

# 网络综合布线 工程技术

张 彝 编著  
博嘉科技 审校

人民邮电出版社  
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS



# 网络综合布线 工程技术

张 彝 编著  
博嘉科技 审校



人民邮电出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

网络综合布线工程技术 / 张彝编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.11

ISBN 7-115-10702-5

I. 网... II. 张... III. 智能建筑—计算机网络—布线 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 081938 号

## 内 容 提 要

本书深入浅出地讲述了计算机网络楼宇综合布线技术(智能大厦)的基本原理、过程及方法,全书共分为 12 章,以综合布线工程的设计规划、安装调试、测试验收等全过程为主线,全面系统地介绍了综合布线工程选型、施工、维护等技术。

本书适合计算机、通信、建筑电气、网络管理等领域的工程技术人员,从事智能建筑工程项目管理、施工、测试等工作的技术人员,以及高等院校相关专业的师生阅读,可作为综合布线技术的培训教材。

### 网络综合布线工程技术

- 
- ◆ 编 著 张 彝
  - 审 校 博嘉科技
  - 责任编辑 马 嘉
  
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
  - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
  - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
  - 读者热线 010-67132692
  - 北京汉魂图文设计有限公司制作
  - 北京顺义振华印刷厂印刷
  - 新华书店总店北京发行所经销
  
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16
  - 印张: 15.25
  - 字数: 371 千字
  - 印数: 1-5 000 册
  - 2002 年 11 月第 1 版
  - 2002 年 11 月北京第 1 次印刷

---

ISBN7-115-10702-5/TP·3113

定价: 28.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223

# 前 言

对网络布线基础设施的投资被认为是一种长期投资，布线设施本身作为一种固定资产，其设计使用寿命通常可达 15 年甚至更长。有统计数据表明，约有 70% 的网络故障出自布线系统，因此网络布线系统故障曾一度被认为是网络的“致命伤”。特别是那些采用传统布线技术的网络，故障不断，牵一发而动全身，根本不可能适用于未来 10~20 年内的用户需求。

综合布线技术（Generic Cabling）提供了一种面向网络“长远”运营的布线系统，其开放兼容性、灵活性、可靠性、先进性和经济性确保了网络布线基础设施易于使用、易于管理、易于扩展、易于维护，并为网络在一个足够长时期内的高效率、低成本运营提供了技术保证。

综合布线技术从提出到成熟，一直到今天的广泛应用，虽然只有二十多年的时间，但其发展与其他 IT 技术一样迅猛，大量的宽带需求成为该技术发展的巨大动力，特别在国内，随着网络在国民经济及社会生活各个领域的不断膨胀，综合布线成为 IT 行业炙手可热的技术方向。宽带网络公司（IPS/ICP/IAP）、宽带智能社区以及科研院所、高等院校的宽带管理、宽带科研、宽带教学等像雨后春笋般成长，因而综合布线系统的需求连年增长。

从一个网络工程师、网络管理员到一个布线工程专家，应该有个角色转换的过程。因为我们将不再像以前那样坐在屏幕前绞尽脑汁，而是更多地在工地现场、楼层之间奔走忙碌，考虑的是网络通信线缆、接头、插座、距离、带宽、信号的衰减以及相互的干扰等问题——只关心物理层而几乎不考虑网络通信的高层协议，有一个形象的比喻就是，布线专家只管网络通信“听得见”、“听得清”，却不管能否“听得懂”！

笔者经过认真搜集和整理素材，本着理论与实践相结合的原则，编写了《网络综合布线工程技术》一书，本书的读者应该是以下几类人：

- ❑ 正在为新建的办公大楼提供一些网络工程方面的建议；
- ❑ 正在忙于单位搬迁改造工作；
- ❑ 正在成为一个网络工程的项目经理；
- ❑ 正在考虑是否在一个布线工程的合同上签上您的大名；
- ❑ 正在考虑如何验收一个布线系统；
- ❑ 正在为平日里用脑过度，但动手不足而担忧。

## 主要内容

在 ISO 定义的 OSI/RM（Open System Interconnection/Reference Model，开放系统互连参考模型）七层模型中，网络的综合布线技术属于物理层（Physical Layer）。其主要探讨的是布线设施的带宽、衰减、干扰及网络线缆、配线架、信息模块等物理连接的质量、工艺施工、测试等，同时还应考虑其在现代智能建筑中的应用。

本书共分 12 章，内容安排如下：

第 1 章简要介绍了智能建筑、综合布线技术的发展、基本常识，并介绍了双绞线、光纤等综合布线产品及与建筑有关的一些知识。

第 2 章介绍了综合布线工程的实例项目选型，如局域网拓扑结构设计、内部网络与因

特网接入等。

第3章介绍了综合布线工程的设计规划,包括工程用料选择、实地勘测、用户需求分析、工程工期的估计等。

第4章介绍了综合布线工程开始前的准备活动,如施工人员配备、施工设备及测试设备准备等。

第5章较详细地介绍了综合布线工程施工中关于“一间、两区、三个子系统”——配线间、工作区、管理区、水平子系统、垂直干线子系统、建筑群子系统的施工方法,并具体介绍了线槽施工的各种细节。

