

四川省冕宁县安宁河流域泥石流

严光辉 李健生 罗世清

(四川省冕宁县水利电力局)

提 要 冕宁县安宁河流域是泥石流多发区,至少有泥石流沟35条。泥石流沟主要分布在安宁河两岸,计25条。流域内的泥石流发育受断裂构造控制。泥石流激发雨强 >50 毫米/小时。泥石流多见于流域面积1—10平方公里和沟床纵比降100—300‰的沟谷内。泥石流危及村庄、农田、公路与铁路。视泥石流的危害程度和规模不同,对流域内的泥石流采取了:1. 特别专项治理;2. 地方重点综合治理;3. 一般简易治理。县上多取后者,并已初步见效。

关键词 四川省 冕宁县 安宁河流域 泥石流

冕宁县处于凉山彝族自治州(后文简称凉山州)北部,横断山区东部,东经 $101^{\circ}38'$ — $102^{\circ}25'$,北纬 $28^{\circ}05'$ — $29^{\circ}02'$ 。全县土地面积4420平方公里,森林覆盖率约65%。

冕宁县安宁河流域在该县东部,就是东经 $101^{\circ}55'$ — $102^{\circ}25'$,北纬 $28^{\circ}08'$ — $28^{\circ}53'$,略呈矩形,东西宽34公里,南北长80公里,流域面积2724平方公里。该流域有人口24万(占全县人口总数的86%),耕地面积173平方公里(占全县耕地面积的85%,其中水田面积96平方公里,占全县水田面积的96%);农业产值占全县工农业总产值的77%以上。京(北京)昆(昆明)公路(108国道)自北往南沿安宁河穿过,成昆铁路在东南部过境。流域之西为雅砻江大拐弯。因此本流域是冕宁县乃至凉山州的粮油生产基地,在当地山区经济建设中占有举足轻重的地位。

流域内属亚热带季风气候,年均温 13.8°C ,1月均温 5.8°C ,7月均温 20.8°C ;年降水量1075毫米,湿季(6—10月)降水量占年降水量的87%;年日照时数2088小时,年日照率47%,太阳辐射强度23.6万焦/平方厘米·年, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4054°C ,无霜期235天,年蒸发量1857毫米,年相对湿度69%。

安宁河发源于冕宁县北部菩萨岗的草海(海拔2502米),向南流99公里,流经县内4个区32个乡镇,在黄土坡(海拔1578米)出境。冕宁县安宁河河床平均纵比降9.3‰,流量123立方米/秒,年产水量26.7亿立方米,年均径流深度770毫米,汛期(5—9月)径流量占年径流量的82%,平均含沙量951克/立方米,年均输沙量47.8万吨,平均输沙率151公斤/秒,侵蚀模数880吨/平方公里·年。

冕宁县安宁河西侧分水岭牦牛山,海拔3200—5000米,其东距河18—23公里;东侧分水岭小相岭,海拔3600—4800米,其西距河8—15公里。安宁河谷地在冕宁县城(海拔1778米)以北多为峡谷,县城—泸沽是宽谷(河床游荡不定),泸沽—秧草坝又是峡谷,再往南复出现宽谷。流域内岭谷高差1000—3000米。

本文改回日期:1990-10-13.

一、泥石流沟的分布

冕宁县安宁河流域内至少有 35 条沟谷暴发过泥石流(图 1)。其中,按泥石流规模大小分:特大型泥石流沟 3 条(11# 浑水沟、12# 照壁山沟、29# 盐井沟),大型 8 条(5#, 6#, 8#, 17#, 19#, 26#, 30#, 35# 沟),中小型 24 条;按流域面积大小分: < 1 平方公里的泥石流沟 3 条, 1—10 平方公里 27 条, > 10 平方公里 5 条;按泥石流危害程度分:危害严重的泥石流沟 3 条,危害中等的 21 条,危害轻微的 11 条;按泥石流体性质分:粘性泥石流沟 12 条,稀性 18 条,过渡性 5 条;按泥石流暴发的地貌部位和形态分:沟谷型泥石流 32 条,河谷型 1 条(26# 洛石河沟),山坡型 2 条;按激发泥石流的因素分:自然泥石流沟 31 条,人为(矿山)泥石流沟 4 条(21#, 28#, 29#, 30# 沟)。

