

ITU-R SF.1649-1建议书

有关确定当船载地球站处于最近距离时
对固定业务台站造成干扰的指南*

(ITU-R 226/9和ITU-R 254/4号课题)

(2003-2008年)

范围

本建议书为各主管部门提供了指南，用于确定船载地球站（ESV）可能对固定业务电台造成的干扰。附件1阐述了此项确定工作的一般性考虑。附件2描述了此项确定工作的最基本方法。附件3在仿真的基础上提供了若干种可用方法。主管部门授权在14.0-14.5 GHz频段使用小于1.2 m的天线，以确保这些较小天线在符合第902号决议（WRC-03）的情况下，可在双边或多边讨论中考虑使用附件4中的资料。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 船只可加载能够运行卫星固定业务（FSS）ESV的设备，根据《无线电规则》（RR）第4.4款在5 925-6 425 MHz频段内的FSS网络内发射；
- b) 船只可作为ESV，根据《无线电规则》（RR）第4.4款，在14-14.5 GHz频段工作或作为次要业务分配给卫星移动业务（MSS）；
- c) 在固定业务（FS）内，考虑到a)和b)中的一些频段作为共同主要业务共用；
- d) 如果ESV要在靠近海岸的海上路线和行道内工作，则有必要为这些工作定义一些复合区域；
- e) ITU-R SF.1585建议书为定义此区域提供了一种方法；
- f) 必须对此区域内的FS电台进行审查，以确定这些电台是否会受到大于允许干扰强度的干扰；
- g) 许多FS数字系统使用自动发射功率控制（ATPC）工作；
- h) 数秒以上的干扰事件，将在数字FS系统中造成严重的长期中断；
- j) ITU-R SF.1006建议书和/或ITU-R SM.1448建议书提供的方法，可用于确定固定ESV状态下，FSS电台和FS电台之间可能存在的干扰（见注1）；

* “最近距离”的定义，请参见ITU-R SF.1650-1建议书。

- k) 用于确定ESV对FS电台干扰电平的方法，应由相关主管部门达成协议；
- l) 为主管部门开展初步分析确定具体电平而提供的指南，可能会对某些具体干扰评估有价值；
- m) ITU-R F.696和ITU-R F.1565建议书定义了FS电台允许的干扰标准；
- n) 当ESV不固定时，确定这些ESV产生的潜在干扰需要不同方法和干扰标准，

认识到

- a) 世界无线电通信大会（伊斯坦布尔，2000年）（WRC-2000）呼吁ITU-R尽快完成与船载地球站（ESV）相关的研究，特别要求其不会对主管部门其它业务的电台产生不可接受的潜在干扰；
- b) 《无线电规则》第5.457A款规定，只要此类使用符合第902号决议（WRC-03），5 925-6 425 MHz和14-14.5 GHz频段内的船载地球站可与卫星固定业务的空间站通信；
- c) 《无线电规则》第5.457B款规定，在卫星水上移动业务中作为次要业务，并且符合第902号决议（WRC-03）中的特性和条件的情况下，5 925-6 425 MHz和14-14.5 GHz频段内的船载地球站可在阿尔及利亚、沙特阿拉伯、巴林、科摩罗、吉布提、埃及、阿拉伯联合酋长国、阿拉伯利比亚民众国、约旦、科威特、摩洛哥、毛里塔尼亚、阿曼、卡塔尔、叙利亚阿拉伯共和国、苏丹、突尼斯和也门工作，

注意到

- a) 第902号决议（WRC-03）附件2中给出的ESV操作技术限制，特别是偏轴限值，在确定潜在干扰时适用；
- b) 第37号建议书（WRC-03）（船载地球站（ESV）使用的操作程序）阐述了ESV操作的程序，

建议

- 1 附件1中阐述的指南可被用作FS电台“最近距离”内工作的、ESV总体干扰评估的框架；
- 2 附件2中的指南可作为计算ESV干扰的基础（参见注2和注3）；
- 3 通过附件2中方法得出的结果，可用于确定考虑到b)中的部分频段在“最近距离”内，是否可供ESV使用（参见注3）；
- 4 主管部门授权在14.0-14.5 GHz频段使用小于1.2 m的天线，以确保这些较小天线符合第902号决议（WRC-03）的规定时，可在双边或多边讨论中考虑使用附件4中的技术资料。

注 1 – 本建议书中给出的方法使用FS干扰保护标准。例如，ITU-R SF.1006建议书提供了此类标准，但短期标准可能仅与ITU-T G.821建议书相符。另外，ITU-R SF.1650建议书为满足ITU-T G.826和G.828建议书的要求，提供FS短期保护标准。

注 2 – 当为ESV确定频率时，可能需要考虑使用缓解技术。例如，当FS频率安排是基于ITU-R F.383建议书时，ESV发射器使用6 GHz FS中心频段（接近6.175 GHz），能够大幅降低对FS接收机产生的潜在干扰，其原因在于若考虑对FS信道干扰，则接收机滤波会带来益处。

注 3 – 可使用附件3中的方法对附件2的方法加以补充。

附件 1

为确定移动ESV对固定业务电台发射干扰 而确定和使用操作等值线*的指南 (关键等值线点法)

可将下述方法用作在FS电台最近距离范围工作的、ESV总干扰评估框架。

1 引言

ITU-R SF.1006建议书提供了评估FSS电台与FS电台间潜在干扰的方法，该方法假设FSS与FS电台的空间关系固定不变。驶入港口或港湾泊位的ESV，在运动过程中与FS电台的关系是变化的。

ITU-R SF.1585建议书阐述的方法使用ESV船舶操作等值线来确定一个区域，用于确定ESV在此等值线上行进时，可能受到ESV产生的、不可接受干扰的FS电台。根据现有程序，需对此类潜在干扰进行评估，且当该船舶在此区域内时，假设在船舶路线的各可能点上ESV是固定的。

本附件提供的方法名为关键等值线点法，将确定FS电台潜在干扰简化为仅针对操作等值线上的少量点集。这些点中的每一个均被称为关键等值线点（CCP）。有些点是具体针对操作等值线，而另一些是针对特定的FS电台。

* ITU-R SF.1585建议书定义了操作等值线。

2 确定CCP时的考虑

2.1 固定操作

对于ESV的固定操作，可使用ITU-R SF.1006建议书或ITU-R SM.1448建议书，亦或相关主管部门一致认可的程序（这些程序将应用于任何新FSS电台）对潜在干扰进行评估。

2.2 运动中的操作

必须对区域内所有FS电台（如ITU-R SF.1585建议书所述）进行审查，以确定其是否会受到高于允许值的干扰。这通常要求对操作等值线内运动中的ESV船舶，在线上各点对各FS电台产生的潜在干扰进行评估。但是，CCP方法通过在特定区域内为各FS接收机确定少量的点，降低了此类计算的要求。

