

(20) 169-174

陕西省商洛地区 1994 年山洪泥石流灾害研究[†]李昭淑¹⁾ 罗国政²⁾ 郭根社³⁾

P642.23

(1)西北大学城市与资源学系,710069,西安;2)陕西省水文总站,710068,西安;3)丹凤县水利水保局,726200,陕西丹凤;第一作者 69 岁,副教授)

摘要 通过野外实际考察,对 1994 年商洛地区发生的大面积暴雨泥石流的类型、分布、形成条件,以及典型泥石流的流速和流量进行了计算。认为泥石流是山区主要的自然灾害,只有恢复生态环境,加强防治措施,才能减轻泥石流灾害损失,促进该地区国民经济的发展。

关键词 泥石流; 自然灾害; 生态环境; 陕西商洛

分类号 X43

山洪

商洛地区位于陕西省东南部(东经 108°34'~111°01',北纬 33°02'~34°24'之间)。区内群山起伏,连绵不断,仅在断陷盆地里,或沿宽阔河谷地段,才有局部小平原。山区经常发生自然灾害,尤以泥石流危害最严重,威胁着人民生命财产安全,同时制约着山区经济的发展。1994 年 6 月下旬至 7 月中旬,该地区曾数次连续发生暴雨,形成山洪泥石流灾害,损失十分严重。

1 1994 年山洪泥石流灾害

商洛地区总面积 19 454 km², 占全省总面积的 8.9%。辖 7 县(市),即商州市、洛南、山阳、丹凤、商南、镇安、柞水县。商州市为全区政治、经济、文化和交通中心。全区共有 214.5 万人口(表 1),其中农业人口 200.9 万,占总人口的 94.0%,故全区以农业生产为主。

表 1 商洛地区行政区划表

Tab. 1 Administrative Divisions, Shangluo Prefecture

项 目	合 计	商州市	洛 南	山 阳	丹 凤	商 南	镇 安	柞 水
区 公 所	58	10	11	9	7	8	10	5
乡 镇	357	62	61	66	47	37	58	36
行 政 村	2 862	634	546	483	324	246	424	205
村 民 小 组	17 548	3 614	3 048	3 098	2 417	1 813	2 356	1 202
总人口(万人)	214.5	47.4	40.7	38.0	26.4	21.0	26.7	14.3
农业人口(万人)	200.9	43.0	39.7	36.5	25.2	19.9	25.2	13.4

1994 年 6 月 24 日、28 日、7 月 2 日、6 日、7 日、8 日、10 日、11 日 7 个县(市)先后遭受大风、暴雨、山洪、泥石流和滑坡灾害袭击,波及 46 个区、252 个乡镇、1 669 个村(图 1)。

受灾人口 76.91 万人, 农作物受灾面积 42 174.7 hm², 农作物成灾面积 29 953.2 hm², 绝收面积 6 041.7 hm², 减产粮食 49 255.7 t; 倒塌房屋 2 475 间, 死亡 16 人, 死亡牲畜 491 头; 损坏输电线路 41.3 km, 通讯线路 200 km; 冲毁公路 45 条, 长达 500 km 多; 损坏堤防 1 766 处, 长 146.21 km; 毁坏水电站

