



# 计算机组成原理

## 第五章 输入/输出系统



信息与软件工程学院  
School of Information and Software Engineering

# 主要 内 容



- 1 概述
- 2 模型机系统总线组成
- 3 直接程序传送方式与接口
- 4 中断方式及接口
- 5 DMA方式及接口

本章讨论：

接口的基本概念

总线的基本概念

中断方式及其接口组成

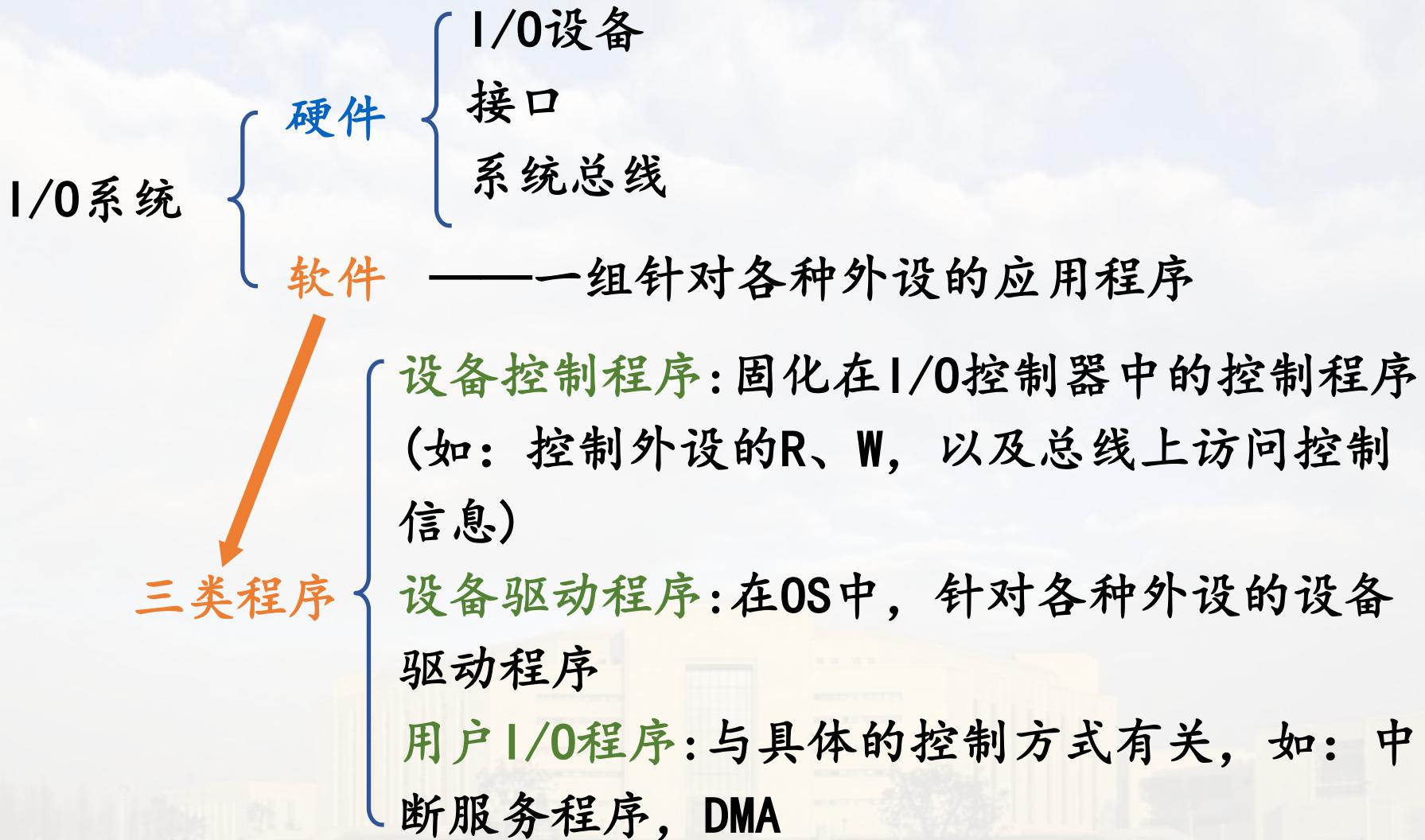
DMA方式及其接口组成

计算机互联进行  
信息交换的基础

系统总线  
各种接口——中断、DMA接口  
信息传输的控制方式  
相应的程序软件

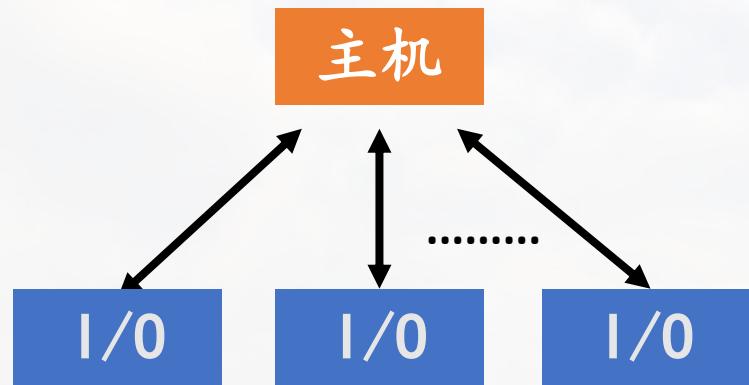


- 01. 主机和外设的连接方式
- 02. 总线
- 03. 接口类型与功能

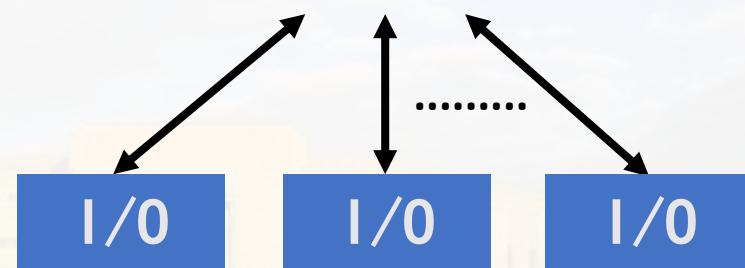
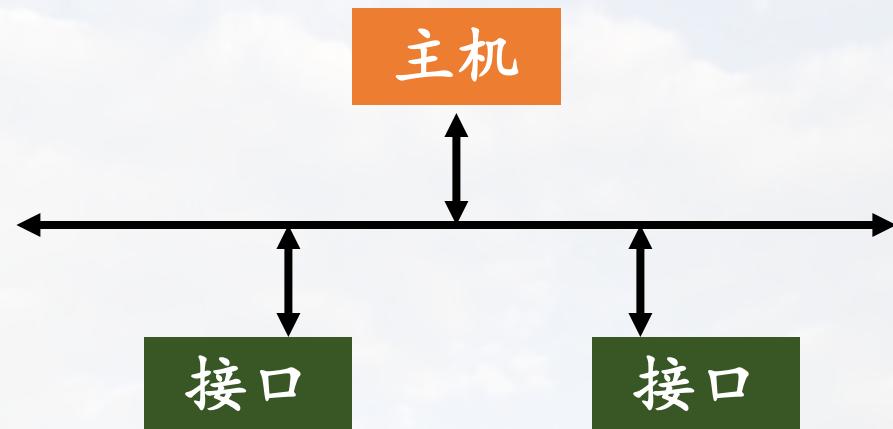


