

编者的话

信息技术是当今世界上发展最快的技术之一,而网络技术又是信息技术中发展最为活跃的领域之一。网络技术及其应用已经渗透到社会生活的各个方面,正在改变着人们传统的生活、学习和工作方式。人们足不出户就可以知道世界上发生的重大事情。网络使得地球变得越来越小,也使人们的生活节奏加快,它为社会数字化、信息化奠定了强有力的技术基础。

网络技术是基于计算机技术和通信技术发展起来的一个新的学科领域,对信息社会的发展有着根本性的影响。随着网络技术的发展和普及,学习网络的基本知识,掌握网络的应用技术,已成为中学生必须掌握的一项基本技能。通过本模块的学习,学生将掌握网络的基础知识和基本应用技能;学会网站设计、制作的基本技术与评价方法;体验网络给人们的生活、学习带来的变化。

本书共分七章,第一章计算机网络基础是全书的基础,主要介绍计算机网络的三个要素、网络的基本功能以及网络协议的基本概念和OSI的基本思想。第二章因特网应用基础,主要介绍了因特网协议的基本概念和功能,IP地址和域名,以及接入因特网的方法,是以后各章的基础。第三章因特网的基本服务,介绍万维网、电子邮件、远程登录、文件传输的基本工作原理和使用方法。第四章因特网的应用,介绍了因特网上的信息检索方法和常用的人际交流工具以及其他几种应用。第五章网页及其制作工具,介绍了网页、主页、网站的基本概念,动态网页的支持技术以及网页制作工具。第六章网站设计与制作,介绍了网站的规划、设计的步骤与方法、网站的制作与发布以及网站的管理与评估。第七章计算机网络安全,简要介绍了计算机网络存在的安全隐患和常用的安全技术。

根据网络应用技术的内容和特点,本书的基本理念是将网络基础理论的学习与实际应用技能的训练有机地结合起来,把做中学和学中做自然地融合在一起。全书通过一系列“讨论交流”、“实践体验”和“综合探究”活动激发同学们学习网络应用技术的兴趣,提高应用网络技术解决学习、生活中实际问题的能力。例如,在介绍网络信息检索工具时,安排了“看谁搜索得快又准”对抗竞赛,既充分调动学生的自主学习和团队合作的意识,又使所学的知识与技能得到了巩固和扩展。又如,在网站制作的有关章节中,运用了案例教学的思想,以“拯救濒危动物”为主题,逐步展开网站的设计与制作,使同学们在网站设计制作工作实践中提高自己的综合能力。

本书注重学习过程评价,在教材的附录中安排了“学生学业成长记录表”,对以上三类活动提出了一系列共性评价指标,同时又在教材的各个相关活动中安排了针对每项活动的个性化评价指标。期望通过学生的自我评价,使学生学会认识自己,尊重他人,体验合作交流,培养团队精神,较为深入地理解本学科的知识和技能,培养分析问题和解决问题的能力。

编 者

2004年4月

主 编：陶增乐

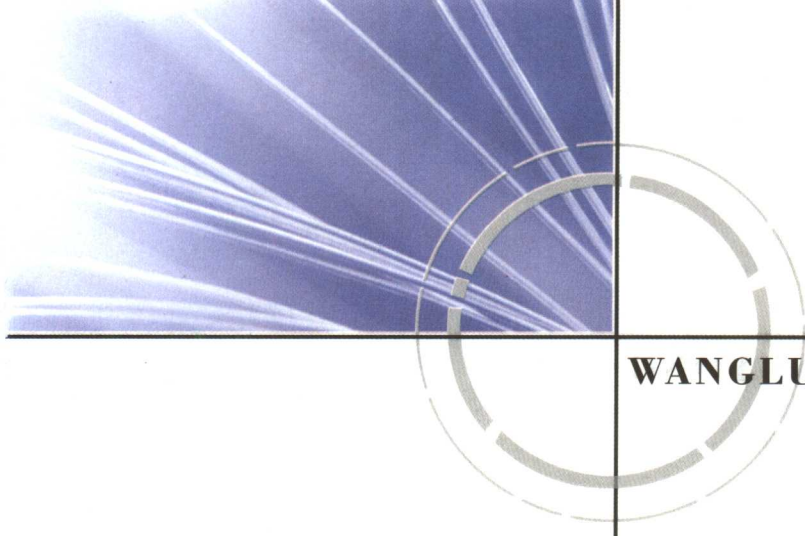
副 主 编：吴洪来 王荣良

主要撰稿人：余晓清 刘继周 俞嘉惠 张泽明

责任编辑：华 明

装帧设计：韩 波

绘 中 画：刘 麟



目 录

WANGLUO JISHU YINGYONG

第一章 计算机网络基础 1

- 1.1 初识计算机网络 2
- 1.2 计算机网络体系结构 5
- 1.3 网络中的信息载体、通信线路和连接设备 9
- 本章小结 15

第二章 因特网应用基础 16

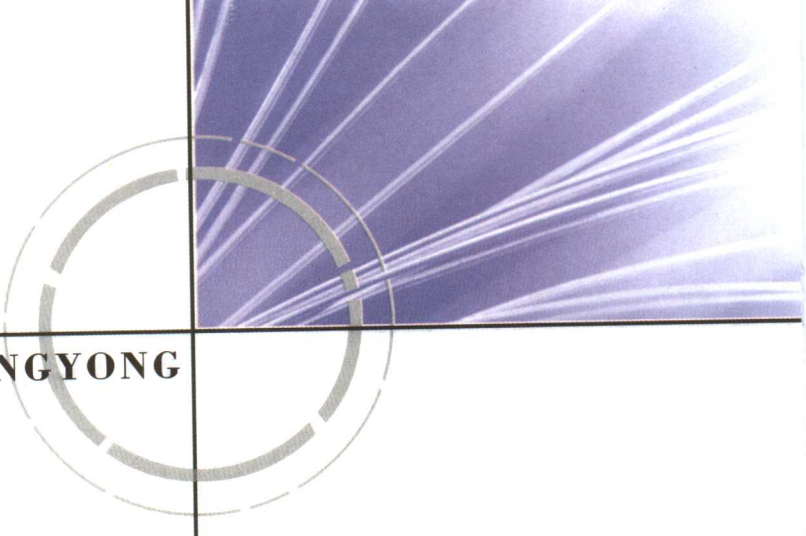
- 2.1 因特网协议体系 17
- 2.2 IP 地址 18
- 2.3 域名 19
- 2.4 接入方式 22
- 2.5 因特网管理机构和服务机构 25
- 本章小结 28

