

王鹏, 杨柯, 雷杰, 等. 泸定 6.8 级地震公路地质灾害链效应分析[J]. 灾害学, 2023, 38(2): 121–126. [WANG Peng, YANG Ke, LEI Jie, et al. Analysis of the Chain Effect of Highway Geological Disasters in Luding M6.8 Earthquake[J]. Journal of Catastrophology, 2023, 38(2): 121–126. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.02.018.]

泸定 6.8 级地震公路地质灾害链效应分析*

王 鹏^{1,2}, 杨 柯^{1,2}, 雷 杰^{1,2}, 杨龙伟³

(1. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075; 2. 西安中交公路岩土工程有限责任公司, 陕西 西安 710075; 3. 中煤科工集团武汉设计研究院有限公司, 湖北 武汉 430064)

摘 要: 省道 S217 是 2022 年 9 月 5 日泸定 6.8 级地震中灾毁最为严重的公路, 沿线灾害链生效应明显。通过实地踏勘, 收集地质资料和前人研究成果, 总结了公路沿线崩塌群、滑坡、泥石流次生地震地质灾害的分布规律及特征, 并从灾害链的角度对地震诱发次生地质灾害进行剖析, 归纳出地震—震裂山体—崩塌(滑坡)、地震—崩塌(滑坡)—堰塞湖—水流(冲刷)—泥石流、地震—滑坡—崩塌等灾害链模型, 且通过对灾害链成灾机理和发展趋势的分析判断: 部分灾害链已趋于稳定, 但仍有部分灾害正在发展、或将形成隐患。为此, 针对灾害链的孕灾环和激发环, 建议通过监测、控制、消除激发环和改变新孕灾环的方式实现断链, 提出了相应的断链措施, 为灾后重建提供参考。

关键词: 泸定 6.8 级地震; 地质灾害; 灾害链; 孕灾环; 激发环; 断链措施

中图分类号: U416.1; X43; X915.5; P642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2023)02-0121-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2023.02.018

2022 年 9 月 5 日 12:52, 四川省甘孜州泸定县磨西镇(29.59°N, 102.08°E)发生 6.8 级地震, 震中位于磨西镇海螺沟景区, 震源深度 16 km, 地震最高烈度 IX 度, VI 度区及以上波及面积约 19 089 km²^[1]。此次地震是由鲜水河—安宁河断裂带活动形成的走滑型破裂地震, 烈度大、破坏严重、诱发的次生地质灾害隐蔽性强、链效应显著^[2]。

灾害链生效应是一系列地质灾害相继发生的现象, 而地震诱发次生地质灾害所呈现出的链生现象最为典型, 具有广泛性、群发性、持续性等特点^[3-4]。徐梦珍等^[5]对汶川地震中火石沟区域诱发地质和生态次生灾害链进行了分析; 梁玉飞等^[6]则以汶川地震中黄洞子沟区域地质灾害链为研究对象, 分析总结震后地质灾害发育情况、特征及断链措施; 万飞鹏等^[7]通过野外调查及遥感解译, 结合室内试验等手段分析了甘肃岷县纳古呢沟滑坡—泥石流灾害链成灾机制及其演化; 张瑞雪等^[8]通过建立三维物理耦合模型推演单一地质灾害诱发次生地质灾害链的层次关系。

灾害链是原生灾害本身及其诱发一种或多种次生灾害所经历的致灾过程和所表现的致灾现象, 涉及主、次地质灾害的机理、过程、主次关系、先后关系、能量转化、物质守恒关系等。同时, 灾害链的产生也受到地形地貌、构造活动、气候

水文、地层岩性等多个因素的影响。因此, 本文以泸定地震中灾毁最为严重的省道 S217 线为例, 结合实地踏勘资料, 从灾害链的角度对地震诱发公路沿线次生地质灾害进行分析, 介绍地震公路地质灾害的成灾机理和潜在风险, 提出防灾减灾建议, 便于灾后重建参考。

