



4G 移动网络 MTRF 部署方案研究

谢志刚, 鲍伟华

(中国移动通信集团上海有限公司 上海 201406)

摘要: LTE 网络通过电路域回落(CSFB)技术为用户提供语音业务。MTRF 功能可以解决 CSFB 边界电路域回落失败的问题,但是 MTRF 功能部署牵涉网络改造范围。通过对 CSFB 边界电路域回落问题的分析,在 MTRF 功能原理研究的基础上,提出了两种 MTRF 部署方案,应用于不同规模的网络结构。研究结果可以为后续网络建设提供参考借鉴。

关键词: LTE;电路域回落;移动终端漫游地转发

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015040

Research on MTRF Deployment Scheme of 4G Mobile Network

Xie Zhigang, Bao Weihua

(China Mobile Communications Corporation Shanghai Co., Ltd., Shanghai 201406, China)

Abstract: The LTE provides voice services for users by CSFB technology. The MTRF function can solve the problems that unsuccessful circuit switched fallback on the edge of CSFB. The deployment of MTRF function involves the range of network remake. By analyzed the problem of unsuccessful circuit switched fallback on the edge of CSFB and studied the principle of MTRF, two deployment proposal were provided. They could be used in different scales of networks. The results could be provided a reference for the follow-up network construction.

Key words: long term evolution, circuit switched fallback, mobile terminating roaming forwarding

1 引言

LTE(long term evolution)网络是全分组交换网络,但语音业务仍然是不可或缺的重要业务。为使 LTE 网络上也能顺利开展高质量的语音业务,必须采用一定的语音业务解决方案。网络建设初期,在 LTE 网络没有实现 VoLTE (voice over LTE)之前,目前得到广泛认可的 4G 语音解决方案主要可以分为两类:一类是基于多模单待终端,如 CSFB(circuit switched fallback),这需要对现有 CS 域设备进行升级改造;另一类是基于多模双待终端,终端有能力

直接利用 CS 域网络提供语音业务,该方案只需要手机终端支持即可。

考虑到部分 4G 手机终端基于多模单待开发,如 iPhone,CSFB 方案是现阶段 LTE 语音过渡优选方案。但是 CSFB 由于本身的技术原理和特点,单纯依靠 CSFB 技术为 4G 用户提供语音服务,在某些网络场景下会有一定的不足,这些不足之处就需要额外的网络功能进行弥补和改进。MTRF(移动终端漫游地转发)作为一种重要的保障功能,可以帮助终端在 MSC pool(移动交换中心池)之间的区域提高 CSFB 语音呼叫的成功率,改善用户体验,增加用户满意度。

2 CSFB 技术

在建设 LTE 网络初期,出于对 CS 投资的保护,结合 LTE 网络的部署策略,运营商可以采用原有的 CS 域语音方案来提供语音服务,而 LTE 网络仅处理数据业务。这种情况下,采用 CSFB 技术,即 LTE 覆盖下的 UE 在处理语音业务时,终端先回退到 CS 域网络,由 CS 网络处理语音业务。这样就达到了重用现有的 CS 域设备为 LTE 网络中的用户提供传统的语音业务的目的。

2.1 网络结构

考虑到 CSFB 只是 LTE 语音业务过渡方案,所以 CSFB 建议部署在 MSC pool 基础上。升级 pool 内 1~2 个 MSC 支持 CSFB 功能,和 MME(mobility management entity,移动管理实体)建立 S-Gs 接口连接,实现 CSFB 功能。

在 MSC pool 的基础上部署 CSFB 功能有以下优点。

- MSC pool 具备网络冗余,当一台 MSC 发生故障时,另外 MSC 会快速接管业务,网络安全性增强。
- 需要升级的设备较少,每个 pool 只需要升级 1~2 个 MSC 即可,减少不必要投资。
- 扩大了 2G/3G 无线覆盖范围,减少 2G/3G/4G 无线覆盖的边界,增加了 CSFB 的成功率。

