

计算机组成原理

第十三讲

刘松波

哈工大计算学部

模式识别与智能系统研究中心

第 5 章 输入输出系统

5.1 概述

5.2 外部设备

5.3 I/O接口

5.4 程序查询方式

5.5 程序中断方式

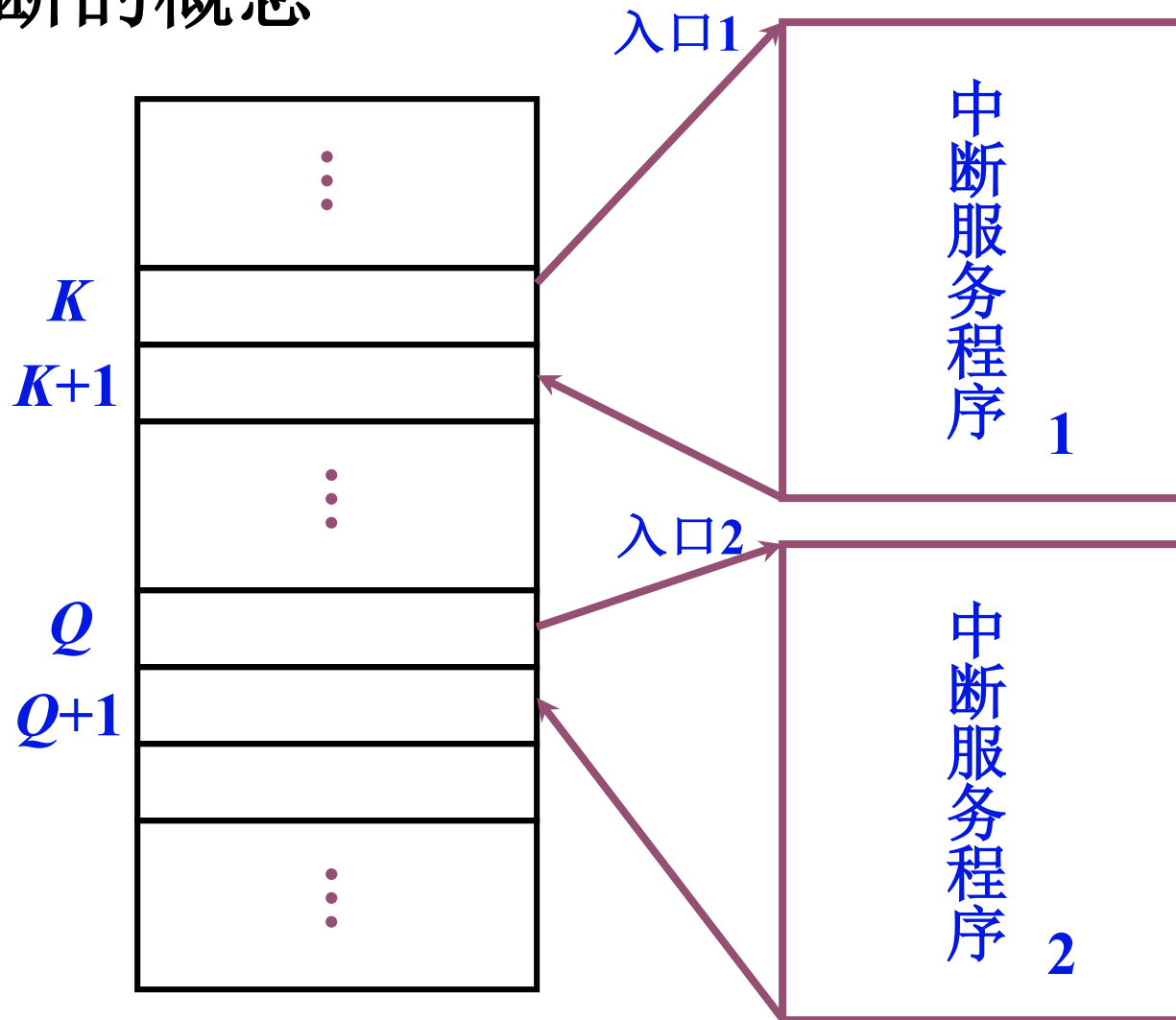
5.6 DMA方式

5.5 程序中中断方式

- 一、中断的概念
- 二、中断的产生
- 三、程序中中断方式的接口电路
 - 1. 配置中断请求触发器和中断屏蔽触发器
 - 2. 中断优先级排队器
 - 3. 中断向量地址形成部件
 - 4. 程序中中断方式接口电路的基本组成
- 四、I/O中断处理过程
- 五、中断服务程序流程

