



沙尘对沙漠边缘地区 WCDMA 信号的影响

陈 杰,姚 娜

(塔里木大学信息工程学院 阿拉尔 843300)

摘 要:首先结合阿拉尔市地形和建筑特点提出了一个改进的路径损耗传播模型;改进的模型中提出了沙尘因子的概念,考虑了沙尘暴对无线信号的影响;通过在沙尘天气对 WCDMA 基站天线发送信号的强度进行测量,并与无沙尘时测量的信号强度进行比较,使用 MATLAB 软件进行数据拟合得到沙尘因子,数据显示沙尘因子不仅与能见度有关,与距离基站的距离也存在一定的关系。最后针对模型进行优化前后的仿真比较,结果表明,优化后的模型更接近实际传播环境,沙尘因子的引入对移动通信传输系统的设计和布网有很大的指导意义。

关键词:沙尘因子;能见度;WCDMA 信号

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015146

Research on the Influence of Dust to WCDMA Signal of the Edge of Desert

Chen Jie ,Yao Na

(College of Information Engineering, Tarim University, Alar 843300, China)

Abstract: A modified path-loss model for the Alar terrain by taking the effect of dust and sand storm into account was proposed. A dust factor was introduced into the model by curve fitting operation from measured strength of the received signal from a WCDMA base station. The model verification was fulfilled by comparing with the measurement data in the scenario of no dust and performed via MATLAB. Finally, the simulation and comparison were given before and after optimization, which show that the optimized model is much closer to the practical communication channel. The introduction of dust factor has a great guiding significance to the design and network layout of transmission system for mobile communications network.

Key words: dust factor, visibility, WCDMA signal

1 引言

无线信号具有覆盖面广、接收受地域限制小等优点,但是也有其本身的弱点^[1,2],3G 信号相对于 2G 信号频率增

大,因此波长减小,属于厘米波,穿透能力比较弱。3G 信号的传播介质是空气,所以肯定会受天气影响,在严重的沙尘天气由于沙尘粒子的散射和吸收而导致信号能量的衰减^[3]。

收稿日期:2015-01-26;修回日期:2015-06-10

基金项目:塔里木大学校长基金资助项目(No.TDZKSSZD201301)

Foundation Item: Tarim University President Foundation (No.TDZKSSZD201301)

论文引用格式:陈杰,姚娜. 沙尘对沙漠边缘地区 WCDMA 信号的影响. 电信科学, 2015146

Chen J, Yao N. Research on the influence of dust to WCDMA signal of the edge of desert. Telecommunications Science, 2015146

新疆阿拉尔市位于世界第二大沙漠塔克拉玛干沙漠的北缘,中国最大内流河塔里木河北岸,沙漠离中心城区大概 10 km,春夏季节的时候,几乎每周都有沙尘天气发生^[4]。

沙尘暴是一种危害极大的灾害性风沙现象,能加剧土地沙漠化,对大气环境造成严重污染,对生态环境造成巨大破坏,对交通和供电线路产生重要影响,给人民生命财产造成严重损失^[5]。由于近几年强沙尘暴发生频数有逐步增加的趋势,沙尘暴对人类的危害也随之增大。2011–2014 年,阿拉尔市及其周围团场有 4 次特强沙尘暴,最大的一次发生在 2011 年 3 月 13 日,整个城市都笼罩在厚厚的橙黄色灰雾中,能见度不足 10 m;2013 年 4 月 17 日发生一次特强沙尘暴,导致多地能见度不足 20 m;4 年间大大小小的沙尘天气有无数次,给人们的出行和生活带来很多不便。较大的沙尘有时会造成 3G 手机用户通信中断。在设计无线信号传输系统时,必须充分考虑沙尘天气等不稳定因素对系统接收信号的影响。沙尘暴对无线电波可能产生的影响引起了国内外学者的重视,但是大部分研究着重分析沙尘粒子对电磁波的散射、折射和吸收,而对实际信号的影响程度并没有进行分析。

