

x86.org 的 PC 处理器指南

作者：不详（引自 x86.org 的 microprocessor 专栏）

翻译：coly li

Intel 8086，一种新的微计算机，将 8080 家族扩展到了 16 位的领域。芯片同时具有 8 位和 16 位的属性。通过执行 8080A/8085 的所有 8 位指令，再加上一些新的强大的 16 位的指令，可以使熟悉现存 8080 设备的系统设计者使用本质上与 8080 相同的软件包和开发包获得 10 倍以上的性能提升。

8086 体系结构的设计目标是对称的扩展现存 8080 的特性，另一方面又增加了在 8080 中所没有的新处理能力。新加入的特性包括 16 位算术，有符号的 8 位和 16 位算术（包括乘、除），有效的可中断的字节串操作（byte-string operation），并改进了位操作。尤其值得注意的是，他们仍然包括了象可重入代码、位置无关代码、动态重定向程序这样的小型机类型操作的机制。另外，处理器可以直接寻址内存的 1MB 空间，并且被设计为支持多处理器的配置。

——Intel 公司，1979 年 2 月

介绍

1979 年，Intel 引入了 8086 和 8088 微处理器来扩充已存的 8080 产品线。从那时起，x86 产

品线已经成长了6代了，并成为历史上最成功的微处理器。这个成功有一大部分要归功于IBM-PC与其兼容机的成功。因此，当IBM做出使用Intel的8080的历史性决定的时候，Intel公司正好在适当的时候、适当的地点出现了。今天（肯定不是2003年，而是当时作者写这篇文章的时间），x86市场已经是一个数十亿美元的产业，每年会销售数千万个单元。x86的流行也导致了繁荣的x86兼容处理器的产业，AMD, Cyrix, IBM, TI, UMC, Siemens, NEC, Harris和其它厂商都涉足了x86芯片产业。今天，AMD, Cyrix和Centaur仍然具有活跃的竞争力。但是虽然各个厂家都有数不清的关于建立一个x86克隆芯片的故事，但是，最终，只有市场能够决定在残酷的芯片生意竞争中，谁可以存活，谁将灭亡。

Merced

Merced是Intel的下一代微处理器体系结构，Merced不是Intel的下一代x86微处理器体系结构。Merced是采用了全新设计和指令集的微处理器。Merced将采取一些方法通过硬件翻译机制运行之前遗留下来的x86程序。

Merced是Intel的x86处理器的一个更进一步的发展。Merced不是一个CISC（复杂指令集系统 Complex Instruction Set Computer）或者RISC（精简指令集系统 Reduced Instruction Set Computer），而是更类似于一个VLIW（超长指令字 Very Long Instruction Word）设计。Intel不想称这种芯片为VLIW，表面上看这是由于政治的原因。作为替代，Intel发明了EPIC这个术语——显式并行指令计算（Explicitly Parallel Instruction Computing）。但是不管怎么说，EPIC就是VLIW。

Merced的第一个版本将会在600MHz到1000MHz(1.0GHz)的主频，并通过内部指令转换机制

实现对 x86 程序的兼容。这种转换机制使得 Merced 可以运行你已存的 Windows 或者 DOS 程序。Intel 声明说在运行 x86 程序时，Merced 永远不会比当前技术发展水平下的 x86 微处理器更快。因此 Intel 将 Merced 定位于服务器和 workstation 市场，提供 x86 兼容只是为了方便起见。

Xeon

Xeon（至强）被怀疑就是一种 Pentium II。Pentium II 包含一个 1/2 速度 2 级 cache 的 P6（Pentium Pro）的内核。Xeon 区别于 Pentium II 的地方在于它的 L2 Cache 以 CPU 相同的速度运行。Pentium II 通过 Slot-1 插槽连接到主板上。Xeon 同 Pentium II 的插槽不兼容，Xeon 使用称为 Slot-2 的插槽。

Xeon 是 Intel 瞄准服务器市场的高端微处理器品牌。同样的，Xeon 的价格比 Pentium II 或者 Celeron 要高的多。

Celeron

Celeron 微处理器是一个删减的 Pentium II。Celeron 中没有提供 2 级缓冲，使他的性能有所损失，有报告说它的运行速度甚至只有支持 MMX 的 Pentium 的运行速度一半。

