

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R F.2119-0建议书
(01/2019)

**关于1.5-30 MHz频率范围内
固定和陆地移动业务相关共用和
兼容性研究的技术参数和方法的指南**

F 系列
固定业务



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/zh>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/zh>）

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
M	移动、无线电定位、业余和相关卫星业务
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

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准

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 F.2119-0建议书

**关于1.5-30 MHz频率范围内固定和陆地移动
业务相关共用和兼容性研究的技术参数和方法的指南**

(2019年)

范围

本建议书为如何开展与1.5-30 MHz频率范围内固定和陆地移动业务系统相关的共用研究提供了指南。建议书中所列的一系列参数，描述了共用研究辅助系统，还提供了有关可用于上述频率范围内固定和陆地移动业务共用分析的方法的信息。此外，本建议书还提供了相关ITU-R建议书、报告和手册的清单。

国际电联的相关建议、报告和手册

见附件3。

关键词

高频固定和移动服务系统、共享技术特征、保护标准

缩写/术语

AWGN	加性高斯白噪声
BER	比特误码率
FOT	最佳传输频率
HF	高频
I/N	干噪比
MUF	最大可用频率
SNIR	$S/(N+I)$ ，信噪加干扰比
SNR	S/N ，信噪比
SSN	平滑黑子数

国际电联无线电通信全会，

考虑到

1.5-30 MHz率范围内固定和陆地移动业务的系统技术特征可能发生变化，

注意到

附件3所列的相关建议书、报告和手册的清单，

建议

- 1) 应将附件1所列参数用作适用于1.5-30 MHz频率范围内共用研究的，固定和陆地移动业务系统特性的指导；
- 2) 附件2应作为共用研究模型的指南。

附件1

1.5-30 MHz频率范围内共用和 兼容性研究使用的固定和陆地移动系统技术参数

1 引言

对任何共用研究而言，都有必要了解需共用频谱系统的特性。第2节列出了一系列参数，这些参数值应能确定共用研究系统的特征。

本建议书提供的指南亦参考了与无线电波传播预测相关的各种ITU-R建议书¹。

2 参数汇总清单

1.5-30 MHz频率范围内的共用研究宜使用下表所列固定和陆地移动业务特性。但是，应当注意到并非下列所有参数均与各系统相关。所以，在进行两个特定系统的共用研究时，应慎重选择相关参数及其参数值。

¹ 与本建议书描述的一些ITU-R无线电波传播建议书相关的软件模型链接，可在国际电联网站上查阅，网站相关部分的内容涉及电离层和对流层无线电波传播以及无线电噪声的软件、数据和验证示例（<https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg3/Pages/iono-tropo-spheric.aspx>）。

表1

参数和示例值的汇总清单

<p>一般参数</p> <p>频段 (MHz) : 1.5至30</p> <p>发射类型: 模拟J3E、B8E或数字</p> <p>数据速率 (bit/s) : 2 400、3 200、4 800、9 600</p> <p>部署类型: 固定或陆地移动</p> <p>评估期抽样时间: 1月、4月、7月和10月</p> <p>评估时间样本: 每4小时</p> <p>黑子数 (SSN) : 10、100、200</p> <p>地面电导率 (S/m) : 0.005</p> <p>接地介电常数: 13</p>
<p>系统</p> <p>信道带宽 (kHz) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • J3E 电话单边带抑制载波为 3; • B8E 电话独立边带 2 信道为 3; • 数字信道最高为 40。 <p>传播路径: 天波或地波</p> <p>典型服务等级:</p> <ul style="list-style-type: none"> • J3E电话单边带抑制载波: <ul style="list-style-type: none"> ○ 47 (dB/Hz) (仅可用于地波传播); ○ 48 (dB/Hz) (仅可用于天波传播) • B8E电话独立边带2信道: <ul style="list-style-type: none"> ○ 49 (dB/Hz) (仅可用于地波传播); ○ 50 (dB/Hz) (仅可用于天波传播)。 • J2D类别发射 (针对$BER \leq 1.0 \times 10^{-5}$) : <ul style="list-style-type: none"> ○ 2 400 bit/s地波传播: 40 (dB/Hz); ○ 2 400 bit/s天波传播: 46 (dB/Hz); ○ 3 200 bit/s地波传播: 43 (dB/Hz); ○ 3 200 bit/s天波传播: 49 (dB/Hz); ○ 4 800 bit/s地波传播: 47 (dB/Hz); ○ 4 800天波传播: 54 (dB/Hz); ○ 9 600 bit/s地波传播: 56 (dB/Hz); ○ 9 600 bit/s天波传播: 66 (dB/Hz)。 <p>发射机和接收机之间的距离 (公里) : 100 (短)、1 500 (中) 和5 000 (长)</p>
<p>发射机</p> <p>位置 (参考受干扰接收者的位置) : 北、南、东和西</p> <p>输出功率 (W) : 100 (低)、1000 (中) 和10000 (高)</p> <p>传输馈线损耗 (单位: 分贝) : 针对频带上端使用远程天线系统的系统分别为3、6</p> <p>天线系统的类型: 偶极、单极、对数周期、菱形天线、V形天线或环形天线 (包括EH天线)</p>
<p>接收机</p> <p>保护标准 (dB) : S/ (N+I) (存在干扰时服务等级出现劣化), SNR^2</p> <p>天线类型: 与发射机定义的类型相同</p>

