

# 第六章 总线系统

- 一、总线的概念和结构形态
- 二、总线接口
- 三、总线的仲裁
- 四、总线的定时和数据传送模式
- 五、**HOST**总线和**PCI**总线
- 六、**InfiniBand**标准

# 一、总线的概念和结构形态

## (一)、总线的概念

- 总线的定义：计算机系统的**互联机构**，是多个功能部件之间进行数据传送的**公共通路**。
- 总线的分类：
  - ◆ **内部总线**：**CPU**内部连接各寄存器及运算部件之间的总线。
  - ◆ **系统总线**：**CPU**同计算机系统的其他**高速**功能部件互相连接的总线。
  - ◆ **I/O总线**：中、低速**I/O**设备之间互相连接的总线。
- 总线的特性
  - ◆ **物理特性**：指总线的物理连接方式。
  - ◆ **功能特性**：描述总线中每一根线的功能。
  - ◆ **电气特性**：定义每一根线上信号的传递方向及有效电平范围。
  - ◆ **时间特性**：规定了总线上各信号有效的时序关系。

➤ **总线的标准化**：对总线的**信号和操作规程**作相应定义。

◆ **总线带宽**：总线本身所能达到的**最高传输速率**，单位：兆字节每秒(**MB/s**)。

✓ 设总线时钟频率为**f**，总线数据宽度为**D**字节，则总线带宽： $D_r = D \times f$

◆ **例1、(1)**某总线在一个总线周期中并行传送**4**个字节的数据，假设一个总线周期等于一个总线时钟周期，总线时钟频率为**33MHz**，则总线带宽是多少？**(2)**如果一个总线周期中并行传送**64**位数据，总线时钟频率升为**66MHz**，则总线带宽是多少？