Intel 曾经没有注意到低于 1000 美元 PC 市场的普及和蓬勃发展。实际上，低于 1000 美元 PC 甚至打乱了 Intel 的市场游戏计划。因此，Intel 匆忙的推出了 Celeron 以试尝夺回一部分被竞争者占领的低于 1000 美元 PC 市场。

Pentium II

Pentium II 就是增加了 MMX 扩展的 Pentium Pro。Pentium II 采用了与 Pentium Pro 不同的封装。新的封装称为 Slot-1。Intel 声称是由于技术原因需要 Slot-1。但业界资深人士认为 Intel 推出 Slot-1 是为了阻止对 Pentium Pro 的业界竞争，以更加促进 Intel 的垄断。奇怪的是，“由于技术原因需要的 Slot-1”随着 Pentium Pro 的退出而蒸发了，Intel 不知何故对他们先前的声明食言了（可见 Slot-1 不完全是技术的需要）。

Slot-1 同样也被承诺为消费者们的升级路线——会在未来处于多年的领导地位。不幸的是每次 Intel 做下承诺的时候，承诺总会被打破，先是 80486，然后是 Pentium。当 Intel 开始使用 Slot-1 的机器渗透市场时，他们又声称未来高性能的升级路线将是 Slot-2。Pentium II 可以对 64GB 的主存寻址，但是由于 Cache 的限制不能使用高于 512MB 的内存（真有这回事情??）。

The Pentium Pro

Pentium Pro 是作为 Intel 的第六代 x86 设计在 1995 年 11 月推出的——代号名称“P6”。Pentium Pro 在编程方面的增强较少，增加了 4 根地址线，一个大的 2 级缓冲。截至目前，Pentium 所有的编程特性方面的秘密都被透露了（参看 <http://www.x86.org>）。因此，Intel 放弃了将他们的新的 P6 编程特性作为秘密保守的念头。由于增加了 4 根地址线，Pentium Pro 可以寻址 64GB 的主内存空间。增加的 2 级缓冲使 Pentium Pro 获得了性能的极大提升，但是对于制造商来说，这是非常昂贵的方法。

Intel 继续尝试关闭他们的体系结构，以排挤和消灭他们的竞争对手。Intel 设法对 Pentium Pro 的封装上的 pin 脚获得了专利保护，因此绕过这些专利保护来克隆这些芯片

是非常困难的事情。但是 Intel 并没有满足。在被猜疑 Pentium Pro 永远无法达到他们的性能目标的情况下 Intel 推出了 Pentium II。Intel 声称 Pentium Pro 的 2 级缓冲不能以高于 200MHz 的速度运行，因此他们必须停止这个产品线的开发。Pentium II 不再使用 socket 作为微处理器的封装，而是引入了 Slot 这个概念。Pentium II 的 Slot-1 同时被众多的专利保护所缠绕，这就增加了以后的竞争成本。现在 Pentium Pro 已经灭亡（他们的竞争对手也不会克隆这款产品了），Intel 已经讽刺性的推出了支持全速 2 级缓冲的 400MHz Pentium II。

不考虑 Intel 在商业上的持续垄断，P6 产品线是繁荣和多样的。Pentium II 加入了 MMX 增强和多种 2 级缓冲配置。Intel 还建立了 Celeron 品牌去竞争低于 1000 美元 PC 市场。Xeon 被用来在具有 100MHz 系统总线的服务器市场上竞争。随着时间的前进，Intel 将会可能会基于 200MHz 系统总线的继续推出多样化 P6 家族的产品线。

Intel 的竞争者们走了与 Intel 不同方向的路。Intel 的竞争者们仍然采用与 Pentium 兼容的 Pin 脚定义。AMD 继续开发 K6 处理器，并加入了 MMX。Cyrix 在 MII 产品线中加入了 MMX 的增强。Centaur 的产品总是包含对 MMX 的支持。这三家公司联合他们的实力建立了一个通用指令集 MMX-3D 指令集扩展。所有的三家公司都声称计划建立 100MHz 系统总线，并整合 2 级缓冲（虽然 Intel 的 Fred Pollack 公开声称整合 2 级缓冲在电器上是不可能的）。

