

ITU-R MS.329-13 建议书

(09/2024)

SM系列： 频谱管理

杂散域的无用发射

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权政策（IPR）

国际电联无线电通信部门（ITU-R）的知识产权政策在ITU-R第1号决议引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/zh>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 建议书系列	
(可同时在以下网址获得: http://www.itu.int/publ/R-REC/zh)	
系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
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	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和标准频率发射
V	词汇和相关课题

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。

电子出版物
2024年，日内瓦

ITU-R SM.329-13 建议书

杂散域的无用发射*

(1951-1953-1956-1959-1963-1966-1970-1978-1982-1986-1990-1997-2000-2001-2003-2011-2012-2024年)

范围

本建议书提供了杂散域的无用发射限值以及杂散域发射的测量方法。

关键词

发射限值、杂散域、参考带宽、分辨率带宽、视频带宽

相关的ITU-R建议书和报告

ITU-R SM.239 建议书 – 声音和电视广播接收机的杂散发射

ITU-R SM.328 建议书 – 发射的频谱和带宽

ITU-R M.478 建议书 – 25 至 3 000 MHz 频段内 FM 陆地移动业务频道划分的设备技术特性和原则

ITU-R RS.515 建议书 – 用于卫星无源遥感的频段和带宽

ITU-R RA.611 建议书 – 保护射电天文业务免受杂散发射的影响

ITU-R S.726 建议书 – 甚小孔径终端 (VSAT) 杂散发射的最大允许电平

ITU-R F.757 建议书 – 使用衍生于移动的技术提供电话和数据通信业务的固定无线接入的基本系统要求和性能指标

ITU-R RA.769 建议书 – 射电天文学测量使用的保护标准

ITU-R BT.803 建议书 – 避免数字电视演播室设备产生的干扰

ITU-R M.1177 建议书 – 雷达系统无用发射的测量技术

ITU-R F.1191 建议书 – 数字固定业务系统的带宽和无用发射

ITU-R M.1343 建议书 – 1-3 GHz 频段内全球非对地静止卫星移动业务系统的移动地球站的基本技术要求

ITU-R SM.1539 建议书 – 应用 ITU-R SM.1541 和 ITU-R SM.329 建议书所需的带外域和杂散域之间边界的变化

ITU-R SM.1541 建议书 – 带外域中的无用发射

* 本建议书中的限值适用于任何带外发射或杂散域中的杂散发射。在杂散域中，杂散发射通常是主要发射。

ITU-R RS.1861 建议书 – 采用 1.4-275 GHz 频段划分的卫星地球探测业务（无源）系统的典型技术和操作特性。

ITU-R RS.2017 建议书 – 卫星无源遥感的性能和干扰标准

ITU-R RS.2431 号报告 – 275-450 GHz 频率范围内卫星地球探测业务（无源）系统的技术和操作特性。

缩略语/术语

AM	调幅
BW	带宽
BWA	宽带无线接入
CB	民用段带
CISPR	国际无线电干扰特别委员会（法语为“Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques”）
CS	信道间隔
EMI	电磁干扰
ELT	紧急定位发射器
EPIRB	应急示位无线电信标
EUT	测试中的设备
FAR	全电波暗室
FM	调频
FWA	固定无线接入
GSO	对地静止卫星轨道
GTEM	吉赫兹TEM
IEC	国际电工委员会
IEV	国际电工词汇
IS	国际标准
ITE	信息技术设备
NB	必要带宽
OATS	露天测试场
OoB	带外
PEP	峰值包络功率
PHS	个人手持电话系统
PLB	个人定位信标
RLAN	无线电局域网
RR	《无线电规则》

SAR	半电波暗室
SART	搜救应答器
SMC	扰动模式暗室
SSB	单边带
TDMA	时分多址
TEM	横向电磁
VSAT	甚小口径终端
YIG	钇铁石榴石

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在应用杂散发射限值时面临的一个困难是精确得到必要带宽的值和准确知道从频谱的哪一部分开始应用杂散发射的限值，特别是使用宽带或数字调制发射的业务，可能包含类似噪声和离散杂散分量；
- b) 有必要规定每个杂散域发射在一个或多个频率上最大允许的杂散域发射¹限值，以保护所有的无线电业务；
- c) 严格的限值会导致无线电设备的体积或复杂性的增加，但会在总体上增加对其他无线电业务的保护，使其免受干扰；
- d) 对现存业务和新业务，在考虑到所涉及的无线电业务类型和种类、经济因素、技术限制以及降低高功率发射机谐波发射的困难性因素的情况下，应采取一切手段将杂散发射和带外发射的值保持在尽可能低的水平；
- e) 为了测量中心频率之外频率分量的功率，有必要对测量的方法、测量的单位和带宽以及测量中使用的带宽进行定义。这将鼓励使用合理、简单和有效的方法减少杂散发射；
- f) 由于在杂散发射频率上天线特性、不同路径引起的传播衰落和从天线本身之外的其他部件的辐射等因素，加到发射天线的杂散发射的功率和在远离发射机的位置上相应信号的场强会有很大的不同；
- g) 在远离发射机的位置上，杂散发射的场强或pfd的测量是表示由于此类发射引起的干扰信号强度的直接方法；
- h) 在处理中心频率的发射时，主管部门通常规定加到天线传输线上的功率，并且在一定的距离处测量场强或pfd值作为替代或补充，来帮助确定一个发射是否干扰了另一个合法的发射，在处理杂散发射时，采用相似和一致的方法会有帮助（见《无线电规则》第15条，第15.11款）；
- i) 尽管考虑到在特定频带的特定业务，由于技术和操作上的原因可能要求按照ITU-R其它建议书接受来自其它业务较低的杂散域发射限值，但为了经济和有效地使用频谱，有必要规定通用的杂散域发射的最大限值（见附件4）；

¹ 杂散域发射是在杂散域内频率上的无用发射。

- j) 越来越多的空间电台中的发射机采用扩频和其他宽带调制技术，这些技术会在载波频率之外很宽的频率范围内产生带外发射和杂散发射，这些发射会对包括射电天文在内的无源业务造成干扰，但是，广泛用于提高频谱使用效率的频谱整形技术，会使边带发射减少；
- k) 发射机适用的杂散域发射限值与下列因素有关：
- 所涉及的无线电通信业务和在各个频带所确定的最小保护比；
 - 发射机使用的环境类型（城市、郊区、乡村等）；
 - 发射机的类型；
 - 发射机与受害无线电接收机的最小距离；
 - 干扰发射天线在接收频率与无线电接收机接收天线之间全部可能的去耦作用，包括传播模式、极化去耦和其他去耦因素；
 - 接收机开机时，发射机出现杂散辐射的可能性；
 - 一个发射机存在开机或空闲状态，也存在同时有多个发射机同时开机的情况；
- l) 有些空间电台使用有源天线，对馈送到天线传输线上的功率进行的测量无法包括天线的所有发射。对于这些空间电台，主管部门应规定在一定距离的场强值或pfd值用以帮助判定发射是否会对其他合法的业务造成干扰；
- m) 杂散域发射可能在整个无线电频谱内存在，但由于实际的困难，可以规定一定的频率限值，在此值之上，不需要对杂散域发射进行测量，

认识到

- a) ITU-R SM.328建议书中的定义和解释说明，分别应用于处理带宽、信道间隔及各种干扰情况；区分带外发射和杂散发射以及规定带外发射的限值的情况；
- b) ITU-R SM.1539建议书论述了带外域和杂散域之间边界的变化；
- c) ITU-R SM.1541建议书涉及带外域的无用发射，

注意到

2000年无线电通信全会上通过的ITU-R 222/1号课题所要求进行的研究，可能对本建议书中使用的基本定义有正式而显著的影响。将来可能有必要修订本建议书以体现这些研究成果，

建议

在应用杂散域发射限值及其测量方法时，应使用以下内容：

1 术语和定义

下列术语和定义是《无线电规则》中内容的补充。（为了定义的完整性以楷体字显示的定义直接摘自《无线电规则》。）

1.1 杂散发射（《无线电规则》第1条，第1.145款）

在必要带宽之外的一个或多个频率上的发射，其发射电平可以降低其值而不致影响相应信息的传输。杂散发射包括谐波发射、寄生发射、互调发射及变频产物，但带外发射除外。

1.1.1 谐波发射

频率为中心频率发射整数倍的杂散发射。

1.1.2 寄生发射

偶然产生的杂散发射，其频率独立于发射的载波或特征频率，是在生成载波频率或特征频率的过程中的振荡频率。

1.1.3 互调产物

杂散互调产物是以下两者之间互调产生的：

- 发射在载波、特征频率或谐波频率的振荡，或生成载波或特征频率时的振荡；和
- 来自相同的发射系统或来自其他发射机或发射系统的一个或多个其他发射中具有相同性质的振荡。

1.1.4 变频产物

不包括谐波发射的杂散发射，其频率为生成发射载波或特征频率的振荡的频率，或其整数倍，或其整数倍的和或差。

1.1.5 与测量仪器相关的宽带和窄带发射

宽带发射是指具有“比特定的测量仪器或接收机更大的带宽值”的发射（见国际电工词汇(IEV)/国际电工委员会(IEC) 161-06-11）。

窄带发射是指具有“比特定的测量仪器或接收机更小的带宽值”的发射（见IEV/IEC, 161-06-13）。

1.2 带外发射（《无线电规则》第1条，第1.144款）

由调制过程产生、刚超出必要带宽的一个或多个频率上的发射，但杂散发射除外。

1.3 无用发射（《无线电规则》第1条，第1.146款）

包括杂散发射和带外发射。

1.3之二（发射的）带外域（《无线电规则》第1条，第1.146A款）

刚好在必要带宽之外但不包括杂散域的频率范围，在该范围中，带外发射通常是主要发射。

在带外域中，根据发射源来定义带外发射，而在杂散域中，这种情况较少。同样的情况发生在带外域中的杂散发射以及杂散域中的杂散发射。

1.3之三（发射的）杂散域（《无线电规则》第1条，第1.146B款）

带外域之外的频率范围，在该范围中，杂散发射通常是主要发射。

1.4 必要带宽（《无线电规则》第1条，第1.152款）

对给定的发射类别而言，恰好足以保证以在规定条件下所要求的速率和质量传输信息的频带宽度。

对于多信道或多载波发射机/转发器的情况，末级输出放大器或有源天线可能同时发射多个载波，必要带宽认为是其发射机或转发器的带宽，即其3 dB 带宽。这不适用于移动业务中的基站或使用移动技术的固定无线接入基站。

在固定业务中，对数字无线电中继多载波系统的情况使用ITU-R F.1191建议书计算必要带宽。

在无线电测定业务中，认为跳频雷达的必要带宽是雷达可调谐的那部分划分频带。

1.5 发射机的有效状态

发射台产生合法发射的状态。

1.6 发射机的空闲或待机状态

发射台的一种状态，发射机可供使用但不处于有效状态。

一次雷达没有待机状态，因为发射机在操作过程中始终处于有效状态。此外，脉冲雷达系统的脉冲发射间隔也不作为待机状态。同样，认为时分通信系统的两个时隙之间也不存在空闲或待机状态。

