



第7章 存储器

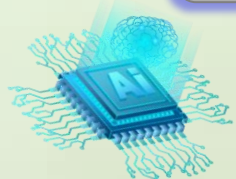
7.1 存储器的功能与分类

7.2 随机存储器与只读存储器

7.3 SD卡与高速缓存

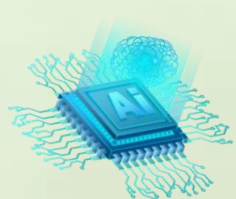
7.4 Flash存储器

实验四：存储器实验





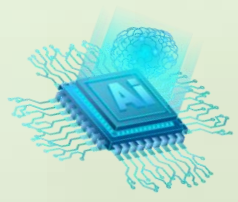
存储器是现代计算机系统中不可或缺的一部分，它充当着计算机系统的记忆设备这一重要角色。它的主要功能就是存储各类程序和数据，它有效地保证了计算机运行过程中数据的高速读/写操作。存储器存储信息的最小单位是二进制数的一位，仅可以存储0和1。本章首先介绍存储器的功能与分类，然后再介绍随机存储器、只读存储器等几种重要的存储器，最后再给出有关存储器的实验，以进一步加深读者对存储器的理解。





7.1 存储器的功能与分类

存储器是具有“记忆功能”的设备，它采用二进制的“0”和“1”来存储信息。现代冯·诺伊曼计算机是以存储器为中心，任何数据在传输、输入和输出的过程中都必须经过存储器的中转。



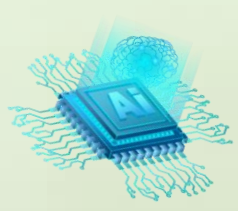


7.1.1 按存储介质分类

存储器**按存储介质**可分为半导体存储器、磁存储器和光存储器。半导体按其制造工艺可再分为双极晶体管存储器（TTL型）和MOS晶体管存储器，**主存**大多使用MOS型存储器。**磁盘**存储器常用于存放操作系统、程序和数据，是主存储器的扩充。**光存储器**是指利用光学原理进行二进制数据存取的存储器，CD、DVD便是光存储器的典型代表。

7.1.2 按功能分类

根据存储器在计算机系统所起的作用，存储器还可以分为**主存储器**、辅助存储器、高速缓冲存储器和控制存储器等。





主存储器简称主存，又被称作内存，主要由随机存储器（Random Access Memory, RAM）组成，**CPU只能直接访问主存中的数据**。

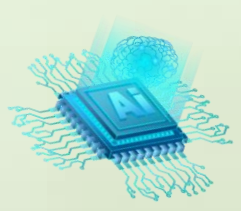
辅助存储器简称外存，用来存储大量暂时不参与运算的程序和数据以及需要长期保存的运算结果。常见的外存设备有硬盘、闪盘等。

高速缓冲存储器简称**Cache**，用来存放主存中经常使用内容的备份，它被用在CPU与主存之间，起到速度缓冲作用，使用**SRAM**作为介质。

控制存储器用来存放实现全部指令系统的所有微程序，是一种只读型存储器

7.1.3 按存取方式分类

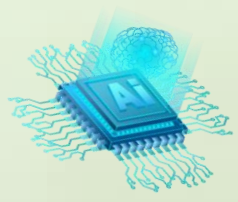
对存储器的访问实质上就是对存储单元的访问，根据寻找访问单元的方式，可以将存储器分为随机访问存储器和顺序访问存储器两类。





