

USB

总线接口开发指南

张念淮 江浩 编著

国防工业出版社

USB 总线接口开发指南

张念淮 江 浩 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

USB 总线接口开发指南/张念淮,江浩编著. —北京:国防工业出版社,2001.3

ISBN 7-118-02432-5

I. U... II. ①张... ②江... III. 电子计算机-总线-接口 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 57931 号

JS487/12

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经营

*

开本 787×1092 1/16 印张 18¼ 415 千字

2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着通信领域和计算机领域技术的不断发展,传统的通信和计算功能已经出现了融合趋势,并很有可能成为下一代应用产品的基础。而且社会的飞速发展使得人们需要交换的信息种类越来越多,数量也越来越大,这就要求提供一种廉价的、遍布全球的连接手段。但是,长期以来通信技术和计算机技术是彼此相互独立地发展的。能不能提出一种新的技术来实现计算机和通信设备之间的互连呢?

现在,由于 PC 机在进行重新配置时缺乏足够的灵活性,已经影响了 PC 机的进一步普及。随着友好的用户图形界面和新的硬件、软件机制的结合以及与之相对应的诸如 PCI、PnP、ISA 和 PCM CIA 等新一代总线体系结构的提出,使得计算机看起来已经不像当初那么直观了,要重新配置它也不是那么容易了。而且,从用户的角度来看,PC 机上的 I/O 接口,如串行/并行接口、键盘/鼠标/游戏杆并不具有即插即用的功能。那么有没有一种可以使用户使用起来更简便的技术呢?

随着计算机的普及,人们对计算机的需求也越来越多。所以,各种用来扩充计算机功能的外设也就不断出现,与之相应的是机箱上面的端口越来越紧张了。正是由于缺乏一种双向的、廉价的、支持中低速外设的总线,阻碍了像调制解调器、扫描仪、键盘鼠标等外围设备的进一步发展,而现有的技术都只能用于一两种产品的需要。如果要支持具有新功能的外设,就必须在机箱上增加一个新的接口来对其进行寻址。谁也无法说出未来会出现什么新的外设以及会出现多少。这样一来,这种机械地增加端口的方法就显得很不方便了。那么,能否利用新的技术来简化端口的扩充,适应未来发展的需要呢?

以上这三方面的要求是相互联系的,而 USB 技术就是在这三个方面需求的推动下,由 Compaq、Digital Equipment、IBM、Intel、Microsoft、NEC 和 Northern Telecom(北方电信公司)等七家公司共同提出的。USB 的英文全称为 Universal Serial Bus,中文含义是通用串行总线,它是一种快速的、双向的、同步传输的、廉价的并可以进行热插拔的串行接口,它是与当今计算机的发展趋势相适应的。总而言之,USB 技术是为实现计算机和通信的集成(CTI)而提出的一种用于扩充 PC 体系结构的工业标准。

1998 年 8 月,微软推出了 Windows 98 系统,内置了对 USB 接口的支持模块,使得 USB 的支持软件进入成熟阶段,USB 设备也日渐增多。因此,可以说 Windows 98 的诞生为 USB 技术的发展和应用起到了一定的推波助澜的作用。

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。USB 接口的最高传输率可达 12Mb/s,比串口快了整整 100 倍!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行连接,一个 USB 接口理论上可以连接 127 个 USB 设备。连接的方式也十分灵活,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。

随着大量支持 USB 的个人电脑的普及以及 Windows 98 的广泛应用,USB 逐步成为 PC 机的一个标准接口已经是大势所趋。最新推出的 PC 机几乎 100% 支持 USB。另一方面,使用 USB 接口的设备也在以惊人的速度发展。Dataquest 公司的统计结果显示,1998 年一年内,已有 1000 万台 USB 设备售出,预计到 2000 年可达 1 亿台。到目前为止,USB 已经在 PC 机的多种外设上得到应用,包括扫描仪、数码相机、数码摄像机、音频系统、显示器、输入设备等。所以对于广大的工程设计人员来说,USB 是设计外设接口时的首选总线。

