

计算机组成原理与系统结构

第五章 存储体系

<http://jpkc.hdu.edu.cn/computer/zcyl/dzkjdx/>





第五章 存储体系

5.1

存储体系概述

5.2

主存储器

5.3

主存储器与CPU的连接

5.4

高速存储器

5.5

高速缓冲存储器 Cache

5.6

虚拟存储器

5.7

外存储器

5.8

存储保护

5.9

IA32 架构的存储系统举例

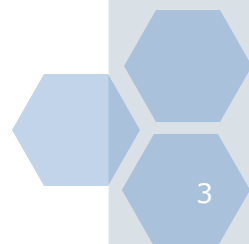
本章小结

BACK



5.6 虚拟存储器

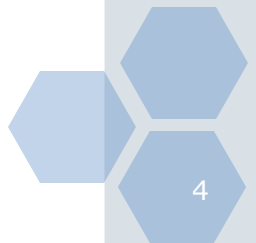
- ❖ 虚拟存储器：指存储体系中**主存 - 辅存层次**，由存储管理部件（**硬件**）和操作系统的存储管理**软件**共同支持，借助于硬盘等辅助存储器，具有**自动实现装入和替换功能**，能从逻辑上为用户提供一个**具有辅存容量、接近主存速度**的存储器。
- ❖ 虚拟存储区的容量与物理主存大小无关，而受限于计算机的地址结构和可用磁盘容量。





5.6 虚拟存储器

- ❖ 计算机中三种存储地址空间：
 - 主存地址空间：存放正在运行的程序和数据；**物理地址**
 - 虚拟地址空间：程序员编写程序时所使用的地址空间；**逻辑地址**
 - 辅存地址空间：存放暂时不用的程序和数据；





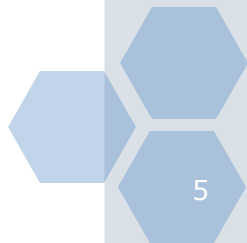
段式虚拟存储 哭

1、段式虚拟存储器

一个大的程序由逻辑上和处理功能相对独立的程序段、数据模块、函数等组成。

段是按照程序的这些逻辑结构划分的信息集合，可用段名或段号来标明，各段长度因程序而异。

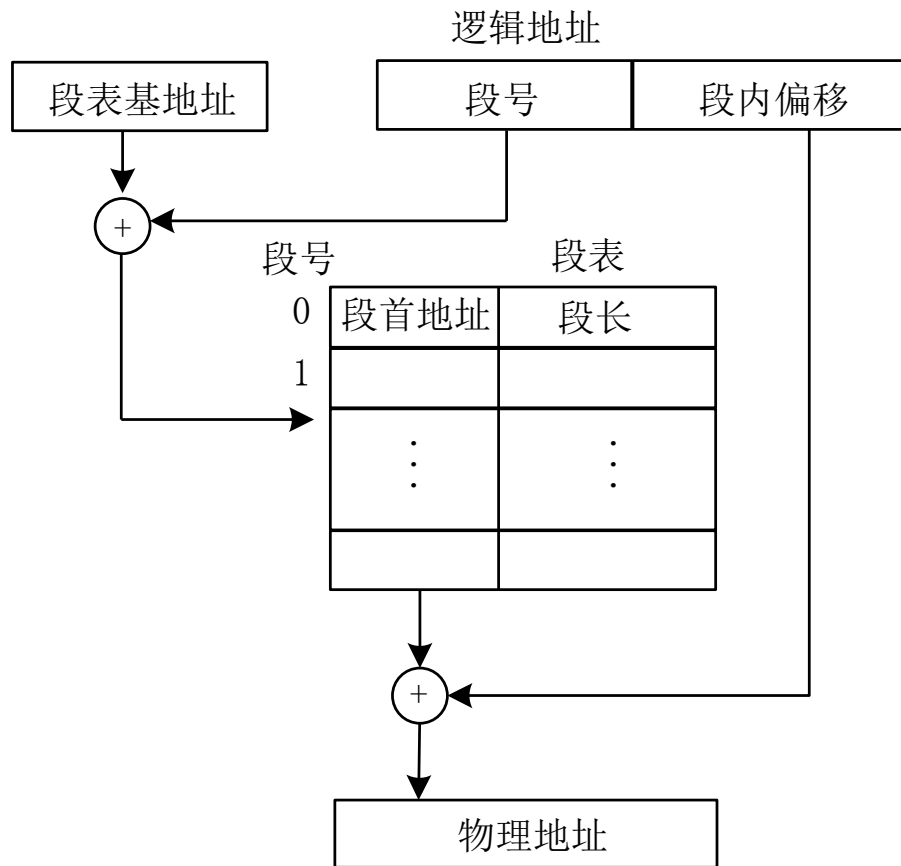
当运行程序时，把主存按段进行分配与管理，以段作为信息传送单位，实现主存—辅存之间的信息交换。称为段式存储管理。



