

四川省会理县“8·30”地震地质灾害分布特征及防治对策

赵万玉^{1,2}, 陈晓清¹, 游勇¹, 陈兴长^{1,2}, 庄建琦^{1,2}

(1. 中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所 中国科学院 山地灾害与地表过程重点实验室, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要: 四川省会理县的地貌条件、地质条件和水文气象条件为地质灾害发育提供了良好基础, 县域内地质灾害频繁。2008年8月30日(“8·30”)地震不仅加剧了原有的地质灾害, 而且还引发了多处新的地质灾害点。通过发放地质灾害普查表、典型区域的遥感调查和重点区域的专家详查等调查方法, 获得地震诱发的新增地质灾害隐患点55处, 其中崩塌8处、滑坡25处、泥石流2处和不稳定斜坡20处, 新增灾害点主要集中在县域南部高山峡谷区, 特别是沿金沙江一带。根据震后地质灾害的调查结果, 以2 km×2 km为单元格对县域内地质灾害易发程度进行分区, 主要分为三级地质灾害易发区: 高易发区、中易发区、低易发区, 分别占全县总面积的42.4%、37.1%、20.5%。最后, 提出了建立群测群防网络及监测预警系统实施全面防灾、突发性地质灾害实施紧急防治、重要地质灾害隐患点实施综合防治、加强地质环境管理和实施预防减灾等防治对策。

关键词: “8·30”地震; 地质灾害; 易发性分区; 防治对策

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)04-0143-05

中图分类号: P694

Distribution Characteristic and Countermeasures of Geo-hazards Induced by 8·30 Earthquake in Huili County of Sichuan Province

ZHAO Wan-yu^{1,2}, CHEN Xiao-qing¹, YOU Yong¹, CHEN Xing-chang^{1,2}, ZHUANG Jian-qi^{1,2}

(1. CAS Key Laboratory of Mountain Hazards and Surface Processes, Institute of Mountain Hazards and Environment,

MWR, CAS, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. Graduate University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Due to complex geological, geomorphic, and hydro-meteorological conditions, numerous geo-hazards occur in Huili County. The “8·30” earthquake induced a large number of new geo-hazards, as well as the intensification of old hazards in Huili County. With the help of sending geo-hazard census list, remote sensing, and expert inquiry, 55 new geo-hazards triggered by the “8·30” earthquake are identified, including 8 rock-falls, 25 landslides, 2 debris-flows, and 20 unstable slopes, which are mostly in the south of the county, particularly in the region of Chinscha River. Based on the results from survey, the zoning on susceptibility level of geological disasters in Huili County is made in a unit grid of 2 km×2 km. The areas of high-susceptibility, mid-susceptibility, and low-susceptibility occupy 42.4%, 37.1%, and 20.5% of the total area of the county, respectively. Additionally, some countermeasures are proposed, including setting a network of disaster prevention and mitigation, making the emergency treatment of some sudden hazards or the comprehensive treatment of important geological hazards, and enhancing the preventive management of geo-environmental disasters.

Keywords: “8·30” earthquake; geo-hazard; susceptibility zoning; countermeasure

2008年8月30日16时30分,四川省攀枝花市仁和区与四川省凉山彝族自治州会理县交界处发生Ms 6.1级地震(简称“8·30”地震),此次地震是由汶川地震引发川滇地区地应力调整的结果^[1]。宏观震中位于四川省攀枝花市仁和区平地镇、凉山州会理县绿水乡与云南省楚雄州元谋县姜驿乡之间,震中烈度

为Ⅷ度,震源深度10 km。四川省凉山州会东县、德昌县、宁南县、西昌市和攀枝花市市区等地区震感强烈^[2]。

截至2008年9月6日16时,“8·30”地震造成会理县10.3万人受灾,29人死亡,360人受伤,倒塌房屋7 013间,严重损毁房屋98 458间;对会理县的

收稿日期: 2010-03-16

修回日期: 2010-03-23

资助项目: 国家重点基础研究(973)发展计划项目“汶川地震次生地质灾害形成机理及风险控制”(2008CB425802)

