



3G/4G 融合网络关键策略研究

周 飞

(中国联合网络通信有限公司广州分公司 广州 510700)

摘 要:随着 TD-LTE 牌照的发放,LTE 建设与部署成为运营商面临的主要问题。对 WCDMA 网络与 LTE 网络的技术及继承性进行了详细分析,从品牌融合、网络融合、终端融合等多个角度探讨了中国联通 LTE 建设的部署思路,以促进 3G/4G 融合,打造最佳移动宽带网络。

关键词:WCDMA;LTE;3G/4G 融合

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.03.004

Research on Key Strategies of 3G/4G Convergence Network

Zhou Fei

(Guangzhou Branch of China United Network Communication Corporation, Guangzhou 510700, China)

Abstract: With release of TD-LTE license in China, how to deploy LTE becomes the primary problem for network operators. Techniques of both WCDMA and LTE network were analyzed in detail, and LTE construction thoughts of China Unicom were elaborated from the viewpoints of brand convergence, network convergence and mobile terminal convergence, which aimed to promote combination of 3G and 4G to fulfill the best mobile broadband network.

Key words: WCDMA, LTE, 3G/4G convergence

1 引言

2013 年可谓当之无愧的“LTE 之年”。从全球商用看, GSA 最新数据显示,截至 2013 年底,全球 LTE 商用网络数量达到 260 张,其中包括 25 张 TD-LTE 商用网络,LTE 商用用户数量达到 1.57 亿户,LTE 终端数量达到 1 240 款。也就是说,仅 2013 年全球就部署了超过 100 张 LTE 商用网络,发展了超过 1 亿户的 LTE 商用用户以及推出了约 800 款 LTE 商用终端。经过一年的发展,全球 LTE 网络在系统、设备、芯片、终端等产业链各个方面取得了快速发展。

另外,从国内的情况看,2013 年也成为国内“LTE 元年”。2013 年 12 月 4 日,工业和信息化部正式向中国移动、中国联通、中国电信颁发 4G 牌照,均为 TD-LTE 制式,并将根据企业申请,依据相关法定程序,批准相关企业开展 LTE FDD 网络技术试验,系统验证 LTE FDD 和 TD-LTE

混合组网的发展模式,并将在条件成熟后发放 LTE FDD 牌照。本文将从标准、技术、演进、协同等方面剖析探讨中国联通 LTE 部署之路。

2 LTE 与 WCDMA 技术对比

LTE 网络对 3G 网络的改进相比 3G 网络对 2G 网络的进化,更多的是一种量变而非质变,主要体现在 3 个方面:从技术上,LTE 是 WCDMA 技术的自然演进;从体验上,LTE 与 WCDMA 的协同和体验一致性最好;从业务上,LTE 与 WCDMA 在业务的承载能力上不相上下。另外,从最终消费者的角度看,LTE 网络并没有在 3G 网络的基础上增加更多直观的新特性。区别于 2G 到 3G 用户从传统语音到移动互联网的革命性转变,3G 到 4G 是用户从每月数百兆字节数据业务流量到 GB 级别的流量提升。如果说 3G 网络已经能够满足移动终端的基本上网需求,那么 4G

网络所提供的服务就已经与有线宽带没有太大区别。

2.1 LTE 是 WCDMA 技术的自然演进

LTE 与 WCDMA 同属 3GPP 组织定义的通信系统,在设计思想上,LTE 借鉴了 WCDMA 很多内容,并加以吸收简化,从而形成现有的 LTE 标准。

表 1 从协议架构方面对 WCDMA 与 LTE 进行比较。从协议的层次结构看,LTE 与 WCDMA 基本一致,均分为控制面和业务面两个平面以及 4 个协议层。由于 LTE 采用了全 IP 架构,为了提升效率,避免 IP 分组头的过多开销,在控制面引入原来 WCDMA 仅在业务面才有的 PDCP 层。

表 1 WCDMA 与 LTE 协议架构对比

控制面		业务面	
WCDMA	LTE	WCDMA	LTE
NAS	NAS	NAS	NAS
RRC	RRC		
	PDCP	PDCP	PDCP
RLC	RLC	RLC	RLC
MAC	MAC	MAC	MAC
PHY	PHY	PHY	PHY

从物理层结构看,WCDMA 承载数据业务时主要采用 HSPA 技术,在 WCDMA 的基础上引入时分多址,用码字和时间两个维度构成一个二维的物理资源,如图 1 所示。

