



国家人力资源和社会保障部 信息专业技术人才知识更新工程（“653工程”）指定教材
国家工业和信息化部 全国高等职业教育“十一五”计算机类专业规划教材

J I A O H U A N J I / L U Y O U Q I D E
P E I Z H I Y U G U A N L I

交换机 / 路由器的 配置与管理

丛书编委会

5.05
2



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



国家人力资源和社会保障部 信息专业技术人才知识更新工程（“653工程”）指定教材
国家工业和信息化部 全国高等职业教育“十一五”计算机类专业规划教材

J I A O H U A N J I / L U Y O U Q I D E
P E I Z H I Y U G U A N L I

交换机 / 路由器的 配置与管理

丛书编委会



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内容提要

路由器/交换机是当代网络中最重要的网络设备,本书采用理论与实训相结合的方式,以锐捷交换机/路由器为例,从基础知识讲起,围绕园区网的设计展开知识的讲述,详细介绍了交换机的基本配置、虚拟局域网、生成树协议、端口安全、链路聚合、路由器基本配置、IP 路由技术配置、访问控制列表、网络地址转换、PPP 协议配置、网络设备管理的知识。

本书配有习题和实训,注重网络技术的实用性、通俗性,可作为高职高专院校相关课程的教材,也可作为网络工程师的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

交换机/路由器的配置与管理 / 《国家人力资源和社会保障部、国家工业和信息化部信息专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)指定教材》丛书编委会编. —北京:中国电力出版社, 2008

国家人力资源和社会保障部、国家工业和信息化部信息专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)指定教材

ISBN 978-7-5083-7206-8

I. 交… II. 国… III. ①计算机网络—信息交换机—教材②计算机网络—路由选择—教材 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 126398 号

书 名: 交换机/路由器的配置与管理

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

服务电话: (010) 58383411

传 真: (010) 58383267

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 北京丰源印刷厂

开本尺寸: 184mm×260mm 印 张: 14.75 字 数: 329 千字

书 号: ISBN 978-7-5083-7206-8

版 次: 2008 年 9 月北京第 1 版

印 次: 2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

定 价: 23.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

专家指导委员会

- 邬贺铨 中国工程院副院长 中国工程院院士
- 王 越 中国科学院院士 中国工程院院士
- 何积丰 中国科学院院士
- 潘云鹤 中国工程院院士
- 顾冠群 中国工程院院士
- 卢锡城 中国工程院院士
- 张乃通 中国工程院院士
- 李乐民 中国工程院院士
- 沈昌祥 中国工程院院士
- 方滨兴 中国工程院院士
- 张尧学 中国工程院院士 教育部高等教育司司长
- 高新民 国家信息中心原主任
- 魏 卓 人力资源和社会保障部专业技术人员管理司副司长
- 陈 冲 中国软件行业协会理事长
- 牛 晋 公安部信息通信局副局长
- 邓寿鹏 中国信息化推进联盟常务副理事长 原国务院发展研究中心局长
- 李明树 中国科学院软件研究所所长
- 陈 钟 北京大学软件与微电子学院院长
- 吴世忠 中国信息安全产品测评认证中心主任
- 王行刚 中国科学院计算技术研究所首席科学家
- 刘玉珍 工业和信息化部电子人才交流中心主任

丛书编委会

主任 李建伟 逢积仁
副主任 黄雪峰 邸卫民 吕振凯 杨敬杰 杨功元 王建良 冯玉东
张志平 杨文利 李新 李缨 徐峰 敖广武 陈红
张学金 商桑 赵耀培

委员 (按拼音排序)

鲍金龙 曹素丽 陈国浪 陈青华 陈小中 陈月波 程云
崔爱国 崔守良 丁倩 丁荣涛 丁银军 杜少杰 杜文洁
范荣真 房振文 顾爽 和海莲 胡新和 槐彩昌 嵇新浩
吉高云 李道旺 李华 李立功 李敏 李霞 李英明
李艳玮 李玉清 林志伟 刘红军 刘静 刘俊英 刘颖
毛书朋 聂庆鹏 乔国荣 邱春民 荣音 宋林林 滕红军
田文浪 涂刚 王灿伟 王春燕 王磊 王丽芬 王盟
王赵慧 王志新 魏建明 温丹丽 谢建华 谢菁 辛颖秀
徐长安 徐春华 徐伟 严春风 阎琦 杨光洁 叶若芬
叶展翔 于畅 袁胜昔 翟鹏翔 张爱华 张洪明 张琳
张兴科 张云鹏 张震 赵思宇 郑伟勇 周国亮 周连兵
周瑞华 朱红祥 朱元忠

