,二进制中逢二进一,十六进制中逢十六进一。

(3)采用位权表示方法。位权与基数的关系是:位权的值恰是基数的整数次幂。例如,



十进制的单位值为 $10^0, 10^1, 10^2, 10^3 \dots$, 二进制的单位值为 $2^0, 2^1, 2^2, 2^3 \dots$ 。

一般用“()_{角标}”来表示不同进制的数。例如,十进制数用 $()_{10}$ 表示,二进制数用 $()_2$ 表示等。在程序设计中,为了区分不同进制,常在数字后加一个英文字母后缀。十进制数在数字后面加字母 D 或不加字母也可以,如 6659D 或 6659;二进制数在数字后面加字母 B,如 1101101B;八进制数在数字后面加字母 O,如 1275O;十六进制数在数字后面加字母 H,如 CFE7BH。在了解了数制的数码、基数、位权 3 个概念后,下面逐一介绍常用的几种数制。

1) 十进制

十进制(decimal notation)有 10 个数码:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9;基数为 10;加法运算时逢十进一,减法运算时借一当十。对于任意一个由 n 位整数和 m 位小数组成的十进制数 D,均可按权展开为:

$$D = D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 + D_{-1} \times 10^{-1} + \dots + D_{-m} \times 10^{-m}$$

2) 二进制

二进制(binary notation)有两个数码:0,1;基数为 2;加法运算时逢二进一,减法运算时借一当二。对于由任意一个 n 位整数和 m 位小数组成的二进制数 D,均可按权展开为:

$$D = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + \dots + B_{-m} \times 2^{-m}$$

在计算机中,二进制并不符合人们的习惯,但是计算机内部却采用二进制表示信息,其主要原因如下:

(1)电路简单。在计算机中,若采用十进制,则要求处理 10 种电路状态,相对于两种状态的电路来说,是很复杂的。而采用二进制表示,则逻辑电路只有“通”、“断”两个状态。

(2)工作可靠。在计算机中,用两个状态代表两个数据,数字传输和处理方便、简单、不容易出错,因而电路更加可靠。

(3)简化运算。在计算机中,二进制运算法则很简单。例如,相加减的速度快,求积规则和求和规则均只有 3 个。

(4)逻辑性强。二进制只有两个数码,具有很强的逻辑性,正好代表逻辑代数中的“真”与“假”,而计算机的工作原理正是建立在逻辑运算基础上的。

3) 八进制

八进制有 8 个数码:0,1,2,3,4,5,6,7;基数为 8;加法运算时逢八进一,减法运算时借一当八。对于任意一个由 n 位整数和 m 位小数组成的八进制数 D,均可按权展开为:

$$D = O_{n-1} \times 8^{n-1} + O_{n-2} \times 8^{n-2} + \dots + O_1 \times 8^1 + O_0 \times 8^0 + O_{-1} \times 8^{-1} + \dots + O_{-m} \times 8^{-m}$$

4) 十六进制

十六进制有 16 个数码:0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F;基数为 16;加法运算时逢十六进一,减法运算时借一当十六。对于任意一个由 n 位整数和 m 位小数组成的十六进制数 D,均可按权展开为:

$$D = H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + \dots + H_{-m} \times 16^{-m}$$

在 16 个数码中,A、B、C、D、E 和 F 这 6 个数码分别代表十进制的 10、11、12、13、14 和 15,这是国际上通用的表示法。

在上述介绍的基础上,将这几种常用数制的基数(位权)、进制转换特点和通用公式总结



于表 1-2 中。

表 1-2 常用数制的数码、基数(位权)、进制转换特点和通用公式

进 制	数 码	基 数	特 点	按位权展开公式
十进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	10	逢十进一	$D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \dots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 + D_{-1} \times 10^{-1} + \dots + D_{-m} \times 10^{-m}$
二进制	0,1	2	逢二进一	$B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \dots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + \dots + B_{-m} \times 2^{-m}$
八进制	0,1,2,3,4,5,6,7	8	逢八进一	$O_{n-1} \times 8^{n-1} + O_{n-2} \times 8^{n-2} + \dots + O_1 \times 8^1 + O_0 \times 8^0 + O_{-1} \times 8^{-1} + \dots + O_{-m} \times 8^{-m}$
十六进制	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F	16	逢十六进一	$H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \dots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + \dots + H_{-m} \times 16^{-m}$

1.3.3 计算机中的数制转换

不同数制之间进行转换应遵循转换原则,即两个有理数如果相等,则有理数的整数部分和分数部分一定分别相等。数制转换主要分为 3 类,分别是二、八、十六进制数转换为十进制数;十进制数转换为二、八、十六进制数;八、十六进制数与二进制数间的转换。常用的十进制、二进制、八进制和十六进制间的简单对应关系如表 1-3 所示。

表 1-3 几种常用进制之间的对照关系

十 进 制	二 进 制	八 进 制	十 六 进 制
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C



续表

十进制	二进制	八进制	十六进制
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

1) 十进制数转换为二、八、十六进制数

十进制数转换为二、八、十六进制数具有相同规律,且均分为整数部分和小数部分的转换。

(1) 整数部分的转换。整数部分的转换采用的是除基数(2、8或16)取余的方法。其转换原则是:将该十进制数除以基数得到一个商和余数(K_0),再将商除以基数又得到一个新的商和余数(K_1),如此反复,得到的商是0时得到余数(K_{n-1}),然后将所得到的各位余数,以最后余数为最高位,最初余数为最低位依次排列,即 $K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0$,这就是该十进制数对应的二、八、十六进制数。这种方法又称为“倒序法取余”。

【例 1-1】 将 $(213)_{10}$ 转换成二进制数。

解:计算过程如下所示:

$2 \overline{)213}$	.....	(K_0)	1	↑	余数	低
$2 \overline{)106}$	.....	(K_1)	0			
$2 \overline{)53}$	.....	(K_2)	1			
$2 \overline{)26}$	.....	(K_3)	0			
$2 \overline{)13}$	.....	(K_4)	1			
$2 \overline{)6}$	.....	(K_5)	0			
$2 \overline{)3}$	.....	(K_6)	1			
$2 \overline{)1}$	.....	(K_7)	1			高

则知计算结果为: $(213)_{10} = (11010101)_2$

(2) 小数部分的转换。小数部分的转换采用乘基数取整法。其转换原则是:将十进制数的小数乘以基数,取乘积中的整数部分作为相应进制数小数点后最高位 K_{-1} ,反复乘以基数,逐次得到 $K_{-2}, K_{-3}, \cdots, K_{-m}$,直到乘积的小数部分达到精确度要求为止。然后把每次乘积的整数部分由上而下依次排列起来($K_{-1}K_{-2}\cdots K_{-m}$),即是所求的进制数。这种方法又称为“顺序法”。

对于既有整数又有小数部分的十进制数,可将其整数和小数分别转换成相应进制数,然后再把两者连接起来即可。

【例 1-2】 将十进制数 $(0.514)_{10}$ 转换成相应的二进制数。

解:计算过程如下所示:



0.514				
× 2				
1.028	.....	1	(K_{-1})	高
× 2				
0.056	.....	0	(K_{-2})	
× 2				
0.112	.....	0	(K_{-3})	
× 2				
0.224	.....	0	(K_{-4})	
× 2				
0.448	.....	0	(K_{-5})	
× 2				
0.896	.....	0	(K_{-6})	
× 2				
1.792	.....	1	(K_{-7})	低

计算结果为： $(0.514)_{10} = (0.1000001)_2$

2) 二、八、十六进制数转换为十进制数

二、八、十六进制数转换为十进制数采用公式法，公式见表 1-2。将二进制数转换成十进制数是以 2 为基数按权展开并相加；八进制数转换成十进制数则是以 8 为基数按权展开并相加；十六进制数转换为十进制数则是以 16 为基数按权展开并相加。

【例 1-3】 将 $(1101.101)_2$ 转换成十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解: } (1101.101)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ &= 8 + 4 + 1 + 0.5 + 0.125 \\ &= (13.625)_{10} \end{aligned}$$

【例 1-4】 把 $(725)_8$ 转换成十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解: } (725)_8 &= 7 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 5 \times 8^0 \\ &= 448 + 16 + 5 \\ &= (469)_{10} \end{aligned}$$

【例 1-5】 将 $(1AC.8)_{16}$ 转换成十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解: } (1AC.8)_{16} &= 1 \times 16^2 + A \times 16^1 + C \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} \\ &= 256 + 160 + 12 + 0.5 \\ &= (428.5)_{10} \end{aligned}$$

3) 八、十六进制数与二进制数之间的转换

(1) 八进制数转换成二进制数。八进制数转换成二进制数所使用的转换原则是“一位拆三位”，即把一位八进制数对应于三位二进制数，然后按顺序连接即可。

【例 1-6】 将 $(54.14)_8$ 转换为二进制数。

解：计算过程如下所示：



5	.....	101
4	.....	100
.
1	.....	001
4	.....	100

则可知结果为： $(54.14)_8 = (101100.001100)_2$

(2) 二进制数转换成八进制数。二进制数转换成八进制数可概括为“三位并一位”，即从小数点开始向左、右两边以每三位为一组，不足三位时补 0，然后每组改成等值的一位八进制数即可。

【例 1-7】 将 $(101110001.11001)_2$ 转换成八进制数。

解：计算过程如下所示：

101	.....	5
110	.....	6
001	.....	1
.
110	.....	6
010	.....	2

则可知结果为： $(101110001.11001)_2 = (561.62)_8$

(3) 二进制数转换成十六进制数。二进制数转换成十六进制数的转换原则是“四位并一位”，即以小数点为界，整数部分从右向左每四位为一组，若最后一组不足四位，则在最高位前面添 0 补足四位，然后从左边第一组起，将每组中的二进制数按权数相加得到对应的十六进制数，并依次写出即可；小数部分从左向右每四位为一组，最后一组不足四位时，尾部用 0 补足四位，然后按顺序写出每组二进制数对应的十六进制数。

【例 1-8】 将 $(101100.0001101)_2$ 转换成十六进制数。

解：计算过程如下所示：

0010	.....	2
1100	.....	C
.
0001	.....	1
1010	.....	A

则可知结果为： $(101100.0001101)_2 = (2C.1A)_{16}$

(4) 十六进制数转换成二进制数。十六进制数转换成二进制数的转换原则是“一位拆四位”，即把一位十六进制数写成对应的四位二进制数，然后按顺序连接即可。

【例 1-9】 将 $(C1.B7)_{16}$ 转换成二进制数。

解：计算过程如下所示：

C	.....	1100
1	.....	0001
.
B	.....	1011



7 0111

则可知结果为： $(C1.B7)_{16} = (11000001.10110111)_2$

1.3.4 二进制运算

在计算机中二进制数的运算包括加、减、乘、除算术运算和与、或、非、异或逻辑运算。

1) 二进制的算术运算

(1) 二进制数的加法运算。

二进制数的加法运算法则是： $0+0=0, 0+1=1+0=1, 1+1=10$ (向高位进位)。

【例 1-10】 求 $(101101.101)_2 + (1011.11001)_2$ 的值。

解：计算过程如下所示：

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ .\ 1\ 0\ 1 \\ +\quad\quad\quad 1\ 0\ 1\ 1\ .\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ .\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1 \end{array}$$

