

IT 先锋 系列丛书

无线网络中的IP

IP IN WIRELESS NETWORKS

Basavaraj Patil
Yousuf Saifullah
Stefano Faccin
Srinivas Sreemanthula 著
Lachu Aravamudhan
Sarvesh Sharma
Risto Mononen

张传福 彭 灿 译

PRENTICE
HALL
PTR



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

IT 先锋系列丛书

无线网络中的 IP

Basavaraj Patil

Yousuf Saifullah

Stefano Faccin

Srinivas Sreemanthula 著

Lachu Aravamudhan

Sarvesh Sharma

Risto Mononen

张传福 彭 灿 译

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无线网络中的 IP / (美) 帕蒂尔 (Patil,B.) 等著; 张传福, 彭灿译.

—北京: 人民邮电出版社, 2004.2

(IT 先锋系列丛书)

ISBN 7-115-11848-5

I. 无... II. ①帕... ②张... ③彭... III. 无线电通信—通信技术 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 120868 号

IT 先锋系列丛书

无线网络中的 IP

◆ 著 Basavaraj Patil Yousuf Saifullah
Stefano Faccin Srinivas Sreemanthula
Lachu Aravamudhan Sarvesh Sharma
Risto Mononen

译 张传福 彭 灿

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>

读者热线 010-67129258

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 20

字数: 423 千字

2004 年 2 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2004 年 2 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2003-2755 号

ISBN 7-115-11848-5/TN · 2194

定价: 34.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书是移动通信领域的重要译著之一,全面系统地介绍了当今的主要无线通信技术、各种移动通信网络所提供的业务、IP 应用及其发展趋势。本书可分为 5 个部分。第一部分主要介绍了 Internet 的基本原理及相关知识、网络互连互通的基本原理以及无线通信网络和技术的基础知识。第二部分阐述了 GSM、IS-136、CDMA IS-95、GPRS、UMTS、cdma2000 以及 802.11 无线局域网等无线通信网络中数据业务和 IP 技术的应用,介绍了包括电路交换数据业务和分组交换数据业务在内的各种数据业务及应用。第三部分描述了在无线通信网络中使用 IP 所面临的挑战、无线 IP 网络在不久的将来所提供的应用以及无线 IP 网络的演进。第四部分介绍了蓝牙 (Bluetooth) 中的 IP、无线应用协议 (WAP) 以及 I-Mode。第五部分介绍了 Internet 以及移动通信网络方面的标准化组织以及它们所起的作用。

本书内容丰富,深入浅出,结构清晰,图文并茂,适合于需要了解 IP 技术和无线通信网络的工程师、应用开发人员、高等院校通信工程及计算机科学技术专业性阅读参考。对无线通信网络和 IP 网络的结合趋势感兴趣的各方面人士都是本书的潜在读者。

译者序

20 世纪 90 年代以来,有两种技术得到了飞速发展和广泛应用,这两种技术就是 Internet 和移动通信,它们极大地改变了人类的生活方式。Internet 内容丰富多彩,全球的人们能够方便地访问大量的信息,越来越多的人都在使用 E-mail、上网浏览信息、聊天、玩网络游戏等 Internet 服务。Internet 通常需要有固定的线路相连,这让人们感到许多不便,无法满足人们在移动中获取信息的需要,而移动通信的发展打破了通信地点之间的固定连接。自从 1897 年马可尼实验室证明了运动中无线通信的可应用性以来,人类就开始对移动通信产生了强烈的兴趣。1946 年贝尔实验室推出了世界上第一个公用汽车电话网系统。近年来数字移动通信在全球取得了突飞猛进的发展,第二代移动通信系统主要的业务是话音通信和低速数据业务,移动数据业务还没有得到广泛的应用。怎样才能不受地点和线缆的束缚,随时随地在移动中访问 Internet 的网络服务,便成了人们的一种梦想。随着移动通信技术与 Internet 技术的结合,无线上网的新趋势正在形成。

目前通信技术和计算机技术日趋融合,话音业务和数据业务日趋融合。无线互联网、移动多媒体已初露端倪。在我国,移动电话用户的数量和 Internet 用户的数量都在飞速增长。可以预见,在不久的将来会有越来越多的移动电话用户和 Internet 用户有望随时随地得到 Internet 及多媒体业务服务。

