

长江上游泥石流的灾害及分布*

谢 洪 钟敦伦 韦方强

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 长江上游流域是我国受泥石流危害最严重的地区。区内有泥石流沟(坡)6 800余条(处),遍及八省区,一场泥石流致死百人以上灾害点有 11 个,受泥石流危害和威胁的市县 45 个、乡镇达数百个。本区由泥石流造成的经济损失 8—12(亿元/a)。泥石流在两个地貌转折带上最为活跃,集中发育于大型断裂带和地震带内,主要出现在小流域中,分布呈非地带性。

关键词 长江上游 泥石流 灾害 分布

长江上游干支流流经青、藏、川、滇、黔、甘、陕、鄂 8 个省区,其流域面积占我国国土面积的 10.5%。

1 泥石流灾害

1.1 泥石流危害状况

长江上游流域是我国泥石流活动最强烈的地区,泥石流危及国民经济各个部门和人民生命财产安全。区内每年都有泥石流造成的人员伤亡、冲毁房屋、中断交通、摧毁各种工程设施和毁坏农田等灾害。据不完全统计,1753—1989 年区内一场泥石流致死百人以上灾害点已有 11 个(表 1)。

表 1 长江上游一场泥石流致死百人以上灾害点
Table 1 Hazard points which >100 people were killed in one debris flow hazard

编号	灾 害 点 名 称	死亡人数(人)	发 生 日 期	其 他 灾 情
1	云南省巧家县白泥沟	>1000	1753(清乾隆十八年)	迫使巧家县城搬迁
2	四川省西昌市东河	>1000	1891-07-05	冲毁五条街,毁房数百间
3	四川省甘洛县秀水沟	230	1926-08-26	摧毁秀水场镇
4	四川省旺苍县干河乡东风村	>120	1947-08 中旬	摧毁一条街
5	四川省喜德县红莫乡	>100	1957-06-29	摧毁区政府所在地
6	四川省冕宁县盐井沟	104	1970-05-26	摧毁监时工棚
7	四川省南江县旭光乡齐坪村	>160	1974-09-14	摧毁整个居民点
8	四川省雅安市陆王沟、干溪沟	164	1979-11-02	摧毁一个自然村
9	四川省甘洛县利子依达沟	>360	1981-07-09	颠覆一列旅客列车
10	云南省东川市因民黑山沟	120	1984-05-27	危及一铜矿
11	四川省华蓥市溪口镇	221	1989-07-10	毁坏房屋 59 幢

* 长江水利委员会水土保持局资助项目。
本文收稿日期:1994-01-19.

1950—1990年间,金沙江下游的四川省宜宾、屏山、雷波、金阳、宁南、会东、会理7个县,泥石流造成财产损失 ≥ 10 万元或死亡人数 ≥ 5 人的重大灾害点已有52个,经济损失总额近4300万元,死亡171人;而财产损失 < 10 万元或死亡人数 < 5 人的灾害点不计其数,经济损失总额和死亡总人数更可观¹⁾。由此长江上游泥石流危害之严重可见一斑。

1.2 泥石流灾害

1.2.1 泥石流危害城镇、村庄

本区山高谷深坡陡,城镇、村庄选址相当困难,有些就直接建在泥石流堆积扇上。泥石流一旦暴发,它们便成为危害对象。区内受泥石流危害和威胁的市县城址所在地多达45个,其中四川省境内35个,云南省境内6个,甘肃省境内3个,湖北省境内1个;而受泥石流危害和威胁的乡镇所在地则多达数百个,村庄就更多。比如:1. 1979-11-02四川省雅安市干溪沟、陆王沟暴发泥石流,致死164人,摧毁一个自然村,17个村、4个工厂及一些街道受害,毁房361间,冲毁淤埋农田56ha,使川藏公路桥毁路断^[1];2. 1989-07-10四川省华蓥市溪口镇泥石流成灾,致死221人,毁房59幢,淤埋汽车23辆,损失粮食约500t^[2];3. 1991-08-06湖北省巴东县县城遭泥石流袭击,毁房1394间,掩埋仓库70间,迫使43家工厂停产,110多家商店停业,死亡5人,重伤53人,直接经济损失5000万元^[3]。

