

ITU-R M.1467-1 建议书*

A2 海域和 NAVTEX 范围的预测及 A2 全球水上遇险和安全系统的呼救监测信道的保护

(ITU-R 第 92/8 号课题)

(2000 年)

范围

考虑到不同的传播条件，ITU-R M.1467 建议书为各主管部门预测 A2 海域和 NAVTEX 覆盖区提出了指导意见。这些覆盖区可以通过测量加以确定。这一信息提供给正在进行或计划进行 A2 海域全球水上遇险和安全系统（GMDSS）海岸设备升级的主管部门。

ITU 无线电通信全会，

考虑到

- a) 1974 年修订的国际海上人命安全公约（SOLAS）规定，所有遵从该公约的船只将从 1999 年 2 月 1 日起适用全球水上遇险和安全系统（GMDSS）；
- b) 一些电信主管部门尚未建立 GMDSS A2 业务；
- c) ITU-R 第 92/8 号课题确认，为保护该业务，需要颁布最低性能准则和加快在 A2 海域中进行 GMDSS 操作的海岸设备升级的指导意见，

建议

1 目前正在或正计划对 A2 海域中 GMDSS 操作的海岸设备进行升级的电信主管部门应照附件 1 提供的信息进行升级工作。请各电信主管部门开发合适的软件以便能完成附件 1 所描述的计算。

* 应提请国际海事组织（IMO）注意本建议。

附件 1

A2 和 NAVTEX 范围的预测

1 概述

为建立一个新的 A2 海域，有必要考虑传播条件的变化。A2 覆盖是通过非常稳定的地波进行，按照 IMO 建议，在资本投入之前，通过测量可以验证服务区域的范围。

用来建立 A2 和 NAVTEX 海域的设计准则由 IMO 在其第 A.801(19)号决议的附件 3 中定义。

2 A2 和 NAVTEX 范围的预测

2.1 IMO 性能准则

IMO 制定的确定 A2 和 NAVTEX 范围的准则重新在表 1 中给出，该准则应用于确定 A2 和 NAVTEX 业务的范围。

表 1
A2 和 NAVTEX 传输的性能准则

呼救信道	无线电电话	DSC	ARQ NBDP	NAVTEX
频率 (kHz)	2 182	2 187.5	2 174.50	490 和 518
带宽 (Hz)	3 000	300	300	300
传播	地波	地波	地波	地波
船只功率 (W)	60	60	60	
船上天线效率 (%)	25	25	25	25
RF 全带宽信号/噪声比 (S/N) (dB)	9	12	18 min ⁽¹⁾	8
低于峰值的平均发射功率 T _x (dB)	8	0	0	0
衰落余量 (dB)	3	没有规定		3
有关上述方面的 IMO 参考文件	第 A.801(19)号决议	第 A.804(19)号决议	ITU-R F.339 建议	第 A.801(19)号决议
要求的可用性 (%)	95 ⁽²⁾	没有规定	没有规定	90

DSC: 数字选择性呼叫

NBDP: 窄带直接印字报

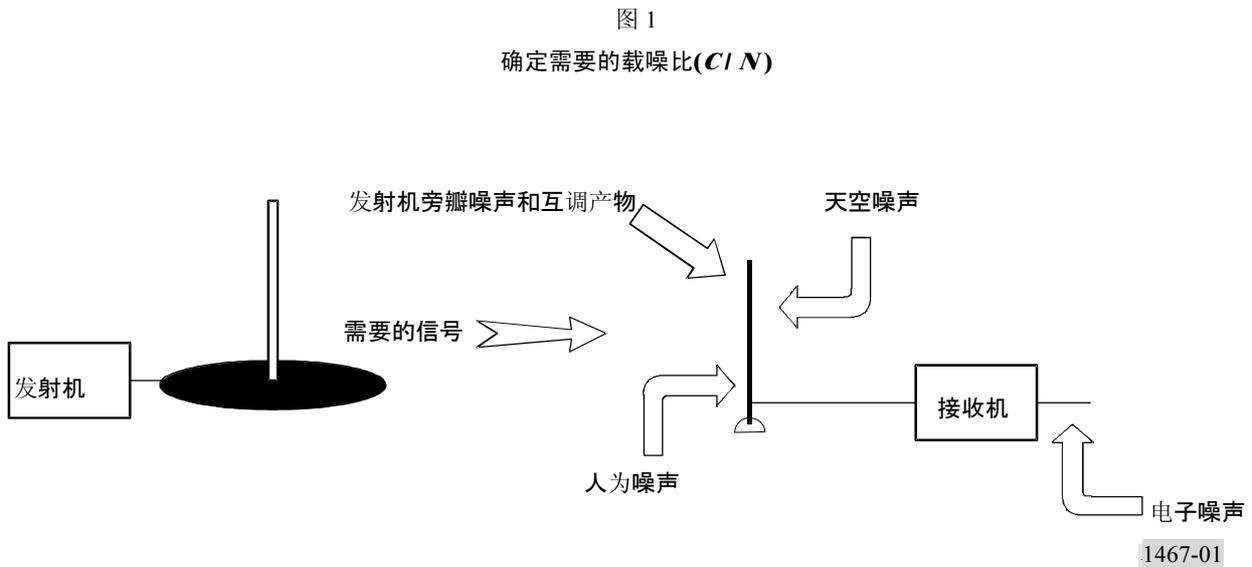
⁽¹⁾ 对于 90%的业务量效率，稳定条件下规定为 43 dB(Hz)，衰落条件下为 52 dB(Hz)。