[†] 国家自然科学基金资助课题

收稿日期:1997-11-06

7 座,装机 403.15 kW。这次灾害经济损失 12 363.3 万元(表 2)。

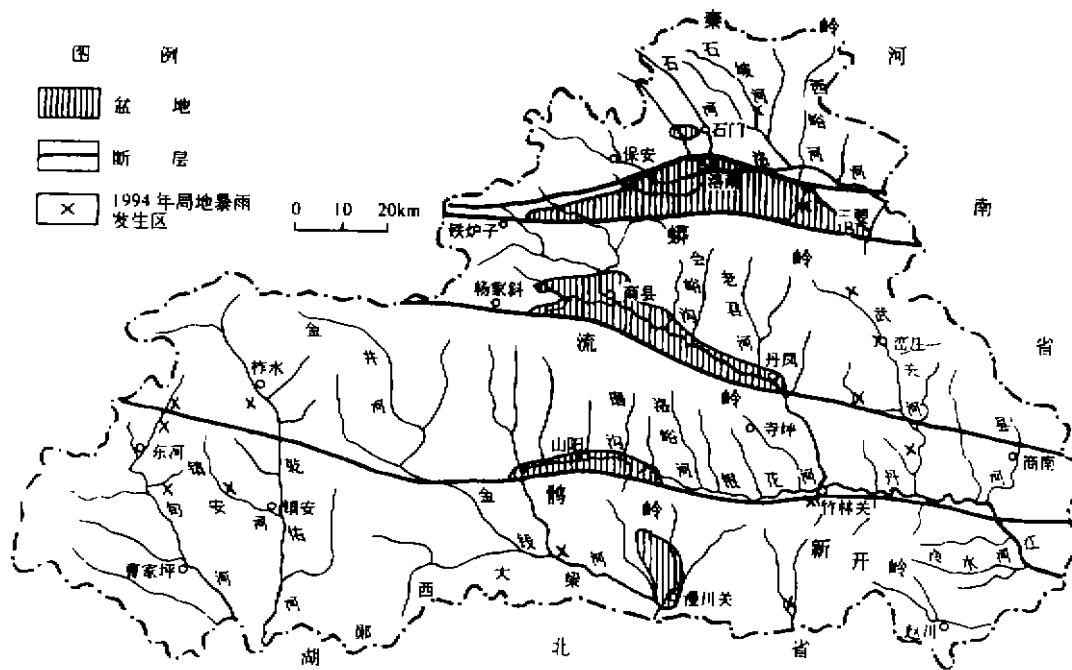


图 1 商洛地区 1994 年暴雨泥石流分布图

Fig. 1 Spread of Heavy Rain and Debris Flow, Shangluo Prefecture, 1994

表 2 1994 年商洛地区灾害统计表

Tab. 2 Statistics of Calamities in Shangluo Prefecture in 1994

地名	灾害范围			死亡人数	成灾面积/hm ²	倒塌房屋 (间)	直接经济损失 (万元)
	乡(镇)	村	人数(万人)				
商州市	15	85	1.94		772	79	126.1
洛南县	65	556	16.9	5	7 117	497	1 496.71
山阳县	50	393	22.48	1	5 972.3	305	1 226.3
丹凤县	32	228	13.04	7	3 724	1 024	2 244.06
商南县	4	13	0.71		301	10	650
镇安县	64	275	17.4		8 407	289	3 656.64
柞水县	25	119	4.7	3	1 600	271	2 964
合计	255	1 669	76.91	16	29 953.2	2 475	12 363.81

注:摘自商洛地区水电局统计资料

2 商洛地区泥石流灾害形成的条件分析

商洛地区位于秦岭东端的南坡,地质构造复杂,群山起伏,气候多变,雨量充沛且多暴雨,加之人为破坏植被,自然灾害几乎每年都发生,损失严重。现就泥石流灾害形成的条件分析如下。

2.1 地质

商洛地区按区域地质构造,以断裂构造为主,分为几个构造区。以铁炉子—楼村—灵口一线为界,北侧属于华北准地台南缘的商渭台缘褶皱带,南侧属秦祁地槽褶皱带。

该区自震旦纪海侵之后,经加里东、华力西和印支运动,自北而南分阶段结束海侵,三迭纪末期受印支运动影响,秦岭整体隆升,地槽结束。燕山运动时期,沿北西或东西向断裂,形成一些断陷盆地,并沿断裂软弱带有大规模的花岗岩、花岗斑岩、闪长岩侵入。白垩纪末和新生代时期,发生了继承性断块差异运动,在山间形成了红色盆地,第四纪受新构造运动影响又发生断裂,盆地里红层发生错断和褶皱。1994年泥石流多发生在河谷上游,搬运物质多是较坚硬的岩石,诸如花岗岩、灰岩等。

2.2 地貌

商洛地区地形起伏变化大,岭谷相间,峰峦叠嶂。地势西北高、东南低,最高点位于柞水县营盘以北秦岭主脊的牛背梁,海拔2802.1m,最低点是在丹江谷地的商南县梳洗楼附近,海拔215.4m,地形相对高差2586.7m。

商洛地区的地貌形成与发展均受内外营力的控制。山势形似手掌,掌结位于柞水西北,呈手指状向东北和东南延伸,由北而南有秦岭主脊、蟒岭、流岭、新开岭、鹤岭和郧西大梁^[2](表3)。秦岭主脊、蟒岭和流岭都是典型的掀斜断块山。掀斜式断块山的两坡发育着不对称水系,断层翘起一坡,河流短小,河床比降大,下切能力和溯源侵蚀均强,河谷陡峻,常为V字形峡谷;缓倾斜的一坡,河流源远流长,谷地较宽,纵剖面较缓。商洛地区的断块山,使地形呈波浪式起伏,不对称水系发育,有利于局地暴雨形成。

