

基于精准位置 Intelligent Monitoring and Promotion of Mobile Network Coverage Based on Precise Location 的网络覆盖智能监控与提升

范琨¹, 邓巍², 李皓杰² (1. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033; 2. 中国联通重庆分公司, 重庆 400042)

Fan kun¹, Deng wei², Li haojie² (1. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China; 2. China Unicom Chongqing Branch, Chongqing 400042, China)

摘要:

网络覆盖的提升是移动无线网规建维优一体化的工作重心, 基于全量 MR 感知数据, 通过大数据智能分析建模、地理栅格化, 结合各场景业务特点, 精准识别边缘覆盖和覆盖空洞。同时, 通过优化仿真模拟布站, 解决基站规划落地准确性差的难题。此外, 采用规建维优一体化工作流程, 优化先行、结构优化与低成本建站相结合, 建设成本降低 90%, MR 覆盖率提升 30%, 有效提升大型居民区与密集城区的深度覆盖水平。

关键词:

精准定位; 边缘覆盖; 覆盖空洞; 大数据; 仿真; 覆盖增强

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.07.011

文章编号: 1007-3043(2020)07-0058-06

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The improvement of network coverage is the focus of the integration of planning, construction, maintenance and optimization of mobile wireless networks. Based on the full amount of MR perception data, through the intelligent analysis and modeling of big data, combined with the business characteristics of each scene, it accurately identifies the edge coverage and coverage voids by the geographic grid. At the same time, the problem of poor accuracy of the base station planning is solved by optimizing the simulation station layout. In addition, the integrated work process of planning, construction, maintenance and optimization is adopted, and optimization first, structure optimization and low-cost station construction are combined to reduce the construction cost by 90%, improve the MR coverage rate by 30%, and effectively improve the depth coverage of large residential areas and dense urban areas.

Keywords:

Precise location; Edge coverage; Coverage voids; Big data; Simulation; Coverage enhancing

引用格式: 范琨, 邓巍, 李皓杰. 基于精准位置的网络覆盖智能监控与提升[J]. 邮电设计技术, 2020(7): 58-63.

1 概述

网络覆盖一直是中国联通的口碑短板, 室内深度覆盖和乡镇广覆盖场景, 尤其是高层建筑密集的城区和行政村落, 仍存在较多的弱覆盖区域和覆盖盲点。一方面是建设成本有限, 覆盖能力只能保障聚焦区域; 另一方面是目标覆盖区域不明确, 规划仿真效果与实际用户感知有很大的差异, 精准建站的可实施性

较低。因此, 建立基于用户感知的网络覆盖智能监控模型, 快速识别道路及建筑物的覆盖空洞和边缘覆盖区域迫在眉睫。

2 精准定位的覆盖评估与自动布站建模

2.1 思路与方法

根据现有的移动网络覆盖情况, 从覆盖率、边缘覆盖和覆盖差栅格 3 个方向评估监控网络覆盖。如图 1 所示, 从全量 MR 数据入手, 找到 MR_RSCP 的弱覆盖网络边缘, 结合边缘区域用户数量和区域面积, 规则

收稿日期: 2020-06-10

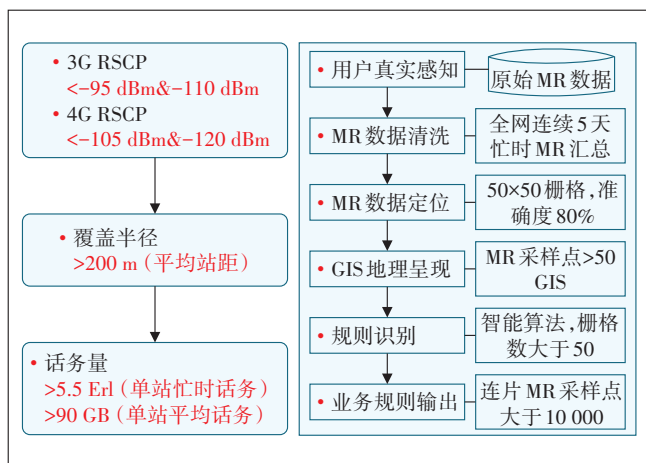


图1 精准定位的覆盖评估思路

识别目标区域。同时,基于模拟布站技术重点消除传统的LTE基站规划落地准确性差等弊端。

2.2 数据分析处理流程

2.2.1 MR地理栅格化

通过构建MR.OTT/MDT指纹库可以实现全量MR数据的地理栅格化。获取方法有2种,一种如图2所

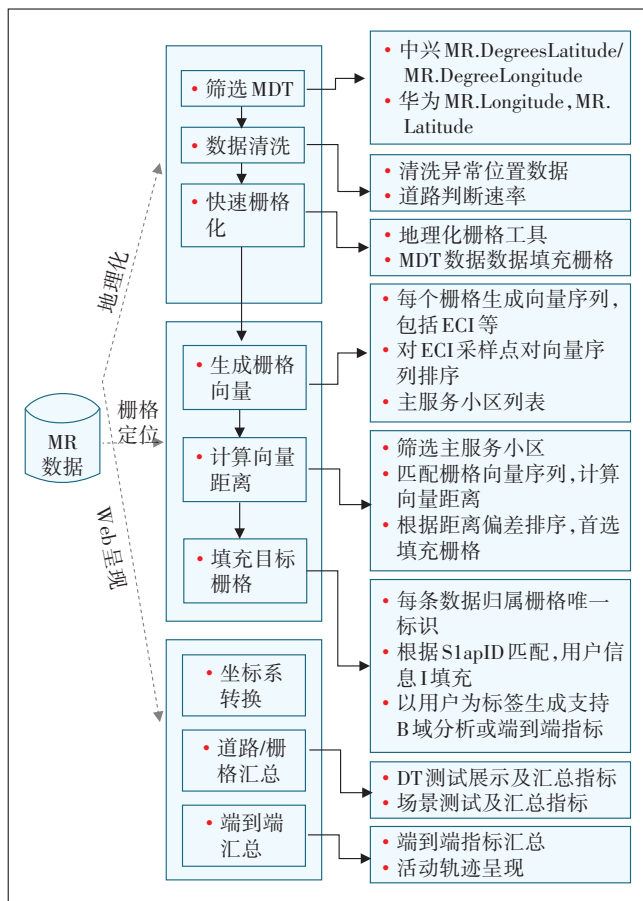


图2 MR地理栅格化

示,构建MDT指纹样本库,即获取含有位置信息的MR样本数据;另一种则是通过用户APP获取的位置数据,并与MR进行关联,获取MR+OTT位置数据。

2.2.2 高效率地理栅格运算

基于DBSCAN算法,快速实现MR地理栅格化数据进行规则建模和批量图形化运算,精准识别业务量较大且覆盖边缘较大的区域,获取连片弱覆盖的地理区域。

在图形化运算中,结合前端多层次的网格设计,实现不同维度网格状态的无损汇聚和下钻。如图3所示,可以从500 m×500 m级别方格的网络全局展示无损下钻分析到50 m×50 m级别栅格的质差区域的识别,再进一步的可以无损下钻到10 m×10 m级别栅格的质差区域的精准定位,与此同时,同样可以实现从10 m×10 m级别的精准定位向上逐级无损汇聚到500 m×500 m级别方格的网络全局分析,实现在不同维度的不同网络层级的网络状态的无损变换,全方位地支撑网络覆盖的评估优化。

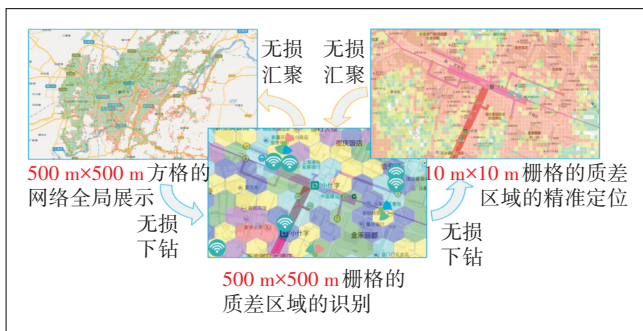


图3 不同网络的无损汇聚和下钻

2.3 连片弱覆盖识别

如图4所示,连片弱覆盖识别输出分为以4个步骤。

a) 网络编码与邻域转换。基于特定的网络编码机制定义网络的多级邻域,计算其编码关系。

b) 判定核心点与簇。对于特定邻域内质差网格达到一定密度的点判定为核心质差点,其对应邻域为其质差簇。

c) 簇的连通。迭代地聚集从这些核心点直接密度可达的对象,对密度可达的簇进行合并,得到对应的连片区域。

d) 连片区域的输出。对于规模较大,质差问题集中的连片区域进行输出和告警,并启用智能优化子系统智能自动地输出优化方案。

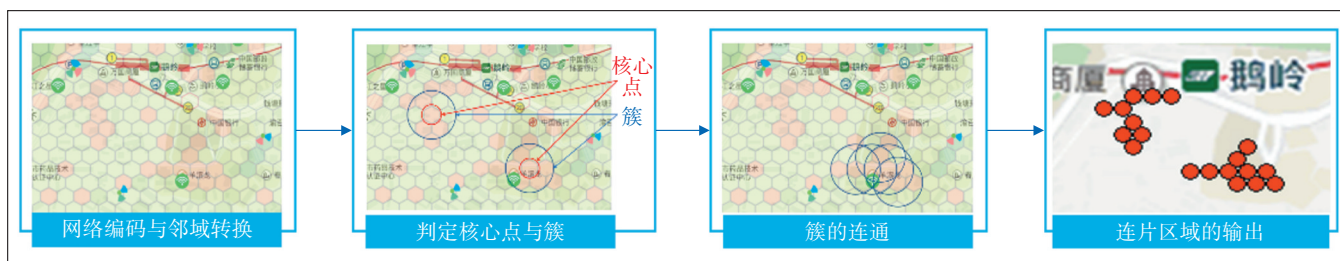


图4 连片弱覆盖识别输出

2.4 自动模拟布站

根据多维度布站评估体系,结合GIS地图输出布站具体位置。对传统的COST231-HATA传播模型进行算法改进,设计回归方程,通过损失函数回归拟合,实现局部最优,最终实现多场景下的准确定位。同时,根据布站位置周边业务量、覆盖水平及用户感知,确定规划基站配置及天馈方位角等参数,完成小区工参调整的信号强度变化预测模型,从而预测小区工参调整后,小区覆盖网络的MR电平(RSRP)的变化。网格内模型预测结果稳定绝对值误差在6.09 dBm以内,最佳绝对值误差在2.43 dBm以内,最好结果能达到误差在2.4 dBm以内。

a) 结合路测数据、基站工参数据、GIS数据,形成网格RSRP与基站工参、网格基站相对位置等地理信息。

b) 通过变量探索建模。

c) 使用Spark Mllib数据挖掘框架,通过随机森林模型进行回归树建模。

d) 小区在当前工参下对网络的覆盖情况。

e) 通过修改基站覆盖范围大小,自动计算小区工参与到各网络的覆盖变化。

f) 通过修改基站方向,自动计算小区工参与到各网络的覆盖变化。

3 规建维优一体化提升举措

智能平台输出覆盖类问题点后将流转至问题处理环节。中国联通成立规建维优一体化工作组,建立了以优化为牵引的横向工作机制,加强各部门协同联动,通过“优化先行、建设匹配、维护倒逼”的模式推动问题点得到有效解决。围绕网络、业务、终端、用户等维度,建立基于大数据的综合价值评判方法,支撑资源的合理投放,精准规划站点22 569个。

3.1 覆盖提升措施

3.1.1 功率提升

功率提升是网络优化中提升覆盖最直接的手段,可通过调整导频功率或者更换大功率的RRU来实现。功率提升实施便捷,但效果有限,常用于提升小区边缘覆盖。采用该方案需注意相关License是否受限以及RS信道和业务信道功率分配问题。功率分配的原则如下。

a) 覆盖农村等空旷区域宏站应尽量提高RS功率,在必要时可采取降低PA、缩减带宽等措施来提升RS功率,增强覆盖效果。

b) 覆盖校园、商业区等宏站应合理配置RS功率,增加PA,提升业务信道功率的同时降低对周边的干扰。

c) 覆盖居民区等的宏站应适当提高RS功率,增强深度覆盖效果。

d) 室分站点应根据覆盖范围调整RS功率,在满足覆盖的情况下避免外泄。

e) 多载波扇区应根据频段差异设置各载波RS功率,以满足多载波同覆盖的要求,提升负荷分担效果。

功率优化主要在不新增硬件资源的前提下,对功率软件参数进行优化,让更多的边缘用户有网可用。首先,制定设备功率配置规范,功率配置超额会导致基站退服,功率配置低于额定功率一半将造成设备低效能。其次,建立多场景功率匹配标准,从覆盖、容量、资源利用率、剩余可用功率、场景类型等方面评估可优化小区。

3.1.2 RF调整

RF调整是改善覆盖最常用的优化手段,通过调整扇区天线俯仰角、方位角可以有效提升目标区域的覆盖水平。该方法实施便捷,效果较好但需结合扇区覆盖区域进行整体分析,避免出现调整后影响其他区域覆盖的情况。RF调整注意事项如下。

a) 方位角调整应注意和相邻小区夹角,避免重叠覆盖区域过多。

b) 下倾角设置过大时应优先调整电子倾角,避免

天线波形畸变。

c) RF 调整应避开水面、玻璃幕墙等,以免造成孤岛效应。

d) RF 调整后应扩大测试范围,验证调整效果。

3.1.3 互操作参数优化

互操作参数优化主要用于提升覆盖不连续区域的感知,由于投资及建设等原因现网部分区域只有单网覆盖,这时通过 2G/3G/4G 互操作参数的优化,就能促使用户驻留在覆盖良好的网络。

3.1.4 频谱缩减优化

在偏远郊区的乡镇农村区域,通过带宽与数据速率关联门限触发,将闲置 LTE 网络 20 MHz 带宽缩至 10 MHz,带来 3 dB 的覆盖增强,提高边缘场景覆盖强度,业务流量可增加 15% 以上。

3.2 宏站网络结构优化

对于大面积弱覆盖场景单纯通过基站建设解决,往往投资较大而效果不佳,这时应通过现网站点维护整改、建设新站补充、优化协同跟进的方式对网络进行结构性优化实现覆盖提升。

如图 5 所示,总体上网络应从目前单层扁平化的结构变为高低搭配宏微结合的立体结构,优化基站布局。在弱覆盖场景的高点布置宏基站作为网络结构层,主要用于解决场景面覆盖,在低处、深处用微站(灯杆站、室分外引、BOOKRRU 等)结合部分室分站点作为网络延伸层,主要用于解决场景深度覆盖及热点覆盖。优化方面通过异频组网、互操作策略等将 2 层网络互为补充,最大化提升覆盖效果,发挥网络最大效益。

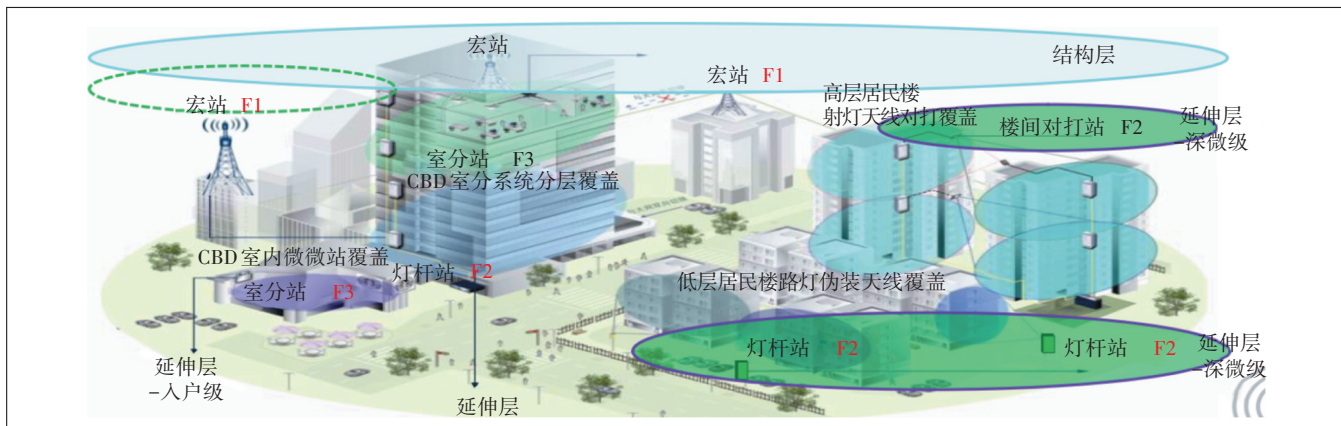


图5 高低搭配宏微结合的网络立体结构

同时,从干扰、负荷、感知三维度进行叠加分析,利用多样化建设方式实施结构层拓展、延伸层补盲。

3.3 低成本室内深度覆盖增强

3.3.1 传统室分改造

在有传统室分覆盖的区域通过分布系统的改造来增强或者延伸局部区域覆盖是最常见的手段,常用的改造方式有天线增补、室分功率重分配、高增益天线替换等。改造时需注意整个室分系统的功率余量,注意避免其他区域覆盖受到影响。

3.3.2 一体化小微设备改造

除传统的室分改造外,一体化小微设备的改造也是增强室内深度覆盖的一种方式,该方式主要适用于学校寝室、商务写字楼、宾馆酒店等场景。这些场景室分天线一般布置在过道中,靠天线远端的室内,受墙体衰耗影响覆盖往往较差,同时由于房屋纵深较长,利用室外宏站进行覆盖效果也不佳。这时如采用

传统室分改造方式增加天线密度会受制于设备功率及馈线损耗而无法实施,同时改造成本也较高。如图 6 所示,采用一体化小微设备改造便于施工,同时由于省去了馈线成本总费用也相对较低。

3.4 宏微协同规划

为了提升深度覆盖综合水平,建议采用宏微协同,立体覆盖的方式,如图 7 所示。避免了使用单一解决方案无法有效解决多场景网络需求。原则上,当小微站用于覆盖补盲时,选用与已存网络同频部署。小

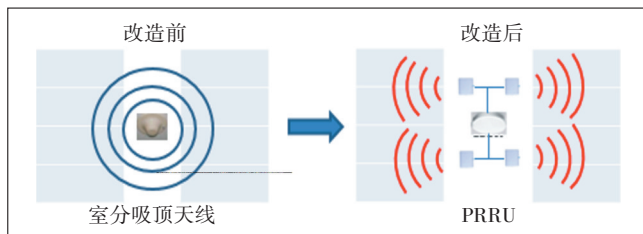


图6 一体化小微设备改造

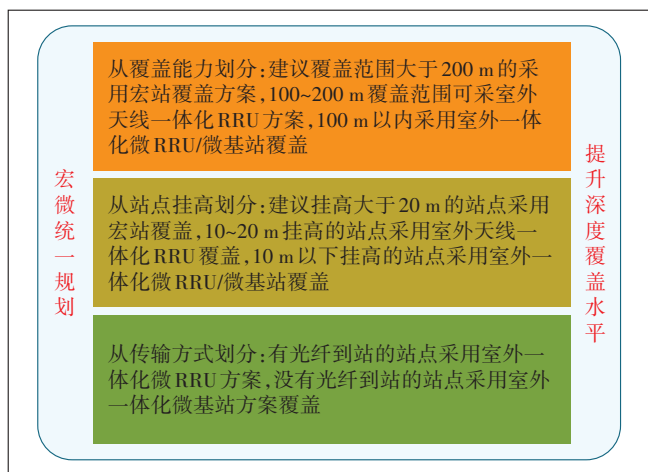


图7 宏微协同统一规划

微站要求使用和宏站同厂家的设备,保持区域格局一致性,避免异厂商插花组网对网络的冲击,实现网络性能最优与高效管理。

4 应用案例

4.1 某别墅小区边缘弱覆盖提升

4.1.1 问题分析

如图8所示,MR质量监控发现某别墅小区覆盖较差,同时也接到用户投诉反映在弱覆盖区域使用微信视频等感知较差。



图8 MR质量监控

通过智能网优平台分析发现弱覆盖区域平均信号电平约为-114 dBm,覆盖场景为住宅区(别墅)。区域内用户主要使用网页浏览、短视频等业务,对速率要求相对较低,但对下行RTT时延要求相对较高。该区域主要靠宏基站覆盖,距基站约320 m,位于基站覆盖边缘,因为房屋及周边树木的遮挡导致覆盖较差。经现场查勘测试,发现主覆盖基站天线参数合理,无RF优化调整空间。

4.1.2 解决方案

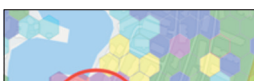
由于该弱覆盖区域为小区边缘,覆盖较差,且位于高档别墅小区内,通过新建基站解决施工难度较大且建设周期长。考虑该区域用户主要使用的业务对覆盖电平的要求相对较低,低成本的提升空口发射功率的方式是最优方案。

a) 将基站RRU由60 W更换为80 W,同时将小区RS功率由15.5 dBm提升至21.2 dBm。

b) 将基站天线由15 dB普通天线更换为20.5 dB高增益天线。

4.1.3 处理效果

优化方案实施后弱覆盖区域整体覆盖水平得到一定改善,如图9所示,虽然距良好覆盖水平仍有一定差距但已能够满足用户业务需求。该方案所花费用只有3 000元左右,只有传统建设基站的方式节约90%。



		项目	整改前	整改后
小区指标	平均覆盖距离/m	300	350	
	日均业务量/GB	60	72	
	MR覆盖率/%	89	93	
用户指标	下行RTT时延/ms	150	84	
	下行接收电平/dBm	-114	-110	
	UE发射功率/dBm	1	-5	

图9 优化后效果

4.2 某住宅小区综合覆盖提升

4.2.1 问题分析

如图10所示,MR质量监控发现巴南某小区及周边3G覆盖较差。实地查勘测试发现该区域面积约为1.2 km²,主要由某新建住宅小区(包含洋房及高层)及周边老旧社区、医院、学校等组成。该区域忙时整体话务量407 Erl,月均语音投诉5起,常驻用户约2 000人。



图10 MR质量监控地理呈现

将该区域划分为5个弱覆盖子区域,经分析,各区域问题原因如表1所示。

表1 弱覆盖区域原因

弱覆盖区域	弱覆盖范围	弱覆盖原因
A	钛白粉厂内部	原覆盖基站拆除
B	华宇龙湾小区(高层)	2G/3G互操作策略不合理
C	华宇龙湾小区(洋房)	①单4G站点无3G设备 ②天线挂高过低
D	新城雅舍小区	深度覆盖较差,无室分
E	道角农贸市场周边	天线挂高低

4.2.2 解决方案

该区域整体覆盖较差是由多方面因素导致的,建设、维护、优化都存在问题。其中建设类问题主要为部分区域缺乏宏站、室分;维护类问题主要为部分基站天线挂高过低,受阻挡以及前期拆除站点未及时还建;优化类问题主要为部分区域2G/3G互操作策略不合理,导致用户脱离2G网络后无法尽快占用3G信号。针对以上问题,建维优一体化工作组紧密配合,相互协同,制定出整改先行、宏微结合、优化协同的整体解决方案,具体如表2所示。

表2 具体解决措施

弱覆盖区域	弱覆盖范围	解决措施	责任部门
A	钛白粉厂内部	还建前期拆除基站	运维部
B	华宇龙湾小区(高层)	调整2G/3G互操作策略	网优中心
C	华宇龙湾小区(洋房)	①新增3G设备 ②增加天线挂高	网发部/工建中心
D	新城雅舍小区	新建室分及外引	网发部/工建中心
E	道角农贸市场周边	整改原天线至附近铁塔楼面塔	运维部

4.2.3 处理效果

综合解决方案实施完成后该区域3G覆盖水平得到显著改善,如图11所示,区域话务量增幅明显,同时投诉得到有效控制。

5 总结

本文探索的基于精准位置的大数据建模方法,不仅实现了网络覆盖问题的智能监控,而且通过模拟布站解决了规划落地准确性差的难题。同时,结合低成本的建设方案,一方面降低单点建设成本,另一方面快速提升深度覆盖与广覆盖水平,为快速提升网络口碑提供了一条崭新的途径。

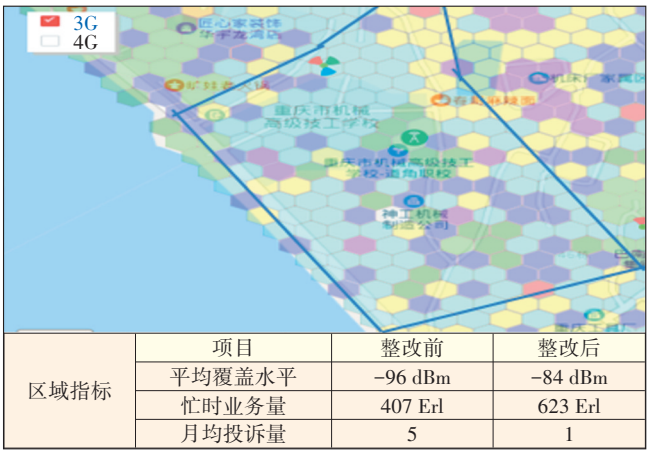


图11 MR质量监控地理呈现

参考文献:

[1] 王新楼,郭超,纪国强. 基于MR位置指纹定位的优化算法分析和实践[J]. 邮电设计技术,2014(11):52-56.

[2] 何珂,全涛,赵晋,等. 基于MR数据的LTE网络射频精细优化的方法研究[J]. 移动通信,2013(12):15-19.

[3] 胡亚希,梁双春,方媛,等. 基于LTE测量报告数据的小区覆盖分析[J]. 电信工程技术与标准化,2013(1):33-37.

[4] 胡回朝,黄小光,汪伟. 微基站解决密集城区深度覆盖的研究[J]. 移动通信,2017,41(7).

[5] 谢韬涵,兰丽娜,于翠波,等. 基于手机实测数据的小区覆盖多因素分析方法[J]. 现代电信科技,2009,39(12):49-53.

[6] 周培祥,高鹤,郑学汉. 智能小区移动通信网络覆盖优化技术[J]. 山东建筑大学学报,2008,23(3).

[7] 李赛. MR多维数据分析用于LTE网络覆盖智能优化[J]. 价值工程,2019(22).

[8] 梁金山,马宁,赵明峰. 基于多维度的LTE室分MR弱覆盖小区优化方法[J]. 移动通信,2017(5).

[9] 李维. 基于LTE MR大数据挖掘的网络覆盖评估分析[J]. 中国新通信,2015(24):110-110.

[10] 何进栋. 基于MR.AOA的网络精准覆盖优化方法[J]. 移动通信,2018,42(5):61-66.

[11] 郑锦鹏,邓志勇,魏坚. 4G MR覆盖率优化思路研究[J]. 广东通信技术,2019,39(4):15-18,22.

[12] 岳军,陶琳,赵明峰,等. 基于MR的TD-LTE网络重叠覆盖优化方法研究[J]. 电信工程技术与标准化,2018,31(10):72-76.

[13] 陈西强. 基于移动MR数据的基站天线方位研究及其在网络优化中的应用[D]. 北京:北京邮电大学,2014.

作者简介:

范琨,网络优化技术主管,硕士,主要从事移动网络优化规划管理工作;邓巍,网络优化技术主管,硕士,主要从事移动网络优化规划管理工作;李皓杰,网络优化技术专家,学士,主要从事移动网络优化规划工作。