

现代通信网络技术丛书

下一代网络安全技术

万晓榆 樊自甫 宗晓飞 等编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

下一代网络安全技术 / 万晓榆等编著 . —北京 : 人民邮电出版社 , 2007.7
(现代通信网络技术丛书)

ISBN 978-7-115-16028-7

. 下... . 万... . 通信交换—通信网—安全技术 . TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 043888 号

内 容 提 要

本书从下一代网络的特点和发展趋势出发, 全面介绍以软交换技术和 IMS 技术为代表的下一代网络的各种安全技术, 结合组网和设备应用实例, 重点阐述软交换网络接入层、承载层、控制层、协议、业务的安全机制, 以及 IMS 网络的接入安全和网络安全, 最后讲解了下一代网络基础传送网的生存性。

本书可供电信运营商、设备制造商工程师、研发人员和管理者, 以及 IT 业界的业务开发人员、编程人员阅读, 也可供高等院校通信工程专业类师生使用。

现代通信网络技术丛书

下一代网络安全技术

-
- ◆ 编 著 万晓榆 樊自甫 宗晓飞 等
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>
三河市海波印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本 : 787×1092 1/16
印张 : 14.25
字数 : 340 千字 2007 年 7 月第 1 版
印数 : 1 - 3 000 册 2007 年 7 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16028-7/TN

定价 : 32.00 元

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

前 言

下一代网络 (NGN, Next Generation Network), 是在当今电信网络的基础上演变、融合而来的。理想中的 NGN 集数据、语音、视频等各种多媒体功能于一体, 可以实现各种网络的互通, 用户可在任何时间、任何地点、以多种方式, 享受网络提供的各种服务。然而, 事物总是具有两面性, NGN 在为我们带来便利的同时, 也带来了更加严峻的安全隐患。NGN 的开放性、融合性一方面使外部攻击者有了可乘之机, 另一方面, 使传统电信网在封闭环境下设计方面的缺陷也显现出来。此外, NGN 的承载网沿用了在 Internet 上使用的 IP 技术, 自然也继承了 IP 技术本身的安全缺陷。如何在下一代网络演进的过程中, 全方位地认清其安全隐患, 利用相应的安全技术有针对性的解决潜在的安全威胁, 提出相应的解决措施, 做到防患于未然, 对下一代网络本身的发展是至关重要的, 这也是本书所深入分析探讨的要点。

本书在介绍 NGN 网络结构特点及其与其他网络关系的基础上, 重点介绍了下一代网络各种安全技术和防范管理措施。全书共包括 13 章, 分为以下 4 部分。

首先介绍下一代网络的相关知识, 包括第 1、2 章。第 1 章主要为下一代网络的特点及与其他网络的关系; 第 2 章对基于软交换的下一代网络和基于 IMS 的下一代网络进行了描述。

然后讨论基于软交换的下一代网络安全, 包括第 3~9 章。第 3 章是 NGN 安全概述; 第 4 章是接入层安全; 第 5 章为传输层安全; 第 6 章为控制层安全; 第 7 章为 NGN 协议的安全; 第 8 章介绍下一代网络业务安全; 第 9 章提出了安全管理及安全组网实例。

接下来讨论基于 IMS 的下一代网络安全, 包括第 10、11 章。第 10 章介绍基于 IMS 的 NGN 安全体系结构; 第 11 章介绍 IMS 的接入安全和网络安全。

最后论述下一代基础传送网的生存性, 包括第 12、13 章。第 12 章介绍 SDH 和 WDM 中提高网络生存性的相关技术; 第 13 章介绍 ASON 的生存性。

本书采用理论和实践相结合的方法, 在阐述各种技术的同时, 给出了大量设备组网和应用实例。本书的末尾给出了专业名词缩略语表。因此, 本书可供电信运营商、设备制造商工程师、研发人员和管理者, IT 业界的业务开发人员、编程人员, 高等院校通信工程专业类师生, 以及对下一代网络安全感兴趣的初学者阅读。

本书编写工作主要由重庆邮电大学下一代网络应用技术研究所的万晓榆、樊自甫、宗晓飞、史宝萍、刘雪艳、杨坝、李成龙、万李蓉、胥建云等完成。在编写和出版本书的过程中得到了重庆市教育委员会的大力支持, 我们所在的课题组承担了重庆市教委“下一代网络安全机制性研究”项目(渝教 KJ060514)的研究工作, 通过项目资助对下一代网络安全机制进行了深入、广泛的研究。谨以此书献给重庆市教委, 以表达对重庆市教委的谢意。

本书的出版, 得到了重庆邮电大学学术著作出版基金的资助, 特此致谢!

