

陕西省山洪灾害特征及防治对策

张茂省^{1,3}, 薛富平², 王晓勇³

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 三门峡库区管理局, 陕西 西安 710000;
3. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘 要: 界定了山洪灾害的概念, 分析了陕西省山洪灾害的形成条件和影响因素。在时域上, 具有多期性和同期群发性, 与泥石流、滑坡等灾害形成灾害链, 每年 7~9 月是山洪灾害的高发季节, 4~6 月偶有发生; 在地域上, 受暴雨中心和流域地形控制, 具有相对集中性和成片成带性。划分了山洪灾害易发区, 分区提出了相应的防洪减灾措施。

关键词: 山洪灾害; 发育特征; 分区特征; 防治措施

中图分类号: X43 **文献标识码:** A

1 概述

陕西地跨黄河、长江两大流域, 全省面积 20.56 万 km²。地势南北高、中间低、西部高、东部低, 北山和秦岭把陕西分为 3 大自然区域: 北部为陕北黄土高原; 中部为号称“八百里秦川”的关中平原; 南部为陕西秦巴山地。具有地形复杂多样, 降雨集中的特点。因此, 山区和丘陵区因降雨引发的山洪灾害问题十分突出。由于山洪灾害突发性强, 破坏性大, 每年都造成大量人员伤亡和财产损失, 严重影响山丘区社会安定和经济发展。防御山洪灾害已经成为当前减灾防灾工作的一个重点和难点。

洪水是指大量的降雨在短时间内汇入河道 (或沟谷), 或大坝溃决形成的特大径流, 这种特大径流超出了正常的泄流能力, 从而造成灾害。洪水按其诱发因素分为暴雨型和溃决型两类; 按其暴发的地域分为上游洪水 (即山洪) 和下游洪水。山洪一般是突发的, 局部暴雨形成的, 其特点是涉及的水量中等、历时短暂、影响范围不大, 但进入沟谷的速度很快, 来势凶猛, 常常诱发滑坡、泥石流, 破坏

力强, 危害十分严重。笔者所述山洪灾害是指由降雨在上游山丘区引发的洪水灾害以及由洪水诱发的泥石流、滑坡等灾害^[1~7]。

2 山洪灾害的形成条件与影响因素

山洪灾害的形成主要取决于气候条件和流域特征, 同时亦受到地表岩性、植被以及社会经济活动等因素的影响。

2.1 气候条件

降雨的时空分布对径流的影响最为明显。特大暴雨是陕西省绝大多数山洪灾害形成的根本原因。陕西省属暴雨高发省, 日降雨量 ≥ 100 mm 的暴雨中心分布如图 1 所示, 暴雨中心的密度和年平均暴雨日数具有南高北低的分布规律。关中以北, 年平均暴雨次数在 1.5 次以下, 秦巴山区一般 2~3 次, 最高在南端镇巴县, 年平均暴雨次数 4 次以上。据陕南秦巴山区统计资料: 若降雨强度小于 5 mm/10 min 或 16 mm/h, 则不会发生山洪灾害; 凡降雨强度大于 10 mm/10 min 或 40 mm/h, 则必然暴发山洪灾害。

收稿日期: 2004-04-30; 修回日期: 2004-05-24

基金项目: 国土资源部重点项目“陕西省区域环境地质调查”

