

高等院校计算机教育系列教材



组网技术与配置

(第2版)

王相林 编著

- 了解计算机组网与实际应用的需求
- 对组网技术实现的关键点进行了全面的解释和阐述
- 注重实用技术基础和知识更新
- 内容简明扼要，突出知识要点
- 追求现代教育理念，打造精品教材

赠送
电子课件

清华大学出版社



高等院校计算机教育系列教材

组网技术与配置 (第2版)

王相林 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书讨论计算机网络组网技术和方法,内容包括组网基本技术、组网设备、对等网配置、客户机/服务器网络配置、拨号网络配置、Intranet 配置、Linux 环境下的组网技术与配置、交换机配置、路由器配置、网络管理与安全配置等。介绍 Windows 环境下、Linux 环境下域名服务器、WWW 服务器、FTP 服务器、电子邮件服务器、数据库服务器等的配置方法,涉及 Web 站点、FTP 站点、虚拟目录的创建,以及如何限制用户对站点的访问,如何进行访问控制设置等。结合应用实例,讲述路由器和交换机的配置技术和方法,分析了组网安全的要求以及网络管理应用中的问题。

本书内容注重实用、清晰易懂,可以作为高等院校计算机专业及相关专业的计算机网络实验、网络实用技术课程的教材或参考书。也适合学习组网配置的技术人员,以及从事网络管理和维护的人员阅读。

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

组网技术与配置(第2版)/王相林编著. —北京:清华大学出版社,2007.1

(高等院校计算机教育系列教材)

ISBN 978-7-302-14348-2

I. 组… II. 王… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 153283 号

责任编辑:应 勤 杨作梅

封面设计:山鹰工作室

版式设计:北京东方人华科技有限公司

责任校对:李玉萍

责任印制:王秀菊

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:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26.75 字 数:646 千字

版 次:2007 年 1 月第 1 版 印 次:2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00 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:022020-01

前 言

计算机网络的研究和应用与人们的生活、工作和学习的关系越来越密切,对计算机网络应用的了解和掌握逐渐成为衡量一个人知识水平的重要方面。为了更好地使用计算机网络,人们需要进一步学习和掌握计算机网络的组建和配置技术,做到知其然,更要明白其所以然。从另一方面讲,掌握组网技术与配置的方法,自己动手配置计算机网络,或解决计算机网络配置和使用中的问题,会使生活、工作和学习更加方便。人们生活在网络时代,知识更新的周期在缩短,在学习组网技术与配置的过程中了解和掌握的技术方法,会对以后的知识更新或其他技术的学习有很大的帮助,许多技术方法的学习是触类旁通的。

本书第一版经过一段时间的使用,一些任课教师和读者提出了很好的建议和意见,而且书中的内容也需要不断的更新和补充,以适应计算机网络技术发展和组网实践的需要。

本书第2版对第1版进行的修改和补充主要有以下内容:

第1版的第1章改写为两章,形成第2版的第1章计算机组网技术基础、第2章计算机网络组网设备。并对内容做了修改和补充。

第1版的第6章改写为两章,形成第2版的第8章路由器配置,第9章交换机配置。主要对实验配置方法、配置例子等内容做了较大的修改和补充。

第1版第2章的内容也做了修改和补充,形成第2版的第3章对等网络组网。

附录A组网技术与配置实验设计的内容做了修改和补充,增加了交换机配置和路由器配置的实验设计以及Linux环境组网配置的实验设计。

第2版已对第1版中的错误进行了更正。

第2版在第7章增加了Linux环境下的组网技术与配置方法的内容。这是因为Linux应用日益普及,Linux环境下的网络应用越来越丰富,尤其是可以利用Linux的开放性,开发出具有自主知识产权的网络软件、系统软件和安全软件。内容涉及Linux环境下的Samba服务器、DHCP服务器、DNS服务器、Apache服务器、FTP服务器、邮件服务器sendmail和IMAP、数据库服务器MySQL等的配置和使用方法,这些配置方法和内容都经过了实验验证。

第2版的第1章、第2章、第3章、第4章、第5章、第6章、第8章、第9章、第10章由王相林修改和编写。第7章由王景丽编写。全书由王相林修改和定稿。王源和徐静静参加了书稿第2版的修改工作。

本书注重实用性,力求理论联系实际,讲述循序渐进、清晰易懂。可以作为高等院校计算机专业及相关专业的计算机网络实验、网络实用技术课程的教材或参考书。也适合学习组网配置的技术人员,以及从事网络管理和维护的人员阅读。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正,并对使用和阅读该书的任课教师和读者表示感谢。作者的电子邮件地址为:wangedu@163.com。

