

文章编号: 1008-2786-(2020)6-945-07

DOI:10.16089/j.cnki.1008-2786.000570

丹巴县梅龙沟“6.17”泥石流灾害链调查

胡凯衡^{1,2}, 张晓鹏^{1,2,3}, 罗 鸿⁴, 刘斌涛¹, 陈华勇^{1,2}

(1. 中国科学院山地灾害与地表过程重点实验室, 成都 610041; 2. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041;
3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 四川省国土空间生态修复与地质灾害防治研究院, 成都 610081)

摘 要: 2020 年 6 月 17 日, 四川省甘孜州丹巴县半扇门乡梅龙沟暴发大规模泥石流灾害, 形成暴雨-泥石流-滑坡-堰塞湖-洪涝灾害链。在前期短历时强降雨激发下, 梅龙沟沟道径流沿途铲刮沟道松散堆积物, 泥石流冲出量约 $2.4 \times 10^5 \text{ m}^3$, 进入主河约 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3$, 形成堰塞坝; 自然溃流后的泥石流坝残体挤压小金川河, 迫使河水冲刷掏蚀对岸阿娘寨古滑坡坡脚, 引发红梁木包包和烂水湾两处次级滑坡。古滑坡因之局部失稳复活, 约 $6.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 坡体变形剧烈, 坡体整体下挫, 表面拉裂缝发育, 强变形区边缘裂隙已经贯通, 整体处于不稳定状态。分析表明, 丹巴县梅龙沟灾害具有典型的灾害链生效应, 严重危及上下游。现场监测表明, 阿娘寨古滑坡整体滑动可能性大, 如失稳后可能形成大规模堰塞湖, 危险性极高, 应提前防护应对。

关键词: 泥石流; 灾害链; 堰塞湖; 梅龙沟

中图分类号: P642.23

文献标志码: A

高山峡谷区发生的大规模泥石流灾害往往形成泥石流—堰塞湖—溃决洪水灾害链。泥石流堵塞主河引发的次生灾害链效应比泥石流本身的直接危害大得多^[1-3]。泥石流堰塞湖严重危害交通运输、土地资源、农业生产、水利水电、城镇建设等各项经济活动和人类生命财产的安全, 造成巨大灾难, 破坏山区生态环境。坝体上游壅水可淹没居民房屋及基础设施; 坝体失稳诱发的溃决洪水对河流两岸造成严重冲刷和掏蚀, 可冲毁下游房屋、公路、桥墩等。例如, 1984 年和 1985 年, 藏东南培龙沟特大冰川泥石流堵塞帕隆藏布江形成堰塞湖。回水淹没 318 国道 6 km, 溃决洪水冲毁下游国道 2 km 和沿程 5 座桥梁, 造成数人死亡, 经济损失上亿元^[4]。2018 年 10 月—11 月, 西藏米林县加拉村色东普流域暴发多次

冰川泥石流事件, 两次堵塞雅鲁藏布江形成大规模堰塞湖, 3 天后自然漫顶溃决, 严重影响上下游居民的安全和正常生活^[5-6]。

灾害链与单灾种及多灾种叠加不同, 它具有诱发性、时间延续性及空间扩展性^[7-11]。现有的研究将灾害链视为单一灾害的简单组合。但是, 现实中的灾害链成灾效应和风险往往不是单个灾害的简单线性叠加。不少学者对不同灾害链风险评估进行了探索^[6,12-19]。

2020 年 6 月 17 日凌晨 3 点 20 分左右, 四川省甘孜藏族自治州丹巴县半扇门乡梅龙沟 (102°01'30.11"E, 30°58'53.57"N) 受暴雨影响, 暴发大规模泥石流, 阻断小金川河。淤塞体压迫主河形成堰塞湖, 并于当日凌晨 5 点左右自然漫顶溢流。残留堰

收稿日期 (Received date): 2020-07-02; 改回日期 (Accepted date): 2020-07-15

基金项目 (Foundation item): 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题 (K2019G006); 国家自然科学基金项目 (41790434, 91747207)。
[Project of Science and Technology Research and Development Program of China National Railway Group (K2019G006); National Natural Science Foundation of China (41790434, 91747207)]