2 模型选择

无线信号的损耗主要是自由空间的传播损耗。这是由于通信中电波主要在大气层以外的自由空间传播,这部分损耗在整个传输损耗中占绝大部分;自由空间的传播损耗是电波在自由空间以球面形式传播,电磁场能量扩散,接收机只能接收到其中一小部分能量所形成的损耗。无线信号传输损耗是自由空间传播损耗和信号传播经过的具体环境引起的损耗之和。自由空间的传播损耗计算很简单,而信号传播经过的具体环境引起的损耗只能通过实际观测,并根据总结出的一些经验公式得到。

COST231-Walfisch-Ikegami 模型^[6]是这些经验公式之一,它的使用条件为:基站发射频率范围为 800 ~2 000 MHz,基站天线的水平高度为 4 ~50 m;接收机的水平高度为 1~3 m,基站和接收机间的水平距离为 0.02 m~5 km。模型适用于建筑物高度近似一致的郊区和城区环境。阿拉尔市及其周边团场属于塔里木河冲积平原二级阶地,地质情况较为平坦单一,市内建筑高度近似一致,为 5 层。WCDMA 在市区的 3G 基站基本上设置在楼顶,高度在 20 m 以内,市区传播距离为 400 m 左右,使用 3G 手机的个体水平高度为 1~2 m,所以使用 COST231-Walfisch-Ikegami 模型的经验公式来预

测阿拉尔市的路径损耗状况比较合适。

若基站和移动台天线之间存在视距传播,则路径损耗为:

$$L=42.6+26\lg d+20\lg f \quad (1)$$

其中, L 是路径损耗,单位是 dB, f 是发射频率,单位为 MHz, d 是收发天线的距离,单位为 km。

3 信号测量

测量首先选择有视距路径存在的地点,时间选择在春天和夏初,因为在这个季节沙尘发生的频率很高;然后锁定距离基站天线分别为 50 m、100 m、200 m 的地点,距离的确定可以从关联日志的 RRC connect request 里面查找 Ipropagdelayorrxtime 的值 X ,看到用户到基站的环回传播时延,单位是 3 chip,每个 chip 无线传播的距离为: $30\,000\text{ km}/3\,840\,000=78.15\text{ m}$,那么手机到基站的距离为 $X \times 3/2 \times 78.15\text{ m}$;最后选择沙尘天气进行接收信号强度的测量,并在距离发生沙尘最近的无风晴朗的一天进行接收信号强度的测量。为了减轻人为原因对信号的影响,测试尽量选在晚上。

在每个选择的地点测试 4 500 组数据,通过 tems 软件导出测试数据并进行处理。

因为:

$$L(\text{dB})=P_t(\text{dBm})-P_r(\text{dBm}) \quad (2)$$

其中, P_t 是基站发射功率,它的大小是固定的,中国联通 3G 采用的基站发射功率是 40 dBm, P_r 是接收功率,可以使用测量设备测量得到。将有沙尘的天气测得的数据和无沙尘天气测得的数据相减,就可得到沙尘因子。表 1 为不同能见度与不同距离的测试环境下计算出的沙尘因子的值。

表 1 沙尘因子

距离/m	能见度/m					
	20	30	200	300	1 000	10 000
50	11	10.2	9.2	8.2	7.5	1.78
100	11.4	11	9.5	9.4	7.6	1.86
150	11.7	11.1	9.6	9.5	7.75	2.01
200	12	11.2	9.8	9.7	7.9	2.76

