

西气东输管道陕西段工程建设中的土壤流失及防治

付良勇, 许小梅

(黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站, 甘肃 西峰 745000)

摘要: 西气东输管道陕西段工程建设穿越多种生态环境敏感的地区, 地形地貌复杂, 生态环境脆弱, 建设施工过程中引发新的水土流失。将水土流失防治区分为风蚀防治区和水蚀防治区, 根据各自的特点, 制定防治措施, 实现管道工程建设与沿线生态环境同步进行的目的。

关键词: 风蚀防治区; 水蚀防治区; 土壤流失; 防治; 西气东输管道陕西段

中图分类号: S157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)06-0153-03

Characteristics of Soil and Water Loss in Natural Gas Pipeline Project in Shaanxi Province and Approach to Prevention and Cure

FU Liang-yong, XU Xiao-mei

(Xifeng Experimental Station of Soil and Water Conservation of the Water Conservancy Commission of the Yellow River, Xifeng, Gansu 745000, China)

Abstract The natural gas pipeline project in Shaanxi Province is above different environments, landforms and physiognomys, and all of these are complex. The environment is fragile. During the pipeline building, it will be new soil and water loss. Based on the characteristics about these areas, the area of soil and water losing control was divided into wind erosion area, water erosion area. Different ways were made to prevent and cure soil loss according to different characteristics. Through these works, Keeping pipeline project and environment.

Key words: wind erosion area; water erosion area; soil loss; prevention and cure; natural gas pipeline project in Shaanxi Province

在实施西部大开发的战略中, 为尽快把西部地区丰富的天然气通过管道输送到东部, 以促进地方经济发展, 经过中国石油天然气集团公司研究决定: 拟建一条西气东输管线, 该项目的开发建设, 不仅有利于区域经济的发展和社会进步, 同时也为东部发达地区提供优良的环保能源, 极大地改善了大气环境质量和生活环境。

由于该工程管线穿越戈壁、沙漠、黄土高原、森林、草原、基本农田和湿地等多种生态环境敏感的地区, 在建设施工过程中不可避免地破坏生态环境, 引发新的水土流失。

本文着重对西气东输陕西段在认真研究主体工程设计资料和沿线自然、社经、水土流失、水土保持状况资料的基础上, 通过对沿线施工现场的施工工艺、弃土弃渣排放的空间分布等特征调查, 对管道主体工程已有的防护措施进行水土保持功能评价, 按照开发建设项目水土保持方案技术规范要求, 设计合理水土保持防治措施, 使管道工程建设中所产生的人为新增水土流失得到防治, 达到管道工程建设与沿线生态环境同步进行的目的。

1 主体工程简况

西气东输工程西起新疆塔里木轮台县的轮南镇, 东至上海西郊的白鹤镇, 工程管道干线全长约3 900 km, 途径新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏、浙江、上海等九省

(区)一市, 总投资476.75亿元。工程建设在陕西段的主要组成见表1。

表1 工程建设陕西段组成表

序号	项目组成	数量	备注
1	输气干线	346.20 km	管径 1016, 压力10Mpa
2	靖边压气站	1座	距首站2363.4 km
	延川清管站	1座	距首站2525.1 km
3	线路截断阀室	12座	32 km/间隔
4	隧道工程	3140 m/11座	3 m×3.5 m
5	穿跨越大型河流黄河	700 m/1处	隧道穿越
6	修建公路	70 km	新建三级60 km, 四级10 km
7	第四操作区	1座	

2 陕西段生态环境概况

西气东输陕西段工程涉及两大主要生态类型, 分别为以榆林的定边、靖边地区为代表的风沙区和以延安的子长、延川地区为代表的黄土高原丘陵沟壑区, 两个生态类型区生态均较恶劣。

2.1 风沙区

2.1.1 地貌

风沙区位于陕北黄土高原的北缘和毛乌素沙漠的东南

* 收稿日期: 2004-12-29
作者简介: 付良勇(1968-), 男, 甘肃西峰人, 大学本科, 工程师, 主要从事水土保持科学研究和预防监督管理工作。

缘,属典型的地貌过渡地带,海拔一般为1 200 m。主要穿越的地貌单元有沙地、沙滩地、冲积平原、剥蚀残丘和河谷阶地。

2.1.2 气候

本段属温带半干旱气候区,具有明显的大陆性气候特征。年均气温6~8,最冷月平均气温-8~-11,最热月平均气温22~23,气温日较差12~14,气温年较差30以上;年均降水量320~470 mm,多集中于夏季,以8月份最多,且多暴雨,夏季降水量占年降水量的60%;无霜期150~170 d。

