

神府—东胜矿区一、二期工程中 新的人为加速侵蚀*

高学田 唐克丽 张平仓 王文龙

(西北农业大学) (中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘要 在实地考察的基础上,本文论述了矿区工程建设中松散堆积物的形成及其对侵蚀的影响;矿区新的人为加速侵蚀方式及其危害;最后讨论了新的人为加速侵蚀的防治对策。考察区现有松散堆积物 1 391.77 万 m^3 ,主要来源于采矿(露天矿及井矿)、铁路、公路建设及采石。根据松散堆积物堆积的地形部位,河道堆积物占总量的 60.8%,是造成河道输沙量剧增和行洪障碍物的主要来源。新的人为加速侵蚀导致生态环境进一步恶化,危及矿区的生存和持续发展。1994 年上半年,河道的强力清障取得了汛期行洪安全的显著成效。但随着开矿等工程建设的发展,大量松散堆积物的合理堆放、处理,以及因开矿而已破坏的环境的整治任务仍十分艰巨,应作为煤田开发同步进行的环境建设重大项目。

关键词 神府—东胜矿区 松散堆积物 新的人为加速侵蚀 防治对策

New Man—made Accelerated Erosion during the First and Second Period Construction of the Shenfu—Dongsheng Coal Mining Area

Gao Xuétian

(Northwestern Agricultural University)

Tang Keli Zhang Pingcang Wang Wenlong

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

Abstract Based on the field investigation, this paper discussed the formation of loose accumulation materials and their Influence on the erosion in the process of construction of coal mining area, as well as the types of the new man — made accelerated erosion and their harms, some measures of preventing and controlling the new man — made accelerated erosion were. There were $1.3917 \times 10^6 \text{m}^3$ of loose accumulation materials mainly derived from mining, con-

struction of railway and highway as well as exploiting stone According to the positions of loose accumulation materials in the investigated area, the amount of accumulation materials in river takes 60.8% of total amount, of which caused sharply increasing of sediment load and was a main source of lausing barrier of flood passing in river course. The new man-made accelerated erosion further deteriorated eco-environment, threaten existence and sustained developement in coal mine area. On the first half year of 1994, forcibly sweeping away the barrier in river course has made a remarkable effect for flood passing safely in high-water season. But with further developing coal mine area, it is also hard that the harnessing task about rationally stacking and treating the large amount of loose accumulation materials as well as harnessing environment which will have to be destroyed because of mining in very formidable, which should be a great program of environmental constuction in the process of developing coal field.

Key words Shenfu-Dongshen coal mine area loose accumulation materials man-made accelerated erosion measures of prevention and control

神府—东胜矿区是正在建设的大型现代化矿区,将成为我国重要的优质动力煤生产基地。它的开发必将有力地促进国家经济建设,同时也将带动地方经济的发展。但是,神府矿区所在地区为我国生态环境脆弱区域,在建设初期,由于煤炭资源开发与环境建设未能同步进行,产生了一系列新的环境问题,导致生态环境进一步恶化。其中最突出的是新的人为加速侵蚀导致土地沙化、退化、干旱、洪水、大风、尘暴灾害加剧,河床淤积,入黄泥沙增加,又进一步加剧环境的恶化。研究查明矿区土壤侵蚀的发生发展规律及防治对策,对于改善生态环境、保证煤炭开发的持续发展具有重大现实意义。

我们于1994年4月以神府矿区一、二期工程开发的大柳塔矿区为中心进行了考察,本文为考察的初步总结。

1 神府—东胜矿区侵蚀环境背景

1.1 地理位置

神府—东胜矿区位于窟野河中游乌兰木伦河转龙湾至神木之间,地处风沙区和黄土丘陵区的过渡地带,水蚀风蚀均很强烈。行政区划包括陕西省的神木县、府谷县,内蒙古自治区的伊金霍洛旗、准格尔旗,共15个乡(镇),面积1851.47km²(指首次开发规划的神府—东胜矿区面积:其中一、二期工程规划面积1297.02km²)。本次考察区域以乌兰木伦河为主线,向河岸两侧各延伸3—5km,主线北界为石圪台大桥,南界为孙家岔大桥,地理位置北纬39°10′00″—39°03′45″,东经110°03′45″—110°18′45″,涉及神木县的大柳塔、中鸡、孙家岔和伊旗的补连共4个乡(镇),面积约350km²(图1)。

1.2 自然环境的脆弱性

神府—东胜矿区地处我国干旱半干旱生态环境脆弱带上^[1],其主要表现为:地面组成物质结构松散;植被覆盖率低;降雨量少,且集中多暴雨,气候变化剧烈,多大风、沙暴等;水蚀、风蚀均很强烈。

1.2.1 岩性及地面物质 矿区地层以中生代沙岩、页岩、泥岩互层(其间夹有煤层)为基本结构,上覆第四系风积沙,局部覆有湖积沙;河流阶地、河漫滩区域上层覆盖物为河流相沙砾石

层;黄土丘陵地区上覆风积沙(图 2)。区域地层结构直接影响到煤炭开采过程中松散堆积物的构成。分布在河床、河漫滩、阶地区域的煤层埋藏浅,易开采,是目前煤矿集中的地段,且以露天矿为主,大量排弃物直接排入河道。丘陵区域煤层埋藏深,主要是井矿,排弃物中主要是沙页岩石块,夹有煤炭。铁路、公路开挖物质在基岩外露地段以沙页岩石块为主。这些松散物质构成上的差异对于侵蚀的发生发展有显著的影响。

