

# 神府—东胜矿区一、二期工程与人为泥石流<sup>\*</sup>

王文龙 张平仓 高学田

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
(水利部)

**摘 要** 在野外调查神府矿区一、二期工程中所出现人为泥石流情况的基础上,分析研究了泥石流的分布、类型、形成条件及发展趋势,并提出了今后该地区泥石流的防治对策。

**关键词** 神府—东胜矿区 人为泥石流 人工采石场

## Investigation of Man-Made Mud-Rock Flow during the First and Second Construction Phases of in Shenfu—Dongsheng Coal Mining Area

Wang Wenlong Zhang Pingcang GaoXuetian

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Based on the field investigation in the Shenfu-Dingsheng Coal mine area, this paper analysed the distribution, type, forming condition and developing trend of mud-rock flow, put forward countermeasure in the future.

**Key words** Shenfu-Dongsheng coal mine area Man-made mud-rock flow stone-pit

神府—东胜矿区是80年代中期在黄土高原北部风蚀水蚀交错地带建设的一个新型煤炭工业基地,目前还处于开发建设的初期阶段。然而,由于这里生态环境脆弱,自然条件严酷,各种灾害繁多,给煤田开发带来了相当多的困难。但是,为了国家和地方经济的振兴,驻扎在这里的开发大军,克服一切困难,终于使煤田开发初具规模,而且给国家和当地带来了显著的经济效益,推动了地方经济的发展。但环境问题并没有从根本上得到解决,而且由于初期大规模的开发建设活动,国家、集体、个人一涌而上,致使环境受到极大的扰动,爆发了大量的人为地质灾害,泥石流便是其中之一。

所谓人为泥石流是指在人类从事的各类活动中为泥石流爆发提供了各种有利条件,特别是直接提供了物质条件和地形条件。泥石流的形成和发育是内外矛盾的综合表现,其内因基础是必

然具备大量堆积于适当地形的松散物质,在外动力暴雨入渗、冲刷和流水作用下形成一定具有稠度的二相体。离开内因条件,则暴雨或流水只能剥蚀地表一定量的物质,而很难达到泥石流形成的稠度界限即宾汉体。离开暴雨和流水,松散堆积物充其量只能在重力作用下形成重力堆积物如滑坡和崩塌、错落等。人类的各種建筑活动直接剥离地表加快改变还处于一种准平衡状态下的地形条件,直接给泥石流的形成提供内因基础,同时在大量剥离地面物质的同时,增加了暴雨径流入渗和冲刷能力,从而间接地改变了泥石流爆发的外动条件,我们把这种以人类活动作用为主导因素形成的泥石流称作人为泥石流。

## 1 人类活动在泥石流形成中的作用

人类是扰动土地的巨大营力。神府—东胜矿区,人类活动为两个目的服务,一是开采矿产资源。二是为开采矿产资源而建设相应设施如修公路、铁路、采石、住房等生活设施从而改变了地面坡度。这种扰动土地的活动从地质作用上属于岩体土体损耗的一种类型,从而使山体失稳,导致山崩、滑塌、泥石流、泻溜等灾害发生。

### 1.1 采矿对土地的扰动作用

神府—东胜矿区煤炭采掘的方式主要有井式开采和露天式开采,井式开采包括平井和斜井两种方式。所产生的废弃物堆积在一定的排矸场或直接倾入沟道。如武家塔露天开采,将大量剥离物质充填了长约 500m,宽约 400m 的沟谷,并在沟谷填埋 25m,堆积量约  $175\,000\text{m}^3$ 。位于西沟乡的六道沟流域井口有 5 个,开采以来,直接将废弃物排入沟道,使沟道宽度缩减约  $2/3$ ,1994 年 6 月 23 日流域降水 50mm,形成比较大的泥石流过程,约有  $2/3$  的堆积物推入上一级沟道。若没有上游多处水库拦蓄,则可能酿成更大的灾害。纵观目前开采建设中心的乌兰木伦河及支沟活鸡兔沟,煤层位于河床下部且煤层厚,直接在河床采煤,并将剥离层直接堆入河床,一些矿井将废弃物回填入沟,留下一系列平行的弃土岗如马家塔矿。而其它大部分矿井则没有采取回填方式,以致使河床千疮百孔,目前堆积在沟床的废弃物总量高达  $361.55\text{万 m}^3$ ,考察区何家塔—瓷窑湾 28km 河段淤积量为  $12\,200\text{m}^3$ ,河床平均淤厚 2.38m,最大淤厚 4.05m(1994 年 4 月份量测值)。直接影响行洪能力,有的河床宽度由原来千米以上只剩下不足 500m。1989 年 7 月 21 日,一场暴雨形成洪峰  $4\,610\text{m}^3/\text{s}$ ,含沙量  $1\,360\text{kg}/\text{m}^3$  的泥流过程,淤平矿井 11 处露天矿坑 9 处,其中马家塔矿,泥沙淤积厚 6—7m,达  $15\text{万 m}^3$ ,泥流冲毁两岸矿堤 1 870m,水浇地 600 亩,1 号大桥包台准体冲开豁口 15m,路基挡墙 60m 铁轨悬空,中断行车 1 个多月,加之其它机具材料等,直接经济损失 2 000 多万元。

