

宝典丛书 300万



USB 3.0 编程

宝典

摆脱传统的单一平台设计模式, 全面介绍 DriverStudio、Visual C++、Visual C#、LabVIEW 和Android平台下的USB接口开发

对于每一个应用实例, 详细介绍了开发基础知识, 并提供了完整电路原理图、驱动程序设计、固件程序和上位机程序。读者可以将本书实例直接应用于实际工作中。对于需要改进的实例, 也只需要简单修改, 就可以投入使用

郑杰 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

USB 3.0 编程宝典

郑 杰 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

USB 总线接口技术是当前计算机接口最流行的技术,本书系统地介绍了 USB 总线接口的协议、工作原理、驱动程序设计以及上位机控制函数。本书中还以大量实例,全面详细地介绍了不同场合下 USB 接口的应用。本书言简意赅、通俗易懂,知识点介绍全面详细,实例完整丰富。通过本书,读者能够更快、更好地掌握当前最新 USB 接口的原理及设计方法。

本书分为 4 部分,共 26 章,全面详细地讲述了 USB 接口的编程原理及应用实例。第 1 部分是 USB 总线接口技术基础,介绍了 USB 总线接口的协议、事务处理、数据传输方式以及设备配置等;第 2 部分重点介绍了 USB 接口驱动程序的设计,包括使用 DriverStudio 进行驱动程序设计、使用通用 USB 驱动程序以及 LabVIEW 平台下的驱动程序设计;第 3 部分是 USB 编程基础,详细介绍了在 DriverStudio、C++、C#和 LabVIEW 平台下如何对 USB 接口进行读写控制;第 4 部分为 USB 开发实战,通过 11 个例子,详细介绍了在不同的应用场合下 USB 接口设备的设计,包括完整的电路图、固件程序、驱动程序和上位机程序设计。

本书内容全面、结构紧凑、实例丰富。对于 USB 接口开发的初学者,通过学习本书可以快速掌握 USB 接口开发。本书对具有一定开发经验的设计人员也有很好的参考价值。

**未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。**

图书在版编目(CIP)数据

USB 3.0 编程宝典 / 郑杰编著. —北京:电子工业出版社,2013.9
(宝典丛书)
ISBN 978-7-121-21296-3

I. ①U… II. ①郑… III. ①USB 总线—串行接口—程序设计 IV. ①TP334.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 196694 号

策划编辑:张月萍

责任编辑:周宏敏

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编:100036

开 本:787×1092 1/16

印张:48.25

字数:1282 千字

印 次:2013 年 9 月第 1 次印刷

定 价:99.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@sph.ei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@sph.ei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

USB 是一种新型的计算机总线接口技术，其全称为 Universal Serial Bus (通用串行总线)。目前，在消费电子产品以及智能测控等领域，USB 接口得到了广泛的应用。USB 接口使得计算机和外部设备的连接十分方便，例如 USB 鼠标、USB 键盘、USB 摄像头、USB 移动硬盘、USB 打印机等。在实际设计工作中，也越来越多地采用 USB 技术，例如 USB 接口控制、高速 USB 数据采集等。目前 USB 接口大有取代其他老式接口的趋势。因此，掌握 USB 接口的设计开发是非常必要的。

为了便于广大电子设计者能够掌握 USB 接口的知识，并快速开展基于 USB 接口的设计开发，本书详细介绍了新型 USB 总线接口的协议、工作原理、驱动程序开发、固件程序设计和上位机程序设计。另外，本书还以丰富的实例，全面详细地介绍了在各种应用场合下 USB 的设计实例。学完本书后，读者可以全面地掌握 USB 接口的设计开发。

和其他书籍相比，本书具有如下优点

1. 知识点丰富全面

为了便于读者全面掌握 USB 总线接口技术，本书涉及 USB 总线技术接口协议、USB 事务处理、USB 数据传输类型、各类 USB 描述符及设备请求，同时还介绍了各种平台下的 USB 驱动程序开发和上位机编程。通过本书，读者可以完整掌握不同平台下 USB 设备的开发。

2. 内容新颖

USB 接口技术发展非常迅速，现在已经推出了全新的超高速 USB 3.0 接口技术协议。本章在介绍常规的 USB 接口协议和开发时，还介绍了当前最新的 USB 3.0 总线接口技术。同时，在 USB 接口开发和应用方面，针对近年来全新的 LabVIEW 平台 USB 接口开发以及嵌入式 Android 操作系统下的 USB 接口开发进行了介绍。这些内容都是近年来 USB 接口的全新应用点，十分具有前沿性。

3. 遵循开发流程

由于 USB 开发涉及不同的领域，所以为了便于读者学习，本书按照开发流程和学习顺序，严格划分章节。通过 USB 总线技术接口协议、USB 驱动程序开发、USB 编程基础和 USB 开发实战 4 章的内容，逐步带领读者深入 USB 接口开发。同时，在每一章中，采用由浅入深的方式，逐步展开各个知识点的讲解。

4. 实例完整详细

对于读者来说，完整详细的实例可以帮助读者理解和掌握 USB 接口的开发。本章对于每一个应用实例都详细介绍了开发基础知识，并提供了完整的电路原理图、驱动程序设计、固件程序和上位机程序。读者可以将本书实例直接应用于实际工作中。对于需要改进的实例，也只需要简单修改，就可以投入使用。

