

计算机组成原理

第八章 输入输出系统

刘 超

中国地质大学计算机学院

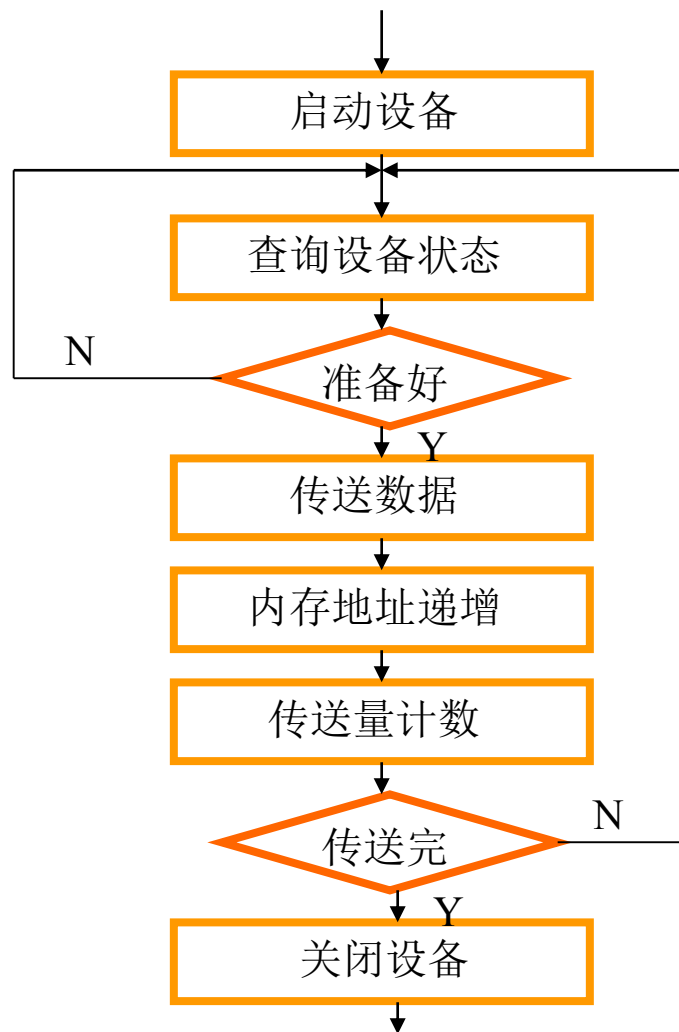
信息交换方式（CPU管理I/O设备方式）

- 程序查询方式
- 程序中断方式
- 直接内存访问方式
- 通道方式

程序查询方式

- ❑ 数据传输完全依赖于程序控制
- ❑ CPU与外设之间的操作能够同步
- ❑ 硬件结构简单
- ❑ 频繁的查询动作浪费了大量宝贵的CPU时间
- ❑ CPU在一段时间只能和一台外设交互，其它设备不能工作
- ❑ 最古老的一种方式，目前很少使用，单片系统仍有使用。