目 录

第 1 章 计算机组网技术基础	1	第 2 章 计算机网络组网设备	41
1.1 传输介质及连接器的使用	1	2.1 网络适配器	41
1.1.1 双绞线	1	2.1.1 网络适配器的作用和连接	41
1.1.2 同轴电缆	5	2.1.2 网卡的分类	42
1.1.3 光纤	7	2.1.3 网卡的选择	43
1.1.4 双绞线的组网工具及 网线制作	11	2.1.4 网卡的参数配置	44
1.1.5 双绞线组网连接方法	14	2.2 调制解调器	45
1.1.6 光纤连接器与光纤连接方法	15	2.2.1 调制方式	46
1.1.7 同轴电缆的组网连接方法	19	2.2.2 调制解调器的标准	46
1.2 组网基本技术	20	2.2.3 调制解调器的分类和功能	46
1.2.1 网络拓扑结构	20	2.2.4 调制解调器的命令集	48
1.2.2 结构化布线技术	21	2.2.5 调制解调器用到的通信协议	52
1.2.3 两台计算机直连的方法	25	2.3 集线器和中继器	53
1.2.4 通过 PSTN 连接的方法	27	2.3.1 集线器	53
1.3 组网软件基础	27	2.3.2 中继器	53
1.3.1 网络通信协议	27	2.4 网桥	54
1.3.2 选择网络通信协议	28	2.4.1 网桥的功用	54
1.3.3 网络操作系统的选择	29	2.4.2 网桥的工作原理	55
1.3.4 常用的网络操作系统	30	2.5 路由器	55
1.3.5 网络配置软件	32	2.5.1 路由器的作用	55
1.4 Intranet 组网层次和技术	32	2.5.2 路由器的工作原理	56
1.4.1 Intranet 组网采用的技术	32	2.6 交换机	57
1.4.2 Intranet 方案设计中的 层次结构	33	2.6.1 交换机的工作原理	57
1.4.3 千兆 Intranet 的协议结构	33	2.6.2 交换机的交换方式	58
1.4.4 Intranet 组网的基本问题	34	2.6.3 交换机的功能和性能	59
1.4.5 大中型 Intranet 方案设计	35	2.6.4 交换机的分类	61
1.4.6 Intranet 组网技术问题分析	37	2.6.5 交换机的级联和堆叠	61
1.5 小结	38	2.6.6 交换机与网桥、路由器的 比较	63
1.6 思考题与习题	39	2.6.7 三层交换的概念	63
		2.6.8 局域网采用三层交换技术	64

2.6.9 三层交换与传统路由器的 比较	65	4.2.3 客户机/服务器网络中的 一些概念	102
2.7 协议转换器	67	4.2.4 安装 Windows 2000 Server	103
2.7.1 协议转换器的作用	67	4.2.5 配置 Windows 2000 Server 服务器	106
2.7.2 网络互连设备的层次和 包含关系	67	4.3 客户机的配置	116
2.8 资源设备	67	4.3.1 客户机配置准备工作	116
2.8.1 服务器主机	68	4.3.2 客户机的配置	116
2.8.2 工作站主机	68	4.3.3 从客户机访问服务器	122
2.9 小结	68	4.4 Windows 2000 Server 网络环境的 配置	123
2.10 思考题与习题	70	4.4.1 默认的启动系统与 故障恢复设置	123
第3章 对等网络组网	71	4.4.2 设置多任务的运行方式	124
3.1 对等网络概述	71	4.4.3 通过修改注册表进行系统 设置	125
3.1.1 对等网络的概念和特点	71	4.5 小结	129
3.1.2 对等网络与客户机/服务器 网络的比较	72	4.6 思考题与习题	130
3.1.3 对等网络的拓扑结构	73	第5章 拨号网络的配置	131
3.2 组建对等网络	74	5.1 远程访问的技术	131
3.2.1 准备硬件	74	5.1.1 远程访问的方式	131
3.2.2 硬件组装	76	5.1.2 拨号网络的连接方式	132
3.2.3 软件的安装与配置	77	5.1.3 RAS 支持的通信协议	133
3.3 对等网络的使用	91	5.2 拨号网络的配置	133
3.3.1 使用共享资源	91	5.2.1 配置的准备工作	133
3.3.2 检测网络	92	5.2.2 远程访问服务器端的设置	134
3.4 小结	94	5.2.3 配置 RAS 服务器	140
3.5 思考题与习题	94	5.2.4 配置远程访问策略	145
第4章 客户机/服务器网络的配置	95	5.2.5 远程访问的管理	151
4.1 Windows 网络的特点	95	5.2.6 远程访问客户端的设置	153
4.1.1 Microsoft 公司产品类别	95	5.2.7 拨号连接的使用	156
4.1.2 Windows 2000 系列	96	5.3 拨号网络的 Internet 连接共享设置	158
4.1.3 客户机/服务器模式和 浏览器/服务器模式	99	5.3.1 共享计算机的设置	158
4.1.4 Windows 网络层次模型	100	5.3.2 对要使用共享的计算机的 设置	159
4.2 Windows 2000 Server 网络配置	101	5.4 小结	160
4.2.1 客户机/服务器网络的结构	101	5.5 思考题与习题	161
4.2.2 网络的工作模式	101		

