

1.1 微处理机的发展

微处理机出现于 20 世纪 70 年代初,是大规模集成电路发展的产物。在这以前,计算机的发展经历了电子管计算机时期、晶体管计算机时期、中小规模集成电路计算机时期。大规模集成电路于 1970 年研制成功,并开始以它作为计算机的主要功能部件。此时计算机进入了大规模集成电路时期,计算机的微型化成为可能。

微型计算机的发展是以微处理机的发展为标志的。将传统计算机的运算器和控制器集成在一块大规模集成电路芯片上作为中央处理部件(CPU),称为微处理机。微型计算机是以微处理机为核心,再配上存储器、接口电路等芯片构成的。

微处理机一经问世,就以体积小、重量轻、价格低廉、可靠性高、结构灵活、适应性强和应用面广等一系列优点占领世界计算机市场,并得到广泛应用,成为现代社会不可缺少的工具。

1946 年,世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国宾州诞生;同年,贝尔实验室的 Schockley 博士发明了被誉为“20 世纪最伟大发明”的晶体管;今天,Internet 盛行,信息高速公路初见端倪。信息技术在近半个世纪内以令人炫目的速度繁衍、演化着,在这场改变人类生存方式的变革中,CPU 以其作为计算机“大脑”和“心脏”这一核心地位而始终处于变革风暴的前沿。

说到 CPU 的发展,就以 Intel 产品为例加以说明。正是由于 IBM 选定了 Intel 的芯片作为其个人计算机 IBM PC 的 CPU,从此 Intel 的发展之路在很大程度上反映了 CPU 的发展道路、PC 机的发展历史。

1965 年,摩尔(G. Moore)经统计发现,集成电路内芯片的晶体管数目,几乎每隔 18 个月到 24 个月,其集成度就要翻一番。这条未经严格证明但又千真万确的“金科玉律”,经过近 30 年的检验,始终表现出令人惊异的准确性。

Intel 于 1971 年顺利开发出全球第一块微处理器——4004 芯片。这项突破性的发明当时被用于一种计算器中。这一创举开始了人类将智能内嵌于电脑和无生命设备的历程。

1. 全球第一块微处理器 4004

1971 年,出现了 Intel 4004,主要用来处理算术运算,它集成了 2300 多个晶体管,具有

4 位带宽,工作频率为 108kHz,寻址空间只有 640B。这些参数和当今流行的 Pentium 4 相比,简直就是“小巫见大巫”了,但它对整个微处理机领域的影响,却远在后者之上。

2. 新一代 8 位微处理器 8080

随后,Intel 加大了在微处理器上的开发研制力度,在 1974 年又推出了新一代 8 位微处理器——8080。8080 集成了 6000 个晶体管,其时钟频率为 2MHz。8080 是一个划时代的产品,它的诞生,使得 Intel 有了自己真正意义上的微处理器,也诞生了以 8080 为 CPU 的全球第一台微处理机——Altair。同时也催生了 IT 界另外一对耀眼的明星——Steve Jobs 和采用 Motorola 6502 微处理器的 Apple II 电脑。

3. 第一代微处理机——16 位的 8086

Intel 分别于 1978 年和 1979 年推出了 16 位 CPU——8086。它的出现成为 20 世纪 70 年代微处理机发展过程中的重要分水岭。

8086 是真正 16 位 CPU,其内部集成进了 29 000 个晶体管,主频速率达 10MHz,寻址空间达到了 1MB,第一次超过 640KB。8088 是 8086 的一个简化版本,时钟频率为 4.77MHz,它将 8 位数据总线独立出来,减少了管脚,因此成本也较低。1979 年,Intel 的这两款 CPU,得到蓝色巨人 IBM 的青睐。由于 IBM 采用 Intel 的 8086 与 8088 作为个人计算机 IBM PC 的 CPU,个人计算机 PC 时代从此诞生。

IBM 以 Intel 的 8086 与 8088 为硬件平台,加之又配备上比较完美的操作系统和相对丰富的应用软件,使得以 Intel 16 位 8086 为平台的 PC 机成为第一代微处理机的典型代表。

4. 第二代微处理机——16 位的 80286

80286 芯片于 1982 年 2 月 1 日正式发布,总线带宽为 16 位,集成了 13 万多个晶体管,因此性能也有了很大的提高,主频达到了 20MHz。但它真正的闪光点在于:

