

PCI总线设备 开发宝典

尹勇 李宇 编著



北京航空航天大学出版社

PCI 总线设备开发宝典

尹 勇 李 宇 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

详细介绍开发 PCI 总线设备的过程中所涉及的实际问题,包括 PCI 总线设备的电源分配、元器件的选择、配置芯片代码的编写、原理图和 PCB 图的设计、驱动程序与应用程序的设计以及安装和调试等。从实践的角度出发,循序渐进,深浅得当。读者从本书中既能学习到 PCI 总线的基本知识,也能学习到 PCI 总线设备开发和调试等实践知识。

附带光盘包含 PCI 总线设备的基本 SCH 图、PCI9052 芯片的封装图、使用 DDK 开发 PCI 总线设备驱动程序的源代码、中间层 DLL 程序、PCI 总线设备的上层应用程序的源代码以及驱动程序的 INF 源代码等。

本书可作为高等院校本科和研究生的计算机教材使用,也可作为从事 PCI 总线硬件、软件设计与安装和调试等工作的通信、控制、电子技术人员和工程师人员的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

PCI 总线设备开发宝典/尹勇等编著. —北京:北京
航空航天大学出版社,2005.2

ISBN 7-81077-540-5

I. P... II. 尹... III. 总线—技术 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 007296 号

PCI 总线设备开发宝典

尹 勇 李 宇 编著

责任编辑 黄冬华

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:544 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-540-5 定价:35.00 元(含光盘 1 张)

前 言

1991年下半年, Intel公司首先提出了PCI的概念,并联合IBM、Compaq、AST、HP、DEC等100多家公司成立了PCI集团,其英文全称为Peripheral Component Interconnect Special Interest Group(外围部件互连专业组),简称PCISIG。PCI是一种先进的局部总线,已成为局部总线的新标准。

PCI(Peripheral Component Interconnect)总线作为一种先进的高性能32/64位局部总线,非常适合于显示卡、网卡、多串口卡等高速外设,它已经取代原先的ISA总线主导地位,成为微型计算机系统的主流总线。PCI总线插槽是目前主板上最常见的总线,现在几乎所有主板上都有它的踪影,它定义了32位数据总线,且可扩展为64位(PCI V2.1支持64位)。PCI是一种同步且独立于处理器的32位局部总线,它不依附于某个具体处理器,除了适用于Intel公司的芯片外,还适用于其他型号(如DEC公司的Alpha)的微处理器芯片,并能实现即插即用(P&P),即在系统加电时, BIOS可自动检测机器配置,而给各个外围设备分配中断请求号和存储器的缓冲区等,从而避免了IRQ(中断请求)、DMA(直接存储器存取)和I/O通道之间的冲突。PCI V1.0支持33 MHz工作频率,最大传输速率为132 Mb/s;而V2.1工作在66 MHz的频率时,其传输速率为264 Mb/s或528 Mb/s。

目前,PCI总线设备的开发已经成为业界的热点,但市场上所出现的PCI总线方面的书籍以介绍PCI总线规范、体系结构以及PCI总线的原理和操作等基本概念为主,读者只能对PCI总线有一个宏观上的认识,但对PCI总线设备的开发设计却没有资料查询。本书不是以介绍PCI总线规范和体系结构以及PCI总线的原理和操作等基本概念为目的,而是从PCI设备开发过程中需要涉及的知识出发,以作者的开发实际经验为基础,详细地介绍了PCI总线设备开发过程中所涉及的方方面面,对读者而言,是进行PCI总线设备的硬件与软件设计、安装和调试等良好的参考书籍。

全书共分11章:

第1章介绍PCI总线的特点和开发注意事项;

第2章介绍PCI总线的机械和电气规范,以供开发者在设计PCI总线设备时参考;

第3章介绍PCI总线设备的重要信号和引脚;

第4章介绍PCI设备的配置空间,这是开发PCI总线设备的关键;

第5章介绍开发PCI总线设备的芯片及其应用;

第6章介绍设计PCI总线设备的SCH图和PCB图的注意事项,这是设计PCI板卡电路的关键;

第7章介绍开发PCI总线设备的WDM驱动程序的基础知识;

第8章介绍如何用Windows 2000 DDK开发PCI总线设备驱动程序,是本书的重点篇章;

第9章介绍如何用DriverStudio开发PCI总线设备驱动程序,是本书的重点篇章;

第10章介绍操作PCI总线设备驱动程序的上层应用程序的开发;

第11章介绍PCI总线设备的安装和调试。

书中提供了作者大量的设计经验和心得。书中和附带的光盘中提供了开发 PCI 总线设备的原理图、芯片封装、驱动程序、中间层 DLL 程序和上层应用程序等源代码,对读者而言是开发 PCI 总线设备不可多得的参考资料。

本书由华中科技大学尹勇和武汉科技学院李宇执笔,参与本书编写的还有关荣锋、李林凌、范良志、张超勇和朱传军等。本书在编写过程中受到武汉音乐学院钟小华女士的鼎力帮助,特表感谢。本书的出版同时得到北京航空航天大学出版社的大力支持和鼓励,在此深表敬意。

由于时间有限,书中图表较多,难免出现错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正!

