

# 南坪县“7·18”暴雨泥石流危害及防治

刘新民 高 考 程尊兰

(中国科学院成都地理研究所)

1984年7月18日晚上9点左右,四川省南坪县城区后山普降暴雨,至晚上10点城南关庙沟、城北叭拉沟和城区上游7公里的撮箕沟,同时暴发了灾害性的泥石流。顷刻间大量洪水汇集沟槽,席卷着巨大岩块、泥沙,以排山倒海之势倾泻下泻,龙头高达7—10米,前锋直捣白水江对岸并堵江成湖三处,使南坪县城附近13公里范围内,平地起水6—7米。晚上11:00—11:30才结束了这场泥石流暴发的全过程。

据统计,这次泥石流造成伤亡、失踪25人,击毁和淹没民房960余间,城镇受灾326户,计1,782人,其中无家可归1,237人;使3座水电站不能正常运转,电提灌站8处受损;冲毁土地776亩,淹没土地445亩;邮电通讯倒杆断线95处,交通受阻3公里。泥石流直接、间接造成的经济损失折合金额为1,494万元。

泥石流暴发后,四川省府立即组织有关单位成立救灾工作组,赴现场抢险救灾。我所组织滑坡、泥石流专业人员密切配合,侧重调查:一、“7·18”泥石流的分布运动特征;二、“7·18”泥石流的形成条件及影响因素;三、城区泥石流发展趋势及预测预报;四、城区泥石流防治的初步意见。

据现场调查资料,综合前人研究成果,就上述这几个问题简述于后。

## 一、“7·18”泥石流的分布运动特征

南坪县城区“7·18”泥石流,就其规模大小、危害程度而言,以关庙沟为最,次为叭拉沟、撮箕沟。

**关庙沟。**沟道总长8.3公里,平均纵比降228%,流域面积13.9平方公里。按侵蚀→搬运→堆积特点,沟道可明显的分上中下游三段:

上游段海拔2,300—2,800米,地貌上为三面环山,向下开口的洼地。洼地汇水面积大,洼地面临长江的大滑体,滑动方量约1亿立方米,是将来三峡大坝的潜在威胁。这些严重问题,目前只有链子岩在观测,但未进行处理,其它处平常就无人过问了。

**2、根据秭归县地形、地质和种植条件,急需制订一整套适合全县特点的防治水土流失的措施。**如在农艺耕作方法上,油桐种植和工农业基本建设上,都要有水土保持的明文规定和具体措施,使群众有章可循,有法可依,以迅速杜绝目前一边在治理,一边在破坏的状况。但是,现在并没有提到议事日程上来。

**3、水土保持站、试验站以及基层水土保持技术力量(除库区)的培训等都未开展起来,**目前是处于一无资金设备,二无专业人员的状况。总之,秭归县的水土流失工作还没有引起各级党政领导和业务部门的足够重视。这个问题不解决,山区面貌难改变,而我们的子孙后代也不可能繁荣昌盛起来。

上塑流型浅层滑坡发育。滑坡长50—100米，宽10—20米，厚1.5—2.0米，滑坡前后相对高差30—100米不等。据滑坡轮廓估计，约有3—5万立方米的滑体进入沟床参与泥石流活动，尚有2—3万立方米的滑体残存在滑坡中前部。据洪痕线判断，沟道刨蚀深度3—5米。沟底基岩裸露，仅弯道内侧有直径约1—2米的漂砾残存。

中游段海拔1,600—2,300米，地貌形态上显示出“U”形谷套“V”形谷。由于上游段山洪挟带着大量泥沙，岩块沿陡峻山谷进入纵比降较小的中游段，受峡谷咽喉地段所阻，暂时难以向前推进。与此同时接受两侧，特别是东侧梨花二队黄土坡面流的补给，使泥石流在量与质方面发生急剧变化，逐渐形成一粘稠整体。当峡谷堵塞段难以承受巨大的水平推力时，就以溃决的方式形成破坏力极大的粘性泥石流。此时泥石流以巨大的启动速度，一方面刨蚀沟床，另一方面旁蚀两岸坡脚，使本身得到就地补给的大量固体物质。据洪痕线判断，沟道刨蚀5—10米深，旁蚀坡脚宽度3—5米。在弯道内侧有少量留残物质，弯道对岸有直径2—3米灰岩漂砾。

下游段海拔1,400—1,600米，地貌上为宽缓的谷地和古泥石流堆积扇。这次泥石流自中游段冲出峡口后，因突然受阻而翻越两岸台地，或在弯道处产生外侧超高现象，致使沟口左岸县地震台站、看守所一带的建筑群遭受到严重破坏，巨大漂砾因坡度减缓从沟口附近至堆积扇前缘逐渐停积下来，在沟口测得巨大漂砾直径3—5米，堆积扇中前部漂砾直径1—2米。

