

附件 3

《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法  
(征求意见稿)》编制说明

生态环境部辐射环境监测技术中心

二〇二〇年十一月

# 目 次

1 项目背景.....	1
2 标准制订的必要性.....	1
3 国内外相关标准情况.....	2
4 编制目的、依据、基本原则和技术路线.....	3
5 标准主要内容说明.....	4
6 与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析.....	14
7 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议.....	14
8 征求意见稿初稿审查情况.....	15
附件 标准征求意见稿初稿审查会专家的其他意见和建议修改情况.....	16

# 《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》 编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

为完善国家环境保护标准体系，满足电磁辐射环境管理需要，规范短波广播发射台电磁辐射环境监测，促进短波广播发射台可持续发展，保障公众健康，生态环境部决定制订《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》。

2019年，生态环境部辐射源安全监管司向生态环境部辐射环境监测技术中心（以下简称“技术中心”）下达《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法研究》课题研究任务；2020年，生态环境部辐射源安全监管司向技术中心下达《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》标准编制任务，技术中心成立标准编制组，主要成员有曹勇、刘贵龙、吴剑、林远、穆晨旸、李育敏、叶垚栋、邵海江、郁丹炯、赵顺平（10人）。

### 1.2 工作过程

2019年，成立《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法研究》课题组，并对国内外关于《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》的相关文献进行了检索查阅。

2019年12月，课题组编制完成《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法研究报告》。

2020年4月，完成《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法研究》项目验收。

2020年5月，成立《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》标准编制组。

2020年5月20日，召开标准开题论证会，会议审查通过了该标准开题论证，明确了标准编制方向和原则。

2020年8月，按照生态环境部辐射源安全监管司要求，编制组完成《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》（征求意见稿初稿）。

2020年8月，生态环境部辐射源安全监管司组织召开了本标准征求意见稿初稿审议会。

2020年10月，编制组根据征求意见稿初稿审议会意见和建议，对标准进行了完善，形成《短波广播发射台电磁辐射环境监测方法》（征求意见稿）。

## 2 标准制订的必要性

### 2.1 行业概况

短波广播发射台（以下简称短波台）频率范围为 2.3MHz~26.1MHz、主要用于广播节目覆盖的广播发射台。我国的短波台分布极广，发射台站大部分隶属于国家广电总局。现阶段全国有短波广播发射机约 636 余台，总功率在 55000kW 左右，发射机发射功率在 11kW~500kW 之间。

目前，国内 50kW 以上功率等级的短波天线大部分都是固定天线，固定天线的指标能够满足预定覆盖范围的播出要求，造价低，但频率带宽窄，方向固定，要完成多方位的播音，需要多副天线和天线交换系统组合才能实现，同时占地面积很大，使用不灵活。而使用转动天线既有固定天线的优点，又克服了上述缺点，因此大功率短波转动天线是目前的发展趋势。

短波台一般建在远离居民区的郊区，或建在平坦的荒地、农村等地，天线数量众多，占地面积较大，整个台站或天线周围建有围栏或围墙，以保护通信设备，限制非工作人员进入发射区。。

## 2.2 环境管理情况

随着我国城市化进程加速，早期建设的短波台已经被不断扩大的城市规划区包围，造成短波台建设、运行受到环境制约。部分短波台的迁建或改建，对环境影响评价、监测技术的要求也越来越高。

2014 年 9 月，原环境保护部发布国家环境质量标准《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。2020 年 2 月 27 日，生态环境部发布《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112-2020），到目前为止，我国尚未制订针对短波台的电磁辐射环境监测方法，仍主要以《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器与方法》（HJ/T 10.2-1996）为依据，相关技术方法有待完善。

《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112-2020）已于 2020 年 2 月 27 日发布，4 月 1 日实施，制订短波台电磁辐射环境监测方法是评价短波台电磁辐射环境影响的技术基础，也是完善我国电磁辐射环境质量标准体系不可或缺的组成部分，对规范短波台电磁辐射环境监测、环境影响评价及环境管理具有重要意义。

## 3 国内外相关标准情况

### 3.1 国外标准情况

目前还没有短波台电磁辐射监测方法的国际标准。

### 3.2 国内标准情况

1996 年，原国家环境保护局发布了《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）和《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）；2014 年，原环境保护部发布了《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；2020 年 2 月，生态环境部发布国家环境保护标准《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112-2020）。这些标准为现行短波台建设项目环境