作者

2004 年 7 月

华中科技大学

目 录

第 1 章 PCI 总线概述

1.1 计算机总线	1
1.1.1 计算机总线的概念	1
1.1.2 计算机总线的分类	1
1.2 PCI 总线的特点	10
1.3 PCI 总线的发展趋势	12
1.3.1 PCI 总线的发展历程	12
1.3.2 PCI 总线的未来	13

第 2 章 PCI 板卡的机械和电气规范

2.1 PCI 板卡的机械和电气规范介绍	15
2.2 PCI 板卡的物理尺寸	15
2.3 PCI 板卡接插件的物理尺寸	17
2.4 PCI 板卡的电气指标	19
2.4.1 PCI 卡的电源指标	19
2.4.2 PCI 卡的引脚分配	21
2.4.3 PCI 卡的电源要求	25
2.4.4 PCI 卡的 PCB 布局布线要求	25

第 3 章 PCI 总线设备的信号分配

3.1 信号类型定义	27
3.2 PCI 总线信号定义	28
3.2.1 系统信号	28
3.2.2 地址和数据信号	28
3.2.3 接口控制信号	29
3.2.4 仲裁引脚	30
3.2.5 错误反馈引脚	30
3.2.6 中断引脚	30
3.2.7 高速缓存引脚	31
3.2.8 64 位总线扩展引脚	31
3.2.9 JTAG 边沿扫描引脚	32

第 4 章 PCI 总线设备的配置空间

4.1 PCI 配置空间简介	34
----------------------	----

4.2 必须配置的寄存器	36
4.3 其他的配置寄存器	40
4.4 基地址配置寄存器	41
4.4.1 地址映射	42
4.4.2 扩展 ROM 基地址寄存器	43
4.4.3 外加存储器	44
4.5 PCI 扩展 ROM	44
4.5.1 PCI 扩展 ROM 内容	44
4.5.2 PCI 兼容的扩展 ROM	46
4.6 PCI 设备驱动程序	48
4.7 系统复位	49

第 5 章 PCI 总线设备接口芯片

5.1 PCI 总线接口芯片介绍	50
5.2 PCI9052 芯片	51
5.2.1 PCI9052 的主要特点	52
5.2.2 PCI9052 的引脚分配	53
5.2.3 PCI9052 的功能介绍	59
5.2.4 PCI9052 使用时注意的问题	65
5.3 CH365 芯片	65
5.3.1 CH365 的特点	66
5.3.2 CH365 芯片的引脚分配	67
5.3.3 CH365 的功能介绍	68
5.3.4 CH365 的应用	73

第 6 章 PCI 总线设备的 SCH 图和 PCB 图设计

6.1 PCI 总线设备的 SCH 图设计	87
6.1.1 信号线部分	87
6.1.2 特殊的引脚	88
6.1.3 去耦电容的使用	89
6.2 PCI 总线设备的 PCB 图设计	90
6.2.1 PCB 图设计注意事项	90
6.2.2 利用 PCB 设计向导	92

第 7 章 WDM 设备驱动程序简介

7.1 WDM 驱动程序概述	99
7.1.1 操作系统概述	99
7.1.2 WDM 特性	102
7.1.3 WDM 与其他驱动程序的比较	102

7.2 WDM 驱动程序的种类	103
7.2.1 WDM 驱动体系	103
7.2.2 Windows 2000 中的设备驱动程序	104
7.3 WDM 驱动程序的层次模型	105
7.4 WDM 驱动程序的基本结构	106
7.5 驱动程序设计的硬件基础	119
7.6 WDM 开发驱动程序的过程	124
7.6.1 WDM 驱动程序的开发步骤	124
7.6.2 驱动程序开发的一些技巧	127

第 8 章 用 DDK 开发 PCI 总线设备驱动程序

8.1 开发工具的选择	130
8.2 开发环境的建立	130
8.3 PCI 设备驱动程序的特点	133
8.4 PCI 设备驱动程序的设计	133
8.5 PCI9052Demo 设备的驱动程序开发	138
8.6 PCI9052Demo 设备的驱动程序的编译链接	216

第 9 章 用 DriverStudio 开发 PCI 总线设备驱动程序

9.1 DriverStudio 工具包简介	221
9.1.1 DriverStudio 工具包的特点	221
9.1.2 DriverStudio 工具包的组成	222
9.1.3 DriverStudio 工具包的安装与运行环境设置	223
9.2 利用向导生成 PCI 设备驱动程序框架和设备配置信息	226
9.3 PCI 设备的操作	234
9.3.1 PCI 设备的配置空间的访问	234
9.3.2 I/O 端口的访问	234
9.3.3 内存的访问	235
9.3.4 中断的处理	235
9.3.5 DMA 的处理	237
9.4 I/O 端口的访问实例	239

第 10 章 PCI 总线设备上层应用程序的开发

10.1 设备名的标识方式	268
10.1.1 设备的符号链接	268
10.1.2 设备接口	269
10.2 设备接口注册	270
10.3 设备驱动程序的访问	270
10.4 应用程序的开发实例	271

