

一种基于自动化判别基站天馈异常方法的技术研究

吕洪才

(北京洛神科技有限公司, 北京 100089)

摘要:网络营运、优化维护主要是基于网络优化维护的经验,针对现网存在天馈覆盖不合理、天线方位角工参信息与实际不一致等急需解决的迫切问题,通过研究如何在不额外增加投资的情况下,通过开发自动化、智能化工具,结合无线信令数据和数学模型测算,对天馈覆盖合理性以及天线工参准确性进行智能分析判断,达到有效降低天线异常核查和维护成本,同时大幅提升天馈覆盖核查的工作效率和数据准确性的目的。

关键词:天馈;大数据;MR;自动化;优化;机器学习

中图分类号: TN929

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)04-0223-03

0 前言

在移动网络中,基站天线方位角对网络覆盖区域起着决定性作用,但实际工作中经常遇到因物理环境阻挡、基站密度变化、建站不按照设计实施等因天线方位偏离覆盖目标用户群、基础工参方位角不准确导致出现网络规划、优化存在偏离目标的问题。由于常规网络评估手段无法有效定位此类隐性问题,进而用户感知面临恶化的风险。

传统的网络优化工作中天馈覆盖评估常用的方法主要有三种:

(1)现场逐站核查,精准度高,但耗时耗力、成本高昂、效率低下。

(2)DT测试,工作效率较前一种方式有所提升,但不可避免消耗大量人力物力,且存在评估局限性问题。

(3)采用传统数学模型定位算法,基于MR、传播模型和RSSI相结合的三角定位算法,确定天线方向角等,但也存在定位模糊的问题。

为准确、有效判断天馈是否有效覆盖目标用户群,需要从大数据精准定位方向探索,基于网络位置定位数据快速准确的挖掘天馈问题进行研究形成相关算法,总结出一套切实有效的解决方案,有效降低了天馈覆盖异常的核查成本,提高了核查效率

和数据准确性。

1 思路与研究方向

网络维护与优化中心,主要是基于前期积累的网络优化经验,通过大数据平台积极探索机器学习、完善软件编排等技术,针对现网存在天馈覆盖不合理、天线方位角与工参不一致等急需解决的迫切问题,基于MR精准定位数据,研究天馈覆盖有效性算法,总结出一套发掘基站天馈覆盖异常的思路,有效提高了对于天馈覆盖隐性问题的定位。

1.1 网络数据位置定位方法选取

目前主要有五种定位方法:神经网络、TA+AOA、三角场强、基站小区定位、S1_U数据中的经纬度信息定位和MR(GPS)定位。上述定位方法的特点对比如表1所示。

综合考虑定位精准度、运算响应速度等多方面因素的考虑,MR是更为适宜的定位方法。虽然MR数据不能进行全量用户定位,但是可通过延长采样周期的方式,确保采样点具备统计样本特性。

1.2 MR数据采集与解析的实现

与传统MR数据相比,MR_MDT数据的优势在于自带经纬度信息,能较好地对接现网的工参方向角进行校正以及网络覆盖

表1 用户定位方法特点对比

定位方法	定位精度	计算速度	优点	缺点
神经网络算法定位	80-120m	较慢	定位精度高,不需要传播模型	计算复杂、需要训练样本,定位精度受限于训练样本
三角场强定位	150m	慢	全量数据定位	覆盖模型制约精度,对于只有服务小区时无法定位
TA+AOA定位	150m	快	定位精度比较高,计算快捷,不需要训练样本	受只能天线数目影响,AOA统计值精度欠准确,非智能多天线站点无AOA。目前联能没有使用智能天线,无AOA数据生成
S1_U数据中的经纬度信息定位	20m	慢	定位精度比较高,提取相对简单	不能全量用户定位,精确匹配比较困难,可用数据量比较少
MDT_MR(GPS)定位	20m	快	定位精度高	不能全量用户定位,受用户终端影响

有效性进行精准评估,在天馈智能优化中,功能更具有适应性。

1.2.1 MR 数据采集原理

MR 数据通过无线下行网络向终端用户发送测量配置请求,手机终端在满足条件时触发测量,终端将上报包含经纬度信息的测量信息。原始测量文件数据直接报送到 OMC-R,以样本数据形式进行存储,最终生成 MRO 文件。

MR_MDT 的上报可分为 Logged MDT 和 Immediate MDT 两种方式,既可以单独开启,也可以同时开启,有如下特点:

(1)Logged MDT 是终端(UE)根据配置信息,当手机终端进入连接态时上报空闲态(Idle 态)进行测量与存储。

(2)Immediate MDT 是终端(UE)在连接态下进行上报测量数据,测量 MDT 数据包括包含空闲态和连接态的测量数据,规避了传统 MR 数据只有在连接态下才收集信息的问题。

1.2.2 MR 数据解析工具设计与实现

由于 MR 数据量大且存在格式限制,不利于优化人员直接分析。为此考虑需要设计实现 MR 的自动解压、解析工具,为 MR 分析工作提供支撑、提高效率。实现 MR 数据的自动解压、解析与入库的业务流程主要包含以下几个步骤:



图 2 MR 数据自动解压解析与入库工具的业务流程

按照以上流程进行自开发,实现了 MR 数据自动解压、解析、入库等功能,解决了优化人员难以应用海量 MR 数据开展专项分析的问题。

1.3 基于 MR_MDT 数据发掘基站天馈问题

基站天馈每个扇区有着明确的覆盖方向,而每个方向有明显的用户群体,用户群体的集中度与业务的集中度相关,因此用户越集中,MR 采样点也就越密集,跟据这种集中分布的特性,能较为准确的判断天馈覆盖方向。

1.3.1 发掘基站小区天馈问题思路

天线作为发射和接收无线电信号的主要器件,其中水平波瓣角又称半功率角或 3dB 波束宽度是描述天线覆盖主瓣方向图在给定截面上特性的重要参数,在水平波瓣角内集中了 50% 以上的天线辐射功率。因此,在规划天线覆盖方位时,要求盖目标用户集中在天线的水平波瓣角内。目前基站常用天线的水平波瓣角有 30°、45°、60°等。

(1)通过计算经纬度位置与基站经纬度连接线与正北方向的夹角,得到用户位置相对于小区的方向角。

(2)基于用户群体的集中度与业务的集中度相关特性,按照一定间隔角度、统计每个区间 MR 采样点数量,通过正态分布拟合算法推算出天线理想覆盖方向角。

(3)将理想覆盖方向角与天线实际覆盖方向角进行对比,确

认天线覆盖方向角是否有效覆盖目标用户或者现网天线方向角与工参提供信息不一致等问题,从而节约大量人员现场核查成本。

1.3.2 发掘基站天馈问题实现

根据上述算法,以海量 MR 数据、基站工参信息和小区经纬度为参考,评估用户所在位置相对天线的方向角,实现小区最佳方向角判断以及发掘天馈是否有效覆盖目标用户的问题。

(1)基于经纬度数据计算方向角。

设有一直线 AB,如图 2 所示,A 点坐标(lon1, lat1),B 点坐标(lon2, lat2),推导求直线 AB 的坐标方向角 $\angle \alpha_{AB}$ 公式。 $\Delta X = lat2 - lat1$, $\Delta Y = lon2 - lon1$, $\beta = \arctan(\Delta X / \Delta Y)$ 。

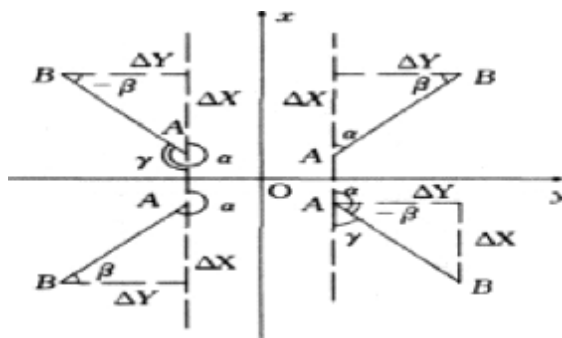


图 2 方位角计算

当 α 在第一象限时:

$$\Delta Y > 0, \beta > 0, \alpha = 90^\circ - \beta = 180^\circ - (90^\circ + \beta) = 180^\circ - 90^\circ - \beta = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta$$

当 α 在第二象限时:

$$\Delta Y > 0, \beta < 0, \alpha = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - (90^\circ + \beta) = 180^\circ - 90^\circ - \beta = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta$$

当 α 在第三象限时:

$$\Delta Y < 0, \beta > 0, \alpha = 180^\circ + (90^\circ - \beta) = 180^\circ + 90^\circ - \beta = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta$$

当 α 在第四象限时:

$$\Delta Y < 0, \beta < 0, \alpha = 180^\circ + \gamma = 180^\circ + (90^\circ - \beta) = 180^\circ + 90^\circ - \beta = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta$$

当 $\Delta X = 0, \Delta Y \neq 0$ 时, $\alpha = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta = 90^\circ$ 或 270°

当 $\Delta Y = 0$ 时,令 ΔY 等于一个无穷小量 ϵ , $\beta = \arctan(\Delta X / \epsilon) = \arctan \infty = \pm 90^\circ$, 那么 $\alpha = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \beta = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\epsilon) - \beta = 0^\circ$ 或 180° 。

综上所述方向角计算通用公式为: $\alpha = 180^\circ - 90^\circ \operatorname{sgn}(\Delta Y) - \arctan(\Delta X / \Delta Y)$ 。

坐标增量取值范围为: $\Delta Y \neq 0$, 若 $\Delta Y = 0$, 则令 ΔY 等于一个无穷小量,公式值域为 $[0^\circ, 360^\circ]$ 。

(2)评估小区天线最佳方向角。

以基站小区经纬度的正北方向为参考方向,计算出用户方向角后,从 0° 开始到 360° 范围内,以角度为 60° 为步长,分别统计 $0^\circ \sim 360^\circ$ 各区间内 MR 采样点数量及占比,MR 采样点占比服从正态分布,由此得出的最大 MR 采样点占比区间,该区间的角度即该

天线的最佳方向角区间。

(3) 基于天线最佳方向角发掘天馈问题。

通过计算得出基站小区的最理想覆盖方位角角度区间 $[a, b]$ 。最最理想覆盖方位角角度区间 $[a, b]$ 与工参天线的方位角对比,通过角度偏差大小来判断基站天线方向是否合理,进而判断天馈是否存在问题。以 A 小区为例,天线工参方位角为 $\angle\alpha$,基于 MDT 数据采样点推算得出 A 小区的最理想方位角角度区间为 $[a, b]$,判断天馈覆盖方向问题的规则如下:

① $\angle\alpha$ 满足 $a \leq \angle\alpha \leq b$, 来判断 A 小区覆盖方向在 $\angle\alpha$ 之间,在范围内无须处理。

② $\angle\alpha$ 不满足 $a \leq \angle\alpha \leq b$, 来判断小区覆盖方向不在 $\angle\alpha$ 之间,不在范围内,天线覆盖方向角与实际差值过大。

1.3.3 实现自动化、规模化评估分析

基于 MR 数据评估天馈覆盖算法,通过 Python 编程实现自动化、智能化、规模化评估分析:①实现天线最佳方向角判断;②实现天线覆盖目标用户群的准确性判断,有效提高优化工作效率。

2 结束语

借助“基于 MR_MDT 数据挖掘基站天馈问题”工具,实现了

智能判断基站天馈覆盖合理性及自动化判别工参天线数据准确性的目标:①减少了大量外场测试,以南宁市区 4G 网络 1.6 万余个小区为例,原计划用 3 人 \times 80h 完成南宁市区单轮 DT 测试、问题分析和天馈覆盖核查,现仅用 1 人 \times 2h 完成,核查效率大幅提升;②单轮天馈核查成本由 1.95 万元降至 0 元,成本费用得到有效控制;③对无线网络优化提供具体优化的指导建议,在用户投诉前主动改善网络感知,有效提升网络优化效率。

参考文献

- [1] 王尹,任中华,陶平.一种 5G 移动通信有源相控阵基站天馈系统:中国,CN110492217A[P].2019-11-22.
- [2] 刘辉,王宏科,赵金.一种判断基站扇区间天馈接反的方法和系统:中国,CN106792741B[P].2019-09-27.
- [3] 欧明,原振升,林登峰,等.一种基站天馈系统故障的确定方法及装置:中国,CN110149654A[P].2019-08-20.

收稿日期:2020-12-12

作者简介:吕洪才(1989-),男,汉族,山东潍坊人,本科,主要从事通信类软件项目管理的工作。

(上接第 210 页)

铸件表面需要进行少量的机械加工,在机械加工后,这些小尺寸缩松会被去除。因此改进后,该方案符合需求,消除了缩孔缺陷对铸件性能的影响,并且符合凝固温度场对缺陷预测的猜想。

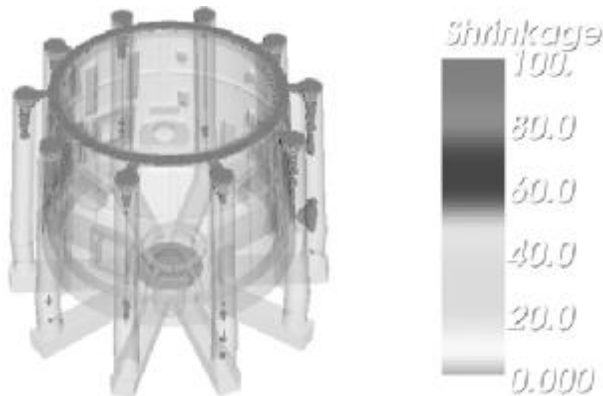


图 6 改进方案缩孔缺陷预测

7 结论

通过对铝合金舱体铸件进行工艺模拟、改进方案的设计及最终方案的模拟得到以下结论:

(1) 凝固过程中,如果不遵循顺序凝固原则,会导致缩孔缺陷产生。

(2) 凝固温度场和缺陷预测相辅相成,凝固过程能为缺陷产生位置提供理论依据,但为确保模拟结果准确性,仍需要结合这两者充分分析模拟结果。

(3) 冷铁添加能够有效增加收缩效率,改变凝固顺序,从而得到符合预期、符合质量需求的铸件。

(4) 通过对铸造工艺方案进行计算机数值模拟,能够有效反映方案设计的合理性,从而能够达到增加工作效率、缩短试制周期的效果。

参考文献

- [1] 侯华,毛红奎,张国伟.铸造过程的计算机模拟[M].北京:国防工业出版社,2008.
- [2] 王群,孙占春,范云波.铝合金箱体低压铸造数值模拟及其优化设计[J].特种铸造及有色合金,2017,37(3):284-287.
- [3] 侯华.铸造壳型凝固过程宏微观数值模拟及工程应用[D].太原:中北大学,2005.
- [4] 郑亚虹,王自东.复杂薄壁精密铝合金铸件铸造技术进展[J].铸造,2010,59(8):796-799.
- [5] 董秀琦,王冬,王承志,等.低压及差压铸造理论与实践[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [6] 陈金城,林柏年,何光新,等.铸造手册特种铸造卷[M].北京:机械工业出版社,2000.

收稿日期:2020-12-12

作者简介:袁宏伟(1977-),男,汉族,河南洛阳人,高级工程师,主要从事航空航天高性能铝镁合金铸造、增材制造等技术研究工作。