

地震宏观观测点管理体系与指标跟踪优化分析研究

白微静

华宁县防震减灾局

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19097

[摘要] 地震宏观观测是捕捉地震前异常信号,是地震预测预警的关键手段,其观测数据的真实性与连续性直接决定震情研判的科学性。当前,我国地震宏观观测点普遍存在管理机制松散、人员配置不到位、监测运行设备落后、数据管理不科学等方面的问题,导致观测数据资源没有充分服务地震分析研判。文章以提升宏观观测质量为核心,提出“构建优化监测指标+实施优化指标跟踪+科学优化分析应用”的指标跟踪分析路径,为完善地震宏观观测网络布局以及提高地震宏观观测点管理提供理论支撑与实践参考,切实提高区域地震灾害风险防范能力和水平。

[关键词] 地震宏观观测; 管理体系; 指标跟踪优化

中图分类号: P315 文献标识码: A

Research on the Management System and Indicator Tracking Optimization Analysis of Seismic Macro Observation Points

Weijing Bai

Huanning County Seismic Disaster Prevention and Mitigation Bureau Huanning County

[Abstract] Seismic macro observation, a critical method for capturing pre-earthquake anomalies and earthquake prediction, directly determines the scientific validity of seismic situation assessment through the authenticity and continuity of observational data. Currently, China's seismic macro observation points face challenges including lax management mechanisms, inadequate staffing, outdated monitoring equipment, and unscientific data management, resulting in underutilized observational resources for seismic analysis. This paper proposes an indicator tracking analysis framework focusing on improving macro observation quality through three key approaches: establishing optimized monitoring indicators, implementing optimized indicator tracking, and applying scientific optimization analysis. The proposed methodology provides theoretical support and practical references for optimizing seismic observation network layouts and enhancing management efficiency, ultimately improving regional earthquake disaster risk prevention capabilities.

[Key words] macroscopic observation of earthquakes; management system; indicator tracking and optimization

1 绪论

地震监测是防震减灾的重要前置环节,微观监测凭借精密仪器捕捉地壳形变、地磁变化等细微信号,为地震预测预警提供科学数据支撑,而地震宏观观测点作为地震监测体系的重要组成部分,以直观、动态观测优势捕捉地震前兆,在微观监测短板方面发挥着不可替代的关键作用。地震宏观观测点能第一时间捕捉地震发生前的“自然预警信号”,为后续研判提供关键资源线索。地震宏观观测依托基层观测点、群众观测员快速布局,形成“点多面广”的监测网络,在地震活动频繁且基础设施薄弱的地区,能成为监测体系的“毛细血管”,实现对地震前兆的全域感知。地震宏观观测联动群众参与监测,形成“专业监测+群众参与”合力,扩大前兆捕捉范围,提升监测的及时性与全面性,

推动宏观与微观监测数据的深度融合,让这一“接地气”的监测力量更好守护人民生命财产安全。

2 地震宏观观测点管理体系理论与意义

2.1 地震宏观观测点理论概念。一是经典概念。地震宏观观测点并非简单的“观察地点”,而是具备固定观测范围、明确观测对象、专人负责记录三大核心要素的“天然监测站”。它通过人工肉眼或简易工具(如测绳、温度计),长期追踪非仪器可直接捕捉的“自然信号”,弥补了专业仪器在短临异常捕捉上的盲区,尤其在基层地区是地震预警的“第一道民间防线”;二是管理核心要素。地震宏观观测点的管理体系围绕“确保观测数据真实、及时、可用”构建,核心要素涵盖人员、设备、流程、制度四大维度,各要素相互支撑,形成闭环管理。人员要素是管理体系的

“执行核心”,是观测数据采集与上报的直接责任人,需明确“谁来、做什么、具备什么能力”。设备要素是管理体系的“工具支撑”,宏观观测依赖“简易、实用、易维护”的设备,核心是满足“非专业人员能操作、低成本易更换”。流程要素是管理体系的“运转逻辑”,实现“观测→记录→上报→审核→反馈”全链条闭环,确保数据不遗漏、异常不延误。制度要素是管理体系的“规则保障”,是确保人员、设备、流程落地的“硬约束”;三是宏观观测点分类概述。地震宏观观测点主要分为地下水观测点、动物观测点、地质现象观测点、气象与其他观测点。地下水观测点核心观测对象为“流动或储存的地下水”,重点追踪其物理和化学性质的突发性变化,关键观测指标为水位、物理状态、温湿度,典型点位是农村村口老井、山区常年泉水眼、水库周边渗水点;动物观测点核心观测对象按“活动环境”分为陆生、水生、飞禽三类,重点捕捉“与日常习性完全背离”的异常行为,关键观测指标为陆生动物、水生动物、飞禽的异常状态,典型点位是规模化养猪场、稻田旁的鱼塘、农村散户的家禽圈舍;地质现象观测点核心观测对象为围绕“地壳表层构造”,重点记录“长期稳定后突然出现的形变或破坏”,关键观测指标为断层与裂缝、山体与边坡、溶洞与矿洞的异常现象,典型点位是已知断层带周边的山坡、有溶洞分布的村庄、废弃矿山区;气象与其他观测点核心观测对象是聚焦“局部、突发性”的环境异常,排除正常天气或季节因素后的异常现象,关键观测指标为气象异常、地声地光、植物异常,典型点位是开阔的乡村田野、无遮挡的山顶、农村庭院的果树旁。