⁽²⁾ 在使用的噪音数据或达到的性能可通过测量证实的情况下，可用性要求可以降至 90%。

2.2 达到所要求的信号质量

2.2.1 接收噪声的影响

在一个非常安静的位置，低于 4 MHz 以人为噪声为主，4 MHz 以上以银河噪声为主。在接收天线处把这些与季节性的大气噪声电平和发射机边带噪声结合，如下面的图 1 所示。应该使用 ITU-R P.372 建议来考虑大气和正常的人为噪声电平。



应该使用 3.5 节来确保发射机边带噪声电平和通过地波到达接收天线的互调产物不超过保护 A2 DSC 监测频率所能容许的极限。

2.2.2 单边带 (SSB) 无线电电话所需要的 C/N

为了维持接收 SSB 无线电电话信号的可理解性，有必要提供给操作者一个最小的 AF 信号/噪声加失真比 (SINAD)，而它又定义了接收天线所需要的射频 C/N 。

在假定岸基接收天线的射频 C/N 密度因子为 52 dB(Hz)的条件下，来计算 A2 接收系统的捕获范围。就如 IMO 规定的，这将确保以峰均值为 8 dB 工作的船上发射机提供给岸基操作者在 3 000 Hz 带宽内有一个 9 dB 的 S/N 值。

接收天线和多路耦合器应设计成能提供好的线性，以最小化在监测频率上产生互调产物的危险。在具有好的电子设计的条件下，接收系统本身产生的低于 3 MHz 的噪声是可以忽略的。

2.2.3 NAVTEX 广播所需要的 C/N

在假定船上天线的射频 C/N 密度因子为 35 dB(Hz)的条件下，来计算 NAVTEX 广播的发送范围。这将确保 NAVTEX 接收机在 300 Hz 带宽内有一个 8 dB 的射频 S/N 。

2.3 考虑船只的甲板上噪声

甲板上噪声是指由船载机器及其他源所产生的环境噪声，是登录 NOISEDAT 及其他程序所需要的一个系数。表 2 给出了许多公布的数字，并且为了作为参考，也包括了银河和准最小噪声电平，这被认为是代表了能够达到的最好噪声底限。

表 2
甲板上噪声的海军环境类别

环境类别	低于 1 W 的 dB 参考带宽为 3 MHz
DOD 类别 1 移动平台	-137.0
IPS 船只 (ASAPS 和 GWPS)	-142.0
AGARD 船只	-148.0
准最小噪声	-156.7
银河噪声 (ITU-R P.372 建议)	-163.6

ASAPS: 先进的孤立预测系统

GWPS: 地波预测系统

澳大利亚国防部(DOD)和航空研究与开发咨询组(AGARD)都公布了相关数据。AGARD 系数代表正常巡游条件下的海军舰艇，而 DOD 系数表示战争环境下所有机器都运作时的最大电平。

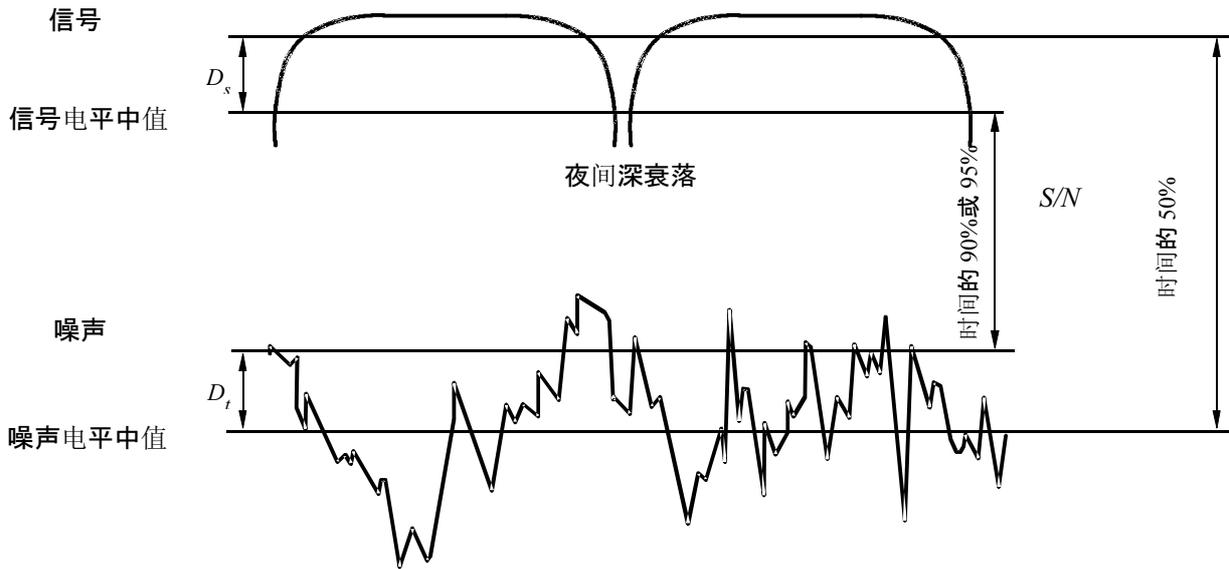
预计商船的预期噪声电平范围可在这些系数之间。澳大利亚工业部的 IPS 无线电和空间业务 (IPS) 在它们的 GWPS 中采用了一个中间系数，它被公认为表示了集装箱船、游览船和运输船上遇到的噪声电平。系数-142 dBW 应用来预测岸基 GMDSS 发射机的覆盖范围。

2.4 为所需的可用度确定外部噪声因子 F_a

GMDSS 中的 A2 区域定义为此区域内的船站利用 MF 上的 DSC 向岸站告警，并且利用 MF 无线电电话与岸站通信 (J3E 发射类)。话音信号的通信距离短于 DSC 的，并且 IMO 确定 A2 区域的准则应基于话音信号的通信。

