

第三章 计算机硬件系统

3.1 计算机硬件系统的体系结构

3.2 系统单元

3.3 输入输出系统

3.4 输入设备

3.5 输出设备

3.6 辅助存储设备

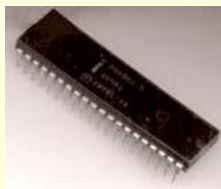
3.1 计算机硬件系统的体系结构

1.微处理器

- 什么是处理器(processor)?
 - 能高速执行指令，完成二进制数据的算术或逻辑运算和数据传送等操作的部件，特点是：
 - 由数字电路组成，结构非常复杂
 - 所有电路都制作在大规模集成电路芯片上(仅几个平方厘米)，称为“**微处理器**” (microprocessor)



Intel 4004 chip



Intel 8080 chip



什么是中央处理器(CPU)?

- 计算机中通常有多个不同的处理器，各有不同的分工和任务
- 用于执行系统软件和应用软件的处理器称为**CPU**，**CPU**是计算机必不可少的核心组成部件
- 多数个人计算机只有**1个CPU**，但有一些计算机包**含有2个、4个、8个甚至成百上千个CPU**

如何衡量CPU的性能？

- 计算机的性能主要表现在程序执行速度的快慢，它由许多因素决定，例如**CPU**、内存、硬盘、显卡等，但通常**CPU是主要因素**
- **CPU**性能高低的主要指标是**CPU的速度**，有2种衡量方法：
 - **字长**
CPU可同时处理的数据位数

■ 系统时钟

系统时钟定时发出脉冲，控制**CPU**的处理过程。
系统时钟的工作频率称为“主频”，单位是**MHz**

1MHz = 100万赫芝

■ 运算速度

- 计算每秒钟可执行的指令数目（单位：**MIPS**、**MFLOPS**）
- 使用常用软件（办公软件、数字媒体处理软件和**3D**游戏等）的执行速度来衡量**CPU**的性能

影响CPU性能的主要因素(之一)

- **CPU的字长（位数）**
 - 目前**PC**使用的**CPU**大多是**32**位处理器，新一代的**PC**机将使用**64**位处理器
- **主频（CPU时钟频率）**
 - 主频提高，**CPU**的处理速度通常也会加快
- **CPU总线（前端总线）的速度**
 - **CPU**总线速度决定了**CPU**与内存间数据传输速度的快慢
- **高速缓存（cache）的容量与结构**
 - **cache**容量越大、级数越多，其效用就越显著

影响CPU性能的主要因素(之二)

■ CPU的指令系统

- 指令的格式和功能会影响程序的执行速度

■ CPU的逻辑结构

- CPU包含的定点运算器和浮点运算器数目
- 是否流水线结构，流水线的条数和级数
- 有无指令预测和数据预测功能
- 是否具有数字信号处理功能
- 是否多核，有几个内核
-

补充：CPU速度与主频的关系

CPU主频(MHz)

CPU的内部频率。它决定着CPU内部数据传输和指令执行的每一步的时间。显然，CPU的工作频率越高，它的处理速度就越快。

CPU速度 = 主频 * IPC(每个时钟可执行的指令条数)

