

高等职业教育“十三五”规划教材

数据通信网络组建 与管理项目式教程

周继彦 陈岗 主编



电子课件、理论训练答案、
模拟试卷及答案等

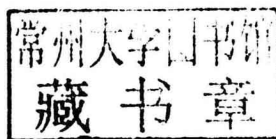


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十三五”规划教材

数据通信网络组建与 管理项目式教程

主 编 周继彦 陈 岗
副主编 杜玉红 黄 兰
参 编 周 勇 黄 东



机械工业出版社

本书内容包括绪论和8个项目,每个项目由一个具体工程案例引导,并进行案例分析和实施以及技能训练。项目内容涉及数据通信网络的交换技术、路由技术、安全技术和网络故障处理技术等内容。

本书是根据电子信息类相关专业的实际岗位工作,在归纳总结了岗位所需求的知识和技能的基础上,按照项目化教学方式内容进行组织和编写的。

本书可作为高等职业院校通信技术、电子信息工程技术、计算机网络技术等相关专业的教学用书以及通信行业 and 企业的培训教材,也可以作为计算机网络管理人员和通信技术岗位工作人员的参考用书。

为方便教学,本书配有免费电子课件、理论训练答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

数据通信网络组建与管理项目式教程/周继彦,陈岗主编. —北京:机械工业出版社,2016.10

高等职业教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-111-54841-6

I. ①数… II. ①周…②陈… III. ①数据通信-通信网-高等职业教育-教材 IV. ①TN919.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第218216号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 韩 静

责任校对:张玉琴 封面设计:陈 沛

责任印制:常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11印张·258千字

标准书号:ISBN 978-7-111-54841-6

定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

为了培养网络设备安装与调试、网络系统管理与维护的合格工程技术人员，满足现代高等职业教育对学生职业技能培养的要求，我们组织编写了这本书。

本书根据当前高职高专学生和教学环境的现状，结合职业需求，采用“工学结合”的思路，基于工作过程，以“项目实作”的形式贯穿全书，并以目前市场上两种主流品牌（思科系统公司和中兴通讯股份有限公司）的数据设备作为技能训练设备。首先通过绪论介绍计算机网络基础知识，接着项目1~8分别介绍了网络结构设计和规划方法，组网设备，虚拟局域网组建，冗余交换网络组建，静态路由实现网络互联，RIP、OSPF实现网络互联以及园区网的安全问题，并将数据通信网络日常维护的内容和要求、网络故障处理的基本方法，通过从实际工程项目中引入的故障处理案例进行分析，达到培养学生对故障分析处理能力的目的。

本书通过数据通信实际工程项目的具体实施，将知识、能力、素质教育融入其中，着重培养学生的专业能力、方法能力和社会能力。主要特色和创新点如下：

- 1) 内容上打破传统的学科体系结构，并依据职业岗位能力要求，采用项目化教学方式组织编写。
- 2) 与企业建立深度合作，项目内容来自实际工程项目。

本书建议总教学学时不少于72学时，教学场地宜采用理实一体化教室，采用项目化教学。

本书由周继彦和陈岗担任主编，杜玉红、黄兰担任副主编，周勇以及黄东参编。其中绪论和项目1~5由周继彦编写，项目6由杜玉红编写，项目7由陈岗编写，项目8由黄兰编写，周勇和黄东对岗位需求的知识和技能进行归纳和总结，周继彦和陈岗对全书进行了统稿和校对。

本书在编写过程中，参考了大量的同类书籍和行业相关资料，并得到了中兴通讯学院和北京华晟经世信息技术有限公司相关工程技术人员的大力支持，卢敦陆对本书提出了一些宝贵意见和修改建议，在此谨表谢意。

由于编者水平有限，不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

绪论 计算机网络基础	1
0.1 计算机网络概述	1
0.2 OSI 参考模型	6
0.3 TCP/IP 体系	13
理论训练	19
 项目 1 IP 子网规划	22
教学目标	22
项目引入：园区网络互联设备认识	22
相关知识	22
1.1 IP 地址	22
1.2 IP 子网划分	25
技能训练：在 Cisco Packet Tracer 模拟器中实现 IP 子网的划分	29
理论训练	31
 项目 2 网络设备认识与网络线缆的制作	34
教学目标	34
项目引入：园区网络互联设备认识	34
相关知识	34
2.1 常见的网络通信设备	34
2.2 常见网络接口与线缆	44
技能训练：双绞线的制作	52
理论训练	56
 项目 3 以太网交换机基础配置与管理	57
教学目标	57
项目引入：省时、便捷的网络管理方式	57
相关知识	57
3.1 以太网基础	57
3.2 交换机概述	62
3.3 交换机配置基础	66
技能训练 1：交换机 Console 端口、Telnet 配置方法——基于 Cisco Packet Tracer 模拟器	71
技能训练 2：三层交换机基本操作和日常维护——基于中兴产品设备	73
理论训练	75

