

计算机组成原理

翁睿

哈尔滨工业大学

第 3 章 系统总线

3.1 总线的基本概念

3.2 总线的分类

3.3 总线特性及性能指标

3.4 总线结构

3.5 总线控制

3.1 总线的基本概念

一、为什么要用总线

二、什么是总线

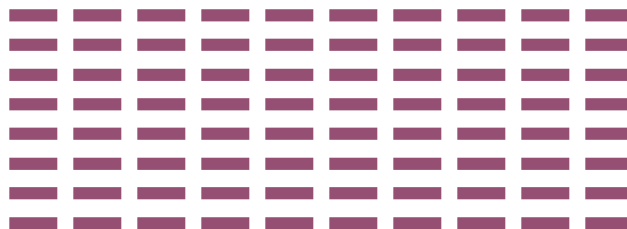
总线是连接各个部件的信息传输线，
是 各个部件共享的传输介质

三、总线上信息的传送

串行



并行

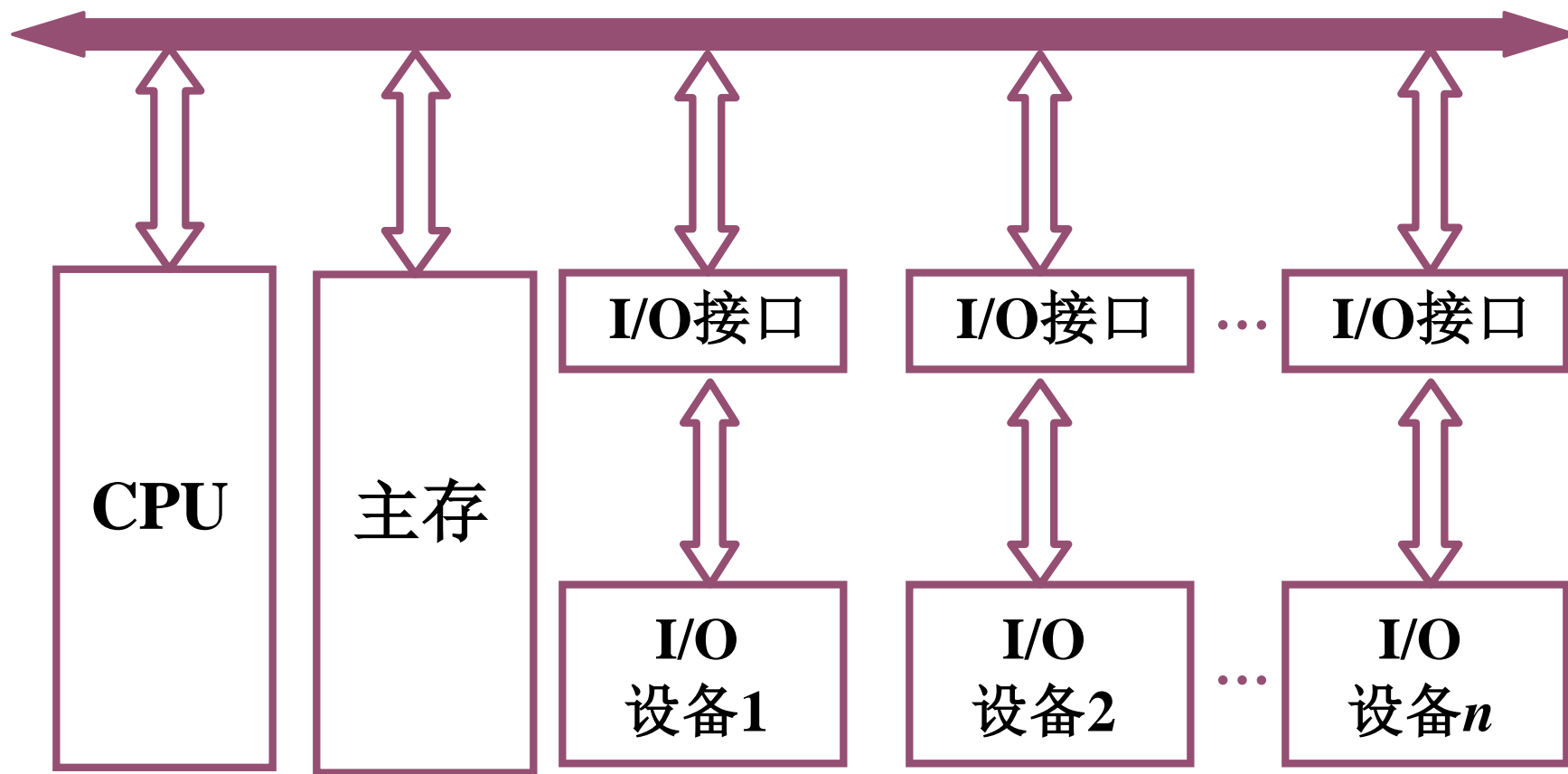


四、总线结构的计算机举例

3.1

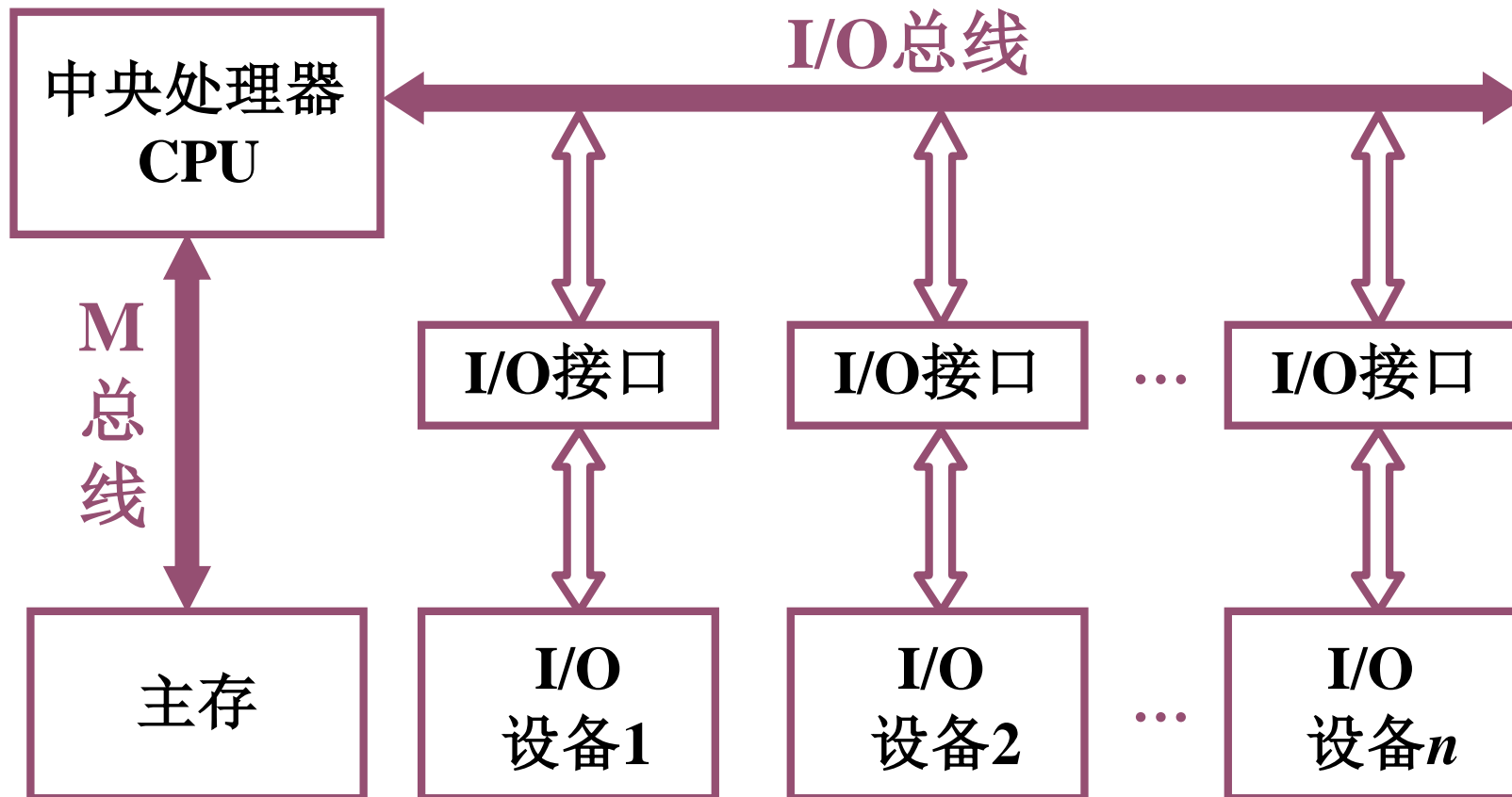
1.单总线结构框图

单总线（系统总线）