1.2.2 泥石流危害厂矿

山区的一些工厂建在泥石流沟口或沟内,处于泥石流危险区,常遭泥石流危害。如滇黔川等省长江上游山区的不少工厂,因选址不当,而成为泥石流危害对象,四川省华蓥市境内的燎原等厂属之。燎原厂自20世纪60年代末期建厂以来屡遭泥石流危害,仅1985-05-14冲入厂区的泥石流,就淤平纵贯厂区的全部沟道,堵塞桥梁6座,大量泥沙石块涌入车间、宿舍,掩埋公路,有3个车间泥沙淤积厚度 $> 1.5\text{m}$,大量设备、产品被毁,工厂被迫停产,直接经济损失140多万元。

一些处于泥石流活动区的矿山弃碴不当,导致矿山泥石流发生。这不仅破坏环境,还使矿山本身成为泥石流的危害对象。如四川泸沽铁矿把弃碴直接堆放于盐井沟内,致使泥石流连年暴发;1970-05-26暴发的泥石流摧毁临时工棚,致死104人,并殃及通过沟口的公路路面和铁路桥墩,泥石流汇入主河后迅速淤高河床,使主河下游的泸沽镇受到洪水威胁。再如1990-05-31四川省凉山彝族自治州益门煤矿遭泥石流袭击,致死31人、失踪3人、伤29人,大量房屋、设备及输电线路、通讯线路、工业设施被毁,直接经济损失400万元。据粗略统计,长江上游受泥石流危害的矿山在川滇黔境内就有16个,分别为四川省的新康石棉矿、攀枝花铁矿等11个,云南省的金沙铅锌矿、因民铜矿等4个,贵州省的六盘水煤矿等。

1.2.3 泥石流危害水陆交通

本区水陆交通深受泥石流灾害之苦。

就铁路而言,成昆、宝成铁路干线和东川铁路支线等,早已因泥石流灾害之严重而闻名于全国。1970-07—1988-12成昆铁路沿线泥石流致死 > 370 人,危及15个车站,导致

1)钟敦伦,刘新民,刘世建等.金沙江下游四川片泥石流滑坡普查报告.1991.34—35.

3 列列车颠覆, 中断行车 60 余次, 计 1 200h, 还毁坏过桥梁, 淤塞过隧道^[4]。其中 1981-07-09 利子依达沟泥石流冲毁铁路大桥 1 座, 颠覆 1 列旅客列车, 致死 360 多人, 中断行车 16d, 经济损失达数千万元。宝成铁路在本区内线路长 627km, 有泥石流分布的秦岭—马角坝段线路长 409km, 有泥石流沟(坡)159 条(处), 秦岭、红花铺和凤州等 7 个车站曾遭淤埋^[5]; 1981 年夏沿线泥石流暴发 134 处, 铁路中断运行 60 余 d^[6]。东川铁路支线因受泥石流严重危害, 而处于半报废状态, 每年只能勉强维持不到半年的通车时间。襄渝铁路也曾多次遭泥石流危害而断道。

就公路而言, 区内多数地方以公路运输为主, 公路是当地的经济命脉, 然而各级公路中有不少每年因泥石流灾害而中断行车, 有的整个雨季都无法通车。干线公路中的甘川公路、川陕公路、川藏公路、滇滇公路和滇藏公路等遭受泥石流危害最重。穿越泥石流强烈活动区的一些公路, 一遇泥石流发生便中断。1989-06-16 四川省理县哈尔木沟暴发的泥石流, 使甘川公路理县—汶川段断道达 1 个月。1964 年云南省东川市石羊沟暴发的泥石流, 冲毁停车场, 淤埋汽车 10 余辆, 使数人伤亡, 中断昆明—东川公路运输^[7]。