由于 NGN 的相关技术正在不断发展之中, 加之作者水平有限, 所编写内容难免有差错和不当之处, 恳请各位读者予以指正。

作 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 下一代网络的产生背景	1
1.2 下一代网络概念与特征	2
1.3 下一代网络的发展及影响	2
1.4 下一代网络与传统电信网的比较	3
1.5 下一代网络与第三代移动通信网的关系	5
1.5.1 3G 简介及其与 NGN 的关系	5
1.5.2 固定软交换与移动软交换	6
1.5.3 IMS 与网络融合	7
第 2 章 下一代网络技术	8
2.1 基于软交换的下一代网络	8
2.1.1 软交换概述	8
2.1.2 软交换网络的特点	9
2.1.3 基于软交换的下一代网络体系结构	10
2.1.4 软交换的对外接口	12
2.2 基于 IMS 的下一代网络	13
2.2.1 IMS 概述	13
2.2.2 基于 IMS 的下一代网络体系结构	15
2.3 基于软交换的 NGN 和基于 IMS 的 NGN 之间的比较	20
第 3 章 NGN 的安全概述	22
3.1 NGN 安全问题的引出	22
3.2 NGN 面临的安全威胁	22
3.3 NGN 安全问题分析	23
3.3.1 网络多业务影响网络安全	23
3.3.2 多运营商竞争影响网络安全	24
3.3.3 网络规模和设备容量的扩大影响网络安全	24
3.3.4 管理比技术更影响网络安全	24
3.3.5 新技术新业务新运营模式影响网络安全	25
3.3.6 IP 技术的使用影响网络安全	25
3.4 NGN 安全威胁应对原则	25
3.5 解决 NGN 的安全问题应考虑的问题	27
3.6 实现 NGN 的安全性的相关技术	28
3.7 NGN 与传统电信网络以及互联网对安全的要求不同	28
3.7.1 NGN 对安全的要求与传统电信网络对安全的要求不同	28
3.7.2 NGN 对安全的要求与互联网对安全的要求不同	28

3.8	NGN 中软交换的安全机制	29
3.8.1	安全攻击与服务	29
3.8.2	安全机制	30
3.9	目前国内外关于 NGN 安全的工作	32
第 4 章	NGN 接入层的安全	33
4.1	终端设备的安全	33
4.1.1	软交换终端设备安全性概述	33
4.1.2	综合接入设备 (IAD) 技术	33
4.1.3	IAD 的安全技术	36
4.2	网关设备安全	38
4.2.1	网关设备简介	38
4.2.2	网关设备的安全问题	39
4.3	软交换中的防火墙和地址转换设备的穿越	41
4.3.1	单纯防火墙设备的穿越问题和解决思路	41
4.3.2	地址转换设备的穿越问题和解决思路	42
4.3.3	穿越技术方案	44
4.3.4	穿越方案总结	49
第 5 章	NGN 承载层的安全	50
5.1	IPSec 协议	50
5.1.1	IPSec 协议	51
5.1.2	IPSec 的工作模式	54
5.1.3	IPSec 的安全特性	56
5.2	TLS 协议	57
5.2.1	TLS 协议的目标	57
5.2.2	TLS 记录协议	58
5.2.3	TLS 握手协议	58
5.2.4	TLS 协议的安全分析	59
第 6 章	NGN 控制层的安全	62
6.1	软交换设备安全	62
6.1.1	软交换设备简介	62
6.1.2	软交换的功能	63
6.1.3	软交换设备的安全	66
6.2	软交换的网络安全	68
第 7 章	NGN 协议的安全	70
7.1	NGN 接口协议介绍	70
7.2	H.323 安全技术	71
7.2.1	H.323 系统概述	71
7.2.2	H.323 的安全	73
7.3	SIP 安全	75

7.3.1	SIP 系统	75
7.3.2	SIP 消息	76
7.3.3	SIP 安全	78
第 8 章	NGN 业务的安全	86
8.1	下一代网络业务概述	86
8.1.1	下一代网络业务特征	86
8.1.2	下一代网络的业务生成接口	86
8.1.3	NGN Release 1 提供的业务	88
8.2	Parlay API 的安全	89
8.2.1	Parlay API 概述	89
8.2.2	Parlay 框架安全	90
8.2.3	框架接入会话 API 的安全	92
8.3	下一代网络业务通信中间件 COBRA 安全	97
8.3.1	分布式对象的安全问题	97
8.3.2	COBRA 安全服务参考模型	98
8.3.3	CORBA 安全技术	100
8.3.4	COBRA 安全体系机构	102
8.4	Parlay Web Services 及 Web 服务安全	103
8.4.1	PWS 的体系结构	105
8.4.2	Web 服务的安全机制和验证机制	105
8.4.3	SOAP 安全技术	107
8.4.4	Web Service 安全基础规范	108
8.5	NGN 业务能力开放安全问题	113
8.5.1	业务能力开放引入的主要安全问题	114
8.5.2	安全服务平台的角色模型	115
8.5.3	安全服务平台的概念模型	116
第 9 章	软交换的安全组网	118
9.1	软交换网络的架构	118
9.2	软交换安全组网模式	120
9.2.1	NGN 的安全模型	120
9.2.2	媒体信令分离组网模式	120
9.2.3	媒体信令代理组网模式	122
9.2.4	专网安全组网模式	124
9.2.5	3 种组网模式的比较	127
9.3	软交换网络的组网相关问题	128
第 10 章	基于 IMS 的 NGN 安全体系结构	130
10.1	3G 的安全体系结构	130
10.1.1	3G 的安全目标	130
10.1.2	3G 安全结构	130

