

# 基于 eSRVCC 的 VoLTE 语音解决方案

**摘 要** 在 LTE 部署的初级阶段，LTE 基站的覆盖程度还无法达到传统 GSM 语音网络的基站覆盖程度，这样势必会给 VoLTE 用户的通话带来很大的影响。

3GPP R8 中提出了基于 SRVCC 的 VoLTE 语音方案，使用 CS 无线接入为处于 LTE 覆盖边界的用户提供持续的语音服务，实现 VoLTE 用户的无缝语音服务。

SRVCC 是在 3GPP TS 23.216 标准中提出的，它是一个跨越 E-UTRAN、EPC、CS 和 IMS 的多通信领域的 VoLTE 语音解决方案。要实现 SRVCC，除了要 IMS 网络的支持，手机终端、LTE 基站、MME 和 MSC 上也要进行相应的支持。

3GPP R10 又提出了 eSRVCC 的概念，在 R9 的基础上，不仅实现了信令的锚定，更实现了多媒体信息的锚定，从而提高 SRVCC 切换的效率、降低了切换的延迟。

**关键词** VoLTE；eSRVCC；IMS

## 1 VoLTE 是 4G 语音的主要解决方案

### 1.1 4G 时代的语音解决方案

随着 LTE（Long Term Evolution）的演进和发展，移动网络上下行的数据可达 50/100Mbps，使得数据业务获得了空前的发展，同时，传统的语音业务如何充分利用 4G 网络优势为用户提供高质量的语音通话成为全球运营商共同关注的问题。目前，4G 语音解决方案主要有 SVLTE

（Simultaneous Voice and LTE）、CSFB（CS FallBack）和 VoLTE/eSRVCC（Voice over LTE/enhanced Single Radio Voice Call Continuity）。

**SVLTE 方案：**通过 LTE 单卡双待终端同时接入 LTE 和 2/3G CS 网络，数据业务通过 LTE 网络承载，语音业务通过 CS 网络承载。该方案通过定制终端实现，对网络侧无改造需求，但是存在高功耗的弊端。

**CSFB 方案：**终端开机驻留在 LTE 网络，进行语音业务时回落到 2/3G 网络，待通话结束后再重选返回 LTE 网络驻留。该方案通过在 MME 和 MSC 创建 SGs 接口，处理 LTE 域和 CS 域之间的移动性管理和寻呼流程。缺点在于回落导致的切换时延过长（最长达 15 秒），而且终端在 LTE 网络下的数据业务会中断，影响用户感知。

**VoLTE/eSRVCC 方案：**终端在 LTE 覆盖范围内通过 LTE 域提供基于 IMS 的语音业务；离开 LTE 覆盖区，通过 eSRVCC 技术保证 LTE 语音与 2/3G 语音之间的无缝切换。该方案通过在 MME 和 MSC 之间建立基于 IP 的信令接口 Sv 接口，在用户从 LTE 网络向 2/3G 网络漫游时由终端触发 LTE 域到 CS 域的语音业务切换；并且通过 ATCF/ATGW 实现信令面和媒体面的锚定来降低切换的时延。

综合网络技术、业务质量和演进方向等因素，VoLTE/eSRVCC 具有以下优势：（1）更短的呼叫建立时长和切换时延；（2）利用 LTE 网络的高带宽，采用 AMR-WB 编解码，实现高清语音；（3）易于融合 RCS 富媒体通信，为用户提供多样的业务体验；（4）符合全 IP 的网络演进的要求。因此，VoLTE/eSRVCC 方案成为 4G 语音的主要解决方案已经成为业界的共识。

## 1.2 VoLTE 标准的演进

3GPP 主要制定 VoLTE 网络技术方案，标准演进情况如图 1 所示。R8 制定了 VoLTE 的架构和 SRVCC 切换方案。2011 年由中国移动牵头提出 eSRVCC 方案，缩小了切换时延，在 R10 中成为切换的首选方案。通过 R8 到 R11 的标准化工作，VoLTE 和 IMS 网络相关的技术标准已经成熟，能够满足业界部署需求。

