

陈立元 范逸之 廖锦棋 编著

Visual Basic 2005 与自动化系统监控

(RS-232串行通信)

本书特色内容:

- ▶ 以 Visual Basic 2005 通过 SerialPort 类实现串行通信
- ▶ 以 Visual Basic 2005 通过串行端口来控制仪器
- ▶ 以 Visual Basic 2005 将串行通信应用于分布式监控系统



清华大学出版社

Visual Basic 2005 与自动化系统监控 (RS-232 串行通信)

陈立元 范逸之 廖锦棋 编 著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书使用 Visual Basic 2005 中的串行通信控件 SerialPort, 通过实例循序渐进地介绍了自动化的基础——RS-232 串行通信, 从简单的串行通信概念、实验到复杂的仪器控制, 本书都提供了完整的 Visual Basic 2005 范例。本书将 Visual Basic 2005 的应用扩展到硬件控制, 不仅介绍了 Visual Basic 2005 自身具有的串行通信控件的细节, 还介绍了用串行通信端口控制仪器、将串行通信扩展到分布式监控等内容。

本书面向操作, 重点突出, 侧重于应用。书中提供了完整的设计步骤和程序代码, 并给予详细的注释, 既适合有程序设计基础的读者使用, 也适合没有程序设计基础的读者学习。本书可供自动控制和通信领域的开发人员及其他相关技术人员使用和参考。

本书繁体字版书名为《Visual Basic 2005 与自动化系统监控 RS232 串列通讯篇》, 由文魁资讯股份有限公司出版, 版权属陈立元、范逸之、廖锦棋所有。本书简体字中文版由文魁资讯股份有限公司授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版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任何手段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: 01-2007-5698

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Visual Basic 2005 与自动化系统监控(RS-232 串行通信)/陈立元, 范逸之, 廖锦棋编著. —北京: 清华大学出版社, 2008.4

ISBN 978-7-302-17121-8

I. V… II. ①陈… ②范… ③廖… III. BASIC 语言—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 032820 号

责任编辑: 张彦青 宋延清

封面设计: 杨玉兰

版式设计: 北京东方人华科技有限公司

责任印制: 孟凡玉

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 33.5 字 数: 810 千字

附光盘 1 张

版 次: 2008 年 4 月第 1 版

印 次: 2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 56.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770177 转 3103 产品编号: 026400-01

前 言

现代的世界是一个高度自动化的世界，各种各样的设备都可以与计算机进行联机，而最简单的自动化联机方式就是串行端口的使用。串行通信存在的时间已经很久了，随着时代的进步，它并没有被取代，反倒是设备上都会提供 RS-232 作为与计算机连接的接口；这是由于其硬件制作简单，而且使用者在使用时也很简便的缘故。

从 Microsoft 发表新一代程序开发组合 .NET 后，即不断地进行功能改善，让程序开发者可以拥有更好的开发体验；现在，Visual Studio 2005 提供了相当好的开发环境给程序设计师，其中的 Visual Basic 2005 更为广大的 VB 使用者打开了一扇通往程序设计殿堂的大门。本书中，作者使用 Visual Basic 2005，将使用串行通信类及组件的开发过程写下来，让程序设计人员可以开发串行通信的系统程序。

尽管本书是围绕 VB 编程语言来阐述的，但有经验的读者会注意到以下两点事实：第一，目前市面上像本书这样详细讲述自动化通信控制的图书非常稀缺；第二，本书编程中使用的都是各种编程语言通用的 .NET 组件。所以，习惯于使用其他编程语言(例如 C#)的读者同样可以从本书的分析之中获益。

串行通信的应用范畴相当广泛，作者根据实践经验，通过简单易懂的编排方式，将串行通信的课题分为若干个章节来阐述。本书不仅说明了串行通信的概念，也说明了在窗口环境中设计通信程序的一些技巧和注意事项。如果读者已经有程序设计的基础，阅读本书时应该会比较轻松；如果不熟悉程序设计，本书亦会对程序代码加以说明。无论如何，本书都是很有参考价值的资料。

下面介绍书中各章的主要内容。

- 第 1 章：基本概念。主要介绍串行通信硬件架构的相关概念。
- 第 2 章：Visual Basic 2005 简介。介绍 Visual Basic 2005 的常用组件，作为后面各章的基础。
- 第 3 章：使用串行端口。说明建立串行通信的步骤，及使用串行端口组件和类的方法，并配有相关的基础实验项目。
- 第 4 章：通信编码。串行通信的传输方式有字符及字节，针对它们之间的差别，在该章中会有详细的说明及实验。
- 第 5 章：通信译码。讨论串行数据的处理方式。集中在文字、图形、打印、储存及字节的展现和处理上。
- 第 6 章：PC-PLC 整合应用。讨论如何利用 PC 的串行通信与工业上最常使用的可编程逻辑控制器(PLC)进行通信，并用几个例子来说明通信的运行方式。
- 第 7 章：相关的通信组件的辅助应用。该章将说明如何运用不同的方式来达到检测的目的，并说明系统通信端口数量扩充的方法。
- 第 8 章：仪控通信应用。使用串行通信的方式可以达到仪器整合控制的目的，本章就市面上常见的数种基本仪器，说明以串行接口执行操控的方法，及实现仪控自动化的步骤。

