



综合布线

实用指南



© 张海涛 陈金俊 黄志强 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



综合布线实用指南

张海涛 陈金俊 黄志强 编著



机械工业出版社

本书从综合布线的定义说起,介绍了与综合布线相关的应用系统,其次具体介绍了综合布线的产品和各部分的原理与设计,然后给出了综合布线工程的实施过程和实施案例,最后介绍了综合布线的最新进展。

本书对于综合布线的各个子系统都给出了设计规范和不同场景的详细设计,并在后面的实施案例中对于综合布线的整体项目给出了总体的分析和解决方案,书中众多的案例是作者 10 多年综合布线工作的经验总结,具有很好的实用价值。

本书内容详尽,案例丰富、设计详实,非常适合作为从事弱电工程设计人员(特别是想从事计算机网络系统集成的人员)的入门参考书,也可以作为高职、高专、计算机网络培训学员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

综合布线实用指南/张海涛,陈金俊,黄志强编著. —北京:机械工业出版社, 2006.8

ISBN 7-111-19668-6

I. 综... II. ①张...②陈...③黄... III. 智能建筑—布线—指南
IV. TU855-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 085153 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张俊红 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13 印张 · 315 千字

0 001 - 5 000 册

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线(010) 88379764

封面无防伪标均为盗版

前 言

互联网发展到今天，传统布线已经在很多的实际应用中出现不相适应的一面，在有些地方甚至成为阻碍网络发展的瓶颈。为了适应综合业务数字网的需求，出现了综合布线系统这种特别设计的布线方式，将人们带到了数据通信布线的复杂世界。在网络线路中不仅有数据的传输，还有语音传输、串行通信、报警信号、视频和音频，对线路系统的可靠性和良好的设计提出了更高的要求，综合布线已经成为现代化建筑的重要组成部分。

本书共分为 14 章，通过大量的图示来解释各种原理和其相应的应用，以实践为主，浅显易懂，内容详实，案例丰富。本书是有意于在计算机网络领域发展的有志之士的敲门砖，可作为高职、高专、大学本科学生的实用教材，以及从事弱电工程、系统集成、建筑监理人员的参考资料。

本书是由众多具有 10 多年网络综合布线经验的专家们在得到很多网络产品经销商、生产商、布线产品承包商的调研反馈后，经过讨论研究撰稿而成。同时本书在编写过程中，得到许多同事和朋友的热情帮助，他们分别是苏雪华、蒋亮、刘小强、马文勃、彭红波、丘子隼、陈智强、江峰、赵纪凯、朱启东、张爱华、张云霞、高莉、宋海东、翟丽萍等，在此对他们的大力支持表示衷心的感谢。

由于综合布线技术发展很快，加上编写时间仓促，书中难免存在不足，恳请广大读者批评指正。

作者

2006 年 8 月

目 录

前言

第1章 综合布线系统概述	1	3.1.9 使用光纤应注意的问题	35
1.1 传统的布线方式	1	3.2 电缆产品	36
1.2 综合布线的定义	2	3.2.1 数据线缆	36
1.3 综合布线的特点	4	3.2.2 信息面板	38
1.4 相关系统的简介	6	3.2.3 信息模块	40
1.4.1 计算机网络	6	3.2.4 配线架与跳线架	42
1.4.2 网络的拓扑结构	9	3.2.5 跳接头与数据跳线	45
1.4.3 公共交换电话网	11	3.2.6 布线施工工具	47
1.4.4 有线电视系统	12	3.2.7 使用电缆应注意的问题	48
1.4.5 电子公告系统	13	3.3 其他产品	49
1.4.6 多媒体查询系统	14	3.3.1 同轴电缆	49
1.4.7 电子监控系统	15	3.3.2 RVV 电缆	50
1.4.8 停车场管理系统	16	3.3.3 RVVP 系列	50
第2章 数据通信基础	18	3.3.4 RVS 电缆	50
2.1 带宽、频率和数据速率	18	3.3.5 网络机柜	51
2.1.1 频率	18	3.3.6 布线线槽	52
2.1.2 带宽	18	3.3.7 地面插座	53
2.1.3 数据速率	20	3.4 线缆选择标准	54
2.2 分贝	20	3.4.1 布线环境	54
2.3 影响数据传输速率的因素	21	3.4.2 各种线缆的使用范围	55
2.3.1 近端串扰和信号衰减	23	3.4.3 传输速度	57
2.3.2 温度效应	23	3.4.4 抗干扰性	57
2.3.3 传输损耗	23	3.4.5 系统的灵活性	58
2.3.4 线缆的种类	24	第4章 综合布线标准	59
2.3.5 无线传输介质	24	4.1 EIA/TIA 568 国际综合布线标准	59
2.3.6 数据编码	25	4.1.1 概述	59
第3章 综合布线产品	26	4.1.2 范围	59
3.1 光纤产品	26	4.1.3 定义及名词缩写	60
3.1.1 室外光缆	26	4.2 ANSI/TIA/EIA-570 家居布线标准	61
3.1.2 室内光缆	28	4.2.1 概述	61
3.1.3 光纤跳线	29	4.2.2 家居布线等级	62
3.1.4 光纤接头	31	4.2.3 一般的家居布线系统	62
3.1.5 光纤配线产品	32	第5章 工作区子系统	64
3.1.6 光纤接头盒	32	5.1 系统组成	64
3.1.7 光纤网络设备	33	5.2 设计规范	65
3.1.8 光纤施工工具仪器	34	5.3 应用场景设计	65