2.2 CSFB 联合位置更新流程

手机终端和网络交互的第一步就是要完成网络附着。CSFB 用户向 MME 请求附着时会上报 CSFB 指示。MME 收到该指示后,根据 TAI(tracking area identity,跟踪区标

识)—LAI(location area identity,位置区识别)—MSC 的映射关系选择一个 MSC,然后通过 S-Gs 口进行 CS 域位置更新。MME 发给 MSC 的位置更新请求消息中包括 LAI、IMSI(international mobile subscriber identification number,国际移动用户识别码)、MME 名字等信息。然后,MSC 完成 CS 域位置更新,具体流程和 2G 用户位置更新流程相同。最后,MSC 分配 TMSI(temporary mobile subscriber identity,临时移动用户标识),并回复位置更新接收消息给 MME,完成整个联合位置更新流程。具体流程如图 1 所示。

2.3 CSFB 语音流程

在 CSFB 实现上,网络是否支持 PS(packet switch,分组交换)切换以及终端所处状态在信令流程上有所区别,但是与 MSC 相关的流程一致。CSFB 主叫流程如图 2 所示。

LTE 终端用户发起语音主叫业务首先回落到 CS 域,向 MSC 发送 CM service request 消息请求呼叫。这时 MSC 会发生两种情况。如果 MSC 不是用户原来联合位置更新登记上的端局,则会下发 service reject 消息,让手机终端进行位置更新后继续语音业务,即流程上的(10a)和(10b)两步。如果用户返回的 MSC 即为原来联合位置更新登记上的端局,则直接继续业务,即流程上的(10c)步骤。从以上流程可以看出,MSC 处理 CSFB 主叫语音流程和 2G、3G 主叫时完全一致,不存在任何问题。但是对于 CSFB 被叫语音流程,则有本质上的区别。图 3 为 CSFB 被叫语音流程。

