

5.6 IOP与PPU模式

- **IOP**(I/O Processor), 即**输入输出处理器**。
- **PPU**(Peripheral Processor Unit), **外围处理单元**

IOP与PPU发展的技术背景:

- ◆ 高性能计算机系统中, 要求能支持多种不同速度的设备, 以适应多种I/O吞吐率。
- ◆ 普通DMA控制器, 只能支持少量同类设备, 灵活性不高, 不能满足要求。
- ◆ 把主机CPU从繁杂的I/O控制中解放出来。

基本思路:

在主机CPU之外, 再增设**专用的I/O处理单元**

- ✓ 受主机CPU控制
- ✓ 可独立执行程序(指令), 以控制更复杂的I/O操作
- ✓ 较好的对多种设备的适应性
- ✓ 可与主机CPU并行工作

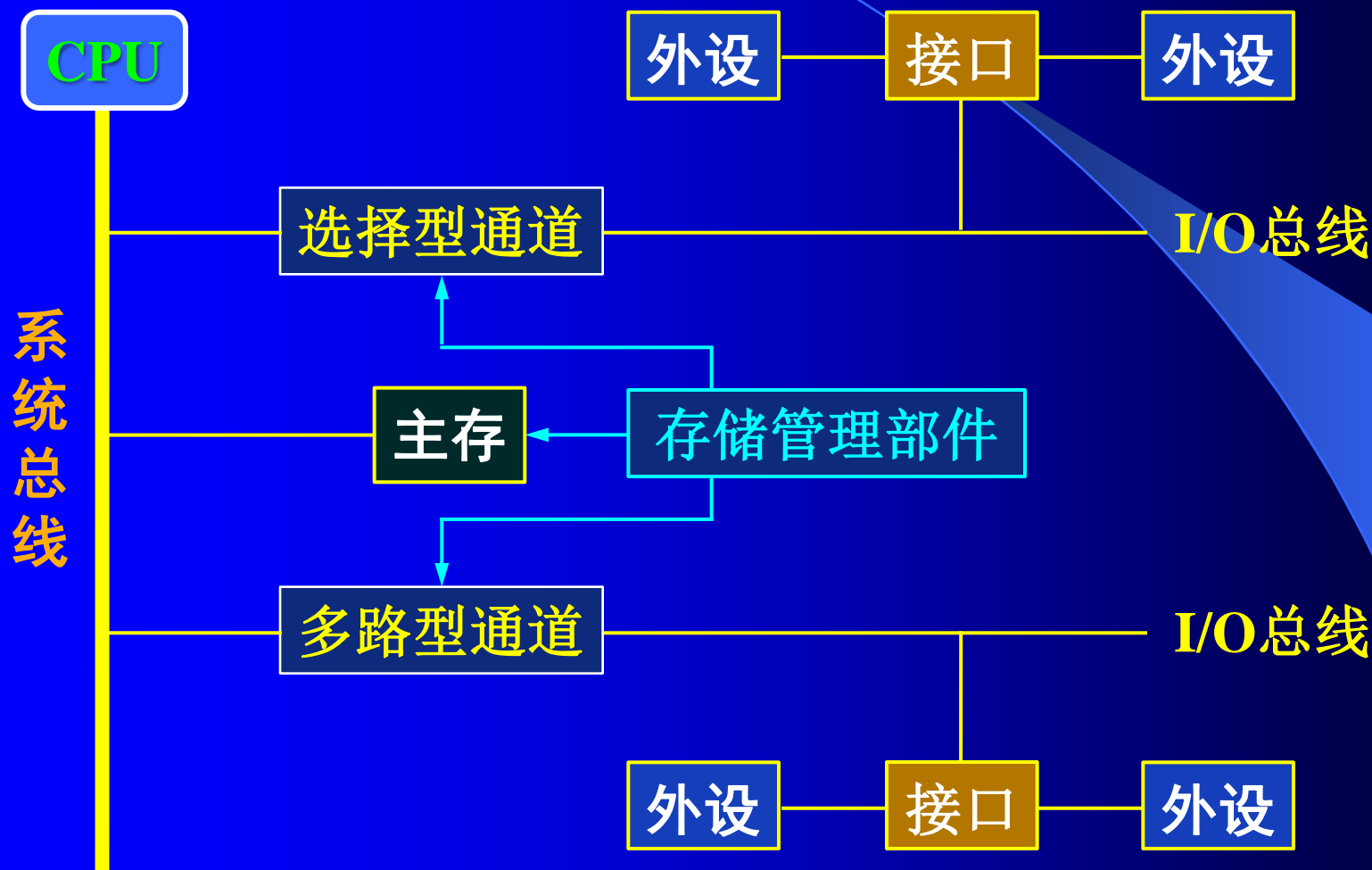
IOP与PPU方案应运而生。

IOP举例: 通道(Channel)