第一,它首次提出了实方式和保护方式这两种对 CPU 不同的操作方式。保护方式的提出使得 80286 突破了 8086/8088 受 16 位地址总线制约而不能遍访 1MB 以上的存储空间这一关键约束,而 80286 的 24 位地址总线使得它可以访问到 16MB 地址空间;另外,由于引进了段描述符表的概念,80286 可以访问 1GB 的虚拟地址空间,它可以将 1GB 虚拟空间中的任务映射到 16MB 空间中去,从而使多任务并行处理成为可能。这对后来的多任务操作系统的普及是至关重要的。

第二,80286 是第一款“100% 完全向下兼容”的 Intel 微处理机。

5. 第三代微处理机——32 位的 80386

1985 年 10 月,Intel 推出它的第三代微处理机——32 位的 80386DX。80386DX 是一块集成进了 27.5 万个晶体管的全 32 位微处理机,其时钟频率达到 33 MHz,数据总线和地址总线均为 32 位,具有 4GB 的物理寻址能力。而由于在芯片内部集成了分段存储管理部件和分页存储管理部件,它能够管理高达 64TB 的虚拟存储空间;另外,它还提供了一种叫做“虚拟 8086”的工作方式,使得芯片能够同时模拟多个 8086 处理机,以同时运行

多个 8086 应用程序,从而保证了多任务处理能够向下兼容。为了加快浮点操作速度,与此同时,Intel 还成功地推出了数值协同处理器——80387(亦称浮点运算部件)。80386 的成功为日后 80486、Pentium 的研制奠定了技术基础。

6. 第四代微处理机——32 位的 80486

80486 微处理机于 1989 年 4 月正式发布。这是一款在一片芯片内集成了 120 万个晶体管的 CPU。Intel 第一次将微处理机的晶体管数目突破 100 万只。80486 不仅把浮点运算部件集成到芯片内,还把一个其规模大小为 8KB 的一级高速缓冲存储器(Cache)也集成进了 CPU 芯片内。这种集成极大地加快了 CPU 处理指令的速度,使指令平均执行时间从 80386 的约 4.5 个周期降至 80486 的约 1.8 个周期。芯片的整数处理部件采用的是 RISC 结构,以加速处理单一指令的速度,而芯片内部其他方面则保留 CISC 原样,用以处理复杂的指令,并保证其兼容性。此外,80486 引进了时钟倍频技术(即用一种特殊的电路使得大多数内部部件以输入时钟的倍频运行,因而能使装在 Cache 中程序的运行速度快一倍。但其内部总线仍以外部时钟的频率工作,使得 80486DX 可以和低速器件相连),从而使主频超过 100 MHz 变成可能。倍频技术在 Intel 后辈 CPU 中一直被沿用。这些在当时非常先进的技术,使 80486 不仅比 80386 快了许多,并且在很多方面也丝毫不逊色于当时的 RISC 芯片。

7. 第五代微处理机——32 位的 Pentium

Intel 在 1993 年推出了全新一代的高性能处理机 Pentium。Pentium 是拉丁文“五”(Pente)和元素周期表的公用后缀——IUM 组合而成。其寓意是指 Pentium 为该公司的第五代产品,人们为它起了一个相当好听的中文名字“奔腾”。Pentium 芯片内部集成进 310 万个晶体管,单是最初版本的 66MHz 的 Pentium 微处理机运算性能,就比 33MHz 的 80486 DX 高出 3 倍多,而 100 MHz 的 Pentium 则比 33 MHz 的 80486DX 快 6~8 倍。较之后来的 Pentium 微处理机,这种 Pentium 微处理机又叫经典奔腾(Classic Pentium)。

8. 高能奔腾(Pentium Pro)

Intel 于 1996 年推出了新 x86 系列 CPU——Pentium Pro。Pentium Pro 芯片内部集成进 550 万个晶体管,内部时钟频率为 133MHz。Pentium Pro 内的一级(片内)Cache 大小为 16KB,其中 8KB 为指令 Cache,8KB 为数据 Cache。另外,在 Pentium Pro 的一个封装中还包括有一个 256 KB 的二级 Cache 芯片,两个芯片之间用高频宽的内部通信总线互连,处理机与 Cache 的连接线路能更容易地运行在更高的频率上。主频 200MHz 的 Pentium Pro CPU 的二级 Cache 与处理机同频运行。这样的设计令 Pentium Pro 达到了最高的性能。而 Pentium Pro 最引人注目的地方是,它采用了一项被称之为“动态执行”的创新技术,这是继 Pentium 在超标量体系结构上实现突破之后的又一次飞跃。