5.3.1 网吧	65	第 12 章 综合布线工程实施	108
5.3.2 办公室	66	12.1 工程调研	108
5.3.3 会议室	67	12.1.1 建设环境	108
5.3.4 家居布线	68	12.1.2 建设目标	109
第 6 章 水平子系统	70	12.2 工程设计	109
6.1 系统组成	70	12.2.1 设计原则	109
6.2 设计规范	71	12.2.2 设计规范	110
6.3 应用场景设计	72	12.2.3 具体设计	110
6.3.1 新楼水平子系统	72	12.3 工程实施	112
6.3.2 旧楼水平子系统	75	12.3.1 工程实施准备	112
第 7 章 垂直干线子系统	80	12.3.2 施工规范	114
7.1 系统组成	80	12.3.3 工程实施过程	120
7.2 设计规范	81	12.4 工程测试	122
7.3 应用场景设计	83	12.5 工程验收	125
7.3.1 室内光缆连接	83	12.6 售后服务	126
7.3.2 大对数电缆	85	12.7 经验总结	127
7.3.3 STP 电缆	86	第 13 章 工程实例	130
第 8 章 管理子系统	88	13.1 大型写字楼	130
8.1 系统组成	88	13.1.1 工程调研	130
8.2 设计规范	89	13.1.2 工程设计	132
8.3 应用场景设计	89	13.1.3 工程实施	164
8.3.1 一般配线间	89	13.1.4 系统测试与验收	166
8.3.2 复杂配线间	91	13.2 智能小区	167
第 9 章 设备间子系统	93	13.2.1 工程调研	167
9.1 系统组成	93	13.2.2 工程设计	168
9.2 设计规范	94	13.2.3 工程实施	173
9.3 应用场景设计	94	13.2.4 系统测试与验收	174
9.3.1 一般设备间	94	13.3 校园网	175
9.3.2 大型机房	95	13.3.1 工程调研	175
第 10 章 建筑群子系统	96	13.3.2 工程设计	176
10.1 设计规范	96	13.3.3 工程实施	181
10.2 应用场景设计	96	13.3.4 系统测试与验收	182
10.2.1 商业建筑群	96	13.4 酒店	183
10.2.2 大学校园	97	13.4.1 工程调研	183
10.2.3 住宅小区	101	13.4.2 工程设计	184
第 11 章 无线覆盖系统	103	13.4.3 工程实施	185
11.1 无线局域网原理	103	13.4.4 系统测试及验收	187
11.2 无线局域网特点	104	第 14 章 综合布线的最新进展	188
11.3 应用场景设计	106	附录	191
11.3.1 仓库应用	106	附录 A 综合布线常用名词及解释	191
11.3.2 医院应用	106	附录 B EIA/TIA 568 国际综合布线标准	192
11.3.3 家居无线应用	107	参考文献	199

第 1 章 综合布线系统概述

提及综合布线，大家可能并不陌生，也许你会讲不就是把各种设备通过一些线缆连接在一起，例如把多个计算机通过网络线缆连接在一起，实现信息共享，还需要什么必要的知识吗？这可能是大多数人的想法，然而对于一个公司、一座大楼，乃至一个学校，如果想实现有关的信息资源共享，并不是想象的那样，那么到底应该如何做呢？这里所讲的不同应用系统对带宽的要求是不一样的，不同的网络规模的数据流量也是不相同的，针对这样的问题，在实际中应该如何满足这种需求呢？况且还有其他一些问题，如线路的管理等，所有这些问题，都是可以通过综合布线这个专题进行解决的。

本章首先从传统的布线谈起，然后介绍当前主流的综合布线技术以及它的特点，最后介绍综合布线的作用，也就是其作为底层的传输平台所支撑的系统，如数据网络、有线电视系统、语音系统等。

1.1 传统的布线方式

传统布线起源于 20 世纪 50 年代，当时，经济发达的国家在城市中兴建新式大型高层建筑，他们为了增加和提高建筑的使用功能和服务水平，提出楼宇自动化的要求，即在房屋建筑内安装各种仪表、控制装置、信号显示等设备，并采用集中监视、控制的方式操作，以便于运行和维护管理。从这种楼宇自动化的实践中逐步提炼，最终形成了传统布线的概念。传统布线系统是指为了将分散设置在建筑内的各种设备相连，组成各自独立的集中监控系统，每套系统需要独立的传输线路来发送相应的信号。

具体来讲，首先，传统布线采用不同的线缆、不同的终端插座，连接这些不同布线的插头、插座及配线架都是一一对应的关系，不同种类的设备之间并不兼容，不能相互连接。如电话、计算机局域网都是各自独立的，局域网的线缆不能连接电话，电话的线缆不能连接局域网设备。

其次，各个系统是由不同的厂商分别进行设计和安装的。当随着新技术的发展需要调整一些办公设备或需要更换设备时，由于不同厂商的设备并不兼容，必须采用新的布线才能满足新设备的要求。这样经常会由于增加新电缆而留下大量的不用的旧电缆，需要不断地对这些旧电缆进行处理，造成日常的维护工作量较大。

第三，传统布线采用的是人工手动或者初步的自动控制方式，对人员的科技水平要求较低，对系统故障处理的速度较慢。

总之，传统布线对每个系统单独布线，适用于小范围的布线需求，而对于大规模的布线，则存在重复建设的弊端，并且管理和维护也变得更为复杂。

随着社会的发展进步，出现了越来越多的大规模布线，也对传统的布线提出了挑战，人们在大量实践的基础上，逐步形成了综合布线的概念。

1.2 综合布线的定义

综合布线系统 (Premises Distributed System, PDS) 是一个模块化、灵活性极高的建筑物或建筑群内的信息传输系统, 是建筑物内的“信息高速公路”。在楼宇和园区范围内, 它利用双绞线或光缆来传输信息, 可以连接电话、计算机、会议电视和监视电视等设备, 使语音、数据、图像通信设备和交换设备与其他信息管理系统彼此相连, 也使这些设备与外部通信网络相连接。