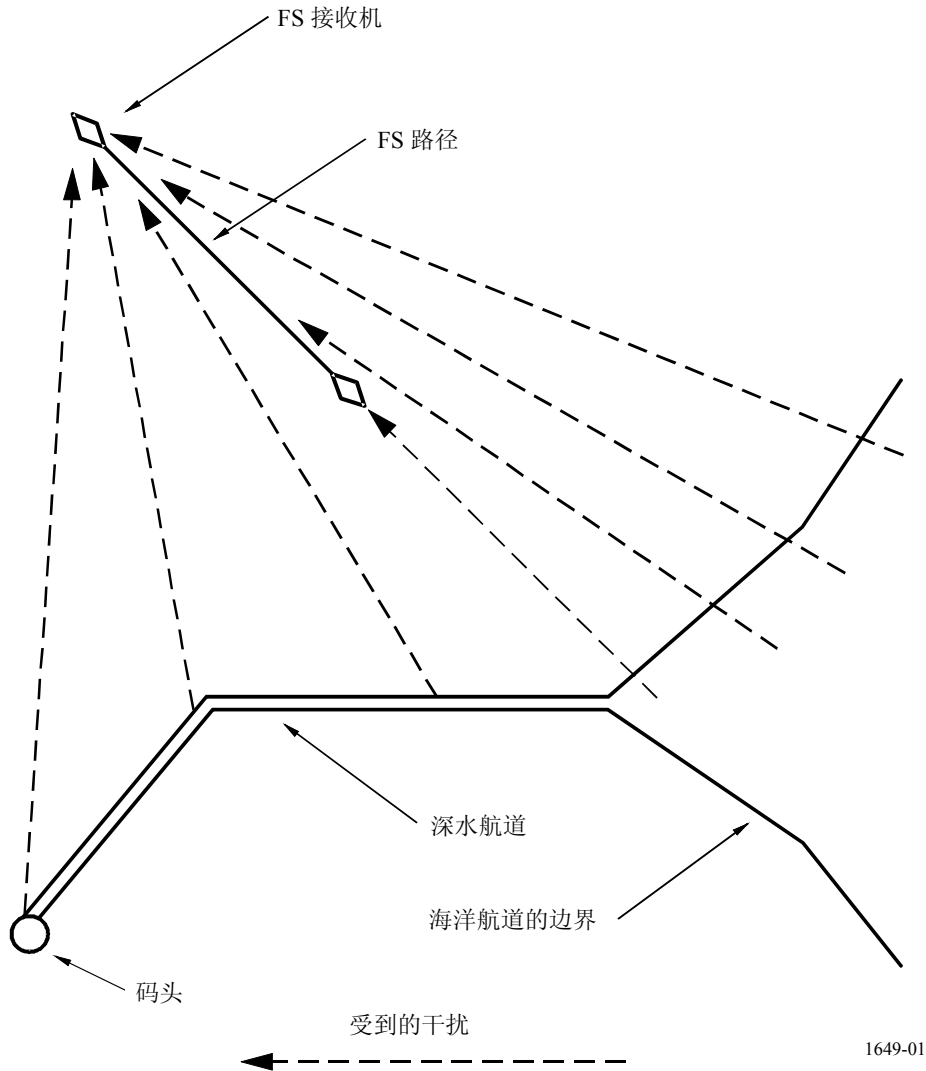
2.2.1 为各个可能会受影响的FS接收机确定CCP

对于某FS接收机可能受到的移动船舶ESV终端干扰而言，计算中存在三种与位置相关的变量：

- 传播损耗几乎超出的时间的比例。此损耗取决于干扰路径的长度，无线电气候区，并且有可能包括干扰路径上可能存在的任何阻塞产生的影响；
- FS接收机天线增益；和
- ESV天线水平增益。

对深水航道（见图1）定义的操作等值线内各点，这三项因素均可方便地确定。

图1
基本干扰的几何图形



1649-01

为了评估潜在干扰，通过一系列直线分段对操作等值线取近似值。CCP的确定取决于FS路径相对操作等值线的位置与校准关系，并需要区分几种情况。当FS天线的主波束轴方位角不与ESV操作区内的任一部分相交时，关键等值线点是指，等值线上出现方向改变或已抵达沿岸极值（超出这一极值以外，则无须进行协调）时的位置。当FS天线的主波束轴方位角与操作等值线相交时，则有必要改变和/或调整CCP的数量。对于任何一种情况，均应使用相同的CCP来考虑所有相关FS电台的长短期干扰。该区域内，评估运动中的ESV操作对FS接收机产生的干扰（其中需对ESV的潜在干扰进行估算），必须考虑使用传播损耗模型接收机的各种CCP操作，例如ITU-R P.452建议书中阐述的操作。此评估的目标是确定其可用于运动中的ESV操作，而又不给FS电台产生不可接受的干扰电平。

对于确定某特定接收机的CCP，需要区分下述三种情况：

情况1：对于这种情况，FS接收天线的主波束轴不会与操作等值线相交。这种情况下，仅在ESV的操作等值线改变方向时需要CCP。

情况2：对于这种情况，FS天线的主波束（在最大天线增益的10 dB内）全部在操作等值线的直线段之内。天线增益比最大值小10 dB时，操作等值线上的点需要两个附加CCP。两CCP间的该操作等值线部分包含一个自然交叉点（NIP），FS天线的主波束轴在该点与操作等值线相交。该NIP总是作为一个CCP。

情况3：对于这种情况，NIP与操作等值线的一个变向点足够近，以至于FS天线的主波束跨越了操作等值线中的多个部分。当NIP接近ESV操作等值线的一个变向点时，这种情况最有可能发生。与情况2一样，操作等值线与该天线10 dB各点的相交处，需要两个附加CCP。但是，在这种情况下，主波束中的原点无须被视作CCP。

另外一种可能性：如果ESV的操作等值线上存在这样一点，即在该点上ESV天线的最大水平增益指向FS接收机，则无论三情况中的哪种适用，等值线上的该点可被确定为FS接收机的附加CCP。

2.2.2 关于长期干扰的考虑

长期干扰由操作等值线各部分的集总干扰功率来确定，其范围从码头一直延伸至操作等值线的终点（此点之外不再需要协调）。也就是说，其确定是根据FS接收电台*各连续CCP间操作产生的干扰之和。附件2中阐述的程序使用了ITU-R F.1108建议书提供的分步性能劣化（FDP）原理。唯一的区别在于，计算所需的传播损耗是来自各CCP，且在這些CCP中只有20%的时间传播损耗限值未被超过。基于ESV在某部分内操作时产生的平均干扰功率，可采用封闭的形式计算各部分产生的FDP干扰，其中包括ESV多次经过时，在该部分中逗留时间所产生的影响。对于未包含NIP的部分，此平均值的计算是基于FS和ESV天线的增益之和（dB）在该部分内呈线性变化。该部分内包含NIP的平均值是根据ITU-R F.1245建议书当中的FS天线高斯整形主波束确定的。

应用于此干扰的标准是ITU-R SF.1006建议书或ITU-R F.758建议书中有有关长期干扰的功率电平。

2.2.3 关于长期干扰的考虑

能否接受某短期干扰，可通过考察CCP附近操作造成的干扰功率是否超出了短期标准规定值的时间百分比 p_{ST} ，来确定。ITU-R SF.1650建议书中针对6和14 GHz频段的短期干扰标准可用于此目的。

* ITU-R SF.1585建议书定义了操作等值线。

因CCP附近的ESV操作产生的短期干扰功率，可根据该CCP路径上的传播损耗来判定。具体而言，它取决于在短时间内超出规定的传播损耗，且该比例与时间占用成反比（与CCP附近的ESV操作相关）。附件2中详细描述的方法与ITU-R SF.1485建议书或ITU-R SM.1448建议书附件1第2.2.2段中阐述的方法相同。与CCP附近ESV操作相关的时间比，取决于上述第2.2.1段中描述的三种情况哪种适用。

当FS的主波束轴与ESV的操作等值线存在自然交点时，与该NIP附近ESV操作相关的时间比 p_{ESV_i} ，与ESV在FS天线两10 dB点间的操作等值线上移动所需的时间直接相关。

除与一NIP相邻的CCP之外（被当作操作等值线的端点），时间比例 p_{ESV_i} 取决于，ESV从操作等值线上某直线段的中点移动至等值线下一段中点所需的时间。当CCP为操作等值线的端点时，其中的一部分等值线不存在，且其干扰值被定为零。

此外，还有可能出现更为复杂的情况，但这些情况可使用与本文所荐方法相类似的方式处理。

3 在确定可用频谱时应用CCP法

港口内或附近的船载ESV终端可用频谱，可用CCP法来确定，通过该方法来评估某特定频率是否会造成ESV与FS电台间的干扰大于允许值。

在为FS接收电台确定了CCP之后，可用附件2来确定长短期干扰是否均可接受。能够表明ESV操作不会对任何FS接收机产生不可接受干扰的频率范围，可指配给访问该港口的ESV使用。

