

文章编号: 1006-4362(2023)03-0028-08

推进地灾精细化管控若干问题及其对策研究

——以福建为例

卓万生^{1,2}

(1. 安溪县地质灾害研究所, 安溪 362400; 2. 福州大学安溪地质灾害防治研究生工作站, 安溪 362400)

摘要: 地质灾害防范管控的系统性和专业性都很强,是近20 a来一项新的事务,从零起步→基层实践→摸索总结→持续完善,但仍处于初步阶段。随着经济发展、社会进步、科技腾飞和人们对美好生活的向往,需要新的空间、新的格局和新的提升。基于《福建省地质灾害防治“十四五”规划》,结合《福建省群发性地质灾害发生规律》和20多年来作者在典型沿海山区大县(安溪)的基层探索实践,承接作者独撰2006年发表的《地质灾害风险管理对策论》,以福建为例,针对台风暴雨的显著特性,概括现状、立足实际、剖析问题、面对短板和制约瓶颈,以问题为导向,采取“复盘+推演”等方法,对福建地质安全隐患风险的类型及成因、孕灾启动情形、成灾致灾机理、早期识别和排查评价方法的建立展开逐项的分析阐明,初次提出“坡十+”建房方式、不可忽视的“两个层积层”等概念,初步提出以本文提及的“创建+依靠”为基础,实施“双控模式+三员模式+四道防线”等相配套的精细化管控新举措,综合归纳为加法、减法、乘法和除法防范组合拳之对策。粗略看法,旨在抛砖引玉,以期待跟广大同行、专家和读者能进一步商榷、探讨和提升。

关键词: 切坡卸荷+降雨引发型;新构造+崩坡积层;地质安全风险区

中图分类号: P694;P56;X4 **文献标识码:** A

ON SEVERAL PROBLEMS AND COUNTERMEASURES OF PROMOTING REFINED CONTROL OF GEOLOGICAL HAZARD ——TAKING FUJIAN PROVINCE AS AN EXAMPLE

ZHUO Wan-sheng^{1,2}

(1. Anxi Geo-hazard Office, Anxi, Fujian 362400, China;

2. Graduate Workstation of Geological Disaster Prevention, Fuzhou University, Anxi, Fujian 362400, China)

Abstract: With strong systematic and professional characteristics, geological disaster prevention and management has been a new business in the past 2 decades. Although having experienced zero start-grassroots practice-exploring and summarizing-continuous improvement, it is still in its infancy. The economic development, social progress, the soaring development of science and technology as well as people's yearning for a better life ask for new space, new pattern and new elevation. Based on the "The 14th Five-Year Plan for Geological Disaster Prevention and Control in Fujian Province", "Occurrence Law of Cluster Geological Disasters in Fujian Province", practical experience of the author in Anxi county for more than 20 years and the author's paper titled "Countermeasures of Geological Hazards Management" published in 2006, taking Fujian as an example, this paper, for the

收稿日期: 2023-02-20 改回日期: 2023-04-22

基金项目: 国家自然科学基金(41861134011)

prominent features of typhoon rainstorm, summarizes the current situation, bases on the reality, analyzes the problems, faces the weaknesses and constraint bottlenecks. Taking the problem as the orientation, the paper adopts the method of review and further research to analyze and illustrate the types and causes of the hidden risks of geological safety, the condition of disaster pregnancy, disaster-causing mechanism as well as the establishment of early identification, investigation and evaluation methods in Fujian. The concepts of "Slope + " and "Teo Strata" are initially promoted. Based on the "Creation + Dependence" mentioned in this paper, the implementation of matching fine control new measures of "dual control mode + three member mode + four lines of defense" is roughly put forward. It is summarized as the countermeasures of addition, subtraction, multiplication and division. The author's rough view aims to look forward to further discussion and improvement with the majority of fellow experts and readers.

