

# 900 MHz 频段 5G NR 与邻频 DME 系统共存研究

## Coexistence Study of 900 MHz Band 5G NR System and Adjacent DME

牛憶莹,周 瑶,李福昌(中国联通研究院,北京 100048)

Niu Yiyang,Zhou Yao,Li Fuchang(China Unicom Research Institute,Beijing 100048,China)

### 摘要:

面向 900 MHz 频段 NR 网络重耕演进,进行了该频段 5G NR 系统与邻频 DME 系统的共存分析。首先介绍了系统干扰模型,而后阐述了系统干扰仿真的实现,包括使用的仿真参数、传播模型及仿真拓扑,并给出了仿真分析结果,最后针对分析结果给出了相关建议。

### 关键词:

5G NR 系统;DME 系统;兼容共存;干扰仿真

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2024.01.014

文章编号:1007-3043(2024)01-0066-04

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

Aiming at the refarming evolution of 900 MHz band, it analyzes the coexistence of 5G NR system and adjacent frequency Distance Measure Equipment (DME) system in this band. Firstly, the system interference model is introduced, and then the realization of system interference simulation is described, including the simulation parameters, propagation model and simulation topology, and the simulation analysis results are given. Finally, some suggestions are given according to the analysis results.

### Keywords:

5G NR system; DME system; Compatible coexistence; Interference simulation

引用格式:牛憶莹,周瑶,李福昌. 900 MHz 频段 5G NR 与邻频 DME 系统共存研究[J]. 邮电设计技术, 2024(1): 66-69.

## 0 引言

鉴于 904~915 MHz 和 949~960 MHz 频率资源重耕后可能用于 5G NR FDD, 本文对 5G NR 与紧邻频 960~1 215 MHz 测距仪(Distance Measure Equipment, DME)的兼容共存开展了先期研究, 主要针对单向链路上 5G NR 对 DME 系统的干扰影响进行了分析, 对未来该段频谱资源的重耕规划具有一定参考价值。

## 1 系统干扰模型

### 1.1 干扰场景

DME 系统作为飞机无线电导航广泛使用的一种近程导航设备, 既可用作导航设备也可用作机场导航

设备。可与其他近程导航和着陆设备如甚高频全向信标(VHF omnidirectional radio range, VOR)和仪表着陆系统(Instrument Landing System, ILS)相配合使用, 有如下几种使用方案<sup>[1-2]</sup>。

a) DME/DME 使用方案[见图 1(a)]。该方案常用于航线导航和机场导航, 飞机分别测得至 2 个航线 DME 地面信标台的距离来确定飞机的位置, 构成  $\rho-\rho$  体制定位方案。为了提高定位精确度, 在实践中也可同时利用 3 个航线地面信标台所提供的距离信息进行定位。

b) DME/VOR 使用方案[见图 1(b)]。该方案常用于航线导航和机场导航, 在此定位方案中, 飞机可同时接受来自 VOR 提供的以磁北为基准的方位信息和来自 DME 地面信标的距离信息, 用以确定飞机的位置, 构成  $\rho-\theta$  体制定位方案, 该方案被普遍使用。

收稿日期: 2023-12-12

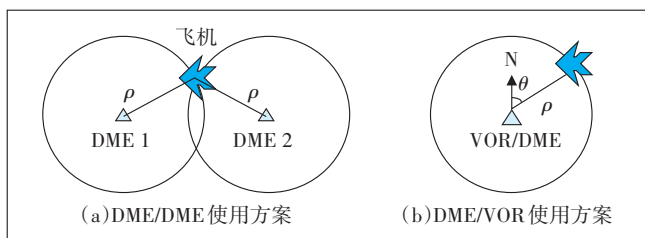


图1 DME/DME使用方案

c) DME/ILS使用方案。该方案常用于机场导航,在某些不便于安装指点标的机场内,常由DME系统地面信标与ILS相配合。其中ILS提供航向道和下滑道指引,DME提供飞机相对跑道入口的距离信息。

