

高等院校计算机教育系列教材

组网技术与配置

王相林 编著

01



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

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,内容包括组网设备原理、传输介质的使用、连接器配置、综合布线技术、对等网组建、客户/服务器网络组建及拨号网络组建。

以 Windows 2000 Server 为例,讨论 IIS 在组建企业网 Intranet 中的配置与应用,涉及到的安装和设置内容包括活动目录、域名服务器、WWW 服务器、FTP 服务器、SMTP 服务器,讨论了 Web 站点、FTP 站点、虚拟目录的创建方法,以及限制用户对站点的访问,如何进行访问控制设置等。

结合 Intranet 的组建,讨论 Intranet 组建规则、层次结构、需要注意的问题、采用的技术的特点,以及一般组建 Intranet 的方法。

结合 Intranet 的应用,讲述路由器和交换机的配置方法,Intranet 的安全和管理用到的协议和技术,分析了 Intranet 网络安全的要求及网络管理应用中的问题。

本书内容注重实用,力图讲清楚组网技术的工作原理、Intranet 组网的配置方法。本书适合学习 Intranet 组网技术和方法的技术人员,及从事网络维护的人员,也可以作为高等院校计算机专业及相关专业网络实用技术课程的教材或参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

组网技术与配置/王相林编著.—北京:清华大学出版社,2003
(高等院校计算机教育系列教材)
ISBN 7-302-07369-4

I. 组… II. 王… III. 计算网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 090484 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:张雪峰

文稿编辑:桑任松

封面设计:陈刘源

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:北京密云京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:22 字数:520千字

版 次:2003年10月第1版 2003年10月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-07369-4/TP·5349

印 数:1~5000

定 价:29.00元

丛 书 序

人类进入新千年时, 计算机科学已成为一块极其活跃的、崇尚发展与创新的领地并成为我们这一时代决定性的先驱技术。计算机是现代文化构成不可或缺的组成部分, 是现代科学技术发展的先导, 并成为世界经济巨量增长的根本引擎。同时, 计算机技术的发展日新月异, 它的快速发展对计算机科学与工程的教育产生了深刻的影响。因此, 计算机教育在各国备受重视, 计算机知识与能力已成为 21 世纪人才素质的基本要素之一。

伴随着计算机新技术的不断涌现, 已有技术几年内即变得陈旧。与此同时, 计算机教育也被其所在的专业、文化和社会范围的改变影响着。计算机学科已变得更宽广、内容更丰富, 其应用领域不断飞速增长。因此, 无论在教学体系、教学内容还是教学方法、教学手段上都必须进行深化改革, 与时俱进。CC2001 的出现, 无疑是对计算机学科课程体系一个崭新的完整的引导。我们工科院校无论计算机专业还是非计算机专业的计算机科学与工程的教育应该紧密有机地与工科学生的培养目标相结合, 注重知识、能力、素质教育三方面的综合教育, 加强计算机系统的认知、分析、设计和应用能力、算法设计与分析能力和程序设计能力以及计算思维能力等方面的培养。

原化工部部属高校计算机教育协作组结合工程教育的特点, 大力开展计算机教育协作与交流, 十年来开展了务实的、全方位的、卓有成效的教学研讨及教研观摩等活动, 极大地促进了交流并推动了各校计算机教育的发展。同时, 协作组不断地扩展, 吸收了许多其他领域的高校参加, 共同为我国计算机高等教育事业的发展与完善进行广泛的交流探索。

目前参加这个协作组的主要高校有:

清华大学	南京大学	天津工业大学	北京化工大学
南京工业大学	青岛科技大学	郑州大学	武汉化工学院
沈阳化工学院	南京师范大学	华南理工大学	河北行政学院
南京工程学院	淮海工学院	北京石油化工学院	江苏石油化工学院

在清华大学出版社的大力支持下, 本协作组 2001 年年会决定组织出版一套最新的计算机系列教材, 第一期出版 10 部有关程序设计与软件应用方面的教材。它们是: 《计算机导论》、《C 语言程序设计》、《Visual Basic 语言程序设计》、《Java 程序设计》、《面向对象程序设计——C++》、《SQL Server 数据库原理及应用教程》、《C#编程及应用程序开发教程》、《组网技术与配置》、《现代语音技术基础与应用》和《计算机图形学基础教程》等。