2.2 黄土丘陵沟壑区

2.2.1 地貌

管线穿越区位于陕西省榆林、延安两市,起点为榆林靖边县,末点为延安市延川县延水关入黄口。其中,靖边段为毛乌素沙地南缘与陕北黄土高原的北缘的过渡地带,其余均为黄土丘陵沟壑区一、二副区,海拔一般为900~1 300 m。主要穿越的地貌单元有沙地、河谷阶地、黄土梁峁和黄土平梁等类型。

2.2.2 气候

管线穿越区域跨干旱、半干旱、温暖带大陆性气候。年均气温7.8~10.6,极端最低气温为-32.7,极端最高气温为38.9;年均降水量395~514 mm,多集中于7、8、9三个月,占年降水量55%~70%;无霜期165~186 d。

3 新增土壤流失预测

3.1 预测方法

新增土壤流失量预测根据土壤流失的成因、类型、强度及分布特征等情况分别进行,建设工程扰动破坏原地貌产生的土壤流失拟采用数学模型的方法进行计算,弃土、弃渣的土壤流失采用类比分析法。

3.2 预测时段划分

西气东输工程建设分段、分期进行,管道工程建设边开挖、边回填覆埋,路段施工周期相对较短,根据工程建设工期的总体安排,按照“三同时”原则,本项目的水土流失预测时段可相应的划分为工程建设期和运行期,管道工程建设中水土流失主要集中在建设期。按照主体工程施工进度安排,陕西段工程建设期为1年。根据实地调查,该地段植被得到合理恢复,人工再塑地貌达到相对稳定需3~5年,经综合分析确定:施工期预测时段为1年,运行期预测时段为5年,总预测年限为6年。

3.3 工程建设对原地貌及水土保持设施的影响

西气东输管道工程陕西段涉全长346.02 km,沿途穿越黄河、红柳河、芦河、大理河,开凿隧道11座,修建公路70 km,修建压气站、分输站、阀室多处。虽然在工程建设中施工单位采取了各种防护措施,但仍造成一定量的土壤流失。经实地测量该段工程总占地面积888.87 hm²,损坏水土保持设施856.50 hm²,其中耕地448.41 hm²,草地330.09 hm²,林地78.00 hm²。

工程建设造成的弃土弃渣主要来源于管沟和隧道开挖、穿越工程及施工道路修筑等,据推算,该工程建设产生弃土弃渣51.74万t。

3.4 新增土壤流失量预测

西气东输管道工程陕西段涉及两大主要生态类型,土壤流失主要是风力侵蚀和水力侵蚀。

3.4.1 扰动破坏原地貌新增土壤流失量预测

(1) 应用数学模型的建立

(a) 风沙区:根据西气东输管道工程陕西段所经区域,应

用数学模型采用李文银、王治国等编著《工矿区水土保持》中风蚀预测模型如下:

$$\text{流动沙丘: } q = 0.47373 \times 1.6453v$$

$$\text{沙地: } q = 1.16477 \times 10^{-4} v^{0.59492}$$

$$\text{其它: } q = 1.2257 \times 10^{-2} e^{0.50625v}$$

式中: q ——输沙量; v ——风速。

(b) 水蚀区:根据工程技术资料,结合实地调查,应用数学模型如下:

$$M_s = A \times F \times P$$

式中, M_s ——加速侵蚀量(t); A ——加速侵蚀系数; F ——加速侵蚀面积(km²); P ——原地貌侵蚀模数[t/(km²·a)]。

(2) 预测结果

(a) 应用不同下垫面的风蚀模型进行扰动后风蚀量估算,结果见表2。

表2 扰动破坏原地貌新增风蚀量预测表

行政区	地形地貌	大风天数 /d	管线公路 长度/km	预测时段 /a	侵蚀量 /万t
定边	流动沙丘	19.6	6.00	0.2	3.86
	沙地	19.6	37.48	0.6	0.01
靖边	其它	19.6	165.01	1.1	13.09
	合计		208.49		16.96

