

国 际 电 信 联 盟

**ITU-R**

国际电联无线电通信部门

**ITU-R M.2134-0 建议书**  
(10/2019)

**用于共用和兼容性研究的27.5-29.5 GHz频率  
范围内移动业务系统的接收机  
特性和保护标准**

**M 系列**

**移动、无线电测定、业余  
无线电以及相关卫星业务**



国际电信联盟

## 前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

## 知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

### ITU-R 系列建议书

（也可在线查询 <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>）

系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
<b>M</b>	<b>移动、无线电定位、业余和相关卫星业务</b>
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

**说明：** 该ITU-R建议书的英文版本根据ITU-R第1号决议详述的程序予以批准。

电子出版  
2019年，日内瓦

© 国际电联 2019

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## ITU-R M.2134-0 建议书

用于共用和兼容性研究的27.5-29.5 GHz频率范围内  
移动业务系统的接收机特性和保护标准

(2019年)

**范围**

本建议书提供27.5-29.5 GHz频率范围内的移动业务系统的接收机特性和保护标准。这些技术和操作特性应用于共用和兼容性研究<sup>1</sup>。

**关键词**

移动业务、技术特性、保护标准。

**缩略语/词汇表**

AAS	高级天线系统
ACS	邻信道选择性
AP	接入点
AR	增强现实
BS	基站
FS	固定业务
FSS	卫星固定业务
LDPC	低密度奇偶校验
MCS	调制和编码方案
MIMO	多输入多输出
TDD	时分双工
UHD	超高清晰度
UE	用户终端
VR	虚拟现实

国际电联无线电通信全会，

考虑到

a) 有几个国家计划使用频率范围27.5-29.5 GHz或其中部分频段的移动业务，尤其是用于高速数据链路，主要传输高清晰度多媒体；

---

<sup>1</sup> 本建议书不包括WRC-19议项1.5和议项 1.14下ESIM和HAPS的任何技术特性和保护标准。

- b) 共用和兼容性研究需要使用移动业务频段系统的典型接收机技术和操作特性；
- c) 需要程序和方法来分析其他业务系统对移动业务系统接收机的影响；

注意到

- a) 频率范围 27.5-29.5 GHz 在世界范围内被划分给移动业务作为主要业务；
- b) 频率范围 27.5-29.5 GHz 亦在世界范围内被划分给卫星固定业务（地对空）和固定业务作为主要业务；

做出建议

- 1 附件1中所述移动业务系统的技术和操作特性，应用于27.5-29.5 GHz频率范围内移动业务与其它业务的共用和兼容性研究；
- 2 附件1中的干扰信号功率与移动系统接收机噪声功率电平之比（ $I/N$ ）这一标准，应作为27.5-29.5 GHz频率范围内移动系统所需的保护电平。

## 附件 1

### 用于共用和兼容性分析的27.5-29.5 GHz频率范围内 移动业务系统的接收机技术和操作特性

#### 1 引言

在频率范围27.5-29.5 GHz或其中部分频段，移动系统支持多种应用，包括可靠传输数吉比特数据的移动语音、数据和视频宽带链路，以及与视频相关的应用，例如超高清视频流、虚拟现实等，这些是系统发展的主要驱动力。

#### 2 27.5-29.5 GHz频率范围内移动系统的特性

##### 2.1 引言

信号处理、复杂调制、天线设计和固件的技术进步，使频率范围27.5-29.5 GHz或其中部分频段通信系统的设计与生产可为移动或手持设备提供数吉比特的数据接入。这些设备与主要安装在人口密集地区的基站/接入点进行通信，为用户、家庭和企业提供连接，通过聚合等技术使用例如100MHz或者更大的信道带宽。

可用的大带宽和最先进的天线阵列技术可以实现非常高的速率传输大量的内容，使得诸如超高清（UHD）视频、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）之类的应用成为可能。这些系统能够在非常密集的使用区域连接数千个设备，如体育场或其他场馆、公共交通站和其他拥有大量集中的智能设备用户的地方。其他应用包括从路边到家庭的高速无线电链路，将移动/便携式调制解调器和家庭内部设备连接到同一张网络。



