

• 完整实例代码 • 程序运行录屏

• 系统测试录像 • 软、硬件资源



Visual C#.NET

串口通信及测控应用 典型实例



李江全 邓红涛 等编著
刘巧 李伟



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

Visual C#.NET

串口通信及测控应用典型实例

李江全 邓红涛
刘 巧 李 伟 等编著

电

工

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从工程应用的角度出发,通过8个典型应用实例,包括PC与PC、PC与单片机、PC与PLC、PC与远程I/O模块、PC与智能仪器、PC与无线数传模块、PC与USB数据采集模块等组成的测控系统,利用SerialPort控件和MSComm控件编写C#.NET串口通信程序,并对计算机测控系统中的4类典型应用(模拟量输入(AI)、模拟量输出(AO)、数字量输入(DI)和数字量输出(DO))的程序设计方法进行了详细的讲解。

本书内容丰富,每个实例都提供具体的设计任务、完整的程序代码,注重解决工程实际问题。可供各类自动化、计算机应用、机电一体化等专业的大学生、研究生学习计算机控制技术,也可供计算机测控系统研发的工程技术人员参考。

为方便读者学习,本书提供超值配套光盘,内容包括所有实例的源程序、软硬件资源、程序运行录屏、系统测试录像等。

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

Visual C#.NET 串口通信及测控应用典型实例/李江全等编著. —北京:电子工业出版社, 2012.5
ISBN 978-7-121-16873-4

I. ①V… II. ①李… III. ①C语言—程序设计 IV. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第078120号

责任编辑:田宏峰 特约编辑:牛雪峰

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司
装 订:

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:23.75 字数:600千字

印 次:2012年5月第1次印刷

印 数:3000册 定价:68.00元(含DVD光盘1张)

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 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

利用 PC (或 IPC) 实现测控主要有两种方式: 一是通过串行接口 (RS-232 或 RS-485), 二是通过各种数据采集板卡 (或模块)。在硬件系统设计组装完成后, 就要考虑选用何种计算机编程语言来实现各种测控功能。我们认为, 微软公司推出的可视化、面向对象的结构化程序设计语言 Visual C#.NET (以下简称 C#.NET) 应是不错的选择。

C#.NET 是当今世界上应用最广泛的编程语言之一, 它也被公认为是编程效率最高的一种编程方法。无论是开发功能强大、性能可靠的商务软件, 还是编写能处理实际问题的实用小程序, C#.NET 都是最快速、最简便的语言。

就串口开发而言, C#.NET 可采用 3 种方法编写串口通信程序: 第一种方法是通过采用 VB 中的 MSComm 控件, 这是最简单的, 最方便的方法, 但需要注册 (可以通过安装 VB6.0 或 VC++6.0 来实现); 第二种方法是采用微软在 .NET 中推出的一个串口控件 SerialPort, 方便地实现所需要串口通信的多种功能; 第三种方法是用 API 函数进行串口通信, 虽然难度高, 但可以方便地实现自己想要的各种功能。

本书从工程应用的角度出发, 通过 8 个典型应用实例, 包括 PC 与 PC、PC 与单片机、PC 与 PLC、PC 与远程 I/O 模块、PC 与智能仪器、PC 与无线数传模块、PC 与 USB 数据采集模块等组成的测控系统, 利用 SerialPort 控件和 MSComm 控件编写 C#.NET 串口通信程序, 并对计算机测控系统中的 4 类典型应用 (模拟量输入 (AI)、模拟量输出 (AO)、数字量输入 (DI) 和数字量输出 (DO)) 的程序设计方法进行了详细的讲解。

本书由石河子大学李伟编写第 1 章, 刘巧编写第 2 章, 邓红涛编写第 3、6、7 章, 刘长征编写第 5 章, 石河子职业技术学院任滢编写第 4 章。全书由邓红涛、刘巧、李伟担任副主编, 李江全教授担任主编并统稿。参与编写、程序设计、插图绘制和文字校核工作的人员还有田敏、郑瑶、刘恩博、任玲、汤智辉、胡蓉、张茜、蒙贺伟、李华等老师。

电子开发网、北京研华科技、西安达泰电子、石河子大学电气工程实验中心等单位或公司为本书的编写提供了宝贵的技术支持和帮助, 编者借此机会对他们致以深深的谢意。

由于编者水平有限, 书中难免存在不妥或错误之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者
2012 年 5 月

目录

C O N T E N T S

第 1 章 PC 与 PC 串口通信	1
1.1 串口通信概述	2
1.1.1 串口通信的基本概念	2
1.1.2 RS-232C 接口标准	5
1.1.3 RS-422/485 接口标准	7
1.1.4 串口通信线路连接	9
1.1.5 PC 中的串行端口	10
1.1.6 虚拟串口的使用	12
1.2 C#.NET 串行通信控件与 API 函数	13
1.2.1 MSComm 控件的使用	13
1.2.2 SerialPort 控件的使用	20
1.3 PC 与 PC 串口通信实例	25
1.3.1 两台 PC 串口通信	25
1.3.2 1 台 PC 双串口互通信	33
第 2 章 PC 与单片机串口通信	43
2.1 典型单片机开发板简介	44
2.1.1 单片机测控系统的组成	44
2.1.2 单片机开发板 B 的功能	46
2.1.3 单片机开发板 B 的主要电路	47
2.2 PC 与单片机串口通信实例	50
2.2.1 PC 与单个单片机串口通信	51
2.2.2 PC 与多个单片机串口通信	69
2.3 PC 与单片机串口通信测控应用实例	88
2.3.1 模拟量输入	88
2.3.2 模拟量输出	104
2.3.3 开关量输入	118
2.3.4 开关量输出	130
第 3 章 PC 与西门子 PLC 串口通信	139
3.1 西门子 PLC 模拟量扩展模块与通信协议	140
3.1.1 西门子 PLC 模拟量输入模块	140
3.1.2 西门子 PLC PPI 通信协议	143