表3 商洛地区山地特征

Tab. 3 Features of Mountainous Region, Shangluo Prefecture

山 岭	主峰高度/m	岩 性	构造特征
秦岭主脊	牛 背 2802.1	花岗岩	华北准地台,掀升构造,山体北仰南俯
蟒 岭	云架山 1709.5	花岗岩	秦岭地槽区,加里东褶皱带,山体北仰南俯
流 岭	秦王山 2087	花岗岩	秦岭地槽区,海西褶皱带,山体北仰南俯
新开岭	大峰尖 1596.2	石灰岩	秦岭地槽区,印支褶皱带
鹤 岭	天竺山 2074	石灰岩、板岩	秦岭地槽区,印支褶皱带

2.3 气候

商洛地区气候,北部受秦岭天然屏障阻隔,寒潮不易侵入;东南因掌状地形影响,由南向北抬高,有利于东南暖湿气流侵入,气候湿润多雨。故山地的南部属亚热带湿润气候,北部属暖温带气候。年平均气温 $31.6^{\circ}\text{C}\sim 40.8^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-11.8^{\circ}\text{C}\sim -21.6^{\circ}\text{C}$,一年四季分明,冬季寒冷,夏季炎热。全区降水量较丰富,多年平均降水量 $700\text{mm}\sim 1100\text{mm}$,年平均雨日120d。其降水特点是:

(1)降水量的垂直差异明显,由河谷向山地递增,降水随地形高度变化,在1600m以下,增大趋势显著,增减值约在 $0.096\text{mm}\sim 0.167\text{mm}$ 。

(2)降水受断块山影响,掀斜断块山的缓坡受流水侵蚀,山峰与山岭易形成喇叭地形,成为局地暴雨产生的有利条件。

(3)年降水量各季分布不均,冬季降雨雪量最少,占年降水量的3.0%,春季占23%,夏季占40.0%~41.0%,秋季占26.0%~30.0%。主要降水集中在7月~9月,约占年降水总量的50.0%以上。

全区在28年(1958年~1985年)出现95场暴雨,且多为局地性暴雨,全区性暴雨只有3次(表4)。暴雨出现次数最多的年份是1983年,达22次之多。未出现暴雨年份,记录的仅有1963年和1968年。暴雨中心有镇安县柴坪、商南县赵川、丹凤县武关河和洛南的三要、李垣等地。

1994年商洛地区暴雨情况,从6月24日、28日~7月2日、6日、8日、10日、11日,共发生8次局地暴雨。丹凤峦庄7月8日1~9时,降水量125mm,寺坪区8h,降水量130mm。洛南县古城7月8日达6h,降水量98mm,石坡7月11日的18时~19时10分,降水量50mm。柞水县七坪乡7月10日晚11时至11日凌晨,8h降雨180mm。镇安东川7月8日~10日,突降特大暴雨5次。山阳南宽坪7月

1 日~7 月 10 日总降水量达 224 mm。根据商洛全区 28 个报讯雨量站统计,从 7 月 2 日到 10 日,降雨量超过 100 mm 的有 24 个站(次),超过 150 mm 的有 8 个站(次),超过 200 mm 的有 3 个站(次)。当年局地暴雨特征:一是暴雨强度大,来势迅猛;二是雨区分散,暴雨重复出现。从 7 月 2 日到 11 日,10 d 内先后有 4 次暴雨袭击;三是暴雨笼罩面积较小,伴随暴雨泥石流多在一至几条沟暴发;四是损失严重。

表 4 商洛地区历年出现暴雨次数表

Tab. 4 Times Raintorm Arose in Shangluo Prefeceare Over the Years

年 份	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
次 数	14	1	6	6	4		19	5	3	11		3	5	7
年 份	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
次 数	7	3	6	4	4	8	4	10	15	4	5	22	11	8

(4)人为因素:商洛地区山高坡陡,由于滥伐滥垦,植被破坏严重,造成大面积水土流失、生态失调、土地瘠薄,自然灾害连年不断。全区水土流失面积 15 627 km²,占总土地面积的 80.32%¹⁾。年平均侵蚀模数 1 527 t/km²,一些水土流失严重的地方已达 2 000 t/km²~3 000 t/km²。据初步分析,造成水土流失的原因很多,其主要是过去盲目开荒,且毫无节制,毁林面积竟达 16.7×10⁶ hm²。

