



普通高等教育“十二五”规划教材

COMMUNICATIONS PROGRAMING USING VISUAL BASIC

VB通信编程技术

曾丽丽 刘心红 赵忖 张昕 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

VB 通信编程技术

曾丽丽 刘心红 赵 忭 张 昕 编



中国石化出版社

内 容 提 要

本书从编程实践的角度详细介绍了 Windows 环境下利用 Visual Basic 进行串口通信和网络通信编程的基本方法,并结合当前串口通信与网络通信发展的趋势,通过一系列应用实例,详细阐述了串口通信和网络通信技术与 Visual Basic 技术相结合解决实际问题的基本思路和方法,给出了远程控制与监测相结合的解决方案和编程要点。

本书语言简洁,步骤详尽,实例丰富,强调实用性,对从事串口及网络通信的技术人员和学习者具有较高的参考价值,适合高等院校学生、中高级程序员和软件开发人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

VB 通信编程技术 / 曾丽丽等编.
—北京:中国石化出版社,2014.3
ISBN 978-7-5114-2670-3

I. ①V… II. ①曾… III. ①BASIC 语言-程序设计
IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 041738 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 406 千字

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

本书系“普通高等教育‘十二五’规划教材”，是对项目编号为 GJXH2013—186 的河北省高等教育学会科学研究课题成果的总结。本书结合串口通信和网络通信在现代工控领域、在线分析、检测仪表等方面的应用，考虑到通信专业的特点，本书采用 Visual Basic 语言，对串口通信和网络通信进行了由浅入深的介绍，以简单应用实例为基础，使读者能够在简单应用中快速地将理论技术应用到生产实际。

本书从编程实践角度详细介绍了利用 Visual Basic 进行串口通信和网络通信编程的方法，并通过一系列应用实例，详细阐述了串口通信和网络通信技术与 Visual Basic 技术相结合解决实际问题的基本思路和方法，给出了利用网络远程采集通过串口接收的数据的设计方案。本书一共分为三部分：串口通信、网络通信、数据库在网络通信和串口通信中的应用。串口通信部分从第 1 章到第 3 章，第 1 章介绍了串行通信的理论基础，第 2 章介绍了串行通信控件 MSComm 的基本属性、方法和事件，利用 PC 机模拟串口设备，实现了 PC 机与 PC 机之间的通信；第 3 章利用 MSComm 控件实现 PC 机与实际的设备或仪器进行通信，包括 PC 与亚当模块、PC 与 PLC、PC 与单片机的通信。第 4 章到第 7 章为网络通信部分，分别介绍了网络通信控件 Winsock 控件的基本属性、方法和事件，基于 UDP 协议的双人在线三子棋游戏、基于 TCP 协议的多人聊天室、基于 FTP 协议的文件上传。数据库部分详细介绍了数据库的理论知识，在此基础上探讨如何在 VB 平台开发通信程序的过程中使用数据库进行数据的存储、删除、查询和修改等相关操作。

本书语言简洁、实例丰富，强调实用性，对于利用 Visual Basic 进行通信项目开发的技术人员具有较高的参考价值，适合高等院校学生、中高级程序员和软件开发人员学习和使用。

本书第 1、4、5 章由曾丽丽编写，第 3 章由刘心红编写，第 2、7 章由张昕编写，第 6、8 章由赵忭编写。

由于水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请各位专家及广大读者指正。

编 者

目 录

第 1 章 串行通信基础知识	(1)
1.1 串行通信	(1)
1.1.1 串行通信和并行通信	(1)
1.1.2 串行通信方式	(2)
1.1.3 数据传送方式	(5)
1.2 串行通信接口	(5)
1.2.1 RS-232 串口	(6)
1.2.2 RS-485 接口	(7)
1.2.3 USB 接口	(7)
1.3 RS-232 串口协议概述	(10)
1.3.1 机械特性	(11)
1.3.2 电气特性	(11)
1.3.3 功能特性	(13)
1.3.4 规程特性	(14)
1.4 速度及流量控制	(16)
1.4.1 RS-232 与信息传输速度	(16)
1.4.2 流量控制	(17)
1.5 串口的初始化	(20)
1.6 串口连接线的制作	(21)
1.6.1 串口直连线	(21)
1.6.2 串口交叉线	(22)
1.7 串口调试工具	(23)
1.7.1 串口通信测试器	(24)
1.7.2 超级终端	(25)
第 2 章 MSComm 串口通信	(28)
2.1 MSComm 控件的引用	(28)
2.2 MSComm 属性	(29)
2.3 MSComm 控件事件	(35)
2.4 回路测试	(37)
2.5 自动读取传入的字符串	(40)
2.6 数据服务器的仿真	(44)
2.7 控制数据服务器	(48)
2.8 字节与字符	(55)
2.9 字节的传送与接收	(58)
第 3 章 VB 串口通信应用实例	(60)

