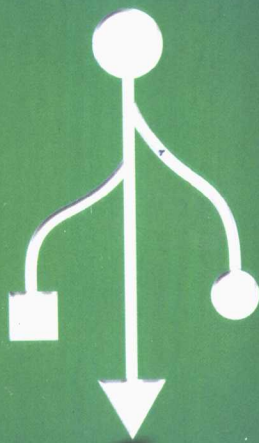


USB 2.0

设备的设计与开发



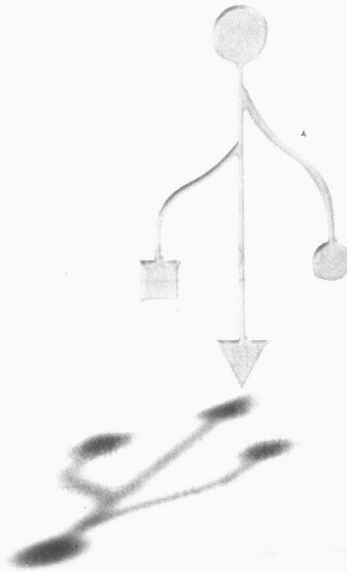
边海龙 贾少华 编著
博嘉科技 审校

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TP366
3

USB 2.0

设备的设计与开发



边海龙 贾少华 编著
博嘉科技 审校

北方工业大学图书馆



00542429

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

USB 2.0 设备的设计与开发/边海龙, 贾少华编著.—北京: 人民邮电出版社, 2004.1
ISBN 7-115-11731-4

I. U... II. ①边... ②贾... III. 电子计算机—接口—程序设计 IV. TP334
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 109598 号

内 容 提 要

USB 已经成为计算机上的标准配置接口, 是实现外部设备与计算机通信常用的一种方式。本书从两个方面入手, 重点介绍了 USB 2.0 协议以及 USB 设备的设计与开发的相关知识。全书共分为 12 章, 第 1~8 章介绍了 USB 2.0 协议, 内容包括 USB 2.0 规范、USB 集线器、设备检测、控制传输、USB 传输方式、USB 设备机械和电气特性、USB 中数据格式和信号编码等基础知识; 第 9~12 章通过具体的实例介绍了如何开发一个符合 USB 2.0 规范的设备, 内容包括常见 USB 控制器芯片介绍、USB 设备硬件设计、固件设计、驱动程序设计。全书列举了大量范例程序, 并作了详尽解释, 可以帮助用户开发自己的 USB 设备。

本书语言通俗易懂, 内容丰富详实, 突出了以实例为中心的特点, 适合具有一定的专业基础知识和 USB 设计开发经验的读者学习和参考, 可作为计算机专业高年级本科生和研究生的教材。

USB 2.0 设备的设计与开发

◆ 编 著 边海龙 贾少华
审 校 博嘉科技
责任编辑 马 嘉

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132692
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 393 千字 2004 年 1 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-11731-4/TP·3652

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前 言

随着计算机在各个领域的广泛应用，计算机在软硬件资源方面存在的不足已经成为制约其进一步发展的“瓶颈”。因此，不论是计算机的设计者还是使用者都在努力寻找解决方法。

1998年USB接口出现，USB是通用串行总线（Universal Serial Bus）的英文简称，它是目前计算机上广泛使用的外部设备接口。设计者们以最大限度地方便用户使用为设计目标，正是由于其低廉的价格、方便灵活的使用方式，USB一推出便受到了广泛的关注，很多的使用者和开发者都对其进一步的发展表现出了极大的兴趣。

与其他的接口不同，USB接口规范是完全开放的。因此，它获得了前所未有的生命力。从诞生之初到现在，短短5年的时间，由开始的不为人们所熟悉，到现在几乎所有的新型计算机硬件都将其作为新一代的接口；传输速率由开始的1.1版本的12Mbit/s到现在2.0版本的480Mbit/s，发展速度令人惊讶。

