



计算机操作系统

6 设备管理 – 6.1设备管理基础

6.1.2 I/O控制方式

设备控制器(3)

轮询方式(2)

中断方式(2)

DMA方式(4)

I/O控制方式的演化(1)

I/O通道(3)

I/O发展对总线的影响(4)

设备控制器

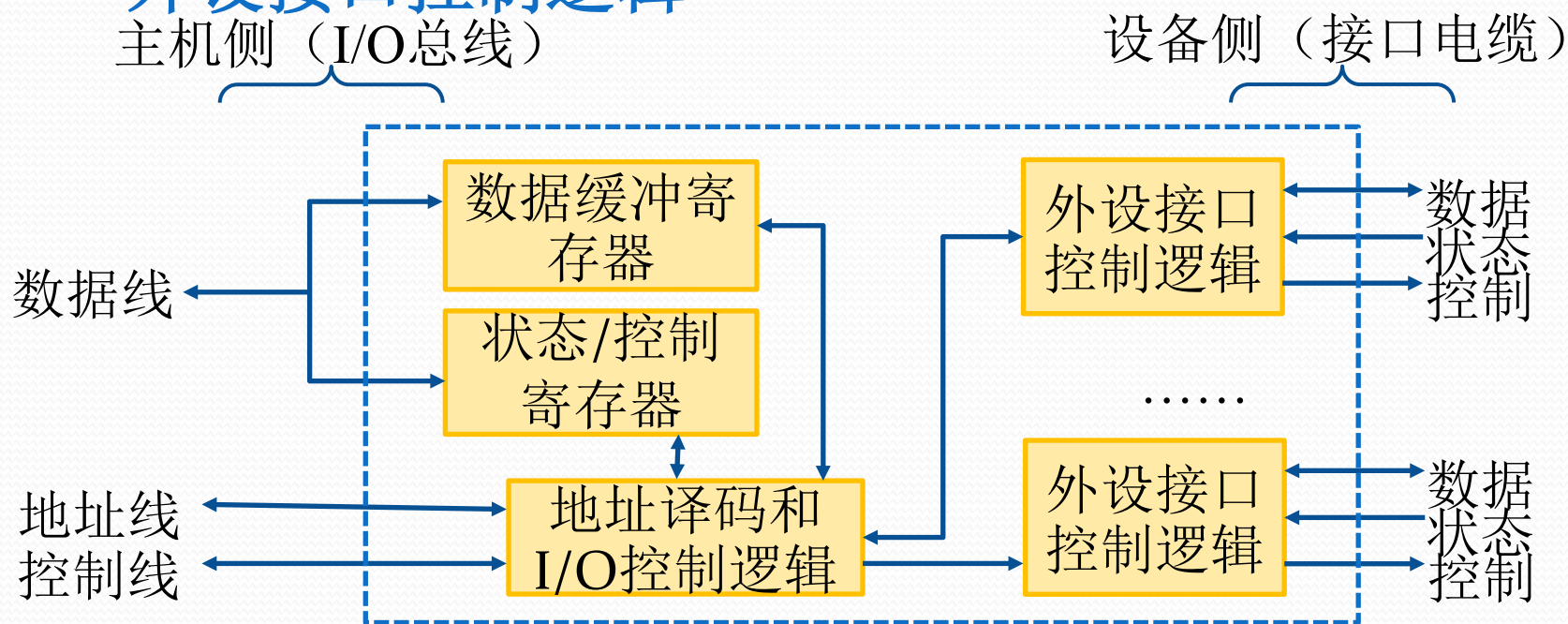
- 为达到模块化和通用性的设计目标，通常将I/O设备中的机械部件和电子部件分开处理
- 其中，电子部件称为设备控制器
- 设备控制器又称为设备适配器、I/O控制器、I/O控制接口，简称I/O模块或I/O接口
- 操作系统与控制器交互，而非与设备交互

设备控制器的功能

- 设备控制器是CPU与设备之间的接口
 - 接收和识别CPU或通道发来的命令
 - 实现数据交换
 - 发现和记录设备及自身的状态信息，供CPU处理使用
 - 当连接多台设备时，设备地址识别