程序查询方式的CPU工作流程

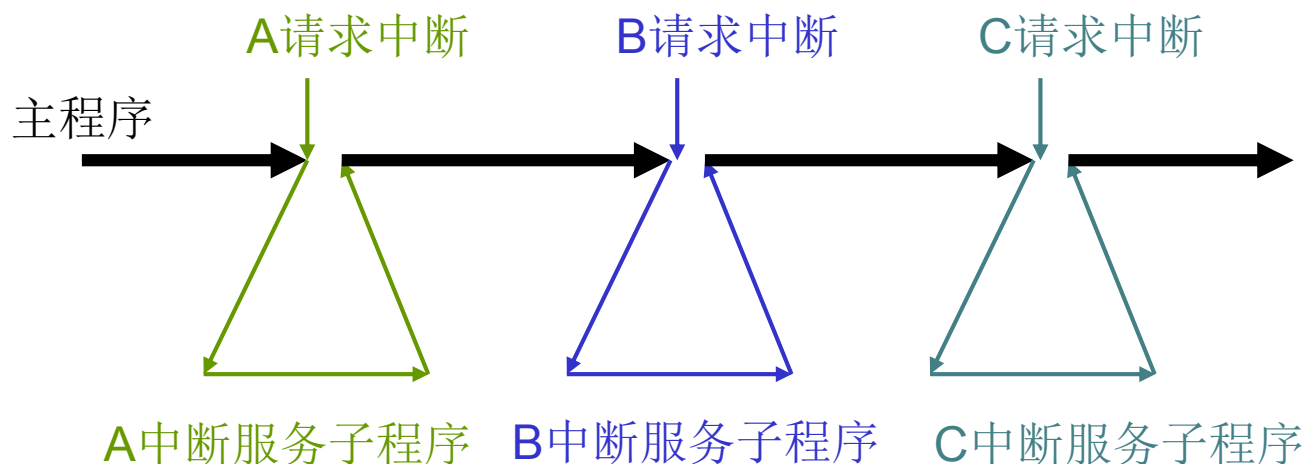


中断基本概念

□ CPU暂时中止现程序的执行，转去执行为某个随机事件服务的中断处理子程序，处理完毕后自动恢复原程序的执行

- 保存断点，保护现场；
- 恢复现场，返回断点。
- 一条指令结束时切换。
- 保证程序的完整性。

程序中中断处理示意图



- ❑ 中断程序转移类似于子程序调用;
- ❑ 子程序调用是由主程序安排在特定位置上的，通常是完成主程序的特定功能，与主程序存在必然联系;
- ❑ 而中断是随机发生的，可以在程序任何一个位置切换，而这没有直接联系。

