

浙江省青田县某移民点泥石流灾害防治方案探讨^{*}

王 栋¹, 李天斌¹, 刘 吉¹, 陈明东²

(1. 成都理工大学 地质灾害防治国家专业试验室, 成都 610059; 2. 浙江省第十一地质大队, 浙江 温州 325006)

摘 要: 从浙江省青田县某移民点泥石流发生的基本条件出发, 对该区泥石流的活动特征进行了分析, 详细讨论了防治措施、工程布置的依据以及格栅坝、排导槽等工程措施的结构设计, 为该区泥石流的综合治理提出了科学的建议。

关键词: 泥石流; 防治措施; 格栅坝

中图分类号: P642. 23

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)04-0205-04

Discussion on the Control of Debris-flow Disaster in an Emigration Point of Qintian County in Zhejiang Province

WANG Dong¹, LI Tian-bin¹, LIU Ji¹, CHEN Ming-dong²

(1. National Specialty Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Institute of Geologic Hazard Prevention, 11th Geologic Brigad, Wenzhou, Zhejiang 325006, China)

Abstract: Based on the basic condition of debris-flow in some emigration point in Qingtian country of Zhejiang province, the movable characteristic of the area's debris flow was analyzed and the prevention measures, basis of engineering control and structure designation of needle dam, drainage canal etc were also detailed. Moreover, some scientific suggestions were put forward for the debris-flow comprehensive control in this region.

Key words: debris-flow; control measures; needle dam

1 概 况

浙江省青田县移民安置点, 规划占地面积 232 200 m², 人口约 4 000 人。安置点西侧后山地形高陡, 冲沟发育。历史上曾发生过滑坡和泥石流灾害, 沟口有古泥石流堆积。虽然近几十年该区未有泥石流爆发, 但这种间歇期较长的泥石流如果再度爆发, 往往规模较大、对移民区的安全造成极大的隐患。因此, 对其防治措施的研究具有重要意义, 同时对其他同类型泥石流的防治具有一定的借鉴意义。

2 泥石流形成条件

2.1 地形条件

区内地貌单元属低山丘陵, 地势自北向南、自西

向东倾斜。西侧为绵延山体, 山体至一级分水岭最高高程为 485.1 m, 山体内沟谷与山脊相间, 冲沟发育, 共有 4, 5, 6, 7, 8, 9 六条冲沟, 分为主沟(包括 4, 5, 6, 7, 8)与 9 号沟两个沟道体系(如图 1)。山体中部坡度较大, 一般为 25~35°, 冲沟呈“V”型, 树枝状展布, 延伸长度较大, 坡降较大。这样的坡度接近或超过松散固体物质的自然休止角, 遇强降雨, 松散物质坡体产生高孔隙水压力, 软化强度降低, 易产生失稳, 进而形成泥石流。

2.2 物源条件

区内主要出露流纹质晶玻屑凝灰岩夹粉砂岩和凝灰质粉砂岩。由于粉砂岩抗风化能力弱, 极易风化为细碎颗粒, 成为泥石流的物源。区内松散物质

* 收稿日期: 2007-04-06

作者简介: 王栋(1982-), 男(汉族), 湖南桃源人, 硕士研究生, 地质工程专业。

储量较丰富,初步估算总储量在 $40 \times 10^4 \sim 50 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。4号沟由于曾经发生过森林大火,植被覆盖率不足 10%,基岩风化强烈,每年还将增加不少的松散物质,故总量还将不断上升。而这些不断增加的松散固体物质为泥石流的形成准备了充足的物源。

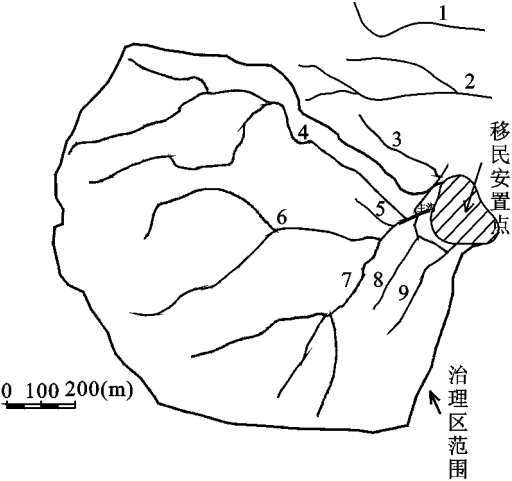


图 1 泥石流沟道分布图

2.3 水源条件

青田县地质灾害大多数由降雨诱发形成,该区域的泥石流均属降雨型泥石流。据青田县气象局资料,年平均降雨量 1 677 mm(1977~2000 年),年最大降雨量 2 213 mm,实测最大 24 h 降雨量达 512.6 mm。由此可见治理区降雨集中,且雨量极大,具备诱发泥石流的重要条件。