就是一种典型的IOP模式。

5.6.1 通道的系统结构模型

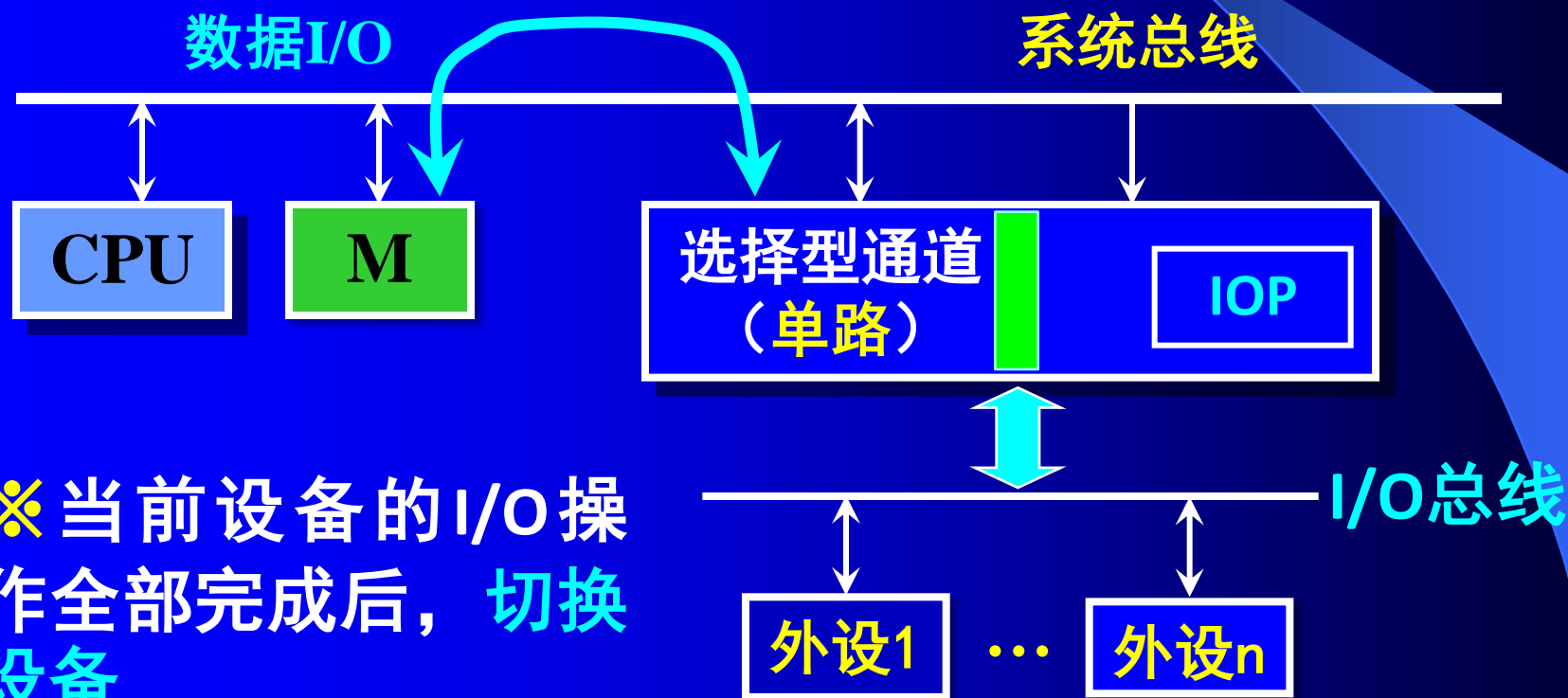
[基本特点] 通过执行通道程序来控制I/O操作。



5.6.2 常见的通道类型

1、选择型通道(单路)