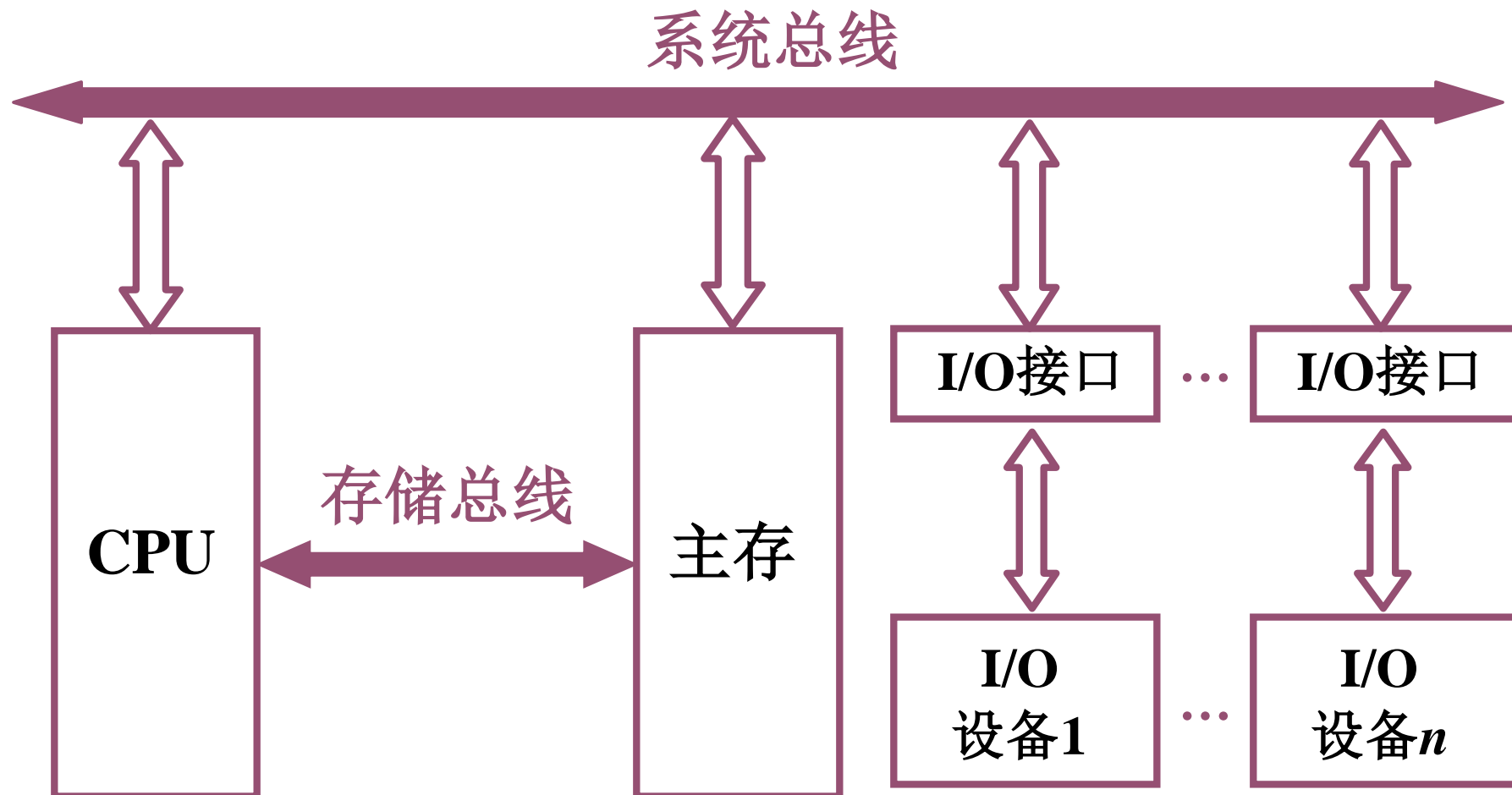


2.面向 CPU 的双总线结构框图

3.1



3. 以存储器为中心的双总线结构框图



3.2 总线的分类

1. 片内总线 芯片内部的总线

2. 系统总线 计算机各部件之间的信息传输线

数据总线 双向 与机器字长、存储字长有关

地址总线 单向 与存储地址、I/O地址有关

控制总线 有出 有入

中断请求、总线请求

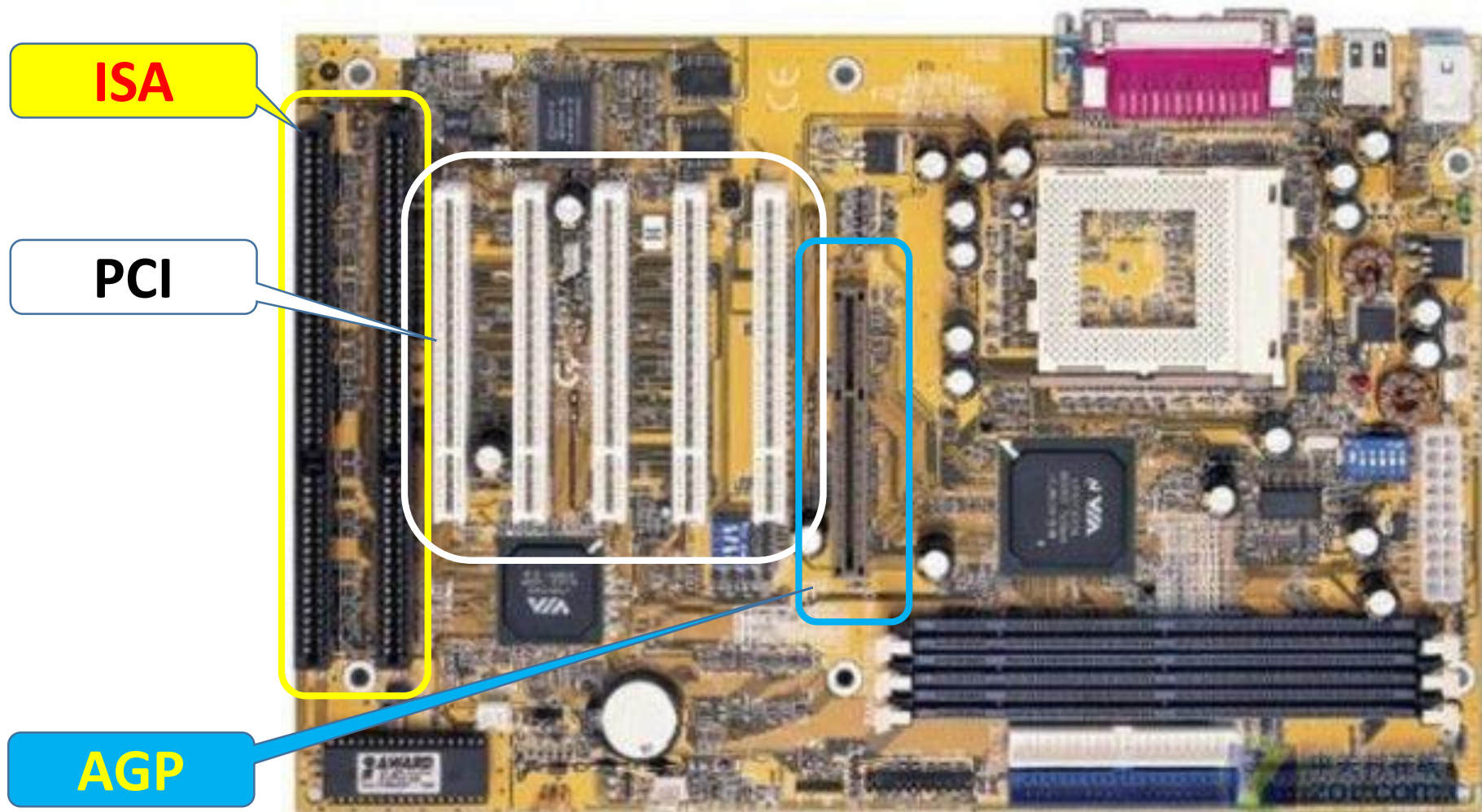
存储器读、存储器写
总线允许、中断确认

3. 通信总线

用于 计算机系统之间 或 计算机系统
与其他系统（如控制仪表、移动通信等）
之间的通信

传输方式 { 串行通信总线
并行通信总线

4. 常见总线接口举例



4. 常见总线接口举例