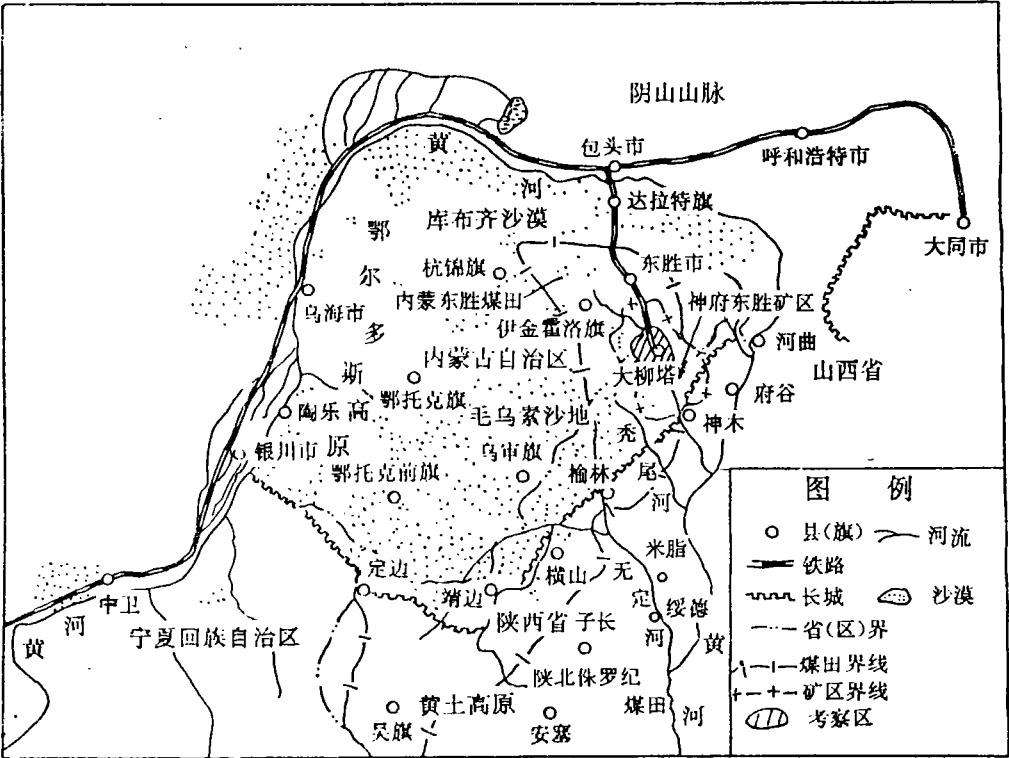


图 1 神府东胜矿区及考察区地理位置示意图

矿区地表物质以风积沙为主,其分布面积占矿区总面积 70% 以上,在风积沙中 $>0.05\text{mm}$ 颗粒含量也占 70% 以上,出露基岩在风、雨、热力、冻融等力的作用下,崩解风化物也多为粗颗粒物。地表物质颗粒粗、结构松散易蚀,易流动,成为矿区侵蚀严重的内在因素。

1.2.2 气候 矿区年降水量 368.2mm,集中在雨季(6—9 月),其中 7、8 两个月的降水量占全年 53.1%,且多以暴雨形式降落。石圪台 1966 年最大 6h 降雨量达 105.5mm。暴雨常导致洪水,暴雨洪水侵蚀与输沙为矿区水蚀的突出特点,洪水输沙量占全年输沙量的 97% 以上。暴雨洪水历时短,洪峰高,流速大,故动能很大,冲刷力特别强,常造成洪害。

矿区年蒸发量大,年水面蒸发量达 1 300mm 以上,加之降水偏少,导致干旱严重,是矿区生态环境脆弱的主要表现之一。1952—1978 年发生大于 100 天的大旱 5 次,50—100 天中旱 8 次,30—50 天的小旱 17 次,30 天以上小旱 26 次,并出现 1955、1965、1972 三个大旱灾年。干旱降低植被有效覆盖率,加剧了风蚀。

矿区多大风,年平均风速 2.5—3.6m/s,大于 5 级风平均 8—9 天一次,8 级以上大风年平均 10.7 天,最长达 22 天。一次大风可持续 2—3 天。在干燥、少覆盖、粗沙为主的下垫面条件下,大风常引起沙尘暴。

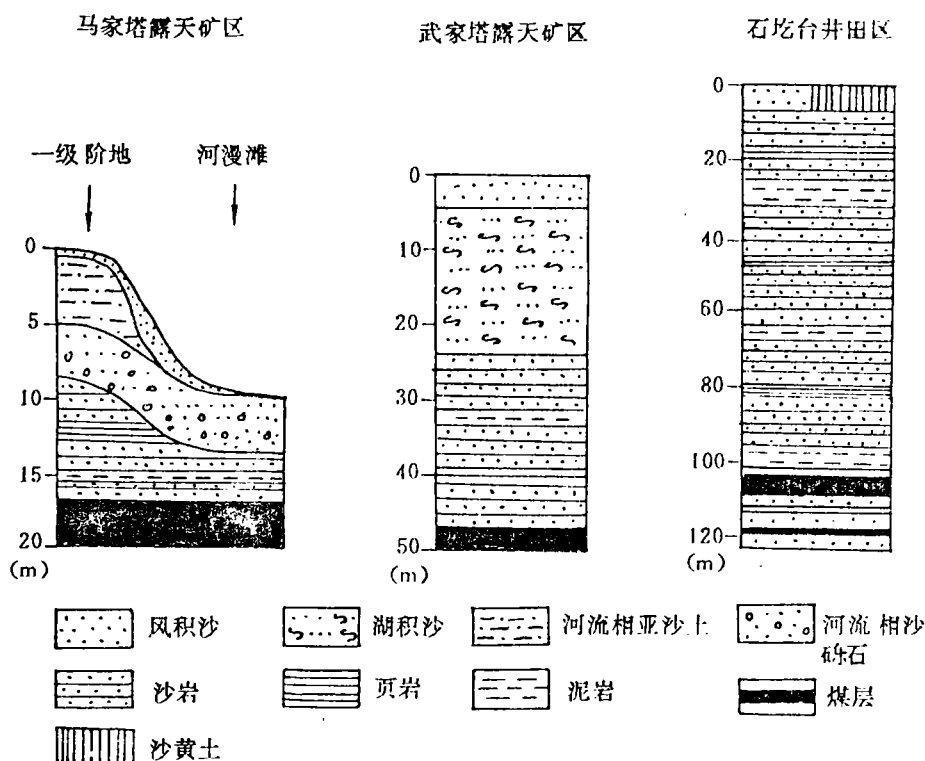


图2 矿区地层结构剖面图

1.2.3 植被 矿区地带性植被为温带草原植被^[2]。在地质历史上,特别是自全新世1万年至今,气候曾经历了冷湿和干冷的波动,尤其是近3 000年来,气候明显向干旱发展,植被以草原为主,加上人类对植被的破坏、开垦、过度放牧导致草场退化,生产力降低,土地沙化面积扩大,沙生植被范围不断扩大,其结果导致生态平衡遭到破坏,干旱、风沙进一步加剧,又反馈为植被的进一步退化,生态环境进一步恶化。

目前矿区植被以耐旱、抗寒的旱生小叶灌木、半灌木为优势群落。主要是天然及人工沙蒿、沙柳等,在干旱气候环境及土壤水分含量低的条件下,生长不良,分布稀疏。绝大多数覆盖差。植被一旦破坏,很难恢复。

1.3 人类活动影响强烈^[3]