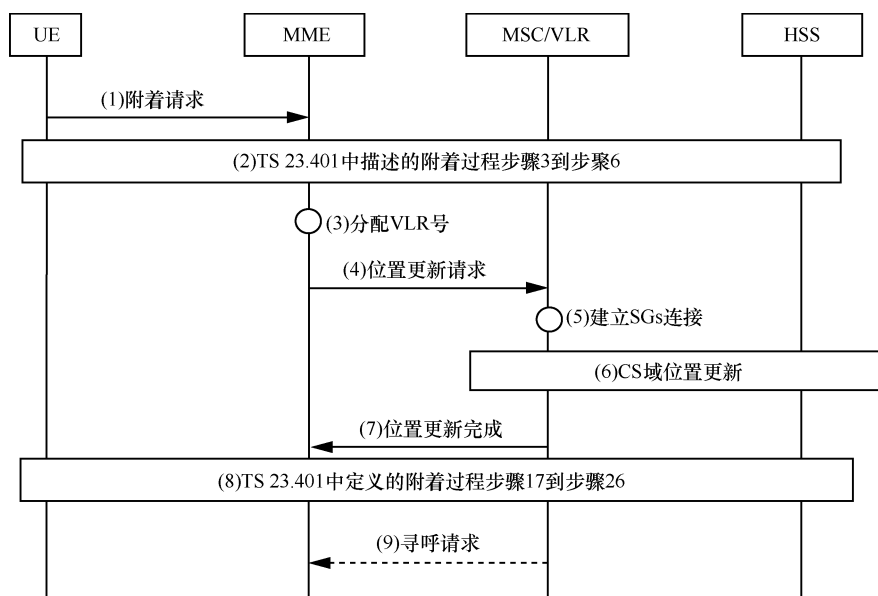


图 1 联合位置更新

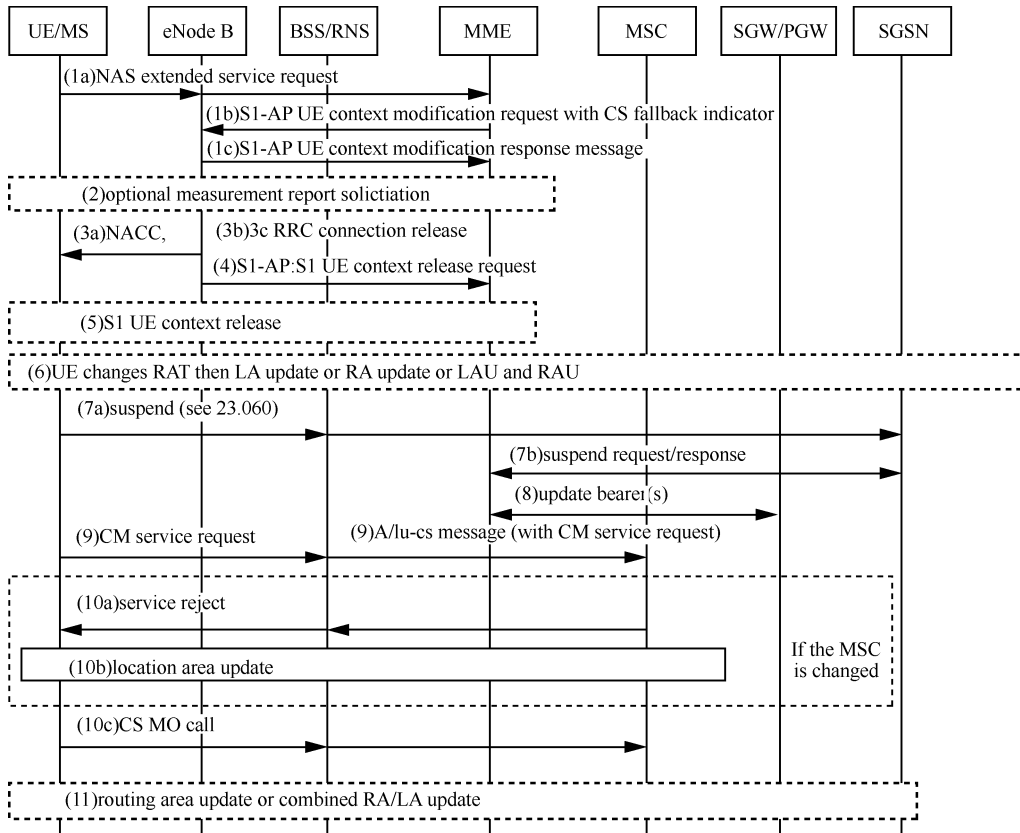


图 2 CSFB 主叫

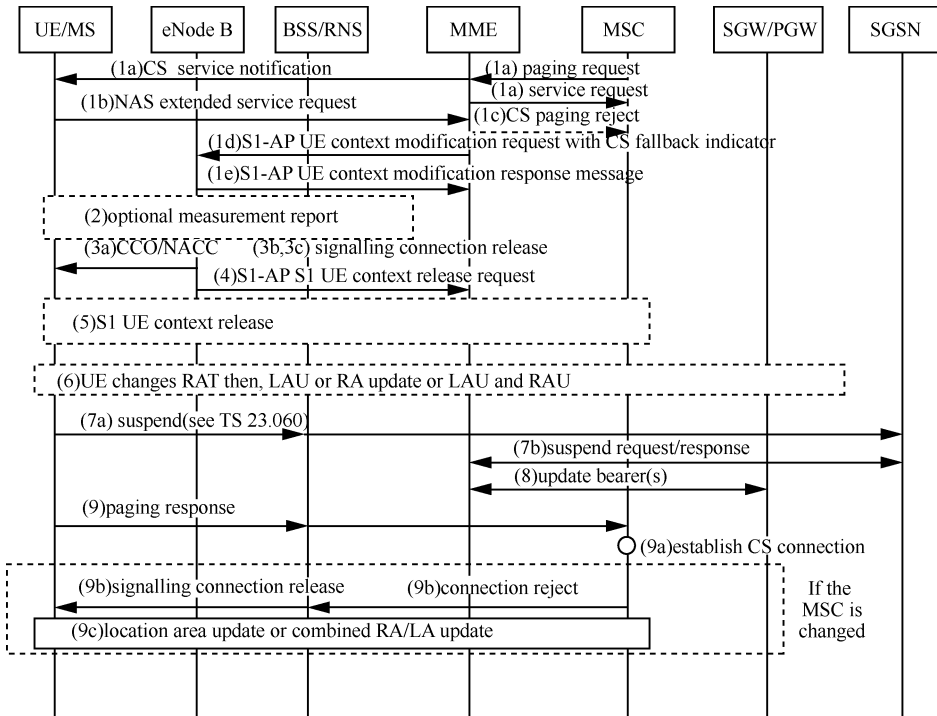


图 3 CSFB 被叫

首先, MSC 通过 SGs 接口向 MME 下发 paging request (寻呼请求) 消息, 由 MME 进行被叫用户寻呼。然后网络触发 CSFB 流程, 将被叫用户回落到 2G/3G 网络。手机终端完成回落后向 MSC 回复 paging response (寻呼响应) 消息, 即第(9)步。当 MSC 收到该消息后, 存在以下两种情况。

- 如果用户返回的 MSC 即为原来联合位置更新登记上的端局, MSC 则接续呼叫。即流程图上第(9a)步。后续流程和 2G/3G 语音被叫流程相同。
- 如果用户没有在返回的 MSC 上联合登记, MSC 拒绝这个 paging response 消息, 并且释放被叫无线侧连接。即流程中的(9b)。呼叫结束后, 被叫手机终端进行位置更新或者联合位置更新, 重新注册网络。

从以上流程可以看出, CSFB 被叫语音业务存在一个问题, 即用户返回的 MSC 不是原来联合位置更新时登记的端局时, 呼叫会失败。该问题的具体原因将在下节进行具体分析。

2.4 CSFB 存在的问题

CSFB 联合位置更新流程是 CSFB 的基础, 而其中的关键点就是 LTE 网络和 2G/3G 网络有重叠覆盖, 这样才能通过 MME 上建立 TAI 与 LAI 的映射, 实现同一地理位置上的回落。但因为无线环境的复杂性, 现实条件下无法做到 TAI 和 LAI 区域完全相同, TAI 与 LAI 不能准确映射。

