

西南山地灾链的区域分异*

田 连 权

(中国科学院东川泥石流观测研究站 成都 610041)

提 要 我国西南山区各种山地灾害(暴雨、崩塌、滑坡、泥石流与洪水)往往彼此相伴生,而成串联式链状结构。以泥石流为主害灾种的灾链演变有五个阶段。据灾链演化区域分异性,分出四个大区九个灾区。

关键词 西南 山地灾链 区域分异

山地灾链是指各种山地灾害彼此间的链状关系^[1]。这不外乎有三种形式,即一为引发,如暴雨引发泥石流;二为促发,如泥石流促发洪水;三为复合,其中兼具引发,又有促发,如暴雨-泥石流-洪水灾链。山地灾链内灾种多的可达五六种,如暴雨-滑坡-崩塌-泥石流-洪水灾链(照片1,2)^[1]。位居链首的暴雨,为主因灾种;位于链尾、链中的,为次生灾种。灾链中各灾种既是前一灾种的次生灾种,又是后一灾种的孕灾灾种,故成为串联式灾链结构。从危害程度来看,灾链中可分出主害灾种和次害灾种(照片3)。从防灾角度来看,灾链中又可分出易控灾种和难控灾种(照片4—6)。欲要研究和防治灾害,就得研究主害灾种、易控灾种,以及各灾种在空间上分异规律和在时间上演化特征。兹主要讨论作为主害灾种的泥石流在我国西南的区域分异特征。

1 西南山地灾链的结构

这里指的结构是山地灾链内各灾种的彼此关系。这关系概括起来不外乎有三种,即串联(因果)关系、并联(影响)关系和混联(复合)关系。在此仅讨论串联(因果)关系,即引发和促发的灾种之间的关系。这有如下五类。

1.1 暴雨-泥石流-洪水灾链

其中泥石流既属链中灾种,又属易控灾种、主害灾种;主因灾种是暴雨,且又是难控灾种;洪水是链尾灾种,有时可成为主害灾种,因其危害范围较大,成灾度较高。防治过程中,以防治易控灾种——泥石流为主,辅以防洪措施,便可有效减轻或制止整个灾链的灾害。四川凉山黑沙沟^[2],西昌城郊东河,喜德城郊东沟^[2];云南东川大桥河^[2]、大理苍山十八溪等处山地灾链的防治属之。这类灾链广布于西南山区。

1.2 暴雨-崩塌-泥石流-洪水灾链

与上述灾链相比,该灾链中增加一个崩塌灾种。崩塌灾种属链中灾种、难控灾种,又是泥石流的孕灾灾种。泥石流是次生灾种、主害灾种。暴雨是整个灾链中的主因灾种,既

*国家自然科学基金资助项目(项目号,49131013)的部分研究成果。

本文照片见刊末图版Ⅰ。

本文收稿日期:1995-03-09。

为崩塌的直接孕灾灾种,又系泥石流间接的孕灾灾种。洪水是链尾灾种,有时成为主害灾种。云南蒋家沟流域崩塌面积占全流域面积的 33.7%^[3];崩塌发生在暴雨中,随着雨量、雨强的增加,崩塌体下移,土量就剧增,从而粘性泥石流频繁暴发。1968 年该沟泥石流堵断小江,堵江段上游水位上升 10m,回水淹没沿江 10km 余两岸良田、公路、铁路,中断东川铜矿矿务局交通长达半年。这类山地灾链分布于较密集的灾链带内,比如四川安宁河灾链带、云南小江灾链带等。

1.3 暴雨-滑坡-泥石流-洪水灾链

与上两类灾链相比,这类灾链内各灾种结构相似,仅滑坡灾种取代了崩塌灾种。滑坡灾种亦属链中灾种、难控灾种,由暴雨而产生或加速其活动。滑坡可成群、成层、成带出现,如金沙江中下游,西江上游,云南元江、怒江、澜沧江、大盈江等干支流两岸均能见到;蒋家沟流域内滑坡群有五个,每群滑坡又由高度不等的三四层滑坡体组成,并向北、向南两个方向伸延成为滑坡带,其上发育有密集的泥石流沟群^[4-6]。滑坡多属悬挂式,规模大,土量储备充足;随着暴雨雨量、雨强的增加,补给土量就增加,这既增大了泥石流的规模和频次,又增强了泥石流或洪水的危害程度。

