

计算机组织与体系结构

第二十三讲

计算机科学与技术学院

张展

第九章 输入输出系统

第9章 输入输出系统

9.1 概述

9.2 外部设备

9.3 I/O接口

9.4 程序查询方式

9.5 程序中断方式

9.6 DMA方式

9.1 概 述

一、输入输出系统的发展概况

1. 早期

分散连接

CPU 和 I/O设备 串行 工作 程序查询方式

2. 接口模块和 DMA 阶段

总线连接

CPU 和 I/O设备 并行 工作 { 中断方式
DMA 方式

3. 具有通道结构的阶段

4. 具有 I/O 处理机的阶段

二、输入输出系统的组成

9.1

1. I/O 软件

(1) I/O 指令 CPU 指令的一部分

操作码	命令码	设备码
-----	-----	-----

(2) 通道指令 通道自身的指令

指出数组的首地址、传送字数、操作命令

如 IBM/370 通道指令为 64 位

2. I/O 硬件

设备

I/O 接口

设备

设备控制器

通道

三、I/O 设备与主机的联系方式

9.1

1. I/O 设备编址方式

(1) 统一编址 用取数、存数指令

(2) 不统一编址 有专门的 I/O 指令

2. 设备选址

用设备选择电路识别是否被选中

3. 传送方式

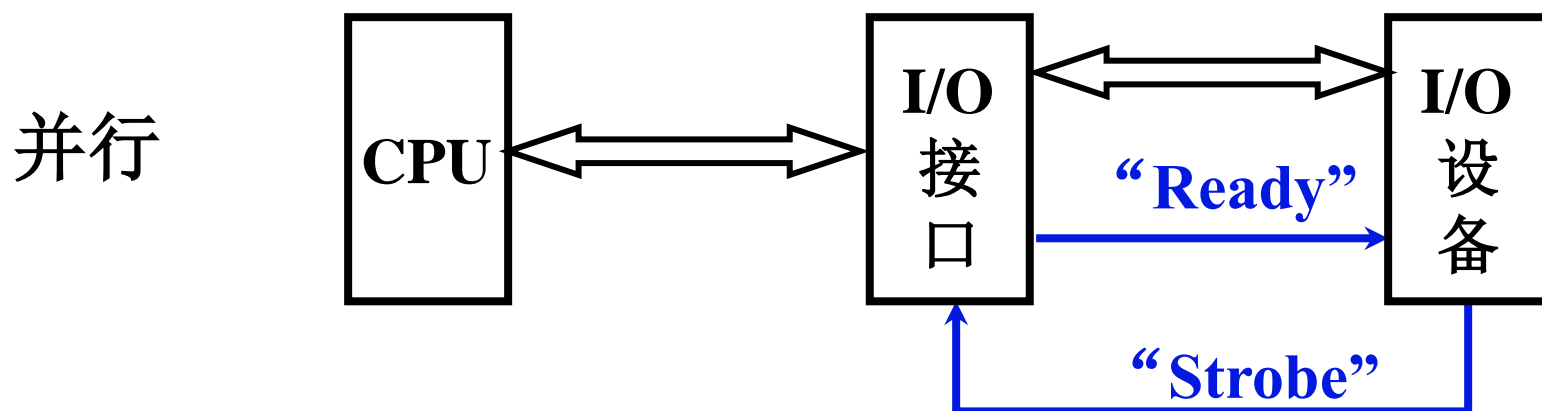
