

# DTMB 与 5G NR 兼容性研究

赵光辉<sup>1</sup>, 陈颖<sup>2</sup>, 阳辉<sup>1</sup>, 潘长勇<sup>1</sup>, 佟璐<sup>3</sup>

(1.清华大学, 北京 100084; 2. 国家广播电视总局广播电视科学院, 北京 100886; 3.北京数字电视国家工程实验室有限公司, 北京 100191)

**摘要:** 为了推动 5G 网络的快速发展, 我国调整了 700MHz 频段的使用规划, 将这段频谱重新规划用于移动通信系统, 这段频谱是传统的广播电视频段, 全国各地有许多广电业务已经在这段频谱中运营, 需要搬移到其他频段。在搬移的过程中, 不可避免地存在广电业务和移动业务在同一频道并存的情况。为了研究 DTMB 信号与 5G NR 信号在同一频道并存时的相互干扰问题, 本文搭建了实验室测试 DTMB 信号受 5G NR 信号干扰的测试平台, 并且测试了不同带宽的 5G NR 信号对两种模式的 DTMB 信号的同频干扰保护率和上、下邻频干扰保护率, 并对测试结果进行了分析, 结果表明, 在同种模式下, 不同带宽的 5G NR 信号在 DTMB 有效带宽内对 DTMB 信号的同频干扰保护率基本相同, 其数值与相同模式下 DTMB 信号受 DTMB 信号同频干扰的保护率基本相同。在同种模式下, DTMB 信号对来自上邻频的 5G NR 信号干扰保护率与下邻频干扰保护率基本一致, 对比相同模式下 DTMB 信号受 DTMB 信号邻频干扰的保护率, 上邻频保护率基本相同, 下邻频保护率相差约 6dB。这些结果对于研究在同一频段并存时 DTMB 信号受 5G NR 信号干扰的特性, 有着重要作用。

**关键词:** DTMB; 5G NR; 700MHz; 兼容性

**中图分类号:** O422 **文献标识码:** A

## Research on the compatibility between DTMB and 5G NR

ZHAO Guanghui<sup>1</sup>, CHEN Ying<sup>2</sup>, YANG Hui<sup>1</sup>, PAN Changyong<sup>1</sup>, TONG Lu<sup>3</sup>

(1. Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Academy of Broadcasting Science NRTA, Beijing 100886, China; 3. National Engineering Lab. for DTV(Beijing), Beijing 100191, China)

**Abstract:** In order to promote the rapid development of 5G networks, China adjusted the use plan of the 700MHz frequency band and re-planned this section of spectrum for use in mobile communication systems. This section of the spectrum is a traditional broadcast television frequency band. Many broadcast television services across the country are already operating on this section of the spectrum and need to be transferred to other frequency bands. In the process of transfer, it is inevitable that broadcast television services and mobile services coexist on the same channel. In order to study the problem of mutual interference when DTMB signal and 5G NR signal coexist on the same channel, a laboratory test platform for testing DTMB signal interference by 5G NR signal was built, and tested the co-channel interference, upper adjacent channel interference, and lower adjacent channel interference of 5G NR signals with different bandwidths to the two modes of DTMB signals. The test results show that, in the same mode, 5G NR signals of different bandwidths have basically the same protection rate for co-channel interference to DTMB signals within the effective bandwidth of DTMB, and its value is basically the same as the protection rate of DTMB signal interfered with by DTMB signal in the same mode. In the same mode, the DTMB signal interference protection rate for 5G NR signals from the upper adjacent channel is basically the same as the lower adjacent channel interference protection rate. Comparing the protection rate of the DTMB signal interfered by the adjacent channel of the DTMB signal in the same mode, the protection rate of the upper adjacent channel is basically the same, and the difference of the protection rate of the lower adjacent channel is about 6dB. These results play an important role in studying the characteristics of DTMB signals interfered by 5G NR signals when coexisting in the same frequency band.