项目 4 虚拟局域网的组建	76
教学目标	76
项目引入：组建稳定、高效的局域网	76
相关知识	76
4.1 VLAN 技术	76
4.2 VLAN 间通信	84
技能训练 1：跨交换机的 VLAN 配置——基于 Cisco Packet Tracer 模拟器	89
技能训练 2：VLAN 间路由的实现——基于中兴产品设备	90
理论训练	92
项目 5 交换网的优化设计	96
教学目标	96
项目引入：冗余交换网络的组建	96
相关知识	97
5.1 冗余交换网与生成树协议	97
5.2 链路聚合技术	104
技能训练：交换网络综合设计及配置	106
理论训练	107
项目 6 IP 路由基础	110
教学目标	110
项目引入：网络之间互联	110
相关知识	110
6.1 IP 通信的路由过程	110
6.2 路由及路由表	114
6.3 路由协议的分类	116
6.4 静态路由和默认路由配置	117
技能训练：设计并配置跨网段的企业网	120
理论训练	121
项目 7 动态路由实现网络间互联	124
教学目标	124
项目引入：动态路由网络的组建	124
相关知识	125
7.1 动态路由协议相关知识	125
7.2 RIP 的工作原理与应用	127
7.3 OSPF 协议的工作原理及应用	136
7.4 RIP 和 OSPF 协议的对比	149
技能训练 1：RIP 动态路由配置	151
技能训练 2：OSPF 协议动态路由配置	152

理论训练	153
项目 8 园区网的安全设计	156
教学目标	156
项目引入：如何增强网络的安全性	156
相关知识	157
8.1 ACL 原理	157
8.2 ACL 的配置及应用	160
技能训练：园区网安全性设计及配置	164
理论训练	165
参考文献	170

绪论 计算机网络基础

0.1 计算机网络概述

随着计算机和网络技术的迅猛发展，计算机网络及应用已渗透到社会各个领域，各行各业都在全面网络化和信息化建设进程中。

0.1.1 计算机网络定义

计算机网络是指利用有线或无线的传输介质，将分布在不同地理位置、独立的计算机互联起来而构成的计算机集合。组建网络的目的是实现资源共享和通信。

目前，最庞大的计算机网络就是因特网（Internet），它利用传输介质和网络互联设备将分布在全球范围内的计算机或计算机网络互联起来，从而形成一个全球性的计算机网络。

0.1.2 计算机网络发展历史

计算机网络的形成与发展经历了从简单到复杂，由单机系统到多机系统的过程，计算机网络的发展大致可划分为4个阶段。

第一阶段：单主机联机系统。

早期的计算机由于功能不强，体积庞大，是单机运行的，需要用户到机房上机。为了解决这些不便，人们在计算机距离较远的地方设置远程终端，并在计算机上增加通信控制功能，经线路连接输送数据进行成批处理，这就产生了具有通信功能的单终端联机系统，如图0-1所示。

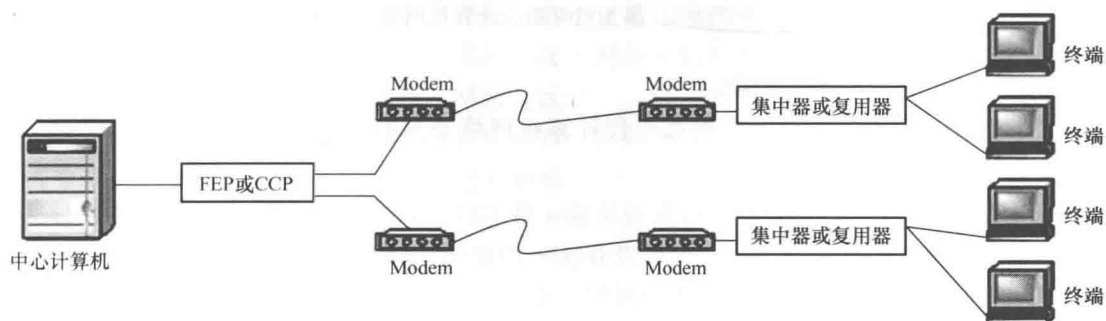


图 0-1 单计算机为中心的远程联机系统

20 世纪 60 年代初，美国航空公司与 IBM 共同研究并建成了由一台计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的飞机订票系统。终端是一台计算机的外部设备，包括显示器和键盘，

