

# 西气东输管线(陕西西段)工程对风蚀影响的监测评价

黄高花<sup>1,2</sup>, 沈冰<sup>1</sup>, 张翼<sup>2</sup>, 董志平<sup>2</sup>, 石勇<sup>3</sup>

(1. 西安理工大学, 陕西 西安 710048; 2. 陕西省水土保持局, 陕西 西安 710004;  
3. 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021)

**摘要:** 通过对沙漠化危害严重的西气东输管线工程陕西西段管线过境特征和对风蚀与土壤养分实地监测, 探讨了陕西西段西气东输管线工程对风蚀的影响。调查与监测表明, 该段西气东输管线工程经过农地管线长度占管线总长度的 60.8%, 林地占 22.6%, 荒草地占 9.6%, 其它类型占 7.0%。管线施工会增加地表风蚀量, 并影响土壤养分和水分状况。固定、半固定沙地由于受天然气管线施工影响使沙地活化, 风蚀量为未扰动区域的 2~3 倍; 固定沙地、半固定沙地、流动沙地风沙土表层土壤有机质、全氮、全磷含量管道扰动区域较原地貌分别降低了 30%~40%, 土壤含水量扰动区域较原地貌降低 25%~35%。

**关键词:** 西气东输; 管线工程; 风蚀; 监测; 陕西

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)04-0034-04

中图分类号: S157.1

## Monitoring and Estimation of Wind Erosion of Pipe Engineering of Transfer Natural Gas from West to East in West Section of Shaanxi Province

HUANG Gao-hua<sup>1,2</sup>, SHEN Bing<sup>1</sup>, ZHANG Yi<sup>2</sup>, DONG Zhi-ping<sup>2</sup>, SHI Yong<sup>3</sup>

(1. Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, Shaanxi Province, China;

2. Bureau of Soil and Water Conservation, Shaanxi Province, Xi'an 710004, Shaanxi Province, China;

3. The Bureau of Middle and Upper Reaches of the Yellow River, Xi'an 710021, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The wind erosion and soil nutrient change of the pipe engineering of transfer natural gas from the west to the east in the west section of Shaanxi Province are monitored and analyzed. It showed that the lengths of pipeline through agricultural land, forestry, grassland amount to 60.8%, 22.6%, and 9.6% respectively. The pipe engineering could increase the wind erosion and worsen the soil nutrient. The wind erosion in engineering area on the stable and semi-stable sandy land is as double or triple times as that on site without disturbance by construction. During construction, the soil organic matter, total nitrogen and total phosphorus in the surface soil decrease by 30% to 40%, and the soil moisture decrease by 25% to 35%.

**Keywords:** transfer natural gas from the west to the east; pipe engineering; wind erosion; monitoring; Shaanxi Province

人类活动对黄土高原水土流失影响很大<sup>[1]</sup>, 而开发建设项目也因其扰动强度大而日益受到重视<sup>[2]</sup>。西气东输管线工程是我国“十五”期间的四大重点建设工程之一, 也是国家实施西部大开发战略的标志性工程。

该工程建设项目区陕西西段是我国沙漠化危害严重地区之一, 生态环境脆弱, 建设期间地表扰动面积和强度较大, 植被破坏严重, 必然会加剧该区风蚀强度和危害<sup>[3,4]</sup>。本研究根据项目影响区实地监测资料, 初步探讨了陕西西段西气东输管线工程对风蚀的影响。

## 1 研究区与研究方法

### 1.1 研究区及其风蚀特征

西气东输管线工程陕西西段主要涉及陕西榆林市定边、靖边 2 县, 西至定边县红柳沟乡 (N37°28', E107°17') 与宁夏盐池县红井子乡相接, 由西向东沿惠(惠安堡)一定(定边)公路至贺圈乡, 穿越 307 国道在安边、郝滩镇、柠条梁北部通过, 并穿越红柳河经东坑乡北到达靖边县城东北长庆气田净化厂集配气总站 (N37°39', E108°49')。途经 13 个标段(部分)全长 141 km, 其中靖边段 46 km, 定边段 95 km。

收稿日期: 2005-04-20

资助项目: 水利部西气东输管道工程(西段及东段支线)水保监测技术项目

作者简介: 黄高花(1967—), 女(汉族), 陕西靖边人, 博士, 从事水土保持与土地利用方面研究。E-mail: huanggaohua@swc.shaanxi.gov.cn。

