

# 华山水石流的成因与防治

李 昭 淑

(西北大学地理系)

## 提 要

1988年7月15日,我国五岳名山之一的华山突发暴雨泥石流,中断交通,电讯设备被毁,掩埋大片农田,游客伤亡16人。这次事件,给华山旅游事业和下游人民造成重大损失。华山水石流危害范围广阔,又缺乏科学认识,导致建设失误,灾情严重。本文旨在全面系统地研究华山水石流的时空分布规律、成因和防治对策,为恢复华山旅游和今后规划建设提供科学依据。

## 一、前 言

华山位于陕西省华阴县境内,是我国五岳名山之一,以奇险峻秀著名于世,也是驰名中外的风景名胜区和道教圣地。每年都有大批国内外游人,满怀着极大乐趣来华山游览,观赏美景。

华山于1988年7月15日形成暴雨泥石流,爆发突然,历时短暂,来势凶猛,具有强大的破坏能力。摧毁道路桥涵,中断交通,破坏电讯设备,埋盖大片农田,死亡16人。这次突发事件给华山旅游事业和河流下游,造成严重的灾害损失。灾害事故发生之后,华阴县领导亲临指挥救灾,解放军、公安干警和华山管理局机关职工积极投入抢险救灾战斗,奋不顾身抢救遇难人员,安全转移山上被围500余名游客,营救大批工作人员。经过几天紧张激烈工作,进山道路基本抢通,无线电对讲机已沟通,保证了游人继续安全上山。

西北大学地理系师生闻讯,对华山泥石流进行了科学考察。在华山旅游管理局领导和职工大力的支持帮助下,较全面系统地研究了华山水石流的灾害、成因和防治,为恢复华山旅游和今后规划建设,提供了科学的依据。

## 二、华山水石流灾害

华山是秦岭东延太华山支脉的高峰,海拔2,153米。根据地区地貌形态与成因,可分为中高山、山前洪积与泥石流堆积倾斜平原和渭河冲积平原(包括河浸滩、第一级阶地和第二级阶地)三类。地势从南向北逐渐降低,山地发源的河流多以垂直方向,自南向北注入渭河。较大的河流有方山河、葱峪河、罗夫河、柳叶河、长涧河和白龙河,其中以罗夫河最大。华山峪发源于华山,在华阴县城以南汇黄甫峪和杜峪,始称长涧河。华山峪山区面积11.5平方公里,多年平均径流278万立方米,多年平均流量0.09立方米/秒。华山峪受暴雨影响,易形成水石流。

泥石流亦称走龙、起蛟、龙爬、流泥、流石、石洪等,多发育在山区小流域内,爆发突然,来势凶猛,是具有很大破坏能力的特殊洪流。它不同于一般洪水,容重一般在1.4吨/立方米以

上,含沙量大于800公斤/立方米,流体具有宾汉体运动特征。山区泥石流分类很多,根据固体物质成份,可分为水石流、泥流和泥石流三类;水石流含砂粘土占固体物质总量小于10—15%,其余都是砂砾、块石和漂砾;泥流含粉砂粘土占80—90%,砂砾占10—20%;泥石流含粉砂粘土占10—30%,砂砾占40—60%。华山的泥石流物质,主要是砂砾石、块石和漂砾,约占携带固体物质的87.57%,故华山的泥石流实为水石流。

华山地区水石流灾害由来已久,灾害频繁,曾多次酿成重大事故。清康熙十六年(1678年)五月二十六日,发生过一次特大水石流。据记载:“落雁峰头片云潏然而起,倏忽掣电哄雷,熠崖壑,而山外无纤翳点滴,不移时,大水数十丈,充峪涌出,男妇毙百余人,随波而下,浮尸原野!”。显然是一次特大的地形暴雨,也是一次综合性灾害。明隆庆四年(1571年),河溢数丈,流淹人民,浮尸遍野;光绪十年(1884年),华山峪又一次爆发特大的水石流,将体积4,011.46立方米(是水石流搬运巨大漂砾,长23.7米、宽18.6米、厚9.1米。石上记到:“光绪十年六月六日,山内蛟起,冲裂巨石至此,中见鱼形首尾,皆具其半。不知所至,因异而记”。这是会稽人周元祉题写的)。这块巨石从五里关冲下来,转动距离约1,060米,据地方志“淹死香客男女无数”。1982年华山地区发生大面积水石流,从莲花寺至孟塬之间,沿铁路长约30公里,就有40条泥石流沟,平均每公里就有1.3条。许多河堤多处决口,库坝溢洪,道路断阻,桥涵毁坏,县境三门峡库区和夹槽(是指“二华夹槽”,渭河的一级阶地后缘低洼地。)地带,已成汪洋水域。根据华阴县防汛工作总结报告,这次泥石流使河道决口33处,垮堤36处,冲毁灌区渠道458米,报废机电井9眼,冲毁水利建筑物6处,淹没农田2.3万公顷,倒塌房屋3,183间,16人死亡。华山峪滑塌多处,旅游道路冲毁,毁广播线路杆113根,断线长20公里。华山车站东西间口间泥石流就有6条,堆积泥沙1万多立方米,堵死涵孔漫上站台,堆埋站内4条股道,中断行车两天。这次泥石流造成损失达1,044万元。