注意：

主频为2G的CPU速度≠主频为1G的CPU速度的2倍

Intel的2G主频CPU的速度≠AMD的2G主频CPU的速度

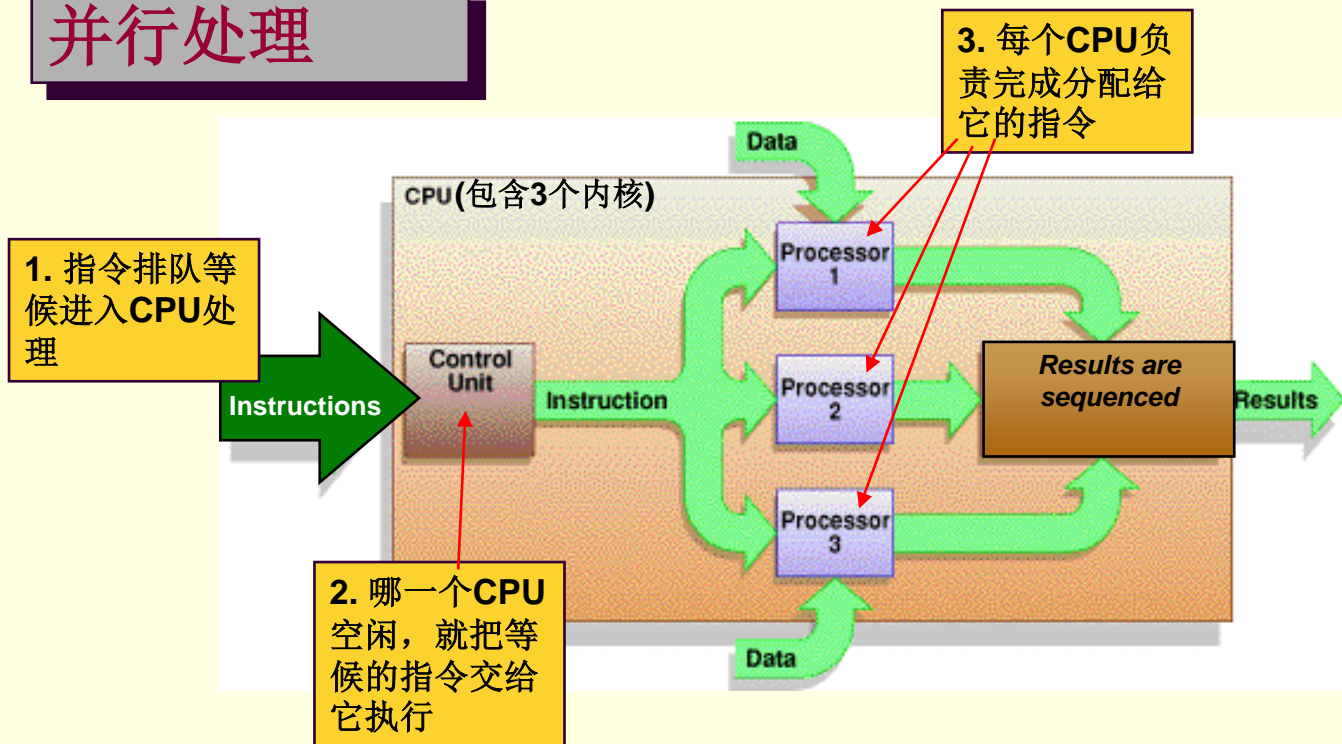
CPU总线频率(MHz)

