

陕南山地泥石流的时空演变规律 和进一步发展趋势

齐矗华 惠振华 甘枝茂

(陕西师范大学地理系)

提 要

泥石流是陕南山地主要灾害之一。本文根据野外调查资料,从地质地貌、水文气象、人为因素等诸方面,简要地分析了陕南山地泥石流的时空演变规律和进一步发展趋势,并将区内泥石流分为典型沟谷泥石流、山沟型泥石流、山坡型泥石流和坡面泥石流等四大类型。文中还对陕南山地泥石流发展趋势作了预测,同时提出了预防治理的设想。

陕南山地系指陕西境内的秦巴山地,东西绵亘长约500公里,南北宽200—250公里,一般海拔高度1,500—2,000米。山地的最高峰在北侧秦岭主脊的西部,即闻名中外的太白山,海拔3,767米,是我国自然地理上一条著名的区界山地,面积约6.80万平方公里。该山地自然资源十分丰富,是陕西经济建设的重点开发区。但是,近十几年,由于泥石流活动频繁,常冲毁铁路、公路路基和桥涵,毁坏厂房及设施,吞蚀农田,威胁城镇安全,给国民经济和人民生命财产造成巨大损失。因此,对于陕南山地泥石流的分布、成因、活动规律和综合治理的研究具有重要意义。

一、陕南山地泥石流形成条件

陕南山地,面积大,范围广,自然地理条件复杂,每当雨季常有泥石流暴发。据调查,这里山地泥石流的形成主要是受地质地貌、水文气象及人类活动诸方面的综合影响。

(一) **地质地貌**。陕南山地,主要由太古界、元古界、古生界地层组成,并伴有巨大复杂的花岗岩带。但从地层出露来看,从太古界到新生界地层均有分布,地层多变,岩性复杂。岩石主要为变质岩、花岗岩、灰岩、砂岩及红色砂砾岩,其中变质岩分布广,面积大,约为3.5万平方公里。这些岩石的岩性软,节理发育,风化严重,岩体破碎,残积坡积层厚。

就地质构造而论,全山地兼跨两个大地构造单元,而秦岭褶皱带和四川台向斜大巴山翘起,历经多次旋回构造变动,是一个褶皱强烈、深大断裂发育、岩浆活动和变质作用强烈的活动地带。从形变特征看,中部构造线紧缩密集成束,东西两端构造线逐渐撒开,尤以东部指状构造线较显著。整个陕南山地,许多早期压性、压扭性的深大断裂,因受新生代构造运动影响,转化为张性或张扭性断裂,并形成了许多山间断陷盆地,如镶嵌在山岭之间的凤县、太白、汉中、石泉、

安康、商丹、洛南、山阳等盆地。由于陕南山地的断裂上升，在区域分异上的不均衡性，导致了从秦岭、大巴山主分水脊向汉江谷地，由高山、中山、低山丘陵所展示的层状地貌结构，并构成了两山夹一川的地势基本特征。自中生代晚期以来，陕南山地基本以间歇性上升运动为主，新构造运动也相当活跃，山体不断抬升，从而加强了流水侵蚀、风化剥蚀、重力崩塌等外力对地貌的塑造过程。经过长期的地貌演化，现代地貌表现有褶皱断块式的高山、中山、低山丘陵和大大小小的山间盆地等地貌类型，其总体特征是山盆相依、山岭相间和多层性结构，形成山高谷狭，岭谷比高悬殊，山坡陡峻。这些特殊的地貌结构、复杂的地质构造和岩性，均有利于风化剥蚀，有利于流水侵蚀——堆积，有利于重力活动。在多种营力共同作用下，山坡、沟床堆积了大量的松散固体物质。这些丰富的物源，为泥石流的形成与发展提供了重要条件。

(二) 水文气象。陕南山地受季风环流控制，大部分属温暖湿润气候。巍峨高耸呈东西向的山体及其地貌结构特征，这在山区内气候形成过程中起着重要作用。对冬季西北冷气流有阻缓和减弱作用，使秦岭南侧温度高于北侧 $6^{\circ}-7^{\circ}\text{C}$ ；对夏季东南湿润气流有拦截和抬升作用，有利于地形雨的形成，降水机率增大，年降水量达800—1,200毫米，遂成多雨区。这里充沛的降水，为形成强大的地表径流，为泥石流形成提供了动力条件。

