

# 突发地质灾害应急技术探讨\*

陈红旗<sup>1)</sup>, 张小趁<sup>2)</sup>

1) 国土资源部地质灾害应急技术指导中心, 北京, 100081; 2) 华北科技学院, 北京, 101601

滑坡、山体崩塌和泥石流灾害有其独特的突发性、隐蔽性和复杂性(李烈荣, 2010), 目前尚难以对单点灾害位置、规模、运移路线和覆盖范围有所估计和预测。由于多数事前缺乏观测数据, 事后应急响应工作中就离不开应急监测技术的保障。近十年来, 环境领域应急监测技术发展迅速(刘耀龙, 2008)。但是, 突发地质灾害应急监测技术尚缺乏研究(陈红旗, 张小趁, 2013)。已有监测理论和实践普遍缺乏从突发事件应急管理视角的观察, 导致其应急适应性不足。

## 1 应急监测情景定义

2001《长江三峡工程库区地质灾害监测预警工程建设规划》首次将应急监测是作为专业监测一个重要的子系统列出(彭文标, 2011); 在 2010 年甘肃省舟曲“8·8”特大山洪泥石流灾害应急响应中, 布设移动雷达进行降雨定量应急监测; 在 2013 年贵州凯里“2·18”鱼洞村崩塌灾害搜救现场, 采用三维激光扫描仪应急监测危岩, 保障下方搜救场地安全; 在 2013 年以来的辽宁省抚顺西露天矿南帮滑坡险情处置中, 系统布设应急监测辅助应急治理; 有学者从“快”的角度阐述了地质灾害应急监测问题(刘传正, 2006); 在环境监测领域, 应急监测被定义为“突发环境事件发生后对污染物、污染物浓度和污染范围进行的监测”(HJ 589-20)。综上, 将“突发地质灾害应急监测”定义为“突发灾情险情时, 对灾害地质体及风险因子紧急实施的监测行动和措施。”

根据应急响应启动与地质体灾变时间关系, 划分为临灾(险情)和灾后(灾情)两类应急监测情景。按照如图 1 情景构建路线, 与非应急情景的比较, 临灾情景监测的任务是通过跟踪量测灾害地质

体与风险要素, 掌握灾害地质体动态、关键部位变形破坏及其随时间的变化, 为会商定性、处置方案论证和紧急避险提供依据, 例如 2005 年四川丹巴建设街滑坡险情处置; 灾后应急监测, 围绕搜救与安置展开, 通过对堆积稳定性、扩展形变及其风险要素的监测, 进行二次灾害或次生灾害动态预警, 保障处置安全高效, 例如 2010 年甘肃省舟曲“8·8”特大山洪泥石流灾害抢险救灾。

## 2 应急监测技术条件

从应急决策对应急监测的快速有效需求出发, 将其技术条件概括为: 重点监测、随机设计、综合研判, 动态预警、响应分级。在应急响应初期, 根据案例经验和先验知识, 通过对应对情景和灾害地质模式粗判, 在常规监测要素中选择具有显性特征的控制性风险触发因子、灾变动态可靠性因子和灾害损失敏感因子, 往往忽略强度因子和抗损因子。应急监测网点设计多依托先期监测网进行临机设计, 并随着灾害演化动态加以优化, 不一定满足规则网型要求, 而是突出对关键点或区段的控制。选择宏观征兆目视监测、关键点专业监测和面域扫描监测相结合的方法。由于灾害地质体不稳定、演化迅速, 监测仪器需满足大量程、便于核定校准和自我防护。通过逆向跟踪, 确定监测频次, 先密后疏, 最大频次以实际监测能力为准, 最小监测频次应满足灾情险情速报和决策需求。根据应急信息“弱信息、松耦合、高内聚”特点(陈红旗, 张小趁, 2013), 对监测数据集成分析。从判据生成的基本原理出发(吴忠良, 2007), 根据过程风险管控和权变决策的需求, 宜采用无固定预设阈值的递进式动态风险判据。首先, 根据绝大多数地质灾害事件的链式特征, 依据引发因素、灾害地质体和承灾体之间的相

注: 本文为国土资源部公益性行业科研项目(编号 201211055)资助的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 陈红旗, 男, 1973 年生。博士, 教授级高级工程师, 地质工程专业。Email: chenhongqi@163.com。

互作用，建立灾害事件树形演化进程，基于“连锁效应”原理，确定阶跃点，作为预警阈值；其次，基于“有限传播”原理，通过灾害运动特征确定预警时机。需要指出的是，预警判据和信号生成应采取多级标准，依据阶段目标循环设计（季学伟，2008）。

从应急准备角度，分灾情和险情两类情景，分别给出单体滑坡和单沟泥石流灾害应急监测方案（表 2）。

### 3 结语

由于我国突发地质灾害应急防治科技技术研究刚刚起步，从学术研究角度，至今对“应急监测”尚缺乏统一认识。但在重大地质灾害应急处置实践中，与常规监测技术相比，应急监测更加注重“监测-预警-响应”的一体化是有多数共识的。本文以期有益于应急预案或应急响应工作方案的健全完善，不当之处敬请指正。