监测、环境影响评价和审批提供依据。

## 4 编制目的、依据、基本原则和技术路线

### 4.1 编制目的

规范全国各类辐射环境监测机构短波台电磁辐射环境监测工作，为生态环境主管部门及时、准确地掌握电磁辐射环境影响程度、范围和建设单位采取防护措施提供技术支持。

### 4.2 编制依据

- (1) 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）
- (2) 《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）
- (3) 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）
- (4) 《电工术语 基本术语》（GB/T 2900.1-2008）
- (5) 《电工术语 无线电通信发射机、接收机、网络和运行》（GB/T 2900.54-2002）
- (6) 《广播电视术语》（GB/T 7400-2011）
- (7) 《环境保护标准编制出版技术指南》（HJ 565-2010）
- (8) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）
- (9) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》（HJ/T 10.3-1996）
- (10) 《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112-2020）
- (11) 《广播电视天线电磁辐射防护规范》（GY 5054-1995）

### 4.3 编制基本原则

方法的编制力求做到科学性与可操作性的统一，做到与相关行业导则的协调一致，为短波台电磁辐射环境监测提供可靠依据，主要编制原则包括：

- 1 标准编写格式按国家标准 GB/T1.1 的规定；
- 2 注意与相关标准的协调性；
- 3 编写过程中贯彻国家关于积极采用国际标准的政策，并密切结合我国国情，做到技术先进合理、使用方便、切实可行。

### 4.4 技术路线

明确了短波台电磁辐射环境监测的监测条件（环境条件、仪器条件、监测工况）、监测方法、质量保证要求，加强了监测方法的科学性、严谨性，规范了短波台电磁辐射环境监测方法，确保监测工作有章可循、环境保护管理工作有据可依。

## 5 标准主要内容说明

### 5.1 关于“前言”

本章按照《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》GB/T 1.1-2020和《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）要求，给出了本标准的编制目的、内容、提出单位、起草单位、批准单位、实施时间、解释单位等内容。

规定了该标准实施后，HJ/T10.2不再适用于短波台电磁辐射环境监测。

### 5.2 关于“适用范围”

本标准适用于短波台的电磁辐射环境监测。

### 5.3 关于“规范性引用文件”

本章列出标准中规范性引用的文件，该文件经过标准条文的引用后，成为标准应用时必不可少的文件。

### 5.4 关于“术语和定义”

本章给出了相关术语及定义。术语及定义在参考相关标准的基础上直接引用或结合本标准特点稍做修改。

结合短波台环境影响的特点，根据《广播电视术语》（GB/T 7400-2011）给出“短波广播”的定义。

频率范围根据《广播电视术语》（GB/T 7400-2011）并结合《中华人民共和国无线电频率划分规定》确定。

引用了《电工术语 无线电通信 发射机、接收机、网络和运行》（GB/T 2900.54-2002）中“发射台”的定义。

引用了《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112-2020）中“电磁辐射环境敏感目标”的定义。

### 5.5 关于“监测条件”

#### 5.5.1 环境条件

对环境条件提出明确的要求。参考《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-2016）、《移动通信基站电磁辐射环境监测方法》（HJ 972-2018）等环境监测方法，结合仪器实际使用要求，提出监测时环境条件应符合仪器的使用要求。

#### 5.5.2 监测仪器

### 5.5.2.1 基本要求

明确监测仪器的基本要求，监测仪器须能覆盖所监测短波台的发射频率。

监测仪器明确应采用选频式电磁辐射监测仪，不采用非选频式宽带电磁辐射监测仪。开展短波台电磁辐射环境监测，即是对短波台发射机对应频点进行监测，选择选频式电磁辐射监测仪开展监测，首先因为非选频式宽带电磁辐射监测仪不具备频率分辨能力，无法开展频点监测；其次非选频式宽带电磁辐射监测仪监测结果为全频段监测值，无法准确对标短波广播频段电磁环境控制限值，不易判定监测结果是否达标。短波广播电磁辐射环境监测主要考虑的是各辐射源贡献值，因此选用选频式电磁辐射监测仪进行测量，可明确短波台的贡献值。

对仪器电性能提出了要求，需满足标准中表 1 的要求。

明确监测“应选用具有各向同性响应探头（天线）的监测仪器”。选用具有各向同性响应探头（天线）的监测仪器，可以避免实际监测中无法确保进行 X、Y、Z 三轴向监测的准确度，现有普遍使用仪器也基本具有各向同性响应探头（天线）。

明确监测仪器支架应采用不易受潮的非导电材质。

为避免当监测仪器手持时，人员对仪器监测结果存在的干扰，以及短波台监测需开展 6 分钟连续监测，使用支架以便于更好的开展监测。

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的要求，环境中电场、磁场、电磁场场量参数的方均根值应满足公众曝露控制限值要求，因此为对标 GB8702，监测仪器的检波方式应为方均根值检波方式，监测仪器的读数为任意连续 6 分钟内的平均值。

