

USB接口完全解决方案系列三



# 8051单片机 USB接口Visual Basic程序设计

许永和 编著



北京航空航天大学出版社

USB 接口完全解决方案系列三

# 8051 单片机 USB 接口 Visual Basic 程序设计

许永和 编著

北京航空航天大学出版社

## 内容简介

本书介绍 USB 1.1 与 2.0 规范的差异,以及相关新增的 USB 规范和协议。以 Visual Basic 语言来编写设计 USB 接口的外围设备程序,提供简易的程序范例,让读者能够快速地学习,包含了基本的输入/输出实验,如 LED、指拨开关、LCD、LCG、七段显示器、步进电机以及 A/D 与 D/A 转换器等范例练习。本书利用 Cypress EZ-USB FX 芯片组系列,让读者很容易地切入 USB 外围设备设计。本书配光盘 1 张,内含范例程序以及相关资料。

本书可作为工科院校的单片机与接口设计等相关课程的参考用书,也可作为一般计算机专业工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

8051 单片机 USB 接口 Visual Basic 程序设计/许永和编  
著. —北京:北京航空航天大学出版社, 2007. 10  
ISBN 978-7-81077-479-6

I. 8… II. 许… III. ①单片微型计算机—接口—程序设计②BASIC 语言—程序设计 IV. TP368.147 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 098571 号

本书繁体字版由长高科技股份有限公司授权出版,版权归长高科技股份有限公司所有。本书中文简体字版授权北京航空航天大学出版社出版,专有出版权归北京航空航天大学出版社所有,未经本书原出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段进行商业性质的复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2004-1148 号

### 8051 单片机 USB 接口 Visual Basic 程序设计

许永和 编著  
责任编辑 胡晓柏

\*

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 mm×960 mm 1/16 印张:31.5 字数:706 千字  
2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷 印数:5 000 册  
ISBN 978-7-81077-479-6 定价:49.00 元(含光盘 1 张)

# 自序

在 USB 已逐渐成为 PC 必需的接口之一时,各种 PC 的电子消费产品也逐渐配置这种标准的接口。而 USB 接口已从 USB1.0、1.1、2.0 发展到目前的 USB OTG(On-The-Go)等规范,以其规范更新之快速,足可见其重要性与实用性。虽说 USB 接口具备了即插即用与热插拔的特性,相当容易使用与安装;但由于牵涉的技术层面甚广,相对的学习瓶颈也甚高。这对于一般的工程师和学生来说,是极不容易跨入的设计与学习的领域。因此,如何将 USB I/O 接口的相关设计变得易学易用,是本书编写与推出的主要目标之一。

由于在学习 USB I/O 接口的过程中,首先都会学习一种 USB 专用芯片或接口芯片。但各个厂商所推出的 USB 芯片类型众多,功能也截然不同,因此谨慎地选择一种适合初学者所使用的 USB 芯片,将有助于学习 USB I/O 外围设备的设计,亦可达到事半功倍的效果。而综观各个厂商所设计的 USB 芯片以及其所提供的整体资源,以 Cypress 半导体公司所推出的 EZ-USB FX 全速系列为最佳的选择。这是由于该系列的芯片具备重新设备列举的特性,只要初学者具备有 Visual Basic 程序设计的基础,就会很容易地切入与学习。再者,对于复杂与繁琐的 USB 通信,提供了 Step-by-Step 的程序范例,大幅度地降低了编写 PC 主机应用程序代码的困难。这让读者能快速地通过 API 函数来设计 USB 接口的应用程序。

为了配合初学者能快速地学习 USB 的设计,台湾长高科技股份有限公司设计了一系列的仿真器与实验教具来加以配合。其中,包含了基本的输





入/输出实验,如 LED、指拨开关、LCD、LCG、七段显示器、步进电机以及 A/D 与 D/A 转换器等范例练习。除了适用于一般工程技术院校的单片机的接口设计实验等相关课程外,也可供一般计算机专业工程技术人员参考。