# 一、主机和外设的连接方式

## 1、辐射式（星型）



早期：不易扩展

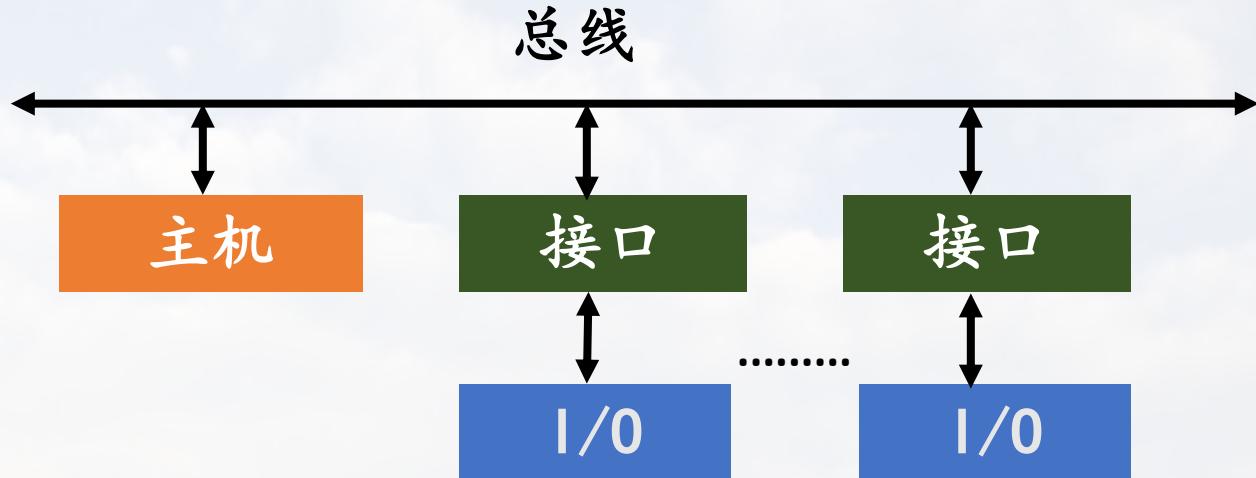


现在：便于扩展

# 一、主机和外设的连接方式

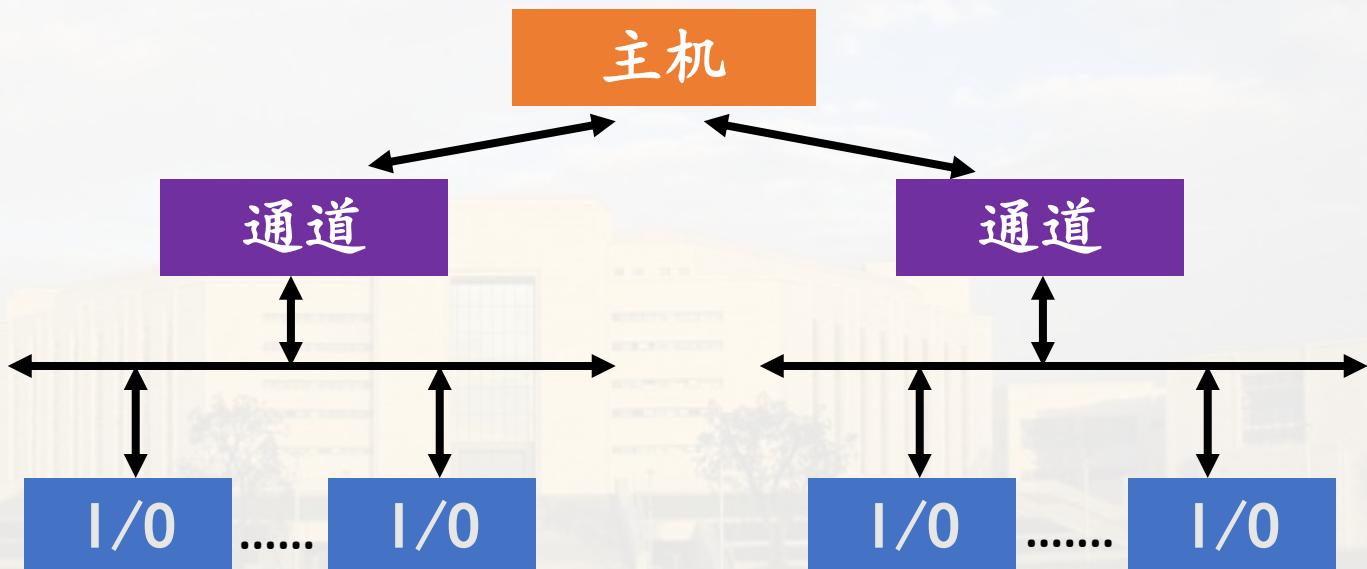
## 2、总线式

便于扩展



## 3、通道式

并行能力提高





## 二、总线

### 1、总线定义、特点和实体

1) 定义：一组能为多个部件分时共享的信息传送线路，及相应的控制逻辑。

2) 特点：分时、共享

通常作法：发送部件通过OC组件或三态门分时发送信息，由打入脉冲将信息送入指定接收部件。

3) 实体：一组传送线与相应控制逻辑

CPU内设置控制逻辑  
  {  
    设置总线控制器



## 二、总线

### 2、总线分类

#### (1) 按功能划分

##### 1) CPU内总线——ALU总线

CPU芯片内寄存器与算逻部件之间互连的总线