5.5 程序中断方式

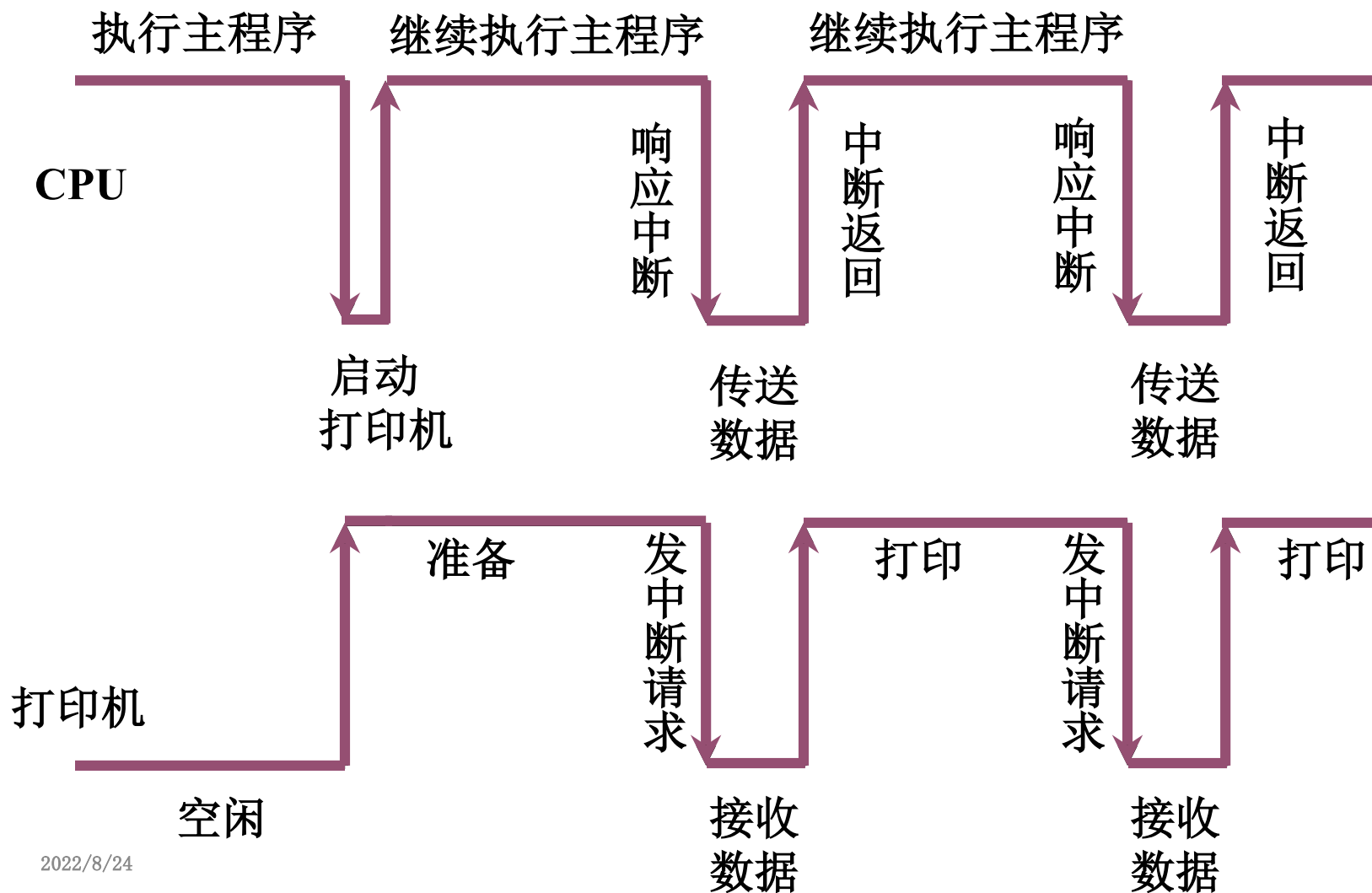
一、中断的概念



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

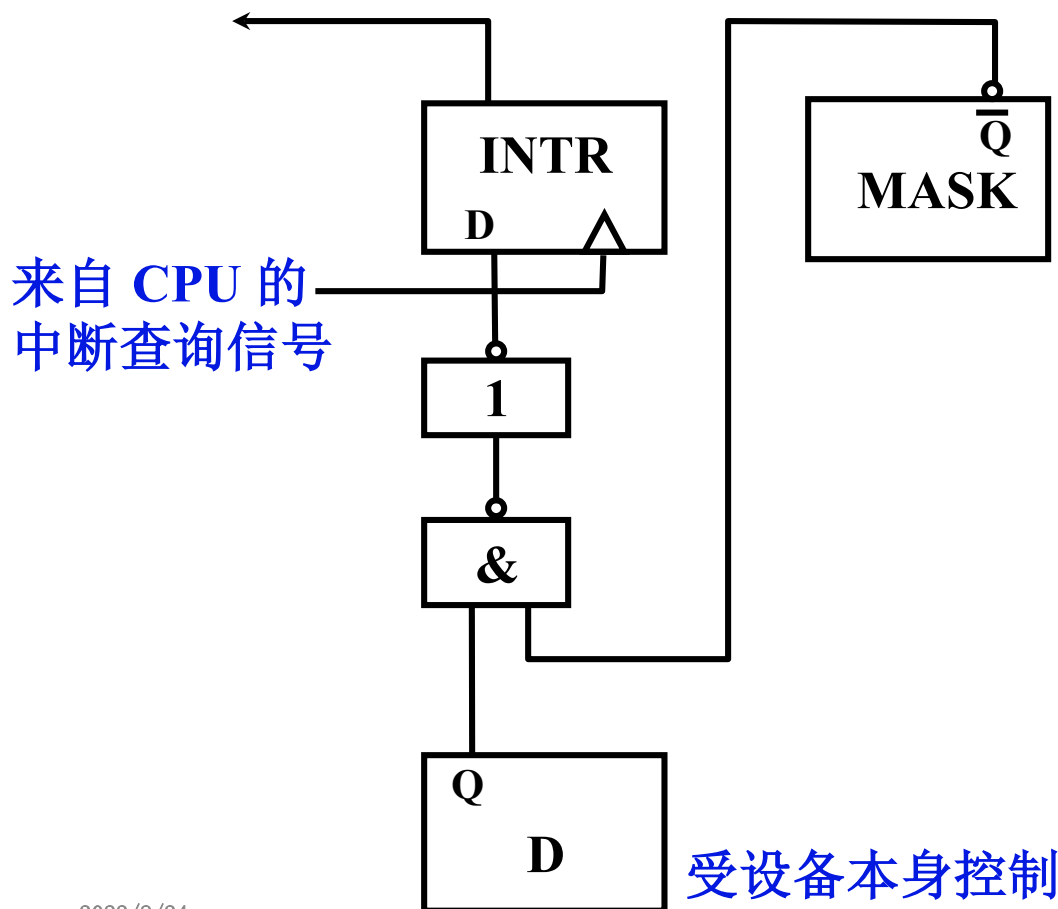


三、程序中断方式的接口电路

5.5

1. 配置中断请求触发器和中断屏蔽触发器

中断请求



INTR

中断请求触发器

INTR = 1 有请求

