

西气东输第五标段水土流失特点及防治对策

郑书彦^{1,2}, 李占斌¹, 李同录²

(1 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2 长安大学, 西安 710054)

摘 要: 西气东输管道工程是我国“十五”期间四大重点建设工程之一, 第五标段线全长 391.9 km, 途径两省六县, 线路走向由西向东。沿程地貌类型多变, 反复穿越铁路、道路、水渠与河流, 对沿线环境产生一定影响, 易造成人为水土流失, 为减少和防治水土流失, 必须采取水土保持防护措施, 以保证输气管道的安全运行, 改善和提高沿线生态环境质量。

关键词: 西气东输; 水土流失; 防治对策

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2002)03-0231-03

Characteristic of Soil and Water Loss in the Fifth Segment of the West-to-East Gas Transportation Pipe Engineering and Countermeasures

ZHENG Shu-yan^{1,2}, LI Zhan-bin¹, LI Tong-lu²

(1 Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water

Resources, Yangling 712100, Shaanxi Province, China; 2 Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China)

Abstract The west-to-east gas transportation pipe engineering is one of the four important programs of our country during the 10th Five Years Plan period. The fifth segment, which passes through six counties and two provinces from west to east, is 391.9 km in length. Along the west-to-east gas transportation pipe engineering, the physiognomy is very complex. There are many railways, highways, aqueducts and rivers that can result in serious influence such as the loss of soil and water on the environment. Measures must be taken to protect the natural environment in order to prevent the loss of soil and water, to improve the environmental quality and to ensure the normal running of the gas pipe.

Key words: the west-to-east gas transportation pipe engineering; the loss of soil and water; countermeasures

西气东输管道工程是我国“十五”期间四大重点建设工程之一。是将我国西部丰富的天然气资源通过管道输往我国中、东部地区, 以满足中、东部地区对天然气能源迫切需要的重要工程。该工程横穿我国西东, 起始于新疆塔里木的轮南, 终于上海市西郊的白鹤镇, 线路全长约 4 000 km, 其自西向东途经新疆、甘肃、内蒙古、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏和上海市等 10 个省(区)市, 工程总投资 1 400 亿元。西气东输天然气长输管道工程沿程经过沙漠高原、低中山地、冲洪积阶地、山前平原、风沙滩地、沟渠、丘陵、洼地、河流、铁路、公路、农田、林地等, 对沿线环境产生一定影响, 必须采取水土保持防护措施, 以保护管道的安全运行, 改善和提高周边生态环境质量。

西气东输管道工程第五标段西起宁夏回族自治区中卫县甘塘镇(东经 104°30', 北纬 37°30'), 向东抵达陕西省靖边县(东经 108°47', 北纬 37°35'), 本标段管线全长 391.9 km,

途径两省六县, 即宁夏回族自治区的中宁、中卫、同心、盐池四个县, 过境管线约 250.8 km; 陕西省的定边、靖边两个县, 过境管线 141.1 km。线路走向为由西向东, 线路开始与包兰铁路相伴而行, 在中卫穿越黄河以后, 经卫宁平原进入盐池境内, 向东与 307 国道相伴而行, 沿线穿越黄河、清水河、苦水河、红柳沟、八里河、红柳河等 6 处河流, 穿越包兰铁路 3 次, 穿越中卫和定边境内古长城 5 次, 穿越等级公路 12 次。

1 区域构造及气候

西气东输管道工程第五标段所经地区在地理位置上位于腾格里沙漠和毛乌素沙漠南端与黄土高原北缘接壤的地带。在区域构造上, 自太阳山以西线路经过中卫同心弧形构造带北端和贺兰山南北构造带的南端, 地质构造复杂, 沿线有数条活动断裂, 太阳山以东进入稳定的鄂尔多斯台地北缘, 地质构造较为简单。

