

基于路测的TD-LTE网络优化分析

林世明, 高志斌, 高凤连, 黄联芬
(厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361000)

摘要: 移动互联网的高速发展以及4G移动网络的逐渐商用,将带动全球通信行业产生前所未有的巨大变革。面对高速增长4G用户数以及用户对移动网络更丰富的需求、更优异的体验,4G网络优化更加凸显其在网络质量中的地位。基于路测,对单站的网络优化重要指标进行分析,并结合实测数据对可能造成无线网络上下行吞吐率不稳定的原因进行排查定位,达到覆盖、容量、质量的最佳组合,提高用户满意度,提升运营商的品牌形象。

关键词: TD-LTE; 网络优化; 路测; 吞吐率

中图分类号: TN929.532-34

文献标识码: A

文章编号: 1004-373X(2015)09-0012-04

TD-LTE network optimization analysis based on drive test

LIN Shi-ming, GAO Zhi-bin, GAO Feng-lian, HUANG Lian-fen
(School of Information Science and Engineering, Xiamen University, Xiamen 361000, China)

Abstract: With the rapid development of mobile internet and gradually commercial using of 4G mobile network, it leads the unprecedented great change of global communication industry. Since the rapid growth of 4G users, and their more abundant demands and greater excellent experience over mobile network, 4G network optimization becomes a more important factor in network quality. Based on the drive test, the important index of single station network optimization is analyzed; the reason possible caused by unstable throughput rate of wireless network is found out with measured data. The proposed method achieves the best combination of coverage, capacity and quality, improves customer satisfaction and promotes the brand image of operators.

Keywords: TD-LTE; network optimization; drive test; throughput rate

0 引言

随着移动互联网的高速发展,全球数据流量大幅增长。KPCB发布的《移动互联网趋势报告》中指出:“未来5年全球移动数据流量有望增长26倍”^[1]。人们希望通过无线方式传输更多数据内容,包括更高质量的视频内容。出于竞争压力、降低网络承载压力、成本驱动等因素,各国运营商纷纷宣布向LTE演进并制定商用的进程。2013年底中国工信部向国内三大运营商:中国移动、中国联通和中国电信颁发了4G(TD-LTE)牌照,大大地开拓了新市场,目前共有156个国家的412家运营商正在投资LTE^[2]。相比于2G、3G移动通信网络,TD-LTE具有更高的传输速率、更短的系统时延和更高的频谱效率,它的理论下载速率可达100 Mb/s,上传的速率可达^[3]50 Mb/s,能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求,因此4G一经推出便受到广大用户的青睐。据中国

移动的最新统计,目前其4G用户数已经突破5 000万^[4]。不久将颁发FDD-LTE的牌照,LTE FDD/TD的协同发展已形成全球规模,并朝着FDD-LTE和TD-LTE混合模式组网发展,可以预见不久的将来,全球通信行业将产生前所未有的巨大变革。

一方面,现网本身建设中没有优化到位导致无线网络存在诸多问题;另一方面,基础设施、障碍物、基站、用户数量及需求发生变化,导致无线环境发生变化;加之,无线信道的多径衰落等特性,导致网络质量下降影响通信质量,影响了用户对运营商满意度的评价^[5],因此4G网络无论是在建设期、发展期以及成熟期都需要进行网络优化。本文基于路测对单站的网络优化重要指标进行分析,并结合实测数据对可能造成无线网络上下行吞吐率不稳定的原因进行排查定位,保证网络顺畅快捷,提高用户满意度,提升运营商的品牌形象,使用户获得最佳的体验,达到覆盖、容量、质量的最佳组合。

1 无线网络优化

所谓无线网络优化,就是根据系统的实际表现和实

收稿日期:2014-11-21

基金项目:国家自然科学基金面上项目资助(61172097, 61371081)

际性能,对系统进行分析,并通过对网络资源和系统参数的调整,使系统性能逐步得到改善,达到系统现有配置条件下的最优服务质量^[6]。

无线网络优化的目标主要包括:覆盖优化、容量优化以及质量优化。无线网络优化基本思想:关注网络的覆盖、容量、质量等,通过覆盖调整,干扰调整,参数调整,故障处理等等各种网络优化手段达到网络动态平衡,提高网络质量,保证用户感知。无线网络优化方法在建设期可分为单站优化、片区优化/簇优化、全网优化等。

