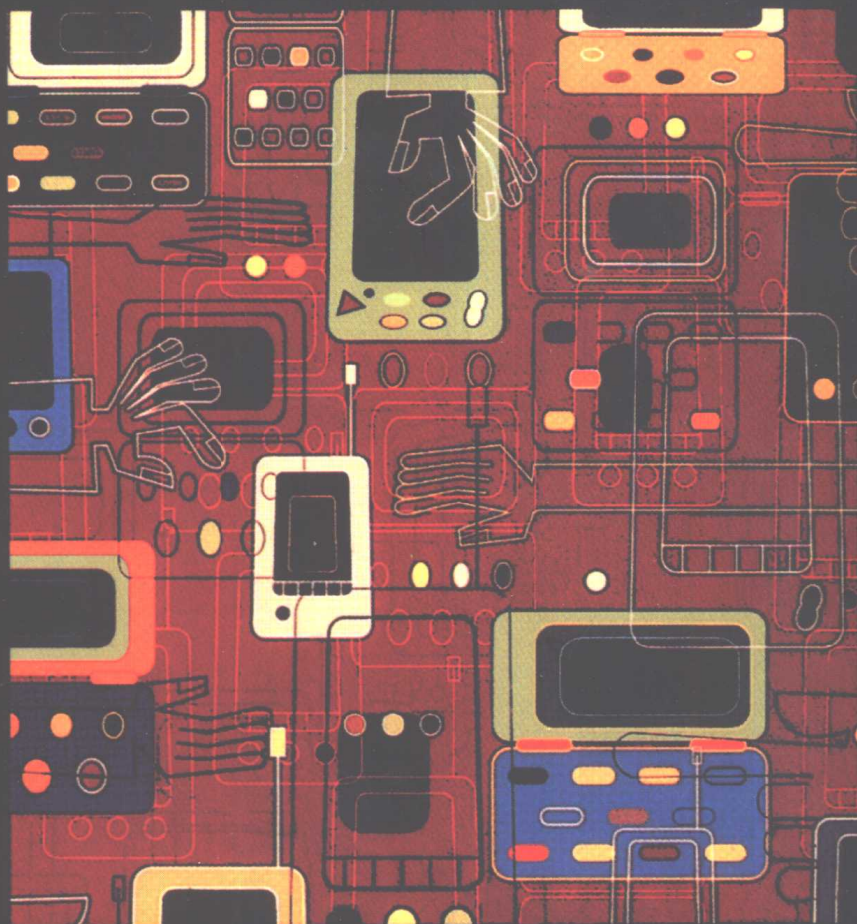


Que

北京科海培训中心

● 学以致用计算机技术丛书

Network Cabling



© CAMPBELL LAIRD/SIS

实用网络布线 教程

[美] Frank Derfler, Les Freed 著

薛淑良 何健辉 译



清华大学出版社

实用网络布线教程

[美] Frank Derfler, Les Freed 著
薛淑良 何健辉 译

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

著作权合同登记号:01-2000-1864

内 容 提 要

布线是在网络工程中“插入”的最基本工作,线缆的可靠性和高性能是网络工程中最基本的保证。

本书内容共分 12 章,分别讲述网络工程布线中产品的各种规范与规则以及标准;介绍如何依次将线路接入中心设备的技巧以及应用范围广泛的连接器技术;介绍电源和接地线的主题,并提供了如何合理地自己家中和小型办公室进行网络布线的解决方法;如何可靠而合适地进行安装认证与线缆测试;最后还介绍了无线通信系统的配置。

本书着重介绍实际的布线技巧和实用的产品信息,目的是帮助你在网络基础设施中配置、规划规模以及控制投资。

本书面向网络工程技术人员和网络管理人员,对大专院校计算机专业的学生也是一本实用的教程。

Practical Network Cabling

Copyright ©2000 by Que® Corporation

All rights reserved. No part of this book shall be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

本书中文简体字版由美国培生教育出版集团 Que 公司授权北京科海培训中心和清华大学出版社出版。

版权所有,盗版必究。

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。

书 名:实用网络布线教程

作 者:Frank Derfler, Les Freed

译 者:薛淑良 何健辉

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者:北京门头沟胶印厂

发 行:新华书店总店北京科技发行所

开 本:16 印张:11.375 字数:277 千字

版 次:2000 年 10 月第 1 版 2000 年 11 月第 2 次印刷

印 数:5001~10000

书 号:ISBN 7-302-04066-4/TP·2395

定 价:22.00 元

前言

与在计算机产品方面的投资相比,你在局域网布线方面的投资实际上可认为是永久性的投资。因为每两到三年,软件就要进行更新,大多数人每三年就要更换 PC 的硬件,但是你的网络布线将生存 15 年或更长时间。今天你在布线方面的投资,将分别在今后多年中得到回报,但是这方面的投资回报率将取决于你是否明智地选择零部件以及如何监督线缆的安装。