本书第 1 章介绍了 USB 总线的基本概念,第 2 章对目前应用较为广泛的几种总线技术进行了比较,简要介绍了 USB 总线的性能优势,第 3 章则系统总结了 USB 总线技术的优点和提出该技术的动因。第 4 至第 11 章,则对 USB 总线体系结构、数据流模型、机械规范和电气规范以及 USB 协议层和物理层、USB 主设备和 USB 集线器规范进行了全面系统的介绍,使读者可以对 USB 的协议规范有一个全面的认识。第 12 章则以 Windows 98 作为操作系统环境,介绍了 Windows 对 USB 的支持,以及在设计 USB 设备时必须考虑的问题和设计实例。另外,我们还介绍了 USB D(USB 设备驱动程序)的结构和 USB 驱动程序接口(USB D I)的定义和有关的结构,并给出了 Windows 98 DDK(Driver Development Kit)中所提供的几个函数,为用户设计 USB 设备驱动程序提供一些参考。最后,还对 URB(USB 请求块)的定义进行了分析。

虽然作者在 USB 总线技术的开发工作中做一些工作,但是由于作者水平有限,对这种新技术的认识和理解还有待深化。因此书中的错误和偏颇之处在所难免,希望广大读者给予批评指正。

目 录

第1章 引言	1
1.1 什么是 USB	1
1.1.1 USB 的孕育	1
1.1.2 USB 的含义	2
1.2 USB 的用途	4
1.3 USB 的布局	5
1.4 USB 设备	7
1.4.1 USB 显示器	8
1.4.2 USB 调制解调器	8
1.4.3 USB 视频相机和输入设备	9
1.4.4 USB 键盘、鼠标和游戏杆	9
1.4.5 USB 集线器	10
1.4.6 USB 音箱	10
1.4.7 USB 声卡	11
1.4.8 USB 扫描仪	11
1.4.9 USB 打印机	11
1.4.10 USB 软驱	12
1.4.11 USB 网卡	12
1.4.12 USB 转接设备	12
第2章 计算机总线概论	14
2.1 总线概念	14
2.1.1 系统总线	16
2.1.2 外部总线	16
2.2 串行总线和并行总线的比较	17
2.2.1 并行接口	18
2.2.2 串行接口	18
2.3 总线标准	19
2.3.1 PC/XT 总线、ISA(AT)总线及 EISA 总线	20
2.3.2 PCI 总线	21
2.3.3 AGP 总线	22
2.4 流行总线的性能比较	24
2.4.1 其它几种系统总线	24

2.4.2 其它几种串行总线	25
第3章 USB 总线规范	28
3.1 概述	28
3.2 应用范围分类	29
3.3 USB 的特点	30
3.4 USB 与 IEEE 1394 的比较	32
3.5 有关 USB 的几个重要概念	33
第4章 USB 总线体系结构	35
4.1 USB 系统描述	35
4.1.1 总线拓扑结构	36
4.2 物理接口	37
4.2.1 电气特性	37
4.2.2 机械特性	37
4.3 电源	38
4.3.1 功率分配	38
4.3.2 电源管理	38
4.4 总线协议	38
4.5 稳定性	39
4.5.1 差错检测	39
4.5.2 差错控制	39
4.6 系统配置	39
4.6.1 插入 USB 设备	40
4.6.2 拆除 USB 设备	40
4.6.3 总线枚举	40
4.6.4 层间关系	40
4.7 数据流类型	41
4.7.1 控制信息传输	41
4.7.2 批量数据传输	41
4.7.3 中断数据传输	41
4.7.4 同步传输	42
4.7.5 分配 USB 带宽	42
4.8 USB 设备	42
4.8.1 设备特征	42
4.8.2 设备描述	43
4.9 USB 主机:硬件和软件	44
第5章 USB 数据流模型	46
5.1 开发人员观点	46