无 CPU 和内存。

随着远程终端的增多，人们在主机前增加了前端机（FEP），采用实时、分时与分批处理的方式，提高了线路的利用率。

严格意义上讲，第一阶段面向终端与主机相连的形式不能算作计算机网络，但这样的通信系统已具备了网络的雏形。

第二阶段：多主机互连网络。

20 世纪 60 年代中期至 70 年代，第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来为用户提供服务的，典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPANet。

主机之间不是直接用线路相连，而是由接口报文处理机（IMP）转接后互联的，如图 0-2 所示。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务，构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序，提供资源共享，组成了资源子网。

这个时期，网络概念为“以能够相互共享资源为目的互联起来的具有独立功能的计算机之集合体”，形成了计算机网络的基本概念。

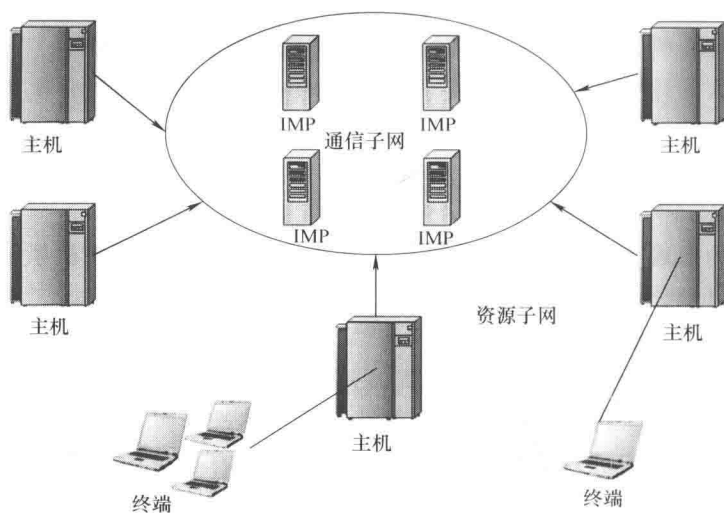


图 0-2 多主机时期的计算机网络

第三阶段：标准化网络阶段。

20 世纪 70 年代末至 90 年代的第三代计算机网络是具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。

ARPANet 兴起后，计算机网络发展迅猛，各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品。由于没有统一的标准，不同厂商的产品之间互联很困难，人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境，这样，两种国际通用的最重要的体系结构应运而生了，即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构。

第四阶段：Internet 互联时代。

20 世纪 90 年代末至至今的第四代计算机网络，由于局域网技术发展成熟，出现了光纤及高速网络技术、多媒体网络、智能网络等，整个网络就像一个对用户透明的大的计算机系

统，发展为以 Internet 为代表的互联网。

0.1.3 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络进行分类。

1) 根据网络覆盖地理范围的大小，计算机网络可以分为局域网、城域网和广域网。

① 局域网 (Local Area Network, LAN)。局域网是指网络覆盖范围在几百米至几千米的网络，网络覆盖的地理范围较小，如校园网、企事业单位内部网等，如图 0-3 所示。局域网的特点是距离短、延迟小、数据速率高和传输可靠。

目前，我国常见的局域网类型包括以太网 (Ethernet)、异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 网络等，它们在拓扑结构、传输介质、传输速率、数据格式等方面都有许多不同。其中，应用最广泛的当属以太网，它是目前发展最迅速、最经济的局域网技术。

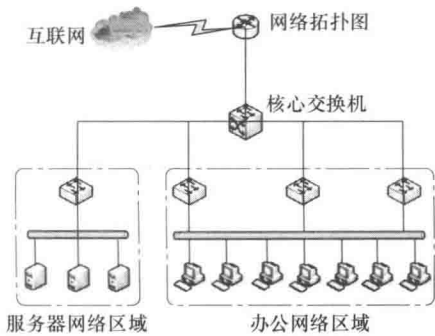


图 0-3 某企业局域网拓扑图

② 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。城域网是指网络覆盖范围在几千米至几十千米的网络，其作用范围为一个城市。城域网主要指大中型企业集团、ISP、电信部门、有线电视台和政府构建的专用网络和共用网络，图 0-4 给出了某市教育城域网拓扑图。

城域网的基本特征是业务类型多样化。它不仅是传统广域网与局域网的桥接区或传统长途网与接入网的桥接区，也是底层传送网、接入网与上层各种业务网的融合区，还是传统电信网与数据网的交叉融合地带以及三网融合区。