作者简介 (Biography): 胡凯衡 (1975-), 男, 博士, 研究员, 主要研究方向: 泥石流减灾理论与技术。[HU Kaiheng (1975-), male, professor, research on debris flow mechanism and mitigation] E-mail: khhu@imde.ac.cn

塞体迫使主河水流向左岸改道,严重冲刷对岸阿娘寨古滑坡坡脚,诱发古滑坡坡脚两处变形体——红梁木包包滑坡和烂水湾滑坡。一连串的危害造成上游回水和下游河床淤积,致使沿河村庄农户不同程度受灾。此次暴雨过程引发的泥石流灾害链,影响范围广,危害大,持续时间久,时间和空间上呈现多种灾害重叠或交混的特点。灾情发生后,中科院成都山地所开展了现场应急调查和救灾指导,根据历史资料和作者灾后第一手的现场调查数据,分析了灾害链各环节的成因及其影响,预判灾害链的后续演化过程。结果可为同类型的灾害预警、应急救援、防治等提供一定的参考。

1 研究区概况

丹巴县地处青藏高原东部边缘一级阶梯向二级阶梯过渡地带,大雪山东麓邛崃山西坡,属于岷山、邛崃山脉,境内最大高差可达 3 821 m,地形陡峭,系典型的高山峡谷区。县域内气候属大陆性高原季风气候,垂直差异明显。受地形和气候因素影响,降雨呈现明显的时空差异:降雨量年际变化大且主要集中于汛期,并多大暴雨^[20]。区域地质构造极其复杂,地处小金—金汤弧形构造与川滇南北向构造结合部位,属青藏滇缅印尼“歹”字型构造,大地构造单元属松潘—甘孜地槽褶皱系。区域岩浆活动、变

质作用、造山运动等异常强烈,主要出露侏罗系、三叠系、古生界地层,岩性以变质岩和岩浆岩为主(图 1)。县域临近鲜水河断裂、龙门山断裂、玉科断裂和东谷断裂等,新构造运动强烈,地震活动频繁。受复杂的地质环境、降雨以及人类工程活动影响,丹巴县境内地质灾害十分发育,类型多样,分布广且分布不均。

2 “6.17”梅龙沟泥石流

2.1 泥石流基本特征

梅龙沟流域(图 1,图 2)位于甘孜藏族自治州丹巴县半扇门乡,小金川河右岸,沟口距上游半扇门乡约 3.4 km,关州水电站约 700 m,距下游丹巴县城约 18 km。流域总面积约 63.2 km²,主沟长约 10.7 km,平均纵比降约 253‰,沟口堆积区相对较缓,平均纵比降约 80‰,共发育 12 条支沟。流域最高点约 4783 m,最低点约 2125 m,相对高差约 2658 m。沟谷呈“V”形,两岸较陡,岸坡一般大于 40°,沟道宽约 30~60 m。该沟有记录的一次泥石流是在 1952 年 6 月—8 月间,规模及危害损失较小。

据现场航拍影像和调查,下游至沟口堆积区面积约 3.0 × 10⁴ m³,堆积物平均厚度约 8 m。估算泥石流一次冲出方量约 2.4 × 10⁵ m³,进入主河道约 1.3 × 10⁵ m³,沟口剩余堆积体方量约 1.1 × 10⁵ m³。