2 限值的应用

2.1 杂散域发射值可以用在给定的基准带宽内，发射机加到天线馈线上的杂散频率分量的峰包功率或平均功率表示，基准带宽取决于发射机用于哪类无线电业务。

2.2 此外，杂散域发射的大小还可以表示为杂散域发射频率分量在地球表面的场强或pfd值。

2.3 根据《无线电规则》附录3中描述的原则，一般而言，杂散域通常包含的频率与发射的中心频率的频率间隔大于或等于250%的必要发射带宽。但是，此频率间隔可能取决于使用的调制类型、数字调制时的最大比特率、发射机的类型以及频率协调因素。例如，对某些数字调制、宽带或脉冲调制系统，频率间隔可能会不同于 $\pm 250\%$ 因子。由于《无线电规则》禁止任何无线电业务在其划分的频带之外形成有害干扰，为了符合《无线电规则》第4.5条的规定，应确定发射机的频率，使带外发射不会在划分频带之外造成有害干扰。

作为一种选择，频率间隔可以使用 $\pm 250\%$ 的信道间隔而不是必要带宽。例如，在数字固定业务的频率协调中，ITU-R F.1191建议书推荐使用相关无线电频率信道配置的信道间隔的 $\pm 250\%$ 作为带外域和杂散域之间的频率边界。

在带宽非常窄或非常宽的情况下，这种确定杂散域的方法可能不适用，ITU-R SM.1539建议书提供了进一步指导。

关于确定带外域和杂散域之间的边界所要求的必要带宽，可见ITU-R SM.1541建议书建议2.3的附加指导。

2.4 如果一个发射系统的同一个天线上连接了一个以上的发射机，在尽可能的情况下，对使用多个发射机造成的互调产物应使用§ 3 中规定的限值。

2.5 无线电设备的杂散域发射限值的适用范围是9 kHz 到300 GHz。

但是，仅对实际测量而言，可以对杂散域发射的频率范围做进一步的限定。作为使用的准则，正常情况下建议使用如表1中所给的测量频率范围。

表1

测量无用发射的频率范围

基频范围	测量频率范围	
	下限	上限 (测试应包括整个谐波频带, 不应在 下列上限频率的精确值处截断)
9 kHz-100 MHz	9 kHz	1 GHz
100 MHz-300 MHz	9 kHz	10次谐波
300 MHz-600 MHz	30 MHz	3 GHz
600 MHz-5.2 GHz	30 MHz	5次谐波
5.2 GHz-13 GHz	30 MHz	26 GHz
13 GHz-150 GHz	30 MHz	2次谐波
150 GHz-300 GHz	30 MHz	300 GHz

有时为了保护特定的业务, 对基频在13 GHz以上的系统, 有必要将测试频率扩展到其3次或更高次谐波。表1中的参数反映了按照附件2中的方法进行常规微波测量, 将频率向上扩展到110 GHz时, 测试中遇到的实际困难不断增加。在此频率或更高频率上, 更实际的办法是采用红外频率测量使用的测辐射热计技术。例如, 对76-77 GHz的移动雷达, 需要测量220 GHz附近的3次谐波, 此时, 常规的微波测试方法有可能就不合适了。

在任何情况下, 系统如果有包括波导部件的内置天线, 或以此种形式与天线连接, 且无扰波长至少等于截止波长的两倍, 则不需要测量波导截止频率0.7倍以下的杂散域发射。

2.6 来自设施任何部分的杂散域发射, 除了天线系统(天线和其馈线)之外, 在效果上不应超过在杂散域发射频率上向此天线系统发送最大允许功率的情况。

2.7 TDMA系统在切换过程中的瞬时发射, 在可能的情况下应满足抑制杂散域发射的要求。

3 杂散域发射的限值

3.1 该限值应改善所有频带内无线电通信业务的操作。

3.2 应按照附件1及其中的转换表使用表示杂散域发射的不同单位。

3.3 不同类别杂散域发射限值的定义如下所示, 包括《无线电规则》附录3的限值, 更严格限值的举例以及适用于信息技术设备(ITE)的限值。

A类	A类限值是计算最大可允许杂散域发射功率的衰减值。附录3来自A类限值。此类限值在 § 4.2中。
B类	B类限值是比A类限值更严格的杂散域发射限值的例子。它们是以欧洲国家定义和采用，并为一些其他国家所使用的限值为基础。此类限值在§ 4.3中。
C类	C类限值是比A类限值更严格的杂散域发射限值的例子。它们是以美国和加拿大定义和采用的，并为一些其他国家所使用的限值为基础。此类限值在§ 4.4中。
D类	D类限值是比A类限值更严格的杂散域发射限值的例子。它们是以日本定义和采用的，并为一些其他国家所使用的限值为基础。此类限值在§ 4.5中。
Z类	由国际无线电干扰特委会（CISPR）规定的ITE 的辐射限值。此类限值在§ 4.6中。

注 1 – B、C和D类限值比A类限值更严格，并且每个参数都是在降低无用发射和设备的成本两者之间折衷的结果，这些限值都作为国家或区域规则得到了成功的运用，其中包括在无线电通信密度很高的地区、并且使用的设备能代表当前生产的无线电通信设备中的相当大部分。

发射限值列表（见建议4）是为保护所有无线电通信业务建议各类频带和各类发射机使用的限值。

4 发射限值列表

4.1 建议的基准带宽

基准带宽是指规定了杂散域发射大小的频带宽度。建议使用下列基准带宽：

- 从9 至150 kHz为1 kHz，
- 从150 kHz至30 MHz为10 kHz，
- 从30 MHz至1 GHz 为100 kHz，
- 1 MHz 以上为1 GHz。

作为特例，所有空间业务杂散域发射的基准带宽应为4 kHz。

在B类限值中，对固定和陆地移动业务，在载波附近规定了较窄的基准带宽。

对于每一个特殊的雷达系统，必须计算出准确测量雷达杂散域发射所要求的基准带宽，测量方法应遵循ITU-R M.1177建议书中的准则。

注 1 – 基准带宽是指规定了杂散域发射限值的频带宽度，但不表明应该测量的杂散域发射带宽。附件2描述了应该测量的杂散域发射的分辨带宽。作为一般的准则，分辨带宽应等于基准带宽。然而，如附件2中所述，要提高测量的准确度、灵敏度和效率，分辨带宽也可以不同于基准带宽。

4.2 A类限值

表2表示《无线电规则》附录3中给出的最大允许的杂散域发射值，是以发射机馈送到天线传输线去的杂散分量的功率表示的，下列情况是例外，空间业务现在给出的是设计限值；对无线电测定业务的实施日期；深空电台以及业余电台。附录3的一些注释规定了如何使用这些限值。

来自设施任何部分的杂散域发射，除了天线和其传输线之外，在效果上不应超过在杂散域发射频率上向此天线系统发送最大允许功率的情况。

由于技术或操作的原因，为了保护某些频带的特定业务，可以使用比表2更严格的值。为保护这些业务而使用的限值应在有关的WRC大会上通过。更严格的限值也可以由相关的主管部门以协定的形式确定。此外，保护射电天文和其他无源业务也需要对发射机的杂散域发射给予特殊的考虑。

在附件4中可以找到计算样本和从表2的值导出的A类杂散域功率绝对数值的最大值。

表2

杂散域发射限值 – A类

(计算最大可允许杂散域发射功率大小推荐使用的衰减值，
适用于所有国家的无线电设备)

《无线电规则》第1条中业务类别， 或设备类型 ^{(1), (2)}	应低于加到天线传输线功率 (W) 的衰减值 (dB)
除下列引用业务之外的所有业务	$43 + 10 \log P$, 或 70 dBc, 取较不严格者
空间业务 (移动地球站) ^{(3), (4)}	$43 + 10 \log P$, 或 60 dBc, 取较不严格者
空间业务 (固定地球站) ^{(3), (4)}	$43 + 10 \log P$, 或 60 dBc, 取较不严格者
空间业务 (空间电台) ^{(3), (5), (6)}	$43 + 10 \log P$, 或 60 dBc, 取较不严格者
无线电测定 ⁽⁷⁾	$43 + 10 \log PEP$, 或 60 dB, 取较不严格者
电视广播 ⁽⁸⁾	$46 + 10 \log P$, 或 60 dBc, 取较不严格者, VHF电台的平均功率的绝对数值不超过 1 mW, UHF电台不超过 12 mW。但根据具体情况, 可能需要较大的衰减。
FM广播	$46 + 10 \log P$, 或 70 dBc, 取较不严格者; 平均功率的绝对数值不得超过 1 mW
MF/HF广播	50 dBc 平均功率的绝对数值不得超过 50 mW
SSB移动电台 ⁽⁹⁾	低于 PEP 43 dB
工作在 30 MHz 以下的业余业务 (包括 SSB) ⁽⁹⁾	$43 + 10 \log PEP$, 或 50 dB, 取较不严格者
工作在 30 MHz 以下的业务, 空间, 无线电测定, 广播、使用 SSB 的移动和业余电台除外 ⁽⁹⁾	$43 + 10 \log X$, 或 60 dBc, 取较不严格者 其中: 对 SSB 调制, $X = PEP$, 对其他调制, $X = P$
低功率无线电设备 ⁽¹⁰⁾	$56 + 10 \log P$, 或 40 dBc, 取较不严格者
应急示位无线电信标 (EPIRB); 应急定位发射机 (ELT); 个人定位信标 (PLB); 搜索与救助转发器 (SART); 船舶应急、救生艇和救生器发射机紧急情况使用的陆地、航空或水上发射机	无限制

表2的注:

P: 为天线传输线处的平均功率 (W)，见《无线电规则》第1.158款的定义。当使用突发传输时，平均功率P和任何杂散域发射的平均功率用突发持续时间的平均功率测量。