1988年7月15日又发生水石流,这是一次综合性灾害,山上是雷电、冰雹、大风和暴雨,青柯坪以下是水石流区。山上约有100颗华山松和建筑物,遭受雷电袭击,击毁通讯设施二套,击断通讯电缆。水石流冲毁道路32处,长约1,200米,冲毁水渠道250米,铁塔电杆5根,电线9档,朝元路滚水坝被冲坏,死亡16人。还冲毁鱼池水域面积达120公顷,淹没农田2,000多公顷。这次水石流灾害面积较小,主要集中在华山峪流域境内,给华山旅游事业造成重大损失。

### 三、华山水石流的成因

华山水石流的形成,是各种因素综合作用的结果,同时也具有其特殊性。它要求物质来源极其丰富、地形比降大和暴雨径流强,故华山形成水流石条件极为优越。

(一)地质构造。华山是在秦岭北坡,以东西向深大断裂与渭河谷地相接,受燕山运动影响,山体不断上升,流水急剧下切。加之,受多次构造运动影响,岩石裂隙发育,计有构造裂隙、成岩裂隙、局部性应力裂隙和风化裂隙,其中以NEE和NWW两组裂隙较发育。

华山新构造运动强烈,山地不断上升,河流垂直下切急剧,形成了河谷深邃,谷壁陡峭。华山位于关中强震区,曾多次发生过破坏性地震(7.5级)。1478年临潼地震,强度8级;1501年朝邑地震,强度为7级;1556年1月23日华县断层地震,强度为8级,震中莲花寺的烈度达11级;1920年华县又一次发生地震,使少华山产生强烈的山崩。根据精密水准测量,秦岭北坡垂直地形速率较大,每年约以30—50毫米速率抬升。华山因受近期地震活动影响,山崩现象严重。山崩主要集中发生在青柯坪至毛女洞、石门和五里关三处(表1),其中以青柯坪至毛女洞段规模

表 1

华 山 山 崩 统 计 表

地 点	山体相对高度 (米)	岩 性	河床宽度 (米)	崩塌体积 (万立方米)
青柯坪—毛女洞	600	花 岗 岩	15	550.00
石 门	450	花 岗 岩	30	33.60
五 里 关	350	花 岗 岩	24	22.08

最大，河谷东西两侧，都发生大的山崩，水平距达380米，塌方量约550万立方米。堆积的块石高达120余米，堆积物大小混杂，大的块石多在5—10米以上。山崩时，由于地面不平，许多块石崩落因受力不均，发生破裂，犹若刀劈，称为山崩裂石。石门和五里关崩塌体积较小。华山的山崩塌总体积约有600万立方米，因此水石流不仅有丰富的物质，而且搬运物质体积较大。

(二) **岩石**。华山出露的岩石主要是太华群古老变质岩和燕山期花岗岩，变质岩有斜长角闪片麻岩，角闪斜长片麻岩和黑云斜长片麻岩等。变质岩和花岗岩的分界线是在鱼石，即鱼石以北为变质岩，以南均为花岗岩，显然花岗岩在华山峪约占90%的面积。华山是燕山期巨大花岗岩侵入体，南峰、西峰、东峰和中峰是侵入体的岩柱，面积约3平方公里，四周悬崖陡壁，相对高差约500余米。