发射机或接收机能达到的距离依赖于辐射功率、传播损耗和接收机识别需要信号和不需要信号或干扰的能力。接收信号中每个分量的电平依据传输条件随时间的变化而漂移，因而以变化的比例到达接收天线。因此，最终的系统设计应确保信号电平在足够的时间百分比内有足够的量超过噪声电平。此时间百分比被称为可用度，并通过量化如图 2 所示的信号和噪声的时间特性来确定。

图 2



D_s : 信号电平变化的下限
 D_t : 信号电平变化的上限

1467-02

对与所需要的可用度相对应的外部噪声因子应利用方程(1)来计算上界值 F_a :

$$F_a = F_{am} + \sqrt{D_t^2 + D_s^2} \quad \text{高于 } kT_0B \text{ 的 dB} \quad (1)$$

其中:

F_{am} : 外部噪声因子中值

D_s : 对于所要求的时间百分比预期的信号电平变化, 它相当于由 IMO 规定作为衰落余量的 3 dB 因子

D_t : 对于所要求的时间百分比预期的噪声电平变化。

NAVTEX 广播所需要的可用度为 90%, 因而, 方程(1)中应该用高十分位值 D_u 替换 D_t 。

A2 覆盖所需要的可用度为 95%。为了达到这一点, 方程(1)中替换为 $D_t = D_u + 3 \text{ dB}$ 。

首先, F_{am} 和 D_u 应该通过运行随 ITU NOISEDAT 软件包配发的噪声 1 程序来确定。程序要求有所需要的季节、站址、频率、人为噪声的电平或类别、要求的输出数据类型 (选择 F_a)、本地平均时间和要求的统计参数 (选择总数的中值)。为预测船站上的外部噪声因子, 如果没有更合适的数据可用的话, 就使用参考值 -142 dBW 作为甲板上噪声。

此数据表示在表 3 所示的季节块中, 表 4 中解释了数据域。

表 3
NOISEDAT 输出样本

纬度 = - 51.45, 冬季		经度 = - 57.56, FMHZ = 2.182,		虚拟站址 安静的农村噪声 总的噪声					
TIME BLOCK	ATMO	GAL	MANMADE	OVERALL	DL	DU	SL	SM	SU
0000-0400	59.3	44.2	43.9	59.6	7.2	9.2	2.3	3.5	2.6
0400-0800	54.0	44.2	43.9	54.5	4.1	1.9	3.2	3.4	2.7
0800-1200	28.2	44.2	43.9	45.9	4.3	9.0	2.2	3.4	1.3
1200-1600	31.0	44.2	43.9	46.0	4.2	8.9	2.2	3.3	1.3
1600-2000	53.5	44.2	43.9	53.9	10.4	12.2	3.6	3.9	2.9
2000-2400	54.3	44.2	43.9	55.2	7.2	9.2	2.3	3.7	2.6

表 4
NOISEDAT 输出中使用的域

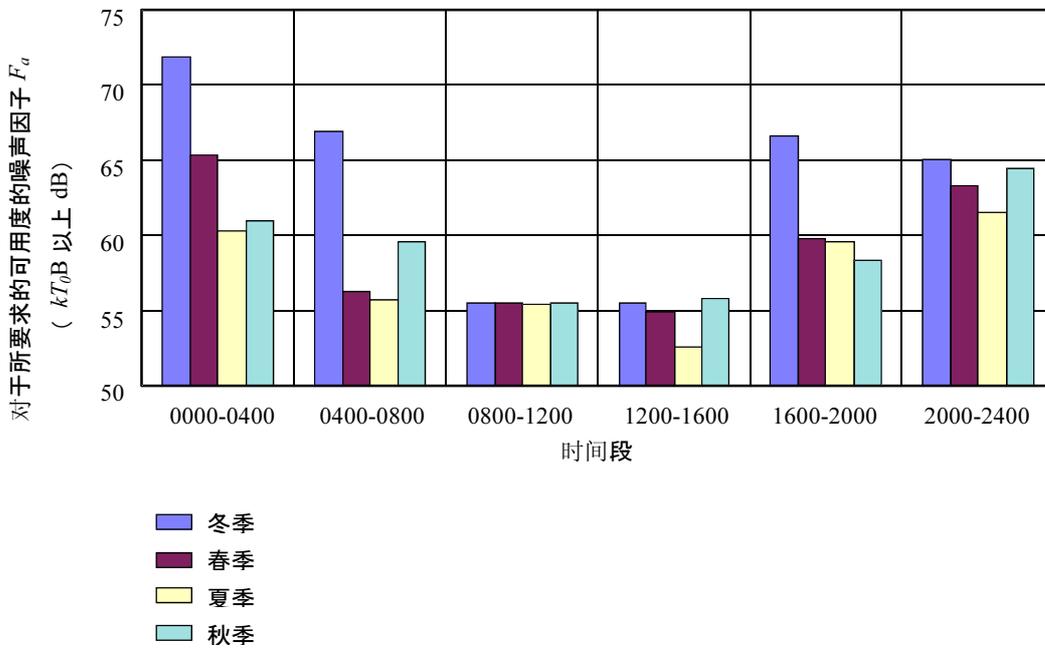
域	符号	描述
TIME BLOCK		完成最初测量的时间段
ATMO		大气分量的电平
GAL		银河分量的电平
MANMADE		人造分量的电平
OVERALL	F_{am}	F_a 的中值
DL	D_l	偏离中值的低十分位数
DU	D_u	偏离中值的高十分位数
SL	σD_l	D_l 的标准偏差
SM	σF_{am}	F_{am} 的标准偏差
SU	σD_u	D_u 的标准偏差

