

文章编号: 1008-2786-(2010)5-635-06

# 舟曲“8.8”特大泥石流灾害治理之我见

马东涛<sup>1,2</sup>

(1. 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. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘要:** 甘肃舟曲三眼峪和罗家峪“8.8”特大泥石流灾害, 是新中国建国以来人员伤亡和财产损失最为严重的一次泥石流灾害事件。灾后, 三眼峪和罗家峪内山坡和沟道仍堆积大量松散固体物质, 寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟泥石流潜在危险大, 流域水土流失加剧, 环境承载力差, 现有防灾能力不足, 白龙江舟曲段河道淤塞严重, 未来泥石流发生不可避免。基于此, 提出以防灾减灾为着眼点, 以治灾和消灾为立足点, 全面提高舟曲城区泥石流防灾能力, 与白龙江河道整治、城区防洪设施建设改造和区域生态环境保护相结合的灾害防治指导思想。泥石流治理应遵循全面规划、综合治理, 以工程治理为主、生态环境保护与工程治理相结合, 以拦为主、确保足够拦沙库容、拦排结合, 以治沟为主、治沟和治坡相结合的基本原则。建议以历史上出现的最大规模灾害, 即“8.8”泥石流作为三眼峪、罗家峪泥石流的设防标准, 对寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟采取100 a一遇的泥石流设防标准, 采取拦排措施与生物措施相结合的综合治理方案。通过稳坡坝、护岸坝、拦沙坝、抗滑桩和挡墙、泥石流停淤场、泥石流排导工程、河道疏浚等工程措施和植物措施, 构建完整的泥石流防治体系, 确保舟曲县城和下游人民生命财产的安全。

**关键词:** 泥石流; 舟曲; 治理; 原则; 标准; 措施

**中图分类号:** P642.23

**文献标识码:** A

2010-08-08凌晨, 甘肃舟曲县城北部三眼峪和罗家峪同时暴发特大泥石流(简称“8.8”特大泥石流灾害), 造成县城月圆村、椿场村两个村被毁, 三眼村、北门村、罗家峪村、瓦场村和县城部分被毁, 泥石流堵塞白龙江形成的堰塞湖使城区三分之一被淹, 造成了严重的人员伤亡和经济损失, 引起了党中央、国务院、中央军委及全国人民的高度关注。这次特大泥石流灾害, 是新中国成立以来破坏性最强、死亡人数最多、救灾难度最大的一次泥石流灾害。本文根据作者1996-09<sup>[1]</sup>和1997-04、2010-08-25~30灾前、灾中对三眼峪和罗家峪泥石流三次实地调查、勘测、设计和研究, 简述了甘肃舟曲“8.8”特大泥石流灾害的特点, 分析了灾害现状和防灾形势, 结合中国科学院舟曲灾后重建环境资源承载力综合评价项目中承担的泥石流治理方案和措施等内

容, 提出了灾后恢复重建阶段泥石流灾害治理的指导思想、原则、标准、方案以及拟采取的主要措施, 并对防治工程布局作了初步规划, 提出了治理中应注意的问题和建议, 以期对拟将开展的泥石流灾害治理尽绵薄之力。

## 1 灾情

分析“8.8”舟曲特大山洪泥石流灾害的成因和成灾方式, 主要呈现以下特点: 一是降水强度高。三眼峪和罗家峪泥石流形成区在2010-08-07T21:00~08-08T4:00遭遇强降雨, 降雨量达96.3 mm, 08-07T23:00~24:00的1 h降雨量达77.3 mm, 超过了该地区有气象记录(1972年)以来的任何一次降水强度, 强烈的降雨激发了大规模泥石流<sup>[2]</sup>。二

收稿日期 (Received date): 2010-09-10

基金项目 (Foundation item): 中国科学院舟曲灾后重建环境资源承载力综合评价项目。[Supported by comprehensive evaluating resources and environment bearing capacities after Zhaoyu debris flow disaster by CAS]

作者简介 (Biography): 马东涛 (1965-), 男, 陕西武功人, 博士, 教授, 主要从事地质灾害形成机理、评估和工程防治。[Ma Dongtao (1965-), male, Born in Wugong of Shaanxi, Professor major in geological hazard mitigation theories and engineering control.] E-mail: dmt@imde

