

甘肃省文县关家沟泥石流综合治理

史正涛 祁 龙

(中国科学院兰州冰川冻土研究所 兰州 730000)

提 要 关家沟是一条活动频繁、危害较大的泥石流沟。对其需采用工程措施稳沟、拦挡泥沙、排导和封山育林、植树造林等生物措施相结合的综合治理方案。

关键词 甘肃省 文县 关家沟 泥石流 综合治理

关家沟是白水江左岸的一条泥石流沟。文县县城就坐落在关家沟泥石流堆积扇上。泥石流出口后,经排导沟穿越县城城区流入白水江。关家沟流域面积 38.13km^2 ,主沟长 10.2km ,平均比降 11.3% 。最高点金子山顶海拔 3121m ,最低点入江处 920m ,相对高度 2201m 。流域内长 $\geq 1\text{km}$ 支沟 11条, $\leq 1\text{km}$ 支沟 12条,沟壑切割密度 $1.2\text{km}/\text{km}^2$ 。

据史料记载,1780年以来关家沟泥石流曾对县城造成四次灭顶之灾,其中以 1852年的那次灾害最为严重,几乎毁灭了整个县城。1949年以来关家沟泥石流曾造成六次重大灾害,其中以 1982年 8月 6日的灾害为最大。这次泥石流调查最大流量 $482\text{m}^3/\text{s}$,历时 30min ,致死 33人,受伤 100多人。泥石流堆积物在白水江中形成了 1700m^3 的堆积体,堵断江水 6min ,溃决后洪水冲毁了下游 10km 处的尚德电站,造成的直接经济损失 3000多万元;造成的社会影响至今尚未消除,每遇暴雨居住在排导沟附近及低洼处的居民夜不敢寐,登上河堤,察看水情,严重地干扰着社会稳定和全县的经济建设。

1 泥石流形成条件

关家沟上游及各支沟的平均切割深度 $8\sim 10\text{m}$,有些可 $\geq 15\text{m}$ 。主沟上游的沟长 3900m ,比降 8.9% ,沟底宽 130m ;中游沟长 1850m ,比降 13.2% ,沟底宽 135m ,沟道弯曲,多跌水,两岸滑坡崩塌发育,这是泥石流形成区;下游沟长 3250m ,比降 11.8% ,沟床比较开阔。各支沟的沟床平均比降 $\geq 20.0\%$ 。在陇南地区这样的地形条件极有利于泥石流形成^[1]。

流域内滑坡崩塌发育:大小滑坡 18处,总面积 1.57km^2 ,总体积 6465.7万 m^3 ,大小崩塌 47个,总体积 2060.7万 m^3 。它们为泥石流形成提供了充分的固体物质。

本区地处暖温带半湿润半干旱气候区。虽年降水量仅 445mm ,但降雨强度大而集中,6~ 9月降雨量占年降水量的 66% 。日降雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的暴雨平均五年出现一次,日降雨量 $\geq 25\text{mm}$ 的大雨平均每年出现两次以上。流域内日最大降雨量 87.6mm ,十分钟降雨量 30.0mm 。陇南地区形成泥石流所需的最小雨强(成泥雨强) $15\sim 20\text{mm}/\text{h}$ ^[1],因此本流域降雨指标都超过了形成泥石流的临界降雨量指标,极易诱发泥石流。

2 泥 石 流 特 征

2.1 泥石流频率和规模

关家沟泥石流汇流快,洪峰流量大。据调查访问,流域内每年都有小规模泥石流发生,较大规模的泥石流三至五年发生一次。1982年8月6日发生的那次泥石流规模,与史料记载的其他三次大泥石流规模相比,其和1914年那次泥石流规模相当,而小于1780年和1852年那两次泥石流规模。这就是说1780~1995年四次灭顶之灾泥石流中,1982年那次泥石流排行第三,频率为五十年一遇。

1982年那次泥石流是由下游不足 10km^2 内的降雨所致,中上游只降了小雨,沟道来水很少。下游的李家沟处可见,1982年那次泥石流洪痕推断:过流断面 55.4m^2 ,最大泥深 7.7m ,流量 $353\text{m}^3/\text{s}$ 。

2.2 泥石流的容重

关家沟泥石流容重较高,为 $1.90\text{t}/\text{m}^3$;支沟李家沟泥石流受滑坡补给,容重 $2.23\text{t}/\text{m}^3$,其他支沟和主沟基本一致,泥石流容重 $1.80\sim 1.90\text{t}/\text{m}^3$ 。

主沟泥石流容重处于亚粘性泥石流指标之内($1.80\sim 2.00\text{t}/\text{m}^3$),且流体中的细粒物质远远少于典型粘性泥石流的细粒物质。因此关家沟泥石流主要以两相流方式运动,属水流挟带泥沙的范畴。

2.3 泥石流组成特征

关家沟泥石流颗粒粗大,细粒含量低。与陇南武都^[1]和云南东川^[2]的泥石流相比,粒径 $\geq 20\text{mm}$ 和 2mm 粗颗粒含量较高,而细颗粒含量明显较低,其中粒径 $< 0.5\text{mm}$ 的颗粒含量仅为另两地的 $1/5$ 左右, $< 0.1\text{mm}$ 的颗粒含量不足 $1/8$ 。由于关家沟泥石流中细颗粒成分少,因此搬运泥沙的液相容重很低,挟沙能力也较低。

