

ITU-R SM.1751-0 建议书*

用于对在共享频带内操作的无线电通信网络间的干扰效应进行评价的额外方法

(2006年)

范围

本建议书介绍了用于对在共享频带内操作的无线电通信网络间的干扰效应进行评价的额外方法。

关键词

共用频段、能量余量损耗、方法、干扰评估

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 无线电通信设施的发展可能会增加在同一频带内工作的无线电通信网络间的相互干扰；
- b) 设置用于确定对其它无线电通信网络造成的干扰值的最大许可发射参数，是ITU-R最重要的任务之一；
- c) 相互认可的发射电平多为折衷的结果；
- d) ITU-R的目标是提供无线电通信业务，并在公平基础上提供对频谱的接入；
- e) 用于评估干扰效应的方法多种多样，如基于对无线电通信信道出口处的信号质量、信道的不可用性以及接收链路噪声增加的评估等，从而使它们不具可比性，

做出建议

1 在评估和比较其它网络或在共享频带内操作的无线电通信系统所带来的干扰效应时，主管部门可将能量裕度损失（EML）方法用作评估和比较干扰效应的一种附加指导工具。此方法等同于能量预算增加的相对值，此相对值对受干扰链路中维持干扰出现前的性能和可用性目标是十分必要的（见附件1）；

2 EML方法绝对不应替代或排斥使用《无线电规则》和现行ITU-R建议书中所含的有关无线电系统共享的其它方法；

* 2019年，无线电通信第1研究组根据ITU-R第1号决议，对本建议书进行了编辑性修改。

- 3 无线电通信局不应用EML方法对任何提交给它的通知进行技术和/或规则审查；
- 4 EML方法不应被用于评估对无源业务的干扰效应；
- 5 以下注释应被视为本建议书的一部分。

注1 – 当有用信号和干扰功率随时间变化时，宜确定EML值，以维持长期和短期性能与可用性目标，并应使用EML的最大值来评估干扰效应。

注2 – 当有用信号和/或干扰功率随相互干扰网络的位置变化时（如：当上述值取决于网络台站在地球表面上或空间所处的位置时），不仅需要确定并考虑EML的最大值和平均值，还要确定和考虑为在确定了比例的那些状况下支持实现必要性能目标的EML值。

注3 – 当研究对已存在特定内部或外部干扰的无线电通信链路或系统的额外干扰效应时，在所研究干扰出现前已存在的噪声功率应指热噪声和当前干扰之和，即，应确定额外干扰效应所产生的EML值。

注4 – 应对各种特定的频率共享情形计算EML值，并考虑有用和干扰信号特征（统计和其它特征）以及相应的性能目标。

注5 – EML值的计算应针对已批准且相互干扰的参考网络，此类网络应有商定的结构及针对这些网络的典型参数（或参数组）。

注6 – EML值的计算结果直接说明干扰效应，在不同情形下，可对这些效应进行比较，但这并不意味着需要在所有情形中增加被干扰链路的能量预算。

附件1

针对用于计算评估在共享频带内操作的无线电通信网络间 干扰效应的EML的方法的一般规定

为计算EML，对受干扰链路而言，当有可能突破其性能或可用性目标 PO_n 值时，需要针对相应的概率（时间百分比） F_n 值公布（若已有相应规定）或设置（若这些目标正处于研究阶段）此类性能或可用性目标的取值。

