

天线在降低 TD-LTE 系统大气波导干扰中的运用

邵 茗

(盐城工学院 电气工程学院,江苏 盐城 224051)

摘要:通过分析大气波导形成原因及其对 TD-LTE 系统的影响,阐述了大气波导干扰 TD-LTE 系统的特征;根据分析结论,提出了以天线调整或替换特殊天线来降低大气波导干扰的具体操作办法,并选取干扰严重的小区进行了实测和对比,验证了方案的有效性。

关键词:大气波导干扰;TD-LTE;天线

中图分类号:TN929.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2017)03-0054-04

1 大气波导的形成原理及对 TD-LTE 系统的影响

在一定的气象条件下,在大气边界层尤其是近地层传播的电磁波,受大气折射的影响,其传播轨迹弯向地面。当其弯曲的轨迹曲率超过地球表面曲率时,会有部分的电磁波被限制在一定厚度的大气薄层内,就像电磁波在金属波导管中传播一样,这种现象称为电磁波的大气波导传播,形成的大气薄层称为大气波导层。简言之:大气波导是由于对流层中存在逆温或水汽随高度急剧变小的层次,在该层中电波形成超折射传播,大部分电磁波辐射被限制在这一层内传播的现象。

大气波导通常分为 3 类:表面波导、抬升波导和蒸发波导。其中蒸发波导一般发生在 40 m 以下高度的近海面大气中,表面波导、抬升波导在陆地和海洋大气环境中都存在。在 TD-LTE 无线通信中,涉及到的大气波导主要是表面波导。表面波导一般出现在大气较稳定的晴好天气,此时低层大气存在一个较稳定的逆温层,逆温层内大气湿度随高度递减。

大气波导对无线电波的影响主要表现在两个方面:一是增加电波传播的距离,二是增加电波电场强度。由于波导层使得无线电波来回不断反射,增加其传播路径中的电场强度,使其能量衰减

大大减缓,因此可使无线电波在波导层进行超长距离传播。

TD-LTE 系统是时分同步的系统,需要严格地做好同步才能确保基站间不存在干扰,而大气波导由于是远距离传播,远距离传输时间超过 TDD 系统的上下行保护间隔,使得远处基站的下行信号在近处基站的接收时隙被近处基站收到,从而干扰了近处基站的上行接收,产生 TDD 系统的远距离同频干扰。简单来说就是在 TDD 系统中由于大气波导的存在,远端的下行信号传输超出了保护时隙,从而影响到本地基站的上行信号。

2 大气波导干扰 TD-LTE 系统的特征

实践证明,在雨后天晴的夏天稳定天气,更容易在大气层里形成大气波导。在沿海地区,当陆地上干燥的热空气团向海上移动后,也容易产生大气波导。大气波导一般在低纬度和中纬度地区产生得比较多,在沿海地区及其海面上出现得更多。由于大气波导传播的信号比由电离层反射传播的信号稳定,因此往往可以连续保持几个小时,而且主要集中在凌晨 1:00 到上午 9:00 之间。

大气波导是一种特殊天气下形成的大气对电磁波的折射效应,各地分布不同。一般地说,我国南海地区春秋冬季出现较多,东部沿海夏秋季出现较多,西北地区春秋冬季出现较多。另外,我国东南部波导出现于傍晚多于早上,而西北地区则

是早上多于晚上。河南、山东、安徽、湖北、江苏为大气波导重灾区(严重季节月均 20 d 以上),海南、北京、东北、上海有轻微大气波导干扰。我国大气波导干扰地域特征如图 1 所示。