可同时连接多个外设，但每次只能选择1个设备工作，该设备的I/O操作完成后，再切换设备。



※当前设备的I/O操作全部完成后，**切换设备**

2、多路型通道

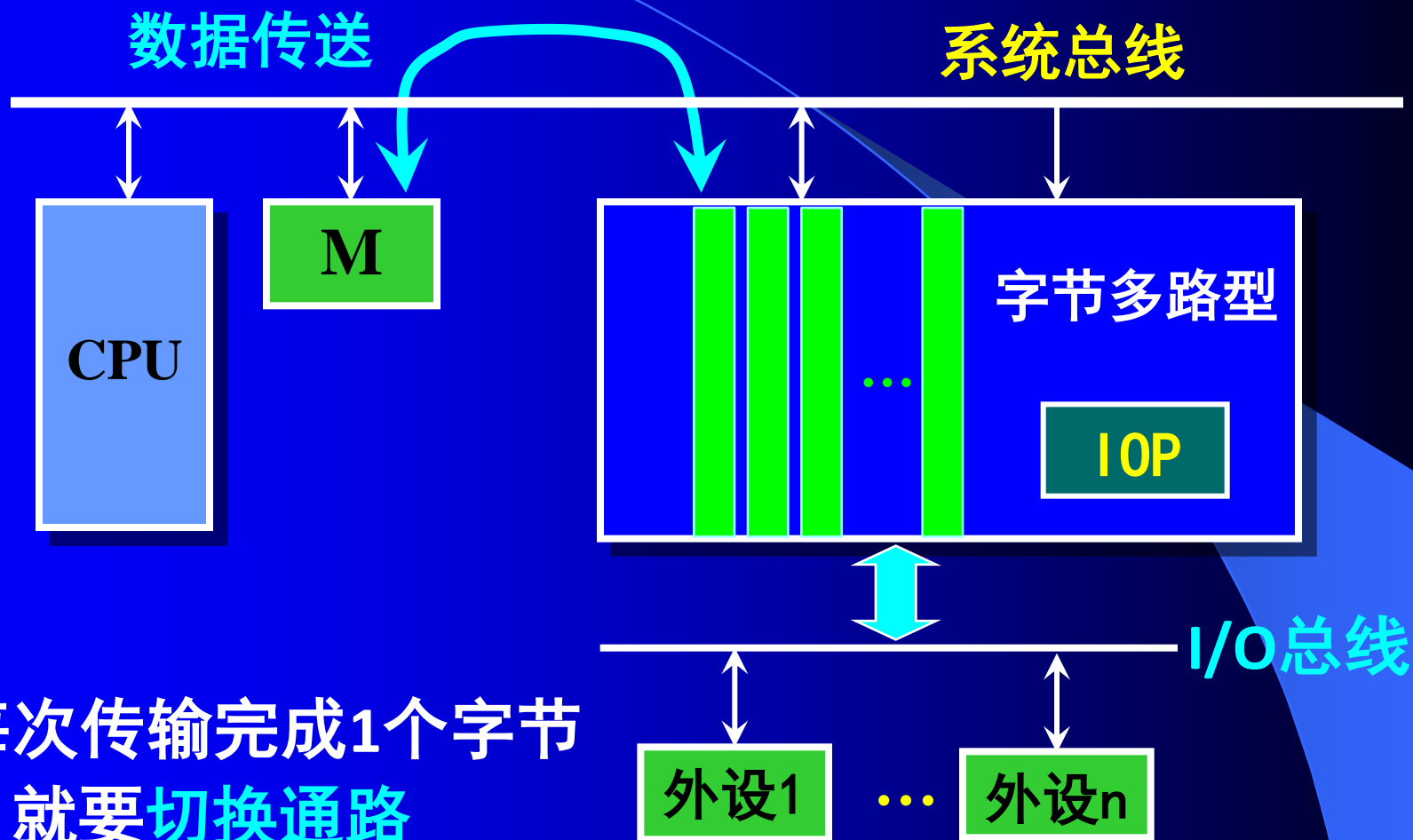
● 字节多路型

- ✓ 可连接多路外设，每个通路仅连接1个外设；
- ✓ 每次只能选择1路设备进行I/O操作；
- ✓ 每次只传输1个字节，重新选择通路(外设)。

● 数组多路型

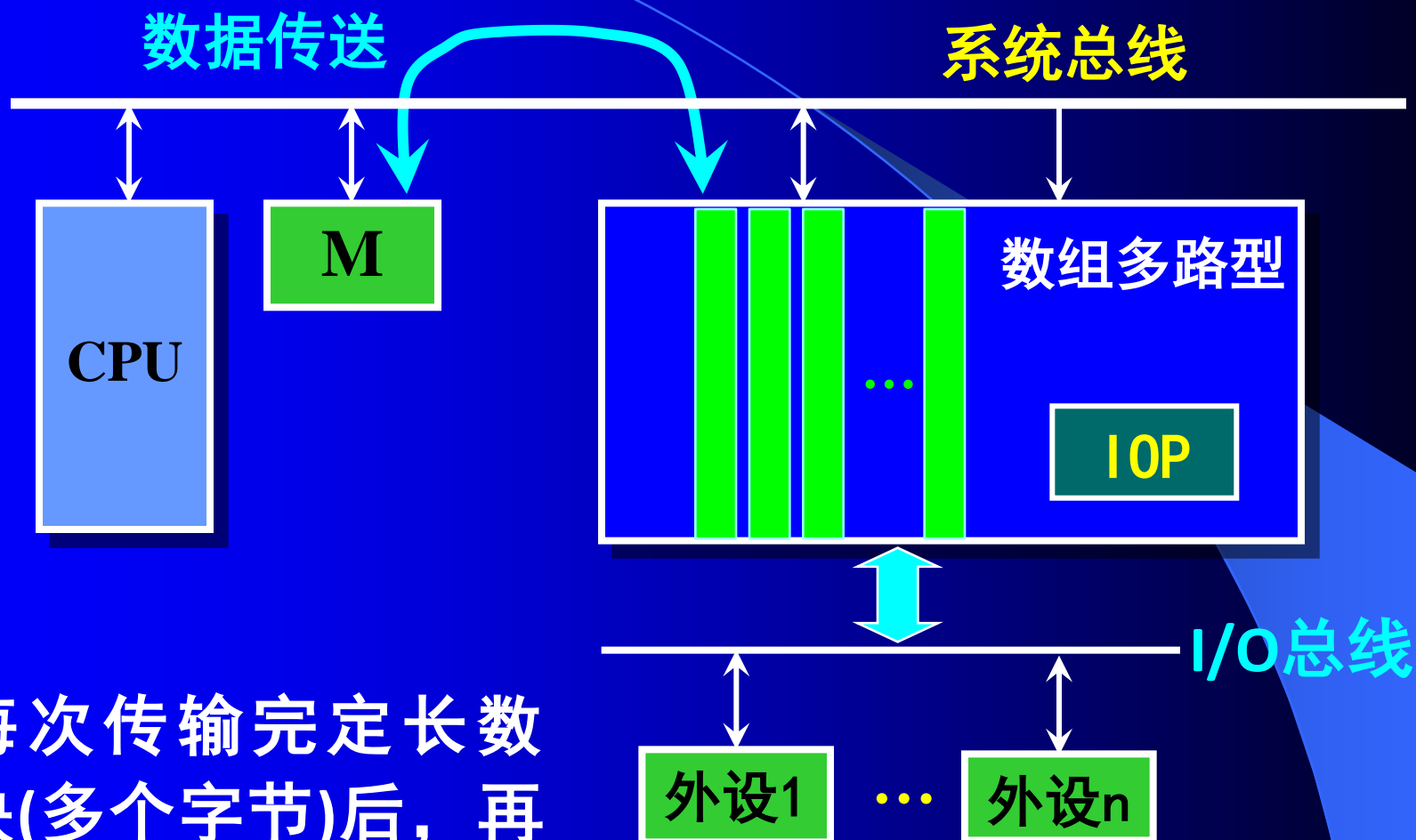
- ✓ 可连接多路外设，每个通路仅连接1个外设；
- ✓ 每次只能选择1路设备进行I/O；
- ✓ 每次连续传输多个字节（即定长数据块）后，重新选择通路(外设)。

● 字节多路型



✖ 每次传输完成1个字节后，就要**切换通路**

● 数组多路型



✂ 每次传输完定长数据块(多个字节)后, 再切换通路

3、通道的特性对比

	选择型通道	多路型通道	
		字节多路	数组多路
每次数据传输量	全部数据	1字节	定长数据块
传输模式	被设备全程独占	多设备字节交叉	多设备按成组交叉
通道共享性	独占	分时共享	分时共享
设备选择次数	仅1次	一般多次	一般多次
适用设备情况	高优先级高速设备	大量的低速设备	大量的高速设备