3.1	PC 与单片机通信——回环测试	(60)
3.1.1	单片机通信接口简介	(60)
3.1.2	回环测试功能介绍	(61)
3.1.3	单片机回环测试的 Keil C51 程序设计	(62)
3.1.4	单片机回环测试的 BASCOM 程序设计方法	(63)
3.1.5	利用串口助手测试回环测试单片机	(65)
3.1.6	PC 机回环测试程序设计	(66)
3.2	PC 与单片机通信——流水灯及数据显示控制	(73)
3.2.1	单片机流水灯及数据显示控制的 Keil C51 程序设计	(74)
3.2.2	单片机流水灯及数据显示控制的 BASCOM 8051 程序设计	(75)
3.2.3	串口助手测试流水灯及数据显示	(77)
3.2.4	PC 机对流水灯及数据显示控制程序设计	(78)
3.3	PC 与单片机通信——计算机温度检测	(81)
3.3.1	温度检测器设计要求	(81)
3.3.2	用 Keil C51 编写温度检测模块程序	(83)
3.3.3	用 BASCOM 编写温度检测程序	(86)
3.3.4	利用串口助手测试温度检测器	(87)
3.3.5	VB 监控程序设计	(88)
3.4	PC 机与开关控制器的通信	(92)
3.4.1	开关控制器功能	(92)
3.4.2	用 Keil C51 编写开关控制器程序	(94)
3.4.3	用 BASCOM 编写开关控制器程序	(97)
3.4.4	利用串口助手测试开关控制器	(100)
3.4.5	PC 机监控开关控制器程序设计	(101)
3.5	PC 与 ADAM 模块通信	(108)
3.5.1	ADAM 模块应用系统结构图	(109)
3.5.2	ADAM 模块通信协议分析	(110)
3.5.3	ADAM 模拟测试	(110)
3.5.4	PC 与 ADAM-4050 通信程序设计	(114)
3.5.5	PC 与 ADAM-4017 通信程序设计	(122)
3.6	PC 与 DXX 远程测控模块通信	(128)
3.6.1	DXX 模块应用系统结构图	(129)
3.6.2	DXX 模块通信协议分析	(130)
3.6.3	DXX DIO 模块通信命令	(132)
3.6.4	DXX AIO 模块通信命令	(133)
3.6.5	DXX 模块测试	(134)
3.6.6	PC 与 DXX DIO 模块通信程序设计	(138)
3.6.7	PC 与 DXX AIO 模块通信程序设计	(145)
第 4 章	网络通信基础知识	(154)
4.1	Winsock 属性(Property)	(154)

4.2	Winsock 方法(Method)	(157)
4.3	Winsock 控件事件(Event)	(160)
第5章	基于UDP协议的网络通信	(163)
5.1	UDP 协议基础	(163)
5.2	UDP 连接的基础范例	(164)
5.3	三子棋游戏	(167)
第6章	基于TCP协议的网络通信	(183)
6.1	TCP 协议	(183)
6.2	TCP 连接范例	(183)
6.3	多人聊天室	(187)
6.3.1	多人聊天室设计思想	(187)
6.3.2	多人聊天室服务器端程序设计	(190)
6.3.3	多人聊天室客户端程序设计	(195)
第7章	基于FTP协议的网络通信	(202)
7.1	FTP 协议	(202)
7.2	FTP 服务器——文件的接收	(203)
7.2.1	FTP 服务器和客户端简介	(203)
7.2.2	FTP 服务器窗体设计及程序设计详解	(205)
7.2.3	FTP 服务器完整程序代码	(210)
7.3	FTP 客户端程序——文件上传	(212)
7.3.1	FTP 客户端窗体设计及程序设计详解	(212)
7.3.2	FTP 客户端完整程序代码	(219)
7.4	实际测试	(222)
第8章	通信数据的管理	(223)
8.1	数据库的基础知识	(223)
8.1.1	数据库的概念	(223)
8.1.2	数据库系统的特点	(223)
8.1.3	关系数据库	(224)
8.2	数据库的创建	(225)
8.2.1	Access2003 软件建立数据库	(226)
8.2.2	利用 VB 建立数据库	(228)
8.3	SQL 语句介绍	(230)
8.4	利用 Data 控件访问数据库	(232)
8.4.1	Data 控件的主要属性	(233)
8.4.2	Data 控件访问数据库——通讯录实例 1	(234)
8.4.3	Data 控件的常用方法	(236)
8.4.4	Data 控件访问数据库——通讯录实例 2	(237)
8.5	使用 ADO 控件访问数据库	(243)
8.5.1	ADO 控件的引用	(243)
8.5.2	ADO 对象	(243)

8.5.3 通过 ADO 对象访问数据库——通讯录实例 3	(246)
8.6 数据库在通信中的应用	(252)
8.6.1 MSFlexGrid 控件简介	(252)
8.6.2 数据库在网络通信中的应用	(253)
参考文献	(265)

第 1 章 串行通信基础知识

串口是串行接口(Serial Port)的简称,是计算机输入/输出接口电路的一种,采用串行通信协议(Serial Communication)在一条信号线上将数据以比特的方式逐位传输的一种通信模式。通过串行接口可以将来自处理器的并行数据流转换为连续的串行数据流发送出去,同时可将接收的串行数据流转换为并行的数据字符供给处理器。串口的出现扩大了计算机的应用范围,计算机可以通过串口方便地连接多种外围设备,为用户提供各种便利的工作环境,在办公领域,串口曾经可以连接鼠标、调制解调器、摄像头、键盘、摄像机、U 盘等各种办公设备;在信息领域,串口经常用于信息展示、数据采集等;在银行领域,串口可用于信息的查询、财务的结算等;在工业领域,串口常用于对远程或危险场所工业设备的监测、数据采集和控制等。