MASK

中断屏蔽触发器

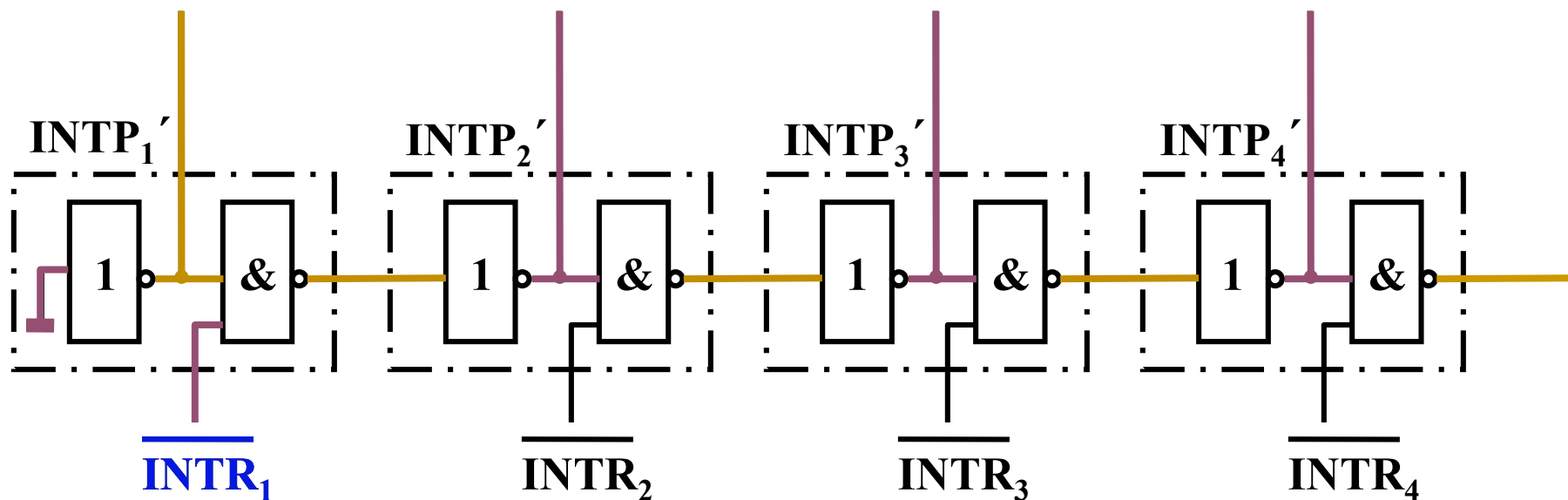
MASK = 1 被屏蔽

D 完成触发器

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



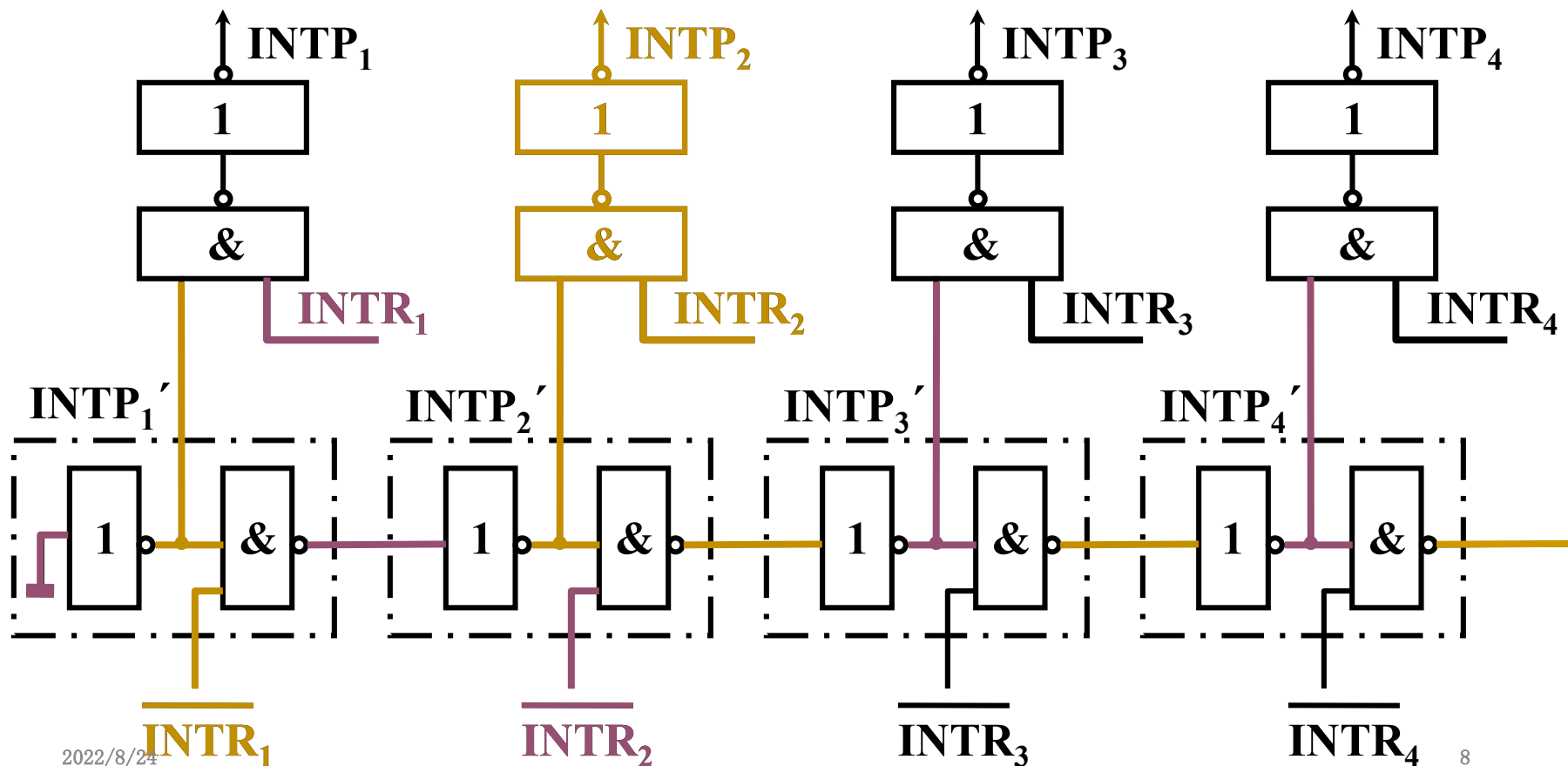
设备 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 优先级按 降序排列