作者简介: 赵万玉(1986—),男(汉族),青海省湟中县人,硕士研究生,主要从事地质灾害及其防治。E-mail: wanyu860426@163.com。

通信作者: 陈晓清(1974—),男(汉族),四川省遂宁市人,博士,副研究员,主要从事山地灾害防治理论研究。E-mail: xqchen@imde.ac.cn。

基础设施也造成了严重的破坏, 该县受灾学校 154 所, 受损校舍 $1.50 \times 10^5 \text{ m}^2$, 交通方面造成 5 座桥梁、3 道涵洞受损及 559.7 km 长的道路被毁, 水利设施方面有 16 座水库受损以及渠道、饮水工程等, 其它包括电力、农业等基础设施也都有不同程度地受损, 直接经济损失 18.737 8 亿元^[3]。

会理县地处地质环境脆弱的横断山区, 在“8°30'”地震的作用下大量处于稳定或亚稳定的山体受到破坏, 产生众多的崩塌、滑坡等地质灾害, 并导致大面积的岩土体松动, 在未来暴雨和人类工程活动的影响下, 可能产生新的崩塌、滑坡灾害, 而且崩塌、滑坡产生的大量松散固体物质为泥石流活动提供了丰富的物源, 为将来泥石流活跃奠定了物质基础。会理县人口密度较大, 大量的地质灾害和潜在地质灾害对地震灾区的恢复重建构成了严重的威胁, 为此, 开展会理县“8°30'”地震后地质灾害的应急调查, 在此基础上分析地质灾害分布规律, 提出相应防灾减灾对策, 是非常重要的和必要的。

1 自然环境背景

会理县位于四川省西南部, 凉山彝族自治州南端, 地理位置为东经 $101^{\circ}52' - 102^{\circ}38'$ 、北纬 $26^{\circ}05' - 27^{\circ}12'$ 。东与会东县毗邻, 南至金沙江与云南省禄劝、元谋、武定等 3 个县隔江相望, 西与攀枝花市, 北与德昌县、宁南县两县接壤, 幅员面积 $4\,548.32 \text{ km}^2$ 。会理县有 108 国道贯穿全县, 各乡镇均通公路, 交通便利。会理县有 50 个乡(镇), 304 个村。2005 年末总人口 439 409 人。该县有 18 个民族, 以汉族为主, 人口占 83.07%; 少数民族人口占 16.93%。

1.1 地貌条件

会理县位于川西高原南缘与云贵高原北侧两大地貌单元交接地带, 分属螺髻山和牦牛山的余脉。县域以山地为主, 约占县域面积的 93%, 平坝、丘陵仅占 7%。县域山脉走向均为南北向, 地势北高南低。境内一般海拔高度 2 000 m 左右, 最高为东北部与宁南县交界的贝母山海拔 3 919.8 m, 最低点为芭蕉乡的濛沽村 839 m。全境相对高差在 800~1 000 m, 最大垂直相对高差达 3 081 m。

在螺髻山和牦牛山两山系之间, 散布许多汇水盆地、河谷盆地、河流阶地和山麓冲积、洪积扇。盆地中遍布低矮的垄岗和浑圆的丘陵, 把盆地分割成大小不等的坝子, 其中以县城所在地的会理坝子最大。

1.2 地质条件

会理县境内地质构造复杂, 所处大地构造单元属“康滇地轴”中段, 断裂构造和褶皱构造十分发育, 共

发育有 15 条主要断裂和 12 个主要褶皱, 主要断裂包括安宁河活动断裂带东支小关断裂和西支南段益门—鹿厂断裂、宁南—会理断裂带北支沙河铺断裂、南支菜园子断裂、昔格达—黎溪压性断裂带, 其中安宁河深大断裂带从北向南纵贯全境。这些断裂为地质灾害的广泛发育提供了良好地质条件。“8°30'”地震发生在会理县境内南北向构造西带的昔格达—黎溪压性断裂带上。

会理县境内出露地层有元古界前震旦系、震旦系上统, 古生界寒武系、奥陶系下统和二叠系, 中生界三叠系上统、侏罗系和白垩系, 以及新生界上新近系昔格达组和第四系全新统, 其中震旦系上统、侏罗系和白垩系分布较为广泛。其中侏罗系及以后地层易风化、强度较低, 易发育滑坡, 并为泥石流提供松散固体物源, 而三叠系及以前的地层不易风化、强度较高, 区内陡崖地形多为这类地层, 易发育崩塌和危岩。