3.2

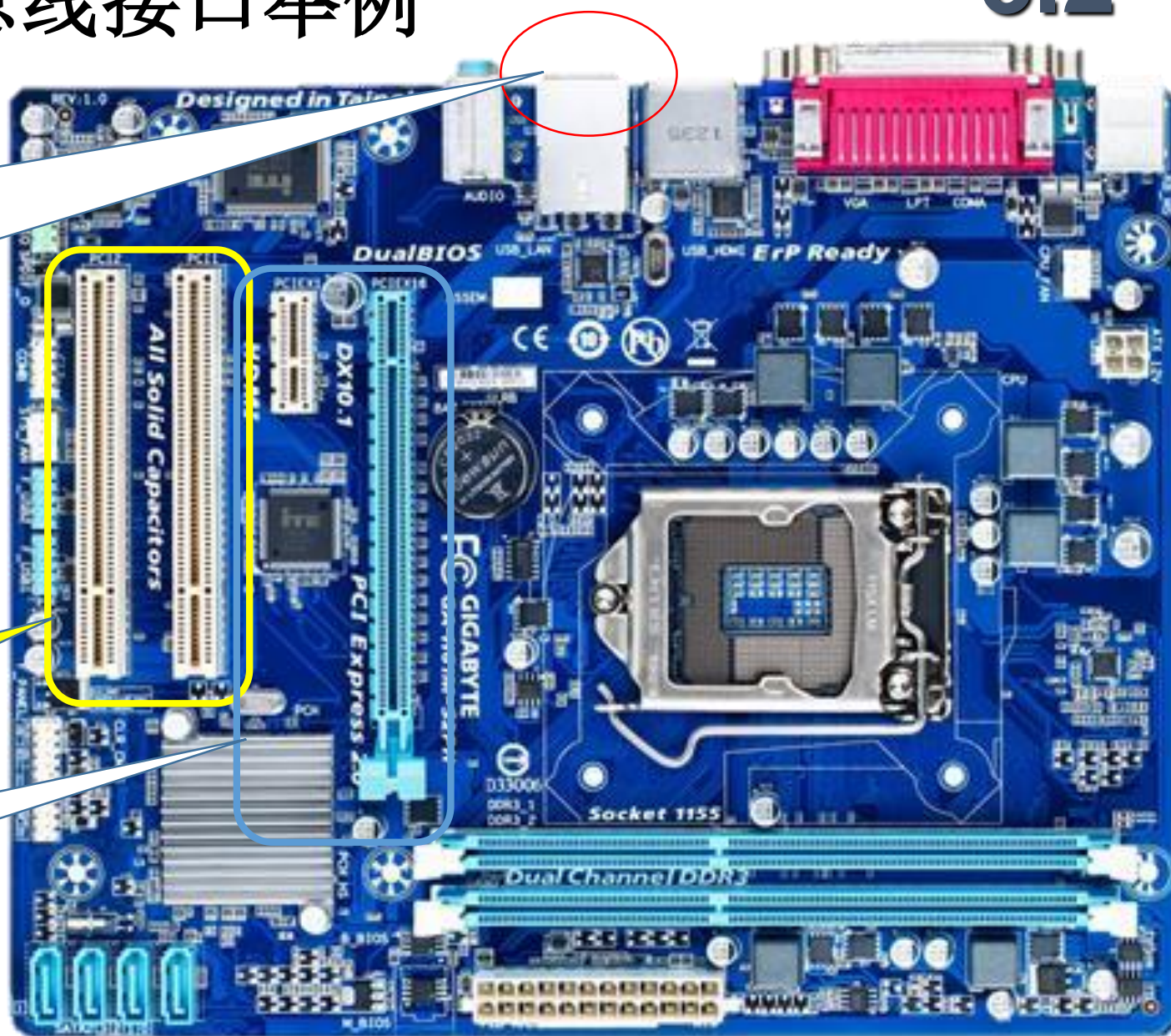


USB*

* USB应归为
通信总线

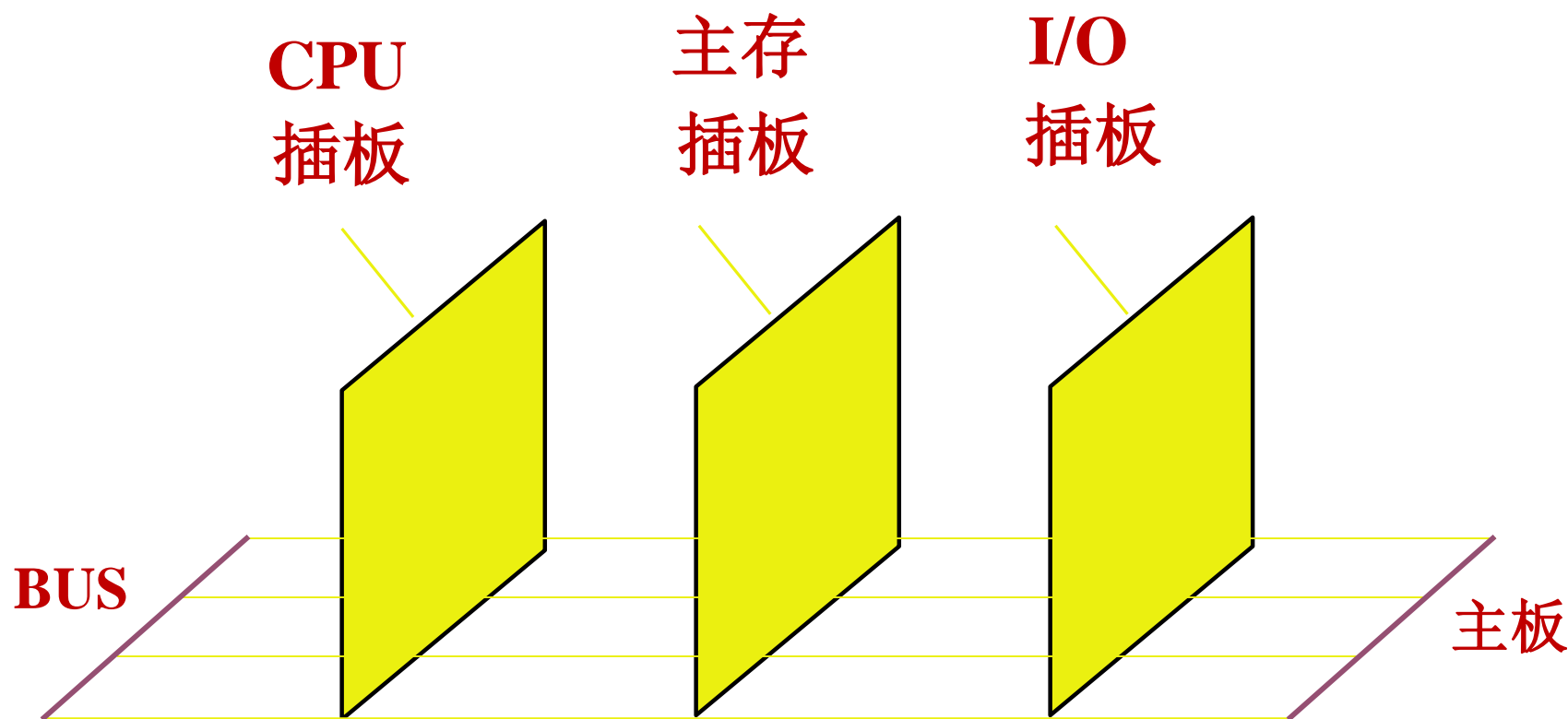
PCI

**PCI-Express
(PCI-E)**



3.3 总线特性及性能指标

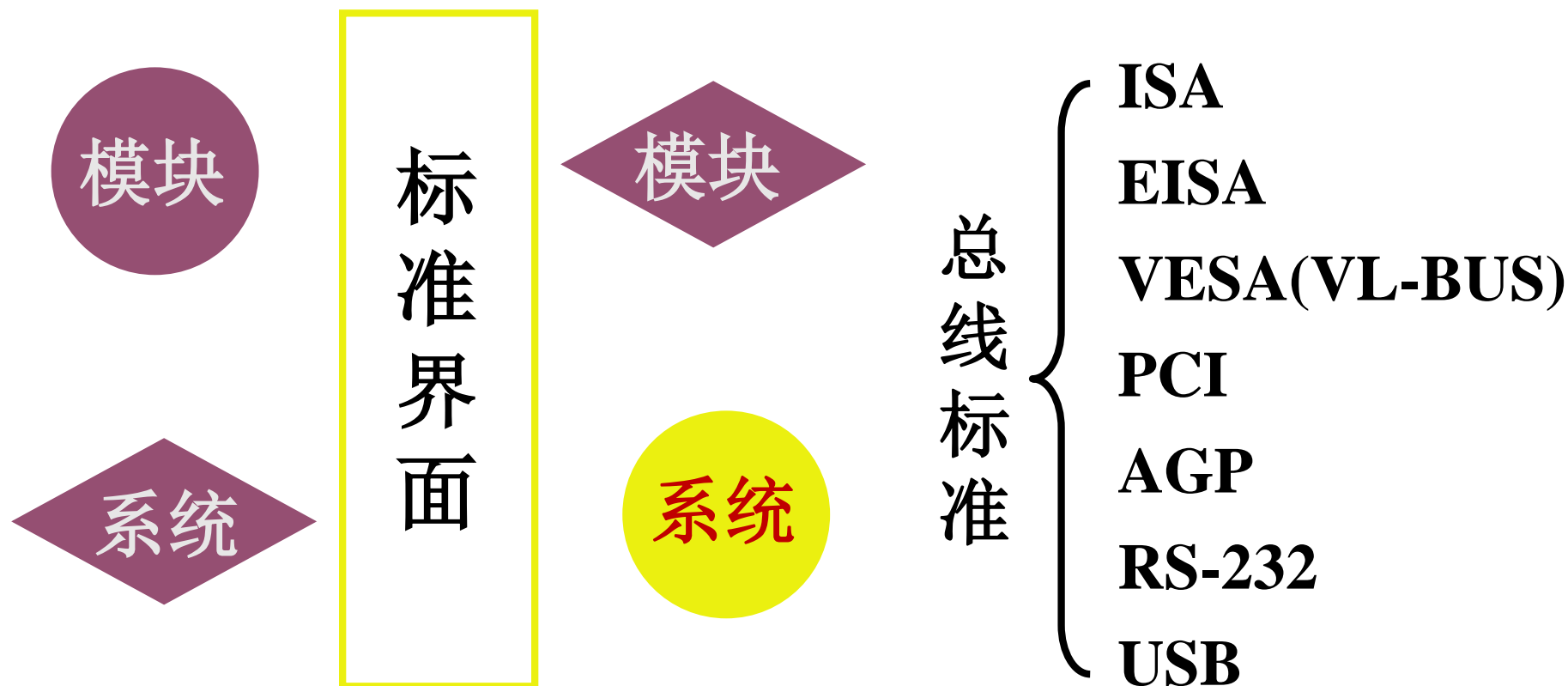
一、总线物理实现



三、总线的性能指标

1. 总线宽度 数据线的根数
2. 标准传输率 每秒传输的最大字节数 (MBps)
3. 时钟同步/异步 同步、不同步
4. 总线复用 地址线 与 数据线 复用
5. 信号线数 地址线、数据线和控制线的 总和
6. 总线控制方式 突发、自动、仲裁、逻辑、计数
7. 其他指标 负载能力

