

# 地铁环境中多网通信共存的干扰分析探讨

李硕

北京市地铁运营有限公司通信信号分公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5364

**[摘要]** 随着信息化时代的迅速发展,通信设备的广泛使用,通信网络的广泛覆盖,人们无时无刻不在寻求高质量的移动通信服务。但是由于轨道交通的特殊性,其通信系统也比较复杂,同时也会产生一些干扰,会给公共旅客产生很大的困扰。所以,要消除通信之间的相互干扰,保证地铁内部的通信畅通,同时满足广大旅客对信息的高速传递需求,是目前城市交通建设中亟待解决的问题。

**[关键词]** 地铁;多网通信;干扰分析

## Interference Analysis of Multi-network Communication in Metro Environment

Li Shuo

Beijing Metro Operation Co., LTD. Communication Signal Branch 100082

**[Abstract]** With the rapid development of the information age, the extensive use of communication equipment, and the extensive coverage of the communication network, people are always seeking for high-quality mobile communication services. However, due to the particularity of rail transit, its communication system is also relatively complex, and it will also produce some interference, which will cause great trouble to public passengers. Therefore, it is an urgent problem to eliminate the mutual communication interference between the communication, ensure the smooth traffic communication within the subway, and meet the demand of the general passengers for the high-speed transmission of information.

**[Key words]** subway; multi-network communication; interference analysis

### 引言:

根据信号的成因和源的干扰,可以将其划分为杂散型和互调型(又称为复合型)。通常的干扰会使系统接收灵敏度降低、系统覆盖面积减小、通信品质下降、系统接收中断、系统发生堵塞等。所以,在不同标准下,多网并存的情况下,需要对其进行干扰分析。

### 1 地铁通信系统的重要性

在地铁的运行过程中,通信系统是地铁的重要组成部分。地铁列车要利用通信系统进行调度和控制,并与各列车保持联络。地铁必须具备接收信号的能力,以确保在地面上仍能保持用户的通信工作。要有录音功能,在任何时候都能听到电话的全部内容,如果没有效果,可以使用录音,播放。为了达到集中式通信,需要实现私人通话、个别通话、群播组播等。所谓的交流,早已不是单纯的人与人之间的媒介交流。

### 2 干扰的种类分析

#### 2.1 杂散干扰

杂散干扰是指在发射端输出端,因其滤波性能差,造成二次、三次谐波成分的输出,从而引起杂波辐射。此外,若发射设备技术指标不达标,则会导致以载波为中心的噪音分布较

广,从而在数 MHz 兹范围内产生干扰。它包含了 Tx、Rx 频带杂散、交叉频带杂散、带外杂散等。

#### 2.1.1 Tx 和 Rx 频带杂散

Tx 波段杂散是一个杂散的信号,它落入到相应的通信系统 Tx 波段。Rx 波段杂散是一个发射器将杂散信号发射到 Rx 波段,它的幅值与 Tx 杂散不“阻塞”或降低邻近频道接收器的灵敏度有关。

#### 2.1.2 交叉频带杂散

CdBA800 与 GSM900 共存于国内,其中还包含了最新的 3G 通信系统。因此,ETSI3GPP 标准必须对交叉波段的性能进行规范,以保证发送器在不同的系统中所能接收到的最少的能量。为了防止彼此间的干扰,国内无线电管理局制订了相关的标准。

#### 2.1.3 带外杂散信号

带外杂散信号是覆盖 100kHz 到 12.75GHz 这一很大频率范围的一系列频谱。

#### 2.2 互调干扰

互调干扰是指由非有效信号的混合所导致的系统中的非线性。互调干扰又可分为两类:一种是发射机互调干扰,另一

种是接收端互调干扰。发送器互调干扰是指多个发送器的信号进入到另外一个发送器,在这个末级功率放大器的非线性影响下,彼此进行调制,从而产生不必要的合并频率,从而使接收的信号频率与上述合并的频率一致。接收机互调干扰是指多个强信号同时进入接收器时,由于接收端非线性电路的影响,使其发生互调,使其进入接收器频段。

### 2.3 阻塞干扰

阻滞式干扰是在收到较低有效讯号时,会被高频回路区中的一种较大的干扰讯号所影响。严重的话,会使接收器的信号变得不稳定,从而导致信号的干扰。阻塞性干涉是由于相邻的高干扰信号流入接收器,导致接收器的通道堵塞。

WcdBA的阻滞性能参照3GPPTS25.104V3.8.0,在-114dBm/3.84MHz时,其频率偏移10MHz,而阻断级为51dBm;频偏为15MHz,而阻断级为39dB。其阻塞性干扰指数要比杂散性和互调性的指标要低得多。这说明了当杂散性效应达到一定的条件时,该体系就能达到阻塞的条件,所以在未来的干扰研究中,着重于对杂散性和互调性的影响进行研究。