据沟口洪痕线断面估算，泥石流流速5米/秒，流量226立方米/秒，容重2.14吨/立方米。整个沟道泥石流固体物质总量达15—20万立方米。

**叭拉沟。**沟道长5.5公里，平均纵比降290%，流域面积7.2平方公里。物源区海拔高2,000—2,400米，见有崩塌性质的滑坡3处，多系砂板岩碎块，沟道底部（清平四队）残存有直径1—2米的漂砾，沟道两侧有呈带状零星分布的泥石流碎屑物质；海拔2,000米以下，1,600米以上为泥石流搬运区（流通区），沟底宽仅3—5米。据洪痕线判断，沟床刨蚀深度5—7米，直至基岩裸露，在弯道处，泥石流爬高3—5米。因沟道两侧多为基岩，所以崩塌现象少见；海拔1,400—1,600米，系泥石流堆积区。泥石流冲出山口后追踪古泥石流堆积扇轴部下泻，呈带状或树枝状撒铺在堆积扇中上部，厚约0.5—1.5米。因受弯道超高和溢流影响，致使县二轻局木材加工厂、商业局冻库等单位遭受巨大损失。泥石流进入堆积扇中前部，受人工导流堤的约束而归槽。导流堤内无刨蚀现象亦无堆积，处于冲淤平衡状态。泥石流出沟口后直抵白水江对岸，后因受阻而堵江。因沟口狭窄，堆积物无扇形展布特征。

据洪积扇中部断面估算，泥石流流量98.3—106立方米/秒，流速4.2—4.4米/秒，在沟口测得泥石流容重2.24吨/立方米。泥石流固体物质总量8—10万立方米。

叭拉沟泥石流的另一特征是很少见到像关庙沟那样巨大的漂砾，仅物源区有少许直径约1—1.5米岩块分布。

**撮箕沟。**沟道长3.5公里，沟床平均纵比降400%。沟道两侧均系基岩裸露。森林覆盖度高达80%以上。这次泥石流规模不大，叙述从略。

## 二、“7·18”泥石流形成条件及影响因素

南坪县“7·18”泥石流的出现，并非偶然事件，它是在漫长的地质历史进程中逐步形成的。具体说来，它与该区地层、构造以及第四纪黄土、古泥石流堆积密切相关；现代气候，特别是暴雨的出现是泥石流发生最为极积、最为活跃的触发因素，而现代人类活动加速了泥石流的发育过程。

南坪县城区，构造上属秦岭东西构造带的南缘，松潘、甘孜褶皱系的东侧，南部与北东向的

龙门山构造带相邻，三组不同的构造线组成该区区域构造轮廓。关庙沟及叭拉沟中上游地段恰好处于向北东方向凸出的弧形断裂带垂直相交的部位，断裂带以上为陡崖；断层带附近岩石破碎，风化强烈；断层带以下为宽缓的古剥夷面（谷肩）。这样的构造地貌条件为泥石流产生提供了大量固体物质和储备场所。

南坪县城区的地质主要有二叠纪早期（ $P_1^{2-3}$ ）灰绿色钙质砂板岩、板状灰岩与中厚层钙质砂岩。在关庙沟中上部分布有二叠纪（ $P_1^{2-4}$ ）泥质板岩、钙质板岩夹砂岩、中厚层灰岩及杏仁状基性凝灰岩。这些地层软硬相间分布，在后期新构造活动及流水作用下形成宽谷与峡谷相间的冲沟地貌，为泥石流发育成堵—溃型的阵性泥石流创造了极为有利的地貌条件。

特别要指出的是，在城区后山海拔1,450—2,600米的宽缓山坡及山麓平台上，分布有晚更新世（ $Q_3$ ）马兰黄土及次生马兰黄土。这些零星马兰黄土被后期流水切割得支离破碎。每当暴雨季节，顺坡面流失，汇集于主沟地段参与泥石流活动并扮演了极为重要的角色。这是本区泥石流粘粒含量高，浮托力大，酿成灾害严重的原因所在。