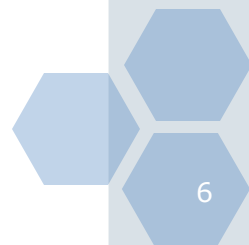


5.6 虚拟存储器

1、段式虚拟存储器



段式虚拟存储器中逻辑地址与物理地址的转换关系

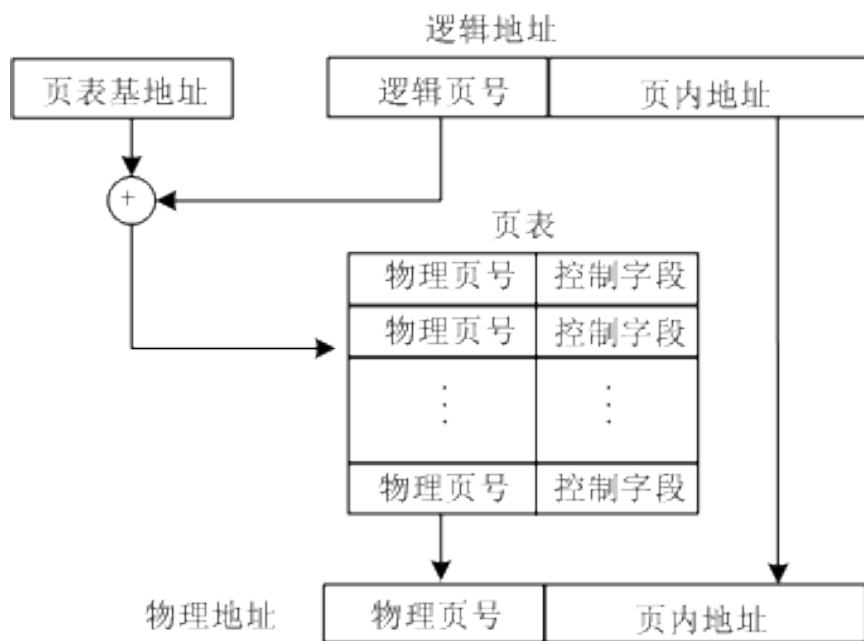




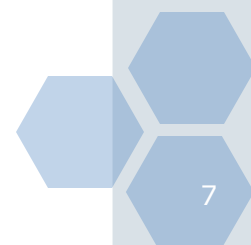
5.6 虚拟存储器

❖ 虚拟存储器的实现方式有三种：段式、页式或段页式

2、页式虚拟存储器



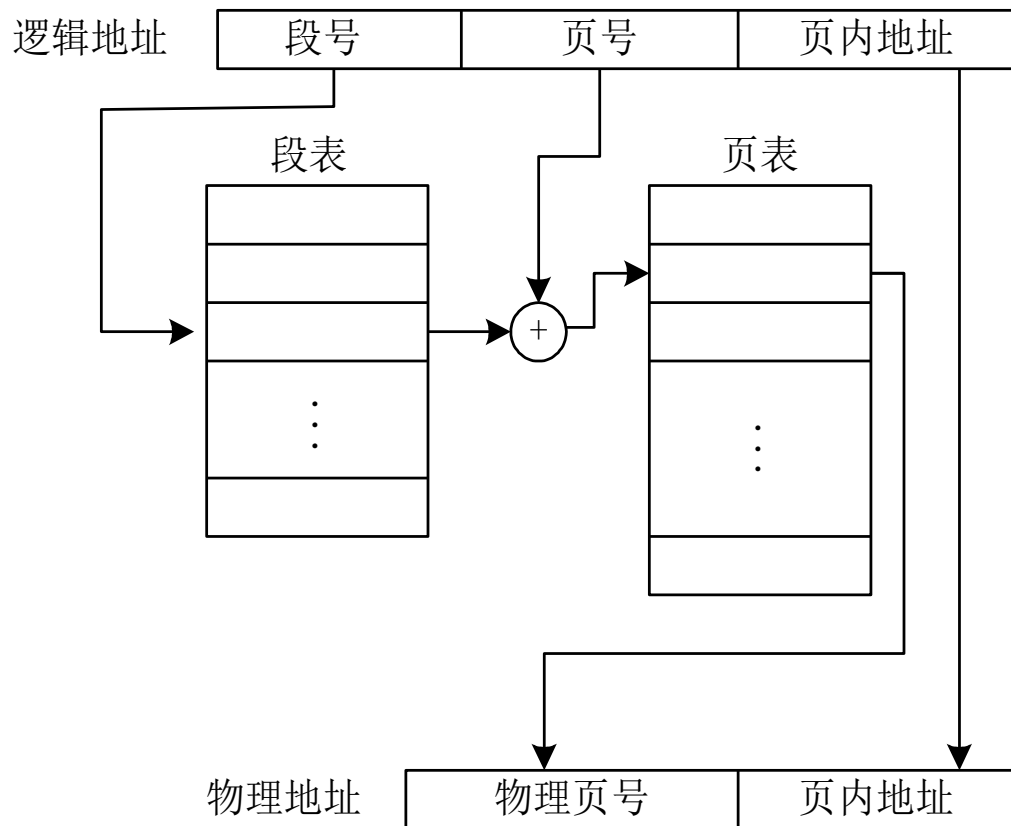
页式虚拟存储器中逻辑地址与物理地址的转换关系





5.6 虚拟存储器

❖ 段页式虚拟存储器



段页式虚拟存储器中逻辑地址与物理地址的转换关系



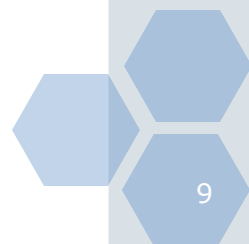


5.7 外存储器

❖ 常见的外存储器有磁盘、磁带、光盘等

❖ 特点：

- 大都采用磁性和光学材料制成。
- 与内存相比，容量大，价格低，速度慢。
- 在断电的情况下可以长期保存信息，所以称为**永久性存储器**。
- 一般为**顺序存取的存储器**，即访问所需时间与数据所在的地址相关。





5.7 外存储器



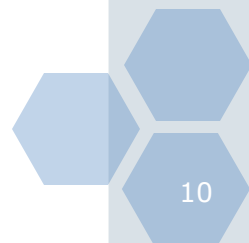
磁盘存储器



光盘存储器



闪存盘





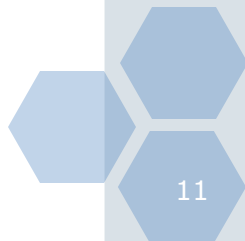
一、磁盘存储器

❖ 磁盘特点：

- 是微型计算机系统最重要的**外部存储器**。
- 同时它又是重要的**输入输出设备**，它即可作为输入设备，又可作为输出设备。
- 磁盘属于**磁表面存储设备**。它的信息存储是一种电磁转换过程，它是通过磁头与磁盘片的相对运动来实现。

❖ 磁盘存储器由**磁盘控制器、磁盘驱动器和磁盘盘片**三部分构成。

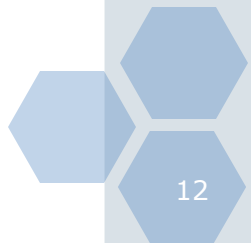
❖ 磁盘分为**软磁盘存储器**和**硬磁盘存储器**。





1、软磁盘存储器

- ❖ 软盘驱动器：软盘驱动器简称软驱。
 - 软驱是数据和程序进入微机的一个门户。
 - 现在的微机中常配置 3.5 英寸驱动器一个，其容量为 1.44MB，盘符为“A：”。
- ❖ 软盘盘片：记录信息的载体，使用塑料基底。
 - 信息的存储组织方式：是按磁道和扇区组织的。
 - 格式化：格式化就是对软磁盘划分磁道和扇区。
- ❖ 软盘的特点：
 - 优点：成本低，重量轻，价格便宜，便于携带
 - 缺点：存储容量小，且容易损坏。