第6章介绍了综合布线施工中双绞线、光纤、配线架、信息模块、机柜、地线工程、防静电地板、防雷、防火、防盗等内容,并围绕一些施工中极易忽视的重要细节作了重点讨论。

第7章就综合布线工程方案设计不合理或施工前准备工作不充分造成的问题进行了分析。

第8章较系统地讲述了综合布线工程测试时的各种问题,就双绞线及光纤的一些测试仪器、测试方法等作了介绍。

第9章简要介绍了综合布线工程的用户验收。

第10章介绍了综合布线设计施工及测试工作中需要了解的一些国际、国家标准及行业惯例。

第11章介绍了国际国内的一些著名的综合布线产品的生产厂商及技术供应商,并推荐了几个国内的相关网站。

第12章介绍了综合布线工程设计施工及测试中常见的英语专业词汇、缩写等。

## 本书特点

全书从综合布线技术的基本概念出发逐渐深入,紧紧围绕应用实例,向读者展示了综合布线技术应用的基本原理和方法,并以时间推进为主线,着重就综合布线工程的项目选型、设计规划、施工调试、测试验收及管理维护等方面进行了深入浅出的说明。另外,本书语言生动、图文并茂,突出了本书所强调的“动手比动脑筋重要”的特点。相信通过阅读本书,会加深读者对综合布线技术的理解和认识,为进一步学习相关领域的知识打下良好的基础。

本书编著完成后由博嘉科技资讯公司审校,特此致谢;同时我还要感谢我的亲爱的妻子,是她全身心地照料我们年仅1岁多的小女儿,才使我有更多的时间和精力投入本书的编写工作中,同时,也将本书献给生我养我、刚刚病逝的亲爱的母亲。

由于时间仓促,书中疏漏在所难免,敬请广大读者批评指正。如果读者在学习过程中发现问题或有更好的建议,或者愿意参加“网络综合布线工程技术”的学习培训,请与我们联系。

通信地址:成都四川大学(西区)建筑学院成都博嘉科技资讯有限公司。

邮编:610065。

电话:(028)85404228。

E-mail:bojiakeji@163.net。

网址:www.bojia.net。

作者

# 目 录

<b>第 1 章 综合布线基础知识</b> .....	1
1.1 网络综合布线的发展过程 .....	2
1.1.1 20 多年前的网络 .....	2
1.1.2 网络综合布线现状 .....	3
1.1.3 未来的网络综合布线 .....	4
1.2 综合布线所用的线缆 .....	5
1.2.1 布线工程师的工作在物理层 .....	5
1.2.2 同轴电缆 .....	5
1.2.3 双绞线 .....	7
1.2.4 光纤时代 .....	13
1.2.5 无线时代 .....	17
1.2.6 动力线 .....	18
1.2.7 其他通信线缆和特殊需求 .....	20
1.2.8 布线管材 .....	20
1.3 带宽、速率和距离——M 的含义 .....	21
1.3.1 增加网络带宽需要什么 .....	21
1.3.2 提高通信速率需要什么 .....	22
1.3.3 扩大网络覆盖需要什么 .....	23
1.4 原则性问题 .....	24
1.5 相关的建筑学知识 .....	25
1.5.1 建筑类型常识 .....	25
1.5.2 建筑结构 .....	26
1.5.3 关于建筑和装饰装修材料方面 .....	27
1.5.4 关于建筑和装饰装修施工（技术） .....	28
1.5.5 其他 .....	28
1.6 思考练习 .....	29
<b>第 2 章 选定目标</b> .....	30
2.1 综合布线项目分类 .....	31
2.2 现实中的项目 .....	31
2.3 关于拓扑结构的问题 .....	32
2.3.1 拓扑结构的设计 .....	32
2.3.2 拓扑结构的落实（新安装和现有安装） .....	35