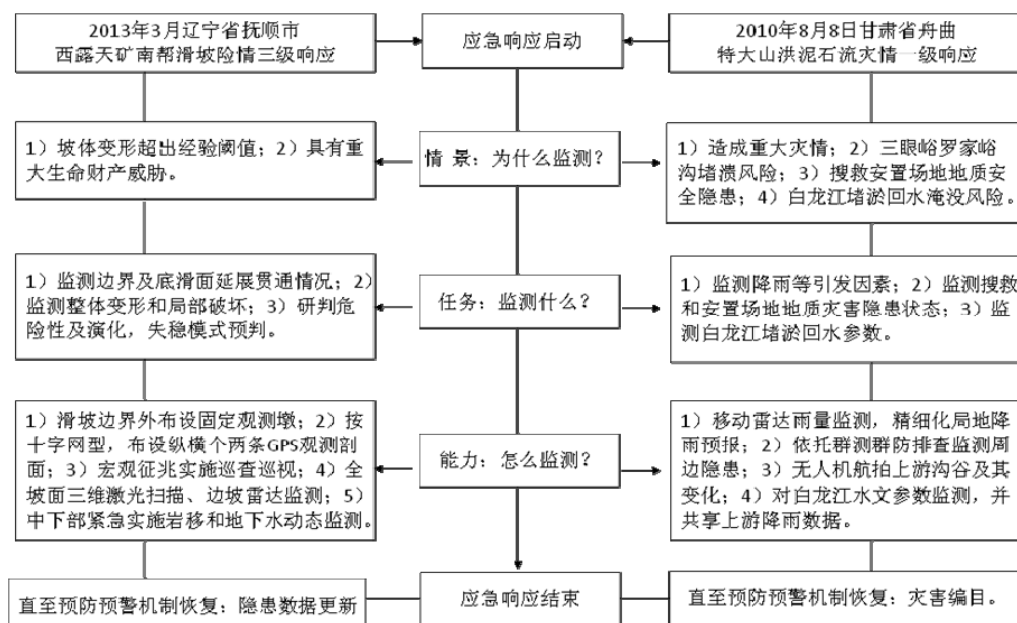


图 1 突发地质灾害应急监测情景案例

表 2 滑坡泥石流应急监测方案

情景方案	滑坡		泥石流	
	临滑：滑坡隐患短期变形加剧。	灾后：突发滑坡灾害事件。	险情：隐患沟谷遭遇强降雨。	灾情：突发泥石流灾害事件。
目标任务	识别滑体变形状态与演化趋势，指导避险撤离和应急治理。	识别扩展滑动和次生灾害风险，指导搜救安置和坡体改造。	研判泥石流爆发风险及演进状态，指导应急避险防范。	研判间歇性爆发或次生灾害风险，指导搜救与安置。
监测内容	阻滑坡体变形；降雨、温度、振（震）动等加剧变形因素；边界贯通性、建筑物变形、地下水及地表水动态、前缘剪出等前兆。	周缘坡体变形及可能的加剧因素；残留滑体运移、局部坍塌前兆；堰塞坝体稳定性等。	雨强降雨量等；固体物源在降雨洪流冲刷作用下的稳定状态；主断面泥水位、地声、次声等。	沟道及岸坡稳定性；主断面过水流量；当挤压河道时，还需包括堰塞坝体稳定性等。
网点布设	按十字网型或任意网型布设测线，纵向沿主滑方向，横向沿阻滑段；前后缘测点加密，突出变形显著和关键阻滑坡段。	依托群测群防网络，增设流动性测点，主要在滑坡后缘、显著变形残留滑体和堆积堵塞坝体。	依托群测群防监测网，按流域分段增设测点；降雨测点宜布设在上游稳定且风力影响小的地段；根据下游撤离时间需要，在流通区布设监测断面。	依托群测群防监测网，分散布设测点。
监测方法	GPS 测量；激光测距法或近景摄影测量法；测缝法；水文动态监测法；宏观目视巡测。	以宏观变目视巡测为主；必要时，可采用激光测距方法对后缘坡体、堰塞坝体多期测量。	自动雨量计；泥水位观测方法；无线遥测地声仪报警器等。远程非接触式专业监测。	远程非接触式量测方法较适宜。对搜救安置场地靠近斜坡部位实施宏观目视巡测。
监测频率	至少 1 次/4h，直至恢复到日常群测群防状态。	实时监测或专业监测 10min1 次，直至搜救结束。	自降雨过程开始至结束，至少 10min1 次。	实时监测，直至降雨过程结束和搜救结束。
预警判据	根据避险防范和应急治理，短临前兆和形变时间曲线跟踪法综合判据（许强，2008），分级预警响应。	优化搜救与安置警戒管制。主要为前兆经验判据。	分级实施避险撤离和警戒管制。雨强降雨强临近状态和前兆信息综合判据。利用泥水位、地声等微观监测信息为报警信号。	优化搜救安置等防护措施。主要依靠宏观前兆法判据。

### 参 考 文 献 / References

- 陈红旗. 2013. 崩滑流灾害应对规律与处置方案研究. 中国应急管理, 9:17-21.
- 季学伟, 翁文国, 倪顺江, 等. 2008. 突发公共事件预警分级模型. 清华大学学报(自然科学版), 48(8):1252-1255.
- 李烈荣. 2010. 完善《国家突发地质灾害应急预案》的对策建议研究. 中国应急管理, 11:39-41.
- 刘传正. 2006. 重大突发地质灾害应急处置的基本问题. 自然灾害学报, 15(3):24-30.
- 刘耀龙, 陈振楼, 毕春娟, 等. 2008. 中国突发性环境污染事故应急监测研究. 环境科学与技术, 31(12): 117-119.
- 彭文标, 易庆林, 卢书强, 等. 2011. 地质灾害应急监测指挥系统及其应用. 人民长江, 42(21):81-83.
- 吴忠良, 蒋长胜. 2007. 预警的概念及相关物理问题. 物理, 36(6), 272-275.
- 许强, 汤明高, 徐开祥, 等. 2008. 滑坡时空演化规律及预警预报研究. 岩石力学与工程学报, 27(6):1105-1111.
- 张小趁, 陈红旗, 张楠, 等. 2013. 单沟泥石流灾害应急处置基本问题分析. 安全与环境工程, 20(6):30-32.