

荒漠戈壁区某煤矿矿井建设工程新增水土流失预测及防治对策

梁文辉, 段义字

(平凉市水土保持科学研究所, 甘肃 平凉 744000)

摘 要: 该煤矿井田面积 46 km², 工程建设过程中将扰动损坏原地貌植被并产生弃土弃渣, 可能形成煤矿塌陷区。经分析计算, 煤矿建设过程中, 损坏以天然稀疏草地为主体的水保设施面积 85.86 hm², 产生弃土弃渣 3.78 × 10⁶ t, 煤矿塌陷区面积为 540.24 hm², 煤矿建设新增土壤流失总量为 22 667 t。根据水土流失预测结果, 将水土流失防治区分为选煤厂工业场地及生活办公防治区等五个防治区, 依据各自水土流失特点对位配置防治措施, 达到工程建设与生态环境保护相协调的目的。

关键词: 荒漠戈壁区; 煤矿矿井建设; 新增水土流失; 预测

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)06-0034-03

Prediction of Newly-added Soil Erosion in a Mining Pit Construction at Gobi Desert Area and Its Preventives

LIANG Wen-hui, DU AN Yi-zi

(Pingliang Institute of Soil and Water Conservation, Pingliang, Gansu 744000, China)

Abstract: The area of the coal mine is about 46 km², the construction will disturb landform and produce discarded soil and dregs, and form collapsing area. Through the analysis, 85.86 hm² of natural sparse grass area will be destroyed, the dregs will be 3.78 × 10⁶ t, and collapsing area will be 540.24 hm², the newly-added soil erosion be reached to 22 667 t. According to the prediction, the controlling area is divided into five zones, working area and living area, etc. To control soil erosion accords with its own characteristics can achieve the goal of harmonious development construction and environmental protection.

Key words: Gobi desert area; mining pit construction; newly-added soil erosion; prediction

1 项目区及项目概况

该矿区地处巴丹吉林沙漠南侧、腾格里沙漠西缘, 属荒漠戈壁平原区, 区域植被稀疏, 降水稀少, 生态环境脆弱, 年降水量仅 119.36 mm, 多年平均风速 3.9 m/s, 全年风力一般为 4~7 级, 最大可达 9~10 级, 历年五级及以上大风日数平均 30 d。秋冬多西北风, 夏秋多东南风, 每年 4~5 月份常有“龙卷风”或沙尘暴发生, 矿区地形平缓, 无流动沙丘, 自然风蚀量为 2 500 t/(km²·a)。矿区井田面积 46 km², 井田内共有地质储量 3.65 × 10⁸ t, 可采储量 2.50 × 10⁸ t。另外还有油页岩赋存于煤层之上, 其品位达到工业要求, 约有储量 6.4 × 10⁸ t 以上。

2 新增水土流失量预测

2.1 预测单元划分

根据主体工程施工工艺将项目区水土流失预测单元划分为工业场地及生活办公区、选煤厂、运煤运渣道路、弃渣场、供排水管线、煤矿塌陷区等个单元, 并根据每个预测单元在工程建设期、运行期土壤侵蚀模数的变化情况分别预测建设期(施工准备期和工程施工期)、运行期(含植被恢复期)的土壤侵蚀总量。

2.2 预测时段划分

(1) 项目建设期: 本工程建设期为 3 年(含施工准备期和工程施工期), 选煤厂、工业场地及生活办公区预测期定为 3 年; 运煤运渣道路第 2 年建成后路面铺沥青处理, 预测期定为 2 年; 供排水管线第 2 年建成后地表平整, 预测期定为 2 年; 弃土(渣)场从第 1 年建成后开始堆放巷道掘进弃渣, 预测期确定为 3 年; 选煤厂第 2 年建成后地表硬化, 预测期定为 2 年。