单组数据线(单向、双向)或多组数据线，或多种总线。

##### 2) 部件内总线——局部总线、片级总线

插件板内各芯片之间互连的总线。

分为地址、数据、控制线。

##### 3) 系统总线——板级总线

计算机系统内各功能部件之间，或各插件板之间互连的总线。分为地址、数据、控制线。

## 二、总线

### 4) 外总线——通信总线

计算机系统之间，或计算机系统与其它系统之间互连的总线。

分为数据线(与地址复用)、控制线。

### (2) 按时序控制方式划分

#### 1) 同步总线

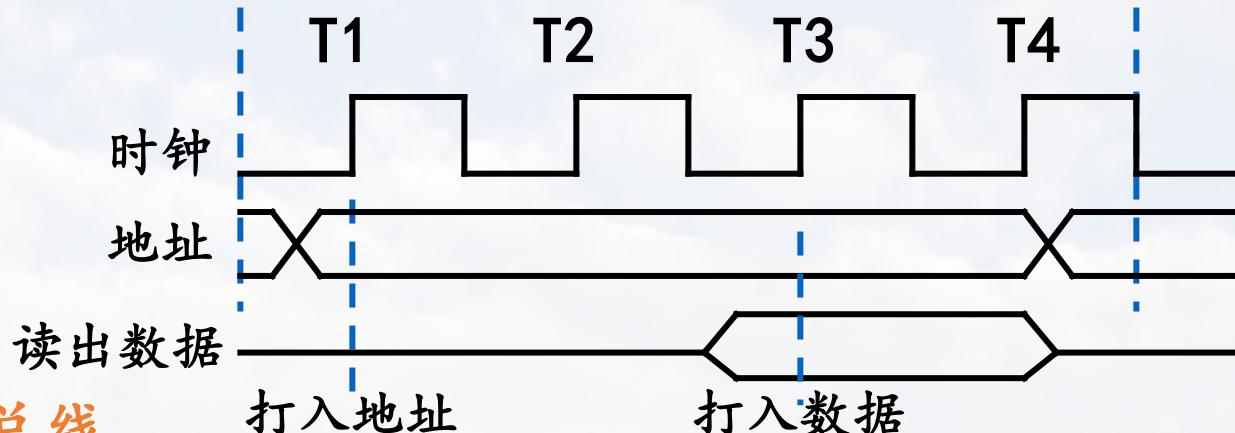
由统一时序控制总线实现传送操作。

时钟周期、同步脉冲

在固定时钟周期内完成数据传送，由同步脉冲定时打入。

## 二、总线

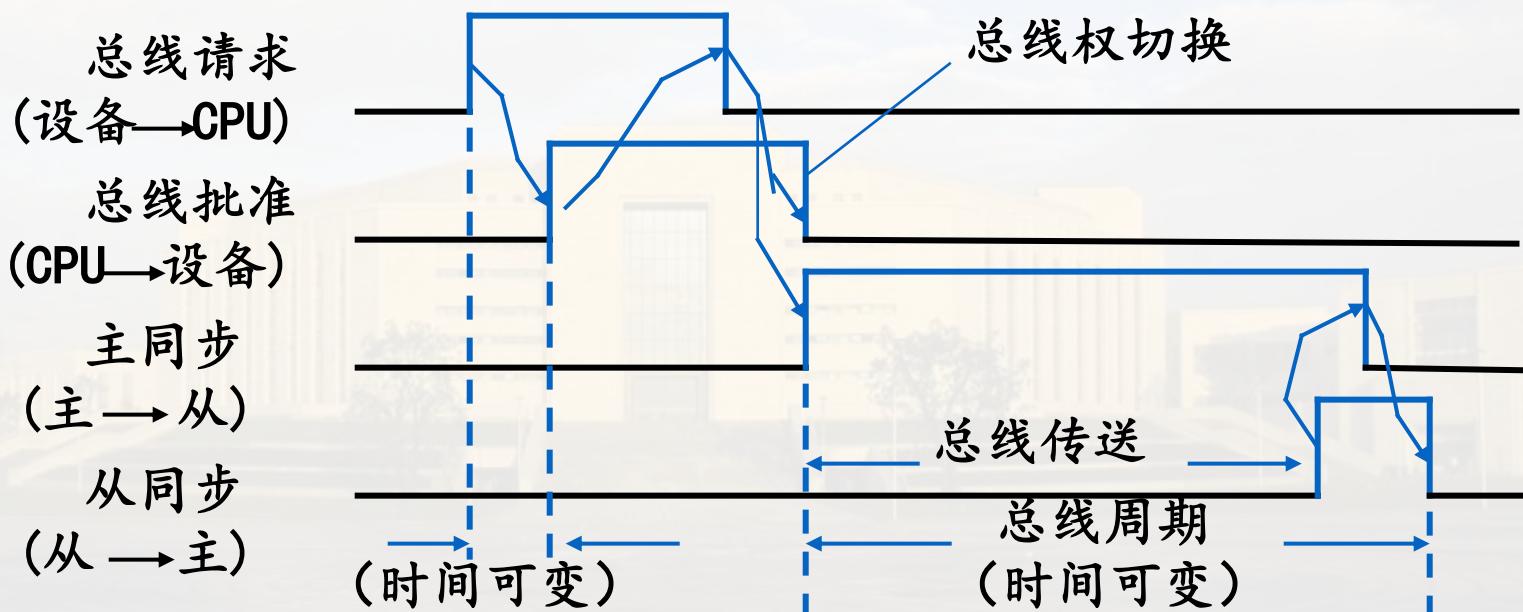
例.



