

微型计算机系统总线技术

陈勇孝 段世霞 郎 洪 苏文霞

(郑州工业大学计算中心)

摘 要 总线结构技术是微型机系统中最关键的技术之一。本文试图通过对十几年来总线技术发展史的回顾,及各总线性能的分析比较,使读者对总线技术有一个较全面的了解。

关键词 微型机;总线;外设;信息

中图分类号 TP368.3

0 前言

目前普遍使用的个人计算机—PC(Personal Computer)机及各种兼容机,由于使用了不同类型的 CPU,则采用了不同的总线技术。虽说这些系统的功能各不相同,主频速度有低有高,位数从 8 位到 16 位、32 位、64 位,寻址空间从 1MB 到 16MB、4GB,但是它们有一个共同的特点,那就是系统的扩充相当方便,不需重新设计系统,只要在主板的扩展槽上插上不同功能的硬件印刷电路板插件便可,实现“即插即用”(Plug & Play)。正是有了总线结构,才能使上述扩充易于反掌。

但是,随着微型机性能的不断提高,为了能够充分发挥系统的特点,对总线的要求也越来越苛刻。既要求利用 CPU 的高速功能,又要求相对低速的外设在与主机交换数据信息时不浪费 CPU 的机器周期,即不能让 CPU 处于等待时钟周期的状态。解决这一问题的方案就是使用一种新的总线。这种新的总线应能协调地组织 CPU 与外设进行的数据信息传输。

最近一种新的与外围设备进行数据信息交流的方式正广为流行,那就是“局域”总线—Local BUS,例如目前在高档微型机上普遍采用 PCI(Peripheral Component Interconnect)总线和 VESA BUS(Video Electronic Standard Association)总线,又称 VL—BUS 总线。局域总线在设计上克服了其它总线存在的速度局限。局域总线是以微处理器的速度来传送 32 位甚至 64 位数据的,为了与目前普遍使用的其它种类的总线兼容使用,在系统设计时,局域总线一般只限定在两个或三个插槽上。这些插槽可用于图形显示适配卡、软硬盘控制卡(也即是通常所说的套卡)以及网络适配器。对于其它的外设,如打印机、绘图仪、键盘等,由于这些部件对速度的要求不象磁盘控制器那么高,因此仍使用原来的总线,如 ISA BUS、EISA BUS。

1 总线的发展历史

与微型机中 CPU 的发展经历了 8 位、16 位、32 位、64 位一样,总线的发展也经历了若

收稿日期:1997—10—14

第一作者 男 1963 年 5 月生 学士学位 工程师

干阶段,从八十年代初期的8位XT总线,八十年代中期的16位AT总线,八十年代后期的32位EISA总线,及IBM公司内部使用的MCA总线,到九十年代初期的32位或64位VESA总线和PCI总线。它们都是根据特定的微型机系统发展起来的,以最大限度地发挥各个部分的功能,适应系统的要求。

1.1 各种总线标准的制订时间

1981年,美国“蓝色巨人”IBM公司生产出世界上第一台个人计算机IBM PC/XT,在该PC机中首次使用了XT总线。在PC/XT机中,采用了INTEL 8088 CPU,其时钟频率为4.77MHz,虽说其内部的数据总线为16位,但由于对外仍按8位数据进行操作,因此它是一准16位机。

1984年,在IBM PC/AT机中使用了AT总线。在AT机中,由于CPU的主频时钟速度和字长与XT机相比均有了提高,CPU采用INTEL 80286,其时钟频率为8MHz,成为真正的16位机。后来,兼容机制造商迅速将CPU的时钟频率提高到10MHz,甚至16MHz、20MHz。

1988年将这种非标准设计的XT总线和AT总线统称为ISA(Industrial Standard Architecture)总线,即工业标准结构总线。AT总线在性能上对XT总线的结构标准进行了扩充。