则结果为： $(101101.101)_2 + (1011.11001)_2 = (111001.01101)_2$

从以上加法的过程可知，当两个二进制数相加时，每一位是 3 个数相加，即把被加数、加数和来自低位的进位(进位可能是 0，也可能是 1)相加。

(2) 二进制数的减法运算。

二进制数的减法运算法则是： $0-0=1-1=0, 1-0=1, 0-1=1$ (借 1 当 2)。

【例 1-11】 求 $(110000.11)_2 - (1001.01)_2$ 的值。

解：计算过程如下所示：

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ .\ 1\ 1 \\ -\quad\quad\quad 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ .\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ .\ 1\ 0 \end{array}$$

则结果为： $(110000.11)_2 - (1001.01)_2 = (100111.10)_2$

从以上运算过程可知，当两数相减时，有的位会发生不够减的情况，要向相邻的高位借 1 当 2。所以，在做减法时除了每位相减外，还要考虑借位情况，实际上每位有 3 个数参加运算。

(3) 二进制数的乘法运算。

二进制数的乘法运算法则是： $0 \times 0 = 0, 0 \times 1 = 1 \times 0 = 0, 1 \times 1 = 1$ 。

【例 1-12】 求 $(1010)_2 \times (1001)_2$ 的值。

解：计算过程如下所示：

$$\begin{array}{r} \quad\quad\quad\quad\quad 1\ 0\ 1\ 0 \\ \times\quad\quad\quad\quad\quad 1\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \quad\quad\quad\quad\quad 1\ 0\ 1\ 0 \\ \quad\quad\quad\quad\quad 0\ 0\ 0\ 0 \\ \quad\quad\quad\quad\quad 0\ 0\ 0\ 0 \\ +\quad 1\ 0\ 1\ 0 \\ \hline 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \end{array}$$



则结果为： $(1010)_2 \times (1001)_2 = (1011010)_2$

由以上运算过程可知，当两数相乘时，每个部分积都取决于乘数。乘数的相应位为1时，该次的部分积等于被乘数；相应位为0时，部分积为0。每次的部分积依次左移一位，将各部分积累加起来，就得到了最终结果。

(4) 二进制数的除法运算。

二进制数除法的运算规则是： $0 \div 0 = 0$, $0 \div 1 = 0$ ($1 \div 0$ 无意义), $1 \div 1 = 1$ 。

【例 1-13】 求 $(111101)_2 \div (1100)_2$ 的值。

解：计算过程如下所示：

$$\begin{array}{r} \overline{) 111101} \\ \underline{-1100} \\ 1101 \\ \underline{-1100} \\ 101 \\ \underline{-100} \\ 1 \end{array}$$

则结果为：商为101，余数为1。

在计算机内部，二进制数的加法是基本运算，利用加法可以实现二进制数的减法、乘法和除法运算。在计算机的运算过程中，应用“补码”进行运算。

2) 二进制数的逻辑运算

在计算机中，二进制数除了能表示正负、大小的数量以及相应的加、减、乘、除等基本算术运算外，还能表示事物逻辑判断，即“真”、“假”、“是”、“非”等逻辑运算。在逻辑运算中，是用“1”或“0”来表示“真”或“假”的，逻辑运算是以二进制数为基础的。

逻辑运算区别于算术运算的主要特点是：逻辑运算是按位进行的，位与位之间没有进位或借位的关系。逻辑运算主要包括：逻辑加法（又称“或”运算）、逻辑乘法（又称“与”运算）、逻辑“非”运算和“异或”运算，具体介绍如下。

(1) 逻辑与运算。逻辑与运算又称乘法运算，常用符号“ \times ”、“ \wedge ”或“ $\&$ ”来表示。如果A、B、C为逻辑变量，则A和B的逻辑与可表示成 $A \times B = C$ 、 $A \wedge B = C$ 或 $A \& B = C$ ，读作“A与B等于C”。一位二进制数的逻辑与运算规则如表1-4所示。多位计算时则按照相同位与相同位进行运算的规则进行。

表 1-4 逻辑与运算规则

A	B	$A \wedge B(C)$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

由表1-4可知，逻辑与运算表示只有当参与运算的逻辑变量都取值为1时，其逻辑乘积才等于1，即一假必假，两真才真。这种逻辑与运算在实际生活中有许多应用，例如，计算机的电源要想接通，必须把实验室的电源总闸以及计算机机箱的电源开关都接通才行，这些开关是串在一起的，它们按照“与”逻辑接通。为了书写方便，逻辑与运算的符号可以略去不写（在不致混淆的情况下），即 $A \times B = A \wedge B = AB$ 。



【例 1-14】 设 $A=1110101, B=1010101$, 求 $A \wedge B$ 。

解: 计算过程如下所示:

$$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \wedge\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \end{array}$$

则结果为: $A \wedge B=1010101$

(2) 逻辑或运算。逻辑或运算又称加法运算, 通常用符号“+”或“ \vee ”来表示。如果 A、B、C 为逻辑变量, 则 A 和 B 的逻辑或可表示成 $A+B=C$ 或 $A \vee B=C$, 读作“A 或 B 等于 C”。其运算规则如表 1-5 所示。

表 1-5 逻辑或运算规则

A	B	$A \vee B(C)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

由表 1-5 可知, 逻辑或运算表示在给定的逻辑变量中, A 或 B 只要有一个为 1, 其逻辑或的值为 1; 只有当两者都为 0, 逻辑或才为 0, 即一真必真, 两假才假。这种逻辑或运算在实际生活中有许多应用, 例如, 房间里有一盏灯, 装了两个开关, 这两个开关是并联的, 任何一个开关接通或两个开关同时接通, 电灯都会亮。

【例 1-15】 设 $A=1001110, B=1011011$, 求 $A \vee B$ 。

解: 计算过程如下所示:

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0 \\ \vee\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \end{array}$$

则结果为: $A \vee B=1011111$

(3) 逻辑非运算。逻辑非运算又称逻辑否定、逻辑求反。设 A 为逻辑变量, 则 A 的逻辑非运算记作 \bar{A} 。运算规则为: 如果不是 0, 则唯一的可能性就是 1; 反之亦然。逻辑非运算的真值表如表 1-6 所示。

表 1-6 逻辑非运算规则

A	\bar{A}
0	1
1	0

例如, 室内的电灯不是亮, 就是灭, 只有两种可能性。

【例 1-16】 设 $A=1110110, B=1101111$, 求 $\bar{A}、\bar{B}$ 。

解: 结果为: $\bar{A}=0001001, \bar{B}=0010000$

(4) 逻辑异或运算(半加运算)。逻辑异或运算符为“ \oplus ”。如果 A、B、C 为逻辑变量, 则



A 和 B 的逻辑异或可表示成 $A \oplus B = C$, 读作“A 异或 B 等于 C”。逻辑异或的运算规则如表 1-7 所示。

表 1-7 逻辑异或的运算规则

A	B	$A \oplus B(C)$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

由表 1-7 可知,在给定的两个逻辑变量中,只有两个逻辑变量取值相同,异或运算的结果才为 0,只有相异时,结果才为 1。即相同为 0,相异为 1。

【例 1-17】 设 $A=110011, B=101111$, 求 $A \oplus B$ 。

解:计算过程如下所示:

$$\begin{array}{r}
 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\
 \oplus\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1 \\
 \hline
 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0
 \end{array}$$

则结果为: $A \oplus B = 011100$ 。

1.3.5 计算机中的数据

1) 数据

在计算机科学中,数据是指所有能输入计算机并被计算机程序处理的符号介质的总称,是具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量等的通称,它是组成地理信息系统的最基本要素,种类非常丰富,数据经过加工后就成为信息。数据可按性质和表现形式进行分类。

(1)按性质划分。计算机中的数据按性质可以划分为:定位数据,如各种坐标数据;定性数据,如表示事物属性的数据(居民出生地等);定量数据,反映事物数量特征的数据,如长度、面积、体积等几何量或重量、速度等物理量;定时数据,反映事物时间特性的数据,如年、月、日、时、分、秒等。

(2)按表现形式划分。计算机中的数据按表现形式可以划分为:数字数据,如各种统计或测量数据;模拟数据,由连续函数组成,又分为图形数据(如点、线、面)、符号数据、文字数据和图像数据等。

2) 数据单位

在计算机中,信息单位都是基于二进制的,因此所有数据均需要转换成二进制才能进行处理。

(1)位。计算机中数据存储的最小单位为二进制的的一个数位,也称为比特(bit),即 1 比特为 1 个二进制位。

(2)字节。计算机中 1 字节为 8 个二进制位,字节(Byte)是计算机中用来表示存储空间



大小的最基本的容量单位。例如,计算机内存和硬盘的容量均以字节为基本单位来表示。除字节外,还有千字节(KB)、兆字节(MB)、吉字节(GB)、太字节(TB)等。它们的换算关系是:

$$1 \text{ B} = 8 \text{ bit}$$

$$1 \text{ KB} = 1\,024 \text{ B} = 2^{10} \text{ B}$$

$$1 \text{ MB} = 1\,024 \text{ KB} = 1\,048\,576 \text{ B} = 2^{20} \text{ B}$$

$$1 \text{ GB} = 1\,024 \text{ MB} = 1\,048\,576 \text{ KB} = 1\,073\,741\,824 \text{ B} = 2^{30} \text{ B}$$

$$1 \text{ TB} = 1\,024 \text{ GB} = 2^{40} \text{ B}$$

3) 计算机内部数据表示

(1) 机器数与真值。计算机中的数据是使用二进制来表示的,仅有 0、1 两种状态。一个数在计算机中的表示形式称为机器数,机器数所对应的数值称为真值。采用二进制必须把符号数字化,用机器数的最高位代表符号(若为 0,则代表正数;若为 1,则代表负数),其数值位为真值的绝对值。假设用 8 位二进制数表示一个数,其数符和数值位的分布如图 1-3 所示。

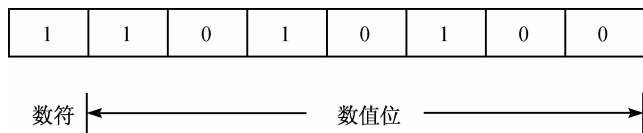


图 1-3 用 8 位二进制数表示一个数

在数的表示中,机器数与真值的区别是:真值带符号,如 -0011100 ,而机器数不带数符,最高位为符号位,如 10011100 ,其中最高位 1 代表符号,表示此数为负数。

(2) 整数的表示。计算机中的整数一般用定点数表示,定点数是指小数点在数中有固定的位置的数。整数又可分为无符号整数(不带符号的整数)和有符号整数(带符号的整数)。无符号整数中,所有二进制位全部用来表示数的大小,而有符号整数用最高位表示数的正负号,其他位表示数的大小。

如果用一字节表示一个无符号整数,其取值范围是 $0 \sim 255 (2^8 - 1)$;若用来表示一个有符号整数,则其取值范围是 $-128 \sim +127 (-2^7 \sim +2^7 - 1)$ 。具体分析如下:如果用一字节表示有符号整数(带符号的整数),则能表示的最大正整数为 01111111 (最高位为符号位),即最大值为 127,若数值大于 127,则会发生“溢出”的情况。计算机中的地址常用无符号整数表示,可以用 8 位、16 位或 32 位来表示。