根据能见度为 20 m 时所测得数据和对应的距离,可以得到式(3)所示的沙尘因子表达式为:

$$C=-0.009\,1d+10.573\,5 \quad (3)$$

其中, d 表示测试点到基站的距离,单位是 m, C 表示



沙尘因子。

图1为能见度为20 m时所测得数据和测试点到基站的距离的拟合曲线。

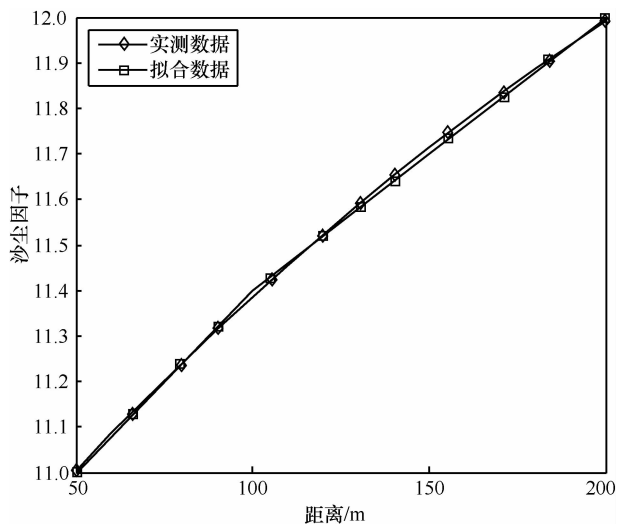


图1 距离拟合曲线

本文所使用的测试数据都是在有直视路径的情况下所测得的,根据测试所得沙尘因子进行优化,优化后的经验模型可以表示为:

$$L=42.6+26\lg d+20\lg f+C \quad (4)$$

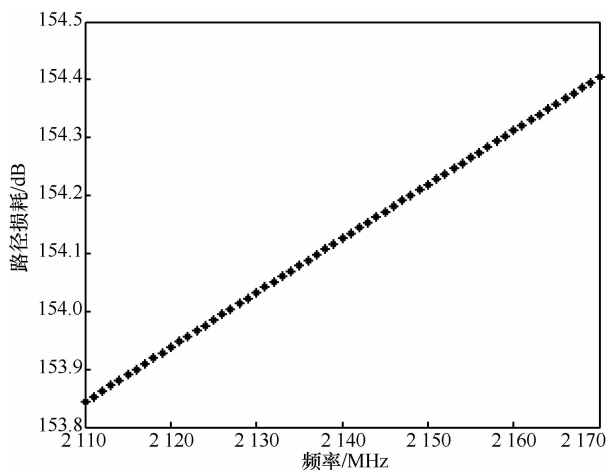
统一单位并化简后得到:

$$L=53.173\ 5+26\lg d+20\lg f+9.1d \quad (5)$$

此时 d 的单位为 km。

根据测量距离为 50 m 时所测得数据和对应的能见度,可以得到式(6)所示的沙尘因子表达式为:

$$C=-1.364\ 3\lg x+15.601\ 4 \quad (6)$$



(a)加入沙尘因子前

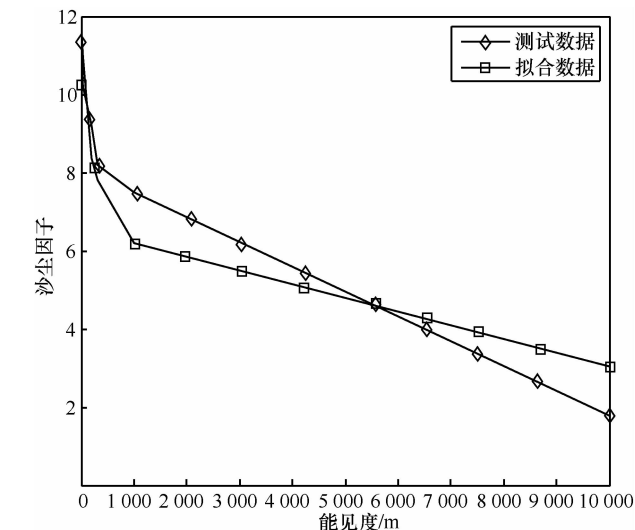


图2 能见度拟合曲线

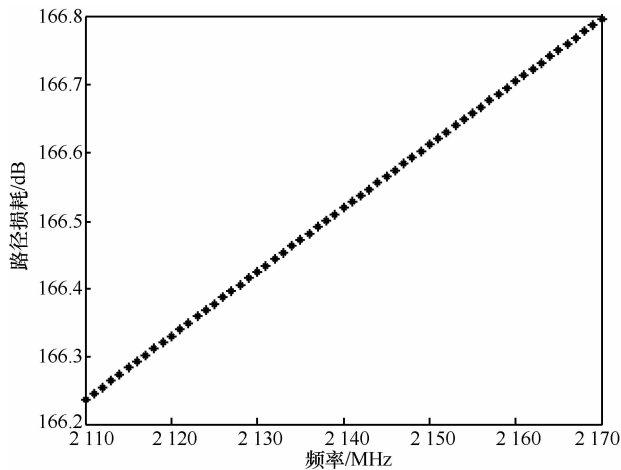
那么,当距离为 50 m 时能见度和路径损耗的模型可以建立为:

$$L=-19.687\ 6+20\lg f-1.364\ 3\lg x \quad (7)$$

其中,能见度 x 的单位仍然为 m。

4 模型路径损耗的仿真

中国联通 3G 所使用的 WCDMA 分配频段为上行 1 920~1 980 MHz,下行 2 110~2 170 MHz,由于测试的是基站到移动台的信号强度,所以只对下行频率进行仿真。图3为加入沙尘因子前后路径损耗随频率变化的曲线,