项目区属于典型的水蚀—风蚀交错区,以风蚀为主,水土流失严重。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—96)风蚀强度分级标准,结合植被覆盖度、土壤组成等因素分析土壤侵蚀强度。根据全线调查,其中微度侵蚀 3.37 km<sup>2</sup>,占总面积的 87%;轻度侵蚀 0.37 km<sup>2</sup>,占总面积的 9%;中度侵蚀 0.08 km<sup>2</sup>,占总面积的 2%;强度侵蚀 0.1 km<sup>2</sup>,占总面积的 2%。

表1 陕西西段水土流失防治责任范围

hm<sup>2</sup>

区段	临时用地				永久用地				
	管线		临时道路		小计	压气站	操作区	阀室	小计
	占地	扰动	占地	扰动					
定边县	266.0	190	33.6	24	513.6	—	—	0.36	0.36
靖边县	128.8	92	16.8	12	249.6	3.5	1.2	0.45	5.15
合计	394.8	282	50.4	36	763.2	3.5	1.2	0.81	5.51

## 1.2 监测点布设

监测范围包括工程施工和林草恢复期的建设区生态直接影响区,尤其是扰动带、施工道路、取料场、弃渣场、施工营地、输气固定设施及主体工程中具有水土保持功能设施区域等。除料渣场等包括周边毗

邻 10 m 面状区域外,沿线两侧宽度在多数地段为管线的作业带宽度 28 m+ 两侧各 10 m 直接影响区;新建公路为路基两侧各 20 m。本监测分布在固定沙地、流动沙地、半固定沙地、农地、固定沙丘等 4 类典型地貌区,包括固定监测点和临时监测点(表 2)。

表2 监测点布设情况简介

地形地貌	地名	地理坐标		监测点
		东经	北纬	
固定沙地	靖边县城关镇四柏树	108° 47′	37° 39′	固定监测点
流动沙地	靖边县城关镇海子畔	108° 46′	37° 39′	临时监测点
半固定沙地	靖边县东坑镇冯家卯国营林场	108° 42′	37° 38′	临时监测点
农地	靖边县东坑镇小桥畔	108° 30′	37° 35′	临时监测点

## 1.3 监测方法

本监测遵照《水土保持监测技术规程》(SL277—2002)的要求,2003年11月16日布设监测设备,根据大风情况,到2004年5月17日,共监测9次,时间分别为2003年12月9日,12月27日,2004年1月12日,2月4日,2月23日,3月5日,3月25日,4月14日和5月17日。在大风扬沙期间,按起风、中间、结束观测3次,取平均值。监测方法分为风标积沙仪监测和插扦监测2种。

风标积沙仪可以随风向旋转进沙口,能够根据不同风向收集沙尘。仪器分5层,每层4cm,进风口2cm×2cm,即进风层高度依次为1~3,5~7,9~11,13~15,17~19cm。设备安装时,选取有代表性的集沙地,根据需要选取踩沙点,并清除仪器周围杂草、枯枝,防止其阻碍风标旋转;然后垂直埋入仪器支撑杆,并用半尺测量进沙口的合适高度,进行垂直固定;记

录风速大于起沙风时的持续时间,取样,称量。输沙率  $Q$  的计算方法:

$$Q = Q_0 / (S \cdot t)$$

式中:  $Q$  ——输沙量 [kg/(m<sup>2</sup>·a)];  $Q_0$  ——风标集沙仪采样的重量(kg);  $S$  ——进沙口面积(m<sup>2</sup>);  $t$  ——风速大于起沙风的持续时间(a)。

插扦监测时,插扦为长60cm的铁丝,地下埋深40cm,地上20cm,密度为每3m×3m布设一根,每个监测点布设插扦9根,通过量取起沙和积沙厚度,进行风蚀量对比。由于部分风标集沙仪和插扦丢失,风蚀量取实际有效监测结果的平均值。分析土壤理化性状变化时,测定0—20cm深表层土壤的理化性状,有机质、全氮、全磷按照国家水土保持试验规范SD239—87测定,其单位为%;土壤含水量用烘干法测定,用重量百分比表示,计为%。测定工作主要由陕西省靖边和定边县水保监测站完成。

## 2 管线工程过境区土地利用状况

根据西气东输管线工程土地利用现状调查分析,全段现有农地较多,长度高达为 85 690 m,农地约占管线总长度的 60.8%,林地大约占 22.6%,荒草地约

占 9.6%,其它类型约占 7.0%(详见表 3)。在靖边和定边县,不同土地利用类型所占比例差异很大。在靖边,农地、林地和灌木林地所占比例分别为 37.2%、28.3%和 21.2%,而靖边县农地一项的比例就高达 72.2%。