◆ **1)**  $D_r = D \times f = 4B \times 33M/s = 132MB/s$

◆ **(2)**  $D_r = D \times f = 8B \times 66M/s = 528MB/s$

## （二）、总线的连接方式

### ➤ 单总线结构（系统总线）

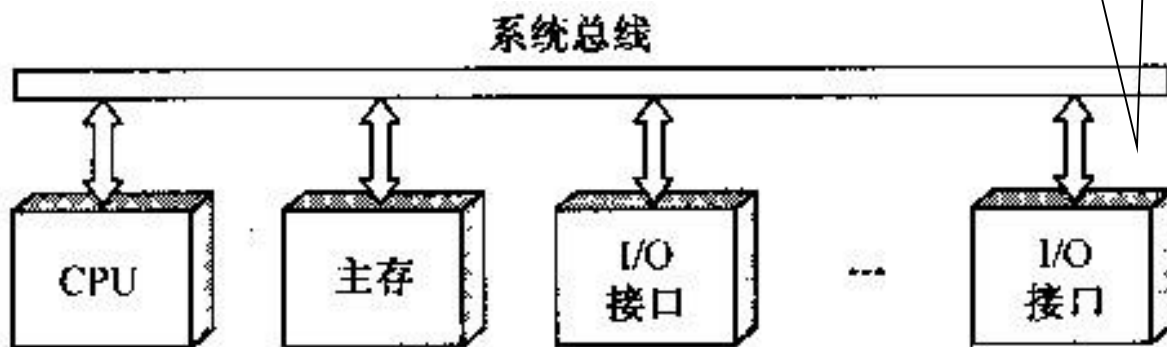
◆ 各部件分时占用。

◆ 主存与外设操作方式相同。

✓ 优点：设计简单，系统扩展容易。

✓ 缺点：速度慢，效率低。

接口，也叫适配器，是CPU和I/O设备之间传送信息而设的转换逻辑部件。



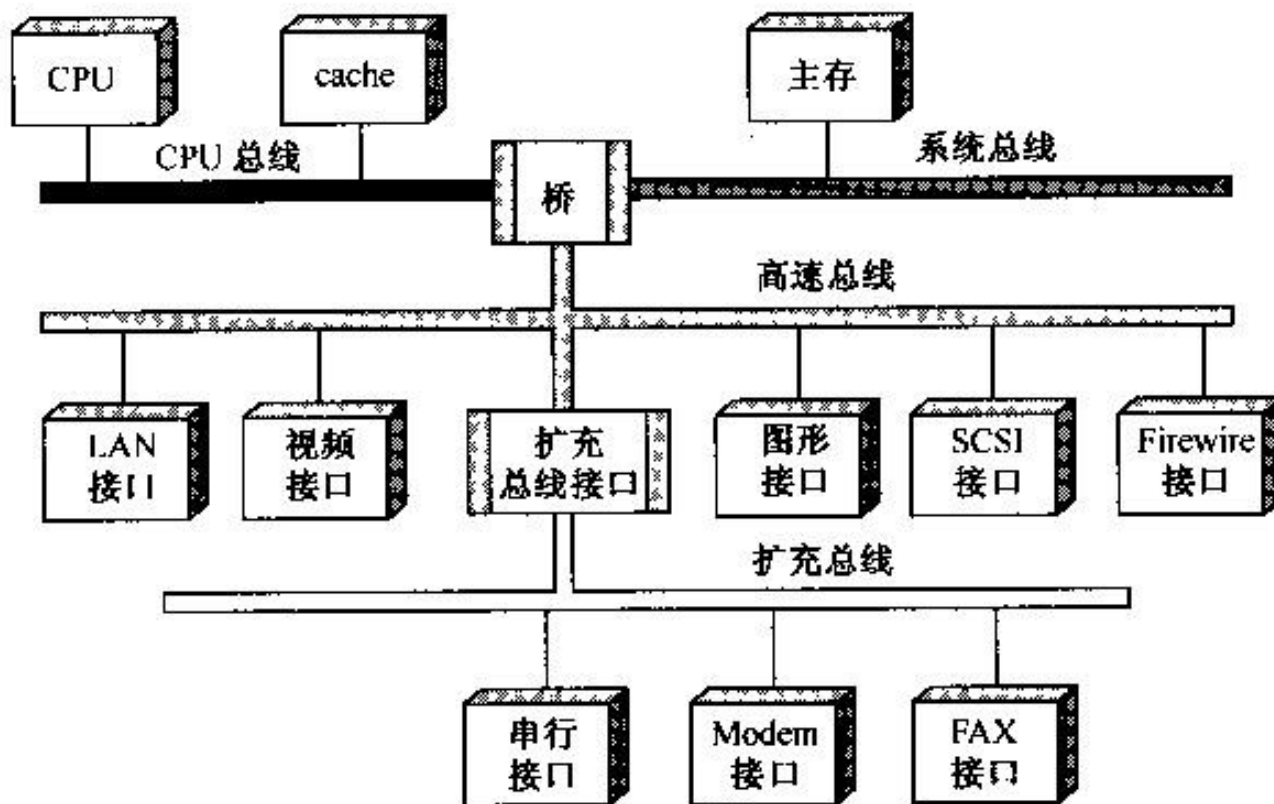
## ➤ 多总线结构

◆不同速度设备可同时工作。

◆不同总线通过桥连接。

✓桥：一种具有缓冲、转换、控制功能的逻辑电路。

◆系统的效率和吞吐量大。



## ➤ 总线结构对计算机系统性能的影响

- ◆ 最大存储容量

- ◆ 指令系统