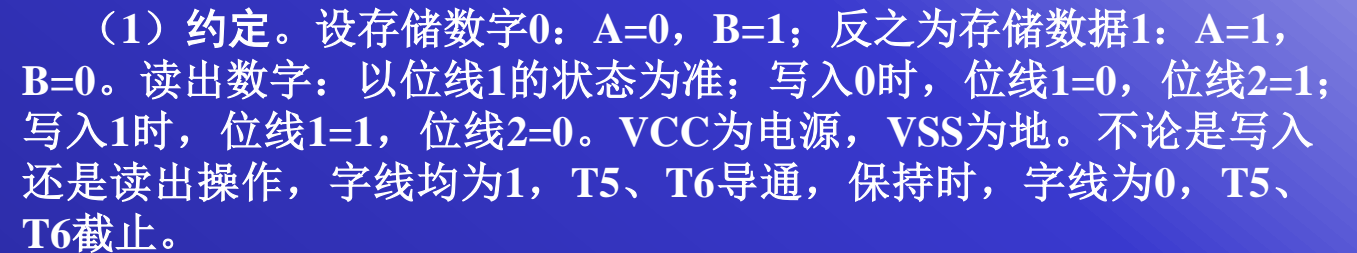
7.2 随机存储器与只读存储器

随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）和只读存储器（Read-Only Memory, ROM）都是半导体存储器的典型代表。半导体存储器是一种以半导体电路作为存储介质的存储器，具有体积小、存储速度快，易集成等优点，但成本较高，因此主要用作高速缓冲存储器、主存储器、只读存储器等。





1. SRAM (理解)



(2) **信息保持。**假设目前存储的数据为0，下面看看“0”是如何被保持的。按照约定，存储数据0：A=0，B=1，分析一下，可否保持？当处于数据保持时（即没有读写操作），字线为0，T5、T6截止，相当于没有这两个MOS管。由于A=0→T4导通，T2截止→B=1，又由于B=1→T3截止，T1导通→A=0，处于稳定状态。

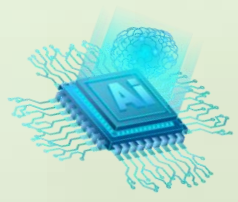
(3) **信息读出。**0如何被读出？RAM单元处于0状态，即A=0，B=1。按照约定，读出数字以位线1的状态为准，只要分析出位线1=0即可。读出时，字线为1，T5、T6导通，位线1=A=0，位线2=B=1，系统对位线1进行采样，获得0。

(4) 信息写入。如何写入1? 按照约定, 写入1时, 位线1=1, 位线2=0。设当前处于0状态, 则即A=0, B=1。写入时, 字线为1, T5、T6导通, 则A=位线1=1; 由于A=1→T4截止, T2导通→B=0 (位线2=0在T6导通情况下, 也保证了这一点); 由于B=0→T3导通, T1截止→A=1 (位线1=1在T5导通情况下, 也保证了这一点)。因此, 该单元变成了保持, 撤出写信号后, 数据得以保持。

(5) 举一反三。同理，可以分析其他情况。

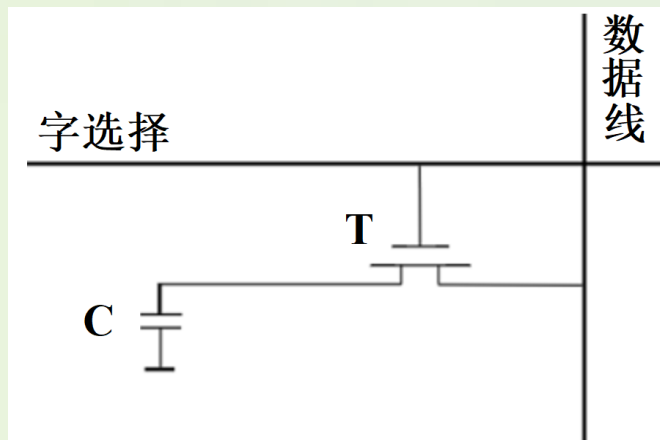


SRAM的优点是工作速度较高，性能稳定，不需要外加额外刷新电路，一般用于规模较小的快速存储器。缺点是每个存储单元需要由6个MOS管组成，集成度较低，功耗也较大。在电路工作时，即使不进行读写操作，只要保持在加电状态下，电路中就一定有MOS管导通，带来功率消耗，因此，SRAM功耗较大，集成度不能做得很高。