收稿日期: 2002-05-25

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-10-04)西部生态环境演变规律与水土资源可持续利用研究资助; 陕西省自然科学基金项目(2000D08)黄土高原植被重建过程中的水文效应研究资助。

作者简介: 郑书彦, 男, (1958-), 甘肃宁县人, 在读博士。主要从事水土保持、地质工程、水资源及相关领域的教学和科研工作, 发表论文章 20 余篇, 合作出版著作 3 部。

西气东输管道工程第五标段属于大陆性干旱气候区。特点是: 干旱少雨, 风大沙多, 日照充足, 蒸发强烈。冬寒长, 夏热短, 秋凉早, 春秋多风沙, 间以沙暴(近几年表现尤为严重), 年、日温差大, 无霜期短而多变, 并且有干旱、冰雹、霜冻等自然灾害。据中宁县多年气象资料, 年均气温 8.0°C , 极端气温最低 -30°C , 最高 41.4°C , 降水量小, 且年降水变率大, 夏季多暴雨, 多年平均降水量 190.1 mm , 最大年降水量 308.2 mm , 最小年降水量 86.5 mm 。降水多集中在 7~9 月, 可占全年降水量的 53%~79%, 年蒸发量 $1\,600\sim 2\,000\text{ mm}$ 。该区属季节性冻土地区, 最大冻结深度 0.80 m , 一般 10 月中旬开始冻结, 次年 3 月开始解冻。

2 地貌及地表植被

西气东输管道工程第五标段管线全长 391.9 km , 线路走向为由西向东, 途径两省六县, 即中卫、中宁、同心、盐池、定边、靖边共 6 个县。

管线东西走向横穿中卫县, 西起甘塘, 东至清水河, 过境里程 98.6 km 。管线在中卫县境内所经地段, 除小湾-下河沿段为中低山外, 地形相对平坦, 但地貌类型较多, 从西到东依次为腾格里沙漠南缘波状平原、山前冲洪积扇、剥蚀中低山、冲洪积倾斜平原、黄河二级阶地、黄河一级阶地和剥蚀基岩丘陵。中卫段管线所经地段植被不发育: 沙漠: 地表生长有稀疏的骆驼刺、沙打旺等, 覆盖度约 10% ($22.7\sim 34.6\text{ km}$)。活动沙丘、半固定砂丘: 地表无植被 ($34.6\sim 40.1\text{ km}$)。防护固沙林: 为包兰铁路防护林区, 地表经过地段大部分为人工防护固沙林, 地表为各种灌木及草丛, 覆盖度可达 70% ($40.1\sim 61.4\text{ km}$)。耕地: 经过孟家湾村, 有极少数树木, 但大部分为耕地, 覆盖度 30% ($61.4\sim 63.6\text{ km}$)。山前冲洪积扇: 地表无树木, 有小的草丛 ($63.6\sim 67.7\text{ km}$)。基岩山地: 地表无树木及草丛, 为裸露的基岩山地 ($63.6\sim 72.3\text{ km}$)。农田: 卫宁灌区, 地表树木较少, 大部分为灌溉农田, 基本农田比较肥沃, 夏、秋庄稼长势良好, 少数耕地中有枸杞、苹果等经济林木, 局部荒地上地表植被不发育, 覆盖度为 40% ($72.3\sim 121.3\text{ km}$)。