为避免或尽量减少周边偶发的其他电磁辐射源的干扰，明确监测时监测仪器探头（天线）与操作人员之间距离不少于 2m。

### 5.5.2.2 监测仪器电性能基本要求

监测仪器采用选频式电磁辐射监测仪。

选频式电磁辐射监测仪测量原理：

选频式电磁辐射监测仪由天线和测量主机（或电脑）组成，该天线为三轴全向天线，也就是三个正交的偶极子天线（分别为 X 轴天线，Y 轴天线和 Z 轴天线），三个天线是按照相互垂直的方式组装在一起的。三轴全向天线的输出为一条同轴射频线，主机通过一个射频电子开关控制选择测量所使用的天线，也就是同一时刻只选择其中一个天线连接到射频线进而输出到主机中。测量主机为一个频谱仪或电脑。射频线和这三个偶极子天线之间的夹角也都是 54.7°。测量时，测量主机控制依次接入 X、Y、Z 轴天线，对每一个天线通过扫频测量，得到该天线的频谱，依次测量被测电场的 X 分量频谱，Y 分量频谱和 Z 分量频

谱，最后在主机中将这三个分量合成为总频谱。引入天线因子修正后得到测量场强频谱。

### (1) 电性能参数

决定仪器本身不确定度（测量准确度）的参数主要为频率响应、线性度及各向同性。动态范围对仪器实际监测也有较大影响。

#### a) 频率响应

频率响应用于衡量测量仪器对于相同幅度不同频率信号的响应能力差异，无论是非选频式还是选频式测量仪器，其传感器都是天线，天线在工作的频率范围内，对不同频率信号的接收能力是不一样的（也就是天线因子不一样）。频率响应 $\pm 3\text{dB}$ ，简单来说就是测量频率范围内各个频点的测量值与基准值之间的偏差都小于等于  $3\text{dB}$ 。 $3\text{dB}$  带宽是天线中常用的概念。频率响应越大，测量的不确定越大。

$$\text{频率响应 (dB)} = 20\log_{10} \frac{X}{X_0} \quad (\text{其中 } X \text{ 为标准场强值, } X_0 \text{ 为实际测量值})$$

举例分析：

标准场强值为  $E_0$ ，对应的功率密度为  $P_0$ ，则  $P_0 = E_0^2/377$ 。

电场测量值为  $E$ ，如果  $E$  比  $E_0$  大  $3\text{dB}$ ，即  $3\text{dB} = 20 \times \log_{10} (E/E_0)$ ， $E/E_0 = 10^{(3/20)} = 1.141$ 。

电场测量值为  $E$ ，如果  $E$  比  $E_0$  小  $3\text{dB}$ ，即  $-3\text{dB} = 20 \times \log_{10} (E/E_0)$ ， $E/E_0 = 10^{(-3/20)} = 0.707$ 。

电场测量值为  $E$  对应的功率密度为  $P$ ， $P = E^2/377$ ，如果  $E$  比  $E_0$  大  $3\text{dB}$ ，也就是  $P$  比  $P_0$  大  $3\text{dB}$ ，则  $3\text{dB} = 10 \times \log_{10} (P/P_0)$ ， $P/P_0 = 10^{(3/10)} = 2$ 。

如果  $E$  比  $E_0$  小  $3\text{dB}$ ，也就是  $P$  比  $P_0$  小  $3\text{dB}$ ，则  $-3\text{dB} = 10 \times \log_{10} (P/P_0)$ ， $P/P_0 = 10^{(-3/10)} = 0.5$ 。

$$10 \times \log_{10}(P/P_0) = 10 \times \log_{10}(E^2/E_0^2) = 20 \times \log_{10}(E/E_0)$$

选频式电磁辐射监测仪具有频谱分析能力，可以逐个频点校准（也就是不同频率使用不同的天线因子）来改善天线的频率响应。而由于非选频式宽带电磁辐射监测仪没有频谱分析能力，所以其不能通过逐个频点修正校准的方式来改善频率响应，只能靠探头设计来确保频率响应特性。

#### b) 各向同性

各向同性是衡量测量仪器对不同入射方向不同极化方向的电磁场的响应能力差异。前面的原理分析可知，无论选频式还是非选频式测量仪器，三个天线都是正交的，理论上天线之间没有差异。但是实际上由于工艺等原因：1) 三个天线性能有差异；2) 天线和天线之间没有严格的正交，天线和天线之间相互耦合，3) 非选频式测量仪探头中的高阻线与天线之间非正交，高阻线和偶极子天线之间相互耦合，4) 选频式测量仪天线的输出同轴射频线和偶极子天线之间相互耦合，导致了实际上探头对于不同方向入射、不同极化方式的电磁场测量存在差异。各向同性测试示例：在暗室中，用信号源、功放及喇叭天线在测试点位处产