本书编委会

主编 杨文利
副主编 陈慧宁 孙洪峰
参编 张荣华 王晓东 陈小中

丛书编委会院校名单

(按拼音排序)

保定电力职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京工业职业技术学院
北京建筑工程学院
北京市经济管理学校
北京市宣武区第一职业学校
滨州职业学院
渤海大学高职学院
沧州职业技术学院
昌吉职业技术学院
大连工业大学职业技术学院
大连水产学院职业技术学院
东营职业学院
河北建材职业技术学院
河北旅游职业学院
河南工程学院
河南农业职业学院
湖北省仙桃职业学院
嘉兴职业技术学院
江门职业技术学院
江苏财经职业技术学院
江苏常州工程职业技术学院
金华职业技术学院
莱芜职业技术学院
辽宁机电职业技术学院
辽宁金融职业学院
辽宁经济职业技术学院
辽宁科技大学高等职业技术学院
青岛滨海学院
青岛酒店管理职业技术学院
青岛职业技术学院
日照职业技术学院
山东电子职业技术学院
山东济宁职业技术学院
山东交通职业学院
山东经贸职业学院
山东省工会管理干部学院
山东省潍坊商业学校
山东丝绸纺织职业学院
山东信息职业技术学院
山东枣庄科技职业学院
山东中医药高等专科学校
沈阳师范大学职业技术学院
石家庄邮电职业技术学院
苏州建设交通高等职业技术学校
苏州托普信息职业技术学院
天津铁道职业技术学院
潍坊职业学院
温州职业技术学院
无锡南洋职业技术学院
武汉软件工程职业学院
咸宁职业技术学院
新疆农业职业技术学院
新余高等专科学校
兴安盟委党校
浙江金融职业学院
浙江商业职业技术学院
郑州电力高等专科学校
中国农业大学继续教育学院
中国青年政治学院
中华女子学院山东分院
淄博职业学院

丛 书 序

自 20 世纪 90 年代以来,伴随着信息技术创新和经济全球化步伐的不断加快,全球信息化进程日益加速,中国的经济社会发展对信息化提出了广泛、迫切的需求。党的十七大报告做出了要“大力推进信息化与工业化融合”,“提升高新技术产业,发展信息、生物、新材料、航空航天、海洋等产业”的重要指示,这对信息技术人才提出了更高的要求。

为贯彻落实科教兴国和人才强国战略,进一步加强专业技术人才队伍建设,推进专业技术人才继续教育工作,人力资源和社会保障部组织实施了“专业技术人才知识更新工程(‘653 工程’)”,联合相关部门在现代农业、现代制造、信息技术、能源技术、现代管理等 5 个领域,重点培训 300 万名紧跟科技发展前沿、创新能力强的中高级专业技术人才。工业和信息化部与人力资源和社会保障部在 2006 年 1 月 19 日联合印发《信息专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)实施办法》(国人部发[2006]8 号),对信息技术领域的专业技术人才培养进行了部署和安排,提出了要在 6 年内培养信息技术领域中高级创新型、复合型、实用型人才 70 万人次左右。

作为国家级人才培养工程,“653 工程”被列入《中国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》和《2006—2010 年全国干部教育培训规划》,成为建设高素质人才队伍的重要举措。

本系列教材作为“653 工程”指定教材,严格按照《信息专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)实施办法》的要求,以培养符合社会需求的信息专业技术人才为目标,汇聚了众多来自信息产业部门、著名高校、科研院所和知名企业的学者与技术专家,组成强大的教学研发和师资队伍,力求使教材体系严谨、贴近实际。同时,教材采用“项目驱动”的编写思路,以解决实际项目的思路和操作为主线,连贯多个知识点,语言表述规范、明确,贴近企业实际需求。