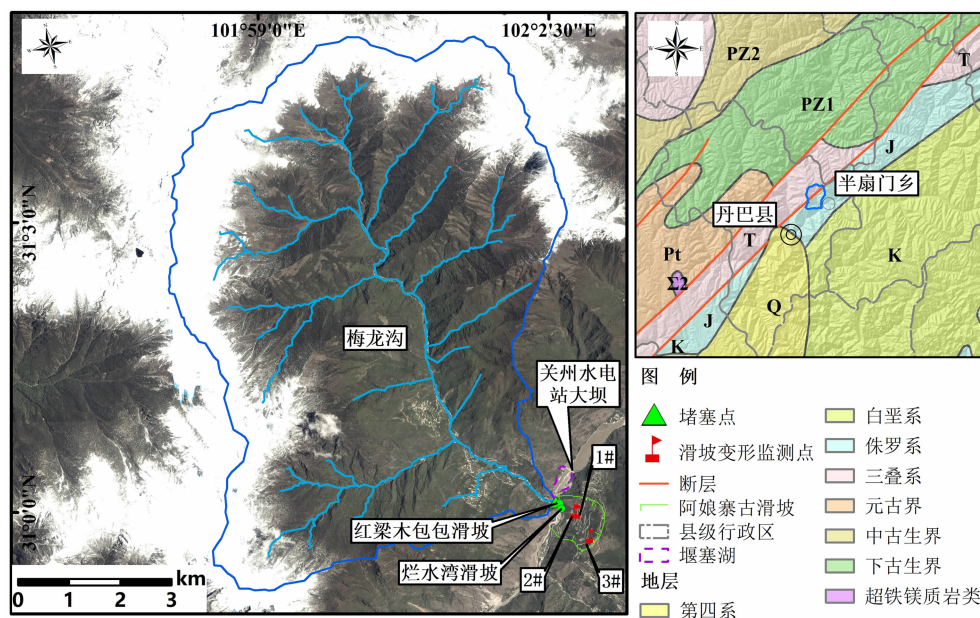


图 1 梅龙沟流域 2020 年 5 月 30 日卫星遥感影像和附近区域地质简图

Fig. 1 Satellite remote sensing image of the Meilong catchment on May 30, 2020 and geological sketch of study area

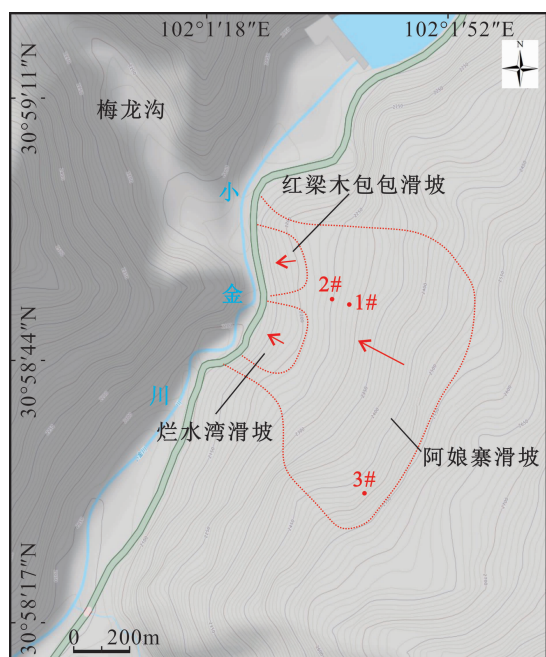


图2 梅龙沟沟口地形图 (等高线来自 OpenCycle 数据)

Fig. 2 Topography map at the outlet of the Meilong catchment
(contours sourced from OpenCycle data)

泥石流堆积体物质组成以硅质岩、板岩、砂岩碎块石、砂土为主,分选差,块石含量 30%~40%,大部分粒径约 0.1~0.5 m,最大粒径约 3~5 m。泥石流导致沟口附近大量房屋和农田被掩埋(图 3);冲出沟口的堆积体导致小金川河向左岸改道约 20 m,对岸岸坡在水流的强冲刷和掏蚀作用下失稳破坏,诱发红梁木包包滑坡和烂水湾滑坡,后来两者连为一体,造成 G350 公路烂水湾段道路中断(图 1、图 4)。