就水运而言, 其在区内因受泥石流危害而难于快速发展。四川省屏山县新市镇以上金沙江, 因险滩众多而至今不能通航, 江中险滩多由泥石流冲出物堆积形成, 如著名的险滩——老君滩, 即由四川省会东县老君滩沟泥石流冲出物堵江溃决后生成。长江三峡地区影响航道畅通的泄滩、下马滩、后滩、喇叭滩和油榨碛等险滩, 均由泥石流堆积物组成。

1.2.4 泥石流危害农业

泥石流对农业的危害主要是冲毁或淤埋耕地, 毁坏水渠、提灌站、塘坝等农灌设施。如 1980-08-24 云南省巧家县水碾河沟暴发的泥石流, 淤埋农田 171ha, 损失即将收割的稻谷 800t、甘蔗 2 000t^[8]; 1989-05-06 该沟再次暴发的特大泥石流, 淤埋甘蔗地和水稻田 130 多 ha, 沟道中下游水利设施全遭破坏, 摧毁灌溉渠道 13 条和长 1 800m 的拦河坝 1 座, 灾害波及 17 个村、4 000 多人, 直接经济损失 159 万元^[9]。

1.2.5 泥石流危及人类生存条件

本区有些耕地遭泥石流毁坏后, 无法复耕, 造成当地农民无地可耕, 从而失去生存环境。如 1981 年 7、8 月云南省巧家县老树沟多次发生的泥石流, 冲埋农田 24ha, 无法复耕, 14 户农民被迫搬迁^[8]。

1.2.6 泥石流危害水利水电工程

长江上游可开发利用的水能资源 1.7 亿 kW, 占我国可开发利用水能资源的 45%。目前各型水利水电工程不少受泥石流直接或间接危害。如正在兴建的二滩电站库区雅砻江干流两岸有泥石流沟 146 条¹⁾; 即将兴建的长江三峡水利工程, 其库区范围内, 有泥石流沟 271 条^[10]。泥石流将泥沙石块大量输入主河, 造成水库泥沙淤积, 减小库容, 对电站造成危害。比如: 1971—1991 年间, 大渡河下游的龚嘴电站水库入库泥沙平均 3500 万 t/a; 而其中 1989 年却达 1 亿 t, 这与贡嘎山东坡大渡河支流当年暴发的大规模泥石流汇入主河有关^[11], 大量泥沙入库, 直接影响水电站的使用寿命。泥石流冲毁、淤塞电站引水渠, 毁

1) 袁建模, 孙恩智, 程尊兰. 二滩库区的泥石流及其对水库的影响. 1982. 15—28.

灭、淤埋小水电站的例子也不少。如四川省甘洛县就有普昌、则洛依达等5座小水电站遭泥石流毁坏或威胁;1990-05-31四川省会理县法科沟暴发的泥石流摧毁小水电站1座。

1.2.7 泥石流危害江河,恶化环境

泥石流将大量泥沙石块搬运至主河内堆积,呈扇形地(堆积扇),淤积江河,抬高河床,增大洪水危害,恶化自然环境。云南省小江流域是长江上游泥石流极强烈活动区之一,区内泥石流对江河的危害及对环境的破坏具有典型性。小江长133km,向北入金沙江,两岸有一级支流123条,其中107条为泥石流沟(该江段长仅90km)^[7]。小江中下游吊嘎—江口段长89km,发育有泥石流堆积扇78个,东川市就座落在一个面积达21.44km²的复合堆积扇上^[12]。一些处于泥石流活跃期的沟谷,其沟口堆积扇发展甚速,如小江左侧的大白泥沟泥石流堆积扇在30年内面积由0.52km²扩展到1.43km²,堆积方量达2400万(m³),堆积增厚20.7m^[12];著名的将家沟泥石流堆积扇扇面半径平均1.6km,面积2.6km²,扇顶堆积厚度100.0m,堆积方量7400万(m³)^[13]。泥石流堆积物挤压和堵塞河道,使小江中下游河床上涨、河滩展宽,主流游荡不定,一到雨季江水横溢,洪水泛滥,沿岸的村庄、耕地及公路、铁路屡遭危害;旱季则两岸沙石裸露,风沙肆虐,干旱严重。规模较大的泥石流常堵断主河,使上游遭淹,溃决者对下游带来严重的水毁。