1、软磁盘存储器

❖软盘数据定位：磁道号、记录面、扇区号

❖容量 = 记录面数 × 每面磁道数 × 每磁道扇区数 × 每扇区字节数（字节）

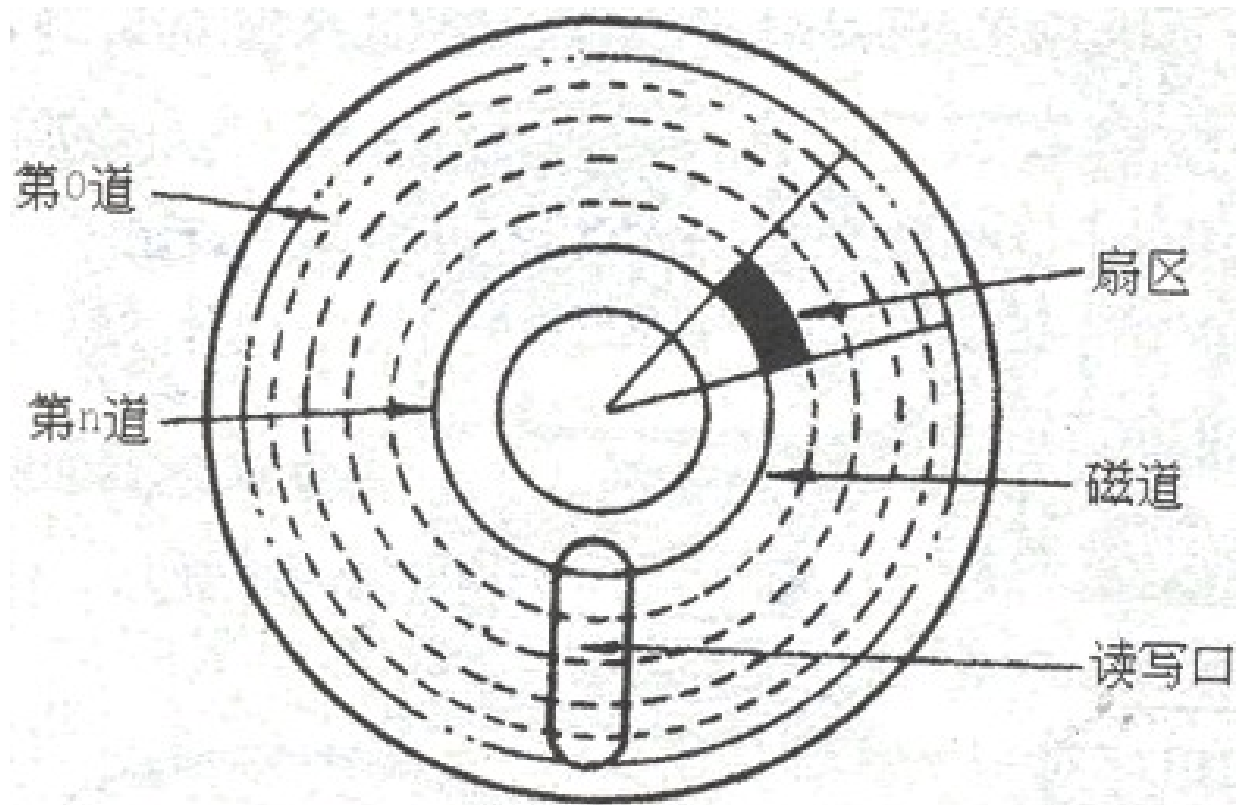
表 5-6 软盘片规格参数表

软盘片规格	面数	磁道/面	扇区/道	字节/扇	容量/KB
5.25 英寸双面双密	2	40 (0--39)	9 (1--9)	512	360
5.25 英寸双面高密	2	80 (0--79)	15 (1--9)	512	1200
3.5 英寸双面低密	2	80 (0--79)	9 (1--9)	512	720
3.5 英寸双面高密	2	80 (0--79)	18 (1--18)	512	1440
3.5 英寸双面超高密	2	80 (0--79)	36 (1--36)	512	2880

$$\text{容量} = 2 \times 80 \times 18 \times 512 = 1474560 \text{ (B)} = 1.44 \text{ (MB)}$$