在这特殊的地理位置和复杂的自然地理环境中，在季风环流制约下，全山区年降水量的季节分配极不均衡，降水多集中于夏秋两季，占全年总降水量的72%左右；这些降水常以暴雨和连阴雨形式出现，暴雨天数较多，年平均3—4.5日。宁强和紫阳两县的暴雨日多达10日，其特点是来势猛，强度大，降水多，范围广，持续时间长，且集中于7—8月。暴雨强度日降雨量达80—120毫米，有的超过200毫米，如金镇关1962年7月18日降水量233.9毫米，镇巴1968年9月4日降水量253毫米，白河1970年7月2日12小时降水量为205.4毫米，商南1975年8月8日降水量为252毫米，紫阳1978年7月2日降水量为210.8毫米，1981年8月，凤县小五岭24小时降水量为213.3毫米，宁强阳平关24小时降水量为198.8毫米，洋县华阳降水量166.3毫米等。暴雨是本区泥石流形成的最主要的水动力条件，它不仅能激发边坡发生大面积崩塌、滑坡，增加沟床固体松散物质，而且能形成强大沟流，借助陡峻的沟床掏蚀沟底和两侧的松散固体物质，形成奔腾咆哮、汹涌澎湃、俗

褐色巨龙的泥石流。1981年8月，汉江上源和嘉陵江上游在特大暴雨冲击下，暴发了近1,000条泥石流，冲毁宝成铁路和阳安铁路路基、桥梁、涵洞、车站45处，加之洪水成灾，致使宝成铁路中断交通两个月之久。连绵阴雨也是陕南山地泥石流形成的主要水动力条件，陕南山地这类灾害也相当多。据调查，20年中出现3—4次，多集于9—10月，其覆盖面积大，历时长，可达35—60天，累计降水不仅量大，且在地表以渗透为主，所以土(岩)体易达到饱和状态，增大容量，稀释松散物质，使谷坡、谷底的松散物质接近于临界稳定状态，在重力作用下，往往会导致泥石流暴发。因此就水源条件而言，连绵阴雨的降水特点，对粘性泥石流的形成是相当有利的。

(三) 人为因素。泥石流的发生、发展与人类经济活动有密切关系。陕南山地在长期的开发过程中，由于只重开发而轻保护，使山区生态平衡不断遭到破坏，引起自然环境恶化，水灾、旱灾、泥石流、滑坡、崩塌等不断发生，使人们的生产、生活受到严重危害。

人类活动致使泥石流日益发展，主要表现在以下几个方面：

1、掠夺式地采伐森林资源。陕南山地原是一个森林繁茂、山青水秀的生态环境。解放后虽曾多次开展造林护林运动，但由于大办钢铁，“三线建设”，加之受“左”的思潮影响，缺乏科学经营管理方法，使森林遭受严重破坏。三十多年来，森林面积减少了80多万公顷，林地每年平均以2—3公里的速度向主分脊退缩，森林覆盖率由解放初的60—70%减少到20—30%，失去了大

面积的涵养水源林,暴雨、洪流加速了泥石流的形成过程。

2、盲目开荒,陡坡地日益扩大。陕南山区在“以粮为纲”的错误方针指导下,长期偏重于抓粮食生产,大量毁林毁草扩大耕地。例如镇巴县解放初有森林面积20多万公顷,经多年乱垦滥伐,扩大坡地,天然林面积现仅存7.7万公顷,森林覆盖率从60%降为22.7%。县内的褚河流域3个乡,森林覆盖率平均只有5.6%;1979—1982年连续4年暴雨成灾,该县有30%“挂牌地”变成烂石渣,有数十余条沟暴发了泥石流,其中5条沟造成重灾。又如镇安县盲目开荒扩种3万公顷,其中有1,300多公顷在1972年7月一次暴雨冲击后成为光石板,无法种植;大量的流水堆积物集于沟床,从而酿成了1979年该地的泥石流灾害。据初步统计,陕南山区25°以上的“挂牌地”约占总坡地面积的85%左右,近10年来由于暴雨的冲蚀,其中40%以上陡坡地变成了光石板和石渣地,致使荒山秃岭面积日益扩大,基岩裸露,风化加强,崩塌、滑坡特别活跃,成为土石崩塌的烂石沟,一遇强大径流,即转化为泥石流。