1.1 串行通信

1.1.1 串行通信和并行通信

在通信领域中,终端与其他设备(例如其他终端、计算机和外部设备)通过两种数据传输方式进行通信:并行通信(Parallel Communication)和串行通信(Serial Communication)。

并行通信是一组数据的各数据位于多条线上同时被传输,图 1-1 所示的并行通信中,一个字节(8 位)数据在 8 条并行传输线上由源地址传到目的地址。并行通信速度快,但需要的通信线路较多,成本高,远距离传输信息时容易发生“串话”,故不宜进行远距离通信。计算机和可编程控制器(Programmable Logic Controller, PLC)各种内部总线就是以并行方式传送数据的。另外,在 PLC 底板上,各种模块之间通过底板总线交换数据也以并行方式进行。

串行通信是在一条信号线上将数据一个比特一个比特地逐位进行传输的一种通信模式,每一位数据占据一个固定的时间长度。只需要少数几条线就可以在系统间交换信息,特别适用于计算机与计算机、计算机与外围设备之间的远距离通信。图 1-2 所示的串行通信中,串行通信采用一条线传输 8 位数据,信息按照时间顺序一位一位地进行传输,每一位为 1 或者为 0。由此可见,串行通信的特点如下:

(1) 节省传输线,这是显而易见的。尤其是在远程通信时,此特点尤为重要。这也是串行通信的主要优点。

(2) 数据传送效率低。与并行通信比,是显而易见的,这也是串行通信的主要缺点。

例如:传送一个字节,并行通信只需要 1s 的时间,而串行通信至少需要 8s 的时间。由此可见,串行通信适合于远距离传送,可以从几 m 到数千 km。对于长距离、低速率的通信,串行通信往往是唯一的选择。并行通信适合于短距离、高速率的数据传送,通常传输距离小于 30m。特别值得一提的是,目前的公共电话网是通用的长距离通信介质,它虽然是传输声音信号设计的,但利用调制解调技术,公共电话网系统就能为串行数据通信提供方便、实用的通信线路。

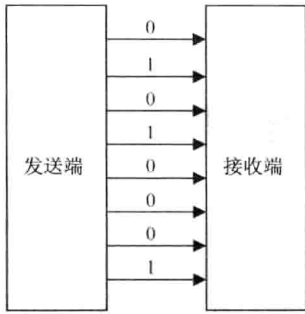


图 1-1 并行通信

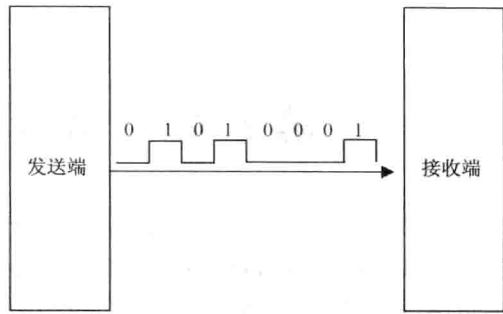


图 1-2 串行通信

1.1.2 串行通信方式

在网络通信过程中，通信双方要交换数据，需要高度的协同工作。为了正确地收到信号，接收方必须确切地知道信号应当何时接收和处理，因此时间的同步是至关重要的。在计算机网络中，数据收发的定时因素称为位同步。同步是要接收方按照发送方发送的每个位的起止时刻和速率来接收数据，否则会产生误差。通信过程中收、发双方之所以要在时间上保持同步，是因为一方面码元之间要同步收发，另一方面由码元组成的字符或数据块之间在起止时间上也要保持同步。

串行通信方式，发送和接收到的每一个字符都是以位为基本单位进行传输的，每一位为“1”或“0”，因此发送方每一位都有固定的开始时间和结束时间，这就要求接收方也要按照同样的时间间隔来接收每一位信息，这就是串行通信中的同步问题。常用的两种基本串行通信方式是异步传输通信(Asynchronous Communication, ASYNC)和同步传输通信(Synchronous Data Communication, SYNC)。异步传输通信是通过程序识别起始字符再同步来实现数据的发送和接收，同步传输通信是通过程序识别同步字符实现数据的发送和接收。

1. 异步传输通信

异步传输通信又称起止式异步通信，是计算机通信中最常用的数据信息传输方式。它是字符为单位进行传输的，字符之间没有固定的时间间隔要求，而每个字符中的各位则以固定的时间传送。收、发双方取得同步的方法是采用在字符格式中设置起始位和停止位。在一个有效字符正式发送前，发送器先发送一个起始位，然后发送有效字符位，在字符结束时再发送一个停止位，起始位至停止位构成一个数据帧。

异步传输通信的传输数据由起始位(Start Bit)、数据位(Data Bit)、奇偶校验位(Parity)和停止位(Stop Bit)组成，如图 1-3 所示。这种由起始位开始，停止位结束所构成的一串信息就构成了一帧数据。异步传输通信与同步传输通信中“帧”不同的是，前者有效信息只包含一个字符，后者有效信息可包含几十个到上千个字符。