(1) 串行

(2) 并行

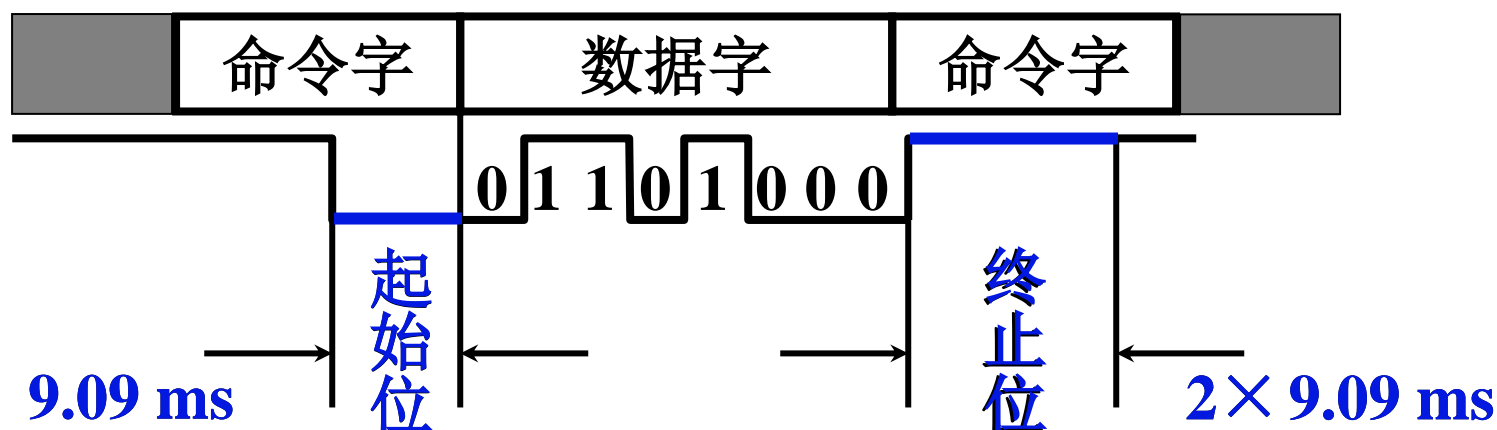
4. 联络方式

(1) 立即响应

(2) 异步工作采用应答信号



串行

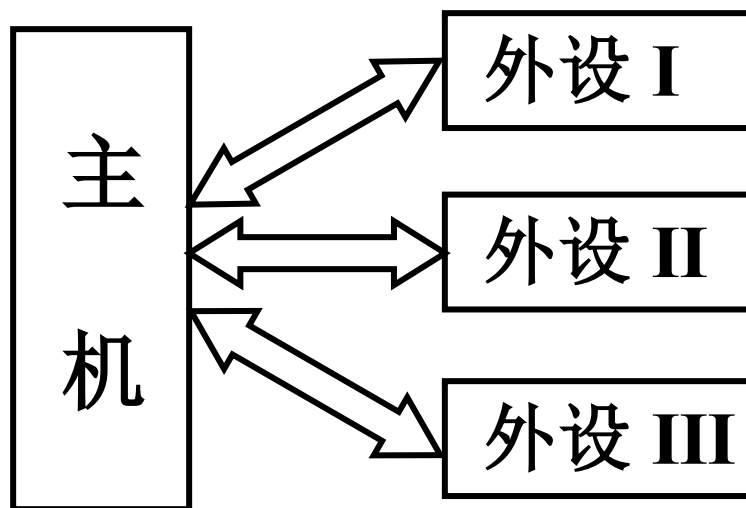


(3) 同步工作采用同步时标

5. I/O 设备与主机的连接方式

9.1

(1) 辐射式连接



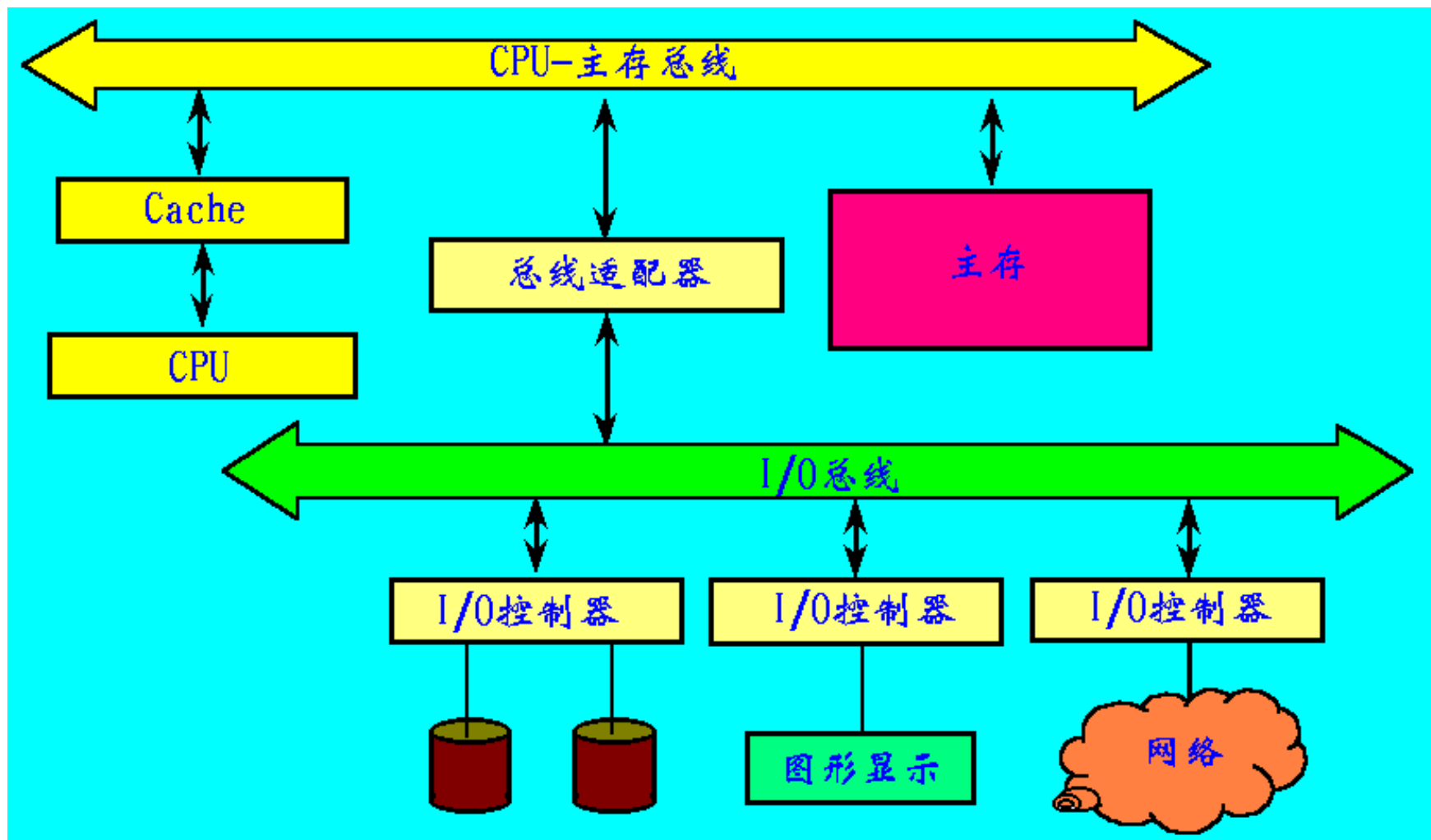
每台设备都配有一套
控制线路和一组信号线

不便于增删设备

(2) 总线连接

便于增删设备

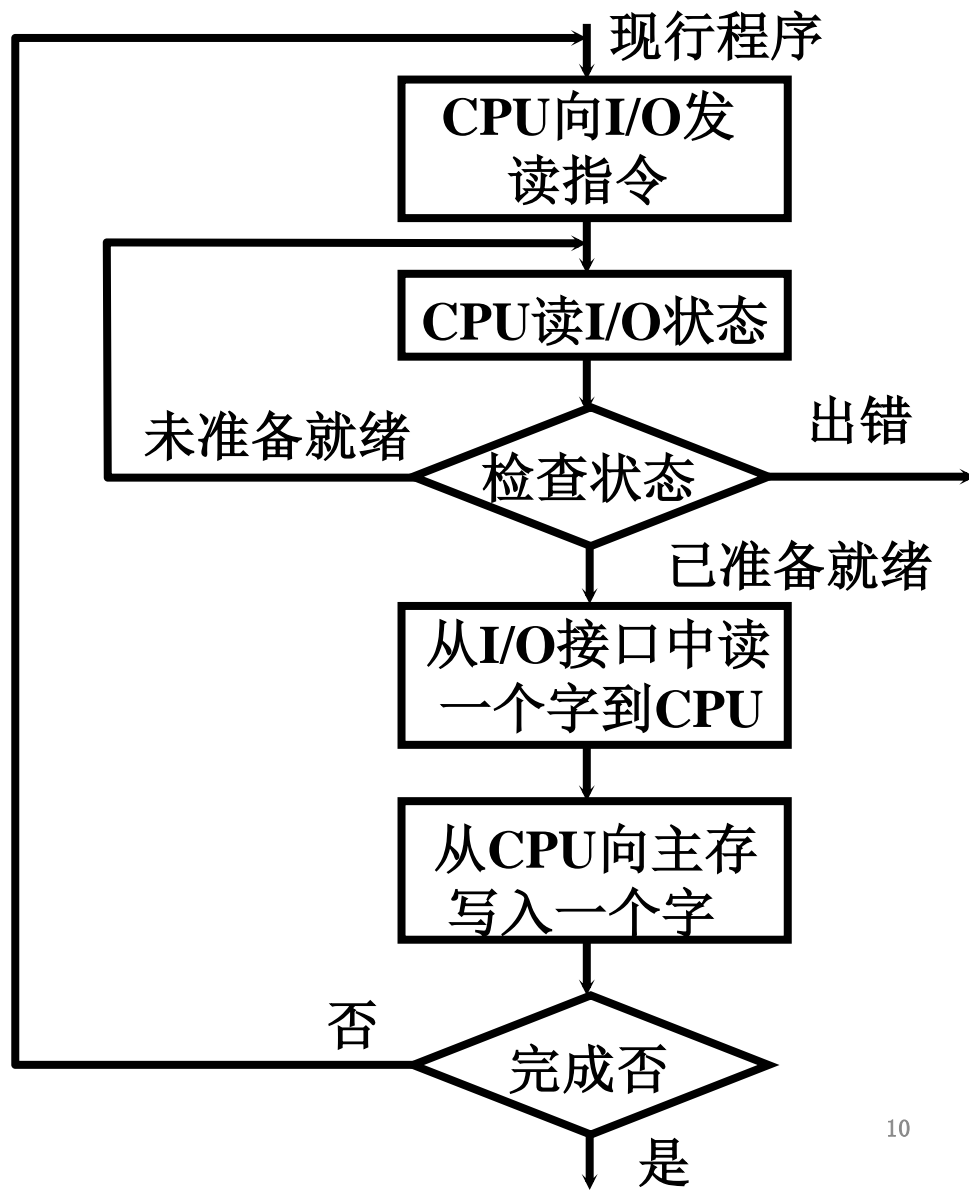
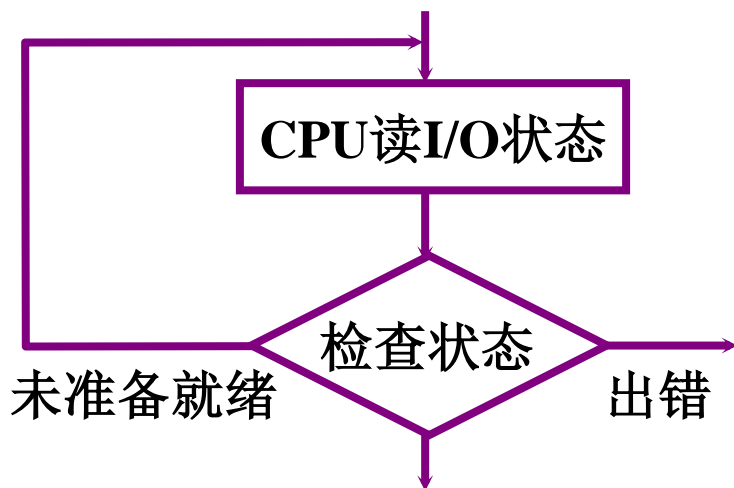
设备的总线连接



四、I/O设备与主机信息传送的控制方式 9.1

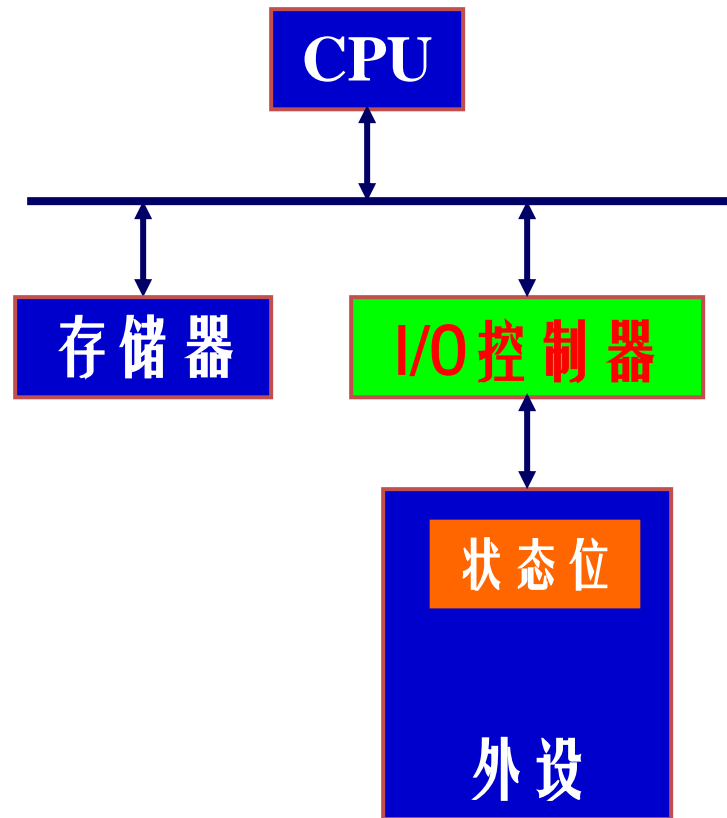
1. 程序查询方式

CPU 和 I/O 串行工作
踏步等待



程序查询I/O

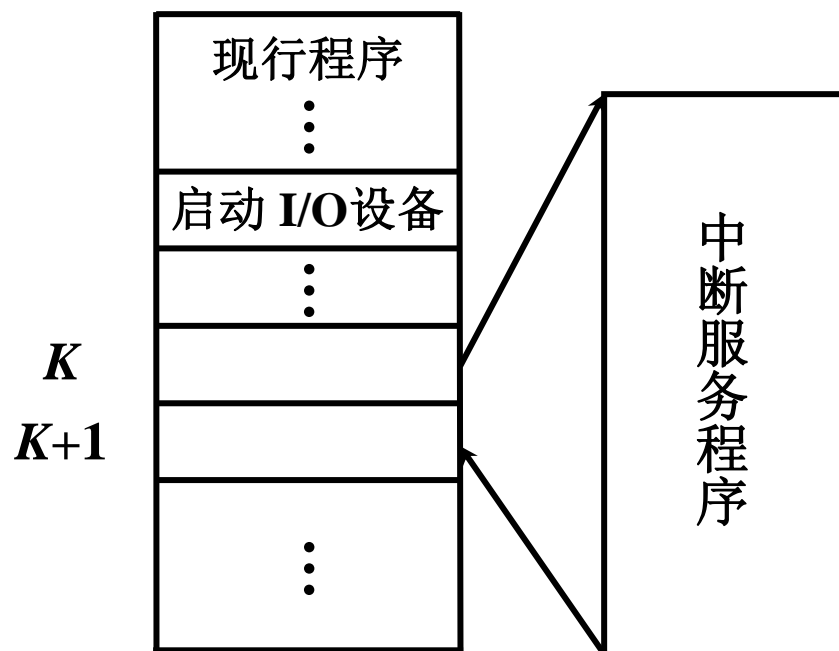
CPU需要不断监测状态位以确定是否该做下一个I/O操作。由于CPU比I/O设备快得多，所以轮询就要浪费大量的CPU时间。



