



Visual Basic .NET

自动化系统监控

— RS - 232串行通信

范逸之 廖锦棋 编著

本书涵盖以下内容：

- ★ 使用Visual Basic .NET进行硬件控制
- ★ 使用Visual Basic .NET开发串行通信的类及组件
- ★ 使用Visual Basic .NET通过串行端口进行仪器控制
- ★ 使用Visual Basic .NET进行计算机串行端口的扩充
- ★ Visual Basic .NET串行通信在分布式监控系统中的应用
- ★ Visual Basic .NET串行通信在Internet中的应用



清华大学出版社

Visual Basic .NET 自动化系统监控 ——RS-232 串行通信

范逸之 廖锦棋 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Visual Basic .NET 为广大 Visual Basic 用户打开了通往程序设计殿堂的大门。本书具体内容包括: 串行通信的相关硬件概念、Visual Basic .NET 的常用组件、Win32 API 的运用、串行通信的传输方式、串行通信的类别、串行数据的处理方式、仪器设备上的串行通信、分布式的串行通信。本书不仅介绍了串行通信的概念, 还详细解析了在窗口环境中设计通信程序的过程, 并给出一些技巧与注意事项。

本书可供自动控制和通信领域的开发人员和其他相关技术人员使用或参考。

本书繁体字版书名为《Visual Basic .NET 自动化系统监控》, 由文魁资讯股份有限公司出版, 版权属范逸之, 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, 任何单位和个人均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: 01-2006-2346

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

Visual Basic .NET 自动化系统监控——RS-232 串行通信/范逸之, 廖锦棋编著. —北京: 清华大学出版社, 2006.12

ISBN 7-302-14222-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 143799 号

责任编辑: 李春明 闫光龙

版式设计: 北京东方人华科技有限公司

责任校对: 马素伟

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175 邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015 客户服务: 010-62776969

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 30.5 字 数: 729 千字

版 次: 2006 年 12 月第 1 版 印 次: 2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 42.00 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: 017808-01

前言

当今世界是一个高度自动化的世界，各式各样的设备都可以和计算机连接，而最简单的自动化连接方式就是使用串行通信。串行通信存在的时间已经不短了，随着时代的进步，它并没有被淘汰，很多设备都会提供 RS-232 作为与计算机连接的窗口。这是由于使用 RS-232 通信对硬件要求低，而且用户使用方便。

Microsoft 发布的新一代程序开发组合 Visual Studio .NET 给程序设计师提供了相当好的开发环境，其中的 Visual Basic .NET 更是为广大的 Visual Basic 用户打开了一扇通往程序设计殿堂的大门。通过 Visual Basic .NET，笔者将串行通信类及组件的开发过程写下来，让开发者可以轻松地开发串行通信的系统程序。

串行通信的使用范畴相当广泛，笔者以工作上的经验，通过简单易懂的编排方式，将串行通信的课题分若干个章节。有关程序的设计部分，笔者尽量在书中交代清楚。

本书不仅介绍了串行通信的概念，也详细解析了在 Windows 环境中设计通信程序的过程，并给出一些技巧与注意事项。如果读者已经有程序设计的基础，看本书应该会比较轻松；如果没有程序设计基础，读完本书也会有非常大的收获。无论如何，本书应会是一本具有参考价值的手边书。

本书具体内容如下。

第 1 章：主要介绍串行通信的相关硬件概念。

第 2 章：介绍 Visual Basic .NET 的常用组件，作为以后各章节的基础。

第 3 章：说明如何通过 Win32 API 创建串行通信的项目，并介绍相关的基础实验项目。

第 4 章：串行通信的传输方式有字符及字节，而它们之间的差别在本章中会作详细的说明与实验。

第 5 章：将前面说明的方法封装起来，成为类组件，并详述其开发的流程及方法。

第 6 章：讨论串行数据的处理方式。

第 7 章：Visual Basic .NET 可以完成大部分的串行通信任务，还有其他通信组件可以监控串行通信。本章说明如何运用其他方式达到监控的目的，同时介绍如何扩充系统通信端口的数量。