本系列教材依据 CC2001 框架, 精心策划、准确定位, 概念清晰, 例题丰富, 深入浅出, 内容翔实, 体系合理, 重点突出, 是一套面向高等学校计算机和非计算机专业学生的

计算机基础与应用系列教材，也可供从事计算机应用和开发的各类人员学习使用。

本系列教材源于十几所全国重点大学和普通高等院校计算机教育的教学改革与实践，凝聚了工作在教学第一线的任课教师的教学经验与研究成果。我们期望本系列教材的出版，并在教学实践中的不断完善与更新，为我国高校计算机教育事业做出新的贡献。

编委会
2003年9月

编委会名单

主编：朱群雄

编委：闵华清 王晓峰 邵定宏

刘川来 彭四伟 刘 斌

刘新民 张彦铎 吕纪国

刘 焯 王相林 蔡莲红

孙正兴

前 言

计算机网络与人们的生活、工作和学习的关系十分密切，它正在改善人们工作、学习的环境和条件，提高人们生活和工作质量。人们迫切需要了解计算机网络的知识，尤其是想知道身边的网络是怎样组建的，用到哪些设备和技术，这些设备是如何配置的，这些技术又有什么特点，Intranet 为什么叫企业网，用什么技术可以组建 Intranet，涉及到哪些设置方法。Intranet 的安全措施有哪些，采用的防火墙技术有哪些结构。Intranet 的网络管理可以实现什么样的管理内容。Intranet 组网技术与配置知识的学习、了解和掌握不仅对从事网络组建、应用和维护的人员很重要，对于信息社会中的每一个人更好地使用网络、进而向其他人传授 Intranet 知识也是十分重要的。

本书分为 7 章，内容如下：

第 1 章讲述计算机网络组网技术基础，涉及到组网的基本概念、原理、技术要求和特点。对传输介质及连接器的使用、连接方法和步骤进行说明；对组网设备进行介绍，讨论交换机的工作原理，说明局域网用到的两种三层交换技术各自的特点和实现方法；对三层交换机和传统路由器的性能给出比较与分析；讨论组网的基本技术和综合布线技术涉及到的技术问题；还讨论了企业网组网的技术和方法。

第 2 章讲述对等网组建，介绍对等网络组网的基本方法和一些用于网络环境的实用程序的使用方法。从硬件和软件两方面介绍了组建对等网络的技术要点和详细过程，涉及到网卡驱动程序、网络协议和网络服务的捆绑、网络打印机的设置等内容。

第 3 章讲述客户/服务器网络的组建，讨论客户/服务器(C/S)网络的特点，C/S 模式涉及到的技术术语和基本概念，对 3 种计算模式(终端/主机、客户/服务器、浏览器/服务器)进行了说明、比较和分析。对网络的工作模式进行描述，涉及到域、工作组、域中的组、网络中的服务器的定义和作用，这些是经常容易混淆的概念。

以 Windows 2000 Server 的应用为例，讨论 C/S 工作模式的特点和设置方法，介绍服务器端和客户端的安装和配置方法。通过对系统注册表的设置，讨论对网络环境的配置方法。

第 4 章讲述拨号网络的配置，介绍远程访问和远程控制技术的特点及实现方法；说明拨号服务器和拨号客户端的设置方法。远程访问的配置是组网中的基本技术，远程的计算机可以通过电话线和其他公用网络与本地局域网连接，使用本地局域网上的资源。远程访问的配置也属于客户/服务器工作模式。

第 5 章讲述 Intranet 组建技术，以 Internet 信息服务(IIS)为基础，讨论浏览器/服务器(B/S)工作模式的特点和实现方法，涉及到 Web 站点和 FTP 站点的创建、虚拟目录的建立、Intranet 中 Web 数据库涉及到的配置和实现技术、接入 Internet 的方法和所用技术的特点。域名地址空间为树型结构，DNS 系统采用 C/S 工作模式，域名解析过程包括递归查询和重复查询。DNS 配置包括服务器端和客户端配置。

