

计算机组成原理

PRINCIPLES OF COMPUTER ORGANIZATION

第11次课：存储器概述

杜国栋

信息科学与工程学院计算机科学与工程系

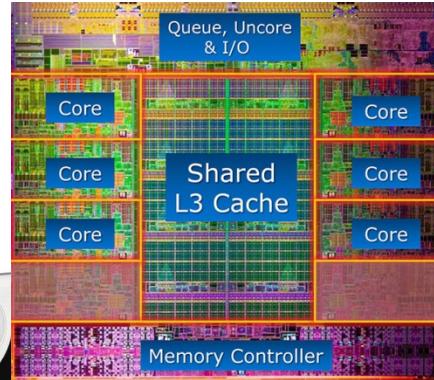
gddu@ysu.edu.cn



厚德·博学·求是



燕山大学
YANSHAN UNIVERSITY





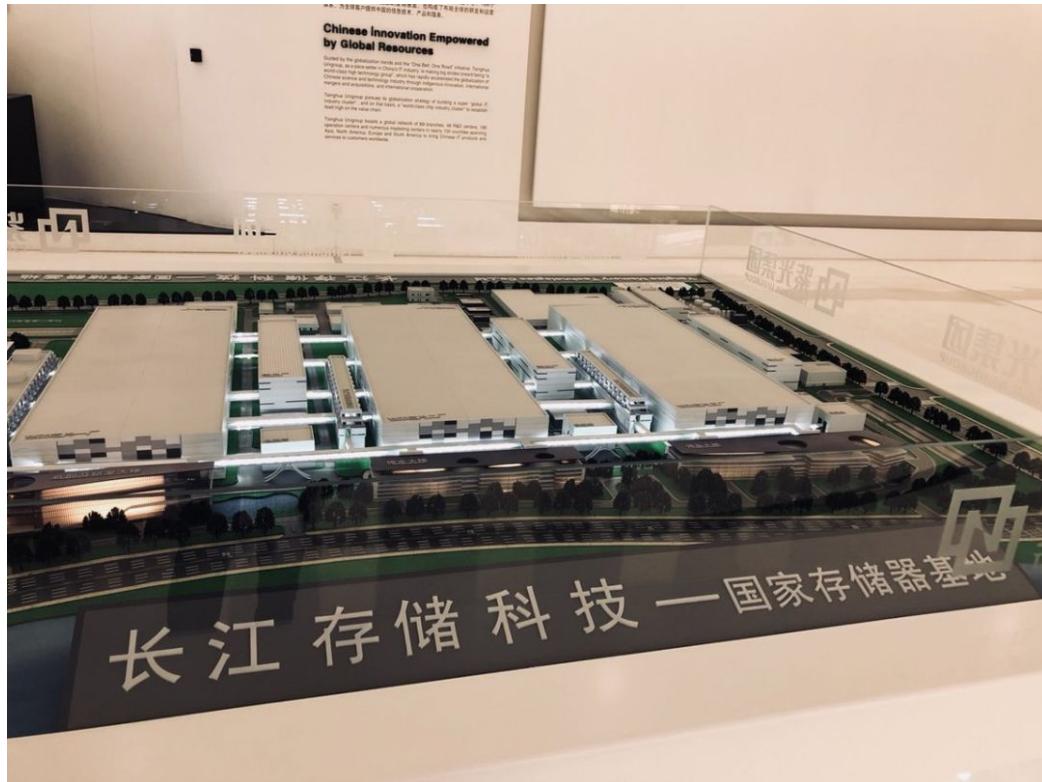
课程目标

- 掌握存储器的技术要求；
- 熟悉主存储器的分类；
- 了解存储器的基本组成。





长江存储



来自：<https://file.elecfans.com/web1/M00/91/96/pIYBAFzSUH-AdyUIAAGLZkJsvf0628.png>