3、铁路、公路、厂矿基建的弃石弃土和废渣,不断向沟谷倾倒,不作任何安全处理。这类松散物最易被山洪挟持,形成泥石流。例如金堆城和略阳铁矿、磷矿,凤县煤矿、大安石棉矿,勉县煤矿,紫阳锰矿及各县建立的水泥厂等,每年都有数十万吨废石排入沟谷。这些松散固体物一旦遇特大暴雨,即能形成规模较大的灾害性泥石流。另外山区铁路、公路多为盘山曲道,路基开挖量相当大,在施工时废土石往往就近弃置于沟谷或山坡,也是形成泥石流的物质之一。如1981年一次暴雨,宝成铁路和阳安铁路沿线,有近百条弃土石沟暴发了泥石流。此外城镇企业顺沟弃倒的废渣、垃圾,也是形成泥石流的物源。

总之,陕南山地随着生产建设的发展,泥石流的危害如不认真研究,采取适当措施加以防治,势必愈演愈烈。

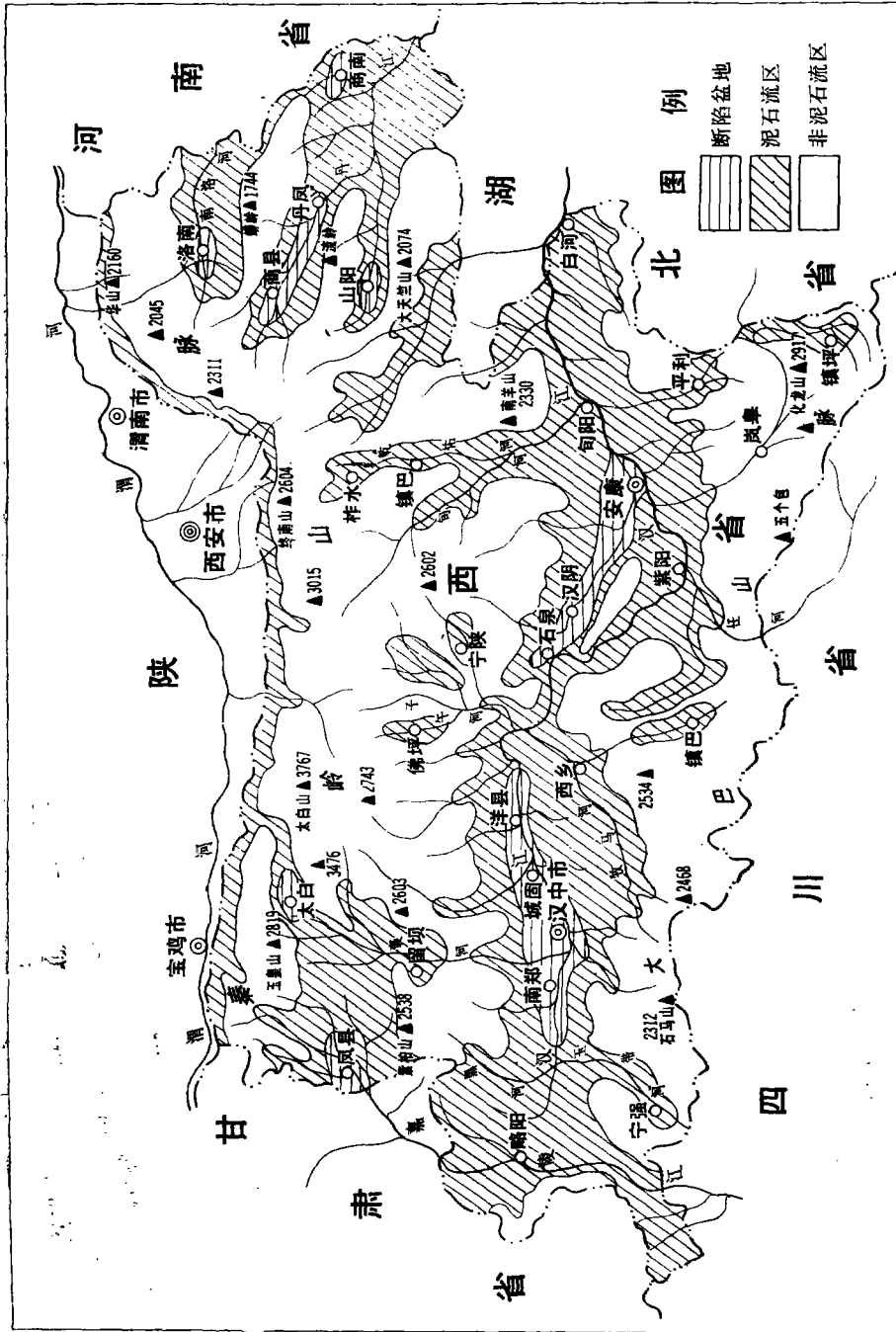
二、陕南山地泥石流的分布与类型

(一) 泥石流分布。陕南山地海拔高度1,500米以下的中山、低山丘陵区,是泥石流的频繁活动地带。据初步调查统计,有3,200条大小新老泥石流沟(坡)。其中规模较大、破坏力强的泥石流沟有63条。这些泥石流沟(坡)主要分布在宝鸡、凤县、略阳、留坝、勉县、镇巴、紫阳、安康、旬阳、平利、白河、商南、丹凤和洛南等县市境内(见附图)。

陕南山地西部汉江上源和嘉陵江上游,是泥石流最发育的地区,新老泥石流沟(坡)约占全区泥石流沟总数的44%。1981年8月,该地区因特大暴雨袭击,有1,000多条沟谷暴发了泥石流。这些泥石流以凤县的分布密度最大,全县约有泥石流沟400条,主要分布在嘉陵江和褒河上游,沿嘉陵江上源东峪河及其支流安河。小峪河和旺河两岸泥石流沟分布广,堆积扇犬牙交错,河床变迁频繁。

