

神木露天煤田的人为水土流失 和垦复方案

郭建斌 赵文智

(西北林学院水土保持系 中国科学院兰州沙漠研究所)

提 要

本文在野外调查的基础上,分析了神木县煤田开采与水土流失的关系;阐述了煤田开采产生新的水土流失和其它灾害的机理;同时借鉴国外先进垦复经验,提出了陕北神木煤田开发中亟待解决的土地垦复技术措施和一些合理化建议,供有关部门参考。

神木煤田是我国未来优质动力煤和出口煤的重要基地,也是我国本世纪末到下世纪初能源重点开发地区之一。如何合理开发这块“黑色宝库”,保护该区的生态环境,防治新的水土流失和土地沙化,使该区的社会经济与自然环境协调发展,是关系到该区地方经济振兴的大事。因此,开发煤田必须做好水土保持工作,已开始引起社会各界的重视。但如何做好矿区的水土保持工作,节约土地资源,恢复绿色植物,这在我国尚处于初始阶段(仅南方个别金属矿作过土地垦复设计)。我们在实地调查研究的基础上,选择了神木煤田中有代表性的二个露天矿,提出了当地植被复原的初步方案,以便更好地为能源基地服务。

一、神木煤田区的自然概况及水土流失现状

(一) **自然概况。**神木煤田是整个神府煤田的一个重要组成部分,位于神木县北部,其地质构造属鄂尔多斯地台向斜的东南部,系侏罗纪煤田,面积达5,000平方公里,储量500亿吨。

该开发区处陕西北部毛乌素沙漠东南缘,属半干旱大陆性季风气候,年平均气温8.5℃。冬春干旱,风大沙多,平均风速2—3米/秒;夏秋多雨,雨暴流急,年平均降水量440.8毫米。本区水资源较为丰富,水域面积达542.9平方公里,约10亿立方米,流经本区的河流有窟野河上游的特牛川和乌兰木伦河,地下水总储量120.5亿立方米,每年可开采量为1.6亿立方米。神木地处森林草原与干草原的过渡地带,基本土类有风沙土、栗钙土、黑垆土、黄土性土壤等。地带性植被较少,主要是以油蒿为主的半灌木群落,沙生植被占主要地位。

(二) **水土流失现状。**本区地处黄河中游,属风沙草滩区和盖沙黄土区,为全国水土流失重点地区。降雨集中,多暴雨,加之土质疏松,水土流失极为严重。土壤侵蚀模数为每年每平方公里1.5—3.0万吨。据温家川水文站资料,流经境内的窟野河流域,多年平均流量23.09立方米/秒,年径流总量7.28亿立方米,年输沙量1.33亿吨,是黄河下游粗泥沙的主要来源之一。据神木县统计,窟野河两岸每年因洪水袭击,平均损失33.3公顷水地。

大柳塔地处神木县北部,为交通要道,也是煤田第一期精采区的中心。大柳塔以北属风沙滩

地，其流动沙地仅占15%，固定、半固定沙地占60%以上。大柳塔林场在该区共营造了1万公顷沙柳、花棒和小叶杨人工林，使地表覆盖度达60%以上。在该区内的大柳塔、石圪台等煤矿，周围植被生长繁茂，在无人为干扰破坏的情况下，自然更新状况良好，已起到一定的防风固沙作用。大柳塔以南的矿区（如活鸡兔煤矿、柠条塔煤矿等），处于盖沙黄土丘陵沟壑区和黄土丘陵区，植被覆盖度较小，开矿前水土流失比较严重，开矿后由于未采取治理措施，加剧和产生了新的水土流失。

二、煤田开采产生新的水土流失和其它灾害

神木煤田储量之大，煤质之优，开采之易，为当今世界罕见。煤层埋藏浅，有的甚至裸露出地表，适宜于大规模的露天开采。这样对地面土壤和植被的破坏就会较一般矿井大，加之伴随修路、建电厂等必然会造成植被的大面积破坏，加剧水土流失和农业土壤风蚀，影响农作物的灌溉和生产，给国家和人民生命财产带来危害。

