

摘要

随着 VoIP、移动通信和互联网技术的发展，移动用户希望移动通信网络能够提供像互联网一样丰富的多媒体业务。第三代移动通信系统的提出，特别是在引入了 IP 多媒体子系统（IMS）后，使人们的这个愿望可能得以很快实现。但是一个不争的事实就是，软交换技术迅速发展，实现了呼叫与控制功能的分离，但并没有彻底实现。IMS 是一个基于 IP 技术的、与接入无关的架构，其体系架构上的诸多优点，使得 IMS 被业界认为是下一代网络的基础。所以，在发展第三代移动通信，强调多媒体通信的同时，必须考虑到软交换向 IMS 过渡与互通问题。

本文主要研究软交换向 IP 多媒体子系统平滑过渡的问题。首先介绍了软交换的基础及其体系结构，然后阐述了 IMS 的框架结构及其工作原理，分析了 IMS 中的关键技术。在此基础之上，以固网软交换向 IMS 平滑过渡的方案为例，深入探讨了软交换向 IMS 过渡的问题，给出了固网软交换向 IMS 过渡的分阶段实施方案，并从体系结构和重要协议上研究了 HLR 向 HSS 的演进方式和实现策略，同时还设计完成了目前固网软交换如何支持 IMS 数据库子系统。

关键词：交换，IP 多媒体子系统，过渡

Abstract

With the rapid development of VoIP, mobile telecommunication and Internet, more and more users wish the mobile network could provide them all kinds of multimedia service like the Internet has done. The third generation mobile communication system (3G) especially added with IP multimedia subsystem (IMS) will realize the dream quickly. But a fact is that softswitch is still a huge network and popular used at present, it has realized the separation of calling and control service, but it can not realize thoroughly. IMS is based IP and independent of connecting, because of its good many of excellence.

This thesis focuses on issues of the soft updating from softswitch to IMS. At first it introduces the softswitch and its network, then the interworking is derived. After that it expatiates the frame and work principle of IMS and analyses the key technique of IMS. Based on this, the author discusses the interworking between IMS and softswitch as an example. On the base of this, as the main part of the paper, the author discussed the updating from softswitch to IMS with some soft updating examples. The problems include the updating from HLR to HSS and how to realize it, at the same time I accomplished the design of IMS database system sustained by softswitch, and the design of network management for softswitch and IMS.

Key words: Softswitch, IP Multimedia Subsystem (IMS), Interworking

独 创 性 声 明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 重庆邮电大学 或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

学位论文作者签名： 周瑾 签字日期： 2007年5月12日

学 位 论 文 版 权 使用 授 权 书

本学位论文作者完全了解 重庆邮电大学 有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅。本人授权 重庆邮电大学 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。

(保密的学位论文在解密后适用本授权书)

学位论文作者签名： 周瑾 导师签名：张永才

签字日期： 2007 年 5 月 12 日 签字日期： 年 月 日

第一章 绪论

目前存在完全独立的两个通信网络：PSTN 网络和数据网络，分别提供语音业务和基本数据业务。网络分离、运维分立，使得网络的整体运维成本居高不下，而且难以提供复杂的融合业务，网络的融合已是大势所趋。由于传统的语音网络是一种资源独占型的封闭网络，以 Internet 技术为代表的分组网络，以开放的架构、低廉的成本以及庞大的规模等优势取代 PSTN 网络成为下一代融合网络的基础架构，在现有分组网的基础上构建下一代网络已是业界共识。

对于运营商来说，未来网络的建设必须要考虑资源利用以及投资保护的问题，一方面要紧跟最新技术，另一方面，要尽量利用已有技术和资源，在尽量不涉及大规模网络改造的前提下，经济、迅捷地为用户提供大量业务，以实现利润的最大化。

从现有网络向下一代网络的平滑过渡成为解决问题的关键，随着市场竞争的白热化，固定和移动业务的全业务融合运营是通信产业发展的必然趋势。软交换技术（Softswitch）向 IP 多媒体子系统（IMS）平滑过渡的解决方案就是解决网络平滑演变的主流方案^[1]。

1.1 软交换的发展现状

软交换技术是 20 世纪末形成的一项通信技术概念，它最初是由计算机网络设备商提出，其目的是为了顺应 IP 网络的迅猛发展，适应语音 IP 化的潮流，为 IP 网络找出新的应用模式。

目前通常意义上的软交换技术是指以软交换设备为呼叫控制核心，基于分组传送的通信技术。它将呼叫控制功能分离出来，通过软交换设备实现基本呼叫控制，包括：呼叫选路、管理控制、连接控制（会话的建立和拆除）和信令互通等。其结果是实现了业务与控制、接入与承载的分离，为业务、控制、交换建立了分离的功能平面，各功能平面之间采用标准的协议进行通信。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、计费等主要功能。除了自身可以提供基本的呼叫业务以及简单的补充业务以外，软交换控制设备还可

以通过与业务层设备应用服务器、SCP 的协作，向用户提供补充业务、传统智能业务以及多样化的第三方增值业务及新型智能业务。

软交换技术从 1997 年开始发展，目前已进入商用阶段，并在国内外得到应用。总体上看，美国的运营商要领先于欧洲，新兴运营商要积极于传统运营商。中国通信标准化协会网络与交换技术委员会从 2001 年起开始制定软交换系统相关规范及标准，主要包括设备规范、协议规范、接口规范和业务相关规范等，共完成相关规范 59 个。软交换业务提供方式有三种：由软交换设备提供 PSTN 基本业务及补充业务；采用 SIP 应用服务器或 Parlay 应用服务器来提供运营商自营的新型业务；利用 PARLAY 应用服务器通过第三方提供业务，此种方式仍处于探索阶段，应进一步深入研究和实践。

电话网是中国电信的最大网络之一，而网络演进是一个长期过程。因此电路交换向 NGN 演进的过程中应注重网络的衔接性、业务的连续性以及网络运营管理的稳妥性，实践证明软交换已经具备替代电路交换设备的能力，灵活提供业务的能力也已经得到验证。^[2]采用软交换技术实现电话网的演进，使电话网向分组化、宽带化、智能化的方面发展，并大大提升电话网的业务能力，符合电路交换向分组交换转型的总体发展趋势。电话网向下一代网络演进过程中，软交换是一个不可逾越的阶段。

近年来的商用规模结果证明，软交换体系在技术上已经成熟，经济分析可行，软交换技术已进入商用阶段。主流厂家的软交换系统在国内外已有商用实例，主要应用集中在利用软交换提供长途汇接和本地用户接入业务，以及为企业用户提供综合通信解决方案。

近期软交换网络已经能够接入窄带用户，解决现有电路交换网的整体转型问题；并积极拓展宽带用户，抢占大客户和宽带用户市场。今后软交换系统应支持独立用户数据库，支持宽带用户向 IMS 迁移的能力^[3]。

1.2 IP 多媒体子系统（IMS）的引入

到目前为止，3GPP 定义的 WCDMA 系统有 R99、R4、R5 和 R6 四个版本。其中 R6 版本不涉及网络架构，主要是业务研究，涉及网络架构的是 R99、R4 和 R5。软交换技术正是在 R4、R5 网络中得到充分的应用，随着用户需求的不断变化，单纯的语音通信和 Internet 访问业务已经不能满足要求，于是在 R5 版本中，3GPP 引入了 IMS 子系统，它是在原有的电路域和分组域的基础上增加的一个全新的域。

3GPP's Release 99 规范了基本的 UMTS 基本结构：由 CS 域和 PS 域组成。IMS 域是一个控制域，它汇集了移动业务领域最先进的概念和技术，它为移动通信构建了提供 IP 多媒体业务的统一的体系架构和基础设施，尤其是基于会话发起协议 SIP^[4] (Session Initiation Protocol) 的功能丰富的业务控制过程，将 IP 灵活的业务能力植根于移动通信系统之中，极大地丰富了移动业务的生成能力。IMS 是一个在 PS 域上面的多媒体控制/呼叫控制平台，IMS 使得 PS 具有 CS 的部分功能，如通过提供 QoS 和增强的计费功能，能够实现各种实时性业务：电话和可视电话等。IMS 引入增强的网络业务，例如 Presence、Messaging、Conferencing，IMS 是向 All IP Network 业务提供体系演进的一步。因为 IMS 具有这样一些无与伦比的特点，IMS 越来越受到人们的重视，而 ITU-T 也决定以 IMS 体系结构为基础，构建下一代网络 NGN^[5] (Next Generation Network)，所以 IMS 已成为网络发展融合的焦点。图 1-1 描述了 R5 网络定义了 IMS 的基本结构。

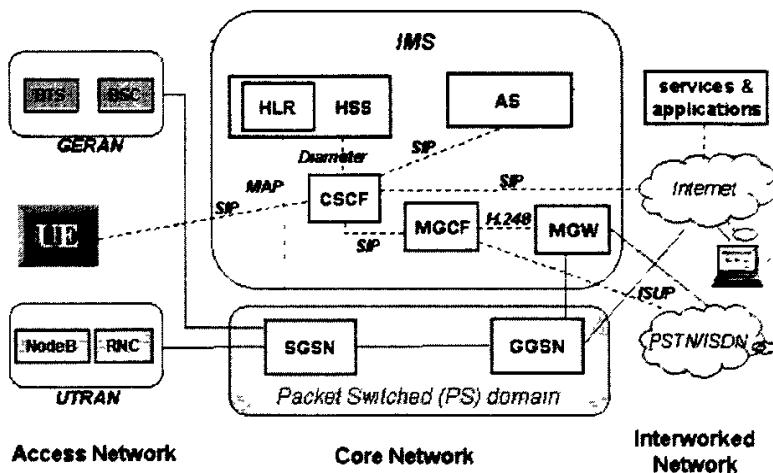


图 1-1 IMS 的基本结构

1.3 IMS 与软交换的关系

固定软交换采取主从控制方式，是全网智能和控制中心，主要关注具体设备形态、功能、协议，全面提供 PSTN 相关业务和简单 SIP 业务，网络体系与接入方式相关，固定和移动不同；IMS 结合了互联网和电信，终端和业务层是网络的两大智能中心，关注逻辑网结构和功能、控制层统一架构，尚不能支持所有的 PSTN 业务，主要提供基于 SIP 的宽带多媒体业务，

与接入无关。尽管对业务层和控制层进行了一定程度的分离，但软交换设备和业务层之间并没有彻底分离，用户数据库没有完全独立，业务层和控制层之间的接口没有标准化。这些都影响了固定软交换网络上多媒体业务的开展。软交换可平滑演进到 IMS。固定网络中，软交换和 IMS 的界限比较模糊，固定软交换没有明确区分窄带（CS）和宽带（PS/IMS），软交换从一开始就兼具了 IMS 的部分特征，可同时提供宽、窄带业务，随着移动网络的飞速发展以及网络融合的加快，固定软交换网也借鉴了移动网的规划，把 IMS 作为发展方向，在技术框架上有了很大的发展。软交换与 IMS 网络组织实现比较如下：

表 1.1 软交换与 IMS 网络组织实现比较

类别	软交换	IMS
编号	E.164 为主，可升级支持 SIP URI 形式	SIP URI 形式，兼容支持 E.164
路由方式	SIP-T/I 作为局间信令，基于 SIP 的路由	基于 SIP 的路由方式
网络物理架构	控制面，媒体面分离 向扁平化网络方向发展	控制面，媒体面分离 向扁平化网络方向发展
互联互通	和 PSTN/ISDN/ 电路域互通 和 VOIP 网络 / 多媒体网络的互通	和 PSTN/ISDN/ 电路域互通 和 VOIP 网络 / 多媒体网络的互通
支持的业务	没有本质不同。基本语音业务 和补充业务有优势	没有本质不同。业务触发机制，业务的灵活性、标准化程度有优势

软交换在中国的实践验证了这一点，中国的软交换实践与国外不同，中国软交换的实践结合和吸收当前的各种先进技术（特别是 IMS）进行架构和业务的完善，充分适应宽带化、移动化和综合化的发展，软交换功能既具备窄带的功能也同时具备宽带的功能，最为关键的是在软交换的架构上引入移动的 HLR，在协议上大胆引入了移动的 MAP 协议，使得软交换网络开放性更强。可以说中国的软交换实践已经部分地实现了 IMS 功能，欠缺的是在移动性管理的功能和 HSS 功能的完善。随着标准的成熟性，特

别是 IMS 在固网应用的成熟性的进程，软交换和 IMS 在未来的发展中将趋向于统一。随着宽带用户数量的增多和移动网络的发展，窄带用户将逐步向宽带用户迁移，最终将形成全 IP 的 IMS 网络。

1.4 固网软交换向 IMS 平滑过渡的国内外研究开发现状

软交换 (SS) 的概念是 20 世纪 90 年代后期在 IP 电话的基础上逐步发展起来的，是在通信网由窄带向宽带过渡，由电路交换向分组交换演进的过程中逐步完善的。它继承了电信网集中控制的架构和可靠的信令技术，采用分层的机构实现了呼叫控制和媒体处理相分离的原则。软交换概念出现后，中国通信标准化组织 (CCSA) 及时地引入该术语，积极开展了软交换相关设备和协议的标准化工作。在设备厂商的推动和运营商的积极推广下，经过几年的发展，软交换在国内电信、移动、网通等运营商的网络上实现了大规模的商用。^[5] 运营商采用软交换技术实现了公共交换电话网 (PSTN) 向下一代网络 (NGN) 的演进，通过引入彩铃，“一号通”等新业务实现了业务收入的持续增长，并降低了总体运营成本。

IP 多媒体子系统 (IMS) 最早是由 3GPP R5 版本在核心网引入的，3GPP R6 版本对 IMS 进行了进一步的完善和扩充。IMS 的重要特点是对控制层功能做了进一步分解，实现了会话控制实体 (CSCF) 和承载控制实体 (MGCF) 在功能上的完全分离，使网络架构更为开放、灵活；IMS 的另一重要特点是全部采用会话启动协议 (SIP) 作为呼叫控制协议。IMS 作为一个由移动标准组织 3GPP 提出的面向多媒体应用的子系统，一开始就在移动性支持和多媒体应用上有较完善的考虑。在当前实现网络融合的形式驱动下，欧洲电信标准组织 (ETSI) 下属的 NGN 研究组织 TISPAN 在其推出的 NGN R1 版本中接受 IMS 作为 NGN 固定应用的核心技术，并准备重用 3GPP R6 版本中的 IMS 相关规范。国际电信联盟电信标准部门 (ITU-T) 下一代网络热点组 (FGNGN) 也同样采纳了基于 IMS 的 NGN 体系架构并在其基础上进一步发展，已经推出了 IMS Based PES/PSS 等标准，目前正在研究 IMS Based IPTV 架构^[6]。

IMS 架构不但被国际主流的 ITU-T、3GPP、ETSI 等标准组织所采纳，成为 NGN 的核心网技术，也得到了国际上各主流设备商和运营商的支持，各设备商纷纷声称将依照 IMS 体系架构开发 NGN 系统，运营商也在积极开展 IMS 的测试和试验。

目前我国的 NGN 建设还是处于初级阶段，主要是以软交换改造为主，

在未来将逐步升级过渡到真正意义上的 NGN。软交换技术实现了 NGN 的核心思想：业务与呼叫控制分离、呼叫控制与承载相分离，实现了“业务独立于网络”，使得传统电信业务在分组交换域上的传输和控制成为现实。同时，软交换技术还支持多种接入方式，为传统 TDM 网络向软交换网络的平滑演进提供了经济有效的过渡方案。2005 年，中国电信已经从长途网和北方地区开始逐步停止电路交换网络的建设。从世界范围来看，基于软交换技术的各类网络试验与商业网络建设已经成为电信网络演进的主流。然而软交换技术本身存在的一些缺陷，决定了它并非 NGN 的终点。而未来发展更可能的方向是 IMS。

现阶段，固定与移动的融合还无法真正实现，运营商也无法实现通过统一的网络平台提供更具吸引力的融合业务的愿望。电信运营商需要一种能够让其网络平滑过渡到全业务的演进方式，而从现阶段看，IMS 为固定和移动网络的融合指明了方向。

与固网软交换相比，IMS 架构更加严谨，功能更为丰富，如通过功能实体细分提供了基本的移动性管理能力，提供了移动 CS 域、固定软交换网与 IMS 核心域互通的体系架构，通过设置独立的 HSS 数据库促进了控制层面与数据层面的分离，有利于运营商对用户数据和业务数据的统一管理等。更重要的，它为固网与移动的融合提供了完整的网络架构，运营商可以在这一架构下培育更多新业务^[7]。

1.5 论文结构

本文将在阐述软交换以及 IMS 体系结构的基础上，深入分析软交换以及 IMS 系统工作原理，并对软交换向 IMS 平滑过渡中的关键技术以及相关方案进行研究。全文共分为六章，具体安排如下：

第一章为绪论引出课题。

第二章阐述软交换和 IMS 的架构，并对其业务以及关键技术进行详细分析，对目前软交换已经解决的问题和不足进行分析，展望软交换的发展方向。

第三章首先阐述了软交换向 IMS 演进的关键技术，分别从网络互通、网络安全以及 QOS 进行了分析，最后给出了软交换向 IMS 演进的分阶段实施方案。

第四章基于第三章引出的软交换向 IMS 分阶段实施方案的基础上研究了 HLR 向 HSS 的演进，重点从体系结构和重要协议上加以探讨。

第五章软交换向 IMS 的过渡需要有一个过程，本章设计了目前固网软交换如何支持 IMS 数据库子系统。

第六章概括性的总结了全文的工作，并对今后的研究方向进行展望。

第二章 软交换及 IMS 体系架构

2.1 软交换网络的体系结构

以数据为中心，基于开放的网络架构，提供包括语音、数据、多媒体等多种业务融合的网络体系，这是 NGN 的广义概念，而目前下一代网络的核心控制设备是软交换。基于软交换技术的下一代网络是业务驱动的网络，通过呼叫控制、媒体交换以及承载的分离实现了开放的分层架构，各层次网络单元通过标准协议互通，可以各自独立演进，以适应未来技术的发展。

以软交换技术构建的软交换网络具有分层的体系架构，依次可分为接入、传送、控制、业务/应用等四层，其中接入层可提供多种接入手段，满足用户的各种接入要求。更为重要的是，在软交换技术的体系架构中采用了开放式的应用编程接口（API），允许在交换机制中灵活引入新业务，实现了独立与网络的业务开发模式，能为用户提供语音、数据和多媒体等各种业务。图 2-1 以 ZTE Softswitch 为例展示了其体系结构。

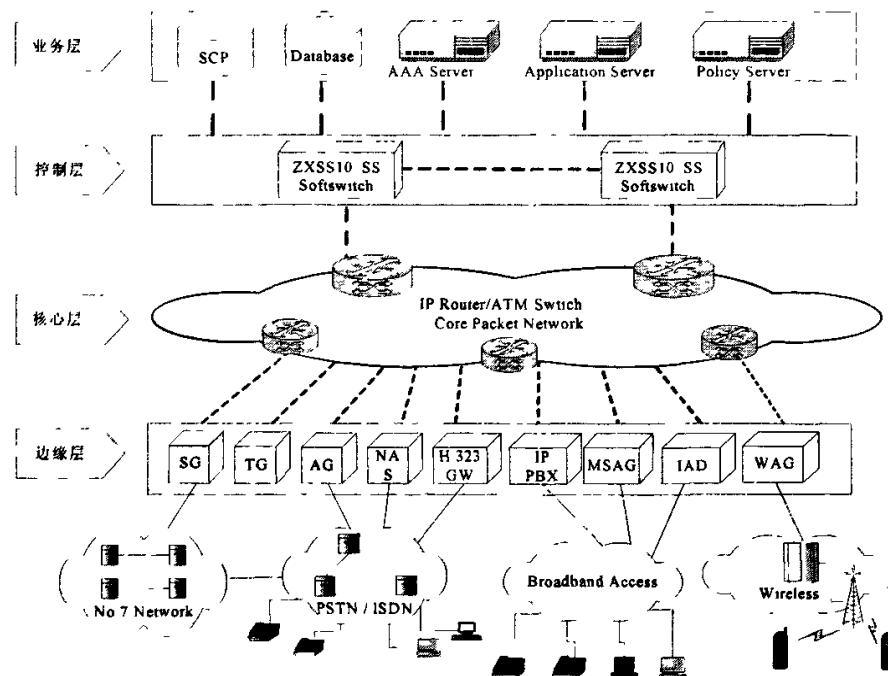


图 2-1 软交换网络的体系结构

SG: 信令网关

TG: 中继网关

AG: 接入网关

NAS: 宽带接入服务器

IAD: 综合接入设备

WAG: 无线接入网关

H.323GW: H.323 网关

IP PBX: 基于 IP 的用户交换机

MSAG: 多业务接入网关

在该体系结构中，网络从纵向划分成 4 层：边缘接入层、核心交换层、网络控制层和业务/应用层，各层之间采用标准化接口^[10]。

① 边缘接入层

边缘接入层负责将各种不同的网络和终端设备接入软交换体系结构，将各种业务量进行集中，并利用公共的传送平台传送到目的地。接入层的设备包括各种不同的网络、终端设备以及各种网关设备。这些网络或终端设备可以是公众交换电话网、ATM 网络、帧中继网络、移动网络、各种 IP 电话终端及模拟终端等，它们通过不同的网关或接入设备接入核心网络。

② 核心交换层

核心交换层对各种不同的业务和媒体流提供公共的传送平台。多采用基于分组的传送方式，目前比较公认的核心传送网为 IP 网或 ATM 骨干网。

③ 网络控制层

网络控制层完成呼叫控制、路由、认证、资源管理等功能。其主要实体为软交换设备。

④ 业务/应用层

业务/应用层在呼叫控制的基础上向最终用户提供各种增值业务，同时提供业务和网络的管理功能。该层的主要功能实体包括应用服务器、特征服务器、策略服务器、AAA 服务器、目录服务器、数据库服务器、SCP、网管（负责网络的管理）及安全系统（提供安全保障）。