3 泥 石 流 治 理

3.1 治理原则

为确保城区安全,兼顾其他治理要求,关家沟泥石流防治中贯彻以下原则:全面规划,综合治理;治沟与治坡相结合,以治沟为主;工程措施与生物措施相结合。

治理泥石流既要通过生物水保措施拦蓄水流,减少坡面冲刷,又要用工程措施稳定点状重点固体物质补给源。对以保护县城为目的的泥石流治理工程,不应按一般水土保持对待,而应作为重点工程全面规划,综合治理,使其发挥更显著、更长期的减灾防灾效益。

工程治理的重点在于治沟并结合地形条件统筹兼顾,采取“稳固”、“拦挡”、“护排”、“疏导”措施。由于流域内泥石流固体物质补给是:滑坡、沟岸崩塌及沟床物质,因而“稳固”是重点,排导为辅助工程。

生物措施的重点是治坡、稳坡固土,改善流域生态环境,使森林植被起到保水固土,削减洪峰流量,减少形成泥石流水动力条件,以控制其规模、减轻其危害。

3.2 工程防治方案

3.2.1 防治标准

泥石流工程的防治标准,目前尚无规范.根据泥石流危害对象主要为县城,且泥石流灾害具毁灭性,考虑历史上已发生的泥石流规模,结合区域防洪标准,参照有关规范、手册的标准,采用五十年一遇的标准设计,百年一遇校核.

3.2.2 工程设计中的有关参数

1)泥石流容重 反映了流体的含沙浓度,它受泥沙补给和沟床输沙能力的共同控制.采用陇南地区的经验公式^[3]计算泥石流容重

$$V_c = 1.1A^{0.11},$$

式中 A 为单位面积固体物质补给量($\text{万 m}^3/\text{km}^2$).显然式内主要反映产沙能力.因此对计算结果要按沟床条件作适当修正.

2)泥石流流量

$$Q_c = Q_B(1 + O)D,$$

式中 Q_B 为清水流量; D 为堵塞系数,取 1.00,因为沟道内堵塞现象较轻微; O 为泥沙系数,

$$O = (V_c - 1)/(V_H - V_c),$$

式中 V_H 为泥沙容重.

3)冲击力 是破坏工程构筑物的主要作用力之一.它的大小与泥石流容重和流速等有关,它要经多次试算才能完成.冲击力(t/m^2)

$$F = K V_c V_c^2/g,$$

式中 K 为系数,在 2.5~4.0 之间,取 3.0; g 为重力加速度; V_c 为流速,

$$V_c = m_c H_c^{2/3} I_c^{1/2},$$

式中 m_c 为沟床糙率系数($1/m_c$), n_c 为糙率; H_c 为平均泥深或水力半径; I_c 为沟床比降.

3.2.3 工程类型及规模

本着就地取材,便于施工的原则,合理利用沟道中的块石和沙砾,采用浆砌块石拦挡坝和排导沟.

在对实体拦挡坝受力分析的基础上,对其断面进行优化.一般坝顶宽 2~3m,坝高 10m,背水坡 1.0:0.1,迎水坡 1.0:0.3.溢流口用梯形断面,边坡 1.0:0.3,宽度及深度由地形、泥深定,主沟拦挡坝溢流口宽 20m(支沟 6~8m),深 1.5~3.0m.坝体两侧伸入山体的宽度:基岩取 1.0m,非基岩取 2.0m.基础埋深:坝高 < 10m 按 4m 设计,≥ 10m 按 5m 设计;根据需要增设副坝和齿墙.实体工程的抗滑安全系数 ≥ 1.2,抗倾安全系数 1.3~1.6,基本符合有关规范要求.

3.2.4 工程的平面布设

由于关家沟流域面积较大,固体物质补给区分散,拦挡坝不能集中布设成群坝.14 座拦挡坝分布在主沟及 6 条支沟中,除大沟的 2 座拦挡坝外,其余各坝或由于相距太远或由于地形太陡,都只能布设呈单坝(图 1).

3.3 生物防治方案

作为泥石流综合治理的组成部分,生物措施是一项必不可少的措施.在坡度 ≥ 35° 的坡地上采取封山育林,在坡度 35°~25° 山坡上采用退耕种草、种树等方法营造水源涵养