中断作用

□ 实现主机和外部设备准备阶段的并行工作

使用中断技术后，CPU原来用于查询外设状态的时间被充分地利用起来了，其工作效率得到了显著的提高。

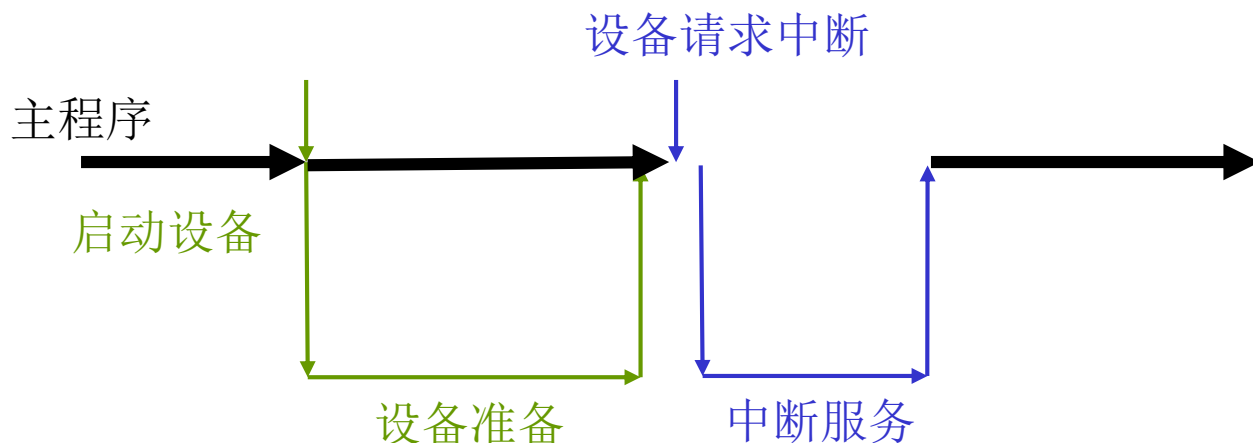
□ 中断在一定程度上实现了CPU和外设并行工作。

□ 多个外设并行工作

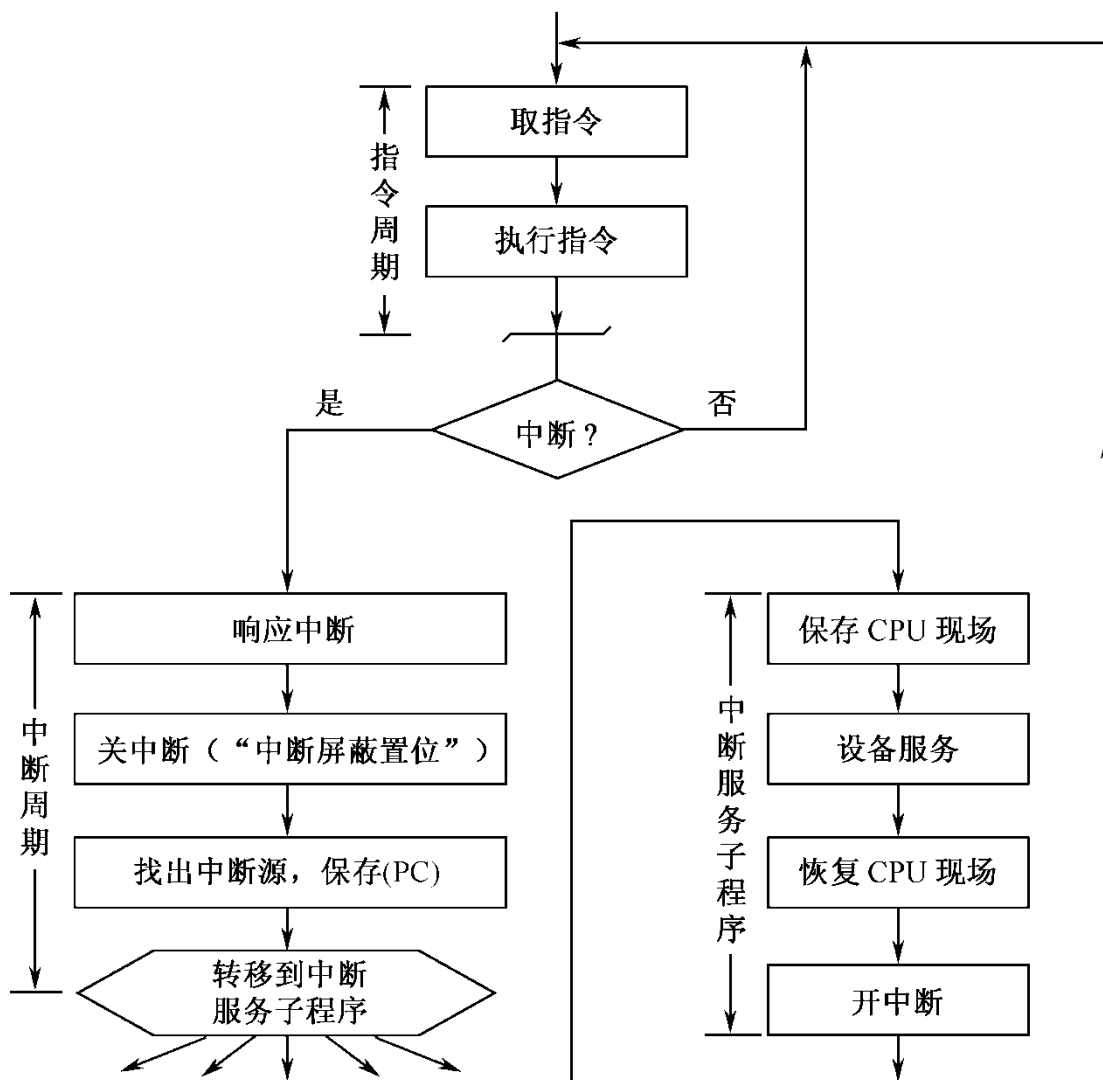
□ 可以处理在运行过程中发生的紧急事件

□ 其实质是程序的切换

□ CPU要保护断点，保护现场，然后恢复



中断处理流程

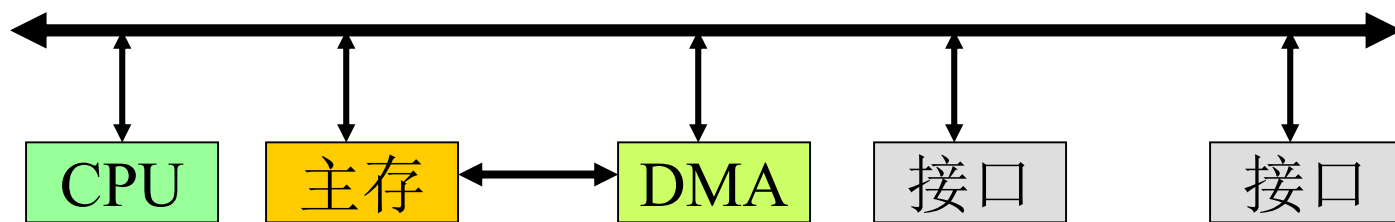


程序中断方式优缺点

- ❑ 中断在一定程度上实现了CPU和外设并行工作，提高了CPU的使用效率。其实质是程序的切换。
- ❑ 适合随机出现的服务。
- ❑ 硬件结构相对复杂，服务开销时间大。
- ❑ CPU要保护断点，保护现场，然后恢复。

DMA 基本概念

- ❑ 中断方式提高了主机和外设并行工作的效率，但是每传送一个字或一个字节的数据就要执行一次中断服务程序，数据传送时仍然要占用CPU的时间，不适合于高速传输的系统。
- ❑ DMA在外设与主存之间建立一个由硬件管理的数据通路，如图所示，使CPU不介入传送时的操作，数据也不经过CPU。这样就减少了CPU的开销，系统效率得到了提高。