二、泥石流的形成条件

流域内的泥石流主要是由自然因素形成的,其次受人为(采矿)因素影响。

泥石流形成的自然因素主要有以下三点。

(一) 地质构造因素

冕宁县安宁河流域的地质构造对泥石流活动起着控制作用,断裂构造尤为如此。

断裂构造中主要是安宁河深断裂带(照片 1)¹⁾,以及与其相交汇的 2 条北东向断裂。

安宁河深断裂带由北部的菩萨岗进入流域内,沿河南下,在杨福山附近出境。这段深断裂带全长 80 余公里,属区域性长期活动的继承性深断裂带,由 2—3 条断层构成,走向南北,主干断裂倾向东,倾角 70°—85°。破碎带宽度 50—600 米。

深断裂带内地层以古老的脆性破碎岩石(如震旦系火山岩、花岗岩,太古界混合岩化变质岩等)为主,还有上三叠统-下侏罗统白果湾群页岩、砂岩,中上侏罗统红色泥岩,上第三系昔格达组粘土岩、砂岩。据工程地质勘探资料,深断裂带内卸荷带宽度 20—30 米,岩体强风化带厚度 2—25 米,弱风化带厚度 20—35 米,崩滑体最大厚度 30 米。

安宁河深断裂带两侧岩体节理裂隙密度达 30—60 条/平方米,岩体破碎,极易风化。

2 条北东向断裂是:1. 北部的野鸡洞断裂。它把安宁河主干断裂错断 150 米左右,使岩体更为破碎,为发育大型泥石流沟(5# 野鸡洞沟和 6# 彭家店子沟)提供了条件。断裂两侧泥石流相背发育,一侧 3#—5# 沟大致自西向东流入安宁河,另一侧 6#, 7# 沟自东向西流入北茎河。2. 中部的南河断裂。它至少有 2 条断裂在浑水沟(11# 沟)附近与安宁河深断裂带相交,使深断裂带宽度增至 600 米左右,岩体严重破碎。交汇处附近泥石流发育且规模特大,如 11# 浑水沟和 12# 照壁山沟,即为安宁河沿(东)岸 2 条特大型泥石流沟。沿南河断裂本身的西北侧也有泥石流发育,如 14# 瓦厂沟(大石板沟)、15# 草西洛沟等。

