



全国高等农林院校“十二五”规划教材

计算机网络 实验实践技术 实用教程

JISUANJI WANGLUO SHIYAN SHIJIAN JISHU
SHIYONG JIAOCHENG

肖洪生 郑苑丹 主编

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十二五”规划教材

计算机 网络实验实践技术 实用教程

肖洪生 郑苑丹 主编

中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实验实践技术实用教程/肖洪生, 郑苑
丹主编. —北京: 中国农业出版社, 2014. 11
全国高等农林院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-109-19627-8

I. ①计… II. ①肖…②郑… III. ①计算机网络—
实验—高等学校—教材 IV. ①TP393-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 226298 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)
(邮政编码 100125)

策划编辑 朱 雷
文字编辑 李兴旺

北京中新伟业印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行
2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 15.75

字数: 352 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容简介

本教材内容涵盖计算机网络、网络工程、网络安全三个方面的实验、实践中的实用技术，从组网与接入互联网、网络数据包分析、应用服务器搭建，到路由器、交换机配置，路由协议配置，高级组网技术；再到网络安全实验环境搭建，字典攻击与密码破解、PGP应用，网络攻击（DDoS）与控制（木马）的应用与预防，网络防御高级技术；对计算机网络常见应用技术都有涉及。

本教材重点在于从实践方面给出引导，便于读者自学，可作为本科电子信息类专业学生学习和掌握计算机网络应用技术、独立开设实验课的教材，或配合网络类课程作为实验教学教材，也可用于网络应用技术培训参考，亦可供组网工程技术人员、网络管理人员参考。

前言

信息社会的大厦是在计算机网络的基础上建成的，信息社会的形成、发展与纵深前行，与计算机网络技术的发展相伴而行，而网络基础架构的建立、维护、安全等实用技术对信息社会的运行至关重要。

在电子信息类专业人才培养过程中，网络技术相关理论的学习和实践技能训练，是必不可少的。培养网络使用与维护的专业人才群体，在网络实践技能训练方面如何精选内容，改革教学模式与教学手段，提高培养人才的质量和效益，是笔者及同事们一直关注并为之而努力探索的课题。

在专业实验教学平台支撑下，开设独立实验课，将实际应用技能训练构成一个相对完整的教学体系，是笔者与同事们近年来一直为之努力的主要工作。在笔者前一本书《计算机网络技术实验教程》为本校网络实验教学平台和内容主线的基础上，在时间推移与网络设备更新、独立实验课教学实践经验积累、专业实验教学平台的升级等需求推动下，升级内容，拓宽知识面，切合实际，强调实用及实践，按照理论课教材的章节结构，重新组织、扩充教学内容，撰写推出本教程。

本教程内容涵盖计算机网络、网络工程、网络安全 3 个方面的实验、实践中的实用技术，共分为 10 章，各章内容扼要介绍如下：

第 1 章是局域网组建与互联网接入，包括串口通信、双绞线制作、局域网组建、无线宽带网接入、常用网络命令使用诸多内容。

第 2 章是网络数据包捕获与分析，运用工具软件捕获网络数据包，对 ARP、IP、ICMP、TCP、UDP、HTTP 等常见数据包进行分析，对“TCP 三次连接”过程分析、邮箱密码捕获等操作也有较多涉及。

第 3 章是网络服务配置与网页设计内容，对配置 Web、FTP、电子邮件、DNS、DHCP 服务器都有详细介绍，对 HTML 静态网页设计也有一定的介绍。同时提供一个时间为一周的网络基础课程设计内容，对第 1、第 2、第 3 章实验内容的综合运用，组网，配置服务器，到对网络数据包内容分析全部包含在内，设计任务、进度安排、设计指导、评分标准一应俱全。

第 4 章是路由器、交换机应用基础，介绍路由器、交换机的配件及工作原理，更重要的是如何访问、配置它们，了解其多种工作模式及其相互关系，静态路由、默认路由的配置与转发原理。

第 5 章是路由协议配置，主要介绍 RIP、OSPF 协议的原理与配置，对动态路由选择的实现有较为详细的介绍。

第6章是路由交换高级配置,主要是虚拟局域网技术应用,其域间路由、生成树协议、访问控制列表等内容有详细介绍,同时提供一个网络工程课程设计内容,同网络基础课程设计一样同,是对第4、第5、第6章内容的综合应用,其模式相同。