DMA方式的特点

- ❑ 它使内存与CPU的固定联系脱钩。内存既可被CPU访问，又可被外设访问；
- ❑ 在数据块传送时，内存地址的确定、传送数据的计数等都由硬件电路直接实现；
- ❑ 内存中要开辟专用缓冲区，及时供给和接收外设的数据；
- ❑ DMA传送速度快，CPU和外设并行工作，提高了系统的效率；
- ❑ DMA在传送开始通过程序进行预处理，结束后要通过中断方式进行后处理。

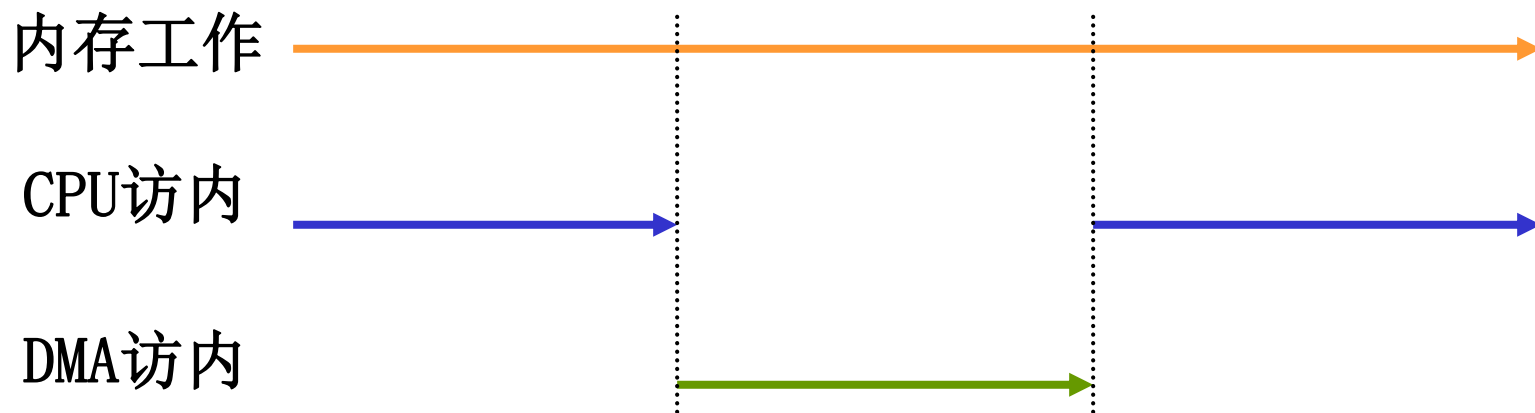
内存争用

- ❑ DMA方式进行数据传送时，CPU仍执行主程序，此时DMA控制逻辑与CPU可能同时要访问主存，引起主存使用权的冲突。
- ❑ 如何处理这种冲突呢？
 - CPU停止访问主存
 - DMA与CPU交替使用主存
 - 周期挪用法

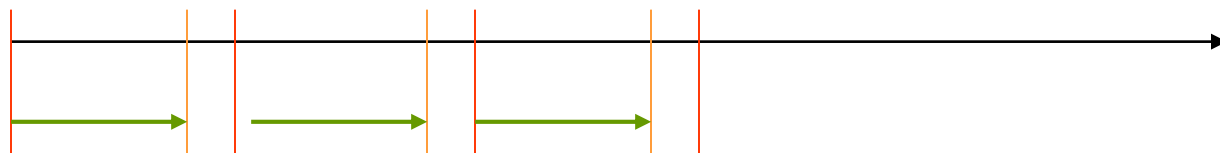
CPU 停止访问主存

- ❑ 当DMA传送数据时，CPU停止工作，把主存使用权交给DMA控制逻辑。在这批数据传送结束后，DMA再交还主存使用权。
- ❑ 在DMA传送数据过程中，CPU处于等待状态。
- ❑ 这种方法最简单。缺点是内存使用效率低。