F_a 的中值和高值应按表 5 所示进行组织，并且对于要求的可用度， F_a 值中的季节性扩散应按图 3 的柱形图来画。这种表示方式能够处理发生的任何异常情况。

表 5
外部噪声因子 F_a

时间段	中值 F_{am}				对于所需可用度的 F_a $F_{am} + \sqrt{D_I^2 + D_S^2}$			
	冬季	春季	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季
0000-0400	59.6	55.9	52	52.2	71.7	65.2	60.2	60.9
0400-0800	54.5	43.7	45.9	46	66.8	56.2	55.6	59.5
0800-1200	45.9	45.9	45.8	45.9	55.4	55.4	55.3	55.4
1200-1600	46	41.9	37.7	45.8	55.4	54.8	52.5	55.7
1600-2000	53.9	43.2	43.6	43.9	66.5	59.7	59.5	58.2
2000-2400	55.2	55	54.4	55.8	64.9	63.2	61.4	64.3

图 3
对于所要求的可用度计算的外部噪声 F_a 中的季节性扩散



1467-03

国际海事组织的第 A.801(19)号决议规定：“主管部门应在现行的噪声水平上，确定与其地理区域相适应的时间段和季节”。

2.5 考虑地波传播

2.5.1 引言

水平极化波不能沿正常的地表面传播，因为电场矢量与地表相切会引起电流的流动，导致被地面吸收和严重的传输损耗。基于此原因，地波必须是垂直极化的，并且只能由垂直天线产生，或者达到一个由不完全水平天线产生的有限程度，这是因为一端高于另一端，或者因为部分单元下垂。

地波传播的源动力是发射天线施加的波动势 (c.m.f.)。在自由空间中，功率通量密度 (W/m^2) 以与距离的平方成反比的方式下降，磁场强度以与距离成反比的方式下降并且它的值等于 c.m.f.和距离的积。c.m.f.与有效单极子辐射功率 (e.m.r.p.) 有相同意义，它必须输入到一个短的无损耗单极天线以获得相同 c.m.f.的功率 (kW)，用 dB 表示两者有相同的值。以 1 kW 输入到理想地面上短的无损耗单极天线时产生 300 V 的 c.m.f.，这是 ITU-R P.368 建议中给出的地波曲线所使用的基准。

下面计算发射机所需功率时，应考虑下列与天线有关的损耗：

- 匹配不好的天线可能会降低发射机的输出功率；
- 功率会被地面和馈元吸收；
- 尽管理想单极天线会沿地面产生最大的辐射，但来自真实天线的辐射的峰值会在地面以上几度，沿地面时吸收成一个较低的值。

2.5.2 性能测试的证据

IMO 第 A.801(19)号决议规定 A2 海域的范围应通过磁场强度测量来核实。任何岸基发射机和天线的 c.m.f.应通过发射机发射一个连续的峰值功率来确定，并用一个便携式磁场强度仪来测量产生的磁场强度。此工作应在围绕基站半径约为 1 km 的弧上在需要的传播方向上进行。天线和每个测量点的准确位置应使用 GPS 导航仪来确定。每个承载点的 c.m.f.是每个测量点的磁场强度 (mV/m) 和距离 (km) 的积。在测量前后应记录天线驱动点的电流。

电信主管部门应该用本建议的程序来确定建立覆盖所需的 c.m.f.，然后由设备供应商有效地消除由当地地面状况引起的性能中的不确定性及天线和地球站接地系统进行验证。

2.5.3 确定 A2 服务区的范围

A2 服务区的范围由船只与岸之间工作在 2 182 kHz 的 SSB 通信的距离确定。船只被认为适合装备 60 W 的发射机，以 25%的效率馈入到一付短的单极天线，如表 1 所给出的。此距离是从岸站到船只的最大距离，它能够使得在岸站接收天线输出端的 3 kHz 带宽内获得 9 dB 的 S/N。岸上发射站必须发射足够的功率以便在船上接收天线输出端得到相同的 S/N。

两个方向的距离依赖于接收天线的灵敏度，它依赖于自然和人为噪声的电平及天线鉴别需要信号与不需要的辐射噪声的能力。尽管使用方向性接收天线可以获得一些改进，但这经常被证明是不经济的和不切实际的，并且也超出了本建议范围。假定接收使用短的鞭形天线，将其安装在一个接地平面上的空旷地面上，并能定期维护以避免腐蚀影响。连接到天线的接

