

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2014.09.010

引用格式:赵延安,刘艳洁,吴松伟.40~50 GHz 固定无线接入系统干扰共存分析[J].电讯技术,2014,54(9):1226-1230. [ZHAO Yan-an, LIU Yan-jie, WU Song-wei. Interference Co-existence Analysis of Fixed Wireless Access System[J]. Telecommunication Engineering, 2014, 54(9):1226-1230.]

40 ~ 50 GHz 固定无线接入系统干扰共存分析*

赵延安^{1,**}, 刘艳洁¹, 吴松伟²

(1. 国家无线电监测中心 陕西监测站, 西安 710200; 2. 解放军 94270 部队, 济南 250117)

摘 要:为了分析在 40.5 ~ 42.3 GHz 和 48.4 ~ 50.2 GHz 频段引入固定无线接入系统的可行性, 对该频段固定无线接入系统与频率划分表中各主要业务系统间的共存问题进行了研究。通过计算机静态建模方法, 分析了此频段内固定无线接入系统对固定、卫星固定、广播、射电天文等业务系统的干扰功率密度随距离变化情况, 并根据相关业务的干扰保护准则获得对不同业务的隔离距离, 从而证明在一定隔离距离条件下, 固定无线接入系统不易对同频段的主要业务造成有害干扰, 可以在该频段引入固定无线接入系统。研究成果可支撑我国无线电频谱管理部门对该频段业务的再次划分。

关键词:固定无线接入系统; 干扰共存; 隔离距离; 频谱管理

中图分类号: TN914.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-893X(2014)09-1226-05

Interference Co-existence Analysis of Fixed Wireless Access System

ZHAO Yan-an¹, LIU Yan-jie¹, WU Song-wei²

(1. Shaanxi Monitoring Station, The State Radio Monitoring Center, Xi'an 710200, China;
2. Unit 94270 of PLA, Jinan 250117, China)

Abstract: In order to analyze the feasibility of introducing fixed wireless access system in 40.5 ~ 42.3 GHz and 48.4 ~ 50.2 GHz, the electromagnetic compatibility between the fixed wireless access system and other systems of the principal services is studied according to the Radio Frequency Allocation Table. With computer static modeling method, that the interference power density of the fixed wireless access system to the systems of fixed service, fixed-satellite service, broadcasting service and radio astronomy varies with distance is discussed, and the separation distances in different interference scenarios are obtained according to interference protection criteria for related services. The result shows that the fixed wireless access system may not cause harmful interference to existing principal service systems under certain separation distance conditions and these bands can be used for fixed wireless access system beyond the separation distance. The conclusion can be used to support the re-allocation of the bands by the national radio spectrum management department.

Key words: fixed wireless access system; interference co-existence; separation distance; spectrum management

1 引 言

固定无线接入系统主要应用于无线桥接传输, 具体来说, 可用于扩展光纤骨干网、电信网、计算机网、有线电视网等。由于无线通信的迅速发展, 楼宇间企业级的固定无线传输速率和传输距离要求都在不断提高。为解决固定无线接入系统(属固定业务)对频谱资源的需求, 提高频谱利用率, 我国无线电频谱管理部门考虑将 40.5 ~ 42.3 GHz 和 48.4 ~

* 收稿日期: 2014-04-24; 修回日期: 2014-06-23 Received date: 2014-04-24; Revised date: 2014-06-23

** 通讯作者: zhaoyanan@ srcc.org.cn Corresponding author: zhaoyanan@ srcc.org.cn

• 1226 •

50.2 GHz用于固定无线接入系统。根据频率划分规定,该频段目前已存在固定、卫星固定、广播、移动等业务^[1],因此需要考虑固定无线接入系统对这些业务的干扰共存问题,计算对被干扰业务的隔离距离,以确定在该频段开展固定无线接入系统的可行性。

目前,国内外在此频段类似业务的干扰共存分析还未见文献报道,但在其他频段相似业务的干扰共存问题已有研究^[2~3]。本文拟用静态系统建模法^[3],依据传播模型,计算在不同的距离条件下被干扰系统端的干扰功率密度,并根据 ITU(International Telecommunication Union)推荐的各业务系统的保护指标,得到固定无线接入系统与同频或邻频的已有其他业务系统共存所需的隔离距离,为我国无线电管理部门对该频段管理提供理论支撑。

2 固定无线接入系统

拟在 40.5~42.3 GHz和 48.4~50.2 GHz频段开展的固定无线接入系统的主要技术指标如下^[4]:

- (1) 频率范围:40.5~42.3 GHz 和 48.4~50.2 GHz;
- (2) 信道带宽:224、112、56、28、14、7 MHz;
- (3) 频率容限: 15×10^{-6} ;
- (4) 发射机最大发射功率:40 dBm;
- (5) 最大等效全向辐射功率(EIRP):85 dBm;
- (6) 杂散辐射限值(对应载波 2.5 倍信道带宽以外):-50 dBm/1 MHz(30 MHz~21.2 GHz);-30 dBm/MHz(21.2 GHz至载波频率的二次谐波频率);-30 dBm/100 kHz(当占用带宽为7 MHz时,上下距离工作频带中心频率70 MHz的频带内)。

该频段的固定无线接入系统去波和来波成对使用,信道带宽可以不同,具体的信道配置参见文献[2]。

3 主要业务及干扰保护准则

3.1 主要业务

根据中华人民共和国无线电频率划分规定,我国 40.5~42.3 GHz和 48.4~50.2 GHz频段的频率划分如表 1 所示。其中,固定业务为固定地点之间的无线电通信业务;广播业务为供一般公众直接接收而发送的无线电通信业务,这种业务可包括声音传输、电视传输或其他类型的传输;卫星广播业务为利用空间电台发送或转发信号,以供一般公众直接接收的无线电通信业务;移动业务为在移动电台与陆地

电台之间或在移动电台之间的无线电通信业务。

表 1 40.5~42.3 GHz 和 48.4~50.2 GHz 相关频率划分情况

Table1 The radio frequency allocation in the bands near 40.5~42.3 GHz and 48.4~50.2 GHz

频率/GHz	业务
40.5~42.5	固定卫星固定(空对地) 广播卫星广播[移动]
42.5~43.5	固定卫星固定(地对空) 移动(航空移动除外)射电天文
43.5~47.0	移动卫星移动无线电 导航卫星无线电导航
47.0~47.2	业余卫星业余
47.2~50.2	固定卫星固定 (地对空)移动

由表 1 可看出,若要在 40.5~42.3 GHz和 48.4~50.2 GHz频段部署固定无线接入业务系统,需要考虑其对固定、卫星固定、广播、卫星广播、移动等业务系统的同频干扰以及对射电天文业务系统(工作频段为 42.5~43.5 GHz)的杂散干扰。

3.2 不同业务的干扰保护准则

根据 Rec. ITU-R F. 758,其他业务对3 GHz以上频段固定业务的长期干扰保护准则是干扰噪声功率比(I/N)为-10 dB。36 GHz以上频段的固定业务接收机的噪声功率典型值为-137 dBW/MHz^[5]。可以计算出对固定业务干扰功率密度的保护门限为-147 dBW/MHz,即-117 dBm/MHz。

对于卫星业务,由于卫星空间站距离较远,因此本文只考虑固定无线接入系统对卫星地球站的干扰分析。根据 Rec. ITU-R S. 1432,其他业务对卫星地球站的干扰保护准则为 $I/N=-12.2$ dB。根据 Rec. ITU-R S. 1655,该频段卫星地球站的天线噪声温度为353 K。因此,对该频段卫星地球站的干扰功率密度保护门限为-125.3 dBm/MHz。

由于缺少该频段广播业务的典型参数,因此参考 UHF 频段广播业务的保护准则。根据 Rec. ITU-R BT. 1786 和 Rec. ITU-R SM. 1757,广播业务的干扰保护准则为 $I/N=-20$ dB,接收机噪声系数为 10 dB,可计算得,对广播业务的干扰功率密度门限为-124 dBm/MHz。

根据 ITU-R BO. 1898 建议书,其他业务对卫星广播业务干扰保护准则为 $I/N=-12.2$ dB;根据 Rep ITU-R BO. 2016,40.5~42.5 GHz频段的卫星广播地面站接收机的噪声系数为3 dB。因此,卫星广播业务地面接收站的干扰功率保护门限为

-123.2 dBm/MHz。

根据 Rec. ITU-R RA. 769,对43 GHz频段的射电天文业务的干扰保护门限为-191 dBW/GHz,即-191 dBm/MHz。

由于缺少该频段移动业务的典型参数,因此参考 IMT2000 移动业务的保护标准。根据 ITU-R SM. 1757 建议书,其他业务对 IMT2000 移动业务的干扰保护准则为 $I/N = -6$ dB。噪声系数为 3 ~ 9 dB,本文中按3 dB计算。可计算得,对移动业务的最大干扰功率密度为-117 dBm/MHz。