### 1.2 采掘建筑材料提供大量泥石流物质

目前,在矿区开发建设中心,因采掘各种建筑材料及开矿弃碴造成的松散堆积物量达  $1\,391.7\text{万 m}^3$ ,其中采石弃碴量达  $157.36\text{万 m}^3$ ,这些堆积物一部分堆放于设计的排矸场外,大部分集中于各种支沟道之中,一遇暴雨将形成泥石流。

在距大柳塔镇以南不足 600m 的王渠沟,面积  $4.3\text{km}^2$ ,主沟长 4.7km,百米以上支沟 29 条中发育着泥石流的沟 10 条,累计形成区面积  $0.85\text{km}^2$ ,占全流域面积的 20%,占全流域开挖面积的 90%。自 1992 年沟坡被开采以来,连年累发泥石流。1993 年在临近公路的大海子村采石场发生较大规模的人为泥石流,形成区面积不足  $0.2\text{km}^2$ ,沟长 370m,落差 110m。泥石流堆积区沙石堆积物体积  $3\,000\text{m}^3$ ,越过包神公路,冲毁农田 8 亩,逼近乌兰木伦河岸边。在公路上堆积厚约 0.5—1.0m,延伸达 200 余 m,冲出物中,最大石块直径近 1m,致使交通中断经济损失严重。

### 1.3 公路铁路建设造成的泥石流

1987年以来,随着煤炭资源的大规模开发建设,铁路、公路网也迅速发展起来,目前考察区内,包神铁路纵贯南北,长约40km,内有4个车站。三级以上公路网已具备一定规模,800余km,连通着各大矿点和主要建设据点。

由于本区地形复杂、地面高低起伏差异悬殊、因此,铁路、公路通过区存在着许多挖方地段,直接破坏原始地面。特别是在沿河岸山坡,沟道及坡脚通过时,开挖段达60%以上,其中形成5m以上陡崖的路段面占总开挖段的70%以上,现代化的挖掘机具及炸药无疑会对岩面产生巨大的冲击力,纵崖体遭到极大的破坏,使原本十分脆弱的岩体,稳定性更差,加之该区岩系多由块状砂岩、泥岩、石岩的互层组成,各层间抵抗外力程度不同,从而亦在开挖陡崖面上形成许多锯齿状的危崖,并随的出现基岩滑坡、崩塌、撒落及山坡滚石现象。不时则危及行人车辆的安全,而且在路面上形成大量碎屑物质,连同修路时的废弃物一起形成泥石流的直接物源。考察中,实际量测因修建铁路、公路而随意堆放在路边斜坡、坡面沟边的碎屑物质量达110多万 $\text{m}^3$ ,这还不包括已形成泥石流冲起的物质。

在神木县境内施工的铁道部十三工程局,仅在黄羊城沟左岸的燕家岭,弃土长500m,宽40m,高10m,总方量达20万 $\text{m}^3$ ,占地30余亩,东沟(235+566~DK235+880)隧道向沟内倾倒弃碴1500 $\text{m}^3$ ,1991年6月10日和7月9日两次发生泥石流,淤埋4.2m深的神府公路泻洪涵洞,冲毁公路多处,冲断交通数日。

活鸡沟右岸川地坡角修筑一段长不足10km的三级公路一侧,由于严重削坡,加之严重采石,几年来连续爆发泥石流过程,目前发现的泥石流均有10m,其中、中鸡乡的武家塔沟内,由于大量的弃碴物被暴雨饱和,一次爆发泥石流过程,冲出物质达7.5万 $\text{m}^3$ ,堆积于公路面上邻近川地农田之中。大量的泥石流过程,加之载重车辆的反复滚压,昔日光滑平整的柏油路面,今日变成“雨天水泥路,晴天扬灰路”。其教训是令人深思的。

