

LTE 与 2G/3G 网络融合部署策略探究

3GPP WCDMA 是第三代移动通信系统主流技术，在全世界有着成功的商用。在不改变系统网络结构的前提下，通过引入 64QAM、MIMO、DualCell 技术，系统可以演进到 HSPA+，最高支持 84Mbit/s 速率。LTE 是 3GPP R8 技术，以 OFDM 为核心的宽带无线多媒体网络，其上、下行峰值速率分别达到 50、100Mbit/s。据 GSA 统计，LTE 技术已经超越当年的 HSPA，创下了新技术商用部署速度的新记录；截至 2011 年 10 月 12 日，已有 21 个国家或地区的 35 个 LTE 网络投入商用。

LTE 的商用进程虽然迅速，但目前 LTE 尚不能满足所有运营商的特定需求，需要继续完善以支持多种应用。近期看，采用在 HSPA 基础上引入 HSPA+ 的平滑演进措施，可以在网络改造投入和网络效能之间寻求最佳平衡点，以最小代价逼近 LTE 水平；长远看，HSPA+ 最终不能替代 LTE。就技术而言，LTE 采用的多载波技术 OFDM，相对于 HSPA 沿用的 WCDMA 的单载波直序扩频技术有着天生的优点，特别是在对大的系统带宽支持上（超过 10M 频率带宽条件下），WCDMA 技术的 MIMO、信道均衡、多用户检测、多径衰落均衡以及终端设计都很复杂。

1 数据业务的互操作

LTE 与 2G/3G 数据互操作，要求开机优选 LTE，移出 LTE 覆盖区后，优先在 WCDMA 网络驻留/继续业务，若无 WCDMA 网络则选择 2G 网络，终端一旦重新检测到 LTE 覆盖，则返回 LTE；具体实现包括终端选择与网络侧控制 2 种方案。

1.1 UE 自主选择网络的数据切换

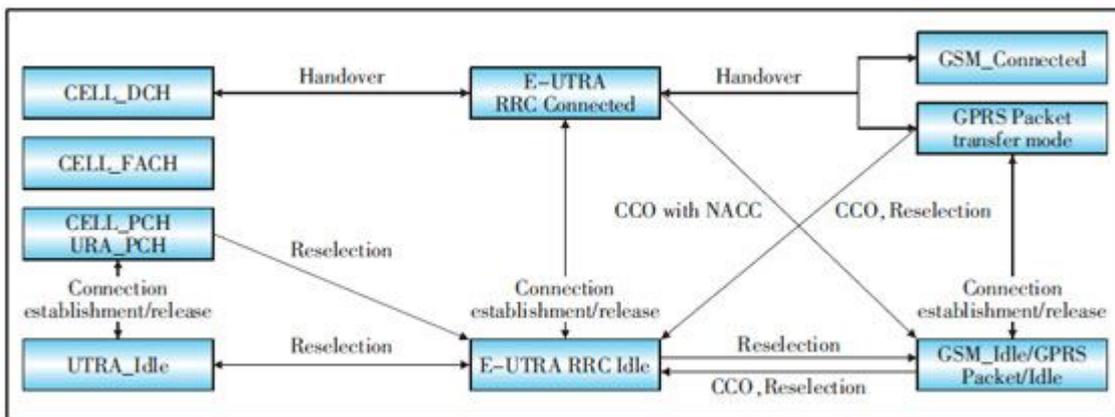
对于运营商而言，最简单的切换方式是同时维护 2 张网络，现网业务还保持在现有的 2G/3G 网络上，新的高带宽业务由 LTE 网络提供。2 张网独立运营和维护，由新的 2G/3G/LTE 多模终端决定选择哪张网来提供所需的业务。每张网有自己独立的 IP 地址规划。当终端检测到一个更为合适的网络时，就主动脱离现有网络，注册到新的网络里来，建立新的会话来获得更好的服务。但这种脱离原网、重新注册进新网的切换方式会带来几十秒的业务中断时间，带给用户不好的业务体验。

