

5.5 DMA方式及磁盘接口

5.5.1 DMA基本概念

1、定义 (Direct Memory Access)

直接依靠**硬件系统**来控制**主存与外设**之间的数据传送，传送期间**无需CPU干预**，传送结束后通常用**中断方式**通知CPU。

2、特点与应用

- ✓ 响应随机请求
- ✓ 一般不影响CPU程序的执行，仅占用总线、**无程序切换**
- ✓ 大批量数据的简单传送

【典型的应用场合】

- ✓主存与高速I/O设备之间的简单数据传送。
- ✓大批量数据采集系统
- ✓动态存储器（DRAM）的自动刷新

3、DMA的数据传送模式

(1) 单字传送

DMA请求获得批准后，CPU分配**1个总线周期**用于字或字节的传送，再重新分配下一个总线周期的控制权(**周期挪用/窃取**)。

(2) 成组连续传送方式

DMA被批准后，连续占用**多个总线周期**，成组连续批量地传送，结束后将总线的控制权交回给CPU。

4、DMA硬件系统的组织

DMA方式控制I/O设备与主存数据直传，应明确：

- (1) 传送方向、
- (2) 设备寻址信息、
- (3) 主存缓冲区首地址、
- (4) 传送的数据量，等等。

早期：由CPU和DMA接口协同控制；

现代：设置专用的DMA控制器

5、DMA初始化工作的步骤

- ◆向接口送出I/O设备的寻址信息；
- ◆向DMA控制器送出控制字，如传送方向；
- ◆向DMA控制器送出主存缓冲区首址；
- ◆向DMA控制器送出传送的数据量；