## 3 地铁多网通信5G模式的干扰原因

### 3.1 通信基础设施不健全

第一,在建立和优化地铁多网通信5G模型的过程中,一些地区在通信基础建设上出现了冒进现象,没有把握好施工的速度与功能,同时在基础设施的检测上,也未按合理的步骤加以改进,出现了这样的现象,这就造成了很多看似完善的设施,但实际上却没有太大的发展潜力,设备出现故障的可能性更大,出现干扰的可能性也更大。第二,基本的维修工作并没有得到很大的改善。5G模式的地铁多网通信,与普通的通信方式有很大区别,在维护工作不到位时,会出现各种干扰问题。这种情况,很有可能会持续下去,会给以后的通信发展带来很大的麻烦。

### 3.2 抗干扰技术单一

通过对系统的研究和研究,得出了系统的抗干扰技术单一的结论。第一,多网的轨道交通5G模型中各种技术的实施,尽管已具备了一定的成熟度,但某些技术只是呈现出了一些先进型的思想特征;真正的技术标准,还有相应的媒体,甚至是基本功,都还不够完善。然而,由于受多种干扰的影响,每个干扰因子都呈现出一种动态的特征,因此,在这种背景下,需要进一步改进5G系统的抗干扰机制。如果没有足够的资源,必然会留下新的隐患,最终得到的发展成绩并不显著,长期工作的进行。第二,在抗干扰技术单一的条件下,有关工作的布置,没有较好地加强自己的创新性。这种情况下,很可能导致多个城市的5G多网络通信方式,在发展的道路上有很大的偏离和缺陷,长远的计划很难取得较好的结果。

## 4 地铁多网通信系统干扰解决方案及验证分析

### 4.1 POI合路干扰问题解决方案

根据上述的分析,在POI装置的技术参数不变(POI装置的互调指数为-150dBc@2\*43dBm)的前提下,为了防止交叉调

制的出现,最好的解决办法就是降低系统之间的互联,同时也防止各个网络的数据通过同一分配体系电缆进行传输。

(1)方案一:移动FDD-LTE1.8G与联通、电信1.8G分缆为了解决1.8GHz频带间的相互干扰,采用了移动FDD-LTE1.8G下行分别采用一路天馈,电信和联通采用了另一条天馈,并在此基础上,移动TD-LTE2.3G,移动TD-LTE2.6G,联通WcdBA,电信FDD-LTE2.1G网络的MIMO。该方案使移动FDD-LTE1.8G系统与电信、联通FDD-LTE1.8G系统完全分离,并通过不同的天馈系统,有效地解决了1.8GHz系统之间的相互调制问题。此外,其它网络系统的MIMO性能也不会受到影响。

(2)方案二:电信FDD-LTE1.8G与移动FDD-LTE1.8G上下行分缆

为了解决电信FDD-LTE1.8G频段的严重干扰问题,本文将电信FDD-LTE1.8G系统作为上下行分缆,避免了由多个波段组成的互调产品引起的互调干扰,并在此基础上,实现了移动TD-LTE2.3G,移动TD-LTE2.6G,联通WcdBA,电信FDD-LTE2.1G网络的MIMO。该方案将FDD-LTE1.8G通信与FDD-LTE1.8G的下行链路系统连接在一起,可以有效地防止移动FDD-LTE1.8G和移动FDD-LTE1.8G之间的互调干扰。此外,对于其它LTE系统,可以削弱3dB的移动FDD-LTE1.8G和电信的FDD-LTE1.8G的互调信号,从而使其它LTE系统的抗干扰能力得到进一步提高。

(3)方案三:LTE网络系统全部调整为上下行分缆方式

在现有的轨道交通中,采用的POI都是上下两条电缆,2G/3G已经是一种分缆,因此,在这一方案的基础上,对LTE系统进行了调整,可以通过后台更改RRU的信道参数。该方案将各系统的上下端信号分开,使下行端的互调信号不能进入上行端,从而可以有效地抑制互调干扰,消除干扰。

### 4.2 减少干扰的建议

通过上述理论和实践的检验,证明了在地铁多网的全部接入网络中,运营商使用上行、下行分缆后,可以有效降低彼此间的干扰。目前,由于电信公司的频谱资源十分有限,在面对如此大规模、高业务、高流量的情况下,运营商很难进行频段组合优化,4G网络更侧重MIMO的高流量效应;因此,提出了以下措施:

#### (1) 频段组合方面

1)当运营商的全部系统都接入时,必然会出现互调干扰的问题,而互调产品的强度取决于设备的传输功率,同时保证了系统的边界场强不变;通过减少各个网络的传输功率,可以减少互调干扰。

2)在移动开通FDD-LTE1.8G之后,三大运营商的频谱组合互调对电信和联通的FDD-LTE1.8G造成了很大的影响。经过试验,这一波段最开始的10M对通信通信的影响尤其大,如果移动引进了这一波段,可以从高到低地利用这一波段。

