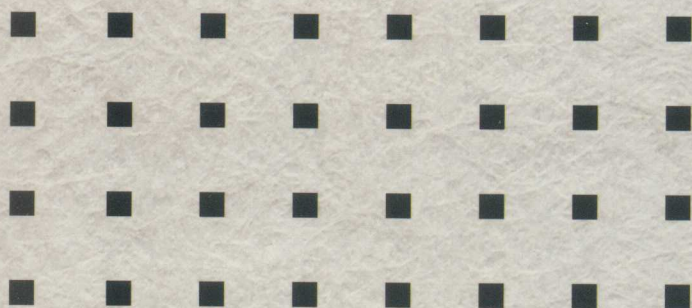


高等学校“十三五”规划教材



# 网络工程设计 与实践

(第三版)

夏靖波 杜华桦 段弢 编著



高等学校“十三五”规划教材

# 网络工程设计与实践

(第三版)

夏靖波 杜华桦 段弢 编著

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书以计算机网络为基础,侧重于从实践的角度介绍网络工程和网络管理方面的知识。全书按内容可分为网络工程设计、设备管理、系统管理和网络管理四个部分,涵盖综合布线、网络规划、路由交换原理、网络服务建立、网络工具使用、网络管理平台使用、网络协议基础、网络故障检测等方面的知识。

本书内容丰富、深入浅出,注重理论与实践相结合,覆盖了基本的网络概念、网络模型、网络理论以及具体的网络实践和编程。本书可作为高等院校计算机科学技术专业、网络工程技术专业本科生的教材,也可作为相关技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

网络工程设计与实践 / 夏靖波, 杜华桦, 段弢编著. 3版. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2019.1  
ISBN 978-7-5606-5168-2

I. ①网… II. ①夏… ②杜… ③段… III. ①计算机网络—设计 IV. ①TP393.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 294454 号

策 划 戚文艳

责任编辑 师马玮 雷鸿俊

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2019年1月第3版 2019年1月第5次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 22

字 数 523千字

印 数 11 301~14 300册

定 价 50.00元

ISBN 978-7-5606-5168-2/TP

**XDUP 5470003-5**

\*\*\*如有印装问题可调换\*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

# 前 言

随着科学技术的不断发展，各种网络逐步融入人们的生活。无论是通信、电力还是其他类型的网络，其应用均基于计算机网络。随着网络规模的不断扩大，网络的复杂性日益提高，对网络管理和网络设计等方面的要求越来越多且越来越高。因此，培养计算机网络管理与设计方面的专门人才，已经成为当务之急。

我们根据多年的教学实践和网络技术的发展趋势，查阅了大量的参考文献编写了本书。全书共 10 章，根据内容可以归纳成以下四个部分：

(1) 网络工程设计部分：包含第 1 章和第 7 章，主要介绍了综合布线原理、线缆制作、网络测试仪表的使用、网络规划原理、网络方案设计等方面的知识。

(2) 设备管理部分：包含第 2 章和第 3 章，主要介绍了路由/交换技术基本原理、网络核心设备设置、LAN/WAN 协议等方面的知识。

(3) 系统管理部分：包含第 4 章和第 6 章，介绍了基于 Windows 平台的 WWW、FTP、DHCP 和 DNS 服务的建立以及 Windows 平台下命令行网络工具的使用。

(4) 网络管理部分：包含第 5、8、9、10 章，介绍了网络管理平台的基础知识、Windows 系统内置网络管理功能、网络结构、网络协议基础、网络测试和网络系统故障分析与检测等方面的知识。

本书由夏靖波统稿。第 2、3、4、5、6、9 章由杜华桦编写，第 1 章由段弢编写，第 7、8、10 章由夏靖波编写。在本书的编写过程中，得到了很多同志的帮助，在此一并表示感谢。

由于现代通信网络技术发展十分迅速，加之编者水平有限，本书在结构和内容上难免存在一些缺陷和不妥，殷切希望广大读者批评指正，作者的电子邮箱为 jbxia@sian.com。

