

CDMA 与 LTE 800M 网络覆盖差异对比研究

陈茂林¹, 舒培炼¹, 杨彪², 蒋招金¹

(1.湖南省邮电规划设计院有限公司, 湖南长沙 410001;
2.中国电信股份有限公司娄底分公司, 湖南娄底 417099)

【摘要】文章通过研究 CDMA 与 LTE 800M 网络覆盖差异的主要影响因素, 分别从天线挂高、2T4R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比、2T2R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比、CDMA 与 LTE 不同天线对覆盖影响、单极化及双极化类型天线增益差异等方面展开分析, 从而指导网络优化及建设工作。

【关键词】CDMA 网络; LTE 800M 网络; 覆盖对比; 天线增益

【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2020.01.002】

【中图分类号】TN929.5

【文献标识码】A

【文章编号】2095-7661(2020)01-0004-04

Comparative Study on the Differences of CDMA and LTE 800M Network Coverage

CHEN Mao-lin¹, SHU Pei-lian¹, YANG Biao², JIANG Zhao-jin¹

(1.Hunan Posts and Telecommunications Planning and Design Institute Co., Ltd., Changsha, Hunan, China 410001; 2. Loudi Branch of China Telecom Co., Ltd., Loudi, Hunan, China 417099)

Abstract: By studying the main influencing factors of the network coverage difference between CDMA and LTE 800M, this paper discusses the antenna height, 2T4R LTE 800M and CDMA coverage comparison, 2T2R LTE 800M and CDMA coverage comparison, the influence of different types of CDMA and LTE antennas on coverage and single polarization and dual polarization antenna gain differences. The network optimization and construction can be guided by the research.

Keywords: CDMA network; LTE 800M network; coverage contrast; antenna gain

由于运营商的 4G 决策部署, LTE 800M 通过与 CDMA 基站 1:1 共站址部署^[1], 实现 LTE 800M 4G 网络快速、低成本的广覆盖, 同时解决城市 LTE1.8G 深度覆盖不足的问题, 且为承载高品质的 VoLTE 和 NB-IoT 提供基础网络条件。本文以基础覆盖的 LTE 800M 和 CDMA-283 语音频点评估为主, 对 LTE 800M 网与 CDMA 网的覆盖差异影响进行分析^[2], 有助于指导运营商的网络优化与建设。

1 天线挂高对覆盖范围的影响

建设站点 LTE 800M 时, 因 CDMA 天线平台已无安装空间便会选择在下面平台新增 4 端口 LTE 800M 天线, 使用 LTE 单模 2T4R。然而这些站点当 LTE 800M 天线挂高低于 CDMA 天线时, 可通过下倾角调整等手段来弥补高度落差带来的覆盖范围影响。

设天线下倾角为 α , 天线垂直半功率角为 θ , 主瓣覆盖距离中 $D = H / \tan \alpha$, 根据不同的挂高及下倾角设置, 计算得出理论主瓣覆盖距离 (m) 如表 1 所示。

相同下倾角条件下, 随着天线挂高的降低, 主瓣覆盖距离缩小, 并且通过下倾角的适当调整可以弥补天线高度降低带来的覆盖影响。选取某市周边地区为丘陵地形的乡村基站进行实测验证, 路测拉网实际测试数据如表 2 所示。

通过调整天线挂高及下倾角情形下, 从路测拉网对比测试结果可以看出: 天线降低 5 米后, 如不对下倾角工参及时调整, 则覆盖范围变小, 最远覆盖距离收缩 600 米左右; 整体覆盖率由原来 53.17% 下降至 51.62%; RSRP 平均值由原来的 -98.94dBm 下降至

[收稿日期] 2019-11-19

[作者简介] 陈茂林(1989-), 男, 湖南长沙人, 湖南省邮电规划设计院有限公司, 硕士, 研究方向: 移动通信、网络优化。

表 1 理论主瓣覆盖距离表

挂高 (m)	下倾角 (度)															
	0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
60	6875	3437	1718	1145	858	686	571	489	427	379	340	309	282	260	241	224
58	6646	3323	1661	1107	829	663	552	472	413	366	329	298	273	251	233	216
55	6302	3151	1575	1049	787	629	523	448	391	347	312	283	259	238	221	205
50	5729	2864	1432	954	715	572	476	407	356	316	284	257	235	217	201	187
45	5156	2578	1289	859	644	514	428	366	320	284	255	232	212	195	180	168
40	4584	2292	1145	763	572	457	381	326	285	253	227	206	188	173	160	149
35	4011	2005	1002	668	501	400	333	285	249	221	198	180	165	152	140	131
30	3438	1719	859	572	429	343	285	244	213	189	170	154	141	130	120	112