5. 开发代码讲解注释详细

本书在每一个 USB 设计实例中，对程序代码进行了比较详细的注释和讲解，从而帮助读者理解程序代码的功能，加速 USB 设计学习的进度。

6. 多平台开发模式

随着技术的不断进步和发展，USB 接口的开发可以采用多种方式。本书摆脱传统的单一平台设计模式，全面介绍了 DriverStudio、Visual C++、Visual C#、LabVIEW 和 Android 平台下的 USB 接口开发。读者可以更为全面地掌握 USB 接口开发，为日后的设计工作提供更多思路。

本书的内容

本书以全面性、实用性、系统性、完整性和前沿性为导向，详细介绍了 USB 总线技术接口开发的全过程。本书分为 4 部分，共 26 章内容。

第 1 部分是 USB 总线接口技术基础，共分为 8 章。详细介绍了 USB 接口技术、USB 事务处理、USB 数据传输类型、各类 USB 设备配置以及常用的 USB 接口芯片。

第 1 章为 USB 技术概述，介绍了 USB 总线技术的产生、USB 接口类型以及 USB 总线版本，同时还对 USB 总线结构以及其他相关计算机接口进行了介绍对比。最后，给出了 USB 设备开发的基本流程。

第 2 章为 USB 电源管理，介绍了 USB 接口的供电方式，并重点介绍了典型 USB 接口的电源设计以及 USB 电源管理方式。

第 3 章为 USB 事务处理，介绍了 USB 事务处理的各个阶段以及 7 种典型的 USB 事务处理，这是 USB 接口协议的底层基础。

第 4 章为 USB 数据传输类型，详细介绍了 USB 接口的块传输、中断传输、控制传输和同步传输 4 种传输类型，并针对全新的 USB 3.0 介绍了传输方式的改变。

第 5 章为 USB 设备配置，对 USB 功能设备的描述符进行了全面的介绍，并详细讲解了 USB 设备请求。

第 6 章为 USB 集线器配置，详细介绍了 USB 集线器的描述符以及集线器设备请求。

第 7 章为 USB HID 设备配置，详细介绍了 USB HID 类设备的描述符以及 USB HID 设备请求。

第 8 章为常用的 USB 芯片，介绍了几种常用的通用 USB 接口芯片和专用 USB 接口芯片，这些内容是 USB 接口开发的基础，在实际开发过程中会经常用到。最后，还介绍了 USB 接口在 PCB 设计上的注意事项。

第 2 部分是 USB 驱动程序设计，共分为 3 章。详细介绍了 USB 驱动程序的概述，以及采用 DriverStudio、通用驱动程序和 LabVIEW 平台下的 USB 驱动程序开发。

第 9 章为 USB 驱动程序，介绍了 Windows 平台的 WDM 驱动程序框架，并介绍了 DriverStudio 驱动开发工具。

第 10 章为通用驱动程序解析，详细讲解了驱动程序的 INF 文件结构，并介绍了 Cypress 通用驱动程序和微软通用 USB 驱动程序 WinUSB。

第 11 章为 LabVIEW 平台的 USB 驱动程序开发，详细讲解了 NI LabVIEW 平台及 NI-VISA 平台，

介绍了如何使用 NI-VISA 来创建 LabVIEW 平台的 USB 驱动程序。

第 3 部分是 USB 编程基础，共分为 4 章。详细介绍了在 DriverStudio、Visual C++、Visual C# 和 LabVIEW 平台下如何实现 USB 设备编程。

第 12 章为基于 DriverStudio 的 USB 设备编程基础，介绍了 DriverStudio 提供的上位机 USB 开发库函数及其应用。

第 13 章为基于 Visual C++ 的 USB 设备编程基础，介绍了 Cypress 的 USB 接口开发库函数 CyAPI 的应用。

第 14 章为基于 Visual C# 的 USB 设备编程基础，介绍了 Cypress 提供的 .net 平台 USB 开发库函数及其应用。

第 15 章为基于 LabVIEW 的 USB 设备编程基础，介绍了在 NI LabVIEW 平台下使用 VISA 函数如何读写和控制 USB 设备。

第 4 部分是 USB 开发实战，共分为 11 章。详细介绍了在各个应用场合的 USB 接口开发，提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 16 章为 EZ-USB FX2LP 固件设计，详细讲解了 Cypress 固件开发工具，并通过实例介绍了 USB 接口固件设计和调试方法。

第 17 章为 USB 控制数码管显示实例，详细讲解了 USB 接口的控制端点 0 及其请求，并使用 EZ-USB FX2LP 的 IO 端口来实现对数码管的控制。实例中提供了完整的电路原理图、固件程序和上位机程序。

第 18 章为使用 EEPROM 列举 USB 设备，详细讲解了 EZ-USB FX2LP 的 EEPROM 启动模式，并通过一个实例介绍了如何实现自定义 USB 设备的启动。实例中提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 19 章为基于 Slave FIFO 模式的 USB 数据采集，详细讲解了 EZ-USB FX2LP 的 Slave FIFO 接口模式及其程序设计，并通过一个实例介绍了如何实现高速数据采集。实例中提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 20 章为 PSoC USB 设计实例，本章采用 PSoC 3 系列 USB 接口芯片，介绍了使用 PSoC Creator 设计 USB 固件程序的方式、驱动程序和上位机程序设计。实例中提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 21 章为 USB 控制 DA 输出实例，详细讲解了 D/A 转换器的工作原理，并使用 PSoC 芯片内部集成的 D/A 转换器来实现特定信号的输出。实例中提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 22 章为 USB 控制 A/D 转换实例，详细讲解了 A/D 转换的工作原理，并通过一个高性能的 8 通道 A/D 转换器 MAX1300 来采集外部的多路模拟信号。实例中提供了完整的电路原理图、驱动程序、固件程序和上位机程序。