9. 多能奔腾(Pentium MMX)

1996 年底,Intel 又推出了 Pentium 系列的改进版本,也就是平常所说的 Pentium MMX(多能奔腾)。MMX 技术是 Intel 最新发明的一项多媒体增强指令集技术,它的英

文全称可以翻译成“多媒体扩展指令集”。MMX 是 Intel 公司在 1996 年为增强 Pentium CPU 在音像、图形和通信应用方面而采取的新技术,它为 CPU 增加了 57 条 MMX 指令,除了集中增加 MMX 指令外,还将 CPU 芯片内的一级 Cache 由原来的 16KB 增加到 32KB(16KB 指令 Cache +16KB 数据 Cache),因此带有 MMX 功能的 CPU 比普通 CPU 在运行含有 MMX 指令的程序时,处理多媒体的能力上提高了 60% 左右。MMX 技术开创了 CPU 开发的新纪元。在 1999 年,Pentium MMX 是最受欢迎的微处理器,Pentium MMX 系列的频率主要有三种:166、200、233MHz。一级 Cache 都是 32KB,核心电压 2.8V,倍频分别为 2.5、3、3.5,插槽都是 Socket 7。

10. 二代奔腾 Pentium II

1997 年 5 月,Intel 推出了与 Pentium Pro 同一个档次的 Pentium II。Pentium II 有一系列的不同档次的产品,其中第一代的产品就是 Pentium II Klamath 芯片。作为 Pentium II 的第一代芯片,它运行在 66MHz 总线上,主频分 233MHz、266MHz、300MHz 和 333MHz 四种。由于它代表了 Pentium 系列机当时的最高性能,所以将其称之为二代奔腾 Pentium。

Pentium II 采用了与 Pentium Pro 相同的核心结构,从而继承了原有 Pentium Pro 处理机的优秀的 32 位性能,且加快了段寄存器写操作的速度,增加了 MMX 指令集,以加速 16 位操作系统的执行速度。由于配备了可重命名的段寄存器,因此 Pentium II 可以推算地执行写操作,并允许使用旧段值的指令与使用新段值的指令同时存在。在 Pentium II 里,集成了 750 万个晶体管。由于使用 $0.28\mu\text{m}$ 的制造工艺,因此加快了这些晶体管操作的速度,从而使 Pentium II 达到了 x86 系列机前所未有的时钟速度。

在总线方面,Pentium II 处理器采用了双独立总线结构,即其中一条总线连接到二级 Cache,另一条总线主要负责访问主存储器操作。

11. Pentium III

应该把 Pentium III 称之为“多能奔腾二代处理器”(Pentium II Processor with MMX2 Technology)。Intel 于 1999 年 2 月发布了 Pentium III 芯片——Katmai,作为第一款专为提高用户的互联网计算体验而设计的微处理器,使用户能够尽享丰富的音频、视频、动画和栩栩如生的三维效果。针对不同需求,Pentium III 推出了移动 Pentium III 和 Pentium III Xeon(至强)处理器。1999 年 10 月,Intel 还正式发布代号为 Coppermine 的新一代 Pentium III 处理器,率先采用 $0.18\mu\text{m}$ 工艺技术,CPU 主频更达到 733MHz,芯片内集成了 2800 万个晶体管,体积更小,耗能更低而性能更强。Pentium III 由于增加了 MMX 指令,其浮点运算和三维处理方面能力明显增强。

12. Pentium 4

Pentium 4 是 Intel 新一代高性能 32 位微处理器,在体系结构上,Pentium 4 完全不同于它的前辈机 Pentium II 和 Pentium III。Pentium II 和 Pentium III 采用的是与 Pentium Pro 相同的 P6 结构形式,而 Pentium 4 采用的则是 NetBurst 的新式处理器结构。采用 NetBurst 结构是为了加快以突发方式传送数据的速度,如流媒体、MP3 播放程序和视频压