附件2

计算来自ESV的干扰

1 引言

第82号决议（WRC-2000）的条款涉及在3 700-4 200 MHz和5 925-6 425 MHz工作的ESV。4-9S工作组起草了三份新建议书，其中两份仅要求对短期干扰标准进行审议。其中一份是ITU-R SF.1650建议书，该建议书主要处理近海距离问题，超出这一距离范围将不再考虑其对固定业务的影响；另一份是ITU-R SF.1585建议书，该建议书涉及如何确定需考虑ESV潜在干扰的区域，书中讨论的情况存在近海操作的可能性。第三份建议书，探讨在近海距离内，如何确定ESV产生的潜在干扰。

附件1负责确定那些用于判定ESV潜在干扰的点。一旦确定之后，有必要考虑无线电视距外电台干扰，以及与运动中的ESV操作位置产生耦合的视距电台干扰。对于固定发射地球站，通过应用短期干扰标准限制了对FS接收机的视距外干扰，并通过长期干扰标准限制了视距耦合对接收机产生的干扰。ITU-R SF.1006建议书为长短期干扰的评估提供了方法并制定了干扰标准，并建议在确定潜在干扰时同时满足两项标准。尽管ESV加大了确定潜在干扰的复杂程度，但原理仍然不变：短期干扰标准可保护远方的电台免受短时高功率干扰；长期干扰标准保护附近的电台，即保护接收机的衰落余量。本附件是确定各类情况下潜在干扰的基础。

下文中的第2节列出了地表两电台间传播损耗的统计数据，并显示了不同长度路径上，一定比例时间内超出的损耗值与应用的长短期干扰标准（发射地球站在固定位置时）之间的关系。第3节考虑在干扰电台处引入位置变动因素造成复杂度上升时，如何确定潜在干扰，并根据ITU-R F.1108建议书中的FDP法和本建议书附件1中的CCP法，制定了一种新的方法。如第4段所示，产生了一种新的方法，用于确定基于现有长期干扰标准的潜在干扰可接受性。第5段中提出了一种基于同一套CCP对短期干扰加以考虑的方法。

2 一定时间比例的固定电台所需的最低传播损耗

为在一定比例的时间 p 内满足固定接收电台天线终端处允许的干扰功率电平，可通过ITU-R SM.1448建议书计算出所需的最小传播损耗，其中在预计的路径损耗之内有 $p\%$ 的时间等于或超过所需最小损耗¹。因此：

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad \text{dB} \quad (1)$$

式中：

- p : 可能会超过允许干扰功率的最大时间比例
- $L_b(p)$: 传播模式（1）， $p\%$ 时间内的最小所需损耗（dB）；传播模式（1）预测路径损耗必须有 $p\%$ 的时间超出此值
- P_t : 发射地面站或地球站天线终端参考带宽中的最大可用发射功率电平（dBW）
- $P_r(p)$: 在接收地面站天线终端处，超出参考带宽允许干扰辐射功率（dBW）的时间不得超过 $p\%$ ，其中地面站可能会受到干扰，且干扰辐射来自单一干扰源

¹ 当 p 仅为很小比例的时间，即在0.001%至1.0%范围之内，则称之为短期干扰；如果 $p \geq 20\%$ ，则称之为长期干扰。

G_t : 发射地面站或地球站的天线增益（相对全向dB）。对于发射地球站，此为面向给定方位角物理平面的天线增益。

G_r : 可能受干扰的地面站或地球站接收天线增益（相对全向dB）。对于接收地面站，使用最大主波束轴天线增益。

对于长期干扰的时间比例，通常采用20%，且根据ITU-R SF.1006建议书给出允许的干扰功率如下：

$$P_r(20) = 10 \log(k T_e B) + J \quad \text{dBW} \quad (2)$$

式中：

k : 波尔兹曼常数， 1.38×10^{-23} J/K

T_e : 接收天线终端处的接收系统的热噪声温度（K）

B : 参考带宽（Hz），即可能会受干扰的接收站带宽，且对该带宽可取干扰辐射功率的平均值

J : 来自单一干扰源的长期允许干扰功率与接收系统的热噪声之比（dB）。

对于短期干扰，该时间比在总允许干扰时间比中占有适当的比例。为了讨论方便，我们将比例定为0.001%，并将其写为：

$$P_r(0.001) = 10 \log(k T_e B) + 10 \log(10^{M_s/10} - 1) \quad \text{dBW} \quad (3)$$

式中 M_s 为链路性能余量（dB）。

注意，短期干扰允许的功率值要远大于长期干扰允许的功率值。即：

$$P_r(0.001) - P_r(20) = 10 \log(10^{M_s/10} - 1) - J \quad \text{dB} \quad (4)$$

ITU-R SF.1650建议书在制定短期允许干扰功率时， M_s 为19 dB。假设 J 的典型值为-10 dB，则公式（4）中的差为：

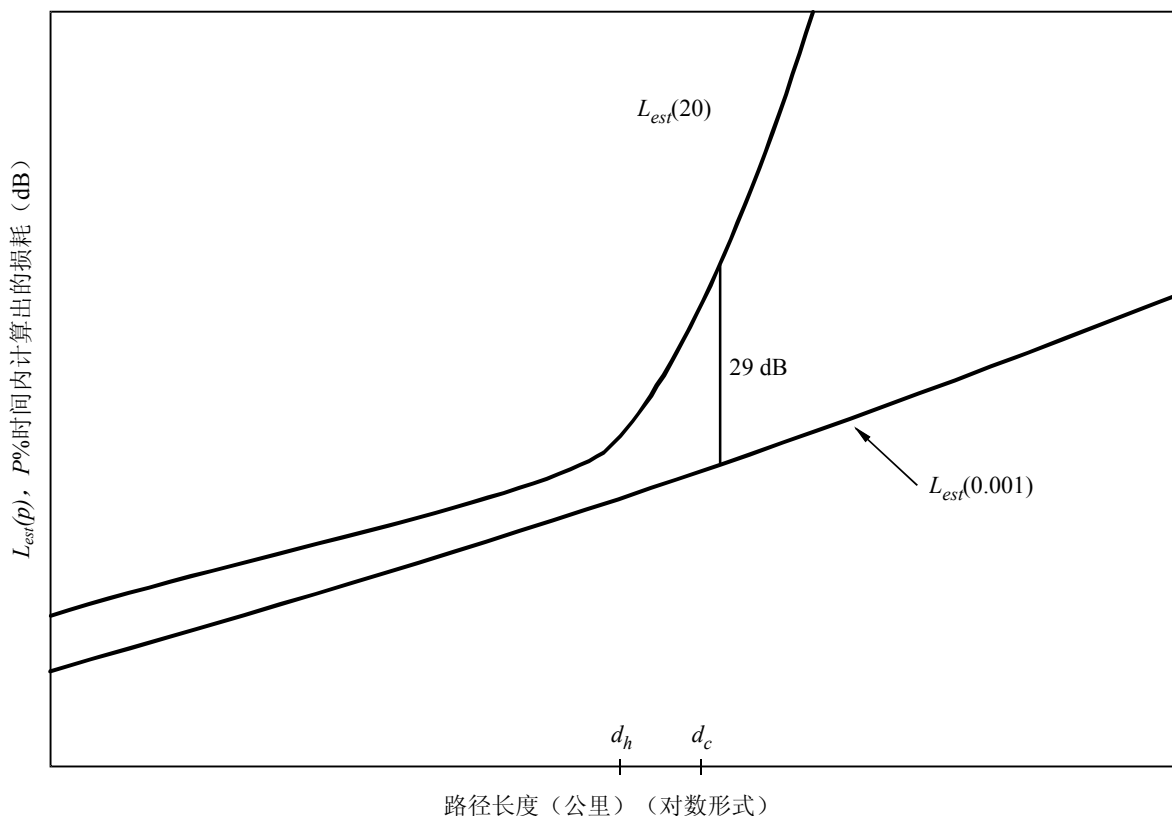
$$P_r(0.001) - P_r(20) \approx 29 \quad \text{dB} \quad (5)$$

