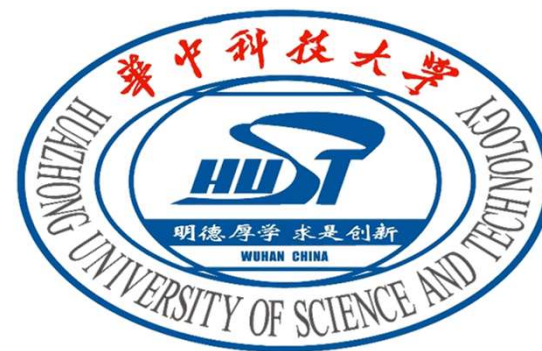


# 微机原理与接口技术

## 总线技术基础

---

华中科技大学 左冬红



# 回顾

总线

是一种数据通道，由计算机系统中连接到该总线的所有设备共享

总线上任何一个设备发出的地址信息，计算机系统内所有连接到该总线上的设备都可以接收到。但在进行信息传输时，每一次只能有一个发送设备可以利用总线给一个接收设备发送信息。

主设备

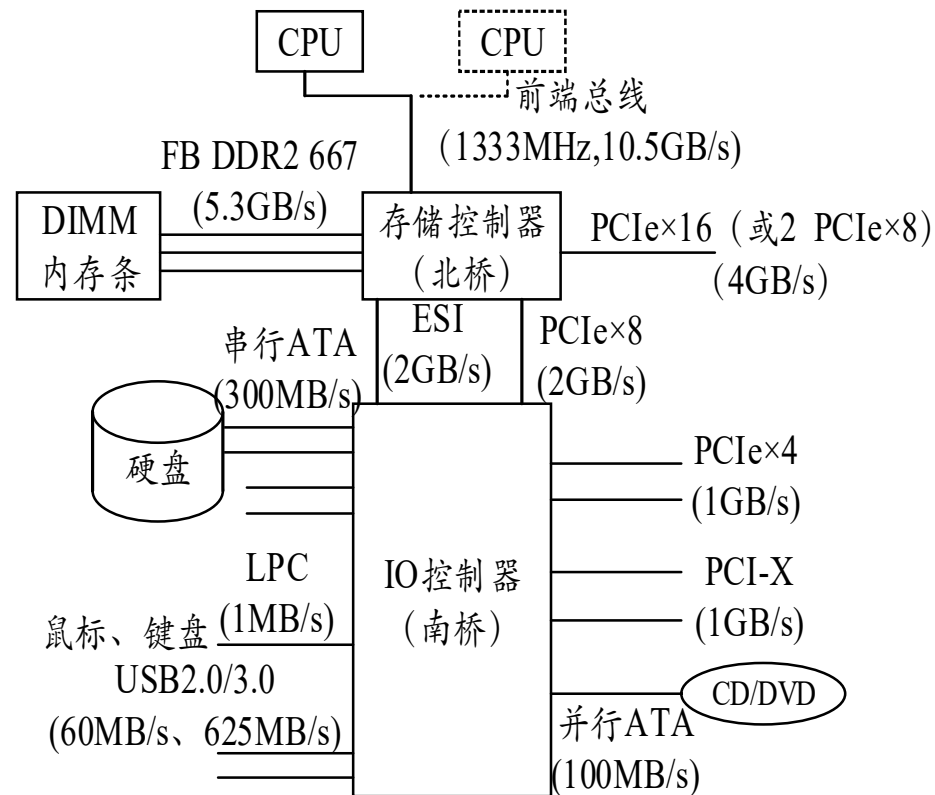
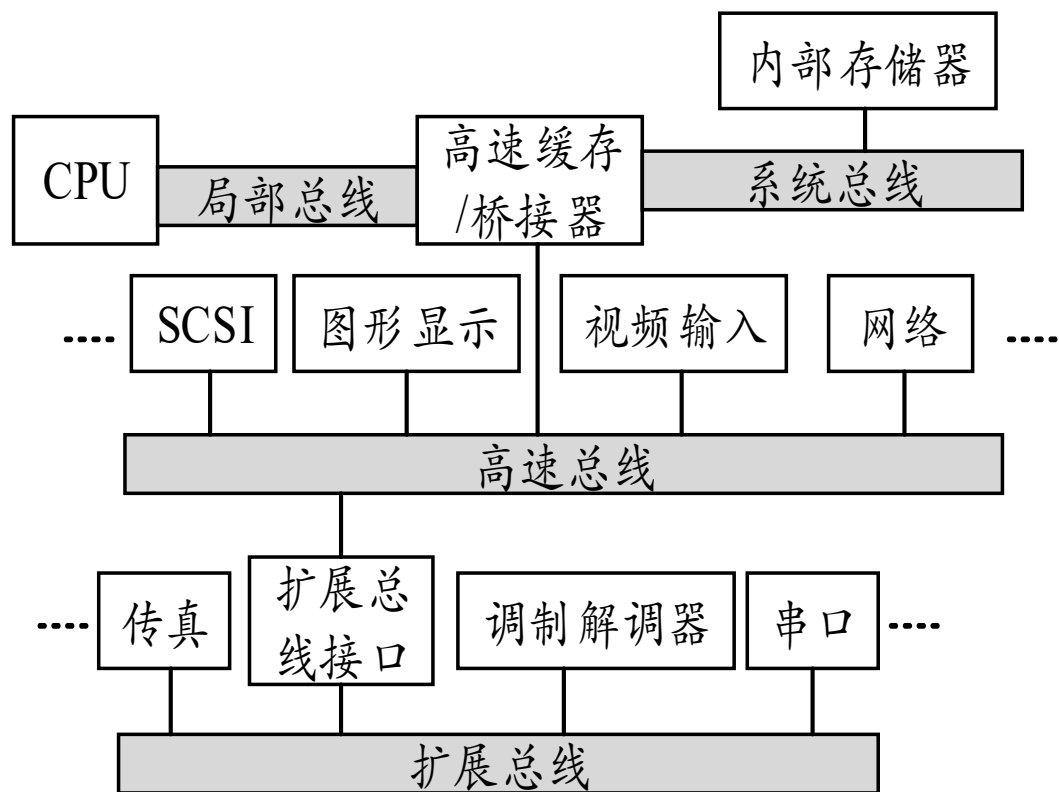
通信控制方

从设备

通信接受方

总线上具有多个主设备，需提供仲裁策略

# 计算机系统总线结构-多总线



# 总线技术涉及的内容

## 机械规范

确定总线物理尺寸、总线插头、边沿连接器插座等规格及位置

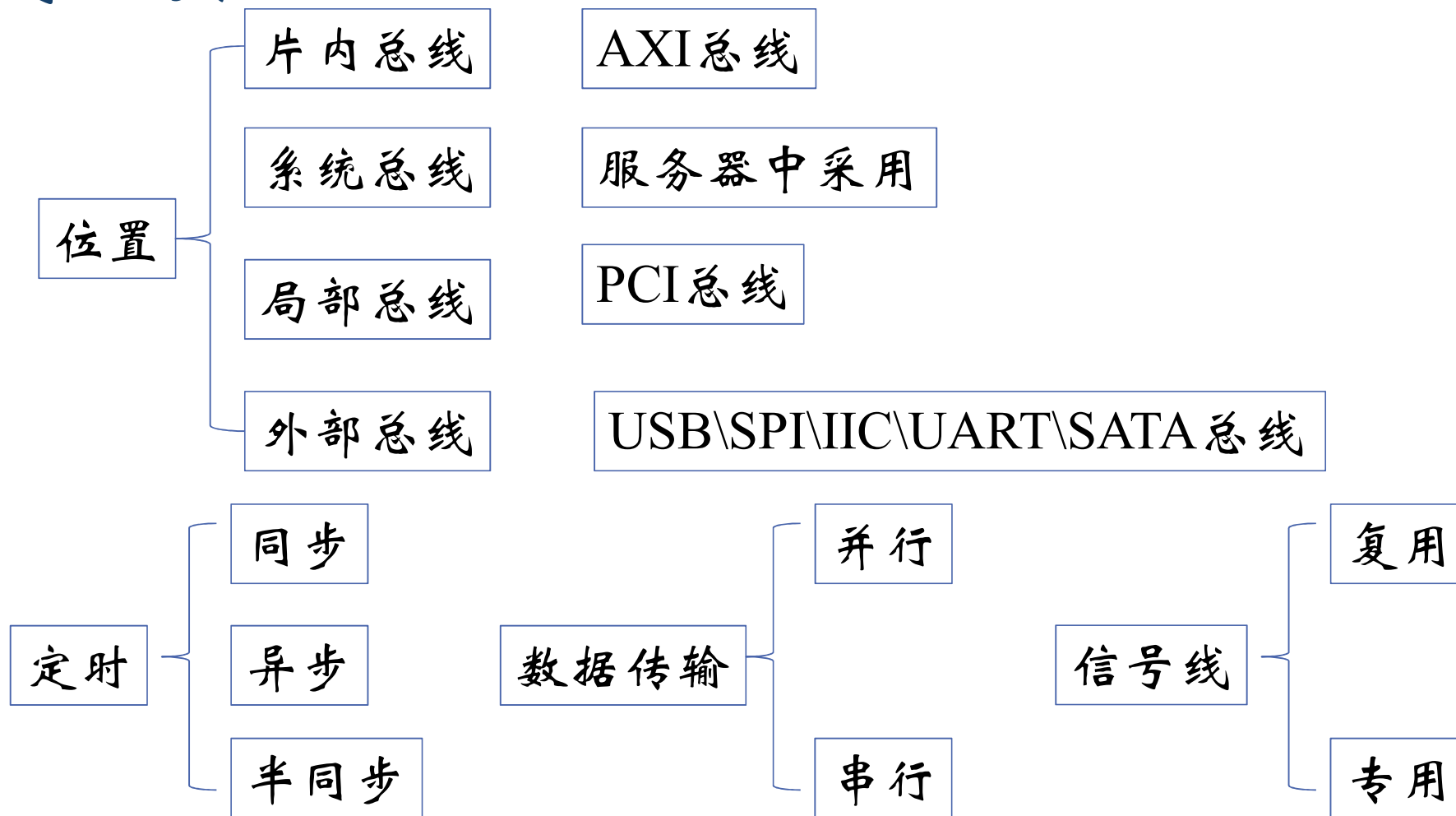
## 功能规范

信号名称与功能，对它们相互作用的协议(例如定时关系)进行说明

## 电气规范

工作时的有效电平、动态转换时间、负载能力、各电气性能的额定值及最大值

# 总线分类



# 总线性能指标

总线宽度 $w$

一次总线操作可以传输二进制数据的最大位数

总线时钟频率 $f$

基本时钟

总线周期 $T$

一次数据( $N$ 个数据)传输所需的总线时钟周期数

总线带宽 $B$

每秒传输的二进制位数

$$B = w \times N \div T$$

# 总线操作类型

数据传输

主设备传到从设备

写操作

读修改写

从设备传到主设备

读操作

写后读

块操作

一次操作连续传输多个数据

突发操作

# 总线通信流程

请求总线

总线裁决

寻址

信息传送

错误检测



# 小结

- 总线技术需关注的内容
  - 电气规范
    - 有效电平
    - 动态转换时间
    - 负载能力
  - 功能规范
    - 定时
    - 传输协议
    - 信号名称与功能
  - 机械规范
    - 尺寸
    - 外形

