

# 第4章 总线技术

- 总线是一组信号线的集合，是一种在各模块间传送信息的公共通路。总线是构成微型计算机应用系统的重要技术，总线设计好坏会直接影响整个微机系统的性能、可靠性、可扩展性和可升级性。
- 由于总线在系统中的重要地位，微机系统的设计 and 开发人员，先后推出许多种总线标准。
- 总线标准一般以两种方式推出：
  - (1) 某公司在开发自己的微机系统时所采用的一种总线。有的被国际标准化组织加以承认并授予标准代号。
  - (2) 由国际权威机构或多家大公司联合制订的总线标准。
- 前一种先有产品后有标准。如IBM PC/AT机上使用的ISA总线。后者先有标准后有产品。随着微机系统的更新换代，有的总线仍在发展完善如STD等。而有的就逐渐衰亡甚至被淘汰。

# 4.1 总线的基本概念

- 按**传输信息**的不同，总线分为**三类**：数据总线、地址总线和控制总线。
- 按在系统的**不同层次**，总线**分4类**：片内总线、微处理器总线、系统总线、外部总线。
- **片内总线**：大规模集成电路内部的总线，是用来连结各功能部件的信息通路。
- **微处理器总线**：或称处理器总线、主板局部总线、元件级总线，它是指在印刷电路板上连接各芯片的公共通路。
- **系统总线**：又称为内总线、板级总线，它用于微型机系统各插件板之间的连接，是微型机系统最重要的一种总线。
- **外部总线**：又称为通信总线，它用于微机系统之间，微机系统与仪器或其他设备之间的通信通道。

## 4.1.2 总线标准的基本内容

### • 1. 物理特性

- 物理特性指的是总线物理连接的方式。
- 包括总线的插头、插座的尺寸及形状，总线的根数和引脚是如何排列的等。

### • 2. 功能特性

- 功能特性是确定引脚名称与功能，以及其相互作用的协议。
- 从功能上看，总线分为：地址总线、数据总线、控制总线、备用线、电源和地线。

### • 3. 电气特性

- 电气特性规定每一根线上信号的传输速率的设定、驱动能力的限制、信号电平的规定、时序的安排以及信息格式的约定等等。
- 一般规定送入CPU的信号叫输入信号，从CPU送出的信号叫输出信号。

## 4.1.3 总线的操作过程

- 为完成一次总线操作周期，一般要分成4个阶段。
- **1. 申请阶段**
  - 当系统总线上有多个主控模块时，由需要使用总线的主控模块向总线仲裁机构提出使用总线的申请。经总线仲裁机构判别确定，把下一个总线传输周期的总线控制权授给哪个申请者。
- **2. 寻址阶段**
  - 取得总线使用权的主控模块通过总线发出本次访问的从属模块的地址及有关命令，以启动参与本次操作的从属模块。
- **3. 传数阶段**
  - 主控模块和从属模块之间进行数据传输，数据由源模块发出经数据总线流入目的模块。在进行读操作时，源模块就是存储器或输入/输出接口，而目的模块则是总线主控模块。在进行写操作时，源模块就是总线主控模块，而目的模块则是存储器或输入/输出接口。
- **4. 结束阶段**
  - 主从模块的有关信息均从系统总线上撤除，让出总线，以便其它模块能继续使用。

## 4.1.4 总线的数据传输方式

- 主控模块和从属模块之间的数据传输方式，可分为三种：同步传送、异步传送、半同步传送。
- **1. 同步传送**
- 同步传送时采用一个“系统时钟”作为各模块动作的基准时间。很多微机系统的基本传送方式都是同步式传送。
- 优点是简单，具有较高的传输频率，但当各功能模块存取时间相差很大时，会大大降低总线效率。
- **2. 异步传送**
- 异步式传送方式采取“应答式”传输技术；用“请求”和“应答”信号线来协调传送过程，而不依赖于公共时钟信号。
- **3. 半同步传送**
- 此种方式是前两种方式的折中。从总体上看，它是一个同步系统，它仍用系统时钟来定时，利用某一脉冲的前沿或后沿判断某一信号的状态，或控制某一信号的产生或消失。使传送操作与时钟同步。
- 但是，它又不像同步传送那样传送周期固定，对于慢速的从模块，增加“等待(WAIT)”或“准备就绪(READY)”信号线。现在采用半同步传送方式的微机系统较多。