(2) 运行期: 工业场地及生活办公区等非硬化区域按 3 年预测; 弃土弃渣场按 7 年预测。

2.3 预测方法

新增土壤流失量预测根据土壤流失的成因、类型等情况分别进行, 建设工程扰动破坏地貌产生的土壤流失采用类比分析法与数学模型法相结合的方式计算, 弃土、弃渣的土壤流失采用侵蚀模数法。煤矿塌陷区面积塌陷区面积按照煤炭行业经验值计算确定, 即利用可采煤层厚度及方案服务期内煤炭产量计算煤矿采空区面积, 并以采空区面积的 1.2 倍估算矿区塌陷面积。

2.4 土壤侵蚀模数的确定

2.4.1 原地貌土壤侵蚀模数背景值的确定

(1) 水力侵蚀模数。根据武威市、金昌市防汛抗旱办公

* 收稿日期: 2006-01-05

基金项目: 甘肃省基础建设项目资助, 国家发展和改革委员会发能源[2005]742 号

作者简介: 梁文辉(1962-), 男, 甘肃平凉人, 工程师, 主要从事水土保持规划与科研工作。

室提供的资料,项目区地形平坦,为微度水力侵蚀区,水力侵蚀模数为 165~ 279 t/(km²·a),其平均值为 200 t/(km²·a),甘肃省水土保持区划资料值为 200 t/(km²·a)。

(2) 风力侵蚀模数。根据兰州沙漠研究所实测资料及研究成果,河西走廊荒漠戈壁的风力侵蚀模数为 2 500 t/(km²·a)、流动沙丘为 12 000 t/(km²·a)。

2.4.2 扰动地貌土壤侵蚀模数的确定

(1) 水力侵蚀模数。根据工程技术资料,结合实地调查及我省水土保持科研部门对当地已建成运行的工程在建设过程中扰动痕迹的面蚀调查,在地面坡度≤7°的情况下,建设期扰动地表后平均水蚀模数为 1 700 t/(km²·a),植被恢复期平均水蚀模数为 500 t/(km²·a),建设后 5 年内平均水蚀模数为 1 100 t/(km²·a)。

(2) 风力侵蚀模数。根据西气东输管道工程甘肃河西段水土流失防治方案资料,应用李文银、王治国等编著的《工矿水土保持》中风蚀预测模型如下:

流动沙丘: $q = 0.47373 \times 1.6453v$
沙地: $q = 1.16477 \times 10^{-4} v^{0.59492}$
其它: $q = 1.2257 \times 10^{-2} e^{0.50625v}$
式中: q ——输沙量; v ——风速。

同时参照《土壤侵蚀分级标准》和甘肃省水土保持科学研所在河西地区对开发建设项目扰动原地表状况的研究及监测成果,确定煤矿工程建设期分部分项工程的侵蚀模数见表 1。

表 1 扰动地貌后风力侵蚀模数表

时段	选煤厂工业场地及生活办公区	弃渣场	运煤运渣道路	选煤厂	供排水管线
建设期	11000	11000	11000	11000	11000
运行期	3000 [#]	11000 [#]	硬化	硬化	6000 [#]

注: * 表示 7 年运行期, # 表示植被恢复期。

2.5 扰动原地貌新增土壤流失量预测

该项目区为水力、风力混合侵蚀区,对该区侵蚀量的预测先分别计算出水蚀量和风蚀量,再计算侵蚀总量。

原生地表、扰动地表侵蚀量按下列公式分别计算:

$$W = \sum (F_i \cdot M_i \cdot T_i) \tag{1}$$

式中: W ——土壤侵蚀量(t); F_i ——原生地表、扰动地表面积(km²); M_i ——原生地表、扰动地表的土壤侵蚀模数(t/km²·a); T_i ——预测时段(a)。新增水力侵蚀流失量则可按下式预测

$$\Delta W_s = W_{s1} - W_{s0} \tag{2}$$

式中: ΔW_s ——新增土壤侵蚀量(10⁴ t); W_{s0} ——原生地面侵蚀量(10⁴ t); W_{s1} ——扰动地面侵蚀量(10⁴ t)。

2.6 水土流失预测结果

2.6.1 煤矿塌陷区面积预测

根据主体工程可研报告,矿井在水土保持方案服务期内(10 年)总产煤 2.94×10⁷ t,可采煤层厚度平均为 3.11 m,煤矿采空区面积为 450.2 hm²,塌陷区面积按照煤炭行业经验值即为采空区面积的 1.2 倍计算,两矿区塌陷面积为 540.24 hm²。

