

电信新技术实用丛书

IP电话技术及其应用

(第二版)

舒华英 赖平漳 等编著



人民邮电出版社

电信新技术实用丛书

IP 电话技术及其应用

(第二版)

舒华英 赖平漳 等编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

IP 电话技术及其应用第二版/舒华英等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2001.4

(电信新技术实用丛书)

ISBN 7-115-09125-0

I.I... II.舒... III.IP 电话—基本知识 IV. TN916.58

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 11229 号

电信新技术实用丛书

IP 电话技术及其应用(第二版)

◆ 编 著 舒华英 赖平漳 等
责任编辑 孙宇昊

◆ 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@ pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳隆昌印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18
字数: 427 千字 2001 年 4 月第 2 版
印数: 11 000—17 000 册 2001 年 4 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-115-09125-0/TN·1697

定价: 31.00 元

内 容 提 要

本书介绍 IP 电话技术及其应用，书中结合我国的具体情况，对 IP 电话技术的应用前景及有关的应用技术作了深入浅出的分析和论述。

全书共分 9 章，内容包括：IP 技术及基于 IP 的新业务、IP 电话技术、IP 电话的 QoS、局域网 IP 电话系统、IP 电话的增值业务及发展、IP 电话网的建设、IP 电话设备厂商及其产品介绍、IP 电话运营商、IP 电话网的建设实例等。

本书内容丰富，实用性强，可供从事通信工作的各类人员阅读，也可作为各类通信技术和业务培训班的教材。

丛 书 前 言

信息技术是当今世界科技领域中最有活力、发展最快的高新技术，它时时刻刻都在影响着世界经济的发展和科学技术进步的速度，并不断改变着人类的生活方式和生活质量。近年来，作为信息技术的主要支柱之一的现代电信技术，其发展、应用和普及尤其令人瞩目，受到世界各国的广泛重视。

随着我国改革开放的不断深入，我国通信网的规模容量、技术层次和服务水平都有了质的飞跃，电信网的装备目前也已达到国际先进水平，大量的新业务不断地投入使用。在这种情况下，对从事电信工作的技术人员和管理人员的相应要求也在不断变化和提高。为了帮助广大电信工作者能够及时了解电信技术的发展，掌握新技术的应用方法，我社组织编写了这套《电信新技术实用丛书》，供大家学习使用。

这套丛书紧密结合电信部门的实际，重点介绍近些年来迅速出现并发展起来的新技术、新设备及新业务。丛书的特点是结合信息技术的发展，全面介绍新技术、新概念并突出实用性。书中内容深浅适宜，条理清楚。丛书的主要读者对象是电信部门的技术人员、管理人员和业务人员，也可作为相关院校电信专业的教学参考书。

殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵意见和建议，以便这套丛书日臻完善。

人民邮电出版社

第二版前言

《IP 电话技术及其应用》一书自 1999 年 11 月出版至今，承蒙广大读者的厚爱，在短短的一年时间里，销售量突破 1 万册。

在过去一年内，IP 电话技术得到了进一步的发展，局域网 IP 电话系统成为了 IP 电话的另一个发展热点，同时，IP 电话的 QoS 问题越来越受到人们的关注。因此，作者对原版本进行了修订，增加了 IP 电话的 QoS（第三章）和局域网 IP 电话系统（第四章）这两部分内容。此外，由于河北国信 IP 电话实验网二期工程已经完成，作者又增补了 IP 电话计费系统的详细介绍（第六章）和二期工程的安装调试介绍（第九章）。由于受到本书篇幅的限制，作者删掉了原版中介绍 Internet 基础知识的章节。

希望本书的修订版能带给读者更大的帮助，使读者对 IP 电话系统有更深入的认识。

本书的修订工作主要由区锐菁、叶如意完成。

在修订本书之际，我们再次感谢河北联通公司总经理杨惠恒先生、河北联通数据部经理曹力先生、河北联通信息部经理盛钟先生、河北联通互联网部经理王素洁女士、河北联通寻呼部副经理郭立志先生以及鲍天利先生给予我们的帮助。

作者

2001 年 2 月于北京

前 言

当前，电信运营正面临着百年一遇的巨大变革，全球性的市场开放、引入竞争机制的速度明显加快，电信体制改革的力度显著加强。传统的电信网在概念、技术、业务、投资、管理和服务方面正在或即将产生深刻的转变。通信市场的争夺也愈演愈烈。信息技术进步神速，毫无疑问将对电信网设备、组网、服务、应用、资费政策诸方面产生巨大的影响，不同行业、技术互相渗透走向融合的局面正在形成，从而使信息的存储、交换、传递成本迅速降低，知识成为商品的能力大大加强。IP 向传统电信业务的渗透和传统电信技术与 IP 技术的融合速度可能会大大加快。