是两条沟均暴发粘性泥石流。泥石流的密度  $2.13 \sim 2.19 \text{ t/m}^3$ 、流速  $8.4 \sim 10.9 \text{ m/s}$ ，泥石流规模大，经计算泥石流冲出总量和泥沙总量分别为  $144.2 \times 10^4 \text{ m}^3$  和  $97.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，泥流流出沟后埋没和堆积的面积约  $0.96 \text{ km}^2$ 。三是泥石流侵蚀、搬运和破坏力巨大。三眼峪主沟大峪一次最大冲刷深度达  $20 \text{ m}$ ，小峪搬运的一块漂砾达  $1\,904 \text{ m}^3$  ( $11.5 \text{ m} \times 12 \text{ m} \times 13.8 \text{ m}$ )，约  $5\,046 \text{ t}$ ，沟内 1997~1999 年和 2008~2010 年建成和正在建设的 9 座拦挡坝和基础均被毁坏，原排洪沟被夷平。四是灾害损失重。截至 08—19 14 00 舟曲“8·8”特大泥石流灾害遇难 1 364 人，401 人失踪，冲毁平房和楼房 220 余栋，其中三眼峪冲毁 200 栋，罗家峪 20 栋；泥石流毁路近  $2 \text{ km}$ ，掩埋、冲毁耕地  $13.33 \text{ hm}^2$ ，毁坏公路桥、人行桥共 8 座，白龙江上 1 座大型公路桥被埋。五是救灾及恢复重建难度大。灾区为交通不便的高山峡谷地带，加上城区建筑物密集，城镇基础设施和房屋严重受损，堰塞湖阻断交通，救援人员、物资、车辆和大型救援设备无法进入救灾现场，泥石流过后城区满目苍夷。六是泥石流造成严重的次生灾害。泥石流堵塞白龙江，回水  $3\,000 \text{ m}$  形成堰塞湖，淹没大片城区建筑和基础设施。

## 2 灾势

沟道内松散固体物质丰富，泥石流仍将持续活跃

受“8·8”特大泥石流强烈侵蚀，三眼峪、罗家峪内原崩塌堆积体和沟床物质稳定性遭受破坏，不稳定和可供泥石流搬运的松散固体物质分别达  $2\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$  和  $1\,000 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，同时支沟泥石流、崩塌活跃，松散固体物质极为丰富，在较强降雨作用下，今后很长时间内仍将发生泥石流，并对县城造成严重危害。其余 4 条泥石流沟受沟内滑坡、崩塌等影响，在本次舟曲特大泥石流中虽因降水强度小，未发生泥石流，但潜在危险性巨大。

生态环境恶化，水土流失加剧

“8·8”特大泥石流发生后，三眼峪、罗家峪流域内植被遭受破坏，特别是许多稳定的崩塌体、沟床上和支沟泥石流扇形地的灌木、草丛遭受严重破坏，山坡也因强烈暴雨造成水土流失和植被破坏，流域内生态环境恶化。寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟也因滑坡和严重水土流失，生态环境出现恶化。

资源环境承载力差，近一半县城为泥石流占据  
自 1990 年代中期以来，随着地方民族经济和社会发展，县城人口增长了一倍，城区面积扩大，城区建筑物和居民区占据了三眼峪、罗家峪泥石流危险区。“8·8”特大泥石流灾害发生后，虽然泥石流恢复了原有沟道和流路，但寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟等沟口和堆积扇区仍存在较大泥石流隐患，一旦发生泥石流，将对建筑物和人民财产造成严重危害。因此，舟曲县城人类和泥石流争地的矛盾将长期存在下去。

现有抗灾防灾能力不足

“8·8”特大泥石流发生后，原有的三眼峪、罗家峪泥石流拦挡工程和排导工程几乎全部冲毁，丧失其防灾减灾功能。应急修建的三眼峪、罗家峪泥石流排导槽也属土质边坡和沟底，排泄能力有限，极易遭受破坏。寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟的防治工程普遍设防标准偏低，存在使用年限到期和部分工程毁坏、年久失修等问题，防灾能力大大减弱。

