

Analysis of Key Points of Environmental Electromagnetic Radiation Monitoring

Fuguang Tan

Lijiang Institute of Environmental Science (Lijiang Radiation Environmental Monitoring Station) Lijiang, Yunnan, 674100, China

Abstract

With the advancement of science and technology, the continuous improvement of informatization has led to a complex and ever-changing electromagnetic environment, resulting in a steady increase in electromagnetic radiation levels. In this context, monitoring the electromagnetic environment and understanding radiation intensity have become crucial for social development. Relevant personnel need to integrate regional environmental factors and sources of electromagnetic radiation, employing appropriate monitoring technologies to collect data, thereby supporting the improvement of the electromagnetic environment monitoring system. This article begins with an analysis of regional environmental electromagnetic radiation, combines literature reviews to thoroughly examine the characteristics of electromagnetic radiation impacts, and then, based on China's existing standards and monitoring practices, analyzes key monitoring aspects to provide recommendations for current electromagnetic radiation monitoring.

Keywords

regional environment; electromagnetic radiation; analysis

区域环境电磁辐射监测要点分析

谭福广

丽江市生态环境科学研究所（丽江市辐射环境监测站），中国·云南丽江 674100

摘要

随着科学技术的发展，信息化水平不断提升，由此导致复杂多变的电磁环境，造成电磁辐射水平不断上升。此背景下，针对电磁环境进行监测，了解辐射强度就成为社会发展的重要一环，需要相关人员结合区域环境以及电磁辐射的来源，运用合适的监测技术获取数据，为电磁环境监测体系的完善提供支持。文章从区域环境电磁辐射入手，结合文献综述，深入分析电磁辐射的影响特点，然后在我国现有标准和监测实践基础上，分析监测的要点，为现阶段电磁辐射监测提供建议。

关键词

区域环境；电磁辐射；分析

1 引言

电磁辐射是一种看不到、摸不着的能量流，是一种因电场和磁场相互作用而产生的电磁波向周围发散和辐射的物理现象。根据波长和频率的不同，电磁辐射可以分为工频辐射、射频辐射、微波、红外线、可见光、紫外线等^[1]。区域环境中，电磁辐射的来源十分广泛，包括自然与人为两方面。自然来源方面，主要来源包括太阳辐射、宇宙天体、地球静磁场与低频场、雷电宽频带电磁脉冲等；人为来源中，主要包括广播电视台发射系统、移动通信基站、雷达系统、高压输变电设施、家用电器及工业设备等。电磁辐射是继水、大气、噪声、固废后的又一重要的环境因素。开展全过程规

范、可靠的电磁辐射监测显得尤为重要。

2 区域环境中电磁辐射的危害

城市居民长期在电磁辐射污染环境下生活和工作，人体组织由于受到很强的电磁波作用，组织分子原始电场会产生变化，并对细胞生物分子运动造成严重的干扰。长期接触超标的电磁辐射者，可出现头昏、头痛、乏力、胸闷、心悸等神经衰弱综合征；心血管可见心律不齐、心动过缓等心电图改变；眼球晶状体点状或小片状混浊，严重者可形成白内障；男性性功能下降，女性内分泌紊乱，孕妇自然流产，胎儿发育畸形；免疫力低下；癌症发病率增加，儿童可诱发白血病^[2]。

另外，在较强的电磁辐射环境下，长时间受到电磁影响会导致动植物无法正常生活。部分地区的电磁污染较为严重，周围植被生长也受到影响，成长缓慢^[3]。

【作者简介】谭福广（1989-），男，中国云南丽江人，硕士，工程师，从事环境监测、环境科学研究。

3 区域环境电磁辐射监测的难点

3.1 电离辐射来源较广、类型复杂

随着科学技术发展,区域环境中的电磁辐射可以来自信号站、广播塔、电子设备以及电力系统等,来源多样,难以监测。而且不同来源的电磁辐射信号强度与范围不同,对监测技术的要求也不同,也在一定程度上增加监测难度。

3.2 存在频谱干扰与信号重叠问题

不同来源的信号之间会相互干扰,导致辐射信号之间的重叠,制约监测的精准度,存在技术问题。

3.3 外界环境影响较大

电磁辐射监测环节,白天黑夜、气候、遮蔽物密集度等因素都会对区域内电磁信号强度产生影响,对监测技术有更高的要求。

3.4 数据处理复杂

电磁辐射监测产生的数据量非常庞大,如何从中提取有效信息、分析辐射强度的分布、变化趋势以及可能的风险,是一个复杂的任务。

4 区域环境电磁辐射监测要点

辐射污染是一种能量流污染,看不到、摸不着,不易被直接感知。为此,国家生态环境部门专门出台了相关的规范和技术标准,主要以《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)、《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)为主^[4],指导全国范围内的电磁辐射环境监测,为电磁辐射安全监管提供重要支撑,也为辐射污染防治提供重要数据信息,提高电磁辐射污染治理的针对性、实效性。实际来看,区域环境电磁辐射监测的要点主要体现在以下方面。