2.3.3	拓扑结构图不是布线施工图 .....	36
2.4	一个办公室内部的网络 .....	36
2.5	分布在同一层楼上的网络 .....	37
2.6	分布在同一大楼中的网络 .....	38
2.7	分布在几幢楼中的网络 .....	39
2.8	企业网的设计要求 .....	40
2.9	因特网接入并非终极目标 .....	41
2.10	思考练习 .....	42
<b>第 3 章</b>	<b>综合布线系统设计 .....</b>	<b>43</b>
3.1	工程的经济效益和社会效益 .....	44
3.2	草图、方案和实际施工 .....	50
3.3	实地勘测与数据记录 .....	51
3.4	如何了解用户的需求 .....	52
3.4.1	了解用户 (5W+2H) .....	52
3.4.2	了解自己的施工能力 .....	57
3.5	如何估计施工工期 .....	58
3.6	思考练习 .....	59
<b>第 4 章</b>	<b>施工前的准备活动 .....</b>	<b>60</b>
4.1	综合布线产品采购中的品牌迷信 .....	61
4.2	准备工作再具体一点 .....	63
4.2.1	硬件的准备 .....	63
4.2.2	软件的准备 .....	68
4.3	思考练习 .....	68
<b>第 5 章</b>	<b>开始施工 .....</b>	<b>69</b>
5.1	施工质量和施工速度 .....	70
5.2	首次进入布线施工现场 .....	70
5.3	应注意的施工工艺 .....	71
5.3.1	施工记录的重要性 .....	71
5.3.2	注意重要的细节 .....	71
5.4	进程协调 .....	73
5.5	配线间和设备间 .....	73
5.6	工作区和管理区 .....	78
5.7	水平子系统 .....	84
5.8	垂直干线子系统 .....	90
5.9	建筑群子系统 .....	94
5.9.1	从地下走线 .....	95
5.9.2	架空走线 .....	96

5.10	关于线槽的施工	98
5.11	思考练习	104
<b>第 6 章</b>	<b>施工细节</b>	<b>105</b>
6.1	双绞线施工	106
6.2	光纤施工	107
6.3	配线架、面板和模块	114
6.3.1	配线架	115
6.3.2	面板、模块	116
6.4	机柜、机架	117
6.5	容易被忽略的重要细节	121
6.5.1	施工中注意承重墙和梁	121
6.5.2	布线的“转弯半径”	122
6.5.3	线缆续接和伸缩余量的预留	123
6.5.4	进一步认识双绞线的缠绕	124
6.5.5	重新认识 RJ-45 头	125
6.5.6	屏蔽的重要性	126
6.5.7	线缆的标注	127
6.5.8	线缆性能与温度有关	131
6.5.9	线缆长度计算	131
6.5.10	打线自检	132
6.5.11	选择 T568A 还是 T568B	134
6.5.12	综合布线工程的环保意识	135
6.6	安全隐患	136
6.6.1	地线工程	136
6.6.2	高架防静电地板	140
6.6.3	综合布线的“三防”	143
6.7	思考练习	147
<b>第 7 章</b>	<b>施工中可能出现的问题</b>	<b>148</b>
7.1	方案设计不合理产生的问题	149
7.2	准备工作不充分造成的问题	149
7.3	影响施工质量和进度的问题	150
7.4	经验导致的错误	151
7.5	分析施工进度受阻的原因	152
7.6	思考练习	153
<b>第 8 章</b>	<b>测试中发现的问题</b>	<b>154</b>
8.1	测试的内容	155
8.1.1	边安装边测试还是统一测试	155



8.1.2	全面测试 .....	158
8.1.3	测试哪些方面 .....	160
8.2	如何进行测试 .....	170
8.3	工程中的严重失误 .....	176
8.4	思考练习 .....	177
<b>第 9 章</b>	<b>用户验收 .....</b>	<b>178</b>
9.1	验收时仍存在的问题 .....	179
9.2	组织用户验收 .....	180
9.3	管理文档及其移交 .....	181
9.4	工程竣工后的思考 .....	185
9.4.1	经验和教训 .....	185
9.4.2	总结 32 条建议 .....	186
9.5	思考练习 .....	189
<b>第 10 章</b>	<b>综合布线的相关标准 .....</b>	<b>190</b>
10.1	国际标准 .....	191
10.2	国家标准 .....	195
10.3	行业惯例 .....	196
10.4	思考练习 .....	198
<b>第 11 章</b>	<b>综合布线产品厂商简介 .....</b>	<b>199</b>
11.1	国际综合布线产品厂商 .....	200
11.2	国内品牌 .....	206
11.3	值得推荐的网站 .....	211
11.4	思考练习 .....	213
<b>第 12 章</b>	<b>综合布线常见英语词汇 .....</b>	<b>214</b>
12.1	综合布线常见词汇 .....	215
12.2	常用单词缩写 .....	234
<b>参考文献</b>	.....	<b>235</b>
<b>致谢</b>	.....	<b>236</b>

# 第 1 章 综合布线基础知识

## 内容点击

- 1 网络综合布线的发展过程
- 2 综合布线所用的线缆
- 3 带宽、速率和距离——M 代表什么
- 4 原则性问题
- 5 相关的建筑学知识

### 本章导读：

通常情况下，用户所熟悉的是一些色彩斑斓的多媒体应用或直观生动的因特网络，而对于布线技术往往缺乏足够的了解，因此在开始学习综合布线工程技术之前，读者必须具备一定的常识。

