



# 计算机组成原理

## 第 20讲

左德承

哈尔滨工业大学计算学部  
容错与移动计算研究中心

## 二、接口的功能和组成

### 5.3

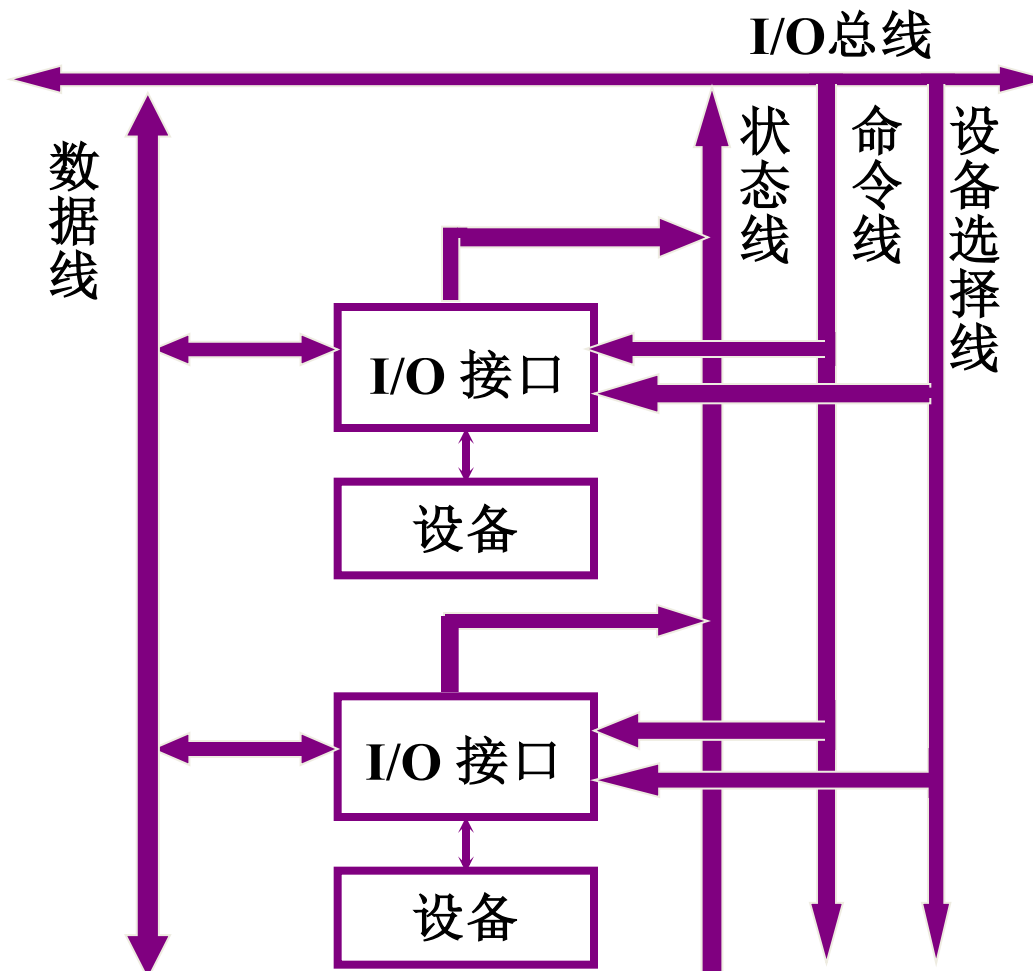
### 1. 总线连接方式的 I/O 接口电路

(1) 设备选择线

(2) 数据线

(3) 命令线

(4) 状态线



## 2. 接口的功能和组成

### 功能

选址功能

传送命令的功能

传送数据的功能

反映设备状态的功能

### 组成

设备选择电路

命令寄存器、命令译码器

数据缓冲寄存器

设备状态标记

完成触发器 **D**

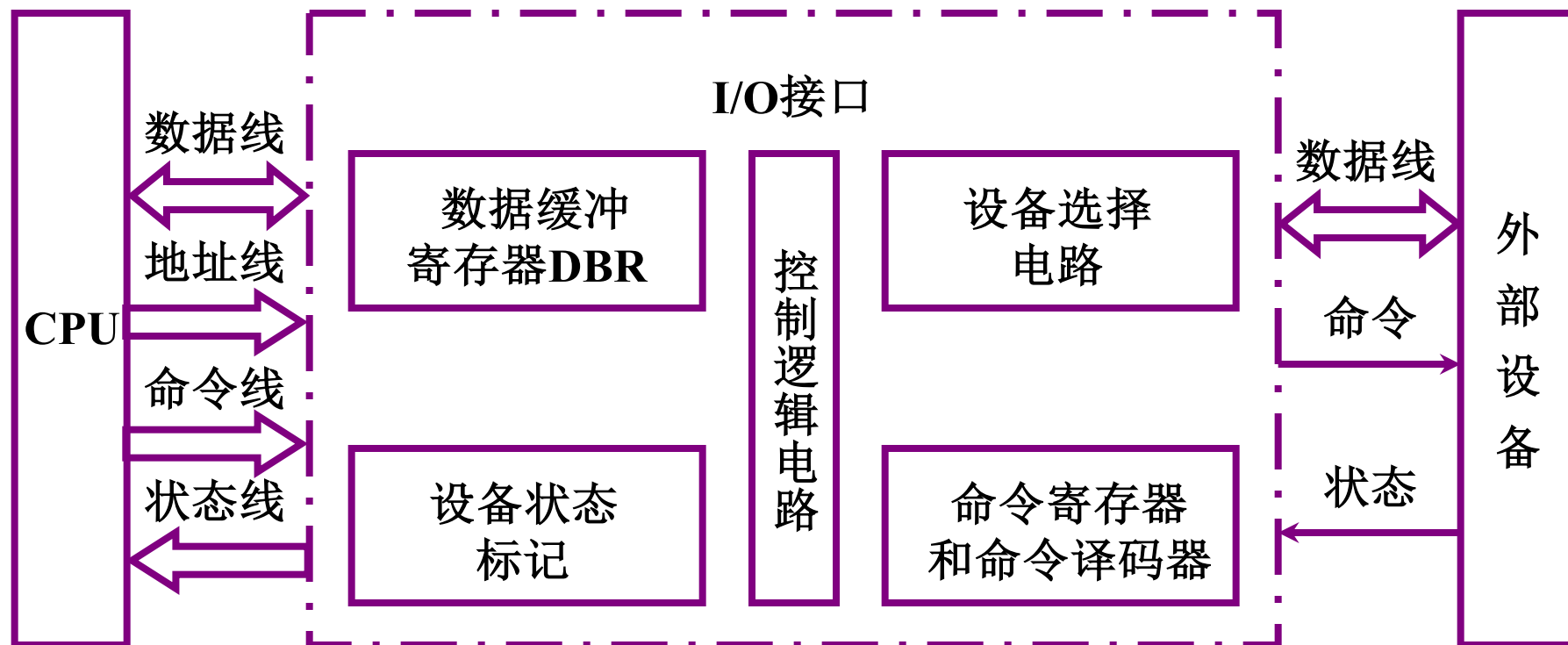
工作触发器 **B**

中断请求触发器 **INTR**

屏蔽触发器 **MASK**

### 3. I/O 接口的基本组成

## 5.3



## 三、接口类型

### 1. 按数据 传送方式 分类

并行接口          Intel 8255

串行接口          Intel 8251

### 2. 按功能 选择的灵活性 分类

可编程接口      Intel 8255、 Intel 8251

不可编程接口   Intel 8212

### 3. 按 通用性 分类

通用接口          Intel 8255、 Intel 8251

专用接口          Intel 8279、 Intel 8275

### 4. 按数据传送的 控制方式 分类

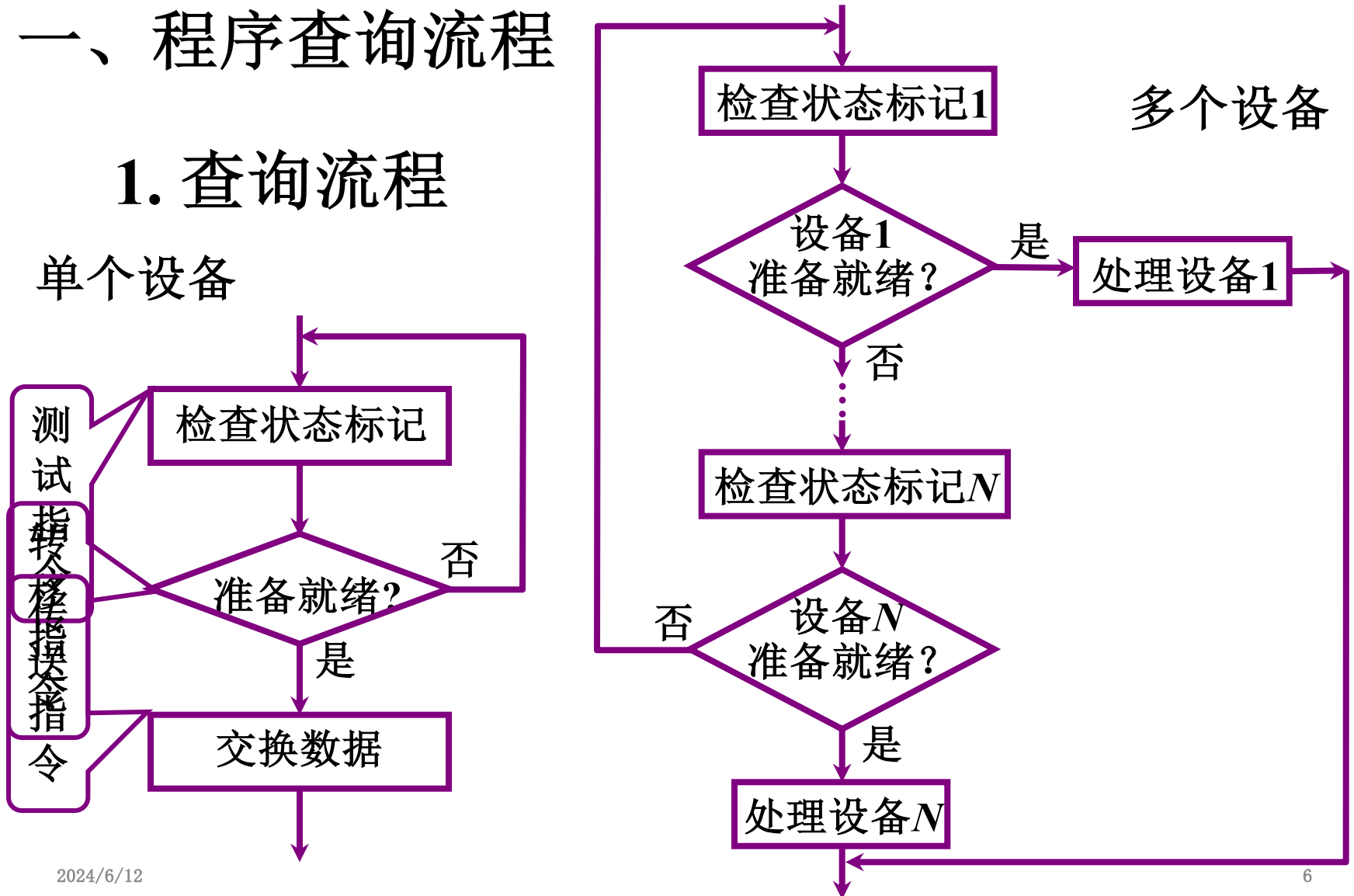
中断接口          Intel 8259

DMA 接口          Intel 8257

# 5.4 程序查询方式

## 一、程序查询流程

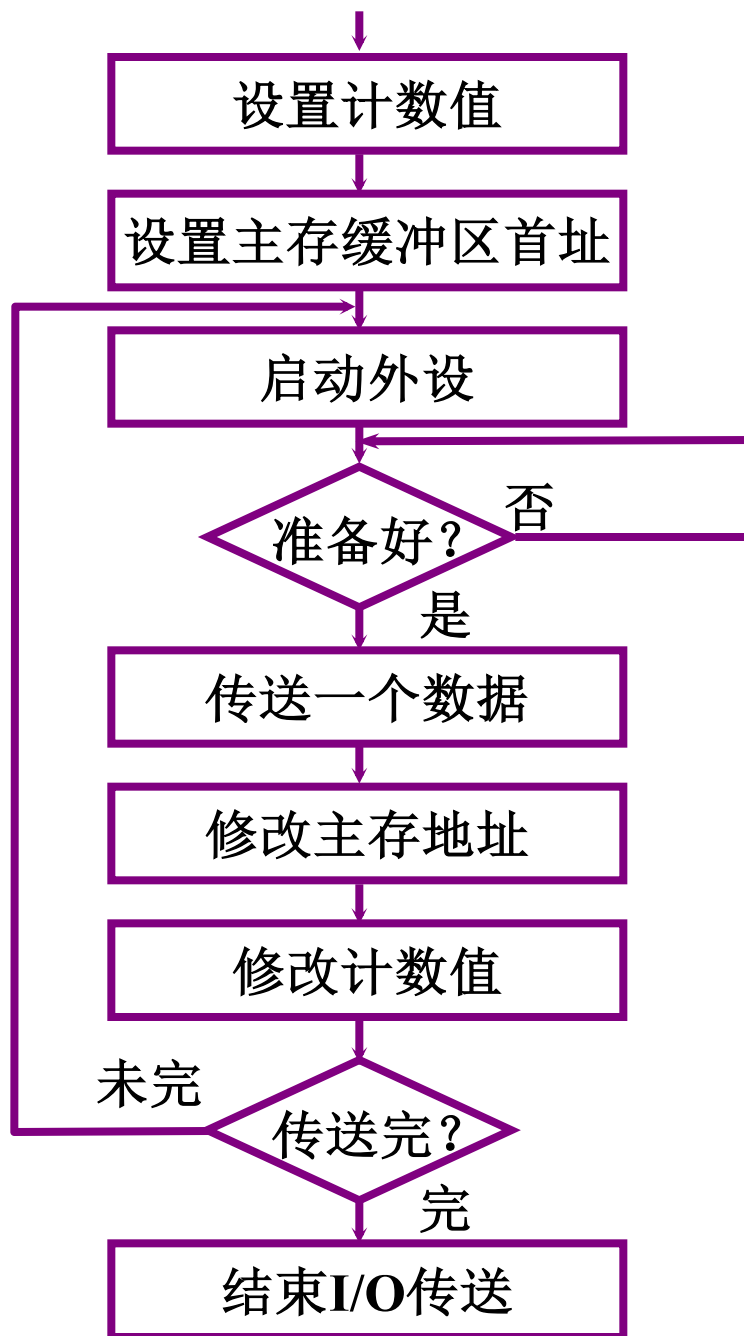
### 1. 查询流程



## 2. 程序流程

5.4

保存  
寄存器内容



# 打印输出标准子程序

## 5.4

功能：打印AL寄存器中的字符。

访问I/O的指令、检查状态位的指令各是什么？

PRINT	PROC NEAR	
	PUSH AX	； 保留用到的寄存器
	PUSH DX	； 保留用到的寄存器
	MOV DX, 378H	； 输入数据锁存器口地址
	OUT DX, AL	； 输出要打印的字符到数据锁存器
	MOV DX, 379H	； 输入状态寄存器口地址
WAIT:	IN AL, DX	； 读打印机状态位
	TEST AL, 80H	； 检查忙碌位
	JE WAIT	； 等待直到打印机不忙
	。 。 。	
	POP DX	
	POP AX	； 恢复寄存器
	RET	
PRINT	ENDP	