$\text{INTR}_i = 1$ 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



3. 中断向量地址形成部件

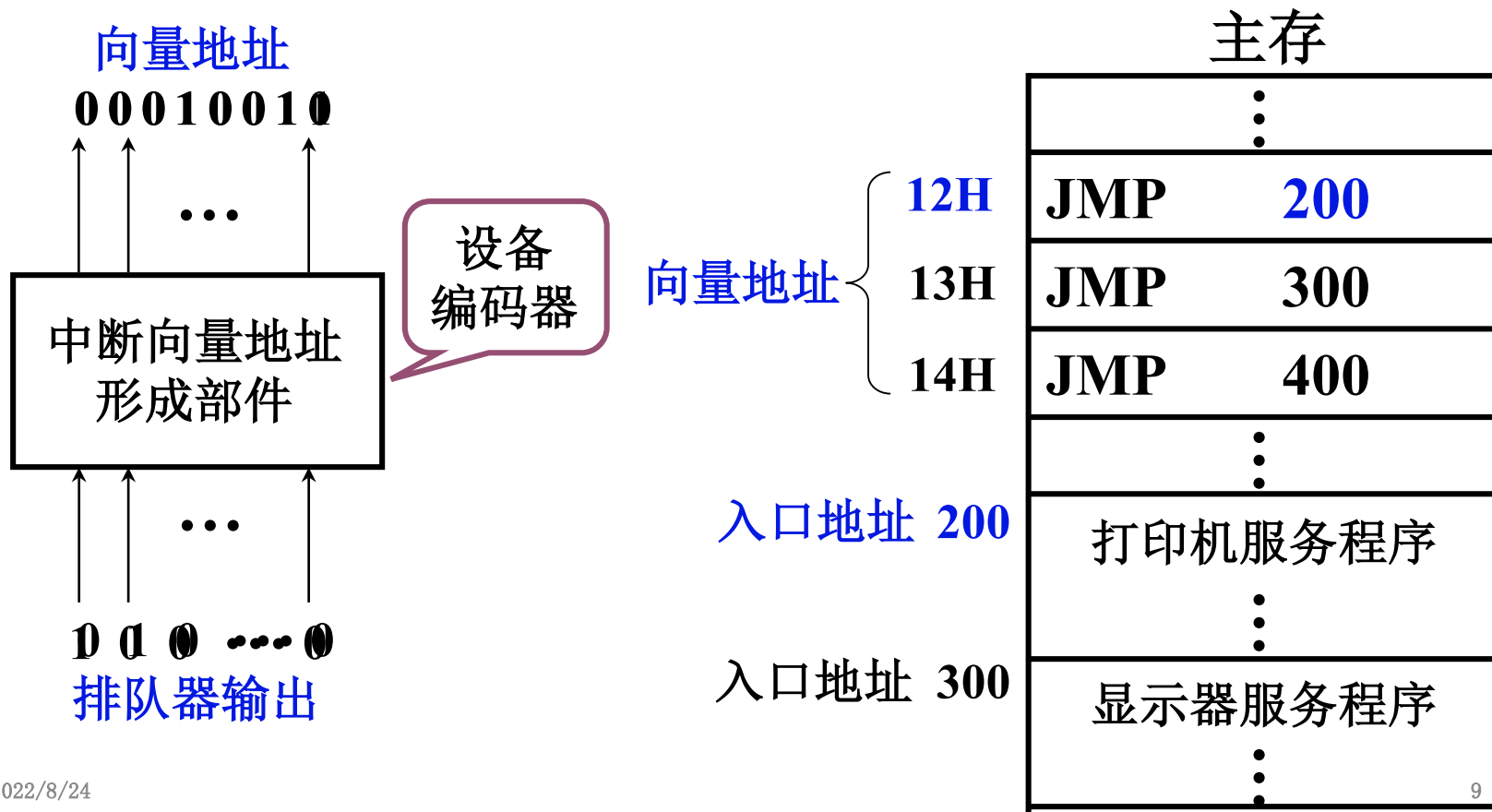
5.5

入口地址 { 由软件产生
 硬件向量法

详见第八章

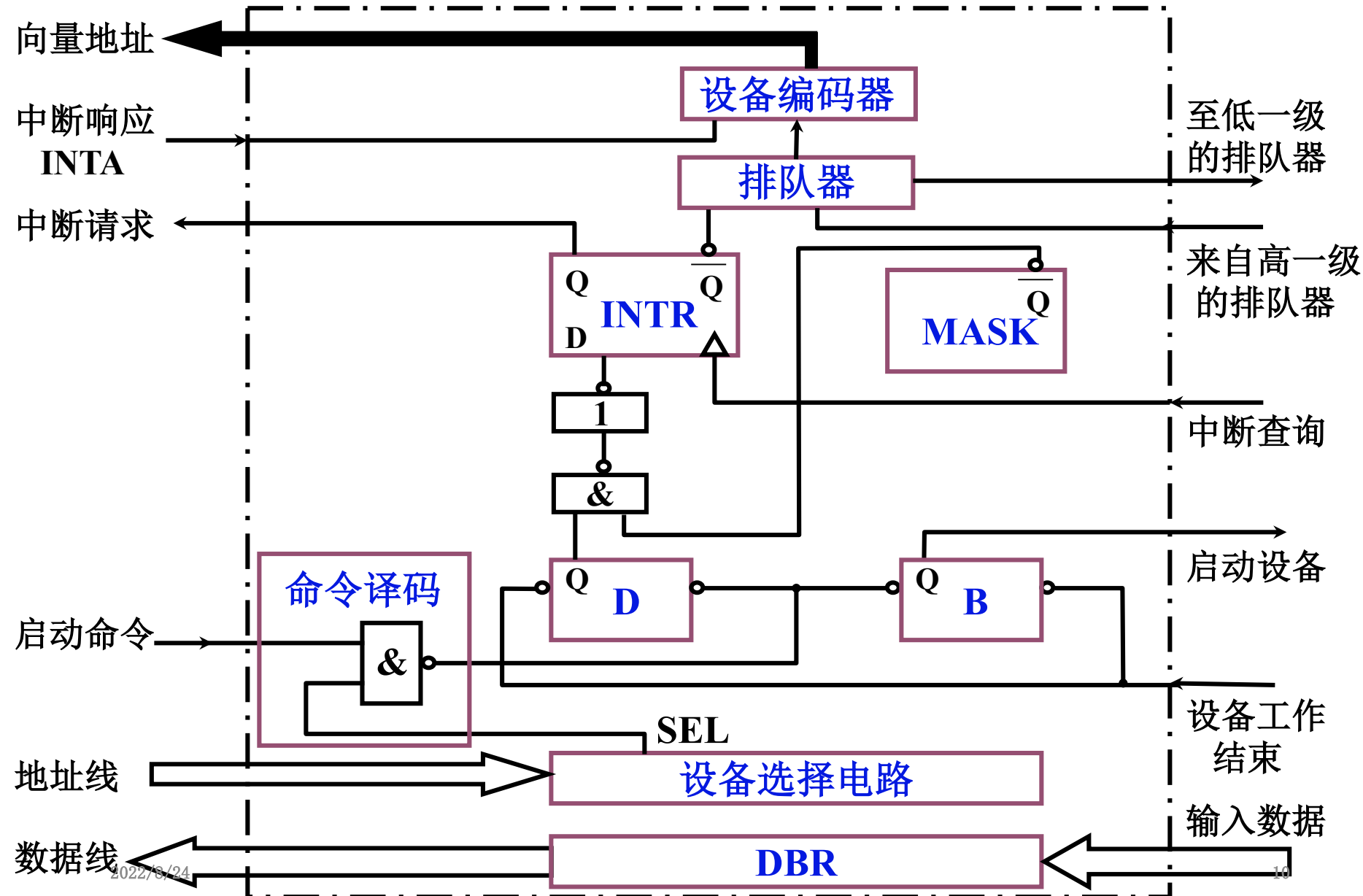
由 硬件 产生 向量地址

再由 向量地址 找到 入口地址



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