1 研究区灾后概况

省道 S217 线是连接泸定、石棉两县的唯一道路, 其线路沿大渡河河谷展布(图 1)。磨西河、湾东河、什月河、田湾河等支流汇入大渡河, 河谷两侧山体地势高陡, 为地震诱发高位崩塌、滑坡提供了有利的空间条件。同时, 河谷冲刷深切, 造成沟谷两侧斜坡岩体向临空方向卸荷变形, 而受降水静水压力、冻胀、温差变化等作用, 斜坡岩体节理裂隙进一步扩张, 风化速度加快, 为地震诱发高位崩塌、滑坡、泥石流提供了物质条件。此外, 区域内属于典型亚热带季风气候, 主要受东南季风和来自四川盆地的暖湿气流影响, 点暴雨频发, 为震后次生地质灾害的发生提供了充足的水动力条件。

* 收稿日期: 2022-10-26 修回日期: 2023-01-31

基金项目: 江西省交通运输厅科技项目“公路边坡高位崩塌预警监测技术研究”(2020H0011)

第一作者简介: 王鹏(1992-), 男, 汉族, 陕西延安人, 工程师, 主要从事地质灾害防治方面的研究. E-mail: 1101864687@qq.com

通信作者: 雷杰(1986-), 男, 汉族, 陕西渭南人, 高级工程师, 主要从事地质灾害防治方面的研究. E-mail: 284684557@qq.com



图1 S217线位置图(底图来源:四川省交通运输运行调度中心)

1.1 高位崩塌

地震波随山体高度增加、放大效应逐渐凸显,而大渡河两侧山体地势高陡,相对高度约1400 m,在地震作用下造成省道S217沿线产生了多个高位崩塌群。其中,以湾东村沟口崩塌群、金竹林崩塌群、郑家坪崩塌群等最为典型。同时,由于此类崩塌运动路径较长,崩塌体、落石在运动过程中动能不断增大,而当崩塌体、落石受阻后,动能快速转化为势能,形成巨大的冲击力,造成公路边坡防护、路基、涵洞、路肩墙、波形护栏等公路设施的损坏(图2)。



(a) 湾东村沟口崩塌群(镜向:285°)



(b) 金竹林崩塌群(镜向:260°)



(c) 郑家坪崩塌群(镜向:272°)

图2 S217沿线崩塌群

1.2 滑坡

在地震作用下,滑坡主要有三种类型,即风化层滑坡、土—岩二元结构滑坡及老滑坡复活。其中,风化层滑坡和土—岩二元结构滑坡滑面较陡(均超过40°),滑体组成物质干燥,滑床粗糙或为较完整基岩,滑坡后缘延伸至山顶,前缘在斜坡中部或临近河面处剪出,呈推移式滑动破坏。

地震作用对老滑坡施加外在荷载的同时,改变了滑坡内部地下水的运动状态和活动路径,致使老滑坡前缘发生大规模滑塌破坏,并伴有地下水流出,在滑体平台上形成拉张裂缝,判断滑坡整体呈推移式破坏。



(a) 风化层滑坡(镜向:162°)



(b) 土—岩二元结构滑坡(镜向:348°)



(c) 老滑坡复活(镜向:220°)

图3 震后滑坡

1.3 泥石流

在地震中,研究区S217线沿线在湾东村附近发育大型泥石流。地震作用造成湾东村主沟、支沟两侧斜坡产生了很多滑坡和崩塌,大量松散的滑坡、崩塌堆积物淤塞于河道,使得支沟短时间内断流、蓄水,且随着蓄水量的增加,其淹没范围逐渐扩大,继而诱发河流阶地发生塌岸破坏,同时浸泡滑坡前缘而加剧其变形。而当蓄水量达到一定高度时,强大的水压力作用最终导致堰塞体溃决,且高水头差则在短时间内转化为水流动能,增大水流速度,增强水流冲刷能力,故即使在河床纵坡较缓、河道较宽的主河道里也能发生大规模泥石流灾害。

以现场三层建筑物、挖掘机作为参照物,9月

5 日—9 月 8 日 3 d 时间内, 泥石流在流通区淤塞高度达 6 m, 沉积速度约 2 m/d(图 4)。此外, 地震作用还造成 S217 线沿线崩塌、滑坡多发, 并在山体沟槽内堆积了大量松散体, 加之公路沿线沟槽沟床陡峭, 一旦遇到强降雨天气, 势必会引发大量泥石流灾害, 给公路的后期运营遗留隐患。



图 4 湾东村泥石流(镜向: 260°)