第 11 章 PCI 总线设备的安装和调试

11.1 INF 文件.....	291
11.1.1 INF 文件的结构.....	291
11.1.2 INF 文件实例.....	297
11.1.3 使用 INF 文件	298
11.1.4 PCI9052Demo 设备的 INF 文件	301
11.1.5 PCI9052Demo 驱动程序的安装	304
11.2 驱动程序的调试.....	308
11.2.1 调试概述.....	308
11.2.2 编写代码的注意问题.....	310
11.2.3 WinDbg 工具的使用	310
11.2.4 WinDbg 分析崩溃实例	312
11.2.5 WinDbg 的交互式的调试	318
11.2.6 SoftICE 软件的使用	319
11.2.7 使用 SoftICE 调试程序.....	323

参考文献

第 1 章 PCI 总线概述

1.1 计算机总线

1.1.1 计算机总线的概念

计算机系统大都采用模块结构,一个模块就是具有专门功能的插件板,或叫做部件、插件、插卡等,例如,主机板、存储器卡、I/O 接口板等。随着集成电路的集成度的提高,一块板上可安装多个模块。各模板之间传送信息的通路称为总线。为便于不同厂家生产的模板能灵活构成系统,形成了总线标准。一般情况下有两类标准,即正式公布的标准和实际存在的工业标准。正式公布的标准由 IEEE(电气电子工程师学会)或 CCITT(国际电报电话咨询委员会)等国际组织正式确定和承认,并有严格的定义。实际的工业标准首先由某一厂家提出,而又得到其他厂家广泛使用。这种标准可能还没有经正式、严格的定义,也有可能经过一段时间后提交给有关组织讨论而被确定为正式标准。在标准中对插件引线的几何尺寸、引线条数、各引线的定义、时序及电气参数等做出明确规定。这对子系统的设计和功能的扩充都带来了方便。

1.1.2 计算机总线的分类

总线按其传输的信号分为如下几种:

- ◆ 数据总线 DB(Data Bus): 数据总线用于 CPU 与其他部件之间传送信息,具有三态控制功能,且是双向的。
- ◆ 地址总线 AB(Address Bus): 地址总线用于传送 CPU 要访问的存储单元或 I/O 接口的地址信号。
- ◆ 控制总线 CB(Control Bus): 控制总线是连接 CPU 的控制部件和内存、I/O 设备等,用来控制内存和 I/O 设备的全部工作。

按总线在微机系统中的位置可分为机内总线和机外总线两种。由 CPU 送出的地址、数据、控制信号称为内部总线。外部总线是微机系统相互之间或微机系统与其他电子系统之间实现通信连接的总线。

1. 机内总线

机内总线是连接计算机内部各模块的总线,如连接 CPU、存储器和 I/O 接口的总线;常用的有 ISA 总线、EISA 总线、VESA 总线、PCI 总线和 AGP 总线等。

1) ISA 总线

ISA 为工业标准总线,是 IBM 公司为其生产的 PC 系列微机制定的总线标准。ISA-8 总线(即 XT 总线)适用于 CPU 为 8088 的 IBMPC/XT 微机系统。总线信号连接到一个 62 针插座,分成 A、B 两排,每排 31 针,可连接 31 条引线,其中数据线 8 根,地址线 20 根。可接收 6

路中断请求,3 路 DMA 请求;此外还包括时钟、电源线和地线。

20 世纪 80 年代中期,ISA 总线扩充到 16 位(即 AT 总线),它适用于 CPU 为 80286 的 IBMPC/AT 系统。总线信号连接到 2 个插座:一个是与 XT 总线兼容的 62 针插座,仍旧标记为 A1~A31、B1~B31;另一个为扩充的 32 针插座,标记为 C1~C18、D1~D18。总线信号包括 16 根数据线、24 根地址线,支持 16 级中断和 7 个 DMA 通道。8 位数据线的 I/O 接口卡可以在 ISA-16 的 62 针插座上运行。在此期间,由于 CPU 速度的提高,让 CPU 与存储器直接交换数据而不再通过 ISA 总线。ISA 总线的最大传输速率为 5 Mb/s。

2) EISA 总线

1989 年,Compaq、HP、AST、Epson 和 NEC 等九家计算机公司联合推出了一个 32 位总线标准——扩充工业标准(Extended Industrial Standard Architecture,简称 EISA)。EISA 保持了与 ISA 的完全兼容。由于 EISA 的公开性,适合于 EISA 总线的插卡,如 LAN、SCSI、图形卡等相继问世,使 EISA 在应用领域得到充分发展。

EISA 总线支持 CPU、DMA 设备和总线主设备对存储器的 32 位地址寻址,16 位或 32 位数据传送宽度。总线时钟仍保持为 8 MHz。32 位的 DMA 采用成组传送(burst)方式时,传输速率可达 33 Mb/s。burst 方式指的是当数据传送开始后以一定周期连续重复传送一组数据的工作方式,其所能达到的最高传输速率,称为传输速率。在某些文章中 burst 翻译成猝发式或迸发式。