4.1 监测前的准备工作

4.1.1 确定监测的目标与范围

区域环境中的电磁辐射来源类型较多,监测开展前,相关人员必须确定监测的目标以及范围,为监测活动确定明确的方向。

电磁辐射监测一般以以下几种作为监测目标。首先,可以将现状调查与背景监测作为目标,例如对城市功能区(居住区、商业区、工业区等)进行网格化普查,以掌握某一区域在无特定新增源强情况下的电磁环境本底水平;然后,源项贡献监测也会是监测的目标。旨在评估某一特定电磁设施(如一座新建的移动通信基站或一条高压输电线路)对周边环境的辐射贡献。可以采用“有无对比法”,即在设施运行前后或在不同工况下进行测量;之后要重视投诉验证与纠纷仲裁监测,针对公众对特定地点电磁环境的投诉,进行现场测量,以验证其电磁辐射水平是否符合国家标准;此外在特定情况下还需进行科研性监测,主要为特定科学研究收集数据,需根据科研目标量身定制监测方案。

4.1.2 人员与仪器准备

人员与设备的合理配置是保证工作质量和安全的核心。人员配置环节,需要明确岗位与职能,安排项目负责人、现场操作员、质量监督员、数据记录员等岗位,并安排相应的职能。所有人员必须持证上岗,经过专业培训后对监测的方案、设备的应用以及操作规程有一定了解后才能上岗。

仪器准备环节,应根据监测对象(工频或射频)选择合适的监测仪器,确保其频率响应范围覆盖待测源的主要频段。其次需要进行仪器校准,要求技术人员结合校准证书的复印件开展校准,确保设备在有效的校准周期内;之后要进行性能检查,仪器入场后应对其电池电量、零点检查、响应检查等性能进行监测,确保设备满足监测需求。

4.1.3 区域环境背景调查

为确保监测点位满足要求,技术人员应在正式监测前对预监测点位进行背景调查,提前了解区域源强、地形地貌和气候条件等,评估是否存在突发状况影响监测结果。重点包括通信基站的运营商、频段、扇区朝向、挂高;广播电视台的方位、频率、功率;高压输电线路的电压等级、线路回数、塔型、边导线位置;变电站的电压等级、主变容量、布局等。监测时气象条件应符合仪器使用要求,通常要求在无雨、无雪、无雾、风速小于3级的天气下进行,以避免恶劣天气对测量结果造成干扰。

4.2 现场监测的关键环节

事前准备后的现场监测是区域电磁辐射监测的关键,涉及面较广而且技术性较强,容易出现失误,就需要相关人员对该环节的要点进行分析,结合点位确认、测量与读数、质量控制与安全保障等环节,开展针对性的监测。

4.2.1 点位确认

技术人员在监测前需要结合GPS或者其他地图软件精准定位,确保实际监测点位与布设点位一致,规避点位误差过大导致的辐射监测失准。点位布设要按照代表性、可比性、可行性等原则进行。针对不同的监测对象有不同的监测布设方法。主要有区域环境布设方法和针对不同源强的布设方法。区域环境布设方法又可分为网格布点法、功能区布点法和敏感区布点法。首先是网格布点法,主要适用于大范围的电磁辐射布点,需要将监测区域划分为若干大小均匀的网格,在网格中心或节点处设点测量;其次是功能分区布点法,主要适用于人类生产生活中电磁辐射影响的分析。该布点方法需要在文教区、居民区、商业区、工业区等不同区域分布点位,全面收集电磁辐射监测数据;然后是敏感目标重点布点法,适用于学校、医院以及养老院等敏感目标,或者是需要在教学楼、宿舍等人员长时间停驻的位置布设点位,重点监测区域电磁辐射的强度。不同源强的布设方法主要场景为高压输变电和移动通信站。高压输变电点位布设应沿垂直于线路走向或变电站围墙的廊方向布设。对于变电站,点

位为离测量外墙 5m 远布设, 进线、出线处不设点位。测量高度通常为地面以上 1.5m-1.7m。对于输电线路, 点位始于线路中心或边导线正下方, 监测点间距一般为 5m, 顺序测至距离边导线对地投影 50m 处为止。点位布设注意避开金属架构和高大植物。如沿线周围有敏感点, 必须对线路走廊内及边缘的住宅、学校、幼儿园、医院等敏感建筑的阳台、窗口、屋顶等公众可到达区域进行重点监测, 该数据直接关系公众暴露评估。变电站和输电线路重点关注工频电场和工频磁场的分布。移动通信站点位布设应重点覆盖基站主瓣方向上的敏感目标。在距离天线不同水平距离, 如 10m, 30m, 50m 处布点, 垂直断面考虑建筑楼层的底层、中层和高层。在点位布设时建议考虑背景值的监测, 背景值监测选取远离基站不受其干扰点位。在监测 5G 基站时, 由于其波束赋形特性, 需在多个位置进行较长时间测量以捕捉其时间平均功率密度。移动通信站点重点关注射频电磁场。

