

电信新技术新业务要点解读丛书

二、网络技术

◎ 本书编写组 编著

解 读



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电信新技术新业务要点解读丛书

IP 网络技术

本书编写组 编著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

IP 网络技术 / 《IP 网络技术》编写组编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.2

(电信新技术新业务要点解读丛书)

ISBN 978-7-115-17014-9

I. I… II. I… III. 计算机网络—通信协议—问答
IV. TP915.04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 160738 号

电信新技术新业务要点解读丛书

IP 网络技术

-
- ◆ 编 著 本书编写组
责任编辑 陈万寿
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 3.75
字数: 89 千字
印数: 1—3 500 册
 - 2008 年 2 月第 1 版
2008 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17014-9/TN

定价: 12.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

内 容 提 要

本书以问答的形式介绍了 IP 网络的协议模型、相关技术、业务、管理支撑和网络设备的基础知识，共分 5 篇。基础篇介绍了 IP 网络相关协议模型的基本知识，网络技术篇具体介绍了 IP 网络的重点组网技术和路由技术，业务技术篇介绍了 IP 网络的业务实现技术和各种典型应用，管理支撑篇介绍了 IP 网络运营管理方面的知识，网络设备篇介绍了 IP 网络的主要设备和设备技术。

本书通俗易懂，供信息通信工程技术人员、管理人员以及设备厂商和科研机构的相关人员阅读，可作为电信运营企业员工的培训教材，也可供高等学校通信工程专业学生参考。

《电信新技术新业务要点解读丛书》编委会

主 任 韦乐平

副 主 任 侯春雨 王晓丹

委 员 (按姓氏音序排列)

曹 磊 冯 明 高 兰 胡乐明

陆 立 苏小明 孙震强 王小明

王晓平 王亚明 王作强 徐建峰

严海宁 杨峰义 叶 华 张成良

赵慧玲 赵学军

序

Internet 是人类历史发展中的一个伟大的里程碑，它正在向全世界延伸和扩展，不断吸收新的网络成员，已经成为了世界上覆盖面最广、规模最大、信息资源最丰富的计算机信息网络。Internet 的迅速发展正全方位地改变人们的工作、学习、生活方式，人类正由此进入一个前所未有的信息化社会。IP 网络以其开放性、简单性、扩展性和丰富的应用逐渐成为未来各种网络的核心。除了新兴的电信运营商和设备制造商外，传统的电信运营商和设备制造商也都纷纷加入到 IP 阵营中来。了解 IP 网络技术是当前每一个电信从业人员应具有的基本素质之一。

IP 网络技术成为了通信技术发展的趋势，通信业在经历了将近一个世纪的电路交换模式后，目前技术整体的发展趋势是由电路交换向分组交换演进，IP 网络将是未来通信网络最大的通信基础设施。为了推动 IP 网络技术和普及，本书的作者以 IP 网络相关的技术为主线，从 IP 网络的协议、网络技术、业务技术、管理支撑和网络设备等几个方面，通过问答的方式，进行了简明扼要的回答和论述。

本书的作者是在电信运营商中参与 IP 网络的规划、设计、建设以及从事 IP 网络的技术研究和业务开发，拥有丰富实践经验的工程技术人员。本书主要着重于 IP 网络相关技术的讨论，是一本全面了解 IP 网络技术及其应用的通俗易懂的读物。

对于电信工程技术人员、管理人员、设备厂商和科研机构的相关人员，本书是一本了解 IP 网络相关技术的参考书籍。通过阅读本书，电信技术人员和科研机构的相关人员可以对 IP 网络的相关协议、主要网络技术、主要业务技术、网络管理支撑和主要网络设备有一个整体的认识；管理人员和设备厂商既可以了解设备的相

关技术，又可以全面了解相关的网络和业务技术，提高个人的整体技术水平。本书的出版，有助于普及 IP 网络技术知识，促进 IP 网络技术和应用的发展，对信息化社会的发展起到积极的推动作用。

中国电信集团公司

丰乐平 总工程师

前 言

IP 网络成为了全球范围的国际互联网络——Internet，因特网的发展极大地改变了人们的生产、学习、生活，也对电信网络的发展产生了深刻的影响，IP 网络技术以其开放、灵活等特性使电信网络快速开发和提供丰富多彩的网上应用成为可能。