为用户提供方便的前提是开发者必须最大限度地将产品的方方面面考虑周全，那么，怎么样能够在利用最短时间的前提下，将开发速度提到最高呢？这便是本书所要讲述的问题。

本书主要内容

本书主要介绍USB 2.0规范，并列举大量实例以帮助用户开发一个自己的USB设备。全书共分12章，各章大体内容如下。

第1章：讲述USB出现的背景、发展情况以及一些USB规范的基本概念，使读者对USB有一个基本的认识。

第2章：介绍USB总线结构，以及开发USB外设所要做的准备工作。

第3章：详细介绍USB集线器的体系架构，以及在即插即用中所起的作用。

第4章：以Cypress公司的EZ-USB FX2系列芯片为例讲述USB设备的列举过程，使读者了解主机如何识别USB设备并与设备进行通信，详细介绍USB 2.0规范定义的9种描述符。

第5章：详细讲述USB数据传输的核心——控制传输，其中包括设置阶段、数据阶段和状态阶段3个阶段，以及11种标准设备请求和供应商特定请求。

第6章：从USB通信流的角度来讲述USB的4种数据传输方式：控制传输、批量传输、等时传输和中断传输。

第7章：按照高速、全速和低速3种不同规范来讲述USB的机械和电气特性。

第8章：介绍了USB规范的数据格式与信号编码。

第9章：首先讲述通用USB控制芯片的构成组件，然后列举市面上常见的USB控制器芯片，并在功能上对其进行比较，以方便读者选取合适的USB控制芯片。

第10章：主要讲述开发一个USB设备的所必须的准备工作，芯片如何选择，以及USB外设的硬件电路设计。

第11章：主要以Cypress公司的USB控制芯片CY7C68013为例，讲述如何进行USB设备的固件设计，同时对所使用的开发语言C51进行了简单的介绍。本章列举了大量的固件范例程序，这些程序都是作者在实际开发过程中编写的，因此对读者学习有较大的指导作用。

第12章：介绍USB设备驱动程序的开发流程，包括USB设备驱动程序的基础，编写、

编译和调试设备驱动程序步骤，详细分析了设备驱动程序的安装文件 INF 文件。

读者对象

本书语言通俗易懂，内容丰富详实，突出了以实例为中心的特点，适合具有一定的专业基础知识和 USB 设计开发经验的读者学习和参考，可作为计算机专业高年级本科生和研究生的教材。

编写分工

本书由边海龙和贾少华担任主要的编写工作，博嘉科技资讯有限公司审校。其中，第 1 章~第 4 章、第 7 章~第 8 章由边海龙编写，第 5 章~第 6 章、第 9 章~第 12 章由贾少华编写。参加本书编写工作的还有金洁、谭细金、袁海英、吴杲、刘治国、李祖裕、庞作田、赵严、蔡勇、杨建军、朱怀宇、葛青、赵继军等，在此一并表示感谢。

相关网站和论坛

笔者在编写本书时参考了以下网站和论坛上的相关资料：

USB 开发者论坛：<http://www.usb.org>

USB 控制器芯片供应商：

Cypress <http://www.cypress.com>

National Semiconductor <http://www.national.com>

NetChip <http://www.netchip.com>

Philips <http://www.semiconductors.philips.com>

Microchip <http://www.microchip.com>

USB 工具软件：

Usbready.exe http://www.acwsoft.de/acw_usb2.html

Keil software <http://www.keil.com>

Inside Out Networks <http://www.ionetworks.com>

Windows 驱动程序参考：

Microsoft Windows 2000 Driver Development Kit.

