

# 地质灾害专业监测预警体系构建

——以韶关市为例

江灵强

广东省地质局七〇六地质大队

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1854

**[摘要]** 韶关市2023年地质灾害专业监测预警项目(第5批)成功完成了28处地质灾害隐患点的监测设备安装和建设,并部署了地质灾害监测预警系统。设备数据已接入广东省立体化监测子系统,平台在线率达到98%,并建立了预警发布渠道和响应机制。各类监测设备,包括GNSS、裂缝计、倾角加速度计、雨量计、报警器等,在不同灾害点的检测精度均符合招标要求,确保了监测数据的准确性和可靠性。所有设备均通过法定第三方检验检测机构的校准和测试,并在有效期内使用。项目通过规范化的选址、材料验收、安装和质量验收,达到了预期目标,为提升韶关市地质灾害预警能力和防控工作提供了坚实基础。

**[关键词]** 地质灾害; 预警系统; 灾害监测

中图分类号: P5 文献标识码: A

## Construction of a professional monitoring and early warning system for geological disasters

—Take Shaoguan city, for example

Lingqiang Jiang

Guangdong Geological Bureau 706 Geological Brigade

**[Abstract]** Shaoguan city in 2023 geological disaster professional monitoring and early warning project (the fifth batch) successfully completed the installation and construction of monitoring equipment for 28 hidden points of geological disasters, and deployed the geological disaster monitoring and early warning system. The equipment data has been connected to the three-dimensional monitoring subsystem of Guangdong Province, and the online rate of the platform reaches 98%, and the early warning release channel and response mechanism have been established. All kinds of monitoring equipment, including GNSS, crack meter, inclination accelerometer, rain gauge, alarm, etc., the detection accuracy in different disaster points all meet the bidding requirements, ensuring the accuracy and reliability of the monitoring data. All equipment is calibrated and tested by legal third-party inspection and testing institutions and used within the validity period. Through standardized site selection, material acceptance, installation and quality acceptance, the project has achieved the expected goals, providing a solid foundation for improving the geological disaster early warning ability and prevention and control work in Shaoguan city.

**[Key words]** geological disaster; early warning system; disaster monitoring

### 引言

为了贯彻落实《关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的实施意见》和《广东省自然灾害防治能力建设行动方案》等文件精神,广东省自然资源厅发布了《第五批地质灾害专业监测建设计划》,通过科学手段,提升地质灾害监测预警能力,减少灾害损失。根据《地质灾害普适型仪器监测预警规范》的要求,本文结合地质灾害调查、勘查等资料,选择韶关市地质灾害隐患重点分

布区域,针对滑坡、崩塌及地面塌陷等典型地质灾害开展专业监测,构建一个高效、科学的地质灾害监测预警体系,监测系统将覆盖武江区、浈江区、曲江區、乐昌市、仁化县、南雄市、翁源县、始兴县、乐昌市等地的28处地质灾害隐患点。

### 1 地质环境条件

韶关市地处中国南岭山脉南部,地形主要是山地丘陵,河谷盆地分布其中,平原、台地面积约占20%。该市的地势自北向南

逐渐降低,北部最高峰石坑崮海拔1902米,是广东省的第一高峰。自北向南,韶关市由三列弧形山系组成:北列为蔚岭、大庾岭山地,全长约140公里;中列为大东山、瑶岭山地,全长约250公里;南列为起微山、青云山山地,全长约270公里。两行河谷盆地分布在山地之间,包括南雄盆地、仁化董塘盆地、坪石盆地、乐昌盆地、韶关盆地和翁源盆地。红色岩系构成的丘陵、台地分布广泛,仁化丹霞山以其独特的红岩地貌闻名,是典型的“丹霞地貌”所在地。南雄、坪石等盆地属于红岩类型,南雄盆地幅员广阔,岩层中含有丰富的古生物化石。全市境内山峦起伏,地形复杂多样。

韶关市的地层发育较为齐全,火成岩分布广泛。地层包括了从古生代到新生代的各个地质时期,岩溶地貌也广泛存在,种类多样。根据广东省地质局的区域地质调查报告,韶关市的地层划分详细明确,区域地层由老到新依次分布。北江流域是韶关市的重要水系,河流众多且落差大,水量和水力资源丰富,河流水量受大气降雨影响较大。全市有62条集雨面积在100平方公里以上的河流,其中包括8条集雨面积在1000平方公里以上的河流。主要河流有武江、墨江、锦江、翁江、凌江、南水等,这些河流为地质灾害的发生和发展提供了丰富的水源条件。河流两岸的水位上升会引起坡体地下水位的上升,导致斜坡、岸边等岩土体发生滑移崩塌等不良地质现象。