生一个特定幅度、特定频率的电场，将测量探头放置在测试点位，探头或天线支杆与场的极化方向呈 54.7° 夹角，让探头围绕着支杆旋转，每旋转 30° 方向记录一个场强测试值。记录电场最大值  $E_{max}$  和最小值  $E_{min}$ ，通过以下公式计算该探头或天线的各向同性：

$$A = 20 \log_{10} \left( \frac{X_{max}}{\sqrt{X_{max} X_{min}}} \right) dB$$

理论上各向同性越小越好，越小测量不确定度越小。当前各个电磁辐射监测仪器设备厂家的技术水平、工艺水平所限，普遍使用的 100kHz-3GHz 非选频式电磁辐射监测仪的各向同性指标能达到  $\leq 1dB$ ；100kHz-6GHz 非选频式电磁辐射监测仪的各向同性指标能达到  $\leq 1.5dB$ 。非选频式电磁辐射监测仪的各向同性控制的较好，主要是非选频式电磁辐射监测仪探头中使用的高阻线。高阻线中传输的直流检波信号，对被测量的射频电磁场信号呈现出很大的衰减特性，高阻线所接收射频电磁信号几乎全部被消耗掉不会再次激发出来。因此高阻线和三个偶极子天线之间的耦合非常小。

而适配短波频段的选频式电磁辐射监测仪因其频率范围较窄，主流为 9kHz~30MHz 或是 30kHz~30MHz，其各向同性也控制的较好。

#### c) 线性度

线性度是描述传感器静态特性的一个重要指标，以被测输入量处于稳定状态为前提。在规定条件下，传感器校准曲线与拟合直线间的最大偏差 ( $\Delta Y_{max}$ ) 与满量程输出 (Y) 的百分比，称为线性度 (线性度又称为“非线性误差”)。

在电磁辐射测量中，线性度是指一个固定频率的电磁波信号，在不同发射功率时所测量的数值与标准数值的最大偏差。

$$\text{线性度 (dB)} = 20 \log_{10} \frac{X}{X_0} \quad (\text{其中 } X \text{ 为标准场强值, } X_0 \text{ 为实际测量值})$$

#### d) 动态范围

动态范围用于衡量测量仪器对于幅度快速变化的信号的测量能力，动态范围不同于测量量程，有的仪器是有量程档位选择的，可以通过控制测试链路中的衰减器或者放大器来选择不同的量程档位。实际上，对于快速变化信号，电磁测量仪器是无法及时的跟上信号变化的幅度来调整量程的，动态范围是在不进行量程切换情况下的所能测量信号幅度的范围 (满足测量准确度要求)。

$$\text{动态范围 (dB)} = 20 \log_{10} \frac{X_{max}}{X_{min}} \quad (\text{其中 } X_{max} \text{ 为仪器量程最大值, } X_{min} \text{ 为仪器量程最小值})$$

比如动态范围为 60dB，其测量最大值与最小值之比为 1000，如果电场强度最小值为 0.1V/m，电场强

度最大值为 100V/m,

e) 探头检出限

探头检出限即代表能够测量出的最大、最小的场强值。它能代表仪器监测最大、最小量值，上检出限越大，下检出限小，则仪器监测能力越强，覆盖范围越广，适用度越好。

(2) 选频式电磁辐射监测仪

《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器与方法》(HJ/T 10.2-1996)中选频式宽带电磁辐射监测仪主要有 2 项指标要求：测量误差应小于 3dB，频率误差应小于被测频率的  $10^{-3}$  数量级。

a) 测量误差

决定测量误差的因素非常多，比如各向同性、频率响应、探头线性度以及测量的环境条件等。这些因素的综合影响决定了测量误差，因此无法一概而论，无法准确判定。而通过对仪器厂家调研，单纯就此参数而言，均可以满足 3dB 要求。结合国际上通行的指标，标准中采用各向同性、频率响应、探头线性度等来代表测量误差。

b) 频率误差

在电磁辐射测量中，频率误差是指设置的测量频率与实际测量的频率之间的误差。频率误差的要求为  $10^{-3}$  数量级。该参数相对于选频式电磁辐射监测仪较为重要，比如我们测试一个 3MHz 的电磁波信号，我们将选频电磁辐射仪器的测量频率误差应优于  $\pm 3\text{kHz}$ 。通过对仪器厂家调研，主流选频式电磁辐射监测仪均能满足频率误差小于被测频率  $10^{-3}$  数量级要求。

参考 IEC62232: 2017 中 B3.1.2.2 中表 B.6 对选频式电磁辐射监测仪的监测仪器电性能基本要求做了如下规定：

表 B.6 选频测量系统要求

频率响应	最低检测水平	动态范围	线性度	各向同性 <sup>a</sup>
900MHz-3GHz $\pm 1.5\text{dB}$	<0.01mW/m <sup>2</sup> (0.06V/m) 测量带宽中的信噪比 至少为 10dB	>60dB	$\pm 1.5\text{dB}$	<900MHz:<2dB 900MHz-3GHz:<3dB >3GHz:<5dB
<900MHz 和 >3GHz $\pm 3\text{dB}$ 用于要测量的频率				