2.2 软交换的功能及接口能力

2.2.1 软交换的主要功能

在软交换系统中，为了便于各类新业务和增值业务的引入，要求软交换所提供的呼叫控制功能是各种业务的基本呼叫控制功能。概括起来，软交换的主要功能如下：

① 媒体接入功能

软交换可以通过 H.248 协议将各种媒体网关接入软交换系统，如中继

媒体网关、ATM 媒体网关、综合接入媒体网关、无线媒体网关和数据媒体网关等。同时，软交换设备还可以利用 H.323 协议和会话启动协议(SIP)将 H.323 终端和会话启动协议客户端终端接入软交换系统，以提供相应的业务。

②呼叫控制功能

呼叫控制功能是软交换的重要功能之一。它为基本呼叫的建立、维持和释放提供控制功能，包括呼叫处理、连接控制、智能呼叫触发检出和资源控制等。可以说呼叫控制功能是整个网络的灵魂。

③业务提供功能

由于软交换系统既要兼顾与现有网络业务的互通，又要兼顾下一代网络业务的发展，因此软交换应能够实现现有 PSTN/ISDN 交换机提供的全部业务，包括基本业务和补充业务；同时，还应该可以与现有智能网配合提供现有智能网的业务；更为重要的是，软交换还应该能够提供开放的、标准的 API 或协议，以实现第 3 方业务的快速接入。

④互连互通功能

目前，在 IP 网上提供实时多媒体业务可以基于 H.323 协议和 SIP 协议两种体系结构。其中，H.323 协议由 ITU-T 制订，SIP 协议由 IETF 提出，两者均可以完成呼叫建立、呼叫释放、业务提供和能力交换等功能。H.323 沿用了传统电路网可管理性和集中控制的特点，目前已比较成熟且已得到广泛应用；而会话启动协议则采用分布式结构，具有简单、可扩展性好、与 Internet 结合紧密等特点，已逐步得到应用，尤其是会话启动协议将会在第 3 代移动通信核心网和智能业务中得到广泛应用。因此软交换能够同时支持这两种协议体系结构，并实现两种体系结构网络和业务的互通。

⑤资源管理功能

软交换可以对带宽等网络资源进行分配和管理。

⑥认证和计费

软交换可以对接入软交换系统的设备进行认证、授权和地址解析，同时还可以向计费服务器提供呼叫详细话单。

2.2.2 软交换的对外接口及采用的通信协议

作为 NGN 中的核心设备，软交换要与网络中很多的功能实体进行交互。为了便于网络各部件的独立发展，软交换与其它功能实体间必须采用标准的开放的接口。图 2-2 为软交换的对外接口示意图。

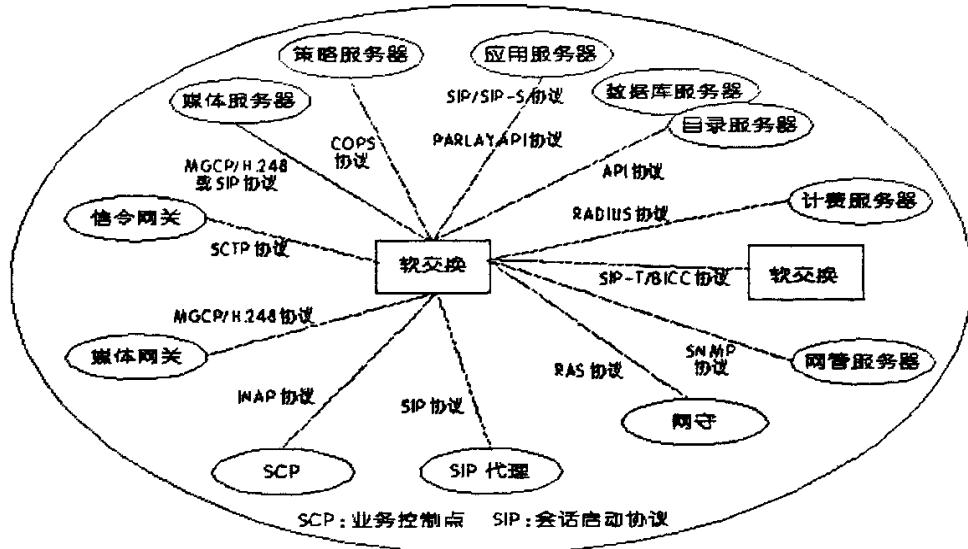


图 2-2 软交换的对外接口

从上述接口结构可知，软交换要求支持的协议种类很多，根据协议类型大体可以分为如下几类：

- ① 呼叫处理协议：ISUP, TUP over IP, SIP-T;
- ② 传输控制协议：TCP, UDP, SCTP, TCAP/SCCP/M3UA;
- ③ 媒体控制协议：H.248, SIP, MGCP;
- ④ 业务应用协议：INAP (CS2), LDAP, RADIUS;
- ⑤ 维护管理协议：SNMP。

2.3 IMS 的技术特点

在 UMTS 中，IMS 的基本功能是为 3G 移动通信的多媒体服务提供支持，包括在 PS 域承载上提供 3G 移动通信的 IP 多媒体服务和实现与传统的电路交换网络互通这两个基本部分。

IMS 本质上仍属于软交换技术范畴，继承了软交换的主要特点：实现控制和媒体分离；实现业务和网络分离；提供智能终端接入；提供开放业务环境^[8]。

IMS 进一步发展了软交换的技术特点：

- ① 业务与控制彻底分离。传统软交换虽然将大部分增值业务分离出来放到了业务层，但其自身仍然保留了一些补充业务。IMS 将保留的业务放在了业务层的应用服务器中，做到了呼叫控制和业务的彻底分离。IMS 也实

现了会话呼叫控制与媒体网关控制的分离。传统软交换提供了基于 SIP 的会话呼叫控制和基于 H.248/MEGACO/MGCP 的媒体网关控制的功能, IMS 将这两者分离, 基于 SIP 的会话呼叫控制由 CSCF 提供, 完成整个网络的信令路由和呼叫控制; 基于 H.248/MEGACO/MGCP 的媒体网关控制由 MGCF 提供, 存在于 IMS 网络与传统网络互通的边界点上。

② 用户数据与控制分离。当前软交换技术新框架已经实现了用户数据与控制的分离, 引入移动 MAP 协议, 实现了网络移动化。HSS 和 CSCF 之间采用 Diameter 系列协议, 具有强大的可扩展性和安全保证, 同时为了兼容 CS 业务, HSS 还同时支持移动 MAP 协议。

③ 网络更加分布化, 但逻辑实体并不一定对应物理实现符合 NGN 的发展方向。

④ 网络更加标准和统一。为实现与现网互通及对现网的演进改造, 软交换采用的 IP-SIP (宽带) 和 SS7 (窄带) 混合架构。IMS 突破了电信网的体系特征, 全面采用 IP-SIP 架构, 采用 SIP 协议。

⑤ 完全的端到端 IP 特性。是支持接入无关的基础, 也是融合网络的基础。IMS 提供对各种接入方式的兼容。支持多种接入类型, 如 GSM、GPRS、3G、POTS、固定宽带接入和 WLAN 等。实现各种媒体形式的呼叫通信及相关的多种多媒体业务, 最大限度提供给用户移动性和利用 IMS 的业务能力。

⑥ 一致的归属业务服务能力。IMS 所有业务处理信令都要回到归属网络, 业务环境由归属网络提供。IMS 向用户提供了虚拟归属业务环境 VHE 的能力, 采用集中式的 HSS 数据库, 实现用户一致的注册和业务触发功能, 终端无论是漫游还是其他运营商的网络都能通过拜访本地或网络的 P-CSCF 接入到 IMS 中。

⑦ QoS 保证策略的完善。^[9]在 IMS 中存在多种 CSCF 功能实体, 在这些功能实体中, P-CSCF 完成了用户终端及接入网络和 IMS 核心网络的隔离, 使用户终端和接入网络无法直接了解 IMS 网络的内部结构。P-CSCF 还可以进一步提供信令的 NAT 穿越、协议转换等由网络外围设备完成的附加功能。IMS 中的 I-CSCF 完成了不同运营商之间 IMS 网络的隔离, 在保证网络互通的同时使运营商之间无法了解对方的网络结构和资源情况, 保证了网络的安全。

2.4 IMS 的体系结构

3GPP 在其 R5 版本中引入了 IMS 域，在 IMS 域中包含了许多功能实体，也引入很多全新的参考点，构成了整个网络的控制部分，IMS 的体系结构见图 2-3^[7]。

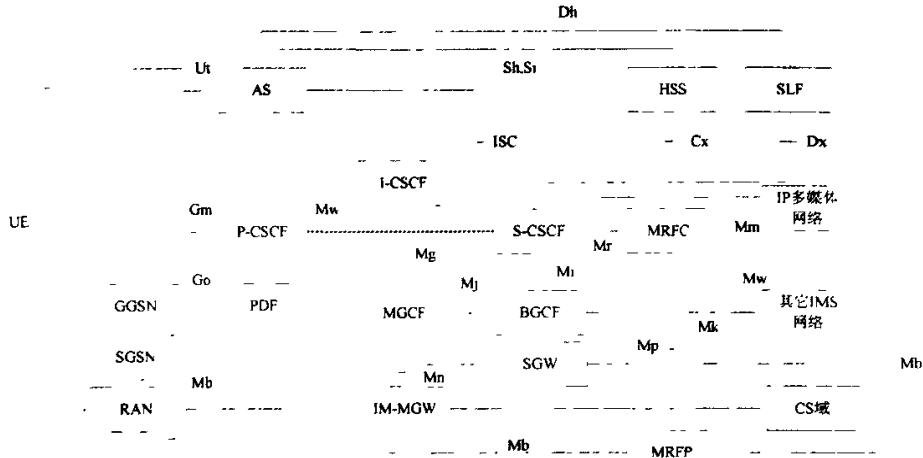


图2-3 IMS体系结构图

2.4.1 IMS 的功能实体

IMS 中的实体大体上可以分为六类：会话管理和路由类、数据库类、网间配合类、服务类、支撑实体类和计费类。

会话管理和路由类实体呼叫会话控制功能 CSCF (Call Session Control Function) 是 IMS 中最重要的组成部分，是整个网络的核心部分，它们支持 SIP 协议处理 SIP 会话。^[11] CSCF 又分为代理呼叫会话控制功能 P-CSCF(Proxy-CSCF)，问询呼叫会话控制功能 I-CSCF(Interrogation-CSCF) 及服务呼叫会话控制功能 S-CSCF(Server-CSCF)。

- P-CSCF 是 UE 接入 IMS 系统的入口，实现了在 SIP 协议中的 Proxy 和 UserAgent 功能。它主要负责验证请求，将它转发给指定的目标，并处理和转发响应，在异常情况下 P-CSCF 可以中断和独立产生 SIP 会话。
- I-CSCF 是在一个运营商网络中为所有连接到这个运营商的某一用户的连接提供的联系点。它的功能主要是联系归属用户服务器 HSS

- (Home Subscriber Server) 以获得正在为某个用户提供服务的 S-CSCF 的名字，它还提供路由查询以及 IMS 域间拓朴隐藏功能。
- S-CSCF 在 IMS 中处于核心的控制地位，它位于归属网络，负责对 UE 的注册鉴权和会话控制，执行针对主叫端及被叫端 IMS 用户的基本会话路由功能，并根据用户签约的 IMS 触发规则，在条件满足时进行到应用服务器 AS (Application Server) 的增值业务路由触发及业务控制交互，并根据网络运营商的需要，与计费功能进行交互。

数据库类的实体主要有归属用户服务器 HSS, 订购关系定位功能 SLF (Subscription Locator Function)。^[12]

- HSS 的功能：HSS 是保存 IMS 用户的签约信息，包括基本标识、路由信息以及业务签约信息等集中综合数据库，位于 IMS 核心网络架构的最顶层。
- SLF 的功能：在运营商内设置多个 HSS 的情况下，I-CSCF 在登记注册及事务建立过程中通过 SLF 获得用户签约数据所在的 HSS 域名。

网间配合类实体主要有媒体网关控制功能 MGCF (Media Gateway Control Function)、边际网关控制功能 BGCF (Breakout Gateway Control Function)、媒体网关 IM-MGW (IP Multimedia Subsystem Media Gateway Function) 和信令网关 SGW (Signaling GateWay) 等。它们主要是与电路交换 CS (Circuit Switched) 域和 PSTN 互通的功能实体。

服务类实体有应用服务器 AS、多媒体资源功能控制器 MRFC (Multimedia Resource Function Controller) 和多媒体资源功能处理器 MRFP (Multimedia Resource Function Processor)。其中 AS 的功能主要是为 IMS 用户提供增值业务，可以位于用户归属网，也可以由第三方提供；而 MRFC 和 MRFP 主要是实现多方会议的功能实体。

支撑类实体主要有网间拓扑隐藏网关 THIG (Topology Hiding Inter-network Gateway)、策略决策功能 PDF (Policy Decision Function) 和安全网关 SEG (Security Gateway) 等。它们支撑了网络的安全运行。

与计费相关的功能实体主要有计费采集功能 CCF (Charging Collection Function) 和计费网关功能 CGF (Charging Gateway Function) 等，它们实现了 IMS 的计费功能。

2.4.2 IMS 中的参考点

IMS 中的参考点种类繁多^[15]，主要有：

- Gm 参考点：连接了 UE 和 IMS，它用于传输 UE 和 IMS 之间的所有 SIP 信令消息，IMS 中相对应的部分是 P-CSCF。
- Mw 参考点：IMS 中不同的 CSCF 之间要交换信息，Mw 参考点实现了这个功能。
- ISC 参考点：又称 IMS 服务控制参考点，它是主持和执行服务的实体 AS 与 CSCF 之间发送和接收 SIP 消息的参考点。
- Cx 参考点：在注册和会话过程中，I-CSCF 和 S-CSCF 要查询 HSS 中的用户信息，HSS 和 CSCF 之间的通信就是通过 Cx 参考点实现的。
- Dx 参考点：当一个网络中部署了多个可独立寻址的 HSS 时，这时需要首先联系 SLF，CSCF 和 SLF 之间的参考点就是 Dx 参考点。它总是与 Cx 参考点结合使用。
- Sh 参考点：AS 可能需要用户数据或者需要知道哪个 S-CSCF 发送了 SIP 请求，而这类信息存储在 HSS 中，所以 HSS 和 AS 之间引入了 Sh 参考点^[13]。
- Si 参考点：它用于 IM-SSF 和 HSS 之间的信息的交换。
- Dh 参考点：AS 使用该参考点在多个 HSS 环境中查找正确的 HSS。
- Mm 参考点：用于 IMS 网络和外部 IP 网络之间交换信息。
- Mr 参考点：用于 S-CSCF 和 MRFC 之间的信息交换。
- Mp 参考点：用于 MRFC 和 MRFP 之间的信息交换。
- Ut 参考点：使 UE 能够管理与其服务相关的信息。
- Go 参考点：使运营商可以控制用户平面的 QoS，并且在 IMS 和 GPRS 网络之间进行计费关联信息的交换。
- Gq 参考点：用于 P-CSCF 和 PDF 之间交换与策略决策相关的信息。

这些参考点中，Cx、Dx、Sh、Dh、Gq 参考点都使用 Diameter 协议；Si 参考点使用 MAP 协议；Go 采用 COPS 协议；Ut 采用超文本传输协议 HTTP^[9]（Hyper Text Transfer Protocol）协议；Mp、Mn 采用 H.248^[10] 协议；其余的参考点都使用 SIP 协议。^[14]

2.5 IMS 的注册和会话过程

2.5.1 IMS 入口点的发现

注册过程使得用户设备 UE (User Equipment) 可以使用 IMS 服务。在进行 IMS 注册之前，UE 必须获得一个 IP 连接承载，并且发现 IMS 系统的入口点 P-CSCF。^[16] 在第三代伙伴计划 3GPP 中对 P-CSCF 发现定义了两种机制：动态主机配置协议 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 域名系统 DNS (Domain Name System) 过程和 GPRS 附着过程。另外，也可以在 UE 中配置 P-CSCF 名字或者 P-CSCF 的 IP 地址。

2.5.2 IMS 的注册过程

注册过程分为两个阶段。^[17]

● 请求阶段

首先，UE 发送一个 SIP 注册 (SIP REGISTER) 请求给已发现的 P-CSCF。这个请求包含要注册的身份和归属域名称 (I-CSCF 的地址)。该 P-CSCF 处理这个 REGISTER 请求，并使用所提供的归属域名称来解析 I-CSCF 的 IP 地址。随后 I-CSCF 将会联系归属用户服务器 (HSS)，以便为 S-CSCF 选择过程来获取所需的 S-CSCF 能力要求。在 S-CSCF 选定之后，I-CSCF 将 REGISTER 请求转发给选定的 S-CSCF。S-CSCF 会发现这个用户没有授权，因此它向 HSS 索取认证数据，并且向用户返回一个 401 未授权响应。

● 认证阶段

收到响应后，UE 将对这个响应进行计算，得到授权参数，并且发送第二个 REGISTER 请求给 P-CSCF。通过 P-CSCF 的认证后，它将再次找到 I-CSCF，并且 I-CSCF 也将依次找到 S-CSCF。最后，S-CSCF 检查这个请求，进行验证，如果这个请求正确，它就从 HSS 下载用户配置，并通过一个 200 OK 成功响应来接受注册。一旦 UE 成功被授权，UE 就注册成功，以后就能够发起和接收会话。

在注册过程中，UE 和 P-CSCF 会了解到网络中的哪个 S-CSCF 将要为 UE 提供服务。详细的注册过程参见图 2-4。图中增加了对用户 A 注册状态的订阅，既有用户 A 的终端对本身用户的订阅，也有 P-CSCF 对用户 A 的注册状态的订阅。通过 S-CSCF 的通告，它们能够迅速地知道当前用户 A

的注册状态信息。

UE 通过周期性的注册更新，UE 可以保持其注册处于激活状态。如果 UE 没有更新其注册信息，那么在注册超时的时候，S-CSCF 将清除该注册。当 UE 想要解除在 IMS 中的注册时，它就简单地发送一个 REGISTER 请求，该请求中的注册计时器取值为 0（过期）。

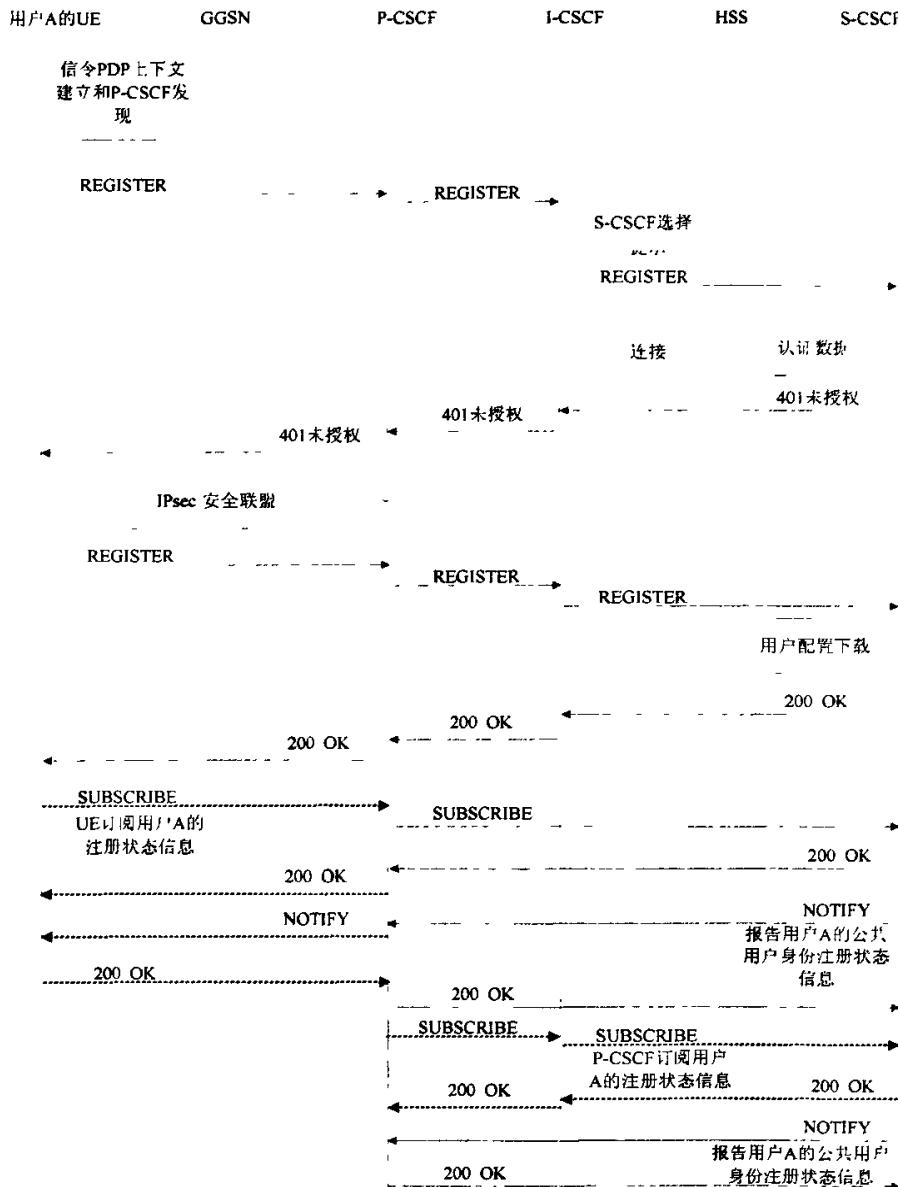


图2-4 IMS注册过程

2.5.3 IMS 的会话过程^[18]

假设有两个用户 A 和 B，当用户 A 想要与用户 B 进行通话时，UE A 就生成一个 SIP INVITE 请求，并且通过 Gm 参考点将该请求发送给 P-CSCF。P-CSCF 会对这个请求进行处理，它将对请求进行解压缩并且验证呼叫发起的用户的身份，然后才通过 Mw 参考点向 S-CSCF 进行转发。S-CSCF 继续处理这个请求，执行服务控制，这可以包括与应用服务器(AS)的交互，并且通过 SIP INVITE 请求中的用户 B 的身份最终确定用户 B 的归属网络的入口点。I-CSCF 会通过 Mw 参考点收到该请求，并且通过 Cx 参考点来联系 HSS，以找到正在为用户 B 提供服务的 S-CSCF。该 S-CSCF 处理这个终结的会话，这可以包括与应用服务器 AS 的交互，并最终通过 Mw 参考点将这个请求发送给 P-CSCF。P-CSCF 经过压缩、隐私检查等处理之后，通过 Gm 参考点将这个 SIP INVITE 请求发送给 UE B。UE B 生成一个响应，即 183 会话进行中。该响应将按照从 UE A 到 UE B 的相同的路径反向传回 UE A。再经过几次往返的协商后，两个 UE 都完成了会话建立过程，就可以真正开始会话了^[19]。