矿区侵蚀严重,除与脆弱的自然环境条件有关外,历史上强烈的人为活动对生态环境的破坏也是重要原因。现代侵蚀区已不是纯自然条件下的自然侵蚀,而是人类活动影响下的加速侵蚀。据神木县志记述,夏时期神木县一带以畜牧为主。森林较多,据北京林业大学汪振儒考证,西周时期神木县境内森林覆盖率为53%。秦汉时期,战乱纷繁,屯兵移民开垦,农耕地面积增大、畜牧业面积有所下降,但仍然“水草丰美”。唐时期出现了撂荒耕作制,滥垦滥伐之风流行。宋时期因战乱,植被破坏严重,但总体上仍为草原景观。明时期不仅军屯民垦,而且允许商屯,且放火烧毁森林、草原植被,从而大大地恶化了环境,自然景观出现了沙漠化扩大的现象。民国至解放后,随着人口的急剧增加,开垦面积迅速扩大,牧区变成了农牧交错区,从而增加了水土流失,自然环境变得越来越脆弱。

1987年以来,随着煤炭资源的大规模开发建设和铁路公路网的发展使原来贫困偏僻的地

区,出现了经济振兴的新面貌。与此同时,大量松散堆积物堆于河道、岸坡,在暴雨洪水时大量被冲向下游,河流输沙量剧增,河床迅速淤积抬高,并出现了土地退化、风蚀加剧的现象。

1.4 风蚀水蚀强烈,水土流失严重

矿区处于毛乌素沙地与黄土高原的过渡地带,侵蚀类型多样。就侵蚀营力,以水力侵蚀和风力侵蚀为主,兼有重力侵蚀、冻融侵蚀。全年水蚀风蚀交替进行,且相互促进^[2,4]。矿区东南部黄土丘陵区,地面破碎,沟壑密度大,达 $5-7\text{km}/\text{km}^2$,相对高差达 100m 以上,坡面为黄土覆盖,地面坡度大,坡面水蚀及沟谷水蚀均强烈,重力侵蚀也较发育,风蚀相对较轻。矿区中部为沙盖黄土丘陵及土石丘陵,地表物质多为风积沙,风蚀普遍且强烈;黄土和基岩裸露地段,水蚀强烈,为风蚀和水蚀皆强烈地区。活鸡兔沟岸沟谷中强烈风化砂页岩的泻溜侵蚀也相当严重。矿区北部,多流动沙丘,风蚀非常强烈,水蚀相对较轻。

矿区为黄河中游多沙粗沙区的一部分^[5](图 3)。据王道恒塔水文站资料(1956—1989 年),乌兰木伦河年输沙量 $2\,833.6\text{万 t}$,其中粗沙 $2\,088.4\text{万 t}$,输沙模数 $7\,381\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$,年最大输沙量 1.23亿 t ,年最大输沙模数 $32\,040\text{t}/\text{km}^2$ (1976 年),年平均含沙量 $125.3\text{kg}/\text{m}^3$,汛期(6 月—9 月)含沙量 $223.9\text{kg}/\text{m}^3$,其中 7—8 月份含沙量达 $258.6\text{kg}/\text{m}^3$,最大含沙量达 $1\,640\text{kg}/\text{m}^3$ 。汛期降水量占全年降水 76% ,输沙量却占 97% 以上,河流输沙量主要来自几次洪水的输沙量。矿区输沙量是窟野河输沙量的一部分。窟野河是黄河中游多沙粗沙河流之一。据资料分析^[6],

1953—1979 年,黄河年均输沙量是 16.64亿 t ,含沙量 $40.08\text{kg}/\text{m}^3$,窟野河年均输沙量是 1.368亿 t ,含沙量 $162.8\text{kg}/\text{m}^3$,输沙模数达 $15\,824\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。由此可见,窟野河输沙特别是粗泥沙输移对入黄泥沙有举足轻重的影响。

矿区河流输沙量大,不仅来自水蚀,受风蚀的影响也很大。据估计^[4],风蚀模数可达 $7\,500-15\,000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。据野外考察,矿区沙化严重,沙丘、片沙广泛分布,河谷川地、壕地的耕地表面皆覆有厚 10cm 左右的沙层。风蚀入河泥沙量也较大,据测算^[4],仅风力吹扬落入窟野河中的粉尘(粒径小于 0.05mm)每年约有 $500-1\,000\text{万 t}$,占窟野河年输沙量的 $5\%-10\%$ 。据中国科学院兰州沙漠所推算^[4],由于风力作用每年进入窟野河中蠕移、跃移的沙量达 $3\,400\text{万 t}$,约占窟野河年输沙总量的 $1/3$ 。矿区侵蚀强烈,是特定气候、地质地貌、植被及人为活动综合作用的结果。干燥疏松的地表物质是侵蚀的丰富来源,多大风,暴雨洪水是侵蚀的动力条件,从而构成矿区严重

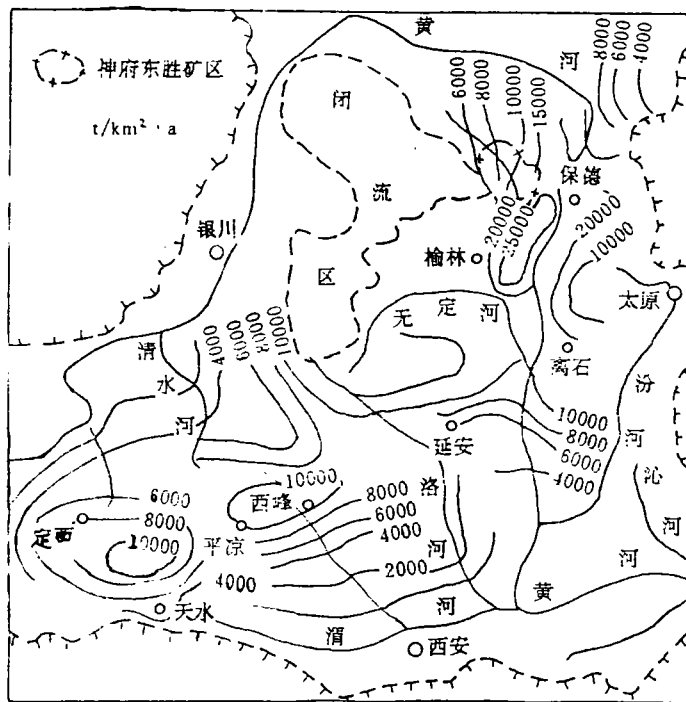


图 3 黄河中游输沙模数图《黄河的治理与开发》

侵蚀的基础。在此基础上,进行大规模工程建设时,若不注意水土保持,必将加剧水蚀风蚀,导致生态环境的进一步恶化。

2 考察区工程建设与新的侵蚀物质的形成

2.1 考察区域工程建设概况

考察区域约 350km²,是神府—东胜矿区一、二期工程主要集中地区。目前区域内矿点 75 个,其中国统矿 7 个,地方国营矿 7 个,乡镇、联办、个体小型矿 61 个,主要分布在乌兰木伦河河谷及两岸支沟内。包神铁路纵贯考察区南北,约 40km,公路成网,约 800km,建有大柳塔、黑炭沟、石圪台三个住宅区,占地约 180hm²。