作者简介: 张茂省 (1962-), 男, 主要从事水文地质与环境地质勘查与研究工作。

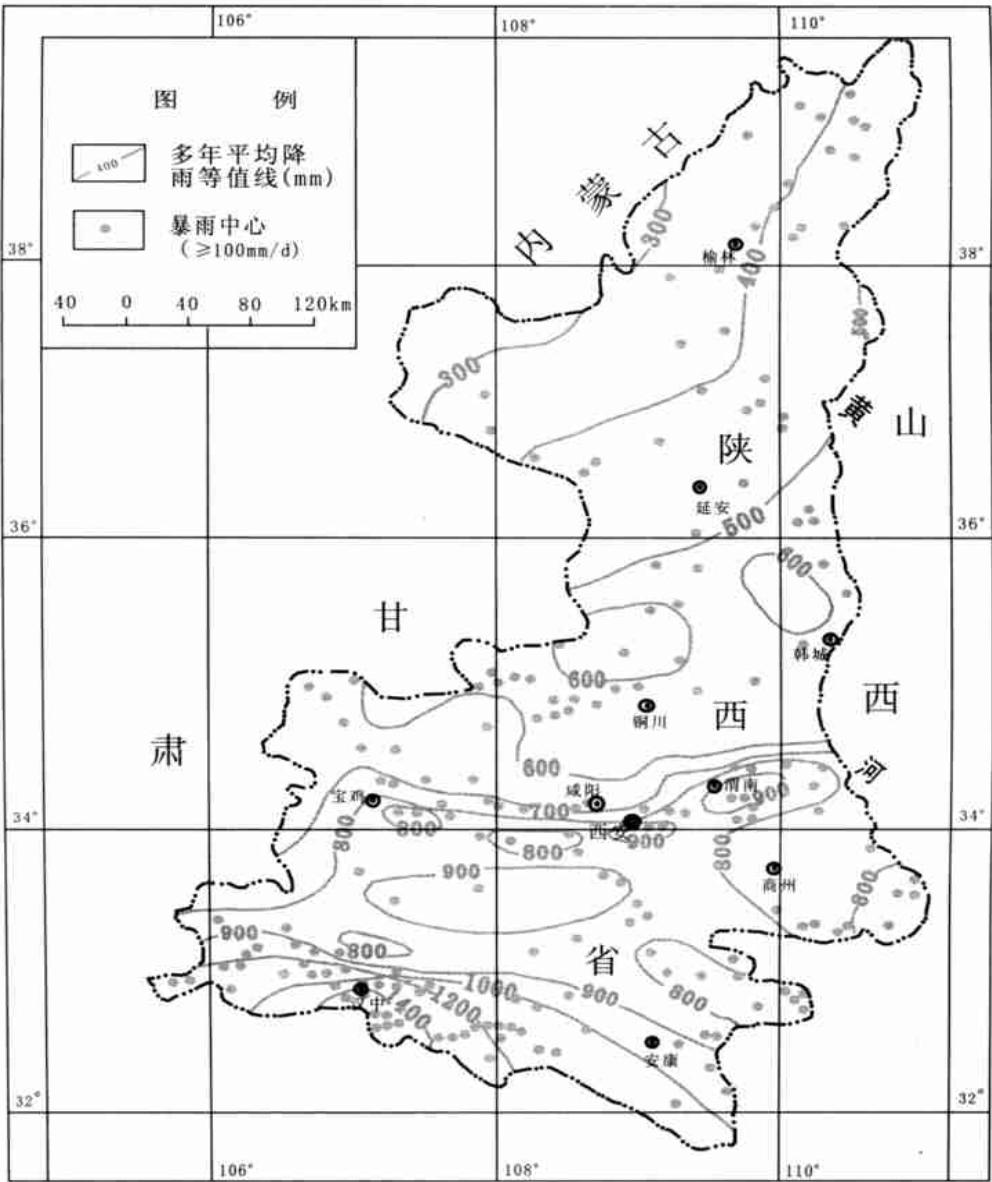


图 1 陕西暴雨中心与降水量分布图

Fig. 1 Map of storm centers and precipitation for Shaanxi

2.2 流域特征

流域的地形条件、形状和面积也是陕西省山洪灾害形成决定性条件。地形条件决定了地表水的汇流条件，地势愈陡，切割愈强烈，地表径流的汇流速度愈快，汇流时间愈短，径流的下渗愈小，有利于山洪灾害形成。流域的形状不仅影响流量的大小，也影响径流的过程及其变化，狭长的和羽状排列的流域其流量过程线往往比较平缓，不易形成山洪灾害，扇形排列的流域，各支流的洪水基本上同时汇聚到干流，流量过程线往往较陡，易暴发山洪灾害。流域面积对径