## 1.1 网络综合布线的发展过程

随着 IT 产业的迅猛发展，以多媒体技术和大规模通信手段为先导的 IT 产业革命提前到来。概念模糊的“类计算机”（各种各样的嵌入式数码终端）依靠互连网络已经广泛地渗透到社会生活的每一个细节，潜移默化地影响着我们的日常生活和工作。这种影响不易被察觉，直到某一天当人们发现已经离不开数字网络的时候，才会深深地意识到这是一场史无前例的变革。

我们需要网络，因为我们需要信息；我们离不开网络，因为我们离不开交流。我们随身带着手机、传呼和笔记本电脑，却为什么不是其他的什么家用电器或办公设备呢？在数字化的信息社会中，无论是办公室、家里、银行或是商场，代表着数字化的网络线缆正像常青藤一样蔓延。为了使延伸的网络线缆不至于造成泛滥而无法控制，广大的从业人员开始注意到综合布线的重要性。毋庸置疑，这种科学的、规范的、能大大提高网络管理和维护效率并节约成本的布线技术将和网络本身一样，有着十分惊人的潜在市场，同时具有很高的投资回报率。

### 1.1.1 20 多年前的网络

当 Apple IIe 开始在全球范围内推广以前，以太网（Ethernet）只有 4800bit/s，从一个争用型无线频道传输系统（ALOHA）发展到现在大面积普及的 1000Base-T，大约经历了二十几年的时间。数字通信技术也大致经历了虚拟电路（Virtual Circuit）、帧中继（Frame Relay）、B-ISDN（Broadband Intergrated Services Digital Network，宽带综合业务数字网）和 ATM（Asynchronous Transfer Mode，异步传输模式）等几个阶段。

网络在世界范围内的迅速扩展直接导致了 20 世纪 80 年代中后期对于结构化布线系统（SCS）的深入思考。20 世纪 80 年代中期，推广灵活而廉价的 PC 机已成为大势所趋。到了 1985 年，Novell 决心将 PC 机连接的以太网延伸到世界的每一个角落，10Base-T 和同轴电缆开始垄断局域网（LAN, Local Area Network），随之而来的是 Xerox 的 Rawson 和 Schmidt，它们将以太网移植到光纤上和双绞线（SPT/UTP）上。此时，IBM 也试图将自己的令牌环网 Token Ring 推向前台，但最终 IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers，电子电气工程师协会）的 802 专家组采纳了基于 UTP 的 10Base-T，即 IEEE 802.3。双绞线构造的星型拓扑结构赢得了其在网络布线领域的决定性胜利。这样一来，UTP 就和电话线以及后来的 CATV 线缆一样，成为每一个办公室的基本要求，而星型以太网战胜了令牌网和 FDDI（光纤分布式数据接口）成为行业的主流直到今天。就在以太网、令牌网和新出现的 FDDI 争夺市场难分高下时，一些过于急躁的用户可能做了错误的选择，随后在布线改造上所花费的巨额资金以及在使用维护上所消耗的大量精力，驱使人们不得不思考另一种更优化的方案：有没有一种新的布线技术可以应付上述尴尬局面？这种情形有点像 20 世纪 60 年代末开始出现的“软件危机”：大量的程序设计人员涌现出来，开辟了真正的软件产业。由于缺乏对程序结构合理性、数据结构、算法分析、软件工程等相关学科的进一步研究，导致软件开发周期大大增加、开发成本不断提高、运行维护费用高居不下、使用效率无法进一步提高等一系列问题，进而推动了一系列新兴软件学科技术的产生——不断复杂的信息网络线缆，迫使人们不得不

面临网络布线方面的麻烦。

正是在这样的背景下，一种融计算机技术、通信手段、控制工程和建筑艺术于一体的所谓的“智能建筑 (Intelligent Building)”应运而生。它抛弃了传统的布线技术，寻求一种规范的、统一的、结构化易于管理的、开放式便于扩充的、高效稳定的、维护和使用费用低廉的、更多地关注健康和环保的综合布线方案。其中最具代表性的就是美国康涅狄格 (Connecticut) 州哈特福德 (Hartford) 市的“都市大厦 (City Palace)”，而纽约的世界贸易大厦等建筑则是这种新的布线技术走向成熟运用的典范。

注意：如果说 20 世纪 50 年代是编译技术的时代、60 年代是操作系统的时代、70 年代是数据库的时代，那么，80 年代就是 PC 和网络的年代，90 年代则是多媒体技术驱动宽带网络（特别是宽带 Internet）的时代。现在，大量使用综合布线技术规范网络线缆的时代已经到来。