为了方便教师授课和学生学习,促进学校教学改革,提升教学质量,本系列教材不仅提供教师授课所用的教学课件、习题和答案解析,而且针对教材中所涉及的案例、项目和实训内容,提供了多媒体视频教学演示课件。另外,在教学过程中,随时可以登录教师之家——中国学术资源网(www.jiaoshihome.cn),寻求教学资源的支持,我们特别为每一本教材设置了针对教师授课和学员学习的答疑论坛。同时,本套教材举办“有奖促学”活动,凡购买本套教材,学习完后,举一反三创作出个人作品,上传至教师之家——中国学术资源网,每个学期末将根据创作内容和网站点击率综合评选一次,选出一、二、三等奖和纪念

奖，并在假期中颁发奖项。

学员学习本系列教材后经考核合格，可以申请“专业技术人员知识更新工程（‘653工程’）培训证书”。该证书可以作为专业技术人员职业能力考核的证明，以及岗位聘用、任职、定级和晋升职务的重要依据。

我们希望以本系列教材为载体，不断更新教学内容，改进教学方法，搭建学校与企业沟通的桥梁，大力推进校企合作、工学结合的人才培养模式，探索一条充满生机和活力的中国信息技术人才培养之路，为建设社会主义和谐社会提供坚强的智力支持和人才保证。

丛书编委会



信息专业技术人才知识更新工程（“653 工程”）指定教材

前 言

随着计算机及网络技术的迅猛发展，计算机网络及应用已渗透到全社会的各个领域，网络信息化越来越成为社会发展、人们生活和工作不可缺少的一部分，并正在影响和改变着人们工作和生活的方 式。网络发展的趋势是网络规模不断扩大，网络应用不断拓展，网络安全的要求不断提高，由此对计算机网络专业人才的需求也与日俱增。然而，现阶段能够从事网络建设、网络应用和网络管理、维护的人才还很少，远远不能满足与日俱增的网络管理需求。

交换机/路由器是大型交换式网络的核心设备，这些设备必须根据网络应用的需求进行合理正确的配置才能使用。在组建网络时，除布线以外，最重要的是对网管型交换机和路由器进行配置，以实现网络设计的功能；在日常的使用、管理和维护过程中，也要经常对网络设备的配置进行调整，以提高网络的性能和安全性，保证网络通畅，方便用户使用。这些都要求网络管理人员具备较高的对交换机、路由器、防火墙等网络设备进行配置和管理的技术。

本教材贯彻教育部 2006 年 16 号文“产学研”的要求，定位在网络设备的配置和管理的应用上，不对网络设备的内部结构原理和应用协议做深入研究，力图从应用者需求角度对网络设备的基本工作原理和网络协议进行阐述，不涉及深奥的理论知识。理论知识的选用原则是“介绍网络设备配置与管理过程中用得到的理论知识”，让学生在实践时不仅知道“怎么做”，更重要的是知道“为什么”；应用部分内容的选择原则是“介绍网络中典型的先进的网络技术方法”，以实际应用背景设计实训内容，使学生不仅加深对理论知识的理解，还能举一反三，使学生将网络技术应用到不同的场合。

本书是在作者多年从事计算机网络教学、网络工程组建及网络维护的实际经验的基础上编写的，旨在使读者能尽快熟悉并掌握交换机和路由器的配置和管理技术。通过本书学习，可以使读者了解网络组建的基本原理和方法，掌握交换机的常规配置、VLAN 技术、生成树技术、端口安全、链路聚合、路由器的常规配置、路由技术、访问控制技术、局域网与互联网连接技术等典型常用技术，并能基本具备应用网络技术进行网络设计、组建的能力。

本书共分为 11 章，从网络及网络设备的基础知识讲起，对典型的网络设备的配置和管理技术进行了详细的阐述，力求语言简洁、条理清晰、侧重实际应用需求。适合高职高专计算机网络相关专业的学生及网络管理从业人员的学 习。第 1、2 章由陈慧宁、张荣华编写，第 3~8 章由杨文利编写，第 9 章由孙洪峰编写，第 10、11 章由陈慧宁、王晓冬、陈小中编写。