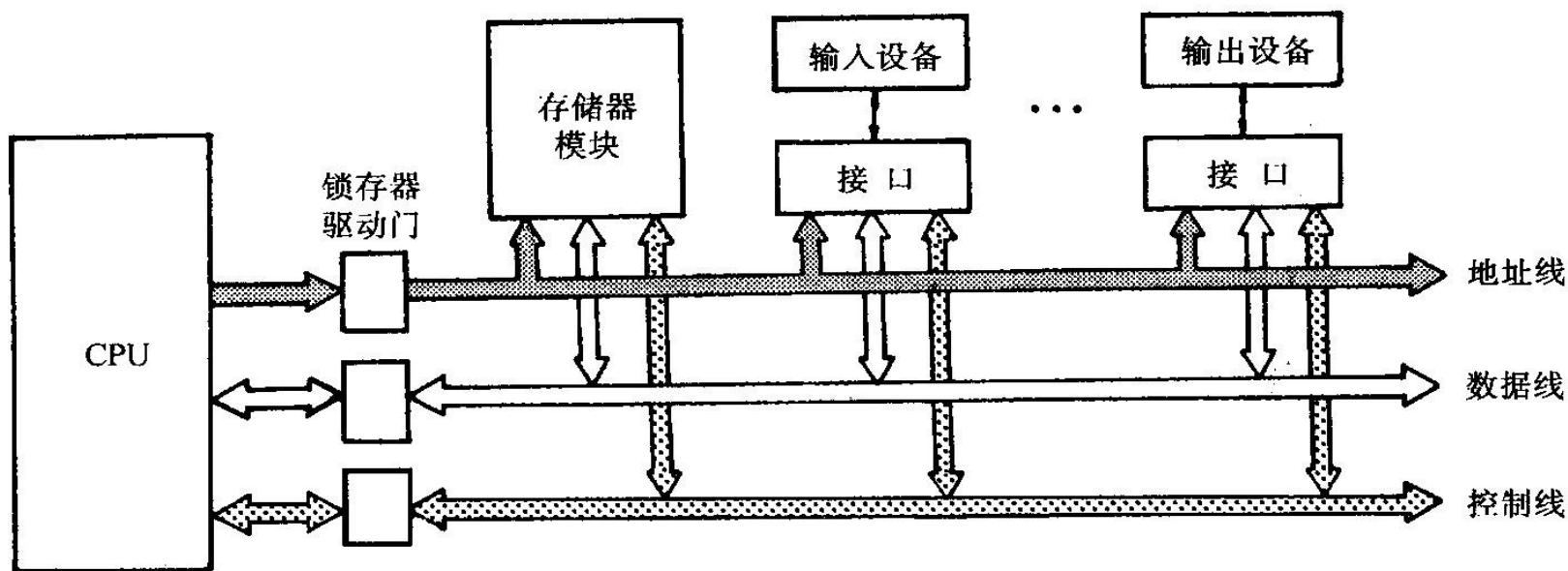
- ◆ 吞吐量：指流入、处理和流出系统的信息速率。

### （三）、总线的内部结构

#### ➤ 简单总线组成：即处理器的芯片引脚

##### ◆ 数据线（总线）

- ✓ 双向传输，用来传送数据。
- ✓ 数据线长度即数据通路宽度。



## ➤ 简单总线组成

### ◆ 地址线：

- ✓ 单向传输，用来传送主存与外设的地址。
- ✓ 地址线的数目与访存容量有关。

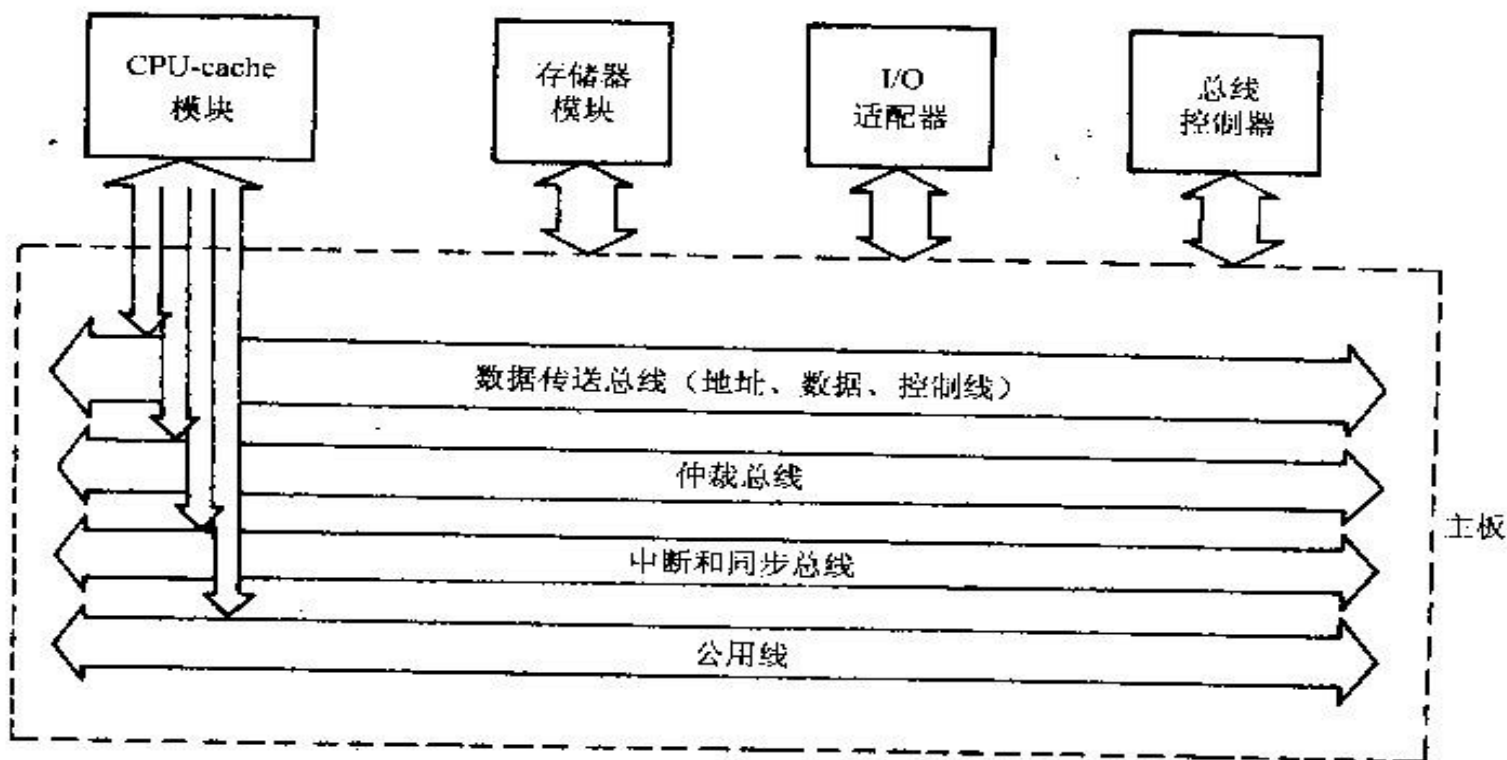
### ◆ 控制信号：

- ✓ 单向传输，用来指明数据传送方向、中断控制和定时控制等。
- ✓ 总线的数目与系统功能有关。





- 标准总线结构（由总线控制器控制总线）
  - ◆ 数据传送线：由地址线、数据线、控制线组成。
  - ◆ 仲裁总线：由总线请求线和总线授权线组成。
  - ◆ 中断和同步总线：由中断请求线和中断认可线组成。。
  - ◆ 公用线：由时钟信号、电源信号、系统复位线等组成。