汉江的安康至白河区段,河谷两岸长度在10公里以上的一级支流28条,其中有21条河流的支沟分布有泥石流,以蜀河下游河流两岸泥石流沟最密集,约有40条泥石流沟,规模以山西沟、连架沟、芝家沟、油渣沟较大。每年夏秋暴雨之日,泥石流纷纷破山而出,在河床两侧形成了许多堆积扇,各个堆积扇的体积均在10万立方米以上;旬河、坝河、仙河、县河等流域分布的泥石流沟有20多条。

南洛河上游和丹江上游,支流众多,地形结构复杂。泥石流沟也相当发育。如洛南县城至永丰的20公里梁塬,洛南三要、古城、景村与灵口、黄坪之间,武关、商南、富水一线两侧,丹江谷地北侧等变质岩低山丘陵地带,地面沟壑纵横,重力作用活跃,水土流失严重,沟谷内松散固



陕南山地泥石流分布图

体物质发育，分布着数百条泥石流沟，每逢暴雨之日常有泥石流发生，但规模一般较小。

华山山地也是一个泥石流多发区，泥石流沟分布较广，华山北侧从孟塬到莲花寺有数十条泥石流沟，泥石流相继出现，形成规模较大的倾斜堆积扇。

据研究, 陕南山地泥石流分布具有以下特征:

1、陕南山地泥石流呈群集式分布。西部汉江上源和嘉陵江上游地区, 泥石流分布最为密集, 中部次之, 而东部较少; 泥石流分布密度明显地具有由西向东逐渐变疏的特征。

2、泥石流大多数分布在由变质岩系组成的中山、低山丘陵区, 如嘉陵江上游主谷两侧, 汉江上源地区, 蜀河、旬河流域和南洛河上游等地区。由于区内岩性软, 易风化, 流水切割强烈, 水土流失严重, 重力坠积物和流水堆积物丰富, 加之水源充沛以及有利的地貌条件, 所以泥石流特别发育。

3、在强烈褶皱带、深大断裂带(包括活动断裂带)以及新构造运动强烈的地区, 泥石流极为发育。陕南山地深大断裂众多, 其中有活动深大断裂21条, 如兰桥—三要、凤县—鹦鸽、汤峪—丹凤—商南、月河、镇巴等深大活动断裂, 破碎带宽, 岩层脆弱, 抬升幅度大, 岭谷高差悬殊, 又有地震活动, 因此崩塌、滑坡极为发育, 有利于泥石流的形成和发展, 而且活动频繁, 规模也大。

