

# 900 MHz 频段干扰研究和解决方案

## 900 MHz Band Interference Research and Solution

李新玥,李红五,王 伟,李福昌(中国联通研究院,北京 100048)

Li Xinyue, Li Hongwu, Wang Wei, Li Fuchang (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

### 摘要:

900 MHz 频段的干扰一直是 4G 网络部署中的难题,也是 4G 重耕到 5G 需要考虑的关键因素。通过分析网管数据和外场测试数据,总结了典型的外部干扰类型,并研究底噪抬升对吞吐率指标、接入指标、丢包率指标的影响。干扰对上行吞吐率影响较大,对下行吞吐率、接入类和掉线率指标影响较小,不同的干扰波形对指标的影响程度不同。基于分析结果,提出 900 MHz 干扰的解决方案,包括窄带尖峰干扰和宽带干扰解决方案,来降低干扰对用户和网络的影响。

### 关键词:

900 MHz; 上行干扰; 解决方案

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.08.008

文章编号: 1007-3043(2022)08-0040-05

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

900 MHz band interference has always been a difficult problem in 4G network deployment, and it is still a key factor in the evolution from 4G to 5G. Through the analysis of network management data and field test data, the typical external interference types are summarized, and the impact of noise increase on throughput rate indicators, access indicators, and packet loss rate indicators is studied. Interference has a greater impact on the uplink throughput rate, and has less impact on the downlink throughput rate, access and drop rate indicators. Different interference waveforms have different impact on the indicators. Based on the analysis results, solutions for 900 MHz interference are proposed, including solutions for narrowband interference and broadband interference, to reduce the impact of interference on users and the network.

### Keywords:

900 MHz; Uplink interference; Solutions

引用格式: 李新玥,李红五,王伟,等. 900 MHz 频段干扰研究和解决方案[J]. 邮电设计技术, 2022(8): 40-44.

## 1 概述

随着 5G 的深入部署,存量 900 MHz 频段开始向 5G 重耕。长期以来,900 MHz 频段存在干扰源数量大、定位难等问题,目前的解决方案对干扰缺乏深入的认识,针对性不足,需要采用高效的方法对 900 MHz 区域进行干扰监测和干扰清除。本文研究不同的外部干扰类型,并分析不同干扰水平和干扰类型对网络指标和业务体验的影响,进一步通过智能化方法定位干扰,制定分场景的干扰解决方案,降低对网络影响。

收稿日期: 2022-07-01

## 2 900 MHz 外部干扰分析

### 2.1 直放站干扰

根据现场排查,直放站干扰在频域存在 3 种形式。一是直放站的典型波形,频域呈宽带干扰波形,波形较平稳;二是部分直放站老化,频域上呈窄带尖峰干扰,干扰与外部信号无关,上电即会产生;三是频域呈现为锯齿状,整个带宽底噪的方差不大,RB 级底噪水平差异最大约为 7 dB。以 10 MHz 系统为例,图 1 所示为干扰的频域波形。在时域上,随波形时间有整体的底噪水平抬升或下降,波形保持不变。