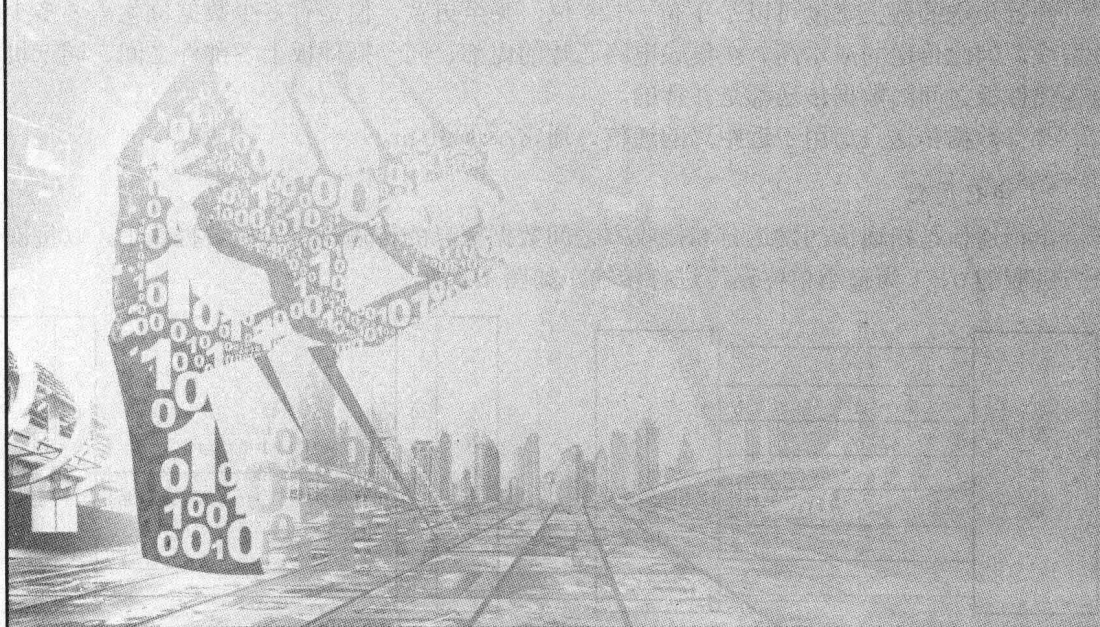
3.2 PC 与西门子 PLC 串口通信测控应用实例	147
3.2.1 模拟量输入	147
3.2.2 模拟量输出	156
3.2.3 开关量输入	164
3.2.4 开关量输出	173
第 4 章 PC 与三菱 PLC 串口通信	187
4.1 三菱 PLC 特殊功能模块与通信协议	188
4.1.1 FX _{2N} 系列 PLC 的特殊功能模块	188
4.1.2 三菱 PLC 编程口通信协议	195
4.2 PC 与三菱 PLC 串口通信测控应用实例	202
4.2.1 模拟量输入	202
4.2.2 模拟量输出	212
4.2.3 开关量输入	221
4.2.4 开关量输出	232
第 5 章 PC 与分布式 I/O 模块串口通信	249
5.1 典型分布式 I/O 模块简介	250
5.1.1 集散控制系统的结构与特点	250
5.1.2 ADAM4000 远程数据采集控制系统	251
5.1.3 ADAM4000 系列模块简介	254
5.1.4 ADAM4000 系列模块的软件安装	260
5.2 PC 与分布式 I/O 模块串口通信测控应用实例	263
5.2.1 模拟量输入	263
5.2.2 模拟量输出	268
5.2.3 数字量输入	272
5.2.4 数字量输出	278
第 6 章 PC 与智能仪器串口通信	287
6.1 典型智能仪器简介	288
6.1.1 智能仪器的结构与特点	288
6.1.2 XMT-3000A 型智能仪器的通信协议	289
6.2 PC 与智能仪器串口通信测控应用实例	291
6.2.1 PC 与单台智能仪器温度测控	291
6.2.2 PC 与多台智能仪器温度测控	299
第 7 章 PC 与无线数据传输模块串口通信	313
7.1 典型无线数传模块简介	314
7.1.1 无线数传技术概述	314
7.1.2 DTD46X 系列无线数传模块	315

