

T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

5G大气波导干扰定位与优化方法

Atmospheric Duct Interference Location and Optimization

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

目 次

1. 范围	6
2. 规范性引用文件	6
3. 术语和定义	6
3.1. 术语	6
3.1.1. 保护间隔Guard Period	6
3.1.2. 远距离干扰管理 Remote Interference management	6
3.1.3. 全局基站标识 gNB ID	6
3.1.4. 全局基站映射序列 Set ID	6
3.2. 缩略语	6
4. 主要内容	7
4.1. TDD大气波导干扰特征	7
4.2. 大气波导干扰定位	7
4.2.1. 基站映射方法与规则	7
4.2.2. RIM测量数据提取	8
4.2.3. RIM测量数据处理	9
4.2.4. 大气波导干扰源基站确定	10
4.3. 大气波导干扰优化方法	10
4.3.1. 大气波导干扰源基站优化方法	10
4.3.2. 大气波导干扰受扰基站优化方法	11
附录A	12
(资料性附录)	12
A.1 5G大气波导各省映射表	12
A.2 5G大气波导省间互扰关系表	13

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国通信企业协会团体标准管理委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：中国移动通信集团设计院有限公司。

本文件参加起草单位：中国移动通信集团有限公司、北京邮电大学、华为技术有限公司、中国信息通信研究院、中国移动通信集团云南有限公司、中国移动通信集团广西有限公司、中国移动通信集团山东有限公司、中国移动通信集团广东有限公司、中信科移动通信技术股份有限公司

本文件主要起草人：高峰、汪汀岚、左怡民、李行政、金文研、李文丽、张夏、张兴海、吴泰然、王琳、宋心刚、金童、彭玉丽、夏玉洋、谭有恒、童海生、高骏远、李钦、李林燕、吕沛锦、赵志民、张涛、杨威、王程、汤冰、樊忠洋、李奇、张之栋、厉睿卿、梁金山、李刚、李虹、李宇丰、许娟、王红雷、高宗宝、刘丽美、于志鹏、王鹏、刘昊天、杨威、洪媛

本文件为首次发布。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

引 言

TDD网络大气波导干扰问题出现在特定的气候、地理条件下，一般在网络规模达到一定程度后才会发生。目前3GPP 5G NR标准主要采用TDD制式，为了对抗大气波导干扰的影响，3GPP启动了相关定位与协同优化方案的研究工作，具体可参见3GPP TR 38.866 “Study on remote interference management for NR”，目前已形成关于远距离干扰管理的相关功能（RIM, Remote Interference Management），实现了大气波导干扰源的精准定位与自适应调整。

本标准基于3GPP RIM技术，研究制定基于基站大气波导干扰测量数据的定位识别方法，并制定相应的主要干扰源基站干扰规避方案及优化流程，标准化大气波导干扰处理的关键步骤，作为3GPP RIM技术的有效补充，对于降低大气波导干扰、促进时分网络发展具有重要的意义。

本标准包括TDD制式5G大气波导干扰的定位方法、干扰源基站筛选方法、干扰源基站优化方法等内容。

5G大气波导干扰定位与优化方法

1. 范围

本文确立了5G大气波导干扰定位与优化方法规则、要求。

本标准主要规定5G大气波导干扰定位与优化方法，适用于2515-2675MHz、3400-3500MHz、3500-3600MHz等TDD频段大气波导干扰的定位与优化。

本文适用于通信企业开展5G大气波导干扰定位与优化方法的应用。其他标准化文件可参照使用。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

[1] 3GPP TR 38.866 NR远程干扰管理的研究

[2] ITU-R P.452-16 在频率高于0.1GHz时地球表面站点间干扰评估的预测程序

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。下列术语和定义适用于本文件。

3.1. 术语

3.1.1. 保护间隔 Guard Period

保护间隔是时分双工系统特有的保护时间，主要原因在于下行到上行转换时基站和小区间有一个下上行双向传输时延。

3.1.2. 远距离干扰管理 Remote Interference management

3GPP 5G NR标准主要采用TDD制式，为了对抗大气波导干扰的影响，3GPP启动了相关定位与协同优化方案的研究工作，已形成关于远距离干扰管理的相关功能，实现了大气波导干扰源的精准定位与自适应调整。