华山花岗岩主要矿物成分是石英、长石和云母，愈靠近侵入体中心，由于冷凝速度慢，矿物结晶较好，所以岩石粒度粗大。花岗岩长期受强烈的物理风化作用，顺着岩石节理，以球形风化最明显。在高起的峰脊上，残留着巨大风化块石，尤以北峰和西峰最典型，西峰的莲花石、摘星石、舍身岩、斧劈石等，这些千姿百态风化石块，成为神话传说的奇景。

花岗岩由多种矿物组成，各种矿物膨胀系数不相同，如长石的膨胀系数为0.00017，石英为0.00031，石英比长石大一倍多。因此，不论是受冷的收缩程度，还是受热的膨胀程度，在受温差变化影响下，物理风化强烈。白天受强烈阳光照射，岩石等面温度提高，引起体积膨胀；夜间外界气温降低，岩石表面体积收缩，而内部受白天传进来的热量使体积膨胀。岩石经过长期这样内外不协调的变化，就会使表面与内部相脱离，形成球形风化，在陡壁上形成岩石泻溜。故华山水石流不仅砾石多而大，而且岩石风化的砂量也多。

(三) **地形**。华山的形成是受内外营力的作用，内营力使燕山期花岗岩侵入体不断上升，外营力以风化和流水侵蚀为主，使地形降低夷平。坚硬致密的花岗岩柱周围较软弱的岩石被剥蚀，形成了花岗岩峭壁奇峰的地貌景观。

山区泥石流沟通常都有形成区、流通区和堆积区。泥石流的形成区位于沟的中上游，是固体物质主要补给区和洪水汇集范围，在流域形态上多为山地环抱的低缓盆地，是各支流汇聚的洼地；流通区位于泥石流沟的中下游，横断面狭窄，且较顺直，很少有大的支沟汇入，沟床纵比降较平缓；堆积区位于下游沟口处，由于地形变得开阔，纵比降平缓，泥石流的流速迅速减慢，大量的携带物质堆积，形成了扇形的堆积体。华山水石流沟的形成区是在五里关以上的山地，流通区位于五里关至山口，堆积区是在铁路桥滚水坝以下。华山水石流的形成区不同于一般泥石流沟，因受花岗岩柱影响，形成悬空汇流区，由南峰（海拔2,153米）源头的水流，在西峰汇集。由于华山松森林植被所形成清水区，从海拔1,907.2米水帘洞向下倾注，以瀑布排泄（底部海拔

1,274米)，受水头落差的影响，洪水冲刷能力非常大。

华山泥石流沟的纵比降较陡，堆积区为4%，流通区为9.7%，形成区17.6%—35%；泥石流支沟比降更大。华山水石流沟从形成区、流通区到堆积区，沟床纵剖面由陡变缓。由于水石流形成区纵比降大有利于泥石流形成和下泻，沟床比降愈大，流体重力作用和惯性力愈大。

华山水石流形成区和流通区山坡的坡度很陡，多在60°以上。花岗岩山坡风化物在30°—35°处于临界稳定状态。由于山坡的坡度过陡，坡面径流强大，地震活跃，风化岩屑和坡积物易于产生崩塌，直接泻入沟底，并易形成飞石。

**(四) 气候。**华山属大陆季风气候，冬季受西伯利亚冷空气和蒙古冷高压影响，寒冷少雨；夏季受内陆热低压和太平洋副热带高压影响，酷热多雨，降水强度大，受山地地形影响，多形成地形性局部暴雨。根据华阴县农业资源调查和农业区划报告集资料，华山为降水高值区。

华山降水有季节性，年际变化和降水随地形高度等变化特征。华山年平均降水量900.4毫米，年内降水分配不均：夏季降雨量占44%，秋季占28%，春季占23%，冬季占5%，显然降水集中在夏季。降水垂直分布的基本规律是，山上多于平原（表2），华山年平均降水量比华阴县多300.5毫米。华山一日最大降水量是120.1毫米（1970年7月2日），最多降雨日数是9月（表3）。华山暴雨（>50毫米）出现在4—10月，以6—8三个月最多，几乎每年都有，且一年中曾出现过5次（1976年），一月曾出现过3次（表4），故有利于水石流形成。