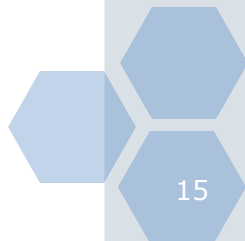
1、软磁盘存储器





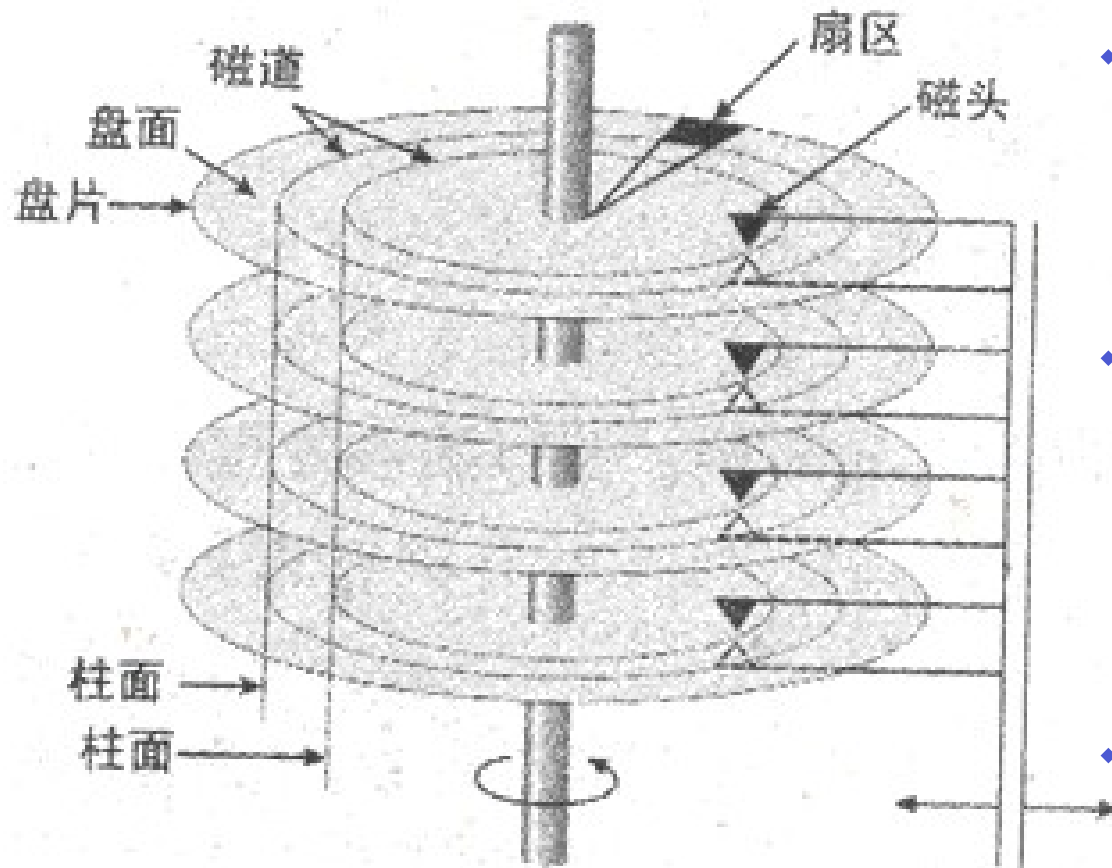
2、硬盘存储器

- ❖ 硬盘：也称固定盘。目前微型计算机中普遍使用了 3 英寸和 5 英寸硬盘，大都采用 **温盘**。
- ❖ 温切斯特（wenchester）技术：将盘片和驱动器密封在外壳内，在盘片飞速旋转时，磁头靠空气垫浮在盘片上。
- ❖ 硬盘的特点：
 - 优点：可靠性高，存储容量大，读写速度快，对环境要求不高。
 - 缺点：不便于携带，且工作时应避免振动。
- ❖ 硬盘盘片：按柱面、磁头号 and 扇区的格式组织信息。
- ❖ **硬盘接口**：用得较多的是 IDE 和 SCSI 接口





2、硬盘存储器

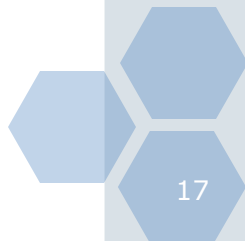


- ❖ **柱面**由一组盘片的同一磁道在纵向上所形成的同心圆构成。
- ❖ 每一个记录面上均有一个**磁头**，所有记录面上的磁头均固定在步进电机上。
- ❖ **数据定位：柱面号、磁头号、扇区号。**



2、硬盘存储器

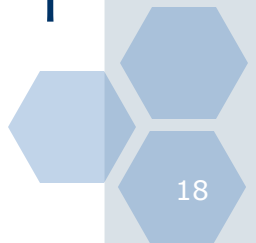
- ❖ 硬盘的盘符通常为“C：”，若系统配有多个硬盘或将一个物理硬盘划分为多个逻辑硬盘，则盘符可依次为“C：”、“D”、“E”、“F”等。
- ❖ 硬盘容量的计算公式为：
 - $\text{硬盘容量} = \text{磁头数} \times \text{柱面数} \times \text{每磁道扇区数} \times 512$
(字节)
 - $\text{硬盘容量} = \text{记录面数} \times \text{每面磁道数} \times \text{每磁道扇区数} \times 512$ (字节)





5.7 RAID 磁盘冗余阵列

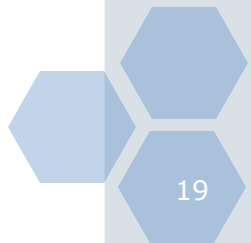
- ❖ Redundant Arrays of Independent Disk ,
- ❖ 独立磁盘冗余阵列（RAID）是在服务器等级用于**大容量数据**存储的公用系统。RAID 系统使用**许多小容量磁盘驱动器**来存储大量数据，并且使可靠性和冗余度得到增强。对计算机来说，这样一种阵列就如同由多个磁盘驱动器构成的一个逻辑单元。
- ❖ RAID 存储的方式多种多样。某些类型的 RAID 强调性能，某些则强调可靠性、容错或纠错能力。因此，可根据要完成的任务来选择类型。不过，所有的 RAID 系统共同的特点 -- 也是其真正的优点则是 " 热交换 " 能力：用户可以取出一个存在缺陷的驱动器，并插入一个新的予以更换。





二、光盘存储器

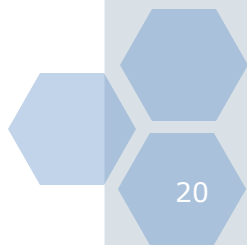
- ❖ **光盘的特点：** 存储容量大，价格低；不怕电磁干扰，存储密度高，可靠性高；存取速度不断提高
- ❖ **光盘分类：**
 - **只读式光盘 CD-ROM** （ COMPACT DISK READ ONLY MEMORY ）
 - **一次性写入光盘 WORM** （ Write-Once-Read- Many ）
： 用户可以写入一次，多次读取，但无法修改其中的数据。
 - **可擦除光盘 EOD** （ Erasable Optical Disk ）： 用户可以像用软盘一样对其进行多次读 / 写操作。
- ❖ **光盘的接口类型：** 常用的有  IDE 或 EIDE 接口