四、总线标准



四、总线标准

3.3

总线标准	数据线	总线时钟	带宽
ISA	16	8 MHz（独立）	16 MBps
EISA	32	8 MHz（独立）	33 MBps
VESA (VL-BUS)	32	32 MHz（CPU）	133 MBps
PCI	32	33 MHz（独立）	132 MBps
	64	66 MHz（独立）	528 MBps
AGP	32	66.7 MHz（独立）	266 MBps
		133 MHz（独立）	533 MBps
RS-232	串行总线	数据终端设备（计算机）和数据通信设备（调制解调器）之间的标准接口	
USB	串行总线	普通无屏蔽双绞线 带屏蔽双绞线 最高 支持全双工	1.5 Mbps (USB1.0) 12 Mbps (USB1.0) 480 Mbps (USB2.0) 5Gbps (USB3.0)

● 常见的总线标准

1. ISA（Industry Standard Architecture）总线

1981

支持**24位地址线**

支持**8位（PC）/16位（PC/AT）数据线**

总线时钟频率**8MHz**

用于**80286计算机**

2. EISA（Extended ISA）总线

1988

支持**32位地址线和数据线**

总线时钟频率**8MHz**

DMA方式下可达33MB/s传输速率

用于**80386/80486计算机**

四、常见的总线标准

3. VL-BUS (VESA Local Bus) 总线

1992

与EISA兼容、外加主存总线以实现高速传输
总线时钟频率与CPU外频同步 (25-40MHz)
主存总线驱动能力有限, 最多接3个扩展卡
用于80486计算机

4. PCI (Peripheral Component Interconnect) 总线

1993

总线时钟频率33/66MHz, 并与CPU独立
总线宽度32位/64位

数据传输率132MB/s起, 所有设备共享
即插即用 (自动分配地址空间、中断号等)

1996

变种: AGP (Accelerated Graphics Port)

四、常见的总线标准

5. PCI-X (PCI eXtended) 总线

1998

与PCI总线物理兼容

总线时钟频率支持66/100/133MHz

支持DDR和QDR技术, 最高传输率533MB/s

多用于服务器和高端PC用户

6. PCI-E (PCI Express) 总线

2004

高速串行总线

可包含多个数据通道x1/x2/x4/x8/x16

数据传输率250MB/s起

软件与传统PCI兼容

2011

变种: NVMe (用于高速SSD, 提高传输率)

四、常见的总线标准

7*. USB (Universal Serial Bus) 总线

1994

英特尔、康柏、IBM、Microsoft等
多家公司联合提出

USB版本	理论传输速率	速率称号	最大供电能力	推出时间
USB1.0	1.5Mbps (~192KB/s)	低速 (Low-Speed)	5V/500mA	1996年1月
USB1.1	12Mbps (~1.5MB/s)	全速 (Full-Speed)	5V/500mA	1998年9月
USB2.0	480Mbps (~60MB/s)	高速 (High-Speed)	5V/500mA	2000年4月
USB3.0	5Gbps (~640MB/s)	超高速 (Super-Speed)	5V/500mA	2008年11月
USB 3.1 Gen 2	10Gbps (~1280MB/s)	超高速+ (Super-speed+)	20V/5A	2013年12月
USB 3.2	20Gbps (~2560MB/s)	超高速++ (Super-speed++)	20V/5A	2017年9月

四、常见的总线标准

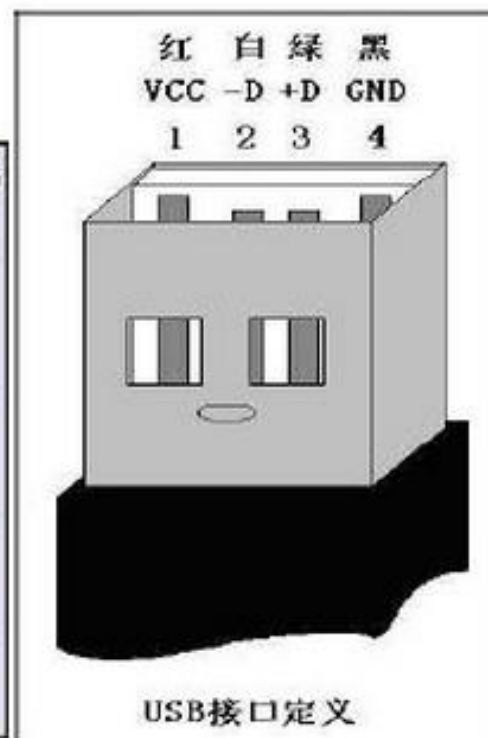
7*. USB (Universal Serial Bus) 总线

1994

英特尔、康柏、IBM、Microsoft等
多家公司联合提出

USB2.0接口的定义:

针脚	名称	说明	接线颜色
1	VCC	+5 VDC	红色
2	D-	Data -	白色
3	D+	Data +	<u>绿色</u>
4	GND	Ground	黑色



四、常见的总线标准

7*. USB (Universal Serial Bus) 总线

1994

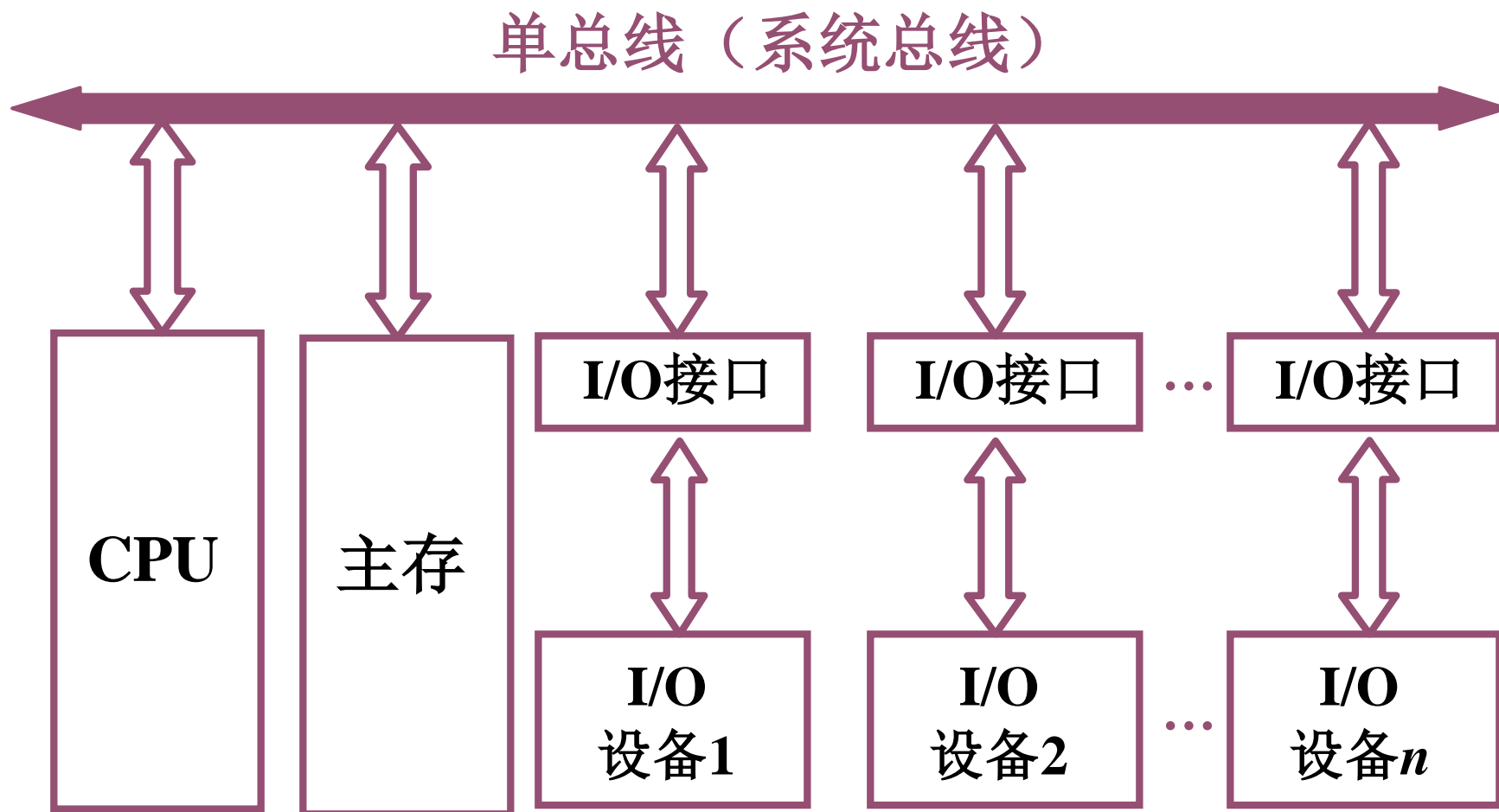
英特尔、康柏、IBM、Microsoft等
多家公司联合提出

USB总线的特点：

- ①完全的“即插即用” (Plug and Play, PnP)
- ②连接灵活，多达127个设备/host，长达30m
- ③数据速率高
- ④标准统一，体积小巧
- ⑤生命力强，无专利、版权问题