缩程序等的传送速度。专家们指出：“该设计意味着从传统整数运算性能(如标准的商业应用程序)向媒体运算性能变迁的重大革新”。但是 NetBurst 仍然是由开发 P6 的原班人马完成的。

Pentium 4 的 NetBurst 的新结构,可以更好地处理目前互联网用户的需求。Pentium 4 在数据加密、视频压缩和对等网络等方面的性能都有较大幅度的提高。它采用的新技术主要包括:

- (1) 快速执行引擎。
- (2) 执行追踪缓冲存储器。
- (3) 高级动态执行。
- (4) 400MHz 的系统总线可以使数据以更快的速度进出微处理机。
- (5) 144 条新增的指令主要用来增强微处理机在视频和音频等方面的多媒体性能。

Pentium 4 采用的是超流水线技术,它的指令流水线深度达到了 20 级,是 P6 结构的 2 倍。Pentium 4 新的超级流水线技术使 CPU 指令的运算速度成倍增长,所以在同一时间可以执行更多的指令。另一功能是,高级动态执行 ADE 使在流水线中所能处理的指令比 Pentium III 多 3 倍以上,并合理地预测指令分支转移。ADE 就像一个不知道确切解决办法而试图通过获取所需数据来提供帮助的得力助手。假如预测失败的话,这种累计的效果将会降低运算性能。在执行办公应用程序时这种错误的分支预测会经常出现。

1.2 计算机系统组成及层次结构

1.2.1 计算机硬件的组成

1. 计算机硬件系统

任何一种计算机不论它是早期的大型计算机还是近期的微处理机,从宏观上来说,其硬件的基本构成都是由微处理器、存储器系统和输入输出系统三大块构成,如图 1.1 所示。它们又是通过总线相互连接在一起,构成一个功能强大设备齐全的计算机硬件系统。

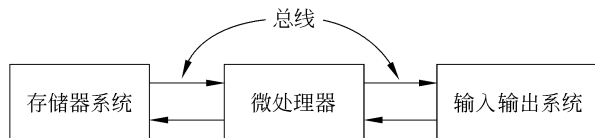


图 1.1 基于微处理器的计算机系统组成

计算机系统的核心部件是微处理器。微处理器技术因时代的变迁而飞速发展,它经历了 16 位的 8086、8088、80186、80286 微处理器,32 位的 80386、80486、经典奔腾 Pentium、高能奔腾 Pentium Pro、二代奔腾 Pentium II、Pentium III,直至目前的 Pentium 4 以及将来的 64 位的微处理器。

计算机存储器系统的构成:既有只读存储器(ROM),也有随机存取存储器(RAM)。而 RAM 既可以是动态的 RAM(DRAM),也可以是静态的 RAM(SRAM)。为了解决微

处理器高速的操作处理速度与存取速度较低的存储器之间的矛盾,在微处理机系统中通常还配备有高速缓冲存储器(Cache),用以加速微处理机与存储器之间的信息传输速度。

计算机系统内的输入输出系统是人机进行信息交互的一种非常重要的手段。输入输出系统通常是由诸如打印机、显示器、键盘、光驱、鼠标、绘图仪、扫描仪、软盘驱动器、硬盘驱动器、磁带机等设备组成。一个计算机系统配备的输入输出设备的多少因需要而异。

2. 微处理器芯片

微处理机系统的核心部件是微处理器芯片,通常称之为 CPU (central processing unit)。微处理器芯片是通过总线对存储器和输入输出操作进行控制的。在微处理器与 I/O 设备或与存储设备之间进行数据传送操作时,是用总线来选择 I/O 设备或存储设备的,并且对 I/O 设备和存储器设备实施控制。当微处理器执行存储在存储器中的指令时,同时也实现了对存储器和 I/O 的控制。

其实,微处理机系统主要完成以下三项任务:

- (1) 在微处理器与存储器或者 I/O 设备之间传送数据;
- (2) 进行简单的算术运算和逻辑运算操作;
- (3) 通过简单的判断来实现对程序流向的控制。