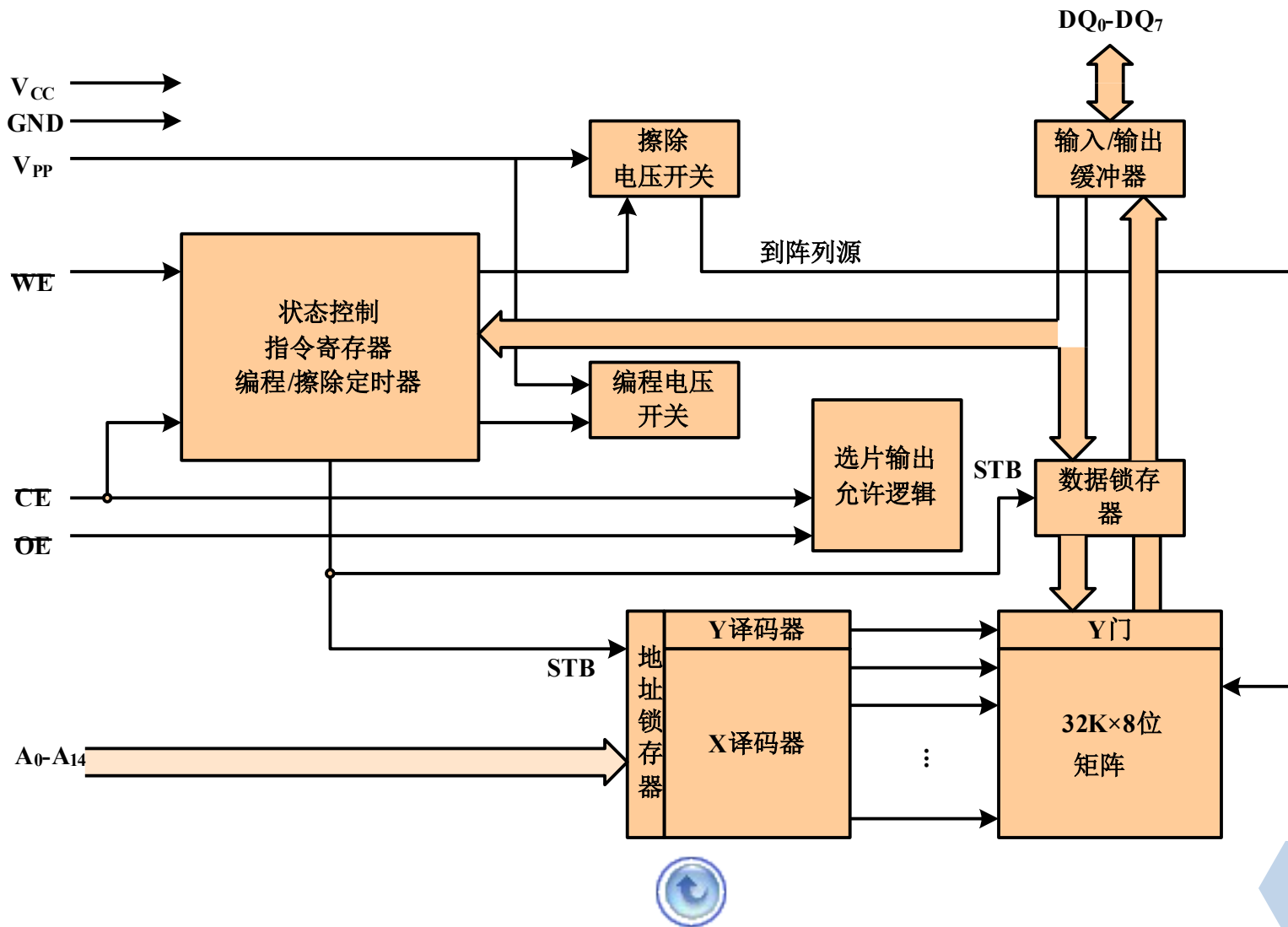
三、闪存盘

- ❖ 代表：USB 移动硬盘、U 盘等。
- ❖ 特点：非易失性、高密度、价格低廉、低功耗、便于携带等
- ❖ 工作原理：闪速存储器是在 EPROM 基础上增加了电路的电擦除和重新编程功能。
 - 只读状态：只能读出，写保护
 - 读 / 写状态：读、写。





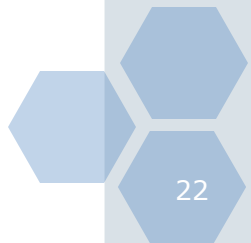
28F256A 逻辑框图





5.8 存储保护

- ❖ 存储保护包括两方面：存储区域保护和访问方式保护。
- ❖ **存储区域保护**：当多个用户共享主存时，应防止由于一个用户程序出错而破坏其他用户的程序和系统软件，以及一个用户程序不合法地访问不是分配给它的主存区域。
 - 在虚拟存储系统中，通常采用页表保护、段表保护、键式保护和环保护方法。
- ❖ **访问方式保护**：对主存信息的使用可以有三种方式：读（R）、写（W）、执行（E）