5.5.2 DMA控制器与接口的连接

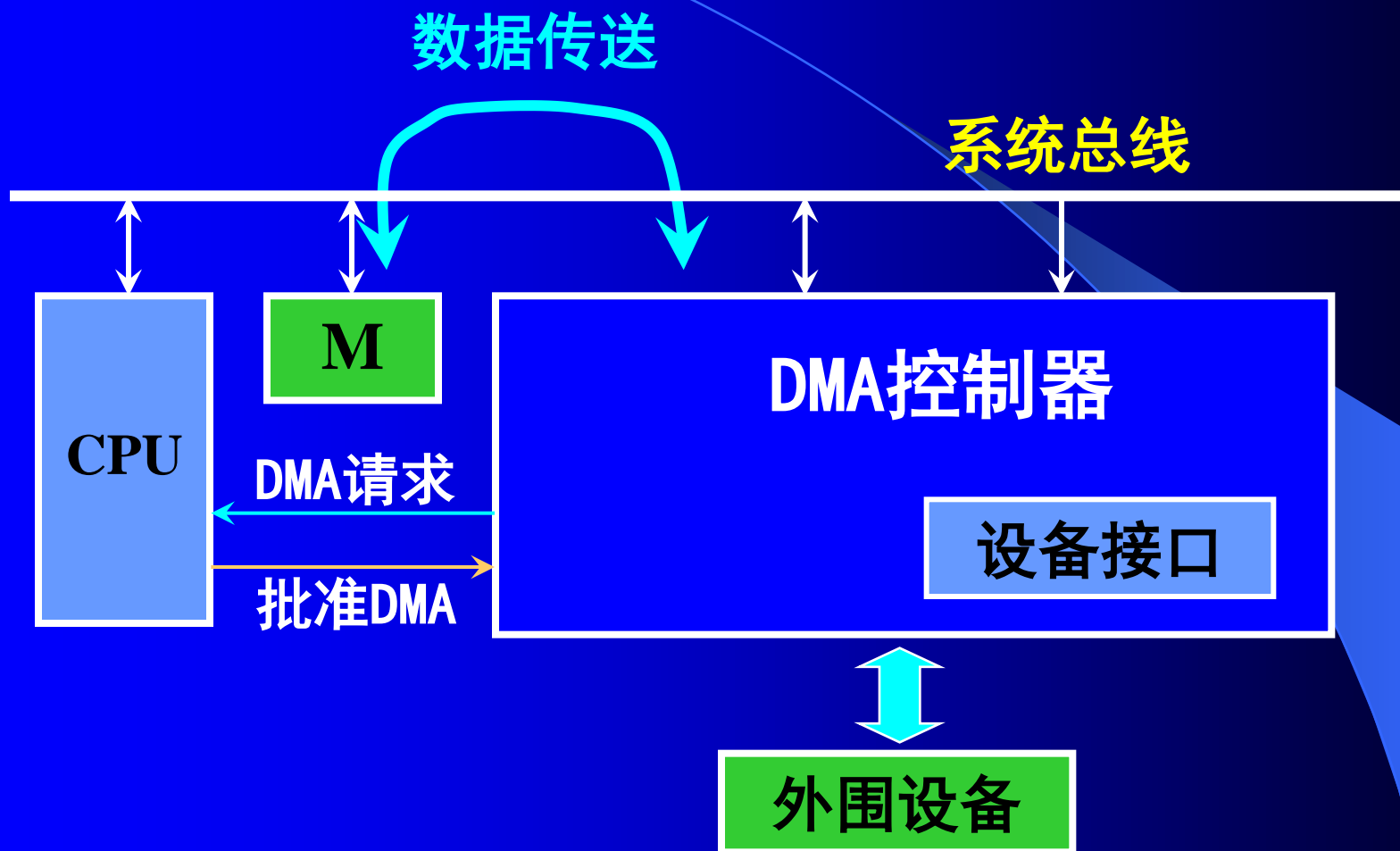
DMA控制器与设备接口方案，需考虑：

- ① DMA控制器与设备接口是否分离？
- ② 数据传送经过DMA控制器，还是接口直接经数据总线与主存交互？
- ③ 如DMA控制器连接多台设备，采取什么连接方式？
- ④ 有多个DMA控制器，采用怎样的DMA请求方式？