公式（1）可使用允许的干扰功率，用于确定最小所需传播损耗，且预计的路径损耗应在短时间内超过该值。可使用ITU-R P.452建议书中的程序，计算在短时间 p 内被超出的预计路径损耗值，用 $L_{452}(p)$ 表示。如图2所示，一般会出现在20%和0.001%的时间内超出预计路径损耗的情况。

对行选定的天线高度，干扰源与FS接收机间的传播路径为路径距离 d_h 处的临界视距。在更远的距离上，超出无线电视距范围的接收机和在20%的时间超出路径损耗的情况 $L_{452}(20)$ ，损耗会随距离而迅速攀升。在关键距离 d_c 处，在20%时间内超出预计损耗的情况比0.001%时间内超出预计损耗的情况要高29 dB。因此，在这一距离上，这些时间比例的长短期干扰标准或者是全部得到满足，或者是均无法满足。如果距离更长，则在短期干扰标准得到满足的

条件下，长期干扰的标准总会得到满足。如果距离更短，则在长期干扰标准得到满足的条件下，短期干扰的标准总会得到满足。因此，在确定协调区时，仅使用短期干扰标准。

图2
在 20% 和 0.001% 时间内距离与预计路径损耗之间的关系（估算值）



1649-02

3 除传播损耗之外对参数时变产生的其它影响

对于ESV，接收天线的干扰功率会因发射地球站和随时间而变的传播损耗而改变。可通过采用其它共用方案中的技术，处理长短期干扰的问题。下述各分节讨论了须对运动ESV的长短期干扰进行单独处理的情况。

3.1 针对短期干扰的考虑

ESV产生的短期干扰尽管更为复杂，但与确定接收固定电台（针对非对地静止（GSO）空间电台的地球站）协调区所用方法并无不同。对于非GSO的情况，仅是公式（1）中的水平增益 G_t ，与时间一同变化。建议使用ITU-R SM.1448建议书第2.2.1段中的时变增益（TVG）法，作为这些方案的补充方法（另见ITU-R SF.1485建议书）。应用TVG法时，需

确定在 p_n 这段时间内，固定电台方向上超出水平增益的累积分布。对于各个比例 p_n ，公式（1）使用相关的水平增益和允许的干扰功率 $P(p)$ ，用于确定应在 $p_v\%$ 时间内超出的最小所需损耗，且其限值为：

$$p_v = \begin{cases} 100 p/p_n & \text{若 } p_n \geq 2 p \\ 50 & \text{若 } p_n < 2 p \end{cases} \% \quad (6)$$

在确定协调区时，对于协调距离上的各个 p_n ，预计路径损耗必须在 $p_v\%$ 的时间内超过此损耗。

ESV的情况更为复杂，因为ESV与固定电台间的干扰路径会随船舶的移动而变化。因此，比例 p_n 与增益 G_n 之间不存在唯一的关联。为确定潜在干扰，有必要将ESV操作等值线上的一系列点视作CCP，并建立发射天线水平增益与这些点的时间比例之间的联系。

3.2 针对长期干扰的考虑

ESV长期干扰的考虑仅针对潜在干扰的确定。此情况与非GSO卫星对FS接收机产生的空对地干扰情况并无不同，FDP概念便是由此而来。ITU-R F.1108建议书将FDP定义为：

$$FDP = \frac{\sum_i f_i I_i}{N_T} = \frac{\text{平均干扰功率}}{N_T} \quad (7)$$

式中：

- N_T : 带宽 B 内接收机输入端的有效噪声功率 (dB(W/B))
- B : 参考带宽
- I_i : 带宽 B 内接收机输入端出现的 i 级干扰功率 (W/B)
- f_i : i 级干扰电平存在的时间段。

对于来自非GSO卫星的干扰，尽管有些情况包括了大气损耗，但通常假设卫星辐射的传播是在自由空间条件下。因此，使用公式（7）来确定FDP，利用模拟来获取干扰功率值及其出现的时间段。考虑到固定地面站与固定地球站间的干扰，通常的程序使用传播模型，例如ITU-R P.452建议书中给出的模型，来确定传播损耗。通过ITU-R P.452建议书可制定一种综合的方法，确定CCP的传播损耗（有20%的时间超出规定值）。根据自由空间损耗的距离平方关系式进行换算，ESV路径中各部分的操作对FDP的影响，可用直接积分的闭合形式来计算。为了更加符合地球站用于确定潜在干扰的方法，将以平均干扰功率－公式（7）中的分子为基础确定潜在的干扰。此平均功率可直接与长期干扰的允许值进行对比。第4段更详细地描述了此方法。

4 针对长期干扰的具体考虑

为了考虑在建议使用的近海等值线上工作的、ESV产生的长期干扰，首先有必要将操作等值线分割成若干直线段。这些直线段的端点可用于确定利用附件1的方法定义的所有CCP，且这些点可用于确定平均干扰功率。如果FS天线的主波束轴与某一直线段相交，则交点亦为该FS电台的CCP。平均干扰功率是操作等值线上各直线段干扰功率之和。根据ITU-R SF.1650建议书中的使用方法和标识，假设每年 f_{ESV} 船只均以恒定的速度 v_{ESV} km/h穿越操作等值线。

当某个直线段包含与FS天线主波束轴的交点时，则ESV通过主波束时产生的干扰很可能是该直线段与平均干扰功率间的主要干扰。下面两个分节分别讨论了，经过主波束产生的干扰，和主波束轴交点的直线段情况。第三分节介绍了包含所有产生平均干扰功率因素的总程序。

4.1 主波束通过时对平均干扰功率的影响

ITU-R F.699建议书或ITU-R F.1245建议书可用于提供视轴方向，角度为 φ_d （度）时的FS天线增益（dBi）函数式：

$$G_r(\varphi_d) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \varphi_d^2 \quad \text{若 } \varphi_d < \varphi_{dm}$$

式中：

$$\frac{D}{\lambda} = 10^{(G_{max}-7.7)/20} \quad (\text{天线直径与波长之比})$$

$$\varphi_{dm} = \frac{20\lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} \quad (\text{偏视轴角与第一旁瓣 (度)})$$

$$G_1 = 2 + 15 \log(D/\lambda) \quad (\text{第一旁瓣的天线增益 (dBi)})$$

接下来，通过下式得出视轴角方向角度 φ_d （度）内的主波束增益比²：

$$g_r(\varphi_r) = g_{max} e^{-\alpha^2 \varphi_r^2} \quad \text{若 } \varphi_r < \varphi_{dm} \quad (8)$$

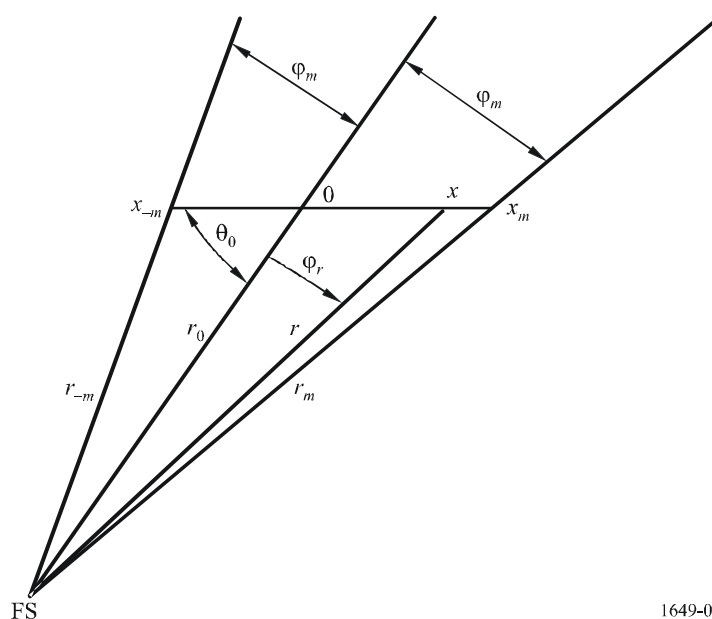
式中：

$$\alpha^2 = \frac{\ln(10)}{10} (2.5 \times 10^{-3}) \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2$$

