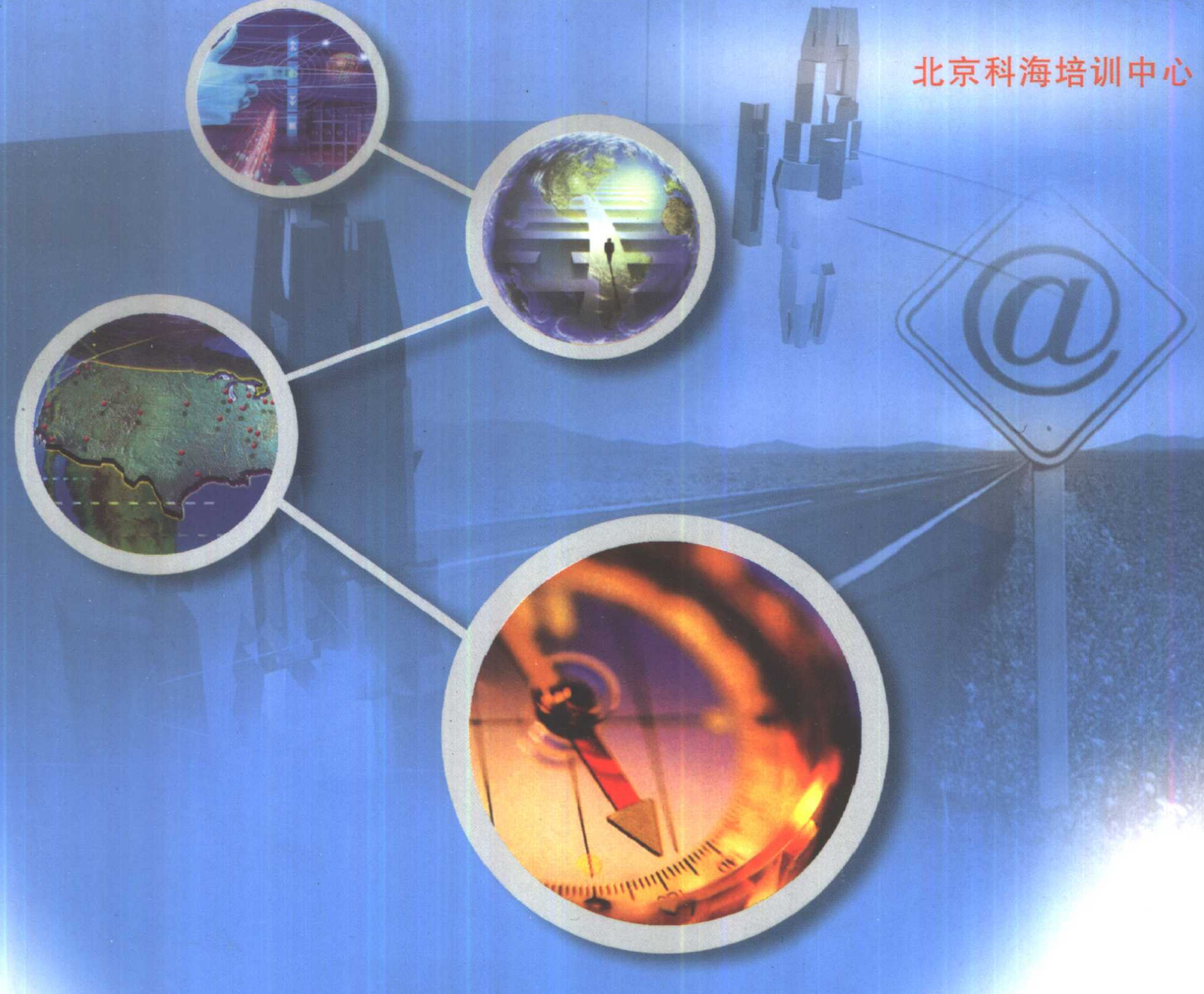


北京科海培训中心



企业网 组建指南

郝卫东 刘鸿涛 文哲明 编著



清华大学出版社

北京科海培训中心

企业网组建指南

郝卫东 刘鸿涛 文哲明 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

本书介绍了企业网组建的技术、设备、平台和设计方法。内容包括构筑企业网络的基本技术,中继器/集线器的工作原理与组网,网桥/交换机的工作原理与组网;路由器的工作原理与组网;ATM 网原理与组网技术;虚拟局域网、三层交换技术、吉以太网技术,企业网络设计和构筑 Windows 2000 Server 系统平台。本书阐释了一些模糊概念,并介绍了网络建设和测试中常用的软件工具和命令,同时给出了许多网络组建实例,并详细分析了一些典型的企业网组建方案。