<sup>a</sup> 建议使用具有各向同性响应的探头和测量天线。如果对测量进行后处理以获得总场强（等效于各向同性探头/测量天线的测量），则允许使用单轴（例如偶极子）和定向测量天线。

从参数设置上来看，我国的 HJ/T 10.2-1996 与 IEC62232: 2017 推荐的标准对选频式辐射监测仪的电性能都有不同的要求；从参数具体要求来看，我国的 HJ/T 10.2-1996 与 IEC62232: 2017 推荐的标准之间也存在着一定的差异。

所以，就选频式电磁辐射监测仪而言，评价其仪器电性能参数应包括频率响应、线性度、各向同性、动态范围、探头检出限、频率误差。

对普遍使用仪器厂商开展调研：包括国外某厂商和国内某厂商。

国内某厂商仪器型号：LF-30 中短波选频电磁场探头，测量频率范围 9kHz-30MHz。

表 1 LF-30 电性能参数

项 目	指 标	
	电场	磁场
频率响应	≤±1.5dB 其中短波频段≤1dB	≤±1.5dB 其中短波频段≤1dB
动态范围	86dB	86dB
线性度	≤±0.8dB	≤±0.8dB
频率误差	小于被测频率的 $0.5 \times 10^{-3}$ 数量级	小于被测频率的 $0.5 \times 10^{-3}$ 数量级
上、下检出限	下检出限 0.05V/m 上检出限 1000V/m	下检出限 1mA/m 上检出限 20A/m
各向同性	≤0.5dB	≤0.5dB

国外某厂商仪器型号：EHP-200A，测量频率范围 9kHz-30MHz。

表 2 EHP-200A 电性能参数

项 目	指 标	
	电场	磁场
频率范围	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz
上、下检出限	0.1~1000 V/m 前置放大 0.02~200 V/m	9kHz~3MHz: 0.03~300A/m 前置放大 6mA~60 A/m 300kHz~30MHz: 0.003~30A/m 前置放大 0.6 mA~6 A/m
动态范围	80dB	80dB
频率响应误差	±0.5dB @20V/m, 0.1~27MHz	±0.8dB, @166mA/m, 0.15~3MHz ±0.8dB, @53mA/m, 0.3~27MHz
线性度	0.5 dB	0.5 dB
频率误差	小于被测频率的 $10^{-3}$ 数量级	小于被测频率的 $10^{-3}$ 数量级
各向同性	±0.8dB	±0.8dB

电场强度下检出限：参考 IEC62232：2017 (<0.06V/m)、实测 (1 V/m)、普遍使用仪器指标 (下检出限分别为 0.05V/m、0.02V/m)，得出应≤0.05V/m。

电场强度上检出限：目前适用的选频式电磁辐射监测仪器探头均为中波、短波电磁场探头集成一体的，其仪器指标 (上检出限) 均为 1000V/m，结合实测与理论预测，确定上检出限≥500V/m。

由探头检出限得出，动态范围为  $20\log\frac{500}{0.05} = 80\text{dB}$ ，因此得出动态范围应  $\geq 80\text{dB}$ ，也满足参考

IEC62232: 2017 的要求 ( $>60\text{dB}$ )，普遍使用仪器指标也能满足  $80\text{dB}$  要求。

磁场强度下检出限，结合实际 ( $0.005\text{A/m}$ )、普遍使用仪器指标 (下检出限分别为  $1\text{mA/m}$ 、 $0.003\text{A/m}$ )，考虑到部分短波台发射功率可能更小，如在远场区  $E=377H$ ，得出应  $\leq 0.001\text{A/m}$ ，并由动态范围为  $80\text{dB}$  得出上检出限应  $\geq 10\text{A/m}$ 。

频率响应：参考 IEC62232: 2017 ( $<900\text{MHz}$ :  $\pm 3\text{dB}$ )、普遍使用仪器指标 (频率响应分别为  $\pm 1.5\text{dB}$ 、 $\pm 0.8\text{dB}$ )，得出频率响应  $\leq \pm 1.5\text{dB}$ 。

线性度：参考 IEC62232: 2017 ( $\pm 1.5\text{dB}$ )、普遍使用仪器指标 (频率响应分别为  $\leq \pm 0.8\text{dB}$ 、 $\pm 0.5\text{dB}$ )，得出线性度  $\leq \pm 1\text{dB}$ 。