流量的大小其控制作用。

2.3 地表岩性

一方面地表组成物质的渗透性能影响着地表径流的下渗量；另一方面，松散堆积物的多寡又是山洪灾害转化为泥石流的先决条件。植被：以多种方式减轻山洪灾害，可以降低地表径流速度，维持或增强地表的渗透性，直接吸收水分等。社会经济活动：山丘区中小河流源头和沿线，由于违章建筑、工程削坡、不合理的耕作、砍伐森林、修坝束水及采矿弃渣等人类活动，导致水土流失严重，河床逐步

淤高,河道行洪能力不断减弱,都将对山洪灾害的形成直接或间接地产生影响。

3 陕西省山洪灾害分布规律

3.1 总体分布规律

3.1.1 地域分布规律

降雨特性和地形地貌决定了山洪灾害的分布规律,自北而南各个地貌单元山洪灾害分布规律如下:

(1) 陕北沙漠高原:位于陕西省西北部长城沿线及以西以北地区,属温带干旱-半干旱气候区,年降水量 300~450 mm,海拔 900~1 400 m。现代风积沙广布,主要地貌形态为固定-半固定沙丘、沙地及草滩盆地。主要特征为地层松散,地形平坦,水系稀少,基本无山洪灾害形成。

(2) 陕北黄土高原:位于陕西省北部,属暖温带干旱—半干旱气候区,年降水量 400~500 mm,海拔 800~1 600 m。地形破碎,沟壑发育。主要地貌形态有黄土梁峁(塬、残塬)、黄土沟壑、河谷阶地和基岩中低山地。山洪灾害主要分布于黄土梁峁沟壑区,沟壑密度 2~7 km/km²,沟壑面积占 60% 以上,沟谷纵比降 2‰~7‰。易形成山洪灾害暴发。如 2002 年 7 月 4 日凌晨 3 h 20 min 至上午 9 h,子长—延川县一带遭受 500 年一遇特大暴雨袭击,降雨量达 259 mm,秀延河子长境内流量达到 5 200 m³/s。洪水进入子长县城,3 条街道 1 035 户居民房屋进水,两栋楼房倒塌,建设煤矿 9 名矿工被困井下,全县 5 600 多人受灾。部分桥梁和交通、通讯线路垮塌和中断。

(3) 关中断陷盆地:位于陕西省中部,属暖温带半湿润气候区,年降水量 550~700 mm。为一西狭东阔的新生代断陷盆地。渭河横贯东西,由洪积倾斜平原、黄土台塬和冲积平原组成。关中盆地南侧支流多短小,坡降大,为山洪灾害的多发区。由山洪灾害诱发的崩滑灾害分布地区主要有旬邑—彬县区、铜川—瑶曲区、韩城—合阳区、泾阳南塬区和蓝田台塬区。

(4) 陕南秦巴山地:位于陕西省南部,属暖温带湿润气候区,年降水量 800~1 000 mm 以上。由陇山余脉、秦岭和巴山组成,为中生代以来全面隆起的褶皱山地,以中山地貌为主。山峰林立,断陷盆地散布于其中,汉江谷地贯穿于秦岭、大巴山之间。该区降雨量大,山势陡峻,成为省内山洪灾害及泥石流的主要发育区。山洪灾害及泥石流发育区主要有秦岭北坡

区、凤县—凤阁岭区、镇安—山阳区、略阳—勉县—宁强区、紫阳—白河区。如 1992 年 8 月 12 日,略阳县观音寺乡纪家沟山洪灾害暴发,不到 20 min,摧毁 15 户人家和沟内所有耕地,死亡 53 人,重伤 3 人;1981 年 8 月 21 日,凤县出现 112.5 mm/d 的大暴雨,庙沟山洪灾害暴发形成泥石流,在沟口形成长 100 m、宽 30 m、厚 5 m,体积万余立方米的泥石流堆积扇。泥石流掩埋红花铺车站铁轨和七节货车,造成严重灾害。

3.1.2 时间域分布规律

每年 7~9 月是山洪灾害的高发季节,4~6 月山洪灾害也偶有发生,其他月份一般没有山洪灾害发生(表 1)。山洪灾害水源来自暴雨,短时期内大量的降雨在沟谷中汇集,水位暴涨,形成山洪灾害。从统计资料看,当降雨强度 > 10 mm/10 min 或 > 40 mm/h,必然暴发山洪灾害。