综上所述,治理区内沟谷地形较高陡,物源物质较为丰富,水源条件充分,具备产生泥石流的基本条件,其再次爆发泥石流灾害的概率较大。

3 泥石流活动特征

根据实地考察和历史资料分析,该地区泥石流属于低频率泥石流,爆发频率为 50 a 左右,属于亚黏性泥石流,泥石流容重约为 1.72 t/m^3 ,由于主沟道纵坡较大,泥石流的搬运能力很强,沟口堆积扇中砾石含量高,大漂砾较多,泥石流整体冲击力较大。以下为泥石流冲击力计算公式^[5]:

$$T = \frac{\lambda \cdot \gamma_c \cdot V^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$$
$$V = \frac{15.5}{\alpha} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{3}{8}}$$
$$\alpha = \left(\frac{\gamma_c - \gamma_w}{\gamma_s - \gamma_c} + 1 \right)^{\frac{1}{2}}$$

式中: T ——泥石流整体冲击力(kN); V ——泥石流平均流速(m/s); λ ——建筑物形状系数; γ_c ——泥石流容重(kN/m^3); g ——重力加速度(取 9.8 m/s^2); α ——建筑物受力面与泥石流冲击力方向夹角($^\circ$);

R ——水力半径(m); I ——沟床纵坡降($\%$); γ_c ——泥石流容重(kN/m^3); γ_s ——砂石比重(kN/m^3); γ_w ——水的比重(kN/m^3)。

计算得到:主沟泥石流冲击力为 80.6 kN; 9 号沟泥石流的冲击力为 80.5 kN。

据初步估算,该移民点今后形成 50 a 一遇的泥石流峰值流量,主沟大约为 $93.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 9 号沟为 $14.0 \text{ m}^3/\text{s}$,主沟一次固体物质冲出量约为 $0.90 \times 10^4 \text{ m}^3$, 9 号沟一为 $0.13 \times 10^4 \text{ m}^3$ (其他泥石流计算参数入见表 1)。

4 泥石流防治

整个治理区分为主沟和 9 号沟两个沟道体系,因此治理中分别对两套不同的沟道体系进行治理。防治过程中考虑地形的限制,以及与现有工程措施的结合,并加以一定的生物防治措施。

4.1 工程设计标准

由于泥石流的防治目前尚无专门的设计规范可循,考虑该处属于沿海台风暴雨影响区,根据《浙江省可能最大暴雨图集》等资料统计,泥石流拦挡工程按 50 a 一遇暴雨($p = 2\%$)的标准进行设计,按 100 a 一遇暴雨($p = 1\%$)的标准进行校核。由于流域面积小,产流时间短,确定降雨历时为 1 h。依据上述标准,拦挡坝,排导槽的设计尺寸用 50 a、100 a 一遇的暴雨的峰值流量进行设计校核。

4.2 治理措施的选择

泥石流的治理措施主要分为:控制水源的治水工程、控制物源的治土工程、排导工程等,在治理设计时应根据泥石流的活动特征,以及泥石流沟道的特点进行比选。

(1)主沟流域面积大,分支沟较多,爆发泥石流的概率最大,应重点治理。其中 5 号、6 号、7 号沟植被覆盖率较高,物源较少,故只在主沟沟口集中拦挡,4 号沟植被破坏严重,岩石裸露风化严重,物源丰富,是主要物源区的固体物质补给量。

主沟和 4 号沟物源区的拦挡措施选择钢筋混凝土格栅坝。选择该坝型主要考虑以下几点:

①暴雨时沟道内水流量较大,为较好的排淤,避免在泥石流的间歇期库容因泥沙淤积而影响库容;

④受地形限制,4 号沟物源区地势较高,搬运较困难,修筑砌体结构搬运量较大,故选择结构较轻便的混凝土格栅坝;

(四)格栅坝的选择性拦挡特点有利于减少细碎物质的淤积,增加对大块石的拦挡量;

1/4 满足库容;减少清淤工程。

(2) 9 号沟虽然爆发泥石流的概率较小, 即使爆发后固体物质冲出量也不大, 但沟道纵比降大, 泥石流流速快, 冲击力强, 加之沟口堆积物、添加物多, 故即使上游仅爆发小规模泥石流, 也可能对下游造成较大危害。故治理时考虑以排导疏浚为主, 护坡、减速停沙相结合的防治措施。

选择的治理措施为: 流通区修筑桩林, 以下修筑排导槽。选择以上工程措施主要考虑以下几点:

表 1 泥石流流体参数

沟道名称	流速 $/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	泥石流阻力系数	冲击力 $/\text{kN}$	堵塞系数	泥深 $/\text{m}$	泥砂修正系数	泥石流容重 $/(\text{t} \cdot \text{m}^{-3})$	内摩擦角 $/(^{\circ})$
沟口	5.87	2.24	80.6	1.0	2	2.3	1.72	13
主沟 4 号沟	4.67	2.24	55.63	1.0	2	2.3	1.72	13
9 号沟	6.54	2.24	80.5	1.0	2	2.3	1.72	13

4.3 工程措施平面布置

(1) 主沟沟口块碎石松散堆积体较厚, 承载力标准值 120~ 200 kPa; 基底为中风化凝灰岩, 发育两组陡倾裂隙, 坝基稳定性好, 承载力标准值 1 500 kPa。故此处作为主沟格栅坝选址, 将中风化基岩作为持力层可满足工程需要; 而且选址距离公路较近, 有利于施工。4 号沟中游陡崖上, 坡度较小, 地势平缓, 覆盖层较薄, 便于开挖; 出露的中风化凝灰岩较完整, 稳定性好, 宜作为工程持力层。且该位置满足拦挡工程应选择在沟谷宽度较窄的瓶颈地带的泥石流治理要求, 故在此处布设一座格栅坝。

(2) 桩林布置于泥石流堆积区的中上部, 9 号沟 110 m 高程处。该位置基岩出露面积较大。地基基础较好, 且地势开阔, 满足桩林布置的要求。排导槽布置于 9 号沟 110 m 高程至沟口与原排导槽相连(工程具体布置位置见图 2)。

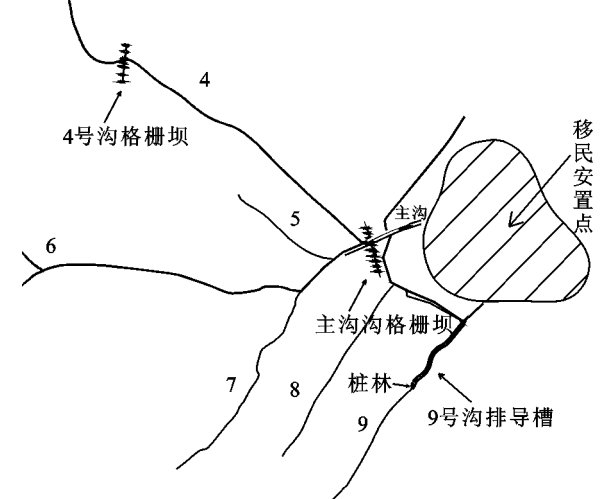


图 2 工程措施布置图

4.4 工程结构设计

(1) 沟口格栅坝设计。沟口格栅坝选择桩板结

构, 可降低泥石流冲击能量, 降低泥石流流速, 迫使流体分散, 改变水力要素。

④排导槽主要针对下游堆积区岸坡高, 覆盖层厚, 物源丰富的特点, 此措施可以使沟道更平滑, 洪水及小规模泥石流更易排走, 不会将沟道堵塞而形成更大规模的灾害; 更重要的是保护了岸坡, 使之不因冲刷坍塌, 减少物源补给量。

构, 可减少土石开挖量, 减轻对已有边坡支挡措施的影响, 在坝体左侧设计为挡土板, 其功能是拦挡块石, 坝体与沟道相交处布设格栅, 排导水流以及细碎物质, 延长防治工程的使用年限。

坝体结构中, 坝高 5 m, 桩 9 根, 中心距 5 m, 截面为 1 m×1.5 m, 桩身采用 C30 混凝土; 挡板净跨 4 m, 板厚 400 mm, C30 混凝土现板上留泄水孔; 格栅净跨 2 m, 沟道左右两侧各一列, 格栅竖向间距 1 m, 截面尺寸 0.6 m×0.8 m, C30 混凝土现浇(如图 3)。

(2) 4 号沟格栅坝设计。4 号沟物源区高程较大, 清淤工作较困难, 故坝体结构只设格栅, 而不修筑挡土板, 这样可以减轻坝后细碎物质的淤积, 较好的排导水流。

4 号沟格栅坝具体设计如下: 设计格栅坝高 6 m, 坝长 26 m; 桩 6 根, 中心距 5 m, 截面为 1 m×1.5 m, 桩身采用 C30 混凝土。格栅净跨 4 m, 竖向间距 1 m, 截面尺寸 0.6 m×0.8 m, C30 混凝土现浇(如图 4)。

(3) 桩林设计。桩林共布置 4 排, 下游第一排 4 根, 以上为 3 根、2 根、1 根, 整个桩林呈三角形(如图 5)。桩高 2 m, 间距 1 m, 桩径为 0.5 m, 桩形为圆柱形, 基础坐落于中风化凝灰岩上, 桩基埋深 1 m, 桩身材料 C30。