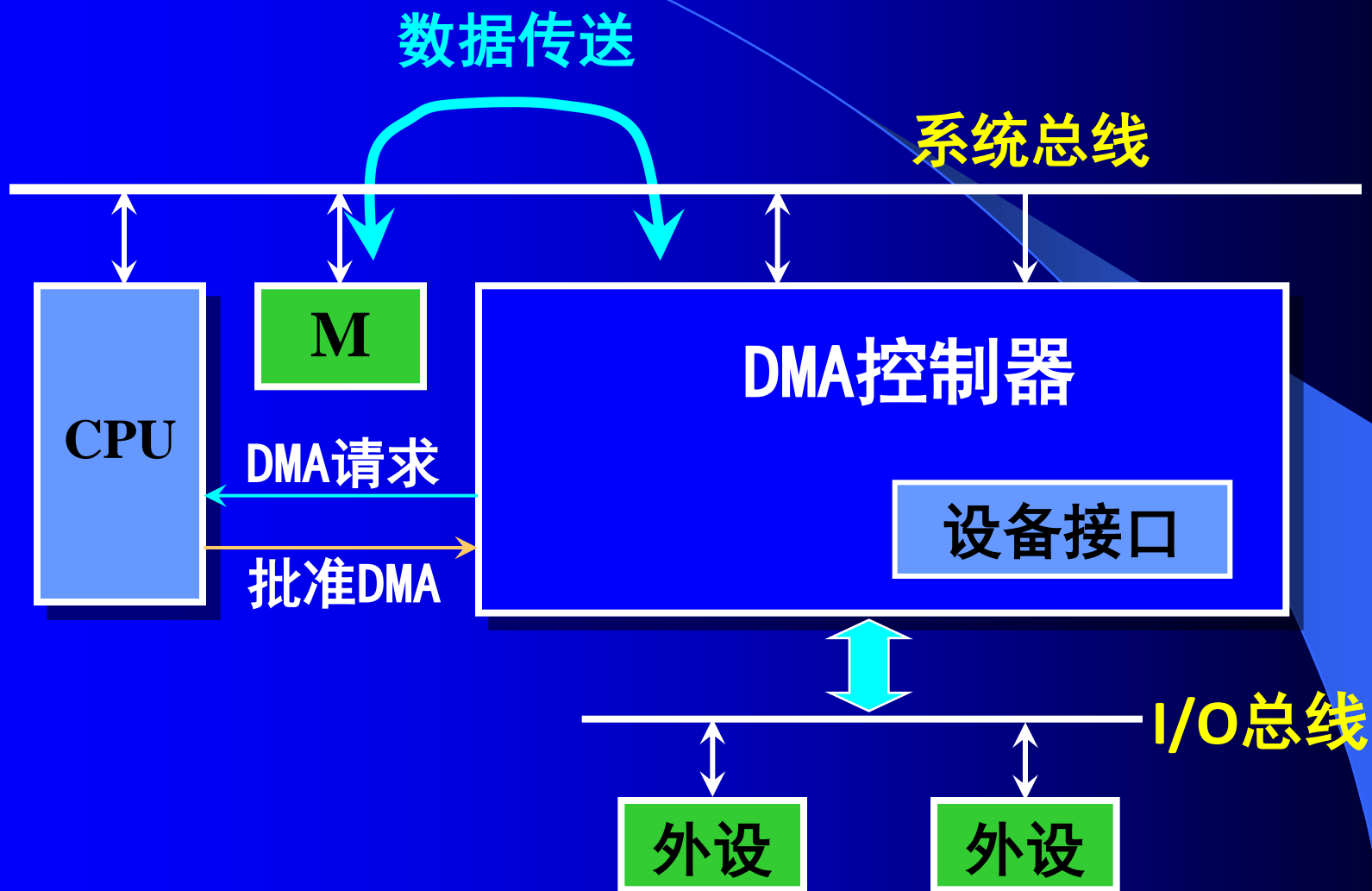
可以采用下列几种方案：

- ① 单通道DMA控制器；
- ② 选择型DMA控制器；
- ③ 多路型DMA控制器；

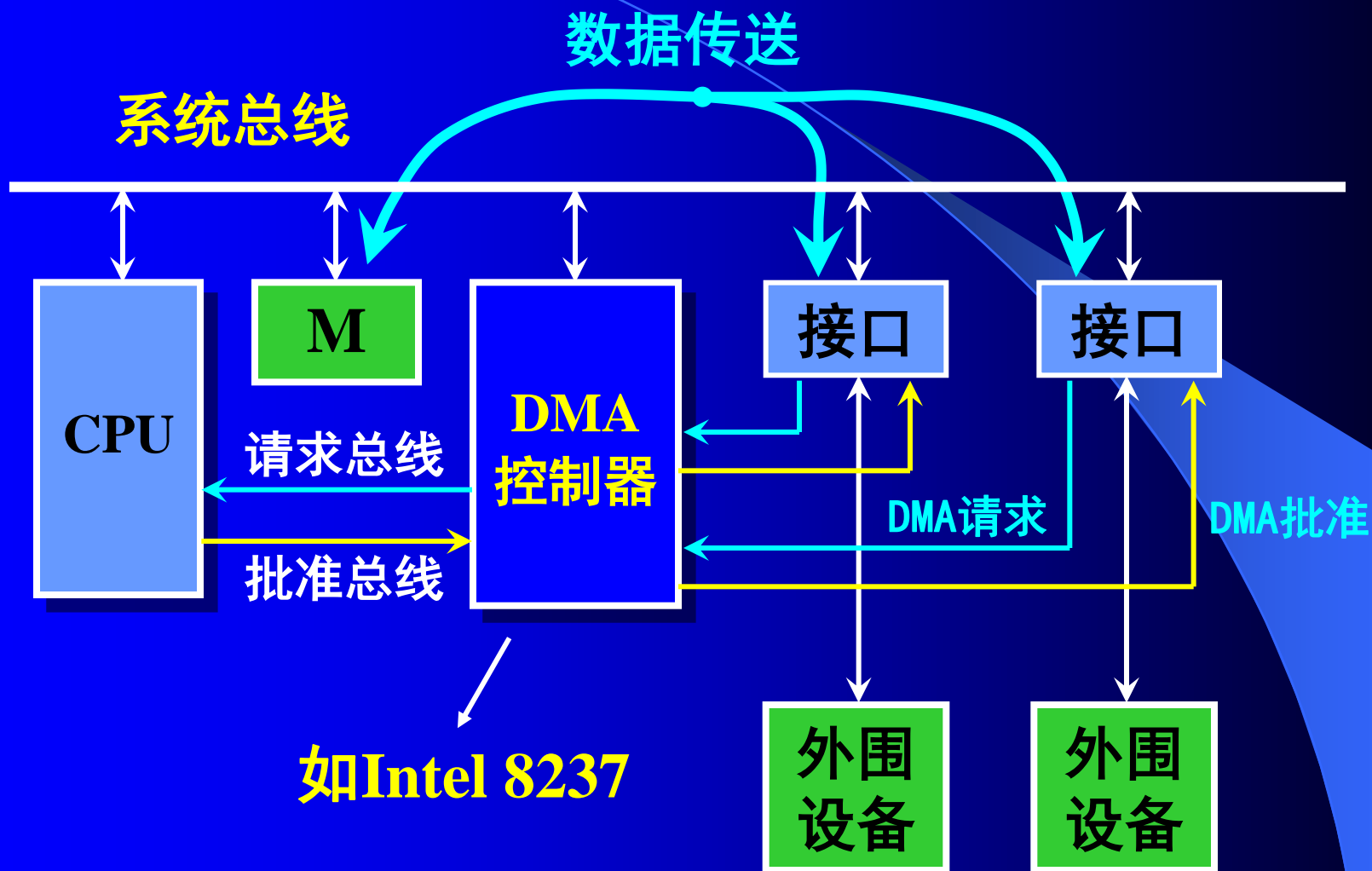