By Microsoft Corporation

在此对以上网站和文献作者表示衷心的感谢，祝这些专业网站越办越好，祝文献作者在相关的研究领域取得更好的成绩和长足的进步。

技术支持

如果读者愿意参加“USB 2.0 设计与应用”的学习培训，或是在学习过程中发现问题，或有更好的建议，欢迎与我们联系，我们非常愿意与熟悉 USB 的高手经常保持联系。作者的 E-mail 邮箱如下：

bojiakeji@163.net。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免存在疏漏和错误，恳请读者批评指正。

作者

目 录

第1章 USB 基础知识.....	1
1.1 快速的发展过程.....	1
1.2 USB 的优势.....	3
1.2.1 真正的即插即用.....	3
1.2.2 速度的提升.....	4
1.2.3 其他方面.....	4
1.3 重要的概念.....	5
1.3.1 “智能化”的接口简析.....	5
1.3.2 “主机”的概念.....	6
1.3.3 USB 的端口.....	8
1.3.4 “Function”的意义.....	8
1.3.5 “Hub”的意义.....	9
1.3.6 “Device”的意义.....	9
1.4 USB 的局限性.....	9
1.4.1 功能的局限性.....	9
1.4.2 开发的难度.....	10
1.5 本章小结.....	11
第2章 如何着手 USB 的开发工作.....	12
2.1 USB 结构简介.....	12
2.1.1 USB 的总线结构（物理结构）.....	12
2.1.2 USB 的逻辑结构.....	13
2.2 必要的准备工作.....	14
2.2.1 主机.....	14
2.2.2 开发过程中应考虑的问题.....	16
2.2.3 必要设备的准备.....	18
2.2.4 开发工作流程.....	18
2.2.5 最后的考虑.....	19
2.3 关于开发者论坛.....	20
2.4 本章小结.....	20
第3章 集线器.....	21
3.1 USB 集线器.....	21
3.1.1 通常概念意义下的集线器.....	21

3.1.2	USB 中的集线器 (Hub) 概念	22
3.2	Hub 的体系结构	22
3.2.1	连接的重续	23
3.2.2	Hub 的错误恢复机制	24
3.3	Hub 的数据帧与微帧的计时器	24
3.3.1	高速模式下微帧的计时范围	24
3.3.2	全速模式下帧的计时范围	25
3.3.3	帧/微帧的计时同步机制	25
3.4	主机在帧结束时的行为	29
3.4.1	全/低速模式下最晚发出的主机数据包	29
3.4.2	全/低速模式下的无效包	29
3.4.3	全/低速下对事务处理完成时间的预测	29
3.5	内部端口	30
3.6	下游端口	31
3.6.1	下游端口状态的描述	33
3.6.2	连接断开的侦测	35
3.6.3	端口指示灯	36
3.7	上游端口	36
3.7.1	全速	37
3.7.2	高速	37
3.7.3	接收器	37
3.7.4	发送器	37
3.8	集线器中继器	37
3.9	集线器控制器	38
3.9.1	端点的组织结构	38
3.9.2	Hub 的消息体系结构和操作	38
3.9.3	端口改变信息的处理	39
3.9.4	集线器和端口的状态改变位图	39
3.9.5	过流报告和恢复	40
3.9.6	对于设备检测的控制	41
3.10	集线器的设置	41
3.11	事务处理转译器 (Transaction Translator)	42
3.11.1	综述	42
3.11.2	数据处理时序	44
3.12	本章小结	45
第 4 章	设备检测	46
4.1	概述	46
4.2	FX 2 的设备列举过程	47
4.2.1	FX 2 列举的特点	47