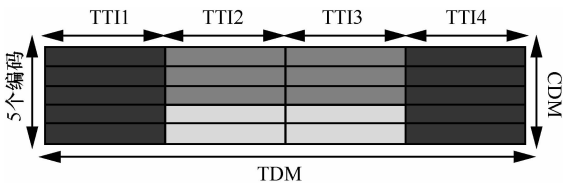


图 1 HSPA 物理资源示意

LTE 是利用频分多址与时分多址,用频率和时间两个维度构成一个二维的物理资源,如图 2 所示。

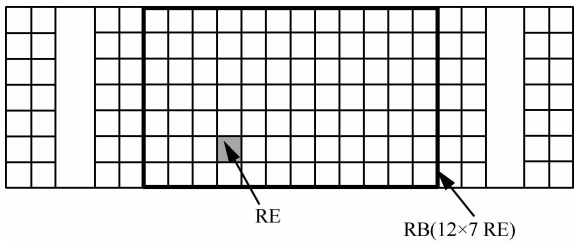


图 2 LTE 物理资源示意

LTE 与 WCDMA 在大的协议架构方面没有区别,在层三与层二也基本一致,层次上的唯一区别在于物理层,但即使在物理层,其区别也只是由于物理接入方式的改变造

成的变化,其核心思想与原理是一致的。

表 2 从网络架构方面对 WCDMA 与 LTE 进行比较。从网络架构上看,核心网由于功能清晰,在逻辑上分化出多个网元,在接入侧,层三功能从传统的控制器下移,从而简化了网络结构,虽然在网元构成方面有了变化,但整体均是原 WCDMA 各网元承担功能的转移,并没有产生全新的网元实体。

表 2 WCDMA 与 LTE 网络架构对比

制式	WCDMA	LTE	功能说明
核心网	HLR	HSS	用户签约
	SGSN	SGW	3GPP 系统内锚点
	GGSN	PGW	公网接入点
		MME	原有核心网和接入网的移动性管理功能集中在新的网元中
接入侧	RNC		原有的控制器,LTE 下移至基站
	Node B	eNode B	基站

2.2 LTE 与 WCDMA 的业务协同

LTE 与 WCDMA 网络间的协同主要体现在语音和数据业务的互操作连续性方面。

(1) 语音业务

由于 LTE 是全 IP 网络,初期并不支持 VoIP,因此 LTE 网络上的语音通常分为双待和 CSFB 两种方式。由于双待方案在终端成本和待机方面均有较大劣势,通常是过渡选择,主流方案是 CSFB 方案。在 CSFB 方案上,LTE 与 UMTS 回落方案的成熟度和用户体验远远好于 GSM,CSFB 到 UMTS 与 CSFB 到 GSM 的方案对比见表 3。

表 3 CSFB 到 UMTS 与 CSFB 到 GSM 的方案对比

CSFB		CSFB 到 UMTS	CSFB 到 GSM
		基于标准 CSFB 的呼叫总时延/s	基于标准 CSFB 的呼叫总时延/s
R9 重定向,空闲态,基于测量	4G→3G	5.5	6.9
	4G→4G	6.1	7.7
R8 切换,空闲态,基于测量	4G→3G	5.6	无终端支持
	4G→4G	6.2	
R8 重定向,空闲态,基于测量	4G→3G	5.9	8.9
	4G→4G	6.9	11.7
一般呼叫,非 CSFB	3G→4G	4.9	6.1
快速返回	3G→4G	0.5	0.5

采用 CSFB 到 WCDMA 的方案,在语音业务的协同体验方面,中国联通有巨大的优势。

(2) 数据业务

表 4 重点针对 UMTS 与 LTE、GSM 与 LTE 间的互操作



表 4 系统间互操作支持情况

场景			FDD(测量/盲)	TDD(测量/盲)
GSM $\longleftrightarrow$ LTE	GSM $\rightarrow$ LTE	eNC2	无终端支持	无终端支持
		PS HO	无终端支持	无终端支持
	LTE $\rightarrow$ GSM	重定向	8.3 s/8 s	9 s/8.5 s
		COO/eNACC	无终端支持	无终端支持
		PS HO	无终端支持	无终端支持
UMTS $\longleftrightarrow$ LTE	UMTS $\rightarrow$ LTE	重定向	0.8~0.9 s/0.5~0.6 s	1 s/0.7 s
		PS HO	0.7~0.8 s/0.4~0.5 s	1 s/0.6 s
	LTE $\rightarrow$ UMTS	重定向	3.3~5.3 s/3~5 s	3.5~5.5 s/3.2~5.2 s
		PS HO	0.8 s/0.5 s	1 s/0.6 s