4、山坡泥石流多分布于主谷两侧, 物源主要来自谷坡上的黄土或易风化岩石的残积坡积物, 其规模较小, 但数量很多, 如嘉陵江上源东峪河谷地两侧坡面, 太白盆地、安康盆地、洛南盆地、商丹盆地等周围山坡泥石流都很发育。

5、人类经济活动频繁的地区, 即森林植被破坏严重的地区。厂矿、城镇堆放废土石和垃圾沟谷地带, 交通路线土石弃置沟及边坡不稳的地段, 陡坡垦殖地区, 泥石流分布密度大。

(二) 泥石流的类型。陕南山地泥石流可按泥石流沟形态与沟谷发育程度进行分类:

1、典型沟谷型泥石流。该类泥石流沟汇水面积大, 一般为2—20平方公里, 流域内可清楚地分出泥石流形成区、流通区和堆积区, 其形态完整。形成区形似瓢状, 四周陡峭而中间宽阔低平, 瓢缘基岩裸露, 风化强烈, 崩塌发育, 瓢内松散固体堆积物巨厚, 常达数万至数十万立方米; 线状流通区常呈狭长陡深的尖V形谷, 纵比降大且呈梯状, 边坡重力作用活跃; 堆积区地势开阔, 多为倾斜较大的土砾石扇状地形。这类泥石流在陕南山地比较发育, 其特点是流程长, 规模大, 来势猛, 历时长, 破坏力强, 如略阳西沟、镇巴褚河、旬阳洒人沟、洛南寺坡沟等, 都发育有典型沟谷型泥石流。这些沟中, 洒人沟长10.2公里, 汇水面积17.92平方公里, 自1973年9月以来, 每遇夏秋雨季常有泥石流暴发, 对襄渝铁路危害极大。

2、山沟型泥石流。该类型泥石流流域面积小, 面积在0.5—2平方公里。沟谷平面轮廓一般为直线状或柳叶状, 横剖面为V形, 纵比降 15° 以上, 多陡坎, 泥石流物源来自边坡重力侵蚀、坡面侵蚀、沟床侵蚀的物质。由于径流量较小, 加之固体物质少, 所以规模小, 如凤县鹿母沟、太白县黄牛沟、旬阳县芝家沟等发育有此类型泥石流。

3、山坡型泥石流。这类泥石流, 流域内区段发育不完全, 形成区即为流通区, 呈舌状或带状, 沟谷浅而短。沟床纵坡与山坡坡度基本一致, 堆积扇小, 坡度陡。该类泥石流沟多发育在变质岩系或新生界松软岩石地区, 其岩性复杂, 节理发育, 易风化, 沟床坡积残积层厚, 在暴雨冲击下, 易形成泥石流。其特点是规模小, 活动频繁, 流速快, 冲击力强, 下切力强, 常造成重灾。此类泥石流主要分布在嘉陵江、汉江、丹江等河流谷地两侧及其支流宽谷地段谷坡的毛沟。

4、坡面型泥石流。坡面泥石流发育在黄土塬坡或由薄层黄土状土覆盖的、坡度为 30° — 40° 的山坡坡面, 泥石流无沟形。形态宽数米至数十米, 长十数米至数十米的长条状浅洼槽堆积扇, 表面坡度 25° 以上, 体积数十立方米至上千立方米。这类泥石流的形成, 是由于连绵阴雨的作用, 坡面上土岩体常常达到饱和或过饱和状态, 后又经暴雨冲击失去稳定, 形成滑坍; 在滑坍过

程中转为泥石流，其特点是规模小，分布广，容量大，流速快，冲力大，破坏强。这类泥石流在陕南山地分布极广。1981年8月因暴雨激发，嘉陵江上源谷地两侧坡面，发育有数百条坡面泥石流。