Key words: countermeasures of addition; subtraction; multiplication and division

中国位于亚欧大陆向太平洋的东向倾斜面上,整个地势以青藏高原为最高点,自西向东、逐级下降,甚似三级阶梯^[1]。东南沿海地区山地丘陵发育,占总面积约75%,山地丘陵的斜坡表面广泛覆盖残坡积土,土层厚度通常 ≤ 6 m,滑坡是最主要类型,以土质浅层滑坡为主,在时间分布上且与气象变化高度一致,连阴雨、暴雨和台风期强降雨过程是滑坡易发主时段,为降雨型滑坡^[2]。福建地处东南沿海,有3个Ⅱ级、5个Ⅲ级和18个Ⅳ级的构造单元^[3];自晚太古代以来多期次造山运动,由不同地体或断块拼接而成复合造山带,尤以燕山期构造-岩浆活动最频繁最强烈,致省内华夏古陆不断发生裂解和增生,割切后的闽西北、闽西南和闽东3个地体形成东西分带、南北分块格架^[4];福建位东部季风区,属亚热带和中亚热带海洋性季风气候^[5],雨量充沛,是多台风、并受台风登陆影响较严重的省。由此造就现有的山川河海、地形地貌、岩土条件、气候特征和生产生活方式,地质环境、民居建造、地灾动力源、孕灾机制和成灾机理有别他省,尤其是东南沿海之外的省。

1 基本概况

1.1 地质环境方面

1.1.1 地质构造

福建位于欧亚大陆板块东南缘,濒临太平洋板块,是环太平洋新生代巨型构造-岩浆活动最活跃地区之一^[6]。大地构造按造山相系进一步划分华夏地块(V-3)、东南沿海岩浆弧(V-4)和闽中结合带(V-7)3个Ⅱ级大相级构造单元,武夷古弧盆系(V-3-1)、闽西南陆表海盆地(V-3-3)、闽东沿海岩浆弧

(V-4-1)等5个Ⅲ级相级构造单元,建宁古弧后盆地(V-3-1-1)等18个Ⅳ级亚相级构造单元^[3]。地质构造极易使原岩体发生断层面、节理面、层面、错动面、片理面、卸荷面和软弱夹层等构造软弱结构面,控制着滑动面的空间位置、滑向、周界和斜坡地下水分布运动规律。

1.1.2 地体演化

深大构造控制着岩浆活动和区域地层分布,近代构造运动强烈控制着地形地貌。在漫长的地壳演化进程中,受强烈的大地构造作用,境内地壳块体经历反复的离散、聚合、碰撞、造山和切割等复杂的演化,地壳块体不断裂解和增生,北北东-北东东、北西-东西和南-北走向断裂发育,形成大小不同断块(地体),最突出的是南平-宁化(北东)断裂带与政和-大埔(北北东)构造-岩浆带相交汇,割切后的闽西北、闽西南和闽东3个地体形成如今东西分带、南北分块、闽西大山带→闽中大谷地→闽中大山带→沿海丘陵平原、地势由高→略低→中高→低的构造格架。

1.1.3 地形地貌

境内总体趋势以抬升为主,抬升过程中存在差异性。因差异性上升,造成山体高大、相对高差大、坡降大、冲沟切割深长,凸型坡、直线坡、0次谷低矮山丘^[7]和树枝状水系发育;断块山、断层崖和断裂谷等断层地貌发育,峰峦叠嶂、峰岭耸峙、山高沟多谷深、沟谷纵横交错,丘陵起伏连绵,山地丘陵占该省总面积不低于80%,素有“八山一水一分田”之称;河流水系众多、河谷形态多呈串珠状、峡谷与盆地相间排列,海岸线曲折漫长。

1.1.4 地层岩性

岩土建造活跃、岩石风化强烈、地层岩性复杂多

变;因气候湿热、风化作用强烈,斜坡上残积和残坡积物发育,在坡麓地区,大量发育坡积裙;其土体力学性能低、土体又存在风化差异面或堆积面,土体滑坡、崩塌发育^[8],陆域95%以上为地质灾害易发区。经工程勘查和走访调查,境内山区许多边坡覆盖着一定面积、厚度不等、稳定性差而危害性大的崩坡积碎石土层或冲洪积卵石层(简称“两个层积层”,如图1、图2)。以崩坡积层为例,其埋深在地表以下几m~15m、局部>20m、个别>40m;崩落岩体形状不一、块度不等、单体几cm~几m、甚至十几m,堆积无序、空隙多且无规则、不密实,是水的良好通道;崩积层数一般1~2层、个别达3层、层间分明^{[9][10]};通过对多组具有代表性岩芯(①不同地灾点,②同一地灾点的不同位置,③同一钻孔的不同部位)等资料^[11-14]综合分析,之所以有崩坡积层,初步推测不排除全新世之后的新构造运动,待后期研究验证。