1.3 新构造运动及地震

第三纪中新世喜马拉雅造山运动, 形成青藏高原, 使处于高原边缘的会理县也受到挤压抬升、局部断裂, 构成了现在面貌的雏形。第四纪以来, 受板块运动的影响, 地面尚未夷平又急剧上升, 河流下切, 造成地形高差悬殊。南部、西部、北部上升剧烈, 形成“V”字形幼年河谷, 山高谷深; 中部、东南部上升缓慢, 形成丘陵、平坝、宽谷、阶地。强烈的构造变动造成全县地势北高南低, 北部山体浑厚, 峰峦重叠, 许多山峰海拔高度超过 3 000 m。

会理县属安宁河地震带, 地震频繁, 强度较大, 在时间上分布不均匀, 具有平静期—活动期交替的特点。据史料记载, 自明正德八年(公元 1513 年)以来, 县域内共发生 $M_s \geq 4.0$ 级地震 55 次, 其中 $M_s 6.0 \sim 6.9$ 级 5 次, $M_s 5.0 \sim 5.9$ 级 12 次, $M_s 4.0 \sim 4.9$ 级 16 次。1955 年 9 月 23 日, 鱼鲊发生 $M_s 6.7 \sim 7.0$ 级地震, 震中烈度 IX 度, 震源深度 12 km, 全县共倒塌房屋 14 868 间, 死 485 人, 伤 1 509 人^[4]。这些地震活动对县域内地质灾害发生有显著的触发作用。

1.4 气象与水文

会理县地处青藏高原东南侧横断山脉狭谷地带, 属中亚热带西部半湿润气候区。气候温和、温年差较小, 昼夜温差大。该县年平均气温 $15.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 气温由南向北平均垂直递减率为 $0.6 \text{ }^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$ 。会理县干湿季分明, 降雨总体丰沛、集中, 多年平均降水 1 147.8 mm, 年最大降水量 1 592.3 mm, 最少年降水量 723.9 mm。暴雨和大暴雨出现频繁, 气象记载大暴雨和特大暴雨较多, 1974 年 6 月 29 日, 日降水量达 172 mm, 为历史最大日降雨量。充沛的降雨为地质灾害

的形成提供了良好的水分条件。

会理县境内水系呈北南展布,县城以北油菜地至东北部大雪山一线为分水岭,县域分属金沙江、雅砻江水系,全县河网密度 $22 \text{ km}/100 \text{ km}^2$ 。北部岔河、摩挲河及西部油房沟流向由南向北,属雅砻江水系;南部城河、太平河(下游称驢鱼河)、竹蚱河、竹箐河等河流流向由北向南汇入金沙江。安宁河于县境北端甸沙关过境。金沙江由县境西缘绕经南部与攀枝花市和云南省分界,全长 110 km ,过境江段,均在峭壁陡峭的峡谷之中。多暴雨、强烈的河流切割为县内地质灾害的发育提供了良好的水文气象条件。

1.5 “8·30”地震前地质灾害概况

根据2006年8月四川省地矿局成都水文地质工程地质中心提交的地质灾害调查报告显示,会理县发育有各类地质灾害点134处,其中滑坡69处,泥石流41处,不稳定斜坡17处,崩塌(危岩)3处,地面塌陷4处^[9]。经过工程处理和避险搬迁,至2008年“8·30”地震前,全县还有威胁城镇、居民点和重要基础设施的各类地质灾害点和地质灾害隐患点共计113处。

2 震后地质灾害调查

2.1 调查方法

限于震后地质灾害防治任务的紧迫性,首先任务就是要尽快掌握震后该县的地质灾害本底资料,包括位置、类型、规模、威胁对象、经济损失和潜在经济损失等。为了保障调查资料的全面性和准确性,在会理县“8·30”地震震后地质灾害调查中,主要采取了3种措施。(1)地质灾害情况普查表。充分发挥广大地方干部和居民的作用,以乡、村级干部为主,填写地质灾害情况调查表,获取震后地质灾害全貌;根据滑坡、崩塌、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷等地质灾害的特征,分发简易判别手册;根据斜坡变形、岩土体堆积、房屋裂缝、地表裂缝等判别灾点,分别填写不同类型地质灾害的调查表。调查表内容主要包括灾害点名称、类型、位置(所在乡、村、社)、是否已经造成损