据统计，该区泥石流几乎都发生在雨季，特别是暴雨触发泥石流产生已被多年泥石流统计资料所证实。南坪地区位于川西北高原，川甘交界的边缘山地，受东南季风影响同时遭受西北干寒气流的袭击，显示出半干旱半湿润的气候特点。多年平均降水量558毫米，并主要集中在5—9月份，占全年总降雨量的80%，多以暴雨的形式出现。据后山山顶（海拔1,930米）、山腰（海拔1,550米），山脚（海拔1,405米）三个雨量观测站资料，“7·18”一小时的降雨量分别是37.30、21.10、18.60毫米。降雨量随海拔高程的增高而增大，估计泥石流发源地降雨量还要大得多。脆弱的山体结构与暴雨中心匹配，就导致了这场灾害性泥石流的产生，因此我们称它为“7·18”暴雨泥石流。

除上述暴雨触发因素外，现代人类活动对该区泥石流的活动已产生了巨大影响，主要表现在如下几方面：

**1、强烈的水土流失加剧了泥石流发育过程。**该区强烈的水土流失，是在自然侵蚀的基础上，经人类不合理的利用土地，不断扩大耕地面积，使森林植被遭到破坏的结果。据历史记载，十九世纪至本世纪初，这里还是原始森林密布的地方，以后由于战乱、森林火灾、滥砍乱伐的影响，原始森林被次生灌木林代替，现今泥石流发源地及其以下，已见不到一点原始森林的影子了，仅高山峡谷及交通不便地方有部分残留。这次泥石流从沟床中刨出的松、柏、桦等木材，直径多在30—50厘米，木质较新鲜，有力的证实了不久以前，这里的原始森林是存在的。现今关庙沟梨花二队、叭拉沟清平四队已垦殖土地500余亩，森林植被覆盖度已下降到30%以下。据当地群众口述，过去山洪暴发后，不到半天沟里就水清沙尽，而现在十天半月还是浑水。“7·18”暴雨之后，我们在梨花二队农田道路两侧见到坡面的流蚀沟槽深20—30厘米，宽30—50厘米；小型崩塌、滑坡随处可见。县城后山1975—1978年兴建环山引水渠道，1979年就发生滑坡，曾一度威胁城区安全。据统计，南坪地区多年平均悬移质输沙模数达800吨/平方公里。当地群众说：“解放前这里的庄稼，仅用少量农家肥就可获得较好的收成；而现在，品种不断改良，农家肥、化肥成倍增长，只因水土流失严重，土壤贫瘠不能涵养水分，仅能高产而不稳产，如若没有化肥就减产歉收。”这从另一个侧面反映出该区水土流失的严重性。

由于强烈的水土流失汇集沟槽参与泥石流活动，从根本上改变了泥石流性质（粘性），使之浮托力增大，把巨大岩块搬运至山口，造成巨大的灾害。

**2、建筑群布置不合理。**随着城镇人口的增加，城区建设与日俱增，许多建筑群布置在泥石流首当其冲的沟口两侧和沿白水江两岸的低洼地带。前者如县中队、监狱宿舍、综合厂冻库、木材

加工厂等单位；后者如城关镇、县派出所、工会、干修所、林业局子弟学校等。这次泥石流堵江平地起水仅6米左右，这对山区河流来说，本来就是不足为奇的事，可却造成了巨大损失。这都与不合理的布置建筑群密切相关。据灾情统计，这次泥石流除造成25人伤亡外，直接造成的经济损失仅占总损失的20%，而堵江淹没损失就占总损失的80%。这一数值表明，沿白水江两岸低洼滩地建筑群的布置是这次泥石流灾情扩大的原因。

### 三、南坪县城区泥石流发展趋势及预测预报

南坪县城区历史上就是一个山崩、滑坡、泥石流极为发育的地区，沿白水江两岸城镇村舍绝大多数是在古泥石流堆积扇的基础上发展起来的。南坪县城就是座落在关庙沟、叭拉沟两大古泥石流堆积扇之间的洼地上。据历史记载，明朝后期至清朝雍正年间的100余年，南坪县城区曾遭受两次大规模的泥石流袭击而被迫迁城两次。解放后的35年里共发生泥石流10起，其中五十年代一起，六十年代三起，七十年代三起，八十年代前四年三起。就水泉沟泥石流看，1956—1973年时间间隔18年才暴发一次，1973—1978年仅6年就暴发一次；叭拉沟泥石流，1967—1978年时间间隔12年才暴发一次，1978—1984年仅7年就暴发一次。由此可以得出这样的结论：南坪县城区泥石流暴发的周期有明显缩短的趋势。从泥石流物质储备量上考虑，沿后山各沟道中，上游两侧有大量古泥石流堆积物和马兰黄土，有些地方厚达100余米，加之断层破碎带横切沟道中上游，目前在泥石流的发源地一带尚有处于滑动阶段的滑坡。城区范围内沟道流域总面积约30平方公里，泥石流固体物质储备总量约0.6—1.0亿立方米，近期能参与泥石流活动的至少在500万立方米以上，这是必须引起注意的。