CPU 停止访内

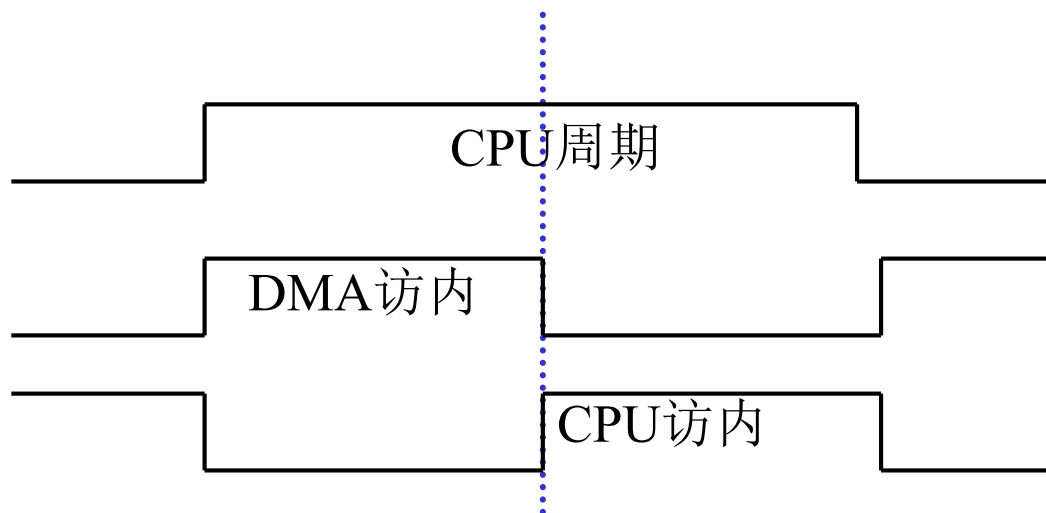


由于外设传送两个数据间的时间间隔大于存储周期，所以在DMA控制内存期间，内存没有得到充分利用。



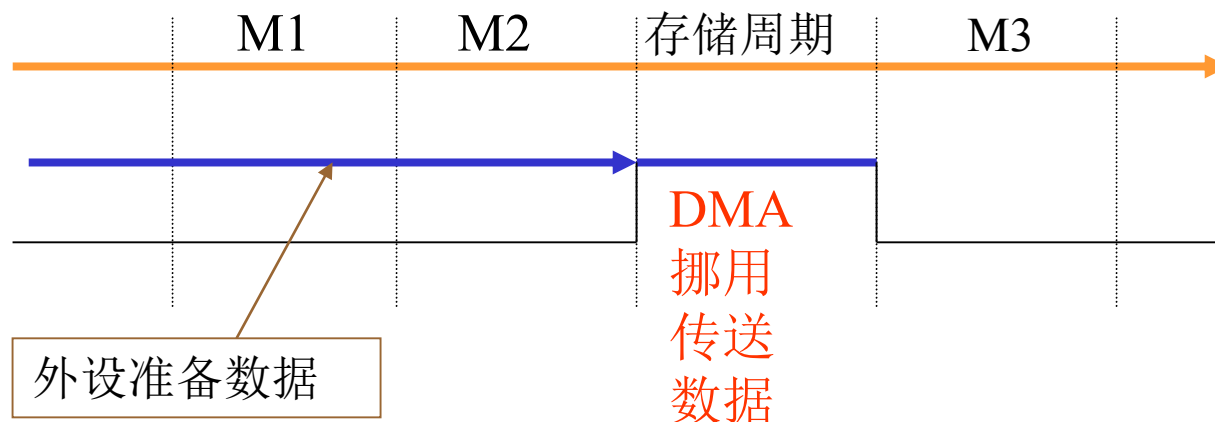
DMA与CPU交替使用主存

- ❑ 每个CPU工作周期分成两个时间段，一段用于DMA访问主存，一段用于CPU访问主存。
- ❑ CPU和DMA都能访问主存，没有主存使用权移交过程，所以这种方式的效率较高，但是硬件投资较大，而且要求CPU工作周期比存储周期长很多。



周期挪用法

- ❑ DMA要求访问主存时，CPU暂停一个或多个存储周期。一个数据传送结束后，CPU继续运行。
- ❑ CPU现场并没有变动，只是延缓了对指令的执行，这种技术称为周期挪用，或称周期窃取。
- ❑ 如发生访存冲突，则DMA优先访问。