第 6 章 Intranet 组网技术162	
6.1 Intranet 概述.....162	
6.1.1 Intranet 的用途.....162	
6.1.2 Intranet 的特点.....162	
6.1.3 Intranet 组网问题分析.....164	
6.2 Windows 网络中的 IIS.....164	
6.2.1 IIS 的特点.....164	
6.2.2 IIS 的安装.....166	
6.2.3 IIS 的管理.....167	
6.3 域名服务系统 DNS.....168	
6.3.1 DNS 概述.....168	
6.3.2 域名服务系统 DNS 的安装.....170	
6.3.3 配置 DNS 域名服务器.....172	
6.3.4 创建子域.....181	
6.3.5 DNS 服务器的其他设置.....182	
6.3.6 配置使用 DNS 域名服务器 的客户机.....185	
6.3.7 在 DNS 域名服务器上设置 主页.....186	
6.4 Web 服务器配置.....188	
6.4.1 Web 站点和 FTP 站点.....188	
6.4.2 Web 服务器配置的 准备工作.....189	
6.4.3 建立新的 Web 站点.....190	
6.4.4 删除 Web 站点.....193	
6.4.5 限制非授权用户访问 Web 站点.....193	
6.5 FTP 服务器配置.....198	
6.5.1 添加 FTP 服务.....198	
6.5.2 增加 FTP 站点.....200	
6.5.3 设置 FTP 消息和 目录输出格式.....204	
6.5.4 为 FTP 新建虚拟目录.....205	
6.5.5 设置访问 FTP 站点的权限.....207	
6.5.6 FTP 命令.....210	
6.5.7 简单文件传输协议 TFTP.....214	
6.5.8 一台服务器主机可以提供 多种服务.....214	
6.6 E-mail 服务器配置.....214	
6.6.1 Microsoft SMTP Service 提供的功能.....214	
6.6.2 新建 E-mail 服务器站点.....216	
6.6.3 E-mail 服务器配置.....220	
6.7 网络数据库的应用.....220	
6.7.1 企业网中的应用模式.....220	
6.7.2 CGI 程序设计.....221	
6.7.3 API 应用编程接口.....222	
6.7.4 Java 语言.....223	
6.7.5 ASP 技术.....223	
6.7.6 用 IDC 访问 Web 数据库的 方法.....224	
6.7.7 用 IDC 访问 Web 数据库的 实例.....226	
6.8 接入 Internet.....228	
6.8.1 Internet 连接概述.....228	
6.8.2 拨号接入 Internet.....229	
6.8.3 通过 ISDN 接入 Internet.....229	
6.8.4 通过 DDN 专线接入 Internet.....231	
6.8.5 通过 ADSL 接入 Internet.....231	
6.8.6 通过电缆调制解调器接入 Internet.....232	
6.8.7 通过电力线网络接入 Internet.....233	
6.9 Internet 连接共享.....233	
6.9.1 Internet 连接共享概述.....233	
6.9.2 Internet 连接共享设置.....233	
6.10 小结.....234	
6.11 思考题与习题.....235	
第 7 章 Linux 环境组网技术236	
7.1 入门.....236	
7.1.1 Linux 的用途.....236	
7.1.2 Red Hat Linux 的安装方法和 要求.....236	
7.1.3 Red Hat Linux 9 安装过程.....237	
7.1.4 Linux 基本操作命令.....242	
7.2 Linux 网络环境配置.....244	

7.2.1 TCP/IP 配置文件	244	7.9 数据库服务器	290
7.2.2 网络配置工具	245	7.9.1 MySQL 数据库的安装	290
7.2.3 网络环境配置方法	245	7.9.2 MySQL 数据库的启动	290
7.3 Samba 服务器	246	7.9.3 MySQL 数据库的管理	290
7.3.1 Samba 的用途	246	7.9.4 MySQL 数据库的备份	296
7.3.2 Samba 的安装	246	7.10 小结	297
7.3.3 Samba 的启动	247	7.11 思考题与习题	297
7.3.4 Samba 的配置	247	第 8 章 路由器的配置	299
7.3.5 Samba 用户管理	249	8.1 路由器配置基础	299
7.3.6 Samba 服务器应用举例	249	8.1.1 路由器的功能	299
7.4 DHCP 服务器	257	8.1.2 路由器的分类	300
7.4.1 DHCP 服务器的安装	257	8.1.3 路由器的重要性能指标	301
7.4.2 DHCP 服务器的启动	258	8.1.4 Cisco 路由器系统的组成	301
7.4.3 DHCP 服务器的配置	258	8.1.5 Cisco 路由器产品系列	304
7.4.4 DHCP 服务器应用举例	259	8.2 路由器配置	305
7.4.5 DHCP 客户端的设置	260	8.2.1 路由器配置途径以及 配置环境搭建	305
7.5 DNS 服务器	263	8.2.2 IOS 的启动与 系统配置对话	309
7.5.1 DNS 服务器的安装	263	8.2.3 路由器状态以及配置模式	312
7.5.2 DNS 服务器的启动	264	8.3 Cisco IOS 命令行接口 CLI 简介	315
7.5.3 DNS 服务器的配置	264	8.3.1 使用帮助	315
7.5.4 DNS 服务器应用举例	265	8.3.2 命令行的注释和默认设置	316
7.6 Apache 服务器	269	8.3.3 显示路由器状态和 查看相邻的网络设备	317
7.6.1 Apache 概述	269	8.3.4 IOS 及配置文件的备份	318
7.6.2 Apache 的安装和启动	270	8.3.5 配置控制	319
7.6.3 Apache 的配置	270	8.3.6 改变工作模式命令	320
7.6.4 Apache 的简单测试	272	8.3.7 口令管理	320
7.6.5 虚拟 Web 站点	273	8.3.8 路由器测试命令	321
7.7 FTP 服务器	276	8.4 路由器常用配置	322
7.7.1 FTP 服务器概述	276	8.4.1 IP 协议的配置	322
7.7.2 vsftpd 的安装和启动	276	8.4.2 IP 路由配置	323
7.7.3 vsftpd 的配置	277	8.4.3 路由协议配置	325
7.7.4 vsftpd 服务器应用举例	279	8.4.4 广域网协议配置	329
7.8 邮件服务器	280	8.4.5 网络地址转换 NAT 及配置	332
7.8.1 邮件服务器概述	280	8.5 路由器配置实验	334
7.8.2 DNS 中有关邮箱的设置	281		
7.8.3 sendmail 和 IMAP 的安装	282		
7.8.4 IMAP 的配置	283		
7.8.5 sendmail 的配置	283		
7.8.6 客户端的配置及测试	285		