图1 崩坡积碎石土层实景图



图2 冲洪积卵石层实景图

1.2 切坡扰动方面

1.2.1 工程建设因素

自古以来生存在这个山山水水的地质环境之中,无论是大型工程建设、还是中型城区开发,始终

都是和这种山山水水打交道,“逢山开路、遇水搭桥、遇坡就挖、向山要通道、挖坡挤平地”就是惯性思维和最先选择。加上对边坡切而不护的情形较普遍,如遇高陡边坡、地质条件和岩土性能较差的地段,极易诱发地质灾害,是致灾的重点区域,尤其是低等级线性工程边坡。

1.2.2 民居建造因素

受地形地势、用地管制和故土难移等因素制约,常见村民依山面谷、在高陡边坡上采取“坡十十”Ⅰ甚至“坡十十”Ⅱ的择址建房方式(如图3~图5)。

(1)“坡十十”Ⅰ情形。大切坡(主情形:高挖方+低填方)+不护坡(主特征:①“切坡+低填”的部位都裸露,②缺失合理、有效的密实护坡工程)+漫溢坡(房屋四周排水系统缺失或不完善,台风暴雨时坡面汇集水、水池、水渠四处漫溢漫流)。

(2)“坡十十”Ⅱ情形。紧靠坡(主情形:房屋墙体紧靠切坡。即:房墙距边坡几乎为零)+叠建坡(房屋沿边坡的纵向无序叠排建造,相互影响密切)+耕作坡(房屋四边的坡上有茶园、竹园、菜园、简易水池或水渠)+筒合墙(简易挡墙也是房墙)。



图3 简易挡墙又作房墙的后果

1.3 气象条件方面

福建处于亚热带和中亚热带,是东南沿海中心区域,东濒世界最大水体太平洋,海岸线长、海洋季风、台风暴雨特性显著;年降雨量一般在1600~1900mm,汛期累积雨量约占全年的87%。每年4~10月为汛期,每个汛期有5~7个台风影响该省,单个台风暴雨可带来的雨量一般在250~550mm,汛期是主要防范时期。独特的地理位置、地形地势和气象条件,局地短历时和连续强降雨落区叠加越发明显,2022年5至6月是典型案例,此间的八闽山区密集群发滑坡、崩塌等地质灾害。经初步统计,历年来至少有90%的地质灾害都是因台风暴雨直接诱发并致灾,台风暴雨是发生灾害的重要外部触

发因素。

1.4 地灾概况方面

1.4.1 地灾现状

经初步统计,至2020年底该省查明地质灾害点9472处和高陡边坡隐患点35697处,其中滑坡6870处、崩塌2421处、泥石流131处、地面塌陷50处,共威胁12万余户60多万人、财产约116亿元,是地质灾害多发易发频发的省。

1.4.2 主要特征

经对部分山区县的地灾点和高陡边坡点统计分析,主要特征是:①汛期是主发时段,切坡卸荷→降雨引发型居多;②浅层土质滑坡崩塌 $\geq 75\%$,点多面广线长、单点规模小、危害性大、易发难防;③边坡是地灾重点范围,“坡十十”民居、低等级线性和建筑边坡的切裸坡都是重点部位;④山区多、植被茂密,灾害形成机理规律性较差,具隐蔽性、动态性、复杂性、差异性和不确定性。

2 若干问题

2.1 管控发展史简况

地灾防范管理福建起步较早,工作主线是汛前汛中汛后年度三阶段的防范管理^[15]+县到村的三级群测群防网络+省到乡的四级气象风险预警和救援体系+省到县的三级技术支撑体系+县乡村三级防范台风暴雨的三在前、四必查、八制度。管控进程中提质提效的几个驻点:①2003年安溪县率先运行地灾气象风险预警业务;②2004年成立安溪县地质灾害研究所;③2006年由国土资源部主办在泉州安溪召开全国地质灾害群测群防现场会;④2008年泉州市率先出台潜在地质安全隐患调查评价方法;⑤2014年全省开展县级地灾详细调查……

