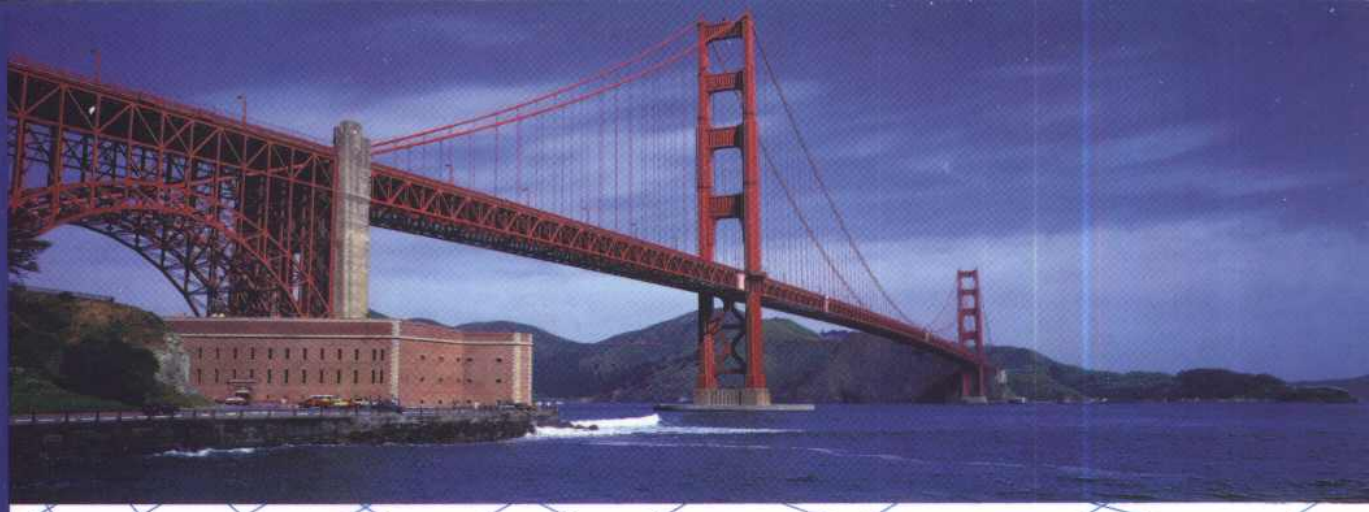

网络精髓

——实用与理论

（美）Michael J. Martin 著
归元计算机工作室 译

New Riders

机械工业出版社
China Machine Press

LAN 技术的快速发展带来了诸多的变化，同时也缩短了人们建立网络和运营网络所需的学习时间。虽然如此，要想管理好网络，还需要不断地在工作中学习。在多数情况下，当出现问题和故障时，缺乏必要的网络基础知识，缺乏必要的技术知识将会造成很大的不便。

本书所有的示例都取材于现实世界，通过这些示例和实用建议，能够帮助你奠定更坚实的网络基础，帮助你更加轻松地处理各种故障。

本书采用了循序渐进的方式，每一章都是建立在前一章的基础之上的。按照这种方式，当学完本书后，你就能了解在创建和管理多协议 LAN 和 WAN 时所需要的各种基础知识和技术。此外，通读完本书，可以帮助你打下坚实的网络基础，掌握各种所需的技术，为以后的学习铺平道路，对你参加 Cisco™的 CCNA、CCNP 或 CCIE 也有莫大的帮助。

本书版权登记号：图字：01-2000-1169 号

图书在版编目（CIP）数据

网络精髓——使用与理论/（美）马丁（Martin，M.）著；归元计算机工作室译．－北京：机械工业出版社，2000．10
ISBN 7-111-08495 -0

Ⅰ.网…　Ⅱ.①马…②归…　Ⅲ. 计算机网络　Ⅳ. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 72520 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：郑文斌　　封面设计：姚　毅
责任印制：郭景龙
三河市宏达印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行
2000 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16 · 34 印张 · 841 千字
0 001－ 5000 册
定价：58.00 元

投稿专线：sbs@mail.machineinfo.gov.cn
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）68993821、68326677-2527

前　言

当您看到本书时，一定知道这是一本有关网络的书籍。说得更确切一点，这本书介绍了多种技术与技巧。当您从事多协议局域网与广域网的设计、创建和管理时，都会用到这些技术和技巧。

一般而言，关于计算机网络方面的书籍主要有两种类型，理论类型和实用类型。理论类书籍就计算机网络方面的概念给出了很详细的解释，有一定的深度，通常，理论类书籍主要是针对某一个网络协议或针对某一项具体的服务展开讨论。同理论类书籍相对，实用类书籍则讲述一些特定的技巧，或者是与某些功能有关的技巧。例如《Windows NT 网络》和《网络中的 Cisco 路由器》，这两本书就针对某些特定的功能和任务对网络进行了全面的介绍，为读者提供了所需的知识。这两类书籍，都有一个基本的假设，即都要求读者在网络方面掌握一定的基本知识。

除了这两类书籍外，还有另外一类书籍，请回想一下你的学生时代，这类书籍就是人们通常所说的教科书或者说是启蒙书籍。启蒙书籍的主要目的就是帮助读者掌握某一课程的基本概念，帮助读者打下相应的基础，在多数情况下，这类书籍通常伴随着一定的实用练习。本书在写作时，就本着这一观点，希望将本书写成一本有关网络方面的教科书。本书的目的在于，希望帮助计算机初级和高级人员打下坚实的基础，全面掌握有关网络的知识，帮助他们更好地设计、建立和管理多协议计算机网络。

1．本书的读者对象

计算机网络包含的内容极其丰富，凡是那些希望对这些方面有所了解和认识的人员，都是本书的读者对象。本书经过精心组织，无论对初级 NT 和 UNIX 系统管理员，还是高级 NT 和 UNIX 系统管理员，都可将本书作为教材和参考工具。通过本书的学习，可帮助这些系统管理员掌握计算机网络的设计、建立和管理方法，既可用于小型企业计算机网络，也可用于大型计算机网络。