2. 程序中中断方式

I/O 工作 { 自身准备 CPU 不查询
 与主机交换信息 CPU 暂停现执行程序

CPU 和 I/O 并行工作

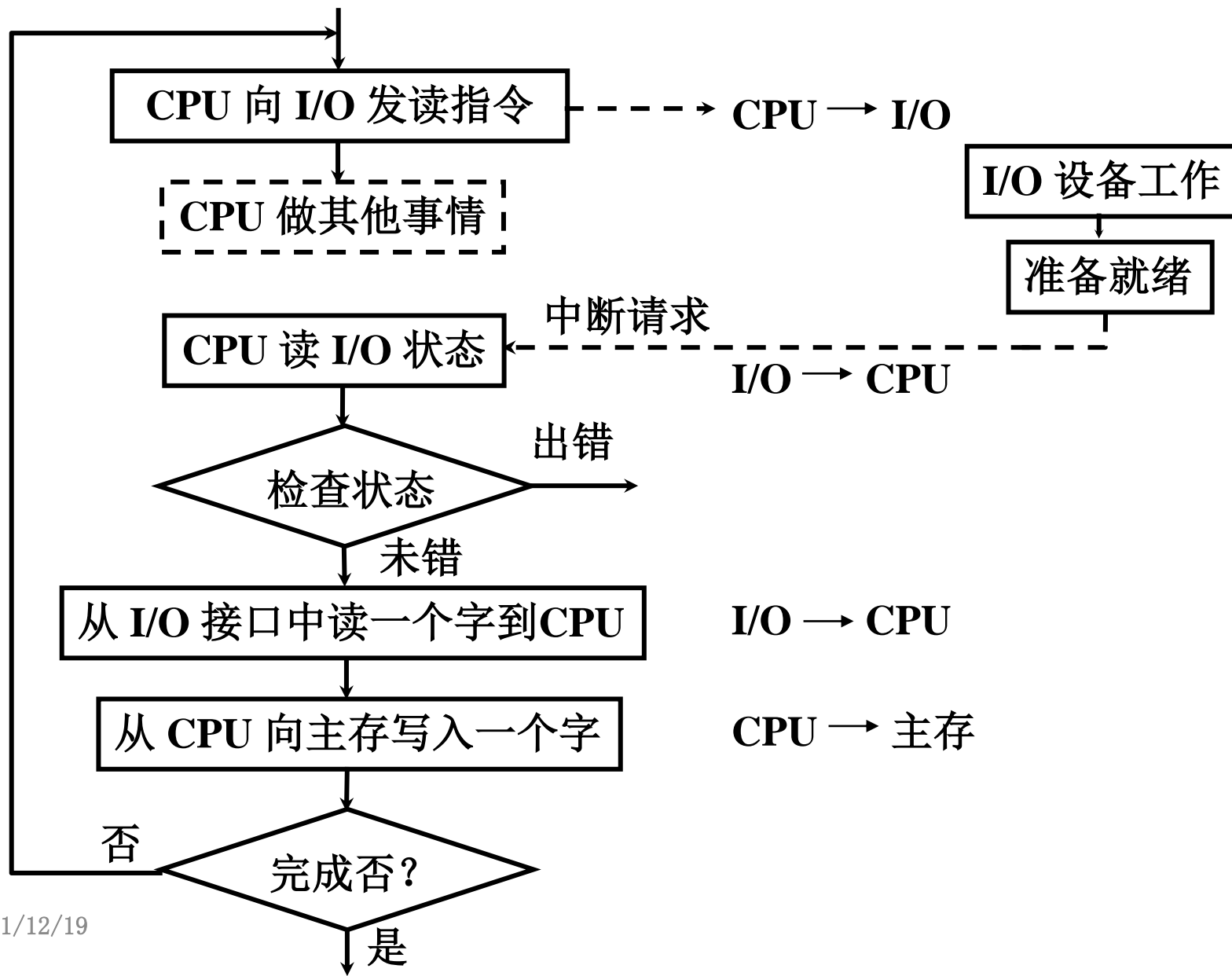


没有踏步等待现象

中断现执行程序

程序中中断方式流程

9.1



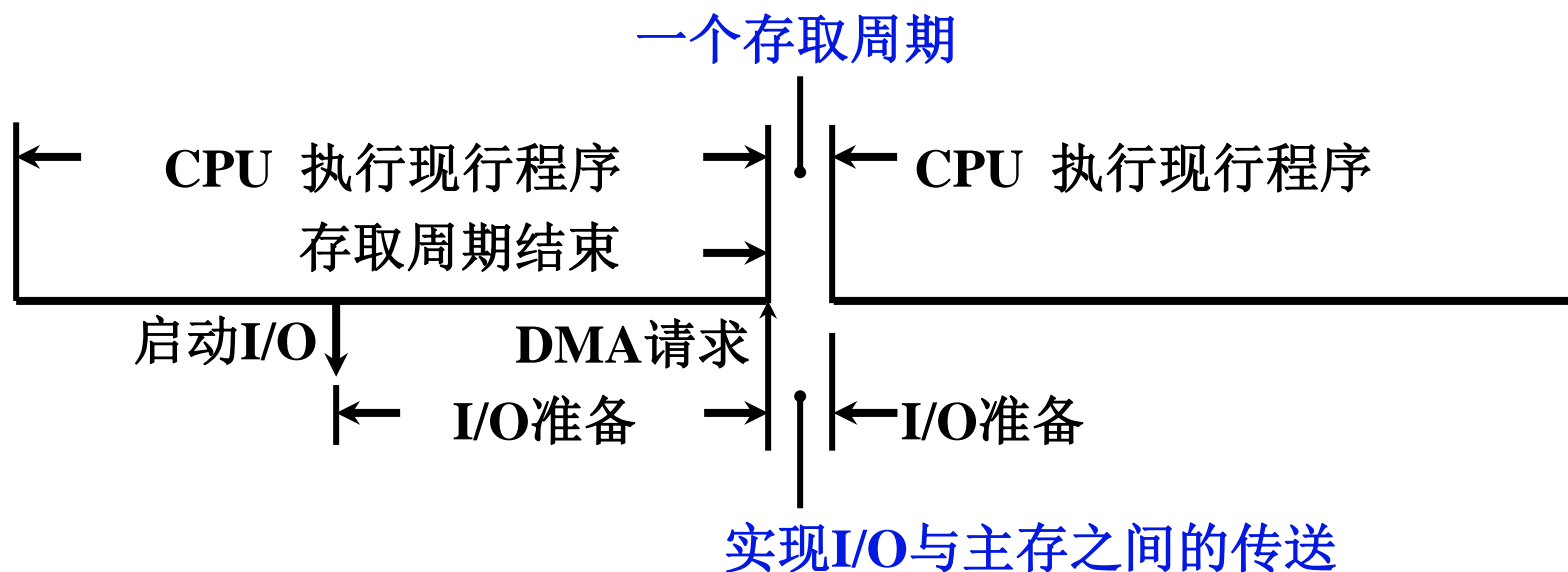
3. DMA 方式

主存和 I/O 之间有一条直接数据通道

不中断现行程序

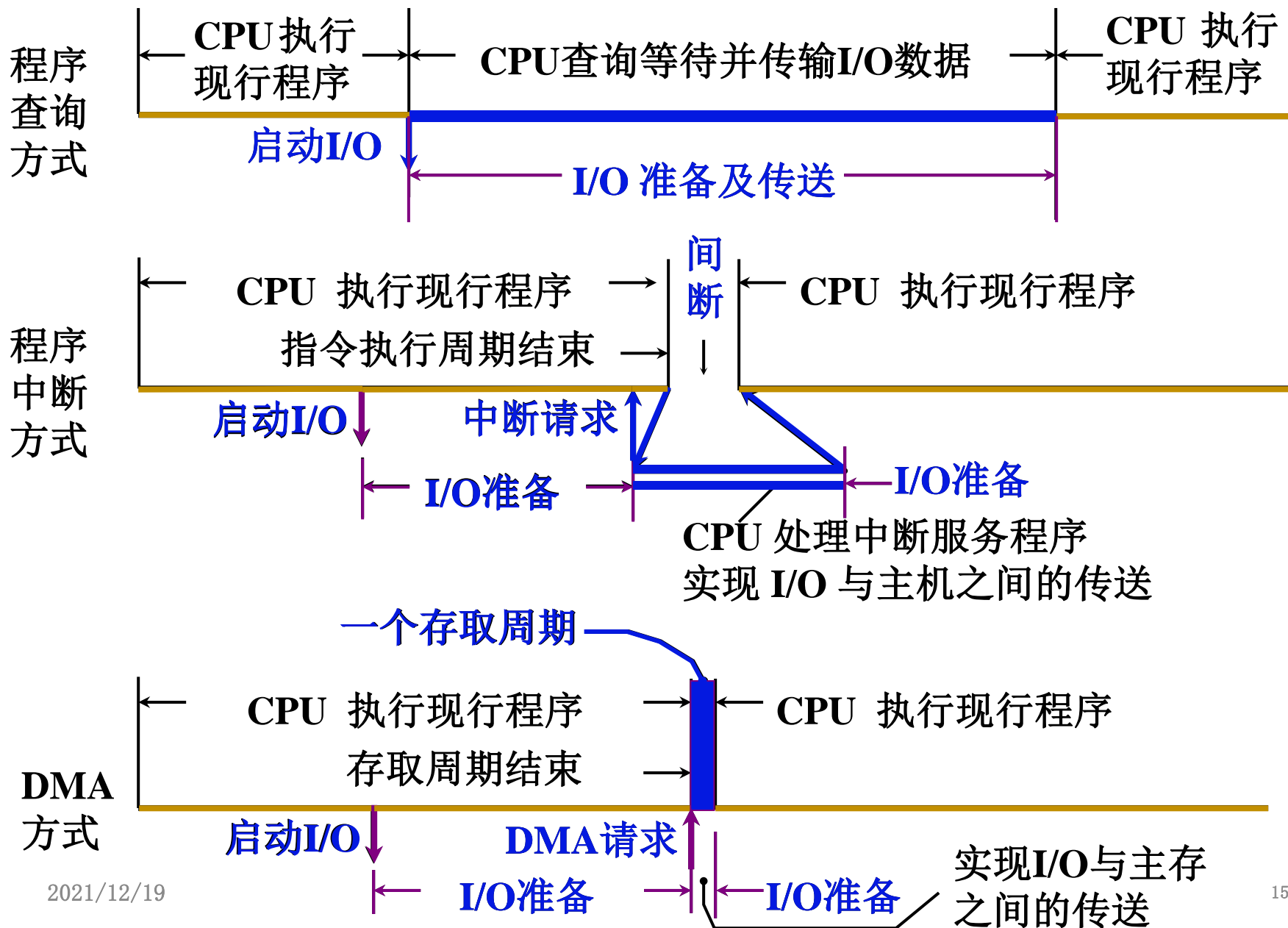
周期挪用（周期窃取）

CPU 和 I/O 并行工作



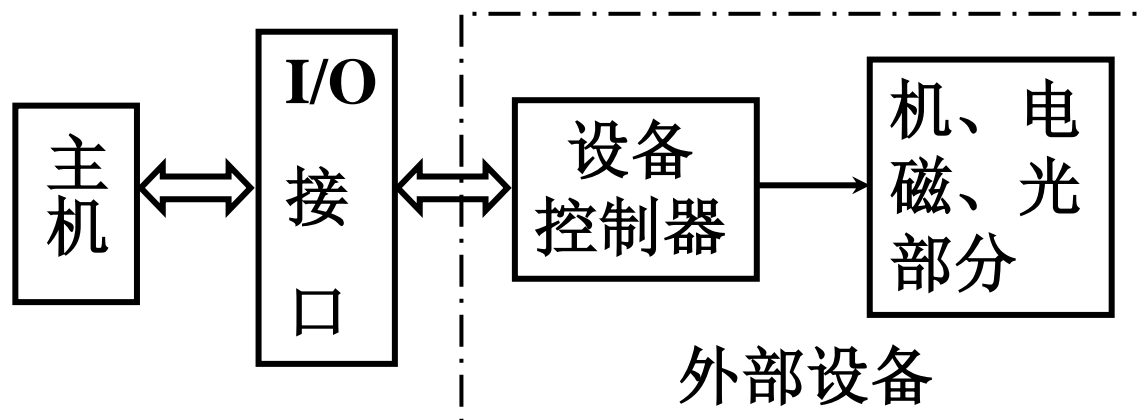
三种方式的 CPU 工作效率比较

9.1



9.2 I/O设备

一、概述



外部设备大致分三类

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. 人机交互设备 | 键盘、鼠标、打印机、显示器 |
| 2. 计算机信息存储设备 | 磁盘、光盘、磁带 |
| 3. 机—机通信设备 | 调制解调器等 |

9.3 I/O 接口

一、概述

为什么要设置接口？

1. 实现设备的选择
2. 实现数据缓冲达到速度匹配
3. 实现数据串一并格式转换
4. 实现电平转换
5. 传送控制命令
6. 反映设备的状态（“忙”、“就绪”、“中断请求”）