中宁段线路较短, 过境里程只有 40.0 km 。管线在中宁县境内所经地段, 除麻黄沟-中宁县县界地形起伏较大外, 大部分地形相对平坦。地貌类型不多, 从西到东依次为黄河二级阶地、冲洪积倾斜平原、剥蚀基岩丘陵区。沿线两侧基本上都有植被覆盖, 但植被种类及覆盖程度有较大变化, 根据现场调查, 中宁段线路植被主要有: 农田与果园: 农田主要种植小麦, 果园包括苹果园、梨园等, 植被盖度 80% ($0\sim 12.3\text{ km}$)。荒漠: 以砂生草本植物为主, 由于过度放牧, 植被稀疏, 盖度 10%~15% ($12.3\sim 15.1\text{ km}$)。耕地: 土地贫瘠, 部分弃耕, 盖度 50%~70% ($15.1\sim 16.9\text{ km}$)。荒漠: 以砂生草本植物为主, 由于过度放牧, 植被极少, 盖度 4%~8% ($16.9\sim 22.3\text{ km}$)。新近机垦耕地: 种植小麦、苜蓿, 盖度 50%~60% ($22.3\sim 24.8\text{ km}$)。荒漠: 以砂生草本植物为主, 由于过度放牧, 植被稀疏, 盖度 10%~20% ($24.8\sim 40.0\text{ km}$)。

同心县境内管道线路西起大河子水, 东至西沟, 全长

45.8 km 。地貌类型从西到东依次为倾斜平原、山前冲洪积扇、基岩丘陵、基岩台地。同心县境内植被不发育, 大河子水至红寺堡 ($0\sim 24.9\text{ km}$), 地表生长有低矮沙生植物, 高度多在 0.5 m 以下, 盖度为 40%~60%。红寺堡至苦水河 ($24.9\sim 32.2\text{ km}$), 大部分裸露无植被, 局部地段开垦为耕地, 但只有很少部分种植有农作物, 盖度为 20%~30%。苦水河以东 ($32.2\sim 45.8\text{ km}$), 植被不发育, 多为贴近地表生长的低矮植物, 由于过度放牧, 植被破坏严重, 盖度为 30%~40%。

管线从西至东横穿盐池县的大水坑镇、红井子镇, 沿线穿越吴凤公路、盐兴公路, 过境里程 67.4 km 。丘陵 ($0\sim 5.6\text{ m}$ 、 $50.2\sim 65.4\text{ km}$): 地形起伏大, 基岩出露, 荒地表面植被较密集, 盖度 15%~30%。固定沙丘 ($5.6\sim 7.2\text{ km}$): 地形波状起伏, 沙丘比较稳定, 风积成因, 沙丘表面植被密集分布, 主要植被为沙蒿、沙竹、柠条等, 盖度 45%~75%。半固定沙丘 ($7.2\sim 9.4\text{ km}$): 地形波状起伏, 有局部的风沙活动, 流动性较小, 风积成因, 沙丘表面植被呈斑块状分布, 主要植被为沙蒿、沙竹、柠条等, 盖度 15%~20%。盐沼滩 ($9.4\sim 12.4\text{ m}$ 、 $20.3\sim 20.5\text{ km}$): 地形平坦, 地下水位埋深浅, 地表面有硬壳, 地表植被稀少, 主要植被为沙蒿、沙竹、柠条等, 有杨树、榆树、果树等零星分布, 盖度 15%~20%。风沙滩地 ($12.4\sim 20.3\text{ m}$ 、 $20.5\sim 50.2\text{ km}$): 地形平坦, 风蚀强度较弱, 地表植被密集, 荒地主要植被为沙蒿、沙竹、柠条等, 树林主要以杨树、榆树、果树为主, 局部有农田分布, 盖度约 50%。山前平原 ($65.4\sim 67.4\text{ km}$): 地形平坦, 冲积层较厚, 冲洪积成因, 植被稀少, 主要植被为沙蒿、沙竹、柠条等, 局部有农田分布, 盖度 15%~20%。