实际上,微处理器就是这样通过这些简单的算术运算和逻辑运算操作而实现积小事而大成之目的。通过执行一条条简单的指令而完成任何一种复杂的操作或任何一项任务。

微处理器的强大功能和威力主要表现在它能够每秒执行几千万条乃至几亿条指令,由这些指令组成的程序或软件(指令的集合)被存放在微处理机系统的存储器中。这种存储程序的概念使微处理机系统成为功能强大的 IT 设备。

表 1.1 列出了在 Intel 系列微处理器上执行的算术运算和逻辑运算操作。看起来,这些运算都是一些非常基本、非常简单的运算,然而就是通过这些简单的操作的组合,解决了人脑和体力所几乎不能解决的那些大的复杂课题的计算问题。

表 1.1 简单的算术和逻辑操作

操 作	说 明	操 作	说 明
加		OR	逻辑加
减		NOT	逻辑反
乘		NEG	算术取反
除		移位	
AND	逻辑乘	循环	

用于运算的数据或者是来自存储器系统,或者是取自内部寄存器。进行运算的数据宽度也是可以变化的,它们可以是字节(8 位)数据、字(16 位)数据或双字(32 位)数据。当然,也只有从 80386 到 Pentium II 的 CPU 可以直接处理 8 位、16 位和 32 位的数据。由于早期的从 8086 到 80286 的 CPU 是 16 位的微处理器,它们仅能直接加工处理 8 位和 16 位的数据,而不能直接加工处理 32 位的数据。从 80486 微处理器开始,在微处理器芯片内又新配备了一个数字协同处理器(又称浮点部件),允许用 80 位的浮点数进行复杂的

计算。而在以从 8086 到 80386 微处理器为平台的 PC 机系统中,数字协同处理器是一种独立于从 8086 到 80386 的、附加的、可选用的芯片部件。

微处理器功能表现得非常强大的另一个特征是,它拥有简单实用的、以实际数值为基础进行判断的能力。例如,微处理器可以判断一个数是否为零,是否为正,以及是否为其他一些表征值等。微处理器可根据这些简单判断操作来决定程序的流向。表 1.2 列出了 Intel 系列微处理器可以做出的判断操作。

表 1.2 8086 到 80486 和 Pentium/Pentium Pro 微处理器的判断

判 断	说 明
零	测试数是零或者不是零
符号	测试数是正还是负
进位	测试加法的进位或者减法后的借位
奇偶	测试数中 1 的个数是奇数还是偶数
溢出	测试溢出,指示加法或减法后有符号数的结果无效

3. 微处理器结构

为对微处理器结构有一个全面的了解,先从微处理器的最基本的操作说起。

1) 微处理器操作

首先,作为微处理器系统的核心部件 CPU,它必须能进行如下一些最基本的操作:

(1) 取指令(fetch instructions): CPU 必须有办法、有能力从存储器内读取指令。

(2) 解释指令(interpret instructions): CPU 必须对指令进行译码,也就是对指令进行分析解释,以确定指令所要进行的操作。

(3) 取数据(fetch data): 执行一条指令所需的数据,即可以是取自存储器、也可以从 I/O 模块上读取数据。

(4) 处理数据(process data): CPU 处理数据的过程,也就是 CPU 执行指令的过程,一条指令的执行,就是对数据进行某些算术或逻辑运算的操作过程。

(5) 写数据(write data): 是 CPU 对数据进行算术或逻辑运算操作的结果进行保存处理的过程。或者将指令执行的结果写到存储器内,或者将指令执行的结果送到 I/O 模块,具体情况因指令的类型和指令功能而异。

2) 微处理器的构成

为能实现如上所说的这些最基本的操作,CPU 需要配备有能暂时存放某些数据的设施;CPU 还必须记住最近执行指令的位置,以便知道要执行的下一条指令位于何处;CPU 还需要配备有在指令执行期间用来暂时保存指令和数据的设施。也就是说,在 CPU 内部也需要一小批量的内部存储装置。

图 1.2 中所表示的是一个经简化了的 CPU 逻辑框图,从图中可以看出,CPU 芯片是经由系统总线与微机系统的其他部分相连接的。CPU 由一个算术运算和逻辑运算部件 ALU 以及一个控制部件 CU 组成。

ALU 的功能是:对进入 ALU 的数据进行实际计算或处理。控制部件的功能是:对进入 CPU 的数据和指令进行控制处理,对移出 CPU 的数据和指令也实施控制处理,同时