只要对计算机的基本概念有初步了解，任何人都能从本书中获益非浅，虽然如此，本书更主要是面对系统管理员而编写的。系统管理员通常是负责计算机数据网络建立和管理维护的主要人员，他们通过计算机网络为自己管理维护的计算机资源提供各种连接等服务。

2．本书内容

无论从哪种意义上讲，网络都已不再是一个全新的领域。以前，网络工程师所关注的焦点是远程通信，他们所受到的教育和培训也主要在这些方面，之所以如此，是因为当时的数据网络主要是由大型机、小型机和串口数据终端连接而成的。

20 世纪 80 年代，局域网逐渐流行开来，这些局域网中的绝大部分主要是由计算机支持人员设计并负责管理和维护，而不是网络工程师。当时这种情况很普遍，其中一个很重要的原因在于，局域网主要是为了将个人计算机和工作站连接起来，而个人计算机和工作站当时

还仅仅被人们当成是一种玩具。

早期的局域网技术实施起来并不简单，对多数人，要想有效地实施相应的技术需要大量的学习。到了今天，情况已发生了很大的变化，同早期相比，实施局域网的技术，甚至实施广域网的技术都简化了许多，技术的进步缩短了建立和运行网络的时间。

虽然如此，仍会产生很多问题，主要原因在于对数据网络的基础知识和相关技术缺乏真正的了解和掌握。考虑到这种情况，在本书的写作过程中采用了“由基础开始，逐渐丰富”的方法，每一章都建立在前一章的基础之上，和前一章紧密相扣。这样，学完本书后，读者就能够掌握建立和管理多协议局域网和广域网的各种知识。

注意，阅读本书最好的方法是按照顺序，从头到尾依次进行，这是因为本书介绍的内容是前后相关的，每一章所介绍的内容都是以前面所介绍的内容为基础的。

3．第 1 章：掌握网络概念

本章主要介绍了数据网络的核心概念，以及各种类型的计算机网络。在本章中，还讨论了与计算机数据传输有关的各种基础知识，其中包括传输媒介、传输技术、网络拓扑以及各种组件。本章结束时，还总结了各种数据通信模型，并对这些模型进行了一定程度的讨论，这些模型给出了计算机网络的构建情况，可供读者在选择部件和进行构建时参考。

4．第 2 章：网络工作者 TCP/IP 指南

本章从实用角度对 TCP/IP 网络协议组作了概述，该协议组也是目前应用最广泛的网络协议。TCP/IP 协议组在所有的硬件平台上均可使用，而且为各种设施连接到 Internet 提供了网络连接的基础。本章将着重考察主要的 TCP/IP 协议（其中包括 IP、TCP、UDP 等），它们的寻址方法、信息格式，以及这些协议所提供的多种服务。

5．第 3 章：网络工作者 AppleTalk、IPX 和 NetBios 指南

本章将着重介绍一些在桌面类计算机中相当常见、主要用于局域网的协议。

6．第 4 章：局域网网间技术

在本章中，我们对 802.3 以太网、802.5 令牌网，以及 FDDI（光纤分布式数据接口）这些局域网数据传输协议进行了详细的介绍。

7．第 5 章：广域网网间技术

本章涵盖了用于广域网传输连接的常见操作，包括公用电话交换网络 PSTN，各种模拟和数字传输协议，以及多种服务等。此外，在本章中，还针对多项议题展开了讨论，其中包括美国电话电报公司 AT&T 的 T 载波标准、SONET/SDH、公用包数据传输技术，以及单元交换数据传输技术（X.25、帧中继和 ATM）。

8．第 6 章：网络交换技术

介绍了局域网 LAN，以及 ATM 转接的设计和功能。局域网网络转接现在已成为 LAN 和 WAN 的基础，本章还介绍了局域网网络转接所基于的基本技术（PSTN 转接和 LAN 网

桥），这些技术的具体实施方法，以及它们所提供的额外性能和额外的网络设计容量。

9. 第 7 章：Cisco 路由器导论

在这里，我们为读者提供了配置和管理 Cisco 路由器时所要用到的关键技巧。目前在全世界所安装和使用的路由器中，Cisco 路由器占了绝大多数。即便你现在还未使用它们，可如果你准备实现广域网或大型局域网时，用到它们的可能性会很大。本章所介绍的话题包括以下几个方面。

- 路由器的基本组件
- 配置 IP、AppleTalk 和 IPX
- 配置终端服务和远程访问
- 配置帐户信息、鉴定信息以及日志信息
- 安装和更新路由器的操作系统

10. 第 8 章：TCP/IP 动态路由协议

介绍了多种 TCP/IP 路由协议，这些 TCP/IP 路由协议有：RIP、OSPF、EIGRP 和 BGP。

11. 第 9 章：高级 Cisco 路由器配置

本章从第 7 章留下的伏笔处继续讲起，开始介绍 Cisco 路由器高级选项配置，本章包含的内容主要有。

- 标准存取控制列表和扩展存取控制列表的配置
- 利用 Cisco 的紧急备份（Hot Stand-by）路由协议实施路由器冗余
- 虚拟私有网络隧道以及广域网接口配置

12. 第 10 章：在 Cisco 路由器上配置 IP 路由协议

本章我们将介绍如何实施第 8 章中所介绍的 IP 路由，以及各种动态 IP 路由协议，通过这些介绍来结束对 Cisco 路由器的讨论。

13. 第 11 章：网络故障排除、性能优化以及管理基础

本章介绍了多种用于网络监视和管理的工具和技术，主要包括以下内容：

- 网络性能基准
- 故障排除技巧
- 网络管理基础
- 简单网络管理协议 SNMP 简介

14. 附录 A 二进制转换表

在本附录中，给出了 8 位数（2^8，即从 0~255）的所有二进制转换表。

15. 附录 B 本书常用术语对照

这个附录是译者加上的，如果有人问，世界上哪个领域新术语出现的最多，相信绝大多

数人都会回答是计算机行业。计算机行业恐怕是发展最快的行业，新术语层出不穷，中国读者对此恐怕有些陌生，为了帮助读者更好地掌握相应的概念，我们在本书后面加上了一些常见的术语，或许这些术语在目前的词典中无法查到，这也很正常。术语只是手段，关键是理解它所要阐明的概念。