2.2 新的侵蚀物质的形成

土壤侵蚀通常指侵蚀应力对地表面土壤的破坏、搬运、沉积的过程。从广义上讲,这里的土壤不仅指具有一定发生层次的土壤层,而是包括地表所有遭受侵蚀的物质。矿区开发以来,地表大规模被扰动,侵蚀物质发生了很大变化,突出表现为大面积人为扰动地层,从而形成了大量松散堆积物,成为新的侵蚀物质和输入河道的主要物质。新的侵蚀物质可分为 4 类:

①弃土弃碴弃石。指露天矿剥离物,基建工程开挖面、采煤过程弃矸、采石弃碴等。②生活垃圾。③工业过程废弃物,指电厂灰碴等。④煤炭。

本次考察重点调查了考察区范围内的露天矿、井矿、铁路、公路、采石废弃物,即本文所称松散堆积物,②和③在考察区内量小,未予以考虑。煤炭只计其分布。通过实地量测松散堆积物的长、宽、高计算其体积,并在 1:1 万地形图上标绘分布范围,基本上查清了考察区内松散堆积物的数量及其分布。

表 1 不同工程建设松散堆积物的数量 (万 m³)

采 矿			铁路	公路	采石	其它	合计
井 矿	露天矿	小 计					
368.46	811.35	1179.81	78.97	31.02	87.42	14.55	1391.77

2.2.1 采矿过程中形成的松散堆积物 分为井矿和露天矿两种。露天矿剥离物 811.35 万 m³,占采矿松散堆积物的 68.8%,占总量的 58.3%,是侵蚀加剧的主要物质来源。井矿 368.46 万 m³,占采矿松散堆积物的 31.2%和总务的 26.5%。

已开采露天矿集中在河道。这里煤炭埋藏浅,施工简便适于露天开采。剥离物以河流冲积沙、砂砾石为主,夹有沙页岩块石和碎石。大型露天矿如马家塔矿,武家塔矿设有专门排碴场。小型露天矿则就近推入河道、岸坡,挤占河床或作为洪围堰,缺乏保护,大量被洪水冲向下游。其中一些矿坑达数万 m³,而其周围没有或很少有任何堆积物,说明排碴物质早已被洪水冲走。露天矿松散堆积物集中在乌兰木伦河后补连露天矿与马家塔露天矿之间的河道及活鸡兔沟下游河道,直接威胁行洪安全。

井矿松散堆积物主要是井口建设和掘进巷道所弃,以砂页岩块石为主,夹有煤炭。大型井矿设有专门排碴场,且多分布在山丘缓坡,流失不多,小型矿多分布在沟道,无专设的排碴场,弃碴就地堆放,暴雨洪水影响下输入河道。

2.2.2 铁路公路开挖物 受地形条件限制,考察区铁路沿乌兰木伦河岸阶地、河漫滩及山坡通过。挖方路段主要集中在河岸山坡,开挖物直接推入乌兰木伦河或岸坡、坡麓,遇暴雨洪水将直接构成河流泥沙。矿区公路多为挖方路段,其中尤以大柳塔至石圪台 20km 三级公路挖方量最

大,开挖物就近推入沟道或堆于山坡,在沟谷水流、道路汇水及山坡径流冲刷下,将会大量进入乌兰木伦河,堆积物表面发育的侵蚀沟足以说明侵蚀的强烈程度。

2.2.3 采石过程形成的松散堆积物 矿区建设需要大量石料,随之出现众多的采石场,甚至专业采石村。矿区内基岩露头地段几乎到处都有采石场。采石时,一般先放炮炸石,取走大块石料,其余碎石、石碴、剥离的沙层及风化物质,形成大量松散物,就近堆积于坡面或沟道内,遇暴雨常爆发泥石流。

2.3 不同地形部位松散堆积物的数量及其对侵蚀的影响

地形条件决定着径流汇流过程及其冲刷。松散堆积物所在的地形部位对输移产沙及其侵蚀方式有重要影响。根据松散堆积物所在的地形部位和可能的侵蚀方式,将地形部位分为 5 类:河道,山坡,坡脚、河岸陡坡与谷坡及坡面沟部位。不同地形部位松散堆积物量的测算如表 2。

表 2 不同地形部位松散堆积物的数量						(万 m³)
地形部位	河 道	山 坡	河岸陡坡及谷坡	坡 脚	坡面切沟	合 计
堆积数量	846.16	349.32	107.98	45.79	42.52	1391.77
占总量的%	60.8	25.1	7.8	3.3	3.0	100

2.3.1 河道松散堆积物 这里的河道包括河床,河漫滩及部分一级阶地,是露天矿集中分布地区。松散堆积物量为 846.16 万 m³,占总量 60.8%。包括了防洪围堰、河道清障复平物、围堰内回填物及铁路公路等工程建设堆于河道的松散堆积物。将露天矿的防洪围堰、清障复平物、回填物计入松散堆积物是基于以下几点:其一,这些物质全为人工扰动搬运的地层,未经密实处理,其结构与自然状态下的结构完全不同,抗侵蚀能力显著降低;其二,从分布位置看,露天矿集中在高河漫滩,属洪水影响区域,采坑皆低于河床,受到洪水袭击的严重威胁;其三,这些物质在一定情况下仍可成为行洪障碍,若围堰被冲垮或洪水漫顶,其内部回填物质必将遭侵蚀搬运;再则,露天开采以剥离物筑围堰,严重侵占河床,行洪断面缩小,洪水时发生壅水,导致洪水位升高,势必扩大洪水侵蚀范围。

2.3.2 山坡松散堆积物 这里指丘陵坡面,乌兰木伦河河流阶地及阶地与山坡交接的坡脚地带松散堆积物归于此类。松散堆积物总量 349.32 万 m³,占总量 25.1%,主要是大型矿排碴堆碴。这些物质一般直接不受洪水影响,以风蚀及暴雨造成水蚀为主,其边坡也可发生滑塌等重力侵蚀,冲入沟道河道。

2.3.3 坡脚松散堆积物 这里坡脚指沟坡坡脚地带,堆积量 45.79 万 m³,占总量 3.3%,主要是乡镇个体小型矿所弃,分布零散,直接遭受沟谷水流及洪水的冲蚀,可全部成为河流泥沙。

2.3.4 河岸陡坡及沟坡松散堆积物 指乌兰木伦河两岸陡坡及一级支沟沟坡中下部的松散堆积物,一般坡度 20°—30°。现有堆积物 107.98m³,占 7.8%,主要是修筑道路、采石等排弃物。这些物质,在暴雨径流、坡面汇流、道路水流的掏蚀下使上部不断发生滑塌。