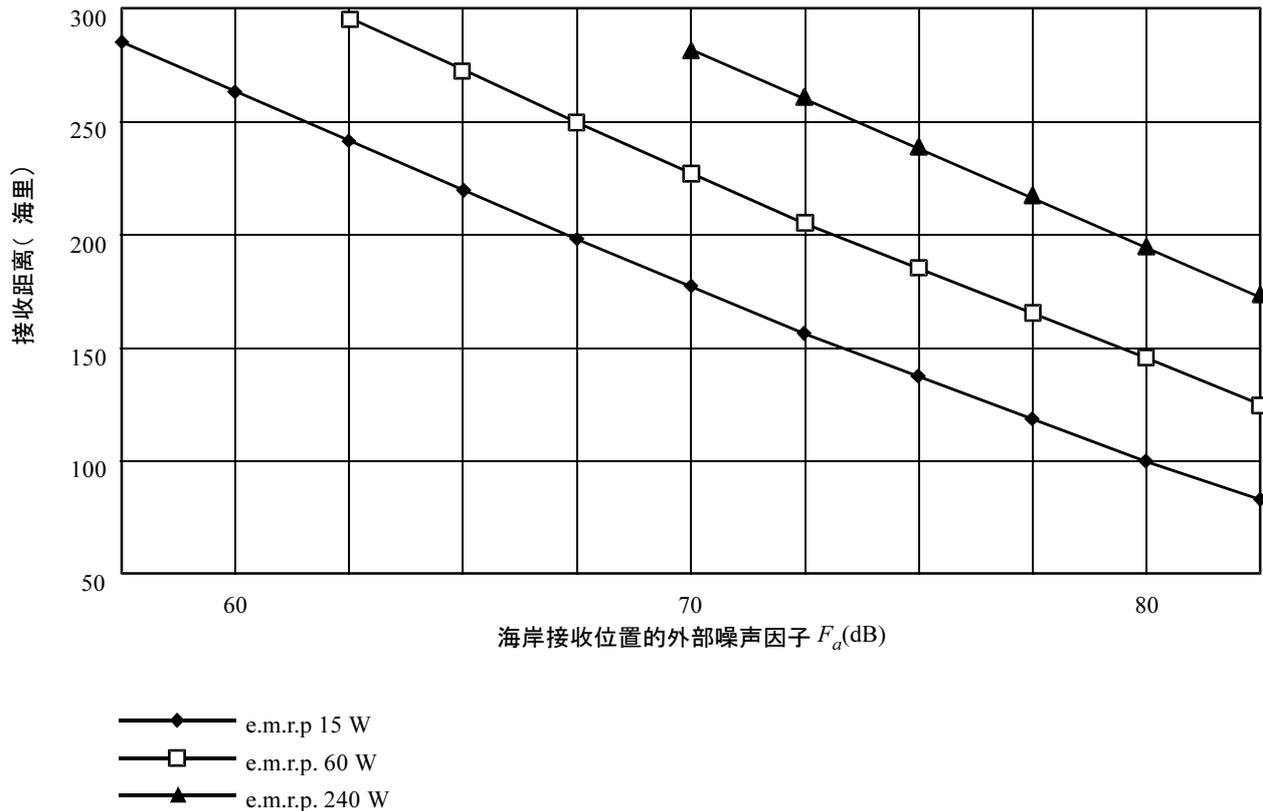
收系统噪声的因子在 2 182 kHz 处可以忽略。

2.5.3.1 确定岸基接收范围

对于所有季节性的 F_a 值使用图 4 的 15 W 曲线来确定所获得的最小 IMO 范围。已经包含了另外的曲线来验证使用较高发射功率的船只的优点。

图 4

对于各种船只发射功率，呼救接收距离与 F_a 的相对关系



1467-04

2.5.3.2 确定所要求的岸基发射功率

有效的双向 SSB 无线电话在两个方向都要求匹配。由于在两个方向上的传输损耗相同，响应一个呼叫所需要的功率主要决定于每一端噪声电平的差别及发射天线效率的差别。然而，下列额外因素对于岸站发送功率有直接的影响：

- 与船体相互作用引起的船上接收天线辐射方向图的峰值和凹点；

— 船上接收天线的状况引起的损耗。

对大量船只的比例模型的测试表明接收天线增益的典型变化范围是 ± 5 dB。而且，对于其天线处于较差维护状态的船只应给予一些容限。考虑到这些因素，在岸—船功率预算的计算中已经包括了一个 10 dB 的因子。

为确定岸基发射机所需要的辐射功率，应首先按照§ 2.4 描述的确岸上接收站的外部噪声因子 F_{ac} 和船上接收站噪声因子 F_{as} 。应用方程(2)计算以相同的 S/N 响应 GMDSS 对服务区范围内船只的呼叫所需要的最小 e.m.r.p.:

$$P_{e.m.r.p.} = (F_{as} - F_{ac}) - 16 + R_{pm} \quad \text{dB(kW)} \quad (2)$$

其中:

R_{pm} : 岸站所用的发射机的峰均比 (dB)。

然后，应该由方程(3)确定所需要的发射机功率 P_{Tx} ，其中 L_a 应为§ 2.5.1 描述的所有与天线有关的损耗:

$$P_{Tx} = P_{e.m.r.p.} + L_a \quad (3)$$

用典型值 $(F_{as} - F_{ac}) = 10$ dB、 $R_{pm} = 3$ dB 和 $L_a = 3$ dB 替代，对于海岸站得出所需要的最小发射机功率的典型值为 1 000 W。