3.1.3. 全局基站标识 gNB ID

用于唯一标识网络中的5G基站的编号。

3.1.4. 全局基站映射序列 Set ID

用于大气波导发生时协助进行干扰数据分析的5G基站映射序列，可为一定区域范围内基站配置一个Set ID，也可为一个基站分配一个Set ID。

3.2. 缩略语

下列缩略语适用于本规范：

3GPP	第三代合作伙伴计划	3rd Generation Partnership Project
5G	第五代移动通信技术	the 5th Generation Mobile Communication Technology
TDD	时分双工	Time Division Duplexing

4. 主要内容

4.1. TDD大气波导干扰特征

在中国地域上，TDD大气波导干扰问题主要出现在沿海及平原农村区域，时间上主要出现在3月-11月，特别是渤海湾、北部湾、华北平原、华东平原等区域受影响较为严重。在存在严重的大气波导效应时，导致多数TDD站点存在超远干扰问题，仅通过5G设备RIM功能无法有效规避，需要建立干扰集中管理机制，实现大气波导干扰的跨省协同优化。

4.2. 大气波导干扰定位

4.2.1. 基站映射方法与规则

在3GPP RIM技术中，为了减少RIM的特征序列的数量，建议采用一个片区基站共用同一序列的方式，该方案虽然可以减少RIM序列的数量，但若无法独立编码就会造成无法精准定位大气波导干扰源的问题。运营商可基于gNB ID码号资源分配方案，完成Set ID与gNB ID的映射，实现Set ID在不同大气波导干扰区域的复用，为5G大气波导干扰的精准定位奠定基础。具体方案建议如下：

1、考虑现阶段5G基站规模、RIM检测时效性等因素，5G RIM功能Set ID采用20bit的配置方案；

2、在gNB ID向Set ID映射时，5G基站gNB ID为 $X_1X_2X_3X_4X_5X_6$ ，其中 X_1X_2 的8位二进制及小区ID高2位建议按下表映射为4位二进制A， $X_3X_4X_5X_6$ （共16位）保持不变，映射完成后20bit的Set ID为 $AX_3X_4X_5X_6$ 。 X_1X_2 至A的映射关系共21省（目前主要上述21省存在5G网络TDD大气波导干扰问题），根据省份基站数量分配对应映射数量，如表1所示。

表1 X_1X_2 至A的映射关系表

省份	X_1X_2 (2进制)	小区ID高两位	A (10进制)	A (2进制)
安徽	00010111	00	6	0110
北京	00001111	00	8	1000
北京	00010101	00	4	0100
广东	11000001	00	2	0010
广东	11000000	00	1	0001
广西	01000000	00	0	0000
海南	00010010	00	3	0011
河北	00010000	00	0	0000
河南	01010000	00	1	0001
黑龙江	00010011	00	1	0001
湖北	01100000	00	2	0010
湖南	00100110	00	0	0000
吉林	00110100	00	6	0110
江苏	10100000	00	5	0101
江西	10000000	00	3	0011

辽宁	01110000	00	2	0010
内蒙古	00010110	00	5	0101
山东	00100111	00	7	0111
上海	00110001	00	2	0010
四川	10010000	00	0	0000
四川	10010001	00	1	0001
四川	10001111	00	2	0010
天津	00110010	00	3	0011
新疆	00100010	00	0	0000
浙江	10110000	00	0	0000

基于5G基站gNB ID与Set ID映射关系，实现大气波导干扰片区Set ID的复用，全网配置后可以消除大气波导干扰区域内Set ID的混淆问题，实现干扰源精准解析。但随着5G网络规模的发展与壮大，后续需对映射方案进行更新与调整。