交大汉芯造假事件

品,快手极速版

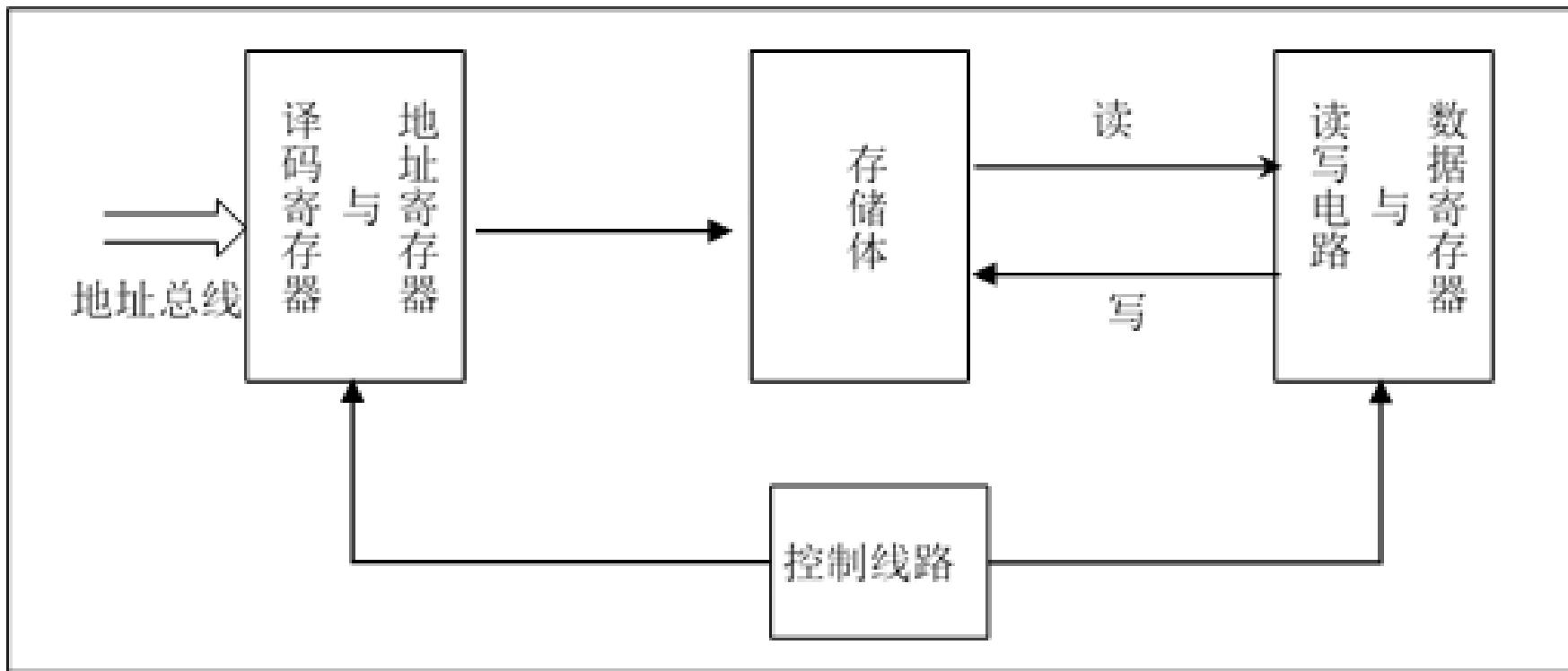
作者:人工智能芯科技



厚德·博学·求是



存储器的基本组成

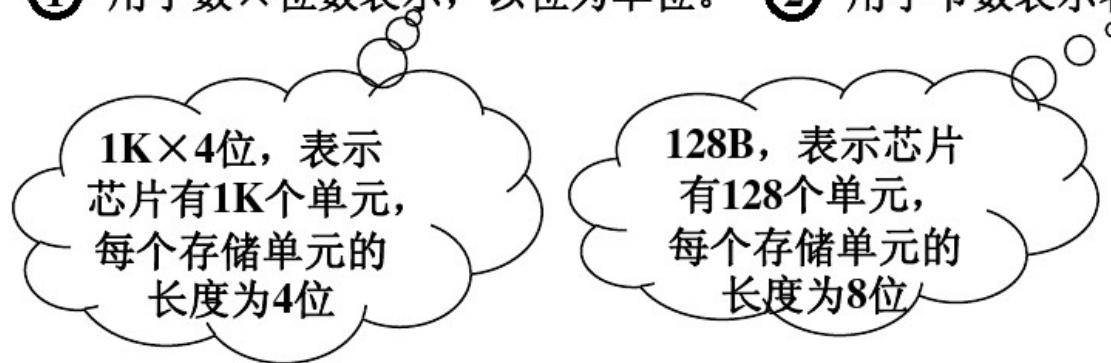




存储器的技术要求

➤ 存储容量：

- ① 用字数×位数表示，以位为单位。 ② 用字节数表示容量，以字节为单位。



$$\begin{aligned}1KB &= 2^{10}B = 1024B; \\1MB &= 2^{20}B = 1024KB; \\1GB &= 2^{30}B = 1024MB; \\1 TB &= 2^{40}B = 1024 GB\end{aligned}$$