### 2.2 交通系统设备的干扰

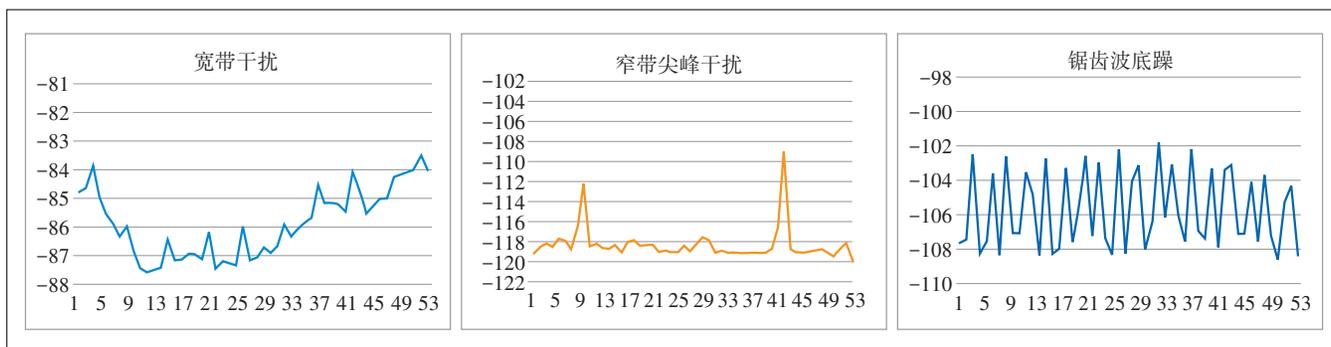


图1 直放站干扰的频域波形

该类干扰存在于铁路系统、停车场道闸和高速公路收费口附近,均来自射频识别系统的干扰。铁路系统的干扰来自于铁路系统的列车识别,干扰信号强度稳定,频域表现为锯齿波,振幅可达 15 dBm。

### 3 L900 干扰影响分析

本章通过多维度分析干扰的影响:提取网管中 KPI 数据,包括底噪、上下行吞吐率、接入类指标、掉线率和丢包率指标,分析底噪抬升对指标的影响;通过外场测试,获得不同干扰水平对不同类型业务的影响;针对频域上不同的底噪波形,分析不同的干扰特征对网络指标的影响。

#### 3.1 基于平均底噪的干扰影响分析

##### 3.1.1 基于网管数据分析干扰对指标影响

重耕试点由 L900 10 MHz 重耕为 L900 5 MHz 和 N900 5 MHz,由于 N900 目前业务量较小,因此本文分析 L900 底噪抬升对小区级指标的影响。

a) 小区上行吞吐率。为了规避业务量对于吞吐率的影响,选取小区上行 PRB 利用率在 30%~50% 的数据,包含 116 个小区,将小区底噪升序排列。如图 2 所示,随着底噪抬升,当抬升小的时候,小区上行吞吐率平稳波动,当抬升严重时,呈下降趋势,当底噪大

于 -105 dBm 时,小区上行吞吐率下降明显。进一步对小区上行吞吐率进行分区间统计,如图 3 所示,当底噪大于 -105 dBm 时,平均小区上行吞吐率下降 50% 以上,对该指标影响严重。

b) 小区下行吞吐率。随着底噪抬升,小区下行吞吐率无明显变化,对下行吞吐率影响不大(见图 4)。

c) 接入类指标。随着底噪的抬升,E-RAB 建立成功率和 RRC 建立成功率波动加剧(见图 5 和图 6),干扰大于 -100 dBm 时,虽波动明显,但均值仍达 99.4%,可见干扰对 E-RAB 建立成功率和 RRC 建立成功率无明显影响。

d) 丢包率指标。随着底噪的抬升,上行 PDCP 丢包率波动增加,当干扰大于 -105 dBm 时,均值为 0.65%(见图 7 和图 8),仍保持较低水平;同样,下行 PDCP 丢包率只在底噪抬升严重时出现上升的趋势,当干扰大于 -103 dBm 时,均值仍可达到 0.017%。可见干扰对丢包率指标无明显影响。

##### 3.1.2 基于外场测试数据分析干扰对指标影响

通过外场测试验证不同的底噪水平对远点用户数据和语音业务体验的影响。站点的上行平均底噪分别在 -107 dBm~-80 dBm,波形是离散、随机的窄带尖峰波形。在每个站点选择电平在 -110 dBm~-90