**表 2 华 山 降 水 量** (单位：毫米)

站 名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
华 阴	5.2	3.6	25.3	52.7	56.3	58.1	102.8	87.1	106.1	57.1	27.0	5.7	591.9
青 柯 坪	12.0	19.8	58.2	121.2	129.5	133.3	235.4	200.3	243.3	131.3	62.1	13.1	1,361.3
北 峰	9.0	14.9	43.8	91.2	97.4	100.5	177.8	150.7	188.4	98.8	46.7	9.9	1,021.1
华 山	14.9	17.7	46.3	77.3	88.9	92.1	165.9	131.8	124.0	88.4	40.7	12.4	909.4

**表 3 华 山 日 降 雨 量 分 析 表**

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
平均降水量	14.9	17.7	46.3	77.3	88.9	92.1	165.9	131.8	124.0	88.4	40.7	12.4	99.4
日最大降水	量	25.5	28.9	43.7	98.7	74.3	15.1	120.1	107.6	73.0	53.7	33.3	120.1
	日年份	14 1958	19 1970	17 1966	10 1973	31 1930	21 1953	2 1970	15 1962	6 1962	9 1969	5 1977	1 1977
降水日数	7.0	8.6	10.5	10.9	11.6	10.3	14.7	13.7	13.5	11.0	8.9	6.4	127.6
最多降水量日数	15 1957	17 1972	15 1955	16 1958	18 1964	22 1956	21 1960	20 1976	23 1945	22 1964	18 1962	19 1954	176 1964
最少降水量日数	0 1976	2 1956	1 1962	7 1978	6 1955	5 1960	9 1971	6 1978	5 1972	4 1979	4 1972	0 1973	102 1978

表 4

华山年暴雨日统计表

(雨量单位: 毫米)

月	4	5	6	7	8	9	10	全年
1953			21日 11.1					1
1954					3日 62.3			1
1955					30日 23.4			1
1956				80日 65.6	3日 37.1			2
1957				17日 65.5				1
1958				16日 17日 58.1 71.4				2
1959								0
1960								0
1961				5日 601.9				1
1962				24日 84.6	15日 67.6			2
1963								0
1964								0
1965				21日 71.9				1
1966								0
1967								0
1968					16日 81.7			2
1969								0
1970				2日 25日 20.1 68.1				2
1971			8日 28日 56.9 55.1		16日 64.7			3
1972		29日 60.4			27日 67.5	1日 51.2		3
1973	10日 16日 83.7 65.9			1日 23日 62.7 51.4				4
1974			9日 53.0		9日 68.3			2
1975					6日 8日 53.8 68.9	19日 55.3		3
1976				1日 14日 18日 61.9 57.4 53.3	20日 78.2	6日 73.3		5
1977				10日 71.0				1
1978				4日 56.7				1

续上表

月	4	5	6	7	8	9	10	合计
1979					13日 66.3			
1980		31日 74.3						
1981						7日 53.7		
1982				31日 119.4	1日 98.6			2
1983		14日 66.5				7日 53.7		2
1984			6日 62.1					1
1985				24日 58.9				1
1986				9日 61.1		8日 86.7		2
1987		25日 57.4				2日 6日 56.0 58.9		3

#### 四、华山水石流的特性

##### (一) 1988年华山水石流的流速与流量计算。

公式的选择。利用一般水力学的薛齐—曼宁公式计算流速。

$$V_c = m_c H_c^{2/3} \times i_c^{1/2}$$

式中： $V_c$ —为水石流平均流速（米/秒）； $m_c$ —为水石流沟道的糙率系数， $H_c$ —为过流断面的泥石流泥深，在狭窄沟床中为水力半径； $i_c$ —为泥石流沟床比降。

1、五龙桥水面流速与流量计算。五龙桥断面先择在人行桥和铁路桥之间，沟道较顺直，断面一致，泥痕清晰，无阻塞和汇流、回流的沟道内。

$$\begin{aligned} V_c &= 1.5 \times \left( \frac{95.7}{30.33} \right)^{2/3} \times (0.07)^{1/2} \\ &= 0.8445 \text{ (米/秒)} \end{aligned}$$

$$Q_c = 0.8445 \times 95.7 = 80.82 \text{ (立方米/秒)}$$

2、毛女洞水面流的流速和流量计算。实测横断面面积为17.25平方米，湿周为16.27米，水力半径1.06米，比降为0.63。

$$V_c = 1.5 \times 1.02 \times 0.7974 = 1.22 \text{ (米/秒)}$$

$$Q_c = 1.22 \times 17.25 = 21.045 \text{ (立方米/秒)}$$

3、寿星桥水石流的流速和流量。实测断面面积为30.5平方米，湿周为17.056米，水力半径为1.788米，纵比降0.2356。

$$V_c = 1.5 \times 1.788^{2/3} \times 0.2356^{1/2} = 1.072 \text{ (米/秒)}$$

$$Q_c = 1.072 \times 30.5 = 32.699 \text{ 立方米/秒}$$

由上述计算，五龙桥水石流流量为80.82立方米/秒，比多年平均流量猛增约800余倍，故水石流有着强大的搬运能力。若按1884年鱼石推算，流量约为4立方米/秒，比1988年7月15日的

