



移动无线网大数据规划模型研究

陈宇¹, 陈晓冬¹, 刘悦²

(1. 中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院, 广东 广州 510630;

2. 中国电信集团公司网络运行维护事业部, 北京 100010)

摘要: 随着近年来大数据技术的发展, 各行业加强了其在专业领域的研究及应用。对于移动运营商的无线网规划专业, 通过结合企业拥有的市场、网络、终端、基站、规划等数据源进行大数据规划将有效提高网络规划的精准度及自动化水平。从目前已有的大数据规划平台来看, 一般存在没有充分考虑场景区分及区域类型的问题, 这对规划结果有一定影响。首先分析移动无线网大数据规划模型所需数据源、处理应用架构及实施方法, 再从移动无线网大数据规划关键环节及模型分析开始分别研究面、线、点 3 种覆盖规划模型包含的标准、算法及参数设置等内容, 最后对移动无线网大数据规划模型的构建及应用提出相关思路和建议。

关键词: 移动无线网; 大数据; 规划模型; 算法; 建议

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019292

Research on the big data planning model of mobile wireless network

CHEN Yu¹, CHEN Xiaodong¹, LIU Yue²

1. Intelligent Networks and Devices Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China

2. Network Operation and Maintenance Division of China Telecom Corporation, Beijing 100010, China

Abstract: With the development of big data technology in recent years, various industries have strengthened their research and application in their professional field. For the wireless network planning specialty of mobile operators, it will effectively improve the accuracy and automation level of network planning by combining the market, network, terminal, base station, planning and other data sources owned by enterprises. For the existing large data planning platforms, there are generally problems that do not fully consider the discrimination of scenario or regional types, which have a certain impact on the planning results. Firstly, the data sources, processing application architecture and implementation method which the large data planning model of mobile wireless network needed were analyzed. Then, the standards, algorithms and parameter settings of the three coverage planning models of surface, line and point were studied after the key steps and model analysis of the big data planning in mobile wireless network. Finally, some ideas and suggestions were put forward for the construction and application of the big data planning model in mobile wireless network.

Key words: mobile wireless network, big data, planning model, algorithm, suggestion

1 引言

近年来,随着大数据技术的快速发展,各行业领域加强相关的研究和应用。作为电信运营商,如何将企业拥有的海量数据进行有效利用已成为近期的研究热点。就移动无线网规划专业而言,用好企业拥有的市场、网络、终端、基站、规划等数据源,能支撑企业更好地感知网络实际状况及关注用户体验,有效地实现网络的精准规划及建设部署。

从目前的大数据与运营商网络规划、建设、维护、优化结合程度来看,利用 MR (measure report, 测量报告) 数据进行栅格呈现及指标统计,并且结合现网数据进行网络优化已经比较成熟;另一方面,对于网络规划也有相应的探索和应用,但是对于目前已有的大数据规划系统,基本上没有考虑到区分场景及区域类型的问题,这将对规划结果的准确性造成一定的影响。

本文为解决上述问题,首先进行规划数据源、处理应用架构及实施方法研究分析,再针对面、线、点三种场景类型的特点分别进行规划模型的分析及研究,包括其中的栅格标准定义、弱覆盖区域汇聚过程与算法研究、加站流程与算法研究、射频仿真、价值排序、规划站点清单输出等环节内容。最后对移动无线网大数据规划模型构建给出相关思路及应用建议。

2 规划数据源、大数据处理应用架构及实施方法分析

结合大数据规划系统在规划过程中所需的数据类型及关键参数,以及现有运营商各类系统所能提供的种类,大数据规划过程所需的数据源输入主要包括:现网基站数据、可用站址资源数据、DT/CQT 数据、MR 数据、CDR 数据、用户感知数据、话统数据、用户投诉、市场需求、仿真数据等,对于每种规划数据源种类的详细分

析见表 1。

如图 1 所示,无线网规划系统的大数据处理应用架构采用分层架构模式,主要分为数据源、数据处理层及应用层 3 层。其中数据源主要是包括上文所述的 10 种数据源,通过相应的数据汇聚方法完成数据的采集并进入数据处理层的数据预处理阶段。具体的实施方法需要根据数据源的特点看是否要先完成省级数据的汇聚及边缘处理再将结果传送至集团中心;或是将原始数据从省级直接向集团汇聚,这种情况要考虑数据传输过程的完整性、可靠性及时效性。

在数据处理层,主要采用大数据计算框架、存储、共享等相关技术通过调用规划模型库中相应的规划模型(下文详细展开)完成包括数据预处理在内的数据处理并将结果进行存储最后向上层提供访问接口;同时也通过实现与其他平台及软件的接口完成数据交互。在实施的过程也要根据数据特点分成省级处理及集团中心处理两种方式,从数据一致性及标准统一性来看,将所有原始数据汇聚到集团大数据集群中心进行统一处理是更优的方案。

应用层包含无线网大数据规划关键环节(下文详细展开)对应功能等,例如覆盖评估、弱覆盖区域汇聚、自动加站、射频仿真、价值排序等;同时还有大数据 GIS 呈现、扩容预警、与建设维护优化专业的对接模块等。其中扩容预警主要由扩容标准决定,本文不详细展开,与建设维护优化的数据对接将有利于建维优环节的打通。在具体实施过程中建议集团中心完成通用应用功能,再在此基础上叠加省级特定规划需求功能。

3 移动网大数据规划模型研究

3.1 移动无线网大数据规划关键环节及模型分析

如图 2 所示,移动无线网进行大数据规划的关键环节主要包括以下 7 个环节,下面对每个环节进行描述。



表 1 规划数据源详细分析表

数据源	内容描述	采集来源	采集要求	关键信息	适用范围
现网基站数据	现网基站工程参数	4G 综合网管	按需更新	站点名称、小区名称、eNode B-ID、Cell-ID、小区经度、小区纬度、天线增益、下倾角、方向角、天线挂高、频段等	原始站清单生成、射频仿真、价值排序
可用站址资源数据	现网可用站址资源信息	铁塔公司、建设维护部门	按需更新	可用站址经度、纬度、建设方式、建筑物高度、天线资源等	射频仿真
DT/CQT 数据	DT/CQT 路测数据	路测软件	按需采集，以栅格为单位汇总	经度、纬度、RSRP、SINR、上传速率、下载速率、主小区信息、从小区信息等	覆盖评估、原始站清单生成、价值排序、射频仿真
MR 数据	采用 MRO 文件中含经纬度信息的 MR 数据	4G 综合网管	按周采集，按月汇总	MR 采样经度、纬度、RSRP、CQI、RSRQ、eNode B-ID、Cell-ID 等	覆盖评估、原始站清单生成、价值排序
CDR 数据	话单数据	4G 综合网管	7×24 h 采集，按需汇总	上行吞吐量、下行吞吐量，上行感知速率、下行感知速率、4G 呼叫密度等	价值排序
用户感知数据	KQI 感知数据	移动互联网业务感知分析系统	7×24 h 采集，按需汇总	感知总体优良率，浏览类业务优良率、首包时延、首页时延、页面时延、速率、DNS 解析时延、TCP 解析时延、HTTP 建立时延，视频类业务优良率、速率、卡顿比例、首包时延，IM 类业务优良率、TCP/HTTP 建立成功率、消息发送时延，游戏类业务优良率、时延等	价值排序
话务统计数据	流量、用户数、吞吐率等话务统计指标	4G 综合网管	7×24 h 采集，按需汇总	PDCP 层上行用户面流量、PDCP 层下行用户面流量、平均 RRC 连接用户数、上行 PRB 利用率、下行 PRB 利用率、PDCP 层上行有效吞吐量、PDCP 层下行有效吞吐量、LTE 重定向到 3G 的尝试次数等	价值排序
用户投诉	网络类用户投诉	客服部门、运维部门	月度	投诉时间、经度、纬度、归属网络、问题描述、位置类型（室内、室外）、投诉类型（无信号、信号差、速率差）、关联小区等信息	价值排序
市场需求	市场推广活动区域	市场部门	按需	区域经度、纬度、覆盖情况、区域图例等	价值排序
仿真数据	采用仿真软件评估网络覆盖、质量数据	业界通用仿真软件	基于校正的传播模型，市区 20 m 以下精度的电子地图，郊区、农村 50 m 以下精度的电子地图	栅格经度、纬度、RSRP、SINR 等	射频仿真

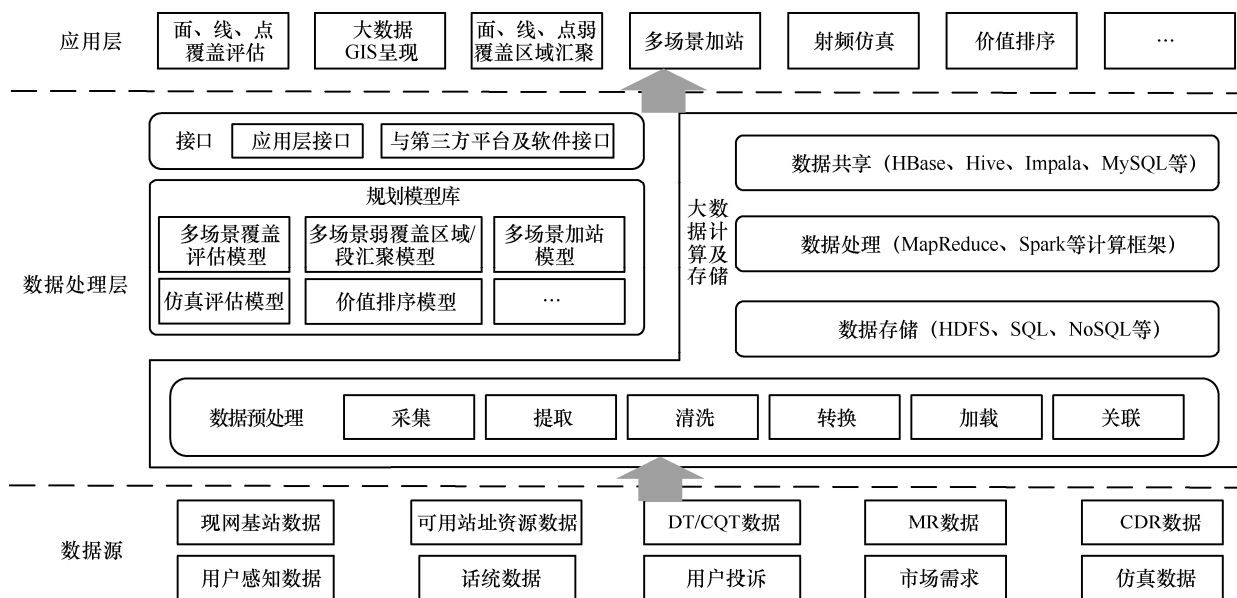


图1 大数据处理应用架构分析

- 环节1: 将第2.2节分析的规划数据源输入规划平台并进行数据关联。
- 环节2: 对规划前现网覆盖情况进行评估。
- 环节3: 定义栅格及弱覆盖栅格, 采用相关算法对弱覆盖栅格进行汇聚, 形成弱覆盖区域。
- 环节4: 根据基站覆盖半径剔除维护类、工程建设类、优化类站点覆盖的弱覆盖栅格, 在汇聚弱覆盖区域规划新建站, 生成原始基站清单。
- 环节5: 基于原始基站清单, 通过射频仿真模拟评估规划站点开通后的网络覆盖和干扰情况, 更新站址工参。
- 环节6: 结合用户感知数据、话统数据、用户投诉数据、市场需求等多维数据, 对原始建站清单进行价值排序。
- 环节7: 价值排序后, 将最终规划站点清单输出, 包括: 序号、站点名、频率、站型、扇区配置、功率、经度、纬度、挂高、方向角、下倾角、天线类型、场景类型、优先级等信息。

从上述7个关键环节中提取规划共性步骤,

并组成规划模型。如图2所示, 每个关键环节相应的规划模型包含了标准、算法、参数、门限、方法等内容: 其中的标准包括栅格标准, MR评估、DT评估标准、射频仿真的评估标准; 算法包括弱覆盖区域汇聚过程的汇聚算法及原始基站清单生成过程的基站算法, 参数包含汇聚及基站过程的关键参数。下面分面、线、点3种场景展开研究。

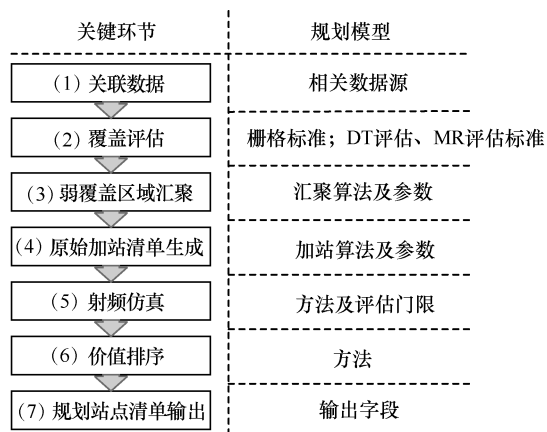


图2 移动无线网大数据规划关键环节

3.2 面覆盖规划模型

面覆盖规划主要针对密集城区、一般城区、县城、郊区、乡镇等场景。不同场景建筑物特性



不一样,带来阴影衰落余量、建筑物的穿透损耗不同,导致不同场景栅格大小,弱覆盖栅格汇聚算法、加站算法等规划模型有所差异。面覆盖规划包括覆盖评估、弱覆盖区域汇聚、加站算法及流程、射频仿真、价值排序、规划站点清单输出6个环节。下面对相关内容进行分析。

(1) 覆盖评估

覆盖评估手段主要采用MR和DT评估,通过经纬度信息将MR采集数据和DT测试数据栅格化,形成MR栅格及DT栅格,采用电子地图GIS评估规划区域的网络覆盖。

在栅格标准上,建议采用20 m×20 m栅格作为基础栅格,针对不同区域可汇聚为更大的栅格,如:郊区、农村采用100 m×100 m栅格。

对于MR评估:在数据来源,采用MRO文件中含有经纬度信息的MR数据;对于MR有效栅格标准,由于不同区域的采样点数量不同,建议密集城区、一般城区≥8个,县城、郊区≥5个,乡镇、农村≥3个;MR弱覆盖栅格标准是指RSRP大于MR覆盖门限采样点的数量占比小于一定比值(根据覆盖目标进行调节)的栅格。

对于DT评估:在数据来源,采用业界通用路测设备采集的DT数据,DT弱覆盖栅格标准是指服务小区RSRP均值小于覆盖率门限的栅格。

当MR栅格与DT栅格叠加时,弱覆盖栅格原则上以MR评估结果为主。仅当不满足MR有效栅格要求时,以DT评估结果为准。

(2) 弱覆盖区域汇聚

弱覆盖区域汇聚即按照一定算法及参数将MR弱覆盖栅格、DT弱覆盖栅格汇聚,形成弱覆盖区域,后续基于每一个弱覆盖区进行加站评估。

汇聚算法建议采用雷达扫描法,雷达扫描法适用于面覆盖的相关算法,它是以弱覆盖栅格为圆心,按一定半径进行扫描,当扫描范围内的弱覆盖栅格占比达到或超过弱覆盖栅格占比门限的区域标记为一个弱覆盖区。

在本模型中,具体算法是在待规划区域内,按一定顺序以任意弱覆盖栅格为中心,按扫描半径 L 进行扫描,计算扫描区域内的弱覆盖栅格占比 S ,当占比达到或超过某门限时,则将该扫描区域标记为弱覆盖区域。对待规划区域内的所有弱覆盖栅格逐点遍历直至不满足条件,迭代终止。当相邻两个或多个被标记的弱覆盖区出现部分栅格叠加时,应聚合为一个大的弱覆盖聚合区域。

其中主要参数包括:

- 扫描半径 L : 1/3站间距(小于1/3站间距可以通过其他方式解决,例如增加微站、优化调整等);
- 弱覆盖栅格占比门限: 弱覆盖区域从无线规划的角度来说存在于小区的边缘,因而:弱覆盖区域的占比门限=以任意弱栅格为圆心,扫描半径内的弱覆盖栅格占比门限达到(1—边缘覆盖率);同时,规划目标覆盖率是面覆盖率,对于不同区域类型,不同面覆盖率可以转换为边缘覆盖率。弱覆盖栅格占比与区域覆盖率对应表见表2,以密集市区阴影衰落标准差8 dB为例,如某区域覆盖率目标为96.6%,区域覆盖率是面覆盖率,弱覆盖存在于边缘区域,96.6%区域覆盖率对应边缘覆盖率90%,则弱覆盖栅格占比门限取10%。

(1) 原始加站清单生成

原始加站清单生成流程如图3所示。

在弱覆盖区域汇聚之后,按照图3的算法及流程,进行加站评估,生成原始加站清单。具体步骤如下:

步骤1 规划区域的基站故障类、有规划待建设类、待优化类弱覆盖栅格的判定与标记。

- 基站故障类: 以现网已开通且临时退服基站为中心,采用覆盖半径(2/3站间距)进行扫描,将扫描区域内的弱覆盖栅格标记为“不确定性栅格”并进行吸收;

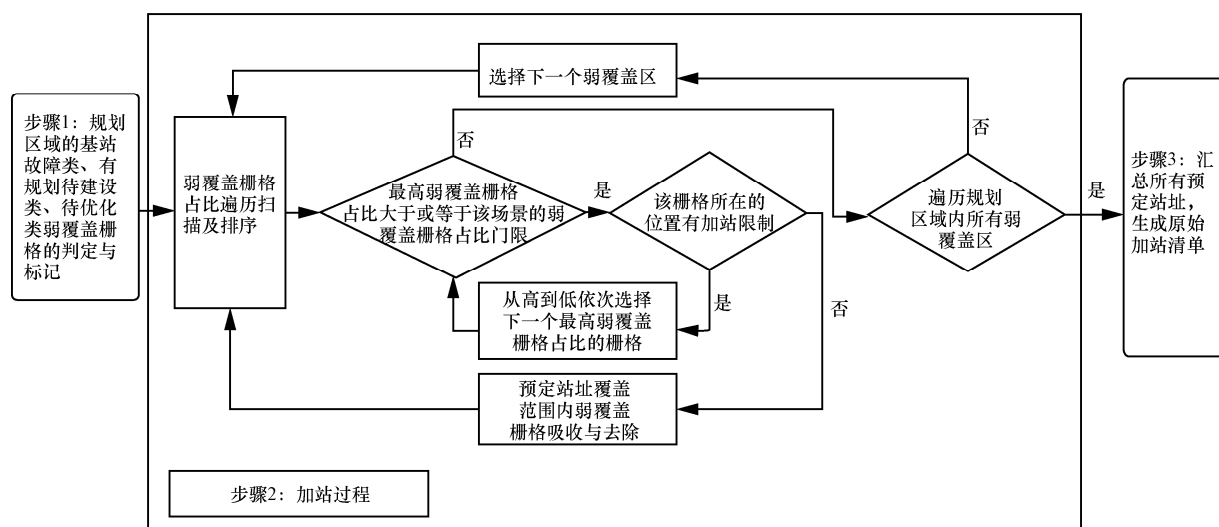


图3 原始加站清单生成流程

表2 弱覆盖栅格占比与区域覆盖率对应表

弱覆盖栅格占比门限	边缘覆盖率	区域覆盖率
50%	50%	75.00%
45%	55%	78.80%
40%	60%	81.80%
35%	65%	84.70%
30%	70%	87.40%
25%	75%	89.90%
20%	80%	92.30%
15%	85%	94.50%
10%	90%	96.60%
9%	91%	97.00%
8%	92%	97.40%
7%	93%	97.70%
6%	94%	98.10%
5%	95%	98.40%
4%	96%	98.80%
3%	97%	99.10%
2%	98%	99.40%
1%	99%	99.70%

- 有规划待建设类: 以前期已规划待开通基站为中心, 以覆盖半径 (2/3 站间距) 站间距进行扫描, 将扫描区域内的弱覆盖栅格标记为“不确定性栅格”并进行吸收;
- 待优化类: 建议 1/2 覆盖半径 (1/3 站间距) 范围内的弱覆盖问题尽可能通过优化调整

解决。以现网正常运行基站为中心, 以 1/2 覆盖半径 (1/3 站间距) 进行扫描, 将扫描区域内的弱覆盖栅格标记为“不确定性栅格”并进行吸收。

步骤2 加站过程

按一定顺序, 逐个选取弱覆盖区 (已完成聚合), 进行加站评估。

(a) 弱覆盖栅格占比遍历扫描及排序

过程描述: 对弱覆盖区域内“不确定性栅格”以外的所有弱覆盖栅格以 1/3 站间距为半径进行遍历扫描, 计算每个扫描区域内的弱覆盖栅格占比 (“不确定性栅格”纳入有效栅格仅作为分母参与运算), 对遍历扫描得出的所有弱覆盖栅格占比值从高到底进行排序, 然后进入 (b)。

(b) 判定最高弱覆盖栅格占比是否大于等于该场景的弱覆盖栅格占比门限 (参见弱覆盖区域汇聚部分), 如满足进入 (c), 否则进入 (e)。

(c) 判断该栅格所在的位置是否有加站限制, 如有限制, 则从高到底依次选择下一个最高弱覆盖栅格占比的栅格, 重复 (b); 如无限制, 该栅格位置作为预定站址, 进入 (d)。

加站限制条件: 无法进行加站的地形地貌, 如水域、森林、农田等。



(d) 预定站址覆盖范围内弱覆盖栅格吸收与去除。

过程描述：以预定站址为中心，将覆盖半径（ $2/3$ 站间距）范围内的弱覆盖栅格标记为“已覆盖栅格”（方法一：对每一批预定站址进行加站后的射频仿真，基于仿真结果对弱覆盖栅格进行吸收；方法二：以 $2/3$ 站间距半径进行吸收）。然后返回(a)，核查该弱覆盖区域的问题是否已基本解决。

(e) 选择下一个弱覆盖区，从(a)开始进行新的加站评估，直至遍历所有弱覆盖区，最终完成后进入步骤3。

步骤 3 汇总所有预定站址，生成原始加站清单，包括频率、站点名、小区名、经度、纬度、挂高、方向角、下倾角、站型、室内外类型、场景类型等信息。

其中的主要参数为：

- 扫描半径 L ： $1/3$ 站间距（与弱覆盖区域汇聚算法相同）；
- 覆盖半径： $2/3$ 站间距（基于三扇区站站间距与覆盖半径关系）；
- 弱覆盖栅格占比门限：与弱覆盖区域汇聚算法相同。

(2) 射频仿真

基于原始加站清单，通过射频仿真模拟评估规划站点开通后的网络覆盖和干扰情况，结合可用站址资源、用户分布区域等信息调优新规划站址的位置、方向角、下倾角和功率以及周边现网基站的方向角、下倾角和功率等，更新站址工参。

评估门限包括 RSRP、SINR 覆盖率门限，覆盖率采用栅格覆盖率。

仿真输出：

- 新规划站址的经度、纬度、天线高度、方向角、下倾角、功率以及扇区配置；
- 周边现网基站方向角、下倾角和功率调整方案；
- 规划站点开通后的网络覆盖和干扰情况。

(3) 价值排序

对规划站址进行价值排序，确定建站优先级。价值排序应至少考虑用户投诉及感知情况、市场发展需求、政策性需求、对标需求、地址位置的重要及紧迫度（如“红线内”区域、热点区域）等因素，数据源可以参考第2节。价值排序算法包括两种类型：第一种是通过给每一个要素分配相应的权重，并对于每一个要素进行归一化评分，再进行所有要素加权叠加，最终完成排序输出；第二种是对每一种要素设置打分条件，然后将总体分数进行叠加，最终完成排序输出。

(4) 规划站点清单输出

价值排序后，输出最终规划站点清单，至少应包括：序号、站点名、频率、站型、扇区配置、功率、经度、纬度、挂高、方向角、下倾角、天线类型、场景类型、优先级等信息。

3.3 线覆盖规划模型

线覆盖规划主要针对高铁、高速等线场景，主要参考 DT 测试数据。高铁车站休息区和站台、车站售票大厅，高速服务区、收费区等参照点覆盖规划模型。

(1) 覆盖评估

由于目前高速移动用户的定位还不够精准，建议线场景的覆盖评估主要基于 DT 数据。具体方法即将 DT 测试数据栅格化处理，形成 DT 栅格，结合电子地图 GIS 评估规划线路的网络覆盖。

在栅格标准上，由于车速的原因，建议采用 $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ 栅格。

对于 DT 评估：通过 DT 测试采集规划路线的覆盖及干扰情况。对于隧道等无法接收 GPS 路段，路测时可以开启惯性导航功能或后台分析时采用轨迹补偿，以确保每一个 DT 采样点具备经纬度信息，然后将 DT 测试数据栅格化，以评估线场景的覆盖情况。同时对 DT 弱覆盖栅格、无覆盖栅格、已覆盖栅格、无数据栅格标准都进行定义。

(2) 弱覆盖区段汇聚

弱覆盖区段汇聚即按照一定算法及参数将DT弱覆(或无覆盖)栅格进行汇聚,形成弱覆盖区段,后续基于每一个弱覆盖区段进行加站评估。

汇聚算法采用首尾相连法,首尾相连法更适用于线覆盖的相关算法,它是按照一定顺序逐个判断线路上每一个栅格是否属于弱覆盖(或无覆盖)栅格,采用首尾相连法汇聚具备邻接关系的弱覆盖(或无覆盖)栅格,形成弱覆盖区段。汇聚原则如下:

- 弱覆盖(或无覆盖)相邻栅格应汇聚为一个弱覆盖区段;
- 弱覆盖(或无覆盖)栅格之间仅间隔一个已覆盖(或无数据)栅格时,应汇聚为一个弱覆盖区段;
- 弱覆盖(或无覆盖)栅格与已覆盖栅格之间仅间隔一个无数据栅格时,不应将间隔的这个无数据栅格汇聚到弱覆盖区段。

因采用首尾相连法判断弱覆盖区段时是以栅格为单位逐个判断,当相邻的弱覆盖区段出现叠加时,应汇聚成为一个大的弱覆盖区段,遍历直至无法汇聚,迭代终止。

其中主要参数包括:高铁(或高速)的弱覆盖区段栅格总数门限:弱覆盖区段中的弱覆盖(或无覆盖)栅格总数 $\geq$ 高铁(或高速)站间距 $\times$ (1-边缘覆盖率)/栅格大小,其中边缘覆盖率见第3.2节。

例如:当已运营高铁的目标覆盖率为90%,则对应边缘覆盖率75%,组网站间距700~1 000 m,则计算得出:弱覆盖区段中的弱覆盖栅格(或无覆盖)总数 ≥ 3 个,考虑到弱覆盖区段中各类栅格的离散分布以及信号波动,则弱覆盖区段栅格总数门限取2~5个栅格。

(3) 原始加站清单生成

线覆盖的加站过程与面覆盖大致相同,但由于线覆盖与面覆盖规划方法的差异,有以下一些

差别:

- 在“规划区域的基站故障类、有规划待建设类、待优化类弱覆盖栅格的判定与标记”步骤之前,需要判断选择的弱覆盖区段是否达到或大于栅格总数门限,如果是再进行后续步骤;
- 根据线覆盖规划的“之字形”布站方式,覆盖半径应为1/2站间距,扫描半径也以1/2站间距进行扫描;
- 扫描区域为线路沿线。

(4) 射频仿真

采用与面覆盖类似的射频仿真方法,高铁场景需考虑车厢穿损。

(5) 价值排序

采用与面覆盖相关的要素和方法,同时考虑线路繁忙度(高铁车次数、高速车流量、地铁载客流量等),综合进行价值排序。

(6) 规划站点清单输出

采用和面覆盖相同的输出。

3.4 点覆盖规划模型

点覆盖规划主要针对高流量商务区、高密度住宅区、高校,行政村/自然村场景,规划前应建立各类场景相应的区域图层,作为点覆盖规划的目标区域。

(1) 覆盖评估

在覆盖评估时应考虑各类场景楼体的穿透损耗差异,且AGPS定位有偏差,因此将落入各类场景范围内栅格的MR采样值额外增加一定的穿透损耗Y dB,该穿透损耗值基于典型场所的现场测试情况分别取值。

栅格标准和面覆盖相同;同时新增CQT评估,评估标准也与面覆盖相同;在MR评估中,对MR RSRP进行修正,即将栅格内的MR采样点的RSRP值统一减Y dB。

(2) 弱覆盖区域汇聚

点覆盖场景弱覆盖区域汇聚算法及参数与面



覆盖场景类似,由于点场景额外增加了穿透损耗,站点覆盖能力减小,因此雷达扫描算法的扫描半径也相应减小,假设减小比例为 D 及某地高密度住宅区场景穿透损耗增加值 $Y=8\text{ dB}$,移动网制式频段为 1.8 GHz ,采用Cost231-Hata传播模型,计算得覆盖半径及扫描半径减少为面覆盖规划的 $D=60\%$ 。

(3) 原始加站清单生成

加站流程与面覆盖相同,只是覆盖半径及扫描半径要乘以减小比例 D 。

(4) 射频仿真、价值排序、规划站点清单输出与面覆盖场景相同。

3.5 移动无线网大数据规划模型构建及应用建议

结合以上研究分析,对移动无线网大数据规划模型构建及应用建议如下。

- 为提升移动无线网大数据规划的精准度,应分场景及区域类型的进行大数据规划,同时对每种场景类型制定相应的规划模型,并结合目标覆盖率、设计相应的算法、标准以及随区域类型而自动调整的算法参数,提高算法自适应程度及校准能力。
- 网络规划过程应该关注射频仿真的应用,对于规划新增站点,需通过射频仿真对规划区域进行覆盖和干扰评估,并进行相应工参调优。
- 综合考虑运营商现有数据源以及特定场景关注要素对站址价值进行排序,从而形成布站先后的参考;价值排序相关要素跟权重跟网络建设阶段及细分场景有关,需根据具体情况进行设置。在采用的方法上建议采用归一化的加权法,这种方式能在规模较大的网络规划中提高区分度。
- 在原始加站清单生成阶段,需根据不同场景制定相应的原则并结合现场实地勘察进行站型选取。站型选取原则包括频率选择策略、各细分场景站型选取策略等,例如

线覆盖场景的高铁(高速)在隧道细分场景可考虑泄漏电缆进行覆盖;车站候车厅、售票厅、站台则优先考虑室分系统等。

- 大数据规划模型可以将扩容预警考虑进来,由于扩容预警很大程度由扩容标准决定,另一方面扩容在网优阶段考虑更为合适,本文不详细展开分析,数据源也是上文提及的相关数据源。

4 结束语

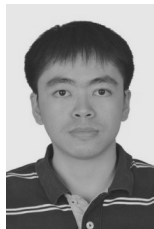
从目前移动通信运营商基于大数据的无线网络规划程度来看,还具有继续细化及深入研究的空间。为提高规划的精准度,可以进一步细分面向的场景及区域类型并构建相应的规划模型。本文首先从分析移动无线网大数据规划模型所需数据源、处理应用架构及实施方法出发,进而探讨移动无线网大数据规划关键环节及模型,再对面、线、点3种场景的覆盖规划模型进行研究,最后为移动无线网的大数据规划模型的构建及应用提出相关的思路和建议。

参考文献:

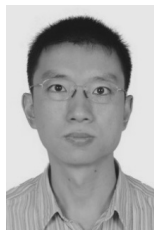
- [1] 汤劲松,蔡韵,王晓亮,等. 电信运营商大数据基础能力建设与实践[J]. 电信科学, 2018, 34(1): 158-165.
TANG J S, CAI Y, WANG X L, et al. Construction and practice of big data fundamental ability for telecom operators[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(1): 158-165.
- [2] 汪保友,钱晶,袁时金. 基于Hadoop的电信大数据采集方案研究与实现[J]. 电信科学, 2017, 33(1): 135-142.
WANG B Y, QIAN J, YUAN S J. Research and implementation on acquisition scheme of telecom big data based on Hadoop[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(1): 135-142.
- [3] 刘佳. 基于网优大数据平台的LTE站间距算法研究[J]. 移动通信, 2017, 41(15): 24-28.
LIU J. Research on LTE site spacing calculation method based on network optimization big data platform[J]. Mobile Communications, 2017, 41(15): 24-28.
- [4] 李兴龙. 大数据分析在网络规划中的应用研究[J]. 邮电设计技术, 2015(5): 23-27.
LI X L. Research on the application of big data analysis to network planning[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunica-

- tions, 2015(5): 23-27.
- [5] 李凤花, 臧军. 基于大数据分析的无线网规划方法浅析[J]. 广东通信技术, 2016(5): 62-64, 72.
LI F H, ZANG J. Analysis of wireless network planning method based on big data analysis[J]. Guangdong Communication Technology, 2016(5): 62-64, 72.
- [6] 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, 2017(12): 15-19.
HE K, QUAN T, ZHAO J, et al. Research on RF refined optimization method of LTE network baseon MR[J]. Mobile Communications, 2017(12): 15-19.
- [7] 陈涛, 鲁萌, 陈彦名. 运营商大数据技术应用研究[J]. 电信科学, 2017, 33(1): 130-134.
CHEN T, LU M, CHEN Y M. Research on operators' big data technologies and applications[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(1): 130-134.
- [8] 丁俊民, 廖振松. 基于大数据挖掘的 4G 网络规划研究[J]. 信息通信, 2016(2): 246-247.
DING J M, LIAO Z S. Research on 4G network planning based on big data mining[J]. Information & Communications, 2016(2): 246-247.
- [9] 陈宇, 闵锐, 陈晓冬, 等. 基于大数据的移动网智能规划平台研究[J]. 广东通信技术, 2019(6): 30-34.
CHEN Y, MIN R, CHEN X D, et al. Research on the scheme of intelligent planning platform for mobile network based on big data[J]. Guangdong Communication Technology, 2019(6): 30-34.

[作者简介]



陈宇 (1988-), 男, 现就职于中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院, 主要从事移动通信技术相关工作。



陈晓冬 (1976-), 男, 中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院高级工程师, 主要从事移动通信新技术的研究与试验工作。



刘悦 (1975-), 男, 中国电信集团公司网络运行维护事业部高级工程师, 主要负责 2G/3G/4G/5G 无线网运行维护管理。