考虑CPU数据线与MM的连接，数据总线根数=字长=MDR位数

- ③ 用位数表示容量，以位为单位。

$$1K \times 32\text{bit} = 4KB(2^{12}\text{Byte}) = 2^{15}\text{bit}$$

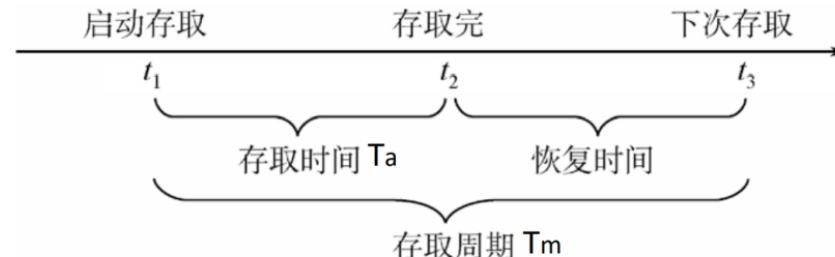
总容量决定了地址总线的根数，字长决定了数据总线的根数。
(字寻址时，数据出来的不是8位字节，而是字长的位数)。





存储器的技术要求

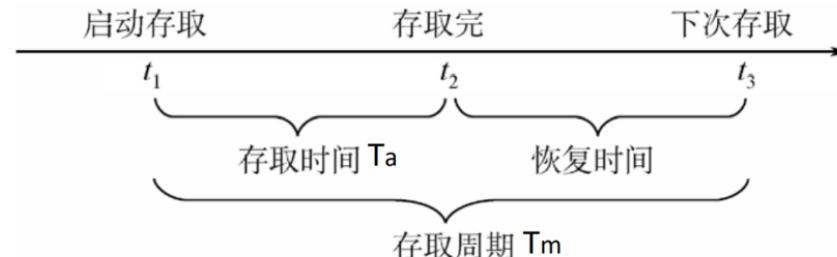
- 存取时间 T_A (存储器访问时间、读/写时间):
 - 指启动一次存储器操作到完成该操作所经历的时间。
 - **读出时间:** 指从CPU向主存发出有效地址和读命令开始, 直到将被选单元的内容读出为止所用的时间。
 - **写入时间:** 指从CPU向主存发出有效地址和写命令开始, 直到信息写入被选中单元为止所用的时间。





存储器的技术要求

- 存储周期 T_M (读/写周期、访问周期) :
- CPU连续启动两次独立的存储器操作所需间隔的最长时间 (ns级)。
- $T_M > T_A$, 因为存储器由于读出放大器、驱动电路、破坏性读取（再生）、异步工作等情况，均需要一段稳定恢复时间，所以读出后不能立即进行下一次访问。





存储器的技术要求

➤ 存储器带宽：

- 单位时间里存储器所存取的信息量，通常用位/秒或字节/秒做度量单位，带宽是衡量数据传输率的重要指标。
- 若系统的总线宽度为W位，则带宽=W/存取周期(bit/s)



存储周期是指 ()

- A 存储器的读出时间
- B 存储器的写入时间
- C 存储器进行连续读和写操作所允许的最短时间间隔
- D 存储器进行连续写操作所允许的最短时间间隔

提交



存储器分类

存储器

外部存储器
第8章 辅助存储器

内部存储器
(半导体存储器)
第4章 主存储器

第7章 存储系统

(传统冯·诺依曼单存储→现代计算机存储系统)



磁带
硬盘 } 磁表面存储器

光盘

闪存 Flash NAND SSD、U盘

随机存取存储器
(RAM)

静态RAM (SRAM) Cache

动态RAM (DRAM) 内存

~~非易失RAM (NVRAM)~~

只读存储器
(ROM)

掩膜式ROM

一次性可编程ROM (PROM)

紫外线擦除可编程ROM (EPROM)

电擦除可编程ROM (EEPROM)

Flash NOR BIOS (特点: XIP, eXecute In Place)





存储器分类

依据不同的特性有多种分类方法

(1) 按工作性质/存取方式分类

- 随机存取存储器Random Access Memory (RAM)
 - 每个单元读写时间一样，且与各单元所在位置无关。如：内存。
(注：原意主要强调地址译码时间相同。现在的DRAM芯片采用行缓冲，因而可能因为位置不同而使访问时间有所差别。)
- 顺序存取存储器Sequential Access Memory (SAM)
 - 数据按顺序从存储载体的始端读出或写入，因而存取时间的长短与信息所在位置有关。例如：磁带。
- 直接存取存储器Direct Access Memory(DAM) (半顺序存取存储器)
 - 直接定位到要读写的数据块，在读写某个数据块时按顺序进行。
例如：磁盘。