由于本教材是对传统教材体系的一种改革和探索创新，加之时间和水平有限，书中不当之处敬请批评指正。



目 录

丛书序

前 言

第 1 章 网络标准化 1

- 1.1 ISO 的 OSI/RM 1
- 1.2 TCP/IP 协议 8
- 1.3 IP 地址及其分类 13
- 1.4 子网的划分 15
- 习题 18

第 2 章 交换式局域网 19

- 2.1 局域网技术简介 19
- 2.2 交换机的分类与性能指标 27
- 2.3 设计交换式网络 29
- 习题 35

第 3 章 交换机基本配置 36

- 3.1 交换机的组成 36
- 3.2 交换机配置环境 37
- 3.3 交换机的命令模式 42
- 3.4 交换机基本配置 47
- 3.5 MAC 地址和 MAC 地址表 53
- 3.6 配置二层交换机端口 56
- 3.7 配置三层交换机端口 61
- 习题 63
- 实训 3-1 交换机的基本配置 65

第 4 章 虚拟局域网及其配置 68

- 4.1 虚拟局域网概述 68
- 4.2 VLAN 的汇聚链接与封装协议 72

- 4.3 VLAN 间主机的通信 74

- 4.4 VLAN 的配置 77

- 习题 84

- 实训 4-1 交换机端口隔离 86

- 实训 4-2 跨交换机实现 VLAN 87

- 实训 4-3 利用三层交换机实现 VLAN 间通信 88

第 5 章 管理交换网络中的冗余链路 91

- 5.1 网络中的冗余链路 91

- 5.2 生成树协议 92

- 5.3 以太网链路聚合 103

- 习题 106

- 实训 5-1 生成树协议配置 108

- 实训 5-2 端口聚合配置 109

第 6 章 路由器的基本配置 111

- 6.1 路由器简介 111

- 6.2 路由器的配置途径与初始配置 115

- 6.3 路由器的常规配置 119

- 6.4 路由器文件管理 127

- 习题 129

- 实训 6-1 路由器的基本配置 130

- 实训 6-2 利用路由器实现 VLAN 间通信 131

第 7 章 IP 路由配置 135

- 7.1 路由原理 135

- 7.2 常用路由协议概述 136

- 7.3 静态路由配置 143

- 7.4 路由信息协议 RIP 的配置 146

7.5 开放式最短路径优先协议	
OSPF 的配置.....	149
习题	153
实训 7-1 静态路由配置	155
实训 7-2 RIP 路由协议配置	157
第 8 章 访问控制列表与端口安全	159
8.1 访问控制列表简介	159
8.2 编号访问控制列表配置	163
8.3 命名访问控制列表	167
8.4 基于时间访问的控制列表	171
8.5 端口安全	174
习题	178
实训 8-1 编号标准 IP 访问控制	
列表配置	180
实训 8-2 编号扩展 IP 访问控制	
列表配置	182
实训 8-3 命名扩展 IP 访问控制	
列表配置	185
实训 8-4 端口安全	186
第 9 章 网络地址转换	188
9.1 NAT 概述	188
9.2 NAT 配置	191
习题	196
实训 9-1 静态地址转换.....	196
实训 9-2 复用内部全局地址	
转换 NAPT	198
第 10 章 点对点协议 PPP	199
10.1 广域网接入技术概述	199
10.2 点对点协议 PPP	200
10.3 PPP 认证配置	203
习题	205
实训 10-1 PPP PAP 认证配置	206
实训 10-2 PPP CHAP 认证配置	207
第 11 章 网络设备操作系统管理	209
11.1 交换机和路由器的文件系统....	209
11.2 TFTP 服务器的使用	212
11.3 利用 ROM 方式重写操作	
系统	216
参考文献.....	220



计算机网络是一个涉及计算机技术、通信技术等多个领域的复杂的系统。在网络中包含多种计算机系统，它们的硬件和软件系统各异，要使其能协同工作以实现信息交换和资源共享，它们之间必须具有共同的语言，即要遵守相同的网络协议。为此，许多标准化机构开展网络体系结构标准化工作，其中最为著名的就是国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）提出的开放系统互连参考模型（Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM），简称为 OSI 模型，它是研究如何把开放式系统连接起来的标准。

1990 年以前，在数据通信和网络文献中占主导地位的是开放系统互连模型（OSI），那时每个人都相信 OSI 模型将是数据通信的最终标准，然而这种情况并未发生，现在 TCP/IP 协议族成为占主导地位的商用网络体系结构，它已在 Internet 中普遍应用，并且通过了广泛的测试，而 OSI 模型从来没有实现过。