DMA 控制器

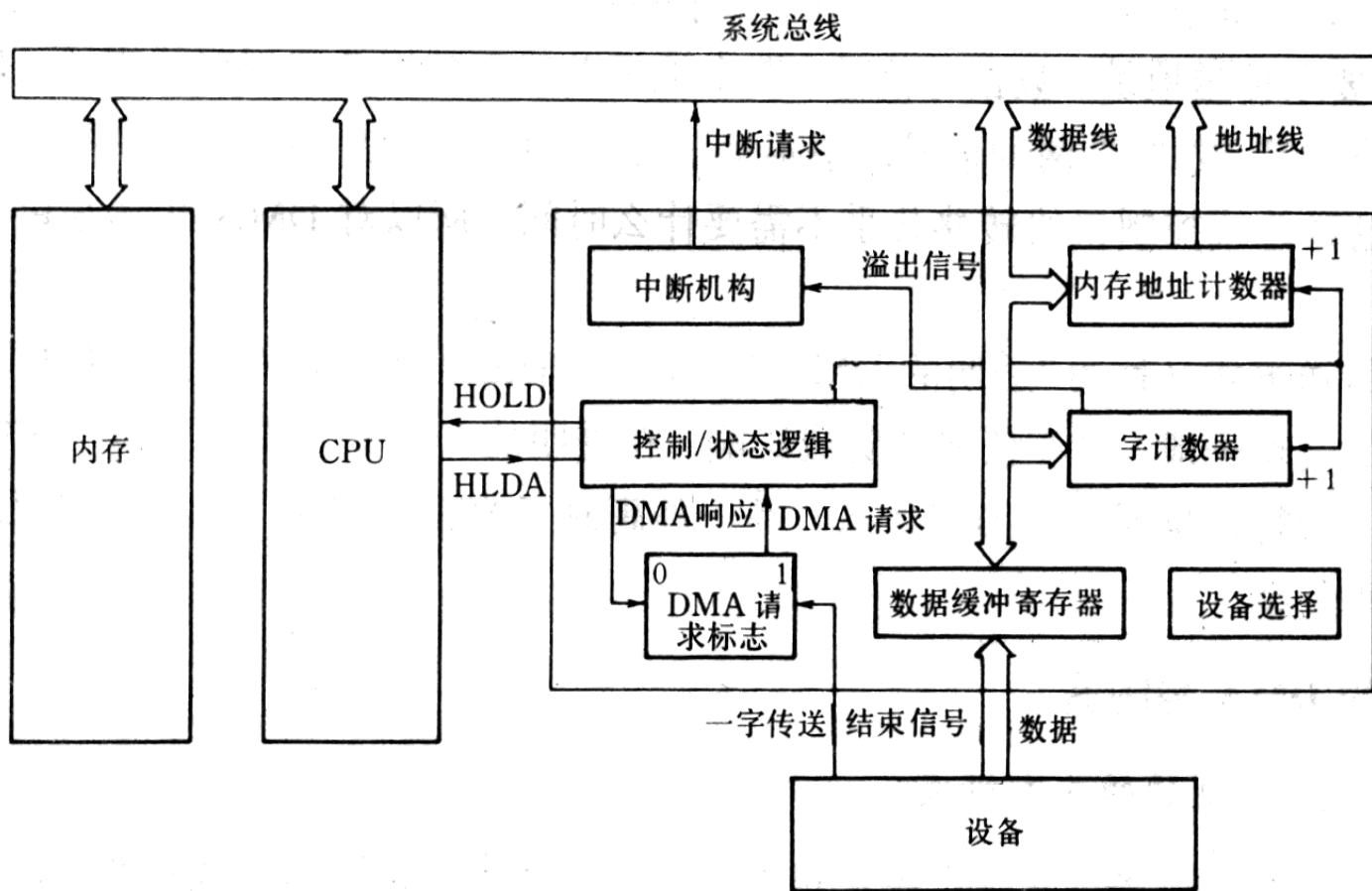


图 8.17 简单的 DMA 控制器组成

DMA与程序中断的区别

- ❑ 中断通过程序实现数据传送，DMA靠硬件来实现。
- ❑ 中断时机为两指令之间，DMA响应时机为两存储周期之间。
- ❑ 中断不仅具有数据传送能力，还能处理异常事件。DMA只能进行数据传送。
- ❑ DMA仅挪用了—个存储周期，不改变CPU现场。
- ❑ DMA请求的优先权比中断请求高。CPU优先响应DMA请求，是为了避免DMA所连接的高速外设丢失数据。
- ❑ 中断传送过程需要CPU的干预；而DMA传送过程不需要CPU的干预，故数据传送速率非常高，适合于高速外设的成组数据传送。