第三章 因特网的基本服务 29

- 3.1 万维网 30
- 3.2 电子邮件 31
- 3.3 远程登录 35
- 3.4 文件传输 37
- 3.5 网络应用模式 42
- 本章小结 43

第四章 因特网的应用 44

- 4.1 因特网上的信息检索 45
- 4.2 因特网上人际交流 56
- 4.3 基于万维网平台的应用 65
- 本章小结 71



WANGLUO JISHU YINGYONG

第五章 网页及其制作工具

72

- 5.1 网页
- 5.2 网页的文件结构及支持技术
- 5.3 常用的网页制作工具
- 本章小结

73
80
92
104

第六章 网站设计与制作

105

- 6.1 网站的规划与设计
- 6.2 网站的制作与调试
- 6.3 网站的发布、维护和评估
- 本章小结

106
116
125
130

第七章 计算机网络安全

131

- 7.1 计算机网络的安全问题
- 7.2 常用的安全技术
- 7.3 网络文明道德
- 本章小结

132
134
138
140

附录 学生学业成长记录表

141

参考书目

144

第一章 计算机网络基础



学习任务

1

了解计算机网络的主要功能，它的分类和拓扑结构

2

理解网络协议的基本概念，能描述开放系统互连参考模型（OSI）的基本思想

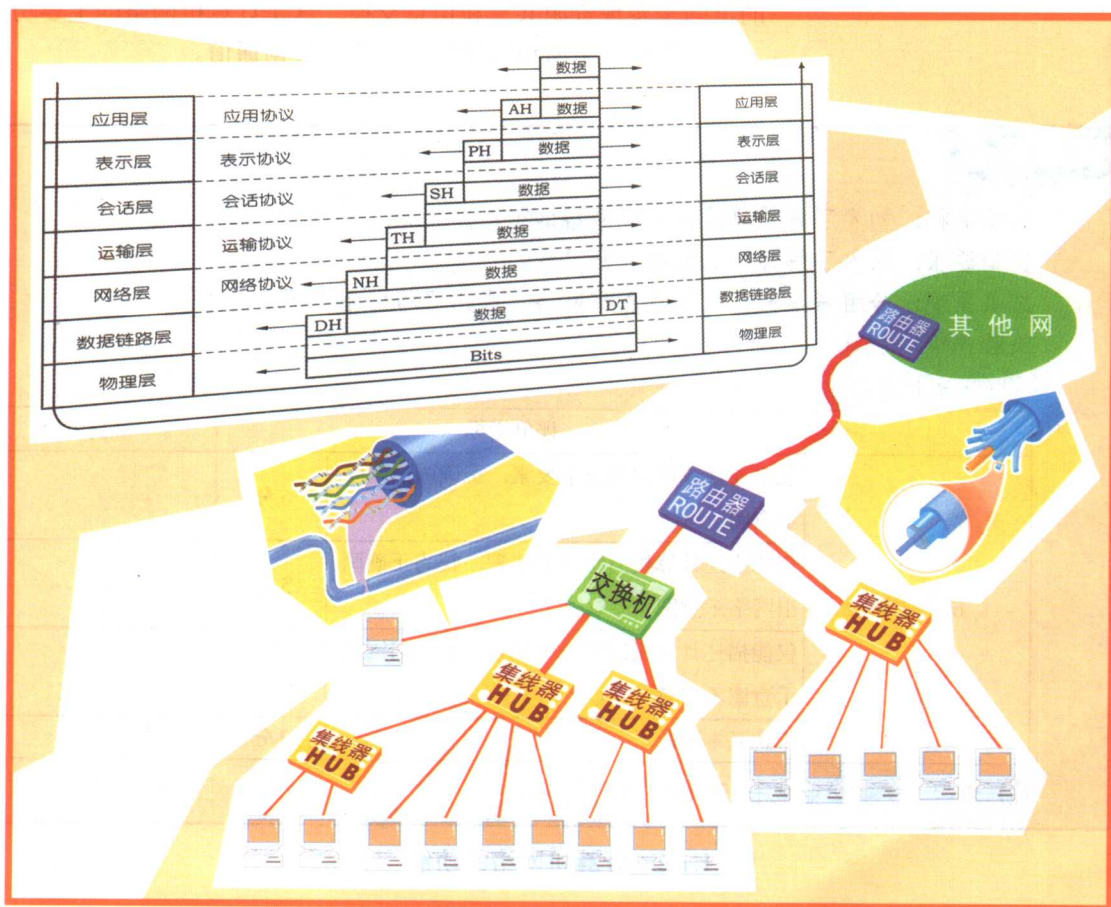
3

列举计算机网络中常用的通信线路和连接设备

4

列举并解释网络通信中常用的复用和交换技术以及它们的用途

在以知识经济为标志的信息时代，计算机网络已经渗透到我们的工作、学习和生活的各个方面。到大商场购物，到机场或车站购买机票或车票，或者到银行取款，都有计算机网络在支持这些工作。如果遇到计算机网络发生故障，我们就会遇上麻烦了。同样，在多媒体教室上课，如果教室的计算机网络发生故障，上课也会受到影响；到公司上班，如果公司的计算机网络发生故障，许多工作也就难以进行。因此，了解计算机网络的基本概念，掌握常用的网络技术，是新时代公民的基本素养。





1.1 初识计算机网络

初次接触计算机网络,似乎觉得它很神秘。其实,在我们的网络教室或多媒体教室里,就建有一个简单的计算机网络。学完本节后,大家仔细观察并思考一下以增加对网络的感性认识。

1.1.1 计算机网络的组成

计算机网络是地理上分散分布的多台独立自主的计算机遵循约定的通信协议,通过软、硬件设备互连,来实现资源共享和信息交换的系统。简言之,计算机网络是一组能够相互通信的计算机。

在这个描述中,第一,计算机网络是由多台计算机连接而成的,计算机是网络的主体;第二,这些计算机是通过通信线路和网络连接设备而连接在一起的。网络连接设备主要有集线器、交换机和路由器等;第三,这些计算机要能够进行通信,它们必须遵循一些规则和约定,即计算机网络通信协议。上述三个方面,即计算机设备、通信线路与网络连接设备以及计算机网络通信协议,称之为是计算机网络的三要素。

对于这个描述,还需要注意两点:第一,它强调计算机本身是独立的或自治的。除了要遵守网络协议外,每台计算机是不受其他计算机控制的。譬如,你的计算机可以上网浏览网页,也可以不上网,上网了也可以断开。由多台计算机紧密组合的系统(如双机热备用系统),不是计算机网络,因为其中的每台计算机都不是独立的。第二,它指出建立计算机网络的目的是实现资源共享和信息交换,这是计算机网络的主要功能。

计算机网络所用的通信方式称为数据通信。



实践体验

实验名称:初步了解简单的计算机网络的组成。

实验要求:深入了解计算机网络的三要素。

结果呈现:分组考察教室内的计算机网络,画出网络的示意图。

实验评价:

(1) 填写下表。

	评价指标		自我评价
活动质量	能描述计算机网络三个要素,正确画出网络示意图	6分	
	仅能描述计算机网络两个要素,较为正确画出网络示意图	5分	
	仅能描述计算机网络一个要素,画出的网络示意图不完整	3分	
	未达基本要求	2分	

(2) 填写“学生学业成长记录表”(见附录)。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能是信息交换、资源共享和分布式计算。



信息交换是计算机网络的一项最基本的功能,在计算机与计算机之间快速地传递各种信息,如公文、信件、报表、图片等。通过这一功能,可以把分散在各处的单位、部门及其人员用网络联系起来,进行统一管理。