第1章　掌握网络概念

自20世纪80年代中期开始，个人计算机已逐渐成为人们日常工作的重要组成部分。从那时起，对多数公司而言，计算机网络也就逐渐成为计算机管理员所要处理的另一项任务，或者是那些希望利用网络的小组共同的项目。最初的计算机网络主要是为了在分立的计算机间提供一种共享资源的方法，如文件服务器、打印机、终端访问等。

到了20世纪90年代，情况发生了很大的变化，Internet成爆炸性的增长。当然，这很大一部分要归功于World Wide Web的爆炸性增长。这种变化和增长在很大程度上使得计算机的功能，以及它们在日常工作中的重要性发生了转变。从前的电子表格机和个人印刷机现已转变成了强有力的通信工具。通过网络，既可利用文本和图形传送信息，也可利用视频和音频来传送信息。计算机网络现已成为大多数公司的中心神经枢纽系统，从某种意义上讲，甚至已成为我们这个星球上的中心神经枢纽系统。

本章的目的在于，帮助读者熟悉与计算机网络有关的一些概念和过程，为后续章节的学习打下基础。

1.1　计算机网络类型

什么是计算机网络呢？所谓计算机网络，就是采用某种常见方法将多个计算机相互连接在一起的网络。当然，这个定义看上去过于抽象，关于如何进行相互连接也没有提供多少有用的信息，我们还需要对它进行进一步的解释和定义。当前主要有三种类型的计算机网络。

- 广域网WAN（Wide Area Network）。
- 局域网LAN（Local Area Network）。
- 城域网MAN（Metropolitan Area Network）。

局域网LAN主要局限于某一个特定的地理区域，通常位于一个建筑或几个建筑当中，如公司或高校的校园内部网络。大多数局域网都采用了高速网络技术，同时由于受到这些技术的限制，它们的规模较为有限。

广域网WAN是由位于不同地理区域的局域网连接而成。这些不同的地理区域并不仅仅局限于本地，它们甚至可位于不同的大陆之上。它们彼此间的相互连接则是采用低速的数据通信连接，如公用电话交换网络PSTN等。

城域网MAN则是一系列局域网LAN和广域网WAN的组合。城域网既采用了公用电话交换网络PSTN所提供的传输特性，也采用了在局域网LAN中常用的高速通信协议。

计算机网络是一个由多种元素、多种成分构成的组合物，随着不同数据传送成分的引入和实施，它的复杂程度也将随之增长。下面，我们将对计算机数据网络通信中所包含的各种不同成分加以概述，以便读者能对它有一个较为全面的认识。

1.2 传输介质

传输介质用来载送计算机网络中的数据，所有的传输系统都建立在某种类型的介质之上。对传输媒介有一个基本的要求，那就是能以最小的损耗来进行传输。例如，在州际高速公路上采用了混凝土路面或柏油路面，为行驶在其上的车辆提供道路设施。供水系统采用了铁、铜、塑料管道将水从一个地方传送到另一个地方，等等。

对于计算机网络，情形类似。计算机网络在传输数据信号时，采用了铜芯电缆、光纤缆、或者无线连接介质，通过它们，为数据信号提供通道。

计算机网络的传输介质包含两大组成部份，即传输介质本身以及传输信号。

1.2.1 传输介质

对于大多数计算机网络，它们的传输介质是直接的连接电缆，尽管也存在非直接连接或无线连接媒介，但在广域网 WAN 中有时仍会使用电话电缆介质。直到最近，人们才在局域网 LAN 和城域网 MAN 中使用了这种线路媒介。当我们准备构建计算机网络时，在决定所要采用的数据电缆类型时，有几个因素需要着重考虑。

- 最终用途　在传输数据时，将采用哪些信号技术？
- 环境　网络所处的位置对传输介质将产生何种影响？对传输介质有哪些安全方面和可靠方面的要求？
- 拥有成本　数据通信电缆需要较大的支出，应找出性能与环境因素之间的平衡点，这是需要着重考虑的。

选择所要采用的介质类型时，应进行仔细的取舍，一方面要保证它能为各种数据信号提供解决方案，另一方面也应考虑到以后进行信息更新的需要。

从理论上讲，计算机网络可对传输信号的任何传输介质进行控制，但在实际的使用过程中，还应考虑数据传输的性能和可靠性，将它控制在一个合理的水平上。

现在有多种直接连接和非直接连接数据通信介质，直接连接介质主要用于两个或多个通信设备之间的专用连接；无线介质则要采用发送器和接收器，用来发送和接收已调制好的电磁波。直接连接介质通常能提供更高的可靠性、更好的安全性，但却取决于基础设施的规模和水平。无线介质不受地理因素的影响，与距离的关系也很小，但它们却容易受到障碍物的干扰，也容易受到外界噪声的干扰，该类介质本身所提供的安全性也有限。

1. 直接连接介质

在信号传输中常见的直接连接介质主要有三种，分别是同轴电缆、双绞线和光纤电缆，请参见图 1-1。

同轴电缆从外观上看与有限电视（CATV）电缆很相像，主要有两种，一种是柔软性很好的细缆，电阻是 50Ω；另一种是较为坚硬的粗缆，电阻为 70Ω，损耗较小。

同轴电缆在传输信号时，采用的是直流信号。其内部是一个实心铜芯，外部采用的是编织状屏蔽或者是箔式屏蔽，内部铜芯与外部屏蔽间以塑料绝缘体隔开。

细缆采用的是 BNC 连接器，粗缆采用的是同轴或吸血鬼分接头。安装分接头时，要在粗缆的外壁钻个孔，穿透屏蔽直达铜芯，然后将分接头插入小孔，紧紧固定在铜芯上。同轴电缆具有较为理想的传输特性。

