



223~235 MHz 频段离散载波聚合宽带系统频率使用可行性分析

亢沛川¹, 戴慧玲¹, 潘瑜², 方箭¹

(1. 国家无线电监测中心, 北京 100037; 2. 普天信息技术有限公司, 北京 100080)

摘要: 为提高 223~235 MHz 频段频谱的使用效率, 满足行业用户宽带应用需求, 在该频段引入了离散窄带载波聚合宽带系统。为解决系统间电磁兼容问题, 对宽带系统和带内窄带无线数据传输系统进行了单站干扰分析和集总干扰分析, 还对宽带系统和带外广播电视系统进行了确定性计算干扰分析。最后, 基于干扰计算结果提出了频率使用的可行性建议。

关键词: 离散载波聚合; 频谱; 共存研究

中图分类号: TN929

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019169

Feasibility analysis on frequency utilization of discrete carrier aggregation broadband systems in the 223~235 MHz band

KANG Peichuan¹, DAI Huiling¹, PAN Yu², FANG Jian¹

1. State Radio Monitoring Center, Beijing 100037, China

2. Potevio Information Technology Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: Discrete carrier aggregation broadband systems were introduced in the 223~235 MHz band to improve spectrum utilization efficiency and to meet the broadband application demand of industrial users. The interference between broadband system and in-band narrow band wireless radio were analyzed considering both single station interference and aggregated effect. Also, the interference between broadband system and out-of-band TV broadcasting system were calculated. Finally, the feasibility of frequency usage was proposed based on the interference calculation results.

Key words: discrete carrier aggregation, spectrum, sharing study

1 引言

230 MHz 频段具有覆盖范围广、绕射能力强

等良好传播特性, 特别适合电力、石油、矿场等部门部署物联网的应用需求^[1-3]。当前, 230 MHz 频段作为遥测、遥控、数据传输等业务使用的频

收稿日期: 2019-05-28; 修回日期: 2019-06-20

通信作者: 方箭, fangjian@srrc.org.cn

基金项目: 国家科技重大专项基金资助项目 (No.2018ZX03001025)

Foundation Item: The National Science and Technology Major Project (No.2018ZX03001025)

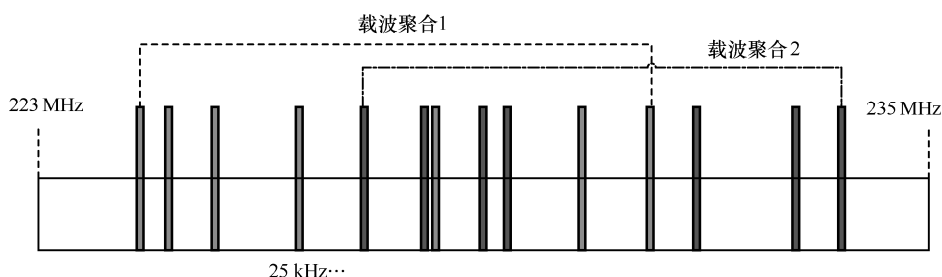


图1 离散载波聚合技术

段, 系统为 25 kHz 带宽的窄带无线数据传输系统, 但由于频率规划时间较早, 该系统除电力部门在部分地区用于电力抄表外, 整体使用效率较低。近年来, 以电力为代表的行业在 230 MHz 频段提出了建立无线宽带专网的需求, 实现高速数据和视频的采集和传输以及构建于此基础上的各种应用^[4-6]。

2018 年, 为提高频谱使用效率, 我国正式将基于离散载波聚合技术 (如图 1 所示) 的宽带系统引入 223~235 MHz 频段, 在保留现有窄带无线数据传输系统正常使用的同时, 允许将空闲频点聚合为宽带系统使用^[7]。但是, 引入宽带系统会对 223~235 MHz 频段带内无线数据传输电台以及带外其他无线电系统造成影响^[8]。本文基于确定性分析计算, 对 230 MHz 频段载波聚合系统频率使用的可行性进行了分析和计算, 提出了频率可行性建议。