③ 广域网 (Wide Area Network, WAN)。广域网连接地理范围大，它将不同城市、省区甚至国家之间的 LAN、MAN 利用远程数据通信网连接起来。因特网就是典型的广域网，虚拟专用网络 (Virtual Private Network, VPN) 也可以算是广域网，如图 0-5 所示。

广域网通信采用的技术与局域网有较大差别：

广域网采用载波形式的频带传输或光传输实现远距离通信，而局域网通常采用基带传输方式；广域网通常是由被称为网络提供商的公共通信部门来建设和管理，他们利用各自的广域网资源向用户提供收费的广域网数据传输服务；在网络拓扑结构上，广域网主要采用网状拓扑结构，以提高链路的容错性。

2) 根据网络交换功能的不同，计算机网络可分为电路交换网、报文交换网、分组交换

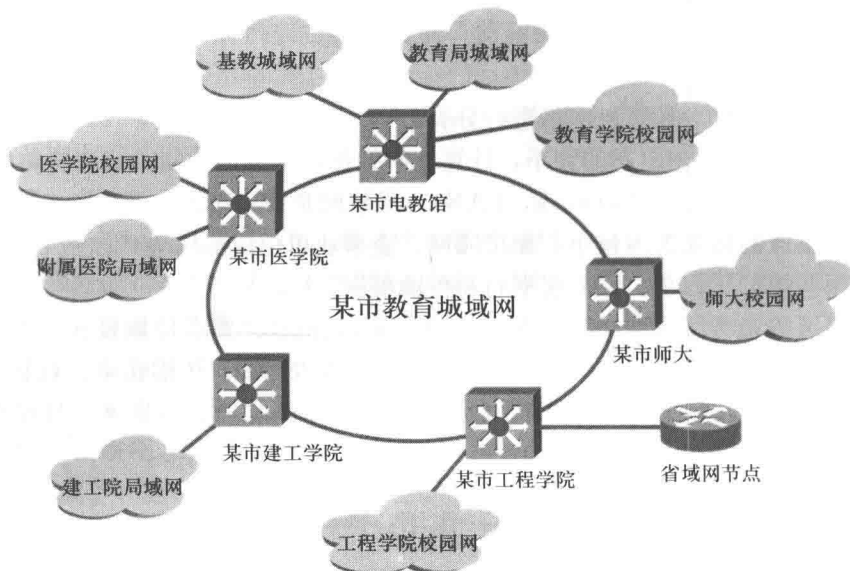


图 0-4 某市教育城域网拓扑图

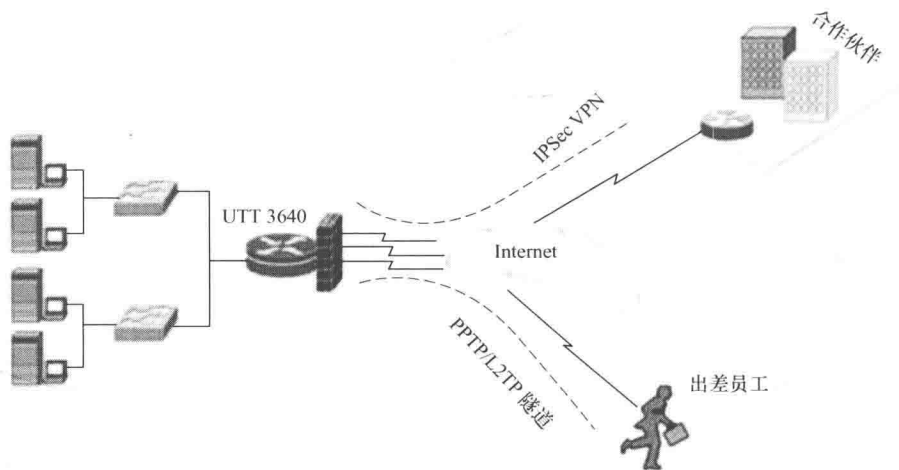


图 0-5 某企业虚拟专用网络拓扑图

网。目前计算机网络主要采用分组交换技术，电话网络采用电路交换技术。

- 3) 根据网络的使用者，计算机网络可划分为公用网络和专用网络。
- 4) 根据网络的传输技术分类，计算机网络可划分为广播式网络和点到点网络。

0.1.4 计算机网络的拓扑结构

为了使抽象的计算机网络直观化，通常利用计算机网络拓扑结构来描述物理网络设备与线路的物理连接关系。在具体描述中，将网络中的工作站、服务器、网络设备等网络单元用“点”表示，网络中的传输介质用“线”表示。