2.2 成因分析

“6.17”梅龙沟泥石流暴发前,四川盆地东北



图3 梅龙沟泥石流淤埋房屋

Fig. 3 Houses buried by the debris flow at Meilong catchment

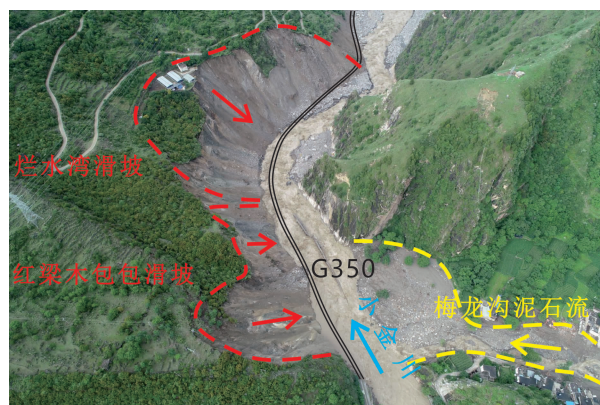


图4 红梁木包包滑坡和烂水湾滑坡

Fig. 4 The Hongliangmubaobao landslide
and the Lanshuiwan landslide

部、西北部、中部和川西高原局部降大到暴雨。据当地气象局资料显示,此次强降雨于 16 日 23:40 开始,主要集中于丹巴县的巴旺乡、半扇门乡、东谷镇、巴底镇,小时最大降雨量达 34.1 mm,雨强超 50 年一遇规模,3 小时降雨量高达 61.7 mm。基于卫星遥感反演的 GPM 降雨量数据显示,该处区域降雨强度在泥石流发生前约 2h 达到最大值,约 $11.28 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$;发生前一小时雨强高达 $11.10 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$,且泥石流发生时的累计降雨量约 30 mm(图 5)。梅龙沟流域面积高达 63.2 km^2 ,沟道汇水面积大,地形陡峭,相对高差大,短时强降雨易形成强地表径流,为松散物源启动提供了较好的水动力条件。梅龙沟流域内物源主要为沟道松散堆积物,储量较为丰富,块石粒径分布范围广(图 6)。由于主沟纵坡大,强地表径流在主沟内汇集后具有强冲刷力,沿途铲刮原沟道内堆积物,使其侵蚀启动形成沟谷型泥石流。

3 泥石流次生灾害链

3.1 堰塞湖

梅龙沟泥石流冲出的固体物质堆积于小金川河,局部堵塞小金川河道,压迫主河造成河流改道,致使左岸阿娘寨古滑坡坡脚失稳,古滑坡局部复活形成新的红梁木包包滑坡和烂水湾滑坡,共约 $2 \times 10^5 \text{ m}^3$ 滑坡体滑入小金川河,形成一个顺河长约 200 m,宽约 50~100 m,高约 8~12 m 的堰塞坝。堰塞湖回水至关州电站大坝,回水长度约 700 m,回水面积约 0.2 km^2 ,造成关村大量房屋被淹没

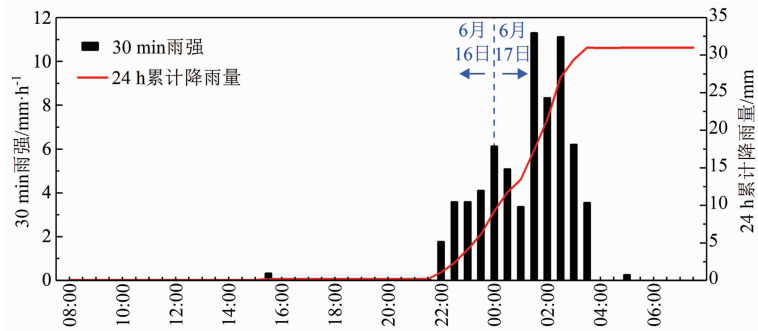


图5 丹巴县半扇门乡降雨过程线

Fig. 5 Curve of rainfall in Banshanmen town, Danba county



图6 梅龙沟沟道堆积松散物源

Fig. 6 Debris-flow deposits in the channel of Meilong

(图7)。

3.2 溃决洪水

泥石流和滑坡堰塞坝等天然坝体通常较人工坝体稳定性低,寿命更短^[21-22]。坝体溃决后形成的溃决洪水规模往往大于普通洪水,严重威胁下游居民的生命财产安全。梅龙沟堰塞湖形成后,严重威胁下游6个乡镇17个村、4所学校、3所卫生院、2座寺庙,当地政府紧急转移疏散群众2.12万余人。该堰塞湖仅在形成2 h左右便自然漫顶溢流,造成下游阿娘沟一村大量房屋、农田、公路等被水淹没或冲毁,该村被洪水淹没面积约0.8 km²。