表 2 路测拉网实际测试数据表

天线安装平台	测试时长 (S)	测试里程 (km)	覆盖率 (%)	RSRP 均值 (dBm)	SINR 均值 (dB)	下载均速 (Mbps)	下载峰值 (Mbps)	扇区最远覆盖距离 (m)
原平台	1272	16.72	53.17	-98.94	7.65	7.43	16.95	2709
降 5 米平台	1180	16.55	51.62	-100.26	6.45	6.92	16.76	2073
降 5 米平台 (下倾角减小 1 度)	1245	16.88	52.89	-99.01	6.77	7.48	16.78	2659

-100.26dBm; 如对下倾角工参调整约 1 度, 则整体覆盖范围及指标与下降前基本相当。

通过理论分析和实际测试对比, 可得知天线挂高的优势能够带来网络覆盖各项指标的提升。当挂高存在一定差异时, 可通过调整下倾角、设备发射功率、更换增益天线等方式, 在一定程度上弥补高度落差带来的影响。

2 2T4R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比

通过链路预算分析 2T4R LTE 800M 和 CDMA

的覆盖半径比较, 相同条件下, 反向覆盖半径小于前向覆盖半径, 因此只要对反向(即上行)链路预算, 预算模型采用 Okumura Hata 模型:

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d - A_{h_b} + C \quad (1)$$

对 2T4R LTE 800M 网络站点的 3 个小区进行覆盖拉网测试, 直至该 LTE 800M 小区脱网, 以此对比 LTE 800M 小区与 CDMA 小区的覆盖距离。测试情况如表 3 所示。

表 3 针对 3 个小区的路测测试数据表

网络	小区	方位角	下倾角	天线挂高	测试最远距离 (km)	周围环境	备注
2T4R LTE 800M	1 小区	30	3	30	9.5	无阻挡	
	2 小区	140	3	30	3.3	山体阻挡	
	3 小区	260	3	30	2.8	山体阻挡	
CDMA	1 小区	30	3	38	9.5	无阻挡	周边邻小区较多, 无法全部闭塞, 已切换至邻小区
	2 小区	140	3	38	3.3	山体阻挡	闭塞周边邻小区
	3 小区	260	3	38	2.8	山体阻挡	周边邻小区较多, 无法全部闭塞, 已切换至邻小区

根据测试结果分别统计 2T4R LTE 800M 网络的 3 个小区在不同距离所处的 RSRP 区间范围: 无明显阻挡的 1 小区最远覆盖距离达到 9.5km, 之后遇山体阻挡导致脱网。测试发现存在山体阻挡严重的 2、3 小区脱网距离在 3km 左右。

3 2T2R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比

由上可知, 2T4R LTE 800M 与 CDMA(主设备未

上塔)网络覆盖能力基本相当^[9]。因此 2T2R LTE 800M 与 CDMA 的对比分析可参考 LTE 800M 的 2T2R 与 2T4R 的对比。2T2R 与 2T4R 下行均为 2 天线发射, 理论上的下行覆盖性能基本一致, 其主要差别为上行, 因此仅做上行链路预算分析。LTE 800M 链路预算采用 Okumura-Hata 模型^[9], 在通信频段、基站天线高度、手机天线高度、地貌修正因子^[9]等确定以后, 传播模型

可以表示为： $L = A_1 + A_2 \log(d)$ (2)

其中： $A_1 = 69.55 + 26.16 * \log(f) - 13.82 * \log(h_b) - a(h_m) + K_c$ (3)

$A_2 = 44.9 - 6.55 * \log(h_b)$ (4)

设 2T2R 模式下基站上行覆盖半径为 d ，传播损耗为 L ；2T4R 模式下基站上行覆盖半径为 d' ，传播损耗为 L' 。根据链路预算公式可得同一个基站采用不同收发模式(2R/4R)，其中 $A_1 = A_1'$ 、 $A_2 = A_2'$ 。4R 相对于 2R 上行接收性能由于增加一倍独立解调增益，可获得 3dB 的分集接收增益。即在相同边缘速率要求下 $L' - L = 3dB$ ，因此 $d'/d = 10^{(L'-L)/A_2} = 10^{(3/A_2)}$ 。如表 4 所示，设定场景及天线高度时，4R 较 2R 上行覆盖半径提升 22%左右。