第7章是网络扫描与嗅探,是建立网络安全实验环境的基础内容,包括虚拟机配置、安装,网络扫描,嗅探3部分内容。

第8章是字典攻击、密码破解,以及PGP应用等内容。

第9章是网络攻击与控制,主要介绍DDoS攻击、典型木马(冰河、灰鸽子)控制实例应用与预防。

第10章是网络防御高级技术,介绍证书应用、常见备份与恢复工具使用、网络卫士、防火墙、入侵检测工具使用等非常实用的内容,同时提供一个网络安全综合设计内容,是对第7、第8、第9、第10章内容的综合应用,同前面网络基础、网络工程课程设计模式相同。

本教程旨在建设网络实验教学平台,开设独立、系统的网络技术实验课,配套计算机网络、网络工程、网络安全3门理论课,可根据设备实际和教学要求,每章安排3~4学时,也可只选其中某些章节,总共安排30学时左右。如果前述课程的实验学时分散到各门课程中,用本教程作为其配套实验教材,也是合适的。对于开设计算机网络理论课程,再开设网络技术实验课程,不再专门开设网络工程、网络安全后续两门网络类课程的专业,可作为重视技能培养的教学改革尝试教材。

在本教材的编著过程中,肖洪生老师编写、调试了第1、第2、第3章和第6、第7、第8、第9、第10章的全部实验内容,并对全书统稿;郑苑丹老师编写、调试了第4、第5、第6章的内容。本校信息学院网络课程组的许多老师在网络教学实践中,也提出了许多宝贵意见,对本书的撰写有重要的参考作用,在此表示感谢。

本教程在编写过程中参考了国内外有关计算机网络的著作和文献,并查阅了大量的网络资料,在此对所有作者表示感谢。

对众多网络技术爱好者,在网络上无私地交流相关技术细节,使笔者在互联网的大山上淘到所需的技术之宝,对本教程内容的充实、个别技术细节的攻克、文字图形的引用等,帮助很大,但鉴于内容零散,数量众多,未能一一标出。唯有再次感谢众多网络技术派网友,以抚心中愧疚之意。

面对迅速发展的网络应用技术,本教程只是网络技术中的沧海一粟,错误或不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正,并可通过hs_xiao2002@163.com与笔者交流探讨。

肖洪生

2014年6月于广东海洋大学

目录

前言

第 1 章 局域网组建与互联网接入	1
1.1 RS232 串口通信	1
1.1.1 RS232 接口标准	1
1.1.2 RS232 工作过程	2
1.1.3 串口通信调试工具	3
1.1.4 串口通信软件——串口大师	4
1.2 双绞线制作与局域网组建	4
1.2.1 双绞线规格及接线	4
1.2.2 局域网	6
1.2.3 双绞线制作	7
1.2.4 资源共享	8
1.3 宽带网接入与网络测试	9
1.3.1 无线局域网与 WLAN	9
1.3.2 宽带路由器	10
1.3.3 网络检测命令	14
1.4 本章实验设计	17
第 2 章 网络数据包捕获与分析	19
2.1 网络分析软件使用	19
2.1.1 Wireshark 软件获得及安装	19
2.1.2 捕获数据包	20
2.1.3 过滤数据包	21
2.1.4 以太网 V2 帧的组成	23
2.2 常见协议数据包分析	23
2.2.1 ARP 数据包	23
2.2.2 ICMP 数据包	26
2.2.3 IPv4 数据包	29
2.3 TCP 连接、HTTP 包分析	31
2.3.1 TCP 报文首部格式	31
2.3.2 TCP 连接过程分析	32
2.3.3 HTTP 报文	33
2.3.4 捕获邮箱密码	36
2.4 本章实验设计	36