3.3 古滑坡复活

阿娘寨古滑坡位于梅龙沟沟口对岸,属于基岩

古滑坡,面积约1.4 km²,平均厚度约30 m。该古滑坡是由于前缘坡脚被掏蚀卸荷后复活。“6.17”梅龙沟泥石流堵塞小金川河,压迫主河河道使其改道,加强了对岸的冲刷掏蚀作用,使滑坡前缘形成局部滑坡并产生高约60 m的临空面,使古滑坡体先产生以牵引为主的滑动,随变形增加变为前牵后推,以推为主的滑移模式。根据现场的观测,复活滑坡边缘已全部贯通,滑体内存在大量拉裂缝,滑体上局部民房已经开裂,多处公路已被错断(图8)。复活部分面积约3.3 × 10⁵ m²,估计平均厚度20 m,滑坡总方量约6.6 × 10⁶ m³。

4 堰塞湖预测

梅龙沟堰塞湖过流后,小金川河道被严重挤压,过流面积减小,原有河床抬升了8~12 m;梅龙沟沟口烂水湾河段为高山峡谷地带,两侧山坡较陡,河谷宽度较窄,整体呈“V”字形,极易堵塞形成堰塞湖,尤其是在对岸阿娘寨古滑坡复活且变形加剧的情况下。在强降雨和流水严重冲刷掏蚀古滑坡坡脚的情况下,阿娘寨古滑坡强变形区可能整体滑动,推向对岸,再次完全阻断小金川河,形成超大规模堰塞湖,造成更大的回水淹没范围。堰塞湖灾害往往比崩塌、滑坡、泥石流灾害更具威胁性,放大了原有灾害的时空尺度,对坝体上下游造成严重威胁^[23]。因滑坡体为松散堆积体,下滑形成堆积坝后极易短时间溃坝,而溃决洪水又是堰塞湖形成后的最主要威胁之一,对下游造成极大的危害。对堰塞湖规模及溃决洪水规模预测有助于提前划定危险区红线,制定应急预案,减少生命财产损失。