2 系统共存场景

2.1 带内系统间兼容性

223~235 MHz 频段内, 离散载波聚合系统的应用需要确保和现有的窄带无线数据传输系统共存。在此情况下, 主要分析单站干扰和集总干扰两种场景。

2.1.1 宽带、窄带系统间单站干扰场景

由于终端发射的干扰影响主要体现在集总干扰效应, 因此对于单站干扰场景, 主要考虑离散载波聚合系统基站对数据传输电台的影响, 分为以下两种情况。

- 离散载波聚合系统基站发射对窄带无线数据传输系统主台接收干扰。

- 离散载波聚合系统基站发射对窄带无线数据传输系统属台接收干扰。

2.1.2 宽带、窄带系统间集总干扰场景

考虑宽带系统终端发射对数据传输电台主台的影响, 数据传输主台被多层基站所属终端包围, 并位于小区交界点, 如图 2 所示^[9]。

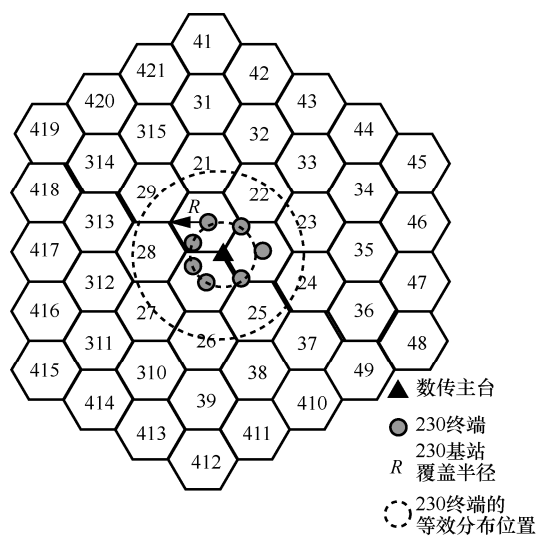


图2 数据传输主台和 230 MHz 宽带系统终端部署

数据传输主台被多层基站所属终端所包围, 并位于小区交界点。

- 每个小区中同时工作的终端个数为 200 个, 均匀分布在小区内。
- 由于同一小区中 (除第一层小区外) 各终端距离数据传输主台的位置不同, 为了便于分析, 将各小区宽带系统终端的分布位置确定在以数据传输主台位置为中心、以数据传输主台和各层宽带系统基站之间的距离为半径的圆环上。

2.2 带外系统间兼容性

根据《中华人民共和国频率划分规定》，本文主要分析 223~235 MHz 频段离散载波聚合系统和相邻频段 216~223 MHz 广播电视系统的兼容性^[10]。

3 兼容性分析相关系统参数

3.1 离散载波聚合宽带系统

参考文献[7]给出了离散载波聚合宽带系统的相关参数，分别对基站和终端进行了发射功率、带内无用发射等指标的限值。此外，根据 230 MHz 应用场景，在共存中还需考虑发射机天线增益、天线高度、插入损耗等参数。基站和终端发射参数具体见表 1。

表 1 宽带系统发射参数

离散载波聚合系统参数	基站	终端
发射功率/dBm	44	30
带内无用发射功率/dBm	-21	-17
天线增益/dB	7	3
天线高度/m	25	2
插入损耗/dB	1.5	1

3.2 窄带无线数据传输系统

窄带无线数据传输电台是指借助 DSP 和无线电技术实现的高性能专业数据传输电台，工作在 230 MHz 频段，用于供电公司、防汛抗旱、航运、市政工程指挥等数据采集，整体频谱使用效率较低，其系统接收参数见表 2^[11-12]。

表 2 数据传输电台系统参数

数据传输电台参数	主台	属台
天线增益/dB	7	3
插入损耗/dB	1.5	1
接收机灵敏度（在 25 kHz 上）/dBm （考虑了阴影衰落和干扰余量）	-97	-97
解调门限/dB	8	8
天线高度/m	40	2