10.1.3	3G 安全体系特点	132
10.2	IMS 安全体系结构	133
10.2.1	IMS 安全体系结构介绍	133
10.2.2	IMS 安全域	136
第 11 章	IMS 安全	138
11.1	3G 的接入安全	138
11.1.1	针对 3G 系统空中接口的攻击	138
11.1.2	3G 网络接入安全特征	139
11.1.3	3G 网络接入安全机制	140
11.1.4	CDMA2000 接入安全机制	148
11.1.5	3GPP 与 3GPP2 安全方法比较	152
11.1.6	存在的问题的展望	153
11.2	IMS 的接入安全	154
11.2.1	认证和授权	154
11.2.2	使用 ISIM 的认证和授权	155
11.2.3	使用 USIM 的认证和授权	156
11.2.4	建立安全连接	157
11.3	IMS 网络安全	158
第 12 章	传送层的安全	160
12.1	传送网的主要网络拓扑	160
12.2	提高传送网生存性的主要途径	161
12.2.1	提高网络生存性	161
12.2.2	传送网的保护和恢复	162
12.3	自愈环	163
12.3.1	自愈环的基本概念	163
12.3.2	SDH 自愈环	164
12.3.3	基于 WDM 技术的自愈环	170
12.4	基于格状网的组网及恢复	175
12.4.1	光传送网中的格状网	175
12.4.2	格状拓扑的组织	176
12.4.3	格状网恢复方案介绍	176
12.4.4	多层网络保护与恢复策略	182
第 13 章	ASON 的生存性	184
13.1	ASON 概述	184
13.1.1	ASON 的技术特点	184
13.1.2	ASON 分层体系结构	185
13.2	光传送网智能化带来的网络拓扑和生存性优势	189
13.2.1	格状网络的应用	189
13.2.2	格状网子拓扑的应用	190

13.3	GMPLS RSVP-TE 协议	194
13.3.1	GMPLS RSVP-TE 协议概述	194
13.3.2	GMPLS RSVP-TE 的故障处理	196
13.3.3	GMPLS 对路由协议的扩展	198
13.4	ASON 安全组网实例	200
13.4.1	ASON 节点中 3 个平面的产品化	200
13.4.2	AT&T 智能光网络	202
13.4.3	Alcatel 的组网策略	205
	缩略语	208
	参考文献	215

第 1 章 绪 论

1.1 下一代网络的产生背景

当今电信业务发展迅猛，以互联网为代表的新技术革命正在深刻地改变着传统电信的概念和体系，电信界正面临着一场前所未有的巨变，传统的电信网络逐渐显现出其不适应性，不能完全满足电信业务发展的需要。

传统的基于 TDM 的 PSTN 话音网，可以提供优质的话音服务。ISDN 网也可以提供高达 2Mbit/s 的端到端的数据传送业务，但是由于它基于 64kbit/s 恒定比特率的交换和传送方式，不适应可变比特率的数据通信的需要，而且传统的交换网络将所有的业务和控制能力集中在交换机上，这种技术虽然能保证语音的优良品质，但对新业务的提供需要较长的周期，面对日益竞争的市场显得力不从心。而且仅提供简单业务也无法产生足够的效益，需要向用户提供范围广泛的、实用和方便的业务。

尽管目前被广泛使用的互联网，基于分组技术，较适应可变比特率的数据业务传送，为用户提供了越来越多的话音、数据、图像和文件传送等业务，但是其尽力而为的设计思想，在服务质量和安全性方面仍不能满足要求，特别是互联网没有合适的商业模式，使现阶段的运转不能获得良好的经济效益。

因此，从满足用户长远的业务需求来分析，现有的网络存在很大的局限性，不能完全满足业务快速发展的迫切需要，从而也就促使了现有网络向下一代网络的演进。

业务需求是网络发展演进的主要驱动力，从电话网向移动网、互联网、数据网的发展最主要的因素均来源于业务的驱动。现阶段用户对电信业务的需求主要表现在：对数据业务的需求呈几何级数增长，对内容和应用的需求增加，对移动性要求的增加和对多种接入方式的需求。

市场的动态也迫使运营商对语音业务收益的缓慢增长甚至下降作出反应，要求他们寻找新的机会对网络进行改造，以便发现新的收益来源。其次是电信市场的竞争加剧和监管制度方面的改革。一些老的运营商开始检查自己的经营模式，新的运营商则寻找更能赢利的商机。而 NGN 倡导了一种新型的管理模式，它支持各式各样的用户接入，支持多种计费模式，保证集中统一的高效管理。

最重要的是技术的发展。首先，业务创建平台和业务逻辑分离的原则已经在智能网中得到了充分的证实，它们可以推广到 NGN 上。其次，能够使 NGN 成为现实的具有成本优势的技术现在已经可以在市场上获得，如基于高度集成、高性能半导体技术的功能强大的分组设备，使带宽成本大为降低的光技术，为商业和住宅用户提供更高带宽的新接入技术等。最后，VoIP 技术的提升、QoS 技术的发展、标准的成熟等都开始在为最终推广 NGN 铺平道路。

NGN 在网络构筑方式上较传统的电信网络有很大的不同，因而可以快速提供新业务，运营成本却低于传统的网络。现有的通信网络有着各自独立的交换和传输设备，这不仅增加了

网络的建设成本，也带来了高昂的运营维护成本。而 NGN 能够用统一的设备组成其核心网，降低了建设和运营成本。NGN 的结构不仅有利于语音与数据的融合，而且有利于光传输与分组技术的融合以及固定与移动网的融合。

1.2 下一代网络概念与特征

ITU-T 在新的建议 Y.2001 中定义了 NGN 的概念：下一代网络 (NGN) 是一个基于分组的网络，提供包括电信业务在内的多种业务，能够利用多种带宽和具有 QoS 能力的传送技术，实现业务功能与底层传送技术的分离；它提供用户对不同业务提供商网络的自由接入，并支持通用移动性，实现用户对业务使用的一致性和普适性。