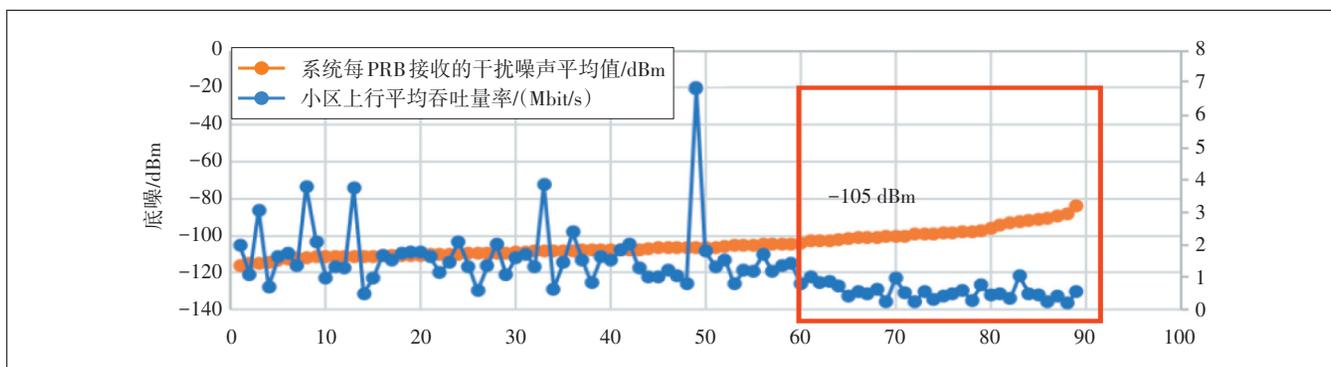


图2 底噪对小区上行吞吐率的影响

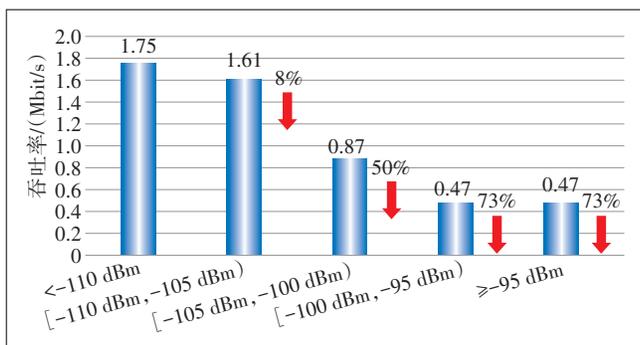


图3 不同干扰区间的小区上行吞吐量统计

dBm的5个点位做业务测试,结果如图9所示。

从图9可以看出,底噪的抬升对远点用户的上下行业务速率和语音质量均产生影响,当小区底噪为-80 dBm时,RSRP小于-105 dBm的点位会脱网,无法进行业务。

总体来说,底噪越高的小区,相同RSRP点位的上下行速率越低,MOS分越低,从而用户体验越差;要达到相同的速率或MOS分,高底噪小区需要测试终端所在位置的RSRP越高。

### 3.2 基于干扰特征的干扰影响分析

在对小区上行吞吐率的分析中,当小区底噪大于-105 dBm时,吞吐量显著降低,均值小于1 Mbit/s。然而不同的波形会带来不同程度的影响,可对影响小的波形制定差异化的部署策略。

选取了平均底噪为-105 dBm~-97 dBm的多组数据,小区频域波形分为2种,如图10所示,横轴为1~25 PRB,纵轴为底噪水平,其中虚线为窄带尖峰干扰的小区底噪波形,实线为各PRB底噪水平平稳的小区波形。表1为2种波形对应的平均小区上行吞吐量。可见,窄带尖峰波形的干扰对上行吞吐量影响较小,当