设备控制器的组成部分（例）

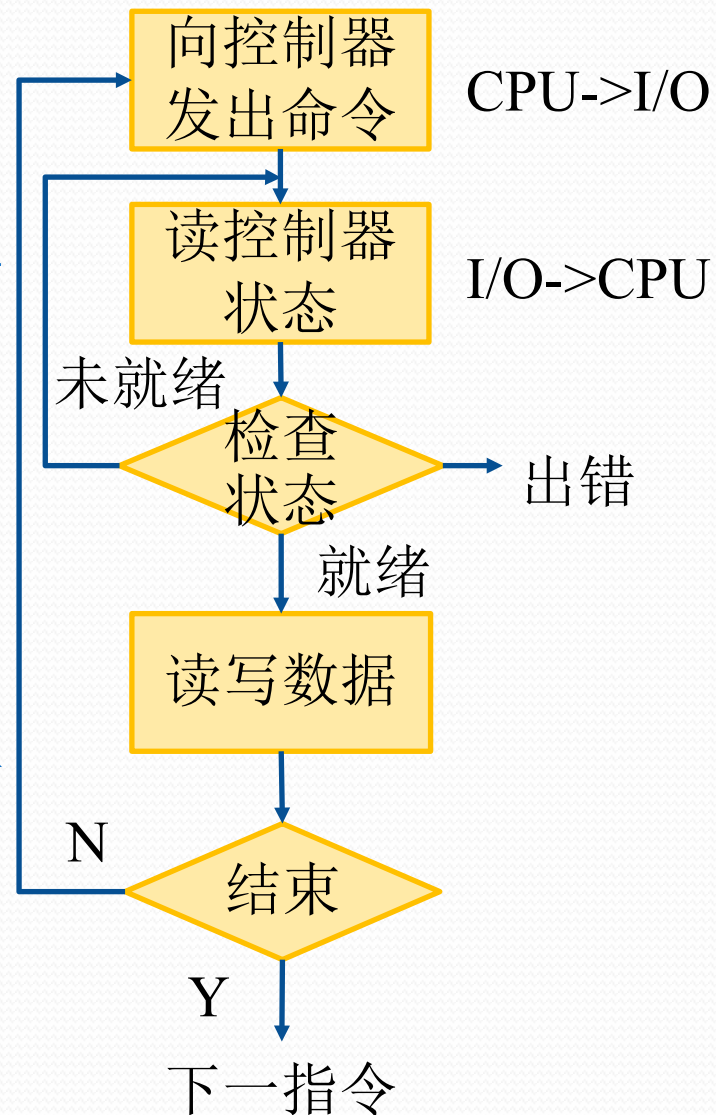
- 状态/控制寄存器
- 数据缓冲寄存器
- 地址译码器和I/O控制逻辑
- 外设接口控制逻辑



轮询方式

- 流程:

- 处理器向控制器发送一个I/O命令
- 如果设备未就绪, 则重复测试过程, 直至设备就绪
- 执行数据交换
- 等待I/O操作完成后, 才可以继续其它操作



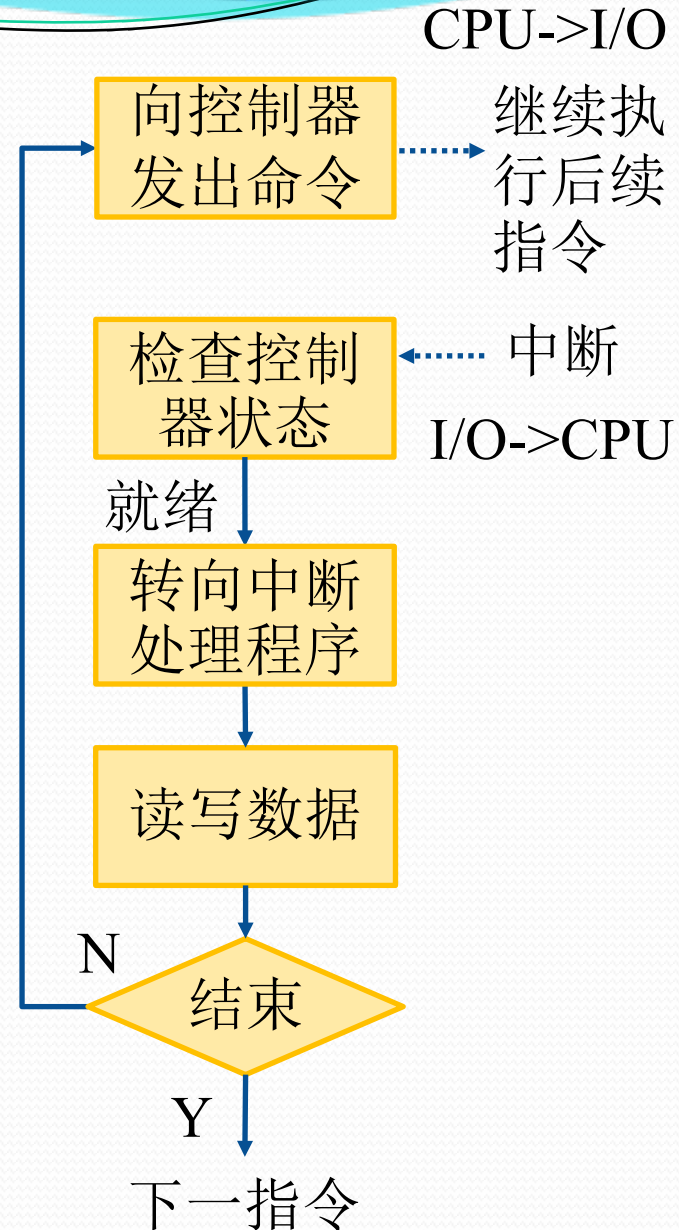
轮询方式（续）

- 处理I/O请求会终止原程序的执行
- CPU需要等待I/O设备就绪
- CPU需要参与数据传送
- CPU和设备只能串行工作，效率低下

中断方式

- 流程:

- 处理器向控制器发出一个I/O命令，然后继续执行后续指令
 - 如果该进程不需要等待I/O完成，后续指令可以仍是该进程中的指令
 - 否则，该进程在这个中断上挂起，处理器执行其他工作
- 控制器检查设备状态，就绪后发起中断
- CPU响应中断，转向中断处理程序
- 中断处理程序执行数据读写操作
- 恢复执行原先的程序