1.4 融水(雨水)-泥石流-洪水灾链

该灾链往往源出于西南极高山范围内,有多年积雪、冰川和冻土活动。灾链内主因灾种为融水,有时亦有雨洪参与。主因灾种亦为难控灾种。泥石流既可为主害灾种,又可为次害灾种。作为链尾灾种的洪水,亦可成为主害灾种,有时还可转为次害灾种。易控灾种却因地而异,例如四川炉霍城郊在新都河为洪水,而罗列溪却为泥石流。

1.5 溃决-泥石流-洪水灾链

此灾链内溃决洪水是山区湖、库、渠道溃决而成的灾种。该灾种为灾链中主因灾种,有时可为易控灾种。泥石流和链尾的洪水沟为次生灾种。主害灾种因地而异。溃决洪水还包括山区沟道内临时堵塞性溃决水体。例如 1966-02-06 云南东川发生 6.5 级地震,蒋家沟上游门前沟沟床内出现一个方量达 40 万 m³ 的堵塞体,雨季积水成池,池满溃决而成泥石流。1974 年水库堤坝溃决洪水致使四川米易水陡沟暴发泥石流,其淤埋成昆铁路湾丘车站,铁路运输中断 7d。1974-09-26,08:30,四川丰都八一水库(库容 98 万 m³)溃决洪水 40 万 m³ 与坝体物质 12 万 m³ 混合成泥石流,其运动中又揭起沟床土体方量达 32 万 m³,注入龙豨河,顿时堆积成新坝体,坝内库容达 140 万 m³^[7](溃决水库库容的 1.4 倍);该新坝体稳定,直至 1985 年尚未出现明显渗漏现象。全国水库溃决严重,1949—1974 年溃坝事件平均每年达 59 座,1981 年四川达 58 座。由此利用病危水库堤坝溃决而成的泥石流再造新水库,是急待探讨的课题之一。该类灾链分布较广,危害亦较严重。

2 西南山地灾链的演变

随着青藏高原隆升,西南山区地貌经准平原期、剥蚀面期和峡谷期等几个阶段,山地灾链也随之而变化,其中泥石流的演变大体经历过如下五个阶段^[8]。

2.1 散流坡泥石流阶段

西南山区散流坡泥石流出现于上新世末或第四纪初期、近代泥石流源地的近分水岭地段及初始发育的山区。在上新世末,青藏高原、横断山区、四川盆地和云贵高原开始大幅度隆升,河流下切侵蚀,波状起伏丘陵的丘坡不断变陡,在一些土层失稳的丘坡上首先出现泥石流,而呈现暴雨-泥石流(坡面)-洪水灾链。一旦河流干支流切割深度超过某一临界值(随岩层、土层性质和坡度等的变化而变化),山地灾链便演变成暴雨-滑坡-泥石流-洪水灾链或暴雨-崩塌-泥石流-洪水灾链。而在四川盆地丘陵区却一直停留于散流坡泥石流阶段,这是存在着较坚硬的近水平产状的砂岩岩层之故;砂岩岩层改变了丘坡坡形结构,使陡崖得以保存,陡崖间的丘坡坡度变缓、坡长变短。随着山地灾链的发展,散流坡泥石流既向活动性崩塌滑坡集中,又向各级分水岭退缩。

2.2 切沟泥石流阶段

这是具有泥石流灾种的山地灾链发展中的第二个阶段,山坡上或谷坡上初始沟道(切沟)内出现泥石流,例如四川南坪^[9]、云南南涧等城郊的山地灾链。灾链的结构多为暴雨-泥石流(坡面和切沟)-洪水。灾链内切沟泥石流的特点是有相对稳定的沟道和沟口,冲淤深度大为增加,由数厘米增至十数米。

2.3 冲沟泥石流阶段

这是具有泥石流灾种的山地灾链发展中的第三个阶段,山区第二三级水系(从分水岭计起)沟道内出现泥石流。随着水系级别的增高,泥石流储供土量要求也增大;土量主要来自失稳的坡面土体,包括不断增厚的崩塌体、滑坡体等。灾链的结构除暴雨-泥石流(散流坡、切沟和冲沟)-洪水外,还可出现暴雨-滑坡-泥石流-洪水、暴雨-崩塌-泥石流-洪水、溃决-泥石流-洪水和地震-暴雨-滑坡-泥石流-洪水等,例如四川喜德东沟、温泉沟,云南东川大庆沟等的山地灾链。这时冲沟支流(切沟)内和流域坡面上已出现泥石流,生成流域性灾链。泥石流在致灾过程中加速了各类源地地貌演变,例如不断刷深沟道、产生中层深层滑坡、滑坡掩埋一些切沟和使局部分水岭发生迁移等^[9],有助于山地灾链演变。