3.1.3 山洪灾害发育特征^[8~11]

(1) 受暴雨中心控制,山洪灾害在地域分布上具有相对集中性。

(2) 在发生时间上具多期性和同期群发性。即山洪灾害往往在同一地区多期发生;在每一期的发生中,又具有多沟道的群发性。

(3) 与人类活动相伴生。人类不当经济活动往往破坏生态环境,特别是对地表植被的破坏,加剧了山洪灾害发生。

(4) 山丘区洪水常常诱发泥石流、滑坡等灾害,形成灾害链。

如 1988 年 8 月 13~14 日,柞水县九间房、蓝田县葛牌一带发生特大暴雨,九间房最大降雨量 383 mm,降水过程从 8 月 13 日 13 时开始至 14 日 8 时结束,历时 18 h。暴雨引起山洪,诱发泥石流和滑坡百余处。仅蓝田县的葛牌、红门寺乡就造成 48 人死亡,毁房 1 744 间,直接经济损失 6 500 万元,同时柞水县境内踩玉河两岸 26 条沟暴发山洪灾害,共造成 55 人死亡,毁房 1 373 间,直接经济损失 2 460 万元,上述事例,充分体现了山洪灾害暴发的群发性与集中性特征。

3.2 山洪灾害分区特征^[12,13]

陕西省山洪灾害具有成片、成带分布的规律(图 2)。从北向南,根据山洪灾害的分布位置及其特征,依次可以划分 18 个山洪灾害高易发区(表 2)。山洪灾害高易发区主要分布在黄土梁峁区、黄土塬边、秦岭北坡、巴山北坡、嘉陵江流域、商洛地区。

表 1 1970~ 1995 年部分暴雨与山洪灾害对比表

Tab. 1 Comparison of torrential floods from 1970 to 1995

暴雨中心	日 期	降水量 (mm)	山洪灾害	分 布 范 围
南郑新集	1970. 7. 27	287. 8	20 处	宝鸡以南洋县 华山地区 安康以上汉江流域 17 县市
城固朱砂沟	1970. 8. 5	500	73 处	
镇巴三无	1979. 7. 17	290. 7	8 处	
宁强毛坝河	1981. 8. 15	227. 6	2 860 处	
洋县华阳	1981. 8. 14~ 23	256	19 411 处	
华阴罗夫	1982. 7. 13	228	40 余处	
安 康	1983. 7. 27~ 31	146. 3		
凤县凤镇	1983. 7~ 10	100. 2	80 处	
留 坝	1984. 8. 3	214. 9	5 处	
凤县—留坝	1990. 7. 5~ 6		900 多处	
略阳观音寺	1992. 8. 12	300 以上	30 余处	凤县、太白 踩玉河流域 主要分布于柞水九间房、商州吴家沟、蓝田葛牌
柞水踩玉河	1983. 7~ 10	136. 7	80 余处	
柞水九间房	1988. 8. 13~ 14	383	百余处	