PEP: 为天线传输线处的峰包功率 (W)，见《无线电规则》第1.157款的定义。

当使用P 时，加到发射传输线的功率和杂散域发射两者都需要按平均功率和基准带宽内发平均功率分别进行评估。当使用PEP时，加到发射传输线的功率和杂散域发射两者都需要按峰包功率和基准带宽内的峰包功率分别进行评估。但是，如果由于杂散域发射的特性（例如，为高斯噪声），按PEP对杂散域发射进行测量有困难，允许对加到发射传输线的功率和杂散域发射的功率使用平均功率进行评估（见附件2）。

dBc: 相对与发射的非调制载波的分贝数。在没有载波的情况下，例如，某些数字调制方案，其载波无法测量，dBc的基准是相对于平均功率P的分贝数。

- (1) 对某些数字调制以及各类业务中窄带高功率发射机，在接近必要带宽 $\pm 250\%$ 处，满足限值会存在一定的困难。
- (2) 如果在实际中无法将发射机与天线传输线区分开，使用附件2中§ 3.3的e.i.r.p.方法。
- (3) 所有空间业务的杂散域发射限值使用4 kHz 基准带宽内的值表示。
- (4) 工作在30 MHz以下的业余地球站的业务类别，属于工作在30 MHz以下的业余业务（包括SSB）。
- (5) 对在相同服务区内拥有一个以上转发器的卫星，当考虑到表2中指明的杂散域发射限值时，一个转发器的杂散域发射可能落入第二个相邻转发器的发射频率内。在这些情况下，第二个转发器的基本发射或带外域发射远远超过第一个转发器的杂散域发射的值。因此，对于一个卫星的杂散域发射落入相同服务区内同一卫星上的另一个转发器的必要带宽或带外域上，则不应使用这些限值（见《无线电规则》附录3）。
- (6) 如《无线电规则》第1.177款规定，工作在深空的空间研究业务的空间电台，不受杂散域发射限值的约束。
- (7) 对于无线电测定系统（《无线电规则》第1.100款规定为雷达系统），杂散域发射衰减（dB）须由辐射发射电平决定，但不在天线传输线处。确定来自雷达系统的辐射杂散域发射电平的测量方法应遵循ITU-R M.1177建议书中的准则。
- (8) 对于模拟电视传输，平均功率的大小是通过特定的视频信号调制确定的。选择这种视频信号要在供给天线传输线的平均功率达到最大的情况下（例如，负极性调制电视系统的视频信号消隐电平）。
- (9) 所有类别使用SSB的发射包括在“SSB”类别中。
- (10) 低功率无线电设备最大的输出功率小于100 mW 并且用于短距离通信或控制。（此类设备一般不需单独发执照。）

4.3 B类限值

表3规定了B类设备适用的最大可允许的杂散域发射电平，用发射机加到天线传输线的所有杂散分量的功率电平表示。对此表中未引用的所有其他业务/系统，适用于A类限值。

表3

B类限值

(见建议3.3中的定义)

设备类型	限值
固定业务 ^{(1), (2)}	-50 dBm 30 MHz $\leq f < 21.2$ GHz ⁽³⁾ -30 dBm 21.2 GHz $\leq f < (\text{见建议2.5})$ ⁽³⁾
固定业务 – 终端站 (具有用户设备接口的远程站) ⁽¹⁾	-40 dBm 30 MHz $\leq f < 21.2$ GHz ⁽³⁾ -30 dBm 21.2 GHz $\leq f < (\text{见建议2.5})$ ⁽³⁾
在1 GHz至6 GHz内工作的宽带无线接入系统 (BWA) ⁽¹⁰⁾ (所有发射电台)	-36 dBm 9 kHz $\leq f < 1$ GHz ⁽⁴⁾ -30 dBm 1 GHz $\leq f < (\text{见建议2.5})$ ⁽⁴⁾
陆地移动业务 (移动台和基站)	-36 dBm 9 kHz $\leq f < 30$ MHz -36 dBm 30 MHz $\leq f < 1$ GHz ⁽⁴⁾ -30 dBm 1 GHz $\leq f < (\text{见建议})$ ⁽⁴⁾
VSAT (甚小口径天线终端)	见ITU-R S.726 建议书中的限值
FM广播	87.5 MHz $\leq f \leq 137$ MHz: -36 dBm $P < 9$ dBW 75 dBc 9 dBW $\leq P < 29$ dBW -16 dBm 29 dBW $\leq P < 39$ dBW 85 dBc 39 dBW $\leq P < 50$ dBW -5 dBm 50 dBW $\leq P$ 30 MHz $< f < 87.5$ MHz 和 137 MHz $< f < (\text{见建议2.5})$: -36 dBm $P < 4$ dBW 70 dBc 4 dBW $\leq P < 40$ dBW 0 dBm 40 dBW $\leq P$
无线电测定业务中的雷达系统 ^{(5), (6)} ; 固定无线电测定电台 ⁽⁷⁾ (多频、有源阵列雷达 ⁽⁸⁾ 和气象雷达除外) 气象雷达 (风抛面雷达除外)	绝对电平 (或基准带宽中PEP的dBm) 或低于功率 (PEP) 的衰减 (dB) (取较不严格者): PEP ≤ 150 kW; -30 dBm 或 90 dB PEP > 150 kW ⁽⁹⁾ , -30 dBm 或 90 dB ⁽⁹⁾
工作在30 MHz以下的短距离设备	29 – 10 log(f (kHz)/9) dB(μ A/m) 在10 m处 对于 9 kHz $< f < 10$ MHz -1 dB(μ A/m) 在10 m处 10 MHz $< f < 30$ MHz -36 dBm 30 MHz \leq 下列频率除外 < 1 GHz -54 dBm f 在 47-74 MHz, 87.5-118 MHz, 174-230 MHz, 470-862 MHz 频带内 -30 dBm 1 GHz $\leq f < (\text{见建议2.5})$

表3（完）

设备类型	限值	
30 MHz以上的短距离设备、无线局域网（RLAN）、民用频带（CB）、无绳电话,以及无线麦克风	-36 dBm	9 kHz ≤ 下列频率除外 < 1 GHz
	-54 dBm	f 在47-74 MHz 87.5-118 MHz, 174-230 MHz, 470-862 MHz频带内,
	-30 dBm	1 GHz ≤ f < （见建议2.5）

表3的注:

P: 为天线传输线处的平均功率（*W*），见《无线电规则》第1.158款的定义。当使用突发传输时，平均功率*P*和任何杂散域发射的平均功率用突发持续时间的平均功率测量。

杂散域发射应使用平均功率进行评估，无线电测定业务除外，它应使用PEP进行评估。但是，如果由于杂散域发射的特性（例如，高斯噪声），按PEP对杂散域发射进行测量有困难，允许对加到发射传输线的功率和杂散域发射的功率使用平均功率进行评估（见附件2）。

f: 杂散域发射的频率。

- (1) 在ITU-R F.757建议书的描述中，固定无线接入（FWA）系统使用类似移动技术的蜂窝形式，当主管部门允许其使用本地划分给陆地移动系统的频带或允许FWA使用特定的陆地移动技术时，应遵守陆地移动业务的杂散域发射限值。
- (2) A类限值适用于HF固定业务。
- (3) 发射的两边都可以使用比250%必要带宽窄的基准带宽（见附件5）。
- (4) 发射的两边都可以使用比250%必要带宽窄的基准带宽（见附件6）。
- (5) 对于无线电测定系统（《无线电规则》第1.100款规定为雷达系统），杂散域发射衰减（dB）须由辐射发射电平决定，但不在天线传输线处。确定来自雷达系统的辐射杂散域发射电平的测量方法应遵循ITU-R M.1177建议书中的准则。
- (6) 欧洲和一些其他国家已经决定，自2006年1月1日起，在这些国家使用和安装的雷达系统的发射机使用B类杂散域发射限值，气象雷达的限值除外，后者的生效日期为2012年1月1日。
- (7) 通过逐个地点的处理，主管部门可以同意在固定地点使用水上移动雷达设备（例如，船舶交通业务雷达），对其使用适当的移动雷达限值。
- (8) 相关的区域性团体正进行进一步的研究，干扰问题将进行个案处理。
- (9) 主管部门可在考虑到潜在跨境兼容性问题的同时，在逐站址基础上在2 700-2 900 MHz频段内部署气象雷达，峰值功率在较松杂散发射限值的情况下可高于750 kW。需开展进一步研究，以确定放宽90 dB的杂散发射限值。
- (10) 无线宽带接入（BWA）系统用于在相同平台的固定和移动业务中部署无线接入网络。这类系统的工作频率通常不超过6 GHz，且其终端台站的天线增益小于20 dBi。

4.4 C类限值

表4规定了C类设备适用的最大可允许的杂散域发射电平，用发射机加到天线传输线的所有杂散分量的功率电平表示。对此表中未引用的所有其他业务/系统，适用于A类限值。

表 4

C类限值

(见建议3.3中的定义)

设备类型	应低于加到天线传输线功率 (W) 的衰减值 (dB) ⁽¹⁾
陆地移动业务 (150-174 MHz和 421-512 MHz)	对12.5 kHz信道为 $50 + 10 \log P$ 或70 dBc, 取较不严格者 对 6.5 kHz信道为 $55 + 10 \log P$ 或65 dBc, 取较不严格者
航空遥测 ⁽²⁾	$55 + 10 \log P$
HF广播	80 dBc
AM和FM广播	$43 + 10 \log P$ 或 80 dBc, 取较不严格者
非GSO移动地球站终端 (卫星移动业务, 1 610-1 660.5 MHz (1 559-1 605 MHz频带的杂散域发 射适用的限值)) ⁽³⁾	-70 dB(W/MHz) e.i.r.p., 及 -80 dBW e.i.r.p.在任何300 Hz带宽内

P : 为天线传输线处的平均功率 (W), 见《无线电规则》第1.158款的定义。当使用突发传输时, 平均功率 P 和任何杂散域发射的平均功率用突发持续时间的平均功率测量。

⁽¹⁾ 对移动地球站终端, 所示限值为e.i.r.p.的绝对数值, 而不是衰减。

⁽²⁾ 作为特例, 基准带宽应为3 kHz。

⁽³⁾ 建议值。

4.5 D类限值

表5规定了D类设备适用的最大可允许的杂散域发射电平, 用发射机加到天线传输线的所有杂散分量的功率电平表示。对此表中未引用的所有其他业务/系统, 适用于A类限值。

表5

D类限值

(见建议3.3中的定义)

设备类型	限值
固定业务 $30 \text{ MHz} < f_0 \leq 335.4 \text{ MHz}$ $335.4 \text{ MHz} < f_0 \leq 470 \text{ MHz}$	60 dBc $P < 50 \text{ W}$ 0 dBm $10 \text{ kW} \leq P$ -26 dBm $P < 25 \text{ W}$ 70 dBc $25 \text{ W} \leq P < 10 \text{ kW}$ 0 dBm $10 \text{ kW} \leq P$
水上移动业务 ⁽¹⁾ $30 \text{ MHz} < f_0 \leq 335.4 \text{ MHz}$	$146 \text{ MHz} < f \leq 162.0375 \text{ MHz}$ -26 dBm $P < 20 \text{ W}$ 69 dBc $20 \text{ W} \leq P < 400 \text{ W}$ $f \leq 146 \text{ MHz}$ 和 $162.0375 \text{ MHz} < f$ -20 dBm $P < 20 \text{ W}$ 63 dBc $20 \text{ W} \leq P < 100 \text{ W}$
航空移动业务 ⁽²⁾ $118 \text{ MHz} < f_0 \leq 142 \text{ MHz}$ $335.4 \text{ MHz} < f_0 \leq 470 \text{ MHz}$ $830 \text{ MHz} < f_0 \leq 887 \text{ MHz}$ ⁽²⁾	-16 dBm $P \leq 25 \text{ W}$ 60 dBc $P < 50 \text{ W}$ 0 dBm $10 \text{ kW} \leq P$ -26 dBm $P \leq 25 \text{ W}$ 70 dBc $25 \text{ W} < P$
SSB (固定和陆地电台, 不包括海岸电台) $f_0 \leq 30 \text{ MHz}$	50 dBc $P < 5 \text{ W}$
陆地移动业务 (手持模拟系统/车载电话) (数字无绳电话和PHS) $1\,893.65 \text{ MHz} < f_0 \leq 1\,919.45 \text{ MHz}$	60 dBc $P < 50 \text{ W}$ $1\,893.5 \text{ MHz} < f \leq 1\,919.6 \text{ MHz}$ -36 dBm $f \leq 1\,893.5 \text{ MHz}$ 和 $1\,919.6 \text{ MHz} < f$ -26 dBm