- 第 9 章：分布式应用。本章将简介使用 Visual Basic .NET 操控分布式系统的方法，并简单介绍如何将串行通信与网络结合起来。

本书所述内容，是整理自动化监控系统开发、自动化物流系统开发、自动化质量检测系统开发及相关教学经验之累积所成，若有未臻理想之处，还请各位读者不吝指正；本书的形成也感谢许资明先生的大力协助。相关的实务应用问题，欢迎读者通过电子邮件与作者进行讨论。

陈立元: 0930912770@yahoo.com.tw

范逸之: tomcat.tw@gmail.com

廖锦棋: well1118@gmail.com

目 录

第 1 章 串行通信的基本概念.....1

1.1 通信.....1	
1.1.1 数据传送.....1	
1.1.2 通信的种类.....2	
1.2 串行通信.....3	
1.2.1 RS-232 串行通信.....3	
1.2.2 RS-485 串行通信.....5	
1.2.3 USB 接口.....6	
1.2.4 IEEE 1394.....8	
1.3 串行通信端口.....9	
1.3.1 信号定义.....9	
1.3.2 ASCII 对照表.....11	
1.3.3 引脚意义及方向.....11	
1.3.4 通信参数.....15	
1.4 模式及流量.....18	
1.4.1 工作模式.....18	
1.4.2 硬件握手.....19	
1.4.3 软件握手.....22	
1.5 接线和错误预防.....23	
1.5.1 接线方法.....23	
1.5.2 错误预防.....24	
1.6 常见问答题.....25	
本章习题.....25	

第 2 章 VB 2005 及常用组件简介.....26

2.1 窗口程序简述.....26	
2.1.1 对象的概念.....27	
2.1.2 培养思考问题的能力.....28	
2.1.3 用 Visual Basic 2005 来开发 系统.....30	
2.1.4 Visual Basic 2005 的环境 模式.....37	
2.1.5 开发项目的步骤.....38	
2.1.6 Visual Basic 2005 与操作 系统的关系.....39	
2.1.7 .NET Framework 的架构.....40	

2.2 项目开发简述及常用组件介绍.....44

2.2.1 项目的建立.....44	
2.2.2 项目中的程序及文件内容.....48	
2.2.3 标签组件.....50	
2.2.4 Button 组件.....51	
2.2.5 Timer 组件.....53	
2.2.6 PictureBox 组件.....54	
2.2.7 RadioButton 组件.....55	
2.2.8 GroupBox 组件.....56	
2.2.9 ListBox 组件.....57	
2.2.10 TextBox 组件.....58	
2.2.11 ImageList 组件.....58	

2.3 编程概述.....60

2.3.1 项目的组成.....60	
2.3.2 数据类型与运算符.....62	
2.3.3 命名空间(NameSpace).....65	
2.3.4 语法.....66	
2.3.5 简单的消息对话框.....69	
2.3.6 字符串类型及其处理函数.....74	

2.4 事件处理.....83

2.4.1 事件的种类.....83	
2.4.2 事件中的程序代码.....85	

2.5 常见问答题.....87

本章习题.....88	
-------------	--

第 3 章 串行通信程序及 SerialPort.....89

3.1 SerialPort 类.....89

3.1.1 公用属性.....90	
3.1.2 公用方法.....94	
3.1.3 公用事件.....96	

3.2 SerialPort 类的使用.....98

3.2.1 通信步骤.....98	
3.2.2 检查资源设置.....99	
3.2.3 回路测试(用 SerialPort 类).....100	
3.2.4 回路测试(用 SerialPort 控件).....108	
3.2.5 串行端口的数字输出控制.....110	
3.2.6 串行端口的数字输入检测.....118	

3.3 自动化与事件.....	124	5.3.1 TextBox 组件与数据显示	211
3.3.1 自动读取传入的字符串 (使用定时器).....	124	5.3.2 状态灯与数据显示	221
3.3.2 自动发送	130	5.3.3 VB 2005 中的绘图	230
3.3.3 DataReceived 事件测试	130	5.3.4 Paint 事件与 CreateGraphics 绘图	236
3.3.4 正确处理 DataReceived 事件	135	5.3.5 查看图形的光标绘制	243
3.3.5 代理程序的简化	144	5.3.6 在 BMP 上绘图及快速绘图 ..	246
3.3.6 PinChanged 事件 与数字输入检测	144	5.3.7 以曲线图表示数据	250
3.3.7 定时器与 DoEvents()	151	5.3.8 使用事件进行数据接收	259
3.3.8 建立线程读取串行数据	155	5.3.9 PictureBox 与数据显示—— 字节数据	269
3.4 常见问答题.....	163	5.4 数据的保存及打印.....	275
本章习题.....	163	5.4.1 数据的访问	276
第 4 章 串行通信中的字符与字节	164	5.4.2 PRO-8 数据及文件访问	279
4.1 字符与字节.....	164	5.4.3 打印及预览	288
4.1.1 字符与字节的差别	164	5.4.4 打印及预览程序开发	289
4.1.2 VB 2005 中的字符串类型	165	5.5 常见问答题.....	301
4.1.3 中英文字符串 及位组长度计算	167	本章习题.....	301
4.1.4 字符编码内容	172	第 6 章 PLC 通信控制	302
4.2 字节数据的收发.....	174	6.1 PLC 简介	302
4.2.1 字节类型、声明与收发	174	6.1.1 PLC 的组成	302
4.2.2 字节数据的整批发送	180	6.1.2 设计 PLC 控制程序	304
4.2.3 采用不同的编码	187	6.2 PLC 通信程序	305
4.3 常见问答题.....	188	6.2.1 通信方式及其参数格式	305
本章习题.....	189	6.2.2 元件地址	307
第 5 章 串行数据的处理	190	6.2.3 格式字符串的形成	309
5.1 命令字符串.....	190	6.2.4 群组地址内容的存取	312
5.1.1 沟通方式	190	6.2.5 XY 接点的直接访问	320
5.1.2 CheckSum 的使用	193	6.2.6 接点的间接访问	329
5.1.3 CheckSum 的讨论	202	6.2.7 停车场监控	341
5.1.4 采用 Binary 的传输	206	第 7 章 额外的串行通信组件 及串行端口	353
5.2 实验器材或仿真程序.....	207	7.1 Windows 的超级终端	353
5.2.1 PRO-8 功能简介	208	7.1.1 选择与使用终端	353
5.2.2 PRO-8 的接头定义	208	7.1.2 与设备的联机测试	355
5.2.3 串行仪控的实习	210	7.2 PComm Pro 软件.....	357
5.2.4 通信参数的设置	211	7.2.1 PComm Pro 的终端.....	358
5.3 客户端的建立.....	211	7.2.2 PComm Pro 的串行端口 性能测试	360