如图 4 所示, 当 TAI 和 LAI 不能准确映射时, 就会有边界出现。这将导致在被叫回落过程中, 存在 3 种可能性。

- 手机处于 TAI-LAI 准确映射区域时, 即图 4 除边界 1 和边界 2 外的其他区域, 因为回落后的 LAI 和指定 LAI 相同, 所以网络将根据 CSFB 被叫流程完成通话。
- 如果手机位于图中边界 1 区域, 因为手机回落后的 LAI 和指定 LAI (原来制定的是 LA=1) 不同, 所以这

个时候需要进行位置更新, 然后完成被叫通话流程。这会增加呼叫建立时延, 而通话不受影响。

- 如果手机位于图中边界 2 区域, 则会发生手机回落 MSC 与指定 MSC 不同, 则会导致用户被叫失败。在 MME 上将 TAI=1 和 2 都映射到 MSC 区域 1 的 MSC, 当手机终端在联合位置更新时会注册到 MSC 区域 1 的 MSC。但是因为边界问题, 当处于 TA=2 的用户被叫回落时回到了 MSC 区域 2 的 MSC, 导致了这次呼叫的失败。这个问题是 MSC 区域边界导致的。

通过 MSC 组 pool 虽然可以扩大 MSC 区域, 减少 MSC 区域与区域间的边界。在 MSC pool 区域内, 用户即便在 LA 边界上出现 TAI-LAI 边界不一致的情况, 也不会影响语音回落的过程, 因为用户始终登记在同一个 MSC 上。但是 pool 边界上 TAI-LAI 区域不重合的问题仍然存在。也可以通过无线小区规划减少回落后被叫失败发生的概率, 但是以上失败场景依然无法避免, 这必须通过其他方案解决。