(3) 实数的表示。实数一般用浮点数表示,因它的小数点位置不固定,所以称为浮点数。它是既有整数又有小数的数,纯小数可以看做实数的特例。 47.915 、 $-3\,384.051$ 、 $0.001\,56$ 都是实数。这 3 个数又可以表示为:

$$47.915 = 10^2 \times (0.479\,15)$$

$$-3\,384.051 = 10^4 \times (-0.338\,405\,1)$$

$$0.001\,56 = 10^{-2} \times (0.156)$$

其中指数部分用来指出实数中小数点的位置,括号内是一个纯小数。二进制的实数表示也是如此,如 110.101 可表示为:



$$110.101 = 10^2 \times 1.10101 = 10^{-2} \times 11010.1$$

4) 原码、反码、补码的表示

在计算机中,符号位和数值位都是用 0 和 1 表示的,在对机器数进行处理时,必须考虑到符号位的处理,即对符号和数值的编码方法。常见的编码方法有原码、反码和补码 3 种,下面分别介绍这 3 种方法的使用。

(1) 原码的表示。一个数 X 的原码表示为:符号位用 0 表示正,用 1 表示负;数值部分为 X 绝对值的二进制形式。记 X 的原码表示为 $[X]_{\text{原}}$ 。

例如,当 $X = +1100101$ 时,则 $[X]_{\text{原}} = 01100101$ 。

当 $X = -1110101$ 时,则 $[X]_{\text{原}} = 11110101$ 。

在原码中,0 有两种表示方式:

当 $X = +0000000$ 时, $[X]_{\text{原}} = 00000000$ 。

当 $X = -0000000$ 时, $[X]_{\text{原}} = 10000000$ 。

(2) 反码的表示。一个数 X 的反码表示方法为:若 X 为正数,则其反码和原码相同;若 X 为负数,在原码的基础上,符号位保持不变,数值位按位取反。记 X 的反码表示为 $[X]_{\text{反}}$ 。

例如,当 $X = +1100101$ 时,则 $[X]_{\text{原}} = 01100101$, $[X]_{\text{反}} = 01100101$ 。

当 $X = -1100101$ 时,则 $[X]_{\text{原}} = 11100101$, $[X]_{\text{反}} = 10011010$ 。

在反码表示中,0 也有两种表示形式:

当 $X = +0$ 时,则 $[X]_{\text{反}} = 00000000$ 。

当 $X = -0$ 时,则 $[X]_{\text{反}} = 11111111$ 。

(3) 补码的表示。一个数 X 的补码表示方式为:当 X 为正数时,其补码与原码相同;当 X 为负数时,其补码的符号位与原码相同,其数值位为原码按位取反再加 1。记 X 的补码表示为 $[X]_{\text{补}}$ 。

例如,当 $X = +1110101$ 时, $[X]_{\text{原}} = 01110101$, $[X]_{\text{补}} = 01110101$ 。

当 $X = -1110101$ 时, $[X]_{\text{原}} = 11110101$, $[X]_{\text{补}} = 10001011$ 。

1.3.6 计算机中的数据编码

在计算机中,编码是指采用少量的基本符号,选用一定的组合原则,以表示大量复杂多样的信息的技术。计算机中的编码的种类很多,常见的有 BCD 码、ASCII 字符编码、汉字编码、Unicode 万国码等,下面逐一进行介绍。

1) BCD 码

在计算机中,用户和计算机的输入/输出之间要进行十进制和二进制的转换,这项工作是由计算机自身完成的。在计算机中采用了输入/输出转换的二—十进制编码,即 BCD 码。

在二—十进制的转换中,采用 4 位二进制数表示 1 位十进制数的编码方法。其中最常用的是 8421BCD 码。“8421”的含义是 4 位二进制数从左到右每位对应的权是 8、4、2、1。BCD 码和十进制数之间的对应关系如表 1-8 所示。



表 1-8 BCD 码和十进制数的对照表

十进制数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BCD 码	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

例如,十进制数 765 用 BCD 码表示成二进制数为 011101100101。

2) ASCII 字符编码

计算机中使用的数据有数值型数据和非数值型数据两大类。数值型数据用于表示数量意义;非数值型数据又称为符号数据,包括字母和符号等。计算机除处理数值信息外,还处理大量的字符信息。例如,将用高级语言编写的程序输入计算机时,人与计算机通信时所用的语言就不再是一种纯数字语言,而是字符语言了。由于计算机中只能存储二进制数,这就需要对字符进行编码,建立字符数据与二进制数之间的对应关系,以便于计算机识别、存储和处理。

计算机中用得最多的符号数据是字符,它是用户和计算机之间的桥梁。用户使用计算机的输入设备,向计算机内输入命令和数据,计算机把处理后的结果也以字符的形式输出到屏幕或打印机等输出设备上。

字符的编码方案有很多,但使用最广泛的是 ASCII(American Standard Code for Information Interchange)码。ASCII 码开始时是美国国家信息交换标准字符码,后来被采纳为一种国际通用的信息交换标准代码。

ASCII 码由 0~9 共 10 个数符,52 个大、小写英文字母,32 个符号及 34 个计算机通用控制符组成,共有 128 个元素,用二进制编码表示需用 7 位。表 1-9 为 7 位 ASCII 字符编码表。

表 1-9 ASCII 字符编码表

$d_6 d_5 d_4$ $d_3 d_2 d_1 d_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	EXT	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{



续表

$d_6 d_5 d_4$ $d_3 d_2 d_1 d_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

由上表可知,ASCII 码字符可分为两大类:

(1)打印字符。即从键盘输入并显示的 95 个字符,如大小写英文字母各 26 个。数字 0~9 这 10 个数字字符的高 3 位编码($d_6 d_5 d_4$)为 011,低 4 位为 0000~1001,当去掉高 3 位时,低 4 位正好是二进制形式的 0~9。

(2)不可打印字符。共 33 个,其编码值为 0~31(0000000~0011111)和 127(1111111),不对应任何可印刷字符。不可打印字符通常为控制符,用于计算机通信中的通信控制或设备的功能控制,如编码值为 127(1111111)的字符 DEL,是删除控制码,用于删除光标之后的字符。ASCII 码字符的码值可用 7 位二进制数或两位十六进制数来表示,例如,字母 D 的 ASCII 码值为 $(1000100)_2$ 或 84H,数字 4 的码值为 $(0110100)_2$ 或 34H 等。

3)汉字的存储与编码

英语文字是拼音文字,所有文字均由 26 个字母组合而成,所以使用一字节表示一个字符足够了。但汉字是象形文字,汉字的计算机处理技术比英文字符复杂得多,一般用两个字节表示一个汉字。由于汉字有一万多个,常用的也有六千多个,因此编码采用两字节的低 7 位共 14 个二进制位来表示。一般汉字的编码方案要解决以下 4 种编码问题。

(1)汉字交换码。汉字交换码主要是用做汉字信息交换的,又称为国家标准汉字编码,简称国标码。以国家标准局颁布的 GB2312—1980《信息交换用汉字编码字符集基本集》规定的汉字交换码作为国家标准汉字编码。

国标码规定,所有的国际汉字和符号组成一个 94×94 的矩阵。在该矩阵中,每一行称为一个“区”,每一列称为一个“位”,这样就形成了一个有 94 个区号(01~94)和 94 个位号(01~94)的汉字字符集。国标码中有 6 763 个汉字和 682 个其他基本图形字符,共计 7 445 个字符。其中规定一级汉字 3 755 个,二级汉字 3 008 个,图形符号 682 个。一个汉字所在的区号与位号简单地组合在一起就构成了该汉字的“区位码”。在汉字区位码中,高两位为区号,低两位为位号,因此区位码与汉字或图形符号之间是一一对应的。一个汉字由两个字节代码表示。

(2)汉字输入码。汉字输入码也叫外码,是为了通过键盘字符把汉字输入计算机而设计的一种编码。英文输入时,想输入什么字符便按什么键,输入码和内码是一致的,而汉字输入规则不同,可能要按几个键才能输入一个汉字。

汉字和键盘字符组合的对应方式称为汉字输入编码方案。汉字外码是针对不同汉字输入法而言的,通过键盘按某种输入法进行汉字输入时,人与计算机进行信息交换所用的编码

称为汉字外码。对于同一汉字而言,输入法不同,其外码也是不同的。例如,对于汉字“啊”来说,在区位码输入法中的外码是 1601,在拼音输入法中的外码是 a,而在五笔字型输入法中的外码则是 KBSK。汉字的输入码种类繁多,大致有 4 种类型,即音码、形码、数字码和音形码。

(3)汉字机内码。汉字机内码又称内码或汉字存储码,是计算机内部存储、处理的代码。该编码的作用是统一各种不同的汉字输入码在计算机内的表示。计算机既要处理汉字,又要处理英文,所以必须能区别汉字字符和英文字符。

英文字符的机内码是最高位为 0 的 8 位 ASCII 码。为了加以区分,把国标码每个字节的最高位由 0 改为 1,其余位不变的编码作为汉字字符的机内码。一个汉字用两个字节的内码表示,计算机显示一个汉字的过程是先根据其内码找到该汉字字库中的地址,然后将该汉字的点阵字形在屏幕上输出。

汉字的输入码是多种多样的,同一个汉字如果采用的编码方案不同,则输入码就有可能不一样,但汉字的机内码是一样的。计算机内部存储汉字专用的汉字内码,用以将输入时使用的多种汉字输入码统一转换成汉字机内码进行存储,以方便机内的汉字处理。在汉字输入时,通过计算机或查找输入码表完成输入码到机内码的转换。

(4)汉字字形码。汉字在显示和打印输出时,是以汉字字形信息表示的,即以点阵的方式形成汉字图形。汉字字形码是指确定一个汉字字形点阵的代码。

目前普遍使用的汉字字形码是用点阵方式表示的,称为“点阵字模码”。所谓“点阵字模码”,就是将汉字像图像一样置于网状方格上,每格代表存储器中的一个二进制位,例如,16×16点阵是在纵向 16 点、横向 16 点的网状方格上写一个汉字,有笔画的格对应二进制的 1,无笔画的格对应二进制的 0。这种用点阵形式存储汉字字形信息的集合称为“汉字字模库”,简称“汉字字库”。图 1-4 所示是汉字“你”的点阵外形。

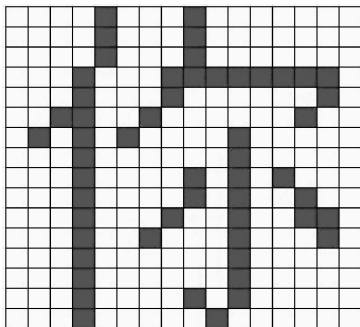


图 1-4 汉字“你”的点阵外形

汉字字形点阵中的每个点对应一个二进制位,1 字节又包含 8 个二进制位,所以 16×16 点阵字形的字要使用 32 个字节($16 \times 16 \div 8 \text{ 字节} = 32 \text{ 字节}$)存储。

在 16×16 点阵字库中的每一个汉字以 32 个字节存放,存储一、二级汉字及符号共 8 836 个,需要 282.5 KB 磁盘空间。以上各种汉字编码的关系如图 1-5 所示。