PDS 使用物理分层星形拓扑结构, 积木式、模块化设计, 遵循统一标准, 使系统的集中管理成为可能, 也使每个信息点的故障、改动或增删不影响其他的信息点, 使安装、维护、升级和扩展都非常方便, 并节省了费用。目前综合布线领域广泛遵循的标准是 EIA/TIA - 568、ISO/IEC 11801、EIA/TIA TSB - 67, 使用标准的双绞线和光纤, 支持高速率的数据传输。

PDS 按照连接的范围分为两部分, 它包括建筑物到外部网络或电信局线路上的连线点与工作区的语音或数据终端之间的所有电缆及相关联的布线部件; 按照系统的组成, 分为以下几个部分: 传输介质、线路管理硬件 (如配线架、连接器、插座、插头、适配器)、传输电子线路、电气保护设备等硬件。这些部件都有各自的具体用途, 被用来构建各种子系统, 利用它们不仅使布线工程易于实施, 而且能随通信需求的变化而平稳过渡到增强型布线部件。一个设计良好的结构化综合布线系统, 对其服务的设备应具有一定的独立性, 并能互联许多不同的通信设备, 如数据终端、模拟式和数字式机、微型计算机和公共系统装置, 还应能支持图像 (电视会议, 监视电视) 等系统。

设计结构化综合布线系统一般采用星形拓扑结构。该结构下的每个分支子系统都是相对独立的单元, 对每个分支子系统的改动都不影响其他子系统。只要改变结点连接, 就可使网络在星形、总线形、环形等结构之间进行转换。结构化综合布线系统应采用开放式的结构, 并应能支持当前普遍采用的各种计算机及其网络系统。

结构化综合布线系统采用模块连接结构, 它能连接语音、数据、图像以及各种用于楼宇控制和管理的低压设备与装置, 如监控 (包括采暖、通风与空调)、消防、保安、照明、流程控制 (工厂环境) 以及大屏幕系统等。

PDS 一般采用模块化设计和物理分层星形拓扑结构, 按照功能分为 6 个独立的子系统:

1. 工作区子系统

工作区子系统是指由终端设备到信息插座的连线, 它包括装配、连接和连接所需的软线, 并在终端设备和 I/O 之间搭桥, 信息插座有墙上、地上、桌上、软基型多种, 标准有 RJ45/RJ11 的单双孔等多种类型。

2. 水平布线子系统

水平布线子系统将电缆从楼层配线架连接到各用户工作区的信息插座上, 一般处在同一层楼, 通常采用三类线或五类线组成, 符合或超过 EIA/TIA - 568 标准。

3. 垂直布线子系统

垂直布线子系统由各楼层配线架与主配线架间的大对数电缆或光缆组成, 或二者混用。它是综合布线系统的中枢系统, 主要功能是将主配线架系统与各楼层配线子系统连接起来。

4. 管理子系统

管理子系统主要由楼层配线架构成，主要功能是将垂直干缆线与各楼层水平布线子系统相连接。管理子系统能够充分体现布线系统的优势和灵活性，在管理子系统只需要简单的跳一下线，就可以完成任何一个结构化布线系统的信息插座对任何一类智能系统的连接，极大地方便了线路重新布局和网络终端的连接。

5. 设备间子系统

设备间子系统由主配线架和各公共设备组成，其主要功能是将各种公共设备（如计算机主机、各种控制系统、网络互连设备等）与主配线架连接起来。该系统还包括电气保护装置等。

6. 建筑群室连接子系统

建筑群室连接子系统是指主要建筑物中的主配线架延伸到另外一些建筑物配线架的连接系统，通常也采用光缆或大对数电缆连接。它是整个布线系统的一部分，并支持提供楼群之间通信的硬件，其中有电缆、光缆和防止电缆浪涌电压进入建筑物的电气保护设备。

按照系统的总体结构，综合布线系统又有集中式布线（MDF）和分布式布线（HDF）两种方法。集中式布线方法可以把所有的网络设备放置到一个设备间，具有集中管理的优点，但这种方法受到距离的限制；分布式布线方法的设备分布在各个楼层，通常用于大型的PDS。

使用何种方法进行布线取决于楼内网络应用和管理的特点。例如在一个楼内有专人负责管理计算机网络，应该采用集中式的布线方法，这种方法便于调整线路路由。如果部门的网络相对独立，没有专门的人负责管理，一般采用分布式的布线方法。图 1-1 表示了两种方法布线原理。