① 单通道DMA控制器

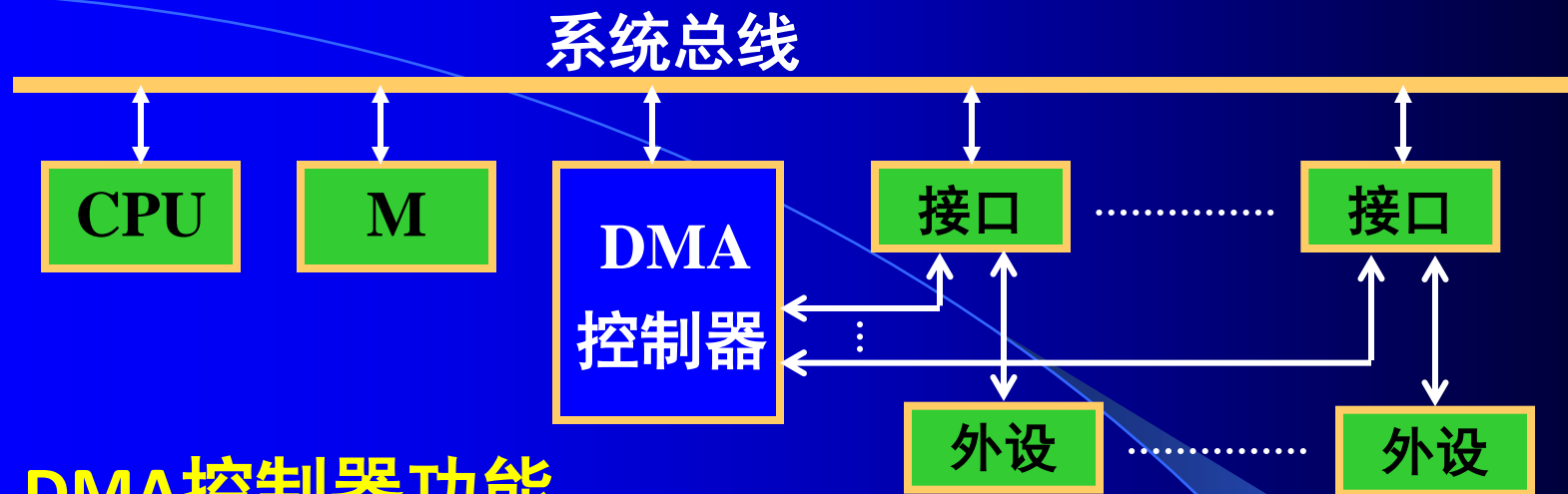


② 选择型DMA控制器



③ 多路型DMA控制器





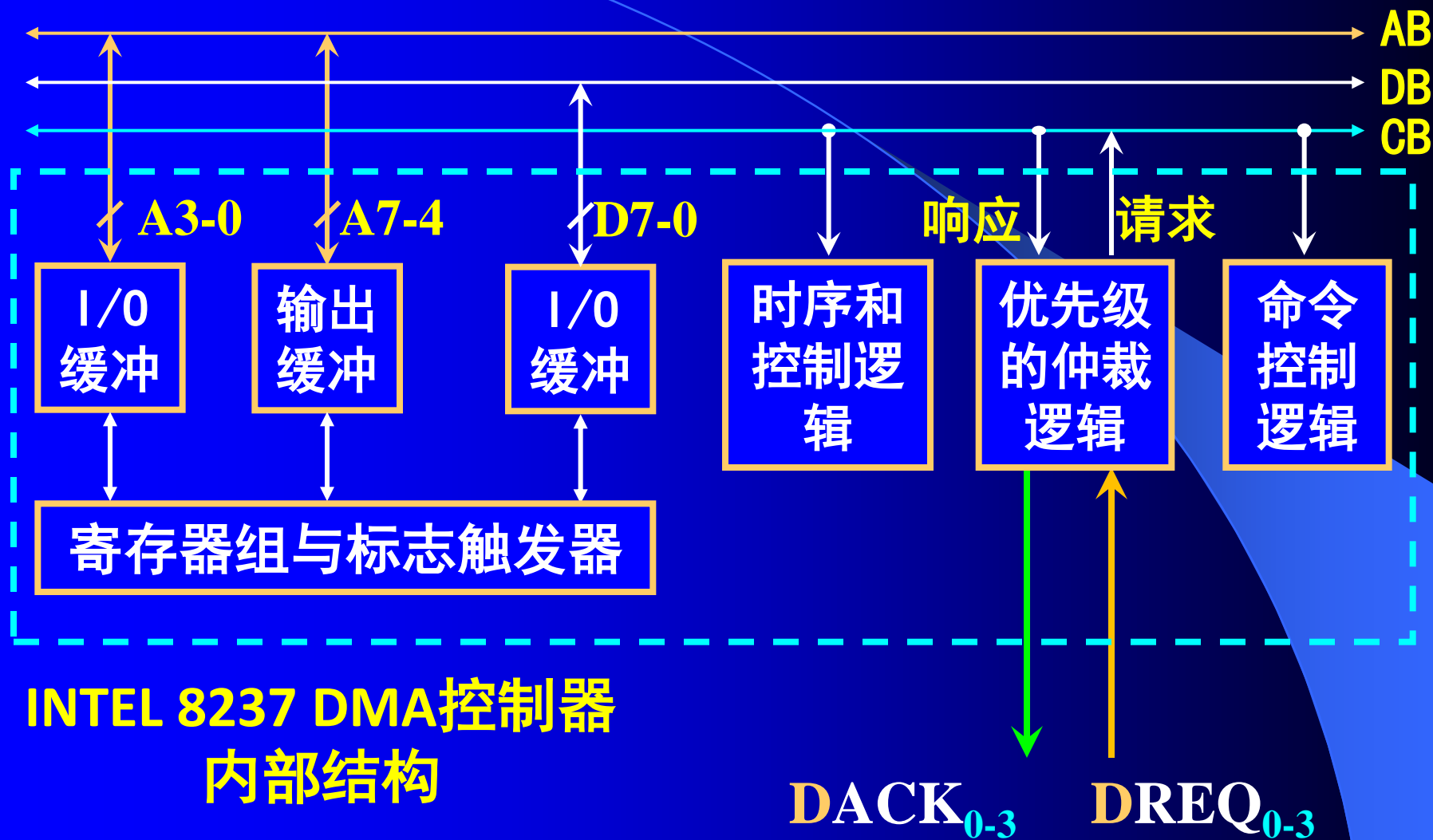
1、DMA控制器功能

- (1) 接收初始化信息（地址、传送方向、主存首址、交换量）
- (2) 接收外设DMA请求、判优、向CPU申请总线 → 传送前
- (3) 接管总线控制权，发出寻址、读/写命令 → I/O期间