包神二级油路14k+800m处涵洞,修建在一支毛沟沟口,沟口为采石场,一般洪水通过涵洞排出,但由于各种修建把涵洞堵塞,今年7月份以来连降暴雨,7月22日降水41mm,使沟内弃碴物充分充水,24日晚10h,又下大暴雨22mm,使沟内物质饱和和形成泥石流,沙石冲进居民院内使13户中8户遭受损失,(内有一售货门市部进水),总共经济损失10多万元。

## 2 神府矿区人为泥石流的发育现状

### 2.1 泥石流的分布特征

考察区域有大小泥石流沟24条,如表2。其中活鸡兔沟有10条,靠近大柳塔镇的王渠沟流域有10条,分别占泥石流总数的40%。据考察,泥石流的分布具以下特征:

2.1.1 泥石流呈集群式分布,与地面物质组成密切相关 在梁峁大部分为黄土或风化残积物覆盖的地区,泥石流沟发育较多,而沟道全为明沙覆盖的则难以发生泥石流。如活鸡兔沟流域,两岸地面组成物质对比非常鲜明,右岸为黄土和岩石风化物覆盖,左岸主要为流动性的明沙覆盖,泥石流沟全集中在右岸。从整个考察范围来看,泥石流主要集中在活鸡兔沟和王渠沟,占总数的80%,其次在乌兰木伦河的左岸及中下游地区,也是泥流沟的多发区。

2.1.2 泥石流的分布与人工采石场的分布紧密对应 王渠沟有大小泥石流支沟10条,占全考察区比重40%,而王渠沟离大柳塔镇最近,沟口就在大柳塔镇上,整个王渠沟,从沟口到沟头全为一个巨型的人工采石场,在每个小支毛沟的沟头,都分布着采石场。采石不仅使原来坡面

更为陡峭,更为重要的是提供了极为丰富的固体物质来源。在王渠村边,沟谷右岸,靠近村子有一采石场,人工弃石弃土弃碴堆入沟底,在 1992 年 7 月,一场暴雨,把堆在沟底的碎屑物质推入农地里,毁掉农田 1.2 亩,造成经济损失数百元。

表 1 神府—东胜矿区泥石流调查表

编号	名称	行政位置			所 属 域	流域面积 (km <sup>2</sup> )	主 沟		高差 (m)	主 岩 性	发 生 时 间	规 模 (m <sup>3</sup> )	类型	危 害
		县	乡	村			长 (m)	比降 (%)				长×宽×厚		
1	羊路渠	神木	中鸡	高家畔队	活鸡兔沟右岸一级支流	0.3091	1100	66	90	砂岩、泥页岩、黄土	1982 年	50×30×1.5	沟谷型	
2	羊路渠	神木	中鸡	高家畔队	活鸡兔沟右岸一级支流	0.2245	740	49	90	砂岩、变质岩、黄土	1979 年	80×16×1.5	沟谷型	
3	羊路渠	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0502	260	100	92	砂岩、泥岩、黄土	1992 年	40×12×1.2	沟谷型	
4	木头沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	2.0936	2050	28	117	砂岩、泥岩、火成岩、黄土	1992 年	40×15×0.8	沟谷型	
5	木头沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0448	190	133	75	砂岩、黄土	1989 年	40×80×1.5	沟谷型	
6	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.9299	1560	40	110	砂岩、泥岩、黄土	1989 年	80×20×1.8	沟谷型	
7	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0284	190	179	50	砂岩、泥岩、黄土	1992 年	40×18×0.8	沟谷型	
8	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0554	240	167	60	砂岩、泥岩、黄土	1992 年	50×20×1.0	沟谷型	
9	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0277		250	66	砂岩、泥岩、黄土	1992 年	45×15×0.9	坡面型	
10	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	活鸡兔沟右岸一级支流	0.0324		250	82	砂岩、泥岩、黄土	1992 年	45×16×1.1	坡面型	
11	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	乌兰木伦河右岸一级支流	0.3486	640	119	110	砂岩、黄土	1992 年	160×40×1.2	沟谷型	摧毁打谷场角
12	李家畔沟	神木	中鸡	李家畔	乌兰木伦河右岸一级支流	0.0505	300	192	62	砂岩、黄土	1992 年	50×25×1.5	沟谷型	
13	母河沟	神木	大柳塔	前柳塔	乌兰木伦河右岸二级支流	0.3798	830	54	103	砂岩、砂子	1992 年	40×30×0.8	沟谷型	
14	王渠沟毛 1	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河右岸二级支流	0.0243		300	84	砂岩、黄土	1992 年	20×10×1.5	坡面型	
15	王渠沟毛 2	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0578	190	177	84	砂岩、砂子	1992 年	32×18×0.4	沟谷型	
16	王渠沟毛 3	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.1278	440	125	90	砂岩、黄土	1992 年	40×40×1.5	沟谷型	
17	王渠沟毛 4	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.1387	550	118	92	砂岩、黄土	1992 年	35×30×0.7	沟谷型	
18	王渠沟毛 5	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.1868	520	96	100	砂岩、黄土	1992 年	25×20×0.8	沟谷型	
19	王渠沟毛 6	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0843	360	136	101	砂岩、黄土	1992 年	25×15×0.8	沟谷型	
20	王渠沟毛 7	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0808	200	133	101	砂岩、黄土	1992 年	18×20×0.6	沟谷型	
21	王渠沟毛 8	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0475	170	181	92	砂岩、黄土	1992 年	25×10×0.5	沟谷型	
22	王渠沟毛 9	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0753	300	208	80	砂岩、黄土	1992 年	60×40×1.5	沟谷型	淤埋农田
23	王渠沟毛 10	神木	大柳塔	王渠村	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0225	180	133	83	砂岩、黄土	1992 年	40×30×0.6	沟谷型	淤埋农田
24	大海子沟	神木	孙家岔	大海子	乌兰木伦河左岸二级支流	0.0976	370	208	111	砂岩砂子	1993 年	80×95×0.49	沟谷型	堵塞公路,淤埋农田

