

# 孟宗沟小流域泥石流特征及其防治对策

王海宁 赵明

(青海省水土保持局·西宁市·810001)

**摘要** 该文通过对长江源头地区典型试点小流域——青海省玉树县孟宗沟流域泥石流成因的调查分析,认为造成该地区泥石流的主要原因除地质、地形、土壤、降水、植被和人为因素外,还与冻融侵蚀和降水形式关系密切,根据该流域泥石流的特征及危害,提出了治坡与治沟相结合的综合防治体系,使泥石流灾害减轻到最低程度。

**关键词** 长江源头 泥石流 成因 危害 防治体系

## The Characteristics and Countermeasures of the Mud-rock Flows in the Menzonggou Watershed

Wang Haining Zhao Ming

(soil and water conservation Bureau of Qinghai province, Xining 810001)

**Abstract** The soil and water loss in the source of the yangtze river is paid attention gradually in recent years. It is not only widespread in whole watershed but also very serious in parts. Mud-rock flow is the common serious erosion form and has some special erosion characteristics, so it is necessary to adopt some special measures to control it. Through the investigation to the cause of mud-rock flow in the Menzonggou watershed in yushu county of Qinghai province, it is considered that the main causes are not only geology, landform, soil, rainfall, vegetation and mankind factor but also melting erosion and rainfall forms. According to the danger and characteristics of the mud-rock flows in this watershed, the comprehensive control system for controlling gullies in combination with controlling slopland is put out to decrease the disasters to least.

**Key words** the source of the yangtze river mud-rock flow cause of formation disaster system of prevention and control

孟宗沟小流域地处长江源头高寒牧区的青海省玉树藏族自治州玉树县境内,属于泥石流发育、爆发频繁的沟道。位于沟口的县直机关和当地群众的生命财产长期以来遭受泥石流的袭击和威胁。为此,水利部长江水利委员会和青海省水土保持局对该流域进行了考察,并与州、县有关部门共同制定了泥石流综合治理规划和各单项工程的设计,把该流域作为探索长江源头高寒牧区水土流失综合治理的试点流域,于1990年开始实施治理,至1994年完成,历时5年,取得了明显的效益。

## 1 流域概况

孟宗沟流域系长江一级支流,巴塘河的一条支沟,流域面积 $20.07\text{km}^2$ ,海拔 $3\,740\sim 4\,838\text{m}$ ,属玉树县结古镇先锋村,110户,463口人,耕地152亩,牧草地 $24\,147$ 亩,大牲畜93头,牦牛1 915头,羊2 176只,人口密度为 $22\text{人}/\text{km}^2$ ,是一个以牧为主,牧农结合的地区。

### 1.1 地质地貌条件

流域内地形地貌随喜马拉雅地质运动,山脉隆起,高原上升,形成高山峡谷地貌,相对高差 $1\,098\text{m}$ ,流域顶部平缓,中下游沟坡较陡,属巴颜喀拉山地槽区的金沙江褶皱系,以中性喷出岩和凝灰岩为主,这种地质地貌的特点是:地质结构复杂,岩性软硬相间,物理作用强,基岩层之上为断层破碎带,主要由岩石碎砾和土组成,这是泥石流发生的主要物质来源之一,石砾和土层之上大部分覆盖着厚约 $20\sim 40\text{cm}$ 的高山草原土,这种土壤属于高原地带性土壤,成土因素受地形、海拔、气候和冰川的影响,成土时间不长,处于初期发育阶段,微生物活动较差,化学作用较弱,而物理作用强,土壤基质所形成的胶膜比较原始,所以这种土壤结构遭到破坏后与下层的石砾混合在一起,极易形成崩塌,其原因在于下层基岩的透水性小于上层碎石砾层,由上方渗入的水分沿下层表面渗流,形成很大的水动压力,进一步为崩塌或滑坡创造了较为有利的条件,而且位于下层透水性小的基层处于胶结或半胶结状态,或是由上层渗流水分中含有粘粒,将被滤积在下层的表面,即使极薄或数量很少,但却成为重力侵蚀滑动面上的润滑剂,常对崩塌和局部滑坡起直接触发的关键作用。从地形上看,坡度是地形因素中影响水土流失最为突出的因子,根据 $1/万$ 地形图量测,该流域 $5\sim 15^\circ$ 的坡度占 $39.2\%$ ,流域内长 $1\text{km}$ 以上的沟道4条,主沟道长 $4\,800\text{m}$ ,沟道平均比降为 $78.7\%$ ,而且坡陡坡长,汇流流量大,流速增加,加之沟缘多为崩塌体是泥石流发生的主要动力源。