资源共享中的“资源”一词涵盖了硬件、软件和数据三方面资源,所以资源共享包括硬件资源共享、软件资源共享和数据资源共享三个方面。

硬件资源共享是指网络上某台计算机可以享用网络上另一台计算机的硬件资源。例如,某个用户要进行一项复杂的科学计算,需要使用一台运算速度快、存储容量大的高性能的大型计算机,但若他所在的本地计算机性能比较差,则无法完成这一复杂计算任务。如果他所在网络上有一台高性能的大型计算机,那么他可以把数据传送到那台计算机进行计算,然后把计算好的结果取回来。除了共享计算机的计算能力外,还可以共享网络上的打印机、大容量外部存储器等。例如,为了数据安全你可以把数据备份到服务器的硬盘上。

软件资源共享是指共享网络上其他计算机上的软件资源。我们知道,计算机上每安装一套应用软件系统,都需要占用一定量的硬盘空间。如果你的计算机的硬盘比较小,无法安装该软件系统,就可以通过软件共享的方法调用其他计算机上的软件资源来为自己使用。

数据资源共享指共享网络上的数据资源。通过因特网检索各种信息时,我们就利用了数据资源共享的功能。

分布式计算是充分利用网络上的资源在网络上分配和平衡数据处理工作量的一种计算模型,是计算的发展方向。例如,在网络上,某台计算机正在工作,那么新的工作可以分配给其他空闲的计算机;对于一个大型的任务,可以把该任务划分为几个相对独立的部分,分配给不同的计算机同时进行处理。分布式计算的困难在于,如何合理地分割与分配任务。近几年,发展了一种新的技术——网格计算(Grid Computing)。网格计算是将分散在各地的计算机通过网络组织成为一台“虚拟的超级计算机”。这样组织起来的“虚拟的超级计算机”有两个优势,一个是数据处理能力超强;另一个是能充分利用网上的闲置处理能力,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源等的全面共享。

1.1.3 计算机网络的类型

从不同的角度看,计算机网络有不同的分类方法,下面介绍几种主要的分类方法。

按照网络的拓扑结构,可以分为总线型、环型、星型、网状型和树型等,见图1.1.1。传统的以太网是总线型的,令牌环网和FDDI(光纤分布式数据接口)网是环型的,现在的以太网大多采用星型或树型的,而比较大的网络多采用网状的。网状结构的网络可靠性比较高。

按照网络中计算机之间通信距离的长短,可以分为局域网、城域网和广域网。网中计算机之间通信距离在数米至数十公里之内的一般称为局域网(Local Area Network, 缩写为LAN),而超过这个距离的则称为广域网(Wide Area Network, 缩写为WAN)。城域网(Metropolitan Area Network, 缩写为MAN)是指一个城市范围的计算机网络。所跨的地域大小是这种分类的尺度,但更重要的是随着距离的不同采用的连接技术也不同。

至于当今世界著名的因特网则是由分布在世界各地的各种计算机网络互联而成。



知识链接

网络拓扑结构

拓扑学是数学的一个分支,它研究一一对应、连续变化条件下几何图形的不变性质,这种性质称为“拓扑性质”。拓扑空间、拓扑结构等都是拓扑学的基本概念。

计算机网络拓扑结构指的是计算机、线缆、连接设备等网络部件的物理布局。



第一章 计算机网络基础

DIYIZHANG JISUANJI WANGLUO JICHU

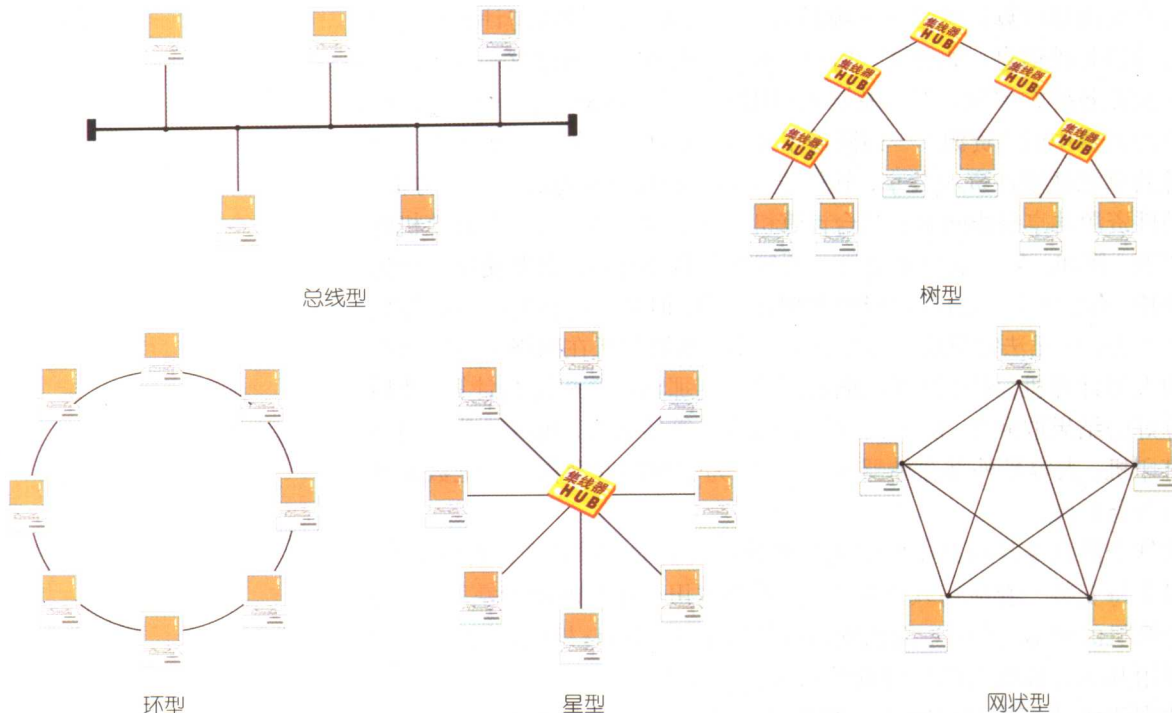


图 1.1.1 计算机网络的拓扑结构

按照网络的用途,可以分为专用网和公用网。专用网是为了满足本系统的业务而组建的计算机网络,如铁路、民航、银行、电力、军队等系统组建的仅为本系统服务的计算机网络。公用网是跨部门、跨业务的为公众提供服务的计算机网络。公用网一般是由国家、地方政府或公共服务部门组建的,如中国科技网(CSTNet)、中国教育和科研计算机网(CERNet)、中国公用计算机互联网(ChinaNet)等。



讨论交流

主题:寻找和描述我们身边的专用网络系统。

讨论方式:全班讨论。

活动建议:列举日常生活中几个经常碰到的专用网。

结果呈现:列出网络系统的名称和主要功能。

活动评价:

(1)填写下表。

	评价指标	自我评价
活动质量	能列举三个专用网络系统,并说明其各自主要功能	6分
	能列举两个专用网络系统,并说明其各自主要功能	5分
	能列举一个专用网络系统,并说明其主要功能	3分
	需要帮助	2分