图 2-5 描述了一个带媒体协商功能的会话建立呼叫流程。

- 一开始，用户 A 发出了一个 INVITE 请求，并且在请求中携带了一个媒体协商，该请求从用户 A 的 UE 经主叫方 P-CSCF、S-CSCF 及被叫方的 I-CSCF、S-CSCF、P-CSCF 到达用户 B 的 UE。在此传递过程中，为了避免用户 A 的 UE 由于等待响应时间过长而重发 INVITE 请求，每一个网络实体都给出了 100 Trying 尝试中响应。
- 当用户 B 的 UE 收到 INVITE 请求后，返回 183 Session Progress 会话进行中响应，并给出自己支持的媒体能力。
- 当用户 A 的 UE 收到该响应后，根据用户 B 的媒体能力修改其媒体能力请求，发出 PRACK 临时请求，并携带修改后媒体描述，同时用户 A 端开始进行资源预留。
- 当用户 B 的 UE 收到该请求后，返回一个对第二个媒体提供 200 OK 确认响应。同时用户 B 端也开始资源预留。
- 当用户 A 的 UE 收到该响应后，在其资源预留结束后，发出 UPDATE 消息，确定媒体能力的更改。
- 用户 B 收到该请求后，返回确认响应。当用户 B 端的资源预留结束后，它向用户 A 发出 180 Ringing 振铃消息。用户 A 以 PRACK

- 请求响应该消息，用户 B 以 200 OK 再进行确认。
- 当用户 B 摘机后，将发出 200 OK 响应回应初始 INVITE 请求。
 - 用户 A 再以 ACK 确认作为对 INVITE 请求最终应答的回应，以此结束 INVITE 请求的三次握手过程从而开始正式会话。

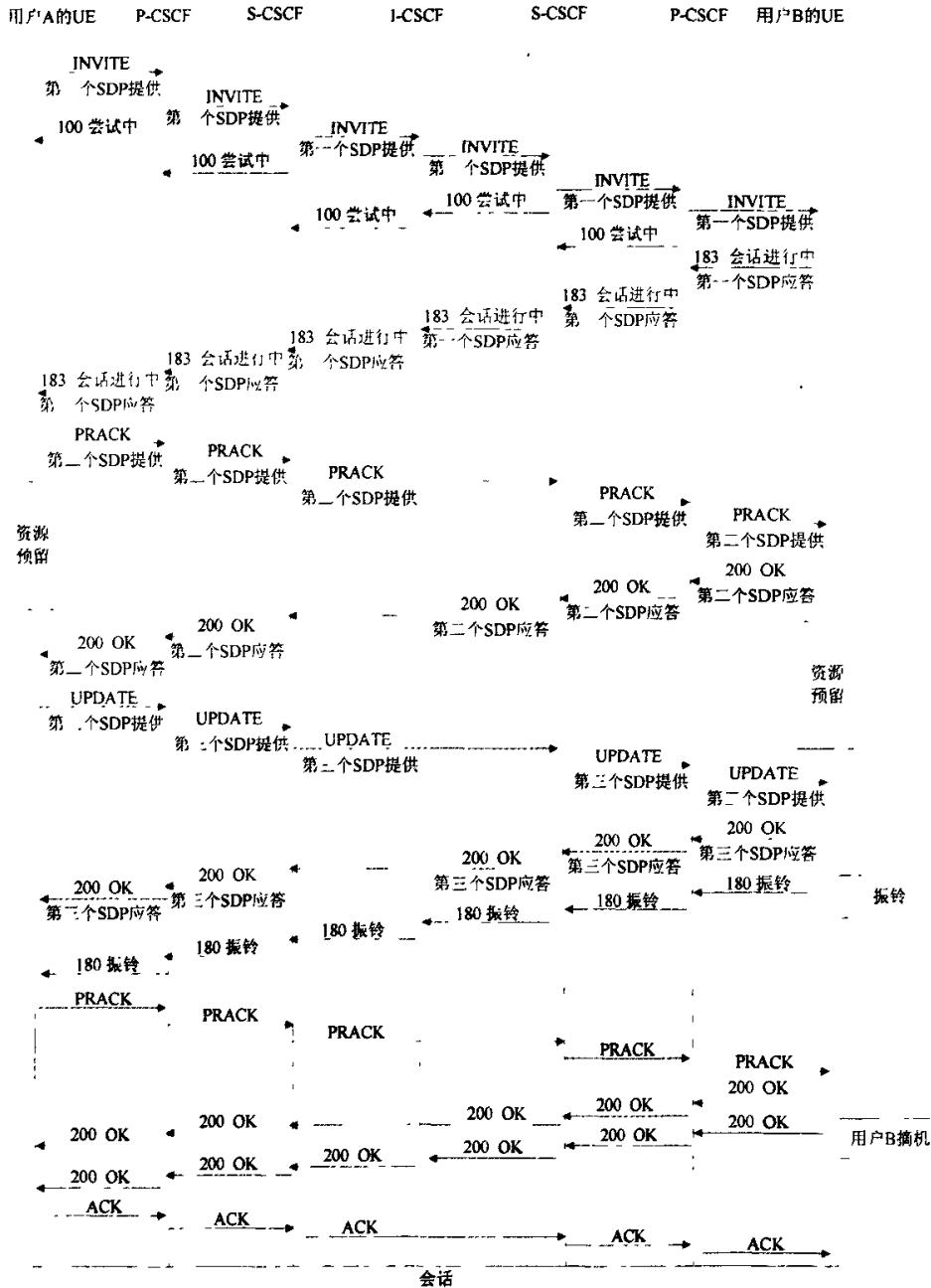


图2-5 IMS会话建立呼叫流程

2.6 IMS 的业务架构

IMS 已首先由 3GPP/3GPP2 所定义，它用于向用户提供一个多媒体业务（包括 VOIP）的通用体系。对用户而言，基于 IMS 的业务包括语音、文件、图像、视频以及这些媒体的任何组合，从而组成了个人对个人、个人对用户、个人和内容服务器之间的通信，显著丰富了向用户提供的业务内容。^{【20】}

2.6.1 IMS 的业务架构

IMS 的业务架构为三层架构，第一层为业务控制层，第二层为业务使用层，第三层为应用层。为了细化 IMS 的业务分层架构，引入了图 2-6 的 IMS 的业务架构框图。^{【21】}

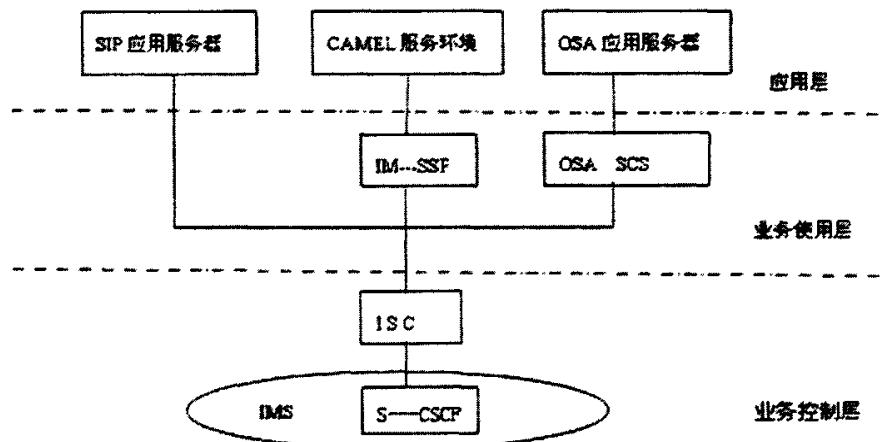


图 2-6 IMS 的业务架构

1. 业务控制层

业务控制层由 S-CSCF 构成，S-CSCF 是 SIP 的呼叫和会话控制器。S-CSCF 从归属用户服务器（HSS）下载用户服务配置信息，并根据具体业务应用选择相应的应用服务器类型，以提供用户所需的增值业务。

S-CSCF 使用统一的 IMS 业务控制（ISC）接口与各种业务平台相连接。ISC 的引入使业务与控制互相独立，各类业务应用服务器可以采用一种统一的接口接入 IMS，为 IMS 提供业务。

2. 业务使能层

由于 S-CSCF 和 ISC 均采用 SIP 协议，而不论是传统的 CAMEL 业务环境还是开放业务体系应用编程接口（OSA API）都不支持 SIP，故需引入业务使能层作为一个中间匹配层。该层中的业务使能服务器（SCS）可分为：IM-SSF 和 OSA SCS 两种实体。^[22]

① CAMEL 是通过 CAP (CAMEL, Application Part) 接入网络中，CAMEL 要接入 IMS 网络需要通过 IP 多媒体业务交换功能 (IM-SSF) 实体对 CAP 与 SIP 进行转换。

② OSA 业务使能服务器 (OSA SCS) 负责业务使能和 OSA API 与 ISC 接口信令的映射，使 IMS 能够通过 SIP 方式执行一个或几个 OSA 业务能力特征 (OSA SCF)。

③ 对于 SIP 应用服务器因为采用 SIP 接口，故无需经过业务使能层，可通过 ISC 直接连接 S-CSCF。

3. 应用层

AS 层提供业务逻辑，用来支持 3G 的各种增值业务。根据其所支持的业务不同，可以划分为以下三种应用服务器：

① SIP 应用服务器 (SIP AS)

SIP AS 可直接与 ISC 相连接，主要用于互联网业务，这种结构使互联网业务可直接移植到通信网中。

② OSA 应用服务器

OSA 应用服务器可以提供基于开放业务体系应用程序接口 (OSA API) 开发的第三方业务，该应用服务器群可位于用户的归属网络或第三方。

3GPP 定义了 OSA 以允许第三方业务提供商 (CP、SP) 进行 3G 移动业务的开发。

③ CAMEL 服务环境

CAMEL 服务环境完成预付费、亲近号码、会议电话、彩铃等传统的移动智能网业务。CAMEL 服务环境相当于固话的智能网，以提供交互式语音应答 (IVR) 为主的业务。

目前，IMS 所提供的典型业务为：单键通话 (PoC，Push to Talk over Cellular)、全能数字助理、Web Conference、统一消息业务 (UMS，Unified Messaging Service)、一号通等业务。下面将详细介绍以上典型业务。

2.6.2 IMS 中的新业务

一般地，IMS 提供的 IP 多媒体业务可以是以下一种或者几种情况组

合：Rt（实时）和 Nrt（非实时）如游戏、语音、视频流、音频流、即时信息、聊天、网页浏览等。^[23]

具体而言，IMS 中主要的新业务有：

① PoC (Push To Talk Over Cellular) 业务：

PoC 是通过无线移动网络对话，通话范围不再局限于几公里之内，只要是在移动网络覆盖的地方，就能进行双方对话。二是可以漫游，PTT 手机可在界面上设置类似于 QQ 或 MSN 的好友列表，也可设置多个群组，并能随意修改个人在线或隐身等状态。既能选择某个人单聊，也可实现与三人以上的群组共同对话，还能进行语音短信、家庭会议等复杂业务。用户无论漫游到全球的任何地方，都能享受易于使用的“一键通”体验。PoC 技术的应用是基于 IP 网络的，其成本远远低于普通的手机语音业。

② 串行振铃和并行振铃业务

因为一个 SIP 用户可以同时在很多终端上注册，比如他可能有几个固定办公电话，还有无绳电话，移动电话，便携 PC 等，每种终端可以实现不同的功能，用户不需要总是带着所有终端，在各种情况下他只带着其中一些，比如开会时他可能只带着便携 PC。串行振铃业务是当另外一个用户呼叫该用户时，系统会根据该用户设定的次序和等待时间依次振铃该用户的各种终端，直到该用户接通为止。而并行振铃业务则是系统同时振铃该用户的所有注册终端，直到该用户接通为止。

③ 会晤转移业务

会晤转移业务包括无条件转移，无应答转移和遇忙转移，该用户可以定制转移的统一资源标识 (URI)，当条件符合时，呼叫被转移到设定的目标。这种业务和传统电话呼叫转移业务功能相同，只是增加了新的媒体类型。

④ 统一号码业务

统一号码又称为一号通 (ONLY) 业务，ONLY 业务是一种移动性的个人通信服务，是在融合传统电信技术和 IP 技术的基础上，开发的一种创新型业务，使用一号通业务，用户只需要申请一个一号通号码，今后无论该用户走到哪里，其他用户都可以通过电话，PC 等各种手段使用该号码联系到他，使用一号通业务，不仅可以实现传统的 PHONE TO PHONE,PHONE TO PC,PC TO SIP PHONE 等通信方式，还支持呼叫自动转语音信箱，呼叫转短消息，呼叫转 Email 等丰富得应用。用户使用一个唯一的个人通信号码 (PTN)，可以接入任何一个网络并能跨越多个网络发起和接受任意类型的呼叫。ONLY 业务能按用户的要求，将个人通信号码翻译成相应的

号码并进行路由选择，将来话接到用户所指定的地方，呼叫不受地理位置的影响。

2.7 固网软交换和 IMS 体系架构的差异分析

固网软交换向 IP 多媒体子系统(IMS)演进应采用合理的方法、步骤和策略。^[24] 演进可以在继承原软交换(SS)公共交换电话网络业务仿真子系统(PES)业务功能的前提下，平滑地向 IMS 演进，逐步引入、扩展多媒体和移动业务，实现核心网层面的固定和移动融合(FMC)。下一代网络(NGN)核心控制层的软交换和 IMS 在基本架构上没有实质冲突，软交换主要面向公共交换电话网(PSTN)仿真业务，而 IMS 为实现 FMC 和多媒体业务，在移动性、安全、服务质量(QoS)、开放业务架构等方面作了有益的扩展，软交换向 IMS 演进在技术上是完全可行的。对于已经采用软交换的运营商，采用演进的方式实现基于 IMS 的全业务的 NGN 网络，可以节约投资，减小网络改造风险，降低运营成本。

同样作为 NGN 核心控制功能实体的软交换(SS)和 IMS，都可以提供具有实时性要求的业务的呼叫控制和连接控制功能，是下一代网络呼叫与控制的核心。在系统架构上，基于 SS 和基于 IMS 的 NGN 完全类似，都可以分为业务层、控制层、接入层和承载层 4 层。IMS 与软交换系统架构的比较如图 2-7 所示。

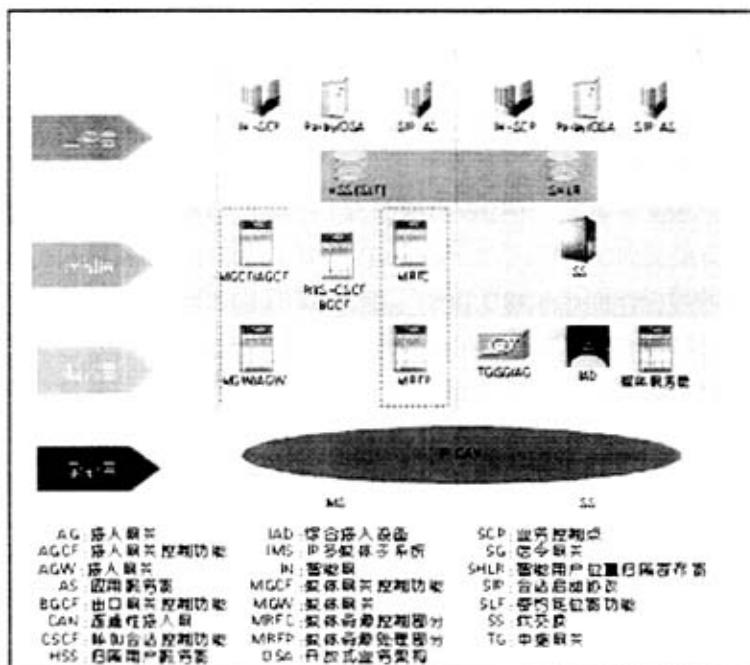


图 2-7 IMS 与软交换系统架构的比较

从业务层看，SS 和 IMS 都把呼叫控制和业务应用相分离，以开放的面向第三方的业务接口作为自身重要的特性。SS 提供业务的主要方式是应用编程接口(API)与应用服务器配合以提供新的增值业务；基本呼叫和 PSTN 类的补充业务逻辑集成在 SS 自身实现；为更好地兼容传统智能网业务，SS 能够通过智能网应用协议(INAP)与智能网(IN)中已有的业务控制点(SCP)配合以提供传统的智能业务；为支持固网智能化业务，SS 还可以将移动应用协议(MAP)接口到智能用户位置归属寄存器(SHLR)，实现用户业务数据的集中管理。^[25]在 IMS 业务实现体系架构中，定义了用作业务控制参考点的 IMS 业务控制(ISC)接口，用以实现和基于 SIP 的应用服务器的互通。采用了 ISC 接口，能够实现业务应用的独立性和可整合性，可以容易地实现各个业务应用服务器之间的互联互通，进而保证整个网络及业务终端在完成业务时的互联互通性。IMS 本身不再集成任何业务逻辑，对于 PSTN 业务，由独立的公共电话交换网络业务仿真子系统/公共电话交换网络业务模拟子系统(PES/PSS)应用服务器(APP)采用 ISC 接口完成相关的业务逻辑。IMS 本身也不再管理任何用户数据，采用 Diameter 接口全部连接到归属用户服务器(HSS)，在 TISPAN 中称用户属性服务器功能(UPSF)，

实现用户属性和业务数据的统一管理。从控制层看，SS 由一个功能实体完成呼叫处理控制功能、接入协议适配功能、业务接口提供功能、互联互通功能、用户数据管理，PSTN 业务逻辑系统功能等。而 IMS 把上述功能进一步细化为更多的独立功能子实体。如呼叫会话控制功能(CSCF)、媒体网关控制功能(MGCF)、接入网关控制功能(AGCF)、媒体资源控制功能(MRCF)、出口网关控制功能(BGCF)。位于核心的 CSCF 又细化为代理 CSCF(P-CSCF)、服务 CSCF(S-CSCF)、查询 CSCF(I-CSCF)。P-CSCF 是用户终端在 IP 多媒体子系统内的第一个接触点；S-CSCF 实际管理网络会话状态；I-CSCF 是所有都连接到该网络运营商的签约用户或者连接到当前位于该网络运营商的业务区域内的漫游用户的运营商网络内的接触点。从接入层看，SS 和 IMS 同样都支持接入和控制的无关性，主要的接入设备十分类似，甚至可以互相通用。在 SS 体系中采用 H.248 接口的中继/信令网关(TG/SG)和用户接入网关(AG)可以完全对应到 IMS 体系中的媒体网关/信令网关(MGW/SGW)和接入网关(AGW)。而媒体服务器和媒体资源处理部分(MRFP)在功能定位上也基本相同。IMS 对移动 SIP 终端的接入目前已经有较完善的标准，但是对固定的 PSTN 用户接入标准还在进一步完善中。从承载层看，IMS 提出了端到端的全 IP 架构，并提出了网络附着子系统(NASS)和资源和接纳控制子系统(RACS)，或称策略定义功能(PDF)，用以实现端到端的 QoS。SS 为继承现有的网络，同时向全 IP 的网络演进，强调了核心网的 IP 架构，QoS 则依赖 IP 网络自身的能力保证。^[26]

2.8 本章小结

作为软交换向 IMS 的平滑过渡的基础，本章首对软交换的基本概念、体系架构进行了详细的介绍，重点研究了软交换的业务能力。随后本章介绍了 IMS 的技术特点，然后描述了 IMS 的体系结构，并介绍了 IMS 中的主要的功能实体和参考点，最后重点分析了 IMS 的注册过程和会话过程并对 IMS 的业务结构和 IMS 中支持的新业务进行了介绍。这样对 IMS 的体系结构及工作原理就有一个比较清楚的认识。

第三章 软交换向 IMS 演进的关键技术与分阶段实施方案

3.1 引言

在实现软交换向 IMS 的平滑过渡过程中势必要解决的问题是作为第三代通信系统的重要组成部分的 IP 多媒体子系统必须实现与现有网络的互通，因为只有这样才能保护现有的网络资源。同时在解决网络互通的同时安全和 QoS 也是衡量一个系统稳定的关键因素。对此本章就 IMS 核心网组网中这三个关键技术进行了深入的研究，并给出了固网软交换向 IMS 过渡的分阶段实施方案。

3.2 网络互通

第三代移动通信系统特别是 R5 以后的版本，由于引入了 IMS 子系统，将控制与承载彻底分开，IMS 主要负责信令等控制信息的传输，而分组交换 PS(Packet Switching)域主要负责承载的传输，同时第三代移动通信系统也实现了业务与呼叫控制的分离，对外提供统一的接口，可以方便的开展业务。这些特点与下一代网络 NGN 的发展思路不谋而合。其实整个通信世界的网络包括电信网络、计算机网络和电视网络都在向融合的方向发展，最终可能实现“三网融合”。但是作为网络融合的第一步，首先必须解决它们之间互通的问题，其中包括 IMS 的网间互通，IMS 与 PSTN/ISDN/PLMN 网络互通，与其他 SIP 网络互通以及与不同 IP 版本的 IMS 系统间的互通。^[27]