本书承蒙台湾昆山科技大学杨明兴教授、昆山科技大学工学院院长卫祖赏博士的鼓励与指导,电子系黄俊岳主任的支持,Cypress 半导体台湾分公司谢明忠经理的鼎力协助,以及台湾长高科技股份有限公司叶辅燦经理的技术支持,才得以顺利完成。此外,昆山科技大学电子系智能仪器系统实验室的 USB 研发团队(建德、俊斌、来忆与焕佑)的技术整合,若干实验才得以测试完成。

由于 USB 所涵盖的范围甚广,本书虽力求实用性、完整性和准确性,但笔者才疏学浅,谬误难免,尚求先进学者、专家不吝指正赐教。

许永和 于台南

# 本书导读

为了能让用户快速进入 Visual Basic USB 接口程序设计领域,在本书章节的规划与安排上,特定分为 4 个阶段,如下所列:

- (1) USB 基本概念:第 1~8 章。
- (2) USB 接口设计的应用程序基本概念:第 9~12 章。
- (3) USB 接口设计的硬件介绍:第 13~15 章。
- (4) USB 接口设计的 Visual Basic 程序范例:第 16~23 章。

由于设计一个 USB I/O 外围设备,所涵盖的领域很广,因此本书从 USB 的基本概念到完整的范例实验都一一详细地加以介绍。

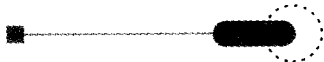
## USB 基本概念

第 1 章为 USB 的基本结构与特性。包括 USB 的基本架构以及相关的概念。其中,包含 USB 的发展历程、特性与优点、版本差异、总线拓扑结构以及 USB 的管线概念与端点。此外,也介绍 USB 2.0 的特性与概念。

第 2 章为 USB 的信号状态与编码方式。其中,包含 USB 差动信号以及 NRZI 的编码程序。此外,还说明了低速/全速与高速各种总线状态。

第 3 章为 USB 的通信协议。包括 USB 的封包格式、字段形态、数据交易以及 4 种传输类型。其中,还说明了起始分割交易与完成分割交易的概念,以及错误检查的机制(数据紧密连接与 CRC)。

第 4 章为 USB 的传输类型。包括控制传输、中断传输、等时传输与批量传输。此外,也介绍了非常重要的 USB 设备要求以及其字段格式。





第 5 章为设备列举。包括设备列举的基本概念以及沟通的详细步骤。另外,本书以 CATC 总线分析软件,并配合 USB 设备要求来介绍设备列举的执行步骤。

第 6 章为 USB 芯片介绍。包括 USB 芯片的基本架构,其中涵盖了 USB 收发器以及串行接口引擎(SIE)。此外,还介绍了 USB 芯片组的类型以及如何切入与选择一颗 USB 芯片。最后,还总揽地介绍了一般常见的 USB 芯片。

第 7 章为设备与驱动程序。包括 Windows 操作系统下的阶层式的驱动程序,以及各个 Windows 版本所修订的驱动程序。此外,也介绍了 USB 驱动程序的基本结构。

第 8 章为 HID 群组。包括 HID 群组的基本特性及其传输速度。其中,包含了 HID 报告描述符与群组描述符的结构及其设计方式。另外,再以 Descriptor Tool 与 USB Compliance Tool 通用程序来加以设计与测试。最后,说明了 HID 群组的要求并介绍 HID 的 API 函数,以及如何在 Windows 下编写应用程序。

### USB 接口设计的应用程序基本概念

第 9 章为 Visual Basic 6.0 基本介绍。包括 Visual Basic 的操作环境以及各种相关资源。其中包含了开发环境的介绍、变量类型、基本语法以及工具箱的使用与基本概念。

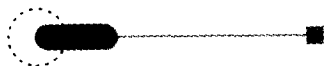
第 10 章为用 Visual Basic 编写 USB 应用程序介绍,以作为稍后几个相关章节内容的基础概念。其中,包含了 HID API 函数、DLL 的资源以及在调用 API 函数时所需注意的一些概念与设置。