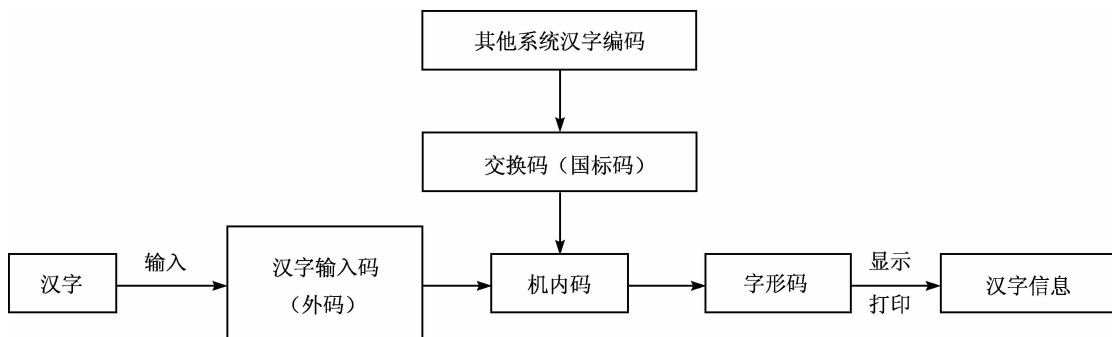


图 1-5 各种汉字编码之间的关系

4) Unicode 万国码

Unicode 万国码(也称统一码、单一码)是一种在计算机上使用的字符编码。它为每种语言中的每个字符设定了统一并且唯一的二进制编码。Unicode 是基于通用字符集(universal character set, UCS)的标准来发展的,同时也以书本的形式(*The Unicode Standard*, 目前第五版由 Addison-Wesley Professional 出版)对外发表。

Unicode 是由国际组织制定的,可以容纳世界上所有文字和符号的字符编码方案。用数字 0~0x10FFFF 来映射这些字符,最多可以容纳 1 114 112 个字符,或者说有 1 114 112 个码位,码位就是可以分配给字符的数字。UTF-8、UTF-16 和 UTF-32 都是将数字转换成程序数据的编码方案。UTF 是“UCS transformation format”的缩写,可以翻译成 Unicode 字符集转换格式,即怎样将 Unicode 定义的数字转换成程序数据。UTF-8、UTF-16 和 UTF-32 分别以 Byte、Word 和 Dword 作为编码单位。

计算机基本上只处理数字,它指定一个数字来储存字母或其他字符。在 Unicode 之前,有数百种指定这些数字的编码系统,但没有一个编码可以包含足够的字符,如单单欧洲就需要好几种不同的编码来包括所有的语言。即使是同一种语言,如英语,也没有哪一种编码可以适用于所有的字母、标点符号和常用的技术符号。Unicode 的诞生解决了这些问题,它满足跨语言、跨平台进行文本转换、处理的要求。随着计算机工作能力的增强,Unicode 也在面世以来的十多年里得到了普及。

1.4 计算机的系统构成

在介绍了计算机的诞生、发展以及特点之后,相信读者对计算机有了一个初步和感性的认识。计算机系统是一个庞大且纷繁复杂的组织结构,但也有其规律可循,下面逐一详细介绍,以使读者对计算机有一个全面和深入的认识。

1.4.1 计算机系统概述

如今的计算机已发展成为一个庞大的家族,其中的每个成员,尽管在规模、性能、结构和



应用等方面存在着很大的差别,但它们的基本结构是相同的。计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分:硬件系统由中央处理器、内存储器、外存储器和输入/输出设备等组成;软件系统分为两大类,即计算机系统软件和应用软件。

计算机通过执行程序而运行,在其运行时软硬件协同工作,二者缺一不可。计算机系统的组成框架如图 1-6 所示。

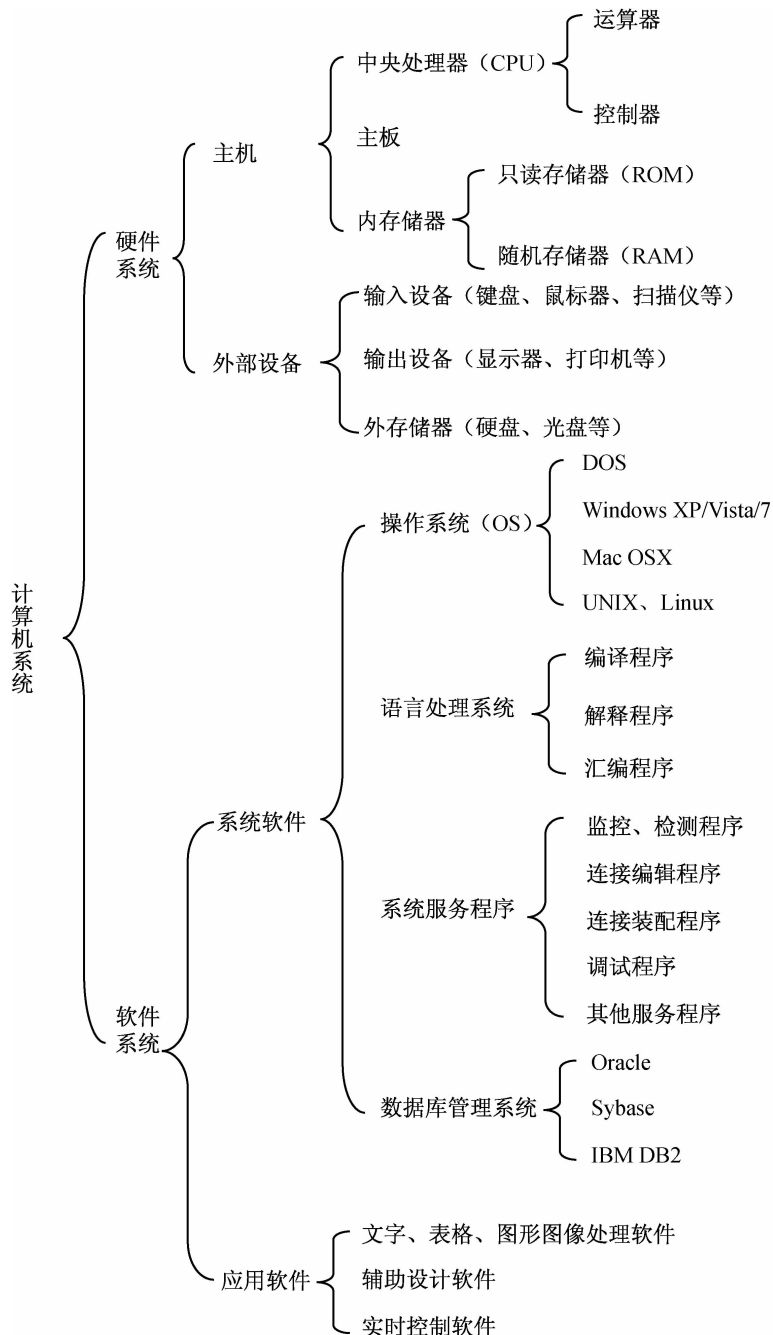


图 1-6 计算机系统组成



如果将计算机看做一个人,那么硬件系统就是其物质基础,软件系统则是其灵魂,二者有机结合,使计算机稳定地发挥其功能,帮助人们解决各种难题。下面按照图 1-6 所示的计算机系统组成分类进行介绍。

1) 计算机硬件系统

硬件系统是构成计算机的物理装置,是指在计算机中看得见、摸得着的有形实体。1945年,在计算机的发展史上做出杰出贡献的著名应用数学家冯·诺依曼与其他专家为改进 ENIAC,提出了一个全新的存储程序的通用电子计算机方案,规定了新机器由 5 个部分组成:运算器、逻辑控制装置、存储器、输入设备和输出设备,并描述了这 5 个部分的职能和相互关系。新的计算机与 ENIAC 相比有两个重大改进:一是采用二进制;二是提出了“存储程序”的设计思想,即用存储数据的同一装置存储执行运算的命令,使程序的执行可自动地从一条指令进入下一条指令。

(1) 计算机的指令系统。指令是能被计算机识别并执行的二进制代码,它规定了计算机能完成的某一种操作。一条指令通常由操作码和操作数两部分组成。

操作码指明该指令要完成的操作,如存数、取数等。操作码的位数决定了一个机器指令的条数。当使用定长度操作码格式时,若操作码位数为 n ,则指令可有 2^n 条。

操作数是指操作对象的内容或者所在的单元格地址。操作数在大多数情况下是 0~3 位的地址码,从地址码得到的仅是数据所在的地址,可以是源操作数的存放地址,也可以是操作结果的存放地址。

(2) 计算机的工作原理。计算机的工作过程实际上是快速执行指令的过程。在此过程中,有两种信息在流动:一种是数据流,另一种是控制流。

数据流指原始数据、中间结果、结果数据、源程序等。控制流是由控制器对指令进行分析、解释后向各部件发出的控制命令,用于指挥各部件协调地工作。计算机的指令执行过程分为如下几个步骤:

① 取指令:从内存存储器中取出指令送到指令寄存器。

② 分析指令:对指令寄存器中存放的指令进行分析,由译码器对操作码进行译码,将指令的操作码转换成相应的控制电信号,并由地址码确定操作数的地址。

③ 执行指令:由操作控制线路发出完成该操作所需要的一系列控制信息,以完成该指令规定的各种操作。

④ 下一步准备:形成下一条指令的地址,指令计数器指向存放下一条指令的地址,最后控制单元将执行结果写入内存,为执行下一条指令做准备。

完成上述一条指令的执行过程称为一个“机器周期”,如图 1-7 所示。计算机在运行时,CPU 从内存读取一条指令到 CPU 内执行,执行完毕后,再从内存读取下一条指令到 CPU 内执行。CPU 就这样不断地取指令、分析指令、执行指令以及取下一条指令。计算机的工作就是执行程序,即自动、连续地执行一系列指令,而程序开发人员的工作就是编制程序,使计算机不断地工作。

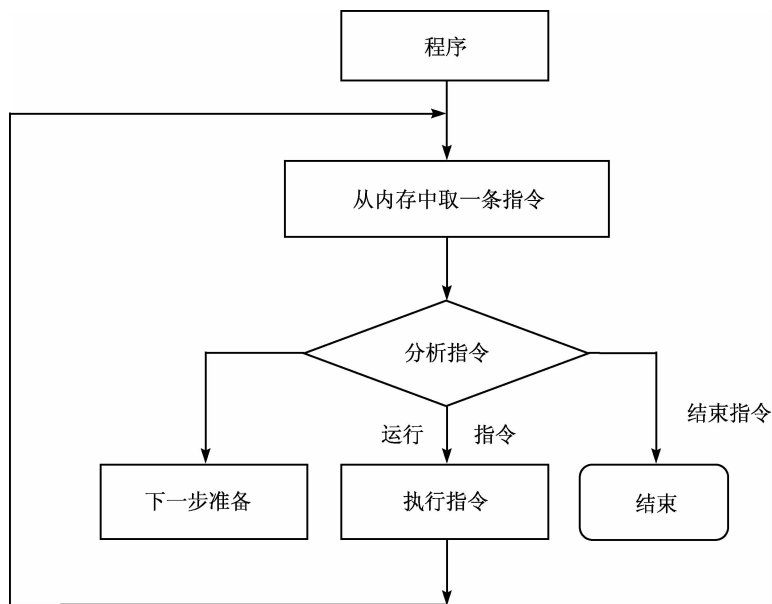


图 1-7 计算机指令执行过程

2) 软件系统概述

软件系统是计算机所运行的全部程序的总称。软件是计算机的灵魂,是发挥计算机功能的关键。可以说软件是用户与计算机的接口,正是有了内容丰富、种类繁多的软件,人们才不必过多地去了解机器本身的结构与原理,才可以方便、灵活地使用计算机,从而使计算机有效地为人类服务。