1.1 ISO 的 OSI/RM

国际标准化组织（ISO）成立于 1947 年 2 月 23 日，是制作全世界工商业国际标准的各国标准机构代表的国际标准建立机构，专门为一些国际标准达成世界范围的一致。开放系统互连参考模型（OSI/RM）是由 ISO 创建的一个有助于开发和理解计算机网络的模型，于 1984 年正式发布，OSI 将计算机网络体系结构划分为 7 层，是一套普遍适用的规范标准，在网络世界中广泛应用，被称作“网络世界的法律”。开放系统是一些协议的集合，它使得两个不同的系统能够通信，而不管它们底层体系结构是什么样子。OSI 模型的目的是为了使不同的系统能够较容易的通信，而不需要改变底层的硬件或软件的逻辑；OSI 模型并不是协议，是对了解和设计灵活的、稳健的、可互操作的网络体系结构有用的模型。OSI 模型的每一层都定义了通过网络传送信息的一些过程，掌握了 OSI 模型的基本概念后，才能奠定网络的基础，而且对于解决实际网络故障也有极大的帮助。

1.1.1 层次化体系结构

OSI 模型并不是一个具体的网络。它将整个网络的功能划分成 7 个层次，如图 1-1 所示。OSI 参考模型并非具体实现的描述，它只是一个为制定标准而提供的概念性框架。在 OSI 中，只有各种协议是可以实现的，网络中的设备只有与 OSI 有关协议相一致时才能互连。

在 OSI 中，最低 3 层（1~3 层）是面向通信的，涉及计算机到计算机的通信，实现通信子网的功能；高 3 层（5~7 层）是面向信息处理的，涉及用户到用户的通信，实现资源子网的功能；中间的传输层建立在由低 3 层提供的服务的基础上，为面向信息处理的高层提供与网络无关的信息交换服务。

在单台计算机中，每一个层调用它紧邻的下一层的服务，即下层为上层提供服务。例如，第 3 层使用第 2 层提供的服务，同时向第 4 层提供服务。两台计算机之间则是对等层间通信，例如，一台计算机第 3 层的信息在另一台计算机中也要在第 3 层才能解读。

在此，各层的协议是相互独立的，由每一层实现一种相对独立的功能，可将一个难以处理的复杂问题分解为若干个较容易处理的一些较小的问题。

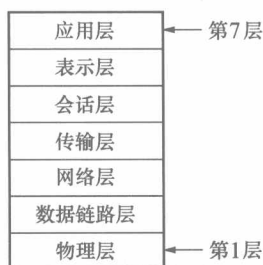


图 1-1 OSI 参考模型的层次结构

1.1.2 各层次的作用

下面对 OSI/RM 的 7 个层次的功能和作用分别进行介绍，理解和掌握每一层的作用并将其贯穿起来，对掌握 OSI 模型的整体概念具有重大的意义。

1. 应用层

应用层（Application Layer）位于 OSI 模型的最顶层，即第 7 层。应用层的功能与应用进程有关，作用主要是为应用程序提供接口，从而使得应用程序能够使用网络服务。

应用层并不是具体指某一个特定的程序，如在网络上打开一个 Word 文档，或者是运行某个网络程序。假设我们在网络上访问一个文件服务器，在文件服务器上打开一个 Word 文档，其请求将由应用层作为起点传输到网络中。如图 1-2 所示表示的是应用层同用户及表示层的关系。应注意，在应用层并不对传输的数据增加首部或尾部。该层的数据单元是报文，通常被称为应用层协议数据单元（Application layer Protocol Data Unit, APDU）。

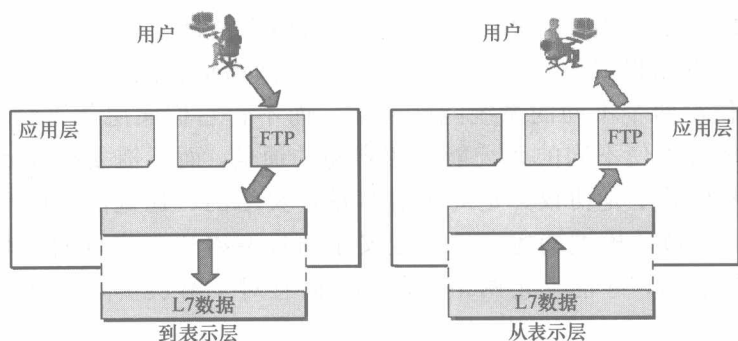


图 1-2 应用层

2. 表示层

表示层（Presentation Layer）位于应用层的下方，即第 6 层。表示层考虑的是两个系统所交换的信息的语法和语义。语法即数据的表示形式，语义即数据的内容和意义。表示层与上下层的关系如图 1-3 所示。