终端自主选择网络的切换方式最简单，易于实施，但切换中 IP 连接在原网络里被断掉，切换完成后在目标网络里重建，业务中断时间较长，用户体验比较差。这种方式一般在试验网里使用。

1.2 网络侧控制的数据切换

为了更好地保持业务的连续性、降低业务中断时间、提升用户体验，3GPP 定义了几种由网络侧控制的切换机制：小区重选、重定向、PS 切换和 NACC。运

运营商可以基于自己的基础网络情况和网络演进策略作出不同的选择。图 1 示出的是 LTE/3G/2G 系统间重选、切换状态转移示意图。



1.2.1 小区重选

基站侧指导终端对服务小区和邻小区频点进行测量，配置切换触发门限；终端根据测量结果，自行决定是否重选进新的小区驻留。之后发起 TAU 或者 RAU 位置更新流程，注册到网络里来。如果终端频繁在 LTE 覆盖边缘移动，会产生大量位置更新信令，给系统设备带来极大的信令负荷，造成空口资源消耗。为了减少这种位置更新信令，3GPP 引入了 ISR(减少空闲模式的信令)的方案，将相邻的 2G/3G 的路由区和 EPS 的跟踪区设定为等效区，让终端在 2 个网络进行双注册，这样终端在这 2 个系统边界徘徊时，就不再需要发起注册及位置更新流程。

对于空闲状态的终端，为了确保业务发起时有合适可用的网络，终端需要通过小区重选的方式选择合适的网络进行驻留。

对于连接状态的终端，终端在移出 LTE 覆盖时为了保证业务不中断或者终端进入 LTE 覆盖时为了更好的服务，终端需要完成不同接入系统之间的切换。基站侧(eNB、RNC、BSC)指导终端对服务小区和邻小区们进行测量，设定测量上报事件触发条件；终端根据基站侧指示对本小区和邻小区进行测量，当上报事件触发条件满足时，终端向基站侧发送测量报告。主服务小区的改变可通过重定向、网络辅助小区重选 NACC、PS 切换来完成。

1.2.2 重定向

如果终端和网络不支持 Inter-RAT 的 PS 切换或者 NACC，基站侧根据测量报告指示终端选择新的小区。重定向机制的业务中断时间相对较长(2~6s)，因为终端需要先向目标小区获取系统信息。

1.2.3 网络辅助小区重选 NACC

NACC 只应用于从 LTE 到 GERAN 的切换，在网络或终端不支持 PS 切换的情况下，用以尽量减少业务切换到 GERAN 目标小区的时延。EUTRAN 通过 MME 和 SGSN 之间的交互获得目标小区的系统信息，并把系统信息提供给终端，这样终端就可以更快接入到目标小区恢复业务承载。在不支持 PS 切换的情况下，NACC 能更好地支持一些对时延和丢包率比较敏感的基于 TCP 的业务。NACC 机制的业务中断时间相对较快(500ms~2s)。

1.2.4 PS 切换

PS 切换的优点是中断时间较快(500ms~1s)。网络侧根据终端测量报告作出切换判决，并在发起实际切换前帮助终端在目标网络中申请好资源。这种机制能更好地支持实时业务并保证 QoS 要求、降低业务中断时间及丢包率。

PS 切换的限制是对端到端(终端、无线网元和核心网元)能力的要求。相对而言，在实现 PS 切换方面，WCDMA 运营商比 CDMA 运营商具有更大的优势。

a)CDMA/LTE 两网络系统实现原理差异较大，存在 context 和注册的继承问题。

b)WCDMA/LTE 系统的 SGSN/GGSN 和 MME/xGW 一脉相承，定义 EPC 标准时已经考虑到兼容性，如 GUTI 和 P-TMSI 的转换等，而且切换时用户数据等相关数据也会通过 Gn 或 S4 发送到对方，所以没有 context 和需要预注册的问题。

