

# Application of Electromagnetic Radiation Monitoring Technology in Environmental Assessment

Shu Jiang

Shandong Provincial Environmental Science Research Institute Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250109, China

## Abstract

With the rapid development of industries such as power and telecommunications, the hazards of electromagnetic radiation to the ecological environment and human health have become increasingly severe. Electromagnetic radiation monitoring technology serves as a crucial supporting tool for environmental assessment, and its standardized and scientific application directly impacts the reliability of evaluation results. This paper systematically reviews the technical framework of electromagnetic radiation monitoring, conducting an in-depth analysis of its application process in environmental assessment from three perspectives: core principles, mainstream technical equipment, and comparative analysis. It identifies current issues in application, including insufficient monitoring accuracy, irrational site selection, and non-standardized operations, while proposing corresponding solutions. The aim is to refine the integration pathways between electromagnetic radiation monitoring and environmental assessment, providing technical references and operational guidance to enhance the quality of environmental assessments and mitigate electromagnetic radiation hazards, thereby facilitating the standardized implementation of electromagnetic radiation pollution control efforts.

## Keywords

electromagnetic radiation; monitoring technology; environmental assessment; application practice

## 电磁辐射监测技术在环境评价中的应用实践

姜姝

山东省环科院股份有限公司, 中国·山东 济南 250109

## 摘要

随着电力、通信等行业的迅猛发展, 电磁辐射对生态环境以及人体健康造成的危害越来越严重, 电磁辐射监测技术是环境评价的重要支撑手段, 电磁辐射监测技术的应用是否规范、科学, 直接影响到评价结果是否可靠。本文系统梳理电磁辐射监测技术体系, 从核心原理、主流技术设备、技术对比三方面入手, 对电磁辐射监测技术在环境评价中的应用流程做深入分析, 剖析当前应用中存在监测精度不高、布点不合理、操作不规范等问题, 并提出相应的解决对策。目的在于完善电磁辐射监测同环境评价的融合途径, 为改善环境评价品质, 防范电磁辐射环境危险赋予技术参照和操作引领, 助力电磁辐射污染防控工作规范化展开。

## 关键词

电磁辐射; 监测技术; 环境评价; 应用实践

## 1 引言

在工业化、信息化发展的背景下, 输电线路、基站、变电站等电磁辐射源数量迅速增多, 电磁辐射已经成了继水、气、声污染之后第四大的环境污染物。环境评价是电磁辐射污染控制的重要内容, 只有得到准确系统的监测数据之后, 才能做出正确的决定。电磁辐射监测技术就是对环境中电磁场强度、频率等主要参数进行监测, 从而判断辐射源对周围环境的影响程度, 找出污染控制区。当前, 我国对电磁辐射环境管理的要求不断提高, 怎样优化监测技术的应用,

提高环境评价的科学性和准确性, 成为环保领域的重要课题。本文从实践的角度出发, 研究电磁辐射监测技术在环境评价中应用的要点及优化方向, 以达到生态环境高质量保护的日的。

## 2 电磁辐射监测技术体系概述

### 2.1 电磁辐射监测核心原理

电磁辐射监测的基本原理是利用电磁感应和电磁波传播特性, 使用专门设备捕捉环境中的交变电磁场的物理参数, 经过信号转换、放大和分析, 得到电磁辐射强度以及分布特点。电磁辐射的传播遵从麦克斯韦方程组, 它的强度同辐射源的功率, 辐射距离, 频率以及周围介质的性质有关。监测时应按照辐射源种类(工频、射频)来选取对应的监测

【作者简介】姜姝(1985-), 女, 中国山东菏泽人, 本科, 高级工程师, 从事环境保护工程研究。

参数,工频辐射主要测量电场强度(单位V/m)、磁场强度(单位 $\mu\text{T}$ ),射频辐射重点测量功率密度(单位 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )。监测设备利用传感器来感应电磁场的变化,将物理信号转换成电信号,再经过滤波、放大等处理,最后输出可以量化的监测数据,为之后的环境评价提供基础依据<sup>[1]</sup>。

## 2.2 主流电磁辐射监测技术及设备

目前主流的电磁辐射监测技术根据监测场景可以分为现场便携式监测、固定站连续监测和遥感监测三大类,各种技术分别配套相应的专用设备,满足不同的评价需求。便携式监测技术因为灵活方便的特点,在中小型辐射源、区域环境抽查等场合得到广泛使用,主要设备有电磁辐射分析仪、工频电场磁场测试仪等,德国Narda NBM-550电磁辐射测试仪可以同时监测工频和射频辐射,测量范围覆盖0.01Hz-6GHz,精度为 $\pm 0.5\text{dB}$ ,可以实时显示和存储现场数据。固定站连续监测技术多被用在大型辐射源(高压输电线路、大型基站集群)的长时间动态监测上,由传感器、数据采集器、传输模块、后台终端组成,可以24小时不间断采集数据<sup>[2]</sup>。