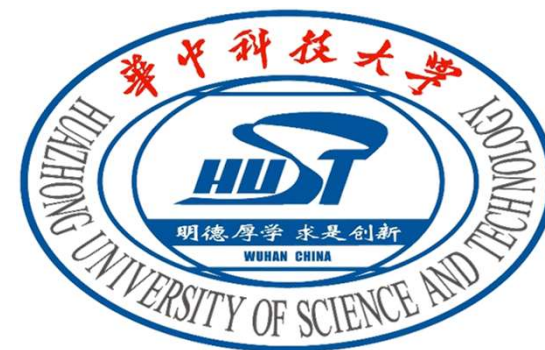
下一讲：AXI片内总线

# 微机原理与接口技术

## AXI总线规范

---

华中科技大学 左冬红

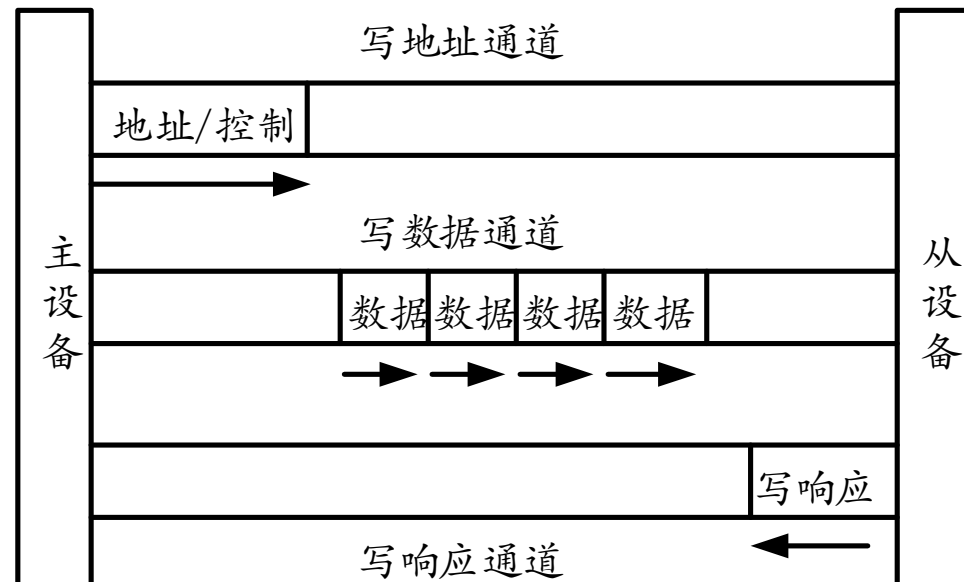
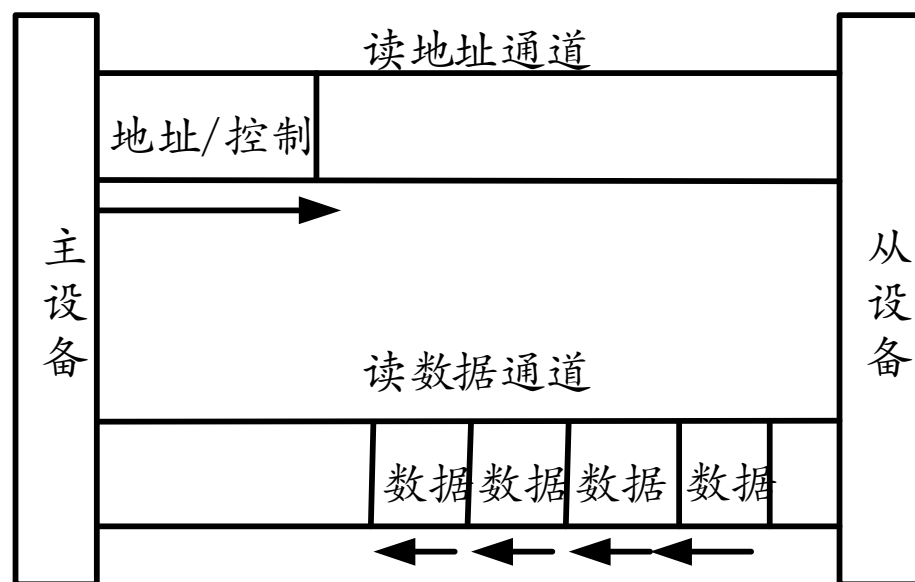