基于上述使用方案信息,本文将5G NR对邻频DME系统的干扰场景分为2种。即飞机平稳飞行状态下机载DME用于航线导航,统计地面覆盖NR基站的干扰影响;飞机起飞降落状态下机载DME用于机场导航,统计机场部署NR基站的干扰影响<sup>[3]</sup>。

## 1.2 干扰分析数学模型

IMT系统对机载DME接收机的干扰可以通过下式进行计算:

$$I_{\text{receive}} = P_t + G_t + G_r - G_{\text{loss}} - PL$$

式中:

$I_{\text{receive}}$ ——NR系统基站对DME接收机的干扰功率(dBm/MHz)

$P_t$ ——NR系统基站的发射功率(dBm/MHz)

$G_t$ ——NR系统基站天线发射增益(dBi)

$G_r$ ——DME天线接收增益(dBi)

$G_{\text{loss}}$ ——其他损耗(dB)

$PL$ ——NR系统基站到DME的传播损耗(dB)

## 2 仿真实现

基于DME系统和5G系统的典型特性参数,采用蒙特卡洛模拟仿真进行半静态干扰分析。

### 2.1 仿真参数

#### 2.1.1 DME系统参数

根据ITU-R M.2013建议书,地对空方向机载DME询问器的系统参数如表1所示<sup>[4]</sup>。

DME机载天线特性参考ITU-R M.1642-1,图2提供 $[-90^\circ, 0^\circ]$ 仰角范围内的天线增益<sup>[5]</sup>。对于仰角范围中未给出增益的仰角,使用线性插值的方式获得天线增益,对于所有方位角来说,仰角与天线增益间关系是相同的。

#### 2.1.2 5G系统参数

表1 DME系统基本参数

参数		取值
发射端	电台名称	信标
	信号类型	脉冲式
	信道间隔/MHz	1
接收端	接收电台	机载电台
	工作频段/MHz	962~1 213
	距地面高度/m	$\leq 20\ 880$
	DME最大天线增益/dBi	5.4
	极化方式	垂直极化
	馈线损耗/dB	2
最大可接收干扰电平/(dBW/MHz)		-129

注:表中的保护标准是针对非脉冲信号的,如果是脉冲信号,尚需深入研究。

仰角/ $^\circ$	Extract from Rec. ITU-R M.1642	Elevation angle definition
	Antenna gain ( $G_t/G_{r,\text{max}}$ )/dB	
-90	-17.22	
-80	-14.04	
-70	-10.51	
-60	-8.84	
-50	-5.40	
-40	-3.13	
-30	-0.57	
-20	-1.08	
-10	0	
-5	-1.21	
-3	-1.71	
-2	-1.95	
-1	-2.19	
0	-2.43	

图2  $-90^\circ \sim 0^\circ$ 仰角范围内DME天线增益

5G NR宏蜂窝系统的参数来源于ITU-R WP5D 38e Chairman's Report (Annex 4.4 to 5D/716),具体如下表2所示<sup>[6-7]</sup>。5G NR系统基站的带外发射模板和ACLR参考3GPP TS 38.104,如表3所示<sup>[8]</sup>。

#### 2.1.3 传播模型

NR系统基站到DME机载的干扰链路传播损耗计算采用自由空间模型(参考ITU-R P.525建议书),自由空间基本传输损耗公式为<sup>[9]</sup>:

$$L_{\text{bf}} = 32.4 + 20 \lg(f) + 20 \lg(d)$$

式中:

$L_{\text{bf}}$ ——传播损耗值(dB)

$f$ ——频率(MHz)

$d$ ——距离(km)