### 2) 异步总线

无固定时钟周期划分，总线周期时间由传送实际需要决定；以异步应答方式控制总线传送操作。

例.



## 二、总线

### 3) 扩展同步总线

以时钟周期为时序基础，允许总线周期中的时钟数可变。

例. 见3.3.3 “时序控制方式”。

注意几个“周期”概念：

**时钟周期**: CPU一步操作(一次内部数据通路传送)时间。

**总线周期**: 经过总线的一次数据传送(访存)时间。

通常包含若干时钟周期。

(模型机的一个总线周期只包含一个时钟周期)

**工作周期**: 指令周期中的一个操作阶段。

可包含多个总线周期。



## 二、总线

### (3) 按数据传送格式划分

#### 1) 并行总线

通过一组总线同时传送各位信息。

#### 2) 串行总线

通过一条总线分时逐位传送各位信息。

总线的类型非唯一分类：

CPU内总线：同步、并行

外总线：异步、并行、串行

系统总线：同步、异步、扩展同步、并行

## 二、总线

### 3、总线标准

#### 1) 什么是总线标准

对总线信号组成、信号引脚含义、信号电平等作统一规定。

#### 2) 为何制定总线标准

便于灵活组成系统。

#### 3) 系统总线信号组成

电源、地址、  
数据、控制

时序：时钟、定时、应答  
数传控制：M读/写、I/O读/写  
中断请求、响应  
总线请求、响应  
复位……