计算机系统的软件分为系统软件和应用软件两类。系统软件一般包括操作系统、语言编译程序、数据库管理系统等;应用软件是为某一特定应用而开发的软件,如文字处理软件、表格处理软件、绘图软件、财务软件、过程控制软件等。

1.4.2 计算机硬件系统的组成

硬件是计算机运行的物质基础,计算机的性能,如运算速度、存储容量、计算精度和可靠性等,很大程度上取决于硬件的配置。

在上一节概述中了解到计算机采用了存储程序和程序控制原理——冯·诺依曼原理,这个概念被誉为计算机史上的一个里程碑。按照冯·诺依曼原理设计制造的计算机称为冯·诺依曼机。概括起来,冯·诺依曼结构有3条重要的设计思想:计算机应由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成,每个部分均有一定的功能;以二进制的形式表示数据和指令;程序预先存入存储器中,使计算机在工作中能自动地从存储器中取出程序指令并加以执行。

现在使用的计算机的硬件系统一直沿用冯·诺依曼结构。各种信息通过输入设备进入计算机存储器,再通过各种线路、电路传送到运算器,运算器运算完毕后把结果送到存储器存储,最后信息通过输出设备显示出来,整个过程由控制器进行全程控制。计算机的整个工



作过程和基本硬件结构如图 1-8 所示。

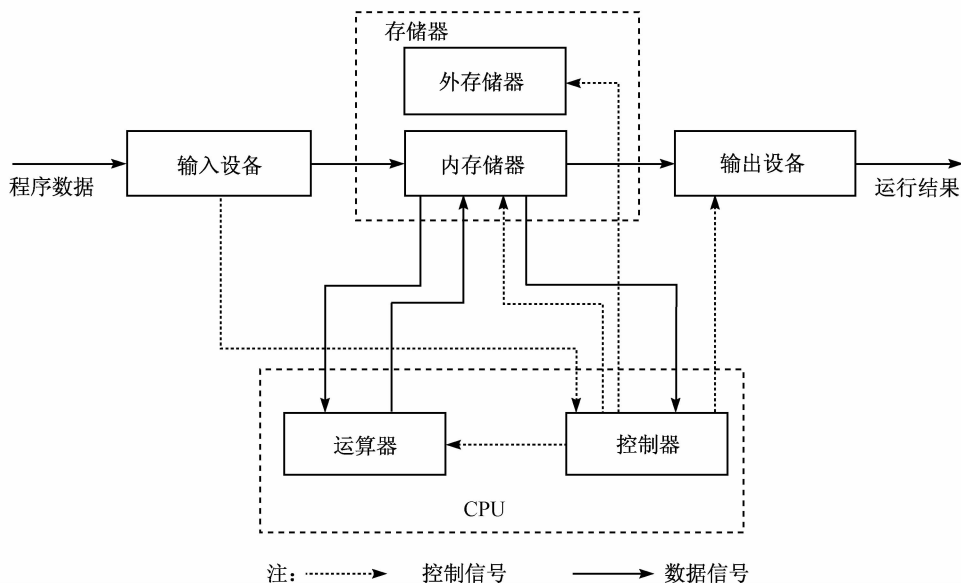


图 1-8 计算机硬件系统的组成框架

计算机的硬件由主机和外部设备组成:主机由 CPU、内存储器、总线系统构成;外部设备由输入设备、外存储器、输出设备组成。现今广泛应用的微型计算机把运算器和控制器集成在一片芯片上,称为 CPU。输入/输出设备简称 I/O 设备。

1) CPU

CPU 是计算机的核心部件,它完成计算机的运算和控制功能,包括运算器和控制器两个部分。运算器又称算术逻辑部件(arithmetic and logic unit, ALU),其主要功能是完成对数据的算术运算、逻辑运算和逻辑判断等操作。控制器(control unit, CU)是整个计算机的指挥中心,其根据事先给定的命令,发出各种控制信号,指挥计算机各部分工作。控制器的工作是从内存储器中取出指令并进行分析与判断,根据指令发出控制信号,使计算机的有关设备有条不紊地协调工作,在程序的作用下,保证计算机能自动、连续地工作。图 1-9 所示为 AMD 一款 CPU 的外形。

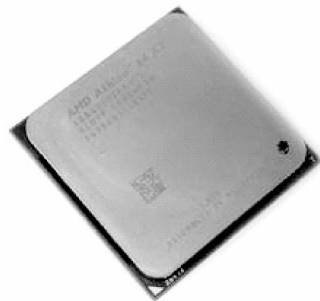


图 1-9 CPU 外形

(1) CPU 主要性能指标。

①主频。主频又称时钟频率,用来表示 CPU 运算、处理数据的速度,单位是兆赫(MHz)或千兆赫(GHz)。如今 CPU 的主频已经达到 2.4 GHz 甚至更高。CPU 的主频=外频×倍频系数,主频和实际的运算速度存在一定的关系,但并不是一个简单的线性关系,所以 CPU 的主频与 CPU 实际的运算能力是没有直接关系的,主频表示在 CPU 内数字脉冲信号振荡的速度。CPU 的运算速度还取决于 CPU 的流水线、总线等各方面的性能指标,因此主频只是 CPU 性能表现的一个方面,而不代表 CPU 的整体性能。



②外频。外频是 CPU 的基准频率,单位是 MHz。CPU 的外频决定着整块主板的运行速度。

③前端总线频率。前端总线(FSB)频率(即总线频率)直接影响 CPU 与内存数据交换的速度。数据传输最大带宽取决于所有同时传输的数据的宽度和传输频率,即数据带宽=(总线频率×数据位宽)÷8。例如,一款数据位宽为 64 位、前端总线频率是 800MHz 的 CPU,按照公式,它的数据传输最大带宽是 6.4 GB/s。

④CPU 的位和字长。

位:在数字电路和计算机技术中采用二进制,代码只有“0”和“1”,其中无论是“0”还是“1”,在 CPU 中都是 1“位”。

字长:计算机技术中将 CPU 在单位时间内(同一时间)能一次性处理的二进制数的位数称为字长。例如,能处理字长为 8 位数据的 CPU 通常就称为 8 位 CPU,同理 32 位的 CPU 能在单位时间内处理字长为 32 位的二进制数据。

⑤缓存。缓存是 CPU 的重要指标之一,而且缓存的结构和大小对 CPU 速度的影响非常大,CPU 内缓存的运行频率极高,一般是和处理器同频运作,工作效率远远大于系统内存和硬盘。实际工作时,CPU 往往需要重复读取同样的数据块,而缓存容量的增大,可以大幅度提升 CPU 内部读取数据的命中率,而不用再到内存或者硬盘上寻找,以此提高系统性能。但是由于考虑到 CPU 芯片面积和成本的因素,因此一般缓存都很小。CPU 的缓存目前分为三级,分别是 L1 cache(一级缓存)(即 CPU)、L2 cache(二级缓存)和 L3 cache(三级缓存)。

(2)CPU 的发展简史。CPU 这个名称,早期是对一系列可以执行复杂的计算机程序或电脑程式的逻辑机器的描述。但从 20 世纪 70 年代开始,由于集成电路的大规模使用,把本来需要由数个独立单元构成的 CPU 集成为一块微小但功能空前强大的微处理器,此时 CPU 这个名称及其缩写才真正在电子计算机产业中得到广泛应用。鉴于 Intel 公司在 CPU 生产界的地位,以下以 Intel 公司生产的 CPU 为例介绍 CPU 发展的简单历程。

①CPU 诞生。1971 年,当时还处在发展阶段的 Intel 公司推出了世界上第一台真正的微处理器——4004。从此以后,Intel 公司便与微处理器结下了不解之缘。可以说 CPU 的发展历程其实就是 Intel 公司 X86 系列 CPU 的发展历程。

②起步的角逐。1978 年,Intel 公司再次领导潮流,首次生产出 16 位的微处理器,并命名为 i8086,同时还生产出与之相配合的数字协处理器 i8087,此后 Intel 公司又陆续生产出第二代、第三代等更先进和更快的新型 CPU。1979 年,Intel 公司推出了 8088 芯片,其仍属于 16 位微处理器,内含 29 000 个晶体管,时钟频率为 4.77 MHz,地址总线为 20 位,可使用 1 MB 内存。

③微机时代。早期的 CPU 通常是为大型及特定应用的计算机而定制的,集成电路使得更为复杂的 CPU 可以在很小的空间中设计和制造出来(微米的量级)。1982 年,Intel 公司推出了划时代的最新产品 80286 芯片,该微处理器的内部含有 13.4 万个晶体管,时钟频率由最初的 6 MHz 逐步提高到了 20 MHz。1985 年,Intel 公司推出了 80386 芯片,它是 80X86 系列中的第一种 32 位微处理器,制造工艺有了很大的进步,内含 27.5 万个晶体管,时钟频率为 12.5 MHz,内部和外部数据总线以及地址总线均是 32 位,可寻址内存高达 4 GB。

④高速 CPU 时代。1989 年,大家耳熟能详的 80486 芯片由 Intel 公司推出,这款芯片的



伟大之处就在于它首次突破了 100 万个晶体管的界限,集成了 120 万个晶体管,时钟频率从 25 MHz 逐步提高到了 50 MHz。

⑤奔腾时代。1993 年 3 月,奔腾(Pentium)微处理器问世,它是世界上第一台 586 级处理器,集成了 310 万个晶体管,使用多项技术来提高 CPU 的性能。1996 年推出的奔腾 Pro,集成了 550 万个晶体管,处理速度是一代的两倍。1997 年推出的奔腾 2 处理器,性能大大提高。1998 年、2000 年又分别推出了奔腾 3 和奔腾 4 处理器。2005 年 5 月,带有两个处理内核的 Intel 奔腾 D 处理器随 Intel 945 高速芯片组家族一同推出,带来了某些消费类电子产品的特性。双核和多核处理器设计用于在一枚处理器中集成两个或多个完整执行内核,以支持同时管理多项活动。

⑥酷睿时代。2006 年 7 月 27 日,Intel 公司结束使用长达 12 年之久的“奔腾”处理器转而推出代号为 Conroe 和 Merom 的新一代台式机和笔记本处理器,包括 Core 2 Duo 和 Core 2 Extreme 两个品牌,中文名为“酷睿 2 双核”和“酷睿 2 至尊版”。Core 2 Duo 在单个芯片上封装了 2.91 亿个晶体管,并且在功耗降低 40% 的同时提供满足当前和未来应用所需的极高性能,功耗的降低得益于它是基于上一代移动平台 Core Duo 的核心技术开发的。