2.2 当前的热议话题

现有工作方式逐步显现出短板和缺陷,压力递增。我国有80%地质灾害发生在已查明的地灾隐患点范围之外(简称“姓外”;反之“姓内”);而福建近年来虽开展多次专项调查、高陡边坡隐患点也纳入群测群防体系,增大防灾覆盖面,但还有55%以上新发生的地质灾害仍姓外^{[16][17]}。2022年5至6月,多轮连续性强降雨,八闽山区以滑坡、崩塌密集群发,新发生的地质灾害姓外多于姓内问题也难避例外。姓外、姓内问题随后在复盘推演行动中掀起热议,并引伸其他话题:①地灾风险隐患到底在哪里?②地质安全风险区是什么?和地灾点有什么区别?③孕灾情形和启动机制是什么?④致灾成灾机

理又是什么?⑤如何早期识别和掌控?⑥怎么更精细化防范管控?……

2.3 眼下的制约瓶颈

结合作者实践,眼下防范工作的制约瓶颈:①风险区的早期识别能力、风险底数掌握程度离精准防灾仍有差距;②风险区管控力不足,由“地质灾害隐患点防控”到“隐患点+风险区”的双控模式仍未有效建立;③亟待有效扭转点多面广、易发难防的局面;④地质安全风险区调查评价标准有待进一步明确;⑤防治工作机制、管理责任体系需再优化提升……

3 原因分析和对策探讨

针对问题、结合实践,初步提出“以提升风险管控能力为加法、以科技强链补链为乘法、以技术核销有序退管为减法、以强化监管优化整治为除法”为组合拳之对策。

3.1 复盘山体边坡的孕育过程,掌握孕灾启动情形

3.1.1 原先山坡所处状态及趋势分析

经自然力的漫长建造、营造、改造和塑造,雕刻出如今千姿百态的山山水水,原始的山坡或有构造软弱结构面、或有风化差异面、或有堆积面、或有临空面,如此地质环境即使给后天孕灾提供了可能,但如果没有“坡十十”扰动,原先的山坡仍将以稳定为主状态和主趋势。因此,建议在工程建设、城区开发和民居建造时,非必要不挖山、不切坡。

3.1.2 工程建设的切坡行为是启动器

频繁、大量的“坡十十”情形,改造原始山坡,不同程度改变原微地形地貌和地下水系统,改变一个区域岩土体原有的完整性、地下水径流通道和应力关系,直接影响或将调整原有的应力平衡……这种改变,有显性、有隐性,是一组时空变量函数;这种改变,即将叩开风险孕育之门。这就是工程建设与地灾防护“三同时”制度的必要性,这是第一道防线,此时防护最合理,破坏性最小,成本最低。

3.1.3 “坡十十”情形是孕育的助推器

(1)“坡十十”剖析。“坡十十”是山区村民因势就势、因地制宜的首选建房方式。受经济条件和防范意识影响,部分村民往往未能同步和有效处置边坡、房屋以及边坡与房屋三者间的关系(如图4、图5),防护措施由此被搁置,隐患也由此潜伏。台风暴雨时“坡十十”情形的边坡极易诱灾,其周边房屋等建筑物极易受灾,房毁人亡的灾害事件密集于此,切坡卸荷致灾特征显著(图5)。

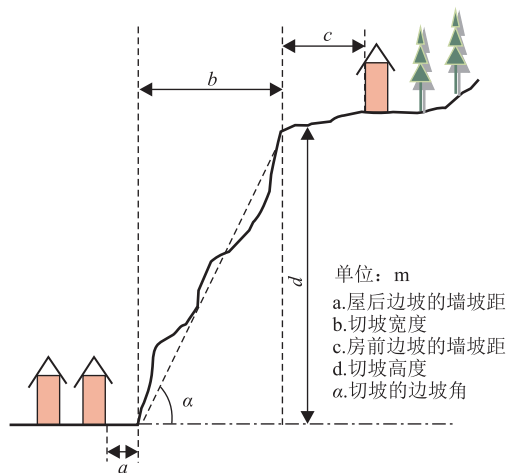


图4 “坡++”情形的构成示意图



图5 “坡++”情形不处置而造成的后果实景图

(2) “坡++”Ⅰ→“坡++”Ⅱ情形,是孕灾外力再补给的助推器,使孕灾的“可能”一步步靠近“风险”、直至“现实”,使构成地灾的必要维度更加具备,这是构成地灾的转折、诱发地灾的初源,地灾风险区由此潜伏,并伺机形成和发展。如能做到早期识别、及时纳管,那就姓内,否则又是姓外。这是姓内、姓外的分水岭,是第二、第三道防线,此时介入的防范效果虽不及第一道,但为之仍不算晚。

