

第4章 存储子系统

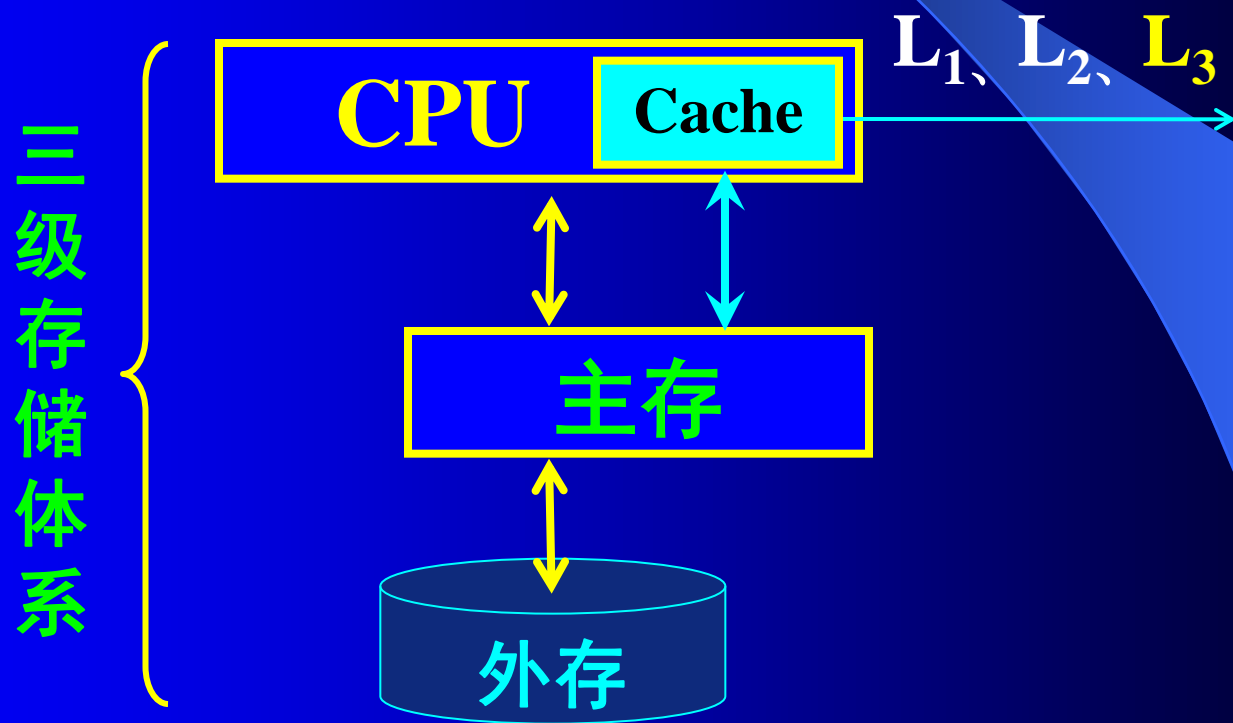
- 半导体
 - 磁表面
 - 光存储
- } 原理及器件
- 虚拟存储技术

本章需解决的主要问题：

- (1) 存储器如何存储信息？
- (2) 在实际应用中如何用存储芯片组成具有一定容量的存储器？
- (3) 如何改进存储系统的性能？

4.1 概述

1. 存储系统的层次结构



(1) 主存(内存)

主要存放CPU当前使用的指令和数据。

- 能随机访问
- 工作速度快
- 有足够的存储容量

(2) 辅存(外存)

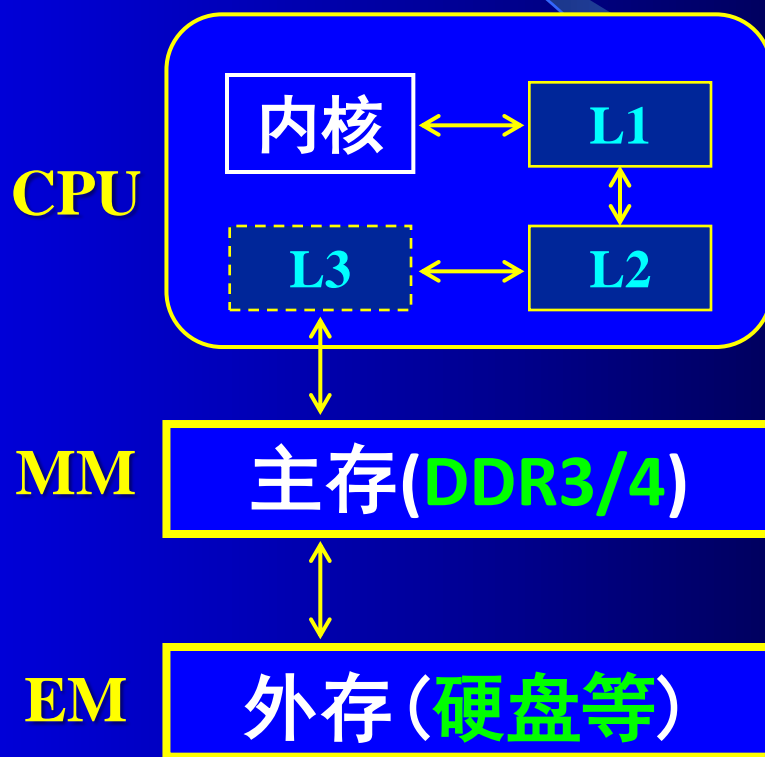
存放大量的后备程序和数据

- 速度较慢
- 容量较大

(3) 高速缓冲存储器(Cache)