# AXI总线概要

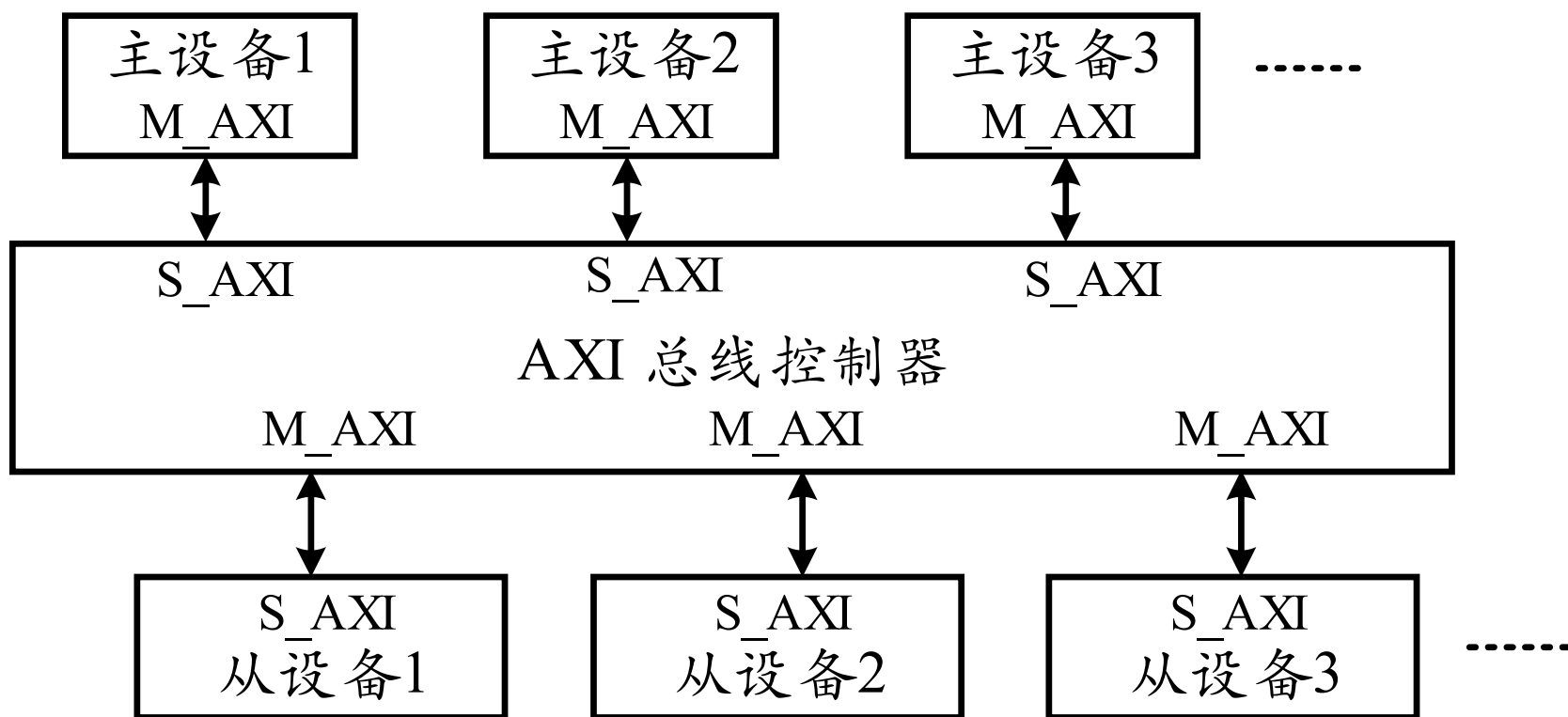
片内总线

单向通道

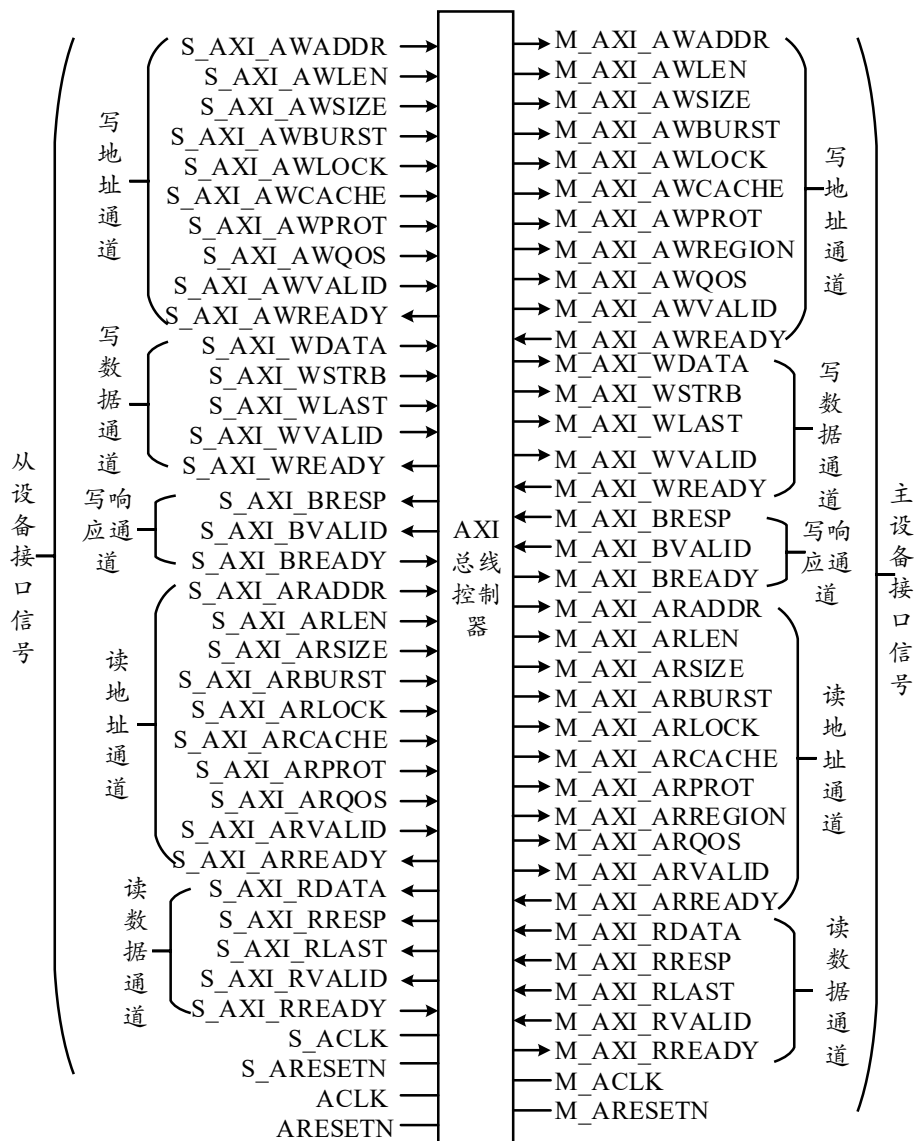
所有信号都单向传输



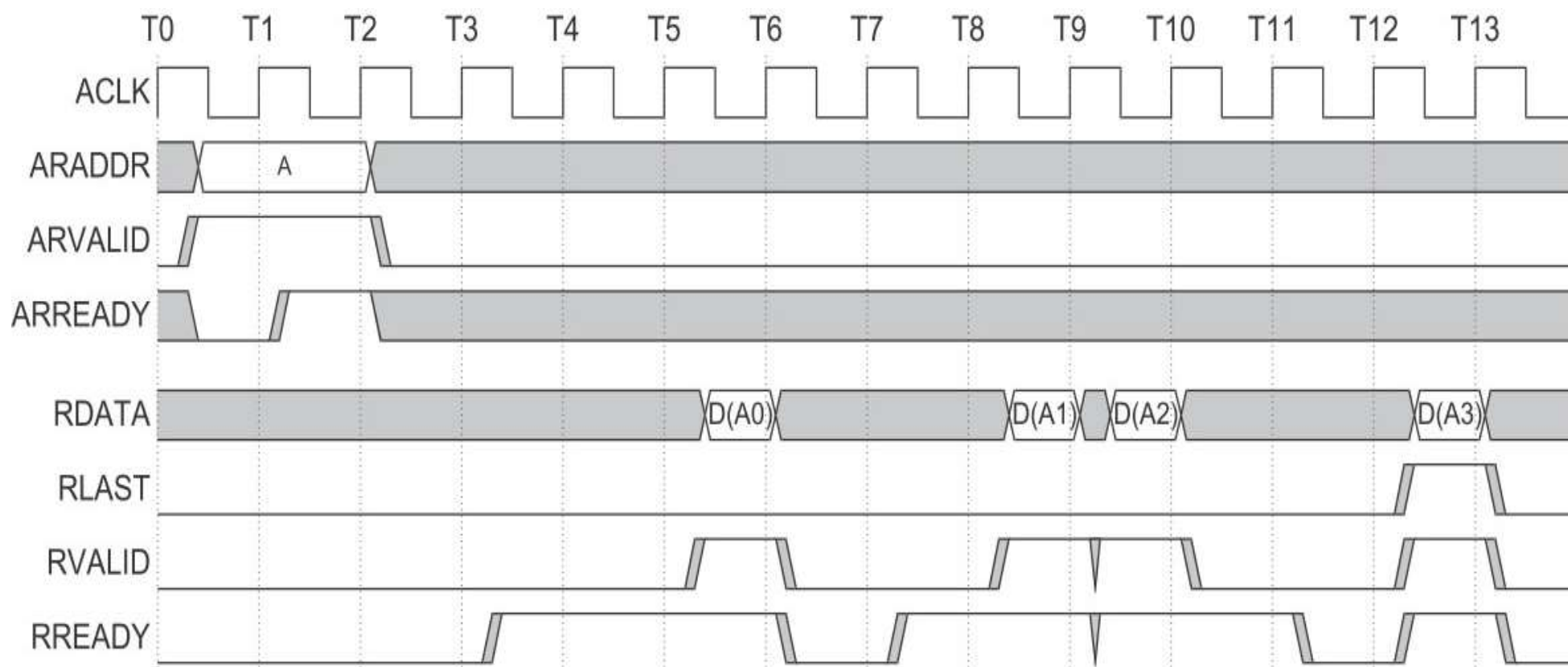
# AXI总线拓扑



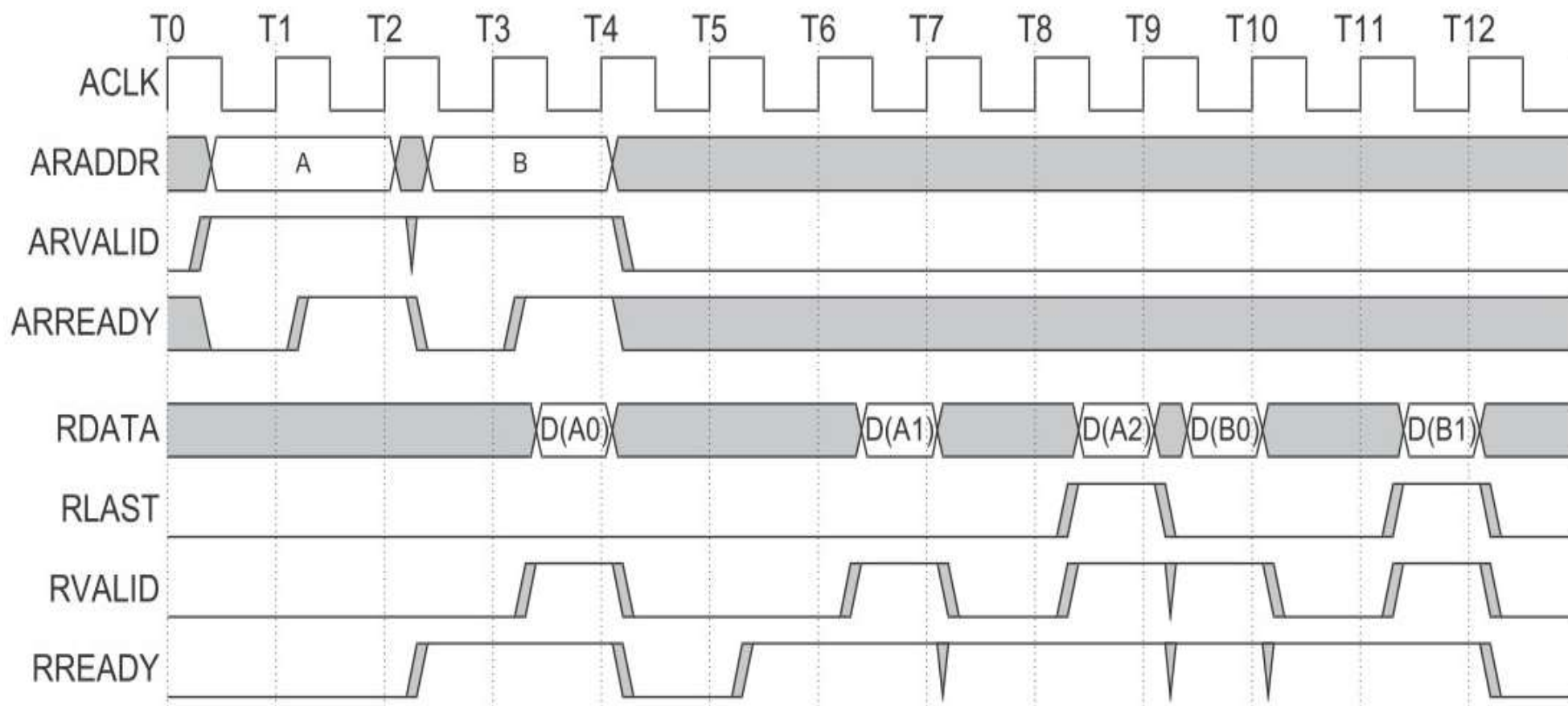
# AXI总线信号



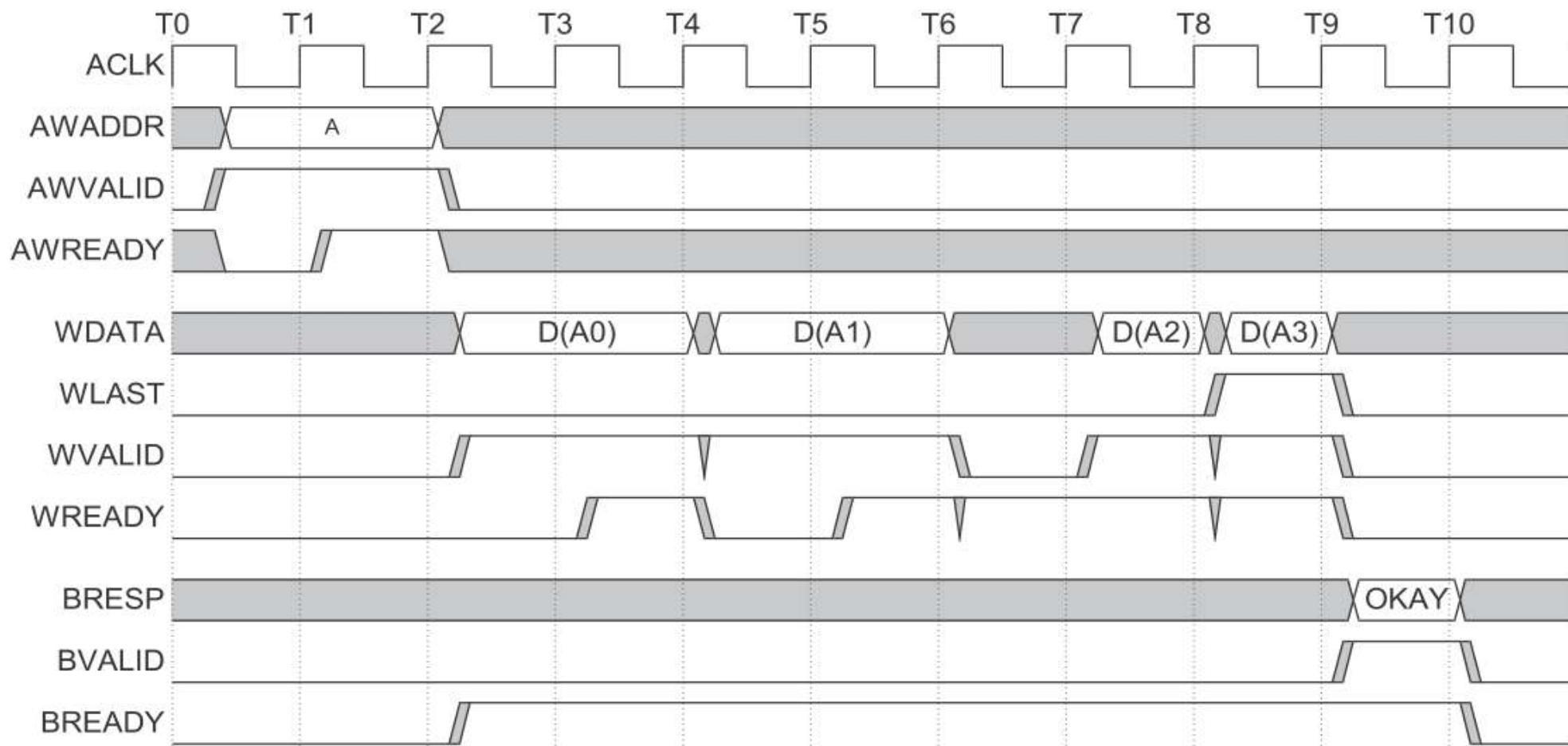
# 操作时序-突发读



# 操作时序-重叠突发读



# 操作时序-突发写





# 小结

- AXI片内总线特点
  - 单向通道高性能
  - 每个通道独立的握手信号
  - 半同步
  - 各个通道相对独立
  - 并行传输

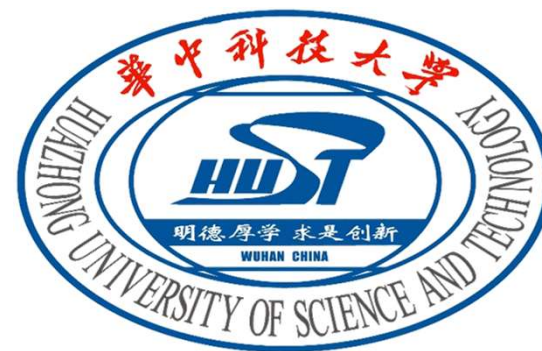
下一讲：PCI总线

# 微机原理与接口技术

## PCI局部总线

---

华中科技大学 左冬红

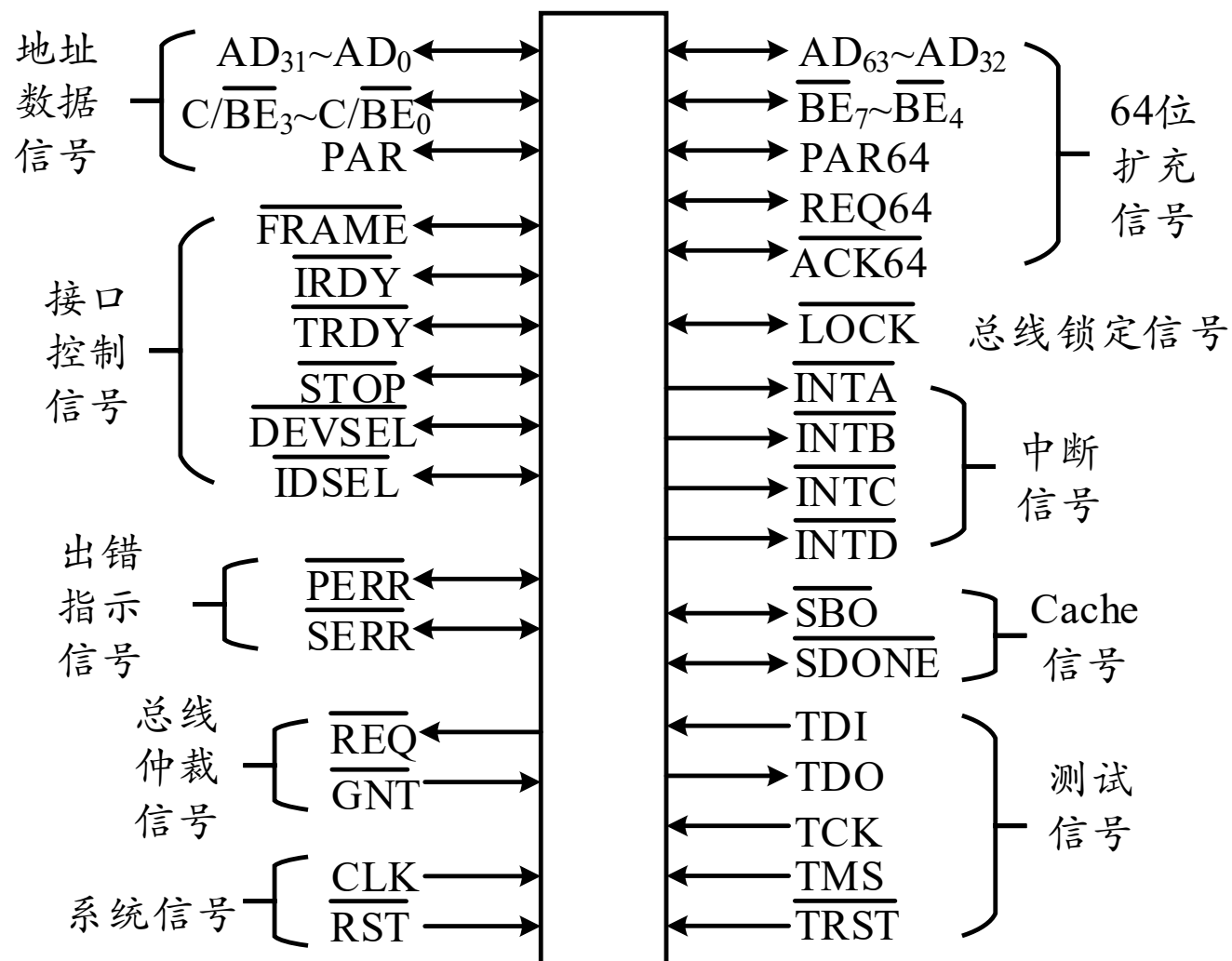


