

# 中波广播台电磁辐射场强预测方法讨论

刘倩倩 谢威

山东省环科院环境检测有限公司 山东 济南 250000

**[摘要]**随着我国城市化快速发展,中波广播发射台所在的城市近郊区逐渐演变成了新城区,发射塔逐渐被住宅包围,公众对电磁辐射环境影响担忧而引发的环保投诉和信访矛盾日益突出。为了进一步规范中波广播台电磁辐射环境影响评价工作,生态环境部2020年发布了技术导则《环境影响评价技术导则广播电视》(HJ1112-2020),规定了辐射远近场区的划分方式和对应的电磁辐射场强预测模式,本文介绍应用该导则开展电磁理论预测的技术要点。

**[关键词]**中波广播台;电磁辐射;预测方法

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.427

## 引言

中波台是现代生活信息传播的不可或缺的载体,在为人民生活服务的同时,也会对人民的生活环境造成电磁辐射污染。目前来说,在评估中央广播电台和电视台的电磁辐射对环境的影响时,有两种常用的预测模型:工业标准gy5054-1995中关于无线电和电视天线电磁辐射防护的预测模型(gy5054-1995)和预测模型。要研究这两个预测模板的适用性,请执行以下操作。

### 1 发射天线构造

中波广播射线大多采用拉线垂直桅杆铁塔,常见为单塔全向天线,此外还有双塔构型(弱定向天线)、四塔和八塔构型(强定向天线)。桅杆底部有绝缘子支持,中波发射机的电磁能通过不对称的馈线送至天线的底部,由天线将电磁能转换成定向或不定向的波束向外辐射。中波天线区埋设地网,其作用是提高地波辐射场强,地网一般由120根直径为2~3mm的铜线组成,每根地网长为0.25~0.5(为波长),呈辐射状埋入地下,常见埋深为30cm。

### 2 中短波广播天线电场强度与电流幅值的相关计算

对于电场强度,它是电磁环境预测中的基本内容。当前大功率中波散射中,主要发射导线多为单塔天线,天线高度为0.3~0.5λ。从其结构特点来看,地面和单塔天线主要是垂直的,因此大部分能量将垂直输送到地面,天线的辐射只有一小部分,因此地面波电场强度一般在实物保护工作中进行分析。同时,由于短波天线是在反射过程中从电离层开始的,因此整个传输过程是按照天波法进行的。因此,短波天线主要是在定位时采用对称振荡器的形式,从一定的高度角度进行辐射过程。这就需要在短波天线判断中以地面为导体,以便用负反射天线描述地面对辐射的影响。此外,由于反射器将安装在短波天线上,天线和反射器将在正向上保持相同的电阻,但如果相互补偿的情况相反,则必须正确计算短波天线正向上的力。在实际预测中,还需要正确计算电流幅值,一般可以介绍辐射功率、天线尺寸和天线工作频率等相关参数,并在此基础上完成电流幅值的计算过程。与天线辐射一样,其对象主要是地面以上的球体,远场的电场强度对天线在球体中的位置有很大影响,因此在计算电流幅值时必须结合电场强度的内容。此外,在实际计算中,还需要对污染指数进行对等判断,通常在计算中,主要需要用功率

来计算综合场的强度,并在此基础上完成污染指数外推法过程。

### 3 辐射电阻的计算定义和公式

由预测模式可以看出,影响中波广播周围环境电磁辐射场强的因子包括发射机的功率、频率(波长)、发射塔高度、辐射电阻、天线增益和传输路径的地质参数等。辐射电阻是计算模式中的重要变量。将天线的辐射功率等效为在一个电阻元件上的损耗功率,即定义天线的辐射电阻。辐射电阻是表征天线辐射电磁波能力的量,在其他条件不变的情况下,辐射电阻越大,参考点的电磁辐射场强越高。在环评工作中多采用查图法确定辐射电阻取值,往往引入查图误差,以下讨论辐射电阻的理论计算。对称振子的辐射电阻公式为:

$$R = 60 \int_0^\pi \frac{[\cos(\beta h \cos \theta) - \cos \beta h]^2}{\sin \theta} d\theta \quad (1)$$