2.2地震宏观观测点核心意义。地震宏观观测点的核心意义主要在于对地震宏观前兆的精准捕捉。地震宏观前兆是自然界中动物、植物、水文、地质等环境要素因地壳应力变化产生的直观异常反应,这些信号往往与地震发生存在直接关联,易被微观仪器“遗漏”。在动物观测方面,观测点工作人员会定期记录家禽、家畜及野生动物的行为,如震前常见的鸡飞狗跳、牛羊不入圈、蛇类提前出洞等异常,这些行为变化是地壳应力导致地下气体逸出、振动频率改变的直接体现;在水文观测中,观测点会监测井水、泉水的水位、水质、水温变化,如震前井水突然升降、浑浊冒泡、出现异味等,反映地下岩层受力变形对地下水循环的影响;在地质观测领域,观测点关注地裂缝、地面塌陷、喷沙冒水等现象,这些宏观地质异常是地壳运动加剧的直观证据。通过对这些宏观前兆的系统记录与分析,观测点能第一时间捕捉到地震发生前的“自然异常信号”,为后续研判提供关键线索。从实践应用看,地震宏观观测点的前兆捕捉,已在多次地震监测中得到验证。例如在部分中小地震发生前,微观仪器未捕捉到明显异常,但宏观观测点却记录到井水水位骤变、家禽躁动等信号,这些信息及时上报给防震减灾部门后,为调整预警级别、提前做好防灾准备争取了时间。地震宏观观测点并非微观监测的“辅助配角”,而是监测体系中不可或缺的关键一环,它对宏观前兆的敏锐捕捉,为地震预警提供“自然线索”,是对微观监测的有效补充,有助于完善监测网络的覆盖与响应能力。在未来地震监

测中,需进一步强化宏观观测点的标准化建设,提升观测数据的规范性与准确性,全面提高地震监测预报水平,抵御地震灾害,降低风险损失。

3 地震宏观观测点管理体系主要问题

3.1组织人员方面。一是权责划分不清。省市县防震减灾部门对观测点选定、维护、数据库等工作权责界定不清,导致工作开展没有形成常态。二是观测人员能力不足。多数观测员仅接受过简单培训,缺乏系统的地震宏观观测知识,难以精准识别复杂的宏观异常现象,判断地下水异常时,易将季节性变化误判为地震前兆。观测人员因待遇偏低流动性较大,使观测工作的连续性和稳定性难以保障,新入职人员需要较长时间熟悉工作流程与要点,出现数据记录不规范、异常上报不及时等问题,严重影响宏观观测工作的质量与效率。

3.2设备技术方面。一是设备老化与配备不足。偏远地区观测依赖人工记录,没有自动水位监测仪、动物行为红外记录仪等基础设备,已投用设备老化,传感器精度下降、数据传输模块故障频发,导致动植物异常和地下水位波动等关键信息捕捉不及时。二是设备标准不统一。不同地区观测设备来自不同商家,数据采集频率、接口适配、异常判定阈值存在差异,没有开展常态的设备校准,采集数据精准度不高。三是智能化监控与数据适配缺失。多数观测点未接入智能分析系统,无法实现数据自动校验,采集的数据与水利、气象部门数据库格式不兼容,难以联动分析排除非地震因素,无法为科学研判提供精准支撑。

3.3制度流程方面。一是观测标准不统一。缺乏统一的宏观观测技术标准,不同省份甚至市县对同一观测对象观测频率、异常判定标准、记录格式差异较大,跨区域观测数据缺乏可比性,难以整合全域性前兆分析。二是数据存储分散且管理无序。观测数据分散在县级防震减灾部门,存储形式未建立统一的数据库,数据查询困难易因设备故障、人员变动导致数据丢失,没有形成完整的历史观测数据链。三是数据共享机制不畅。防震减灾部门与水利、生态环境、气象等部门未建立常态化数据共享流程,地下水观测数据无法与水库水位、降雨量数据联动分析,动植物异常数据难以结合病虫害监测信息排除干扰,缺乏实时共享的数字化平台,数据从采集到共享分析过长,错过短临预警关键窗口期。