2008 年,Core i7(酷睿 i7)处理器推出,它是具有 64 位的四内核 CPU,用于取代 Intel Core 2 系列处理器。Core i7 的名称并没有特别的含义,Intel 表示取 i7 此名的原因只是听起来悦耳,“i”和“7”都没有特别的意思,更不是指第 7 代产品。面对价格昂贵的 Core i7,新架构处理器很难走进广大消费者的生活之中,因此 Intel 之后又推出了新处理器 Core i5,即酷睿 i5。为进一步精简 Core i5 处理器,之后又推出采用双核心设计技术的 Core i3,整合 GPU(图形处理器),由 CPU 和 GPU 两个核心封装而成。

目前,更加快速和先进的 CPU 还在研发过程中,用户将能在未来使用更加智能和高速的 CPU 产品,从而更加高效、快速地完成各项工作和任务。

2) 存储器

存储器(memory)是计算机存储信息的“仓库”,分为两大类:内存储器和外存储器。存储器是具有记忆能力的部件,用来存储程序和数据。

(1)内存储器。计算机内存储器简称内存,是直接和 CPU 相联系的存储设备,是微型计算机工作的基础。为了便于对存储器内存放的信息进行管理,整个内存被划分成许多存储单元,每个存储单元都有一个编号,此编号称为地址(address)。地址与存储单元为一对一的关系,是存储单元的唯一标志。存储单元的地址、存储单元和存储单元的内容是 3 个不同的概念,地址相当于旅馆的房间编号,存储单元相当于旅馆的房间,存储单元的内容相当于房间中的旅客。在存储器中,CPU 对存储器的读写操作都是通过地址来进行的。通常内存储器分为只读存储器、随机存储器和高速缓冲存储器 3 类,下面分别予以介绍。

①只读存储器。只读存储器(read only memory,ROM)是指只能从该设备中读数据,而不能往里写数据的存储器。ROM 中的数据是由设计者和制造商事先编制好固化在里面的程序,使用者不能随意更改。ROM 主要用于检查计算机系统的配置情况并提供最基本的输入/输出(I/O)控制程序,如存储 BIOS 参数的 CMOS 芯片。ROM 的特点是计算机断电后存储器中的数据仍然存在。

②随机存储器。随机存储器(random access memory, RAM)允许按任意指定地址的存储单元进行随机地读出或写入数据。一切要执行的程序和数据都要先装入该存储器内。CPU在工作时直接从RAM中读数据,而RAM中的数据来自外存,并随着计算机的工作随时变化。

RAM主要有两个特点:一是存储器中的数据可以反复使用,只有向存储器写入新数据时其中的内容才被更新;二是RAM中的信息随着计算机的断电而自然消失,所以RAM是计算机处理数据的临时存储区,要想使数据长期保存起来,必须将数据保存在外存中。

微型计算机中的RAM大多采用半导体存储器,基本上是以内存条的形式进行组织,其优点是扩展方便,用户可根据需要随时增加内存。目前常见的内存条容量有512 MB、1 GB、2 GB和4 GB等,外形如图1-10所示。其按用途分为两种,即分别用于笔记本式计算机和台式机的内存条,使用时只要将其插在主板的内存插槽上即可。

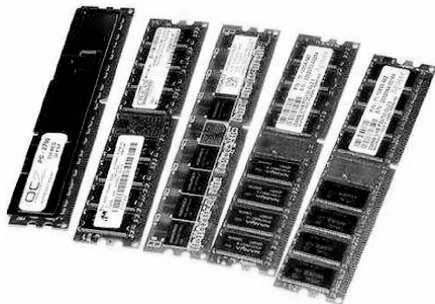


图 1-10 内存条外形

③高速缓冲存储器。随着微型计算机CPU速度的不断提高,RAM的速度越来越难以满足高速CPU的要求,一般情况下,读/写系统内存均要加入等待时间,这对高速CPU来讲是一种极大的浪费,解决的办法就是采用高速缓冲存储器(cache)技术。

cache是指在CPU与内存之间设置的一级或两级高速小容量存储器,称为高速缓冲存储器,固化在主板上。在计算机工作时,系统先将数据由外存读入RAM中,再由RAM读入cache中,然后CPU直接从cache中取数据进行操作。通常,cache的容量为32~256 KB,存取速度为15~35 ns(纳秒),而RAM的存取速度一般要大于80 ns。

(2)外存储器。外存储器(简称外存),又称辅助存储器,主要用于保存暂时不用但又需长期保留的程序或数据。存放在外存中的程序必须调入内存才能运行,外存的存取速度相对来说较慢,但价格比较便宜,可保存的信息量大。常用的外存有磁盘、磁带、光碟等,以下逐一介绍。

①硬盘。硬盘存储器简称硬盘(hard disk),由电动机和硬盘组成,一般置于主机箱内,其外形及结构如图1-11所示。硬盘具有磁盘容量大、存取速度快、可靠性高等优点,是目前最重要的外存储器。硬盘是由涂有磁性材料的磁盘片组成的,用于存放数据。硬盘是一个非常精密的机械装置,磁道间只有百万分之几厘米的间隙,磁头传动装置必须把磁头快速而准确地移到指定的磁道上。除了安装在计算机内的硬盘,现在也流行将硬盘封装在硬盘盒内,用USB接口与计算机连接,即插即用,称为移动硬盘。



图 1-11 硬盘的外形及结构

硬盘的基本参数包括容量、转速、尺寸、接口类型和传输速率等,介绍如下。

容量是硬盘最主要的参数。硬盘的容量以兆字节(MB)或吉字节(GB)为单位,1 GB=1 024 MB。但硬盘厂商在标称硬盘容量时通常取 1 GB=1 000 MB,因此在 BIOS 中或在格式化硬盘时看到的容量会比厂家的标称值要小。近两年主流的硬盘容量是500 GB,而1 TB以上的大容量硬盘亦已开始逐渐普及。

转速是硬盘内电动机主轴的旋转速度,也就是硬盘盘片在一分钟内所能完成的最大转数。转速是决定硬盘内部传输率的关键因素之一,在很大程度上直接影响到硬盘的速度。硬盘的转速越快,硬盘寻找文件的速度也就越快,相应地硬盘的传输速度也就得到了提高。硬盘转速以每分钟多少转(r/min)来表示。家用普通硬盘的转速一般有5 400 r/min和7 200 r/min等;服务器用户对硬盘性能要求最高,服务器中使用的 SCSI 硬盘转速基本都采用10 000 r/min,甚至还有15 000 r/min的,性能要超出家用产品很多。

硬盘的数据传输率是指硬盘读写数据的速度,单位为兆字节每秒(MB/s)。硬盘数据传输率又包括了内部数据传输率和外部数据传输率。内部传输率也称持续传输率,它反映了硬盘缓冲区未用时的性能,主要依赖于硬盘的旋转速度。外部传输率也称接口传输率,它标称的是系统总线与硬盘缓冲区之间的数据传输率,外部传输率与硬盘接口类型和硬盘缓存的大小有关。

硬盘接口是指硬盘连接计算机设备的接口,从整体的角度上,硬盘接口分为 IDE、SATA、SCSI 和光纤通道 4 种。IDE 接口硬盘多用于家用产品中,部分应用于服务器,SCSI 接口硬盘则主要应用于服务器市场,而光纤通道硬盘只用在高端服务器上,价格昂贵。使用 SATA(Serial ATA)口的硬盘又称串口硬盘,是未来 PC 硬盘的趋势。ATA 采用串行连接方式,串行 ATA 总线使用嵌入式时钟信号,具备了更强的纠错能力,与以往相比,其最大的区别在于能对传输指令进行检查,如果发现错误会自动矫正,这在很大程度上提高了数据传输的可靠性。串行接口还具有结构简单、支持热插拔的优点。在 IDE 和 SCSI 的大类别下,又可以分出多种具体的接口类型,又各自拥有不同的技术规范,具备不同的传输速度。

随着计算机科技的发展,在传统硬盘的基础上研发出了一种固态硬盘(SSD),如图 1-12 所示。固态硬盘是由控制单元和存储单元(Flash 芯片)组成的,简单地说就是用固态电子存储芯片阵列制成的硬盘。固态硬盘的接口规范和定义、功能及使用



图 1-12 固态硬盘外形



方法上与普通硬盘完全相同,在产品外形和尺寸上也完全与普通硬盘一致。由于固态硬盘没有普通硬盘的旋转介质,因而抗震性极佳,同时工作温度范围很宽,扩展温度的电子硬盘可工作在 $-45\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境下。固态硬盘现已广泛应用于军事、车载、工控、视频监控、网络监控、网络终端、电力、医疗、航空、导航设备等领域。随着技术的发展和价格的降低,相信其将在民用消费类计算机领域得到广泛应用。

②光盘、光盘驱动器与刻录机。光盘是以光信息作为存储物的载体,用来存储数据的一种外存类型,分为不可擦写光盘(如 CD-ROM、DVD-ROM 等)和可擦写光盘(如 CD-RW、DVD-RAM 等)。不可擦写光盘可以由用户写信息,但只能写一次,之后将永久存在盘上不可修改。可擦写型光盘类似于磁盘,可以重复读写,它的材料是磁光材料,与只读型光盘有很大不同。目前微型计算机中常用的是 DVD-ROM。光盘的主要特点是存储容量大、可靠性高。一张 CD-ROM 的容量可达 600 MB,而 DVD-ROM 的容量可达 4.7 GB。只要存储介质不发生问题,光盘上的信息就永远存在。

光盘驱动器即光驱,是利用光学方式进行读写信息的存储设备,是台式机里比较常见的大容量的数据存储设备和高品质的音源设备,分为内置光驱和外置光驱两种。刻录机则是可以对光盘进行写入,将用户希望保存的数据写入光盘介质的设备,分为内置刻录机和外置刻录机两种。早期的光驱只能读取光盘的信息,随着多媒体技术的发展,现在大部分光驱都已和刻录机整合,具有了光盘读写功能,光驱在台式机诸多配件中已经成为标准配置。

③U 盘。U 盘又称优盘,全称“USB 闪存盘”。它是一个 USB 接口的无需物理驱动器的微型大容量移动存储产品,可以通过 USB 接口与计算机连接,实现即插即用。

U 盘的组成很简单:外壳、机芯和闪存。U 盘最大的优点是:小巧便于携带、存储容量大、价格便宜、性能可靠、读写时断开而不会损坏硬件。U 盘体积很小、重量极轻,特别适合随身携带,可以把它挂在胸前、吊在钥匙串上,甚至放进钱包里。另外,U 盘还具有防潮防磁、耐高低温等特性,安全可靠性能很好。这些优点使得 U 盘非常适合用来从某地把个人数据或是工作文件携带到另一地。

3) 主板

计算机主板又称主机板(mainboard)、系统板(system board)或母板(motherboard),它安装在机箱内,是计算机最基本的也是最重要的部件之一。主板一般为矩形电路板,上面安装了组成计算机的主要电路系统,一般有 CPU 插座、内存插槽、总线扩展槽、芯片组、I/O 控制芯片、电源插槽和其他扩展插槽等元件。图 1-13 所示为主板的外形和其上相应的硬件和插槽。