## 二、总线

### (附) 总线的仲裁

连接到总线上的模块有**主动**和**被动**两种形态，为了解决竞争总线控制权，必须有总线仲裁部件，以某种规则选择一个**主设备**作为总线的控制者。

多个**主设备**提出总线控制请求时，一般采用**优先级**或**公平策略**进行仲裁。

按照总线仲裁电路的位置不同，**仲裁方式**分为：

- { 集中式仲裁；
- 分布（散）式仲裁；

## 二、总线

### 1) 集中式仲裁

集中式仲裁中，每个模块有两条线连到中央仲裁器：

一条是送往仲裁器的总线请求 (BR) 信号线；

一条是仲裁器送出的总线授权 (BG) 信号线。

三种方式：

链式查询；

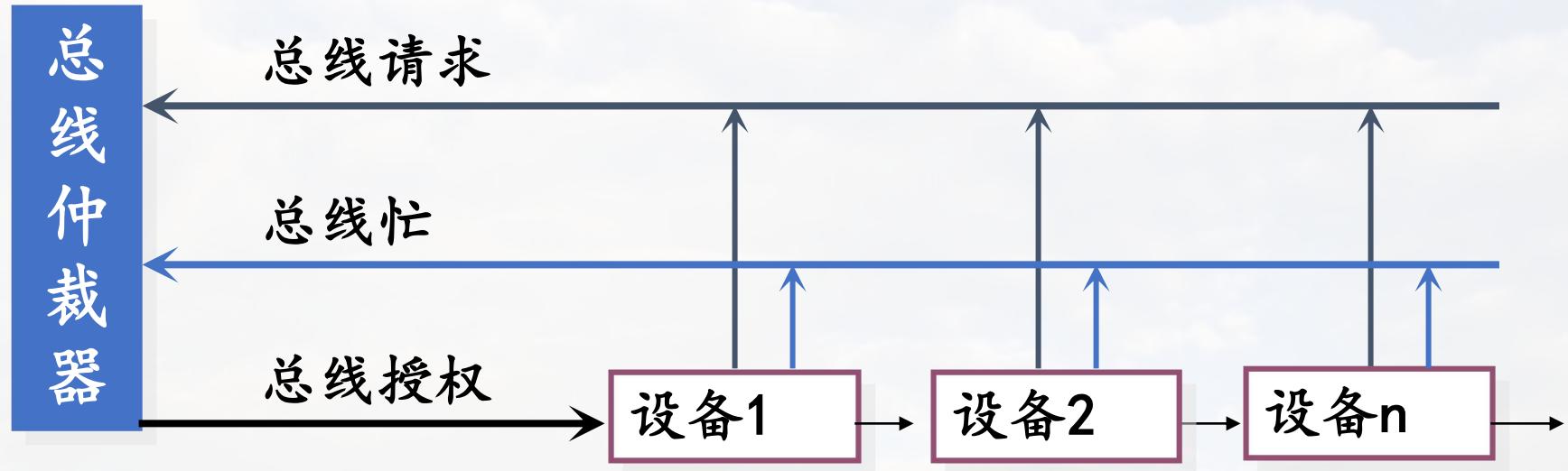
计数器定时查询；

独立请求方式；

} 如后图例所示

## 二、总线

### ① 链式查询集中式总线仲裁

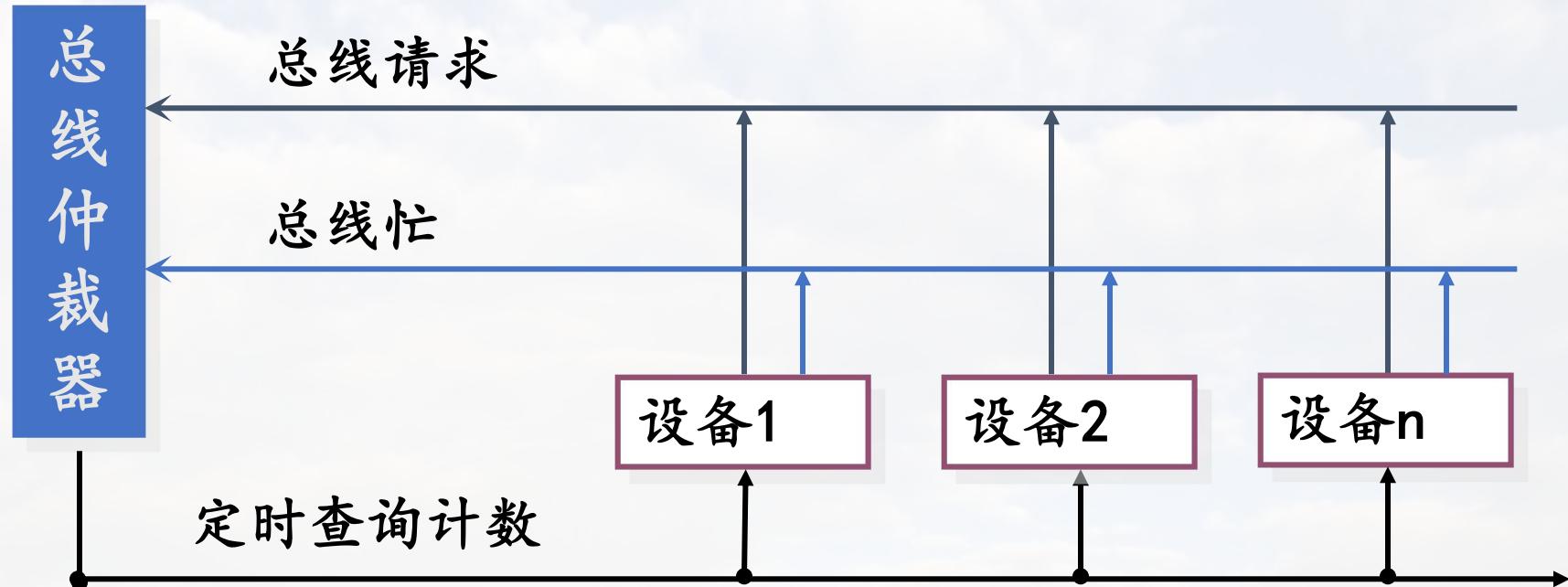


总线授权信号被依次串行地传送到所连接的外围设备上进行比较。

离总线控制器的逻辑距离决定，越近的优先级越高。

## 二、总线

### ② 计数器定时查询方式总线仲裁

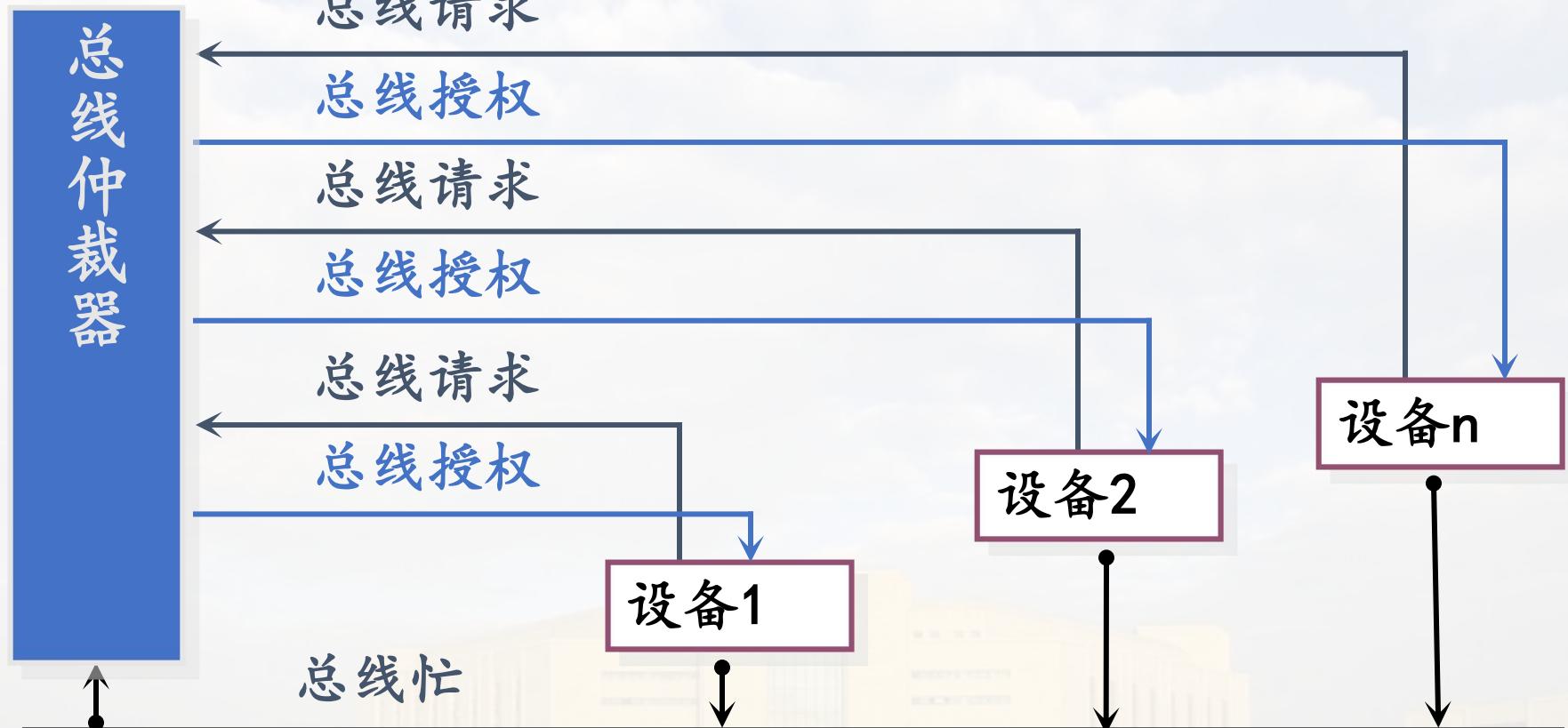


当查询计数器计数值与发出请求的设备编号一致时，中止查询，该设备获总线控制权。

**优先级灵活：**计数器初值、设备编号可通过程序设定，优先次序可用程序控制。

## 二、总线

### ③ 独立请求方式总线仲裁



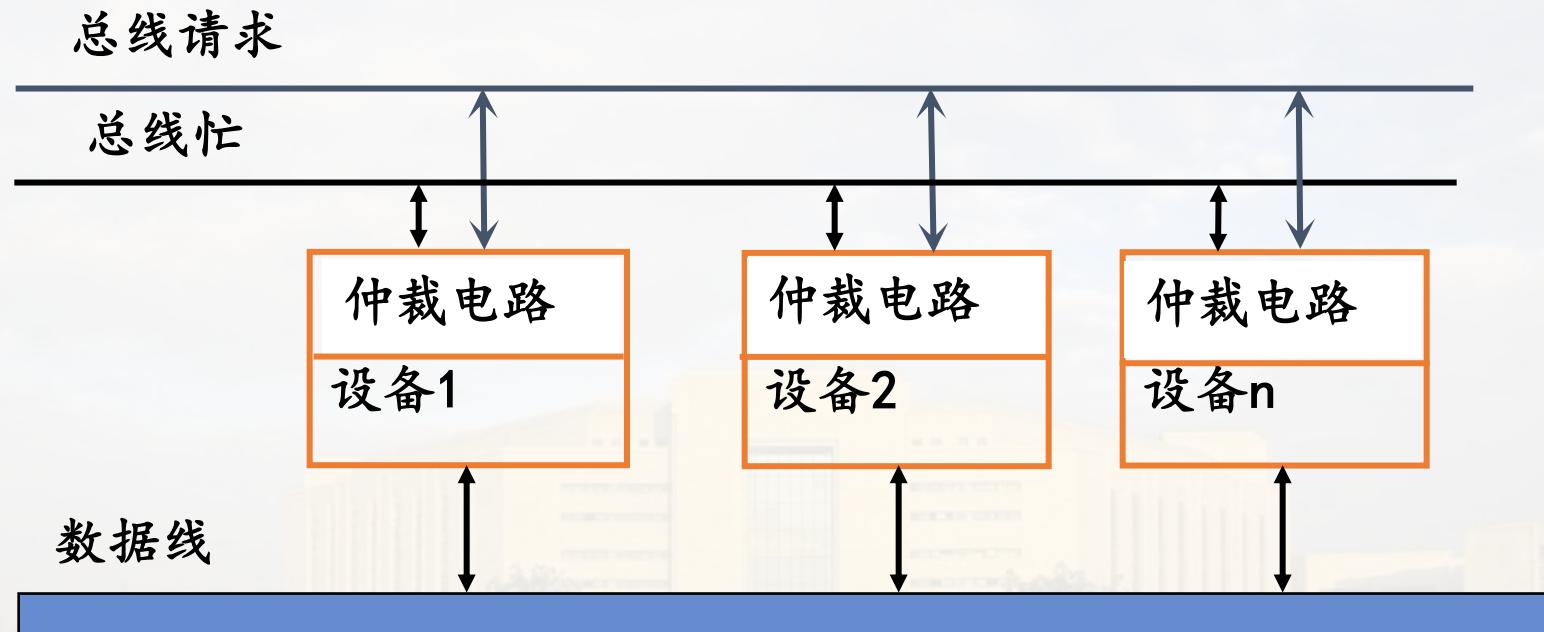