三、陕南山地泥石流活动及防治

(一) **泥石流活动状态。**据调查，陕南山地古泥石流发生于中更新世。从古泥石流堆积扇分布范围分析，当时分布面积尚小，仅见于嘉陵江上游和汉江流域干流河谷两侧。嗣后，泥石流虽有活动，但仍为零星分布；泥石流频繁的活动，大约只有100年历史。近几十年，由于人类不合理的开发，自然环境遭到严重破坏，泥石流的活动频率明显增强。自1965年以来，陕南山地暴发大小泥石流2,300多条，其中有40多条酿成了重灾。随着自然环境的演化，近十几年来多发性泥石流分布愈来愈广，活动也愈来愈频繁。如洒人沟、连架沟等，自1973年来年年雨季都有活动，在陕南山地实为罕见。从目前自然地理环境恶化程度来看，陕南山地今后10年内泥石流进一步发展的趋势十分明显，其理由是：1、由于天然植被严重破坏，生态失去平衡，在短期内是无法恢复的，荒山秃岭的岩石风化仍很强烈，重力作用非常活跃，崩塌、滑坡发育，沟床松散固体物质不断增加，在雨季每逢暴雨时，物源丰富的沟谷最容易形成泥石流；2、陕南山地，许多低山丘陵区建有水库，现几乎一半已被流水堆积物淤平变为耕地，在大跃进年代修建的坝库，绝大多数质量较差，且多年未加整修，若遇特大暴雨，一旦冲毁库坝，便可形成规模巨大的灾害性泥石流；3、随着山区经济的发展，厂矿企业和交通线路日益增加，废土石、垃圾也随之大量增加，但选择合理的堆放场并未引起人们的重视，目前大量的废土石仍顺沟坡谷就近弃置，对泥石流的形成发展极为有利。这些情况表明，陕南山地今后10年内泥石流活动将会更加频繁，应引起有关部门高度重视。

(二) **泥石流防治。**据调查，对陕南山地泥石流防治提出如下建议：

1、国家有关部门应组织多学科的科技人员，对陕南山地泥石流的成因、分布、活动规律、活动强度、泥石流类型、发展趋势、危害程度等方面进行全面调查。根据野外观测资料进行分析、综合，编制陕南山地泥石流分布图、泥石流类型图，并制订出科学的综合治理方案。

2、该区目前应以低山丘陵泥石流多发地带为治理重点，大搞植树造林，尽快地改变荒山秃岭自然面貌，增加水土保持能力，减弱风化强度，从而达到削减沟谷固体物源数量的目的。对厂矿、城镇有潜伏危险的泥石流沟，有关单位应在搞好工程防治（如疏导沟、系列拦泥坝）的同时，大力资助农民搞好小流域生物治理工作。

3、对潜伏巨大危害的泥石流沟，有关部门在积极组织人员进行人为疏导的同时，还应建立季节性观测预报工作站，以便预测预报泥石流的活动情况。

4、厂矿企业及新建交通线路两旁的单位，应合理选择排放土石、垃圾场地，以防人为泥石流的发生发展。

参考文献

- 〔1〕齐嘉华：“丹江上游河谷地貌的演变及其发育趋势”，《陕西师范大学学报》（自然版），1984年第1期。
- 〔2〕中国科学院地理研究所主持，陕西师范大学地理系等编：《1：100万中国地貌图西安幅》，1986年。
- 〔3〕陕西师范大学地理系编：《汉中地区地理志》、《商洛地区地理志》，陕西人民出版社，1966年，1981年。

[4] 陕西师范大学地理系编：《安康地区地理志》、《宝鸡地区地理志》、《渭南地区地理志》、《西安市地理志》，1985年。

[5] 李昭淑等：“1981年嘉陵江上游的泥石流”，《全国泥石流防治经验交流会论文集》，科学技术文献出版社重庆分社，1983年。

[6] 陕西省水土保持局：《暴雨洪灾与水土流失》，1982年。

THE FORMATION CONDITIONS AND THE EVOLUTIONARY LAWS THROUGH TIME AND SPACE ON DEBRIS FLOWS IN THE MOUNTAINOUS REGION OF SOUTH SHAANXI

Qi Cuhua Xi Zhende Gan Zimao

Geography Department, Shaanxi Normal University

Abstract

This paper describes the formation and the development of debris flows in the mountains of south Shaanxi Province. The evolution through time and space and lesser the regularity of the regional distribution are mainly discussed in this paper. According to the forms of gullies and the development of debris flows, the debris flows can be classified into four types:

(1) typical gully debris flow; (2) gully debris flow; (3) slope debris flow; (4) slope surface debris flow. Several proposals concerning the control of debris flows in a comprehensive way for a long time are put forward on the basis of the developing tendency of debris flows. A distribution map of the debris flows in the mountains of south Shaanxi Province is given in the paper. Thus, the paper provides scientific basis for the economical development of the mountain region.