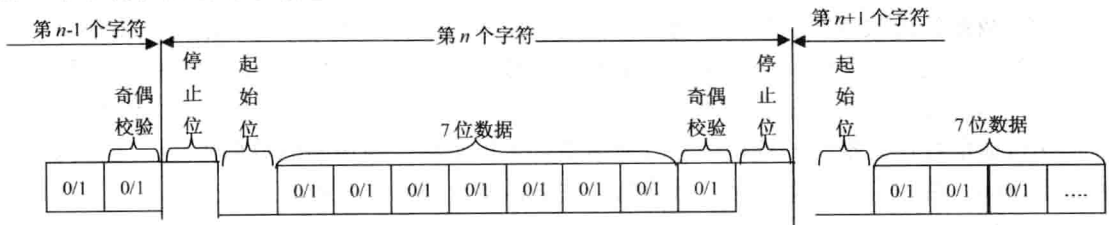


图 1-3 起止式异步传输协议的帧格式

起始位：起始位必须是一个持续比特时间的逻辑“0”电平，标志着传送一个字符的开始，接收方可用起始位调整时钟与数据同步。异步传输通信存在一个潜在的问题，即接收方并不知道数据会在什么时候到达。在检测到数据并做出响应之前，第一个比特已经过去了。因此，每次异步传输的信息都以一个起始位开头，它通知接收方数据已经到达了，这就给了接收方响应、接收和缓存数据比特的时间。

数据位：数据位紧跟在起始位之后，它是通信中的有效位，可以为5、7和8位。例如，电报码字符为5位、ASC II码字符为7位、汉字码则为8位。传送数据时，先传送字符的低位，后传送字符的高位。

奇偶校验位：奇偶校验位仅占一位，用于进行奇校验或者偶校验，也可不进行校验。

停止位：停止位为1、1.5和2位，可以通过编程自行设定。其逻辑电平一定为“1”，标志一个帧的结束。在传输结束时，一个停止位表示该次传输信息的终止。按照惯例，空闲（没有传送数据）的线路实际携带着一个代表二进制1的信号，异步传输的开始位使信号变成0，其他的比特位使信号随传输的数据信息而变化。最后，停止位使信号重新变回1，该信号一直保持到下一个开始位到达。例如在键盘上数字“1”，按照8比特位的扩展ASC II编码，将发送“00110001”，同时需要在8比特位的前面加一个起始位，后面一个停止位。

发送端与接收端除了采用相同的数据格式（字符的位数、停止位的位数、有无校验位及校验方式等）外，还必须采用相同的传输速率。典型的速率有：1200、2400、4800、9600和19200bps等。

异步传输的实现比较容易，由于每个信息都加上了“同步”信息，因此计时的漂移不会产生大的积累，但产生了较多的传输开销。在上面的例子中，每8个比特要多传送2个比特，总的传输负载就增加25%。对于数据传输量很小的低速设备来说问题不大，但对于那些数据传输量很大的高速设备来说，25%的负载增值就相当严重了。因此，异步传输常用于低速设备。

异步传输通信的优点是简单、可靠，常用于面向字符的、低速的异步通信场合。例如，主计算机与终端之间的交互式通信通常采用这种方式。异步传输一般以字符为单位，不论所采用的字符代码长度为多少位，在发送每个字符代码时，前面均加上一个“起”信号，其长度规定为1个码元，极性为“0”，即空号的极性；字符代码后面均加上一个“止”信号，其长度为1或者2个码元，极性皆为“1”，即与信号极性相同，加上起、止信号的作用就是为了能区分串行传输的“字符”，也就是实现了串行传输收发双方码元或字符的同步。

2. 同步传输通信

同步传输通信是一种连续串行传送数据的通信方式，通信双方约定的通信速率相同，一次通信只传送一条信息帧，每条信息帧包括一个帧头、数据块和一个帧尾。这里的信息帧与异步通信中的字符帧不同，它不是独立地发送每个字符，每个字符都有自己的开始位和停止位，数据块通常含有若干个数据字符，通信效率得到明显的提高。

信息帧的开始部分由一个帧头组成，包含一组同步字符，它是一个独特的比特组合，类似于前面提到的起始位，用于通知接收方一个帧已经到达，但它同时还能确保接收方的采样速度和比特的到达速度保持一致，使收发双方进入同步。

信息帧的中间部分为数据字符，称之为数据块。同步传输是以数据块为单位的数据传输，它在同步字符之后，个数没有限制，由所需传输的数据块长度来决定。

帧的结束部分由一个帧尾组成，是一个帧结束标记。与同步字符一样，它也是一个独特的比特串，类似于前面提到的停止位，用于表示在下一帧开始之前没有别的即将到达的数据。

帧头和帧尾的特性取决于数据块是面向字符的还是面向位的。如果采用面向字符的方案，那么每个数据块以一个或多个同步字符作为开始。同步字符通常称为 SYN，这一控制字符的位模式与传输的任何数据字符都有明显的差别。帧尾是另一个唯一的控制字符。这样，接收方判别到 SYN 字符后，就可接收数据块，直到发现帧尾字符为止。然后，接收方再判别下一个 SYN 字符。例如 IBM 公司的二进同步规程 MC 就是这样一种面向字符的同步传输方案。