2.1.3 泥石流主要分布在面积为 1km<sup>2</sup> 以下的二级支沟里 从表 1 可以看出,在所有泥石流沟中,面积最大的 2.093 6km<sup>2</sup>,沟长 2.05km,沟道总比降 28%;面积最小的只有 0.22 5km<sup>2</sup>,主沟长 0.18km,总比降 133%。就最大的泥石流沟来说,流域面积相比之下也是较小的,据黄河中游局的沟道特征统计资料表明:流域面积越大,完整系数(流域宽长比)越小,即流域面积越大越相对狭长窄瘦;反之,流域面积越小,流域形态相对宽大又利于迅速汇流,历时短,易形成暴涨

暴落的洪水。沟道纵比降分布规律是:沟道纵比降与流域面积成反比,即流域面积越大,沟道纵比降越小,流域面积越小,沟道比降越大。而沟道比降大有利于固体物质的搬运和输移。因此,流域面积偏小,有利于发育泥石流。

## 2.2 泥石流的类型特征

2.2.1 按泥石流成因分类 这种分类是指在泥石流众多的形成条件中,选定一个起主导作用的条件,这个条件不仅决定着泥石流规模的大小(系指泥石流的洪峰流量、平均流量、总径流量、固体径流量、历时、水泻、挟带石块的粒径等参数的大小),而且还控制着泥石流的发生与否,以及今后的活动趋向。据此,将我国泥石流分为自然泥石流(是由于综合的自然因素造成的)和人为泥石流(是由于人类活动而引起的)两大类,本区泥石流的发生发展主要是由于人为采石及其一些工程建设活动引起,所以多数为人为泥石流,极少数为自然泥石流。

2.2.2 按泥石流沟的沟谷形态分类 由于各个泥石流沟所处的地质构造、岩性和地形部位不同,其流域轮廓和沟谷形态差别很大,从而导致泥石流暴发规模、活动特征、危害范围和破坏程度差异。故此按泥石流流域沟谷形态可分为沟谷型和山坡型两大类型泥石流。神府煤田地区沟谷型和山坡型泥石流兼而有之,分别为21条和3条,各占87.5%和12.5%,以沟谷型泥石流为主。

2.2.3 按照泥石流激发因素分类 从发生学角度讲,泥石流形成的动力条件和诱发因素不仅决定着某一泥石流的发生与否而且影响到泥石流的流体性质和爆发规模,同时,它也是泥石流内外营力相互作用的表现,并在一定程度上反映了沟谷发育和泥石流活动和程度。并由绵雨、中到大雨、暴雨、冰川、冰雪融水、冰湖或水库溃决等激发造成。本区主要是由暴雨激发而形成的暴雨泥石流。