CPU和外界交换数据的工作频率，是CPU的外部频率。

主频 = 外频 * 倍频

提高计算机速度的有效途经

并行处理



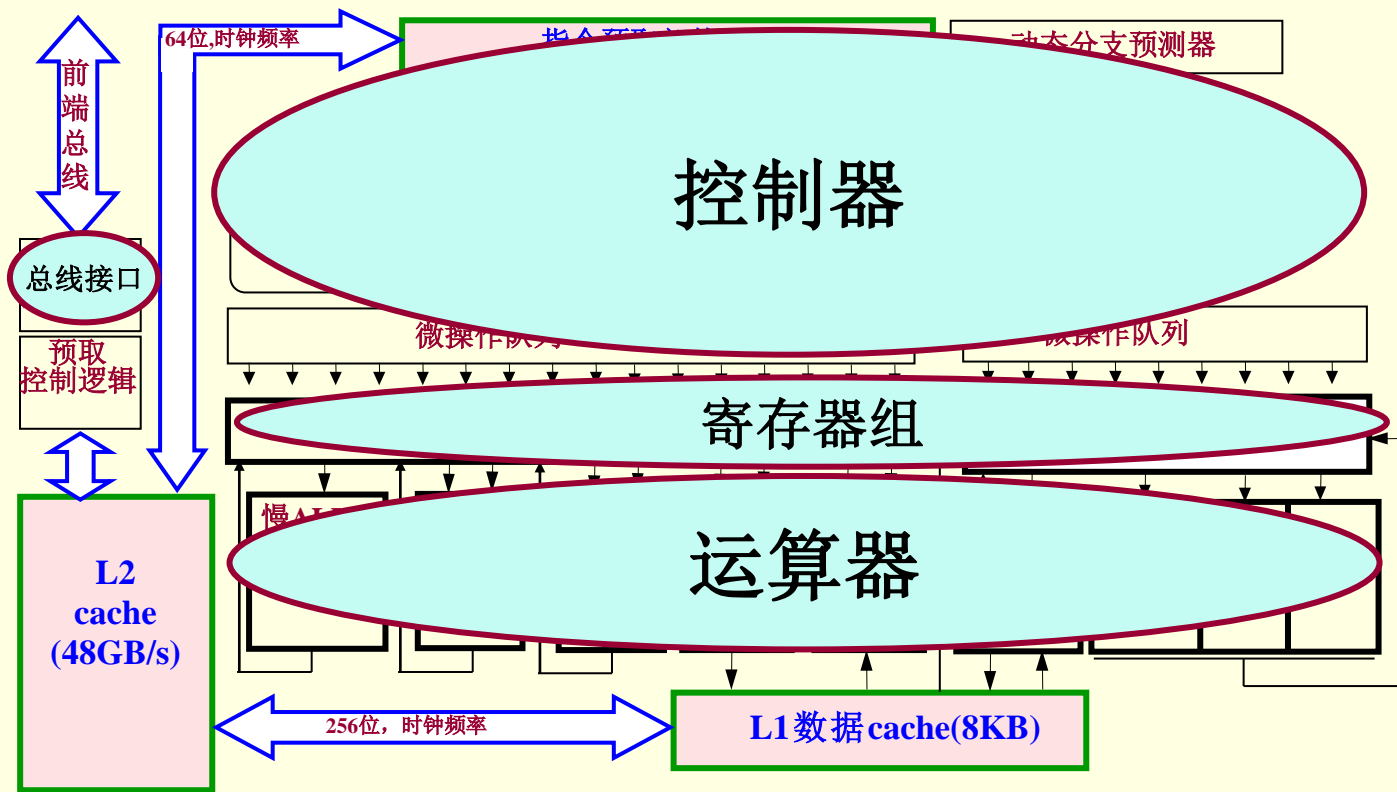
Intel 微处理器主要技术参数比较

处理器 主要参数	8080	8086	80286	80386	80486	奔腾	高能奔腾	奔腾II	奔腾III	奔腾4
推出时间(年)	1974	1978	1982	1985	1989	1993~96	1995~97	1997-98	1999-2003	2000-2006
主频 (MHz)	2	4.77	6-20	16-33	33-100	60-200	150-200	233-333	450-1400	1500-3800
前端总线频率 (MHz)	2	4.77	6~20	16~33	25或33	50或66	66	66	100或133	400, 533或 800, 1066
外部数据线数 目	8	16	16	32	32	64	64	64	64	64
地址线数目	16	20	24	32	32	32	36	36	36	36
存储器空间大 小	64K	1MB	16MB	4GB	4GB	4GB	64GB	64GB	64GB	64GB
晶体管数目(万)	0.45	2.9	13.4	27.5	120	310	550	750	950	4200
制造工艺(μm)	6	>2	1.5	1.5~1.0	1.0~0.8	0.8~0.35	0.6-0.35	0.35-0.25	0.25-0.13	0.13~0.065
芯片引脚数目	40	,40	68	132	168	273或296	387	242	370	478或775