The Pentium

Pentium 处理器是 Intel 后继 x86 处理器的先驱。Pentium 的名字意味着 80x86 命名法的终结，并丢弃了一个与 AMD 有争论的商标。Pentium 处理器包含了多于一个的执行单元——这是它成为了超标量体系结构。Intel 不再需要（也不想）能够制造他们的处理器的第二货源了，Intel 想独揽所有的利润。Pentium 同时还增加了很多编程增强特性，并且 Intel 尝试

对他们保密。

Intel 迅速的扩充了 Pentium 的产品线。最初的 Pentium 运行在 60 或者 66MHz，稍后，Intel 就推出了这个处理器的 90，100，120，133MHz 的版本。接着 Intel 推出了应用于笔记本电脑的 Pentium 的低功耗版本。最后，Intel 推出了加入 MMX 的处理器。

AMD 和 Cyrix 不会坐视 Intel 扩展和控制市场。AMD 推出了 K5 处理器——他们内部设计的第一个 x86。但是，K5 已经落后于市场了，运行速度非常慢。为了解决 K5 的冷遇，AMD 购买了 Nexgen 公司。Nexgen 建立了他们自己的 x86 兼容处理器，命名为 Nx586。当购买的时候，Nexgen 已经完成了他们下一代处理器的内核设计，即 Nx686。AMD 使用 Nx686 的内核建立了成功的 K6 处理器。同时 AMD 也继续保持处理器对 MMX 和其它增强特性的支持。

在 Cyrix 推出 6x86 时，6x86 与 Pentium 是 Pin 脚兼容的。虽然 6x86 的命名法容易让人认为这是第 6 代（Pentium Pro）兼容的处理器。6x86 同样推出了增强了 MMX 指令的 6x86MX。为了获取更多的市场份额，Cyrix 继续增强他们的芯片。在 Pentium 时代，一个新的 Intel 竞争者出现了。Centaur Technologies (a wholly owned subsidiary of IDT) 建立了一个快速的、偏移的、稍微节点的 Pentium 兼容芯片。Centaur 关注于低段（低成本）市场。一些业界资深人士称这种策略为“bottom-feeding”（是不是就是薄利多销的意思？）。但是，随着低于 1000 美元 PC 市场的整合和压倒性的普及，Centaur 很可能会笑到最后。

The 80486

80486 在 80386 处理器基础上有一些增强。486 家族最明显的增强是将 80387 数字协处理器整合进了 80486 的内核逻辑。现在所有需要数字协处理器的程序都可以直接在 80486 上运行，而无需升级昂贵的硬件（指数字协处理器）。

就像 80386 SX，Intel 决定推出 80486 SX 作为 80486 DX 的低成本版本。但不幸的是，

Intel 选择让那些处理器既不是 Pin 脚兼容，也不是百分之百的软件兼容。不同于 80386SX，80486SX 享用了它的 DX 副本的所有的数据总线和地址总线。作为替代，Intel 去除了数字协处理器，这样使 80486 SX 的软件对它的 DX 副本有一些不兼容。为了让问题变的更复杂，Intel 推出了 80487 SX——80486SX 的算术协处理器。Intel 使销售者深信在主板上包含一个新的可以安装 80486 SX 和 80487 SX 的 socket 槽作为一个昂贵的硬件升级选项。不为消费者所知的是，80486SX 是一个没有算术单元功能的 80486 DX（虽然这个芯片的后继版本确实将算术单元去掉了）。80487 SX 是完全的 80486 DX，并在封装上有一些重新定位的 pin 脚——以防止用户使用更便宜的 80486 DX 作为升级的选择。从这个角度来说，Intel 玩了一次市场的鬼把戏。Intel 将 80487SX 作为 80486SX 的算术协处理器上市销售。实际上，80487SX 当安装以后就会从电器上 disable 了 80486SX，所以这就让这个芯片（我觉得应该是指 80487SX）非常的热。但是，用户们从不知道甚至没有怀疑过 Intel 玩了这么一套把戏。

就像 80386 那样，Intel 开始提供多样化的 80486。低功耗版本的芯片推出了。80486 SL 随着 80386SL 推出了，作为一种集成的、低功耗的芯片应用在笔记本电脑上。80486 DX2 和 DX4 也推出了，分别提高了 2 倍和 3 倍的内核时钟频率。在稍后版本中的 DX4 中也引入了 SL 的节点特性。最后，在 Intel 推出 Pentium 芯片后，他们生产了同 486pin 脚兼容的 pentium 版本。他们称这种芯片为超速处理器（"*overdrive*" processor.）。