存储器分类

(2) 按存储介质分类

- ◆ 半导体存储器：双极型，静态MOS型，动态MOS型
- ◆ 磁表面存储器：磁盘（Disk）、磁带（Tape）
- ◆ 光存储器：CD，CD-ROM，DVD

(3) 按信息的可更改性分类

- ◆ 读写存储器（Read / Write Memory）：可读可写
- ◆ 只读存储器（Read Only Memory）：只能读不能写（仅在早期只读）



存储器分类

(4) 按断电后信息的可保存性分类

- ◆ 非易失（不挥发）性存储器(**Nonvolatile Memory**)

- 信息可一直保留， 不需电源维持。

- (如： ROM、磁表面存储器、光存储器等) (外部存储器+ROM类存储器)

- ◆ 易失（挥发）性存储器(**Volatile Memory**)

- 电源关闭时信息自动丢失。 (如： RAM、 Cache等) (SRAM、 DRAM)





存储器分类

(5) 按功能/容量/速度/所在位置分类

- 寄存器(Register)

- 封装在CPU内，用于存放当前正在执行的指令和使用的数据
- 用触发器实现，速度快，容量小（几十个）

- 高速缓存(Cache)

- 位于CPU内部或附近，用来存放当前要执行的局部程序段和数据
- 用SRAM实现，速度可与CPU匹配，容量小（几MB）

- 内存储器MM（主存储器Main (Primary) Memory）

- 位于CPU之外，用来存放已被启动的程序及所用的数据
- 用DRAM实现，速度较快，容量较大（几GB）

- 外存储器AM (辅助存储器Auxiliary / Secondary Storage)

- 位于主机之外，用来存放暂不运行的程序、数据或存档文件
- 用磁表面或光存储器实现，容量大而速度慢





主存储器

➤ 主存储器和内存的关系

存储系统	内部存储器 (内存, internal memory)	寄存器 (register)	在CPU内部
		高速缓冲存储器 (cache)	现在一般集成在CPU内部
		主存储器 (主存, main memory) (其最大可利用空间由地址总线宽度决定)	内存条 显卡中的RAM芯片 接口卡中ROM芯片 等等
	外部存储器, 辅助存储器 (外存, 辅存, external memory, secondary memory)		硬盘 U盘 光盘 等等





主存储器的基本概念

位(bit): 计算机信息的最小单位。

字节(Byte): 计算机存取的最小单位。

字(Word): 计算机所能一次性处理的最长数据, 即机器数, 其长度为字长。

◆ 记忆单元 (存储基元 / 存储元 / 位元) (Cell)

• 具有两种稳态的能够表示二进制数码0和1的物理器件

基本单元电路

◆ 存储单元 / 编址单位 (Addressing Unit)

相同地址: 字地址、字节地址

• 主存中具有相同地址的位构成一个存储单元, 也称为一个编址单位

◆ 存储体/ 存储矩阵 / 存储阵列 (Bank)

• 所有存储单元构成一个存储阵列

◆ 编址方式 (Addressing Mode)

- 字节编址、按字编址





主存储器的基本概念

- ◆ 存储器地址寄存器（Memory Address Register - MAR）

- 用于存放主存单元地址的寄存器

MAR和MDR目的：弥补CPU与内存的速度差异

- ◆ 存储器数据寄存器（Memory Data Register-MDR (或MBR) ）

- 用于存放主存单元中的数据的寄存器





主存储器的地位→中心化

正在运行的程序和数据存放于主存储器中，CPU直接从主存储器取指令或存取数据。

(1) **CPU速度瓶颈**: 随着大规模集成电路和晶体管制程的迅猛发展，CPU的运算速度直接受到存储器读取速度的制约。
(基本任务: 读/写数据或程序)

(2) **多CPU通讯中心**: 多处理机系统采用共享存储器来存取和交换数据。
(附加任务1: 消息传递)