4.2.2	FX 2 的启动模式	48
4.2.3	FX 2 的“默认的 USB 设备”	48
4.2.4	EEPROM 启动导入数据的格式	49
4.2.5	关于 RENUM 位	51
4.2.6	FX 2 对设备请求的回应 (RENUM=0)	51
4.2.7	FX 2 中用于固件下载的制造商请求	52
4.2.8	重新列举 (ReEnumerates)	53
4.2.9	初始化下载的过程	54
4.3	USB 2.0 中对于列举的规定	54
4.3.1	列举过程设备经历的状态	54
4.3.2	总线列举要经历的步骤	56
4.3.3	总线列举过程中要用到的描述符	56
4.4	本章小结	64
第 5 章 控制传输		66
5.1	基本理论	66
5.1.1	设置阶段	67
5.1.2	数据阶段	72
5.1.3	状态阶段	73
5.1.4	错误处理	74
5.1.5	11 种标准请求	75
5.1.6	类特定请求	83
5.1.7	供应商特定请求	84
5.2	实际应用	84
5.2.1	简介	84
5.2.2	控制端点 EP0	84
5.2.3	USB 请求	87
5.3	本章小结	102
第 6 章 数据传输方式		103
6.1	控制传输	104
6.1.1	数据格式	104
6.1.2	包大小的限制	106
6.1.3	总线访问限制	107
6.1.4	控制传输的数据顺序和错误的检测处理	109
6.2	批量传输	109
6.2.1	数据格式	110
6.2.2	数据包大小的限制	111
6.2.3	总线访问限制	111
6.2.4	数据顺序和错误检测	112

6.3	中断传输	112
6.3.1	数据格式	113
6.3.2	包大小限制	113
6.3.3	总线访问限制	113
6.3.4	数据顺序和错误检测	115
6.4	等时传输	115
6.4.1	数据格式	116
6.4.2	数据包大小限制	117
6.4.3	总线访问限制	117
6.4.4	错误检测	118
6.5	本章小结	118
第7章	机械特性	119
7.1	综述	119
7.2	内建的连接器的协议	119
7.3	线缆	120
7.4	线缆组件	120
7.4.1	标准的可分离的线缆组合	120
7.4.2	高/全速的束缚型的线缆组合	122
7.4.3	低速的束缚型线缆组合	123
7.4.4	被禁止的线缆组合	123
7.5	USB 连接器的终端数据	124
7.6	线缆的机械构造和材料需求	124
7.7	关于 USB 的电气特性	125
7.8	信号	125
7.8.1	高速信号的概述	125
7.8.2	USB 驱动器特性	127
7.8.3	高速接收器的特性	128
7.9	设备速度的检测	128
7.9.1	全/低速设备速度的检测	128
7.9.2	高速设备的检测	129
7.10	输入特性	129
7.10.1	全/低速的输入特性	129
7.10.2	高速的输入特性	130
7.11	信号的层次	131
7.11.1	全/低速的信号的层次	131
7.11.2	高/全速的信号的层次	132
7.12	连接和断开连接的信号	133
7.12.1	连接建立和断开的检测	133
7.12.2	建立连接的事件时序	134

7.12.3	数据信号	135
7.12.4	重启信号	135
7.12.5	挂起	137
7.12.6	重读	137
13	数据信号的速率	137
7.14	电力的分配	138
7.14.1	设备的分类	138
7.14.2	在挂起/重续中电力的控制	138
7.14.3	动态地连入和拔除	138
7.15	本章小结	139
第 8 章	信号编码与传输	140
8.1	字节/位顺序	140
8.2	SYNC 域	140
8.3	数据包域的格式	141
8.3.1	数据包鉴定域	141
8.3.2	地址域	142
8.3.3	帧数量域	143
8.3.4	数据域	143
8.3.5	循环冗余校验	143
8.4	数据包格式	143
8.4.1	标志包	143
8.4.2	分割处理特殊标志包	144
8.4.3	帧开始 (Start-Of-Frame) 包	147
8.4.4	数据包	148
8.4.5	握手包	148
8.4.6	握手的响应	149
8.5	数据包的处理时序	150
8.5.1	批量传输的处理时序	152
8.5.2	控制传输处理时序	152
8.5.3	中断传输的处理时序	155
8.5.4	同步传输的处理时序	156
8.6	数据触发的同步和重试	156
8.6.1	通过 SETUP 标志进行的初始化	156
8.6.2	成功的数据处理	157
8.6.3	数据的失效或不能被接收	157
8.6.4	失效的握手信号	158
8.6.5	低速的事务处理	158
8.7	错误检测和恢复	159
8.7.1	数据包错误分类	160