每个数据块的头部和尾部都要附加一个特殊的字符或比特序列，标记一个数据块的开始和结束，一般还要附加一个校验序列(如 16 位或 32 位 CRC 校验码)，以便对数据块进行差错控制，参见图 1-4(a)。根据同步通信规程，同步传输又分为面向字符的同步传输和面向位流的同步传输。

(1) 面向字符的同步传输：在面向字符的同步传输中，每个数据块的头部用一个或多个同步字符“SYN”来标记数据块的开始；尾部用另一个唯一的字符“ETX”来标记数据块的结束，如图 1-4(b)所示。其中，这些特殊字符的位模式与传输的任何普通字符都有显著的差别。典型的面向字符的同步通信规程是 IBM 公司的二进制同步通信规程 BISYNC。

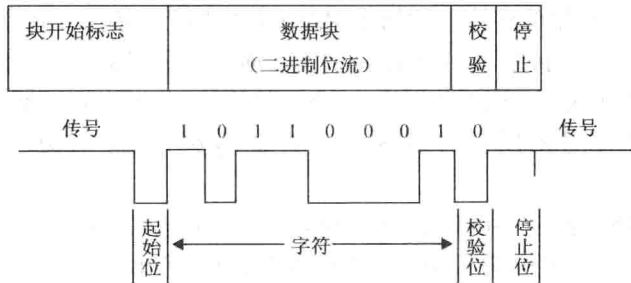


图 1-4(a) 面向字符的同步传输实例

SYN	SYN	SOH	标题	STX	数据块	ETB/ETX	检验块
-----	-----	-----	----	-----	-----	---------	-----

图 1-4(b) 面向字符的同步传输实例

(2) 面向比特流的同步传输：在面向比特流的同步传输中，每个数据块的头部和尾部用一个特殊的比特序列(如 01111110)来标记数据块的开始和结束。数据块将作为比特流来处理，而不是作为字符流来处理。为了避免在数据流中出现标记块开始和结束的特殊位模式，通常采用位插入的方法，即发送端在发送数据流时，每当出现连续的五个 1 后便插入一个“0”，接收端在接收数据流时，如果检测到连续五个“1”的序列，就要检查其后的一位数据；若该位是“0”，则删除它；若该位为“1”则表示数据块的结束，转入结束处理。典型的面向位流的同步通信规程是高级数据链路控制(HDLC)规程和同步数据链路控制(SDLC)规程。在局域网中所采用的传输方式都是面向位流的同步传输方式，由它们各自的介质访问控制协议来定义具体的数据格式(即帧格式)以及相应的介质访问控制方法。

同步传输通常要比异步传输快速得多。接收方不必对每个字符进行开始和停止的操作。一旦检测到帧同步字符，它在接下来的数据到达时接收。另外，同步传输的开销也比较少。例如，一个典型的帧可能有 500 字节(即 4000 比特)的数据，其中可能只包含 100 比特的开销。这时，增加的比特位使传输的比特总数增加 2.5%，这与异步传输中 25% 的增值要小得多。随着数据帧中实际数据比特位的增加，开销比特所占的百分比将相应地减少。但是，数据比特位越长，缓存数据所需要的缓存区也越大，这就限制了一个帧的大小。另外，帧越大，占据传输媒介的连续时间也越长。在极端的情况下，这将导致其他用户等待时间过长。

同步与异步传输的区别如下：

- (1) 异步传输是面向字符的传输，而同步传输是面向比特的传输。
- (2) 异步传输的单位是字符，而同步传输的单位是帧。
- (3) 异步传输通过字符起止的开始和停止码抓住再同步的机会，而同步传输则是从数据中提取同步信息。
- (4) 异步传输对时序的要求较低，同步传输往往通过特定的时钟线路协调时序。
- (5) 异步传输相对于同步传输效率较低。

1.1.3 数据传送方式

通信的形成是两方的数据互相的流动，流动是经由一定的线路来达成的。例如在马路上开车，有的时候会碰到单行道，这时候只有一个方向可以通行，另一个方向就不能有车经过；有时候，也会在上班的尖峰时段碰到所谓的“调拨车道”，也就是一个时间段内只有一个方向的车流在流动，而另一个时间段有另一个方向的车流动；另一种情况是“双向车道”，不管任何时候，双方都有车流的流动。

传输方式如图 1-5 所示。当计算机在做数据的传送和接收的时候，传输线上的数据流动情形（也就是线上两端的沟通）也可以分成三种：当其上的数据流动只有一个方向时，称为“单工”，也就是上面例子中所说的“单行道”。当数据的流动是双向，但是同一时间只能向一个方向行进，称为“半双工”（Half Duplex），类比上面例子中的“调拨车道”；当同时具有两个方向的传送能力时，称为“全双工”（Full Duplex），类比例子中“双向车道”。以串行通信来说，一般能够用到的数据传送方式中，RS-232 使用的是全双工模式在运行；通常市面上看到的 RS-485 属于半双工通信，而 RS-422 则是属于全双工。