另一方面，AMD 和 Cyrix 继续从事他们自己的 486 兼容芯片的解决方案。AMD 推出了很多 Am486 系列产品。Cyrix 继续以他们自己的命名方式称为 80486 兼容的 Cyrix 5x86 芯片。TI 继续制造 Cyrix 的芯片，并且最终开始设计他们自己内部的微处理器（虽然最后这种努力失败了）。UMC 进入了 CPU 市场，但是由于侵犯专利的问题而最后退出了。IBM 开始为 Cyrix 制造芯片，并且仍然继续从事他们自己的微处理器设计（蓝色闪电“Blue Lightning”系

列)。

80386 处理器

1985 年，Intel 推出了 80386（类似之前的 80286）。80386 对特定的编程和寻址特性进行了增强。增强了保护模式以允许在保护模式和实模式之间转换（而不需要象 80286 那样 reset 处理器）。并引入了另一个新的操作模式（v86 模式）以允许 DOS 程序在保护模式环境下运行。寻址能力被大大增强至 32 位，因此使 80386 具有了 4GB 的内存寻址能力。

同样象 80286 一样，80386 在推出后较长的一段时间都没有被任何的计算机系统采用。直到 Compaq 作为第一个主流的计算机公司推出了基于 80386 的计算机——为了在市场上反击 IBM。对于家庭和商业计算机用户，80386 享受了相当长的生命周期。这得益与他对编程的扩展支持——具有了建立一个保护模式的操作系统以利用所有 4GB 内存的优势，并且同时还可以运行以前的 DOS 程序。

在 80386 推出之后，Intel 推出了 80386 SX。为了避免混淆，Intel 将 80386 重新命名为 80386DX。SX 是一个精简成本的 80386（16 位数据总线和 24 位地址总线）。16 位数据总线意味着 80386SX 相比于 DX 的副本而言内存吞吐量要低一些，同时 24 位地址总线意味着 SX 只能寻址 16MB 的物理内存。如果不考虑数据总线和地址总线的差别，SX 和 DX 对于彼此的软件是完全兼容的。Intel 也推出了 80376 作为 80386 家族的一部分。376 是一种仅仅运行在保护模式下的 80386SX。

在 386 盛行期间，基于 80386 的计算机开始发展了。芯片组厂家开始幻想他们可以帮助提高计算机的性能，这样好让他们的产品具有竞争优势。这里的技术革新之一就是 cache 的推出。芯片组中的内存 cache 将会在 Intel 的未来产品计划中扮演异常重大的角色。首先，Intel 推出了 cache。之后，他们将 cache 集成到了微处理器内部。Intel 同样进行了他们失败的第

二次的芯片整合的尝试。80386 SL 在微处理器中集成了核心逻辑、芯片组功能和节电特性。在此期间，随着个人电脑（PC）的普及，特别是他们的 Intel 微处理器，吸引了大量的厂家要从 Intel 的市场中分一杯羹。AMD 开始了他们自己的 x86 微处理器分支，IIT 开始复制 Intel 的算术协处理器。别的小新兴公司，如 Cyrix 和 Nexgen，决心也去设计他们自己的 Intel 兼容的微处理器。这些公司的强烈热情对于 Intel 来说是很大的挑战。于是过了不久，Intel 开始评价他们自己对这个产业的统治力——决心排除别的竞争者。因此，Intel 开始了一系列被视为反竞争和违法的商业运作。

尽管如此，很多 80386 复制品还是不顾 Intel 的行为出现了。AMD 将 Am386 微处理器（主频从 16MHz 到 40MHz）推上了市场，而且他还有可能将芯片的时钟频率提高到 80MHz。IBM 推出了 386SLC，这是一款整合了 8KB cache 的具有低功耗特性的 386。IBM 还建立了别的 386/486 混合芯片——一些同 Intel 的具有 Pin 脚兼容，而另一些则不是。Cyrix 推出的 386Pin 脚兼容的 CPU 却将其称为 486（这种命名法现在还在使用），这震惊了每一个人。德州仪器（TI）公司仍然是 Cyrix 的制造商，并经过谈判拥有了按照他们自己的商标生产芯片的权利。最后，TI 生产出了他们自己特性的芯片（基于 Cyrix 内核）。