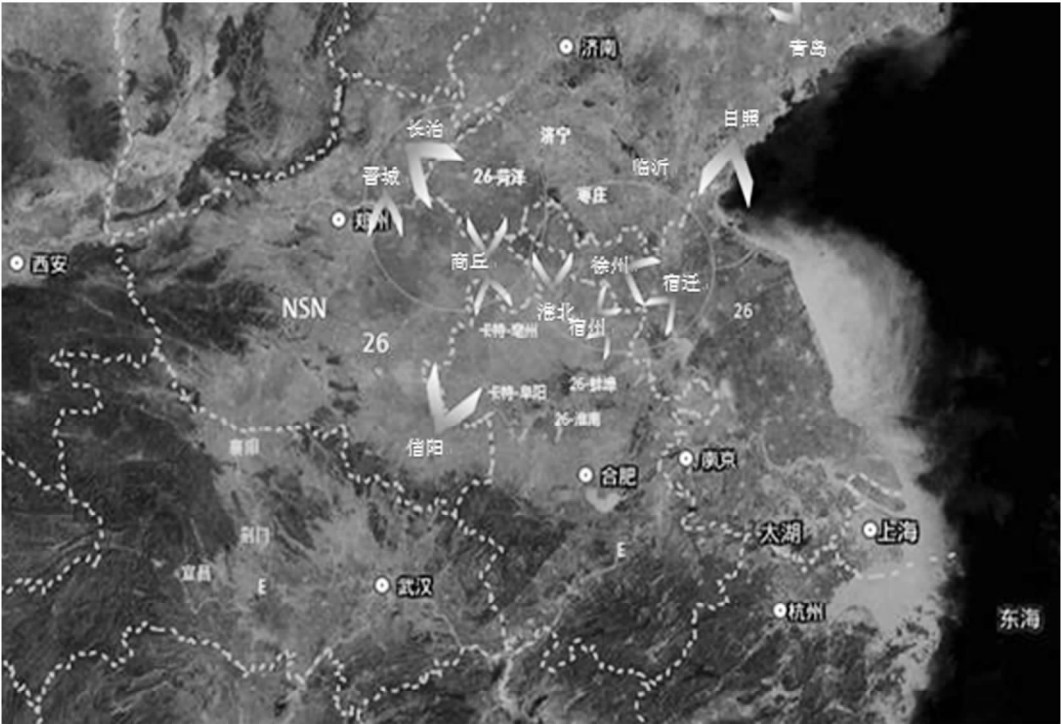


图 1 大气波导干扰地域特征

Fig.1 The regional characteristics of atmospheric duct interference

由于大气波导干扰信号是远端站点突破保护间隔的超远覆盖导致,所以干扰是连续多个基站干扰的叠加。从图 2 所示试点大气波导干扰时域特征可以看出:当发生大气波导干扰时,时域上从特殊子帧的上行符号 SF1/SF6 开始,呈现出典型的“斜坡”特征,并随干扰影响程度变化;斜坡有时仅影响少量 2~3 个符号,有时影响 16 个符号以上;时间上大气波导干扰主要发生在 21:00 到第 2 天早上 10:00;频段上主要是 F 频段宏站小区干扰严重,农村站点干扰强度明显强于城区站点,且会出现大片站点同时干扰的现象。

3 天线对降低大气波导干扰的实证研究

根据对 TD-LTE 系统大气波导干扰形成条件与原因分析^[1-3],解决策略可以从以下几方面着手:使用频率偏移,降低远处干扰源基站的干扰概率,以降低大气波导时本端基站所受的干扰强度;在一定的传输距离内,还可以通过增加保护间隔 GP,以规避一定距离内的干扰;根据大气波导干扰的时域特征,结合网络实际,通过优化算法来进行干扰抑制,从而提升用户感知等等。本文着重

研究利用天线调整 and 选择来降低大气波导干扰的方案与具体操作办法。

3.1 远程电调天线的运用

由于大气波导干扰信号为平行于地面传送,天线下倾角增大可减弱干扰信号接收强度,显著降低本端小区的干扰。因此,当确定发生大气波导干扰时采用远程电调天线,并在大气波导干扰期间快速下压天线电子下倾角,可减少对周边基站的干扰,从而有效降低大气波导干扰。

以某区域第一批电调天线试点为例:在大气波导干扰频发的区域完成 55 个站点替换为远程电调天线后,选取附近干扰接近的对比区域,通过动态调整电子下倾角,快速降低干扰,在干扰最强时段干扰强度可达 -88 dBm,如图 3 所示。由图 3 实时跟踪该区域干扰值情况,可以看出干扰变化趋势与电子下倾角调整基本同步:

- (1) 7:00 ~ 7:15,电子下倾角 6°,干扰值在 -104 ~ -102 dBm;
- (2) 7:15 时,电子下倾角修改为 9°,实时干扰值从 -103 dBm 降低到 -107 dBm,之后干扰逐渐抬升;