编 者

2018 年 10 月

# 目 录

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>第 1 章 布线原理与线缆制作</b> ..... 1   |  |
| 1.1 布线原理..... 1                  |  |
| 1.1.1 综合布线系统综述..... 1            |  |
| 1.1.2 综合布线的优点..... 2             |  |
| 1.1.3 综合布线系统标准..... 2            |  |
| 1.1.4 综合布线系统设计等级..... 4          |  |
| 1.1.5 综合布线系统设计要点..... 5          |  |
| 1.2 线缆的制作..... 5                 |  |
| 1.2.1 双绞线的分类及技术指标..... 5         |  |
| 1.2.2 双绞线的制作..... 7              |  |
| 1.3 网络测试仪的使用..... 9              |  |
| 1.3.1 DSP4000 局域网电缆分析仪..... 9    |  |
| 1.3.2 OneTouch 网络助手..... 21      |  |
| 1.3.3 Fluke 620 局域网电缆测试仪..... 27 |  |
| 1.3.4 ST-248 网络电缆测试仪..... 31     |  |
| 思考题..... 32                      |  |
| <b>第 2 章 交换机原理与基本设置</b> ..... 33 |  |
| 2.1 以太网网络基本原理..... 33            |  |
| 2.1.1 TCP/IP 体系结构..... 33        |  |
| 2.1.2 TCP/IP 组件..... 34          |  |
| 2.1.3 IEEE 802.3 网络..... 35      |  |
| 2.2 交换机基本原理..... 37              |  |
| 2.2.1 交换技术基础..... 37             |  |
| 2.2.2 交换机的外观..... 39             |  |
| 2.2.3 交换机的内部组成..... 39           |  |
| 2.2.4 交换机的简单分类..... 39           |  |
| 2.2.5 交换机在网络中的连接及作用..... 40      |  |
| 2.2.6 局域网交换机的选择..... 42          |  |
| 2.2.7 交换机应用中应注意的问题..... 42       |  |
| 2.3 LAN 协议..... 43               |  |
| 2.4 交换机及配置方式..... 44             |  |
| 2.4.1 交换机简介..... 44              |  |
| 2.4.2 交换机管理..... 46              |  |
| 2.5 交换机设置..... 48                |  |
| 2.5.1 初始连接..... 48               |  |
| 2.5.2 设置基础..... 49               |  |
| 2.5.3 系统基本配置..... 52             |  |
| 思考题..... 82                      |  |
| <b>第 3 章 路由器原理与基本设置</b> ..... 83 |  |
| 3.1 基本原理..... 83                 |  |
| 3.1.1 路由器的定义..... 83             |  |
| 3.1.2 路由器的构成..... 84             |  |
| 3.1.3 路由器的分类..... 84             |  |
| 3.1.4 路由器的功能..... 85             |  |
| 3.1.5 路由选择算法..... 85             |  |
| 3.2 路由器构成..... 86                |  |
| 3.2.1 路由器的基本组成..... 86           |  |
| 3.2.2 路由器的基本功能..... 89           |  |
| 3.2.3 路由器的分类..... 89             |  |
| 3.2.4 路由器的接口标示..... 90           |  |
| 3.3 WAN 协议和技术..... 90            |  |
| 3.3.1 ATM..... 90                |  |
| 3.3.2 帧中继..... 91                |  |
| 3.3.3 PPP..... 91                |  |
| 3.3.4 HDLC..... 91               |  |
| 3.4 路由器的安装..... 91               |  |
| 3.4.1 路由器安装要求..... 91            |  |
| 3.4.2 安装路由器..... 92              |  |
| 3.4.3 路由器配置方式..... 92            |  |
| 3.5 路由器设置..... 92                |  |
| 3.5.1 初始连接..... 93               |  |
| 3.5.2 设置基础..... 93               |  |

|   |     |                                |     |
|---|-----|--------------------------------|-----|
| 3.5.3 广域网协议配置 .....                     | 94  | <b>第 6 章 常见网络工具及应用</b> .....   | 194 |
| 3.5.4 路由配置 .....                        | 97  | 6.1 命令行网络工具 .....              | 194 |
| 3.5.5 广域网配置实例 .....                     | 102 | 6.1.1 ARP 命令 .....             | 194 |
| 3.5.6 路由协议配置实例 .....                    | 112 | 6.1.2 FTP 命令 .....             | 195 |
| 思考题 .....                               | 115 | 6.1.3 Hostname 命令 .....        | 196 |
| <b>第 4 章 Internet/Intranet 应用的建立</b> .. | 116 | 6.1.4 IPConfig 命令 .....        | 197 |
| 4.1 活动目录概述 .....                        | 116 | 6.1.5 Nbtstat 命令 .....         | 197 |
| 4.1.1 活动目录概念与特点 .....                   | 116 | 6.1.6 NET 命令 .....             | 198 |
| 4.1.2 活动目录的建立 .....                     | 124 | 6.1.7 NNTSTAT 命令 .....         | 204 |
| 4.1.3 利用活动目录管理对象 .....                  | 129 | 6.1.8 PathPing 命令 .....        | 204 |
| 4.2 WWW 和 FTP 服务的配置与管理 .....            | 137 | 6.1.9 Ping 命令 .....            | 205 |
| 4.2.1 IIS 简介 .....                      | 137 | 6.1.10 Route 命令 .....          | 206 |
| 4.2.2 IIS 6.0 安装 .....                  | 138 | 6.1.11 Telnet 命令 .....         | 207 |
| 4.2.3 服务器管理 .....                       | 139 | 6.1.12 TFTP 命令 .....           | 207 |
| 4.2.4 Web 站点管理 .....                    | 142 | 6.1.13 TLNTADMN 命令 .....       | 208 |
| 4.2.5 安全简介 .....                        | 145 | 6.1.14 Tracert 命令 .....        | 208 |
| 4.3 DHCP 的安装与配置 .....                   | 146 | 6.2 网络管理 .....                 | 209 |
| 4.3.1 DHCP 简介 .....                     | 146 | 6.2.1 测试 TCP/IP 配置 .....       | 209 |
| 4.3.2 理解 DHCP .....                     | 148 | 6.2.2 验证链路状况 .....             | 209 |
| 4.3.3 使用 DHCP .....                     | 150 | 6.2.3 测试 TCP/IP 连接 .....       | 211 |
| 4.4 DNS 的安装与配置 .....                    | 156 | 6.3 网络协议失配故障的检测与排除 .....       | 212 |
| 4.4.1 DNS 简介 .....                      | 157 | 6.3.1 故障检测 .....               | 213 |
| 4.4.2 理解 DNS .....                      | 161 | 6.3.2 实例 .....                 | 213 |
| 4.4.3 DNS 的安装与设置 .....                  | 168 | 思考题 .....                      | 215 |
| 思考题 .....                               | 174 | <b>第 7 章 网络工程实例分析与设计</b> ..... | 216 |
| <b>第 5 章 网络管理平台与工具</b> .....            | 175 | 7.1 基本原理 .....                 | 216 |
| 5.1 网络管理平台 .....                        | 175 | 7.1.1 网络规划基本原理及其作用 .....       | 216 |
| 5.1.1 网络管理平台的功能与特征 .....                | 175 | 7.1.2 网络总体设计 .....             | 218 |
| 5.1.2 网络管理平台的结构 .....                   | 177 | 7.1.3 网络拓扑结构的选择 .....          | 218 |
| 5.1.3 网络管理平台的操作环境 .....                 | 181 | 7.1.4 网络设备的选型与比较 .....         | 220 |
| 5.2 分布式网络管理平台 .....                     | 182 | 7.1.5 网络实施 .....               | 227 |
| 5.3 网络管理平台举例 .....                      | 184 | 7.2 网络总体方案设计 .....             | 229 |
| 5.3.1 SNMPc 简介 .....                    | 184 | 7.2.1 网络系统的组成 .....            | 229 |
| 5.3.2 人工创建网络图 .....                     | 185 | 7.2.2 XX 学校校园网案例 .....         | 234 |
| 5.3.3 使用自动发现创建网络图 .....                 | 187 | 思考题 .....                      | 238 |
| 5.3.4 监视网络节点 .....                      | 188 | <b>第 8 章 网络管理的实现</b> .....     | 239 |
| 5.3.5 管理节点 .....                        | 189 | 8.1 网络管理系统平台简介 .....           | 239 |
| 5.3.6 设备显示 .....                        | 192 | 8.1.1 选择网管系统的原则 .....          | 239 |
| 思考题 .....                               | 193 | 8.1.2 网络管理的基本内容 .....          | 240 |