图 1 VoLTE 标准演进

## 1.3 全球 VoLTE 网络部署情况

LTE 网络在电信业领先市场的渗透率稳步提升，据 GSA（全球移动设备供应商协会）统计，截止 2014 年 1 月，全球 90 个国家已部署 275 个 LTE 商用网络（含 TD-LTE 和 FDD LTE 网络），LTE 用户数接近 2 亿。目前，VoLTE 部署仍处于起步阶段，韩国 LG U+、SK Telecom、美国 MetroPCS 的 FDD LTE 网络已经商用 VoLTE；美国 Verizon、AT&T、日本 NTT docomo 也明确了部署 VoLTE 的时间表；中国移动提出 2014 年底商用基于 TD-LTE 网络的 VoLTE。

## 2 VoLTE 的技术原理

### 2.1 基于 eSRVCC 的 VoLTE 组网架构

图 2 VoLTE 网络架构

如图 2 所示，根据 3GPP R10 的标准，VoLTE 网络架构的核心控制部分主要包含 IMS 域功能、EPC 域功能和 CS 域功能。

1. IMS 域主要实现 LTE 用户注册、鉴权、会话控制、业务触发、路由选择、资源控制等功能。主要功能网元为 P-CSCF/VoLTE SBC、ATCF、I/S-CSCF、VoLTE AS。

P-CSCF：位于拜访网络，是用户接入 IMS 网络的入口节点，负责用户与归属网络之间 SIP 信令的转发。在 VoLTE 架构下，P-CSCF 一般与 VoLTE SBC 合设，VoLTE SBC 负责用户接入 IMS 域，处理用户间媒体流。

ATCF：位于拜访网络，作为 eSRVCC 切换时 IMS 网络的锚定点。当用户发生 eSRVCC 切换时，2/3G 目标网络的 MSC 向 IMS 网络 ATCF 发送 INVITE 请求，来完成 4G 到 2G 语音的无缝切换。相比于 3GPP R9，eSRVCC 与 SRVCC 的最大不同就是将 IMS 域的锚定点从用户归属地的 SCC AS 转移到了拜访地 ATCF（一般 ATCF 与 P-CSCF/SBC 合设），从而极大地缩短了切换的时间

I-CSCF 是归属网络的入口点，为主被叫用户查询 S-CSCF。

S-CSCF 位于归属网络，是 IMS 网络信令路由控制的核心节点，负责 IMS 用户的注册、鉴权、会话，路由和业务触发。

VoLTE AS 负责向用户提供 VoLTE 多媒体电话基本业务、补充业务、智能业务触发网关（IM-SSF）、业务配置转发（AP）、媒体资源处理等功能；提供

业务连续性，即 SCC AS

（Service Centralization and Continuity Application Server），关注切换操作与用户接入域信息，与 ATCF/ATGW 配合，在 IMS 域中负责完成 eSRVCC 切换流程，更新远端 UE 的媒体信息。通常 VoLTE AS 是由一组实现不同功能的 AS 组成的，根据用户的不同业务实现不同 AS 的触发。

2. EPC 域主要实现 LTE 用户的接入，支持对 LTE 用户的移动性管理等功能。作为 VoLTE 语音业务重要的信令和语音承载通道，EPC 网络能够提供端到端的 QoS 保障，保证语音业务切换到 2/3G 网络的用户体验。主要功能网元为 MME、S/P-GW、PCRF。

**MME:** 提供控制面的移动性管理，包括用户上下文，分配用户临时身份标识，下发网络侧的 VoLTE 能力，根据 APN 配置和网络拓扑选择 S-GW/P-GW，并通过 Sv 接口向 MSC 发送 eSRVCC 切换请求

**S-GW:** 3GPP 内不同接入网络间的用户面锚点，是终结 E-UTRAN 的接口，提供分组路由和转发功能。

**P-GW:** 3GPP 接入网络和非 3GPP 接入网络之间的用户面锚点，提供承载管理及 PCC 策略执行，包括建立 IMS 信令承载，分配 P-CSCF 地址，分配 UE IP 地址，向 PCRF 发起 IP-CAN 流程，获取动态 QoS 等。

**PCRF:** EPC 网络 QoS 核心控制节点，是连接 IMS 网络和 EPC 网络的桥梁。在用户进行语音呼叫时，通过 Rx 接口接受 IMS 网络 AF 下发的资源申请，在 EPC 下通过 Gx 接口下发相关控制策略到 P-GW 为语音、视频通话建立专用承载。