8.7.2	总线循环时间	160
8.7.3	EOP 的失效	161
8.7.4	总线错误的恢复	161
8.8	本章小结	162
第 9 章	USB 控制器芯片	163
9.1	USB 控制器芯片的构成	163
9.1.1	USB 端口	163
9.1.2	CPU	165
9.1.3	数据缓冲器	165
9.1.4	程序存储器	165
9.1.5	数据存储器	166
9.1.6	寄存器	166
9.1.7	其他接口	167
9.2	芯片构架	167
9.2.1	专门为 USB 设计的 USB 控制芯片	167
9.2.2	内嵌通用微控制器的芯片	169
9.2.3	需要外接微控制器的芯片	170
9.3	芯片举例	171
9.3.1	Cypress 公司的 M8 CY7C63101A 芯片	171
9.3.2	Cypress 公司的 EZ-USB 芯片	172
9.3.3	National Semiconductor USBN9603	176
9.3.4	Netchip NET2888	180
9.3.5	Philips Semiconductor PDIUSBD12	182
9.4	本章小结	185
第 10 章	USB 设备开发概述	186
10.1	准备工作	186
10.2	开发步骤	187
10.2.1	初步计划	187
10.2.2	硬件计划	187
10.2.3	软件计划	188
10.3	控制器芯片的选择	188
10.4	硬件设计	190
10.5	本章小结	192
第 11 章	固件设计 (CY7C68013)	193
11.1	固件的工作	193
11.2	汇编与 C51 的比较	194
11.3	C51 程序设计基础	195

11.3.1	标志符和关键字.....	195
11.3.2	数据类型.....	196
11.3.3	中断服务函数和寄存器组定义.....	197
11.3.4	C51 中的寻址方式.....	198
11.4	固件程序设计.....	199
11.4.1	固件程序规划.....	199
11.4.2	主程序.....	201
11.4.3	描述符定义.....	203
11.4.4	响应设备请求.....	208
11.4.5	中断处理.....	211
11.4.6	数据传输举例: 批量 OUT 传输.....	214
11.4.7	数据传输举例: 批量 IN 传输.....	215
11.5	本章小结.....	216
第 12 章	驱动程序设计.....	217
12.1	设备驱动程序基础.....	217
12.2	驱动程序的分类.....	219
12.2.1	VxD.....	219
12.2.2	KMD.....	220
12.2.3	WDM.....	220
12.3	WDM 驱动程序基本结构.....	220
12.3.1	WDM 驱动程序的层次结构.....	220
12.3.2	设备对象.....	222
12.3.3	USB 驱动程序结构.....	223
12.4	USB 设备驱动程序开发流程.....	224
12.4.1	准备工作(工具选择).....	224
12.4.2	两个重要的概念 IRP 和 URB.....	226
12.4.3	编写驱动程序.....	229
12.4.4	编译驱动程序.....	236
12.4.5	安装驱动程序.....	239
12.5	INF 文件.....	241
12.5.1	INF 文件格式要求.....	241
12.5.2	INF 文件举例.....	242
12.5.3	INF 文件详解.....	244
12.5.4	用 geninf 实用程序生成一个 INF 文件.....	249
12.6	本章小结.....	250

第 1 章 USB 基础知识

知识点：

- USB 的发展过程
- USB 的协议
- 常见的重要概念
- USB 的局限性

本章导读：

本章从 USB 的发展过程开始，向读者介绍了 USB 接口技术的发展过程、USB 的特点，以及读者在学习 USB 的过程中应该注意的一些概念。

随着计算机微处理器芯片性能的飞速发展，计算机逐渐在各种领域承担起各种各样的复杂任务，伴随着这种广泛应用，随之而来的问题就是计算机本身软硬件资源的严重不足。

软件方面包括操作系统对中断以及 I/O 口的分配，硬件方面则是用户必须面对如何使用有限的主板插槽来合理地接口必要的适配器，而且最大的不便就是在每一次插入或拔除板卡时，都不得不重复执行关闭机器、插入板卡、启动机器、安装驱动、进行调试等一系列繁杂的步骤。在许多场合，敞开的机箱、散乱地摊在工作台上的各种板卡成了专业计算机工作室的标志。