## 4.2 IBM PC总线

- IBM PC总线是系统总线的扩充，IBM PC/XT个人计算机上采用的微型计算机总线，亦称XT总线。
- IBM对I/O通道上的信号名称性质、方向时序、引脚排列都有明确的要求，以便厂家和用户制作与之匹配的插件板，**这一规范**亦被称为IBM PC总线标准。
- 与扩展槽相连的**62根线**组成IBM PC/XT系统总线。
- 62根总线中包括8位双向数据总线、20位地址总线、6根中断请求信号线、3组DMA通道控制线、存储器和I/O读写控制线、存储器刷新控制和时钟信号线、通道检验线、四种电源线以及地线。这些引线均接在62插脚的插座上，双列插脚分别为A1-A31（A面）和B1-B31（B面）。插座的引脚间距为100mil（密尔）。

## 4.3 ISA总线

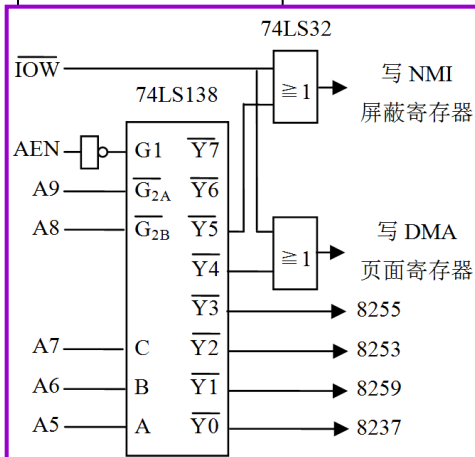
- **ISA** (Industry Standard Architecture: **工业标准总线**) 总线是PC机中最基本的总线，是在8位的PC机总线的基础上扩展而成的16位的总线体系结构，其**数据宽度为16位**，**地址宽度为24位**，工作频率为8MHz，最大数据传输率为5MB/s。
- 它适用于对速度需求不太高的板卡和外设，如串行口、并行口、声音卡等。
- ISA总线是在PC/XT总线基础上增加了1个36线插座形成的。实际上，与PC/XT总线相比，ISA总线不仅增加了数据线宽度和寻址空间，还加强了中断处理（新增了7个中断级别）和DMA（新增了3个DMA）传输能力，并且具备了一定的多主功能。故ISA（AT）总线特别适合于控制外设和进行数据通信的功能模块。
- ISA总线插头座具有**98个引脚**，包括接地和电源引脚10个、数据线16个引脚、地址线27个引脚、各控制信号引脚45个。



# ISA总线I/O端口地址的典型使用

表4.3.1 ISA总线I/O端口地址的典型使用

I/O口地址 (16进制)	设备 (系统板上的外围电路)	I/O口地址 (16进制)	设备 (适配器上的外围电路)
000~01F	DMA控制器1, 8237A-5	1F0~1F8	硬盘
020~03F	中断控制器1, 8259A (主)	200~207	游戏I/O口
040~05F	定时器, 8253	278~27F	串行口2
060~06F	8042 (键盘接口处理器) 的PB口	300~31F	样卡
070~07F	实时时钟, NMI屏蔽寄存器	360~36F	保留
080~09F	DMA页面寄存器	378~37F	并行打印机口2
0A0~0BF	中断控制器2, 8259A (从)	380~38F	SDLC, 双同步2
0C0~0DF	DMA控制器2, 8237A	3A0~3AF	双同步1
		3B0~3BF	单色显示器和打印机适配器
		3C0~3CF	保留
		3D0~3DF	彩色/图形显示适配器
		3F0~3F7	软磁盘控制器
		3F8~3FF	串行口1





## 4.4 PCI总线

- **PCI** (Peripheral Component Interconnect) 总线，即**外围部件互连总线**。是一种局部总线，位于微处理器总线与系统总线之间。总线**数据宽度32位或64位**，传输速率为133MB/s（32位）或266MB/s（64位），支持64位寻址。
- **PCI总线特点：**
  - 1. 高性能：高的总线时钟和数据传输率。
  - 2. 猝发传输模式：突发传送，成组传送。
  - 3. 不受微处理器限制
  - 4. 采用总线主控和同步操作：多主控制。
  - 5. 减少存取延迟
  - 6. 适用于各种机型
  - 7. 兼容性强：自动配置，即插即用。
  - 8. 低成本、高效益

## 4.5 STD总线

- **STD总线**（Standard bus）是美国PROLOG公司于1978年宣布的一种**工业标准微机总线**，它是一种**56线的小底板总线**，**8位数据宽度**。
- **STD总线的特点：**
  - （1）高可靠性
  - （2）小板结构，开放式组态
  - （3）兼容式的总线结构
  - （4）产品配套、功能齐全
- STD总线产品拥有各种工业控制所需的功能模板。如键盘接口、高分辨率图形板、光电隔离脉冲计数板、多路A/D转换板、光隔开关量输入输出板、串行通讯板、调制解调器板等。可与现场的各种机动设备直接连接，如驱动步进电机、交直流电机等。