## 2.3 电磁辐射监测技术对比分析

不同的电磁辐射监测技术,精度、效率、适用范围、成本等存在着很大的差别,应根据环境评价的要求来选择。便携式监测技术的核心优势在于精度高、针对性较强,可以精准地捕捉到单点及小范围的辐射数据,适合用于项目竣工验收、敏感点专项监测等场合,但是由于人力的限制,监测范围小、效率低,单点位监测成本约为500到800元。固定站连续监测技术具有全天候、自动化监测的能力,可以动态跟踪辐射源排放的变化情况,数据连续性较好,适合于对大型辐射源进行长期的监管,但是设备购置与安装成本较高(单站建设成本超过10万元),并且安装环境要求严格,需要避开遮挡和干扰源。

# 3 电磁辐射监测技术在环境评价中的应用流程

## 3.1 环境评价中电磁辐射监测的前期准备

前期准备是保证电磁辐射监测工作有序进行、数据准确可靠的先决条件,主要是资料收集、方案编制、设备调试这三个环节。资料收集阶段要全面掌握评价区域内的辐射源情况,即辐射源的种类、数量、功率、运行参数及分布位置等,还要搜集区域地形地貌、气象状况、人口分布以及敏感点(学校、医院、居民区)的位置等基础资料,为布点设计和监测范围的确定给予支撑。方案编制阶段根据评价的目的,即现状调查、竣工验收、规划环评等来确定监测指标、范围、布点原则、监测频次、质量控制要求等,输电线路项目要覆盖两侧500米以内范围,敏感点应单设监测点位,监测频次不少于三次(每次监测时间不少于30分钟)。设备调试环节需要对监测设备进行全部校准和性能检测,按照有关标准(如电磁辐射监测仪器质量控制规范)进行零点校准、量程

校准,保证设备精度满足要求<sup>[3]</sup>。

## 3.2 现场监测实施要点

现场监测的规范性直接决定数据质量,必须严格按照监测方案和技术标准来执行,重点控制好布点执行、干扰规避、数据记录这三个方面。布点执行时,应严格按照方案所定的点位布置监测设备,点位设置要避开建筑物、树木等遮挡物,工频辐射监测点位距地面高度为1.5米(人体站立高度),射频辐射监测点位距辐射源水平距离不小于1米,敏感点监测应在建筑外门窗处及室内中央各布一个点。干扰规避方面要远离现场临时用电设备、金属构件等干扰源,监测设备与干扰源的距离不小于5米。

## 3.3 监测数据处理与分析

监测数据处理与分析属于把原始数据转变为评价依据的关键步骤,必须遵照科学性、规范性原则,保证数据解读正确。数据处理阶段,首先要对原始数据进行筛选,剔除异常值(超出仪器测量范围、受干扰影响的数据),用统计学方法(标准差法)来判断数据的有效性,将有效数据整理、汇总、换算,统一数据单位、格式。然后对数据进行校正,利用设备校准参数、现场干扰因素等对数据进行修正,使数据满足评价标准的要求。

## 3.4 评价结论与报告编制

评价结论及报告编制是电磁辐射监测技术在环境评价中的应用总结,要以监测数据和分析结果为依据,得出科学、客观的评价结论,并编制完整的监测评价报告。评价结论部分要明确监测区域的电磁辐射现状(达标情况、分布特征)、辐射源对周边环境的影响程度、敏感点受影响情况,对于规划项目或者新建项目,要预测项目运营后电磁辐射的变化趋势,判断项目是否符合环保要求。同时对监测发现的问题提出有针对性的污染防控建议。

# 4 电磁辐射监测技术在环境评价应用中的问题

## 4.1 部分复杂环境下监测精度不足、新兴技术应用不成熟

复杂环境条件对电磁辐射监测精度有较大影响,目前山地、高层建筑密集区、多辐射源叠加区域等地方,电磁辐射监测精度不够的问题比较突出。山地地形中地形起伏使电磁波反射、折射现象加重,监测设备不能真实地反映辐射强度;高层建筑密集区,金属构件、墙体对电磁波的屏蔽和散射作用,容易造成监测数据失真;多辐射源叠加区域,不同频率的电磁波互相干扰,现有的设备很难区分出单一辐射源的贡献度。

## 4.2 布点科学性有待提升、敏感点识别不全面

监测布点的科学性直接关系到监测数据的代表性,目前环境评价中电磁辐射监测布点存在很多不合理的地方。部分评价项目使用传统的均匀布点法,没有结合辐射源的种类、分布特点、地形地貌、人口密度等要素来改进布点方式,