2、接口功能

- (1) 接收初始化信息（外设寻址信息）
- (2) 向DMA控制器发请求 → 传送前，外设准备好
- (3) 通过总线进行数据I/O → 传送期间

5.5.3 DMA控制器的组成



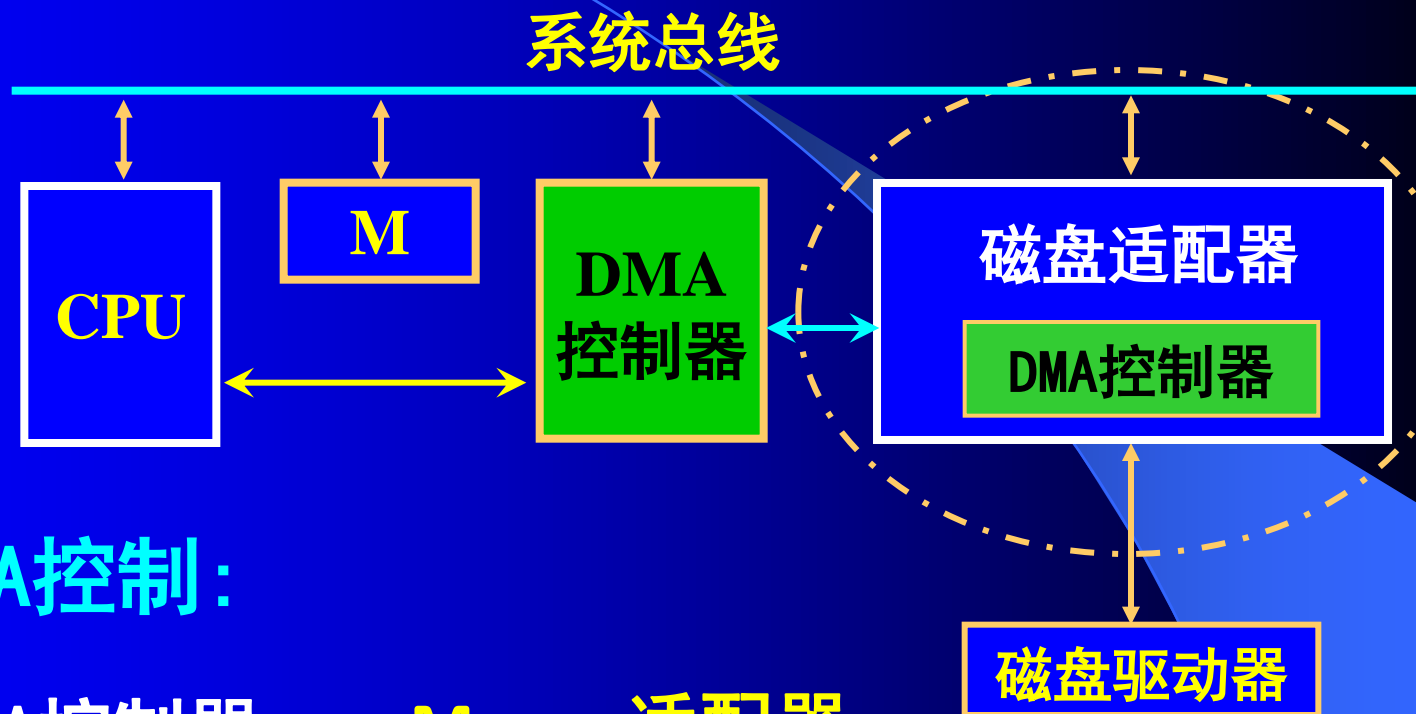
INTEL 8237 DMA控制器
内部结构

5.5.4 DMA传送操作过程



5.5.5 DMA模式的磁盘接口

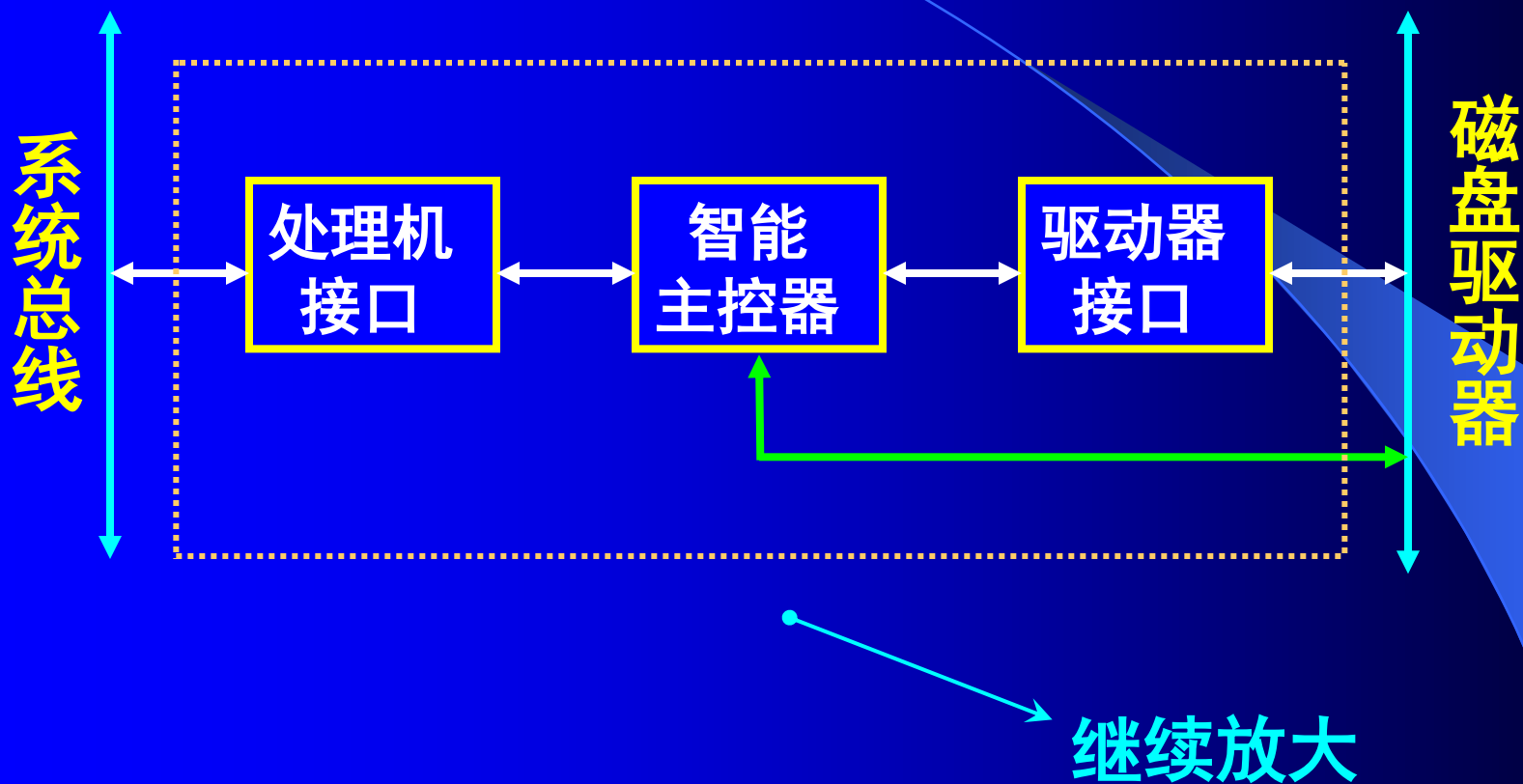
1、系统连接方式



由两级DMA控制:

- 主板上DMA控制器: $M \longleftrightarrow \text{适配器}$
- 适配器内DMA控制器: $\text{适配器} \longleftrightarrow \text{驱动器}$

2、硬盘适配器粗框



处理机接口

智能主控器

驱动器接口

I/O端口控制逻辑

输入通道320H

输出通道320H

状态缓冲器321H

驱动器类型状态
寄存器322H

DMA+中断
屏蔽寄存器323H

Z-80

RAM 1K

ROM 4K

DMA控制器

磁盘控制器

编码器、
锁相电路

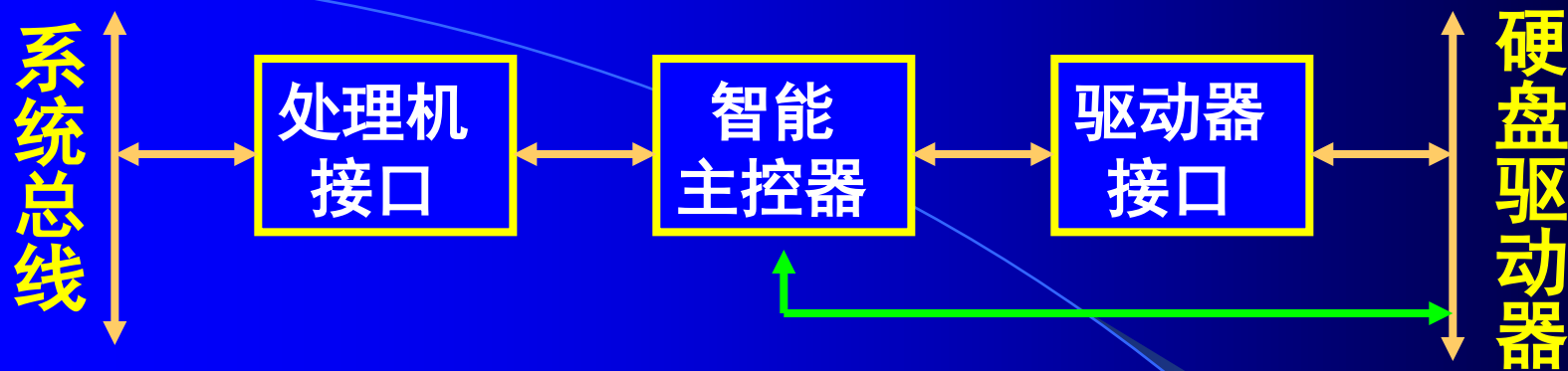
驱动器控
制电路

磁盘状态
缓冲器

串行读写数据

总线

磁盘驱动器



(1) 处理机接口 (面向总线)

I/O端口控制逻辑: 接收CPU送来的端口地址、读/写命令，访问处理机接口中的相应寄存器。

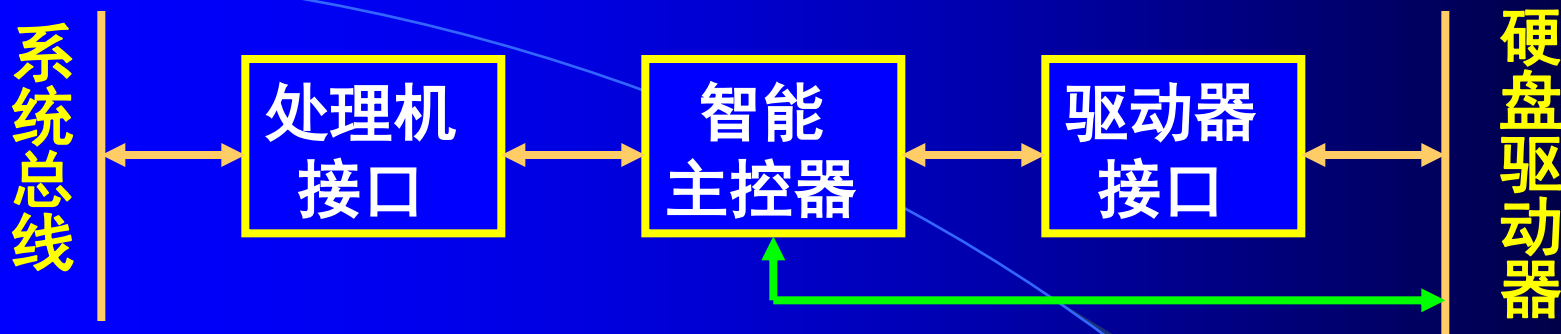
输入、输出、状态缓冲、驱动器类型寄存、DMA/中断请求和屏蔽等逻辑。

(2) 智能主控器 (控制核心)