近几年来，IP 技术及其业务迅速发展，对传统电信业务特别是国际、国内长途电信业务造成了冲击，同时，也和有线电视的发展与建设有着密切的关联。所以，业内外人士对于 IP 技术业务发展问题众说纷纭。有人说：“世界电信业花了 10 万亿美元建设的电信基础设施面临着被淘汰的危险”。也有人认为，这是耸人听闻的，IP 电话只是“泡沫经济”，“成不了大气候”。还有人认为：传统电信网、计算机网和有线电视网的融合（即三网合一）是一个长期竞争与发展的过程。“鹿死谁手”，下世纪初期自有评说。

本书将在介绍 IP 传输技术和接入技术知识的基础上，全面阐述有关 IP 的业务，IP 电话的基本原理，IP 电话的现状、发展、各种标准和协议，IP 电话的 QoS，局域网 IP 电话系统，IP 电话的增值业务，IP 电话网的建设，并系统介绍国内外 IP 设备厂商的产品、国内外 IP 电话运营商的情况。最后给出一个 IP 电话网建设的实例以供读者参考。

参加本书编写工作的有：舒华英、赖平漳、周刚、叶如意、区锐菁、王孟宣和刘芳。全书的提纲由舒华英教授拟定。全书在舒华英教授的指导下编写，并由舒华英教授审阅、修订。书中第一、四、六、九章由区锐菁执笔，第二章由周刚执笔，第三章由叶如意执笔，第五章由刘芳执笔，第七章由王孟宣执笔，第八章和第六、九章部分内容由赖平漳执笔。该书融合了舒华英教授在 IP 电话系统研究和实践工作中的一些经验。

由于 IP 电话技术是新兴技术，可参考的资料不多，而我们从事研究的时间尚短，经验尚少，同时由于我们知识水平有限，写作时间比较仓促，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

在本书出版之际，我们衷心感谢河北国信公司杨惠恒总经理、曹力副总经理、盛钟副总经理、郭立志主任、鲍天利先生的大力支持。崔毅东同志和高实同志也为本书的编写做了大量的工作，在此一并致以诚挚的谢意！

作者

1999 年 10 月于北京（第一版）

目 录

第一章 IP 技术及基于 IP 的新业务	1
第一节 IP 的传输技术	1
一、传统的路由技术及其局限性	1
二、IP over ATM	2
三、IP over SDH	4
四、IP over WDM	5
五、光互联网	6
第二节 IP 的接入技术	9
一、高速 Modem 接入技术	10
二、ISDN 技术	10
三、不对称数字用户线技术	12
四、电缆调制解调器技术	13
五、固定无线接入技术	15
六、移动无线接入技术	16
七、IP 接入技术比较	17
第三节 IP 与电信基础设施的关系	18
一、IP 应用的网络总体配置	18
二、电信环境中 IP 网络的演进	19
三、电信网支持 IP 的技术要求	19
第四节 基于 IP 的新业务	20
一、虚拟专用网	20
二、视频点播业务	24
三、电子商务	27
四、IP 电话	31
第二章 IP 电话技术介绍	32
第一节 IP 电话的现状	32
一、概述	32
二、IP 电话业务的提供者	32
三、IP 电话业务的开展	33
第二节 IP 电话标准	34
一、相关组织	34
二、相关协议	37
三、H.323 协议介绍	38

第三节 普通电信网电路交换原理	43
一、概述	43
二、电路交换技术原理及其优点	43
三、电路交换网络的拓扑构造及接续过程	44
四、电路交换的缺点及其未来	45
第四节 IP 电话通信原理和体系结构	46
一、Internet 语音通信概述	46
二、分组交换的特点	47
三、IP 网络体系结构	48
第五节 IP 电话与传统电话的对比	52
一、两种交换方式的比较	52
二、IP 电话和传统电话的比较	53
第六节 IP 电话关键技术	55
一、分组语音技术	55
二、语音的编码及压缩技术	62
三、IVR 技术	67
四、QoS 技术	69
第七节 实现 IP 电话的系统简介	74
一、IP 电话系统的结构模型	74
二、三种 IP 电话的网络结构	76
三、IP 电话的基本通信过程	79
第八节 IP 电话的终端类型	80
一、电话	80
二、多媒体终端	80
三、机顶盒	82
第九节 IP 电话网络的组件	83
一、关守	83
二、网关	86
三、网管服务器	90
四、计费服务器	90
五、增值业务服务器	90
第十节 IP 电话的业务流程和业务类型	91
一、IP 电话的业务流程	91
二、IP 电话的业务类型	94
三、IP 电话网的基本电话业务	94
第十一节 目前 IP 电话技术存在的问题	96
一、承载网络问题	96
二、标准及互通问题	97
第三章 IP 电话的 QoS	98