第 23 章为 USB 集线器开发实例，详细介绍了 USB Hub 芯片 CY7C65642，并依此设计了一个 4 端口 USB 2.0 高速集线器。实例中提供了完整的电路原理图。

第 24 章为 U 盘设计实例，详细讲解了 U 盘存储芯片的操作方式以及 Nand-Flash 控制器 CY7C68024，并依此设计了一个 U 盘。实例中提供了完整的电路原理图。

第 25 章为 USB 接口控制示波器实例，介绍了示波器及示波器的编程接口，并通过两个实例介绍了如何实现 USB 接口示波器的控制。实例中提供了上位机程序。

第 26 章为 Android 平台 USB 接口开发，详细讲解了 Android 操作系统开发平台以及 Android 的 USB 接口模式，并通过一个完整实例介绍了如何编写 Android 手机的 USB 控制程序。实例中提供了完整的电路原理图、固件程序和上位机程序。

本书由重庆电子工程职业学院的郑杰老师编著，本书知识点覆盖全面、结构安排紧凑、讲解详细、实例丰富、图文并茂。由于本书内容较多，编写时间比较仓促，书中如有遗漏或不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便于进一步改进。

请访问 www.broadview.com.cn/21296 下载相关资源。

适合的读者

- ◆ USB 接口初学者。
- ◆ 具有一定开发经验的 USB 设计人员。
- ◆ 电子设计爱好者。
- ◆ 电子工程师。
- ◆ 系统开发人员。
- ◆ 大学、大专等相关专业的学生及教师。
- ◆ 硬件开发培训班。

编者
2013 年 6 月

博文视点诚邀精锐作者加盟

十载耕耘 奠定专业地位

以书为证 彰显卓越品质

《C++Primer (中文版) (第5版)》、《淘宝技术这十年》、《代码大全》、《Windows内核情景分析》、《加密与解密》、《编程之美》、《VC++深入详解》、《SEO实战密码》、《PPT演义》……

“圣经”级图书光耀夺目,被无数读者朋友奉为案头手册传世经典。

潘爱民、毛德操、张亚勤、张宏江、咎辉Zac、李刚、曹江华……

“明星”级作者济济一堂,他们的名字熠熠生辉,与IT业的蓬勃发展紧密相连。

十年的开拓、探索和励精图治,成就博古通今、文圆质方、视角独特、点石成金之计算机图书的风向标杆:博文视点。

“凤翱翔于千仞兮,非梧不栖”,博文视点欢迎更多才华横溢、锐意创新的作者朋友加盟,与大师并列于IT专业出版之巅。

英雄帖

江湖风云起,代有才人出。

IT界群雄并起,逐鹿中原。

博文视点诚邀天下技术英豪加入,

指点江山,激扬文字

传播信息技术,分享IT心得

专业的作者服务

博文视点自成立以来一直专注于IT专业技术图书的出版,拥有丰富的与技术图书作者合作的经验,并参照IT技术图书的特点,打造了一支高效运转、富有服务意识的编辑出版团队。我们始终坚持:

善待作者——我们会把出版流程整理得清晰简明,为作者提供优厚的稿酬服务,解除作者的顾虑,安心写作,展现出最好的作品。

尊重作者——我们尊重每一位作者的技术实力和生活习惯,并会参照作者实际的工作、生活节奏,量身制定写作计划,确保合作顺利进行。

提升作者——我们打造精品图书,更要打造知名作者。博文视点致力于通过图书提升作者的个人品牌和技术影响力,为作者的事业开拓带来更多的机会。



联系我们

博文视点官网: <http://www.broadview.com.cn>

CSDN官方博客: <http://blog.csdn.net/broadview2006/>

投稿电话: 010-51260888 88254368

投稿邮箱: jsj@phei.com.cn



@博文视点Broadview



微信公众平台号 博文视点Broadview



博文视点精品图书展台

专业典藏



移动开发



大数据 · 云计算 · 物联网



数据库



Web 开发



程序设计



软件工程



办公精品



网络营销



博文视点本季最新最热图书



《淘宝技术这十年》

子柳 著
定价: 45.00元
◎ 淘宝技术大学校长辛辣揭秘
◎ 世界最大电商平台、超大型网站, 首次全面曝光技术内幕
◎ 技术变迁熠熠生辉、产品演进饱含智慧、牛人生涯叱咤风云、圈内趣事令人捧腹



《Windows内核原理与实现》

潘爱民 著
定价: 99.00元
第一本用真实的源代码剖析 Windows 操作系统核心原理的原創著作!