据 ITU 预测,从 2001 年至 2007 年,世界上的移动数据用户将超过移动话音用户。移动通信领域也将从单纯的人与人之间的信息交互发展为人与机器之间的信息交互以及机器与机器之间的信息交互。

WAP 的提出和发展正是基于在移动中接入 Internet 的需要,而 WAP 已经能够在现有窄带移动通信网络上提供低速率的信息访问的功能,人们的梦想在逐步成为现实。通过 GPRS 等技术对现有移动网的改造将使它提供更高带宽的数据业务,使之能够更快速地上网浏览和开放其他信息服务,例如基于无线寻呼的网络,开拓了包括股票交易、体育信息、天气预报和交通信息在内的各种服务。第三代移动通信的标准更使得移动终端可以最高 2Mbit/s 的速率进行通信,使其能够提供宽带的多媒体数据业务。

未来移动通信网络的发展将向 IP 化的大方向演进。在此过程中,在移动通信网络上的业务将逐步呈现分组化特征,而网络结构将逐步实现以 IP 方式为核心的模式。移动通信技术与 Internet 的日益融合便产生了“移动 Internet”。

由诺基亚、北电网络等公司的资深工程师编写的《无线网络中的 IP》非常有特色,全面系统地介绍了各种无线通信系统所提供的业务、在无线通信系统中使用 IP 所面临的挑战等,内容丰富、翔实。我们相信这本译著的出版会对计算机技术和移动通信领域的工程师、

应用开发人员、大专院校师生等有所裨益。

本书的翻译工作主要由张传福博士和彭灿共同完成。由于译者的水平有限，译文可能有不周之处，欢迎广大读者批评指正。最后，译者非常感谢人民邮电出版社对本书翻译工作所给予的大力支持。

译者

2003 年 10 月

序 言

无线通信市场已经是一个巨大的市场，现在全球的无线移动用户已经超过 10 亿，无线网络运营商的收入在 2001 年已经超过 3 000 亿美元，并且在继续增长。特别是无线话音业务，已经为通信产业取得成功作出了巨大的贡献。由于社会流动性越来越大的驱动，以及方便、简单、有竞争力的传输速率和移动通信运营商制定了有吸引力的价格等原因，无线通信网络已经从固定有线通信网络中争夺了很大一部分话音业务。

到目前为止，无线数据业务只取得了有限的成功，而短消息业务（SMS）却取得了巨大的、意想不到的成功，特别受到年轻消费者的青睐。现在，全球每天发送超过 10 亿条 SMS 消息，占网络运营商收入的 10%~12%。由于受到 SMS 成功以及 I-Mode 在日本取得成功的鼓舞，无线网络运营商以极大的热情开始建设 2.5G GPRS 通信网络和基于分组/IP 的 cdma2000 通信网络，以期进入无线数据业务市场。

根据已经成功并取得巨大效益的 SMS 模式，无线网络运营商现在正忙于利用他们的基于分组/IP 的通信网络，推出多媒体消息业务（MMS）。尽管 MMS 距离取得真正的成功还很遥远，但已有多种积极的方式用于此项业务并期望获得巨大收益。在无线数据业务中，MMS 将是下一个有巨大市场的业务，它为通信产业提供了机会，希望能够抓住这个机会。

事实上，无线网络运营商现在已经认识到业务和应用是未来经济收入的增长点。因此，运营商将很大一部分投资和注意力放在业务以及应用的开发和配置上，业务和应用能够吸引用户注意力并留住用户，有助于每用户平均收益（ARPU）的增长。几乎全球所有的网络运营商都忙于建设提供业务和应用的基础设施，并刺激第三方应用的增长。但是，无线网络运营商在他们自己的网络中只提供这些业务和应用中的一小部分（大约占 5%~10%），对其他部分的业务和应用将必须依赖第三方应用来提供，并来自于其他网络。主要用于收入分配、计费和安全的应用编程接口（API）将对这些第三方应用的成功起着关键性的作用。现在，大约 85% 的收入与话音有关，但大多数网络运营商希望在近几年内，收入的 30%~40% 来自于各种无线数据应用。因此，数据业务和应用将是无线网络运营商未来发展的非常关键的因素。