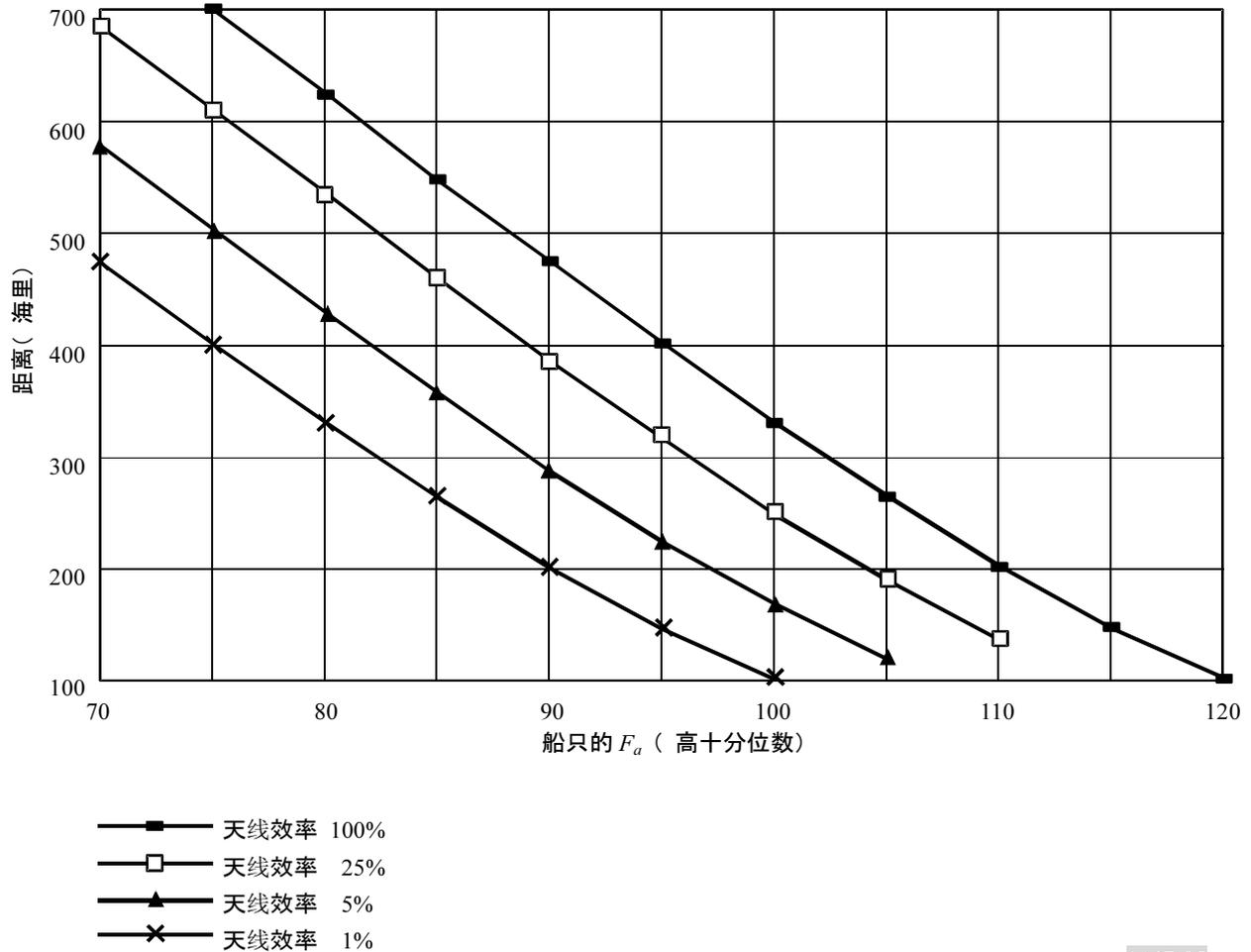
如果需要的天线效率为 Eff_{ant} ，那么它就由方程(4)确定:

$$Eff_{ant} = P_{e.m.r.p.} / P_{Tx} \quad (4)$$

2.5.4 确定使用 NAVTEX 操作达到的距离

对于给定的 NAVTEX 发射机，其可达到的距离取决于发送天线效率和船上外部噪声因子，如图 5 所示。天线效率依赖于所提供的接地系统的质量，并且一旦确定了所需的 c.m.f，它应按照§2.5.2 的描述来测量并确定效率。

图 5

1 kW 发射机的 NAVTEX 距离与船只的 F_a 的相对关系(5 kW 发射机, 将 F_a 减少 7dB)

1467-05

IMO 第 A.801(19)号决议规定了 90%的可用度, 因此应该使用由 NOISEDAT 得出的统计数据来计算 F_a 的高十分位数。

3 A2 监测频率的保护

IMO 规定应该每天 24 小时监测呼救信道。系统应设计成其监测功能不会由于噪声和干扰而变得不敏感。因此, 选择所有指配给发射站使用的发送信道使得不会有互调产物落入监测信道的频带内。

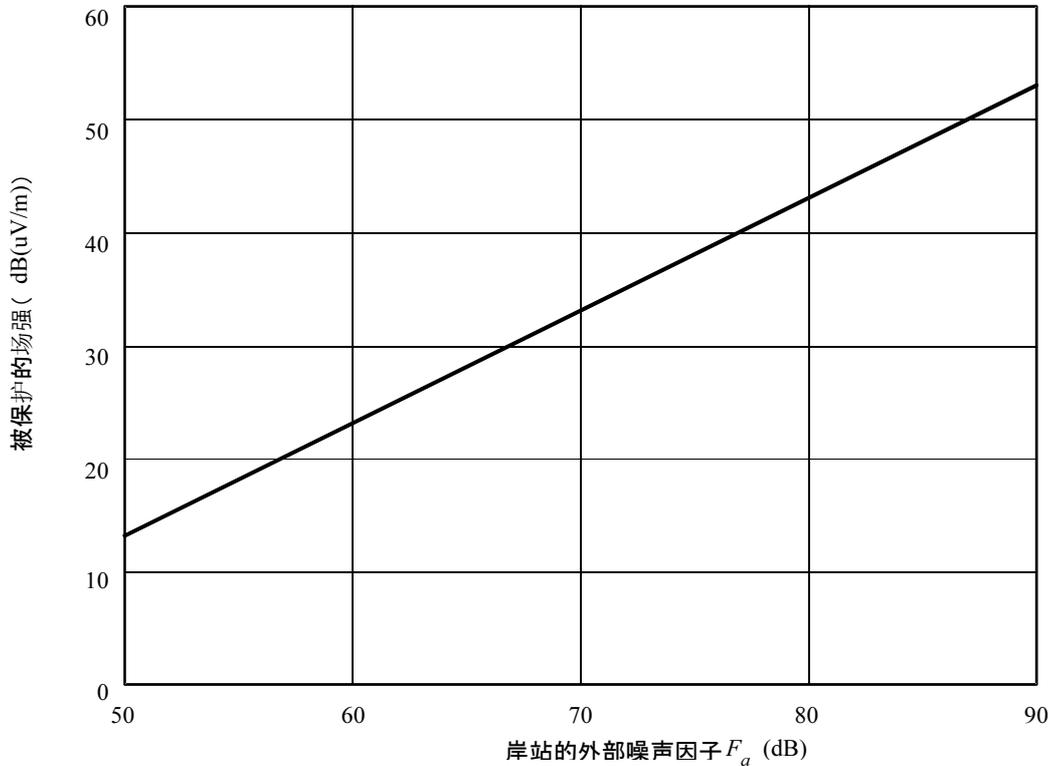
对于非常近的信道间隔, 监测过程会受到相邻 SSB 发射的上边带能量落入接收机通带内的威胁, 而需要的信号因被阻塞或相互混频而无法解出。当信道间隔足够大到能够去除相互混频的威胁时, 对监测过程更进一步的但是较小的威胁可能是发射机的边带噪声落入接收机通带内。