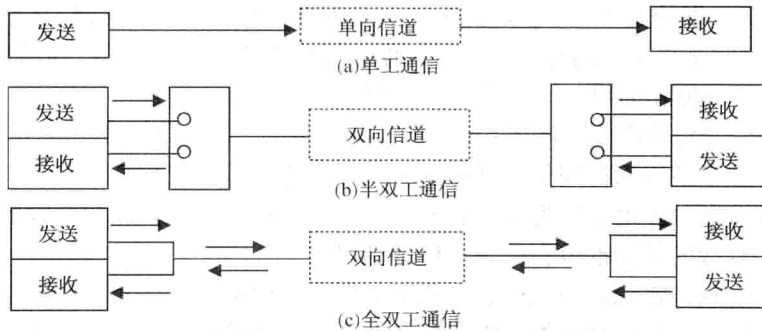


图 1-5 传输线上的数据流动情形

以 RS-232 为例，全双工的功能是因为其脚位在设计上就是接收与传送是分属两个不同的脚位与线路。不同的工作模式可以应用在不同的地方，也各有其有点，不见得在所有的串行通信场合必须使用同一个工作模式。

1.2 串行通信接口

前面提到，通常通信的数据传输方式可以分为两种，一为并行传输式的通信，另一种则为串行传输式的通信。

并行通信，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。它们两者之间的数据传输量就相差了 8 倍之多，但并不是说串行通信就不好，相反，目前串行通信以控制线路简便，操作和开发简易等特点，其发展趋势已经超过了并行传输，目前计算机

中主流硬盘 sata 接口和计算机中的 USB 接口都是采用的串行传输的原理，因为对于串行通信来说，只要提高工作频率就可以提高传输速度，其他的因素对于速度的提高影响并不多。

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电压准位发生变化[最常见的是电压衰减问题，以及信号间互相干扰问题(Cross Talk)]，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 Cross Talk 问题会更加明显，数据的错误也就会常常发生；相比较之下，串行通信一次只传 1 个比特，而且，处理的数据电压只有一个准位，因此不容易把数据漏失，再加上一些防范的措施后，要数据漏失就更不容易了。

因此，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地位，不仅没有因为时代的进步被淘汰，反而在实际使用中愈来愈向其极限挑战。曾经计算机上的串行通信端口(RS-232)是标准配备，主要用途是连接调制解调器(Modem)作通信传输(尤其是互联网成为潮流趋势后，接上互联网取得资料是相当重要的一个收集通道)，下面就针对几种串行通信接口加以说明。

1.2.1 RS-232 串口

RS-232 串口是个人计算机上的通信接口之一，由电子工业协会(Electronic Industries Association, EIA)所制定的异步传输标准接口。通常 RS-232 接口以 9 个引脚(DB-9)或是 25 个引脚(DB-25)的型态出现，一般个人计算机上会有两组 RS-232 接口，分别称为 COM1 和 COM2，一般将 COM1 以 9Pin 的接头接出，而以 25Pin 的接头将 COM2 接出。新一些的计算机均以 9Pin 的接头接出所有的 RS-232 通信端口。在当前笔记本成为主流的时代由于笔记本电脑的空间所限，一般可以采用 USB 接口转串口的通信线缆。在计算机上的 RS-232 均是公头，即使是 25Pin 也是公头，千万不要与其他的设备弄混了(打印机连接端口也是 25Pin，不过它是母头，请仔细区分)。通信与计算机连接的设备，最简单的沟通接口就是 RS-232，不仅操作简单，而且价格上也便宜很多。

RS-232 的信号传输模式如图 1-6 所示。由图可知，RS-232 的信号准位乃是参考地线而来的，这种参考地线而得到信号准位的方式称之为单节点式输入。传送端参考接地端 1 传送数据；接收端则以接地端 2 为参考还原出传送端的信号准位；在两个接地端同电压的前提下，传送与接收端的信号准位会呈现一样的结果。

如果有噪声进到传输线路中的话，可能会如图 1-7 所示。干扰的噪声信号在地线及信号上均会产生影响，原始信号再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，接收端接收到的信号也发生了错误。

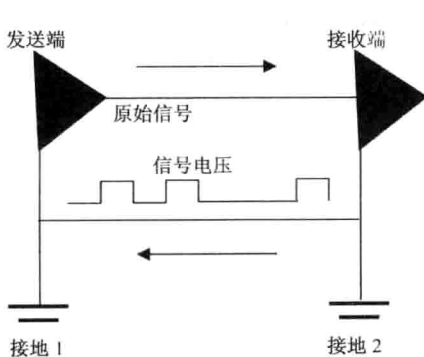


图 1-6 理想情况下 RS-232 信号传输模式

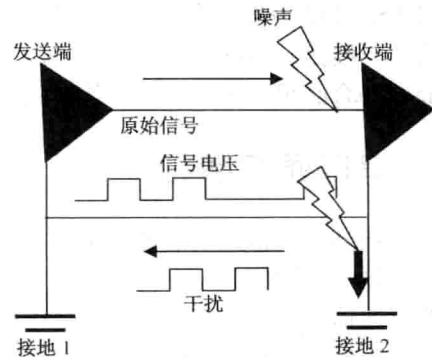


图 1-7 噪声情况下 RS-232 信号传输模式

1.2.2 RS-485 接口

由于串行通信的简单易用，工业上也采用了串行通信作为数据的流通之用；可是工业环境通常会有噪声干扰传输线路，在以 RS-232 作为传输时就经常会受到外界的电气干扰而使得接收到的信号发生错误。为了解决这个问题，RS-485 的通信方式就应运而生了。