•例Pentium  
机主板总线  
结构：具有  
三个层次

•CPU总  
线

•PCI总线

•ISA总线

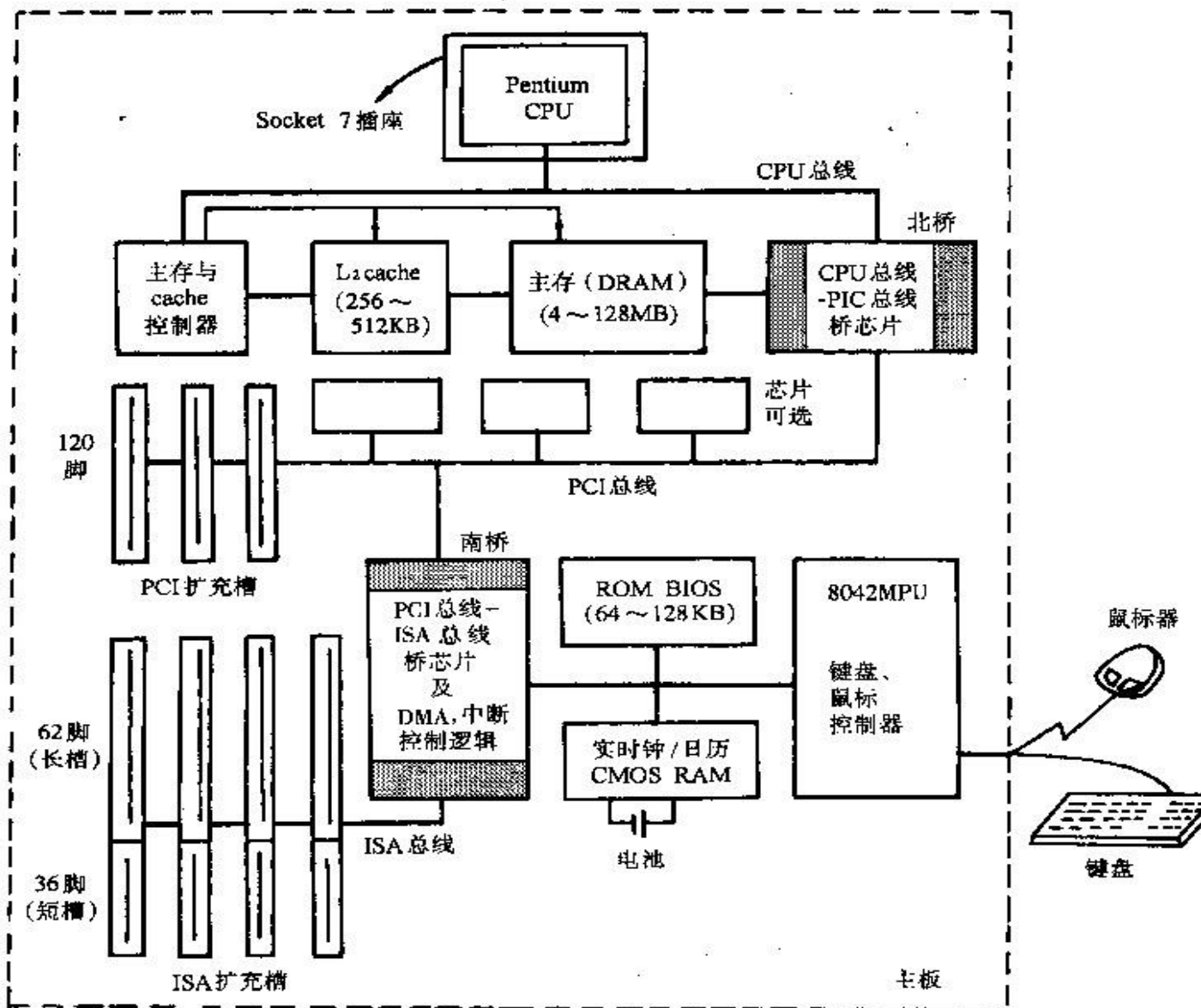


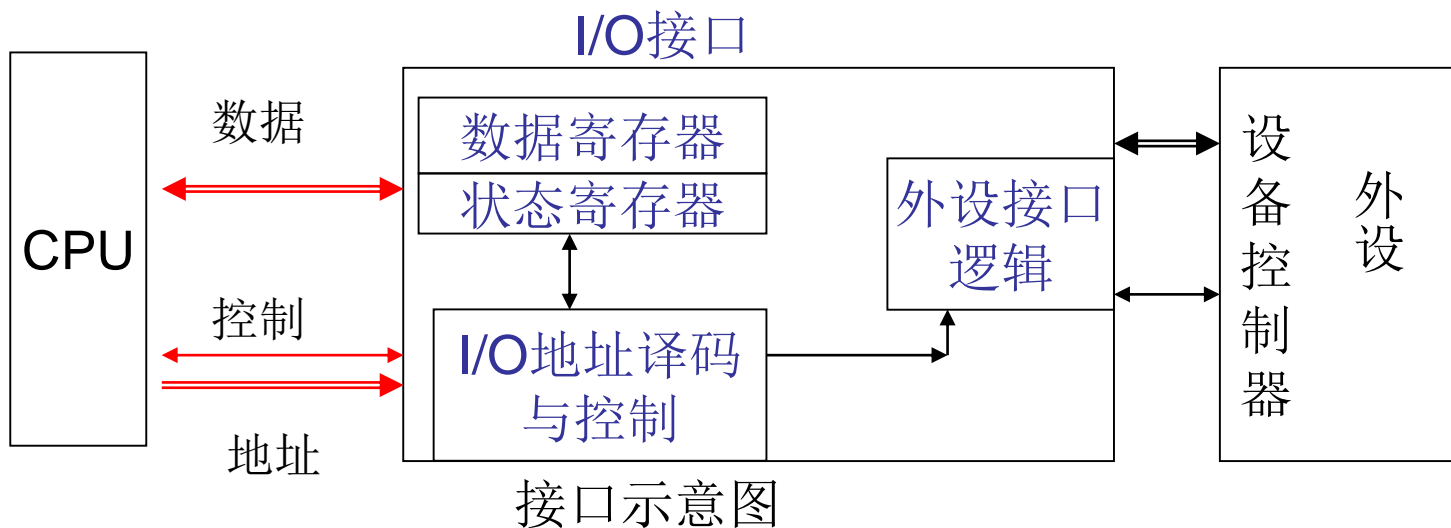
图 6.6 Pentium 计算机主板总线结构框图

## 二、总线接口

### ➤ 信息传送方式

- ✓ 串行传送：只有一根数据线，串行地逐位传送数据。
- ✓ 并行传送：有多根数据线，可以同时传送多个二进制位的数据。
- ✓ 分时传送：
  - ✓ 1. 采用总线复用的方式，数据和地址共用一套线路。
  - ✓ 2. 共享总线的部件分时使用一套总线。

- **I/O接口**的定义：为**CPU**、主存和**I/O设备**之间传送信息而设的转换逻辑部件。
- 接口的功能：
  - ◆ **控制**设备操作功能；
  - ◆ 数据**缓冲**、驱动功能；
  - ◆ 传送外设工作**状态**功能；
  - ◆ 数据类型、格式**转换**功能；
  - ◆ **整理**设置功能；
  - ◆ 支持主机采取程序查询、**中断**、**DMA**等访问方式功能。



- **【例2】** 利用串行方式传送字符，每秒钟传送的比特(bit)位数常称为波特率。假设数据传送速率是120个字符/秒，每一个字符格式规定包含10个bit(起始位、停止位、8个数据位)，问传送的波特率是多少？每个bit占用的时间是多少？
- **【解】：**
- 波特率为： $10\text{位} \times 120/\text{秒} = 1200\text{波特}$
- 每个bit占用的时间 $T_d$ 是波特率的倒数：  
 $T_d = 1/1200 = 0.833 \times 0.001\text{s} = 0.833\text{ms}$  。

### 三、总线的仲裁

- 总线的仲裁：解决多个主设备同时竞争总线控制权。
- 仲裁策略
  - ◆ 公平策略：常用于多个CPU提出的占用总线请求。
  - ◆ 优先级：常用于I/O模块的总线请求。
- 仲裁方式：根据仲裁电路的位置不同
  - ◆ 集中式仲裁：由中央仲裁器取决控制权，每个模块通过两条线与其相连。
  - ◆ 分布式仲裁：每个具有主方功能模块都设有自己的仲裁号和仲裁器，根据各自的优先级获取总线