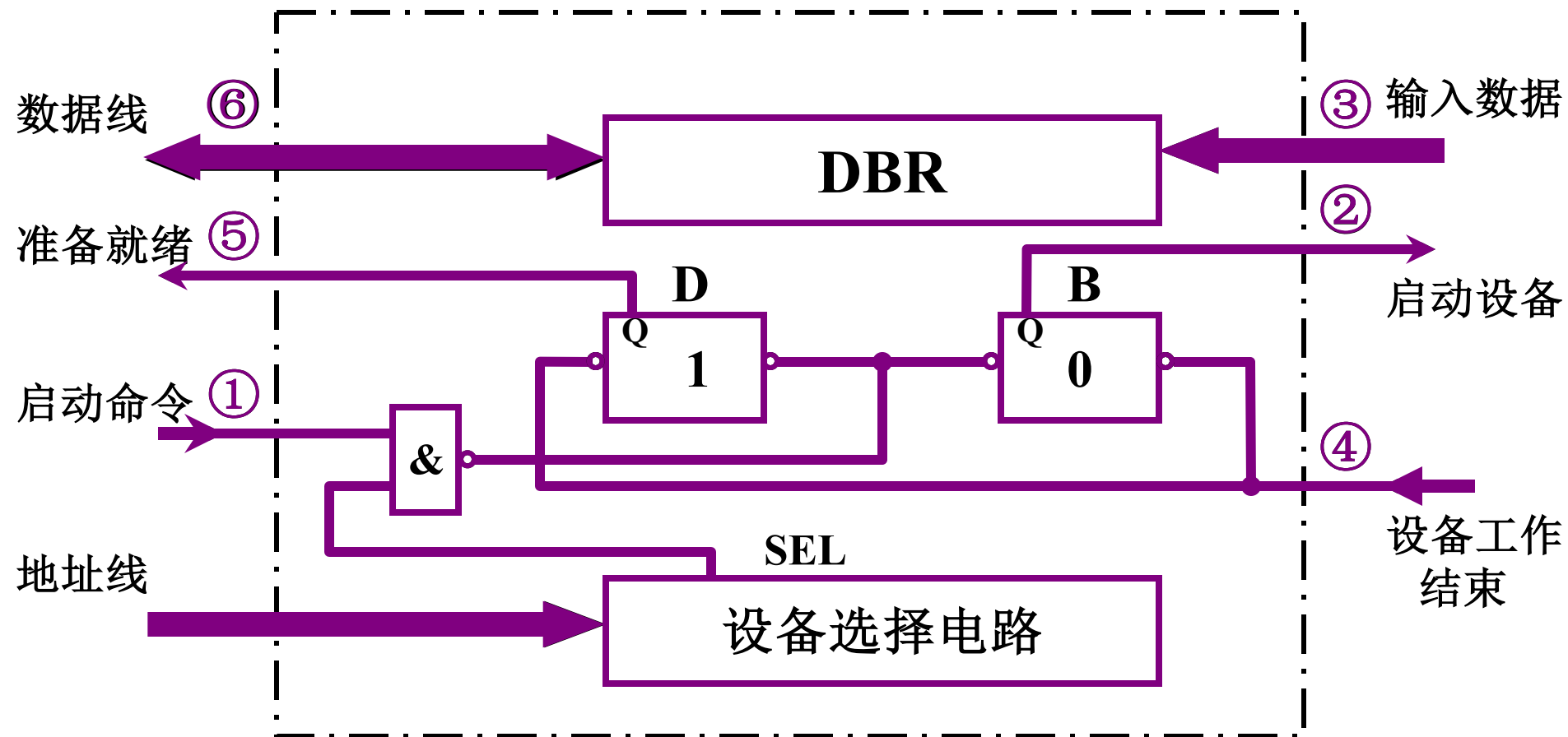
过程/函数/子程序中的开始总是先要保护现场，最后总是要恢复现场！



## 二、程序查询方式的接口电路

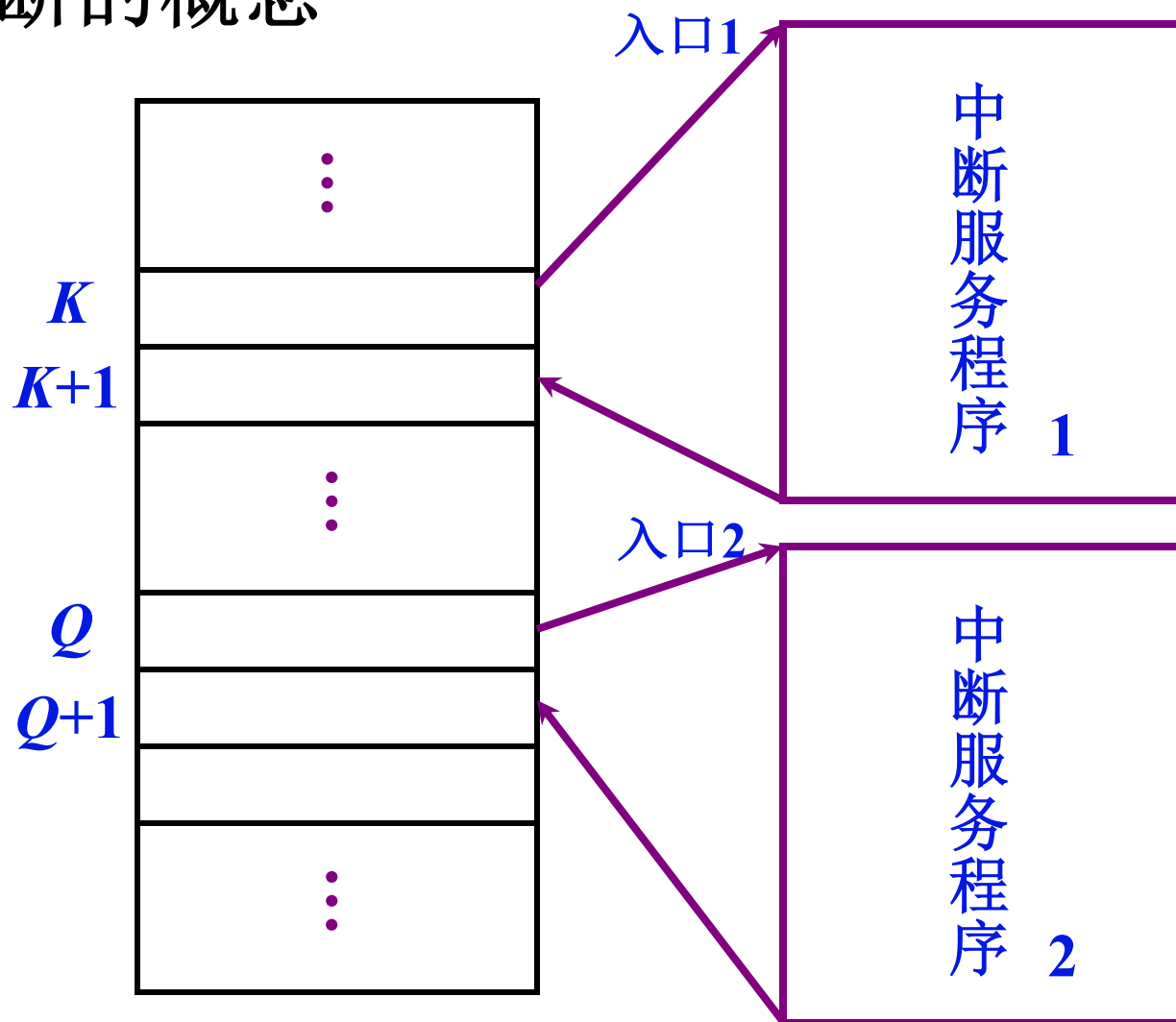
### 5.4

以输入为例



# 5.5 程序中断方式

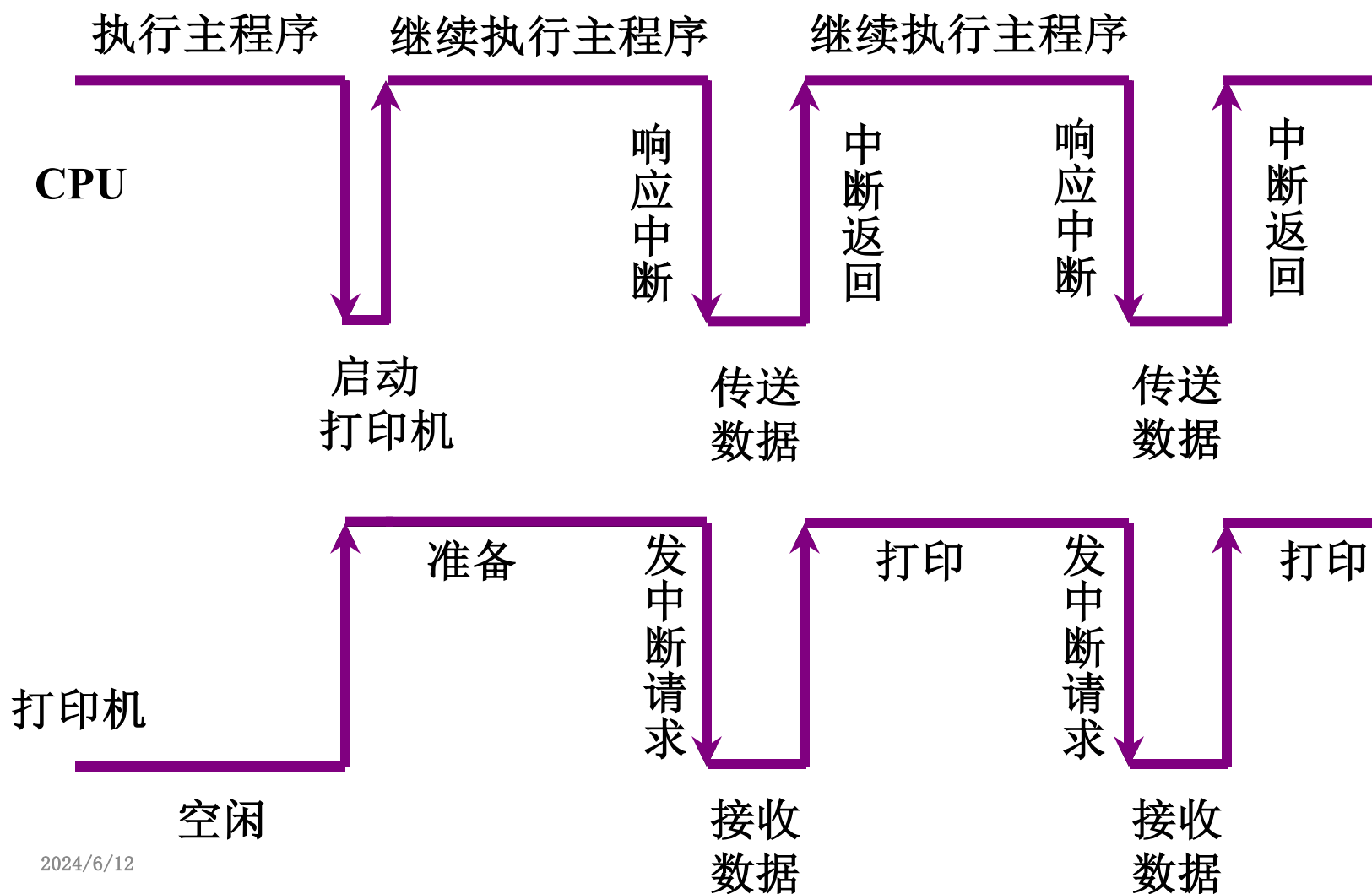
## 一、中断的概念



## 二、I/O 中断的产生

5.5

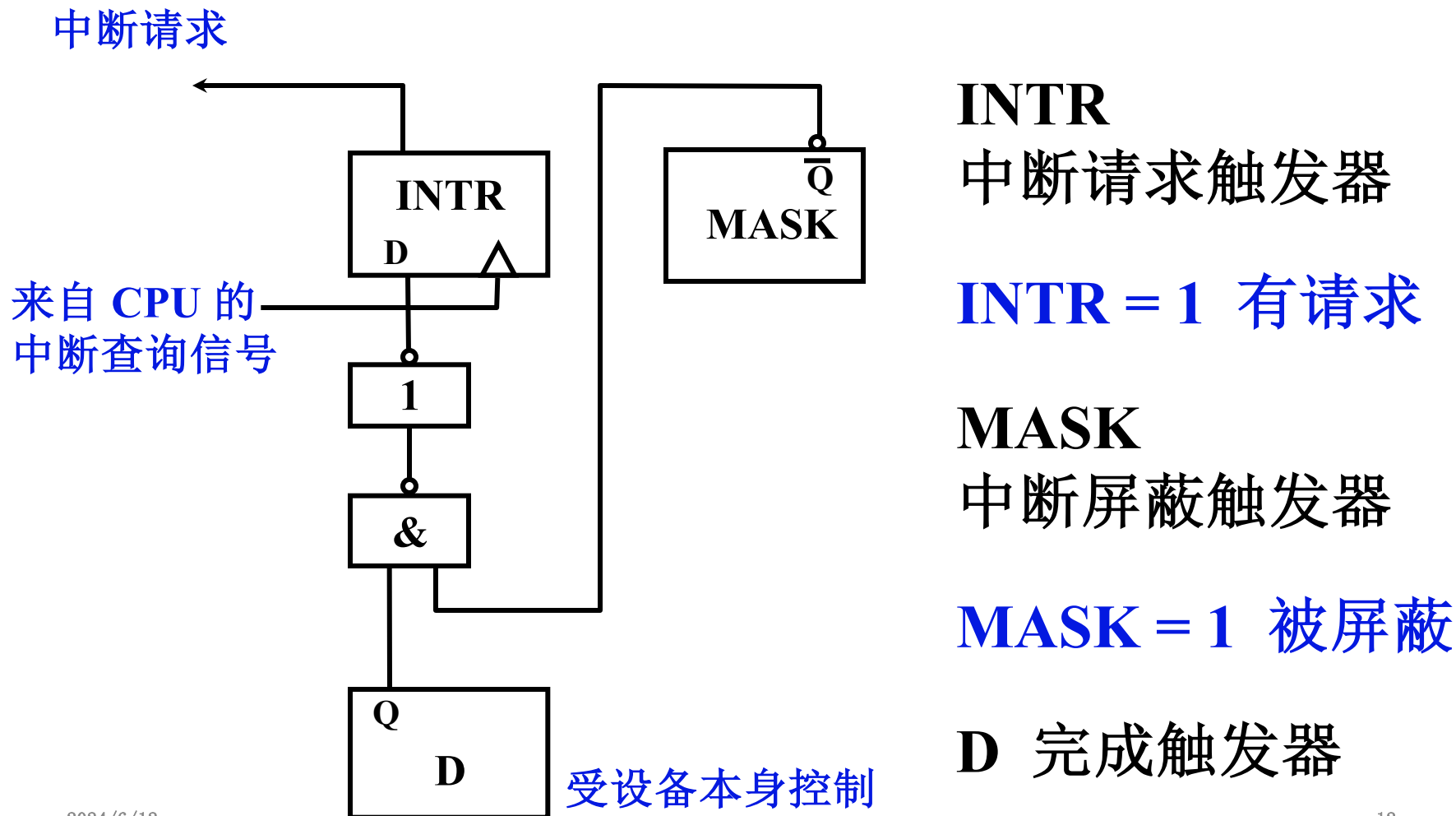
以打印机为例 CPU 与打印机并行工作



# 三、程序中中断方式的接口电路

## 5.5

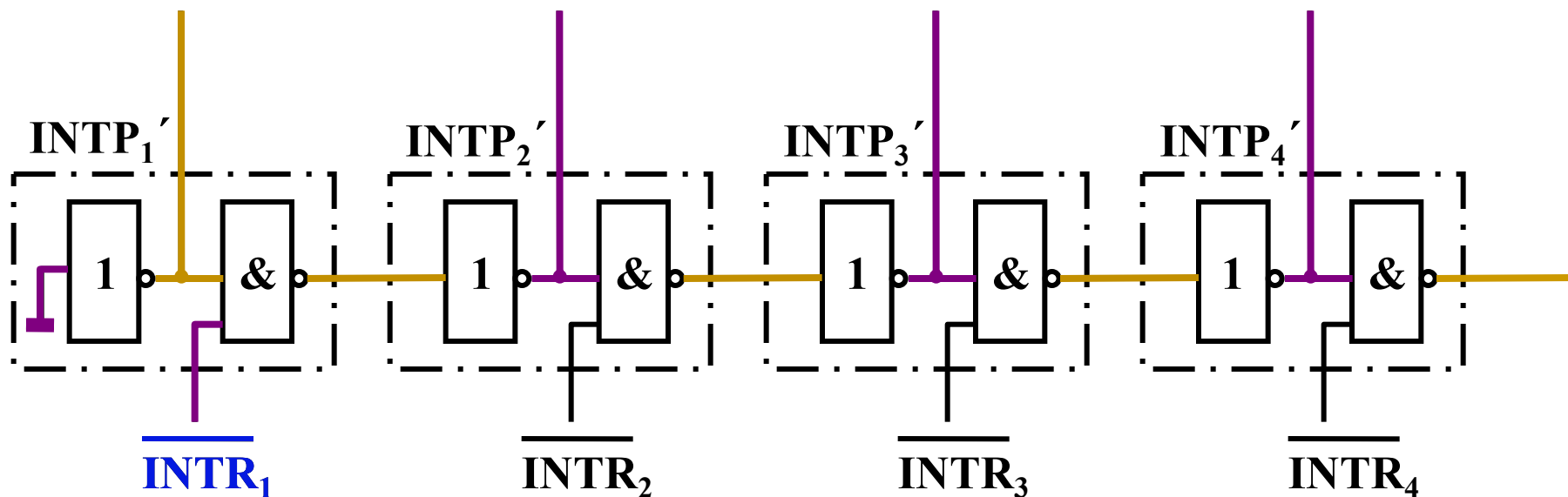
### 1. 配置中断请求触发器和中断屏蔽触发器



## 2. 排队器

## 5.5

排队 { 硬件 在 CPU 内或在接口电路中（链式排队器）  
软件 详见第八章



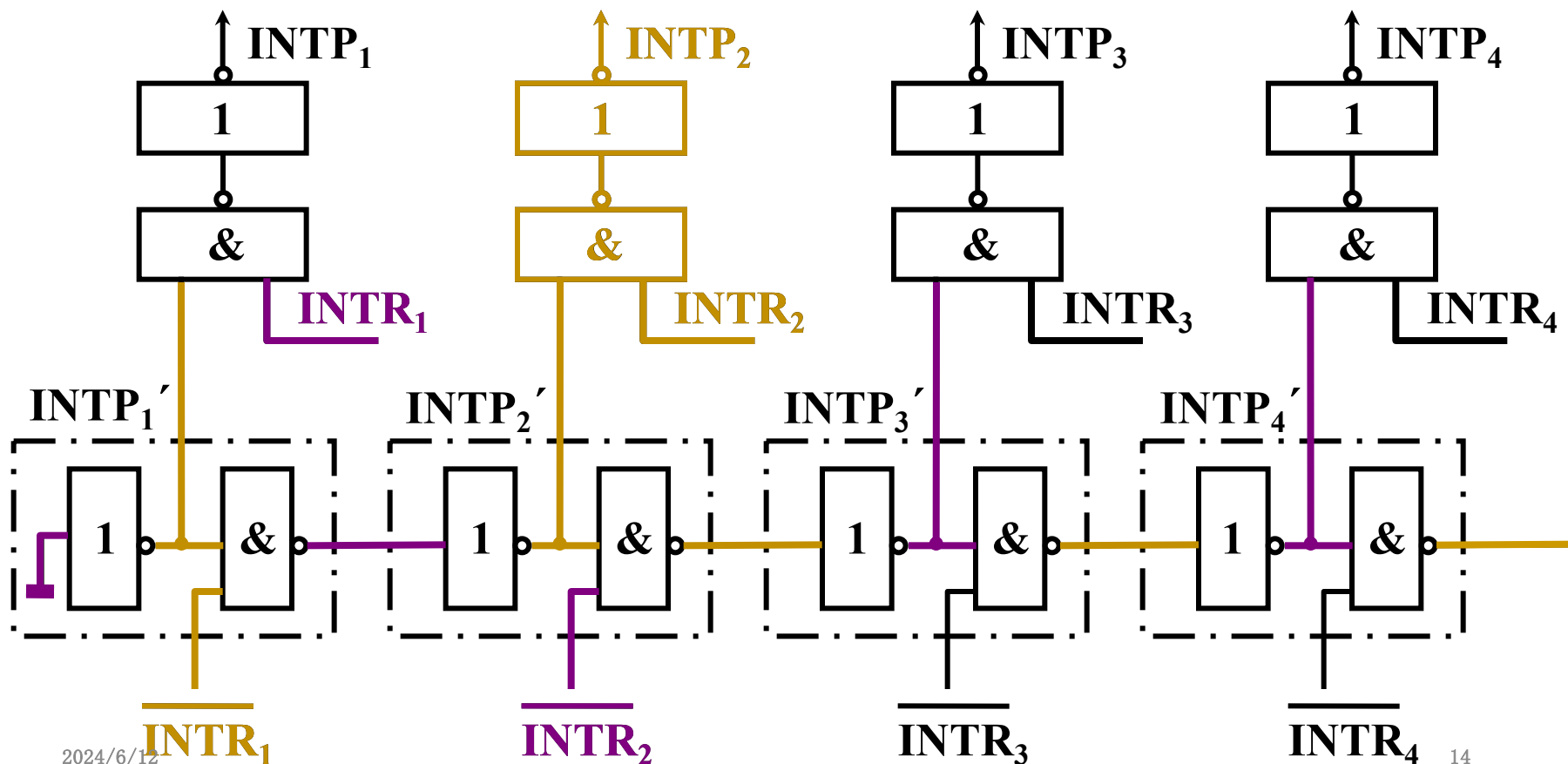
设备 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>、4<sup>#</sup> 优先级按 降序排列