集中式布线是通常推荐的布线方式，从一个主配线间到各个信息点都有惟一的线缆进行

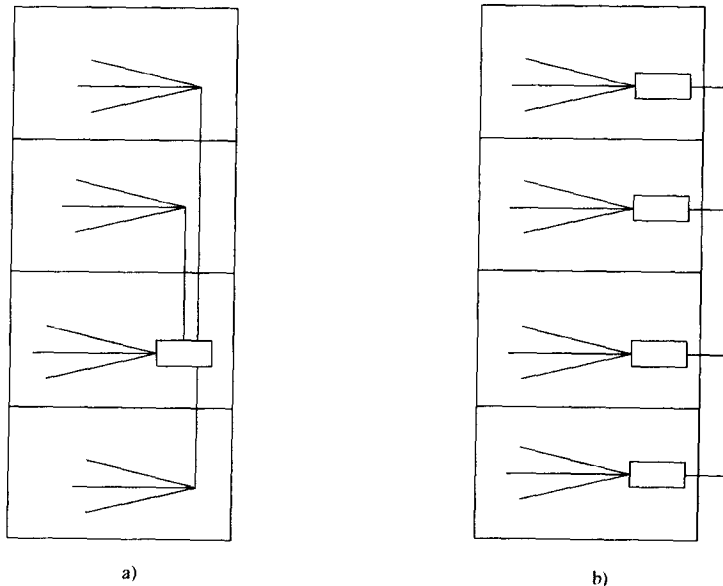


图 1-1 综合布线方式

a) MDF b) HDF

连接,这样可以很好地进行线缆路由调整。

分布式布线方法在一个楼内有多个配线间,从各个配线间到它管理的信息点有惟一的线缆路由,配线间之间通常通过室内光缆和大对数线缆进行连接。分布式布线方法通常用于较大建筑物,如果使用集中的方法,则从信息点到配线间的距离超长。分布式布线设计较为复杂,线缆路由调整与网络设备有关,但在网络结构需要变化时,通过跳线能方便地实现改变。

1.3 综合布线的特点

综合布线同传统的布线相比较,有很大的优越性。其特点主要表现在它具有兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性和经济性,而且在设计、施工和维护方面也给人们带来了许多方便。

1. 兼容性

综合布线的首要特点是它的兼容性。所谓兼容性,是指它自身是完全独立的,与应用系统相对无关,可以适用于多种应用系统。

以前为一幢大楼或一个建筑群内的语音或数据线路布线时,往往是采用不同厂家生产的电缆线、配线插座以及接头等。例如用户交换机通常采用双绞线,计算机系统通常采用粗同轴电缆或细同轴电缆。这些不同的设备使用不同的配线材料,而连接这些不同配线的插头、插座及端子板也各不相同,彼此互不兼容。一旦需要改变终端机或电话机位置时,就必须铺设新的线缆,并且安装新的插座和接头。

综合布线将语音、数据与监控设备的信号线经过统一的规划和设计,采用相同的传输媒体、信息插座、交连设备、适配器等,把这些不同信号综合到一套标准的布线中。由此可见,这种布线比传统布线大为简化,可节约大量的物资、时间和空间。

在使用时,用户可不用定义某个工作区的信息插座的具体应用,只把某种终端设备(如个人计算机、电话、视频设备等)插入这个信息插座,然后在管理间和设备间的交接设备上做相应的接线操作,这个终端设备就被接入到各自的系统中了。

2. 开放性

对于传统的布线方式,只要用户选定了某种设备,也就选定了与之相适应的布线方式和传输媒体。如果更换另一设备,那么原来的布线就要全部更换。对于一个已经完工的建筑物,这种变化是十分困难的,要增加很多投资。

综合布线由于采用开放式体系结构,符合多种国际上现行的标准,因此它几乎对所有著名厂商的产品都是开放的,如 IBM、DEC、SUN 等公司的计算机设备,AT&T、CISCO、NEC 等公司的交换机设备等;并对所有通信协议也是支持的,如 EIA-232-D、RS-422、RS-423、以太网、令牌环网、FDDI(光纤分布式数据互连)、CDDI(铜线分布式数据接口)、ISDN(综合业务数字网)、ATM(异步传输模式)、ISO/IEC8802-3、ISO/IEC8802-5 等。

3. 灵活性

传统的布线方式是封闭的,其体系结构是固定的,若要迁移设备或增加设备,是相当困难而麻烦的,甚至是不可能的。

综合布线采用标准的传输线缆和相关连接硬件,模块化设计,因此所有通道都是通用

的。每条通道可支持电话、传真、多用户终端、10Base-T、以太网工作站及令牌环网工作站（采用五类连接方案，可支持 100Base-T 及 ATM 等）。所有设备的开通及更改均不需要改变布线，只需增减相应的网络应用设备，并在配线架上进行必要的跳线管理即可。另外，系统组网也可灵活多样，甚至在同一房间也可有多种用户终端，如 10Base-T、以太网工作站、令牌环网工作站可以并存，这种系统的灵活性为用户组织信息流提供了必要条件。

4. 可靠性

传统的布线方式由于各个应用系统互不兼容，因而在一个建筑物中往往要有多种布线方案。因此建筑系统的可靠性要由所选用的布线可靠性来保证，当各应用系统布线搭配不当，还会造成交叉干扰（所谓交叉干扰，就是不同的布线系统在某一时刻同时传输数据时造成的信号干扰）。

综合布线采用高品质的材料和组合压接的方式构成一套高标准的信息传输通道，所有线槽和相关连接件均通过 ISO 认证，每条通道都要采用专用仪器测试链路阻抗及衰减率，以保证其电气性能。应用系统布线全部采用点到点端接，任何一条链路故障均不影响其他链路的运行，这就为链路的运行维护及故障检修提供了方便，从而保障了应用系统的可靠运行。各应用系统往往采用相同的传输媒体，因而可互为备用，提高了备用冗余。

5. 先进性

综合布线采用光纤与双绞线混合布线方式，极为合理地构成一套完整的布线。所有布线均采用世界上最新通信标准，链路均按八芯双绞线配置。五类双绞线带宽可达 100MHz，六类双绞线带宽可达 200MHz。对于用户的特殊需求，可把光纤引到桌面（Fiber To The Desk）。语音干线部分用铜缆传输，数据部分用光缆传输，为同时传输多路实时多媒体信息提供了足够的带宽容量。