|                                  |            |                                      |            |
|----------------------------------|------------|--------------------------------------|------------|
| 8.1.3 网络管理的实现 .....              | 240        | 10.1.1 网络系统故障概述 .....                | 313        |
| 8.2 基于 Windows 2003 实现网络管理 ..... | 241        | 10.1.2 通信媒介故障 .....                  | 313        |
| 8.2.1 用户管理 .....                 | 241        | 10.1.3 计算机故障 .....                   | 314        |
| 8.2.2 性能管理 .....                 | 247        | 10.1.4 通信设备故障 .....                  | 315        |
| 8.2.3 使用性能监视器监控网络 .....          | 248        | 10.1.5 协议失配 .....                    | 316        |
| 8.2.4 使用网络监视器监控网络 .....          | 254        | 10.1.6 网络堵塞 .....                    | 316        |
| 8.2.5 远程访问管理 .....               | 259        | 10.1.7 网络风暴 .....                    | 316        |
| 8.2.6 使用 NET 命令进行网络管理 .....      | 272        | 10.2 网络故障的分析与检测方法 .....              | 316        |
| 思考题 .....                        | 272        | 10.2.1 分离法 .....                     | 317        |
| <b>第 9 章 网络数据报的捕获与分析</b> .....   | <b>274</b> | 10.2.2 替换法 .....                     | 318        |
| 9.1 基本原理 .....                   | 274        | 10.2.3 参照法 .....                     | 318        |
| 9.1.1 数据监听原理 .....               | 274        | 10.2.4 咨询法 .....                     | 319        |
| 9.1.2 网络拓扑与数据监听 .....            | 275        | 10.2.5 软件检测法 .....                   | 319        |
| 9.2 常见 IP 数据报 .....              | 279        | 10.3 排除网络故障中常用的工具 .....              | 322        |
| 9.2.1 IPv4 头结构 .....             | 279        | 10.3.1 数字万用表 .....                   | 322        |
| 9.2.2 TCP .....                  | 280        | 10.3.2 断路测试盒、FOX 盒、误码率<br>测试仪 .....  | 322        |
| 9.2.3 UDP .....                  | 283        | 10.3.3 线缆测试器 .....                   | 322        |
| 9.2.4 ARP .....                  | 284        | 10.3.4 时域反射仪 .....                   | 323        |
| 9.2.5 ICMP .....                 | 287        | 10.3.5 网络监视器 .....                   | 323        |
| 9.2.6 SNMP .....                 | 289        | 10.3.6 网络分析仪 .....                   | 323        |
| 9.3 Wireshark 使用 .....           | 294        | 10.4 网络测试 .....                      | 325        |
| 9.3.1 数据报捕获 .....                | 294        | 10.4.1 延误时间的测量分析 .....               | 325        |
| 9.3.2 停止捕获 .....                 | 296        | 10.4.2 吞吐量的测量分析 .....                | 326        |
| 9.3.3 重新启动捕获 .....               | 296        | 10.4.3 基本的线缆测试 .....                 | 327        |
| 9.3.4 数据报分析 .....                | 297        | 10.5 网络故障的解析举例 .....                 | 330        |
| 9.4 数据采集与分析 .....                | 298        | 10.5.1 服务器与局域网交换故障的检测与<br>排除举例 ..... | 330        |
| 9.4.1 TCP 连接 .....               | 298        | 10.5.2 路由器故障的检测与排除举例 .....           | 333        |
| 9.4.2 Ping .....                 | 301        | 10.5.3 TCP/IP 故障的检测与排除举例 .....       | 336        |
| 9.4.3 Tracert .....              | 305        | 10.5.4 ISDN 故障的检测与排除举例 .....         | 339        |
| 9.4.4 UDP 数据 .....               | 307        | 思考题 .....                            | 342        |
| 9.4.5 SNMP 数据 .....              | 309        | <b>参考文献</b> .....                    | <b>343</b> |
| 9.4.6 网络嗅探设备检测 .....             | 311        |                                      |            |
| 思考题 .....                        | 312        |                                      |            |
| <b>第 10 章 网络故障及其处理</b> .....     | <b>313</b> |                                      |            |
| 10.1 常见的网络系统故障 .....             | 313        |                                      |            |



# 第 1 章 布线原理与线缆制作

建议学时：4 学时

主要内容：

- (1) 布线原理；
- (2) 线缆的制作；
- (3) DSP4000/F620/OneTouch/ST-248 网络测试仪表的使用。

## 1.1 布线原理

### 1.1.1 综合布线系统综述

综合布线系统的对象是建筑物或楼宇内的传输网络，该网络使话音和数据通信设备、交换设备和其他信息管理系统彼此相连，并使这些设备与外部通信网络连接。它包含着建筑物内部和外部线路(网络线路、电话局线路)间的民用电缆及相关的设备连接设施。布线系统由传输介质、线路管理硬件、连接器、插座、插头、适配器、传输电子线路、电气保护设施等部件组成，并由这些部件来构造各种子系统。