1987年,IBM公司推出IBM PS/2电脑,并在IBM PS/2中采用了一种新的总线标准,那就是微通道结构MCA(Micro Channel Architecture)总线。

1989年,诞生了扩展的工业标准总线结构,定义了扩展工业标准总线EISA(Extended Industrial Standard Architecture)。这种总线被广泛地应用在IBM PC Server³²⁰服务器里。

与MCA不同的是,EISA总线与以前的ISA总线兼容,采用了一槽多用的总线插槽设计。

1991年末,视频电子标准协会VESA(Vedio Electronic Standard Association)发表了VL-BUS总线标准,有时我们又称其为VESA总线。该标准与EISA一样也兼容于ISA总线操作。1992年7月,该标准的第一版被正式认可,在计算机厂家中得到普遍采用。

1993年,当INTEL公司推出奔腾(Pentium)CPU芯片P5后,VESA发表了VL-BUS的2.0版。得到了包括IBM公在内的大多数计算机厂家的支持,都以它作为局部总线的标准。如IBM PC350 486DX2等机型上就采用了VESA总线结构。

1992年7月,VESA刚推出VL-BUS总线不久,INTEL(英特尔)公司与其它计算机公司如HP(惠普)和IBM(通用商业机器)等公司成立了特别研究组织SIG集团,定义了外部设备互联局部总线标准—PCI(Peripheral Component Interconnect)总线。

1993年5月,INTEL公司公布了PCI的修订版,对原始的PCI版本进行了修订,增加了数据位数。HP公司使用奔腾微处理的HP Vectra XP选用了PCI总线,它是第一个把PCI局部总线和Pentium 60及Pentium 66微处理器加入台式的微机。

1.2 总线结构技术的发展

在最初的个人微型计算机问世后,XT总线是作为它的一个配件存在的。在当时的计算机主板上共有8个这种总线的插槽,在将各种硬件适配卡插到总线插槽上时,与直接接到微处理器上是相同的。

当个人电脑发展到IBM PC AT时,因为数据线、地址线、以及时钟频率扩充了,所以也要求对总线标准进行扩充,这样定义了AT总线,它的数据线和地址线与286完全相同。

当386、486的32位个人电脑出现后,地址、数据、和时钟频率进一步得到提高,这时的ISA总线已不能适应新的微处理器与某些外设实现数据交换的要求,为此又定义了新一代总线产品EISA BUS。它的数据线和地址线与386和486相一致。由于EISA是ISA的延

伸,所以原有的所有 ISA 插件都可以在 EISA 扩展槽上继续使用。

而 MCA 总线结构由于同以前大不相同,是 IBM 自己发展的,不能兼容原来的 ISA 总线。虽说它很好地解决了数据的高速传输问题,性能优于 ISA 总线,正好发挥当时流行的 $640 \times 480 \times 16$ 的 VGA 显示卡的功能,和 EISA 同样具有 32 位的通道,并在某些 386、486 机上也装置了一些,但并没有得到其它计算机厂家的认可,难以独霸电脑市场。

局域总线的出现,解决了一个在短时间内处理大量数据的问题,如硬盘和屏幕。它可以使计算机的图形处理速度提高好几倍,颇受市场欢迎。CPU 局域总线提供一个高速数据传输通道,其目的是为 CPU、超高速缓冲存储器、主存储器子系统服务,扩充总线,提供相对较低的数据路径和物理连接(所有外设及 CPU 总线)。