造成重点区域(辐射源周边、敏感点附近)点位数量不够,非重点区域点位过多,监测数据不能全面体现区域辐射状况。同时敏感点识别不全面,部分评价只考虑了已经明确的学校、医院、居民区等敏感点,忽视了农村分散居民区、养老院、幼儿园等隐蔽的敏感点,没有考虑辐射源长期运行对周边生态环境(野生动物栖息地)的潜在影响,造成敏感点监测覆盖不全,评价结论有片面性。

#### 4.3 现场操作不规范、数据溯源与审核机制不完善

现场操作不规范影响监测数据的质量,部分监测人员不具备相应资质就进行操作,不严格按照监测技术标准进行操作,设备校准不到位,监测点位偏离,数据记录不全面。部分监测人员为了提高效率,对仪器全程不做校准,只做一次校准就进行监测,造成仪器精度降低,影响数据准确性,部分点位因现场条件限制随意改变位置,与方案指定位置不符,数据记录出现漏填、错填情况,重要的气象条件、干扰情况等信息没有被记录下来,不能追溯数据的来源及有效性。

## 5 电磁辐射监测技术在环境评价应用的优化对策

### 5.1 推广智能监测设备、优化多技术融合监测方案

对于在复杂环境下监测精度不够的状况,需要加快智能监测设备的应用步伐,改进多技术融合监测方案。一方面加强高精度、抗干扰智能监测设备的研发推广,开发出具有自动校准、干扰识别功能的便携式电磁辐射分析仪,适合于复杂地形的无人机载高灵敏度传感器,提高复杂环境下的监测精度和稳定性。另一方面,优化多技术融合的监测方案,根据不同复杂场景的组合使用便携式监测、固定站监测、遥感监测技术<sup>[4]</sup>。

### 5.2 基于数值模拟辅助布点、强化敏感点排查机制

为了使布点更加科学,而且能够保证全面准确地找出敏感点,就需要用数值模拟技术进行辅助布点、完善敏感点的排查工作。布点设计时用电磁辐射数值模拟软件(FEKO、CST等)按辐射源参数、地形地貌、周围环境等要素做电磁波传播路径及辐射强度分布的模拟,预测高辐射区和敏感点受影响范围,在此基础上改进监测点位安排,在辐射密集区、叠加区和敏感点周围增设点位,提升布点的针对性和代表性<sup>[5]</sup>。同时加强对敏感点的排查机制,建立包含学校、医院、居民区、养老院、幼儿园、野生动物栖息地等各种各样的敏

感点的数据库,采取实地勘查和资料查阅相结合的方式,全面排查评价区内的所有敏感点,确定出每个敏感点的具体位置、范围以及保护目标等信息,保证敏感点监测全覆盖<sup>[6]</sup>。

### 5.3 完善全流程质量控制体系、加强监测人员专业培训

根据现场操作不规范、数据管理不到位等问题来创建全流程质量控制体系,提高监测人员的专业水平。在质量控制体系建设上,要规定好监测各环节(前期准备、现场监测、数据处理、报告编制)的质量要求,制定标准的操作规程(SOP),要求对监测设备进行定期的校准和维护,将校准记录全程保存;创建统一的数据管理平台,对原始数据、校准记录、监测报告等资料实行电子化存储并全程追溯,强化数据审核机制,设置多个审核层次(现场审核、实验室审核、终审),对数据采集、处理、分析全过程严格核查,发现异常数据立即进行排查处理,保证数据的真实性、可靠性。

## 6 结语

综上所述,电磁辐射监测技术属于环境评价的重要支撑,对控制电磁辐射污染,保证生态环境和人体健康有着不可替代的作用。本文通过对电磁辐射监测技术体系的整理,分析电磁辐射监测技术在环境评价中应用的过程、存在的问题及改进措施,得到电磁辐射监测技术应用的关键点和改进方向。目前电磁辐射监测技术对于复杂环境的适应性、布点的科学性、操作的规范性还不足,应采用推广智能设备、优化融合方案、完善质量控制体系、加强人员培训等手段加以改善。

### 参考文献

- [1] 王冠,缪尔康,徐辉,等. 区域环境电磁辐射监测技术研究[J].辐射防护,2024,44(03):224-232.
- [2] 王先贺,吴伟军,刘金尧,等. 基于LORA在线式 $\gamma$ 辐射监测系统[J].电子制作,2024,32(05):93-95+92.
- [3] 牛年增,龙跃,伍嘉. 数字化技术在5G基站电磁辐射监测中的应用[J].邮电设计技术,2024,(01):15-18.
- [4] 黎炜,宁复茂,柴斌,等. 特高压直流换流站二次设备空间瞬态磁场监测技术[J].光学与光电技术,2023,21(04):41-47.D
- [5] 何学秋,韦梦茵,宋大钊,等. 煤岩电磁辐射理论与技术新进展[J].煤炭科学技术,2023,51(01):168-190.
- [6] 艾德海江·马那甫,热孜亚·艾山江.电磁辐射环境监测水平的提升对策[J].电声技术,2021,45(11):125-128.