5.9 IA32 架构的存储系统举例

一

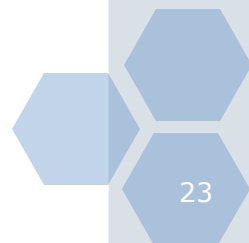
P6 微架构下的 Cache

二

Intel NetBurst 微架构下的 Cache

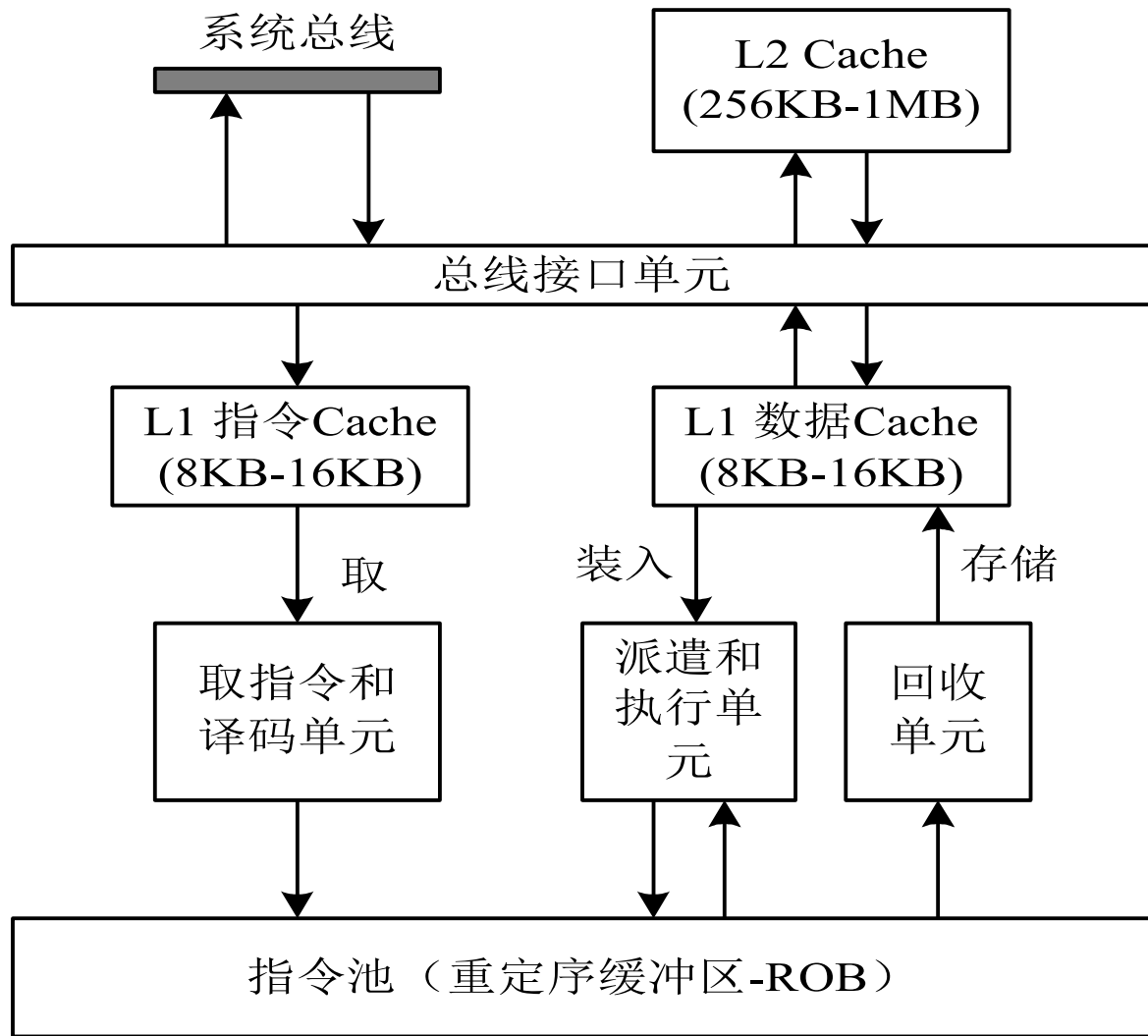
三

Intel Core 微架构的多核高效内存管理技术





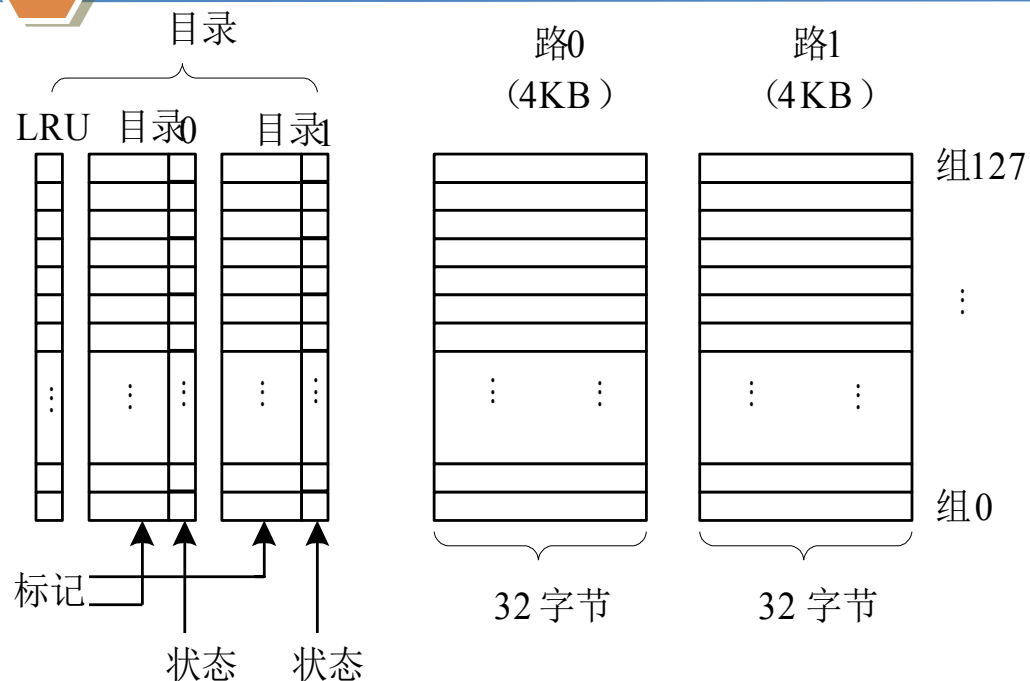
一、P6 微架构下的 Cache



Pentium II 处理器框图



一、P6 微架构下的 Cache



L1 级数据 Cache 的结构

主存物理地址 =

35	1211	54	0
标记 (页面地址)	组地址	起始字节	

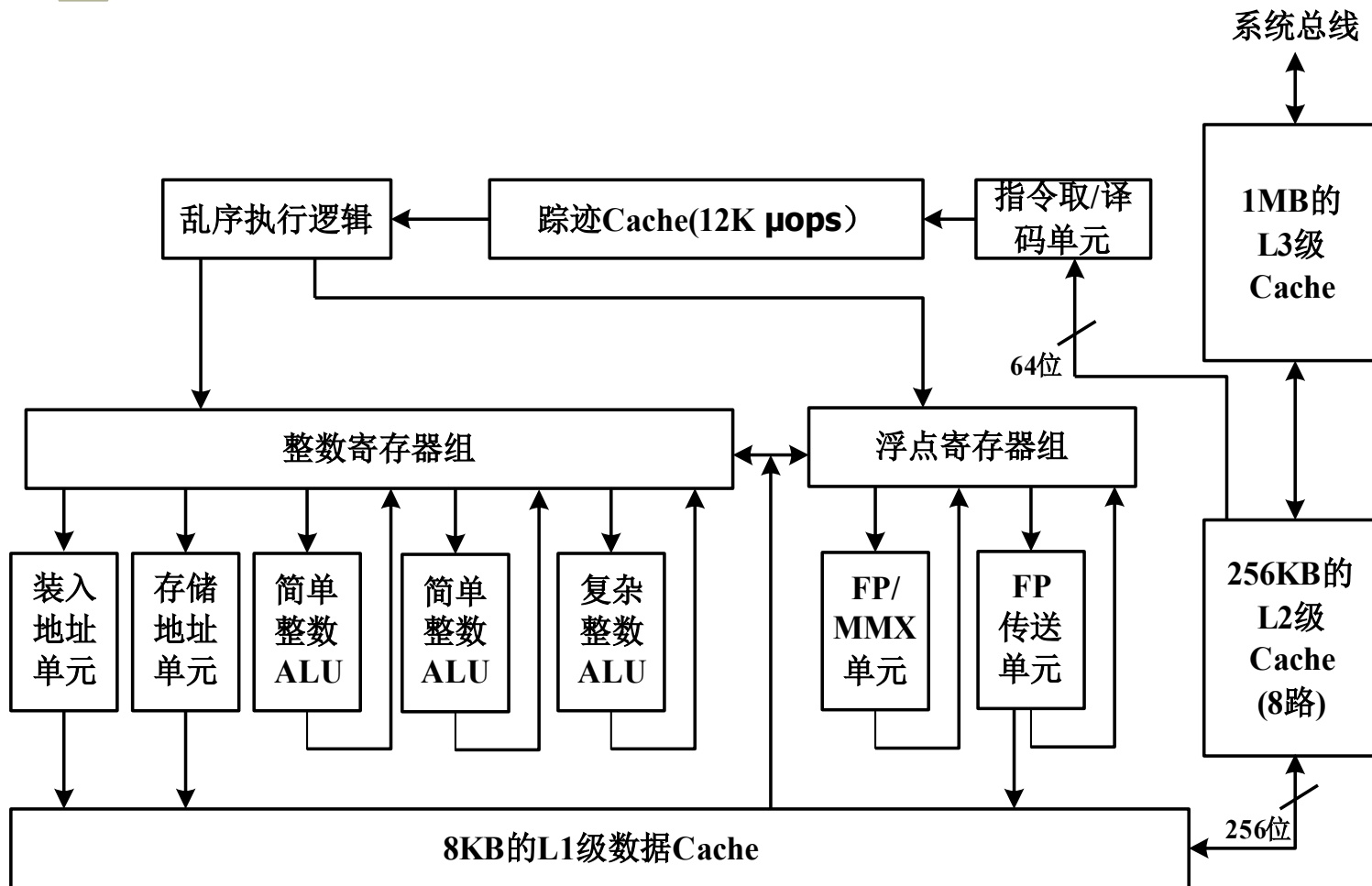
表 5-7 Pentium II Cache 操作模式

CD	NW	Cache 行写入	写贯穿	使无效
0	0	允许	允许	允许
1	0	禁止	允许	允许
1	1	禁止	禁止	禁止





二、Intel NetBurst 微架构下的