P : 为天线传输线处的平均功率 (W), 见《无线电规则》第1.158款的定义。当使用突发传输时, 平均功率 P 和任何杂散域发射的平均功率用突发持续时间的平均功率测量。

f : 杂散域发射的频率。

f_0 : 基频。

⁽¹⁾ 对 F3E 发射以及船舶电台或船载通信电台。

⁽²⁾ 对航空器无线电话。

4.6 Z类限值

表6包括了对A类（行业用）和B类（家用）ITE的Z类限值。Z类设备定义为结合了无线电发射功能的多媒体设备（含ITE）。如果信息处理部分可以分离而且可以独立地正常工作，则应按照有关的ITU-R杂散域发射的限值或CISPR限值，对每部分单独测试。如果信息处理部分不能独立工作，则在发射模式应使用ITU-R的A、B、C或D类限值，在待机或空闲模式应使用CISPR限值。数值取自CISPR第32号出版物。

表6

Z类限值

（CISPR 32规定的ITE辐射限值）

频率 (MHz)	E_{max} (dB(μ V/m))	测量距离 (m)	相应的e.i.r.p. (dBm)
A类：适用于行业环境的ITE			
30-230	40 ⁽¹⁾	10	-49
230-1 000	47 ⁽¹⁾	10	-42
1 000-3 000	80 ⁽²⁾	3	-19
3 000-6 000	80 ⁽²⁾	3	-19
B类：适用于家用环境的ITE			
30-230	30 ⁽¹⁾	10	-59
230-1 000	37 ⁽¹⁾	10	-52
1 000-3 000	74 ⁽²⁾	3	-25
3 000-6 000	74 ⁽²⁾	3	-25

对于过渡频率，表6中规定的较低限值适用。

(1) 准峰值限值。

(2) 峰值限值。

作为资料提供了到e.i.r.p. 的转换，假定条件是按照1 GHz以下CISPR测量方法，在半屏蔽暗室或在开阔测试场测量最大场强。这大约比自由空间条件下的测量结果高4 dB。

5 测量方法

附件2中给出了详细的杂散域发射的测量方法。

6 对射电天文和使用无源遥感器的空间业务的保护

在使用杂散域发射限值时，应考虑射电天文业务和卫星地球探测以及卫星气象业务使用无源遥感器的保护准则。所有这些业务对干扰都特别敏感。

6.1 射电天文业务

由于射电天文是无源，同时又由于其测量的灵敏度，在杂散域发射方面需要给予特殊的考虑；射电天文工作者在使用较长的积分间隔时，经常遇到的信噪比是-30 到 -60 dB。因此敦促主管部门尽可能根据实际情况考虑避免杂散域发射的需要，以免对按照《无线电规则》第29条工作的射电天文业务造成干扰。在启用新的卫星业务时，敦促主管部门注意卫星上的发射机通过其杂散和带外发射，包括数字调制产生的远边带，可能对射电天文业务造成严重干扰。应考虑到在ITU-R RA.769建议书中给出的对射电天文的干扰门限值。ITU-R RA.769建议书表1至表3中列出的数值仅作为参考，不作为一般适用的强制性限值。

对于在地球站上的发射机，如果无用发射限值未能对射电天文提供足够的保护，在某些情况下，可以采用方法减轻干扰，例如通过地形保护、主管部门建立协调保护区和专用区域；还可以援用《无线电规则》第15和29条中关于射电天文观测台的条款。

6.2 使用无源遥感的卫星地球探测业务和卫星气象业务

卫星无源遥感对收集大气参数包括温度、水蒸气成份、臭氧和其他气体的浓度以及地球表面的观测变得越来越重要。ITU-R RS.2017建议书中给出了对卫星无源遥感的干扰门限值。ITU-R RS.2017建议书表2中包含出的数值仅作为参考，不作为一般适用的强制性限值。

附件1

杂散域发射的表示和单位

1 杂散域发射的表示

杂散域发射通常用功率、在一定距离测量的场强值或在一定距离测量的pfd表示，这些测量都是在给定的带宽内进行的。

尽管距发射天线一定距离处的场强值对评估和测量杂散域发射更有意义，对研究无线电干扰和电磁兼容性而言，确定发射机的功率参数已经足够了。

1.1 功率值

与辐射功率有关的许多表达式对评估杂散域发射是有用的。它们各有优点和缺点，与现阶段的测量能力以及测量值的解释有关。

1.1.1 馈送到天线的功率（p.s.a.）

经常用于30 MHz以下，对30 MHz以上的设备，使用天线连接器。当发射机有集成在一起的天线或是高功率的ELF/LF系统时，此种功率一般很容易测量。

此种功率测量值代表了发射机向天线馈送杂散信号的实际能力，但未考虑天线本身及其辐射指配频率之外其他频率无线发射的能力。

1.1.2 等效全向辐射功率 (e.i.r.p.)

主要用于30MHz以上（多数情况在80 MHz以上），使用此种功率值有助于了解发射机系统（包括天线）辐射无用发射功率以及对其他无线电业务可能产生有害干扰的能力。在天线接口或连接器处功率与e.i.r.p.之间的关系不易得到，因为在设计频带之外的天线特性一般是不知道的。

对于使用集成天线的设备，这是已知的表述杂散域发射特性的主要功率参数。

1.1.3 有效辐射功率 (e.r.p.)

与e.i.r.p.的惟一区别是e.r.p.是相对于半波调谐偶极子天线，而不是全向天线而言的。e.i.r.p.与e.r.p.之间相差一个常数2.15 dB。

$$e.i.r.p. \text{ (dBm)} = e.r.p. \text{ (dBm)} + 2.15$$

1.2 场强

在受害接收机天线处的干扰场强， E 或 H ，原则上是需要知道的杂散域发射效果的特性。但是，各种情况下e.i.r.p.和场强的关系非常难确定，因为无线电波的传播和其他伴随的无线电现象（建筑物的绕射，屏蔽效果等），即使是导出的杂散域发射限值也仅考虑了一些可能出现的基本的/最坏的情况。

场强值通常是在一定的距离上在测试场地上测量到的值。为了测量非发射设备，特别是包括ITE在内的多媒体设备（MME）的扰动和干扰，CISPR建议典型的场强测量使用一个具有反射地面的校准开阔测试场（OATS），或半电波暗室（SAC）以及无地平面反射的全电波暗室（FAR）在距离10 m或3 m处测量。

1.3 pfd

pfd 通常在1 GHz以上评估和测量，用于卫星无线电链路以及射电天文。2 单位

2.1 功率单位

尽管在国际单位制（IS）中功率单位是瓦特（W），电信出版物中使用不同的单位表示杂散域发射的p.s.a., e.i.r.p. 或 e.r.p., 包括dBpW, nW, dBm或dBW或每单位基准带宽的功率密度的等效表示。

2.2 场强单位

电场强度 E 的单位是V/m。多数电信出版物使用 $\mu\text{V/m}$ 或 $\text{dB}(\mu\text{V/m})$ 表示电场强度。

磁场强度 H 的单位是 A/m。多数电信出版物使用 $\mu\text{A/m}$ 或 $\text{dB}(\mu\text{A/m})$ 表示电场强度。

2.3 pdf的单位

pdf的单位是 W/m^2 。多数电信出版物使用 $\text{dB}(\text{W/m}^2)$ 或 mW/cm^2 表示pdf。

3 功率、电场强度 E 及pdf之间的关系

对于理想情况（即自由空间、远场条件下），可以在 E (V/m)、发射无线电设备与测量点之间的距离 D (m)、 e.i.r.p. (W) 以及 pdf (W/m^2)之间建立一个简单的关系。

$$E = \frac{\sqrt{30(e.i.r.p.)}}{D}$$

可以计算出*E*的最大值，代表通过调整测量的天线高度在OATS得到的最大读数。其值为：

$$E_{max} \cong 1.6 E$$

表示场地增益为4 dB。场强*E* (V/m) 可以如下换算成dB(μV/m)：

$$E \text{ (dB(}\mu\text{V/m))} = 120 + 20 \log E$$

则pfd (W/m²)为：

$$pfd = E^2/(120\pi)$$

pfd (dB(W/m²))为：

$$pfd = 10 \log pfd$$

表7表明了使用不同单位的功率值(e.i.r.p., e.r.p.)、场强值 (*E*, *E_{max}*)以及pfd之间的对应关系。

表7
e.i.r.p., e.r.p., 场强*E*和pfd的对应关系

e.i.r.p. (dBm)	e.i.r.p. (nW)	e.i.r.p. (dB(pW))	e.i.r.p. (dBW)	e.r.p. (dBm)	<i>E</i> 场 自由空间 (dB(μV/m)) 距离 10 m	<i>E_{max}</i> OATS (dB(μV/m)) 距离10 m	pfd 自由空间 (dB(W/m²)) 距离10 m	在OATS 的 pfd最大值 (dB(W/m²)) 距离10 m
−90	0.001	0	−120	−92.15	−5.2	−1.2	−151.0	−147.0
−80	0.01	10	−110	−82.15	4.8	8.8	−141.0	−137.0
−70	0.1	20	−100	−72.15	14.8	18.8	−131.0	−127.0
−60	1	30	−90	−62.15	24.8	28.8	−121.0	−117.0
−50	10	40	−80	−52.15	34.8	38.8	−111.0	−107.0
−40	100	50	−70	−42.15	44.8	48.8	−101.0	−97.0
−30	1 000	60	−60	−32.15	54.8	58.8	−91.0	−87.0
−20	10 000	70	−50	−22.15	64.8	68.8	−81.0	−77.0
−10	100 000	80	−40	−12.15	74.8	78.8	−71.0	−67.0
0	1 000 000	90	−30	−2.15	84.8	88.8	−61.0	−57.0

附件2

测量杂散域发射的方法

1 测量设备

1.1 选频测量接收机

测量发送到天线的杂散功率以及机箱辐射需要使用的选频接收机或频谱分析仪。

1.1.1 测量设备的加权函数

建议所有的测量接收机实现平均以及峰值加权函数。

1.1.2 分辨带宽

作为一般准则，测量接收机的分辨带宽（在末级IF滤波器的-3 dB处测量）应当与建议4.1中的基准带宽相等。为了改善测量的精度、灵敏度和效率，分辨带宽也可以与基准带宽不同。例如，对接近中心频率的发射，有时有必要采用较窄一些的分辨带宽。当分辨带宽比基准带宽窄时，应在基准带宽内对结果进行积分（积分应当以功率相加为基础，除非已知杂散信号是电压相加的或符合中间定律，见注1）。当分辨带宽比基准带宽宽时，宽带杂散域发射的结果应按带宽比进行归一化处理。对于离散（窄带）的杂散信号，归一化过程不适用。

