

高等学校电工电子基础实验系列教材

马传峰 王洪君 总主编

网络通信实验 教程

Wangluo Tongxin Shiyan Jiaocheng

郑丽娜 主编

山东大学出版社

高等学校电工电子基础实验系列教材

网络通信实验教程

主 编 郑丽娜
副主编 邢建平 郭卫栋
刘玉玺 于 山

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

网络通信实验教程/郑丽娜主编. —济南:山东
大学出版社, 2015. 2
高等学校电工电子基础实验系列教材/马传峰, 王洪君总主编
ISBN 978-7-5607-5240-2

I. ①网… II. ①郑… III. ①计算机通信网—高等学
校—教材 IV. ①TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 034971 号

责任策划:刘旭东

责任编辑:李 港

封面设计:张 荔

出版发行:山东大学出版社

社 址:山东省济南市山大南路 20 号

邮 编:250100

电 话:市场部(0531)88364466

经 销:山东省新华书店

印 刷:泰安金彩印务有限公司

规 格:787 毫米×1092 毫米 1/16

12.75 印张 293 千字

版 次:2015 年 4 月第 1 版

印 次:2015 年 4 月第 1 次印刷

定 价:23.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

《高等学校电工电子基础实验系列教材》 编委会

主 任 马传峰 王洪君

副主任 郁 鹏 邢建平

委 员 (按姓氏笔画排序)

于欣蕾 万桂怡 王丰晓 王春兴 朱瑞富

孙国霞 孙梅玉 杨霓清 李 蕾 李德春

邱书波 郑丽娜 赵振卫 姚福安 栗 华

高 瑞 高洪霞 韩学山

前 言

网络通信实验是数据通信与计算机网络相关课程教学过程中重要的实践环节,对培养学生理论联系实际的能力有着重要的作用。本书是针对网络通信课程的教学需要和要求而专门编写的一本基础实验教程。全书由浅入深地阐述了计算机网络技术中的基本原理,介绍了当前常用的网络设备原理和实际应用,反映了基本网络组网技术,讨论了网络协议及数据包分析方法。

全书分为5章:计算机网络概述、网络体系结构与标准化、网络设备、网络应用原理和网络协议分析。共有17个实验,主要实验内容包括网线制作、基于Windows操作系统的TCP/IP配置和网络命令应用、基于Cisco Packet Tracer的集线器、交换机和路由器等典型网络设备的操作和组网、基于Cisco Packet Tracer的DNS、Web、DHCP等各类应用系统的配置和应用实验,以及基于Wireshark的数据包嗅探和TCP/IP架构中各层典型协议分析。每章都有基本原理概述,每个实验之前都有相关知识作为理论指导,实验过程中还有详细的操作步骤、实验注意事项提示及实验思考。本书的实验设计可操作性较强,对实验环境要求不高,内容针对性及基础性较强,可为读者进一步学习和掌握网络技术打好坚实的基础。

全书体系结构合理,概念清晰,图文并茂,注重理论与实践的紧密结合,可读性强,具有较强的专业性、技术性和实用性,既考虑与理论课的衔接,又不失实验教程的自身独立体系。

本书既可作为大学本科数据通信与计算机网络相关课程的实验教材,也可作为计算机网络工程和应用技术人员的参考用书。

在编写过程中,山东大学实验中心主任王洪君老师及其他老师对该书的出版给予了许多关心和支持,其中陈慧凯老师对实验提出了宝贵的意见,作者也参考了大量的文献资料,在此一并表示感谢,同时感谢山东大学出版社的支持。