管线经定边县红柳沟镇, 由西向东沿惠(惠安堡)一定(定边)公路至贺圈乡, 穿 307 国道, 经安边, 止郝滩镇东约 7 km 处达靖边县境, 总长度 94.9 km 。地形的主要特点是: 地形平坦, 开阔, 起伏比较小, 局部地段由于受地表水流的冲刷, 有冲沟发育。其地貌单元属于白于山山前冲洪积平原和毛乌素沙漠边缘的过渡地带, 地貌以山前冲洪积平原和风沙滩地为主, 间有固定沙丘、洼地和剥蚀残丘。自然植被类型较多, 主要类型有草原、落叶阔叶灌丛、沙生植被、草甸、盐生植被等。耕地: 可见防风林带、行树、独立树间断分布, 树龄 5~40 年不等, 局部地段为果园(总长度为 59.1 km)。红柳林: 比较稀疏, 为近年所植(总长度为 0.2 km)。草甸荒地: 植被茂盛, 主要是草甸, 覆盖率约 50%, 新种有红柳树苗(总长度为 0.5 km)。荒地: 植被一般, 以草本植物为主, 覆盖率约 30%~40% (总长度为 19.9 km)。荒地: 植被较稀少, 以沙生草本植物为主, 局部地区因植被破坏出现沙漠现象, 覆盖率约 0%~20% (总长度为 14.7 km)。林地: 小树林, 树龄约 5 年(总长度为 0.15 km)。荒地: 植被茂盛, 以沙生草本植物为主, 覆盖率约 60% (总长度为 0.35 km)。

靖边县段管线西起梁镇乡史地坑村, 向东经东坑乡止于靖边县城东北新农村乡的长庆气田净化厂集配气总站, 全长 45.2 km 。本地区地形变化大, 地貌形态多变, 管线走向地势呈西高东低的形态, 相对高差 95.0 m 。地貌类型从西到东依次为冲洪积平原区、流动沙丘区、半固定、固定沙丘区、风沙

滩地区。植被大部分为旱地,植被状况较好的地段为人工防护林段,植物茂密,覆盖良好,为防治沙漠的人工屏障。沙柳:呈散生状态,高度1~3 m,主要分布在沙丘间低地,沙丘边缘。盖度30%~50%(总长度为0.4 km)。疏林:树种为杨树,原为小面积的块状林,由于砍伐频繁成为疏林区,伴生有草本半灌木,盖度40%~46%(总长度为7.2 km)。旱地:耕地,土地荒漠化严重(总长度为23.6 km)。荒地:为弃耕或轮耕土地,植被以草本为主,盖度30%~40%(总长度为1.5 km)。沙地:以沙生植被沙柳、蒿类为主,植被稀少,盖度10%~20%(总长度为8.3 km)。防护林:为人工种植生长起来的人工林,以杨树为主,伴生植物为草本及半灌木,盖度70%~90%(总长度为2.6 km)。草甸:以草本植物为主,具有弱的盐生性,无明显层次,由于人类过度放牧,草场退化严重(总长度为1.6 km)。

3 管道施工中的水土流失特点与分析

地貌类型多:西气东输管道采用沟埋铺设方式,沿途涉及的地貌类型有冲洪积平原、流动沙丘、半固定、固定沙丘、剥蚀中低山、洼地和剥蚀残丘、基岩丘陵、基岩台地、黄河二级阶地、黄河一级阶地、风沙滩地等。植被重建难度大:管道本身为线状,造成的人为水土流失亦呈线状分布。由于管道施工的扰动,沿线农田耕层土壤结构破坏,土地肥力降低,造成粮食减产。地表植被遭受破坏,增强了水蚀、风蚀能力,植被恢复难度大,造成水土流失。开挖扰动及弃土弃渣:管道经过山地、沟道、水渠及河流时,由于开挖,扰动了边坡,有利于崩塌、滑坡的形成,容易引起重力侵蚀。施工中的弃土弃渣堆置在沿线沟道、河岸、山坡上,为流水冲刷提供了物质来源。横穿河流、铁路、道路等,对原植被造成破坏,不利于保持水土。