性能分析举例：

假设有 P 台设备连接在通道上，每台设备传输数据需要经历设备选择和数据传输两个时间段。分别用 TS_i 、 TD_i 和 n_i （字节）来表示第 i 台设备的选择时间、传输1字节数据所需时间和数据传输量，其中 $i=1\sim P$ 。

三种通道的时间性能对比：

◆ 选择型：

$$T_{\text{select}} = \sum_{i=1}^P (TS_i + TD_i \times n_i)$$

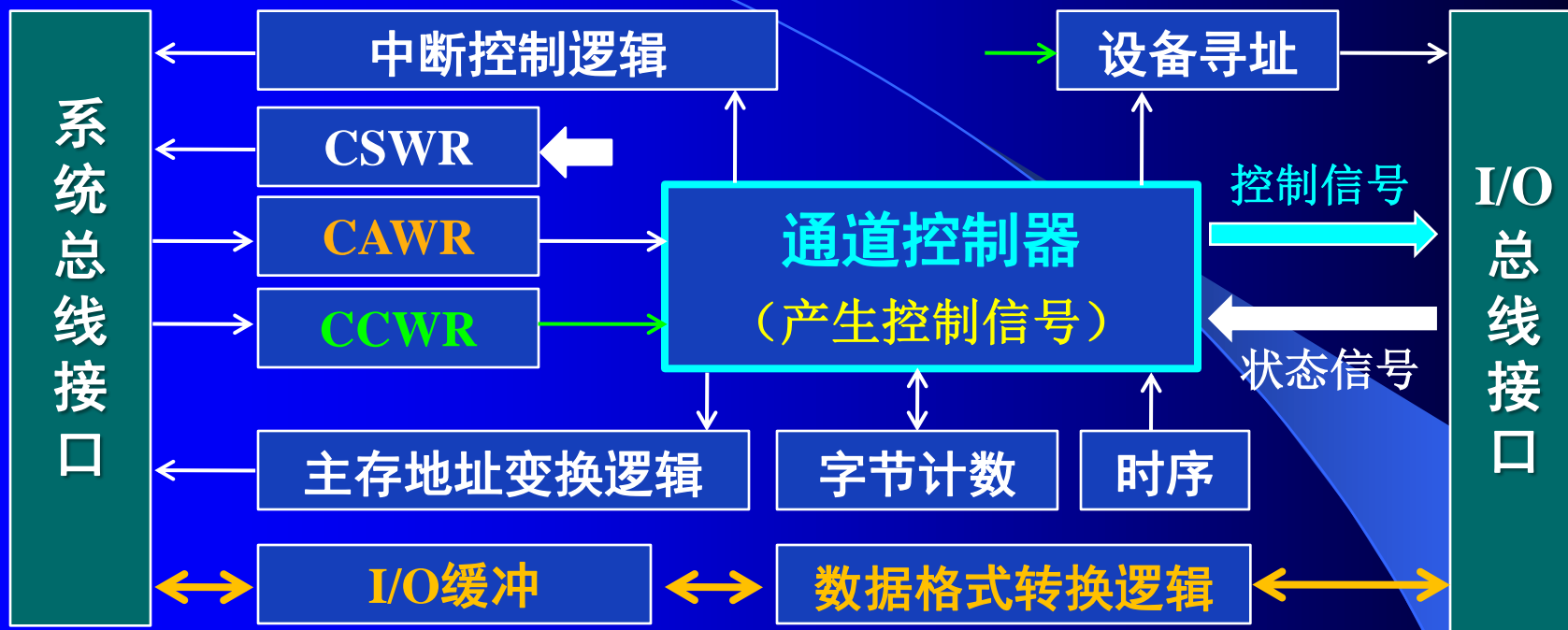
◆ 字节多路型：

$$T_{\text{byte}} = \sum_{i=1}^P (TS_i + Td_i) \times n_i$$

◆ 数组多路型：假设每选中一次后的数据传输字节数是 m_i

$$T_{\text{block}} = \sum_{i=1}^P (TS_i + Td_i \times m_i) \times \frac{n_i}{m_i}$$