## 2.2 接收机

工作在频率范围27.5-29.5 GHz或其中部分频段的新一代移动系统使用最先进的数字接收机技术，使用先进的调制和编码技术增强系统性能。这些系统的调制和编码方案（MCS）通常包括BPSK、QPSK、16QAM和64QAM以及卷积、低密度奇偶校验（LDPC）和Turbo编码。

这些系统主要使用OFDM作为时分双工（TDD）方案中的多址接入技术并使用上行链路功率控制。

相邻信道选择性（ACS）表征系统接收机滤波器响应。下面表A显示了频率范围27.5-29.5 GHz移动业务基站和移动台的ACS值。

表 1  
接收机邻信道选择性（ACS）

接收机邻信道选择性 (ACS) (dB)	基站	移动台
		24

## 2.3 天线

工作在频率范围27.5-29.5 GHz或其中部分频段的移动系统使用了可以多种形式排列单元的先进天线阵列技术。通常，基站天线使用较大的阵列（例如多达256个单元）以获得更高的增益，而移动站由于形式因素和功率限制而使用较小的阵列尺寸（例如多达32个单元）。

表1中的信息和第4.1节中的相关信息可用于天线方向图建模以用于共用和兼容性研究。

基站天线通常安装在路灯柱或其他高度在几层楼范围的高度较低的城市建筑上。因此，根据部署环境的不同系统典型天线高度从地面上10米（约3层楼）到20米（约6层楼）不等。移动站通常被认为由用户在街道上操作，因此其天线高度假设为1.5米。

## 3 保护标准

I/N保护标准值详见表1。具体的可容忍I/N比参照了移动接收机输入端的数值，并考虑到了所有干扰源。如果仅存在一个干扰源，则保护移动系统要求由该单一干扰源产生的干扰不超过此标准。如果仅存在多个干扰源，则保护移动系统要求多个干扰源产生的集总干扰不超过此标准。

## 4 小结

频率范围27.5-29.5 GHz典型移动系统的技术参数如表1所示。

表 2

频率范围27.5-29.5 GHz基站和移动台接收机特性

特性	系统 A (代表在某些国家的部署)		系统 B (代表在某些国家的部署)		系统 C (代表在某些国家的部署)		系统 D (代表在某些国家的部署)	
	基站	移动台	基站	移动台	基站	移动台	基站	移动台
频率范围 (GHz)	27.5-28.35		27.5-29.5		27.5-29.5		27.5-29.5	
接收机带宽 (MHz)	100		100		200		200	
天线方向图类型	定向		定向		定向		定向	
天线极化	线性		线性		线性		线性	
天线峰值增益 (dBi)	29	14	29	20	23	17	23	14
天线方向图模型	见4.1节中的天线方向性							
天线高度 (m)	10-20	1.5	10-20	1.5	6 or 15	1.5	6-10	1.5
接收机噪声系数 (dB)	6.5	8.5	6	6	10	10	10	10
保护标准 (dB)	-6		-6		-6		-6	
基站天线下倾角 (度)	10		10		10		10	
人体损耗 (限手持用户终端场景)	N/A	4 dB	N/A	4 dB	N/A	4 dB	N/A	4 dB
基站馈线损耗	0	N/A	0	N/A	3 dB	N/A	3 dB	N/A

共用研究可假设BS天线波束可以在方位角平面 $\pm 60^\circ$ 范围内变化。根据研究<sup>2</sup>场景，在垂直面上，相对于水平面：系统A，高度20米的基站，仰角范围从-6度到-60度，高度10米基站，仰角范围从-3度到-60度；系统B，高度20米的基站，仰角范围从-5度到-60度，高度10米的基站，仰角范围从-2度到-60度；系统C，高度15米的基站，仰角范围从-6度到-60度，高度6米的基站，仰角范围从-3度到-60度；系统D，高度10米的基站，仰角范围从-6度到-60度，高度6米的基站，仰角范围从-3度到-60度。

## 4.1 参考方向天线图模型

波束赋形天线方向性图用阵列配置表示，该阵列配置由以固定间隔距离（例如， $\lambda/2$ ）以平面方式布置的多个相同辐射单元组成。假定单元具有相同的辐射方向图，并且最大方向垂直于单元平面。天线总增益是阵列增益和单元增益的和（对数比例）。

<sup>2</sup> 注意到上述数字，应针对所有仰角得出移动业务的保护措施，并且应特别利用波长、移动业务系统的接收机天线增益方向图和接收机噪声系数，而且应适用于所有方位角。