表 3 西气东输管线工程陕西西段土地利用现状

区段	项目	灌木林地	荒草地	林地	农地	沙荒地	缓平地	人工草	合计
靖边	长度/m	13 022	2 427	9 749	17 091	3 702	—	—	45 991
	比例/%	28.3	5.3	21.2	37.2	8.0	—	—	100
定边	长度/m	6 293	11 154	3 745	68 599	—	1 149	4 069	95 009
	比例/%	6.6	11.7	3.9	72.2	—	1.2	4.3	100
小计	长度/m	19 315	13 581	13 494	85 690	3 702	1 149	4 069	141 000
	比例/%	13.7	9.6	9.8	60.9	2.6	0.8	2.9	100

这种对土地利用的影响与过境地区的地形地貌有关。总的看来,平地、缓平地占 76%,这就决定了管线工程对农地的影响较大,但管线经过的固定沙地、半固定沙地、流动沙地和滩地均在靖边县,占总长度的

16.3%,经过缓平地和固定沙地的管线长度分别为 23 032 和 11 507 m,分别占过县境总长度的 50.1% 和 25.0%;而定边县经过平地 and 缓平地管线的长度分别占过境总长度的 54.9% 和 31.9%(表 4)。

表 4 西气东输管线工程陕西西段地貌类型现状

地貌类型	固定沙地	半固定沙地	流动沙地	缓平地	滩地	平地	缓丘	固定沙丘	合计
靖边	11 507	3 010	3 402	23 032	5 040	—	—	—	45 991
定边	—	—	—	30 329	—	52 130	2 784	9 766	95 009
小计	11 507	3 010	3 402	53 361	5 040	52 130	2 784	9 766	141 000

## 3 风蚀区监测结果

在固定沙地、半固定沙地、流动沙地、农耕地等 4 种类型采用了风标积沙仪、插杆法风蚀动态监测。监测表明,除部分农地监测设备破坏外,管线工程对农地风蚀影响不大。本文着重对固定沙地、半固定沙地、流动沙地的监测结果进行分析。

插杆法风蚀动态监测(表 5)显示,在固定沙地和半固定沙地,管线区起沙高度和积沙高度均大于对照

区。固定沙地起沙管线的起沙高度分别为对照北和对照南的 2.7 和 4.9 倍,是对照区平均的 3.5 倍;积沙高度分别为对照北和对照南的 1.8 和 2.8 倍,是对照区平均的 2.2 倍。半固定沙地起沙管线的起沙高度分别为对照北和对照南的 2.0 和 4.5 倍,是对照区平均的 3.0 倍;积沙高度分别为对照北和对照南的 2.8 和 2.8 倍,是对照区平均的 1.3 倍。流动沙地对照北选点为风口,风蚀严重,而对照南为低洼地,缺乏代表性,在监测上对比性较差。

表 5 插杆法风蚀动态监测

监测法	项目	固定沙地			半固定沙地			流动沙地		
		对照北	管线	对照南	对照北	管线	对照南	对照北	管线	对照南
插杆法	起沙高度/cm	9.90	26.43	5.35	24.18	48.41	10.79	15.71	11.23	6.08
	积沙高度/cm	15.60	27.85	10.05	20.66	57.29	31.57	16.40	9.23	0.49
风标积	总重量/g	1091.10	1781.44	734.70	1466.75	1514.46	581.03	837.29	406.96	31.20
沙仪法	输沙率/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ )	545.55	890.72	367.35	733.375	757.23	290.515	418.645	203.48	15.60

注:表中输沙率单位为  $\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。

风标积沙仪法风蚀动态监测(表 5)显示,固定沙地和半固定沙地流动沙地管线的输沙率分别为  $890.72 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  和  $757.23 \text{ kg}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ,折合约 8.91

$\times 10^5$  和  $7.57 \times 10^5 \text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,分别为对照北和对照南平均输沙率的 2.0 和 1.5 倍,而流动沙地管线输沙率为对照区平均的 90%。监测结果对照分析说明,