白龙江舟曲段淤塞严重，排泄泥石流能力有限

受舟曲县城上下几处滑坡、泥石流堆积体的堵塞，白龙江河道淤积严重，形成多个堰塞体，阻碍了江水的下泄和泥石流的宣泄。因此，白龙江无法携带泥石流和滑坡中的大量泥沙、石块，如发生大规模泥石流和滑坡，必将再次堵断白龙江，造成江水倒灌，淹没城区的灾害不可避免。

综上所述，目前舟曲县城附近泥石流灾害危险巨大，防灾形势严峻，尽快开展舟曲县城三眼峪、罗家峪、寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟等 6 条泥石流沟治理刻不容缓，不仅是舟曲特大泥石流灾害后恢复重建的需要，而且对提高舟曲县城防灾减灾水平，保护民族地区人民生命财产，改善区域生态环境、保护下游行洪安全也具有十分重要的意义。

## 3 治理的指导思想、原则和标准

治理的指导思想

2010—08—22 温家宝总理在舟曲泥石流灾害抢险救灾工作会议上指出：灾后重建工作必须以人为本、尊重自然、科学规划、合理布局，政策扶持、合力推进；要与促进民族和谐、团结相结合，与改善民众生活相结合，与提高防灾能力和生态建设相结合。温总理的指示精神就是舟曲特大泥石流灾害治理的总体指导思想。

鉴于舟曲县城泥石流灾害的严重灾情、严峻灾势,结合 1996 年和 2010—08 的实地调查,作者提出泥石流灾害治理的具体指导思想,供舟曲和国土、城建、水利等有关部门参考:即以防灾减灾为着眼点,以治灾和消灾为立足点,全面提高城区泥石流防灾能力,与白龙江河道整治、城区防洪设施建设和区域生态环境保护相结合,通过控制泥石流固体物质补给源,改变泥石流形成、流通和堆积的条件,改造城区防洪设施和控制城区灾害危险区内建设,构建完整的泥石流防治体系。从而减轻三眼峪、罗家峪等 6 条沟泥石流对县城的危害。

### 治理原则

针对三眼峪、罗家峪等 6 条沟泥石流的形成、流动和堆积特征及成灾方式和危害程度,结合城区防洪、防灾现实和城区布局,在贯彻以上泥石流治理指导思想基础上,拟定了以下泥石流的治理原则。

#### 1. 全面规划、综合治理

泥石流的形成、流动、堆积、成灾方式和危害程度等受多种因素影响,因此在治理上,应当从泥石流形成、流动、堆积等各个方面入手,任何单一的措施不仅治理效果差,且有效期短<sup>[3]</sup>。尤其对深受三眼峪、罗家峪特大泥石流危害的县城,更应全面考虑,综合施治,重点防治,以发挥治理工程的综合效益。

#### 2. 以工程治理为主,工程治理与生态环境保护相结合

对于三眼峪、罗家峪特大泥石流灾害必须坚持以工程治理为主的原则,发挥工程治理见效快、治理期短的优势,经过积极有效的工程治理,稳固沟道和不良地质体,破坏泥石流形成和流动、堆积条件,为生态恢复营造良好的条件,再经过长期的生态修复、环境保护,也可巩固工程治理的效果,达到综合防治的目的。

#### 3. 以稳拦为主,拦排结合,确保足够拦沙库容

目前受白龙江舟曲段的河流宽度、过流能力之影响,白龙江宽度仅 60 m 加之三眼峪、罗家峪泥石流的堵塞,白龙江输沙能力有限,也不容许大量泥沙下泄。因此,必须采取以拦为主的方案,稳定沟道内不良地质体,减少泥石流的固体物质补给,将设计的泥石流固体物质大部分拦挡在沟内,并确保有足够的库容拦截绝大多数的超标准的泥石流堆积,限制进入下游的泥沙数量,将治理后的泥石流排入排导槽,不仅可以防止泥石流堵江,也可减少泥沙淤积白龙江河床,造成雍水淹没和溃决洪水灾害。

#### 4. 以治沟为主,治沟和治坡相结合

沟道是泥石流的形成和流通场所,通过治沟不仅可以阻止泥石流的形成和流通,而且可以固沟稳坡,减少固体物质补给源,为治坡创造条件。通过治坡,减少坡面水土流失,稳定岸坡和不良地质体,也可减少进入沟道的松散固体物质数量。