由于时间仓促、水平所限,难免存在疏漏之处,敬请读者朋友给予批评指正。

编 者

2015年1月

目 录

第 1 章 计算机网络	(1)
1.1 计算机网络的定义	(1)
1.2 计算机网络的分类	(1)
1.3 计算机网络的组成	(3)
实验 网线的制作和应用	(4)
第 2 章 网络体系结构与标准化	(9)
2.1 ISO/OSI 参考模型	(10)
2.2 TCP/IP 协议	(12)
实验 2.1 Windows XP 下 TCP/IP 配置实验	(18)
实验 2.2 Windows XP 下网络命令应用实验	(20)
第 3 章 网络设备	(29)
实验 3.1 使用集线器的局域网组网	(30)
实验 3.2 交换机的基本操作	(41)
实验 3.3 用交换机创建和管理 VLAN	(60)
实验 3.4 命令行模式下 VLAN 的划分	(70)
实验 3.5 路由器的基本操作	(75)
实验 3.6 路由器的静态路由配置实验	(87)
实验 3.7 基于 RIP 的动态路由配置实验	(105)
第 4 章 网络应用原理	(125)
实验 4.1 网络组网及设备配置应用	(126)
实验 4.2 DHCP 服务器配置及应用	(139)
实验 4.3 DNS 服务器配置及应用	(144)

第 5 章 网络协议分析.....	(152)
5.1 数据包分析与数据包嗅探器	(152)
5.2 监听网络线路	(153)
实验 5.1 基于 Wireshark 的 ARP 协议分析	(155)
实验 5.2 基于 Wireshark 的 IP 协议分析	(164)
实验 5.3 基于 Wireshark 的 ICMP 协议分析	(174)
实验 5.4 基于 Wireshark 的 TCP 和 UDP 协议分析	(182)
附录 1 Packet Tracer 简介	(190)
附录 2 Wireshark 简介	(193)
主要参考文献.....	(197)

第 1 章 计算机网络

1.1 计算机网络的定义

随着信息科学技术的发展,信息资源的处理和共享显得越来越重要。计算机是信息处理的重要工具,而如果仅仅采用单机环境,信息只能局限于一个局部的范围内进行低层次的使用。为了扩大信息的交流和共享,计算机网络技术应运而生,并且成为现代通信领域的主要手段。

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。计算机技术主要研究信息的处理,通信技术主要研究信息的交换和传递。一方面,通信技术为计算机的数据交换和传递提供了必要的手段;另一方面,计算机技术的发展又提高了通信技术的性能,两者互为促进而发展。随着社会信息化水平的提高,信息处理技术与信息交流技术相融合产生了计算机网络。而在用户需求的推动下,计算机网络又得到了进一步的发展。

目前,为大多数人所认可的计算机网络的定义是:以共享资源(硬件、软件和数据等)为目的而连接起来的,在协议控制下由一台或多台计算机系统、终端设备、数据传输设备等组成的系统之集合。

1.2 计算机网络的分类

(1)按照覆盖范围进行分类,可以将网络分为局域网、城域网和广域网。

广域网(Wide Area Network, WAN)有时也称为“远程网”,其覆盖范围通常在数十公里以上,可以覆盖整个城市、国家甚至整个世界,具有规模大、传输延迟大的特征。广域网通常使用的传输装置和媒体由电信部门提供,但随着多家经营的政策落实,也出现其他部门自行组网的现象。在我国,电信网、广电网、联通网等均可为用户提供远程通信服务。另外,因特网(Internet)是一种全球性的、开放式的、由众多网络连接而成的特定计算机网络,也属于广域网的范畴。

局域网(Local Area Network, LAN)也称为“局部区域网络”,覆盖范围常在几公里以

内,限于单位内部或建筑物内,常由一个单位投资组建,具有规模小、专用、传输延迟小的特征。目前,我国绝大多数企业和单位都建立了自己的局域网。局域网只有与局域网或广域网互联,进一步扩大应用范围,才能更好地发挥其共享资源的作用。通常我们所见的以太网就是一种典型的局域网。

城域网(Metropolitan Area Network,MAN)也称为“市域网”,覆盖范围一般是一个城市,介于局域网和广域网之间。城域网可以为一个或几个单位所拥有,但也可以是一种公用设施,用来将多个局域网互联在一起。目前,很多城域网采用的是以太网技术,因此,城域网常被纳入局域网的范围进行讨论。