1、集中式仲裁：由中央仲裁器取决控制权。

➤ 链式查询方式：按接口的排队顺序查询请求。

◆ A：地址线；

◆ D：数据线；

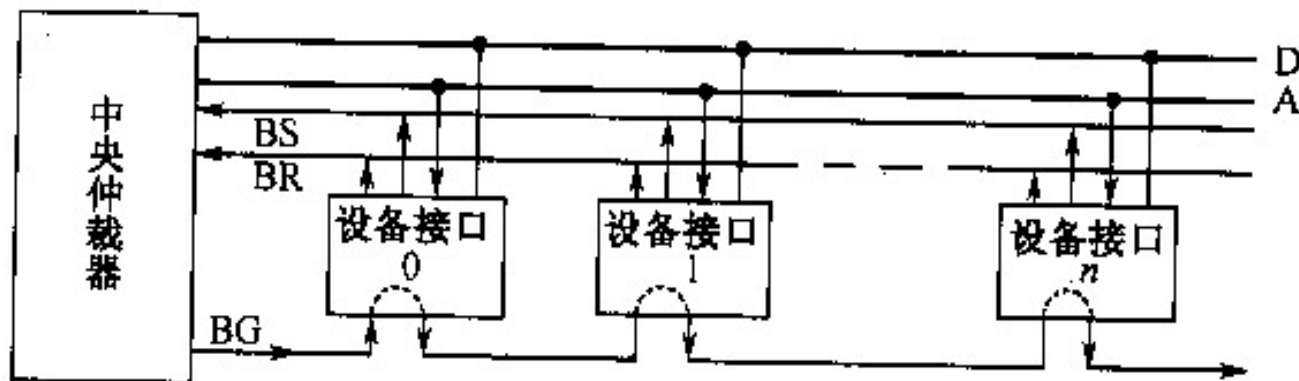
◆ BR：请求信号线；

◆ BG：授权信号线；

◆ BS：占总线标志信号线（“1”表示被占用）

◆ 优点：总线授权线少、易实现、易扩展。

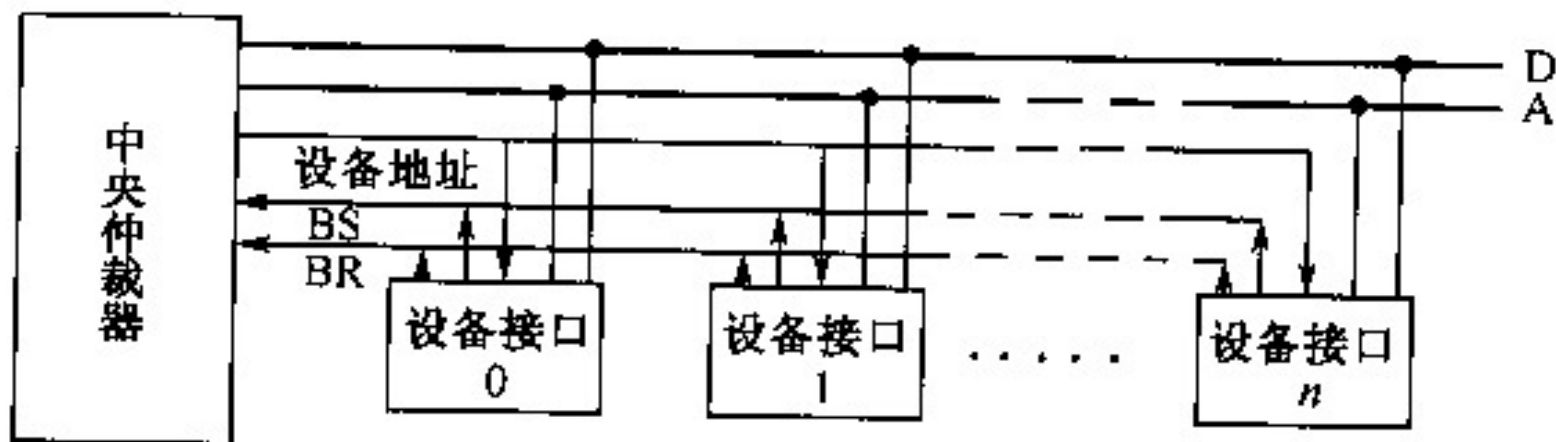
◆ 缺点：抗故障能力弱、优先级固定。



➤ 计数器定时查询方式：中央仲裁器设一计数器作为识别设备的地址，根据地址是否匹配确定请求。

◆ 优点：可改变优先级；

◆ 缺点：线路复杂。

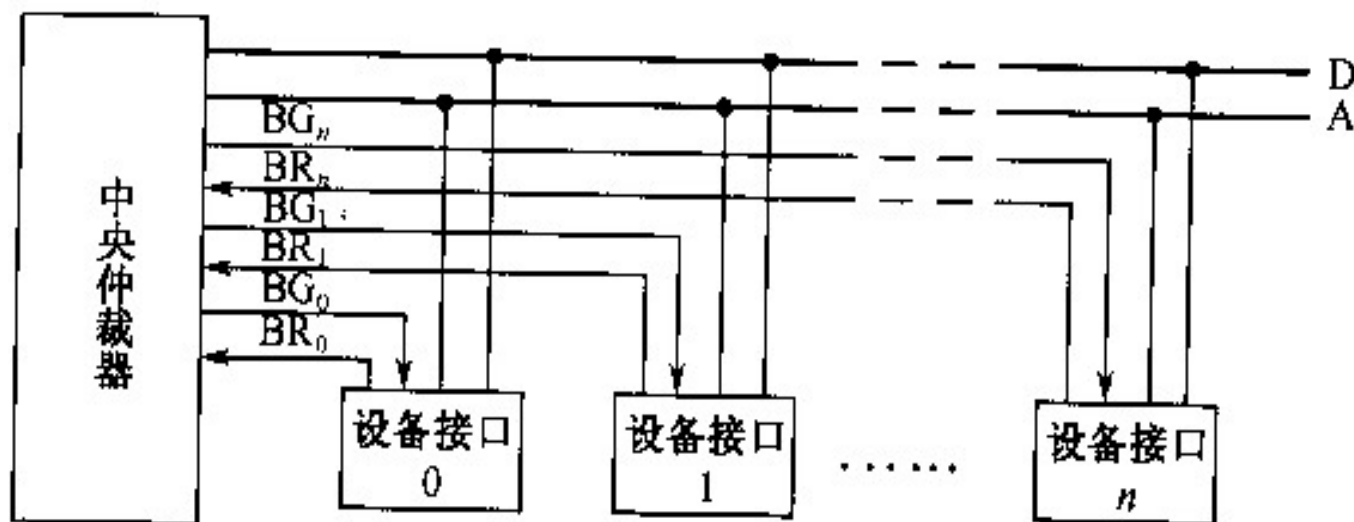




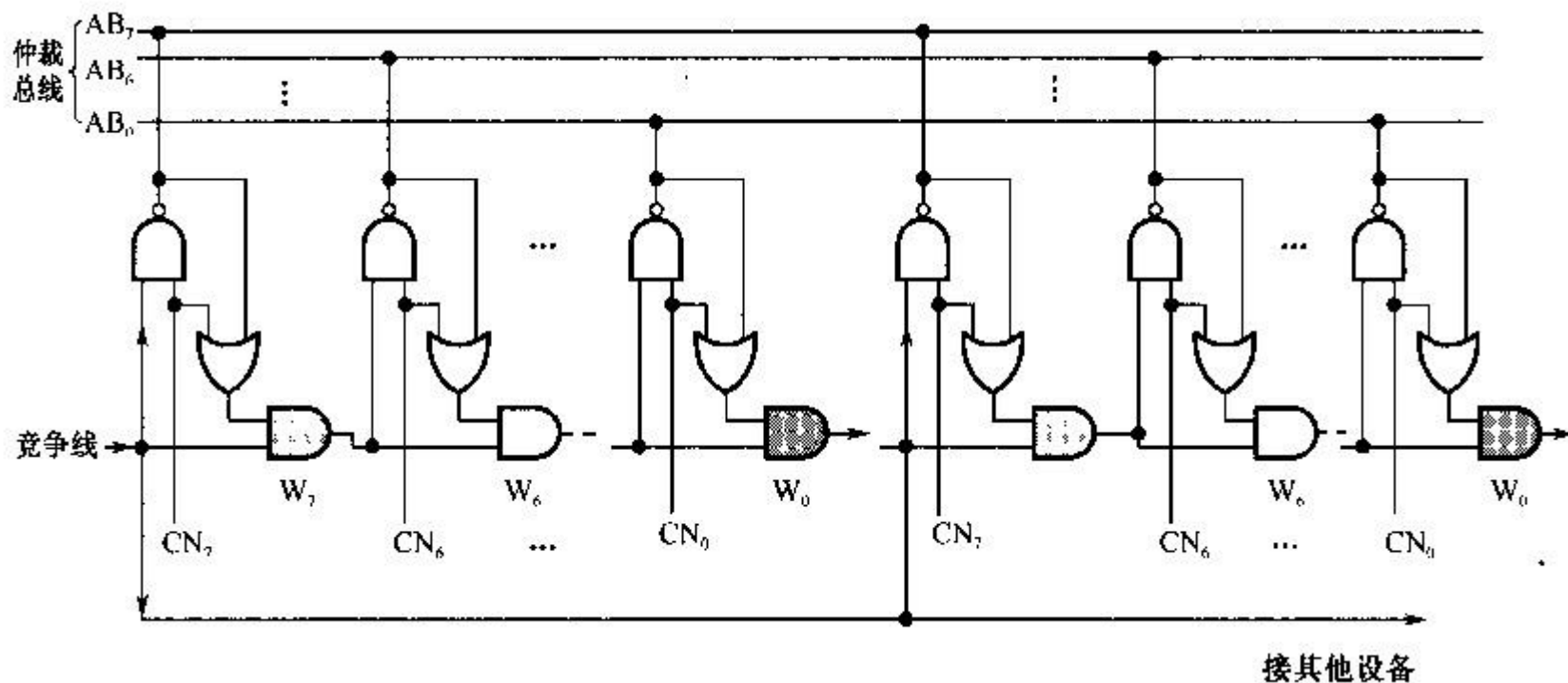
➤ 独立请求方式：每个设备独立设置请求线，根据设备编码和优先权确定请求。

✓ 优点：速度快、优先权设置灵活。