### 1.2 降水条件

该流域属青藏高原气象系统,冷季为青藏冷高压所控制,长达8个月,冷而干旱,暖季受西南季风的影响,产生了热低压,水气丰富,降水较多,形成了明显的干湿两季,年降水量 $487\text{mm}$ 。从降水的年内时间分布看,其特点是季节性强。10月至翌年5月降水总量为 $108.5\text{mm}$ ,占年降水量 $22.3\%$ ,而 $6\sim 9$ 月降水总量为 $378.5\text{mm}$ ,占年降水量的 $77.7\%$ ;从降水的日分布看,其特点是夜雨多,强度大, $\geq 15\text{mm}$ 的降水次数,夜间占 $90\%$ 以上,暴雨多集中在7、8两月,历时短,强度大,最大 $24\text{h}$ 降水量达 $44\text{mm}$ ,强度为 $1\sim 2\text{mm}/\text{min}$ ,加之流域内土层薄,砂性大,坡陡径流大,暴雨绝大部分流失;从降水形式看,冰雹是一种主要形式,雹中夹雨,或是雹前已充分降雨,再遇强度大的冰雹,是引起水土流失和泥石流最主要的气象条件,该流域处于玉树县最大雹源——格札宗和扎日南九大山两大雹源的下游,这两大雹源的雹云在后杂,自锐等大山再度加强,直下该流域所在地区,最大雹径达 $15\text{mm}$ ,破坏力极强;冰雹加高强度的短历时暴雨,为泥石流的发生提供了充足的水动力条件。

### 1.3 植被条件和人为因素

该流域属高寒灌丛草甸草带和高寒草甸带,受海拔、地形、气候的影响,流域上部局部地区为高寒灌丛草甸,其余大部分为高寒草甸和高山草原(属于非地带性植被)。流域上部以高寒草甸植被为主,优势种有线叶嵩草、高山嵩草、珠芽蓼等,并有部分高山灌丛伴生,主要品种有香叶杜鹃,山生柳、鲜卑禾等;这一区域植被的特点是可食性牧草少,毒草成分多,如龙胆、狼毒、棘豆、唐松草等种类,植被覆盖度多在 $65\%$ 左右,草群高度较低,多在 $3.5\sim 10\text{cm}$ 之间,这主要是由于海拔

高,温度低而造成的。流域中下部为高山草原植被,优势种有针茅、垂穗被碱草、珠芽蓼、白草、黑穗苔草等,这一区域的特点是人为活动频繁,草地的生产潜力比高寒草甸类大,草群高度也较前者大,多为5~20cm,可食性牧草增多,由于这一区域是主要牧业经济区,所以超载放牧又造成这一区域的草场退化,使植被覆盖度降低,植被覆盖度多为50%左右。人为因素对泥石流的影响,在这个流域中主要表现在:一是超载放牧造成草场退化沙化;二是陡坡草场遭牲畜践踏,形成山剥皮;三是燃料俱缺,滥砍滥伐;四是开山采石,破坏草场。受海拔、气候、土壤的影响,该流域生态环境非常脆弱,植被生长也非常缓慢,草场载畜量仅为0.074羊单位/亩,而且由于超载放牧,致使植被遭到破坏,草场退化、沙化,植被很难恢复;有些地方,由于坡度较大,遭牛羊等牲畜踏践后,大片草皮已遭剥落形成山剥皮,裸露的土壤与下层石砾混合在一起,有些地方已开始滑塌。流域的上部仅有的一点灌丛也被牧民砍走用作燃料,开山采石,不合理地猎取资源等。人为的破坏加之社会经济活动,加重了流域的水土流失,使生态环境处于恶性循环之中,致使滑塌、崩塌频繁发生,这些都是造成泥失流的潜在因素,一遇暴雨坡面产流汇流快,山洪挟带着坡面和沟内的土石一起而下,形成灾害性泥石流。

## 2 泥石流的特征及危害

### 2.1 泥石流的特征

该流域泥石流的特征既具有普遍性,也有它的特殊性,普遍性就是它也属于暴雨型泥石流,而它的特殊性除了上述的地质、地形、降水、植被和人为因素外,它还有一个很重要的造成泥石流的因素是冻融侵蚀,由于它所处的特殊地理位置,其特点是海拔高、温度低(年均气温 $2.9^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 $-26.1^{\circ}\text{C}$ ),冬季长达8~9个月,无绝对无霜期,每年10月冬季来临,土层结冻至翌年4月底5月初气温变暖,土层开始解冻,大量融雪水带着沙土流向沟内,草被下层的砾石经冻融膨胀松动,特别是气温升高,冻层消融,夜间又结冻,如此反复多次,松动后的砂砾石既造成了局部崩塌,也是泥石流发生的主要物质来源。该流域的泥石流以石流为主,据调查,泥石流的固体成分中,砂砾石占60%,大块的碎石占30%~35%,土仅占5%~10%。