微处理器: 执行硬盘控制程序。

RAM: 扇区缓存 (存放2个扇区数据)。

ROM: 存放硬盘控制程序 (磁盘驱动+磁盘控制)。



DMA控制器： 控制主控RAM与驱动器之间的数据传送。

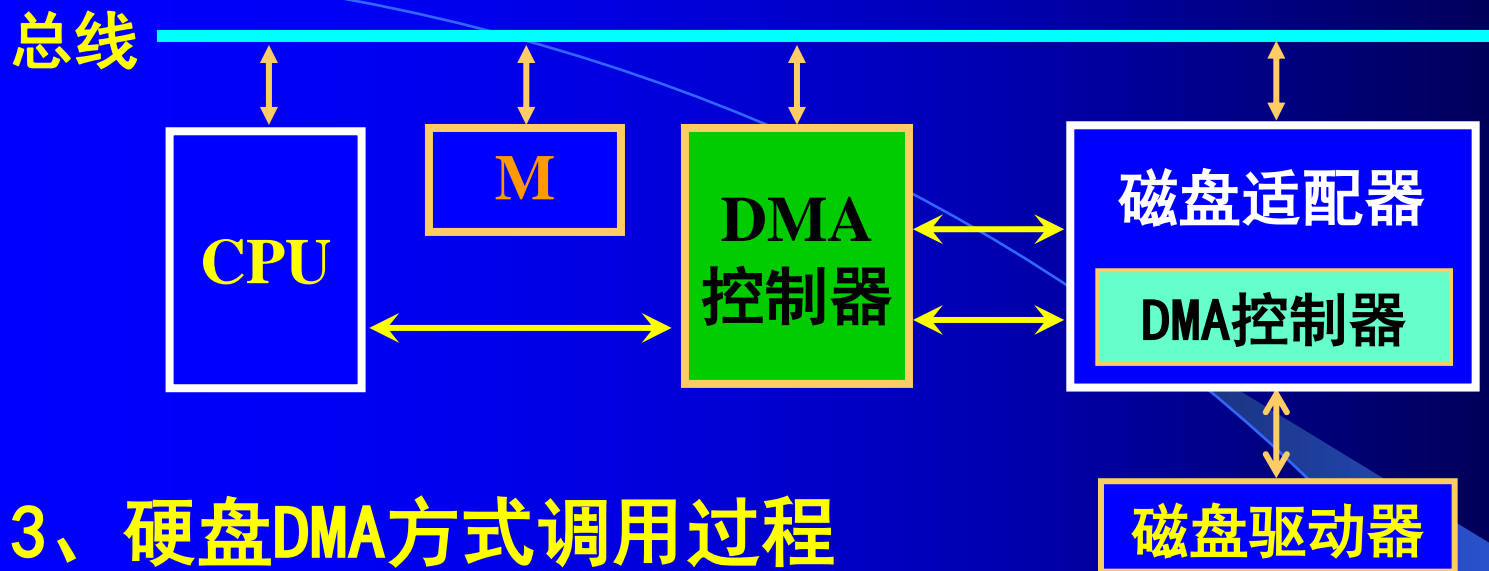
硬盘控制逻辑： 信号同步、控制串-并转换：

{ 写盘： 主控RAM 并-串 驱动器
读盘： 驱动器 串-并 主控RAM

(3) 驱动器接口(面向驱动器)

驱动器控制逻辑： 向驱动器送出控制命令(驱动器选择、寻道方向选择、读、写……)

驱动器状态逻辑： 接收驱动器状态信息(选中、就绪、寻道完成……)



3、硬盘DMA方式调用过程

- ◆ CPU向适配器送出驱动器号、圆柱面号、磁头号、起始扇区号、扇区数等**外设寻址信息**；向DMA控制器送出传送方向、主存首址、交换量等**初始化信息**。
- ◆ 适配器启动寻道，并用中断方式判寻道是否正确。
(如不正确，重新寻道；正确，启动磁盘读/写)

◆ 判断适配器准备是否准备好。

读盘：主控RAM满1扇区

写盘：主控RAM空1扇区

} 发出DMA请求

◆ CPU响应DMA请求，由DMA控制器接管总线，执行传送。

◆ 批量传送完毕，适配器申请中断。

◆ CPU响应中断请求，执行I/O操作的后续处理。