本文采用的无线网络优化手段主要是路测,属于单站优化。需对网络参数进行采集和数据分析,找出影响网络质量的原因,如无线电波传播的不确定性(障碍物的阻碍等)、基础设施(新商业区、街道、城区的重新安排)的变化、取决于地点和时间的业务负荷(如运动场)、业务要求、用户对服务质量要求的增加等,还有如覆盖不好、话音质量差、掉话、网络拥塞、切换成功率、未开通某些新功能等,并通过技术手段或参数调整使网络达到最佳运行状态的方法,使得呼叫建立时间减少、掉话次数减少、通话话音质量不断改善、网络拥有较高可用性和可靠性,改善小区覆盖、降低掉话率和拥塞率、提高接通率和切换率、减少用户投诉,最终使网络资源获得最佳效益^[7]。同时可以了解、研判网络的发展趋势,为进一步的发展扩容等提供技术依据和计划建议。

2 路测与数据分析

路测可分为 DT(Drive Test)和 CQT(Call Quality Test),它们是单站优化的主要手段。

本文基于路测的实测网络数据基础上,对单站优化中可能存在的一些网络问题进行具体的分析。图1所示为路测流程。

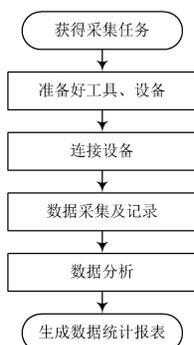


图1 路测作业流程

2.1 获取采集任务

取得单站验证的采集任务之后选择好测试点以及测试路径,覆盖测试路线选择原则:测试路线尽量遍历测试小区的所有覆盖区域,尽可能跑全待测基站周围所有道

路。本文所选择的测试点位于武汉市江夏区的某小区。

2.2 设备准备与连接

路测所需设备如表1所示,其中路测系统软件采用 Span Outum 7.0,测试终端采用的是 HUAWEI MIFI (CAT 4),将所需的硬件设备如测试终端以及GPS等连接到测试笔记本的USB口,安装好驱动之后打开路测系统软件,选择好对应的端口以及波特率,确认将设备连接到路测软件系统。导入小区网络工参表和地图文件,进行字段映射以及图层标注。

表1 路测所需工具

序号	工具及资料	说明	主要功能	是否必须
1	路测系统软件	如 CDS、Outum、TEMS、鼎立软件等	无线口数据采集处理	必须
2	测试终端	可以是测试手机或数据卡	无线口数据采集	必须
3	扫频仪	便携式频谱仪亦可	扫频信号强度和质	可选
4	GPS	DT需连接GPS打点,推荐USB口连接方式,CQT手持GPS确定经纬度	地理化打点和确定经纬度	必须
5	电子地图或楼层平面图	DT电子地图,室内楼层平面图	地理化显示	可选
6	ftp上传下载工具	Cuteftp或Sufpt软件	检测ftp功能	可选
7	L3流量统计工具	如 DUMeter 工具	统计L3平均流量	可选
8	测试PC机	测试笔记本	装数据采集软件	必须
9	加密狗	USB口加密狗	软件授权	必须

2.3 数据采集及观察记录

2.3.1 基站基础信息验证

基础信息验证时先到基站处,通过测试专用GPS,检查站点经纬度是否与工参表一致,通过目测,检查天线方向角、天线下倾角、天线挂高是否与规划数据相符,并在单站验证报告中填写基站的基础信息如图2所示。如发现基础信息与规划有较大差异,则需上站进行检查。