据粗略估计,区内由泥石流造成的经济损失8—12(亿元/a)。

2 泥石流分布

本区泥石流多为暴雨型泥石流,冰川型泥石流仅在极高山、高山海洋性冰川区分布。

2.1 泥石流在各水系内的分布

众多资料分析整理统计结果表明,区内已查明的泥石流沟(坡)大体分布状况如下:金沙江巴曲河口—奔子栏段有泥石流沟300余条^[14];金沙江下游有泥石流沟768条,其中四川省会理、屏山等8个县市438条,云南省昭通地区11个市县330条;雅砻江流域有泥石流沟724条,其中鲜水河流域300条^[14],安宁河流域260条^[14],二滩库区雅砻江干流内146条,桐子林以下雅砻江干流两侧18条;龙川江流域有泥石流沟100余条^[14];小江流域有泥石流沟107条;岷江流域有泥石流沟1422条,其中岷江上游545条^[15],大渡河786条,青衣江91条;嘉陵江流域有泥石流沟(坡)3084条(处),其中白龙江流域1547条^{[1]·[14]},西汉水流域932条^[1·2],嘉陵江干流及其他支流605条;沱江流域有泥石流沟26条^[16];乌江流域有泥石流沟18条;长江三峡库区泥石流沟(坡):长江干流两侧99条(处),支流内172条(处)。全区泥石流沟(坡)共计6800余条(处)。

2.2 泥石流在各省区的分布

甘肃省天水市的长江流域部分和陇南地区均有泥石流分布。陕西省属长江上游流域的凤县、略阳和部分属之的宁强、镇巴等县均有泥石流分布,其中凤县、略阳两县的泥石流

1) 甘肃省长江流域重点治理区水土保持工作领导小组办公室. 长江上游滑坡泥石流预警系统调查报告(陇南普查). 1990. 22—93.

2) 甘肃省长江流域重点治理区水土保持工作领导小组办公室. 长江上游滑坡泥石流预警系统调查报告(陕南普查). 1990. 27—51.

灾害最为严重。四川省除成都平原和盆地中部地区无泥石流分布外,川西山地及盆周山地和川东平行岭谷区的市县均有泥石流分布,仅 1981 年夏季全省 50 个县暴发 1060 余条(处)泥石流^[17]。云南省泥石流主要分布在东北和西北部的一些市县。贵州省泥石流分布以毕节地区和六盘水市为主。西藏自治区属长江流域的生达、江达等 6 个县境内均有泥石流分布。湖北省泥石流主要分布在西部的巴东、秭归等县。青海省仅在通天河中下游高山深谷区有泥石流零星分布。

2.3 铁路沿线的泥石流分布

成昆铁路沿线有泥石流沟(坡)395 条(处),其中四川境内有 368 条(处)¹⁾。长江流域部分的宝成铁路沿线有泥石流沟(坡)159 条(处)。东川铁路支线有泥石流沟 86 条。其他铁路线上泥石流较少。