5.6.3 通道的结构与工作原理



◆ 通道控制器

◆ **CSWR**: Channel Status Word Register

◆ **CAWR**: Channel Address Word Register

◆ **CCWR**: Channel Command Word Register

●通道控制器

根据输入的通道指令、状态、时序等条件产生各种控制信号，如读、写，以控制通道和外设的操作。

● CAWR

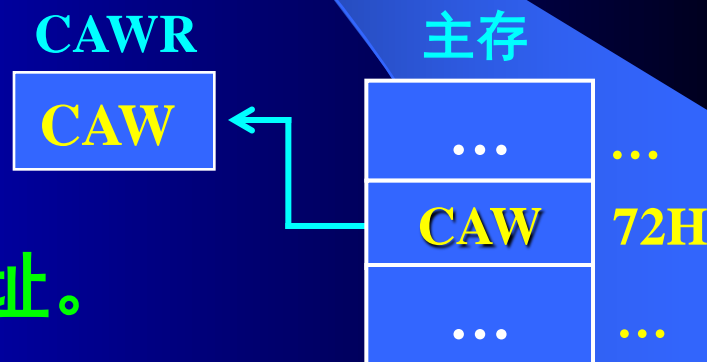
通道地址字寄存器，用来存放从固定的主存单元中读取到的通道地址字(CAW)