根据测量接收机的实际分辨带宽（例如-6 dB分辨带宽）以及所测量杂散域发射的特性（例如是脉冲信号或高斯噪声），应当引入分辨带宽的修正因子。

注1 – 如果使用PEP值测量杂散域发射而且分辨带宽小于基准带宽，使用功率相加是不合适的。如果求和规则不知道，应当使用功率和电压相加两种规则评估基准带宽内的杂散域发射。对每种情况，如果使用电压相加规则得到的总的杂散域发射比规定的限值低，则满足限值要求。如果使用功率相加规则得到的总的杂散域发射比规定的限值高，则不满足限值要求。

1.1.3 视频带宽

视频带宽必须至少与分辨带宽一样大，最好是分辨带宽的三到五倍。

1.1.4 测量接收机滤波器的波形因数

波形因数是带通滤波器的一个可选参数，通常定义为要求的阻带宽度与要求的通带宽度的比。对理想滤波器这个比率为1。然而，实际滤波器的衰减滚降与理想情况相差很远。例如，频谱分析仪在扫频模式使用多调谐滤波器对信号的响应来近似高斯滤波器，典型定义-60 dB 到-3 dB的比为从5:1到15:1。

1.2 基频带阻滤波器

基频功率与杂散域发射功率的比可以达到70 dB 数量级或更多。比例达到这一数量级经常会导致基频上的输入达到足以使选频接收机产生非线性的程度。所以，在测量设备的输入端通常需要一个带阻滤波器以除去基频（如果杂散域发射不是太靠近基频）。对于频率范围远高于基频的情况（如谐波频率），也可以使用一个带通或高通滤波器。此滤波器对杂散域发射频率的插入损耗一定不能太高。但是，此滤波器的频率响应必须有很好的特性。

典型的频率可变、集总电路的带阻滤波器在VHF/UHF范围只有3-5 dB或更小的插入损耗，在1 GHz以上，大约有2-3 dB的损耗。

现有的可调四分之一波长带通空腔滤波器的频率范围在大约50 MHz之上，这是因为其体积的原因，其插入损耗的数量级小于1 dB。空腔陷波滤波器的损耗大致相同，只要频率在陷波频率10%的范围以外。

必须覆盖多个频带的接收机需要可变的滤波器，能跟踪被测系统调谐频率的变化。能够用来进行杂散测量的可变滤波器的类型有变容调谐器以及钇铁石榴石（YIG）滤波器。这些滤波器比固定滤波器的插入损耗要大，但通带要小，可以用来测量频率接近发射机频率的信号。

典型情况下推荐变容调谐器用于50 MHz到1 GHz之间的频率。它们能提供的3 dB带宽，大约是调谐频率的5%，大约有5-6 dB的插入损耗。

典型情况下推荐YIG滤波器用于大约1-18 GHz的频率。它们能提供的3 dB带宽在2 GHz射频频时大约是15 MHz，在18 GHz射频频时大约是30 MHz。插入损耗大约是6-8 dB。

1.3 耦合设备

测量时使用定向耦合器，该耦合器应有承载基频发射功率的能力。耦合器的阻抗必须与发射机在基频的阻抗匹配。

1.4 终端负载

为了测量杂散域发射的功率，在使用测量方法1时，发射机应与测试负载或终端负载相连。杂散域发射的大小取决于发射机末级与传输线和测试负载之间的正确的阻抗匹配。

1.5 测量天线

测量使用可调谐偶极子天线或已知其相对于全向天线的增益的基准天线。

1.6 调制条件

在可能的情况下，应在正常工作中出现最大调制的情况下进行测试。有时需要在未使用调制时开始测量，以便能够测出特定的杂散频率。必须指出在这种情况下可能无法测出全部的杂散域发射频率，加上调制后可能产生其他杂散频率分量。

2 测量限制

2.1 带宽限制

杂散域发射测量频带的起始位置是必要带宽 $\pm 250\%$ ，这一限制是根据本建议书的建议2.3做出的。在某些情况下这是不可能的，因为由于包括了非杂散域发射，会造成明显的测量误差。为了建立新的杂散测量带宽（BW）的边界，确立新的频率间隔距离而不是 $\pm 250\%$ 的必要带宽是合理的。作为替代方法，处理 $\pm 250\%$ 的必要带宽限制时，可以采用更细的分辨带宽。

新的边界与分辨带宽之间的联系由下式表示：

$$\text{分辨带宽} \times [(\text{波形因数}) - 1] \leq 2 [(\text{边界，即带外域和杂散域之间的边界}) - (\text{必要带宽})/2]$$

从上式可以清楚地看到如果分辨带宽不能改变，那么就需要计算出一个新的带外边界。反之也是正确的。

假设一个信号的必要带宽是16 kHz，其 $\pm 250\%$ 的带外边界（即40 kHz）无法改变。如果测量的分辨带宽滤波器的波形因数是15: 1，且要求的载波带内功率抑制是60 dB，那么由下式得到分辨带宽大约是4.5 kHz：

$$\text{要求的分辨带宽} \leq 2 [(\text{带外边界}) - (\text{必要带宽}) / 2] / (\text{波形因数} - 1)$$

因此：

$$\text{要求的分辨带宽} \leq 2 (40 - 16/2) / (15 - 1)$$

因此：

$$\text{要求的分辨带宽} < 4.5 \text{ kHz}$$

另一方面，假定信号和测量接收机的参数相同，如果分辨带宽固定为100 kHz，那么上式将上式移项来计算新的带外边界，可以解得新的带外边界。在此种情况下，如果分辨带宽固定为100 kHz，则新的边界为708 kHz。

2.2 灵敏度限制

在一定的条件下，可以在市场上买到的频谱分析仪的灵敏度，加上转换和电缆损耗可能会导致测量的灵敏度不够。这就需要使用低噪声放大器加以克服。

在极端的情况下，典型情况是26 GHz以上，主要是由于在测试配置中使用外部混频器，仍有可能无法取得足够的灵敏度来验证被测设备（EUT）符合在已调制条件下的规范要求。在CW条件下杂散域发射的测量可能是正确的，因为调制过程的杂散域发射在数值上等于EUT的调制损耗。

2.3 时间限制

对任何有用信号，如果其输出幅度随时间变化（例如非恒定包络调制），为保证一致性需要进行十次或更多次的测量。

3 测量方法

3.1 引言

在本附件中测量杂散域发射有两种基本方法。方法2在CISPR的第16号出版物中描述。使用方法1和方法2需要注意的是测试的发射不要对周围环境中的系统造成干扰，同时要注意利用与A、B、C、D和Z类限值规定相匹配的加权函数（见上述§1.1.1）。

- 方法1a测量加到EUT天线端口去的杂散域发射功率。在可能和合适的情况下，应尽量使用这种方法。
- 方法1b测量加到EUT天线端口去的杂散域发射功率。当无法使用基本带阻滤波器且测量接收机（可能配备了预选滤波器）的动态范围足够时，可以使用该方法。
- 方法2是使用一个合适的测试场地，测量杂散域发射的e.i.r.p.。

使用波导的系统应使用方法2，因为在转换设备中的终接波导管可以引起许多测试问题。如果天线端口是一个波导管凸缘，波导管到同轴电缆的转换会对远距离的杂散域发射造成很大的衰减，除非在测试线上安装特殊的锥形波导管，以便能够采用方法1。与此类似，VLF/LF频带的发射机也可以使用方法2测量，因为发射机、馈线电缆和天线之间的边界一般没有清楚的定义。

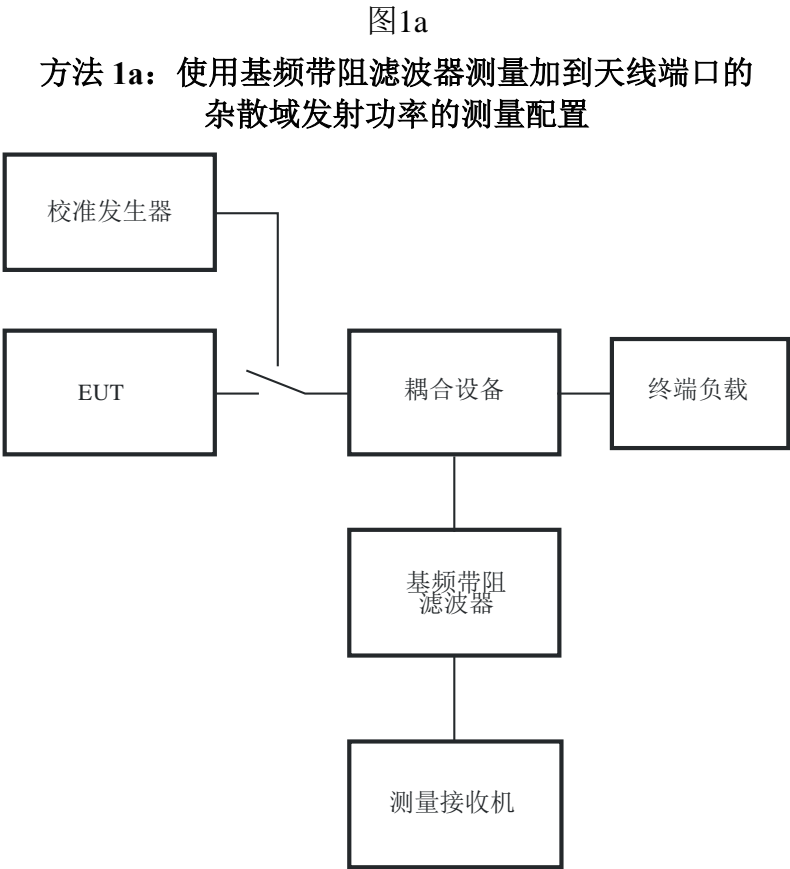
雷达系统的测试方法应遵循ITU-R M.1177建议书中的准则。对那些没有可接受的测试方法的系统，应采取各种可能的措施满足相应的杂散域发射功率的限值。

3.2 方法1 – 测量加到天线端口的杂散域发射功率

不需要特殊的测试场地或暗室，电磁干扰(EMI)不对测试结果产生影响。在可能的情况下，测量应包括馈线电缆。这种方法没有考虑天线不匹配造成的衰减以及杂散分量辐射效率的降低，或天线自身产生的杂散分量。

3.2.1 方法1a – 使用基频带阻滤波器测量

测量加到天线端口的杂散域发射功率的测量配置的方框图见图1a。



SM.0329-01a

3.2.1.1 直接测试方案

在此种方案中，需要对所有的测试单元单独进行校准（滤波器、耦合器、电缆），或对这些设备联接在一起作为整体进行校准。对这两种情况，校准都是通过一个已校准的可调电平发生器在测试接收机的输入端进行的。对每个频率 f ，校准因数 k_f 由下式决定：

$$k_f = I_f - O_f$$

其中:

k_f : 频率 f 处的校准因数(dB)