² 整个制定过程中，以dB、dBi或dBW表示的单位使用罗马斜体字符。相同的数量，以功率比或功率单位表示时，采用小写的相同罗马斜体字符，下标方式不变。因此，

$$g_{max} = 10^{G_{max}/10} = e^{G_{max} \ln(10)/10}。$$

图3
ESV主波束经过时的几何图形



1649-03

主波束通过时的几何图形如图3所示。ESV的操作路径沿x轴方向，在 $x=0$ 处与主波束相交，夹角为 θ_0 。天线的主波束的波束宽度为 -10 dB ($2\varphi_m$)，比最大增益为45 dBi的天线少 2° ，是6 GHz频段的典型值。在x中的 x_{-m} 至 x_m 区间，主波束与ESV路径相交。当ESV距主波束轴与ESV路径x公里，且距FS接收机为r公里时，接收到的接收功率（参考带宽中的瓦特数）可以写为：

$$p_{r,x} = \frac{p_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{r_0^2}{r^2} e^{-\alpha^2 \varphi_r^2} \quad (9)$$

式中：

- p_t : 参考带宽中的发射功率 (W)
- g_{t0} : 当ESV在波束交点时，面向FS接收机的发射天线增益（采用比例的形式）
- $g_{r \max}$: 接收天线的最大增益（采用比例的形式）
- ℓ_F : FS接收系统的馈线损耗比
- $\ell_{452}(20)$: 波束交点的传播损耗比，根据ITU-R P.452建议书进行计算，在20%的时间未超出规定值
- φ_r : 偏主波束轴角（度）
- φ_m : 偏主波束轴角（度），其接收天线增益比最大值低10 dB。

注意，假设在窄角（小于 2° ）区域内发射天线增益恒定，且已针对距离r转换了传播损耗。

由于主波束宽度的一半小于 1° ，可将其大致写为：

$$r = r_0 + x \cos \theta_0$$

$$\varphi_r = (180/\pi)x \sin \theta_0 / (r_0 + x \cos \theta_0)$$

在 x_{-m} 至 x_m 路径上均匀分布的发射机干扰功率平均值为：

$$\overline{p_{r,0}} = \frac{1}{x_m - x_{-m}} \int_{x_{-m}}^{x_m} p_{r,x} \, dx$$

式中 $p_{r,x}$ 由公式(9)给出。将积分变量改为 φ_r ，则公式变为：

$$\overline{p_{r,0}} = \frac{P_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{2\varphi_m r_0 (\pi/180)}{(x_m - x_{-m}) \sin \theta_0} \left[\frac{1}{2\varphi_m} \int_{-\varphi_m}^{\varphi_m} e^{-\alpha^2 \varphi_r^2} d\varphi_r \right] \quad (10)$$

方括号中的项是相对于角间测出主波束 $g_{r \max}$ （采用比例的形式）的平均增益，该增益比最大增益小10 dB。对于ITU-R F.699或ITU-R F.1245建议书中的参考天线方向图，此数量值为0.565。

公式(10)中给出的平均值可以转换为年平均集总功率，其方式是与此平均功率在一年内的各个部分相乘。以小时为单位的，船舶经过主波束时间为 $(x_m - x_{-m})/v_{ESV}$ 。如果每年通过主波束的船舶数量为 f_{ESV} ，一年内进行平均的集总平均干扰功率可通过下述公式得出³：

$$\tilde{I}_{0,av} = \frac{P_t g_{t0} g_{r \max}}{\ell_{452}(20) \ell_F} \frac{2\pi\varphi_m r_0}{180 v_{ESV} \sin \theta_0} \frac{f_{ESV}}{8760} (0.565) \quad (11)$$

其中，8760为一年中小时的数量。

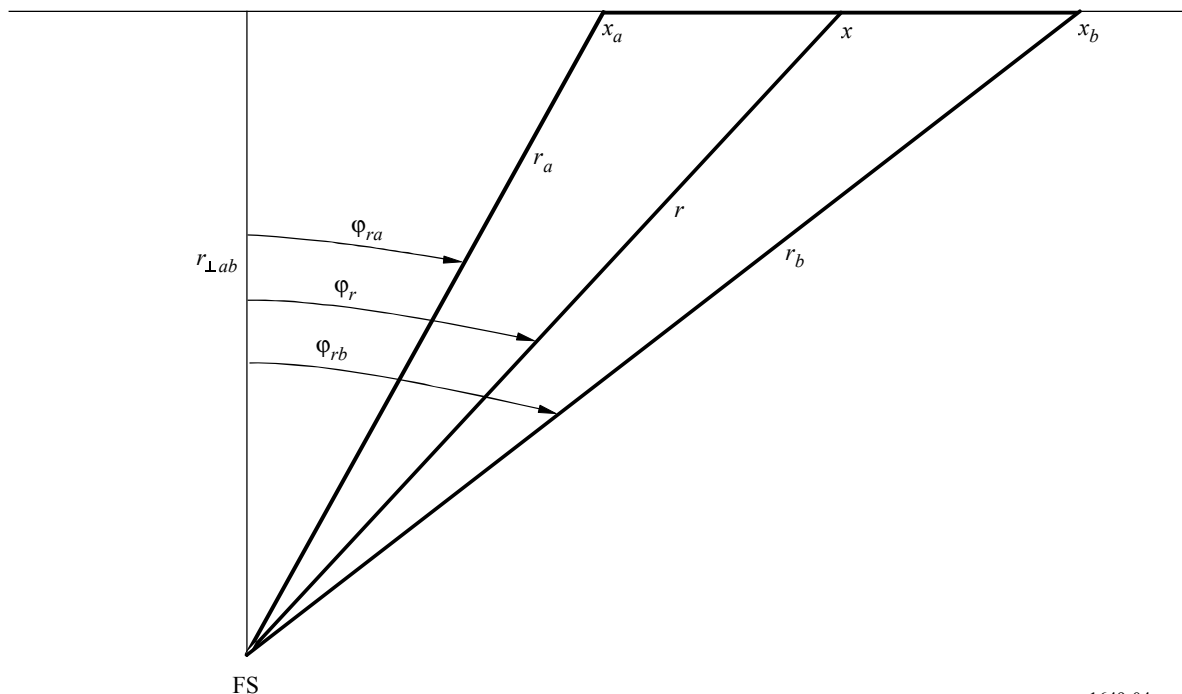
注意，如果它永远位于FS天线主波束与ESV操作路径的交点，则该平均长期干扰功率会明显低于具备相同特性地球站的平均长期干扰功率。例如，当交叉角为 90° ，即产生的干扰最小，且在距离为20 km处船舶以5节（9.261 km/h）的速度经过1000次，公式(11)给出的平均干扰功率将下降23.8 dB。同样的情况，但交叉角为 20° 时，平均值仅下降19.1 dB。当然，ESV操作对操作路径上其它部分的干扰亦应被考虑在内，因为它们将进一步降低此dB差。即使可以忽略这些其它干扰，如果对主波束轴与操作等值线交点处的干扰功率应用短期干扰标准，那么目前还不清楚此情况下，是长期干扰还是短期干扰占主导地位。因此，必须对运动中的ESV同时应用短期和长期干扰标准。