2.3.5 坡面沟道松散堆积物 坡面指乌兰木伦河一级支沟坡上的沟道,汇水面积在数万 m² 以下,这些物质主要是采石所弃。堆积体表面达 30°以上,在暴雨时,在径流的冲刷和重力作用下急剧下泻到沟底,多表现为坡面型泥石流,在活鸡兔沟李家畔一带和王渠沟分布较为集中。

3 新的侵蚀物质的形成与新的人为加速侵蚀

3.1 水蚀

松散堆积物系人为扰动原状地层结构和产物,失去了自然状态下的稳定和平衡,抗侵蚀性能

明显降低。根据张胜利等在准格尔煤田的土壤试验资料^[7],自然状态下,土壤干容重为 $1.52\text{t}/\text{m}^3$,挖掘后松散堆积土壤干容重为 $1.3\text{—}1.4\text{t}/\text{m}^3$,由于容重减小,土壤凝聚力和内摩擦角度变小,土壤抗侵蚀性能降低,土壤侵蚀可增大 $2.3\text{—}12.7$ 倍。利用唐存本泥沙起动拖曳力公式计算,堆积土壤起动拖曳力仅为原状的 $1/1.34\text{—}1.55$,即抗侵蚀性能为原状的 $1.34\text{—}1.55$ 。此外,松散堆积物更容易风化,也将降低抗侵蚀性能。

从侵蚀产沙角度看,松散堆积物的水蚀主要有两个方面:一是坡面流水侵蚀,二是沟道、河流的暴雨及洪水侵蚀。尽管松散堆积物入渗能力强,但由于松散堆积物的下垫面为硬地面,两者呈不整合接触,易被暴雨、径流冲刷。故在暴雨时,松散堆积物的表面发生强烈侵蚀。瓷窑湾一带道路开挖堆积物表面普遍发育了细沟侵蚀,深 $10\text{—}15\text{cm}$ 。堆积于河床、沟道的松散堆积物在常流水冲刷下,直接构成河流泥沙,在活鸡兔沟,1989年7月21日一次洪水就冲走 20 多万 m^3 ^[3]。

被侵蚀的煤炭主要分布在煤炭集装场、煤矿堆煤广场、露天矿坑及运煤干线。煤炭的侵蚀是造成矿区环境污染,尤其是大气污染的主要原因。

煤炭的水蚀主要表现为洪水冲蚀和坡面流水侵蚀。堆积于河床上的煤炭,在洪水时常遭洪水冲蚀。1989年7月2日窟野河洪水冲走煤炭 7 万余 t ,1991年7月活鸡兔沟洪水冲走煤炭 5100t 。煤炭的侵蚀一方面增加了河流泥沙,同时也造成重大经济损失。道路、煤场等在暴雨时极易形成径流,部分煤炭被冲到周围沟道、农田等,在造成经济损失的同时也污染了环境。此外,矿井排水及洗煤排水也将部分煤炭排入河流。据有关专家预测,到2000年。神府—东胜矿区仅洗煤将有 5000 万 t 煤炭排入河流。

3.2 风蚀

煤炭松散堆积物的风蚀主要是吹蚀。由于矿区多大风,煤炭风蚀造成大气污染是十分严重的。在煤场,由于风力吹蚀,煤尘遮天蔽日,向周围飘移扩散,即使是在无风或风力很小的情况下,由于煤场的剧烈活动也能够导致煤尘飞扬。煤炭集装站是煤炭风蚀的主要源区,也是煤尘污染的主要源地,尤以大柳塔集装站危害最严重,该站位于人口集中的城镇中心,面积 $3\text{万}\text{m}^2$ 。据神木县环保监测站1993年3月测定,煤尘含量日均为 7.84mg ,最大达 18.6mg ,超过国家标准 18 倍。在主要运煤干线上,运煤车辆频繁,公路面撒落煤炭厚达 10cm 以上,每当车辆驶过,形成沿公路延伸的煤尘飘浮带,煤尘落入两侧农田、村庄、河流等严重污染环境。煤炭风蚀造成的环境污染已对当地居民生活及身体健康构成威胁,据后柳塔村干部介绍,该村近年来人畜发病率,特别是呼吸道疾病发病率明显上升。

风蚀与地表物质粒度有紧密关系。据研究^[8],风积成沙的粒度组成基本一致,主要由物理砂粒($0.05\text{—}1.00\text{mm}$)组成。松散堆积物粒度粗,且含有大量块石、砾石等,当松散堆积物表面无植被覆盖,必将增加风蚀量。关于植被覆盖与流动沙地地面物质组成、风速及风蚀量的关系研究表明^[10],用沙柳和油蒿固定流动沙地,其粗糙度比裸露流沙地增加 290 倍,贴近地面 $0\text{—}20\text{cm}$ 的风速降低 25.7% 。这表明了植被防治风蚀的作用。据在大柳塔观测,植被盖度为 $50\%\text{—}70\%$ 时,风蚀量为 $0.5\text{—}3.5\text{cm}/\text{a}$;盖度为 $30\%\text{—}50\%$ 时,风蚀量增至 $2.5\text{—}22\text{cm}/\text{a}$ 。

此外,松散堆积物改变了地表状况,使风速流场发生变化,迎风坡上部会出现吹蚀带,在背风坡形成旋涡,掏蚀松散物质。

3.3 崩塌崩落

本区沿河岸、山坡、沟道修筑铁路、公路时,开挖路段达 60% 以上,高差 2.5m 以上的开挖面占开挖路段 70% 以上。清理路基时,一般先放炮炸石再行开挖。震动及爆破产生的巨大冲击力使

岩体遭到破坏,易于风化而开成软弱结构面,在暴雨及其它诱发因素作用下,常发生崩落。该地区多为砂岩、页岩互层,期间中有厚度不等的煤层,各层间抵抗风化程度不同。泥页岩较易风化而开成碎屑,致使较坚硬的沙岩悬空突出,随即发生崩落,常堵塞公路、铁路,对交通安全构成威胁。

3.4 泥石流

根据考察区地表物质、地层结构、沟壑密度、地面坡度等因素综合分析,一般泥石流不发育,考察中也不多见。

煤炭开发后,大量松散堆积物构成了泥石流的物质来源,且由于暴雨强度大,因而泥石流比较发育,据考察,泥石流主要发生在基岩出露地段,在这些地段,随处分布有采石场,大量石碴及其风化物就地倾入沟道、沟坡,自然堆积坡度达 30° 以上,加之这些地段主要为裸露或极少覆沙的裸岩,暴雨时,迅速形成汇流,在汇流及重力作用下形成泥石流(图 4)。

