

浙江省地质灾害监测方法探讨

赵建明¹，唐小明²

(1. 浙江省地质环境监测总站，浙江杭州，310007

2. 浙江省地质矿产研究所，浙江杭州 310007)

[摘 要] 浙江省是全国地质灾害多发省份之一，但地质灾害专业监测工作开展较晚，目前已经开展或正在开展的主要监测项目集中在滑坡、崩塌上。作者根据多年从事地质灾害研究、监测经验，充分分析了国内外滑坡、崩塌监测工作的现状，为浙江省进一步开展以滑坡、崩塌为主的突发性地质灾害监测提出了切实可行的建议。

[关键词] 地质灾害；监测方法；探讨

浙江省是全国地质灾害多发省份之一。近年来随着人类工程活动的加大，地质灾害的发生次数明显增多，分布面积不断扩大，已成为我省四大灾害之一。地质灾害对人民的生命和财产构成越来越严重的威胁，直接影响国民经济持续发展和社会安定。

我省最为突出的、危害最大的地质灾害类型为崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷和地面沉降，除地面沉降属缓变性地质灾害外，其他均属突发性地质灾害。根据已完成调查与区划的45个县（市）统计，全省共有各类地质灾害点5480处，其中滑坡3513处，占64%，崩塌1511处，占28%，泥石流、地面塌陷456处，占8%。全省受地质灾害威胁的人口为13.4万人，潜在财产损失20.6亿元。

地质灾害监测是地质灾害防治的重要手段与内容，其目的是通过一定的监测仪器或监测手段对已知的地质灾害体进行形变、位移、地下水动态、应力状态等特征进行测量，分析、了解地质灾害体的变形位移状态及趋势，为地质灾害防治决策以及预报预警提供定量的数据。

1 浙江省地质灾害监测现状

我省地质灾害专业监测工作开展较晚，目前已经开展或正在开展的主要监测项目集中在滑坡、崩塌上，具体项目见表1。

表 1 浙江省滑坡崩塌监测项目基本情况表

序号	项目名称	实施单位	监测手段	备注
1	永嘉县屿塘山滑坡治理	浙江省第十一地质大队	水准测量	治理过程与效果检验
2	富阳二中滑坡监测	浙江大学等	钻孔测斜	效果较好
3	上三高速公路边坡治理	浙江大学等	地下水水位监测、水准测量	治理过程与效果检验
4	金丽温高速公路边坡支护	浙江大学	全站仪、多点位移监测、钻孔测斜、水位监测、雨量监测	2001 年开始监测
5	浙江省突发性地质灾害预报预警系统研究及应用示范(淳安县宋村、米桶、磐安县小盘村、庆元县张村、永嘉县行禅村滑坡监测)	中国地质大学(武汉)等	简易裂缝检测仪、地下水位监测	选择代表性点开展监测,仪器为地大研制
6	新昌县回山滑坡监测	浙江省第三地质大队	钻孔测斜、水位监测、雨量监测	正在实施中

长期以来,我省崩塌滑坡等突发性地质灾害的监测仍然以群测群防为主要手段,并且取得了很好的效果,而专业监测开展的较晚,应用范围有限、监测手段偏少,监测网络尚需完善。我省滑坡崩塌的专业监测工作开始于 20 世纪 90 年代末,实施单位以高校为主,地勘单位介入较晚;监测对象以高速公路、治理后滑坡为主,未治理点的监测较少;监测方法以常规的绝对位移、相对位移、地下水水位以及雨量监测为主,应力监测、推力监测、地声监测等尚未应用;既有地表位移监测,也有深部位移监测,但是两者配合程度偏低。但是,通过几年的实践,我省在滑坡崩塌监测工作领域已经取得了长足的进步,积累了一定的经验,并且培养了一批专业监测技术人员,为我省开展系统的专业监测奠定了基础。