可见，下一代网络实际上是一把大伞，涉及的内容十分广泛，其含义不只限于软交换和 IP 多媒体子系统 (IMS)，而是涉及到网络的各个层面和部分。它是一种端到端的、演进的、融合的、整体的解决方案，而不是局部的改进、更新或单项技术的引入。从网络的角度来看，NGN 实际涉及了从干线网、城域网、接入网、用户驻地网到各种业务网的所有层面。NGN 包括采用软交换技术的分组化的话音网络；以智能网为核心的下一代光网络；以 MPLS、IPv6 为重点的下一代 IP 网络；采用 3G、4G 技术的下一代无线通信网络以及下一代业务网及各种宽带接入网等。

NGN 具有以下的基本特征：

- (1) 基于分组传输；
- (2) 控制功能与承载能力、呼叫/会晤、应用/业务分离；
- (3) 业务提供和网络松耦合，提供开放的接口；
- (4) 支持各种业务、应用和基于业务标准组件的机制（包括实时/基于流的/非实时和多媒体业务）；
- (5) 具有端到端 QoS 和透明的宽带容量；
- (6) 通过开放接口与传统网络互通；
- (7) 支持移动性；
- (8) 自由接入不同的业务提供商；
- (9) 采用多种鉴别方法以解决 IP 网络路由中的地址问题；
- (10) 相同业务具有统一的业务特征；
- (11) 融合固网/移动网的业务；
- (12) 业务相关的功能与底层传输技术分离；
- (13) 适应一切管理的要求，例如紧急通信、安全性/保密性及合法监听等；
- (14) 支持多种接入技术。

1.3 下一代网络的发展及影响

NGN 一个重要的关键特征就是不同功能之间的分离，它影响了相关的商业模式以及相应网络体系结构。目前，电信运营商都有针对于某些业务的多张专用网络，如针对固定电话业务的 PSTN 固定网络，针对移动电话业务的 GSM、CDMA 的 PLMN 移动网络，针对数据业

务的 IP 网络和针对视频业务的视频网络。随着 NGN 的发展，电信运营商可以将这些专用网络融合到基于 IP 的多业务承载网络这一张大网上来，节省网络的投资和维护成本，同时各专用网络的呼叫和业务控制器将由以软交换为核心的控制器所替代。原有专用网络上的各种业务也将演变为宽带综合业务，各种业务的产生、管理和维护将基于统一的业务管理平台，方便运营商对业务的维护和新业务的推出，如图 1.1 左边部分所示。

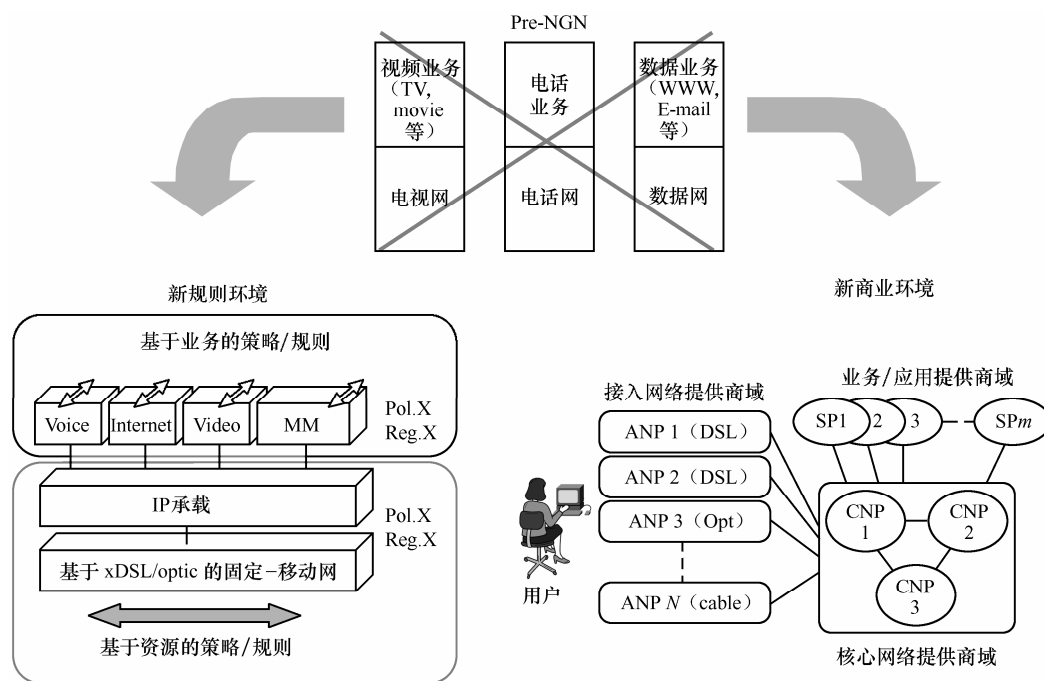


图 1.1 NGN 的特征

NGN 的第二个重要特征是接入能力与核心传输能力的分离，如图 1.1 右边部分所示。这一特性可能影响改变商业环境。接入网络提供商域的商业环境将根据不同的接入技术而得到动态的扩展，用户将有更大的自由来选择基于自己要求的接入能力。此外，另一个重要的方面是促进了固定和移动的融合。因此，用户选择某些固定和移动的接入方式，将其任意一种或两者与核心传输能力结合起来，使用单一的（至少是最少的）用户身份。