2.6.2 损坏水土保持设施面积预测

通过分析计算,本工程损坏水土保持设施面积 85.86 hm²,其中天然荒漠草地 10.3 hm²,荒漠地 75.6 hm²。

2.6.3 工程建设弃土弃渣量预测

本工程总弃土弃渣量 3.78×10⁶ t,其中巷道掘进及煤炭夹矸石为 3.71×10⁶ t,生活垃圾为 0.34×10⁴ t,燃煤炉渣 7.66×10⁴ t。建设期和运行期分项目弃土弃渣量详见表 2。

2.6.4 水土流失量预测结果

(1) 原地貌水土流失量预测。根据前面分析计算的原地

貌侵蚀模数背景值计算原地貌侵蚀量,包括水蚀量和风蚀量两部分。经计算,预测期内原地貌土壤侵蚀量为 9 540 t,其中水蚀量为 707 t,风蚀量为 8 833 t。

表 2 矿井建设期和运行期弃土弃渣量推算表

时 间	巷道掘进及矸石/10 ⁴ t	生活垃圾/10 ⁴ t	燃煤炉渣/10 ⁴ t	合 计/10 ⁴ t
建设期(3a)	76.68	0.1	2.18	78.96
运行期(7a)	294	0.24	5.48	299.72
合 计	370.68	0.34	7.66	378.68

(2) 扰动地貌水土流失量预测。

¹ 建设期扰动地貌水土流失量。根据前面分析计算的建设期扰动地貌侵蚀模数值计算建设期的侵蚀量,包括水蚀量和风蚀量两部分,计算的水蚀量为 3 317 t,风蚀量为 21 463 t,总侵蚀量为 24 780 t。

^④植被恢复期和运行期水土流失量。在工程建设期结束后,按照主体工程可研报告计算,工业场地建筑物及硬化地面为 9.62 hm²,可绿化空地 18.78 hm²,运煤运渣道路及选煤厂全部硬化,因此,可认为无土壤流失。根据前面分析计算的植被恢复期扰动地貌侵蚀模数值,计算植被恢复期的侵蚀量,包括水蚀量和风蚀量两部分,计算的水蚀量为 522 t,风蚀量为 4 570 t,总侵蚀量为 5 092 t。

^(四)扰动地貌新增水土流失量。扰动后水土流失量减去原地貌水土流失量即新增水土流失量,包括水蚀量和风蚀量两部分,计算的预测期内扰动地貌新增水蚀量为 3 182 t,风蚀量为 17 825 t,总侵蚀量为 21 008 t。结果见表 3。

表 3 预测期内扰动地貌新增量表

预测单元	预测时段/a	水蚀量/t	风蚀量/t	侵蚀量/t
工业场地及生活办公区	6	1389	6802	8192
运煤运渣道路区	2	969	5491	6460
选煤厂区	2	200	1132	1332
供排水管线区	5	624	4400	5024
总 计		3182	17825	21008

(3) 弃土弃渣场新增水土流失量。

¹ 扰动地貌弃土弃渣场水土流失量。在煤矿建设期,弃土弃渣主要为矿井掘进产生的沙土和岩石以及矿区生活垃圾等,煤矿生产期除生活垃圾外,主要为煤炭中的夹矸石,由前述分析的弃渣场风蚀及水蚀模数,估算的弃渣场弃渣造成的水土流失量为 2 334 t,其中水蚀量为 123 t,风蚀量为 2 211 t。

^④弃土弃渣场新增水土流失量。由前述计算可知,弃渣场原地貌水蚀量为 50 t,风蚀量为 625 t,由此计算的弃渣场弃土弃渣新增水蚀量为 73 t,风蚀量为 1 586 t,则弃土弃渣场新增水土流失总量为 1 659 t。

(4) 项目区扰动地貌新增水土流失量。项目建设新增水土流失量为扰动地貌水土流失量减去原地貌水土流失量,包括水蚀量和风蚀量两部分,扰动地貌新增水土流失量中水蚀量为 3 255 t,风蚀量为 19 411 t,总侵蚀量为 22 667 t。