（一）煤田开发造成严重的水土流失

1、开矿产生新的水土流失。目前开采的煤矿大多都在河床、沟道露天开采，弃土、弃石、废渣乱堆乱放，随洪水冲入沟道和河流，其结果给当地和下游造成灾难，使河道排洪能力减低，下游河床淤积。随着采矿量的日益增加，如果不采取切实可行的防治措施，所造成的后果难以估量。位于窟野河上游的乌兰木伦河岸边的活鸡兔露天矿，地处陕西、内蒙交界。该河以南为陕西神木县，以北为内蒙伊金霍洛旗（有伊盟煤矿），因缺少统一规划，两家争先开采，互不相让，都向河中逼近，使得成百米以上的河床只剩下十几米宽。下表是该区内几个露天矿的特征值，从此可看出其剥采量的大小。

矿井名称	面积 (平方公里)	可采储量 (万吨)	生产能力 (万吨/年)	剥采比 (立方米/吨)	年剥采量 (万立方米)
石圪台	1.13	809	15	3.90	58.5
活鸡兔	25.03	35,289	500—1,000	7.49	3,745—7,490
柠条塔	43.13	54,301	800—1,500	8.22	6,576—12,330

开矿后如不及时治理，石圪台、活鸡兔两矿区的废渣、弃石就顺洪水冲入乌兰木伦河，柠条塔矿弃土废渣冲入考考乌素沟，最后均通过窟野河进入黄河。按照矿区总体规划设计任务书上的数据推算，到2010年，每年移动弃土废石和矿渣为4.4—5.5亿吨，其中约流失8,800万吨到1.1亿吨。这些都会增加窟野河输沙量，破坏水力资源。

2、修路和建电厂等基本建设造成的水土流失。煤矿的开采势必要伴随着修路、电力、建材、冶金、化工等基本建设和第三产业及居民点的建设，这也将产生大量的弃土、废石、矿渣等。按照矿区总体规划所设计的公路和铁路，每年约有250多万吨废土、废石和垃圾流失。

3、污染环境，破坏生态平衡。开矿所排除的废弃物，对自然环境造成严重污染。矿渣长期与雨水和空气接触，经过风蚀风化和渗流，污染了水质；废矿物自然放出二氧化硫和硫化氢烟雾，煤矸石中含的硫化物散发有毒气体，污染大气。这些都会造成自然生态环境污染和破坏。

（二）对土地资源和植被的破坏，加剧了风蚀的影响

1、干旱和半干旱地区进行煤碳的开发与交通运输网的兴建，区域性环境将遭受严重破坏，

势必引起土地沙漠化问题。对土地资源和植被的破坏主要表现在三个方面：其一是开矿占用农地林地，目前仅开挖煤矿井口，占地达110多公顷，且有不断增多的趋势。根据统计推算，到200⁰年，露天开矿，修路及居民点建设，共占地约3,860多公顷，直接影响矿区农林牧业生产；其二是日益增多的矿区人口，在开荒种地等土地利用上的危害和影响，将产生风蚀和沙漠化；其三是矿井修建、架桥和修路过程中，施工队伍对地面植被的践踏破坏，形成风蚀破口，使风蚀加剧。

2、风蚀不仅能使环境污染，而且是土地退化的形式之一。开矿后由于大量矿渣露天堆积，干燥分化的细碎矿物颗粒风蚀严重，每遇大风，矿物尘灰吹上天空，吹往农田，一些有害矿物造成作物低产，同时，吹入市镇和居民区，对人们的身心健康带来危害。风蚀危害的特点是季节性、方向性和区域性。据神木县多年气象资料分析，在神木矿区，风蚀程度随季节变化表现为：春季>冬季>秋季>夏季，季节性特别明显。风沙危害的方向，取决于当地起沙风向，神木县气象资料表明，神木煤田开发区的风沙危害方向是西北。区域性危害指的是沙物质来源，地表物质不同，风蚀程度不同。神木煤田北部沙物质比南部更加丰富，因此北部比南部风蚀程度大。我们在风蚀严重季节（1937年4月5日至5月25日），对神木煤田进行了调查观测，北部石圪台煤矿风沙危害远远大于南部柠条塔煤矿。在干旱和半干旱地区，风蚀是造成沙漠化的主要原因，风蚀使得土壤质地化沙，肥力降低。