(2)填写“学生学业成长记录表”(见附录)。

阅读材料

计算机网络的发展

20 世纪 50 年代初, 美国空中防卫系统工程委员会计划实施了一个项目“半自动地面环境防空系统(SAGE)”。该系统在北美防空司令部和 17 个防区的信息处理中心各配置了两台大型电子计算机, 其中一作为备用。每台雷达将天空中的飞机的方位、距离和高度等数据, 通过数据录取设备自动录取下来, 并转换为二进制的数字信息; 然后, 利用通信线路将它们传送到计算中心的大型计算机上处理, 计算出飞机飞行的方位、方向和速度, 如是敌机则迅速地将这些信息传送到部队, 让他们做好战斗准备。SAGE 是第一次将计算机与通信设施结合起来的一种应用系统。

差不多与 SAGE 系统同时, 出现了脱机批处理计算机系统。为了使用少而贵的计算机, 远地用户配置一台卡片阅读机, 它读出的信息通过通信线路传到机房的卡片凿孔机上重新凿出卡片; 然后, 机房工作人员把这些卡片再放到计算机的卡片阅读机上, 再输入到计算机中进行计算。计算的结果也以类似的方法返回给用户。虽然在今天看来这种方式很笨拙, 但在当时算是一项很大的革新了。

20 世纪 60 年代初, 计算机开始有了中断系统, 操作系统也具有了多道程序的功能。因此, 一台计算机能够被几个人同时使用。于是出现了面向终端的远程联机系统, 简称联机终端系统或联机系统。远地用户只要配置一台终端设备, 并通过通信线路将它直接连到计算机上。这样, 远地的用户也就可以直接使用计算机了。联机系统是人类历史上第一次实现了计算机与数据通信的真正结合, 有许多人将它看成是第一代计算机网络。

世界上第一个计算机网络, 是由美国国防部高级研究规划署(简称 ARPA)主持研制的, 因而取名 ARPANET, 音译为阿帕网。ARPA 为了让他们资助的计算机之间能够相互共享资源, 提高计算机使用效率, 计划把这些计算机用通信线路连接起来组成网络。1969 年底, ARPA 成功地实现了分布在异地的四台计算机的联网, 阿帕网就此诞生了。后来, 连接的计算机逐渐扩大到 100 多台。

阿帕网成功后, 许多计算机公司推出了自己的计算机网络产品, 如 IBM 公司的 SNA 网络, 数字设备公司(Digital)的 DNA 网络等。为了解决这些网络之间的互不兼容问题, 国际标准化组织(ISO)制订了网络体系结构的标准——开放系统互连参考模型(OIS), 得到众多公司的支持。

20 世纪 70 年代, 网络发展历史上发生了三件大事。一是施乐公司的鲍伯·梅特卡夫在夏威夷大学无线网络的基础上发明了以太网, 后来发展成为现在的主流局域网。二是 ARPA 成功地实现了阿帕网与其他两个网络的互连, 引发了网络互连的热潮。三是美国国家科学基金会(NSF)按照阿帕网的模式将全国五大超级计算中心组成 NSF 网络, 允许大学和科研机构的网络连到该网络上。NSF 在 20 世纪 90 年代取消了对商业应用的限制后得到迅速发展, 成为今天的因特网。

1.2 计算机网络体系结构

计算机网络体系结构是一种关于计算机网络基础架构的描述和规定, 它包括硬件、功能层、接口和协议, 用于建立通信, 并确保信息的可靠传输。本节首先介绍计算机网络协议的有关概念, 然后介绍国际标准化组织制订的网络体系结构标准, 最后介绍一些重要的与此相关的概念。

1.2.1 计算机网络上的通信协议

计算机网络通信协议是用来定义并实现网络通信的一组规则和参数。其实, 生活中的通信也必须要有一定的协议。譬如, 你给一个好朋友打个电话。首先, 拿起电话, 听一听电话里是否有拨号音; 然后开始拨号, 如遇忙音则待会儿再拨, 直到拨通; 对方听到电话振铃声后提起电话; 要用对方能听懂的语言说话; 对话时, 相互要应答, 否则对方以为你没有听, 甚至以为电话线路断了; 打完后, 要将电话挂好。这几条可以算是打电话



知识链接

国际标准化组织(ISO)

国际标准化组织(International Organization for Standardization, 简称 ISO), 是一个全球性的非政府组织, 是国际标准化领域中一个十分重要的组织。1946 年来自 25 个国家的代表在伦敦召开会议, 决定成立一个新的国际组织, 以促进国际间的合作和工业标准的统一。于是, ISO 这一新组织于 1947 年 2 月 23 日正式成立, 总部设在瑞士的日内瓦。ISO 于 1951 年发布了第一个标准——工业长度测量用标准参考温度。

的协议。

在计算机网络中, 由于计算机只能做人们预先编排好的事情, 所以协议必须规定得严格、详尽。同时, 计算机之间的通信涉及的方面比较多且比较复杂, 如通信线路、传输技术、计算机硬件、软件、应用业务、安全等问题。因而, 计算机网络需要许多种协议。那么, 这些协议该如何划分和管理呢?

在计算科学中, 解决这类问题的常用方法是分层。例如, 人们的会话通信可以分为三个层次: 内容、语言和传输。在内容层上, 关心的是谈什么和如何谈。在语言层上, 考虑的是利用双方都懂得的语言和词汇, 把通话内容组织成句子。在传输层上, 考虑的是通话手段以及如何用这种手段实现通信, 如书信、电报和电话等手段。可以看出, 分层次的方法有许多优点。每一层相对独立, 功能明确, 容易管理, 可以针对不同情况制订不同的约定, 某一层约定被修改不会影响其他层。例如, 传输手段从电话改为书信, 那么只需要增加书信邮寄规范, 不必更改有关内容层和语言层的规定。

1.2.2 开放系统互连参考模型

为了促进计算机网络的标准化工作, 国际标准化组织(ISO)制订了一个计算机网络体系结构的标准: 开放系统互连参考模式(Open System Interconnect Reference Model OSI)。

为什么叫做“开放系统互连参考模式”呢? 该标准是这样说的。“系统”是指一个能实现信息处理和信息传输的、自主的整体。按照这个定义, 系统是个包容范围很广的概念, 它可以是一个简单终端, 也可以是一个复杂的计算机网络, 它还可以是有关的软件、操作员和通信设施。如果一个系统在与其它系统进行通信时是遵照这个标准的, 那么它就是“开放”的。“互连”是说, 一个计算机网络是几个开放系统的相互连接。“参考模式”则是给出了开放系统在互连时应该遵循的模式。

该模式规定, 一个开放系统分为七个功能层, 自上而下依次是: 第七层是应用层; 第六层是表示层; 第五层是会话层, 有的称对话层; 第四层是运输层(有的称为传输层、传送层、转送层); 第三层是网络层; 第二层是数据链路层; 第一层是物理层。(见图 1.2.1)

为了便于大家理解开放系统互连参考模式各层的功能, 让我们看一个形象化的例子。假设新疆伊宁市 A 公司的经理甲要通过邮局给吉林延吉市 B 公司的经理乙传递一个文件。但甲只懂维吾尔文, 而乙只懂朝鲜文, 他们之间通信的任务是怎么完成的呢?(见图 1.2.2)