(b) 应用水蚀模型进行扰动后水蚀量估算。加速侵蚀系数 A 根据黄土高原地区长期观测试验研究成果,及人类对土壤侵蚀和产沙影响的研究成果综合分析确定,黄土丘陵沟壑区为5。结果见表3。

表3 丘陵沟壑区扰动破坏原地貌新增水蚀量预测表

行政区	加速侵蚀面积/hm ²					侵蚀模数 /(t·km ⁻² ·a ⁻¹)	加速侵蚀系数	预测时段/a	侵蚀量 /万t
	管线	公路	压气站	操作区	阀室区	总计			
延川	155.26	31.50		1.20	0.04	188.00	15000	5	28.20
子长	117.33	31.50	3.50		0.03	152.36	15000	5	22.85
合计	272.59	63.00	3.50	1.20	0.07	340.36	15000	5	51.05

3.5 弃土弃渣的土壤流失预测

工程建设造成的弃土弃渣的土壤流失量按照其堆放部位、形式和组成情况分别计算。采用的公式为:

$$H = T b$$

式中: H ——弃土弃渣的土壤流失量, m³; T ——弃土弃渣总量, m³; b ——弃土弃渣流失系数。

弃土弃渣流失系数依据陕西师范大学地理系孙虎博士对黄土高原丘陵沟壑区人为新增水土流失量的研究(“延安市人为松散堆积物的侵蚀与输移”《水土保持学报》,2001.3第15卷第1期),一般沟台、沟坡流失系数为0.20~0.26。结合管道线路弃土弃渣分布状况类比分析,黄土高原丘陵沟壑区的流失系数为0.30。风沙区考虑到其地形的特殊性,施工工艺及水土保持方案土地整治技术要求,不计算其弃土弃渣流失量。结果见表4。

表4 弃土弃渣流失量

行政区	管线		新修公路		总弃渣量/t	流失系数	总流失量/万t
	长度/km	弃渣/万t	长度/km	弃渣/万t			
延川	77.63	6.40	15.00	20.25	26.65	0.30	8.00
子长	58.66	4.84	15.00	20.25	25.09	0.30	7.53
合计	136.29	11.24	30.00	40.50	51.74	0.30	15.53

从以上计算结果可知,该段工程建设中造成的新增土壤

流失总量为扰动破坏原地貌新增土壤流失量和弃土弃渣流失量之和,其值为83.54万t,其中:扰动破坏原地貌新增土壤流失量为68.00万t,占总流失量的81.41%;弃土弃渣流失量为15.53万t,占总流失量的18.59%。扰动破坏原地貌造成新增土壤流失是防治的重点,必须采取切实可行的防治措施。

4 土壤流失的防治

4.1 防治分区

根据外业调查结果,在对西气东输管道工程陕西段沿线水土流失现状、地形特点、工程的功能分区对土壤流失的影响和拟采取的防治措施等因素综合分析的基础上,将其土壤流失防治区域分成以下二个区:

4.1.1 风蚀防治区

管线由靖边以西止陕宁交界段(DB046~DA001),全长139.84 km。沿线大部分地区地形平坦,气候较干旱,在季风影响下,沙漠化和土地沙化、退化严重;在个别地形起伏较大地区突发性暴雨及洪水侵蚀较严重。该区生态上属干旱草原景观,生态环境较为恶劣,农业资源较缺乏,人口稀少,社会经济不发达。土壤大部分是粉沙土或沙土,发育极弱,有多处盐碱化土地分布。植被较稀,以耐干旱、耐盐碱植物群落为主,种类较少。

4.1.2 水蚀防治区

管线由靖边以东止延安市延川县延水关入黄口(DC001~DE394),全长206.18 km。该区生态上属半干旱半湿润森林草原景观,生态环境相对脆弱,农业资源较为丰富,人口密集,社会经济中等或较发达。土壤主要以黄土性土壤为主,由于黄土性土抗蚀性极差,区内大部分地区降雨是短历时高强

度的暴雨,因此工程建设的开挖扰动、弃土将会产生严重的水土流失。所以该区是水土保持重点治理区。

4.2 防治措施总体布局

针对两个防治分区内主体工程建设的塑地貌水土流失特点,在分析评价主体设计中具有水土保持功能措施的基础上,把伴行公路和河流穿越弃渣、管线冲沟穿越、站场绿化作为重点防治对象。