到达岸站的 DSC 信号电平将取决于针对该岸站公布的 A2 距离, 并且反过来取决于敏感度 F_a 。

被保护的电平应该是经过 3 dB 衰落损耗后到达岸站的电平，如图 6 所示。

图 6

接收位置处的被保护 DSC 场强



1467-06

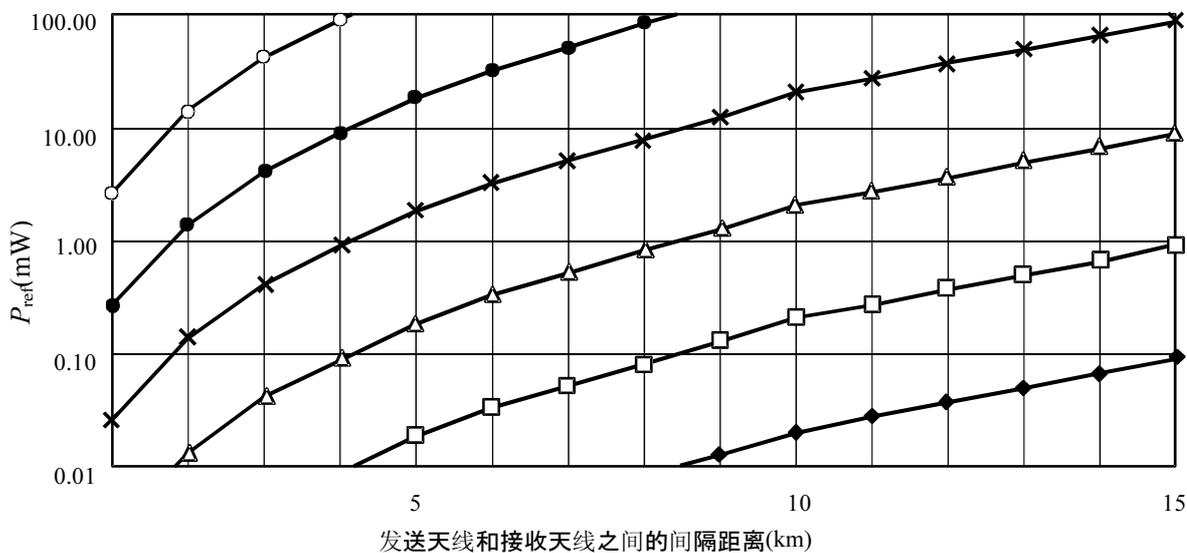
3.1 位置分离对系统性能的影响

3.2 估计干扰域的电平

发射天线边带噪声的容许量和监测接收机所要求的相邻信道隔离度都取决于发送和接收天线之间的隔离，图 7 给出了一个参考功率 P_{ref} (mW)，它相应于在接收天线处产生的场强等于有待保护的 DSC 场强时的辐射功率，并且图 8 给出了把它与发射机和接收机特性相联系的一个规则。

图 7

在接收位置处产生的场强等于有待保护的 DSC 场强的 A2 发射功率



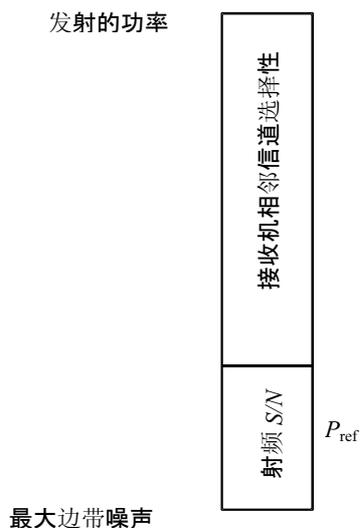
岸站的外部噪声因子 F_a (dB)

- ◆— 40
- 50
- △— 60
- ×— 70
- 80
- 90

1467-07

图 8

发射机和接收机特性之间的关系



1467-08

3.3 要求的相邻信道选择性

监测接收机所要求的相邻信道隔离度取决于发送和接收天线之间的间隔距离。图 7 给出了一个参考功率 P_{ref} ，它相应于能够使得在接收天线得到的场强等于 DSC 保护场强的辐射功率。如果接收机相邻信道隔离度为 I_{adj} (dB)，那么地球站辐射的最大功率应限制在：

$$P_{rad} = P_{ref} + I_{adj} \quad (5)$$

为提供 DSC 监测，可以考虑三个级别的接收机：商用通信接收机、船用 DSC 监测接收机、符合表 6 的高性能 DSC 监测接收机：

表 6

选择性 (dB)	偏移量 (Hz)
6	在 150 和 220 之间
30	少于 270
60	低于 400
80	少于 550

3.4 相邻信道干扰的保护

最大可允许的发射机功率应使用方程(6)来确定：

$$P_{Tx} = 30 + 10 \log(P_{ref}) + I_{adj} - 10 \log(Eff_{ant}) \quad (6)$$

其中：

P_{Tx} : 发射机功率 (dBW)