大4.5倍。

(二) **华山水石流的冲击力**。华山水石流从形成区到峪口，水平距6公里，水流运动时间约2小时30分，龙头高约6米，携带了大量物质沿峪滚动，吼声如雷。从毛女洞至峪口河道，普遍下切1.5—2米。水石流搬运物质以漂砾（巨砾）、砾石和砂为主，流通区以漂砾和砾石最多。华山峪深切曲流较发育，沟床连续分布着粗大碎屑堆积物，大的漂砾在沟床上突起，横切水流，拦挡沙石，形成陡坎地形，恰似水坝，影响水流的运动。沟床经水流多年冲刷搬运，块石的位置不断调整，较小石块充填镶嵌在大块石之中。各类小的块石受到保护，增加了堆积物的密实度。当洪水时，流动沟床地形影响紊动强烈，水流中较大的固体物质，以滚动、滑动和跳跃形式推移向前。大的块石以及拦挡大树，能产生溃坝绕流，冲刷河岸，展宽河床，或者大块石起动，沟床猛烈下切。

水石流在弯道流动时，具有超高现象，由于左岸弯道多是路坝浆砌块石护坡陡壁，水石流在运动中与建筑物撞击时，水石流溅起，如象蟒蛇翻身，腾空而起，漫上路堤。水流在惯性力的作用下，有着强大的冲击力，每平方米冲击力约有5—8吨，将路堤破坏，成吨重的高压电铁塔拧成“麻花”，搬运10多米远，故水石流冲击力在弯道非常大。

(三) **华山水石流堆积**。水石流堆积有弯道堆积和扇形地堆积。在华山水石流流通区和形成区的弯道凸岸和巨大漂砾之后，有砾石堆积。

水石流在堆积扇区有三个明显特征：一是堆积物岩性变化特征，堆积物岩性反映了流域出露岩石的面积特性，华山水石流变质岩占26%，花岗岩占74%。就岩石性质与砾石体积形态关系，花岗岩硬度大，多成块状，扁平度小于变质岩；二是堆积的厚度变化明显，1988年水石流越过铁路桥滚水坝后，受地形变化影响，流速骤然减缓，发生大量堆积，堆积的厚度大，愈向下游堆积不断减薄。西潼公路以上，堆积厚度3.5—3米，西潼公路至北洞村2—1.5米；三是堆积的物质粒径，由峪口向下逐渐变细。堆积扇约可分三段：峪口至西潼公路为漂砾和砾石段，粒径有明显变化，水石流扇在水平距1,200米，实测平均颗粒由38.32立方分米减少为12.1立方分米；西潼公路至南洞540米，为砾石和粗砂过渡段，砾石堆积呈长堤透镜状；南洞村以下为粗砂堆积段。

华山这次水石流在铁路桥以下，堆积总量约有12万立方米，砾石4.5万立方米，占总堆积量的37.27%；砂的堆积量为6.072万立方米，占50.3%；泥的堆积量1.5万立方米，占12.43%。

(四) **水石流扇的新发展**。华山在全新世的后期，受强烈地震影响，沟谷发生大规模崩塌，同时谷坡基岩裂隙扩大，稳定减弱，坡面风化物质增多，水石流在壁积扇上形成了新的加积扇。堆积扇以玉泉院为中心，前缘在北洞村。新的堆积扇由于堆积物增多，厚度较大，堆积物的粒径粗化。因此，玉泉院堆积有许多巨大漂砾，大于5米的有8块，号称八大怪，其中，以山荪亭下漂砾最大，长约12米。故华山玉泉院泥石流扇，随着补给物质增多，水石流扇在不断的发展。水石流扇因堆积物粗大，孔隙大，在一般流量情况下，潜入地下断流而在北洞村溢出带流出。