各设备均通过专用请求信号线与仲裁器连接，且通过独立的授权信号线接收总线批准信号。

## 二、总线

### 2) 分布式仲裁

设备需要控制总线时，发请求信号，并监听其它请求信号，各设备能判别自己的优先级，以及能否在下一周期控制总线。

缺点：信号线复杂；优点：防止总线时间浪费





## 二、总线

### 4、总线的信号组成

#### 1) 什么是总线标准?

对总线物理结构、功能、电气、时间等规范统一规定。

针对系统总线和外总线，对总线四大特性进行统一的规范，如下：

物理特性：如接插头大小/引脚数量/相对位置等

功能特性：描述每一信号线的功能

电气特性：如信号传送方向、信号驱动能力、抗干扰能力、  
信号的正负逻辑等。

时间特性：如信号有效的时机、持续时间等。



## 二、总线

### 2) 为何制定总线标准?

便于灵活组成系统。

采用总线结构的好处：

- ① 技术工程角度：简化硬件设计、易于扩充；
- ② 从用户的角度：具有“易获得性”；
- ③ 从厂商的角度：易于批量生产、降低成本。

常见的总线：

Omnibus, unibus, multibus, PC, ISA, EISA, Microchannel (PS/2),  
**PCI, SCSI, Nubus, USB, Firewire, VME, Futurebus**



## 二、总线

### 3) PCI总线介绍

外围组件互连(PCI, Peripheral Component Interconnect)