3.1.4 强降雨等外力因素是主触发器

如果“坡++”Ⅰ和“坡++”Ⅱ的边坡仍处“平稳、相安”状态,很大程度是表象和暂且,一旦有足够的后期强降雨等外力作用,边坡岩土体应力平衡点将被击破,车房毁、人伤亡的灾害事件随时突发,强降雨等外力是主要触发因素,为主触发器。这就是福建始终将汛期作为防汛防灾减灾的重要窗口期、将主汛期作为重点防范时段的另一个原因。这是第四道防线,也是最后一道防线,疏忽了灾害将难以避免,因此,防范八制度和队伍现场指导很重要。

3.2 推演边坡风险的成灾过程,明晰成灾致灾机理

3.2.1 成灾致灾节点链接

成灾致灾链条和节点初步归纳:原始山坡状态

(平稳、相安)→边坡扰动卸荷(开启外力补给之阀,第一道防线的节点)→“坡++”Ⅰ级助推(加强补给,产生威胁对象,第二道防线的节点)→“坡++”Ⅱ级助推(随时打破平衡点,可能将扩大威胁对象,第三道防线的节点)→降雨等外力引发触发(随时随地、瞬间突发,第四道防线的节点)→成灾致灾(损毁生命财产,最坏的结果)。

3.2.2 明晰成灾的具体情形

具体情形:①现有的山山水水虽为孕灾提供初始条件,但其程度仅仅处于“可能”,稳定和平衡将是主状态;②切坡裸坡破坏了山山水水,改变原有的应力关系,利于孕灾,催化致灾要素的构成;③“坡++”情形越严重、持续时间越长,将进一步催熟孕灾条件,使致灾的“可能”一步步逼近“现实”,直至一步之遥;④强降雨等外力因素是成灾致灾的触发器,是压死骆驼的最后一根稻草。

3.2.3 知晓地灾的动力来源

地质安全风险以及致灾成灾的动力来源:①切坡卸荷、长时间裸坡;②强降雨等外力引发。

3.2.4 掌控风险的核心区域

通过对山体边坡孕灾过程的复盘追踪和推演剖析,地质灾害风险隐患的密集区域:工程建设、项目开发和民居建造时,切坡裸坡的一定范围内就是核心区。

3.2.5 风险与防范的关联度

“坡++”情形犹如埋风险、种隐患,边坡逢切易发、越切越裸越易滑;逢雨多发、雨越大越久越会滑。风险是防范的主攻对象,防范是化解风险的重要抓手,防护又是防范的根本举措。他们之间关系:①风险具有可控性和先导性,关键是管控机制的周全程度和落实程度;②风险排查具有动态性和连贯性,并不是一劳永逸;③风险排查具有条块性和多维性,要一贯到底到边、清底清册。

3.2.6 不可忽略0次谷低丘

0次谷低矮山丘相比较已发育稳定的多次谷,0次谷形成时间相对短暂,从地貌学角度,0次谷尚处于下切、侧蚀的旺盛期,风化土体相对不稳定^[7],建议专项研究。

3.2.7 不可忽略两个层积层

该地层径流通道发育、地下水丰富、常年流水(枯水期不枯、丰水期更丰)、易引发串珠状塌陷洞、对建筑物渐进式持久性的破坏、蠕变致灾、风险区边界易外扩、危害程度大、防治难度大、工程措施有别于传统方法^{[9][10]},是不可忽略而又常被忽略的区域,建议专题研究。

3.3 创建风险排查的评价标准,掌控早期识别方法

3.3.1 建立“坡十十”Ⅰ的评价方法

根据“坡十十”Ⅰ情形,从定性层面,涉及要素初步归纳:①切坡用途、开挖所处山体位置、形状、尺寸,填方位置、情形、尺寸;②开挖和堆填区地质条件、水文条件、微地形地貌特征、岩土特性;③建构筑物周边地面汇水和排水设施等情况;④挖方、填方和受威胁对象区的防护措施落实情况;⑤防护有效性初步评价。围绕以上要素逐一梳理分解因子、细化成表,给定合理的影响权重。

3.3.2 建立“坡十十”Ⅱ的评价方法

根据“坡十十”Ⅱ情形,从定性层面,涉及要素初步归纳:①调查评判威胁范围和对象;②分别评判威胁范围内建筑物与边坡、建筑物与建筑物之间的空间位置及其相互关系;③评价建筑物位置、建造特点、采用结构及其合理性;④走访调查受威胁建筑物周边的其他影响因素。围绕以上要素逐一梳理分解因子、细化成表,给定合理的影响权重。