3、神木煤田区属于生态环境脆弱的地区。据我们调查，佳县窑窑湾煤矿是在大柳塔林场的造林地上建矿的，占有林地42.7公顷，其中沙柳人工林23.3公顷，花棒人工林（采种区）15.3公顷，小叶杨纯林4公顷多，覆盖率均在60%以上。建矿一年还未投入正式生产，而其上植被已破坏殆尽。铁路所经过乌兰木伦河沿岸一段，原来固定的沙地上的植被被砍光，加之移动土方，施工后又没有及时治理，原来固定的沙地逐渐活化。

下面是毛乌素沙地不同类型地表粗糙度、风沙流特征值和输沙量统计表

沙地类型	粗糙度	风沙流特征值	4月14日—6月22日		多年生植被覆盖度
			风蚀量 (厘米)	输沙量Q(克/分) 起沙风速V(米/秒)	
流动沙地	0.005	1.60	7.7	Q = 0.22 V = 2.00	<15%
半固定沙地	1.488	2.65	4.9	Q = 0.12 V = 2.01	15--35%
固定沙地	2.666	2.15	0.3	Q = 0.02 V = 2.45	>35%

植被的破坏导致固定沙丘→半固定沙丘→流动沙丘的转化，从而使地表粗糙度降低，地面风蚀加剧，输沙量增大，引起表土的流失。

从以上调查分析，如果在开发地下资源的过程中，破坏地表植被，导致水蚀、风蚀加剧，必然会引起目前脆弱的生态系统失调，水土流失和土地沙化加剧，将引起水资源的短缺，不仅地面效益降低，同时将对地下资源的开发形成反馈。另外，强烈的风蚀和沙埋，对铁路和公路的正常运输也将产生一定的影响，沙土埋压采煤沟、水沟和房屋等，也会影响采煤进度。因此，进行矿区水土保持，不仅是保护该区环境的需要，也是矿区自身建设的需要。

三、防治矿区水土流失的措施及办法

为了减少煤田开发区水土流失的危害，保证煤田建设的正常进行，必须重视环境保护和植被

恢复。从当地的自然特征和这几十年治理水土流失，种草种树的实践中可以看出，在该地区搞好水土保持，恢复植被是有可能的，只要措施得当，一定会取得显著的效果。

(一) 矿区的土地整治。自然资源是人类赖以生存的物质基础。土地资源由于采矿引起的严重破坏，逐渐引起开采矿藏国家的重视。早在本世纪二十年代，西德对露天开采褐煤区进行土地垦复，绿化造林，为矿区现代化土地整治和建立良好的人工生态环境，创造了典型的例子，垦复率达70%；美国垦复率达68%；苏联垦复率为20%。还有加拿大、澳大利亚等国在土地垦复方面也作了大量的工作，而我国尚处于初始阶段。从六十年代开始主要有湖南常德金刚石矿、广东液板潭锡矿和山东掖县镁矿等十几个矿山，对采矿破坏的土地进行了垦复和再利用，垦复率为55—80%。我国矿产资源丰富，已探明的矿产达100多种。据统计，全国目前有各类主要露天矿1,507个，而进行矿山垦复工作的还不到10%。因此，目前我国大力开展矿山土地垦复工作已是当务之急，尽快使人为破坏的土地得到恢复和重新利用，节约和保护土地资源，维持生态平衡。

1、垦复技术。所谓垦复，是指把采矿破坏的土地恢复过来，供其它国民经济部门使用。垦复的方式和土地利用方向主要是根据采矿的地质条件，并全面考虑经济、地理等因素和当地发展远景后确定。