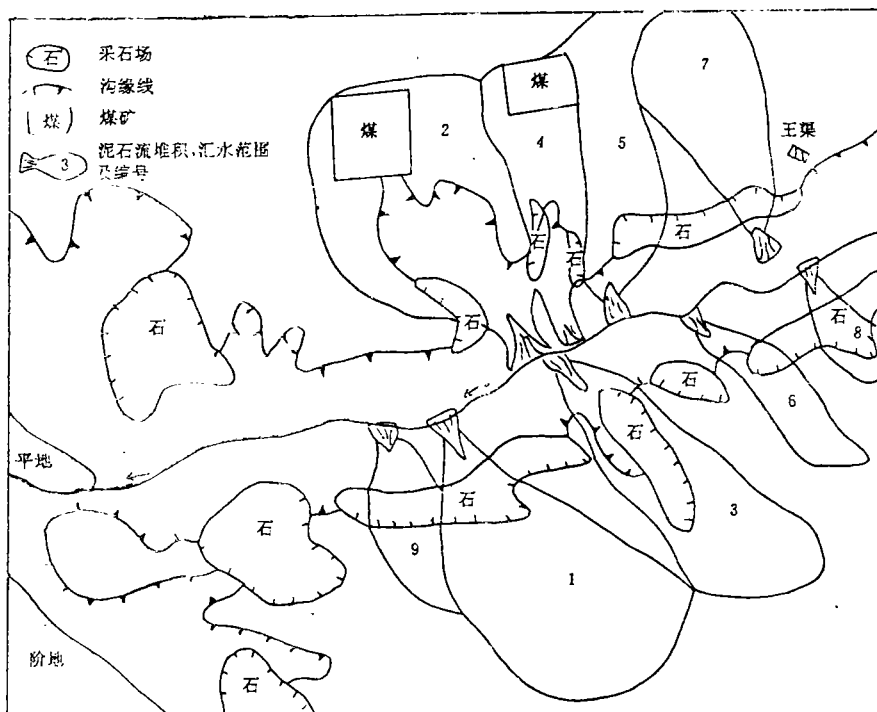


图 4 王渠沟采石场分布与泥石流关系

考察区泥石流一般规模较小,汇水面

积在 0.5km^2 以下,泥石流堆积物多为数百立方米以下,搬运距离不大,细粒物质可由沟道输入乌兰木伦河成为河流泥沙,块石一般仅能搬运到坡麓。1993 年在临近包神二级公路的大海子村即爆发了较大规模的泥石流,由沟口冲出沙石 $3\,000$ 余 m^3 ,越过公路,冲毁农田 8 亩,逼近乌兰木伦河岸边,在公路上堆积了厚 $0.5\text{—}1.0\text{m}$,延伸 200m 的沙石堆积物,最大块石直径 90cm 。致使交通中断,造成较大损失。

沿河岸、沟道、由采石堆积物所形成的坡积型泥石流也具有潜在危害。这些地段坡面坡度一般在 25° 以上,坡面上部采石弃渣堆积坡度在 30° 以上,暴雨时,在坡面汇流和重力作用下将堆积物冲至坡麓或堆积在公路上或直接成为河流泥沙。仅在李家畔村至高家畔村 3km 路段就发现此类泥石流 8 处。

目前矿区采石缺乏统一管理,随意随处乱采,弃渣倒入沟道又无防护措施,仍有继续爆发泥石流危险。

3.5 滑坡侵蚀

考察区基岩构造稳定,一般基岩滑坡少见。开挖面的存在,改变了原来斜坡地形,坡度变陡,

坡脚失去阻挡,抗滑力变小。又由于开挖过程产生碎裂面、软弱结构面,或其它原因如使排水集中下渗,岩层软化等均蕴藏了滑坡的潜在危险。特别是黄土质边坡、沙质边坡极易产生滑坡。此外松散堆积物的边坡也有产生滑坡的潜在危险。

在考察区所发现的滑坡主要是人为活动诱发的浅层沙质滑坡,滑坡体为数千 m^3 以下。

在沟道及河谷两岸,一般煤层埋层浅,开采时从沟(河床)底部开采,破坏了边坡稳定性,造成上覆沙层整体下滑输入河道,暴雨时成为河流泥沙。在活鸡兔沟、母河沟都分布有此种原因造成的滑坡。

沿河道、沟道采煤,剥离物直接堆于河道,迫使河床摆动,掏蚀边坡坡麓,从而诱发滑坡、滑塌,增加河流泥沙。

人为不适当排水也是造成滑坡的主要原因。由于沙层覆盖在基岩上,排水迅速通过沙层下渗,在沙层与基岩面之间形成潜水面,临近边坡即发生滑坡。1994年3月,在大柳塔井田区的双沟,由于大量生活用水排水集中下渗,导致沟坡滑坡,滑坡 $1\,500\text{m}^3$,直接输入了河道,毁坏树木10多棵。

大型露天矿都设有专门排渣场,堆于排渣场的松散物质入渗强,易风化,其中有大石块,会发生架空现象,堆积边坡多为自然休止角,坡陡,稳定性差。因而边坡蕴藏着滑坡滑塌的危险。据张胜利对赤峰平庄西、抚顺西露天矿及阜新海州露天矿调查^[7],外排量 $17\text{亿}\text{m}^3$,排土高度 105m 。赤峰平庄西露天矿建矿30年中排土场共发生滑坡43次,特别是1979年12月发生的整体滑坡,滑坡体长 750m ,宽 210m ,滑动土方 $142\text{万}\text{m}^3$,造成巨大经济损失。目前,神府—东胜矿区排土场堆积高度在 20m 以下,尚未发生滑坡。但随着开采规模的不断扩大,堆积量增大,堆积高度会越来越高,发生滑坡的潜在危险依然存在。

3.6 地面沉陷侵蚀

据神府东胜矿区环境影响评价报告资料(西安煤矿设计研究院,1988)最大陷落深度将达 20m 。随着矿区的发展,采空区的扩大,地面沉陷是不可避免的。目前大柳塔矿井区、瓷窑湾矿井区及乡办瓦罗矿采区均已出现地面沉陷、地裂缝,并影响到水资源断缺及农村房屋的稳固性。

地面沉陷是矿区一种特殊工程型侵蚀方式。沉陷后,地层结构遭破坏,松动了地表土层,使得地表抗蚀性能降低,从而有可能增大风蚀量。地裂缝及不等量沉陷造成了岩体错位、沉陷断裂等使得部分沙层裸露,风力沿裂缝、错位面吹蚀,导致流沙扩大。地面沉陷改变了地表汇流条件和汇流过程,使大部分地表水沿裂缝下渗,土体下移,也会导致水的渗漏,从而影响到沙层水分补给源消失或减少,沙层凝结水也将渗漏或减少,导致土层变干,引起植被枯萎死亡,已固定或半固定沙地重又活化。

