



Detailed Explanation of Visual C++ Serial Port Communication Technology

Visual C++

串口通信技术详解 第2版

李景峰 潘恒 杨丽娜◎等编著

Detailed Explanation of Visual C++ Serial Port Communication Technology



机械工业出版社
China Machine Press

013061545

TP312C
1860-2

Visual C++

串口通信技术详解 第2版

李景峰 潘恒 杨丽娜◎等编著

Detailed Explanation of Visual C++ Serial Port Communication Technology



北航

C1668082



机械工业出版社
China Machine Press

TP312C
1860-2

图书在版编目 (CIP) 数据

Visual C++ 串口通信技术详解 / 李景峰等编著. — 2 版. — 北京: 机械工业出版社, 2013.7

ISBN 978-7-111-42837-4

I. V… II. 李… III. C 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 126580 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书介绍如何利用 Visual C++ 集成开发环境进行串口通信程序开发的前沿实用技术。书中精选来自工程实践的应用范例, 主要涵盖串口通信的理论基础、Visual C++ 集成开发环境简介、MSComm 控件串口编程、Windows API 串口编程、TAPI 串口编程、串口实现双机互连、串口调试精灵、串口控制 Modem 设备、计算机和单片机的串口通信、计算机和 PLC 串口通信、计算机与射频卡通信、通过串口控制 GPS 模块、串口控制云台摄像头、智能报警系统、语音自动应答系统, 以及 USB 转 RS-232 串口实例等。

本书通俗易懂, 内容翔实, 层次分明, 注重知识的系统性、针对性和先进性, 凸显基础理论与工程实践之间的相互联系。本书实例的源代码可在 www.hzbook.com 下载, 以方便读者学习和使用。

本书可作为具有一定 Visual C++ 使用基础的读者开发串口通信程序的参考书, 也可作为科研单位、高等院校相关专业技术人员的参考书。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 高婧雅

三河市杨庄长鸣印刷装订厂印刷

2013 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

186mm×240mm·26.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-42837-4

定 价: 69.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

投稿热线: (010) 88379604

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

前 言

《Visual C++ 串口通信技术详解》出版后，得到了广大读者的支持与肯定，在短短两年时间内重印了3次。在此期间，本书作者收到了读者反馈的大量意见与建议，同时也在项目开发过程中积累了更多的工程实践经验。为更好地为读者服务，作者对《Visual C++ 串口通信技术详解》一书进行了修订，出版第2版。本书保持了第1版的写作风格，并对各章内容与文字进行了细致的修改，努力将读者反馈的问题转化为新内容，方便读者理解和掌握。

串口通信作为基础而灵活的一种通信方式，广泛应用于计算机系统、自动化控制系统的数据通信方面。微软公司开发的 Visual C++ 集成开发环境为程序员提供了一种宽松式、集成化的开发工具。在 Visual C++ 环境中，程序员可以利用 C++ 语言，方便地实现具有代码短、运行快、可移植等特点的串口通信程序。但是，Visual C++ 功能复杂，编程方式多样，往往导致初学者产生畏难情绪。此外，虽然很多读者希望本书以更高版本的 Visual C++ 集成开发环境介绍串口通信编程技术，但是作者认为 Visual C++ 6.0 是目前最稳定的集成开发环境，所以本书继续以此软件为基础进行串口通信编程讲解。

为此，作者依据多年项目研发积累的实践经验，从串口通信理论和应用实践的角度，系统讲解了在 Visual C++ 中开发串口通信程序的理论基础和方法技巧，特别注重理论和实践相结合，兼具面向基础理论学习和面向实际项目开发的双重特点，可作为具有一定 Visual C++ 使用基础的读者开发串口通信程序的参考书，也可作为科研单位、高等院校相关专业技术人员的参考书籍。

本书所有实例代码均由作者在 Windows XP+SP2 操作系统以及 Visual C++ 6.0 集成开发环境中调试通过。读者只要领会本书给出的编程思路，按照编程步骤进行操作，即可顺利完成相关程序的编制与调试，从而掌握利用 Visual C++ 环境开发串口通信程序的核心技术。