未来主要的无线通信网络建设将基于第三代（3G）无线和网络技术。一些无线网络运营商已经为 3G 频谱许可证支付了大量的资金，特别是在欧洲。这些第三代移动通信网络将能够为移动无线应用提供更大的容量、更高的数据传输速率，能够使无线网络运营商获得新的源源不断的收入。然而，第三代移动通信网络的建设步伐将依赖于无线数据应用的成功，如近期逐渐兴起的 MMS。

无线网络运营商现在正面临的主要挑战是如何处理其网络中的各部分。对于无线通信网络，最主要的问题是成本，对每一个基站，从站址的选取和站址的准备到所需要的实际硬件

和软件的安装,都需要考虑。为了适应日益增长的业务流量、新的特性以及新技术的需求,需要更多的基站。另一个更令人头疼的问题是足够或合适的覆盖,它取决于基站的数量、类型和位置。覆盖也依赖于业务质量和掉话率,特别是在切换的情况下(例如在公路上行驶)。

对于无线接入网络(RAN),主要的问题也是成本,但现在运营商最关心的是运行费用(OPEX),因为他们没有有线基础网络。考虑到即使没有上万个基站,也有几千个基站需要连接到BSC/MSC,对于无线网络运营商来说,这部分支出可能占总的OPEX的30%~40%。

对于核心网络中的电路交换部分,最令人头疼的问题仍然是成本,但这里讲的成本包括资金支出(CAPEX)和OPEX。电路交换部分(也就是MSC)成本昂贵且难于提供新的业务,因此当无线运营商将网络升级到全IP网络时,喜欢将资金投入到MSC上,但是,对于核心网络中的分组交换部分也有许多主要的挑战。由于有更多的基于分组/IP的网络正在建设,现在的挑战主要是可扩展性、安全性、寻址、新的计费模式和业务质量(QoS)。

由于无线网络运营商面临着上面所提到的这些挑战,他们正在制定和实现应付这些挑战的策略。他们正在延长已有的2G/2.5G网络的生命周期,从中获得更多的收益。例如利用GPRS提供更多的无线数据业务。他们声称要与其他网络运营商共享为3G建设的基础网络,并为他们的3G投资和建设选择更好的时机,还要考虑有市场需求并且设备制造商能提供足够的设备。

无线网络运营商也正在将他们的网络向端到端全IP网络演进,这要受下面三个基本的因素驱动。

大幅度降低成本:无线网络运营商强烈希望大幅度节省成本,通过在整个无线基础网络中采用各种IP技术,在CAPEX和OPEX方面可以获得30%以上的收益;

对获得大量新的收入的强烈预期:利用IP技术能够提供大量的新应用,因此能够获得重要的新收入来源,特别是利用基于端到端的IP技术便于第三方应用的开发;

缩短了进入市场的时间:全IP网络最有可能以更短的时间向市场提供新的业务。

无线网络运营商以及基础网络提供商,已经制定了用于GSM通信网络以及CDMA通信网络向这种端到端全IP目标结构演进的标准。这些已经制定的标准可以使网络进行平滑的演进,并且有些产品已经投入商业应用,而其他的产品计划在2004年年中投入商业应用。能提供这种平滑演进的关键技术有:SIP(会话初始协议)、IPv6、空中接口上的IP优化、QoS、安全性以及其他与IP有关的增强技术。IP将成为压倒一切的传输技术,在无线接入网(RAN)以及核心网方面,它将毫无疑问地压倒TDM技术,并且很有可能压倒或取代ATM技术。

由于预计无线通信网络上的话音业务量仍然会有大幅度增长,因此为VoIP业务创造了商业机会。如果使用SIP来实现VoIP,它的目的不是取代现有的TDM网络,而是与此网络争夺用户,并促进VoIP业务以及其他新业务的迅猛增长,例如由实时IP网络所提供的“丰富的呼叫(rich call)”业务。“丰富的呼叫”业务是一种实时多媒体业务,必须通过使用SIP协议、SIP应用平台,以及通过API向第三方开放业务层才能提供此业务。