## 五、水石流的防治

华山峪是全国水石流发育最典型的地区，爆发突然，频率高，危害十分严重。必须尽快地采取有效防治措施，减少危害损失，现提出以下几点意见：

(一) **暴雨预报**。华山于1952年建立气象站，在极其艰难困苦的条件下开展工作，为天气预报作出了卓越的贡献。在水石流防治工作中，暴雨的预报非常重要，华山气象站的工作同志，肩负着极为光荣而重大的任务。

暴雨是形成华山水石流的主要因素，华山每年几乎都有暴雨发生。当日降水量达到75毫米时，水石流灾害就会产生；当日降水量大于或接近100毫米时，水石流灾害就非常严重。造成华山水石流的暴雨有两种情况：一种是短历时暴雨；一种是较长历时暴雨。1988年暴雨是属短历时，7月15前降水量很少，13时30分，1小时降雨达70毫米，10分钟降水量超过10毫米，故暴雨历时短，强度大，是形成水石流有利的因素。1982年较长历时暴雨，受9号台风影响，在华阴形成暴雨中心，24小时最大降水量达265.0毫米，罗夫河洪峰流量180立方米/秒，柳叶河洪峰流量99立方米/秒，水石流产生的前期降雨，从7月28日至30日，降水量21.8—31.3毫米，山坡上土壤已相当湿润，31日受暴雨激发，形成华阴县南山支流大面积水石流。从1988年和1982年华山水石流形成与暴雨关系分析，如果能够作出准确的预报，水石流灾害就会大大减轻，特别是对华山峪，有着非常重要的意义。希望陕西省气象局对华山气象台，能够增加新的观测仪器，增加工作人员，进一步加强灾害天气预报工作。

**(二) 水石流的防治。**1988年水石流伤亡灾害，主要是在毛女洞至青柯坪的泥石流沟，尤以毛女洞密密沟最严重，其次是正南沟、西岸沟和千尺童沟。这一段是当前危险地段，新的山崩堆积物覆盖在风化较深的流水沉积物之上，地形起伏大，山坡稳定性差，泥石流沟（支流）冲击强，易于造成灾害。水石流防治重点，应在泥石流沟建钢轨格栅坝，拦截砾石，减少水石流的危害。

华山道路是保证旅游安全的工程，虽然这次被暴雨冲毁1,200米，但它能减少水石流危害冲击，起了极为重要的作用，亟待修复。华山道路在支流入汇的路段，宜桥不宜涵，断面设计应窄而深，才能使水石流顺利通过。寿星桥亟待加固，由于水石流下切3米，切开桥基风化砂砾石层，悬空失稳。

毛女洞以下，河道巨大漂砾使水石流冲击路堤，起了积极作用，应稳定漂砾，改变河道流向。

修复铁塔电杆，将电送上华山各山峰，特别是要保证西峰气象台的工作用电。华山泥石流沟比降大，有些地方可考虑渡槽，就是将泥石流从道路上空渡过，即通过渡槽排泄泥石流，是山区防治泥石流危害的方法之一。

朝元路滚水坝修复问题。朝元路滚水坝位于泥石流偏右侧河道，当时修建滚水坝主要目的是防止泥石流冲刷，保护朝元路畅通。1988年水石流冲毁滚水坝，从左侧支沟分流，对农田影响很大。为了保护农田免受泥石流冲刷，应在滚水坝左侧修导流堤，但是西潼公路的桥涵排洪能力不够，泥石流就会对公路造成危害。