3 MTRF 部署方案研究

在 2011 年 3 月的 3GPP R10 规范中, 对 MTRF 有明确的定义和功能解释。它的作用就是当终端在两个 MSC 或者 MSC pool 之间移动时, 正好有一个被叫电话, 终端已经移动到 new MSC (新的 MSC) 区域, 但是被叫寻呼却在 old MSC 上发出, 只要两个 MSC 或者 MSC pool 都开启了 MTRF 功能, 就可以保证正常的被叫通话接续。如果没有 MTRF 功能, 在这种情况下, 被叫就会失败, 影响用户感知。

呼叫信令流程如图 5 所示。主要环节如下。

- (1) 有一个被叫语音呼叫在 old MSC (属于 MSC pool 1) 内的 CSFB 用户, old MSC 通过 SGs 口向用户发起寻呼请求。

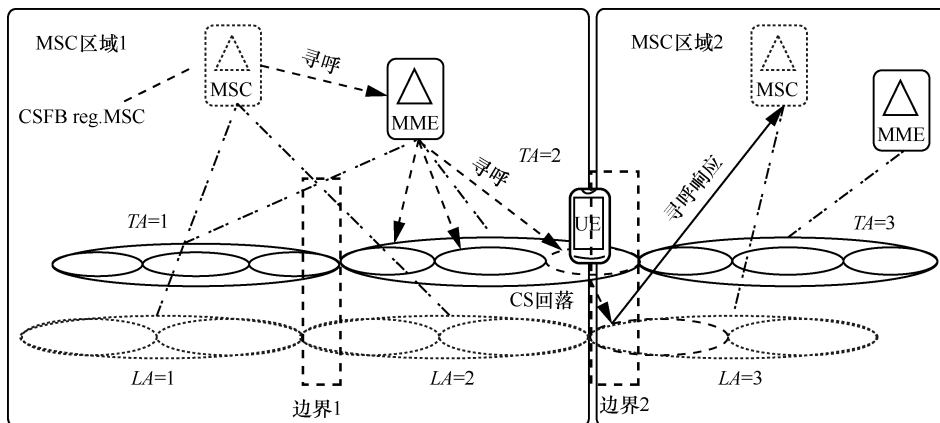


图 4 CSFB 被叫问题

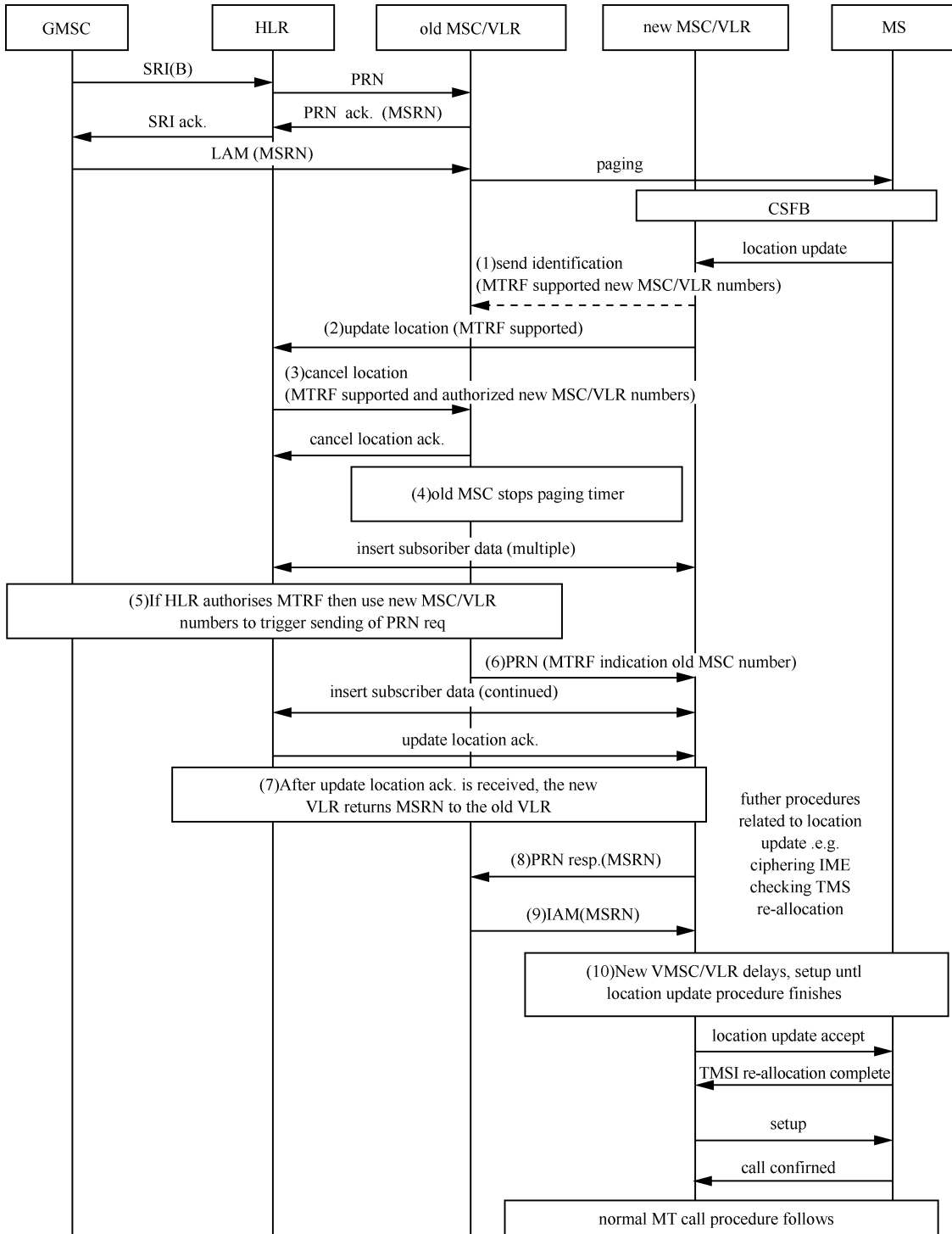


图5 MTRF 流程

(2) CSFB 用户此时回落到了 new MSC (属于 MSC pool2)的小区范围。

(3) CSFB 用户向 new MSC 发起位置更新请求, 上报了之前所在的 LA 信息。new MSC 开始触发 MTRF 功能。

(4) new MSC 向 HLR(home location register, 归属位置寄存器)发起位置更新请求。

(5) old MSC 根据从 new MSC 和 HLR 得到的消息, 触发 MTRF。