# PCI局部总线概要

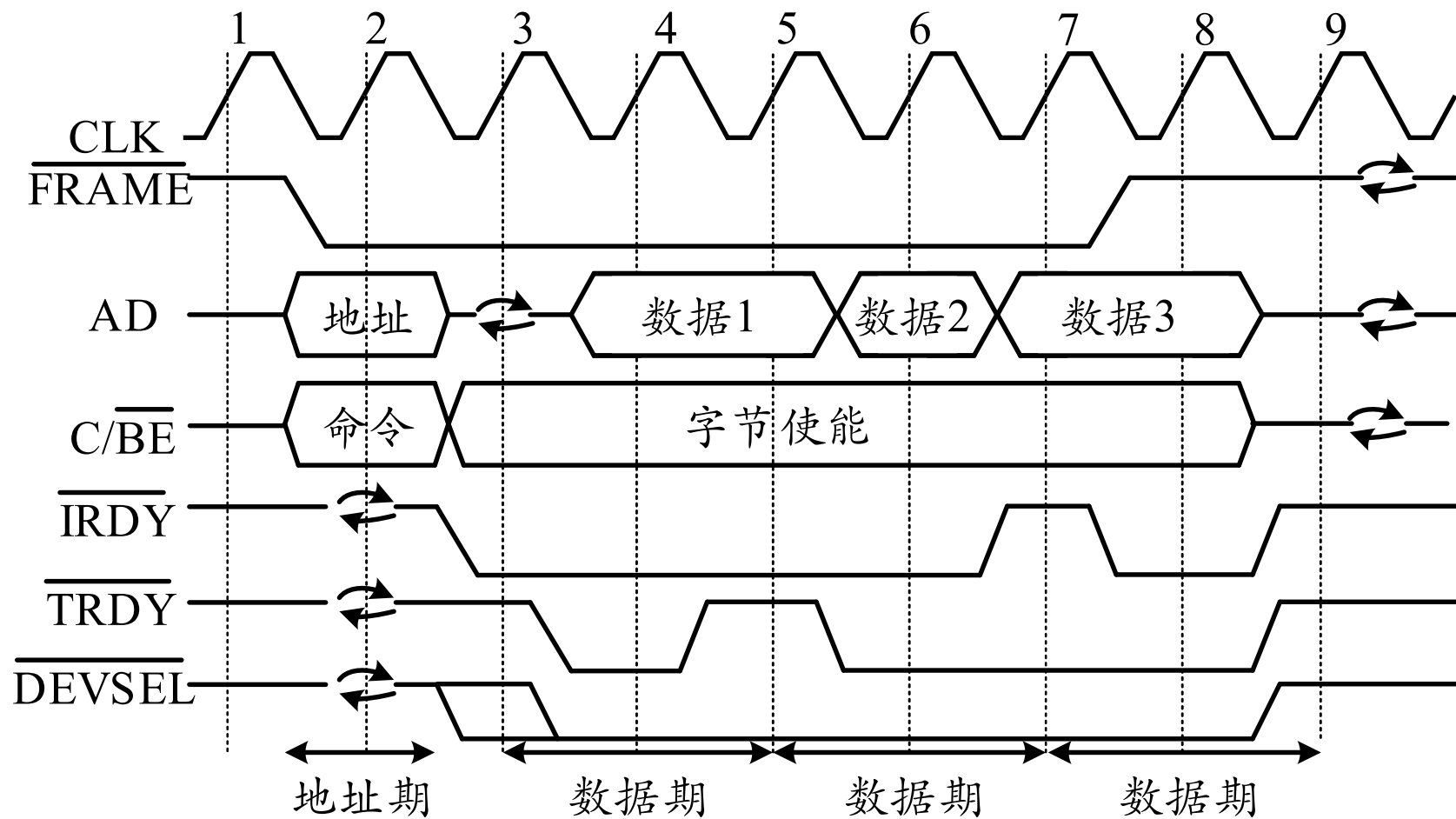
局部总线

地址、数据信号线复用，双向传输

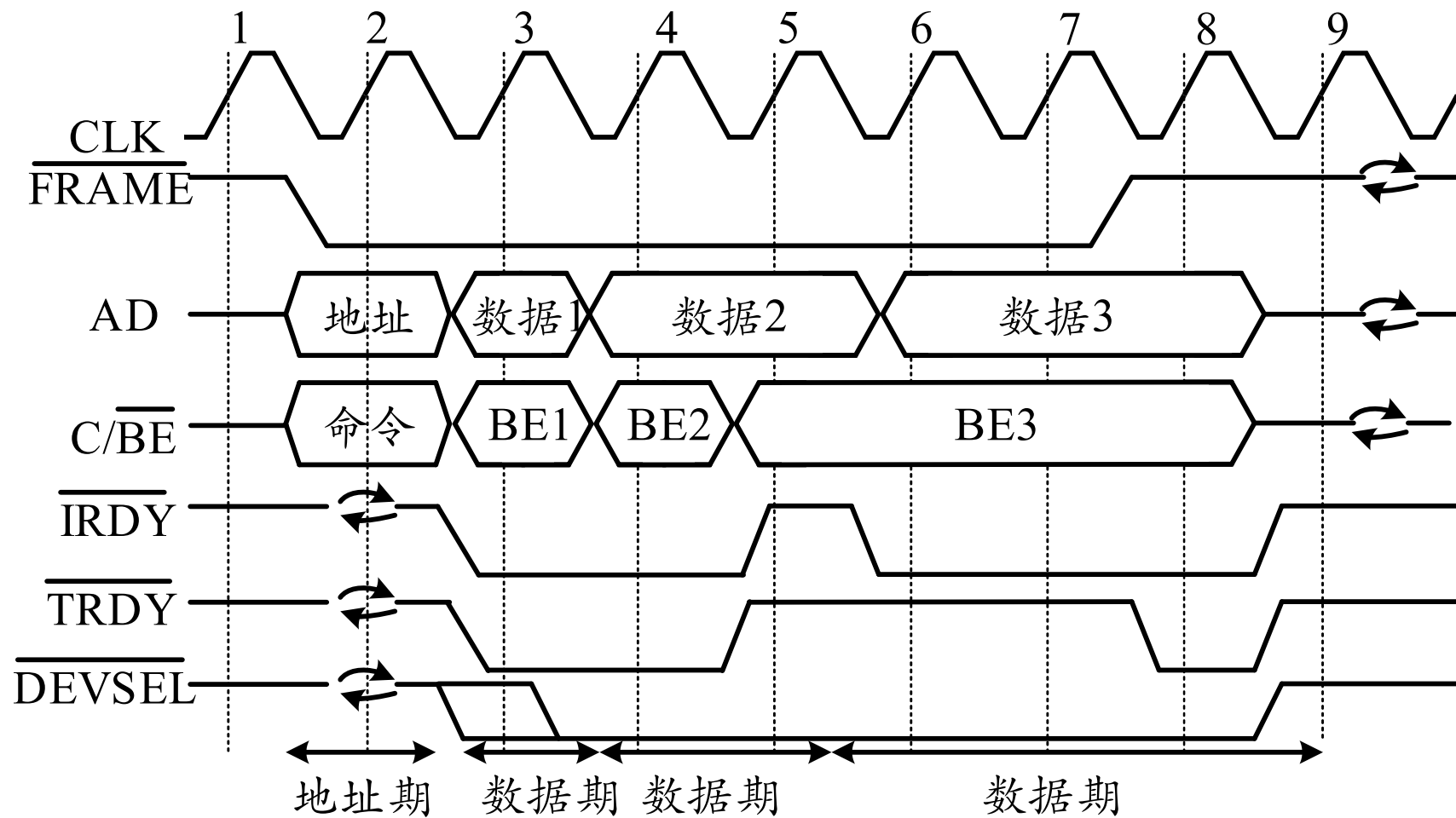
# PCI总线信号



# 操作时序-读操作



# 操作时序-写操作



# 小结

- PCI局部总线特点
  - 信号线复用-减少引线数目
  - 半同步定时-握手信号

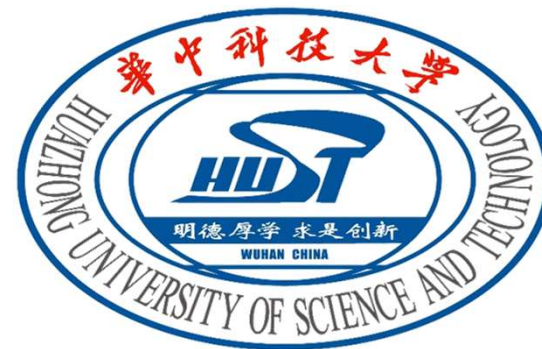
下一讲：外部总线

# 微机原理与接口技术

## 外部总线

---

华中科技大学 左冬红





# 外部总线概要

与外部设备连接，传输距离相比计算机系统内部总线长

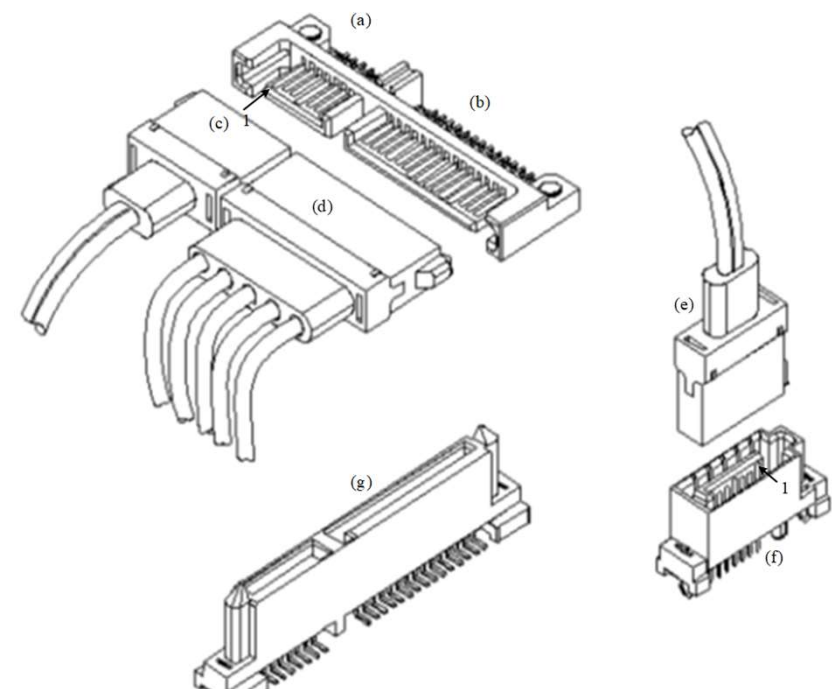
避免信号之间串扰

串行总线

差分信号

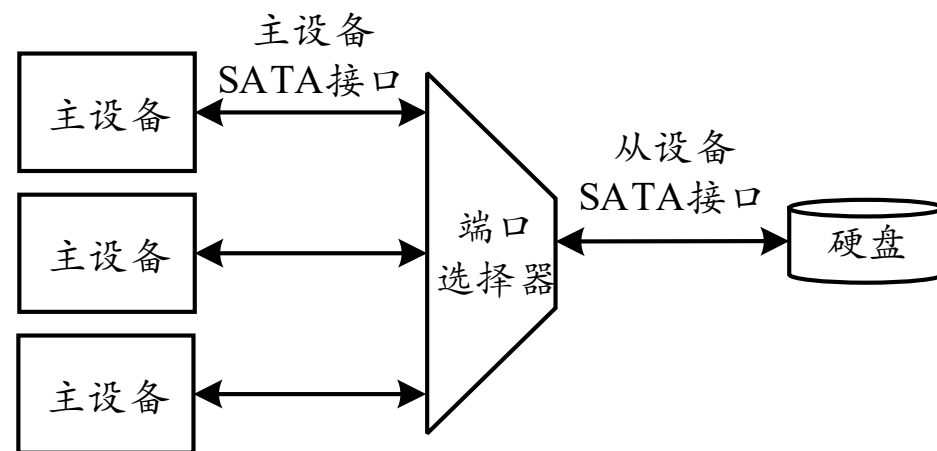
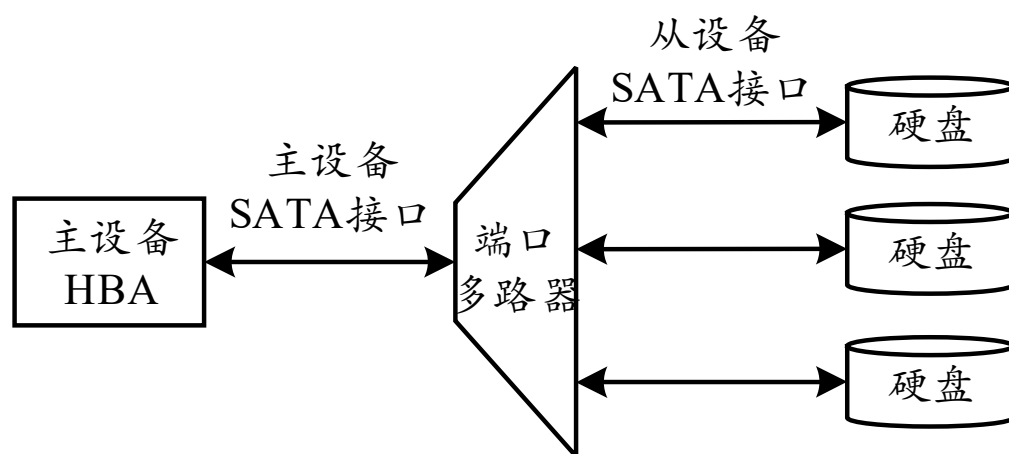
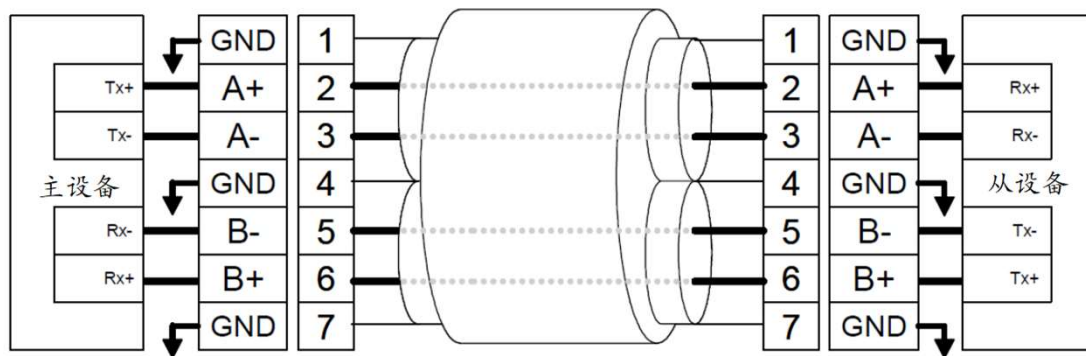
定时方式-同步或异步