第 11 章为各种 HID API 函数。

第 12 章为实现 USB 应用程序的编写步骤。本章将根据所需要调用的各种 API 函数依序地加以实现,让读者能一步一步了解各种 API 函数的意义。最后,将所有 API 函数放到一个 Visual Basic 模块文件中,并以一个 DLL 动态链接来整合所需的 API 函数,以供用户稍后的实验范例来链接使用。

### USB 接口设计的硬件介绍

第 13 章为 EZ-USB FX 系列芯片的基本介绍。包括 EZ-USB



2100 系列和 FX 系列的基本概念,如硬件特性、USB 核心以及 USB 基本概念与此芯片的整合。此外,也说明了重新设备列举的意义和端点的特性。

第 14 章为开发 USB 外围设备所需的工具组,并分为硬件工具组和软件工具组来介绍。

第 15 章为 EZ-USB FX 系列芯片的设备列举与重新设备列举。包括设备列举与重新设备列举的程序以及 USB 核心与 8051 切换操作的方式。此外,还说明了预设的设备以及如何执行固件程序的下载和上传。而根据 EEPROM 的内含值,也决定了 EZ-USB 的操作方式。最后,说明各种预设设备的描述符的字段值。

## USB 接口设计的 Visual Basic 程序范例

第 16 章为 LED 输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。保罗如何烧录固件程序代码以及修改 INF 安装信息文件来产生自定义的 USB 外围设备。此外,也利用 Visual Basic 应用程序来执行 Windows 操作系统下的 API 程序设计与调用链接。

第 17 章为为七段显示器与  $8 \times 8$  双色 LED 输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

第 18 章为文字型 LCD 与绘图型 LCG 输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

第 19 章为步进电机输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

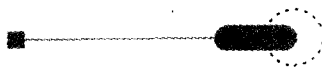
第 20 章为 I<sup>2</sup>C 接口输入/输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

第 21 章为 ADC 与 DAC 输入/输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

第 22 章为 RS-232 输入/输出实验的 Visual Basic 程序设计范例。

第 23 章为 USB 接口的完整应用程序设计。

通过本书导读,读者可以根据自己的需求,来选择 USB I/O 外围设备设计的最佳切入途径。虽然本书是根据 EZ-USB FX 系列所编写的,但读者如果选择不同形式的 USB 芯片来开发,也可以参考第 2 与第 4 阶段。





# 目 录

## 第 1 章 USB 的基本结构与特性

1.1	USB 的基本概念	1
1.2	USB 的开发历程	3
1.2.1	USB 1.1	3
1.2.2	USB 2.0	3
1.2.3	USB 1.1 与 2.0 规范比较	5
1.2.4	USB 与 IEEE 1394 的比较	7
1.3	USB 的总线结构	8
1.4	USB 基本架构与总线架构	11
1.5	USB 数据流的模式与管线的概念	15
1.5.1	端 点	16
1.5.2	管 线	17
1.6	USB 硬件规范	18
1.6.1	USB 的硬件特性	18
1.6.2	USB 接口的电气特性	20
1.6.3	USB 2.0 规范的变动	22
1.6.4	USB 的电源管理	23
1.7	USB 速度的基本概念	24
1.8	结 论	25
1.9	问题与讨论	26

## 第 2 章 USB 信号状态与编码方式

2.1	差动信号	27
2.2	USB 的编码方式	28

2.3	USB 总线状态	30
2.3.1	低速与全速的总线状态	30
2.3.2	高速的总线状态	32
2.4	问题与讨论	36

## 第 3 章 USB 通信协议

3.1	USB 通信的基本概念	37
3.2	USB 通信协议——传输	39
3.2.1	传输类型	40
3.2.2	信号管线与数据流管线	42
3.3	USB 通信协议——数据交易	43
3.4	USB 封包中的数据域类型	45
3.5	封包格式	48
3.6	分割数据交易	55
3.7	错误检查	58
3.7.1	循环冗余检验位	59
3.7.2	数据紧密连接位	60
3.8	带宽的提高	62
3.9	问题与讨论	65