3.3.3 建立健全风险排查评价方法

基于2008年泉州市率先推出高陡边坡隐患点(又称潜在地质安全隐患点)评价方法和福建省出台技术标准,综合“两个层积层”、0次谷地貌和山区房后边坡安全评价做法^[18],率先专题研究,从定量层面,融合、细化、量化“坡十十”Ⅰ和“坡十十”Ⅱ评估指标和综评方法,形成边坡风险区排查认定技术方法,以形成一套成熟、可操作、可复制、可推广的边坡地质安全风险排查评价技术标准,以达到同步查、全域管、主动控、高效防。

3.4 全面夯实风险管控的基础,保障全域精准管控

3.4.1 深化技术支撑购买服务

实践表明,开启政府购买技术支撑服务之路,是符合客观需要的正确选择,作用不可否认,也不可替代。紧接着仍要继续购买服务,拓展范围、深化服务、量化年度工作、细化服务清单,加快将宣培演、方案编制、隐患排查、核查认定、点对点面对面的技术指导、项目储备入库、定期分析普适型监测数据、持续维护装置、核销核减认定入库、村民选址建房和危险性评估等工作也列入购买清单,增加基础性课题研究,使支撑服务由点、到线、到面的渗透,为“四个精准”做准备。

3.4.2 依托院校机构专题研究

地灾管控当前正处爬坡过坎换挡、提级提质增效的转折点,建议以创新防、有效治、科学救为目标,以高等院校和科研机构为依托,以群专、联研、联办、联创为抓手,将工程建设切裸坡、民居建造“坡十十”

和不可忽略的“两个层积层”为对象,对孕灾机制、成灾机理、早期识别、风险调查方法和技术标准、地灾气象精细化风险预警、快速排危除险等方面开展专题研究,使结构性、系统性和整体性得以新的提质。如安溪县地质灾害研究所联合院校机构,开展福建省地下水动力型滑坡破坏模式和防治关键技术专题研究,科技成果在多处地灾点治理工程中广泛应用,成效显著。

3.4.3 采取全域防范双控模式

从防范层面,本文双控模式是指:①将管理较成熟的地质灾害点和趋于成熟的高陡边坡隐患点列入第一管控对象,建议再完善提升;②将地质安全风险区列入第二管控对象。属新增内容、是探索提升的重点。高陡边坡隐患点和地质安全风险区有交叉,属包含关系、不完全囊括。通过实施双控模式,以实现全域掌控、全面管控。

3.4.4 构建全域监管三员模式

建立县→乡→村→自然村落的梯级紧密型群测群防网络和监管体系,实施全区域、全链条、无盲区和无断点管控,着力于“三员模式”。本文三员模式是指:①自然村落网格员。这是最前沿最关键的一员,按双控模式全天候、全区域、无盲区、动态实时开展本村落风险排查和地灾巡查,并监管村民盲挖盲切边坡、违章违建等行为,采取定人定岗定位定职定责,兼具纠察职能,扭转点多面广、易发难防、监管缺失之局面;②“乡十村”监管员。这是承上启下、组织协调、指导督促的关键一员,采取定人定岗定位定职定责和不定期的办法;③技术网格员。由技术骨干担任,由技术单位和行业主管部门专业骨干组成,采取包乡包村包段,负责对基层定期开展业务培训和督促指导。

3.4.5 织牢地灾防范工作机制

地灾防范集系统性和联动性于一体。重点关注3个维度:①时间上,有“汛前防御综合准备、汛中全域防范和汛后重点提升”3个阶段之分^[19],工作有所侧重,不能本末倒置;②空间上,有行业之条,又有乡村之块,条块交织,做到纵向到底、横向到边;③机制上,基于“双控模式+三员模式+四道防线”,织牢精细化管控工作机制这张大网;安溪县2005年出台2017年修订、县政府印发的县级地灾群测群防工作实施方案值得学习借鉴。另外,很有必要健全完善地灾点核销、威胁对象动态核实、巡查监管和优化整治等配套制度,以结束点易进库难出、边坡无序扰动无人管、责任人形同虚设且无责无任等局面,以实现科学行为、有效整治、有序退管。