**Key words:** DTMB; 5G NR; 700MHz; Compatibility

## 1 引言

随着广播电视业务的不断发展,地面电视的频谱资源日益紧张。与此同时,其他无线电业务也在争取更多的无线电频谱资源来确保其业务应用和发展。尤其是近些年来,宽带无线移动通信技术的迅猛发展,对频率资源提出了更多的需要<sup>[1]</sup>。在国内,随着5G网络的快速发展,中国广电拟在700M频段,建立5G NR(New Radio)广播网,同样面临着频段交叠的问题。

进入20世纪90年代以来,国际上陆续出现了包括美国ATSC、欧洲DVB-T、日本ISDB-T三个国际数字电视地面传输标准。我国地面数字电视传输标准(DTMB)于2006年8月颁布,成为我国数字电视地面传输唯一强制性标准。2011年12月7日,国际电联第六研究组正式通过对1306和1368号建议书的修订,补充了中华人民共和国开发的DTMB系统<sup>[2]</sup>。DTMB标准正式成为了国际标准。

为了推动5G网络的快速发展,工信部发布了《关于调整700MHz频段频率使用规划的通知》,调整700MHz频段的使用规划,明确将原来用于广播电视业务的频谱重新规划用于移动通信系统。工信部暂时没有明确为中国广电指派5G频率资源,但中国广电已完成频率申请工作,原则上在700M频段和4.9G频段将各获得一定频率资源以开展5G业务<sup>[3]</sup>。因此,在700M频段,中国广电具备了建立5G广播网的必要条件,结合广播大塔高功率(HTHP)和5G小塔低功率(LTLP)的5G广播网,其具备传统地面数字广播覆盖范围广、低成本和移动5G网络双向通信、密集覆盖的优势,但当广播大塔和5G小塔同时同一频率或相邻频率发射无线信号时,发射信号之间必然存在相互干扰的问题。因此,为了保障广播电视业务的顺利开展,有必要对DTMB和5G NR进行兼容性测试研究。

国家重点研发计划:6G频谱共享共存技术  
2020YFB1807600

作者简介:赵光辉(1981-),男(汉族),学士,工程师,主要研究方向为图像处理、视频编解码及数字电视广播技术, zhaoguanghui@tsinghua.edu.cn。

通信作者:阳辉(1967-),男,广西桂林,硕士,高级工程师,主要研究方向为高速多媒体传输技术, huiyang@tsinghua.edu.cn。

## 2 测试平台

**测试仪器:**本测试系统使用R&S SFU BROADCAST TEST SYSTEM设备发送DTMB射频信号;使用R&S SMW200A VECTOR SIGNAL GENERATOR设备发送5G NR信号;使用Agilent E4401B测量信号频谱。

**终端接收设备:**终端设备使用的是DTMB/DTMB-A接收机,能够接收DTMB和DTMB-A信号。接收机前端调谐器芯片使用的是芯科公司(silicon Labs)的si2151,解调芯片使用的是中天联科公司的AVL833C。

**测量频率:**输入到接收机的欲收DTMB信号中心频率是754MHz,带宽为8MHz;输入到接收机的非欲收5G NR信号的频谱带宽为20-40MHz,当它的频谱能够完全覆盖DTMB信号频谱时,其干扰作用与同频干扰相近,为了研究DTMB信号位于5G NR信号频谱的不同位置时,5G NR信号干扰作用的差异,选择几个特定的频率,选择的依据是以754MHz为基点,以8MHz为间隔选取频点,要保证5G NR信号的频谱能够完全覆盖DTMB信号的频谱。当5G NR信号的带宽为40MHz时,同频干扰信号的频点为738MHz、746MHz、754MHz、762MHz和770MHz;当5G NR信号带宽为30MHz时,同频干扰信号的频点为746MHz、754MHz和762MHz;当5G NR信号的带宽为20MHz时,同频干扰信号的频点为754MHz。表1为非欲收5G NR信号中心频率列表。