# SATA总线

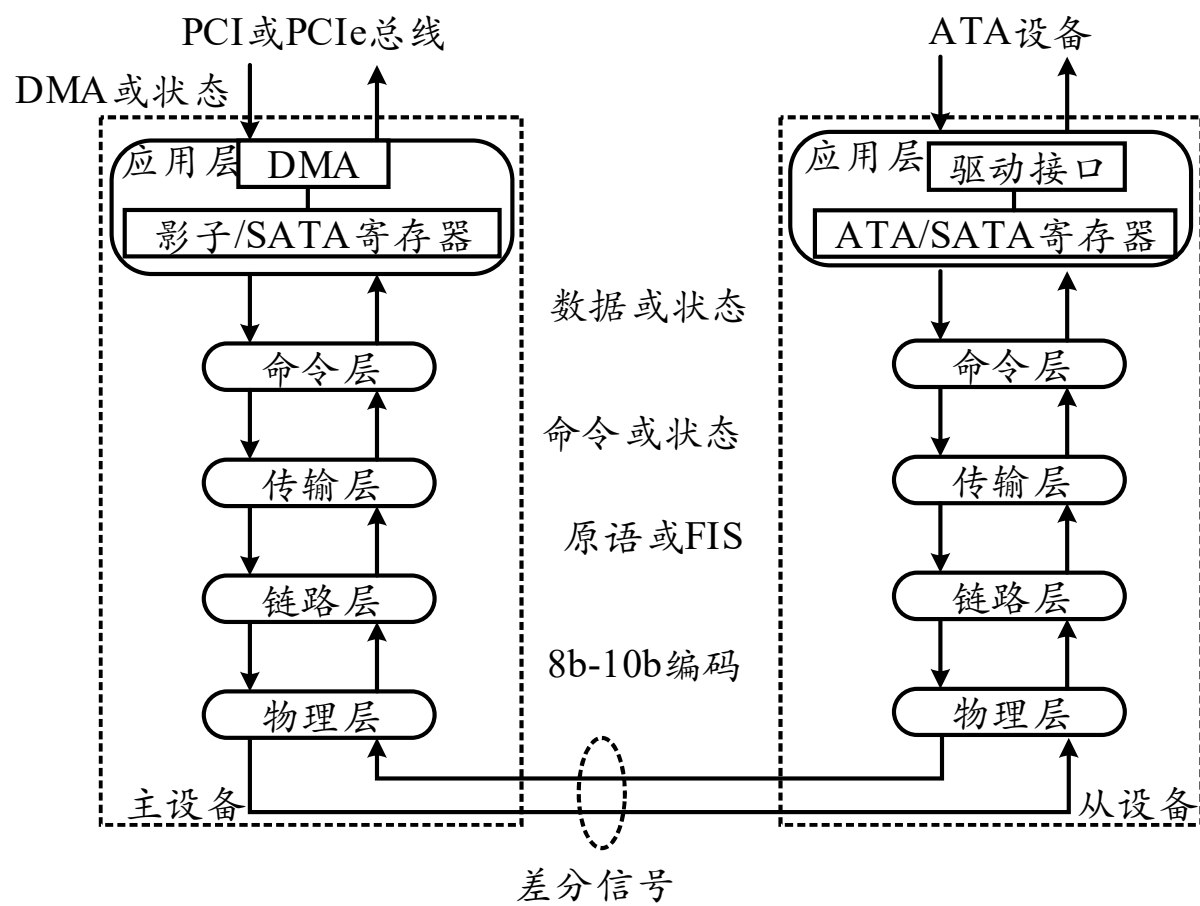


| 引脚 | 名称  | 含义        | 引脚 | 名称  | 含义        |
|----|-----|-----------|----|-----|-----------|
| 1  | GND | 地，一般和负极相连 | 5  | B - | 数据接收负极信号  |
| 2  | A + | 数据发送正极信号  | 6  | B + | 数据接收正极信号  |
| 3  | A - | 数据发送负极信号  | 7  | GND | 地，一般和负极相连 |
| 4  | GND | 地，一般和负极相连 |    |     |           |

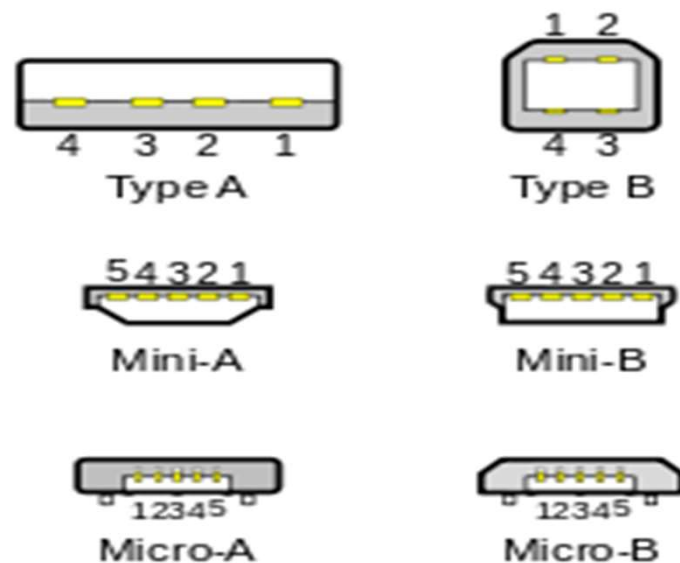
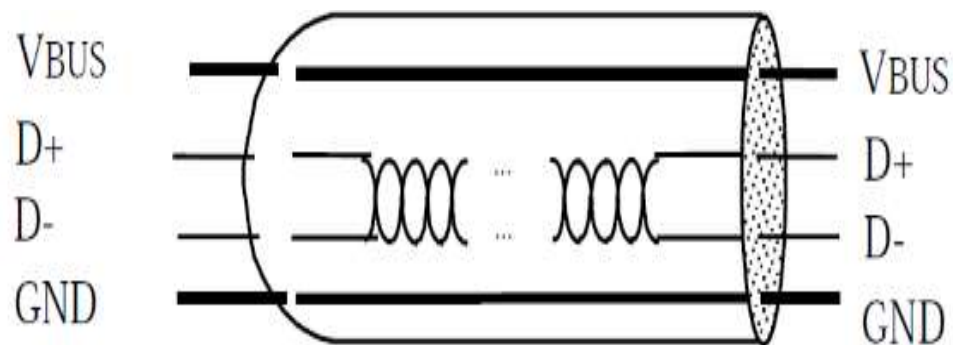
# SATA总线连接方式