(6) old MSC 向 new MSC 发出 PRN 消息, 索取 MSRN (mobile station roaming number, 移动台漫游号码), 然后将呼叫转移到 new MSC。

(7) new MSC 上位置更新结束, 呼叫建立。

相比于其他解决方案, MTRF 是解决 MSC 区域边界问题的最佳解决方案。在 MTRF 现网部署上, 按其部署范围不同存在以下两个方案。

3.1 LTE 覆盖区域所有 MSC 升级支持 MTRF 功能

MSC pool 无线网元通过用户 TMSI (temporary mobile subscriber identity, 临时移动用户识别码) 中所带的 NRI (network resource identifier, 网络资源标识) 值进行 MSC 选择。当手机终端进入到新的 pool 2 区域时, pool 2 下的无线网元不认识 TMSI 所带的 NRI 值, 所以会按照容量因子算法往 pool 2 内任何一个 MSC-S 进行注册。因此, 在 CSFB 用户被叫时, pool 下所有端局都有概率承载语音业务, 所以需要升级所有相关的 MSC 支持 MTRF 功能。

当用户结束语音业务后, 会通过 LTE 网络重新进行联合位置更新, 登记到 pool 内支持 CSFB 的端局上。因此, 方

案一就是保留现网网络结构不变, 将 LTE 覆盖区域所有 MSC 升级支持 MTRF 功能。

3.2 pool 内挑选一个 MSC-S 作为 4G 通话专用端局

考虑到 CSFB 只是 LTE 语音方案的过渡方案, 并且支持的终端类型有限, 用户规模可控, 所以为了减少投资, 可以考虑在每个 pool 内挑选一个 MSC-S 作为 4G 通话专用端局。具体方案如图 6 所示。

