

线性建设项目水土保持监测方法简析 ——以陕北某输气管道工程为例

冀文慧¹, 贾莲莲²

(1. 陕西省水土保持生态环境监测中心, 西安 710004; 2. 黄委会黄河上中游管理局, 西安 710021)

摘 要:线性项目建设跨度大、地貌复杂、所经地区生态类型多样, 监测工作难度较大, 全面调查几乎是不可能的。该文通过对某输气管道工程陕西段水土保持监测内容、方法与技术手段等方面的阐述, 探索抽样调查法在线型工程监测中的积极作用, 具有一定的现实意义。监测结果表明: 各防治区水土保持措施布局合理, 防治效果明显, 6 项防治目标均达到国家规定的建设类开发建设项目一级防治标准。

关键词:水土保持监测; 抽样调查; 监测方法; 线性建设项目

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0010-04

Method for Conservation of Water and Soil Monitoring on the Linearity Projects of Basic Construction ——Take Some Gas Pipeline Project as the Example of North Shaanxi Province

Ji Wen-hui¹, Jia Lian-lian²

(1. Shaanxi Provincial Eco-environment Monitoring Center of Soil and Water Conservation, Xi'an 710004 China;

2. Yellow River Upper and middle Reaches Administrative Bureau, Xi'an 710021, China)

Abstract: Because of large-span construction, complex topography, different ecosystem types, it is impossible for line-project to be invested and monitored thoroughly. The paper introduced the contents and the technological measures of soil and water conservation monitoring in a gas transfer pipeline project across the Shaanxi section, discussed the active effect of sample survey in line-project monitoring and practical significance. The monitoring results indicated that each prevention area conservation of water and soil measure layout is reasonable, the control efficiency is obvious, six prevention goals meet the national stipulation the construction class development items of basic construction first-level prevention standard.

Key words: soil and water conservation monitoring; sample survey; monitoring method; line-construction project

该输气管道工程陕西段长度约 200 km, 横跨毛乌素沙地和黄土丘陵沟壑两个地理单元, 生态环境脆弱。通过水土保持监测结果表明: 项目区通过植物、工程措施的合理布设, 土壤流失控制比到达合理水平, 水土保持各项措施合理有效, 水土保持措施评价指标均达到规范要求。

1 项目区基本概况

1.1 自然概况

输气管道工程跨越毛乌素沙漠、河谷川台、石质

山区、黄土丘陵沟壑区等地貌单元, 地形地貌较为复杂, 地势陡峭, 地形起伏大。项目区春季干旱多大风, 夏季高温多雷雨; 秋季凉爽而短促, 冬季干寒且漫长, 日照充足。年内降雨集中在 6—9 月, 12 月至次年 2 月降水很少。主要土壤类型为风沙土、黄绵土。质地粗, 无结构, 透水性强, 持水力弱, 土质松散, 肥力很差, 易风蚀。

黄土丘陵区原始植被少有保存, 仅有次生的白羊草、芨芨、铁干蒿、针茅草、酸枣、黄刺玫等组成的草灌丛。人工种植的主要有杨、柳、榆、刺槐、油松、侧柏

收稿日期: 2010-05-21

资助项目: 国家自然科学基金“坡沟系统侵蚀产沙过程与调控机理试验研究(40771124)”; 教育部博士学科点专项科研基金“坡面径流侵蚀产沙动力机制研究”(20060700004); 陕西省自然科学基金重点项目“陕北能源基地开发建设对水土资源环境演变作用机制研究”(SJ08-ZD02)

作者简介: 冀文慧(1960—), 河北省人, 高级工程师, 主要从事水土保持监测等工作。E-mail: jiwenhui0131@hotmail.com

等乔木林;柠条、沙柳、花棒、踏郎、紫穗槐、沙蒿等灌丛、半灌丛、草木樨和沙打旺等。乔木林主要分布在农田、道路边以及渠河岸地段。

1.2 水土流失现状

项目区生态环境本底稳定性差,易遭受破坏,且由于近期大规模开发建设活动的作用,使生态环境遭到日益严重的破坏。管线工程经过的地带,有风成沙丘、黄土丘陵沟壑等地貌类型。水土流失类型复杂多样,有水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀等,水土流失强度不一,以中、强度流失为主,部分地区达极强度。

本项目水土流失特点为工程施工方式种类多、强度大,在 20~30 m 范围内的作业带中进行管沟开挖、回填和施工等,大面积破坏地表植被,增大地表裸露面积。工程管道线路长,沿途经过地貌类型有风成沙丘、黄土丘陵沟壑等,水土流失类型及土壤侵蚀强度各异,集中堆放与回填等工序复杂,管线施工造成的水土流失总量较大。沟头防护、防风固沙等治理措施复杂,水土流失治理难度较大。