西气东输管道工程水土流失预测划分为施工建设阶段和投产运行阶段。施工建设阶段是水土流失的主要阶段,而生产运行阶段水土流失比较轻微,所以重点对工程施工过程中的水土流失进行分析。经现场调查,在施工过程中扰动原地貌11.76 km²。原水土保持设施主要为包兰铁路的风沙防护林体系,施工中尽量少破坏,并采取临时防护措施,施工后要立即恢复,以保证包兰铁路的安全运行。在耕种的土地上,施工时要注意保护耕作土层,将其填埋在表面,由于管道的施工,暂时降低了土地肥力和粮食产量,几年以后粮食产量将恢复到原有水平,如果耕作土层损失或深埋,粮食产量将

在短期内难以恢复。对于开挖扰动的边坡,要采取工程防护措施,减少水土流失,保证施工、运行阶段的安全。对地表植被的破坏,将导致水土流失加剧,要因地制宜的恢复植被,减少水土流失量。

4 水土流失防治对策

西气东输第五标段天然气管道全长391.9 km,沿线作业宽度约30 m,其水土流失防治范围包括管道线路施工区、施工临时道路、增压站、清管站、门站、临时施工场地及周围环境影响区,防治面积11.76 km²。对施工影响区,应采取工程措施与植物措施相结合的办法进行综合防治,工程措施主要包括护坡、截流沟、排水沟、挡土墙、拦渣坝等,植物措施除农田外主要是种草、育林等。

(1)选择合适的施工季节。天然气管线呈线状分布,自然条件差异较大,施工季节应该避开风季,以减少水土流失。

(2)穿越重力侵蚀防治。管线沿线穿越黄河、清水河、苦水河、红柳沟、八里河、红柳河等6处河流,穿越人工水渠多处。对于河岸、渠岸的开挖,要用砌石护岸,以防重力侵蚀,确保灌溉与岸坡安全。

(3)耕地恢复。农田的表土层为多年的耕作层,土壤结构性状良好,土质肥沃,蓄水性、通透性、保肥性均较好,为了很快恢复土地肥力,使粮食少减产,开挖时要把表土堆放在一边,施工完成后先回填底土,再回填表土。

(4)植被恢复。西气东输管道管径达1.18 m之巨,管道埋深在3 m以下,施工过程中损坏的植被,除农田外的其他地段都要恢复植被,提高环境质量。

5 结 论

西气东输第五标段天然气管道全长391.9 km,沿线作业宽度约30 m,其水土流失防治面积11.76 km²。应采取工程措施与植物措施相结合的办法进行综合防治:选择合适的施工季节;穿越重力侵蚀的防治;农田耕地的恢复;植被的恢复重建等。由于西气东输管道工程占地面积少但地域跨度大,沿途地貌类型多变,水土流失防治有独特的复杂性,制定防治措施时,在现场调查的基础上,切实做好各种水土保持方案的择优比较,既要防治水土流失,又要考虑生态环境的绿化,达到西气东输管道工程生态环境重建的目的,造福当代,造福子孙。

参考文献:

- [1] 甘枝茂.黄土高原地貌与土壤侵蚀研究[M].西安:陕西人民出版社,1989.
- [2] 中国科学院黄土高原综合科学考察队.黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其治理途径[M].北京:中国科学技术出版社,1990.
- [3] 李占斌,等.黄土塬坡降雨产沙过程的动态数学模拟[J].陕西机械学院学报,1992,(4):8-12.
- [4] 郑书彦,李占斌.黄土区滑坡侵蚀防治决策研究[J].国土开发与整治,2001,11(3):44-48.
- [5] 李占斌,沈晋.黄土高原降雨侵蚀产沙研究[M].西安:陕西科学技术出版社,1999.
- [6] E B Eckel. Landslides and Engineering Practice[R]. Highway Research Board, Special Report 29, 1958.
- [7] B B Broms. Landslides[S]. Foundation Engineering Handbook [S]. Van Nostrand Reinhold Company, 1975.
- [8] 山田刚二,渡正亮,小桥澄治.地すべリ・斜面崩壊の实态と对策[M].日本:山海堂,1971.