我们写这本书的目的是使你在准备选择布线时具有必要的知识,并且帮助你评估其他人的设计方案。这本书对于帮助人们作出艰巨而长远的决定具有实用价值。虽然本书讲述了必要的技术,但是更着重于实际的技巧和实用的产品信息。我们希望此书与你的布线系统一样地耐久而实用。

基本投资

布线是在网络工程中“插入”的最基本工作。一段像头发丝那么细的导线接触到了墙后空间的某个地方,或者因为一台小型通风电机启动而产生了一个电场,这个电场在局域网线缆上产生了噪声,都会导致功能强大的计算机硬件、复杂的网络软件以及实行精密纠错控制和网络协议管理的模块无法工作。因此,你的网络永远不会比布线有更大的可靠性和更好的性能。

在局域网布线中的投资非常类似于你的养老金投资。将你的钱投入到信托基金等同于采用了一种建立在如 IBM 或 AT&T 等主要公司开发的标准规则上的布线图。你能通过咨询服务来指导你对开养老金账户和你的布线服务的投资选择,如果你具有足够的知识,那你就从复杂的配置中选取和决策,做出你自己的设计方案。

内容简介

- 第 1 章 网络技术概要,介绍一些影响你的布线配置的经济和技术的因素。
- 第 2 章 概述你能购买到的各种型号的线缆,并进行了分类。因为布线是楼宇结构也是网络的一部分,所以这一章主要是大量的描述、规范、规则以及标准。
- 第 3 章 讲述了第 2 章中介绍的那些标准以及难以理解的词。

- 第4章 布线联系真实网络系统,介绍如以太网和令牌网等的规范。
- 第5章 描述布线集线器(hub)的重要性及其迅速发展的情况,由它而产生了网络管理和统计报告,改善了局域网布线系统的可靠性。
- 第6章~第9章 讲述产品、技巧和技术,详细介绍“依次”和“如何”将线路接入中心设备,并且介绍了范围广泛连接器。其中第7章中讲述了电源和接地的主题。
- 第10章 提供了如何在你家中和小型办公室中进行网络布线的解决方法。我们认为人们在家中不需要安装局域网网络,他们只要因特网、产品性能、以及游戏。如果要做网络布线,你必须做比在书桌后拉出一对线缆多得多的工作。
- 在你安装完线缆之后,你必须保证它将可靠而合适地工作。在第11章中讲述了对安装认证和线缆测试。
- 第12章不再讨论布线,而讲述无线通信系统的配置,它可以包括或不包括铜缆或光纤布线的网段。新的发展使无线网络成为关键而重要的网络。

在上述章节中,我们向你介绍为建设可能用于各种规模的网络的基础设施的工具。你可以不需要亲自拉线缆,但是我们可以帮助你在你的网络基础设施中配置、规模和控制这个长期的必需的网络布线投资。

本书的约定

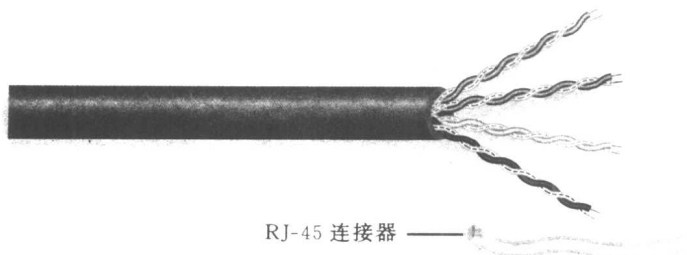
这本书尽可能用最清楚的格式来表示命令、指示和解释。下面是关于本书的一些约定,以便你更容易使用本书。

- 必须准确地键入的命令——你必须输入的路由器命令,用易于识别的黑体字表示。例如,如果我指示你用串行接口来进行封闭(广域网协议簇),我显示的命令就是这样:**Show Interface Serial Q**。这是你必须准确地键入的命令。
- 交叉参考——如果你正在阅读的段落或步骤与前面的主题有关,或者有一个主题进一步完善你正在阅读的内容,你将在这部分的最后或在这个段落之后找到交叉参考的提示,如下所示:

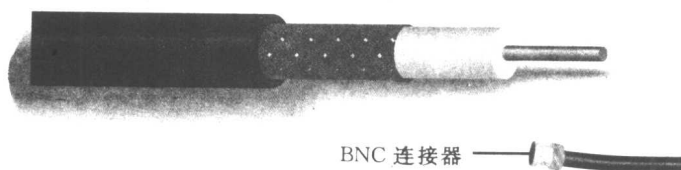
参见: UTP 比 STP 更细,在槽线管中占的空间更少,见第 24 页和 27 页。

- 旁注——这些与当前任务相关或来自于作者的“内部信息”的有价值的信息被补充在页面的旁注栏中。用这种方法做出的版面并不干扰叙述,并且易于查找。每个这样的旁注栏都有一个短的标题帮助你快速确认它的内容。你在其他书中可以看到内容相似的注释、技巧或警示,但是本书的旁注标题是更明显地指示信息。

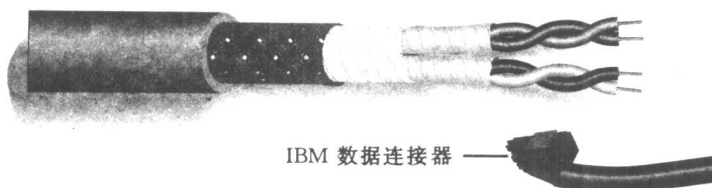
非屏蔽式双绞线



同轴电缆



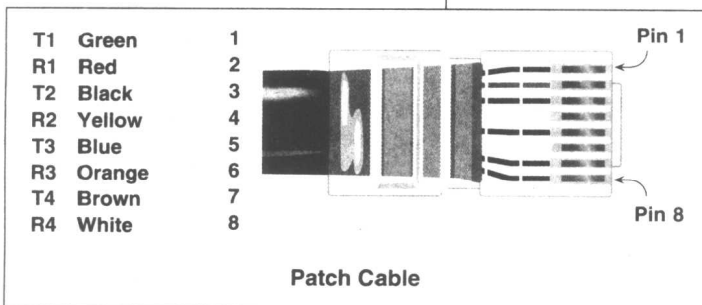
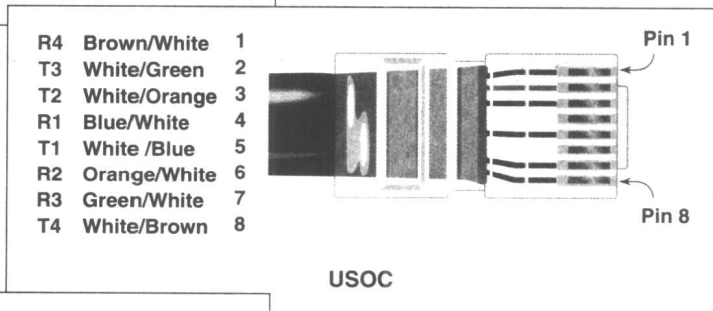
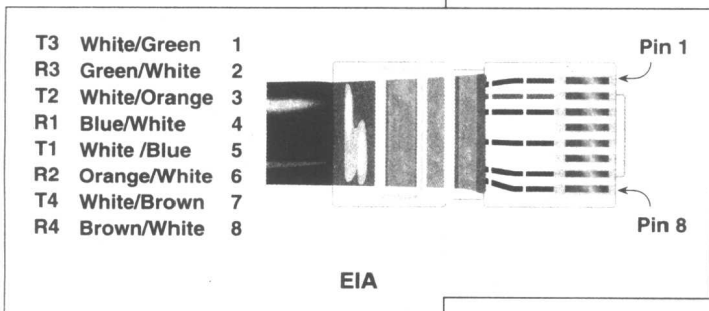
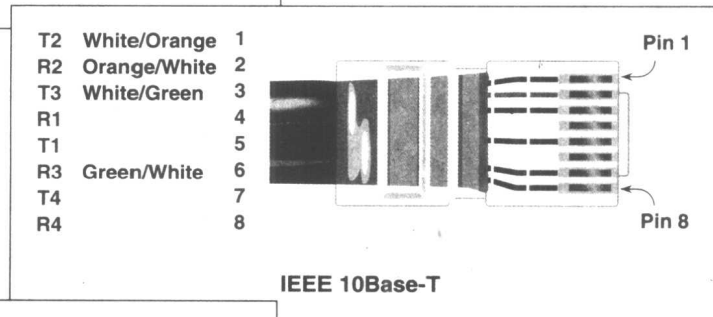
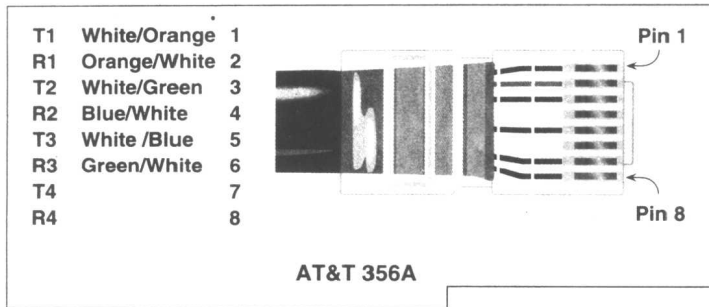
屏蔽式双绞线