4.2.1 风蚀防治区

管线在该区域主要经过固定沙地、半固定沙地、流动沙地、覆沙黄土丘陵区、盐碱地等。该区主要防治因工程建设造成的固定和半固沙地的流动化、流动沙地被扰动后流动加剧、覆沙黄土区的风力、低洼盐碱地开挖扰动造成的土壤侵蚀和土地退化。管线经过的固定沙地、半固定沙地、和流动沙地采用人工沙障与植物结合的防风固沙工程进行防治;覆沙黄土区黄土梁峁采用边坡整治与绿化结合、黄土沟道采用防冲、湿陷、滑坡工程及绿化结合进行防治;弃渣采用护沟、护岸、渣场护坡和土地整治进行防治;新修道路采用护坡、排水防冲及绿化工程进行防治。

4.2.2 水蚀防治区

管线经过该区域降雨相对较多,生态环境脆弱,人口密集,工程施工对植被和原地貌破坏较大,严重的水土流失将对区域生态环境和社会经济有重大影响,是主体工程建设中防治的重点。管道开挖扰动的弃土、填方边坡、开挖面采用拦护、土地整治和绿化工程进行防治;冲沟穿越采用谷坊、淤地坝和绿化护坡进行防治。新修道路的开挖边坡及周边、填方段采用排水、护坡、拦挡及绿化进行防治;施工便道采用土地整治进行防治。

参考文献:

- [1] 段喜明,王治国. 塑黄铁路山西段水土流失预测及治理研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, (6): 53- 56
 - [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
 - [3] 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
-
- (上接第60页)
- [9] 张显峰. 基于CA的城市扩展动态模拟与预测[J]. 中国科学院研究生院学报, 2000, 17(1): 70- 79
 - [10] 杜宁睿,邓冰. 细胞自动机及其在模拟城市时空演化过程中的应用[J]. 武汉大学学报(工学版), 2001, 34(6): 9- 11
 - [11] Smith R. The application of cellular automata to the erosion of landforms[J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1991, 16: 273- 281
 - [12] Murray A B, Paola C. A cellular model of braided rivers[J]. Nature, 1994, 371: 54- 57
 - [13] Piliotti M, Menduni G. Application of lattice gas techniques to the study of sediment erosion and transport caused by laminar sheetflow[J]. Earth Surface Processes and Landforms, 1997, 22(9): 885- 893
 - [14] D D'Ambrosio, S Di Gregorio, S Gabriele, et al. A cellular automata model for soil erosion by water[J]. Phys Chem. Earth (B), 2001, 26(1): 33- 39
 - [15] Wilensky, U. Netlogo Erosion model[EB/OL]. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Erosion> Center for Connected Learning and Computer-based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL, 2004
 - [16] 马力,杨新民,吴照柏,等. 不同土地利用模式下土壤侵蚀空间演化模拟[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 49- 51
 - [17] 陈建平,丁火平,王功文,等. 基于GIS和元胞自动机的荒漠化演化预测模型[J]. 遥感学报, 2004, 8(3): 254- 260
 - [18] 史晓霞,王静,任春颖,等. 基于GIS与GeoCA模型的半干旱区土壤盐碱化动态模拟研究[J]. 东北师大学报, 2004, 36(2): 88- 94
 - [19] 吕喜玺,史德明. 土壤侵蚀模型研究进展[J]. 土壤学进展, 1994, 22(2): 9- 14
 - [20] 雷廷武,邵明安,李占斌,等. 土壤侵蚀预报模型及其在中国发展的考虑[J]. 水土保持研究, 1999, 6(2): 162- 166
 - [21] 张显峰,崔伟宏. 集成GIS和元胞自动机模型进行地理时空过程模拟与预测的新方法[J]. 测绘学报, 2001, (5): 48- 155
 - [22] 崔伟宏,张显峰. 土地资源的动态监测和动态模拟研究[J]. 地球信息科学, 2002, 3(1): 79- 85
 - [23] Goodchild M. Geographical Information Science[J]. Journal of International Geographical Information Systems, 1992, 6(1): 31- 45