《软件需求最佳实践——SERU过程框架原理与应用(典藏版)》

徐锋 著
定价: 69.00元
“用户说不清需求”、“需求变更频繁”……, 都是在软件需求实践中频繁遇到的问题; 本书首先直面这些问题, 从心理学、社会学的角度剖析其背后的深层原因, 使大家从中获得突破的方法。



大数据丛书 《大数据挑战与NoSQL数据库技术》

陆嘉恒 编著
定价: 79.00元
大数据技术的学习指南。突破迷局, 厘清思路, 拥抱变化。



《高性能MySQL (第3版)》

【美】施瓦茨 (Schwartz, B.) 【美】扎伊采夫 (Zaitsev, P.) 【美】特卡琴科 (Tkachenko, V.) 著
李海元/周振兴/彭立勋等 译
定价: 128.00元

本书是 MySQL 领域的经典之作, 拥有广泛的影响力。第 3 版更新了大量的内容, 不但涵盖了最新 MySQL 5.5 版本的新特性, 也讲述了关于固态硬盘、高可扩展性设计和云计算环境下的数据库相关的新内容, 原有的基准测试和性能优化部分也做了大量的扩展和补充。



《收获, 不止Oracle》

梁敬彬 梁敬弘 著
定价: 59.00元
颠覆 IT 技术图书的传统写作方式, 在妙趣横生的故事中学到 Oracle 核心知识与优化方法论, 让你摆脱技术束缚, 超越技术。



《Clojure编程》

[美]Chas Emerick (蔡司 埃默里克), Brian Carper (布赖恩 卡珀), Christophe Grand (克里斯托弗 格兰德) 著
徐明明 杨寿勋 译
定价: 99.00元

第一本完整讲述 Clojure 的权威著作。



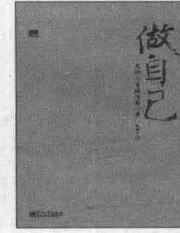
百度认证系列丛书 《百度推广——搜索营销新视角》

百度营销研究院 著
定价: 59.00元
百度营销研究院资深专家团队撰写, 百度认证初级教程!



《我看电商》

黄若 著
定价: 39.00元
作者近三十年从事零售及电子商务管理的总结和分享。



《做自己——鬼脚七自媒体第一季》

鬼脚七 著
定价: 77.00元
本书是鬼脚七自媒体的原创文集, 是电商圈第 1 本自媒体著作! 书中有关于生活、互联网、自媒体的睿智分享, 也有关于淘宝、搜索的独到见解。文章非常耐读, 也容易引发读者的思考, 是一本接地气、文艺范、充满正能量的电商生活书!

欢迎投稿:

投稿邮箱: jsj@phei.com.cn
editor@broadview.com.cn
读者信箱: market@broadview.com.cn
电话: 010-51260888

更多信息请关注:

博文视点官方网站:
<http://www.broadview.com.cn>
博文视点官方微博:
<http://t.sina.com.cn/broadviewbj>

目 录

第 1 部分 USB 总线接口技术基础.....	1	2.2.1 USB 根集线器	29
第 1 章 USB 技术概述.....	2	2.2.2 USB 总线供电集线器	29
1.1 USB 总线技术的产生.....	2	2.2.3 USB 自供电集线器	30
1.2 认识 USB 总线接口.....	3	2.2.4 USB 总线供电低功率设备	31
1.2.1 USB A 型插座和插头	4	2.2.5 USB 总线供电高功率设备	31
1.2.2 USB B 型插座和插头.....	4	2.2.6 USB 自供电设备	32
1.2.3 USB mini 型插座和插头.....	5	2.2.7 USB 设备功率需求的设置	32
1.2.4 USB micro 型插座和插头	6	2.3 USB 电源管理.....	34
1.2.5 USB 3.0 型插座和插头	7	2.3.1 激活 (ACTIVE)	34
1.2.6 USB 电缆结构	11	2.3.2 挂起 (SUSPEND)	34
1.3 USB 总线版本.....	13	2.3.3 空闲 (FAST EXIT IDLE)	34
1.3.1 USB 1.0.....	13	2.3.4 睡眠 (SLOW EXIT IDLE)	35
1.3.2 USB 1.1.....	13	2.3.5 USB 2.0 与 USB 3.0 电源管	
1.3.3 USB 2.0.....	14	理的区别.....	35
1.3.4 USB 3.0.....	14	2.4 小结	36
1.3.5 其他 USB 规范	16	第 3 章 USB 事务处理	37
1.4 USB 规范概览.....	17	3.1 USB 事务处理概述.....	37
1.5 USB 总线结构.....	18	3.2 令牌阶段	38
1.5.1 USB 主机.....	18	3.2.1 同步字段.....	38
1.5.2 USB 电缆.....	19	3.2.2 令牌包.....	38
1.5.3 USB 设备	19	3.3 数据阶段	46
1.6 USB 总线特点.....	20	3.3.1 同步字段.....	46
1.7 USB 的竞争技术解析.....	21	3.3.2 数据包	47
1.7.1 IEEE 1394 接口技术	21	3.4 握手阶段	48
1.7.2 eSATA 接口技术.....	22	3.4.1 同步字段.....	48
1.7.3 USB PLUS 接口技术	23	3.4.2 握手包.....	49
1.7.4 Thunder Bolt 超高速接口技术	23	3.5 USB 事务处理.....	50
1.7.5 USB 接口与其他计算机接口		3.5.1 IN 事务处理.....	51
的对比.....	24	3.5.2 OUT 事务处理.....	52
1.8 USB 设备的开发.....	24	3.5.3 SETUP 事务处理.....	53
1.9 小结	26	3.5.4 PING 事务处理.....	54
第 2 章 USB 电源管理	27	3.5.5 SOF 事务处理.....	55
2.1 USB 的供电.....	27	3.5.6 SPLIT 事务处理	55
2.1.1 USB 接口的电源指标	27	3.5.7 PRE 事务处理.....	56
2.1.2 USB 外设功率需求	28	3.6 USB 设备的总线状态.....	57
2.2 典型 USB 外设的电源设计.....	28	3.7 USB 设备的总线列举.....	58
		3.7.1 连接 USB 设备	58