7.2.3 PComm Pro 的数据监视器.....	361	8.8 测量表(Source Meter).....	452
7.3 增加串行通信端口.....	364	8.8.1 设备介绍.....	452
7.3.1 MOXA C168 多端口卡.....	364	8.8.2 接口及命令格式.....	453
7.3.2 USB 转 232 转接器.....	370	8.8.3 项目程序的建立.....	457
第 8 章 仪器设备上的串行通信.....	371	8.9 波形发生器(Waveform Generator).....	464
8.1 噪声计.....	371	8.9.1 设备介绍.....	465
8.1.1 仪器联机.....	371	8.9.2 接口及命令格式.....	466
8.1.2 噪声计简介.....	372	8.9.3 项目程序的建立.....	469
8.1.3 命令格式.....	373	8.10 示波器(Oscilloscope).....	476
8.1.4 沟通项目的设计.....	374	8.10.1 设备介绍.....	476
8.1.5 噪声读数的采集.....	382	8.10.2 接口及命令格式.....	479
8.2 电功率计.....	387	8.10.3 项目程序的建立.....	484
8.2.1 简介电功率计.....	387	8.11 常见问答题.....	493
8.2.2 接口及命令格式讨论.....	389	本章习题.....	493
8.2.3 测试项目的建立.....	392	第 9 章 分布式监控及网络化.....	494
8.3 测量放大器.....	403	9.1 分布式系统简介.....	494
8.3.1 BK-2525 振动计简介.....	403	9.1.1 什么是分布式监控.....	494
8.3.2 RS-232 接口及命令格式 说明.....	404	9.1.2 多模块的网络系统.....	495
8.3.3 项目的建立.....	408	9.1.3 RS-232 与 RS-485 的转换.....	497
8.4 电源供应器.....	414	9.2 命令和格式.....	498
8.4.1 电源供应器简介.....	414	9.2.1 格式讨论.....	498
8.4.2 接口及命令格式.....	415	9.2.2 收发程序.....	501
8.4.3 控制项目的建立.....	416	9.2.3 取得模块的配置.....	501
8.5 温度记录器.....	423	9.2.4 分布式控制器.....	507
8.5.1 温度记录器简介.....	423	9.3 网络化的串行通信.....	517
8.5.2 接口及命令格式.....	424	9.3.1 网络化的连接.....	517
8.5.3 沟通项目的建立.....	427	9.3.2 工业上的网络连接.....	519
8.6 转速计.....	437	9.4 常见问答题.....	520
8.6.1 转速计介绍.....	437	附录.....	521
8.6.2 接口及命令格式.....	438	附录 A 如何使用本书的光盘.....	521
8.6.3 项目程序的建立.....	440	附录 B ASCII 码.....	521
8.7 条形码读取机(BarCode Reader).....	445	附录 C PComm Lite 的安装.....	522
8.7.1 Reader 设备介绍.....	446	附录 D PRO-8 实验仪.....	524
8.7.2 接口及格式说明.....	447	参考文献.....	526
8.7.3 项目程序的建立.....	448		

第 1 章 串行通信的基本概念

万丈高楼平地起，学习任何一项技术总要对该技术的基础有一些基本的了解，才能对所学习的技术知其然并知其所以然，也才能透彻地了解此项技术，本章就是要讲解串行通信的一些基础概念。

1.1 通信

不同的独立系统经由线路互相交换数据，便是通信，而构成通信的整个线路称之为网络。交换信息的系统若为计算机系统，则称之为计算机网络(Computer Network)通信。通信的目的不外乎是进行数据交换，数据必须经过交换才能从发送端到达另一个设备，发送端所使用的方法就是将数据经由一定的程序和线路传送出去，接收端则依照协议的方式将数据收集起来并保存、处理或转送到其他设备上(例如显示在计算机屏幕上)。