8.5.1 路由器配置实验环境	334	9.7 思考题与习题	359
8.5.2 静态路由协议配置	334	第 10 章 Intranet 安全与管理	361
8.5.3 RIP 路由协议配置	336	10.1 Intranet 安全	361
8.5.4 OSPF 路由协议配置	337	10.1.1 Intranet 的安全策略	361
8.5.5 路由访问控制列表配置	338	10.1.2 网络安全的层次划分	361
8.6 小结	340	10.1.3 Internet 的网络安全层次	362
8.7 思考题与习题	342	10.1.4 网络防火墙技术	364
第 9 章 交换机的配置	343	10.1.5 防火墙的结构	367
9.1 Cisco 交换机系列	343	10.1.6 企业网防火墙的方案	369
9.1.1 交换机的命名和标识	343	10.1.7 基于密码理论的技术	369
9.1.2 Cisco 交换机产品的分类	344	10.2 网络地址转换用于 Intranet 安全	371
9.2 Cisco 交换机的配置	345	10.2.1 网络地址转换的用途	371
9.2.1 配置交换机的方式	345	10.2.2 Intranet 的专用 IP 地址	371
9.2.2 交换机的常规配置	346	10.2.3 用路由器实现网络地址 转换	371
9.3 虚拟局域网 VLAN	348	10.2.4 用 Windows 2000 实现网络 地址转换	373
9.3.1 使用 VLAN 的原因	348	10.2.5 NAT 技术用于安全的 特点	373
9.3.2 VLAN 技术	349	10.2.6 NAT 安全模型及 实现结构	374
9.3.3 静态 VLAN 和动态 VLAN	351	10.3 IIS 为 Intranet 提供的安全性	375
9.3.4 VLAN 内主机之间的通信	351	10.3.1 IIS 的 5 个安全元素	375
9.3.5 VLAN 间的主机通信	352	10.3.2 验证安全	375
9.4 VLAN 的配置	353	10.3.3 访问控制	376
9.4.1 VLAN 的配置步骤	353	10.3.4 证书安全	376
9.4.2 设置 VTP 域名和模式 (在跨越交换机时使用)	354	10.3.5 加密安全	376
9.4.3 在同一个交换机上 创建 VLAN	354	10.3.6 审核安全	377
9.4.4 创建跨越交换机的 VLAN	355	10.3.7 执行的标准	377
9.5 VLAN 之间的路由配置	356	10.3.8 IIS 中的安全性设置	377
9.5.1 对 Cisco 3750 交换机 (Server 模式)的配置	356	10.3.9 IIS 安全检查表	378
9.5.2 对 Cisco 2811 路由器的配置 (单臂路由)	357	10.3.10 为 Web 内容设置访问 权限	378
9.5.3 对 Cisco 2950 交换机 (Client 模式)的配置	357	10.3.11 设置计算机的访问权限	379
9.5.4 对 VLAN 之间路由配置的 测试	358	10.4 Intranet 管理	380
9.6 小结	358	10.4.1 企业网中的网络管理技术	380
		10.4.2 SNMP 管理模型	382
		10.4.3 网管代理	383

10.4.4 网络管理站和 SNMP 规定的操作	383	10.4.8 用于网络管理的一些方法...	393
10.4.5 网管工具的选取	384	10.4.9 网络管理的发展.....	400
10.4.6 网络管理软件的应用	385	10.5 小结.....	400
10.4.7 实现系统管理的 NET 命令程序.....	386	10.6 思考题与习题.....	401
		附录 组网技术与配置实验设计	403

第1章 计算机组网技术基础

在计算机网络组网时,首先要了解组网要用到的传输介质,以及网络中的计算机怎样通过连接器与网络线缆系统连接。最常用的传输介质是双绞线和光纤,需要知道这两种传输介质有什么特征,它们的连接器插头、插座是怎样的。

还要了解在两台计算机直连时,有哪些直连方法,各种直连方法又有何特点。

局域网组网用到哪些网络通信协议,网络通信协议有何特点,常用的网络操作系统各有什么特点,怎样选择。Intranet 是企业内部的互联网(Internet),称为内联网,也称为企业网,企业网组网的层次结构是怎样的,这些都是人们经常询问、迫切想了解和掌握的内容,也是组网时必须考虑的。

本章结合组网技术的要求,联系具体的组网操作,说明基本的网络组网技术,连接器插头和插座的连接方法,以及两台计算机直连的方法。讨论组网用到的网络通信协议和网络操作系统,说明在选择网络软件时应注意的问题。最后讨论企业网组网的技术和方法。