7.2 PC 与无线数传模块串口通信测控应用实例	321
7.2.1 设计任务	321
7.2.2 线路连接	322
7.2.3 利用汇编语言实现基于 DS18B20 的单片机温度测控	322
7.2.4 利用 C51 语言实现基于 DS18B20 的单片机温度测控	331
7.2.5 利用 C#.NET 实现 PC 与无线数传模块温度测控	337
第 8 章 USB 串行总线模块测控应用	341
8.1 USB 总线在数据采集系统中的应用	342
8.1.1 USB 总线及其数据采集系统的特点	342
8.1.2 采用 USB 传输的数据采集系统	344
8.1.3 典型 USB 数据采集模块及应用	346
8.1.4 C#.NET 数据采集与控制的方式	351
8.2 PC 与 USB 数据采集模块测控应用实例	353
8.2.1 模拟量输入	353
8.2.2 模拟量输出	357
8.2.3 数字量输入	360
8.2.4 数字量输出	364
参考文献	369

PC 与 PC 串口通信

串行接口一般包括 RS-232/422/485，其技术简单成熟、性能可靠、价格低廉，所要求的软/硬件环境或条件都很低，广泛应用于串口通信及相关领域，如调制解调器 (Modem)、串行打印机、各种监控模块、PLC、摄像头云台、数控机床、单片机及相关智能设备，甚至路由器也不例外（可通过串口设置参数）。

在计算机测控系统中，主控机一般采用 PC 或 IPC，通过串口与测控模块相连，测控模块再连接相应的传感器和执行器，如此即可形成一个简单的双层结构的计算机测控系统。这种结构主要用于单独的中小型企业或部门，如果属于综合型企业或部门，如电力系统监控、高速公路监控和收费系统，则以此为基础结构进行扩充，用集线器将众多双层监控系统连接起来，再用交换机将若干集线器连接起来，统一接上路由器，从而与 Internet 互连，如此即可形成一个庞大的计算机测控网络。由此可见，尽管现代计算机的新接口层出不穷，各种网络也日新月异，其规模也越来越大，但是，其基础结构却有不少是串行通信系统，串行通信也成了其中的核心技术之一。



1.1 串口通信概述

1.1.1 串口通信的基本概念

什么是通信？简单地说，通信就是两个人之间的沟通，也可以说是两个设备之间的数据交换。人类之间的通信使用了诸如电话、书信等工具进行，而设备之间的通信则使用电信号。

在计算机内部，所有的数据都是使用位来存储的，每一位都是电位的一个状态（在计算机中以 0、1 表示）；计算机内部使用组合在一起的 8 位代表一般所使用的字符、数字及一些符号，例如 01000001 就表示一个字符。一般来说，必须传递这些字符、数字或符号才能算是数据交换。

1. 并行通信与串行通信

终端与其他设备（例如其他终端、计算机和外部设备）通过数据传输进行通信，数据传输可以通过两种方式进行：并行通信和串行通信。

1) 并行通信

在计算机和终端之间的数据传输通常是靠电缆或信道上的电流或电压变化实现的。如果一组数据的各数据位在多条线上同时被传送，这种传输被称为并行通信，如图 1-1 所示。

并行数据传送的特点是：各数据位同时传送，传送速度快、效率高，多用在实时、快速的场合。

并行传送的数据宽度可以是 1 位~128 位，甚至更宽，但是有多少数据位就需要多少根数据线，因此传送的成本高。在集成电路芯片的内部、同一插件板上各部件之间、同一机箱内各插件板之间的数据传送都是并行的。

并行数据传送只适用于近距离的通信，通常小于 30 m。

2) 串行通信

串行通信是指通信的发送方和接收方之间数据信息的传输是在单根数据线上，以每次一个二进制的 0、1 为最小单位逐位进行传输，如图 1-2 所示。

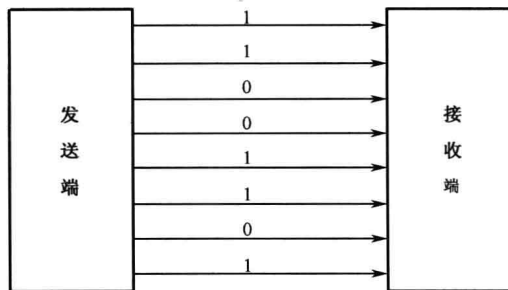


图 1-1 并行通信

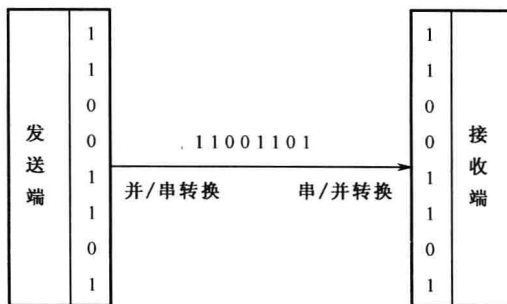


图 1-2 串行通信

串行数据传送的特点是：数据传送按位顺序进行，只需要一根传输线即可完成，节省传输线。与并行通信相比，串行通信还有较为显著的优点：传输距离长，可以从几米到几千米；串行通信的通信时钟频率容易提高；串行通信的抗干扰能力十分强，其信号间的互相干扰完全可以忽略。