光纤线缆



RJ-45 布线图



目 录

第 1 章 布线的任务:设计考虑	(1)
1.1 现在与将来	(1)
1.2 简介	(2)
1.3 网络的规模	(3)
1.4 线缆和电线	(3)
1.4.1 那么,线缆有多么重要呢	(3)
1.5 线缆以外的问题	(4)
1.6 局域网适配器	(4)
1.6.1 物理连接	(5)
1.6.2 基带信令和宽带信令	(5)
1.6.3 共享线缆	(8)
1.7 协议和过程	(8)
1.7.1 以太网	(9)
1.7.2 对网络规模的考虑	(11)
1.7.3 ARCnet	(13)
1.7.4 令牌网	(14)
1.8 布线的成本	(17)
1.9 展望未来	(17)
第 2 章 线缆基础	(19)
2.1 线缆不仅仅是线路	(19)
2.2 线缆类型	(20)
2.3 减少衰减和防止干扰	(20)
2.4 同轴电缆	(23)
2.5 非屏蔽双绞线(UTP)线缆	(24)
2.5.1 UTP 的增加和减少	(25)
2.5.2 电话线不是局域网线缆	(26)
2.6 屏蔽双绞线(STP)线缆	(27)
2.7 光纤线缆	(28)
2.8 选择最好的线缆	(30)
第 3 章 标准	(31)
3.1 线缆的分级	(31)
3.2 共同工作	(32)
3.3 谁这样说	(33)
3.4 公司计划	(35)

3.4.1 IBM 布线系统	(35)
3.4.2 AT&T/Lucent Systemax	(38)
3.4.3 Amp 和 Mod-Tap/Molex	(43)
3.4.4 Anixter 的线缆模型	(46)
3.5 美国国家电气规程(NEC)	(47)
3.5.1 类型代码	(48)
3.6 EIA/TIA568(SP-2840)标准	(48)
3.7 保险商实验室(UL)	(51)
3.8 演变	(52)
第4章 局域网的组成	(53)
4.1 不同的术语	(53)
4.2 网络体系结构	(54)
4.3 以太网	(55)
4.3.1 粗以太网	(57)
4.3.2 细以太网	(59)
4.3.3 10BaseT	(60)
4.4 令牌网	(64)
4.4.1 $MTD = ECL + (\text{节点长度} * \text{节点}) + \text{循环返回}$	(65)
4.4.2 ARCnet	(67)
4.5 较新的标准	(69)
第5章 通过集线器管理	(70)
5.1 管理活动	(70)
5.2 网络管理	(71)
5.2.1 所有的管理	(71)
5.2.2 网络/PDS,管理的困惑	(72)
5.3 网络管理体系结构	(74)
5.3.1 CMIP	(75)
5.3.2 CMOT	(76)
5.3.3 SNMP	(76)
5.3.4 中间件和控制台	(76)
5.3.5 建立设备	(78)
5.3.6 RMON——在远程网络段上侦听	(78)
5.4 网络管理和排除故障	(80)
第6章 结构化线缆系统:布线室和交叉连接	(81)
6.1 在核心处布线	(81)
6.2 在布线室中不只是在框架上	(82)
6.3 槽线管和线缆盘	(85)
6.4 骨干线缆之上	(87)
6.4.1 布线室的定位	(88)

6.4.2 骨干线缆	(88)
6.5 布线室	(89)
6.5.1 交叉连接设备	(90)
6.5.2 口琴式插座和章鱼式插头	(95)
6.5.3 机柜和机架	(96)
6.5.4 整洁的线缆	(97)
6.5.5 不间断电源	(99)
6.5.6 上下线路的连接	(101)
第7章 电力线路及接地线路.....	(102)
7.1 惊人的电力	(102)
7.2 未知的致命因素	(103)
7.3 问题从何而来	(103)
7.4 什么是接地点	(104)
7.5 接地线的问题	(107)
7.6 正常模式和通用模式的电力问题	(109)
7.6.1 尖峰电压、电涌电压和凹陷电压	(110)
7.7 电涌抑制器	(110)
7.8 不间断电源	(111)
第8章 从墙上到桌面.....	(115)
8.1 线缆定形	(115)
8.2 脆弱的链接	(116)
8.3 信息插座	(116)
8.4 站线缆	(117)
8.5 线缆连接器	(118)
8.5.1 RJ-45 连接器	(118)
8.5.2 那是哪根线呢	(120)
8.5.3 连接 RJ-45 连接器	(122)
8.5.4 BNC 同轴连接器	(128)
8.5.5 令牌网数据连接器	(129)
第9章 实用的家庭和小型办公室网络布线.....	(131)
9.1 好的家庭局域网	(131)
9.2 网络化家庭	(132)
9.3 以太网:仍是速度的冠军	(132)
9.4 以太网的替代品	(135)
9.4.1 无线局域网	(135)
9.4.2 电话线网络	(137)
9.4.3 电力线网络	(138)
第10章 光纤	(140)
10.1 透过玻璃观看	(140)