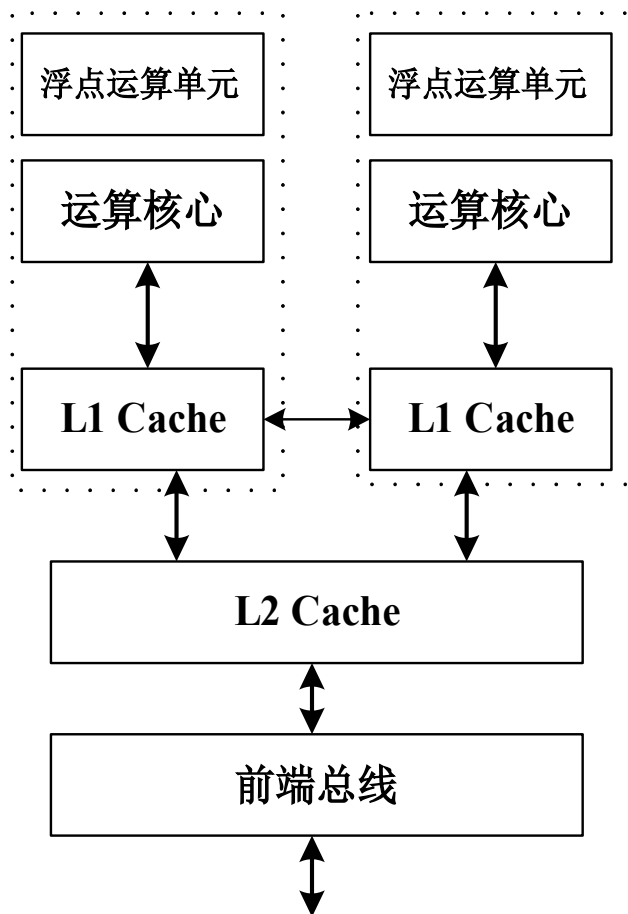


Pentium4 的简化图





三、Intel Core 微架构的多核高效内存管理



Intel Core 微架构在一个芯片内封装了两个计算内核，两个核各具有一个 8 路 32KB 的 L1 级指令 Cache 和 32KB 的双端口 L1 级数据 Cache 。
两核共享一个 16 路、容量为 2MB 或 4MB 的 L2 级 Cache 。

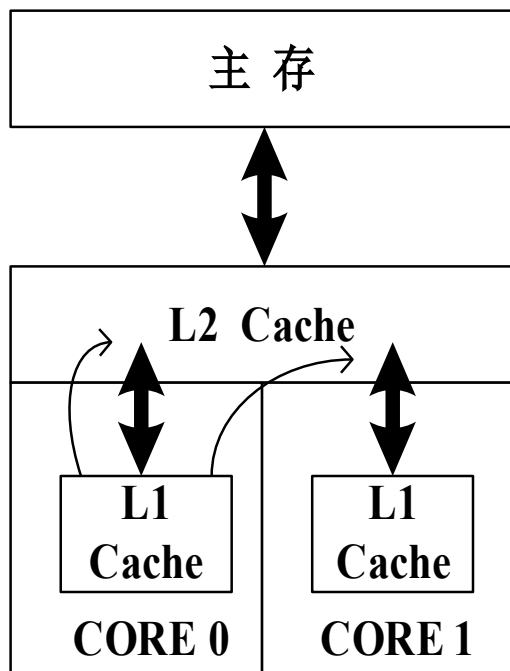
Intel Core 的微架构的两个核心



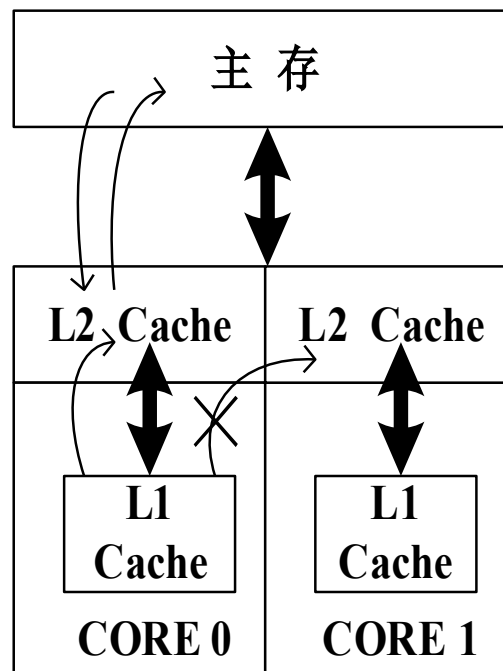
三、Intel Core 微架构的多核高效内存管理

1. CACHE 管理

Core微架构的共享L2级Cache



非共享L2级Cache

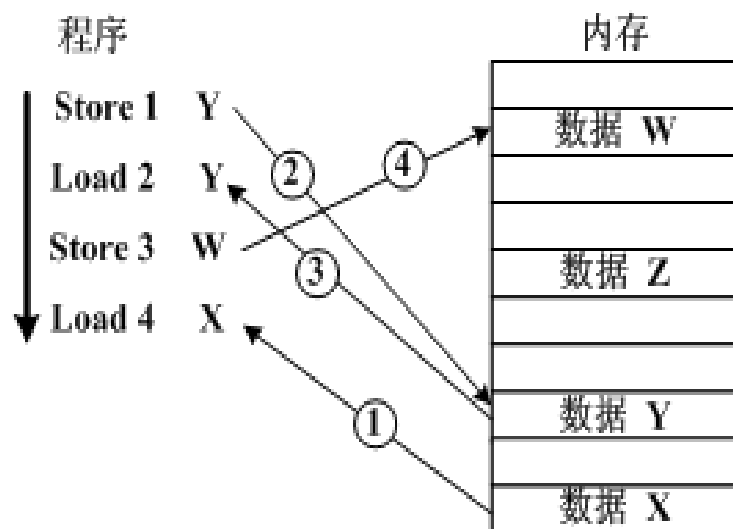
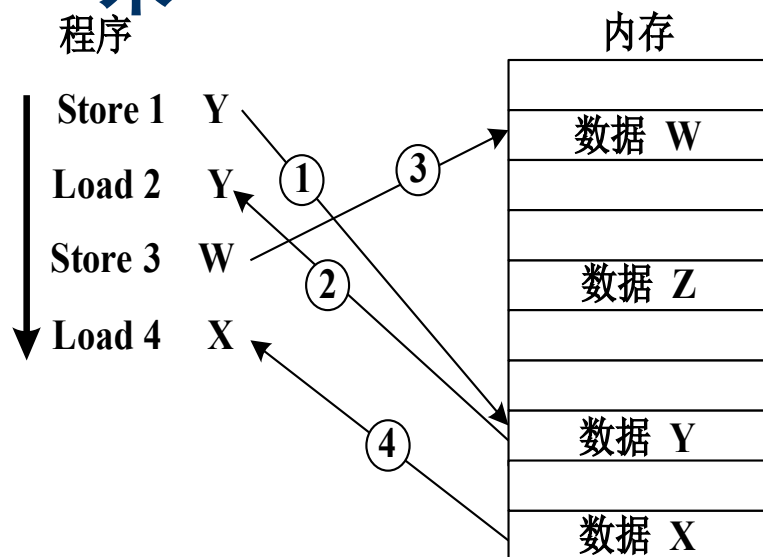