I_f : 频率 f 处的输入功率(由已校准的发生器产生)(dBW)或(dBm)

O_f : 频率 f 处的输出功率(由测量接收机得到), 单位与 I_f 相同。

此校准因数代表发生器与测量接收机之间联结的全部仪器总的插入损耗。

如果对每个仪表分别进行校准测量, 整个测量配置的校准通过下式得到:

$$k_{ms,f} = \sum_i k_{i,f}$$

其中:

$k_{ms,f}$: 测量配置在频率 f 处的校准因数 (dB)

$k_{i,f}$: 测量链中的每个仪表在频率 f 处的校准因数(dB)。

在测量实际杂散发射大小时, $P_{r,f}$ (dBW)或(dBm)是由杂散发射在频率 f 处产生的功率(从测量接收机读数), 在频率 f 处的杂散发射功率 $P_{s,f}$ (与 $P_{r,f}$ 的单位相同)由下面的等式计算出:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f}$$

注 1 – 个别单元校准通常会导致由于失配损耗引起的进一步测量不确定性。

3.2.1.2 替代方案

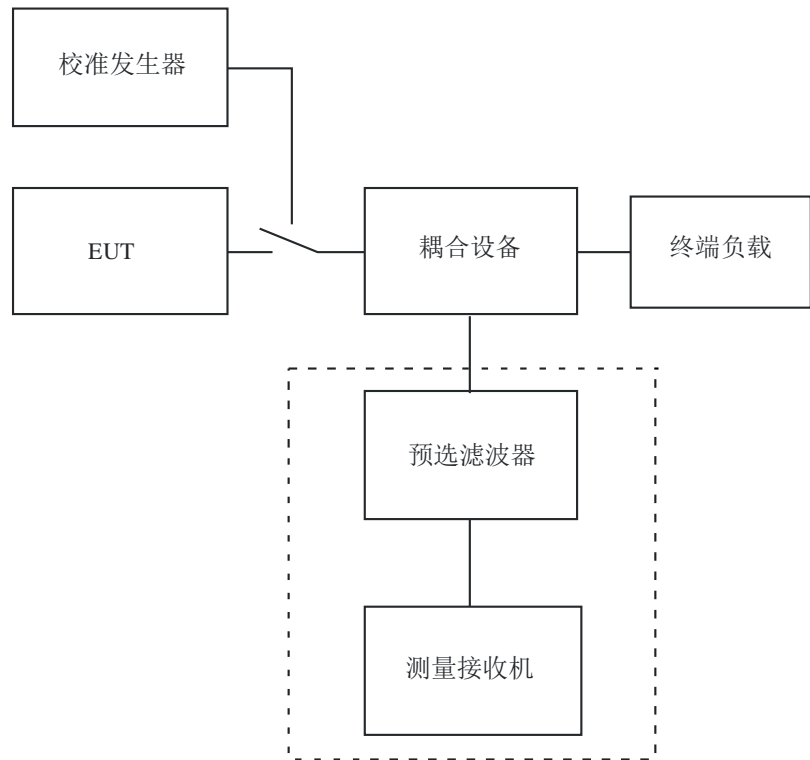
这种方法不需要对所有的测量单元进行校准。而是从测量仪表中将杂散输出功率记录下来, 接着将此功率值与来自校准信号发生器的信号对应起来, 发生器是替代EUT的。发生器提供的功率值就与杂散域发射的功率相等。

3.2.2 方法1b – 不使用基频带阻滤波器测量

该方法在没有基频带阻滤波器的情况下, 提供了一个简单的测量方法。测量加到天线端口的杂散域发射功率的测量配置的方框图见图1b。

图1b

方法 1b：不使用基频带阻滤波器测量加到天线端口的杂散域发射功率的测量配置



SM.0329-01b

3.2.2.1 直接测试方案

通过下列步骤能够直接得出测量结果：

- a) 测量A类设备的相对电平
相对于总的平均或峰值包络功率的衰减 = $B - D$
其中：
 B ：测量接收机上读出的基频发射的平均或峰值包络功率
 D ：测量接收机上读出的杂散域发射的最大功率； $(B - D)$ 的值可以直接与A类中的相对限值比较。
- b) 测量A类和B类设备的绝对电平
杂散域发射功率 = $D + C$
其中：
 C ：耦合设备在杂散域发射频率处的耦合因数
 D ：测量接收机上读出的杂散域发射的最大功率。
 $(D + C)$ 的值可以直接与A类和B类中的绝对限值比较。

3.2.2.2 替代方案

方法1b也可以使用§3.2.1.2中描述的替代方案用于绝对电平测量。

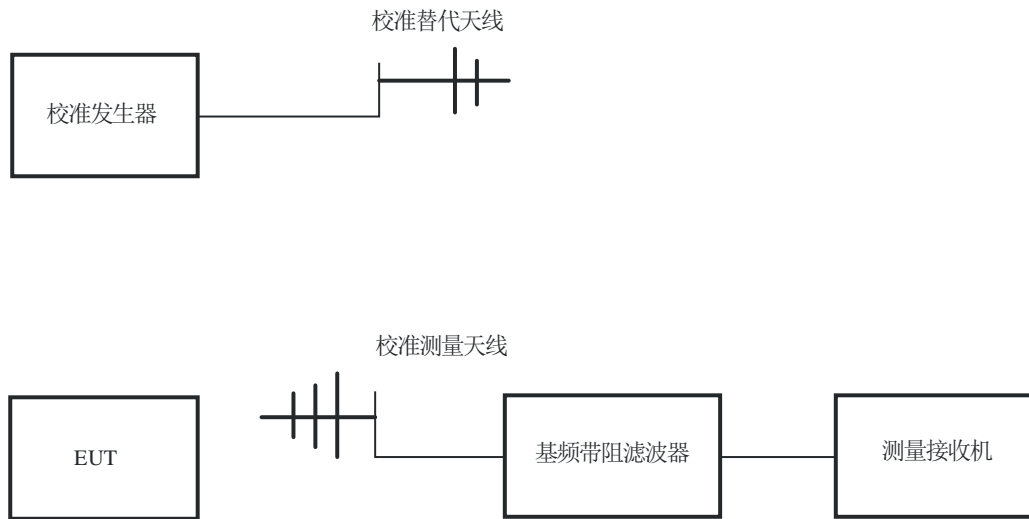
3.3 方法2 – 测量杂散的e.i.r.p.

测量杂散域发射e.i.r.p.的测量配置的方框图见图2。

测量必须在远场进行，对非常低的频率或对某些频率和天线的组合（例如使用1.2 m的截抛物面天线在14 GHz的发射需要大约140m才达到远场）来讲通常是困难的。测量所有方向、多个极化方式以及所有频带的杂散域发射的e.i.r.p.是非常费时间的，尽管一致性检查技术可以减少其中的工作量。用此方法测量雷达应遵循ITU-R M.1177建议书的准则。

图2

测量杂散域发射e.i.r.p.的测量配置



SM.0329-02

3.3.1 辐射测量的测量场地

在30至1000 MHz的频率范围内，测试场地应通过对水平极化和垂直极化场的场地衰减测量来进行验证。在水平极化和垂直极化的场地衰减测量值与场地衰减的理论相差在 ± 4 dB以内时，测试场地才认为是可以接受的。

测试场地必须是平坦的，没有过顶的电线，附近没有反射物，在特定的距离有足够的空间安装天线并且能在天线、EUT以及反射物之间提供足够的隔离。发射物的是指主要构成材料是导体的物体。测试场地应具有水平的金属地平面。测试场地应满足IEC/CISPR第16-1-4号出版物中有关OATS对场地衰减的要求。

测试也可以在半屏蔽暗室（SAR）中进行。此时，屏蔽室的墙和天花板被吸收材料所覆盖，以确保较低的电波反射。对此类暗室进行验证测量是非常重要的，必须保证场地衰减测量满足误差在 ± 4 dB以内的准则（另见IEC/CISPR第16-1-4号出版物）。

对于OATS和SAR来说，导电的地平面必须延伸到EUT和最大的测量天线外围至少应为1m，并且覆盖EUT与天线之间的整个区域。地面应当是金属的，并且没有尺寸大于最高测量频率十分一波长的孔和缝隙。如果测试场地不满足场地衰减的要求，则需要更大尺寸的导电地面。这些要求同样适用于半屏蔽暗室。

对于测量杂散域发射的场地，可以增加其他的设备。有不同种类的暗室，例如完全屏蔽暗室（FAR）、扰动模式暗室（SMC）以及横向电磁（TEM）或吉赫兹TEM（GTEM）系统。SMC出现在IEC/CISPR第16-1-4号出版物中。这些相对来讲属于新出现的测量系统至今还未得到所有标准化组织的普遍承认。由于IEC 61000-4-20 (TEM)和IEC 61000-4-21(SMC)已经发布，这些系统中使用的技术在未来对本建议书进行修改时需要重新进行审议，目的是增加其使用的细节。

3.3.2 直接方案

在此种方案中，需要对所有的测试单元单独进行校准（滤波器、电缆），或对这些测量设施整体进行校准。见§3.2.1中关于使用直接方案在频率 f 处测量设施校准因数确定方法的内容。

自由空间条件下，杂散域发射在频率 f 处的e.i.r.p., $P_{s,f}$ ，由下面的等式得到：

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20 \log f + 20 \log d - 27.6$$

其中：

$P_{r,f}$: 测量接收机上读出的在频率 f 处的杂散域发射功率（dBW 或dBm，与 $P_{s,f}$ 的单位相同）

$k_{ms,f}$: 测量设施在频率 f 处的校准因数 (dB)（通常为正值）

G_f : 校准测量天线在频率 f 处的增益 (dBi)

f : 杂散域发射的频率 (MHz)

d : 发射天线与校准测量天线之间的距离(m)。

此外，在使用OATS时，必须要考虑反射增益。

3.3.3 替代方案

在此方案中，使用一个校准替代天线和一个校准发生器，对测试源进行调整，使接收到的杂散信号相同。

3.4 特殊的机箱辐射测量

为了提供测量机箱辐射的方法，可以使用方法2测量发射机机箱的杂散辐射。此方法要求用校准的终端负载替换EUT天线，并且按前面方法2所列步骤操作，得到机壳的e.i.r.p.。终端负载应当安装在一个小的、分开的屏蔽箱中以避免来自负载的反向辐射干扰对被测机箱辐射的测量。此外，连接电缆也可能发出辐射，对测量有不利影响，因此必须注意防止此现象发生，可使用双层屏蔽的电缆或也对电缆使用屏蔽室箱。

附件3

射电天文业务和使用无源遥感器的 空间业务的干扰门限值

1 引言

射电天文业务、使用无源遥感器的卫星地球探测和卫星气象业务的干扰门限值见ITU-R RA.769和ITU-R RS.2017建议书。本附件对这些建议书中的限值进行了总结。