第 8 章：仪器设备上的串行通信。使用串行通信的方式可以达到仪器控制的目的，本章介绍如何通过串行端口控制市场上常见的工业控制仪器，实现仪器控制的自动化。

第 9 章：分布式的串行通信，可以使串行端口功能向监控系统扩展，本章旨在介绍如



何使用 Visual Basic .NET 操控分布式系统，及如何将串行通信和网络结合起来。

本书范例程序代码下载网站：www.wenyuan.com.cn。

由于笔者能力有限，所书所言均是工作及教学经验之累积整理所成，若有未臻理想之处，还请各位读者不吝指正。

范逸之 tom@acall.com.tw

廖锦棋 well@acall.com.tw



目 录

第 1 章 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	7
1.2.4 IEEE 1394	9
1.3 串行通信端口	9
1.3.1 信号定义	10
1.3.2 ASCII 码对照表	11
1.3.3 针脚意义及方向	12
1.3.4 通信参数	16
1.4 模式及流量	19
1.4.1 工作模式	19
1.4.2 硬件握手	20
1.4.3 软件握手	22
1.5 接线和错误预防	24
1.5.1 接线方法	24
1.5.2 错误预防	25
1.5.3 CRC 程序解析	27
常识问答	28
本章习题	28

第 2 章 Visual Basic .NET 及

常用组件简介 29

2.1 Windows 程序概念简述	29
2.1.1 对象的概念	29
2.1.2 界面	31
2.1.3 使用 Visual Basic .NET 开发系统	33
2.1.4 Visual Basic .NET 的 环境模式	36

2.1.5 项目开发的步骤	37
---------------------	----

2.1.6 Visual Basic .NET 与 操作系统的关系	38
--	----

2.2 常用组件介绍 39

2.2.1 Label 组件	39
2.2.2 Button 组件	40
2.2.3 Timer 组件	42
2.2.4 PictureBox 组件	43
2.2.5 RadioButton 组件	43
2.2.6 GroupBox 组件	44
2.2.7 ListBox 组件	45
2.2.8 TextBox 组件	45

2.3 程序简述 46

2.3.1 解决方案的组成	46
2.3.2 数据与运算符	48
2.3.3 命名空间	51
2.3.4 语法	52
2.3.5 基础的信息对话框	55
2.3.6 字符串类型及其处理函数	59

2.4 事件处理 66

2.4.1 事件的种类	66
2.4.2 事件中的程序代码	69

常识问答	71
------------	----

本章习题	71
------------	----

第 3 章 串行通信程序及 API 72

3.1 引用 Windows API 72

3.1.1 程序与硬件	73
3.1.2 Declare 声明语句	73
3.1.3 DllImport 声明方式	76
3.1.4 常数声明	77
3.1.5 枚举声明	77
3.1.6 结构声明	79

3.2 串行通信的 Windows API 简述 80

3.2.1 串行通信相关函数	80
3.2.2 CreateFile/CloseHandle (打开/关闭通信端口)	81
3.2.3 GetCommState (取得通信端口参数)	82
3.2.4 SetCommState (设置通信端口参数)	84
3.2.5 WriteFile (输出数据至通信端口)	85
3.2.6 ReadFile (自通信端口读取数据)	85
3.2.7 ClearCommError (清除通信端口错误状况)	85
3.2.8 PurgeComm(清除通信端口)	87
3.2.9 EscapeCommFunction (要求特定控制工作)	87
3.2.10 SetCommMask(信息屏蔽)	88
3.2.11 WaitCommEvent (检测事件是否已发生)	89
3.2.12 GetCommModemStatus (电位状态检测)	89
3.2.13 使用流程	90
3.2.14 检查资源设置	90
3.3 通信测试	92
3.3.1 通信步骤	92
3.3.2 回路测试	92
3.3.3 串行端口的数字 输出控制	113
3.3.4 串行端口的数字 输入检测	120
3.4 自动与事件	126
3.4.1 自动读取传入的字符串	126
3.4.2 通信事件	132
3.4.3 创建多线程	140
3.4.4 定时器与 DoEvents()	151
常识问答	154
本章习题	154

第4章 串行通信中的字符与字节 155

4.1 字符与字节	155
-----------------	-----

4.1.1 字符和字节的差别	155
4.1.2 Visual Basic .NET 中的 字符串类型	156
4.1.3 中英文字符串长度计算	158
4.1.4 字符编码内容	163
4.2 字节数据的送收	168
4.2.1 字节类型、声明与送收	168
4.2.2 动态数组	176
常识问答	182
本章习题	182