对于单塔全向中波天线,不能直接适用于对称振子的辐射电阻计算公式,可将其视为位于无限大理想导电地面上的垂直接地天线,此时,馈源接在天线臂与大地之间,在计算时可以用天线的镜像代替大地的影响。设为电磁波束与大地之间的夹角,=90°,考虑辐射功率是自由空间同等臂长、电流分布相同的对称电阻的一半,那么中波天线辐射电阻的计算公式转化为:

$$R = 60 \int_0^\pi \frac{[\cos(\beta h \sin \Delta) - \cos \beta h]^2}{\cos \Delta} d\Delta \quad (2)$$

### 4 不同中波与短波发射频率的计算方法

短波和中波的评价标准在发射频率的计算中将有所不同,因此在中波和短波的发射频率的计算中不可能采用叠加法。根据电磁辐射防护文件,如果对发射频率不同的放射性物体进行分析和计算,或者如果多个辐射计发射了中波或短波,则有必要通过随机提取进行分析,并随机提取参数在分析计算之前,必须预测辐射的放射性水,并分析不同频率的中波或短波的暴露限值。当中波发射频率与短波发射频率不同时,辐射对中波发射的影响也不同,如果发生这种情况,应采用指数评估方法。

### 5 场区划分和评价因子

单塔中波广播发射天线高度一般为0.15~0.5,取距离天线/2作为电抗近场区和辐射近场区的分界,取距离天线3作为

辐射近场区与远场区的分界。在电抗近场区，大部分能量在源与场之间交换而不辐射，环评关注评价范围内辐射近场区和远场区的电磁辐射场强，辐射近场区的预测因子为电场强度、磁场强度，远场区可仅预测电场强度，其他场量可按平面波等效计算。图1为中波广播场界分界图，辐射近场区覆盖了相当大的范围，在电磁环境影响评价预测中应予以充分重视。

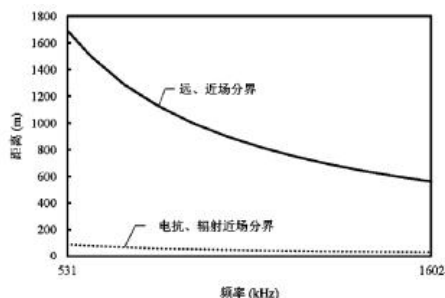


图1 中波辐射场界

### 6 当发射高度不同时的辐射水平预测

中波天线的制造工艺采用垂直极化波，以获得较大的容量，保持天线的垂直方向，使信号沿地面传输，很小一部分能量可以通过多个角度直接照射到周围环境中。在相对开放的场地建造中波发射台时，可以使用van der pol公式计算发射台周围场的强分布。当发射台建在天线塔周围的区域时，场分布较高，天波场强比地球波强得多。在辐射防护的预测分析过程中，需要对地球场强进行分析。中波天线施工时，如果周围有大型建筑物或施工群，信号可能因建筑物堵塞而变形，因此不能用van der pol公式计算场强分布范围，而且由于信号失真，无法根据标准进行评价因为适用于远距离通信，所以垂直方向在天线设置过程中必须以最大角度实现短波发射。为了准确发射无线电波，有必要采用航空电离层，扩大无线电波的复盖面，并以公里为单位传播信号。在短波发射过程中，电磁波通过辐射向空气传播。由于传输效果差，距离太短，损失很大，地磁波相对较低。因此，在短波传输过程中，为了监测短波塔传输效果，需要计算不同距离对短波塔不同角度的影响。在预测中波传播分析时，为了分析地球辐射对中波传播的影响，应使用辐射指数分析和计算中波传播数据。由于短波地面辐射具有无法长期保持的特性，在短波传输过程中造成重大损失，因此必须使用近地面计算方法来计算短波，并需要对工作人员的活动进行科学和合理的分析。