- 全网 CSFB MSC 删除原来 CS 域 NRI 值, 设置统一的 NRI 值——CSFB NRI。各个 pool 内无线设备将该 CSFB NRI 指定到 CSFB MSC 上。如图 6 中 pool 1 和 pool 2 下 CSFB 端局 MSC-S1 和 MSC-S2 都设置相同的 CSFB NRI 值。设置统一的 CSFB NRI 确保 CSFB 用户回落到指定的 MSC 上。
- 每个 pool 挑选一个特定 MSC 作为 4G CSFB 专用端局 (CSFB MSC), 在 CS 域无线设备上调整该 MSC 的容量因子为 0, 这个 MSC 不再承担 2G/3G 业务。这项调整确保 2G/3G 用户在 pool 间切换时不会因为 NRI 重复造成 MSC 用户登记不均。

该方案原理如下:

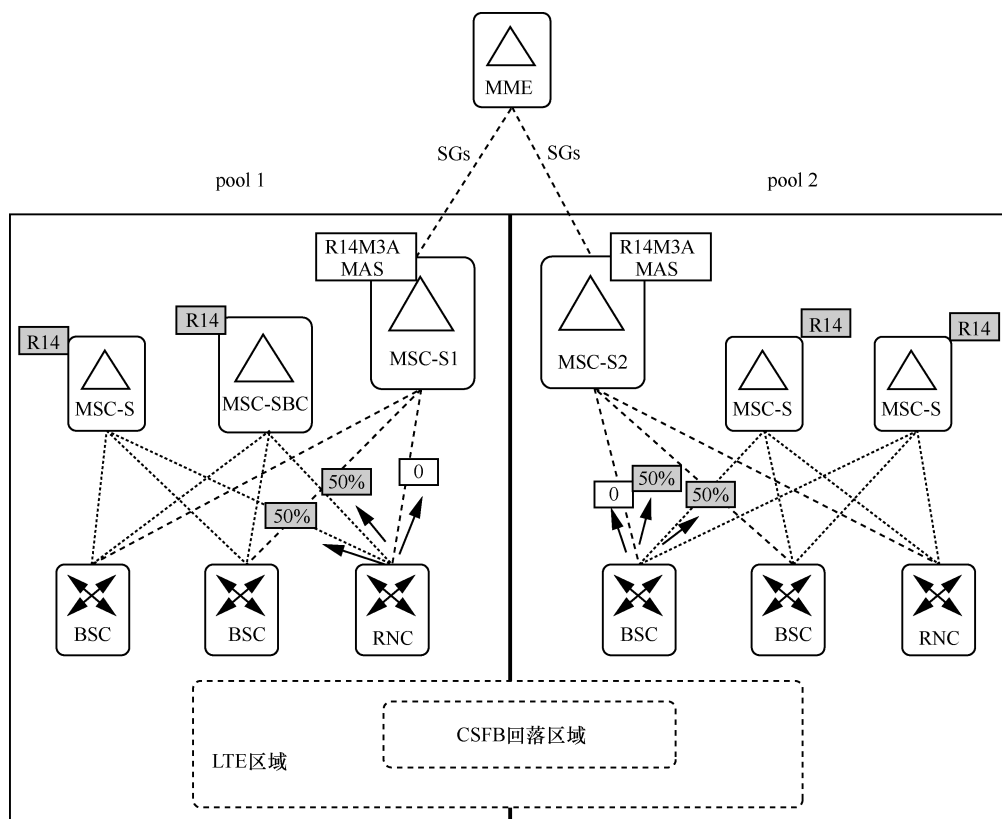


图6 网络拓扑



表 1 两个方案的比较

	方案一	方案二
优点	实施简单,无需对网络结构进行改变	每个 pool 仅需一个 MSC-S 支持,软件升级工作较少
缺点	· 全网所有网元需要升级并进行配置,软件升级工作量大; · 软件升级,投资较大	· MSC pool 容量降低,其中 1 个 MSC-S 将不再负责 2G/3G 通话业务,需要考虑 pool 冗余问题; · 网络结构发生改变