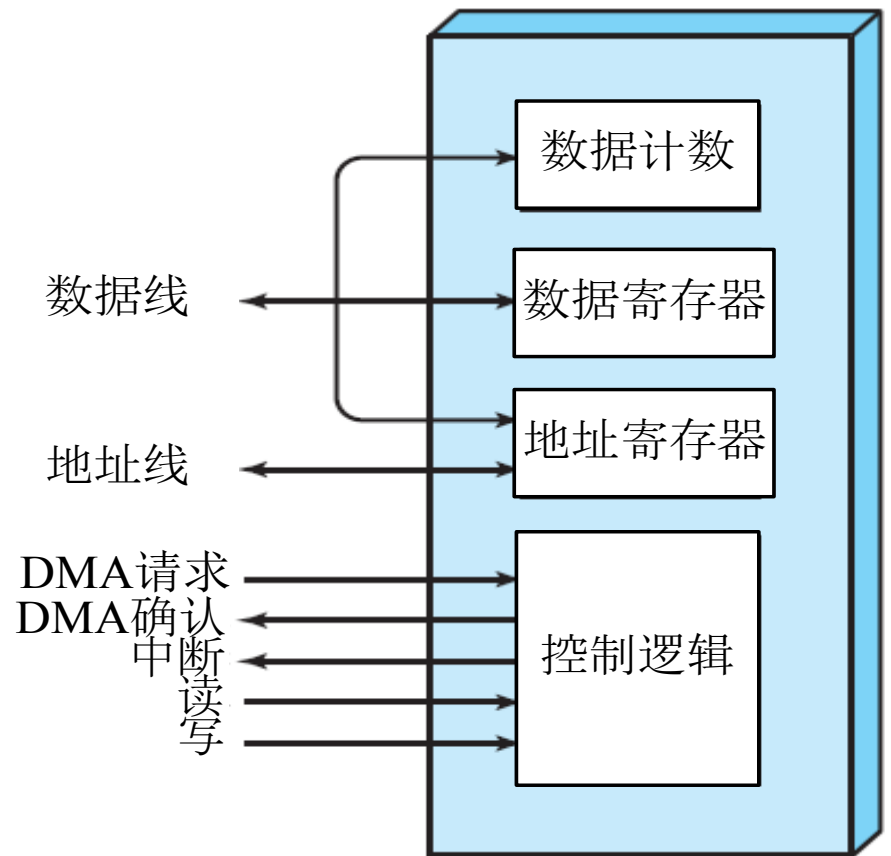
中断方式（续）

- 响应中断后会终止原程序的执行
- CPU不需要等待I/O设备就绪
- CPU需要参与数据传送
- CPU和设备部分并行操作，效率有所提高

直接存储器访问（DMA）方式

- DMA模块

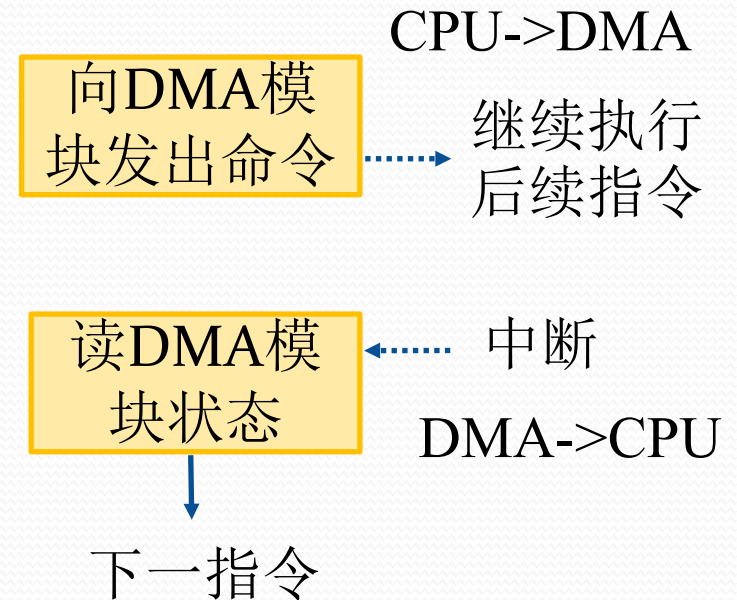
- 模仿处理器来控制主存和设备控制器之间的数据交换



直接存储器访问 (DMA) 方式

- 流程:

- 处理器向DMA模块发出I/O命令
- 处理器继续执行其它工作，DMA模块负责传送全部数据
- 数据传送结束后，DMA中断处理器

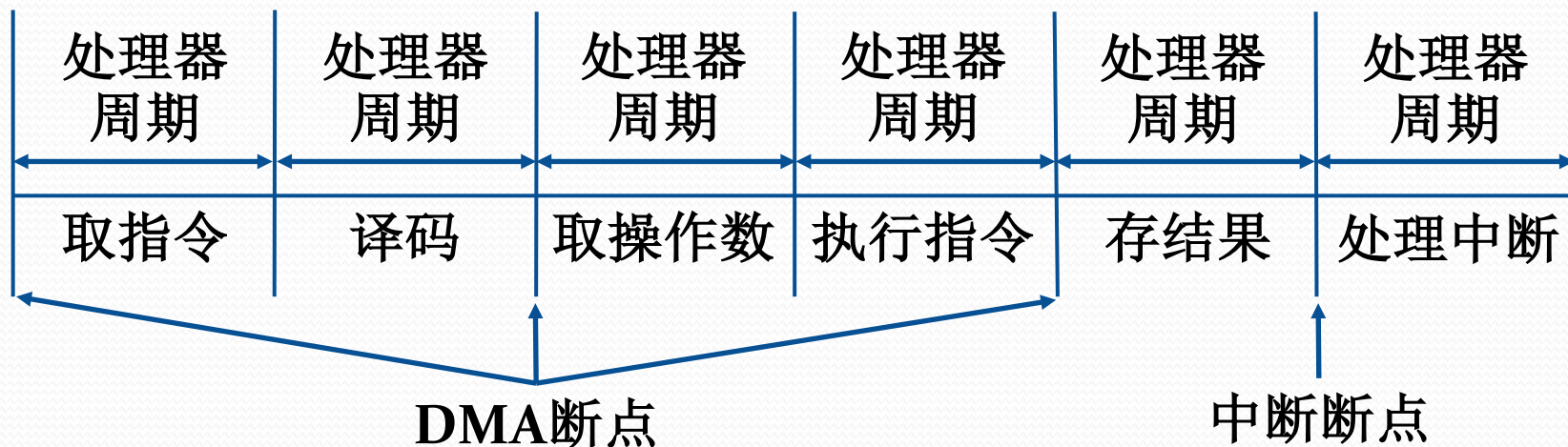


直接存储器访问（DMA）方式

- CPU不会终止原程序的执行
- CPU只在数据传送的开始和结束时参与
 - 开始时，CPU需要对DMA模块进行初始化
 - 结束时，CPU响应中断，但不必保存现场

DMA方式中的周期窃取

- 当DMA和CPU同时经总线访问内存时，CPU总是将总线的占有权让给DMA一个或几个主存周期
- 周期窃取对延迟CPU与主存的数据交换影响不大
 - 数据传送过程是不连续的和不规则的
 - CPU大部分情况下与Cache进行数据交换，直接访问内存较少



I/O控制方式的演化

- 采用**轮询**方式的设备控制器
 - CPU需要等待设备就绪，且参与数据传送
- 采用**中断**方式的设备控制器
 - CPU无需等待设备就绪，但响应中断后参与数据传送
- 通过**DMA**直接控制存储器
 - CPU在数据传送开始和结束时参与，与主存进行数据交换时不参与

CPU作用	等待设备	数据传送
轮询方式	需要	参与
中断方式	不需要	参与
DMA方式	不需要	不参与

I/O通道

- 又称为通道控制器、I/O处理器
- 设备控制器包含自身专用的处理器和通道程序
 - I/O指令不再由处理器执行，而是存在主存中，由I/O通道所包含的处理器执行
 - 采用四级连接：处理器，通道，控制器，设备
 - 可控制多台同类或不同类的设备

I/O通道（续）

- 流程：
 - CPU在遇到I/O请求，启动指定通道
 - 一旦启动成功，通道开始控制I/O设备进行操作，CPU执行其他任务
 - I/O操作完成后，I/O通道发出中断，CPU停止当前工作，转向处理I/O操作结束事件
- CPU与通道并行工作