本书注重应用,实例丰富,既概括了作者关于网络设计、组建的实际经验,又结合了计算机网络基础理论知识,适合于网络组建和设计人员阅读,也可供网络工程师、系统管理员、企业网络建设管理人员参考;另外,对大专院校相关专业的学生了解网络工程实例,建立感性认识,加深对理论学习的理解也大有裨益。

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,无标签者不得进入各书店。

书 名: 企业网组建指南

作 者: 郝卫东 刘鸿涛 文哲明

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

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 16 印张: 18.125 字数: 440 千字

版 次: 2001 年 5 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 0001~5000

书 号: ISBN 7-302-04458-9/TP·2626

定 价: 24.00 元

AJS36 61

前 言

计算机网络的出现给信息化社会带来了曙光，网络的大规模普及是信息化社会的重要标志之一。面临网络化和信息化的挑战，传统产业纷纷进行技术更新改造，新兴企业加大利用网络的力度，企业信息化潮流方兴未艾。

快速成长的企业借助网络的力量，在有限的资金、人力和时间内，可以方便地发布企业产品、服务、需求等信息，还可以提供与客户的紧密交流和技术支持，最重要的是电子商务开辟了崭新的道路：未来的商务要在网络上实现。

网络技术博大精深，迅猛发展，如何才能把握这辆飞奔的列车？许多书籍和教材从理论入手，讲解 OSI 七层协议，讲解 TCP/IP 如何实现，但许多读者看了之后难以应用到实际中。还有许多书籍专门介绍一家公司的产品或技术，非标准的协议和产品难以让读者举一反三。鉴此，我们结合教学和工程经验，试图把网络协议和产品技术结合起来，面向普通读者，讲述网络的基本原理、组网技术和配置方法。

本书内容分为 9 章：

第 1 章介绍组建企业网的基本技术，主要包括：企业网的组成，传输介质，协议体系结构，常见网络设备简介；并着重介绍了 IP 地址、子网掩码、冲突域和广播域的概念。

从第 2 章开始，共用三章篇幅分别介绍中继器/集线器、网桥/交换机、路由器的组网技术。网络设备的名称初学者往往容易混淆。市场上常见的网络设备主要有集线器、交换机和路由器，而许多书籍或教材为了保持与 OSI 协议层次的对应关系，仍沿用中继器、网桥等名称。本书阐释了一些模糊概念，并讲述了网络建设和测试中常用的软件工具和命令。

第 2 章介绍中继器/集线器的通信过程，以及共享式网络组网方法和存在的问题。

第 3 章介绍网桥/交换机的功能、透明网桥的通信过程、交换式网络的组网方法和优点。本章还介绍了 MAC 地址、地址查看工具、交换机产品的结构和性能指标等实用知识。

第 4 章介绍了路由器的功能、直接路由和间接路由、路由表的建立、OSPF 和 BGP 路由协议、路由器组网的通信过程等。本章还介绍了路由器配置方法、网络测试工具、路由器产品结构、路由接口等实用知识。

第 5 章介绍 ATM 网。主要内容包括：ATM 基础，ATM 地址，ATM 连接以及 ATM 协议模型。该章着重介绍了 ATM 局域网仿真（LANE）技术，包括 LANE 系统组成、基本原理、通信过程等内容。

第 6 章介绍两种广泛应用的新技术：虚拟局域网（VLAN）技术，第三层交换技术。内容包括：VLAN 划分方法，VLAN 成员身份信息交换，VLAN 间路由，第三层交换技术实现要点，三层交换机和路由器的比较，主要厂商的第三层交换技术。

第 7 章介绍吉以太网，主要内容包括：吉以太网协议结构，吉以太网与其他高速网络的技术比较，吉以太网交换机，以及吉以太网的三个应用实例。

第 8 章介绍企业网设计。主要包括：设计步骤和应考虑的因素，网络层次体系主流技术，网络防火墙技术等。本章着重介绍了两个典型企业组网过程，网络的物理结构、逻辑结构和安全性设计等。