### 1.1.2 网络综合布线现状

综合布线技术从提出到成熟一直到今天的广泛应用，虽然只有 20 多年的时间，但其发展同其他 IT 技术一样迅猛。大量的宽带需求成为该技术发展的巨大动力，特别是在国内，随着网络在国民经济及社会生活各个领域的不断扩张，综合布线技术就成为 IT 行业炙手可热的发展方向。如果单纯的文件共享是不会有人考虑这些细节的，只是因为网络引起了人们的好奇心，宽带网络公司 (IPS/ICP/IAP)、宽带智能社区以及科研院所、高等院校的宽带管理、宽带科研、宽带教学等像雨后春笋般成长，导致网络充斥了整个空间，因而综合布线的需求连年增长。

一些曾经做过网络工程的技术人员往往认为综合布线工程与安装多媒体教室之类的需求一样，通常是依靠经验来完成的。而事实上，综合布线工程是依靠科学规范地执行布线的相关规程来完成的，从而保证布线工程的先进性、实用性、灵活性、开放性以及维护性等。

为此，早在 1991 年，TIA/EIA (通信工业协会/电子工业协会) 的专家们就颁布了一个叫“TIA/EIA-568-A 商用电信建筑布线标准”的权威行业标准，并不断改进，包括更高级的布线规格、模块化插座的测试要求等——即所谓的“电信系统公报 (TSB)” (对于 TSB 将在后面的章节中作详细的介绍)。到了 1999 年发布了一个增补版，叫“TIA/EIA-568-A.5”，并推荐了 CAT 5 Enhanced (即超 5 类) 类、6 类双绞线的相关内容。2000 年最新版的 TIA/EIA-568-B 标准出现，当然，这并不意味着废除原有的 TIA/EIA-568-A 标准。事实上现在的工程中，这两者并没有谁会取代谁的情况发生，而是同时并存。新的 B 版标准主要考虑了以下一些内容：综合布线中的电缆传输距离、传输介质、开放式办公布线、实际安装、现场测试、工作区连接和电信设备等，并专门针对双绞线及光纤作了较详细的说明。另外，ISO (国际标准化组织) 也与 IEC (国际电工委员会) 合作，于 1995 年颁布了 ISO/IEC11801: 1995 (e)《信息技术——用户房屋综合布线》的国际布线标准，但许多内容却主要在欧洲使用。比如，其中规定的阻抗为  $120\ \Omega$  的双绞线，在国内的相关布线标准中是不被推荐的。

随着综合布线技术在国内的推广，1993 年 10 月，我国原邮电部和建设部联合发布了《城市住宅区和办公楼电话通信设施设计标准》；1995 年 3 月，中国工程建设标准化协会批准了《建筑与建筑群综合布线系统设计规范》(CECS.72: 97)、《建筑与建筑群综合布线系统工程

施工及验收规范》(CECS.89: 97); 1997年7月, 原邮电部又颁布了《大楼通信综合布线系统》; 1997年10月, 建设部又发布了《建筑智能化系统工程设计管理暂行规定》等。上述这些行业标准是国内有关的产业主管部门在该领域专家的配合下, 在广泛参考国内外相关标准并结合我国具体实际的基础上颁布的, 因而, 这无疑对进一步规范和加速我国综合布线的市场运营、技术推广、产业化进程等方面起到了重要的推动作用。

### 1.1.3 未来的网络综合布线

适用于计算机芯片的 Moore 定律(芯片的集成度每 18 个月提高一倍)说明了人们对高效率的追求永无止境; 而适用于网络带宽的 Amdahl 法则(1MHz 的运算能力需要 1MHz 的带宽来支撑)体现了人们对交流的渴望。过去, 人们大约用了 29 年时间将微处理芯片的运算速度从 1MHz 提高到 1GHz, 但从 1GHz 到 2GHz 却只用了 18 个月, 而到达 5GHz 甚至是 8GHz 的水平可能也只是一两年的事情。相对的, 网络带宽的增加在过去 25 年左右的时间里却略显滞后。

那么, 综合布线系统要解决的一对矛盾就是现有技术怎么适应未来的需要。这主要应考虑面向未来的开放性原则, 即一方面要考虑到现有的应用, 另一方面还要照顾到未来的需求。Moore 定律在推动 IT 产业的同时, 社会生活也在飞速变革, 但所有的基于 IT 技术的这些变化并不是完全不可预测和无法控制的。一个典型的建筑或建筑群的设计使用寿命最低是 15 年, 而国内往往会更长。“百年大计, 规划第一”, 综合布线工程已经成为建筑设计施工的重要组成部分, 那么, 应当如何来保证布线工程能具备 15 年以上的生命力呢?

