



4G

TD-LTE/LTE FDD 容量提升创新方法及组网方案

徐德平, 耿鲁静, 程日涛

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

摘要: 首先分析了 LTE 现有载波的带宽配置方案, 针对中国移动通信集团有限公司 (以下简称中国移动) LTE 频谱资源带宽大的特性, 提出了一种容量提升的创新方法, 并详细介绍了应用此方法后规划组网的载波配置方案, 最后通过科学严谨的外场测试和深入分析, 验证了方案的可行性。

关键词: 载波压缩; 容量提升; 载波频点配置

中图分类号: TN929.53

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015362

Innovation method and networking scheme of TD-LTE/LTE FDD capacity promotion

XU Deping, GENG Lujing, CHENG Ritao

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: At first, the existing LTE carrier bandwidth allocation scheme was analyzed. According to characteristics of the LTE spectrum bandwidth resources, a innovation method of capacity promotion was proposed, and the planning network carrier allocation scheme was introduced in detail. Finally, the feasibility of the scheme was confirmed through rigorous and scientific field test and analysis.

Key words: carrier compression, capacity promotion, carrier frequency configuration

1 引言

网络容量是网络设计需要考虑的关键因素。本文针对中国移动 LTE 频谱资源带宽大的特性, 通过降低运营商内部载波之间预留带宽的方式, 提出了一种容量提升的创新方法。在频率规划时, 通过增加配置的载波数量或者增加某一载波发射带宽的方式, 提高实际发射的总 RB 数, 以提高连续频段的频谱效率, 进而提升网络的系统容量。

2 容量提升创新方法

2.1 现有方案介绍

TD-LTE 标准中规定了 6 种信道带宽: 20 MHz、15 MHz、

10 MHz、5 MHz、3 MHz、1.4 MHz, 对应的 RB 个数为 100、75、50、25、15 和 6。每 RB 对应的带宽为 180 kHz, 传输 RB 所需的物理层实际发射带宽分别为 18 MHz、13.5 MHz、9 MHz、4.5 MHz、2.7 MHz 和 1.08 MHz, 由以上计算可知, TD-LTE 标准规定的信道带宽大于实际的发射带宽 (约为 10%)。图 1 以 20 MHz 载波间隔为例, 展示了信道带宽、发射带宽和预留带宽之间的关系。

3GPP 标准中信道带宽制定的重要原则是保证不同运营商在非共站组网场景下可邻频共存, 需要邻频之间存在一定的预留带宽作为保护带, 所以其通用的载波间隔略微大于实际发射 RB 需要的带宽总和。但对于同一个运营商内部的相邻载频, 不存在不同运营商之间基站偏移而引入

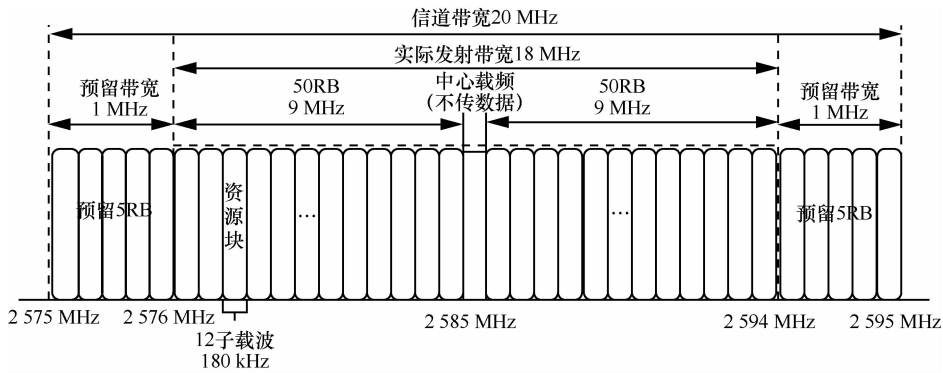


图1 信道带宽、发射带宽和预留带宽之间的关系

邻道干扰的问题,因此无需过多的预留带宽作为保护带,可以进行适当压缩。对于单一运营商内部的相邻载频,其预留带宽相对较大,一定程度上降低了总带宽内的频谱效率。对于宝贵的无线频谱资源来说,是一种无线资源的“浪费”。

根据工业和信息化部下发的频率资源,中国移动 TD-LTE 系统可使用的工作频段有 F 频段 (1 885~1 915 MHz)、E 频段 (2 320~2 370 MHz)、D 频段 (2 575~2 635 MHz)。D 频段、E 频段均是较大的连续频谱,中间的载波只需要满足同一运营商内的邻道泄漏及杂散发射的要求,较现在标准要求低。

未来的 Band42~Band44 资源会更丰富,中国移动将获得更宽、连续的频率资源,按照目前 D 频段的占比 (60%), Band42、Band43 共 400 MHz,中国移动将获得 240 MHz,若依旧采用现有的配置,则会浪费更多的频谱资源总量。

2.2 创新方案介绍

结合目前中国移动 TD-LTE 运营的实际情况,可以压缩 TD-LTE 载波间隔,增加系统总 RB 数目,以提高系统容量。对于 D 频段、E 频段等大带宽且连续的频谱资源,在总频谱资源不变的情况下,单载波间隔合理降低后,可以增加子载

波资源,或者选择更大的发射带宽,以提高连续频段的频谱效率,提高系统的总体容量,带来更大的经济效益。本方案建议同一运营商内部的 LTE 系统载波带宽压缩情况见表1。

表1 同一运营商内部的 LTE 系统载波带宽压缩情况

标准载波间隔/MHz	同一运营商内部压缩载波带宽/MHz	标准载波 RB 数目
20	18/18.3/18.6	100
15	13.5/13.8/14.1	75
10	9/9.3	50
5	4.5/4.8	25
3	2.7	15
1.4	1.1	6

3 组网方案

3.1 D 频段组网方案

中国移动使用的 D 频段共 60 MHz 带宽,目前的载波配置方式为配置 3 个 20 MHz 带宽的载波,中心频点分别为 2 585 MHz、2 605 MHz、2 625 MHz,系统总 RB 数目为 300 个,如图 2 所示。

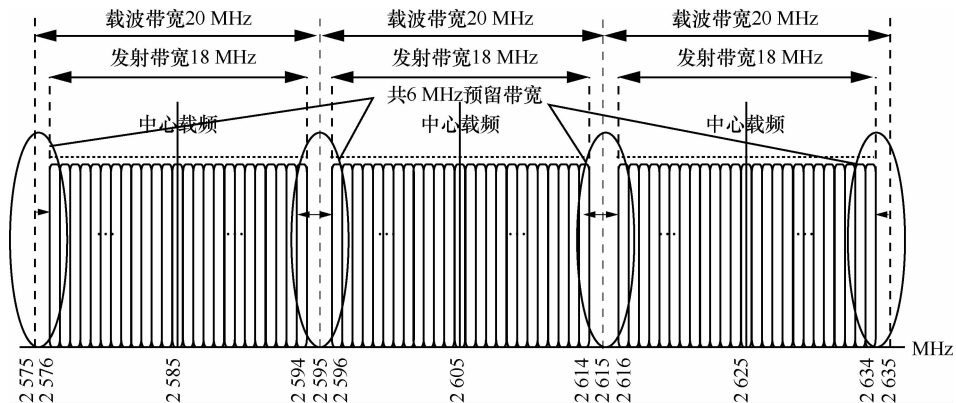


图2 目前 D 频段组网方案

载波间隔压缩后(按照 10% 的压缩比),在 D 频段总带宽 60 MHz 的情况下,可配置 3 个发射带宽为 18 MHz 的子载波和 1 个发射带宽为 4.5 MHz 的子载波,4 个载波的中心载频分别为 2 584.7 MHz、2 602.7 MHz、2 614 MHz、2 625.3 MHz,系统总 RB 数目为 325 个,如图 3 所示。

采用载波压缩方案后,60 MHz 带宽可承载的 RB 数目由 300 提升到了 325,系统容量提升了 8.3%。

3.2 E 频段组网方案

在 E 频段总带宽 50 MHz 的情况下,目前方案为配置 2 个 20 MHz 载频和 1 个 10 MHz 载频,中心频点分别为 2 330 MHz、2 350 MHz、2 365 MHz,系统配置的 RB 数目为 250 个,如图 4 所示。

载波间隔压缩后(按照 10% 的压缩比例),在 E 频段总带宽 50 MHz 的情况下,可配置 2 个发射带宽为 18 MHz 的子载波和一个发射带宽为 13.5 MHz 的子载波,3 个载波的中心载频依次为 2 329.1 MHz、2 347.2 MHz、2 363.1 MHz,系统总 RB 数目为 275 个,如图 5 所示。

采用本方案后,50 MHz 带宽可承载的 RB 数目由 250 个提升到了 275 个,系统容量提升了 10%。

4 测试方案及结果

基于现网当前的带宽配置,在外场通过采用将主测频点小区和邻频频点小区的中心频点间隔逐步缩小的方法,对不同载波间隔方案下的系统干扰水平及性能影响进行真实摸底和评估,主要包含 RSRP、SINR 和下行吞吐量的变化关系,为后续组网的规模应用提供参考。

测试分为室外 D 频段测试和室内 E 频段测试两部分,而 D 频段测试又分为定点测试和道路测试两类,E 频段测试分为单通道场景测试和双通道场景测试两类。

4.1 D 频段测试

4.1.1 道路测试

以最具典型城区环境、且不影响商用用户等为原则,项目组综合评比选择,确定了太原柳巷商业区为测

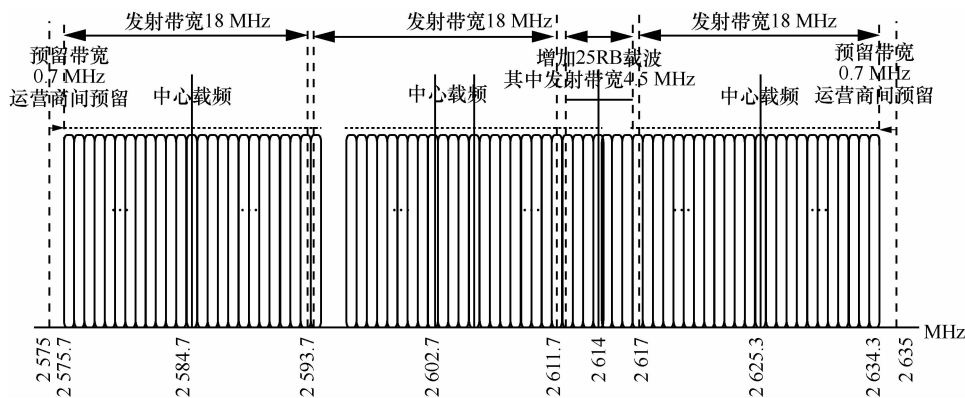


图3 压缩后的D频段组网方案

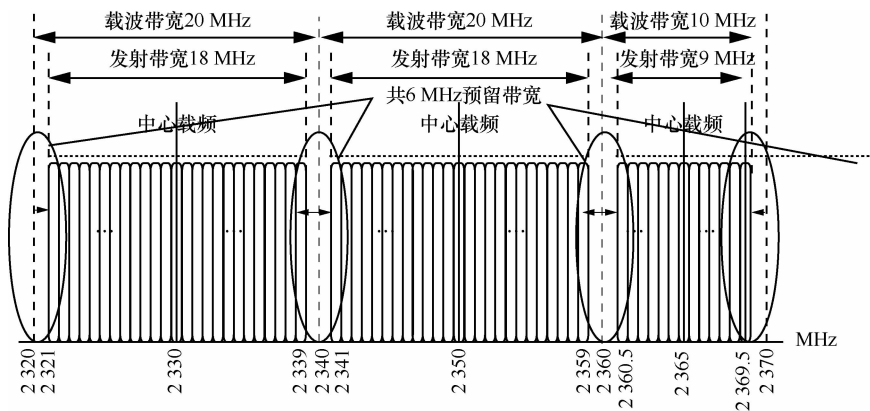


图4 目前E频段组网方案

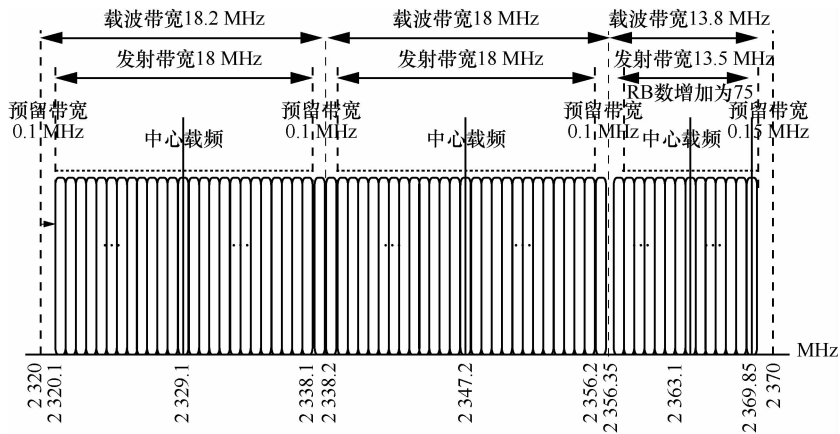


图5 压缩后的E频段组网方案

试区域。测试区域相对具有较规则的网络拓扑结构,共3层19个基站。道路测试路线应尽可能遍历主要道路和次要道路,充分反映测试区域的无线覆盖情况,此外相同路线应尽量避免重复,并以右转为主,减小路口停等时间。

通过改变主测载波D1和干扰载波D2之间的载波间隔,测试不同载波间隔配置下的网络性能。测试统计结果见表2。

从表2可以看出,不同的载频间隔配置下,网络性能的波动在正常范围内,不同载波间隔配置的网络性能基本一致。

4.1.2 定点测试

由于差点无线环境恶劣、邻区信号多且邻区信号强度与服务小区接近,因此,在差点接收信号和业务下载速率的波动性较大。而差点的测试结果更能评估载波间隔调整后的性能,在差点进行了3轮循环测试(18MHz、18.3 MHz、

18.6 MHz、20 MHz为1轮),每轮每种载波间隔下测试3组测试数据,3轮循环共测试9组。设置3轮测试可以排除测试的先后顺序对测试结论的影响。空扰情况下的测试结果如图6和图7所示。

(1) SINR

每种载波间隔配置内部的不同组、不同轮之间均存在SINR的波动,SINR波动的范围为0.48~1.50 dB,因此,将相同载波间隔下测试的波动范围,视为测试期间正常的测试波动范围。

不同载波间隔配置之间SINR存在差异,18.0 MHz、18.3 MHz、18.6 MHz载波间隔下的性能与20 MHz进行对比,SINR差异分别为-0.6 dB、-0.1 dB及1.09 dB,其差异与测试正常波动范围基本一致。同时,随着载波间隔的逐渐减小,测试的SINR未出现单调下降的趋势。

(2) 下载速率

每种载波间隔配置内部的不同组、不同轮之间均存在

表2 测试统计结果

加扰方式	载波间隔/MHz	RSRP/dBm		SINR/dB		吞吐量/(Mbit·s ⁻¹)			
		平均	边缘	平均	边缘	平均		边缘	
						绝对值	相对 20 MHz 值	绝对值	相对 20 MHz 值
加扰	18	-82.5	-100.7	8.1	-3.0	24.6	1.4%	6.5	7.5%
	18.3	-83.8	-101.5	8.0	-3.2	24.0	-0.7%	5.7	-6.5%
	20	-83.4	-101.4	7.9	-2.6	24.2	0	6.1	0
空扰	18	-76.7	-95.7	14.1	0.7	36.0	0.7%	13.5	20.9%
	18.1	-77.4	-94.6	14.0	0.0	34.4	-3.7%	11.4	2.2%
	18.3	-76.6	-96.4	13.8	0.5	34.3	-4.1%	13.1	17.6%
	20	-77.1	-95.5	13.5	1.0	35.7	0	11.1	0

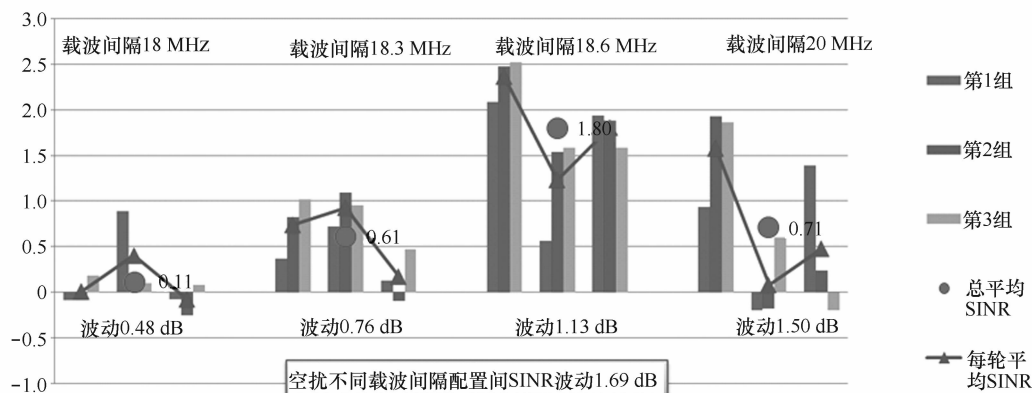


图 6 SINR 波动下的测试结果

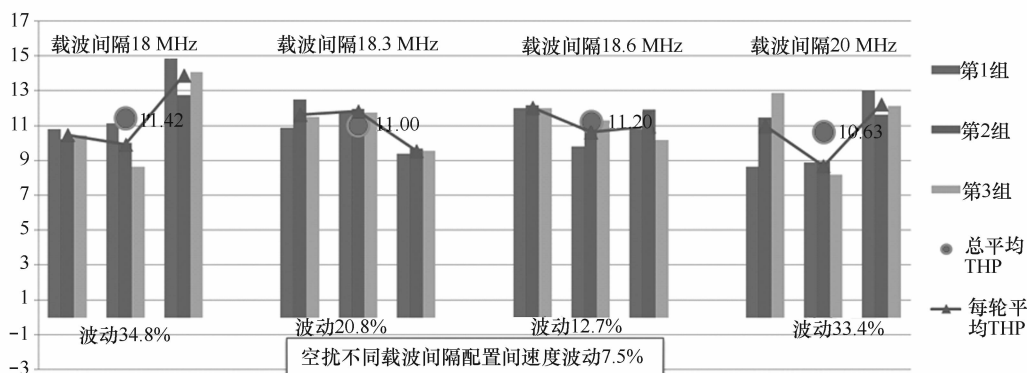


图 7 速率波动下的测试结果

下载速率的波动, 下载速率波动的范围为 12.7%~34.8%, 因此, 将相同载波间隔下测试的波动范围, 视为测试期间正常的测试波动范围。

不同载波间隔配置之间下载速率存在差异, 18.0 MHz、18.3 MHz、18.6 MHz 载波间隔下的性能与 20 MHz 进行对比, 下载速率差异分别为 7.5%、3.5% 及 5.4%, 其差异在测试正常的波动范围之内。同时, 随着载波间隔的逐渐减小, 下载速率未出现单调下降的趋势。

50%加扰场景下测试结果类似。从测试数据统计及对比分析中可以获得如下结论: 差点在不同载波间隔配置下的网络性能差异在正常测试波动范围内, 与载波间隔配置无关。

4.2 E 频段测试

由于室分场景覆盖情况比室外场景好, 因此选取好点 (>25 dB)、差点 (10~20 dB) 两种典型的无线环境, 分别进行定点测试, 记录在不同无线环境下, 不同载波间隔配置对性能的影响。

相比于室外场景, 室内场景因为干扰较小, 因此网络的目标负荷较高, 本次测试将分为空扰、50%加扰和 70%

加扰 3 种加扰方式。同时, 为了遍历现网室分场景, 需要测试单通道和双通道两种室分配置。单通道场景的结果与双通道的结果趋于一致, 表 3 给出了单通道的结果。

从表 3 可知, 好点、差点在空扰、50%加扰、70%加扰一共 6 种场景中, 在不同载波间隔配置下的网络性能一致, 且波动范围相对较小。

4.3 测试小结

通过对山西太原柳巷商业区外场的道路测试及室外和室内定点测试的初步分析, LTE 载频间隔压缩方案对网络性能没有影响, 初步验证 LTE 载频间隔压缩方案现网规模应用是可行的。

5 结束语

针对中国移动 LTE 频谱资源带宽大的特性, 提出了创新的载波配置方案, 并通过科学严谨的外场测试和深入分析, 验证了方案的可行性。在总带宽资源不变的情况下, 通过载波间隔压缩配置方案, 有效提升了网络的系统容量。



表 3 单通道结果

测试项	加扰方式	载波间隔/MHz	平均 RSRP/dBm	平均 SINR/dB	平均速率/(kbit·s ⁻¹)	SINR 变化/dB	平均速率变化比(相比 20 MHz)
室内好点 (单通道)	空扰	18	-83.66	26.96	54 971.38	0.13	1.0%
		18.1	-83.98	26.39	54 888.30	-0.43	0.8%
		18.3	-82.87	25.63	54 245.05	-1.20	-0.4%
		20	-82.90	26.83	54 452.63	0.00	0
	50%加载	18	-83.81	24.44	55 043.41	-0.90	1.1%
		18.1	-82.37	25.81	54 930.39	0.46	0.9%
		18.3	-81.33	25.74	53 932.95	0.39	-0.9%
		20	-84.65	25.35	54 427.94	0.00	0
	70%加载	18	-83.89	24.22	52 563.49	-1.08	-4.1%
		18.1	-82.72	25.35	54 902.90	0.05	0.2%
		18.3	-83.52	25.16	54 928.78	-0.13	0.3%
		20	-82.36	25.29	54 788.30	0.00	0
室内差点 (单通道)	空扰	18	-105.69	16.19	32 868.70	-0.50	-3.7%
		18.1	-105.57	16.46	32 820.35	-0.24	-3.9%
		18.3	-105.51	16.21	31 864.21	-0.48	-6.7%
		20	-104.95	16.69	34 147.50	0.00	0
	50%加载	18	-105.58	15.51	32 273.07	-0.51	-3.3%
		18.1	-105.83	15.53	32 496.92	-0.49	-2.7%
		18.3	-105.88	15.60	32 385.47	-0.41	-3.0%
		20	-105.35	16.02	33 382.05	0.00	0
	70%加载	18	-103.14	16.57	33 981.86	0.74	4.1%
		18.1	-103.33	16.49	34 250.61	0.66	4.9%
		18.3	-104.35	15.71	32 982.47	-0.11	1.0%
		20	-104.35	15.83	32 652.99	0.00	0

[作者简介]



徐德平(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司教授级高级工程师,主要研究方向为移动通信相关的技术引入策略、组网规划方案、工程总体方案以及网络融合及演进等。

耿鲁静(1986-),女,中国移动通信集团设计院有限公司工程师,主要从事无线通信系统设计和研究工作。

程日涛(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要研究方向为移动通信网络组网技术、网络规划技术等。