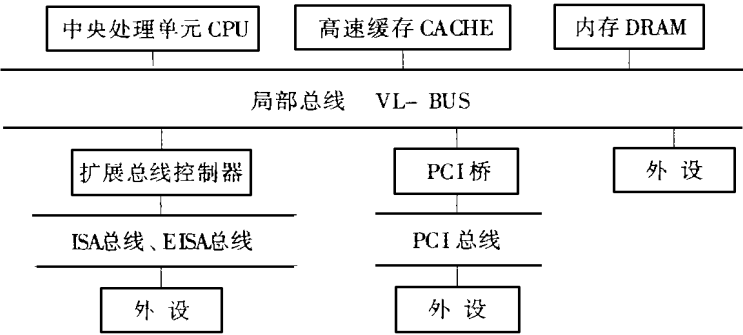


图 1 微机总线系统结构示意图

INTEL 公司设计实验室设计的 PCI 总线是另一个高性能的局域总线,它在微处理器 CPU 和高速外设之间充当一桥梁作用,在各总线之间充当交通管理员的作用,因此在短时间内显示出卓越的性能。

而 PCI 总线被设计成与 CPU 无关,因此它适合各种类型的 CPU,既可用于现在的 486 机,也可用于 586 机(奔腾 P5),还可用于最新的 P6 机(高能奔腾),甚至将来的 P7。

2 微机总线的特点

2.1 微机总线系统结构

从以上微机系统总线的发展过程可知,各种总线的结构并不是互相对立的,在同一个微机系统中可以存在多种总线结构,既可有局域总线,又可有(扩充的)工业标准结构总线。下面给出一般的微机系统总线结构示意图(见图 1)。

2.2 各总线的主要特点

(1)ISA XT BUS 的主要特点:

最早发展起来的 XT 总线 XT BUS,又称 ISA XT BUS,其数据位数、地址线数等与当时的 IBM PC/XT 微型机采用的微处理器 INTEL 8088 CPU 是一样的。

- 数据线为 8 位
- 地址线为 20 位
- 工作频率为 4.77MHZ
- 利用 20 条地址线,可寻址 IBM 的地址空间。

·数据传输率为 5MB/S

(2)ISA AT BUS 即 AT BUS 的主要特点:

- 数据线为 16 位
- 地址线为 24 位
- 工作频率为 8MHZ
- 数据传输率为 6.5MB/S
- 在使用 AT BUS 的微机上,同时也设置有 XT BUS,两种总线的接口均可使用。

在 32 位的微处理器 80386、80486 出现后,由于 ISA BUS 的数据位窄,工作频率低,微处理器的性能不能全部发挥。

ISA 总线结构逻辑示意图如图 2 所示。

(3)EISA BUS 的主要特点:

- 数据线为 32 位
- 地址线为 32 位
- 工作频率 8.33MH1Z
- 数据传输率可达 33MHZ
- 支持突发方式
- 支持多处理器和自动配置
- 后来的 EISA BUS 为提供给 386、486 用,对标准进行了修订,数据传输率达 133MB/S
- 由于 EISA 为 ISA 的延伸,故所有的 ISA 接口均可继续在 EISA BUS 扩展槽中使用
- EISA BUS 的扩展槽分为两个区,第一区为 ISA AT BUS 信号区,第二区为 EISA 特有的。在原 ISA 插座下部又引出新的插针。在使用 EISA 接口时,必须同时插入第一区和第二区

·EISA BUS 结构比较复杂,成本高

·数据传输率虽比 ISA 高,但仍不能够满足图形用户界面(GUI)及多媒体技术的要求。EISA 总线结构逻辑示意图如图 3 所示

(4)MCA 微通道的主要特点:

- 与 EISA 一样数据位为 32 位
- 地址线为 32 位
- MCA 的峰值理论吞吐率可达 20MB/S
- 与主机板的数据传输率可达 32MB/S
- 与其它接口互传数据速率达 10MB/S
- 具有一个和现行处理器不同步的系统周期波,其频率可达 10MHZ
- 当周期波的频率太高时,在不同步的 MCA 通道传输数据时会产生错乱
- MCA 与原先的 ISA 不能兼容