5.2 总线构成	48
5.2.1 USB 主机	48
5.2.2 USB 设备	48
5.2.3 物理总线拓扑结构	49
5.2.4 逻辑总线拓扑结构	50
5.2.5 客户软件	50
5.3 USB 通信流	50
5.3.1 设备端点	52
5.3.2 管道	53
5.4 传输类型	55
5.5 控制传输	56
5.5.1 数据格式	56
5.5.2 分组尺寸限制	56
5.5.3 总线访问限制	57
5.6 同步传输	59
5.6.1 数据格式和方向	60
5.6.2 分组尺寸限制	60
5.6.3 总线访问限制	61
5.6.4 数据顺序	61
5.7 中断传输	61
5.7.1 数据格式	61
5.7.2 方向	62
5.7.3 分组尺寸限制	62
5.7.4 总线访问限制	62
5.7.5 数据顺序	64
5.8 批量传输	64
5.8.1 数据格式	64
5.8.2 方向	64
5.8.3 分组尺寸限制	65
5.8.4 总线访问限制	65
5.8.5 数据顺序	66
5.9 总线传输访问	66
5.9.1 传输管理	67
5.9.2 跟踪处理操作	69
5.9.3 计算总线操作时间	70
5.9.4 计算功能模块/软件中的缓冲区大小	72
5.9.5 回收总线带宽	72
5.10 对同步传输的特殊考虑	73
5.10.1 非 USB 同步应用实例	74
5.10.2 USB 时钟模型	76

5.10.3	时钟同步	76
5.10.4	同步设备	78
5.10.5	数据预缓存	84
5.10.6	SOF 跟踪	85
5.10.7	差错控制	85
5.10.8	为速率匹配而进行缓存操作	86
第 6 章	USB 总线机械规范	88
6.1	机械规范概述	88
6.2	尺寸要求	89
6.3	USB 电缆	89
6.3.1	电缆规范	89
6.3.2	连接器(A 系列)	91
6.3.3	连接器(B 系列)	96
6.3.4	串行总线图标	96
6.3.5	插头/插座机械和电气要求	100
6.4	电缆压降要求	104
6.5	传播时延	105
6.6	接地技术	105
6.7	信息调整	105
第 7 章	USB 总线电气特性	106
7.1	信号	107
7.1.1	USB 驱动器特性	107
7.1.2	接收器特性	109
7.1.3	信号终端	109
7.1.4	信号电平	109
7.1.5	数据编码/解码	116
7.1.6	比特填充	116
7.1.7	同步方式	118
7.1.8	起始的帧时间间隔和帧调整能力	118
7.1.9	数据信号速率	118
7.1.10	数据信号上升和下降时间	119
7.1.11	数据源信号	119
7.1.12	集线器信号时序	120
7.1.13	接收器数据抖动	122
7.1.14	电缆时延	123
7.1.15	总线转向时间/分组间时延	123
7.1.16	端到端最大信号时延	124
7.2	功率分配	124

7.2.1 设备类型	125
7.2.2 电压下降预算	129
7.2.3 功率控制	129
7.2.4 动态插拔	130
7.3 物理层	131
7.3.1 环境	131
7.3.2 总线定时/电气特性	131
7.3.3 时序波形	135
第8章 协议层	137
8.1 比特安排	137
8.2 SYNC 域	137
8.3 分组域格式	138
8.3.1 分组标识域	138
8.3.2 地址域	139
8.3.3 端点域	139
8.3.4 帧标号域	139
8.3.5 数据域	139
8.3.6 循环冗余检验	140
8.4 分组格式	140
8.4.1 令牌分组	141
8.4.2 帧开始分组	141
8.4.3 数据分组	141
8.4.4 握手分组	142
8.4.5 握手响应	142
8.5 处理格式	144
8.5.1 批量处理操作	144
8.5.2 控制传输	145
8.5.3 中断处理操作	147
8.5.4 同步处理操作	148
8.6 数据触发同步和重试	149
8.6.1 通过 SETUP 令牌进行初始化	149
8.6.2 成功的数据处理操作	150
8.6.3 数据被破坏或不能接受	150
8.6.4 破坏了的 ACK 握手分组	151
8.6.5 低速处理操作	151
8.7 差错检测和恢复	153
8.7.1 分组差错分类	153
8.7.2 总线转向时间	153
8.7.3 假 EOP	154