主板采用开放式结构,通过各种扩展插槽可以更换其插卡,对计算机硬件进行局部升级,使厂家和用户在配置机型方面有更大的灵活性。总之,主板在整个微机系统中扮演着举足轻重的角色。可以说,主板的类型和档次决定着整个微机系统的类型和档次,主板的性能影响着整个微机系统的性能。主板上的元件大都采用表面安装工艺(surface mounted technology, SMT)焊接,大大提高了主板的可靠性。下面主要介绍主板上较重要的几个部分。

(1) 芯片组。主板上除了安装 CPU 外还安装有各种芯片,包括 BIOS 芯片、南北桥芯片和 RAID 控制芯片。BIOS 芯片是可以写入的,方便用户更新 BIOS 的版本,以获取更好的性能及对计算机最新硬件的支持。南北桥芯片则主要负责处理 CPU、内存、显卡三者间的通信和硬盘等存储设备和 PCI 之间的数据流通。芯片组在很大程度上决定了主板的功能和性能。RAID 控制芯片可支持由多个硬盘组成各种 RAID 模式。

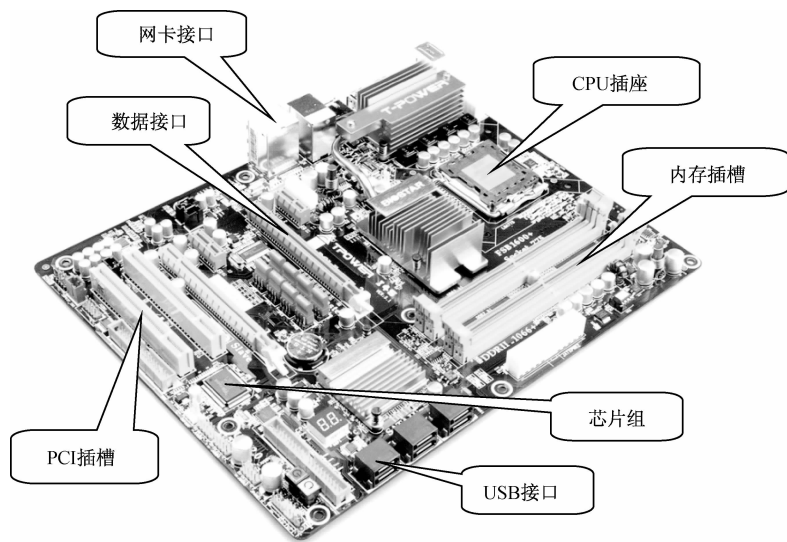


图 1-13 主板的外形和其上相应的硬件和插槽

(2)总线。目前计算机系统普遍采用总线结构作为计算机各部件之间的通信线。各类外部设备和存储器都是通过各自的接口电路连接到计算机系统总线上的。计算机系统总线大致可分为地址总线、数据总线和控制总线 3 种。

①地址总线:是计算机用来传送地址的信号线,其数目决定了计算机直接寻址的范围。例如,16 根地址线,可以构成 $2^{16} = 65\ 536$ 个地址,可直接寻址 64 KB 地址空间。

②数据总线:是计算机用来传送数据和代码的总线,一般为双向信号线,可以进行两个方向的数据传送。通常数据总线的位数与微机的字长相等。如 32 位的 CPU 芯片其数据总线也是 32 位。

③控制总线:用来传送控制器发出的各种控制信号和时序信号,其中控制信号包括用来实现命令、状态传送、中断请求、直接对存储器存取的控制,时序信号提供系统使用的时钟和复位信号等。

(3)扩展槽部分。

①内存插槽:内存插槽一般位于 CPU 插座下方,用于安装内存条。

②IDE 插槽:用于连接硬盘和光驱等数据设备。

③AGP 插槽:颜色多为深棕色,位于北桥芯片和 PCI 插槽之间,主要用于安装 AGP 显卡。

④PCI 插槽:多为乳白色,是现在主板必备的主流插槽,可以安装 modem、声卡、网卡等设备。

(4)主板接口。计算机主板除提供扩展槽外,还提供其他接口,一般有串行接口、并行接口、PS/2 接口和 USB 接口等。

①串行接口:又称 COM 接口,目前大多数主板都提供了两个 COM 接口,分别为 COM1 和 COM2,作用是连接串行鼠标和外置 modem 等设备。

②并行接口:又称 LPT 接口,一般用来连接打印机或扫描仪等外设。并行接口具有传



输速度快、效率高等优点,适合于对数据传输率要求较高而传输距离较近的场所。

③USB接口:又称通用串行总线,是一种新型接口标准,是现在最为流行的接口。USB可以实现计算机只通过一个USB接口即可串接多种外设的作用,最多可以支持127个外设,并且可以独立供电。一个USB接口可同时支持高速和低速USB外设的访问,由一条四芯电缆连接,其中两条是正负电源,另外两条是数据传输线。此外,USB2.0标准最高传输速率可达480 Mb/s,USB3.0已经开始出现在最新主板中,不久将会被推广。

④PS/2接口:PS/2接口的功能比较单一,仅能用于连接键盘和鼠标。PS/2接口的传输速率比COM接口稍快一些,但目前逐渐被USB接口取代。

4) 输入设备

输入设备是将外界的各种信息(如程序、数据、命令等)送入计算机内部的设备。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等,下面逐一介绍。

(1)键盘。键盘是计算机最常用的输入设备之一,其作用是向计算机输入命令、数据和程序。它由一组按阵列方式排列在一起的按键开关组成,按下一个键,相当于接通一个开关电路,键盘接口把该键的位置码送入计算机,并将按键字符显示在显示器上。

键盘根据按键的触点结构分为机械触点式键盘和电容式键盘。机械触点式键盘信号稳定、不受干扰,但触点容易磨损;电容式键盘手触感好、使用灵活、操作省力,目前较流行。标准的计算机键盘分为4个区:功能键区、标准键区、数字键区和编辑键区,具体介绍如下。

①功能键区。F1~F12一共12个键,在不同系统环境下定义的作用不同,用户也可自行定义。

②标准键区。标准键区又称字符键区,具有标准的英文打字机键盘格式,还包括数字、标点、特定功能符号键等。大部分键面上均标有上下两个字符,这两个字符分别称为该键的上档符和下档符,由Shift键控制它们的输入。

③数字键区。数字键区又称副键盘区或者小键盘区,其中NumLock键为数字锁定键,用于锁定和释放数字键的功能。如果取消NumLock键(灯不亮),则无法使用小键盘上的数字;NumLock按键启用(灯亮),可以使用小键盘上的数字。

④编辑键区。编辑键区包括上、下、左、右4个键和其上方的9个键,用来控制光标的移动、插入和删除等操作,便于编辑操作。

(2)鼠标。鼠标是另一种常用的输入设备,由于其使用方便,几乎取得了和键盘同等重要的地位。鼠标的主要功能用于移动显示器上的光标并通过菜单或按钮向主机发出各种操作命令,但不能输入字符和数据。

鼠标按其工作原理的不同可以分为机械鼠标、光电鼠标、光学机械鼠标、轨迹球和无线鼠标等。光电式鼠标的底部装有光电管,当手持鼠标在特定的反射板上移动时,光源发出的光经反射板反射后被鼠标接收为移动信号,并送入计算机,从而控制屏幕光标的移动。

(3)扫描仪。扫描仪是计算机的图像输入设备,外形如图1-14所示。随着性能的不断提升和价格的大幅度降低,扫描仪越来越多地应用于广告设计、出版印刷、网页设计等领域。扫描仪按感光模式可分为滚筒式扫描仪和平板扫描仪。扫描仪利用光学扫描原理从纸介质上“读出”照片、文字或图形,把信息送入计算机进行分析处理。

平板扫描仪的工作原理是:将原图放置在一块干净的有机玻璃平板上,原图不动,而光源系统通过一个传动机构水平移动,发射出的光线照射在原图上,经反射或透射后,由接收



系统接收并生成模拟信号,然后通过模数转换器转换成数字信号后,直接传送至计算机,由后者进行相应的处理,完成扫描过程。



图 1-14 扫描仪外形图

(4)其他数码设备。数码相机是一种能够进行拍摄,并通过内部处理把拍摄到的光学影像转换成以数字格式存放的图像的特殊照相机,可以直接连接到计算机、电视机或者打印机上。数码相机的种类很多,大致可分为3种:普通数码相机、高档数码相机和专业数码相机。

除了数码相机外,还有MP3、MP4影音播放器、数码摄像机、投影仪等数码设备也能够直接与计算机相连,能很方便地将数据导入计算机硬盘中进行处理,然后利用软件进行处理。

5)输出设备

输出设备用于将计算机处理的结果、用户文档、程序及数据等信息进行输出。这些信息可以通过打印机打印在纸上,或显示在显示器屏幕上,也可以输出到磁盘上保存起来。输出设备是将计算机处理后的信息以人们能够识别的形式(如文字、图形、数值、声音等)进行显示和输出的设备。常用的输出设备有显示器、打印机等,如下逐一介绍。

(1)显示器。显示器是计算机的主要输出设备,用于将系统信息、计算机处理结果、用户程序及文档等信息显示在屏幕上。显示器与主机相连必须配置适当的显示适配器,即显示卡,简称显卡。显卡的主要功能是主机与显示器数据格式的转换,是体现计算机显示效果的必备设备,它不仅把显示器与主机连接起来,而且还起到处理图形数据、加速图形显示等作用。显卡插在主板的扩展槽上,为了适应不同类型的显示器,并使其显示出各种效果,显卡也有多种类型。

显示器的主要技术指标包括屏幕尺寸、点距、可视角度、分辨率、刷新频率及响应时间等。

屏幕尺寸,也称可视面积,指显示器实际可以使用的屏幕范围,以in(英寸)为单位,一般有19 in、21 in、24 in等。

点距用于衡量图像的清晰程度,点距越小,单位面积容纳的像素点越多,则图像越清晰。

分辨率是指单位面积显示像素的数量,分辨率越高,屏幕上显示的像素越多,则图像越细腻。

刷新频率是指显示器每秒刷新屏幕的次数,单位为Hz,刷新频率的范围越大越好,一般为60~90 Hz。

响应时间是指液晶显示器各像素点对输入信号反应的速度,此值当然是越小越好。如果响应时间太长,就有可能使液晶显示器在显示动态图像时,有尾影拖曳的感觉。

(2) 打印机。打印机是各种计算机的主要输出设备之一,可以使用户保存计算机处理的结果。它能将计算机的信息以单色和彩色字符、汉字、表格、图像等形式打印在纸上。按照打印机工作原理的不同,分为针式打印机、喷墨打印机和激光打印机 3 种类型。

① 针式打印机又称点阵式打印机,打印的字符和图形是以点阵的形式构成的。针式打印机的主要特点是价格便宜、使用方便,但打印速度较慢、噪声大,目前多用于票据的打印。

② 喷墨打印机通过向打印机的相应位置喷射墨水点来实现图像和文字的输出,其特点是噪声小、速度快、价格低廉、打印效果好,较受用户欢迎,但喷墨式打印机使用的纸张要求较高,墨盒消耗较快。

③ 激光打印机是激光技术和电子照相技术的复合产物,利用电子成像技术进行打印。激光打印机能输出分辨率很高的、色彩好的图形。它的特点是速度快、无噪声、分辨率高,但价格稍高。