二、接口的功能和组成

9.3

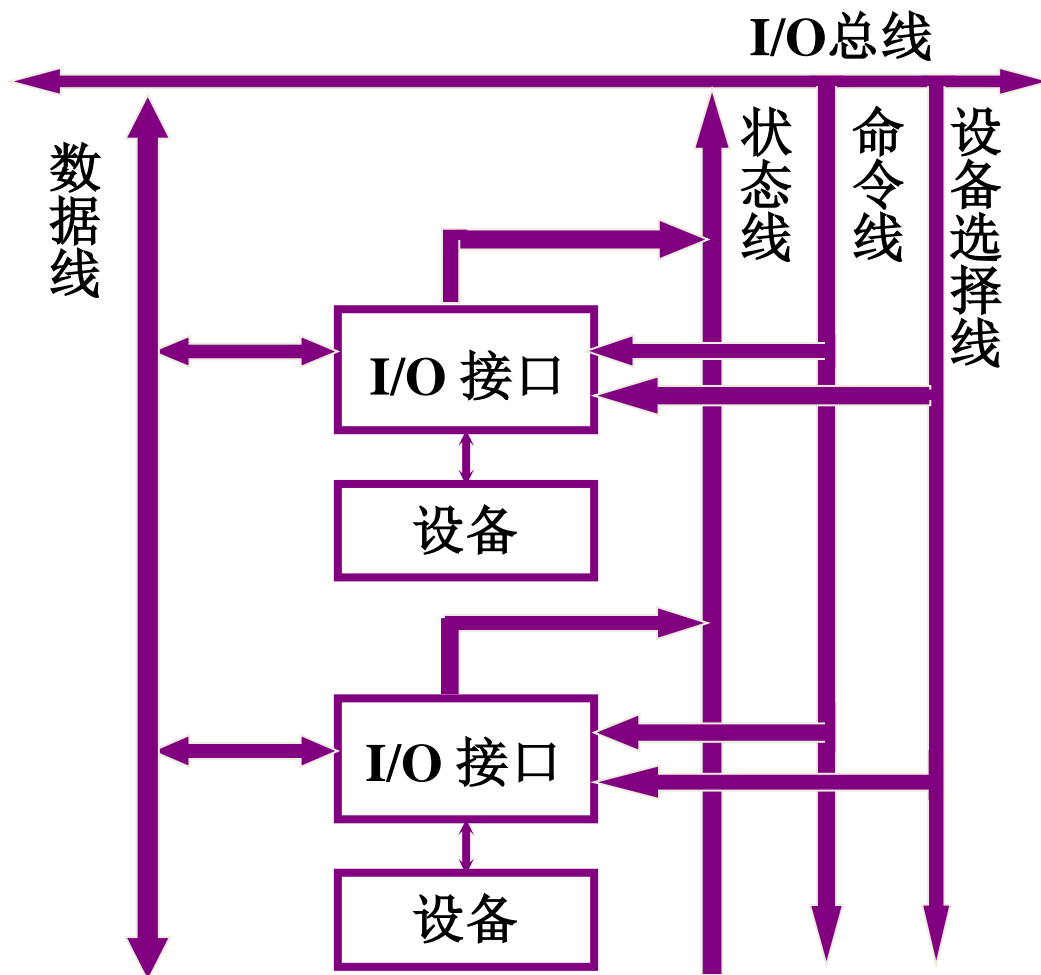
1. 总线连接方式的 I/O 接口电路

(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

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**

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

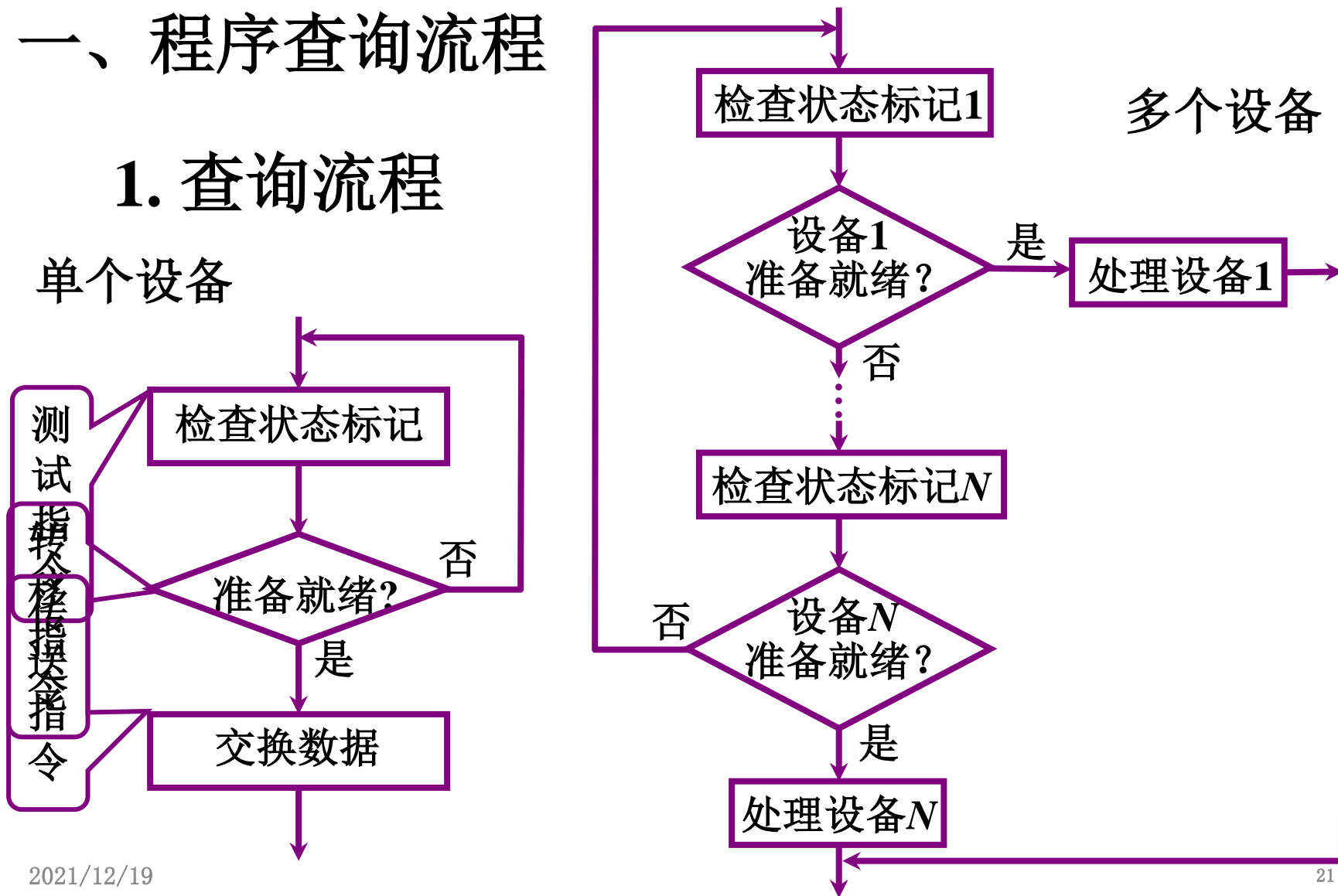
3. I/O 接口的基本组成



9.4 程序查询方式

一、程序查询流程

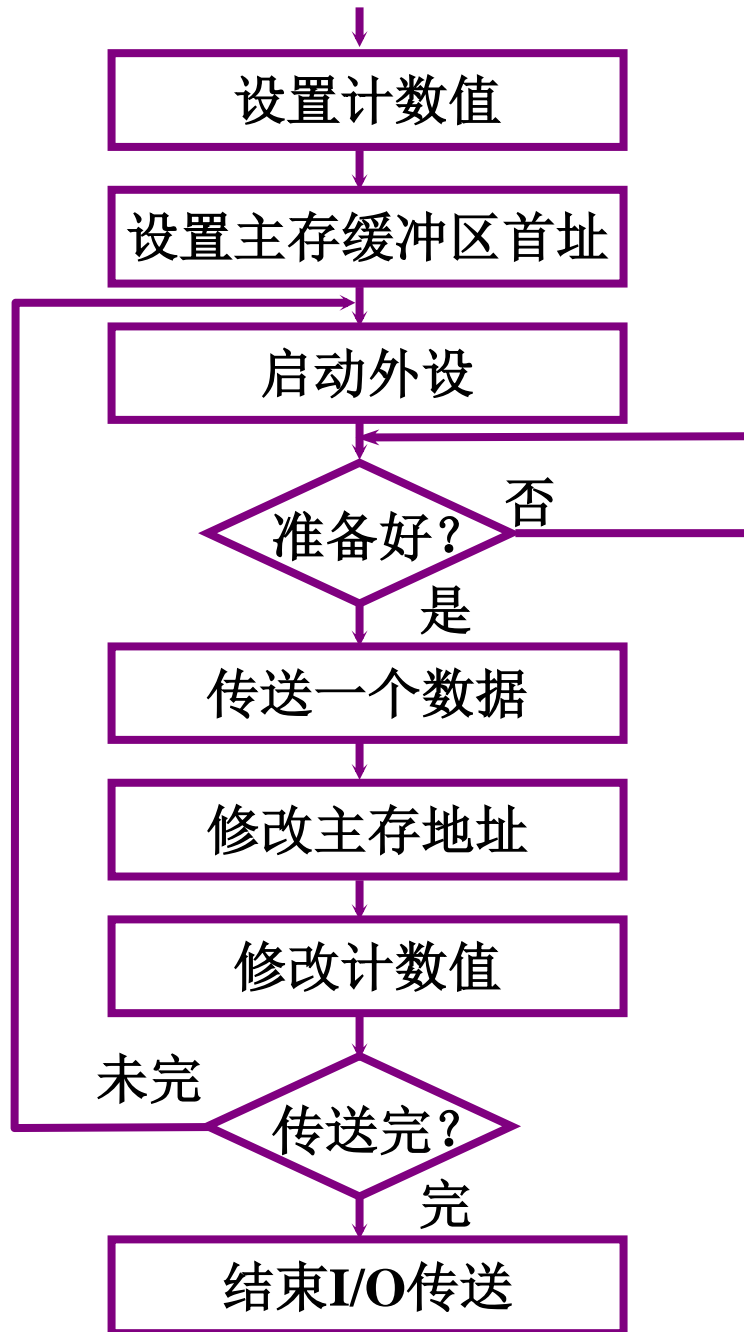
1. 查询流程



2. 程序流程

9.4

保存
寄存器内容



例：输入汇编代码：

AGAIN:	IN	AL, STATUS_PORT	; 读状态端口
	TEST	AL, 80H	; D ₇ =1 表示数据就绪
	JZ	AGAIN	; 未就绪, 继续读状态端口
	IN	AL, DATA_PORT	; 已就绪, 从数据端口读取数据