1.1.1 数据传送

通信的主要目的是将数据从一端传送到另一端，以实现数据的交换。例如人与人之间的对话、计算机与设备间的数据交换、计算机与计算机间的数据传送，乃至广播或卫星转播等都是通信的一种。

一个完整的通信系统包括发送端、接收端、转换数据的接口及传送数据的实际信道(Channel)或媒体(Medium)。一般说来，负责发送与接收的节点称之为数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)，如个人计算机、工作站或计算机系统均属此类设备。数据在到达正确的目的地之前，可能需要经过一些中间的节点，这些中间的节点负责数据转送的工作，以送达最后一站，这些节点称为数据交换设备(Data Switching Equipment, DSE)，如电信局机房里的交换机等。终端节点的数据传出去时，必须先将数据转换为电气信号，以便在线路上传递，而负责数据与电气信号转换的设备称为数据通信设备(Data Communication Equipment, DCE)，如调制解调器(Modem)就是这种设备，因此，计算机等 DTE 设备欲通信时，需要先经过调制解调器进行电气信号的转换，然后才送上电话线等线路；同样，当信号由外界进入计算机时，也是先经过调制解调器对外界的电气信号做转换，然后数据才会进入计算机。DTE 与 DCE 之间的数据传输线路通常使用 RS-232，而 DCE 与 DSE 之间的媒体则包括了双绞线、同轴电缆、光纤或无线电等。

通过上述机制，设备间、计算机与计算机间或是计算机与设备间便可以互相传送数据。例如在图 1.1 中，不仅可以通过通信线路来维系数据的传送，也可将两部设备直接连接，不经过调制解调器及转送设备的服务，而直接进行数据的传送，后一种方式适用于传送距离较短时的情形。

随着计算机技术的迅速发展，个人计算机成为信息传输的良好工具，数台计算机可以构成一个传输速度很快的网络系统，相互交换数据；传输设备与媒体的快速研发，使得通

信成本大幅度下降,也使得距离越来越不成问题;因此以计算机为基础发展出相当多的通信方法。想想看如今通过计算机上网遨游世界是件多么简单的事情,这都是因为科技的进步与通信协议改进的结果。计算机通过调制解调器或其他媒体与各种设备沟通,从而造就了当今高速信息流的时代。

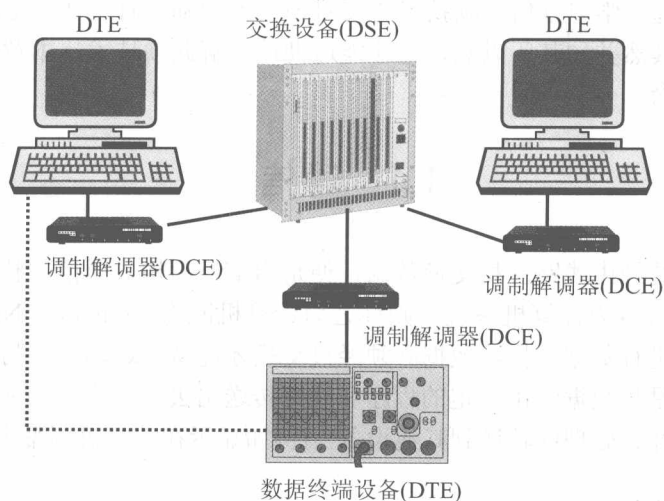


图 1.1 设备的连接

在这样的自动化时代中,各种设备几乎都能够与计算机连接,并相互交换数据;通过计算机的应用,自动化的效率被提高了,而成本则越来越低。

1.1.2 通信的种类

通信的形式通常可以划分为两种,其一为并行通信(Parallel Communication),另一种是串行通信(Serial Communication)。这两种不同的通信方式如图 1.2 所示。

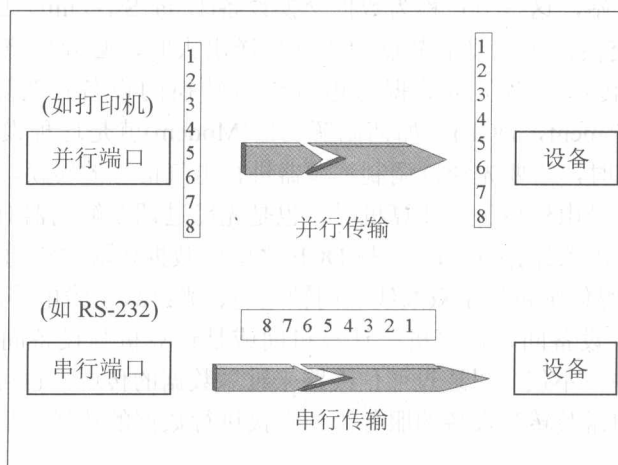


图 1.2 两种不同的通信方式

从图 1.2 中可以看出,所谓的并行通信,就是一次传输 8 个位(1 个字节);而串行通信则一次只传输 1 个位;两者之间的数据传输量相差了 8 倍之多,但并不是说串行通信就不好,它之所以被广泛采用,自然有它的长处。并行通信虽然可以一次传输 8 个位,但是因为数据电压在传送的过程中容易因线路的因素而发生变化(最常见的是电压衰减问题,以及信号间串扰的问题,因而使得传输的数据容易发生错误,如果传输线比较长的话,电压衰减效应及串扰问题会更加明显,数据的错误也就会比较容易发生。相比较之下,串行通信一次只传 1 个位,处理的数据电压只有一个位,因此数据不容易丢失,再加上一些防范措施后,即可保证通信数据万无一失。