对 ALU 的操作也进行控制。另外,CPU 逻辑框图内还有一组用来暂时保存指令和数据的设施,它们就是品种和数量都有限的被称为寄存器的暂时存储设备。

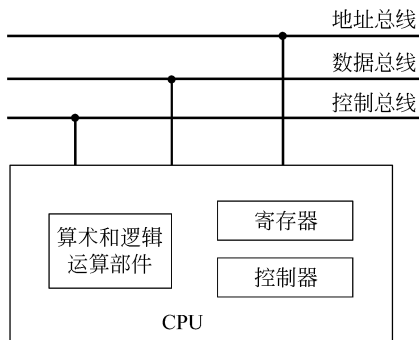


图 1.2 CPU 与系统总线

若想进一步了解 CPU 的体系结构,需要对 CPU 的体系结构进行剖析,图 1.3 所表示的就是一个较详细的 CPU 逻辑框图。

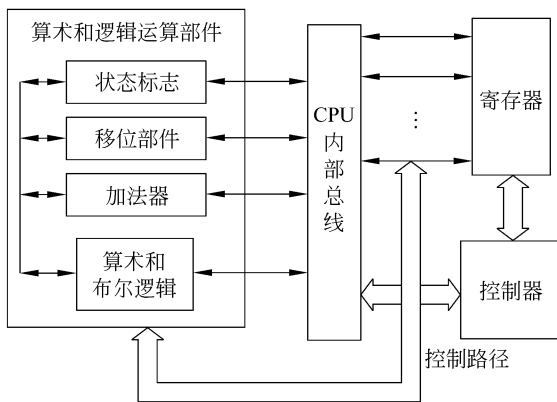


图 1.3 CPU 内部结构

图 1.3 表示在 CPU 内部数据传送和逻辑控制的途径,CPU 内部总线(internal CPU bus)是构成 CPU 的一个非常重要的部件,CPU 各寄存器和 ALU 之间的数据传送操作就是由这个部件具体实施和完成的。图中所示的 ALU 其实是由状态和标志寄存器、移位器、加法器以及算术和布尔操作控制逻辑等基本组件构成。事实上,ALU 只是对 CPU 内部用于暂时存放数据的寄存器数据进行操作。

任何一个计算机硬件系统都是由 CPU、存储器以及 I/O 设备构成的;而 CPU 又是由控制器、ALU、寄存器等部件构成,各部件之间的数据传输操作又是通过把各部件连接在一起的数据总线完成的。

4. 寄存器

1) 可见寄存器

在微处理器芯片内设置有用户可见的寄存器。所谓用户可见寄存器是指那些用户可以用机器指令显式的或隐式的方式进行访问的寄存器。它们可以是通用寄存器,也可以

是专用寄存器。像用来进行定点数操作或浮点数操作的寄存器、用来存放地址的寄存器、存放段指针等的专用寄存器。

通用寄存器,顾名思义就是用户可以用来存放任一操作数,既可以用来进行操作数的计算也可以用来进行地址的计算。通用寄存器的个数越多,微处理器执行指令的速度也就越快。

以80486为例,它共配置了8个32位的通用寄存器,如图1.4所示。这8个32位的寄存器不仅可以保存32位数据,以便支持32位的数据操作,还可以进行16位的操作,以便与Intel系列16位机兼容。可以把这8个32位通用寄存器的低半段看成是8个16位的通用寄存器。

31	16	15	0	
				EAX 累加寄存器
				EBX 基地址寄存器
				ECX 计数寄存器
				EDX 数据寄存器
				ESI 源变址寄存器
				EDI 目标变址寄存器
				EBP 基址指针寄存器
				ESP 堆栈指针寄存器

图 1.4 通用寄存器

在进行地址计算和进行绝大多数算术运算及逻辑运算时,这8个寄存器都可以使用,只有少数几条指令要使用专用寄存器保存其操作数。

2) 控制和状态寄存器

在微处理器CPU芯片内,还配备有一类起控制操作的寄存器,它们中的大多数,是用户不可见的。而有些对于在控制或操作系统模式下执行的机器指令来说则是可见的。

控制和状态寄存器用来对CPU的操作实施控制的寄存器。像程序计数器就是一个控制CPU操作的寄存器中的一个。

另一类就是标志寄存器,其内保存着微处理器的各种状态信息和条件信息。例如,反映最近一次算术运算结果的状态、允许中断状态、以及指示CPU当前是运行在特权模式下、还是运行在用户模式下的状态信息。通常设置的是以下一些状态信息或标志信息。