✓ 缺点：线路复杂。



## 2、分布式仲裁：不设专门仲裁器，每个主设备有自己的仲裁器和具有优先权的仲裁号，根据仲裁号发请求，所有设备都能监听所有的总线请求信号，并根据优先权自行决定是否能得到总线控制权。



## 四、总线的定时和数据传送模式

- 1 总线的定时：指事件出现在总线上的时序关系。
- 总线信息传送过程：请求总线、总线仲裁、寻址（目的地址）、信息传送、状态返回（或错误报告）。

## ➤ 总线的定时方式:

◆ 同步定时方式: 事件出现在总线上的时刻由**总线时钟信号**决定, 即所有操作由同一个时钟定时。

- ✓ 优点: 时序规整、各次操作时间统一, 控制简单、易实现, 传输频率高。
- ✓ 缺点: 适合各模块存取时间接近的情况, 否则效率按最慢的计。

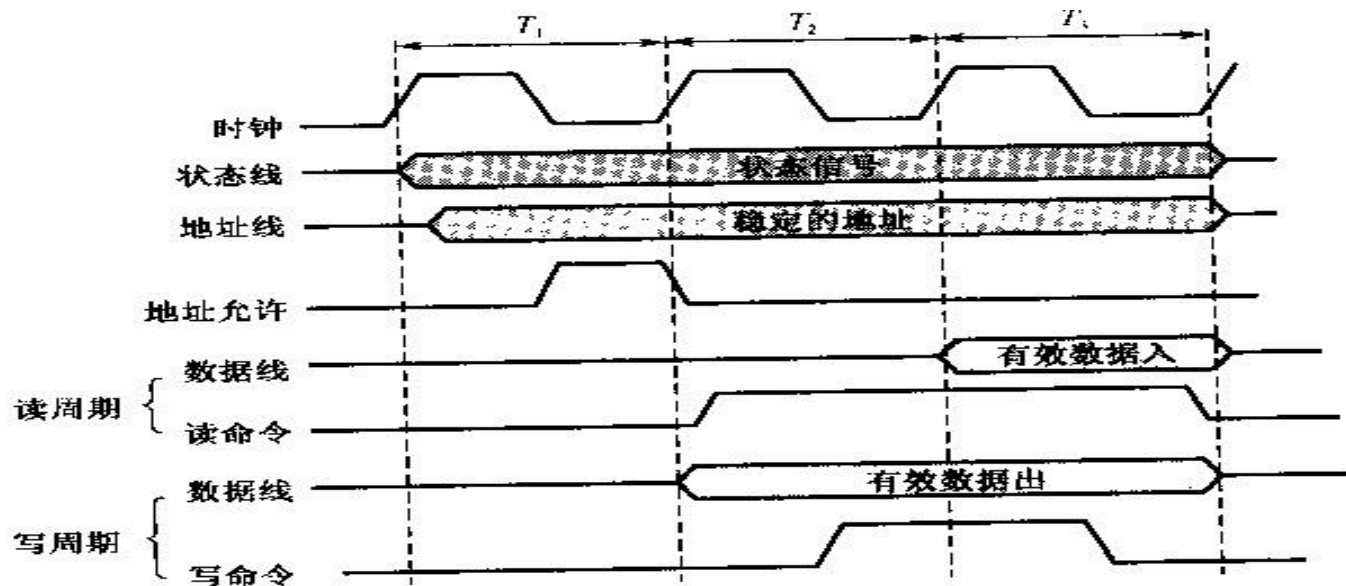
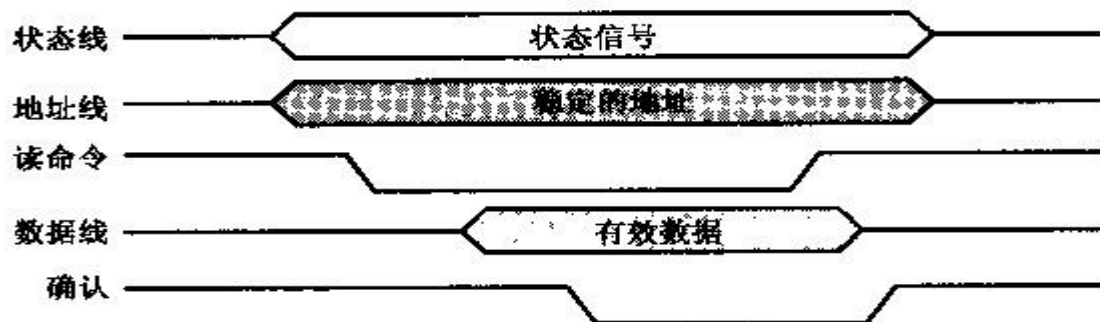
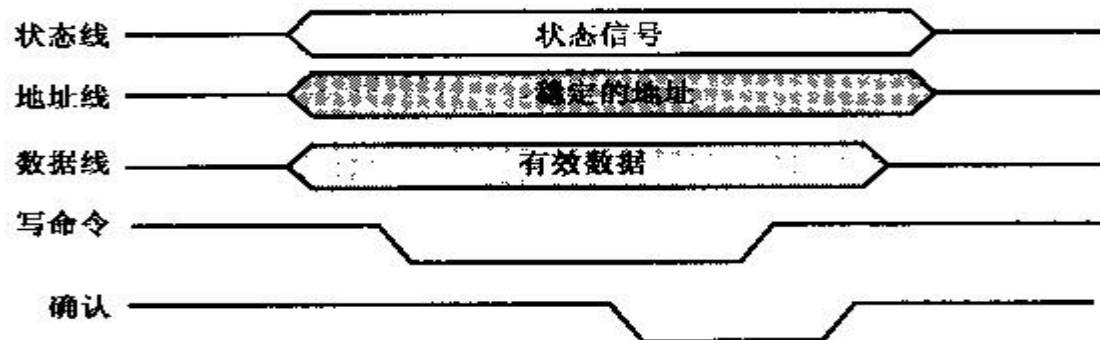