8.7.4 串扰和活性损失恢复	155
第9章 USB 设备结构	156
9.1 USB 设备状态	156
9.1.1 可见的设备状态	157
9.1.2 总线枚举	159
9.2 通用 USB 设备操作	160
9.2.1 动态连接和拆除	160
9.2.2 地址分配	160
9.2.3 配置	160
9.2.4 数据传输	161
9.2.5 功率管理	161
9.3 USB 设备请求	162
9.4 标准设备请求	163
9.5 描述符	169
9.6 标准 USB 描述符定义	170
9.6.1 设备	170
9.6.2 配置	171
9.6.3 接口	173
9.6.4 端点	174
9.6.5 字符串	175
9.7 设备类型定义	175
9.8 设备通信	176
第10章 USB 主机:硬件和软件	181
10.1 USB 主设备概述	182
10.1.1 控制机制	185
10.1.2 数据流	185
10.1.3 搜集状态和性能统计信息	185
10.1.4 电气接口考虑	186
10.2 主控制器请求	186
10.2.1 状态控制	186
10.2.2 串行器/解串器	187
10.2.3 帧产生	187
10.2.4 数据处理	187
10.2.5 协议引擎	188
10.2.6 传输差错控制	188
10.3 软件机制概述	188
10.3.1 设备配置	189
10.3.2 资源管理	191

10.3.3 数据传输	191
10.3.4 公共数据定义	192
10.4 主控制器驱动程序	192
10.5 通用串行总线驱动程序	193
10.5.1 概述	193
10.5.2 USB 命令机制要求	195
10.5.3 USB 管道机制	197
10.5.4 利用 USB 机制来管理 USB	199
10.6 操作系统环境指南	201
第 11 章 集线器规范	202
11.1 概述	203
11.2 设备特性	203
11.2.1 集线器体系结构	203
11.2.2 集线器连接	204
11.2.3 集线器端口状态	205
11.2.4 总线状态鉴定	209
11.2.5 全速率和低速率行为比较	210
11.2.6 集线器状态操作	211
11.3 集线器 I/O 缓冲区要求	213
11.3.1 上拉和下拉电阻	214
11.3.2 边沿变化率控制	215
11.4 集线器故障恢复机制	215
11.4.1 集线器控制器故障恢复	215
11.4.2 假 EOP	215
11.4.3 中断器故障恢复	216
11.4.4 集线器帧定时器	216
11.4.5 靠近 EOF 时的集线器动作	217
11.5 挂起和重新开始	220
11.5.1 全局挂起和重新开始	220
11.5.2 选择性挂起和重新开始	223
11.6 USB 集线器复位操作	227
11.6.1 集线器在根端口上接收复位信号	227
11.6.2 端口复位	228
11.6.3 电源供给和复位时延	228
11.7 集线器电源分配要求	229
11.8 集线器端点组织	230
11.8.1 集线器信息体系结构和操作	230
11.8.2 端口变化信息处理	231
11.8.3 集线器和端口状态变化位图	231

11.9 集线器配置	234
11.10 集线器端口电源控制	234
11.11 描述符	234
11.11.1 标准描述符	235
11.11.2 集线器描述符	235
11.12 请求	237
11.12.1 标准请求	237
11.12.2 专用类型请求	237
第 12 章 USB 产品开发和驱动程序设计	246
12.1 Windows 世界中的 USB 设备	246
12.1.1 Windows 95 中的 USB 设备	247
12.1.2 Windows 98 中的 USB 设备	249
12.1.3 Windows 98 环境下的 IEEE 1394 设备	251
12.2 USB 硬件产品开发	252
12.2.1 设计选择	254
12.2.2 USB 设备实现举例	258
12.3 USB 设备驱动程序设计	260
12.3.1 Windows USB 驱动程序接口	261
12.3.2 USBDI 的 IOCTL	264
12.3.3 USBDI 结构定义	265
12.4 URB 的定义	268
附录 A USB 字汇表	270
附录 B 网络资源	279

第1章 引言

本章将介绍 USB 总线的产生背景,以及它是如何提出的。然后给出 USB 系统的典型配置,并着重对 USB 总线和以太网的异同点进行比较。虽然两者的差距很大,但是它们之间却存在一定的可比性,这样也可以使读者把 USB 同熟悉的以太网联系起来,从而更容易理解引入 USB 技术的意义。最后,将给出目前市场上可以见到的一些 USB 设备的说明,还将特别举出某些厂家的 USB 设备实例,使读者获得一些感性认识。由此也可以看到 USB 技术的发展情况,坚定学习使用 USB 技术的决心。