2.4 泥石流分布规律

2.4.1 泥石流在两个地貌过渡带上最为活跃

长江上游流域自西向东跨越我国岭谷相对高度变化最大的两个地貌过渡带:1. 第一级地貌阶梯(青藏高原,海拔 $\geq 4\ 000\text{m}$)与第二级地貌阶梯(云贵高原与黄土高原,海拔 $1\ 000—2\ 000\text{m}$;四川盆地,海拔 $300—700\text{m}$)的过渡带,即横断山区、四川盆周山地西部和陇南山地,发育有暴雨型和冰川型两类泥石流,滇东北、川西和陇南泥石流极为活跃。2. 第二级地貌阶梯与第三级地貌阶梯(巫山以东,海拔 $<500\text{m}$)的过渡带,即大娄山、巫山、大巴山等,只发育暴雨型泥石流,且相当活跃。之所以如此,主要是地貌过渡带上岭谷相对高度悬殊,为泥石流形成提供了能量和能量的转化条件。此外第一过渡带无论是绝对高度,还是相对高度,均大于第二过渡带,地形雨也明显多于第二带,其泥石流的形成条件较后者更充分,泥石流活动频率和规模均大于后者,受泥石流危害和威胁的城镇及交通干线主要集中在第一带过渡上。

2.4.2 泥石流集中发育于大型断裂带和地震带内

长江上游流域临近印度板块与欧亚板块碰撞带,构造运动作用十分强烈,深大断裂发育,并往往又是强烈地震带。这使山体边坡丧失稳定,岩石破碎,直接为泥石流发育提供了松散碎屑物质。巴曲河口—奔子栏段金沙江、安宁河、鲜水河、龙川江、则木河、小江、白龙江等均沿大断裂或深大断裂发育,其泥石流沟密度大(如小江中下游 $1.2\text{条}/\text{km}$),暴发频率高(如蒋家沟 $6—28\text{场}/\text{a}$ ^[17])。这便为我国著名的泥石流活动带。

长江上游流域的主要地震带有:天水—武都—文县—川西北地震带、甘孜—康定地震带、理塘地震带、安宁河地震带、马边地震带、滇东北地震带、中甸—剑川地震带等。前述的江河几乎都在这些地震带内,发育了大量泥石流。

2.4.3 泥石流主要出现在小流域中

区内最大的泥石流沟为雅砻江水系的鲹鱼河,流域面积达 $2\ 712.00\text{km}^2$ ²⁾,最小的是四川省喜德县牛日河无名沟十四(在成昆铁路上),面积仅 0.04km^2 ³⁾,两者面积相差甚

1) 钟敦伦,谢洪,李斌等编图。1:20 万四川境内成昆铁路泥石流活动现状图。成都:成都地图出版社。1990。

2) 袁建模,孙恩智,程尊兰。二滩库区的泥石流及其对水库的影响。1982。16。

3) 钟敦伦,王爱英,赵玲等。四川境内成昆铁路泥石流数据库。1989。

远,但泥石流主要出现在小流域中。据统计,四川境内成昆铁路沿线求出流域面积的366条泥石流沟中,流域面积 $\leq 4\text{ km}^2$ 的占72.7%^[18];金沙江下游四川省宁南、会理、会东、雷波、金阳、屏山6个县的346条泥石流沟中,流域面积 $< 10\text{ km}^2$ 的占67.3%;长江三峡库区的271条泥石流沟^[10]中,流域面积 $< 5\text{ km}^2$ 的占70.1%;宝成铁路沿线的168条泥石流沟(含秦岭—宝鸡段的)中,流域面积 $< 2\text{ km}^2$ 的占74%^[5]。

2.4.4 泥石流分布呈非地带性

本区跨纬度 11° 余,岭谷相对高度大者可达2500—3000m,山地气候的水平地带性和垂直地带性皆显著。但泥石流发育不受水平地带性和垂直地带性的控制,各地只要具备泥石流形成的基本条件,都有泥石流分布,不呈地带性,而呈非地带性。