3.7.2 断开 USB 设备	59	5.5 接口描述符 (Interface)	86
3.8 小结	59	5.5.1 接口描述符定义	86
第 4 章 USB 数据传输类型	60	5.5.2 接口描述符示例	88
4.1 USB 数据传输概述	60	5.6 端点描述符 (Endpoint)	88
4.1.1 USB 下传数据	61	5.6.1 端点描述符定义	88
4.1.2 USB 上传数据	61	5.6.2 端点描述符示例	90
4.1.3 USB 的数据传输类型	62	5.7 设备限定描述符 (Device Qualifier) ..	91
4.2 USB 块传输	62	5.7.1 设备限定描述符的定义	91
4.2.1 USB 块传输方式	63	5.7.2 设备限定描述符示例	93
4.2.2 块传输的数据包长度	63	5.8 其他速率配置描述符 (Other Speed	
4.2.3 块事务处理	63	Configuration)	93
4.3 USB 中断传输	65	5.8.1 其他速率配置描述符的定义	93
4.3.1 USB 中断传输方式	66	5.8.2 其他速率配置描述符示例	95
4.3.2 中断传输的数据包长度	66	5.9 USB 设备请求概述	95
4.3.3 中断事务处理	66	5.9.1 标准 USB 设备请求概述	95
4.4 USB 同步传输	68	5.9.2 USB 设备请求处理过程	96
4.4.1 USB 同步传输方式	68	5.10 读取状态请求 (GetStatus)	96
4.4.2 同步传输的数据包长度	69	5.10.1 读取设备	97
4.4.3 同步事务处理	69	5.10.2 读取接口	98
4.5 USB 控制传输	71	5.10.3 读取端点	99
4.5.1 USB 控制传输方式	71	5.11 清除特性请求 (ClearFeature)	100
4.5.2 控制传输数据包长度	72	5.11.1 清除设备特性	101
4.5.3 控制事务处理	72	5.11.2 清除接口特性	102
4.6 USB 3.0 与 USB 2.0 数据传输的对比 ..	74	5.11.3 清除端点特性	102
4.6.1 接口不同	75	5.12 设置特性请求 (SetFeature)	102
4.6.2 数据传输方式不同	75	5.12.1 设置设备特性	103
4.6.3 编码方式不同	75	5.12.2 设置接口特性	104
4.6.4 数据传输对比	76	5.12.3 设置端点特性	104
4.7 小结	77	5.12.4 设置测试特性	104
第 5 章 USB 设备配置	78	5.13 设置地址请求 (SetAddress)	105
5.1 USB 描述符概述	78	5.14 读取描述符请求 (GetDescription) ...	105
5.2 设备描述符 (Device)	79	5.15 设置描述符请求 (SetDescriptor)	107
5.2.1 设备描述符定义	79	5.16 读取配置请求 (GetConfiguration) ...	108
5.2.2 设备描述符示例	82	5.17 设置配置请求 (SetConfiguration)	109
5.3 配置描述符 (Configuration)	83	5.18 读取接口请求 (GetInterface)	109
5.3.1 配置描述符定义	83	5.19 设置接口请求 (SetInterface)	111
5.3.2 配置描述符示例	84	5.20 同步帧请求 (SynchFrame)	111
5.4 字符串描述符 (String)	85	5.21 设备请求示例	111
5.4.1 字符串描述符定义	85	5.21.1 声明设备请求	112
5.4.2 字符串描述符示例	85	5.21.2 设备请求的响应	112
		5.22 小结	115

第 6 章 USB 集线器配置	116	7.3 USB HID 设备类请求	144
6.1 USB 集线器简介	116	7.3.1 获取报告请求 GetReport	144
6.1.1 集线器设备类	117	7.3.2 获取空闲速率请求 GetIdle	145
6.1.2 集线器的配置	118	7.3.3 获取 HID 协议请求 GetProtocol	146
6.2 USB 集线器描述符	118	7.3.4 设置报告请求 SetReport	146
6.2.1 集线器设备描述符	118	7.3.5 设置空闲速率请求 SetIdle	147
6.2.2 集线器配置描述符	120	7.3.6 设置 HID 协议请求 SetProtocol	148
6.2.3 集线器接口描述符	121	7.4 小结	149
6.2.4 集线器端点描述符	123	第 8 章 常用的 USB 芯片	150
6.2.5 集线器类描述符	124	8.1 USB 芯片分类概述	150
6.3 USB 集线器类请求	126	8.1.1 通用 USB 芯片	150
6.3.1 读取集线器状态请求 GetHubStatus	126	8.1.2 专用 USB 芯片	151
6.3.2 读取下行端口状态请求 GetPortStatus	127	8.2 通用 USB 接口芯片	151
6.3.3 禁止集线器的特性请求 ClearHubFeature	127	8.2.1 高速 USB 接口芯片 EZ-USB FX2LP	151
6.3.4 禁止下行端口特性请求 ClearPortFeature	128	8.2.2 可编程片上系统 PSoC USB 芯片	159
6.3.5 使能集线器特性请求 SetHubFeature	129	8.2.3 通用 USB 接口芯片 CH375A	163
6.3.6 使能下行端口特性请求 SetPortFeature	129	8.2.4 超速 USB 3.0 接口芯片 CYUSB3014	170
6.3.7 读取集线器描述符请求 GetHubDescriptor	130	8.3 专用 USB 接口芯片	171
6.3.8 设置集线器描述符请求 SetHubDescriptor	130	8.3.1 USB HID 类接口芯片 CY7C63723	171
6.3.9 清除 TT 块请求 ClearTTBuffer	131	8.3.2 NEC USB3.0 芯片 μ PD720200	173
6.3.10 复位 TT 块请求 ResetTT	132	8.3.3 USB 转串口芯片 CH341	175
6.3.11 读取 TT 内部状态请求 GetTTState	132	8.4 USB 接口的 PCB 设计技巧	182
6.3.12 停止 TT 正常工作请求 StopTT	133	8.4.1 差分阻抗匹配	183
6.4 小结	133	8.4.2 供电和接地	184
第 7 章 USB HID 设备配置	134	8.4.3 USB 接头屏蔽	185
7.1 USB HID 设备简介	134	8.4.4 晶体振荡器	186
7.2 USB HID 设备描述符	136	8.5 小结	186
7.2.1 USB HID 设备的定义	136	第 2 部分 USB 驱动程序设计	187
7.2.2 USB HID 基本描述符	137	第 9 章 USB 驱动程序	188
7.2.3 USB HID 类描述符	142	9.1 WDM 驱动程序概述	188
		9.1.1 WDM 驱动程序简介	188
		9.1.2 WDM 驱动程序的特点	189
		9.1.3 WDM 驱动程序的分层结构	190
		9.2 WDM 功能驱动程序的组成	192