## 第 4 章 USB 的传输类型

4.1	USB 的传输类型简介	66
4.2	控制传输	69
4.3	批量传输	74
4.3.1	批量传输的数据交易格式	74



4.3.2 数据容量与传输速度	76
4.4 中断传输	77
4.4.1 中断传输的数据交易格式	78
4.4.2 数据容量与传输速度	79
4.5 等时传输	80
4.5.1 等时传输的数据交易格式	80
4.5.2 数据容量与传输速度	82
4.6 USB 标准要求	83
4.6.1 标准设备要求	87
4.6.2 标准接口要求	88
4.6.3 标准端点要求	89
4.7 问题与讨论	91

## 第5章 设备列举

5.1 登录编辑器	92
5.2 USB 描述符	97
5.2.1 设备描述符	104
5.2.2 配置描述符	106
5.2.3 接口描述符	108
5.2.4 端点描述符	110
5.2.5 字符串描述符	111
5.2.6 群组与报告描述符	112
5.2.7 兼容 USB 2.0 规范 的描述符	113
5.3 USB 设备群组	120
5.4 设备列举的步骤	121
5.5 设备列举步骤的实现——使用 CATC 分析工具	124
5.6 结论	135
5.7 问题与讨论	136

## 第6章 USB 芯片介绍

6.1 USB 芯片简介	137
6.2 USB 接口芯片	140
6.2.1 NXP 接口芯片	140
6.2.2 National Semiconductor 接口芯片	142
6.3 内含 USB 单元的微处理器	145

6.3.1 Freescale	145
6.3.2 Microchip	146
6.3.3 SIEMENS	147
6.3.4 Cypress	148
6.4 USB 芯片总览介绍	150
6.5 USB 芯片的选择与评估	152
6.6 问题与讨论	153

## 第7章 设备与驱动程序

7.1 层式的驱动程序	154
7.2 主机的驱动程序	156
7.3 驱动程序的选择	160
7.4 USB 外围设备的开发与设计	161
7.5 结论	162
7.6 问题与讨论	162

## 第8章 HID 群组

8.1 HID 简介	163
8.2 HID 群组的特性与限制	164
8.3 HID 基本要求	165
8.3.1 端点	166
8.3.2 控制管线(端点)	166
8.3.3 中断传输	167
8.4 固件要求	167
8.5 识别 HID 设备	168
8.5.1 描述符的内容	169
8.5.2 启动接口	172
8.5.3 版本修订的相容性	173
8.5.4 HID 群组描述符	173
8.6 报告描述符	175
8.7 HID 群组要求	179
8.8 问题与讨论	186

## 第9章 Visual Basic 6.0 简介

9.1 踏出 Visual Basic 的第一步	188
9.2 集成开发环境的介绍	189
9.3 变量类型	192

9.4	基本语法	194
9.5	工具箱	198
9.6	编写第一个 Visual Basic 应用程序	204
9.6.1	第一个 Visual Basic 应用程序	204
9.6.2	存储所建的程序文件	207
9.6.3	进阶程序的设计	209

## 第 10 章 用 Visual Basic 编写 USB 应用程序

10.1	主机通信的基本概念	214
10.2	主机如何发现设备	215
10.3	相关文件	217
10.4	HID 函数	218
10.5	API 函数与 Visual Basic 的基本概念	220
10.6	声明	221
10.6.1	ByRef 与 ByVal 传递的格式	223
10.6.2	传递空值	224
10.6.3	函数与子程序	225
10.6.4	提供 DLL 名称	226
10.6.5	字符串格式	226
10.6.6	结构	227
10.6.7	如何调用函数	227

## 第 11 章 API 函数的基本介绍

11.1	Windows 与 HID 设备通信的 API 函数	229
11.2	寻找所有的 HID 设备	230
11.2.1	取得 HID 群组的 GUID—— HidD_GetHidGuid() 函数	230
11.2.2	取得所有 HID 信息的结构数组 ——SetupDiGetClassDevs() 函数	231
11.2.3	识别每一个 HID 接口——Setup- DiEnumDeviceInterfaces() 函数	232
11.2.4	取得设备的路径——SetupDiGet- -DeviceInterfaceDetail() 函数	234
11.2.5	取得设备的标示代号	