表 4 2T4R 与 2T2R 对比表

基站天线高度 (m)	30	35	40	50
$A_2 = 44.9 - 6.55 * \log(h_b)$	35.22	34.79	34.41	33.77
2R 较 4R 覆盖半径降低率 (%)	17.81%	18.01%	18.19%	18.50%

测试某县基站，利用 30 米铁塔，LTE 800M 建设方案为新增独立天馈，覆盖目标区域以山地、丘陵(山头相对密集)。

下行测试结果对比如表 5 所示，从路测测试数据可以看出，基站收发模式由 2T2R 改为 2T4R 后，下行各项关键指标变化较小。

表 5 下行测试结果对比表

收发模式	测试时长 (小时)	测试里程 (公里)	覆盖率 (RSRP=-105 & SINR=-3)	RSRP 均值 (dBm)	SINR 均值 (dB)	下载均速 (Mbps)	下载峰值 (Mbps)
2T2R	0.36	14.93	40.8%	-105.20	4.02	7.52	25.51
2T4R	0.36	15.27	41.3%	-105.14	4.19	7.69	28.22
差值	0.0	0.3	0.5%	0.1	0.2	0.2	2.7

表 6 上行测试结果对比表

收发模式	测试时长 (小时)	测试里程 (公里)	覆盖率 (RSRP=-105, SINR=-3)	RSRP 均值 (dBm)	SINR 均值 (dB)	上传均速 (Mbps)	上传峰值 (Mbps)
2T2R	0.4	15.1	39.4%	-104.5	3.8	2.9	9.9
2T4R	0.4	15.1	42.4%	-104.5	3.8	3.7	10.0
差值	0.0	0.0	3.0%	0.0	0.0	0.8	0.1

上行测试结果如表 6 所示，基站收发模式由 2T2R 改为 2T4R 天线后，从路测测试指标对比可以看出，覆盖率提升 3 个百分点，上传均速提升 0.8Mbps，其他指标变化相对较小。

通过测试对比可以看出 2T2R 相对 2T4R 来说，其最大覆盖半径(相同的边缘速率)缩小约 20%，主要因为越接近边缘，覆盖指标下降越快，因此覆盖半径缩小幅度有限。由于 2T4R LTE 800M 与 CDMA(主设备未上塔)网络覆盖能力基本相当，因此，在农村场景下，与 CDMA 的相比，2T2R LTE 800M 最大覆盖半径缩小约 20%。

4 CDMA 与 LTE 不同天线对覆盖的影响

表 7 天线参数指标表

天线	水平波束宽度 (°)	增益 (dBi)
800MHz 单频双极化定向天线 (4 端口)	65	16
原 C 网双极化定向天线 (2 端口)	90	17
原 C 网单极化定向天线 (1 端口)	90	18

在 CDMA/LTE 共址建设中对于天面资源富裕的站点^[6]，采取新增 4 端口天线建设方案，LTE 800M 使

用 2T4R 收发模式，各天线参数见表 7 所示。

由于 CDMA 和 LTE 采用不同的天线，其天线性能差异带来一定的覆盖差异。在天线增益方面如果不考虑发射功率影响，使用 4 端口天线(16dBi)的扇区最大覆盖半径较使用原 2 端口双极化天线(17dBi)缩小 6.5%左右，较使用单极化天线(18dBi)缩小 12.5%左右，如表 8 所示。

表 8 同一高度不同增益天线的覆盖半径差异表

基站天线高度 (m)	30	35	40	50
$A_2 = 44.9 - 6.55 * \log(h_b)$	35.22	34.79	34.41	33.77
1dB 差异覆盖半径降低率	6.33%	6.40%	6.47%	6.59%
2dB 差异覆盖半径降低率	12.26%	12.40%	12.53%	12.75%

在水平波瓣方面，由于水平半功率角的不同，同覆盖半径及边缘速率要求条件下，65° 波瓣较 90° 波瓣有 7%的覆盖面积差异。

测试站点为：利旧 50 米铁塔，CDMA 网为单极化天线，LTE 800M 建设方案为新增独立天馈。由于周边 CDMA/LTE 800M 小区较多，不便闭站，在测试距离 2 公里处 CDMA/LTE 800M 均存在切换，总体测试结果 CDMA/LTE 800M 覆盖相当，如表 9 所示。