第9章介绍主机平台。建筑在网络平台之上的主机平台也是企业组网要考虑的重要因素。本章主要介绍 Windows 2000 环境下的内置协议,重要的 TCP/IP 工具,如何构筑 DHCP 服务器,如何构筑 DNS 服务器、WINS 服务器、WWW 服务器、FTP 服务器、E-MAIL 服务器,以及用 NET 命令实现 Windows 2000 系统管理等内容。

许多有关计算机网络的书以网络协议为主线,但在组网实践中,作者认识到人们需要一本以网络设备为主线介绍组网实用技术的书,从而把网络协议的理论来自网络生产厂商的网络设备结合起来,提供实际组网的参考。这也是本书希望达到的目的。

本书注重应用,实例丰富,力求概念清晰,叙述准确,既概括了作者关于网络设计、组建的实际经验,又阐述了计算机网络基础理论知识,因此适合于网络组建和设计人员阅读,对网络工程师、系统管理员、企业网络建设管理人员也有很高的参考价值。另外,本书对大专院校的计算机或电子信息专业的学生了解网络工程实例,建立感性认识,加深对理论学习的理解也有很大的帮助。

在本书写作过程中,刘宏岚同志帮助完成了许多图形绘制工作,在此表示感谢。

由于时间仓促,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 构筑企业网络的基本技术	1
1.1 引言	1
1.2 传输介质	2
1.2.1 双绞线	2
1.2.2 同轴电缆	3
1.2.3 光缆	3
1.3 网络协议综述	4
1.3.1 TCP/IP 协议族	5
1.3.2 OSI 协议	6
1.4 IP 编址方案	7
1.4.1 有类 IP 地址	7
1.4.2 特殊 IP 地址	9
1.4.3 无类 IP 地址	10
1.4.4 确定子网掩码的方法	12
1.5 常用网络互连设备	13
1.5.1 中继器/集线器	14
1.5.2 网桥	14
1.5.3 路由器	14
1.5.4 交换机	15
1.5.5 网关	16
1.6 冲突域和广播域	16
第 2 章 中继器/集线器的工作原理与组网	18
2.1 物理层中继设备	18
2.1.1 中继器	18
2.1.2 集线器	19
2.2 集线器组网	20
2.2.1 单集线器组网	20
2.2.2 多集线器组网	22
2.3 集线器网络的工作原理	23
2.3.1 集线器网络本质上是共享式网络	23
2.3.2 共享式网络存在的问题	25

第 3 章 网桥/交换机的工作原理与组网	27
3.1 数据链路层中继设备	27
3.1.1 交换机	27
3.1.2 网桥	27
3.1.3 交换式网络	28
3.2 MAC 地址	29
3.2.1 MAC 地址	29
3.2.2 地址查看工具	30
3.2.3 以太网帧	31
3.3 透明网桥	32
3.3.1 端口地址表	32
3.3.2 透明网桥的通信用过程	33
3.3.3 生成树算法	34
3.3.4 广播风暴	35
3.4 交换机产品	35
3.4.1 交换机的堆叠	36
3.4.2 交换机的结构	36
3.4.3 交换机的性能指标	38
第 4 章 路由器的工作原理与组网	41
4.1 IP 层基本概念和工具	41
4.1.1 封装机制	41
4.1.2 IP 数据报头部	42
4.1.3 常用网络测试工具	46
4.2 路由器组网通信过程	51
4.2.1 直接路由和间接路由	51
4.2.2 路由表	54
4.2.3 路由器组网数据通信过程	54
4.3 路由协议与全局网络拓扑结构	57
4.3.1 分层体系的路由器网络	57
4.3.2 OSPF 协议	59
4.3.3 BGP 协议	60
4.4 路由器和网桥优缺点比较	61
4.5 路由器产品结构	63
4.5.1 路由器硬件	63
4.5.2 路由器接口	65
4.6 路由器配置指南	67