各向同性：参考 IEC62232: 2017 ( $<900\text{MHz}$ :  $<2\text{dB}$ )、普遍使用仪器指标 (频率响应分别为  $\leq \pm 0.5\text{dB}$ 、 $\pm 0.8\text{dB}$ )，得出各向同性  $\leq 1\text{dB}$ 。

频率误差：结合 HJ 10.2 及普遍使用仪器指标，得出频率误差应小于被测频率的  $10^{-3}$  数量级。

表 3 选频式电磁辐射监测仪电性能基本要求

项目	电场指标	磁场指标
频率响应	$\leq \pm 1.5\text{dB}$	$\leq \pm 1.5\text{dB}$
线性度	$\leq \pm 1\text{dB}$	$\leq \pm 1\text{dB}$
动态范围	$\geq 80\text{dB}$	$\geq 80\text{dB}$
上下检出限	探头的下检出限 $\leq 0.05\text{V/m}$ 且上检出限 $\geq 500\text{V/m}$	探头的下检出限 $\leq 0.001\text{A/m}$ 且上检出限 $\geq 10\text{A/m}$
频率误差	$<$ 被测频率的 $10^{-3}$ 数量级	$<$ 被测频率的 $10^{-3}$ 数量级
各向同性	在其测量范围内，探头的各向同性 $\leq 1\text{dB}$	

## 5.6 关于“监测方法”

### 5.6.1 资料收集

明确监测前应收集的相应信息。

### 5.6.2 监测因子

明确短波台电磁辐射环境监测因子为射频电磁场。根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表 1 公众曝露控制限值注 3 的要求：100kHz 以上频率，在远场区，可以只限制电场强度或功率密度，或等效平面波功率密度，在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。因此明确在远场区，可以只监测电场强度（或功率密度）；在近场区，需同时监测电场强度、磁场强度。

远近场划分参见《环境影响评价技术导则 广播电视》（HJ 1112）的规定。

### 5.6.3 监测布点

按 HJ1112 的规定执行。HJ 1112 中已根据不同监测对象和目的，制订了监测布点的基本原则。

短波台监测重点关注两个方面：断面及电磁辐射环境敏感目标。对天线波瓣最大辐射方向场强开展断面监测即可掌握短波台周围场强分布情况。

#### （1）电磁辐射环境敏感目标监测

明确电磁辐射环境敏感目标布点位置，室外监测时，点位优先布设在公众日常生活或工作距离天线最近处，不宜布设在需借助工具（如梯子）或采取特殊方式（如攀爬）到达的位置；室内监测时，点位优先布设在朝向天线的窗口（阳台）位置，探头（天线）应在窗框（阳台）界面以内，也可选取房间中央位置。探头（天线）与家用电器等设备之间距离不少于 1m。

明确了电磁辐射环境敏感目标监测点位的设置应考虑电磁场在面向发射天线侧不同楼层的分布情况。通过监测结果可知，电场强度在窗内随着楼层的增加而增大，所以为掌握电磁辐射环境敏感目标电磁辐射环境影响，监测点位的设置应考虑电磁场在面向发射天线侧不同楼层的分布情况。

当前，多程式的短波转动天线是大功率短波转动天线的发展趋势，该转动天线是由背靠背安装的高、低频段两套同相水平天线组成，可组合成八种不同的工作模式，相当于 8 副天线，可以最大 500kW 发射功率满足不同距离、不同方向覆盖需要。因此，当被测对象为转动天线时，应对天线不同发射方向评价范围内的电磁辐射环境敏感目标进行监测。

#### （2）断面监测

在对短波台进行监测时，波瓣（主瓣、副瓣或后瓣）最大辐射方向场强断面监测对实际监测至关重要。

首先：对短波台最大辐射方向最大场强断面进行监测，可以掌握短波台周边的最大场强分布及影响情况；其次结合最大辐射方向最大场强断面的监测结果，可以与 GB 8702 及 HJ 10.3 进行对标，以明确达标位置；另外由于短波天线数量多，占地面积大，实际监测中极难确定最大辐射方向，须提前开展定位，确定天线最大场强的分布线；最后，因短波台最大场强定位具有特殊性和专业性，为提高监测效率，应由建设单位或天线设计单位给出最大辐射场强方向及定位，并对其定位结果负责。监测单位按照定位开展监测。