2 研究区灾后地质灾害发育特征及规律

在地震中, 研究区 S217 线沿线地质灾害受构造活动、地形地貌、地层岩性等因素的影响, 表现出特殊的破坏特征和发育规律, 且灾害链生效应显著。

2.1 构造活动影响

鲜水河断裂系作为青藏高原物质向南东挤出的北东边界断裂, 是中国陆内活动性最强的断裂系之一, 也是“南北地震带”或“南北活动构造带”的重要组成部分^[9]。据统计和研究显示, 鲜水河断裂带自 1 700 年以来平均 36 年发生一次大地震, 且断裂全程几乎均已发生过地震地表破裂, 其中 7 级以上地震 9 次, 而 2008 年汶川 8.0 级地震和 2013 年芦山 7.0 级地震后, 该断裂带库仑应力明显增加, 地震发生的概率也随之增大^[10]。正如专家研究推测, 本次泸定 6.8 级地震震中位置位于磨西镇海螺沟附近、鲜水河断裂带南段尾部, 与安宁河断裂相接, 其余震沿安宁河断裂向南发展。

研究区 S217 线大致与走滑断裂平行, 在地震作用下, 大渡河拱桥至大田隧道段地震次生地质灾害最为发育(图 5), 而在什月河和田湾河交会附近有明显的断裂构造迹象。什月河大桥基本与断裂带走向保持一致, 地震作用造成桥梁伸缩缝错开 5~10 cm、混凝土护栏破碎及其顶部钢管拉脱、引桥段锥坡倒塌、桥墩盖梁挡块压致破坏等(图 6a); 比较而言, 田湾河大桥与断裂走向存在一定的空间角度, 仅在连接什月河大桥侧产生桥梁伸缩缝错开、混凝土护栏破碎及其顶部钢管拉脱、引桥段桥台错位等破坏(图 6b)。同时, 经调查发现, 平行于断裂走向的公路段落灾害多发。由此

可知, 在本次地震中, 若公路路线与断裂走向平行时则灾毁严重, 而与断裂走向呈现一定角度时, 灾毁情况相对较轻。

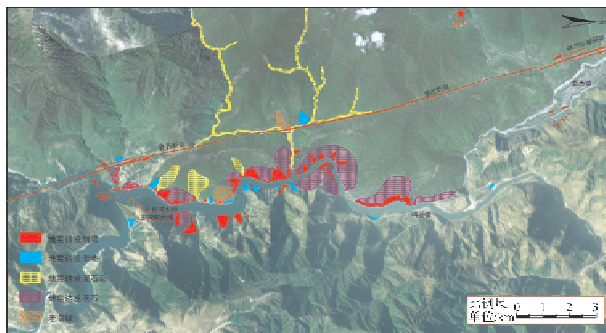


图 5 灾害分布图



(a) 什月河大桥(走向: 165°)



(b) 田湾河大桥(走向: 123°)

图 6 桥梁破坏照片

2.2 地形地貌影响

研究区 S217 线沿大渡河河谷展布, 区域地貌单元以侵蚀构造地貌和侵蚀堆积地貌为主。其中, 侵蚀构造地貌为典型的侵蚀构造峡谷地貌, 主要分布于大渡河两岸, 海拔高程在 2 500 m 以上, 分水岭高程 3 000~4 000 m, 切割深度 1 000~1 800 m, 地势陡峭, 河谷呈“V”字形, 裸露地层多为侵入岩^[11-13]。侵蚀堆积地貌主要为阶地和河漫滩, 在谷坡下部沉积, 形成Ⅵ级阶地, 其中Ⅰ级、Ⅱ级阶地保存较好, 人为改造成房屋、田舍, Ⅲ级以上高级阶地仅在部分地段残留。在公路早期建设中, 考虑线路纵坡坡度、占地等因素, 公路线路多沿谷坡下部、Ⅰ级、Ⅱ级阶地边缘展线; 谷坡地段路基多以挖方、挖填结合的形式通过, 均采用一坡到顶的开挖方式, 而由于路段地势陡峭, 开挖后形成了更为陡直的边坡, 其坡度大抵都超过 60°; 阶地段路基多采用天然地基, 因处于阶地边缘, 路基外侧多见 20~30 m 高的陡坡。