4 地震宏观观测指标跟踪优化路径

4.1构建优化监测指标。以“科学筛选定指标、分层监测抓重点、动态分析找异常”为核心,按照“科学性+敏感性”筛选动物异常、地下水动态异常等核心指标,区分必测与辅助指标。一是筛选核心指标。科学排除无明确物理和生物关联指标,用敏感性筛选,最终形成分层指标库。必测指标是与地震孕震过程直接相关、异常信号稳定的指标。动物异常选择对地壳应力和气体变化敏感的物种,地下水重点监测水位、水化学、水温、水质。辅助指标为异常关联性较弱但可补充验证的指标,如植物异常、地声、地光;二是建立监测路径。核心必测与辅助指标设置差异化监测方案,确保数据可追溯、可对比。核心必测指标采用“定

点+定时+定量”监测,辅助指标以“定点+动态上报”为主,建立公众上报通道,收集地声、地光等偶发异常信息,再由专业人员现场核验;三是分析与研判。对监测数据进行多维度比对分析,识别真实地震前兆,纵向对比当前数据与历史同期、与历史地震前数据对比,判断是否超出正常波动范围,横向关联必测指标间交叉验证,辅助指标作为补充。对异常数据逐一排查非地震因素,最终锁定与地壳活动相关的“确定为异常”。

4.2 实施优化指标跟踪。以“频率分级定采集、方式规范保质量、标准统一建底座”为核心,聚焦全流程管控。一是按指标类型与重要性明确采集频率。对地震前兆关联性、信号稳定性及变化特性,划分“实时”与“定期”两类指标采集频率。实时采集变化快、易失活的关键必测指标,采集指标为地下水水位、水温,必测指标每日1次,固定在早8点用专业仪器检测,保证数据时效性。辅助指标如动物异常每日巡查2次、植物花期每3天观测1次,人工记录并拍照留存;二是根据指标特性规范采集方式。明确采集工具、方法及记录要求,确保数据“可复现、可对比”。自动采集统一配备高精度传感器,固定安装位置,定期校准仪器。人工采集工具统一,如动物异常观测携带红外相机、记录手册,注明观测时间、地点、物种数量、具体行为。地下水化学检测用统一品牌的试剂;三是建立数据存储标准。制定“数据格式、存储路径”的标准,确保不同来源、不同类型数据可整合、可调用;四是数据分析与研判。“横向比对+纵向追溯”开展分析,横向比对同一观测点的不同指标数据交叉验证,纵向追溯调取该观测点历史同期数据,判断当前数据是否超出正常波动范围,排除季节性、人为干扰因素,最终识别有效地震前兆异常。

4.3 科学优化分析应用。以“规律统计打基础、模型识别抓异常、结果应用促闭环”为核心,聚焦分析与应用。一是统计分析,摸清指标“规律”,建立基准线。历史数据统计明确各指标正常波动范围与变化特征,为后续异常识别提供参照。时间统计按日、月、季、年,分析指标变化规律,空间统计对比同一区域内不同观测点的指标差异,最终输出每个指标建立“常规基准

库”,明确“正常波动阈值”,超出阈值标记为“潜在异常”;二是模型与工具,使用趋势分析+异常检测,精准识别异常。结合数据特征选择适配方法,从“动态变化”和“突变信号”中锁定真实异常。通过折线图、滑动平均法分析指标长期变化,识别“偏离趋势”的异常;三是结果应用,形成管理与预警闭环。将异常分析结果转化为实用价值,支撑“优化管理”与“预警研判”,发现问题调整监测方案,优化巡查时段,大范围多指标异常启动预警流程,推送“地震风险提示”并部署现场核查。

5 结论与展望

地震宏观观测是地震灾害防范应对的“透视镜”,文章分析当前急需破解在地震宏观观测中存在组织人员、设备技术、制度流程等突出问题,分析精准科学确定监测指标,优化指标监测跟踪,强化监测指标分析运用,为宏观观测点的规范化运行与精准化分析研判地震预警提供实践依据。未来可围绕“问题深化解决”与“路径优化升级”探索大数据与人工智能技术在地震宏观观测中的应用,加强地球物理、水文地质、动物行为学等多学科的深度融合,构建“专业宏观观测点为核心,公众移动端上报为补充”的模式,推动宏观观测的数据格式、技术规范、管理流程更高层次标准化建设,与国际同类项目交流与合作,共享数据与经验研究,共同推动地震监测预警世界性科学难题的进步。

[参考文献]

- [1]赵宁,郭延伟,赵希俊.地震群测群防工作指南[M].北京:地震出版社,2017.05.
- [2]张志呈,胡健,肖定军.地震及宏微观前兆揭示[M].西安:西安交通大学出版社,2018.08.
- [3]陈运泰.地震现象与科学[M].北京:地震出版社,2020.10.

作者简介:

白微静(1979--),男,彝族,云南华宁人,大学本科,高级工程师,从事的研究方向或工作领域:地震观测与信息处理(防震减灾领域)。