表9 总体测试结果表

场景		LTE 网络情况		CDMA 网络情况	
测试场景	与站点距离(米)	室外电平(dBm)	室内电平(dBm)	室外 RxAGC(dBm)	室内 RxAGC(dBm)
近点	305	-70.8	-78.4	-65.9	-72.7
中点	810	-85.8	-93.4	-82.5	-88.2
远点	1850	-96.1	-104.5	-85.5	-92.2

在覆盖范围内使用双极化天线的 LTE 800M (2T4R) 与使用单极化天线 CDMA 网室内外覆盖相当。在实际应用,覆盖半径一般不需达到最大值,站间距约 3~4 公里左右,因此,CDMA 与 LTE 800M 不共天线时,覆盖距离影响不大,其差异主要在水平旁瓣的区域。

5 总结

LTE 800M 网络是目前运营商承载高速数据及 VoLTE 语音业务的基础网络^[7],网络覆盖质量至关重要^[8]。通过分析 CDMA 与 LTE 800M 覆盖差异影响因素,天线挂高、2T4R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比、2T2R LTE 800M 与 CDMA 覆盖对比、CDMA 与 LTE

天线类型不同对覆盖影响、单极化及双极化类型天线增益差异等因素对网络覆盖带来的具体影响,可对后续建设提供实践指导意见。

【参考文献】

- [1]靳盼.高校无线网络覆盖的建设管理及应用[J].网络安全技术与应用,2018(4):56.
- [2]程楠,张阳,沈鹭.LTE 网络覆盖优化分析[J].电信工程技术与标准化,2018(7):44-48.
- [3]黄庆秋.高铁 LTE 网络覆盖规划建设探讨[J].电子测试,2018(12):63-64.
- [4]董伟.基于网络覆盖模型的通用航空飞行服务站布局方法研究[J].科技创新与应用,2018(1):115-116,119.
- [5]董劲文.高铁场景(高速移动环境)下的 4G 网络覆盖[J].通讯世界,2018(7):94-95.
- [6]刘焕勇.面向 VoLTE 的网络覆盖和容量提升技术研究[J].移动通信,2018(6):68-72.
- [7]郭晶宇.浅谈 4G 网络覆盖拓展的新功能应用[J].计算机产品与流通,2018(3):58.
- [8]席晨晨.NB-IOT 技术以及网络覆盖能力探讨[J].中国新通信,2018(21):98.

(上接第 3 页)

可以有效降低建设成本,形成规模化效益。

表4 差异化能源保障方案造价分析表

部署场景	5G 系统数(套)	典型功耗(W)	容量需求(Ah)		可减少配置(Ah)	节省投资(万元)
			3 小时备电	1.5 小时备电		
拉远	1	2700	198	99	99	0.30
	2	5400	396	198	198	0.61
	3	8100	593	297	297	0.91
DRAN	1	3300	242	121	121	0.37
	2	6600	483	242	242	0.74
	3	9900	725	363	363	1.11

注:1、蓄电池采用梯次电池,单价按照 0.6 元 /Wh 测算;

2、节省的投资仅考虑蓄电池造价,不含施工及新增机柜等成本。

4 结束语

5G 基站功耗激增,后备电源建设面临巨大困难,应尽可能突破电池应用方式。一是引导运营商由“数量保障”向“服务保障”转变,蓄电池要打破统一按 3h 配置的原则,结合市电情况、基站重要性和维护能力,

按需配置,形成差异化能源保障,避免不必要的浪费;二是充分利用存量基站蓄电池资源,通过削峰填谷、光伏发电等方式,更好地实现让备用电池变储能电池,激活沉睡的电池,同时实现对蓄电池的动态、智能、统一管理。

【参考文献】

- [1]张建强,付道繁.5G 技术演进对通信基础设施的影响及解决建议[J].电信快报,网络与通信,2019(1):6-8.
- [2]龚戈勇,丁远.5G 基站电源改造的解决方案[J].通信电源技术,2019(3):106-108.
- [3]吕婷,曹亘,张涛等.5G 基站架构及部署策略[J].移动通信,2018(11):72-77.
- [4]龚戈勇,丁远.梯次电池在 5G 基站建设中的应用探讨[J].信息技术与信息化,2019(1):131-133.
- [5]候春雨.5G 超密集网络面临的挑战与解决方案研究[J].湖南邮电职业技术学院学报,2019(1):5-8.
- [6]黄蓉,王友祥,刘珊.5G RAN 组网架构及演进分析[J].邮电设计技术,2018(11):1-6.
- [7]巩峰峰,乔慧.通信基站电源系统设计[J].中国新通信,2017(18):5-7.