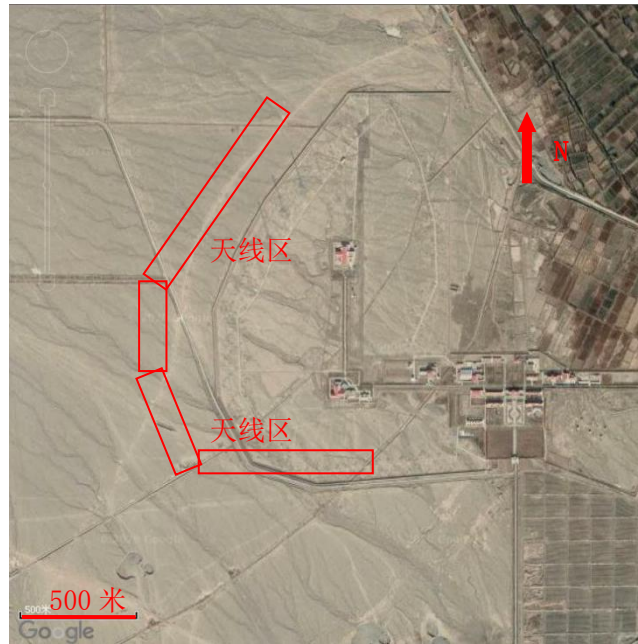


图 1 某台短波幕形天线平面示意图

全向天线：全向天线四周场强分布是随着距离增大而逐渐减小，理论状态下成同心圆分布递减，但实际监测中各方向仍存在偏差。短波天线型式众多，短波全向天线以角形天线为例，根据理论计算及现场监测，在近场区，其天线振子方向的场强值相较于天线夹角方向的场强值要更大些。因此在对角形天线断面监测点位布设时以天线振子地面投影几何中心点为起点，沿天线辐射场强方向开展断面监测，监测点间距取 10m，也可根据现场条件设定监测点位间距，顺序监测至背景值处。由于短波主要是以天波方式传播，根据理论计算和实际监测，其场强衰减较快，因此监测至背景值处即可。

定向天线：定向天线场强主要分布于主瓣方向，背瓣及副瓣方向场强相对较小。实际监测中定向天线监测点位布设在以天线投影几何中心点为起点，沿天线波瓣最大辐射场强方向开展监测，监测点间距一般为 10m，也可根据现场条件设定监测点位间距，顺序监测至背景值处。

选择几何中心点作为起点，因为一般环评预测的 0 米点也在几何中心点，几何中心点为天线的中心便于参照开展监测；而不以场强最大值处为起点，因为定向天线场强最大值处不确定，需由现场监测后确定位置，由场强最大值处为起点易造成监测的不连贯性，靠近天线区域断面存在监测空白区，不利于掌握天线周边场强真实分布情况。

监测点间距取 10m，通过实地监测 10m 间距可以较好的反应整个断面的衰减情况，达标位置等重点关注点位附近可加密布点，以便确定具体位置。一般短波台离天线较远处场强值已明显减小，可适当增大监测距离，因此可根据现场条件设定监测点位间距。

监测点位应选择地势平坦、空旷处，并避开建筑物、树木、输电线路等。

### 5.6.5 监测高度

结合一般人体高度、短波场强空间分布及现场监测比对，明确测量仪器探头（天线）距地面（或立足平面）1.7m。也可根据不同监测目的，选择监测高度，并在监测报告中注明。

### 5.6.6 监测工况

在短波台正常播音时段进行，选择被测对象的最大发射功率运行状态下监测。

短波广播天线发射的电磁波主要依靠电离层反射，即天波传播。而短波依靠天波传播再通过电离层镜面般的反射，传输距离可达上万公里。由于短波天波波束较宽，射线发散性较大，而电离层是分层的，电波传播时可能多次反射，因此在一条通信链路中通常存在多种传播路径，即存在多种传播模式。

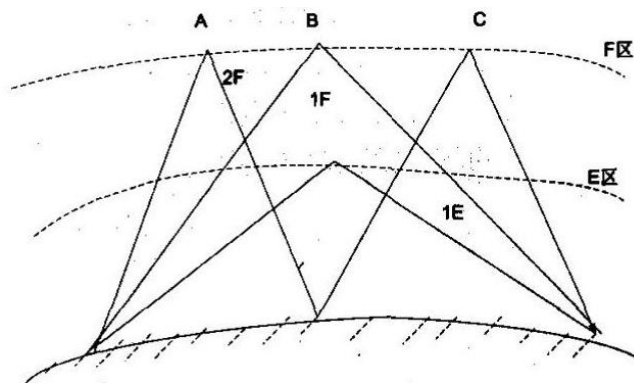


图2 传输路径示意图

由于电离层传输媒质的随机时变性，使得信号传输损耗、多径时延和干扰等都随频率、时间、地点等而随机变化着。为了可靠通信，短波广播会在不同时刻选用不同的工作频率，但为了避免换频次数太多而导致通信意外中断，通常一日之内使用两个（日频和夜频）或三个频率，一般是在日出和日落时间换频。而短波发射机的工作频率和工作模式又对天线周围的场强分布有一定的影响。因此在现场监测时就需要根据短波发射机的实际发射工况选择在被测对象最大发射功率运行状态下进行监测。