I_{adj} : 接收机相邻信道隔离度数字

Eff_{ant} : 天线效率。

例如，考虑一个用在船上的典型邻近信道隔离度为 60 dB 的接收机，位于距离效率为 75% 的发射天线 2.5 km 的提供 65 dB 的 F_a 处。图 7 给出了 0.1 mW 的 P_{ref} 值，因此最大辐射功率电平应比 0.1 mW 高 60 dB，也即等于 100 W。考虑到天线效率后，最大发射机功率应为 133 W。为了从 500 W 发射机中受益，需要一个提供具有额外的 4 dB 相邻信道隔离度的预滤波器。

3.5 发射机边带噪声的保护

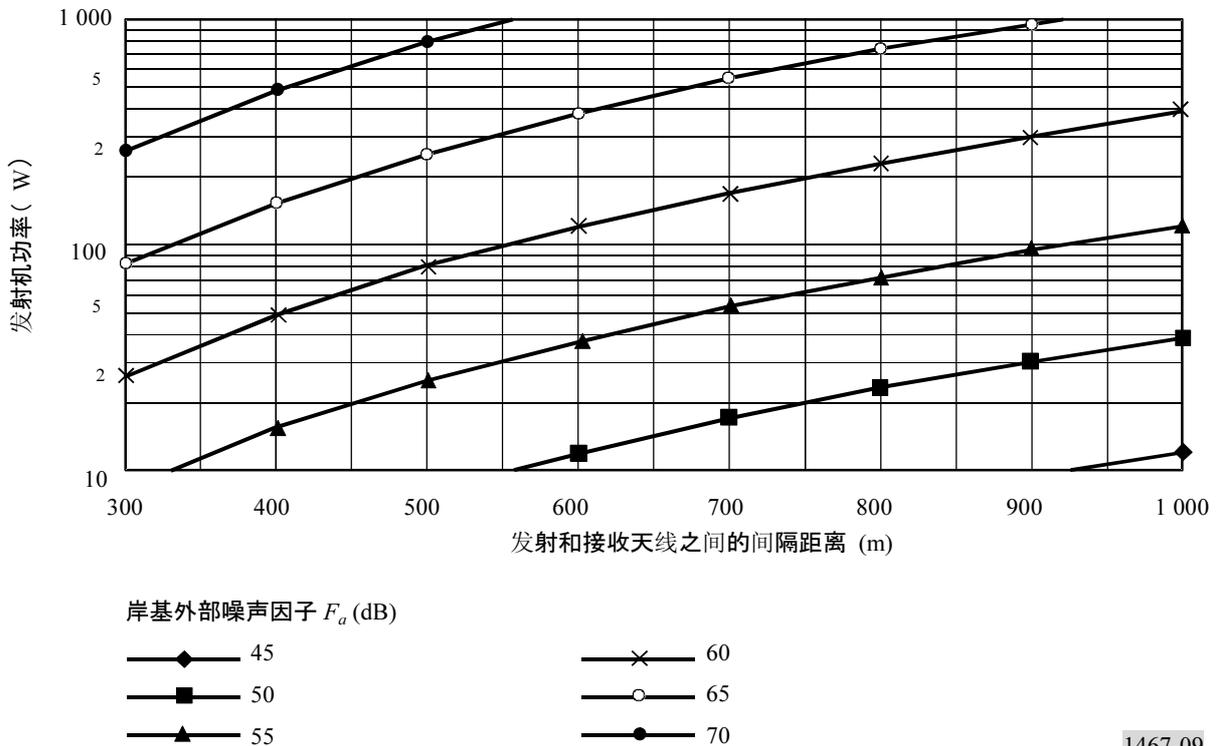
最大可容许的边带噪声电平可由接收天线所需要的 C/N 确定。在上面例子中，对于 10 dB 的 S/N ，最大可容许的边带功率电平为 10 mW，它相当低，并且可以通过使用后检测器来降低发射机调制器单元中的噪声。

3.6 共位置操作

图 9 示出了把发送和接收天线间距减少到低于 1 km 到 300 m 所带来的影响,这是用 GRWAVE 计算得到的最小值。通过例子,如果靠近海岸线的一个站有一个最大的年中值外部噪声因子 F_a 为 65 dB,那么由图 4 可获得的距离将超过 200 海里。如果相邻信道隔离为 80 dB,则对于 200 W 的 e.m.r.p., 天线间距应不小于 450 m。

图 9

80 dB 相邻信道隔离下发射机功率与天线间隔距离之间的相对关系



1467-09

在此环境下,为获得所要求的隔离度需要有一根长的馈线。随着频率的增加,外部噪声有相当大的减少,而馈线损耗增加了。在 2 MHz 处,外部噪声因子远大于系统噪声因子,并且 15 dB 的系统噪声因子和高达的 10 dB 的馈线损耗对于一个设计和维护良好的系统来说是能够容许的。避免使用很长的低损耗同轴电缆的成本有效的方法是对 A2 使用一付单独的天线。

4 软件要求

4.1 噪声计算

为了简化 A2 和 NAVTEX 传输距离的确定,最好要有一种改进的 NOISEDAT 形式,包括

按照本建议的程序计算 F_{am} 。

4.2 互调

为了保护 DSC 监测信道免受互调产物引起的干扰的有害影响，最好需要一个新的程序来检测分配给岸基发射站使用的频率，以确保在 DSC 监测接收机的通带内没有产生低到至少 9 阶的互调产物。这种软件应考虑到将要使用的 SSB 传输所占用的频谱偏移量。