10.2	光纤上的皮状物	(141)
10.3	光线穿过的通道	(141)
10.4	单模和多模	(142)
10.5	订购配件	(142)
10.5.1	连接器	(143)
10.5.2	低价连接器	(145)
10.6	信令和连接标准	(146)
10.6.1	FDDI	(146)
10.6.2	FOIRL 和 10Base-F	(147)
10.7	实用的安装	(148)
第 11 章	线缆的测试和认证	(149)
11.1	最好的测试	(149)
11.2	没有谁知道的问题	(150)
11.3	线缆测试仪测量什么	(152)
11.3.1	线缆的距离	(153)
11.3.2	线路图	(154)
11.3.3	衰减	(155)
11.3.4	靠近端点的串扰	(155)
11.3.5	网络监视和协议译码	(155)
11.3.6	噪声水平测试	(156)
11.3.7	编程的标准	(156)
11.3.8	特殊的性能	(157)
11.4	光纤测试	(157)
11.5	基准和认证	(157)
第 12 章	无线通信	(158)
12.1	空中的 Willy	(158)
12.2	无线通信	(159)
12.2.1	无线网桥	(160)
12.2.2	无线局域网	(162)
12.3	无线局域网拓扑	(164)
12.4	解决其他的布线问题	(164)
术语表		(166)

第1章 布线的任务:设计考虑

- 现在与将来
- 简介
- 网络的规模
- 线缆和电线
- 线缆以外的问题
- 局域网适配器
- 协议和过程
- 电缆的费用
- 展望未来

1.1 现在与将来

Willy Barnett 注意到的第一件事情就是办公室内鸦雀无声。以前,Willy 只到过这里一次,那时的人们忙于接电话和操作计算机,而此时的人们正在翻阅杂志或在房间的角落里静静地交谈。在 Willy 找到网络管理员之前,他看到计算机屏幕上的出错信息:Server Not Found。

网络管理员就像患了偏头痛那样苦恼,他说:“Willy,我们正在迅速地损失钞票。我们挂起了所有电话,我们不能告诉客户由于网络工作不正常不能进行商务。我们已经检查了服务器的硬件和软件,它们看来都正常,我们的网络管理程序依赖于网络的完整,现在它不工作了,我认为问题一定是出在线缆上,但是我找不到线缆上的问题。”

OK Cable 公司——Willy 的公司并没有安装过这些线缆,而最初的安装公司现在已经倒闭了。没有网络布线图,Willy 决定从最近的点开始。他从墙边拉出一台 PC 机,然后从口袋中拿出一个纸牌大小的仪表,将表笔接在以太网连接器上,嘴里还不断咕哝着。

“50 欧姆,你们的线缆断了。昨晚或今晨谁搬动了桌子?”默不作声的网络管理员摇着头,不住地走动,仿佛是走在炽热的炭上。

Willy 寻找办公室中最后一台连在细细的以太网线缆上的 PC 机,这台 PC 机连接了一只终结电阻器。找到后,他将一台简装本小说大小的仪器接到线缆上,几秒钟后,液晶显示器上显示:线缆在 90 英尺处断开。

走了约 40 英尺,Willy 来到一台 PC 机的后面,当他触摸到连接器光滑平整的侧面时,转动着眼睛说道:“我敢打赌,问题就在这里。一个打了结的连接器也就是一个问题多发点。”

他一边说着,一边仔细地以直角切断旧的连接器,用一个特制的剥线工具恰到好处地剥去线缆护套、屏蔽带和内部绝缘体,然后用一个其貌不扬的黑色折叠式接线工具,在线缆和

新连接器之间做成一个永久性的物理结点。接着,他将线缆接到网络的 T 型连接器上,再用小欧姆表测试,并说道:“25 欧姆,你们的网络恢复正常工作。”