6. 经济性

综合布线比传统布线具有经济性优点，因为综合布线可适应相当长时间的需求，传统布线的改造很费时间，耽误工作造成的损失更是无法用金钱来计算。

衡量一个布线系统的经济性，应该从两个方面加以考虑，即初期投资与性能价格比。发展商和用户希望建筑所采用的设备在开始使用时具有良好的实用特性，而且具有一定的技术储备，在今后的若干年里应保护用户的最初投资，不增加新的投资，同时仍保持布线的先进性。与传统的布线相比，PDS 是一种具有良好的初期投资特性又具有极高的性能价格比的高科技产品。

关于 PDS 和传统的布线方式对于初期投资的描述可用图 1-2 表示。

虽然 PDS 设备价格比较高，但 PDS 是将原来的相互独立、互不兼容的若干布线系统。集中成为一套完整的布线系统，并且可以由一个公司完成几乎所有的弱电电缆的布线，这样就省去大量的重复劳动，大大缩短布线周期，使施工成本大幅降低。

当只有一个系统时，传统的布线的初期投资只有综合布线的一半；但当系统增加时，传统的布线投资会急剧增加，而 PDS 布线则会随系统布线的个数增长而投

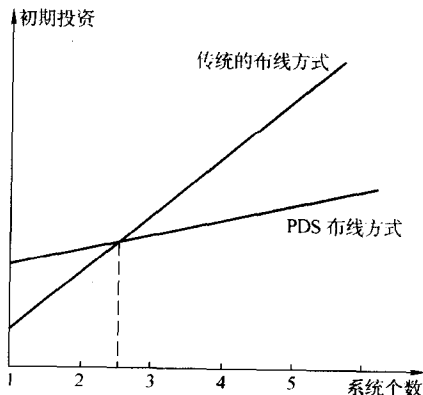


图 1-2 PDS 和传统布线方式的初期投资比较

资增长缓慢。

在综合布线系统的性能价格比方面，PDS 的性能价格比是极高的，主要表现在以下几个方面：

1) 每个客户的最初需求往往是不很明确的，即使公司已经确定了网络的结构和节点位置，但今后不长的时间，网络节点和位置极有可能发生变动，如果采用传统的布线方式，布线会有较大的改动，而采用结构化布线只需在跳线架上做少许改动。

2) 当网络使用者需要把设备从一个房间搬迁到另一层的房间去，或者在一个房间中增加其他新的设备时，同样只要在原数据模块或语音模块处作简单的分线处理，然后在同层的配线间做跳接线操作，很快就可以实现这些增加的需要，而不需要重新布线。

3) PDS 具有很好的技术前瞻性，可以在很长的时期内保持技术的先进性。随着时间的推移，PDS 布线方式的性能价格比曲线是上升的，而传统的布线的性能价格比则是递减的。这样形成一个剪刀差，时间越长，这两种布线方式的性能价格比的差距越大。

4) 性能价格比的另一方面体现在远期的投资上，一幢大楼竣工后，要花费相当大的费用使它运转。美国一家公司对 400 家大公司大楼竣工后在 40 年内各项费用的比例情况调查，结果如图 1-3 所示，从中可以看出，PDS 可以大大降低网络系统运行的费用，从而降低以后的资金投入，达到节约投资的目的。

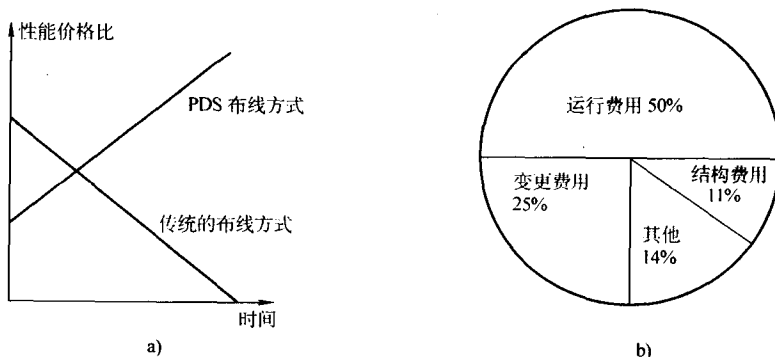


图 1-3 PDS 布线和传统布线的性价比

a) 传统的布线和 PDS 布线性能比曲线 b) 40 年综合费用

通过上面的讨论可知，综合布线较好地解决了传统布线方式存在的许多问题。随着科学技术的迅猛发展，人们对信息资源共享的要求越来越迫切，尤其以电话业务为主的通信网逐渐向综合业务数字网（ISDN）过渡，越来越重视能够同时提供语音、数据和视频传输的集成通信网。因此，综合布线取代单一、昂贵、复杂的传统布线，是信息时代的要求，是技术发展的必然趋势。

1.4 相关系统的简介

1.4.1 计算机网络

对计算机网络这个概念的理解和定义，随着计算机网络本身的发展，人们提出了各种不

同的观点。

早期的计算机系统是高度集中的，所有的设备都安装在单独的大房间中。后来出现了批处理和分时系统，分时系统所连接的多个终端（所谓终端，就是一台计算机的外部设备，包括 CRT 控制器和键盘，无 GPU 内存）必须紧接着主计算机。20 世纪 50 年代中后期，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上，这样就出现了第一代计算机网络。第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统，其典型应用是由一台计算机和全美国范围内 2000 多个终端组成的飞机订票系统。