TD-LTE XX基站单站验证报告									
验证报告内容									
No.1 验证基站基础信息(验证是否和规划一致)									
验证项目	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容
经纬度	S1 S2 S3 S4 S5	一致	经纬度	S1 S2 S3 S4 S5	一致	经纬度	S1 S2 S3 S4 S5	一致	经纬度
天线方位角	114.2000 30.4004	一致	天线方位角	114.2000 30.4004	一致	天线方位角	114.2000 30.4004	一致	天线方位角
天线倾角	FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE	一致	天线倾角	FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE	一致	天线倾角	FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE FDD-LTE	一致	天线倾角
天线挂高	20 120 240 330 80	一致	天线挂高	20 120 240 330 80	一致	天线挂高	20 120 240 330 80	一致	天线挂高
天线口径	3 3 3 3 3	一致	天线口径	3 3 3 3 3	一致	天线口径	3 3 3 3 3	一致	天线口径
天线型号	1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789	一致	天线型号	1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789	一致	天线型号	1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789 1234-56789	一致	天线型号
No.2 验证基站覆盖范围									
验证项目	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容	验证结果	验证内容
覆盖范围	S1 S2 S3 S4 S5	一致	覆盖范围	S1 S2 S3 S4 S5	一致	覆盖范围	S1 S2 S3 S4 S5	一致	覆盖范围
覆盖范围	20 20 20 20 20	一致	覆盖范围	20 20 20 20 20	一致	覆盖范围	20 20 20 20 20	一致	覆盖范围
覆盖范围	15 15 15 15 15	一致	覆盖范围	15 15 15 15 15	一致	覆盖范围	15 15 15 15 15	一致	覆盖范围
覆盖范围	-2 -2 -2 -2 -2	一致	覆盖范围	-2 -2 -2 -2 -2	一致	覆盖范围	-2 -2 -2 -2 -2	一致	覆盖范围
覆盖范围	1 1 1 1 1	一致	覆盖范围	1 1 1 1 1	一致	覆盖范围	1 1 1 1 1	一致	覆盖范围
覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围
覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围
覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围
覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围	123456 78910	一致	覆盖范围

图2 基站基础信息确认

2.3.2 DT测试

DT测试主要包括:覆盖是否正常、是否存在扇区接

反、扇区方位角是否与规划数据一致、切换是否正常、业务是否正常。

2.3.3 定点测试

根据覆盖测试的RSRP分布如表2定义,找出极好点和极差点各一个,在这两个点进行PING、FTP上传和下载的功能测试。使用DUMETER软件测试网络的速率,并将测试结果进行截图。

表2 测试点定义

区间	说明
RSRP>-85 dBm;SINR>22 dB	该信道满足极好点条件
RSRP=-85~-95 dBm;SINR=15~20 dB	该信道满足好点条件
RSRP=-95~-105 dBm;SINR=5~10 dB	该信道满足中点条件
RSRP=-105~-115 dBm;SINR=-5~0 dB	该信道满足差点条件

2.3.4 数据分析

吞吐量是衡量网络性能的一个重要参数,是指在单位时间内通过的数据比特量,与终端性能、在线用户数、调度算法、功率控制、载波带宽、天线模式、时隙配置、CQI、SINR、MCS等都密切相关^[8],实测的吞吐量还与硬件故障、参数错误、外部干扰、传输资源不足等因素有关。

通过对极好点上传下载的速率进行分析,发现实测中该小区无论上传和下载速率都比较不稳定,在图形上表现为锯齿较大、掉坑以及裂缝,并且平均速率都没有达到要求,如图3所示。当TD-LTE子帧配比为2和特殊子帧配比为7时,可计算出理论上行吞吐量峰值为^[9]20.4 Mb/s,从图3(b)可知实际上行吞吐量与理论值存在较大的差距。