#### 5. 泥石流排导工程、城区规划建设和白龙江舟曲段河道统筹兼顾

经过综合治理后的泥石流从山口以下进入排导槽中,而从山口到白龙江间泥石流必须穿越城区。因此,必须对泥石流排导工程、未来城区规划建设和白龙江河道现状等三者进行综合考虑,统筹兼顾,既能保证泥石流顺利穿越城区、排入江中,泥石流和城区之间留有一定的缓冲地带,又要保证在发生超标准规模泥石流时,不会对城区造成较大危害,还要保障泥石流进入白龙江后不发生堵江和淹没灾害。

### 治理标准

目前国内泥石流灾害防治尚未制定国家统一的规范,基本以国土资源部制定的《泥石流灾害防治工程设计规范》(DZ/T0239—2004)为参考,而城区泥石流防治均以国标的《防洪标准》(GB50201—94)、《城市防洪工程设计规范》(GB79—2002)为设计依据,即假定同频率的暴雨诱发同频率的山洪、泥石流。对于舟曲县城这样的人口少余 20 万的四等城市,按照以上规范,其泥石流的防治标准应为 50 a 一遇,1997 年设计的三眼峪泥石流防治工程即以此为标准<sup>[1]</sup>,而其后的泥石流防治工程在“8·8”特大泥石流灾害中全部被毁坏,说明此前的设防标准明显偏低。

“8·8”特大泥石流灾害的暴发频率极低,暴发频率大致为 200 a 左右,规模巨大,危害极大。县城的降雨和水文观测资料也仅 38 a(1972 年开始气象观测),观测序列较短,缺乏长期的设计频率的降雨和洪水资料。因此,若以降雨频率和防洪标准,设防标准远低于本次泥石流规模和频率。根据国内外相关山洪、泥石流灾害治理的经验,也是较为通用的办法,本文作者提出以历史上出现的最大规模灾害,而不是以降雨频率或洪水频率为标准,即以“8·8”特大泥石流作为三眼峪、罗家峪泥石流的设防标准,对其余的寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟采取 100 a 一遇的设防标准。此设防标准虽高于目前普遍采用国标,但切合舟曲的灾害实际。通过治理,全面提高舟曲县城泥石流和山洪的防治标准,使舟曲县城泥

石流防御水平较灾前大大提高,充分保障舟曲未来在发生此等规模泥石流情况下县城的安全,即使在发生超过“8.8”特大泥石流灾害的情况下,能将灾害损失减到最小。

## 4 治理方案

根据三眼峪、罗家峪等6条沟泥石流的形成、流动和堆积特征及成灾方式、危害程度和县城现有布局、白龙江县城段的河道状况、水文特征,结合前述拟定的指导思想和治理原则,作者提出了拦排措施与生物措施相结合、排导工程与城区规划、白龙江河道疏浚相结合的综合治理方案,将其作为舟曲县城泥石流治理、保护县城的实施方案。该方案从泥石流形成区入手,将泥石流基本消灭在孕育阶段,结合泥石流流通区、堆积区和入江段的一系列措施,构成完整系统的泥石流防治体系。主要通过修建稳坡坝、抗滑桩、护坡挡墙、护岸坝、拦沙坝、防冲槛及植树种草等措施,减少泥石流固体物质补给量,拦蓄泥石流中固体物质,稳定沟床和岸坡,消减泥石流峰值流量和泥沙冲出量,减轻泥沙对城区排洪工程和白龙江的压力;同时修建新的泥石流排导工程和改造部分泥石流排导工程至新的设计标准,做好县城泥石流危险区的规划工作,疏浚白龙江县城段的淤塞河道,将治理后的泥石流顺利排泄至白龙江,达到保护城区人民生命财产安全的目的。

## 5 治理的措施及布局

三眼峪、罗家峪、寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟泥石流综合治理方案所采取的治理措施主要有以下几项。