随着远程终端的增多，在主机前增加了前端机（FEP）。当时，人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来，实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”，这样的通信系统已具备了通信的雏形。

第二代计算机网络以多个主机通过通信线路互连起来为用户提供服务，兴起于 20 世纪 60 年代后期，其典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPA 网。

主机之间不是直接用线路相连的，而是通过接口报文处理机（IMP）转接后互连的。IMP 和它们之间互连的通信线路一起负责主机间的通信任务，构成了通信子网。通信子网互连的主机负责运行程序，提供资源共享，组成了资源子网。

两个主机间通信时，对传送信息内容的理解、信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵守一个共同的约定，称为协议。

在 ARPA 网中将协议按功能分成了若干层次，如何分层以及各层中具体采用的协议的总和，称为网络体系结构。体系结构是个抽象的概念，其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

第二代计算机网络以通信子网为中心，20 世纪 70 年代至 80 年代得到迅猛发展。这个时期，网络的概念发展为“以能够相互共享资源为目的互连起来的具有独立功能的计算机的集合体”，形成了计算机网络的基本概念。

第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构，并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。ISO 在 1984 年颁布了 OSI/RM（Open System Interface/Referring Mode）（开放系统互连参考模型），该模型分为 7 个层次，也称为 OSI 七层模型，被公认为是新一代计算机网络体系结构的基础，同时它为普及局域网奠定了基础。

20 世纪 70 年代后，由于大规模集成电路的出现，局域网由于投资少、方便灵活而得到了广泛的应用和迅猛的发展。与广域网相比它们有共同的特性，如分层的体系结构；但也有不同的特性，如局域网为节省费用而不采用存储转发的方式，而是由单个的广播信道来连接网络上的计算机等。

第四代计算机网络从 20 世纪 80 年代末开始，局域网技术发展成熟，出现了光纤及高速网络技术、多媒体、智能网络，整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系统，发展到当前成为了以因特网为代表的互联网。

计算机网络是一个数字化的大型信息系统，它把人类社会各种形式表征的信息，包括文字、图像、语音、数据和人脑中的思想、知识等，都转换成统一的二进制数字编码信息，因而可利用计算机网络强大的信息传输、处理和存储能力，来加速人类知识信息的交流、积累及社会信息资源的利用和开发。

总之，计算机网络已成为推动人类社会经济发展和信息化建设的重要基础设施，是信息

化社会的基石。

1. 局域网

局域网 (Local Area Network, LAN) 是一种在较小的区域范围内各种计算机和数据通信设备互连在一起的计算机通信网络。从功能上讲, LAN 就是一组台式计算机和其他设备 (在物理位置上彼此相隔不远), 以允许用户相互通信和共享诸如打印机和存储设备之类的计算资源的方式互连在一起的系统, 比如适用于办公环境下的 LAN、工厂和研究机构中使用的 LAN。从技术上讲, LAN 是指由特定类型的传输媒体 (如电缆、光缆和无线媒体) 和网络适配器 (亦称为网卡) 互连在一起的一组计算机, 它是受网络操作系统监控的网络系统。功能性和技术性之间的差别是很明显的: 功能性强调的是外界行为和服务; 技术性强调的则是构成 LAN 所需的物质基础和构成方法。

局域网的典型特性是数据传输率高 (可到 1000Mbit/s)、地理覆盖范围较广 (0.1 ~ 25km)、误码率低、价格便宜。局域网的拓扑结构常见的有星形、环形、总线型和树形。

在最近的 25 年间, 以太网已从 4800bit/s 争用型无线电信道传输系统发展到最普及的局域网络标准, 并能在无屏蔽的双绞线上每秒传输 100Mbit 的信息。以太网的发展史是如此的吸引人, 以致于无数的技术骄子和名声显赫的公司都纷纷投入其中。人们从它的发展史看到了技术的前景和诱人的财富, 整个产业界实际上都将在连接不同计算机设备这一概念上腾飞。

2. 城域网

城域网 (Metropolitan Area Network, MAN) 原是与局域网和广域网相对应的计算机网络的概念, 指城域范围的计算机网络。数据通信和电信技术的发展赋予了城域网新的内涵, 将城域网的概念延伸到整个通信网络, 泛指运营商在城市及其郊区范围内提供多种业务的所有网络。它是以宽带光纤传输为开放平台, 各类网关实现语音、数据、图像、多媒体、IP 接入等各种增值业务及智能业务, 并与各运营商的长途网和公共电话交换网 (PSTN) 互通的本地宽带综合业务网。城域网与广域网的主要区别在于, 城域网的业务范围不仅有语音, 还有数据和图像, 是全业务网络。城域网需要支持各种客户层信号, 而且要能很快地提供客户层信号所需的带宽。局域网的地域限制使各行各业形成了一个信息“孤岛”, 广域网的带宽限制又使信息高速公路上的宽带应用大打折扣, 其核心问题可归结为带宽与距离的矛盾。而城域网则是解决带宽和增加网络覆盖范围的很好的方法, 这使得城域网成为未来最具发展潜力的网络系统。

城域网的概念最初来自于计算机网络, 传统意义上是指承担同一城市内局域网互连任务的网络。但是随着业务的不断发展, 城域网的概念已经发生了变化, 即指覆盖城市及其郊区范围的、可提供综合服务、支持多种通信协议的公用网络。与传统的市话网不同, 城域网是在城市范围内能提供高速数据业务和宽带多媒体业务的网络。而随着 IP 技术的不断发展, 如何适应 IP 应用成为城域网当前发展的一个重要方向。