由上可见,流域内的断裂构造相当复杂,破碎带宽厚,风化强烈,这为泥石流形成提供

1) 本文照片见刊末图版 II。

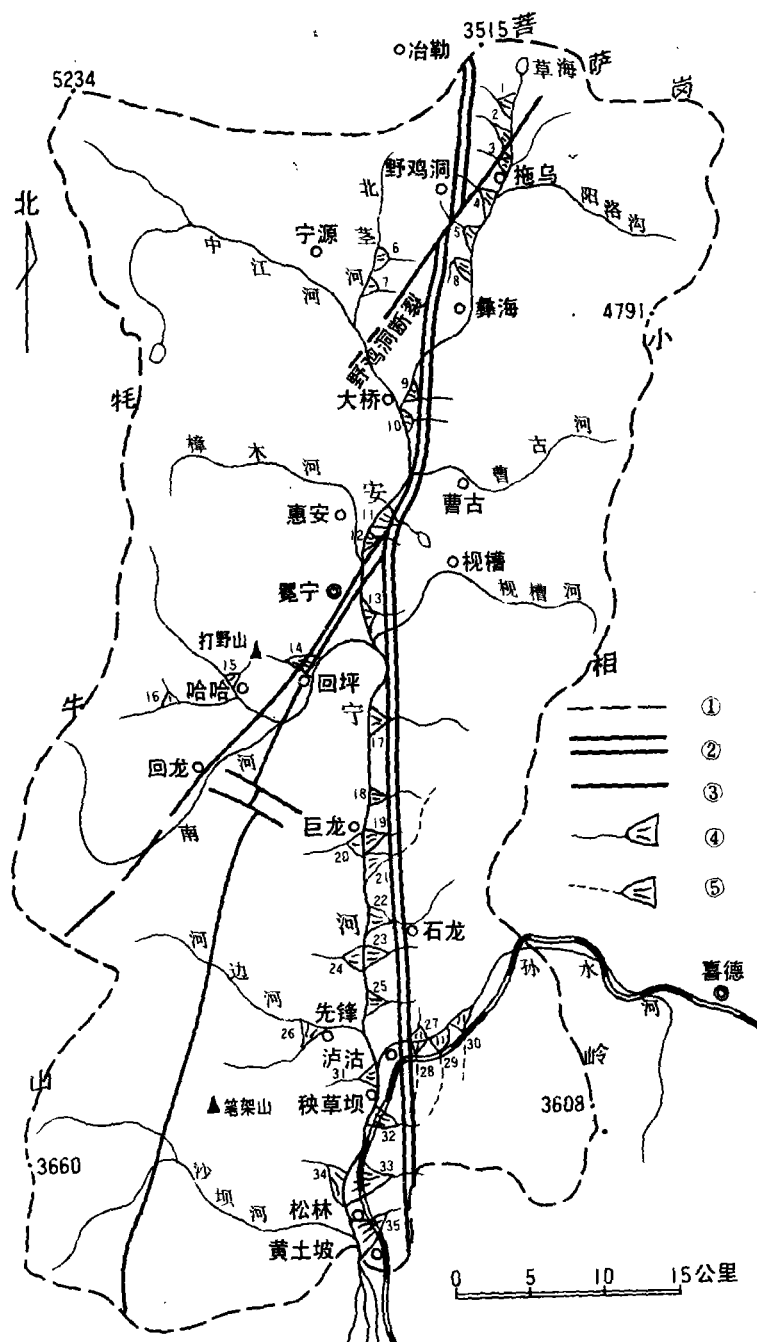


图1 冕宁县安宁河流域
泥石流沟

Fig. 1 The debris flow gullies
in Anning River Basin
of Mianning County

①分水线；②安宁河深断裂带；③断裂；④自然泥石流沟；⑤人为(矿山)泥石流沟。

泥石流沟名：1. 下鲁坝沟，2. 瓦洛沟，3. 小沟尔沟，4. 雀儿窝沟，5. 野鸡洞沟，6. 彭家店子沟，7. 甘家坟山沟，8. 羊坪子沟，9. 树子沟，10. 大干沙沟(小盐井沟)，11. 浑水沟，12. 照壁山沟(寨子沟)，13. 大坟沟(菩萨渡沟)，14. 瓦厂沟(大石板沟)，15. 草西洛沟，16. 拉甲瓦沟，17. 金洞子沟，18. 上白土沟，19. 下白土沟，20. 苍沟，21. 双桥河沟(大热渣沟)，22. 石龙沙沟，23. 野儿塘沟，24. 新阳河沟，25. 大小沙沟，26. 洛石河沟，27. 白居沟，28. 松毛沟和大春沟，29. 盐井沟，30. 汉罗沟，31. 秧草坝沟，32. 沙子坝沟，33. 徐家堡子沟，34. 玉马山沟，35. 高家坪子沟

了充分的固体物质,粘土岩、泥岩、页岩经风化后,可给泥石流提供细粒物质。

流域内断裂构造的复杂性、破碎带的宽窄和破碎程度、断裂交汇与否,控制着泥石流固体物质来量、泥石流的性质和规模、泥石流的活跃程度、泥石流沟的数量和密集程度等。

目前,35条泥石流沟内各自的固体物质储量,少的有数万立方米,多的有一二百万立方米,一般有数十万立方米。

(二) 地 形 因 素

流域内安宁河东西两侧海拔2500米以上高山区,岩体较坚硬而又完整,森林覆盖率达80%以上,积雪期5—9个月,年降水量虽大(1100—1600毫米),但暴雨强度较小,故一般不易暴发泥石流。

海拔1700—2500米中山区,宽度8—12公里。河西较宽,沟谷较长大;河东较窄,沟谷较短小,加之有深断裂带通过,沟谷内断裂破碎带往往形成圈椅状地形,岩体破碎严重而风化强烈,植被遭人为破坏严重,局地性暴雨强度大、频率高,因而泥石流就多发。