在无线网络运营商的网络向全IP网络演进过程中,可能会发生多种潜在方式的改变或不

连续。关键的技术方式改变可能来自于对所有的多媒体业务，甚至 IP 业务，将信令信道和承载信道分离。当然，起源于 MMS 的多媒体业务将包括话音、数据和图像，但没有提及视频片断。多媒体业务将会有巨大的需求，因此预计在这个领域会有一些分裂性的技术出现。核心网络也将演进到具有 MPLS 功能、移动性功能以及基于 IPv6 的寻路环境的网络，因此对现有的路由器必须进行严格的检查，使其具有相应的功能。

随着企业网络的增多，基于 802.11 标准的无线局域网（WLAN）也得到了迅猛的发展。但是对于企业市场中的 WLAN 也面临着许多挑战，例如安全性、成本以及无缝覆盖。在公共热点地区提供 WLAN 覆盖已经引起了无线网络运营商的注意，并且已经对这样的配置进行了评估。对 WLAN 与 GPRS/3G 的成本经济进行了比较，对无线网络运营商来说，如果能够将 WLAN 以某种方式结合到自己的基础网络中，在热点地区使用 WLAN 技术来提供更高速率的接入，将会大大降低成本。事实上，如果将 WLAN 和 GPRS/3G 有效地进行配置和协同工作，它们将形成很好的互补关系。反过来，对 WLAN 运营商来说，通过无线网络运营商为他们的用户提供移动业务覆盖也将是一个很好的选择，因为他们已经有客户/支付关系，并且迎合了这些用户扩展移动性的需求。

我坚信无线通信网络是一个前景广阔的领域，并且在将无线通信网络演进到全 IP 网络的过程中充满着许多挑战和机会。由业界公认的资深专家编写的这本书，对本领域所涉及的技术进行了广泛而深入的介绍，它将成为从事本领域工作人士的知识性参考书。

Mehmet S. Unsoy 博士

曾任 mmO2 副总裁兼首席无线网络结构专家

（以前在英国电信公司无线部工作）

电子邮件：munsoy@yahoo.com

2002 年 11 月

前 言

在过去的 10 年里, Internet 协议 (IP) 已经对网络通信产生了巨大的影响。尽管 IP 已经出现了很长时间, 但它与其他网络的关联及产生的影响是从 20 世纪 90 年代才显露出来。在 IP 成为占优势地位的协议之前, 已经开发出了许多网络协议, 有 IBM 公司的 SNA、苹果计算机公司的 Appletalk、Novell 公司的 Netware、施乐公司的 Xerox 网络系统以及数字设备公司 (DEC) 和微软公司的其他网络协议。Internet 的成功以及使 Internet 成为可能的互联协议已经使 IP 成为现有网络的事实上的协议, 并将成为用于下一代网络设计和构建的协议。迄今为止遵循 ITU、ETSI、TIA 和其他标准化组织制定的协议和结构而建设的无线通信网络, 现在也正在采用 Internet 的模型和协议。

在 20 世纪 90 年代, 无线通信网络也得到了飞速的发展。两种主要的无线通信技术——GSM 和 CDMA——已经成为通信领域的主角。到目前为止, 已建设的全球范围的蜂窝通信网络主要提供基于话音的业务。由于带宽的限制, 数据业务受到限制; 并且在设计空中接口时主要考虑话音的质量和容量这种局限, 也使数据业务的性能很差。然而, 随着蜂窝通信网络演进到 3G, 在提供更宽的带宽和全面接入到 Internet 方面, 分组数据业务已经成为主要的焦点。无线通信技术的巨大进步以及 Internet 接入需求驱动着蜂窝通信系统演进来支持分组数据业务。由于将 3G 无线通信网络看作为 Internet 的扩展, 我们几乎可以肯定 IP 在 3G 无线通信网络中的工作方式将非常类似于其目前在有线 Internet 中的工作方式。因此, 需要将全球范围内的蜂窝通信网络的协议和网络结构设计并建设成尽可能有效支持 IP 的方式。预计在近几年内无线通信网络将更多地以数据业务为中心, 竞争使话音业务成为一种“杀手锏”应用。提供新的数据业务将对无线通信网络、最终用户设备和终端有连锁反应, 它们将进行改进以便更好地支持这些新的应用。现在正在形成的无线信息社会将会继续迅速发展。技术的发展, 例如 3G 以及超 3G 分组数据网络以及业务, 将会使其茁壮成长。