情况进行分析和对比。通过比较可以发现,在数据业务的互操作协同体验方面,LTE 与 WCDMA 的协同组合也有巨大的优势。

2.3 LTE 与 WCDMA 业务承载能力

从网络的业务承载能力看,中国联通 3G 网络所能提供的已经不仅是 3G 正式商用时 4.2 Mbit/s 的下载能力,随着 HSPA、HSPA+、DC-HSPA 等技术的应用,3G 也可以提供 21 Mbit/s 甚至 42 Mbit/s 的峰值下载速率。相比国内 LTE 100 Mbit/s 或 120 Mbit/s 的下载速率,对单个用户的体验并不会存在本质性的差异。当前的 3G 终端更成熟,网络覆盖性更好。即便在 LTE 部署初期,3G 网络仍然具有较强的竞争力。

另外,在当前我国的手机上网用户中,最流行的应用仍然是即时消息(IM)、SNS、网页浏览三大类业务。在数据流量套餐资费不出现大的变化的情况下,单用户的月均流量不会出现成倍的增长,因此在 LTE 初期,数据仍偏向轻度流量型应用,在此类应用场景下,WCDMA 和 LTE 对用户的可感知速率基本没有差别。

综合以上 3 个方面,“4G 不是一场革命”,把握 3G 依然是中国联通未来成功的网络制高点。

3 3G/4G 融合策略

虽然从中短期来看,3G 依然是最主力的移动宽带承载网络,但从长期来看,特别是在视频等大流量应用成为主流后,LTE 的优势将逐渐凸现,成为主流。因此,如何在 3G 和向 LTE 演进间掌握好“度”是中国联通网络演进成功的关键之重,走 3G/4G 融合的道路,无疑是最为明智的选择。

3.1 品牌融合

对于最终消费者而言,并不关心网络的 logo 是“3G”还是“4G”,只关心用户体验到的速率;反言之,对于运营

商来讲,也不希望给客户造成某一张网好而另一张网差的品牌印象,而是希望客户对运营商的整体品牌有强烈的认同感。因此,如何借助 3G 时代中国联通已有的 3G 品牌优势提升 4G 品牌,对于中国联通有特别现实的意义。

相比竞争对手在 LTE 时代与原有网络“撇清关系”,纯宣传 4G 品牌的方式,中国联通可借鉴很多 WCDMA 传统运营商的惯常做法。例如,美国的两大 WCDMA 运营商 AT&T 和 T-Mobile 将 HSPA+ 宣传为 4G,早早实现了美国数百个城市的 4G 覆盖,而对于 HSPA+ 来讲,消费者体验到的速率基本没有差别,但省去了开户换终端的烦恼,后续随着 LTE 网络的逐步完善及客户终端的自然更新换代,用户将以无缝的方式自然迁移至 LTE 网络。中国联通广东分公司在 3G/4G 品牌融合方面的宣传上,以“无论 3G、4G,精彩依然在沃”的宣传语,告知用户中国联通的 WCDMA 网络已经演进至 4G,能够为用户提供 4G 的业务体验。

3.2 网络融合

网络融合不仅是设备层面的融合,应该站在未来目标网演进的角度观察全局,推进融合。国内三大运营商中,只有中国联通在 2G、3G 和 LTE 网络都拥有全球主流的价值频谱,这实际上天然为中国联通准备了一个清晰的目标网发展路线。图 3 给出了中国联通未来网络演进的路线示意。

GSM 900 MHz 向 UMTS 900 MHz 演进,低频段 UMTS 900 MHz 覆盖最远,是建设无缝优质体验的最佳方案,可以作为数据业务的基础网和 LTE 语音回落的主力承载网,既是 3G 和 LTE 在农村的自然延伸,也是城市深度覆盖和 LTE 业务的最佳补充。

当前最为重要的 UMTS 2 100 MHz 网络需要持续优化打造,加快吸纳 3G 用户,为 LTE 发展奠定基础,UMTS 900 MHz 和 UMTS 2 100 MHz 一起构成精品数据网,同时 UMTS