根据 OK Calle 公司的规章,Willy 在离开之前开出一张发票,网络管理员看到账单时说:“我每小时付给律师的钱都没这么多!”“那正是我放弃学法律的原因”——这句经常说的话在 Willy 的脑海闪过,但他决定用另一种方式说出来。

“你们可以决定现在付款还是以后付款,”他说,“你们已经使用网络系统进行商务活动,这个系统将由于下列几种故障之一的发生而停止工作,这些故障包括:打结的连接器、不知道怎样将一台 PC 机从线缆上断开从而不会造成整个网络瘫痪的人和超过最大推荐长度 100 英尺的线缆安装。如果你们不做某些改进,这将是你们因为紧急服务而得到的最后账单。”网络管理员在账单上签了名,关上办公室的门,对 Willy 说:“我们谈谈。”

1.2 简介

你用一台没有联网的计算机能做什么呢?当然,比已经联网的计算机所能做的要少。实际上用于商务的和政府部门的计算机都已经与外部相连,典型的网络是局域网(local area network, LAN)。局域网是一个具有长距离连接的本地网络。这种本地网络提供重要的服务,像文件和打印共享,也提供与更广阔的世界连接的出口,包括连接到 Internet。局域网能执行数据通信,这是一个机构或企业成功的关键。

不会更好!

这里有一个基本的事实:一个网络的性能永远不会好于组成该网络的线缆!你可以用最好的服务器以及最出色的应用软件,但是如果组成网络的线缆是劣质的,则整个网络也是劣质的。线缆是网络的基础!

在网络连接的基础层次上,局域网和 Internet 有非常大的差异。Internet 和广域网(wide area networks, WAN)是通过由精密的远程通信公司安装和维护的复杂线路来传送数据的,局域网在本地传送信息——在一个建筑物内或校园内,通过由公司或组织内部安装和维护的相对简单的铜导线来构成网络。当电子商务和计算机深入到许多公司的核心事务时,这些局域网线缆连接的质量和可靠性将变得更加重要。如果你计算出网络在故障期每秒损失多少美元的话,就会知道网络线缆是一个关键的资源,应给予重点的规划和维护。

这本书的目的不是让你成为一个线缆安装人员,然而,本书确实要达到以下四个目的:

- 第一,本书写给那些想成为网络安装人员的人作一些介绍,对于手工安装人员,这也是一本好的通用介绍性书籍。
- 第二,本书写给那些雇用安装人员的人,我们试图给他们必要的词汇和知识,使他们有效地进行估算和准备,然后与网络安装人员一起协调工作。
- 第三,我们试图满足那些需要网络信息的人的需求,这些人正在组建自己家庭的或办公室中的小型网络。

- 最后,本书写给企业网络管理员、专职的 IS 管理员、那些工作在线缆端点的人和那些既需要词汇又需要参考资料的人。

1.3 网络的规模

一个小规模的网络——意味着少于 12 个节点,在它们之间没有什么隔离物——一般只需简单的布线。一些预先包装的线缆沿着护墙板穿过,连接到书桌后面的安装好的集线器(hub)上,就完成了工作。然而,随着网络规模和重要性的增长,布线系统占据了更多的预算、规划活动和管理者的时间,一旦线缆系统开始进入永久性的墙中或进入楼宇中的楼层之间,这就需要仔细地规划和安装。在超过 12 个节点左右的工作之中,我们向您推荐使用结构化的布线系统。

通常,网络首要的抉择是选用线路的类型和安装线路的设备的物理配置。决策的失误,会随着网络的增长导致时间上、金钱上和性能上的损失。后面,我们将介绍使几种布线系统适配于网络体系结构的方法、相关的费用和布线系统的长期性。

1.4 线缆和电线

在整本书中,当我们使用网络布线这个术语时,通常我们是指绞结的或者是用塑料护套屏蔽的铜导线。而在多数情况下,护套包围着由一股一股的塑料或玻璃组成线路,在很大程度上玻璃的导光与铜的导电是相同的。当我们谈到线缆时,这个术语最通常的含义是:这种材料在网络节点间传送信号。在谈到各种类型的线缆时,我们会特别指出类型,例如,屏蔽双绞线或非屏蔽双绞线、同轴电缆或者光纤。术语电线(wire)在通常情况下是指单独的、带电缆护套的铜导线。

1.4.1 那么,线缆有多么重要呢

网络的价值是什么?如果网络的主要部分处于哪怕只是几分钟的瘫痪,你将失去工作或可观的收入吗?当你评价本书的内容时,下列一些问题需仔细地考虑,在以后的章节里,我们将告诉你如何解决。