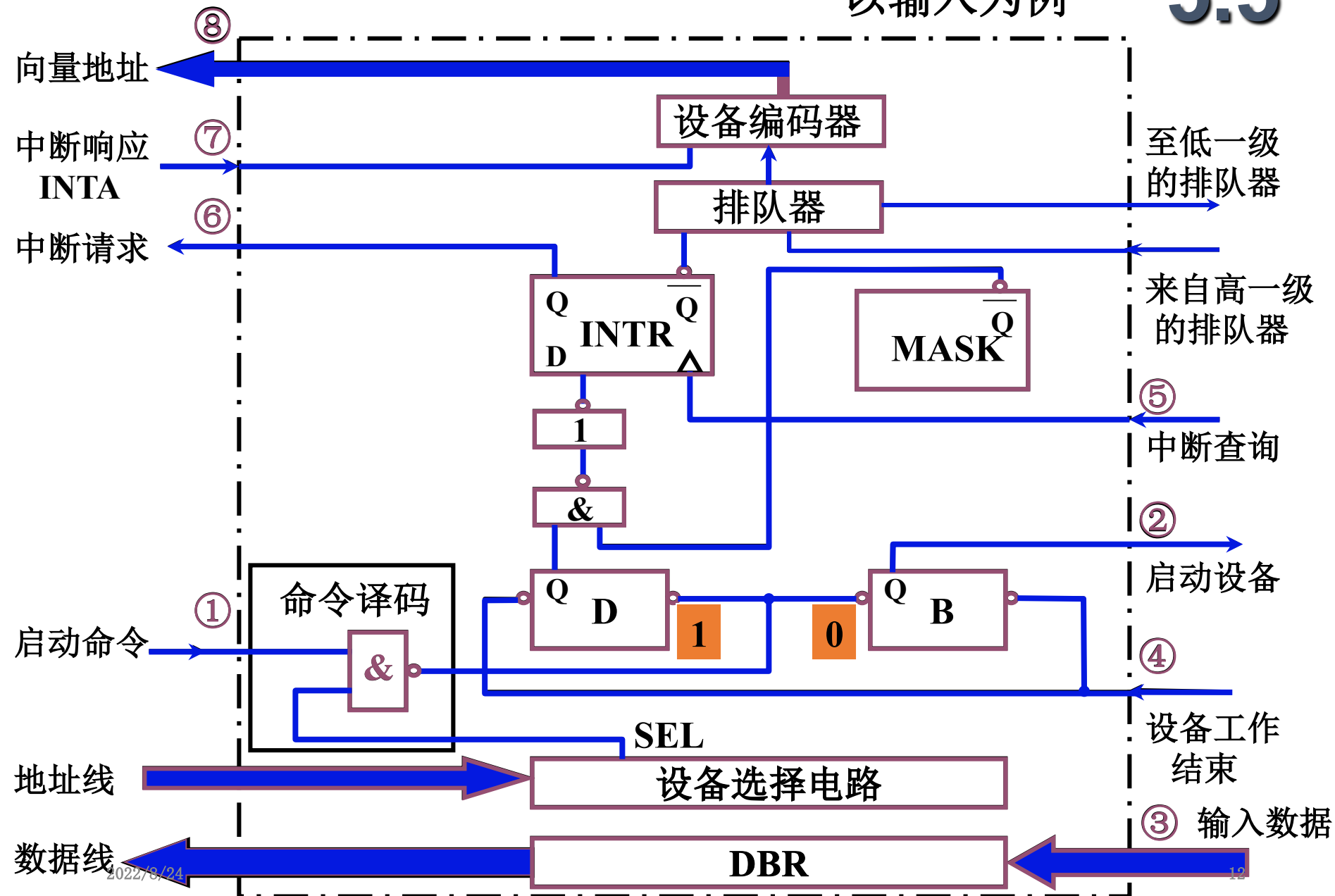
在每条指令执行阶段的结束前

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

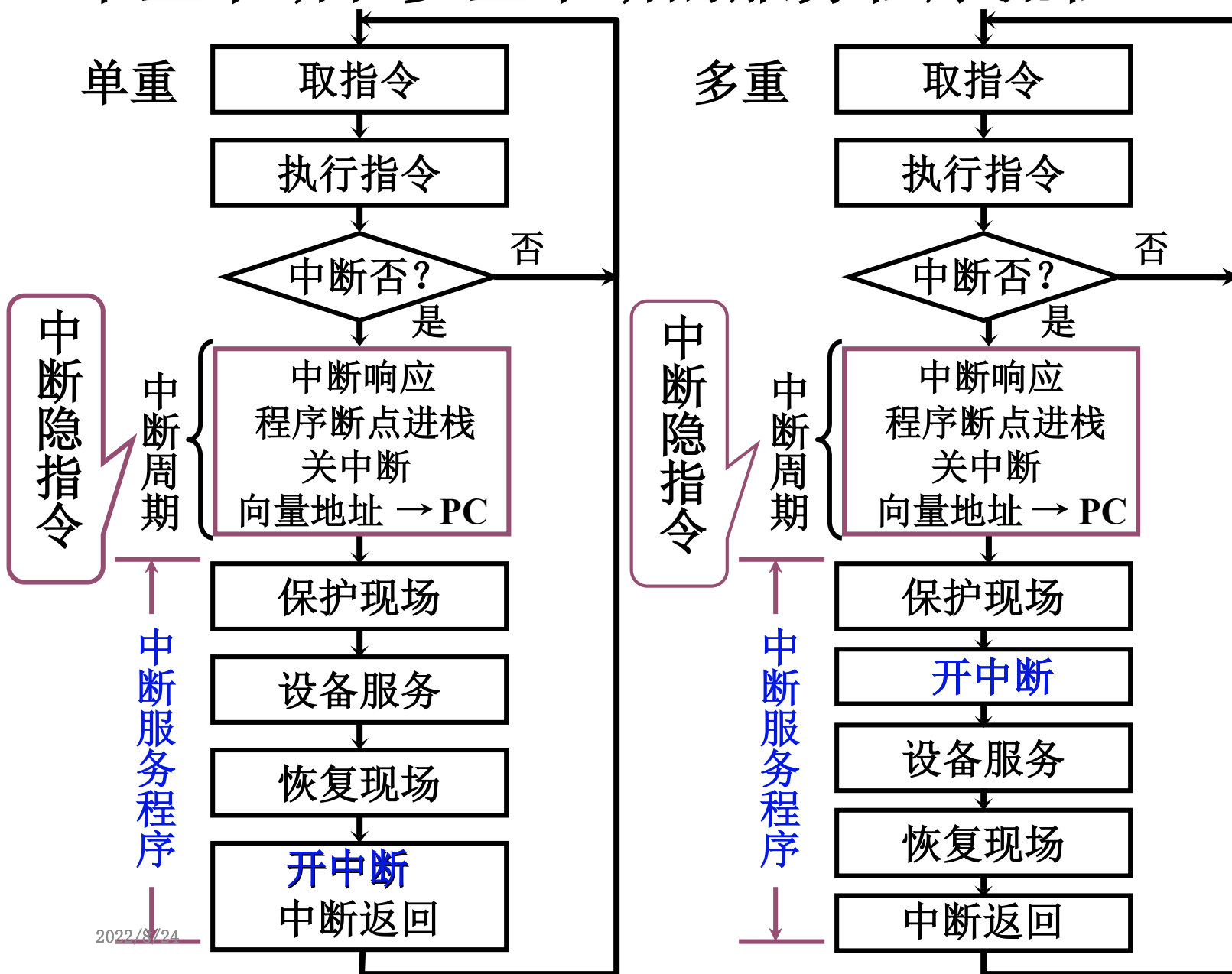
单重 中断 不允许中断 现行的 中断服务程序

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

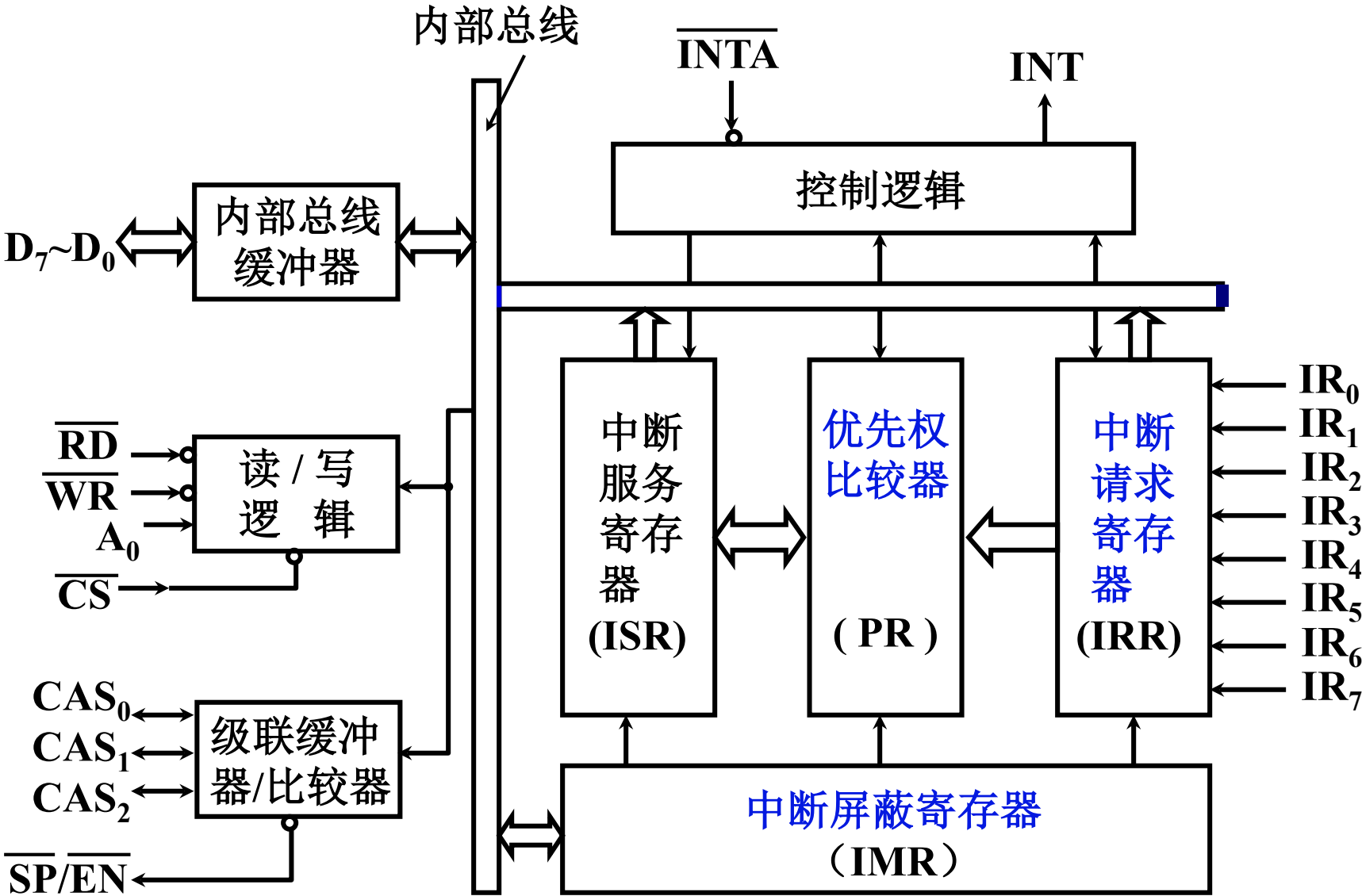
3. 单重中断和多重中断的服务程序流程

5.5

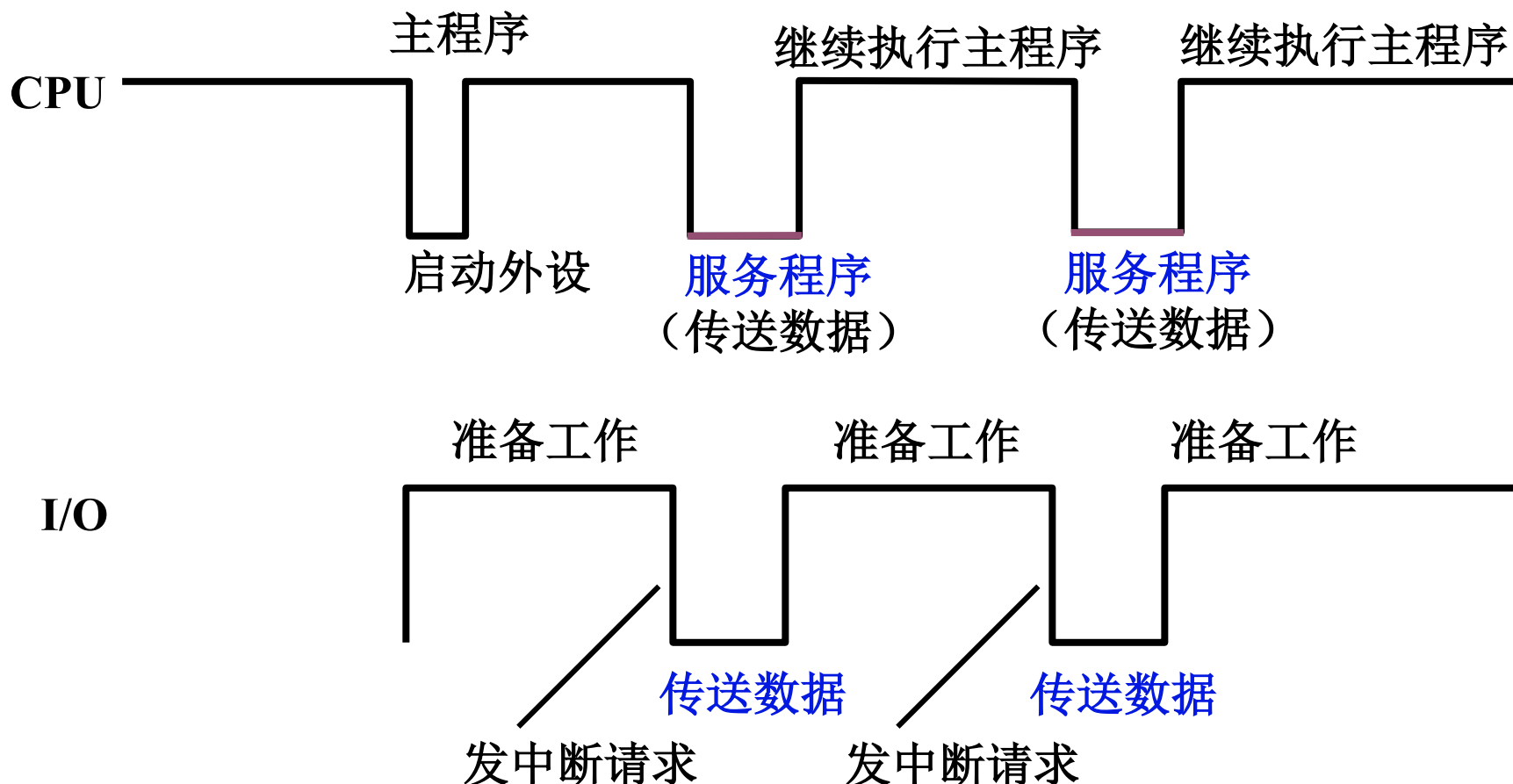