**射频保护率:**保证正常接收条件下,欲收信号和非欲收信号的最小功率比值,通常在接收端测量,以分贝(dB)表示<sup>[4]</sup>。

**接收机正常接收信号判定标准:**欲收地面数字电视信号在接收机功率为-60dBm时,在1分钟内接收到图像未有肉眼可识别的损伤,即认定为正常接收信号。

欲收DTMB有用信号工作模式见表2。

非欲收5G NR信号技术参数见表3。

表 1: 非欲收 5G NR 信号中心频率

非欲收信号	干扰方式	中心频率 (MHz)
5G NR	同频干扰	738
5G NR	同频干扰	746
5G NR	同频干扰	754
5G NR	同频干扰	762
5G NR	同频干扰	770
5G NR	上邻频干扰	778
5G NR	下邻频干扰	730

表 2: 欲收 DTMB 信号工作模式

工作模式	参数
广电模式二	C=3780 16QAM 0.6 PN=945 720
广电模式五	C=1 4QAM 0.8 PN=595 720

表 3: 非欲收 5G NR 信号技术参数

参数	取值
双工方式	FDD
下行数据信道调制方式	64QAM
带宽 (MHz)	20/30/40
子载波宽度 (kHz)	15

### 3 测试方法

搭建实验室测试平台，开展地面数字电视信号受 5G NR 信号同频/邻频的干扰测试。DTMB 信号受 5G NR 信号干扰测试框图如图 1 所示。实验室测试平台实物如图 2 所示。

DTMB 信号发生器发送欲收地面数字电视射频信号至合路器；5G NR 信号发生器发送非欲收 5G NR 射频信号至可调衰减器，可调衰减器输出衰减后的非欲收信号至合路器；合路器混合欲收信号和非欲收信号至接收机；接收机接收数字电视信号经过解调、解码后将图像输出到电视屏幕上显示；频谱分析仪用来测量输入到接收机的信号频谱。

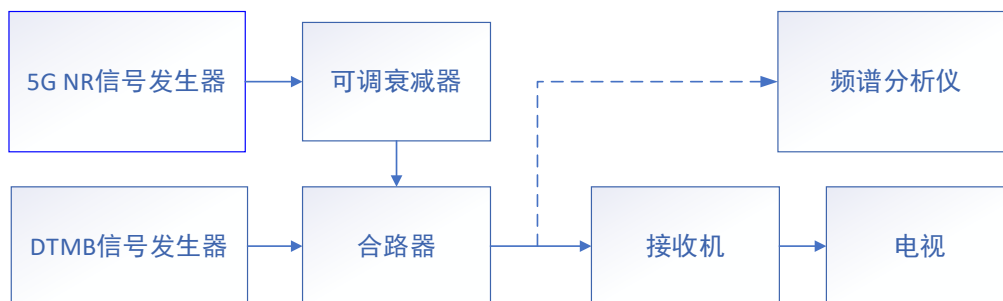


图 1: 数字电视信号受 5G NR 信号干扰测试框图

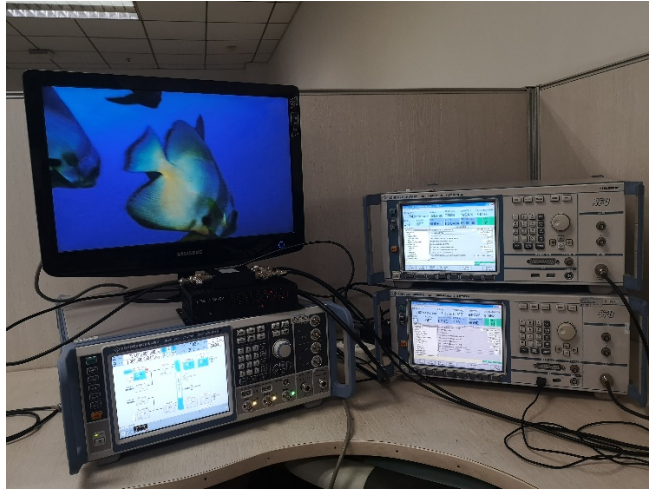


图 2: 实验室测试平台实物

DTMB 信号受 5G NR 同频干扰测试方法:

- (1) 首先, 根据 ITU 建议书上有用数字电视信号的所有保护比值在 $-60\text{dBm}$  的接收机输入功率下进行测量<sup>[5]</sup>的要求, 关闭干扰信号发生器设备, 调整 DTMB 信号发生器设备功率输出, 直到频谱分析仪测量输入到接收机的信号功率为 $-60\text{dBm}$ 。然后, 设置 DTMB 信号发生器的工作模式, 其工作模式如表 2 所示, 设置 DTMB 信号的频率为  $754\text{MHz}$ 。
- (2) 打开 5G NR 信号发生器, 设置 5G NR 信号技术参数, 其参数如表 3 所示; 设置同频干扰频率, 其频率值如表 1 所示; 不断调整 5G NR 信号发生器的输出功率, 直到接收机处于正常接收信号和非正常接收的临界点。
- (3) 关闭 DTMB 信号发生器, 使用频率分析仪测量 5G NR 干扰信号 (全部带宽) 输入到接收机的功率 ( $I_1$ ) 和 5G NR 干扰信号 (DTMB 有效带宽内) 输入到接收机的功率 ( $I_2$ )。已知, DTMB 信号输入到接收机的功率 ( $C$ ) 为  $-60\text{dBm}$ 。使用  $C/I_1$  和  $C/I_2$  分别计算出 DTMB 信号受 5G NR 干扰信号 (全部带宽) 的同频保护率和 DTMB 信号受 5G NR 干扰信号 (DTMB 有效带宽内) 的同频保护率。

地面数字电视信号受 5G NR 邻频干扰测试方法与同频干扰测试的方法类似, 只需要将 5G NR 信号发生器的输出频率, 设置成邻频干扰频率, 其频率值如表 1 所示, 因为文章篇幅限制的原因, 这里就不再详细介绍了。

## 4 测试结果和分析

DTMB 受 5G NR 信号干扰的同频干扰保护率测试结果, 如表 4、表 5 和表 6 所示。

DTMB 受 5G NR 信号干扰的邻频干扰保护率测试结果, 如表 7 所示。

作为参考, DTMB 信号受 DTMB 信号干扰的同频保护率和上、下邻频保护率如表 8 所示。

从测试结果不难看出: DTMB 信号在同种模式下, 不同带宽的 5G NR 信号在 DTMB 有效带宽内对 DTMB 信号的同频干扰保护率基本相同, 对比相同模式下 DTMB 信号受 DTMB 信号同频干扰的保护率, 其数值基本相同。由此可初步得出结论: DTMB 系统在相同工作模式下, 不同带宽的 5G NR 信号在 DTMB 有效带宽内对 DTMB 系统造成的同频干扰伤害基本相同, 要衡量 5G NR 信号对 DTMB 信号的干扰, 只需要测试与 DTMB 信号相同频率和相同带宽内的 5G NR 信号功率即可, 带外的信号起到的干扰作用可忽略不计。

DTMB 信号在同种模式下, DTMB 信号对来自上邻频的 5G NR 信号干扰保护率与下邻频干扰保护率基本一致, 对比相同模式下 DTMB 信号受 DTMB 信号邻频干扰的保护率, 上邻频保护率基本相同, 下邻频保护率相差约  $6\text{dB}$ , 说明当干扰信号处于下邻频时, 5G NR 信号干扰 DTMB 信号的保护率比 DTMB 信号干扰 DTMB 信号的保护率改善了  $6\text{dB}$ , 可以容忍比 DTMB 干扰信号更大功率的 5G NR 干扰信号。

由于篇幅所限, 本文只提供了有限的 5G NR 信号对 DTMB 信号干扰时保护率的测试结果, 在实际的测试中, 测试了 5G NR 信号在不同信道调制模

式、不同带宽、不同子载波带宽对 DTMB 信号在七种常用模式下干扰时的保护率，测试实验结果也

于本文列出测试结果基本一致。

**表 4：DTMB 信号受非欲收 5G NR 信号(带宽 40MHz)干扰的同频保护率**

5G NR 信号 中心频率	DTMB 工作模式	5G NR 干扰信号(带宽 40MHz)			
		5G NR 全部带宽功率		DTMB 有效带宽内的 5G NR	
		功率(dBm)	保护率(dB)	功率(dBm)	保护率(dB)
738	广电模式二	-62.8	2.8	-69.8	9.8
746	广电模式二	-63.1	3.1	-69.8	9.8
754	广电模式二	-61.8	1.8	-69.6	9.6
762	广电模式二	-62.8	2.8	-70.1	10.1
770	广电模式二	-62.8	2.8	-69.7	9.7
738	广电模式五	-58.8	-1.2	-65.8	5.8
746	广电模式五	-59.0	-1.0	-65.4	5.4
754	广电模式五	-57.7	-2.3	-65.5	5.5
762	广电模式五	-58.5	-1.5	-65.6	5.6
770	广电模式五	-58.8	-1.2	-65.6	5.6