³ 平均干扰功率上的符号(\sim)用于提醒此数量为代表参考带宽内以瓦特这单位的功率值。

4.2 无主波束交点的直线段对平均干扰功率产生的影响

图 4

ESV 经过 FS 天线主波束外操作等值线某直线段时的几何图形



1649-04

图4给出了此情况下的几何状态和坐标。船舶会穿越操作等值线 x_a 与 x_b 间的一段。此公式与公式(9)相似，只是直线段的长度可能远长于波束宽度经过的距离。因此，在这种情况下，在ESV经过这一直线段时，其水平增益被FS接收机的方位角最大值所取代。尽管FS天线的实际增益方向图可以包括在一个积分中，但更为简便的方法是假设在 φ_a 与 φ_b 之间FS增益(dBi)与方位角的变化呈线性关系。注意，此公式中方位角测量的起始点始于FS电台位置与包含 x_a 至 x_b 间直线段的那条直线的垂线。线性近似值取保守值，主波束外的参考天线增益方向图或是平线或是向上凸；由于直线段一端到另一端的增益差通常并不大，因此结果的精度不会下降。因此，当ESV在此直线段内，距FS电台与（包含该直线段）该直线的垂线距离为 x 时，接收机功率（参考带宽中以瓦特为单位）的计算方法如下：

$$p_{r,x} = \frac{p_t g_{t,ab}}{\ell_{452.a} (20) \ell_F} \frac{r_a^2 g_{r\varphi_r}}{r_{\perp ab}^2 + x^2} \quad (12)$$

式中：

- p_t : 参考带宽的发射功率 (W)
- $g_{t,ab}$: ESV在 x_a 和 x_b 间时，面向FS接收机的最大发射天线增益比
- ℓ_F : FS接收系统的馈线损耗比

$\ell_{452.a}(20)$: 点 x_a 处的传播损耗, 根据ITU-R P.452建议书的计算, 在20%的时间超出规定值

$g_{r\varphi_r}$: 接收天线在方位角 φ_r 处针对点 x 的增益 (采用比例的形式)

$r_{\perp ab}$: FS电台与包含 x_a 至 x_b 段的直线间的距离。

依照接收天线增益 (dB) 在 φ_{ra} 的 G_a 与 φ_{rb} 处的 G_b 间呈线性变化的假设, 可将增益比 $g_{r\varphi_r}$ 写为:

$$g_{r\varphi_r} = g_{ra} e^{\frac{\ln(10)}{10} \left(\frac{G_{rb} - G_{ra}}{\varphi_{rb} - \varphi_{ra}} \right) (\varphi_r - \varphi_{ra})} \quad (13)$$

可根据公式 (10), 将 x_a 至 x_b 段的间隔在公式 (12) 内进行积分, 再除以间隔长度, 则可计算出该段上的干扰功率平均值 $\overline{p_{r,ab}}$ 。改变 φ_r 积分的变量, 其中 $x = r_{\perp ab} \tan(\pi\varphi_r/180)$, 则可得出:

$$\overline{p_{r,ab}} = \frac{p_t g_{t,ab}}{\ell_{452.a}(20) \ell_F} \frac{\pi r_a^2 (\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{180 r_{\perp ab} (x_b - x_a)} \operatorname{sinch}((G_b - G_a) \ln(10)/20) \quad (14)$$

其中 φ_{ra} 和 φ_{rb} 角可用度来表示:

$$\operatorname{sinch}(x) = \frac{\sinh(x)}{x}$$

船舶以小时为单位经过ESV操作等值线的这一直线段, 可表示为 $(x_b - x_a)/v_{ESV}$ 。如果每年经过主波束的船舶数量为 f_{ESV} , 则从该直线段产生的集总平均干扰功率 (在一年内取平均值) 可通过下述公式得到:

$$\tilde{I}_{ab,av} = \frac{p_t g_{t,ab} \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{\ell_{452.a}(20) \ell_F} \frac{\pi r_a^2 (\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \operatorname{sinch}((G_{rb} - G_{ra}) \ln(10)/20) \quad (15)$$

公式 (15) 中的 $r_a^2 / \ell_{452.a}(20)$ 项证明此项工作从 x_a 点处的传播损耗因子扩张开始。如果平均干扰功率由 x_b 点处的传播损耗因子确定, 则除用 $r_b^2 / \ell_{452.b}(20)$ 取代了 $r_a^2 / \ell_{452.a}(20)$ 之外, 平均干扰功率应该相同。如果传播损耗因子在20%的时间超出, 且时变与距离的平方成反比, 则这两项相同。一种对反平方律关系式偏离做出补偿的简便方法是取两次计算的平均值, 从而得出:

$$\tilde{I}_{ab,av} = \frac{p_t g_{t,ab} \sqrt{g_{ra} g_{rb}}}{2 \ell_F} \frac{\pi (\varphi_{rb} - \varphi_{ra}) f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \left(\frac{r_a^2}{\ell_{452.a}(20)} + \frac{r_b^2}{\ell_{452.b}(20)} \right) \times \operatorname{sinch}((G_{rb} - G_{ra}) \ln(10)/20) \quad (16)$$

4.3 操作等值线的集总平均干扰功率

CCP的确定是通过将ESV的操作等值线分成若干直线段, 并确定直线段端点连接的位置。在找到给定FS接收机的关键点方位角后, 可以方便地确定FS天线主波束轴是否与任何直线段相交。

如果主波束没有相交，则可使用公式（16）求出操作等值线各直线段干扰之和，从而确定潜在干扰的平均值。

如果主波束与一个直线段相交，则该相交直线段内的操作，可能会为总平均潜在干扰增加一种、两种或三种成份。这些干扰成份被加入通过公式（16）计算出的其余直线段各干扰之和。

相交直线段产生的这三种可能的干扰成分可通过下述方式确定：

- 主波束通过的相对干扰由公式（11）来确定。如果此直线段完全在FS天线的主波束之内，这便是此直线段产生的唯一干扰。
- 来自FS天线主波束之外直线段各部分的干扰可用公式（16）来确定，其方式是在主波束边缘确定附加的CCP。

在整个讨论过程中，假设ESV发射天线的水平增益与方位角间并无很大的变化。可以很容易地修改该程序，加入方位角的水平增益变化。在直线段内ESV位置的任何天线增益均未达到最大值时，第4.2段中应使用发射接收增益比产物的增益平均值。在此情况下，公式（16）变为：

$$\tilde{I}_{ab,av} = \frac{p_t \sqrt{g_{ta}g_{ra}g_{tb}g_{rb}}}{2 \ell_F} \frac{\pi(\varphi_{rb} - \varphi_{ra})f_{ESV}}{180 r_{\perp ab} 8760 v_{ESV}} \left(\frac{r_a^2}{\ell_{452.a}(20)} + \frac{r_b^2}{\ell_{452.b}(20)} \right) \times \operatorname{sinh}((G_{tb} + G_{rb} - G_{ta} - G_{ra}) \ln(10)/20) \quad (17)$$

式中：

- g_{ta} : 当ESV在 x_a 的CCP处时，面向FS接收机的发射天线增益比
- g_{tb} : 当ESV在 x_b 的CCP处时，面向FS接收机的发射天线增益比

另外，当ESV经过某直线段，针对FS接收机的发射天线增益达到最大值，而接收未达到，则可通过特定FS接收机达到最大值（使用附加CCP确定该接收机的潜在干扰）时的直线段点，来获得更为精确的结果。

5 针对长期干扰的具体考虑

ESV短期潜在干扰的考虑在两个方面与用于确定近海距离的短期干扰考虑不同，超出此近海距离之外，无须考虑ESV的干扰。在确定近海距离时，考虑的内容限于ESV与FS接收天线的主波束轴相交的情况。此外，考虑的内容还被进一步限定在与主波束轴垂直的交叉轨道。此节中的短期考虑包括所有的可能性，因此将与上节中的进展同步。

考虑到操作等值线上ESV对FS接收机产生的潜在短期干扰，有必要确定该等值线上各关键点短期潜在干扰功率，从而判定哪一种能够控制短期干扰。在下述过程中，假设有一个关键点用于确定潜在干扰功率，此功率将在特定比例的时间内被超过，并可与短期干扰标准进行对比。鉴于参数之间存在的相互关系，无法直接确定控制点及相关的功率。虽然有几种可行的方法，但本节中的方法最为直接。