1.1 传输介质及连接器的使用

网络传输介质用来提供信号传输的信道,提供信息传输的通路。有多种物理介质可用于实际的传输,每一种传输介质在数据传输率、传输时延、安装、维护和成本上有不同的特性,它们适应的网络应用环境也不同。

传输介质分为有线传输介质和无线传输介质。有线传输介质用于组建有线网络,无线传输介质用于组建无线网络。常用的有线传输介质有双绞线、同轴电缆和光纤。无线传输介质是利用电磁波在空间传输,按电磁波频段的不同特性划分,有无线电传输、微波传输、红外线传输和激光传输,卫星传输采用的是微波传输。本章主要讨论有线传输介质。

在有线传输介质中,电信号的传播速度是光速的 $2/3$,即 $200\,000\text{ km/s}$ 。在无线传输介质中,电信号的传播速度等于光速,为 $300\,000\text{ km/s}$ 。

信号是数据的电子或电磁编码,编码的主要目的是使电信号能够满足通信网络和传输介质的传输要求,例如,模拟传输网络或数字传输网络对传输信号的要求。

在网络的最低层次上,所有计算机通信都以某种能量形式对数据进行编码,并将这些能量通过传输介质发送出去。例如,电流可用来在导线上传输数据,而无线电波可用来在空间传输数据。一般由计算机的硬件设施执行数据的编码和译码,程序员和用户并不需要了解数据传输的细节。

1.1.1 双绞线

双绞线是最常用的物理传输介质,具有易于安装使用和价格便宜等特点。双绞线是由一对相互绝缘的导线缠绕在一起构成的,两条导线缠绕在一起,可以降低导线之间的电磁干扰(线对上的差分信号具有共模抑制干扰的作用),也有助于减少其他导线中的信号干扰这

两根导线,如图 1.1 所示。在电话传输系统中,往往将数百对双绞线放置在绝缘外套内构成双绞线电缆。双绞线既可以传输模拟信号,也可以传输数字信号。在电话用户和端局之间的回路中,双绞线上传输的是模拟信号;在以太网(Ethernet)局域网(LAN)中,双绞线上传输的是数字信号。双绞线的数据传输率(带宽)与材质物理特性、绝缘壁的厚度、绞合密度和传输距离有关。



图 1.1 双绞线

双绞线在以太网和令牌环(Token Ring)网中用得最多,常用作总线型拓扑结构或星形拓扑结构的连线。但由于双绞线在网络段最大长度上受到限制,因此双绞线作为传输介质适合于小范围的 LAN(局域网)配置。在以太网中双绞线的最大传输距离是 100 m,数据传输率可以达到 10 Mbps、100 Mbps、1000 Mbps。

双绞线分为屏蔽和非屏蔽两大类。在这两大类中又分 100 Ω 非屏蔽电缆、双体电缆、大对数电缆、150 Ω 屏蔽电缆和 100 Ω 屏蔽电缆,具体型号有多种,遵循美国线缆规格 AWG。非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP)不用外加屏蔽层。在一条双绞线电缆中,有 2 对、4 对或多对双绞线,目前 2 对的双绞线很少见,常用的是 4 对 8 芯的。还有多对的,如 25 对、50 对双绞线,用于建筑物结构化布线系统中的垂直布线子系统中。在外观上,UTP 与电话线相似,为了传输数字信号,UTP 的材质物理特性和绞合数必须达到很严格的国际标准。UTP 易受外界干扰,包括环境噪声和附近其他双绞线的干扰。

屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP)在外面加上金属包层来屏蔽外界干扰,STP 和 UTP 之间的唯一区别是,STP 外层有一层由金属线编织的屏蔽层,这同轴电缆一样,加屏蔽层是为了防止干扰。显然,屏蔽双绞线的抗干扰性优于非屏蔽双绞线,但由于屏蔽层对双绞线的驱动电路增加了容性阻抗,因此会影响网络段的最大长度。

1. 非屏蔽双绞线 UTP

1) 非屏蔽双绞线的分类

非屏蔽双绞线按照标准分为 5 类,目前超五类、六类标准也已出台。1995 年美国电子工业协会和通信工业协会(EIA/TIA)根据 UTP 的性能和适应场合制定了《EIA/TIA 568 商业建筑物线路标准》,其中,双绞线标准 EIA-568-A 和 EIA-568-B,规定了线序的排列规则。Underwrite 实验室(UL)根据 UTP 的性能和适应场合也制定了相应的 5 种 UL 标准。

两个标准的区别在叫法上,UL 使用的名词是“级”(Level),UL 包含有防火性能标准,EIA/TIA 使用的名词是“类”(Category)。现在计算机网络中常使用“类”区分双绞线,这些类的区别在于单位距离上的绞合次数,五类双绞线一般每英寸绞合 3~4 次。书写时,在 UTP 后面加一短线,后跟标识类的数字,例如第五类非屏蔽双绞线写成 UTP-5。UTP-3~UTP-5 的特性阻抗是 100 Ω 。表 1.1 给出 5 类非屏蔽双绞线的特性描述。对于 UTP 双绞线,在 1 MHz 时阻抗值通常为 100 Ω ,中心芯线 24AMG(直径为 0.5 mm)。