考虑到信号传输（调制、编码等）和解调方法，现有的公式或实验数据使我们可以确定用于规定的 PO_n 值的信噪比 $r = C/N_\Sigma$ 的 r_n 值。

这里 N_Σ 表示在将研究中的干扰（ $N_\Sigma = N + \Sigma I_0$ ）转至上一个链路终端的接收机之前影响受害链路的热噪声及干扰之和。

一般解决方案

应确定信号 $C(t)$ 和干扰 $I(t)$ （其效应正在研究中）的累计时间分布函数 $F(C)$ ， $F(I)$ 。一般可忽略热噪声随时间的变化。

我们知道，信号和干扰随时间的变化是由信号传播条件（大气降水、多径传播）以及与信号和干扰发射机之间距离等一系列变化引起的。

在信号 $C(t)$ 和干扰 $I(t)$ 的分布函数 $F(C)$ ， $F(I)$ 的基础上，有必要绘制信噪比 $r_0 = C(t)/N_\Sigma$ 的分布函数 $F(r_0)$ （与 $F(C)$ 仅在自变数的数值范围上存在差异）和信号与噪声和所评价干扰之和的比值（ $r_i = C(t)/(N_\Sigma + I(t))$ ）的分布函数 $F(r_i)$ 。在计算分布函数 $F(r_i)$ 时，我们使用已知的概率理论等式，计算具有已知分部函数的两个随机值的比率。

值得注意的是，在性能目标 PO 和信噪比 r 之间存在一对一的对应关系。因此，提供概率（时间百分比）为 $(1 - F_n)$ 的必要 PO 值的条件，恰好与具有同一概率（对同一时间百分比而言）的条件 $r \geq r_n$ 相吻合。在此基础上，EML评价可借助于分布函数 $F(r_0)$ ， $F(r_i)$ ，而不必计算性能目标分布函数。这里必须澄清的一点是：当概率 F_n 可能违背某一特定性能目标值时，有必要和充分理由使信号与噪声加干扰之比低于同一概率 F_n 的相应 r_n 值。（在本文件中累计分布函数 $F(r_0)$ ， $F(r_i)$ 指 $F(r \leq r_0)$ ， $F(r \leq r_i)$ 。）

综上所述，性能目标 PO_n 的EML值可确定如下（ F_n 为违背此值的概率）：

$$EML_n = 10 \log[(C_0 + \Delta C)/C_0] = r_0(F_n) - r_i(F_n) \quad \text{dB} \quad (1)$$

其中， $r_0(F_n)$ ， $r_i(F_n)$ 为信噪比和信号与噪声加干扰比的值，性能目标（亦以dB表示）， C_0 为有用信号功率的标称值。图1对公式(1)作了详细说明，其中 F_n 为对应于所需的性能目标值的信噪比（概率为 F_n ）， M_0 为不存在受评估干扰情况下的能量裕度， M_i 为存在干扰时的能量裕度， $F(r_i^{-1})$ 为 $F(r_i)$ 的函数，其中信号功率按EML值增加。

显然，此等式对任何特定概率值 F （即，短期和长期性能目标）均有效。若针对不同概率 F_n 设置若干性能目标值，则应针对每个性能目标值分别计算并选择最大的EML值。

若信号和/或干扰的值不仅随时间变化，还取决于其它因素（如服务区内台站的位置），将需要针对一组干扰条件确定EML分布，或仅仅确定一定比例的干扰条件下被突破的EML值，并评估基于这些值的干扰所造成的损失。一种较为通用的方法是用曲线表示一般分布函数 $F(r_0, L)$ ， $F(r_i, L)$ ，并考虑信号与噪声和干扰之比随时间及干扰条件(L)的变化。然后利用等式(1)便可算得特定概率时的EML值，且考虑了时间和台站位置这两个因素。

对简单条件的分析

1 让我们来看一下最简单的情况，此时信号 C 和干扰 I 不随时间变化，即， C 等于常数， I 等于常数， N 等于常数，因此这是得到普遍认可的计算对地静止卫星网络互相干扰的方法。