正是由于串行通信的接线少、成本低，因此它在数据采集和控制系统中得到了广泛的应用，产品也多种多样。计算机和单片机间都采用串行通信方式。

2. 串行通信工作模式

通过单线传输信息是串行数据通信的基础，数据通常是在二个站（点对点）之间进行传输，按照数据流的方向可分成三种传输模式：单工、半双工、全双工。

1) 单工模式

单工模式的数据传输是单向的。通信双方中，一方固定为发送端，另一方则固定为接收端。信息只能沿一个方向传输，使用一根传输线，如图 1-3 所示。

单工模式一般用在只向一个方向传输数据的场合。例如，计算机与打印机之间的通信是单工模式，因为只有计算机向打印机传输数据，而没有相反的数据传输。还有在某些通信信道中，如单工无线发送等。

2) 半双工模式

半双工模式使用同一根传输线，既可发送数据又可接收数据，但不能同时发送和接收。在任何时刻只能由其中的一方发送数据，另一方接收数据。因此半双工模式既可以使用一条数据线，也可以使用两条数据线，如图 1-4 所示。

半双工模式中每端需有一个收/发切换电子开关，通过切换来决定数据向哪个方向传输。因为有切换，所以会产生时间延迟，信息传输效率低些。

3) 全双工模式

全双工模式分别由两根可以在两个不同的站点同时发送和接收的传输线进行传送，通信双方都能在同一时刻进行发送和接收操作，如图 1-5 所示。

在全双工方式中，每一端都有发送器和接收器，有两条传送线，可在交互式应用和远程监控系统中使用，信息传输效率较高。

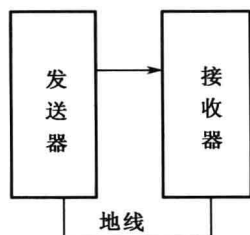


图 1-3 单工模式

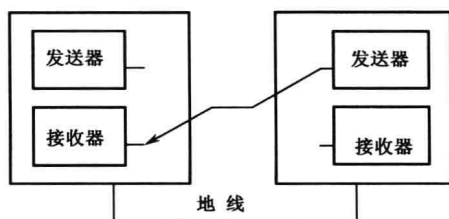


图 1-4 半双工模式

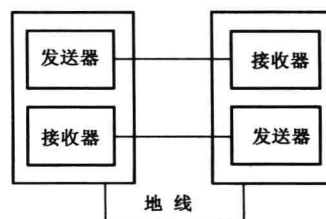


图 1-5 全双工模式

3. 异步传输与同步传输

在串行传输中，数据是一位一位按照到达的顺序依次传输的，每位数据的发送和接收都需要时钟来控制。发送端通过发送时钟确定数据位的开始和结束，接收端需要在适当的时间

间隔对数据流进行采样来正确地识别数据。接收端和发送端必须保持步调一致，否则就会数据传输出现差错。为了解决以上问题，串行传输可采用以下两种方法：异步传输和同步传输。

1) 异步传输

在异步传输方式中，字符是数据传输单位。在通信的数据流中，字符间异步，字符内部各位间同步。异步通信方式的“异步”主要体现在字符与字符之间通信没有严格的定时要求，字符可以是连续地、一个个地发送，也可以是不连续地，随机地进行单独发送。在一个字符格式的停止位之后，立即发送下一个字符的起始位，开始一个新的字符的传输，这叫做连续的串行数据发送，即帧与帧之间是连续的。断续的串行数据传输是指在一帧结束之后维持数据线的“空闲”状态，新的起始位可在任何时刻开始。一旦传输开始，组成这个字符的各个数据位将被连续发送，并且每个数据位持续的时间是相等的。接收端根据这个特点与数据发送端保持同步，从而正确地恢复数据。收/发双方则以预先约定的传输速率，在时钟的作用下，传送这个字符中的每一位。

在串行通信中，数据是以帧为单位传输的，帧有大帧和小帧之分，小帧包含一个字符，大帧包含多个字符。

异步通信采用小帧传输，一帧中有 10~12 个二进制数据位。每一帧有 1 个起始位、7~8 个数据位、1 个奇偶校验位（可以没有）和停止位（1 位或 2 位）组成。被传输的一组数据相邻两个字符停顿时间不一致，如图 1-6 所示。

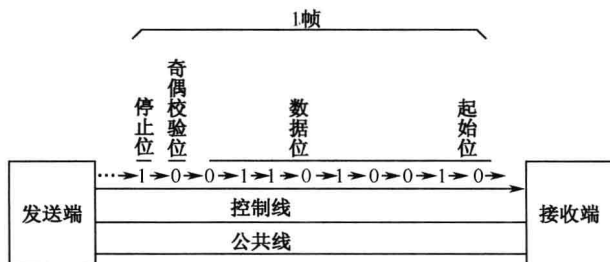


图 1-6 串行异步传输数据

2) 同步传输

在同步传输方式中，比特块以稳定的比特流的形式传输，数据被封装成更大的传输单位，称为帧。每个帧中含有多个字符代码，而且字符代码与字符代码之间没有间隙以及起始位和停止位。和异步传输相比，数据传输单位的加长容易引起时钟漂移。为了保证接收端能够正确地区分数据流中的每个数据位，收发双方必须通过某种方法建立起同步的时钟。可以在发送器和接收器之间提供一条独立的时钟线路，由线路的一端（发送器或者接收器）定期地在每个比特时间中向线路发送一个短脉冲信号，另一端则将这些有规律的脉冲信号作为时钟。这种技术在短距离传输时表现良好，但在长距离传输中，定时脉冲可能会和信息信号一样受到破坏，从而出现定时误差。另一种方法是通过采用嵌有时钟信息的数据编码位向接收端提供同步信息。