一般的建筑物通常被划分为不同的耐久性等级(设计寿命), 比如具有历史性、纪念性、代表性的建筑物(如人民大会堂)属于 1 级建筑, 其耐久年限通常可达一百年以上, 像埃及金字塔这样的“建筑”据说已经“使用”了几千年。而比如大城市的火车站、航空港、大型体育场馆设施等重要公共建筑被定义为 2 级, 其耐久年限一般可达 50 年甚至超过 50 年。像大中型医院、高等院校及主要工业厂房等属于比较重要的公用工业与民用建筑被划分为 3 级建筑, 其耐久年限一般为 40~50 年, 而一般普通建筑的耐久年限通常为 15~40 年, 对于耐久年限在 15 年以下的通常称为简易建筑或临时建筑。那么, 基于建筑物的综合布线系统通常也要求有一个相应配套的设计使用年限, 但用户知道, 现代计算机技术和通信技术日新月异, 很多信息产品实际上并不是因为不能使用了, 而是因升级换代而淘汰了。

布线技术也是一样, 用户不可能指望现在的线缆系统会适用于 20 年以后, 因而一个重要的综合布线设计流派主张比“够用”略超前一些即可, 但是其先进的、独立设计的线槽系统应当是便于更新的, 可以用于从双绞线到光缆的所有线缆系统, 甚至可以适用于现在还没有研制出或根本没有听说过的各种线缆。

另一个综合布线的设计流派则倡导“开放性布线原则”和“PDS”(Premise Distributed System, 即预先的布线系统)技术, 这些技术在一定程度上可以延续现在网络的使用寿命。网络应具有非常的可伸缩性, 应该具有良好的适应能力, 面对未来全新的网络通信技术, 这种前瞻性设计将起重要作用——在后面的章节中用户会看到这种原则具体是如何落实在施工工地上的。对于 IT 的其他技术领域, 用户可能只预见到两三年后的情况, 但对于布线系统, 不得不将技术预见能力推到 5 年以后甚至更远, 好在光纤技术的出现暂时给用户预留了足够的空间, 但我们相信还会有其他通信技术的新突破。



## 1.2 综合布线所用的线缆

从一个网络工程师到一个布线工程专家的确是有个角色转换的过程。因为我们不再考虑如 Windows NT/2000/XP、Novell、Linux 等混合组网方案，也不再考虑 SQL Server、Oracle、VC、VB、ASP、PHP 之类的开发环境，并且很少接触网络防火墙（Fire Wall）、安全中间件（SecMiddle）之类的概念。综合布线工程师的重点应该转向配线架、线缆、管槽、信息插座（如图 1.1 所示）地线工程等；不再像以前那样坐在服务器或工作站前注视着屏幕绞尽脑汁，更多的是奔走在工地现场，忙碌于楼层之间，必须面对大量的、各式各样的线缆以及许多复杂的接头、安装测试工具等并做出选择。在布线施工中，数字网络的布线往往不同于一般电源动力线缆的安装，并非只是要求接触良好和负载均衡就行了，因为网络通信布线还必须更多地考虑通信的距离、带宽、信号的衰减以及相互的干扰等问题。



图 1.1 布线工程师面对的往往是些线缆和接头

### 1.2.1 布线工程师的工作在物理层

布线基础设施的投资是一种长期投资，布线设施本身也应作为一种固定资产。根据国际布线标准 ISO 11801，一个布线系统的期望寿命至少为 10 年。我们的注意力应当放在如何根据具体的需求正确地选择并安装不同的线缆，以保障网络中物理层（Physical Layer）以上的高层协议和应用能正常工作。

许多做计算机系统管理员的或者包括做软硬件的人都有一个误解，认为布线是个很简单的事，就是网线两头接上水晶头，线缆拉到位再接通就可以了，却不知单是线缆和接头本身就有许多的学问，因此实践证明这种看法是一种偏见。有统计数据表明，约有 70% 的网络故障是出自布线系统，因此综合布线中的线缆和接头对于网络系统来说是一个关键项目，是一项关系网络能否正常运行的重要内容。

其原因很简单，因为综合布线的内容通常只涉及物理层。在数字通信技术中，布线工程师的任务只是保证建立一个流畅、稳定、低成本、易于扩展和易于使用维护的网络布线系统，而不会去管像通信路由选择、电子邮件或网上聊天之类的高层应用。一个形象的比喻就是，只管网络终端相互之间能“听得见”、“听得清”，却不管能否“听得懂”。因而网络的物理层通常就只涉及各种线缆介质，而其中应用最多的就是同轴电缆、双绞线和光纤。

### 1.2.2 同轴电缆

同轴电缆（Coaxial Cable 或直接叫 Coax）是一种 1929 年出现的传统的网络通信介质。虽然在未来布线的新方案中已不会再出现，但一些 IT 产业的老用户们往往对其情有独钟。因而工程中有可能涉及对同轴电缆的改造问题。另外，在全光网络视频尚未广泛应用以前，闭