(4) 排导槽设计。由于清水流的排洪道和引水渠道均为平地槽, 不利于泥石流的排泻。故将泥石流排导槽设计为 V 形槽, 纵坡坡度 260‰, 横坡坡度 200‰。槽深 2 m, 宽 3 m, 槽边墙内侧为直边, 外边墙为 1:0.3。设计流量 69 m³/s。V 形槽入口扩散角为 12~ 15°槽身材料 MU30, 砂浆选择 M7.5。槽边墙按照重力式挡墙进行验算。

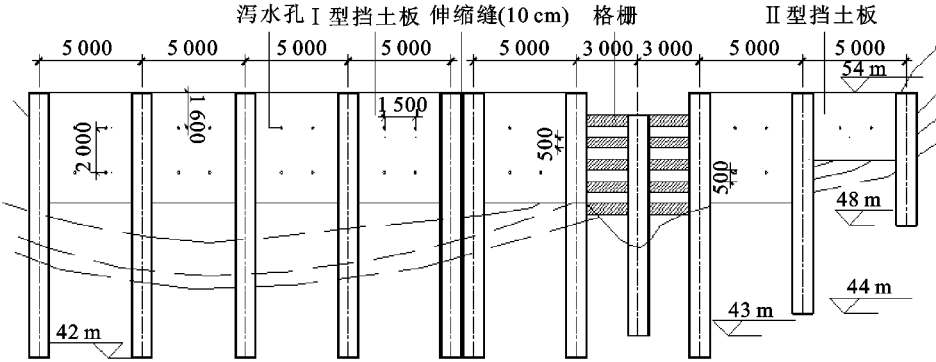


图 3 主沟格栅坝立面图

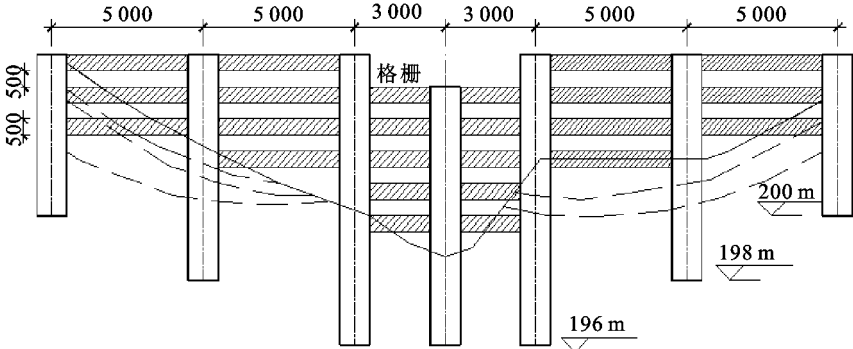


图 4 4 号沟格栅坝立面图

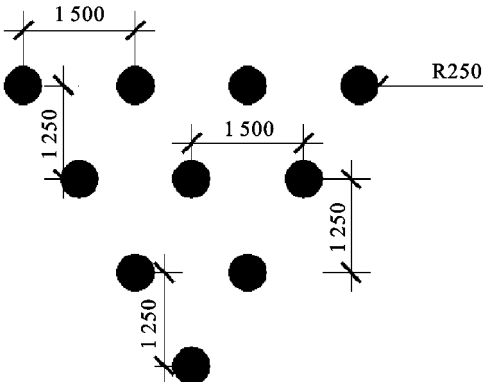


图 5 桩林平面布置图

(4) 桩林+ 排导槽的设计在坡度较陡的沟道内可以起到一定的停砂落石, 降低流速的作用。

5.2 建 议

(1) 该区为台风影响的区域, 降雨量大且不确定, 治理工程按照 50~ 100 a 一遇暴雨下发生的泥石流的规模进行设计, 如遇到特大稀遇暴雨等条件下发生的泥石流其治理措施的安全性会有所降低, 因此有必要建立泥石流预警机制与防灾预案。

(2) 4 号沟受火灾破坏的植被应尽快恢复, 减少对山体的破坏, 减少其物源补给量。

参考文献:

[1] 费祥俊, 舒安平. 泥石流运动机理与灾害防治[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

[2] 吴积善, 等. 泥石流及其综合治理[M]. 北京: 科学出版社, 1993.

[3] 王继康, 等. 泥石流防治工程技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1996.

[4] 李海光, 等. 新型支挡结构设计 with 工程实例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.

[5] 凌天清, 曾德荣, 等. 公路支挡结构[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005.

5 结 论 与 建 议

5.1 结 论

通过以上的研究可以获得以下认识:

- (1) 该地区泥石流属于小流域泥石流, 具备泥石流产生的条件, 处于从幼年期向壮年期的过渡期。
- (2) 该区泥石流的特点以及防治区的地形决定了格栅坝是较有效的防治措施。
- (3) 格栅坝结构较轻, 失事率小; 在坝后选择性拦挡有利于延长防治工程使用年限。