为了方便今后的制定工作，在存在主波束交叉时，将用数字0来指定用于确定主波束交叉的关键等值线点。其余的CCP，可确定操作等值线改变方向的点，在该等值线上将按数字顺序从1至 N_{ccp} 排列，其中 N_{ccp} 表示ESV操作路径上此类CCP的数量。根据第3.1段的讨论以及第4段中制定的要求，当ESV在第 i 个CCP附件操作时，有 $p_{ST}\%$ 的时间超出FS接收机的功率（dBW），其计算公式如下：

$$I_{ST,i}(p_{ST}) = P_t + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - L_{452,i}(p_{Li}) \quad (18)$$

式中：

- p_{ST} : 可能会超出短期干扰允许功率电平的时间比例（见公式（3））
- P_t : 参考带宽的发射功率（dBW）
- $G_{t,i}$: 当ESV在第 i 个CCP处时发射天线面向FS接收机的增益，其中 $i = 1$ 至 N_{ccp} （dBi）
- $G_{r,i}$: 当ESV在第 i 个CCP处时接收天线面向ESV的增益，其中 $i = 1$ 至 N_{ccp} （dBi）
- L_F : FS接收系统的馈线损耗（dB）
- $L_{452,i}(p_{Li})$: 根据ITU-R P.452建议书计算出的第 i 个CCP处的传播损耗，在 $i = 1$ 至 N_{ccp} （dB）的条件下，只有 $p_{Li}\%$ 的时间不会超出规定值。

时间百分比 p_{Li} ，通过下述公式给出：

$$p_{Li} = 100 p_{ST} / p_{ESVi} \quad (19)$$

式中：

- p_{ESVi} : 与第 i 个CCP附近ESV操作相关的时间百分比。

如有必要，应根据ITU-R P.452建议书的要求将时间百分比 p_{Li} 限制在0.001%至50%范围内。

在主波束交叉的情况下，可直接估算必要值。与主波束交叉点附近的ESV操作相关的时间百分比，是指在与最大增益相应的增益电平下，通过FS天线主波束所需的时间。在此建议书和第4段中，使用了10 dB的波束宽。为了统一，确定短期潜在干扰时，应使用相同的宽度。使用10 dB的波束宽度，计算百分比 p_{ESV0} ，

$$p_{ESV0} = 4 \times 10^{-4} \frac{f_{ESV} \Phi_m r_0}{v_{ESV} \sin \theta_0} \quad (20)$$

其中各种符号在推导公式（11）中作出了定义。

使用公式(18) - (20)，用户可以确定 $I_{ST,0}$ ，由于FS天线主波束中的ESV操作，有 $p_{ST}\%$ 的时间超出了FS接收机处的功率值。尽管在ESV操作路径中可能存在靠近另一关键点的区域，而这将会使确定的短期干扰功率在同一时间内几乎会达到相同的强度，但仅须考虑最差情况下的最大功率。另一种方案是在CCP之间分割允许使用的时间百分比 p_{ST} 。

为了确定CCP产生的潜在干扰功率，而该CCP并非主波束与操作等值线中某直线段交叉的产物，则必须首先确定该ESV在此CCP附近工作的相关时间。最为直接而保守的方法是，将两个相邻操作直线段的各一半与给定的CCP建立关联。因此，用 $x_{i,i+1}$ 表示编号为 i 的CCP和编号为 $(i+1)$ 的相邻CCP之间的直线段长度：

$$p_{ESVi} = \frac{f_{ESV}}{87.6V_{ESV}} \frac{(x_{i,i-1} + x_{i,i+1})}{2} \text{ 与 } 100\% \text{ 间的较小值} \quad (21)$$

各短期潜在干扰功率的值可用公式(21)和(19)来确定($i \neq 0$)。这些短期功率的最大值为与允许短期干扰功率进行对比时的控制功率。

6 总结

本附件阐述了一套程序，可用于确定在大陆附近特定等值线上工作的，ESV产生的潜在辐射干扰。

尽管此程序的重点是6 GHz频段，但相同的方法亦适用于14 GHz频段，并且第82号决议(WRC-2000)述及了此问题。14 GHz频段的固定业务链路性能受到多径衰落和降雨衰落的影响，且两种机制的相对重要性取决于无线电气象的气候。在其它考虑不变的情况下，当多径衰落主导固定业务链路性能时，共用条件限制性更强。因此，此程序亦应适用于14 GHz频段。

ITU-R SF.1650建议书中给出了可用作此方法应用指南的参数表。ESV参数应代表实际的系统参数，并与ITU-R S.1428建议书中的参数相符。固定链路的参数亦应代表实际的系统参数。有关干扰标准，可参考ITU-R SF.1006建议书和ITU-R SF.1650建议书。

附件3

计算ESV干扰的备用方法

1 引言

此附件进一步完善了附件2中的方法，使其能够成为对ESV操作的全面仿真。此方法需要更多的计算时间。当会使FS接收机对ESV产生不同屏蔽的操作等值线的地貌特征与接收机和关键等值线点之间的地貌特征不同时，可能会使计算结果更为精确。本附件中的这些程序可应用于整条操作等值线，或仅应用于该等值线中的若干部分，而将附件2中的程序应用于该等值线中的其余部分。

2 仿真程序

一开始，操作等值线被划分为 R 个较短直线段，因此 r_i 为以公里为单位的第 i 个直线段的长度（ $i = 1, 2, \dots, R$ ）。总体而言，这些直线段的长度比附件2中考虑的直线段长度要短很多。在仿真方案中，任一直线段内因ESV操作产生的干扰，均是因该直线段中点操作而产生。当FS天线的主波束轴在NIP处与操作等值线相交时，直线段的数量必须足够多，从而能够确保至少有一个直线段的中点与NIP之间的距离足够接近，使该直线段中点处的天线增益可在NIP增益的1dB范围之内。

3 通过仿真确定短期干扰出现的次数

确定短期干扰出现的次数，需要对ESV操作等值线中各直线段出现的短期干扰次数进行汇总。当一次仅有一条操作等值线的直线段被占用时，可加入时间比例的分布情况。这样：

$$p_{ST} = \sum_{i=1}^R p_{STi} F_{Yi} \quad (22)$$

式中：

p_{ST} : 计算得出的在一年内超出短期干扰标准的时间比例， I_{STC}

p_{STi} : 在ESV长期位于操作等值线第 i 个直线段中心位置的情况下，计算一年中超出干扰标准 I_{STC} 的干扰功率所占时间比例。

F_{Yi} : 一年中ESV位于第 i 个直线段内的时间。

对于第 i 个直线段中心的路径， p_{STi} 的时间比可通过传播损耗 L_{STi} 来确定（需用其将FS接收机的干扰功率变为 I_{STC} ）。即：

$$L_{STi} = P_t + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - I_{STC} \quad (23)$$

式中：

L_{STi} : 当要求的干扰功率必须小于该关键值 I_{STC} 时，FS接收机第 i 个直线段中心必须超出的传播损耗值（dB）

P_t : 参考带宽的传播功率（dBW）

$G_{t,i}$: 当ESV在第 i 个直线段的中心时，ESV发射天线在FS接收机方向上的水平增益（dBi）

$G_{r,i}$: 当ESV在第 i 个直线段的中心时，FS接收天线ESV方向上的增益（dBi）

L_F : FS接收系统的馈线损耗（dB）

I_{STC} : FS接收机处的关键干扰功率（已为其规定了短期干扰标准的可用时间比例）（dBW）。

时间百分比 p_{STi} 是指传播损耗所占的时间比例，其中根据ITU-R P.452计算出的第*i*个直线段中心路径的传播损耗，等于或大于规定的损耗值 L_{STi} 。但是ITU-R P.452建议书仅提供 p 的范围在0.001%至50%情况下， $p\%$ 时间内超出传播损耗规定值时的传播模型。因此，对于这些传播模型：

$$p_{STi} = \begin{cases} 100 & \text{若 } L_{452.i}(50) < L_{STi} \\ \text{因此} & L_{452.i}(p_{STi}) = L_{STi} \\ 0.001 & \text{若 } L_{452.i}(0.001) > L_{STi} \end{cases} \quad (24)$$

