



4G

2G/3G/4G 天馈系统在网质量检测及性能优化

朱文涛, 高峰, 和凯, 宋智源

(中国移动通信集团设计院有限公司, 北京 100080)

摘要: 围绕天馈系统亟需解决的监控及诊断难题开展研究, 首先分析了在网天馈问题及天馈故障诊断现状。然后基于天馈系统参数对网络质量的影响分析, 开发了适用于 GSM、TD-SCDMA 和 TD-LTE 网络的“天馈系统在网检测与诊断平台”。最后通过现网应用, 验证了本文研究成果的实用性和准确性。应用该方法, 可以对天馈系统的参数进行细微分析, 在天馈系统出现重大故障前发现细小的、难于确认的问题, 打破了传统的在发生故障之后修理的维护方法。

关键词: 天馈系统; 故障; 检测; 优化

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015375

Quality detection and performance optimization of antenna system for 2G/3G and 4G

ZHU Wentao, GAO Feng, HE Kai, SONG Zhiyuan

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

Abstract: The urgent monitoring and diagnosing problem of antenna system was researched. Firstly, problems and fault diagnosis situation of antenna were analyzed. Secondly, by analyzing the impact of the antenna system parameters on network quality, a platform of antenna quality detection and fault diagnosis for GSM, TD-SCDMA and TD - LTE network was developed. Finally, the practicality and accuracy of research results is verified through the web application. With this method, the parameters of the antenna and cable system could be detailedly analyzed. it broken away from the traditional fix- after- failure maintenance process by finding small problems which was hard to identify before major failures occur.

Key words: antenna system, malfunction, detection, optimization

1 引言

1.1 天馈系统简介

天馈系统主要包括天线和馈线系统, 作为无线通信基站收发的前端, 其性能优劣直接决定了网络的整体质量, 并且对客户体验和感知影响巨大。特别是智能天线的广泛应用, 使得天线与系统更加紧密地结合在一起, 成为

影响网络质量的重要网元。

1.2 在网天馈系统问题

目前在网的天线主要存在以下天馈问题。

(1) 在网天馈质量参差不齐

中国移动在 2011 年在全国范围内开展了天线整治的“工兵行动”。经过专项整治行动发现了很多天线系统存在质量下降的问题, 如因为天线系统的使用年限以及恶劣的

收稿日期: 2015-09-20; 修回日期: 2015-12-10

环境造成的性能下降、天线厂商供应产品的质量等问题。天馈质量问题主要包括覆盖故障(如主瓣过弱、天馈接反等)、干扰故障(如互调干扰等)。

(2) 天馈系统问题的原因多种多样

基站天馈系统的配置同网络规划紧密相关。网络规划决定了天线的布局、架设高度、天线下倾角、天线增益以及分集接收方式等。不同的覆盖区域、覆盖环境对天馈系统的要求会有非常大的差异。因此很多涉及天馈系统的网络问题,有可能是天馈系统本身质量问题带来的,也可能是天馈系统配置的不合理引起的。

(3) 天馈质量下降严重影响网络质量

天线的投资比重在基站设备中仅占 3% 左右,但是网络故障的 40% 以上是由天馈系统引起的。天馈系统的质量下降或损坏会导致覆盖性能变差,或者造成越区干扰、上行干扰等网络质量问题,导致通话质量下降、掉话和切换失败等问题。天线电路参数、辐射参数及位置参数与网络质量密切相关。

1.3 在网天馈故障诊断现状

目前,天馈系统故障检测与诊断存在以下难题。

(1) 故障监测告警手段单一

天线等无源器件都是“哑设备”,天馈系统质量监测往往是被动式的。天馈系统并没有纳入中国移动的网络管理中,天馈设备一旦安装到基站现场,很难实现主动监控。目前各省公司对天馈故障的监测方法主要是网管参数的驻波比告警,不能完全反映天馈系统的质量下降。目前,业界已有的天馈系统检测工具主要有华为的“天馈健康检测”解决方案及部分省市公司推出的小工具,但只能检测电路参数,无法对覆盖参数进行分析。

(2) 反映天线质量的数据和排查手段多但不系统

目前反映天线质量的数据有很多种,如路测数据、扫频数据、MR 数据等。但是没有一个综合的判定工具,每种测试手段均有一定的优缺点和漏判。单一判定和排查并不能完全反映天馈质量。

天馈系统故障排查是一个复杂的系统问题,和网络规划、网络优化有密切的关联。目前各省公司有很多好的经验和手段,这些方法大都比较独立,不能实现推广,个别手段甚至存在不合理的地方。

(3) 传统的天馈故障排查方法成本很大

天馈设备一旦安装到基站现场并投入使用,传统方法主要依靠网络工程人员的经验分析及传统的驻波告警方

式,往往需要大规模地逐站现场测试,不仅费时费力,更重要的是天线性能检查只能在断网状态下检测,面对巨大规模的用户,没有依据的断网方式是不能被接受的。

因此,非常有必要基于天馈系统的故障排查难题,研究一套针对 GSM、TD-SCDMA、TD-LTE 无线网络的故障排查系统,实现支持分析多厂商数据源、多种天馈覆盖性能、多种干扰和潜在故障的功能。

2 天馈系统参数分析

基站天馈系统的状态直接影响通话质量、信号覆盖和基站设备运行。目前,省公司对于天馈系统运行质量缺乏有效的监控和发现问题的手段,主要依据客户投诉、性能指标等逐级排查发现问题。事实上,除了天线自身电气和辐射参数对质量的影响外,工程维护、外部干扰等也会影响天线的覆盖质量。这些都需要在日常维护优化工作中分析解决。表 1 为天线参数对网络质量的影响以及目前的监控手段。

3 “天馈系统在网检测与诊断平台”开发

为了实现天馈系统亟需解决的监控及诊断难题,本文通过开发一套专门针对 2G/3G/4G 无线网络的故障排查系统,支持分析多厂商数据源、多种天馈覆盖性能、多种干扰和潜在故障。通过这个系统,可以改变被动排查局面,转为主动地搜索、定位老化天线和馈线设备,更可以在网络出现故障之前为移动运营商排除故障设备所带来的隐患,提高网络质量。

3.1 系统方案及架构

传统的天馈系统故障检测与诊断需要逐站排查,且需要断网进行逐站测试,对网络质量及客户感知影响较大。本文中系统平台采用不断网的“在网数据故障诊断”方案,基于网络设备数据,包括路测数据、扫频数据、MR 数据等,采用智能分析算法,主动监测、诊断天馈系统故障,提供多维度的综合解决方案^[1]。系统架构如图 1 所示。

3.2 系统算法

“天馈系统在网检测与诊断平台”基于天线传播数学模型实现场强模拟预测,同时结合底噪滤波算法、互调干扰分析算法、相关性算法、路损差算法、标准差算法等智能算法进行多维度上数据分析和数据挖掘。天馈系统故障排查综合解决方案^[2-3]如图 2 所示。



表 1 天线参数对网络质量的影响

原因类别	原因	影响	关联网络质量	监控手段
天线	电路参数	互调	互调指标越差,干扰几率增加,引起质差和掉话	干扰
		驻波比	驻波比越大,功率损失越大,覆盖越差	覆盖
		隔离度	有利于提升分集效果	干扰
	辐射参数	增益	增益下降 2 dB,覆盖缩小 25%	覆盖
		前后比	可能产生越区覆盖,产生掉话,干扰抬升	切换、掉话
		3 dB 波瓣宽度	不符合规划要求,带来越区覆盖、弱覆盖等问题	覆盖
		上第一副瓣抑制	在城区覆盖中,能减少同频干扰和导频污染	频率干扰
		交叉极化比	影响极化分集性能	覆盖、质量
工程维护	天线接反	产生掉话,干扰抬升	覆盖、干扰	不可监控
	工参错误	造成问题定位与分析错误		不可监控
	室分外泄	产生掉话,干扰抬升	覆盖、干扰	不可监控
	工参不合理	产生掉话,干扰抬升	覆盖、干扰	不可监控
	主设备隐性故障	产生掉话,干扰抬升	干扰	不可监控
外部原因	外部干扰	业务性能异常	干扰	不可监控

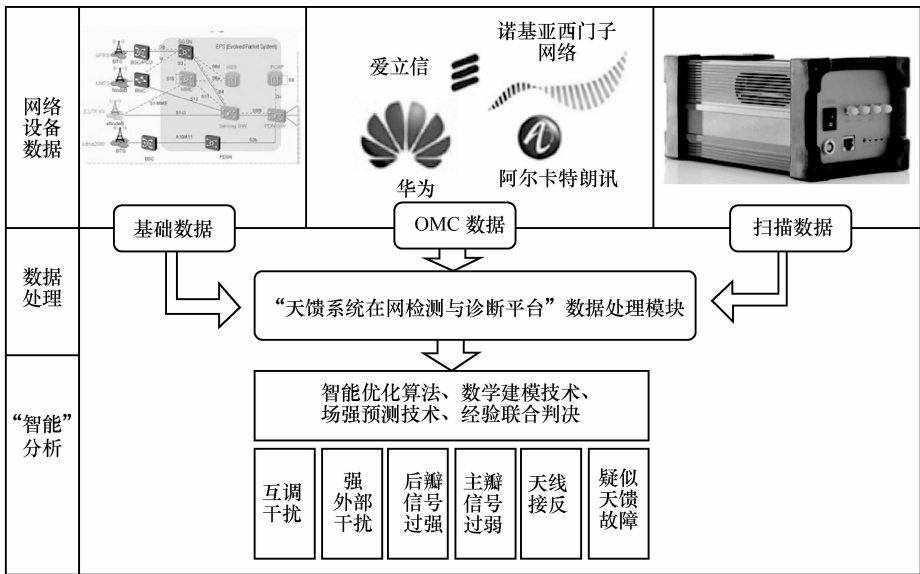


图 1 系统架构

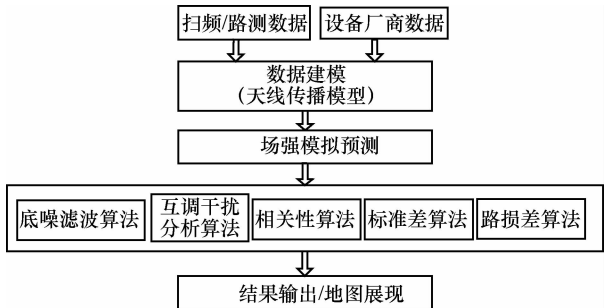


图 2 天馈故障智能分析算法

(1)高精度的覆盖性能评估

天馈系统相关的网络数据受环境及测试仪表影响较大,比如 A 道路扫频仪表的测试数据可能整体偏小,而 B 仪表的测试数据可能整体偏大,测试仪表放在 A 车辆的测试数据可能正常,而放入 B 车辆的测试数据,由于车辆损耗较大,测试数据可能偏小。

本文开发的系统平台首先对待评估天线的覆盖区域进行划分;其次综合考虑待评估小区与相邻小区的场强实

测值、预测值,提出小区域修正值来降低无线环境、测试仪表等的影响;然后,采用修正后的覆盖故障门限对待评估天线进行覆盖性能评估。本文方案在不影响现网正常运行的基础上,通过引入小区域修正值,实现了对天馈覆盖问题的高精度分析。

(2)互调干扰算法

互调作为天线的电路参数,是天线高效率辐射的保证。互调值体现了天线质量及工艺控制等综合硬件能力,互调值越高产生的干扰越强。而现网中天馈系统的互调值无法监控,缺乏有效的优化手段,对网络影响很大,TD-LTE 系统 F 频段与 GSM 900 MHz 之间也可能存在二次谐波干扰。常规的检测方法需要携带笨重的互调仪表上站,进行断站检测。这种逐个断站检测的方法对网络质量影响很大。

本文基于网络话务数据及频点扫描数据,采用 3 种互调干扰算法,实现了对在天网天馈互调干扰的有效诊断,具体见表 2。相关性算法基于互调分量与忙时 FAS 干扰电平求相关性进行判断;闲忙时算法基于忙时 FAS 干扰电平与闲时 FAS 干扰电平做比较进行判断;ICMBAND 算法基于闲忙时 ICM 干扰率比较进行判断。

表 2 互调干扰在网检测算法

检测算法	描述
相关性算法	采用互调分量与忙时 FAS 干扰电平的相关性进行判断
闲忙时算法	采用互调分量、忙闲时 FAS 干扰电平比较进行判断
ICMBAND 算法	采用互调分量、闲忙时 ICM 干扰率比较进行判断

3.3 系统功能

本文中开发的“天馈系统在网检测与诊断平台”可实现对 2G/3G/4G 天馈系统各种主要故障的在线诊断分析,包括天馈覆盖性能异常、上行干扰(各种干扰)、疑似天馈

问题等,具体见表 3。

4 “天馈系统在网检测与诊断平台”现网应用

天馈系统在网检测与诊断平台作为专门用于 2G/3G/4G 无线网络天馈线性性能监控与故障定位排查的工具,在具体现网应用过程中,包含软件故障筛查定位和硬件判断两大部分,简要流程如图 3 所示。

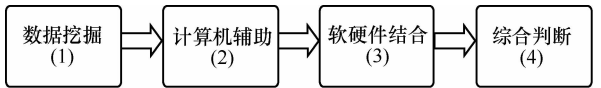


图 3 简要流程

基于开发的“天馈系统在网检测与诊断平台”,通过软件筛查,把疑似存在故障的小区捕捉出来,进一步缩小范围,最后再通过硬件现场测试判断,确认故障问题所在。该方法不仅快速定位天馈故障,填补业界对于无源器件故障排查的空白,而且为通信运营商降低网络维护成本,改善网络性能指标,保障通信质量起着重要的作用。

4.1 现网应用流程

天馈系统故障的在网检测与诊断现网应用流程共包括 4 个阶段,分别为准备阶段、故障分析阶段、上站验证阶段和总结阶段。具体见表 4。

4.2 现网应用案例

2014 年 8-11 月,对安康市区 G/T/L 三网约 2 260 个小区进行了基础分析,筛出疑似问题小区 107 个,对其中 98 个小区进行了上站故障排查及验证,系统平台对天馈故障分析的准确率为 75.63%。具体统计情况见表 5。

5 结束语

本文通过开展 2G/3G/4G 天馈系统在网质量检测及性

表 3 系统平台功能

故障类型	GSM(900 MHz、1 800 MHz)	TD-SCDMA	TD-LTE
天馈覆盖性能异常	上旁瓣过强、后瓣过强、主瓣过弱、水平旁瓣过强、疑似天线接反、室分外泄	上旁瓣过强、后瓣过强、主瓣过弱、水平旁瓣过强、疑似天线接反、室分外泄	上旁瓣过强、后瓣过强、主瓣过弱、水平旁瓣过强、疑似天线接反、室分外泄
上行干扰(各种干扰)	互调干扰、CDMA 干扰、强外部干扰、直放站干扰、GRRU 干扰、频点干扰疑似直放站干扰、疑似 GRRU 干扰	TD 强外部干扰、UPPCH 导频干扰、TD (开发中)	小区存在上行干扰
疑似天馈问题	上下行不平衡、强信号质差、下行弱覆盖、上行弱覆盖	TD 下行弱覆盖、TD 上行弱覆盖、TD 上	LTE 下行弱覆盖
非天馈问题	小区存在载波故障或频点干扰、小区疑似存在载波故障	TD 小区存在载波故障或频点干扰	/



表 4 现网应用流程

阶段	编号	名称
准备阶段	1	选取试点城市
	2	编制工作计划
	3	按照模板获取 2G/3G/4G 网络数据,提前准备上站验证仪表、协调相关人员
故障分析阶段	4	省市公司将 2G/3G/4G 网络数据提供给设计院,设计院对网络数据进行核实确认
	5	基于 2G/3G/4G 网络数据进行故障分析,并向省公司反馈分析结果
上站验证阶段	6	对分析结果进行筛选,选取待验证站点(一般选取有代表性的宏基站进行上站验证)
	7	对待验证站点进行路测及上站验证
总结阶段	8	分析验证结果并出具验证报告
	9	试点总结

能优化研究,开发了天馈系统故障的在网检测与诊断平台。在不影响现有网络正常运营的前提下(即不断网排查),根据MR、扫频和话统等数据,对天馈系统进行检测和诊断,找到网络内天馈系统故障嫌疑站点,大大减少

基站天馈系统故障排查的工作量,提升客户感知。通过陕西省安康市全网的应用及验证,表明系统平台具有较高的准确率。

本文中的系统平台方案先进,为业内首创的实现了对多网络、多设备商、多种故障类型的全方位诊断。天馈系统作为哑设备,很难实现主动监测和故障诊断,而且现网数据及环境问题多种多样,天馈系统故障排查并不需要100%精确定位到问题设备。使用本文的系统,只要搜索定位到的设备有30%~50%是真正存在问题的,即可极大地提高移动通信网络天线和馈线问题排查的效率,为通信运营商节约维护成本,提高维护工作效率。

下一步,一方面基于省公司的需求对系统平台进行优化,提高故障诊断精度;另一方面,结合已有的天馈故障现网诊断案例,建立天馈故障案例库,使得后续在故障分析的基础上,能够基于海量案例实现天馈质量的智能匹配诊断。

参考文献:

- [1] 张炎炎,孟繁丽,张新程,等. TD-LTE 网络结构评估方法研究及预规划分析[J]. 电信工程技术与标准化, 2014(1): 10-15.

表 5 安康应用情况统计

网络	分析 小区/个	疑似 故障 小区/个	现场 验证 小区/个	现网验证情况统计			
				工参问题(不计入)①/个	现网验证准确数量②/个	现网验证与系统分析 不一致数量③/个	验证准确率 ②/(②+③)
GSM	846	71	71	18	40	13	75.50%
					上旁瓣过强(6)、 后瓣过强(1)、 主瓣过弱(6)、 水平旁瓣过强(11) 室外外泄(6) 互调干扰(2) 疑似 GRRU 干扰(2) 未知干扰—数据缺失(6)	上旁瓣过强(1)、 水平旁瓣过强(2)、 疑似天线接反(8) 室外外泄(2)、 未知干扰—数据缺失(1)	
TD-SCDMA	810	19	17	3	10	4	71.40%
					后瓣过强(1) 主瓣过弱(2) 水平旁瓣过强(4) TD-SCDMA 强外部干扰(1) TD-SCDMA 小区存在上行干扰(2)	UPPCH 导频干扰(2) TD-SCDMA 小区存在上行干扰(2)	
LTE	570	17	10	5	4	1	80%
					LTE 下行弱覆盖(4)	后瓣过强(1)	
小计	2 260	107	98	26	54	18	75.63%

ZHANG Y Y, MENG F L, ZHANG X C, et al. Reserach on network structure analysis and pre-planning of TD-LTE system[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2014(1): 10-15.

- [2] 王工, 刘宁. TD-LTE 与 TD-SCDMA 共天线协同优化的方案[J]. 山东通信技术, 2014, 34(1): 5-9.

WANG G, LIU N. Collaborative optimization methods on TD-LTE and TD-SCDMA in the same antenna [J]. Shangdong Communication Technology, 2014, 34(1): 5-9.

- [3] 兰丽娜, 勾学荣, 王栩楠, 等. 一种新的智能性天线方位角计算及小区覆盖分析方法[J]. 电信科学, 2010, 26(8): 82-85.

LAN L N, GOU X R, WANG X N, et al. A new method of intelligent antenna azimuth angle algorithm and cell coverage analysis[J]. Telecommunications Science, 2010, 26(8): 82-85.

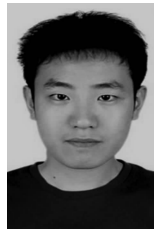
[作者简介]



朱文涛(1986-),男,中国移动通信集团设计院有限公司工程师,主要研究方向为移动通信天馈优化和维护、移动通信产品质量检测等。



高峰(1975-),男,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要研究方向为无线通信与天线技术。



和凯(1985-),男,中国移动通信集团设计院有限公司工程师,主要研究方向为基站天线、终端天线、天线宽带。



宋智源(1980-),男,博士,中国移动通信集团设计院有限公司项目经理,主要研究方向为移动通信天馈优化和维护、移动通信产品质量检测等。