南坪县泥石流的多次暴发，已给当地人民生命财产造成巨大损失，当前危险性依然没有消除，因此对泥石流临发前预测预报就显得十分重要。“7·18”泥石流暴发的全过程给我们提供了极为珍贵的资料：

**1、临发前的气候标志。**“7·18”泥石流暴发前出现不寻常的闷热天气，使人感到难受而坐卧不安，接着雷声隆隆，暴雨来临。1小时之后，据观测站测得韩家山暴雨量是37.3毫米时，泥石流才开始暴发，这一过程长达两小时以上。

**2、地震台站记录标志。**省地震台站设置在关庙沟口左岸，晚上10:00记录到泥石流暴发信息，10:25因泥石流击毁电杆，电源中断而信息终止，历时25分钟。

**3、群众感官标志。**幸存者王少宾（县公安局科长）同志介绍，他晚上10:20偶听后山轰隆巨响，疑是山洪暴发，出门去看，见河水不大；接着石块像推土机推土那样翻滚下来，此时屋子进水，立刻泥浆喷脸，手扶栏杆在震动，泥石流岩块击毁一楼门窗，自己陷入泥石流包围之中；最后用木板争渡岸坡而脱险。王同志经历的过程前后约10分钟。

如若将上述气象、地震台站、群众感官信息及时发出警报，组织群众迅速撤离，至少不会造成重大伤亡事故。

### 四、城区泥石流防治的初步意见

南坪县在泥石流防治问题上，长期以来众说纷纭，在一些重大问题上认识还很不一致。归纳起来有三：

第一认为南坪县山体结构脆弱，历史上就是一个泥石流高频暴发区，与其治理还不如搬迁，否则后患无穷；

第二主张安于现状，若进行整治搞不好要失去生态平衡，何况资金缺少，技术不足，因民不宜冒然从事；

第三基于建国30多年来，城区建设发展已初具规模，弃之可惜，想借助于现代科学技术力量治理城区泥石流。

综合这些见解，我们从研究泥石流暴发的山体结构入手，借鉴于东川、蒋家沟、西昌黑沙河以及南坪水泉沟等地治理泥石流的经验分析认为，像南坪县城区泥石流这样一个多种成因机制的自然综合体，如果只看一面忽视全局，因出于紧迫感就不查成因、不讲科学蜂涌而上的蛮干；如果把治理泥石流困难和艰巨的一面视为不可逾越的障碍，而在那里消极等待大自然的恩赐，这也不是切合实际的幻想。我们极积支持第三种意见。在这方面中国科学院成都地理所与南坪县有关单位密切配合，在省防汛指挥部的支持下，在调查研究的基础上，1980—1983年对南坪县城区后山泥石流进行综合治理之后已取得明显的成效，特别经受了“7·18”这场暴雨泥石流的严峻考验，安然无事。相比之下，治与不治大不一样，这就为南坪县今后治理泥石流树立了一个最典型的范例。

据城区泥石流的成因和分布特点，结合现有建筑群的布置，确定防治原则就能确保县城安全，尽可能防止和减少泥石流壅水堵江的机率。为达到此目的，必须继续贯彻以封山育林治理山坡，固、拦、淤、排相结合的方针。

### 1、关庙沟：

(1) 泥石流堆积扇的治理。从沟口至白水江边长约500米，为泥石流堆积扇形台地。在扇中上部左侧，原铺设有一道导流堤高2.5米，长20米。这次泥石流暴发，虽遭到巨大漂砾的冲击局部破坏，但确实使泥石流主流线向右（下游）偏转 $30^{\circ}$ 以上，从而保护了县教育局、县教师进修学校及县中学。据历次泥石流改道规律，今后发展趋势将向右偏移。为此应在左岸修建多级挑流坝将泥石流主流线进一步逼向右岸，这样既能保护城区，又能延长泥石流入白水江的流程，使之得以充分消能，从而减少堵江机会。

(2) 沟口治理。原建在沟口左岸的监狱、看守所，被这次泥石流冲击，破坏严重，应在地震台站以下至沟口150余米的范围内铺设导流堤，对影响过水断面的建筑群予以搬迁。考虑到粘性泥石流的弯道超高作用，对沟口右岸凸出的山咀，应根据地质条件削去一部分，使之上下衔接，流路通畅。

(3) 沟床治理。从峡口向上的沟道为泥石流暴发的主要物源补给区，为此在梨花二队以下的沟道内，选择地质条件许可的峡谷段筑拦沙坝，拦蓄部分固体物质，相对抬高基面借以稳定坡脚，削弱泥石流暴发的规模。