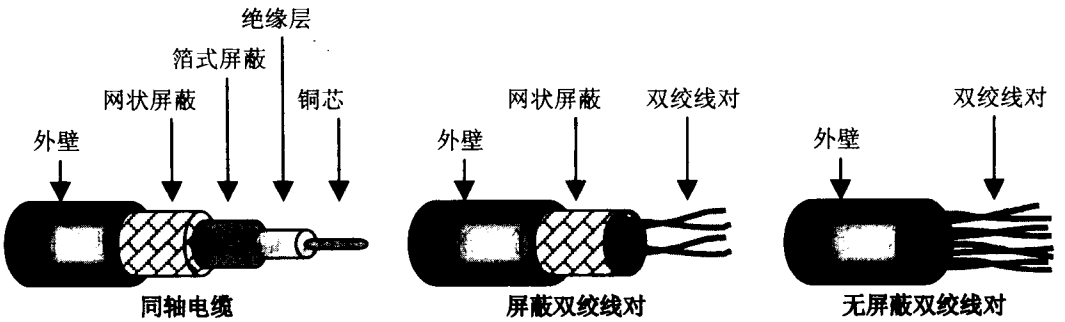

图 1-1　基本电缆类型

双绞线是到目前为止最常见的的数据传输介质。双绞线是由两条实心铜线以双螺旋方式彼此绕合而成，就像是 DNA 双螺旋结构一样。实心铜线的规格或是 22AWG(一)，或是 24AWG。与同轴电缆相同，双绞线也是采用直流（DC）电压进行信号传输的。

双绞线对被封闭到一个较大的外壁中，从而形成双绞线。双绞线的规格从 1 对双绞线对一直到 1000 对双绞线对。

双绞线的扭绞数量以螺数来表示，即每英尺上的螺距数量。螺数越大，即每英尺上的螺距越多，电缆中传输信号彼此间的串音（电子干扰）就越小。双绞线的等级由以下四个因素决定：双绞线的螺数、信号的响应时间、电阻（或直径）和物理强度。

在双绞线的等级体系下，针对不同的等级，还有不同的服务层次（传输速度）与之相关。大多数企业最多只用到 5 类双绞线，在表 1-1 中给出了常见的双绞线类型以及它们的应用范围。

表 1-1　常见的双绞线类型

1 类	语音或低速数据传输，最高到 56Kbps
2 类	数据传输的最高速度到 1Mbps
3 类	数据传输的最高速度到 16Mbps
4 类	数据传输的最高速度到 20Mbps
5 类	数据传输的最高速度到 100Mbps

声音级电缆（VGC）是 3 类(二)，常用于电话和低速数据传输。数据级电缆（DGC）是 5 类，用于高速数据传输。双绞线的带宽有限，衰减程度较大，也很容易受到电磁干扰的影响，为了保证传输带宽、减小衰减的影响，常要使用到中继器(三)。

通过高性能的屏蔽或非屏蔽电缆外壳，可有效降低干扰的程度。尽管屏蔽外壳能够有效

(一) AWG 指用于表明厚度标准的美国线规，AWG 的值越高，线的直径就越小

(二) 电缆技术始终在不断地进步，目前，电气和电子工程师协会 IEEE 正在制订 6 类和 7 类标准，由于其价格昂贵，目前尚未得到广泛应用，关于这点我们将在第 4 章中进一步讨论。

(三) 中继器是一种用于两个一定长度电缆间的设备，用于对传输的信号进行放大。中继器从一段电缆末端收到弱信号，对它进行放大重组，然后再将放大后的信号传输给另一段电缆。

降低来自外部的噪声干扰，但同时也会降低双绞线的信号强度，而在对载波信号进行放大时却要用到这种信号强度。正是由于这种原因，在屏蔽双绞线中并非所有的信号发送方法都能得到有效使用。

对于需要高带宽、高速度、长距离的信号传输，光纤是最佳的选择。对于光纤，在发送端，信号是由发光二极管（LED）或激光二极管（LD）发出的；在接收端，则采用 pin 场效应晶体管（pinFET）来接收信号。传输的信号是以调制好（将数据信号与电磁波混合在一起）的光波形式在绝缘的玻璃芯中传输的。这些在光纤中传输的光波代表了所要传输的数据信号，它们或是采用脉冲振幅方式（光波的强度发生变化），或是采用脉冲频率方式（光波的频率发生变化）。

利用光纤，最大的好处在于它能完全免除外部的噪声干扰，同时也能极大地降低衰减程度。在计算机网络中所使用的光纤传输介质有两种方式：

多模方式，在同一光纤中传输多个光信号。

单模方式，在同一光纤中只传输一个光信号。

关于这两种方式的特性，我们将在本书后面，结合它们在企业网络中的应用，进行进一步的讨论。

2. 非直接连接介质

非直接连接介质通常是由外界提供的，如电话服务公司和卫星服务公司。每一种介质分别建立在不同的电磁辐射基础之上。

- 无线电传送。是通过发送特定波长和特定速度的电磁波来实现的。最常见的无线电传送类型有超高频 UHF 和甚高频 VHF。

UHF（波长从 100mm 到 1m）常用于卫星、移动通信和导航系统。

VHF（波长从 1m 到 10m）常用于电视、调频电台、民用波段电台。

微波（波长从 10mm 到 100mm）常用于电话和卫星通信系统。

- 光波传送。用于传送视频信号，它的工作原理与光纤相同，只不过是没有直接的连接载体而已。

1.2.2 传输信号

无论在哪种介质上传输数据，都需要采用相应的编码方式对数据进行处理，数据信号在传输介质上是以各种电信号方式进行传送的(一)。

(一) 下面我们介绍的内容在你以前的物理课程中都已学过，让我们来温习一下一些基本的术语。

- 电流（I）。通过某一点的电子数量，电流的单位是安培（A）。
- 电压（V）。电子电压或直流电流的电势，电压的单位是伏特（V）。
- 电阻（R）。介质抵抗电流流动的能力，电阻的单位是欧姆（Ω）。
- 功率（P）。电流所做功的量度，功率的单位是瓦（W）。
- 均方根电压。用于交流电压，其效果与等值的直流电压相同
- 阻抗（Z）。导体对交流电压变化所产生的抵抗，与电阻一样，它的单位也是欧姆（Ω）。
- 频率（F）。1 秒内所完成的周期数目，频率的单位是赫兹（Hz）。
- 周期。电磁波从一个波峰到另一个波峰所进行的过程，一个周期也叫一个循环。

对数据进行编码，目的就是为了将数据以电流方式通过铜基介质传送到你的房间当中。直流（DC）沿导体的一个方向流动，交流（AC）则沿导体的两个方向流动，不断地在正电压和负电压间变化。