表示单元和复合方向性的公式如下表A1和A2所示。在这些表格中，角度 $\theta$ 和 $\varphi$ 根据如下坐标系定义。

辐射单元沿笛卡尔坐标系中的垂直z轴均匀分布。x-y平面表示水平面。信号方向的仰角表示为 $\theta$ （限定在 $0^\circ$ 和 $180^\circ$ 之间， $90^\circ$ 代表与阵列天线孔径垂直的角）。方位角表示为 $\varphi$ （限定在 $-180^\circ$ 和 $180^\circ$ 之间）。

在一个有源高级天线系统（AAS）中，无用（块外）响应与有用（块内）响应不同。有源高级天线系统主动控制单个信号被馈送到阵列中的单个天线单元，以便引导形成所需的天线方向性。

## 单元方向图

表 3  
天线阵列模型的单元方向图<sup>3</sup>

水平辐射方向图	$A_{E,H}(\varphi) = -\min \left[ 12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_{3dB}} \right)^2, A_m \right] \text{ dB}$
单个单元的水平3dB带宽/度（ $\varphi_{3dB}$ ）	80
前后比： $A_m$ 和 $SLA_v$	30
垂直辐射方向图	$A_{E,V}(\theta) = -\min \left[ 12 \left( \frac{\theta - 90}{\theta_{3dB}} \right)^2, SLA_v \right] \text{ dB}$
单个单元的垂直3dB带宽/度（ $\theta_{3dB}$ ）	65
单个单元方向图	$A_E(\varphi, \theta) = G_{E,\max} - \min \left\{ -[A_{E,H}(\varphi) + A_{E,V}(\theta)], A_m \right\}$
单元增益（dBi）， $G_{E,\max}$	5

## 复合天线方向图

表 A2 说明了复合天线方向图  $A_A(\theta, \varphi)$  的推导。 $A_A(\theta, \varphi)$  是从阵列增益  $10 \log_{10} \left( \sum_{m=1}^{N_H} \sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m} \cdot v_{n,m} \right)^2$  和单元增益  $A_E(\theta, \varphi)$  的对数和得到的波束赋形天线方向图。如果阵列服务于具有一个或多个波束的一个或多个用户设备（其中每个波束用参数  $i$  表示），则应使用基站天线的复合方向图。

<sup>3</sup> 该表表示参考天线方向图，因此不代表最大或平均包络。

表 4

用于基站和用户设备波束赋形的复合天线方向图

配置	多列 ( $N_V \times N_H$ 个单元)
复合阵列辐射方向图 $A_A(\theta, \varphi)$ , 单位dB	<p>对于波束 <math>i</math>:</p> $A_{A,Beam_i}(\theta, \varphi) = A_E(\theta, \varphi) + 10 \log_{10} \left( \left  \sum_{m=1}^{N_H} \sum_{n=1}^{N_V} w_{i,n,m} \cdot v_{n,m} \right ^2 \right)$ <p>叠加矢量计算如下:</p> $v_{n,m} = \exp \left( i \cdot 2\pi \left( (n-1) \cdot \frac{d_V}{\lambda} \cdot \cos(\theta) + (m-1) \cdot \frac{d_H}{\lambda} \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) \right) \right),$ <p><math>n = 1, 2, \dots, N_V; m = 1, 2, \dots, N_H;</math></p> <p>加权计算如下:</p> $w_{i,n,m} = \frac{1}{\sqrt{N_H N_V}} \exp \left( i \cdot 2\pi \left( (n-1) \cdot \frac{d_V}{\lambda} \cdot \sin(\theta_{i,etilt}) - (m-1) \cdot \frac{d_H}{\lambda} \cdot \cos(\theta_{i,etilt}) \cdot \sin(\varphi_{i,escan}) \right) \right)$
天线阵列配置 (行×列)	基站: 16x16 (系统 A 和 B)、8x8 (系统 C 和 D) 移动台: 4x2 (系统 A 和 D) / 8x4 (系统 B) / 4x4 (系统 C)
水平辐射单元间隔 $d/\lambda$	0.5
垂直辐射单元间隔 $d/\lambda$	0.5

如无辐射方向图具体信息, ITU-R F.1336建议书提供了频率范围400 MHz-70 GHz扇区天线峰值和平均方向图。