本书特点

1. 循序渐进，由浅入深

本书编写遵循“先基础，后技巧”的学习规律，在详细讲解串口通信相关理论、Visual

C++ 使用方法、MSComm 控件串口编程、Windows API 串口编程以及 TAPI 2.x 串口编程等重要基础知识之后，在后续章节中结合具体项目，详细给出了在 Visual C++ 中利用 MSComm 控件、Windows API 以及 TAPI 2.x 进行串口编程以实现串口通信功能的程序框架、实现流程及特殊技巧。

2. 技术全面，内容充实

本书在确保实用的前提下，详细讲解了在 Windows 环境下开发串口通信程序的多方面知识。无论是希望通过串口通信实现单机串口调试、双机互连、Modem 设备控制、单片机控制、PLC 控制、射频卡控制、GPS 模块控制、云台摄像头控制，还是想在智能报警系统或者语音自动应答系统中采用串口通信方式的读者，都可从书中找到相关的翔实内容。

3. 分析原理，步骤清晰

考虑到大部分希望从事串口通信项目研发的高校师生、企业人员都具备了一定的 Visual C++ 使用经验和 C++ 编程能力，本书在讲解具体项目开发实例时注重呈现各知识点的原理，归纳实现思路与实现步骤。读者可根据书中实例给出的具体步骤，结合可下载的源代码，自行实现实例功能，以提高理解深度和学习效果。

4. 代码完整，讲解详尽

除个别章节外，本书每个知识点都给出了较为完整的项目实例，同时详细注释了关键代码段。为方便学习，在给出代码段之前，均提供了代码段实现功能分析和流程图。读者可以参照运行结果查看书中或者下载的本书源程序，加深对项目实例的理解。

主要内容

本书分为两篇，共 16 章，各章的主要内容如下。

第一篇 基础知识篇

第 1 章 介绍了计算机接口技术的基本内容。在此基础上，详细说明了 RS-232C、RS-422、RS-485 等串口通信标准，以及 SPI、USB 串行通信总线技术。最后，简要描述了应用串行通信方式工作的常见计算机外围设备。了解和掌握上述内容可以为读者进行串行接口编程工作打下坚实的理论基础。

第 2 章 介绍了面向对象的基本概念，然后对 C++ 语言的基础及要点进行简单介绍，最后介绍了微软公司出品的支持 C++ 语言的 Visual C++ 6.0 集成开发环境。

第 3 章 介绍了 MSComm 控件基础知识，详细描述了 MSComm 控件属性以及 OnComm 事件，给出了在 Visual C++ 6.0 集成开发环境中利用 MSComm 控件开发串口通信程序的具体步骤，并给出了 Windows 操作系统下基于 MSComm 控件实现虚拟终端接收程序的详细过程。

第 4 章 介绍了 Win32 API 函数串口通信的基本概念，对串行通信编程使用的特殊数据

结构和主要 API 函数进行了详细说明,在此基础上,给出了利用 Windows API 函数实现串口通信功能的具体流程。

第 5 章 介绍了 Windows TAPI 的含义和体系框架,然后详细说明了 Windows 操作系统中常用的 TAPI 2.x 函数,给出了采用 Windows TAPI 编程的方法,在 Windows 操作系统下使用 TAPI 实现电话拨打程序的详细过程。

第二篇 项目技巧篇

第 6 章 介绍了利用串口实现双机互连的基本方法,给出其通信协议及实现方案,并具体分析了一个简单的双机互连例程。

第 7 章 以串口调试精灵为例,详细说明了 Windows 操作系统下串口通信程序的研发过程,分析了该软件的主要设计思想,给出了该软件的详细实现代码,使读者初步了解从需求分析、设计实现到最终程序发布的项目开发流程。

第 8 章 介绍了 Modem 的基础知识和用于控制调制解调器的 AT 指令集,然后分别从单片机和通用 PC 两个方面介绍了使用 Modem 实现远程通信的方法步骤,并以实例详细讲述了串口控制 Modem 的简单实现方法。

第 9 章 介绍了单片机的串口结构、工作原理和目前常用的接口芯片,详细介绍了计算机通过串口控制单片机的硬件电路设计和通信协议设计,并且分别分析了计算机和单片机串行通信时两端的关键实现代码。

第 10 章 介绍了 PLC 的基本概念和 PLC 串口通信流程相关知识,在此基础上,详细介绍了计算机通过串口控制 PLC 的程序设计方法,给出并详细分析了关键代码。