总的看来,流域内在形成泥石流的固体物质储量充分,暴雨强度又足够的情况下,流域面积1—10平方公里和沟床纵比降100—300‰的沟谷,一般容易暴发泥石流。

(三) 水 源 因 素

冕宁县安宁河流域处于九龙低涡东南缘。湿季,季风暖湿气流沿河北上抵菩萨岗受阻,而形成两个降水中心:阳洛沟—冶勒和宁源—樟木,年降水量均在1800毫米以上。再则,流域内岭谷高差1000—3000米,暖湿气流上坡抬升,往往会形成局地性暴雨,暴雨强度大多超过50毫米/小时,个别达特大暴雨强度,因而激发了泥石流。例如,1989年9月4日,流域西南部笔架山区降局地性大暴雨,雨强150毫米/小时,激发了多条沟谷暴发大中型灾害性泥石流,其中有26#洛石河沟、31#秧草坝沟、34#玉马山沟等。1990年6月29日,冕宁县城西南打野山一带亦降局地性暴雨,雨强90毫米/小时,在回坪、哈哈两地多处暴发小型灾害性泥石流,其中有14#瓦厂沟、15#草西洛沟、16#拉甲瓦沟等。

安宁河支流流过断裂破碎带形成圈椅状地形时,均有地下水出露,且以断层和层间下降泉为主,流量大多变化不大(1—10升/秒),对松散固体物质起液化和润滑作用,增强了激发泥石流的水动力条件。

上述三个因素结合得最佳的典型是浑水沟(11#沟)。

浑水沟位于断裂交汇处,泥石流频繁暴发。它在小相岭西坡,宁源—樟木降水中心的东南缘。1982年9月5—22日降雨236.5毫米,其中17—20日降雨100.7毫米,21日仅降1.5毫米。形成区两岸滑下固体物质方量170万立方米,堵沟后溃决。1982年9月21日15时20分暴发粘性泥石流(图2)。

浑水沟发源于水海子(海拔2510米,容量200万立方米,出水口向西,丰水期出水量0.35—0.50立方米/秒),汇入安宁河(海拔1843米),流域面积3.6平方公里,全长3000米,纵比降222‰。清水沟段高差250米,长1387米,纵比降180‰,两岸岩体为流纹岩;泥石流沟段海拔2260—1843米,长1613米,纵比降259‰。泥石流形成区Ⅰ段(断裂破碎带,照片2),形成区Ⅱ段,流通区,堆积区的高差、长度、纵比降分别为:196米,621米,312‰;126米,542米,233‰;80米,371米,216‰;15米,79米,190‰。

1982 年浑水沟泥石流特征值有:容重 2.1—2.2 吨/立方米,龙头高 19 米(最大爬高 36 米,照片 3),流速 10—12 米/秒,流量 300 立方米/秒,冲出物方量 100 万立方米。

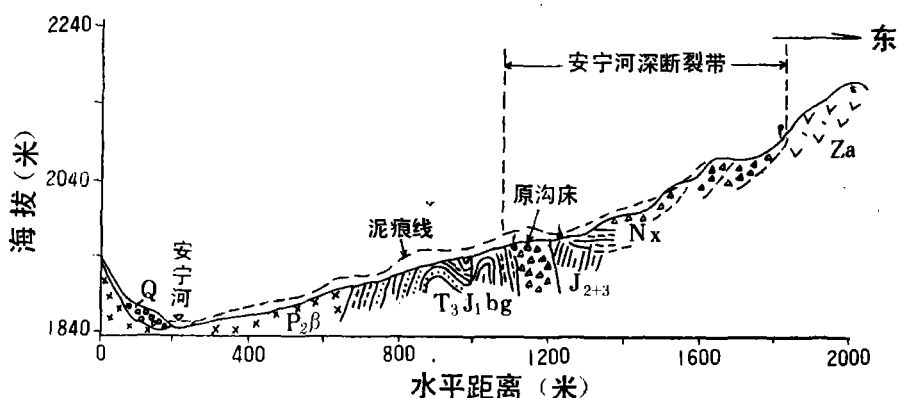


图 2 浑水沟内暴发泥石流沟段的纵剖面

Fig. 2 Cross section at the debris flow reaches of the Hunshui Gully

Za. 下震旦统流纹岩; P_{2β}. 上二叠统玄武岩; T₃J_{1bg}. 上三叠统-下侏罗统白果湾群页岩、砂岩; J₂₊₃. 中上侏罗统泥岩; N_x. 上第三系昔格达组粘土岩、砂岩; Q. 第四系泥石流堆积物

浑水沟, 1983—1986 年平均每年暴发 3 次中小型泥石流, 1987 年泥石流暴发次数最多, 达 17 次; 1988, 1989 年分别为 12 次和 13 次。目前浑水沟内, 坡上松散固体物质 170 万立方米, 沟中 140 万立方米, 均处于危险状态, 有可能再次发生特大型泥石流。