参 考 文 献

- [1] 徐俊名,张生仪,郭惠忠等. 四川雅安市陆王沟干溪沟泥石流治理. 山地研究,1984,2(2):117—124.
- [2] 四川省人民政府救灾办公室编. 1990四川救灾年鉴. 成都:四川科学技术出版社,1991. 49.
- [3] 徐珊瑚,杨礼茂. 湖北省巴东县城信陵镇泥石流的形成条件与发展趋势. 自然灾害学报,1993,2(3):74—79.
- [4] 谢洪,钟敦伦. 四川境内成昆铁路泥石流致灾原因. 山地研究,1990,8(2):101—106.
- [5] 孟河清. 宝成铁路泥石流浅析. 山地研究,1986,4(2):136—144.
- [6] 孟河清. 1981年宝成铁路沿线的洪水和泥沙灾害. 灾害学,1994,9(1):58—62.
- [7] 杜榕恒,康志成,陈随谦等编著. 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. 20,29,250.
- [8] 胡发德,田连权. 云南巧家县城郊泥石流概况. 见:中国科学院成都地理研究所. 泥石流(3). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1986. 46—51.
- [9] 王世革,杨庆溪,刘希林等. 金沙江下游巧家水碾河沟“89.5.6”特大泥石流. 见:中国地理学会山地委员会,中国地理学会长江委员会. 长江流域山地开发与灾害防治. 成都:成都地图出版社,1992. 107—108.
- [10] 杜榕恒,刘新民,袁建模等编著. 长江三峡工程库区滑坡与泥石流研究. 成都:四川科学技术出版社,1990. 177—183.
- [11] 吕儒仁. 一场典型的冰雪雨水泥石流过程. 山地研究,1992,10(2):89—94.
- [12] 唐川,朱静,段金凡等. 云南小江流域泥石流堆积扇研究. 山地研究,1991,9(3):179—184.
- [13] 吴积善,康志成,田连权等主编. 云南蒋家沟泥石流观测研究. 北京:科学出版社,1990. 50.
- [14] 唐邦兴,柳素清,刘世建主编. 1:600万中国泥石流分布及其灾害危险区划图. 成都:成都地图出版社,1991.
- [15] 唐邦兴,柳素清主编. 四川省阿坝藏族羌族自治州泥石流及其防治研究. 成都:成都科技大学出版社,1993. 21.
- [16] 钟敦伦,杨庆溪. 四川境内嘉陵江及沱江流域泥石流. 见:中国科学院成都地理研究所. 泥石流(2). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1983. 14—19.
- [17] 唐邦兴. 1981年四川暴雨泥石流分析. 见:中国科学院成都地理研究所. 泥石流(2). 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1983. 11.
- [18] 中国科学院成都山地灾害与环境研究所编著. 泥石流研究与防治. 成都:四川科学技术出版社,1989. 7,116.

DEBRIS FLOW HAZARDS IN THE UPPER REACHES OF CHANGJIANG RIVER AND THEIR DISTRIBUTION

Xie Hong Zhong Dunlun Wei Fangqiang

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*

& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041)

Abstract

The upper reaches of Changjiang River is one of the most serious region of debris flow hazards in China. Debris flows brought great damage to communications, water conservancy works, farmland, mines, factories, as well as the life and property of people.

Over 8 provinces and autonomous region in the region, there are more than 6 800 debris flow gullies (slopes) threatening 45 county towns or cities and hundreds of towns and at least 11 hazard points, once occurrence killed >100 people.

221 people died from 1989-07-10 debris flow in Huaying City, Sichuan Province, simultaneously, 59 buildings collapsed, 23 trucks were buried and 500t of food lost.

Debris flows in 154 gullies (slopes) by 409km Baoji—Chengdu Railway through the region have buried 7 stations. 134 occurrences of debris flow caused the traffic stopped >60d in 1981.

In Gongzui Hydroelectric Power Station at the lower reaches of Dadu River, the utilization is affected by sediments for average 35Mt/a in 1971—1991 (and up to 100Mt/a in 1989). The most of sediments are supplied by debris flow.

Moreover, the regional economic loss from debris flows in 0.8—1.2G yuan (RMB)/a.

Distributive characteristics of debris flows in the region show: 1. the activity in 2 transitive zones among 3 landform ladders, e. i. in the Hengduan Mountainous Region and the mountainous region around Sichuan Basin; 2. concentration in fracture and earthquake zones; 3. the occurrences of debris flow mostly in small basins <10km²; 4. azonality.

Key words upper reaches of Changjiang River, debris flow, hazard, distribution