4.2.2. RIM测量数据提取

1、文件获取粒度。每小时获取一次所有厂家服务器的数据文件。

2、文件存储格式。数据压缩包格式为tar.gz，内部文件为csv格式，后缀为“.csv”，文件编码方式为GB2312。文件存储保留至少7天。

3、文件存储目录。

(1) 第一级目录为设备制造商文件夹。

例如：AtmosphereDuct_5G_NOKIA, AtmosphereDuct_5G_HUAWEI, AtmosphereDuct_5G_ERICSSON, AtmosphereDuct_5G_ZTE, AtmosphereDuct_5G_DATANG等。

(2) 第二级目录为数据产生完成时间文件夹。

年月日时格式为YYYYMMDDHH（北京时间），例如：2021052601。

(3) 二级目录下存储小时粒度此厂家所有基站生成的RIM检测文件。

4、文件命名。

(1) 压缩包内文件命名格式为：<省份缩写>_<采集时间>_<编号>.csv。各字段含义如下：

① 省份缩写：

表2 全国省份缩写表

缩写	省份	缩写	省份
AH	安徽	JX	江西
BJ	北京	LN	辽宁
CQ	重庆	NM	内蒙古
FJ	福建	NX	宁夏
GD	广东	QH	青海
GS	甘肃	SC	四川

GX	广西	SD	山东
GZ	贵州	SH	上海
HA	河南	SN	陕西
HB	湖北	SX	山西
HE	河北	TJ	天津
HI	海南	XJ	新疆
HL	黑龙江	XZ	西藏
HN	湖南	YN	云南
JL	吉林	ZJ	浙江
JS	江苏		

② 采集时间：数据采集周期小时粒度，每个小时提供一次，存储对应小时内4个15分钟粒度数据。格式为YYYYMMDDHH（北京时间）

- YYYY：表示4位数字组成的年份（如2021）
- MM：表示2位数字组成的月份，取值为01—12
- DD：表示2位数字组成的日期，取值为01—31
- HH：表示2位数字组成的小时，取值为01—24，01代表00:00:01-01:00:00，数据产生完成时间。

③ 编号：取值为 $[0, +\infty)$ 范围中的整数。

(2) 压缩包命名格式为：〈制式〉_〈省份缩写〉_〈服务器IP〉_〈服务器ID〉_〈采集时间〉_〈编号〉。各字段含义如下：

- ① 制式：LTE/NR，用于区分4G与5G大气波导原始数据，5G为NR
- ② 省份缩写：详见表1-2
- ③ 服务器IP：格式为XXX.XXX.XXX.XXX
- ④ 服务器ID：三位数字，取值为 $[000, 999]$ 范围中的整数
- ⑤ 采集时间：要求与内部文件一致
- ⑥ 编号：三位数字，取值为 $[000, 999]$ 范围中的整数。压缩包格式为tar.gz，当文件压缩后大于1G时，采取编号拆分形式存储。

4.2.3. RIM测量数据处理

RIM测量数据提取并录入后，将进入受扰基站与施扰基站的匹配阶段，其中测量信息至少包括SetID、干扰功率值以及检测符号等信息。根据5G大气波导原始数据中SetID，转化出干扰源个gNBID。方法为将十进制SetID，转化为20bit二进制序列c1c2c3c4b9b10……b24。完成4bit数据c1c2c3c4向8bit数据的映射a1a2a3a4a5a6a7a8，拼接后16位二进制为a1a2a3a4a5a6a7a8b9b10……b24。转化为十进制干扰源gNBID。

根据5G工参表内匹配施扰站点信息。当匹配到多个省份站点时，通过省份对应关系表找到合理的施扰站点，匹配对应工参信息。如河南的5G基站，若SetID解析后发现施扰源基站可能是河北或黑龙江，根据地理位置

最终判断该施扰源基站为河北基站。

4.2.4. 大气波导干扰源基站确定

大气波导干扰源基站的筛选可以基于全网RIM的解析结果，在一定时间周期内按照基站的累计干扰频次、累计干扰功率、累计干扰小区数等条件进行筛选确认。例如，可以按照基站每小时之内被检测频次超过100次作为干扰源基站的筛选条件，作为后续干扰源基站优化的基础。