图 1-8 中，RS-485 的信号将被传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示成(DT)，而被分成后的信号分别标示成(D+)及(D-)，则原始的信号与离散的信号在由传送端传送出去时的运算关系如下：

$$(DT) = (D+) - (D-) \quad (1-1)$$

同样的，接收端在接收信号后，也依式(1-1)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 1-9 所示。

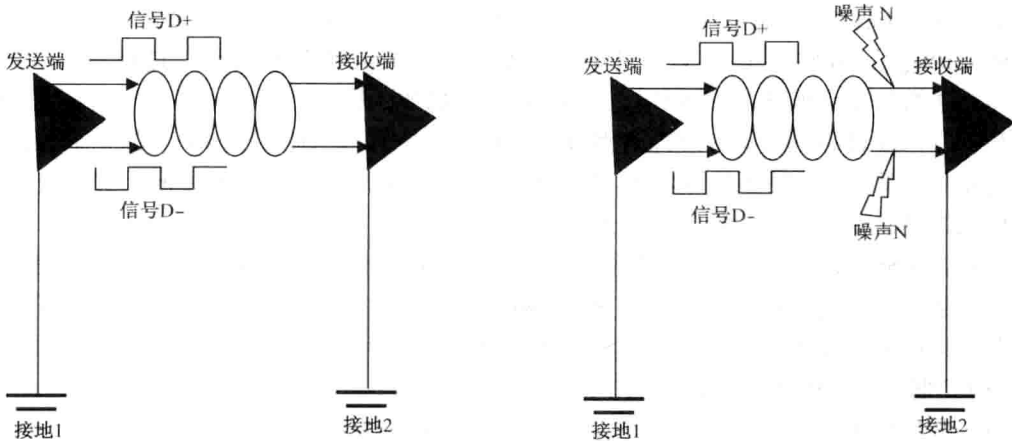


图 1-8 理想情况下 RS-485 的信号传输方式

图 1-9 线路受到干扰 RS-485 的信号传输方式

这时候在两条传输线上的信号会分别成为(D+) + N 及 (D-) + N，如果接收端接收此信号，它必须依照一定的方式将其合成，因此合成的方程如下：

$$(DT) = [(D+) + Noise] - [(D-) + Noise] = (D+) - (D-) \quad (1-2)$$

可知，式(1-2)与式(1-1)的结果是一样的。因此，使用 RS-485 网络可以有效地防止噪声的干扰，正是该串行传输模式良好的抗干扰能力，使其在工业领域得到广泛的应用。

RS-485 上的数据线路虽然也有两条，不过这两条线路却是同一个信号准位的正负值。真正的信号必须是两条线路相减而得，因此在一个时间点内，只允许有一个方向的数据在传送，也就形成了半双工的工作模式，这种不参考地线而由两条信号准位相减，以得到信号准位的传输方式称为差动式(Differential)输入。

1.2.3 USB 接口

USB (Universal Serial Bus)，中文简称“通用串行总线”，是一个外部总线标准，用于规范电脑与外部设备的连接和通信。USB 接口支持设备的即插即用和热插拔功能。

USB 使用一个 4 针插头作为标准插头，采用菊花链形式可以把所有的外设连接起来，最多可以连接 127 个外部设备，并且不会损失带宽。USB 需要主机硬件、操作系统和外设三个方面的支持才能工作。目前计算机主板一般都采用支持 USB 功能的控制芯片组，主板上也

安装有 USB 接口插座，而且除了背板的插座之外，主板上还预留有 USB 插针，可以通过连线接到机箱前面作为前置 USB 接口以方便使用。而且 USB 接口还可以通过专门的 USB 连机线实现双机互连，并可以通过 Hub 扩展出更多的接口。

USB 传输规范是在 1994 年底由英特尔、康柏、IBM、Microsoft 等多家公司联合提出的。不过直到很久以后，才得到广泛的应用。从 1994 年 11 月 11 日 USB V0.7 版本发表以后，USB 版本经历了多年的发展，到现在已经发展为 3.0 版本，其中 2.0 版本是目前主流电脑中的标准扩展接口。目前主板中主要是采用 USB3.0 和 USB2.0 版本的规范，各 USB 版本间能很好地兼容。USB 具有传输速度快(USB1.1 是 12Mbps，USB2.0 是 480Mbps，USB3.0 是 5 Gbps)，使用方便，支持热插拔，连接灵活，独立供电等优点，可以连接鼠标、键盘、打印机、扫描仪、摄像头、闪存盘、MP3 机、手机、数码相机、移动硬盘、外置光软驱、USB 网卡、ADSL Modem、Cable Modem 等几乎所有的外部设备。

(1) 第一代 USB 1.1 的最大传输速率为 12Mbps，1996 年推出。当时一个 USB 设备最多只可以得到 6Mbps 的传输速率。因此，若要外接光驱，至多能接六倍速光驱，无法再高。而若要即时播放 MPEG-1 的 VCD 影片，至少要 1.5Mbps 的传输带宽，这点 USB 办得到，但是要完成数据量大四倍的 MPEG-2 的 DVD 影片播放，USB 就很吃力了，若再加上 AC-3 音频数据，USB 设备就很难实现即时播放了。再举个例子，当使用 USB1.1 的扫描仪扫一张大小为 4M 的图片，需要四秒钟之久。这样的速度，让用户觉得非常不方便，如果有好几张图片要扫的话，就得要有很好的耐心来等待了。