1.4 下一代网络与传统电信网的比较

从图 1.2 所示的演进图可以看出，NGN 与传统电信网有以下的几点区别：

(1) 下一代网络具有开放的分层体系结构

开放的体系结构主要体现有两点。其一是传统程控交换机的各个功能（接入控制、交换控制、呼叫控制和业务提供）被分离成独立的网络层次，分别构成了下一代网络的接入层、传输层、控制层和业务层，实现了业务提供与呼叫控制相分离，呼叫控制与承载（接入和交换）相分离，各层次技术独立发展，设备分布式部署。特别是在承载方面，电路交换网中传统交换机内采用交换矩阵进行时隙交换，交换机之间采用 TDM 技术进行话音承载。而在软交换网络中，原来传统的交换矩阵以及交换机之间的传送网络演变为分组承载网，宽带 IP 网络通过将

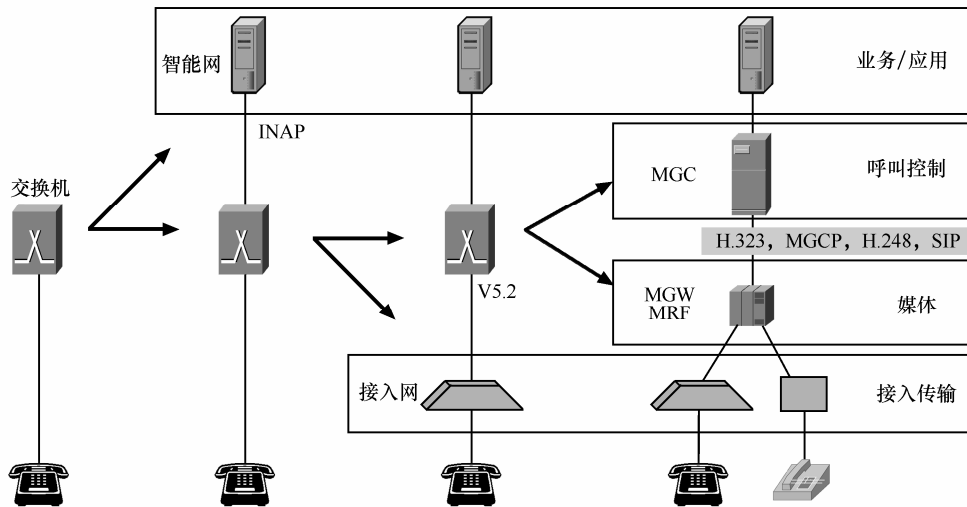


图 1.2 从 PSTN 到 NGN 的演进

分组化的信息路由到正确的目的地来实现交换功能。由于功能的分离，各种接入媒体网关的设置可以更加灵活，软交换机的控制能力和管理范围可以很大。因此，软交换网的网络建设也将不同于传统电路交换网，其网络带宽是共享的，语音和控制媒体流的承载可以是端到端的，而不必像电路交换网那样受交换机容量的限制以及为提高单位带宽利用率而采用分级组网的方式。其二是各层之间的协议接口逐渐标准化，使网络的能力从目前的封闭和半封闭状态走向完全开放。传统的智能网通过标准的协议（如 INAP、CAP）实现了业务提供和呼叫控制的分离，但由于没有实现呼叫控制和承载网络的分离，导致传统智能网的业务提供不得不与某种承载网络绑定，从而产生固定智能网、移动智能网等不同类型的智能网。一方面，下一代网络通过支持标准化的呼叫控制协议（如 SIP、H.323）和承载控制协议（如 MGCP、H.248 /Megaco）实现了呼叫控制和承载的分离，屏蔽了底层网络实现技术的差异，使上层的业务不再与底层网络绑定。另一方面，下一代网络采用开放的标准业务接口（如 Parlay API、JAIN 等）对业务屏蔽了底层网络的技术细节，支持独立的第三方业务的开发和提供。

（2）下一代网络有选择地采用 IP 分组技术网络

目前的电信网、计算机网和有线电视网的网络结构和承载技术有着显著的差异，下一代网络如果要融合这些网络，就必须提供统一的核心承载技术并首先实现业务层的融合。由于 Internet 获得巨大成功，使得 IP 技术被认为是这一核心承载技术的首要选择。同时，业界也看到 Internet 获得成功的主要原因是其客户机/服务器（Client/Server）机制与 E-mail、Web 等业务的良好配合，而电信业务并不都具有 Client/Server 特征，加上安全、可靠 QoS、计费等因素的考虑，下一代网络尚需要有一个独立于 IP 网络的控制层，通过标准的基于 IP 的控制协议（例如 SIP、Megaco）实现业务会话控制与各种媒体承载控制和接入技术的分离。所以，以 IP 技术为基础构建的下一代网络，并不是完全照搬 Internet 的网络架构和业务提供的原理，而是有选择地将 IP 网络定位于其媒体、控制和管理信息的承载网络。

（3）下一代网络是业务驱动的网络

由于下一代网络采用开放的多层次网络体系结构并提供标准的开放业务接口，因此将成为真正的业务驱动型网络。相对于已往传统的流量驱动（Traffic Driven）型网络建设的思路，

业务驱动型网络的特征主要体现在网络的体系架构和技术围绕业务提供的方便性而演进。传统电信网络集中式的业务处理方式已成为制约业务处理性能的主要因素，而基于分布式处理技术，例如 CORBA 和 Web Service 等，可以提供不同业务平台之间分布协同工作完成业务提供。同时由于用户对业务需求的不断变化，完全由电信运营商控制的业务开发与提供方式已经难以满足用户个性化业务的需求和迅猛发展的行业应用需求，而基于 CORBA/Web Service 的 Parlay API 可以突破这一限制，实现业务开发和提供的完全开放。下一代网络的体系结构使业务提供真正地独立于网络，用户能够自行配置和定义自己的业务特征，而不必关心承载网络的网络形式和终端类型，因此，业务提供比传统网络更加灵活有效，同时，允许更多的第三方业务提供商加入，扩展了业务创新空间。