图7 关州村被淹没房屋

Fig. 7 Flooded houses in Guanzhou village

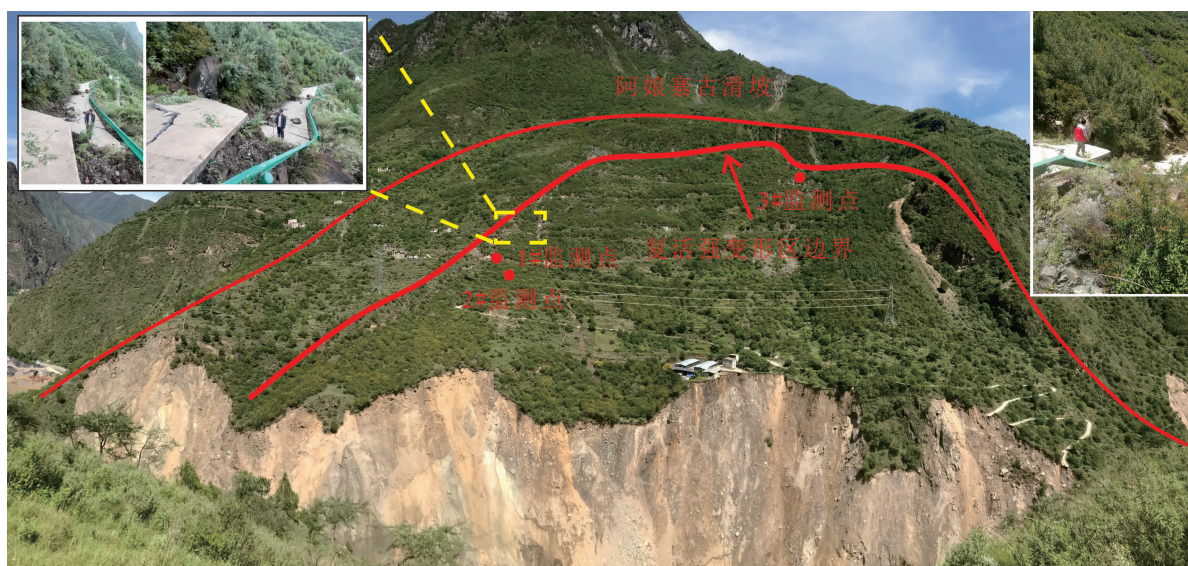


图8 阿娘寨古滑坡

Fig. 8 Aniangzhai ancient landslide

5 结论与讨论

“6.17”梅龙沟泥石流系由短时强降雨激发的过渡型泥石流,物源主要来源于沟道松散堆积物,一次冲出量约 $2.4 \times 10^5 \text{ m}^3$,进入主河道约 $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3$,形成典型的泥石流—堰塞湖—溃决洪水—古滑坡复活灾害链。梅龙沟沟道内物源仍比较丰富,在强降雨条件下可再次暴发泥石流堵塞小金川河,进而影响对岸古滑坡的稳定性。

阿娘寨古滑坡规模巨大,目前变形加剧,完全失稳可能性极大。古滑坡失稳后滑动后可能严重堵塞小金川河,形成大规模堰塞湖,对上下游居民造成严

重威胁。因此,建议采用专业监测设备实时监测阿娘寨古滑坡,同时应人工干预河道,减少水流对古滑坡坡脚的冲刷掏蚀,降低滑坡的变形发展速度。

灾害链往往较单一灾害威胁大,时空尺度更大,可造成严重的生命财产损失,且较单一灾害更难预测和防治。级联效应或多米诺效应是灾害链最显著的特征^[9],灾害的危害程度与时空规模可随灾害链的延伸而继续扩大。此次梅龙沟泥石流引发的次生灾害链扩大了其危害程度及威胁范围,次生灾害间相互影响,规模逐渐增大,风险不断升级。梅龙沟泥石流小规模堵江后,挤压河道冲刷对岸诱发红梁木包包滑坡和烂水湾滑坡,滑坡体再次堵塞小金川河形成更大规模堰塞湖,堰塞湖回水 700 m,淹没上游

关州村,坝体溃决后对下游阿娘寨一村等地区造成严重洪涝灾害,淹没大量房屋和农田。溃口处洪水对阿娘寨古滑坡坡脚严重冲刷掏蚀,使其复活加剧变形,于6月21日,已有监测点最大变形量达30 m,且部分裂隙已贯通,整体滑动可能性大。若阿娘寨古滑坡大规模下滑,将堵塞小金川河形成规模更大的堰塞湖。新堰塞湖的影响范围更广,威胁更严重。此次泥石流灾害链过程较为复杂,灾害链末端可能出现循环成灾的现象,灾害规模不断加大,潜在危险极大。

致谢:感谢中国地调局成都中心徐伟高工提供滑坡全景照片!

参考文献 (References)