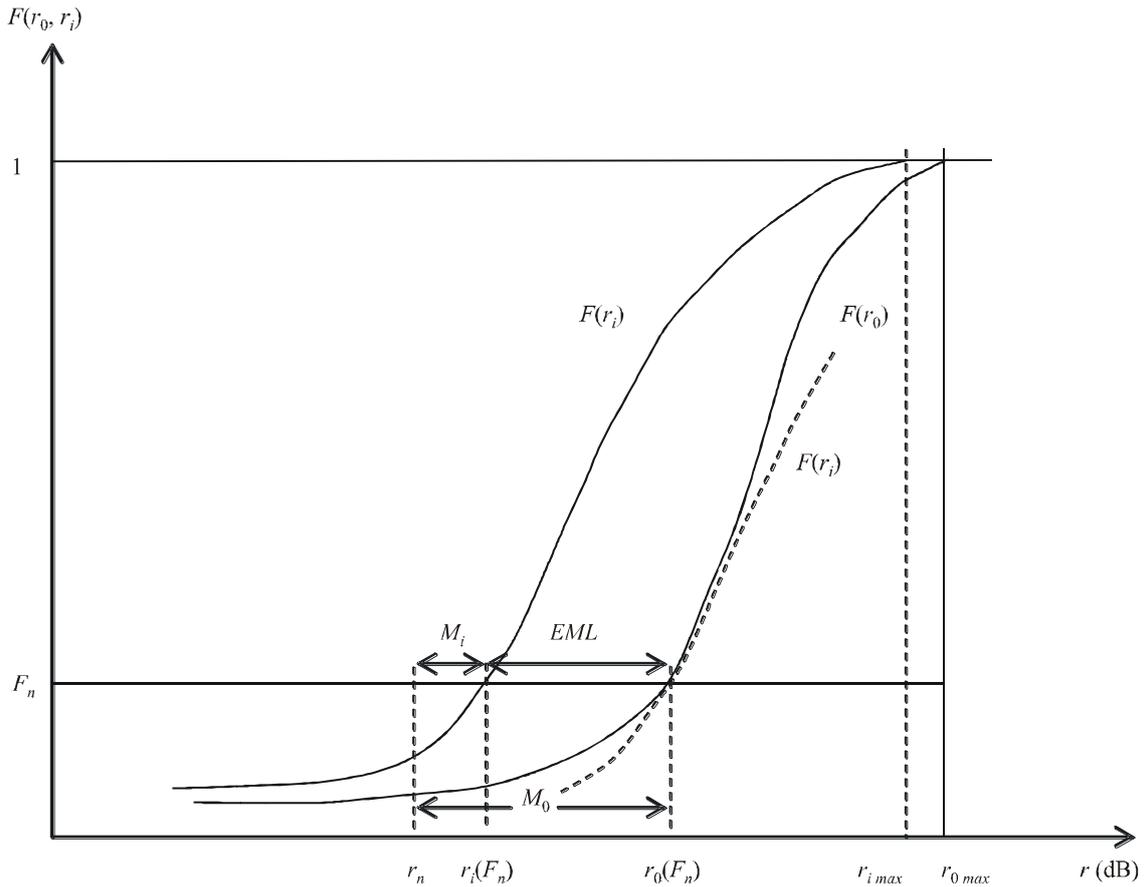
在此情况下， $F(r_0)$ 和 $F(r_i)$ 在 $r_0 = C/N_\Sigma$ 和 $r_i = C/(N_\Sigma + I)$ 的位置，且概率 F 为任意值时成为 δ 函数：

$$EML = 10 \log \left[\frac{C/N_\Sigma}{C/(N_\Sigma + I)} \right] = 10 \log (1 + I/N_\Sigma) \quad (2)$$

2 另一种简单情况是干扰不变（ I 等于常数）而信号随时间变化（ $C(t)$ 等于变量），如由对地静止卫星对地面微波链路造成的干扰。

在此情况下， $F(r_i)$ 与 $F(r_0)$ 形状相同，唯一的区别是自变数的变化存在 $(N_\Sigma + I)/N_\Sigma$ 值的差异（即，因此值产生如图1所示的向左偏移）。这说明EML对任意概率 F 均为相同值，即对长期和短期标准计算都是相同的，并可通过简单等式(2)进行评估。

图 1



1751-01

3 当信号不变 (C 等于常数) 而干扰可变 ($I(t)$ 等于变量) 时 (如微波链路向对地静止卫星地球站产生的干扰), $F(r_0)$ 在 r_0 位置为 δ 函数, 而 $F(r_i)$ 仅由干扰分布来决定。在此情况下, 应使用一般等式(1)。

注1- 按惯例, 应考虑信号和干扰频谱的变化, 并结合考虑在接收机带宽内出现的干扰的部分功率。如有必要, 可将作为调制载频的高斯分布噪声与干扰累加, 并考虑到其统计特性的差异及因此对解调结果产生的效应 (如错误概率); 在与电磁兼容有关的计算中通常忽略此差异。