为了完成多综合业务承载, 多业务传送技术 (MSTP) 技术逐渐走向前台。MSTP 可以实现多种速率, 并且保留了固有的 SDH (同步数字序列) 交叉能力和传统的 SDH/PDH 业务接口, 继续满足语音业务的需求。此外, MSTP 提供 ATM 处理、以太网透传以及以太网或 RPR 的第二层 (Layer 2, L2) 交换功能, 来满足数据业务的汇聚、梳理、整合的需要。

2004 年, MSTP 的技术优势被广大运营商充分认可, 并在新城域网建设中得到规模应

用,目前已经有近百个城域网在建设中采用了 MSTP 技术。当 IP 业务成为网络的主要业务后,IP 业务量的不确定性和不可预见性对网络带宽的动态分配要求将越来越迫切,网络必须具备实时动态配置能力,即智能光交换能力。因此,城域网下一步将逐步引入智能特性,特别是与智能光网络(ASON)技术的结合,将从根本上提高城域传送网的管理与控制能力,为用户提供可定制的、可分等级的服务。

城域网建设的初衷是为了满足大量的公众上网业务,同时还要针对大客户需求提供独立的专用网络。随着我国互联网用户和宽带用户的激增以及企业用户通信需求量的猛增,特别是下一步随着大量 NGN(下一代网络)业务和其他新业务的发展,作为重要承载平台的城域网已经无法满足大量的需求。不断发展变化的业务需求是推动城域网建设和优化的主要依据,城域网的建设和优化必须围绕业务发展需求来展开。

基于以上分析可以看出,未来城域网不仅要考虑多样化的业务需求,提供不同等级的服务质量和安全性保证,网络还必须具有动态、自动的端到端业务提供能力,能够实现高度智能化管理。

3. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)由两个以上的 LAN 构成,这些 LAN 间的连接可以穿越数十公里以上的距离,是一种地域跨越大的网络。大型的 WAN 可以由各大洲的许多 LAN 和 MAN 组成,最为人人知的 WAN 就是因特网,它由全球成千上万的 LAN 和 WAN 组成。在多数情况下,LAN、MAN 和 WAN 间的边界不明显,很难确定 LAN 在何处终止、MAN 或 WAN 在何处开始。但是我们可以通过 4 种网络特性(即通信介质、协议、拓扑以及私有网和公网间的边界点)来确定网络的类型。通信介质是指用来连接计算机和网络的电缆、光纤电缆、无线电波或微波。通常 LAN 结束在通信介质改变的地方,如从基于电线的电缆转变为光纤。电线电缆的 LAN 通常通过光纤电缆与其他的 LAN 连接。

网络上的计算机称为主机(Host),又称为端点系统。网络分为通信子网和资源子网。通信子网负责整个网络的数据通信部分,资源子网是各种网络资源的集合。主机通过通信子网连接,通信子网的功能是把消息从一台主机传输到另一台主机。

1.4.2 网络的拓扑结构

网络的拓扑结构是抛开网络物理连接来讨论网络系统的连接形式,网络中各节点相互连接的方法和形式称为网络拓扑结构。网络拓扑结构给出了网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接方式,它的结构主要有星形结构、环形结构、总线结构、树形结构、网状结构、蜂窝状结构、分布式结构等。

1. 星形结构

星形结构是指各工作站以星形方式连接成网,网络中央有中心节点,其他节点(工作站、服务器)都与中心节点直接相连。这种结构以中心节点为中心,因此又称为集中式网络,如图 1-4 所示。

从图 1-4 中也能看出,星形结构具有如下特点:结构简单,便于管理;控制简单,便于建网;网络延迟时间较小,传输误差较低。但其缺点也是明显的:成本高、可靠性较低、资源共享能力也较差。

2. 环形结构

环形结构由网络中若干节点通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环,这种结构使公共传输电缆组成环形连接,数据在环路中沿着一个方向在各个节点间传输,信息从一个节点传到另一个节点,如图 1-5 所示。

从图 1-5 中可以看出环形结构具有如下特点:信息流在网中是沿着固定方向流动的,两个节点仅有一条道路,故简化了路径选择的控制;环路上各节点都是自举控制,故控制软件简单;由于信息源在环路中是串行地穿过各个节点,当环中节点过多时,势必影响信息传输速率,使网络的响应时间延长;环路是封闭的,不便于扩充;可靠性低,一个节点故障,将会造成全网瘫痪;维护难,对分支节点故障定位较难。

3. 总线型结构

总线结构是指各工作站和服务器等均挂在一条总线上,各工作站地位平等,无中心节点控制。公用总线上的信息多以基带形式串行传递,其传递方向总是从发送信息的节点开始向两端扩散,如同广播电台发射的信息一样,因此又称广播式计算机网络。各节点在接受信息时都进行地址检查,看是否与自己的工作站地址相符,相符则接收网上的信息。

从图 1-6 可以看出,总线型结构的网络的特点是:结构简单,可扩充性好;当需要增加节点时,只需要在总线上增加一个分支接口便可与分支节点相连;当总线负载不允许时,还可以扩充总线;使用的电缆少,且安装容易;使用的设备相对简单,可靠性高。其缺点就是维护难,分支节点故障查找难。

4. 分布式结构

分布式结构的网络是将分布在不同地点的计算机通过线路互连起来的一种网络形式,分布式结构的网络具有如下特点:由于采用分散控制,即使整个网络中的某个局部出现故障,也不会影响全网的操作,因而具有很高的可靠性;网中的路径选择采用最短路径算法,故网上延迟时间少,传输速率高,但控制复杂;各个节点间均可以直接建立数据链路,信息流程最短;便于全网范围内的资源共享。其缺点是:连接线路电缆长,造价高;网络管理软件复