表 1.1 5 类非屏蔽双绞线的特性描述

UTP 的类型	线对数	适用情况
UTP-1	1	模拟和数字话音(电话)以及低速数据传输
UTP-2	4	语音、综合业务数字网 ISDN 和数据传输率不超过 4 Mbps 的中速数据传输
UTP-3	4	传输高速数据和不超过 16 Mbps 的局域网通信。用在 Ethernet 和 4Mbps 令牌网中。指目前在 ANSI 和 EIA/TIA568 标准中指定的电缆。主要用于 10Base-T
UTP-4	4	数据传输率不超过 20 Mbps 的长距离局域网通信。可用在 Ethernet 网和 16 Mbps 的令牌网中
UTP-5	4	用于网络连接理想的传输线，这类双绞线最贵，性能也最好。增加了绕线密度，外套一种高质量的绝缘材料，传输速率为 100 Mbps，用于 100Base-T 网络

前面 4 类的双绞线能传输的数据 UTP-5 都能传输，UTP-5 还支持快速以太网，数据传输率达到 100 Mbps，传输距离为 100 m。实际上，依照 AT&T 实验室的实验，五类的 UTP 线最高传输速率可达 950 Mbps，1999 年以后已经达到 1000 Mbps。现在局域网中主要使用的是 UTP-5 和超五类双绞线，超五类双绞线的电气性能优于 UTP-5 类，超五类更可达 155 Mbps 以上，可以适合未来多媒体数据传输的需求。

2) 非屏蔽双绞线的特点

- (1) 无屏蔽外套，直径小，节省所占用的空间。
- (2) 重量轻、易弯曲、易安装。
- (3) 将串扰减至最小或加以消除。
- (4) 具有阻燃性。
- (5) 具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

3) 非屏蔽双绞线的性能参数

(1) 衰减(Attenuation)。衰减是沿链路的信号损失度量。衰减与线缆的长度有关，随着长度的增加，信号衰减也随之增加。衰减用“dB”(分贝)作单位，表示源传送端信号到接收端信号强度的比率。由于衰减随频率而变化，应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

(2) 近端串扰。串扰分近端串扰(NEXT)和远端串扰(FEXT)，测试仪主要是测量 NEXT，由于存在线路损耗，因此 FEXT 的量值的影响较小。NEXT 损耗是测量一条 UTP 链路中从一对线到另一对线的信号耦合。NEXT 是一个关键的性能指标，也是最难精确测量的一个指标。随着信号频率的增加，其测量难度将加大。

(3) 直流电阻。直流环路电阻会消耗一部分信号，并将其转变成热量。它是指一对导线电阻的和。双绞线的直流电阻不得大于 19.2 Ω。每对间的差异不能太大，应小于 0.1 Ω，否则表示接触不良，必须检查连接点。

(4) 特性阻抗。与环路直流电阻不同，特性阻抗包括电阻及频率为 1 MHz~100 MHz 的电感阻抗及电容阻抗，它与一对电线之间的距离及绝缘体的电气性能有关。各种电缆有

不同的特性阻抗，而双绞线电缆的特性阻抗则有 100 Ω、120 Ω 及 150 Ω 几种。

(5) 衰减串扰比(ACR)。在某些频率范围，串扰与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数。ACR 有时也以信噪比(Signal-Noise ratio, SNR)表示，它由最差的衰减量与 NEXT 量值的差值计算出。ACR 值较大时，表示抗干扰的能力更强。一般系统要求至少大于 10 dB。

(6) 电缆特性。通信信道的品质是由它的电缆特性描述的。SNR 是在考虑到干扰信号的情况下，对数据信号强度的一个度量。如果 SNR 过低，将导致数据信号在被接收时，接收器不能分辨数据信号和噪音信号，最终引起数据错误。必须确定最小的可接受的 SNR。

4) 测试数据

非屏蔽双绞线三类线、四类线、五类线主要的性能指标为衰减、分布电容、直流电阻、直流电阻偏差值、特性阻抗、返回损耗和近端串扰。标准测试数据见表 1.2。其中分布电容以 1 kHz 计量、直流电阻为 20℃测量校正值，为在 100 m 距离上的阻抗，直流电阻偏差值为 5%，阻抗特性为 1 MHz 至最高的参考频率值，返回损耗的测量长度>100 m，近端串扰的测量长度>100 m。

表 1.2 双绞线的标准测试数据

类型	衰减(单位 dB)	分布电容	直流电阻	阻抗特性	返回损耗	近端串扰
三类	$\leq 2.320\text{sqrt}(f) + 0.238(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	$100\Omega \times (1\pm 15\%)$	12 dB	43 dB
四类	$\leq 2.050\text{sqrt}(f) + 0.1(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	$100\Omega \times (1\pm 15\%)$	12 dB	58 dB
五类	$\leq 1.9267\text{sqrt}(f) + .075(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	$100\Omega \times (1\pm 15\%)$	23 dB	64 dB