2.4 溪沟泥石流阶段

这是具有泥石流灾种的山地灾链发展中的第四个阶段,山区第四五级水系已出现泥石流灾种,如四川凉山黑沙河、会理清水河、汶川七盘沟,云南东川蒋家沟等的山地灾链。灾链结构为暴雨-泥石流(散流坡、切沟、冲沟和溪沟)-洪水、暴雨-滑坡-泥石流-洪水和地震-暴雨-滑坡-泥石流-洪水等。与冲沟泥石流阶段相比,暴雨-滑坡-泥石流-洪水成灾比重逐渐上升,有的甚至占据主导地位,如蒋家沟流域山区崩塌滑坡面积不断扩大,储供土量不断增加,致使泥石流向粘性和高频发展。

2.5 河沟泥石流阶段

这是具有泥石流灾种的山地灾链发展中的第五个阶段,也是最高级阶段,山区第六七级水系已发生泥石流灾种。灾链的结构与所在的山地地貌类型有关:在高山中山区一般为暴雨-滑坡-泥石流(散流坡、切沟、冲沟、溪沟与河沟)-洪水;在极高山区往往是融水(或溃决洪水)-滑坡-泥石流-洪水。云南东川大桥河具有高山中山区山地灾链实例^[9],四川贡嘎山东坡燕子沟为极高山区山地灾链实例^[10]。

3 西南山地灾链的区域分异

3.1 西南山地灾链大区

西南山区山地灾链的结构与演变均与各地地貌的结构与演变有关. 地貌结构是指各种山地地貌类型的空间结构和各种现代地貌过程的空间结构. 随着这两种结构的形成与演变, 山地灾链(尤其是具有泥石流灾种的山地灾链)也随之发生、发展直至消亡. 由此西南山地灾链大区即为相应的山地地貌大区(表 1), 分为: 青藏高原、横断山地、四川盆地和云贵高原四个山地灾链大区^[11].

表 1 西南四个山地灾链大区的特征
Table 1 The regional characteristics of mountain hazard chain in Southwest China

大区	青藏高原	横断山地	四川盆地	云贵高原
海拔(m)	3000—6168	600—7590	85—1500	100—3000
成灾日雨量(mm)	>20	5—50	>150	>100
灾链结构	融水-泥石流-洪水 溃决-泥石流-洪水 洪水(溃决、融水)	暴雨-崩塌-泥石流-洪水 暴雨-滑坡-泥石流-洪水 阵雨、大雨	暴雨-泥石流-洪水	暴雨-泥石流-洪水
主因灾种	洪水或泥石流	泥石流或洪水	特大暴雨	大暴雨
主害灾种	洪水或泥石流	泥石流或洪水	洪水或泥石流	泥石流或洪水
易控灾种	部分泥石流或洪水	部分泥石流或洪水	部分洪水、泥石流	部分泥石流
危害对象	城镇、厂矿、公路等	城镇、厂矿、公路、渠系、农田等	村庄、道路、渠系、航道 和城镇等	城镇、厂矿、道路、农 田和渠系等
危害程度	轻微	严重	轻度	中度
防灾途径	预测、预防	预测、预防, 重点治理	防灾与建设同步进行	防治重灾点

3.2 西南山地灾链危害程度的分区

现将西南山地灾链危害程度分区指标列入表 2. 据表 2 所列的指标, 把横断山地分为三个灾链区, 即: 金沙江中游暴雨(地震)-崩塌-泥石流-洪水中度危害区, 金沙江下游暴雨(地震)-滑坡-泥石流-洪水严重危害区, 龙门山-邛崃山暴雨(地震)-滑坡-泥石流-洪水严重危害区; 把四川盆地也分为三个灾链区, 即: 盆中低山丘陵暴雨-泥石流-洪水轻微危害区(过境洪水除外, 简称盆中山区), 秦巴中山暴雨-滑坡-泥石流-洪水中度危害区(简称盆北山区)和大娄山中山低山暴雨-滑坡-泥石流-洪水中度危害区(简称盆南山区); 把云贵高原又分为三个灾链区, 即: 贵州高原暴雨-泥石流-洪水轻度危害区, 云南高原暴雨-滑坡-泥石流-洪水中度危害区和滇南山原暴雨-滑坡-泥石流-洪水中度危害区.