程序中中断接口芯片 8259A 的内部结构

5.5



主程序和服务程序抢占 CPU 示意图 5.5



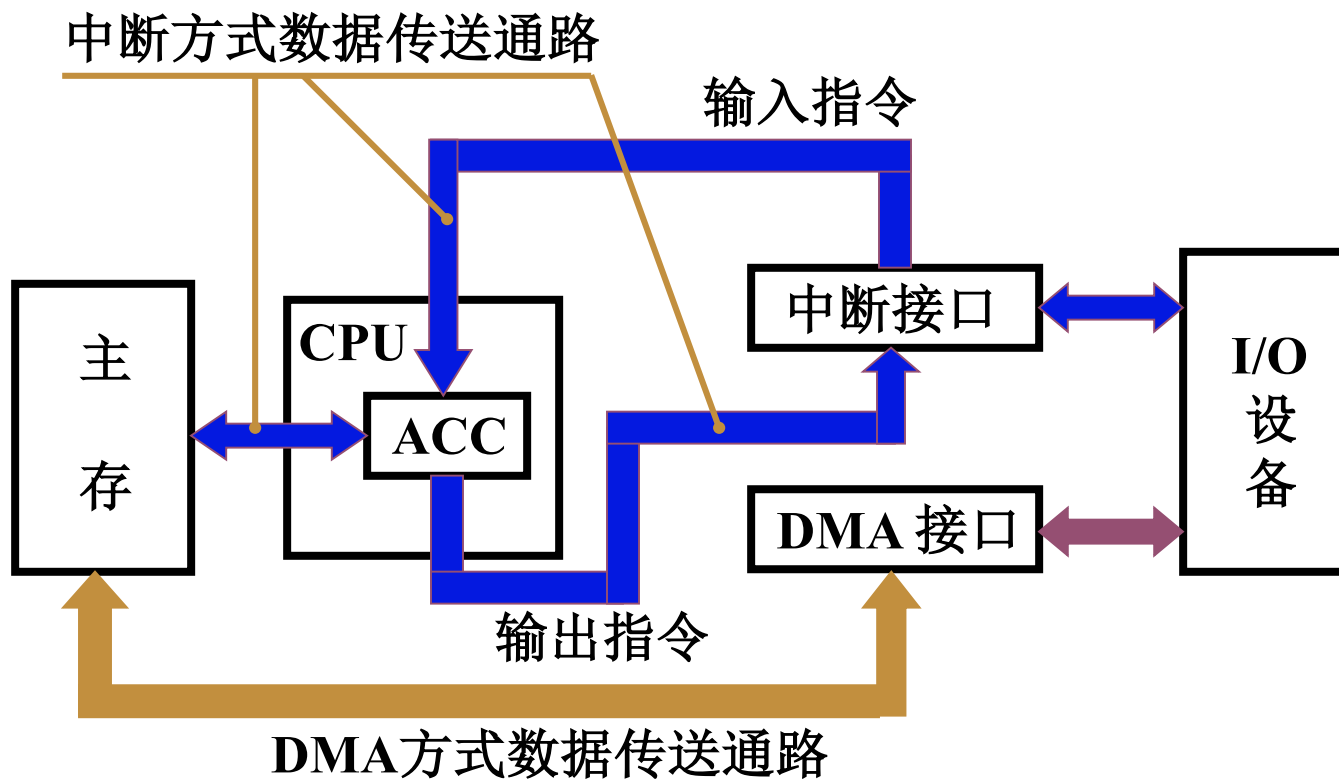
宏观上 CPU 和 I/O 并行工作

微观上 CPU 中断现行政程序为 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



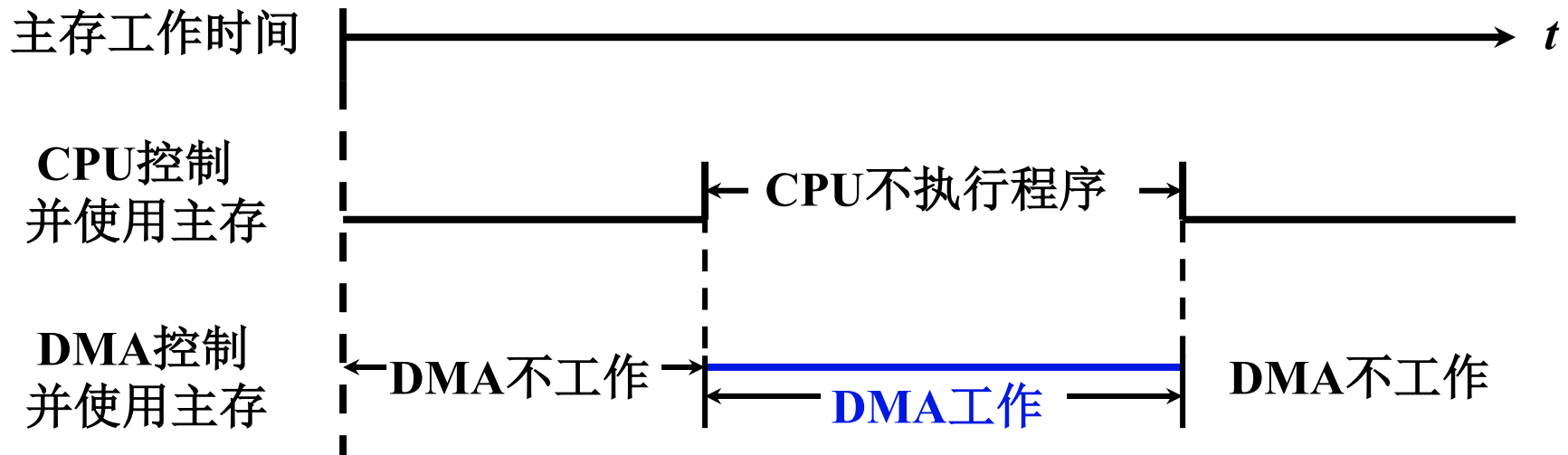
2. DMA 与主存交换数据的三种方式 5.6

(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