同步通信采用大帧传输数据。同步通信的多种格式中，常用的有 HDLC（高级数据链路控制）帧格式，其每一帧中有 1 个字节的起始标志位、2 个字节的收发方地址位、2 个字节的通信状态位、多个字符的数据位和 2 个字节的循环冗余校验位，如图 1-7 所示。

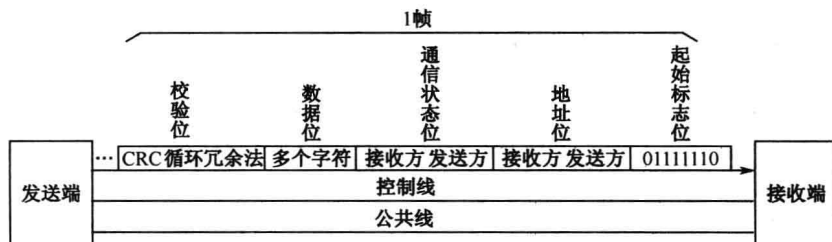


图 1-7 串行同步传输数据

4. 串行通信的基本参数

串行端口的通信方式是将字节拆分成一个接着一个的位再传输出去，接到此电位信号的一方再将此一个一个的位组合成原来的字节，如此形成一个字节的完整传输，在数据传输时，应在通信端口的初始化时设置几个通信参数。

1) 波特率

串行通信的传输受到通信双方配备性能及通信线路的特性所左右，收发双方必须按照同样的速率进行串行通信，即收发双方采用同样的波特率。我们通常将传输速度称为波特率，指的是串行通信中每一秒所传送的数据位数，单位是 bps。我们经常可以看到仪器或 Modem 的规格书上都写着 19 200 bps、38 400 bps、…，所指的就是传输速度。例如，在某异步串行通信中，每传送一个字符需要 8 位，如果采用波特率 4 800 bps 进行传输，则每秒可以传输 600 个字符。

2) 数据位

当接收设备收到起始位后，紧接着就会收到数据位，数据位的个数可以是 5、6、7 或 8 位数据。在字符数据传送的过程中，数据位从最低有效位开始传输。

3) 起始位

在通信线上，没有数据传输时处于逻辑“1”状态。当发送设备要发送一个字符数据时，首先发出一个逻辑“0”信号，这个逻辑低电平就是起始位。起始位通过通信线传向接收设备，当接收设备检测到这个逻辑低电平后，就开始准备接收数据位。因此，起始位所起的作用就是表示字符传输的开始。

4) 停止位

在奇偶校验位或者数据位（无奇偶校验位时）之后是停止位，它可以是 1 位、1.5 位或 2 位，停止位是一个字符数据的结束标志。

5) 奇偶校验位

数据位发送完之后，就可以发送奇偶校验位。奇偶校验用于有限差错检验，通信双方在通信时约定一致的奇偶校验方式。就数据传输而言，奇偶校验位是冗余位，但它表示数据的一种性质，这种性质用于检错，虽然有限但很容易实现。

1.1.2 RS-232C 接口标准

1. 概述

RS-232C 标准（协议）的全称是 EIA-RS-232C 标准，其中 RS（recommended standard）表示推荐标准，232 是标识号，C 表示 RS-232 的最新一次修改（1969），它适合于数据传输速率在 0~20 000 bps 范围内的通信。这个标准对串行通信接口的有关问题，如信号电平、信

号线功能、电气特性、机械特性等都做了明确的规定的。

目前 RS-232C 已成为数据终端设备 (Data Terminal Equipment, DTE, 如计算机) 和数据通信设备 (Data Communication Equipment, DCE, 如 Modem) 的接口标准。

RS-232C 是 PC 与通信工业中应用最广泛的一种串行接口, IBM PC 上的 COM1 和 COM2 接口, 就是 RS-232C 接口。

利用 RS-232C 串行通信接口可实现两台计算机的点对点的通信; 通过 RS-232C 口可与其他外设 (如打印机、逻辑分析仪、智能调节仪、PLC 等) 进行近距离串行连接; 通过 RS-232C 口连接调制解调器可远距离地与其他计算机通信; 将 RS-232C 接口转换为 RS-422 或 RS-485 接口, 可实现一台个人计算机与多台现场设备之间的通信。

2. RS-232C 接口连接器

由于 RS-232C 并未定义连接器的物理特性, 因此, 出现了 DB-25 和 DB-9 两种类型的连接器, 其引脚的定义也各不相同。通常, 计算机上只提供 DB-9 连接器, 都为公头。相应的连接线上的串口连接器也有公头和母头之分, 见图 1-8。

作为多功能 I/O 卡或主板上提供的 COM1 和 COM2 两个串行接口的 DB-9 连接器, 它只提供异步通信的 9 个信号针脚, 见图 1-9, 各针脚的信号功能描述见表 1-1。