Intranet 具有开放性、与软硬件平台无关性、良好的可扩展性等特点。Intranet 可以新

建,也可以扩建和改建,需要考虑到网络操作系统的选择、支持哪些应用服务及企业网安全等问题。

第6章讲述路由器与交换机的配置,以Cisco的IOS(因特网操作系统)的应用为例,介绍路由器的几种配置工作模式,IOS命令的使用方法,以及交换机的配置特点和要点。

交换机还可以对网络进行分段,定义虚拟局域网(VLAN),为有效地管理网络提供了方便性和灵活性。介绍了路由器的工作原理、功能和内部组成,以及常用的配置方式和配置命令,并且举例说明了路由协议的配置、广域网的配置、网络地址转换(NAT)技术及其配置。介绍了VLAN技术的实现方法。

第7章讲述Intranet网络安全和网络管理,介绍Intranet安全措施及涉及到的实现技术,构建防火墙采用的包过滤和代理服务技术的特点,防火墙的组成结构。介绍网络管理用到的协议SNMP,以及网络管理模型、网络管理的组成结构、网管工具的使用特点、网络管理技术的发展方向。

讨论了基于密码理论的加密技术,涉及到加密方法、数字签名和身份认证。进一步给出网络地址转换(NAT)在网络安全的应用,介绍NAT具体用于网络安全时的实现方法。IIS安全机制是十分完整的,介绍IIS安全用到的标准,以及IIS配置中与企业网安全有关的设置。

本书由王相林编写第1章、第3章、第4章、第5章和第7章,李向丽编写第2章和第6章。全书由王相林修改和定稿。在本书编写过程中,景志刚参加了资料整理工作,王源参加了书稿的修改工作。

由于作者水平有限,再加上计算机网络技术知识发展很快,书中难免存在一些不妥之处,恳请读者批评指正。作者的电子邮件地址为:wangedu@163.com。

本书是作者在多年组网技术研究和教学经验基础上总结编写的,了解读者和学生在组网知识方面有什么样的需求,书中讲述内容大都经过了验证。本书注重实用性,力图讲清楚组网技术的工作原理、Intranet组网的配置方法,并且理论联系实际,条理清晰,内容结合组网实际,实例丰富。

书中内容均是目前最新的网络技术和知识。通过对本书的阅读和学习,可以较快地了解和掌握组网的基本技术和配置内容。

本书适合学习Intranet组网技术和方法的技术人员阅读,也适合从事网络维护的人员阅读,同时也可以作为高等院校计算机专业及相关专业网络实用技术和计算机网络实验课程的教材或参考书。本书还可以作为计算机网络专业自学考试的参考书。

作者

2003年9月

目 录

第 1 章 计算机组网技术基础	1
1.1 传输介质及连接器	1
1.1.1 双绞线	2
1.1.2 同轴电缆	5
1.1.3 光纤	7
1.1.4 双绞线的组网工具及 网线制作	11
1.1.5 双绞线组网连接方法	14
1.1.6 光纤连接器与光纤连接 方法	15
1.1.7 同轴电缆的组网连接方法	19
1.2 计算机网络组网设备	20
1.2.1 网络适配器(网卡)	20
1.2.2 调制解调器	24
1.2.3 集线器和中继器	31
1.2.4 网桥	32
1.2.5 路由器	34
1.2.6 交换机	35
1.2.7 协议转换器	41
1.2.8 资源设备	42
1.3 组网基本技术	43
1.3.1 网络拓扑结构	43
1.3.2 结构化布线技术	44
1.3.3 两台计算机直连的方法	47
1.3.4 通过 PSTN 连接的方法	49
1.4 组网软件基础	50
1.4.1 网络通信协议	50
1.4.2 选择网络通信协议	50
1.4.3 网络操作系统的选择	51
1.4.4 常用的网络操作系统	52
1.4.5 网络配置软件	54
1.5 企业网组网层次和技术	55
1.5.1 企业网组网采用的技术	55
1.5.2 企业网络方案设计中的 层次结构	55
1.5.3 千兆企业网的协议结构	56
1.5.4 企业网组网的基本问题	56
1.5.5 大中型企业网方案设计	58
1.5.6 企业网组网技术问题分析	60
1.6 小结	61
1.7 思考题与习题	62
第 2 章 对等网络组网	64
2.1 对等网络概述	64
2.1.1 对等网络的概念和特点	64
2.1.2 对等网络与客户/服务器 网络的比较	65
2.1.3 对等网络的拓扑结构	65
2.2 组建对等网络	66
2.2.1 准备硬件	66
2.2.2 硬件组装	68
2.2.3 软件的安装与配置	69
2.3 对等网络的使用	82
2.3.1 使用共享资源	82
2.3.2 检测网络	83
2.4 小结	85
2.5 思考题与习题	85
第 3 章 客户/服务器网络的配置	86
3.1 Windows 网络的特点	86
3.1.1 Microsoft 公司产品类别	86
3.1.2 Windows 2000 系列	87
3.1.3 客户/服务器模式和浏览/ 服务器模式	90
3.1.4 Windows 网络层次模型	91
3.2 Windows 2000 Server 网络配置	92