### 2.2 冻融侵蚀

该流域冻融侵蚀的主要亚类有冻融泥流侵蚀和冻融蠕动侵蚀,主要分布于流域中上部含水量较多的由松散物质组成的斜坡上,它的侵蚀原因主要在两个方面,一是降水;二是冻融。

降雪对水土流失的影响,主要表现在融雪水形成的地表径流上,它取决于积雪融雪的过程和性质,该地区冬季长达8~9个月,且属于多雪地区,降雪后常不能全部融化而形成积雪,受到风力的再分配和地形的影响,常在背风的斜坡凹地堆积较厚,翌年春天融雪时将产生不同的融雪速度和不等量的地表径流,尤其是当表层融化后而底层仍在冻结,融雪水不能下渗,形成大量的地表径流,引起严重的水土流失。

在某些由松散物质组成的坡面,冻结和解冻对重力侵蚀作用也有直接影响,在土壤含水量大,或有地下水渗出,或土壤石砾、基岩层面上有水流的情况下,冬季冻结,春季表层首先融化,使土体水分饱和并软化,而下部仍然冻结,形成隔水层,上部被水浸润的土体成流塑状态,顺坡向下流动,蠕动或滑塌,形成泥石流。

海拔高,气温低,寒冻风化强烈,夏季昼夜温差大,松散层冻融作用频繁,也是该流域冻融侵蚀的一个特点。

### 2.3 泥石流的危害

孟宗沟流域沟口处于玉树县结古镇先锋村,全村110户,共463人,均为藏族固定住户,沟口直对县邮电局和汽车运输站,并在沟口东侧有东方红电站的引水渠通过,所以每年7、8两个月,一降暴雨,便发生泥石流,泥石流的发生使泥沙、砾石冲进沟口处的村庄家院、机关企业,造成房屋倒塌,牛羊淹死,农地被砂石冲毁的严重灾情。

1987年8月15日下午6h,流域内连降40min混有冰雹的暴雨,引发了泥石流,大量泥沙石块倾刻顺沟而下,冲进了42户牧民家里,造成了12间民房和70多m砌石围墙倒塌,28只绵羊被冲走,17只被淹死,3亩耕地被冲毁。据当地牧民介绍,当时强大的泥石流将他门前一块长1m,宽0.5m,高0.5m的石条冲出40m远。据气象站观测,此次降水量为21.6mm,历时38min,泥石流持续了近4h。事后调查,仅沟口滩地处的碎石、砂砾竟达6000t,造成直接经济损失达20多万元。

1984年8月,因该沟发生泥石流,冲毁了县邮电局3间房屋,县汽车运输站因经常遭受该流域泥石流的冲击,不断将围墙向后退缩,以致影响到车辆的停放和修理,东方红电站引水渠每年都要为此清淤几次。泥石流的经常发生,已威胁到当地企事业单位和人民生命财产的安全。

## 3 泥石流综合防治体系

孟宗沟流域1990年被列为长江源头高寒牧区水土流失综合治理试点流域后,根据“预防为主,综合防治”的方针,本着“防滑塌、固沟岸,控制沟底下切,提高侵蚀基准,疏而不蓄、层层拦沙、分散径流、延长江流历时,减缓洪峰强度”的治沟工程原则,为逐步控制泥石流的发生,制定了综合治理规划。根据该流域的自然条件和特点,采取了以坡面生物治理为主,与沟道治理相结合的综合治理措施。

### 3.1 坡面治理

坡面治理措施有网围栏封育,网围栏造林,网围栏种草等。在流域中上部,由于土层薄,草场退化,草皮和表层土破坏后难以恢复,为了增加草地的蓄水能力,恢复植被,主要采取的治理措施是网围栏封育,并根据网围栏进行划区轮牧,实行科学计划放牧,治理期间,共完成网围栏封育10500亩,封育后的网围栏,植被覆盖度大部分提高了20%左右,草群高度平均增加10cm,可食性牧草成分也提高10%左右,亩产干草平均增加50.6kg,载畜量明显增加,在流域下部,固土层相对较厚,温度条件较好,为了改变原有径流条件,采取网围栏造林,网围栏种草,并对部分造林地采用水平阶、水平沟、鱼鳞坑等整地形式进行造林,既达到了分散径流,改变局部坡面的目的,也收到了增加植被覆盖度,提高载畜量的效果。治理期间,共完成网围栏造林102亩,网围栏种草1300亩,林草覆盖率净增7.74%,并初步形成了乔、灌、草结合的坡面防护体系。