这种交变的电流变化也称为振动，在美国，常见的家庭用电是 110V，60Hz[1]，这也就意味着每秒将变化 60 次。在计算机网络中，传输数据采用的方法与此类似，计算机上采用二进制的 1（开）和 0（关）来表示数据。从正到负具有平滑振动方式的电信号也称为正弦波。为了表示不同的 0 和 1，就需要对数据信号进行处理，或者说应采用相应的编码方案。将不同的正弦波和电压结合在一起，产生相应的方波，分别用来表示 0 和 1。

要想保证传输的信号能被正确地理解和解析，就要求传输介质能够保持信号的完整性。信号的损失常常是由衰减和噪声所导致的。衰减是信号的结构性损失，当信号在介质中传输时就会发生，衰减通常是由介质的电阻和阻抗所导致的。如果信号衰减的程度太大，它将无法识别。噪声则是外部电子干扰的结果，铜芯电缆与收音机天线类似[2]，都能拾取外界的电子信号和电磁辐射。

这些衰减和噪声都可能改变传输信号的波形，从而使得信号无法识别。为了确保数据的完整性，在网络分布规划方案中，对介质单元的长度和不同设备之间的距离都有一定的要求，规定了最大和最小间距。

每一种介质都有其特定的频率范围，在此范围内传送的信号，经过一定的距离不会发生显著的损耗。这个范围决定了在该介质中所能传送的数据量，通常也称之为带宽，带宽的大小则取决于介质的阻抗以及所采用的信号编码方案。

1.2.3　电压编码技术

通过传输介质发送数据传输信号时，需要对信号进行电压编码，基带和宽带就是两种常用的电压编码方案。通过前面的介绍，读者已经了解到传输信号实际上是数字化的数据（利用二进制编码），它们在介质中利用可变的直流电压方式进行传送。信号电压将以怎样的方式作用于介质之上，决定了应采用哪种编码技术。

- 基带传输。将信号电压直接作用到传输介质上。随着电压信号在导体上的传输，信号将逐渐衰减，为了保持信号的完整性，常常要采用中继器。双绞线就是一种基带传输介质。
- 宽带传输。这时会对电压信号进行调制，通过将传输介质的带宽划分为不同的信道，我们就能同时在传输介质中传送多个信号。同轴电缆和光纤既可作为基带介质，也可作为宽带介质。

---

(1) 在中国，主要是 220V，50Hz。

(2) 网络电缆除了可成为接收天线外，还可成为广播天线。当信号沿着导线传输时，网络电缆会将载波信号向外界辐射出去。这些辐射出去的信号同样能被检测到，也能被解码。如果安全是首先要考虑的范畴，那么在环境中，应尽可能减少网络电缆的暴露程度。

1.3 网络拓扑

网络设备通过“发送器和接收器”与传输介质连接在一起，这些“发送器和接收器”统称为收发器。这些收发器既可以是独立于网络设备的外部设备，也可以内置于网络设备的网络接口卡 NIC 中。网络设备（有时也称为节点）连接在一起的模式称为网络拓扑。

连接节点所采用的介质类型，在很大程度上决定了所要采用的网络布线拓扑结构。此外，还有一种逻辑拓扑的概念，它定义了各节点之间通过传输介质协议相互作用的方式。例如，一群主机通过星形拓扑物理地连接在了一起，可在运行时，我们却可以将它们看成是以逻辑环方式连接在一起的，这并非没有可能。在局域网 LAN、广域网 WAN 和城域网 MAN 中，有三种拓扑类型可供使用，关于这点，我们将在下面分别加以论述。

1.3.1 星形拓扑

星形拓扑有一个中央节点，其它节点则通过位移路径彼此连接在一起，请参见图 1-2。在现代的计算机网络当中，我们很难见到纯粹的星形拓扑，但变通星形拓扑或星座拓扑则很常见。

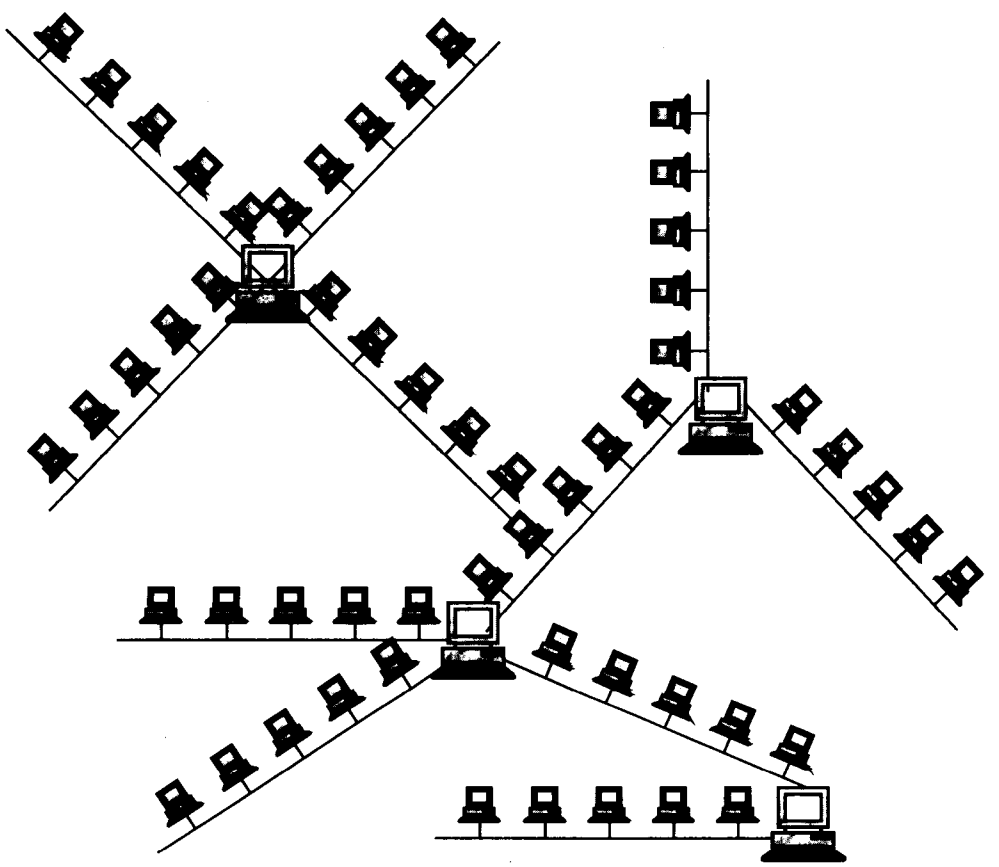

图 1-2 星形拓扑与星座拓扑

星座拓扑由多个星形网络组成，通过各自的路径互连在了一起，请参见图 1-2。星形/星座拓扑或许是目前最流行的网络拓扑，通过建筑物中已有的电话线系统和数据电缆系统，这类拓扑结构体系可以很容易地融合起来。