一种高性能的32位同步总线，地址信号和数据信号复用，可扩展至64位。Intel公司于1991年底提出，受到许多微处理器和外围设备生产商的支持。

PCI总线可以在主板上和其他系统总线（如ISA、EISA等）相连（通过桥接器），以分别适应高速和低速的外围设备。

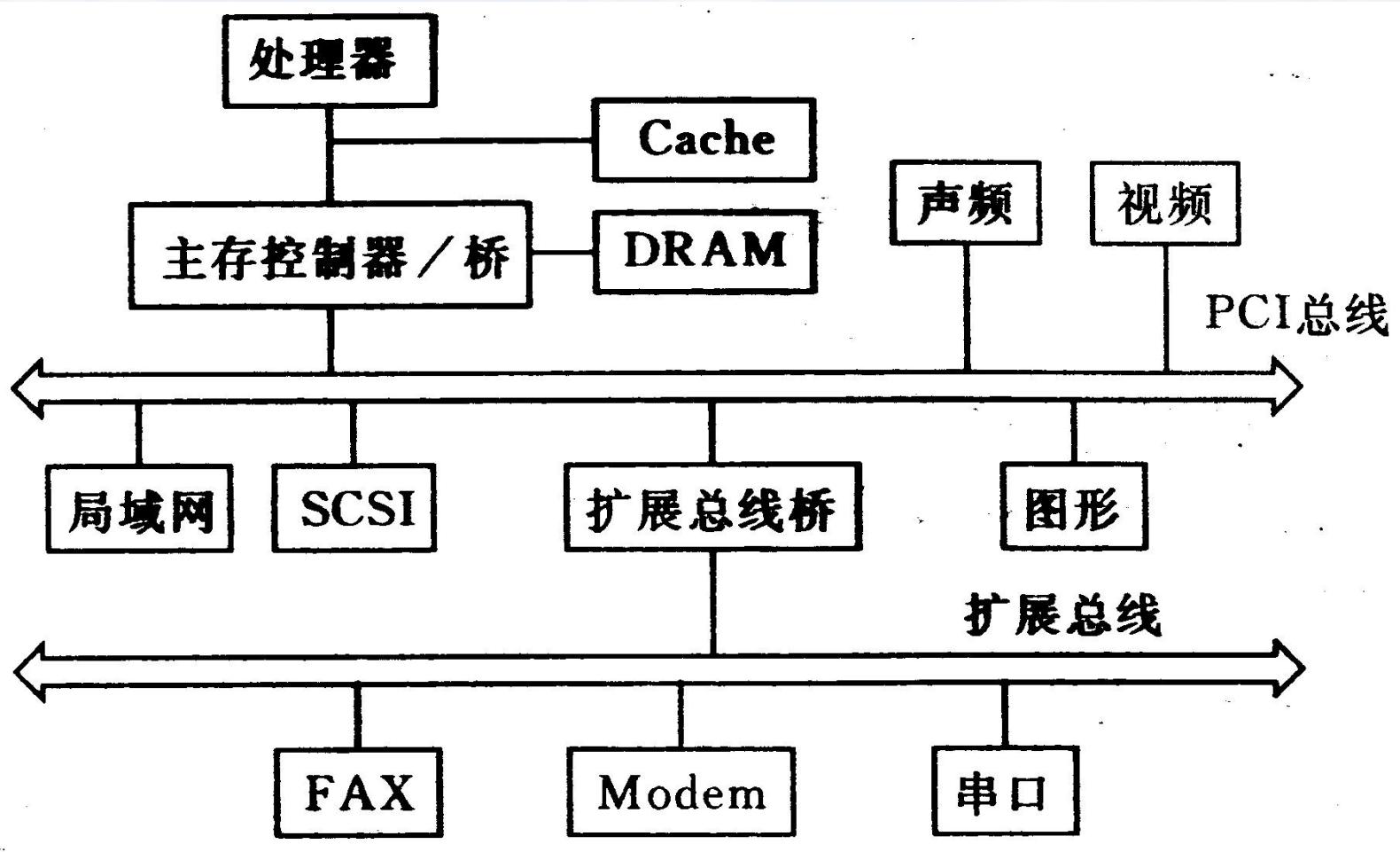
PCI1.0: 工作频率33MHz, 传输率为132MB/s;

PCI2.1: 工作频率66MHz, 传输率为264/528MB/s;

PCI-X: 64位, 66/133MHz, 传输率高达1.06GB/s;

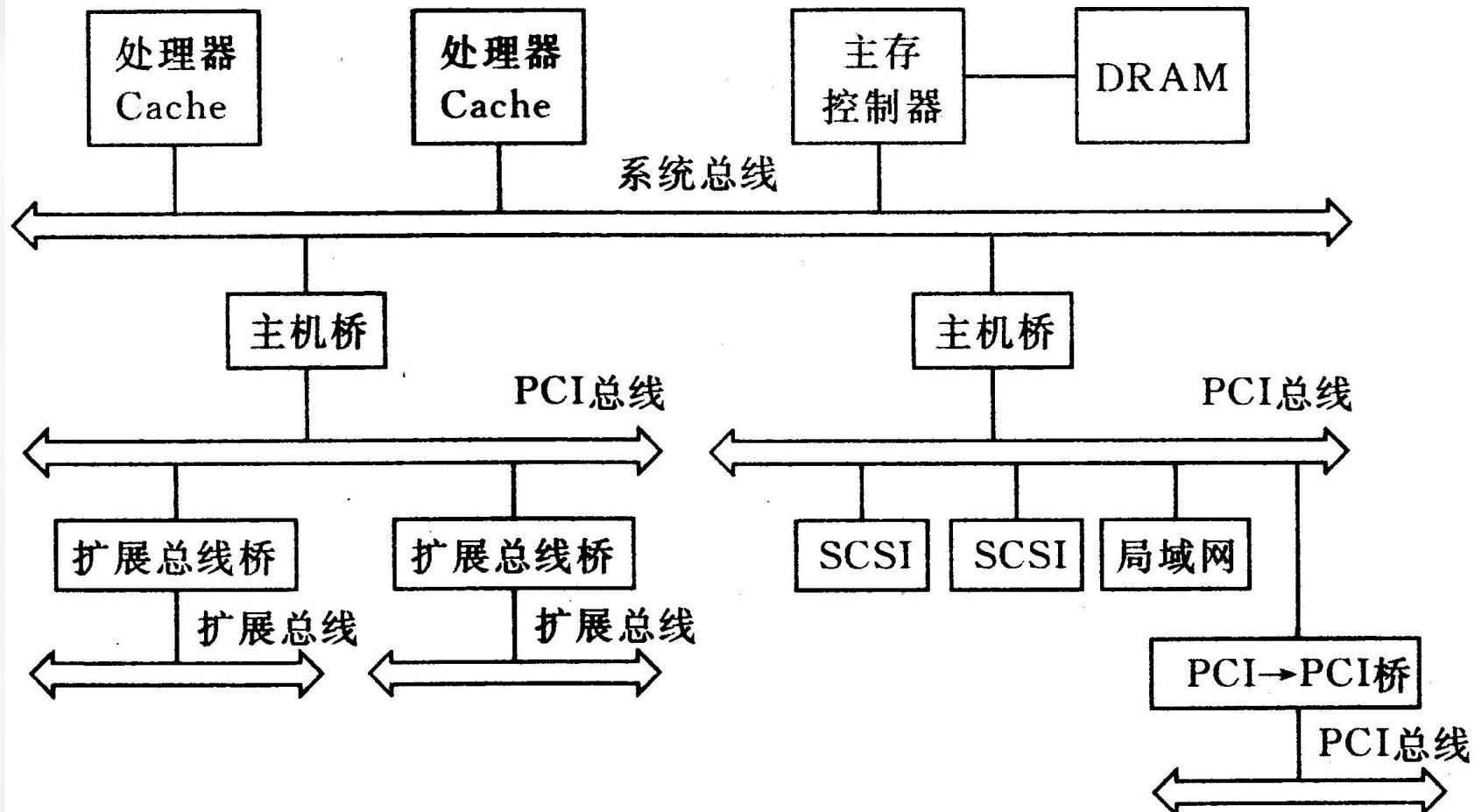
PCI-E 1.0、2.0、3.0: 串行, 2.5GHz, 1x: 双工可达512MB/s。