根据用途，垦复可分为农业垦复、林业垦复、自然保护垦复、水利资源垦复和其它利用垦复等。

2、人工建造土地（垦复方法）。垦复方法一般有两种：

机械垦复法，也称干法造地。就是先用大型叶轮挖掘机剥离顶层的表土，堆积在需要垦复的地段附近。采完煤后，将废矿石用较大的推土机回填到挖空的矿坑中，并推平、压实，再在废石场表面覆盖土壤，填平、压实，然后种植牧草或植树造林。

浓缩黄泥浆复垦法，也称湿法造地。就是在煤矿开采区，先用废矿石充填平整后，再用松散的黄土筑成大约2米的小堤，把复垦区划分成若干个小块，然后将黄土和水用1:1的比例混合成浓缩的黄泥浆，用泥浆泵通过管道分几次灌入。这个过程重复进行，直到黄土厚度有1.5—2.0米为止。用此方法比机械垦复快而经济，所造农田孔隙性好，有利于植物生长，大范围垦复用这种方法更合适。

(二) 垦复后土地的综合利用。露天矿开采覆平的土地，以及利用地形填平废矿石后，再覆土的土地，都要给以生物措施的治理，并加以利用。但我们应该首先考虑使用一些耐盐碱、耐瘠薄，抗逆性强，且对土壤有一定改良作用的，并且有一定经济价值的牧草作为先锋草种，如草木樨、紫花苜蓿、沙打旺等。为了减轻复垦后土地的风蚀，确保生物措施的治理成功，还应辅设其它一些生物措施或水土保持工程措施，如草地周围营造乔灌结合的网框防护林等。

神木煤田目前还没有人拿出比较成熟的完整的植被恢复方案。下面我们结合矿点所在地的地貌类型、立地条件、土壤侵蚀程度和社会经济状况以及矿区规划，选择了二个露天矿（一个小型矿和一个大型矿），提出其植被复原的初步方案，可在这二个矿区进行治理试验，等取得经验后再推广应用。渴望这一治理方案能为神木煤田的矿区土地垦复和植被复原起一点指导作用。

1、石圪台矿区土地垦复和植被复原方案。石圪台煤矿位于整个神木煤田的最北部，是个小型露天矿，井田面积1.13平方公里，靠乌兰木伦河岸边开采。由于其开采面积较小，故采用机械垦复法，然后进行农业垦复，种植牧草。该地区风沙危害严重，营造防风固沙林较适宜，所以，农业垦复后还要进行林业垦复。这样有利于土地恢复，植被形成快，又能减轻风蚀危害。

(1) 农业垦复中草种的选择和播种。风沙滩地的条件适宜种植牧草，可以建设草库仑。鉴于风沙土有机质含量少，肥力差，我们首先播种紫花苜蓿和草木樨，因为苜蓿的根系可深入到深

造的土壤中去，有利于土壤改良，且利于稳定表土层，避免降雨冲击。播种方式采用条播。采矿区土地播种量较一般地区大，条播每公顷播种10—45公斤。播种时间，一般秋季较好。

苜蓿和草木樨可以单播，可以混播，也可以块状混交，块的大小一般为0.1—0.2公顷，也可带状混交，行距0.3米，带宽6行。

(2) 林业垦复中灌木种类的选择和栽植。在该区，我们选择沙柳和花棒营造防风固沙林。种有苜蓿和草木樨的草地经过2—4年，在其行间或将其全部翻耕后栽植沙柳和花棒，可以营造沙柳纯林和花棒纯林。

沙柳造林，因种条来源广，生根及萌芽力强，故采用扦插造林，一般春季为宜。营造沙柳防风固沙林还有一定的经济价值，编织和出口柳编，可以建立柳编基地。花棒造林，以春季为主，选用植苗造林。

2、柠条塔矿区土地垦复，植被复原方案。柠条塔矿处于煤田的南部，是目前所开采煤矿中最大的一个露天矿，井田面积达43.13平方公里，位于考考乌素沟中部，沿沟道开采。由于这里开采面积很大，再加之该矿所在地地形属于盖沙黄土丘陵沟壑区和黄土丘陵区，因此开采区选用浓缩黄泥浆垦复法比较合适，既快又经济。