# SATA总线协议

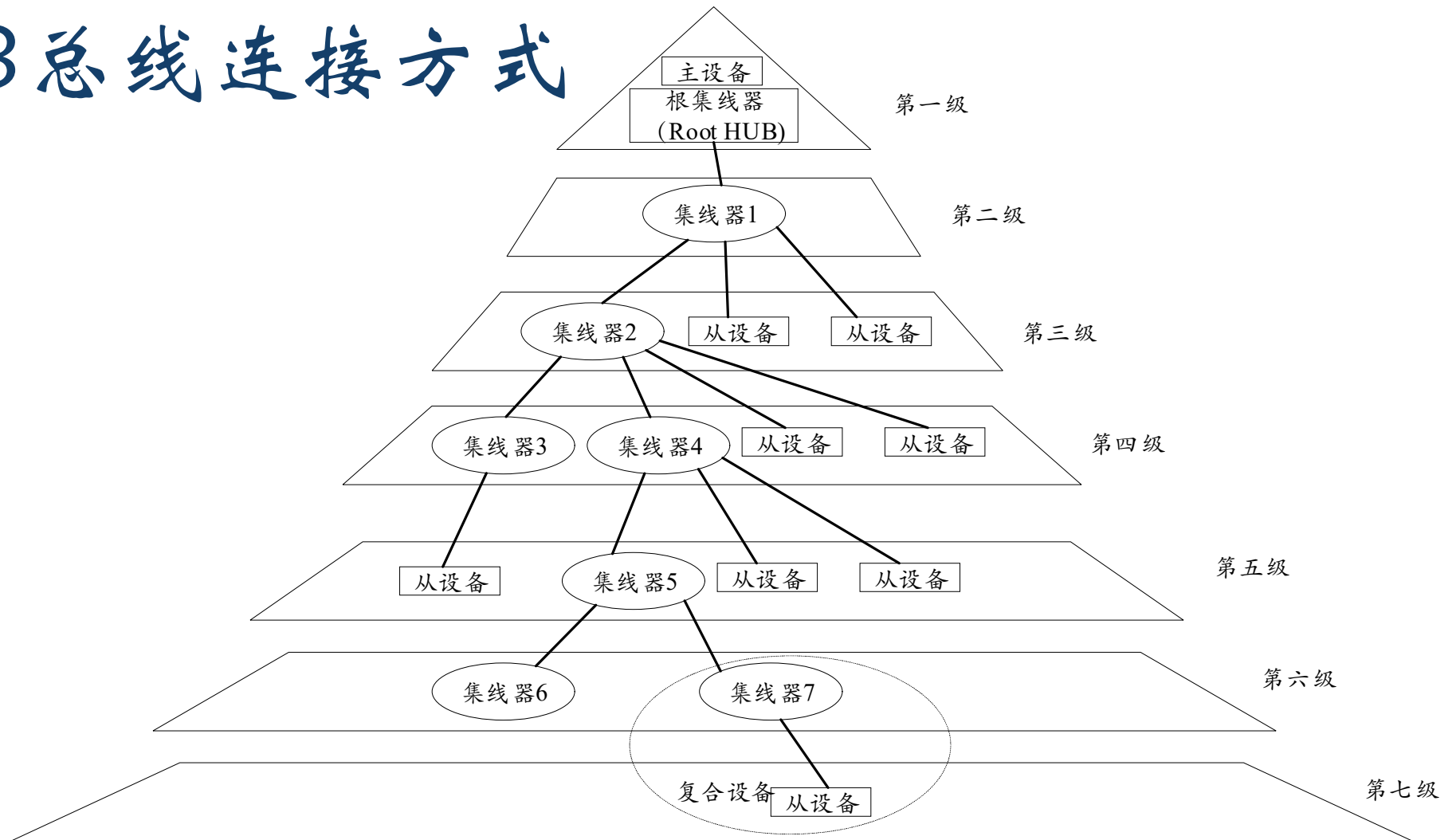


# USB 总线

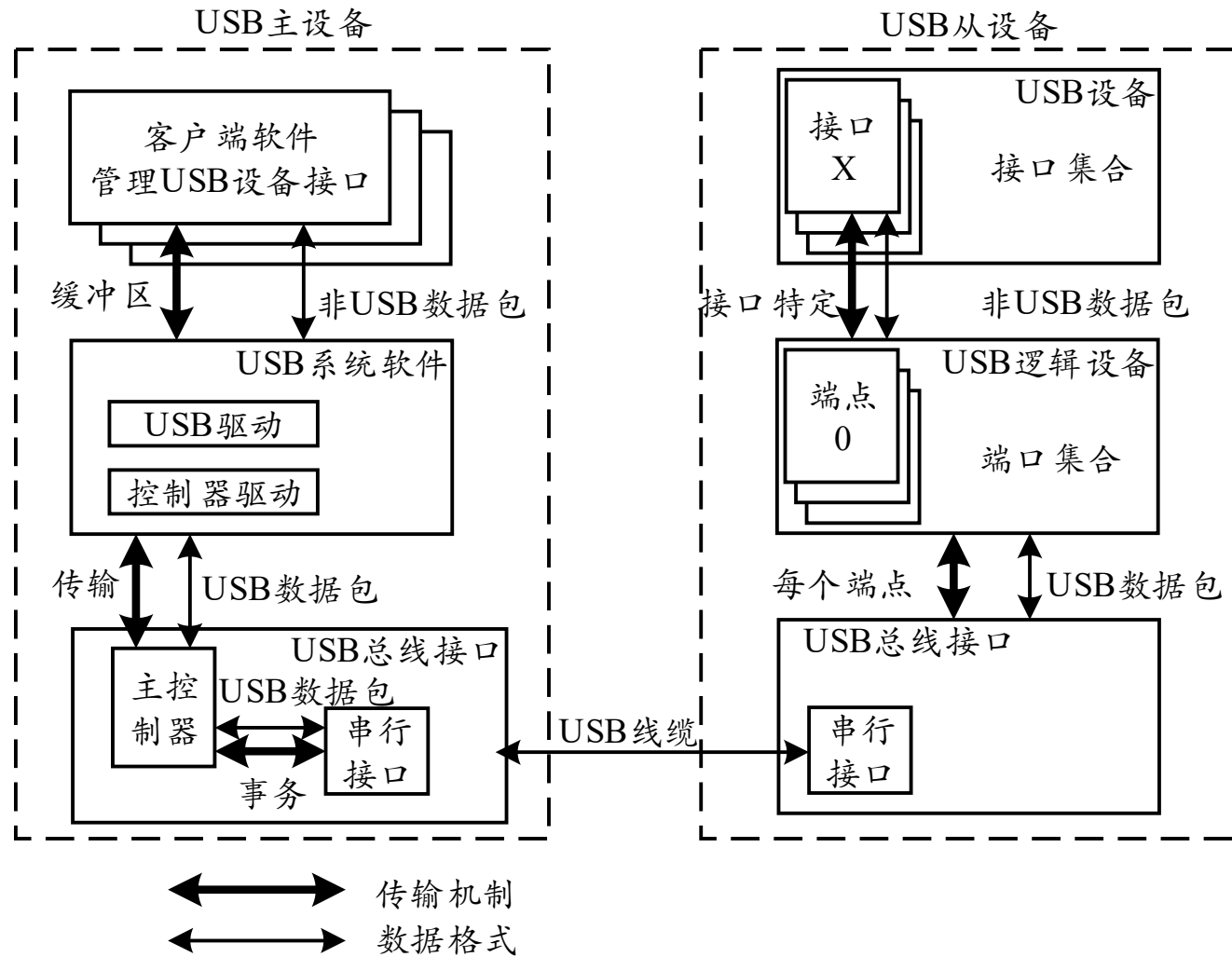


| 引脚 | 名称               | 电缆颜色 | 功能                      |
|----|------------------|------|-------------------------|
| 1  | V <sub>BUS</sub> | 红    | +5v                     |
| 2  | D+               | 白    | 数据线+                    |
| 3  | D-               | 绿    | 数据线-                    |
| 4  | ID               | 无    | USB主设备连接到信号地，USB从设备不连接地 |
| 5  | GND              | 黑    |                         |

# USB总线连接方式

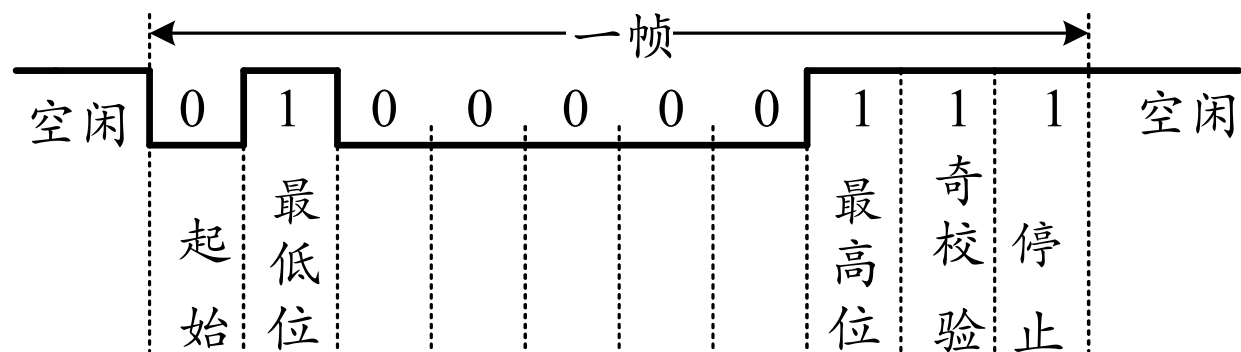
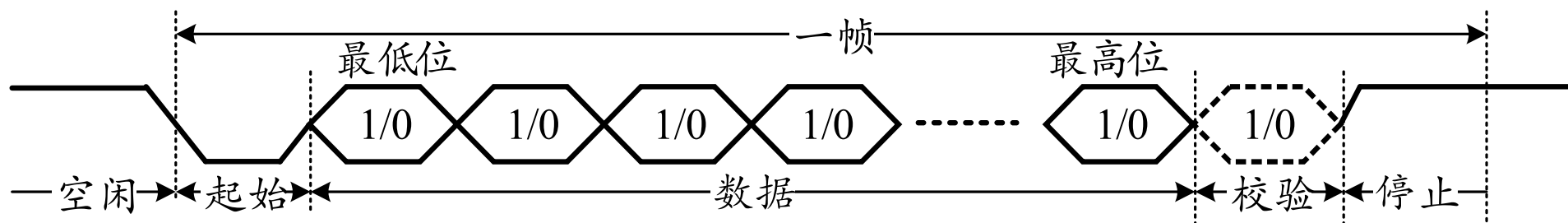


# USB 协议



# UART总线信号、链路层协议

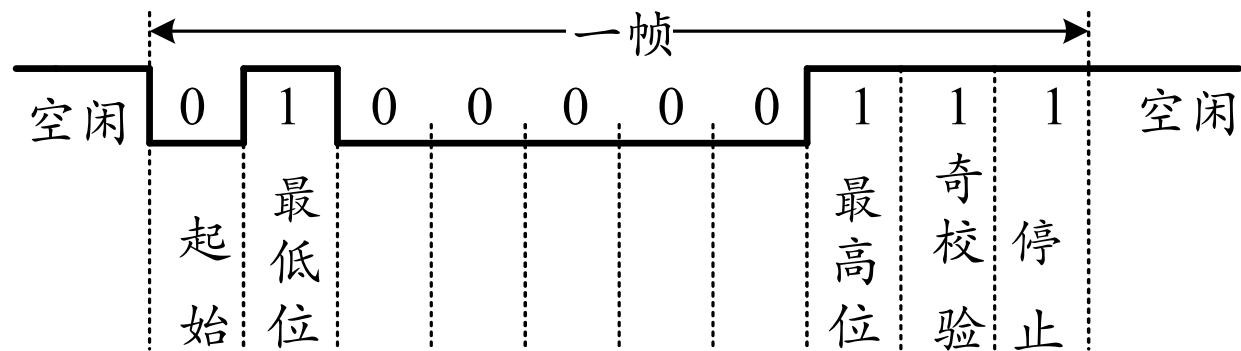
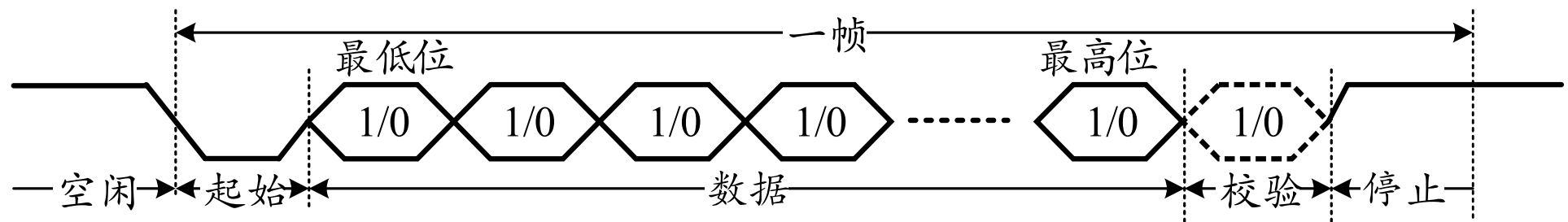
VCC、GND、RXD(接收端)、TXD(发送端)