(b)加入沙尘因子后

图3 加入沙尘因子前后路径损耗随频率变化的曲线的比较

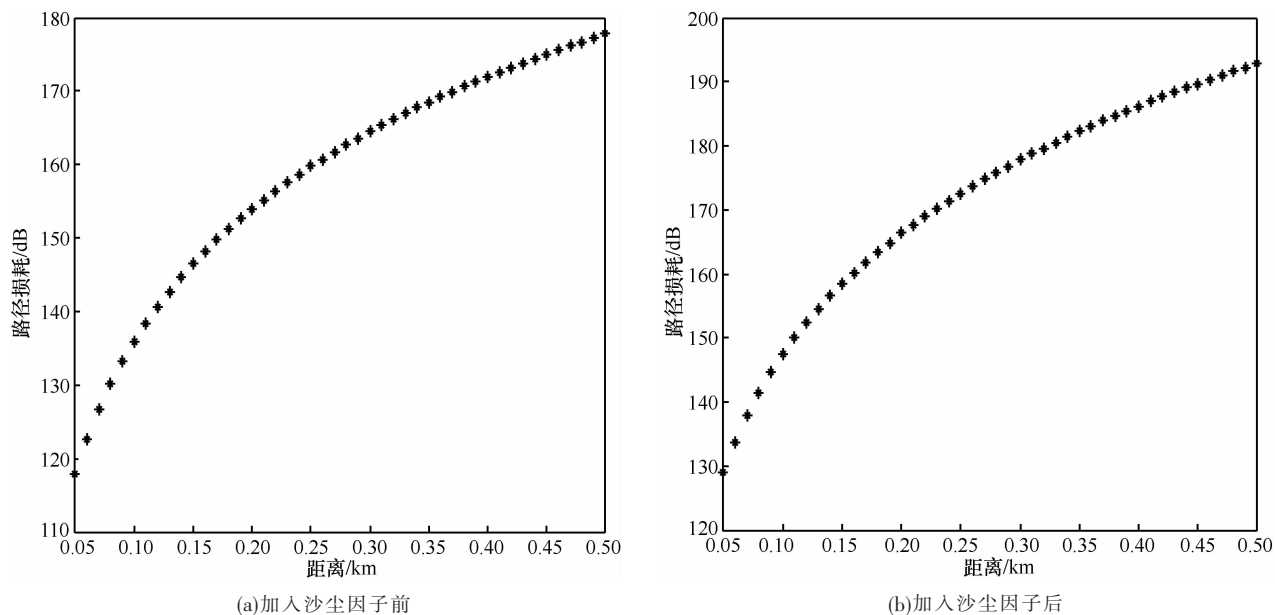


图4 加入沙尘因子前后路径损耗随距离变化的曲线的比较

图3中曲线并非直线,因为取值范围较小才出现这种效果。仿真中距离取值为200 m,图3(a)是未加入沙尘因子的曲线,图3(b)是加入沙尘因子以后的仿真曲线,两者在路径损耗上有很大的差别。图4是加入沙尘因子前后路径损耗随距离变化的曲线,频率取值为2 120 MHz,加入沙尘因子以后路径损耗有明显的增大。图5为频率取值为2 120 MHz时能见度和路径损耗的关系曲线,路径损耗随着能见度的增大而减小。实际测量证明,沙尘暴对WCDMA信号传输的影响不可小觑,加入沙尘因子以后的路径损耗更接近于实际的沙尘天气传播环境。

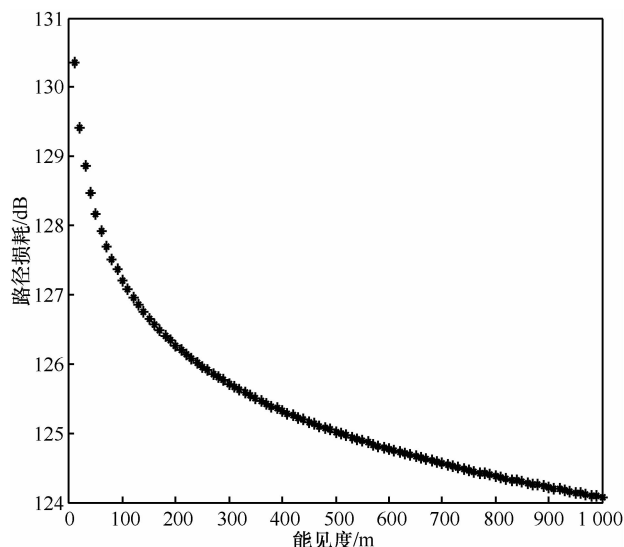


图5 能见度和路径损耗的关系曲线

5 结束语

本文在能见度不同的沙尘天气通过测量大量数据拟合出沙尘因子,结合与阿拉尔市地形和建筑特点近似的传播预测模型进行优化,形成新的模型,并使用MATLAB软件对模型进行优化前后的仿真比较,仿真结果表明,优化后的模型更接近实际传播环境。在设计无线信号传输系统时,必须充分考虑沙尘天气等不稳定因素对系统接收信号的影响,增大基站功率或者减小基站覆盖范围都能解决沙尘带来的影响。

参考文献

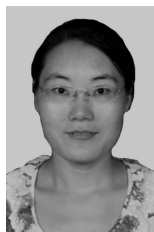
- 1 杨大成. 移动通信环境理论基础、分析方法和建模技术. 北京: 机械工业出版社, 2003
Yang D C. Mobile Communication Environment Theory, Analysis Method and Modeling Technology. Beijing: Mechanical Industry Press, 2003
- 2 吴忠志. 移动通信无线电波传播. 北京: 人民邮电出版社, 2002
Wu Z Z. Mobile Communications Radio Waves Propagation. Beijing: People's Posts and Telecom Press, 2002
- 3 赵树宗. 沙尘暴及烟雾对微波、毫米波传播的影响. 电波与天线, 1985(2): 43~51
Zhao S Z. Dust and smoke for microwave and millimeter wave propagation. Waves and Antenna, 1985(2): 43~51
- 4 马禹, 肖开提, 王旭. 塔里木盆地沙尘天气的气候特征. 北京大学学报, 2006, 42(6): 784~790

(2015146-5 接排在 2015085-7 后)



