

[文章编号]1005-9539(2000)增刊-0213-04

西藏拉萨市流沙河泥石流灾害的形成及防治对策^{*}

王作堂

(四川省地勘局九一五水文地质工程地质队, 四川眉山 620010)

[摘要] 较全面论述了拉萨市流沙河泥石流形成的环境条件和危害现状, 进而提出了相应的防治对策。

[关键词] 拉萨市, 泥石流, 防治

[分类号] X4 **[文献标识码]** A

拉萨市位于雅鲁藏布江左岸支流拉萨河畔, 世界上海拔最高城市之一, 距今已有 1 300 多年的历史, 是西藏自治区首府, 全区政治、经济、文化和交通中心。城区面积已达 40 km², 人口 13 万余人。流沙河发育于拉萨市北部嘎木拉一申木拉一带山区, 由北向南注入拉萨河, 为拉萨河的一级支流, 流域面积 105 km², 沟道长 14.73 km。区内分水岭最高海拔 5 458.50 m, 冲洪积谷地最低海拔 3 670 m, 相对高差达 1 788.5 m。地处内陆高原温带半干旱气候区, 多年平均气温 7.13 ℃, 多年平均降水量 428.04 mm, 降水量主要集中在 6~9 月, 占年降水量的 83% 以上。

1 泥石流的形成环境及危害

1.1 泥石流的形成环境

1.1.1 地形条件具备

区内为中一深切割高山区, 总体地形北高南低, 周围山岭海拔均在 4 500 m 以上, 最大高差达 1 788.5 m。具有地形起伏, 岭谷高差悬殊, 沟谷坡降大, 谷坡陡峻, 冲沟密集等特点, 易于形成汇流。流域内冲沟发育, 密度 2.0~4.64 km/km², 地形十分破碎, 谷坡陡峻, 谷坡坡度 22°~45°, 局部地段陡崖发育。沟谷横断面深切呈“V”型, 局部地段呈“U”型谷, 沟岸陡直, 跌水陡坎和滚石跌水陡坎发育(坎高一般 2~5.5 m)。沟谷宽, 上段 1~5 m, 中段 2~12 m, 下段 5~40 m。沟谷平均纵坡降达 200.5‰~246.7‰。这种谷坡地形, 导致沟谷侵蚀下切, 侧蚀作用增强, 赋予泥石流强大活力。

1.1.2 松散固体物质来源丰富

区内固体物质的形成积累过程与地质环境和外营力作用密切相关。在强烈的构造作用下, 岩石裂隙发育, 十分破碎。冰冻崩解、寒冻风化、融冻剥蚀等内外营力, 使岩石风化剧烈, 沟坡上广泛分布坡积物。在重力和水流的搬运下移至坡麓和沟床中, 坡洪积物、坡积物长期积累而分布集中, 储量大, 成为泥石流固体物质的主要来源(表 1)。区内是拉萨市主要的砂、石料建材开采基地, 谷坡破坏严重, 产生的大量废弃土石方直接倾倒在沟谷中, 大大增加了松散固体物质储量, 成为泥石流物源的又一重要组成部分。为该区泥石流提供了丰富的松散固体物质达 568.19×10⁴ m³, 分布模数 14.59×10⁴~27.60×10⁴ m³/km²。坡洪积物、坡积物占固体物质总储量 70.1%~96.5%, 人工废弃土占固体物质总储量的 18.2%。固体物质补给方式主要为坡面侵蚀(面蚀、沟蚀)和沟床揭底。

表 1 流沙河泥石流松散固体物质储量表

沟名	夺底沟	沙音雪玛沟	巴隆贡巴沟
松散堆积物			
沟床堆积(10 ⁴ m ³)	9.28	2.26	4.62
重力堆积(10 ⁴ m ³)	0.63	2.19	0.20
采石弃土(10 ⁴ m ³)	4.00	19.54	
坡积(10 ⁴ m ³)	44.60	8.02	23.15
坡洪积(10 ⁴ m ³)	112.70	75.20	35.80
总计(10 ⁴ m ³)	397.13	107.21	63.85
分布模数(10 ⁴ m ³ /km ²)	15.34	14.59	27.60

* [收稿日期] 2000-01-13

[作者简介] 王作堂(1955—), 男, 高工, 总工办主任。

1.2.3 水动力条件的促进作用

流沙河泥石流的水源主要来自暴雨产生的坡面迳流和沟道迳流,地下水对泥石流的形成也有一定的促进作用。区内多年平均降水 428.04 mm,降水主要集中在 6~9 月,占年降水量的 83%以上,而 7~8 月的降水量占雨季降水量的 65%。雨季降雨以大雨、暴雨为主,雨量集中,历时短,一日最大降雨量一般 25 mm 以上,最大达 61.7 mm(图 1)。据气象资料统计,从 1952 年到 1995 年 44 年间,一日降雨