(4) 沟道源头的滑坡治理。河道源头草坡一带塑流型滑坡发育，目前正处于活跃期，今后还将继续成为泥石流物质源补给的一部分。为此在这些部位选择适当的已发生的滑坡床，改造成排水沟以抑制滑坡触发因素；对即将发生的滑坡采取分级挡墙，防止一次性的整体下滑。通过上述措施可减少泥石流固体物质来源，从而控制泥石流的规模。

(5) 对山坡的治理。梨花二队一带的山坡多系马兰黄土和次生马兰黄土及古泥石流松散堆积，储量也大，植被覆盖度亦差，水土流失严重，是“7·18”泥石流细粒成分的主要补给源。今后应重视森林植被的恢复，改进耕作制度以减少水土流失，从根本上改善泥石流的性质（粘性），以减少泥石流的搬运输送能力。

### 2、叭拉沟：

(1) 泥石流堆积扇的治理。该沟扇形台地中下部原设有导沟，沟宽8米，堤高3米，这次

泥石流的第一阵龙头通过时，在导沟上部有向两侧溢流现象，其余各阵流顺利通过。为此在溢流段应加高，并将导沟向下延伸至扇顶；在导沟出口设置“八”字堤，防止泥流向城区和电厂两个方向冲去。

(2) 沟道中上游的治理。鉴于叭拉沟出口漫滩阶地狭窄，停淤场地有限，为此在泥石流形成区及沟道中上游，选择适当狭谷地段筑坝拦沙，以减少泥石流固体物质来源，削弱堵江的机率。

(3) 沟道中上游治理。目前沟道中上游岸坡混交幼林长势良好，但近沟谷两岸的台地均系农田，为此要注意植树造林，改进耕作制度以利于水土保持，以减少泥石流的补给量。

### 3、白水江护岸工程及河道整治

南坪县城区沿白水江两岸的建筑群，这次因堵江淹没，损失严重，为此护岸工程及河道整治同属城区泥石流防治的重要组成部分。护岸工程作用有二：(1) 截断泥石流堵江的固体物质来源；

(2) 从长远观点看，随时间增长堤外泥石流堆积物增厚，基面升高将逐渐增高城区抗洪能力。

关于疏通河道，就是将这次堵江的三段进行清淤疏通，使河水降至正常高水位线以下。目前这项工程已处理，本文从略。

### 4、对已治理和验收的泥石流沟坡的观测和管理

对城区后山东坡水泉沟等10条冲沟，虽已进行过整治并经受了这次特大暴雨的检验，但绝不能有半点疏忽大意，应加强观测和管理，继续提高植被覆盖度。环山渠停用后改为排水沟仍要注意防渗。当前除继续贯彻南坪县人民政府1983年颁布的后山泥石流治理保护区八条规定外，尚需扩大视野，把关庙沟、叭拉沟之间的山坡视为一整体，从区域上防止山坡水土流失，方能从根本上改变南坪县城区泥石流性质，从而达到减轻和根治泥石流灾害的目的。

### 5、对白水江左岸泥石流沟坡的治理

从区域历史观点看，白水江左岸的轩幅沟、桑园沟等，曾多次发生过泥石流堵江，对城区一度构成过威胁。建议在实施上述方案的同时，抽出一定的技术力量进行考察鉴定，杜绝顾此失彼的现象产生。

(上接第15页)

别里也尼——瓦斯鲁依水土保持科学中心站主要从事水土流失防治措施的研究。据该站调查，已在该站大面积推广并有一定特色的措施有：

大面积带状间作（包括粮—粮带状间作和粮—草带状间作）；

大面积防护林带；大面积隔坡梯田（主要种植葡萄）；

大面积农业高产技术措施（包括施用有机肥和无机肥）；

工程与生物措施相结合的沟道治理；滑坡治理。

上述各项措施，该站进行了系统研究，积累了许多有价值的资料。这些研究成果，一般先在本站及各分站进行大面积试验，然后推广各地。

## 四、重视农田灌溉和排水工作

据灌溉所同志介绍，罗马尼亚是一个水源不足的国家，主要水源来自多瑙河。全国有1,000万公顷耕地，现仅有灌溉农田300万公顷，计划到1990年，灌溉地达到590万公顷。另外在罗马尼亚多瑙河谷有大面积河滩地，已经改造为农田，建起了灌排系统。

罗马尼亚西部、北部和中部，以及多瑙河三角洲，也有大面积的农田需要灌溉。但是在这些地区也同样存在着一些低洼地区土壤过湿和次生盐渍化问题，亟待解决。（下转第41页）