对各种不同业务的干扰功率密度门限见表 2。

表 2 对不同业务的干扰功率密度门限

Table 2 The threshold of interference power density to different service

业务名称	干扰功率密度门限/(dBm/MHz)
固定	-117.0
卫星固定(地球站)	-125.3
广播	-124.0
卫星广播	-123.2
射电天文	-191.0
移动	-117.0

4 干扰功率计算

固定无线接入设备在被干扰接收机处的干扰功率密度可通过下式计算:

$$I = EIRP_{tx} - PL + Gain_{rx}$$
 (1)

其中, $EIRP_{tx}$ 为固定无线接入设备的发射功率密度(dBm/MHz);为了评估不同工作带宽下的干扰功率,本文中计算了在带宽分别为7 MHz、56 MHz和224 MHz时的干扰功率变化情况;

PL 为传播损失(dB),与工作频率、传播距离及收发两端的天线高度等因素有关。仿真中传播损失计算参考 Rec. ITU-R P. 452 模型,该模型可以预测计算频率为0.1 ~ 50 GHz的传播损失,具体又可分为净空干扰预测和降水散射干扰预测两种模式^[6]。本文利用净空干扰预测,主要考虑视距、对流层散射等传播机理和大气吸收损耗。图 1 给出了频率 42 GHz、发射高度 30 m、接收高度 35 m 时,利用 P. 452模型计算的传播损失,作为对比同时给出了利用自有空间模型计算的传播损失。由图可见 P. 452模型考虑了更复杂的传播机理,其计算结果比自由空间模型计算结果大得多;

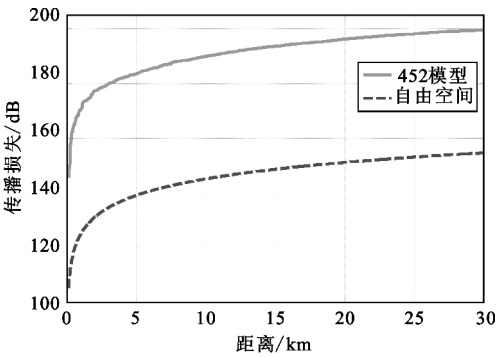


图 1 利用 452 模型和自由空间模型计算的传播损失
Fig.1 Transmission loss calculated by Model 452 and free space

$Gain_{rx}$ 为接收机天线在传播方向上的增益(dB),仿真中将发射天线按最大增益计算,考虑固定无线接入系统发射天线波束窄、方向性强,一般部署中与其他系统的接收天线会有角度隔离,使得干扰信号进入接收天线的旁瓣,故接收天线的增益可按0 dB计算;

I 为被干扰接收机接收到的干扰功率密度(dBm/MHz)。

5 仿真参数及结果

5.1 仿真参数及场景

在本节的仿真中,分别计算固定无线接入设备对不同业务的干扰功率随两者间距离的变化。主要仿真参数如表 3 所示,参数主要根据文献[4]管理部门要求和相应业务的 ITU 建议书确定。

表 3 干扰功率仿真参数列表

Table 3 The simulation parameters list of interference power

参数	取值
频率	根据被干扰业务选择不同频率
干扰源 EIRP/dBm	85
干扰源工作带宽/MHz	7、56、224
干扰源发射天线高度/m	30(10 层楼高)
被干扰接收天线高度	根据被干扰业务确定

在本节的仿真中,已假定各业务系统的电参数指标满足相关标准的要求,因此只对真实的系统部署情况进行统计抽象,即各系统只用参数描述,而对各系统具体部署的实际环境不作考虑。

5.2 干扰共存仿真分析

5.2.1 对固定业务的干扰

仿真计算中固定业务接收机的天线高度为30 m,工作频率42 GHz,干扰功率密度门限-117 dBm/MHz,

固定无线接入设备对固定业务的干扰功率密度随两者间距离的变化情况如图 2 所示。

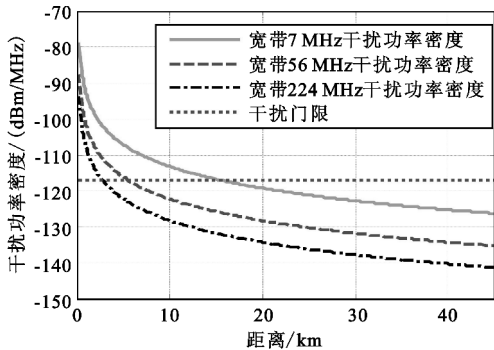


图 2 对固定业务的干扰功率密度随距离变化
Fig. 2 The interference power density varies with distance to fixed service

由图 2 可知,固定无线接入系统对固定业务的同频干扰隔离距离为15.5 km、5.47 km和2.74 km,分别对应工作带宽为7 MHz、56 MHz和224 MHz。