**(三) 加强泥石流预报。**在毛女洞安装自记水位仪，配合暴雨观测，进一步研究华山水石流成因和特征。

在西峰和千尺童泥石流沟，安装两台地声仪，加强水石流预报。

在青柯坪至毛女洞间，安装泥石流报警器，设立防避安全点。在进山门口，设立天气预报牌，并说明泥石流的危险地段和防避方法。

**(四) 加强华山绿化，搞好水土保持工作。**华山是中外闻名的旅游胜地，应积极植树种草，搞好水土保持工作，减少山坡冲刷。同时，结合气候特点栽培、引进观赏植物，美化风景区。

**(五) 对华山雷电、冰雹和大风灾害进行科学研究，提出防治措施。**特别随着华山旅游事业的发展，缆车的应用，必须考虑雷电的破坏影响。

## 六、结束语

华山水石流危害范围非常广泛，灾情十分严重。建国以来，灾害时有发生，在各级人民政府关



怀下,已经积极采取了许多防治措施,发挥了一定效益。但是对华山水石流缺乏科学认识,不掌握它的特性,就会造成重大损失。如毛女洞遭受水石流的袭击,因对泥石流沟没有认识,觉得沟道地形较平缓,摆摊设点招待游客,暴雨来临时,误认为是安全地带。凶猛的水石流以迅雷不及掩耳之势冲下来,摧毁了所有泥石流沟的建筑物,全部人员遇难,造成目不忍睹的惨状。华山的道路、桥涵、房屋和电讯设备等在建设中因对水石流冲击力和山坡结构稳定性缺乏足够的认识,所以出现了许多问题。因此,华山水石流的防治工作迫切需要开展科学研究,我们认为,应把华山建成陕西省泥石流预报中心,因为华山已初步具备泥石流研究的条件,同时,华山水石流研究对秦巴山地泥石流的防治,对华山铁路、公路、二华夹槽水灾和旅游事业等,都有着重要的意义。

致谢:参加野外调查工作,有西北大学刘哲民、董志忠、张晖和余红健同学,华山管理局张耀峰,孟安稳、孙建峰、杨德第等同志。本文承蒙华山管理局局长李金山、副局长申义明帮助指导,特此感谢。

### 参考文献

- [1] 华阴县农业区划委员会:《陕西省华阴县农业资源调查和农业区划报告》,1986年。
- [2] 田泽生:《西岳华山》,科学出版社,1982年。
- [3] 祁龙:“水石流的性质及形成机理”,《水土保持通报》1985年第1期。
- [4] 孟河青:“陇海铁路华山地区的泥石流”,《铁道工程学报》,1986年第4期。
- [5] 王景荣、徐海明:“陇海铁路华山段1982年7月31日暴雨引起泥沙灾害”《泥石流学术讨论会兰州学会论文集》,1986年。

(下转第43页)

Bulletin of Soil and Water Conservation  
Bimonthly Started in 1981  
Vol.9 No.2 Apr.,1989

---

Sponsored by Northwest Institute of Soil and Water Conservation,  
Academia Sinica and the Ministry of Water Conservancy  
Edited by Editorial Board of Bulletin of Soil and Water Conservation  
(Yangling District of Xianyang Municipality, Shaanxi Province, PRC)  
Printed by Shaanxi Provincial Printing House  
(Xi'an Municipality of Shaanxi Province, PRC)

---

Code name 52-62

Unit price 0.60 yuan

# Plantation of the wild forsythia (*Forsythia suspensa*) on the loess hills in Ansai and Guyuan County

Guan Xiuqi

(Northwest Institute of Soil and Water Conservatio under the Chinese  
Academy of Sciences and the Ministry Water Conservacy)

## Abstract

*Forsythia suspensa* is a good shrub for the economy and conservation of water and soil. First *F. suspensa* was planted successfully in Ansai in northern Shaanxi in the 1970s, then in Guyuan in Ninxia Hui Autonomous Region in the 1980s. It can be propagated by seeds, layer, cutting, divided plant etc. in the field. After *F. suspensa* was planted on the hills, it had a high survival rate and quick growth; Using the method of spiral afforestation, an individual can develop into a shrub in the first year, and can quicken closing and conserve soil-water content. After second year of afforestation, the shrubbery began fruit production, the average yield of the dried fruit was 1,084.5 kg/ha; in the third and fourth year, it was 1,618.5 kg/ha; in the fifth year, it was 2,670 kg/ha, in seventh year, it has the highest yield of all dried fruit, about 4,000kg/ha.

(Continued from back cover)

# The contributing factors and protections of water debris flows on Huashan Mountains

Li Zhaoshu

(Department of Geography under Northwest University)

## Abstract

On July 15, 1988, a rainstorm debris flow suddenly occurred on Huashan Mountain, which is one of the five most famous mountains in China. After that, the highway traffic, electric line and telephone line was destroyed and a large expanse of fields was covered. In addition, sixteen tourists were killed by this disaster. Debris flows distributed widely over Huashan Mountain but there had been no previous scientific research. Therefore, great property damage and a serious disaster resulted. In this project, we systematically studied the pattern of debris distribution from time and space, analysed the contributing factors and put forward the methods to protect the Huashan Mountain area.