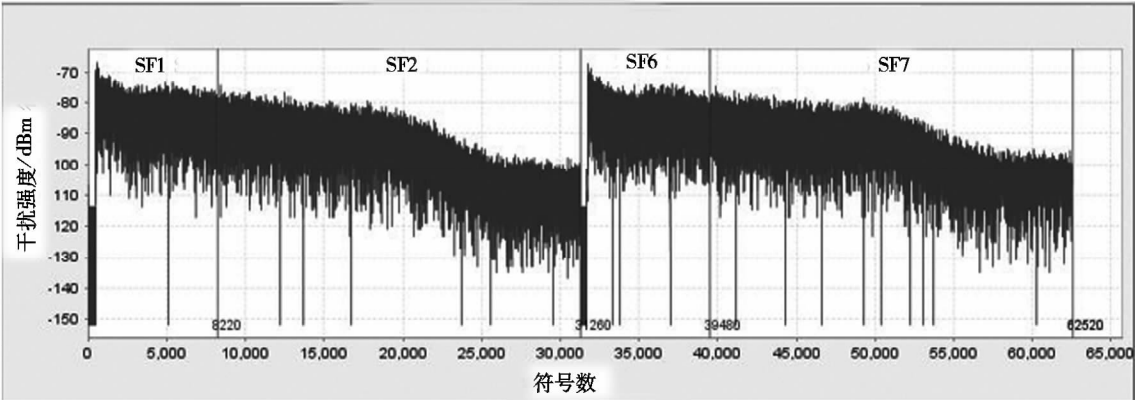


图 2 大气波导干扰时域特征

Fig.2 The time domain feature of atmospheric duct interference

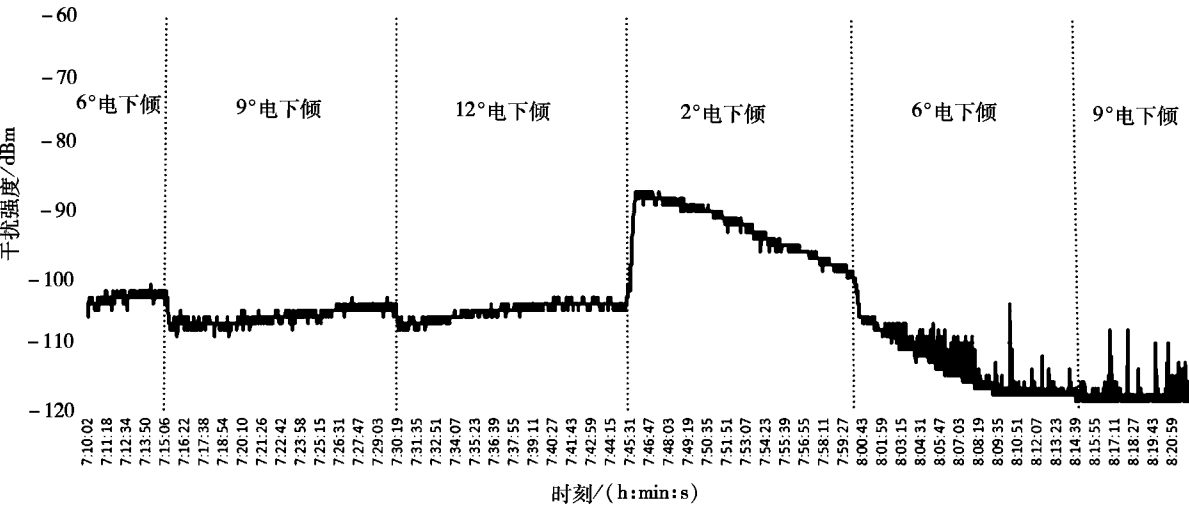


图 3 L 新洋农场二-2 实时跟踪干扰变化趋势

Fig.3 The real time tracking of interference trends of L Xinyang farm Two-2

(3)7:30 时,电子下倾角修改为 12°,实时干扰值从 -104 dBm 降低到 -107 dBm,之后干扰也逐渐抬升;

(4)7:45 时,电子下倾角修改为 2°,实时干扰值从 -104 dBm 提升到 -88 dBm,之后干扰快速减弱;