## 4.6 主要外设总线介绍

- **USB总线:** USB (Universal Serial Bus) **通用串行总线**是外部设备通用的接口标准, 最多可连接127个设备, USB 1.0和USB 1.1标准的最大数据传输速率是12Mb/s, USB 2.0标准将最大数据传输速率提高了40倍, 达到480Mb/s。USB总线的电缆有**4根信号线**: 一对双绞信号线, 一对电源线。采用**半双工**传输方式。
- **IDE总线:** IDE (Integrated Drive Electronics) 即**集成驱动电子装置**, 是**硬盘**控制器的接口标准, 使用40引脚线缆。
- **ATA** (AT Attachment, AT嵌入式) 标准用于连接AT计算机上的硬盘驱动器和控制器。IDE的40根信号线基本上对应于AT总线 (ISA总线的子集) 的信号, 对于AT机而言, IDE和ATA完成同一事务, 两个术语经常互换使用。
- **IDE和ATA的细微的区别:** IDE强调接口设备已经将驱动器和控制器集成在一起, 侧重“**集成性**”。ATA强调设备接口很容易直接连接到AT总线上, 侧重“**AT上的附加装置**”。
- IDE是非官方术语, ATA是官方术语。IDE术语覆盖面较宽, ATA术语覆盖面相对较窄。

## 4.6 主要外设总线介绍

- **SCSI总线**: SCSI (Small Computer System Interface) 是小型计算机系统接口, 使用50芯线缆, 8位数据宽度 (68芯线缆将数据线扩充到了16位), 较高的价格使它很难像IDE硬盘一样普及, 因此SCSI硬盘主要应用于中、高端服务器和高档工作站中。
- **IEEE 1394总线: 串行总线标准** (IEEE 1394 high performance serial bus standard), 苹果公司创立, 具有很高的数据传输速率 (可达3.2Gbit/s), 适合视频影像传输。应用大致分为三部分, 一是数字录像机、摄录一体机等家电产品, 二是打印机、扫描仪等计算机外设, 三是硬盘、CD-ROM等微机内部外设。
- USB和IEEE 1394有许多相似之处, 也有一些不同。
- 在计算机领域, IEEE 1394与USB并列, 作为计算机的总线和接口占有重要的地位。USB主要设计用于PC, 面向低速PC外设, IEEE 1394则不仅用于计算机, 还广泛应用于家电产品, 尤其是面向中高端的数码应用。IEEE 1394有比USB更高的速度, 在除键盘和鼠标外的各种连接中都有可能使用。
- IEEE 1394支持对等传送方式, 这点与USB总线不同。在对等总线中, 任何一个总线上的设备都可以主动地发出请求。而USB总线上的设备, 则都是等待主机发送请求, 然后做相应的动作。因而IEEE 1394设备更加智能化一些, 当然也变得复杂一些, 成本高一些。这个特性决定了IEEE 1394可以脱离桌面主机, 对数字化家电而言尤为重要。
- IEEE 1394总线的拓朴结构与USB一样, 采用树形结构。树形结构就是所有连接在一起的设备不能形成一个环, 否则就可能不能正常工作。

## 4.6 主要外设总线介绍

- **AGP总线**：AGP (Accelerated Graphics Port) 是**加速图形端口**，英特尔开发的**局部图形总线**技术。
- 早期的显示接口卡通过ISA总线或者PCI总线与主板连接，但是ISA、PCI显卡均不能满足3D图形/视频技术的发展要求。AGP接口把显示部分从PCI总线上拿掉，使其它设备可以得到更多的带宽，并为显示卡提供高达1066MB/s (AGP 4X) 的数据传输速率。
- **AGP的主要特点**：
  - (1) AGP是一种局部图形总线。AGP把显示芯片直接同芯片组的内存控制器电路相连，一个系统只能有一个AGP，所以，AGP不会取代PCI总线。
  - (2) 可**直接对系统主内存中的图像数据进行操作**。AGP技术有两个核心内容，一是使用PC的主内存作为显存的扩展延伸，增加了显存的潜在容量。二是使用更高的总线频率，极大地提高了数据传输率。
  - (3) 采用**双泵技术**。AGP利用时钟信号的两个边沿（即上升沿和下降沿）作数据传输，相当于使工作频率提高了两倍。
  - (4) 两种工作方式：DMA和DIME。DMA方式不使用PC机的主内存作为显存的扩展，只是利用AGP总线的高速传输特性进行数据传送。**DIME** (Direct memory excute) 方式**将主内存的空闲部分映射为显存的扩展**（但是，并不能取代显卡的显存，而只是显卡的显存的一种扩展和补充），使之与显卡的显存在操作上成为一体。**DIME是AGP的核心技术**。