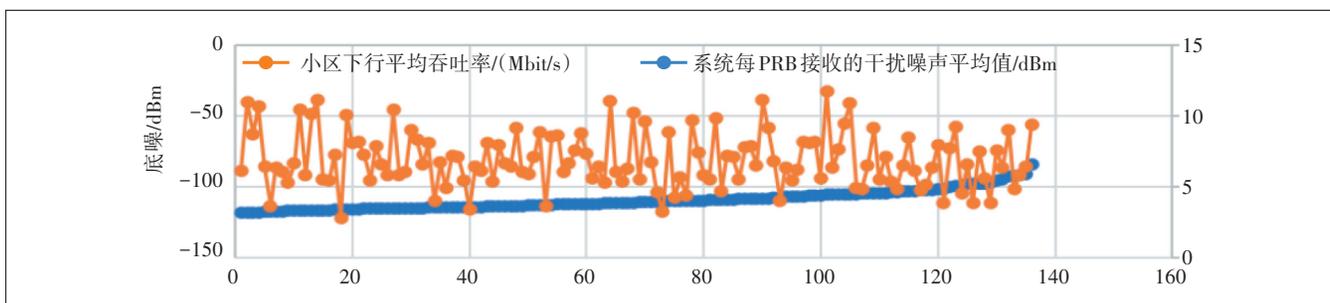


图4 底噪对小区下行吞吐率的影响

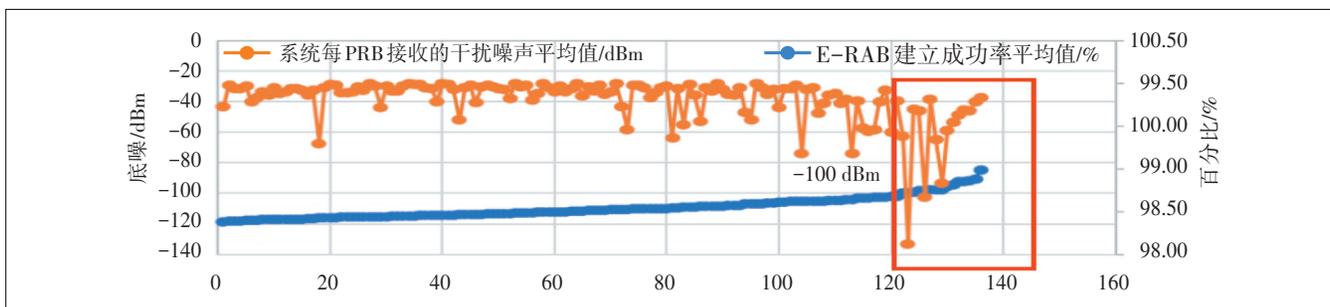


图5 底噪对E-RAB建立成功率的影响

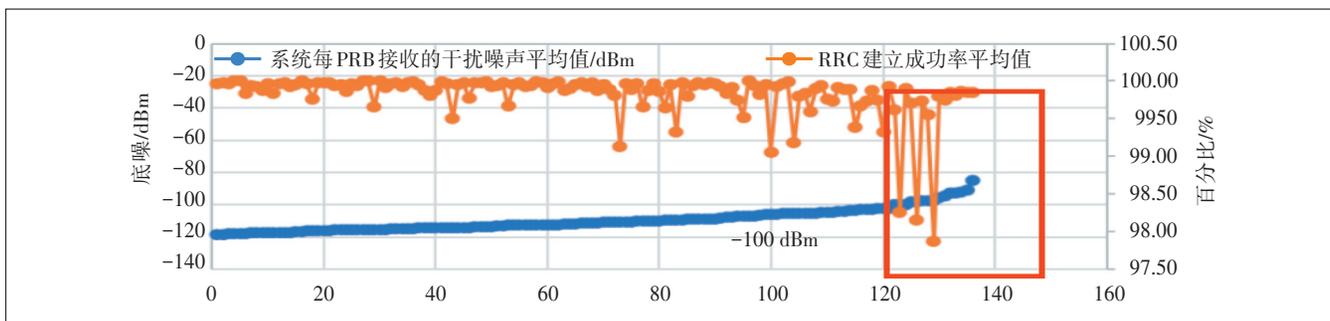


图6 底噪对RRC建立成功率的影响

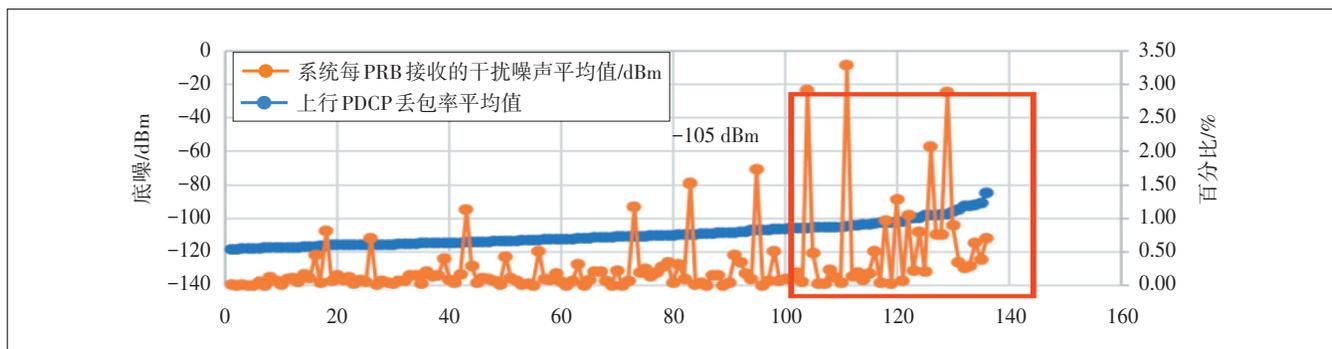


图7 底噪对上行PDCP丢包率的影响

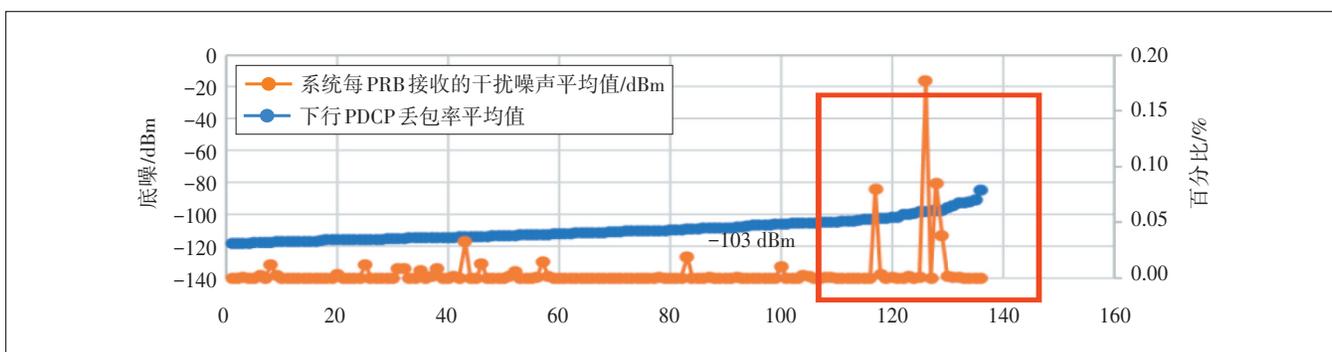


图8 底噪对下行PDCP丢包率的影响

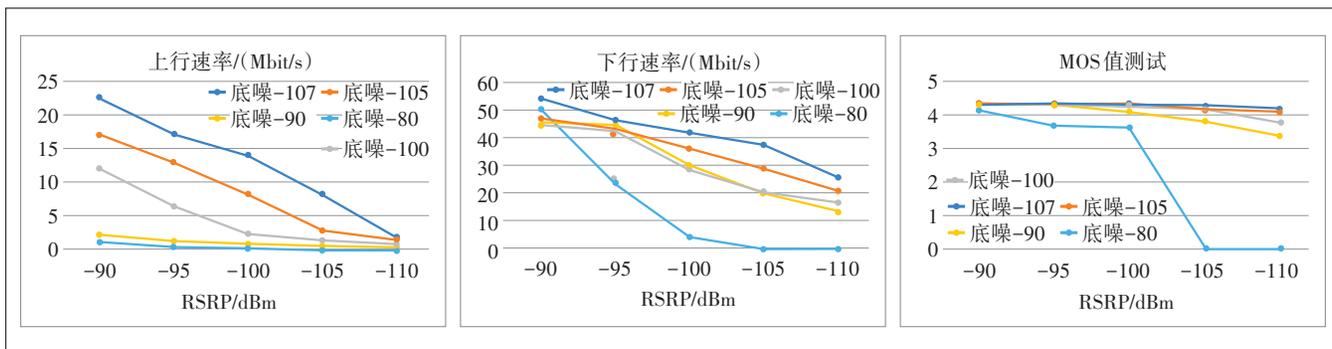


图9 底噪对远点用户数据业务和语音的影响

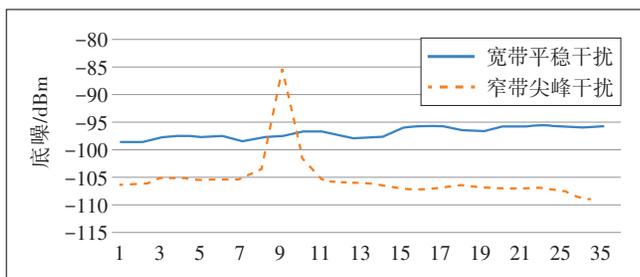