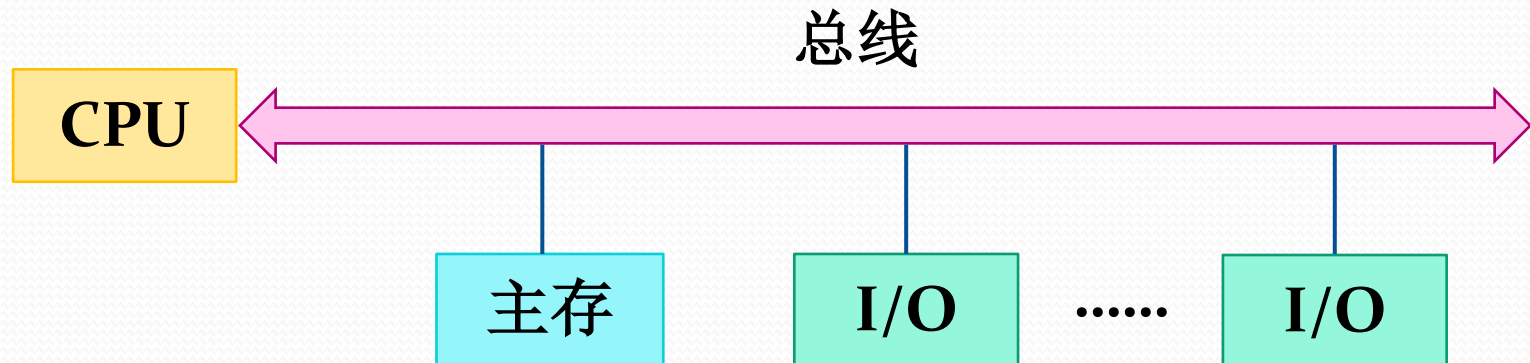
I/O通道（续）

- 带有局部存储器的I/O通道
 - 相当于一台自治的计算机
 - I/O指令存储在控制器自带的局部存储器中，并由I/O通道所包含的处理器执行
 - 可以控制大量的I/O设备，同时最小化CPU的干涉
 - 常用于交互式终端通信，负责包括控制终端在内的大部分任务

I/O发展对总线的影响

- 单总线

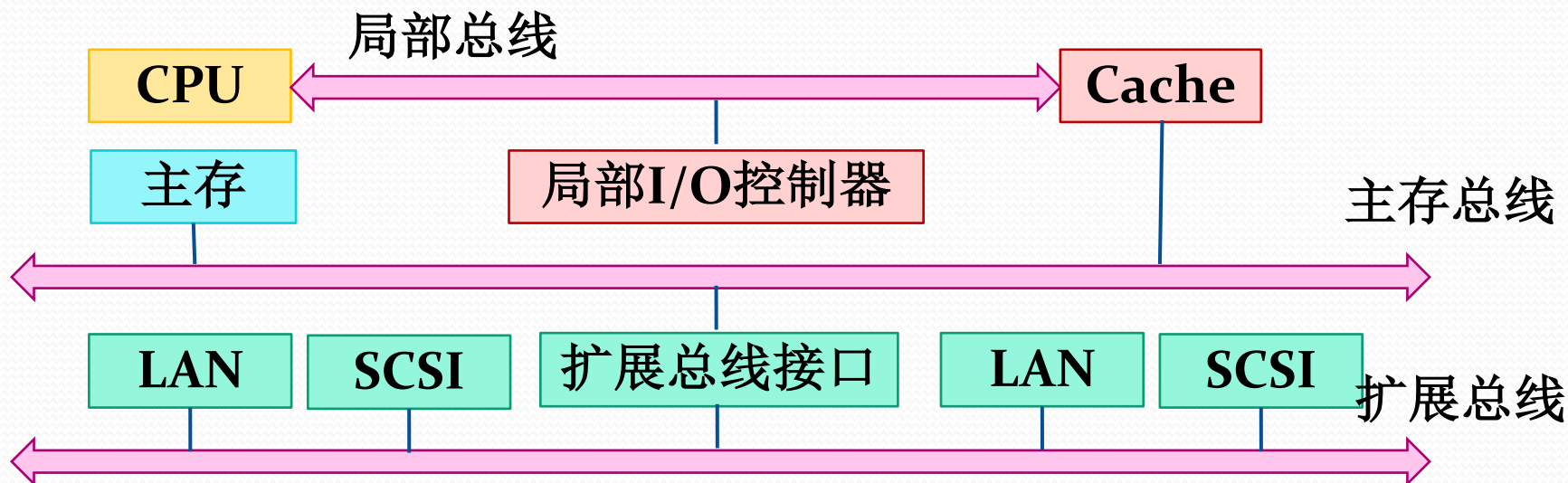
- 将CPU、主存和I/O模块连接到同一组总线上
- 优点：结构简单，易于扩充
- 缺点：主存需要和I/O模块共用总线；设备增多会造成总线变长，进而增加传输时延；无法适用于大量高速设备