2 国内外滑坡崩塌监测现状

2.1 滑坡崩塌监测的主要方法

滑坡崩塌监测仪器的设计目的概括起来主要有 3 个。第一是直接获取滑坡崩

塌体的变形特征，包括地下变形、地表变形两类；第二是间接获取滑坡崩塌体的变形特征，如地下水位、孔隙水压、泉水量、地音、应力等测量，第三是滑坡崩塌相关因素监测，如降雨、地表水流量等。目前国内应用的主要监测方法可以归纳为：绝对位移监测、相对位移监测、声发射监测、应力监测、地下水监测、)地表水监测、地震监测、人类相关活动监测、宏观地质调查监测。

2.2 国外滑坡崩塌监测现状

国外滑坡监测的研究与实践走过了较长的过程，无论在传感器、数据传输与共享以及预测预报等领域均开展了大量的工作，目前处在一个较成熟的水平。其中美国、日本、意大利、瑞士、法国等发达国家的研究程度最高。滑坡监测已经由过去的人工用皮尺等简易测量发展到仪器仪表监测，并逐步实现自动化、高精度、实时性的遥测系统。其中近年来最主要的进展在数据传输网络方面。图1 为美国地质勘探局（USGS）为监测连接内华达州与加利福尼亚州的 50 公路两侧的多处滑坡设计并实现的活动滑坡实时监测系统（Real-Time Monitoring of Active Landslides）。

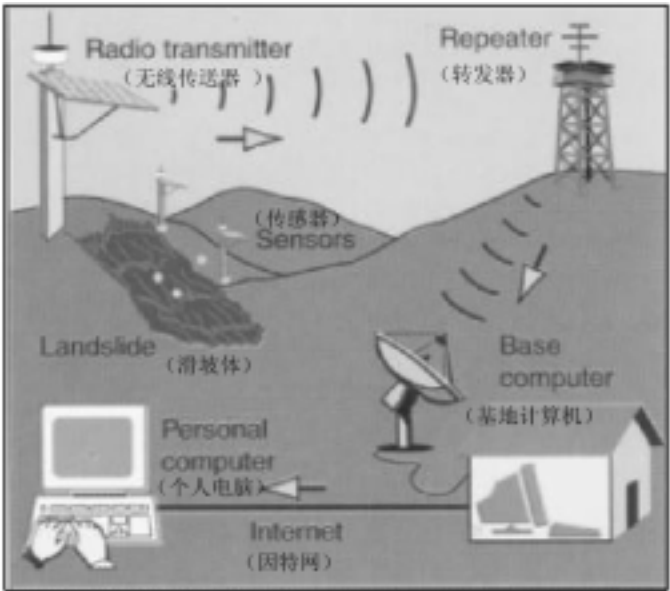


图1 滑坡实时监测网络结构

近十年来，滑坡监测研究的一个热点是时间域反射测试技术(TDR)的应用，它由美国的

研究人员最早运用,目前已发展为一种成熟的滑坡监测技术。TDR 技术因成本低、不易损坏、安装简易、观测简便、经济实用、全孔连续测量、量程大等特点而得到广泛的关注。

同时,监测系统与预警系统(Alarm System)的衔接也是目前国外研究的热点,现阶段国外较新的监测手段与技术包括 GPS 监测、高分辨率遥感监测、三维扫描测量监测等。同时,大量被利用的还有多种传统的监测技术与方法,如全站仪为主要设备的位移测量、地下水位监测、降雨量监测、应力监测等。总之,纵观国外地质灾害监测的现状,主要有以下特征:

(1) 新技术、新方法的大量使用与日趋成熟,其中主要是实时监测与数据传输,美国、日本在这一方面的优势比较明显。

(2) 监测的重点仍然以对交通、城镇以及重要设施构成威胁的滑坡为主,如美国地质勘探局对加利福尼亚州 50 号公路滑坡体的监测、法国对 Séchillienne 滑坡的监测、日本对冈山市 Taguchi 滑坡的监测等。目前还未见对小规模滑坡监测方法、监测技术的详细报道