筛选出干扰影响严重的干扰源基站，由于调整干扰源基站是一种“利他行为”，对施扰站本省存在一定的性能损失，在此过程中，可采用两级集中的模式实现跨省大气波导干扰问题的协同优化。跨省协同优化方案如下图所示。

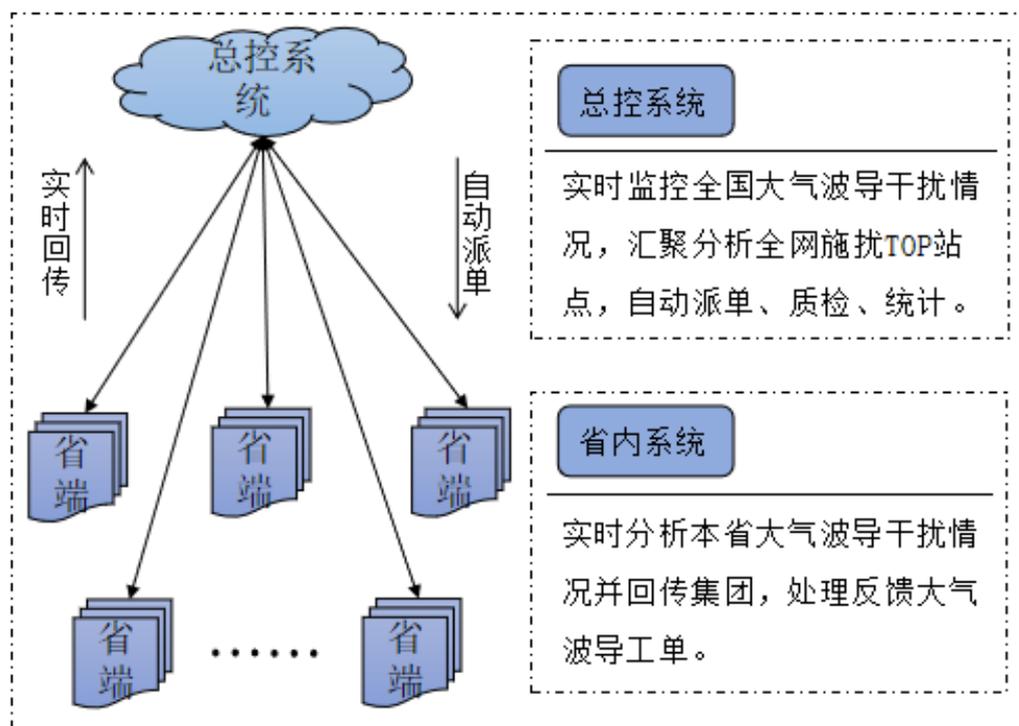


图1 大气波导跨省协同优化流程图

4.3. 大气波导干扰优化方法

面向5G大气波导干扰问题的优化，可以从干扰源和受扰方两个维度出发，实施干扰规避与调整措施，最小化干扰影响。

4.3.1. 大气波导干扰源基站优化方法

可以从时域优化、射频优化等维度，进行施扰基站的优化。具体方案如下：

时域优化。根据通路定位划定大气波导互易性区域，调整特殊子帧配比，或关断施扰站点部分下行子帧，从而扩大保护距离，避免相互影响。

时隙配置调整。TDD制式5G网络时隙配比的总体原则是下行时隙+下行符号+上行符号+上行时隙，可通

过灵活配置剩余符号位，来调整保护距离，对干扰源小区可调整特殊时隙符号配置为0:12:2，将保护距离增大至120km以上。也可以考虑通过5G NR TDD 帧结构的灵活配置进一步增大大气波导保护距离，如将部分下行时隙配置为保护间隔。