韶关市属亚热带湿润性季风气候,气候温暖,雨量充沛,四季分明。冬季受东北季风影响,气候干冷;夏季受西南和东南季风影响,气候温暖湿润;春季冷暖季风交替,常有低温阴雨天气。全市年平均气温 $20.3^{\circ}\text{C}$ ,极端最低温度为 $-1.2^{\circ}\text{C}$ ,极端最高温度为 $38.4^{\circ}\text{C}$ ,年平均降雨量为1537.4毫米。降雨量分布不均,春夏季降雨量占全年降雨量的75%,秋冬季降雨量仅占25%。韶关市地质灾害隐患点主要位于降雨量丰富的乐昌市、仁化县及市区多处区域,雨量充沛的气象条件为地质灾害的发生提供了良好的水源保障。复杂多变的气候条件和丰富的水文资源使得韶关市的地质环境条件极为复杂,不仅增加了地质灾害防治的难度,也对地质灾害的监测和预警提出了更高的要求。

## 2 监测方案设计

### 2.1 监测原则

韶关市地质灾害监测项目在设备布设上遵循一系列原则,以确保监测效果的代表性、风险性、普适性、集约性、可行性及协调性。监测对象的代表性是通过综合分析地方需求和历史数据来确定监测点位,确保设备布设在具有代表性的地质灾害体上,便于分析主要地质灾害的变形机理。设备布设优先选择近期变形失稳迹象明显、成灾风险高的地质灾害体,特别是群测群防覆盖程度低的区域。设备选择方面,优先采用运行可靠、功能简约、精度适当的普适型监测设备,如GNSS、雨量计、裂缝倾角加速度计等,确保其自动化、信息化、标准化,并与省地质环境监测站的管理平台相衔接。设备布设的集约性强调根据地质分析和变形特征,有针对性地减少监测点数量,提高运行效益,节约成本。施工可行性则考虑设备布设场地的施工条件,优先选择

易于到达、施工和维护方便的地质灾害体,并具备良好的通讯条件。专群结合的协调性要求监测设备能够与区域内的群测群防体系、专业监测体系和预警示范区建设有机结合,形成互联互通、实时联动的监测预警体系,进一步深化物联网和大数据的应用,以实现高效的地质灾害防治目标。

### 2.2 监测方法

#### 2.2.1 监测剖面布设设计

监测剖面的布设设计应遵循统筹规划、突出重点的原则,以确保地质灾害的有效监控。具体来说,布置监测剖面时需要综合考虑隐患点的分类、分布的特点及其发展趋势,还需要结合监测场地的实际情况和监测预警需求进行整体规划和部署。重点监测区域应集中在隐患变化显著的区域,以及主要控制因素所在的关键地段。通过布设监测剖面,系统监控地质灾害体及其周边环境因素的活动特征和发展趋势,同时兼顾承灾体的分布情况。监测剖面应穿越滑坡、崩塌的不同变形区段或块体,尤其需要考虑滑坡和崩塌的群体性和次生复活特性,同时覆盖外围的小型滑坡、崩塌和次生灾害体。纵向剖面线应与滑坡、崩塌的主要变形方向一致或相近,当存在多个变形方向时,应相应布设多个纵剖面。横向剖面线则应布设在滑坡中部至前缘剪出口之间,结合滑坡规模和地形条件向两侧延伸至滑坡边界以外一定范围。

在监测剖面布设上,优先采用“十”字型布设,即一条纵剖面和一条横剖面。在此基础上,根据具体监测需求,可以扩展为“卅”字型、“卅”字型、“#”字型或“丰”字型,或采用放射状布设方式。对于小型的滑坡和崩塌,可以简化布设方案。主监测剖面上布设的监测仪器应确保能够综合反映地质灾害体及其致灾环境因素的变化特征。应充分利用已有的相关监测剖面,避免重复建设。在集中连片实施时,应在保障单点监测需求的前提下,遵循集约共享原则优化总体方案,统筹规划雨量计与GNSS基准站的部署,并在监测设计方案中详细编制相关内容。

#### 2.2.2 监测点位布设设计

监测点位的布局设计应当遵循有效性、环境的适宜性、施工的可行性、维护安全性和便利性等原则,确保监测点位具备良好的人机可达性和一定的基础施工条件。根据监测剖面设计,监测点位应布设在剖面线上或剖面线两侧的变形敏感区域。具体而言,雨量计的监测点位应选择相对平坦且空旷的场地,确保承雨器口至山顶的仰角不大于 $30^{\circ}$ ,避免设在陡坡、峡谷、有遮挡或风口处,对于易受落叶等杂物堵塞或运维距离较长的地段,应使用压电式雨量计。GNSS监测点位应布设在灾害体变形量较大、稳定性状态较差的区域,基准站应布设在灾害体外围的稳定区域,确保搜星条件良好,视野开阔,视场内障碍物高度角不超过 $15^{\circ}$ ,并远离强烈反射卫星信号的物件和大功率无线电发射源。