传输'A'的波形

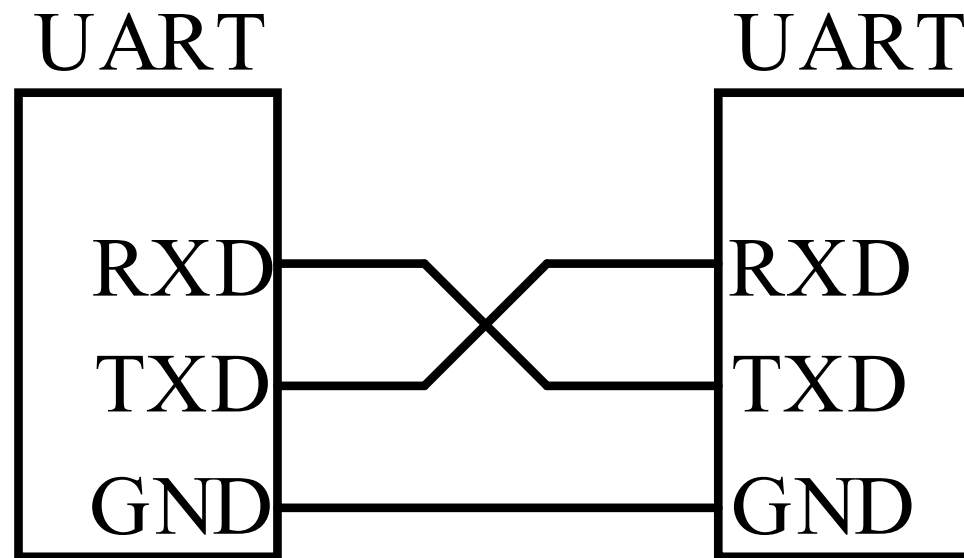


# UART链路层协议

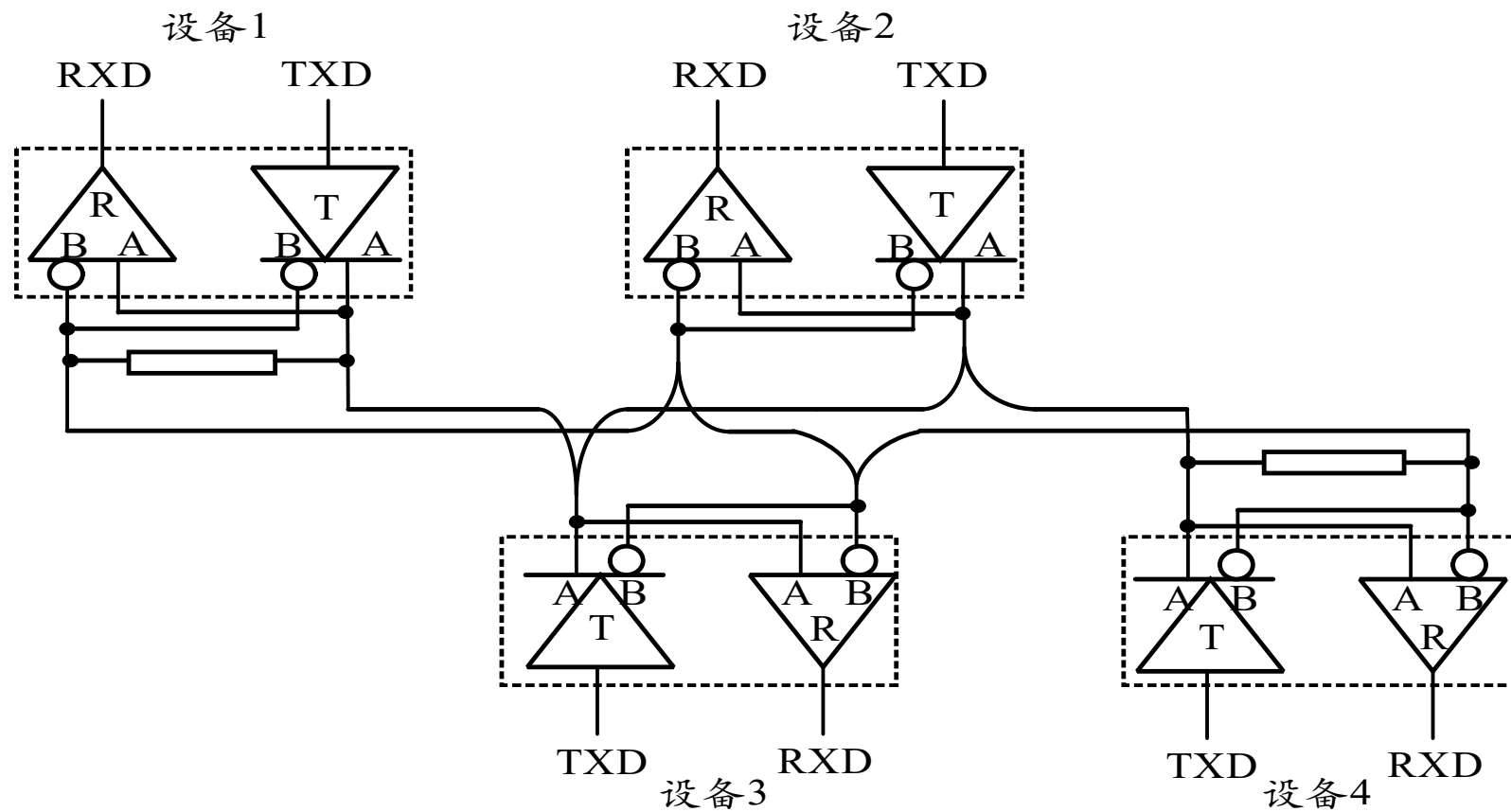


传输'A'的波形

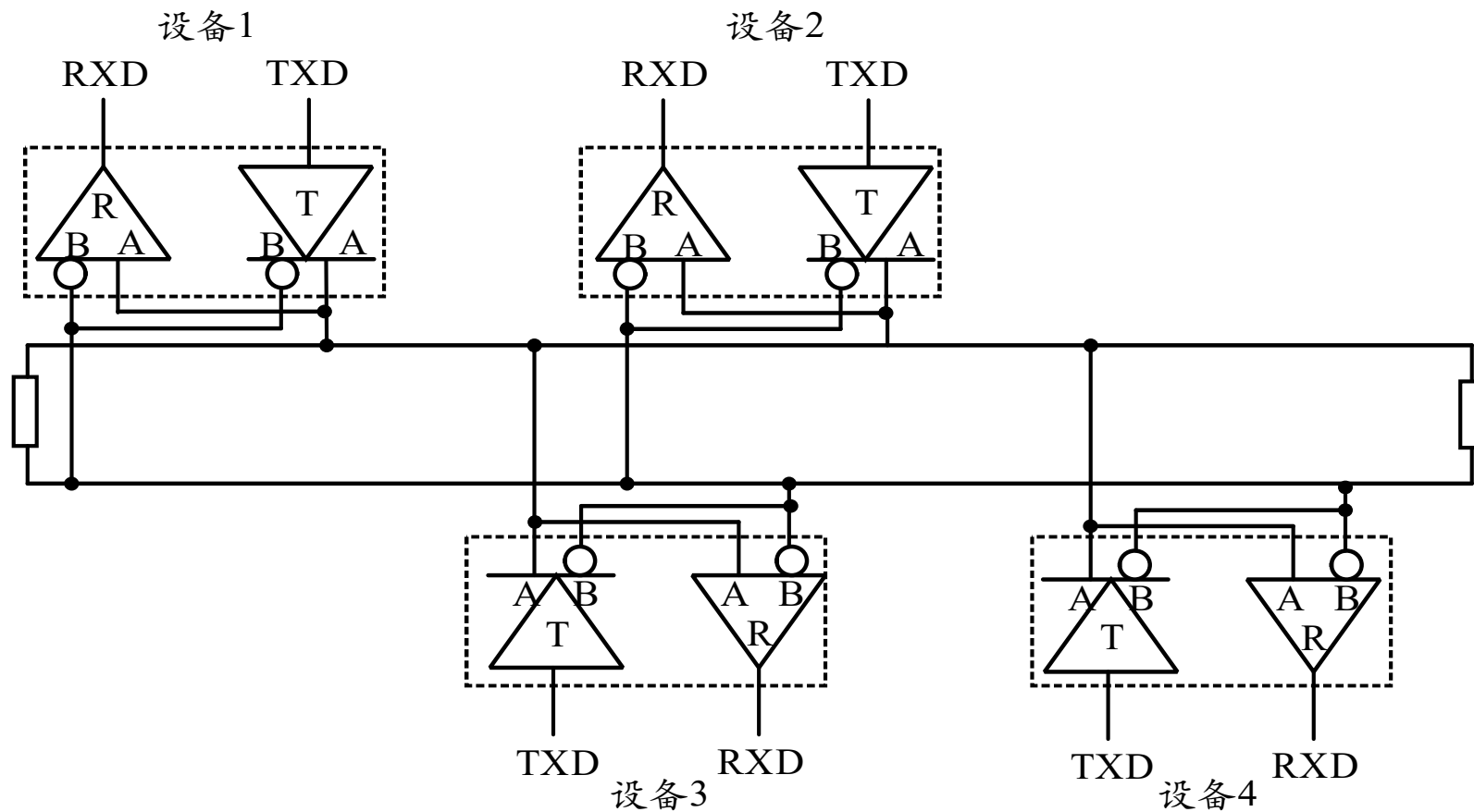
# UART拓扑-点对点



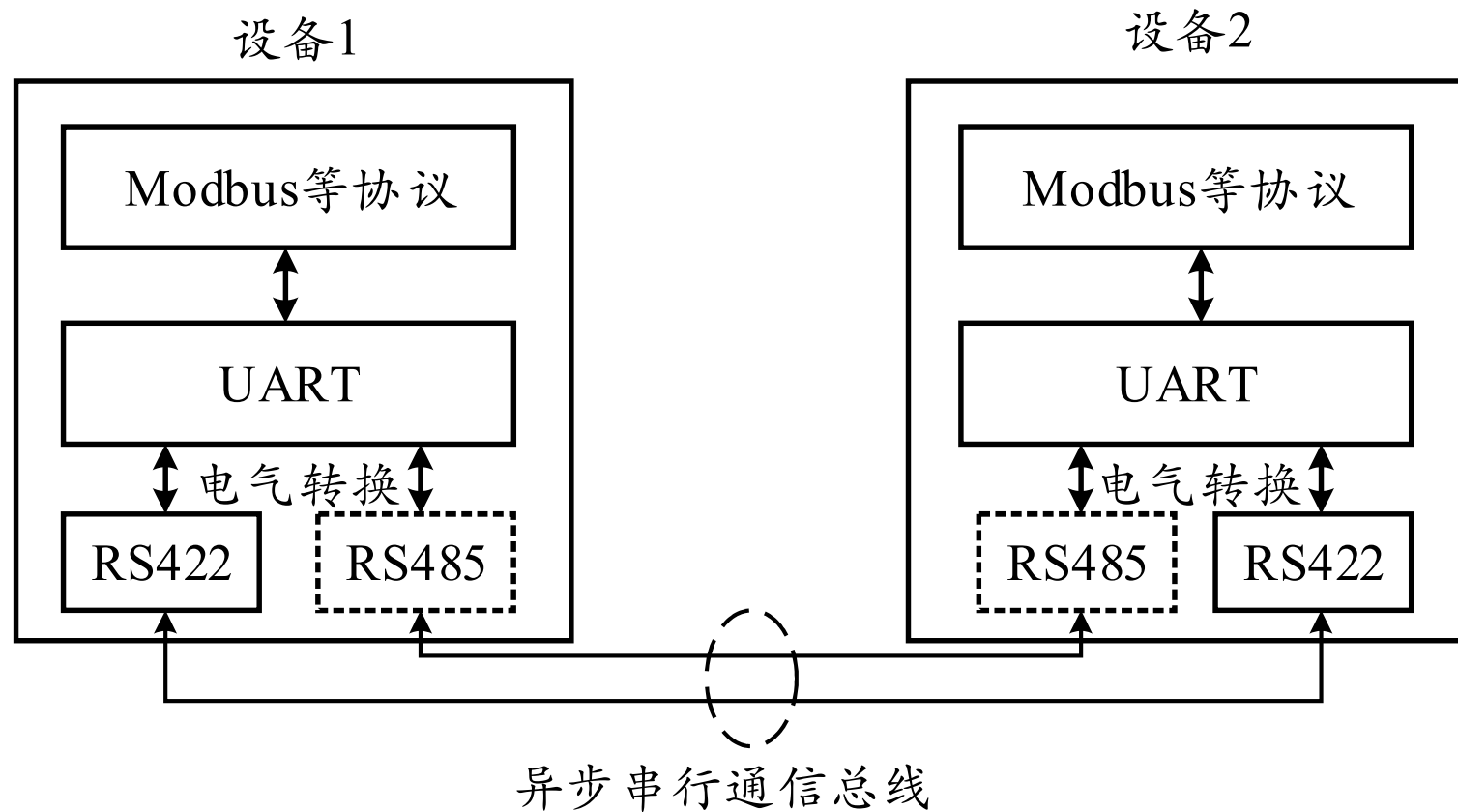
# UART网络拓扑-链式拓扑



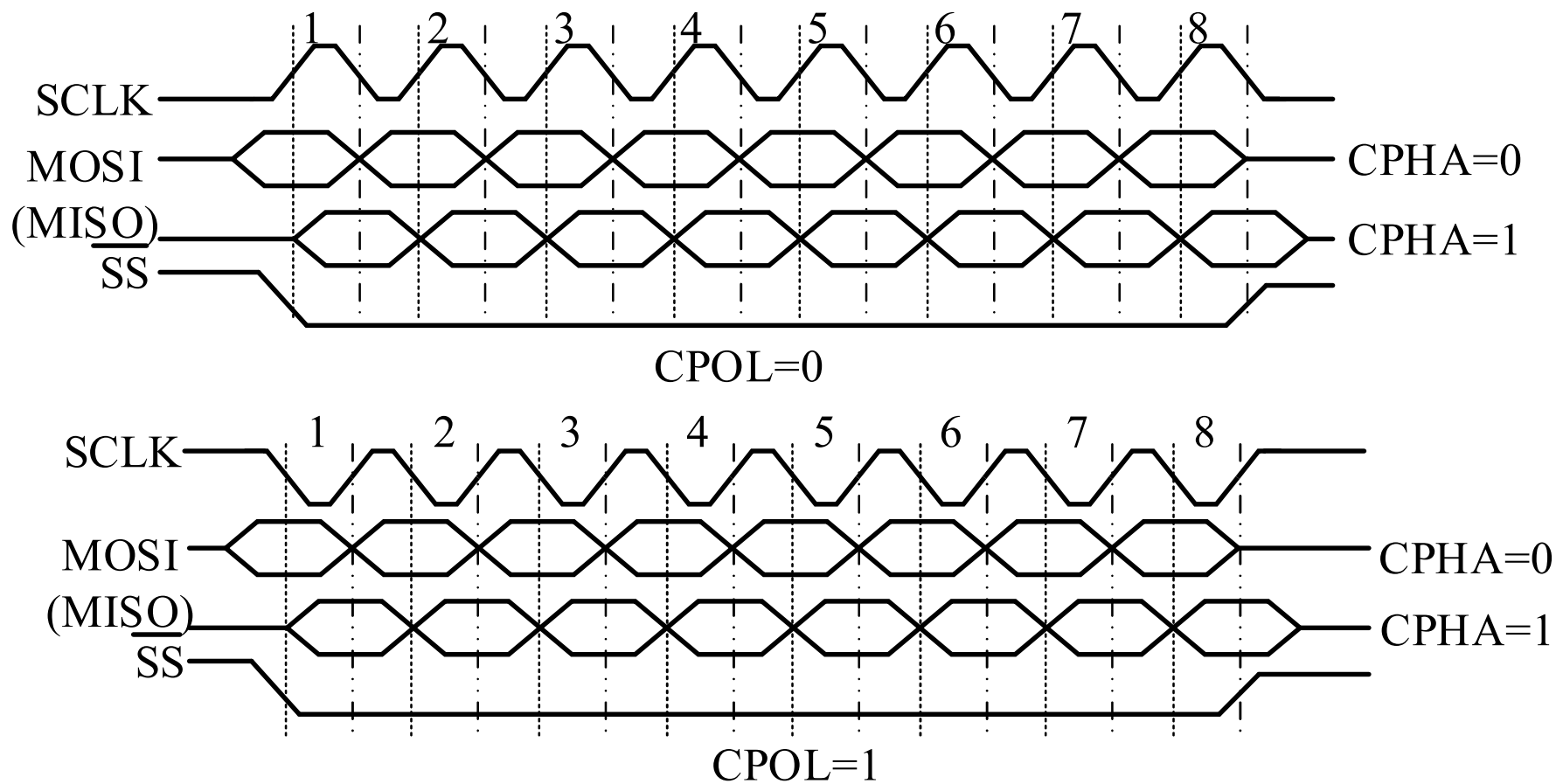
# UART网络拓扑-总线



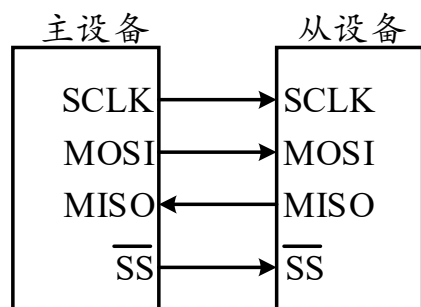
# UART总线通信协议



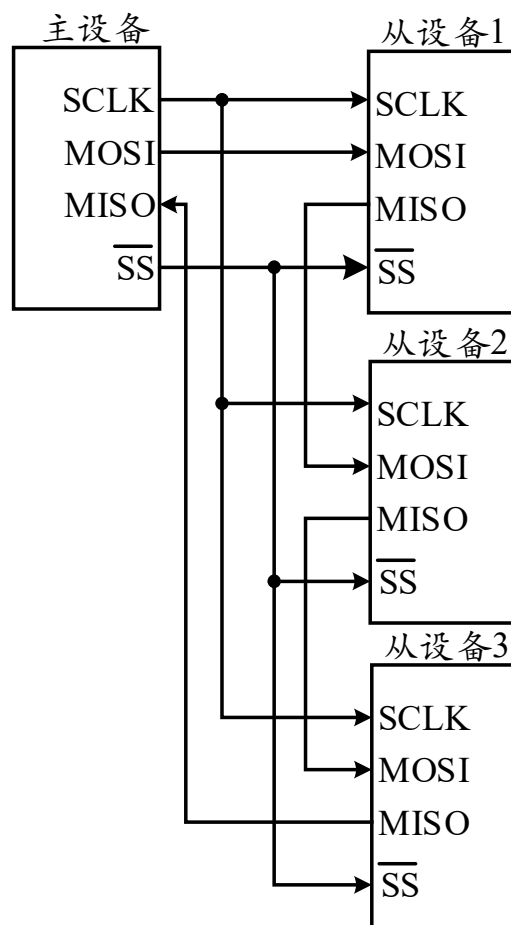
# SPI总线-链路层协议



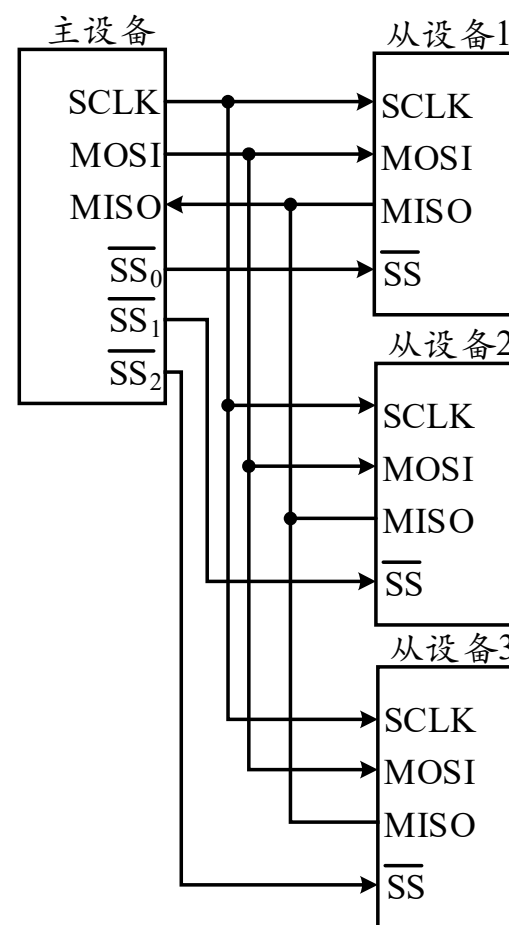
# SPI网络拓扑



点对点拓扑

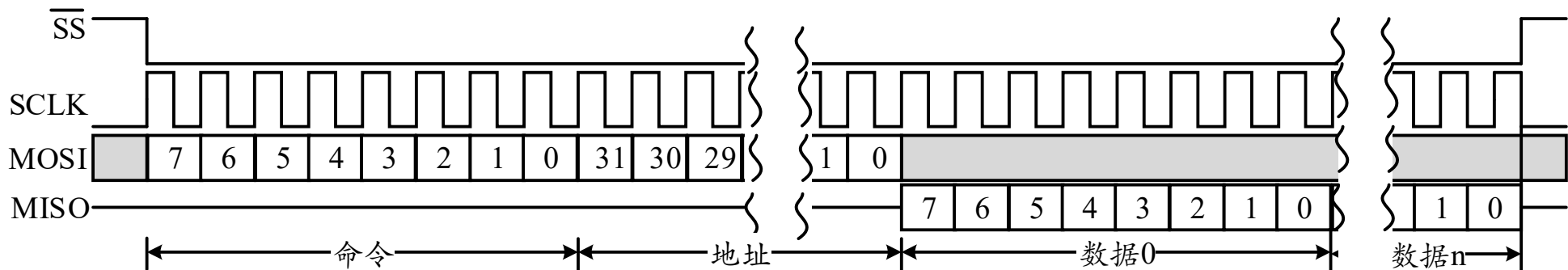


点对多点链式

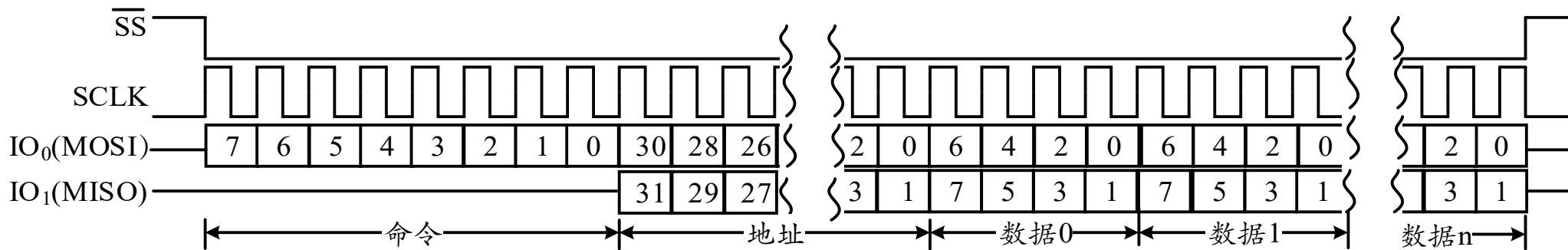


点对多点总线

# SPI、DSPI存储器操作时序



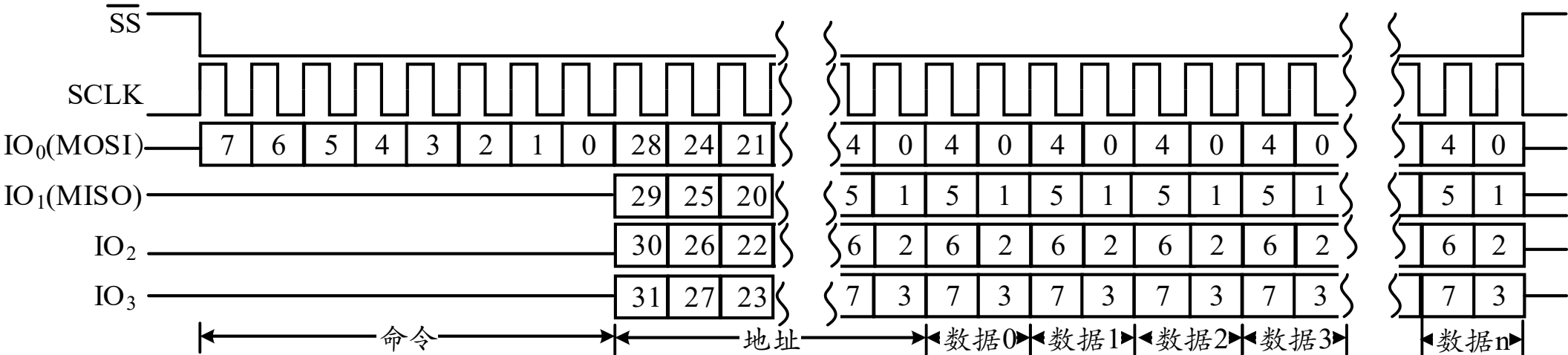
SPI



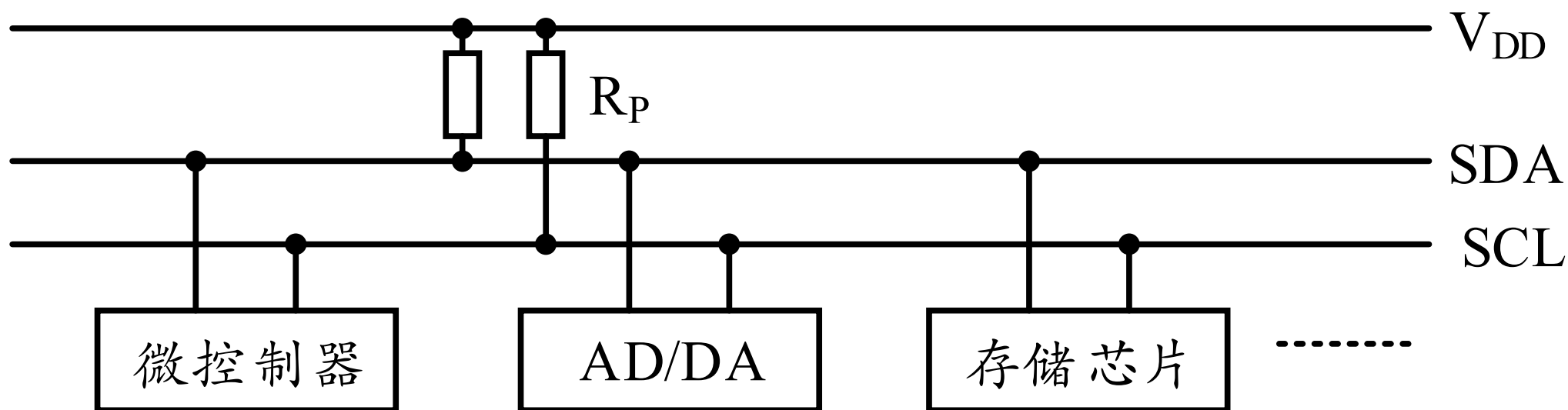
DSPI



# QSPI存储器操作时序

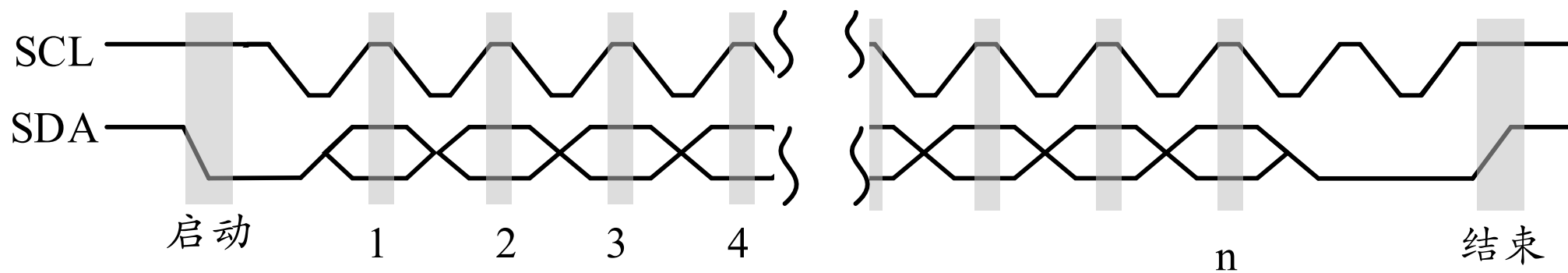


# IIC总线



单根数据线双向通信

# IIC链路层时序



# IIC寻址方式

|     |                |                |                |                |                |                |                |            |     |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|-----|
|     | 第一帧信息          |                |                |                |                |                |                |            | ACK |
| 数据位 | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0          |     |
| 含义  | A <sub>6</sub> | A <sub>5</sub> | A <sub>4</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>0</sub> | 1=读<br>0=写 |     |
|     | 7位地址           |                |                |                |                |                |                |            |     |

|     |         |   |   |   |   |                |                |            |     |                |                |                |                |                |                |                |                |     |
|-----|---------|---|---|---|---|----------------|----------------|------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