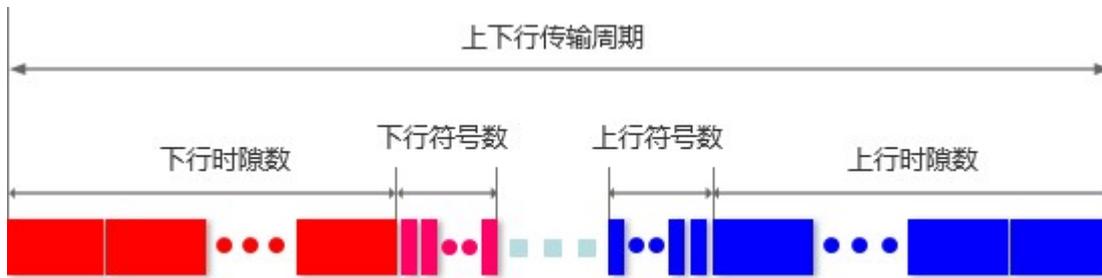


图2 5G网络时隙配比图

射频优化。针对施扰源开展精细化射频调整措施，包括增加下倾角、降低发射功率、5G天线权值调整等方式，降低进入波导层中的信号功率，从而降低对受干扰方的影响。

4.3.2. 大气波导干扰受扰基站优化方法

可以通过参数调整进行受扰方的大气波导干扰优化。基于实时受大气波导干扰情况，通过参数调整将受扰小区用户迁移至同覆盖的700M频段FDD制式的5G小区，从而避免受大气波导通路影响。当大气波导干扰消退会，实施小区优化措施回退。

在参数调整过程中，可调整的参数主要包括受大气波导干扰小区的发射功率、5G异频小区间的切换参数、5G异频小区间的重选参数等。

附录 A
(资料性附录)

A.1 5G 大气波导各省映射表

省份	2进制X1X2	小区ID高两位	set ID(10进制)	2进制(4位)
安徽	00010111	00	6	0110
北京	00010101	00	4	0100
北京	00001111	00	8	1000
福建	00100000	00	0	0000
甘肃	00110000	00	1	0001
广东	11000000	00	1	0001
广东	11000001	00	2	0010
广西	01000000	00	0	0000
贵州	00100101	00	7	0111
海南	00010010	00	3	0011
河北	00010000	00	0	0000
河南	01010000	00	1	0001
黑龙江	00010011	00	1	0001
湖北	01100000	00	2	0010
湖南	00100110	00	0	0000
吉林	00110100	00	6	0110
江苏	10100000	00	5	0101
江西	10000000	00	3	0011
辽宁	01110000	00	2	0010
内蒙古	00010110	00	5	0101
宁夏	00010001	00	2	0010
青海	00010100	00	5	0101
山东	00100111	00	7	0111
山西	00100011	00	4	0100
陕西	00100100	00	6	0110
上海	00110001	00	2	0010
四川	10010000	00	0	0000
四川	10010001	00	1	0001
四川	10001111	00	2	0010
天津	00110010	00	3	0011
西藏	00100001	00	3	0011
新疆	00100010	00	0	0000
云南	00011000	00	8	1000
浙江	10110000	00	0	0000
重庆	00110011	00	3	0011

A.2 5G 大气波导省间互扰关系表

受干扰省份	干扰源省份1	干扰源省份2	干扰源省份3	干扰源省份4	干扰源省份5	干扰源省份6	干扰源省份7	干扰源省份8
河北	河南	辽宁	天津	北京	内蒙古	安徽	山东	河北
山东	河北	河南	辽宁	天津	北京	江苏	安徽	山东
安徽	河北	河南	湖北	江西	江苏	安徽	山东	
辽宁	河北	辽宁	天津	内蒙古	吉林	山东		
河南	河北	河南	湖北	江苏	安徽	山东		
江苏	浙江	河南	上海	江苏	安徽	山东		
天津	河北	辽宁	天津	北京	山东			
内蒙古	河北	黑龙江	辽宁	内蒙古	吉林			
湖北	湖南	河南	湖北	江西	安徽			
北京	河北	天津	北京	山东				
吉林	黑龙江	辽宁	内蒙古	吉林				
江西	湖南	湖北	江西	安徽				
广东	广西	海南	广东					
广西	广东	海南	广西					
海南	广西	广东	海南					
湖南	湖北	江西	湖南					
浙江	上海	江苏	浙江					
上海	浙江	上海	江苏					
黑龙江	内蒙古	吉林	黑龙江					
新疆	新疆							
四川	四川							