3 商洛地区 1994 年形成的典型泥石流沟

3.1 大石板泥石流沟

大石板沟位于丹凤县铁峪铺乡,流域面积 29.5 km²,沟长 3.95 km,沟口海拔 532.9 m,最高点海拔 1 038.6 m,相对高差 505.7 m。流域是在秦岭加里东褶皱带,出露的岩石有片岩、板岩、千枚岩和花岗岩等。1994 年 7 月 8 日突降暴雨,暴发了泥石流,流速和流量计算如下:

流速计算公式

$$V_c = \frac{1}{n_c} \times H^{2/3} \times I^{1/2(2)}$$

V_c ,泥石流断面平均流速(m/s); n_c ,泥石流沟道糙率系数; H ,泥石流断面平均泥位深; I ,泥石流泥位纵比降。

过流断面参数分别为

$$n_c = 0.2; H = 3.0; I = 0.15。$$

代入流速公式

$$V_c = \frac{1}{0.2} \times 3.0^{2/3} \times 0.15^{1/2} = 3.8 \text{ m/s}。$$

流量计算公式: $Q_c = W_c \times V_c$ 。其中 Q_c ,流量(m³/s); V_c ,流速(m/s); W_c ,断面面积(m²)。

流量参数分别为: $V_c = 3.8$; $W_c = 2.1 \times 24 = 50.4 \text{ m}^2$ 。

代入流量公式

$$Q_c = 50.4 \times 3.8 = 191.52 \text{ m}^3/\text{s}。$$

泥石流流到距离沟口 300 m 处停止,向上游都是堆积的砾石与块石,在弯道的凸岸多堆积有较大的块石,凹岸有爬高现象,如在田角里村,浆体爬高约有 5 m。泥石流在上游西沟搬运最大块石 5.75 m×1.25 m×1.33 m,重量达 23.8 t,搬运距离约 2 000 m 以上。其搬运物质多是砾石和块石,属于稀性泥石流。

3.2 阳坡泥石流沟

阳坡泥石流沟位于丹凤县马家坪乡,是街子沟的一条支流,流域面积 1.42 km²,沟长 2 700 m,泥石

1)此为 1983 年统计资料。

流沟口高程 800 m, 最高点 1 570 m, 相对高差 770 m。阳坡沟在距沟口约 500 m 处, 有一基岩陡坎, 高约 90 m, 比降 70°, 形成了高速泥石流。流速计算如下:

根据能量守恒定律, 泥石流在流动过程中, 受下垫面的摩擦, 碰击能量损失 60.0%~70.0%, 故

$$V_{\text{估}} = V \times C。$$

其中, V 流速(m/s); C 系数(取 0.35)。

代入公式

$$V_{\text{估}} = V \times C = 14.85 \text{ m/s}。$$

阳坡沟高速泥石流携带了大量固体物质, 迅速堆积在街子沟, 发生堵河。当泥石流俯冲下来时, 把沟旁 12 间瓦房毁坏, 两人死亡。在调查中据群众说, 泥石流将其住房全部毁坏。泥石流推出的固体物质约 48 000 m³, 这次泥石流堆积扇与对面老泥石流扇相比规模较小。

3.3 马房沟泥石流

马房沟在柞水县石镇土坪乡, 流域面积 69.2 km², 沟长 11.5 km, 沟口高程 750 m, 最高点 2 224 m, 相差 1 494 m。1994 年 7 月 10 日晚 11 时至 11 日凌晨 2 时, 3 h 降水量达 180 mm, 暴发了泥石流。全乡 4 个村 17 个村民小组 588 户 2 547 人受灾, 占全乡总户数 71.6%, 冲毁房屋 65 间, 危房 193 间, 死亡 3 人。粮食作物受灾面积 101.9 hm², 成灾面积 92.3 hm², 毁坏耕地 58 hm², 损失粮食 20 万 kg, 冲毁公路 16 km, 一座 8 m 长的 3 孔桥被冲毁, 冲溃河堤 7 100 m, 高压线 9 km。

马房沟上游的红河与丰河两条支流的泥石流流速与流量计算如下:

(1) 红河流域流速与流量

流速公式:

$$V_c = 1/n_c \times H^{2/3} \times J^{1/2}。$$

$$n_c = 0.2; H = 5.3 \text{ m}; J = 0.12。$$

代入公式

$$V_c = 1/0.2 \times 5.3^{2/3} \times 0.12^{1/2} = 5 \times 3 \times 0.35 = 5.2 \text{ m/s}。$$

流量公式

$$Q_c = W \times V_c; W = 150 \text{ m}^2; V_c = 5.2 \text{ m/s}; Q_c = 780 \text{ m}^3/\text{s}。$$