² 地波路径的“稳定条件”或“AWGN信道”和天波路径的“衰落条件”所需等级服务的信噪比, 请参见ITU-R F.339建议书。

上表中描述的天线类型系统考虑了天线系统配置的所有具体特征，包括天线高度、增益、元件之间的距离、接地电导率等。这些配置参数必须在特定频率下一起设计，从而确定天线的类型。未来对这些天线类型的研究亦可解决有关系统天线方向图的问题。

有关相邻信道影响的研究，其发射和阻挡掩膜的特性可以参考ITU-R SM.1539建议书。

附件2

1.5-30 MHz内固定和陆地移动业务系统 共用和兼容性的研究方法

1 引言

共用研究的第一步是确定环境特征，配置以及被分析系统的各项条件。需要考虑两类共用和兼容性条件：即系统共用相同频段的带内分析和系统无用发射可能会给相邻频段无线电接收机造成影响的邻频分析。

第2节阐述了可用于涉及陆地移动业务共用分析的方法。

2 共用和兼容性的研究方法

有两种与中频/高频³传输相关的基本中频/高频无线电传播模式：天波和地波。这些传播模式取决于发射机和接收机之间的间隔距离，且可能会影响共用工作频率的中频/高频系统。鉴于干扰信号可能使用地波或天波传播路径，如果产生干扰的发射机在地波范围内，则应同时计算两者。中频/高频频谱与较高的频率范围相比具有独立的特性。中频/高频系统接收的平均信号或噪声（或两者）功率水平会随时间发生巨大变化。为了分析在30 MHz以上工作的系统，通过考虑干扰信号对底噪劣化的影响，干扰噪声比（I/N）通常被视作可接受的共用研究方法。然而，对于中频/高频系统，基于信噪比的分析并未考虑一些电离层链路将使用足够高的链路余量运行，因此有效底噪的微小变化不会显著影响其服务等级。对高于噪声干扰电平的考虑，可能无法使干扰电平高到足以使信噪干扰比（SNIR）将系统性能降低至与期望的系统服务等级相关联的最小信噪比（SNR）以下。

³ ITU-R《无线电规则》中的“中频”一词指的是 300-3 000 kHz 的频率范围，“高频”一词指的是 3-30 MHz 的频率范围。本建议书中提供的与中频/高频系统相关的指南仅限于 1.5-30 MHz 的频率范围。

此外， I/N 分析亦未考虑到，即使干扰信号可能传播至 I/N 超过特定水平的位置，在研特定频率、特定链路上的期望信号也未必能在该位置上以足够的可靠性传播。因此，虽然可能超过 I/N 标准，但接收机不会在干扰频率上操作，因为该频率不支持给定位置所需的链路操作。利用 I/N 法，分析的频率距最佳传输频率可足够远，从而使有用链路不太可能在分析的频率附近工作。一般来说，中频/高频天波链路不会在噪声受限电路操作。由于电离层的变化特性，中频/高频系统不使用单一频率，而是根据主要参数选择适当的操作频率。

2.1 天波传播模式

建议将以下分步程序用于模拟高频系统运行的共用和兼容性研究。

步骤1: 使用附件1表1中列出的参数，确定受干扰方链路频率的适用性。频率范围为2至30 MHz的天波信号传播预测应根据ITU-R P.533建议书⁴进行。中频/高频天波无线电通信链路在最大可用频率（MUF）的-25%至+10%之间处于最佳工作状态。高于MUF 10%以上的操作，性能可能不会令人满意，而在低于MUF 25%的频率下的操作，可能信噪比不足。因此，共用研究的干扰分析应考虑使用上述MUF附近的操作频率窗口。如果所考虑的频率在指定的时间、月份和太阳黑子数，不在该频率窗口内，则应假设受干扰方的链路不在该频率操作。