在临近沟谷、岸坡时,地面沉陷、地裂缝可导致滑坡侵蚀。在刘石畔沉陷区,裂缝主走向与山脊线大体平行,山体有向两边滑塌之势(图5)。目前已出现沉陷洞穴和 200m^3 的滑体。因地面沿陷引起的水资源渗漏,已使该村使用50年的水井面临枯竭,民房墙体出现裂缝,面临墙倒房塌的危险。

4 新的人为加速侵蚀的危害及其防治对策

4.1 危害

4.1.1 河床淤积抬高加剧洪水灾害 河床淤积是矿区严重的环境问题之一。据河道组计算,考察区何家塔公路桥至瓷窑湾 28km 河段淤积量为 $1\,220\text{万}\text{m}^3$,其中大柳塔公路桥处淤积最

严重,平均淤积厚 2.38m,最大淤积 4.05m。河床淤积导致该桥过洪能力锐减,原设计行洪能力 11 700m³/s,现只能通过 7 160 m³/s,仅相当于 18 年一遇洪水。河床迅速淤积抬高,过洪能力降低,对沿岸的大柳塔工业小区,马家塔露天矿等安全已构成威胁,同时对于两岸农田、河岸工程也构成威胁,致使洪水灾害加剧。1987 年 7 月 21 日乌兰木伦河发生洪水,据王道垣塔站实地测洪峰流量为 4 610m³/s,仅相当于 6 年一遇洪水,但却造成了重大损失,矿区沿岸河堤护坡冲毁 1 870m,两岸水浇地损毁 600 亩,马家塔露天矿坑及两处乡办

矿遭淹,冲走大柳塔小区机具配件、材料、粮油等,公路多处被冲毁,石圪台桥洪水漫顶,直接经济损失 320 多万元。1994 年上半年乌兰木伦河清障取得了显著成效,但大量松散堆积物尚未采取防护措施,仍有侵蚀加剧、河床继续淤积抬高的潜在危险。

4.1.2 河流输沙量增大,增加入黄泥沙 由于洪水含沙量增大,导致河流输沙猛增。据王道恒塔站资料,同开矿前相比,开矿后的 1987—1989 年洪水含沙量增加了 15%—63%,河流年输沙量增加了 19%—50%,年平均增加输沙量 470 万 t,若认为矿区以上来沙无变化和未在王道恒塔站以下河段淤积,则可以认为,因矿区开发年增加入黄泥沙为 470 万 t,此外,开矿后的泥沙组成明显变粗,加重河床淤积,对于黄河下游泥沙淤积产生明显影响。

4.1.3 风蚀加剧生态环境的进一步恶化 矿区开发建设对于植被的破坏极大,加剧风蚀,导致生态环境进一步恶化。大量松散堆积物压盖原生地面植被,使之变成裸露地面。各种工程建设占地面积很大,这些被占土地多作为一般非生产性用地,其地面植被遭破坏。瓷窑湾矿区是在林地上建立的,占有林地 460 亩,在建矿一年内林木被破坏殆尽。工程建设对于其周围植被的破坏也较严重,道路建设影响宽度可达 50—100m。滑坡、泥石流、地面塌陷等均都对植被有一定的破坏。水资源的减少必将导致植被的退化。植被的破坏和退化,使固定的沙地逐渐活化,地表糙度减小,加剧风沙危害等。一遇大风,粉尘、煤尘飞扬,矿区生态环境恶化。因此,保护和建设植被、防风固沙改善生态环境,是矿区环境整治的重大措施。

4.1.4 威胁矿区工农业生产与持续发展 矿区侵蚀加剧不仅仅是环境问题,而且严重影响矿区正常生产建设,影响矿区持续稳定的发展。1989 年 7 月 21 日马家塔露天矿遭洪水淹没,淤积厚度达 6—7m,淤积泥沙 15 万 m³;温家圪堵露天矿坑成了水池;大昌汗乡煤矿曾两次遭淹,被迫停产,造成巨大损失,同时还需投资清淤,大昌汗乡煤矿仅清淤费就达 1.8 万元,洪水对铁路公路造成很大破坏。“89·7”洪水致使乌兰木伦河 1 号大桥包台锥体冲开豁口 15m,路基挡墙 60m 被毁,铁轨悬空,运输中断,致使煤炭不能外运。由于大风沙暴出现沙埋矿井、交通线等事故,巴图

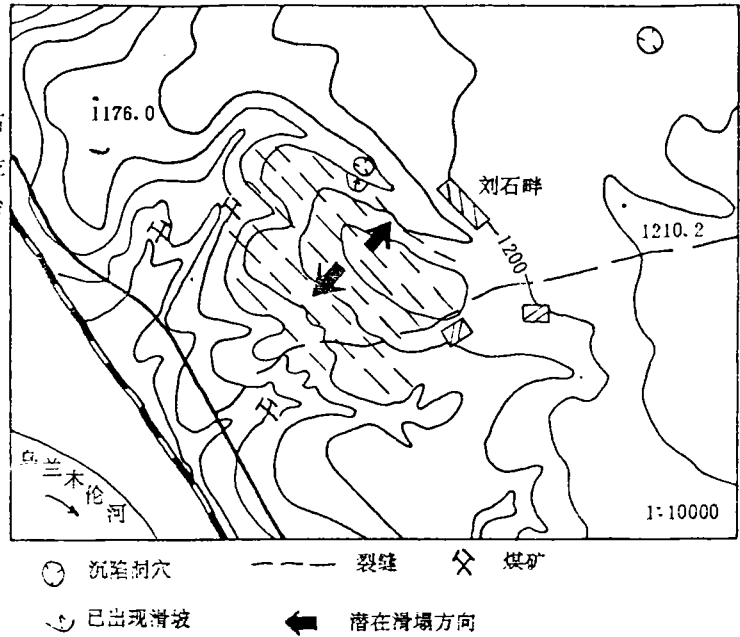


图 5 刘石畔沉陷区潜在滑塌

塔矿曾因风沙被延误工程1年。风沙流磨蚀采煤机具、设备,铁路钢轨等,缩短使用寿命。因风沙对煤灰覆盖影响精煤质量和出口,神木县仅1985年,就此项损失5万多元。

对于农业生产造成极大危害。由于地面塌陷及采矿活动,矿区地下水位下降、水库蓄水减少、泉水量减少,原来的水浇地变成了旱地,仅大柳塔镇就有500亩水浇地完全丧失了水源,1000亩水浇地水源得不到保证。一些地方人畜饮水发生困难。必须重视地表塌陷与采矿的相关性及其危害评估的研究。