80286 处理器

1982 年，Intel 推出了 80286。这是第一次 Intel 没有同时推出该处理器的 8 位总线版本（例如 80288）。80286 引入了一些微处理器特有的扩展。Intel 继续扩展了指令集；但是更醒目的是 Intel 增加了 4 条地址线和一种称为“保护模式”的新操作模式。地址线的数目直接关系到微处理可以访问的物理内存的容量。8086、8088、80186、80188 都包含 20 根地址线，因此这些处理器具有 1MB 的寻址能力。80286，由于具有 24 根地址线，因此拥有 16MB 的寻址能力。

80286 指令集中引入的新指令大多数都是用来支持新的保护模式的。实模式仍然被限制访问 1MB 的物理地址（象 8086 那样）。因此一个程序如果不使用保护模式就无法利用 16MB 寻址空间的优势。不幸的是，保护模式不能运行真正的实模式 DOS 程序。这些限制阻碍了主流消费者采用 80286 编程扩展的尝试。

IBM 被 IBM PC 的巨大成功所刺激，决心在他们下一代的计算机——IBM PC-AT 中使用 80286。但是 PC-AT 直到 1985 年才推出——这时 80286 已经推出 3 年了。

在 80286 时代，第一个“芯片组”被推出了。计算机芯片组就是替换原先大量外围芯片的一组芯片，明确包含有明确的功能。Chips and Technologies 变成了第一个芯片组公司。就像 IBM PC，PC-AT 在家用和商用市场获得了巨大的成功。Intel 连续的第二次成功确保了他们对于计算机产业的芯片基于了足够的支持。Intel、IBM、Harris 成为了知名的 OEM 80286 芯片生产商；同时 Siemens（西门子）、Fujitsu（富士通）和 Kruger 或者克隆复制了他们，或者成为了替补货源。在这众多的制造者中，80286 的主频被赋予了 6MHz 到 25MHz 不等。

80186 / 80188 处理器

Intel 继 8086 和 8088 之后，推出了 80186 和 80188。这些处理器引入了新的指令、新的容错保护，并开始了 Intel 的众多失败的 x86 芯片整合游戏的第一次。

新的指令和容错的增加是 8086 和 8088 逻辑上的发展。Intel 增加了可以方便低级语言（汇编语言）程序员的指令。Intel 也增加了一些容错保护。最初的 8086 和 8088 在遇到无效的指令时会被挂起。80186 和 80188 增加了将这种情况中断（trap）并尝试一些解决办法的方法。80186/80188 整合了中断控制器、内部计时器、DMA 控制器、时钟产生器和别的逻辑内核。在这个芯片生命周期的头十年，他被以各种方式生产着。不幸的是，这个芯片跟不上很多硬件制造商；因此预示着 Intel 第一次的 CPU 整合的失败。但是这个芯片在嵌入式系统世界获得了

极大的成功。如果你看看你的高性能磁盘驱动器，或者磁盘控制器，你很可能会看到 80186 仍然在使用之中。

最后，许多嵌入式处理器厂家开始生产作为 Intel 产品的替代货源，或者复制了他们自己的版本。在众多厂家之间，80186/80188 的主频从 6MHz 到 40MHz 之间不等。

8086 / 8088 处理器

8086 和 8088 彼此之间是二进制兼容的，但是不是 pin 脚兼容的。二进制兼容意味着这两款处理器可以运行同一个程序（而不需重新编译）。Pin 脚不兼容意味着你不能把 8086 插入到 8088 的主板上并指望它正常工作。新的 x86 芯片实现了一种复杂指令集计算机（CISC）的设计方法论。

8086 和 8088 都是具有 20 根地址线。地址 pin 脚的数目决定了一个微处理可以访问的地址空间的容量。二十根地址线让这些微处理器具有总共 1MB 的地址空间。

8086 和 8088 具有不同的数据总线宽度。数据总线宽度决定了微处理器每一个时钟周期可以读取多少字节的数据。8086 提供了 16 位数据总线，而 8088 提供了 8 位数据总线。IBM 在 IBM PC 的实现中使用了 8088，这降低了成本和设计的复杂度。