**表 5：DTMB 信号受非欲收 5G NR 信号(带宽 30MHz)干扰的同频保护率**

5G NR 信号 中心频率	DTMB 工作模式	5G NR 干扰信号(带宽 30MHz)			
		5G NR 全部带宽功率		DTMB 有效带宽内的 5G NR	
		功率(dBm)	保护率(dB)	功率(dBm)	保护率(dB)
746	广电模式二	-65.6	5.6	-69.8	9.8
754	广电模式二	-63.7	3.7	-69.9	9.9
762	广电模式二	-63.3	3.3	-70.0	10.0
746	广电模式五	-61.4	1.4	-65.5	5.5
754	广电模式五	-59.3	-0.7	-65.5	5.5
762	广电模式五	-58.7	-1.3	-65.6	5.6

**表 6：DTMB 信号受非欲收 5G NR 信号(带宽 20MHz)干扰的同频保护率**

5G NR 信号 中心频率	DTMB 工作模式	5G NR 干扰信号(带宽 20MHz)			
		5G NR 全部带宽		DTMB 有效带宽内的 5G NR	
		功率(dBm)	保护率(dB)	功率(dBm)	保护率(dB)
754	广电模式二	-66.0	6.0	-69.8	9.8
754	广电模式五	-61.8	1.8	-65.6	5.6

**表 7：DTMB 信号受 5G NR 信号(带宽 40MHz)干扰的邻频保护率**

DTMB 工作模式	干扰方式	受 5G NR 干扰信号保护率(dB)
广电模式二	上邻频	-50.0
广电模式二	下邻频	-49.6
广电模式五	上邻频	-52.1
广电模式五	下邻频	-53.2

表 8: DTMB 信号受 DTMB 信号干扰的同频和邻频保护率

DTMB 工作模式	同频保护率 (dB)	上邻频保护率 (dB)	下邻频保护率 (dB)
广电模式二	9.6	-48.9	-43.6
广电模式五	5.5	-51.9	-47.6

## 5 结束语

在实验室环境下,搭建 DTMB 系统与 5G NR 系统兼容性测试平台,提出 DTMB 系统与 5G NR 系统兼容性测试方法,并开展 DTMB 系统与 5G NR 系统在同频及邻频的兼容性测试。DTMB 系统与 5G NR 系统的兼容性研究,为今后 DTMB 业务在 5G 广播网的顺利开展起到至关重要的作用。由于 5G NR 测试设备不够完善,目前仅进行 5G NR 系统对 DTMB 系统的干扰测试实验。待 5G NR 测试设备完善后,将进一步开展 DTMB 系统对 5G NR 系统的干扰测试,从而开展对 DTMB 系统与 5G 系统更深入的兼容性测试和研究。

## 参考文献

- [1] 李雷雷, 杨帆, 刘骏, 孙红云, 钟声洪, 高杨. 700MHz 频段 DTMB 与 LTE 系统兼容性测试研究[J]. 广播与电视技术, 2017, 44(7): 102-107.
- [2] 骆训赋, 宋健, 潘长, 杨知行. 中国地面数字电视传输标准 DTMB 的国际化之路[J]. 电视技术, 2012, 36(14): 10-11.
- [3] 高杨, 冯景锋. 构建基于“5G 通信+5G 广播”的智慧广电新型网络[J]. 广播与电视技术, 2020, 47(1): 12-18.
- [4] GB/T 26252-2010. VHF/UHF 频段地面数字电视广播频率规划准则[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [5] Recommendation ITU-R BT.1368. VHF / UHF 频段内地面数字电视业务的规划准则(包括保护比)[S]. 2017.