

软交换与IMS网络架构的演进路径与关键技术比较研究

贾国军

甘肃省通信产业工程建设有限公司 甘肃 兰州 730030

摘 要：随着通信网络IP化、融合化发展，软交换与IMS作为下一代网络核心架构，在演进路径与关键技术上既有共性又有差异。本文梳理两者核心定义与发展背景，分析软交换从叠加网到云化转型、IMS从3G基础架构到5G融合的演进阶段，对比两者在架构设计、信令协议、媒体处理等关键技术的异同，探讨演进关联与应用局限，为网络升级、业务优化及技术选型提供理论参考与实践借鉴，助力适配5G与物联网时代的通信需求。

关键词：软交换；IMS网络架构；演进路径；关键技术比较

引言：在通信网络向全IP化、多媒体化转型的浪潮中，传统电路交换网的弊端日益凸显，软交换与IMS先后应运而生，成为推动网络演进的核心力量。软交换实现呼叫控制与媒体分离，推动电路网与IP网融合；IMS以全IP化为核心，实现固移融合与多媒体业务统一交付。深入研究两者演进路径与关键技术差异，明确其适配场景与发展趋势，对推动通信网络高质量发展、提升业务创新能力具有重要的现实意义。

1 软交换网络架构的演进路径与关键技术

1.1 软交换网络架构的核心定义与发展背景

（1）软交换的核心定义与本质特征：软交换是为下一代网络（NGN）提供实时业务呼叫控制和连接控制的功能实体，核心是将呼叫控制与媒体处理分离，通过软件实现基本呼叫控制功能，独立于传送网络。其本质特征体现为开放化、模块化，可提供呼叫控制、资源分配、协议处理等核心功能，同时通过标准接口支持业务灵活扩展，兼顾传统通信业务与新型多媒体业务需求。

（2）软交换技术产生的行业背景与需求：随着通信网络发展，用户对宽带和多样化业务需求激增，传统电路交换网络封闭、成本高、业务扩展不便的弊端凸显。受IPPBX应用成功启发，业界提出将传统交换设备部件化，推动呼叫控制与媒体处理分离，软交换技术应运而生，核心需求是实现电路交换与IP网融合，降低运营成本，提升网络灵活性和业务创新能力。

1.2 软交换网络架构的演进路径

（1）初始阶段：电路交换向IP化过渡的叠加网部署，此阶段为过渡性部署，在现有电路交换网基础上叠加IP分组网，通过媒体网关实现两网互通，核心是保障传统话音业务平滑迁移，未彻底打破原有网络架构，属于初步IP化尝试。（2）发展阶段：多协议兼容的融合控制平台演进，逐步打破封闭架构，实现H.248、SIP等多信令

协议兼容，构建统一的呼叫控制平台，整合不同接入网络资源，实现固定网与移动网初步融合，提升网络互通性和业务承载能力。（3）成熟与演进阶段：云化转型与SDN/NFV融合，依托虚拟化技术将软交换功能部署于云平台，结合SDN/NFV实现网络资源弹性调度，打破硬件依赖，推动软交换从设备级向云原生架构演进，适配5G和物联网时代的业务需求^[1]。

1.3 软交换网络架构的关键技术

（1）控制与承载分离技术及分层架构实现，将呼叫控制层与媒体承载层分离，构建接入层、传输层、控制层、业务层的四层架构，各层独立演进，通过标准接口互通，提升网络灵活性和可扩展性。（2）核心信令协议应用，H.248/Megaco协议实现软交换与媒体网关的控制交互，SIP协议用于多媒体会话的建立与释放，支撑语音、视频等业务的顺利开展，是软交换网络互通的核心支撑。（3）媒体网关控制与媒体处理技术，通过媒体网关实现电路交换与IP网的媒体格式转换，完成语音编码、回声消除等处理，保障媒体流高效传输，是两网融合的关键支撑。（4）开放接口与业务开发技术，通过Parlay/OSA等开放接口将网络能力封装，支持第三方开发增值业务，打破传统业务封闭模式，实现业务快速创新迭代。

1.4 软交换网络的应用场景与现存局限

（1）主要应用场景及实际部署效果，广泛应用于企业呼叫中心、运营商话音网改造、政务通信等场景，可降低硬件成本、实现快速扩容，在呼叫中心云化部署中，替换传统硬件板卡，大幅提升部署效率和灵活性。（2）技术与应用层面的现存局限，技术上存在多协议兼容复杂度高、云化转型中性能稳定性不足等问题；应用上，对新型多媒体业务的适配能力有限，与5G、物联网的深度融合仍需优化，且部分传统设备迁移成本较高。