### 2.2 仿真拓扑

根据1.1节,建立DME航线导航和机场导航的仿

表 2 NR FDD 宏蜂窝系统参数

参数	取值
基站类型	城区/郊区宏站
小区半径/km	城区:1.5;郊区:3
天线高度/m	30
扇区化	3 扇区
天线下倾角/°	3
频率复用	1
天线模型	ITU-R F.1336 建议书(3.1 节), $k_p = 0.7, k_s = 0.7, k_r = 0.3$ , 水平 3 dB 波束宽度为 $65^\circ$ , 垂直 3 dB 波束宽度为 $30^\circ$
天线极化	线性/ $\pm 45^\circ$
屋顶以下天线部署	城区:20%/郊区:0%
馈线损耗/dB	3
典型信道带宽/MHz	1
基站最大发射功率	46 dBm/10 MHz
基站最大天线增益/dBi	15
ACLR/dB	45
网络负载因子	20%, 50%
TDD/FDD/SDL	FDD/SDL

表 3 NR 基站带外频谱发射模板

测量频带中心频点的偏移量 ( $f_{\text{offset}}$ )/MHz	发射限值/dBm	测量带宽/kHz
$0.05 \leq f_{\text{offset}} < 5.05$	$-7 - (7/5) \times (f_{\text{offset}} - 0.05)$	100
$5.05 \leq f_{\text{offset}} < \min(10.05, f_{\text{offset}_{\text{max}}})$	-14	100
$10.05 \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset}_{\text{max}}}$	-13	100

真拓扑。

当 DME 用于航线导航时,以 DME/VOR 方案为例。参考中国典型一线大城市(北京),假设城市为圆形,仿真总区域为 6 环内,半径为 25 km,其中五环内( $R < 15 \text{ km}$ )为城区场景,五环到六环为郊区场景( $15 \text{ km} < R < 25 \text{ km}$ )。考虑网络负载因子为 50%,计算飞机下方该面积范围内的所有 5G 基站对机载 DME 的集总干扰。仿真拓扑如图 3 所示。

当 DME 用于机场导航时,以 DME/ILS 方案为例。飞机处于起飞或降落状态,沿着  $3^\circ$  下滑台运行,此时飞机高度较低,考虑覆盖的单个 5G 基站对机载 DME 的干扰。仿真拓扑如图 4 所示。