固定、半固定沙地由于受天然气管线施工使沙地活化,风蚀量为未扰动区域的2~3倍;流动沙地管线扰动区域与对照区相比风蚀影响较小。

#### 4 土壤理化性状变化

根据本此实验测定,固定沙地、半固定沙地、流动沙地风沙土表层土壤有机质、全氮、全磷含量管道扰动区域较原地貌分别降低了30%~40%,土壤含水

量扰动区域较原地貌降低25%~35%(表6)。这说明天然气管线施工造成土壤结构破坏,土壤的养分有机质、全氮、全磷含量不同程度下降,土壤含水量降低,在冬春季节易产生风蚀,其结果不利于地表植被恢复。

在陕西西段西气东输管线工程经过农地管线长度占管线总长度的60.8%,林地占22.6%,荒草地占9.6%,其它类型占7.0%。

表6 土壤表层(0-20cm)理化性状

地貌类型	有机质/%		全氮/%		全磷/%		土壤含水量/%	
	原地貌	扰动后	原地貌	扰动后	原地貌	扰动后	原地貌	扰动后
流动沙地	0.077	0.050	0.003	0.002	0.033	0.020	3.5	2.5
半固定沙地	0.207	0.135	0.013	0.008	0.03	0.018	2.5	1.5
固定沙地	0.649	0.422	0.027	0.018	0.048	0.029	1.8	1.0

管线施工对地表植被会增加地表风蚀量,并影响土壤养分和水分状况。

固定沙地、半固定沙地主要由于受天然气管线施工使沙地活化,风蚀量为未扰动区域的2~3倍;固定沙地、半固定沙地、流动沙地风沙土表层土壤有机质、全氮、全磷含量管道扰动区域较原地貌分别降低了30%~40%,土壤含水量扰动区域较原地貌降低了25%~35%。

(上接第28页)

(1) 从经典地貌学理论出发,探讨了研究区各流域地貌的发育阶段。目前各流域均处于地貌发育均衡阶段的壮年期及老年期,所得出的结论是根据现有地貌形态特征以及地貌演进研究成果得出的理论值。由于构造运动的差异,在鲁中南山地内部不同流域也存在着地貌发育阶段的差异。

(2) 研究区各流域的高程一面积积分以及其分布规律具有重要的理论意义与应用价值。研究了流域地貌的发育阶段,就不同的流域临城期地面的分布高度以及沂河上中游山地临城期以来平均侵蚀量作了进一步探讨。

(3) 从地质时期以来(临城期侵蚀早期阶段),在计算人类活动至今的产沙侵蚀过程中,相对而言人类活动比较短暂。由于人口增加、战争等人类活动对土壤侵蚀量的增加有重要作用,为了不使问题复杂化,为说明自然侵蚀量或土壤侵蚀自然背景值,暂未考虑人类活动造成的加速侵蚀。

总之,只要地貌演化不停止,水土流失就不会停止,根治水土流失是不现实的。但是,人类活动对水土流失的破坏作用却可以通过对土壤侵蚀规律的认

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王飞,李锐,杨勤科.黄土高原土壤侵蚀的人为影响程度研究述评[J].泥沙研究,2003,(5):74-80.
- [2] 吴永红.线形开发建设项目水土保持监测技术[J].水土保持通报,2003,23(4):33-35.
- [3] 张春采,邹学勇,董光荣,等.植被对土壤风蚀影响的风洞实验研究[J].水土保持学报,2003,17(3):31-33.
- [4] 严平,董光荣.土壤风蚀容忍量(T值)研究的现状与问题[J].水土保持通报,1998,18(1):13-16.

识来加以改善,自觉地按照地貌过程发展的规律将其向有利于人类生存的方向引导,是可以有效地延缓水土流失的,实现自然生态系统和社会生态系统的良性循环。只有在开发利用中加强治理,治理中促进开发,才能收到良好的经济、生态和社会效益。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 朱忠礼,莫多闻.水土流失与地貌侵蚀[J].水土保持研究,1999,6(4):80-83.
- [2] 李志林,朱庆.数字高程模型[M].武汉:测绘科技大学出版社,2000.
- [3] 党安荣,贾海峰.ARCGIS地理信息系统应用指南[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 李壁成.小流域水土流失与综合治理遥感监测[M].北京:科学出版社,1995.131-133.
- [5] 王鸿斌,刘斌,田杏芳.黄土高原沟壑区典型小流域高精度DEM制作及其应用研究[J].水土保持通报,2004,24(3):34-36.
- [6] 姜鲁光,张祖陆.鲁中南山地流域地貌的高程一面积分析[J].山东师范大学学报(自然版),2003,18(1):63-66.
- [7] 孙希华,闫福江.基于遥感与GIS的土壤侵蚀潜在危险度评价研究[J].土壤,2004,36(5):516-521.