EISA 总线虽有很多改进,但比较复杂,而且随着人们对视频显示要求的不断提高,EISA 总线的传输速率已不能满足要求,于是出现了局部总线。

3) VESA 总线

VESA(Video Electronics Standards Association)总线是“视频电子标准协会”于 1991 年推出的 32 位局部总线,把对数据传输速率要求高的显示卡、网络卡等通过局部总线控制器与 CPU 总线相连,局部总线时钟与 CPU 时钟同步。但由于总线扩展插槽的电气性能限制了最高工作频率,一般选定为 33 MHz,所以数据传输速率最大为 132 Mb/s。低速的 I/O 设备,如打印机、CD-ROM、FAX 或 Modem 等,仍通过 ISA 总线控制器,以 8 MHz/16 MHz 的工作频率运行。这样构成的系统是 VESA 和 ISA 两种总线的结合,在主板上同时有两种扩展插槽。VESA 总线没有制定严格的标准,因此各厂家产品的兼容性较差。另外 VESA 总线主要是针对 80486 设计的,最适合使用于 80486 系统中。

4) PCI 总线

外围部件互连总线(Peripheral Component Interconnect,简称 PCI)也称为局部总线。随着 Pentium 芯片的推出,Intel 公司分别于 1992 年 6 月和 1995 年 6 月颁布了 PCI V1.0 和 V2.1 规范,目前已得到广泛应用。

PCI 总线插槽是目前主板上最常见的总线,现在几乎所有的主板上都有它的踪影。它定义了 32 位数据总线,且可扩展为 64 位(PCI V2.1 支持 64 位)。PCI 是一种同步且独立于处理器的 32 位局部总线,它不依附于某个具体处理器,除了适用于 Intel 公司的芯片外,还适用于其他型号(如 DEC 公司的 Alpha)的微处理器芯片,并能实现即插即用(P&P),即在加电时,BIOS 可自动检测机器配置,而给各个外围设备分配中断请求号、存储器的缓冲区等,从而避免了 IRQ(中断请求)、DMA(直接存储器存取)和 I/O 通道之间的冲突。PCI V1.0 支持 33 MHz 工作频率,最大传输速率为 132 Mb/s;而 V2.1 工作在 66 MHz 的频率时,其传输速率为

264 Mb/s或 528 Mb/s。

从结构上看,PCI 是在 CPU 和原来的系统总线之间插入的一级总线,具体由一个桥接电路实现对这一层的管理,并实现上下之间的接口以协调数据的传送。管理器提供了信号缓冲,使之能支持 10 种外设,并能在高时钟频率下保持高性能,它为显卡、声卡、网卡、MODEM 等设备提供了连接接口。在多处理器系统中,可以有 1 个或多个桥连接到系统总线上,而系统总线仅连接处理器/Cache、主存储器和桥。

PCI 总线主板插槽的体积比原 ISA 总线插槽小,其功能对 VESA、ISA 而言有极大的改善,支持突发读写操作,可同时支持多组外围设备。PCI 总线在主板上的插槽如图 1.1 所示。

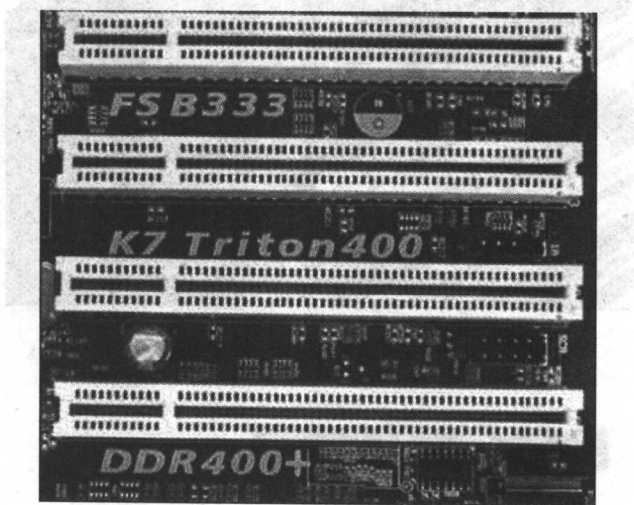


图 1.1 PCI 总线在主板上的插槽

5) AGP 总线

AGP(Accelerated Graphics Port,图形加速端口)总线直接与主板的北桥芯片相连,且该接口让视频处理器与系统主内存直接相连,避免经过窄带宽的 PCI 总线而形成系统瓶颈;增加 3D 图形数据传输速率,而且在显存不足的情况下还可以调用系统主内存,所以它拥有很高的传输速率,这是 PCI 等总线无法与其相比拟的。

严格说来,AGP 不能称为总线,因为它是点对点连接,即连接控制芯片和 AGP 显示卡,但在习惯上依然称其为 AGP 总线。AGP 以 66 MHz 的 PCI V2.1 规范为基础扩充了以下主要功能:

采用数据读写操作的流水线操作,减少了内存等待时间,数据传输速率有了很大提高,具有 133 MHz 及更高的数据传输频率;可直接内存执行 DIME;地址信号与数据信号分离可提高随机内存访问的速度;采用并行操作允许在 CPU 访问系统 RAM 的同时 AGP 显示卡访问 AGP 内存,显示带宽也不与其他设备共享,从而进一步提高了系统性能。

AGP 接口的发展经历了 AGP1.0(AGP1X、AGP2X)、AGP2.0(AGPPro、AGP4X)、AGP3.0(AGP8X)等阶段,其传输速率也从最早的 AGP1X 的 266 Mb/s 的带宽发展到了 AGP8X 的 2 Gb/s。

目前常用的 AGP 接口为 AGP4X、AGPPro、AGP 通用及 AGP8X 接口。需要说明的是,

由于 AGP3.0 显卡的额定电压为 0.8~1.5 V, 因此不可能把 AGP8X 的显卡插接到 AGP1.0 规格的插槽中。这就是说, AGP8X 规格与旧有的 AGP1X/2X 模式不兼容。而对于 AGP4X 系统, 当把 AGP8X 显卡插入其中时, 它仍然可以工作, 但仅以 AGP4X 模式工作而已, 因此还是仅能得到 1.06 Gb/s 的 AGP 带宽。AGP 接口在主板上的插槽和 AGP 接口的几种型号分别如图 1.2 和图 1.3 所示。

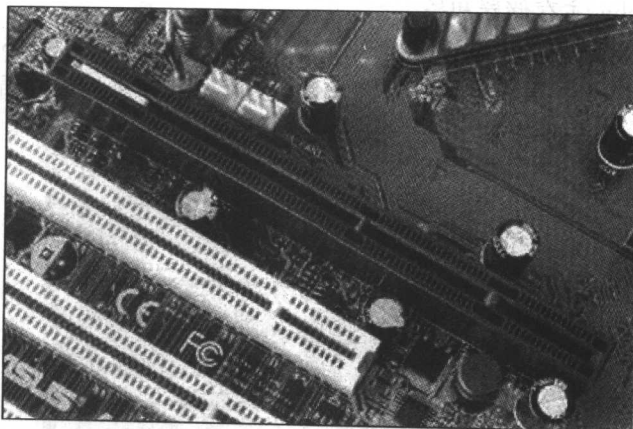


图 1.2 AGP 接口在主板上的插槽

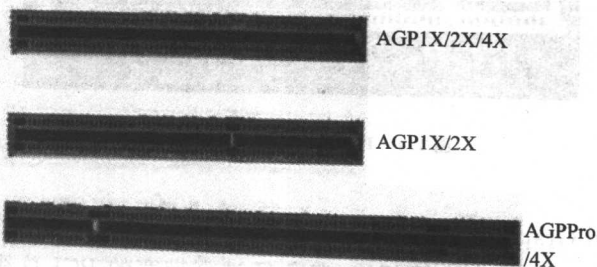


图 1.3 AGP 接口的几种型号

2. 机外总线

机外总线为系统之间或系统与外部设备之间连接的总线, 它实际上是一种外设的接口标准。目前电脑上流行的机外总线有 IDE/ATA 总线、SATA 总线、SCSI 总线、USB 总线和 IEEE 1394 总线等, 前两种主要是与硬盘、光驱等 IDE 设备接口, 后面两种新型外部总线可以用来连接多种外部设备。常见的 RS232C 串行总线也属于机外总线。

1) IDE/ATA 总线

IDE(Intelligent Drive Electronics)接口是用来连接硬盘和光驱等设备而设的。流行的 IDE 接口有 ATA33/66/100/133。ATA33 又称 Ultra DMA/33, 它是一种由 Intel 公司制定的同步 DMA 协定。传统的 IDE 传输使用数据触发信号的单边来传输数据, 而 Ultra DMA 在传输数据时使用数据触发信号的两边, 因此它具备 33 Mb/s 的传输速率。而 ATA66/100/133 则是在 Ultra DMA/33 的基础上发展起来的, 它们的传输速率可达到 66~133 Mb/s。

IDE 接口是于 1989 年由 Imprimus、Western Digital 与 Compaq 三家公司确立的。它只

需用一条电缆将它们与主板或接口卡连接起来就可以了。把硬盘或光驱与控制器集成在一起的做法减小了硬盘接口的电缆数目与长度,数据传输的可靠性也得到了增强,硬盘制造起来也就变得更简单,因此厂商不需要再担心自己的硬盘是否跟其他厂商生产的控制器兼容;对用户而言,硬盘的安装也变得更为方便。

1996年,ATA的增强型接口——ATA-2(EIDE, Enhanced IDE)正式确立。它是对ATA的扩展,增加了2种PIO和2种DMA模式,把最高传输速率提高到了16.7 Mb/s,是以前的IDE接口类型的3~4倍。同时它引进了LBA地址转换方式,突破了以前BIOS固有504 MB的限制,支持最高可达8.4 GB的硬盘,其两个插口分别可以连接一个主设备和一个从设备,从而可以支持四个设备,两个插口也分为主插口和从插口。