3. CS 域主要实现实现 LTE 用户在 2G/3G 网络下的移动性管理和语音业务，包括切换，CS 语音回落等功能。

## 2.2 VoLTE 主要接口及协议

接口	功能	协议
Mw	(1)P/I/S-CSCF 之间，用于 IMS 注册及会话流程中 CSCF 之间的消息传递及前转	SIP

	(2)ATCF 与 S-CSCF 之间，用于控制 eSRVCC 切换。	
Mg	I-CSCF 与 MGCF 之间，MGCF 通过该接口转发 CS 域的会话信令到 I-CSCF，实现 CS 域到 IMS 域信令的互通。	SIP
ISC	S-CSCF 与 AS 之间，S-CSCF 依据从 IMS-HSS 获取的 IMS 签约触发规则和 IMS 终端的 SIP 业务请求进行业务触发判断，将会话转向特定 AS 服务器以完成业务逻辑的处理。	SIP
Mn	MGCF 与 IM-MGW 之间，MGCF 通过该接口控制 IM-MGW 网关上的媒体流互通，以及特殊资源的调用。	H.248
Sv	MME 与 eMSC 之间，MME 通过该接口通知 eMSC 执行 eSRVCC 切换。	GTPv2
SGi	S/P-GW 与 VoLTE SBC 之间，SAE-GW 和 IMS 分组数据网络的接口，VoLET 用户通过该接口接入 IMS 网络。	GTPv1
Rx	PCRF 与 VoLTE SBC 之间，PCRF 通过该接口获取网络侧信息，包括 eSRVCC 切换控制信息、资源分配情况信息等。	Diameter
Gx	PCRF 与 S/P- GW 之间，PCRF 根据业务需求，通过该接口传递 QoS 控制/承载资源分配控制、计费控制策略等。	Diameter

## 2.3 VoLTE/eSRVCC 基本信令流程

### 1. 网络注册

在 VoLTE 网络中，LTE 用户开机后根据实际的信号强度覆盖，自主选择附着到 CS 网络或 LTE 网络。注册 LTE 网络，首先进行 EPC 附着。对于 VoLTE 用户 EPC 网络会为用户分配两个 APN：一个数据 VPN（如 CMNET）用于用户上网等数据业务使用，一个 IMS APN 用于 IMS 信令交互。数据 APN QCI 为 9，IMS APN QCI 为 5。在 IMS APN 创建默认承载时，P-GW 还会动态分配用户 P-CSCF 地址，终端使用这个地址向 IMS 网络发起注册鉴权。

### 2. VoLTE 基本呼叫

在全 LTE 网络环境下，VoLTE 用户通过 IMS 控制完成呼叫，基本流程如图 3 所示：

- (1) 主叫通过 QCI=5 的 IMS APN 在 LTE 网络发起呼叫,信令路由至被叫侧 S-CSCF。
- (2) 被叫侧 S-CSCF 触发 VoLTE AS 进行被叫域选择,向 HSS 查询并返回用户当前所在网络。
- (3) 信令路由至被叫终端。
- (4) 被叫终端收到呼叫请求后后返回 183 session progress 或 200 OK 响应,被叫 SBC 根据 183 session progress 或 200 OK 中的 SDP 信息向 PCRF 申请资源,如果是语音通话 PCRF 通知 EPC 预留 QCI=1 的专用语音承载资源,如果是视频通话 PCRF 通知 EPC 预留 QCI=2 的专用视频承载资源。
- (5) 资源预留成功后,被叫 SBC 向主叫 SBC 转发 200 OK 响应。
- (6) 主叫 SBC 收到 200 OK 响应后根据 INVITE 中的 SDP 信息向 PCRF 申请资源,PCRF 通知 EPC 预留资源。
- (7) 资源预留成功后,主叫 SBC 向主叫终端转发 200 OK 响应。
- (8) 媒体链接建立。

图 3 VoLTE 基本呼叫流程

### 3. eSRVCC 切换

VoLTE 用户呼叫过程中,如果离开 LTE 覆盖区,为了保证语音通话的连续性,就会触发切换流程,将语音切换到 CS 域。eSRVCC 方案,通过在拜访网络增加锚定节点 ATCF/ATGW,缩短媒体更新路径,信令面在用户所在本地网络锚定,媒体面切换也在本地进行,不需要通知远端切换媒体面,通常不超过 100ms,加上空口切换带来的 200ms 语音中断,切换所造成的语音时长缩短为 300ms,极大的提升了业务体验。