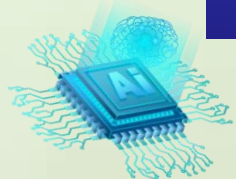


2. DRAM (理解)



由一个电容和一个访问MOS管组成。当存储单元被选中后，字选择线加载高电平，使得控制管T被打开，电流在数据线和存储电容C之间流动。写入1时，数据线呈高电平状态，电流通过T流入C中，给出C充电；写入0时，数据线呈低电平状态，将C中的电流导出，电容C放电，使其内部不存有正电荷。读出时，此时数据线处于输入状态，如果C中有正电荷，将有电流流过T管，拉升数据线上的电平状态；否则数据线仍保持低电平状态。可以说，动态随机存储器DRAM的存储单元是靠电容的充放电存储数据的。

与SRAM相比，DRAM的主要优点是芯片集成度很高、功耗低，缺点是需外加刷新逻辑电路，读取速度慢。





7.2.2 ROM

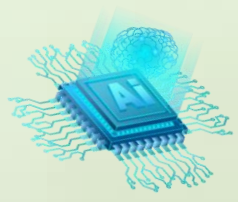
1. 掩模ROM

2. PROM

3. EPROM

4. EEPROM

**EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-only Memory) ,
即带电可编程可擦除存储器。**

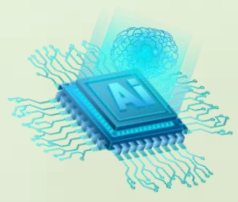
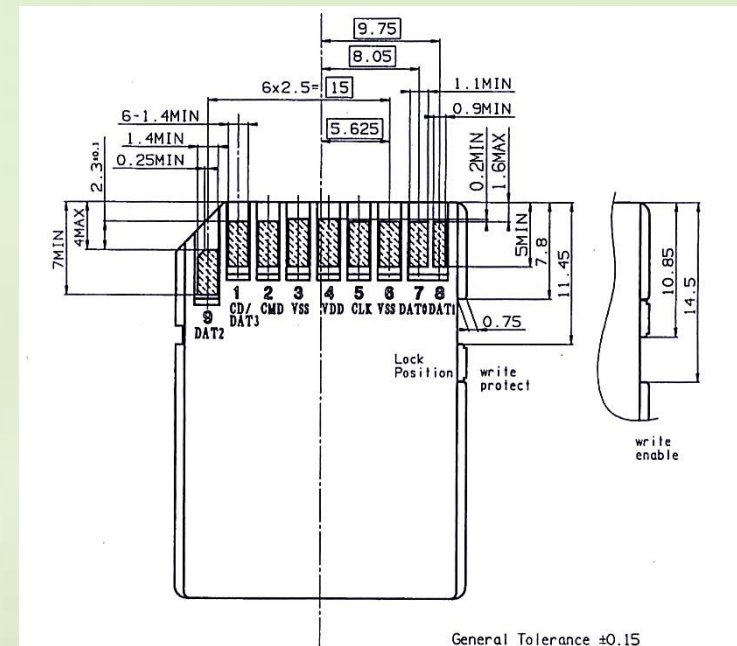




7.3 SD卡与高速缓存

7.3.1 SD卡

SD卡是一种基于半导体快闪记忆器的新一代记忆设备，是由日本松下、东芝及美国公司在1999年8月共同开发研制。大小犹如一张邮票大小的记忆卡，重量也只有2克，但是容量大、传输速率高、以及安全性高。





7.3.2 高速缓存（重点理解）

1. 高速缓存的地位和作用

DRAM的存取速度相对较慢，很难满足高性能CPU在速度上的要求，同时程序执行所需要使用的指令或数据在存储器中很可能是在同一地址的附近（至少在一段时间内是这样的），那么就产生了高速缓冲存储器（Cache）的设计理念，即只将CPU最近需要使用的少量指令或数据以及存放它们的内存单元的地址复制到速度较快的Cache中，以便提供给CPU使用，用少量速度较快的SRAM构成Cache置于CPU和主存之间。这种设计思想利用了SRAM的速度优势和DRAM的高集成度、低功耗及低成本的特点。