(3) 监测效果较好。由于实现了实时监测,监测数据能够及时传输以供技术人员分析之用,所以在地质灾害的监测效果方面有较好的表现。

2.3 国内滑坡崩塌监测现状

国内的地质灾害专业监测工作虽然起步稍晚,但是发展的水平与国外相近。以往的专业监测主要集中在交通、水利水电等重要设施领域,近年来随着技术的发展与国家基础建设的投入不断加大,地质灾害专业监测工作逐渐得以推广。

“九五”及“十五”期间开展了以国土资源部《地质灾害监测预报与防治技术研究》、《滑坡、崩塌地质灾害监测新技术开发》项目为代表的地质灾害监测新方法、新技术的研究工作,其目的是“研制适用于滑坡、崩塌地质灾害动态监测的新技术,实现低成本、高精度、自动化、快速、遥测和实时监测”。目前这一批项目已经完成并通过验收,或即将提交验收。香港与台湾地区是我国山地地质灾害最发育的地区,港台学者在山地地质灾害监测预警方面的调查与研究深度也较高。香港特区政府土木工程署通过建立一个覆盖范围广阔的自动雨量计网络,为山泥倾泻(即滑坡)警报系统的运作提供即时的雨量数据(图 2)。

该网络于 1984 年设立,现有 86 个分布全港各处的雨量计。资料记录、控制及处理系统

可从设立的 86 个雨量计及另外 24 个由香港天文台运作的雨量计接收数据 ,根据雨量特征及地质灾害敏感分析在全港发布预警信息。台湾地区通过社区预警来提高山地灾害的防灾能力。三峡库区是我国较早开展系统化地质灾害监测的地区。到目前为止除对危害程度较大的地质灾害 ,如链子崖危岩、黄腊石滑坡等进行专业监测外 ,对其余数以千计的地质灾

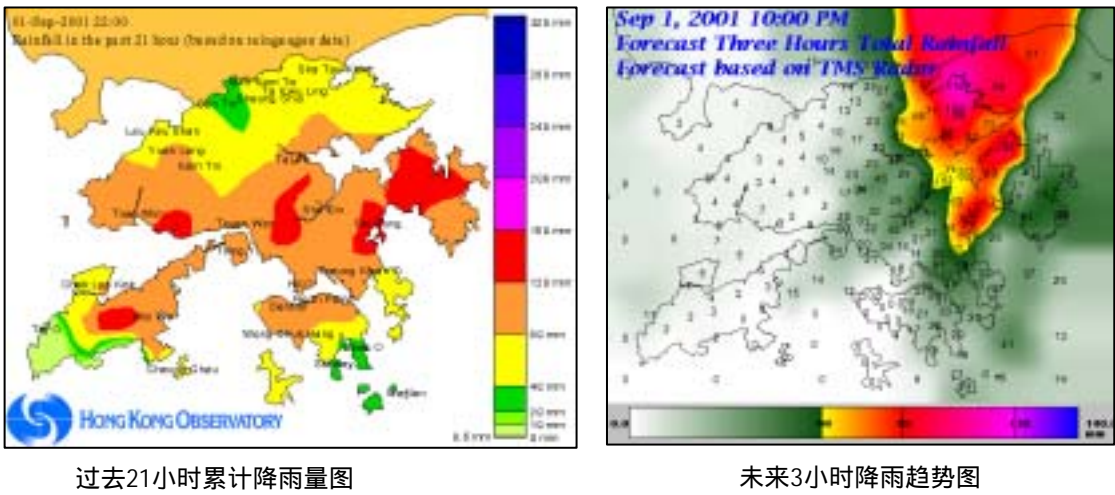


图 2 香港地区的雨量监测与预报（右图黑点为雨量站位置）

害点仍然以群测群防为主要监测手段。从我国一些比较典型的地质灾害成功预报的实例来看 ,群测群防仍然是最为有效的监测措施 ,这一方面反映群测群防的必要性与实效性 ,另一方面又说明专业监测仍有待进一步加强。

概括而言 ,我国崩塌、滑坡地质灾害监测现状的基本特征为 :