由于IDE只具有16.7 Mb/s的数据传输速率,各大产商又联合推出了Multiword DMA Mode3接口,也叫UltraDMA,它的突发数据传输速率达到了33.3 Mb/s。此接口类型使用40针的接口电缆,并且向下兼容,大家熟悉的Ultra ATA/33接口也即是此接口类型。

在Ultra ATA/33标准后推出的即为Ultra ATA/66及Ultra ATA/100接口。Ultra ATA/100的突发数据传输速率达到100 Mb/s。由于它具有很高的传输速率,原来为5 Mb/s数据传输速率设计的40针接口电缆已不能满足ATA66/100的需求,因此在Ultra ATA/66/100的接口电缆中增加了40根地线,以减小数据传输时的电磁干扰。最新的ATA/100是可以完全向下兼容的,即它能使用ATA/33、ATA/66的设备。

ATA/133完全延续原来并行ATA的技术特征,它与现在广泛采用的ATA/100没有任何区别,只是将硬盘接口带宽拓宽到了133 Mb/s,更大的带宽意味着系统能支持更高的传输速率。ATA/133的接口电缆与ATA/100完全一样,都是40针80芯的硬盘线,它们都支持CRC冗余循环校正和支持S.M.A.R.T等。

从理论上讲,ATA/133能给用户带来一定的系统性能提升;但令人尴尬的是,目前硬盘内部传输速率都还只在66.7 Mb/s内徘徊,带宽由100 Mb/s拓宽到133 Mb/s对系统而言目前并不会带来磁盘性能的飞速提升。虽然Intel主推Serial ATA硬盘标准,但VIA、SIS等厂家已推出相关的主板芯片组来支持ATA/133。此外,也有许多主板厂家通过板载HighPoint的HPT372控制芯片等方式来支持ATA/133。IDE/ATA总线接口在主板上的插槽如图1.4所示。

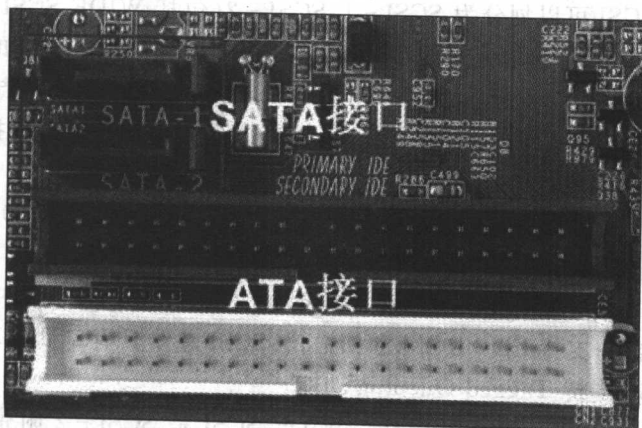


图1.4 IDE/ATA总线接口在主板上的插槽

2) SATA 总线

Serial ATA 即串行 ATA,它是一种完全不同于并行 ATA 的新型硬盘接口类型,因其采用串行方式传输数据而得名。众所周知,并行 ATA 由于采用并行方式传输数据,所以一次可传输多位数据;但它的缺点也是显而易见,每个通道需要的信号针脚就高达 26 支。图 1.4 中也标出了 SATA 总线接口在主板上的插槽。

并行 ATA 设计时需要 5 V 的电压。相比之下,Serial ATA 就具备其独特的优势。首先,Serial ATA 以连续串行的方式传送数据,一次只会传送一位数据。这样能减少 ATA 接口的针脚数目,使连接电缆数目变少,效率也会更高。实际上,Serial ATA 仅用四支针脚就能完成所有的工作(这四支针脚分别用于连接电缆、连接地线、发送数据和接收数据);同时这样的架构还能降低系统能耗和减小系统复杂性。

其次,Serial ATA 的起点更高、发展潜力更大。Serial ATA 1.0 定义的数据传输速率可达 150 Mb/s,这比目前最新的并行 ATA(即 ATA/133)所能达到 133 Mb/s 的最高数据传输速率还高,而在 Serial ATA 2.0 的数据传输速率将达到 300 Mb/s,最终将实现 600 Mb/s 的最高数据传输速率。SATA 总线的发展预测如表 1.1 所列。

表 1.1 SATA 总线的发展预测

Serial ATA 版本	Serial ATA I	Serial ATA II	Serial ATA III
传输速率/(MB · s ⁻¹)	150	300	600
上市时间	2002 年	约 2005 年	约 2007 年或更晚
连接器	7 脚	7 脚	7 脚
信号传送		类似 Serial ATA I	类似 Serial ATA II

最后,Serial ATA 的拓展性更强。由于 Serial ATA 采用点对点的传输协议,所以不存在主从问题,这样每个驱动器不仅能独享带宽,而且使拓展更容易。

3) SCSI 总线

SCSI 是指 Small Computer System Interface(小型计算机系统接口),它最早研制于 1979 年,原是为小型机研制出的一种接口技术,但随着电脑技术的发展,现在它被完全移植到了普通 PC 上。现在的 SCSI 可以划分为 SCSI-1、SCSI-2(包括 WIDE SCSI 和 FAST SCSI)和 SCSI-3 等。SCSI-2 是目前最流行的 SCSI 版本。各个 SCSI 版本介绍如下。