2 IMS 网络架构的演进路径与关键技术

2.1 IMS网络架构的核心定义与发展背景

(1) IMS的核心定义与本质特征: IMS(IP多媒体子系统)是基于IP协议的多媒体通信架构,核心是为各类终端提供统一的多媒体会话控制和业务支撑,本质特征是全IP化、业务与控制分离、接入无关性。它采用分层架构,可兼容固定、移动等多种接入方式,实现语音、视频、数据等业务的融合交付,是下一代网络的核心组成部分。(2) IMS技术产生的行业背景与需求:随着移动互联网兴起,用户对多媒体通信需求日益迫切,传统电路交换网和早期软交换网络难以满足语音与数据业务的深度融合需求。3GPP为解决移动与固定网络的业务统一问题,推出IMS技术,核心需求是实现固移融合、多媒体业务标准化,打破网络壁垒,提升业务灵活性和用户体验。

2.2 IMS网络架构的演进路径

(1) 初始阶段: 3GPP R5版本核心架构定义,此阶段明确IMS的核心框架,确定CSCF、HSS等核心功能实体,定义SIP为核心信令协议,实现基本的IP多媒体会话控制,为后续演进奠定基础。(2) 发展阶段: R6/R7版本的完善与固移融合支持, R6版本新增固网接入支持,实现固移融合; R7版本优化QoS保障和多媒体业务能力,完善安全机制,推动IMS从移动领域向固定领域延伸。(3) 成熟阶段: A-IMS演进与安全增强,引入A-IMS(增强型IMS)架构,强化身份认证、数据加密等安全能力,解决IMS网络的安全隐患,同时优化网络管理和运维效率,实现大规模商业化部署。(4) 升级阶段: 与5G核心网的深度融合,将IMS与5G核心网(5GC)无缝对接,依托5G的高速率、低时延特性,拓展高清视频、物联网等新型业务场景,实现IMS的云化、智能化转型^[2]。

2.3 IMS网络架构的关键技术

(1) 全IP分层架构与功能实体部署,采用接入层、控制层、业务层的全IP分层架构, CSCF负责呼叫控制, HSS管理用户数据,各实体通过标准接口协同工作,保障网络高效运行。(2) 核心信令协议(SIP)的全面应用与优化, SIP作为IMS的核心信令协议,负责会话的建立、修改与释放,通过协议优化提升会话稳定性和呼叫成功率,适配多终端、多业务场景。(3) 用户移动性管理与统一用户数据管理技术,支持用户在不同接入网络间的无缝切换,通过HSS实现用户数据的统一存储与管理,保障用户业务体验的连续性。(4) 多媒体业务支撑与安全保障技术,提供语音、视频、即时通信等多媒体业务的统一支撑,同时通过身份认证、加密传输等技

术,防范网络攻击,保障业务安全^[3]。

2.4 IMS网络的应用场景与现存局限

(1) 主要应用场景及实际部署效果,广泛应用于运营商VoLTE/VoNR语音业务、企业融合通信、政务应急通信等场景, VoLTE部署后大幅提升语音通话质量,企业场景中实现办公通信的一体化,部署效果显著。(2) 技术与应用层面的现存局限,技术上存在多厂商设备兼容性不足、与5G业务融合深度不够等问题;应用上,新型多媒体业务创新滞后,网络运维成本较高,部分偏远地区部署覆盖不足。

3 软交换与IMS网络架构的关键技术比较及演进关联

3.1 架构设计与分层逻辑比较

(1) 软交换的三层分层架构特征: 软交换采用接入层、控制层、业务层的三层架构,核心是呼叫控制与媒体承载分离,接入层负责各类终端接入,控制层由软交换设备承担呼叫控制功能,业务层通过开放接口提供增值业务,各层独立运行但依赖传统承载网络,架构更侧重话音业务的高效传输。(2) IMS的水平分层架构特征: IMS采用水平分层架构,分为接入层、传输层、会话控制层、业务层,核心是全IP化和接入无关性,各层通过标准IP接口互通,会话控制层由CSCF、HSS等实体协同工作,可兼容固定、移动等多种接入方式,更侧重多媒体业务的融合交付。(3) 两者架构设计的核心差异与共性: 共性是均实现业务与控制分离、支持开放接口,便于业务扩展;核心差异是软交换架构侧重传统话音业务,依赖特定承载网络,分层更简洁; IMS架构为全IP化设计,接入无关,分层更细致,适配多媒体和多终端场景。