那么，有没有一种简单易行的接口既能够最大限度地节省计算机的软硬件资源，又能方便使用呢？答案是肯定的，那就是日益被用户所熟悉的 USB 接口。

1.1 快速的发展过程

在我们日益被上述所提到的问题所困扰时，开发商们同样也在努力地寻找新的途径来解决问题。

1. 萌芽

新生事物的萌芽可能原于少数人的灵感与努力，但其发展则必然需要很多外界力量的支持，USB 接口技术的发展也不例外。

Philips 与数字设备公司 (Digital Equipment Corporation) 借鉴 IIC synchronics bus 的优点，联合制定出了 Access.bus 规范。

其思路是让计算机的低速外围设备，如键盘、鼠标等，以简单的线缆插入式的连接方法来进行低速 (100bit/s) 的工作。同时，它将各种设备进行分类，如键盘、指示设备、文字设

备、显示设备等。

之所以说 Access.bus 是 USB 的基础,是因为其中的机械电气结构以及与主机连接的方式使开发商们眼界为之一开。它与主机的连接只通过 4 条线缆,即电源线、地线、一条数据线(Data Wire)、一条脉冲线(Clock Wire)。同时,它使用了开放收集器(Open-collector)驱动,这就形成了 USB 的发展雏形。

2. 成长

经过长时期的酝酿,1996 年 1 月,在 Compaq、Intel、Microsoft、NEC 等 4 家公司的联合努力下,USB 1.0 的白皮书问世了,这是 USB 发展史上具有里程碑意义的一页。

随后,经过近两年的完善与修改工作,一个完整的、可行的 USB 1.1 规范于 1998 年 9 月完成。至此,许多开发商已经可以依据 USB 1.1 规范内容来进行相关产品的开发了。

令人欣喜的是,这 4 家公司同意任何人都可免费使用 USB 1.1 的白皮书版本。这与其他组织开发的标准相比无疑是一个明智的创举,也正是基于此,使得 USB 产品的开发在短暂的时间内获得了迅猛的发展。USB 规范的发展历程如表 1-1 所示。

表 1-1 USB 规范的版本

版本	发表日期	说明
0.7	1994 年 11 月 11 日	覆盖 0.6 版本
0.8	1994 年 12 月 30 日	修改第 3~8、10、11 章,新增附录
0.9	1995 年 4 月 13 日	修改所有章节
0.99	1995 年 8 月 25 日	修改所有章节
1.0FDR	1995 年 11 月 13 日	修改第 1、2、5~11 章
1.0	1996 年 1 月 15 日	修改第 5~11 章
1.1	1996 年 9 月 23 日	修改所有章节
2.0(draft 0.79)	1999 年 10 月 5 日	修改第 5、7~9、11 章,以增加高速协议部分
2.0(draft 0.9)	1999 年 12 月 21 日	修改所有章节
2.0	2000 年 4 月 27 日	高速模式的版本

3. 对抗性的竞争促进了其发展

没有竞争就没有发展,USB 在诞生之初,便面对着许多已趋成熟的计算机接口的挑战,这就要求它必须具有明显的优势,并不断完善,才可能被用户所接受。USB 及其他常用接口如表 1-2 所示。

表 1-2 USB 及其他常用接口

接口	格式	设备最大数目	最大线缆长度(英尺)	最大传输速率(bit/s)
USB	异步串行	127	16(利用 5 个集成电路可连接到 96)	1.5M~2M(1.0~1.1 版) 480M(2.0 版)
RS-232 (EIA/TIA-232)	异步 串行	2	50~100	20k(有的硬件支持 45k)