(1) 林业垦复前的准备工作。该地地形以梁峁沟坡为主，暴雨多是造成水土流失的主要原因，水土流失严重，且以沟蚀为主。采矿区垦复后，为了稳定土壤，预防风蚀和水蚀，首先要采取必要的植物保护措施，形成“短、平、快”的植被覆盖层。因此，待浓缩黄泥浆垦复完，土地表层干燥后，马上进行翻耕，然后撒播紫花苜蓿或草木樨（或白三叶草）等绿肥牧草，3—5年后准备进行林业垦复，这样既保护并培育了土壤，又为提高林业垦复的经济效果打下基础。

(2) 植树造林，建立多功能的生态群落。在垦复后的林业基地上，选一定范围（比如20公顷或30公顷）的地块，四周营造防护林带，起水土保持和防风固沙效能，中心可营造大面积的人工纯林或块状混交林，作为矿柱林基地，为采矿提供所需木材。

水土保持林和防风固沙林以灌木为主，选择树种为柠条、紫穗槐。中心的矿柱林目前可选用的乔木树种有杨树（主要是小叶杨和合作杨为主）、刺槐、旱柳、榆树等。

(三) 垦复中的其它水土保持治理措施。已恢复生产能力的矿区土地，最重要的任务就是防止侵蚀。按照水土流失规律，为确保矿区土地的综合开发和改造利用，必须制定土地合理利用以及工程措施和生物措施相结合的综合治理方案，仅有生物措施是不够的，还得有一定的工程措施配合保障。

1、采取防侵蚀的工程措施。除了前面所述的防洪堤、机械垦复造地、打坝储渣、拦淤造地等以外，在垦复区还应修筑一些排水沟、排水渠，在坡面地上修筑防水堤等，垦复区新的排水路线的坡度、横断面，必须满足在不遭受冲刷损害的情况下排走预期水量，各条水道的输水能力必须与汇水面积内的水量成正比，以保证垦复地的合理利用。

2、加强矿区环境保护，建立多功能的防护林体系。采矿排出的废弃物对环境造成污染，特别是有毒气体。因此在矿区周围要营造那些既能美化环境，又对污染物抗性强的树种，如合作杨、榆树、槐树、紫穗槐、海红子、文冠果等，构成环境保护林和风景林。同时还要营造护牧林及农田防护林，在公路和河道沿线两侧除增设工程保护措施外，还要营造护路林、护岸林，使煤田的开发与其它工农业生产的发展、交通运输、牧场恢复相协调。

3、结合水土保持，发展多种经营。神木煤田地势平缓，地下水位较高，可充分利用丰富的水源，引水拉沙造地，修库开渠，扩大水地面积，积极建设基本农田。同时要结合水土保持综合治理，合理安排土地，大力建设果林、蔬菜生产基地，发挥当地畜牧、水产优势，积极发展多

种经营和商品生产，以满足随着矿区开采而日益增多的煤矿职工和人民生活的需要，同时也可减少人为的新的水土流失。

四、几点建议

(一) 矿区水土保持和植被复原工作，应纳入采矿的统一规划中。煤田的大规模开采，必然会带来一系列环境问题，势必会影响到该区的生态资源，综合农业及社会经济等一系列连锁反应；再加之神木煤田所处的地理位置十分重要，是我国“三北”的心腹，又是黄河中游治理的战略要地。因此必须边开矿，边治理，即煤田开发与矿区土地垦复同步进行。为此，领导重视、全面规划、落实措施是先决条件，建议该区域成立由煤矿、农、林、牧、水保等部门专家组成的矿区综合治理监督委员会，对矿区的土地垦复、环境保护等治理工作进行监督；建议把神木煤田的水土保持列为国家重点治理区，在经费上给予支持，加速窟野河、秃尾河、孤山川流域的综合治理规划工作。