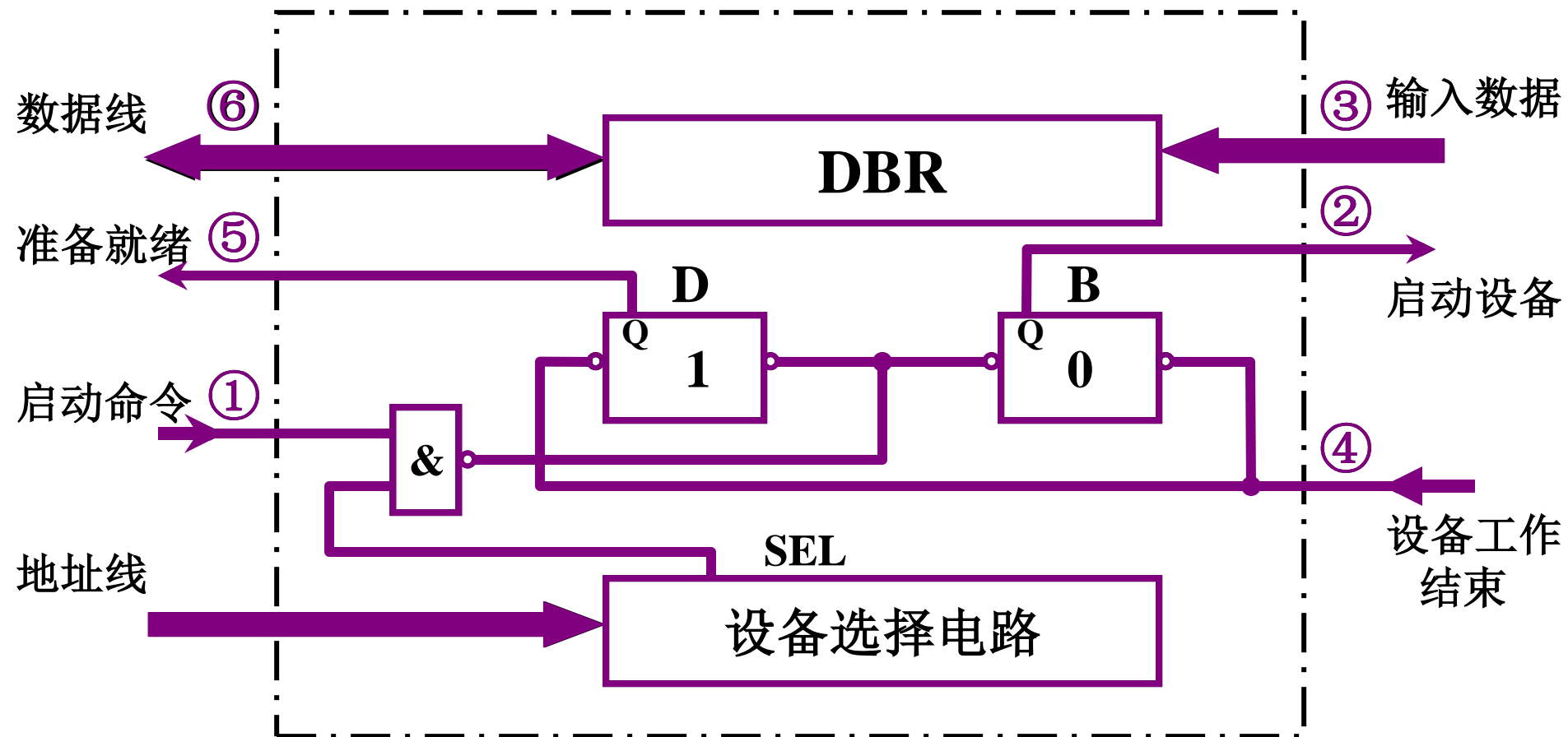
输出汇编代码：

ONE:	IN	AL, STATUS_PORT	; 读状态端口
	TEST	AL, 80H	; D ₇ =0 测试忙位
	JNZ	ONE	; 忙, 继续读状态端口
	MOV	AL, DAT	; 不忙, 取数据
	OUT	DATA_PORT , AL	; 已就绪, 从数据端口读取数据