5.2.2 对卫星固定业务(地球站)的干扰

仿真中卫星地球站的天线高度为3 m,工作频率42 GHz,干扰功率密度门限-125.3 dBm/MHz,固定无线接入设备对卫星地球站接的干扰功率密度随距离的变化情况如图 3 所示。

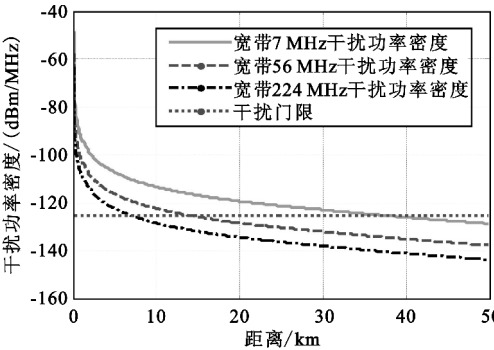


图 3 对卫星地球站的干扰功率密度随距离变化
Fig. 3 The interference power density varies with distance to satellite earth station

由图 3 可知,固定无线接入系统对卫星固定业务(地球站)的同频干扰隔离距离为38 km、14.2 km和7.1 km,分别对应工作带宽为7 MHz、56 MHz和224 MHz。

5.2.3 对广播业务的干扰

仿真中取广播接收天线的高度为1.5 m,工作频率42 GHz,干扰功率密度门限-124 dBm/MHz,固定无线接入设备对广播业务的干扰功率密度随距离的变化情况如图 4 所示。

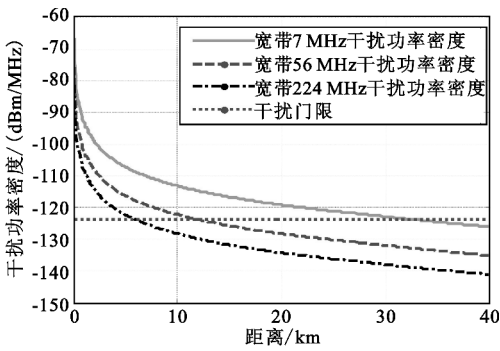


图 4 对广播业务的干扰功率密度随距离变化
Fig. 4 The interference power density varies with distance to broadcasting service

由图 4 可知,固定无线接入系统对广播业务的同频干扰隔离距离为33.2 km、12.25 km和6.13 km,分别对应工作带宽为7 MHz、56 MHz和224 MHz。

5.2.4 对射电天文业务的干扰

仿真中取射电天文台的天线高度为35 m,工作频率43 GHz,干扰功率密度门限-191 dBm/MHz。根据固定无线接入设备的信道配置,它对射电天文业务的干扰属于杂散干扰,杂散辐射限值-30 dBm/MHz,与工作带宽无关。固定无线接入系统对射电天文台的杂散干扰功率密度随距离的变化情况如图 5 所示。

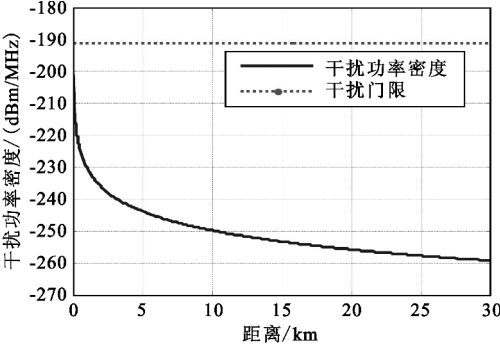


图 5 对射电天文台的干扰功率密度随距离变化
Fig. 5 The interference power density varies with distance to radio astronomy

由图 5 可知,由于固定无线接入系统的杂散辐射功率很小,因此不易对射电天文台造成干扰。

5.2.5 对其他业务的干扰

对移动业务、卫星广播业务的干扰功率密度门限分别为-117 dBm/MHz和-123.2 dBm/MHz,移动和卫星广播业务的接收天线高度均为1.5 m,工作频率42 GHz。除了干扰门限不同,其他计算参数均与对广播业务的分析相同。

参考对广播业务的干扰功率密度仿真计算可知,固定无线接入系统对移动业务的同频干扰保护距离为15.5 km、5.5 km和2.74 km,分别对应工作带宽为

7 MHz、56 MHz和224 MHz;对卫星广播业务的同频频干扰保护距离分别为30.7 km、11.2 km和5.6 km。

5.3 共存分析结果

通过以上的仿真结果可知,固定无线接入系统对固定、卫星固定、广播等业务有可能产生干扰;在一定隔离距离条件下可以同频共存,不易对射电天文业务产生有害干扰。在实际的传播环境中,考虑到天线的方向性、被干扰接收站的部署位置等因素,隔离距离会有所减小,具体结果如表4所示。