第 5 章 ATM 网原理与组网技术	77
5.1 ATM 基础	77
5.1.1 ATM 技术概述	77
5.1.2 ATM 网中的主要设备	78
5.1.3 ATM 网络的逻辑含义	78
5.1.4 UNI/NNI	79
5.2 ATM 地址	79
5.2.1 ATM 地址格式	79
5.2.2 获得 ATM 地址	80
5.3 ATM 连接	80
5.3.1 虚电路连接 VCC	80
5.3.2 虚连接的类型	82
5.4 ATM 协议模型	84
5.4.1 ATM 协议模型	84
5.4.2 物理层	84
5.4.3 ATM 层	85
5.4.4 ATM 适配层	88
5.4.5 IP 与 ATM	89
5.5 ATM 局域网仿真 (ATM LANE)	90
5.5.1 ATM LANE 简介	90
5.5.2 LAN 仿真的基本原理	91
5.5.3 LANE 通信过程	96
5.5.4 关于 LANE 的高级话题	99
第 6 章 企业网技术新发展	102
6.1 概述	102
6.2 虚拟局域网技术	102
6.2.1 VLAN 概述	102
6.2.2 划分 VLAN 的方法	103
6.2.3 交换 VLAN 成员身份信息	107
6.2.4 VLAN 和 ATM	110
6.2.5 VLAN/ELAN 间路由	113
6.3 第三层交换技术	116
6.3.1 引言	116
6.3.2 第三层交换技术实现要点	117
6.3.3 比较三层交换机与传统路由器	120
6.3.4 主要网络厂商的三层交换技术	123

第 7 章 吉以太网	127
7.1 传统以太网	127
7.1.1 传统以太网的物理层	128
7.1.2 传统以太网的 MAC 层	129
7.2 百兆以太网	131
7.2.1 百兆以太网的种类	131
7.2.2 全双工百兆以太网	132
7.2.3 百兆以太网组网实例	133
7.3 吉以太网的协议结构	135
7.3.1 概述	135
7.3.2 吉以太网的物理层	136
7.3.3 吉以太网的 MAC 层	138
7.4 吉以太网与其他高速网络技术的比较	139
7.5 吉以太网交换机	141
7.5.1 概述	141
7.5.2 全吉端口主干交换机 (SuperStack II 9300)	142
7.5.3 多吉上联端口以太网交换机 (SuperStack II 3900)	144
7.5.4 典型的可堆叠交换机 (SuperStack II 1100/3300)	145
7.5.5 典型的模块化交换机 (CoreBuilder 9000)	147
7.5.6 开放式核心交换机 (Switch 4007)	148
7.6 吉以太网在证券业应用实例	149
7.6.1 需求分析	149
7.6.2 网络设计	149
7.6.3 网络实现	150
7.7 吉以太网在图书馆业应用实例	153
7.7.1 需求分析	153
7.7.2 网络设计和实现	153
7.8 吉以太网在校园网应用实例	157
7.8.1 需求分析	157
7.8.2 网络设计和实现	158
第 8 章 企业网络设计	163
8.1 企业网络设计概述	163
8.1.1 网络基础结构设计步骤	163
8.1.2 成本分析	164
8.1.3 安全性设计	165
8.1.4 网络设备综述	166
8.2 互连网络层次体系的主流技术	167

8.2.1 目前计算机网络互连的主流技术	167
8.2.2 互连网络层次体系的发展	168
8.3 典型企业 A 网络应用需求分析	170
8.4 典型企业 A 网络物理拓扑结构	171
8.4.1 三级网络结构	171
8.4.2 设备选型	172
8.4.3 网络互连	173
8.5 典型企业 A 网络逻辑拓扑结构	174
8.5.1 ATM 局域网仿真	174
8.5.2 VLAN/ELAN 划分	175
8.6 防火墙技术——安全与计费	177
8.6.1 概述	177
8.6.2 Internet 防火墙的功能和局限性	178
8.6.3 防火墙系统组成	180
8.6.4 典型企业 A 防火墙方案	184
8.7 高速公路联网收费结算系统方案	187
8.7.1 结算中心的业务分析	187
8.7.2 结算系统安全性设计	189
8.7.3 结算系统软硬件平台设计	197
8.7.4 结算中心的网络系统方案	200
第 9 章 构筑 Windows 2000 系统平台	205
9.1 Windows 2000 概述	205
9.1.1 Windows 2000 系列产品	205
9.1.2 Microsoft TCP/IP 协议	206
9.2 重要的 TCP/IP 工具	207
9.2.1 ARP 工具	207
9.2.2 Route 工具	208
9.2.3 NETStat 工具	210
9.2.4 Pathping 工具	213
9.3 构筑 DHCP 服务器	215
9.3.1 DHCP (动态主机配置协议) 的优势	215
9.3.2 DHCP 的工作方式	216
9.3.3 配置 DHCP 客户端	217
9.3.4 创建 DHCP 服务器的步骤	218
9.4 构筑 DNS 服务器	226
9.4.1 DNS 的基本概念	226
9.4.2 DNS 服务器的标准配置文件	227
9.4.3 配置 DNS 客户端	234