第5章 串行通信类的创建及使用 183

5.1 类的基础	183
5.1.1 类的组成	183
5.1.2 类成员	185
5.1.3 类创建的步骤	188
5.2 通信类的创建	190
5.2.1 类分析	190
5.2.2 枚举值、结构、常数、 Win32 API 的声明	191
5.2.3 属性创建	197
5.2.4 方法的考虑	206
5.2.5 事件的创建	209
5.2.6 整合类	213
5.3 使用串行通信类	232
5.3.1 类测试——数据收发	232
5.3.2 类测试——数字输出	237
5.3.3 类测试——数字输入	242
5.3.4 类事件测试——自动 读取数据	246
5.4 类库	250
5.4.1 类库项目的创建	250
5.4.2 类库的程序开发	252
5.4.3 类库的生成	254
5.4.4 类库的使用	254
常识问答	259
本章习题	260

第6章 串行数据的处理 261

6.1 命令字符串	261
6.1.1 沟通方式	261

6.1.2	Checksum 的使用.....	264	8.1.1	仪器连接.....	360
6.1.3	Checksum 的讨论.....	271	8.1.2	噪声计简介.....	361
6.2	PS232 实验仪器简介.....	275	8.1.3	命令格式.....	362
6.2.1	PS232 功能简介.....	275	8.1.4	沟通项目的设计.....	363
6.2.2	PS232 上的接口定义.....	276	8.1.5	噪声读值的采集.....	370
6.2.3	串行仪控的实习.....	277	8.2	电功率计.....	375
6.2.4	通信参数的设置.....	278	8.2.1	电功率计简介.....	375
6.3	客户端的创建.....	278	8.2.2	接口及命令格式讨论.....	376
6.3.1	TextBox 组件与数据显示.....	279	8.2.3	测试项目的创建.....	379
6.3.2	状态灯号与数据显示.....	285	8.3	测量用放大器.....	390
6.3.3	Visual Basic .NET 中 的绘图.....	292	8.3.1	BK-2525 振动计简介.....	390
6.3.4	以曲线图表示数据.....	298	8.3.2	RS-232 接口及命令 格式说明.....	391
6.3.5	使用事件进行数据接收.....	305	8.3.3	项目的创建.....	395
6.3.6	PaintBox 与数据 显示——字节数据.....	310	8.4	电源供应器.....	400
6.4	数据的存储及打印.....	319	8.4.1	电源供应器简介.....	400
6.4.1	数据存取.....	319	8.4.2	接口及命令格式.....	402
6.4.2	PS232 数据及文件存取.....	322	8.4.3	控制项目的创建.....	404
6.4.3	打印及预览.....	331	8.5	温度记录器.....	409
6.4.4	打印及预览程序开发.....	332	8.5.1	温度记录器简介.....	409
常识问答.....		343	8.5.2	接口及命令格式.....	411
本章习题.....		344	8.5.3	沟通项目的创建.....	414
第 7 章 其他串行通信组件 及串行端口..... 345			8.6	转速计.....	424
7.1	Windows 的终端机.....	345	8.6.1	转速计介绍.....	424
7.1.1	选择与使用终端机.....	345	8.6.2	接口及命令格式.....	425
7.1.2	与设备的连接测试.....	347	8.6.3	项目程序的创建.....	426
7.2	PComm Pro 软件.....	348	8.7	条形码识别器.....	431
7.2.1	PComm Pro 的终端机.....	349	8.7.1	识别器设备介绍.....	432
7.2.2	PComm Pro 的串行 端口性能测试.....	351	8.7.2	界面及格式说明.....	433
7.2.3	PComm Pro 的数据监视器.....	352	8.7.3	项目程序的创建.....	434
7.3	增加串行通信端口.....	355	8.8	测量电表.....	438
7.3.1	MOXA C168 多端口卡.....	355	8.8.1	电表设备简介.....	438
7.3.2	USB 转 RS-232 转接器.....	358	8.8.2	接口及命令格式.....	439
第 8 章 仪器设备上的串行通信..... 360			8.8.3	项目程序的创建.....	443
8.1	噪声计.....	360	8.9	波形发生器.....	449
8.1.1	仪器连接.....	360	8.9.1	设备介绍.....	449
8.1.2	噪声计简介.....	361	8.9.2	接口及命令格式.....	450
8.1.3	命令格式.....	362	8.9.3	项目程序的创建.....	453
8.1.4	沟通项目的设计.....	363	常识问答.....		459
8.1.5	噪声读值的采集.....	370			

本章习题	460	9.2.3 取得模块的配置	468
第 9 章 分布式监控及网络化简介	461	9.3 网络化的串行通信	473
9.1 分布式监控	461	9.3.1 网络化的连接	473
9.1.1 何谓分布式监控	461	9.3.2 工业上的网络连接	474
9.1.2 多模块的网络系统	462	常识问答	475
9.1.3 RS-232 与 RS-485 的转换	464	本章习题	476
9.2 命令与格式	465	附录 ASCII 码	477
9.2.1 格式讨论	465	参考文献	478
9.2.2 送收程序	468		