第一节 QoS 由来	98
一、PSTN 数字语音原理	98
二、IP 网原理及 VoIP 的 QoS 问题	99
第二节 QoS 技术参数	100
一、带宽	100
二、时延	101
三、抖动	102
四、丢包率	102
第三节 两种主要 QoS 模式	102
一、综合业务模型	102
二、区分业务模型	104
第四节 QoS 的发展	104
一、MPLS 对 QoS 的支持	104
二、QoS 路由 (QoS SR) 技术	105
三、IPv6 对 QoS 的支持	105
第四章 局域网 IP 电话系统	106
第一节 PBX 系统和局域网 IP 电话系统	106
第二节 局域网 IP 电话系统的组成	106
一、网络系统	107
二、话机	110
三、关守	111
四、PSTN 接入设备	111
第三节 局域网 IP 电话系统的优点	112
一、可方便地增加终端设备	112
二、支持多媒体终端	112
三、有利于发展计算机电话集成技术	113
第四节 局域网 IP 电话系统的未来与挑战	114
第五章 IP 电话的增值业务及发展	116
第一节 IP 传真	116
一、概述	116
二、IP 传真相关的协议	117
三、IP 传真的三种工作方式	118
四、IP 传真的增强业务	120
第二节 应用 Web 功能的新业务	120
一、Web 电话	120
二、Web 驱动的呼叫中心	121
三、Web IVR: 基于 Web 的交互式语音应答	122
四、Web 呼入 800 业务	123

第三节 网络业务	124
一、统一消息传递	124
二、语音转 E-mail、E-mail 转语音	128
三、E-mail 等待	128
四、Internet 呼叫等待	128
五、Internet 呼叫接通	129
六、用户控制服务	129
第四节 IP 电话智能增值业务	129
一、概述	129
二、部分 IP 电话智能增值业务简介	130
三、智能增值业务的发展	135
第六章 IP 电话网的建设	137
第一节 IP 电话网的总体规划	137
一、可行性分析	137
二、IP 电话网规划的基本内容	137
三、网络的总体方案	139
第二节 网关、关守及支持系统的设置方案	140
一、集中式	140
二、半分布式	141
三、分布式	141
第三节 IP 电话网的网络组织	142
一、网络组织原则	142
二、IP 电话网与传统电话网互联的网络组织	142
三、IP 电话网与 IP 网络互联的网络组织	149
第四节 协议与信令的选择	150
一、协议与信令综述	150
二、IP 网关与传统电话网互联的信令	150
三、IP 电话网与 IP 网互联的协议	151
四、IP 电话网内协议	151
第五节 IP 网关的同步	152
第六节 号码与地址分配	153
一、IP 电话系统的接入码	153
二、记账卡 IP 电话的卡号编码	153
三、系统内部的号码及地址	153
第七节 用户身份认证	154
一、认证方式	154
二、认证协议	154
三、认证过程	154
四、用户数据库	155

第八节 用户的拨号方式	156
一、IP 电话语音业务的拨号方式	156
二、IP 传真业务的拨号方式	157
第九节 呼叫处理流程	157
第十节 计费管理	158
一、IP 电话的计费模式	158
二、IP 电话的计费账户类型	159
三、IP 电话计费系统的功能	159
第十一节 网络及业务管理	160
一、网络管理	160
二、业务管理	161
第十二节 网络服务质量与安全	162
一、服务质量问题	162
二、安全性问题	163
第十三节 测试技术	163
一、IP 语音测试	164
二、IP 传真测试	165
第七章 IP 电话设备厂商及其产品介绍	166
第一节 Vocaltec 公司的 IP 电话产品	166
一、系统构成	166
二、关守 VGK	166
三、网关 (Vocaltec Telephony Gateway)	167
四、网管设备 VNM	168
五、PC 到电话以及视频会议系统	169
第二节 3Com VoIP 解决方案	170
一、3Com VoIP 解决方案的系统构成	170
二、3Com VoIP 解决方案的系统简介	171
三、3Com VoIP 的网关	171
第三节 Cisco 的产品	172
一、Cisco AS5300 语音网关	172
二、Cisco AS5800 语音网关	174
三、Cisco H.323 关守	176
四、Cisco 语音管理器	177
五、Cisco 呼叫管理器	179
六、CiscoIP 电话模型 12SP+	180
第四节 朗讯科技基于 Internet 的 VoIP 解决方案	181
一、方案概述	181
二、MultiVoice 网关	181
三、MultiVoice 访问管理器	182