6) 其他多媒体设备

(1) 声卡。声卡是处理声音信息的设备,也是多媒体计算机的核心设备,外形如图 1-15 所示。声卡具有把声音转换成相应数字信号,以及再将数字信号转换成声音的功能,可以把数字信号记录到硬盘上以及从硬盘上读取重放。声卡还具有用来增加播放复合音乐的合成器和外接电子乐器的 MIDI 接口,这样就使得多媒体计算机不仅能播放来自光盘的音乐,而且还具有编辑乐曲及混响的功能,并能提供优质的数字音响。

(2) 麦克风。麦克风,学名为传声器,由 microphone 翻译而来,也称话筒、微音器,是将声音信号转换为电信号的能量转换器件。

(3) 网卡。计算机与外界局域网的连接是通过主机箱内插入的一块网络接口板(或者是在笔记本电脑中插入一块 PCMCIA 卡)来实现的。网络接口板又称为通信适配器、网络适配器或网络接口卡。

网卡和局域网之间的通信是通过电缆或双绞线以串行传输方式进行的。而网卡和计算机之间的通信则是通过计算机主板上的 I/O 总线以并行传输方式进行的。因此网卡的一个重要功能就是进行串行/并行转换。

(4) 调制解调器。调制解调器是调制器与解调器的简称,用于进行数字信号与模拟信号间的转换,有人根据 modem 的谐音亲昵地称其为“猫”。modem 的外形如图 1-16 所示。

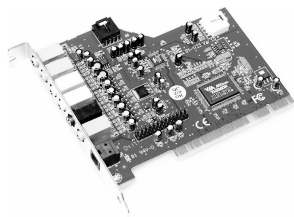


图 1-15 声卡外形图



图 1-16 一种 modem 的外形

当通过电话联网时,在计算机和电话之间需要连接一台调制解调器。通过调制解调器的数模转换功能可以将计算机输出的数字信号转换为适合电话线传输的模拟信号,而在接收端再将接收到的模拟信号转换为数字信号由计算机进行处理。

调制解调器是实现计算机通信的外部设备,其重要指标是传输速率,常见的为 56 Kb/s 等。



1.4.3 计算机软件系统的组成

计算机软件由程序和有关的文档组成:程序由一系列的指令按一定的结构组成,文档是软件开发过程中建立的技术资料。程序是软件的主体,一般保存在存储介质中,如硬盘或光盘中,以便在计算机上使用。现在人们使用的计算机都配备了各式各样的软件,软件的功能越强,使用起来越方便。软件可分为两大类:一类是系统软件,另一类是应用软件。

1) 系统软件

系统软件是管理、监控和维护计算机资源的软件,是用来扩大计算机的功能,提高计算机的工作效率,方便用户使用计算机的软件。系统软件是计算机正常运转所不可缺少的,是硬件与软件的接口。一般情况下系统软件分为4类:操作系统、语言处理系统、数据库管理系统和服务程序。

(1)操作系统。操作系统是系统软件的核心。操作系统是由指挥与管理计算机系统运行的程序模板和数据结构组成的一种大型软件系统,其功能是管理计算机的硬件资源和软件资源,为用户提供高效、周到的服务。操作系统与硬件关系密切,是加在“裸机”上的第一层软件,其他绝大多数软件都是在操作系统的控制下运行的,人们也是在操作系统的支持下使用计算机的。操作系统是硬件与软件的接口。

操作系统将在第二章中详细介绍,这里只是简单介绍。

(2)语言处理系统。随着计算机技术的发展,计算机经历了由低级向高级发展的历程,不同风格的计算机语言不断出现,逐步形成了计算机语言体系。用计算机解决问题时,人们必须首先将解决该问题的方法和步骤按一定序列和规则用计算机语言描述出来,形成计算机程序,然后输入计算机,计算机就可按人们事先设定的步骤自动地执行。

语言处理系统包括机器语言、汇编语言和高级语言,这些语言处理程序除个别常驻在ROM中可独立运行外,其他的都必须在操作系统支持下运行。

①机器语言。计算机中的数据都是用二进制数表示的,机器指令也是用一串由“0”和“1”组成的二进制代码表示的。机器语言是直接用机器指令作为语句与计算机交换信息的语言。

不同的机器,其指令的编码不同,含有的指令条数也不同,因此机器指令是面向机器的。指令的格式和含义是设计者规定的,之后,硬件逻辑电路就严格根据这些规定设计和制造,制造出的机器也只能识别这种二进制信息。用机器语言编写的程序,计算机能识别,并可直接运行,但程序容易出错。

②汇编语言。汇编语言是由一组与机器语言指令一一对应的符号指令和简单语法组成的。汇编语言是一种符号语言,它将难以记忆和辨认的二进制指令码用有意义的英文单词(或缩写)作为助记符,与机器语言编程相比前进了一大步。汇编语言与机器语言的一一对应,仍需紧密依赖硬件,程序的可移植性差。

用汇编语言编写的程序称为汇编语言源程序。经汇编程序翻译后得到的机器语言程序称为目标程序。由于计算机只能识别二进制编码的机器语言,因此无法直接执行用汇编语言缩写的源程序。汇编语言程序要由一种“翻译”程序来将它翻译为机器语言程序,这种翻译程序称为编译程序。



③高级语言。高级语言比较接近日常用语,对机器依赖性低,是适用于各种机器的计算机语言。因机器语言和汇编语言与计算机硬件直接相关,编程困难且通用性差,因此人们需创造出与具体的计算机指令无关,表达方式更接近于被描述的问题,更易被人们掌握和书写的语言,这就是高级语言。

用高级语言编写的程序称为高级语言源程序,经语言处理程序翻译后得到的机器语言程序称为目标程序。高级语言程序必须翻译成机器语言程序才能被执行,计算机是无法直接执行用高级语言编写的程序的。高级语言程序的翻译方式有两种:一种是编译方式,另一种是解释方式。相应的语言处理系统分别称为编译程序和解释程序。

在解释方式下,不生成目标程序,而是对源程序按语句执行的动态顺序进行逐句分析,边翻译边执行,直至程序结束。在编译方式下,源程序的执行分成两个阶段:编译阶段和运行阶段。通常,经过编译后生成的目标代码尚不能直接在操作系统下运行,还需经过链接阶段为程序分配内存后才能生成真正可运行的执行程序。

(3)数据库管理系统。数据库是将具有相互关联的数据以一定的组织方式存储起来,形成相关系列数据的集合。数据库管理系统就是在具体计算机上实现数据库技术的系统软件。随着计算机在信息管理领域中日益广泛和深入的应用,数据库技术才得以产生和发展,并随之出现了各种数据库管理系统(data base management system,DBMS)。

DBMS是计算机实现数据库技术的系统软件,它是用户和数据库之间的接口,是帮助用户建立、管理、维护和使用数据库进行数据管理的一个软件系统。目前已有不少商业化的数据库管理系统软件,如DBase、Visual FoxPro等都是不同的系统中获得广泛应用的数据库管理系统。

(4)服务程序。现代计算机系统提供多种服务程序,它们是面向用户的软件,可供用户共享,方便用户使用计算机和管理人员维护管理计算机。常用的服务程序有编辑程序、连接装配程序、测试程序、诊断程序、调试程序等。

①编辑程序:该程序能使用户通过简单的操作就可以建立、修改程序或其他文件,并提供方便的编辑环境。

②连接装配程序:使用该程序可以把几个分别编译的目标程序连接成一个目标程序,并且要与系统提供的库程序相连接,才能得到一个可执行程序。

③测试程序:该程序能检查出程序中的某些错误,方便用户对错误的排除。

④诊断程序:该程序能方便用户对计算机进行维护,检测计算机硬件故障并对故障进行定位。

⑤调试程序:该程序能帮助用户在程序执行的状态下检查源程序的错误,并提供在程序中设置断点、单步跟踪等手段。

2)应用软件

应用软件是为了解决计算机的各类具体问题而编写的程序,分为用户程序与应用软件包两部分。应用软件是在硬件和系统软件的支持下,面向具体问题和具体用户的软件。随着计算机应用的日益广泛和深入,各种应用软件的数量不断增加,质量日趋完善,使用更加方便灵活,通用性越来越强。有些软件已逐步标准化、模块化,形成了解决某类典型问题的较通用的软件,这些软件称为应用软件包。目前常用的软件包有字处理软件、表处理软件、会计电算化软件、绘图软件、运筹学软件包等。



用户程序是用户为了解决特定的具体问题而开发的软件。充分利用计算机系统的种种现成的软件,在系统软件和应用软件包的支持下可以更加方便、有效地开发用户专用程序,如各种票务管理系统、事务管理系统和财务管理系统等。

系统软件和应用软件之间并不存在明显的界限。随着计算机技术的发展,各种各样的应用软件有了许多共同的东西,把这些共同的部分抽取出来,形成一个通用软件,就逐渐成为系统软件了。

1.5 习题

1) 选择题

- (1) 第一台电子计算机于_____年诞生在_____国。()
- A. 1942,英 B. 1945,英 C. 1946,美 D. 1950,美
- (2) 人们通常所说的文件大小 1 KB 是指()。
- A. 1 024 字节 B. 1 000 字节 C. 1 024 位 D. 1 000 位
- (3) 下列一组数中最小的是()。
- A. $(1010010)_2$ B. $(117)_8$ C. $(50)_{16}$ D. $(81)_{10}$
- (4) 在 ASCII 码表中,英文字母“H”的 ASCII 码是 48H,则字母“h”的 ASCII 码是()。
- A. 28H B. 34H C. 48H D. 68H
- (5) CPU 中运算器的主要功能是()。
- A. 算术运算 B. 逻辑运算
C. 算术运算和逻辑运算 D. 函数运算
- (6) 下列设备中,既可以作为输入设备又可以作为输出设备的是()。
- A. 键盘 B. 打印机 C. 显示器 D. 硬盘
- (7) 计算机在突然断电时数据会丢失的存储器是()。
- A. RAM B. ROM C. 硬盘 D. 光盘
- (8) 无论采用拼音输入法,还是五笔字型输入法输入汉字,存储到计算机内部的一律是汉字的()。
- A. 字形码 B. 交换码 C. 输入码 D. 机内码
- (9) 计算机的硬件系统主要由()各部分组成。
- A. 控制器、显示器、主机、键盘 B. 控制器、运算器、存储器、输入/输出设备
C. CPU、主机、显示器、硬盘、鼠标、键盘 D. CPU、主机、显示器、电源、键盘
- (10) 计算机操作系统是一种()。
- A. 系统软件 B. 计算软件 C. 图形处理软件 D. 应用软件

2) 填空题

- (1) 在计算机中,信息的基本存储单位是字节,每字节内包含_____个二进制位。



- (2)计算机的特点是_____、_____、_____、_____和_____。
- (3)计算机本身能直接识别的语言是_____语言。
- (4)计算机逻辑运算的3种基本运算分别是_____、_____和_____。
- (5)如果汉字以 24×24 点阵形式在屏幕上单色显示,则每个汉字点占用_____字节。
- (6)计算机按性能和规模可分为_____、_____、_____、_____和_____5类。
- (7)完整的计算机系统应该包括_____和_____。

3)操作题

- (1)将八进制数 $(237)_8$ 转换为十六进制数,并写出详细过程。
- (2)将十进制数 $(127)_{10}$ 转换为二进制数,并写出详细过程。