3.4.6 织密气象风险预警网络

地灾气象风险预警是“发令枪”，吹哨功能强，政府重视、社会认可、关注度高，是地灾防范不可或缺的抓手^[20]。实践表明：①县精细到乡是基本层面，但因山区地形雨特征明显，偏远村庄实时雨量和累积雨量跟所在乡驻地的雨量差别大，数据难以共享，精细到乡仍然不够，雨量观测点有必要延伸到村、甚至到偏远村落；②加强风险预警多尺度多要素研究，从气象单要素逐步拓展地灾气象多尺度多要素的风险预警，以提升气象灾害事件的客观化、概率化预警能力，实现精准预警到村的新飞跃。

3.4.7 宣培演三驾马车不能丢

宣传+培训+演练(简称“宣培演”)这三驾马车虽然老调重弹,但不可少,这是村民获取知识最直接的主要渠道和方式。紧密结合乡村振兴规划,依托乡村振兴讲师团和自媒体多媒体,重点围绕“坡十十”情形,深化防范要点,解开“坡十十”建房方式的焦点、堵点和痛点,自觉摒弃“坡十十”有问题不处置的思想。委托院校、职校开设防治管理专业和不定期举办培训班,如:位于安溪的福建农林大安溪茶学院,综合条件较好,可先行先试。

3.5 开展全域风险的拉网排查,即时查明隐患家底

可采取:①及时开展风险区摸排清底,彻底查清。按照边坡风险隐患排查技术标准和“双控十三员”要求,以乡镇和行业为单位,以村居、以行业的直属单位为单元,以切坡和所涉及建构筑物为区域,重点突出“坡十十”部位,充分发挥“天上看、地上查、库里管”强大功能,结合农村房屋地籍调查成果数据,依靠遥感影像+DEM等科技手段,采取全域地毯式初排、技术队伍认定^[21];②建立微网格、动态化、常态化的巡查监管和技术核查机制,以实现全域、全程、即时、有效发现并控制“坡十十”情形和疑似风险区,“原址不翻建、新址不削坡、止于未发、消于未萌”也会得到较好制止。

4 结论与建议

(1) 本文以山体切坡、切坡高度 ≥ 3 m、且未有效落实防护措施而潜伏地质安全风险的边坡作为主要研究对象,兼顾其他情形。

(2) 推动好、衔接好相关工作:①地灾科技支撑力的纵深发展;②加强与国土空间规划、用途管制的统筹发展和安全要求的有机结合;③受植被高覆盖率等因素干扰,“天空地”一体化技术方法在福建地质灾害调查应用效果不尽理想,扩大新技术新方法研发应用的广度和深度。

(3) 第三章综合提出的加减乘除防范组合拳之对策,仅为粗略看法,旨在抛砖引玉,以期待跟广大同行、专家和读者能进一步商榷、探讨和提升。

(4) 以新思想、新理念为指引,坚持问题导向,坚持实践,坚持改革+创新,立足实际,持续推出精细化管控新举措,实现高质量、精细化管控能力新跃升。

致谢 成稿过程中,得到国家自然科学基金资助项目(41861134011)负责人、福州大学博士生导师简文彬教授的大力支持;也得到福建省地质工程勘察院鄢庆南和吴钟腾两位专家,以及成都理工大学冯文凯教授的指导帮助,在此一并致谢。