第1章 基本概念

万丈高楼平地起，学习任何一项新技术都要对该技术的基础有一些基本的了解，这样才能够知其然并知其所以然，也才能够透彻理解和掌握此项技术。本章将介绍串行通信的一些基础概念。

1.1 通信

不同的独立系统通过线路互相交换数据，便是通信，而构成整个通信的线路称之为网络。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。通信的目的不外乎数据的交换，由于数据必须经过交换才能由传送端到达接收端，传送端将数据使用一定的程序通过线路传送出去，接收端则依协议方式将数据收集起来并存储或显示在界面上。

1.1.1 数据传送

通信的主要目的是数据交换，即数据从某端传送到另一端。通信的范围很广，人与人之间的对话、计算机与设备间的数据交换到计算机与计算机间的数据传送，乃至广播或卫星都是通信。

一个完整的通信系统包括传送端、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，传送与接收的结点称之为数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE)，例如个人计算机、工作站或计算机系统均属于数据终端设备；数据在到达正确目的地之前，可能需要经过一些中间结点，这些中间结点负责数据转送的工作，将数据送达最后一站，这些结点称为数据交换设备(Data Switching Equipment, DSE)，例如电信机房里的交换机等。终端结点的数据传出去时，必须先将数据转换为电气信号，以便在线路上传递，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)，例如调制解调器(Modem)等。因此，计算机等 DTE 设备欲进行通信时，须先经过调制解调器作电气信号的转换，才能将信号送上电话线路；同样地，信号由外界进入计算机时，也是先经过调制解调器将外界的电气信号作转换。DTE 与 DCE 间的数据传输线路通常使用 RS-232，而 DCE 与 DSE 间的媒体则包括了绞线、同轴电缆、光纤或无线电等。

通过上述的机制，设备间、计算机间或是计算机与设备间便可以互相传送数据。如图 1.1.1 所示，不仅可以通过线路进行数据的传送，也可将两部设备直接相连接，不需经过调制解调器及转送设备的服务，而进行数据的传送，此种情形在传送距离短时适用。

随着个人计算机的迅速发展,个人计算机已成为信息传输的良好工具,数台计算机可以形成一个速度很快的网络系统,互相交换数据。传输设备与媒体的研发进展快速,成本大幅下降,也使得距离越来越不是问题。因此以计算机为基础发展出相当多的通信方法。现在以一部计算机遨游世界是多么简单的事情,这都是因为科技的进步与通信协议的改进,提供了一个通道让计算机可以通过调制解调器或其他媒体与其他的设备沟通,也造就了现在高速信息流的时代。

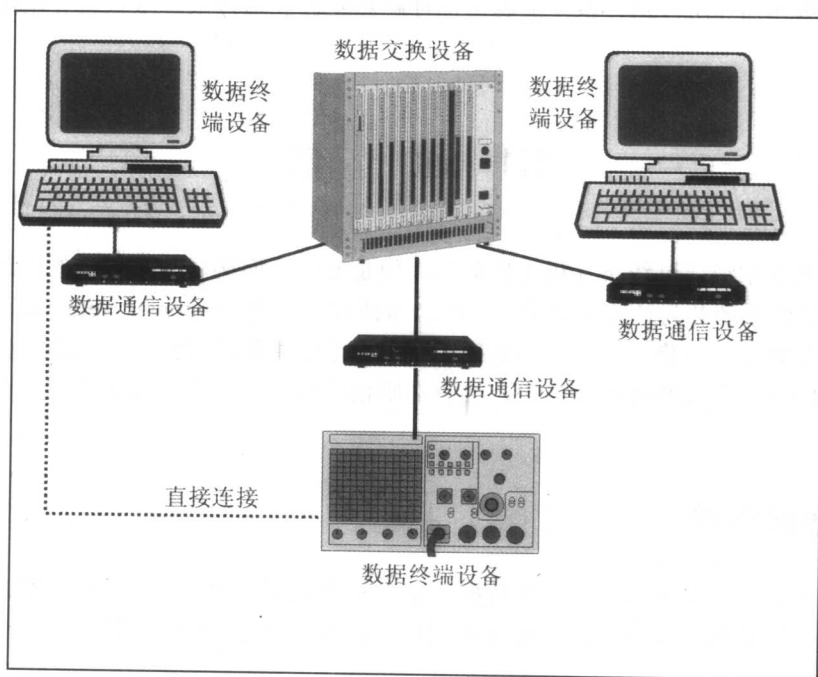


图 1.1.1 设备的连接

1.1.2 通信的种类

通常通信的方式可以区分为两种,其一为并行传输式的通信(Parallel Communication),另一种则为串行传输式的通信(Serial Communication)。这两种不同的通信模式如图 1.1.2 所示。