表 2 西南山地灾链的危害程度指标
Table 2 Dangerous degree indexes of mountain hazard chain in Southwest China

危害程度	严重	中度	轻度	轻微
沟坡类型	溪沟、河沟	冲沟、溪沟	切沟、冲沟	散流坡
泥石流性质	稀性或粘性	稀性或粘性	稀性或粘性	粘性或稀性
沟道密度 ¹⁾	密集	中等	稀疏	零星
泥石流活动频率 ²⁾	高频	中频	低频	间歇性
灾链结构	暴雨-滑坡-崩塌-泥石流-洪水	暴雨-滑坡-泥石流-洪水	暴雨-泥石流-洪水	暴雨-泥石流-洪水
伤亡人数(个)	>100	<100	未致死	无伤亡

1) 沟道密度 α 是最高级别的泥石流沟道在单位面积上分布的条数[条/(km)²], 密集为 $\alpha > 1.00$, 中等为 $\alpha = 0.10 \sim 1.00$, 稀疏为 $\alpha = 0.01 \sim 0.10$, 零星为 $\alpha < 0.01$; 2) 泥石流活动频率以重现期 T 来确定, 高频为 $T < 1a$, 中频为 $T = 1 \sim 10a$, 低频为 $T = 10 \sim 100a$, 间歇性为 $T > 100a$.

参 考 文 献

- [1] 田连权. 长江流域泥石流特征. 见:中国地理学会山地研究委员会、中国地理学会长江研究会. 长江流域山地开发与灾害防治. 成都:成都地图出版社,1992. 78—83.
- [2] 吴积善,田连权,康志成等. 泥石流及其综合治理. 北京:科学出版社,1993. 215—312.
- [3] 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. 16—52.
- [4] 杜榕恒,康志成,陈循谦等编著. 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—28.
- [5] 张信宝,刘江. 云南大盈江流域泥石流. 成都:成都地图出版社,1989. 16—25.
- [6] 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. 88—220.
- [7] 杨其文,李德基. 溃坝泥石流灾害与水土流失. 水土保持通报,1985,(5),25—29.
- [8] 田连权,吴积善,康志成等. 泥石流侵蚀搬运与堆积. 成都:成都地图出版社,1993. 163—167.
- [9] 中国科学院成都地理研究所泥石流研究室. 川西滇北山区泥石流灾害防治试点研究. 山地研究,1986,4(1): 21—32.
- [10] 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.
- [11] 罗德富,吴积善主编. 西南自然灾害及其防治对策. 北京:科学出版社,1991. 39—56.

REGIONAL DIFFERENTIATION OF THE MOUNTAIN HAZARD CHAIN IN SOUTHWEST CHINA

Tian Lianquan

(Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences

Chengdu 610041)

Abstract

In Southwest China the mountain hazards (rainstorm, avalanche, landslide, debris flow and flood) become causal relation each other, then become a series of hazard chain structure. So it is called mountain hazard chain. In the chain there is base generatic hazard, heavy hazard and thyristor hazard. It may achieve the maximum efficiency to control thyristor hazard.

The debris flow is a thyristor hazard of mountain hazard chain in Southwest China. It generated and developed with mountain geomorphologic evolution. There are 5 stages in debris flow processes, i. e. sheet slope, rill, gully, ravine and small stream.

According to regional differentiation of mountain and hazard condition, mountain hazard chain in Southwest China is divided 4 regions (Qinghai-Xizang Plateau, Hengduan Mountains, Sichuan Basin, Yunnan-Guizhou Plateau) and 9 areas (middle reaches and lower reaches of Jinshajiang River, Longmen-Qionglai mountain, middle, north and south mountains of Sichuan Basin, Guizhou Plateau, Yunnan Plateau, mountain plain of South Yunnan).

Key words Southwest China, mountain hazard chain, regional differentiation