9.4.4 创建 DNS 服务器.....	235
9.4.5 NSLOOKUP 工具.....	241
9.5 构筑 WINS 服务器.....	243
9.5.1 WINS 基本概念.....	243
9.5.2 安装和配置 WINS 服务器.....	245
9.5.3 NBTStat 工具.....	249
9.6 构筑 WWW 服务器.....	251
9.6.1 WWW 基本概念.....	251
9.6.2 IIS 简介与安装.....	251
9.6.3 Web 站点的建立与属性设置.....	254
9.7 构筑 FTP 服务器.....	261
9.7.1 FTP 基本概念.....	261
9.7.2 FTP 站点的建立与属性设置.....	262
9.7.3 FTP 命令.....	265
9.8 构筑 E-MAIL 服务器.....	268
9.8.1 用 SMTP 实现 E-MAIL 服务.....	268
9.8.2 创建 E-MAIL 服务器.....	269
9.9 用 NET 命令实现系统管理.....	273

第 1 章 构筑企业网络的基本技术

1.1 引言

Landweber L.H.从计算机网络组成的角度给计算机网络下了定义,他认为计算机网络包括三个组成部分:

- (1) 若干个主机,它们向用户提供服务;
- (2) 一个通信子网,它由一些专用的通信处理机(即通信子网中的节点交换机)和连接这些节点的通信链路组成;
- (3) 一系列协议,这些协议是为在主机与主机之间或主机与子网之间或子网中各节点之间通信而做的约定或制定的规则。

该定义十分准确地描述了计算机网络的组成。但是,为了防止通信子网和 IP 子网在概念上相互混淆,我们不采用 Landweber 的划分方法,而另选一套术语。

我们认为一个典型的计算机网络通常包括如下部分:

- **用户设备:** 向用户提供服务的计算机,比如各种主机、服务器或 PC 机等,又称它们为端设备。通常所说的“端到端”就是指从用户设备(经过传输介质和网络设备)到用户设备。
- **网络设备:** 为了实现大量用户的远程通信所必须的中继或互连设备,比如各种集线器、交换机、路由器、网关等,又称网络中继设备或网络互连设备。
- **传输介质:** 在网络设备和主机设备之间或在网络设备和网络设备之间起连接作用的物理线路,比如双绞线、同轴电缆、光缆等。
- **网络协议:** 是为在用户设备与用户设备之间、用户设备与网络设备之间或网络设备与网络设备之间通信而做的约定或制定的规则,比如 TCP/IP 协议族、OSI 协议族以及电信网和 ATM 网中的信令等。一方面,各种协议、信令表现为各个网络标准化组织通过的标准文档形式;另一方面,它们通常被各大公司以软件的形式实现并被安装在用户设备或网络设备上。

构筑计算机互联网涉及的技术很多,但抓住网络协议和网络设备这两部分就抓住了关键。本章从该两部分入手,在网络协议方面主要介绍 TCP/IP 协议、OSI 协议的基本知识;在网络设备方面,对常用的网络设备做了综述,并介绍了广播域和冲突域的概念。

1.2 传输介质

计算机网络中最常见的传输介质有双绞线、同轴电缆和光缆三种，它们都属于有导线介质。本节将简要介绍它们的特性。

1.2.1 双绞线

双绞线由两条互相绝缘的铜线组成，其典型的直径为 1mm。所谓双绞线，顾名思义，这两条铜线像螺纹一样相互扭在一起，从而减少邻近线路对它的电气干扰。

双绞线可以用于模拟通信和数字通信。模拟通信的典型例子是电话网的用户环路部分，即从用户的电话机到电话网路端局交换机之间的线路。数字通信的典型例子就是计算机局域网。

由于信号衰减，传输介质的传输距离都有限。在三种有线传输介质中，双绞线的通信距离最短，光缆的通信距离最长。当距离太长超过传输介质的通信限制时，需要放大器（对模拟传输）或中继器（对数字传输）把衰减了的信号放大或整形。

通常把双绞线分为屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP)和无屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP)。屏蔽双绞线在其外部还加上了用金属丝编织成的屏蔽层，提高了抗电磁干扰能力，其价格也比较贵。由于性能价格比较好，无屏蔽双绞线的应用远比屏蔽双绞线广。