二、程序查询方式的接口电路

9.4

以输入为例



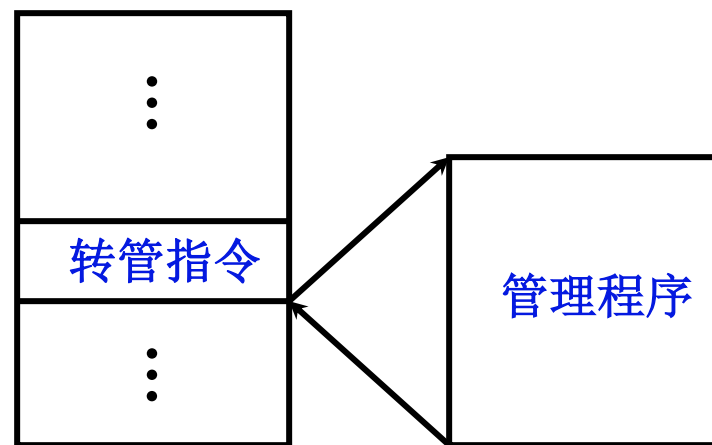
9.5 程序中中断方式

一、中断的概念

1. 引起中断的各种因素

(1) 人为设置的中断

如 转管指令



(2) 程序性事故 溢出、操作码不能识别、除法非法

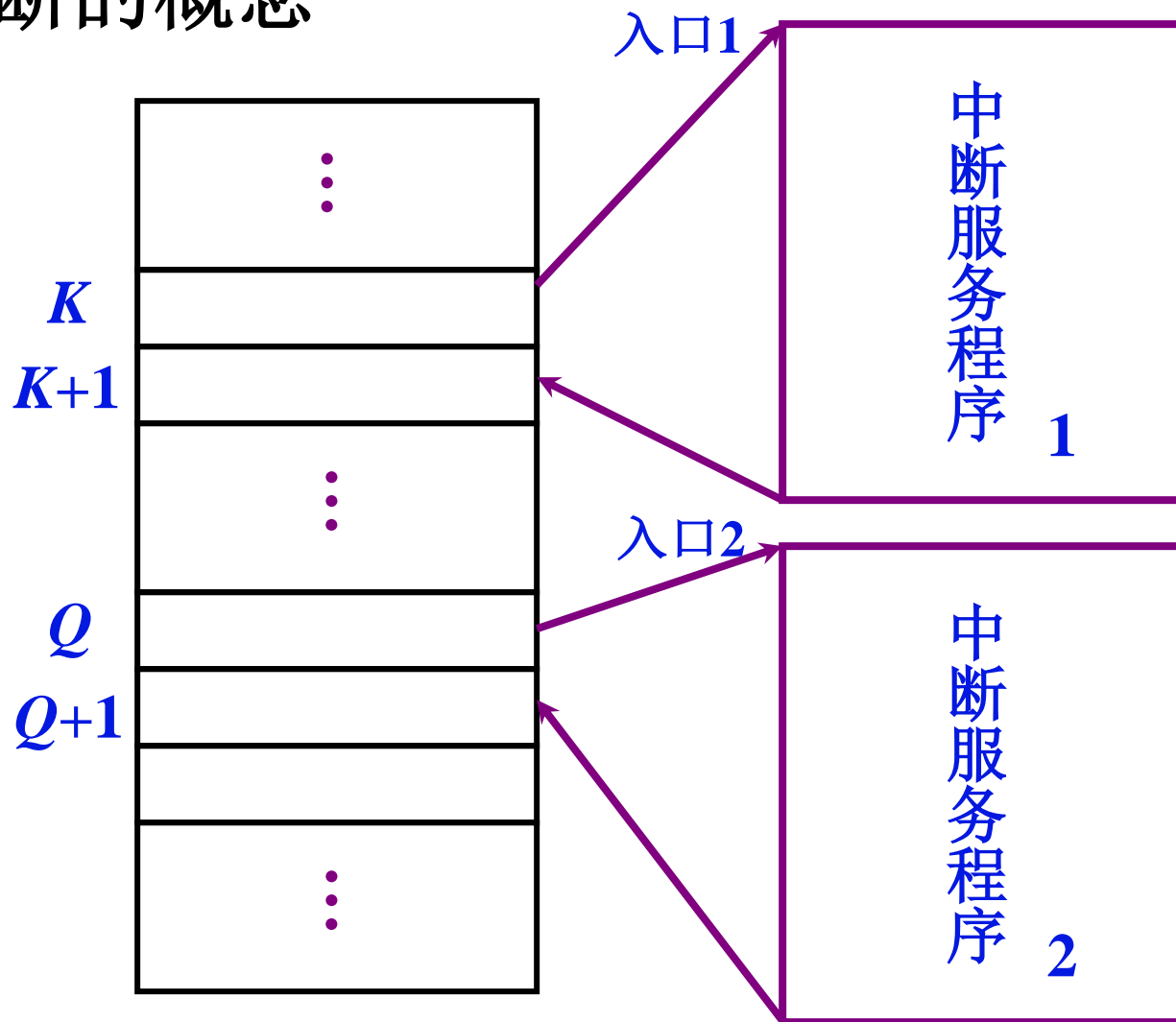
(3) 硬件故障

(4) I/O 设备

(5) 外部事件 用 键盘中断 现行程序

9.5 程序中中断方式

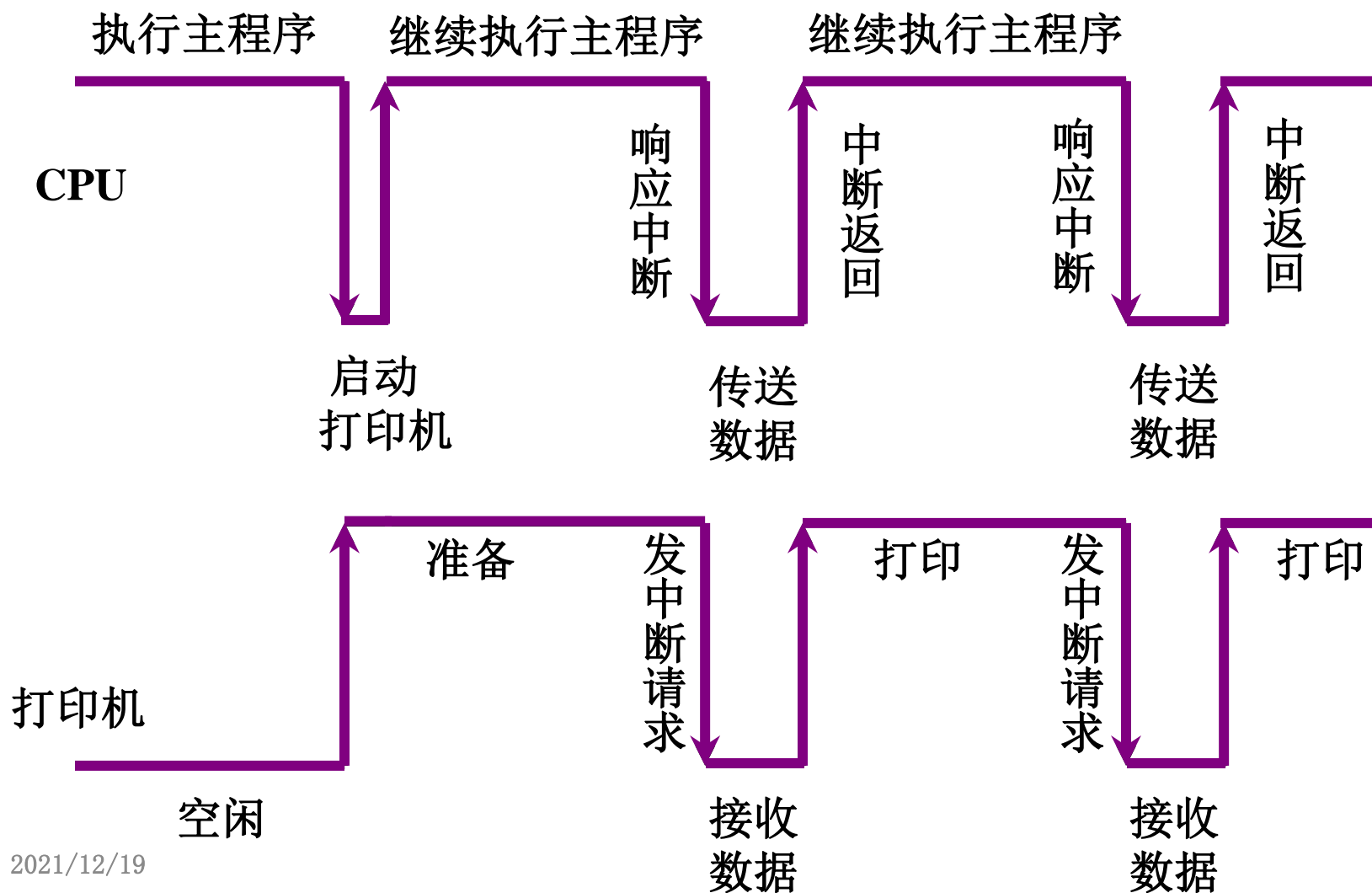
一、中断的概念



二、I/O 中断的产生

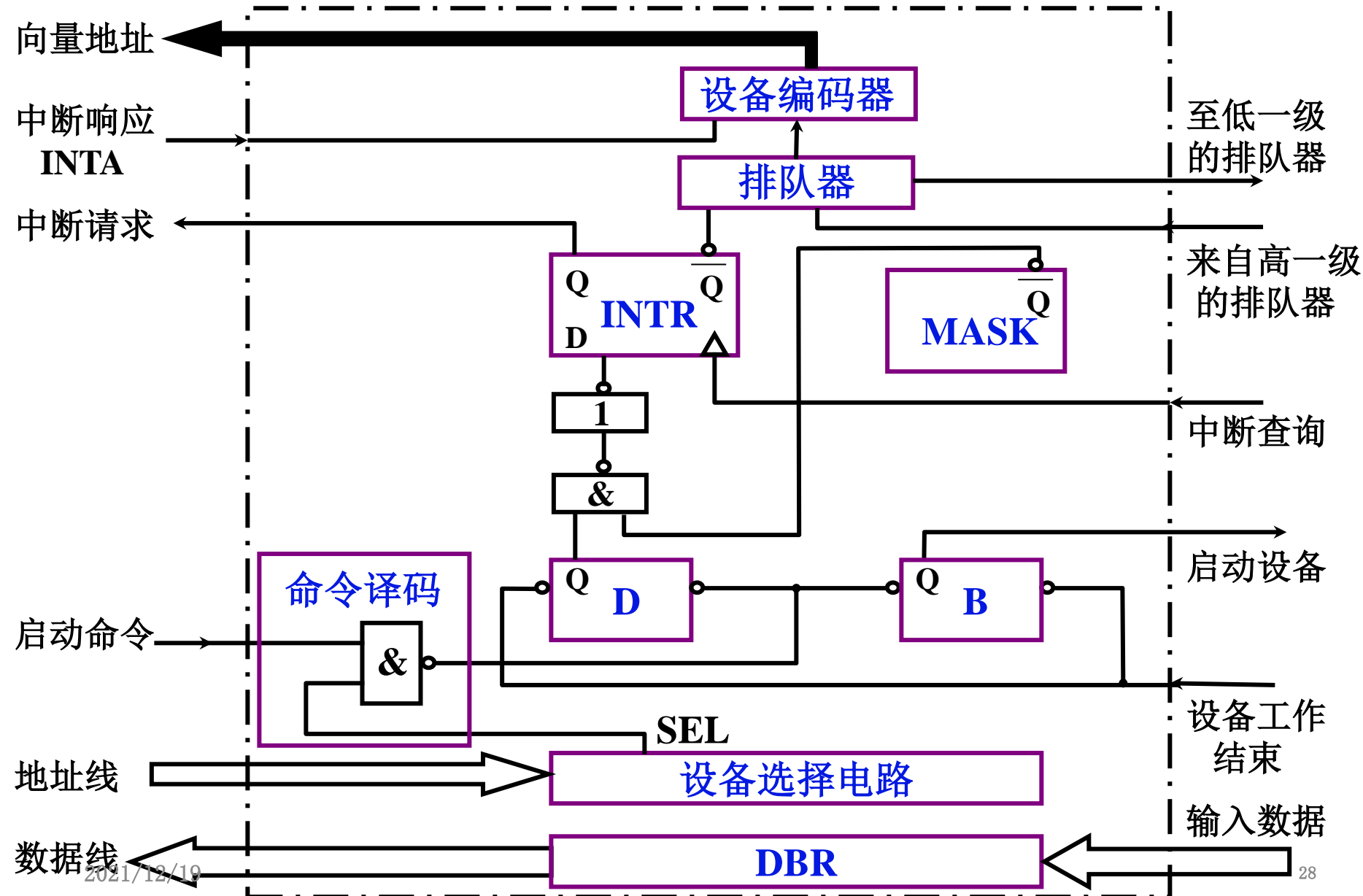
9.5

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

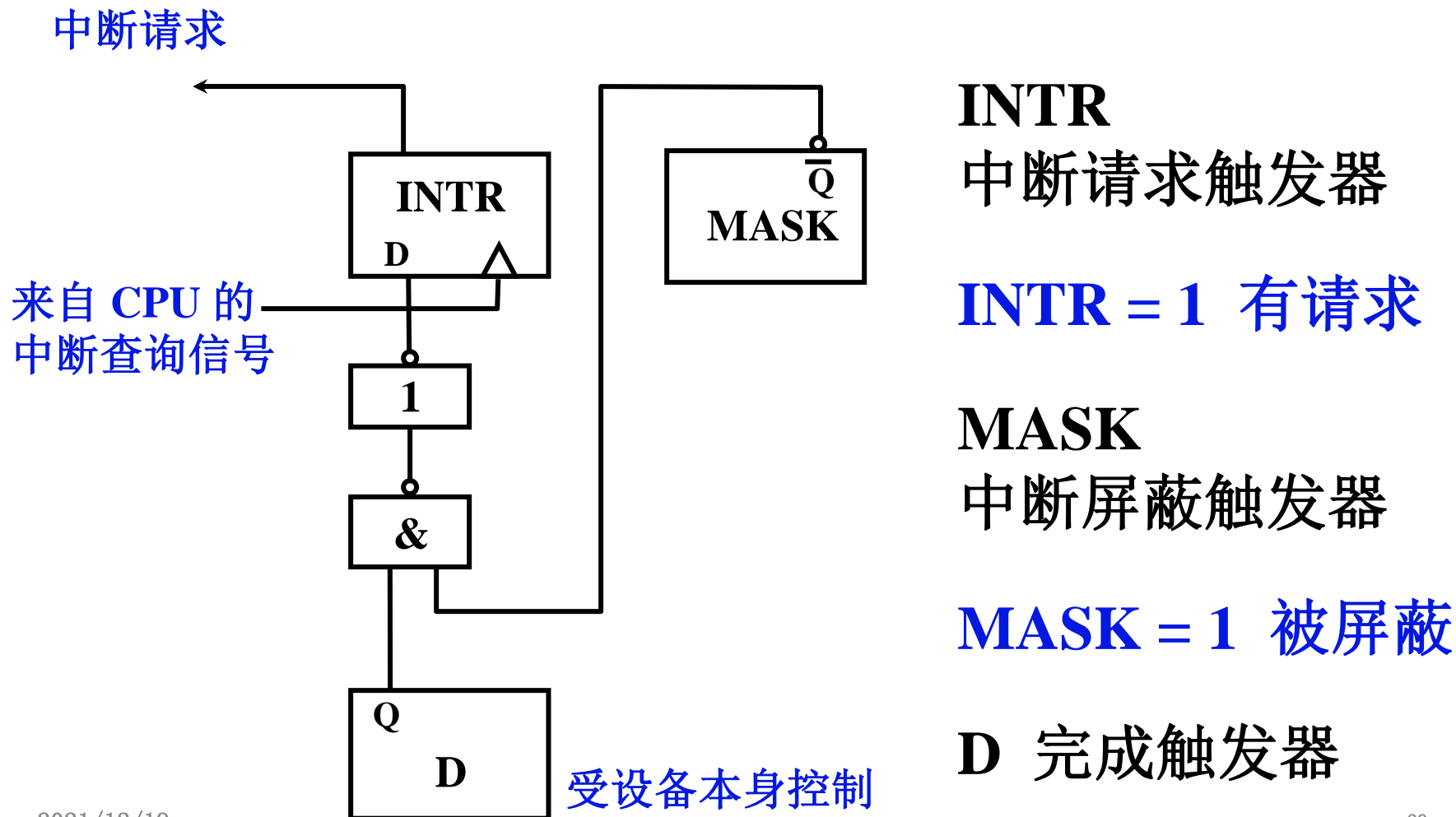
9.5