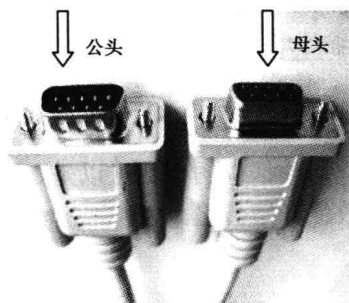


图 1-8 公头与母头串口连接

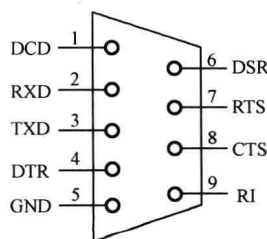


图 1-9 DB-9 串口连接器

表 1-1 9 针串行口的针脚功能

针 脚	符 号	通 信 方 向	功 能
1	DCD	计算机→调制解调器	载波信号检测。用来表示 DCE 已经接收到满足要求的载波信号, 已经接通通信链路, 告知 DTE 准备接收数据
2	RXD	计算机←调制解调器	接收数据。接收 DCE 发送的串行数据
3	TXD	计算机→调制解调器	发送数据。将串行数据发送到 DCE。在不发送数据时, TXD 保持逻辑“1”
4	DTR	计算机→调制解调器	数据终端准备好。当该信号有效时, 表示 DTE 准备发送数据至 DCE, 可以使用
5	GND	计算机=调制解调器	信号地线。为其他信号线提供参考电位
6	DSR	计算机←调制解调器	数据装置准备好。当该信号有效时, 表示 DCE 已与通信的信道接通, 可以使用
7	RTS	计算机→调制解调器	请求发送。该信号用来表示 DTE 请求向 DCE 发送信号。当 DTE 欲发送数据时, 将该信号置为有效, 向 DCE 提出发送请求
8	CTS	计算机←调制解调器	清除发送。该信号是 DCE 对 RTS 的响应信号。当 DCE 已经准备好接收 DTE 发送的数据时, 将该信号置为有效, 通知 DTE 可以通过 TXD 发送数据
9	RI	计算机←调制解调器	振铃信号指示。当 Modem (DCE) 收到交换台送来的振铃呼叫信号时, 该信号被置为有效, 通知 DTE 对方已经被呼叫

RS-232C 的每一支针脚都有它的作用，也有它信号流动的方向。原来的 RS-232C 是用来连接调制解调器做传输之用的，因此它的针脚意义通常也和调制解调器传输有关。

从功能来看，全部信号线分为三类，即数据线（TXD、RXD）、地线（GND）和联络控制线（DSR、DTR、RI、DCD、RTS、CTS）。

可以从表 1-1 了解到硬件线路上的方向。另外值得一提的是，如果从计算机的角度来看这些针脚的通信状况的话，流进计算机端的，可以看成数字输入；而流出计算机端的，则可以看成数字输出。

数字输入与数字输出的关系是什么呢？从工业应用的角度来看，所谓的输入就是用来“监测”的，而输出就是用来“控制”的。

3. RS-232C 接口电气特性

EIA-RS-232C 对电气特性、逻辑电平和各种信号线功能都做了规定。

在 TXD 和 RXD 上：逻辑 1 为 $-3 \sim -15$ V；逻辑 0 为 $+3 \sim +15$ V。

在 RTS、CTS、DSR、DTR 和 DCD 等控制线上：信号有效（接通，ON 状态，正电压）为 $+3 \sim +15$ V；信号无效（断开，OFF 状态，负电压）为 $-3 \sim -15$ V。

以上规定说明了 RS-232C 标准对逻辑电平的定义。

对于数据（信息码）：逻辑“1”的电平低于 -3 V，逻辑“0”的电平高于 $+3$ V。

对于控制信号：接通状态（ON）即信号有效的电平高于 $+3$ V，断开状态（OFF）即信号无效的电平低于 -3 V，也就是当传输电平的绝对值大于 3 V 时，电路可以有效地检查出来，介于 $-3 \sim +3$ V 之间的电压无意义，低于 -15 V 或高于 $+15$ V 的电压也认为无意义，因此，实际工作时，应保证电平在 $\pm(3 \sim 15)$ V 之间。

RS-232C 是用正/负电压来表示逻辑状态的，与 TTL 以高/低电平表示逻辑状态的规定不同，因此，为了能够同计算机接口或终端的 TTL 器件连接，必须在 RS-232C 与 TTL 电路之间进行电平和逻辑关系的变换，实现这种变换的方法可用分立元件，也可用集成电路芯片。目前使用较为广泛的是集成电路转换器件，如 MAX232 芯片可完成 TTL 电平到 EIA 电平的转换。

RS-232C 的最大通信距离为 15 m，最高传输速率为 20 kbps，只能进行一对一的通信。RS-232C 使用 9 针或 25 针的 D 型连接器，PLC 一般使用 9 针的连接器，距离较近时只需要 3 根线。



1.1.3 RS-422/485 接口标准

1. RS-422 接口标准

RS-422 由 RS-232 发展而来，它是为弥补 RS-232 之不足而提出的。为改进 RS-232 抗干扰能力差、通信距离短、速率低的缺点，RS-422 定义了一种平衡通信接口。