2 监测内容和目标

2.1 监测内容

①项目区水土保持生态环境变化监测,包括水土流失防治责任范围动态监测、降雨、地形、工程挖方、填方数量及面积、弃土、弃渣量及堆放面积等的监测;②水土流失及其危害监测;③水土保持措施效果监测,包括防治措施的数量与质量及水土流失治理度、扰动土地整治率、土壤流失控制比、拦渣率、林草覆盖率、植被恢复系数等 6 项量化指标的监测。

2.2 监测目标

①监测数据能定量反映本项目水土保持措施的实施质量及实施效果。②监测结果能说明项目区的水土保持生态环境变化。③对监测对象在气象灾害条件下做出快速反应,以达到能快速采取防护措施提供决策支持的目的。

3 监测方法

监测手段以调查与定位观测相结合,主要通过踏查、询问调查、抽样调查等手段,同时选取一些典型地段利用仪器设备定点观测^[2-5]。

3.1 扰动面积监测

对于管线敷设区,因其线性分布,采用分层抽样调查法监测扰动宽度。根据管线长度与抽样扰动宽度相乘得扰动区面积。分层抽样调查法如下:

根据地貌类型的不同共分为两个层:第一层,沙漠滩地;第二层,黄土丘陵。

总体平均数的分层抽样估计值:

$$\bar{y}_s = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h \tag{1}$$

式中: \bar{y}_s ——总体平均数; N ——调查样本总数; L ——总层数(2 层); h ——各分层; N_h ——各层调查样点数; \bar{y}_h ——各层调查数量指标平均值。

总体平均数估计值的误差限:

$$\Delta(\bar{y}_s) = [1 - P_c] \bar{y}_s \tag{2}$$

式中: P_c ——可靠性百分数,本次监测中取 90%。

监测点总数 N 由式(3)求得。

$$N^2 - L - \frac{t_\alpha^2 \sum_{h=1}^L n_h s_h^2}{\Delta^2(\bar{y}_s)} = 0 \tag{3}$$

式中: t_α ——概率为 α 相对应的学生氏 t 分布双侧分位数,在 90% 可靠性下取 1.66; s_h —— h 层内某一调查指标的标准差。

各层数量指标平均数误差限 $\Delta(\bar{y}_s)$,由式(4)计算。

$$\Delta(\bar{y}_s) = t_\alpha \sqrt{\frac{1}{N(N-L)} \sum_{h=1}^L N_h S_h^2} \tag{4}$$

自由度 $f = N_h - L$,估计精度 P_c 由式(5)求得。

$$P_c = 1 - \Delta(\bar{y}_s) / \bar{y}_s \tag{5}$$

3.2 水土流失量监测

(1)水力侵蚀。针对不同地表扰动类型水土流失强度的监测,采用定位观测方法,即侵蚀沟量测方法、简易小区法等。

①侵蚀沟测量法。在管线施工扰动地表选择有代表性地段,选定样方(20 m×5 m),用皮尺在全坡面的上、中、下分设量测断面,量测每一断面全部紊沟、细沟的深度和宽度,算出断面平均冲刷深和宽,再量测沟线长,计算调查区侵蚀总体积,推算土壤流失量。计算公式如式(6),式(7)。

$$V_{\text{沟}} = \frac{\sum S_1 + \sum S_2 + \cdots + \sum S_n}{N} \cdot L \tag{6}$$

$$M = VR / BL \tag{7}$$

式中: $\sum S_1, \sum S_2, \cdots, \sum S_n$ ——1,2,⋯, n 断面量测沟谷面积求和; B ——调查范围宽; L ——调查范围长; N ——量测断面数; R ——泥沙容重,通常黄土为 1.25~1.35 g/cm³。

②简易小区法:在施工扰动带选取适当的坡面布设径流小区(20 m×5 m),边界用石棉瓦围成矩形边墙,在小区低端设置土工布积水槽。每次降雨结束后通过量测泥沙沉积量,推算土壤流失量。

(2)风力侵蚀。采用定点观测,选取对照样地利用集沙仪和测钎法对观测数据进行分析计算,得出加速风蚀系数。

3.3 防治效果监测

(1)林草措施监测。采用系统抽样法获取基础统计数据,依次推断各项监测指标。选有代表性的地块作为标准地,标准地的面积为投影面积,要求乔木林 20 m×20 m、灌木林 5 m×5 m、草地 2 m×2 m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为:

D=f_d/f_e (8)

C=f/F (9)

式中:D——林地的郁闭度(或草地的盖度);C——林(或草)植被覆盖度(%);f_d——样方内树冠(草冠)垂直投影面积(m²);f_e——样方面积(m²);f——林地(或草地)面积(hm²);F——类型区总面积(hm²)。