目前在中国 1.44 亿网民中，宽带用户达到了 9700 多万，占上网总人数的 67%。宽带网上业务日益丰富，电子商务、宽带娱乐、IPTV、VoIP、远程教育等应用正不断涌现，包括宽带网上业务在内的数据业务收入占电信业务总收入的比重也逐年提高，2006 年达到了 26%；同时与宽带网络技术和业务有关的研究和试点工作也在稳步推进。

最近的统计数据显示，中国上网下载视频节目和音乐的用户已经达到了 4500 多万和 4000 多万，占宽带用户约一半。中国工程院院士邬贺铨认为，“中国因特网发展还有空间，在今后一直到 2020 年还会继续增加 5 亿因特网用户，并且都是宽带用户。中国由于城市和城镇人口高度集中，楼宇建筑密集，非常有利于光纤到户、光纤到大楼、光纤到小区的部署，这也有利于促进 IPTV 的发展。”

因特网宽带用户的高速发展带动了数据业务的迅速普及和通信业务收入的快速增长。目前，宽带成为中国最主要的上网手段。宽带的高速增长极大地促进了因特网的发展和业务创新，新的业务不断涌现，大大改善了用户对宽带网络的体验，同时促进了整体信息产业和我国经济的发展。

随着 IP 网络的迅速发展，“Everything over IP”的预言正在成为现实，网络 IP 化成为各种专业网络发展的必然，IP 业务已初步

显现出替代传统话音通信的趋势。随着网络的分组化,面对电信业由话音业务向数据业务进行战略性转变,面对网络 IP 化的必然趋势,国内各主要电信运营商纷纷进行 IP 网络的建设,目前已基本建成了具有一定规模,覆盖范围较广的 IP 数据网络。IP 网络发展成为了话音、视频、数据的多业务承载平台,成为了最具发展潜力的网络,基于 IP 网络的各种新技术、新业务在各种需求的推动下层出不穷。

尽管 IP 网络在近几年内得到了迅速发展,但是 IP 网络技术和相关的业务还在不断发展完善中。为了推动 IP 网络和业务的发展,普及 IP 网络基础知识,特编著本书以示读者。本书以问答的形式介绍了 IP 网络的基本知识,是一本面向相关管理人员和技术人员的普及书籍。

本书共分 5 篇,各篇的主要内容如下。

基础篇介绍了 IP 网络的基础知识,包括 IP 网络的定义、OSI 模型、TCP/IP 模型、IP 与 TCP/UDP 等协议、IP 地址、局域网、城域网、广域网等内容。

网络技术篇介绍了与 IP 网络相关的技术,包括路由集群技术、以太网技术、GE/10GE 技术、PoS 技术、IP over DWDM 技术、城域以太网技术、RPR 技术、MSTP 各种新技术、VLAN、SVLAN、CIDR、NAT 以及 RIP、OSPF、IS-IS、BGP、IPv6 等路由协议和网络协议。

业务技术篇介绍了与 IP 网络业务相关的技术及其应用,主要内容有各种 QoS 和 SLA 技术、多播技术、VPN 技术、MPLS 技术、L2 MPLS VPN、L3 MPLS VPN,以及 IPSec、L2TP 等协议、CDN、IDC、网络存储技术、网格技术及其应用。

管理支撑篇介绍了 IP 网络管理支撑的相关知识,主要内容有 IP 网络管理的体系、SNMP 协议、AAA、PPPoE、RADIUS、Diameter、计费方式、域名解析等。

网络设备篇介绍了 IP 网络相关的设备,包括交换机、路由器、

BRAS、DSLAM 设备以及与设备相关的知识，最后介绍了 IP 网络设备发展的方向。

本书作者为在 IP 网络领域工作多年的具有丰富经验的专业人员。冯明负责总体，伍佑明和唐宏编写基础篇、网络技术篇和网络设备篇，薛沛林和梁洁编写业务技术篇、管理支撑篇。

由于时间仓促，作者经验不足，书中难免有疏漏和不当之处，敬请读者批评指正。读者可将宝贵意见和建议发至编辑电子邮箱 chenwanshou@ptpress.com.cn。