|     | 第一帧信息   |   |   |   |   |                |                |            | ACK | 第二帧信息          |                |                |                |                |                |                |                | ACK |
| 数据位 | 7       | 6 | 5 | 4 | 3 | 2              | 1              | 0          |     | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0              |     |
| 值   | 1       | 1 | 1 | 1 | 0 | x              | x              | 1=读<br>0=写 |     | x              | x              | x              | x              | x              | x              | x              | x              |     |
| 含义  | 10位地址特征 |   |   |   |   | A <sub>9</sub> | A <sub>8</sub> |            |     | A <sub>7</sub> | A <sub>6</sub> | A <sub>5</sub> | A <sub>4</sub> | A <sub>3</sub> | A <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> | A <sub>0</sub> |     |

# IIC总线7位地址寻址读写时序

|    |      |   |     |    |     |     |                         |    |
|----|------|---|-----|----|-----|-----|-------------------------|----|
| 启动 | 7位地址 | 1 | ACK | 数据 | ACK | ... | $\overline{\text{ACK}}$ | 结束 |
|----|------|---|-----|----|-----|-----|-------------------------|----|

读时序

|    |      |   |     |    |     |     |                              |    |
|----|------|---|-----|----|-----|-----|------------------------------|----|
| 启动 | 7位地址 | 0 | ACK | 数据 | ACK | ... | ACK/ $\overline{\text{ACK}}$ | 结束 |
|----|------|---|-----|----|-----|-----|------------------------------|----|

写时序

|    |      |   |     |    |     |      |   |     |    |     |    |                         |    |
|----|------|---|-----|----|-----|------|---|-----|----|-----|----|-------------------------|----|
| 启动 | 7位地址 | 0 | ACK | 数据 | ACK | 7位地址 | 1 | ACK | 数据 | ACK | .. | $\overline{\text{ACK}}$ | 结束 |
|----|------|---|-----|----|-----|------|---|-----|----|-----|----|-------------------------|----|

写、读转换时序

# 小结

- 外部总线发展趋势
  - 串行总线
  - 高速总线差分传输
  - 物理层协议
  - 链路层协议
  - 数据传输层协议

下一讲：存储器接口