量在 30 mm 以上就达 26 次,当一日降雨量在 30~50 mm 时,就暴发泥石流。雨季开始,洪水携带大量泥沙和粒径小于 5 cm 的砾卵石,山洪和小规模泥石流开始出现,但发生频率低,规模小;进入 7、8 两月,随降雨量的增加,泥石流发生的频率、规模随之增大,是一年中泥石流爆发的高峰期。这种历时短、强度大的单点局地性暴雨,是区内形成灾难性泥石流的主要激发因素。

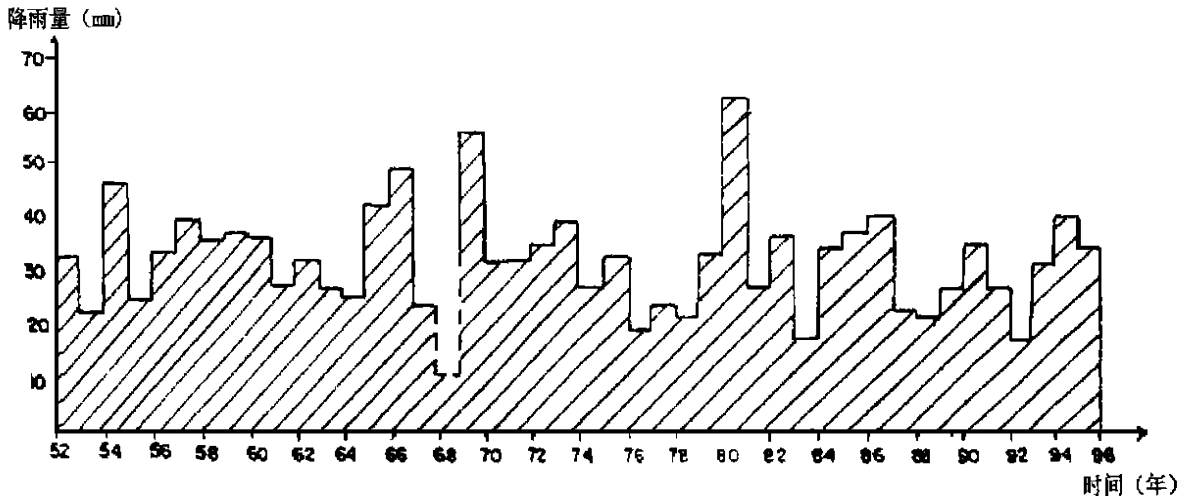


图 1 历年一日最大降雨量直方图

尽管当地年降雨量不算很大,但降雨集中,加之流域内地形陡峻和沟谷形态对泥石流的形成甚为有利,源头和上游具有开阔的汇水面积,储备有大量的松散固体物质;中游峡谷段泥石流运动加速,提高了泥石流的运动速度和冲刷力,破坏性逐渐增大。

1.2 泥石流危害及其特征

流沙河泥石流在历史上曾多次给拉萨市北郊造成危害。目前沟域环境条件下产生的危害区为拉萨市北郊城关区,是拉萨市城市发展规划的主要区域,有城关区和夺底乡的三个自然村,人口约 12 966 人,民房村舍密布,耕地面积 4 394 亩^①,灌溉渠道纵横;主要企事业单位有武警指挥学校、武警仓库、运输大队、警察学校、拉萨监狱、拉萨市物资局仓库、拉萨市农机仓库、机电设备公司、金属材料公司、城建局采石场、江山化工厂等十余家,各类建筑物密集;夺底乡至拉萨城区碎石公路 3.8 km,桥梁等 4 座,一旦爆发大规模泥石流,将会造成直接经济损失达 12 460.04 万元,12 966 人的生命及财产受到严重威胁。

区内泥石流危害方式主要是对堆积区及前缘分布的建筑物、耕地、水利设施、公路、桥梁等进行冲击、侵蚀和掩埋及洪水淹没、淤积等。按其危害程度及范围划分为重点危害区、一般危害区和威胁三个危害程度分区(表 2)。

2 泥石流防治对策

2.1 治理工程现状及其效果

流沙河泥石流的频繁发生,给拉萨市人民带来了巨大的经济损失。历年来,当地人民背草皮、垒沙堤与泥石流作抗争,但成效甚微。1975 年国家和地方政府花大力气动用大量人力、物力和财力,建成了东干渠、北干渠和总干渠新河道近 5 km,两条沟系洪水被归到新河道,流经拉萨沼泽地后注入拉萨河。在沙音雪玛沟、巴隆贡巴沟和夺底沟陆续修筑了一些防治工程,工程类型以围堰堤、排导堤、分流堤、拦砂坝、丁坝、停淤场(沉沙池)等为主。但现有泥石流防治工程存在有以下几方面明显不足:

① 1 亩=1/15 ha。

表2 泥石流危害程度分区特征表

项目	危害方式	危害程度分区特征		
		重点危害区	一般危害区	威胁区
流沙河	冲刷淹没	位于下游堆积区,面积 $120 \times 10^4 \text{ m}^2$,危害形式以冲刷淹没为主。泥石流爆发,将冲毁防洪大堤 2 km,桥涵 2 座;淹没公路 1.8 km,企事业单位建筑 $4.6 \times 10^4 \text{ m}^2$;约 2 090 人生命财产安全受到威胁。	分布于堆积区左侧,面积 $341.35 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。在一般情况下危害不大,在特大暴雨年份泥石流,将对夺底乡一村 350 人,民房建筑 $1.88 \times 10^4 \text{ m}^2$;企事业单位建筑 $6.45 \times 10^4 \text{ m}^2$;居民 3 360 人;耕地 3 295 亩造成严重危害。	位于堆积区前方,面积 $278.75 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。泥石流堆积物影响到该区,如不对泥石流实施治理,将对北郊企事业单位 $5.15 \times 10^4 \text{ m}^2$ 建筑、居民 3000 人等产生危害,并严重威胁拉萨市区。
沙音雪玛	冲刷、淤埋	面积约 $107.55 \times 10^4 \text{ m}^2$,以冲刷、淤埋为主。泥石流爆发,将冲毁企事业单位建筑 $5.7 \times 10^4 \text{ m}^2$;淤埋排洪道 625 m,水渠 1.0 km,水塘一个;约 3 350 人的生命财产受到威胁。		
巴隆贡巴	冲刷、淤埋	面积约 $10 \times 10^4 \text{ m}^2$,以冲刷、淤埋为主。泥石流爆发,将冲毁夺底乡三村村舍 $1.84 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、桥涵 1 座;淤埋排洪道 625 m;424 人遭受严重威胁。	面积约 $38.75 \times 10^4 \text{ m}^2$,一般气候条件下危害不大,若遇灾害性气候,将冲毁、淤埋公路 0.8 km、耕地 187 亩造成危害。	面积约 $17.5 \times 10^4 \text{ m}^2$,泥石流堆积物影响该区,如不对泥石流进行治理,一旦大规模爆发泥石流,对企事业单位建筑 $0.6 \times 10^4 \text{ m}^2$,耕地 94 亩都将产生危害。
夺底沟	冲刷、淤埋	面积约 $22.5 \times 10^4 \text{ m}^2$,以冲刷、淤埋为主。泥石流爆发,将冲毁夺底乡二村村舍 $2.26 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、桥涵一座;淤埋排洪道 550 m;严重威胁 492 人生命财产安全。	面积约 $21.0 \times 10^4 \text{ m}^2$,一般气候条件下危害不大,若遇灾害性气候,将冲毁公路 1.2 km、水渠 2.75 km、水塘 2 个,耕地 818 亩。	

a. 现有防治工程设计由于缺乏对泥石流的研究和勘察资料,多为临时“救急”工程,致使现有工程多处被毁坏,甚至产生次生灾害。如巴隆贡巴沟排洪道,由于设计不合理,固体物质停积严重。每年都要组织大量人力进行清淤;天葬台一带防洪堤的直挑“丁”坝因设置欠妥,不仅没起导流作用,反而起到引流冲堤的作用,绝大部分直挑“丁”坝垮塌或被冲毁,严重危及大堤的安全。

b. 设计标准过低,现有防治工程设计标准仅为 10 年一遇($P=10\%$),与流沙河泥石流发展趋势不相适应,难以治理较大规模的泥石流。

c. 治理工程施工质量过低,多数为干砌块石,达不到泥石流灾害治理工程质量要求,常被泥石流、洪流冲垮,据统计现有治理工程被毁达 14 处,总长度达 1 528 m。

4. 现有治理工程缺乏统一的,强有力的监护管理,部分工程遭受人为破坏。流沙河天葬台一带的防洪堤,上段近 700 m 的护堤块石被搬走,使该段护堤失去工程作用,造成严重隐患。

1.2 泥石流灾害治理工程方案

流沙河泥石流对拉萨市的危害(威胁)是巨大的,虽然采取了一定的措施和方法进行治理,但治理工程尚难以完全确保拉萨市的安全,还存在着严重

的隐患,严重影响着该区的社会经济发展和藏族人民安居乐业。

针对流沙河泥石流发育特点,在治理措施上应立足于长期防治,对泥石流灾害进行彻底根治,单一的治理措施难以达到效果,应采取工程治理与生物治理相结合的综合防治工程措施,才能有效地控制泥石流的进一步发展,进而最终消除危害。