### 3 仿真分析结果

#### 3.1 DME 用于航线导航

假设飞机飞行高度在 10 000~20 880 m,考虑基站对飞行器的干扰情况。图 5 为机载 DME 受到的干扰

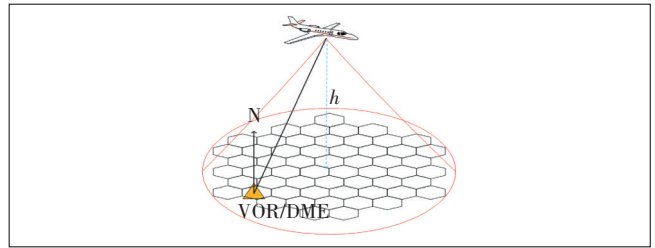


图 3 DME 航线导航的平稳飞行场景

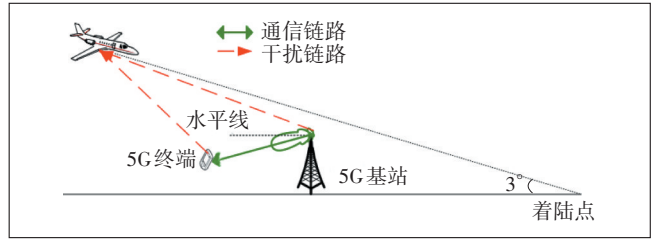


图 4 DME 机场导航的起飞降落场景

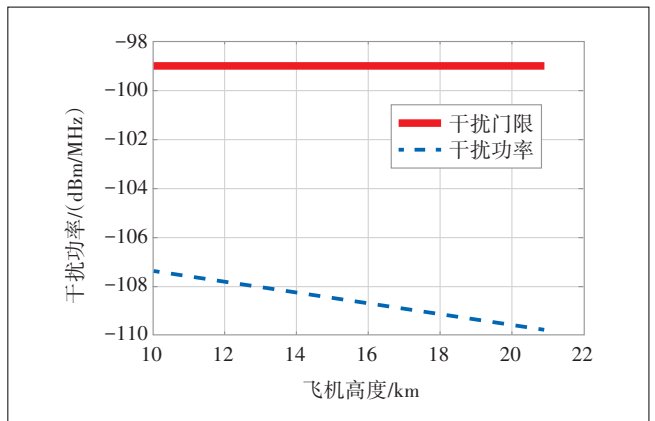


图 5 飞机平稳飞行中的干扰示意

功率示意。

由图 5 可知,DME 用于航线导航时,在平稳飞行场景下,不论飞行高度在何位置,地面基站对 DME 的集总干扰功率皆小于干扰限值。

#### 3.2 DME 用于机场导航

假设基站位于跑道中心延长线上,考虑基站对飞行器的干扰情况。根据《民用机场飞行区技术标准》(MH5001-2021)中对机场跑道外延长线有关障碍物保护面要求,由于仿真假设使用的 900 MHz 基站天线挂高为 30 m,按照标准要求,机场跑道沿线外 929 m 以内范围不允许设置 30 m 高度建筑物,以保证飞机下滑安全着陆<sup>[10]</sup>。图 6 给出了基站部署在距离飞机着陆点 950~1 300 m 的情况下飞机受到的干扰功率。