随着网络技术的发展,以及新型的网络设备和传输媒体的广泛应用,距离的概念逐渐淡化,局域网以及局域网互联之间的区别也逐渐模糊。同时,越来越多的企业和部门开始利用局域网以及局域网互联技术组建自己的专用网络。这种网络覆盖整个企业,范围可大可小。

(2)网络拓扑结构是指连接网络设备的物理线缆的铺设形式。按照网络拓扑结构分类,主要有总线形网、星形网、环形网、树形网、网状网及混合形网等。

(3)按照网络组建和管理部门的不同,常常将计算机网络分为公用网和专用网。

公用网(Public Network)一般由电信部门或其他提供通信服务的运营商组建、管理和控制,网络内的传输和转接装置可以供任何部门和个人使用。公用网常用于广域网的构建,支持所有愿意按照规定交纳费用的用户的远程通信。

专用网(Private Network)是由某个部门、某个行业为各自的特殊业务工作需要而建造的,不对外人提供服务的网络。例如,政府、军队、银行等系统均有本系统的专用网。

(4)每个网络设备一般都具有多个输入/输出端口,交换是指将一个端口的输入信号转发到另一个端口,并通过附接该端口的线路传输给其他设备。根据数据在网络传输过程中经交换机处理的不同方式,可分为电路交换、报文交换、分组交换。按照信息交换方式,计算机网络可以分为电路交换网、报文交换网、分组交换网。

(5)通信信道的类型有两类:广播通信信道与点到点通信信道。在广播通信信道中,多个节点共享一个通信信道,一个节点广播信息,其他节点只能接收信息。在点到点通信信道中,一条通信线路只能连接一对节点,如果两个节点之间没有线路直接连接,则只能通过中间节点转接。网络通过通信信道完成数据传输任务,采用的传输技术只能有两类:广播方式和点到点方式。因此,按照网络所使用的传输技术分类,有点到点网络和广播式网络。在点到点网络中,每条线路连接一对计算机。在广播式网络中,所有联网计算机共享一个公共通信信道。

(6)按照网络所使用的传输媒体分类,有同轴电缆网、双绞线网、光纤网、微波网、红外线网、无线网等。

1.3 计算机网络的组成

1.3.1 物理结构

从拓扑学的角度看,网络组成元素是点和线。

点,又称为“网络节点”,对应网络中的计算机和各种中继设备。网络节点分为访问节点(终端节点)和转接节点(交换节点)两类。访问节点指用户端的计算机,是信息的“信源”或“信宿”。转接节点指负责传递信息的中间通信设备,如集线器、路由器等。

线,对应网络中的通信信道。通信信道由传输介质和相关通信设备组成。

1.3.2 逻辑结构

计算机的最终目的是面向应用。计算机网络应同时提供信息传输和信息处理的能力。如图 1-1 所示,在逻辑上,可以将计算机网络分为负责信息传输的通信子网和负责信息处理的资源子网。