第3章 网络服务配置与网页设计入门	38
3.1 Web、FTP 站点建立	38
3.1.1 Internet 信息服务——IIS	38
3.1.2 WWW 站点建立	40
3.1.3 FTP 站点建立	41
3.1.4 虚拟目录	42
3.1.5 Web、FTP 站点安全配置	42
3.2 邮件服务器配置与使用	43
3.2.1 安装组件	43
3.2.2 POP3 服务配置	44
3.2.3 配置 SMTP 服务器	45
3.2.4 发送、接收邮件	46
3.3 DNS、DHCP 服务配置	47
3.3.1 DNS 简介	47
3.3.2 DNS 配置	49
3.3.3 DNS 管理	50
3.3.4 DHCP 配置	52
3.4 网页设计入门	54
3.4.1 HTML 简介	54
3.4.2 文档结构与基本标记、文字控制	54
3.4.3 超链接	57
3.4.4 表格、列表	57
3.4.5 图像与多媒体	58
3.4.6 网页框架——多窗口页面	59
3.4.7 有关网页设计工具	60
3.4.8 XML 简介	60
3.5 本章实验设计	61
3.6 网络基础课程设计	63
3.6.1 网络基础课程设计的意义	63
3.6.2 网络基础课程设计任务	63
3.6.3 网络基础课程设计指导	64
3.6.4 网络基础课程设计的成绩评定标准	65
第4章 路由器、交换机应用基础	66
4.1 路由器、交换机简介	66
4.1.1 路由器基本结构	66
4.1.2 路由器常用接口	67
4.1.3 路由器接口编号方式	67
4.1.4 路由器常用存储器	68
4.1.5 路由器启动过程	68
4.1.6 路由器、交换机的访问方式	68

4.1.7 交换机简介	73
4.2 路由器基本配置	74
4.2.1 路由器的几种工作模式	74
4.2.2 路由器的常用配置命令	76
4.2.3 路由器的命令帮助功能	80
4.2.4 路由器的接口配置	82
4.3 静态路由和默认路由配置	84
4.3.1 静态路由配置	84
4.3.2 默认路由配置	88
4.4 本章实验设计	89
第5章 路由协议配置	92
5.1 RIP 路由协议配置	92
5.1.1 自治系统	92
5.1.2 RIP 工作原理	93
5.1.3 RIP 的配置	93
5.2 OSPF 路由协议基本配置	97
5.2.1 OSPF 协议的基本概念	98
5.2.2 OSPF 协议的配置	99
5.3 OSPF 路由协议进阶配置	103
5.3.1 虚链接	103
5.3.2 路由重分布	104
5.3.3 末端区域	105
5.3.4 完全末端区域	105
5.3.5 OSPF 进阶配置实例	105
5.4 本章实验设计	113
第6章 路由交换高级配置	115
6.1 VLAN 与 VLAN 间路由	115
6.1.1 VLAN 基本原理	115
6.1.2 交换机 VLAN 接口类别	116
6.1.3 实现 VLAN 间路由	116
6.1.4 VLAN 基本配置	117
6.1.5 使用单臂路由器提供 VLAN 间路由	120
6.1.6 使用三层交换机提供 VLAN 间路由	123
6.2 交换机生成树协议	125
6.2.1 生成树协议基本原理	125
6.2.2 生成树协议术语	126
6.2.3 生成树代价标准	126
6.2.4 生成树协议工作过程	127
6.2.5 快速生成树协议	127
6.2.6 生成树协议配置	127

6.3 访问控制列表	129
6.3.1 访问控制列表的种类	129
6.3.2 访问控制列表的定义与使用	129
6.3.3 访问控制列表的匹配规则	130
6.3.4 访问控制列表的配置	130
6.4 本章实验设计	135
6.5 网络工程课程设计	137
6.5.1 网络工程课程设计目的	137
6.5.2 网络工程课程设计主要内容	137
6.5.3 网络工程课程设计进度安排	137
6.5.4 网络工程课程设计报告要求	137
6.5.5 网络工程课程设计成绩评定标准	138
第7章 虚拟机、网络扫描与嗅探	139
7.1 虚拟机	139
7.1.1 安装 VMware Workstation	139
7.1.2 新建虚拟机	140
7.1.3 安装虚拟机操作系统	141
7.1.4 虚拟网络配置	142
7.2 网络扫描器的使用	144
7.2.1 有关流光 Fluxay5	144
7.2.2 建立连接	146
7.2.3 堵塞空连接漏洞	147
7.2.4 高级 IP 扫描器	148
7.2.5 局域网浏览	148
7.3 Sniffer	149
7.3.1 Sniffer Pro 界面	149
7.3.2 网络监视面板	150
7.3.3 主机表	150
7.3.4 Matrix 会话窗体	151
7.3.5 捕捉指定主机的数据包	151
7.3.6 数据包分析实例	152
7.4 本章实验设计	153
第8章 字典攻击、密码破解及 PGP 应用	155
8.1 字典攻击	155
8.1.1 穷举法破解密码	155
8.1.2 字典破解法	156
8.1.3 易优超级字典生成器	156
8.1.4 木头超级字典工具	156
8.2 Office 文档密码破解	157
8.2.1 Office 文档设置密码保护	157