三、泥石流的活动特征

据泥石流的形成条件、活跃程度和沟谷数量, 流域内泥石流的活动可分为三个区。

(一) 西部泥石流稀少区

流域内安宁河西侧几条支流上发育有稀少的泥石流沟(6 条)。除区北的 6#, 7# 泥石流沟外, 区南的 14#—16#, 26# 等泥石流沟都是在 1988—1990 年内出现的, 今后泥石流沟数量还会增加。

本区泥石流既有沟谷型(6#, 7#, 16# 沟等), 又有河谷型(26# 沟), 也有山坡型(14#, 15#)。泥流体容重 1.2—1.3 吨/立方米, 流速 6—9 米/秒, 流量 50—200 立方米/秒, 一次泥石流冲出物方量 1 万—20 万立方米, 每条泥石流内松散固体物质储量 1 万—40 万立方米, 堆积扇上岩相界线清晰。

(二) 中部泥石流密集带

流域内安宁河沿岸发育有泥石流沟 25 条, 其中西岸有 10 条, 东岸是 15 条(内有 1 条矿山泥石流沟, 即 21# 沟)。带内泥石流活跃。

泥石流沟呈东西向, 长仅数百至千余米, 沟床纵比降 100—300 ‰, 流域面积一般 3 平方公里, 沟谷深切。沟内基底以震旦纪以前的深变质岩及火山岩为主, 上覆上第三系昔格

达组松散粘土岩和第四系。带内年降水量 1000—1400 毫米,暴雨强度大,频率高。

沿河泥石流发育程度明显受安宁河深断裂带控制。安宁河在靠近深断裂带一侧泥石流发育。如彝海以北,深断裂带在安宁河西侧,河西有 6 条泥石流沟,河东目前还没有泥石流沟;彝海—黄土坡,深断裂带在安宁河东侧,河东有 15 条泥石流沟,河西只有 4 条。靠近深断裂带一侧泥石流沟内泥石流规模较大,暴发频率高,11#浑水沟属之。

冕宁县城以北安宁河沿岸泥石流沟形成区大多在断裂破碎带内,流通区较长,迫使安宁河向西迁移不明显;以南则堆积扇顶点大多在深断裂带西侧,流通区较短,堆积区呈舌状,其上冲积物和泥石流堆积物交替出现,堆积扇迫使安宁河向西迁移,西岸遭侧蚀明显。

带内以粘性泥石流为主,泥石流体容重 1.7—2.2 吨/立方米,流速 10—12 米/秒,流量 200—300 立方米/秒,一次泥石流冲出物方量 20 万—120 万立方米,每条泥石流沟内松散固体物质储量数十万至一二百万立方米。

(三)东南部人为(矿山)泥石流区

流域内东南部主要指泸沽镇附近的孙水河下游一带。本区有人为(矿山)泥石流沟 3 条(28#—30#沟)和自然泥石流沟 1 条(27#沟)。区内地质构造、地层岩性复杂,矿产资源丰富,具有富铁矿为主的矿山多处。采矿及附属工程建设的弃碴,森林遭破坏而使生态环境恶性退化,造成古泥石流沟复活并演变为灾害性泥石流沟,给成昆铁路、108 国道和泸沽镇 2 万多居民生命财产的安全带来了严重威胁。

本区以稀性或偏稀性泥石流为主,一次泥石流冲出物方量几万至二三十万立方米,每条泥石流沟内松散固体物质储量数万至几百万立方米。

目前,29#盐井沟泥石流综合治理工程已建成并发挥效益,泥石流的活动及灾害受到了控制。但仍有部分泥石流冲出物及孙水河中上游大量泥沙的下泄,使泸沽镇附近孙水河河床累计淤高 1.5—2.3 米,严重威胁镇子本身和 108 国道的安全。

由上可见,流域内泥石流大体沿安宁河深断裂带活动,呈条带状分布,具区域差异性。

四、泥石流的危害及防治

(一)泥石流的危害

流域内人口较为稠密(88 人/平方公里),又是县、州粮油生产基地,还有 108 国道、成昆铁路过境。近 20 年来,随着泥石流暴发频率的增高、泥石流活跃程度的增强、泥石流沟数量的不断增加,泥石流的危害也在日趋加重。据冕宁县各级政府上报和有关部门调查的泥石流灾情材料,兹将本流域泥石流危害举例如下。