地震中, 谷坡上部松散覆盖层、风化层受地震作用发生滑塌破坏, 而因山体高陡, 塌落体运动路径较长、速度大, 在运动过程中获得了巨大的动能和冲击力, 与路面接触后冲垮路基; 而

阶地段冲洪积层呈胶结状态、稳定性较好,在地震动作用下路基外侧斜坡多发生垮塌、剥落破坏。

2.3 地层岩性影响

研究区 S217 线位于鲜水河—安宁河断裂东侧,出露地层主要为第四纪残坡积、崩坡积物等。其中,第四纪残坡积物主要组成物质为粉砂土,青灰色,呈圆形—亚圆形、稍密、湿,母岩成分主要为花岗岩;花岗岩为灰白色—青灰色,粗粒,属酸性岩,发育 $275^{\circ}\angle 58^{\circ}$ 、 $96^{\circ}\angle 60^{\circ}$ 、 $342^{\circ}\angle 84^{\circ}$ 三组节理(湾东村测定),结构面微张—张开,无充填或泥质充填。

在公路早期建设中,开挖路堑时对斜坡下部全风化岩体进行了清除,而斜坡上部地形逐渐变缓,松散残积物、全风化层较厚,为群发性浅表层崩塌破坏提供了有利的物质条件。相比较,边坡岩体呈强—中风化状态,虽然节理裂隙发育,但未出现大变形,多以小粒径落石为主,而笔者在 S217 线郑家坪段和库区梭子头附近发现两处高达数百米的边坡,清坡后采用了锚喷支护(图 7a、图 7b),在地震中仅产生小范围剥落破坏,说明地震主要诱发松散残坡积、全风化层发生高位滑塌。

同时,在库区联合村至紫雅场村道沿线发生了许多滑坡,多为风化层或土—岩二元结构滑坡。由于村道线位较高,路基均位于斜坡上部,滑坡变形造成路基彻底损坏,进一步说明斜坡上部为薄弱结构地层,在地震作用下易发生高位滑坡破坏。

此外,研究区 S217 线沿线灾害链生效应显著,发育地震—震裂山体—崩塌(滑坡)、地震—崩塌(滑坡)—堰塞湖—水流(冲刷)—泥石流、地震—滑坡—崩塌等灾害链。一部分灾害链已趋于稳定,但仍有部分灾害链正在发展,或成为隐患,为灾后重建带来诸多危险和困难。



(a) 郑家坪段锚喷支护边坡(镜向: 314°)



(b) 库区梭子头附件锚喷支护边坡(镜向: 63°)

图7 锚喷支护边坡

3 研究区灾后灾害链生效应分析

灾害链的成链过程大致分为孕灾环、激发环、损害环等环节。其中,孕灾环是前提,即孕灾自然环境,包括地形地貌、地层岩性、气候水文等因素;激发环是灾害链的激发条件,是灾害链发生过程中动力的来源;损坏环则是对人类的生命财产造成损害的环节^[14]。在本次地震中,研究区 S217 线沿线灾害链发育情况具体如下。

3.1 地震—震裂山体—崩塌(滑坡)

该类灾害链在公路沿线分布最为普遍,其发生具有隐蔽性和突发性,破坏位置多位于斜坡上部,一旦发生将会形成高位崩塌(滑坡),且爆发频繁,并受降水、地震等因素影响,发生数量有逐年增加的趋势。

在地震动作用下,公路沿线山体上部的浅表层松散岩土首先产生崩塌(滑坡)破坏,同时造成下伏基岩损伤、质量降低。而当浅表层岩土滑塌后,下伏基岩彻底暴露,风化作用加强、质量进一步降低,后期在降水静水压力、冻胀、重力、地震等作用下易发生崩塌(滑坡)灾害,即形成地震—震裂山体—崩塌(滑坡)的灾害链(图 8)。地震过后,该类灾害链具有多发、随机性等特点,而由于损伤岩体多位于高处,形成了大量灾害隐患点,给灾害识别、防治增加了难度。