9.2.1	入口例程.....	193	10.4	Cypress 通用 USB 驱动——基于 .NET 平台.....	245
9.2.2	即插即用例程.....	194	10.4.1	CyUSB.inf 文件.....	246
9.2.3	分发例程.....	197	10.4.2	CyUSB.inf 文件分析.....	249
9.2.4	电源管理例程.....	198	10.5	微软通用 USB 驱动——WinUSB	250
9.2.5	卸载例程.....	200	10.5.1	WinUSB 简介.....	250
9.3	USB 设备的即插即用实现.....	201	10.5.2	WinUSB 驱动程序安装包.....	252
9.3.1	即插即用设备状态.....	202	10.5.3	WinUSB INF 文件.....	253
9.3.2	启动 USB 设备.....	202	10.6	小结.....	257
9.3.3	停止 USB 设备.....	203	第 11 章	LabVIEW 平台的 USB 驱动程序开发.....	258
9.3.4	删除 USB 设备.....	204	11.1	NI LabVIEW 平台简介.....	258
9.4	即插即用 IRP 请求的处理规则.....	205	11.1.1	LabVIEW 平台简介.....	258
9.5	驱动开发工具——DriverStudio.....	207	11.1.2	NI-VISA 开发平台.....	259
9.5.1	DriverStudio 软件工具集.....	208	11.2	LabVIEW 平台下的 USB 驱动开发....	260
9.5.2	搭建 DriverStudio 驱动开发环境.....	208	11.2.1	NI-VISA 的 USB 驱动简介.....	260
9.5.3	配置 DriverStudio 编译环境.....	212	11.2.2	创建 USB 驱动.....	261
9.6	WDM 驱动程序基本结构.....	213	11.2.3	INF 安装文件.....	264
9.6.1	基类 KDriver.....	213	11.3	小结.....	269
9.6.2	即插即用类 KPnPDevice.....	215	第 3 部分	USB 编程基础.....	271
9.6.3	物理对象类 KPnpLowerDevice.....	219	第 12 章	基于 DriverStudio 的 USB 设备编程基础.....	272
9.7	使用 DriverStudio 创建 USB 驱动.....	219	12.1	USB 编程类函数概述.....	272
9.7.1	创建 USB 驱动程序框架.....	219	12.2	设备编程类 KUsbLowerDevice.....	272
9.7.2	USB 驱动程序设计.....	224	12.2.1	激活设备配置函数 ActivateConfiguration.....	273
9.8	小结.....	225	12.2.2	终止设备配置函数 DeActivateConfiguration.....	274
第 10 章	通用 USB 驱动程序解析.....	226	12.2.3	初始化厂商自定义请求函数 BuildVendorRequest.....	274
10.1	驱动程序文件简介.....	226	12.2.4	分配 USB 类请求函数 BuildClassRequest.....	275
10.1.1	USB 设备驱动程序的安装.....	227	12.2.5	清除 USB 特征标志函数 ClearFeature.....	275
10.1.2	USB 设备的识别.....	227	12.2.6	设置 USB 特征标志函数 SetFeature.....	276
10.2	驱动程序 INF 文件的结构.....	228	12.2.7	获取状态信息函数 GetStatus.....	276
10.2.1	版本节.....	229	12.2.8	获取 USB 帧号函数 GetCurrentFrameNumber.....	276
10.2.2	源文件盘符节.....	232	12.2.9	设置未配置状态函数 Unconfigure.....	277
10.2.3	源文件节.....	233			
10.2.4	目标磁盘节.....	233			
10.2.5	供应商节.....	234			
10.2.6	默认安装节.....	235			
10.2.7	字符串节.....	235			
10.3	Cypress 通用 USB 驱动——基于 VC6.0 平台.....	235			
10.3.1	CyLoad.inf 文件分析.....	236			
10.3.2	CyUSB.inf 文件分析.....	240			
10.3.3	驱动程序的安装.....	243			