本章具体包括以下内容:

-  USB 总线的含义;
-  USB 总线的用途;
-  USB 总线的布局;
-  USB 设备,包括 USB 显示器、Modem、视频相机、集线器等。

1.1 什么是 USB

最初 USB(Universal Serial Bus,通用串行总线)是由 COMPAQ、DIGITAL EQUIPMENT、IBM、INTEL、MICROSOFT、NEC 以及 Northern Telecom 七家公司共同开发的一种新的外设连接技术。这一技术将最终解决对串行设备和并行设备如何与计算机相连的争论,大大简化计算机与外设的连接过程。1995 年,通用串行总线,由通用串行总线应用论坛(USB-IF)进行了标准化。目前已经有许多串行端口和串行总线技术应用于主机和外设之间的通信,但它们都有其特定的目的和缺点。而该组织的目标就是发展一种兼容低速和高速的技术,从而可以为广大用户提供一种可共享的、可扩充的、使用方便的串行总线,将串行通信技术推向 21 世纪。该总线应独立于主计算机系统,并在整个计算机系统结构中保持一致。为了实现上述的目标,USB-IF 发布了一种称为通用串行总线的串行技术规范(Universal Serial Bus),简称为 USB。

1.1.1 USB 的孕育

众所周知,对 PC 机进行功能扩充不是一件简单易行的事情。随着 PC 机用户向各层

次发展,今天计算机已经进入了我们的办公室、家庭,成为了一个不可缺少的辅助工具。随着计算机的普及,不了解计算机内部结构的用户日益增多。如何简化外围设备和扩充作业,使之方便易行,这是众多 PC 机厂家面临的重大研究课题。在这背景下 Microsoft 公司于 1994 年提出了 Plug & Play(即插即用)方案,其思想是把 PC 机的外围设备和扩充电路板连接起来,系统可以自动分配中断和端口等资源,而无需用户干预。也就是说在软件方面,增设外围设备和扩充电路板时较以前相对简化了许多。但是在硬件方面,扩充各种扩展卡,例如 PCI 网卡、PCI 声卡等,用户不得不拆开机箱,才能把扩展卡插到主板上的相应扩展槽内,这仍然相当麻烦。

因此,在 1996 年召开的面向 PC 机硬件技术工作者会议上 Compaq、Intel 和 Microsoft 三家厂商提出了设备插架(Device Bay)概念,并于 1997 年 6 月正式公布设备插架标准规格 0.8 版,经过一段时间对 0.8 版的大幅度修正,终于设备插架规格于 1997 年第 3 季度正式确定下来。

设备插架的规格分为台式 PC 机规格和笔记本式 PC 机规格,例如:台式机的设备插架外形尺寸为 159.4mm×177.8mm×1.9mm,而笔记本式的设备插架占用面积为(130×127)mm²,高度为 19mm 或 12.7mm;对于供电电源的规定如下:台式机设备插架里有 +12V、+5V 和 +3.3V 供电连接器,笔记本机设备插架里只有 +5V 和 +3.3V 供电连接器。同时,设备插架规定了扩充插槽的机械规范和电气规范。事先把要扩充的电路板和外围设备放在规定的外壳内,执行扩充作业时将它插入到设备插架里便可。

这种设备插架有以下 3 大特点:

(1) 设备插架插拔方式与 VTR(磁带录像机)装入盒式录像带方式十分相似,把设备插架盒套对准 PC 机箱上的设备插架入口轻轻一推即可,十分方便。

(2) 利用设备插架实现 PC 机功能扩充时,PC 机并不停电,原来的应用程序照样运行,即后面所提到的动态插拔(热插拔)技术。

(3) 利用设备插架实现 PC 机功能扩充远比 PCI 总线扩充性高。主板内的 PCI 扩展槽只有那么寥寥几个,即使再加上一两个 ISA 扩展槽,也很难适应未来发展的需要。而使用设备插架技术最多可扩充 63 个外围设备。