标准地的灌丛、草本覆盖度调查,采用目测方法按国际通用分级标准进行。

(2)工程措施监测。采用典型调查与普查相结合,调查水土保持工程措施的布置、数量、质量、稳定性等。

4 监测结果与分析

4.1 降雨监测

根据各县(区)气象站资料调查结果,项目区多年平均降水量 366~411 mm 之间,降雨集中在 7—8 月,该时段内的降雨量占全年总降雨量的 50%~60%。项目区近年降雨量情况见图 1。从图中可以看出,降雨量自 2003—2006 年总体呈逐渐下降趋势,靖边县降雨量波动最为明显,神木县与榆阳区降雨量变化大致相同。

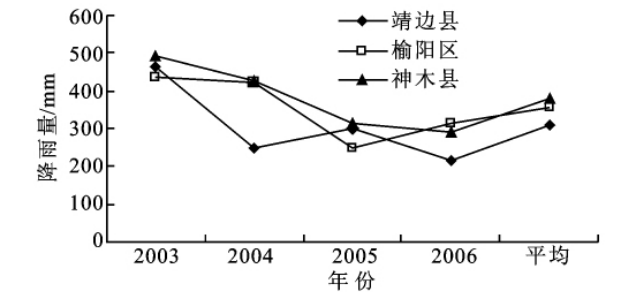


图 1 项目区降雨量变化

4.2 扰动面积监测

(1)样本容量的确定。首先进行预调查,预备调查的方法采用在所分 2 个层上每层随机布设样点,分别调查管线宽度数据。经计算,此项目样本容量 26,即需要调查的样点数。实际抽样调查中,在按照精度和可靠性确定了样本容量后,为使抽样推断结论更保险,在所确定样本容量的基础上增加 10%。即总体样本数为 29 个。

层权 W_h = 某层线路长度/陕西段线路总长

第 h 层调查样本容量 $= nW_h$

经计算,第一层为 15,第二层为 14 既可满足抽样精度要求。

(2)监测点的布置。各层监测点采用每 5 km 设 1 个,地形相近线段测点适当减少,地形多变线段监测点适当加密,各类监测样点交错布设,共计 42 个样点。

(3)总体平均数、误差限和精度。总体均值估计值:

$\bar{y}_s = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \bar{y}_h = 0.53 \times \frac{632.4}{23} + 0.47 \times \frac{497.6}{19} = 26.88$

估计误差限:

$\Delta(\bar{y}_s) = t_\alpha \sqrt{\frac{1}{N(N-L)} \sum_{h=1}^L N_h S_h^2} = 1.71$

(自由度 $f = N_h - L$)

估计精度(P_c):

$P_c = 1 - \Delta(\bar{y}_s) / \bar{y}_s = 1 - \frac{1.71}{26.88} = 0.94$

抽样调查结果见表(1)。

表 1 管线施工扰动宽度抽样调查成果

序号	地貌类型	抽样监测点数		平均宽度/ m
		理论数	实际数	
I	沙漠滩地	15	23	27.44
II	黄土丘陵	14	19	26.19

(4)扰动面积监测结果。监测结果表明,项目建设扰动原地貌共计 702.9 hm²。其中,管道作业带 649.93 hm²(沙漠滩地 353.98 hm²,黄土丘陵区 295.95 hm²);输气站场 10 hm²;伴行公路 35 hm²;施工场地 1.5 hm²;弃渣场 6.5 hm²。

4.3 水土流失监测

(1)风力侵蚀。选择典型地段,采用集沙仪、插钎+水准仪等方法进行原地貌固定沙地、工程作业带扰动区风蚀深度、沙丘位移及风蚀量对比观测。2005 年与 2006 年监测结果见表 2—3。

①沙丘移动观测主要采用插杆法,分别选择扰动后裸露面与原地貌沙丘对比观测,在垂直沙丘走向的迎风坡脚、丘顶和背风坡脚分别插上标志杆(木杆、钢钎),间隔一定时间,量测并记录其位置及标杆高度的变化,便可得出沙丘移动的方向、速度以及沙丘不同部位的蚀积状况,如表 2 所示。

表 2 的监测结果表明,2005 年作业带沙缘线平均位移 52.5 cm,是原地貌半固定沙丘位移的 4.29 倍;2006 年作业带沙缘线平均位移 84.5 cm,是原地貌半固定沙丘位移的 5.04 倍。

②近地层输沙量测定。采用集沙仪法,集沙仪的进沙口正对风向,见于野外风速风向的多变性,对于 >9 m/s 的风,一般集沙 0.5~2 min,对于 <9 m/s

的风,集沙 2~5 min。自然界影响风的搬运能力的因素十分复杂,它不仅取决于风力的大小、沙粒的粒径、形状和比重,还受沙砾的湿润程度、地表状况和空气稳定度等影响。风蚀量监测成果如表 3 所示。