本书编写组

目 录

一、基础篇	1
Q1. 什么是 IP 网络? IP 网络有哪些类型?	1
Q2. OSI 参考模型是怎样的?	1
Q3. TCP/IP 模型是怎样的?	3
Q4. OSI 模型和 TCP/IP 模型有什么联系和区别?	3
Q5. 什么是 IP (协议)?	4
Q6. 什么是 TCP/UDP (协议)?	5
Q7. 什么是 IP 地址? IP 地址分为哪几类?	5
Q8. 什么是局域网?	6
Q9. 什么是城域网?	6
Q10. 什么是广域网?	7
二、网络技术篇	8
Q11. IP 网络技术有哪些?	8
Q12. 什么是路由集群技术?	8
Q13. 什么是以太网技术?	9
Q14. 什么是 GE/10GE 技术? 目前有什么标准?	9
Q15. 什么是 PoS 技术? 目前支持的接口速率有哪些?	10
Q16. 什么是 IP over DWDM 技术?	11
Q17. 什么是城域以太网技术? 目前有什么标准?	12
Q18. 什么是 RPR 技术?	12
Q19. 什么是 MSTP 技术? 各阶段的 MSTP 技术具有 什么特点?	14
Q20. 什么是内嵌 RPR 的 MSTP 技术?	15

Q21. 什么是 VLAN?	15
Q22. 什么是 SVLAN? 目前设备的支持情况如何?	16
Q23. 什么是路由协议?	17
Q24. 主要有哪些路由类型?	18
Q25. 主要有哪些动态路由协议?	18
Q26. 什么是管理距离?	19
Q27. 什么是度量值?	19
Q28. 什么是 RIP?	20
Q29. 什么是 OSPF 协议?	20
Q30. OSPF 域内骨干区域有何特点?	21
Q31. 什么是 IS-IS 协议?	22
Q32. 在 IS-IS 域内 Level 1 和 Level 2 的路由有什么不同? ...	23
Q33. 什么是 BGP?	24
Q34. EBGP 和 IBGP 有什么不同?	24
Q35. 什么是 MP-BGP?	25
Q36. 什么是 AS? 什么是 AS 号码?	25
Q37. 什么是 CIDR 技术?	26
Q38. 什么是 NAT 技术?	26
Q39. 什么是 IPv4? 什么是 IPv6?	27
Q40. IPv4 网络向 IPv6 网络过渡有哪些技术?	27
三、业务技术篇	29
Q41. IP 网络增值技术主要有哪些?	29
Q42. 什么是 IP QoS 技术?	29
Q43. IP QoS 技术主要有哪些服务模型?	30
Q44. IntServ 模型的 QoS 实现机制是怎样的?	31
Q45. DiffServ 模型的 QoS 实现机制是怎样的?	32
Q46. DiffServ 模型中 QoS 等级是如何划分的?	33
Q47. MPLS 网络中如何实现 QoS?	35

Q48. 什么是 SLA 服务?	36
Q49. SLA 包括哪些主要内容?	37
Q50. 什么是 IP 多播?	38
Q51. IP 多播可以用于开展哪些业务?	39
Q52. 什么是 IP 多播地址?	39
Q53. IP 多播地址如何实现 MAC 地址的映射?	39
Q54. IP 多播业务主要用到哪些协议?	40
Q55. IGMP 协议的主要功能是什么? 有哪几种版本?	40
Q56. IGMP Snooping 与 IGMP Proxy 协议有什么不同?	41
Q57. 域内多播路由协议主要有哪些?	43
Q58. 什么是 RP? 多播业务开展中 RP 如何部署?	43
Q59. 域间多播路由协议主要有哪些?	45
Q60. 什么是 IP VPN? 与传统的 VPN 有什么不同?	45
Q61. 主要有哪些 IP VPN 类型?	47
Q62. 目前被电信运营商采用的 主流 IP VPN 技术有哪些?	49
Q63. 什么是 MPLS 技术?	49
Q64. 什么是 MPLS TE?	50
Q65. 基于 MPLS 技术的 VPN 应用有哪些?	51
Q66. 什么是三层 MPLS VPN?	52
Q67. 三层 MPLS VPN 有哪些技术优势?	53
Q68. 三层 MPLS VPN 如何实现跨域业务?	54
Q69. 二层 MPLS VPN 目前有哪些标准?	56
Q70. 什么是 VLL?	56
Q71. 什么是 VPLS?	57
Q72. 什么是 VPDN 业务?	59
Q73. 什么是 IPSec 技术?	60
Q74. 什么是 L2TP?	61
Q75. 什么是 L2TPv3?	63