失、规模、威胁对象(包括威胁人数)、以前是否列入地质灾害点、防治建议措施等。经过一周的统计,初步获取176个灾点的第一手资料。(2)典型区域的遥感调查。为了快速获取会理县地质灾害分布概况,通过遥感调查是有效手段之一。限于该区遥感影像难以收集,主要针对典型区域,全面收集“8·30”地震前后的遥感影像数据,通过专家目视解译,获取典型区域的地质灾害基本参数。主要对县域西部金沙江一带进行遥感解译,特别对咪啷咕村3组地质灾害群、长湾村及糯乍沟地质灾害群、阿拉滑坡等进行调查,获取了灾害位置、类型、面积、规模等重要参数。(3)重点区域的专家详查。在前面两种调查资料的基础上,在凉山州地质环境监测站和会理县国土局的领导下,组成了由中国科学院、核工业地质等单位专家参加的专家详查组,对重点区域——县域南部高山峡谷区进行了详查,根据《县(市)地质灾害调查与区划基本要求》填写相关调查表,并根据实际情况制定防灾减灾对策。

2.2 调查结果

综合上述3种调查方法,进行资料整理获得会理县“8·30”地震后的地质灾害基本数据。“8·30”地震导致113处地质灾害隐患点的变形不同程度地加剧,这些地质灾害直接威胁居民1770户,7380人的安全;地震还诱发新增地质灾害隐患点55处,其中崩塌有8处,滑坡有25处,泥石流有2处和不稳定斜坡20处,这些新增地质灾害隐患点直接威胁居民超过627户,2545人的生命和财产安全。

2.3 “8·30”地震前后地质灾害的比较

“8·30”地震后会理县内共有威胁城镇、居民点和重要基础设施的地质灾害点和潜在地质灾害隐患点168处,其中新增灾害点55处。这些新增灾害点主要集中在县域南部,特别是沿金沙江一带。表1是“8·30”地震前后地质灾害及其灾情统计表,相比而言,地震诱发的新增崩塌、滑坡、不稳定斜坡增加比例较大,而泥石流和地面塌陷的增加较少。

表1 “8·30”地震前后地质灾害及灾情统计表

| 地质灾害 类型 | 数量/处 | | 危险户数/户 | | 危险人数/人 | | 灾情及经济损失/万元 | |
|------------|------|----|--------|-----|--------|-------|------------|-------|
| | 震前 | 震后 | 震前 | 震后 | 震前 | 震后 | 震前 | 震后 |
| 滑坡 | 77 | 25 | 669 | 239 | 3 534 | 655 | 2 565 | 816 |
| 泥石流 | 24 | 2 | 405 | 28 | 1 501 | 26 | 4 035 | 28 |
| 不稳定斜坡 | 6 | 20 | 162 | 359 | 596 | 1 528 | 750 | 1 691 |
| 崩塌(危岩) | 3 | 8 | 16 | 79 | 332 | 45 | 625 | |
| 地面塌陷 | 3 | 0 | 518 | 1 | 1 670 | 4 | 2 870 | 6 |
| 合计 | 113 | 55 | 1 770 | 627 | 7 380 | 2 545 | 10 265 | 3 166 |

3 地质灾害分布规律与易发性分区

3.1 地质灾害分布规律

根据调查,“8·30”地震后会理县境内发育的地质灾害类型主要有滑坡、泥石流、崩塌(危岩)、潜在不稳定斜坡和地面塌陷等。从分布乡镇来看,该县 32 个乡镇都有分布;从分布密度来看,主要集中在益门镇、鹿厂乡、黎溪镇、通安乡、红旗乡、太平区及城关镇。综合而言会理地质灾害隐患点密度为 2.97 处/100 km²。这些地质灾害存在明显的分布规律:(1) 滑坡。全县共有滑坡 102 处,占会理县地质灾害总数的 60.7%,其中震前存在的 77 处在“8·30”地震作用下存在不同程度的变形加剧,震后新增 25 处。震后新增滑坡灾害点主要分布在金雨乡、绿水乡、江竹乡、凤营乡、树堡乡、新安乡、普隆乡和鹿厂镇等乡(镇)。(2) 泥石流。该县有 26 条灾害性泥石流沟,占地质灾害总数的 15.5%,其中震前已经存在的有 24 条,震后新增泥石流沟 2 条。主要分布于金沙江沿岸、城河、竹青河、竹酢河、岔河、摩挲河及其支沟。(3) 不稳定斜坡及崩塌(危岩)。该县共有不稳定斜坡及崩塌(危岩)37 处,占会理县地质灾害总数的 22.0%,其中震前已经存在有 9 处,震后新增 28 处。(4) 地面塌陷。地面塌陷主要为矿山采空区塌陷。该县地面塌陷主要有 3 处,占会理县地质灾害总数的 1.8%,全部为震前矿山采空塌陷。