典型场景下,eSRVCC 切换流程如图 4 所示:

- (1) VoLTE 用户发起呼叫,终端通过 IMS 控制与远端 IMS 终端建立语音呼叫,媒体链接成功。此时,信令点锚定在 ATCF、媒体面锚定在 ATGW。
- (2) VoLTE 终端离开 LTE 区域,源 eNB 发起 eSRVCC 流程。
- (3) MME 按照切换目标 LA 和配置,选择目标 eMSC (具有 eSRVCC 能力),通过 Sv 接口通知 eMSC 为 eSRVCC 用户预留网络及空口资源。



(4) CS 网络预留资源后，通过 Sv 接口通知 MME，MME 向 VoLTE 终端下发切换命令。

(5) VoLTE 终端切换到 2/3G 无线网络，CS 网络发起本端媒体更新，而远端媒体因为 ATGW 锚定，无需进行媒体面的更新，eSRVCC 切换完成。

图 4 eSRVCC 切换流程

## 2.4 实现 VoLTE/eSRVCC 的关键技术

### 1. ATCF/ATGW 锚定：

当 VoLTE 用户通过 CS 网络接入，并且签约了 IMS 网络业务或者 VoLTE 用户通过 LTE 网络接入，而主叫为 CS 网络用户，需要通过锚定（Anchoring）功能指将呼叫从 CS 网络路由到 IMS 网络进行业务处理。

VoLTE/eSRVCC 设置了 SIP 信令锚定点 ATCF 和媒体锚定点 ATGW，与 VoLTE AS 配合，实现 eSRVCC 功能。eSRVCC 切换主要是由 ATCF 上的 STN-SR（STN-SR(Session Transfer Number Single-Radio)）参数控制的。用户在注册时，REGISTER 消息通过 ATCF 时，ATCF 会把这个参数放到 REGISTER 消息中。当 S-CSCF 向 VoLTE AS 发起三方注册时，这个 STN-SR 就会被带到 AS 中，AS 将 STN-SR 写到 HSS 的用户数据中，HSS 再将 STN-SR 通过 Insert Subscriber Data 消息发送到 MME 中。当用户发生 eSRVCC 切换时，MME 就将 STN-SR 发给 MSC，MSC 将 STN-SR 作为 INVITE 的 Request-URI 送给 IMS 网络，INVITE 消息携带 MGW 的 IP 地址，ATCF 根据这个地址完成媒体切换。因此 ATCF 在注册和会话发起阶段均处于 SIP 信令路径中，当发生 eSRVCC 切换时，ATCF 通过 STN-SR 控制 ATGW 将媒体面切换到 MGW 上，其余媒体面保持不变。

从呼叫时延改善的效果来看：（1）信令面：切换前后的信令均经过 ATCF，虽然增加了信令传递的节点，但由此带来的时延不大；（2）媒体面：切换前后的媒体均经过了 ATGW，IMS 远端接收的 SDP 是 ATGW 产生，ATGW SDP 不变无需更新远端媒体，切换时延将大大减少。

### 2. T-ADS（Terminated Access Domain Selection，被叫域选择）

VoLTE 终端支持多模，在不同的信号强度覆盖下可以附着在不同网络（2G/3G/LTE），呼叫时就要选择接入某个网络进行业务，选择接入网络的过程就是 T-ADS。

目前国际标准默认 IMS 执行域选择。VoLTE 用户从 IMS 域发起呼叫直接在 IMS 域内路由，若从 CS 域发起呼叫，则通过 CAMEL 消息将呼叫锚定到 IMS（目前主流方案是主叫不锚定，被叫锚定）。在被叫流程中，当呼叫请求送到 VoLTE AS 后，VoLTE AS 启动 T-ADS 流程，向 HSS 查询 T-ADS 信息，HSS 分别向 MME、SGSN 查询用户在不同网络的注册时间戳，通过比对时间戳向 VoLTE AS 返回当前用户所在的网络，如果被叫用户在 4G，则 S-CSCF 将呼叫请求发送给被叫用户所在的 P-CSCF，如果被叫用户位于 2/3G，则 VoLTE AS 会接着向 HSS 查询被叫用户的 MSRN，得到 HSS 返回 MSRN 后，VoLTE AS 直接将 Request-URI 修改为 MSRN，S-CSCF 直接将呼叫请求送到 MGCF 进而完成 2/3G 呼叫的接续。