### 1. 稳坡坝

通过在泥石流沟道中修建拦挡坝,拦蓄泥石流固体物质。通过泥沙的回淤,提高侵蚀基准至不稳定坡体的剪出口以上,进而稳定坡体,减少沟内不稳定崩塌坡体对泥石流的固体物质补给。稳坡坝在国内广泛采用,在陇南地区的许多泥石流治理中成功运用,效果良好<sup>[4]</sup>。稳坡坝主要安排在三眼峪、罗家峪、寨子沟和龙庙沟中以崩塌、滑坡等形式集中补给的沟段。共布设18座稳坡坝,其中三眼峪5座,罗家峪6座,龙庙沟3座,寨子沟4座。

### 2. 护岸坝

据调查,本次特大泥石流发生时,原沟床和天然堆石坝以上均被冲刷出深切的宽沟,大量沟床堆积物直接补给泥石流,加重了灾害的规模。为了防止沟岸坍塌,拟在沟道中修建护岸坝,减小沟岸坍塌对泥石流的补给。护岸坝主要安排在三眼峪、罗家峪、寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟中沟道坍塌严重的沟段。共布设16座,其中三眼峪6座,罗家峪4座,寨子沟2座,老鸦沟2座,硝水沟2座。

### 3. 拦沙坝

拦沙坝的主要功能就是拦蓄泥石流中的固体物质,降低泥石流的密度,减少输向下游的泥石流流量和泥沙,减轻排导槽排泄压力和泥沙淤积,以及对白龙江的危害。拦沙坝主要安排在三眼峪、罗家峪、寨子沟、老鸦沟、硝水沟的下游出山口以上沟道。规划布设8座拦沙坝,其中三眼峪2座,罗家峪2座,寨子沟2座,老鸦沟1座,硝水沟1座。

### 4. 抗滑桩和护坡挡墙

主要用来稳定三眼峪、罗家峪、寨子沟和龙庙沟中几处大型崩塌堆积体和滑坡,减少其对泥石流的固体物质补给。

### 5. 泥石流停淤场

拟在三眼峪主沟大峪、支流小峪以及龙庙沟沟道较宽的部位和泥石流堆积扇上,通过修建导流堤、拦截坝等形成停淤场,拦截泥石流流体和停积泥石流中固体物质。共设置3个泥石流停淤场。

### 6. 泥石流排导工程和防冲刷工程

在泥石流沟山口以下,通过导流堤,将治理后的泥石流排入排导槽中,最后排向白龙江。在泥石流排导槽中,修建防冲肋槛,防止泥石流冲刷沟床和侧蚀侧堤基础。排导槽和城区建筑物间必须保留一定宽度的缓冲带,对其可进行绿化,规划为菜市场、休闲绿地公园和体育锻炼场所。排导工程主要包括:三眼峪排导槽2000 m<sup>3</sup>肋槛50道;罗家峪排导槽2500 m<sup>3</sup>肋槛62道;寨子沟排导槽2000 m<sup>3</sup>肋槛50道;龙庙沟排导槽500 m<sup>3</sup>肋槛15道;老鸦沟排导槽800 m<sup>3</sup>肋槛20道;硝水沟排导槽500 m<sup>3</sup>肋槛15道。

### 7. 植物措施

植物措施在拦蓄地表径流、消减洪峰、减少水土流失等方面作用显著。对保护生态环境、防止乱砍乱伐,解决部分群众用材难也有重要作用。“8.8”特大泥石流灾害后,三眼峪、罗家峪流域中、下游植被遭受较严重破坏,上游水土流失严重。因此,拟在上游地区实施封禁,在中下游地区部分坡面植树种

草。在县城附近的老鸦沟、硝水沟和龙庙沟等山坡上除了种植水土保持林外,可适当种植经济林、景观树,形成公园,供群众郊游。

8. 河道疏浚

目前,由于白龙江舟曲段河道堵塞严重,阻碍了江水的下泄和泥石流的宣泄。因此,在应急疏通三眼峪、罗家峪堵塞段河道基础上,还应加大对下游几处淤塞河段的疏浚和拓宽,保证河道畅通和对泥石流的冲刷、携带能力。

舟曲县城特大泥石流灾害综合治理工程措施布局图详见图 1。

6 结论及建议

1. 灾害治理应以防灾减灾为着眼点,以治灾和消灾为立足点,全面提高城区泥石流防灾能力,与白龙江河道整治、城区防洪设施建设和区域生态环境保护相结合,构建完整的泥石流防治体系,确保舟曲县城和下游人民生命财产的安全。