表4 对不同业务的干扰隔离距离

Table 4 The separation distance for different service

业务名称	不同带宽下的保护距离/km		
	7 MHz	56 MHz	224 MHz
固定	15.50	5.47	2.74
卫星固定(地球站)	38.0	14.20	7.10
广播	33.20	12.25	6.13
卫星广播	30.70	11.20	5.60
射电天文	NA	NA	NA
移动	15.50	5.50	2.74

注:NA表示两业务系统间可以共存。

6 结 论

本文通过仿真 40.5 ~ 42.3 GHz 和 48.4 ~ 50.2 GHz频段固定无线接入系统对频率划分表中主要业务的干扰功率随两者间距离的变化,得到了固定无线接入系统对固定、卫星固定、广播等业务的干扰隔离距离。在隔离距离以外,固定无线接入系统对其他业务的干扰能够满足干扰保护准则。需要注意的是,本文研究对象均为抽象的系统模型,没有考虑具体的环境因素,其研究成果具有统计意义。当考虑固定无线接入设备发射天线的方向性、被干扰接收机周围环境等具体因素时,实际所需的隔离距离会进一步减小。因此,在有一定隔离距离的条件下,可以将 40.5 ~ 42.3 GHz和 48.4 ~ 50.2 GHz频段用于固定无线接入系统。

本文研究结果具有一定的实用性,可支撑我国无线电频谱管理部门对该频段业务的再次划分。

参考文献:

[1] 工业和信息化部无线电管理局(国家无线电办公室). 中华人民共和国无线电频率划分规定(2013版)[M]. 北京:人民邮电出版社,2013.
The MIIT's Radio Authority(State Radio Office). People's Republic of China Regulations on the Radio Frequency Allocation(Edition 2013)[M]. Beijing: Posts and Telecom Press,2013. (in Chinese)

[2] 王洪. 1030/1090MHz 频谱的共享与干扰问题综述[J]. 电讯技术,2013,53(1):105-109.
WANG Hong. Overview of Sharing and Interference at 1030/1090 MHz[J]. Telecommunication Engineering, 2013,53(1):105-109. (in Chinese)
[3] 冀常鹏,黄云菲. TD-LTE 与 TD-SCDMA 邻频干扰的分析[J]. 电讯技术,2012,52(2):142-146.
JI Chang-peng, HUANG Yun-fei. Interference Analysis of TD-LTE and TD-SCDMA in Adjacent Frequency Band[J]. Telecommunication Engineering, 2012,52(2):142-146. (in Chinese)
[4] 工业和信息化部. 40-50GHz 频段固定业务中固定无线接入系统频率使用相事宜[EB/OL]. (2013-09-23) [2014-04-22]. <http://www.mii.gov.cn/n11293472/n11293832/n12845605/n13916913/15636589.html>.
The MIIT. The fixed wireless access system's frequency used about fixed service in the bands 40-50GHz [EB/OL]. (2013-09-23) [2014-04-22]. <http://www.mii.gov.cn/n11293472/n11293832/n12845605/n13916913/15636589.html>. (in Chinese)
[5] ITU 2013, System parameters and considerations in the development of criteria for sharing or compatibility between digital fixed wireless systems in the fixed service and systems in other services and other sources of interference[S].
[6] ITU 2009, Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz [S].

作者简介:



赵延安(1982—),男,安徽巢湖人,2011年于西北工业大学获通信与信息系统专业博士学位,主要从事电磁兼容分析、信号处理等方面的研究工作;

ZHAO Yan-an was born in Chaohu, Anhui Province, in 1982. He received the Ph. D. degree from Northwestern Polytechnical University in 2011. His research concerns electromagnetic compatibility analysis and DSP.

Email:zhaoyanan@srcc.org.cn

刘艳洁(1989—),女,陕西周至人,2012年于西安交通大学获通信工程专业硕士学位,主要从事动态频谱管理及信号处理研究;

LIU Yan-jie was born in Zhouzhi, Shaanxi Province, in 1989. She received the M. S. degree from Xi'an Jiaotong University in 2012. Her research concerns dynamic spectrum management and DSP.

吴松伟(1982—),男,山东济南人,2007年获硕士学位,主要研究方向为系统电磁兼容分析。

WU Song-wei was born in Jinan, Shandong Province, in 1982. He received the M. S. degree from Air Force Engineering University in 2007. His research concerns electromagnetic compatibility analysis.