- 哪些网络节点产生最多的通信量?当你识别了你的通信模式后,我们将帮助你建立最有效的、最可靠的布线和竞争方案。
- 物理环境是什么?线缆系统有它的物理限制,你必须绘制一幅网络节点的物理区域图,以便规划出集线器的最佳位置,并设计一些特殊的链接方案,还有就是要考虑安装网络文件的墙的类型及房间之间的结构。
- 你的网络有物理上的危险吗?是否有人想要窃取你的信息?你有内部的物理威胁吗?例如叉车、电焊机或者是在你的建筑物里有频繁的建筑施工。

- 空间里有什么？在你的墙中有什么样的布线和槽线管？它们是如何布置的？你能接近它们吗？它们正在被使用吗？能检测它们吗？

1.5 线缆以外的问题

网络布线是系统的一部分，例如应用程序等的一些系统元件决定着布线的选择和配置。在为局域网设计布线之前，你需要绘制一张大图。

如果你将布线以外的每一个元件作为一个过程的话，将会很容易理解网络。每一个元件在一端获得数据，对它进行处理，然后传送到另一端，这个过程的目的就是将网络连接中来来往往的数据进行打包或解包。

更多地学习线缆以外的有关元件

如果你要了解线缆以外的网络元件的详情以及替代品，建议选读由 Que 公司出版的《Practical Networks》。

任何的网络运行模型，例如图 1.1 所示之一，图中的每一个方框都依赖网络布线，并由网络布线来支持。布线——有时学术界称之为传送媒介或网络介质——与网络运行成分分离，然而又紧密地链接着网络的运行成分。

1.6 局域网适配器

布线通过各种网络接头连接到局域网适配器上。有些局域网适配器，也称作网络接口卡或网卡(NIC)，由一些分离的印刷电路板组成，应用在各种计算机上，从桌面 PC 机到 IBM AS/400 中型机器，到 IBM 大型计算机的控制器。有 10 多个公司销售 PC 机的局域网网卡，这些产品的价格在 20 美元至 100 美元之间，图 1.2 显示了一个局域网网卡。

USB 网络是一个好的选择！

现代计算机的通用串行总线(USB)接口能在短距离内传送高速的数据，它的作用就像一个使用特殊软件的小网络，有几家公司也将 USB 作为以太网转换器来供应。

有些公司将局域网适配器作为计算机的一部分，例如 HP, Dell 和 Gateway 公司在某些生产线上就将局域网适配器装于计算机中，Apple 公司将以太网连接器装入了 Power Mac 和 iMac 计算机中。如果计算机中没有内置局域网适配器或扩展槽来增加线路板，可以用一个外接的局域网适配器或通过计算机的通用串行总线(USB)建立网络连接。