3.2 核心关键技术比较

(1) 信令协议体系的差异与对比: 软交换采用多协议并存模式,核心协议包括H.248/Megaco(网关控制)和SIP(多媒体会话),协议适配侧重电路交换与IP网的互通; IMS以SIP为唯一核心信令协议,优化了会话控制、路由和漫游功能,协议体系更统一,适配全IP多媒体场景。(2) 媒体处理与承载技术的差异与对比: 软交换媒体处理依赖独立媒体网关,实现电路与IP格式转换,承载网络可混合使用电路和IP网络; IMS媒体处理由媒体资源功能实体(MRF)完成,承载网络为纯IP网络,支持更高带宽的多媒体流传输, QoS保障更完善。(3) 业务支撑与开发技术的差异与对比: 软交换通过Parlay/OSA开放接口提供业务开发能力,侧重传统话音增值业务; IMS采用OSA/ParlayX接口,支持语音、视频、即时通信等多媒体业务开发,业务适配更灵活,可快速响应新型业务需求^[4]。(4) 安全保障技术的差异与对比: 软交换安全

机制较简单,主要针对信令和媒体流进行基础加密;IMS构建了完善的安全体系,包括身份认证、数据加密、接入控制等,引入A-IMS增强安全能力,可有效防范网络攻击,适配多接入场景的安全需求。

3.3 演进路径的关联与差异

(1) 两者演进的共同驱动因素:核心驱动因素均为用户对多样化业务的需求升级、网络IP化转型趋势,以及降低运营成本、提升网络灵活性和业务创新能力的行业诉求,均朝着云化、智能化方向演进。(2) 演进路径的核心差异:软交换演进以固定网IP化改造为核心,从叠加网部署逐步向云化转型,侧重传统固定话音业务的平滑迁移;IMS演进以移动网为起点,从3G时代的基础架构逐步完善,侧重固移融合和多媒体业务,最终与5G核心网深度融合。(3) 软交换向IMS的演进衔接与互通机制:软交换向IMS演进以平滑过渡为原则,通过信令网关实现H.248与SIP协议互通,通过媒体网关完成媒体格式转换,将软交换网络的用户和业务逐步迁移至IMS网络,保障业务连续性,最终实现软交换网络的逐步替代^[5]。

3.4 应用场景与性能表现比较

(1) 应用场景的覆盖范围与适配性对比:软交换主要适配企业呼叫中心、固定网话音改造等场景,侧重单一话音业务;IMS覆盖范围更广,适配VoLTE/VoNR、企业融合通信、政务应急通信等场景,可同时支撑语音、视频、数据等多种业务,适配多终端接入。(2) 关键性能指标对比:软交换话音时延较低,可靠性适配传统固定网需求,但多媒体业务性能不足;IMS话音时延略高于

软交换,但其QoS保障更完善,多媒体业务传输更稳定,可靠性更适配全IP和移动场景。(3) 部署成本与运维难度对比:软交换部署成本较低,架构简洁,运维难度小,适合中小规模部署;IMS架构复杂,设备和部署成本较高,涉及多实体协同,运维难度大,但长期来看更符合网络演进趋势,可降低后续业务扩展成本。

结束语

本文通过对软交换与IMS网络架构的演进路径、关键技术及应用场景进行系统比较,明确两者均朝着云化、智能化方向演进,软交换侧重传统话音业务迁移,IMS更适配多媒体与5G融合需求。两者各有优劣、存在演进衔接关系,未来需优化技术兼容性、降低迁移成本,推动IMS与5G、物联网深度融合,同时兼顾软交换存量网络利用,助力通信网络实现高效、灵活、可持续的高质量发展。

参考文献

- [1] 龙妤.软交换网络向IMS演进方案和若干个关键问题的探讨[J].电子世界,2024,5(23):17-21.
- [2] 李发良,陈慧,周容羽,等.IMS对移动增值业务发展的驱动[J].电信快报.2022,7(12):133-135.
- [3] 覃琴,张皓,夏平.基于IMS的固定和移动业务网络融合架构研究[J].移动通信,2022,7(9):81-83.
- [4] 梁雪梅.电信软交换网络向IMS平滑演进的探讨[J].广东通信技术,2023,27(1):96-100.
- [5] 李鹏飞,寿航涛.软交换网络向IMS演进方案和关键问题研究[J].信息通信,2021,16(4):31-34.