而且在 USB1.1 时代，并非所有的 Windows 系统都支持 USB。以前 Windows 系统中有许多不同的版本，在这些版本中，只有 Windows98 以上版本的系统对 USB 的支持较好，而其他的 Windows 版本并不能完整支持 USB。例如 Windows95 的零售版是不支持 USB 的，只有后来与 PC 捆绑销售的 Windows95 版本才支持 USB。

当一些厂商也认识到了这个问题之后，COMPAQ、Hewlett Packard、Intel、Lucent、Microsoft、NEC 和 PHILIPS 这 7 家厂商联合制定了 USB 2.0 接口标准。

(2) 第二代 USB 2.0 的最大传输速率高达 480Mbps。USB 2.0 将设备之间的数据传输速度增加到了 480Mbps，比 USB 1.1 标准快 40 倍左右，速度的提高对于用户的最大好处就是意味着用户可以使用到更高效的外部设备，而且具有多种速度的周边设备都可以被连接到 USB 2.0 的线路上，无需担心数据传输时发生瓶颈效应。USB 1.0/1.1 与 USB 2.0 的接口是相互兼容的。应用到上述的例子中去，如果采用 USB 2.0 的扫描仪，就完全不同了，扫一张 4M 的图片只需半秒钟左右的时间，一眨眼就过去了，效率大大提高。

USB2.0 有高速、全速和低速三种工作速度，高速是 480Mbps，全速是 12Mbps，低速是 1.5Mbps。其中全速和低速是为兼容 USB1.1 和 USB1.0 而设计的，因此选购 USB 产品时不能只听商家宣传 USB2.0，还要搞清楚是高速、全速还是低速设备。USB 总线是一种单向总线，主控制器在 PC 机上，USB 设备不能主动与 PC 机通信。为解决 USB 设备互通信问题，有关厂商又开发了 USB OTG 标准，允许嵌入式系统通过 USB 接口互相通信，从而甩掉了 PC 机。

而且，USB2.0 可以使用原来 USB 定义中同样规格的电缆，接头的规格也完全相同，在高速的前提下一样保持了 USB 1.1 的优秀特色，USB 2.0 的设备不会和 USB 1.X 设备在共同使用的时候发生任何冲突。USB2.0 兼容 USB1.1，也就是说 USB1.1 设备可以和 USB2.0 设备通用，但是这时 USB2.0 设备只能工作在全速状态下 (12Mbps)。

新 USB2.0 规范重新命名了 USB 标准将原先的 USB 1.1 改成了 USB 2.0 Full Speed(全速版)，同时将原有的 USB 2.0 改成了 USB 2.0High - Speed(高速版)，并同时公布了新的标识。不言而喻，高速版的 USB 2.0 速度当然超过全速版的 USB 2.0。

(3) 第三代 USB3.0 最大传输速率 5Gbps，向下兼容 USB 1.0/1.1/2.0。USB 接口有 3 种类型：Type A：一般用于 PC；Type B：一般用于 USB 设备；Mini - USB：一般用于数码相机、数码摄像机、测量仪器以及移动硬盘等。

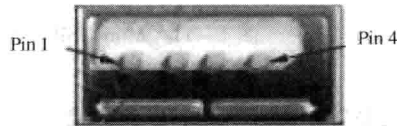
一般情况下，USB 接口由 4 个引脚组成，如表 1 - 1 所示，A 型和 B 型接口的公头、母头脚位如图 1 - 10 所示。

表 1 - 1 USB 脚位的定义

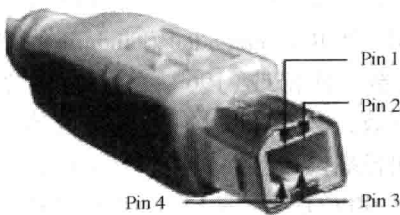
脚位	名称	描述	颜色
Pin1	VCC	+5 VDC	红
Pin2	D -	Data -	白
Pin3	D +	Data +	绿
Pin4	GND	Ground	黑



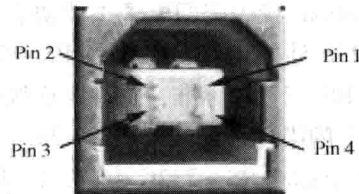
A型USB接口(公头)



A型USB接口(母头)



A型USB接口(公头)



B型USB接口(母头)

图 1 - 10 一般情况下 A 型和 B 型接口脚位示意图

对于 Mini USB 引脚定义如表 1 - 2 所示，A 型和 B 型接口的公头、母头脚位如图 1 - 11 所示。

表 1 - 2 Mini USB 脚位的定义

脚位	名称	描述	颜色
Pin1	VCC	+5 VDC	红
Pin2	D -	Data -	白
Pin3	D +	Data +	绿
Pin4	ID	A 型：与地相连 B 型：不接地(空)	
Pin5	GND	Ground	黑