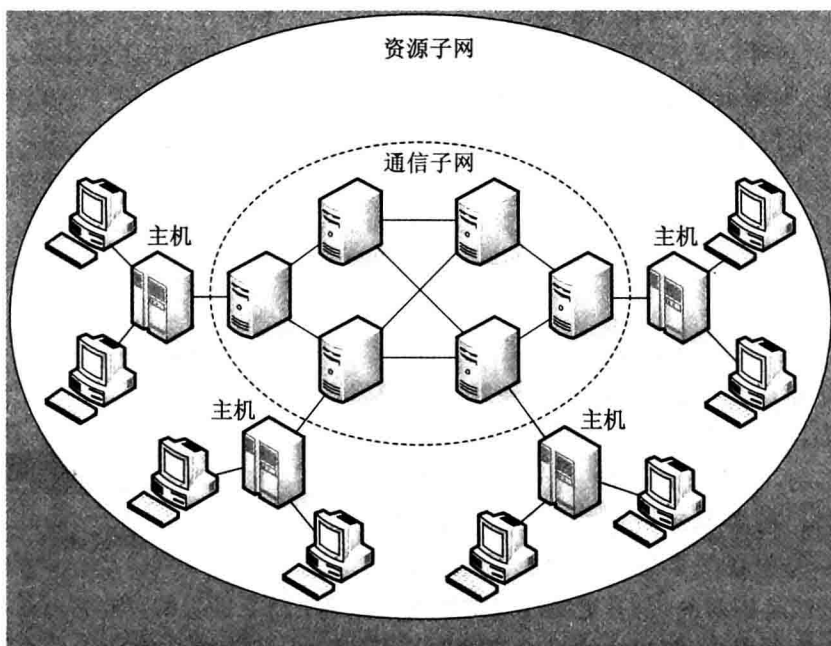


图 1-1 计算机网络结构

通信子网是网络中面向数据传输或数据通信的部分资源集合,主要支持用户数据的传输。该子网包括传输线路、网络设备和网络控制中心等软硬件设施。电信部门所提供的网络一般作为通信子网。企业网、校园网中除了服务器和计算机外的所有网络设备和网络线路构成的网络也可以看作通信子网,通信子网与具体的应用无关。

资源子网是网络中面向数据处理的资源集合,主要支持用户的应用。资源子网由用户的主机资源组成,包括接入网络的用户主机,以及面向应用的外设(如终端)、软件和可共享的数据(如公共数据库)等。

备注:通信子网和资源子网的划分只是一种逻辑的划分,并不具体对应特定的物理网络和设备。

实验 网线的制作和应用

一、实验目的

- (1)了解 EIA/TIA—568A 和 EIA/TIA—568B 标准。
- (2)掌握直通双绞线和交叉双绞线的制作方法。
- (3)掌握电缆的测试方法。

二、实验原理

网线,又称为“网络传输介质”,是计算机网络中的必备材料。在计算机网络的建设过程中,网线的选择以及网线连接器的制作对网络的整体性能起着决定性作用。在计算机网络实验中,根据不同的用途来选择和制作相应的连接网线是每一位学生必须掌握的一项技能。网络传输介质可以分为有导向传输介质和非导向传输介质两大类。其中,非导向传输介质主要有无线电、微波、红外线等类型,而有导向传输介质主要有双绞线、同轴电缆和光纤三类。现在,同轴电缆在计算机网络中已基本淘汰,而光纤虽然应用广泛,但其连接器的制作需要借助较为昂贵的专业设备。本实验主要介绍双绞线的制作和应用。

(一)双绞线

双绞线是由一对绝缘的导线按照一定密度绞合在一起构成的,如图 1-2 所示。因为两条导线互相绞合,电磁干扰对各导线的影响几乎相等,不会对两导线内部电压信号产生不同的影响,因此降低了电磁干扰,双绞线也由此得名。在实际使用中,双绞线是由多对双绞线一起包在一个绝缘电缆套管里的。



图 1-2 双绞线

典型的双绞线是四对的,也有更多对双绞线放在一个电缆套管里的,称为“双绞线电缆”。

在大多数应用中,双绞线的最大传输距离是 100m,双绞线适合传送高比特率数据。双绞线一般分为屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair,STP)和非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair,UTP)两类。没有屏蔽保护的双绞线指的是非屏蔽双绞线。UTP 价格便宜,轻便柔韧,便于安装,广泛应用在电话网络和数字通信网络中。为了提高双绞线的抗电磁干扰能力,可以在双绞线的外面加一层用金属丝编织成的屏蔽层,即屏蔽双绞线。

(二)RJ-45 连接器

RJ-45 插头是一种只能沿固定方向插入并自动防止脱落的塑料接头,俗称“水晶头”,

专业术语为 RJ-45 连接器。RJ-45 连接器前端有 8 个凹槽，凹槽内的金属接点共有 8 个。面对金属片，RJ-45 引脚序号从左到右分别为 1~8。每条双绞线通过两端安装的 RJ-45 连接器将各种网络设备连接起来。