目前各个系统集成商在使用双绞线进行网络综合布线时，一般采用美国电子工业协会(EIA)和电信工业协会(TIA)联合发布的“商用建筑物电信布线标准”：EIA/TIA-568-A或EIA/TIA-568-B。此标准规定将UTP划分为6个种类(1类线到6类线)，其传输特性依次递增。

对国内用户而言，由于存在后发优势，使用最多的是5类线，部分新用户使用了超5类线或6类线。5类线由4对双绞线组成，外边有起保护作用的塑料套包裹。根据数字信号的编码不同以及导线衰减特性的区别，双绞线可以传输的数据速率有变化。根据IEEE 802.3ab标准，5类双绞线的传输速率可以达到1 000Mbps，从而用于吉(即千兆)以太网。

双绞线有许多优势。双绞线组网一般采用以集线器或交换机为中心的星型拓扑结构，可靠性很高，易于采用规范化的综合布线技术。双绞线组网的另一个显著优势是价格低廉。在双绞线、同轴电缆、光缆这三种传输介质中，双绞线的价格最便宜。双绞线的传输速率也在不断提高，从10BASE-T的10Mbps到100BASE-T的100Mbps再到1000BASE-T的1 000Mbps，双绞线克服了传输速率的限制，在适当的距离内保证了很高的传输带宽。因此，它在计算机局域网中得到了广泛的应用。

但是，提高双绞线传输速率的代价是传输距离较短，在10BASE-T标准中最长不能超过100m(3、4、5类UTP)，在100BASE-T标准中最长不能超过100m(5类用2对双绞线，3类用4对双绞线)，在1000BASE-T标准中最长不能超过100m(5类用4对双绞线)。

1.2.2 同轴电缆

同轴电缆的内芯是硬铜线，外包一层绝缘材料，该绝缘材料用密织的网状导体环绕，网外又覆盖一层保护性材料。从结构看，同轴电缆由于屏蔽性比双绞线好，因此具有更高的带宽和更好的抑制噪声的能力。同轴电缆的带宽取决于其长度。

根据特性阻抗不同，可以把同轴电缆分为 $75\ \Omega$ 电缆和 $50\ \Omega$ 电缆。 $75\ \Omega$ 电缆主要用于模拟传输系统，它是有线电视系统 CATV 中的标准传输电缆。

$50\ \Omega$ 的同轴电缆主要用于数字传输系统。在计算机局域网中曾广泛使用 $50\ \Omega$ 同轴电缆。实际上，最早的以太网标准 IEEE 802.3（10BASE5）就是采用直径 10mm 的 $50\ \Omega$ 同轴电缆作为传输介质的。这种同轴电缆在计算机界又称为粗缆，以便与后来的直径 5 mm 的 $50\ \Omega$ 同轴电缆区分，后者称为细缆。另一个著名的以太网标准 IEEE 802.3a（10 BASE2）就采用细缆作为传输介质。

最初的 10BASE5 以太网采用粗缆布线。在安装粗缆以太网时，需要使用外置的收发器与网卡上的 15 芯 D 型 AUI 接头连接，这种连接方式保持了整个传输介质是完整的不分割的电缆，因此 10BASE5 网络系统可靠性较好。但粗缆价格比细缆昂贵，因而网络系统的总成本比较高。

到了 20 世纪 80 年代中期，10BASE2 出现，它采用的细缆价格比粗缆低廉，而且无需外置收发器，在网卡上可以实现内置收发器，免于专业化的安装技术，从而满足了许多用户的需求。细缆与网卡的接口是 BNC 连接器加上三通 T 型头，这种连接方式在每个站点形成两个电缆连接点。由于 10BASE2 的拓扑结构保持了 10BASE5 的总线型拓扑，这导致只要在整个传输介质段上有一个电缆连接点发生接触不良的故障，整个系统就不能可靠工作。

目前，采用双绞线作为传输介质的星型拓扑结构以其低廉的价格和较高的可靠性取代了粗缆和细缆组成的总线型以太网。

1.2.3 光缆

通信领域的重大进展是光缆的广泛应用。光缆中的主要通信介质是光导纤维（简称光纤）。光纤的物理结构主要由非常透明的石英玻璃拉成的双层细丝组成，内部是折射率较高的纤芯，外部是折射率较低的包层。由于折射率不同，根据全反射定理，当光波的入射角足够大时，折射消失，只剩下反射（全反射），于是光波就只在纤芯中传播而不会从包层中折射出去，从而避免了能量的损耗，大大降低了光波的衰减。由于光纤的超低损耗，在通信中可以经过很长距离传输而不必使用中继器。