(1) 甲要完成的是第七层, 即应用层的功能, 他的职责是只处理商务工作本身, 完成用维吾尔文起草文件的任务, 并把文件交给秘书。

(2) 秘书将经理用维吾尔文表述的信息译为中文, 按备忘录的形式打印成三个信函, 然后交给办事员。这个秘书执行的是第六层, 即表示层的功能。

(3) 办事员把这三个信函分别装入三个信封, 写上地址、姓名和编号, 登记后交到公司的收发部, 这个办事员执行的就是第五层, 即会话层的功能。

从现在开始, 对信息的发送而言, 信件的内容就变得不重要了, 关键是把这三封信完好无损地发到目的地。



(4) A公司的收发部在信件上标明邮寄方式“航空”(也可以是特快专递、平信等),并交给邮政局。收发部执行的是第四层,即运输层的功能。

(5) 邮政局根据邮寄方式和目的地选择下个中转邮局和航班,送到机场。邮政局执行的是第三层,即网络层的功能。

(6) 机场把信件送到指定航班的飞机上,并对邮件进行检查,如有损坏(如信封破损、地址模糊等)及时补救。机场执行的是第二层,即数据链路层的功能。

(7) 在第一层上,即物理层,则是信件在一个航班飞机上所进行的一段路程运送。

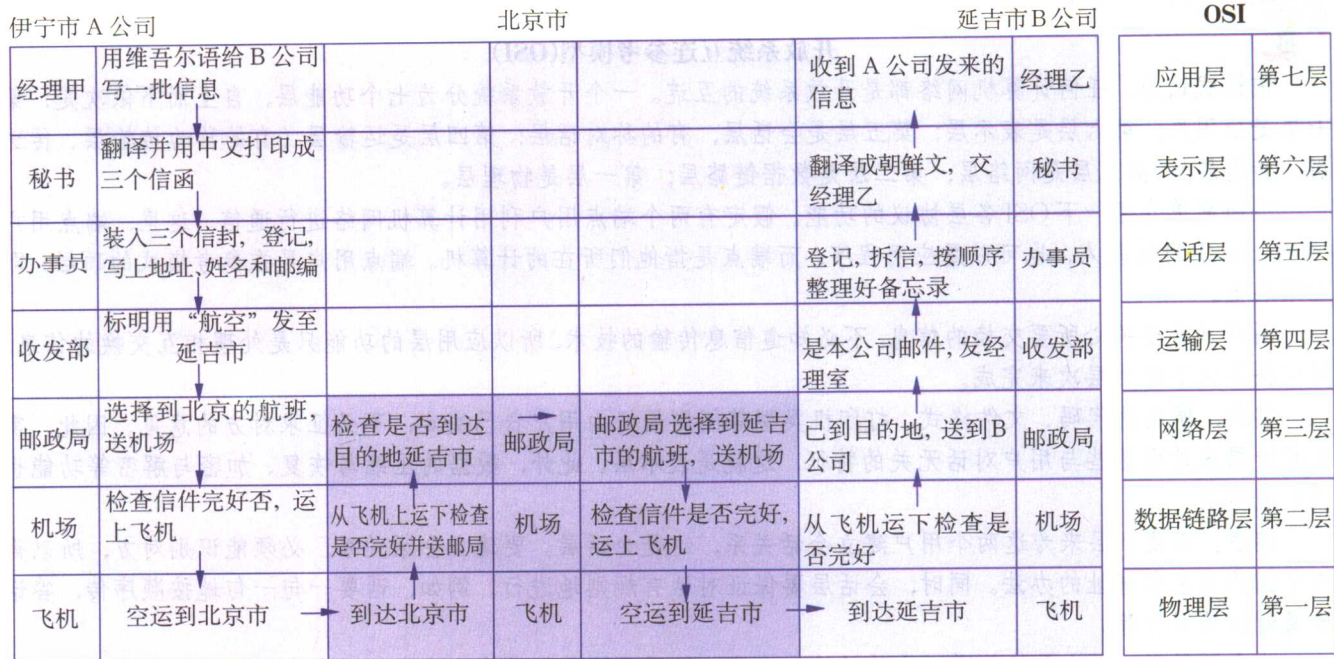


图 1.2.2 一个形象化的例子

图 1.2.1 开放系统互连参考模型

显然,中转地只需要下面三层功能:在第一层上,飞机到达;在第二层上,机场把邮件送到邮政局;在第三层上,邮政局收到信件后再根据规定的邮寄方式和目的地选择下个中转的邮政局和航班。这样,直至到目的地延吉市邮政局。

信件到目的地邮政局后,过程相反:在第三层上,邮政局知道这三封信是到本地的,于是按地址交给B公司的收发部;在第四层上,收发部将信件交给经理办公室;在第五层上,办事员拆开信封,按编号排好三个备忘录的顺序,登记后交给秘书;在第六层上,秘书将备忘录译为朝鲜文,整理后交给经理乙;在第七层上,经理乙从信函中完整而准确收到了经理甲发来的文件。

这个参考模式有两个重要的概念:协议和接口。协议是两个系统对等的层之间一组约定,例如,系统A的应用层与系统B的应用层之间的协议,称为应用层协议。同样,有表示层协议、会话层协议、运输层协议、网络层协议、数据链路层协议和物理层协议等。简单地说,协议是系统之间横向的约定。当两个开放系统进行通信时,通信任务是由两个系统中所有对等层之间的通信一起协同完成的,即应用层与应用层之间、表示层与表示层之间、……、物理层与物理层之间,各自完成规定的任务。显然,只有物理层与物理层之间的通信是直接的,其它的对等层间通信都是间接的。

接口是一个系统内部两个相邻层间的一组约定,反映了相邻层之间的



关系。简单地说,接口是系统内部纵向的约定,它包括下一层向上一层提供哪些服务,而上一层如何使用这些服务。这样,每一层都是建立在下一层的基础上,它利用下一层提供的服务来实现自身的功能,并向上一层提供增值的服务。例如,运输层的功能是依靠网络层的服务功能来实现的。

开放系统互连参考模型全面地描述了计算机网络的分层思想以及各层应该有的功能,至今仍是讲述计算机网络概念的主要依据。但是,该标准比较复杂,相关协议的制订时间过长,影响了它的实施。目前盛行的网络体系结构是因特网协议簇,我们将在下一章中介绍。

阅读材料



开放系统互连参考模型(OSI)

该模式认为,任何计算机网络都是开放系统的互连。一个开放系统分为七个功能层,自上而下依次是:第七层是应用层;第六层是表示层;第五层是会话层,有的称对话层;第四层是运输层(有的称为传输层、传送层、转送层);第三层是网络层;第二层是数据链路层;第一层是物理层。

下面简单介绍一下OSI各层协议的功能。假定有两个端点用户利用计算机网络进行通信。这里,端点用户(end user)可以是人,也可以是应用程序,而端点是指他们所在的计算机。端点用户是在参考模式的顶层,即应用层上。

用户只需要关心所要交换的信息,不必知道信息传输的技术,所以应用层的功能只是处理相互交换的信息,其它任务由下面的层次来完成。

其次,所用的代码、文件格式、打印机类型等问题最好由用户自己决定,不必征求对方的意见。因此,需要有一层来处理这些与用户对话无关的特征,这就是表示层。此外,数据的压缩与恢复、加密与解密等功能也属于表示层。