3.2.1 客户/服务器网络的结构	92	4.4 小结	151
3.2.2 网络的工作模式	92	4.5 思考题与习题	151
3.2.3 客户/服务器网络中的 一些概念	93	第 5 章 Intranet 组网技术	153
3.2.4 安装 Windows 2000 Server	94	5.1 Intranet 概述	153
3.2.5 配置 Windows 2000 Server 服务器	97	5.1.1 Intranet 的用途	153
3.3 客户机的配置	107	5.1.2 Intranet 的特点	154
3.3.1 客户机配置准备工作	107	5.1.3 Intranet 组网问题分析	155
3.3.2 客户机的配置	107	5.2 Windows 网络中的 IIS	156
3.3.3 从客户机访问服务器	113	5.2.1 IIS 的特点	156
3.4 Windows 2000 Server 网络环境 的配置	114	5.2.2 IIS 的安装	157
3.4.1 默认的启动系统与故障 恢复设置	114	5.2.3 IIS 的管理	158
3.4.2 设置多任务的运行方式	115	5.3 域名服务系统 DNS	159
3.4.3 通过修改注册表进行 系统设置	117	5.3.1 DNS 概述	159
3.5 小结	120	5.3.2 域名服务系统 DNS 的安装	162
3.6 思考题与习题	121	5.3.3 配置 DNS 域名服务器	163
第 4 章 拨号网络的配置	122	5.3.4 创建子域	172
4.1 远程访问的技术	122	5.3.5 DNS 服务器的其他设置	173
4.1.1 远程访问的方式	122	5.3.6 配置使用 DNS 域名 服务器的客户机	176
4.1.2 拨号网络的连接方式	123	5.3.7 在 DNS 域名服务器上 设置主页	177
4.1.3 RAS 支持的通信协议	124	5.4 Web 服务器配置	179
4.2 拨号网络的配置	124	5.4.1 Web 站点和 FTP 站点	179
4.2.1 配置的准备工作的	124	5.4.2 Web 服务器配置的准备 工作	180
4.2.2 远程访问服务器端的设置	125	5.4.3 建立新的 Web 站点	181
4.2.3 配置 RAS 服务器	130	5.4.4 删除 Web 站点	184
4.2.4 配置远程访问策略	135	5.4.5 限制非授权用户访问 Web 站点	184
4.2.5 远程访问的管理	142	5.5 FTP 服务器配置	189
4.2.6 远程访问客户端的设置	144	5.5.1 添加 FTP 服务	189
4.2.7 拨号连接的使用	147	5.5.2 增加 FTP 站点	191
4.3 拨号网络的 Internet 连接 共享设置	148	5.5.3 设置 FTP 消息和目录 输出格式	195
4.3.1 共享计算机的设置	149	5.5.4 为 FTP 新建虚拟目录	196
4.3.2 对要使用共享的计算机 的设置	150	5.5.5 设置访问 FTP 站点的 权限	198