续表

接口	格式	设备最大数目	最大线缆长度(英尺)	最大传输速率(bit/s)
PS-485	异步	32 (有的硬件支持 256 个)	4000	10M
(TEA/EIA-485)	串行			
IrDA	红外异步串行	2	6	115k
Microwire	同步串行	8	10	2M
SPI	同步串行	8	10	2.1M
IIC	同步串行	40	18	3.4M
IEEE-1394 (Fire-wire)	串行	64	15	400M (IEEE-1394.b 可达到 3.2G)
IEEE-488(GPIB)	并行	15	60	8M
Ethernet	串行	1024	1600	10M/100M/1G
MIDI	串行电流循环	2	50	31.5k
并行打印机	并行	2 (daisy-chain 支持 8 个)	10~30	8M

值得一提的是 IEEE-1394 接口与 USB 一样,其设计的最初目的便是方便微机用户简捷地连接外围设备到主机上,因此,在目前很多微型计算机上也携带有 IEEE-1394 接口。正是由于 1394 在速度上的优势,才使得制定 USB 标准的 7 家公司 (Compaq、Intel、Microsoft、NEC、Hewlett-Packard、Lucent、Philips) 又转入高速 USB 版本的开发,以对抗 1394 接口。不过,在 USB 2.0 推出之时,IEEE-1394 也推出了相应的 IEEE-1394.b 标准,将速率提高到了 3.2Gbit/s。因此,在这样的竞争下,USB 接口仍然需要向前不断发展。

应该看到,许多新生事物在其产生之初都有不尽完善之处,USB 也一样,所以,USB 2.0 仍然在不断推出其修订手册,我们接触到的最新的补丁发布于 2002 年 4 月。

1.2 USB 的优势

面对众多的接口,用户当然要问:为什么我应该选择 USB 而不是其他的接口呢?当看完下面讲述的内容之后,相信读者一定会被它所具有的众多优点所打动。

1.2.1 真正的即插即用

1. 自动地检测与设置

当启动计算机后需要再连入一个硬件外围设备时,过去的办法只能是将计算机关闭,然后打开机箱,插入板卡,连接线缆,再启动计算机等一系列的操作步骤。然而现在有了 USB 接口,只需要将配有 USB 接口的外设插入相应的计算机机箱上的接口,剩下的事情便完全由其和主机完成。当然,这需要得到一定的操作系统的支持,在普遍的 Windows 用户中,要注意的是必须在 Windows 98 及其以上版本中才会支持 USB 接口。其中,Windows NT 4 是不支

持的, Windows 2000 中加入了 USB 接口的支持, 最新的 Windows XP 是基于 Windows 2000 的, 所以也支持 USB。

需要注意的是在 Windows 98 中, 大多数情况下在第一次将一个新的 USB 设备接入主机时, 可能会需要相应的驱动程序。而在 Windows 2000 中, 这一问题已得到很好的解决, 因此, 连这一步也可省去。用户可以直接将 USB 设备从主机上拔开, 虽然操作系统往往会提示你这一举动会引起系统的不稳定。

2. 通用的接口

USB 在诞生之初, 便以尽可能方便用户使用为目的。因此, 其接口的通用性必然是其特点之一。同时, 由于越来越多的用户对 USB 的认可, 使得许多计算机设备制造商都在其产品中加入了 USB 接口的支持。因此, 在市场上可以方便地得到有 USB 接口的键盘、鼠标、光驱、硬盘、摄像头等一系列的外围设备。同时, 这些设备的接口机械、电气特性都是一致的, 因此, 在计算机上可以方便地连入这些设备。