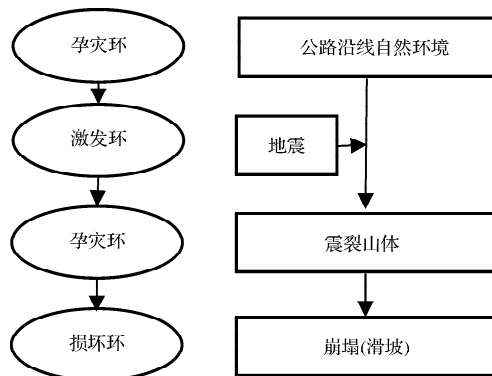


图8 地震—震裂山体—崩塌(滑坡)灾害链

3.2 地震—崩塌(滑坡)—堰塞体—水流(冲刷)—泥石流

该类灾害链最为典型的是湾东村泥石流灾害链。湾东村两条支沟与断裂带几乎重合,在地震作用下,沟道两侧山体发生了许多崩塌(滑坡)。大量崩塌(滑坡)堆积物挤压、堵塞河道,使得河水位迅速上升、水压力增大,巨大的水压力最终导致堰塞体溃决。当堰塞体溃决瞬间,势能快速转化为动能,使流水获得了极大的流速,产生了强烈的冲刷作用,挟裹主沟道崩塌(滑坡)堆积物而形成泥石流灾害。

在湾东村泥石流灾害链形成过程中,地震引发的崩塌(滑坡)为泥石流的形成提供了大量的松散物质,同时挤压、堵塞河道形成堰塞体,而伴随着堰塞体蓄水、水位升高,溃决时刻短时间内完成了势能与动能的转化,使得水流速度迅速增大,并产生了强大的水动力,故即使河道地形宽敞、河床较缓也能发生泥石流灾害。

此外,公路沿线内侧斜坡沟槽中堆积了大量松散崩塌(滑坡)堆积物,加之沟槽沟道狭窄、沟床陡峭,在强降水条件下势必会产生大量泥石流灾害,形成地震—崩塌(滑坡)—水流(冲刷)—泥石流灾害链(图9)。

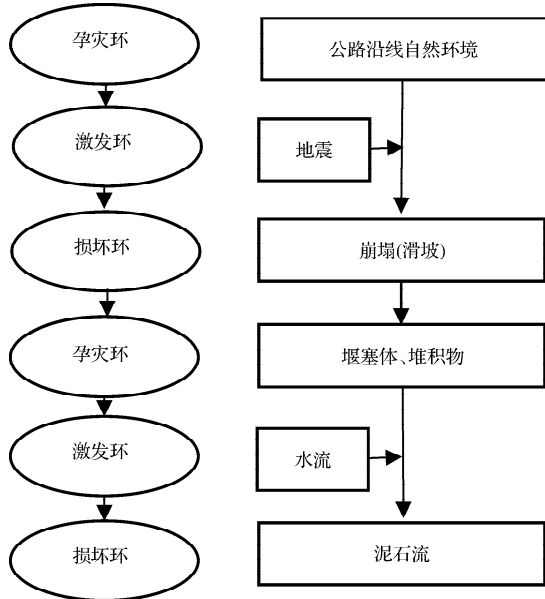


图9 地震—崩塌(滑坡)—堰塞体—水流(冲刷)—泥石流

3.3 地震—滑坡—崩塌

该类灾害链多发于地震中,演化时间短、发展迅速。在地震中,由于地震动作用使得斜坡上松散覆盖层下滑力增大、稳定性降低,而当其下滑力大于其抗滑力时,覆盖层失稳滑动。同时,因地震波随山体高度增加,其放大效应凸显、破坏作用加强,在高陡的临空条件下,斜坡上部覆盖层发生高位滑坡变形,而伴随着滑体在运动过程中解体,其运动状态逐渐以竖向位移为主,破坏模式演化为崩塌。

该灾害链多发生在“上缓下陡”的斜坡路段,地形上为山脊或沟槽。在山脊处,滑坡在斜坡中上部剪出解体后形成崩塌;而在沟槽处,滑坡主滑方向与沟道斜交,滑动后滑体前缘抵至沟底而呈现临界状态,受余震、降水扰动,部分滑体则沿沟槽溜动,形成崩塌(图10)^[15]。