2.6.5 工程建设可能造成的新增水土流失总量

按煤矿建设期和植被恢复期原生地貌水土流失面积和强度,计算出项目工程建设期和植被恢复期新增水土流失量 21 008 t,弃土弃渣重塑地貌新增流失量 1 659 t,新增水土流失总量为 22 667 t。不同工程类型区新增水土流失预测及工程建设新增水土流失预测结果汇总见表 4。

2.7 预测结果的综合分析

由前述计算可知,煤矿建设过程中,可能扰动原地貌面积 85.86 hm²,其中损坏以天然稀疏草地为主体的水保设施面积 85.86 hm²,也将使原地貌丧失原有的水土保持功能。

同时,煤矿建设期和运行期将产生弃渣 378×10^4 t。采用类比分析法,预测煤矿建设扰动原地貌可能增加的土壤流失量 21 008 t,弃渣场新增水土流失量为 1 659 t,预测期新增土壤流失总量为 22 667 t。

表 4 工程建设新增水土流失预测结果汇总表	
项 目	合 计
扰动地表面积/hm ²	85.86
损坏水土保持设施面积/hm ²	85.86
煤矿塌陷区面积/hm ²	540.24
弃渣量/ $\times 10^4$ t	378
扰动地表新增水土流失量/t	21008
弃渣流失量/t	1659
新增水土流失总量/t	22667

煤矿建设形成的水蚀量为 3 255 t,风蚀量为 19 411 t,分别占土壤流失量总量的 14.4% 和 85.6%,风蚀量是水蚀量 5.96 倍。水蚀与风蚀对本工程造成的土壤流失所起的作用总体上是不同的,风蚀作用大于水蚀。防治水蚀主要以工程措施和临时防护措施为主,植物措施为补充的原则,发挥工程措施的保护性与速效性;防治风蚀将工程措施与植物措施相结合,发挥两者的持久性及长效性。

3 煤矿建设可能造成的水土流失危害分析

3.1 对项目建设区生态环境的影响

在煤矿建设初期,工程建设中扰动原地貌、占压土地和破坏植被,减弱了地表的抗风蚀能力,使原地貌仅有的由较为稀疏的草地以及沙荒地自然形成的具有抗风蚀能力的地表结皮结构遭到破坏,地表沙土在强风力的吹蚀下,使其成为生态环境脆弱的荒漠戈壁区新的沙尘策源地,极易导致该区土地进一步沙化,并逐步形成流动沙丘,压埋、侵蚀附近仅有的沙区绿洲农业区。在煤矿建设后期和达产初期,人为扰动原地貌形成的松散地表还不能有效抵御风蚀,因此,风蚀的危害仍比较严重,同时,选煤厂粉煤灰在风力作用下,向矿区四周扩散,危害矿区职工的正常生产生活。

3.2 弃土弃渣场对周边环境的影响

堆放于荒漠戈壁的大量弃渣弃土在占压、损坏原地表水土保持设施的同时,亦成为该区新的沙尘来源地。据估算,在煤矿建设期每年将有 78.9×10^4 t 弃渣被排到弃土弃渣场,运行期内排放总量将达到 299×10^4 t,由于该区地处风蚀区,春夏季(3~6 月份)大风日数多、时间长,因此弃土弃渣场风蚀量将仅一步增加,区域潜在的尘暴、沙暴等灾害性天气将增加,亦将严重危害煤矿生产区生活环境。在煤矸石及巷道掘进过程中产生的弃石弃土中均含有一定的化学物质,当弃渣弃土堆放在弃渣场并遇暴雨淋溶时,这些物质将随雨水一并流入下游河道,长期将对区域地下水资源造成一定的影响。