8.2.2 Office 文档密码破解	159
8.2.3 Office 文档破解举例	160
8.3 系统管理员口令破解与清除	162
8.3.1 LC5 汉化版安装	162
8.3.2 LC5 使用	162
8.3.3 Windows 密码破解	164
8.4 PGP 应用	167
8.4.1 PGP 的安装	167
8.4.2 PGP 的使用	170
8.5 本章实验设计	173
第9章 网络攻击与控制	175
9.1 DoS 攻击	175
9.1.1 SYN Flood	175
9.1.2 UDP-Flood	178
9.1.3 ICMP-Flood	179
9.1.4 DDoS	179
9.2 冰河木马	181
9.2.1 冰河木马简介	181
9.2.2 扫描工具 X-way 2.5 的使用	182
9.2.3 冰河操作	183
9.2.4 冰河木马清除	186
9.3 ARP 欺骗与攻击	186
9.3.1 ARP 攻击原理	186
9.3.2 防护 ARP 攻击	188
9.3.3 ARP 攻击工具	188
9.3.4 两个 ARP 病毒专杀工具	190
9.4 灰鸽子	191
9.4.1 简介	191
9.4.2 灰鸽子操作	193
9.4.3 清除灰鸽子	195
9.4.4 预防灰鸽子	198
9.5 本章实验设计	198
第10章 网络防御高级技术	200
10.1 CA——证书及应用	200
10.1.1 独立根证书	200
10.1.2 企业根证书	206
10.1.3 证书服务	211
10.1.4 Web 服务器证书	214
10.1.5 基于 Web 的 SSL 连接	217
10.2 数据恢复与备份	219

10.2.1 数据恢复	219
10.2.2 数据备份	222
10.3 防火墙与入侵检测	224
10.3.1 网络安全卫士	224
10.3.2 天网防火墙	226
10.3.3 网络安全狗	226
10.3.4 入侵检测	230
10.4 本章实验设计.....	233
10.5 网络安全综合设计	234
10.5.1 网络安全综合设计的意义	234
10.5.2 网络安全综合设计任务书	234
10.5.3 网络安全综合设计指导书	235
10.5.4 综合设计的成绩评定标准	236
参考文献	238

第 1 章

局域网组建与互联网接入

组建局域网是网络实验技术的入门级内容，宽带网接入技术亦是社会应用的基本需求，传感网接入计算机网络时，常用串口通信。本章内容旨在对这 3 方面的内容，在阐述基础理论的前提下，提出相应的实验训练内容，在实验过程中体会、掌握相应的技能。

本章 3 项实验内容的基本任务部分属于验证性或操作性实验，组合起来就是一个综合性、设计性的实验。

1.1 RS232 串口通信

1.1.1 RS232 接口标准

RS232 接口标准是美国电子工业协会 (EIA) 在 20 世纪 60 年代初推荐使用的串行通信标准，是数据终端设备 (DTE) 与数据通信设备 (DCE) 之间的接口标准，RS232 在通信系统中的位置如图 1-1-1 所示。

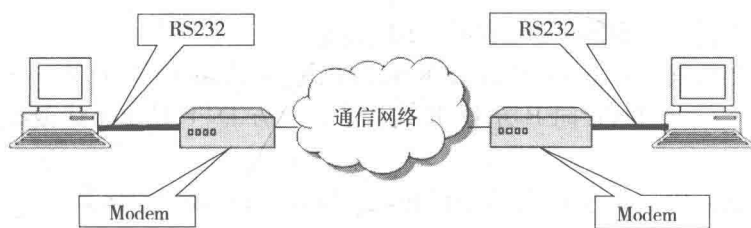


图 1-1-1 RS232 在通信系统中的位置

图 1-1-1 中，PC 是数据终端设备；调制解调器 (Modem) 是数据通信设备；RS232 是 DTE 与 DCE 之间的通信电缆，RS232 即是这两者之间的通信接口技术标准。