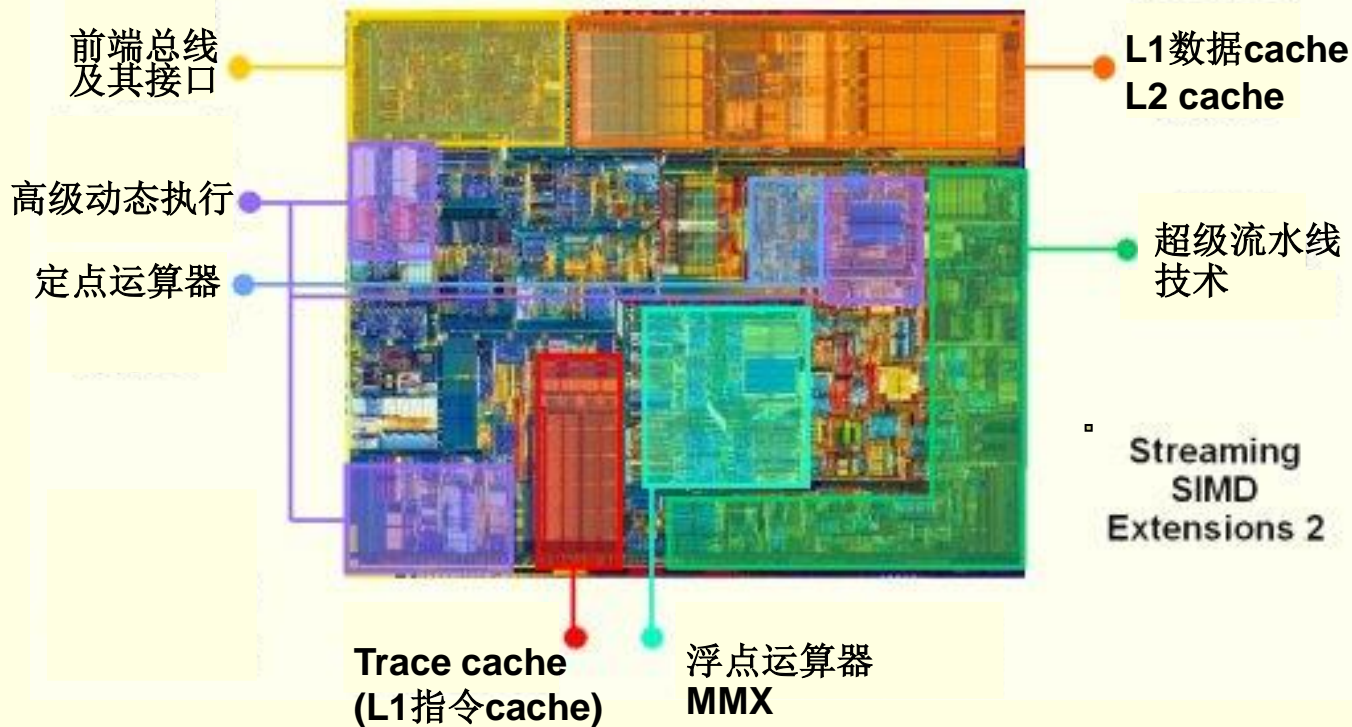
附： Pentium4的逻辑结构

- 寄存器组与CPU字长
- 超标量结构ALU
- 流水线处理技术
- SIMD技术
- EM-64T
- 超线程技术
- 双核与多核技术

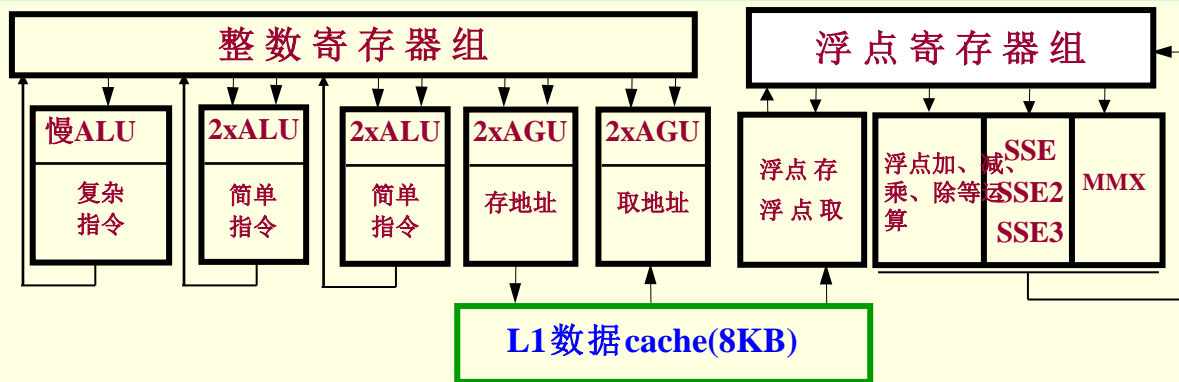
Pentium 4 处理器的逻辑结构



Pentium 4 处理器的芯片布局



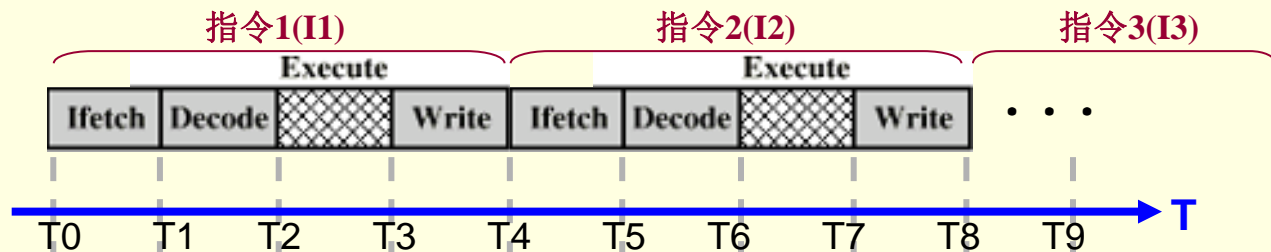
Pentium 4的超标量结构运算器



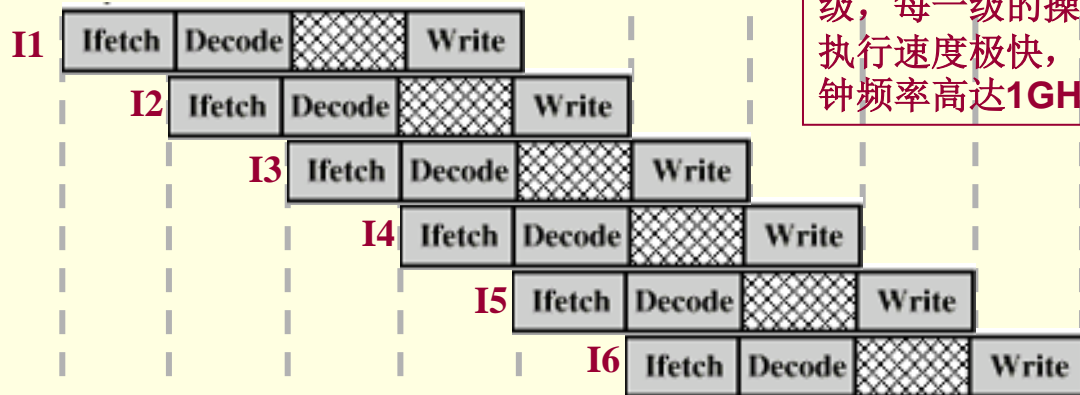
- 采用超标量（**superscalar**）结构，一共包含**9个ALU**，均可同时工作：
 - **2个高速整数ALU**(每个时钟周期进行**2次**操作)，用于完成简单的整数运算(如加、减法)
 - **1个慢速整数ALU**(需要多个时钟周期才能完成**1次**操作)，用于完成整数乘、除法运算
 - **2个地址生成部件（AGU）**，用于计算操作数的有效地址，所生成的地址分别用于从内存存取操作数或向内存保存操作结果
 - **1个ALU**用于完成浮点操作数地址的计算
 - **1个ALU**用于完成浮点加法、乘法和除法运算
 - **1个ALU**用于执行流式的**SIMD**处理（**SSE/SSE2/SSE3**指令）
 - **1个ALU**用于完成多媒体信号处理（**MMX**指令）

指令的流水线执行

指令的顺序执行：



指令的流水线执行：



Pentium 4的流水线分成**20**级，每一级的操作都很简单，执行速度极快，因而允许时钟频率高达**1GHz**以上

双核处理器出现的背景

- 提高主频来提升处理器性能的瓶颈是散热问题：
 - **3.2GHz** 的 **Pentium 4** 处理器功率超过 **100W**，内核温度达摄氏 **70度**
 - 提升到 **4.0GHz** 时功率会达到 **150W**，散热问题更难处理
- 超线程技术虽然可以提高执行部件的使用效率，但有一定开销，对于单线程的软件反而降低了效率
- 集成电路制造及封装技术的进步，有能力把 **2个** 甚至更多个处理器做在 **1个** 芯片内