1.3.2　总线拓扑

对于大多数早期的局域网 LAN，总线拓扑是最基本的结构。总线拓扑尤其适合于使用同轴电缆的场合，总线拓扑有一条传输介质段，各个节点均与该传输介质段直接相连，请参见图 1-3。大多数的实施方式采用的是多个电缆段，通过中继器将各电缆段连接在一起。

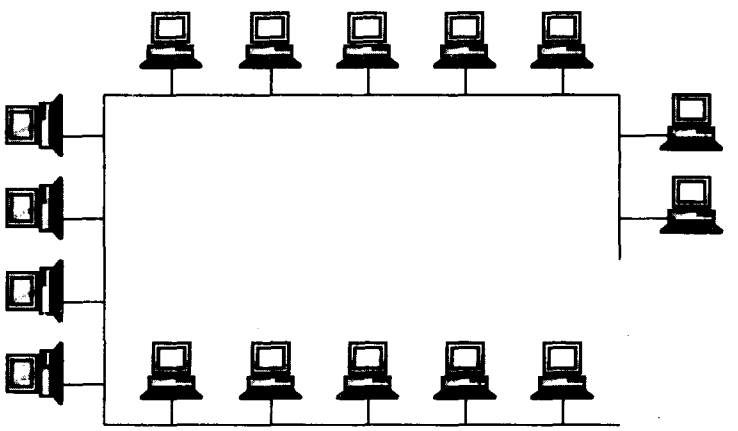

图 1-3　总线拓扑

1.3.3　环形拓扑

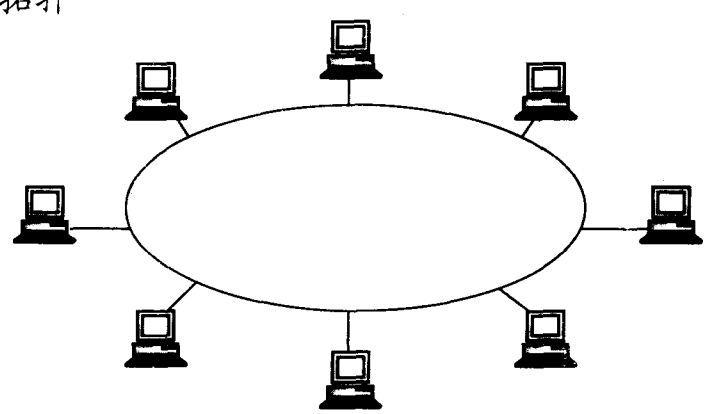

图 1-4　环形拓扑

环形拓扑采用多段传输介质来连接节点，如图 1-4 所示。每个节点与其附近的邻居节点相连，传输信号在环形中沿着一个方向运动，并不断被重复。这些信号是从一个节点运动到另一个节点，而不是简单的直接通过。当一个节点传输出数据信号后，环形上的下一个节点拾取该数据信号，对信号进行检查，然后再将数据信号发送给流程上的再下一个节点。这种

过程不断持续，直到传输的信号返回发出该信号的源节点，然后源节点将该信号从网络中删除，这就是环形拓扑中信号传输的方式。

在设计、规划电缆的基础结构时，常将多种不同的网络拓扑结合在一起使用。由于不同的拓扑结构与不同的传输协议相关，有时创建一个混合的网络拓扑则成为必然。

1.4 网络传输协议

计算机网络通信主要是由事件驱动的，要想实施由事件驱动的通信，最有效的方法就是采用信息包[一]交换技术。信息包交换技术背后隐藏着这样一种观点，那就是网络带宽不会被分成各个片段，相反，它将被均匀地分配给各网络实体。在需要时，每个节点都能利用可用的所有带宽来传输数据。

计算机网络所进行的信息包数据交换，实际上是以帧（有时也称为信息包）的方式来进行的。

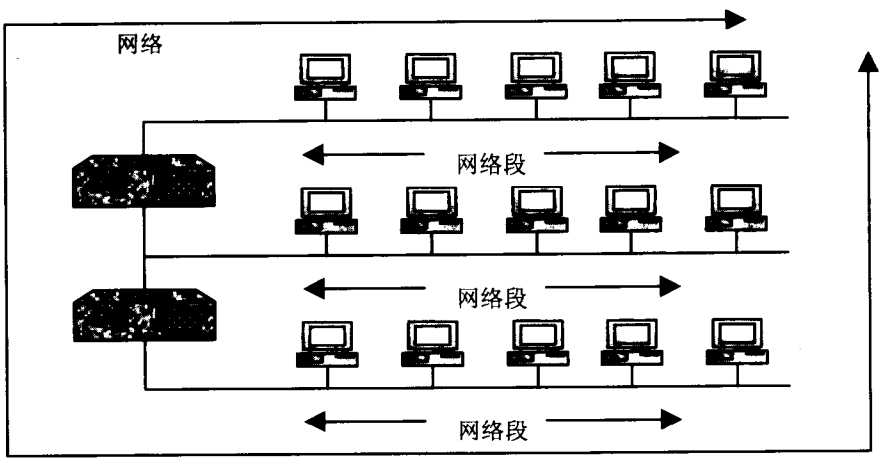

图 1-5 网络与网络段

帧中包含有网络数据、发送信息的节点的地址、以及接收信息的节点的地址[二]。我们不妨将网络信息包看成是一个信封，信件（数据）位于信封（信息包）内。发送方的地址和接

(一) 使用时，信息包与帧常被作为两个互相排斥的术语。在这里，出于讨论的需要，我们采用术语“信息包”，用它表示一个包含有数据的传输帧，采用术语“帧”表示传输信号的格式。