本书介绍了在无线通信网络与 Internet 协议结合而产生一种新的“无线 IP”模式的过程中所涉及的关键技术。它包括了在过去 10 年里我们所看到的所有重要的 2G 蜂窝通信技术, 还有在不久的将来将要使用的 3G 和其他重要的无线通信技术。本书广泛地讨论了 IP 中影响无线传输介质的各方面, 以及如何修改它以保证无线 IP 的完美应用和建设。它包括在协议、体系结构以及框架上都需要修改, 事实上它包括多个方面, 例如 QoS、安全性、移动性等等。可以将本书分成 4 个不同的部分: 第一部分是第 1~3 章, 是初步介绍性的章节; 第二部分是第 4~7 章, 主要讲述了第二代 (2G) 无线通信网络以及这些网络所支持的分组数据业务; 第三部分由第 8~13 章组成, 此部分聚焦于第三代 (3G) 无线通信网络以及其他通信技术, 例如 802.11 标准和 WAP; 第四部分包括第 14~16 章, 主要概述了未来应用的类型、对网络演

进的展望和标准化组织所起的作用。以这种结构编写本书是为了使读者不必以顺序的方式来阅读。读者可以根据需要分别参考 4 部分中的每一个部分。

本书重点讲述 Internet 协议 (IP)，第 1 章则重点介绍 Internet 的历史和现状。为了认识到 Internet 已经对其他网络产生的影响以及将继续对其他网络产生的影响，理解 Internet 的自然特征非常重要。第 2 章是 IP 中重要协议的初级读本。本章描述了网络层、传输层以及应用层的协议，主要目的是为读者查阅 IP 提供快速参考，而不是详尽地描述任何一个协议。第 3 章介绍了无线通信网络的概念以及无线通信网络的简要历史。GSM 通信网络遍布全球，因此，GSM 技术在当今无线通信技术中占主导地位。第 4 章讨论了 GSM 所提供的电路交换数据业务，包括高速电路交换数据业务。同时也介绍了一些它所支持的数据应用，例如短消息业务 (SMS) 和电子邮件。第 5 章主要着眼于 IS-136 通信网络的电路交换数据业务。由于北美洲的第二代移动通信系统主要是基于此技术的，了解这些网络所支持的电路交换数据业务也非常重要。虽然电路交换数据业务没有取得很大的成功，但 SMS 确实获得了巨大成功。另外一个主要的无线通信技术是 CDMA IS-95。第 6 章介绍了 IS-95 通信网络中的电路交换数据业务。无线通信网络给 IP 提出了一系列的不同挑战，这些挑战要比过去 20 年中有线通信网络所提出的挑战还要多。第 7 章包括了移动性问题、已制定的空中接口上的重新传输机制以及其他挑战。在第 8 章中概述了 GPRS 所支持的分组数据业务，GPRS 是为了支持分组数据业务由 GSM 演进而来的。GPRS 是第一个不依赖于电路交换网络和无线通信技术来提供分组数据业务的无线通信网络（不考虑 CDPD 或其他一些演变的技术，如 Mobitex）。3G UMTS 通信网络为分组数据接入提供了更高的传输速率。第 9 章介绍了 UMTS 的接口、协议和概念。第 10 章讲解了 cdma2000 通信网络以及这些网络所提供的分组数据业务方式。cdma2000 通信网络是由 IS-95 通信网络演进而来的。在第 11 章中讨论了 IEEE 为无线 LAN 开发的 802.11 技术。第 12 章着眼于蓝牙 (Bluetooth) 技术，它是用于个人领域的联网技术。WAP 是无线通信网络为仿效万维网 (WWW) 业务而采用的初始方式。I-Mode 是起源于日本的提供 WWW 的业务，并且现在在世界其他一些国家也开始慢慢地配置此业务。在第 13 章中介绍了 WAP 和 I-Mode。在无线数据网络建成后，就需要有提供数据业务的技术，能在无线数据通信网络中提供多少种数据业务将是决定这些网络能否成功的关键。在第 14 章中我们展望了未来在这些网络中所提供的应用类型。在第 15 章中探讨了无线通信网络，包括 GSM、CDMA 和 802.11 的演进。标准化组织对技术的开发有着巨大的影响，因此在第 16 章中介绍了主要的标准化组织在影响无线数据网络和 IP 中所起的作用。