裂缝计监测点位应布设在主要裂缝两侧或经地灾专业人员现场判断未来可能开裂地段的两侧,且应布设在裂缝较宽或位错速率较大的部位的中点或转折部位。对宽度大于5m或两侧高

差大于1m的裂缝，应安装无线裂缝计。倾角计和加速度计监测点位应布置在灾害体主要倾斜变形形体。含水率计的监测点位应布置在主剖面，安装在滑坡主滑段和泥石流物源丰富段。泥位计的监测点位应选取能客观、准确反映沟道内泥石流泥水位变化特征的区域，建议布置在泥石流沟中部，通常距离威胁区最小1.5公里。现场声光报警器应尽量布置在受威胁的集中居住区附近或道路、水体两侧，以便及时警示居民或过往车辆、船只行人。对于需要接收空天信号或通过公网进行通讯才能工作的仪器设备，监测点位布设应优先满足通讯要求。

在布设监测点位时，应避免地势低洼、易于积水淹没的区域，避免埋设有地下管线的位置，不宜选择位置隐蔽、信号不佳、人畜易扰动破坏的区域。GNSS监测点位应按监测剖面组网进行整体控制，确保能够监测滑坡、崩塌的变形量和变形方向，以掌握其时空动态特征并判别发展趋势。每处地质灾害隐患应布设不少于两个监测剖面，每个监测剖面上应布设不少于两个监测点位，监测点位间距应不大于50米。泥石流监测点位应布设在泥石流物源区及其暴雨带内，特别是物源区内滑坡、崩塌和松散物质储量最大的范围，不具备条件时，也可考虑流通区的上游段或危险区。

### 2.3 预警机制设置

根据各监测点的监测数据（如降雨量、土壤含水率、地表位移、倾角、加速度、GNSS等）进行详细整理和分析，结合预警阈值表，系统地对各监测点的实时数据与预警阈值进行对比，判断监测点的当前状态，该过程通过《地质灾害专群结合监测预警技术规范》进行，对监测点的稳定性进行科学评价，并对未来的变形趋势进行预测。其中精度对比如表1所示。

表1 精度对比表

设备类型	部委要求测量精度	抽查设备精度	是否符合
GNSS	水平：5mm+1ppm RMS	X:1.146365743 Y:1.873675368	符合
	垂直：10mm+1ppm RMS	2.457658234	符合
裂缝计	$\pm 0.1\%F \cdot S$	0	符合
倾角计	$\pm 0.1^\circ$	X:0.836498275 Y:0.932723956 Z:0.735287328	符合
加速度计	$\pm 1mg$	X:0.836498275 Y:0.932723956 Z:0.735287328	符合

收集和处理各类监测数据，计算数据的均方根误差和标准差，验证设备的测量精度是否符合招标要求；依据监测数据与预警阈值的对比结果，结合地质环境条件和历史数据，使用定量分析方法，如统计分析、数值模拟等，评估各监测点的稳定性状态；基于评估结果，使用动态预警模型，实时更新预警信息，确保预警系统能够及时响应和报警，减少地质灾害的风险和损失。

通过设置多层次、多参数的预警机制，包括声光报警器、短信通知、网络报警等多种方式，确保预警信息的及时传达和快速响应，以便相关部门和公众能够在第一时间内采取有效措施，保障人身安全和财产安全。这一预警机制的建立和实施，将极大提高地质灾害的防范和应对能力。

### 3 结果

本文在韶关市2023年地质灾害专业监测预警项目（第5批）的实施过程中，共完成了28处地质灾害隐患点的监测设备安装建设，并部署了地质灾害监测预警系统。所有设备的数据成功接入广东省立体化监测子系统，平台在线率达到98%，并建立了预警发布渠道及响应机制。检测过程中，各类设备在不同灾害点的监测精度均符合招标要求。其中，地表位移监测设备（GNSS）的精度在静态解算平面和高程方面均符合标准；倾角和加速度监测设备的精度也均在招标精度要求范围内；裂缝监测设备的精度达到0.5mm，符合 $\pm 0.1\%F \cdot S$ 的精度要求。通过严格的测试和校验，确保了监测数据的准确性和可靠性，所有设备均经过法定第三方检验检测机构的校准和测试，并在有效期内使用。此次项目的成功实施，不仅提升了韶关市地质灾害预警能力，还为后续监测预警系统的运行和维护提供了坚实基础。附表和附图详细记录了各监测设备的选址、材料验收、安装及质量验收情况，并提供了试运行报告，确保了每一步骤的规范化和标准化。

### [参考文献]

- [1]李业,李志强,杨苏,等.荆门市地质灾害综合防治体系建设与成效评价[J].黑龙江环境通报,2024,37(06):87-89.
- [2]李雅君,张磊,郭静阁.明确重点防范地质灾害隐患点及中高风险区域[N].洛阳日报,2024-05-27(002).
- [3]刘汉林,张婷婷.台江县高位隐蔽性地质灾害隐患排查与评价[J].石材,2024,(03):144-146.
- [4]朱启荣,郭华江,曾昌海.纳雍县地质灾害分布特征及孕灾环境研究[J].低碳世界,2024,14(02):46-48.
- [5]冯磊,王轶,李文吉,等.三维地质灾害隐患识别业务平台研发与应用[J/OL].自然资源遥感,1-7[2024-07-07].

### 作者简介:

江灵强(1991--),男,汉族,江西省南康人,本科,工程师,测绘。