表 2 沙丘位移监测成果

年份	半固定沙地					工程作业带				
	A1-a1	A2-a2	A3-a3	A4-a4	A5-a5	B1-b1	B2-b2	B3-b3	B4-b4	B5-b5
2005	11	14	12	12	12.25	33	54	47	76	52.5
2006	21	11	15	20	16.75	62	58	108	110	84.5

表 3 风蚀量监测成果表

年份	类别	高度/cm				
		2~4	6~8	10~12	14~16	18~20
2005	固定沙地	7.5	3.4	1.0	0	0
	作业带	14.5	8.4	2.7	1.5	1.0
2006	固定沙地	8.4	6.1	3.5	1.5	1.0
	作业带	16.5	9.0	6.5	4.5	2.0

观测结果表明,2005 年度管道作业带裸露面风蚀深度、侵蚀量分别是原地貌固定沙地的 3.22,2.36 倍。2006 年风蚀深度、侵蚀量分别是原地貌固定沙地的 2.16,3.15 倍。

(2)水力侵蚀

①侵蚀沟测量法。在管线施工扰动地表选择有代表性地段,选定样方(20 m×5 m),用皮尺在全坡面的上、中、下分设量测断面,量测每一断面全部素沟、细沟的深度和宽度,算出断面平均冲刷深和宽,再量测沟线长,计算调查区侵蚀总体积,利用公式推算土壤流失量。

观测结果表明汛期平均侵蚀量 1 044 t/km²。由于它忽略了坡面面蚀量,所以结果往往偏小。根据捷克扎契 1982 年的研究,观测值比实际侵蚀量偏小 10%~30%。

②简易观测小区。在作业带扰动地表设置监测小区(20 m×5 m),小区边界用石棉瓦围成矩形边墙,小区底端设置土工布集水槽,每次降雨结束后通过测定泥沙沉积量,推算土壤流失量。监测结果见表 4。

表 4 管线作业带水蚀监测成果表

类别	简易观测小区法(次降雨)			侵蚀沟测量法 (汛期平均)
	65 mm 降雨	17 mm 降雨	21 mm 降雨	
侵蚀量/ (t·km ⁻²)	820	530	640	1044

5 结 论

(1)线性工程由于涉及范围广,所经地区生态类型多样,地貌类型复杂,全面调查几乎是不可能的。

因此,通过利用抽样调查的方式获取所需数据,并以此对区域的整体特征进行推断,是一种新的水土保持监测方法尝试,同时结合常规方法对项目区实施全方位监测,具有一定的现实意义。

(2)监测结果表明:①管线工程所经地区水土流失以水力、风力侵蚀为主,植物、工程措施能够很好地发挥防护作用,起到了良好的水土保持效果。②植被恢复系数:风沙区植被盖度 10%~30%,非流沙面积 50%~70%,植被恢复系数达到 98.88%。③拦渣率:工程施工中能有效地减少弃渣量,少量的弃渣,就地平整,恢复植被,拦渣率达 97%。④扰动土地整治率:防治责任范围内扰动土地治理率达到 97.62%。⑤水土流失治理度:施工第一年各标段管道敷设为主,至 2005 年 7 月底,管道全线施工完毕,管道沿线采用沟埋的方式,土方开挖、回填量大,管沟开挖与回填量基本持平,管道沿线产生的弃渣量不大。由于沿线地貌类型不同,管线爬坡与河道穿越较频繁,同时沿线途经大量耕地。因此防护措施多样,主要包括作业带植被恢复、耕地复垦、站场道路硬化、绿化、浆砌护坡、截水沟、挡土墙、临时挡土墙、排水工程等。水土流失总治理度为 97.09%。⑥林草覆盖率:工程施工扰动面积 702.93 hm²,施工期末林草措施面积为 463.2 hm²,林草植被覆盖度为 65.89%。监测结果表明:项目区生态效益,蓄水保土效益,经济效益以及社会效益均得到了显著发挥和提高。

参考文献:

[1] 许晓鸿,常晓东,刘艳军,等. 开发建设项目水土保持监测方法探讨[J]. 水土保持研究,2007,14(3):57-58.

[2] 曾红娟,史明昌,陈胜利,等. 开发建设项目水土保持监测指标体系及监测方法初探[J]. 水土保持通报,2007,27(2):95-98.

[3] 付明胜,马三保,艾绍周,等. 韭园沟示范区水土保持效益监测探讨[J]. 中国水土保持,2005(9):31-33.

[4] 刘霞,张光灿,董勤瑞,等. 水土保持生态修复工程效益监测与评价[J]. 中国水利,2006(16):49-51.