### 7 场强计算

选取某单塔全向中波广播塔开展计算，计算设频率为990kHz（波长为303.03m），发射机标称功率为100kW，地质参数选取干地（取 $1 \times 10^{-3} S/m$ ；取4），选择塔高为0.25和0.5两种情形（对应辐射电阻分别取99.7、36.6），天线周围辐射近场区电场强度、磁场强度，远场区电场强度计算结果见图3~图5。对于中波广播，按照（GB8702-2014），电场

和磁场强度的限值分别为 $40V \cdot m^{-1}$ 和 $0.1V \cdot m^{-1}$ ，按（HJ/T10.3-1996），单个项目取限值的 $1/\sqrt{5}$ ，分别为 $17.9V \cdot m^{-1}$ 和 $0.045V \cdot m^{-1}$ 。计算案例选取功率相对较高的情景，从计算结果可以看出：（1）理论计算电磁达标参考点均位于辐射近场区，在第一个波长范围内场强衰减较为明显。（2）由于预测模式不同，辐射近场区和远场区交界处的电场强度不连续，远场区计算模式的预测在交界处略高，但可以满足评价限值要求。

### 8 防护措施的引入

综合电磁辐射这一较严重的问题主要被认为是在墙体水泥中引入钢金属网孔，使建筑物能够提高电磁防护效果，并解决了室内电磁辐射问题。请注意，为了使金属网格孔充分发挥作用，必须进行相应的计算，假设孔间耦合修正、低频修正和孔数修正分别用K1、K2和K3表示，并且孔的多重反射消耗、反射消耗一般而言，当金属网孔保持相同的孔径时，屏蔽性能随着电磁波频率的降低而提高。此外，为了使金属孔隙充分发挥作用，可以考虑采用高场强EMR-300设备，测试金属网格应用前后的场强条件，以确保金属网格的最佳性能。此外，为了确保金属网孔的有效开放，有必要引入编织、焊接等手段，以便尽可能确保金属网的横向和纵向电导率，使其能够发挥有效的电磁保护功能。

### 结束语

中波广播周围场强还受地质条件、地形、建筑环境等影响，对于复杂环境条件的站址，还应开展类比检测分析。中波广播作为主要环境电磁辐射源，其对环境电磁辐射贡献较大、占比较高，在开展环境影响评价前，应充分考虑其与其他电磁辐射源的叠加影响，做好翔实的环境电磁辐射现状调查是十分有必要的。

### 参考文献

- [1]周康富. 基于极化波功率分布与极化匹配系数的基站电磁辐射预测研究[D]. 湘潭大学, 2019
- [2]林益豪. 中波电磁辐射影响理论模式测算[J]. 科技传播, 2018, 10(16): 75-78.
- [3]李伟, 魏光辉, 潘晓东, 王雅平, 万浩江, 孙杭清. 复杂电磁环境下通信装备干扰预测方法[J]. 电子与信息学报, 2018, 39(11): 2782-2789.
- [4]玛依努尔协坎. 小功率短波广播发射台电磁辐射场强预测模型建立[J]. 西部广播电视, 2018(08): 234.
- [5]张星. 小功率短波广播发射台电磁辐射场强预测模型建立研究[J]. 广播电视信息, 2018(03): 102-104.
- [6]王璐. 中短波广播发射台电磁辐射环境影响预测模型[J]. 信息化建设, 2018(07): 295.
- [7]林晓东. 中波台电磁辐射环境影响预测模式比较研究[J]. 海峡科学, 2018(04): 28-30.
- [8]张丹丹. 中短波广播发射台电磁辐射环境影响预测模型的构建[J]. 新闻传播, 2018(17): 73-74.