3.3 广播电视系统

根据国内相关标准，216~223 MHz 广播电视系统参数见表 3^[13]。

表 3 广播电视系统参数

参数	数字电视	模拟电视
接收最小等效场强/ (dBuV·m ⁻¹)	39	49
信道带宽/MHz	8	8
接收功率要求（在 8 MHz 上）/dBm	-56（即：-81 dBm （在 25 kHz 上））	-46.23（即：-71.2 dBm （在 25 kHz 上））
天线增益/dB	5	5
馈线损耗/dB	3	3
接收所需载噪比 C/N/dB	20 14 8	45
接收终端典型高度/m	10	10
干扰余量	3	3

4 带内系统间兼容性分析

4.1 宽带、窄带系统间单站干扰分析

系统间单站干扰采用确定性计算方法进行分析。系统间隔离度计算式为^[13]：

$$MCL = P_{\text{unwanted}} + G_T + G_R - IL - P_{\text{sen}} + \text{CNR} \quad (1)$$

其中，MCL 为系统隔离度， P_{unwanted} 为发射端无用发射功率， G_T 为发射天线增益， G_R 为接收天线增益，IL 为插入损耗， P_{sen} 为接收机灵敏度，CNR 为解调门限。

将第 3 节给出的系统参数代入式（1），可以得到宽带系统基站和数据传输电台系统之间的隔离度要求如下：

- 宽带系统基站和数据传输主台之间的隔离度要求为 95 dB；
- 宽带系统基站和数据传输属台之间的隔离度要求为 91.5 dB。

根据 ITU-R P.1546 模型，计算两系统共存需要的空间隔离距离情况见表 4^[14]。



表4 宽带系统基站对数据传输电台的隔离距离计算结果

干扰场景	隔离距离/km			
	密集城区	城区	郊区	农村
基站干扰主台	0.49	1.34	2.05	2.4
基站干扰属台	—	0.138	0.28	0.40

根据确定性计算结果,在郊区和农村,两系统基站间需2 km的隔离距离。由于数据传输电台单站在郊区和农村覆盖范围大,站点数量密度低,实际建网时该隔离距离的可行性较为合理。

4.2 宽带、窄带系统集总干扰分析

在城区环境下,由于站点部署密度较大,在单站干扰分析的基础上,还需进一步考虑集总干扰效应。根据第2.1.2节所述的干扰场景,需要评估宽带系统终端的集总干扰功率是否超过数据传输电台解调干扰门限-105 dBm(参见表2)。

宽带系统基站的覆盖半径为2~3 km。以2 km为覆盖半径,利用ITU-R P.1546模型(城区环境)分析,场景参数设置如下。

- 分析中距离数据传输主台最近的终端位置(0.18 km)是根据单个230 MHz终端对数据传输电台的隔离距离确定。
- 根据终端均匀分布在小区范围内,计算出距离数据传输电台最近的位置(0.18 km)处的终端数量为2个。由于和数据传输主台工作频点相邻的频点只有2个,在分析中认为这两个终端和数据传输电台邻频工作,将这2个终端的干扰发射设置为-17 dB。小区内其他终端都和数据传输系统隔道,因此其他230 MHz终端的干扰发射为-25.5 dBm。
- 第二层小区终端都干扰发射都设置为最大值-17 dBm。

以上宽带系统的位置和频率配置是对数据传输电台干扰最严重的场景。密集城区下,宽带系统终端对数据传输电台主台的集总干扰见表5。

根据计算结果,若在最严苛情况下,即距离数据传输主台最近的宽带系统终端在数据传输主台的邻频发射时,集总干扰功率为-101.57 dBm,高出干扰门限3.43 dB。