根据纤芯的直径不同所得到的光传输特性不同，可以把光纤分为两种：

- **单模光纤**：当光纤的直径减小到等于一个光波的波长时，光在其中没有反射，也没有折射，而是沿直线传播，称该光纤为单模光纤（single-mode fiber）。
- **多模光纤**：由于不同的光波可以在光纤内部以不同的反射角传播，因此可以认为每一束光波具有一个不同的模式（mode），人们称这种光纤为多模光纤（multi-mode fiber）。

在多模光纤中，不同的光波可以在光纤内部以不同的反射角传播，因此其损耗比无反射的单模光纤高。单模光纤可以在 2.5Gbps 的高速率下传输数十公里而不必采用中继器。但是单模光纤的价格昂贵。

光缆中并不只包含光纤。光纤非常细，纤芯和包层加在一起其直径也不到 0.2mm。为了提高机械强度，常常把多根光纤组装到一起，并在光缆中加上加强芯和填充物，必要时还加上远程供电线，光缆的外部加上包带层和外护套。因此，工程上采用的光缆常常有 8 芯光缆、12 芯光缆、24 芯光缆等。实际上，一根长途主干光缆中可以多到数百甚至上千根光纤。

光纤传输系统由三个部分组成：光源、光缆和光检测器。光源和光检测器一般是各种光电转换设备。在发送端有光源，常见的有发光二极管和半导体激光管，它们在电脉冲的作用下产生光脉冲。单模光纤的光源使用较昂贵的半导体激光管。在接收端有光检测器，常见的有光电二极管，它检测到光脉冲并还原出电脉冲。实际应用中一般把光源和光检测器做成一个设备，以便实现双工通信。

光纤传输系统的带宽取决于光纤的带宽和光电转换设备的速率。常用的光波属于红外线的高频部分，其波段中心主要有 0.85 μm 、1.30 μm 、1.55 μm 三种。光纤中传输的光波频率非常高，约为 $10^{14}\text{Hz}\sim 10^{15}\text{Hz}$ ，每个波段的带宽都有 25 000GHz~30 000GHz，因此光纤本身的带宽极高。但是目前实用的光纤传输系统其带宽一般仅可达到每秒几十个吉比特，其原因就在于光电转换设备的速率有限。即使如此，光纤传输系统的带宽也相当大，具有极高的通信容量。

除了传输距离远、通信容量大之外，光纤还有很多优点：

- 它采用光传输，因此抗雷电和电磁干扰能力强；
- 它不受空气中腐蚀性化学物质的侵蚀，能适应恶劣的工作环境；
- 它无串音干扰，保密性好，数据不易被窃听；
- 与铜线制造的电缆相比，光纤的另一个优点是重量轻而且很细，在电缆管道直径固定的情况下，光缆比普通电缆占据的空间小而且无需昂贵的机械支撑系统。

光缆的缺点是难于拼接，光电接口性能有待加强而且价格昂贵。

1.3 网络协议综述

协议是需要通信的计算机系统之间遵循的数据结构、语义和操作规则。网络协议常常采用分层的体系结构。分层有许多优点：它可以把复杂的通信问题分成几个简单的易于解决的子问题，每个子问题着重解决某一层面的需求。各层协议相互独立，上层协议可以独立于低层协议而加以研究和实现。

协议层次结构中，相邻层之间存在服务与被服务的关系。下层提供上层某项功能的服务，上层利用该功能再向上提供更完善的服务。下层向上层提供的服务分为两类：面向连接和面向无连接。

主要的协议体系结构有 TCP/IP 协议族和 OSI 协议族。

1.3.1 TCP/IP协议族

TCP/IP 协议族是广泛用于计算机互连的业界标准。著名的 Internet 就是基于 TCP/IP 协议族的。该协议族是一组独立的协议的集合，其中最主要的是 TCP 协议和 IP 协议，故而得名。