3.2 地质灾害易发性分区

地质灾害易发性分区是基于地质环境(包括地质、地貌、水文气象和地震活动等)及人类活动状况条件下的地质灾害类型、类型组合、及展布特征、发育程度,一般采用定性分析为主、量化评价为辅的原则进行。影响会理县地质灾害的发生、发展的致灾因素较多,主要有地形地貌、岩性、结构、新构造、降雨、水文、人类工程活动等因素。

根据震前和震后会理县地质灾害的调查结果,以 1:10 万地形图公里网,将会理县行政区范围进行网格剖分,每个单元格为边长 2 km 的正方形,单元面积 2 km×2 km,利用 GIS 系统将剖分的网格与数值化地质灾害图件进行单要素叠加,得出的地质灾害易发程度区间值,结合野外调查结果,便可形成会理县地质灾害易发性分区图。

会理县不同区域地质灾害发育的差异性是十分明显的,其地质灾害类型以滑坡、泥石流和潜在不稳定斜坡为主,且不同地区的分布密度有较大差异,不同地质灾害的种类有着不同的发生条件及主控因素。地质灾害易发评价区的命名反映了评价区内的地质灾

害主要类型及地质灾害发育程度,因此以评价区内主要乡镇(或地名)+岩性+地质灾害种类+评价区名称进行命名。

综合上述方法,对会理县地质灾害易发程度进行了分区,具体划分为 3 级地质灾害易发区和 10 个地质灾害易发评价区。

高易发区(A):高易发区面积为 1 929.54 km²,占该县面积的 42.4%。(1)白果—益门—白鸡—关河杨家坝滑坡、泥石流、不稳定斜坡、塌陷灾害高易发区(A1)。(2)金沙江沿岸滑坡、泥石流、崩塌(危岩)、不稳定斜坡高易发区(A2)。(3)鲹鱼河上游太平—木树滑坡、泥石流灾害高易发区(A3)

中易发区(B):中易发区面积为 1 685.82 km²,占全县面积的 37.1%。(1)甸沙关—云甸滑坡、潜在不稳定斜坡中易发区(B1);(2)光明—六民泥石流、滑坡灾害中易发区(B2);(3)法坪—槽元泥石流、滑坡灾害中易发区(B3);(4)矮郎—小黑箐滑坡灾害中易发区(B4);(5)富乐海潮—新发中厂树堡泥石流、潜在不稳定斜坡中易发区(B5)。低易发区(C):低易发区面积为 932.6 km²,占全县面积的 20.5%。(1)六华马宗—横山鹿厂滑坡、泥石流灾害低易发区(C1);(2)黎溪新桥—新堰滑坡、泥石流塌陷灾害低易发区(C2)

4 地质灾害防治对策^[6-9]

4.1 建立群测群防网络及监测预警系统,实施全面防灾

建立群专结合覆盖会理县的群测群防网络及监测预警系统,由会理县人民政府统一领导,乡、镇、村、单位、群众参加的地质灾害防治长期监测网络。通过群专结合的地质灾害监测网络,可以实现从总体上有效地监控该县地质灾害的发生数量、规模大小、频率强弱、发展趋势。根据监测成果制订有针对性的防范措施,从根本上遏制震后该县地质灾害可能加剧的发展趋势。在调查已查清的地质灾害现状及重要隐患点基础上,做好群测群防监测预警预报工作。

4.2 突发性地质灾害实施紧急防治

对于已查明的地质灾害重要隐患点,可能突发的地质灾害隐患点,如沙地泥石流、长湾村滑坡泥石流、咪啷咕不稳定性斜坡等,要“以人为本”及时采取监测预防、搬迁避让和应急勘察治理等措施,最大限度地减少人员伤亡。当地政府要做好监测预警预报责任人员落实,制定紧急避让方案、应急勘察和治理方案并及时实施,防止地质灾害发展使灾情扩大化、造成巨大人员和财产损失。