假设基站位于跑道中心延长线侧边,考虑基站对飞行器的干扰情况。图 7 给出了基站位于飞机跑道中

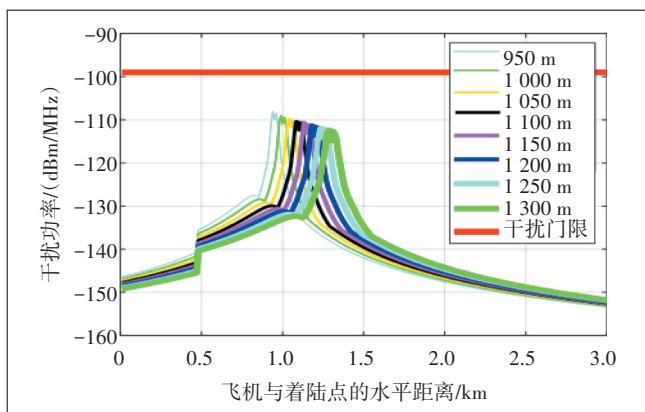


图6 飞机出发和到达流程中的干扰示意

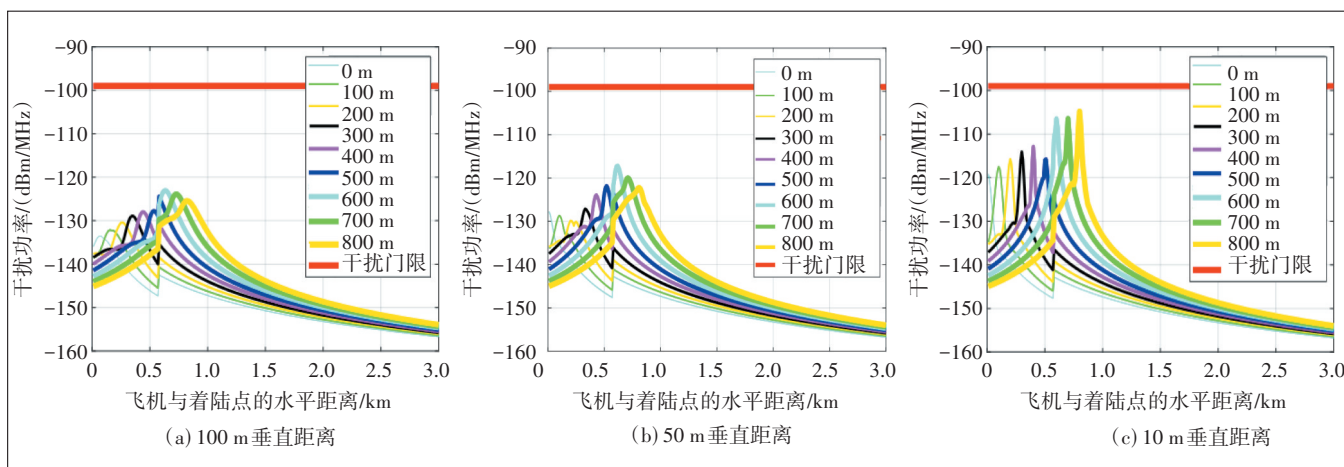


图7 飞机出发和到达流程中的干扰示意

景下的系统干扰的影响。研究结论显示,5G NR系统与DME系统间可以实现邻频共存,无需额外的隔离措施保护。

#### 参考文献:

[1] 邓卫军. DME频谱指标及测量[J]. 民航管理,2016(3):61-65.  
 [2] 金辽. 论全向信标和测距仪的信号覆盖[C]//中国航空学会第七届通讯导航技术学术研讨会. 上海:中国航空学会,2003:49-53.  
 [3] 何例鸿. 浅谈DME测距仪日常维护及常见故障案例[J]. 信息通信,2020(7):102-103.  
 [4] International Telecommunication Union. Technical characteristics of, and protection criteria for non-ICAO aeronautical radionavigation systems, operating around 1 GHz; ITU-R M.2013[S]. Geneva: ITU-R, 2012.  
 [5] International Telecommunication Union. Methodology for assessing the maximum aggregate equivalent power flux-density at an aeronautical radionavigation service station from all radionavigation-satellite service systems operating in the 1 164-1 215 MHz band; ITU-R M.1642-2[S]. Geneva: ITU-R, 2007.  
 [6] International Telecommunication Union. Characteristics of terrestrial

心延长线距离 10、50、100 m 3种情况下,5G 基站部署在距离飞机着陆点 0~800 m 的情况下飞行器受到的干扰情况。

由图 7 可知,DME 用于机场导航时,在起飞降落场景下不论 BS 部署在何位置,其对 DME 的干扰功率皆小于干扰门限值。

#### 4 结束语

本文研究了 900 MHz 频段上 NR FDD 系统与 960~1 215 MHz 频段 DME 系统的干扰共存情况,分析了 DME 的不同使用方案对平稳飞行和起飞降落两大场

component of IMT for sharing and compatibility studies in preparation for WRC-23 [R/OL]. [2023-07-10]. <https://www.itu.int/md/R19-WP5D-C-0716/en>.

[7] International Telecommunication Union. Reference radiation patterns of omnidirectional, sectoral and other antennas for the fixed and mobile services for use in sharing studies in the frequency range from 400 MHz to about 70 GHz; ITU-R F.1336-5[S]. Geneva: ITU-R, 2019.  
 [8] 3GPP. NR; Base Station (BS) radio transmission and reception; 3GPP TR 38.104[S/OL]. [2023-06-25]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.  
 [9] International Telecommunication Union. Calculation of free-space attenuation; ITU-R P.525-4[S]. Geneva: ITU-R, 2019.  
 [10] 中国民用航空局. 民用机场飞行区技术标准; MH 5001-2021[S]. 北京:中国民航出版社,2021.

#### 作者简介:

牛懿莹,工程师,硕士,主要研究方向为移动通信频率研究、频率规划、系统仿真平台搭建等;周瑶,高级工程师,硕士,主要研究方向为移动通信频率研究、频率规划、频率策略研究等;李福昌,教授级高级工程师,博士,主要研究方向为无线、网络技术创新、5G 网络架构设计与标准化等。