2 治理应遵循全面规划、综合治理,以工程治理为主、生态环境保护与工程治理相结合,以拦为

主、确保足够拦沙库容、拦排结合,以治沟为主、治沟和治坡相结合,泥石流排导工程、城区规划建设和白龙江舟曲段河道统筹兼顾的基本原则。

3 建议以历史上出现的最大规模灾害,即“8·8”泥石流作为三眼峪、罗家峪泥石流的设防标准,对寨子沟、老鸦沟、硝水沟和龙庙沟采取 100<sup>a</sup>一遇的设防标准。

4 对舟曲这样的少数民族和经济贫困地区,应按照汶川地震灾后地质灾害治理的模式,由国家全资对灾害治理工程勘察、设计和建设进行投资,方能取得良好的治理效果。地方匹配的资金大多因财政困难无法实现,也会影响工程进度和工程质量。

5 舟曲县城泥石流治理应分期、分批逐步实施,建议先期重点应实施三眼峪、罗家峪泥石流治理工程和白龙江疏浚工程,再实施其他 4 条沟治理工程。工期以 2~3<sup>a</sup>为宜,工程质量就是工程的“命脉”,切不可追赶工期而牺牲工程质量为代价。

6 治理工程必须开展详细的调查、充分的勘察和可行性研究,必要的专题研究、科学实验和方案论证也不可或缺,设计必须建立在科学、可靠的分析和计算基础上,应该汲取汶川地震灾后恢复重建地质灾

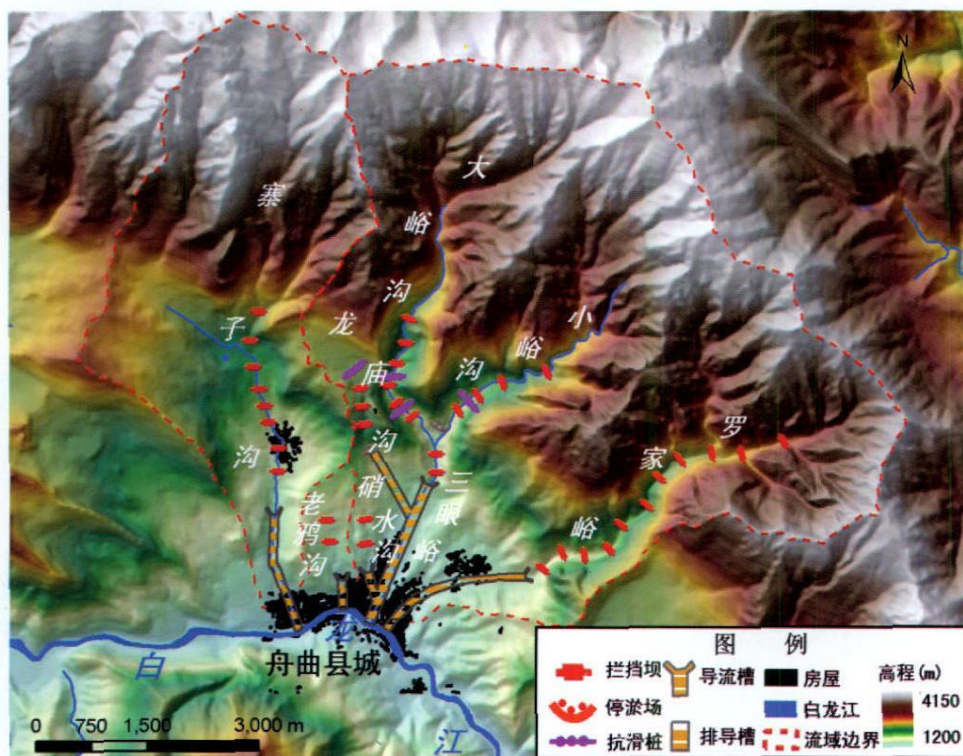


图 1 甘肃舟曲县城泥石流灾害综合治理工程措施布局图

Fig 1 The sketch of comprehensive controlling countermeasures in Zhouchu county town of Gansu after Aug 8 th, 2010 catastrophic debris flow