第 11 章 介绍了射频卡的工作原理、分类方法及应用等概念,在此基础上,详细介绍了利用串口控制射频卡模块的通信程序的设计方法,给出并详细分析了关键代码。

第 12 章 介绍了 GPS 的相关知识,展示了通过使用 MSComm 控件接收 GPS 报文的具体过程,主要包括报文解码以及 GPS 模块定位信息提取等步骤,给出并详细分析了关键代码。

第 13 章 介绍了通过串口控制云台摄像头的方法。在介绍云台控制协议的基础上,针对串口控制云台摄像头程序,分别对添加控件、设计界面、初始化、配置按钮代码等进行详细分析。

第 14 章 介绍了一个典型的智能报警系统的设计过程,重点分析了该系统采用的串行通信关键技术和具体实现代码。

第 15 章 介绍了一种利用 TAPI 3.0 函数库实现语音自动应答的方法,通过界面说明及按钮功能实现过程,详细描述了语音自动应答系统的程序设计流程。

第 16 章 介绍了 USB 总线技术和 USB 总线转换芯片 CH341 的基本工作原理,详细描述了采用 CH341 芯片设计简单三线 RS-232 串口的详细步骤,特别适合项目研发人员参考。

读者对象

- 串口通信编程爱好者
- 高校相关专业师生
- 社会培训班学生
- 嵌入式系统研发人员
- 通信设备研发人员

本书代码

- 下载源代码：原书实例和综合实例的完整代码文档，可在 www.hzbook.com 下载。

本书由解放军信息工程大学的李景峰主编，全书的构思、选题确立、编写和最后的统稿均由解放军信息工程大学的李景峰和杨丽娜、中原工学院的潘恒共同完成。其中，第1章、第3章和第4章由李景峰编写，第2章和第5章由潘恒编写，第6章、第10章和第11章由赵俭编写，第7章、第12章和第15章由胡永进、潘恒编写，第8章和第13章由刘威编写，第9章、第14章和第16章由杨丽娜编写。在本书的编写过程中，张书钦、张新刚、宋一兵、张畅、房方、李杰、郭卫锋、杜度威、张轩、赵景伟、赵秋玲、张忠林、王献红、王臣业、张洪信等人参与了资料整理、文字录入、程序验证等工作，在此向他们表示衷心的感谢！同时，本书还参阅了国内外同行的大量文献，在此也向这些文献的作者们表示衷心的感谢！

由于串口通信程序开发涉及内容广泛，限于篇幅，部分基础理论和技术方法未能在本书中全部展开，对此作者表示遗憾和歉意。另外，由于作者的学识和水平有限，书中难免存在错误或疏漏，敬请专家和读者批评指正。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址：www.zerobook.net

零点工作室联系信箱：gdz_zero@126.com

零点工作室

2013年6月

目 录

前言

第一篇 基础知识篇

第 1 章 串口通信理论基础.....1

- 1.1 接口技术.....2
 - 1.1.1 接口的定义.....2
 - 1.1.2 接口的基本功能.....2
 - 1.1.3 接口的基本控制方式.....3
 - 1.1.4 并行接口技术.....4
 - 1.1.5 串行接口技术.....5
- 1.2 RS-232C 标准.....5
 - 1.2.1 RS-232C 电气特性.....6
 - 1.2.2 RS-232C 连接器机械特性.....6
 - 1.2.3 RS-232C 的接口信号.....8
 - 1.2.4 RS-232C 的通信方式.....9
- 1.3 RS-422/RS-485 标准.....10
 - 1.3.1 RS-422 简介.....10
 - 1.3.2 RS-485 简介.....10
 - 1.3.3 RS-422/485 网络安装
注意事项.....11
- 1.4 SPI 总线标准.....11
 - 1.4.1 SPI 总线原理.....11
 - 1.4.2 SPI 总线特点.....12
- 1.5 USB 总线标准.....12
 - 1.5.1 USB 总线总体结构.....13

- 1.5.2 USB 数据传输逻辑结构.....13
- 1.5.3 传输类型.....14
- 1.6 使用串口通信的典型外设.....14
 - 1.6.1 Modem.....15
 - 1.6.2 传真机.....15
 - 1.6.3 GPS 接收机.....17
- 1.7 实践知识拓展.....19
- 1.8 思考与练习.....22