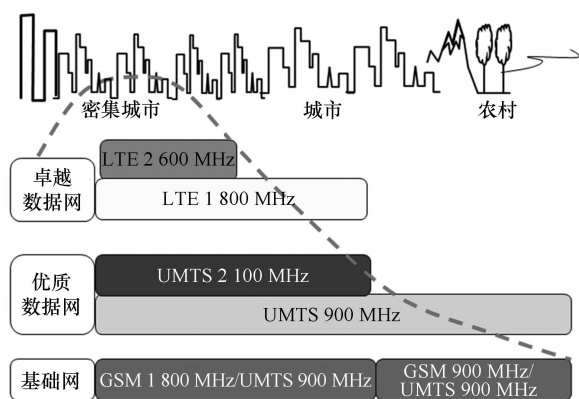


图3 中国联通未来融合网络演进示意

2 100 MHz 未来可可持续演进到 LTE 2 100 MHz。

最后，逐步实现 UMTS 和 LTE 的全覆盖网络，GSM 逐步退网，UMTS 作为综合业务基础网以及数据业务主力网，LTE 作为数据业务卓越体验网，并最终随着 LTE 的全面成熟慢慢向全 4G 网络演进。

在核心网侧，当前中国联通的网络是 GSM 与 UMTS 融合的核心网，未来的目标网将是 GSM、UMTS、LTE 融合的核心网，从现网到目标网的建设过程中需要考虑以下几个因素。

- 接口最简，配置最简。如果维持现网的成熟架构，节点将减少 50%，同时接口配合也将减少 50%。
- 体验最优，经营最优。升级融合核心网，网间切换变成设备内部的切换，时间降低，信令数降低，同时多网用户资源统一管理，有利于差异化流量经营。

分组核心网是 2G/3G/LTE/WLAN 接入的业务调度中心，业务需要平滑地在多接入网络间进行切换。融合建网可以减少信令，降低时延，提高网间切换成功率，保证用户的业务体验最优；将现网升级建设为 EPC 网络的建网流程少，建网时间可以缩短 55%，确保了最快部署 EPC 网络，支持 LTE 快速上线；同时现网升级可以实现最大化的资源利用，2G/3G/LTE 资源共享，保护 2G/3G 投资，可节省 LTE 投资 28%。因此采用现网升级方式可以实现最优体验、最低成本、最快建设融合 EPC 网络。

3.3 终端融合

由于 GSM、UMTS、LTE 融合是全球主流的演进方向，在当前 GSA 统计的 1 240 款 LTE 终端中，支持 HSPA/HSPA+ 的共有 870 款，支持 HSPA+ 的共有 705 款，支持 DC-HSPA+ 的有 426 款，也就是说，绝大多数 LTE 终端都具

备 HSPA 能力，其中又有 80% 以上具备 HSPA+ 能力，可以体验到 21 Mbit/s 的峰值速率；有近 50% 同时具备 DC-HSPA+ 能力，可以体验到 42 Mbit/s 的峰值速率。因此，在终端的后向演进方面，无需有任何担心，绝大多数主流的 LTE 终端都将 UMTS 视为其基础能力，中国联通在 3G 时代延续的终端优势将得以保持。

3.4 未来 TD-LTE 与 LTE FDD 的融合

为支持国产标准，国内三大运营商均获得 TD-LTE 牌照，中国联通也将在数据热点区域快速建设 TD-LTE 基站。而从全球网络部署情况看，FDD 网络与中国联通 WCDMA 网络的互操作从协议支持、商用案例、终端支持、漫游支持来看都是最理想的。

在 LTE 部署建设中需关注以下方面。

- 短期内中国联通 LTE 无容量压力，FDD 与 TDD 应分别定位：FDD 定位 MBB，聚焦热点与品牌；TDD 定位 WBB，可作为 MBB 超热点与 FDD 互为补充。从长期看，中国联通 TDD 与 FDD 实现融合，从而满足移动宽带用户优质体验的需求。
- 挖掘与利旧现有资源，特别是充分发挥 3G 已有站点与 2G 已有频谱资源，实现 LTE 网络的平滑快速部署，实现投资效益最优。
- 加强 3G 与 4G 的协同，充分发挥 3G+4G 语音与数据的协同优势：一方面，初期以 CSFB 为主的 LTE 语音方案快速实现部署和优化，利用先天技术优势与其他运营商拉开距离，并考虑 VoLTE 的平滑演进；另一方面，数据 DC-HSPA+ 与 4G 协同，以提供最优覆盖与最优体验。