——CreateFile() 函数	236	
11.2.6	取得厂商与产品 ID ——HidD_GetAttributes() 函数	237
11.3	检查 HID 设备功能	239
11.3.1	取得包含设备能力的缓冲区指针—— HidD_GetPreparedData() 函数	239
11.3.2	取得设备的能力 ——HidP_GetCaps() 函数	240
11.3.3	取得数值的能力 ——HidP_GetValueCaps() 函数	241
11.4	读取与写入数据	243
11.4.1	传送输出报告给设备 ——WriteFile() 函数	244
11.4.2	从设备读取输入报告 ——ReadFile() 函数	246
11.4.3	传送特性报告给设备 ——HidD_SetFeature() 函数	249
11.4.4	从设备读取特性报告给 ——Get_Feature() 函数	249
11.5	关闭通信——CloseHandle() 函数	250

## 第 12 章 Visual Basic USB 接口程序设计

12.1	HID API 函数的引用	252
12.2	打开 HID 设备的通信步骤	262
12.3	Visual Basic 窗体程序的设计	263
12.3.1	取得 HID 群组的 GUID ——HidD_GetHidGuid() 函数	267
12.3.2	取得所有 HID 信息的结构数组—— SetupDiGetClassDevs() 函数	269
12.3.3	识别每一个 HID 接口——Setup- DiEnumDeviceInterfaces() 函数	270
12.3.4	取得设备的路径——SetupDiGetDevi- ceInterface-Detail() 函数	272
12.3.5	取得设备的标示代号 ——CreateFile() 函数	274



12.3.6	取得厂商与产品 ID——HidD_	
	GetAttributes()函数	275
12.3.7	取得包含设备能力的缓冲区指针	
	——HidD_GetPreparedData()函数	277
12.3.8	取得设备的能力	
	——HidP_GetCaps()函数	278
12.3.9	取得数值的能力——HidP_	
	GetValueCaps()函数	280
12.3.10	传送输出报告给设备	
	——WriteFile()函数	281
12.3.11	从设备读取输入报告	
	——ReadFile()函数	283
12.4	完整的应用程序	285

**第 13 章 EZ - USB FX 简介**

13.1	USB 特性概述	288
13.2	EZ - USB FX 硬件框图	289
13.3	USB 核心	291
13.4	EZ - USB FX 单片机	292
13.5	EZ - USB FX 端点	293
13.5.1	EZ - USB FX 批量端点	293
13.5.2	EZ - USB FX 控制端点 0	294
13.5.3	EZ - USB FX 中断端点	294
13.5.4	EZ - USB FX 等时端点	294
13.6	硬件规范与引脚	295

**第 14 章 USB 开发工具组的使用与操作**

14.1	工具组的介绍	296
14.2	DMA - USB FX 开发系统	297
14.2.1	DMA - USB FX 开发系统及	
	外围整体环境介绍	301
14.2.2	DMA - USB FX 开发系统与	
	PC 连接软件介绍	301
14.2.3	DMA - USB FX 硬件功能介绍	302
14.2.4	DMA - USB FX 开发系统配件及	

	硬件需求	307
14.3	USB 通用实验器系统介绍	307
14.4	USB 简易 I/O 实验板系统	311
14.5	DMA - USB 2131 控制单板	313
14.5.1	DMA - USB 2131 控制单板外围	
	整体环境介绍	313
14.5.2	DMA - USB 2131 控制单板硬件	
	功能介绍	315
14.6	EZ - USB FX 驱动程序安装	317
14.7	控制平台应用环境基本操作	319
14.8	EZ - USB 控制平台总览	321
14.8.1	主界面	322
14.8.2	热插拔新的 USB 设备	323
14.8.3	各种工具栏的使用	324
14.8.4	故障排除	327
14.8.5	控制平台的进阶操作	328
14.9	DMA - USB FX 开发系统测试软件及	
	工具	328