在计算机网络中,常见的网络拓扑结构主要有总线型、星形、环形、树形和分布式结构,如图 0-6 所示。在实际组网应用中,可能采取多种结构混合使用。

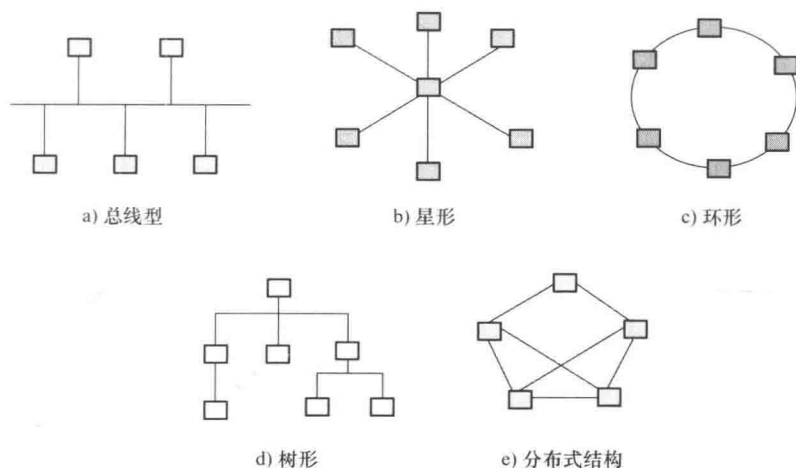


图 0-6 常见的网络拓扑结构

1) 总线型结构:网络中的所有设备都连接到一个线形的网络介质上,这个线形的网络介质称为总线。总线型结构网络可靠性差、速率慢(10Mbit/s),目前已经很少使用。

主要优点:结构简单。

主要缺点:故障诊断和隔离较困难,可靠性差,传输距离有限,共享带宽,速度慢。

2) 星形结构:网络中各节点以星形方式连接到中心交换节点,从而实现各节点间的相互通信,该拓扑结构主要采用交换机作为中心交换节点。星形结构是目前局域网的主要组网方式。

主要优点:控制简单,故障诊断和隔离容易,易于扩展,可靠性好。

主要缺点:中心交换节点负荷较重。

3) 环形结构:所有设备通过传输介质连接成一个闭合环,数据在环上单向流动,网络中用令牌控制来协调各节点的发送,任意两节点都可通信,主要用于工业控制网中。

主要优点:易于安装和监控。

主要缺点:可靠性差,一个节点的故障会引起全网故障;难以扩容。

4) 树形结构:树形结构很像一棵倒置的树,顶端是树根,树根以下带分支,每个分支还可以再进行分支。树形网络是一种分层网络,适用于分级控制系统。

主要优点:易于扩展。

主要缺点:各节点对根的依赖性太大。

5) 分布式结构:任一节点均至少与两条线路相连,当任意一条线路发生故障时,通信可通过其他链路完成。网状形网络又称分布式网络,在局域网中,使用网状结构较少,主要用于骨干网中。较有代表性的网状形网络就是全连通网络。

主要优点:具有较高可靠性。

主要缺点:网络控制机构复杂,线路增多使成本增加。

0.2 OSI 参考模型

0.2.1 OSI 参考模型的由来

在网络发展的初期, 计算机网络规模得到了飞速发展。许多研究机构、计算机厂商和公司为了在数据通信网络领域中占据主导地位, 纷纷推出了各自的网络架构体系和标准, 例如 IBM 公司的 SNA、Novell 公司的 IPX/SPX 协议、Apple 公司的 AppleTalk 协议、DEC 公司的 DECNET 以及广泛流行的 TCP/IP。

这种各自为政的发展策略, 使得网络在体系结构上差异很大, 以至于它们之间互不相容, 难于相互连接以构成更大的网络系统。为此, 许多标准化机构积极开展了网络体系结构标准化方面的工作, 其中最为著名的就是国际标准化组织 (International Standard Organized, ISO) 于 1984 年提出的开放系统互联参考模型 (Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM), OSI/RM 被称作“网络世界的法律”。

注意: OSI 模型并不是协议, 它是为了解和设计灵活的、稳健的、可互操作的网络体系结构而提炼的一种模型。

0.2.2 OSI 参考模型的层次结构

在设计 OSI 参考模型时, 采用了分层体系结构。对于计算机网络的学习者而言, “层”是一个看不见、摸不着、比较抽象的概念。

(1) 物流系统分层实例

为了便于理解, 先以物流系统的工作过程为例进行说明。为了保证包裹高效、快捷地运输投递, 物流系统一般会有 5 个层次, 其分层模型如图 0-7 所示。每一层都有相对独立的功能:

- 1) 用户层, 提供或接收包裹内物品。
- 2) 前台层, 负责协助用户填写包裹地址、进行物品打包的工作。
- 3) 分拣中心层, 负责把收件员收集的包裹进行分类整理, 交付给运输部门。
- 4) 运输部门层, 负责交通工具调度, 把包裹安全、高效地送达目的地。
- 5) 运输工具层, 负责运输, 运输过程可能采用不同的运输工具, 如陆运、水运或航运。

网络采用层次化结构的优点如下:

1) 各层之间相互独立。高层不必关心低层的实现细节, 只要知道低层所提供的服务以及本层向上层所提供的服务即可, 能真正做到各司其职。由于每一层只实现一种相对独立的功能, 因而可将一个复杂的问题分解为若干个较容易处理的小问题。

2) 系统的灵活性好。若某个层次出现细节的变化, 只要保持它和上、下层的接口不变, 就不会对其他层产生影响。

3) 易于实现标准化。每层的功能及其所提供的服务都有了明确的说明, 就像一个被标准化的部件, 只要符合要求就可以拿来使用。

(2) OSI 参考模型的 7 个层次

如图 0-8 所示, OSI 参考模型将计算机网络划分为 7 个层次, 自下而上分别称为: 物理

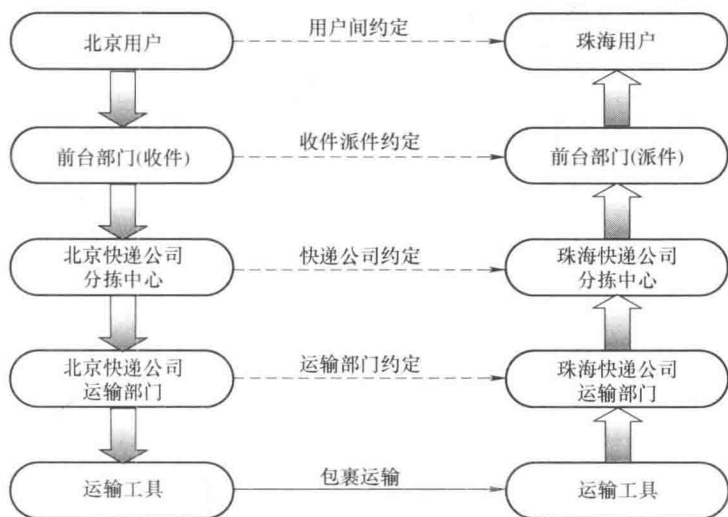


图 0-7 物流系统中的分层模型

层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。用数字排序自下而上分别为第一层、第二层、……、第七层。

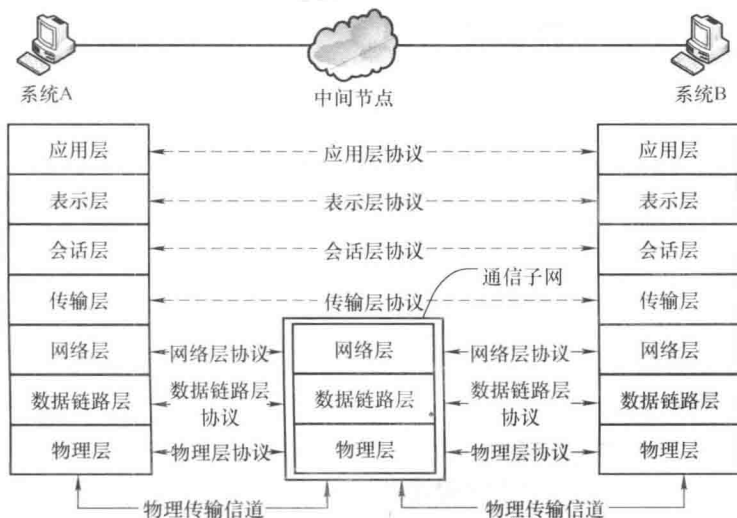


图 0-8 OSI 参考模型

第一层到第三层属于 OSI 参考模型的低三层，负责创建网络通信的链路；第四层到第七层为 OSI 参考模型的高四层，负责端到端的数据通信。

(3) OSI 参考模型中的几个概念

1) 对等进程。在物流系统中，两个用户、两地快递公司、两个运输部门处于两地，但他们的机构分别对应，称为对等层。两个用户都清楚包裹里的物品是什么，并认为是某用户邮寄了某物品给另一用户，这就叫对等进程，但并不认为是某用户邮寄了某物品给投递员，因为这不合理，或者说不对应。