$\text{INTR}_i = 1$  有请求 即  $\overline{\text{INTR}}_i = 0$

## 2. 排队器

## 5.5

排队 { 硬件 在 CPU 内或在接口电路中（链式排队器）  
软件 详见第八章



# 中断判优逻辑

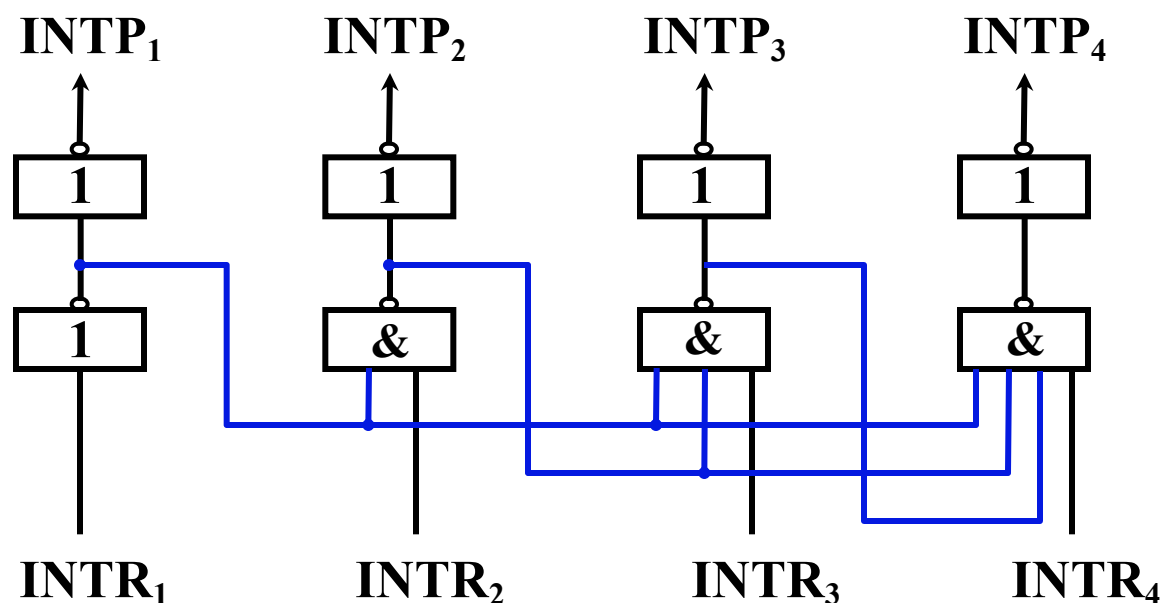
## 8.4

### (1) 硬件实现（排队器）

① 分散 在各个中断源的 接口电路中 链式排队器

参见 第五章

② 集中 在 CPU 内



$INTR_1$ 、 $INTR_2$ 、 $INTR_3$ 、 $INTR_4$  优先级 按 降序 排列

### 3. 中断向量地址形成部件

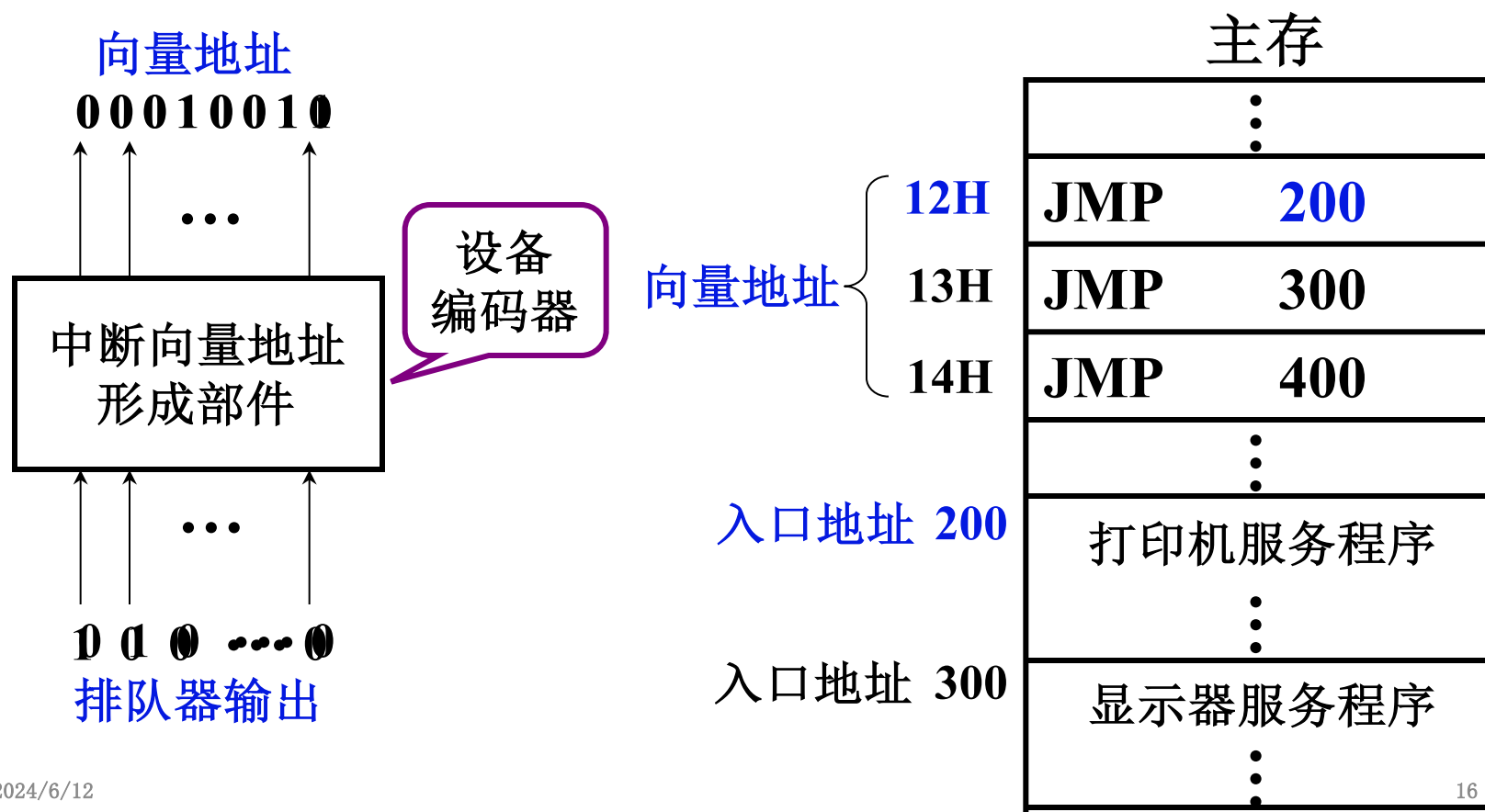
5.5

入口地址 { 由软件产生  
              由硬件向量法

详见第八章

由 **硬件** 产生 **向量地址**

再由 **向量地址** 找到 **入口地址**





# 8086/8088的中断向量表

中断向量表，也称中断入口地址表（或异常表），位于0000H~03FFH。  
共256组，每组占四个字节 CS:IP 。向量地址=中断类型号x4

例1：除法错的中断类型号为0，故其向量地址为： $0 \times 4 = 0$

例2：NMI的中断类型号为2，故其向量地址为： $2 \times 4 = 8$

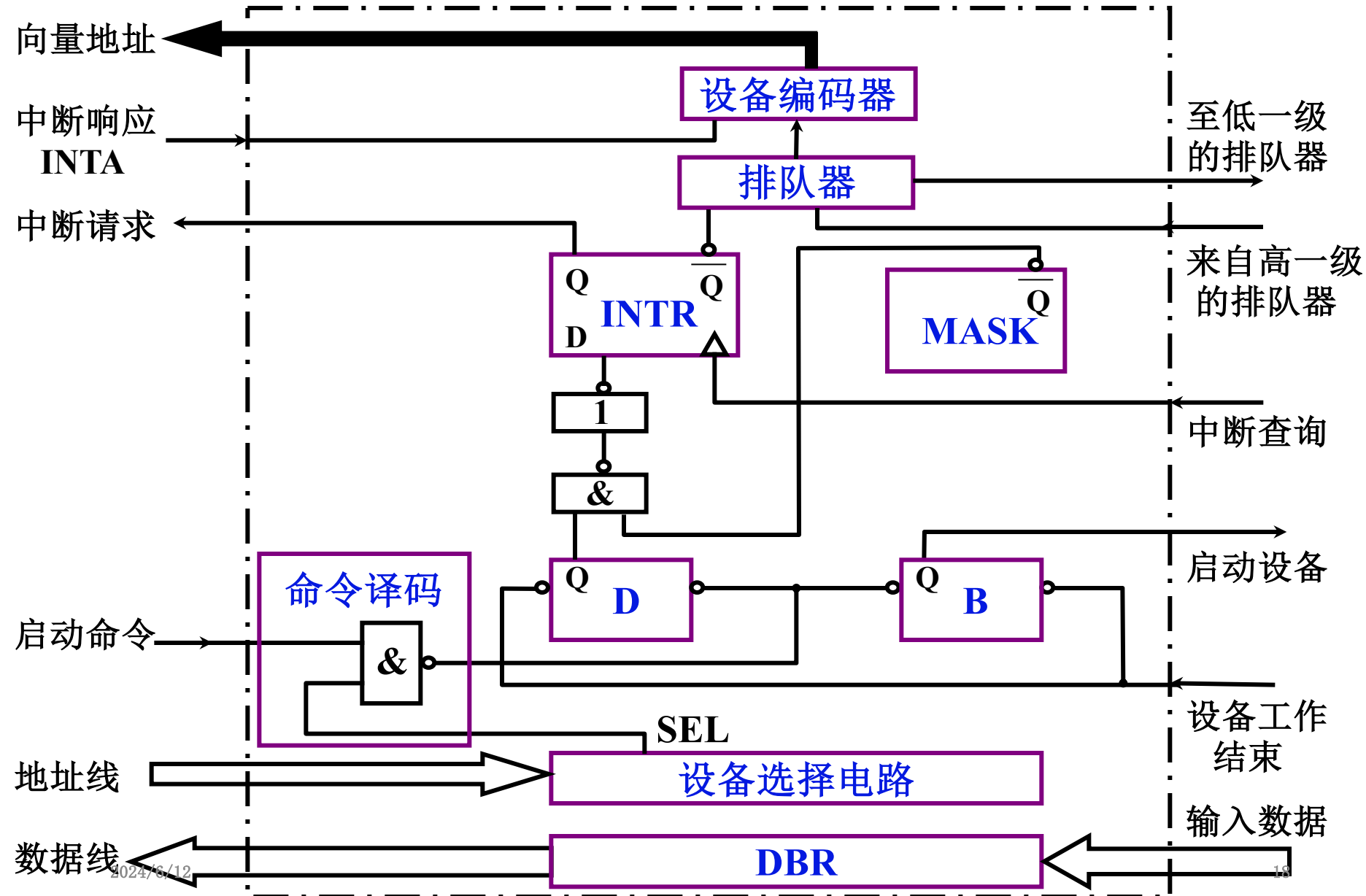
CS:IP	除法错	00~03
CS:IP	单步	04~07
CS:IP	NMI	08~0B
⋮	⋮	
CS:IP		
CS:IP		3FC~3FF

中断向量表的起始地址存放在一个异常表基址寄存器中。

中断向量表（异常表）中每一项是对应异常处理程序的入口地址，被称为中断向量(Interrupt Vector)

## 4. 程序中中断方式接口电路的基本组成

5.5



# 四、I/O 中断处理过程

## 5.5

### 1. CPU 响应中断的条件和时间

#### (1) 条件

允许中断触发器 **EINT = 1**

用 **开中断** 指令将 **EINT** 置 “**1**”