但是下一代网络并不是现有电信网或 Internet 网络的简单延伸和叠加，也不单单是改进传输方式或添加网络节点，而是需要从整体上对网络框架进行调整，提供集成的业务解决方案。另一方面由于目前的电信网络和 Internet 网络基础设施庞大，用户数量和业务数量众多，因此向下一代网络演进必然是一种渐进的过程。下一代网络部署初期必须对现有的电信网络和电信业务提供良好的支持，以实现现有网络向下一代网络的平滑过渡。

1.5 下一代网络与第三代移动通信网的关系

1.5.1 3G 简介及其与 NGN 的关系

第三代移动通信系统 (IMT-2000) 是国际电信联盟 (ITU) 制定的一个能提供移动综合电信业务的通信系统，简称为 3G。它的前身是未来公众陆地移动通信系统 (FPLMTS, Future Public Land Mobile Telecommunication System)。在欧洲，3G 就是指通用移动通信系统 (UMTS, Universal Mobile Telecommunication System)。UMTS 的宗旨是提供在欧洲电信标准协会 (ETSI, European Telecommunication Standard Institute) 支持下进行开发的第三代移动通信业务。

第三代移动通信系统的结构主要包括核心网、无线接入网及移动用户终端 3 大部分。用户通过用户终端来接入移动业务。无线接入网连接到核心网，以便为用户提供宽带接口。

3GPP (3G Partnership Project) 和 3GPP2 合作项目是为了加速开放全球认可的 3G 技术规范而设立的。3G 的主要标准均由 3GPP 制定，它历经了 R99、R4、R5、R6 等几个版本，目前，R7 版本正在研究制定当中。3GPP 系列标准核心网方面的发展情况如下。

3GPP R99 是 3GPP 提出的第一个 3G 标准，它引入了 AMR 语音编解码。在核心网方面，它并没有实质性的变化，CS 域与 GSM 基本相同，PS 域与 GPRS 基本相同。该版本于 1999 年 10 月冻结。

3GPP R4 是 CS 域引入的软交换架构，它实现控制与承载相分离，语音分组化，由包方式承载；PS 域与 GPRS 基本相同。引入 TFO、TrFO 技术，CAMEL 和 OSA 得到增强。该版本于 2001 年 3 月冻结。

3GPP R5 提出了 IP 多媒体子系统 IMS。IMS 是在承载网络的基础上附加的网络，用户通过无线接入网和 3G 核心网的 PS 域接入 IMS。IMS 主要采用 SIP，可以向用户提供综合的语音、数据和多媒体业务，IMS 子系统与电路域相对独立。R5 主要定义了 IMS 架构、网元功能、接口和流程、SIP 的协议要求、编址、QoS、安全、计费及 CAMEL4 等方面的内容。该

版本于 2002 年 6 月冻结。

3GPP R6 是在 R5 的基础上进一步完善，它定义了 IMS 与 CS 网络互通、IMS 与 IP 网络互通、WLAN 接入、基于 IPv4 的 IMS、IMS 组管理、IMS 业务支持、基于流量计费、Gq 接口以及 QoS 增强等方面的内容。该版本于 2004 年 12 月冻结。

3GPP R7 加强了对固定、移动融合的标准化制定，增加 IMS 对 xDSL、Cable 等固定接入方式的支持，还定义了 FBI (Fixed Broadband Access to IMS)、CSI (Combining CS bearer with IMS)、VCC (Voice Call Continuity)、PCC (Policy and Charging Control)、端到端 QoS 及 IMS 紧急业务等内容。目前该版本尚在制定中。

如前所述，广义 NGN 应包括下一代移动通信网络，从这个角度来说，第三代移动通信网 (3G) 是 NGN 的一个子集。但从狭义 NGN 来看，它与 3G 又是有区别的。首先需要说明的是狭义 NGN 主要指固定电话网中的软交换系统，它一方面是为了将现有的电路交换网逐步向 IP 分组网过渡，替代传统的电路交换网；另一方面，使用软交换技术不仅能够移植传统电路交换网提供的所有业务，而且便于提供更多的业务。如果限定在固网 NGN 范围内，那么可以说 3G 和 NGN 最大的区别是在接入网上，因为 3G 涉及到无线的接入系统。

1.5.2 固定软交换与移动软交换

固网在发展 VoIP 的过程中提出控制与承载分离，形成软交换概念的同时，3G 中也采用了 NGN 软交换的思想，在 R4 的网络结构中将电路域的 MSC 分离为 MSC Server 和 MGW，如图 1.3 所示。从概念上讲，移动软交换和固定软交换完全相同，由于移动交换设备的一些特殊性而决定了移动软交换和固定软交换之间的区别。R4 支持的业务与 R99 基本相同，传统移动交换设备在业务处理方面与固定网具有较大的差异，R4 移动软交换也继承了这些差异。同时，在网络实体功能和接口协议中也有一些差异，主要包括以下方面。