- [1] 刘翠容. 泥石流堵塞大河判据及沿河线减灾对策[D]. 成都:西南交通大学, 2014:1-30. [LIU Cuirong. Criteria of blocking large river by debris flow and disaster reduction countermeasures in highways along rivers [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2014:1-30]
- [2] 谢洪, 钟敦伦, 李泳, 等. 长江上游泥石流灾害的特征[J]. 长江流域资源与环境, 2004, **13**(1): 94-99. [XIE Hong, ZHONG Dunlun, LI Yong, et al. Features of debris flows in the upper reaches of the Changjiang river [J]. Resource and Environment in the Yangtze Basin, 2004, **13**(1): 94-99]
- [3] 张金山, 沈兴菊, 谢洪. 泥石流堵河影响因素研究——以岷江上游为例[J]. 灾害学, 2007, **22**(2): 82-86. [ZHANG Jinshan, SHEN Xingju, XIE Hong. Study on factors affecting the river-blocking due to debris flow in the upper reaches of Minjiang river [J]. Journal of Catastrophology, 2007, **22**(2): 82-86]
- [4] 程尊兰, 吴积善. 西藏东南部培龙沟泥石流堵塞坝的形成机理[C]//第八届海峡两岸山地灾害与环境保育学术研讨会. 乌鲁木齐, 2011:39-45. [CHENG Zunlan, WU Jishan. Formation of dam from debris flow in the southeast Tibet [C]// Researches on Mountain Disaster and Environmental Protection across Taiwan Strait. Urumqi, 2011: 39-45]
- [5] 童立强, 涂杰楠, 裴丽鑫, 等. 雅鲁藏布江加拉白垒峰色东普流域频繁发生碎屑流事件初步探讨[J]. 工程地质学报, 2018, **26**(6): 1552-1561. [TONG Liqiang, TU Jienan, PEI Lixin, et al. Preliminary discussion of the frequently debris flow events in Sedongpu basin at Gyalaperi peak, Yarlung Zangbo river [J]. Journal of Engineering Geology, 2018, **26**(6): 1552-1561]
- [6] HU Kaiheng, ZHANG Xiaopeng, YOU Yong, et al. Landslides and dammed lakes triggered by the 2017 Ms6.9 Milin earthquake in the Tsangpo gorge [J]. Landslides, 2019, **16**(5), 993-1001.
- [7] 史培军. 五论灾害系统研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2009, **18**(5): 1-9. [SHI Peijun. Theory and practice on disaster system research in a fifth time [J]. Journal of Natural Disaster, 2009, **18**(5): 1-9]
- [8] MENONI S. Chains of damages and failures in a metropolitan environment: some observations on the Kobe earthquake in 1995 [J]. Journal of Hazardous Materials, 2001, **86**(1/3): 101-119.
- [9] CARPIGNANO A, GOLIA E, MAURO C D, et al. A methodological approach for the definition of multi-risk maps at regional level: first application [J]. Journal of Risk Research, 2009, **12**(3/4): 513-534.
- [10] KAPPES M S, KEILER M, ELVERFELDT K V, et al. Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review [J]. Natural Hazards, 2012, **64**(2): 1925-1958.
- [11] HELBING D. Globally networked risks and how to respond [J]. Nature, 2013, **497**(7447): 51-59.
- [12] 刘爱华, 吴超. 基于复杂网络的灾害链风险评估方法的研究[J]. 系统工程理论与实践, 2015, **35**(2): 466-472. [LIU Aihua, WU Chao. Research on risk assessment method of disaster chain based on complex network [J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2015, **35**(2): 466-472]
- [13] 王静爱, 雷永登, 周洪建, 等. 中国东南沿海台风灾害链区域规律与适应对策研究[J]. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2012, **1**(2): 130-138. [WANG Jing'ai, LEI Yongdeng, ZHOU Hongjian, et al. Regional features and adaptation countermeasures of typhoon disaster chains in southeast coastal regions of China [J]. Journal of Beijing Normal University (Social Science), 2012, **1**(2): 130-138]
- [14] 王静爱. 区域灾害系统与台风灾害链风险防范模式[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013: 1-50. [WANG Jing'ai. Regional disaster system and typhoon disaster chain risk prevention model. Beijing: China Environmental Science Press, 2013: 1-50]
- [15] KAPPES M S, GLADE T. (2013) Landslides in a multi-hazard context [C]//MARGOTTINI C., CANUTI P., SASSA K. (eds) Landslide Science and Practice. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013: 83-90.
- [16] LIU Wei, HE Siming. Dynamic simulation of a mountain disaster chain: landslides, barrier lakes, and outburst floods [J]. Natural hazards, 2018, **90**(2): 757-775.
- [17] HU Kaiheng, ZHANG Xiaopeng, TANG Jinbo, et al. 9 Milin earthquake in the Tsangpo gorge [C]// Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection, Proceedings of the 5th International Conference, Tbilisi, Georgia, 1-5 October. Tbilisi, 2018: 97-104.
- [18] HU Xudong, HU Kaiheng, TANG Jinbo, et al. Assessment of debris-flow potential dangers in the Jiuzhaigou Valley following the August 8, 2017, Jiuzhaigou earthquake, western China [J]. Engineering Geology, 2019, **256**, 57-66.
- [19] FAN Xuanmei, SCARINGI G, KORUP O, et al. Earthquake-induced chains of geologic hazards: patterns, mechanisms, and impacts [J]. Reviews of Geophysics, 2019, **57**(2): 421-503.