路视频传输还将大量采用这种产品（一般是 RG-59 线缆，阻抗为  $75\ \Omega$ ），当代这种同轴电缆与计算机网络所用的略有区别。从本质上讲，信息网络所用的同轴电缆和 CATV（Community Antenna Television，闭路视频网或有线电视网）网所采用的线缆非常相似，都是通过一个金属丝网形成屏蔽层，能防止内部信号和外部环境相互干扰，只不过计算机通信所用的同轴电缆阻抗不同（根据需要可选  $50\ \Omega$ 、 $93\ \Omega$  或其他）、线缆外径以及外包层颜色（主要是黑色或灰色）等方面有所不同，如图 1.2 所示。另外，在电视信号传输中，我们还经常考虑一种 HFC 的方案，即光纤同轴电缆混合网络。

计算机网络中常用的同轴电缆一般有粗缆和细缆两大类。粗缆直径约为 11mm（即 0.4 英寸）。一般情况下，无中继的最大传输距离为 500m，而且 LAN 中常常传输基带信号（即未经调制的信号），所以通常又称之为 10Base-5 或 RG-8/RG-11 型线缆。因其通信品质较优于细缆，一般用于早期网络的干线（Back Bone）敷设。细缆就是直径相对于 10Base-5 线缆较细，约为 6.4mm，一般情况下无中继传输距离可达 185m，通常称之 10Base-2 型线缆，其通信距离小于粗缆，往往用于架设小规模局域网或作终端接入。

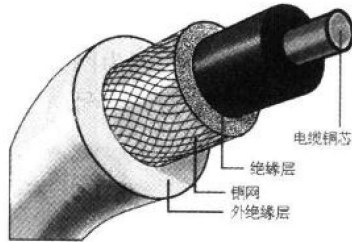
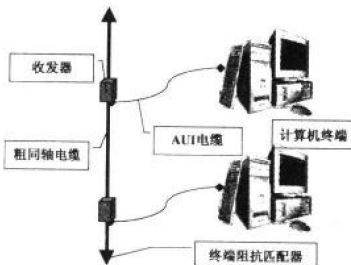


图 1.2 同轴电缆结构示意图

粗缆不能直接与计算机网卡相接插，必须通过“针刺式”收发器（Transceiver）进行连接转换，将其变为 DIX/AUI 接头（DIX 是由 DEC、Intel 和 Xerox 共同制定的接口标准，外观有点像计算机游戏操纵杆的 15 针公母头连接器，因而又叫 DB-15 接头。AUI 代表适配单元接口）才能进入特殊网卡的相应接口，如图 1.3（a）所示。粗缆共有 7 层：中心铜导体、塑胶绝缘体、铝箔、导体网、铝箔、导体网和黄色的外包层。细缆要通过一个 T 型接头和 BNC 接头与计算机相连，如图 1.3（b）所示。当然，两种线缆的连接都需要一对终端阻抗匹配器（又称为终结器或端接器），这样才能使网络正常运转。比如，计算机网络用的细缆，采用的是阻抗为  $50\ \Omega$  的终端阻抗匹配器。



(a) 同轴电缆粗缆的连接



(b) 同轴电缆细缆的 BNC 接头

图 1.3 同轴电缆粗缆示意图 (a) 及同轴电缆细缆专用的 T 型头和 BNC 接头 (b)

注意：这两种线缆都是网络早期的代表，一般都基于 CSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection，载波侦听多路访问/冲突检测，这就是以太网 Ethernet 的基本原理）技术的总路线型网络，而这种拓扑结构因其先天缺陷（对线缆的依赖很大，如果线路的任何连接出现问题，网络将全部瘫痪）而濒临灭绝，而同轴电缆也因其成本较高且速率较低（通常是 10Mbit/s）而成为历史。

### 1.2.3 双绞线

双绞线（Twisted Pair）是当前被普遍采用的布线产品，在 TIA/EIA-568-B 的标准中已经不再推荐使用同轴电缆，因而在 100MHz~1000MHz 的网络布线中，只能在双绞线和光纤之间做出选择。

计算机网络用的双绞线通常可分为屏蔽双绞线（Shielded Twisted-Pair/Screened Twisted Pair Cable，即 STP/ScTP）和非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted-Pair，即 UTP）两大类。

#### 1. 屏蔽双绞线

屏蔽双绞线又可进一步划分为 STP 和 ScTP 两种。

##### (1) STP

STP 是 IBM 所推崇的，每一对相互缠绕的线对都有一个屏蔽层，4 对屏蔽的线对外还有一个总的屏蔽层，如图 1.4 所示。当然，成本相对较高。

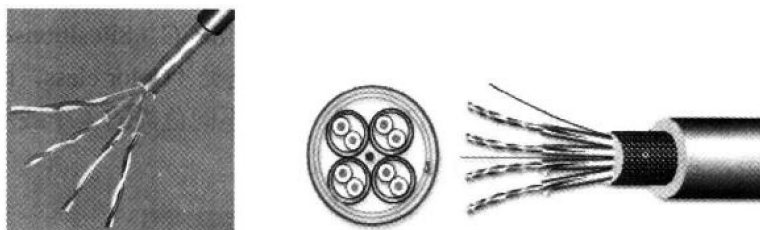


图 1.4 STP 屏蔽双绞线及其结构示意图

##### (2) ScTP

ScTP 只是在 4 对线对之外加上一个屏蔽层，如图 1.5 所示。一方面使 ScTP 比 STP 的线缆外径要细，从而更易于架设；另一方面 ScTP 的成本更低，但在布线施工中必须保证整个信道上屏蔽的连续性，所以，从信息插座的模块到配线架以及使用的安装工具都必须采用专用的产品。