若考虑隔道发射,即距数据传输电台最近的位置(0.18 km)处的干扰为-25.5 dBm时,采用上述计算方法,可以得到宽带系统终端对数据传输主台的集总干扰为-106.41 dBm,不会影响数据传输主台系统正常工作。

5 带外系统间兼容性分析

广播电视系统主要受230 MHz宽带系统终端邻频干扰,采用确定性计算分析干扰影响。宽带系统和广播电视系统隔离度计算式为:

$$MCL = P_{\text{unwanted}} + G_T + G_R - IL - I_{\text{margin}} + C/N \quad (2)$$

其中,MCL为系统隔离度, P_{unwanted} 为发射端无用发射功率, G_T 为发射天线增益, G_R 为接收天线增益,IL为插入损耗, I_{margin} 为干扰余量, C/N 为载噪比。

第3节给出的系统参数代入式(2),结合IUT-R P.1546模型(农村环境),可以得到宽带系统基站和数据传输电台系统之间的隔离度与隔离距离要求见表6。

6 结束语

本文分析了230 MHz离散载波聚合宽带系统对带内窄带数据传输电台、带外广播电视系统的干扰影响。

对于宽带系统和带内窄带数据传输电台,两系统需要一定的隔离距离(城区0.5~1 km,偏远郊区2 km)确保系统共存。当宽带系统大规模部署时,在极限情况下宽带系统终端可能会影响数据传输系统工作,建议宽带系统终端部署时考虑与数据传输电台隔离距离在300 m以上,且频率配置尽量与数据传输电台保证25 kHz以上的频率

表5 宽带系统终端对数据传输主台的集总干扰

小区个数	终端数	带内干扰/dBm	隔离距离/km	密集城区路损/dB	密集城区干扰/dBm	
					独立干扰	集总干扰
3	2	-17	0.18	96.14	-102.63	-101.57
	3	-25.5	0.3	102.21	-115.44	
	3	-25.5	0.4	105.83	-119.06	
	5	-25.5	0.5	108.58	-119.59	
	5	-25.5	0.6	110.69	-121.70	
	7	-25.5	0.7	112.33	-121.88	
	7	-25.5	0.8	114.38	-123.93	
	9	-25.5	0.9	115.24	-123.70	
	9	-25.5	1	116.91	-125.37	
	11	-25.5	1.1	117.93	-125.52	
	11	-25.5	1.2	118.85	-126.44	
	13	-25.5	1.3	119.84	-126.70	
	13	-25.5	1.4	120.82	-127.68	
	15	-25.5	1.5	121.47	-127.71	
	87	-25.5	2	124.93	-123.53	
	113	-25.5	2.5	127.43	-124.90	
	137	-25.5	3	129.87	-126.50	
	150	-25.5	3.5	132.27	-128.51	
9	1 800	-17	4	140.27	-117.22	
15	3 000	-17	7.2	141.85	-116.58	
21	4 200	-17	10	147.10	-120.37	
27	5 400	-17	14	153.07	-125.25	

表6 宽带系统与广播电视系统隔离距离要求

与数字电视接收终端		与模拟电视接收终端	
隔离度/dB	隔离距离/km	隔离度/dB	隔离距离/km
84.5	0.1	99.73	0.255

隔离。对于宽带系统和带外广播系统邻频部署，系统隔离距离较小，两系统可实现共存。

参考文献:

- [1] 张亦弛, 张晖. 230 MHz 电力无线专网天线挂高与覆盖效果的研究[J]. 数字通信世界, 2019(1): 120-121, 274.
ZHANG Y C, ZHANG H. Research on the coverage effect with antenna height of 230 MHz power wireless private network[J]. Digital Communication World, 2019(1): 120-121, 274.
- [2] 邵炜平, 陆阳, 李建岐, 等. 面向电力业务接入的跨频段融合与宽窄一体无线专网[J]. 电信科学, 2018, 34(8): 167-176.
SHAO W P, LU Y, LI J Q, et al. Cross-band fusion and wide-narrow integrated wireless private network oriented electric service access[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(8): 167-176.
- [3] 李叶, 张琳, 杨凯, 等. 电力无线通信专网的研究与应用[J]. 通讯世界, 2019, 26(2): 128-129.
LI Y, ZHANG L, YANG K, et al. Research and appliance of power wireless private network[J]. Telecom World, 2019, 26(2): 128-129.
- [4] 梁昊伟. 基于载波聚合的无线专网频谱共享关键技术研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2017.
LIANG H W. Research on key technologies of spectrum sharing in wireless private network based on carrier aggregation[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommu-