美国电子工业协会(Electronic Industries Association, EIA)和电信行业协会(Telecommunications Industries Association, TIA)联合发布了一个标准 EIA/TIA—568，名称是“商用建筑物电信布线标准”，它规定了用于室内传送数据的非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线的标准。现在，双绞线的两种标准分别为 568A 和 568B。

EIA/TIA—568A 简称“T568A”，其双绞线的排列顺序为：绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白、棕，依次插入 RJ-45 插头的 1~8 号线槽中，如图 1-3 所示。

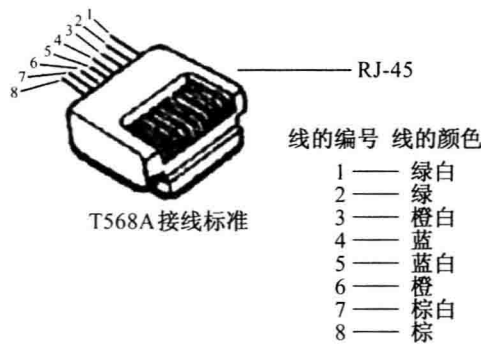


图 1-3 T568A 接线标准

EIA/TIA—568B 简称“T568B”，其双绞线的排列顺序为：橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕，依次插入 RJ-45 插头的 1~8 号线槽中，如图 1-4 所示。

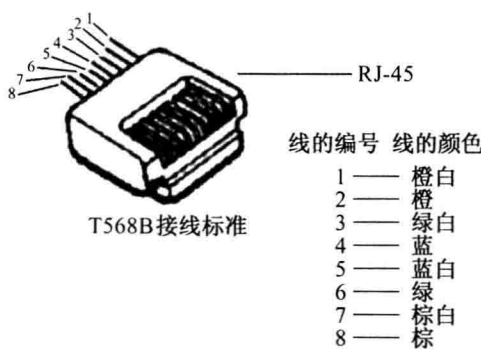


图 1-4 T568B 接线标准

(三)直通和交叉双绞线

如果双绞线的两端均采用同一标准(如 T568B)，即两端线序相同，则称这根双绞线为“直通连接”，如图 1-5 所示。直通双绞线能用于异种网络设备间的连接，如计算机与集线器的连接、集线器与路由器的连接等。这是一种较为普遍的连接方式，通常两端均采用 T568B 连接标准。

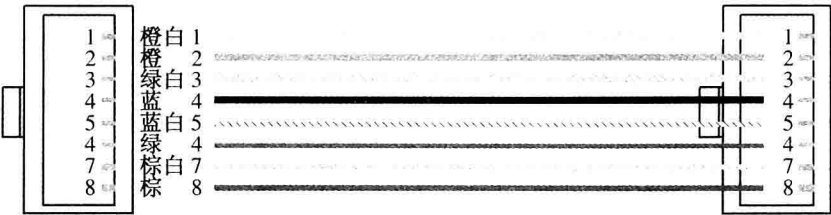


图 1-5 直通双绞线

如果双绞线的两端采用不同的连接标准(如一端为 T568A,另一端为 T568B),即连接线两端 1 与 3、2 与 6 进行交叉,则称这根双绞线为“交叉连接”,如图 1-6 所示。交叉双绞线能用于同种类型设备的连接,如计算机与计算机的直联、集线器与集线器的级联等。

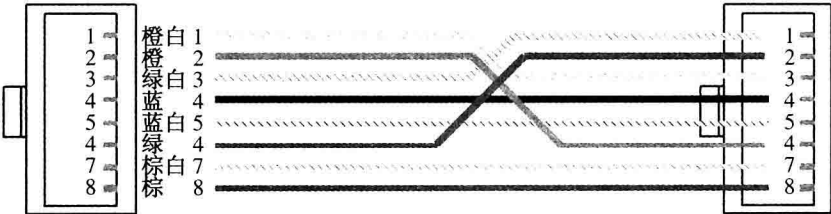


图 1-6 交叉双绞线

值得注意的是,有些集线器(或交换机)本身带有级联端口,当用某一集线器的普通端口与另一集线器的级联端口连接时,因级联端口内部已经做了“跳接”处理,所以这时只能用直通双绞线来完成其连接。图 1-7 为使用直通双绞线构建的多集线器网络,图 1-8 为使用交叉双绞线构建的多集线器网络。