建矿、修路、建电厂等施工单位，必须在施工时尽量缩小破坏半径，并在工程竣工时，对工作开挖面、堆积物进行工程措施治理，随后的生物措施治理应由国家和地方拿出专款进行治理。

加强矿柱林建设。经验证明，开采1,000吨煤，约需20立方米木材。因此开采煤炭资源，将促使矿区林场大力营造矿柱林，加快了林业发展，也增加了林场收入，煤矿也可自成体系，建立矿柱林林场。

神木地方经济比较落后，各建矿单位的经费比较困难，因此土地垦复得不到保证，建议国家在建矿初期给予适当的贷款和补助，等建矿单位经济好转后再责令其自筹资金进行治理。

(二) 必须加强矿区水土保持和土地垦复技术的研究工作并推广应用。煤田的开发会出现许多新的水土流失问题，矿区土地垦复和综合治理的研究在我国国内尚处于初始阶段，因此，结合神木煤田的开采，应着手加强垦复技术和适合矿区水土保持措施的研究。同时，学习和借鉴国外的先进垦复经验，为矿区开发，防治水土流失和垦复提供切实可行的方案。

在科学研究的体系上，应该充分发挥地方技术力量，榆林地区水土保持研究所，榆林地区治沙所应与煤炭部门共同建立好矿区水土流失综合治理试验基地，在研究项目上应力求实际，解决矿区水土保持与垦复中出现的新问题。如砌护堤坝等工程措施的标准设计，矿区开采土地的利用及垦复地上乔灌草种类的选择和栽培技术，等等。矿区林场应与有关部门签订协议，负责植被恢复的技术指导，或承包土地垦复中的生物措施治理的实施。

(三) 实行“依法开矿，以法防治水土流失”。进一步贯彻执行“水土保持工作条例”、“环境保护法”和陕西省人民政府颁布的“关于制止开荒和在采矿、筑路等基本建设中做好水土保持工作的暂行规定”等，加强法制观念的宣传教育，贯彻“防治并重，治管结合，谁治理谁受益，谁破坏谁治理”的原则，应颁布“采矿法”，制定“矿用土地垦复法”。矿区管理部门应对那些造成水土流失不予治理的单位和部门，责令其缴纳水土流失危害补偿费。另外，华能精煤公司在出口煤炭中，对生产单位（煤矿）每吨煤应扣押一定押金，以经济手段来督促矿区自身治理。

(本文承蒙李广毅副教授审阅修改；在调查过程中，西安市林业工作站高存劳同志参加部分工作，谨此一并致谢！)

参 考 文 献

- [1] 刘利年：“国外矿区复垦与水土保持”，《水土保持通讯》，1985年第6期。
- [2] 杨根生、刘阳宣、史培军：“黄土高原地区长城沿线及以北风沙区交通能源开发中的沙漠化问题及其对策”，1986年8月。
- [3] 神府煤田水土保持考察组：“神府煤田潜在危害，综合治理刻不容缓”，《水土保持通报》，1986年第5期。
- [4] 陕西省水土保持局、中国科学院西北水土保持研究所：《水土保持林草措施》，农业出版社，1979年。
- [5] 吴绍宽、王恩润译自Soil Water Air Sciences Programs (美)：“人为破坏土地的重新利用与地力恢复”，《水土保持科技情报》，1983年。
- [6] 吴发起译自《水土保持杂志》(美)：“风蚀对土壤质地和有机质的影响”，《中国水土保持》1987年第6期。

A primary approach to the relationship between the mine of coalfield and soil loss as well as the way to control in Shenmu County

Guo Jianbin

(Department of soil and water Conservation, Northwestern College of Forestry)

Zhao Wenzhi

(Lanzhou Institute of Desert, Academia Sinica)

Abstract

On the basis of field investigation, the relationship between the mine of coalfield and soil loss was analysed, the mechanism of new soil loss and other calamities caused by the mine of coalfield was described. Meanwhile, using the advanced experience of other countries for references, technical measures that should be solved urgently in land reclaiming and restoring and some rational proposals for the mine of coalfield in Shenmu County of North Shaanxi are given.