1.3 LTE 和 GERAN/UTRAN 的互操作

根据 3GPP 基于 R8 和 R8 前的定义，LTE 和 GERAN/UTRAN 的互操作有 2 种选择。

1.3.1 LTE 与 GERAN/UTRAN R8 的切换

LTE 和 R8 GERAN/UTRAN 互操作时需要用到 2 个新的接口，即 S3 和 S4。S3 位于 SGSN 和 MME 之间，用以在核心网间交换用户上下文和承载信息；S4 位于 SGSN 和 SGW 之间，在 DT 功能没有启用的情况下提供用户平面数据的传输。启用 DT 功能时，位于 GERAN/UTRAN 和 SGW 之间会有一个新的接口(S12)，用于传输用户平面数据。从网络角度来看，该架构可以被认为是 intra-E-UTRAN 间的切换，GERAN/UTRAN 中的 SGSN 可被当作 MME，因此现网中的 2G/3G SGSN 需要升级到 R8 来支持 S3/S4 接口。将 GERAN/UTRAN 升级到 R8 的一个好处是可以使用 ISR 来减少终端和网络间的信令，达到提高网络性能的目的。

LTE 叠加在 R8 网络上的切换方式能够提供最好的用户体验，切换导致的业务中断时间也被缩短到 0.5s 以内。在这种方式里，SGW 成为所有接入系统的移动性锚点，简化了系统间切换流程。这种切换方式最大的缺点是网络升级成本比较大，对现网影响也比较大。

1.3.2 LTE 与 GERAN/UTRAN Pre R8 的切换

现网都是 Pre R8 的网络，若引入 LTE 来支撑一部分高带宽的业务，则 MME 和 S/PGW 必须开发支持 Pre R8 的信令和承载接口 (Gn/Gp)，来和 Pre R8 SGSN 沟通，实现切换。如果需要支持 DT，PGW 和 RNC 之间需要增加另外新的接口来建立直接通道旁路 SGSN；否则，连接 E-UTRAN 和 2G/3G 的通路建立在 PGW 和 SGSN 之间。对于这种切换，现网不需要做任何改动，MME 被看作是 SGSN，PGW 被看作是 GGSN。因此，EPC 网元需要开发支持新的接口，比如 MME 和 SGSN 直接的信令接口 Gn，PGW 和 SGSN 之间的信令和承载接口 Gn 等。

LTE 网络叠加在 Pre R8 网络上的切换方式能够提升用户体验，业务中断时间应该在 1s 以内。这种方式也是对现网影响最小的一种方式，因为接口 (如 Gn/Gp/Gr) 开发的工作都转移到了 EPC 网元上。对于 2G/3G/LTE 多模终端，2G/3G 核心网和 EPC 都把 PGW 作为 IP 层面的锚定点；而对于 non-LTE 的终端，仍然可以选择老的 GGSN 来连接外部 PDN 网络。这种方式的最大好处是短期内没有网络升级成本，最大的缺点是不支持 ISR。

2 确定 LTE 语音方案

LTE 是一个纯数据域的网络，不能直接承载语音，3GPP 定义了 2 种语音方案。

2.1 方案 1: CSFB

在没有部署 IMS 的情况下，CSFB 方案可以帮助运营商在 LTE 网络中实现语音业务。CSFB 方案的实质是 LTE 只实现分组域业务，语音业务仍然依靠 2G/3G 网络原有的电路域设备实现。需要在 MME 和电路域使用 SGs 接口以支持 CSFB 功能，还要求用户终端同时支持 2G/3G 电路域和 LTE 的无线接入，支持 CSFB 功能。