TCP/IP 协议族采用层次化结构模型，图 1-1 显示了各个协议层以及每层对应的协议。

应用层	SMTP	DNS	FTP	TELNET
传输层	TCP			UDP
网络层	IP ARP RARP			
硬件层	LAN, WAN			

图 1-1 TCP/IP 协议族的层次结构

TCP/IP 协议族包括四层：应用层、传输层（也称为运输层）、网络层和硬件层。从硬件层到应用层逐渐接近用户，反之逐渐接近低层机器。

1. 应用层

应用层由使用网络的应用程序和进程组成。该层最接近用户，主要协议有 SMTP、DNS、FTP、TELNET。

- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)，即简单邮件传输协议，Internet 中广泛使用的电子邮件就使用该协议。它的作用是控制电子邮件在网络中的发送和中转，是发信服务器所基于的协议。
- DNS(Domain Name Service)，即域名服务，Internet 中广泛使用的 DNS(Domain Name Server) 服务器就采用该服务，所以 DNS 既可以指 DNS 服务器也可以指 DNS 服务。它的作用是把 IP 地址转化为域名地址，或把域名地址转化为 IP 地址。
- FTP (File Transfer Protocol)，即文件传输协议，该协议在 Internet 中也广泛使用。它的作用是上传或下载文件，即允许用户登录到一台远程 FTP 服务器上，并从该服务器获得文件（下载）或向该服务器传送文件（上传）。
- TELNET，即终端仿真协议，该协议也是 Internet 中广泛使用的应用之一。它的作用是把目前常用的有一定智能的 PC 机模拟成以前常用的无智能终端，从而借助主机—终端访问方式访问远程主机上存放的信息（这些主机只能与无智能终端协同工作）。由于只能与无智能终端协同工作的旧型主机越来越少，而且其上的大部分信息资源也已经逐渐迁移到 WWW 服务器上，因此 TELNET 使用的范围在逐渐减少。

2. 传输层

TCP/IP 协议的传输层提供端到端的数据传输服务。该层的主要协议有 TCP 协议和 UDP 协议。

- TCP (Transmission Control Protocol)，即传输控制协议，该协议和 IP 协议相结合构成了 Internet 网络的协议基础。它提供面向连接的可靠报文传输。

- UDP (User Datagram Protocol)，即用户数据报协议。它提供面向无连接的不可靠服务。该协议简单易用，一般用于传输数据较少的交互式业务，如网上寻呼 ICQ 等。

3. 网络层

TCP/IP 协议的网络层定义信息包 (IP 数据报) 并处理信息包的路由选择。该层的主要协议是 IP 协议、ARP 协议和 RARP 协议。

- IP (Internet Protocol)，即网际协议。它是 TCP/IP 协议网络层的核心协议。它提供了将分组从源地址传到目的地址的方法。该方法具有极大的优点，对底层的硬件要求不高，所以能够适应各种类型的网络硬件，具有连接各种异型网络的极大灵活性。
- ARP (Address Resolution Protocol)，即地址解析协议。其功能是把 IP 地址转化为物理地址 (MAC 地址)。
- RARP (Reverse Address Resolution Protocol)，即反向地址解析协议。其功能是把物理地址 (MAC 地址) 转化为 IP 地址。

TCP/IP 协议没有具体定义网络层下面的硬件层。这恰好反映了 TCP/IP 协议的主要优点之一，即对各种各样的网络硬件的高度适应性。TCP/IP 协议之所以能够灵活地适应多种类型的网络硬件，就是因为它对低层网络硬件几乎没有任何假定。这种宽容和开放的策略导致了 TCP/IP 协议的成功。

1.3.2 OSI协议

OSI (Open System Interconnection, 开放系统互连) 协议是国际标准化组织 (International Standard Organization, ISO) 建议并主持制定的有广泛影响的网络互连协议。它的应用虽没有 TCP/IP 协议族那么广泛，但它作为重要的网络体系结构澄清了许多重要概念，提出了许多重要思想。我们将结合图 1-2 简单介绍它最著名的“七层协议”。

OSI	TCP/IP
应用层	应用层
表示层	无对应层
会话层	
传输层	传输层
网络层	网络层
数据链路层	硬件接口层
物理层	

图 1-2 OSI 与 TCP/IP 参考模型比较

下面我们从最下层开始说明各层要完成的功能。

1. 物理层 (Physical Layer)

这是第 1 层。它决定设备之间的物理接口以及在传输介质上比特传送的规则。其设计目标在于保证发送方发出的二进制“1”接收方收到的也是“1”而不是“0”。比较典型的