由图 1.1.2 可以了解,所谓的并行通信,即一次的传输量为 8 个位(1 个字节);而串行通信则是一次只传输 1 个位(也就是一个标准电位状态);它们两者之间的数据传输量就相差了 7 倍之多,但并不是说串行通信就不好,它之所以存在这么久的时间,自然有它优势所在;并行通信虽然可以在一次的数据传输中就传输 8 个位,但是因为数据电压传送的过程中,容易因线路的因素而使得标准电位发生变化(最常见的是电压衰减问题,以及信号间互相干扰问题(CrossTalk, 串音)),因而使得传输的数据发生错误。如果传输线比较长的话,电压衰减效应及串音问题会更加明显,数据的错误也就会比较容易发生。相比之下,串行

通信一次只传送 1 个位, 处理的数据电压只有一个准位, 因此不容易把数据漏失, 再加上一些防范措施后, 就更加可靠了。

由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不曾间断过, 在传输距离较短的情况下, 使用并行通信的高传输率特性可以让数据传输得更快, 部分科学仪器、医疗诊断仪器由于需要传输的数据量都相当大, 因此常使用并行传输接口(如 GPIB、LPT 等)。

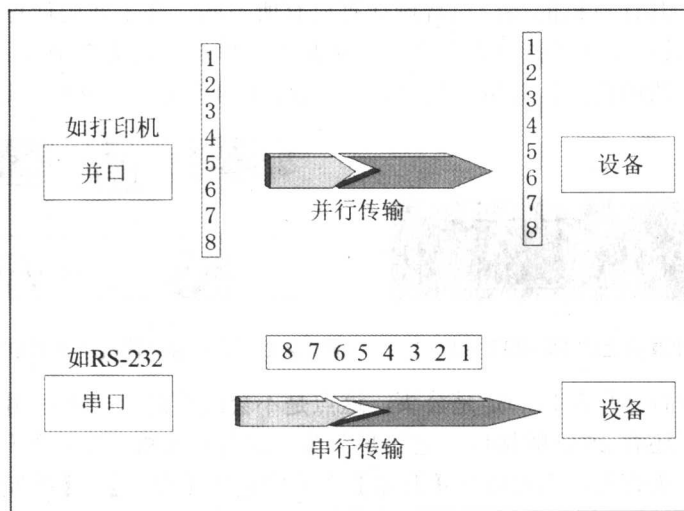


图 1.1.2 两种不同的通信模式

1.2 串行通信

常用的串行通信有两种, 本节将分别说明, 并且也将大略谈谈近年来相当盛行的 USB 及 IEEE 1394, 它们属于串行通信的扩展。

1.2.1 RS-232 串行通信

串行通信端口(Serial Communication Port)在系统控制的范畴中一直占有极重要的位置, 不仅没有因为时代的进步而被淘汰, 反而是在规格上越来越向其极限挑战。现在, 计算机上的串行通信端口(RS-232)是标准配置, 用途上则以连接调制解调器(Modem)作通信传输, 尤其是因特网成为潮流后, 接上因特网取得数据是相当重要的一个收集方法)最为常见。当然, 它的重要性还不仅如此, 在本书中还会对通信端口的应用作一个深入的介绍。

RS-232 通信端口是每部计算机上的必要配置, 通常含有 COM1 与 COM2 两个信道, 一般的计算机将 COM1 以 9 针的接头接出, 而以 25 针的接头将 COM2 接出。新一代的计算机均以 9 针的接头接出所有的 RS-232 通信端口。在计算机上的 RS-232 均是公头, 即使是 25 针也是公头, 千万不要与其他的设备弄混淆了(打印机连接端口也是 25 针, 不过它是

母头, 请仔细分辨)。通常与计算机连接的设备, 一般都是 RS-232 接口, 不仅使用简单, 而且价格上也便宜很多; 在市面上可见的数码相机、调制解调器等大都以 RS-232 作为与计算机沟通的接口。