通道地址字（CAW）：

◆指明通道程序在主存中的首地址。

◆保存在固定主存单元。

◆比如大型机IBM S3600，就是72H主存单元。



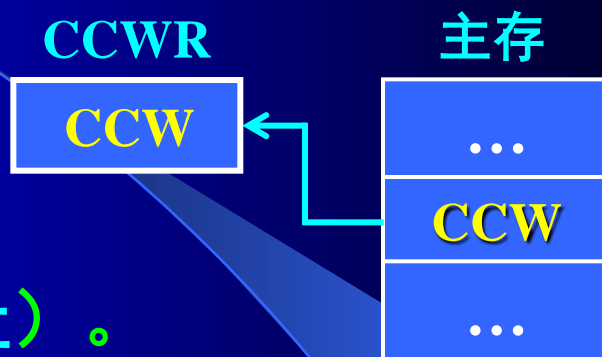
● CCWR

通道命令字寄存器，用来暂存从主存中读取的**通道命令字**（即**通道指令**）。

通道命令字（CCW）：

◆用来构成通道程序。

◆存放在主存中（由CAW指定首地址）。



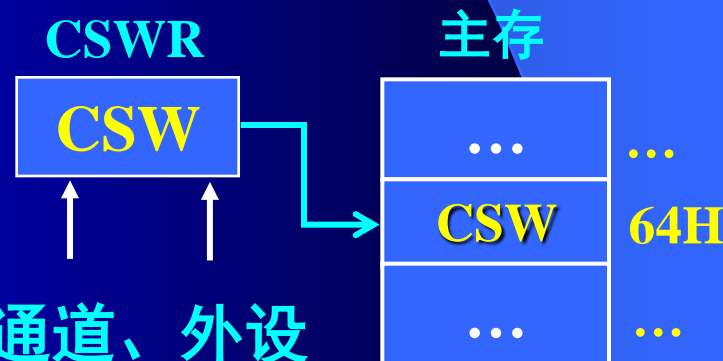
● CSWR

通道状态字寄存器，暂存**通道\外设的状态字**。

通道状态字（CSW）：

◆记录I/O操作的结束原因、通道和外设的各种状态。

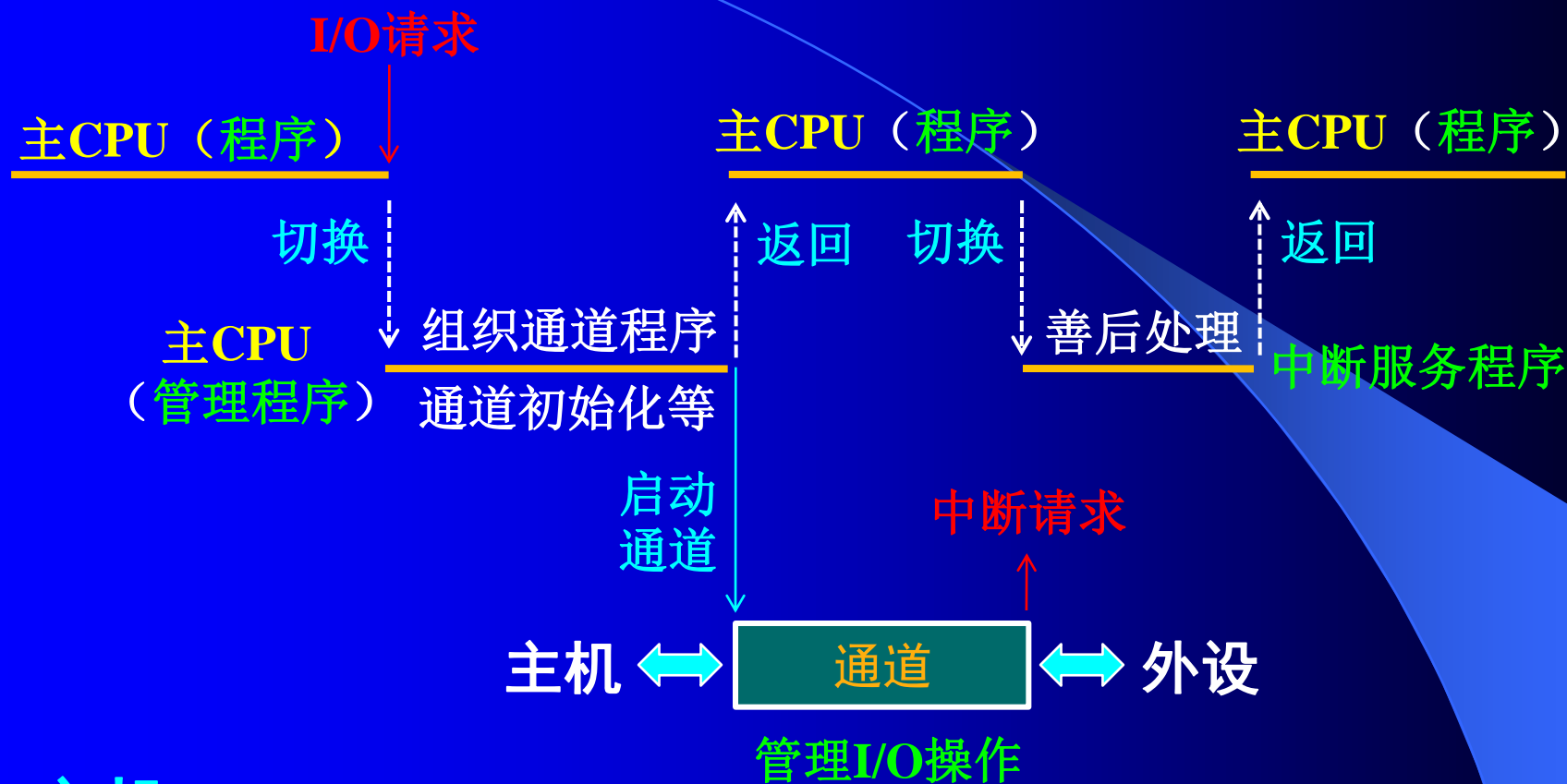
◆存放到固定的主存单元(如64H)。通道、外设



1、通道的工作过程

- ①程序提出I/O请求，CPU响应后组织通道程序并存储到主存，保存首地址(CAW)和数据传输量等；
- ②初始化通道和设备号，发出启动命令；
- ③通道接收启动命令，读取CAW(从主存72H)；
- ④通道对外设寻址，连接到外设；
- ⑤读取通道程序的首条CCW，启动外设，执行CCW；
- ⑥继续读取执行CCW来控制I/O操作，更新CSWR；
- ⑦ I/O操作结束，通道发出结束命令、中断请求，将CSWR的内容保存到主存单元(64H)；
- ⑧ CPU响应中断，切换到服务程序进行I/O善后处理。

2、通道的执行流程



主机CPU:

主程序 → I/O管理程序 → 主程序 → 中断服务程序 → 主程序

I/O操作和主机CPU可以并行工作。

※IOP的特点:

- 能执行简单的通道程序(通道指令);
- 一般位于主机之外;
- 逻辑上仍属于主机系统的一部分;

※PPU的特点:

- 有独立的指令系统, 指令丰富, 功能比IOP更强大;
- 能执行算术/逻辑运算、读写主存、管理I/O操作;
- 独立于主机系统, 可以是个完整的计算机系统;

IOP和PPU方式优点

能把CPU从繁杂的I/O任务中解脱出来, 与I/O操作并行执行, 能显著提高计算机系统的I/O处理能力。