从最早的串行通信发展到现在,基于不同情形的需求,串行通信的样式也越来越多;而并行通信的发展其实也从来不曾间断过,在传输距离较短的应用场合中,使用并行通信的高传输率特性可以让数据传输得更快,在部分科学仪器、医疗诊断仪器中,由于需要传输的数据量相当大,因此会经常使用并行传输接口,如 GPIB、LPT 等。

1.2 串行通信

常用的串行通信有两种,本节将分别予以说明,并将简要介绍近年来相当流行的 USB 及 1394,这两种也是串行通信的延伸。

1.2.1 RS-232 串行通信

串行通信端口(Serial Communication Port)在系统控制领域中一直占据着重要的角色,它不仅没有因为时代的进步而被淘汰,反而在规格品种上越来越向其极限挑战。如今,计算机上的串行通信端口(RS-232)早已成为标准配备,多用来连接调制解调器(Modem),当然,它的重要性还不只如此。本书将对通信端口的一些应用进行深入的介绍。

作为每台计算机均配备的 RS-232 通信端口,通常含有 COM1 与 COM2 两个信道,早期的计算机将 COM1 以 9 针接头接出,而以 25 针接头将 COM2 接出。新一代的计算机均以 9 针接头接出所有的 RS-232 通信端口。在计算机上的 RS-232 均是公头,即便 25 针也是公头,千万不要与其他设备混淆(注意打印机连接端口也是 25 针,但它是母头,请仔细区分)。与计算机连接的设备,最简单的通信接口就是 RS-232,不仅制作简单,而且价格也便宜;市面上的数码相机、调制解调器等有很多都是提供了 RS-232 作为与计算机的通信接口。

仔细检查计算机后部的接线部分,会看到大大小小的一堆接头,一般有两个 9 针的接头(这是指较新的计算机,旧型计算机可能有 25 针的),这就是串行通信端口(见图 1.3),即 RS-232 标准接头。

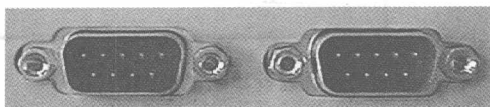


图 1.3 个人计算机上的 RS-232 接口

在工业应用场合中多使用工业计算机,在工业计算机上的接头位置如图 1.4 所示。

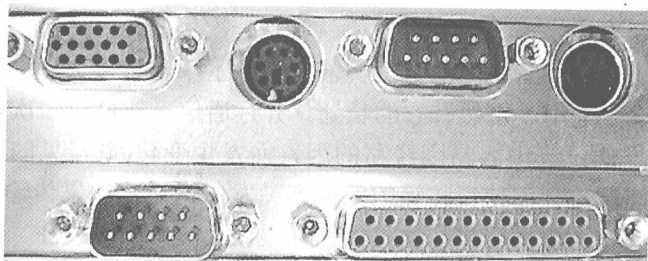


图 1.4 工业计算机中的 COM 端口及其他接头

其中 9 针接头分别位于上排右数第二及下排左数第一的位置。不管是工业计算机还是一般的台式计算机，其 RS-232 都是公头 9 针，这一点是共同的。

计算机上的串行通信接口一定是公头，这点是不会改变的，即使你所使用的计算机是比较旧一点的，上面有 25 针接头，它仍是公头；这与打印机所呈现的母头是不一样的。

在 Windows 操作系统中，选择“开始”→“控制面板”命令，单击【系统】图标，在弹出的【系统属性】对话框中选择【硬件】选项卡，并单击【设备管理器】按钮，将弹出【设备管理器】对话框，如图 1.5 所示，从对话框中可以看到连接端口设备列表。