存放CPU在当前一小段时间内多次使用的程序和数据，以缓解CPU和主存的速度差异。

{ 速度非常快
容量却很小



2. 物理存储器与虚拟存储器

物理存储器：

物理形态上真实存在的存储器，简称为实存，其地址称为物理地址或实地址。

虚拟存储器：

虚拟存储器是一个逻辑模型，并非物理存在，基于物理存储器并靠硬件+操作系统的映射来实现。



逻辑上能提供比物理存储器更大的虚拟存储空间，相关地址称为虚地址或逻辑地址。

3. 存储器的分类(按存储介质)

(1) 半导体存储器

静态存储器: 利用双稳态触发器的两个稳定状态存储信息, 信息易失

动态存储器: 依靠电容上的电荷暂存信息, **主存**

(2) 磁表面存储器

利用磁层上不同方向的磁化区域表示信息, 容量大, 非破坏性读出, 长期保存信息, 速度慢, **外存**

例如: IDE硬盘, SATA硬盘

(3) 光盘存储器

利用光斑的有无/晶相等变化表示信息, 容量很大,
非破坏性读出, 长期保存信息, 速度慢, 外存

※只读型光盘CD-ROM

※一次写入型光盘WORM

※可擦除/重写型光盘

3. 存储器的分类(按存取方式)

(1) 随机存取存储器(RAM, ROM)

随机存取:

按地址访问存储器中的任一单元, 访问时间与存储单元的地址无关。

●RAM

例如, 主存

●ROM

例如, 微程序控制器中的控制存储器 (CM)

RAM: 可读可写 如: SDR/DDR/DDR2-4

ROM: 只读型

固化型: 用户不能写入数据

PROM: 用户可写入一次

EPROM: 可多次编程 (紫外线擦除)

EEPROM: 可多次写入 (电擦除)

FLASH Memory (闪存)

接近

速度指标: 频率-存取周期或读/写周期(ns)

通常用作主存、高速缓存。

(2) 顺序存取存储器 (SAM)

访问时读/写部件按顺序查找目标地址，访问时间与数据的存储位置有关。

例如：磁带机（录音机）、电影胶片。

两步操作 { 定位操作
数据读/写操作

速度指标 { 平均定位时间(ms)
数据传输率(b/s)

(3) 直接存取存储器 (DAM)

访问时读/写部件先粗定位一个小区域，再在该区域内顺序查找。

访问时间与数据位置有关，例如：硬盘。

三步操作 { 定位（寻道）操作
等待（旋转）操作
读/写操作

速度指标 { 平均定位（平均寻道）时间(ms)
平均等待（平均旋转）时间(ms)
数据传输率(b/s)

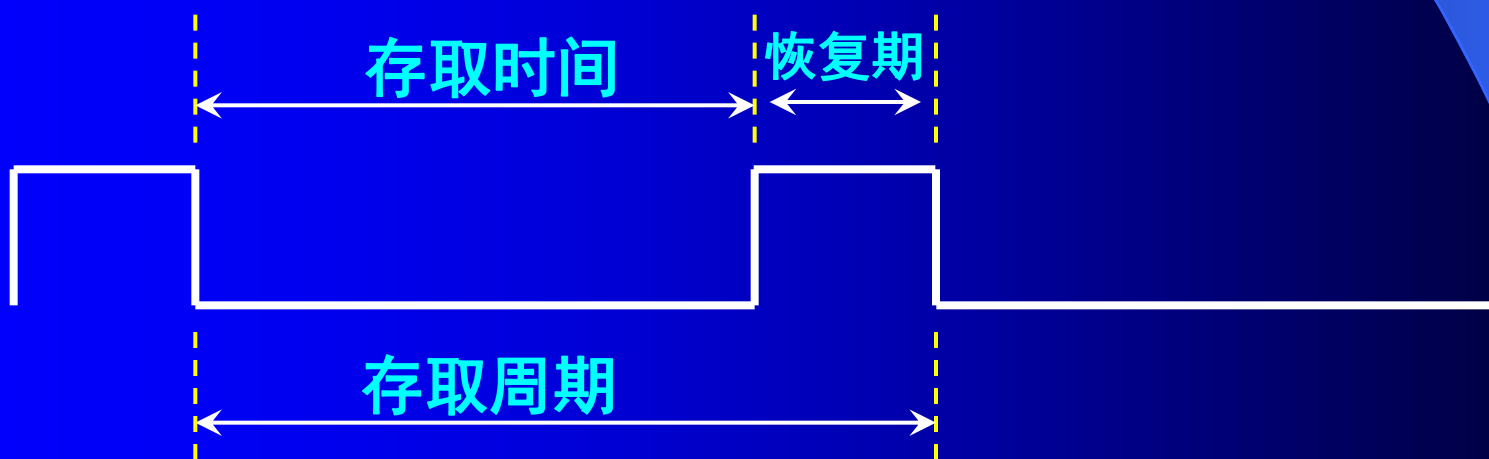
4. 存储器的技术指标

(1) 存取时间

从存储器收到读写命令，到存储器读出（写入）信息所需要的时间， T_A

(2) 存取周期

存储器做连续访问操作过程中一次完整的存取操作所需的总时间， T_M (通常 $T_M > T_A$)



(2) 数据传输率—R

单位时间内存取信息的数据量，也叫带宽或频宽

$$\text{数据传输率}(R) = \frac{\text{存储器的位宽}}{\text{存取周期}} \text{ bps}$$

【例】某双通道DDR-4内存传输频率为3200MHz，位宽64比特，则其有效带宽为：

$$\begin{aligned} R_{\text{DDR-4}} &= (64\text{b} \times 3200\text{MHz} \div 8) \times 2 \\ &= 51.2\text{GBps} \end{aligned}$$