表示层的作用主要包括以下几个方面。

(1) 数据的解码和编码。两个系统中的进程（运行着的程序）所交换的信息的形式通常都是字符串、数字等。这些信息在传送之前必须变为位流。由于不同的计算机使用不同的编码系统，所以表示层的责任就是在这些不同的编码方法之间提供转换的可操作性。在发送端的表示层将信息从与发送端有关的格式转换为一种公共的格式，在接收的计算机上的表示层将此公共格式转换为与接收端有关的格式。

(2) 数据的加密和解密。为了安全起见，要在发送前对数据进行加密处理，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。

(3) 数据的压缩和解压。数据压缩是指压缩信息中所包含的位数。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。

该层的数据单元也是报文，通常被称为表示层协议数据单元（Presentation layer Protocol Data Unit, PPDU）。

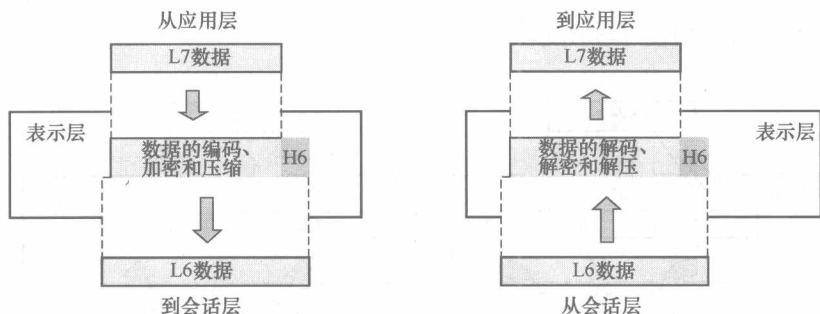


图 1-3 表示层

3. 会话层

会话层（Session Layer）位于表示层的下方，即第 5 层，会话层与上下层之间的关系如图 1-4 所示。会话层的作用主要是在网络中不同用户、节点之间建立和维护通信通道，同步两个节点之间的会话，决定通信是否被中断以及中断时从何处继续发送。例如从互联网中下载文件，就需要本地与想要下载的文件所在地建立联系，即建立一个会话。这个下载通道是由会话层来控制的，下载的时候网络由于某种原因断开了，等网络恢复正常后，仍然可以通过会话层的控制执行断点续传。

会话层的任务主要有以下几个方面。

(1) 对话控制。会话层允许两个系统进行对话，它允许两个进程之间的通信按半双工或全双工的方式进行。

(2) 同步。会话层允许进程将若干个检查点（同步点）插入到数据流中。例如，如果某系统要发送 2000 页的文件，那么可以在每 100 页的后面插入一个检查点，这样就保证了每 100 页的单元独立地接收和确认。如果传输到第 523 页时网络掉线了，那么恢复网络后需要重传的只是 501~2000 页。图 1-4 表示了会话层与传输层及表示层的关系。

该层的数据单元也是报文，通常被称为表示层协议数据单元（Session layer Protocol Data Unit, SPDU）。

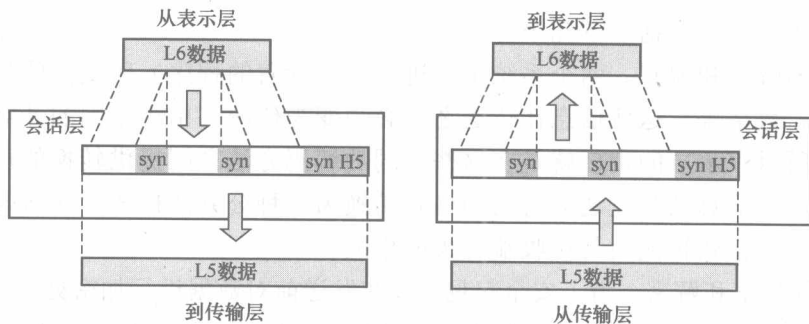


图 1-4 会话层

4. 传输层

传输层 (Transport Layer) 在 7 层的中间，是承上启下的一层，是 OSI 模型中重要的一层。传输层负责将报文能准确、可靠、顺序地进行端到端的传输。传输层要确保整个报文原封不动地按序到达，监督从源端到目的端这一级的差错控制和流量控制。传输层与上下层之间的关系及功能如图 1-5 所示。