Core 微架构的共享 L2 Cache 与非共享 L2 Cache 的比较



三、Intel Core 微架构的多核高效内存管

2. 内存消歧（Memory Disambiguation）技术

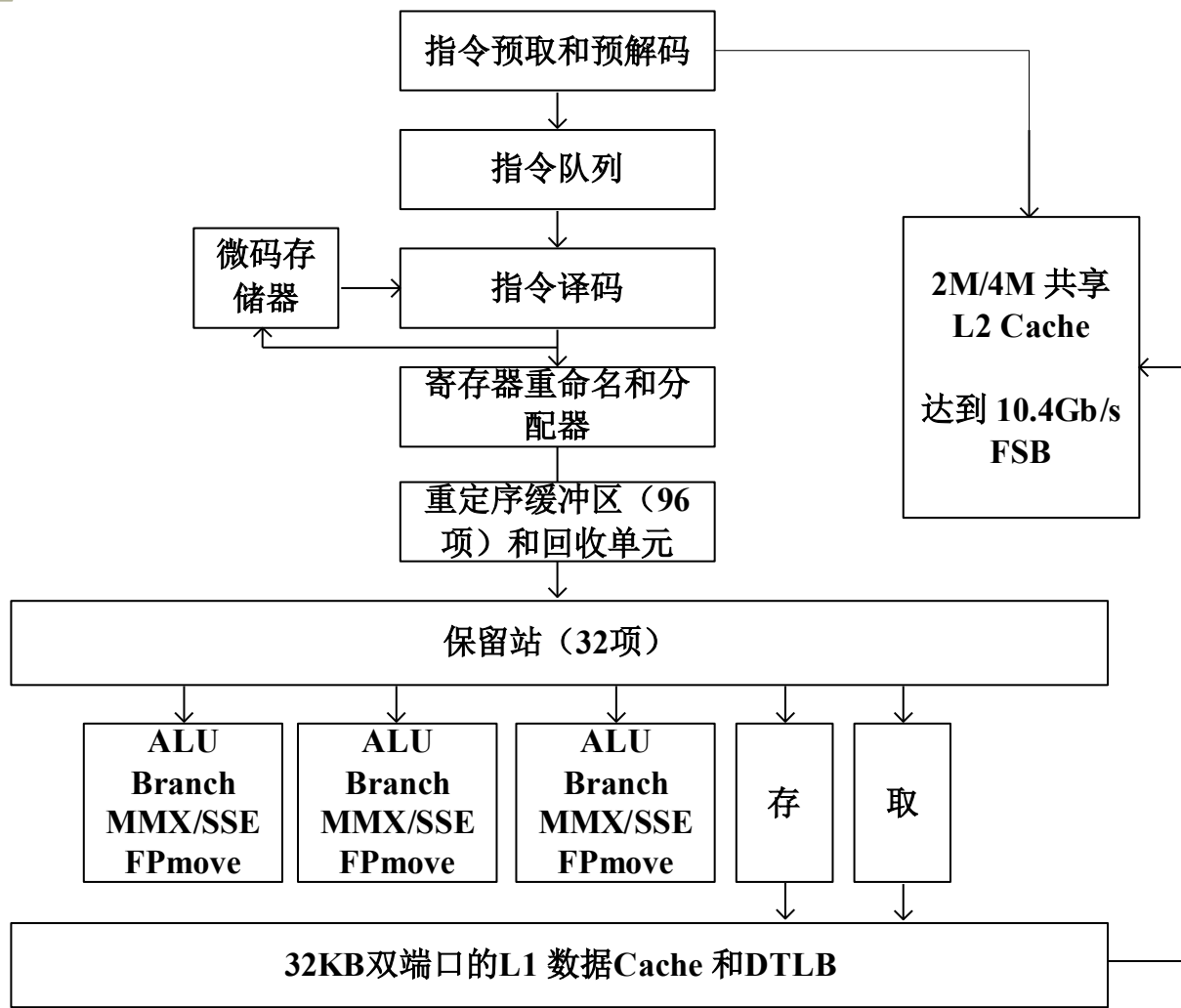


传统微架构里的内存读取顺序

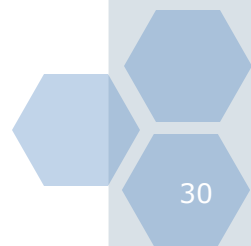
Core 微架构里的内存读取顺序



三、Intel Core 微架构的多核高效内存管理



Intel Core 微架构简图





本章小结

- ❖ 主存的主要性能指标、主存的分类
- ❖ 半导体存储器可分为两大类：随机读写存储器和只读存储器。随机读写存储器分为两种：静态随机读写存储器 SRAM 和动态随机读写存储器 DRAM。
- ❖ 主存位扩展、字扩展和字位扩展的方法及与 CPU 的连接是学习存储器的重点之一
- ❖ 提高主存速度的各种方法也是存储体系一章的重点
- ❖ 高速缓存 Cache 的原理、Cache 的命中率、主存地址与 Cache 的地址映射方式（直接映射、全相联映射、组相联映射），Cache 的替换算法、写策略、Cache 的多层次设计。
- ❖ 本章简要介绍了虚拟存储器和外存储器的工作原理及存储保护的一些方法。
- ❖ P6 和 NetBurst 微架构下的 Cache 设计和 Core 微架构的内存管理技术





The End !