综合布线是跨学科跨行业的系统工程，常见的综合布线系统有：

- (1) 楼宇自动化系统(BA)；
- (2) 通信自动化系统(CA)；
- (3) 办公室自动化系统(OA)；
- (4) 计算机网络系统(CN)。

随着 Internet 和信息高速公路的发展，各国的政府机关、大的集团公司均针对自己的楼宇特点进行综合布线，以适应新的需要。智能化大厦、智能化小区已成为 21 世纪的开发热点。理想的布线系统表现为：支持语音应用、数据传输、影像影视，而且最终能支持综合型的应用。由于综合型的语音和数据传输的网络布线系统选用的线材、传输介质是多样的(屏蔽、非屏蔽双绞线、光缆等)，一般单位可根据自身特点选择合适的布线结构和线材。目前的布线系统可被划分为 6 个子系统，它们是：

- (1) 工作区子系统。
- (2) 水平干线子系统。
- (3) 管理间子系统。
- (4) 垂直干线子系统。
- (5) 楼宇(建筑群)子系统。



### (6) 设备间子系统。

大楼的综合布线系统是将不同组成部分构成一个有机的整体，而不是像传统的布线那样自成体系，互不相干。综合布线系统结构如图 1.1 所示。

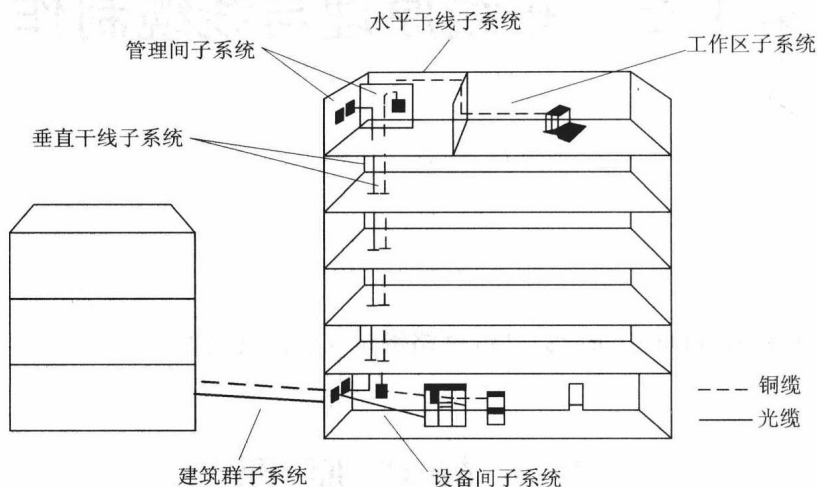


图 1.1 综合布线系统结构

## 1.1.2 综合布线的优点

综合布线的主要优点为：

(1) 结构清晰，便于管理维护。综合布线采取统一材料、统一设计、统一布线、统一安装的标准化施工，目的是使结构清晰，便于集中管理和维护。

(2) 材料统一先进，适应今后的发展需要。综合布线系统采用了先进的材料，如 5 类非屏蔽双绞线，传输速率在 100 Mb/s 以上，完全能够满足未来 5~10 年的发展需要。

(3) 灵活性强，适应各种不同的需求。一个标准的插座，既可接入电话，又可用于连接计算机终端，实现语音/数据点互换，可适应各种不同拓扑结构的局域网。

(4) 便于扩充，既节约费用又提高了系统的可靠性。综合布线系统采用的冗余布线和星型结构的布线方式，既提高了设备的工作能力，又便于用户扩充。虽然传统布线所用线材比综合布线的线材要便宜，但综合布线可统一安排线路走向，统一施工，从而减少了用料和施工费用，也减少了大楼的使用空间，而且使用的线材质量普遍较高。

## 1.1.3 综合布线系统标准

### 1. 综合布线系统标准简介

目前，综合布线系统一般采用 CECS 和 EIA/TIA 等标准化组织为综合布线系统制定的一系列标准。这些标准主要有：

- (1) EIA/TIA-568：民用建筑线缆标准。
- (2) EIA/TIA-569：民用建筑通信通道和空间标准。
- (3) EIA/TIA-XXX：民用建筑中有关通信接地标准。



(4) EIA/TIA-XXX: 民用建筑通信管理标准。

这些标准支持下列计算机网络标准:

- (1) IEEE 802.3: 总线局域网络标准。
- (2) IEEE 802.5: 环形局域网络标准。
- (3) FDDI: 光纤分布数据接口高速网络标准。
- (4) CDDI: 铜线分布数据接口高速网络标准。
- (5) ATM: 异步传输模式。

在布线工程中,经常用到 CECS 92:95 或 CECS 92:97 标准。CECS 92:95《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》是由中国工程建设标准化协会通信工程委员会北京分会、中国工程建设标准化协会通信工程委员会智能建筑信息系统分会、冶金部北京钢铁设计研究总院、邮电部北京设计院、中国石化北京石油化工工程公司共同编制而成的综合布线标准,而 CECS 92:97 是它的修订版。

## 2. 综合布线标准要点

### 1) 目的

- (1) 规范一个通用的语音和数据传输的电信布线标准,以支持多设备、多用户的环境。
- (2) 为服务于商业的电信设备和布线产品的设计提供方向。
- (3) 对商用建筑中的结构化布线进行规划和安装,使之能够满足用户的多种电信要求。
- (4) 为各种类型的线缆、连接件以及布线系统的设计和安装建立性能和技术标准。