### 5.6.7 监测读数

根据 GB8702 要求，0.1MHz~300GHz 频率，场量参数是任意连续 6 分钟内的方均根值。

同时，根据 ICNIRP PUBLICATION – 1998 中多处提到场量参数是任意连续 6 分钟内的方均根值。IEEE Std C95.1-2019 4.3 中，针对全身照射和局部照射的 SAR 值分别提出了为任意 30 分钟和任意 6 分钟平均值的说法。

因此，不论是对标国家标准 GB8702-2014 还是国际现行的导则标准，均已明确采用连续 6 分钟内的方均根值。

所以标准中，明确了监测时，每个测点每次监测时间不少于 6 分钟，读取监测仪器连续 6 分钟监测值的平均值。

## 5.7 记录

明确监测时应记录的信息及结果。

选频监测结束时，需保存频谱分布图，主要包含监测时段内的频谱图、被测对象的频率、分辨率带宽、监测时间、监测结果等。

提出记录和报告参考格式，具体见本方法附录 A。

## 5.8 质量保证

原则性规定开展监测的人员、仪器、数据处理等要求。

# 6 与国内外同类标准或技术法规的水平对比和分析

## 6.1 国外同类标准情况

国外无同类短波台电磁辐射环境监测方法。

## 6.2 国内同类标准情况

相较于其他电磁类建设项目，短波广播有其自身的特点，现行《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）适用范围广，对开展短波台电磁辐射环境监测存在不足之处。

# 7 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议

## 7.1 管理措施

实施本标准是对短波台进行环境监测管理的依据，具有重要的环境和社会效益，可为科学解释短波台环境监测提供技术支撑。

## 7.2 技术措施

本标准适用于短波台的环境管理与监测。行业单位、科研院所应定期或不定期跟踪本行业环境保护标准的国外发展动向，跟踪最新的研究方法和研究成果。

## 7.3 实施方案建议

本标准自发布之日起即可实施。



## 8 征求意见稿初稿审查情况

2020年8月26日，生态环境部在北京组织召开了本标准征求意见稿初稿技术审查会。会上提出的5条修改建议，修改、完善情况如下：

### 1、完善术语和定义。

在标准文本中根据《广播电视术语》（GB/T 7400-2011）并结合《中华人民共和国无线电频率划分规定》确定了“短波广播”的定义。

补充了《电工术语 无线电通信 发射机、接收机、网络和运行》（GB/T 2900.54-2002）中“发射台”的定义。

删除“广播发射台”、“转动天线”的定义。

### 2、明确监测仪器的检波方式，核实监测仪器电性能指标的检定情况。

已在标准文本监测仪器基本要求明确监测仪器的检波方式应为方均根值检波方式。

通过调研，监测仪器检定项目可根据客户具体要求进行，并由检定机构出具相应指标的检定证书。

### 3、完善监测布点描述，明确监测结束时，保存频谱分布图。

删去“监测时，应根据监测目的，开展监测布点”，明确监测布点按HJ 1112的规定执行。因为HJ 1112中已根据不同监测对象和目的，制订了监测布点的基本原则。

确定短波台监测重点关注两个方面：断面及电磁辐射环境敏感目标。

全向天线：以天线振子地面投影几何中心点为起点，监测路径沿天线辐射场强方向进行。

定向天线：以天线地面投影几何中心点为起点，监测路径沿天线波瓣最大辐射场强方向进行。

确定监测点位间距一般为10m，也可根据现场条件设定监测点位间距，顺序监测至环境背景值处。删除监测范围同HJ 1112中评价范围。

增加典型天线场强断面监测布点图。

明确监测结束时，保存频谱分布图。

### 4、修改现场监测记录表（二），增加备注与远场区、近场区距离。

现场监测记录表（二）中“监测参数”修改为“监测因子”，增加“天线编号”、“备注”与远场区、近场区分界距离。

补充当被测对象为转动天线时，需备注天线发射方向。

### 5、专家和代表提出的其他建议

专家和代表的其他建议及修改、完善情况见表附件。

附件 标准征求意见稿初稿审查会专家的其他意见和建议修改情况

表 4 专家的其他意见和建议处理表

序号	意见和建议	处理意见及理由
1	<p>4.2.1.1 中量程、分辨率与表 1 中电性能指标不一致。</p> <p>采用选频式电磁辐射监测仪即可，非选频式宽带电磁辐射监测仪不适用。</p>	<p>采纳。</p> <p>明确监测仪器应采用选频式电磁辐射监测仪，其电性能应满足表 1 要求。</p> <p>编制组确定在对短波台进行测量时，应采用选频式宽带测量仪。标准文本中删除非选频式宽带电磁辐射监测仪相关内容。</p>
2	<p>建议监测工况中“被测发射机”修改为“被测对象”。</p>	<p>采纳。</p>