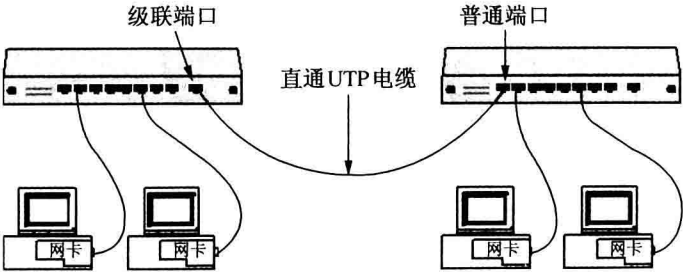


图 1-7 使用直通双绞线构建的多集线器网络

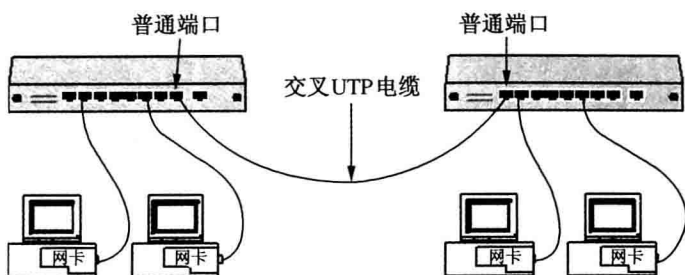


图 1-8 使用交叉双绞线构建的多集线器网络

(四)压线钳

压线钳是制作网线的工具,可以完成剪线、剥线和压线等。压线钳种类很多,使用时可以参考使用说明。

(五)电缆测试仪

电缆测试仪用来对同轴电缆 BNC 接口的网线以及 RJ-45 接口的网线进行测试,以判断制作的网线是否存在问题。电缆测试仪分为信号发射器和信号接收器两部分,各有 8 盏 LED 信号灯。测试时,打开电源,再将双绞线两端分别插入信号发射器和信号接收器,通过 LED 信号灯的逐个闪烁来表征线缆的联通性。

三、实验设备

RJ-45 水晶头若干个;双绞线若干米;RJ-45 压线钳一把;电缆测试仪一套。

四、实验步骤

图 1-9 为完整的实验过程示意,具体的实验步骤如下:

- (1)准备好实验需要的所有材料。
- (2)将双绞线伸入剥线刀口,握紧压线钳并慢慢旋转双绞线。
- (3)取出双绞线,将双绞线从头部开始将外部胶皮去掉 20mm 左右。
- (4)剥去胶皮的双绞线由 8 根有色导线组成。
- (5)按照 T568B 标准整理线序。
- (6)保持双绞线中的线色按顺序排列,不要有差错,理直线缆。
- (7)用剪线刀口将前端剪整齐,使裸露部分保持在 12mm 左右。
- (8)取出剪齐的线缆,保持其平整且线序无误。

(9)一只手捏住水晶头,使水晶头有弹片的一侧向下,另一只手捏住双绞线,稍用力将排好序的线插入水晶头的线槽中,8 根导线顶端应插入线槽顶端(在水晶头的另一端可以清楚地看到每根导线的铜线芯),且外皮也同时在水晶头内。