3.2.1 IMS 的网间互通

① 网间采用统一地址

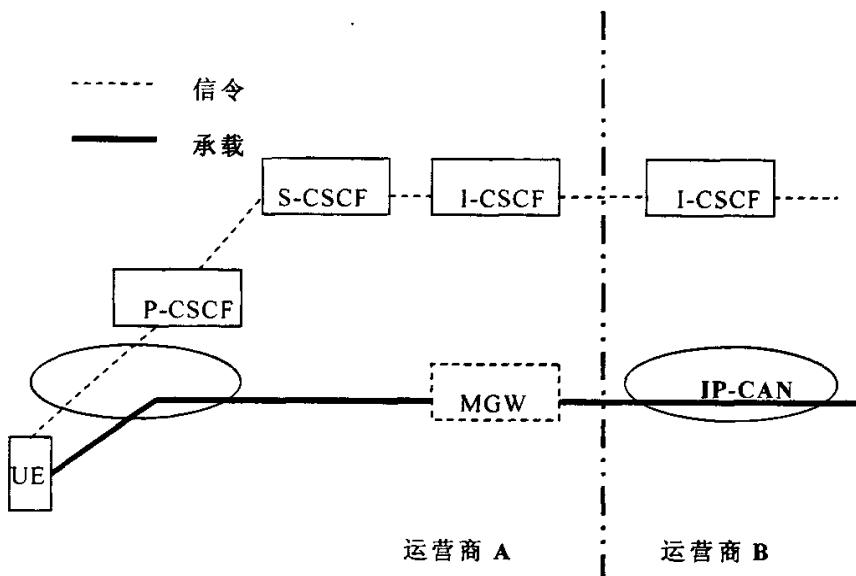


图 3.1 统一网络地址的 IMS 网间互通

两个 IMS 网络互通时，如果采用统一的网络，信令可以通过 I-CSCF 直接互通；对于用户面，如果需要媒体转换，则要经过 MGW 互通，否则可以直接互通。如图 3.1 所示。

② 各网络地址独立

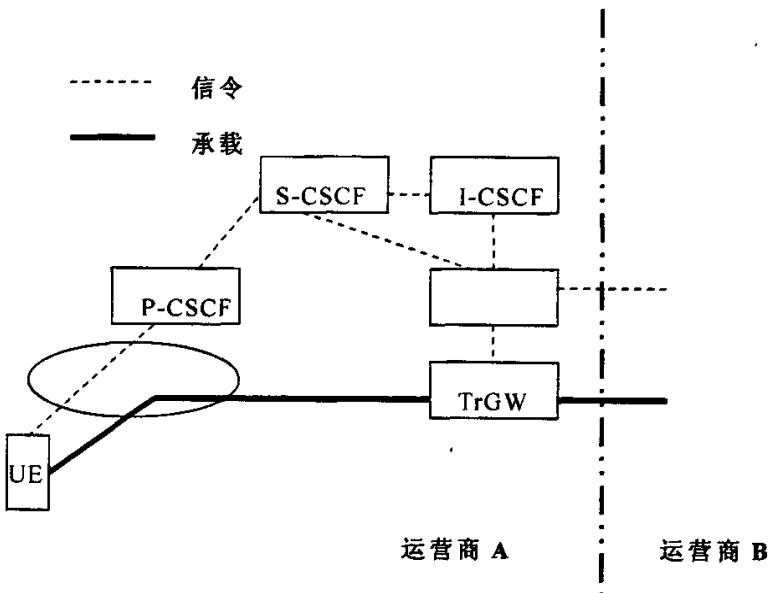


图 3.2 网络地址独立的 IMS 网间互通

两个 IMS 网进行互通时，如果网络地址是独立的，采用图中的结构进行互通。通过 IMS-ALG 实现信令面互通，IMS-ALG 能进行地址翻译，无具有防火墙功能。用户面通过 TrGW 实现互通和地址翻译。如图 3.2 所示。

3.2.2 IMS 与 PSTN/ISDN/PLMN 网络互通

IMS 网络与传统电路交换网络（PSTN/ISDN/PLMN）互通时，要求在用户平面和控制平面上都要进行互连。控制平面的互连由 MGCF 负责，MGCF 进行从 SIP 信令到 BICC 或 ISUP 的映射。

IMS-MGW 在用户平面进行协议转换，从 CS 网络终结承载信道，同时终结基于 IP 或 ATM 的 PS 网络中的媒体流，并提供着两种终结之间的转换。MGW 的终结行为是受 MGCF 控制的。

从 IMS 子系统来的语音承载应与其它网络的语音承载连接起来。类似 MGW 这样的网元就能支持这种承载互通功能。MGW 的功能之一就是将 IMS 中 UE 所用的编码和其他网络中使用的编码进行转换。UE 支持的缺省编码在 3GPP 26.235 中定义。使用 UE 中缺省的编码使得 IMS 子系统能够与其它网络互通，基于端到端的原则或者通过编码转换。通过 IMS MGW 网元中 AMR 到 G.711 转换功能，IMS 子系统也能与 CS 网络互通。如果要实现 IMS 子系统用户和 IP 多媒体固定终端之间的互通，MGW 要支持其它编码。为了支持现有网络能力，UE 要能给使用承载的会话的终结端发送 DTMF 音指示，即带内信令。承载互通的另一个附加网元就是进行网络间 DTMF 音的互通。这包括以其它网络中的带外信令为基础，在本网络承载上产生 DTMF 音。这包括以其它网络中的带外信令为基础，在本网络承载上产生 DTMF 音。在这种情况下，MGW 应能在 MGCF 的控制下产生信号音。

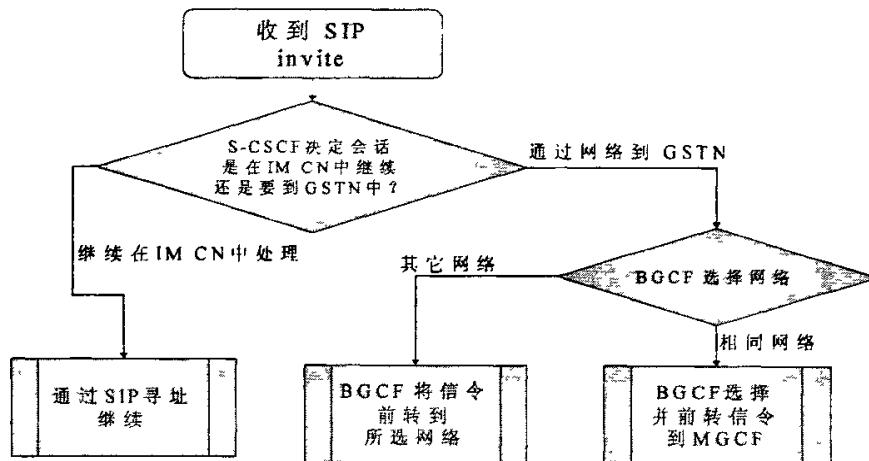


图 3.3 网络互通时的处理流程

3.2.3 与其他 SIP 网络的互通

根据运营商的政策，S-CSCF 应能将 SIP 请求或响应前转到另一个 SIP 服务器，该 SIP 服务器位于 IM CN 子系统外的一个 ISP 域。

外部的 SIP 客户端有可能不支持 IMS 终端建立 IMS 会话的 SIP 扩展（例如，Preconditions, Update, 100Rel 等），那么 UE 或者 IMS 中的 SIP 用户代理应能够退回到 SIP 程序以实现到外部客户端的互连。根据归属网络运营商的策略，如果外部 SIP 客户端不支持 IMS 会话用的 SIP 扩展，网络是可以限制到他的会话起始请求的。

图 3.4 为互通结构示意图，信令面可以通过 I-BCF 或者 S-CSCF、I-CSCF 和 MGCF 来实现 IMS 网络和 SIP 网络中的 SIP 协议互通，具体的互通点以及 I-BCF 功能仍需讨论。用户面可以通过 MGW 实现媒体格式转换。^[28]

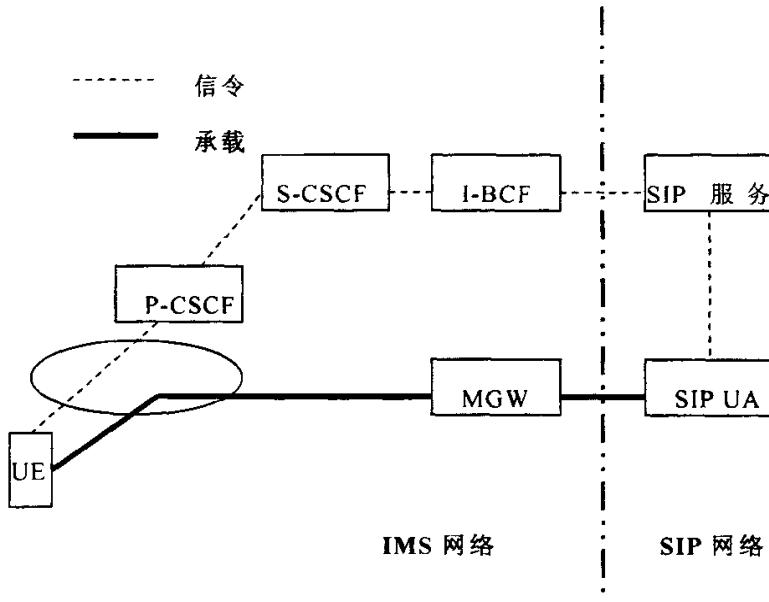


图3.4 IMS网络与SIP网络互通结构示意图

3.2.4 与不同 IP 版本的 IMS 系统间的互通

不同 IP 版本的 IMS 系统互连时存在下列互连场景：

1、应用层互连

用户有可能连到 IMS 网络，与其它使用不同 IP 版本的 SIP 网路中的用户进行联系。

2、传输层互连

互连也包括使用不同 IP 版本的 IMS 网络通过传输网络进行隧道层互连。可参照 23.221 中描述的结构化隧道。图 3.5 描述了两个 Ipv6 版本的 IMS 网络通过 Ipv4 网络联系起来的例子。

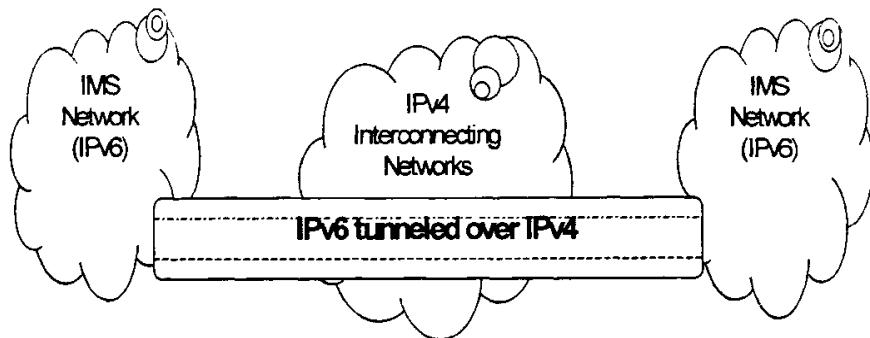


图 3.5 通过 IPv4 网络传送 IPv6 隧道数据

图 3.6 标识互连模型的高层结构图。此时，TrGW 就是提供翻译功能的 NA(P)T-PT。

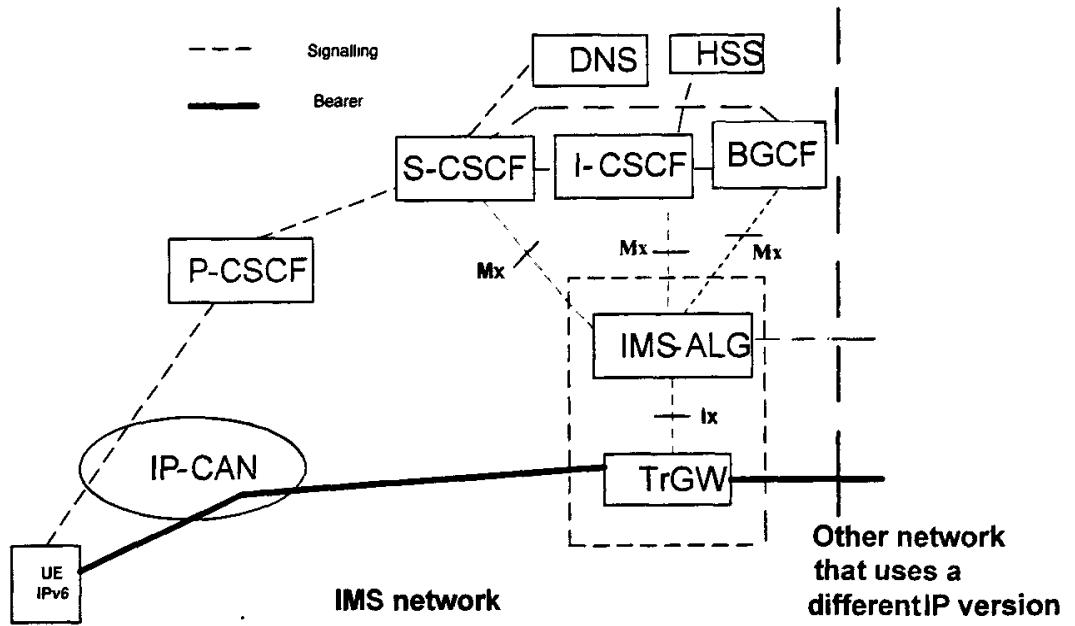


图 3.6 通过 TrGW 的 IP 互连结构

3.3 IMS 安全

3.3.1 IMS 的安全要求

① 私密性

私密性在很多情况下等于保密性，例如使用加密和加密密钥来隐藏信息，只有授权的实体才能得到这些信息。其中私密性又分为客户身份信息的私密性和IMS网络中SIP的私密性。

② 认证和授权

在客户接入网络享受IMS业务之前，网络和客户之间需要进行双向认证，即客户需要认证网络，同时网络也需要认证客户。经过认证后，网络能根据客户订购业务的属性（即业务的类型及相应的QoS要求等）进行承载资源控制和授权。归属网可以通过注册或重注册过程在任何时候对客户进行认证。在归属网络中，HSS上存储了每个IMS客户相对应的客户轮廓（Profile）。在注册过程中，S-CSCF通过对客户在归属网络HSS的轮廓（S-CSCF通过Cx参考点以Cx-Pull方式从HSS中获得）和客户接入请求进行匹配性检查以确定是否允许客户继续请求接入。在归属网络认证客户的同时，客户也能认证归属网络。以上的双向认证机制，在UMTS中可采用IMS AKA方式。

③ 机密性

在链路层对SIP信令进行加密，对同一安全域内的CSCF间，以及CSCF与HSS间的消息的机密性保护为可选，对不同安全域内的CSCF间，以及CSCF与HSS间的消息建议进行机密性保护。

④ 完整性

在无线接入部分，即UE和P-CSCF间的SIP信令应进行完整性保护。对同一安全域内的CSCF间，以及CSCF与HSS间的消息的完整性保护由运营商自己决定。对不同安全域内的CSCF间，以及CSCF与HSS间的消息应进行完整性保护。

⑤ 网络拓扑隐藏

相关设备应提供对其他运营商隐藏网络拓扑的能力，包括隐藏S-CSCF的数量、S-CSCF的能力以及网络的能力，这些可以通过I-CSCF对SIP流经、记录路由、路径头中S-CSCF地址进行加密/解密来实现。

3.3.2 IMS 的安全体系

IMS 用户在允许接入多媒体业务前，和 IMS 之间需要建立一个单独的安全联盟。如下是 IMS 安全体系：^[29]

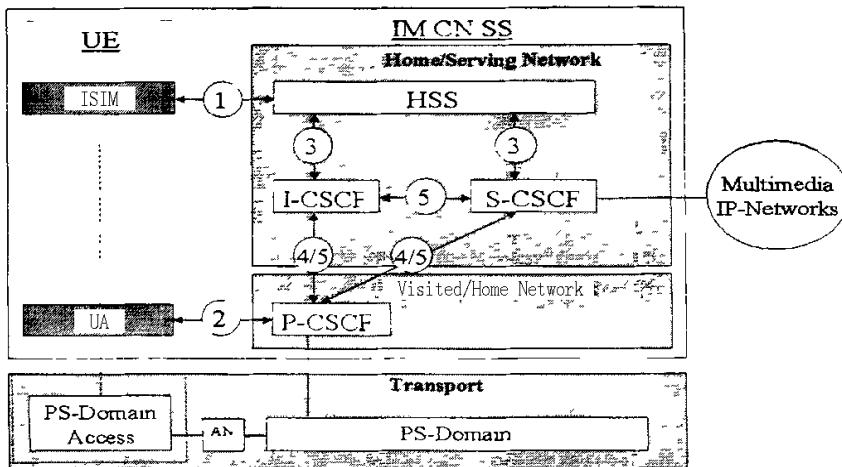


图 3-7 IMS 的安全体系

图中显示了 5 个不同的安全联盟 (SA)，它们将用于 IMS 安全保护中不同的需求，并分别被标注为 1、2、3、4 和 5：

- ① 提供双向认证。HSS 委托 S-CSCF 执行用户认证，但 HSS 负责产生密钥和 challenges。用户有一个（网络内部的）用户私有身份 (IMPI) 和至少一个外部用户公开身份 (IMPU)。而 ISIM 和 HSS 中的长期密钥与 IMPI 有关。
- ② 为 UE 和 P-CSCF 间的通信提供一个安全链路 (link) 和 SA，用以保护 Gm 参考点的安全。提供数据源认证，如确保数据所显示的来源是其真正的来源。
- ③ 为网络域内 Cx 接口提供安全。
- ④ 为不同网络间的 SIP 结点提供安全，这个 SA 只适用于 P-CSCF 位于漫游网时。
- ⑤ 为网络内部的 SIP 结点间提供安全，此安全联盟适用于 P-CSCF 位于归属网络时。

IMS 中还有一个独立的 IMS 安全机制用于提供附加的抗安全破坏的保护。例如，如果 PS 域安全被破坏了，IMS 将继续通过它自己的安全机制

进行保护。

3.3.3 ISIM

IMS 安全中最重要的组成模块是 ISIM 模块(IP 多媒体服务身份模块)，它存储了共享密钥和相应的 AKA 算法，并且通常被嵌入到一个基于智能卡的设备中，该设备称为通用集成电路卡 (UICC)。IMS 中的安全所基于的密钥是长期有效的，该密钥在 ISIM 和归属网络的认证中心 AUC 之间共享。ISIM 模块采用 AKA 参数作为输入，并输出计算得到的参数和结果。在这里，ISIM 是指在一个通用集成电路卡上的 IMS 安全数据和功能的集合。如果在一个 UICC 上有一个 ISIM 和一个 USIM (通用用户身份模块) 应用，那么 ISIM 应该总是被用来 IMS 认证的。

每个 IMPI (IMS 私有标识) 应该只有一个 ISIM，IMS 用户不能修改或者输入 IMPI，也不能修改或输入归属地域名。为了支持 IMS 接入的安全，ISIM 在安全方面的数据和功能包括：IMPI、至少一个 IMPU (IMS 公有标识)、归属网络域名、支持对 IMS 域上下文中的序列号检查、ISIM 应用与 USIM 相同的算法框架、一个认证密钥。当 UE 关机时，移动终端 MT 中存在的 SA 将被删除。SA 中的会话密钥和相关信息从不被保存在 ISIM 上。

当 ISIM 用于 IMS 接入时，在安全的功能和数据共享方面，只允许以下选项：

- ① 无安全功能或数据共享；
- ② 只是序列号检查机制被共享；
- ③ 只有算法被共享；
- ④ 只有算法和序列号检查机制被共享；
- ⑤ 认证密钥、认证函数和序列号检查机制被共享。

如果 USIM 用于 IMS 接入，则只有认证密钥、认证函数和序列号检查机制是可以共享的。如果认证密钥和函数被共享，则认证期间产生的多个加密/完整性密钥集可用于 CS/PS 域和 IMS 的不同的加密、完整性算法。应注意的是，同一个加密、完整性密钥集不会同时用于 CS/PS 域和 IMS，因为认证和密钥管理协议在 CS/PS 域和 IMS 间是独立运行的。因此，如果一个域的加密和完整性算法的安全性减弱，将不会有导致另一个域受到攻击的危险。^[30]

如果检查序列号的机制和数据被共享，则需要使由于同步失败导致

的认证失败率足够低。特别是，需要通过这个机制来支持三个域（CS、PS 和 IMS）的交叉认证。

3.3.4 IMS 安全关键技术-IPSec

IMS 核心网络通过 IPsec 提供安全性机制。IMS 核心网可以提供数据完整性、数据源认证、反重放保护、保密性（能对反业务流量分析进行有限保护）等安全功能。^[31]

1. IPSec 安全特性

① 反重播性

反重播确保每个 IP 包的唯一性，保证信息万一被截取复制后，不能再被重新利用，重新传输回目的地址。

② 数据完整性

防止传输过程中的数据被篡改，确保发出数据和接收数据的一致性。IPSec 利用 Hash 函数为每个数据包产生一个加密检查和，接收方在打开包前先计算检查和，若包被篡改导致检查和不相符，数据包即被丢弃。

③ 数据可靠性

在传输前，对数据进行加密，可以保证在传输过程中，即使数据包被截取，信息也无法读取。

④ 认证

数据源发送信任状，由接收方验证信任状的合法性，只有通过认证的系统才可以建立通信连接。

2. IPSec 体系结构

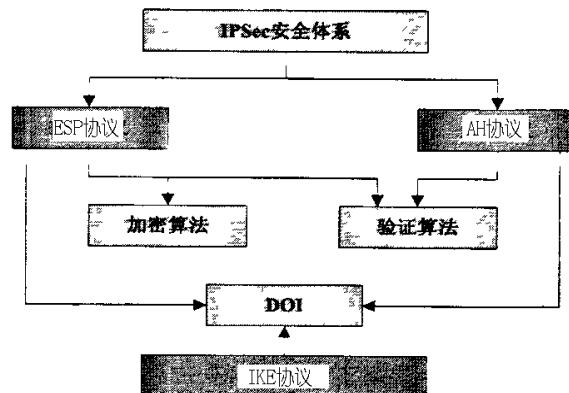


图 3-8 IPSec 体系结构

- IPSec 是一个体系结构，包括 IKE、AH、ESP，以及其他策略协议等。IPSec 提供对 IP 流的保护，保护的方式通过安全策略数据库（SPD）定义。
- IPSec 使用两个协议提供 IP 流量安全：AH 和 ESP。AH 提供无连接的完整性，数据来源认证和防重放攻击；ESP 提供机密性，无连接的完整性，数据来源认证和防重放攻击。

3. IPSec 相关技术

- IPSec 两个协议：AH 和 ESP。
- IPSec 两种工作模式：传输模式和隧道模式。
- IPSec 两个重要组成部分：安全联盟(SA)和安全策略(SP)。SA 由 SPI、目的 IP 地址和安全协议标识（AH/ESP）唯一确定；SP 的处理策略有丢弃、绕过和应用 IPSec 三种处理策略。
- IPSec 两个数据库：安全联盟数据库(SAD)和安全策略数据库(SPD)
- IPSec 两种密钥管理方式：手工和自动。IPSec 自动密钥管理采用 IKE 协议。
- IKE 需要协商的属性有加密算法，HASH 算法，认证方法，Diffie-Hellman 组等相关信息。考虑互通性，IKE 必须支持 DES、MD5 和 SHA 的协商以及预共享密钥的认证等。