第 2 章 Visual C++ 集成开发 环境简介.....23

- 2.1 面向对象程序设计与 C++
语言.....23
 - 2.1.1 面向对象程序设计概述.....23
 - 2.1.2 C++ 语言基础.....25
 - 2.1.3 C++ 的面向对象特性.....31
- 2.2 Visual C++ 6.0 集成开发环境.....37
 - 2.2.1 Visual C++ 6.0 开发环境.....37
 - 2.2.2 项目与项目工作区.....38
 - 2.2.3 应用程序向导 AppWizard.....40
 - 2.2.4 集成开发基本操作.....42
 - 2.2.5 联机帮助文件.....49
- 2.3 MFC 应用程序的创建.....50
- 2.4 实践知识拓展.....56
- 2.5 思考与练习.....58

第3章 MSComm 控件串口编程 59

- 3.1 MSComm 控件简介 59
 - 3.1.1 MSComm 控件描述 59
 - 3.1.2 MSComm 控件的常用属性 59
 - 3.1.3 MSComm 控件的其他属性 61
 - 3.1.4 MSComm 控件的事件 65
- 3.2 MSComm 控件编程步骤 66
 - 3.2.1 加载 MSComm 控件到项目 66
 - 3.2.2 初始化并打开串行端口 68
 - 3.2.3 捕获串行端口事件 69
 - 3.2.4 串行端口数据读写 70
 - 3.2.5 关闭串行端口 71
 - 3.2.6 程序发布问题 71
- 3.3 使用 MSComm 控件实现串口通信接收 71
- 3.4 实践知识拓展 78
- 3.5 思考与练习 85

第4章 Windows API 串口编程 86

- 4.1 Windows API 串行编程概述 86
 - 4.1.1 串行编程的数据结构 87
 - 4.1.2 串行编程的 Win32 API 函数 90
- 4.2 Win32 API 串口通信编程方式 102
 - 4.2.1 打开串行端口 102
 - 4.2.2 配置串行端口 103
 - 4.2.3 读/写串行端口 104
 - 4.2.4 关闭串行端口 108
- 4.3 基于 Win32 API 函数实现串口通信发送程序 108
- 4.4 实践知识拓展 116

4.5 思考与练习 120

第5章 TAPI 串口编程 121

- 5.1 TAPI 概述 121
 - 5.1.1 TAPI 的含义 121
 - 5.1.2 TAPI 的体系结构 122
 - 5.1.3 TAPI 的服务类型 122
- 5.2 Windows TAPI 2.x 函数集 123
 - 5.2.1 Windows TAPI 编程流程 123
 - 5.2.2 TAPI 2.x 常用函数 123
- 5.3 使用 TAPI 实现电话拨打程序 130
- 5.4 实践知识拓展 155
- 5.5 思考与练习 158

第二篇 项目技巧篇

第6章 串口实现双机互连 159

- 6.1 概述 160
- 6.2 通信协议及实现方案 161
 - 6.2.1 异步串行通信 161
 - 6.2.2 同步串行通信 163
- 6.3 实现代码分析 166
 - 6.3.1 程序主体设计及关键模块分析 166
 - 6.3.2 使用 API 通信 170
- 6.4 实践知识拓展 180
- 6.5 思考与练习 182

第7章 串口调试精灵 183

- 7.1 串口调试精灵设计要求 183
- 7.2 串口调试精灵的编程实现 184
 - 7.2.1 软件功能及流程设计 185
 - 7.2.2 具体编程实现 186
 - 7.2.3 串口调试精灵的测试 201