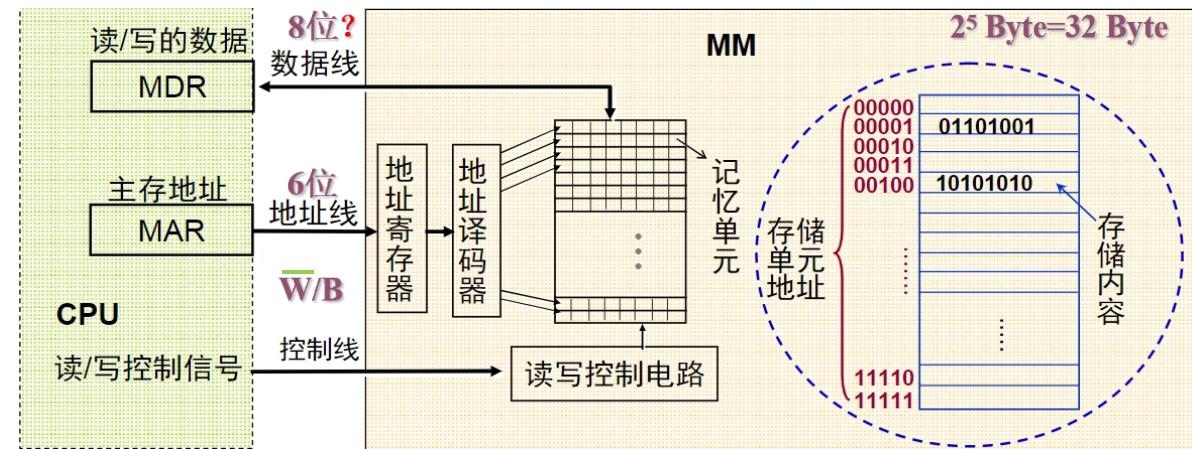
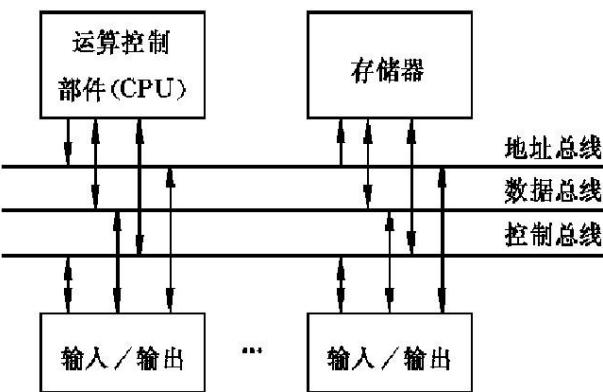
(3) **多I/O交换中心**: 采用DMA技术或输入/输出通道技术，在存储器和输入/输出系统之间直接传输数据。

(附加任务2: I/O数据交换)



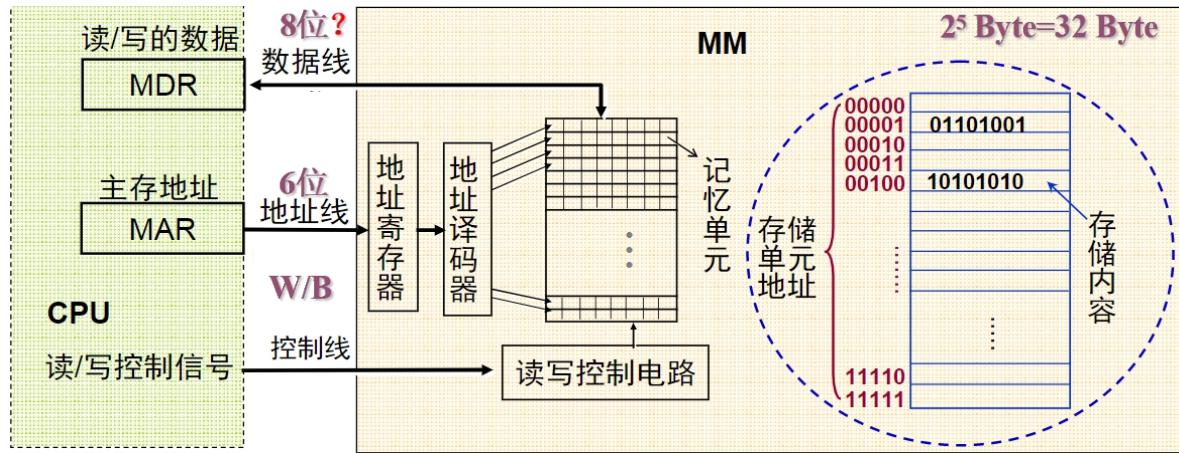


主存储器基本操作





主存储器基本操作



读操作:

- (1) 地址->MAR->地址总线 (AB) CPU将地址信号送至地址总线
- (2) Read CPU发读命令
- (3) MM(MAR)->数据总线 (DB) ->MDR 读出信息经数据总线送至CPU

写操作:

- (1) 地址->MAR->地址总线 (AB) CPU将地址信号送至地址总线
- (2) 数据->MDR->数据总线 (DB) CPU将要写入的数据送到数据总线
- (3) Write CPU发写信号



厚德·博学·求是



总结

- 存储器的基本组成
- 存储器的技术要求
- 存储器的分类
- 主存储器





有问题欢迎随时跟我讨论

办公地点：西校区信息馆423

邮 箱：gddu@ysu.edu.cn