3.4 IMS 中的 QoS

QoS 是指不同的应用可以向网络提出一组复杂的需求（如带宽、延迟、延迟允许范围、可靠性和传输费用等），如果有满足这些需求的资源，网络将允许为应用提供这种服务质量需求，并且与应用达成协议并建立连接。网络中的智能设备将监测这个连接以保证网络和应用都遵从这个协议。QoS 技术可通过最优化的管理和使用网络资源尽可能满足多种业务的需求，让网络更加可靠，为用户提供更迅速的响应，所以 QoS 是一个网络完整和可靠的保证。

3.4.1 IMS 中 QoS 的能力要求

在端到端的 QoS 概念中，P-CSCF 是做为 AF(应用功能)，AF 提供的业务需要能够控制 IP 承载资源，包括基于业务的本地策略 SBLP 功能和绑

定处理功能。^[32]

SBLP 相关功能包括：

- P-CSCF 通过 Gq 接口和 PDF 交换基于业务的策略建立信息。这个功能可以在会话建立过程或会话中修改媒体。
- 在 UE 资源预留时，P-CSCF 能够向 PDF 指示 PDF 是否应该联系 P-CSCF，即使在 PDF 已经有策略建立信息的时候。
- P-CSCF 能够向 PDF 指示是否需要开始撤消授权。
- P-CSCF 能够向 PDF 指示 P-CSCF 是否使用媒体。
- P-CSCF 能够指示 PDF 是否需要前转承载指示(如承载释放指示)。
- 对于双向媒体流，P-CSCF 能够根据运营商策略，假设在同一个媒体流中，下行数据包的 IPv6 源地址的 64 位前缀与上行数据包的目的地址的前缀相同。这个 P-CSCF 假设的实现需要运营商的策略来支持以免误用。

绑定机制处理包括：

- P-CSCF 向 PDF 请求授权标记。P-CSCF 可以请求一个授权标记，只在一个用户的会话中有效。当业务信息与运营商策略规范不一致时 PDF 拒绝授权。
- 从 P-CSCF 到 UE 的会话或者从 UE 到 P-CSCF 的会话，P-CSCF 需要向同一个 PDF 请求授权标记。

Gq 接口是 PDF 与 P-CSCF 之间的接口，主要是给 PDF 提供 SBLP 决策。Gq 接口允许在 P-CSCF 和 PDF 之间交换 QoS 授权需要的基于业务的 QoS 信息。一个 PDF 应当能够为多个 P-CSCF 提供服务，而一个 P-CSCF 也可以与多个 PDF 进行交互。但对于每一个 P-CSCF 会话，该 P-CSCF 只能与单个 PDF 进行交互。

Gq 接口上交换的信息包括：业务信息、授权标记、计费相关信息、门控指示、承载预留指示、承载释放指示、承载修改指示和撤消授权命令。

P-CSCF 向 PDF 提供下列业务信息作为 SBLP 策略决定的基础：

- 会话描述信息
 - 应用标识：定义会话所属的特定业务，PDF 可以使用该信息对不同的业务区分不同的 QoS。
 - 媒体流信息：包括媒体流 ID，媒体流的 IP 信息(方向-双向，上行/下行；5 元组-源/目的地址和端口号，协议 ID；最大和平均所需的带宽指示)，每个业务流的业务信息，如语音或者视频。
 - P-CSCF 业务信令方向（起始或终止）。

- 资源预留策略：定义在会话的资源预留时 PDF 是否需要联系 P-CSCF。
 - 媒体控制策略：定义在会话中是否使用显式的 P-CSCF 媒体控制。如果不使用显示的媒体控制，P-CSCF 将不能显示的使能或者关闭媒体。在承载授权时，PDF 在 GGSN 安装门控，根据媒体流中的信息获取它们的状态(开放或关闭)。
 - 撤消策略：定义 PDF 自身是否能发起撤消授权。
 - 前转策略指示：定义 PDF 是否能前转承载指示(如承载是否指示)。
- PDF 根据 P-CSCF 需要产生一个或多个授权标记，授权标记包含有该 PDF 的 FQDN 和在 PDF 中的引用，该引用使得 PDF 能唯一识别 P-CSCF 会话。P-CSCF 和 PDF 可以交换计费相关信息，P-CSCF 应当将计费标识如 ICID 传送给 PDF，并由 PDF 转发给 GGSN。PDF 如果得到 GCID，也应传给 P-CSCF。如果使用显式媒体控制方式，P-CSCF 指示 PDF 什么时候媒体流能通过或禁止接入网络，PDF 根据指示开关 GGSN 中的门控，并向 P-CSCF 返回响应信息。^[33]

如果 P-CSCF 事先请求了需要预留指示，则 PDF 在承载预留后应向 P-CSCF 发送该指示。在承载释放时，PDF 应向 P-CSCF 转发该指示。PDF 在承载修改时的信息也需要前转到 P-CSCF，该信息包含了修改的类型，如修改后的速率值(应在之前授权的范围内)。P-CSCF 决定在什么情况下删除授权标记以及与其相关联的所有授权信息(例如，由于 P-CSCF 会话释放)，并指导 PDF 删除该资源授权。撤消授权命令中应包含有撤消授权的原因信息。

3.4.2 IMS 的 QoS 过程

当 P-CSCF 收到发起新的会话信令消息时，P-CSCF 触发 QoS 资源授权过程，过程如下：

① P-CSCF 在初始的授权消息中向 PDF 请求授权标记。对于 P-CSCF 到相同 UE 的会话，P-CSCF 应向同一个 PDF 请求授权标记。

注：这也暗示了同一个用户的不同 P-CSCF 会话可以由不同的 P-CSCF 控制，但是这些 P-CSCF 都会向同一个 PDF 请求授权标记。所以携带这些会话媒体的 PDP 上下文的承载授权是由同一个 PDF 执行的。^[34]

② 如果 P-CSCF 指示 PDF 在发生承载资源预留的时候通知 P-CSCF，那在承载资源预留时业务信息需要在 Gq 接口上传送。其它实现方式，如果

在初始的 P-CSCF 会话信令中包含会话描述信息，如终端的地址，带宽需求和媒体交换的特性等，P-CSCF 应把该信息作为业务信息的一部分在授权标记请求中前转到 PDF。

③ P-CSCF 根据应用相关的媒体描述(如 SDP 媒体描述)生成信息(如业务信息)在 Gq 接口上传送。

④ PDF 应该使用为 P-CSCF 会话而建立的 QoS 策略的业务信息。当 P-CSCF 会话改变的时候，P-CSCF 应该向 PDF 发送更新的业务信息，该信息基于与 P-CSCF 交互的新的会话描述信息。

P-CSCF 要求 PDF 能使能或禁止媒体通过接入网络。P-CSCF 应能向 PDF 发送指示，等待 QoS 承诺的授权资源被批准或者使能媒体，让媒体成为媒体承载建立授权的一部分。P-CSCF 也可以删除 QoS 承诺的授权资源过程来禁止媒体，如当媒体部分在 P-CSCF 会话中被挂起时。

3.4.3 IMS 端到端 QoS 架构

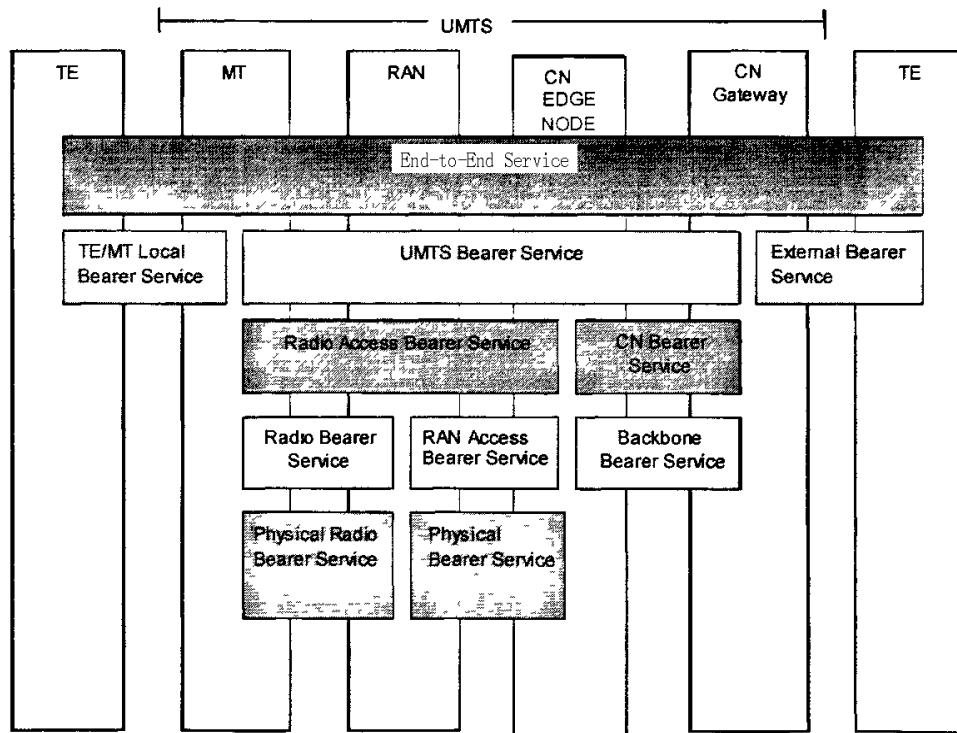


图 3-9 IMS 端到端 QOS 的架构

3.5 固网软交换向 IMS 的演进的过程

本文研究的软交换向 IMS 演进的方案是基于固网软交换基础之上的，所以本节在分析固网软交换和 IMS 之间的关系的基础上列举了固网软交换向 IMS 演进的过程。

3.5.1 固网软交换与 IMS 之间的关系

在网络构架上，固网软交换与 3G R5 的 IMS 域是一致的，而在设备方面，固网软交换与 IMS 技术基本一致，在应用上有着许多异曲同工之处。固网 NGN 和 IMS 都提出了分层的网络结构，即将网络分为业务层、控制层、承载层和接入层。在这种分层结构中，业务提供分离出来，由各种应用服务器和认证服务器来提供业务生成、业务计费等，固网 NGN 和 IMS 在业务层均对外提供标准的接口，便于第三方提供业务。

1、固网 NGN 同 3G 的 IMS 具有相同的功能模型。它们都是采用 SIP 体系结构、基于智能化终端、向用户提供多媒体业务。

固网软交换和 IMS 在控制层面均采用软交换技术完成呼叫控制和处理，这一层次的主要区别在于软交换具体设备和协议方面。固网软交换核心控制设备的功能在 IMS 架构中反映为 CSCF 和 MGCF；由于 IMS 从移动的角度出发设定标准和规范，所以支持移动多媒体终端的直接接入，而固网软交换目前仍需要通过网关与 MSC 的互通来实现移动终端的接入。但同时，3GPP 仍未制定 IMS 对固网接入的规范，而固网软交换已在市场上有三年的商用经验，不仅具有良好的固网接入支持性，同时可在先期通过网关方式与移动终端互通，并提供平滑升级到 IMS 系统架构。

承载层均采用分组技术，即信令、话音以及数据都以分组包的形式在网络中传输，这一层面上 IMS 和固网软交换完全一致。

在接入层，目前只体现在上面说到的接入终端的区别。在与传统 PSTN 网络互通方面，固网软交换和 IMS 系统采用了相同的网关互通方式，固网软交换通过 TG/SG 实现与传统 PSTN 之间的互通，而 IMS 系统中通过 IM-MGW 设备实现互通。

2、现阶段 IMS 尚不够成熟，固网 NGN 可以有效保护现有网络改造的投资。这种保护主要体现在交换智能化、汇接局/端局替代和网络组织等三个方面，目前将出现固网 NGN 和 CS 并存。固网 NGN IP 多媒体应用能够

高度包容传统的 CS 功能，将来可以完全取代 CS 的功能。

比照 3G 的结构模型，我们可以简单地认定固定 NGN 与 3G 结构功能的等同（某些实体可能会有功能上的交叉）：

- ① 软交换设备、IAD、AG、TG、MSAG 和 SG 等属于 CS 功能实体；
- ② 软交换设备、数据终端、PC 等属于 PS 功能实体；
- ③ 软交换设备、SIP 终端、H.323 终端、软终端等属于 IMS 功能实体。

应该说，IMS 与固定 NGN 并不矛盾，现在对固定 NGN 的投入在将来的 IMS 中仍然不会浪费。或者说，现在的固定 NGN 因为主要关注类似于 PSTN 的功能，可以说处于 R4 阶段；将来的固定 NGN 因为主要关注多媒体功能，可以说处于 R5/R6 阶段，未来固定 NGN 与 3G 将会逐步融合。

3.5.2 固网软交换向 IMS 演进的三个阶段

根据固网软交换和 IMS 协议与体系结构，固网软交换向 IMS 演进可以通过如下三个阶段。

第一阶段：

第一阶段应该是固网软交换的初级阶段，这一阶段主要是继承固网交换机的特点，把用户数据和软交换机合设在同一个 Softswitch 设备中。

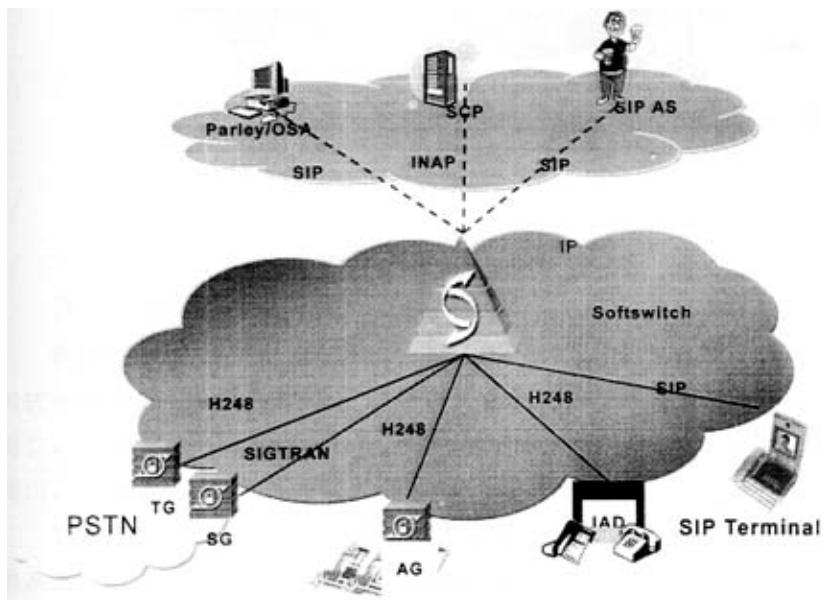


图 3-10 固网软交换初级阶段

第二阶段：

本阶段的最大特点是引入独立的用户数据库（HLR），独立 HLR 可以改变固网软交换的业务触发方式，实现固定软交换网络的全网智能化和移动化。另外，在实现上采用用户数据集中管理，使业务需求响应速度快，可迅速提供各种智能业务、个性化业务、个性化号码、号码携带、移动办公等，可满足当前固网软交换用户需求，提高运营收入；采用 MAP 信令和 HLR 设备对接，用户属性信息全部集中在 HLR；Softswitch 具备 VLR 功能，用户属性信息自动与 HLR 同步，运营、维护更简单。

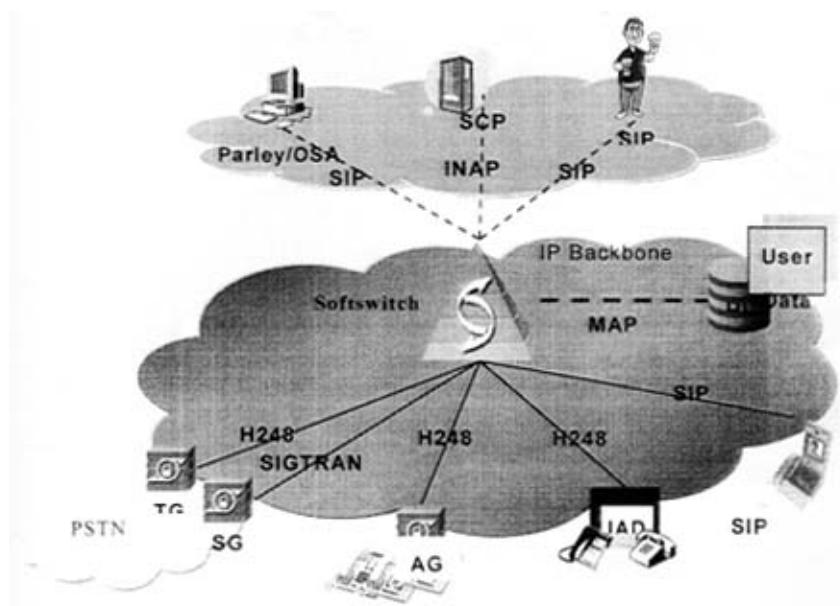


图 3-11 固网软交换向 IMS 演进阶段二

第三阶段：

在固网软交换基础上，基本依据 TISPAN NGN 的标准，升级 Softswitch 的软件功能模块，提供核心控制层对外的标准接口（支持 USPF 的 Diameter 接口，支持接入 IM SSF、OSA SCS 和 SIP Application Server 的 ISC 标准接口，支持多媒体终端的接入，支持传统终端的接入等）。

TISPAN NGN 标准在控制信令方面是以 SIP 协议为基础，考虑到信令的高效性，在软件升级的初期，采取控制网元（I/S-CSCF、BGCF、MGCF、AGCF）合一的设计方式，把这些控制网元的功能集中在一个设备中，网元之间的接口采用内部接口，对外接口采用标准接口。这样不仅提高了信令的效率，同时节省了建设成本。同时，对于 P-CSCF 逻辑实体采用内嵌

和外置的二种方式，方便网络部署。在这一时期的 Softswitch 设备应该是一个基于 IMS 的 Softswitch。

后一时期，根据运营商的需要，对 TISPAN NGN 标准的逻辑功能实体，分别采用内嵌和外置的设计方式，分成独立的物理设备，适应网络的部署和优化。

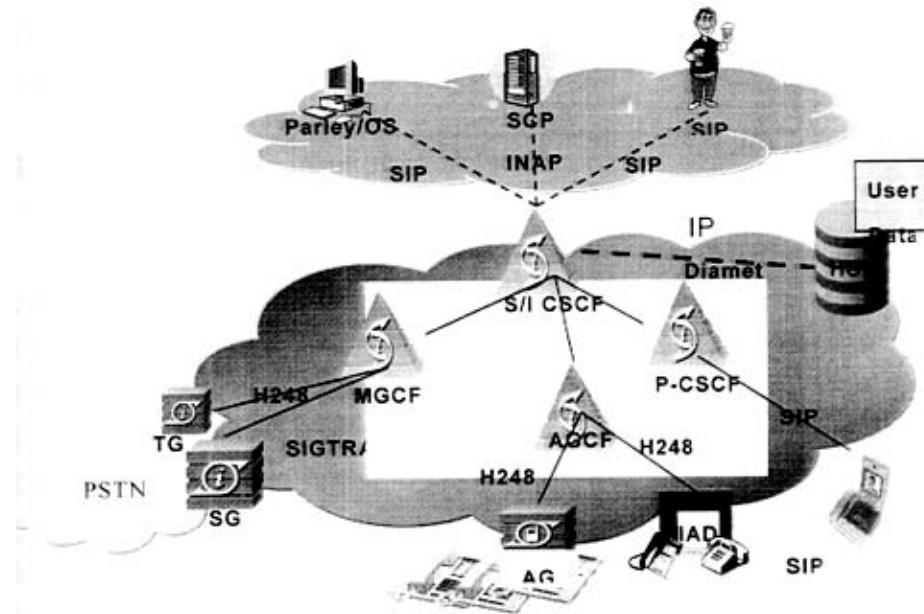


图 3-12 基于 IMS 的软交换阶段三

3.6 本章小结

网络互通是实现软交换向 IMS 的平滑过渡的关键，本章首先阐述了 IMS 与几种网络之间的互通，其次对 IMS 的网络安全进行了详细的分析，然后就 IMS 的 QoS 进行了讨论，在讨论 IMS 中 QoS 过程的基础上描绘了 IMS 端到端的架构，最后就固网软交换向 IMS 的演进及演进的三个阶段进行了详细的分析。

第四章 HLR 向 HSS 的演进

无论是软交换中的 HLR 还是 IMS 中的 HSS 都是存储用户信息的重要实体，由上一节我们可以看到软交换向 IMS 演进过程中一个重要的部分就是 HLR 向 HSS 的演进，本章对此进行详细研究。

4.1 HLR 向 HSS 演进的必然性

电信网中的用户业务数据库是 GSM 网络引入的概念。GSM 网络第一次将用户业务数据集中存储在 HLR 上，由此带来的业务提供能力的极大提升显示了这次变革的重大意义。前一段时间由国内固网运营商发起的网络智能化改造。核心思想就是将分散在多个交换机上的固网用户业务数据集中到一个单独设置的数据库中，这也从另一个方面证明了用户数据库在网络中的重要位置。作为研究 3G 网络技术的权威国际标准化组织 3GPP 在 R5 之后，引入了 HSS 功能实体，并将其定位于未来 3G 网络中集中存储用户业务数据的功能实体。ETSI 的 TISPAN 和 ITU-T 组织目前在 IMS 的核心网络基本上引用了 3GPP 定义的网络结构，HSS 也就顺理成章地成为国际各大标准化组织定义的 NGN 中集中存储业务用户数据的功能实体。

HLR 可通过软件平滑升级为 HSS，同时支持 Diameter 和 MAP 协议。Diameter 是 IMS 架构首选的 AAA 服务主要协议，是基于 IP 技术的 AAA 的新框架结构，提供了安全性、可扩展性、用户可移动性完善机制，提供用户数据全上移管理。为兼容对原有 CS 电路域业务的支持，HSS 需要保留对 MAP 协议的支持，实现对 CS 域用户数据的集中管理。从一定意义上讲 HSS 其实就是传统 HLR 的增强，传统 CS/PS 域采用 MAP 协议，支持 IMS 域增加了 Diameter 协议支持。^{【35】}