阿拉滑坡和依拉滑坡仅作了简单的应急排查工作,对受威胁的农户进行应急撤离,设置了简易的变形监测桩。但尚未开展勘测,滑坡的稳定性和发展趋势尚不清楚,而一旦失稳可能危及成昆铁路的安全,因此应尽早对这两个滑坡进行专题勘察研究。

4.3 重要地质灾害隐患点实施综合防治

对于调查发现的重要地质灾害隐患点,如咪啷咕村3组泥石流和斜坡、糯乍泥石流及长湾村斜坡、阿拉滑坡、沙地沟泥石流、冷水箐不稳定斜坡、炭山沟泥石流、城河泥石流和小箐沟泥石流等,目前稳定性差,地质灾害正处于发展期。根据其危险性大小,分轻重、缓急,统一规划,采取土木工程、生态工程、水保工程、农田改造工程、天然林保护、退耕还林(草)等措施的综合治理方案,多渠道筹集资金、分期分批逐步实施。

4.4 加强地质环境管理实施预防减灾

结合恢复重建规划布局,通过合理规划避让大型地质灾害隐患点、对地质灾害易发区实施的恢复重建工程建设项目进行建设用地地质灾害危险性评估。规范恢复重建中的经济工程活动和行为,在地质灾害易发区和地质灾害隐患点危险区内进行乡镇规划、工程和基础设施(如公路、铁路、水利水电、矿山)等建设时,须按国土资源部4号令《地质灾害防治管理办法》和《四川省地质环境管理条例》对其进行地质环境评价和建设用地地质灾害危险性评估,贯彻以预防、避让地质灾害为主的方针,防止诱发或加重地质灾害。县政府各相关部门要加强采矿(特别是小矿山)活动的监督管理,禁止在人口稠密区和重要建筑物下面及附近采矿,严禁采矿废石弃渣随意堆放。进行水利水电、公路等工程建设及震后恢复重建时,要同时做好边坡稳定性调查并预先采取防范措施,确保人民生命财产安全。城建、国土等部门要对山区群众的房屋修建场地选择、地基稳定评价进行技术指导,防止选址在地质灾害易发地段,从而埋下重大隐患。

5 结论

(1) 地震灾害发生前,已发现的地质灾害隐患点达113处,地震导致原有的地质灾害隐患点的变形都

不同程度地加剧,地震还诱发新增地质灾害隐患点55处。其中,崩塌有8处,滑坡有25处,泥石流有2处,不稳定斜坡20处。

(2) 对该县地质灾害易发程度进行了分区,主要分为3级地质灾害易发区:高易发区(A)、中易发区(B)、低易发区(C),分别占全县总面积的42.4%,37.1%,20.5%。

(3) 在进行实际调查的基础上,提出了建立群测群防网络及监测预警系统实施全面防灾、突发性地质灾害实施紧急防治、重要地质灾害隐患点实施综合防治和加强地质环境管理实施预防减灾等防治对策,最大限度地保护人民生命财产安全。

致谢 本文在基础资料收集和野外考察方面得到了四川省凉山州会理县国土资源局的大力支持,在此表示衷心的感谢!

[参 考 文 献]

- [1] 钟声,王清远,晁忠贵.攀枝花地震建筑震害调查与快速鉴定评估方法[J].四川大学学报:工程科学版,2009,41(3):180-187.
- [2] 四川日报.凉山州会理县攀枝花市仁和区交界处发生6.1级地震 EB/OL.[2008-08-30].<http://news.sohu.com/20080831/n259290572.shtml>.
- [3] 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所.四川省会理县“8°30′地震灾后恢复重建地质灾害防治规划[R].2008.
- [4] 四川省地方志编纂委员会.四川省志·地震志[M].成都:四川人民出版社,1998:88-901.
- [5] 四川省地矿局成都水文地质工程地质中心.四川省会理县地质灾害调查与区划报告[R].2006.
- [6] 游勇,欧国强,吕娟,等.四川九寨沟县关庙沟泥石流及其防治对策[J].防灾减灾工程学报,2003,23(4):51-55.
- [7] 卢铨鸣,王士革,汪阳春,等.四川省宁南县石洛沟泥石流灾害及防治对策[J].水土保持研究,2008,15(3):239-241.
- [8] 周必凡,李德基,罗德富,等.泥石流防治指南[M].北京:科学出版社,1991:179-182.
- [9] 李德基.泥石流减灾理论与实践[M].北京:科学出版社,1997:142-148.