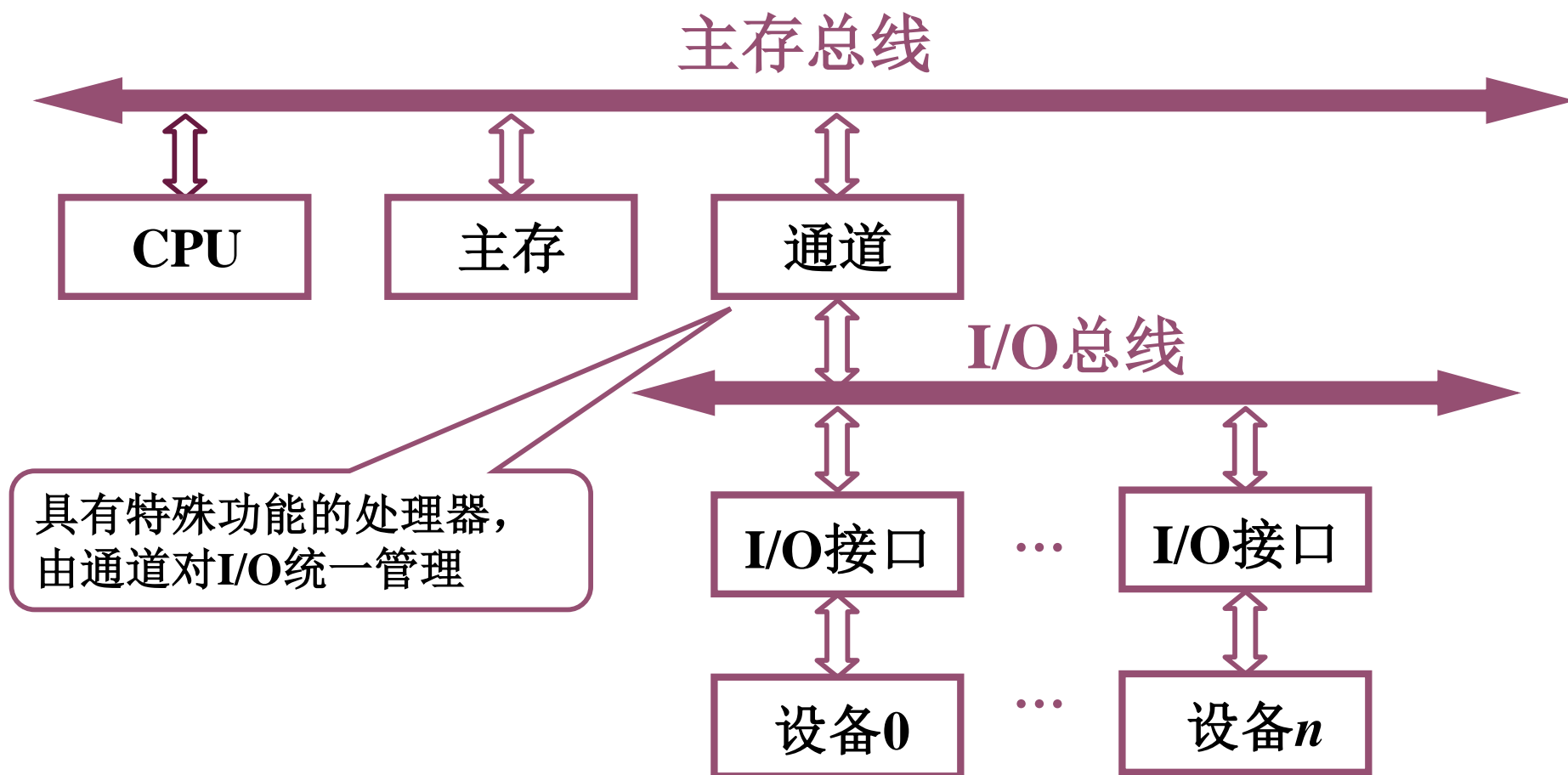
3.4 总线结构

一、单总线结构

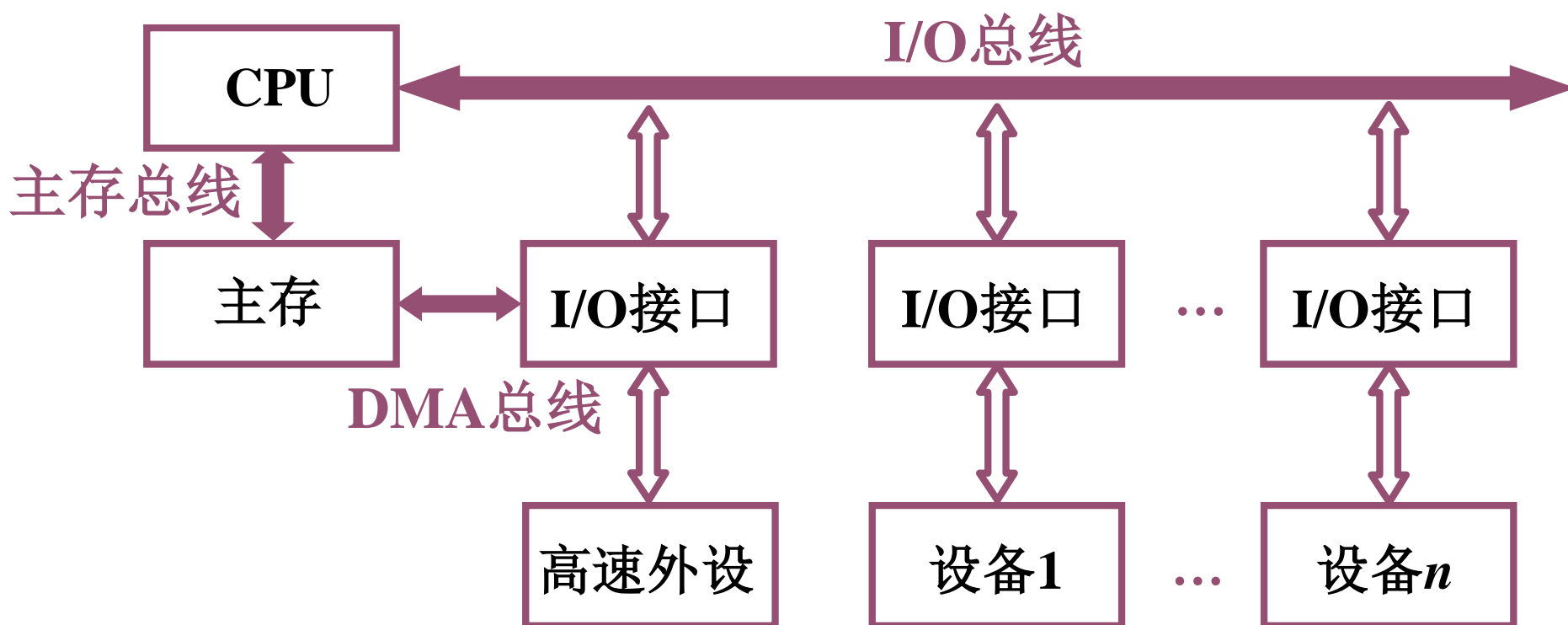


二、多总线结构

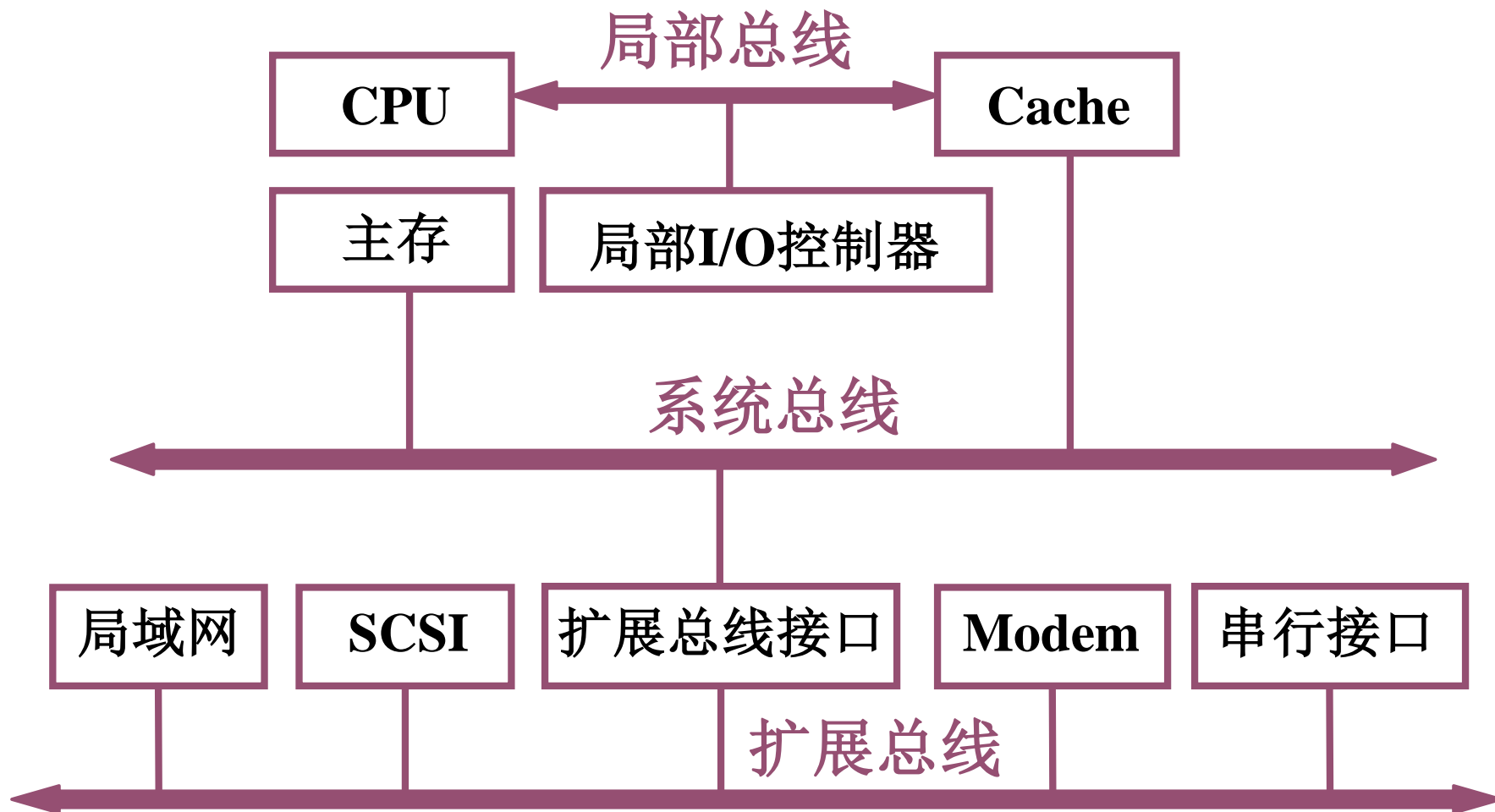
1. 双总线结构



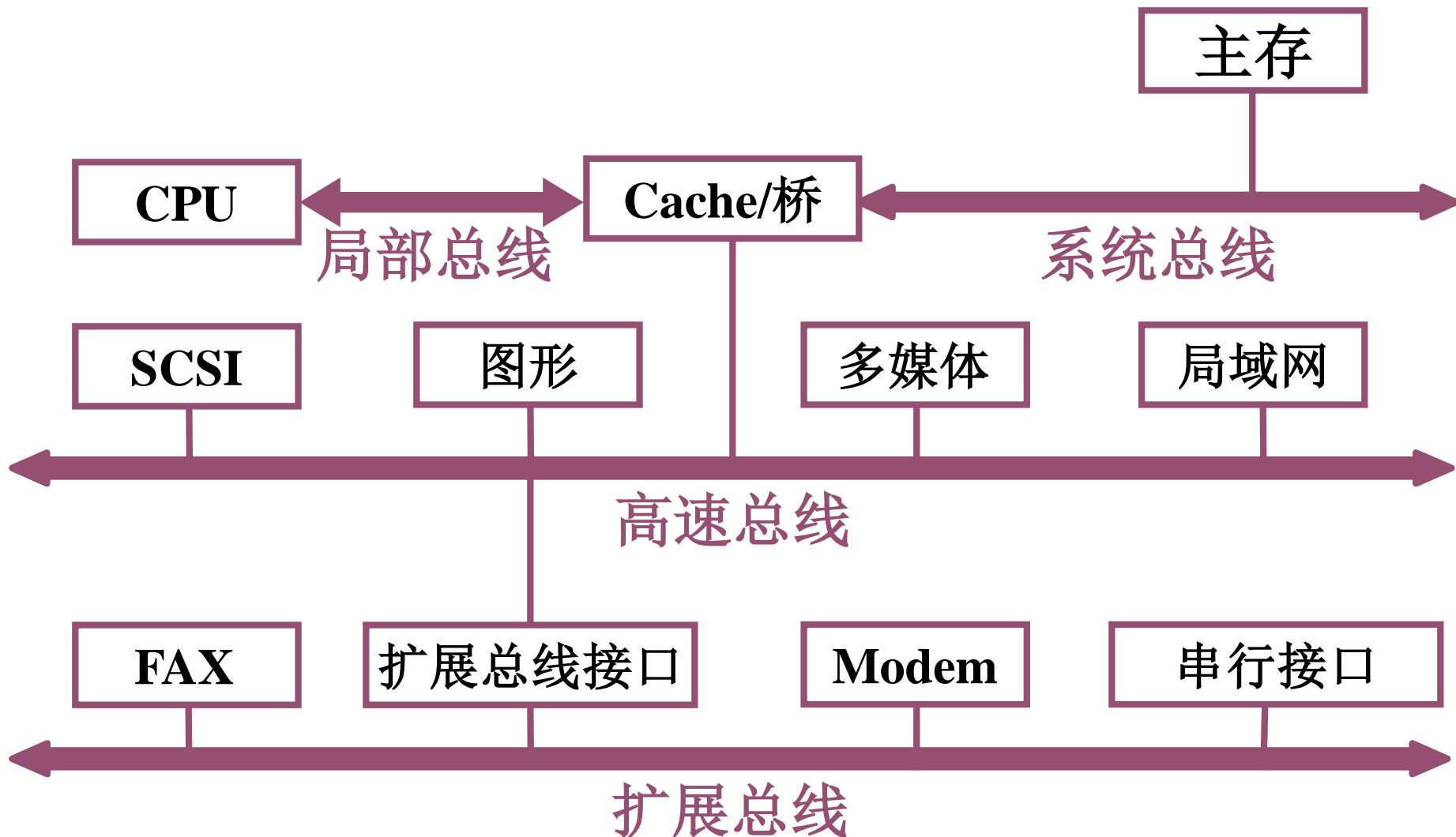
2. 三总线结构



3. 三总线结构的又一形式



4. 四总线结构

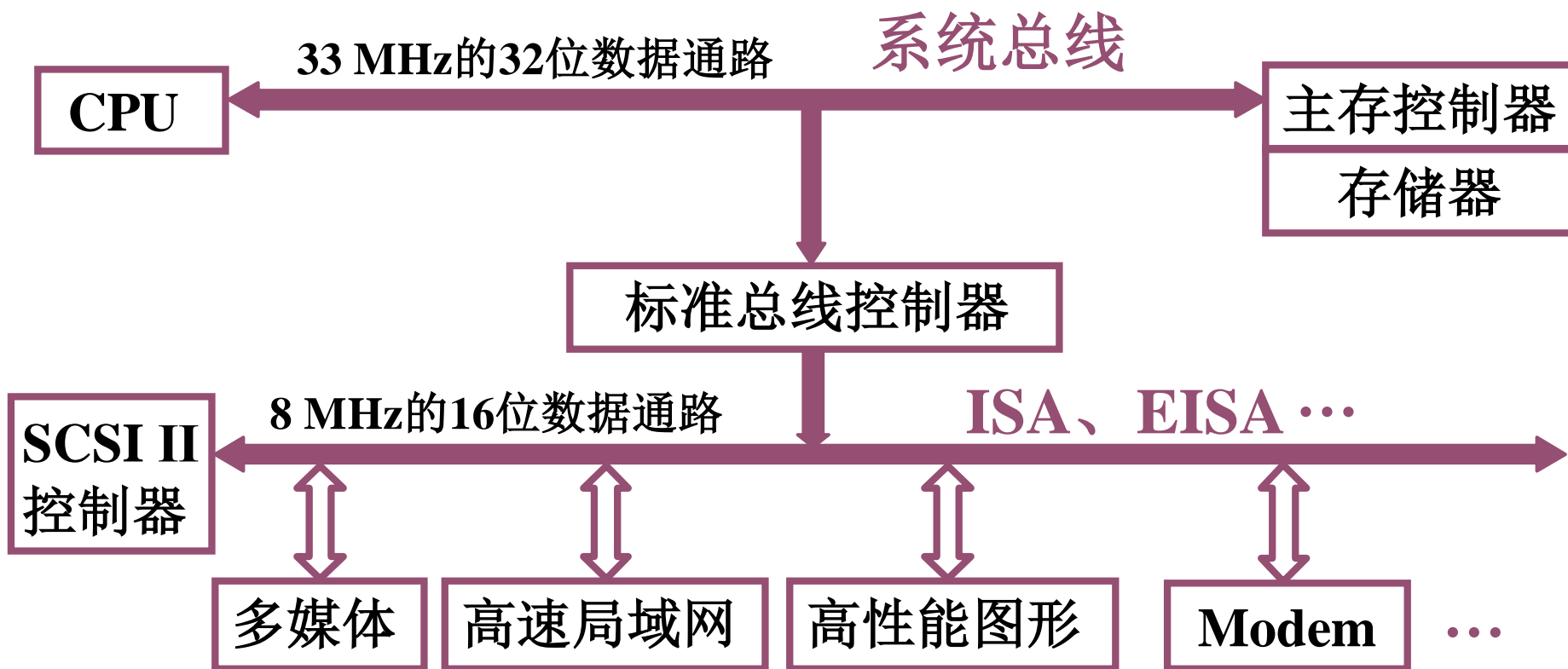


三、总线结构举例

3.4

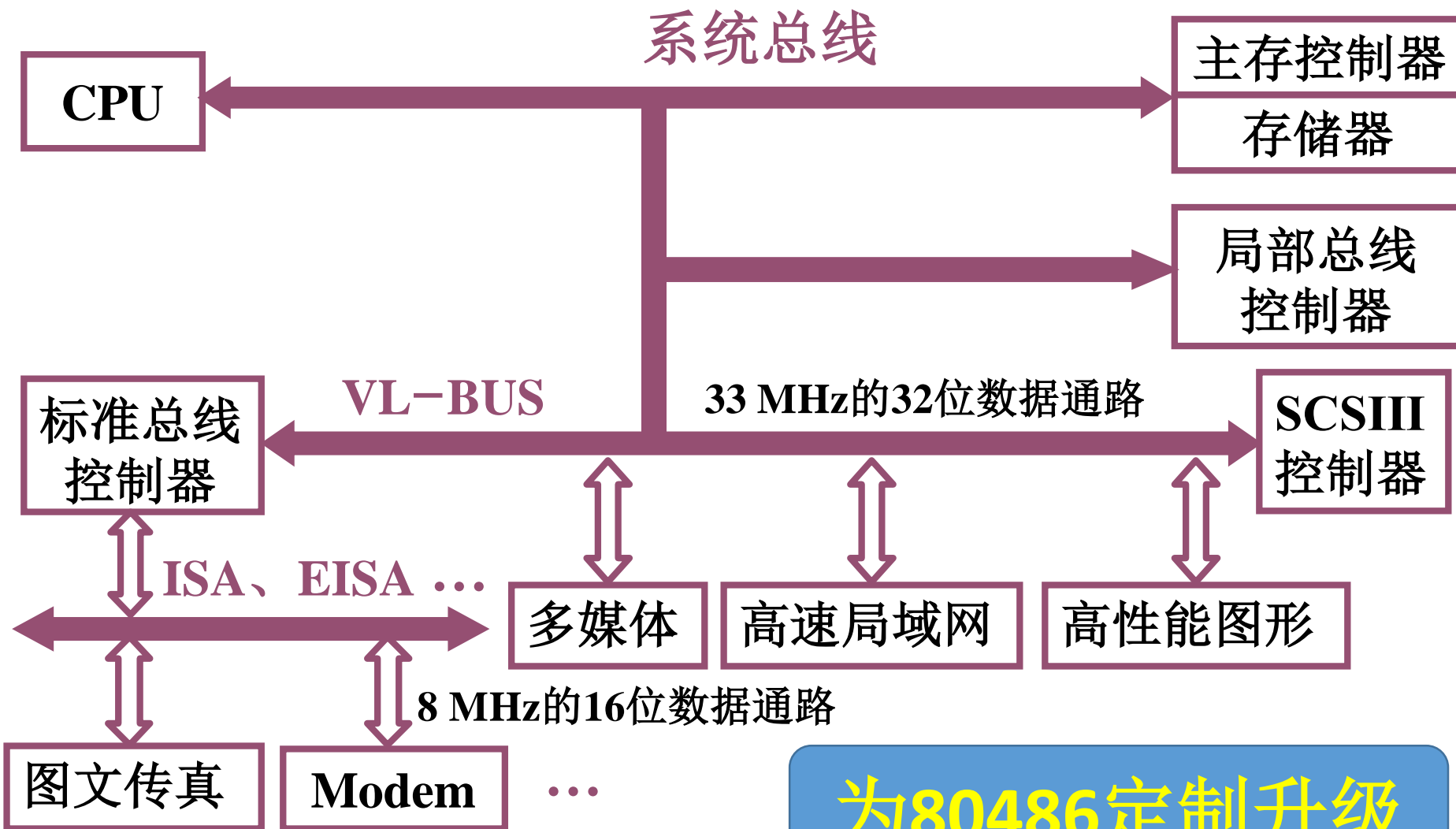