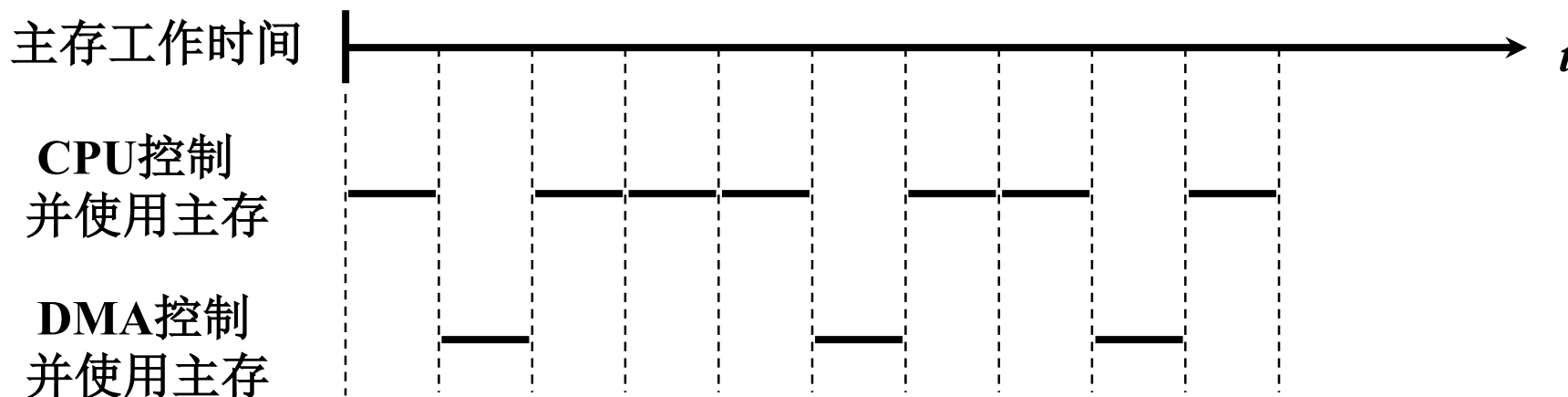
(2) 周期挪用（或周期窃取）

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

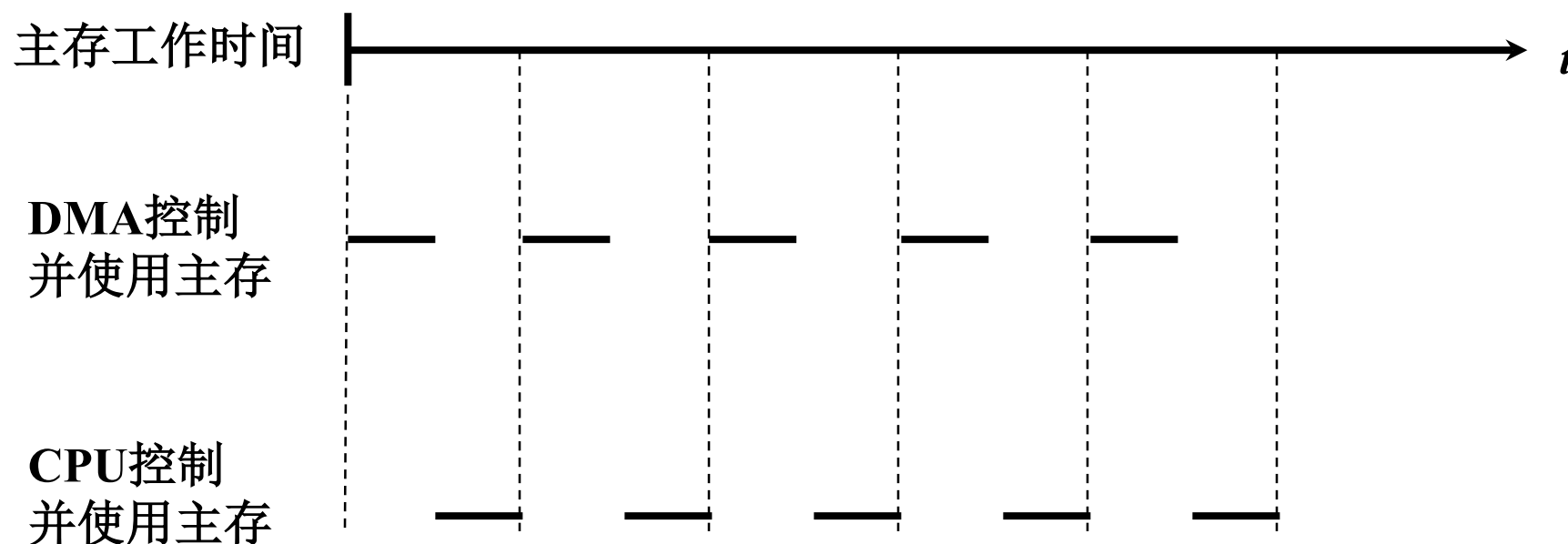
此时 CPU 将总线控制权让给 DMA



(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

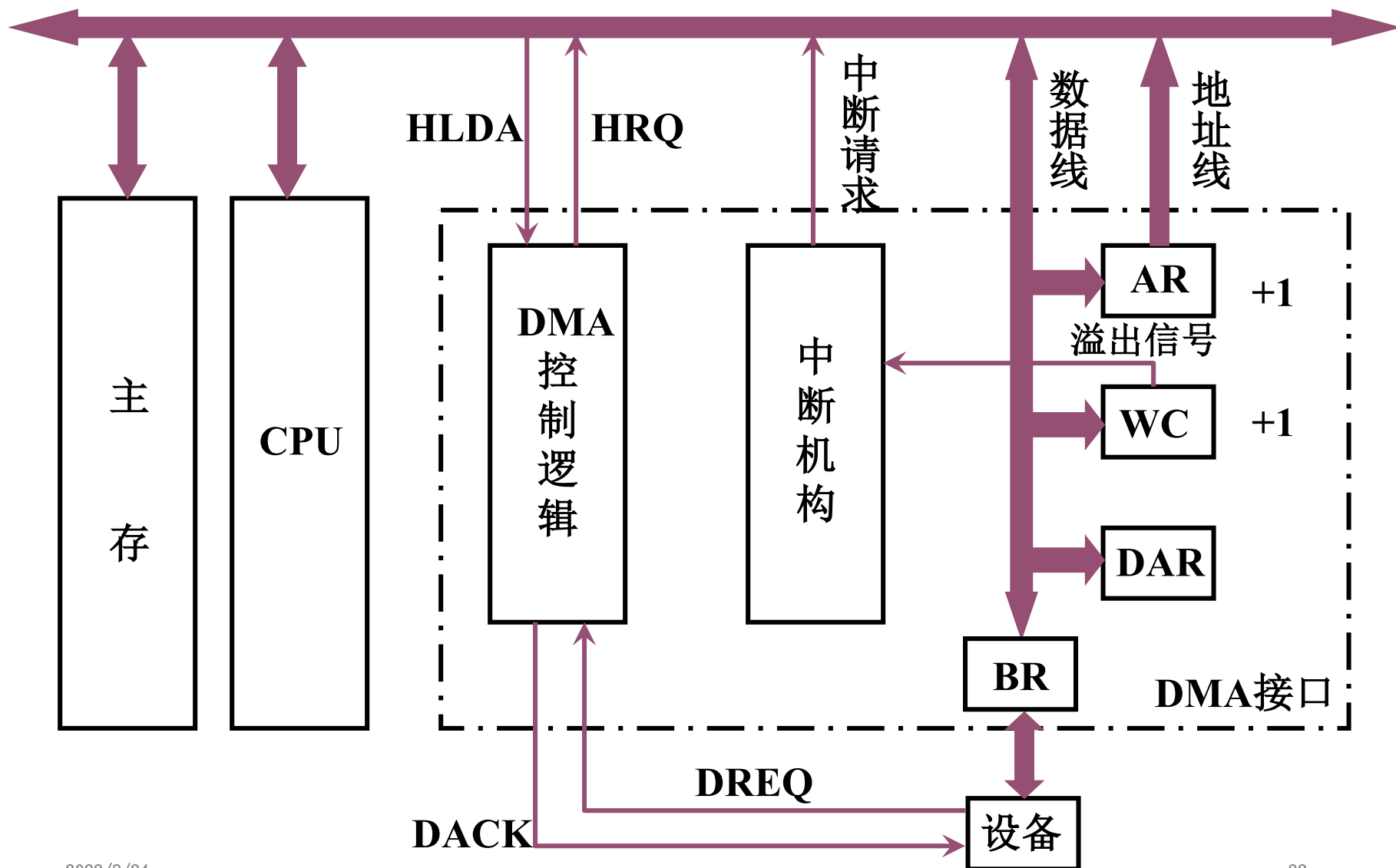
5.6