4.2 HLR 的体系结构及其关键协议

4.2.1 HLR 的基本概念

HLR 即我们理解的归属位置寄存器。对于固网 HLR 是在借鉴移动网

用户归属位置寄存器概念上引入的固网网元，该寄存器记录了用户对应的逻辑号码和物理号码，并提供两者之间的转换，同时还记录了用户的智能业务签约属性等信息。

现在在固网软交换中应用较多的是综合智能 HLR（SHLR），SHLR 是 3G 移动网、PCS 移动网、固网合一的 HLR（归属位置寄存器）；SHLR 首先作为 3G 网络标准网元，满足 3G 网络 HLR 的业务功能与接口标准要求，同时满足 PCS 网络 HLR 的业务功能与接口标准要求，还增加了固网 HLR 部分功能，记录固网用户逻辑号码、物理号码以及两者间映射关系，记录固网用户智能业务签约属性等信息，为本地网混合放号、NP 业务、全网智能业务触发、PHS 向 3G 的迁移以及固定网与移动网的融合提供综合的集中用户数据库。

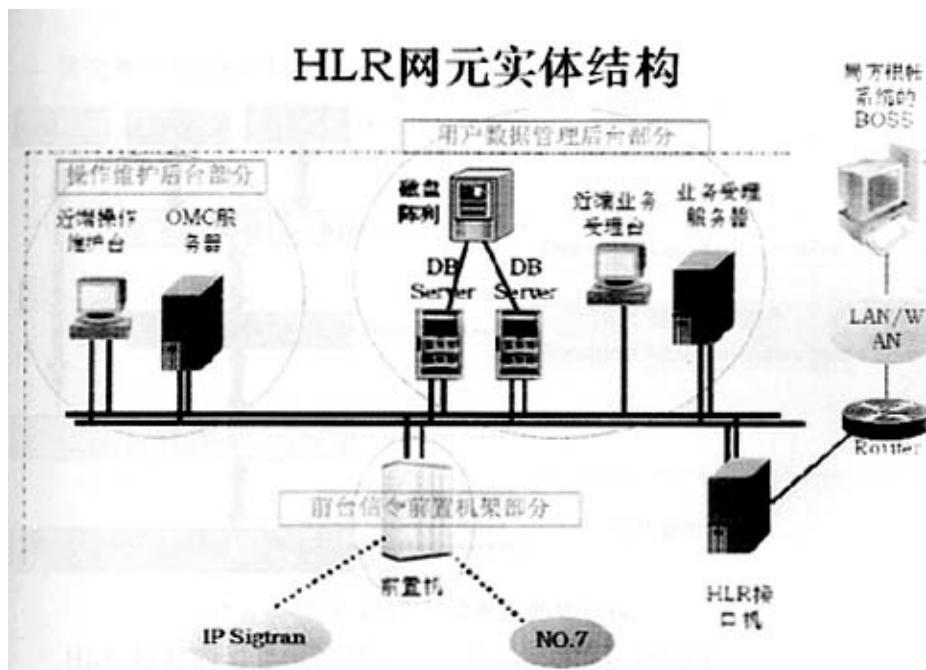


图 4-1 HLR 网元实体结构

4.2.2 MAP 协议

MAP 是 No.7 信令系统的应用层协议，是事务处理部分（TCAP）的用户，事务处理部分的用户有多个，MAP 只是其中之一。MAP 的主要功能是在各个实体之间交换与电路无关的数据和指令，从而支持移动用户漫游、

切换和用户鉴权、呼叫等各种网络功能。同时 MAP 还和数据库等部分配合负责对业务进行判断处理。HLR 与其他网元之间的接口为 MAP 接口，协议栈如图 4-2 所示。^[36]

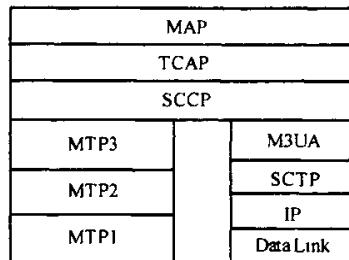


图 4-2 MAP 接口协议栈

软交换中的协议栈如下：

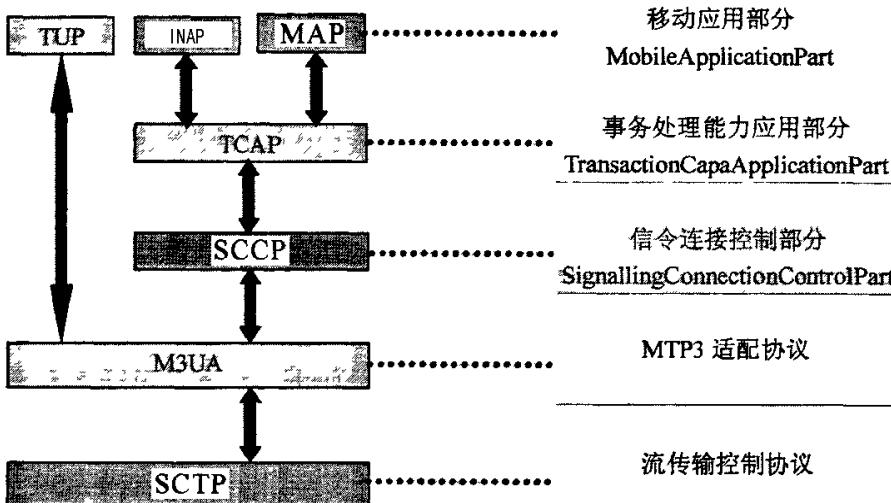


图 4-3 软交换中的协议栈

HLR 始发的消息，经底层 SCTP----M3UA----SCCP，在 SCCP 层分发消息到对应的 TCAP，再由 TCAP 发送给 MAP，MAP 发送码流给后台 DBserver，DBserver 调用 MAP 的解码函数解码后进行写库和容灾同步的处理。SS 始发的消息，BCM 发给本板的 MAP 进程，由 MAP 编码后发送给 TCAP，再经各底层协议栈到对端 HLR，HLR 返回的消息回到本板的 MAP 解码后发送给 BCM 处理。

4.2.3 SHLR 和 SS 之间查询的实现原理

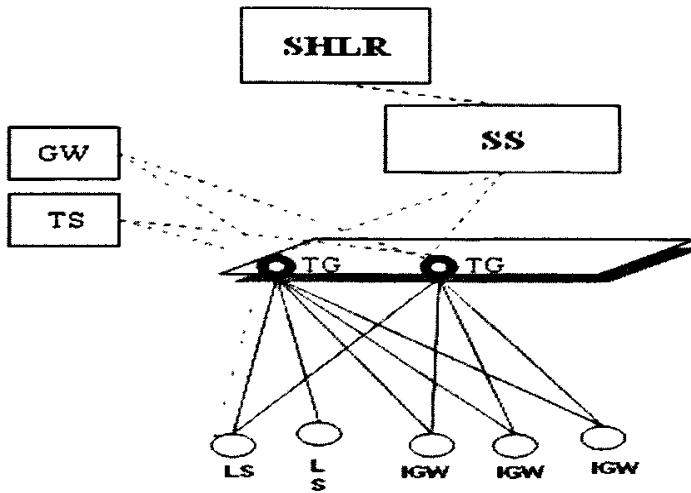


图 4-4 SHLR 和 SS 之间查询流程

在呼叫过程中，若号码分析被叫为混合放号用户，此时需要通过 MAP 协议或 MAP+ 向固网 HLR 发起查询请求。

采用 MAP+：

- 1、SS 向 SHLR 发送 SRI 消息（消息内含主叫用户的物理号码、被叫的逻辑号码）。
- 2、SHLR 向 SS 回应 SRI ACK 消息，如果主叫有智能业务，此时消息内包含主叫逻辑号码和主叫智能业务接入码。
- 3、SS 触发主叫智能业务。
- 4、SS 向 SHLR 发送 SRI 消息（消息内含主叫用户的逻辑号码、上次主叫智能业务接入码 + 被叫的逻辑号码）
- 5、如果主叫用户有多个智能业务，此时 SHLR 向 SS 回应的消息（主叫智能业务接入码），反复 3、4、5 步。
- 6、如果主叫智能业务触发完成，被叫有智能业务，SHLR 回应的 SRI ACK，消息中包含被叫用户智能业务接入码，SS 触发被叫用户智能业务。
- 7、SS 向 SHLR 发送 SRI（消息内含消息内含主叫用户的逻辑号码，上次被叫用户智能业务接入码 + 被叫逻辑号码）
- 8、如果被叫用户有多个智能业务，此时 SHLR 向 SS 回应的消息同 6，

反复 6、7 步。

- 9、如果被叫用户智能业务触发完成，SHLR 向 SS 回应 SRI ACK 中含有被叫的物理号码，然后 SS 接续被叫用户。

采用 MAP 协议：

- 1、SS 在 VLR 中查询主叫用户的信息，向 SHLR 查询被叫用户的信息
- 2、SS 从 VLR 中得到主叫用户的逻辑号码，业务签约信息，SHLR 给 SS 返回被叫用户的物理号码，业务签约信息。
- 3、SS 触发主叫智能业务、被叫智能业务。
- 4、SS 接续被叫用户。

SS 与 SHLR 交互流程的比较（只限于此流程）：

MAP+ 流程过于复杂，如果主被叫有多个智能业务，对软交换设备、SHLR 造成过多的负荷，而且无端的增加了信令网的流量。MAP 流程简单，对于智能业务触发支持优势明显。

4.3 HSS 的体系结构及其关键协议

4.3.1 HSS 的基础

HSS(Home Subscriber Server)是特定签约用户的主数据库(Master Database)，存储着所有与签约相关的信息、Service Profile、位置信息、鉴权参数等，其功能和传统的 HLR 类似。以支持实际处理呼叫/会话(Call/Sessions)的网络实体。HSS 的功能包括移动管理、呼叫/会话建立支持、用户安全信息的生成、用户身份认证、业务认证等。HSS 通过与 SIP 应用服务器和 OSA-SCS 的通信支持 IMS 中的多媒体业务，通过与 IM-SSF 的通信支持 CAMEL 业务。

在 R5 阶段之前，移动/固定网络的个人用户数据集中由 HLR/SHLR 管理。进入到 IMS 阶段，IMS 的核心网使用 HSS 替代了以前版本的 HLR/SHLR，作为 CS 域、PS 域和 IMS 域的通用实体，HSS 存储用户标识、号码和寻址信息、用户安全信息、用户位置信息、用户业务信息。HSS 也产生用于双向认证、通讯数据一致性检查和数据加密的安全信息^[37]。

从功能上看，HSS 提供以下功能：

- ①IMS 系统支持功能
- ②CS 域要求的 HLR/AuC 功能

③PS 域要求的 HLR/AuC 功能

从管理的个人用户数据看，HSS 提供的数据分为三大部分：

- ①CS 域相关数据
- ②PS 域相关数据
- ③IMS 域相关数据

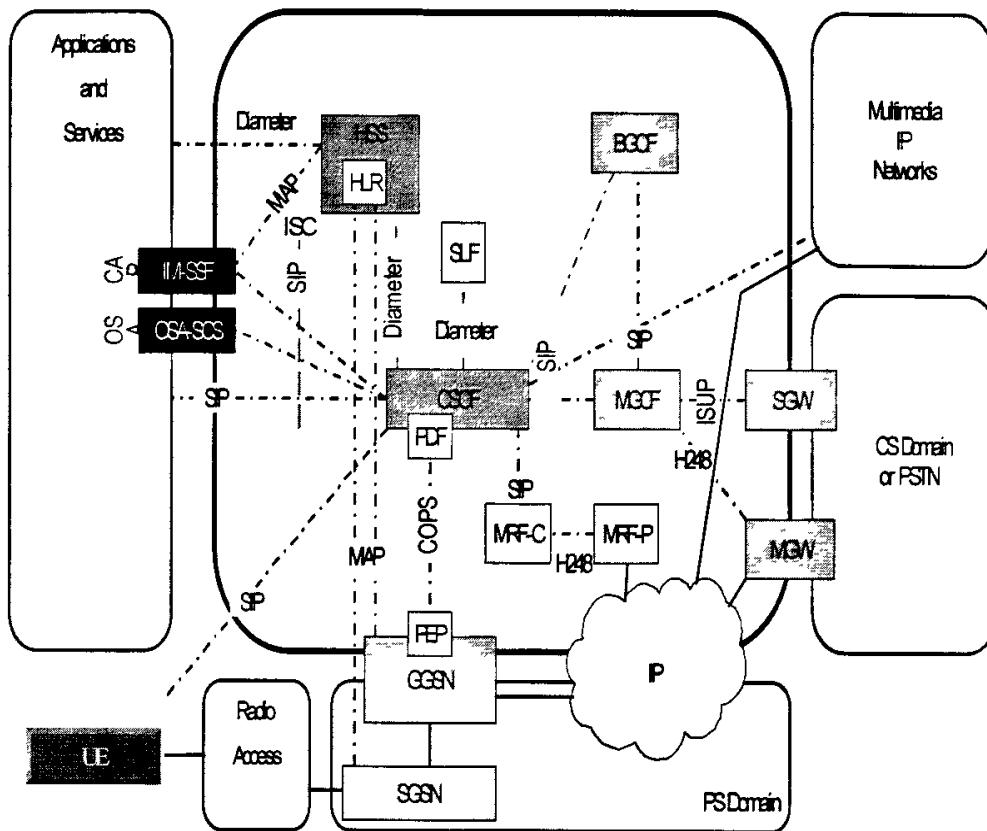


图 4-5 HSS 在网络中的位置

HSS 可以看成一个功能强大的 3GHLR，它可以给 PS 域的功能实体提供支持，例如 GGSN 和 SGSN，这就使用户能够通过 Gr 和 Gc 接口接入 PS 域。HSS 也能给 CS 域的功能实体提供支持，例如 MSC 和 MSC 服务器，通过 C 和 D 接口接入 CS 域并支持用户向 GSM/UMTS 的 CS 域网络漫游。HSS 还通过 Sh,Si,Cx 接口与其他 IMS 功能实体进行互通，HSS 通过 SIP 应用服务器与 OSA-SCS 与 IMS 核心网之间进行通信。图 4-6 具体描绘了 HSS 与 CS 域，PS 域与 IMS 域之间的接口。

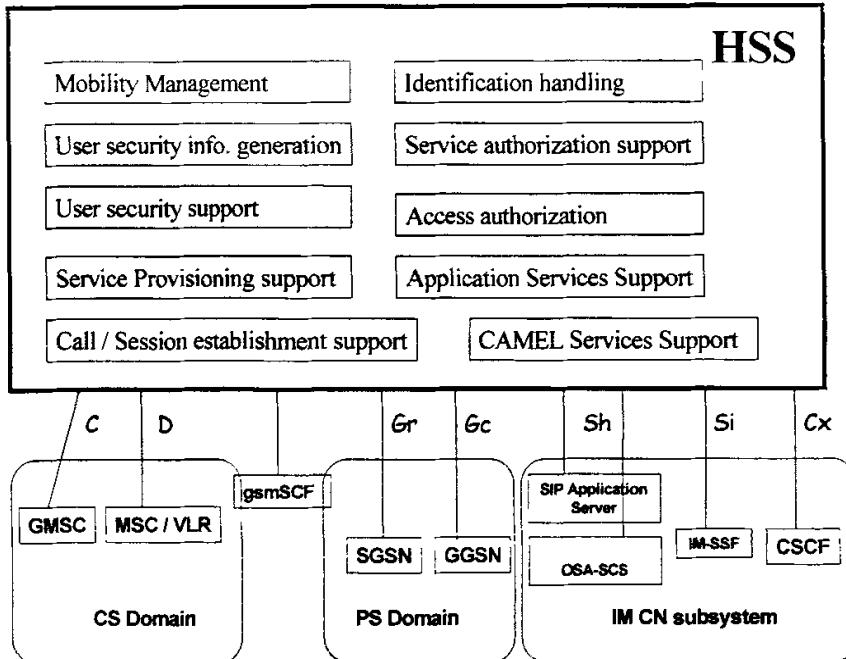


图 4-6 HSS 与 CS/PS/JMS 域之间的接口

4.3.2 Diameter 协议

Diameter 是 IMS 架构首选的 AAA 服务主要协议，是基于 IP 技术的 AAA 的新框架结构，提供了安全性、可扩展性、用户可移动性完善机制，提供用户数据全上移管理。Diameter 协议族包括基础协议（Diameter Base Protocol）和各种应用协议。基础协议提供了作为一个 AAA 协议的最低需求，是 Diameter 网络节点都必须实现的功能，包括节点间能力的协商、Diameter 消息的接收及转发、计费信息的实时传输等。应用协议则充分利用基础协议提供的消息传送机制，规范相关节点的功能以及其特有的消息内容，来实现应用业务的 AAA。基础协议可以作为一个计费协议单独使用，但一般情况下需与某个应用一起使用。

RADIUS 是目前最常用的认证计费协议之一，它简单安全，易于管理，扩展性好，所以得到广泛应用。但是由于协议本身的缺陷，比如基于 UDP 的传输、简单的丢包机制、没有关于重传的规定和集中式计费服务，都使得它不太适应当前网络的发展，需要进一步改进；随着新的接入技术的引入（如无线接入、DSL、移动 IP 和以太网）和接入网络的快速扩容，越来越复杂的路由器和接入服务器大量投入使用，对 AAA 协议提出了新的要求，

使得传统的 RADIUS 结构的缺点日益明显。AAA 服务器要对移动终端进行认证，授权允许用户使用的业务，并收集用户使用资源的情况，以产生计费信息。这就需要采用新一代的 AAA 协议——Diameter：

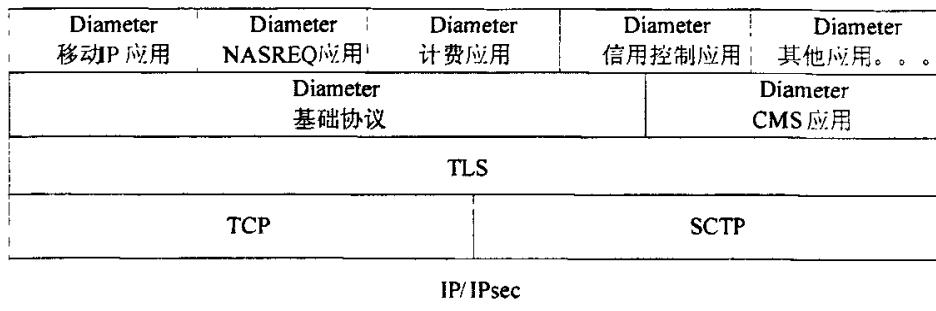


图 4.7 Diameter 协议层次图

Diameter 协议栈提供了 AAA 协议的最低要求 (AAAREQ)，它本身可以用作计费，也可以和应用一起使用，如移动 IPV4、网络接入 NASREQ。基础协议栈可以通过增加新命令或者新 AVP 来扩展新的应用。

Diameter 协议由 Diameter 基础协议和基于基础协议的 Diameter 应用。目前 Diameter 规范包括基础协议、传输框架、移动 IP、NASREQ。基础协议包括 AAA 的基础要求和计费。

Diameter 基础协议提供以下功能：①传送 AVP 数据包；②能力协商；③差错通知；④协议扩展，通过增加新的命令和 AVP 实现；⑤提供应用需要的基本服务，如会话管理、计费等。

所有的数据都是通过 AVP 形式传送，其中一些是由 Diameter 协议本身处理，另外一部分由特定的应用使用。

Diameter 协议栈被设计为可扩展的，其扩展机制包括以下措施：①定义新的 AVP 值；②创建新的 AVP；③创建新的鉴权、授权应用；④创建新的计费应用；⑤应用鉴权流程。

除基本的授权、计费应用以外，Diameter 应用通过对基础协议的扩展实现。Diameter 协议栈扩展的顺序按照充分利用协议已有内容为原则，并通过 IANA 允许。

在 Diameter 协议体系中任何一个节点都可以发起消息，因此 Diameter 协议是一个端对端的协议。对于某个 Diameter 节点，它可以是特定请求的代理，同时又是另外一些请求的服务器。

Diameter 子系统主要实现 RFC3588 协议描述的 Diameter 基础协议和应用扩展，在 IMS 系统的相关网元中提供 Diameter 信令传送等功能服务。

Diameter 子系统使用两个对等端之间的可靠传输层(TCP, SCTP, 包括 TLS (安全层))提供的数据传输服务向对等端的 Diameter 实体发送 Diameter 消息, 对等端 Diameter 实体将收到的消息传送给对等端业务层进行业务处理。

4.3.3 Diameter 在 IMS 中的应用

IMS 中 Diameter 的应用见表 4.1 所示。所有 Diameter 应用实施都必须遵循 Diameter 基础协议。

表 4.1 Diameter 在 IMS 中的应用

接口	作用	Diameter 应用	协议
Cx	Cx 接口是 CSCF 与 HSS 之间的接口, 用于下载用户数据/业务数据、获取 S-CSCF 地址、更新 S-CSCF 地址、下载安全向量等。	Diameter Cx/Dx 接口应用	3GPP TS29.229 Application Identify: 16777216
Dx	Dx 接口为 CSCF 与 SLF 之间的接口, 用于根据用户的标识定位用户数据所在的 HSS 的地址。	Diameter Cx/Dx 接口应用	3GPP TS29.229 Application Identify: 16777216
Sh	Sh 接口为 AS 与 HSS 接口, 用于下载用户数据到 AS, 修改 HSS 用户数据	Diameter Sh 接口应用	3GPP TS29.329 Application Identify: 16777217
Rf	Rf 接口为分布在 CSCF、MGCF、BGCF、MRFC 等网元中的 CTF 与 CDF 之间的接口, 用于传递离线计费事件	Diameter 计费应用	3GPP TS32.299 Application Identify: 3(?)
Ro	Ro 接口为 AS、MRFC、IMS-GWF 与 OCS 之间的接口, 用于传递在线计费事件	Diameter 信用控制应用	draft-ietf-aaa-diameter-cc-06.txt; 3GPP TS32.299 Application Identify: 4(尚未确定)