表 2 全省山洪灾害易发区统计表

Tab. 2 Summary statistics on high potential area subjected to torrential floods

易 发 区		分 布	危 害
1	神木—府谷区	面积 6 250 km ²	威胁 700 余人, 房 (窑) 300 间 (孔)
2	米脂—子洲—绥德区	面积 4 800 km ² , 人口密度 120 人/km ²	威胁 1 750 余人, 房 (窑) 780 间 (孔)
3	安塞—子长—清涧区	郝家坪一带, 面积 3 600 km ² , 人口密度 74 人/km ²	威胁 3 850 余人, 房 (窑) 2 100 间 (孔)
4	吴旗区 4	县境, 面积 3 700 km ² , 人口密度 27 人/km ²	威胁 1 800 余人, 房 (窑) 1 120 余间 (孔)
5	延安区	延安城区、潘龙、下坪、贵屯、姚店面积 800 km ² , 人口密度 53 人/km ²	威胁 2 600 余人, 房 (窑) 540 间 (孔)
6	宜川区	宜川县城郊及宜川—壶口公路段面积 400 km ² , 人口密度 32 人/km ²	威胁 700 余人, 房 (窑) 510 间 (孔)
7	铜川区	铜川市郊, 面积 800 km ² , 人口密度 216 个/km ²	威胁铝厂、煤矿、商店等单位及 1 100 余户居民
8	宝鸡—眉县区	宝鸡甘峪—眉县汤峪台塬区, 面积 640 km ² , 人口密度 300 人/km ²	有灾害点 40 余处
9	渭南—蓝田区	白鹿塬、少陵塬、横岭丘陵, 尤河上游, 面积 960 km ² , 人口密度 270 人/km ²	主要灾害点 200 余处, 威胁 3 万人, 6 000 余户安全
10	华山北坡区	华山北坡山前一带, 小秦岭金矿区, 面积 650 km ² , 人口密度 170 人/km ²	1988. 1. 16 华 山 峪 山 洪 灾 害, 死 亡 18 人, 1994. 7. 11 潼关西峪山洪灾害, 51 人死亡
11	凤县—留坝区	凤县双石铺、留坝河口镇一带, 面积 480 km ² , 人口密度 27 人/km ²	主要危害: 威胁铁路、双石铺朱家湾 102 人, 126 间房
12	柞水—洛南区	柞水九间房, 蓝田葛牌、玉川一带, 面积 440 km ² , 人口密度 70 人/km ²	1988. 8. 14 山洪灾害造成区内 103 人死亡, 毁房 3 000 余间, 直接经济损失 9 000 余万元
13	旬阳—白河区	面积 2 200 km ² , 人口密度 115 人/km ²	主要灾害点 30 余处
14	平利—镇坪区	平利的八道、秋河、松鸦一带, 面积 1 400 km ² , 人口密度 96 人/km ²	主要灾害点 30 余处, 96. 8. 11 平利八道罗家院子山洪灾害, 死亡 8 人
15	岚皋—紫阳区	西南部一带, 面积 2 500 km ² , 人口密度 150 人/km ²	2000. 7. 13 联合乡渔泉村山洪灾害, 造成 37 人死亡
16	镇巴—盐场区	泾洋镇—盐场, 面积 800 km ² , 人口密度 80 人/km ²	主要威胁 100 余户村民
17	勉县—城固—洋县区	汉江北岸胥水河下游, 面积 960 km ² , 人口密度 191 人/km ²	威胁乡村数千人
18	略阳—阳平关区	面积 1 900 km ² , 人口密度 62 人/km ²	威胁交通及城镇