1. 传统微型机总线结构

源于80286



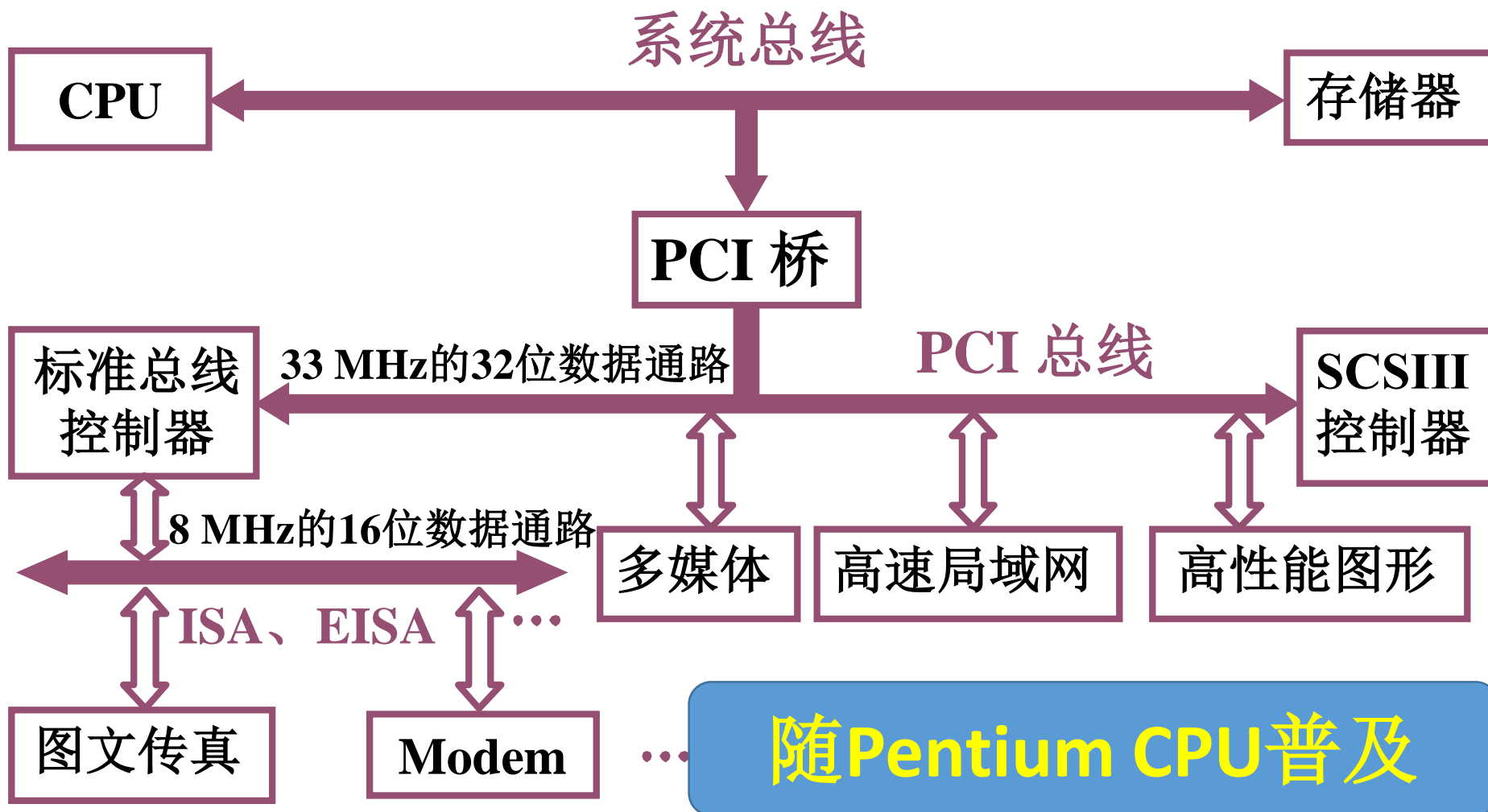
2. VL-BUS局部总线结构

3.4



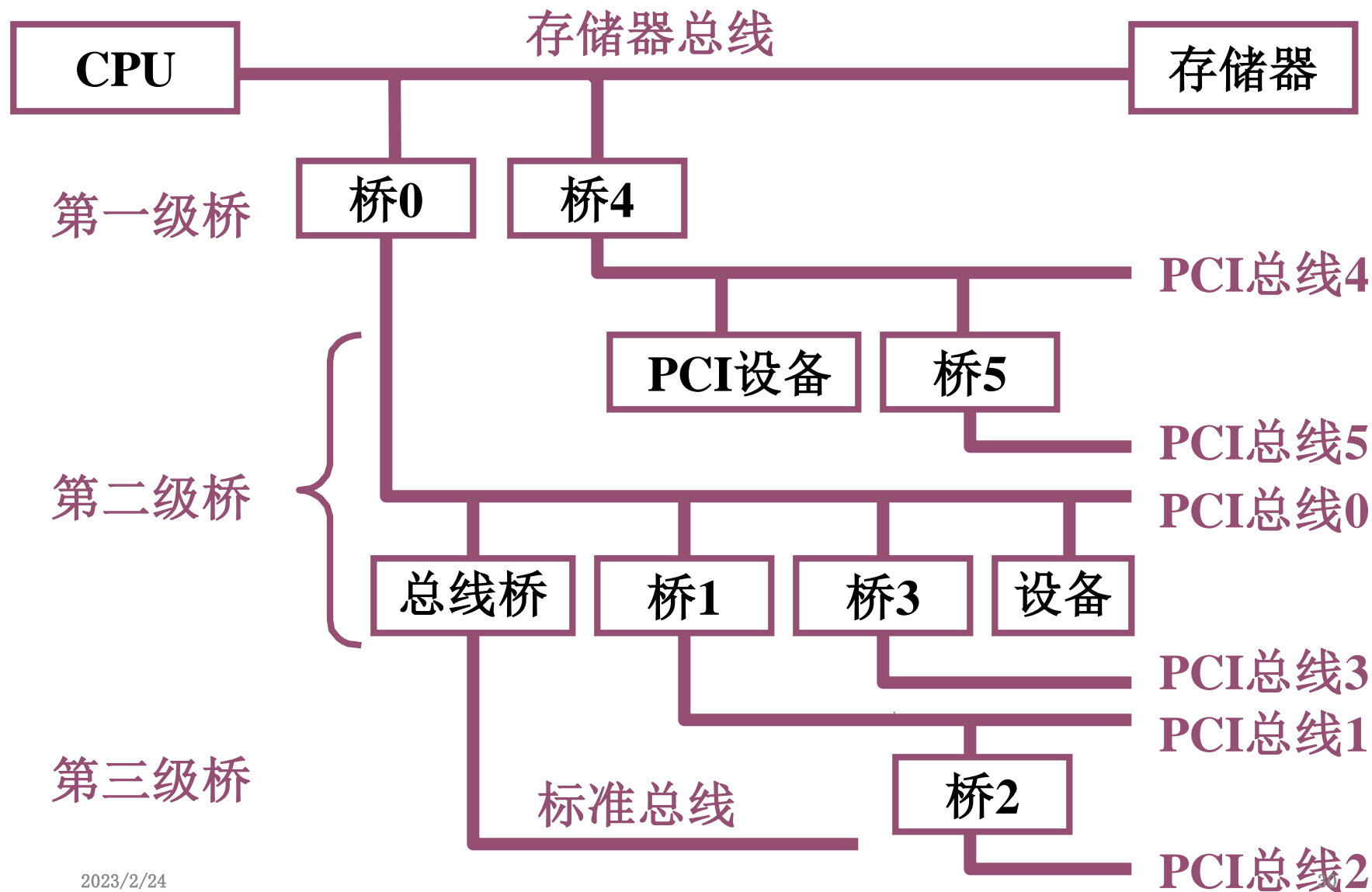
3. PCI 总线结构

3.4



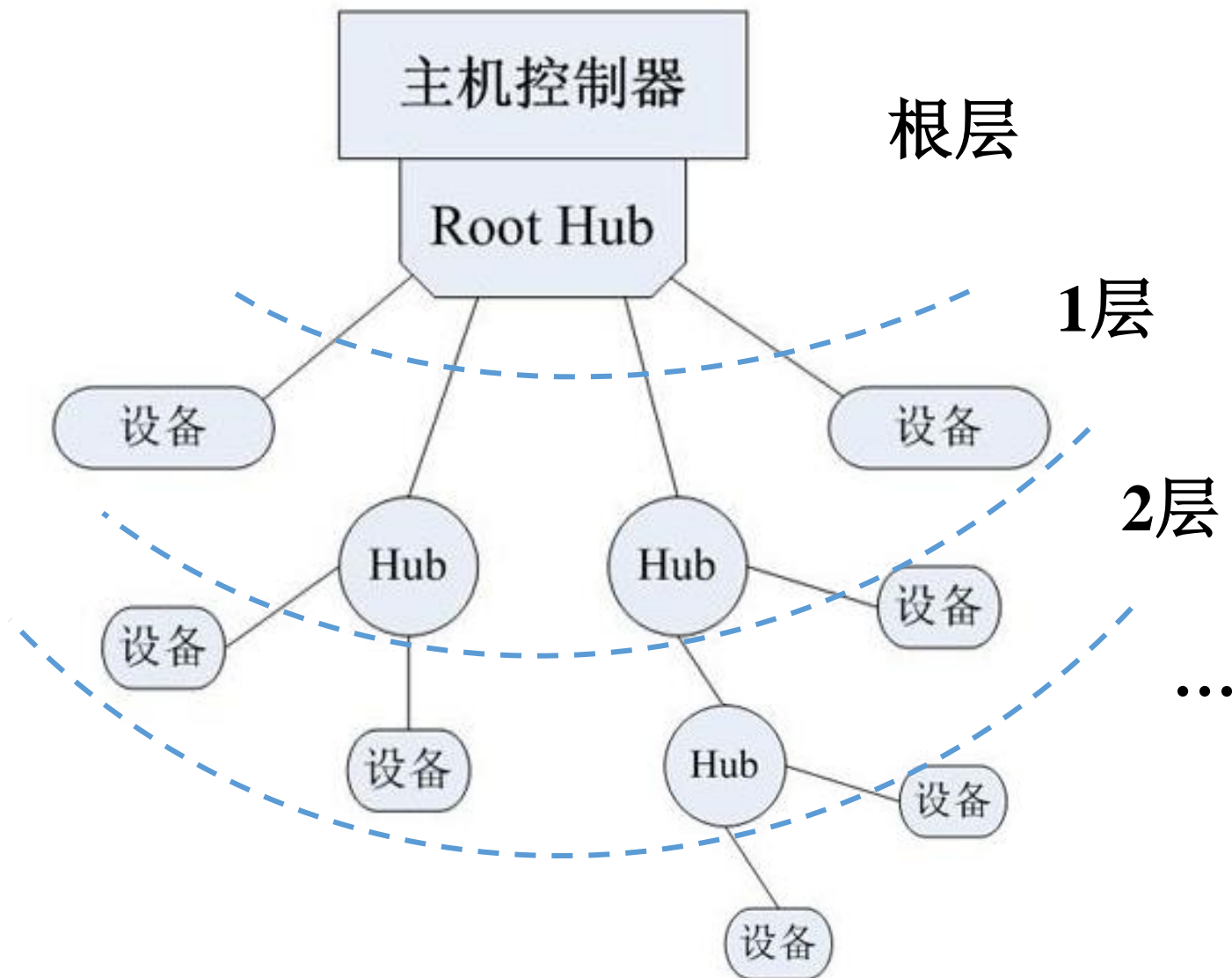
4. 多层 PCI 总线结构

3.4



5. USB总线结构

3.4



6. 系统总线的进化历程

3.4

年份	标准	时钟频率	传输位宽	传输位数/周期	带宽
1981	ISA	8MHz	8	0.5	8MB/s
1988	EISA	8.33MHz	32	1	33.33MB/s