## 4.6 主要外设总线介绍

- **IEEE-488总线：** IEEE 488总线是美国HP公司提出，**仪器总线**，是国际标准的通用接口总线。它是一种**异步双向总线**。专门用于连接系统而不是连接部件或模块的。例如计算机与电压表、信号发生器、程控电源等测量仪器以及各种仪表间的信息通讯。**8位数据宽度**。采用三线异步传送技术，允许不同速度的装置工作在同一系统内。连接的设备最多不超过15个，电缆最长不超过20米，信号最大传送速度为1MB/s。
- **CAN总线：**（Controller Area Network）**控制器局域网络**，一种**现场总线**。以**多主方式工作**，网络上任意一个节点均可以在任意时刻主动地向网络上的其它节点发送信息，通过CAN总线，传感器、控制器和执行器由串行数据线连接起来。使用多种物理介质进行传输，例如双绞线、光纤等，最常用的就是**双绞线**。



## 4.6 主要外设总线介绍

- Centronic总线：并行总线，用于连接微机和打印机，36根引脚。

表4.6.1  
Centronic  
总线引脚  
定义

引脚号	引脚符号	对打印机方向	功能说明
1	STB	输入	选通脉冲信号，低电平有效
2-9	D7-D0	输入	8位数据信息
10	$\overline{\text{ACK}}$	输出	响应信号，低电平有效
11	BUSY	输出	忙状态，高电平指示“忙”
12	PE	输出	缺纸状态，高电平有效
13	SLCT	输出	选中信号
14	$\overline{\text{AUTO FEEDXT}}$	输入	自动输纸信号
15	NC		不用
16	0 (V)		逻辑地
17	CHASSIS-GND		机壳地
18	NC		不用
19-30	GND		对应1-12引脚的接地线
31	$\overline{\text{INIT}}$	输入	初始化信号
32	$\overline{\text{ERROR}}$	输出	出错信号
33	GND		地
34	NC		不用
35	+5 (V)		电源
36	$\overline{\text{SLCTIN}}$	输入	低电平时，打印机处于被选择状态



# 用Centronic总线接口连接打印机

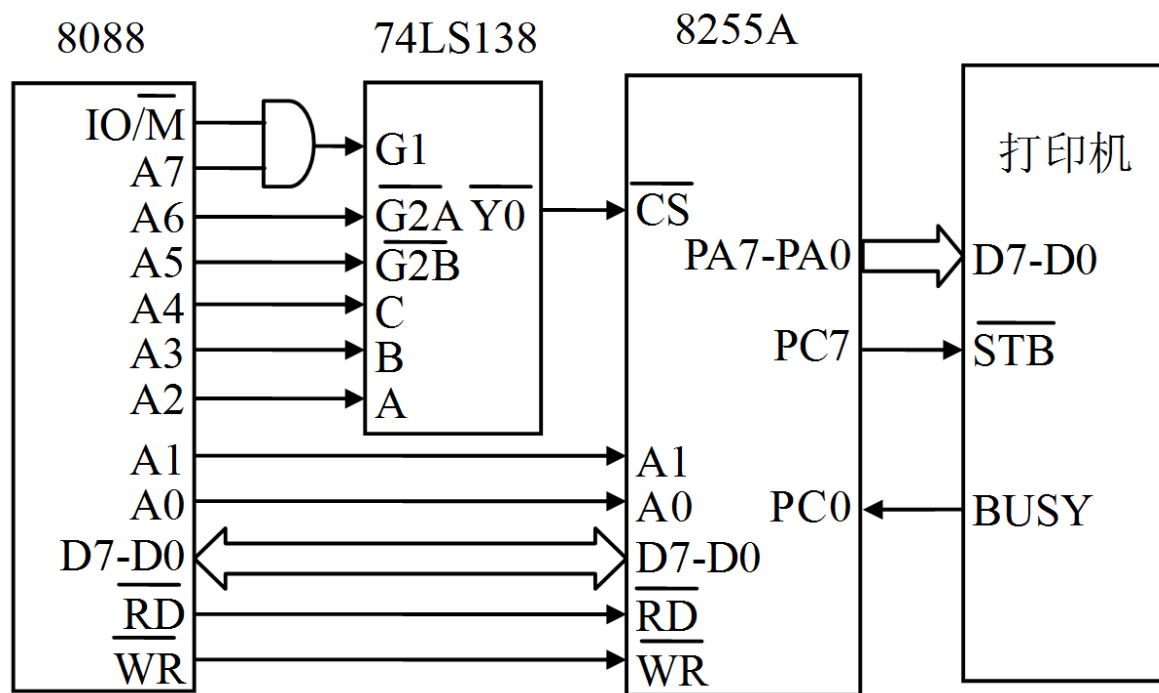


图 4. 6. 1 用 Centronic 总线接口连接打印机

# 第4章 结 束