任何对无线通信网络和 IP 网络的结合趋势感兴趣的人都会是本书的潜在读者。从技术的观点来看，需要了解分组数据业务以及 IP 在无线通信网络中的工作方式的工程师和应用开发人员，将发现本书对他们很有用处。本书对那些没有技术背景，但又工作于通信行业或设备制造行业中的销售、市场和运营部门的人员也非常有用。他们将发现本书有丰富、翔实知识可使其深入了解现有各种无线通信技术以及电路交换话音网络和分组交换数据网络相结合的前景。其他潜在的读者包括那些可能不在无线通信领域工作，但看好无线通信网络和技术

的潜力，并且需要了解分组数据在这些网络中工作的基本原理的人。工程院校的学生也将得益于这本书，因为本书对当今的主要无线通信技术和未来的发展道路进行了全面的描述。

本书所介绍的各种技术是基于它们现在所具有的功能，并且在本书中也介绍了通信行业向无线 Internet 演进的大体发展方向。由于这种原因，本书主要代表作者根据他们对技术的理解、经验以及在这些领域所进行的大量研究而得出的观点和看法，并不代表他们所在公司的看法。

致 谢

我们十分感谢 Mary Franz 在本书整个编写过程中,以她的耐心安排我们之间的相关事宜。是她的热心和鼓励才使我们能够最终完成本书的编写。我们也非常感谢美国缅因州分部的 Jessica Balch, 她详细审阅了本书并提出了宝贵的意见。

我们也对诺基亚公司的许多同事致以谢意,他们审阅了书中各个章节,同我们进行了讨论,并提出了修改意见。特别地,我们希望将最诚挚的谢意送给 Harri Holma、Mario Cardona、Christopher Clanton、Markku Hollstrom、Shavantha Kularatna、Jersey Lai、JuhaPekka Niemi、Craig Rhoades、Bill Sellers、Jonne Soininen 和 Curt Wong。

特别要感谢我们的上司对我们写作本书的支持和鼓励。感谢我们的经理 Riku Pirhonen 和 Khiem Le 在我们花费时间编写本书时给予的耐心。

我们衷心感谢我们的家人给予的忍耐和支持。编写本书花费了许多时间,而我们的配偶和孩子们接受了我们很晚回家以及周末不能陪伴他们这些事实。

作者非常欢迎对本书提出反馈意见以及修改建议。读者可以通过如下电子邮件联系:
ipinwls@mindspring.com。

作者简介

Basavaraj Patil 是位于美国德克萨斯州达拉斯的诺基亚网络的高级系统工程师，1993 年以来一直从事无线网络方面的工作。

Yousuf Saifullah 是位于美国德克萨斯州 Irving 的诺基亚研究中心的高级研究工程师。

Stefano Faccin 是位于美国德克萨斯州达拉斯的诺基亚研究中心移动网络实验室的研究经理，1994 年以来一直从事无线领域的工作。

Srinivas Sreemanthula 是位于美国德克萨斯州达拉斯的诺基亚研究中心的研究工程师，在移动/无线网络技术上拥有 5 年多的工作经验。

Lachu Aravamudhan 现在是位于美国德克萨斯州理查森的 Award Solutions 有限公司的高级顾问，在无线和数据通信行业拥有 13 年的工作经验。

Sarvesh Sharma 是位于美国德克萨斯州理查森的北电网络 (Nortel Networks) 的产品开发经理。自从 1995 年以来他就从事无线和 CDMA 技术方面的工作。