1. 1970 年 5 月 26 日 20 时 52 分暴发的 29#盐井沟矿山泥石流,造成死亡 104 人,伤 29 人,毁房 2406 平方米,毁坏道路、桥梁;泥石流还把 25 万立方米固体物质输入孙水河(照片 4),使其下游河床淤高,危及泸沽镇的安全。

2. 1972 年 5 月 14 日 21 时许暴发的 30#汉罗沟矿山泥石流,冲毁农田 235 亩,损失粮食 13 万公斤,淤埋成昆的铁路新铁村火车站(照片 5),中断行车 91 小时余。

3. 1982 年 9 月 21 日暴发的 11#浑水沟泥石流,将固体物质 60 余万立方米输入安宁

河,堵起一道长 485 米、高 8—17 米的坝,使当时流量达 110 立方米/秒的安宁河断流 35 分钟(照片 6),溃坝后坝下游不远的安宁桥水文站、2 座小水电站及大片农田遭殃。

4. 1989 年 8 月 26—27 日 21# 双桥河沟(大热渣沟),在 1 小时内降暴雨 80 毫米的激发下,暴发了泥石流。其殃及 11 个村近 8000 人,淤埋农田 3154 亩,损失粮食 53 万公斤,毁房 63 间,冲毁 108 国道桥梁 1 座,中断行车半月,造成直接经济损失 310 万元。

5. 1989 年 9 月 4 日凌晨,流域西南部笔架山区,在局地性大暴雨(1 小时内降雨 150 毫米)激发下,使多条河谷同时暴发泥石流。受灾人数超过 2 万,淤埋农田 4670 亩,损失粮食 258 万公斤,毁房 1378 间,并危及成昆铁路。

6. 1990 年 6 月 29 日 21—23 时,冕宁县城西南打野山一带,又是多条沟谷同时暴发泥石流。受灾人数 7000 余人,淤埋农田 3115 亩,毁房 271 间,冲走牲畜 640 头,并使 2 所中小学校停课,造成直接经济损失 200 多万元。

(二) 泥石流的防治

由上述泥石流危害情况可见,必须对流域内泥石流进行防治。本流域泥石流防治采取的原则是:统一规划,全面调查,突出重点,分期治理,预防为主,群众性治理、封山育林和保护生态环境为主,生物措施与工程措施相结合,地方政府与铁路、公路、厂矿、驻军相结合,治理经费来源以地方各部门及群众集资为主,国家补助为辅。

流域内的泥石流治理工程,根据泥石流规模、泥石流危害程度、治理经费的来源等,分为如下三种类型。

1. 特别专项综合治理工程(29# 盐井沟泥石流综合治理工程)

在四川省人民政府的领导和支持下,拨款 555 万元,专门用来治理盐井沟泥石流。经 8 年规划、设计和工程施工,治理工程已于 1990 年 9 月通过竣工验收。该综合治理工程累计完成 3 号拦沙坝(高 30 米,砼砌石重力坝,现已拦淤沙石近 57 万立方米),5 号拦渣坝(高 8 米,钢筋砼格栅坝,现已拦蓄粗粒物质约 10 万立方米),潜坝 12 座,导流堤 482 米;生物治理上,采取封山育林、退耕还林和大量植造乔灌木。

经 1988—1990 年三个雨季的考验,工程拦蓄了大部分泥石流固体物质,控制了泥石流规模,减轻了泥石流危害程度,有效地保护了铁路、公路和泸沽镇的安全。

2. 地方重点综合治理工程

11# 浑水沟、14# 瓦厂沟等泥石流综合治理工程属之。这些工程已完成规划、设计,上报待批。其中浑水沟泥石流仍处于活跃期,一旦暴发特大型泥石流,就要危及 1 个水文站,三四座小水电站和大片农田,故综合治理工程显得十分迫切。其实该工程较为简单,仅含 1 个 200 米长的引水隧洞和 2 条排洪渠,概算工程费用 38 万元,预计“八五”计划期间动工,两年建成并发挥效益。

3. 一般简易治理工程

由地方财政与防洪经费资助,对及群众集资投劳,对严重危及村庄、农田、公路及通讯线路等的泥石流沟,采取工程措施(拦疏排导)与生物措施相结合的办法来加以治理。工程治理以简易的浆砌石坝、干砌石坝及导流堤为主,工程量小,投资省,当年修建当年受益。19# 下白土沟、25# 大小沙沟、27# 白居沟等泥石流治理工程属之。