7.2.4 串口调试精灵的发布	203	9.6.1 头文件引用及变量声明	247
7.3 实践知识拓展	205	9.6.2 控件加载及控件属性设置	248
7.4 思考与练习	206	9.6.3 发出读数据请求	249
第 8 章 串口控制 Modem 设备	207	9.6.4 接收数据的处理	250
8.1 Modem 接口	207	9.6.5 关闭串口	258
8.1.1 Modem 简介	207	9.7 实践知识拓展	258
8.1.2 Modem 工作流程	209	9.8 思考与练习	259
8.1.3 Modem 通信方案	209	第 10 章 计算机和 PLC 串口通信	260
8.2 AT 指令简介	210	10.1 PLC 概述	260
8.2.1 Modem 工作状态	210	10.1.1 PLC 的基本结构	260
8.2.2 AT 指令集	211	10.1.2 PLC 串行接口规范	262
8.3 使用 Modem 实现远程通信	214	10.1.3 通信协议	263
8.3.1 使用单片机和 Modem 通信	214	10.2 PLC 串口通信	264
8.3.2 使用 PC 和 Modem 通信	215	10.2.1 计算机与 PLC 通信流程	264
8.3.3 MSComm 控件的属性和事件	216	10.2.2 PLC 通信编程	264
8.4 实践知识拓展	234	10.3 实现代码分析	269
8.5 思考与练习	235	10.3.1 界面设计	270
第 9 章 计算机和单片机的串口通信	236	10.3.2 程序设计核心代码	270
9.1 串口通信硬件设计	236	10.4 实践知识拓展	271
9.1.1 MCS-51 系列单片机的串口原理	237	10.5 思考与练习	274
9.1.2 常用的接口芯片介绍	238	第 11 章 计算机与射频卡通信	275
9.1.3 接口电路设计	240	11.1 射频卡概述	275
9.2 串口通信参数设置	240	11.1.1 射频卡的工作原理	276
9.2.1 波特率设置	240	11.1.2 射频卡的分类及应用	277
9.2.2 奇偶校验位的使用方法	241	11.1.3 典型的射频卡模块	277
9.2.3 通信协议约定	242	11.2 射频卡应用设计	280
9.3 系统总体设计	242	11.2.1 读写器设计	280
9.4 单片机的串口编程方法	242	11.2.2 基于射频卡模块的设计	281
9.5 计算机端通信界面设计	245	11.3 实现代码分析	281
9.6 计算机端程序设计	246	11.3.1 界面设计	281
		11.3.2 程序设计核心代码	282

11.4 实践知识拓展	284
11.5 思考与练习	287

第 12 章 通过串口控制 GPS 模块 288

12.1 GPS 系统的基础知识	288
12.1.1 GPS 定位原理	289
12.1.2 GPS 系统	290
12.2 GPS 模块的性能及使用	291
12.2.1 市场主流 GPS 接收机模块	291
12.2.2 U-Blox 公司 LEA-4H 型 GPS 接收模块	292
12.3 NMEA-0183 协议	295
12.3.1 NMEA-0183 协议的 定义	295
12.3.2 NMEA-0183 数据信息	295
12.4 串口控制 GPS 模块的实验	296
12.4.1 MSComm 控件属性	296
12.4.2 添加 MSComm 控件	299
12.4.3 添加串口事件消息处理 函数 OnComm()	299
12.4.4 数据的接收与提取	301
12.4.5 实验结果及数据的显示	304
12.5 实践知识拓展	305
12.6 思考与练习	306

第 13 章 串口控制云台摄像头 307

13.1 云台摄像头	307
13.1.1 云台简介	307
13.1.2 摄像头及控制电路	309
13.2 云台控制协议	310
13.3 控制程序分析	312
13.3.1 添加控件	313
13.3.2 设置界面	313
13.3.3 主控程序	315

13.3.4 初始化	320
13.3.5 配置按钮	325
13.3.6 通信参数的设置	332
13.3.7 云台控制命令	336
13.3.8 旋转控制按钮和镜头 控制按钮	341

13.4 实践知识拓展	345
13.5 思考与练习	346

第 14 章 智能报警系统 347

14.1 系统描述	347
14.2 系统分析与设计	348
14.3 关键技术	348
14.3.1 建立安防信息数据库	348
14.3.2 端口设置和定时读取 I/O 端口数据	348
14.3.3 判断是否有触发事件	349
14.3.4 启动并口控制的报警 设备	350
14.3.5 根据设置拨打报警电话	351
14.3.6 安防日志管理	351
14.3.7 I/O 端口通信	352
14.4 实现代码分析	353
14.4.1 创建项目	353
14.4.2 界面设计与实现	354
14.4.3 加入数据库支持	360
14.4.4 关键程序类的实现	361
14.5 实践知识拓展	374
14.6 思考与练习	375

第 15 章 语音自动应答系统 376

15.1 功能介绍	376
15.1.1 TAPI 介绍	376
15.1.2 系统功能介绍	378
15.2 设计流程实现	379
15.2.1 程序设计流程图	379