4 结束语

如前面所述，终端用户本质上购买的是移动数据业务服务，在国内 FDD 未发牌的时间里，充分提升 3G 网络覆盖和性能，利用 TD-LTE 提升 4G 网络的品牌，利用语音等解决方案优势提升用户的使用体验。在 FDD 发牌后，快速利用 GSM 和 TD-LTE 网络平滑演进到 LTE FDD，加上 LTE FDD 终端丰富的优势，将使中国联通通过“最好的 3G+最快的 4G”融合组网的模式持续保持移动宽带数据网络的国内领先地位。

参考文献

- 1 3GPP TS 25.331 V8.4.0. Radio Resource Control (RRC), 2013

(下转第 31 页)

4 结束语

本文主要是对高铁通信系统中上行多普勒频率偏移问题展开了研究。为了解决高铁中多普勒频偏的问题,在终端通过GPS进行频率同步,并利用下行频偏估计的结果对上行信号进行多普勒频偏预补偿,减小多普勒频偏的影响;同时在基站端通过导频对频偏进行进一步的补偿处理。

通过仿真结果可以看出,本文提出的方案可以较好地克服高铁系统中上行链路多普勒频偏的影响,提高上行链路的接收性能。

参考文献

- 1 Speth M, Fechtel S A, Fock G, *et al.* Optimum receiver design for wireless broadband systems using OFDM—part I. *IEEE Trans Commun*, 1999, 47(11): 1668~1677
- 2 Speth M, Fechtel S A, Fock G, *et al.* Optimum receiver design for wireless broadband systems using OFDM—part II. *IEEE Trans Commun*, 2001, 49(4): 571~578
- 3 Tsai P Y. Joint weighted least-squares estimation of carrier-frequency offset and timing offset for OFDM systems over multipath fading channels. *IEEE Trans Comm*, 2005, 54(1): 211~223
- 4 Shi K, Serpedin E, Ciblat P. Decision-directed fine synchronization for coded OFDM systems. *IEEE Trans Commun*, 2005, 53(3): 408~412

- 5 Pham T H, Nallanathan A, Liang Y C. Joint channel and frequency offset estimation in distributed MIMO flat-fading channels. *IEEE Transaction on Wireless Communications*, 2008, 7(2): 648~656
- 6 Deng K, Tang Y, Li S. Frequency synchronization in distributed MIMO systems. *Proceedings of IEEE International Conference on Communications, Circuits and Systems (ICC-CAS)*, Kokura, Fukuoka, Japan, 2007: 222~226
- 7 Deng K, Tang Y X, Shao S H, *et al.* Correction of carrier frequency offsets in OFDM-based spatial multiplexing MIMO with distributed transmit antennas. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2009, 58(4): 2072~2077
- 8 Wang H M, Yin Q Y, Ding L, *et al.* Multiuser carrier frequency offset estimation for OFDMA uplink with generalized carrier assignment scheme. *Proceedings of IEEE GLOBECOM Conference*, Piscataway, NJ, USA, 2008: 1~5
- 9 3GPP TS 36.211. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation, V10.4.0, 2011

[作者简介]



于小红,女,博士,普天信息技术研究院有限公司高级工程师,主要研究方向为LTE同步技术,包括频率同步、时间同步、采样同步等。

(投稿日期:2014-02-27)

(上接第21页)

- 2 3GPP TS 36.331 V8.4.0. 3rd Generation Partnership Project Technical Specification Group Radio Access Network Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) Radio Resource Control (RRC) Protocol specification (Release 8), 2013
- 3 Holma H, Toskala A. WCDMA 技术与系统设计 (第三版). 陈译强,周华,付景兴等译. 北京:机械工业出版社,2005
- 4 沈嘉,索士强,全海洋. 3GPP 长期演进(LTE)技术原理与系统设计. 北京:人民邮电出版社,2008
- 5 沈嘉. IMT-Advanced 无线空中接口关键技术. 电信科学, 2007(9)
- 6 曹淑敏. 走向宽带泛在的无线移动通信. 世界电信, 2009, 22(12): 43~45
- 7 张平. 移动泛在融合的通信业务发展趋势. 电信工程技术与标准化, 2008, 21(1): 1~5
- 8 李军. 异构无线网络融合理论与技术实现. 北京:电子工业出

版社, 2009

- 9 NGMN. Next Generation Mobile Networks Beyond HSPA & Ev-Do-A White Paper, 2009
- 10 赵利,符杰林,宁向延等. 现代通信网络及其关键技术. 北京:国防工业出版社,2011

[作者简介]



周飞,男,中国联合网络通信有限公司广州分公司副总经理、通信工程师,主要从事无线网络设计、建设等工作。

(收稿日期:2014-02-15)