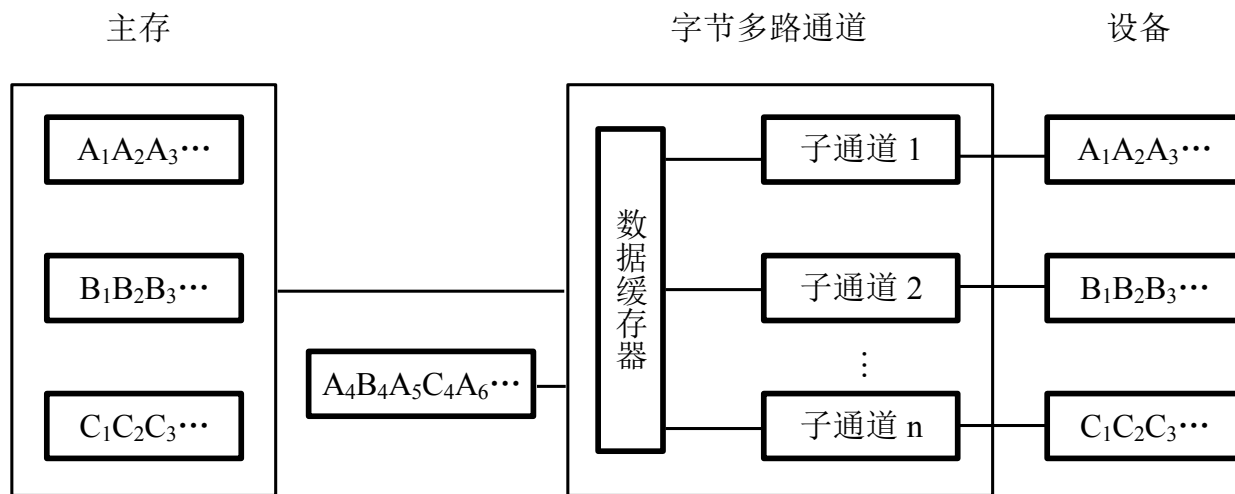
通道方式

- 设置一种专用的**输入输出处理机**，分担主机对输入输出管理的全部或大部分工作。而且不仅能管理高速设备，还能管理低速设备。这种专用处理机称为**通道**。
- 通道吸取了**DMA**硬件技术，并增加了软件管理。它设有专用的通道指令。尽管这些指令的功能有限，但能独立管理和控制输入输出操作。
- 一个**主机**可以连接多个通道，一个通道可以管理多个设备控制器。而一个设备控制器又可以控制多台设备。这样就形成了一个较完整的 **I / O**系统，并具有明显的层次性。