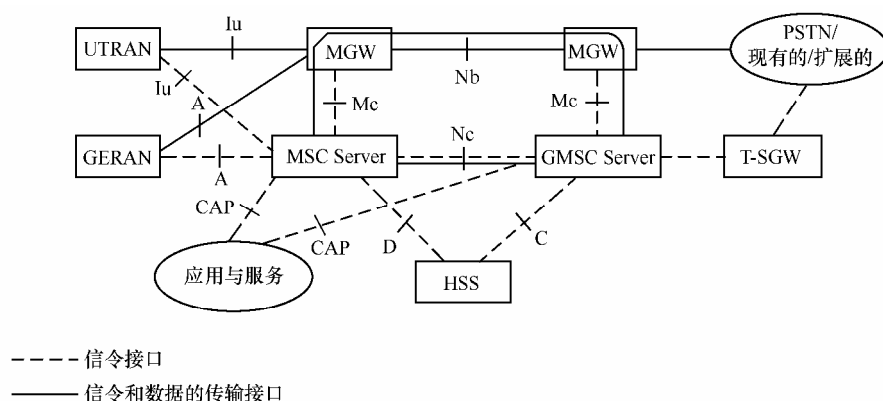


图 1.3 移动软交换系统逻辑结构示意图

- (1) 移动网络采用 AMR 话音编码。
- (2) 对于移动到移动的接续应支持 TFO 操作。
- (3) 对于电路型数据业务在交换设备中由互通单元 (IWF) 来进行速率转换、无线链路控制等方面的处理。
- (4) 短消息、一些补充业务、CAMEL 业务及呼叫控制等也是移动所独特的。

(5) 由于移动网络的接入网络是 UTRAN，其接入侧接口应遵循 Iu-CS 接口的协议内容。

(6) 移动软交换还具有移动性管理的功能，并支持 MAP 等。

(7) 协议方面的特殊性。由于以上所述的移动方面的特点，在协议方面移动软交换也具有一些特殊的处理。MSC Server 与 MGW 之间所采取的控制信令为扩展的 H.248 协议，在 TFO、3G 平面、电路域数据和呼叫处理等方面都对 H.248 协议进行了扩展。

(8) 在固定网络核心网采用 IP 承载，高层应用的底层传输协议栈有多种可选方案，而在 3GPP 中确定了一种：IP/SCTP/M3UA/MTP3 用户的协议栈结构。由于 SCTP 在 IP 之上具有可靠和冗余传输机制、更加灵活的信息复用/拆卸能力，3GPP 选择了 SCTP；在 M3UA 和 SUA 之间的选择经过了 R4 和 R5 阶段的讨论，最终确定使用 M3UA 方式。

(9) 软交换对媒体网关的资源控制主要可归结为两大类：智能网关方式及哑网关方式。在目前已实现并投入运营的固定软交换配置中，网关资源控制模型大多数采用了哑网关方式；3GPP 选择了智能网关方式作为移动软交换的资源控制模型。

(10) 用户标识方面的差异。移动网络使用以 IMSI 定义用户，以 MSISDN 号码标识；而固定网络以用户线或端口定义用户，以 E.164 号码标识。

1.5.3 IMS 与网络融合

3GPP R5 版本在分组域引入了 IMS 的基本框架，并在 R6、R7 中对 IMS 进行了分阶段的完善。IMS 是基于 IP 的网络上提供多媒体业务的通用网络架构。IMS 是一个相对开放的体系架构，它的特点是对控制层功能做了进一步分解，实现了软交换技术中的会话控制实体 CSCF 和承载控制实体 MGCF 在功能上的分离，使网络架构更为开放、灵活。IMS 能以一系列新业务和业务实现方式来推动固定和移动的网络融合和业务融合，如图 1.4 所示。

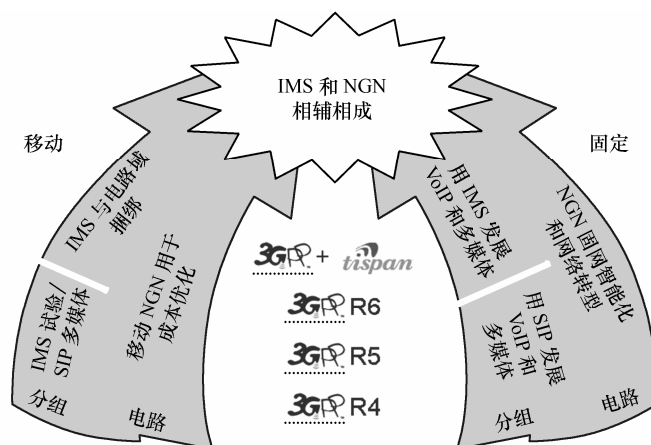


图 1.4 移动与固定的融合

ETSI TISPAN 目前展开的将 3GPP 的 IMS 成果应用到固定网当中的研究工作，希望通过解决固定接入等相关的问题，使得 IMS 成为固定和移动网络融合的业务控制层面的体系架构。同时，TISPAN 将一部分的研究结果输入到 ITU-T，从而影响 ITU-T 的研究方向和内容。基于 IMS 的 NGN 架构在后面的章节将有详细的叙述。

第 2 章 下一代网络技术

NGN 是一个非常宽泛的网络概念，它涵盖了从交换、接入、数据承载、传输到业务和应用等电信网络的所有领域。本书主要讨论基于交换网络层面上的下一代网络，也就是下一代交换网络。首先，要澄清软交换、IMS 与 NGN 之间的关系。软交换是电信交换网络演进过程中实现承载与控制分离的一种技术，它利用分组 IP 网的传送能力提供电信级的 VoIP 业务，使运营商能够更快、更有效地提供各种基于话音的增值业务，以满足不同用户群的需求。可以说，软交换是 NGN 具体物理实现的技术之一。IMS 不是 NGN 的全部，泛指一种业务网络架构技术。就提供的业务而言，它只代表 IP 多媒体业务。所以，IMS 不能完全等同于 NGN。基于 IMS 的体系架构是 NGN 的主体架构，以欧洲 ETSI 为代表的 TISPAN 认为，IMS 代表了 NGN 的发展方向，NGN IMS 可以支持 PSTN/ISDN 仿真业务，也可以支持基于 IMS 的各种宽带业务，同时还可以支持固定和移动接入的宽带用户，使得移动和固定的融合成为可能。本章将详细介绍基于软交换的下一代网络和基于 IMS 的下一代网络，并在最后对两者进行详细的分析比较。