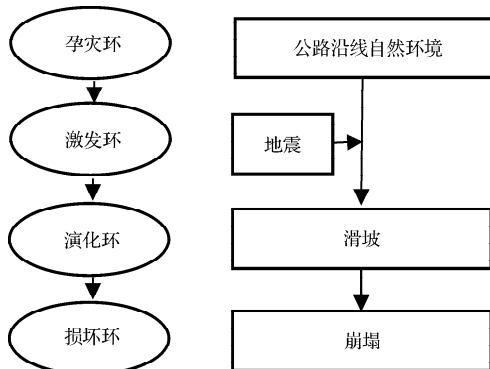


图10 地震—滑坡—崩塌

4 断链措施和建议

灾害链的演化发展过程受制于一定的激发条件,即激发环。在演化过程中无激发条件、或激发条件影响较弱,则灾害链不再往下发展,灾害将在新孕灾环境中变成隐患、或逐渐稳定消亡,而当激发条件超过一定界值时,将启动灾害链,使其继续发展(图11)。

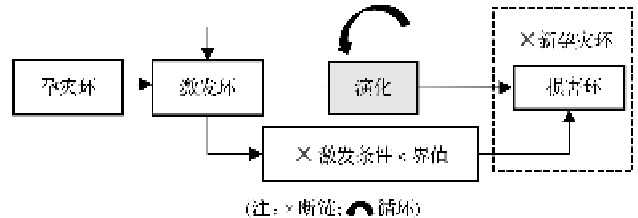


图11 灾害链图

在地震中,研究区初始自然环境构成孕灾环,地震作用作为激发条件,而现在由于人们无法控制、消除地震,只能试图探索对地震的预警监测以躲避损害。但是,由地震引发的滑坡、崩塌、泥石流等次生灾害将改变研究区地形地貌、水文地质等环境因素,形成更为脆弱的新孕灾环境。而新孕灾环抵抗内、外动力的能力弱,即当激发条件超过新孕灾环抵抗界值时,将复活灾害链而使其继续发展。因此,人们可通过监测、控制、消除激发环和改变新孕灾环境的方式实现断链。具体断裂措施如下表所示:

表1 断链措施建议^[16-17]

灾害链环节	措施
孕灾环	①清表排危,适当封闭坡面(例如,锚喷支护等); ②导流截、堵、清沟通道(例如,清除沟内堆积物等); ③生态绿化、固弱补强(工程加固)。
激发环	①监测预警(例如,地震临震监测预警、天气预报等); ②科学绕、避(例如,改线、棚洞、明洞防护等); ③分析评估、合理干预(例如,削弱水力条件等)。

5 结语

(1)地震中,研究区 S217 线沿线高位崩塌灾害多发,并在空间上表现出群发性特征;滑坡主要有风化层滑坡、土—岩二元结构滑坡及老滑坡复活三种类型,且多为推移式滑动破坏;高位崩塌、滑坡为泥石流的发生提供了丰富的物源条件,加之区内沟道沟床纵坡大、雨水充沛,遗留了大量泥石流灾害隐患。

(2)研究区 S217 线沿线灾害发育特征和规律

受构造活动、地形地貌、地层岩性等因素的影响。在本次走滑型断裂地震中,公路线路与断裂走向平行时则灾害发育,而当公路段落与断裂走向呈现一定角度时,灾损情况相对较轻;地震波随山体高度增加,其放大效应逐渐凸显,造成谷坡上部松散覆盖层、风化层发生大量滑塌破坏,而由于塌落体运动路径较长、速度快、冲击力强,致使路基被冲毁;松散覆盖层、风化层多发生滑塌破坏,而阶地段冲洪积路段多发生垮塌、剥落。

(3)研究区 S217 线沿线灾害链生效益显著。主要发育地震—震裂山体—崩塌(滑坡)、地震—崩塌(滑坡)—堰塞湖—泥石流、地震—滑坡—崩塌等灾害链,而部分灾害链已趋于稳定,但仍有部分灾害正在发展,或形成隐患,为灾后重建带来诸多困难和危险。