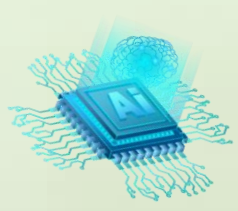




2. 高速缓存的结构及工作原理

当CPU需要数据或指令时，它首先访问Cache，看所需要的数据或指令是否在Cache中，方法是将CPU提供的数据或指令在内存中存放位置的内存地址，首先与Cache中已存放的数据或指令的地址相比较，若相等，说明可以在Cache中找到需要的数据或指令，称为Cache命中；若不相等，说明CPU需要的数据或指令不在Cache中，称为未命中，需要从内存中提取。若CPU需要的指令或数据在Cache中，则不需任何等待状态，Cache就可以将信息传送给CPU；若数据或指令不在Cache中，存储器控制电路会从内存中取出数据或指令传送给CPU，同时在Cache中拷贝一份副本。之所以这样做，是为了防止CPU以后在访问同一信息时又会出现未命中的情况，从而降低CPU访问速度相对较慢的内存的概率。换言之，CPU访问Cache的命中率越高，系统性能就越好。目前在绝大多数有Cache的系统中，Cache的命中率一般能做到高于85%。

就Cache组织结构而言，有三种类型的Cache：全相连映像方式、直接映像方式和组相连映像方式。（了解）





7.4 Flash存储器

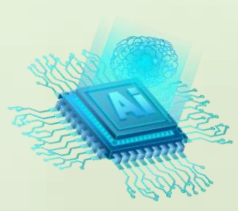
7.4.1 Flash在线编程的通用基础知识

Flash存储器（闪存）的出现时间是1980年，具有固有不易失性、电可擦除、可在线编程、存储密度高、功耗低和成本较低等特点。

通过编程器将程序写入Flash存储器中的模式被称为写入器编程模式。

通过运行Flash内部程序对Flash其他区域进行擦除与写入，称为Flash在线编程模式。

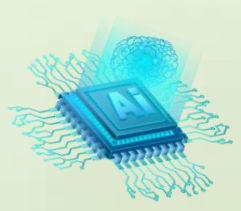
擦除操作的含义是将存储单元的内容由二进制的0变成1，而写入操作的含义是将存储单元的某些位由二进制的1变成0。





Flash在线编程的擦除操作包括整体擦除和以m个字为单位的擦除。这m个字在不同厂商或不同系列的MCU中，其称呼不同，有的称为“块”，有的称为“页”，有的称为“扇区”等。它表示在线擦除的最小度量单位。

Flash的发展经历了二十多年开始成熟。Flash存储器根据其内部架构和实现技术可以分为NAND和NOR两种类型。**NOR Flash**由Intel公司于1988年最初推出，东芝公司于1989年推出了**NAND Flash**。两种Flash技术各有优缺点，适用于不同的场合。NOR Flash以并行的方式连接存储单元，具有较快的读速度，但写操作和擦除操作时间较长，容量低、价格高，多用于手机、BIOS芯片以及嵌入式系统中进行代码存储。NAND Flash以串行的方式连接存储单元，写操作和擦除速度快，容量大、价格低，适用于大量数据存储。





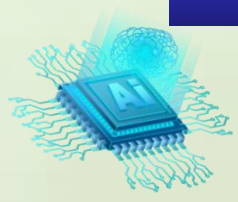
7.4.2 Flash驱动构件知识要素分析

表7-2 Flash常用接口函数

序号	函数			形参	
	简明功能	返回	函数名	英文名	中文名
1	flash 初始化	无	flash_init		
2	扇区擦除	uint_16	flash_erase	sect	扇区号
3	向指定扇区写数据	uint_8	flash_write	sect	扇区号
				offset	偏移量
				N	写入数据长度
				buff	写入数组

7.4.3 Flash驱动构件的使用方法

参见实例



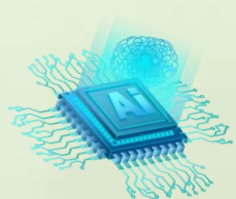


7.4.3 Flash驱动构件的使用方法

参见实例

7.4.4 Flash驱动构件测试程序源码解析

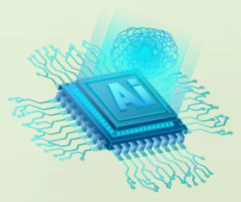
参见实例





实验四：存储器实验

在学院网站上传实验报告及实验程序，注意注释规范。





本章作业：1、2、4、5、6、7

