

5G 时代地铁隧道内多系统信号覆盖无源互调干扰分析

谭飞羿

重庆市信息通信咨询设计院有限公司

DOI:10.32629/bd.v3i1.1961

[摘要] 地铁隧道内信号覆盖从最初引入 2G 信号,到逐步引入 3G、4G 信号,合路系统内信号间无源互调干扰影响越来越多,受设备器件性能的限制,系统内的干扰容限也逐渐达到了瓶颈,5G 时代的来临,合路系统能否继续引入 5G 信号的无源互调干扰成为了重要限制条件。

[关键词] 5G; 互调; 干扰

1 5G NR 无线通信频率分配表

3GPP 已指定 5G NR 支持的频段列表,指定了两大频率范围 (FR1:450MHz-6000MHz,FR2: 24250MHz-52600MHz),5G NR 不同频率范围定义了灵活的子载波间隔:

子载波间隔	15KHz	30KHz	60KHz	120KHz
频率范围	FR1	FR1	FR1,FR2	FR2
信道带宽	50MHz	100MHz	200MHz	400MHz

未来全球 5G 先发 TDD 频段 C-band。

频段号	n77	n78	n79	n257	n258	n260
上行 GHz	3.3-4.2	3.3-3.8	4.4-5.0	26.5-29.5	24.25-27.5	37-40
下行 GHz	3.3-4.2	3.3-3.8	4.4-5.0	26.5-29.5	24.25-27.5	37-40

2 合路系统无源互调干扰带

2.1 无源互调产物的计算

$$f_{IM} = |nf_1 \pm mf_2 \pm \dots \pm kf_i|$$

f_{IM} 为互调信号产生的频点; n 、 m 、 \dots 、 k 为正整数和零,取值对应信号参与互调信号 f_1 、 f_2 、 \dots 、 f_i 谐波次数, n 到 k 之和为无源互调产物阶数; f_1 、 f_2 、 \dots 、 f_i 为参与混频的信号。

无源互调干扰是各类阶互调产物的叠加,引入信号越多,产生无源互调产物成分越复杂,通常对系统内接收信号的干扰主要在体现在二、三阶产物,其它高阶产物相对三阶产物电平较小,故 3 阶及以下互调产物是关注的重点,但灵敏度要求高的系统对其它高阶干扰亦不能忽略。

2.2 地铁隧道内引入 5G 信号多系统系统间的干扰

引入地铁隧道的通信系统频段:

频段标号	下行频段 (MHz)		上行频段 (MHz)		系统名称	双工方式
	Min	Max	Min	Max		
f1	870	880	825	835	电信 800M	FDD
f2	1805	1830	1710	1735	移动 DCS	FDD
f3	1830	1860	1735	1765	联通 1.8G	FDD
f4	2110	2130	1920	1940	电信 2.1G	FDD
f5	2130	2170	1940	1980	联通 2.1G	FDD
f6	2320	2370	2320	2370	移动 (E)	TDD
f7	2515	2675	2515	2675	移动 5G	TDD
f8	3400	3500	3400	3500	电信 5G	TDD
f9	3500	3600	3500	3600	联通 5G	TDD

5G 信号引入后系统内无源互调干扰带

干扰源 f1、f2、f3、f4、f5、f6、f7、f8、f9	被干扰的系统频带								被干扰系统数量	
	电信 800M	移动 DCS	联通 1.8G	电信 2.1G	联通 2.1G	移动 (E)	移动 (5G)	电信 (5G)		联通 (5G)
二阶干扰带数量	4	3	4	0	0	0	0	0	0	11
三阶干扰带数量	20	19	22	18	21	12	8	2	4	126
系统干扰带合计	24	22	26	18	21	12	8	2	4	137

2.3 多信号系统对无源互调干扰的要求

根据干扰准则系统无源互调干扰的电平 $PIM \leq P_n + NF - U$; 其中 PIM 互调干扰电平; P_n 系统上行本底噪声; NF 系统接收机噪声系数; U 干扰容限。

各系统制式带内的无源互调干扰电平容限

系统参数	被干扰系统				
	CDMA	GSM	WCDMA	LTE	5G
系统带宽 BW (KHz)	1230	200	3840	180	360
系统底噪 P_n (dBm)	-113	-121	-108	-121	-118
噪声系数 NF (dB)	4	4	4	4	4
接收灵敏度 (dBm)	-109	-117	-104	-117	-114
干扰容限 u (dB)	7	7	7	7	7
干扰电平 (dBm)	-116	-124	-111	-124	-121

目前合路设备能做到无源互调指标为 $2*43dBm \leq -155dBc$, 不考虑叠加效应已难以承受多信号系统间的干扰,需采取降发射功率的方式对干扰进行抑制方可满足要求。

3 结束语

5G 信号的加入必然会在现有合路设备无源互调性能指标提出更高的要求,然而合路设备能否达到要求难以预测,隧道内 5G 信号采用单独漏缆方式覆盖,隔离了干扰源,5G 和原有多信号系统均可定可靠运行。

[参考文献]

- [1] 龚小聪. 地铁移动通信系统切换设计思考[J]. 都市轨道交通, 2006, 19(1): 49-50.
- [2] 谢卫浩, 徐明. 公众移动通信系统地铁覆盖实现方式探讨[J]. 广东通信技术, 2004, 24(5): 23-27.
- [3] 郭梯云, 邬国扬, 李建东. 移动通信[M]. 西安电子科技大学出版社, 2005, (5): 23-38.