仔细检查计算机的后面接线部分, 大大小小的接头一堆, 有两个 9 针的接头区(以较新的计算机来说, 旧型计算机可能有 25 针的型式), 这就是串行通信端口, 可以在计算机背后的各接头中看到如图 1.2.1 所示的接头, 这就是 RS-232 的标准接头。

工业应用中, 其计算机的接口与普遍计算机有所不同。在工业用计算机上的接口位置如图 1.2.2 所示。其中 9 针的接口有两个, 分别是上一排的右边第 2 个及下排的左边一个。不管工业级或是一般的台式计算机, 只要是 RS-232 接口就是公头 9 针, 这一点是共通的。

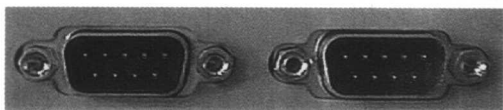


图 1.2.1 个人计算机上的 RS-232 接口

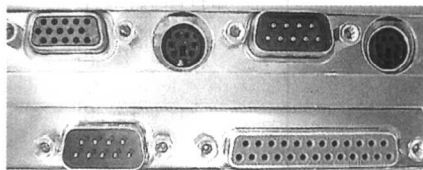


图 1.2.2 工业用计算机中的 COM 端口及其他接口

计算机上的串行通信端口一定是公头, 这点是不会改变的。当所使用的计算机是比较旧一点的话, 上面还有 25 针的接口, 它还是公头。这与打印机所呈现的母头是不一样的。如果从操作系统上来查看, 则可以在【开始】菜单中选择【设置】|【控制面板】选项, 然后使用如图 1.2.3 所示方法。

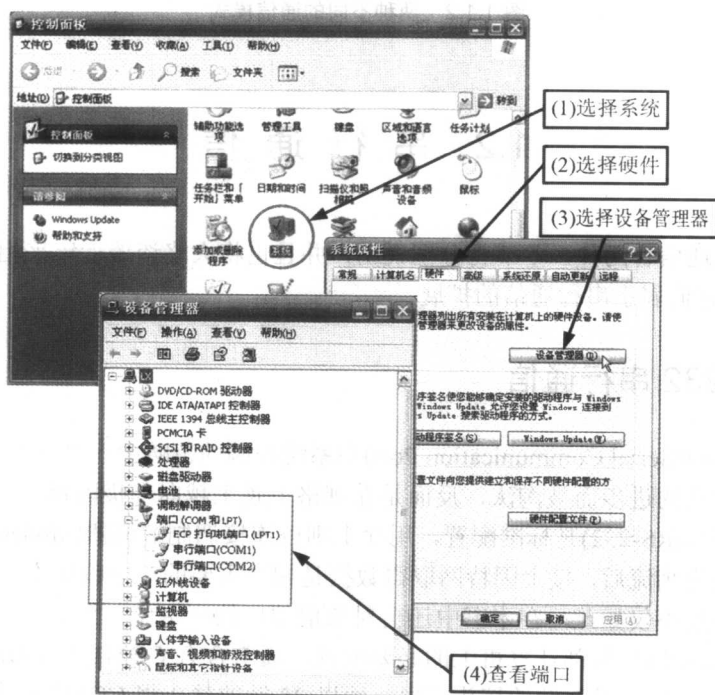


图 1.2.3 查看计算机的连接端口

只要显示出来通信连接端口名称，而且其前方没有黄色惊叹号，就表示这个 COM 端口是可以使用的。

1.2.2 RS-485 串行通信

由于串行通信简单易用，所以工业上也使用串行端口来传输数据。但是工业环境通常会有噪声干扰传输线路，在以 RS-232 作为传输端口时就经常会受到外界的电气干扰而使得信号发生错误。为了解决这个问题，RS-485 的通信方式应运而生了。

为了了解信号的干扰情形，首先来看看图 1.2.4 所示的 RS-232 信号传输模式。

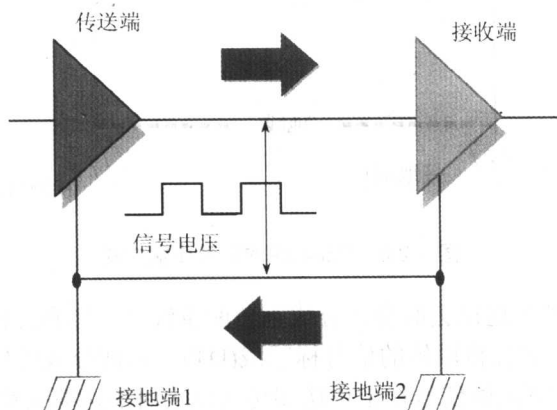


图 1.2.4 RS-232 的信号传输模式

由图 1.2.4 可知，RS-232 的信号准位是参考地线而来的，传送端参考到接地端 1 并据此传送数据；接收端则参考接地端 2 而还原出传送端的信号准位；在两个接地端同电位的前提下，传送端与接收端的信号准位会呈现一样的结果。但若传输数据的过程中有噪声进到传输线路中的话，可能会出现如图 1.2.5 所示情形。