四、绝对的服务质量	182
五、MultiVoice 的优势	183
第五节 上海贝尔 IP 电话产品及技术	183
一、Sbell 网络	183
二、Sbell 网关系列产品	185
三、Sbell GK 和 Sbell 终端	186
四、ITNM	186
五、计费解决方案	187
第六节 华为 Internet 电话解决方案	188
一、Qudiway A8010 特点	188
二、利用 Qudiway A8010 组建 Internet 电话网	188
第七节 深圳中兴 IP 电话产品及技术	190
一、ZXITG-1000 业务功能和性能特点	190
二、ZXITG-1000 的系统结构	191
三、ZXITG-1000 的网络管理和计费管理	192
四、技术指标与组网方案	193
第八节 大唐电信的 IP 电话产品及技术	194
第九节 普天 IP 电话产品	196
一、普天 IP 电话系统构成及特点	196
二、普天 IP 电话网关 A 型机	197
三、普天 IP 电话网关 B 型机	200
第十节 巨龙公司 IP 电话解决方案	203
一、系统概述	203
二、系统组成及特点	203
三、应用范围	203
第八章 IP 电话运营商	205
第一节 国外 IP 电话运营综合情况	205
第二节 国外 IP 电话运营商介绍	208
一、电信公司	208
二、IP 业务运营商	210
第三节 中国 IP 电话运营概况	213
第四节 中国电信 IP 电话网	213
一、覆盖范围	213
二、网络结构	214
三、设备提供商	214
四、业务开展情况	214
五、业务展望	215
六、业务种类	215
第五节 中国联通 IP 电话网	216

一、覆盖范围	216
二、网络结构	216
三、设备提供商	217
四、业务种类	217
五、联通的 IP 电话网特点	218
六、试验内容	218
七、互连互通	219
第六节 中国吉通 IP 电话网	219
一、覆盖范围	219
二、设备提供商	219
三、业务开展情况	219
四、三家特色比较	220
五、全方位服务	220
第七节 中国网通 IP 电话网	221
一、覆盖范围	221
二、网络结构	221
三、设备提供商	221
四、业务种类	221
第八节 中国 IP 电话发展前景	221
一、IP 电话前景	222
二、适度放开、有序竞争的局面终将形成	223
三、行业管理亟须健全	224
第九章 IP 电话网的建设实例	225
第一节 IP 电话网的设计方案	225
一、可行性分析	225
二、IP 电话网建设概述	227
三、网络建设方案	228
四、主要设备配置	238
五、支持系统的连接	240
六、电源系统	240
七、布线系统	241
八、设备安装	241
第二节 IP 电话网的安装及参数配置	242
一、安装配置步骤	242
二、DNS 配置	242
三、主用关守的安装	242
四、备用关守的安装	244
五、VNM 的安装和配置	245
六、用 VNM 添加关守设备	245

七、网关的安装	246
八、用 VNM 添加网关设备	251
九、配置网关的线路参数	252
十、在主用关守和备用关守上安装实时计费所用的 Realtime Agent	253
十一、安装用于实时计费的 Realtime Server 软件	255
十二、安装计费数据库软件和计费软件	255
第三节 IP 电话系统的监控	259
一、通过 VNM 监测系统运行状态	259
二、地市节点的监控	261
缩略语列表	266
参考文献	270

第一章 IP 技术及基于 IP 的新业务

第一节 IP 的传输技术

IP 网络是一个面向无连接的网络，信息流在网络上是以数据包形式传输的。本节主要介绍 IP 网的传输技术。

一、传统的路由技术及其局限性

早期在 Internet 上传送 IP 数据包采用的是路由器选路的方式，一台计算机若要和网络号码不同的计算机通信，就必须经过路由器。

IP 数据包的传输过程为：IP 数据包从发送主机出发，同时封装了目的主机的 IP 地址和通往下一个网络的路由器的物理地址。当物理地址所指向的路由器收到该 IP 数据包后，首先拆除 IP 数据包的封装，从中读出目的主机的 IP 地址，然后根据这个 IP 地址查询自身所带的路由表，得出数据包下一次要到达的路由器的物理地址，接着根据查询所得的路由器的物理地址和目的主机的 IP 地址重新封装 IP 数据包，并把封装好的 IP 数据包转发出去。IP 数据包经过路由器的若干次转发，最终到达目的主机。

由上述的 IP 数据包的传输过程可知，路由器既负责完成包转发等实时业务，也负责路由计算、路由表的建立和修改、管理网络界面以及支持网络管理等系统功能。而在传统的路由器中，这些功能全部都是通过软件来实现。