害治理的经验和教训,避免再出现二次重建的窘态。

7. 由于舟曲泥石流灾害规模大、治理难度大、工程数量大和工期较长,在治理工程实施前,必须建立和健全山洪泥石流灾害监测、预警和预报体系,规划、建设安全的避灾场所和储备相应的应急救援物资,编制切实可行的防灾减灾预案,并组织群众进行避灾逃生知识培训和演练,确保在明年主汛期到来前落实到位。

8. 舟曲县城段白龙江两岸有 6 条泥石流沟,其中“8.8”特大泥石流灾害堵江的三眼峪、罗家峪和未发生灾害的寨子沟泥石流规模巨大,历史上都曾发生过堵江事件。因此,在泥石流排导工程布设中,应充分考虑各支沟和白龙江的交汇问题,尽量让排导槽出口与主河平顺斜交并靠向主流下游方向,且保持一定的排导纵坡比降,避免与主河正交和排向白龙江上游方向,以减少泥石流堵江和淤积河床造成的淹没灾害。

致谢:本文的一些想法来源于和中国科学院副院长 钟礼院士、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所祁龙研究员、甘肃省地质环境监测院院长黎志恒教授级高级工程师、甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所所长王得楷研究员等的交流和讨论,

同时也参考了国土资源部舟曲灾区恢复重建规划工作组编制的《舟曲灾后恢复重建地质灾害防治规划》和中国科学院《资源环境承载力评价研究及相关问题的建议》工作方案,张建强博士绘制了防治工程规划图,在此一并致谢!

## 参考文献 (References)

- [1] Ma Dongtao, Qi Long. Study on comprehensive controlling of debris flow hazards in Sanyanyu Gully [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 1997, 17(4): 26~31 [马东涛, 祁龙. 三眼峪沟泥石流灾害及其综合治理[J]. 水土保持通报, 1997, 17(4): 26~31]
- [2] Yu Bin, Yang Yonghong, Su Yongchao, et al. Research on the giant debris flow hazards in Zhouqu County, Gansu Province on August 7, 2010 [J]. Journal of Engineering Geology, 2010, 18(4): 437~444 [余斌, 杨永红, 苏永超, 等. 甘肃省舟曲 8.7 特大泥石流调查研究[J]. 工程地质学报, 2010, 18(4): 437~444]
- [3] Li Deji. Debris Flow Mitigation Theory and Practices [M]. Beijing: Science Press, 1997 [李德基. 泥石流减灾理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 1997]
- [4] Ma Dongtao, Qi Long, Wu Hong. Debris flow hazards and its prevention countermeasures of Guanjiagou Gully in Wenxian [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 1997, 8(4): 94~101 [马东涛, 祁龙, 吴宏. 关家沟泥石流灾害及其防治对策研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 8(4): 94~101]

# Some Suggestions on Controlling Catastrophic Debris Flows on Aug. 8<sup>th</sup> 2010 in Zhouqu, Gansu

MA Dongtao<sup>2</sup>

(1 Key Laboratory of Mountain Hazards and Earth Surface Processes, 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)

**Abstract:** the debris flow catastrophe which broke out in Sanyanyu and Luojiayu ravines, the tributaries of Bailongjiang River in north and east of Zhouqu, Gansu Province at midnight on August 8<sup>th</sup> 2010, is the most serious disastrous events of lives and properties losses in P. R. China. After the disasters occurred, there are ten million cubic meters solid materials in the ravines. Sanyanyu, Luojiayu and other 4 ravines also have high risk for debris flow formation in near future. Based on studying the debris flow formation causes and hazards situation, construction distribution of the city river bed and sand yield of Bailongjiang River, the guiding ideology and 5 prevention principles are put forward in the paper, which is to combine the engineering and biological measures, to take engineering measure as the dominant factor and to combine the regulating measures and draining measures, taking regulating measure as the dominant factor. Author thinks that the scale of debris flow on August 8<sup>th</sup> can act as the controlling standard of Sanyanyu and Luojiayu ravines, the other 4 ravines can choose frequencies of 1% as their standard. Some countermeasures such as blocked dams, embankment dams, slope stabilized dams, debris flow channel, river bed engineering works and biological measures et al are used for protecting peoples and properties in Zhouqu. At last, some controlling ideas are suggested for government and managing departments.

**Key words:** debris flow; Zhouqu county; controlling principles; prevention standard; countermeasures