Re	OCS 中 Event Based Charging Function 与 Rating Function 之间的接口，用于查询价格信息	Diameter Re 接口 应 用 (rating 应用)	3GPP TS32.296 Application Identify: 16777218
Gq	AF 与 PDF 之间的接口，用于交流 IP 承载资源控制信息	Diameter Gq 接口 应 用	3GPP TS29.209 Application Identify: 16777222

4.4 HLR 向 HSS 的演进方式

在成熟的 IMS 网络中 HSS 集中管理 CS/PS/IMS 域用户数据，成为 CS/PS/IMS 域共用的网络实体。从现有 CS/PS 网络的 HLR 演进到 IMS 网络的 HSS，三种方式可以选择，下文将分别介绍三种演进方式。^[38]

4.4.1 先发展再融合

在发展 IMS 业务初期，IMS 域用户很少，IMS 提供的业务很有限。对于用户数据来说，用户的 CS 相关数据下载到 CS 域实体，IMS 域数据下载到 IMS 域实体；同时考虑到用户进行 CS 业务和进行 IMS 业务是独立分开的，可以考虑独立与现网的 HLR 系统建设规模较小的 IMS 用户专用 HSS。如果运营商希望网络具备 VCC 功能，根据目前 3GPP 的 Report 建议，可通过新增 CSCF 逻辑实体，在呼叫路由时根据运营商或者用户事先约定的方式决定该次呼叫是通过 IMS 网络，还是通过 CS 网络进行接续。如果第一次选择的网络呼叫尝试失败，可以通过增加过网号方式的前转号码将呼叫前转到第二个网络进行尝试。在这种情形下，即使要求具备 VCC 功能，一个用户的 CS 数据和 IMS 数据也可以分别保存在 HLR 或者 HSS 中，不必要求该用户的 CS 数据和 IMS 数据一定要保存在同一个物理实体中。因此首先发展独立的 HSS 在网络上完全是可以的。

初期，绝大多数的 CS 用户的数据保留在 CS 域 HLR 中，一小部分申请了 IMS 业务的用户的数据分两部分：CS 域数据保存在 CS 域 HLR 中；IMS 域数据保存在 IMS 域 HSS 中。

当 IMS 业务发展到一定阶段，IMS 域业务量明显上升，IMS 域 HSS 设备运行的稳定性得到了充分验证，同时也积累了一定的 IMS 运营经验，

此时再将 HLR 和 HSS 进行融合，将用户 CS/PS/IMS 数据集中统一管理。融合的方式可以采取：

- ① CS 域 HLR 升级到 HSS，后续在该 HSS 中发展 IMS 用户。
- ② 将 CS 域 HLR 中用户数据割接到 HSS，使得单纯的 IMS 域 HSS 成为 CS/PS/IMS 共享的 HSS，原 HLR 弃用。

4.4.2 先融合后发展

初期扩展网上部分 HLR 的接口，支持 IMS 的 Diameter 协议；同时对数据库进行升级，支持保存 IMS 域用户数据，从而将 HLR 升级为真正意义的 HSS。这些 HSS 不仅保存用户 CS/PS 数据，而且保存用户的 IMS 数据；不仅提供 CS/PS 业务，而且提供 IMS 业务。

随着 IMS 用户和业务的发展，逐步将网上的全部 HLR 升级按照同样的方式升级为 HSS。

4.4.3 独立发展完全替代

初期和先发展再融合的模式一样，单独设置新的 HSS，为新增的 IMS 用户保存 IMS 数据。

随着 IMS 用户的增加、IMS 业务的丰富，新增 HSS 或者对 HSS 进行扩容；另一方面原有的 HLR 保持不变，为用户保持 CS/PS 域数据并提供 CS/PS 业务。

当 IMS 网络得到充分发展，IMS 用户数量占绝对优势，IMS 业务无论在种类还是 QOS 质量上都和 CS 相当或者已经超过 CS 域时，CS 域用户逐渐萎缩，HLR 也将初步退出网络服务。

4.4.4 用户数据分布

在讨论用户数据分布时有一个前提：CS 域用户数据仍然保存在原有的 HLR 中。因为目前 CS 域已经形成了一个庞大而复杂的网络，用户数据如何在 HLR 中分布是网络构架的重要基础。如果试图改变这种规则将引起现有网络的巨大变化，对现有网络的路由规则、网络架构、数据管理都会产生非常大的影响；在 IMS 建设初期到 IMS 网络的成熟的很长的一段时间里，CS 域业务仍然是运营商的重点利润来源，因此这种影响也是现网

运营商无法接受的。所以我们在后面讨论数据分布时，总是认为对于用户 CS 数据的分布以及在网络中 HLR 的存储不做任何改变。HSS 的用户数据组织和现有 CS 网络保持一致，也就是按照 MSISDN 号码(E.164 格式)、IMSI 号段进行分配组织。在用户进行位置更新时，依据用户 IMSI 寻址 HSS；在呼叫路由时依据用户 MSISDN 号码寻址 HSS。

在 HSS 演进路线中，无论采取哪种演进的方式，在其演进的各个阶段涉及的实质问题就是用户数据如何分布的问题：也就是对于同一用户，该用户的 CS/PS 数据和 IMS 数据是分布在同一个实体中，还是分布在不同的实体中。因此从用户数据分布方式优缺点的分析，就可以对不同的演进路线做一个评估。目前采用比较多的方案是 CS/PS 数据和 IMS 数据独立的方案，其优缺点如下：

✓ 优点：

- ◆ 在 IMS 业务发展初期，IMS 用户数量有限，IMS 业务占整体业务收入的比例很低。需要重点关注的仍然是传统 CS 域用户业务，对于 IMS 域业务而言只是试验和积累运营经验阶段，因此采用独立设置纯 IMS 用户的 HSS，在网络建设和试验阶段，对保持现有网络的稳定，保证现有业务的正常运行非常有利。
- ◆ 运营商可以根据新业务的需要，提前在局部进行 IMS 架构下新业务的试验性商用，不必等到新业务完全成熟、IMS 架构完全达到商用条件，再对 IMS 架构的新业务进行尝试。对基于 IMS 架构的新业务的开展非常有利。
- ◆ IMS 阶段，一些集团用户希望采用有特色的 PUI，例如中兴公司在 IMS 时代，希望公司员工在 IMS 域的 PUI 都采用 `username@zte.com` 的格式。在这种情况下，考虑到中兴公司员工原有的 CS 域的号码在不同的地区的不同 HLR 种，采取这种 HSS 和 HLR 分离，单独设置的方式，可以把中兴公司员工的 IMS 数据集中在一个新的独立的 HSS 中，这样就可以比较容易地解决集团用户编号的问题。
- ◆ 对于家庭或者团体用户，希望在 IMS 域中位于同一 IMS Subscription 下，或者共享一个 PUI，而该家庭或者团体用户的 CS 用户数据位于不同的 HLR 中。在这种情况下，采取 HSS 和 HLR 分离，单独设置的方式，可以把该家庭或者团体用户集中在一个新的独立的 HSS 中管理，设置为同一个 IMS Subscription 即可。

➢ 缺点：

- ◆ 采取 HSS 和 HLR 分离，单独设置的方式，使得同一个用户的 CS/PS 数据和 IMS 数据分布在不同的实体，对用户的数据管理比较复杂，需要更高一层的受理或者数据管理设备将该用户的 数据进行统一集中管理。

4.5 本章小结

本章首先分析了 HLR 向 HSS 演进的必然，其次介绍了 HLR（软交换中的 HLR）的体系结构以及其关键协议 MAP 协议，紧接着又分析了 HSS 的体系结构，以及 HSS 在 IMS 中的位置以及其核心协议 Diameter 协议，最后讨论了 HLR 向 HSS 的演进方式。由此可见 HSS 代替 HLR 是网络演进的必然。

第五章 软交换支持 IMS 数据库子系统的设计

软交换的技术实现了控制与承载传送相分离，但它并没有实现控制与业务的严格分离，依然与传统交换机相似，承担着基础业务、补充业务等业务提供的功能，只是对智能业务和增值业务的提供更加灵活。IMS 则定义了基于 SIP 的标准 ISC 接口，实现了业务与控制层的完全分离。同时 CSCF 功能实体不再需要处理业务逻辑，仅需由它分析与触发规则指定的应用服务器，由应用服务器完成业务逻辑操作。这样使 IMS 与业务的耦合降至最小，成为真正意义上的控制层设备。下文将对软交换如何支持 IMS 数据库子系统提出相应的设计方案。^{【39】}

5.1 软交换对于 ISC 接口的支持

ISC 接口是 IMS 架构中 CSCF 与 AS (Application Server) 的接口。固网 IMS 方案中，由于 SS1b 可以充当 PSS APP，也就是 AS 的角色，则 CSCF 与 1b 之间的接口必须满足 ISC 接口的要求，ISC 接口位置见下图。

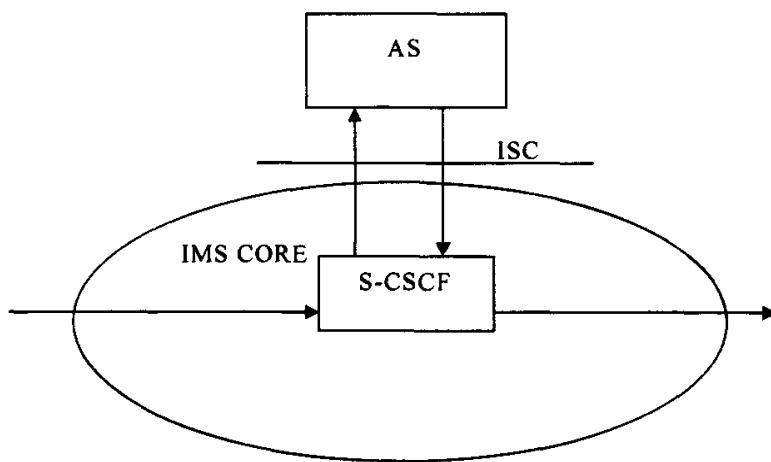


图 5.1 ISC 接口

业务场景如图 5-2 所示：

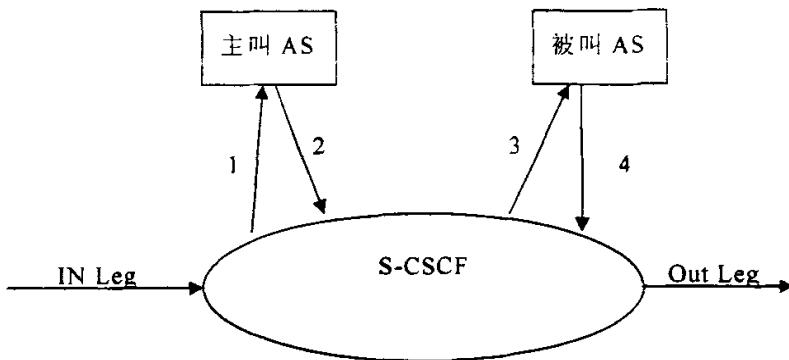


图 5.2 ISC 接口的业务流逻辑图

一次业务呼叫从逻辑上分为起呼和终呼阶段，起呼处理主叫业务逻辑，终呼处理被叫业务逻辑。实现中主叫 AS 和被叫 AS 可合为一实体。

S-CSCF 和 AS 的交互业务主要是两个问题，一是需要在接口中体现主叫触发还是被叫触发，AS 将根据指示执行相应用户的业务逻辑；二是业务码。

S-CSCF 根据用户签约的 IFC 触发表判断业务触发到那个 AS，在 TOP route 中携带呼叫阶段类型标识 (mo or mt)，本标识可通过配置在携带在 TOP ROUTE 的 USER PART 部分或填在扩展 TOP ROUTE 参数中。业务码由业务确定，通过签约的 TOP ROUTE 或终端发送的 SIP 消息中携带。

为了给 CSCF 侧的 SIP 用户提供业务，IMS 架构里要求作为 AS 的 PSS APP 与 CSCF 之间是 ISC 接口。所以 SS1b SIP 协议栈要按 ISC 接口的要求去改动。ISC 接口能对 APP 和 S-CSCF 间事件通知进行签约，这样就能将隐式注册的 PSI，注册状态、特征以及 UE 的能力和状态向 APP 通知。

ISC 接口提出了双触发机制的要求，SS1b 必须支持单触发与双触发。

为了支持 ISC 接口，需要作为 AS (PSS APP) 的软交换进行以下修改：

①SS/APP 应能处理用户标识后以域名方式标识的主机部分

IMS 网络中用户标识为 SIP URI，如格式为 phone_number@domain_name，domain_name，为 IMS 域的域名。而目前的软交换采用的是 phone_number@ip_address 的方式，注册时存储整个 URI，后续呼叫业务时比较主被叫的标识，如不相等则认为非本局用户。而在 ISC 接口上，传递的用户标识是 S-CSCF 所在域的用户标识，采用 IP 地址不符合规范，故需采用域名形式。(IMS 域的域名与 CSCF 的 IP 地址在 SS1b 的 DB 里要有绑定)为此目的，SS1b 在注册用户时只记录@符号之前的用户号码，后续身份比较也只使用@之前的电话号码。

②SS/APP 作为 B2BUA 时需要将业务的路由信息(ROUTE, RECORD-ROUTE)透到被叫 Route 信息，根据 IMS 标准，APP 即使执行 B2BUA 角色时仍然需要将 Route 字段从入呼侧带至出呼侧，S-CSCF 要依据 Route 中的信息关联入呼，执行下一步的业务触发。

③SS/APP 作为 B2BUA 时对于不认识的字段和参数，能够透传到被叫(包括对话内请求和响应)。

④对于 VPMN 业务，SS/APP 在收到 CSCF 的请求时，请求消息的 FROM 值是大号码，Request-URI、To 值均是小号码，SS 在转发请求到被叫时要将 FROM 字段变成小号码。

⑤软交换作为 APP 向 SS 发起的初试请求，按照 3gpp 协议，request-uri 不能使用用户注册的 contact 进行替换，应该是用户的标识(PUI)。

⑥所有 BYE 消息的格式按照 RFC3261 的要求填写。

5.2 软交换 (SS1b) 支持 CSCF 节点

在 IMS 域中 SS 充当两种角色：MGCF 和 PSS APP 功能。SS 充当 MGCF 角色时，SS 只完成基本的接续功能，此时 S-CSCF 在 MGCF 看来是 Other SS，SS 只需要接续 S-CSCF 和软交换 PSNT、AG、SIP、H323 之间的呼叫即可，不需要实现业务。^[40]

5.2.1 新增 CSCF 设备类型

CSCF 设备类型的节点具有 Other SS 节点的所有属性，同时又具有 CSCF 的特性。

首先定义 CSCF 设备类型，用单独的一个宏来表示：

#define DEVTYPE_CSCF 可以直接增加此种设备类型的网关簇与节点。人机命令和界面方面：CSCF 设备类型的节点的配置和显示方面可以参考 Other SS 节点。界面如下：

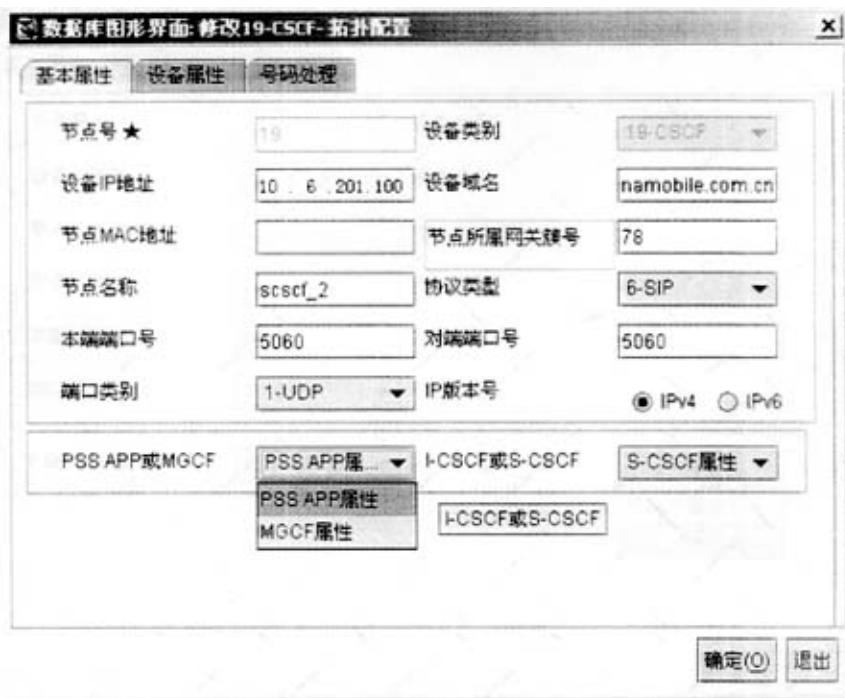


图 5.3 ZXUN-SSS CSCF 节点配置

CSCF还需要支持四种设备属性：PSS/APP、MGCF、I-CSCF、S-CSCF，用一个字节的不同位来表示。

```
#define NODEATTR_TAG1_PSSAPP      (DWORD)0x0001
#define NODEATTR_TAG1_MGCF        (DWORD)0x0002
#define NODEATTR_TAG1_ICSCF      (DWORD)0x0004
#define NODEATTR_TAG1_SCSCF      (DWORD)0x0008
```

界面如下：



图 5.4 ZXUN-SSS CSCF 节点属性

5.2.2 软交换 (SS1b) 与 CSCF 间的节点配置

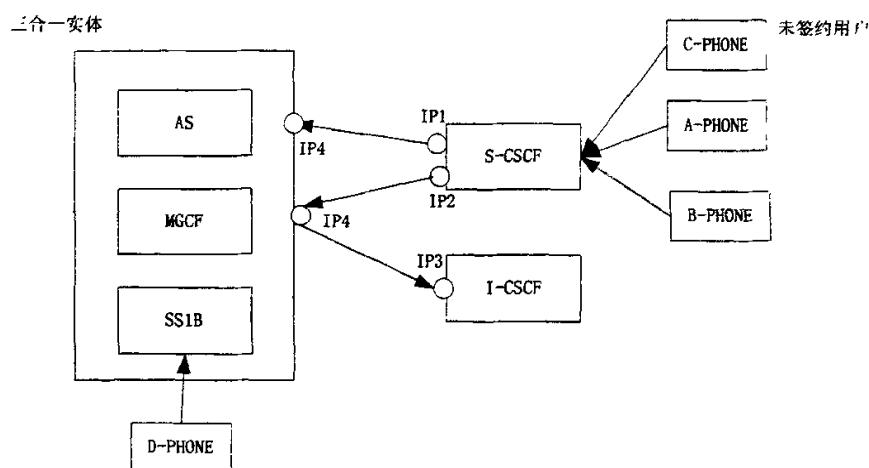


图 5.5 节点与 IP 配置

上图中，SS1b 由三部分组成，从下往上依次是：SS1b 接入部分、SS1b

互通部分（在 IMS 架构中称为 MGCF）与 APP（即 PSS APP）。

在上图中，A、B、C 分别为 IMS 域下用户，A、B 有签约 APP 业务，C 用户没有签约 APP 业务，D 用户为软交换下用户。在 CSCF 看来，如果和原软交换下用户互通则需要通过 MGCF，也即 CSCF 看不到 SS1B。S-CSCF 对 APP 使用 IP1，对 MGCF 使用 IP2，I-CSCF 对 MGCF 使用 IP3，软交换对外只提供一个 IP4。而 I/S-CSCF 上对软交换配置了三个 IP。^[41]

数据配置的改造如下：在软交换上配置 S-CSCF 的 IP1 为 OtherSS，但设备类型为 S-CSCF；配置 S-CSCF 的 IP2 和 I-CSCF 的 IP3 为普通 OtherSS，但采用域名方式。CSCF 下在 APP 签约的用户都挂在相应的 OtherSS 节点下。^[41]

1b 不检测终端是否在线，由 UA 主动发链路检测消息。为检测 CSCF 是否在线，APP 把 CSCF 当作 Other SS。

5.3 原软交换用户与 IMS 域用户互通方案

原软交换用户与 IMS 域用户互通实际上对于 CSCF 来讲就是与 MGCF 的互通。对于软交换下用户拨打 IMS 域下用户，MGCF 根据号码分析将消息路由到 I-CSCF，由 I-CSCF 去查找被叫所在的 S-CSCF，后续响应消息及请求消息根据 I-CSCF 的节点进行分发和处理没有问题；对于 IMS 域下的用户通过 MGCF 呼叫原软交换下的用户，当作 otherSS 入域呼叫进行分发和处理没有问题。

软交换对于 I-CSCF 和 S-CSCF(和 MGCF 相连的)发送时需要采用域名方式，这一点需要同普通 otherSS 相区别，可以在配置时区分开。

5.3.1 tel 号码的处理

tel 格式的号码最初来自于用户，也即由用户决定是拨出 tel 格式号码还是 SIP 格式号码。因此如果用户拨出的是 tel 格式的，那么软交换目前不支持 tel 格式号码，同时目前软交换下的用户拨出的都是 sip 格式的号码，软交换在向 otherSS 发送时如果都转成 tel 格式，那么存在一个兼容性的问题，即对端软交换不支持 tel 的问题。鉴于以上原因，由 CSCF 来做这个转换，将用户拨出的 tel 格式的号码转换成 SIP 格式的号码，转换后增加参数 user=phone 以表示这个是由 tel 格式转换而来的，CSCF 在重新收到 APP 返回的消息时可以根据此参数来决定采用 E.164 号码分析，根据号码分析可以路由到 MGCF。^[42]

目前，软交换下的 SIP 用户虽然拨出的是 SIP 格式的 url，但其实质还是 E.164 号码，软交换在向 OtherSS（包括 I-CSCF 和 S-CSCF）发送时，还是采用 SIP 格式，但增加 user=phone，这样 CSCF 收到后可以根据参数指示到 HSS 查询此 tel 对应的 sip url（移动放号时有 tel 和 sip 的对应关系），这样就可以路由到 IMS 域对应的用户。

APP 在做前转业务时，需要填写明确的前转号码是 tel 格式还是 sip 格式，或者也可以在现有基础上增加一个前转 SIP 格式的配置，默认为前转 tel 号码；这样协议在形成消息时，如果前转为 tel 号码，则在产生 SIP 格式的 url 时增加 user=phone 参数；否则不加入此参数。这样，APP 前转 MGCF 时 CSCF 就能根据 tel 方式正确路由了。