(5)8:00 时,电子下倾角修改为 6°,实时干扰值从 -99 dBm 降低到 -106 dBm,之后干扰继续减弱;

(6)8:15 时,干扰已经减弱到 -117 dBm,此时电子下倾角修改为 9°,实时干扰值从 -118 dBm 降至 -119 dBm。

现场的调整和测试表明:电子下倾角在 2° ~ 6°时,随着角度的增加,干扰值下降得非常显著,下降近 20 dBm;当电子下倾角从 6°增加到 9°时,干扰值下降 2 ~ 3 dBm;当电子下倾角大于 9°后,干扰值进一步下降的幅度可忽略不计。显然,将

电子下倾角调整到 6° ~ 9°是较为合理的范围,可大大降低大气波导的干扰。然而下压下倾角会导致覆盖范围收缩,严重影响网络覆盖能力。因此,在大气波导干扰消退后,必须及时将下压的下倾角还原,以确保基站原有的覆盖距离。

各基站高度在不同下倾角下的主波束覆盖距离如表 1 所示。

表 1 各种站高在不同下倾角下的主波束覆盖距离
Table 1 The main beam coverage distance over the various height of stations at different angles m

基站 高度	下倾角/(°)			
	4	6	8	10
25	2 864	572	317	220
30	3 438	687	381	263
35	4 010	802	445	307
40	4 584	916	508	351
45	5 156	1030	572	395
50	5 729	1145	635	439

3.2 高增益天线的运用

通过干扰信号分析,大气波导的干扰信号主要是上旁波瓣信号超远传播导致。而高增益天线相对于普通天线来说,具有方向性更强、波束窄、信噪比增强等特点,其信噪比可提升 6 dBm,从而可降低大气波导的干扰。

以某区域第一批高增益天线试点为例:在大气波导干扰频发的区域完成 10 个站点替换为高增益天线后,通过对比高增益天线替换区域与对比区域的干扰值(表 2),可以看出在大气波导干扰期间,高增益天线的抑制性能可提升 2 ~ 3 dBm。

4 结束语

TD-LTE 系统在接收和传送同一频率信道(即载波)的不同时隙时,是用保证时间来分离接收和传送信道的,因此一定的 GP 保护间隔可能无法完全避免长距离同频干扰。而河南、山东、安

表 2 验证区域历史干扰对比
Table 2 Historical interference contrast of verification area dBm

扇区	替换高增益天线小区		对比样本 小区	降低 干扰值
	替换前	替换后		
0	-106.0	-102.50	-102.3	-3.5
1	-104.5	-98.75	-99.1	-3.75
2	-104.375	-101.375	-101.5	-3

徽、湖北、江苏为大气波导重灾区,尤其在江苏北部及沿海的特定区域,在一定的时间和天气条件下,很容易形成大气波导现象,加剧了 TD-LTE 系统的远距离同频干扰程度;另一方面,由于大气波导现象影响因素的复杂性和随机性,很难从理论上精准地建立一个设计模型进行算法优化。因此,结合现场网络环境,合理调整天线倾角或选择天线类型不失为一种降低大气波导干扰的实用而有效的方法。

参考文献:

[1] 刘宁. TD-LTE 网络大气波导干扰的成因分析及防治措施[J]. 山东通信技术,2015,35(2):1-7.
[2] 王大鹏,李新. TD-LTE 无线网络与既有网络的干扰分析[J]. 移动通信,2011,35(19):33-38.
[3] 张博. TD-LTE 系统干扰分析及解决方案[J]. 电信技术,2013(7):54-57.

Application of Antenna in Reducing Atmospheric Duct Interference in TD-LTE System

SHAO Ming

(School of Electrical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: In this paper, by analyzing the cause of formation of atmospheric duct and its influence on TD-LTE system, the characteristics of atmospheric duct interference in TD-LTE are expounded. According to the analysis results, this paper puts forward the specific operation method of adjusting antenna or replacing the special antenna to reduce the atmospheric duct interference. The effect of the scheme is verified by conducting experiments to some seriously interfered housing housing estates.

Keywords: atmospheric duct interference; TD-LTE; antenna

(责任编辑:李华云)