矿区农业生产的稳定与持续发展是矿区煤炭开发的基础。随着矿区发展与人口的增长,矿区人口大量增加,需要大量的粮、油、肉、蛋、奶、菜等农副产品,依靠长距离的调入是有困难的。必须依靠当地就地供给。只有通过环境治理才能得到改善,保证农业生产的持续发展,为工业生产提供可靠的基础。

矿区资源的开发是数代人的事业,这块土地是当地居民繁衍生息的栖息地。矿区侵蚀严重及由此引发的干旱、大风、沙暴、洪水灾害、地面塌陷等环境灾害已成为矿区开发建设与发展的主要障碍,当前必须把这个问题提到了重要议事日程。

4.2 防治对策

矿区生态环境脆弱,以水土流失为中心的环境灾害严重,再加上人为活动的强烈影响,环境整治的难度大,困难多。侵蚀加剧的根源在于剧烈不合理的人为活动,从侵蚀发生发展规律来看,则是矿区工业活动对植被破坏的结果。因此,矿区环境整治应以保护建设植被、改善侵蚀环境条件为中心,进行综合治理。以煤炭资源的开发为动力,促进环境的保护和综合整治。矿区环境是一项长期而艰巨的任务,当前最紧迫的应抓如下几点:

4.2.1 清除河道障碍,保证行洪安全 河道堆积物影响行洪,对矿区生产构成直接的威胁。自1993年国务院榆林办公会议以后,各单位都采取了一些措施,取得了一定效果,1994年安全度过汛期。但河床上仍有360m³松散堆积物,尚未彻底清除;堆积于河岸边坡的松散堆积物,在遇暴雨洪水影响下,仍可输入河道。必须采取坚决措施,尽快予以清除。

4.2.2 坚决执行法规,严格采矿规范,加强管理监督 国务院曾于1982年发布《水土保持工作条例》,1988年又发布了《开发建设晋陕蒙地区水土保持规定》,1991年《水土保持法》颁布实施。因此,必须严格坚决执行水土保持法规各采矿规范,做到执法必严,违法必究。

4.2.3 开展矿区侵蚀环境综合治理试验示范区 神府—东胜矿区侵蚀环境的治理有其特殊性。其一,矿区自然环境脆弱,矿区大规模开发建设使生态环境进一步恶化,同时又产生了新的环境问题,增加了综合治理的难度和复杂性;其二,由于矿区地质条件和煤层贮存条件所决定。采煤后地面塌陷和变形不可避免,并导致有限水资源的减少,引起一系列新的环境问题;矿区松散堆积物的治理等问题都是矿区特有的环境问题,因此,必须突破传统水土保持综合治理理论和技术,开展试验示范研究;建立适合矿区特点的综合防治理论和技术体系。如复垦技术等;其三,这一地区侵蚀环境因素的性质,相互作用及其演变等研究基础薄弱,矿区开发后侵蚀环境的演变过程的研究尚未开展;矿区处于初期开发阶段,尚缺乏成熟的经验可供借鉴。因此,也有必要开展矿区综合治理的基础研究。

(下转第111页)

统计,乌兰木伦河多年平均流量为 $7.19\text{m}^3/\text{s}$,多年最大流量为 $16.6\text{m}^3/\text{s}$,多年最小流量为 0。河流的水环境容量较小,河水对污染物的自净能力受到限制。根据马小莹等提出的反映水质、水量和流量的潜在污染指数^[4],计算公式为 $PI = RP \times AP \div Q$, RP 为人口, AP 为均用水量(生产、生活用水), Q 为流量。 PI 值越高,表明潜在污染严重,应用 PI 值可以预测河流水质变化趋势。综合上述分析可以看出,若不减少废水排放量或对废水不进行净化处理, PI 值将会变大,乌兰木伦河水质遭受污染,而且枯水期比平水、丰水期河水染污更严重。

4.2 控制污染的建议

乌兰木伦河是窟野河的上游,按照“谁开发,谁保护”的原则,以免危害当地和殃及下游,控制乌兰木伦河水质污染的工矿企业和社会各界责无旁贷的任务。因此,提出以下控制水质污染的建议。

4.2.1 加强管理,树立环保意识 地方环保部门应大力宣传,强化企业和群众的环保意识。制定污水排放标准,对污水排放进行管理,定期监测,及时治理。

4.2.2 建立废水处理设施 目前神府公司的大柳塔煤矿注重对污水的处理,已经建立了污水净化站,修建了多级沉淀池,对矿坑污水进行曝气沉淀净化处理。但是其他的地方乡镇及个体办矿还没有建立污水处理系统,因此,应当责令这些矿修建相应的污水处理站。

4.2.3 对废水的合理利用 在那些对水质要求不严的生产部门,如洗煤石,应该对废水进行循环使用,减少废水排放。另外利用生活性废水进行污灌,解决农作及蔬菜的缺水问题、同时还可以改善土壤肥力。

致谢:本文得到余存祖研究员的指导。戴鸣钧、刘耀宏高级实验师和郭胜利参加部分水质分析工作,谨致谢意。

参考文献

- 1 城乡建设环境保护部环境保护局环境监测分析组编. 环境监测分析方法. 北京:中国环境科学出版社,1986
- 2 陈守煜,陈晓冰. 水质评价理论与模型. 环境科学学报,1991 年 1 期
- 3 邢大韦. 陕西渭河流域水文干旱水环境及水资源数据库(研究报告). 1993
- 4 马小莹,王华东. 河流水环境质量评价研究——对评价系统、评价方法的新探讨. 环境科学学报,1987 年 1 期

(上接第 34 页)

参考文献

- 1 叶笃正主编. 中国的全球变化预研究. 气象出版社,1992,PP13—14
- 2 唐克丽等. 黄土高原水蚀风蚀交错带和神木试区的环境背景及整治方向. 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊第 18 集,1993
- 3 神木县土地管理局. 神木县土地资源. 西安地图出版社,1993
- 4 甘枝茂等. 陕晋蒙接壤区的土壤侵蚀. 水土保持学报,2(3),1988
- 5 唐克丽主编. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径. 中国科学技术出版社(第 4 章),1990
- 6 唐克丽等. 晋陕蒙煤田开发区风沙与水土流失灾害及防治对策. 中国自然灾害分析与减灾对策,湖北科学技术出版社,1992
- 7 唐克丽等. 黄河流域的侵蚀与径流泥沙变化. 中国科学技术出版社,1993
- 8 张胜利. 从窟野河“89·7”洪水看神府东胜煤田对入黄泥沙的影响. 中国水土保持,(1)1990
- 9 杨根生主编. 黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化综合治理. 科学出版社,1991 年,PP45
- 10 杨根生主编. 黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化综合治理. 科学出版社,1991 年,PP55