接着,需要一层来为这两个用户建立会话关系,这是会话层。要建立会话关系,必须能识别对方,所以需要有指明名字和地址的办法。同时,会话层要保证对话有规则地进行。例如,话要一句一句地按顺序传,答话要及时传给对方等。

在会话层里,用户虽然知道对方的地址和名字,但不必知道他具体在哪里。好比你可能不知道剪刀桥路在上海市的方位,但不妨碍你给住在那里的小张写信,因为有邮政系统。运输层的任务是它在两个端点之间建立一条“传输管道”。它的另一个功能是流量控制,避免发生拥挤。

接着,网络层具体负责信息传输的路径,它选择代价最低(一般是最短)的路,又称路由选择。但是,这种路径是逻辑的,因为一条物理的线路上允许多个逻辑路径通过(正如一条电话干线上可以同时传多个电话),同时一条逻辑路径的具体径路可以随时发生变化(如遇到某段路故障或拥挤时,可以设法绕过去)。另外,网络层还有流量控制和计费等功能。

一条路径总由若干个路径段组成,这种路径段就是相邻的计算机之间的连接线路,可以是电话线、电缆、光缆等,也可以是无线的。数据链路层负责在直接连接的两台计算机设备之间准确无误地传输信息。

最后,物理层负责线路的物理连接,并把需要传输的信息转变为可以在实际线路上传输的物理现象,如电脉冲、信号电平的高低、插头插座的规格、调制解调器等都属于这一层。

1.2.3 计算机网络通信协议的几个概念

计算机网络协议通常由语义、语法和交换规则三部分组成。语义规定通信双方彼此之间准备“讲什么”,即确定协议元素的类型;语法规定通信双方彼此之间“如何讲”,即确定协议元素的格式;交换规则是规定通信双方彼此之间的“应答关系”,即规定通信过程中事件发生的次序。

每个协议所要传输的信息可以通称为报文,但在一些层上有专门的名称,如在物理层和数据链路层上称为帧,在网络层上大多称为分组。



每一层协议的报文有两类,一是数据报文,二是控制报文。数据报文是在上一层协议交付要传输的信息上添加报头(和报尾)构成的。报头含有报文标志、目的地址、源地址以及控制信息等。报尾通常由校验码和报文标志组成。校验码是对报文是否正确起核对作用的一组代码,它是将整个报文的信息按照某种算法计算出来的,常用的有校验和、循环冗余校验码(CRC)等。有些协议特别是高层协议没有报尾部分。控制报文是不含用户数据的报文,它与数据报文中的控制信息都是为了保证通信能够正常地进行。在每一层协议上,通信双方是用地址指称对方。每层协议、每个协议有自己的地址命名方法。例如,以太网采用网卡地址(由厂商标识和生产序列号组成,因此出厂时已唯一确定)、IP协议采用IP地址、TCP协议采用端口等等。

按照协议的通信双方的连接方式,协议可分为面向连接的协议和无连接协议两种。所谓连接,它是通信双方之间的逻辑通道。面向连接的协议的通信分为三个阶段:建立连接、数据传输、拆除连接。连接的建立和拆除都是利用控制报文完成的。在数据传输阶段,通信双方可以用该逻辑通道的标识来代替地址。显然,无连接协议没有建立连接和拆除连接两个阶段,只有数据传输一个阶段,所以每个报文都是单独发送的,而且每个报文都清楚地标明目的地址(接收方)和源地址(发送方)。如果你要打电话给你的朋友,在电话拨通时,公用电话交换网为你们两个电话之间临时沟通了一条话路,在电话挂断时这条话路就撤销了。这是面向连接的,拨号、通话和挂断分别相当于上述三个阶段。传统邮寄信件的方式是在每一封信的信封上写明收发双方的地址和姓名,发信者将信投入邮筒后,依靠邮政系统传给收信者,这里使用的是一种类似于无连接的协议。

对于某一层协议,如果上一层交付传输的数据放在一个数据报文中太长的话,就需要把它拆分为若干段,每一段封装成一个新的数据报文。运输层有拆分和拼装数据的功能,拆分得到的段称为分组(以前译为包)。



知识链接

校验码

通过某种算法,对具体的一组数据进行计算,生成一串值即校验码。如果再次计算以后所得到的值和校验码的值不同,就可以认为,这组数据有问题。

1.3 网络中的信息载体、通信线路和连接设备

计算机网络有三个要素,前两节已经讲述了计算机设备和网络协议,本节讲述另一个要素——计算机网络的通信线路和连接设备。

1.3.1 信息传输中的信息载体

我们知道,信息必须有载体,没有载体的信息是不存在的。在计算机网络中,信息的传输也要有载体,这个载体就是电磁波。电磁波的频率范围大约从 $0 \sim 10^{24}$ 赫兹(Hz)。在这范围内,频率从低到高,依次是电力波、声波、无线电波、微波、红外线、可见光、紫外线、X射线、伽马射线等。在数据通信中,携带信息的电磁波的传输也有传输媒介问题。依靠线缆传输的称为有线通信,依靠大气和太空传输的称为无线通信。

能够用于数据通信的电磁波的频带并不多。一则是由于不同的电磁波有不同的传输特性。例如,长波在地表上传播,能够翻越高山大海,但衰减大;而短波依靠电离层与地表间的不断反射来传播,不太稳定。二则是世界各国对电磁波特别是无线电频率的使用都是严格管制的,所以除少数开放的频段外,使用其他频段就需要到有关部门办理申请手续。用于数据通信的电磁波主要集中在无线电波、微波和红外线等范围内。

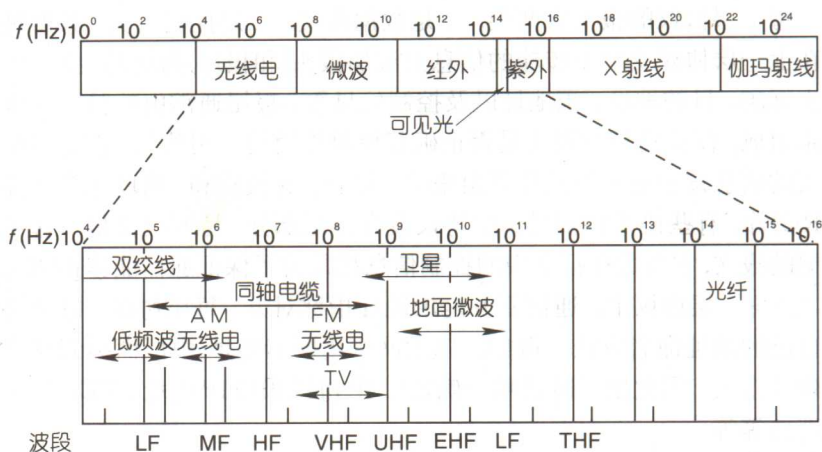


图 1.3.1 电磁波的频谱和它在通信中的作用

另一种用于数据通信的载体是激光。它是一种人造的可见光。激光的特点是：亮度高；只向一个方向发射，发散度极小，被称为是平行光；颜色单纯；频率稳定；闪光时间短。

在数据通信中，发送端首先要把要传输的数字信息转换为某种电磁波，这称为调制(Modulating)或编码；而接收端则要把收到的电磁波转换回数字信息，这个过程称为解调(Demodulating)或解码。兼具调制和解调功能的设备称为调制解调器，缩写为 MODEM。