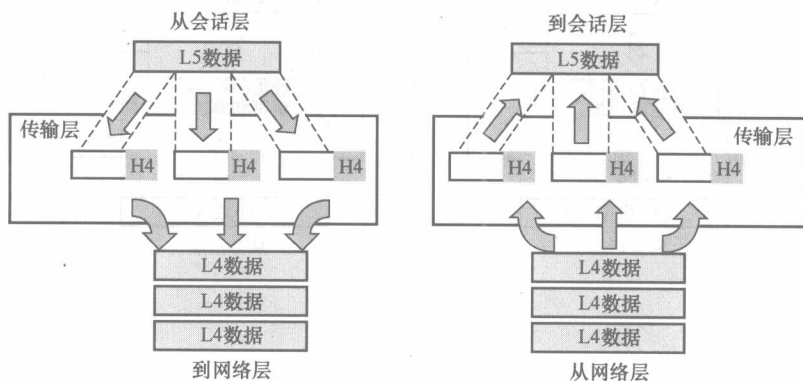


图 1-5 传输层

传输层主要功能如下所示。

(1) 服务点编址。计算机往往在同一时间运行多个程序，当这些程序进行网络通信时，传输层要在每个程序的数据包上增加一个地址，叫做端口地址。例如，我们浏览网页用的程序 IE 浏览器，它的端口地址是 80，即 HTTP 协议的端口地址。传输层将完整的报文送到你的计算机上的正确的进程。

(2) 分段与重组。一个报文要划分成若干个可传输的报文段，每个报文段应包括序号，这些序号使传输层能够将报文在它到达目的端时重组起来，对在传输时丢失的分组能够识别并替换为正确的分组。传输层能够根据网络的处理能力把一些大的数据包强制分割成小的数据单元，然后为每个数据单元安排一个序号，保证数据单元到达接收方时能够正确地排序。

(3) 连接控制。传输层可以是面向无连接的，也可以是面向连接的。无连接的传输层将每个报文段看成是独立的数据报，并将此报文段传输给目的计算机上的传输层；面向连接的传输在发送分组之前，先要和目的计算机的传输层建立一条连接。当全部数据都传送

完毕后，连接就被释放掉。

(4) 流量控制。如果接收端接收数据的速率小于发送端发送数据的速率，那么就on能使得接收端过载而无法工作。传输层的流量控制是在端到端的意义上实现的，而不是一条链路上实现。

(5) 差错控制。为了加强端到端传输的可靠性，在传输层还增加了差错控制，发送端的传输层必须保证整个报文到达接收端传输层时是没有差错的。一旦发生了错误，通常通过重传来实现。该层的数据单元是数据段 (Segment)。

5. 网络层

网络层 (Network Layer) 位于 OSI 模型的第 3 层，网络层主要负责将分组从源端传输到目的端，这可能要跨越多个网络 (链路)。传输层负责将完整的报文进行端到端的传输，而网络层则确保每一个分组能够从它的源端到达目的端。

如果两个系统连接在同一条链路上，那么通常就不需要网络层。但是，如果两个系统连接在不同的网络 (链路) 上，而这些网络 (链路) 是由一些连接设备连接起来的，那么通常需要网络层来完成从源端到目的端的传输。网络层与上下层之间的关系如图 1-6 所示。