(2) 丰河泥石流

流速公式

$$V_c = 1/n_c \times H^{2/3} \times J^{1/2}。$$

$$n_c = 0.2; H = 4.3; J = 0.14。$$

代入公式

$$V_c = 1/0.2 \times 4.3^{2/3} \times 0.14^{1/2} = 4.8 \text{ m/s}。$$

流量公式

$$Q_c = W \times V_c; W = 126 \text{ m}^2; V_c = 4.8 \text{ m/s}; Q_c = 604.8 \text{ m}^3/\text{s}。$$

马房沟泥石流搬运物质以砾石为主, 是稀性泥石流。泥石流的固体物质大多来自上游, 因为海拔高, 机械风化强烈, 块体运动活跃, 沟床比降大, 又是强暴雨区, 故泥石流流量大。红河和丰河都是马房沟上游的支流, 在太山庙相汇。下游河床变缓, 河漫滩也较宽, 为了多产粮食, 沿河漫滩修有干砌石堤(河堤、石链)。石堤存在的问题: 一是缩窄了河床, 使过水断面变小; 二是石堤防洪标准低, 只能防 10 年一遇的洪水, 而泥石流多是 100 年一遇的洪水; 三是工程质量差, 难以抵抗泥石流特大洪水冲击; 四是石堤修建不科学, 不是按照洪水流势建堤, 而是截弯取直, 改变河道。因此, 洪水和泥石流要走老路, 石堤必然被毁; 五是石堤被毁后, 砌堤块石成为泥石流下游补给物质的来源。由于河漫滩地增产粮食效益高, 当石堤毁坏后, 往往重新修建, 建堤的石料多取材泥石流堆积的巨大漂砾, 或是在河谷基岩陡坡进行爆破, 故马房沟中下游泥石流固体物质来源, 多是支流与人工河堤的补给。

(3) 镇安县东川区泥石流 7 月 8 日~10 日发生暴雨 5 次, 累计达 8 h 之久, 特别是 10 日晚 23 时 30 分, 从柞水、宁陕方向来的暴雨产生了泥石流。东川河(东河)水位高达 6 m 以上, 流量 450 m³/s, 受灾

面积 600 hm², 成灾面积 439.5 hm², 倒塌房屋 158 间, 冲毁河堤 2 000 m。灾情最严重的东河乡蔡家庄村二组 30 户 113 人, 有 26 户房屋全部被泥石流冲毁, 粮食、衣物和财产全被洗劫一空, 有的已失去生存的基本条件。

4 结 语

商洛地区山地面积约占 80.0%, 过去不仅未能发挥山区优势, 合理利用资源和进行环境保护, 相反却不断毁林开荒, 破坏森林植被, 引起水土流失不断加剧, 生态环境恶化, 降水量大幅度减少。建国以来, 除镇安县外, 各县年降水量均减少 100 mm 多。干旱和山洪泥石流频繁发生, 人民生命财产遭受严重损失, 群众生活困苦, 直接影响当地经济的发展。同时, 发生泥石流期间还造成长江输沙量的不断增加。故应把治山、治水、发展经济、脱贫致富和防治灾害结合起来, 从根本上改变该地区经济落后的面貌。

参 考 文 献

- 1 陕西师范大学地理系, 商洛地区地理志编写组. 陕西商洛地理志. 西安: 陕西人民出版社, 1981. 64~66
- 2 康志成. 我国泥石流流速研究与计算方法. 山地研究, 1987, 5(4): 247~257

责任编辑 徐象平

A Study of Calamities, Shangluo Prefecture, Shaanxi Province, 1994

Li Zhaoshu¹⁾ Luo Guozheng²⁾ Guo Genshe³⁾

(1) Department of Urban and Resource Science, Northwest University, 710069, Xi'an; 2) Central Hydrographic Station, Shaanxi, 710068, Xi'an; 3) Bureau of Water and Soil Conservation, Danfeng County, 726200, Shaanxi Danfeng)

Abstract In Shangluo Prefecture, Shaanxi, occurred heavy rain and debris flow in large area, 1994. People there suffered grievous losses. Through field practical investigation type the spread and formation conditions of the flow are studied and the typical flow along the ditch is measured and the current velocity of the flow along the ditch is found. It is considered that debris flow is the most serious natural calamity there and that only by restoration of ecological environment and strengthening of its prevention and control can the calamity threatening be lessened and national economy be flourishing there.

Key words debris flow; natural calamity; ecological environment