5) 非屏蔽双绞线连接器

双绞线通过 RJ-45 接头(俗称水晶头)与网络设备(集线器、交换机、路由器等)和资源设备(工作站、服务器等)相连接。在用 UTP-5 组建电缆系统时，要求连接电缆的 RJ-45 连接器质量要好，用专用工具卡线钳制作 RJ-45 连接头。截断 UTP-5 电缆时，线头的拆开长度不要超过 13 mm(毫米)，相当于 0.5 英寸。在弯折的时候注意不要超过电缆的弯曲半径。需要注意的是，美国等一些国家的电话通信线使用的是双绞线，可以用来连接局域网，而中国的电话通信线使用的是平行线(室内)，不能用来连接局域网。

2. 屏蔽双绞线 STP

屏蔽双绞线 STP 的构造如图 1.2 所示，是由两对或者更多对铜绞线外层包着柔软的绝缘层组成，绝缘层外面是金属箔屏蔽层，最外层是塑料防护层。在一些多线 STP 类电缆中，每对双绞线都有单独的金属箔屏蔽网层，金属箔屏蔽层能够有效地防止外部电磁干扰进入电缆，同时阻止内部信号辐射出去，干扰其他设备。电缆的这种抗干扰防辐射的能力，称为电磁兼容性(EMC)。STP 的特性阻抗是 150 Ω，STP 的抗干扰性能比 UTP 强得多，但体积较大，柔韧性较差，安装比较复杂。

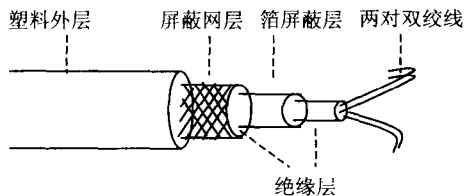


图 1.2 屏蔽双绞线构造

STP 用在 16 Mbps 的令牌环网中，也用于光纤分布式数据接口(FDDI)网络中。

IBM 布线系统分类标准描述了在结构化布线中使用的 STP、UTP 和光纤类型，共有 9 种类型：

(1) 类型 1，由两对 STP 双绞线构成，每对双绞线都有单独的金属箔屏蔽层及外层塑料或波状金属保护层，用于数据传输，曾是令牌环网的标准。

(2) 类型 2，含有混合双绞线，其中两对 STP 用于数据传输，4 对 UTP 用于话音传输，适用于在同一插座上既有数据线也有电话线的情况。目的是简化房间之间的电话线和数据线的配线安装。

(3) 类型 3，为已有的电话线配线兼容，配线等级与 EIA 的第二类 UTP 是相同的。仅被推荐用于 4 Mbps 的环型网。现在 IBM 布线标准只建议在 4 Mbps 和 16 Mbps 环型网中使用 UTP-4 和 UTP-5。

(4) 类型 4，尚未定义。

(5) 类型 5，传输介质为光纤，建议在光纤安装中使用 $62.5\ \mu\text{m}/125\ \mu\text{m}$ 的多模光纤，光纤与一对光纤中继器连接令牌环网中的干线耦合器(TCU)。

(6) 类型 6，类似于类型 1，使用两对 STP 双绞线传输数据，线材质更柔韧，用于将工作站连接到墙壁插座上，也可用作令牌环网 TCU 之间的转接线。

(7) 类型 7，尚未定义。

(8) 类型 8，由外面覆盖有扁平塑料层的两对 STP 构成，用于地毯下布线。

(9) 类型 9，由更细的充气增压的类型 1 电缆构成，价格比较便宜，支持的传输距离比类型 1 短。

还有一种铝箔网孔屏蔽双绞线 ScTP，包含 4 对铜导线，外面包覆着一层聚氯乙烯(PVC)，也称为金属箔双绞线。从成本、性能和安装难易程度衡量，ScTP 处在 UTP 和 STP 之间。

1.1.2 同轴电缆

同轴电缆是最早用于数据网和局域网的一种线缆类型。同轴电缆的结构如图 1.3 所示。它的中央是铜芯，铜芯外包着一层绝缘层，绝缘层外是一层屏蔽层，屏蔽层把电线很好地包起来，再往外就是外包皮了。由于同轴电缆的这种结构，它对外界具有很强的抗干扰能力。

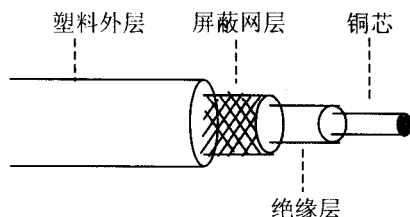


图 1.3 同轴电缆构造

用于局域网的同轴电缆有两种：一种是为支持以太网设计的，用在符合 IEEE 802.3 标准以太网网络环境中，阻抗为 $50\ \Omega$ 的电缆，又分为 RG58A/U 标准的细缆和 RG11 标准的粗缆，细缆的塑料外皮颜色为黑色，粗缆的塑料外皮颜色为黄色；另一种是专门用在 ARCNET 网络环境中阻抗为 $93\ \Omega$ 的电缆，为 RG62 标准。以太网中的细缆和粗缆的传输数据速率可达 10 Mbps，在 ARCNET 网络环境中数据传输率为 2.5 Mbps。在以上网络环境中，网络线段的最大长度为几百米至 1 千米。