I/O发展对总线的影响（续）

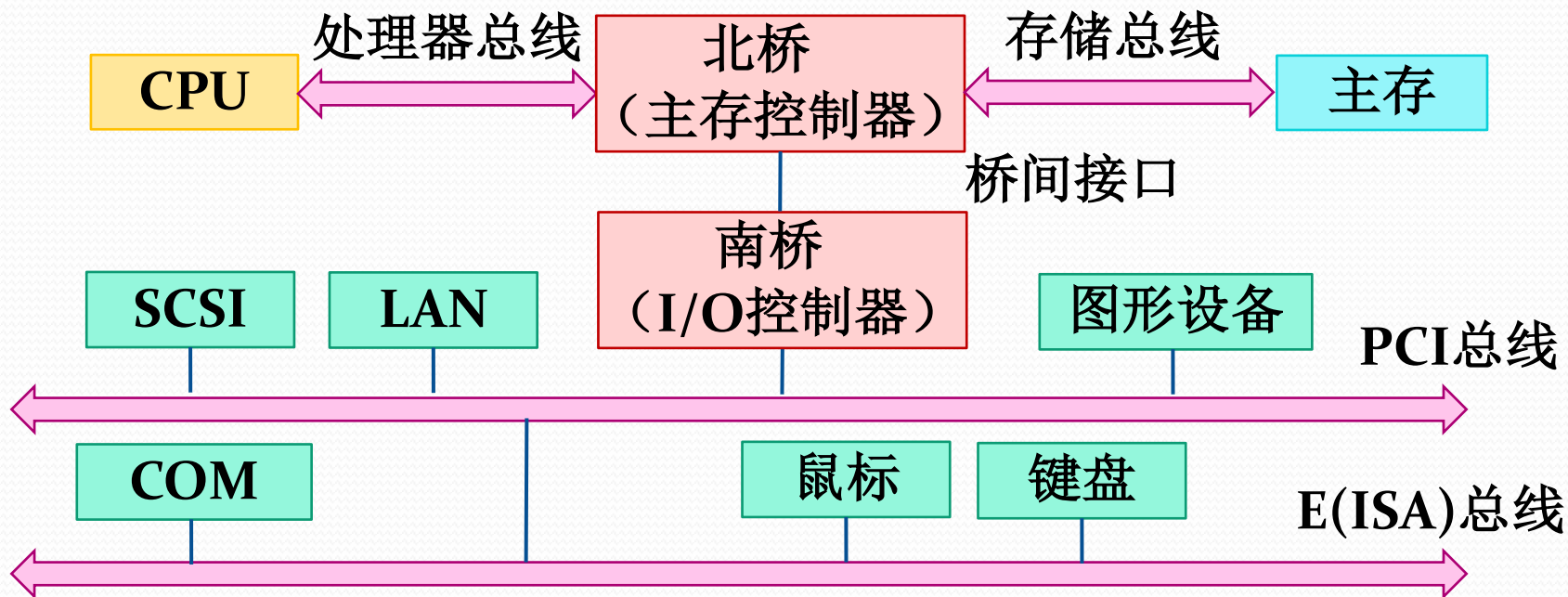
- 传统的三级总线（例）

- 主存和Cache通过主存总线传送数据，主存总线和扩展总线上的I/O设备之间传送数据通过扩展总线接口缓冲
- 优点：主存与I/O之间的数据传送与处理器的活动分离；可以支持更多的I/O设备
- 缺点：不适用于I/O设备数据速率相差太大的情形



I/O发展对总线的影响（续）

- 采用南北桥的多级总线（例）
 - 通过存储总线、PCI总线、E(ISA)总线分别连接主存、高速I/O设备和低速I/O设备
 - 优点：可以支持不同数据速率的I/O设备



I/O发展对总线的影响（续）

- 采用I/O通道的多级总线（例）
 - 支持CPU、主存和多个I/O通道之间的数据传送
 - 支持I/O通道和I/O控制器，以及I/O控制器和设备之间的数据传送