(1) SCSI-1 1983 年开始研究、1986 年制定的 SCSI 标准的主要特点是:支持同步和异步的 SCSI 设备;支持 7 台 8 位的 SCSI 设备;传输速率最大为 5 Mb/s;支持 WORM(WRITE ONCE READ MANY)设备。

SCSI-1 控制使用卡 ISA 总线,它的最大连线长度为 6 m,接头为 50 针。但由于传输速率太慢,现在已经不使用了。

(2) SCSI-2 SCSI-2 标准是 1992 年制定的。它在 SCSI-1 标准中加入以下新功能:支持高密度 SCSI 接头;支持 CD-ROM 和扫描仪;SCSI 总线具有奇偶校验功能;支持 FAST SCSI 和 WIDE SCSI;支持 Tagged Queuing 功能。

FAST SCSI 是 SCSI-2 的标准规格。WIDE SCSI 是 SCSI-2 附带制定的加强规格。FAST SCSI 可使 SCSI 总线上的数据传输速率达到 10 Mb/s。这个速度是 SCSI-1 设备速度

的两倍。绝大多数 SCSI 硬盘都支持 FAST SCSI 标准。FAST SCSI 设备要求数据同步传输。安装 FAST SCSI 设备时,它的最大电缆长度不能超过 3 m,接头为 50 针,最多可接 7 台设备。

WIDE SCSI 总线和 FAST SCSI 总线比较,在同一时间中可传输 16 位的数据,这就使支持 WIDE SCSI 的设备的数据传输速率提高到 20 Mb/s,并且 WIDE SCSI 总线上可同时支持 8 位和 16 位 SCSI 设备。当使用 WIDE SCSI 控制卡时,应注意它最多只能连接 15 台 SCSI 设备,接头为 68 针或 80 针,最大的电缆长度不能超过 6 m。

(3) SCSI-3 与 SCSI-2 相比,SCSI-3 能支持更多的计算机硬件种类,并且数据传输速率也更快。SCSI-3 支持 Ultra SCSI。SCSI-3 也叫 FAST-20、Doublespeed SCSI,它定义怎样在 8 位 SCSI 总线上每秒传输 20 Mb 数据和在 16 位 Wide SCSI 总线上每秒传输 40 Mb 数据。这种控制卡用 50 针接头、8 位数据传输时,可串接 7 台 SCSI 设备,电缆的最大长度为 1.5 m。当用 68 针或 80 针接头、16 位数据传输时,可串接 15 台 SCSI 设备,电缆的最大长度为 1.5 m;支持光纤通道,提供高达 100 Mb/s 的传输速率;支持串行通道。可串接 16~32 台 SCSI 设备。

Wide Ultra SCSI(LVD)也可叫 Ultra2 SCSI(LVD),LVD 代表低电压差分技术。它的传输速率最大可达到 80 Mb/s,使用 68 或 70 针接口,电缆最大长度为 12 m,最多串接 15 台 SCSI 设备。1998 年开始生产的 SCSI 硬盘大多采用此标准,比如西部数据的 Enterprise WDE18300、昆腾的 Atlas 三代、IBM 的 Ultrastar 等产品都支持 Ultra2 SCSI(LVD)标准。

1999 年 9 月中旬发布的 Ultra3 SCSI Ultra160/m 标准,属于第 5 代的 SCSI 技术。它的性能可达到 Wide Ultra 的 4 倍,这一技术的传输速率高达 160 Mb/s,这是由于 Ultra 160 SCSI 每个时钟周期发送的是两位数据而不是一位,因而它比 Ultra2 SCSI 标准(最高 80 Mb/s)拥有更高的吞吐量,它提供的双边界时钟方案允许数据和时钟运行在 400 Hz 的频率。Ultra 160 SCSI 同时还集成了低压差分技术(LVD),LVD 具有过去的单端技术降低费用的特点,还能够抵抗高压差分技术设计中的信号噪声和低电位漂移。昆腾于 1999 年 11 月份推出了支持这一标准的硬盘 Atlas 10K 和 Atlas 四代。

SCSI 广泛应用于如硬盘/光驱/ZIP/扫描仪/打印机/CDRW 等设备上,它有以下优点:

(1) 适应面广 使用 IDE 接口时,将会受到系统 IRQ(中断号)及 IDE 通道的限制。一般情况下每个 IDE 通道使用一个 IRQ,因此在一个标准的主板只能用上 2 个 IRQ;而每两个设备要占据一个 IDE 通道,因此一个标准的主板上最多只能接 4 个 IDE 设备。当然可以通过增加 IDE 控制卡来增加可接设备的数量,但最多也不能超过 15 个。使用 SCSI 所接的设备就可以超过 15 个,而所有这些设备只占用一个 IRQ,同时 SCSI 支持的设备相当广泛。

(2) 多任务 与 IDE 不同,SCSI 允许在一个设备传输数据的同时,对另一个设备进行数据查找。这将在多任务操作系统如 Linux、Windows NT 中获得更高的性能。