Q76. 什么是 SSL VPN?	65
Q77. 什么是 Multicast VPN?	66
Q78. 什么是 CDN 技术?	68
Q79. CDN 由哪些部分组成?	69
Q80. 什么是 IDC?	70
Q81. 什么是网络存储技术?	72
Q82. 目前主流的网络储存技术有哪些?	72
Q83. 什么是网格技术?	73
Q84. 目前网格技术主要应用在哪些领域?	74
Q85. 网格技术的发展趋势如何?	76
四、管理支撑篇	78
Q86. IP 网络管理跟传统的网管有何不同?	78
Q87. IP 网络网管的功能体系有哪些?	78
Q88. IP 网络管理协议主要有哪些?	79
Q89. 什么是 SNMP?	80
Q90. IP 网络分析技术主要包括哪些?	81
Q91. 什么是 AAA 功能?	81
Q92. 目前主要的宽带接入方式有哪些?	82
Q93. 什么是 PPPoE 协议?	82
Q94. 什么是 DHCP+Web 认证?	84
Q95. 什么是 Radius 协议?	85
Q96. 什么是 Diameter 协议?	86
Q97. 宽带接入网有哪几种计费模式?	88
Q98. 什么是域名?	89
Q99. 如何实现域名解析?	90
五、网络设备篇	92
Q100. IP 网络设备主要有哪些类型?	92

Q101. 什么是交换机?	92
Q102. 什么是路由器?	93
Q103. 什么是 BRAS 设备? 主要功能是什么?	93
Q104. 什么是 DSLAM 设备? DSLAM 设备有哪些类型?	94
Q105. 设备集中式处理和分布式处理有什么不同?	94
Q106. 设备交换结构主要有哪几种方式?	95
Q107. 什么是设备的阻塞设计? 什么是设备的非阻塞设计? ..	96
Q108. 什么是设备的交换容量?	96
Q109. IP 网络设备支持的接口主要有哪些类型?	96
Q110. IP 网络设备发展方向如何?	97
缩略语	99
参考文献	104

一、基础篇

Q1. 什么是 IP 网络？IP 网络有哪些类型？

IP 网络是指采用 TCP/IP 协议，由路由器、交换机等网络设备构成，以 WDM、SDH 等作为物理传送通道互连起来的网络。

IP 网络根据其覆盖的地理范围可划分为局域网 LAN、城域网 MAN 和广域网 WAN。

(1) 局域网是指在一个较小地理范围内的各种网络设备互连在一起的通信网络，可以包含一个或多个子网，通常局限在几千米范围之内。如一座大楼、一个公司或是一个校园内的网络可称为局域网。

(2) 城域网是指覆盖一个城市范围的网络。城域网连接各种局域网和用户，直接为网络中的企业和个人用户提供各种业务。

(3) 广域网覆盖地理范围较大，常常是一个省或是一个国家。其目的是为了分布较远的各局域网、城域网互连。Internet 是最大、最典型的广域网。

Q2. OSI 参考模型是怎样的？

OSI 参考模型的全称是开放系统互连参考模型 (Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM)，它是由国际标准化组织 (International Standard Organization, ISO) 提出的一个网络系统互连模型。OSI 参考模型采用分层结构，如图 1 所示。

在 OSI 参考模型中，从下至上，每一层完成相应的、目标明确

的功能，下面介绍各层的功能。

(1) 物理层 (Physical Layer)

物理层规定了激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性。该层为上层协议提供了一个传输数据的物理媒体。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)

数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括：物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。

(3) 网络层 (Network Layer)

网络层负责对子网间的数据包进行路由选择。此外，网络层还可以实现拥塞控制、网际互连等功能。

(4) 传输层 (Transport Layer)

传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠的或不可靠的传输。此外，传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。

(5) 会话层 (Session Layer)

会话层管理主机之间的会话进程，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还利用在数据中插入校验点来实现数据的同步。

(6) 表示层 (Presentation Layer)

表示层对上层数据或信息进行变换以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。

(7) 应用层 (Application Layer)

应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。

OSI 参考模型将协议栈划分为不同的层次，可以简化问题的分析和处理过程，降低网络系统设计的复杂性。OSI 参考模型的提出解决了不同厂商、不同结构的网络产品之间互连时的不兼容问题。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 1 OSI 参考模型