2.1 基于软交换的下一代网络

2.1.1 软交换概述

1. 软交换的概念

国际软交换协会（ISC）对软交换的定义：软交换是提供呼叫控制功能的软件实体。一般来说，软交换是综合的多媒体公众网络（语音、视频和数据）的中心应用开发环境和呼叫代理；而且它有多个不同的软交换商业模式，可使各个不同的应用业务提供商（ASP）将具有自己特征的应用通过软交换嫁接到第三方网关，以成为本地业务提供商。

2. 软交换在下一代网络中的位置

软交换（SoftSwitch）设备是电路交换网向分组网演进的核心设备，也是下一代电信网络的重要设备之一，它独立于底层承载协议，主要完成呼叫控制、媒体网关接入控制、资源分配、协议处理、路由、认证和计费等主要功能，并可以向用户提供现有电路交换机所能提供的所有业务以及多样化的第三方业务。软交换的概念是随着 IP 网和 ATM 网的发展而产生的，而且也是下一代网络发展中的关键部分。以软交换为核心的组网架构中包括各种接入网关（AG）、中继网关（TG）、信令网关（SG）和应用服务器（AS）等。软交换提供多种接入手段，包括 V5.1 的接入、xDSL 的接入、无线接入等。软交换主要完成各种呼叫控制，并负责相应业务处理信息的传送。业务应用平面主要是提供多种增值业务。软交换在下一代网络分层结构中位于控制层面，如图 2.1 所示。它与承载层、信令网关、各种接入网关及中继网关

等通过相应的协议互通来提供各种服务。

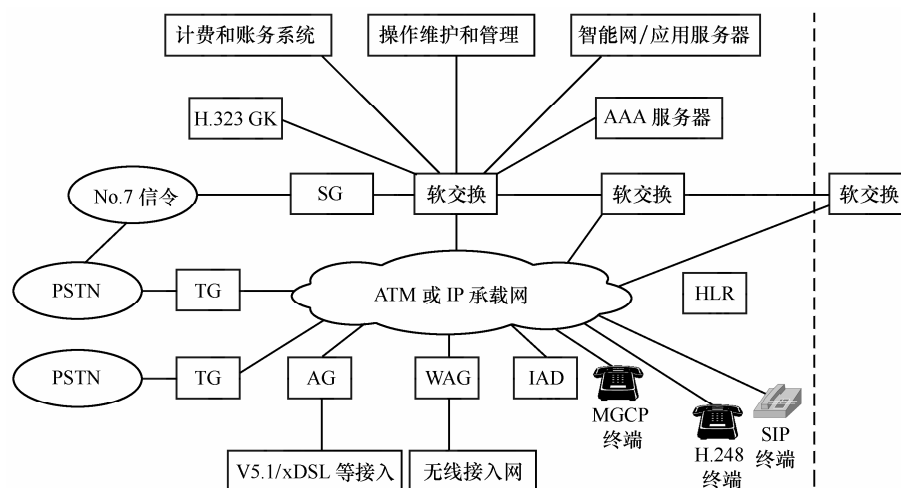


图 2.1 软交换设备与各种网关以及承载网的连接示意

从图 2.1 中可以看出，就结构而言，软交换网络是一种分层结构：媒体/接入层主要指与现有网络相关的各种接入网关或终端设备；传输层主要指宽带 ATM 交换机或 IP 路由器等骨干传输设备；控制层主要指的就是软交换控制设备；业务应用层主要指面向用户提供各种应用和服务的应用服务器。就功能而言，无论网络采用何种物理介质构建，采取何种方式传输，都对软交换的功能没有影响。

2.1.2 软交换网络的特点

软交换是在电信网向以 IP 网为核心的分组化方向发展这一背景下，由工业界提出的网络体系结构，它的网络特点如下。

(1) 软交换是一个网络解决方案，而不是像综合交换机那样着眼于节点的解决方案。演进过程中需要支持的新的网络能力由已有网元或新增网元实现，软交换则定义网元之间的标准接口。

(2) 软交换是一个分布式和集中式相结合的解决方案。原则上，所有功能都是在网络中分布实现的，特别是网络互通功能由分布式网关完成。这些网关数量多，功能相对简单，在容量上不仅可以支持数个终端的小型宅内网关，还可以支持数千话路的大型中继网关。但是呼叫控制功能和业务控制功能集中于少数几个软交换机完成，并沿用传统电信网的智能网集中控制的思想，确保了系统的可靠性和可控性。

(3) 软交换采用分层的体系结构，与网络的垂直分割相适配，支持网络的演进和新技术的引入。

软交换的基本思想就是将原有交换设备提供的呼叫控制功能与负责传输的媒体网关分离开，将交换功能软件化、模块化。这就要求软交换网络结构既要支持通信和计算机网络的融合，顺应全球 IP 化的趋势，又要支持现有网络资源的充分利用和平滑演进，并且建立合理的商业运营模式，尤其是边缘接入和核心控制的协调。