三、程序中中断方式的接口电路

9.5

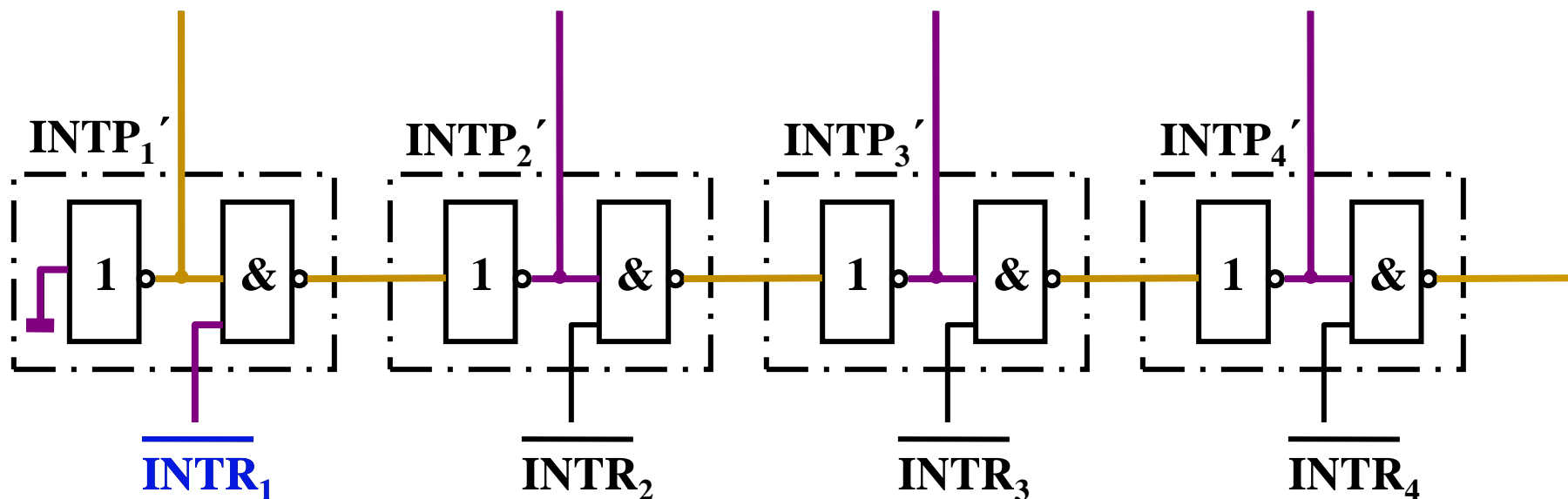
1. 配置中断请求触发器和中断屏蔽触发器



2. 排队器

9.5

排队 { 硬件 在 CPU 内或在接口电路中（链式排队器）
软件 程序查询方式（详见组成原理第8章）



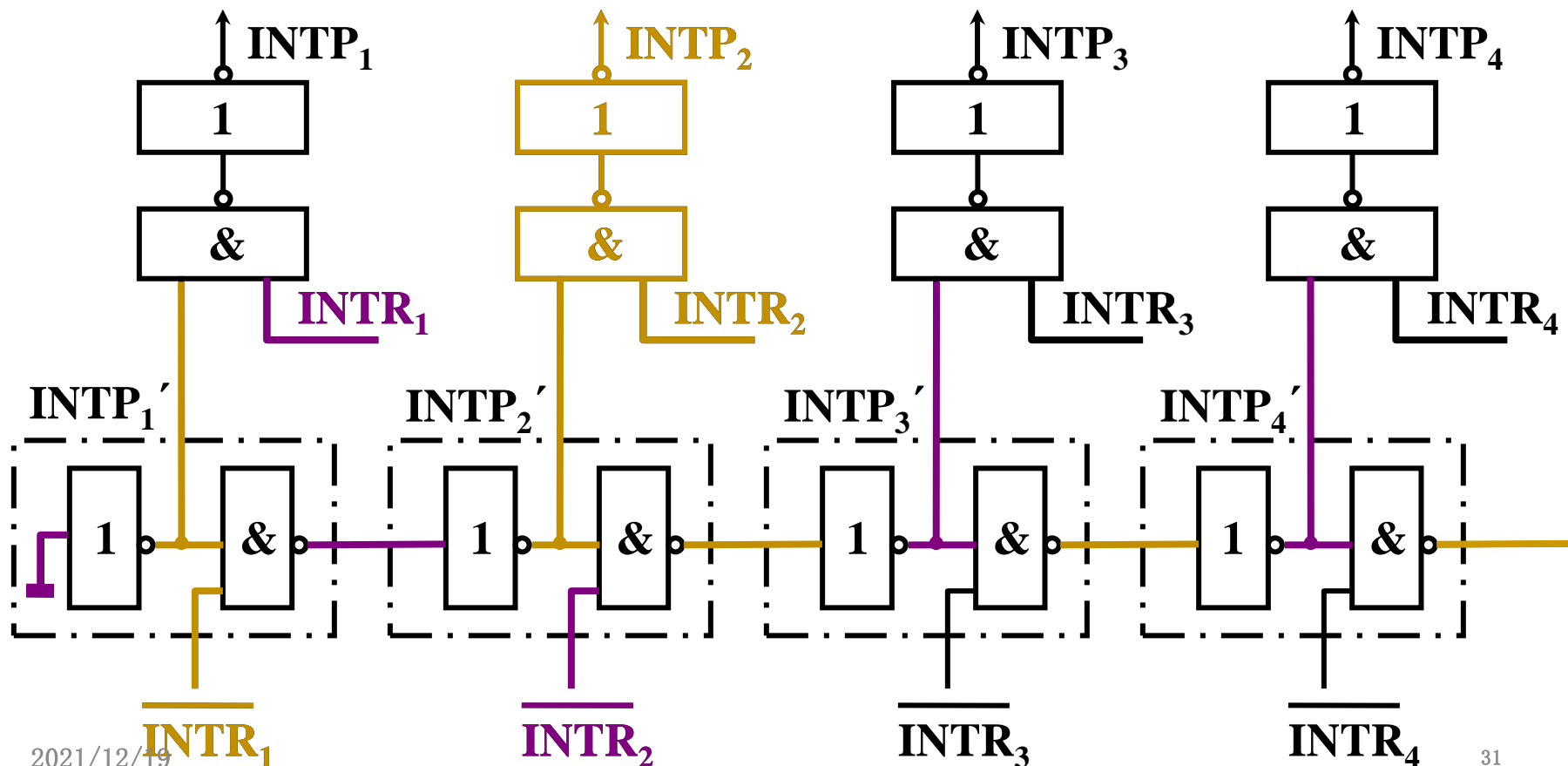
设备 1[#]、2[#]、3[#]、4[#] 优先级按 降序排列

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

2. 排队器

9.5

排队 { 硬件 在 CPU 内或在接口电路中（链式排队器）
软件 程序查询方式（详见组成原理第8章）

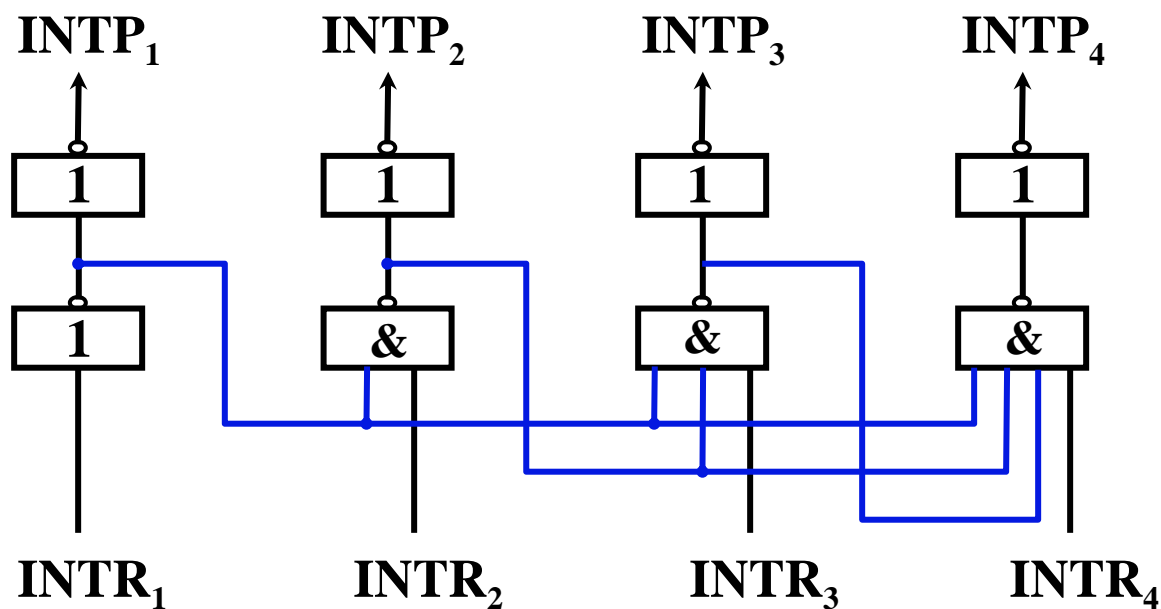


2.排队器

9.5

① 分散 在各个中断源的 接口电路中 链式排队器

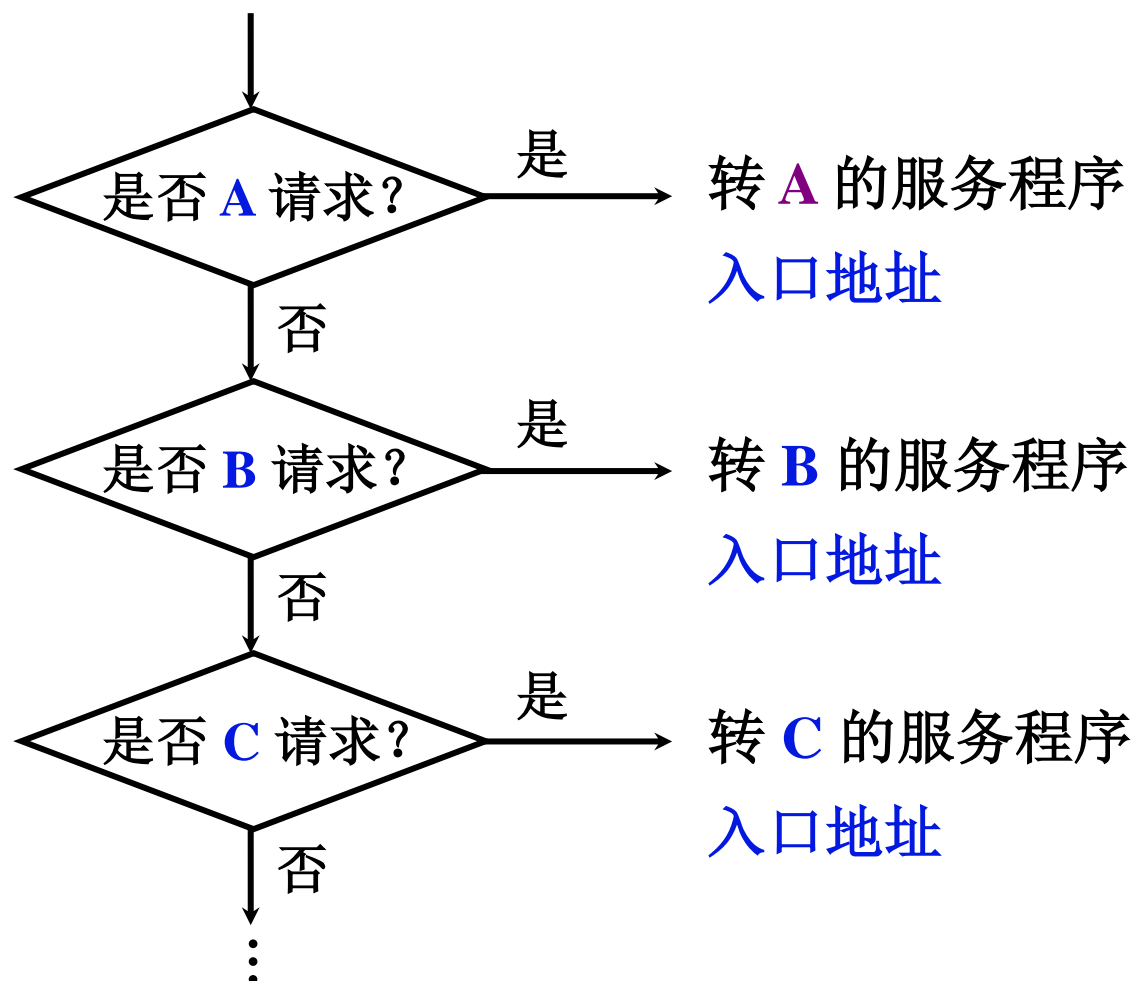
② 集中 在 CPU 内