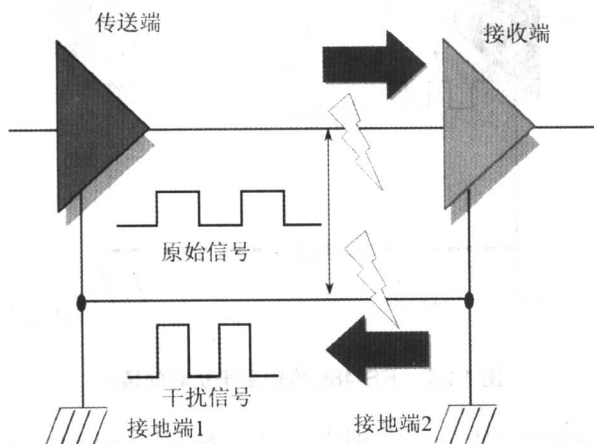


图 1.2.5 RS-232 传输受干扰时的情形

噪声信号在地线及信号上均会产生影响，原始信号在加上噪声后依然是传送到接收端；而地线部分的信号则被地准位给平均掉了，因此，信号便发生了扭曲。

而 RS-485 的信号传输方式如图 1.2.6 所示。

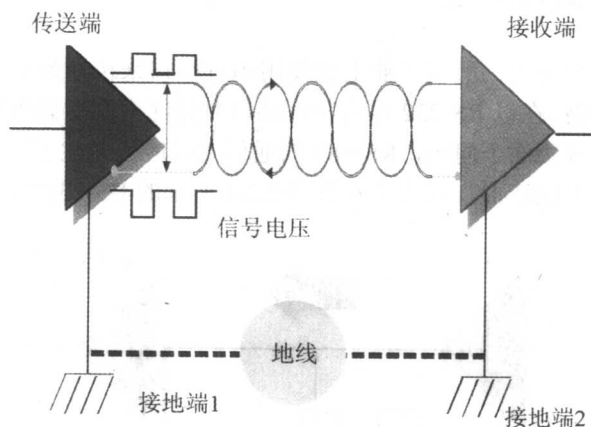


图 1.2.6 RS-485 的信号传输方式

RS-485 的信号将被传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示成(DT)，而被分成的信号分别标示成(D+)及(D-)，则原始的信号与离散的信号在由传送端传出去时的运算关系如下：

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

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样子。而如果此线路受到干扰，其情形可能如图 1.2.7 所示。

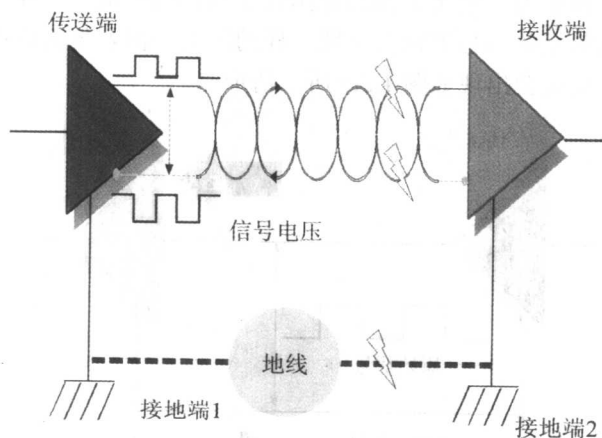


图 1.2.7 RS-485 传输受干扰时的情形

这时候在两条传输在线的信号会分别成为(D+)+Noise 及(D-)+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，合成的方程式如下：

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

此式与前一式的结果是一样的。

所以使用 RS-485 网络可以有效地防止噪声的干扰,也因为此种特性,工业上的应用比较适合采用此种串行传输方式。



RS-485 虽可防止噪声,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

由于技术的进步,串行通信也朝高速化发展。随着近年来个人计算机的快速发展,串行通信产生了 USB(Universal Serial Bus, 通用串行总线)。发展这种规格接口的目的在于整合一般计算机所使用的周边产品的连接方式,而且其所采用的信号传输方式也是串行通信(一次只传送 1 个位)。