CSFB 方案存在的不足是：可能会导致不好的用户体验。因为用户每发起或接收一个呼叫都要进行一次无线接入方式的切换，这样一方面会带来一定的时延，另一方面如果终端正在使用 LTE 分组域业务，进来的呼叫会影响当前业务。如何解决这个问题，存在多种 CSFB 优化方案 (包括 R8 RRC 重定向、R9 RRC 重定向 WITH SIB、CCOW/O NACC 等)，运营商之间的态度存在分歧，一定程度影响了方案的成熟。

2.2 方案 2: SRVCC

SRVCC 主要研究和解决 IMS over LTE/SAE 和 CS 之间的语音连续性问题；使 2G/3G 电路域或者 LTE 的分组域接入 IMS，基于 IMS 网络实现语音业务的连续性，用户终端可在不同的 2G/3G 电路域和 LTE 分组域之间直接进行切换。

SRVCC 方案实现的前提条件如下:

a) 运营商已部署 IMS, 且能提供语音业务。

b) IMS 需要增加 VCC AS 功能实体, 负责管理终端在 CS 域或者 PS 域的注册以及 CS 与 PS 域之间的路由, 并协助完成 VT/VoIP 至电路域语音的切换。

c) 在 MME 和 2G/3G 电路域互操作功能实体 (IWS) 引入 SGs 接口以支持 SRVCC 功能, SGs 参考点在 MME 和 IWS 之间提供了一条通道, 用于传送电路域信令消息。

2.3 方案比较

a) SRVCC 方案能够比较完善地解决 LTE 与 2G/3G 语音互操作问题, 保证业务连续性, 但要求升级 2G/3G 现网设备和部署 IMS 核心网。

b) 在 IMS 部署复杂、商用缓慢以及 VoIP/VoLTE 运营策略未明确的现状下, CSFB 是实现语音业务的一个比较简单、经济的方案。但是 CSFB 方案可能会导致不好的用户体验。

综上所述, 建议以 SRVCC 为 LTE 语音解决的目标方案。建网初期, 建议双待机方案先行, 抢占市场先机; CSFB 视双待终端推广情况及 CSFB 的性能和产业化情况, 择机引入。考虑到 GSM 网络具有更好的语音能力, 建议 SRVCC 和 CSFB 能够以 GSM 为切换/回落目标网络。

3 LTE 与 2G/3G 的业务均衡

随着 LTE 引入 2G/3G 现网, 系统呈现出单制式网络和多制式网络的异构性, 网络变得越来越复杂。这样, 业务的传递需要更复杂的策略控制, 以及优化机制提供保障。一方面网间负载均衡的繁杂性和动态需求, 无法通过目前的人工参数方式实现; 需要择机引入自组织网络 (SON) 机制; 另一方面 SON 的良好效果, 离不开与现网技术的密切配合, 如 RRM (MCTA) + RNP/RNO, 三者之间并不矛盾或者重复, 而是相互弥补, 也就是说 SON+RNP+RRM (MCTA) 等于全面完整的网间负载均衡方案。

因此, SON 能灵活实现自配置、自优化、自操作等功能。这些功能对减少网络运维管理的人为干预非常有利, 会大大降低 LTE 运营商的 OPEX。SON 部署 (如 MLB) 将会进一步提升自己在 LTE 运维上的竞争优势, 解决 LTE 引入 2G/3G 现网后的三网均衡难题。

4 结束语

LTE 与 2G/3G 现网的融合部署趋势十分明显。运营商需要从网络架构、终端能力、业务均衡角度, 综合权衡 LTE 与 2G/3G 现网部署策略与实施步骤。

第一步，建立数据业务互通：通过权衡切换时延与网络成本，选取合适的
数据业务切换架构。

第二步，选择语音解决方案：建网初期，选择独立双待机终端；规模部署阶段，选择 CSFB；网络成熟，特别是引入 IMS 后，采用 VoLTE/SRVCC。

第三步，LTE 与 2G/3G 的业务均衡：引入部署 LTE SON，并向 2G/3G 现网拓展渗透；借助 SON+RRM/MCTA+RNP/RNO 的相互配合，提供全面完善的业务控制与均衡。