与 RS-232C 相比，RS-422 的通信速率和传输距离有了很大的提高。在最大传输速率（ 10 Mbps）时，允许的最大通信距离为 12 m；传输速率为 100 kbps 时，最大通信距离为 1200 m，并允许在一条平衡总线上连接最多 10 个接收器。

RS-422 通信接口为平衡驱动、差分接收电路，平衡驱动器相当于两个单端驱动器，其输入信号相同，两个输出信号互为反相信号，外部输入的干扰信号是以共模方式出现的，两根传输线上的共模干扰信号相同。因接收器是差分输入，共模信号可以互相抵消，所以只要接

收器有足够的抗共模干扰能力,就能从干扰信号中识别出驱动器输出的有用信号,从而克服外部干扰的影响。

2. RS-485 接口标准

为扩展应用范围, EIA 又于 1983 年在 RS-422 基础上制定了 RS-485 标准, 增加了多点、双向通信能力, 即允许多个发送器连接到同一条总线上, 同时增加了发送器的驱动能力和冲突保护特性, 扩展了总线共模范围。

由于 RS-485 是从 RS-422 基础上发展而来的, 所以 RS-485 许多电气规定与 RS-422 相似, 如都采用平衡传输方式, 都需要在传输线上接终端匹配电阻等。

RS-485 可以采用二线与四线两种方式, 二线制可实现真正的多点双向通信。其主要特点如下所述。

(1) RS-485 的接口信号电平比 RS-231-C 低, 不易损坏接口电路的芯片, 且该电平与 TTL 电平兼容, 可方便与 TTL 电路连接。

(2) RS-485 的数据最高传输速率为 10 Mbps。其平衡双绞线的长度与传输速率呈反比, 在 100 kbps 速率以下, 才可能使用规定最长的电缆长度。只有在很短的距离下才能获得最高传输速率。一般 100 m 长的双绞线最大传输速率仅为 1 Mbps。因为 RS-485 接口组成的半双工网络, 一般只需二根连线, 所以 RS-485 接口均采用屏蔽双绞线传输。

(3) RS-485 接口采用平衡驱动器和差分接收器的组合, 抗共模干扰能力增强, 即抗噪声干扰性好, 抗干扰性能大大高于 RS-232 接口, 因而通信距离远, RS-485 接口的最大传输距离大约为 1 200 m, 实际上可达 3 000 m。

(4) RS-485 需要接 2 个终端电阻, 其阻值要求等于传输电缆的特性阻抗。在短距离传输时可不接终端电阻, 即在 300 m 以下可不接终端电阻, 终端电阻接在传输总线的两端。理论上, 在每个接收数据信号的中点进行采样时, 只要反射信号在开始采样时衰减到足够低就可以不考虑匹配。

(5) RS-485 接口在总线上是允许连接多达 128 个收发器, 即具有多站能力, 这样用户可以利用单一的 RS-485 接口方便地建立起设备网络。

RS-485 协议可以看做 RS-232 协议的替代标准, 与传统的 RS-232 协议相比, 其在通信速率、传输距离、多机连接等方面均有了非常大的提高, 这也是工业系统中使用 RS-485 总线的主要原因。

由于 RS-485 总线是 RS-232 总线的改进标准, 所以在软件设计上它与 RS-232 总线基本上一致, 如果不使用 RS-485 接口芯片提供的接收器、发送器选通的功能, 为 RS-232 总线系统设计的软件部分完全可以不加修改直接应用到 RS-485 网络中。

RS-485 总线工业应用成熟, 而且大量的已有工业设备均提供 RS-485 接口, 因而时至今日, RS-485 总线仍在工业应用中具有十分重要的地位。

RS-232、RS-422 与 RS-485 标准只对接口的电气特性做出规定, 而不涉及接插件、电缆或协议, 在此基础上用户可以建立自己的高层通信协议。有关电气参数见表 1-2。

表 1-2 RS-232、RS-422、RS-485 电气参数比较

规 定	RS-232	RS-422	RS-485
工作方式	单端	差分	差分
节点数	1 收、1 发	1 发 10 收	1 发 32 收

(续表)

规 定		RS-232	RS-422	RS-485
最大传输电缆长度/m		15	121	121
最大传输速率		20K bps	10 Mbps	10 Mbps
最大驱动输出电压/V		±25	-0.25~+6	-7 V~+12
驱动器输出信号电平(负载最小值)/V	负载	±5~±15	±2.0	±1.5
驱动器输出信号电平(空载最大值)/V	空载	±25	±6	±6
驱动器负载阻抗/Ω		3 000~7 000	100	54
接收器输入电压范围/V		±15	-10~+10	-7~+12
接收器输入门限/mV		±3 000	±200	±200
接收器输入电阻/Ω		3 000~7 000	4 000 (最小)	≥12 000
驱动器共模电压/V			-3~+3	-1~+3
接收器共模电压/V			-7~+7	-7~+12

1.1.4 串口通信线路连接

1. 近距离通信线路连接

当 2 台 RS-232 串口设备通信距离较近时 (<15 m)，可以用电缆线直接将 2 台设备的 RS-232 端口连接，若通信距离较远 (>15 m) 时，需附加调制解调器 (Modem)。