- 5 Kubat M, Matwin S. Learning when negative examples abound. Proceedings of the 9th European Conference on Machine Learning, Prague, Czech Republic, 1997
- 6 Chawla N, Bowyer K, Hall L, *et al*. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. Artificial Intelligence Research, 2002(16): 321~357
- 7 Estabrooks A, Jo T, Japkowicz N. A multiple resampling method for learning from imbalanced data sets. Computational Intelligence, 2004, 20(1): 18~36
- 8 Ling C, Li C. Data mining for direct marketing problems and solutions. Proceedings of the 4th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York, USA, 1998
- 9 Chawla N, Japkowicz N, Kotcz A. Editorial: special issue on learning from imbalanced data sets. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 2004, 6(1): 1~6
- 10 Putten P V D, Someren M V. A bias-variance analysis of a real world learning problem: the CoIL challenge 2000. Machine Learning, 2004, 57(1-2): 177~195
- 11 Forman G. An extensive empirical study of feature selection metrics for text classification. Machine Learning Research, 2003(3): 1289~1305
- 12 Zheng Z, Wu X, Srihari R. Feature selection for text categorization on imbalanced data. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 2004(6): 80~89
- 13 Zhang H, Lu G, Qassrawi M T, *et al*. Feature selection for optimizing traffic classification. Computer Communications, 2012, 35(12): 1457~1471
- 14 Galar M, Fernández A, Barrenechea E, *et al*. A review on ensembles for the class imbalance problem: bagging, boosting, and hybrid-based approaches. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, 2012, 42(4): 463~484
- 15 Seiffert C, Khoshgoftaar T, Van Hulse J, *et al*. Rusboost: a hybrid approach to alleviating class imbalance. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, 2010, 40(1): 185~197
- 16 Liu X Y, Wu J, Zhou Z H. Exploratory undersampling for class-imbalance learning. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, 2009, 39(2): 539~550
- 17 Sun Y, Kamel M S, Wong A K, *et al*. Cost-sensitive boosting for classification of imbalanced data. Pattern Recognition, 2007, 40(12): 3358~3378
- 18 Van Hulse J, Khoshgoftaar T, Napolitano A. An empirical comparison of repetitive undersampling techniques. Proceedings of IEEE International Conference on Information Reuse & Integration, Las Vegas, NN, USA, 2009: 29~34
- 19 Breiman L. Bagging predictors. Machine Learning, 1996 (24): 123~140
- 20 Xie G, Iliofotou M, Keralapura R, *et al*. Subflow: towards practical flow-level traffic classification. Proceedings of IEEE INFOCOM, Orlando, FL, USA, 2012

[作者简介]



关晓惠,女,浙江水利水电学院副教授,主要研究方向为机器学习与数据挖掘。

钱亚冠,男,博士,浙江科技学院理学院副教授,主要研究方向为互联网流量分类、下一代互联网、机器学习与数据挖掘。

2015085-7

(上接 2015146-4)

- Ma Y, Xiao K T, Wang X. The climate characteristics of tarim basin of the sand dust weather. Journal of Beijing University, 2006, 42(6): 784~790
- 5 魏文寿, 高卫东, 史玉光. 新疆地区气候与环境变化对沙尘暴的影响研究. 干旱区地理, 2004, 27(2): 138~141
Wei W S, Gao W D, Shi Y G. Xinjiang regional climate and environment change on the influence of the dust storm study. Journal of Arid Areas in Geography, 2004, 27(2): 138~141
 - 6 Maciel L R, Bertoni H L, Xia H H. Unified approach to prediction of propagation over buildings for all ranges of base station antenna height. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 1993, 42(1): 41~45

2015146-5

[作者简介]



陈杰,女,塔里木大学信息工程学院讲师,主要研究方向为移动通信和信号处理。

姚娜[通讯作者],女,塔里木大学信息工程学院副教授,主要研究方向为图像处理、农业信息化的研究。