### 2) 范围

- (1) 标准针对的是“商业办公”电信系统。
- (2) 布线系统的使用寿命要求在 10 年以上。

### 3) 标准内容

标准内容包括所用介质、拓扑结构、布线距离、用户接口、线缆规格、连接件性能、安装程序等。

### 4) 几种布线系统涉及的范围和要点

- (1) 水平干线布线系统: 涉及水平跳线架、水平线缆、线缆出入口/连接器、转换点等。
- (2) 垂直干线布线系统: 涉及主跳线架、中间跳线架、建筑外主干线缆、建筑内主干线缆等。

(3) UTP 布线系统: UTP 布线系统按传输特性可划分为 5 类。

- ① 3 类: 16 MHz 以下的传输特性。
- ② 4 类: 20 MHz 以下的传输特性。
- ③ 5 类: 100 MHz 以下的传输特性。
- ④ 超 5 类: 155 MHz 以下的传输特性。
- ⑤ 6 类: 200 MHz 以下的传输特性。

目前主要使用 5 类、超 5 类 UTP 布线系统。

(4) 光缆布线系统: 在光缆布线中有水平干线子系统和垂直干线子系统两种,它们分别使用不同类型的光缆。

- ① 水平干线子系统: 62.5/125  $\mu\text{m}$  多模光缆(出入口有 2 条光缆),多为室内型光缆。



② 垂直干线子系统：62.5/125  $\mu\text{m}$  多模光缆或 10/125  $\mu\text{m}$  单模光缆。

综合布线系统标准是一个开放型的系统标准，得到了广泛应用。按照综合布线系统标准进行布线，既为用户提供了方便，也保护了用户的利益。

### 1.1.4 综合布线系统设计等级

建筑物的综合布线系统一般有三种不同的系统等级：基本型综合布线系统、增强型综合布线系统和综合型综合布线系统。

#### 1. 基本型综合布线系统

基本型综合布线系统方案是一个经济有效的布线方案。它支持语音或综合型语音/数据产品，并能够全面过渡到数据的异步传输或综合型布线系统。它的基本配置如下：

- (1) 每一个工作区有 1 个信息插座。
- (2) 每一个工作区有一条水平布线的 4 对 UTP 系统。
- (3) 完全采用 110A 交叉连接硬件，并与未来的附加设备兼容。
- (4) 每个工作区的干线电缆至少有 2 对双绞线。

它的特点如下：

- (1) 能够支持所有语音和数据传输应用。
- (2) 支持语音、综合型语音/数据高速传输。
- (3) 便于维护人员维护、管理。
- (4) 能够支持众多厂家的产品设备和特殊信息的传输。

#### 2. 增强型综合布线系统

增强型综合布线系统不仅支持语音和数据的应用，还支持图像、影像、影视、视频会议等。它不仅为增加功能提供发展的余地，而且能够利用接线板进行管理。它的基本配置如下：

- (1) 每个工作区有 2 个以上信息插座。
- (2) 每个信息插座均有水平布线的 4 对 UTP 系统。
- (3) 具有 110A 交叉连接硬件。
- (4) 每个工作区的电缆至少有 8 对双绞线。

它的特点如下：

- (1) 每个工作区有 2 个信息插座，灵活方便、功能齐全。
- (2) 任何一个插座都可以提供语音和高速数据传输功能。
- (3) 便于管理与维护。
- (4) 能够为众多厂商提供良好的服务环境。

#### 3. 综合型综合布线系统

综合型布线系统是将双绞线和光缆纳入建筑物布线的系统。它的基本配置如下：

- (1) 在建筑、建筑群的干线或水平布线子系统中配置 62.5  $\mu\text{m}$  的光缆。
- (2) 每个工作区的电缆内配有 4 对双绞线。
- (3) 每个工作区的电缆至少有 2 对双绞线。



它的特点如下:

- (1) 每个工作区有 2 个以上的信息插座, 灵活方便, 功能齐全。
- (2) 任何一个信息插座都可提供语音和高速数据传输功能。
- (3) 能够为客户提供良好的服务环境。

### 1.1.5 综合布线系统设计要点

综合布线系统的设计方案不是一成不变的, 而是随着环境、用户要求来确定的。其要点如下:

- (1) 尽量满足用户的通信要求。
- (2) 了解建筑物、楼宇间的通信环境, 确定合适的通信网络拓扑结构。
- (3) 选取适用的介质。
- (4) 以开放式为基准, 尽量与大多数厂家产品和设备兼容。
- (5) 将初步的系统设计和建设费用预算告知用户, 在征得用户意见并订立合同书后, 再制定详细的设计方案。

## 1.2 线缆的制作

网络通信线路的选择必须考虑网络的性能、价格、使用规则、安装难易性、可扩展性及其他一些因素。目前, 在通信线路上使用的传输介质有双绞线、同轴电缆、大对数线和光导纤维, 本节主要介绍双绞线及其制作。

### 1.2.1 双绞线的分类及技术指标

双绞线(TP, Twisted Pair)是最常用的传输介质(见图 1.2), 由呈螺线排列的四对绝缘导线组成, 每对导线由两根导线相互扭绞在一起构成, 可使线对之间的电磁干扰减至最小。双绞线通过 RJ-45 头连接在网络设备上。目前在局域网中使用的双绞线有屏蔽双绞线 STP 和非屏蔽双绞线 UTP 两类, 每类又分为若干等级。