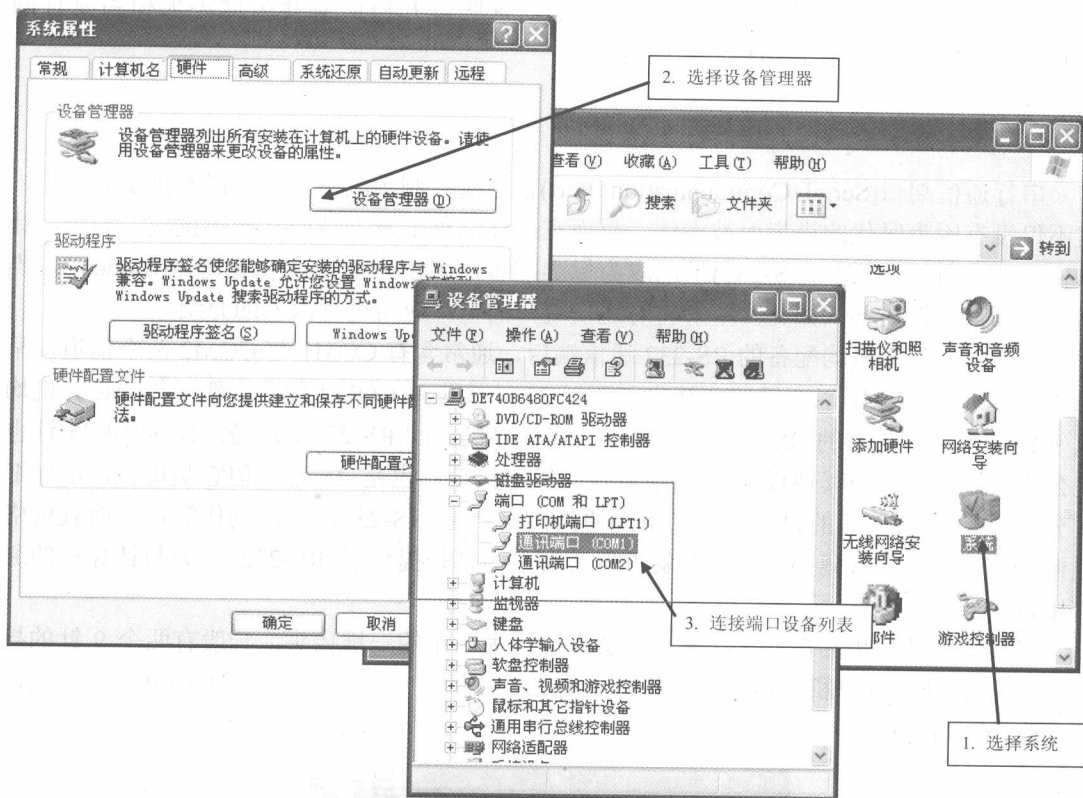


图 1.5 查看计算机的连接端口

只要呈现出通信连接端口的名称，而且其前方没有感叹号的话，就表示这个 COM 端口是可以使用的。

1.2.2 RS-485 串行通信

由于串行通信的简单易用,使得工业上也采用了串行通信作为数据的传输渠道;可是工业环境中通常会有噪声干扰传输线路,在以 RS-232 串口传输时经常会由于受到外界电气干扰而使信号发生错误。为了解决这个问题,RS-485 通信方式就应运而生了。

为了明确信号的干扰情形,首先来看图 1.6 所呈现出来的 RS-232 的信号传输模式。

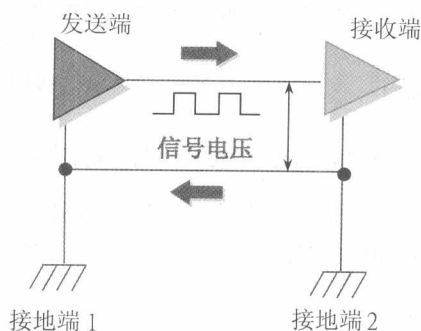


图 1.6 RS-232 的信号传输方式

由图 1.6 可知,RS-232 的信号电平是相对于接地端的,发送端参考接地端 1 而据以发送数据;接收端则参考接地端 2 而还原出发送端的信号电平;在两个接地端电位相同的前提下,发送端与接收端的信号电平会呈现相同的结果。但若传输数据的过程中有噪声混入传输线路中的话,可能会出现如图 1.7 所示的情况。

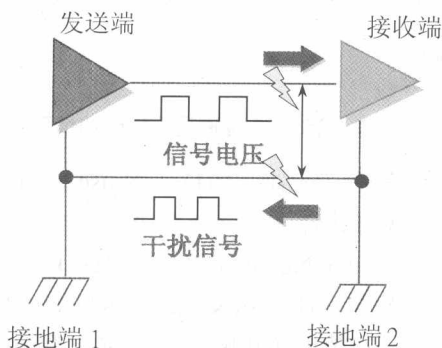


图 1.7 RS-232 信号受干扰时的情形

干扰的噪声信号在地线及信号线上均会产生影响,原始信号在加上噪声后依然是传送到接收端;但信号已经发生了扭曲,产生了失真。

而 RS-485 的信号传输方式如图 1.8 所示。

RS-485 的信号在被发送出去时会先分成正负两条线路,当到达接收端后,再将信号相减,还原成原来的信号;如果将原始的信号标识为(DT),而被分解后的信号分别标识为(D+)及(D-),则原始信号与分解后的信号在由发送端传出去时的运算关系如下:

$$(DT) = (D+) - (D-)$$

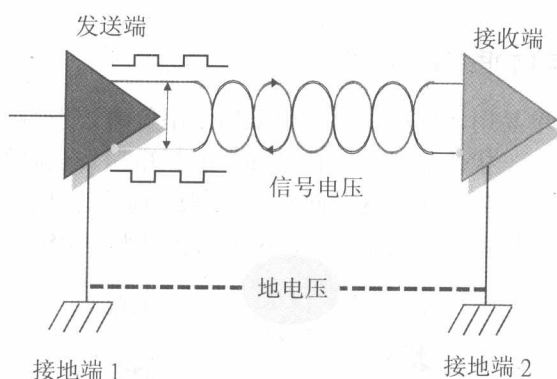


图 1.8 RS-485 的信号传输方式

同样地, 接收端在接收到信号后, 也依上式的关系将信号还原成原来的状况。而如果此线路受到干扰, 其情形可能如图 1.9 所示。

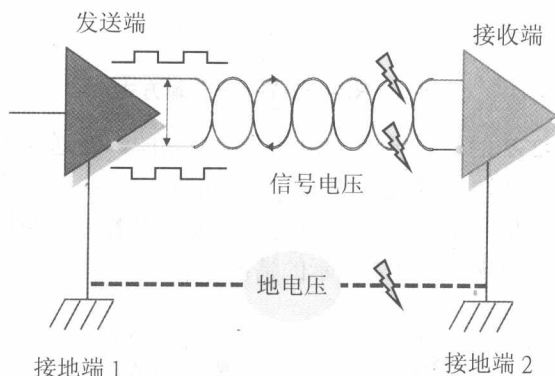


图 1.9 RS-485 传输受干扰时的情形

这时候在两条传输线上的信号会分别成为 $(D+) + \text{Noise}$ 及 $(D-) + \text{Noise}$, 如果接收端接收此信号, 它必须依照一定的方式将其合成, 合成的公式如下:

$$(DT) = [(D+) + \text{Noise}] - [(D-) + \text{Noise}] = (D+) - (D-)$$

此式与前一式的结果是一样的, 但噪声(Noise)显然自动地被抵消。

所以使用 RS-485 网络可以有效地防止噪声的干扰, 也因为这种特性, 工业上的应用通常比较适合采取该种串行传输的方式。

注意: RS-485 虽然可以防止噪声干扰(工业级的产品一般有 3000V 直流的保护), 但并不是毫无限制, 若噪声电压很大(例如闪电), 一样会造成错误。

1.2.3 USB 接口

由于时代的进步, 串行通信也朝高速化方向迈进, 近年来个人计算机的快速发展, 使串行通信出现了 USB(Universal Serial Bus, 通用串行总线)新种类, 这种新接口用于整合一般计算机所使用的外围设备的连接方式, 其所采用的信号传输方式也属于串行通信(一次

只传送一个位)。

普通计算机与外围设备的关联情况如图 1.10 所示。

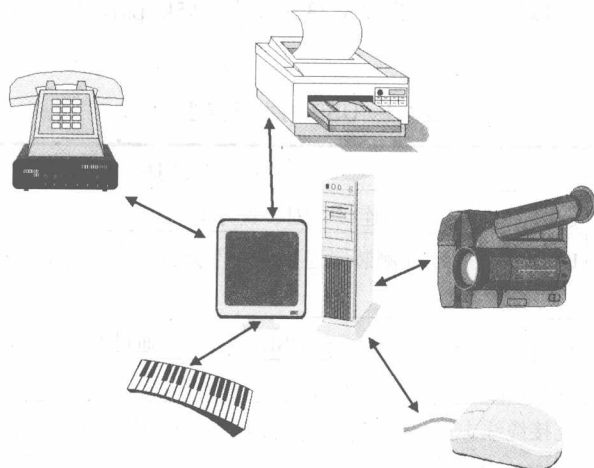


图 1.10 传统设备与计算机的关联

这里，每一种产品都使用一条专用的连接线与计算机后面的接头相连接，而计算机的后部为不同设备事先准备好了可以用来连接的不同种类的接头；从这种连接方法中我们可以发现，计算机的后部一定有一大堆难分难解的线路，每一次更换一个设备都得将计算机的后部翻过来，辛苦地整理线路，并在安装好新设备后，将计算机位置还原，这并不是一件经常可以操作的事情，因为这种操作实在很麻烦。

而如果采用 USB 方式联机，则对这些设备将改为如图 1.11 所示的连接方式。

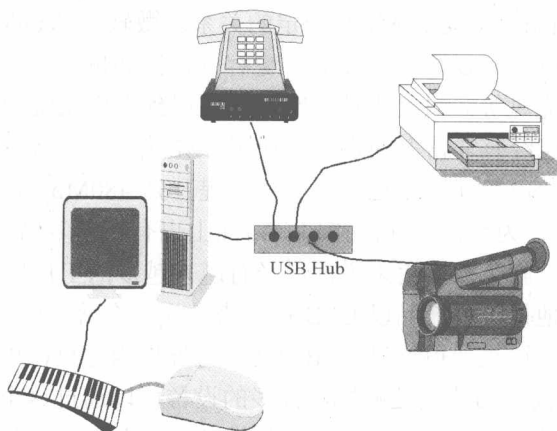


图 1.11 USB 设备与计算机的连接

相同的外围设备，若采用 USB 接口，则连接时只需用串接的方式将各个设备连接在一起即可；而若设备比较多，也可以采用 USB 集线器(Hub)做集中管理(是否与网络的集线器管理方式很像？其实这是同样的道理)，设备也可以有 Windows 系统支持的即插即用功能，各条接线与集线器间的最大距离为 5m，最多可连接 127 个外围设备。

另外一方面，使用串行通信时，速度也是一个考虑的重点，USB 可以将各个 USB 的

计算机接口设备连接起来，设备一多，如果众多的设备均在同时传输数据，速度必定会成为 USB 线路的一个负担；不过 USB 1.0/1.1 采用的速度高达 12Mbps，每个单一设备最高传输速率高达 6Mbps，所以比起一般的 RS-232(最快 115kbps)，USB 在传输上是很快的。其主要特性整理如表 1.1 所示。