(3) 宽带宽 理论上,最快的 SCSI 总线有 160 Mb/s 的带宽,即 Ultra 160 SCSI。这意味着硬盘传输速率最高将达 160 Mb/s(当然这是理论值,实际应用中可能会低一点);而目前最快的 IDE 接口硬盘其数据传输速率也只有 100 Mb/s(ATA-100 标准下的理论值,到目前为止,能很好兼容此标准的硬盘还很少,如 IBM 公司最新出品的 Deskstar 75GXP 和 Deskstar 40GV 系列),而且许多用户的设备可能因为各方面的限制(如未更新主板的 BIOS 或主板不支持 UDMA 100/UDMA 66 标准,没有使用支持 ATA 100/ATA 66 的硬盘或外设等)而不能达到此速度。他们现在所能用的可能只有 ATA 33,最高传输速率只有 33 Mb/s。

(4) CPU 占用率低 使用传统 IDE 接口时, CPU 需要随时在线地全程控制数据的传输动作, 所以 IDE 传输数据的过程中, CPU 不能做任何事, 必须等在旁边, 直到传输结束后才可执行后续的指令。目前较新的 Ultra DMA 接口使用 Bus Mastering 技术提高性能, 减少资源占用, 但是也仅能局限在 PCI 通道内, 从整体性能而言, 仍比不上 SCSI。

早期在 SCSI 接口下, CPU 将传输指令提交给 SCSI 之后, 即刻就可处理后续的指令, 传输的工作则交由 SCSI 处理芯片负责, 且传输过程以 DMA (Direct Memory Access) 方式, 由 SCSI 直接访问内存, 待 SCSI 处理完毕、发出信号通知 CPU 后, CPU 再进行后续处理。目前“即插即用”的 SCSI 卡虽然也改用 Bus Mastering, 不过通过独立处理芯片的协助, 占用 CPU 资源的比例还是相当小的。

当然 SCSI 相对于 IDE 也不是没有缺点的, 其最大的缺点可能就是价格太昂贵; 因此至少在目前还不是每个人都能承受得起。

4) USB 总线

USB 的英文全称为 Universal Serial Bus, 中文含义是通用串行总线。它是一种快速、双向、同步传输并可以进行热拔插的廉价的串行接口。USB 接口使用方便, 它可以连接多个不同的设备, 而过去的串口和并口只能接一个设备。速度快是 USB 技术的突出特点之一。全速 USB 接口的最高传输速率可达 12 Mb/s, 比串口快了整整 100 倍, 而执行 USB2.0 标准的高速 USB 接口速率更是达到了 480 Mb/s, 这使得高分辨率、真彩色的大容量图像的实时传送成为可能。USB 接口支持多个不同设备的串列连接, 一个 USB 接口理论上可以连接 127 个 USB 设备。连接方式也十分灵活, 既可以使用串行连接, 也可以使用集线器 (Hub) 把多个设备连接在一起, 再同 PC 机的 USB 接口相接。普通的使用串口、并口的设备都需要单独的供电系统, 而 USB 设备则不需要。正是由于 USB 的这些特点, 使其获得了广泛的应用。

1994 年, Intel、Compaq、Digital、IBM、Microsoft、NEC、Northern Telecom 七家世界上著名的计算机公司和通讯公司成立了 USB 论坛, 大概花了近两年的时间才形成统一的意见, 于 1995 年 11 月正式制定了 USB0.9 通用串行总线 (Universal Serial Bus) 规范, 而把 USB 接口真正设计在主板上用了一年的时间, 1997 年开始有真正符合 USB 技术标准的外设出现。USB1.1 是目前推出的支持 USB 的计算机与外设上普遍采用的标准。最近出现的 USB2.0 规范向下兼容 USB1.1, 数据的传输速率将达到 120~240 Mb/s, 预备支持宽带宽数字摄像设备及下一代扫描仪、打印机及存储设备。USB2.0 规范的支持者除了原有的康柏、Intel、微软和 NEC 四个成员外, 还有惠普、朗讯和飞利浦三个新成员。

Intel 等公司开发的通用串行总线架构 (USB) 的目的主要基于以下 3 方面考虑:

(1) 计算机与电话之间的连接 显然用计算机来进行通信将是下一代计算机基本的应用。机器和人们的数据交互流动需要一个广泛而又便宜的连通网络。然而, 由于目前产业间的相互独立发展, 尚未建立统一标准, 而 USB 则可以广泛地连接计算机和电话。

(2) 易用性 众所周知, PC 机的改装是极不灵活的。对用户友好的图形化接口和一些软硬件机制的结合, 加上新一代总线结构使得计算机的冲突大量减少, 且易于改装。但以终端用户的眼光来看, PC 机的输入/输出, 如串行/并行端口、键盘、鼠标、操纵杆接口等, 均还没有达到即插即用的特性, USB 正是在这种情况下问世的。

(3) 端口扩充 外围设备的添加总是被相当有限的端口数目限制着。缺少一个双向、价廉、与外设连接的中低速的总线, 限制了外围设备 (诸如电话/电传/调制解调器的适配器、扫描