### 3. QoS 保障

PCC(Policy and Charge Control)是基于分组网络的端到端策略控制架构，可根据运营需要，基于用户、业务、流量等条件制定策略，进行数据流量控制及差异化服务。在 VoLTE 中，PCC 作为 IMS 域和 EPC 域之间的桥梁，实现业务需求到网络资源控制的映射，同时将 EPC 域的相关接入信息反馈给 IMS 域，供业务使用。

VoLTE 借助 PCC 架构为语音、视频等业务建立专用承载通道，提供高优先级和带宽保障，确保无线和网络侧都能按照 VoLTE 质量要求进行资源分配和调度，实现 VoLTE 业务端到端的 QoS 保障。

VoLTE 用户附着在 EPC 网络时建立 QCI=5 的默认承载；当发起音视频业务时，通过默认承载经 VoLTE SBC 请求网络分配资源；PCRF 依据配置的 VoLTE 策略，映射生成满足音视频业务需求的动态规则，通知无线和核心侧执行规则为业务预留资源；VoLTE 用户就可以通过预留的专用承载（QCI=1/2）进行音视频业务。

业务类型	QCI	优先级	承载类型
------	-----	-----	------



信令		5	2	Non-GBR
语音通话		1	3	GBR
视频通话	音频流	1	3	GBR
	视频流	2	4	GBR

### 3 VoLTE 前景展望

VoLTE/eSRVCC 是 4G 时代提供高品质语音服务和融合通信业务的关键，中国移动已经明确将它作为 TD-LTE 语音的目标解决方案。2014 年初，中国移动已经在广州、南京、杭州、成都、福州 5 个城市完成了 VoLTE 外场试验，验证了 VoLTE 网络方案的可行性和 VoLTE/eSRVCC 提供端到端音视频呼叫的能力，为即将到来的商用部署打下基础。可以预见 CS 域业务将在很长一段时间内与 PS 域业务并存，我们应该在过渡阶段充分发挥双待机和 CSFB 的重要作用。随着移动通信网络朝着全 IP 网络的方向发展，VoLTE 终将成为全球运营商的主流解决方案。

微信扫码下方二维码，免费加入【5G 俱乐部】，还赠送整套：5G 前沿、NB-IoT、4G+ (VoLTE) 资料。



## 参考文献

- 1 3GPP TS 23.237 IP Multimedia Subsystem (IMS) Service Continuity; Stage 2
- 2 3GPP TS 23.292 IP Multimedia Subsystem (IMS) centralized services; Stage 2
- 3 3GPP TS 23.216 Single Radio Voice Call Continuity (SRVCC); Stage 2
- 4 GSMA VoLTE Service Description and Implementation Guidelines Version 1.0
- 5 中国移动 《面向 VoLTE 的 TD-LTE 技术白皮书》, 2013

[作者简介] 潘力, 北京邮电大学通信与信息系统硕士, 工程师, 现就职于中国移动通信集团厦门分公司网络部, 主要研究方向为 2G/3G/LTE 核心网; 线晓林, 北京邮电大学通信与信息工程系硕士, 工程师, 现就职于大北欧通讯设备(中国)有限公司研发部, 主要研究方向为嵌入式系统开发。

## eSRVCC in Voice over LTE

Pan Li<sup>1</sup>, Xian Xiaolin<sup>2</sup>

(1.China Mobile Xiamen Branch, Xiamen 361000, China; 2. GN Netcom(China) Ltd, Xiamen 361000)

**Abstract** In many LTE deployments the LTE radio coverage may be initially less extensive than the already existing CS voice coverage with GSM. In order to offer VoLTE subscribers a seamless voice service, SRVCC is used to utilize the CS radio access as a complement t

o LTE by supporting access transfer of ongoing voice sessions from LTE to CS when reaching the border of the LTE coverage area.

The SRVCC is a mechanism standardized in 3GPP TS 23.216. SRVCC is not only an IMS function but a network function spanning over E-UTRAN, Evolved packet Core (EPC), Circuit Switched (CS) core and IMS. For SRVCC to work, SRVCC functionality must also be supported by components external to IMS (UE, eNodeB, MME and MSC). eSRVCC following 3GPP R10 means that also media can be anchored and not only the session.

Key words VoLTE, eSRVCC, IMS