3. 系统资源的节省

正是由于不同的外设可以使用同一个 USB 接口, 因此, 操作系统不需为每种设备都配置不同的中断和 I/O 口, 从而最大限度地节省了计算机系统资源。

同时, 也是由于上述特点, 用户不必再为不同硬件使用系统的中断和 I/O 口时产生的冲突而犯愁, 也不必再去手动地协调其分配了。

4. 简易的电缆

基于 Access.bus 的构想, USB 同样只使用 4 根线缆便完成了其繁重的数据传输。它们分别是电源线 (+5V)、地线、两条差分的数据线 (D+、D-), 这就使得我们所接触的 USB 接头相当小巧。

单独的一条 USB 线可支持 5m 的传输距离, 利用集线器, 可达 30m 的传输距离。

5. 不需要单独电源

由于 USB 接口中携带了电源线和地线, 因此, 它可直接从主机的接口或集线器上得到电源的供给。在中等电源供应的条件下, 它完全可以满足设备的需求。

1.2.2 速度的提升

在对 USB 1.1 版本的长期实践与改进基础上推出了 USB 2.0, 它在数据传输速率上有了飞跃, 已经达到了 480Mbit/s 的理论速率。

在 USB 体系中, 总共有 3 种数据传输速率: 低速 (Low Speed) 1.5Mbit/s、全速 (Full Speed) 12Mbit/s、高速 (High Speed) 480Mbit/s。像许多接口一样, USB 接口是向下兼容的, 也就是说, 最新的高速版本与 USB 1.1 接口在机械电气等方面是兼容的。

1.2.3 其他方面

USB 接口除了在简易性和速率这两大方面具有了突出的优势之外, 为了最大限度地发挥

其作用，开发接口的厂商在一开始便尽力使其能有更多体贴的、周详的用户服务方案。

1. 价格的优势

与其他接口相比 USB 的接口在线缆和机械方面实现起来简单易行，这就使其在价格上具有较大的优势。

2. 性能的稳定

为了使 USB 接口在工作时具有最大可能的稳定性，USB 协议从多方面考虑了保障措施。

□ 接口的初始化。在第一次将 USB 设备连入主机时，协议规定了要经过设备与主机的两次初始化链接，才能完成接口的接入过程。当然，这两次的链接是用户感觉不到的。

□ 与主机进行通信的保障。这种保障来自于以下两个方面：

(1) 数据传输协议的保证。在数据传输过程中，要使用严格的错误检测机制，一旦发现错误，要能够做到通知发送者，并进行重传。

(2) 硬件设计的保证。在 USB 的发送器、接收器、线缆等硬件规范中，都有关于检测错误及减少干扰的规定。

3. 其他

在电源的管理、电气的连接等各个方面，USB 接口都具有相应的功能以保证其工作的可靠与稳定，这些内容将在后续章节中进行一一介绍。

1.3 重要的概念

在学习和研究 USB 接口的过程中，我们常常会被一些 USB 所特有的、与我们通常理解的概念相矛盾的特性所困扰，这也是下面我们所要解决的问题。

1.3.1 “智能化”的接口简析

USB 设备与主机的结构如图 1-1 所示。

由图可以看出，所谓的 USB 设备按严格意义上来分，都应将其划分为两大部分，即接口部分和设备部分。

□ 接口部分：是设备与主机连接通信的指挥中心，它负责整个主机与设备的信息流的交换，而且与其他计算机板卡最大的不同是 USB 接口部分本身必须具有“智能”指挥中心——CPU。

这是因为普通的板卡都是直接与主机板相连的，因此，普通板卡的数据线、地址线及电源线等都是由主机板控制的，并无条件地接受主机的指令。USB 设备则有所不同，由于它与主机惟一的通信便是两条差分的数据线，因此，所有的地址、数据、控制信号全部都是以差分信号的方式进行双向传输的。所以，必须在 USB 设备接口中加入“智能”控制中心，也就是 CPU 芯片，才能完成信息的分类与解释。

经过分类、解释的信号才能真正地成为 USB 设备（例如硬盘、鼠标等）所能接受的信息。