15.2.2	TAPI 3.0 方法介绍	380	16.1.3	USB 的电气特性	393
15.2.3	串处理分析介绍	381	16.1.4	USB 的数据通信协议	394
15.3	具体功能实现	382	16.2	功能描述	399
15.3.1	程序主界面	382	16.3	USB 总线转换芯片 CH341	
15.3.2	参数配置	385		简介	399
15.3.3	选择语音界面	387	16.3.1	CH341 异步串口工作	
15.4	实践知识拓展	387		方式	400
15.5	思考与练习	390	16.3.2	CH341 功能配置	403
第 16 章 USB 转 RS-232 串口			16.4	USB 转 RS-232 桥接器硬件	
	实例	391		设计	404
16.1	USB 总线技术简介	391	16.5	驱动程序安装	406
16.1.1	USB 的特点	391	16.6	实践知识拓展	406
16.1.2	USB 的体系结构	392	16.7	思考与练习	407

Visual C++

串口通信技术详解

第一篇

基础知识篇

第 1 章 串口通信理论基础

一个计算机系统本质上可被视为一个信息系统。随着计算机性能不断提高,以及网络技术和通信技术的快速发展,计算机系统内各部件之间、计算机系统同外部世界之间的信息交换需求越来越强烈。因此,数据通信在计算机系统中的地位也越来越关键。

接口和总线是同数据通信紧密关联的两个重要概念。接口(Interface)泛指两个功能部件之间的连接。在计算机系统中,接口常指系统的核心部件 CPU 与其外围电路的连接。而总线(Bus)通常是指多个功能部件之间的连接导线的集合。可见接口和总线都有相互连接的含义,但前者强调的是两个部件之间的连接,而后者更侧重于多个部件的互连;前者强调信号和数据形式的转换,后者更注重可扩展性、灵活性和规范性。

本章各节内容要点如下。

1.1 接口技术

介绍了计算机系统中接口的定义、基本功能、基本控制方式;分析了并行接口技术和串行接口技术的特点。

1.2 RS-232C 标准

介绍了 RS-232C 串行接口的电气特性和机械特性;给出了常用的 9 线式 RS-232C 串行接口的信号定义和通信方式。

1.3 RS-422/RS-485 标准

介绍了由 RS-232 标准发展而来的 RS-422/RS-485 串行接口标准,对其通信速率、通信距离等主要指标进行了说明。

1.4 SPI 总线标准

介绍了 SPI 串行总线标准的基本原理和特点。

1.5 USB 总线标准

介绍了 USB 总线的总体结构、数据传输逻辑结构和常见的数据传输类型。

1.6 使用串口通信的典型外设

介绍了 Modem、传真机、GPS 接收机等典型串行接口外设的基本工作原理。

1.7 实践知识拓展

介绍了一种时分多路复用的串口通信技术 SERDES。SERDES 在发送端将多路低速并行信号转换成高速串行信号，经过光缆或铜线等传输媒体，最后在接收端高速串行信号又被重新转换成低速并行信号。由于 SERDES 技术充分利用了传输媒体的信道容量，减少了所需的传输信道和器件引脚数目，从而大大降低通信成本，目前正逐步取代传统并行总线。

1.1 接口技术

人们使用计算机时，通常须借助于某些外部设备，如鼠标、键盘等。由于外部设备种类繁杂，所以这些外部设备与 CPU 交互信息时，容易在工作速度、运行时序、信息格式与类型等方面出现不匹配现象。因此，CPU 和外部设备之间的数据交换必须通过被称做接口的中间环节才能完成。换句话说，可以把接口看做 CPU 与外部世界的特殊连接部件，是 CPU 与外部设备进行信息交换的中转站。

1.1.1 接口的定义

从广义上讲，接口技术是研究 CPU 如何与外界进行最佳结合与匹配，将各种功能部件连接成完整、实用的计算机系统，从而实现和外界高效、可靠地交换信息的一门硬、软件相结合的技术。例如，CPU 与系统总线连接所需的总线驱动器、数据收发器、总线控制器及总线裁决器等，称为处理器接口；存储器与系统总线的连接逻辑、存储管理部件、DMA 控制器等，称为存储器接口。

从狭义上讲，接口技术通常仅指 I/O 接口技术，它涵盖各种输入输出设备与主机进行信息交换所需的硬件逻辑和软件设计。

1.1.2 接口的基本功能

简单来说，I/O 接口应具备以下一些功能。

(1) 数据缓冲功能

为解决 CPU 高速和外部设备低速的矛盾，避免两者因速度不匹配而导致数据丢失，接口通常内置数据寄存器或锁存器。当接口电路内部存储器容量足够大时，还可以采用批量传输数据的方式提高 CPU 和外部设备之间的数据交互能力。