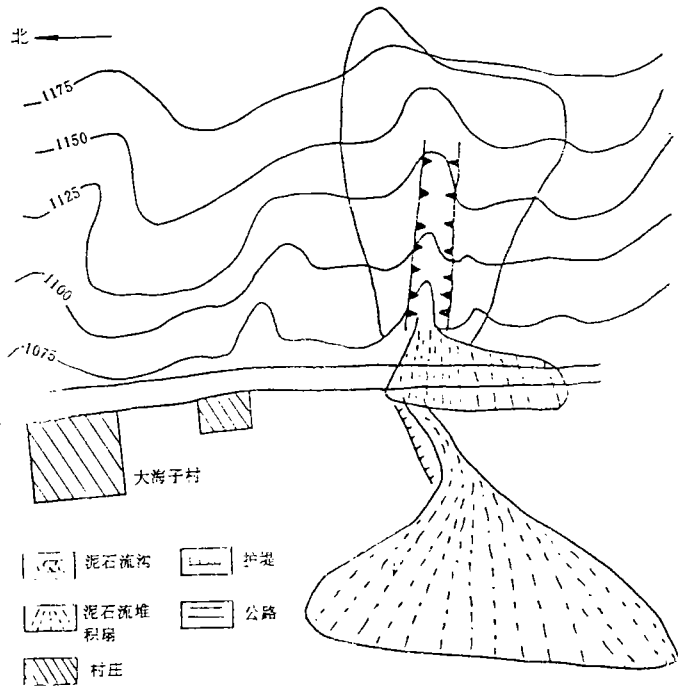
综上所述,神府—东胜煤田的泥石流综合分类是:由暴雨激发引起的暴雨沟谷型人为泥石流。

## 3 典型泥石流活动分析

在神木县孙岔乡大海子村向南600m处的一条冲沟,流域面积 $0.198\text{km}^2$ ,主沟长370m,沟道纵比降208‰,流域相对高差111m(图1),基岩露头20m,岩性是灰白色块状中粗砂岩,坡面破碎,基岩极强度风化,植被稀疏,沟道内已被泥石塞满,为典型的泥石流沟,沟口有一2m跌水。在1993年7月中旬,神府地区普降大雨,局部地区暴雨,历时4—5h,暴发了山洪和稀性泥石流。泥石流冲出物堆积在沟口和神府二级公路上,还有一部分从公路涵洞中涌出,冲入农田。在沟口堆积 $850\text{m}^3$ ,其中最大漂砾直径1.2m;在公路上形成 $77\text{m}\times 10\text{m}\times 50\text{m}$ 的堆积体,最厚处达1.5m,当时车辆无法通行,清理公路洪积物3天;从涵洞里涌出的泥石流,淹埋农田8亩多。其泥石流活动情况如图1所示。

## 4 泥石流的发展趋势

泥石流频繁的活动,主要是自神府煤田开采以来,由于人类不合理的社会经济活动,自然环境遭到严重的破坏,使本已脆弱的环境更加恶化,泥石流的活动频率明显增强,分布面积也愈来愈大,潜在泥石流沟愈来愈多,随着神府矿区建设开发的全面展开,厂矿企业、公共设施、民用建筑及交通线路日益增加,弃土弃石弃碴、生活垃圾等也随之增多,尤其人工采石场,管理混乱,无人管理,无人过问,弃石弃渣堆满山坡,填入沟道,选择合理的堆放场问题并未引起地方矿的注



意,目前大量的废弃土石仍顺沟坡弃置,对泥石流的形成发展极为有利。以上情况表明,神府矿区泥石流的活动,将会更加频繁,应引起有关部门的高度重视。

## 5 人为泥石流灾害的防治对策

神府东胜矿区的人为泥石流灾害,是工程建设活动造成的。根据以往对人为灾害的研究,这种成因下的泥石流是可以避免其发生的。因此,首先要强调的是预防合理规划工程建设,使其与地质、地貌、环境等条件相协调。因此,在公铁路选线,采石场选址,露天矿开采剥离物的移动地址等都要统筹规划,合理

安排,减少或杜绝废弃物的乱堆乱放。其次,对于已在危险地段堆放的废弃物,能移则移,实在不能移动者,采取复垦,种植林草等多种措施进行综合治理。第三,对于公路、铁路两旁的陡崖、险崖应采取工程措施加固,确保不再发生滑坡、崩塌、散落、滚石等不良物理地质现象。第四,对于已发生泥石流的或采石场密集的沟谷,坡面要进行必要的工程措施处理,如拦渣坝、谷坊等沟谷坡面工程,使得泥石流不再发生。第五,在清理泥石流堆积物时,切不可再将清理物随意堆放在路旁、坡面。而应移至合理选定的排渣场,以限制滑坡、崩塌以至泥石流灾害不再发生。

总之,只要加强管理,充分认识本区人为泥石流活动的频繁性和严重灾害性,合理开发,并及时采取防御措施,本矿区的人为泥石流灾害是完全可以防治的。

### 参考文献

- 1 杜榕桓等. 试论泥石流的分类. 第二届全国泥石流学术会议论文集, 科学出版社, 1991 年
- 2 齐嘉华等. 陕南山地泥石流初探. 第二届全国泥石流学术会议论文集, 科学出版社, 1991 年