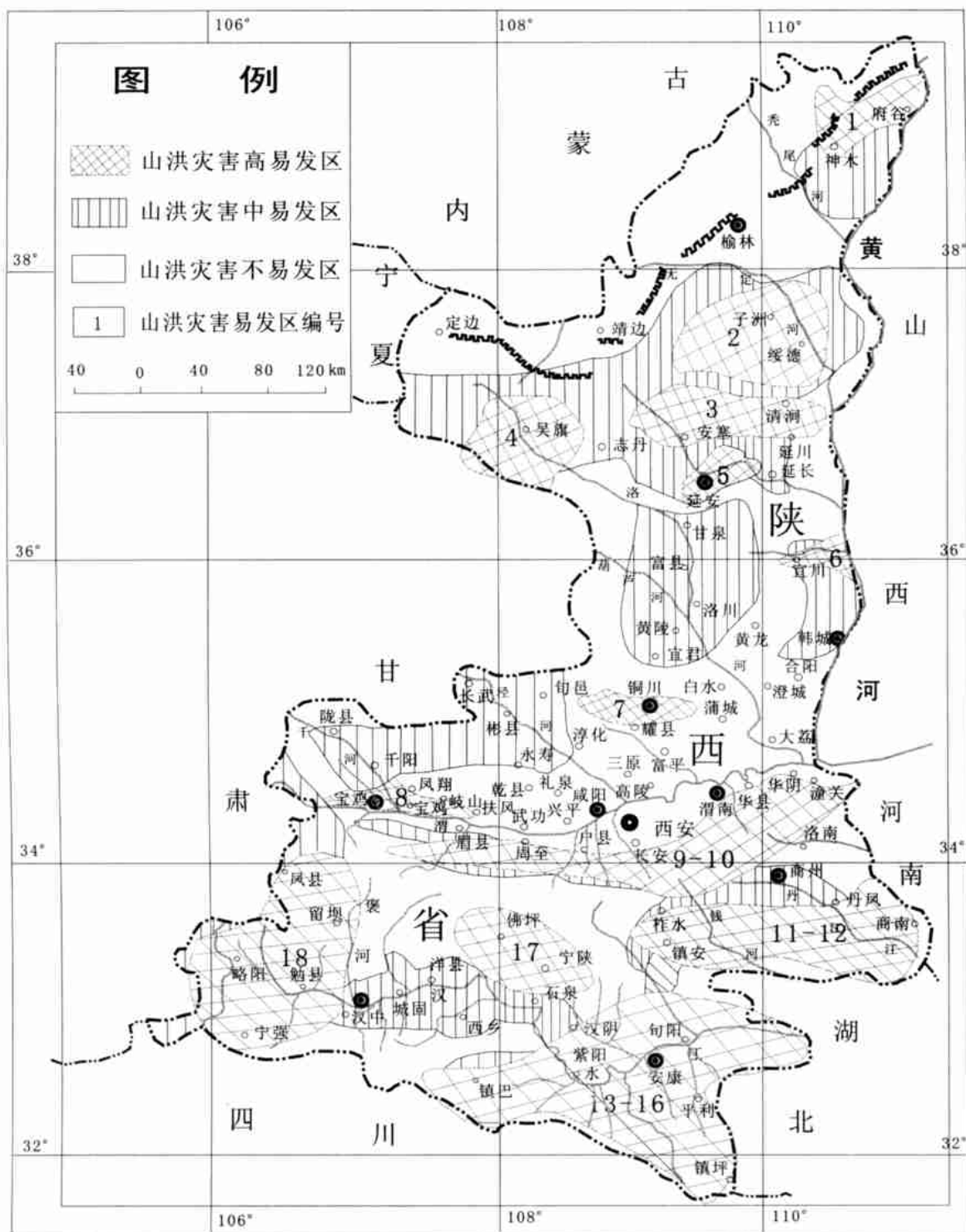


图2 陕西山洪灾害分布图

Fig. 2 Distribution of torrential floods hazards in Shaanxi

4 山洪灾害分区防治措施

山洪灾害的防治措施包括工程措施与非工程措施两类。非工程措施防洪减灾的发展方向, 主要包括: 强化山洪监测技术手段, 建立山洪险情预警与灾情对策信息系统, 提高山洪预报水平; 避让措施, 将村庄、城镇迁至不受山洪灾害侵扰的安全地带; 对山洪侵扰区调整经济发展目标和土地利用规划, 减轻山洪灾害损失; 加强宣传, 提高全民防洪意识; 成立专门的权威机构, 强化防灾、救灾职能; 建立与完善避难系统, 制定洪暴发时紧急措施方案; 建立由政府主持的洪灾救济保险和防洪基金制度; 建立相应的法律条令。工程性措施仅在重点地段或流域采用, 且多为工程措施与非工程措施相结合。工程措施主要包括生态工程、沟道工程、水库工程、堤防工程及蓄洪分洪工程等。根据各区山洪灾害的特点采取相应的防洪减灾措施, 各灾害均首先采取非工程措施, 仅在重点地段或流域采取与工程性措施相结合的综合措施^[14~17]。

陕北黄土高原: 是山洪灾害易发区, 主要工程措施有生态工程、沟道淤地坝坝系工程、坡面梯田建设涵养水分工程等。

关中断陷盆地: 关中盆地南侧支流多短小, 坡降大, 为山洪灾害的多发区。宜采取沟道工程、水库工程以及堤防工程等措施。其他山洪灾害易发区, 如旬邑—彬县区、铜川—瑶曲区、韩城—合阳、泾阳南塬区、蓝田台塬区均以生态工程为主, 在有利地段辅以水库工程。