(二) 计算机网络采用两类地址来递送网络数据。传输协议地址，或称为节点地址，用来区分与传输介质段相连的不同节点。传输协议，如著名的以太网，采用的是 48 位地址，这个 48 位地址在这里也称为介质访问控制（MAC）地址。MAC 地址是机器地址，是一个用于阐明主机位于某一介质段上的物理标识符，在一个介质段上，它必须是唯一的。从理论上讲，两个主机可拥有相同的传输层地址，前提是它们不能位于相同的网络段上。传输地址与网络地址有明显的差别。

网络协议地址，或称为主机/终端站地址，必须作为整个网络中唯一的标识符使用，整个网络可能会包含多个传输介质段。与传输介质地址不同，网络中的每个节点或主机只能具有唯一的网络协议地址。例如，对 IP 网络协议，采用了一个给定好的 32 位静态地址；对 AppleTalk 协议，则为网络上的每一个主机动态分配相应的网络地址。

网络协议用于在不同的网络间交换数据，关于这方面的情况，我们将在下一节中加以介绍。

图 1-5 显示了网络段与整个网络在概念上的差别。

收方的地址都位于外部，这样当信息包丢失或无法送达时，能有所依据。

传输协议负责网络数据通信所必须的两类重要活动。访问控制与传输介质的访问方式有关，即与传输信号在介质上传送时对介质的访问方式有关。数据帧则表明了信号的格式，以及信号在不同节点将传送的方式。节点地址也在传输协议的负责范围之内。

在对传输介质的访问控制事宜中，局域网 LAN 传输协议与广域网 WAN 传输协议采用了不同的处理方法。

1.4.1　广域网 WAN 传输协议

广域网 WAN 是一系列局域网 LAN 的组合，由一些永久的或半永久的点对点连接方式连接而成。这些点对点网络连接采用了多种传输协议，这些传输协议在传送数据时，或是采用同步通信，或是采用异步通信。无论哪种情况，都会为连接分配相应的链路带宽，无论是否存在传输的数据，情况均是如此。

异步传输包括字符的产生和发送两个过程，针对每一个字符，均有相应的特定开启和停止序列。这也称为字符帧数据（CFD），CFD 对你来说可能已经比较熟悉，它由一个开启位开始[一]，然后开始数据传送，遇到数据序列中的停止位时结束。接收端的硬件设备应能区分出序列中的停止位。CFD 数据在传送开启位和停止位间的序列时，既可按连续方式，也可按变化的间隔传送。异步数据一次只能传输 1 位数据，异步传输设备会考虑它所传输的每一个位。

对异步传输而言，其最高的实际传输速率是 1800bps。超过这个速率的数据虽也可通过异步设备来传输，但这时它实际上是按照同步方式进行传输的。设备将超出的部分转换成同步信号，然后在接收端再转换回异步信号。同步数据传输既可传送面向字符的数据（异步方式），也可传送面向比特的数据，面向比特的数据也称为二进制比特流。

异步数据传送一次只能传送一个比特，而同步数据传送则是以消息方式传送数据的，所以同步数据也称为消息帧数据（MFD）。同步数据需要经过缓冲处理，这是因为消息将以连续流方式一次传送一则消息。同步数据采用分离的发送（TX）路径和接收（RX）路径，在传送 2000bps 以上的数据时，常常会采用同步方式。

如果要区别同步传输和异步传输，有一个很简单的方法，那就是：同步传输依赖一个时钟源或时间源，而异步传输则只需要接收端能接收一系列传输流即可（即开始位、停止位流动控制等）。

可用的广域网 WAN 传输协议有多种，这些协议工作于 AT&T/贝尔实验室数字载体系统/数字传输系统上，或同步光纤网络（SONET）之上。广域网 WAN 所用的传输协议有。

- 高级数据链路控制 HDLC。
- 异步传输模式 ATM。
- X.25/帧中继。
- 点对点协议 PPP。

(一) 这里所说的位也就是通常所说的比特，位常用做比特的代称，在有些情况下也指占据一个比特大小的位置。——译者注

在第 5 章“广域网网间技术”中，我们将对这些协议做进一步的讨论。

1.4.2 局域网 LAN 传输协议

在局域网 LAN 中，介质带宽将被共享，对网络进行访问控制时有两种机制。

- 基于争用的访问机制。
- 基于非争用的访问机制。

在局域网 LAN 中，所有的节点都通过共同的传输介质连接在一起，因此有必要采用相应的访问控制机制。通过访问控制机制，每个节点才有可能访问传输介质，并通过传输介质传送数据信号。基于争用的访问机制取决于对访问的需求，处于交谈状态的主机将独占整个网络段。基于非争用的访问机制则为每台主机都提供了机会，每台主机对传输介质都具有相同的的访问权限。

1. 基于争用的访问

网络争用是一个很棘手的问题，如果节点无法发送和接收数据，也就谈不上有计算机网络。对于星形网络拓扑和总线网络拓扑，在进行访问控制时，将用到 CSMA/CD（带有检测冲突的载波侦听多路访问）方法。有了 CSMA/CD 后，协议将强制规定一次只能有一台工作站可发送数据，请参见图 1-6。如果没有这种机制，所有的主机同时都可发送自己的数据。

网络节点将时刻监听网络电缆段上的情况，在实施了 CSMA/CD 方法后，被所有节点共享的电缆段也称为碰撞域。当某个节点准备发送数据时，首先会检查是否还存在其它活动。如果电缆很“清静”，它就会发送自己的数据。

如果两个工作站同时从事这种任务，就会出现碰撞。出现这种碰撞时，参与的工作站将启动“碰撞协调强制实施程序”（CCEP）进程。启动该进程后，将向网络中的所有工作站通报“堵塞”情况，这个通报将一直持续，直到通报到达网络末端为止。如果碰撞域很大，这个过程将会占用相当长的一段时间。