INTR₁、INTR₂、INTR₃、INTR₄ 优先级按降序排列

(2) 软件实现（程序查询）

A、B、C 优先级按 降序 排列



3. 中断向量地址形成部件

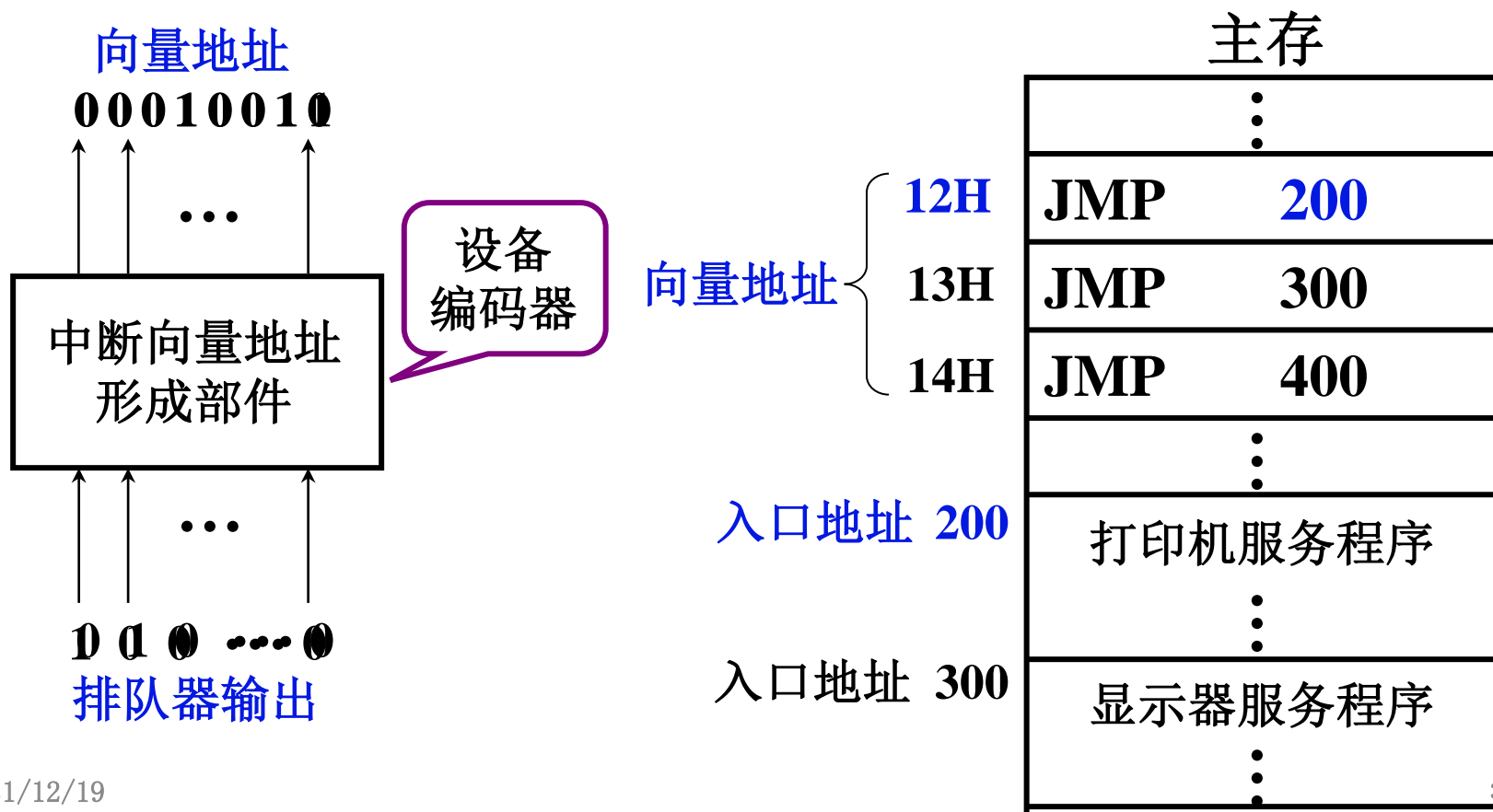
9.5

入口地址 { 由软件产生
 硬件向量法

详见第八章

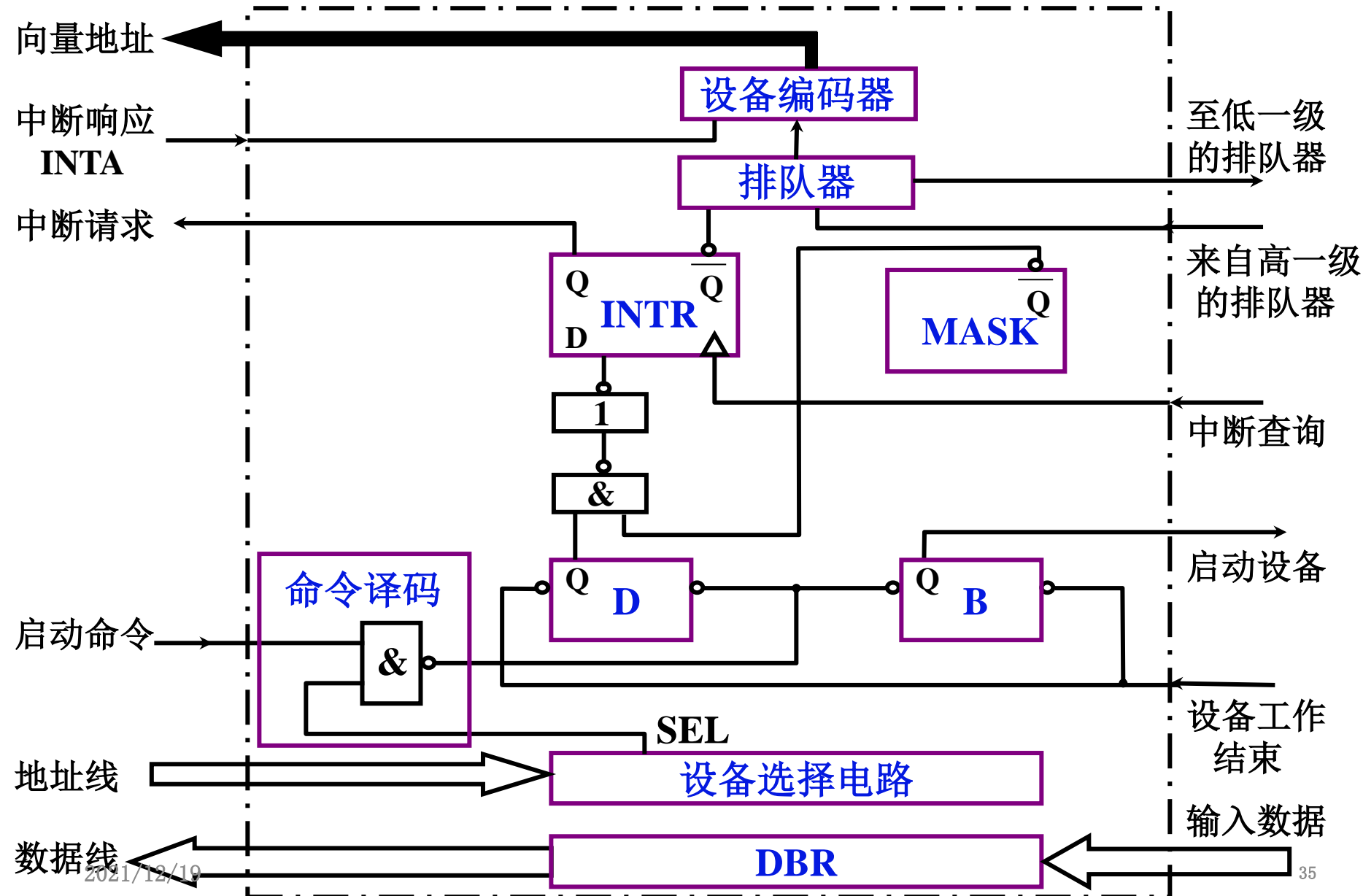
由 **硬件** 产生 **向量地址**

再由 **向量地址** 找到 **入口地址**



4. 程序中断方式接口电路的基本组成

9.5



四、I/O 中断处理过程

9.5

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

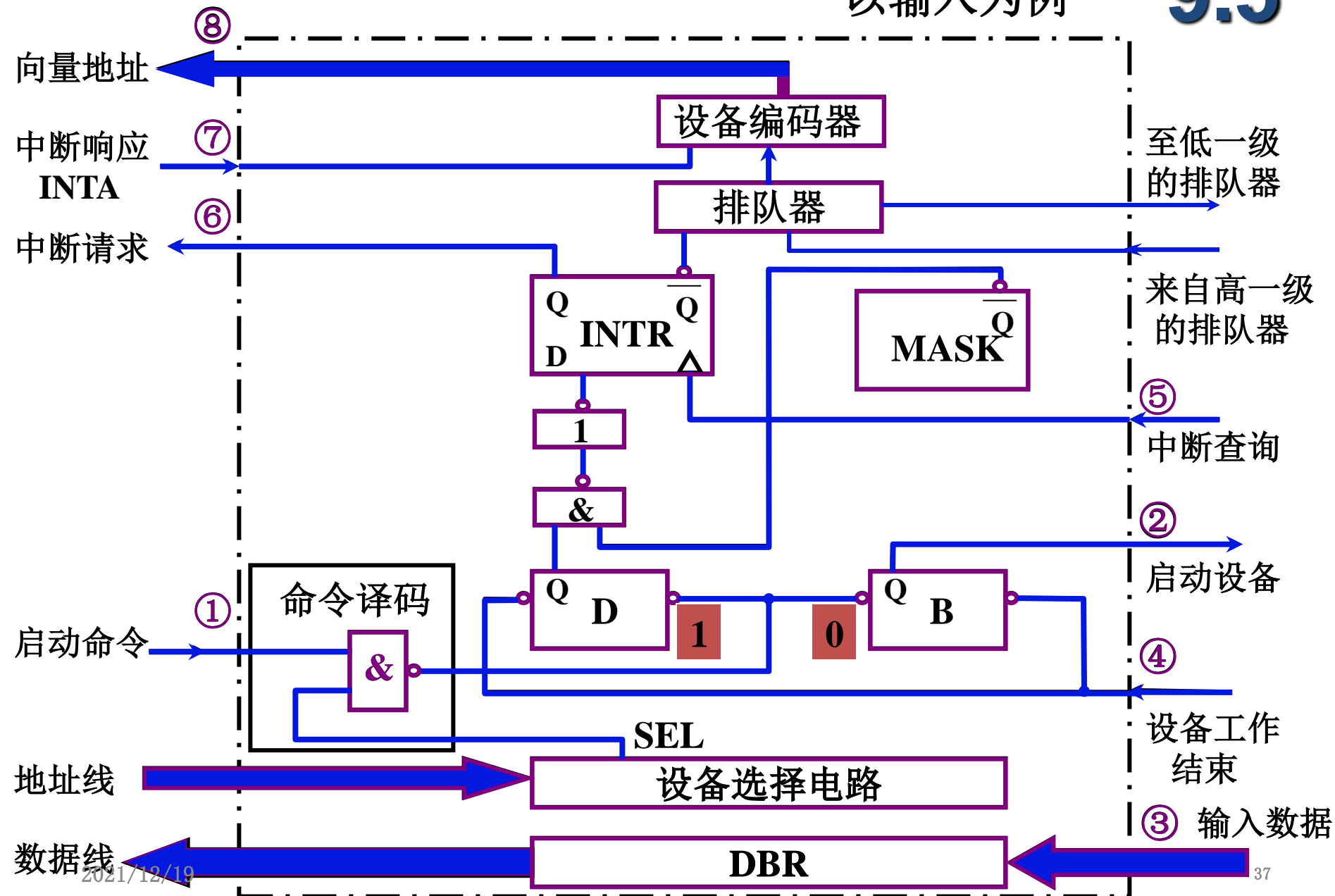
在每条指令执行阶段的结束前

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

9.5



谢谢！