当时间比例 p_{STi} 在0.001至50%之间时，满足公式（24）可能需要对在确定规定传播损耗时间比例时，应用递归程序。

如果ESV在进行仿真的操作等值线部分速度（ v_{ESV} ）恒定，且每年经过操作等值线的船舶数量为 f_{ESV} ，另外第*i*个直线段的长度为 r_i ，则公式（22）中的参数 F_{Yi} 可以定为：

$$F_{Yi} = \frac{f_{ESV} \cdot r_i}{8760 v_{ESV}} \quad (25)$$

此外，如果所有直线段的长度均为 r_0 （km），参数 F_{Yi} 恒定，则公式（22）可简化为：

$$p_{ST} = \frac{f_{ESV} \cdot r_0}{8760 v_{ESV}} \sum_{i=1}^R p_{STi} \quad (26)$$

4 通过仿真确定长期干扰

操作等值线上ESV操作产生的长期干扰，可使用大量为确定短期干扰而计算出的数据。长期干扰被定为干扰功率的平均值。如果ESV永久性地位于第*i*个等值线直线段的中心，则20%的时间超出干扰功率被视作此直线段平均干扰功率的估算值。接下来，长期干扰功率 I_{LT} ，可表示为各直线段的干扰之和，并使用一年中ESV在该直线段内的时间段进行加权。这样：

$$I_{LT} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^R \tilde{I}_{LT,i} F_{Yi} \right) \quad \text{dBW} \quad (27)$$

式中：

$$\tilde{I}_{LT,i} = 10^{(P_i + G_{t,i} + G_{r,i} - L_F - L_{452.i}(20))/10} \quad \text{W} \quad (28)$$

此前，对所有其它数量进行了定义。

注意，可使用ITU-R P.452建议书直接计算损耗 $L_{452,i}$ （18）。此外，由于每次船舶通过产生的干扰是加性的，在操作等值线上同时占用多个直线段不会产生叠加效应。公式（3）确定的干扰功率可直接与FS接收机的长期干扰标准对比。

5 快速仿真程序

如果ESV操作等值线上存在自然交叉点（NIP），并且FS接收天线的主波束轴在该点与操作等值线相交，通常能够简化第3和第4段中的程序。由于典型FS天线的高主轴增益，当ESV在NIP附近工作时，很可能接收到干扰功率的最大值。

因此，由于仅当ESV在NIP附近工作时才会使用短期干扰标准，干扰率的最高值会超过关键功率电平。所以，仅需对操作等值线的一部分应用第3段中的程序。当FS天线增益低于最大值10 dB时，根据附件1第2.2.1和第2.2.3段以及附件2的第4.1和第5段，在大多数情况下，操作等值线两点间的部分均已够用。

尽管可根据附件2第5段应用相似的程序，此仿真方式更为精确地将天线波束形状对计算出的、超出关键功率的时间比的影响也包括了进来。

快速仿真程序亦可用于审查长期干扰的影响，但此时需要更为仔细。FS接收机在更长的时间段内，将通过天线旁瓣收到较低的干扰。正是由出这些情况的出现，才需要将长期干扰评估法包括在内。由于旁瓣使时间比更高，仿真过程中需包括的操作等值线部分将大于短期干扰考虑中的相应部分。需通过自适应计算来确定需加以考虑的操作等值线部分。

如果某接收机无法满足短期干扰标准，则没有必要对该接收机进行长期干扰分析。

注意，总有一些特殊情况会对快速模拟方法的有效性提出质疑。例如，当FS天线主波束轴在与ESV操作等值线距该垂线 75° 以上的情况下相交时，便会出现这种情况。另一种情况是，操作等值线出现弯曲，从而使该NIP的干扰路径成为一条跨平面的路径。如果操作等值线距FS接收机很近，则可能有必要在操作等值线的多个部分进行干扰估算。

6 通过仿真确定全部在功率的分布

此外，可使用本附件第3段中所述的程序确定 p_I （在此时间段内超出了任意中等干扰电平值 I ），其方式便是通过简单地用干扰电平 I 替代 I_{SRC} ，并按顺序对公式（23）、（24）和（22）求解。该对 (I, p_I) 的连续区间描述了干扰功率的互补累积分布函数（*ccdf*）。第3段的相同限制，亦适用于这些计算。

超出干扰功率的仿真完成时间分布，可用于制定接收干扰功率的平均值，用于与长期干扰的标准进行比较。注意，如果在一定比例的时间内关键短期干扰功率被超过，则在这段时间会超过短期干扰标准，且没有必要制定完整的仿真分布。为了简便，这里假设没有超出短期干扰功率的关键值。在这种情况下，确定平均干扰功率要求将干扰功率的分布转换为以瓦特为单位的，干扰功率互补累积分布函数。分别使用积分的组成部分，可以很容易地显示出，通过所有功率值分布的积分得出平均干扰功率。

很明显，这一确定平均干扰功率方法的计算强度要高于附件2中第4段和本附件第4段所述的方法。

附件4

在14 GHz频段遵从较小天线要求所需的技术参数

第902号决议（WRC-03）要求14.0-14.5 GHz频段内小于当前1.2 m最低值的ESV天线，必须符合四项特定的技术参数限值。这些参数在第902号决议（WRC-03）附件2中列出。这些参数的设计目的是为了保护可能会共用此频段的地面业务，保护与ESV通信所用卫星相邻的卫星不受干扰。此外，较小天线必须满足针对ESV通信卫星的、FSS系统间协调协议的保护要求。

四项具体参数和较小天线须遵从的限值：

- a) 轨道跟踪精度为 $\pm 0.2^\circ$ 或更高；
- b) 水平方向最大ESV e.i.r.p.频谱密度为12.5 dB（W/MHz）；
- c) 水平方向最大ESV e.i.r.p.为16.3 dBW； 和
- d) 下述限值内的最大偏轴e.i.r.p.密度。

偏轴限值

对于在14.0-14.5 GHz频段工作的船载地球站，下文所述偏离主瓣轴的地球站天线的任何角度 ϕ ，均在第902号决议（WRC-03）附件2中给出了对地静止轨道 3° 范围内的最大e.i.r.p.。

1 遵从跨系统协调协议

主管部门针对各类终端采用了许可证程序，这些终端直径大于等于相关系统间协调协议内规定的较低限值。但是，出于某些特殊发射原因，希望部署小于较低限值天线的运营商，应与受影响的主管部门以及相关FSS跨系统协调协议的缔约主管部门达成协议。

2 ITU-R SF.1650-1建议书中给出的最近距离的影响

在对小于上述最小值的ESV天线进行授权时，第902号决议（WRC-03）亦要求考虑到ITU-R SF.1650-1建议书的规定。ITU-R SF.1650-1建议书规定了低水线的最短距离，此距离得到了沿海国家的正式承认，且若超出这一距离，则ESV可在不征得任何主管部门同意的情况下工作。对于14.0-14.5 GHz频段，距参考低水线的最近距离为125 km。在此距离内工作时，应征得可能会受影响的主管部门的事先同意。

ITU-R以往的研究显示，确定此最近距离的一个重要因素是FS系统将接收到的最大水平方向e.i.r.p.。在第902号决议（WRC-03）中，它被表示为最大e.i.r.p.电平和最大水平方向e.i.r.p.密度。这些水平方向的e.i.r.p.值是基于凸缘处的ESV最大发射功率和水平方向的天线增益。