双核处理器

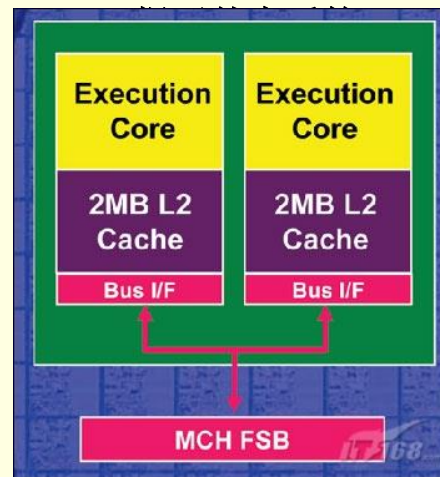
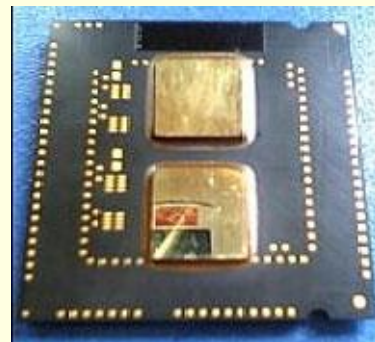
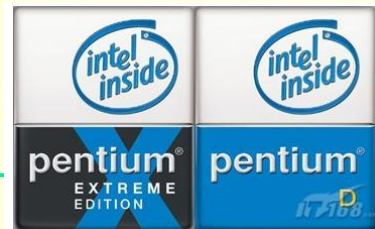
- 1个芯片中有两个功能相同的处理器(内核), 在操作系统看来, 系统中有2个物理处理器
- 2个内核可以各有自己的L2 cache, 但必须保证其中的信息完全一致, 否则就会出现运算错误 (由955X芯片组中北桥芯片负责), 也可以共享同一个L2 cache
- 用途: 面向计算密集型应用和娱乐发烧友
- 产品:

独立
cache

- Pentium D(不支持超线程技术)
- Pentium Extreme Edition(至尊版)支持HT, 最多可作为4个处理器用

共享
cache

- 酷睿™ (Core Duo)双核处理器(嵌入式应用和笔记本): 不支持HT和64位扩展
- 酷睿2 (Core 2 Duo)双核处理器: 支持EM64T



小结：Pentium4提高速度的措施

- 扩展CPU的字长：64位存储扩展
- 提高CPU的主频：已经从1.5GHz逐步提高到3GHz以上，目前最高已经接近4GHz；
 - 加快CPU前端总线的数据传输速度：
 - CPU总线宽度增加为64~128位
 - CPU总线频率从400MHz、533 MHz提高到800MHz和1066MHz
 - 因此，传输速率也相应地从3.2GB/s、4.3GB/s提高到6.4GB/s和8.6GB/s
- 采用cache存储器
 - 增大cache容量：L2 cache的容量从256KB也已经增大为1MB或2MB
 - 增加cache的级数：有些处理器采用L3 cache
- 采用超标量运算器结构和超流水线技术
- 提供和支持向量运算指令（SIMD指令）
- 采用超线程技术，提高执行部件的工作效率
- 采用双(多)核处理器技术

2.CISC与RISC

每种CPU都有自己的指令系统，根据指令系统的设计风格可分为两类：

- **CISC**(Complex Instruction Set Computer**复杂指令集计算机**) 典型产品：Pentium CPU
- **RISC**(Reduced Instruction Set Computer**精简指令集计算机**) 典型产品：PowerPC CPU

-
- 视频:
 - 人类历史上最复杂的工艺——如何制造一块芯片？
 - <https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&vid=16227586644802896097>
 - 芯片90%依赖进口，不害怕美国“卡脖子”？应对方法值得我国借鉴
 - <tps://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&vid=11923662109901884507>
 - 28nm和14nm国产芯片要来了，或将分别在今年和明年实现量产
 - <https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&vid=8534797563466978172>

-
- 一分钟了解量子芯片
 - <https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&id=8130154520357783930>
 - 零基础装机教学视频，不会装机过来看看，装机真的不难
 - [**https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&id=10620040353302264924**](https://haokan.baidu.com/v?pd=wisenatural&id=10620040353302264924)