- 符号(sign): 指示的是算术运算最后结果的符号位。
- 零(zero): 当计算结果为零时就将这一位置成1。
- 进位(carry): 在进行算术运算的加法操作时,若出现了最高位有向上的进位,或在进行减法操作时出现了借位,则将这一位置成1,否则,则将该位清成0。
- 等于(equal): 若在进行逻辑比较时,其结果是相等的,则将该位置成1。
- 溢出(overflow): 在进行算术运算时,若计算结果超出了微处理器所能表示的数值范围,则表示出现了算术溢出,则将该位置成1。否则,则将该位清成0。
- 允许/禁止中断: 用于允许或禁止中断。

当然,在不同的微处理器内,配备的寄存器不同,其名称和功能也不会相同,使用的术语也会不同。下面列出微处理器上常用的必需的各寄存器类型,并予以简短描述。

在进行指令操作时,有 4 种寄存器是至关重要的,它们分别如下。

(1) 程序计数器(PC): 在程序计数器内保存着下一条要被取指令的地址。通常,在每次取指令操作之后,程序计数器的内容即被 CPU 更改,其内所保存的信息总是将要被执行的下一条指令的地址。转移或跳步指令亦要修改程序计数器的内容。

(2) 指令寄存器(IR): 其内存放着最近取出来将要被执行的指令。从存储器取出来的指令被装入到指令寄存器,然后由译码部件对指令寄存器中的内容进行译码分析,指明是什么类型的指令,并根据操作码指示出操作数的位置。

(3) 存储器地址寄存器(MAR): 其内存放着存储器的存储单元的地址信息。

(4) 存储器缓冲寄存器(MBR): 其内存放着将要被写入到存储器内的信息或最近刚从存储器内读出待用的信息。

当 CPU 与存储器进行数据交换时,就要用到 MAR 和 MBR 寄存器。在总线组织的系统内,MAR 直接与地址总线相连,MBR 直接与数据总线相连。用户可见的寄存器只能与 MBR 进行数据交换操作。

以上所述的 4 个寄存器的作用是: 在 CPU 和存储器之间进行数据信息传送操作。在 CPU 对信息进行加工处理时,实际上是把数据信息(不管是数值信息还是逻辑信息)提交给 ALU,由 ALU 对数据信息进行加工处理。ALU 可对 MBR 和用户可见寄存器直接进行访问操作。

5. 算术运算和逻辑运算部件(ALU)

ALU 的主要功能是: 进行二进制的定点算术运算、逻辑运算和各种移位操作运算。其中的算术运算是指定点的加、减、乘、除运算。逻辑运算主要是逻辑与、逻辑或、逻辑异或、逻辑非操作。通常所说的 CPU 对信息的加工处理,大多是在 ALU 上进行的。

ALU 内的移位器的作用是: 用来进行逻辑左移、逻辑右移、算术左移、算术右移以及其他的一些移位操作。由于移位器比用 ALU 进行移位操作要快得多,通常与 ALU 一起进行并行操作,可以加速乘、除运算和移位的速度。

ALU 内的移位器的作用是进行移位操作,像 Intel 的 32 位系列微处理器芯片上,都配备有一个 64 位的桶形移位器,用来进行位移、环移以及位操作,协助进行乘法以及其他一些操作。它可以在一个时钟周期内实现 64 位同时移位操作,也可对任意一种数据类型移任意数量的位。

ALU 内配置的加法器的功能是进行定点的加、减、乘、除等算术运算和用来进行操作数地址的计算等。

ALU 能够处理数据的位数和计算机有关,如: Z80 单板机,其 ALU 是 8 位的;8086 微处理机的 ALU 是 16 位的;80386、80486 和 Pentium 的 ALU 则是 32 位的。

6. 控制器

微处理机是按程序中每一条指令的要求,在控制器的统一指挥下工作的。控制器是微处理机工作的指挥和控制中心,了解控制器的工作原理有助于了解微机的全部工作过程。

控制器除包括有程序计数器 PC 和指令寄存器 IR 外,其内还配备有: