



一种新的智能性天线方位角计算及小区覆盖分析方法 *

兰丽娜, 勾学荣, 王栩楠, 谢韫涵

(北京邮电大学网络教育学院 北京 100088)

摘要

在移动通信网络中天线方位角和小区覆盖发生偏差是影响移动通信质量的关键因素,传统采用人工测量或路测方式核查,耗时耗力。本文提出了一种新的智能性天线方位角计算及小区覆盖分析方法,该方法基于OMC中大量手机实测数据,计算天线方位角及偏差,从电平分布、采样点分布、干扰分类等多种因素来分析小区覆盖问题,同时基于GIS平台进行地图定位及呈现。该方法相比传统测量方法具有智能性、成本低、精度高的特点,已在实际系统中得到证实。

关键词 天线方位角; 小区覆盖分析; 载干比; 采样点分布

1 引言

现有移动通信网络规模庞大,设计复杂,基站更是星罗棋布。在网络运行中,因强风、地震等自然灾害引起天线方位角偏移的情况随处发生,这将导致移动通信网络质量下降。目前,主要采用人工方法进行方位角核查,网络优化人员驱车逐一完成各小区方位角测量、分析和判断,这种人工方法耗时、耗力^[1-4]。

小区覆盖分析对于网络优化至关重要。传统获得小区覆盖的方式主要有两种:一种是路测方式^[2],利用场强测试仪通过路测来获得小区场强分布;另一种是预测方式^[3],利用场强预测算法,分析已知区域的场强,预测难测区域的场强。这两种方法不仅耗时耗力,而且难以获得实时、准确、全面的全网小区场强分布。

本文提出了一种新的基于实际手机测量数据进行方

位角计算、小区覆盖范围分析的方法,并进行系统实现,解决了天线方位角、小区覆盖分析数据的自动采集、自动分析和自动识别问题。

2 方位角核查方法

根据现网数据计算小区方位角为计算值,记为 V_1 ,原始规划正确的小区方位角值记为 V_0 , 方位角偏差值 $V_d = V_1 - V_0$, 如果 V_d 大于规定的阈值, 则该天线方位角出现偏差, 需核实调整。

方位角计算原理如图1所示。

待核查小区为源小区 S, 手机在移动网络中通信, 手机所在位置小区为采样点小区, 如 ABCDE 等小区。OMC 系统会记录手机的实时测量数据, 包括源小区标识 CI、采样点小区标识 CI、采样点小区与源小区的载干比为 C/I。C/I 值反映源小区对采样点小区的电平干扰情况, 与源小区的方位角有直接关系, 采样点越接近源小区方位角方向, 源小区对采样点的干扰值越大。利用载干比, 再结合小

* 国家“863”计划基金资助项目(No.2007AA10Z235)

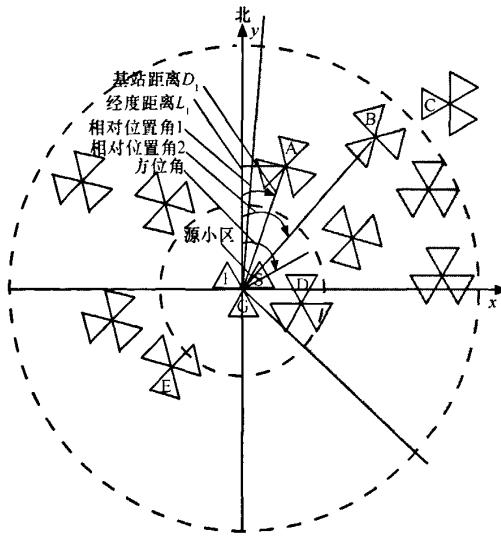


图1 方位角计算原理示意

区位置信息包括源小区经纬度、采样点小区经纬度信息，可以通过统计平均值拟合方法计算出源小区方位角，算法如下。

(1) 平面直角坐标系的建立

以源小区基站为中心，正东方向为x轴正方向，正北方向为y轴正方向，建立平面直角坐标系。源小区S的天线方位角即天线方向与y轴顺时针夹角。对采样点基站和源小区基站分别连线，与y轴的顺时针夹角，即相对位置角（如采样点A的相对位置角1，B的相对位置角2等），将大量的采样点相对位置角求平均值，就有可能确定源小区基站天线方位角。

(2) 载干比和距离筛选

去除不利于方位角计算的采样点数据，得到有用采样点。

如图1所示，对于载干比太大，即源小区的下行电平太小时，如C和E采样点，其相对位置角对后续方位角计算无用，可以忽略不计。载干比太小，即源小区的下行电平太大时，则可能是与源小区方位角相对的采样点，如D，其相对位置角对确定源小区的基站天线方位角偏差会造成负面影响，应该去除。

对于距离源小区太远的采样点（如C），收到的源小区的下行电平太小，可以忽略不计；对于距离源小区太近，如与源小区同基站小区F、G，其相对位置角对后续的计算会造成很大的误差，应当去除。距离筛选应根据源小区周边地理环境。通常的筛选条件见表1。

表1 载干比与距离筛选条件

	密集城区	城乡交界	空旷区
距离范围(km)	(0,2]	(0,4]	(0,8]
载干比范围	[-20 dB, 20 dB]	[-20 dB, 20 dB]	[-20 dB, 20 dB]

图1中阴影扇环区域为有用采样点区域。

(3) 有用采样点相对位置角计算

以采样点A为例说明。A与S基站距离 D_1 可以利用地球上两点间的距离公式来进行计算。设 x, y 为A的经度和纬度， a, b 为S的经度和纬度，则 D_1 计算公式为：

$$D_1 = R \times \arccos[\cos b \times \cos y \times \cos(a-x) + \sin b \times \sin y] \times \pi / 180$$

D_1 的单位为km， R 为地球半径（一般取6370 km）。

A与S基站的经度距离 L_1 的计算公式为：

$$L_1 = R \times \arccos[\cos^2 b \times \cos(a-x) + \sin^2 b] \times \pi / 180$$

A与S相对位置角的计算方法见表2。

表2 相对位置角计算

采样点基站所在象限	相对位置角的值(°)
第一象限	90 - $\arccos(L_1/D_1)$
第二象限	90 + $\arccos(L_1/D_1)$
第三象限	270 + $\arccos(L_1/D_1)$
第四象限	270 - $\arccos(L_1/D_1)$
X正半轴	90
Y负半轴	270
Y正半轴	0
X负半轴	180

(4) 求源小区方位角计算值

对有用采样点的相对位置角求均值，得到源小区方位角计算值 V_i ，即： $V_i = \text{avg}(\text{位置角 } 1, \text{位置角 } 2, \dots, \text{位置角 } n)$ 。

算法中(2)~(4)步可重复，采样点筛选可设置不同的载干比和距离筛选条件进行多次筛选，再对相对位置角求平均值，最后得到源小区方位角。多次筛选有利于提高算法的准确度。

3 小区覆盖分析方法

移动通信中通常所说的覆盖区是指90%的地点能够保证通话质量的区域，同时以移动台的最小接收电平作为场强边界。数字移动通信系统中的语音质量不仅与信号强度有关，还受同频干扰和多径效应影响，有时，即使信号强度很高，但语音质量仍会很差^[3]。因此，小区覆盖不仅需要分析电平分布，同时还应考虑小区间的干扰情况、采样点分布、联系紧密程度等多方面的因素，从而发现各种小区

的覆盖问题(如越区覆盖、欠覆盖等),准确定位问题小区,解决移动网络优化问题。

本文提出的小区覆盖分析方法基于OMC中存储的手机实测数据,分析小区电平分布、采样点分布,对小区干扰级别进行分类,做出覆盖图,从图中显示可能的问题小区。

小区干扰分类见表3。

表3 小区干扰分类

分类	采样点				
	弱干扰($-\infty$, 临界干扰(-12 dB, 强干扰[0 dB, 小区干扰-12 dB]区间 0 dB)区间采样 ∞)区间采样点数目	点数目	采样点数目	级别	
1	大	大	大	强干扰 **	
2	大	大	小	一般干扰*	
3	大	小	大	强干扰 **	
4	大	小	小	弱干扰	
5	小	大	大	强干扰 **	
6	小	大	小	一般干扰*	
7	小	小	大	强干扰 **	
8	小	小	小	弱干扰	

OMC中采样点数据的小区之间载干比按不同区间分为三类:弱干扰($-\infty$, -12 dB],临界干扰(-12 dB, 0 dB)、强干扰[0 dB, ∞),如表3所示。表中“大”表示小区在该区间的采样点数目大于该区间平均采样点数目,“小”表示小区在该区间的采样点数目小于该区间平均采样点数目。三个区间“大”“小”组合共有8种分类,从1类到8类,采样点数目依次减少。每类的干扰级别根据“大”“小”组合确定。采样点数目越多,说明服务小区和干扰小区之间的联系越紧

密,因此,表中“强干扰”的采样点数目为“大”时,干扰级别定义为“强干扰”,“临界干扰”数目为“大”时,干扰级别定义为“一般干扰”,其他干扰级为“弱干扰”。表中1、3、5、7类干扰级别为“强干扰”,2、6类干扰级别为“一般干扰”,4、8类为“弱干扰”。在覆盖图中用“**”“*”代表干扰级别,如图2所示。

图2为源小区的覆盖分析图,显示了源小区对周边各小区的电平分布、干扰分布情况。图中A-E代表电平分布,从A到E依次降低;1-8代表干扰分类;*代表干扰级别。从图2中可以看出,基站8距离源小区较远,但电平分布为A,说明源小区对基站8可能存在越区覆盖;基站7为强干扰,且分类为1,说明采样点数目较多,与源小区联系紧密程度较高,也可能存在越区覆盖。

该覆盖分析图综合呈现包括电平、采样点、干扰等多种因素,相比传统的电平分布分析增加了小区间的干扰情况分析,能更全面反映网络的实际运行情况,有利于准确定位问题小区。覆盖图可通过GIS平台实现呈现,有利于直观分析定位。

4 方法模型系统设计

系统总体结构如图3所示。

系统主要流程为:首先,从OMC系统采集数据;然后,对数据进行分析处理,方位角计算过程包括采样点筛选、相对位置角计算、方位角计算及偏差计算,小区覆盖分析过程包括电平分布处理、采样点数目分布分析、干扰分类、综合覆盖分析图;最后,将结果在GIS地图上定位及呈现。

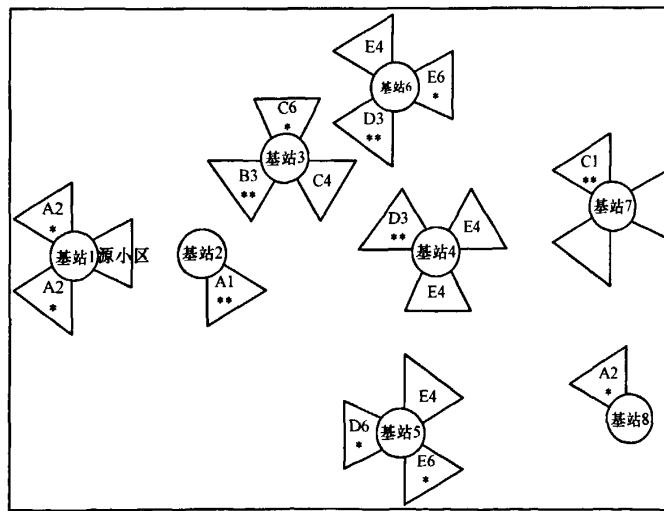


图2 覆盖分析示意

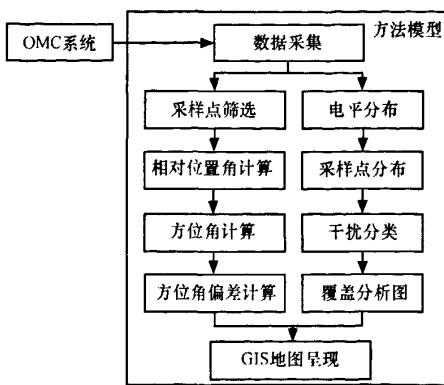


图3 系统总体结构

5 结束语

本文提出并实现的方位角核查及小区覆盖分析方法和系统,基于OMC现有数据,无需路测或人工测量,利用本系统可以大大降低网优工作量,为网络维护人员快速定

位和解决基站天线方位角偏差、覆盖偏差引起的网络质量优化等问题提供依据。经某省GSM网络实际数据验证,方位角核查准确率可达到90%以上。小区覆盖分析可以发现大部分覆盖问题,但由于小区覆盖问题复杂,精确定位难度较大,还有待进一步研究提高。

参考文献

- 1 斯晓嘉,潘阳发,宋俊德.移动通信网络优化技术的现状及其发展趋势.电信技术,2003(12):1~3
- 2 马鸣明,徐曦,王安宇.一种路测数据的仿真预测分析方法.2006移动通信网络规划与优化研讨会,广州,2006(09):305~309
- 3 李如新,王道恒,徐继生,俞胜兵.移动网无线信号场强预测软件开发.中国通信学会无线及移动通信委员会学术年会,北京,2002(09):508~517
- 4 赵庭兵,刘尚洪.GSM无线网络优化.科学咨询,2008(03)
- 5 刘明川,徐洋.基于WCDMA中的容量及覆盖的分析.重庆邮电大学学报,2004,16(4):121~125
- 6 刘志平,邱虹,杨大成.一种基于GIS的CDMA前向覆盖分析方法.北京邮电大学学报,2004,27(4):31~35

A New Method of Intelligent Antenna Azimuth Angle Algorithm and Cell Coverage Analysis

Lan Lina, Gou Xuerong, Wang Xunan, Xie Yuehan

(Beijing University of Posts and Telecommunication, Beijing 100088, China)

Abstract In mobile network, antenna azimuth angle and cell coverage occurring deviation are the critical factors on the quality of mobile communication. The traditional check methods are measured by manpower which costs much time and resource. This paper presents an innovative method on azimuth angle automatic calculation and cell coverage analysis. The methods include 3 parts. The innovative calculation algorithm on deviation of antenna azimuth angle is based on real mobile station data collected in OMC system. The cell coverage analysis algorithm considers multiple factors (signal level distribution, sampling points distribution, category of interferences) to solve the difficulty on recognition of cell coverage differences. The calculation and analysis results are presented in map based on GIS platform. Compared with traditional methods, this new method has several advantages: intelligence, low cost, high precision. Further more, this paper presents the system design based on this method. The designed system has been deployed in real mobile network and gain good effects.

Key words antenna azimuth angle, cell coverage analysis, C/I(carry/interference), sampling point distribution

(收稿日期:2010-03-12)

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>