在 IBM 推出 IBM-PC 的时候，羽翼尚未丰满的 Intel 公司竭尽全力去满足不断膨胀的个人电脑产业的生产线上对芯片的需要。因此为了确保对 PC 业提供有效的支持，Intel 将这些芯片的装配权赋予了 AMD、Harris、Hitachi、IBM、Siemens 和其它可能的公司。在这些厂家之间，8086 的运行速度从 4MHz 到 16MHz 不等。

过了没有多久，业界就开始克隆复制 IBM-PC。很多公司都进行了尝试；但是大多数公司都失败了，因为他们的 BIOS 同 IBM-PC 的 BIOS 不兼容。Columbia、Kayro 和别的公司，又有他们都不是完全兼容 PC 的所有最后都没有进入主流。随着 Compaq 可移植计算机的推出，

Compaq 公司突破了 this 兼容瓶颈。Compaq 的成功创建了今天现代计算机工业的转折点。

NEC 在他们的 V20 和 V30 设计中第一个“克隆”了 Intel 的这个新芯片。V20 与 8088 是 Pin 脚兼容的，而 V30 与 8086 是 Pin 脚兼容的。当运行在相同的时钟速度时，V 系列大约比 Intel 的芯片快 20%。因此，V 系列芯片给 IBM-PC 的用户和别的 IBM-PC 兼容厂家提供了一个便宜的升级方法。V 系列芯片非常有趣。这些芯片在 1985 年与 Intel 推出 80386 的同时推出了。这距 80386 引入生产还有很多年，这时 80286 刚刚开始被 IBM-PC/AT 接受。即使这样，这些芯片对于 8086 和 8088 都是 Pin 脚兼容的，他们也对其体系结构进行了一些扩展。他阿母女具有 80186/80188 上所有新指令的特性，并具有运行在 Z80 模式下的能力（直接运行针对 Z80 微处理器的程序）。

x86.org 的 PC 处理器术语表

(为了确保愿意准确, 此文不做翻译)

CISC

Complex Instruction Set Computer. A CISC microprocessor is one in which the number of bytes needed to represent the opcode instruction is not a fixed, regular length (for example, 32-bits each). (See also RISC, EPIC, and VLIW.)

Opcode

The data that represents a microprocessor instruction.

RISC

Reduced Instruction Set Computer. A RISC microprocessor that has fewer, simpler instructions than its CISC counterpart. RISC instructions perform simple, rudimentary functions. The simplicity of these instructions results in a very simple microprocessor design that can execute very fast. RISC instructions are typically characterized by fix length instruction sets (for example, all instructions are 32-bits each). (See also CISC, EPIC, and VLIW.)

EPIC

Explicitely Parallel Instruction Computing. EPIC is a fancy acronym that Intel invented to obfuscate the fact that they do not want the public appearance that their Merced microprocessor is actually a VLIW design. After all, Intel didn't invent VLIW, therefore they don't want to be publicly associated with a VLIW

design.

VLIW

Very Long Instruction Word. A microprocessor that packs many simple RISC-like instructions into a much longer internal instruction word format. A VLIW microprocessor will usually have execution units, capable of executing all of the instructions contained in the instruction word, in parallel.

MMX

Multi-Media eXtensions. Intel claims that "MMX" is not an acronym, meaning "Multi-Media eXtensions" because they have filed for a trademark under this name. In reality, MMX instructions are intended to enhance programs that have multi-media capabilities.

Address Lines

The number of address lines, or "address pins" on a microprocessor determine how much memory the chip can address. The amount of addressible memory can be calculated as $2^{\text{address_lines}}$ (two raised to the power of the number of address lines). A microprocessor with 32 address lines can address 2^{32} bytes of memory (4 G Bytes).

Cache

A cache is a bank of high speed memory that stores the most recently accessed code and data. When the microprocessor requests data that is in the cache, the amount of time to retrieve the data is many times less than the amount of time needed to access main memory. Many microprocessors have a cache inside of the

chip itself. In some cases, there is a cache for the cache (known as a 2nd-level cache). A cache may hold code, data, or even recently accessed data on a hard disk. In general, a cache can be created for faster access to any slower device, be it main memory or hard disks.