陕南秦巴山地: 年降水量大, 山峰林立, 山势陡峻, 成为省内山洪及泥石流的主要发育区。宜因地制宜地采取生态工程、沟道工程、水库工程以及蓄洪分洪工程等措施, 泥石流沟道格拦工程和排导工程。

5 结束语

陕西省地形复杂多样, 降雨集中, 山洪灾害问题十分突出。山洪灾害防治工作涉及社会、经济的方方面面, 技术难点多, 同时需要大量的基础资料支撑。就技术层面来讲, 笔者认为, 第一, 应全面地收集、整理气象、水文、地形地貌、地质、洪水与崩滑流灾害、灾害损失、经济社会、环境影响、防灾措施等相关资料;

第二, 通过对山洪灾害发生的特点、规律和成因分析, 研究并确定山洪灾害发生的临界雨量或临界雨强值; 第三, 根据已发生的山洪灾害的分布和严重程度, 结合气象、水文、地形以及地质条件的分析, 划分山洪灾害高易发区和中易发区, 从而确定重点防治区和一般防治区。第四, 以 ArcGIS 为平台, 建立山洪灾害预测预报信息系统。

参考文献:

- [1] 中国科学院地学部. 中国自然灾害灾情分析与减灾对策 [M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1992.
- [2] 骆承政, 等. 中国历史大洪水 [M]. 北京: 中国书店出版社, 1992.
- [3] 周金星. 山洪及泥石流灾害空间预报技术研究 [J]. 水土保持学报, 2001, (6): 112-116.
- [4] 赵士鹏. 中国山洪灾害系统的整体特征及其危险度区划的初步研究 [J]. 自然灾害学报, 1996, (8): 93-99.
- [5] Ebel W, Wickramanagake. Flood Mitigation Problem in Hietnam [J]. Disasters, 1994, 18, (1): 81-86.
- [6] 刘希林, 唐川, 张松林. 中国山区沟谷泥石流危险度的定量判定法 [J]. 灾害学, 1993, 8 (2): 1-7.
- [7] 唐邦兴, 等. 山洪泥石流流滑坡灾害及防治 [M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [8] 赵士鹏. 山洪灾情评估的系统集成方法研究 [J]. 地理学报, 1996, (5).
- [9] 林世洪. 山洪截流沟过水断面的分段法设计探讨 [J]. 水土保持研究, 1997, 4 (1).
- [10] Ch. Hegg. Flood peak discharge estimation in small ungauged torrential catchments [J]. Geophysical research abstracts, 2004, 6.
- [11] 杨广云, 郭翠芳, 江士侠, 卢昊. 引发山洪的临界水文特征指标探讨 [J]. 黑龙江水利科技, 1999, (4).
- [12] 张廷治, 李守智, 李祥云, 许君强. 诱发山洪泥石流特强暴雨的特征 [J]. 气象, 1996, (1).
- [13] 周金星, 王礼先, 谢宝元, 饶良懿. 山洪泥石流灾害预报预警技术述评 [J]. 山地学报, 2001, (6).
- [14] 彭对喜, 张齐湘. 湘西自治州山洪灾害的机理、特点和对策 [J]. 湖南水利, 1999, (2).
- [15] 姜梦九, 陈俊生. 山西省暴雨山洪灾害及防治对策探讨 [J]. 山西水利科技, 1995, (1).
- [16] 安芳东. 紫阳县“2000.7”特大暴雨山洪灾害成因及预防措施 [J]. 陕西水利, 2000, (6).
- [17] 杨顺泉, 魏军才. 湖南省山洪灾害高发的原因分析及防治对策 [J]. 湖南地质, 2001, (1).

Features on torrential floods and its precaution in Shaanxi province

ZHAN G M ao-sheng^{1,3}, XU E Fu-ping², WANG Xiao-yong¹

(1. China Geoscienc University, Beijing 100083, China; 2. Sanmen Gorge Reservoir
Area Administration Bureau of Shaanxi Province, Xi'an 710000, China; 3. Xi'an
Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China)

Abstract: The author presents the definition of the torrential floods, analyses on forming condition and influential factors of torrential floods hazards for Shaanxi province. From the temporal aspect of view, the torrential flood is of multiple tems and multiple occurring in the same tem. It coincides with mud flows and land slides. Most torrential floods occur from July to September in every year and a few from April to June in every year. From the spatial aspect of view, it is characterized by concentration, controlling by rainstorm centers and topography. Finally, the author presents the high-potential occurring zones of the torrential floods and its precautions.