用 **关中断** 指令将 **EINT** 置 “**0**” 或硬件 **自动复位**

#### (2) 时间

当 **D = 1**（随机）且 **MASK = 0** 时

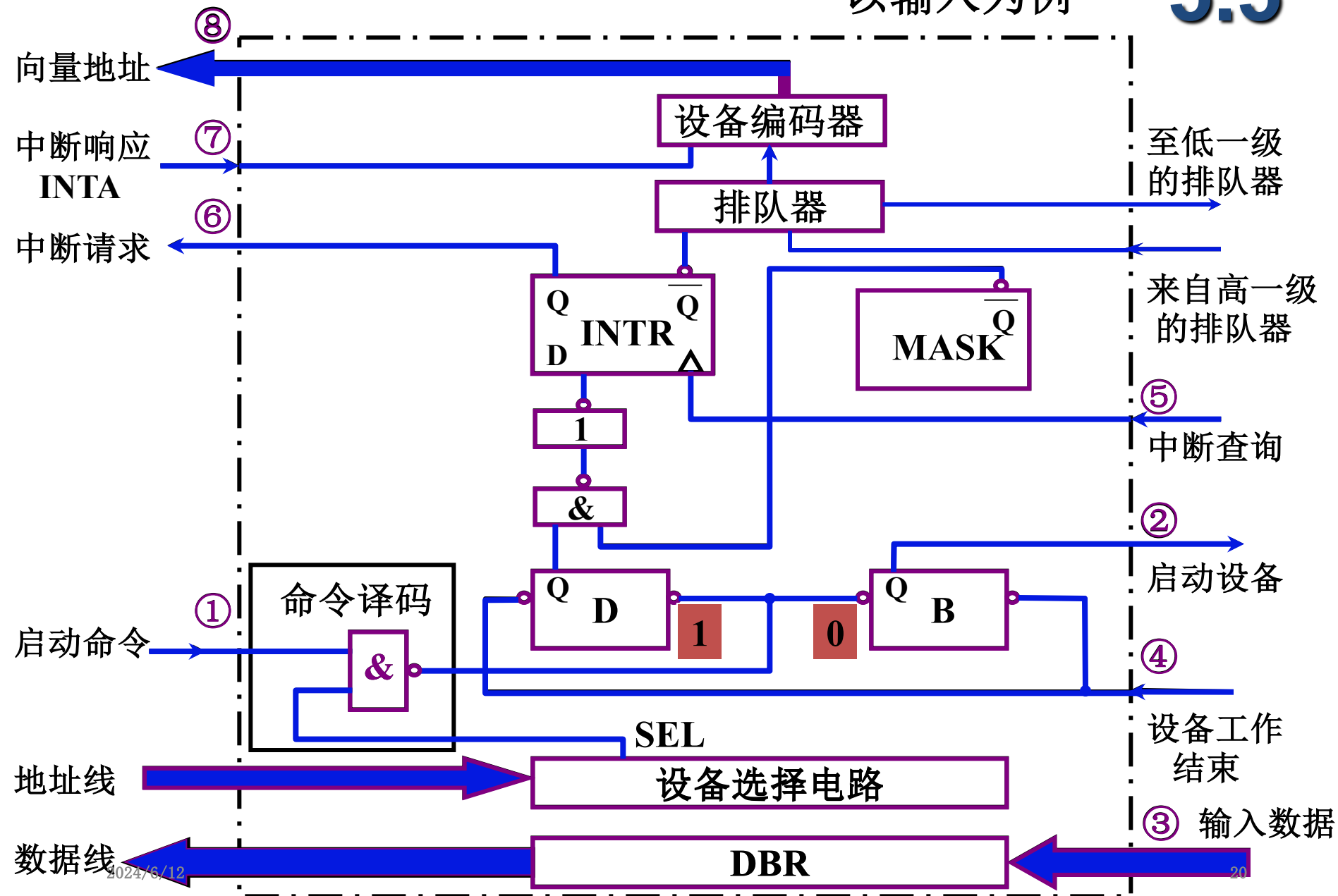
在每条指令执行阶段的结束前

**CPU** 发 **中断查询信号**（将 **INTR** 置 “**1**”）

## 2. I/O 中断处理过程

以输入为例

5.5



# 五、中断服务程序流程

## 5.5

### 1. 中断服务程序的流程

#### (1) 保护现场

{	程序断点的保护	中断隐指令完成
	寄存器内容的保护	进栈指令

#### (2) 中断服务

对不同的 I/O 设备具有不同内容的设备服务

#### (3) 恢复现场

出栈指令

#### (4) 中断返回

中断返回指令

### 2. 单重中断和多重中断

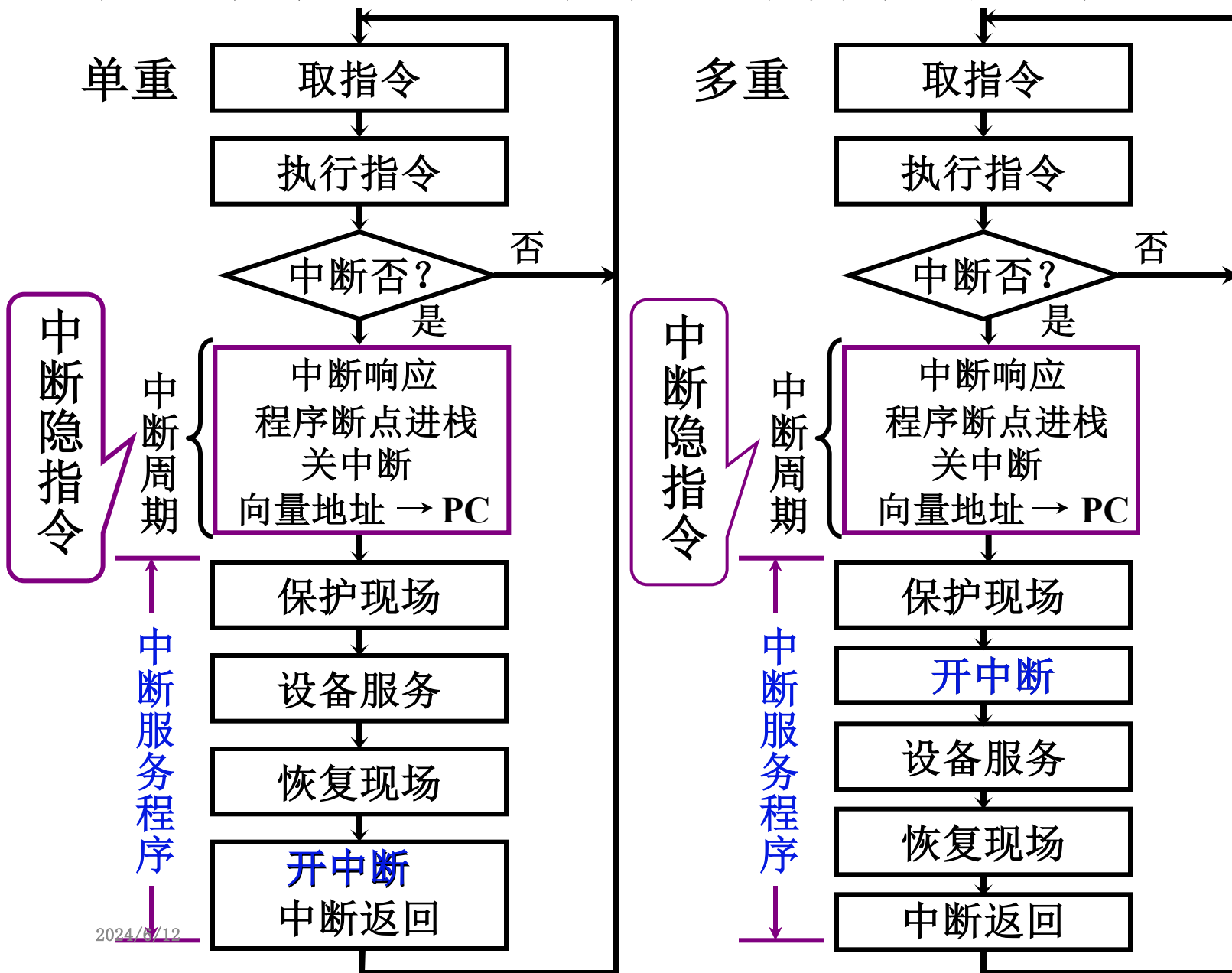
单重 中断 不允许中断 现行的 中断服务程序

多重 中断 允许级别更高 的中断源

中断 现行的 中断服务程序

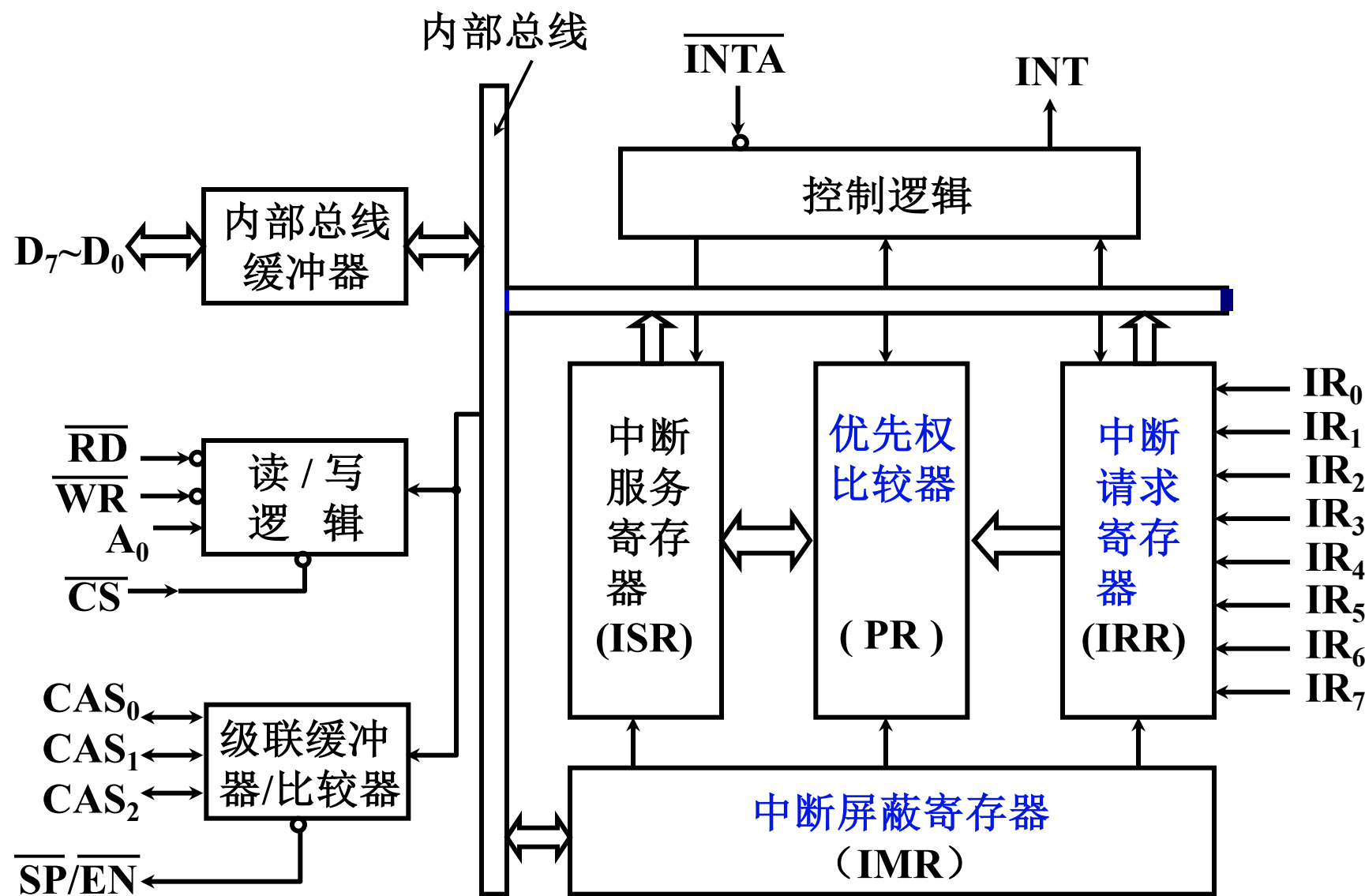
### 3. 单重中断和多重中断的服务程序流程

5.5

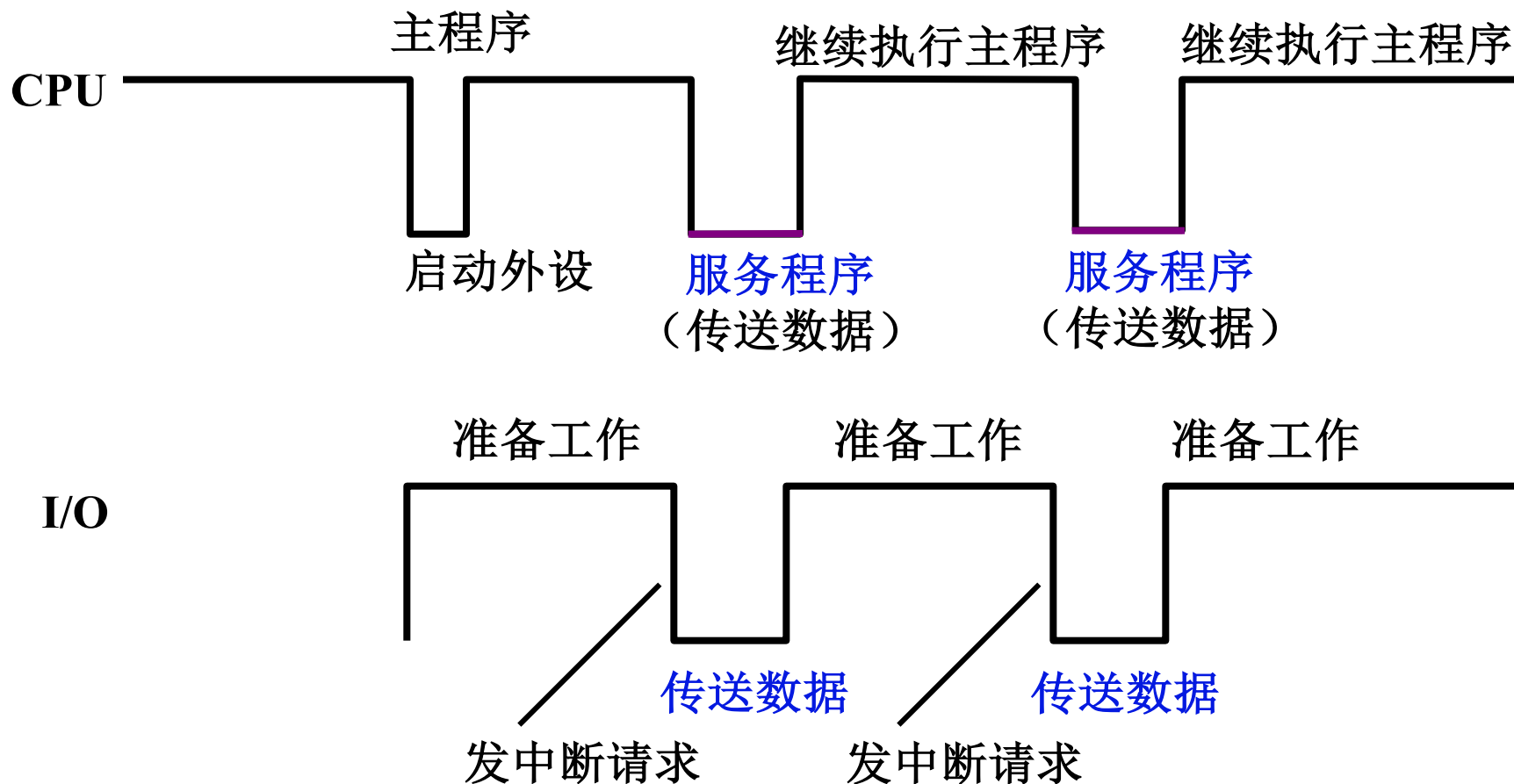


# 中断接口芯片 8259A 的内部结构

## 5.5



# 主程序和服务程序抢占 CPU 示意图 5.5



宏观上 CPU 和 I/O 并行工作

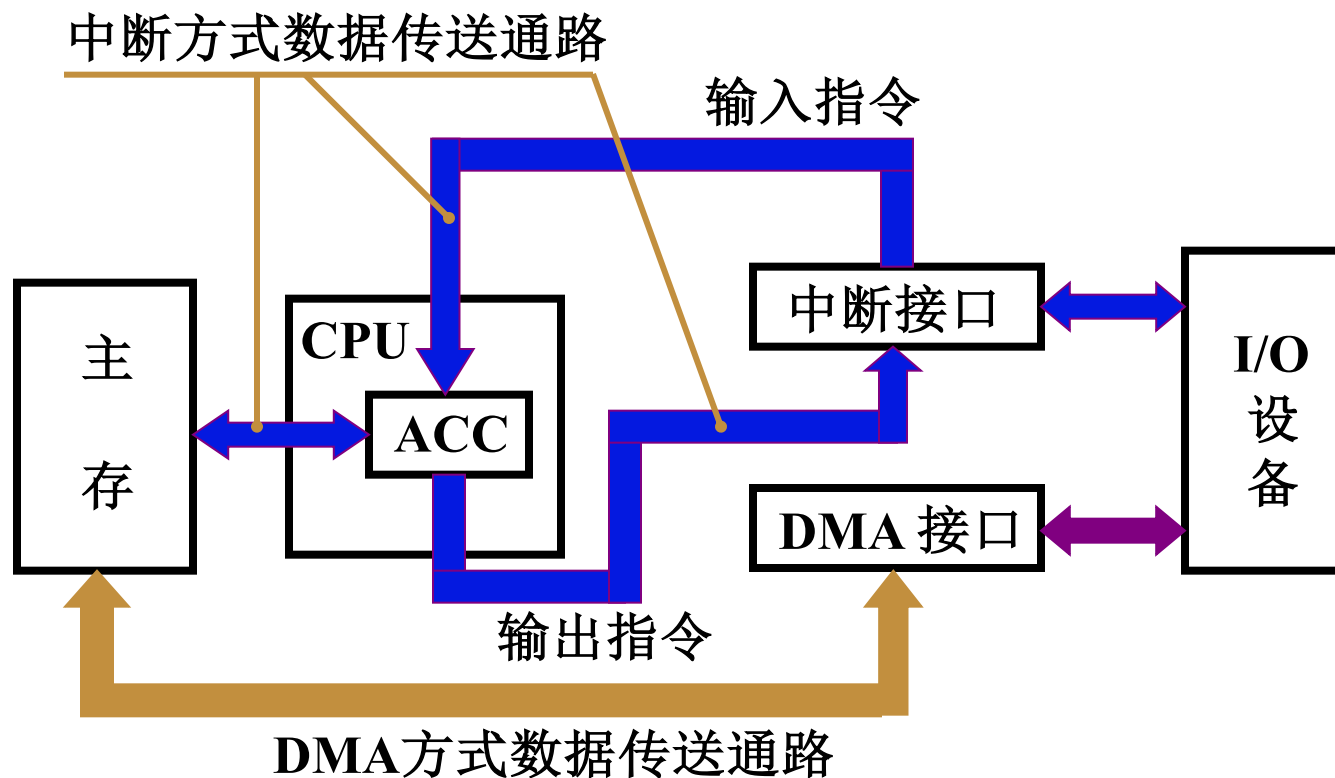
微观上 CPU 中断现行程序为 I/O 服务



# 5.6 DMA 方式

## 一、DMA 方式的特点

### 1. DMA 和程序中断两种方式的数据通路



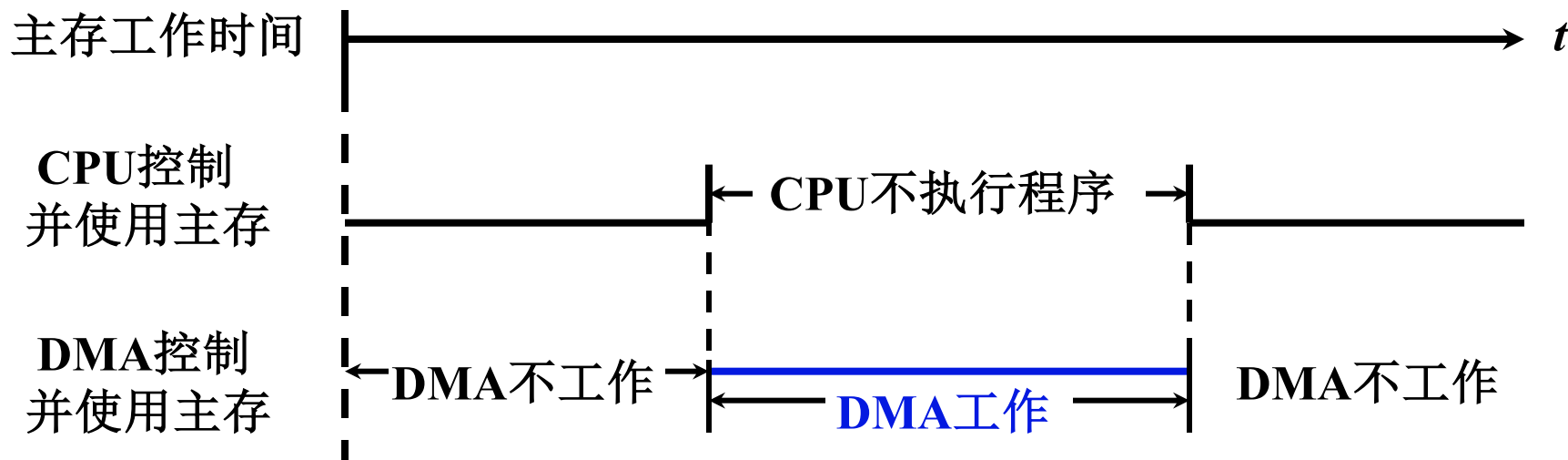