2 射电天文业务（ITU-R RA.769建议书）

ITU-R RA.769建议书表1至表3给出了会损害射电天文业务的干扰的pfd门限值。这些值是在使用单天线和接收旁瓣的增益为0 dBi以及积分时间为2 000 s的观测条件下计算得到的。一般使用ITU-R RA.769建议书表1至表3给出的pfd值，GSO卫星除外，其pfd值比所示的值要严格15 dB。

ITU-R RA.769建议书的附件1描述了计算当前使用的各种射电天文系统灵敏度的方法。同时提供了使用假定的系统参数值得到的集总干扰的列表，干扰达到这些值时会破坏在划分给射电天文业务的各个频带上的连续谱和谱线测量。

这些用来确定干扰值的假定参数代表了许多类型的射电天文系统和测量结果，并且是射电天文业务中一致被认可的标准。但是，在与特定的射电天文系统协调时，会遇到系统工作在特殊的时间和地点、特殊的频带的情况，这些参数会取其他值以得到更准确的有害干扰的值。此外，在考虑来自特定系统（例如，GSO卫星系统或多卫星系统）的干扰时，需要对ITU-R RA.769建议书的值进行系统的调整，以确保其正确性。同样，在使用和引用ITU-R RA.769建议书表1至表3中的值时，应考虑得到这些值的假定条件。有关对射电天文业务有害的干扰电平值的信息，请参阅ITU-R RA.769建议书的表1至表3。

3 卫星地球探测和卫星气象的无源遥感（ITU-R SA.1027建议书）

卫星无源遥感系统的允许干扰电平可查阅ITU-R RS.2017建议书。EESS（无源）系统的增益和高度信息可参见ITU-R RS.1861建议书（适用于1.4至275 GHz范围的系统），有关275-450 GHz系统的信息请参见ITU-R RS.2431报告。请注意，对于星载遥感，传感器天线通常指向地球表面。

附件4

应用 $43 + 10 \log P$ 计算衰减要求的例子

所有杂散域发射都至少比总的平均功率 P 低 x dB, 即 $-x$ dBc。功率 P (W)是在宽得足以容纳总的平均功率的带宽内测量的。杂散域发射的测量要在本建议书给出的基准带宽内进行。杂散域发射功率的测量与必要带宽的值无关。注意 $43 + 10 \log P$ 得到的衰减值经常是 -43 dBW或 -13 dBm绝对的杂散域发射功率值。因为此绝对发射功率限值对高功率发射机来讲可能会太严格, 表2也提供了相对功率作为备用。

例1:

一个陆地移动发射机, 不管必要带宽的值为多少, 必须满足杂散域发射衰减为 $43 + 10 \log P$, 或70 dBc的要求, 取其中较不严格者。为了测量30到1 000 MHz 频率范围内的杂散域发射, 建议4.1指明使用100 kHz的基准带宽。对其他频率范围, 测量时必须使用建议4.1中给出的合适的基准带宽。

测出的总的平均功率为10 W:

相对于总的平均功率的衰减 = $43 + 10 \log 10 = 53$ dB

53 dBc与70 dBc相比较不严格, 因此使用53 dBc。

因此:

在100 kHz 基准带宽内杂散域发射必须不超过53 dBc, 或转化成绝对数值。

在100 kHz 基准带宽内杂散域发射必须不超过 $10 \text{ dBW} - 53 \text{ dBc} = -43 \text{ dBW}$ 。

测出的总的平均功率为1 000 W:

相对于总的平均功率的衰减 = $43 + 10 \log 1000 = 73$ dB

73 dBc与70 dBc相比更严格, 因此使用70 dBc。

因此:

在100 kHz 内杂散域发射必须不超过70 dBc, 或转化成绝对数值。

在100 kHz基准带宽内杂散域发射必须不超过 $30 \text{ dBW} - 70 \text{ dBc} = -40 \text{ dBW}$ 。

例2:

一个空间业务发射机, 不管必要带宽的值为多少, 必须满足杂散域发射衰减为 $43 + 10 \log P$ 或60 dBc的要求, 取其中较不严格者。为了测量在所有频率的杂散域发射, 按照表2 的脚注⁽³⁾应使用4 kHz的基准带宽。

测出的总的平均功率为20 W:

相对于总的平均功率的衰减 = $43 + 10 \log 20 = 56$ dB

56 dBc与60 dBc相比较不严格, 因此使用56 dBc。

因此:

在4 kHz基准带宽内杂散域发射必须不超过56 dBc, 或转化成绝对数值。

在4 kHz基准带宽内杂散域发射必须不超过 $13 \text{ dBW} - 56 \text{ dBc} = -43 \text{ dBW}$ 。

表8

杂散域发射的绝对数值 – A类

《无线电规则》第1条中 业务类别， 或设备类型 ^{(1), (2)}	在相关基准带宽内使用P、PEP或X (W) 表示的最大允许的杂散域发射功率 (见建议4.1) (dBm)	
除下列引用业务之外的所有业务	-13 dBm $10 \log P - 40$	如果 $P \leq 500 \text{ W}$ 如果 $P > 500 \text{ W}$
空间业务（移动地球站） ^{(3), (4)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	如果 $P \leq 50 \text{ W}$ 如果 $P > 50 \text{ W}$
空间业务（固定地球站） ^{(3), (4)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	如果 $P \leq 50 \text{ W}$ 如果 $P > 50 \text{ W}$
空间业务（空间电台） ^{(3), (5), (6)}	-13 dBm $10 \log P - 30$	如果 $P \leq 50 \text{ W}$ 如果 $P \geq 50 \text{ W}$
无线电测定 ⁽⁷⁾	-13 dBm $10 \log PEP - 30$	如果 $PEP \leq 50 \text{ W}$ 如果 $PEP > 50 \text{ W}$
电视广播 ⁽⁸⁾ VHF发射机	-16 dBm $10 \log P - 30$ 0 dBm	如果 $P \leq 25 \text{ W}$ 如果 $25 \text{ W} < P \leq 1\,000 \text{ W}$ 如果 $P > 1\,000 \text{ W}$
电视广播 ⁽⁸⁾ UHF发射机	-16 dBm $10 \log P - 30$ 10.8 dBm	如果 $P \leq 25 \text{ W}$ 如果 $25 \text{ W} < P \leq 12\,000 \text{ W}$ 如果 $P > 12\,000 \text{ W}$
FM广播	-16 dBm $10 \log P - 40$ 0 dBm	如果 $P \leq 250 \text{ W}$ 如果 $250 \text{ W} < P \leq 10\,000 \text{ W}$ 如果 $P > 10\,000 \text{ W}$
MF/FM广播	$10 \log P - 20$ 17 dBm	如果 $P \leq 5\,000 \text{ W}$ 如果 $P > 5\,000 \text{ W}$
SSB移动电台 ⁽⁹⁾	$10 \log PEP - 13$	
工作在30 MHz以下的业余业务（包括SSB） ⁽⁹⁾	-13 dBm $10 \log PEP - 20$	如果 $PEP \leq 5 \text{ W}$ 如果 $PEP > 5 \text{ W}$
工作在30 MHz以下的业务，空间、无线电测定、广播、使用SSB的移动和业余电台除外 ⁽⁹⁾	-13 dBm $10 \log X - 30$ 其中： 对于SSB调制 $X = PEP$ 对于其他调制 $X = P$	如果 $X \leq 50 \text{ W}$ 如果 $X > 50 \text{ W}$
低功率无线电设备 ⁽¹⁰⁾	-26 dBm $10 \log P - 10$	如果 $P \leq 0.025 \text{ W}$ 如果 $0.025 \text{ W} < P < 0.100 \text{ W}$
EPIRB、ELT、PLB、SART 船舶应急、救生艇和救生器发射机 紧急情况使用的陆地、航空或水上发射机	无限制	

P: 为天线传输线处的平均功率（W），见《无线电规则》第1.158款的定义。当使用突发传输时，平均功率P和任何杂散域发射的平均功率用突发持续时间的平均功率测量。

PEP: 为天线传输线处的峰包功率（W），见《无线电规则》第1.157款的定义。

当使用P时，加到发射传输线的功率和杂散域发射两者都需要按平均功率和基准带宽内发平均功率分别进行评估。当使用PEP时，加到发射传输线的功率和杂散域发射两者都需要按峰包功率和基准带宽内的峰包功率分别进行评估。但是，如果由于杂散域发射的特性（例如，高斯噪声），按PEP对杂散域发射进行测量有困难，允许对加到发射传输线的功率和杂散域发射的功率使用平均功率进行评估（见附件2）。