1993	PCI	33MHz	32	1	133MB/s
1996	AGP 1x	66MHz	32	1	266MB/s
	AGP 2x/4x/8x	66MHz	32	2/4/8 (DDR/QDR/ODR)	(533/1,066/2,133)MB/s
1998	PCI-X	133MHz	64	1	1,066MB/s
2004	PCI-E Gen1 x1	2.5GHz	1	1	250MB/s
	PCI-E Gen1 x2/4/8/16	2.5GHz	1	1	(0.5/1/2/4)GB/s
2007	PCI-E Gen2 x1	5GHz	1	1	500MB/s
	PCI-E Gen2 x2/4/8/16	5GHz	1	1	(1/2/4/8)GB/s
2010	PCI-E Gen3 x1	8GHz	1	1	1GB/s
	PCI-E Gen3 x2/4/8/16	8GHz	1	1	(2/4/8/16)GB/s
2017	PCI-E Gen4 x1	16GHz	1	1	2GB/s
	PCI-E Gen4 x2/4/8/16	16GHz	1	1	(4/8/16/32)GB/s
2019	PCI-E Gen5 x1	32GHz	1	1	4GB/s
	PCI-E Gen5 x2/4/8/16	32GHz	1	1	(8/16/32/64)GB/s

3.5 总线控制

一、总线判优控制

1. 基本概念

- 主设备(模块) 对总线有 **控制权**
- 从设备(模块) **响应** 从主设备发来的总线命令