- （1）监测技术的研究的研制达到较高的水平。但是仪器的稳定性与使用年限仍有待进一步提高。
- （2）一些较先进的监测技术与方法的研究取得显著的成果 ,但是科技成果转化化为生产的速度慢、周期长。
- （3）突发性地质的监测工作一般仍采用群测群防为主 ,群专结合的模式

3 浙江省地质灾害监测建议

在调研基础上 ,对近阶段开展我省地质灾害监测工作提出以下建议 :

3.1 坚持走“群专结合 ,群测群防”的地质灾害防治道路

群专结合、群测群防仍然是十分有效的地质灾害防治手段。在三峡地区，虽然国家投入了大量资金用于重要滑坡崩塌点的监测，但是对规模小、数量多，危害面广的小规模滑坡崩塌点，仍然采取群测群防为主的措施，并且取得了很好的效果。我省现查明各类灾害点五千余处，其中绝大多数以中、小型为主，尤以小型居多。对如此众多的地质灾害，必须加强群测群防网络建设。

3.2 积极开展重要地质灾害点的专业监测

对危险性大、稳定性差、成灾概率高、灾情严重和规模较大的地质灾害点；或者对集镇、村庄、工矿和重要居民点人民生命安全构成威胁的（一般威胁人员较多）；造成严重经济损失的；威胁公路、铁路、航道等重要生命线工程和重大基础建设工程的地质灾害点应开展专业监测工作。

地质灾害监测点建设，对尚未治理的滑坡，可了解和掌握滑坡的演变过程，可直接得到滑坡变形的位臵、规模、位移方式、方向和速率等，及时捕捉滑坡灾害的特征信息，为滑坡的正确分析评价、预测预报及治理工程等提供可靠资料和科学依据；对已进行治理的滑坡，又是检验滑坡分析评价及滑坡防治工程效果的尺度。因此，专业监测是滑坡调查、研究和防治工程的重要组成部分，又是预测预报信息获取的一种有效手段。

3.3 加强地质灾害规律性研究，完善地质灾害气象预报（警）

在尚不具备准确逐点监测预报的情况下，加强区域趋势预报是提高地质灾害预报预警技术的重要手段。趋势预报的基础是规律研究，包括灾害类型、成灾机理、形成条件、诱发因素等。香港地区山泥倾泻预测业务开展以来，共发布警报 13 次，其中 1 次误报，另有 2 次漏报，结果较为满意。

目前在全省 25 个重点县（市）地质灾害调查与区划工作的基础上，研制了 SPV-ANN / GIS 突发性地质灾害预报（警）系统，开展了浙江省突发性地质灾害气象预报（警）工作的试运行。随着全省 45 个重点县（市）地质灾害调查与区划工作的完成，对这些资料的深入开发与利用，完善地质灾害气象预报（警）系统是迫在眉睫的一项工作。要与浙江省水文勘

查局、省气象台密切合作，开展我省不同区域（小流域、地质单元或地质灾害防治区）、不同灾害类型的临界降雨量研究，逐步提高地质预报（警）水平。

3.4 密切注意国内外动态，逐步开展仪器研发

目前国家、国土资源部以及中国地调局都对低成本简易监测仪器的研发十分关注，并鼓励各省、各科研、生产单位开展这类仪器的研制与开发。我处将密切关注国内外在这一领域的研究动态，加强与高等院校、科研机构和仪器生产厂家的联系，在条件成熟时开展简易监测仪器的开发与研制。

首先力争将我省列为由中国环境监测院负责实施的《中国地质灾害监测关键技术研究》项目的参与和试点省份，以建立适合我省地质灾害监测的指标体系。同时密切关注我省正在进行滑坡监测的项目实施情况，如中国地质大学在我省重要示范地质灾害点布置的裂缝监测仪器，如果通过实践证明是监测手段有效、监测效果可靠。可与中国计量学院、浙江温岭南光地质仪器厂合作，在充分调研已有仪器的原理、性能、优劣势的基础上，通过改进其量程，增加自动测量与数据传输的功能，有针对性地进行改良与创新达到较好的简易监测效果。