- nications, 2017.
- [5] 闫成超. 基于 LTE 230 的电力无线通信专网分析[J]. 通信电源技术, 2018, 35(7): 169-170.
- YAN C C. Analysis of power wireless communication network based on LTE 230[J]. Telecom Power Technology, 2018, 35(7): 169-170.
- [6] LI M X, FENG Y J, LIU X H, et al. Research and application of carrier aggregation technology in smart grid[C]//4th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology, January 23-24, 2016, Hangzhou, China. Paris: Atlantis Press, 2016.
- [7] 工业和信息化部. 关于调整 223~235 MHz 频段无线数据传输系统频率使用规划的通知[EB]. 2018.
- MIIT. Notice on the adjustment of frequency use of wireless data transmission system in 223~235 MHz[EB]. 2018
- [8] SUN C Y, JIANG J, HUANG L, et al. Component carrier selection and interference coordination for carrier aggregation system in heterogeneous networks[C]//IEEE International Conference on Communication Technology, Nov 9-11, 2013, Chengdu, China. Piscataway: IEEE Press, 2013.
- [9] 潘博, 唐星, 齐世强. LTE 230 MHz 电力无线专网 KQI 指标优化研究[J]. 信息通信, 2018(7): 184-187.
- PAN B, TANG X, QI S Q. Research on the KQI index optimization of LTE 230 MHz private wireless access networks for SMART GRID[J]. Information & Communications, 2018(7): 184-187.
- [10] 工业和信息化部. 中华人民共和国频率划分规定[S]. 2017.
- MIIT. Frequency regulations of the People's Republic of China[S]. 2017
- [11] 国家无线电管理委员会. 关于印发民用超短波遥测、遥控、数据传输业务频段规划的通知[R]. 1991.
- The State Radio Regulatory Commission. Notice on frequency plan of telemetry, remote control and data transmission services[R]. 1991.
- [12] 电子工业部. 数据传输电台通用规范: GB/T 16611-1996[S]. 1996.
- MEI. Generic specification for data transceiver: GB/T 16611-1996[S]. 1996.
- [13] 工业和信息化部. 地面数字电视接收机测量方法: GB/T 26685-2011[S]. 2011.
- MIIT. Methods of measurement for digital terrestrial television receiver: GB/T 26685-2011[S]. 2011.
- [14] CHIANI M, GIORGETTI A. Coexistence between UWB and narrow-band wireless communication systems[J]. Proceedings of the IEEE, 2009, 97(2): 231-254.
- [15] ITU-R Recommendation. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz: P.1546-5[S]. 2013.

[作者简介]



仇沛川(1988-), 男, 国家无线电监测中心工程师, 主要从事无线电系统间电磁兼容分析、无线电频谱管理等方面的研究工作。

戴慧玲(1987-), 女, 国家无线电监测中心工程师, 主要从事超短波信号监测及定位、频率管理方面的工作。

潘瑜(1977-), 女, 普天信息技术有限公司工程师, 主要从事无线通信系统技术、系统共存等方面的研究和标准化工作。

方箭(1986-), 男, 国家无线电监测中心高级工程师, 中国通信标准化协会无线通信技术工作委员会频率组副组长, 中国电子学会青年网络与通信系统技术专委会委员, 主要从事无线电频率规划、系统间电磁兼容分析和认知无线电等方面的研究工作。