(10)确认所有导线插入到位后,将水晶头放入压线钳夹槽中。

(11)用力捏压线钳,使 RJ-45 接头中的金属针压入双绞线中,以保证与导线接触良好。

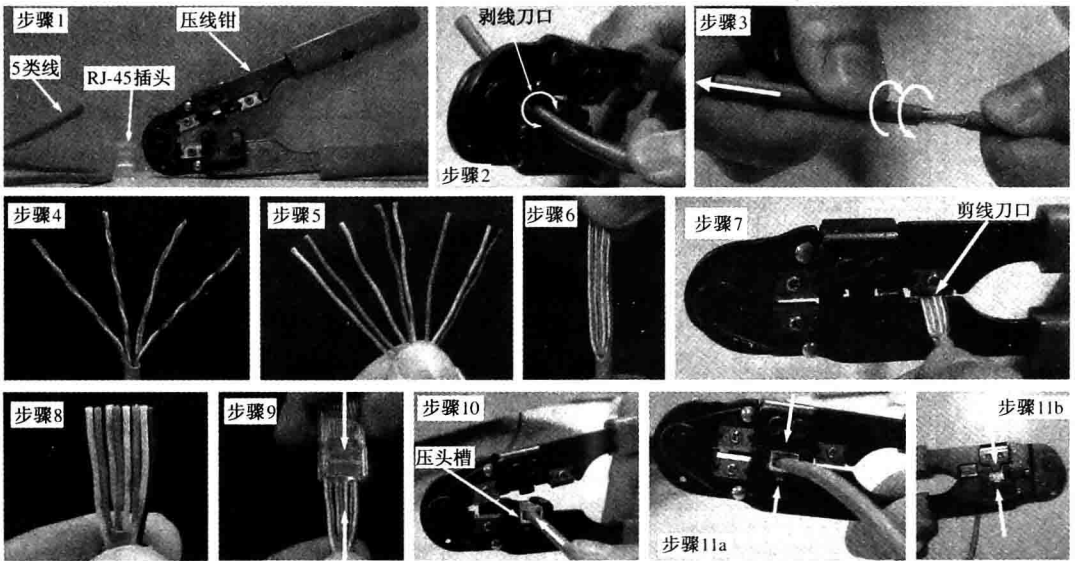


图 1-9 网线制作过程示意图

五、结果验证

双绞线制作完成后,可以通过两种方法对其联通性进行测试。一种方法是用电缆测试仪进行测试,很容易测出网线的排序和联通性问题。另一种方法是將做好的双绞线连接计算机网卡与集线器,测试集线器与所连接的计算机之间的联通性,并在联通好的计算机之间进行数据传输实验。

第2章 网络体系结构与标准化

计算机网络系统是由各个节点连接而成的,每个节点都是具有通信功能的计算机系统,并且按照层次结构来构造。不同系统的各个层次实体之间能够相互通信。一般来说,实体是指能发送和接收信息的软硬件,如文件传送软件、数据库管理系统、电子邮件系统等;而系统是计算机、终端和各种通信设备等物理上明显的物体,包含一个或多个实体。两个实体要想实现通信,则必须使用相同的语言以及遵从双方都能接受的规则,以解决彼此之间交流什么、怎样交流以及何时交流等问题。这些在两个实体之间控制数据交换的规则集合称为“协议”(Protocol)。网络协议通常由语法、语义、时序三要素组成。

语法:通信双方在通信中交换数据时,用户数据与控制信息的结构与格式。

语义:数据格式中各部分协议元素表示何种信息,以及完成的动作和做出的响应。

时序:对时间实现顺序的详细说明。

网络协议对计算机网络是不可缺少的,功能完备的计算机网络需要制定一整套复杂的协议集。在计算机网络中,各个系统都是采用层次结构构造的。那么,系统如何分层、分成几层、各层实体功能怎样定义、采用什么协议进行通信等问题都应当通过网络体系结构来解决,并且还应当是标准化的。这样,才能保证不同厂商设备或系统之间实现互通。计算机网络体系结构(Network Architecture)是指网络层次结构模型与各层协议的集合。网络体系结构对计算机网络应该实现的功能进行精确的定义,而这些功能是用哪种硬件与软件来完成是具体实现问题。体系结构是抽象的,而实现是具体的,是指能运行的一些硬件和软件。