2.2.1 工程治理措施

①拦截停淤:针对沟域内松散固体物质分布较集中,且主要分布于沟谷中下游及支沟堆积区的特点,在泥石流形成一流通区沟谷区利用拦挡工程(拦砂坝、谷坊坝)抑制泥石流发育,控制泥石流规模,起到拦砂节流,固床护坡和控制泥石流危害的作用。在巴隆贡巴沟、夺底沟布置修建拦砂坝(谷坊坝)(表 3)。

②排导分流:在已有排洪道、导流堤基础上加固、改造,增设分流堤、“丁”坝、防冲横肋等工程,控制泥石流行经及冲刷,减少危害。

2.2.2 生物防治措施

流沙河流域泥石流固体物质主要来源于花岗岩风化层和第四系松散堆积体的侵蚀及沿沟床线蚀作用。松散物质以含砾石的亚砂土为主,分布高程 3 800 m,年相对湿度 $26\% \sim 70\%$,较适合乔、灌、草

表 3 泥石流灾害治理工程规划表

治理工程部位	工程措施及规模	工程作用分析
巴隆贡巴沟	泥石流堆积区后缘及前缘修筑两座拦砂坝,长分别为 100 m、70 m。	提高侵蚀基准面,稳定松散固体物,拦挡泥石流固体物质。
	修复加固现有排导堤 3 处,长 32 m。	充分利用现有治理工程,发挥其工程作用,确保泥石流固体物质顺利通过。
	排洪沟道加防冲横肋 15 条共 52.5 m。	
	清除排导堤内淤积的固体物质,总方量 525 m ³ 。	确保沟道畅通。
夺底沟	在右侧冲沟修筑谷坊坝 7 座,坝高 3 m,每座长 15 m,共计 105 m。	稳定沟床和松散固体物源。
	全段新修左侧排洪道,总长 550 m。 在新修排洪堤内加修防冲横肋 10 条,高 0.5 m,长 7 m,总计 70 m。	充分发挥现有治理工程的作用,稳定沟床,确保泥石流畅通,保证排洪道的安全。
沙音雪玛沟	水库尾水入口处修筑分流堤,长 150 m。	维护和改造现有治理工程,充分发挥作用,确保泥石流固体物质停淤,并顺利通过排洪道,确保下游安全。
	修复加固排洪道,长 36 m。	
	停淤场出口处的排洪道内修筑防冲横肋 10 条,100 m。	
流沙河中段	修复加固排导堤 900 m。	充分利用现有治理工程最大限度地发挥作用。
	改修丁坝 40 座,总长 120 m。	改变水流方向,使人工堤免遭侵蚀。
	天葬台附近修建分流堤,长 300 m。	束窄河道,加速水流,稳定河床,减小洪流在该地段停淤。

等植物生长。因此在保护好现有植被的基础上沿沟

岸、平缓沟坡地带营造防护林,发挥植被保持水土,调节径流等功能,与工程措施配套,达到预防和抑制泥石流的发生或减小泥石流规模,最大限度减轻危害程度的目的。

①流沙河下游河滩、河道两岸,随时都有被洪水冲(淹)的危险,该地带水份较充足,土壤以含砾卵石的砂土为主。应规划为薪材林地,目的在于稳定河床两岸水土。

②流沙河及各支沟冲洪积或坡洪积斜地土层较厚,一般 3—15 m,土壤较干燥、松散,以砾石砂土为主。应规划为防护林固坡区,减轻坡面径流对斜坡的冲刷。

③八勒神杂至采石场一带的山间宽谷,地势平缓,水源方便,目前主要为耕地,但因产量过低,耕种价值不大,局部耕地已荒芜,应退耕还林,可将该地带规划为经济林木地,既能增加居民收入又能对泥石流起到一定的防护作用。

3 结束语

拉萨市流沙河泥石流灾害对拉萨市城市安全构成严重威胁,急需对其进行全面治理。对该泥石流的防治主要采用工程治理,以输排利导和拦截停淤相结合的综合防治措施,才能消除危害。同时,辅以生物工程措施,保持水土,改善环境,阻止泥石流的发生。对保障拉萨市的城市和人民生命财产安全,繁荣民族经济,巩固藏汉民族团结,稳定社会秩序无疑有着十分重大的意义。

[参 考 文 献]

- [1] 国家防洪抗旱总指挥部办公室,中国科学院,水利部成都山地灾害与环境研究所,科学出版社,1994.
[2] 周必凡,等.泥石流防治指南[M].科学出版社,1991.

THE FORMATION OF DEBRIS FLOW IN LIUSHAHE, LASA, TIBET, AND ITS PREVENTING COUNTERMEASURES

WANG Zuo-tang

(915 Hydrogeology Team, Sichuan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, China)

Abstract: The forming condition of debris flow in Liushahe, Lasa, and its present harmful situation were discussed in the paper. Corresponding countermeasures to prevent the harmfulness of debris flow were proposed.

Key words: Lasa; debris flow; prevention