- [20] 李明辉, 郑万模, 陈启国. 丹巴县地质灾害发育特征及成因探讨 [J]. 自然灾害学报, 2008, **17** (1): 49 – 53. [LI Minghui, ZHENG Wanmo, CHEN Qiguo. Development characteristic of geological hazard in Danba county and its cause discussion [J]. Journal of Natural Disasters, 2008, **17** (1): 49 – 53]
- [21] COSTA J E, SCHUSTER R L. The formation and failure of natural dams [J]. Geological Society of America Bulletin, 1988, **100** (7): 1054 – 1068.
- [22] FAN Xuanmei, DUFRESNE A, SUBRAMANIAN S S, et al. The formation and impact of landslide dams-State of the art [J]. Earth-Science Reviews, 2020, **203**: 103116.
- [23] PENNA I M, DERRON M H, VOLPI M, et al. Analysis of past and future dam formation and failure in the Santa Cruz River (San Juan province, Argentina) [J]. Geomorphology, 2013, **186**: 28 – 38.

Investigation of the “6.17” Debris Flow Chain at the Meilong Catchment of Danba County, China

HU Kaiheng^{1,2*}, ZHANG Xiaopeng^{1,2,3}, LUO Hong⁴, LIU Bintao^{1,2}, CHEN Huayong^{1,2}

(1. Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Process, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

2. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. Sichuan Institute of Land and Space Ecological Restoration and Geological Hazard Prevention, Chengdu 610081, China.)

Abstract: On June 17, 2020, a rainstorm-triggering geohazard chain occurred near the Meilong catchment of Banshanmen town, Danba county, Sichuan province, China, which cascaded down consecutively in an order of debris flow, landslide, dammed lake and outburst flood. Upstream channel flow which produced by rainstorm of three hours strongly eroded sediment and loose material on the channel banks of the Meilong valley and transformed into sub-viscous debris flow. Total discharging volume in this debris flow event is up to $2.4 \times 10^5 \text{ m}^3$, and ca. $1.3 \times 10^5 \text{ m}^3$ of sediment rushed into the Xiaojinchuan river and blocked it temporarily. As a consequent of the river channel narrowing, the river flood scoured the foot of ancient landslide deposit of Aniangzhai on the opposite bank. The scouring induced two new landslides, the Hongliangmubaobao landslide and the Lanshuiwan landslides at the toe of the ancient landslide site. The two landslides eventually led to the revival of the Aniangzhai landslide. About $6.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ of the ancient landslide deposits deformed strongly and fell integrally. Surface cracks developed on the severe deformation area have penetrated, and the ancient landslide is in an unstable state. The 6.17 Meilong disasters is a typical multi-hazard chain, which seriously and extensively endangered the upstream and downstream areas. On-site monitoring indicated that the overall sliding possibility of the ancient landslide is high, and a large-scale dammed lake may be formed if the Aniangzhai landslide fails. The risk of the ancient landslide's failure is extremely high, and effective countermeasures should be prepared in advance.

Key words: debris flow; multi-hazard chain; dammed lake; the Meilong catchment