5.5.6	FTP 命令	201	6.1.2	路由器的分类.....	229
5.5.7	简单文件传输协议 TFTP	205	6.1.3	路由器重要性能指标.....	229
5.5.8	一台服务器主机可以 提供多种服务	205	6.1.4	Cisco 路由器系统组成.....	229
5.6	E-mail 服务器配置.....	205	6.1.5	Cisco 路由器产品系列.....	233
5.6.1	Microsoft SMTP Service 提供的功能	205	6.2	路由器配置.....	233
5.6.2	新建 E-mail 服务器站点.....	207	6.2.1	路由器配置途径以及 配置环境搭建.....	233
5.6.3	E-mail 服务器配置.....	211	6.2.2	IOS 的启动与系统配置 对话	238
5.7	网络数据库的应用.....	211	6.2.3	路由器状态以及配置模式.....	240
5.7.1	企业网中的应用模式	211	6.3	Cisco IOS 命令行接口 CLI 简介	243
5.7.2	CGI 程序设计	212	6.3.1	使用帮助	243
5.7.3	API 应用编程接口	213	6.3.2	显示路由器状态.....	244
5.7.4	Java 语言	214	6.3.3	IOS 及配置文件的备份	245
5.7.5	ASP 技术.....	214	6.3.4	配置控制	246
5.7.6	用 IDC 访问 Web 数据库 的方法	215	6.3.5	改变工作模式命令.....	247
5.7.7	用 IDC 访问 Web 数据库 的实例	216	6.3.6	口令管理	247
5.8	接入 Internet.....	219	6.3.7	路由器测试命令.....	248
5.8.1	Internet 连接概述.....	219	6.4	常用配置.....	249
5.8.2	拨号接入 Internet.....	220	6.4.1	IP 地址的配置	249
5.8.3	通过 ISDN 接入 Internet.....	220	6.4.2	IP 路由配置.....	250
5.8.4	通过 DDN 专线接入 Internet.....	221	6.4.3	路由协议配置.....	252
5.8.5	通过 ADSL 接入 Internet.....	222	6.4.4	广域网协议配置.....	256
5.8.6	通过电缆调制解调器 接入 Internet.....	223	6.4.5	网络地址转换 NAT 及 配置	259
5.8.7	通过电力线网络接入 Internet.....	223	6.5	交换机配置技术.....	261
5.9	Internet 连接共享.....	224	6.5.1	交换机的用途.....	261
5.9.1	Internet 连接共享概述	224	6.5.2	交换机与网桥、路由器 的比较	262
5.9.2	Internet 连接共享设置	224	6.5.3	交换机的分类.....	263
5.10	小结	225	6.5.4	交换机的级联和堆叠.....	263
5.11	思考题与习题.....	226	6.5.5	虚拟局域网 VLAN.....	265
第 6 章	路由器与交换机的配置.....	227	6.5.6	Cisco 交换机产品系列.....	269
6.1	路由器配置基础.....	227	6.5.7	Cisco 交换机的配置.....	271
6.1.1	路由器的功能	227	6.6	小结	272
			6.7	思考题与习题.....	272
			第 7 章	Intranet 安全与管理	273
			7.1	Intranet 安全	273

7.1.1	Intranet 的安全策略	273	7.3.7	执行的标准	289
7.1.2	网络安全的层次划分	273	7.3.8	IIS 中的安全性设置	289
7.1.3	Internet 的网络安全层次	274	7.3.9	IIS 安全检查表	290
7.1.4	网络防火墙技术	276	7.3.10	为 Web 内容设置访问 权限	290
7.1.5	防火墙的结构	279	7.3.11	设置计算机的访问权限	291
7.1.6	企业网防火墙的方案	281	7.4	Intranet 管理	292
7.1.7	基于密码理论的技术	281	7.4.1	企业网中的网络管理技术	292
7.2	网络地址转换 NAT 用于 Intranet 安全	283	7.4.2	SNMP 管理模型	294
7.2.1	网络地址转换的用途	283	7.4.3	网管代理	295
7.2.2	Intranet 的专用 IP 地址	283	7.4.4	网络管理站和 SNMP 规定的操作	295
7.2.3	用路由器实现网络地址 转换	283	7.4.5	网管工具的选取	296
7.2.4	用 Windows 2000 实现 网络地址转换	285	7.4.6	网络管理软件的应用	297
7.2.5	NAT 技术用于安全 的特点	285	7.4.7	实现系统管理的 NET 命令程序	298
7.2.6	NAT 安全模型及 实现结构	286	7.4.8	用于网络管理的一些方法	305
7.3	IIS 为 Intranet 提供的安全性	287	7.4.9	网络管理的发展	312
7.3.1	IIS 的 5 个安全元素	287	7.5	小结	313
7.3.2	验证安全	287	7.6	思考题与习题	314
7.3.3	访问控制	288	附录 A	组网技术与配置实验设计	315
7.3.4	证书安全	288	附录 B	组网技术与配置术语和 缩写词	319
7.3.5	加密安全	288	参考文献	337
7.3.6	审核安全	289			