3.3 煤炭开采对地下水、周边水源及环境的影响

在煤矿开采过程中,为了使采煤工作顺利进行,不断地将煤矿地下涌水排出地面,使区域地下水持续减少,按照自然法则,为了维持浅层水系统平衡,需要地表径流及周边水源的补充,导致地表水下渗,周边水逐步向该区域汇流,总体上导致地下水埋藏变深,土壤含水量下降,区域植被生长受阻,使生态环境形成恶性循环;矿井产生的生产废水、生活污水及地下涌水,如果不进行污水处理直接排放将对地下水水质及当地河道、土壤产生污染,影响矿区人们的正常生活。参考文献:

[1] 师明洲. 西气东输工程水土流失综合防治体系设计[J]. 人民黄河, 2003, (5): 27- 29.
[2] 水利部水土保持司. 开发建设项目水土保持方案技术规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.

煤锅炉产生的烟尘、储煤场、矸石场、道路扬尘等对周围造成大气污染。

3.4 煤矿采空塌陷对环境的影响

煤矿采空虽未直接损坏地表植被,但随着煤炭开采量的增大,采空区面积将增加,最终导致塌陷,这些塌陷区改变和破坏了区域地表及岩石圈的自然平衡,产生采空塌陷等地质灾害,同时,采空区改变了戈壁平原汛期集水的流向,而处于采空塌陷区的煤矿生产生活区及其它建筑物、基础设施将面临着地质灾害的影响和破坏。为保证煤矿开采工作的正常进行,煤矿生产单位必将增加塌陷区设施的保护和维修经费,增大了煤炭生产成本。

4 水土流失防治

4.1 防治分区

根据外业调查结果,并按照主体工程建设时序、布局、新增水土流失的特点以及防治责任范围划分为选煤厂工业场地及生活办公防治区、运煤运渣道路防治区、供排水管线防治区、弃渣弃土场防治区和煤矿塌陷防治区。

4.2 防治措施总体布局

4.2.1 方案新增水土流失防治措施总体思路

针对工程建设区为荒漠戈壁平原的地貌形态实际,结合水土流失预测结果,在防治措施布置上,充分利用水土保持工程措施的控制性和速效性,发挥植物措施的长效性,建立临时措施、工程措施与植物措施相结合的综合防治措施体系,实现项目区总体水土流失防治目标。

在水土保持措施实施时序上,优先安排渣场、运煤运渣道路等重点部位的防治措施,使得这些部位的水土流失得到及时治理,以保证建设期和生产期弃渣弃土不因风蚀而影响周围环境;其次安排工业场地及生活办公区、选煤厂的防治措施,最后结合工业场地及办公、生活基础设施建设,布设周围绿化美化措施,从而达到控制水土流失,改善生态环境的目的。

4.2.2 分区防治主要措施

(1) 选煤厂工业场地及生活办公区: 利用煤炭开采过程中的涌水喷洒煤堆,减少煤灰飞扬对周围环境的影响,措施布设以场区道路行道树绿化、空地草坪绿化美化为主。

(2) 运煤运渣道路区: 防治措施主要是在道路两侧布设护路林。

(3) 供排水管线区: 根据项目施工工艺,比较同类工程裸露地临时防护措施并结合该区吹风频次高、风大的特点,采用编织袋装沙围堰临时防护,施工结束时拆除填埋,同时,尽量避免在春季大风日施工,管线埋置后及时平整土地并洒播草种进行植物措施防护。

(4) 弃土弃渣场区: 根据工程区地形及矿井弃渣量,选定矿区附近的山凹地和平地作为弃渣场,防治措施结合工程建设弃土弃渣量较大、项目区属于干旱荒漠戈壁区、降水稀少、弃土弃渣中含有大量的有害物质、植物措施难以实施的实际情况和特点,根据地形布设挡渣墙并分层、分年度、分条块弃渣,同时,边弃渣边对渣堆外坡进行整理,并利用矿井弃石及煤矸石铺压渣堆表面,在整个弃渣结束后,对渣堆外坡进行修整并用水泥浆喷护。

(5) 煤矿塌陷区: 根据目前我国已有的治理经验,结合该区地处干旱荒漠区的特殊情况,利用塌陷区地势较低、暴雨形成的区域地表汇流易集中的特点,采取封禁治理、生态自我修复的方式进行塌陷区治理。