DTE 是 PC、I/O 设备等，面对用户收/发数据。DCE 是将 DTE 与网络相连的通信设备，负责编码、解码、数据链路建立、维持、释放的设备，如拨号上网的调制解调器等。

物理层通信更新的标准有 EIA RS499、IT-U V.24 等，其性能比 RS232 好得多，但由于 RS232 标准应用早，使用广泛，至今还是计算机上的基本配置之一。RS232 串行通信口及通信电缆如图 1-1-2 所示。

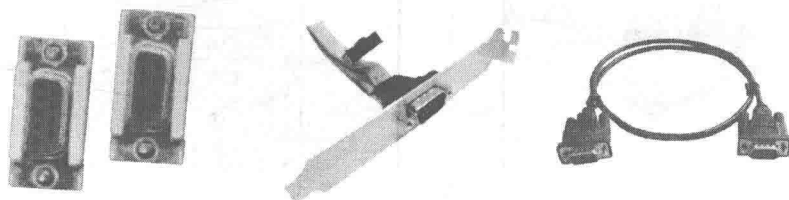


图 1-1-2 RS232 串行通信口与通信电缆

RS232 接口标准规定，在 DTE（计算机）上为针，DCE（Modem）上为孔。

RS232 最初的标准为 DB-25，即有 25 根信号线，其中包括主信道、辅助信道，及少数空置信号线（功能待以后扩充）几个部分。现在常用 DB-9 连接器，仅有主信道，其 9 根信号线的功能特性如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 DB-9 连接器各信号线功能与方向

序号	信号名称	功能	信号方向
1	DCD	数据载波检测	DCE→DTE
2	RxD	接收数据	DCE→DTE
3	TxD	发送数据	DTE→DCE
4	DTR	数据终端就绪	DTE→DCE
5	GND	信号地	—
6	DSR	数据通信设备就绪	DCE→DTE
7	RIS	请求发送	DTE→DCE
8	CTS	允许发送	DCE→DTE
9	RI	振铃指示	DCE→DTE

1. 1. 2 RS232 工作过程

RS232 的工作过程可用图 1-1-3 表示，其中④、⑥、⑦、⑧、③、②为信号线序号。

(1) 建立连接阶段。A 方 DTE 终端准备就绪后④，A 方 DCE 向 A 方 DTE 确认⑥；B 方 DCE 就绪时⑥，B 方 DTE 向 B 方 DCE 确认④；A 方 DTE 请求发送数据⑦，A 方 DCE 允许发送⑧。

(2) 发送数据阶段。A 方 DTE 发送数据③，B 方 DTE 接收数据②。

(3) 三线制串口通信。在计算机之间（如 PC 和 PC、PC 和单片机或其他智能仪器）直接用 RS232 通信时，可不用建立连接，将本方的数据发送线连接到对方的数据接收线，信号共地即可；这样，通信双方一直处于工作就绪状态，不用建立连接，可直接发、收数据。

如图 1-1-4 所示，三线制通信接线方式是“2—3 交叉，5—5 对接”，其余悬空，仅用 3 根信号线，就可实现两计算机之间串口通信。

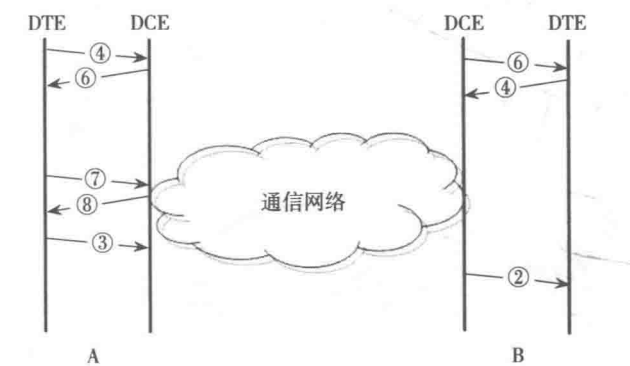


图 1-1-3 RS232 工作过程示意

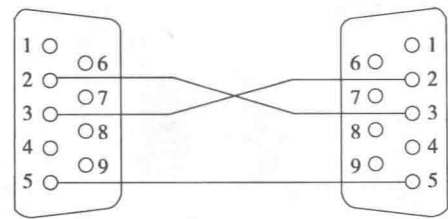


图 1-1-4 三线制通信接线

1.1.3 串口通信调试工具

(1) USB 转 RS232。目前 PC，尤其是笔记本电脑，串口配置越来越少，常用 USB 口代替串口进行通信，这需要用到一根 USB 转 RS232 通信电缆，如图 1-1-5 所示。