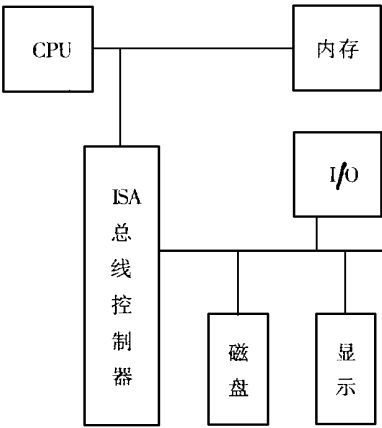


图 2 ISA 总线结构逻辑示意图

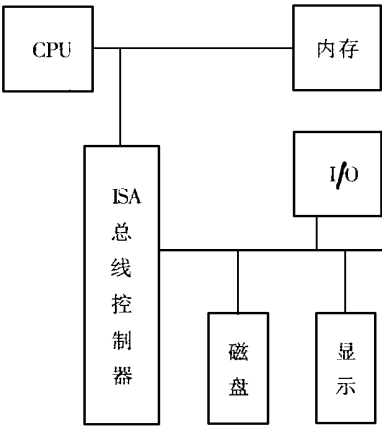


图 3 EISA 总线结构示意图

- MCA 的结构复杂、成本高
- (5)VL-BUS 即 VESA BUS 局域总线 (Local BUS)的主要特点:
 - 数据位为 32 位,可扩充到 64 位
 - 工作频率与主机板上的系统频率完全相同,即 33MHZ
 - 对内部为 66MHZ 的 486DX2 33MHZ 的主机,总线的工作频率只取 33MHZ
 - 具有很高的数据传输率,在 33MHZ 下可达 132MB/S
 - VL-BUS 的最高频率可达 40MHZ,最大数据传输率为 160MB/S
 - 能够满足图形用户界面和多媒体技术应用的需求
 - 外设与 CPU 同步工作,理论上的最高频率和传输率为 60MHZ、264MB/S

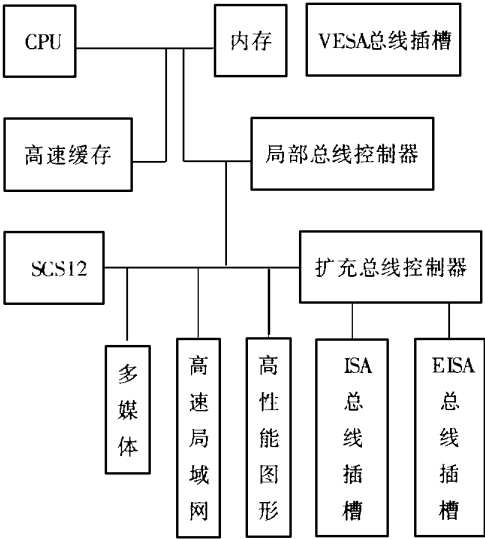


图 4 VESA 总线结构逻辑示意图

- 支持 VL-BUS 设备的总线主控方式
- 因它是 486 CPU 各类信号的延伸,故与 486 匹配最佳
- 扩展槽采用 MC(Micro Channel)类型的插座
- 因 VL-BUS 设备直接挂接在 CPU 的信号线上,故负载能力差,最多可管理三个总线。
- 当再提高其工作频率时,硬件设计较难,价格昂贵
- 各厂家的 VL-BUS 不能互换使用

VESA 总线结构逻辑示意图如图 4 所示。

- (6)PCI 局域总线的主要特点:
 - 数据位数与 VL-BUS 一样,为 32 位,但可扩充到 64 位
 - 工作频率为 33MHZ
 - 数据传输率为 66MB/S
 - 支持自动配置,扩展卡上不需要开关和跳线设置,实现“即插即用”(Plug&Play)。即解决系统资源(IRQ、DMA、I/O 地址)、存储器地址间的冲突时,用户不需要选择 DIP 开关或跳线,扩充卡的系统资源设置将完全是自动的
 - 支持线性突发方式的数据传输,这点对于使用高性能图形加速器尤为重要
 - 能提供比 VL-BUS 更高的数据传输率
 - 支持将来的新一代 CPU 和外设