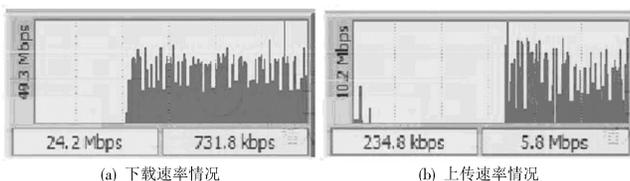


图3 下载速率和上传速率情况

3 无线网络优化

本文通过对影响吞吐率的因素进行逐个排查,定位影响吞吐率不稳定问题的最终原因并解决问题,达到无线网络优化的目的。排查和定位流程如图4所示。

3.1 排查定位

通过数据的分析,对小区上传和下载速率不稳定和上行吞吐率与理论值存在较大差距的问题排查。

(1) 先排查是否是硬件问题导致吞吐率不达标。查看硬件设备有无告警提示,若无,可排除硬件故障。

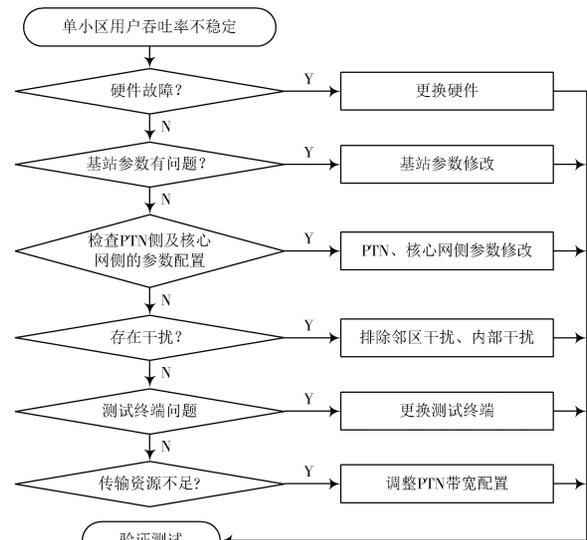


图4 排查定位流程

(2) 随后排查基站以及PTN侧、核心网侧的参数配置,未发现问题。

(3) 通过对路测系统的测试文件log进行回放观察,可以找到好点以及极好点,因此可以排除无线网络不良的情况。

(4) 在好点或者是极好点时,MCS调度阶数偏低,初步断定是由于系统干扰引起上行传输速率严重不足。

(5) 由于目前LTE系统所使用的频段受系统外的干扰可能性较小,所以可断定是由系统内部干扰造成的。

(6) 查看该小区1扇区的干扰检测情况,如图5所示。

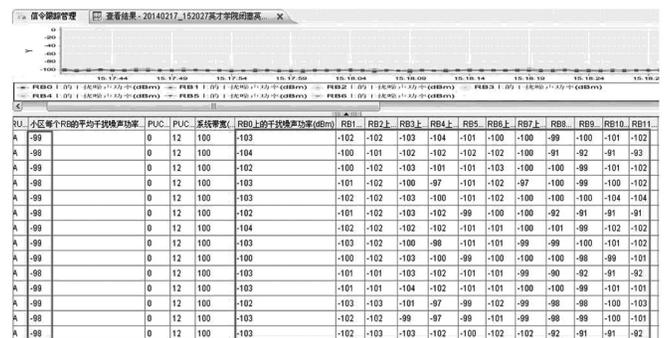


图5 该小区1扇区干扰检测情况

由图5可见,此小区的上行干扰水平基本较平稳地保持在-100 dBm。正常水平应该在-116~-120 dBm。存在比较严重的干扰情况。

3.2 优化

对于系统内部的上行干扰比较常见的可能是由于周围站点GPS不同步导致的上下行时隙冲突^[10],因此首先搜集全网存在GPS告警的站点信息,导入mapinfo,发现该小区周围存在较多的GPS告警站点,通过依次关闭有GPS告警的站点,可发现该小区1扇区的干扰水平就

基本正常,干扰水平在-118 dBm左右。然后进行验证测试,通过对干扰正常之后的该小区1扇区进行重新定点的吞吐率测试,测试结果如图6所示,上传平均传输速率已达到8.48 Mb/s,达到网络优化的目的。

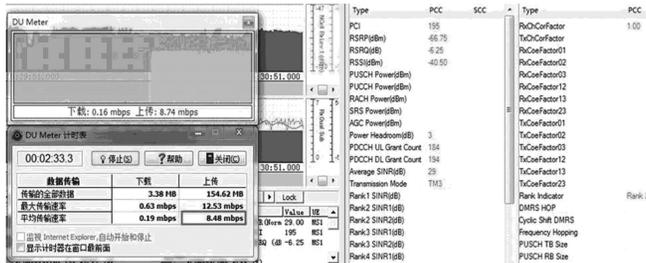


图6 定点吞吐量复测

4 结 语

目前移动通信的发展已经转变为业务驱动模式,多样化的业务应用和质优价廉的通信资费是推动移动通信产业发展的两大重要因素。随着移动互联网的蓬勃发展,在4G时代用户对数据流量的需求变得更加旺盛。用户需要在任何时刻、任何地点都能够高速率的传输网络数据,因此LTE对网络优化变得比以往任何时候都更加迫切。