有线电视(CATV)同轴电缆用于电视机与闭路电视系统的连接，为 RG59 标准，阻抗为 $75\ \Omega$ ，塑料外皮的颜色为白色。

在以太网中使用的是 RG58A/U 标准的细缆和 RG11 标准的粗缆。后者比前者的电气性能好，网段距离比前者长，但粗缆线径较大，安装时不便操作，一般用作局域网的主干线。细缆和粗缆在一个网段的两端都必须接上阻抗为 $50\ \Omega$ 的端配器，以防止信号反射。

细缆是通过 T 型头与安装有 BNC 接口网卡的工作站、服务器相连的。一个网段的细缆实际上要截成若干小段，每小段两头用专用工具(细缆压线钳和细缆剥线钳)压上与 T 型头连接的 BNC 接头，整个网段是由 T 型头将若干小段细缆连接起来的，所以，只要一个接头有问题，整个网络将瘫痪，而且不易查找故障点。细缆组网时采用网卡上的收发器。

粗缆与细缆不同的是在一个网段中电缆是一整体，不用截成若干小段。需要连接设备的地方，安装一个粗缆收发器，收发器上的三根长短不同的针刺穿粗缆的绝缘层，长针与芯线接触，短针与屏蔽层接触，收发器卡装在粗缆的外面，这样不破坏粗缆的整体性。所以，粗缆的可靠性比细缆高得多，常用作局域网的主干电缆，如楼层之间、楼与楼之间的主干连接电缆。

同轴电缆不可绞接，各部分是通过低损耗的连接器连接的。连接器在物理性能上与电缆相匹配。中间接头和耦合器用线管包住，以防不慎接地。若希望电缆埋在光照射不到的地方，那么最好把电缆埋在冰点 0°C 以下的地层里。如果不想把电缆埋在地下，则最好采用电杆来架设。同轴电缆每隔 100 m 设一个标记，以便于维修。必要时每隔 20 m 要对电缆进行支撑。在建筑物内部安装时，要考虑便于维修和扩展，在必要的地方还需提供管道，保护电缆。

需要指出的是，由于采用 IEEE 802 局域网标准的同轴电缆只能支持 10 Mbps 的数据传输率，并且细同轴电缆的连接器的插接件靠旋拧锁扣，连接紧密性不够好，容易出现故障，目前已经很少使用同轴电缆作为组网传输介质。

1) 同轴电缆的主要电气参数

(1) 同轴电缆的平均特性阻抗为 $50\ \Omega \pm 2\ \Omega$ ，沿单根同轴电缆的阻抗的周期性变化为正

弦波，中心平均值为 $\pm 3\ \Omega$ ，其长度小于2 m。

(2) 同轴电缆的衰减一般指长度为500 m的电缆段的衰减值。当用10 MHz的正弦波进行测量时，它的值不超过8.5 dB(17 dB/km)，而用5 MHz的正弦波进行测量时，它的值不超过6.0 dB(12 dB/km)。

(3) 同轴电缆的最低传播速度为 $0.77c$ (c 为光速)。

(4) 同轴电缆直流回路电阻，电缆的中心导体的电阻与屏蔽层的电阻之和不超过 $10\ \text{m}\Omega/\text{m}$ (在 20°C 下测量)。

2) 同轴电缆的测试参数

(1) 导体或屏蔽层的开路情况。

(2) 导体和屏蔽层之间的短路情况。

(3) 导体接地情况。

(4) 在各屏蔽接头之间的短路情况。

1.1.3 光纤

1. 光纤的结构

局域网对网络带宽的需求日益增加，每台计算机设备要具有100 Mbps的带宽，“100 Mbps 交换到桌面”已经成为基本的要求，这些要求促进了光纤技术的发展，近年来光纤和光纤设备的价格逐步降到了一般网络应用都能接受的程度，不仅大型的骨干网，就连以往用粗缆做主干网传输介质的地方也换上了光纤。光纤具有带宽高(在理论上可高达25000 Gbps)、可靠性高、数据保密性好、抗干扰能力强等特点，适用于长距离、高数据传输率的应用场合。

光纤呈圆柱状，由传输光波的玻璃纤芯以及包围在纤芯外面的反射层组成，形成三部分：纤芯、包层和护套。纤芯是最内层部分，它由两根或多根非常细的玻璃或塑料制成的纤维组成。每一根光导纤维都由各自的包层包着，包层是玻璃或塑料涂层，它具有与纤芯不同的光学特性。最外层是护套，它包着一根或一束已加包层的光导纤维。护套由塑料或其他材料制成，用它来防止潮气、擦伤、压伤或其他外界带来的危害。在护套中使用填充物加固纤芯，如图1.4所示。为了增加光缆的拉伸强度，在光缆中增加一根钢缆。

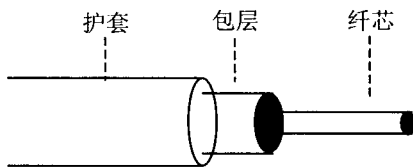


图 1.4 单根光纤构造

光纤传送信号的方式不是依赖电信号，而是依靠光，因此也就避免了金属导线遇到的信号衰减、电容效应、串扰等问题，能够可靠地实现高数据率的传输，并且有极好的保密性。由于光信号不容易被分支，光纤制作抽接头比较困难，使用光纤作为传输媒体主要用于两个节点间的点对点连接，传输距离可达几千米到几十千米。