安装相应驱动程序 PL-2303 Driver Installer.exe，在 USB 转 RS232 电缆接入时，从桌面的“计算机—属性—设备管理器—端口”就可以看到，系统多出一个 COM5 端口，就是 USB 转换出来的，如图 1-1-6 所示。当然，端口序号也可以人工改变。

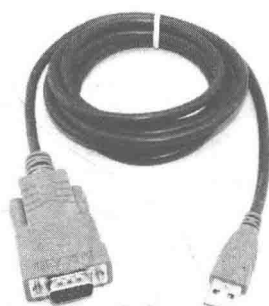


图 1-1-5 USB 转 RS232 通信电缆

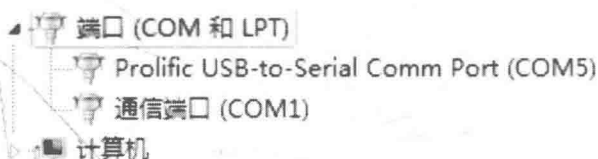


图 1-1-6 驱动安装成功后

利用 USB 转 RS232 软硬件技术，USB 通信与串口通信完全一致，在软件编程开发时尤其方便。

(2) RS485 通信接口。如前所述，RS232 是 20 世纪 60 年代初的技术标准，相对陈旧，主要指标有：传输距离 15~30m，传输率最高 20Kb/s，接口电平（5~15V），相对较高，元器件易损，共地传输易产生共模干扰，传输系统抗噪声干扰能力差。

串口通信标准在 RS232 之后，又有一系列与 RS232 是相兼容的系列标准被制定出来，如 V.24、RS 449、V.35、X.21 等，都是 RS232 接口的升级标准，但诸多原因，这些升级的串口通信标准都没能取代 RS232 而成为市场主流。

近些年来，大量使用的 RS485 接口标准，与 RS232 配合相得益彰，市场应用效果较好。

RS485 主要指标有：传输距离最远可达 1200m，传输率最高 10Mb/s，接口电平（ $\pm 2 \sim 6V$ ）较低，元器件寿命长，差分放大抗干扰能力强，更重要的是，用 RS 485 接口可在一条总线上连接多个收发器，构成总线式网络。

RS232 对 RS485 转换器实物如图 1-1-7 所示。

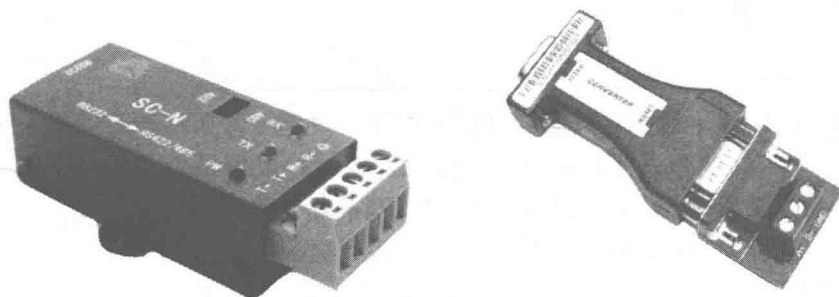


图 1-1-7 RS232 和 RS485 通信接口转换器

1.1.4 串口通信软件——串口大师

将串口交叉通信 RS232 电缆连接两台 PC，双击运行“ComMaster”（串口大师）应用程序图标，出现如图 1-1-8 所示的界面。



图 1-1-8 串口大师应用程序界面

在串口大师的应用界面上，有多个应用界面卡片，分别用于串口调试、测试、监视、过滤等，读者可在应用中进一步熟悉。这里只简单介绍如何实现双机通信操作。

在如图 1-1-8 所示的串口调试界面中，通信端口、参数选择完成后，单击“打开串口”按钮（打开串口后，该按钮变为“关闭串口”），在发送区写入发送内容字符串，单击“发送”按钮，对方的信息接收区即可收到所发字符串；当然，也可以发送文本文件，或周期多次发送信息等，可容易验证之。其他众多功能也可容易地使用，不再赘述。