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。

进一步要了解组网设备的用途和特点，各种组网设备在网络环境中的位置，网卡和交换机是经常用的组网设备，网卡的类型，交换机的工作原理，三层路由交换与一般的交换的区别。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，以及企业网组网的层次结构是怎样的等等，这些都是人们经常询问、迫切了解和掌握的内容，也是组网时必须考虑的。

本章从网络组网设备开始，联系具体的组网操作，结合组网技术的要求，介绍组网设备的原理、功能和使用特点。进一步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

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 $2/3$ ，即每秒 20 万 km。在无线传输介质中，电信号的传播速度等于光速，为每秒 30 万 km。

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，电流用来在导线上传输数据，而无线电波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)网中用得相当多，它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 米(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 欧姆(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，有两对、4 对或多对双绞线，目前两对的双绞线很少见，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 与电话线很相似，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 易于受外界干扰，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 之间的惟一区别是 STP 外层有一层由金属线编织的屏蔽层，这和同轴电缆一样，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 5 类、6 类标准也即将出台。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旋绞次数，5 类双绞线一般为每英寸旋绞 3~4 次。在书写时

在 UTP 后面加一短线,后跟标识类的数字,例如第 5 类非屏蔽双绞线写成 UTP-5。UTP-3~UTP-5 的特性阻抗是 100Ω 。表 1.1 给出 5 类非屏蔽双绞线的特性描述。对于 UTP 双绞线,阻抗值在 1 MHz 时通常为 100Ω ,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	模拟和数字语音(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,5 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 5 类双绞线,超 5 类双绞线的电气性能优于 UTP-5 类,超 5 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 19.2Ω 。每对间的差异不能太大,应小于 0.1Ω ,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 3 类线、4 类线、5 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、近端串扰。标准测试数据见表 1.2。其中分布电容以 1kHz 计量、直流电阻为 20°C 测量校正值，以及 100 米距离上的阻抗、直流电阻偏差值为 5%，也是在 20°C 时测量校正值、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
3 类	$\leq 2.320\sqrt{f} + 0.238(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	100ΩX(1± 15%)	12 dB	43 dB
4 类	$\leq 2.050\sqrt{f} + 0.1(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	100ΩX(1± 15%)	12 dB	58 dB
5 类	$\leq 1.9267\sqrt{f} + .075(f)$	$\leq 330\text{pF}/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega$	100ΩX(1± 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 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 in(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 的构造由图 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 150Ω ，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。

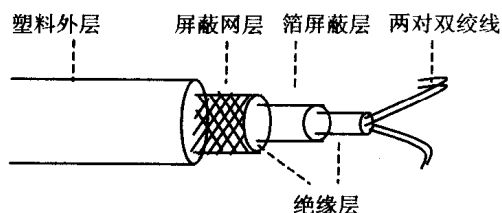


图 1.2 屏蔽双绞线构造

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用于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即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 2 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。

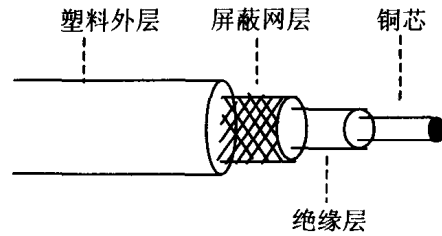


图 1.3 同轴电缆构造

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(m)至千米(1km)。

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。细缆组网时是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 $0\ ^\circ\text{C}$ 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，已经逐渐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 $\pm 3\ \Omega$ ，其长度小于 2 m。