(4)人们可以通过监测、控制、消除激发环和改变新孕灾环境的方式实现断链。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国应急管理部. 应急管理部发布四川泸定 6.8 级地震震度图[EB/OL]. (2022-09-11)[2022-09-30]. https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202209/t20220911_422190.shtml.
- [2] 铁永波,张宪政,卢佳燕,等. 四川省泸定县 Ms6.8 级地震地质灾害发育规律与减灾对策[J]. 水文地质工程地质, 2022, 49(6): 1-12.
- [3] 郭增建,秦保燕. 灾害物理学简论[J]. 灾害学, 1987, 2(2): 25-33.
- [4] 郭增建. 简论灾害物理学[J]. 高原地震, 1993, 5(2): 1-3.
- [5] 徐梦珍,王兆印,施文婧,等. 汶川地震引发的次生山地灾害链:以火石沟为例[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2010, 50(9): 1338-1341.
- [6] 梁玉飞,裴向军,崔圣华,等. 汶川地震诱发黄洞子沟地质灾害链效应及断链措施研究[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 201-209.
- [7] 万飞鹏,杨为民,邱占林,等. 甘肃岷县纳古呢沟滑坡—泥石流灾害链成灾机制及其演化[J]. 中国地质, 2022, 06(22): 2022-10-22.
- [8] 张瑞雪,唐益群,王建秀,等. 地质灾害链的诱发机制及减灾[J]. 灾害学, 2010, 25(S1): 389.
- [9] ALLEN C, LUO Z, QIAN H, et al. Field study of a highly active fault zone: the Xianshuihe fault of southwestern China[J]. Geological Society of America Bulletin, 1991, 103(9): 1178-1199.
- [10] 白明坤, CHEVALIER M, 李海兵, 等. 鲜水河断裂带乾宁段晚第四纪走滑速率及区域强震危险性研究[J]. 地质学报, 2022, 96(7): 2312-2332.
- [11] 赵阳. 基于 GIS 的泸定县地质灾害的地貌环境特征研究[J]. 科技创新与应用, 2018(7): 195-196.
- [12] 刘彬,梁京涛,王猛. 泸定至石棉高速公路沿线泥石流[J]. 山西建筑, 2015, 41(23): 46-47.
- [13] 熊发挥,肖渊甫,张林. 大渡河中游泸定—石棉阶段地特征及河谷发育史探讨[J]. 四川地质学报, 2009, 29(4): 379-383.
- [14] 李明,唐红梅,叶四桥. 典型地质灾害链式机理研究[J]. 灾害学, 2008, 23(1): 1-5.
- [15] 张恒通,朱冬春,王鹏,等. 顺层岩质边坡变形破坏机理分析[J]. 公路, 2021, 66(3): 67-71.
- [16] 吴明先. 公路滑坡防治关键技术及典型案例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2021.
- [17] 门玉明. 地质灾害治理工程设计[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2011.

Analysis of the Chain Effect of Highway Geological Disasters in Luding M6.8 Earthquake

WANG Peng^{1,2}, YANG Ke^{1,2}, LEI Jie^{1,2} YANG Longwei³

(1. CCCC First Highway Consultants Co., Ltd, Xi'an 710075, China; 2. Xi'an CCCC Highway Geotechnical Engineering Co., Ltd, Xi'an 710075, China; 3. CCTEG Wuhan Engineering company, Wuhan 430064, China)

Abstract: The provincial highway S217 is the most severely damaged highway in the “9.5” Luding M6.8 earthquake, and the chain effect of disasters along the line is obvious. Through field survey and collecting geological data and previous research results, the development and distribution laws and characteristics of secondary seismic geological disasters caused by collapses, landslides and debris flows along the highway are summarized, analyzes the secondary geological disasters induced by earthquakes are analyzed from the perspective of the disaster chain, and it is concluded accordingly as disaster chain models of earthquake—seismic cracking mountain—collapse(landslide), earthquake—collapse(landslide)—barrier lake—water flow(scouring)—debris flow, earthquake—landslide—collapse, etc. Based on the analysis of the disaster mechanism and development trend of the disaster chain, it is judged that some of the disaster chains have become stable, but there are still some disasters that are developing or will form hidden dangers. To this end, in view of the pregnant environment and the excitation condition of the disaster chain, it is suggested that the chain break be realized by monitoring, controlling, eliminating the triggering ring and changing the new disaster—producing ring, and the corresponding chain break measures are proposed to provide reference for post—disaster reconstruction.

Keywords: Luding M6.8 earthquake; geological disasters; disasters chain; disaster pregnant environment; disaster excitation condition; chain breaking measures.