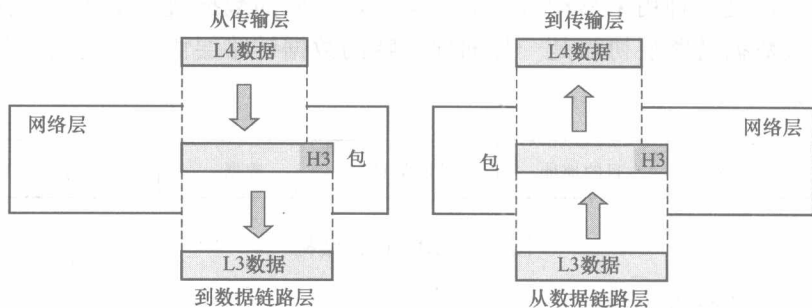


图 1-6 网络层

网络层的作用如下所示。

(1) 为网络设备提供逻辑地址。如果分组穿过了网络的边界，就需要一种编址来帮助 we 区分发送端和目的端。网络层对从上层往来的数据段添加首部，其中包括发送端和目的端的逻辑地址。

(2) 路由选择。当许多独立的网络互联在一起组成互联网或更大的网络时，这些连接设备就要为数据分组提供路径选择或数据交换的方法，把分组顺利发送到目的端。网络层的主要功能就是提供这种路由选择机制。

网络层通过综合的考虑网络拥塞程度、数据发送的优先权、服务质量 (包括传输时间、链路抖动、网络延迟等情况)，以及所有可选择的到达目标的路径开销等情况来决定网络两节点通信的最佳路径。

(3) 网络互联。不同的网络可能使用不同的网络层协议，通过网络层进行网络协议的转换，实现不同网络的互联。

网络层的数据单元是分组 (Packet)。

6. 数据链路层

数据链路层（Data Link Layer）位于 OSI 模型的第 2 层，其主要作用是把从网络层接收到的数据分割成可以被物理层传输的帧，数据链路层直接控制着网络层与物理层的通信。数据链路层和网络层及物理层的关系如图 1-7 所示。

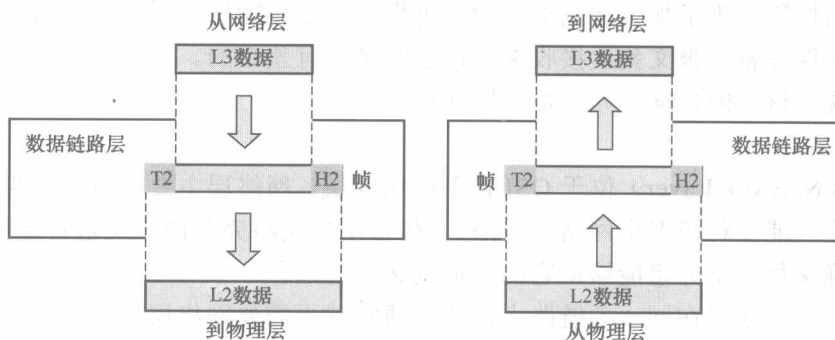


图 1-7 数据链路层

简单来讲，帧是一种用来移动数据的结构包，不同的数据链路层协议定义的帧的结构不尽相同，高级数据链路层协议是一种面向比特的数据链路层协议，它定义的数据帧的结构如图 1-8 所示。

标志	源地址	目的地址	控制信息	数据	校验	标志
----	-----	------	------	----	----	----

图 1-8 HDLC 帧结构

数据链路层主要有以下功能。

- (1) 组帧。数据链路层把从网络层接收到的分组划分成可以处理的数据单元，即帧 (Frame)。
- (2) 物理编址。如果这些帧要发送到网络上不同的系统或网络设备，那么就要把这些系统或网络设备的物理地址添加到帧的首部或尾部，以明确帧的发送端以及接收端。
- (3) 流量控制。要根据接收端的接收能力，以接收数据速率为准来确定流量大小。
- (4) 差错控制。数据链路层增加了一些措施来检测和重传损坏或丢失的帧，增加了数据传输的可靠性。它还采用前导机制来防止出现重复帧。差错控制通常是通过在帧的最后加上尾部来实现。
- (5) 接入控制。当两个或更多的设备连接到同一条链路时，数据链路层就必须决定哪一个设备在什么时刻对链路有控制权。数据链路层的数据单元是帧 (Frame)。

7. 物理层

物理层 (Physical Layer) 位于 OSI 模型的最底层，即第一层。物理层协调在物理媒体中传送位流所需的各种功能，物理层涉及接口和传输媒体的机械的和电气的规约。它还定义了这些物理设备和接口为所发生的传输所必须完成的过程和功能。物理层与数据链路层的关系如图 1-9 所示。