林、用材林;在条件较好的地段营造经济林。

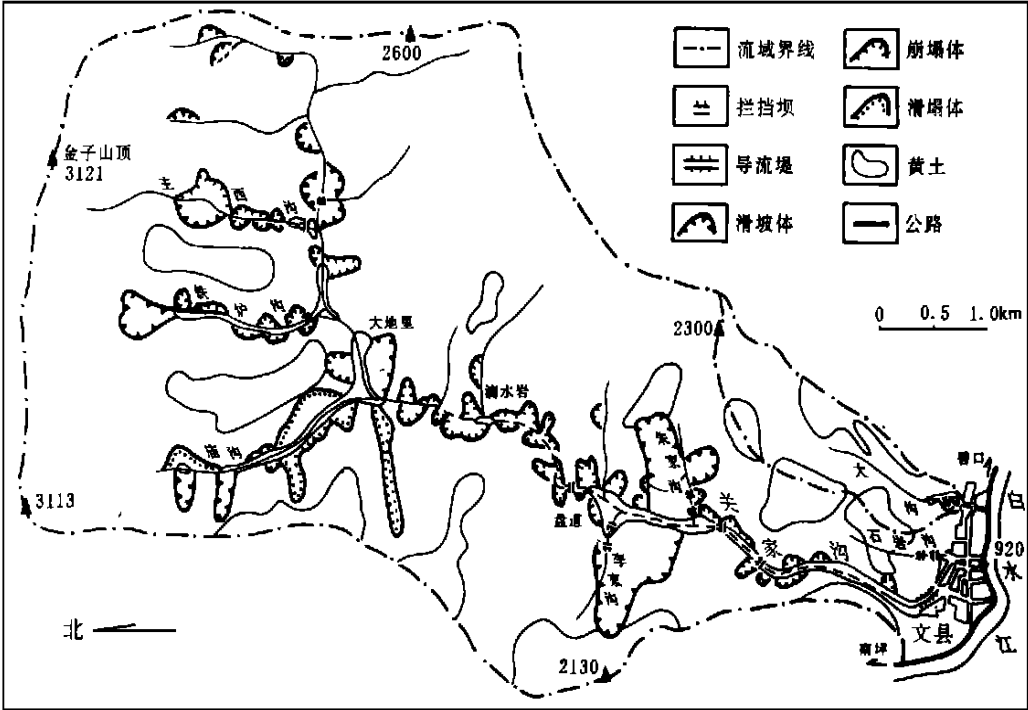


图 1 关家沟泥石流治理工程平面布置图

Fig. 1 Schematic plan view of position of debris flow protected engineering in Guanjia Gully

4 预期效益

- 1. 保护文县县城 2. 3 万人的生命安全和 2 亿多元资产,保护流域内及白水江沿岸 13 个自然村近万人安全和 1 000hm² 农田;保证甘川公路畅通.
- 2. 改善生态环境,美化关家沟及北山风景,为全县提供一个旅游 休憩的场所.
- 3. 发展林果 养殖、木材加工业,增加稳产高产农田,每年可创产值 200 多万元.
- 4. 关家沟泥石流治理后从根本上可消除人们的恐惧心理,使之坚守岗位,搞好本职工作,安居乐业,有利于社会稳定和政治稳定.

参 考 文 献

[1] 中国科学院兰州冰川冻土研究所,甘肃省交通科学研究所. 甘肃泥石流. 北京: 人民交通出版社, 1982. 14~ 18.

[2] 杜榕桓,康志成,陈循谦等编著. 云南小江泥石流综合考察与防治规划研究. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1987. 104~ 105.

[3] 甘肃省交通科学研究所,中国科学院兰州冰川冻土研究所. 泥石流地区公路工程. 北京: 人民交通出版社, 1981. 59.

SYNTHETICAL CONTROL OF DEBRIS FLOW IN GUANJIA GULLY, WENXIAN COUNTY, GANSU PROVINCE

Shi Zhengtao Qi Long

(Lanzhou Institute of Glaciology and Geocryology, Chinese Academy of Sciences Lanzhou 730000)

Abstract

Guanjia Gully is one of the famous debris flow gully in China. There are 18 landslides and $647 \times 10^5 \text{ m}^3$ loosened solid material in the gully. The formation conditions of debris flow are extremely advantageous. In order to protect the farmland, villages, towns, roads and Wenxian Town, a comprehensive prevention countermeasure has been put forward according to formation features and disasters forms of debris flow, which is combining the engineering and biological measures, taking engineering measure as the dominant factor and combining the regulating and drainly measures, taking regulating measure as the dominant factor.

Key words Gansu Province, Wenxian County, Guanjia Gully, debris flow, synthetic control

我国首次出版省区市级滑坡危险度区划图

中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所编制的《1:100万四川省滑坡分布及危险度区划图》(含重庆市),于1996年由成都地图出版社出版。这幅地图用八种颜色印刷,双全开版面,为国内首次编制出版的省区市级滑坡危险度区划图。图上可查出1900余处灾害性滑坡发生的地点、年代及规模、类型,可分析某个地区滑坡分布的特点和规律。为充分反映滑坡分布密度与环境条件的关联,该图标明了相关的地层、地质构造、地震和地貌等分类区划因素,用12项判别因子划分出47个危险度区,并以说明书、附表、插图等对区划方法、危险度分区作了详尽阐述。该图内容丰富,实用性强,在宏观指导城镇建设、生产布局、交通选线、山地灾害评估等方面具有重要参考价值,并提供了科学依据。若需了解图的详情者(单位和个人均可),请与成都市417信箱(邮编:610041)冯海燕同志联系。

中国科学院·水利部成都山地灾害与环境研究所 冯海燕