## 2. DMA 与主存交换数据的三种方式 5.6

### (1) 停止 CPU 访问主存

控制简单

CPU 处于不工作状态或保持状态

未充分发挥 CPU 对主存的利用率



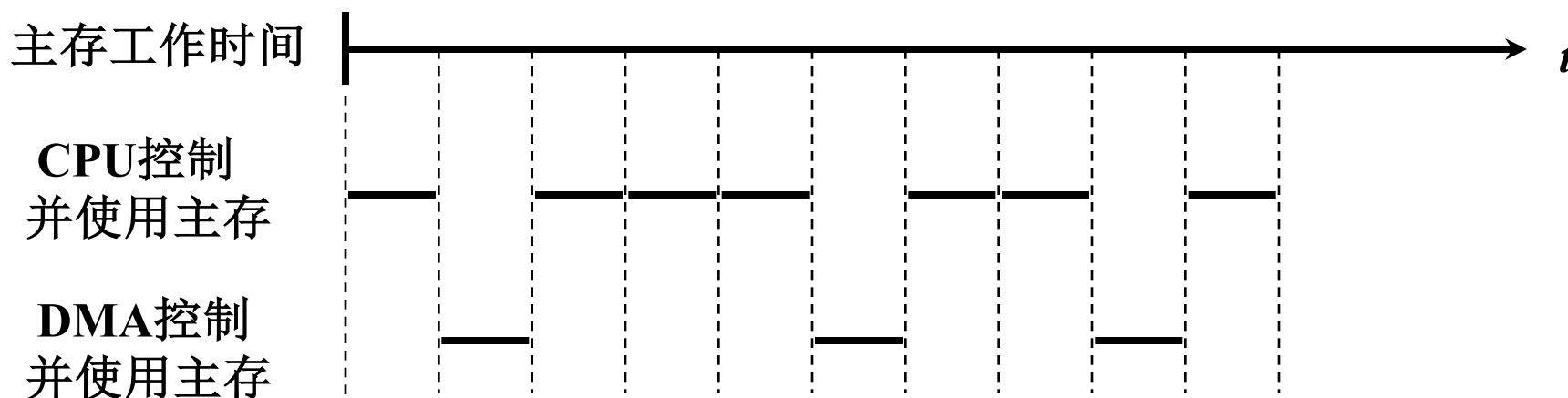
## (2) 周期挪用（或周期窃取）

## 5.6

**DMA 访问主存有三种可能**

- CPU 此时不访存
- CPU 正在访存
- CPU 与 DMA 同时请求访存

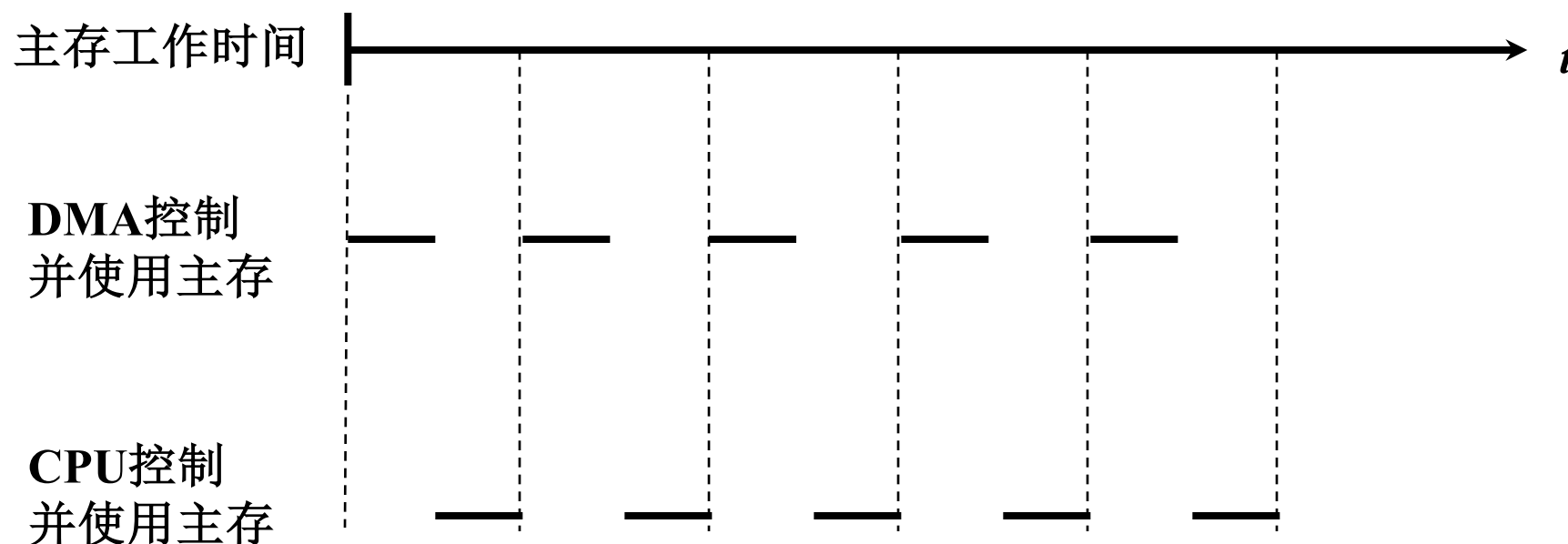
此时 **CPU 将总线控制权让给 DMA**



### (3) DMA 与 CPU 交替访问

CPU 工作周期  $\begin{cases} C_1 \text{ 专供 DMA 访存} \\ C_2 \text{ 专供 CPU 访存} \end{cases}$

所有指令执行过程中的一个基准时间



不需要 申请建立和归还 总线的使用权

## 二、DMA 接口的功能和组成

## 5.6

### 1. DMA 接口功能

(1) 向 CPU 申请 DMA 传送

(2) 处理总线 控制权的转交

(3) 管理 系统总线、控制 数据传送

(4) 确定 数据传送的 首地址和长度

修正 传送过程中的数据 地址 和 长度

(5) DMA 传送结束时， 给出操作完成信号

# 三、DMA 的工作过程

# 5.6

## 1. DMA 传送过程

预处理、数据传送、后处理

### (1) 预处理

通过几条输入输出指令预置如下信息

- 通知 DMA 控制逻辑传送方向（入/出）
- 设备地址——DMA 的 DAR
- 主存地址——DMA 的 AR
- 传送字数——DMA 的 WC

## (2) DMA 传送过程示意

5.6

CPU

预处理:

主存起始地址 → DMA  
设备地址 → DMA  
传送数据个数 → DMA  
启动设备

数据传送:

继续执行主程序  
同时完成一批数据传送

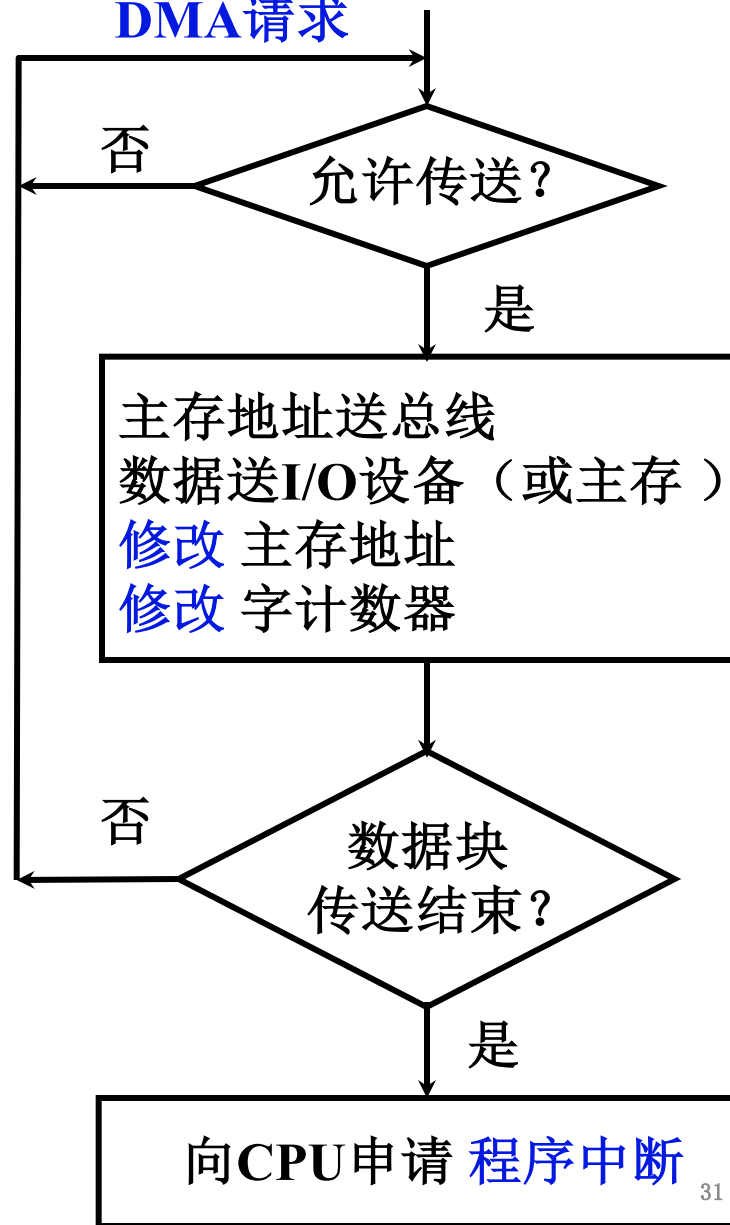
后处理:

中断服务程序  
做 DMA 结束处理

继续执行主程序

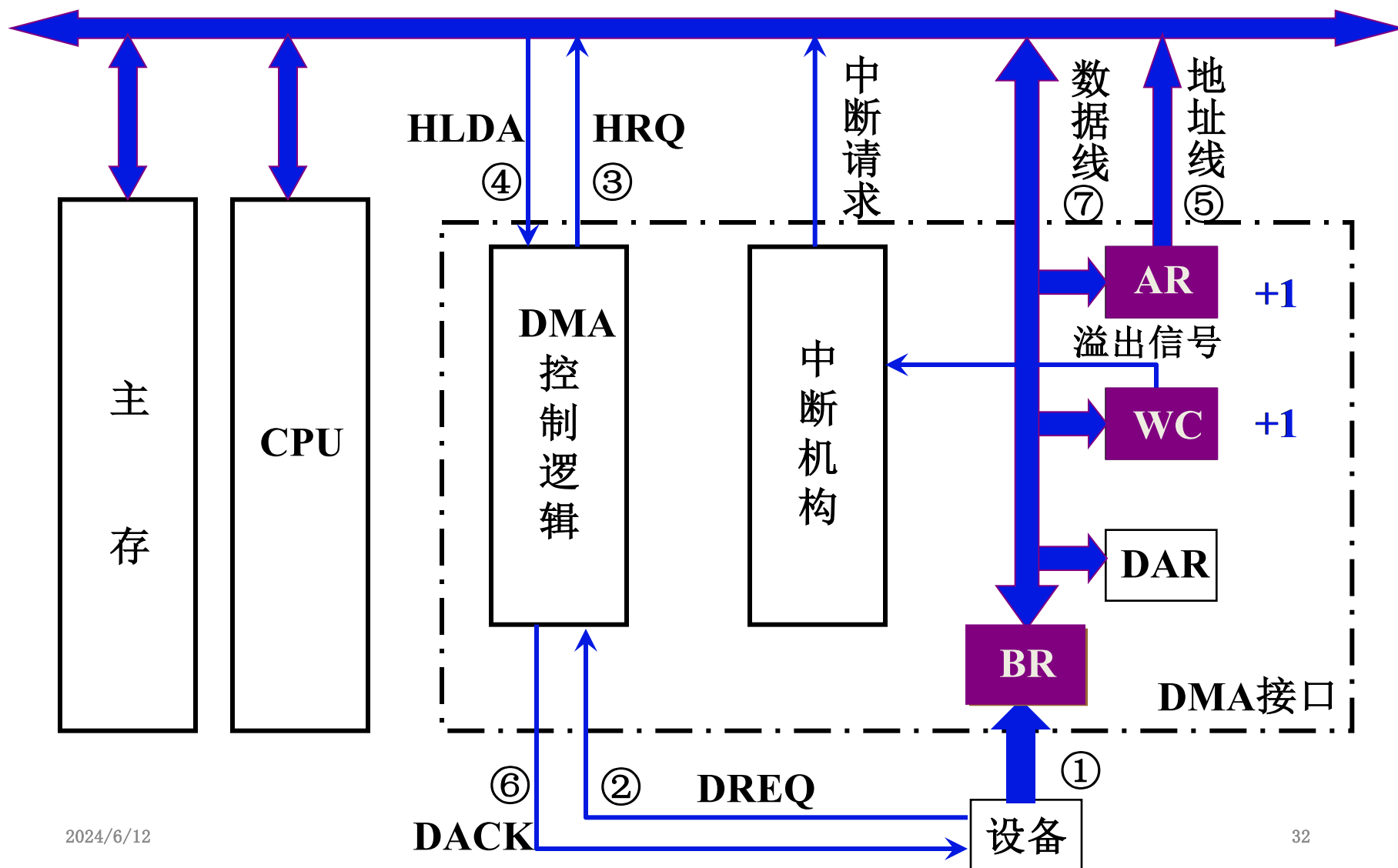
数据传送

DMA请求



### (3) 数据传送过程（输入）

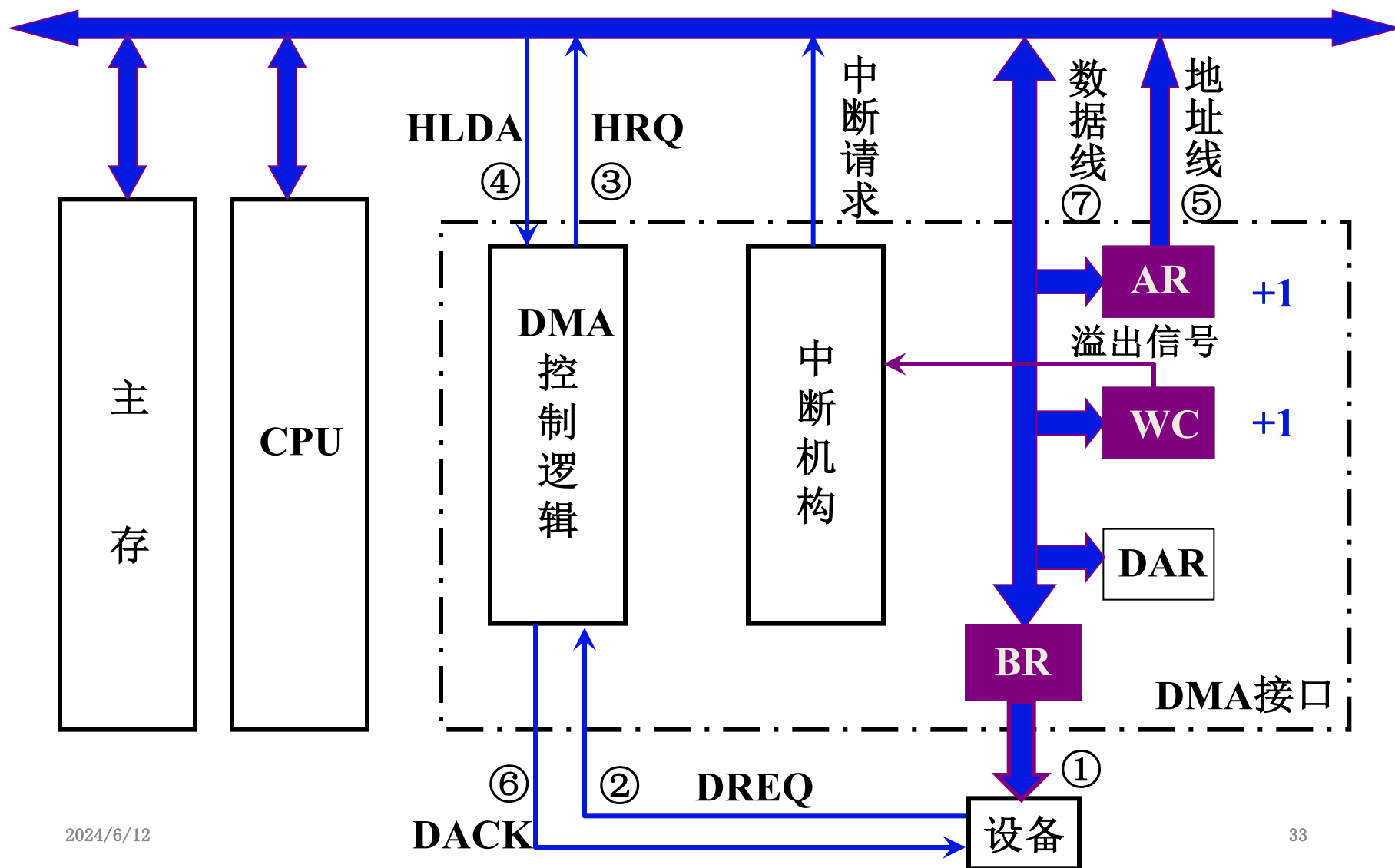
5.6





## (4) 数据传送过程（输出）

5.6



## (5) 后处理

校验送入主存的数是否正确

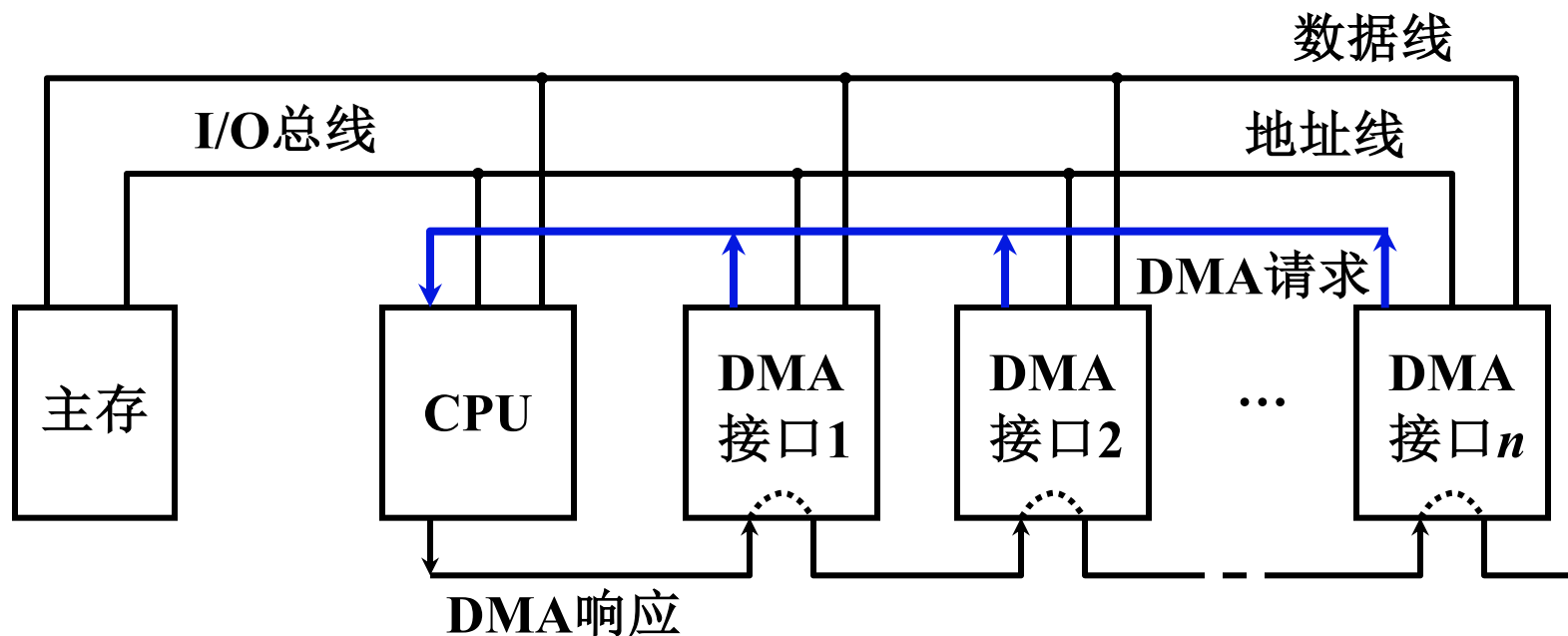
是否继续用 **DMA**

测试传送过程是否正确，错则转诊断程序

由中断服务程序完成

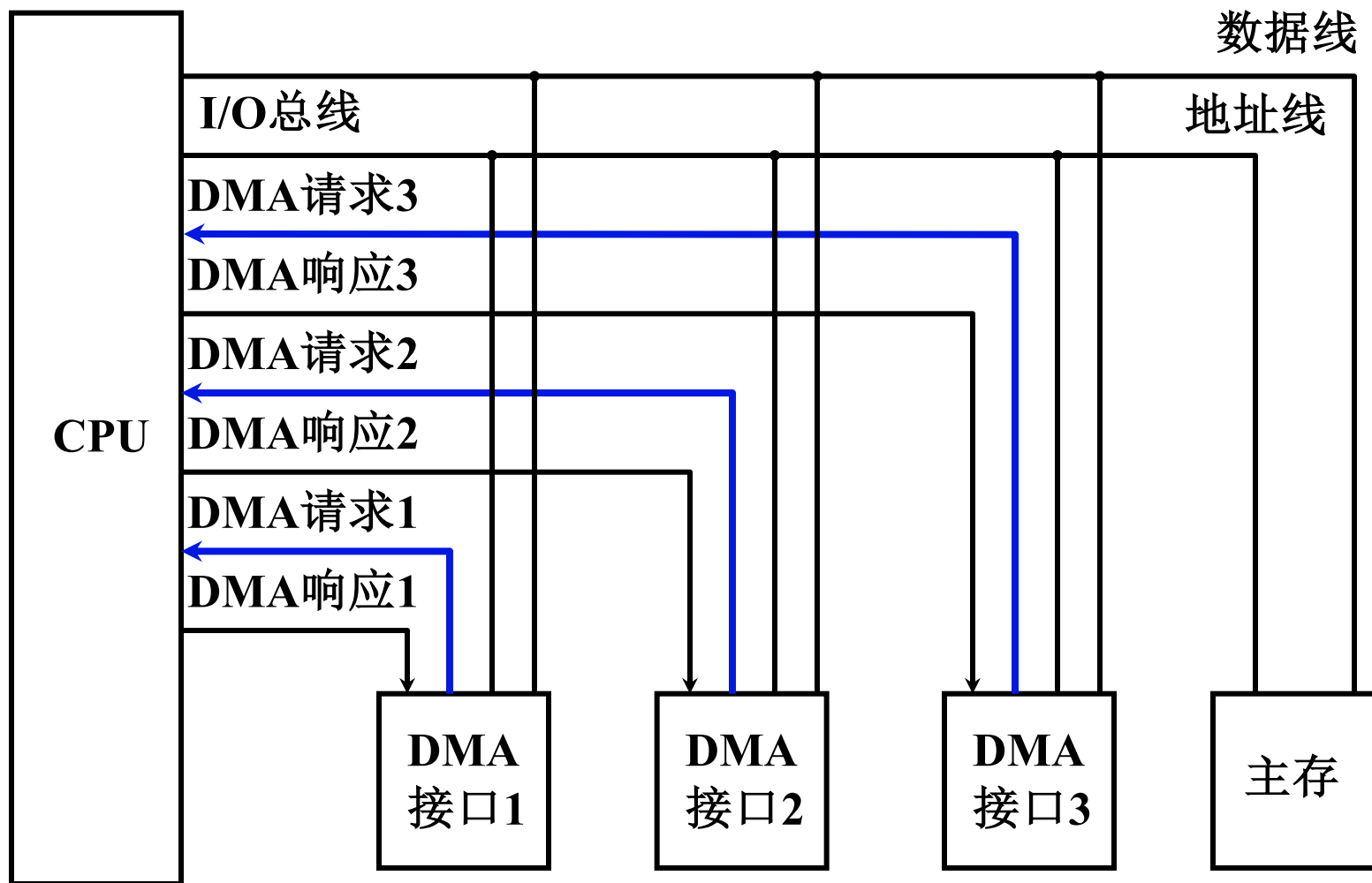
## 2. DMA 接口与系统的连接方式

### (1) 具有公共请求线的 DMA 请求



## (2) 独立的 DMA 请求

5.6