图 6.12 同步总线操作时序

- 异步定时方式：后一事件出现在总线上的时刻取决于前一事件的出现，即操作由**应答信号**作同步控制：
- ✓ 优点：总线周期长度可变，适合不同速度的模块；
  - ✓ 缺点：实现较复杂、成本高。



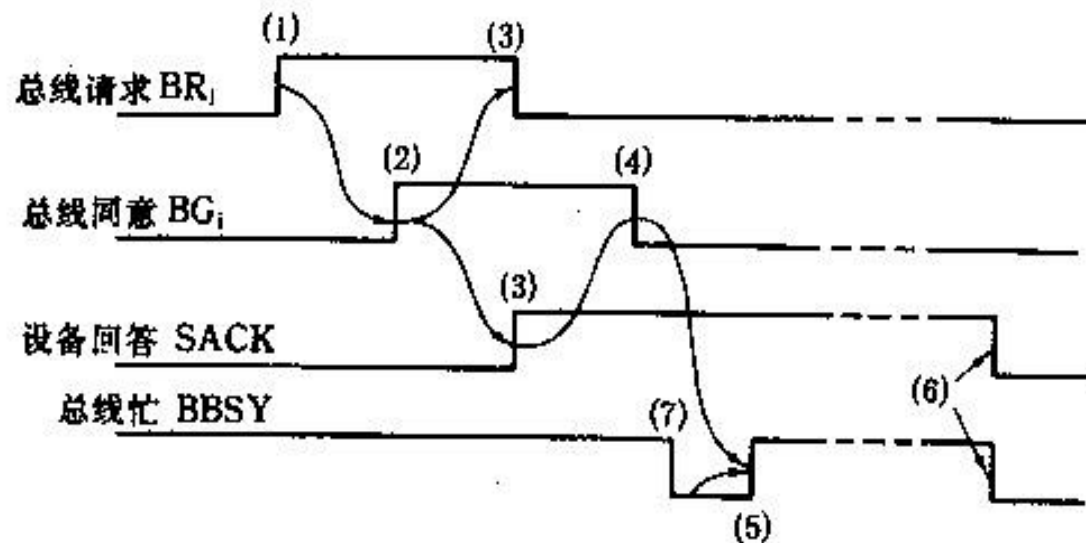
(a) 系统总线读周期



(b) 系统总线写周期

图 6.13 异步总线操作时序

➤ 【例3】 某CPU采用集中式仲裁方式，使用独立请求与菊花链查询相结合的二维总线控制结构。每一对请求线 $BR_i$ 和授权线 $BG_i$ 组成一对菊花链查询电路。每一根请求线可以被若干个传输速率接近的设备共享。当这些设备要求传送时通过 $BR_i$ 线向仲裁器发出请求，对应的 $BG_i$ 线则串行查询每个设备，从而确定哪个设备享有总线控制权。请分析说明演示图所示的总线仲裁时序。



## 2、总线的数据传送模式

### ◆读、写操作：。

✓读：由从方到主方的数据传送。

✓写：由主方到从方的数据传送。

### ◆块传送操作：对多个数据读、写操作，传送时先发送起始地址和数据块长度，再对数据一个个操作。

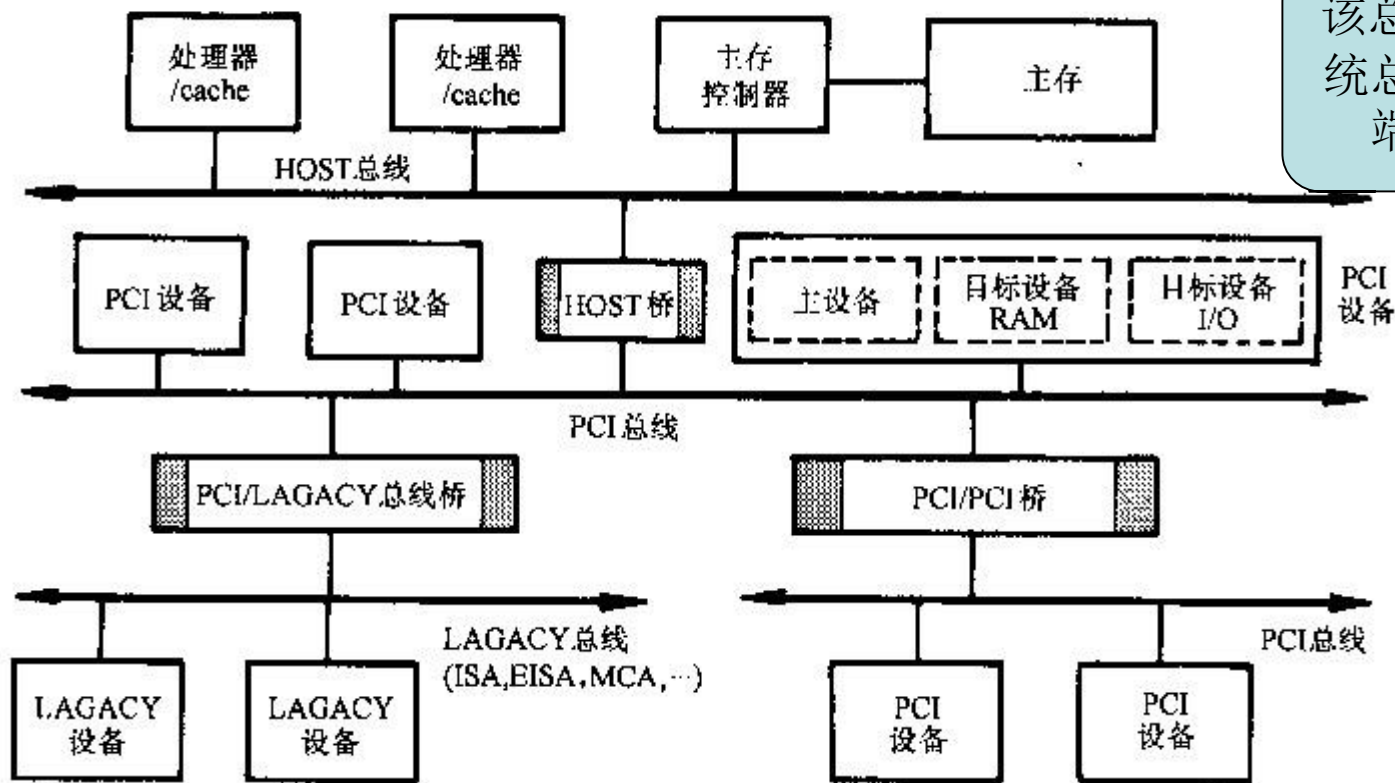
✓猝发式传送：指**CPU**与主存间以数据块方式传送数据。块长常为字长的4倍。