(2) 信号转换功能

当外部设备使用的控制、状态等信号和微机内部总线信号规范不兼容时，接口必须提供类似“翻译”功能的信号转换。

(3) 设备选择功能

计算机系统通常带有种类繁多的外部设备,接口利用地址码可对外部设备进行寻址,确保某个时间点只有被选定外部设备才能和CPU进行数据交互。

(4) 接收、解释和执行CPU命令的功能

在计算机系统中,CPU控制外部设备操作的各种命令通常是以约定代码的形式发送给接口电路。在接收到CPU发来的命令后,接口电路将其进行解释,形成一系列控制信号后对目标外部设备进行相应控制。为了保证CPU掌握外部设备的工作状态,接口电路还须向CPU发送“空”、“满”、“闲”等表示目标外部设备当前状态的信号。

(5) 中断管理功能

当外部设备工作出现突发事件时,可以通过接口中内置的中断控制器向CPU发送中断处理请求,以便使CPU及时处理外部设备遇到的突发事件。接口提供中断管理功能,可有效提高计算机系统对外界突发事件的响应速度,同时实现CPU和外部设备的并行工作,从而提高了CPU的使用效率。

(6) 数据宽度变换的功能

为适应CPU对处理数据的位宽要求,接口应内置移位寄存器,实现串行数据和并行数据之间的变换。

(7) 可编程功能

现有接口芯片绝大多数具有可编程功能,可以在不改动硬件的条件下,通过修改驱动程序即可改变接口芯片的具体工作模式。可以说,可编程功能大大增强了接口芯片的灵活性和可扩展性。

1.1.3 接口的基本控制方式

主机通过接口对外部设备进行控制的基本方式有以下3种。

(1) 程序查询方式

在这种方式下,主机(CPU)通过特定I/O指令询问外部设备的当前工作状态。如果外部设备处于就绪状态,那么就执行数据传送任务,否则CPU始终处于循环等待状态,直到外部设备进入就绪状态。

这种方式容易实现,电路复杂性较低;但是因为CPU处理速度远高于外部设备,所以CPU常处于“忙等”状态,导致整个计算机系统效率低下。

(2) 中断处理方式

在这种方式下,CPU通过接口向外部设备发出I/O指令后,就不再主动查询外部设备是否就绪,而是转而执行其他进程。当外部设备处于就绪状态后,就利用接口的中断管理功能向CPU发出服务请求。如果CPU响应该请求,那么就暂停当前进程运行,转而执行和中断请求对应的服务程序。完成该服务程序后,再继续执行被中断进程。

中断处理方式的优点是有效减少了CPU查询外部设备状态和等待外部设备就绪所花费的时间,在提高CPU工作效率的同时,还满足了外部设备的实时性要求。但是,这种控制

方式需要为每个外部设备分配一个中断号并编制相应的中断服务程序，同时要求接口芯片内置一个中断控制器管理外部设备提出的中断请求。

中断处理方式的缺点是每传送一个字符就发出一次中断请求，执行一次中断服务程序，当计算机系统需要进行大量数据传送时，系统整体性能将变得很低。

(3) DMA（直接存储器存取）控制方式

DMA 控制方式最明显的优点是利用了专门的硬件电路——DMA 控制器来控制主机内存和外部设备之间的数据传送任务。该方式无须 CPU 介入，从而极大地提高了 CPU 的工作效率。

在进行 DMA 数据传送前，DMA 控制器向 CPU 申请总线控制权；在 CPU 交出总线控制权后，DMA 控制器启动一次大容量数据传送任务；当传送任务结束后，DMA 控制器将总线控制权交还给 CPU。

1.1.4 并行接口技术

并行接口（Parallel Interface）是计算机和外部设备之间进行数据传输的一种接口（简称并口）。该接口具有在多条线上同时传输一组二进制数字位的能力，通常能将给定字节（或字）中数据的所有位信息使用各自的数据线同时传输。并行接口目前主要用于快速、近距离的设备与主机的连接，如打印机、扫描仪和主机的连接。因此，这种接口又称打印接口或 LPT 接口。