一般所使用的计算机与周边产品的连接方式如图 1.2.8 所示。

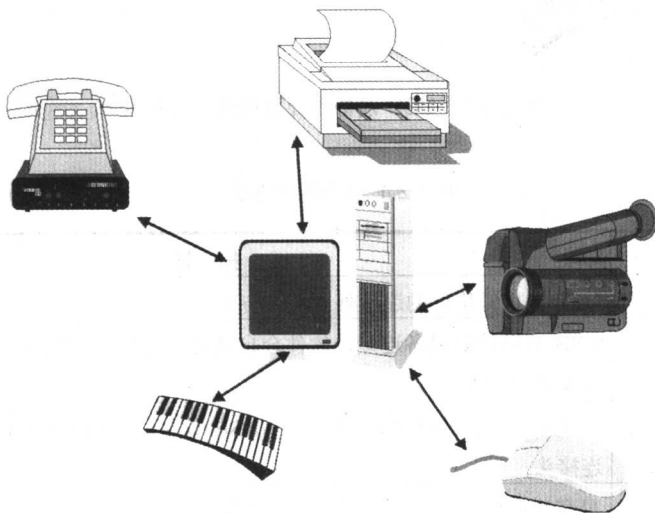


图 1.2.8 传统设备与计算机间的连接

每一种产品都使用一条专用的连接线与计算机相连接,而计算机的背后则都为不同的设备事先建好了可以接到主板上的接头;使用这种连接方法,计算机的背后一定是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给翻过来,辛苦地整理完线路,并安装好新设备后,再将计算机位置还原,这绝对不是一件经常可以做的事情,因为光是整理线路就会浪费掉不少的时间。而采用 USB 方式连接,则这些设备的接线将改为如图 1.2.9 所示的方式。

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;若设备比较多,也可以采用 USB 集线器作一个集中的管理与网络的集线器管理,类似设备也可以有 Windows 系统支持的即插即用功能,各设备与集线器间的最大距离为

5m，最多可连接 127 个外围设备。

另一方面，使用串行通信时，传输速率也是一个考虑的重点，USB 可以将各个 USB 计算机接口设备连接起来。如果众多的设备均在同时传输数据，速度上必定会给 USB 线路带来负担；不过 USB 采用的传输速率高达 12Mbps(每秒钟传输 1200 万个位)，每个单一设备最高传输频宽高达 6Mbps，比起一般 RS-232 的最快 115Kbps，还是快得多。USB 主要的特性整理如表 1.2.1 所示。

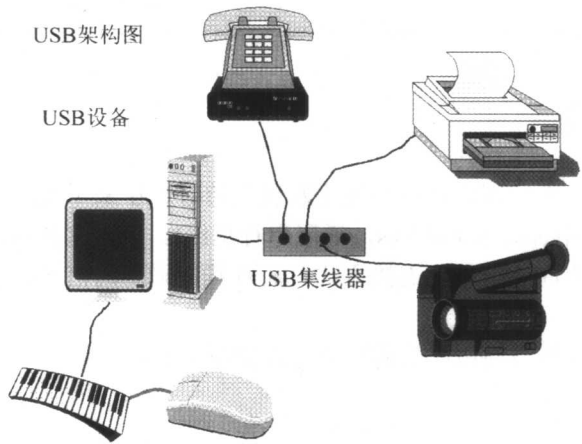


图 1.2.9 USB 设备和计算机间的连接

表 1.2.1 USB 特性表

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 自动检测设备连接，软件会自动对其配置，以供随时使用。此过程中，不需要用户参与
单一的连接头型式	使用单种类的连接头连接所有的 USB 设备。可利用 USB 集线器增加额外的连接头
连接数多	最高可连接 127 个低速或高速的设备
在线供电	连接的缆线可提供 5V 的直流电源，而不同的集线器可提供的电流范围在 100mA 至 500mA 之间
不占系统资源	USB 设备不占系统的地址空间及 IRQ 线
错误检测与复原	USB 数据交换时包含了错误的检测。当错误发生时，该笔数据将被重传
节省能源	若是经过了 3ms 总线仍无操作，USB 设备将会自动进入省电状态。此时设备所消耗的电流不超过 500μA
四种传输	USB 定义了巨量、实时、中断及控制四种传输模式，可依不同的情况启用不同的传输模式

USB 发布两年后，依然没有引起很大的反响，各种支持 USB 接口的设备也没有非常流行，其原因之一是操作系统没有很好地支持。微软从 Windows 98 操作系统后支持 USB 接