图10 平均底噪为-97 dBm的2种干扰波形

平均底噪达-98 dBm时,平均小区上行吞吐率达1 Mbit/s以上,均值与平稳波形平均底噪为-105 dBm时的均值接近,因此,当小区波形为窄带尖峰时,建网的

底噪阈值可适当提高。

## 4 干扰解决方案

### 4.1 智能上行频选

根据以上分析,窄带尖峰干扰相比于同样平均底噪水平的宽带干扰的网络性能影响较小,建网时对此类干扰的小区适当提高底噪阈值,同时可开启上行频选功能,基站选择最优的频率资源(对应PRB位置上底噪最低),此时终端的发射功率和上行MCS也能处于最优组合,近点可以选择高底噪频段调度提升频谱利用率。这不仅仅能够提升单用户的速率,也能有

表1 平均底噪为-105 dBm~-97 dBm的小区在2种干扰波形下的平均上行吞吐量(单位:Mbit/s)

波形类型	底噪								
	-105 dBm	-104 dBm	-103 dBm	-102 dBm	-101 dBm	-100 dBm	-99 dBm	-98 dBm	-97 dBm
窄带尖峰波形	-	-	-	1.03	-	1.00	1.07	1.05	0.95
宽带平稳波形	1.06	0.97	1.09	0.85	0.68	0.76	0.58	0.43	0.51

效降低系统内干扰,提升系统容量和频谱效率。

#### 4.2 干扰定位和清除

对于无法用调度的方式降低干扰的小区,最有效的手段是清除干扰。目前比较普遍的方式为三角定位方式,需要在多个位置点进行扫频测试,还可通过智能化手段,大大减少定位的人工成本和时间周期。

利用干扰特征识别、干扰定位、干扰清除等操作,排查干扰源。首先绘制区域内小区干扰波形,与专家标注的样本库相比对,得出受干扰小区的干扰类型,并将特征相似的小区归为一组,此组小区很可能是受同一干扰源影响。对组内的小区干扰数据进行分析,利用小区间收到的干扰强度差,定位干扰源位置,可做多组数据的验证,得出最终的结果。最后结合扫频仪确定精确的干扰位置。