**第 15 章 EZ - USB FX 设备列举与重新设备列举**

15.1	设备列举与重新设备列举概述	331
15.2	预设的 USB 设备	336
15.3	USB 核心对于 EP0 设备请求的	
	响应	339
15.4	固件下载	341
15.5	设备列举模式	342
15.6	不存在 EEPROM	343
15.7	存在 EEPROM,第一个字节是	
	0xB0(0xB4, FX 系列)	344
15.8	存在 EEPROM,第一个字节是	
	0xB2(0xB6, FX 系列)	345
15.9	重新设备列举	348
15.10	控制平台的制造商要求测试	349

**第 16 章 LED 显示器输出实验**

16.1	硬件设计与基本概念	354
16.2	固件程序代码的下载程序	355

16.3 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	359
16.3.1 B6(或 B2)格式文件 .....	359
16.3.2 EEPROM 数据的回复 .....	361
16.3.3 第一个字节为 B4(或 B0) .....	363
16.4 Visual Basic 程序设计 .....	365
16.5 INF 文件的编写设计 .....	367
16.7 结 论 .....	369
16.8 问题与讨论 .....	369

### 第 17 章 USB 输出实验范例一

17.1 七段显示器 .....	370
17.1.1 硬件设计与基本概念 .....	370
17.1.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	372
17.1.3 INF 安装信息文件的编写 .....	373
17.1.4 Visual Basic 应用程序设计 .....	375
17.2 8×8 点矩阵 .....	378
17.2.1 硬件设计与基本概念 .....	378
17.2.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	380
17.2.3 INF 安装信息文件的编写 .....	382
17.2.4 Visual Basic 应用程序设计 .....	383
17.3 问题与讨论 .....	384

### 第 18 章 USB 输出实验范例二

18.1 液晶显示器(LCD)输出实验范例 .....	385
18.1.1 硬件设计与基本概念 .....	385
18.1.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	389
18.1.3 INF 安装信息文件的编写 .....	389
18.1.4 Visual Basic 应用程序设计 .....	390
18.2 绘图型 LCD 显示器输出实验范例 .....	393
18.2.1 硬件设计与基本概念 .....	393
18.2.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	395

18.2.3 INF 安装信息文件的编写 .....	395
18.2.4 Visual Basic 应用程序设计 .....	398
18.3 问题与讨论 .....	399

### 第 19 章 步进电机输出实验

19.1 硬件设计与基本概念 .....	400
19.1.1 1 相激磁 .....	401
19.1.2 2 相激磁 .....	402
19.1.3 1-2 相激磁 .....	402
19.1.4 PMM8713 介绍 .....	403
19.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	407
19.3 INF 安装信息文件的编写 .....	407
19.4 Visual Basic 程序代码设计 .....	409
19.5 问题与讨论 .....	411

### 第 20 章 PC 接口输入/输出实验

20.1 硬件设计与基本概念 .....	412
20.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	416
20.3 INF 安装信息文件的编写 .....	416
20.4 Visual Basic 程序代码设计 .....	417
20.5 问题与讨论 .....	420

### 第 21 章 USB A/D 与 D/A 转换器实验

21.1 A/D 转换器 .....	421
21.1.1 硬件设计与基本概念 .....	421
21.1.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	427
21.1.3 INF 安装信息文件的编写 .....	427
21.1.4 Visual Basic 程序代码设计 .....	428
21.2 D/A 转换器 .....	429
21.2.1 硬件设计与基本概念 .....	429
21.2.2 固件程序代码的 EEPROM 烧录程序 .....	433
21.2.3 INF 安装信息文件的编写 .....	433
21.2.4 Visual Basic 程序代码设计 .....	436