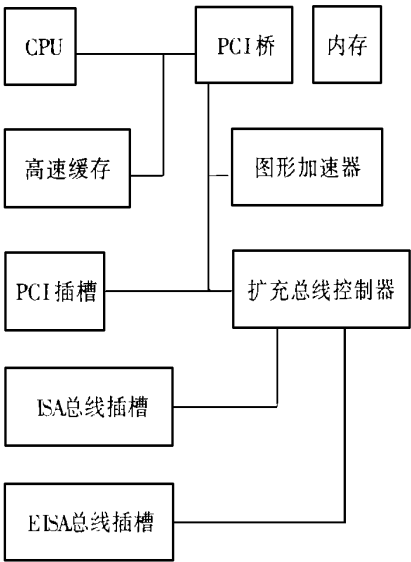


图 5 PCI 总线结构逻辑示意图

处理器均可使用

·PCI 与 VL-BUS 总线的最大区别在于 PCI 不是直接接在 CPU 的总线上,而是通过 PCI 桥(Bridge)与 CPU 的信号线相连,故负载能力比 VL-BUS 强。PCI 可连 10 个负载(主板上一个设备算一个负载,扩展卡上一个设备算两个负载)

·PCI 标准规定的比 VL-BUS 严格,接口具有通用性

·PCI 与 CPU 异步工作,这样 CPU 的运行速度不受 PCI 局域总线设备操作的限制

·PCI 局域总线是通过 PCI 桥与 CPU 联系的

·PCI 支持两种电压标准,5V 和 3.3V (用于便携机和绿色电脑)

·修订的 PCI 标准工作频率可达 66MHZ,数据位数为 64 位,最高数据传输率为 528MB/S

·PCI 具有多重缓冲器,例如 CPU 向外设执行写操作时,只需将数据写入数据缓冲器即可,数据从缓冲器转移到 PCI 外围设备的过程就完全由 PCI 控制自动完成,而不需 CPU 的任何操作。PCI 总线结构逻辑示意图如图 5 所示

2.3 主机板各种总线扩展槽

在主机板上一般都配有多种总线的扩充槽,以适应不同总线的扩充卡。如目前常见的 486 主板,既有适应 ISA 扩充卡使用的 ISA 总线扩充槽,又有适应 EISA 扩充卡使用的 EISA 总线扩充槽,有的还有适应高速数据传输的 VESA 总线扩充槽或 PCI 总线扩充槽。而 586 主板上也有 ISA 总线扩充槽和 PCI 总线扩充槽。

ISA AT 总线是在 ISA XT 总线的基础上增加了 36 条扩展信号线,该部分的扩充槽位于原来 XT BUS 扩充槽的延长线上。ISA XT 总线共有 62 根,ISA AT 总线共有 98 根。在 ISA AT 总线扩充槽上使用 ISA XT 总线的扩充卡时,只能插入 ISA XT 部分(62 根信号线),一般扩充卡在设计上已采取了措施。

EISA 总线在 ISA AT 总线的下部原来的引线之间加了 100 根新的扩展信号线,信号线数目几乎是 ISA AT 总线的两倍。EISA 总线扩充槽是为以前的 ISA 总线扩充卡(8 位、16 位)和 EISA 扩充卡(32 位)设计的,在机械结构上采取了相应措施,有挡板阻止以前的 ISA 总线扩充卡插入专为 EISA 扩充卡设计的插槽中。因此为 EISA 总线设计的扩充卡只能使用 EISA 扩充槽,且在 EISA 总线系统下工作。对 EISA 总线的扩充槽,没有在原来的 ISA AT BUS 的扩充槽的延长线上增加新的部分,扩充槽的长短与 ISA AT 总线的扩充槽一样,只不过槽中的插针结构不同而已。