12.2.10	设置配置状态函数 Configure.....	277	12.4	管道编程类 KUsbPipe	287
12.2.11	配置 USB 接口函数 PreconfigureInterface	277	12.4.1	初始化实例函数 Initialize....	288
12.2.12	获取 USB 接口描述符函数 LocateInterface.....	277	12.4.2	打开接口函数 Open	288
12.2.13	获取 USB 配置描述符函数 Preconfigure	278	12.4.3	判断是否打开函数 IsOpen...	288
12.2.14	删除资源函数 ReleaseResources	278	12.4.4	关闭管道函数 Close	288
12.2.15	获取字符串描述符函数 GetStringDescriptor	278	12.4.5	中断数据传输函数 BuildInterruptTransfer.....	289
12.2.16	获取设备描述符函数 GetDeviceDescriptor.....	279	12.4.6	控制数据传输函数 BuildControlTransfer	289
12.2.17	初始化实例函数 Initialize....	279	12.4.7	块数据传输函数 BuildBulkTransfer.....	290
12.2.18	URB 发送函数 SubmitUrb...	279	12.4.8	同步数据传输函数 BuildIsochronousTransfer	290
12.3	接口编程类 KUsbInterface	280	12.4.9	清除 USB 特征标志函数 ClearFeature	291
12.3.1	使能 USB 接口函数 SelectAlternate	281	12.4.10	设置 USB 特征标志函数 SetFeature.....	291
12.3.2	清除 USB 特征标志函数 ClearFeature	281	12.4.11	获取状态信息函数 GetStatus.....	291
12.3.3	设置 USB 特征标志函数 SetFeature.....	281	12.4.12	管道复位函数 Reset	292
12.3.4	获取状态信息函数 GetStatus...	282	12.4.13	丢弃传输函数 Abort.....	292
12.3.5	厂商自定义请求函数 BuildVendorRequest	282	12.4.14	初始化厂商自定义请求函数 BuildVendorRequest	292
12.3.6	分配 USB 类请求函数 BuildClassRequest	283	12.4.15	初始化类请求函数 BuildClassRequest	293
12.3.7	设置管道函数 Pipes	283	12.4.16	获取最大帧字节数函数 MaximumPacketSize.....	293
12.3.8	获取管道数量函数 NumberOfPipes.....	284	12.4.17	获取最大传输字节数函数 MaximumTransferSize.....	294
12.3.9	获取接口协议函数 Protocol...	284	12.4.18	获取管道句柄函数 Handle...	294
12.3.10	获取接口子类函数 Subclass ...	284	12.4.19	获取中断检查间隔函数 PollInterval.....	294
12.3.11	获取接口类函数 Class	284	12.4.20	获取管道端点地址函数 EndpointAddress	294
12.3.12	获取接口号函数 Alternate Setting	284	12.4.21	设置最大传输字节数函数 SetMaximumTransferSize.....	294
12.3.13	获取接口数量函数 InterfaceNumber	285	12.4.22	URB 发送函数 SubmitUrb	295
12.3.14	初始化实例函数 Initialize....	285	12.4.23	获取传输类型函数 Type.....	295
12.3.15	关闭接口函数 Close.....	285	12.5	小结	295
12.3.16	判断是否打开函数 IsOpen...	286	第 13 章	基于 Visual C++的 USB 设备 编程基础.....	296
12.3.17	打开实例函数 Open	286	13.1	基于 Visual C++的 USB 设备编 程环境	296
12.3.18	URB 发送函数 SubmitUrb ...	286			
12.3.19	判断实例是否有效函数 IsValid.....	287			



13.1.1	cyioctl 类控制函数	296	13.2.16	数据通信接口 IOCTL_	
13.1.2	CyAPI 控制函数类	297		ADAPT_SEND_NON_EP0_	
13.2	cyioctl 控制函数类	298		TRANSFER	304
13.2.1	中止端点请求接口 IOCTL_		13.2.17	设置电源状态接口 IOCTL_	
	ADAPT_ABORT_PIPE	298		ADAPT_SET_DEVICE_	
13.2.2	断开设备接口 IOCTL_			POWER_STATE	305
	ADAPT_CYCLE_PORT	299	13.2.18	设置传输字节数接口 IOCTL_	
13.2.3	获取设备地址接口 IOCTL_			ADAPT_SET_TRANSFER_	
	ADAPT_GET_ADDRESS....	299		SIZE	305
13.2.4	获取替换接口 IOCTL_ADAPT_		13.3	CyAPI 控制函数类	306
	GET_ALT_INTERFACE_		13.3.1	USB 设备控制类	
	SETTING	299		CCyUSBDevice	306
13.2.5	获取描述字符串接口		13.3.2	USB 配置信息类	
	IOCTL_ADAPT_GET_			CCyUSBConfig.....	319
	DEVICE_NAME	300	13.3.3	USB 端点控制类	
13.2.6	获取电源状态接口 IOCTL_			CCyUSBEndPoint.....	322
	ADAPT_GET_DEVICE_		13.3.4	USB 接口控制类	
	POWER_STATE	300		CCyUSBInterface.....	329
13.2.7	获取版本号接口 IOCTL_		13.3.5	USB 块传输端点控制类	
	ADAPT_GET_DRIVER_			CCyBulkEndPoint.....	332
	VERSION	300	13.3.6	USB 控制传输端点类	
13.2.8	获取替换名称接口 IOCTL_			CCyControlEndPoint.....	333
	ADAPT_GET_FRIENDLY_		13.3.7	USB 中断传输端点控制类	
	NAME.....	301		CCyInterruptEndPoint.....	336
13.2.9	获取端点数量接口 IOCTL_		13.3.8	USB 同步传输端点控制类	
	ADAPT_GET_NUMBER_			CCyIsocEndPoint.....	337
	ENDPOINTS.....	301	13.4	USB 数据传输实例.....	339
13.2.10	获取单次传输大小接口 IOCTL_		13.5	小结	341
	ADAPT_GET_TRANSFER_				
	SIZE	302	第 14 章 基于 Visual C# 的 USB 设备编程基础		342
13.2.11	获取 USBDI 版本号接口		14.1	基于 Visual C# 的 USB 设备编程环境...	342
	IOCTL_ADAPT_GET_		14.2	USBDeviceList 类	343
	USBDI_VERSION.....	302	14.2.1	USBDeviceList 函数.....	343
13.2.12	复位 USB 设备接口 IOCTL_		14.2.2	Count 成员变量	344
	ADAPT_RESET_PARENT_		14.2.3	Dispose 函数.....	344
	PORT	302	14.2.4	USBDeviceList [int index]	
13.2.13	复位 USB 端点接口 IOCTL_			成员变量.....	345
	ADAPT_RESET_PIPE	303	14.2.5	USBDeviceList [string	
13.2.14	设置替换接口 IOCTL_ADAPT_			FriendlyName]成员变量.....	345
	SELECT_INTERFACE	303	14.2.6	USBDeviceList [int VendorID,	
13.2.15	发送控制请求接口 IOCTL_			int ProductID]成员变量.....	346
	ADAPT_SEND_EP0_CONTROL_		14.2.7	USBDeviceList [int VendorID,	
	TRANSFER.....	303		int ProductID, int UsagePage,	
				int Usage]成员变量.....	346