在 OSI 参考模型中，每一层都必须与目的端的对等层进行通信的过程称为对等进程。

2) 服务。在对等层间并不能直接进行通信，而是通过下一层为其提供的服务来间接与对端对等层交换数据。下一层为上一层提供服务，正如物流系统中用户要把邮寄的物品交给投递员，前台人员这一层清楚自己应该为用户（高层）提供收件或投件的服务，也清楚包裹分拣的工作应该由分拣中心（下层）完成。

3) 对等层协议。协议总是指某一层的协议。准确地说，在对等层之间的实体通信时，有关通信规则和约定的集合就是该层协议，如物理层协议、传输层协议、应用层协议。

4) 层间接口。物流系统中，在发送地，包裹从用户这一层向下传递；而在接收地，包裹通过各层向上传递。这样做之所以是可能的，是因为各地每两个相邻层之间有一个接口，每一个接口定义了一个层必须向它的上层提供什么信息和服务。

定义清楚的接口和层功能使得网络可以模块化，只要一个层向它的相邻层提供了预期的、规定类型的数据，则这个层是什么组成或采用什么结构都是可以允许的，换句话说，升级或替换一个层的软、硬件时不需要对其他的相关层进行改动。正如物流系统中，可以把物流营业厅前台看成接口，前台的收件员是否更换对于你来说都不需要关注。

0.2.3 OSI 参考模型各层功能

对于计算机网络中的“层”可以通俗地理解为功能模块。一个层和一个功能模块一样，可以完成一个或一类功能，就像是物流系统中每一层都有自己的工作职责一样。

(1) 应用层

应用层位于 OSI 模型的最顶端，其主要功能是为用户的应用进程提供网络服务。

该层包含各种各样的协议，运行在应用层上的大部分协议提供的服务是直接面对客户，如最常用的协议 HTTP，是我们享受 WWW 服务的基础。此外常用的协议还包括 FTP、Telnet、DNS、DHCP、SMTP、POP3 等。

(2) 表示层

表示层位于应用层下方，功能是将应用层产生的交互信息表示成各种计算机终端都熟悉并认可的格式，主要表现在以下三个方面：

第一，数据编码和解码。这种类型的服务之所以需要，是因为不同的计算机体系结构使用的数据表示法不同。例如，IBM 主机使用 EBCDIC 编码，而大部分 PC 使用的是 ASCII 码。在这种情况下，便需要表示层来完成这种转换。

第二，数据加密和解密。为了安全起见，要对数据在发送前进行加密处理，在数据到达目的端后，网络另一端节点的表示层将对接收到的数据进行解密，变成用户能识别的信息。

第三，数据压缩和解压缩。数据压缩就是对信息中所包含的位数进行压缩。在传输多媒体信息（如文本、声音和视频）时，数据压缩就特别重要。

(3) 会话层

会话层位于表示层下方，功能是在不同用户、节点之间建立和维护通信通道（会话），主要表现在以下两个方面：

第一，建立会话。在会话建立阶段确定传输模式（单工、半双工和全双工）。

第二，维护会话。决定通信是否被中断，以及中断时从何处重新传送。

例如从互联网中下载文件，就与我们想要下载的文件所在服务器（提供下载的网站）建立了联系，也就是说建立了一个会话，这个下载的通道是由会话层来控制的。如果下载的过程中网络由于某种原因断掉了，等网络恢复正常后，仍然可以通过会话层这个控制执行断点续传。

（4）传输层

传输层处于七层模型中的第四层，作为承上启下的一层，是 OSI 模型中相当重要的一层，其功能是提供报文端到端（源端和目的端）准确、可靠的传输。如何保证可靠传输呢？主要表现在以下五个方面：

第一，分配端口号。计算机往往在同一时间运行多个进程，如果不区分不同进程间的数据，则会产生通信错误。因此，必须明确指明数据是由某台计算机上的特定进程传输到另一台计算机上的特定进程。传输层通过给每个进程分配一个端口号来解决这个问题，即在传输层的首部必须包含某一特定的地址，称为端口地址。

第二，分段和重组。若从会话层传递下来的报文过大，需将一个报文根据网络的处理能力划分成若干个可传输的报文段，在目的端传输层再将报文重组起来。为了保证重组时正确排序，每个报文段应包含序号。

第三，连接控制。传输层可以是面向连接的，也可以是面向无连接的。

面向连接的传输层在发送分组之前，先要与目的主机的传输层建立一条连接，当数据传输完毕后，再通过一定的机制断开连接。这与生活中打电话的行为有相似之处，你给别人打电话，必须等线路接通了才能相互通话，通话完毕要挂机结束通话。