4.2.2 测量与仪器规范操作

在测量开始前, 针对不同的监测目标, 需要记录监测时间、地点、仪器型号、探头型号、环境参数、电压等级、天线参数等内容, 然后选择安装好合适的探头后, 使仪器开机预热达到稳定状态。监测时仪器架设高度与位置的选择也会影响电磁辐射监测精准度, 要求监测人员合理架设。实际监测中, 仪器探头高度一般需要架设在离地面 1.5m 至 1.7m 之间, 或 0.5m-1m 之间 (儿童身高或成人坐姿), 并且通过三脚架保持稳定, 而且操作人员一般需要距离探头 2.5m 以外, 避免人员对辐射信号产生阻挡。测量时, 数据的读取需待数据稳定后开始记录。对于工频电磁场, 在每个监测点位应连续读取不少于 5 个数据、每个数据的测量时长不少于 15 秒。对于射频电磁场, 由于信号的波动, 应适当延长监测时间, 读取记录 15s 内稳定读数的最大值。需要注意的是测量射频电磁场时一般选用高峰时段测量, 即: 05:00-09:00、11:00-14:00、18:00-23:00。

4.2.3 质量控制

质量控制是保证监测结果精准的关键, 需要全过程开展, 保证各项操作均符合质量要求。首先要进行仪器性能核查, 监测人员应在监测前、后等时间对仪器的性能检查, 包括仪器的校准证书是否过期、零点校准、灵敏度检查等, 保证仪器状态稳定。其次对于人员的要求, 至少两名以上持证上岗人员共同完成。

4.3 数据处理与报告编制

4.3.1 数据处理与分析

数据处理环节, 监测人员首先需要通过数据筛查分析去除剔除明显其他干扰的异常值, 以保证数据的代表性; 其次对于可以直接读数的场强及功率密度, 计算其平均值和标准差。如果监测了若干个频段, 则需要依照国家标准要求计

算场强平方的加权合成, 来评价其综合影响是否超出国家标准限值。如果对于监测点进行了长时间的监测, 进行数据分析时, 通过均值、方差、标准差等统计方法, 结合图表等, 分析辐射强度以及其变化趋势, 并掌握电磁辐射的分布状况。也需要通过频谱分析, 了解不同频段的电磁辐射强度分布, 帮助判断辐射源的特点。在此基础上将得到的监测结果与国家标准《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 中限定的公众暴露控制限值进行对比, 评估区域内的电磁辐射是否符合标准。

4.3.2 报告编制

报告编制作为完整监测的最后一环, 需要通过以下步骤编写。首先, 需要明确监测项目的名称、监测日期、监测对象、监测类型、监测依据、监测仪器、技术指标、监测环境、监测人员等。其次是监测结果, 监测结果一般以表格的形式展示在监测报告中。需要注意的是监测结果需要与原始记录表相一致, 原始记录能够溯源, 全过程进行质量控制, 并且保存原始记录待查。对于需要附监测图的源强监测, 还需绘制清晰、准确的监测点位图, 以便监测查验监测结果的准确性、真实性以及代表性。最后是人员的签字, 一般需要进行四级审核签字, 签字人包括报告编制人员、技术负责人、质量负责人、授权签字人等组成。如后续需要对监测结果进行评价, 建议编制专业的结果分析报告, 在此报告中体现评价结论, 并就区域电磁环境管理等提出建设性建议。

5 结语

区域环境电磁辐射监测作为评价公众暴露控制限值的重要手段, 监测数据的真实性、准确性、代表性直接关系电磁辐射对人类健康影响。本文根据电磁辐射的来源特点, 结合我国现有的标准和实践经验, 阐述了区域电磁环境监测的技术要点, 为提升电磁辐射监测提供了借鉴, 也为电磁辐射精细化管理提供了参考。面对物联网、5G 等新技术带来的复杂电磁环境, 监测技术规范、评价标准与管理理念也需与时俱进, 向智能化、自动化和透明化方向发展。只有如此, 区域环境电磁辐射监测技术才能更好地服务于环境管理、风险沟通和公共决策, 为构建和谐、安全的电磁环境提供坚实的技术支撑。

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] 黎昌金, 陈琦, 李建龙. 电磁辐射的危害与防护探讨 [J]. 内江科技, 2018, 39 (09): 108-110+118.
- [3] 欧志海. 分析城市电磁辐射污染的产生原因与危害 [J]. 资源节约与环保, 2017, (02): 36+38.
- [4] 国家环境保护局. HJ/T 10.2-1996 辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996.