1983—1990 年,在流域内对 7 条泥石流沟进行了一般简易治理。其中 3 条已有效地控制了泥石流活动,拦排工程稳定,林木成荫;3 条减轻了泥石流活动;1 条效益不明显(由主要工程受损所致)。泥石流简易治理已初见成效。

综上所述,泥石流防治需分出轻重缓急,要先易后难来进行,并按工程重要程度、工程量大小和工程难易来采取不同的集资渠道,以达除害兴利的目的。

DEBRIS FLOW IN THE ANNING RIVER BASIN OF MIANNING COUNTY, SICHUAN PROVINCE

Yan Guanghui Li Jiansheng Luo Shiqing

(Water Conservancy and Power Bureau of Mianning County, Sichuan Province)

Abstract

This basin, located at $101^{\circ}55'—102^{\circ}25'E$, $28^{\circ}08'—28^{\circ}53'N$, has an area of $2,724\text{km}^2$. The basin belongs to subtropical monsoon climate. Annual precipitation is $1,075\text{mm}$. The height difference between ridge and valley is $1,000—3,000\text{m}$.

There are 35 debris flow gullies at least in this basin, in which 12 gullies are viscous, 18 ones are micro-viscous and 5 ones are transitional debris flows.

The debris flows are mostly at deep fault zone or cross zones of fault and in these gullies with catchment area of $1—10\text{km}^2$ and gully longitudinal gradient of $100—300\%$. The excited rainfall intensity of debris flow $>50\text{mm/h}$.

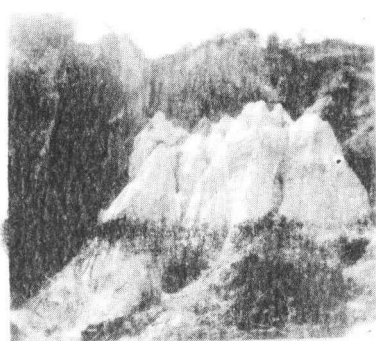
In this basin, the width of the unloaded zone in deep fault zone is $20—30\text{m}$, thickness of strong weathered zone of rock mass is $2—25\text{m}$, the weak weathered zone is $20—35\text{m}$ and the maximum thickness of collapse and landslide bodies is 30m , thus providing a great amount of loose solid material for formation of debris flow.

In the basin, the unit weight of viscous debris flow is $1.7—2.2\text{t/m}^3$, the flow velocity is $10—12\text{m/s}$, the height of tongue of debris flow is 19m , the discharge is $300\text{m}^3/\text{s}$ and the material volume carried by a debris flow is $(2—12)\times 10^5\text{m}^3$.

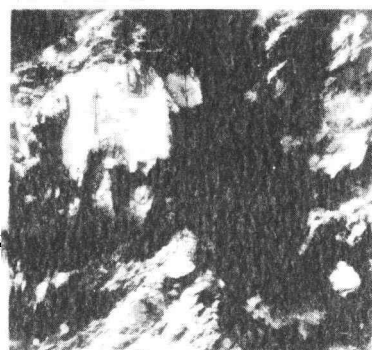
The debris flow gullies are 25 ones, mainly distributed along the Anning River, 15 ones are on east bank and 10 on west bank. The deep fault zone is developed along this river, too.

Debris flow endangered the villages, farmland, highway and railway. According to the scale and the destructive degree of debris flow, the debris flow projects in this basin are classified into: 1. special projects for comprehensively controlling debris flow; 2. major local projects; 3. simply-built projects. The control projects have preliminary effects.

Key words Sichuan Province, Mianning County, Anning River Basin, debris flow



照片 1 安宁河深断裂(已遭侵蚀成“土林”)



照片 2 11“浑水沟内断裂破碎带(1980-08 摄)



照片 3 1982-09-21 11“浑水沟北岸泥石流龙头爬高痕迹(距沟口以上 80 米处, 1982-09 摄)



照片 4 1970-05-26 39“盐井沟矿山泥石流输入孙水河的固体物质(1970-06 摄)



照片 5 1972-05-14 30“汉罗沟矿山泥石流堆积物(1972-06 摄)



照片 6 1982-09-21 11“浑水沟泥石流冲出物堵塞安宁河(1982-09 摄)

(本版照片均由严光辉摄)