### ◆写后读、读修改操作：对同一个地址单元，或进行先写后读操作，或进行先读后写操作。

### ◆广播、广集操作：一个主方对多个从方进行写操作称为广播。其相反的操作称为广集。

## 五、HOST总线和PCI总线

- 多总线结构实例
- **HOST总线**：宿主总线，用于**CPU**与主存系统之间信息传送。



该总线有CPU总线、系统总线、主存总线、前端总线等多种名称



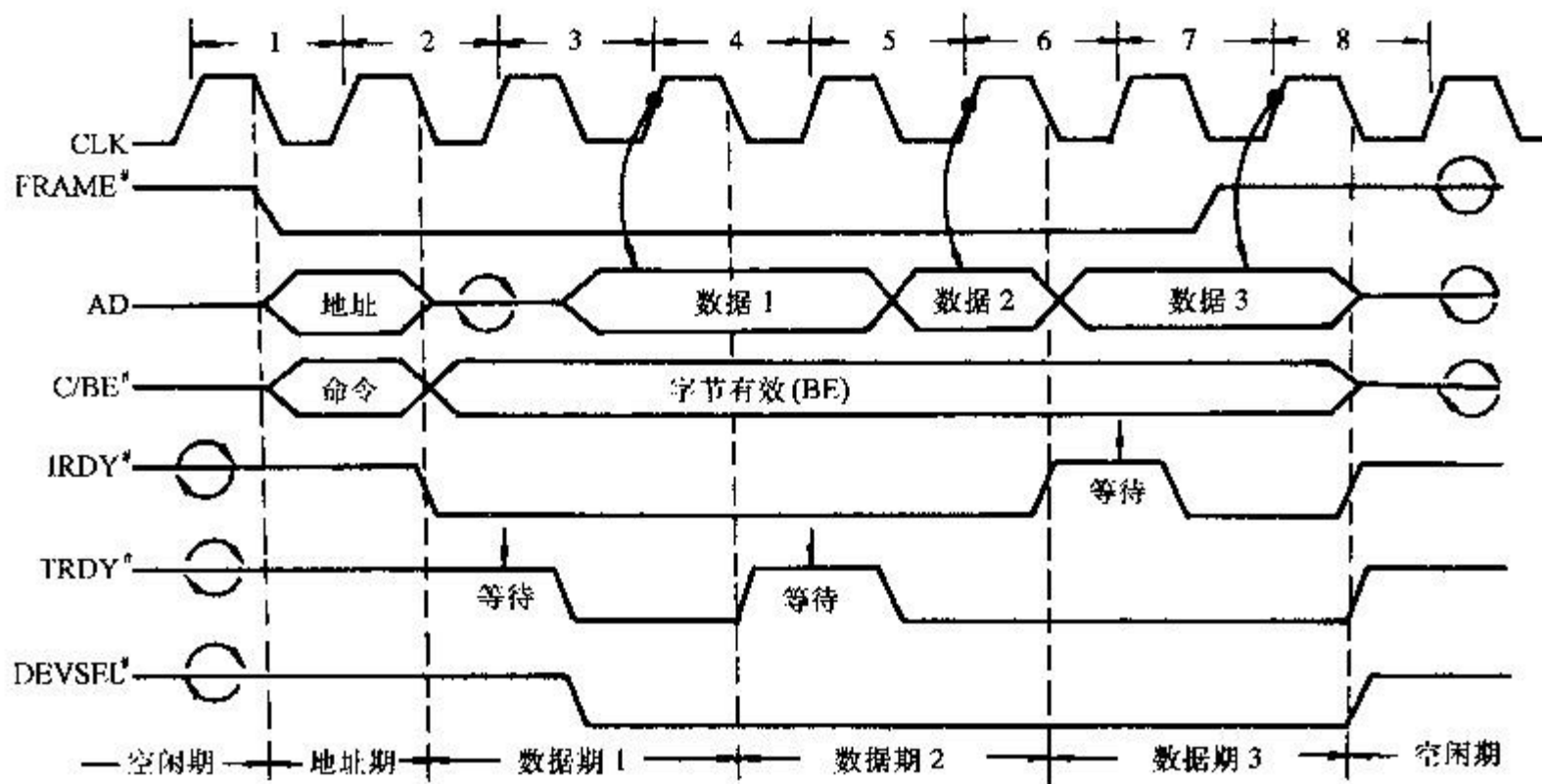


## 五、HOST总线和PCI总线（续）

- **PCI总线**：是一个与处理器无关的**高速外围总线**，又是至关重要的**层间总线**。采用**同步时序协议**和**集中式仲裁策略**，并具有**自动配置能力**。其基本传送机制是**猝发式传送**。
- **LAGACY总线**：中、低速**I/O总线**。
- **桥的作用**：总线之间的通信部件，可以将一条总线的地址空间映射到另一条总线的地址空间。



- PCI信号线
- PCI总线周期类型
- PCI总线周期操作
  - ◆ 猝发式读操作过程



读操作时序图

## 六、InfiniBand标准

- InfiniBand标准：适用于较大规模的计算机系统，是一基于开关的体系结构，可连接**64000**个服务器、存储系统、网络设备，数据传输率可达**30GB/s**。