## 二、总线



(单处理器，此时PCI总线作为系统总线)

## 二、总线



(多处理器，此时PCI总线作为局部总线)

## 二、总线

### PCI总线的信号组成

#### a. 必备信号

- ◆ 系统信号
- ◆ 地址和数据信号
- ◆ 接口控制信号
- ◆ 仲裁信号
- ◆ 错误报告信号

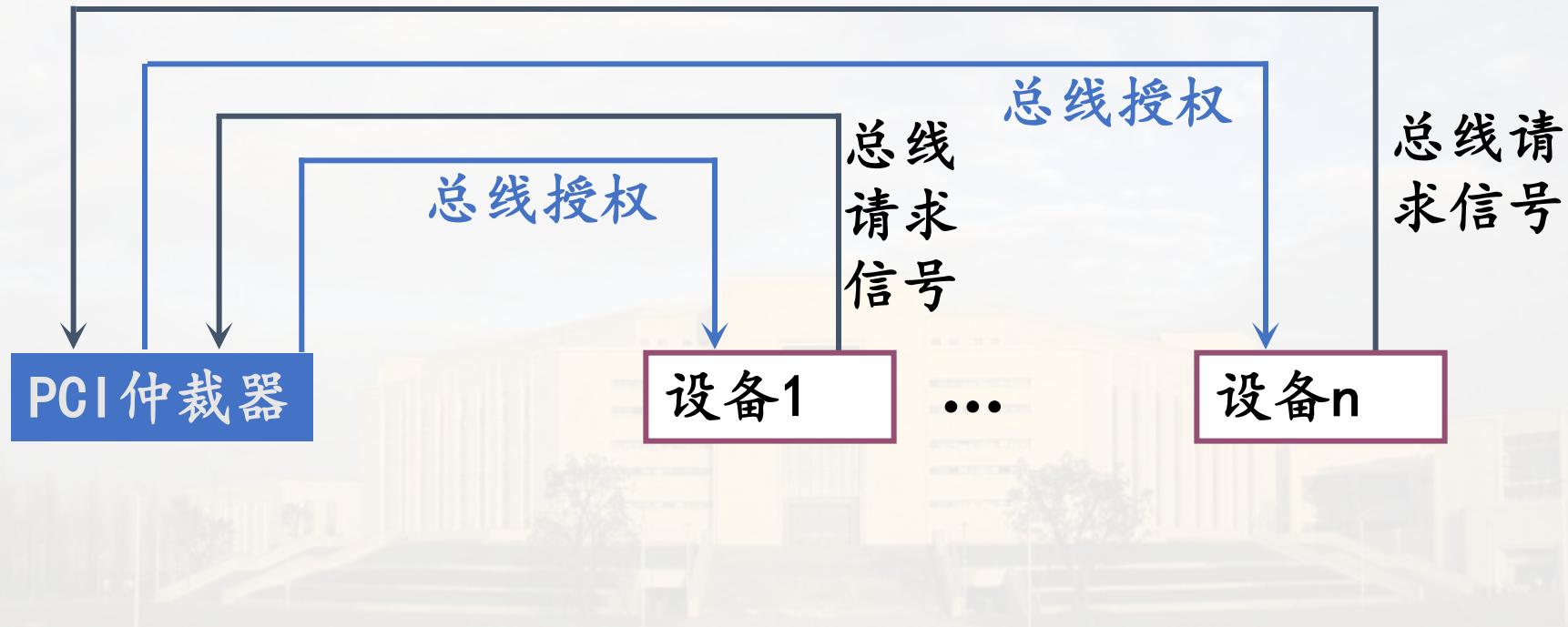
#### b. 可选信号

- ◆ 中断请求信号
- ◆ 高速缓存支持信号
- ◆ 64位总线扩展信号
- ◆ JTAG边界扫描信号

## 二、总线

### PCI总线的仲裁

采用独立请求的集中式总线仲裁，如下图所示。



### 三、接口类型与功能

I/O接口指主机和外设的交接部分，位于系统总线和外设之间。



#### 1、接口分类

##### 1) 按数据传送格式划分

###### a. 并行接口

接口与系统总线、接口与外设均按并行方式传送数据。  
数据各位同时传送。

适用于设备本身并行工作，距主机较近的场合。



### 三、接口类型与功能

#### b. 串行接口

接口与系统总线并行传送，接口与外设串行传送。数据逐位分时传送。

适用于设备本身串行工作，或距主机较远，或需减少传送线的情况。

#### 2) 按时序控制方式划分

##### a. 同步接口

接口与系统总线的信息传送由统一时序信号控制。

##### b. 异步接口

接口与系统总线的信息传送采用异步应答方式。



### 三、接口类型与功能

#### 3) 按I/O传送控制方式划分

- a. 直接程序传送接口
- b. 中断接口（可采用查询方式）
- c. DMA接口（可插入中断作DMA善后处理）

#### 2、接口的主要功能

##### 1) 寻址

接收CPU送来的地址码，选择接口中的寄存器供CPU访问。

##### 2) 数据缓冲

实现主机与外设的速度匹配。

缓冲深度与传送的数据量有关。



### 三、接口类型与功能

#### 3) 预处理

串-并格式转换（串口）

数据通路宽度转换（并口）

电平转换

#### 4) 控制功能

传送控制命令与状态信息，实现I/O传送控制方式。



---

# 谢谢观看

---

## 计算机组成原理