当 CCEP 结束后，受到影响的一个节点将再次发送自己的帧。如果发送成功，需要再次发送更多的数据时，监听过程将再次开始，如此循环往复，不断进行。

如果一系列节点出现碰撞，它们将停止发送数据，经过一段重发送延迟时间后，再次尝试。每个节点都将根据截短的二进制指数补偿算法，计算自己的延迟时间。该算法将以碰撞事件的延续时间为基础，将这个时间乘以 2，将得到的结果作为等待时间。这个时间通常要长于碰撞域的往返行程延迟时间，碰撞域的往返行程延迟时间不超过 51.2μs。

所采用的传输协议介质不同，碰撞域的往返行程延迟时间也会有所不同。例如，根据 IEEE 10-BaseT 规范，往返行程延迟时间不应超过 5.76μs。该理论的要点在于，如果所有的工作站以随机的间隔（碰撞后随机的延迟时间间隔）发送数据，碰撞出现的机会就会大为降低。

CSMA/CD 所面临的主要问题是，所有的传输都是半双工的（节点一次只能进行一种传输，或接收或发送）。由于带宽被所有的节点共享，因此一次只能允许一个由源到目标的传输。这就意味着当域中的节点数量增加，或者说碰撞域增大时，发生碰撞的机会也将随之增加。结果是网络整体的性能将下降，这是因为同实际传输数据的时间相比，更多的时间将用于检测碰撞和对碰撞的恢复。

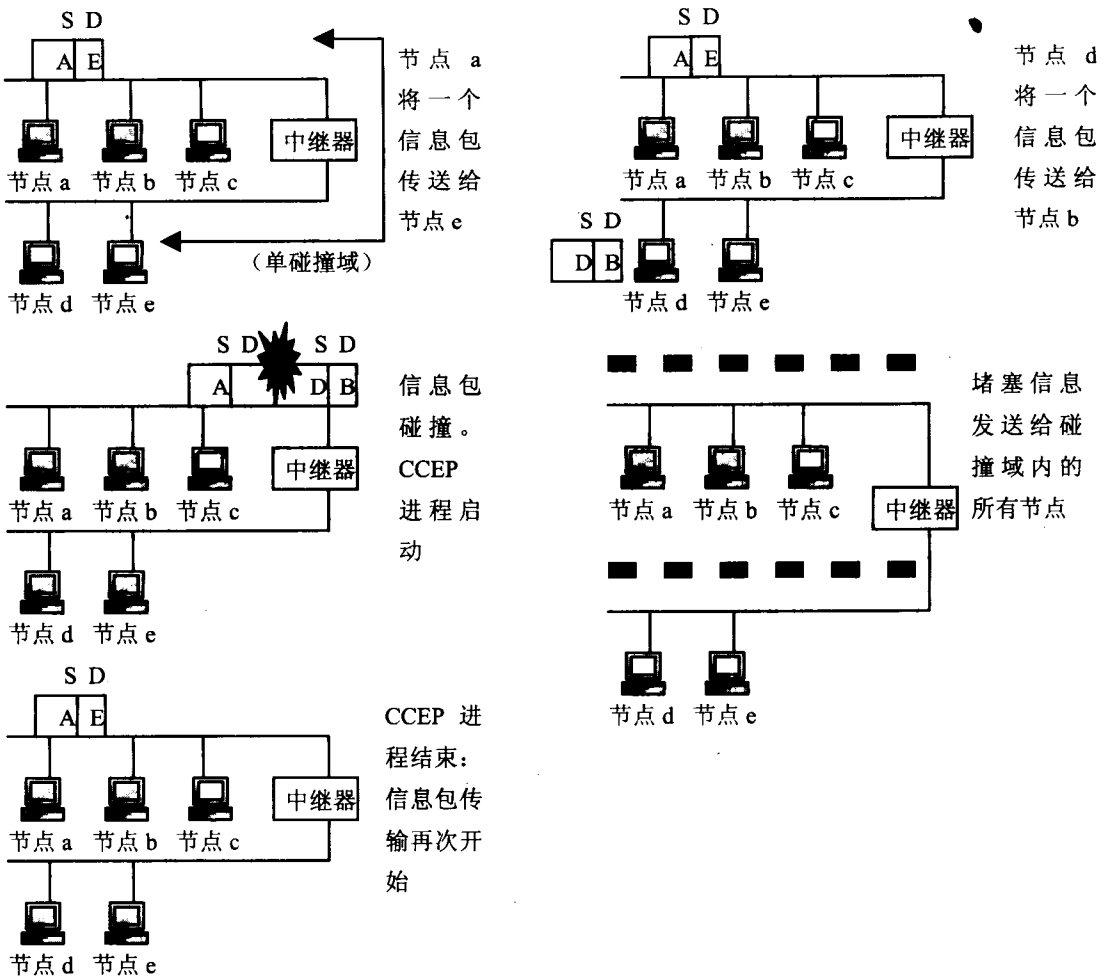

图 1-6　在 CSMA/CD 访问方法下的碰撞处理

为了最大程度地增加 CSMA/CD 碰撞域的效率，需要对域进行仔细的设计，使域在相同的负载下工作，这个负载通常不应超过整个网络能力的 30%。

2. 基于非争用的访问

令牌传递就是一种基于非争用的访问方法，它用于环形拓扑和总线拓扑当中，与相应的传输协议一道工作。令牌传递的工作机制是：在连接的各个节点中，“令牌”从一个节点传递给另一个节点，当某个节点要发送数据时，它首先要获得令牌，然后才能发送自己的数据。只有拥有令牌的节点才有权发送数据，拥有令牌的节点只能发送一个信息包，发送完这个信息包后，它就要将令牌交出。根据传输介质的不同，令牌的处理过程也会有所不同。

在一个环形拓扑中，令牌将沿着环形的一个方向从一个节点传递到下一个节点。当某个节点要发送数据时，就从网络中移去令牌，发送自己的信息包。同令牌一样，信息包也是从一个节点传递到另一个节点，直到抵达目标。到达目标节点后，信息包被目标节点复制，对信息包作一标注，表明已收到，然后信息包发回网络继续传递。当信息包返回发送它的节点