由于局域网适配器肯定具有连接典型网络线缆的专用电路，因此局域网适配器的选择取决于布线的选择。

每个局域网适配器在与网络线缆相互连接时，有三个重要的工作要做：

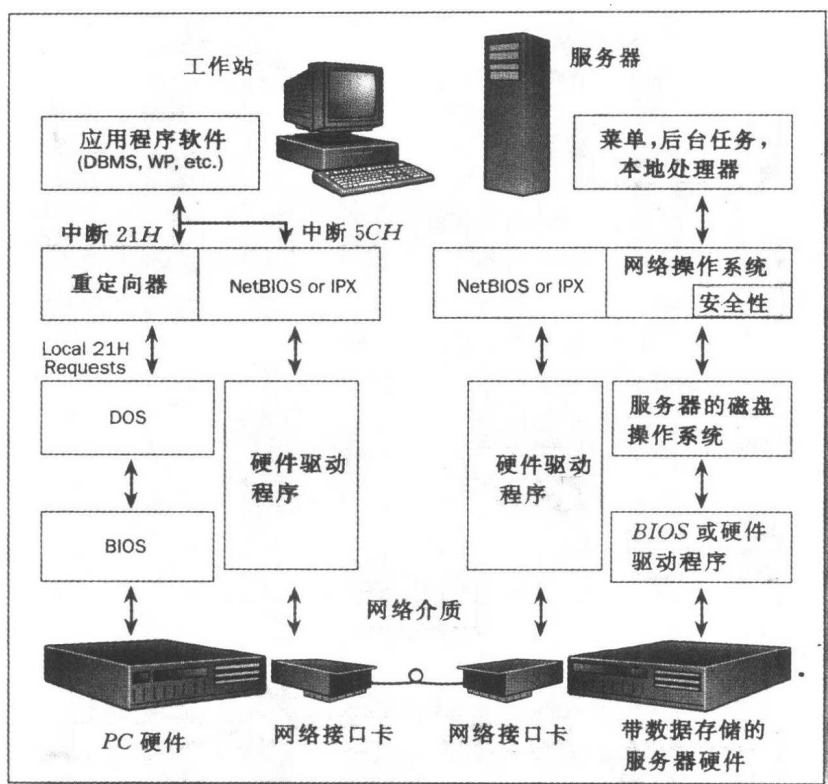


图 1.1 这个方框图显示了文件服务器和客户 PC 机各功能元件。注意那些强大的处理器和软件,它们根据高级协议而设计,并由细线缆连接在一起

- 实现物理连接。
- 提供电信令。
- 有序的实现对共享网络线缆系统的存取。

1.6.1 物理连接

物理连接可使用几种类型的线缆连接器中的一种,图 1.3 显示了几种最常用的连接器。通常这些连接器在线缆一端为针式插头,在计算机机箱或局域网适配器一端为孔式插座,插头和插座用搭锁或螺旋紧紧锁定成一个固定的连接。

1.6.2 基带信令和宽带信令

铜质网络导线传送电信号,而光纤传送光脉冲。20 世纪 80 年代,铜导线市场有两项非常通用的技术处于竞争状态,那就是基带信令和宽带信令。

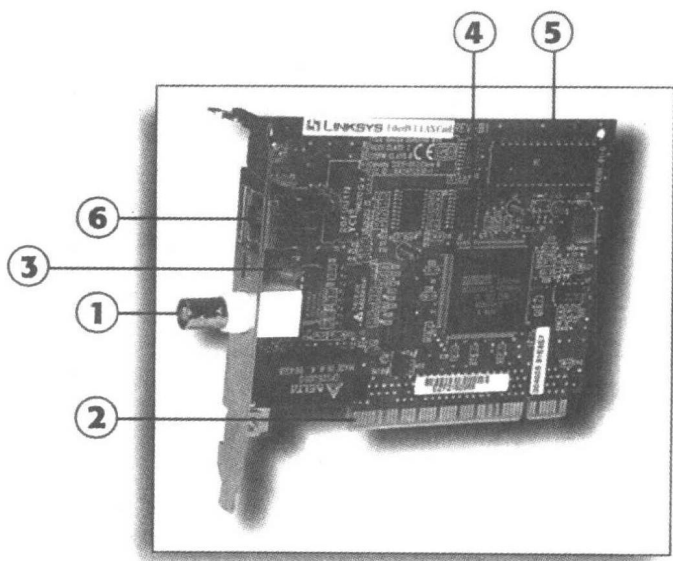


图 1.2 这是典型的以太网局域网适配器(或 NIC)，它插到计算机的扩展槽中，通过 RJ-45 插孔与以太网连接。这个网卡由 Linksys 公司设计，插在计算机的 PCI 扩展总线上，并且包括一个用于细以太网同轴电缆 BNC 连接器的接口

- | | |
|-----------|-----------------------|
| ① BNC 连接器 | ④ 特殊用途的以太网处理器 |
| ② 线路板连接器 | ⑤ 用于启动 ROM 的空插槽 |
| ③ 防电击槽 | ⑥ 用于 UTP 连接的 RJ-45 插孔 |

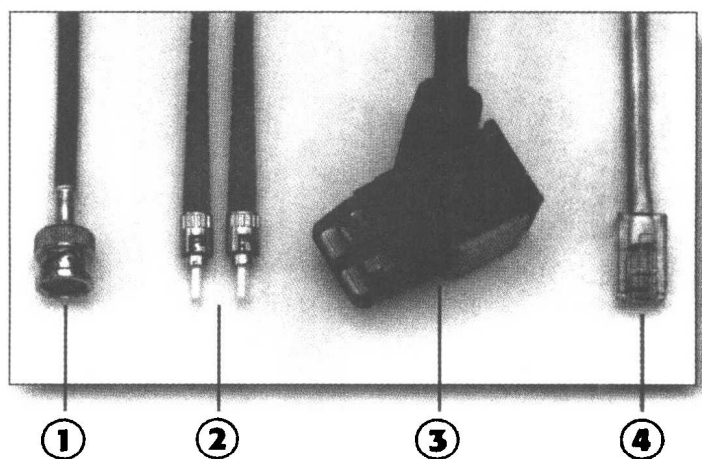


图 1.3 应用最广的网络线缆连接器的类型：

- | | |
|------------------|----------------------|
| ① BNC 连接器，用于同轴电缆 | ③ IBM 1 型连接器，用于屏蔽双绞线 |
| ② ST 光纤连接器，用于光纤 | ④ RJ-45 连接器，用于非屏蔽双绞线 |