面向无连接就是在传输前不必与目的主机建立连接，不管对方状态如何就直接发送，这与手机短信的发送方式非常相似。

第四，流量控制。如果发送端和接收端之间速度存在很大差异，在数据的传送与接收过程当中很可能出现数据丢失现象（如同一个人喝水，若饮水速度过快则容易引起溢出或呛咳），故有必要采取相应流量控制措施，保证可靠传输。

注意：在 OSI 模型的其他层也会存在流量控制，传输层的流量控制是在端到端的意义上实现的，其意义在于保证发送端的发送速率是接收端可接受的。这一点其实不难理解，从物流系统中也可以找到共性，物流系统的快递公司分拣中心这一层可以对包裹进行流量控制，而运输部门也可以对交通工具进行流量控制。

第五，差错控制。发送端的传输层必须保证整个报文到达对端传输层时是没有差错的（即无损伤、无丢失、无重复），如果发现差错通常通过重传来实现纠错。这里的传输层差错控制也是在端到端意义上的，一旦有差错由收发两端互相协商，与中间节点不进行协商。

（5）网络层

网络层是 OSI 参考模型中的第三层，介于传输层和数据链路层之间，主要是解决网络与网络之间的通信问题。

网络层的功能属于通信子网，如图 0-9 所示，即源主机和目的主机位于不同网络，分组可能要经过若干个中间节点才到达目的地，这需要网络层通过逻辑地址编址和路由选择等具体功能来实现源端到目的端的传输。网络层的主要具体功能如下：

第一，逻辑地址编址功能。逻辑地址就是通常所说的 IP 地址，如果分组要穿过网络的

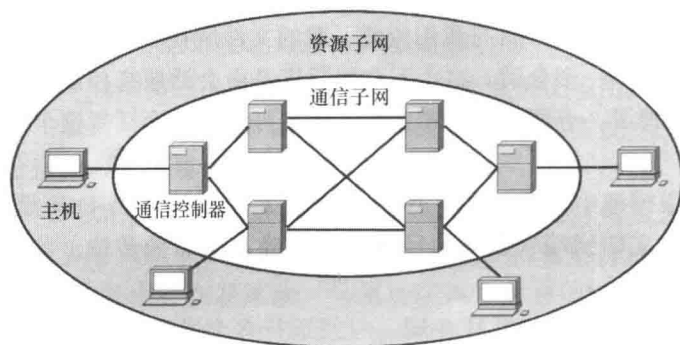


图 0-9 网络层在通信子网中的功能

边界到达目的端，就需要携带 IP 地址帮助我们寻找路径。网络层对上层传递下来的数据段添加首部，其中包括发送端的 IP 地址和目的端的 IP 地址。

第二，路由选择功能。通信子网源节点和目的节点提供了多条传输路径的可能性。网络节点在收到一个分组后，要确定向下一个节点传送的路径，这就是路由选择。提供路由选择的机制也是网络层功能之一。

网络层功能也可以类比为物流系统中某一层功能，在远距离运输时，货物之所以能够顺利中转到达目的地，是因为中转站的分拣中心这一层按照货物地址来正确分流货物。

(6) 数据链路层

数据链路层是 OSI 参考模型中的第二层，主要功能是为网络层提供一条无差错的数据传输链路。在发送数据时，网络层传递来的数据包被封装成数据帧；在接收数据时，数据链路层将物理层传递来的二进制比特流还原为数据帧。

帧是一种用来移动数据的结构包，帧的构成类似于火车的结构，一些车厢负责运送旅客和行李（相当于数据），车头和车尾保证了列车的完整性（帧结构的完整），还有一些车厢完成其他工作（帧信息的校验、帧控制、标识目的地址和源地址等）。对于数据帧是使用物理地址（Media Access Control, MAC）进行寻址。

(7) 物理层

物理层位于 OSI 参考模型的最底层，主要负责在通信信道上传送比特流。例如，若发送方发送的是比特 1，物理层要保证接收方收到的也必须是比特 1。

该层建立在物理介质上，定义了各种机械和电气的接口，主要包括电缆、端口和附属设备，如双绞线、RJ-45 接口、串口等。

0.2.4 OSI 参考模型各层间的联系

由于 OSI 参考模型中层的概念比较虚幻，作为网络学习者来说，理解每一层功能的同时，还需关注两件事：一是 OSI 参考模型各层中网络数据流的格式，二是通信过程中的网络数据流向。这样会帮助我们高效、科学地理解 OSI 参考模型。

(1) 数据封装和解封装机制

在物流系统中，在每一层邮寄的物品都被包装成不同的形式。以用户邮寄几本书籍为