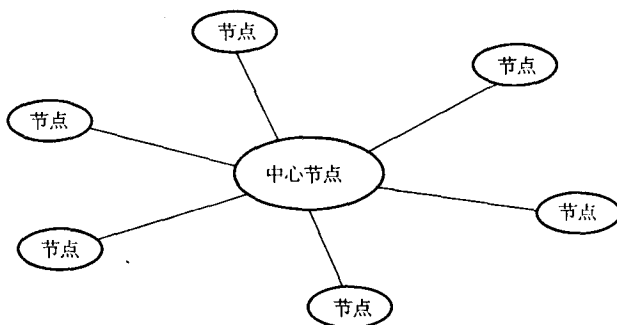


图 1-4 网络的星形拓扑结构

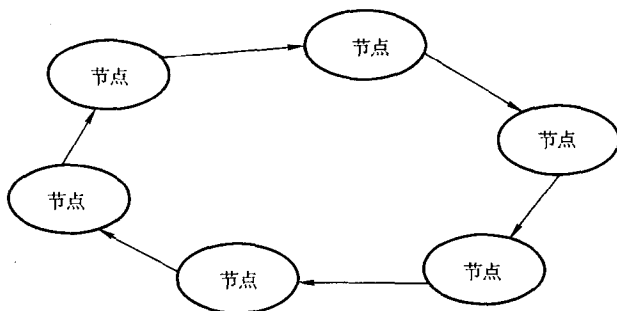


图 1-5 网络的环形拓扑结构

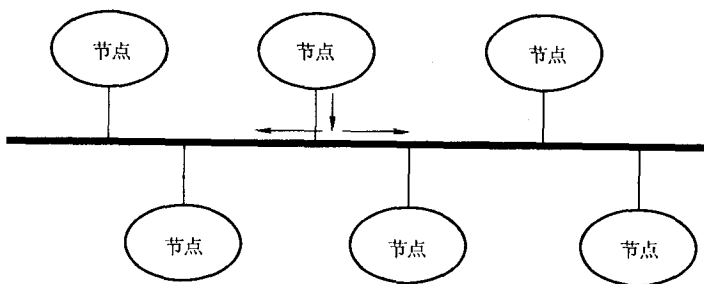


图 1-6 网络的总线型拓扑结构

杂；报文分组交换、路径选择、流向控制复杂；在一般局域网中不采用这种结构。

5. 树形结构

树形结构是分级的集中控制式网络，与星形结构相比，它的通信线路总长度短，成本较低，节点易于扩充，寻找路径比较方便；但除了叶节点及其相连的线路外，任何节点或其相连的线路发生故障，都会使系统受到影响。

总之，当前的网络以前三种网络拓扑结构为主，尤其是星形结构居多，后两种结构使用较少。

1.4.3 公共交换电话网

前面介绍了综合布线最主要的应用系统计算机网络，本节讲解综合布线的第二大应用电话网。提起电话，大家并不陌生，也都打过电话，那么电话网络是如何组成和工作的呢？为什么我们拿起办公桌上的电话就可以和对方进行语音交流呢？下面从电话网的组成开始逐步进行讲解。

世界上每一个国家都由政府部门，或是一个或几个大型电报电话机构操纵着国内的公共交换电话网（PSTN），这些 PSTN 集中在一起，形成地球上最大的网络系统。大部分 PSTN 开始都是由多个小型的、内部的网络组成，它们仅能处理电话业务。随着通信业的不断发展，PSTN 增加了大量的通信业务处理功能。许多国家的 PSTN 相互之间没有什么差别，大都采用现代化通信媒介（我们国内通常是用扁平双股线连接电话，与先进国家有一定差距）。

大型的 PSTN 大多由多个中心局及其分局组成，每个分局下面通过中继线路连接到社区或办公大楼。在社区或办公大楼内部可以通过程控交换机来进一步细化，即内部的用户终端可以共享中继线路。而本书所关注的 PSTN 部分的重点，就是社区或办公大楼内部的用户终端的电话语音系统的布线。

随着数据业务的迅速发展，电话网也可以承载数据业务。电话网上的数据通信技术业务，是指通过电话网传输各种数据的一种电信通信业务。用户利用数据终端设备，通过数据电路终端设备连接电话线路，就可向其他用户传输以中速为主的各种数据。用户通过公用电话网传输数据有两种方式，即利用拨号方式进行点对点的数据传输和利用所租专线进行数据传输。

电话网上的数据通信系统包括一个远端的数据终端设备，通过一条数据电路与一台计算机系统相连。数据电路由公共电话网的交换电路或专用电路及两端的数据电路终端设备（主要是调制解调器等）构成，只有在数据电路上加上传输控制功能，建立数据链路后，通信双方才能进行有效的通信。

电话网传输数据有网络覆盖面广、手续简单、使用方便等优点，但受到电话电路传输性能、交换机忙时负荷能力等因素的限制，传输速率较低，如采用先进的传输技术，仍是一种比较经济且可行的通信方式。

近年来，人们对服务意识的增强以及企业出于节约成本的考虑，又出现了电话语音系统。它采用先进的计算器处理技术、数据库处理技术，结合国际最先进的数字语音压缩编码技术，是计算器与语音技术的完美结合。现在已经广泛应用于我们工作、生活、学习中的每个方面，只要有电话线路的单位和个人，就可以使用电话语音系统。

因特网的发展使人们上网越来越方便，网络交流也更为广泛，促使了网络聊天和网络电