本文基于路测对TD-LTE网络优化分析流程进行详细阐述,通过案例的分析和探讨,指出可能影响无线网络系统上下行吞吐率的原因,无线网络优化是一个复杂而且系统的工程,需要在对TD-LTE理论掌握基础上,对

影响无线网络的各个参数进行深入理解,才可能快速地对TD-LTE进行网络优化,满足用户对无线网络的需求,提升用户满意度。

参 考 文 献

- [1] MURPHY M, MEEKER M. Top mobile internet trends [R/OL]. [2011-02-10]. <http://www.techweb.com.cn/special/download/kp-cb.pdf>.
- [2] MATIN M A. Evolution of wireless and mobile communications [J]. Handbook of Research on Progressive Trends in Wireless Communications and Networking, 2014, 1: 1-17.
- [3] 王映民.TD-LTE技术原理与系统设计[M].北京:人民邮电出版社,2011.
- [4] 高亢.中国移动4G用户突破5000万[EB/OL]. [2014-11-14]. http://news.xinhuanet.com/2014-11/14/c_1113255204.htm.
- [5] 梁缨,陈恒州.基于路测的移动通信网络优化分析与实践[J].电子技术与软件工程,2014(9):76-77.
- [6] 齐立辉,苏晨,张春旺.网络优化路测分析[J].中国新技术新力量,2010(6):53-54.
- [7] 唐建华.无线网络优化策略与展望[J].通信与信息技术,2009(3):69-71.
- [8] 卢卓君,彭陈发,岑曙炜.TD-LTE网络优化探讨[J].电信技术,2012(7):52-54.
- [9] 李秋香,徐晓东,周伯慧.TD-LTE覆盖规划指标及子帧配置[J].电信科学,2013(5):77-83.
- [10] 王静,郑菁菁.浅谈基站GPS跑偏对TD-SCDMA系统的干扰[J].科技经济市场,2012(5):21-22.

作者简介:林世明(1985—),男,福建省福清市人,助理工程师。主要研究方向为移动通信、移动互联网。

高志斌(1979—),男,福建省厦门人,博士,高级工程师。主要研究方向为基带中频信号处理、无线资源管理。

高凤连(1985—),女,河北衡水人,硕士,助理工程师。主要研究方向为信号信息处理。

黄联芬(1963—),女,浙江省温州人,博士,教授。主要从事无线通信、信号与信息处理研究及教学,发表学术论文80余篇,其中SCI、EI检索60余篇,主持国家及省部级项目多项,国家发明专利8项,公开出版教材1部。

(上接第11页)

- [5] GOMEZ J, CAMPBELL A T. Variable-range transmission power control in wireless Ad Hoc networks [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2007, 6(1): 87-99.
- [6] FARMAN L, STERNER U, TRONARP O. Analysis of capacity in Ad Hoc networks with variable data rates [C]// IEEE 59th Vehicular Technology Conference (VTC). [S.l.]: IEEE, 2004, 4: 2101-2105.
- [7] SOMARRIBA O. Analysis of capacity for spatial TDMA in wireless Ad Hoc networks with variable power and rate control [C]// IEEE 63rd Vehicular Technology Conference (VTC). [S.l.]: IEEE, 2006, 2: 906-910.
- [8] BETTSTETTER C, HARTENSTEIN H, PEREZ X. Stochastic properties of the random waypoint mobility model [J]. Wireless Networks, 2004, 10(5): 555-567.
- [9] ZHAO J Y H, UQWEJE O C. Analysis of capture probability performance techniques for wireless LAN [C]// IEEE 55th Vehicular Technology Conference (VTC). [S.l.]: IEEE, 2002: 1190-1194.
- [10] HSU J L, RUBIN I. Performance analysis of directional random access scheme for multiple access mobile ad-hoc wireless networks [C]// IEEE Military Communications Conference (MILCOM). [S.l.]: IEEE, 2005, 1: 45-51.

作者简介:葛亮(1979—),男,吉林四平人,学士,工程师。研究方向为通信与信息系统。