- 对于 2G、3G 用户或者 LTE 多模双待终端用户,通过 CS 域无线设备注册网络时,因为在 CS 域无线设备上设置 CSFB MSC 的容量因子是 0,所以 CS 域无线设备会把用户分配到 pool 内其他端局下。
- 对于 CSFB 用户,当用户进行联合位置更新时,MME 会向 pool 内 CSFB MSC 进行注册,分配得到一个包含 CSFB NRI 的 TMSI。
- 当用户跨 pool 边界进行被叫时,pool 2 下无线设备根据 TMSI 中的 CSFB NRI 会指定该 pool 内 CSFB MSC 进行业务接续,这保证了 UE 不会被随机分配到 pool 的其他 MSC。
- 当 pool 2 下 CSFB MSC 收到用户的 paging response 时,启动 MTRF 功能,接续呼叫。

相比于方案一,方案二只需要每个 pool 升级 1 个 MSC 支持 MTRF 功能即可。

3.3 方案比较

两个方案各有优缺点,对比见表 1。

综上所述,对于网络规模较小、用户密度较高的网络建议使用方案一,即 LTE 覆盖区域的所有 MSC 升级支持 MTRF 功能。反之,则建议使用方案二,在 pool 内挑选一个 MSC 作为 4G 通话专用端局。

4 结束语

CSFB 作为 LTE 语音过渡方案,是 LTE 网络的重要组成部分之一。通过 MTRF 功能,可以解决 CSFB TAI 内 LAI 归属不同 MSC 造成的被叫失败的问题。根据部署范围不同,本文提供了两种 MTRF 部署方案,并对两者的优缺点进行了比较,运营商可以对照自身网络的特点选择对应的 MTRF 部署方案,提高 CSFB 回落成功率。

参考文献

- 1 3GPP TS 23.018. Basic Call Handling; Technical Realization, 2013
- 2 3GPP TS 23.272. Circuit Switched (CS) Fallback in Evolved

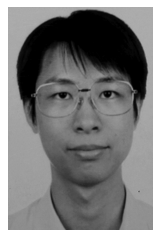
Packet System(EPS); Stage 2, 2013

- 3 刘宇,李赞,聂永霞等. LTE 网络部署 CSFB 语音时 MSC 改造范围分析. 广东移动技术, 2012(12)
Liu Y, Li Y, Nie Y X, *et al.* Analysis of MSC transformation range when CSFB voice deployed in LTE network. Guangdong Communication Technology, 2012(12)
- 4 张红霞. LTE 网络部署 CSFB 语音时 MSC POOL 解决方案研究. 移动通信, 2014(6)
Zhang H X. Research on MSC pool solution to CSFB voice deployed in LTE network. Mobile Communication, 2014(6)
- 5 周彦, 武欣. TD-LTE CSFB 语音解决方案研究. 移动通信, 2011(19)
Zhou Y, Wu X. Research on solution to CSFB voice in TD-LTE. Mobile Communication, 2011(19)
- 6 李侠宇. EPS 网络 CS FallBack 技术研究. 电信网技术, 2009(6)
Li X Y. CS fallback technology in EPS Network. Telecommunications Network Technology, 2009(6)
- 7 林琳,赫昱,高功应等. CSFB 语音解决方案关键技术研究. 邮电设计技术, 2014(2)
Li L, He G, Gao G Y, *et al.* Research on the key technologies of CSFB voice solution. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2014(2)

[作者简介]



谢志刚,男,硕士,中国移动通信集团上海有限公司工程师,主要研究方向为移动通信电路域核心网的演进、网络管理、运维自动化。



鲍伟华,男,硕士,中国移动通信集团上海有限公司工程师,主要研究方向为移动通信分组域和电路域核心网的演进、网络管理、运维自动化。