如果发生前转 SIP 格式号码时，业务将前转的 url 填写在下一跳中带给协议。

5.3.2 用户区分问题

由于 APP 和 SS1B 合一，因此需要区分两者所带的用户。目前想法可以根据域名来区分，即 APP 所带用户域名采用 IMS 域名，而 SS1B 所带用户采用 1B 本身域名（目前 1B 还是采用 IP 方式），这样在形成帐号时，两者帐号不一样就可以区分开。放号时，两者帐号需要对应不同的号码，否则业务需要考虑两个帐号对应同一个号码的问题。

5.3.3 域名路由处理

在 IMS 网络中采用 SIP URI 标识 SIP 实体地址，以 SIP 消息中的 Request-URI、Route 字段进行路由，得到下一跳（SIP 的下一跳，而非 IP 的下一跳）地址，这个地址应该是 SIP URI，然后完成 SIP URI 至底层承载地址的映射，类似于 IP 地址到数据链路层地址的映射，实际上可以采用 DNS 查询或静态配置的关系。最后由底层承载完成数据报的路由，

由于 IMS 中采用域名方式来路由，而软交换采用 IP 地址路由。这样，做为 APP 的 SS 在发出请求时需要查询 DNS 来进行路由。这里有两种方法：

- ① 通过 DNS Server 来查询目标地址。
- ② 静态配置的办法：在 SIP 模块内部采用一个 IP 与域名的对应关系表，来实现域名到 IP 的转换。内部处理方式还是采用原先的处理方式，只是在进行 Route 处理时将目标域名转换成 IP 存放在数据区中的目标 IP 中，而发送的信令中全部采用域名方式。

由网管界面提供配置域名和 IP 的对应关系，数据模块向 SIP 模块提供对应关系表接口。界面如下：



图 5.6 域名 IP 对应关系配置

5.4 软交换与 IMS 统一网管设计

目前软交换已经广泛开局，在软交换向 IMS 过渡过程中需要实现网管系统需要实现对 SS1b 和 CSCF 的统一管理，在主要操作上能够统一，尽量对用户呈现为一种网元，即 IMS 网元。^[43]

5.4.1 统一网管子系统

对网管的要求是：IMS V1.0 网管融合后尽量呈现给用户一个合一的物理设备。由于 SS 目前已广泛开局，因此在 IMS 网管融合时，以 ZXNM01 为基础，将 CSCF 网管（OMC）集成到 ZXNM01 网管中，在 ZXNM01 网管中实现对 IMS 的统一管理。统一网管子系统与网元子系统关系如图 5-7 所示：

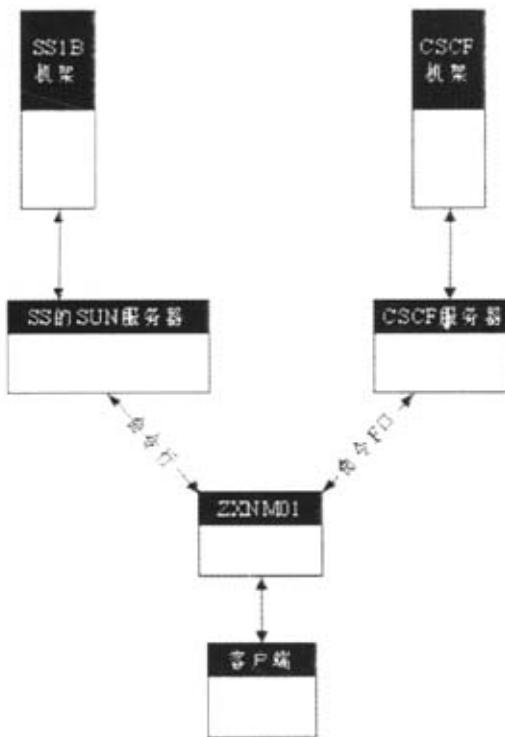


图 5.7 统一网管子系统

ZXNM01 和 CSCF 网管将采用接口的方式进行融合，将 CSCF 网管（OMC）通过命令 F 口的方式接入到 ZXNM01 网管中。即目前 CSCF 网管（OMC）提供命令接口，ZXNM01 通过 CSCF 网管（OMC）提供的接口实现对 CSCF 网元的管理，在客户端界面上呈现为 SS1B 与 CSCF 合一网元。这种方式的框架见下图，也就是相对于 ZXNM01 网管而言 CSCF 网管（OMC）相当于 SS 的 SUN 同一层次的设备。

ZXNM01 和 CSCF 网管（OMC）的基本融合思路如图 5-8 所示。

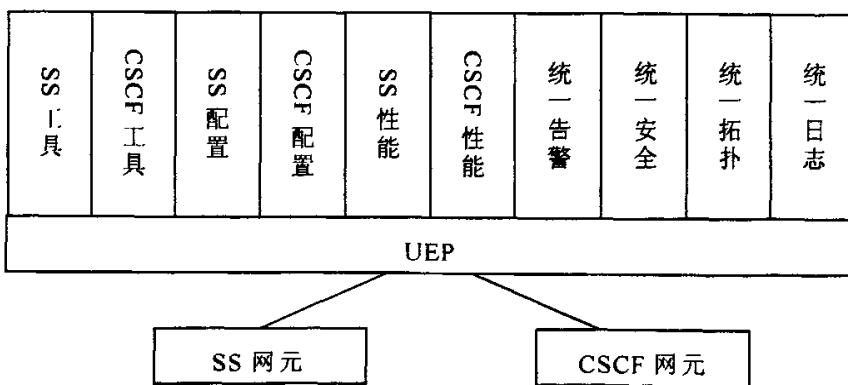


图 5.8 统一网管的子系统融合

5.4.2 基于固网软交换的 IMS 逻辑架构

现有软交换网络中的 SS1b 在软件升级后，不但仍提供大容量商用的软交换网络功能，其提供的 IMS 网元与 CSCF 提供的 IMS 网元可组成 IMS 网络。SS1b 与 CSCF 共同为一个完整的支持固定、移动综合接入解决方案提供核心控制设备。下图描绘了基于固网 SS 的 IMS 逻辑架构：

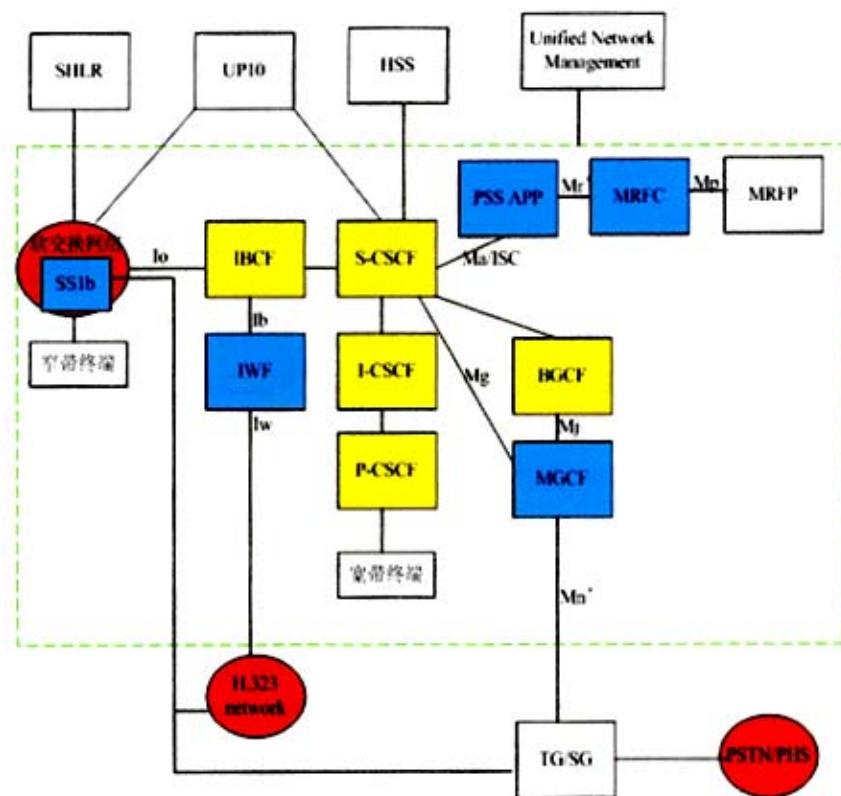


图 5-9 基于固网 SS 的 IMS 逻辑架构

从外部来看：虚线框相当于一个固定移动统一的 IMS 网络，但在内部实现上，由一个软交换网络(由 SS1b 提供)与一个 IMS 域（包括除 SS1b 外的所有控制设备）组成。为了兼容现网中已大量存在的软交换网络，这个内部软交换网络终端业务流程要保持稳定性。

如图 5-9 所示，黄色方框中的网元可在 CSCF 平台上实现（包括：P/I/S-CSCF、BGCF、IBCF），蓝色方框中的网元在 SS1b 平台上实现(包括 IWF、MGCF、PSS APP、MRFC 与软交换网络中的 SS1b)。两个平台分别

布署在一个 CSCF 机框与一个 SS1b 机框上。红色圆框中为外部网络，包括 PSTN/PHS 等 TDM 网络（通过 TG/SG 接入 IMS 与软交换网络）、H.323 网络（直接接入 IMS 网络与软交换网络）、软交换网络（其中的 SS1b 可与 IWF、MGCF 与 PSS APP 集成在同一个机框上）。

SHLR 是原软交换网络中的数据中心。HSS 提供 IMS 域宽带终端的用户数据。IMS 与软交换网络共用统一的增值业务平台 UP10。提供媒体资源的 MRFP 可用现有媒体服务器充当。TG/SG 是原软交换体系中的设备。

SS1b 平台、CSCF 平台与 TG/SG 设备都使用统一的网管平台。本着不影响现存软交换网络（SS1b 提供核心控制与终端接入）的原则，窄带终端注册、呼叫、与外部网络的互通，仍由 SS1b 设备完成。

由于 SS1b 与 CSCF 设备都同时充当了多个 IMS 域网元，与 SS1b 机框有关的接口会包括：

- 1, Io 接口，IMS 域与软交换网络间的接口。
- 2, Ib 接口，IBCF 与 IWF 的接口。
- 3, Iw 接口，IWF 与 H.323 网络的接口。
- 4, Mg 接口，S-CSCF 与 MGCF 的接口。从 PSTN 来的呼叫，通过 MGCF 转发到 S-CSCF。
- 5, Mj 接口，BGCF 与 MGCF 的接口，将 IMS 域呼叫转发到 MGCF，由 MGCF 出局到 PSTN。
- 6, Mn' 接口，MGCF 与媒体网关和信令网关的接口，对应于 IMS 体系中的 Mn 与 Ie 接口。
- 7, Ma 接口，即 S-CSCF 与 PSS APP 间的 ISC 接口。
- 8, Mr' 接口，PSS APP 与 MRFC 间的接口，当前为内部接口。
- 9, Mp' 接口，MRFC 与 MRFP（媒体服务器）间的接口，各接口的具体内容参见 3GPP 与 TISPAN 相关标准。

5.4.3 基于固网软交换的 IMS 物理架构

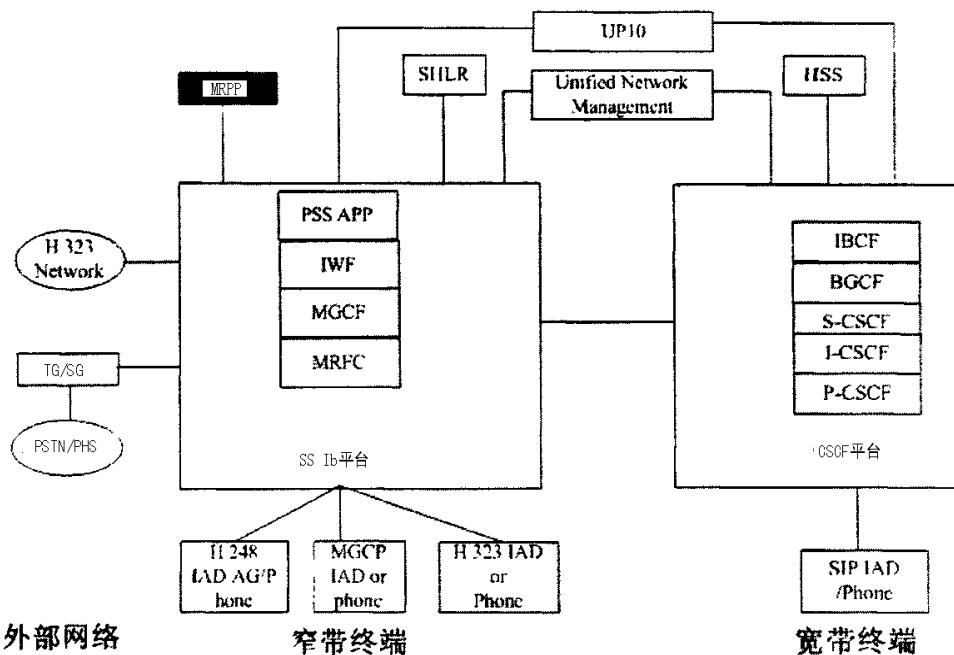


图 5-10 基于固网 SS 的 IMS 物理架构

如图：一个 SS1b 机框与一个 CSCF 机框合作可提供 IMS 域的所有网元。宽带终端的注册与呼叫由 IMS 域负责，窄带终端的注册与呼叫由软交换网络（参见逻辑架构图）提供。软交换网络（SS1b）还向宽带终端提供外部网络互通中介。

SS1b 设备不但充当软交换网络的核心设备（内置基本业务与补充业务），也同时充当 IMS 域中的网元。

5.5 本章小结

本章就软交换如何支持 IMS 数据库子系统进行了探讨，对软交换支持 ISC 接口、CSCF 节点以及 CSCF 节点的配置进行了详细设计，从基于固网软交换的 IMS 逻辑架构以及物理架构等方面研究了软交换与 IMS 统一网管的设计方案。

第六章 总结

通信技术的发展日新月异，人们对通信技术的要求也越来越高，除了基本的语音通信外，人们更加要求丰富的多媒体通信。在软交换大规模商用的今天，呼叫与控制还未彻底分离，无法支持全 IP 的网络，在这个背景的基础上 3GPP 提出了 IMS。所以发展第三代移动通信必须考虑现有软交换向 IMS 平滑过渡的问题，同时这也为网络融合打下基础。本文针对软交换向 IMS 过渡的问题主要做了以下几个方面的工作。首先分析了软交换向 IMS 过渡的必要性；然后在介绍软交换体系架构的基础之上，深入阐述 IMS 的架构体系、工作原理、相关业务、同时深入研究了 IMS 的关键技术；最后作为本文最重要的部分，给出了软交换向 IMS 过渡的三个阶段，设计完成了 HLR 向 HSS 过渡的方案、软交换支持 IMS 的数据库子系统、以及对软交换支持 CSCF 节点配置的详细设计。为了兼容现有网管，对软交换与 IMS 统一网管的设计也从基于固网软交换的 IMS 逻辑架构和物理架构方面进行了研究。

在本文中对过渡方案的设计主要是针对网管平台的，并且只考虑了过渡当中的一些具体的情况，后续的工作要把协议与业务的情况也要综合起来全面考虑。软交换向 IMS 过渡的问题应该是一个全面的过程，它包括移动软交换和固定软交换的过渡。在本文的研究中，主要考虑的是固网软交换向 IMS 的过渡，对于移动软交换向 IMS 的过渡本文基本上没有涉及。这在后续的研究中还需要全面的考虑问题，并根据网络发展的实际情况，研究设计更加全面可行的系统方案。

致 谢

作者在读硕期间，先后得到两位导师李祥明副教授和谢显中教授的精心指导。李老师雷厉风行的工作作风和谢老师严谨的治学态度及渊博的学识，为我营造了一种良好的精神氛围。将近三年的研究生阶段将是我一生中最为宝贵、收获最大的学习阶段。不论是在学习上的教导，还是在学术科研工作中的指导，两位老师的谆谆教诲都使我获益良多。同时，在学术上的精益求精、严谨认真的治学态度和工作上的一丝不苟的精神也令我受益匪浅。我无法用准确生动的语言来尽致地描述自己的真实感受，只好将它深深地埋在心底，化作一道虔诚的祝福：愿两位导师合家欢乐，一生平安。

在南京中兴通讯公司网管平台开发部软交换网管科实习期间，得到了张宏部长教授、SS 网管科室以及 IMS 项目组所有同事们的大力支持，在此也将祝福送给每一位帮助过我的同事。

同时，感谢 2004 级、2005 级所有同门的关心与帮助，在此向他们表示深深的谢意，你们永远是我记忆中最美好的回忆。

感谢我的家人，对我影响至深，并对我的学业给予了精神上的鼓励与物质上的支持，没有他们的支持和鼓励，我是很难完成研究生学业的。

最后，感谢为审阅本论文付出辛勤劳动的各位专家学者。

周瑾

二零零七年五月

参考文献

- [1] 3GPP TS0102 “General Description of a GSM Public Land Mobile Network (PLMN)” August 2001
- [2]GSM01.60 “Digital cellular telecommunications system(Phase 2+),General Packet Radio Service(GPRS),Requirements specification of GPRS” Technical Report,Version 6.0.0 1998.4
- [3]3GPP TS23.002 v6.5.0. “Network Architecture ”(Release 6),June 2004
- [4] J. Rosenberg, et al “SIP: Session Initiation Protocol” IETF RFC3261 June 2002
- [5]ITU-T Y2001 “General overview of NGN” 2004.12
- [6] <http://www.cttl.com.cn/invest/2004/topten/gongshuangjin.php>
- [7]赵鹏等译 《IMS：移动领域的 IP 多媒体概念和服务》 机械工业出版社 2005.3
- [8]华为公司资料 《中国移动 IMS 交流——IMS 体系架构》 2005.11
- [9] T. Berners-Lee, R. Fielding, H. Frystyk “Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.0” IETF RFC1945 May 1996
- [10]糜正琨, 王文鼐 《软交换技术与协议》 人民邮电出版社 2003.4
- [11] Jonathan B. Postel “SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL” IETF RFC821 August 1982
- [12] Handley, M. and V. Jacobson “SDP: Session Description Protocol ”IETF RFC 2327 April 1998
- [13]白建军等译 《SIP 揭密》 人民邮电出版社 2003.6
- [14]陈锡生, 糜正琨 《现代电信交换》 北京邮电大学出版社 2001.12
- [15]胡乐明, 曹磊, 陈洁 《IMS 技术原理及应用》 电子工业出版社 2005.10
- [16]赵学军 《软交换技术问答》 人民邮电出版社 2005.12
- [17]程宝平, 梁守青 《IMS 原理与应用》 机械工业出版社 2007.1
- [18]毕厚杰, 李秀川 《IMS 与下一代网络》 人民邮电出版社 2006.8
- [19]万晓榆 《下一代网络技术与应用》 人民邮电出版社 2003.3
- [20]张同须 《3GIP 多媒体子系统-融合移动网与因特网》 人民邮电出版社 2006.4

- [21]ITU-T Q.1901“Bear independent call control protocol” 2000.6
- [22]ITU-T Q.765 “Signalling System No.7—Application transport mechanism”2000.6
- [23]俞攻《IP 多媒体子系统—IMS 技术与应用》，泰尔网，2006.8.17
- [24]陆立等 《NGN 协议原理与应用》 机械工业出版社 2004.8
- [25]桂海源 《IP 电话技术与软交换》 北京邮电大学出版社 2004.5
- [26]方琰威, 李海峰, 刘志军《以 HLR 奠定网络融合基石》，2004.5.
- [27]赵慧玲, 叶华 《以软交换为核心的下一代网络技术》 人民邮电出版社 2002.8
- [28]3GPP.3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Service and Systems Aspects; General Packet Radio Service (GPRS);Service Description;Stage2.Techical Specification3G TS 23.060 version 3.6.0(2001-01),2000.
- [29]ITU-T Q.1902.3“Bearer independent call control protocol(capability set 2)and Signalling System No.7 ISDN user Part:Formats and Codes” 2001.7
- [30]顾维青《中兴固网 3G-固网 NGN 和移动 3G 互通融合实施策略》，中兴通讯 ,2006.7.
- [31]ITU-T Q.1950“Bearer independent call bearer control protocol” 2002.12
- [32]王晗阳《传统长途电话网向分组网络的演进之路—BICC》《电信工程技术与标准化》 2001/01
- [33]ITU-T Q.1912.1“Interworking between Signalling System No.7 ISDN user part and Bear Independent Call Control protocol” 2001.7
- [34]陈金权 《3GPP IMS 与 CS/PSTN 互通的实现》 西安邮电学院学报 2006.1
- [35]3GPP TS29.163v6.5.0“Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and Circuit Switched (CS) networks”(Release6) 2004.12
- [36]M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg “SIP: Session Initiation Protocol” IETF RFC2543 March 1999
- [37]3GPP TR 22.934, "Feasibility Study on 3GPP system to Wireless Local Area Network(WLAN) Interworking,v.6.2.0,Sept.2003.
- [38]P. Faltstrom “E.164 number and DNS” IETF RFC2916 2000
- [39]赵鹏, 周胜 望玉梅 《IMS: 移动领域的 IP 多媒体概念和服务》 机械工业出版社 2005.3

- [40] G. Camarillo, A. B. Roach “Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part (ISUP)to Session Initiation Protocol (SIP) Mapping” IETF RFC3398 2002
- [41] ITU-T Q1912.5 “Interworking between Session Initiation Protocol(SIP) and Bear Independent Call Control protocol or ISDN User Part” 2004.3
- [42] 邵彬,《软交换支持 IMS 功能数据库子系统详细设计说明》, 中兴通讯, 2006.3.
- [43] <http://osip.atosc.org/chinese.html>

附录

1. 从事的主要科研工作

(1) 项目名称：Wimax 宽带无线接入

合作单位：重庆邮电大学移动通信重点实验室

(2) 项目名称：中兴固网 3G，IMS 项目

合作单位：中兴通讯南京研发中心

(3) 项目名称：中兴软交换网管人机命令维护

合作单位：中兴通讯南京研发中心

(4) 项目名称：中兴软交换网管自动升级项目

合作单位：中兴通讯南京研发中心

2. 发表或即将发表的论文

《OFDM 两种时域均衡的性能比较》 通信技术 2006 年 12 月