步骤2: 在第一步建立的操作频率窗口内，确定所需服务等级是否存在受干扰的链路。根据ITU-R P.533建议书，针对太阳黑子数、季节和时间间隔，评估受干扰系统的中值信噪比。如果发现受干扰链路能够满足期望的服务等级，那么则可在下文所述的下一步骤中预测干扰信号的水平。

步骤3: 对于受干扰链路可在期望服务等级或更高等级操作的时间间隔，应按照建议ITU-R P.533建议书描述的过程确定受干扰接收机处的干扰功率。然后，评估SNIR以确定链路性能下降到期望服务等级以下的时间段。各种类型的发射和服务等级所需的天波路径信噪比，请参见ITU-R F.339建议书（在衰落条件下）。发射机应分别位于距离接收器短、中、长距离的南北方向。干扰信号源还应安放在受干扰接收机的四个罗盘点，并根据所分析的情况分别放置在短距离、中距离和长距离处。应在不同季节和一天的时间样本内，对低太阳黑子值和高太阳黑子值重复进行分析。

步骤4: 在有干扰和无干扰的情况下分别计算相关链路可用性。根据ITU-R P.533建议书进行的传播预测，以信号电平概率的形式，呈现一个月内每天一小时时隙的可用性。应假设受干扰方和干扰传输是独立的，并应使用其综合概率来确定干扰的持续时间。例如，如果在一个月内的给定小时内，受干扰链路的评估认为其有50%的可用性且干扰信号到达受干扰接收机的概率为50%，则在该示例中根据综合概率，受干扰链路因干扰发射机产生降级的持续时间占总时间的25%。当不存在干扰发射机时，受干扰链路将能在该月和相关时隙内运行15小时（总共可能运营30个小时）。存在干扰发射机时，对于给定的月份和时隙，受干扰链路的可用性将降低到7.5小时。

针对此频段的共用研究，在电离层传播模式下，覆盖或干扰区取决于一天内的不同时间、季节和为期11年的太阳活动周期。这导致高频传输系统在一天内可多次改变频率。因此，有必要定期重新定义研究参数（例如每四小时一次）。

⁴ REC533和ITURHFPROP是与ITU-R P.533建议书相关的软件模型。

2.2 地波传播模式

根据ITU-R P.368建议书⁵，对一年内各季节和时间间隔进行评估得出信噪比中值，然后计算SNIR。根据ITU-R P.372建议书计算噪声水平。对于受干扰链路信噪比大于所需服务等级门限值的时段进行信噪比评估，以确定链路性能下降至所需水平以下的时段。在稳定的条件下，3-30 MHz频段的信噪比值见ITU-R F.339建议书。

干扰信号可以随地波或者天波传播路径传播，因此要采用相应的计算。受干扰系统发射机和接收机的距离应在地波传播距离内，且干扰信号可以涵盖从地波到短、中和长的空中间隔距离。

3 自适应系统的干扰分析

对于干扰源来自依据ITU-R F.1778建议书运行的自适应系统的情况，共用研究的分析可按上文第2节所述进行。如果自适应系统接收到的受干扰链路信号的电平高于ITU-R F.1778建议书中给出的门限值，则可假设自适应系统成功检测到受干扰信号，并且改变了频率以防止相关链路受到干扰。然而，如果接收信号电平低于ITU-R F.1778建议书中给出的门限值电平，则自适应系统的传输可被视为干扰，其影响可根据适当的传播模式（天波或地波）进行分析。

⁵ GRWAVE是一种与ITU-R P.368建议书相关的软件模型。

附件3

参考文献

下述ITU-R建议书和报告阐述了1.5-30 MHz频率范围内共用研究中使用的固定和陆地移动系统的特性。其它建议书和报告亦有可能适用。

ITU-R F.240建议书 – 在约30 MHz以下频率的固定业务中各类发射的信号/干扰保护比。

ITU-R F.339建议书 – 高频（HF）固定和陆地移动无线电通信系统中的带宽、信号噪声比和衰落容限。

ITU-R F.1778建议书 – 固定和陆地移动业务的高频自适应系统信道接入要求。

ITU-R F.1821建议书 – 高级数字高频（HF）无线电通信系统的特性。

ITU-R P.368建议书 – 频率在10 kHz和30 MHz间的地波传播曲线。

ITU-R P.372建议书 – 无线电噪声。

ITU-R P.533建议书 – HF电路性能的预测方法。

ITU-R SM.1539建议书 – ITU-R SM.1541建议书和ITU-R SM.329建议书应用所需的带外与杂散域之间边界的变化。

ITU-R F.2263号报告 – 自适应短波固定业务网络的可靠性计算。

ITU-R手册 – 频率自适应通信系统和网络在中频（MF）和低频（LF）频段内的使用 – 为HF频率自适应系统提供了指导。