这种路由器采用实时操作系统控制实时业务的执行。为保证系统正常、安全工作，该操作系统既要具备通用操作系统的可靠性和稳定性，又要能将上述的多种任务组合在一起进行操作。一些非实时操作完全按实时操作处理，使系统内部开销增加，系统效率下降。为了提高系统效率，路由器操作系统设计人员只能在优化系统上下功夫，尽可能使系统结构紧凑，减少内部开销，甚至于将操作系统作为一个整体程序来编码设计。这样做使系统的效率有所提高，但却带来如下的缺点和问题：

- 一旦整体程序出现部分故障，很容易导致整个任务失败，甚至操作系统崩溃。
- 整体程序中包转发被置于优先位置，一旦路由器忙于包转发，无暇顾及路由修正和控制等任务，就会导致网络不稳定。
- 整体程序码过分庞大，失去灵活性、可扩展性和稳定性。因为对整体程序码而言，要增加一个功能可能会引起整个程序的变动，所以要想修改它非常困难。
- 整体程序码过大，给厂商及时修改版本错误、推出新版本造成困难。
- 整体程序码不能分解成子程序，给模拟、仿真测试造成困难。

尽管存在上述缺点，这种路由器在 90 年代中期以前仍圆满地满足了数据网络通信的需求。这是因为，90 年代初 Internet 骨干网传输速率最高为 45Mbit/s，当时的流量、路由节点和链路数目均不很大，人们可以通过人工修改路由矩阵来进行流量控制，所以使用这种路由器可以满足需求。

到 90 年代中期，由于 CPU 处理能力和上述软件结构的限制，这种传统路由器已经发展到其生命的顶点，但其包转发能力还不到 1Mbit/s，而且很难再有提高。此外，这种路由器的时延和时延抖动均比较大，在传送实时业务时不能满足用户日益增加的对服务质量的要求。1994 年，Internet 商业化获得巨大成功，对骨干网传输速度的要求极大提高，这种路由器便成为制约 Internet 商业化应用发展的瓶颈。

为了改变这种状况，ITU-T、IETF 以及 ATM 论坛等国际标准化组织联合众多的网络设备开发商、制造商以及网络业务供应商，来共同寻找一种建设、改造 Internet 骨干网的技术方案。于是，IP over ATM、IP over SDH、IP over WDM 等技术应运而生，并且成为未来 Internet 技术、多媒体通信网络技术的竞争焦点和包括传统电信网在内的 21 世纪信息网的发展方向。

二、IP over ATM

1. 基本原理和工作方式

ATM（异步传输模式）是一种目前在电信网中广泛应用的快速分组交换技术，它采用固定信元长度和面向连接的机制，具有传输速度快、可以保证服务质量（QoS）等特点。ATM 信元结构和 ATM 传输协议层结构如图 1-1 和图 1-2 所示。

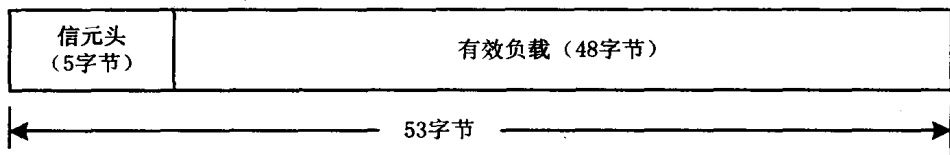


图 1-1 ATM 信元结构

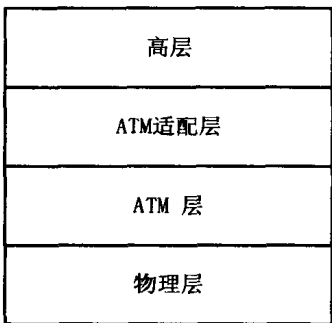


图 1-2 ATM 传输协议层结构

IP over ATM 技术是将 IP 数据包在 ATM 层全部封装为 ATM 信元，以 ATM 信元形式在信道中传输。当网络中的交换机接收到一个 IP 数据包时，它首先根据 IP 数据包的 IP 地址进行路由地址处理，按路由转发。随后，按已计算的路由在 ATM 网上建立虚通路（VC）。IP 数据包将在此虚通路 VC 上以直通（Cut-Through）方式传输而不再经过路由器，大大提高了 IP 数据包的传输速度，从而有效地解决了 IP 的路由器的瓶颈问题。

2. 实现模式

从目前的技术发展来看，实现 IP 与 ATM 结合（IP over ATM）有两种模式。这两种模式如图 1-3 所示。