常见的并口有主机上的 25 针 D 型接口，打印机上的 36 针弹簧式接口。现有的 IEEE 1284 标准规定了 3 种连接器，分别被称为 A、B、C 型连接器，如图 1-1 所示。目前，几乎所有个人计算机的主板都集成了并行口插座，一个 26 针的双排针插座，标注为“Paralle 1”或“LPT 1”。

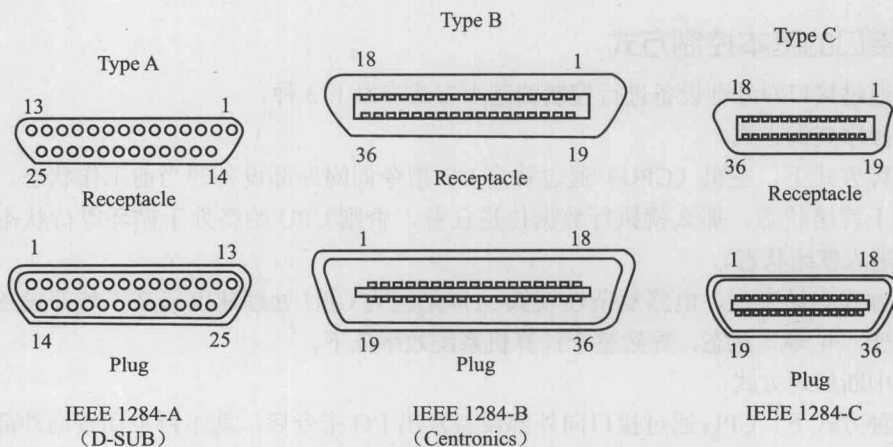


图 1-1 IEEE 1284 标准连接器

并行接口通常有 3 种工作模式。

(1) SPP（Standard Parallel Port）模式

SPP 模式称为标准并行接口，也称兼容模式，包括 4 位、8 位、半 8 位。目前，多数

IBM PC 机或其兼容机都配置了 4 位或 8 位的并行接口。4 位并行接口一次只能输入 4 位数据，但可以输出 8 位数据；8 位并行接口一次可以传送 8 位数据或半 8 位数据。

(2) EPP (Enhanced Parallel Port) 模式

EPP 模式称为增强型并行接口，运行任一方向的高速字节传输。EPP 由 Intel 等公司开发，允许 8 位双向数据传送，可以连接各种非打印机设备，如扫描仪、LAN 适配器、磁盘驱动器和 CD-ROM 驱动器等。

(3) ECP (Extended Capability Port) 模式

ECP 模式称为扩充功能并行接口，运行主机发送数据块。ECP 由 Microsoft、HP 公司开发，能支持命令周期、数据周期和多个逻辑设备寻址，在多任务环境下可以使用 DMA。

1.1.5 串行接口技术

目前，计算机系统中另一种主要接口是串行接口（简称串口），也称串口通信接口，是采用串口通信方式的标准扩展接口。串口通信的概念较为简单，即按位（bit）发送和接收字节，如用于 ASCII 码字符传输。串行通信方式尽管比按字节（byte）传送数据的并行通信方式慢，却能实现远距离通信，距离最远可达 1200m。由于串口通信采用异步方式，所以端口在一根线上发送数据的同时，还可以在另一根线上接收数据。串口通信最重要的参数是波特率、数据位、停止位和奇偶校验。

我们可将串口类比为只允许在一条车道上顺序行车，而并口则是允许在 8 条车道上同时行驶 8 辆车。然而，正如 8 条车道上的车辆会因相互干扰而降低车速一样，并口传送数据的速度并不一定比串口快。另外，并口传送数据出错时必须同时重传 8 位数据，而串口传送数据出错时只需重传 1 位数据就可以了。

现有的 IBM PC 机或其兼容机一般至少配有两个串口，标记为 COM1 和 COM2。其中，COM1 口通常使用 9 针 D 型连接器，而 COM2 口使用老式的 25 针 D 型连接器，图 1-2 给出了这两种典型串口的形制。



图 1-2 典型串口的形制

1.2 RS-232C 标准

RS-232C、RS-422 与 RS-485 都是串行数据接口标准，最初都是由美国电子工业协会（Electronic Industry Association, EIA）制定并发布的。

RS-232 于 1962 年发布，全称为 EIA-RS-232-E。它被定义为在低速串行通信中增加通信距离的单端标准，即所谓单端通信标准。1969 年经过最新一次修改后被称为 EIA-RS-232-C，