1.3.2 通信线路的分类

通信用的线缆主要有三种：同轴电缆、双绞线和光导纤维。同轴电缆的中心是铜线，铜线外包有一绝缘层，绝缘层外包一层金属薄膜或金属丝网，再外面是绝缘层和包壳，如图 1.3.2 所示。同轴电缆分为粗细两种，粗同轴电缆如手指那样粗细。有线电视电缆是阻抗为 $75\ \Omega$ 的细同轴电缆，数字传输通信中使用阻抗为 $50\ \Omega$ 的同轴电缆。粗同轴电缆的性能比细同轴电缆好，但价格也昂贵许多。

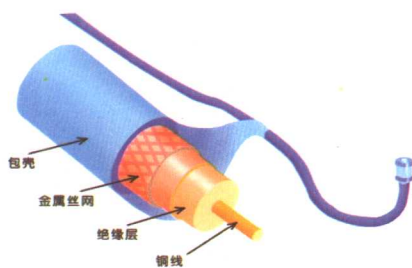


图 1.3.2 同轴电缆

双绞线就是两根绝缘的铜线扭绞而成的，电话线和两芯的电线都是双绞线。双绞线分为屏蔽的和无屏蔽的两种类型。屏蔽双绞线(STP)外面加有金属丝编织成的屏蔽层，无屏蔽双绞线(UTP)则没有，价格自然便宜了。美国电子工业协会制订了 UTP 的标准，数据通信中通常使用 3 类、5 类及以上等级的 UTP。这种线缆是将四对双绞线捆在一起，外面加了硬的护套。因此，它有 8 根绝缘铜线，线的颜色为：橙白、橙、绿白、绿、蓝白、蓝、棕白和棕，如图 1.3.3 所示。

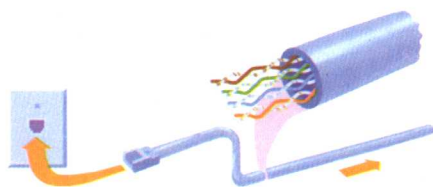


图 1.3.3 双绞线

光导纤维是用透明度极高的石英玻璃或塑料制成，它由纤芯和包层组成。纤芯的密度比包层高，因此有较高的折射率。根据光学原理，当光线从高密度的纤芯射向低密度的包层时，光在包层内折射，折射角大于入射角。当入射角加大到一定的时候(称为临界角)，折射角成 90° ，即光线沿着边界传输。当入射角大于临界角时，光就在纤芯内全反射。光纤就是利用纤芯和包层这两种媒质不同的折射率和控制光的入射角，保证入射的光产生全反射，光就在纤芯中传播而不泄露，见图 1.3.4。光导纤维极细，包层的外径只有 $125 \sim 140$ 微米，纤芯的直径就更细了：多膜光纤纤芯的直径约为 62.5 微米，而单膜光纤则只有 8.3 微米($1\ \mu\text{m} = \frac{1}{1000}\ \text{mm}$)。光导



纤维外面还有一层保护层,若干根光纤捆装在一起,称为光缆,见图1.3.5。光通信使用激光作为光源,以有无光脉冲表示1和0。光纤的传输速率极高,单模光纤可达2.5Gbps。光通信不受电磁波的干扰,所传的数据也不会被窃听。

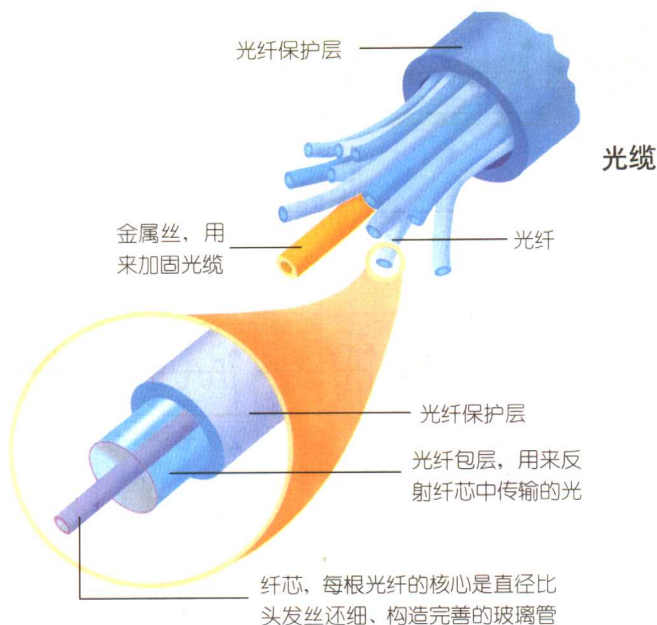


图 1.3.5 光导纤维

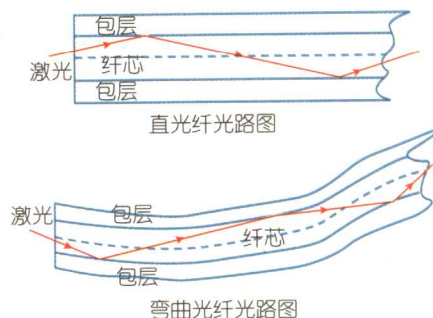


图 1.3.4 光路图

上一节已谈到,无线通信主要使用无线电波、微波和红外线。20世纪80年代后期,美国联邦通信委员会开放了工业、科学和医药(简称ISM)频段,无须申请就可以使用,具体的频段是902~928MHz、2.4~2.4835GHz和5.725~5.875GHz。于是,无线通信又重新成为研究的热点。

1.3.3 复用和交换

一条通信线路每秒钟可传输的比特数称为带宽,通常表示为多少赫兹(Hz)。一般来说,连接两台设备的通信线路的带宽比设备间的通信实际使用的带宽要宽很多,为了充分利用通信线路带宽往往采用多路复用技术。多路复用是一种在一条通信线路上允许同时传输多种信号的技术。复用技术主要有频分复用(FDM)、时分复用(TDM)和波分复用(WDM)。频分复用是一种模拟技术,在信号的带宽之和小于通信线路的带宽时采用,它是把经过编码的数据信号加载到规定的载波频率上,不同的信号使用不同的载波频率,如图1.3.6所示,就好比将一条宽马路划分为几个车道。例如。有线电视电缆的带宽约为550~800MHz,每套模拟电视节目频道信号需要8MHz的带宽,它采用频分多路复用技术,所以每个用户可以同时收到几十套电视。

时分复用是一种数字技术,当通信线路的数据传输速率大于发送和接收设备所需要的数据传输速率时采用,它把通信线路上的每个单位时间分为若干个时间槽,分配给多个用户。使多个慢速用户“同时”共用一个快速线路,减少快速线路的浪费,如图1.3.7所示。