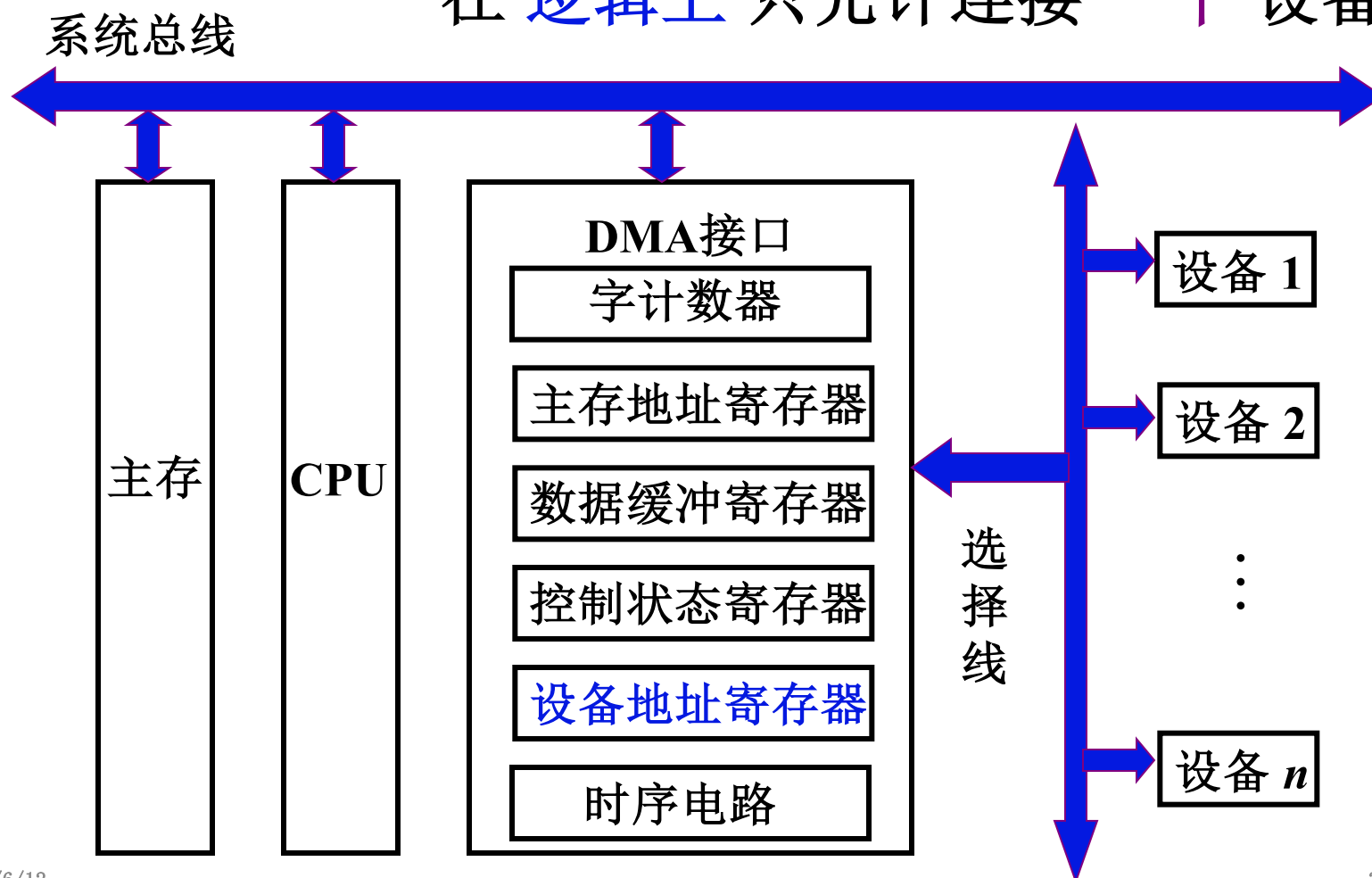
### 3. DMA 方式与程序中断方式的比较 5.6

	中断方式	DMA 方式
(1) 数据传送	程序	硬件
(2) 响应时间	指令执行结束	存取周期结束
(3) 处理异常情况	能	不能
(4) 中断请求	传送数据	后处理
(5) 优先级	低	高

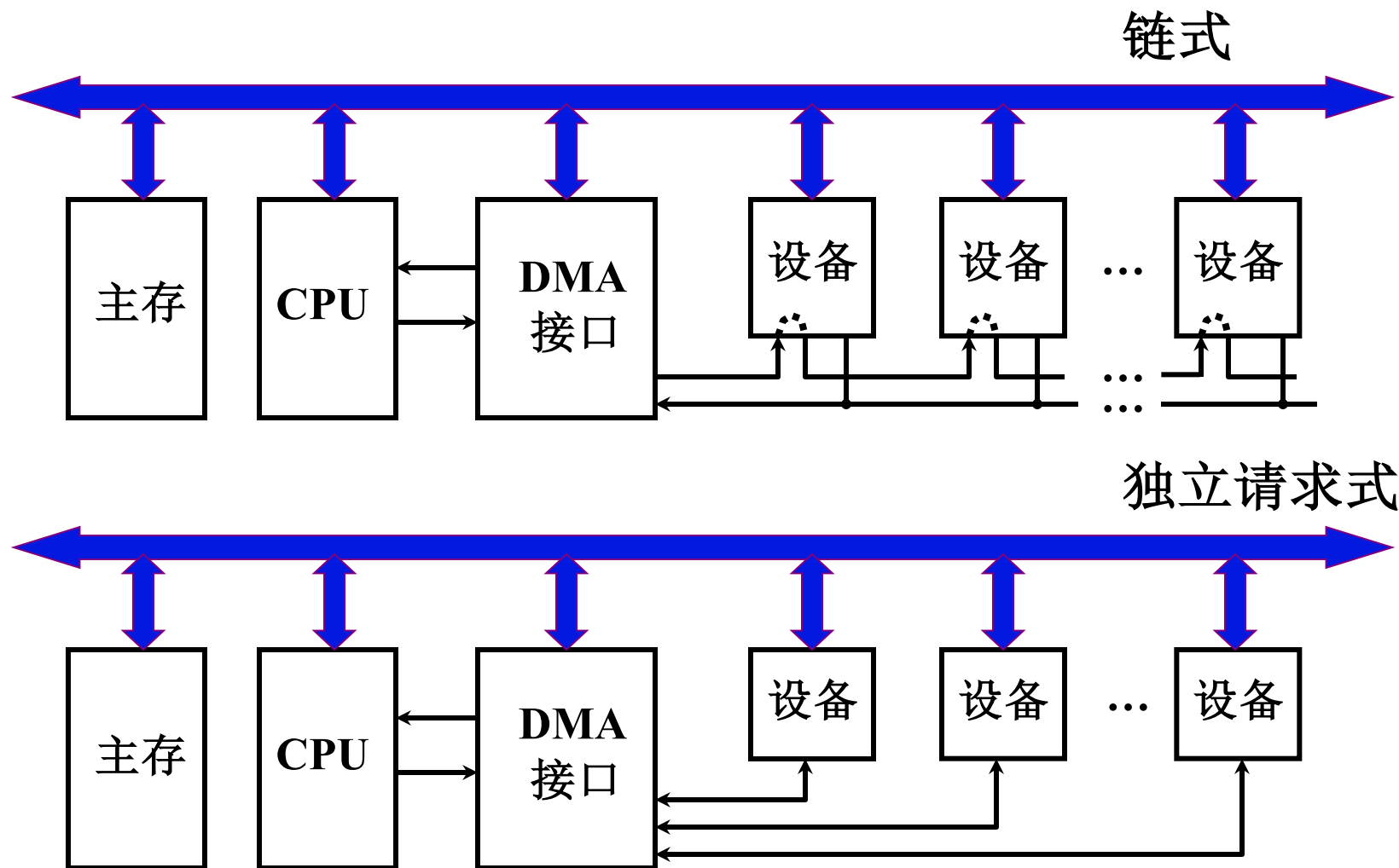
## 四、DMA 接口的类型

### 1. 选择型

在物理上连接多个设备  
在逻辑上只允许连接一个设备



## 2. 多路型 在物理上连接多个设备 在逻辑上允许连接多个设备同时工作



### 3. 多路型 DMA 接口的工作原理

5.6