在设备插架规格里,可以利用串行接口 IEEE 1394(另外一种串行总线)和 USB 连接外围设备。设备插架的连接器分别备有“IEEE 1394”和“USB”(两者的详细资料请见第 2 章)的连接端。究竟利用那种串行接口,由外围设备的使用情况而定。对于数据传送速度为 12Mb/s 以下的低速外围设备,应使用 USB,IEEE 1394 则适用于数据传送速度为 100Mb/s 以上的高速外围设备。

1.1.2 USB 的含义

近年来 USB 技术已经成为了计算机领域发展最快的技术之一,并为越来越多的个人计算机界人士所接受。随着 Windows 98 的问世,USB 系统的支持问题得到了解决,各种 USB 设备不断涌现。可以说正是由于 Windows 98 的出现,才带来了 USB 技术的飞速发展和普及。现在,你如果买了一台没有 USB 端口的基于 Intel 生产的芯片的 PC 机,那简直是不可能的。而且 USB 技术并不仅限于 PC 行业,现在每一个计算机硬件的生产商都在尝试在他自己的平台上应用 USB 技术。那么什么是 USB 呢?

读者可能对串口有所了解,我们通常所用的鼠标和调制解调器都是连接在串口上的。但 USB 并不完全是一个串口,它实际上是一种串行总线。这意味着你的机箱后盖上的 USB 端口可以连接许多设备,这些设备可以相互连接在一起。而且不同类型的设备组成可以通过一种称为 USB 集线器的硬件分离开来,这些都是与传统的串口上只能链接一个设备有着本质区别的。正如前面提到的一样,USB 用来把串口、并口等不同的接口统一起来,使用一个 4 针插头作为标准插头。通过这个标准插头,采用菊花链形式(星型结构)可以把所有的外设连接起来,并且不会损失带宽。也就是说,USB 将取代当前 PC 上的串口和并口。所以当我们提到 USB 时,与其将它想象成一个串口,还不如将它想象成一个连接有不同设备的网络,就像我们所熟悉的以太网一样。图 1-1 给出了一个典型的 USB 设备网络配置的示意图。

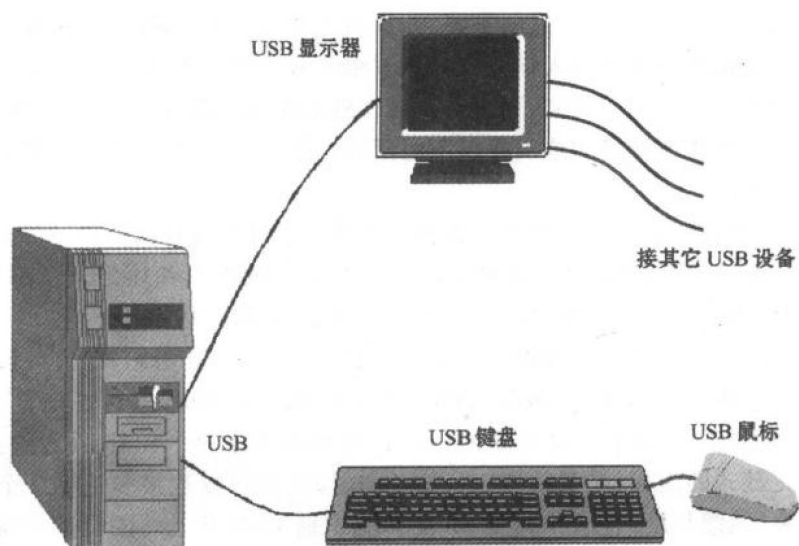


图 1-1 典型的 USB 配置图

但是要想在同一条总线上连接不同的设备并不容易实现,因为这意味着会有许多设备来共享总线上有限的带宽。对于我们所熟悉的 RS-232 串口通信的标准来说,它的带宽就非常有限,不能用其来与打印机相连。当然,我们也就更不可能利用它来从数字相机上下载图片了。一条 RS-232 串口通信电缆只能连接一个物理设备,而 USB 上却可以连接最多 127 个外设。所有这些外设都有可能和主机进行通信,USB 不仅要处理好总线竞争问题,还要保证各个设备的正常数据通信要求。因此,相对于 RS-232 而言,USB 总线的实现机制要复杂得多。