在 RS-232 的应用中，很少严格按照 RS-232 标准，其主要原因是许多定义的信号在大多数的应用中并没有用上。在许多应用中，例如 Modem，只用了 9 个信号线 (2 条数据线、6 条控制线、1 条地线)；在其他一些应用中，可能只需要 5 个信号线 (2 条数据线、2 条握手线、1 条地线)；还有一些应用，可能只需要数据线，而不需要握手线，即只需要 3 个信号线。因为在控制领域，在近距离通信时常采用 RS-232，所以这里只对近距离通信的线路连接进行讨论。

当通信距离较近时，通信双方不需要 Modem，可以直接连接，这种情况下，只需使用少数几根信号线。最简单的情况，在通信中根本不需要 RS-232C 的控制联络信号，只需 3 根线 (发送线、接收线、信号地线) 便可实现全双工异步串行通信。

图 1-10 (a) 是两台串口通信设备之间的最简单连接 (即三线连接)，图中的 2 号接收脚与 3 号发送脚交叉连接，这是因为在直连方式时，把通信双方都当做数据终端设备看待，双方既可发也可收。在这种方式下，通信双方的任何一方，只要请求发送 RTS 有效和数据终端 DTR 有效就能开始发送和接收。

如果只有一部计算机，而且也没有两个串行通信端口可以使用，那么将第 2 脚与第 3 引脚短路，见图 1-10 (b)，那么由第 3 脚的输出信号就会被传送到第 2 脚而送到同一串行端口的输入缓冲区，程序只要再由相同的串行端口上作读取的操作，即可将数据读入，一样可以形成一个测试环境。

2. 远距离通信线路连接

一般 PC 采用 RS-232 通信接口，当 PC 与串口设备通信距离较远时，二者不能用电缆直接连接，可采用 RS-485 总线。

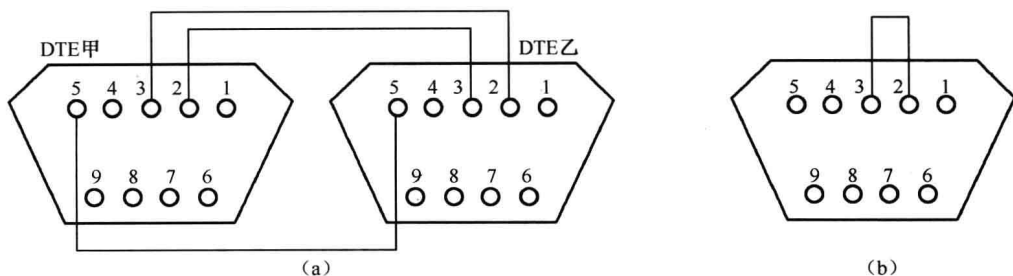


图 1-10 串口设备最简单连接

当 PC 与多台具有 RS-232 接口的设备进行远距离通信时,可使用 RS-232/RS-485 型通信接口转换器,将计算机上的 RS-232 通信口转为 RS-485 通信口,在信号进入设备前再使用 RS-485/RS-232 转换器将 RS-485 通信口转为 RS-232 通信口,再与设备相连,如图 1-11 所示。

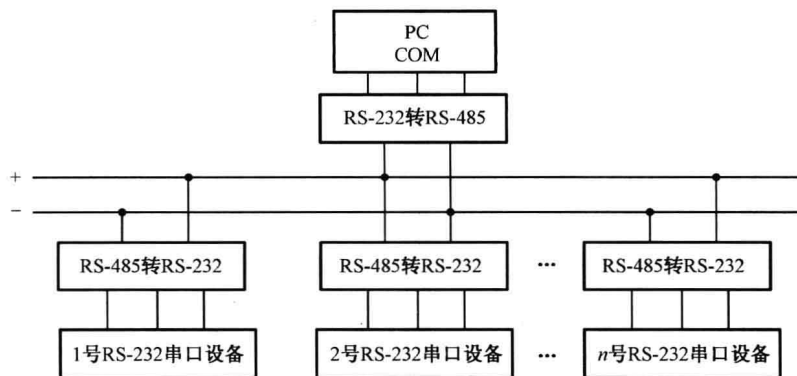


图 1-11 PC 与多个 RS-232 串口设备远距离连接

当 PC 与多台具有 RS-485 接口的设备通信时,由于两端设备接口电气特性不一,不能直接相连,因此,也采用 RS-232 接口到 RS-485 接口转换器将 RS-232 接口转换为 RS-485 信号电平,再与串口设备相连。

如果 PC 直接提供 RS-485 接口,与多台具有 RS-485 接口的设备通信时不用转换器可直接相连。

RS-485 接口只有两根线要连接,有+、-端(或称 A、B 端)区分,用双绞线将所有串口设备的接口并联在一起即可。

1.1.5 PC 中的串行端口

1. 查看串行端口信息

在 PC 主机箱后面板上,有各种各样的接口,其中有 2 个 9 针的接头区,如图 1-12 所示,这就是 RS-232C 串行通信端口。PC 上的串行接口有多个名称,如 232 口、串口、通信口、COM 口、异步口等。

进入 Windows 操作系统,右键单击“我的电脑”,如图 1-13 所示。在“系统属性”对话框中选择“硬件”项,单击“设备管理器”按钮,出现“设备管理器”对话框。在列表中有端口 COM 和 LPT 设备信息,如图 1-14 所示。