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

2. DMA 接口组成

5.6



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

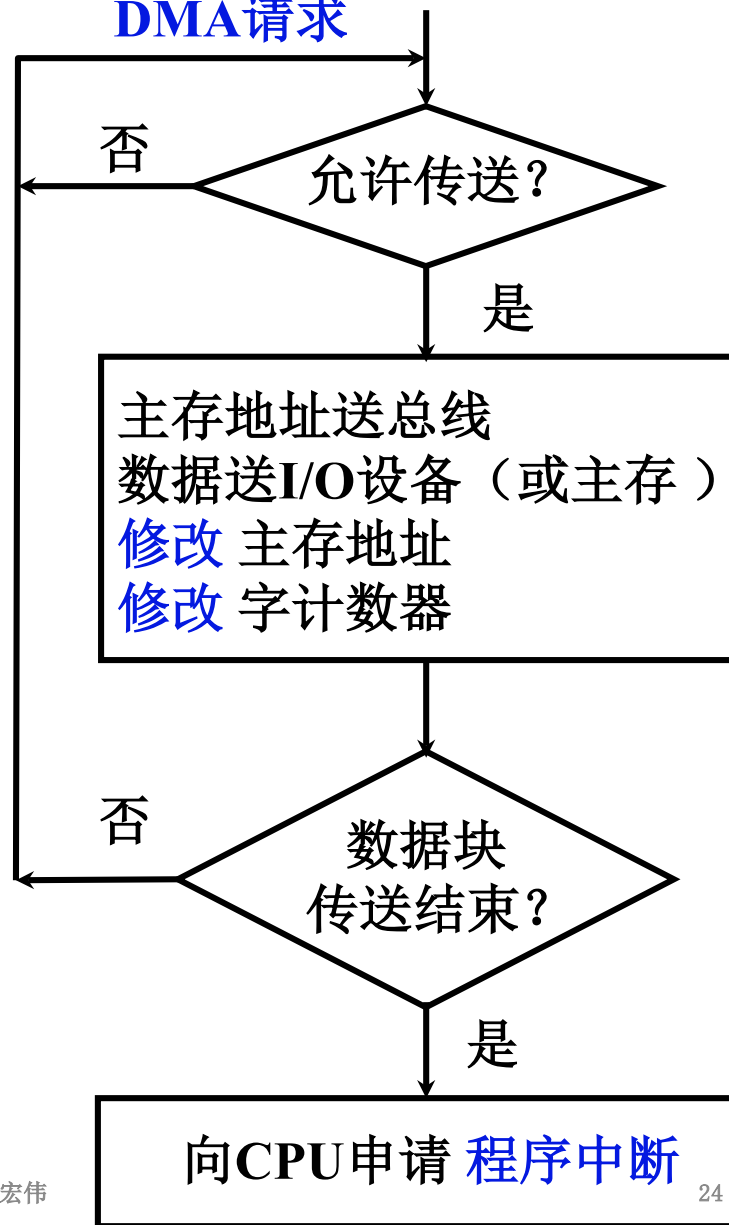
后处理:

中断服务程序
做 DMA 结束处理

继续执行主程序

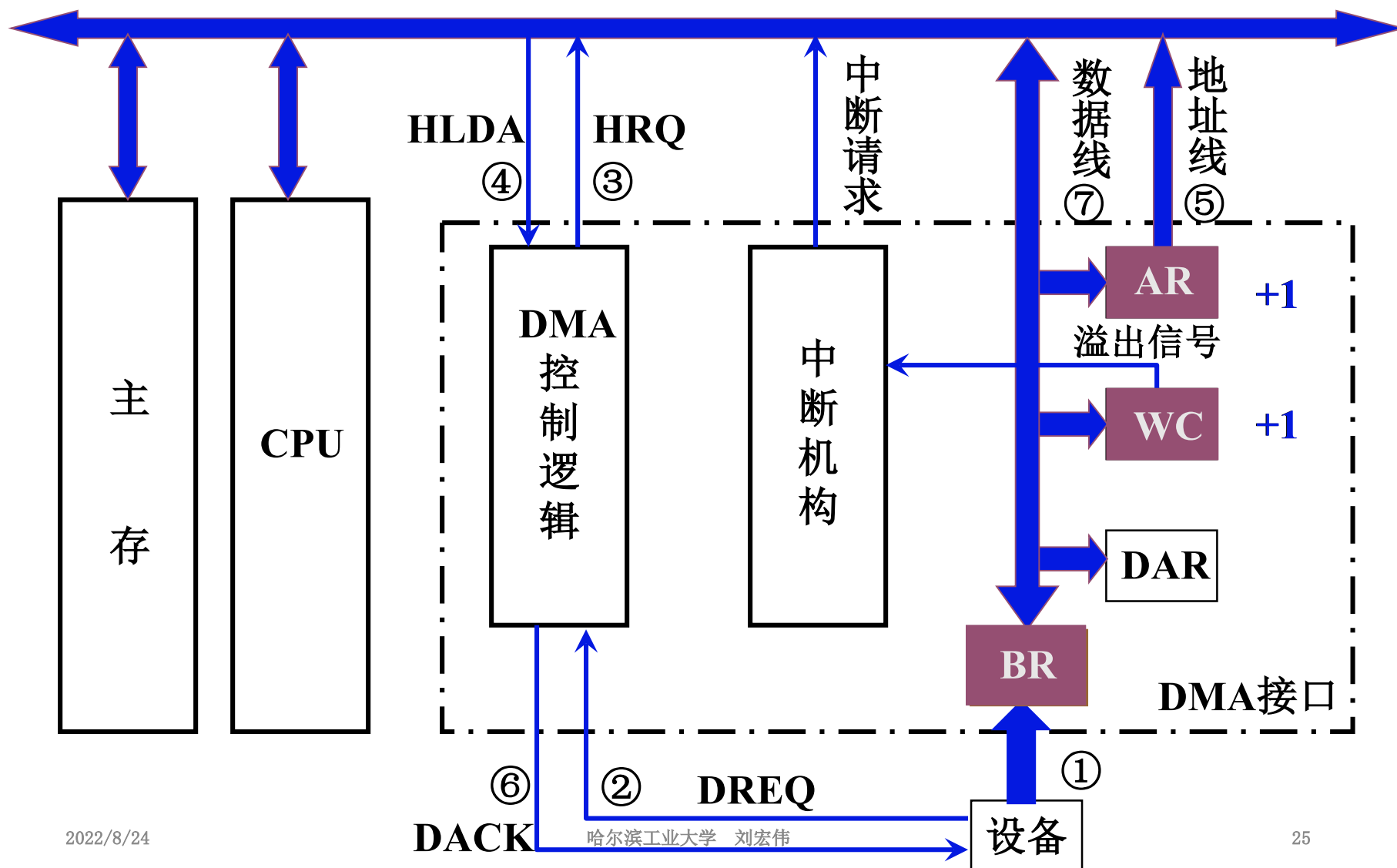
数据传送

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