第一章 计算机网络基础

DIYIZHANG JISUANJI WANGLUO JICHU

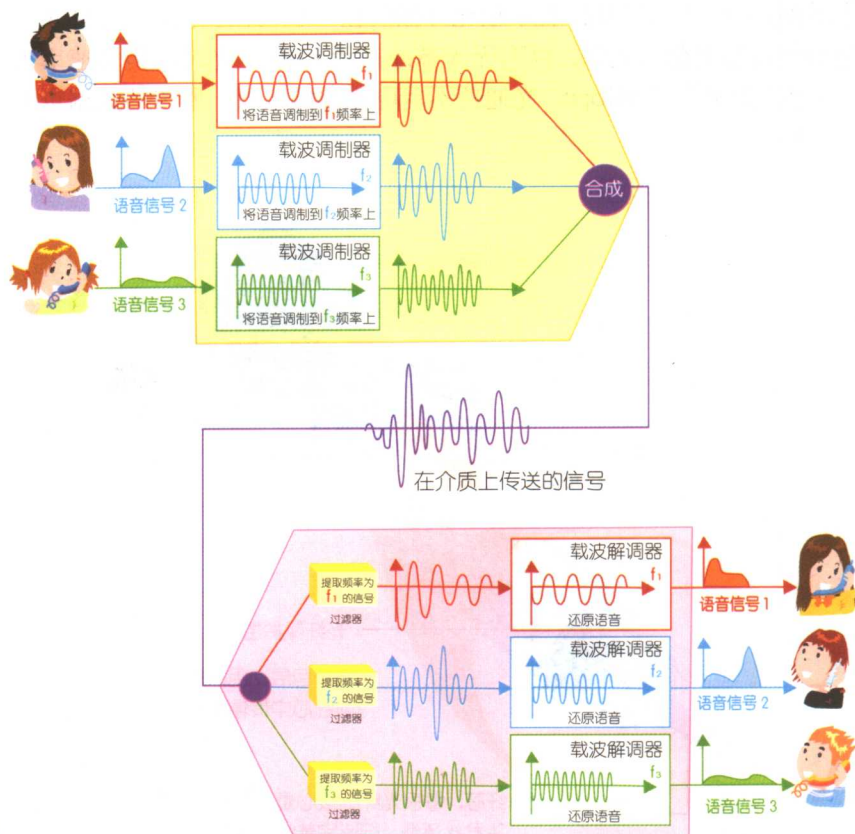


图 1.3.6 频分复用

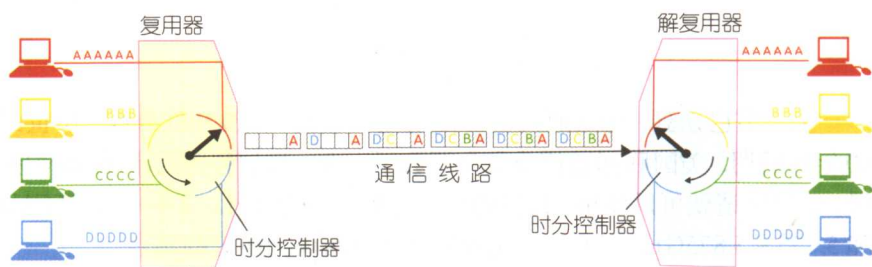


图 1.3.7 时分复用

波分复用是光纤上使用的，也是一种频分复用技术，它是在一根光纤上同时使用几束波长不同(或者说频率不同)的激光。当使用的光束数目达到 4 个或 4 个以上时，称为密集波分复用(MWDM)。由于该技术的使用，光纤的传输速率已经达到 10Tbps(1T=1024G, 约 1 万亿)。

交换原来是指在两个或几个用户设备之间临时建立一条通信链路的技术。交换可分为电路交换、分组交换等。电话网是一种电路交换网，除了通信线路外，主要是交换机(设在电话局)。当用户甲拨号呼叫用户乙时，电话网通过交换机在甲乙两个用户的电话机之间临时建立了一条电路。只要

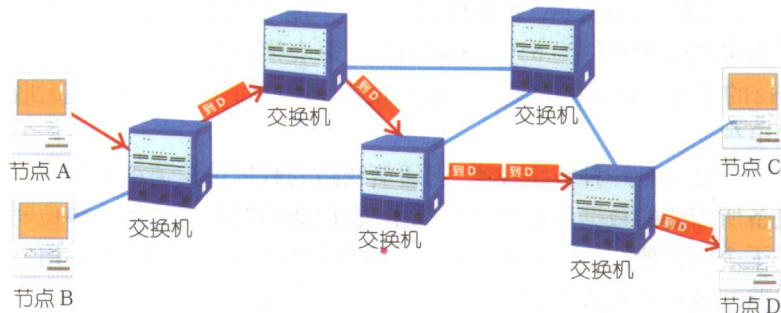


图 1.3.8 电路交换示意图



用户不挂断，这条电路总是存在，如图 1.3.8 所示。

电路交换对于数据传输并不合适，因为非语音的数据传输带有间隙性和突发性。没有数据传输时，占着一条链路就很浪费。

分组交换是将要发送的报文信息划分为一定长度的分组，然后以分组为单位进行储存和转发。交换设备先把转发的分组储存起来，等有适当的电路可用时再发送出去，如图 1.3.9 所示。分组交换的优点是不独占固定的通信线路，大大提高了通信线路的利用率。分组交换采用路由选择技术，一旦某条线路发生故障，分组信息可以经由其他路径传输。

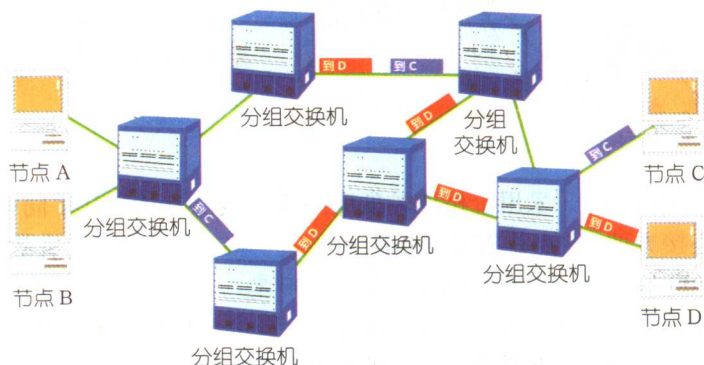


图 1.3.9 分组交换示意图



讨论交流

主题：描述电话与邮件传递的差别，加深对电路交换和分组交换的了解。

讨论方式：全班讨论。

活动建议：在老师的引导下，列举日常生活中类似于电路交换和分组交换的信息或事物传递的例子。

结果呈现：分别列出电路交换和分组交换的例子，并加以说明。

活动评价：

(1) 填写下表。

	评价指标		自我评价
活动质量	能分别列出三个电路交换和分组交换的例子	6 分	
	能分别列出两个电路交换和分组交换的例子	5 分	
	能分别列出一个电路交换和分组交换的例子	3 分	
	需要启发、引导	2 分	

(2) 填写“学生学业成长记录表”（见附录）。

1.3.4 网络连接设备

在计算机网络上，除了用户使用的和提供服务的计算机外，还有许多网络连接设备，如集线器、交换机、路由器和网关等，如图 1.3.10 所示。

因为最基层的网络大多是局域网，所以我们先从局域网谈起。在局域网的发展初期，曾经流行过多种类型的局域网，如令牌总线网、令牌环网等，但现在的局域网几乎都是以太网。传统的以太网采用总线方式，即利用一根数十米至数百米的同轴电缆，计算机设备都连接到这根电缆上。同