3)联通WcdBA低频段受到严重的干扰,并且存在三次互调对联通WcdBA系统本身的上行信号有一定的影响,因此,建

议采用上下相分离的方式,或者采用更高的频段进行配置。

4) 移动 TD-LTE (F) 频段干扰不能用移频或降低系统来彻底地解决,可以采用上行和下行分缆方式来避免这种干扰,因此不推荐使用 MIMO。

5) 如果运营商都需要开通 LTE 网络 MIMO 的高业务,那么只有降低系统的干扰指数阈值才能得到满足。

#### (2) 施工工艺方面

1) 地下铁路内部布置体系的建设技术直接关系到整个体系的整体互调能力,电缆接头安装、天线安装和馈线弯曲半径等都要满足有关的施工技术标准。

2) 在轨道交通中,为了防止采用直角弯管装置的互调指数,必须避免采用这种方法。

3) 车站大厅分配体系的互调应该在 $-110\text{dBc}@2*43\text{dBm}$ 以上,而在 $-125\text{dBc}@2*43\text{dBm}$ 的情况下,系统的整体互调值应该是 $-125\text{dBc}$ 。

地下铁路地下通道间的互联互通应该在 $-120\text{dBc}@2*43\text{dBm}$ 以上,而在 $-135\text{dBc}@2*43\text{dBm}$ 时,则应该是一个较高的区间。

### 5 地铁多网通信 5G 模式的抗干扰策略

#### 5.1 完善基础设施建设

第一,5G 模式下的地铁多网通信设备,要有自己的技术指标和功能指标,在抗干扰强度的测试上,要清楚自己的极限,还要考虑到周围的各种干扰;并对可能发生的各种干扰进行深入的理解,以便在 5G 的地铁多网通信模式的内部优化进程中取得更好的发展效果。

比如,“五 G+智能地铁”,是以 5G 高速网络为基础,在上海地铁 2、10、17 号线“进博三线”的运行协调、徐泾东站、虹桥火车站、诸光路“进博三站”的协同调度,形成了“三线三站”一体化的区域协同指挥系统,极大地提高了地铁组织、客运组织、维护和保障的能力。

第二,基础设施建设要有持续的发展,特别是要把握好可持续发展的抗干扰能力。比如,影响因子的动态改变,与内部结构的内外调节有很大的联系;我们要在具体的基础结构上,在技术方面进行一些改进。

#### 5.2 加强抗干扰技术

目前,地铁 5G 多网通信模式正在不断地进行调整,许多工作安排都能收到良好的效果;而且综合起来,还能有很好的发展。在地铁多网通信中,抗干扰技术的优化是 5G 模式中必不可少的一环。一般来说,单个技术的实施,通常所能提供的

服务领域十分有限,所取得的效果也不明显;由于地铁多网通信 5G 模式的某些调整,很容易造成技术上的固有操作,很难取得较好的效果。因此,在加强抗干扰技术方面,必须结合地铁多网的 5G 模式特征与发展趋势进行变革。本文通过对我国地台 5G 干扰的改造实践,提出了在天线馈源端口和 LN/LNA、LNB 之间增加 5G 干扰的窄带通滤波器。带通滤波器工作频率 3700-4200MHz,它可以有效地滤掉 3.7~4.2GHz 的带外干扰,并能在高频头下变频之前对 5G 信号进行抑制。

#### 5.3 加强通信维护

多网通信对地铁专用通信系统的干扰,主要是由于杂散隔离,经过分析,新增加的 5G 频段以 2.6G 和 3.5G 为主,存在着很大的隔离,硬件方面,也由运营商向厂商提供了相关的标准,被动装置 POI 有一个隔离的需求。从理论上讲,绝缘要求为 90dB。鉴于多网通信采用 80dB 的 POI 隔离,70dB 的空间隔离,多网络通信不会影响到地铁专用的通信。第一,在 5G 模式下,地铁多网通信中各种不同的维护方式,需要加强对特定环境的检测与分析。由于城市轨道交通的特殊性,因此,在 5G 模式下,多网通信系统的运行需要进行多种抗干扰的维修;配合采取的措施,可以使公司的可持续发展,有较好的效果。第二,在 5G 模式下,地铁多网通信的维护方法要有阶段性的总结与创新,有些新思想、新技术;主动提出,加强对系统的抗干扰,使维修工作做得更好,这样就能减少不必要的问题,为国家的发展作出更大的贡献。

#### 结束语

在信息社会飞速发展的今天,人们在寻求便捷、舒适的运输服务的同时,也在寻求便捷、便捷的运输方式,更加追求移动通信的高速顺畅。所以,在地铁环境中,要克服各种移动通信系统之间的相互干扰,保证公共和专用的移动通信系统的顺畅和顺畅,是提升整个城市的整体服务水平。

#### [参考文献]

- [1]冯显俊.地铁移动通信系统间的互调干扰分析[J].无线电工程,2020(06).
- [2]连健.城市轨道交通通信系统设计[J].科技资讯,2020,8(02).
- [3]朱佳,孙宜军,山笑磊,等.地铁多网通信中 5GNR 与异系统间的干扰隔离度研究[J].移动通信,2019,43(8):56-61.
- [4]铁小辉,朱佳.地铁多网通信引入 5G 后的干扰分析[J].数字通信世界,2019(8):81.