#### 4.3 基于OI的功率控制

网络整体干扰较强,业务需求量比较大的场景,通过压制边缘用户的发射功率降低整网干扰,从而提升网络性能。

#### 4.4 干扰抑制

在接收天线数目大于1的条件下实现,利用一个权值矩阵对不同天线接收到的信号进行线性合并,抑制信道相关性所导致的干扰,接收天线越多,其消除干扰的能力越强。

### 5 结束语

本文研究了常见的外部干扰的特征,分析了上行底噪抬升对小区级网管指标和远点用户业务体验的影响,进一步分析了不同的干扰特征对网络性能的影响。上行干扰对小区级网管指标的小区上行速率有明显影响,其中窄带干扰波形比宽带干扰波形影响小,对小区下行速率、接入类指标和丢包率无明显影响;但上行干扰对远点用户的影响较为严重,用户上下行速率和MOS均会随底噪抬升而降低。最后本文提出了干扰解决方案,针对窄带尖峰干扰可采用上行频选降低干扰影响,而最有效的方式是对干扰进行定位清除干扰源,采用智能的干扰定位方法,可提升定位准确性和效率。

#### 参考文献:

- [1] 臧有克.一种基于大数据技术的无线网络干扰检测方法及其装置:CN201910353737.4[P].2019-04-29.
- [2] 颜军.移动900M与电信800M FDD LTE杂散干扰分析[J].通讯世界,2018(1):132.
- [3] 陈小鹏,雷霆,任宏军.FDD900M干扰排查及整治策略研究[J].现代信息科技,2021,5(18):56-60.
- [4] 胡丁丁.FDD 900 MHz干扰预估以及后期干扰分析[C]//辽宁省通信学会2019年度学术年会论文集.沈阳:辽宁省通信学会,2019:545-547.
- [5] 杨福理,周奕昕,吴非帆.基于仿真的L900干扰研究与优化提升[J].江苏通信,2021,37(3):22-27.
- [6] 梁松柏,任阔,何雪峰.U/L900部署关键问题研究[J].邮电设计技术,2016(12):30-35.
- [7] 陈波,黄久成,齐咏嘉.上海联通900 MHz频段LTE FDD试点研究与推广可行性分析[C]//2016中国联通网络技术大会论文集.长沙:中国联通集团公司,2016:164-169.
- [8] 王伟,冷俊,聂昌,等.城区900 MHz LTE部署方案研究[J].邮电设计技术,2017(6):22-25.
- [9] 曹广山,刘德才,迟明仁,等.L900网络部署方案效果评估[J].广东通信技术,2019,39(4):25-29.
- [10] 胡乐,罗亚楠.提升乡村市场L900网络效能研究与实践[J].江西通信科技,2021(2):1-3,15.
- [11] 方东旭,王丽秋,薛晓宇,等.5G上行干扰识别和处理研究[J].邮电设计技术,2022(4):55-58.
- [12] 蒋磊.LTE上行干扰定位和解决方案[J].电子世界,2017(14):153.
- [13] 李翔明,李冰,高超云,等.基于BP神经网络的LTE上行干扰定位算法[C]//云南省科协第6届学术年会暨红河河流域发展论坛论文集.云南红河:云南省科,2016,2016:1-7.
- [14] 范培全,张冬晨,王西点.基于机器学习技术的直放站干扰识别方法研究[J].电信工程技术与标准化,2021,34(10):1-6.
- [15] 李行政,张冬晨,汪汀岚,等.LTE FDD系统上行干扰问题研究[J].电信科学,2019,35(S1):183-188.

#### 作者简介:

李新玥,毕业于北京航空航天大学,工程师,硕士,主要从事无线新技术研究工作;李红五,中国联通研究院院长,高级工程师,硕士,主要从事移动通信、云网协同、人工智能等创新管理工作;王伟,毕业于北京交通大学,高级工程师,硕士,主要从事无线通信干扰和组网方案等研究工作;李福昌,中国联通研究院无线技术研究中心总监,教授级高级工程师,博士,主要从事移动通信无线新技术和组网方案等研究工作。