由于网络带宽要求的不断提高以及制定标准时还暂时不能确定 5 类系统在 622Mbit/s ATM 上的应用能否达到足够高的传输和发射性能，因此需要制定一个标准用以确定高速数据能否在整个铜缆系统上正常运行。DIN 委员会分会（德国标准组织）提出了关于 600MHz 布线系统的标准，这个草案对大多数欧洲布线产品生产商目前生产的屏蔽线缆做出了规定，该线缆是用金属箔包住 4 对线缆中的每对线，然后将这 4 对线全部屏蔽起来，简称为“PiMF (Pairin MetalFoil)”。该标准符合 EN 50173R 的要求，还增加了一个用于 6 类组件的 E 级链接，其性能达到 600MHz，理论上允许该布线系统在两对线上通过简单的 NRZ (N-Return Zero，不归零制) 编码即可支持 622Mbit/s 的 ATM。因而可以看出，屏蔽系统主要是面向一些高端应用的，所以，如果不是非常必要（比如干扰较大或安全性要求较高的场合），我们通常不会

选择这种施工难度较大、而成本较高的线缆系统。

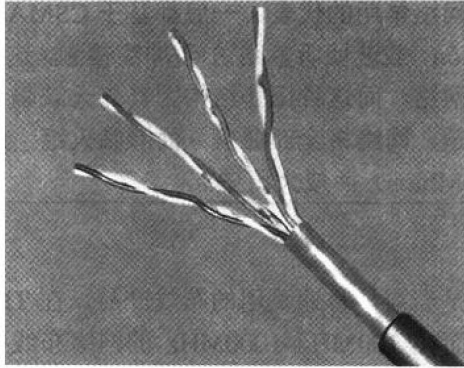


图 1.5 ScTP 屏蔽双绞线（只有一个总屏蔽层）

## 2. 非屏蔽双绞线（UTP）

一种更值得推荐的方案是采用 UTP，如图 1.6 所示，目前大多数的布线方案都会用到 UTP。传统电话所采用的非屏蔽双绞线的接头通常是 4P4C（4 Positions&4 Contact，即所谓的 4 个连接点和 4 个压接触片，这 4 个压接触片可以为 UTP 提供很好的接触性能）RJ-11 头，并且是平行走线的，而大多数情况下只用了其中的两根线（比如红色和绿色），这一点从电话所用的 RJ-11 接头上可以清楚地看到。计算机通信网络中所用的双绞线则是阻抗为  $100\Omega$  或  $150\Omega$ （可能  $\pm 10\%$  左右）的线缆（而在欧洲，还有采用  $120\Omega$  的线缆，但国内并不作为标准进行推荐，因而布线方案中请不要选择这种产品），其采用 8P8C（8 Positions& 8Contact，即采用 8 个连接点和 8 个压接触片）的 RJ-45 头，不仅同一色类（Color class，比如一根是白色夹杂些橙色，另一根就是橙色）的两根线相互缠绕，而且不同色类的 4 个线对也相互缠绕，必须注意这个细节，否则可能使用了不合标准的线缆。

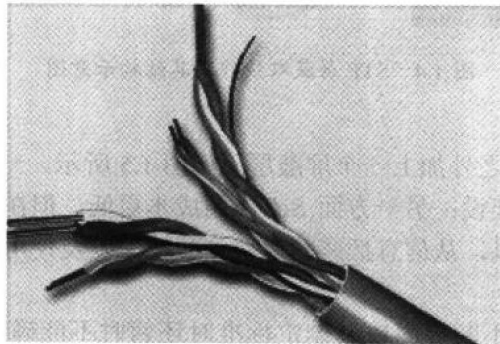


图 1.6 UTP 非屏蔽双绞线

☞ 注意：在实际安装中，有人会奇怪在双绞线的外皮层中有一根单独的连线或是尼龙线。这当然不是用于通信的，而是用来切割外皮层的，我们将其称之为切割线。虽然多数时候不会用到它，但如果压线工具没有切线功能时，也可应急。

另外，我们应该注意的问题是，不同色类的线对其缠绕的密度也是不相同的，同一段双绞线中取出的 4 对线中 1-2 线对长度最长（因而缠绕密度最大），3-6 线对次之，7-8 线对再次