dBc: 相对与发射的非调制载波的分贝数。在没有载波的情况下，例如，某些数字调制方案，其载波无法测量，dBc的基准是相对于平均功率 P 的分贝数。

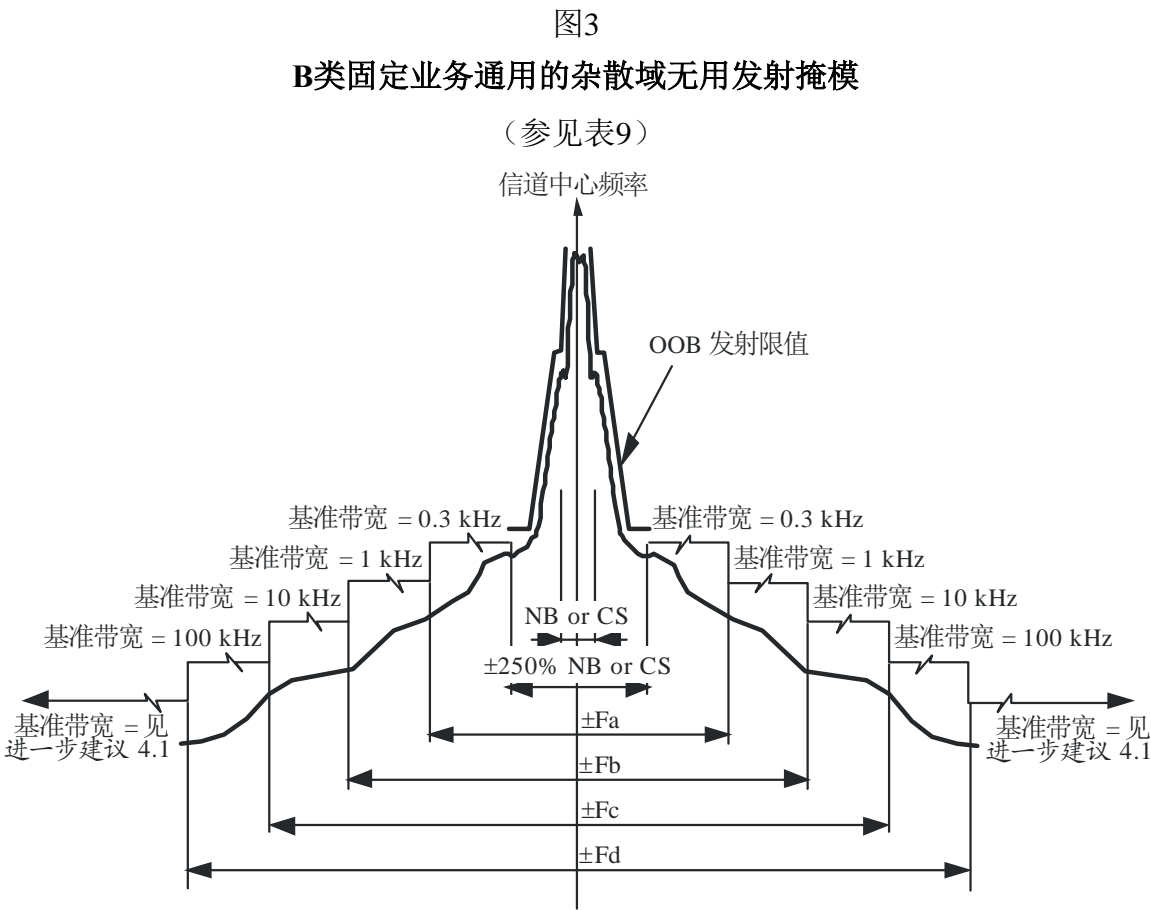
- (1) 对某些数字调制以及各类业务中窄带高功率发射机，在接近必要带宽 $\pm 250\%$ 处，满足限值会存在一定的困难。
- (2) 如果在实际中无法将发射机与天线传输线区分开，使用附件2中§ 3.3节的e.i.r.p.方法。
- (3) 所有空间业务的杂散域发射限值使用4 kHz 基准带宽内的值表示。
- (4) 工作在30 MHz以下的卫星业余业务的地球站，其业务类别属于“工作在30 MHz以下的业余业务（包括SSB）”。
- (5) 对在相同服务区内拥有一个以上转发器的卫星，当考虑到表2中指明的杂散域发射限值时，一个转发器的杂散域发射可能落入第二个相邻转发器的发射频率内。在这些情况下，第二个转发器的基本发射或带外域发射远远超过第一个转发器的杂散域发射的值。因此，对于一个卫星的杂散域发射落入相同服务区内同一卫星上的另一个转发器的必要带宽或带外域上，则不应使用这些限值（见《无线电规则》附录3）。
- (6) 如《无线电规则》第1.177款规定，工作在深空的空间研究业务的空间电台，不受杂散域发射限值的约束。
- (7) 对于无线电测定系统（《无线电规则》第1.100款规定为雷达系统），杂散域发射衰减（dB）须由辐射发射电平决定，但不在天线传输线处。确定来自雷达系统的辐射杂散域发射电平的测量方法应遵循ITU-R M.1177建议书中的准则。
- (8) 对于模拟电视传输，平均功率的大小是通过特定的视频信号调制确定的。选择这种视频信号要在供给天线传输线的平均功率达到最大的情况下（例如，负极性调制电视系统的视频信号消隐电平）。
- (9) 所有类别使用SSB的发射包括在“SSB”类别中。
- (10) 低功率无线电设备最大的输出功率小于100 mW并且用于短距离通信或控制。（此类设备一般不需单独发执照。）

附件5

B类限值的基准带宽固定业务的情况

尽管模拟和数字调制的无线电中继的频谱效率很高，但由于此类系统产生的宽带噪声，它无法在接近中心频率处达到B类限值的要求。因此有必要提供通用的基准带宽的步长，以便在频谱密度的分布上产生合适的过渡区域。

图3显示的是通用的基准掩模以及信道间隔（CS）的断点函数或表9所指的必要带宽（NB）。



注 1 – $\pm Fd$ 频率步长在 1 GHz 以下不适用。
 $\pm Fc$ 频率步长在 30 MHz 以下不适用。
 $\pm Fb$ 频率步长在 150 kHz 以下不适用。

表9
B类固定业务通用的杂散域无用发射掩模
(参见图3)

基本发射频率	CS (MHz)	典型的符号 频率 (Mbit/s)	基准带宽 0.3 kHz	基准带宽 1 kHz	基准带宽 10 kHz	基准带宽 100 kHz
			Fa (MHz)	Fb (MHz)	Fc (MHz)	Fd (MHz)
21.2 GHz以下 (终端电台)	$0.01 \leq CS < 1$	$F_s \cong 0.006 - 0.8$	—	—	14	70
	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0.6 - 8$	—	—	28	70
	$CS \geq 10$	$F_s \sim > 6$	—	—	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
21.2 GHz以下 (其他电台)	$0.01 \leq CS < 1$	$F_s \cong 0.006 - 0.8$	3.5	7	14	70
	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0.6 - 8$	—	14 ⁽¹⁾	28	70
	$CS \geq 10$	$F_s \sim > 6$	—	—	49 ⁽¹⁾	70 ⁽¹⁾
21.2 GHz以上 (所有电台)	$1 \leq CS < 10$	$F_s \cong 0.6 - 8$	—	—	—	70
	$CS \geq 10$	$F_s > \sim 6$	—	—	—	—

⁽¹⁾ 对CS超过此值250%的情况不适用。

附件6

B类限值的基准带宽陆地移动业务的情况

工作在30 MHz以上并且输出功率超过1 W的陆地移动业务的窄带模拟调制系统以及陆地移动业务中的数字调制系统，尽管提供了很高的频谱效率，但由于此类系统产生的宽带噪声，无法在接近中心频率处达到B类限值的要求。因此有必要提供通用的基准带宽的步长，以便在频谱密度的分布上产生合适的过渡区域。

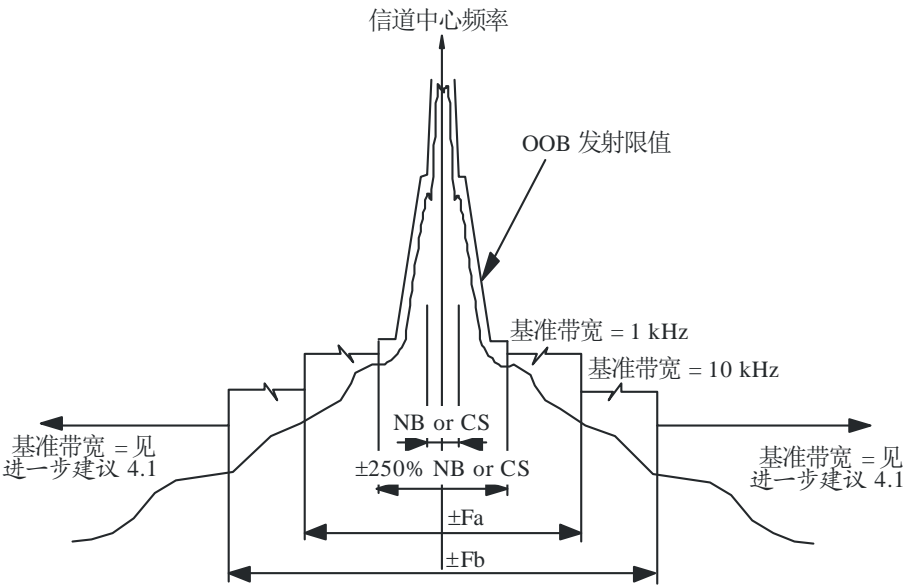
图4显示的是1 GHz以下通用的基准掩模、CS的断点函数或表10所指的NB，图5显示的是1 GHz以上通用的基准掩模、CS的断点函数或表11所指的NB。

移动终端和基站都应使用这些掩模。

图4

B类陆地移动业务通用的1 GHz以下杂散域无用发射掩模

(参见表10)



SM.0329-04

表10

B类陆地移动业务通用的1 GHz以下杂散域无用发射掩模

(参见图4)

Fa	100 kHz或4倍的NB，取较大者
Fb	500 kHz 或10倍的NB，取较大者

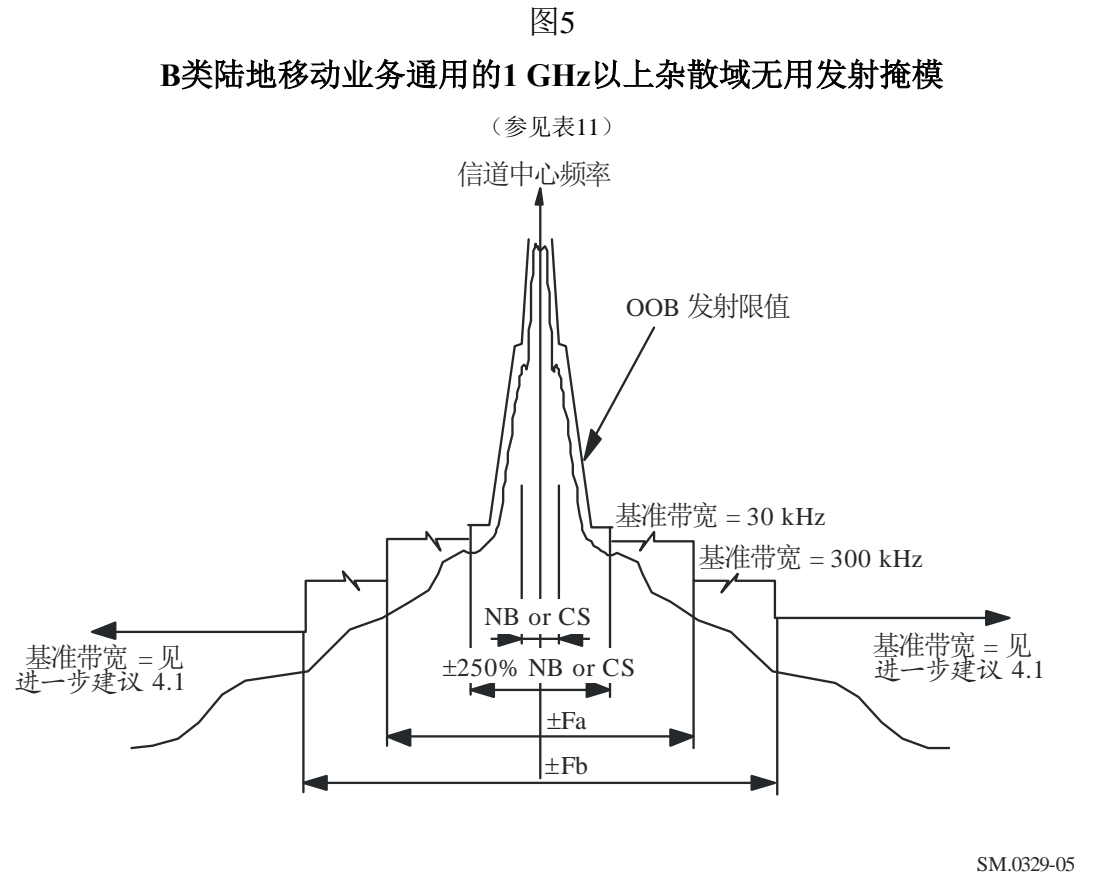


表11

B类陆地移动业务通用的1 GHz以上杂散域无用发射掩模

(参见图5)

Fa	500 kHz或10倍的NB，取较大者
Fb	1 MHz或12倍的NB，取较大者