21.3 问题与讨论 ..... 436

## 第 22 章 USB 与 RS-232 串行通信

22.1 通信概念 .....	437
22.2 传输设备 .....	438
22.3 RS-232-C 接口 .....	440
22.4 RS-232-C 常用的接线方式 .....	441
22.5 RS-232-C 数据格式 .....	441
22.6 UART 与 RS-232-C 的信号准位 转换 .....	444
22.7 硬件设计 .....	445
22.8 固件程序代码的 EEPROM 烧录 程序 .....	445
22.9 INF 安装信息文件的编写 .....	446
22.10 Visual Basic 程序代码设计 .....	448
22.11 RS-232 串行接口的程序设计 .....	449
22.11.1 通信工具组件的引用 .....	449
22.11.2 通信应用程序的编写 .....	450

22.11.3 通信测试 .....

454

22.12 USB 转换 RS-232 串行通信 .....

456

22.13 问题与讨论 .....

462

## 第 23 章 Visual Basic 集成应用程序设计

23.1 NI Measurement Studio .....	463
23.2 Measurement Studio for Visual Basic 的引用 .....	466
23.3 整合应用程序的编写 .....	466
23.4 应用程序的执行 .....	475
23.5 问题与讨论 .....	476

## 附 录

附录 A EZ-USB 2100 系列 .....	477
附录 B EZ-USB W2K.INF 安装信息文件的 内容 .....	484

# 第 1 章

## USB 的基本结构与特性

随着 USB 规范不断更新,要设计一个 USB 设备,除了必须了解 USB 接口的一些标准与规范外,还须随时更新相关标准的变化与差异。这样,用户在设计与开发时,才有所考虑与依据。本章,除了介绍一些 USB 规范基本的架构外,还包含了 USB 2.0 版本新增的特性,以及 USB 1. x 与 USB 2.0 版本的差异之处。通过对这些基本规范的了解,可以让用户在进入 USB I/O 外围设备的设计前,完成所有的前置准备工作。

### 1.1

### USB 的基本概念

若从 USB 的字面意思来看,其英文全称是 Universal Serial Bus,而直接翻译成中文是“通用串行总线”。这是由包括了 Compaq、Digital Equipment Corp. (现在属于 Compaq)、IBM、Intel、Microsoft、NEC 以及 Northern Telecom 共 7 家主要的计算机与电子科技大厂所研发与设计出来的。

USB 是一种标准的连接接口,在把外面的设备与计算机连接时,允许不必重新配置与设计系统,也不必打开机壳和另外调整接口卡的指拨开关。在 USB 连接上计算机时,计算机会自动识别这些外围设备,并且配置适当的驱动程序,用户无须再另外重新设置。通过 USB 接口,实现了即插即用与热插拔的特性,用户即可迅速方便地连接 PC 主机的各种外围设备。

USB 的另一特点是在连接 PC 主机时,对所有 USB 接口设备,提供了一种“全球通



用”的标准连接器(A型与B型)。这些连接器将取代所有的各种传统外围端口,如串行端口、并行端口以及游戏接口等。此外,USB接口还可以允许将多达127个接口设备同时串接到PC一个外部的USB接口上。这样,就不必像传统现有的串行端口或并行端口那样,一个端口仅能接一个接口设备。USB接口不仅降低了PC主机的成本,也能大大地简化与“清空”PC主机后侧的各种连接缆线复杂混乱的现状。

相对的,对于接口设备的制造商而言,也能降低成本;因为他们不再需要为每一种接口设备分别设计与生产各种型号的产品。因此,USB接口除了可作为标准接口设备的应用之外,还逐渐成为各种新型设备(包括数据采集、测量设备等产品)的通用标准连接接口,颇有“一统江湖”的趋势。当然,USB接口并非是万能的,目前所面临的问题,主要是在影像带宽的分配以及各种设备的兼容性上。但随着新的USB 2.0版的推出,已大幅地提升宽带,并且解决了带宽不足的问题。

下面列出USB的诸多特性与优点。

(1) USB接口统一了各种接口设备的连接头,如通信接口、打印机接口、显示器输出和音效输入/输出设备、存储设备等,都采用相同的USB接口规范。USB接口就像是“万用接头”,只要将插头插入,一切就可迎刃而解。