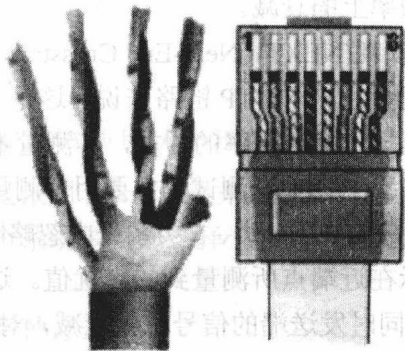


图 1.2 带 RJ-45 头的双绞线



## 1. 屏蔽双绞线

屏蔽双绞线(STP, Shielded Twisted-Pair)由成对的绝缘实心电缆组成。实心电缆外包围着一层编织的或起皱的屏蔽。编织的屏蔽用于室内布线,起皱的屏蔽用于室外或地下布线。屏蔽可以减少由射频干扰(RFI, Radio Frequency Interference)和电磁干扰(EMI, Electro Magnetic Interference)引起的信号干扰。将一对电线缠绕在一起也有助于减少 RFI 和 EMI,但是效果不如屏蔽的好。为了更有效地减少 RFI 和 EMI,每一对线的绞距必须是不同的,而且插头和插座必须要屏蔽。同时 STP 要正确接地,以获得可靠的传输信号控制点。

在周围有重型电力设备和强干扰源时,推荐使用屏蔽双绞线。

## 2. 非屏蔽双绞线

由于价格相对便宜且易于安装,所以非屏蔽双绞线(UTP, Unshielded Twisted-Pair)是最常用到的网络电缆。UTP 由绝缘的外部遮蔽套和内部的成对电缆线组成,在一对对缠绕在一起的绝缘电线和电缆外部的套之间并没有屏蔽。在网络设备、工作站和文件服务器连接中还内置有称为介质过滤器(Media Filter)的电气设备,用来减少 EMI 和 RFI。图 1.3 是双绞线的示意图,图(a)是屏蔽双绞线,图(b)是非屏蔽双绞线。

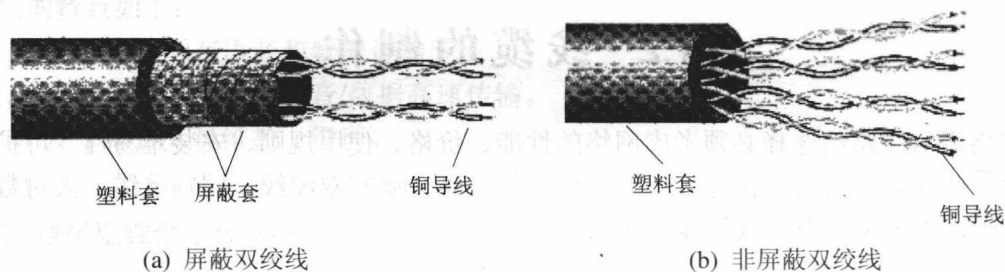


图 1.3 双绞线

## 3. 常用技术指标

对于双绞线(无论是 3 类、5 类,还是屏蔽、非屏蔽),用户主要关心的指标是:衰减、近端串扰、直流电阻、特性阻抗、衰减串扰比等。

(1) 衰减。衰减(Attenuation)是信号沿链路损失程度的度量。衰减随频率而变化,所以应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

(2) 近端串扰。近端串扰损耗(NEXT, Near-End Crosstalk Loss)是测量在一条 UTP 链路中一对线到另一对线的信号耦合。对于 UTP 链路来说,这是一个关键的性能指标,也是最精确测量的一个指标,尤其随着信号频率的增加,其测量难度更大。

串扰分近端串扰和远端串扰(FEXT),测试仪主要用于测量 NEXT 值。由于线路损耗对 FEXT 的量值影响较小,因而 FEXT 在 3 类、5 类系统中忽略不计。NEXT 值并不表示在近端点所产生的串扰值,仅表示在近端点所测量到的串扰值。这个量值会随电缆长度不同而变化,电缆越长,该值越小。同时发送端的信号也会衰减,对其他线对的串扰也相对变小。实验证明,只有在 40 m 内测量得到的 NEXT 值较真实,如果另一端是远于 40 m 的信息插座,它会产生一定程度的串扰,但测试仪可能无法测量到这个串扰值。因此,测量 NEXT 值最好在两个端点都要进行。现在的测试仪都配有相应设备,使得在链路一端就能测量出



两端的 NEXT 值。

(3) 直流电阻。它是指一对导线电阻的和，常用的规格不大于  $19.2 \Omega$ ，每对间的差异不能太大(小于  $0.1 \Omega$ )，否则可能接触不良，这时必须检查连接点。

(4) 特性阻抗。与环路直接电阻不同，特性阻抗包括电阻及频率为  $1 \sim 100 \text{ MHz}$  的电感抗及电容抗，它与一对电线之间的距离及绝缘的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗，对双绞线电缆而言，有  $100 \Omega$ 、 $120 \Omega$  及  $150 \Omega$  几种。

(5) 衰减串扰比(ACR, Attenuation Crosstalk Ratio)。在某些频率范围内，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 有时也用信噪比(SNR, Signal-Noise Ratio)表示，它由最差的衰减量与 NEXT 值的差值计算。ACR 值越大，表示抗干扰的能力越强，系统要求至少大于  $10 \text{ dB}$ 。

(6) 电缆特性。通信信道的品质是由它的电缆特性信噪比(SNR)来描述的。SNR 是在考虑干扰信号的情况下，对数据信号强度的一个度量。如果 SNR 过低，将导致接收器在接收数据信号时不能分辨数据信号和噪音信号，最终引起数据错误。因此，为了将数据错误限制在一定范围内，必须定义一个最小的可接收的 SNR。

## 1.2.2 双绞线的制作

### 1. 信息模块压接技术

#### 1) EIA/TIA568A 和 EIA/TIA568B 的关系

信息模块的压制方式分为 EIA/TIA568A 和 EIA/TIA568B 两种。EIA/TIA568A 信息模块和 EIA/TIA568B 信息模块的物理线路分布如图 1.4 所示。