Risto Mononen 是位于芬兰 Espoo 的诺基亚网络的无线安全经理，1989 年就进入诺基亚工作。

目 录

第 1 章 Internet 概述	1
1.1 什么是 Internet	1
1.2 Internet 的历史	2
1.3 Internet 的结构	4
1.4 Internet 所提供的业务	7
1.5 万维网 (WWW)	7
1.6 Internet 的注册处	8
1.7 未来展望	9
1.7.1 Internet2	9
1.8 本章小结	9
参考文献	10
第 2 章 互联互通的基本原理	11
2.1 OSI 模型	11
2.2 Internet 模型	12
2.3 网络层协议: IP、ICMP 和 ARP	13
2.3.1 Internet 协议	13
2.3.2 Internet 控制消息协议	14
2.3.3 地址解析协议	15
2.4 传输层协议: TCP、UDP 和 SCTP	15
2.4.1 传输控制协议	15
2.4.2 用户数据报协议	18
2.4.3 流控制传输协议	18
2.5 应用层协议: FTP、Telnet 和 HTTP	20
2.5.1 Telnet/FTP	20
2.5.2 HTTP	21
2.6 寻址	21
2.6.1 IPv4 的寻址结构	22
2.6.2 子网络	22
2.6.3 无类型 Internet 域间选路 (CIDR)	23

2.6.4 IPv6 的寻址结构	23
2.7 路由选择	24
2.7.1 距离向量路由选择	25
2.7.2 链路状态路由选择	25
2.7.3 内部网关协议	26
2.7.4 外部网关协议	26
2.7.5 移动性主机的路由选择	27
2.8 域名的命名	28
2.9 主机的配置	30
2.10 本章小结	31
参考文献	31
第 3 章 无线通信网络和技术概述	32
3.1 简要的历史回顾	33
3.2 蜂窝通信的基本原理	34
3.2.1 无线接入网络	34
3.2.2 核心网络	35
3.2.3 多址接入	36
3.2.4 频率复用	37
3.2.5 语音和信道编码	38
3.2.6 移动性	38
3.3 第一代移动通信网络	39
3.3.1 AMPS	39
3.3.2 D-AMPS	40
3.4 第二代移动通信网络	40
3.4.1 GSM (全球移动通信系统)	41
3.4.2 CDMA IS-95	43
3.4.3 GPRS (2.5 G 移动通信网络)	46
3.5 第三代移动通信网络	47
3.6 本章小结	47
参考文献	48
第 4 章 GSM 通信网络中的数据业务	49
4.1 结构描述	49
4.2 业务信道上的数据业务	51

4.2.1 GSM 的承载业务和终端业务	51
4.2.2 速率适配功能	53
4.2.3 第 2 层中继协议	55
4.2.4 无线链路协议	56
4.2.5 分组网络的接入	57
4.3 数据应用的例子	61
4.3.1 传真的传输	62
4.3.2 Internet 连接	63
4.4 高速电路交换数据	64
4.4.1 HSCSD 呼叫的建立	65
4.4.2 资源的提升、降低和配置的改变	65
4.4.3 HSCSD 的空中接口	66
4.5 信令信道/广播信道上的数据业务——SMS	66
4.5.1 点到点 SMS	66
4.5.2 SMS 蜂窝广播	69
4.6 本章小结	70
参考文献	70
 第 5 章 IS-136 通信网络中的数据业务	72
5.1 数字 PCS 标准	72
5.2 TIA/EIA-136 的结构描述	73
5.3 IS-136 的协议层	75
5.3.1 第 1 层: IS-136 网络的物理层	75
5.3.2 第 2 层: IS-136 网络的数据链路层	77
5.3.3 第 3 层: IS-136 网络的网络层	77
5.4 IS-136 网络中的终端业务	79
5.4.1 终端业务的传送	80
5.5 电路交换数据业务	82
5.5.1 数据业务的模型	82
5.5.2 模拟电路交换数据业务	82
5.5.3 数字电路交换数据业务	83
5.6 对 IS-136 标准的增强	87
5.6.1 IS-136+	88
5.6.2 IS-136 HS	88
5.6.3 EGPRS-136 HS	88