(2) 即插即用(plug-and-play),并能自动检测与配置系统的资源。再者,无需系统资源的需求,即USB设备不需要另外设置IRQ中断、I/O地址以及DMA等的系统资源。

(3) 具有“热插拔”(hot attach & detach)的特性。在操作系统已开机的执行状态中,随时可以插入或拔离USB设备,而不须再另外关闭电源。

(4) USB接口规范1.1中的12 Mbps的传送速度可满足大部分的使用需求。当然,快速的2.0规范,提供更佳的传输率。

(5) USB最多可以连接127个接口设备。因为USB接口使用7位的寻址字段,所以2的7次方等于128。若扣掉USB主机预设给第一次接上的接口设备使用,还剩127个地址可以使用。因此一台计算机最多可以连接127个USB设备。

(6) 单一专用的接头型号。所有USB外围设备的接头型号应完全统一(A型与B型),并且可以使用USB集线器来增加扩充的连接端口的数目。

简而言之,USB整体功能就是简化外部接口设备与主机之间的连线,并利用一条传输缆线来串接各类型的接口设备(如打印机的并行端口、调制解调器的串行端口),解决了现今主机后面一大堆缆线乱绕的困境。它最大的好处是可以在不需要重新开机的情况之下安装硬件。而USB在设计上可以让高达127个接口设备在总线上同时运行,并且拥有比传统的RS-232串行与并行接口快许多的数据传输速度。





## 1.2 USB 的开发历程

USB 在 1995 年被提出,并由 Compaq、Digital Equipment Corp. (现在属于 Compaq)、IBM、Intel、Microsoft、NEC 和 Northern Telecom 共 7 个计算机与通信工业领先的公司所组成的联盟所定义和加以推广。同一年,该联盟建立了实施者论坛(以下简称 USB-IF)来加速 USB 标准的高质量兼容设备的开发。

在 1996 年,USB-IF 公布了 USB 规范 1.0,这是第一个为所有的 USB 产品提出设计请求的标准。1998 年,在进一步对以前版本的标准进行阐述和扩充的基础上,发布了 USB 标准的 1.1 规范。而此时联盟仅剩 4 个核心的成员公司,它们是 Compaq、Intel、Microsoft 和 NEC 公司。由于 USB 的方向已偏离了通信的相关领域,使得 IBM 和 Northern Telecom 退出了该联盟。这样,也造成了目前应用于电话的 USB 设备的开发仍然稍嫌缓慢一些。

第 3 个版本的 USB 2.0 是发布于 1999 年。此时,Hewlett Packard、Philips 和 Lucent 3 个公司加入了 USB-IF 联盟,使得联盟的核心成员数重新又恢复为 7 个,如表 1.1 所列。之后,随着 USB 的普及与推广,USB 的成员一直持续不断地增加,如今已是非常庞大的推广组织了。

表 1.1 USB-IF 联盟

USB 1. x	USB 2. 0
Compaq	Compaq
Intel	Intel
Microsoft	Microsoft
NEC	NEC
IBM	Lucent
DEC	HP
Northern Telecom	Philips

### 1.2.1 USB 1.1

当前,USB 1.1 的接口设备采用两种不同的速度:12 Mbps(全速)和 1.5 Mbps(低速),其中,低速主要是应用于人机接口(HID)上。这是一个用于连接鼠标、键盘、摇杆等设备的 USB 的群组。尽管当前的 USB 1.1 的最大带宽速度为 12 Mbps,但是主机端应用程序与其他的接口设备仍占据了部分的带宽。

### 1.2.2 USB 2.0

虽然 USB 号称具有热插拔、即插即用、最多同时连接 127 个设备等功能,但是其中还是有若干缺点。例如,热插拔多次后往往会造成系统不正常、死机以及连接过多的设备就会导致传输速度变慢等问题(USB 的传输带宽是由设备共享的)。因此,如何改进