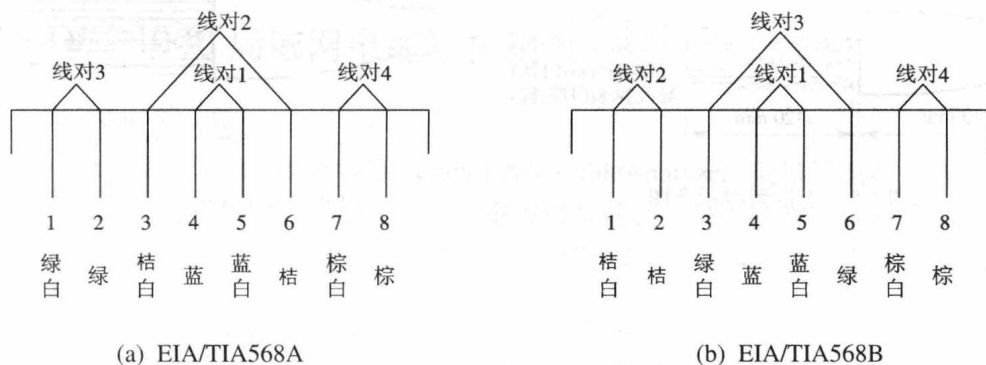


图 1.4 EIA/TIA568A 和 EIA/TIA568B 信息模块物理线路连接方式

信息模块压接时，无论是采用 568A 还是采用 568B，均在一个模块中实现。这两种方式的线对分布不一样，在一个系统中只能选择一种，不可混用。

#### 2) 信息模块压接技术

信息模块压接时一般有两种方式：

- (1) 用打线工具压接。
- (2) 不用打线工具直接压接。

根据工程经验，一般采用打线工具对信息模块压接时应注意的要点如下：



(1) 双绞线是成对缠绕的。导线均匀缠绕可提高抗干扰能力，减少信号衰减，压接时应将双绞线成对拧开放入与信息模块相对的端口上。

(2) 在双绞线与信息模块的压接处应防止拧绞或撕裂，并防止有可能导致断线的伤痕。

(3) 使用压线工具压接时，要压实，不能有松动的地方。

## 2. 双绞线与 RJ-45 插头的连接技术

RJ-45 的连接也分为 568A 与 568B 两种方式，连接方式必须与信息模块压接采用的方式相同。对于 RJ-45 插头与双绞线的连接，需要了解以下事宜，以 568A 为例。

(1) 首先将双绞线电缆套管自端头剥去 20 mm 以上，露出 4 对线。

(2) 定位电缆线如图 1.5 所示。为防止插头弯曲时对套管内的线对造成损伤，套管内至少应留出 8 mm 的导线，并将它们并排排列。

(3) 将绝缘导线解扭，并按正确的顺序平行排列，导线 6 跨过导线 4 和 5。在套管里不应有未扭绞的导线。

(4) 导线经修整后(导线端面应平整，避免毛刺影响性能)距套管的长度为 14 mm，从线头(如图 1.6 所示)开始，至少  $10 \pm 1$  mm 之内导线之间不应有交叉，导线 6 应在距套管 4 mm 之内跨过导线 4 和 5。

(5) 将导线插入 RJ-45 插头，在 RJ-45 头部能够见到导线铜芯，套管内的平坦部分应从插塞后端延伸直至张力消除(如图 1.7 所示)，套管伸出插塞后端至少 6 mm。

(6) 用压线工具压实 RJ-45 插头。

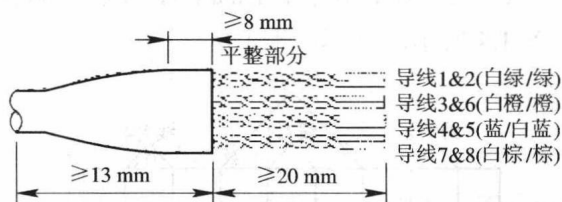


图 1.5 连接剥线示意图

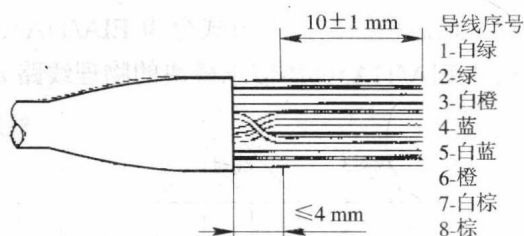


图 1.6 双绞线排列方式和必要的长度

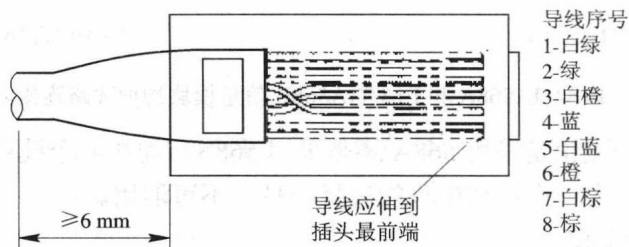


图 1.7 RJ-45 插头压线的要求(568A)