关于计算机网络体系结构的标准化,世界上一些主要的标准化组织在这方面做了大量卓有成效的工作,研究和制定了一系列有关数据通信和计算机网络的国际标准。例如,国际标准化组织(International Standard Organization, ISO)的开放系统互联(Open Systems Interconnection, OSI)参考模型,国际电信联盟电信标准化部门(International Telecommunications Union Telecommunication Standardization Sector, ITU-T)的X系列、V系列和I系列等建议书,美国电气电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)的IEEE 802局域网协议标准以及美国电子工业协会(Electronic Industries Association, EIA)的RS系列标准都是著名的国际标准。这些标准的制定,为计算机通信和网络技术的应用及发展起到了积极的推动作用。

2.1 ISO/OSI 参考模型

国际标准化组织 ISO 在 1977 年成立了一个分委员会来专门研究网络通信的体系结构问题,并提出了著名的开放系统互联参考模型(Open Systems Interconnection Reference Model, OSI/RM),简称为“OSI”。它是一个异构计算机系统互联标准的框架结构。OSI 为面向分布式应用的“开放”系统提供了基础标准。所谓“开放”,是指非独家垄断的,只要遵循 OSI 标准,一个系统就可以和位于世界上任何地方的、遵循相同标准的其他系统进行通信。

OSI 参考模型采用了层次化结构,共分为七层,如图 2-1 所示,其划分层次的主要原则是:网络中各节点都具有相同的层次;不同节点对等层具有相同的功能;同一节点内相邻层之间通过接口通信;每层可以使用下层提供的服务,并向其上层提供服务;不同节点的对等层通过协议来实现对等层之间的通信。

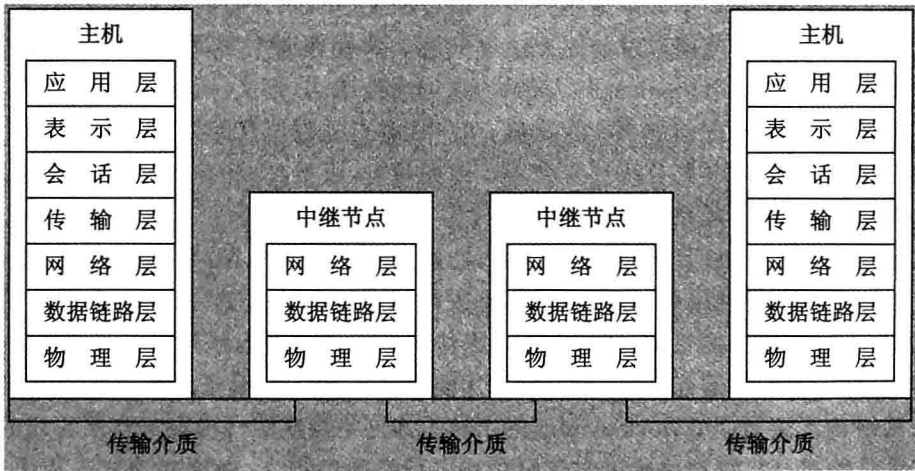


图 2-1 OSI 参考模型结构

OSI 参考模型各层的功能简述如下:

- (1)物理层:为建立、维护和拆除物理链路提供所需的机械的、电气的、功能的和规程的特性;在物理链路上实现比特流的透明传输。
- (2)数据链路层:检测和纠正物理链路产生的差错,将不可靠的物理链路变成可靠的数据链路;提供数据链路流量控制功能;在网络层实体间提供传送数据的功能和过程。
- (3)网络层:为端到端数据传输提供面向连接和无连接的服务;提供控制通信子网传输的有关操作,如路由选择、拥塞控制以及网络互联等;按照传输层的要求选择服务质量和安全级;向传输层报告未能恢复的差错。
- (4)传输层:为系统之间提供面向连接和无连接的数据传输服务;为面向连接的数据传输服务提供建立、维护和释放连接的操作;提供端到端的差错恢复和流量控制,实现可