参考文献

- [1] 朱庸. 试析三级阶梯式的中国地形[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 1989, (2): 55-62.
- [2] 詹良通, 李鹤, 陈云敏, 等. 东南沿海残积土地地区降雨诱发型滑坡预报雨强-历时曲线的影响因素分析[J]. 岩土力学, 2012, (3): 872-882.
- [3] 李霞. 福建省大地构造单元划分及基本特征[J]. 世界地质, 2013, (3): 549-558.
- [4] 韦德光, 揭育金, 黄廷途. 福建省区域地质构造特征[J]. 中国区域地质, 1997, (2): 162-171.
- [5] 吴道荣, 周伟栋, 王国民. 福建省台风降雨型地质灾害机理分析及防治对策[R]. 海峡西岸防抗台风抗洪抢险救灾论坛论文集, 2007.
- [6] 周天智, 陈刚, 赵旭峰, 等. 福建省滑坡分布规律及成因分析[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2007, (2): 17-20.
- [7] 福建省自然资源厅. 福建省群发性地质灾害发生规律[R]. 2022. 7.
- [8] 何永金. 福建省主要地质灾害的特点、成因及其对策[J]. 福建地质, 1995, (4): 263-272.
- [9] 卓万生. 冲洪积卵石土层分布区滑坡形成机理分析—以安溪县某安置区边坡为例[J]. 水文地质工程地质, 2020, (2): 169-178.
- [10] 卓万生. 雨强对安溪县尧山村滑坡地下水渗流系统及稳定性的影响研究[J]. 工程地质学报, 2020, 28(6): 1311-1318.
- [11] 陈文林. 福建沿海典型潜在滑坡的稳定性分析与评价——以安溪县郭厝垵滑坡为例[J]. 中国煤炭地质, 2016, (6): 68-73.
- [12] 康斌, 黄国平, 林枢. 安溪县古老滑坡特征及防治措施[J]. 江西有色金属, 2010, (1): 17-22.
- [13] 安溪县人民政府. 关于印发安溪县地质灾害防治规划(2016-2030年)的批复[R]. 安政综[2018]26号. 2018. 3.
- [14] 林枢. 位于侵入接触带的三明市某滑坡特征分析[J]. 地质灾害与环境保护 2022, (3): 23-28.
- [15] 叶龙珍, 柳侃, 黄瑛瑛. 福建省地质灾害风险评估管理体系现状及展望[J]. 地质灾害与环境保护 2013, (4): 7-13.
- [16] 福建省自然资源厅. 关于印发福建省地质灾害防治“十四五”规划的通知[R]. 闽自然资发[2022]54号. 2022. 7.
- [17] 福建省应急管理厅, 福建省自然资源厅. 关于进一步防范地质

- 灾害的通知[R]. 闽应急[2022]90号. 2022. 8.
- [18] 卓万生. 山区房后边坡安全评价的探讨——以安溪县为例[J]. 地质灾害与环境保护, 2008, (2): 52-57.
- [19] 卓万生. 地质灾害风险管理对策论[J]. 地质灾害与环境保护, 2006, (1): 50-54.
- [20] 卓万生. 全国地质灾害气象风险预警模式下的县级工作方案探讨[J]. 地质灾害与环境保护, 2013, (4): 3-4.
- [21] 泉州市自然资源和规划局. 关于学习借鉴安溪县开展“天上看、地上查、动态管”地质灾害隐患排查工作的通知[R]. 泉州市自然资源和规划局文件. 2023. 1.

作者简介: 卓万生(1968—),男,大学,高级工程师,主要从事地质灾害防治技术研究与应用。E-mail:axgtjzws@163.com

(上接第27页)

- [11] 蔡向阳,铁永波. 崩塌落石运动计算模型综述[J]. 地质灾害与环境保护, 2016, 27(3): 100-104.
- [12] 程宇,张健,陈进,等. 贵州纳雍猴岭镇危岩带稳定性及危害范围分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2019, 30(4): 9-15.
- [13] 蔡向阳,铁永波,徐伟,等. 单体危岩危险性评价与防治建议——以云南省大关县危岩体为例[J]. 地质灾害与环境保护, 2018, 29(3): 56-61.
- [14] 张劲松,杨红. 四川青川县碾子崩塌风险性评价[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2012, 23(1): 33-38.
- [15] 何宇航,裴向军,梁靖,等. 基于 Rocfall 的危岩体危险范围预测及风险评价——以九寨沟景区悬沟危岩体为例[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2020, 31(4): 24-33.
- [16] 许泽鹏,胡卸文,贺书恒,等. 基于落石冲击试验的落石冲击力研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2020, 31(2): 87-92.
- [17] 王刘文,王彤标,陈金宏. 老鹰岩危岩崩塌稳定性分析及防治措施研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2022, 33(2): 27-31.
- [18] 中国地质灾害防治工程行业协会. 坡面防护工程设计规范(T/CAGHP 027-2018)[S]. 武汉:中国地质大学出版社, 2018.

作者简介: 蔡培(1989—),贵州贵阳人,工程师,二级建造师,从事岩土工程勘察设计、地质灾害危险性评估与治理工作。
E-mail: 460276392@qq.com

通讯作者: 胡应全(1970—),贵州遵义人,高级工程师,长期从事岩土工程勘察设计、地质灾害防治及管理工作。
E-mail: 596498732@qq.com