### 3.2 沟道治理

沟道治理以工程为主,采用围、排、淤、拦工程,主要措施有浆砌石谷坊,铅丝笼拦沙坝、铅丝笼防洪墙等。固、拦主要是浆砌石谷坊工程,它的作用是稳固支沟沟床,拦蓄和固定支沟内的径流和固体物质,防止支沟侵蚀和稳定岸坡,使局部地区发生泥石流的动力条件和固体物质逐步稳定下来,淤、排工程主要是铅丝笼防洪墙,它们的作用:一是大量拦(蓄)淤、冲入沟道中的固体物质;二是来水不蓄,而是通过防洪墙排出去,以减轻或消除泥石流灾害,治理期间共完成谷坊2座计130m<sup>3</sup>,分布在两条汇流较大的支沟内,铅丝笼石坝10座,计1687.6m<sup>3</sup>,分布在主沟道中,采用分层设防,铅丝笼防洪墙22座,长400m,计3638.50m<sup>3</sup>,主要分布在沟口进行疏导排洪,这样的布设既拦蓄了大量的泥沙、砾石,又消减了洪峰强度,使泥石流发生的固体物质基本得到了控制。

### 3.3 工程设计指标

该流域治沟工程采用20年一遇的标准进行设计,防御标准为10年一遇,根据当地特殊情况,冻融侵蚀严重,而且沟口直对村镇,所以不宜过高,主要工程项目指标见附表。

附表 主要工程项目指标

项 目	高(m)	顶宽(m)	长(m)
铅丝笼石坝	2.0	2.0	20~30
铅丝笼防洪墙	2.0	1.5	15~20
浆砌石谷坊	2.5	1.5	/

### 3.4 泥石流防治效益

经过5年的综合治理,孟宗沟流域的综合防护体系已初具规模,治坡和治沟措施的防治效益也逐渐得以发挥,治理后的草地水源涵养能力大为提高,地表径流得到了进一步的控制,全流域治理后土壤、草被总持水量比治理前增加了13万t,土壤持水量比治理前增加1.6%,草被持水量比治理前增加150%,治理后的工程防护措施在调节水源,防止沙石下泄,防止冰川移动,防止泥石流发生等方面也已开始发挥了作用,水土保持工程完成后可蓄水50万m<sup>3</sup>,并可分层截断径流,调节汇流,减缓洪峰。

该流域经初步治理后,泥石流防护效益已见成效,1991年8月10日晚10h25min,孟宗沟连降混有冰雹的大暴雨30min,降雨量23.2mm,引起山洪爆发,洪水卷起沙石浆顺流而下,经各项工程措施的层层拦蓄,绝大部分沙石泥块被谷坊和铅丝笼石坝所拦蓄,流域沟口耕地及群众生产、生活用品无一受损。1991年后至今,流域内综合防治群体作用已得到发挥,从未发生一次泥石流,经治理后的沟口滩地也同时建起了苗圃,并在沟口、铅丝笼石坝之间的砂石滩和冲积扇上进行了客土造林,以彻底改变沟道的自然景观。

(上接第22页)

### 4.1 对公路交通的危害

兰州至盐锅峡公路自新庄到三姓庄5.2km长的线路,依山傍水,紧靠黑台坡脚通行。规模较大的滑坡无不埋没公路,导致断道阻车,尤以焦家河湾滑坡区为严重,曾4次阻断交通,埋没段最长为500m,阻车时间5~20天。黄河大桥北侧红山咀斜坡危在旦夕,如果两个滑坡相继发生,可能危及大桥。另外,停留在半山小冲沟中的滑坡松散物,在雨水浸泡下形成泥流,常年不断地下泄堆积在公路上,对来往车辆和行人造成很大威胁。

### 4.2 对学校工厂和人民生命财产危害

1992年焦家崖头滑坡毁坏埋压电石厂车间与住房,损失达17万元。1989年党川中学后部台缘滑坡,学校受到严重威胁,后经临时削坡,但危险仍存。盐化家属楼后方的方台边缘,山坡陡峭,台沿裂缝贯通呈弧,斜坡不稳,坡脚楼房平房相间,受威胁的居民达3000多人。

### 4.3 对农田水利工程的危害

虽然台地面积大,但人口密集,耕地十分宝贵。滑坡在同一地点多次滑动,每滑一次台缘向后退10~20m。同时台地边缘耕地大范围开裂,向台内的宽度60~250m,横向宽度100~300m,若取最小宽度100m计,则整个台缘有1500亩耕地被废弃。黑方台坡脚迥迁一条长10km多的渠,较大滑坡无不毁埋渠道。7年来先后被滑坡推移和埋没的多达5段,累积长2000多m。两个上水管道4次被滑坡毁坏。如1991年水管站滑坡毁坏上水管道,直接经济损失达10万多元。

总之,滑坡对工农业、水利设施、交通运输的危害是严重的。自1989年以来,滑坡造成直接经济损失达519万元,平均每年损失120万元。其中水利设施损失近60万元,由于塌陷搬家建房耗资460万元,滑坡毁坏上水工程造成减产达30万元,毁坏厂房、断道阻车经济损失44万元。