通道分类

- 根据设备共享通道的情况及信息传送速度的要求，通道分为3类：
 - 字节多路通道
 - 选择通道
 - 数组多路通道

字节多路通道

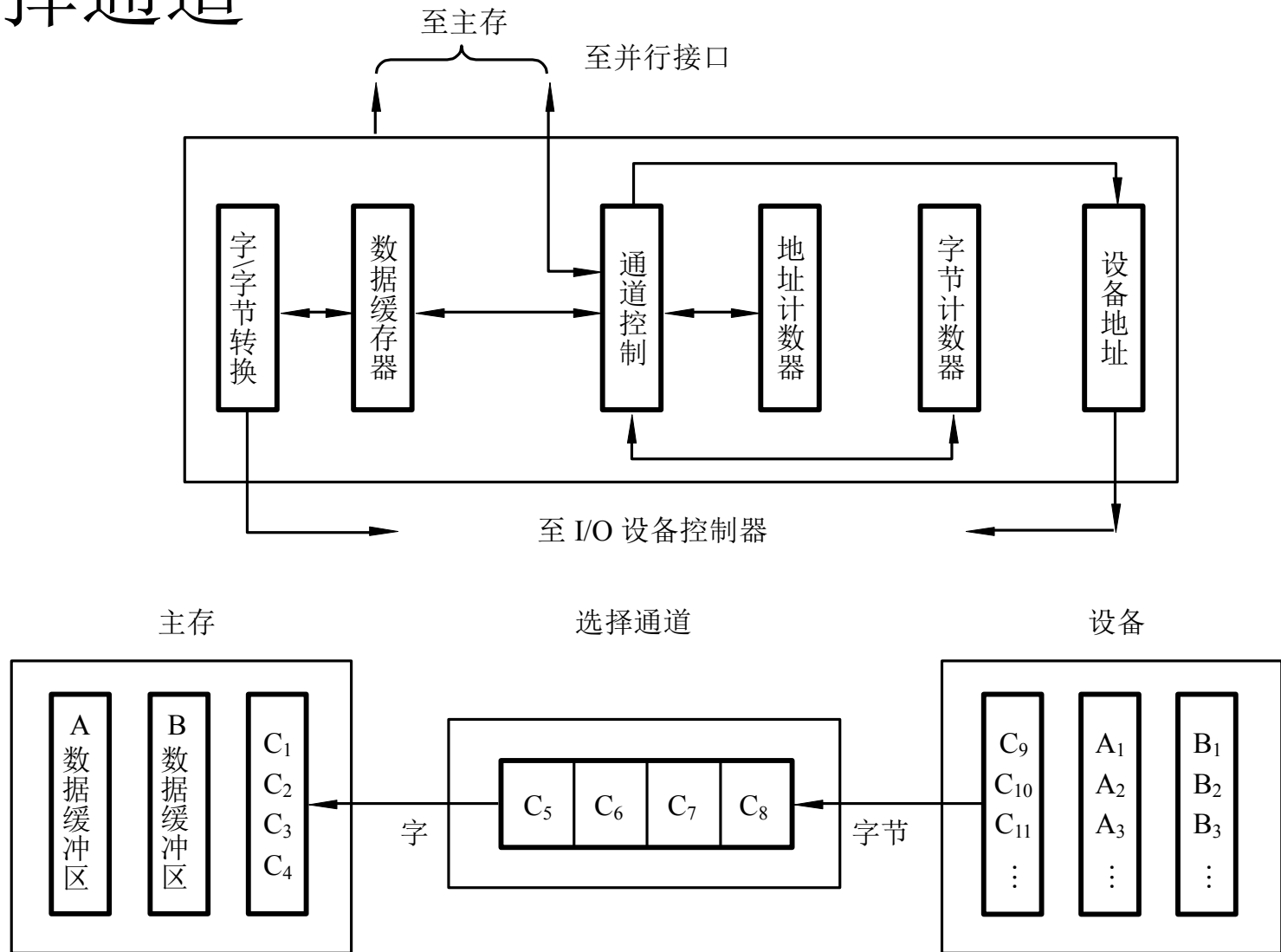


- 包括若干子通道，每个子通道服务于一个设备。在一段时间内能交替执行多个设备的通道子程序，从而使这些设备并行工作。

选择通道

- ❑ 对那些传输速率很高的设备，如硬盘，不适合使用字节多路通道，通道传送两个字节之间的空闲时间很少，故只宜为一台设备单独服务。
- ❑ 选择通道规定，设备以成批数据连续传送方式占用通道，直到指定数量的数据全部传送完毕，通道才转为其它设备服务。选择通道在物理上可以连接多个设备，但这些设备不能同时工作。选择通道只有一个子通道，它适用于大批量数据的高速传送。

选择通道



数组多路通道

- ❑ 通道能高速传送数据，但设备辅助操作时间不能有效利用。
- ❑ 如硬盘启动后，平均等待时间10ms左右，磁带机磁头定位时间更长，可达几分钟。这样长时间通道处于等待状态。
- ❑ 为利用这段时间，将上述字节多路通道和选择通道的特点结合起来，形成一种新的通道形式，称为数组多路通道。
- ❑ 数组多路通道规定多个设备以数据组（块）为单位交叉使用通道。某设备占用通道时，连续传送一组数据，然后将通道让给其它设备。数据组的大小因设备而异，有256B、512B或1KB等。

通道方式总结

- ❑ 分担CPU的I/O 处理的功能;
- ❑ 通道是一个具有特殊功能的处理器IOP;
- ❑ 可以实现外围设备的统一管理和DMA操作;
- ❑ 大大提高了CPU工作效率;
- ❑ 花费更多的硬件代价。

通道结构的发展

- 通道方式的进一步延伸，发展两种结构：
- 输入输出处理器(IOP)
 - IOP和CPU并行工作，是主机的一个部件。
- 外围处理机方式(PPU)
 - 独立于主机工作；有自己的指令系统/运算逻辑器件/读写控制器等。

练习

□1. __主机和设备是串行工作； __主机和设备是并行工作；
__主机和设备是并行运行。

A.程序查询 B.程序中断 C.DMA方式

(A B C)

2.中断向量地址是_____

(C)中断服务程序入口地址的指示器

4.DMA方式传送数据，每传送一个数据占用一个__时间

A.指令周期 B.机器周期 C.存储周期 D.总线周期

(C)

□5、通道功能：执行通道指令，组织外围设备和内存进行数据传输；按I/O指令启动外围设备，向CPU报告中断；通道分类：选择通道，数组多路通道，字节多路通道