问题的关键在于必须要有一条速度很快的总线。USB 在计算机工业中被认为是一个具有中低速率的总线,它每秒钟可以处理 10Mbit 的信息。而这一速度正是大多数商用计算机网络的速度。但是在与工作速度为 300Mb/s 的“光通道”串行总线和即将问世的专门用于处理音频和视频信号的 IEEE1394 等总线技术而言,USB 的速度就不能称为快了。所以,我们说 USB 是一种中低速的总线,这一点读者要明确。

1.2 USB 的用途

如上所述,USB 就是设备插架的一种规范。USB 技术的设计目的是向广大计算机用户提供纯粹的数字视频和音频信号,以实现通信服务。所以 USB 的总线速度要足够用来支持这些类型的设备。

对广大 PC 机用户来说,在连接外设时有一个很大的问题,那就是对于每一种设备而言,都需要在总线上插入一块它自己的适配器,当然还需要占用主板上的一个扩展槽。例如,对于高分辨率的图像支持需要有显卡;为了驱动你的游艺杆需要有游戏卡;驱动音箱还要有声卡;为了将图像信号输入计算机,还要有视频输入卡等等。

随着计算机技术的飞速发展,新的外设不断涌现,留给各种适配卡使用的扩展槽越来越少了。同时,为了适应未来发展的需要,计算机还要包含足够的技术和电源功率,从而可以为将来可能出现的数字输入设备和带宽敏感的外设提供支持。例如在 PC 机上实现电视会议在今天已经成为了现实,而由你的 PC 机来提供环绕立体声将成为一种标准的功能。当然究竟要实现哪些功能现在还不能预计。因此 USB 技术必须着眼于未来,具有良好的可扩充性。

所以,人们正在努力发展一种可以涵盖中低速数字外围设备的需要,同时所占资源又更少的技术。而 USB 正好满足了这些要求。它把所有的输入和输出外设都置于机箱之外,而不使用任何扩展槽。它使设备具有了一些智能,虽然它不是计算机。

在 USB 方式下,所有的外设都在机箱外连接,不必再打开机箱;允许外设热插拔,而不必关闭主机电源。USB 采用“级联”方式,即每个 USB 设备用一个 USB 插头连接到一个外设的 USB 插座上,而其本身又提供一个 USB 插座供下一个 USB 外设连接用。通过这种类似菊花链式的连接(星型结构),一个 USB 控制器可以连接多达 127 个外设,而每个外设间距离(线缆长度)可达 5m。USB 能智能识别 USB 链上外围设备的插入或拆卸,USB 为 PC 的外设扩充提供了一个很好的解决方案。

主机和 USB 设备之间的连接拓扑结构是星形连接。USB 连接器分 A 系列和 B 系列,一般 USB 设备利用 B 系列连接器与主机连接,而键盘、鼠标和扩充集线器等 USB 设备则利用 A 系列连接器与主机实现连接。主机与要求全速传送的 USB 设备连接时,可利用 HUB 级联方法延长连接距离,但最多允许 5 个 HUB 级联,最长扩展连接距离不得超过 30m。

对一般外设而言,USB 有足够的带宽和连接距离来支持它。USB 允许两种数据传送速度。低速传送为 1.5Mb/s,全速传送为 12Mb/s。全速传送时,结点间连接距离为 5m,连接使用 4 芯电缆(电源 2 条,信号线 2 条)。该速率与一个标准的串行端口相比,大约快出 100 倍,与一个标准的并行端口相比,也快出近 10 倍。因此,USB 能支持高速接口(例如 ISDN、PRI、T1),使用户拥有足够的带宽供新的数字外设使用。

有了 USB 技术,外设的设计者就可以很自由地实现其方案——而无需将整个外设的功能分为设备和接口卡两个部分。现在出现的 USB 音箱,就可以认为是一个 USB 声卡 and 传统音箱的结合体。同时计算机中的内部总线也就不必处理在这些接口卡之间穿梭的信息流了。你会发现,有了这种类型的配置,你可以获得更好的整体系统性能。