表 1.1 USB 的主要特性

特 性	描 述
低价位	USB 提供低价位的连接外围装置方案
热连接	USB 采取自动侦测装置连接，软件会自动将设备纳入，以供立刻使用。此过程无须用户介入
一致的接头形式	使用一致的接头连接所有 USB 设备。可通过 USB 集线器增加额外的接头
连接数多	最高可连接 127 个低速或高速的设备
在线供电	连接缆线中可提供 5V 直流电源，不同的集线器可提供的电流范围在 100mA 至 500mA 之间
不占用系统资源	USB 设备不占用系统的地址空间及中断请求 IRQ 线
支持错误侦测与复原	USB 数据交换时包含了对错误的侦测；当错误发生时，该笔数据将被重传
节省电源	若是经过 3 毫秒总线仍无动作，USB 设备将会自动进入省电状态；此时装置所消耗的电流不超过 500μA
支持 4 种传输模式	USB 定义了批量、等时、中断及控制等四种传输模式，可依不同的情况启用不同的传输模式

USB 规范发布后，经过了两个年头却没有引起很大的反响，各种支持 USB 接口的设备也没有流行，这与 Windows 操作系统有一定的关系。微软从 Windows 98 后，操作系统开始支持 USB 接口，使用 USB 产品在安装上更容易，诸如鼠标、键盘、摇杆、电话、调制解调器、打印机、麦克风等，只要支持 USB 均可得到操作系统的支持，使得安装与使用都非常方便；现在，已经有非常多的设备都使用 USB 作为与计算机间的连接接口了。

在 1999 年发布的 USB 2.0 版本已经将其速度提升到 480Mbps，如此的提升将使得更多的设备可以使用 USB 作为数据传输的接口，市面上也有相当多的产品已经采用 USB 2.0 作为其数据传输的接口。就工业应用来说，已经有越来越多的工控厂商通过 USB 2.0 来封装产品，将原来需要其他接口的产品以 USB 接口来替换，在普通的应用上来说，USB 2.0 所提供的速度已经足够，这也使得通过 USB 2.0 来与外界沟通显得更加方便。另外值得一提的是，虽然 USB 2.0 提供的速度足够快，很多的设备可以通过这个接口与计算机进行数据传输，但是它可以延伸的长度在没有其他中间设备的帮助下，还是显得不够，因此距离稍远的情况下还是难于采用 USB 的。

1.2.4 IEEE 1394

IEEE 1394(也称为 FireWire，火线)与 USB 一样拥有即插即用功能，也是为了解决计算机与外围产品的复杂连接问题，也有容易使用等优点，并且也是使用串行通信的传输方式；但不一样的是，IEEE 1394 在高速传输上占尽了优势，现在已通过的传输速度是

400Mbps(是 USB 1.0 版的 33 倍以上), 而且速度还在向 1000Mbps 迈进中。另外, IEEE 1394 最多可串接 63 个外围设备, 还可提供异步(Asynchronous)或同步(Synchronous)两种传输模式。因此在不久的将来, 我们将会发现硬盘机、打印机、扫描仪、VCD、CD-ROM、数字相机、调制解调器、音响系统、家庭影院、缆线调制解调器(Cable Modem)、电视机等, 都可以使用 IEEE 1394 连接起来, 而除了作信息应用、消费性电子产品的影像及声音传输之外, 未来更可以应用在卫星传输、通信数据、工厂自动化、太空探测等用途上。IEEE 1394 的广泛应用, 将使得家庭数字化及网络化的理想更容易实现。

既然 IEEE 1394 这么强势, USB 是否就注定无存在价值了呢? 其实不然, 两者应该是协作互补的关系, USB 主要用于中低速的产品; 而 IEEE 1394 则主攻高速传输的场合, 两者的结合才能使得串行传输的功能得到最佳的支持。表 1.2 是 USB 1.0 与 IEEE 1394 这两种高速传输接口的比较。

表 1.2 USB 1.0 与 IEEE 1394 的比较

比较项	USB	1394
应用	低速装备	高速装备
频宽	1.5、12 Mbps	100、200 和 400 Mbps
电缆长度	5m	4.5m
电缆缆芯	4 线	6 线
即插即用	是	是

尤其在 USB 2.0 出现后, 各种应用一直不断地涌现, 速度已经被大幅地提升上来, 现在二者的比较越来越没有人关注了, 因为只要习惯就好……目前看来, 采纳 USB 2.0 的应用似乎正在逐渐地增多。

1.3 串行通信端口

本节针对串行通信端口的相关术语作基本性的介绍, 其中包括了引脚定义、信号和参数等。

1.3.1 信号定义

计算机实际上并无办法分辨数字或文字, 在其内部的记录上, 所有的数据都是 0 与 1, 任何数据都是这两个数字的组合, 想想看, 现在的科技如此发达, 竟然都离不开 0 与 1 的组合, 这实在是够神奇的了。一般所谓的数字信号, 也就是很多的 0 与 1 的组合, 将这些 0 与 1 组合成很多种不同的状况, 就形成了数字信号。

所有数字仪器的基础均来自于开、关这两个状态的改变, 我们可以将它们表示为 0、1, 或是高电位、低电位; 不管表示方法如何, 目的都在于造成状态的改变。将很多的 0 与 1 组合成一大串的数列后, 就可以定义它们所代表的意义了。

既然是高低电位可以形成 0、1, 因此由 0、1 的无数组合可以有无穷多的意义, 但是