要说明的是，串口大师只能辨认出本机上真实的串口，对用 USB 口模拟出来的串口探测不到。

1.2 双绞线制作与局域网组建

1.2.1 双绞线规格及接线

(1) 型号与规格。双绞线是最常用的网络传输媒体，由四组双绞线组成，如图 1-2-1 所示。其型号 10BASE-T、100BASE-T 是指 10Mb/s、100Mb/s 以基带传输方式工作的双绞线。按信号线外面有无屏蔽保护层可分为：屏蔽双绞线（STP），有金属网丝套作为屏蔽层，无分类；无屏蔽双绞线（UTP），没有屏蔽层，有多个分类，如 UTP-3、UTP-5、UTP-5 + 多个类别。目前常用 UTP-5 类线，用于 100Mb/s 基带网络传输；STP 与 UTP-5 的主

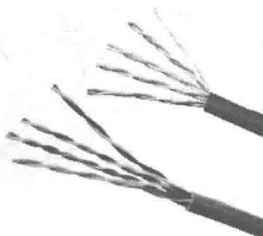


图 1-2-1 双绞线

要电气性能比较见表 1-2-1。

表 1-2-1 STP 与 UDP-5 主要电气性能比较

双绞线	传输率/Mb/s	100m 衰减/dB	近端干扰/dB	价格
STP	100	6.2	38.5	高
UTP-5	100	22.0	32	低

由表 1-2-1 可见，在双绞线规定的最大网段长度（100m），STP 衰减较小，UTP 较大，但 STP 近端干扰较强，且价格略高；在实际应用中，100Mb/s 局域网多采用 UTP-5 类线作为有线传输媒体。

（2）RJ-45 水晶头。它是一种只能沿固定方向插入并自动防止脱落的塑料接头，俗称“水晶头”。双绞线的两端必须都安装这种 RJ-45 插头，以连接网卡与交换机，实现网络通信。

RJ-45 连接器（RJ-45 是一种网络接口规范，类似的还有 RJ-11 接口，用来连接电话线）的双绞线由 8 根不同颜色的信号线分成 4 对绞合在一起，成对扭绞的作用是尽可能减少电磁辐射与外部电磁干扰的影响。

RJ-45 水晶头由金属片和塑料外壳构成，前端 8 个凹槽内的金属触点共有 8 个；RJ-45 水晶头引脚序号是：金属片面对我们时，从左至右，引脚序号是 1 至 8，如图 1-2-2 所示。

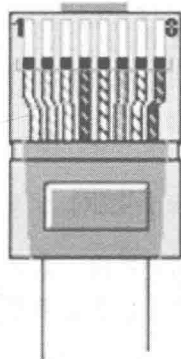


图 1-2-2 RJ-45 连接器

双绞线的最大传输距离为 100m。如果要加大传输距离，在两段双绞线之间可安装中继器，最多可安装 4 个中继器。如安装 4 个中继器连接 5 个网段，则最大传输距离可达 500m。

EIA/TIA 的布线标准中规定了两种双绞线的线序 T568A 与 T568B，如图 1-2-3 所示。

568A 标准：白绿，绿，白橙，蓝，白蓝，橙，白棕，棕；

568B 标准：白橙，橙，白绿，蓝，白蓝，绿，白棕，棕。

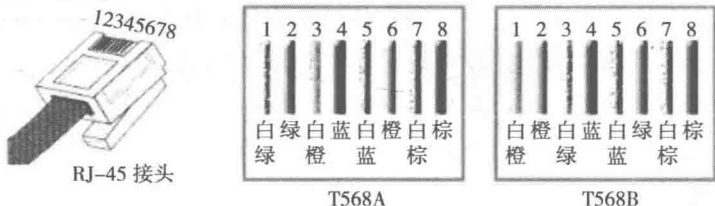


图 1-2-3 双绞线 T568A 与 T568B 线序示意

网络布线中，同一条网线两端要采用相同的接线方式，采用 568A 或 568B 均可；为了保持最佳的兼容性，普遍采用 EIA/TIA 568B 标准来制作网线。

在数据的传输中，为了减少和抑制外界的干扰，发送和接收的数据均以差分方式传输，即每一对信号线相互扭在一起传输一路差分信号（这也是双绞线名称的由来）。

（3）直通线与交叉线。

直通线（straight cable）：计算机与交换机（终端设备与通信设备）相连时采用，常用