Key words: torrential floods hazard; development features; zoning features; precaution

(上接第 66 页)

分的元古代岩体 (肉红色中粗粒似斑状黑云母钾长花岗岩) 中获得 $430.6 \pm 1.0 \text{ Ma}$ 年龄值; 北山裂谷带中分别获得 $231.8 \pm 0.9 \text{ Ma}$ 、 $214.5 \pm 6.0 \text{ Ma}$ 、 $251.0 \pm 0.6 \text{ Ma}$ 、 $266.6 \pm 6.3 \text{ Ma}$ 等年龄值。

(4) 在测区笔架山东北发现了保存完整的基性-超基性层状侵入岩体, 发育良好的层状构造和韵律层结构, 剖面上每个韵律自下而上岩石类型依次为二辉橄榄岩 → 辉长岩 → 斜长岩、闪长岩。

(5) 在淤泥河南早石炭世地层分布区, 发现了保存较好的酸性火山岩-环带球粒流纹岩, 认为新疆北山地区石炭纪—二叠纪火山岩形成于大陆裂谷环境, 火山活动以裂隙式喷发为主, 原始岩浆主要来自于亏损型或过渡型地幔, 同时受到壳源物质混染; 火山作用不同阶段的地球动力学背景有所不同, 早石炭世、早二叠世为陆壳拉张环境; 晚石炭世、中—晚二叠世为裂谷闭合挤压环境。

(6) 大比例尺构造解析资料证明, 新疆北山构造带是在陆内裂谷带基础上发展起来的, 其构造变形主要经历了三大阶段: 华力西中期为大规模裂解拉张、裂谷形成; 主变形期 (华力西晚期) 为中深—中浅构造层次、由北向南高角度的右行—逆冲推覆性质; 主变形期之后 (印支—喜山期) 为浅表构造层次、先逆冲—右行走滑、后逆冲—左行走滑性质;

(7) 通过建造和改造特征对比研究, 认为库鲁克塔格地

块与北山裂谷构造带之间应以蚕头山北—小青山北区域性断裂带为界, 赛里克萨依断裂带 (前人确定) 为后期叠加走滑断裂, 两者之间以一系列相互平行的韧性-脆韧性-脆性断裂相接触, 经历了拉张裂解—挤压推覆—挤压走滑的演化历程。

(8) 新发现铜矿化点 1 处 (简项化学分析结果 Cu 含量 7.83×10^{-2})、玉石矿 2 处、水泥灰岩矿 1 处、铸型用粘土矿 1 处; 通过成矿地质背景研究, 提出红十井—矛头山为寻找韧性剪切带型金矿的有利区段, 中坡山和蚕头山—笔架山两带是寻找铜镍硫化物矿产的有利区段。

(9) 首次在该区域开展了生态环境地质调查和旅游资源调查, 收集了比较丰富的环境变迁和旅游资源资料。

调查认为区内脆弱的生态环境与塔里木—罗布泊环境变迁相关联, 荒漠化类型主要为风蚀荒漠化、盐渍荒漠化, 荒漠类型主要为岩漠、砾漠、盐漠、沙漠, 沙漠化主要为就地起沙所致 (沙源主要为更新世湖相沉积物), 罗布泊—八一泉湖泊干枯、气候恶化的主要原因是人类经济活动影响结果, 并非全由气候变干所引起; 工作区旅游资源主要有天象景观、人文景观、地学景观、生物景观、水文景观、运动休闲探险景观等, 调查资料极大地丰富了罗布泊探险旅游区和敦煌雅丹地质公园之间旅游资源内涵, 为该地区旅游资源的开发提供了基础资料。

(西安地质矿产研究所基础室 校佩曦供稿)