但是,为了兼容 ISA 总线的扩充卡使用,除在主板上设计有 ISA 扩充槽外,有些 EISA 扩充槽也可以插入 ISA 总线的扩充卡,不过 ISA 卡的引脚无法接触专为 EISA 卡设计的引脚。

在 VESA 总线的主板上,除 VESA 总线的插槽外,一般也设计有 ISA 总线或 EISA 总线的专用插槽。

VESA 总线是在原有的 ISA AT 总线的基础上增加了 112 根信号线,专门设计成一个插槽,在原来的 ISA 插槽的延长线上。因此在 VESA 总线的扩充槽上,同样也可插入 ISA 总线的扩充卡,只不过用不到 VESA 总线新增加的引脚。

而在“奔腾”机 586 CPU 的主板上,一般都设计有 PCI 总线的扩充槽,与 VL-BUS 不同的是,PCI 总线的扩充槽是独立的,不与 ISA 总线或 EISA 总线的扩充槽合用部分插座。PCI 总线的插槽共有 100 根针,也是采用 MC 插座。

因此,根据主板上扩充槽的长短以及插针的数目,用户即刻快速地判断出系统所使用的总线类型,是否有 PCI 总线、VESA 总线以及 ISA 总线和 EISA 总线。从外观上看,VESA

总线的扩充槽最长,它包括 ISA AT 总线的扩充槽和其延长线上的新增部分,新增的插槽一般用棕色 MC 插槽。而 PCI 总线的扩充槽最短,它单独占一行,一般用白色的 MC 插槽。

2.4 总线主要性能比较

通过上述介绍,我们对各种总线的特点已有了一个面的了解,见表 1。

表 1 各种总线特点比较表

总线	ISA BUS		EISA BUS	MCA	VL—BUS	PCI
	XT BUS	AT BUS				
数据宽度	8 位	16 位	32 位	16/32 位	32/64 位	32/64 位
寻址空间	1MB	16MB	4GB	16MB/4GB	4GB	4GB
工作频率	4.77MHZ	8MHZ	8.3MHZ	10MHZ	33MHZ	33MHZ
稳态传输率	5MB/S	6.5MB/S	33MB/S	10MB/S	120MB/S	132MB/S
最大传输率		16MB/S		40MB/S	160MB/S	264MB/S
					264MB/S	528MB/S
负载能力		>12	>12	>12	3	10
兼容总线		XT BUS	ISA BUS		ISA, EISA MCA	ISA, EISA MCA

3 结束语

最近,IBM 公司为解决因主板上总线扩充槽的不同而限制使用一些总线扩充卡,独家开发出了一种新的总线技术,那就是可选择总线—Select a Bus,它的用途是可为用户提供一种总线转接卡,将这种总线转接卡插入总线扩充槽内,用户即可使用已有的与主板上总线不同的扩充卡了。例如,对用户的台式 486 微机系统,虽说 VL—BUS 总线下已能很好地工作,但是如果升级到奔腾(Pentium)时现有的硬件资源怎么办?易用 MCA 总线的老用户如何利用现有的硬件资源(如驱动卡)?所有这些问题,现在 IBM 公司已能为用户解决。

使用可选择总线,就能实现 VL—BUS 到 PCI 的转换,或者 MCA 到 PCI 的转换,以及 PCI 到 MCA 的转换。

参考文献

1 洪逸祥. 386、486、Pentium 系统剖析:学苑出版社
2 485—PVT. Main Board Manual
3 586 Main Board Manual
4 中国电脑教育报. 94 年合订本. 电子工业出版社
5 中国计算机 . 1995. 8. 15

Bus Technology of the Microcomputer System

Chen Yongxiao Duan Shixia Lang hong Su Wenxia
(Zhengzhou University of Technology)

Abstract Bus structure technology is the most important part in the microcomputer system. In this paper, We look back on bus technology in the past over 10 years, and analyse the Bus performance, and provide overall summing-up to other readers.

Keywords microcomputer; bus; peripheral device; information