RJ-45 与信息模块的关系如图 1.8 所示。

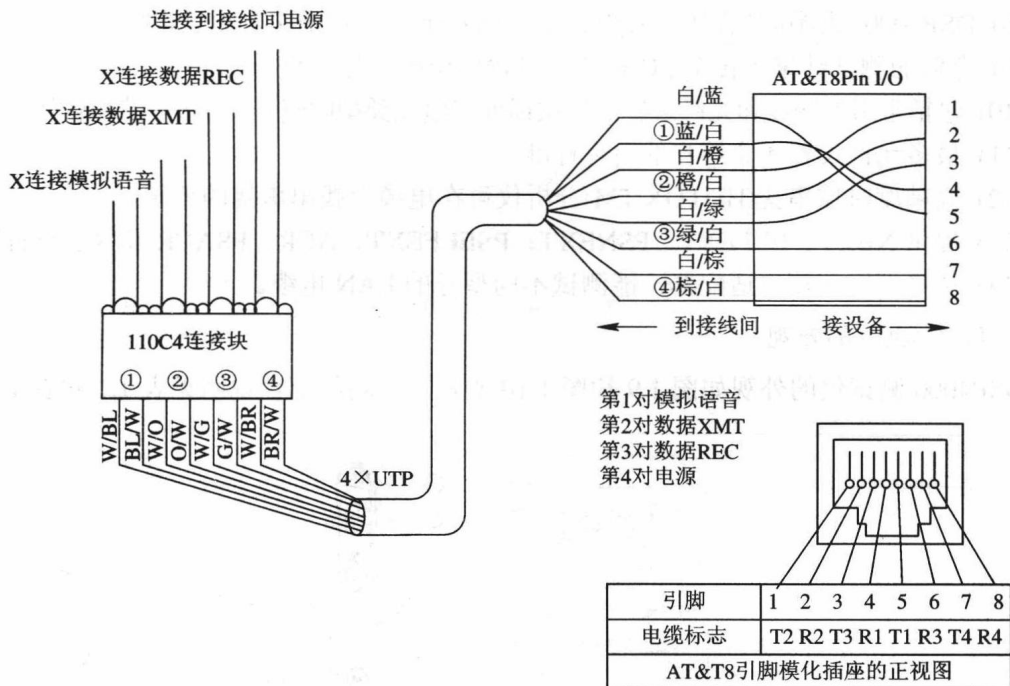


图 1.8 RJ-45 与信息模块的关系

## 1.3 网络测试仪表的使用

### 1.3.1 DSP4000 局域网电缆分析仪

#### 1. DSP4000 的功能

Fluke Networks 公司的 DSP4000 Series LAN Cable Analyzers 局域网电缆分析仪是手持式的仪器，可对安装的局域网双绞线或同轴电缆进行认证、测试及故障诊断。该测试仪使用了新的测试技术，将脉冲测试信号和数字信号处理结合，具有高达 350 MHz 的测试能力，可提供快速精确的测试结果。

测试仪包括以下功能：

- (1) 根据 IEEE、ANSI、TIA、ISO/IEC 标准认证 LAN 基本连接和频道配置。
- (2) 使用可选光纤测试适配器可验证 LAN 的基本光纤链路是否符合 TIA/EIA 和 ISO/IEC 标准。
- (3) 在简单的菜单系统中显示测试选项和结果。
- (4) 用英、法、德、西班牙、葡萄牙、意大利或日文来显示和打印报告。
- (5) 自动运行所有关键的测试。诊断程序帮助确定和定位缺陷。
- (6) 给出双向自动测试结果。
- (7) 由于有了交谈性能，可以利用一台光纤测试适配器，使主单元和远端单元通过双绞线电缆或光纤进行双向语音通信。



- (8) DSP4000 型测试仪在固定存储器中可储存至少 500 个文本测试报告。
- (9) 存储的测试结果可传至 PC 机或直接输出至串口打印机。
- (10) 包括常用的铜线和光纤装置的测试标准和电缆类型的资料, 测试标准和软件可升级。
- (11) 最多允许设置 4 个用户的电缆标准。
- (12) 高精度时域串扰(HD TDX TM)分析仪可在电缆上找出串扰的位置。
- (13) 提供 NEXT、ELFEXT、PSNEXT、PSELFEXT、ACR、PSACR 和 RL 的曲线图。
- (14) 选择不同的接口适配器, 能测试不同型号的 LAN 电缆。

## 2. DSP4000 的外观

DSP4000 测试仪的外观如图 1.9 和图 1.10 所示, 其功能部件说明见表 1.1 和表 1.2。

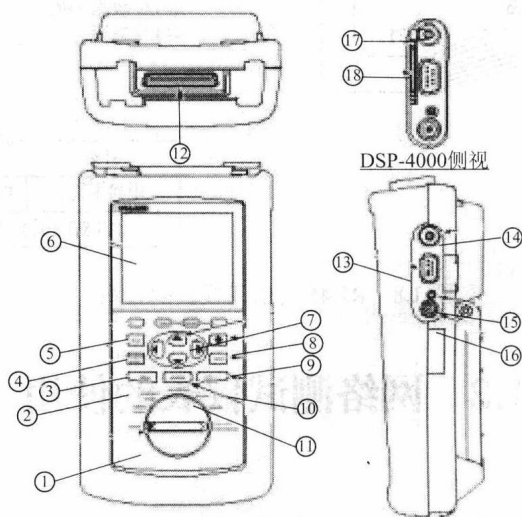


图 1.9 DSP4000 测试仪的主机外观图

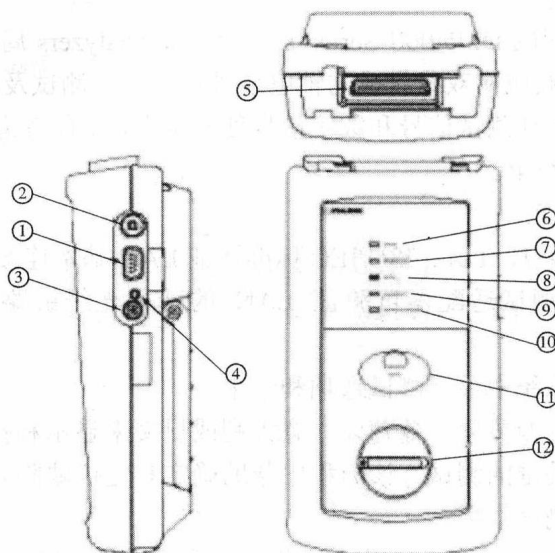


图 1.10 DSP4000 测试仪的远端器外观图