14.3	CyUSBDevice 类.....	347	14.9	小结.....	373
14.3.1	BcdUSB 成员变量.....	347	第 15 章 基于 LabVIEW 的 USB 设备编程基础..... 374		
14.3.2	DevClass 成员变量.....	348	15.1	NI-VISA USB 设备交互控制.....	374
14.3.3	DevProtocol 成员变量.....	348	15.2	VISA 控制函数.....	378
14.3.4	DevSubClass 成员变量.....	348	15.2.1	VISA 打开.....	378
14.3.5	DriverName 成员变量.....	349	15.2.2	VISA 关闭.....	378
14.3.6	FriendlyName 成员变量.....	349	15.2.3	VISA USB 控制输出.....	379
14.3.7	Manufacturer 成员变量.....	350	15.2.4	VISA USB 控制输入.....	379
14.3.8	Name 成员变量.....	350	15.2.5	VISA 写入.....	380
14.3.9	Path 成员变量.....	350	15.2.6	VISA 读取.....	381
14.3.10	ProductID 成员变量.....	351	15.3	小结.....	381
14.3.11	VendorID 成员变量.....	351	第 4 部分 USB 开发实战..... 383		
14.3.12	SerialNumber 成员变量.....	351	第 16 章 EZ-USB FX2LP 固件设计..... 384		
14.3.13	USBAddress 成员变量.....	352	16.1	Cypress 固件开发工具.....	384
14.4	CyControlEndPoint 类.....	352	16.1.1	安装开发包.....	384
14.4.1	Direction 成员变量.....	353	16.1.2	开发包工具简介.....	386
14.4.2	Index 成员变量.....	353	16.2	基本固件框架.....	388
14.4.3	ReqCode 成员变量.....	353	16.2.1	基本固件框架的建立.....	388
14.4.4	ReqType 成员变量.....	354	16.2.2	固件调试.....	389
14.4.5	Target 成员变量.....	354	16.3	固件程序设计.....	394
14.4.6	Value 成员变量.....	354	16.3.1	USB 端口读写的程序设计.....	394
14.4.7	XferData 函数.....	354	16.3.2	USB 端口读写的固件仿真调试.....	398
14.4.8	Read 函数.....	355	16.3.3	USB 端点的数据发送和采集.....	398
14.4.9	Write 函数.....	356	16.3.4	数据发送和采集仿真调试.....	402
14.5	CyIsocEndPoint 类.....	357	16.4	小结.....	404
14.5.1	GetPktBlockSize 函数.....	357	第 17 章 USB 控制数码管显示实例..... 405		
14.5.2	BeginDataXfer 函数.....	357	17.1	EZ-USB FX2LP 的 I/O 端口.....	405
14.5.3	FinishDataXfer 函数.....	358	17.1.1	普通 I/O 功能.....	408
14.5.4	GetPktCount 函数.....	360	17.1.2	第二复用功能.....	410
14.5.5	XferData 函数.....	361	17.2	控制端点 0 请求.....	413
14.6	CyHidDevice 类.....	362	17.2.1	USB 控制传输.....	413
14.6.1	GetFeature 函数.....	363	17.2.2	USB 设备请求及固件响应.....	414
14.6.2	GetInput 函数.....	363	17.2.3	获得状态请求 (Get Status)	415
14.6.3	ReadInput 函数.....	364	17.2.4	设置特性请求 (Set Feature)	416
14.6.4	SetFeature 函数.....	364	17.2.5	清除特性请求 (Clear Feature)	417
14.6.5	SetOutput 函数.....	365			
14.6.6	WriteOutput 函数.....	365			
14.6.7	ToString 函数.....	366			
14.7	CyUSBStorDevice 类.....	369			
14.7.1	SendScsiCmd 函数.....	370			
14.7.2	ToString 函数.....	371			
14.7.3	TimeOut 成员变量.....	371			
14.8	CyBulkEndPoint 类.....	372			