

油气管道工程坡面工程措施和植物措施 水土流失防控效应

王孝兵, 赵 杰, 田文杰, 孟凡鹏, 贾春磊

(中石化石油工程设计有限公司, 山东 东营 257026)

摘要:为研究油气管道工程坡面工程措施和植物措施的水土保持效益,以广东韶关某油气管道工程为例,分析了工程措施和植物措施对径流量、土壤侵蚀量的作用,以及播种方式、播种时间对植被恢复的影响。结果表明:有工程措施截水墙的 D 区年径流量和年土壤侵蚀量分别是无截水墙的 A 区的 61% 和 33%,植物成活率 50% 的 A 区年径流量和年土壤侵蚀量分别是植物成活率 15% 的 B 区的 65% 和 75%,采取工程措施截水墙+条播方式的 D 区年径流量和年土壤侵蚀量最少;采取条播方式的 A 区百喜草成活率是采取撒播方式的 B 区的 3 倍以上,3 月播种的 A 区百喜草成活率约是 5 月播种的 C 区的 1.7 倍。因此,油气管道工程坡面采取工程措施和植物措施可有效提升坡面水土保持能力,坡面种草推荐采用条播方式,播种时间以 3 月为宜。

关键词:油气管道工程;植物措施;工程措施;径流量;土壤侵蚀量;水土流失

中图分类号: S157 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1000-0941.2025.05.018

引用格式: 王孝兵,赵杰,田文杰,等.油气管道工程坡面工程措施和植物措施水土流失防控效应[J].中国水土保持,2025(5):63-65.

我国石油天然气管道工程是随着石化工业的兴起而逐步建设起来的,以往管道工程大多数只关注工程主体,涉及水土保持的研究较少^[1-2]。近 10 a 来,随着我国油气管道工程建设的发展,由于水土流失会对油气管道和相关构筑物造成不利影响,因此其水土保持受到广泛关注^[3-6]。笔者以广东韶关某油气管道工程为例,通过对实际工程中坡面工程措施和植物措施的调查和监测,以及对实测数据的分析研究,探讨油气管道工程的水土保持防控措施,以期为类似工程建设提供参考。

1 工程区概况

工程位于广东省韶关市,沿线地貌形态复杂多样,主要地貌类型为山地丘陵,间有平原。工程区属

于亚热带季风气候区,不同地点年均气温 18.8~20.7℃,≥10℃年积温 6 800~7 000℃,年降水量 1 468.0~1 800.0 mm,年蒸发量 890.0~1 411.1 mm,无霜期 302~358 d,最大冻土深 4.1~5.1 cm,多年平均风速 1.5~1.7 m/s,年大风日数 4.2~8.0 d。工程沿线土壤类型主要为赤红壤和红壤,土层相对较薄,可剥离厚度在 15~30 cm;植被类型为南亚热带常绿阔叶林,生态指标见表 1。土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主,侵蚀强度属于轻度,土壤侵蚀模数背景值为 500 t/(km²·a)。

2 研究方法

在山坡坡度 15°地段,布设 4 个 10 m(与截水墙间距相当)×20 m(与管道作业带宽度相当)的试验区,并

表 1 工程区生态指标

生态恢复类型	地理位置(桩号)	坡度/(°)	海拔/m	植被类型	植被覆盖率/%	土层情况
林地	RY003G	25	268.14~300.53	马尾松	85	0~180 cm 为残积土,180 cm 以下为砂岩
园地	LC219G	8	200.21~110.43	茶	87	0~400 cm 为残积土
园地	ZJ092G	36	94.46~131.43	柑橘	75	0~250 cm 为残积土,250 cm 以下为砂岩

设置 4 个沉沙池。为阻止周围地表径流进入试验区,在每个试验区周边设置围埂。采用常规方法^[7]测定每个试验区的径流量和土壤侵蚀量。

按照工程防治区的播种方法、播种时间、截水墙施工与否设计试验,4 个试验区基本情况见表 2,且均种植百喜草。其中,A 区、B 区、D 区百喜草的播种时间

均在 3 月,而 C 区的播种时间选在进入雨季后的 5 月

收稿日期:2023-12-19

第一作者:王孝兵(1985—),男,山东单县人,高级工程师,硕士,主要从事油气管道工程水工保护与水土保持工作。

通信作者:赵杰(1989—),男,山东郓城人,工程师,主要从事油气管道工程水工保护及水土保持工作。

E-mail: 1051682319@qq.com

以进行对比。A 区、C 区、D 区均采用条播方式播种，条播前先在作业带横向或纵向开 2~3 cm 深的沟，然后将种子均匀播入沟中，最后填土镇压；B 区采用撒播

方式播种，将种子直接均匀撒播于试验区，然后用筛覆盖一层细土，覆盖厚度 1 cm。

表 2 试验区基本情况

试验区	地理位置(桩号)	播种方式	播种时间	坡面工程措施	说明
A 区	RY026	条播	3 月	无	试验区属于管道作业带区,山坡坡度均为 15°,已完工的截水墙为 M7.5 浆砌片石材质,百喜草的播种量为 150 kg/hm ²
B 区	ZJ030G-1	撒播	3 月	无	
C 区	ZJ049G-2	条播	5 月	无	
D 区	LC099	条播	3 月	截水墙	

3 试验结果

3.1 径流量和土壤侵蚀量监测

本研究监测了 2019 年 3 月至 2020 年 2 月期间 4 个试验区共 48 组径流量及土壤侵蚀量数据,结果见

表 3。

3.2 百喜草成活情况调查

百喜草播种后,用目测方法定期调查出苗及成活情况。试验区种草成活率统计见表 4。

表 3 试验区监测数据

时期	A 区		B 区		C 区		D 区	
	径流量/m ³	侵蚀量/kg	径流量/m ³	侵蚀量/kg	径流量/m ³	侵蚀量/kg	径流量/m ³	侵蚀量/kg
2019 年 3 月	0.80	0.112	0.79	0.111	0.10	0.112	0.41	0.012
2019 年 4 月	2.42	0.098	2.56	0.120	3.61	0.121	1.49	0.036
2019 年 5 月	2.52	0.137	3.12	0.141	2.77	0.138	1.58	0.051
2019 年 6 月	2.61	0.146	4.33	0.162	4.01	0.151	1.62	0.064
2019 年 7 月	2.45	0.135	3.20	0.152	2.88	0.138	1.54	0.055
2019 年 8 月	2.68	0.145	4.35	0.163	2.96	0.155	1.76	0.059
2019 年 9 月	2.35	0.092	3.34	0.158	2.25	0.096	1.46	0.008
2019 年 10 月	0.82	0.003	2.68	0.112	0.79	0.003	0.32	0.001
2019 年 11 月	0.60	0.004	1.20	0.011	0.61	0.004	0.31	0.001
2019 年 12 月	0.25	0.001	0.98	0.008	0.34	0.002	0.12	0.001
2020 年 1 月	0.35	0.001	0.89	0.007	0.29	0.001	0.10	0.000
2020 年 2 月	0.60	0.012	1.12	0.035	0.42	0.008	0.46	0.002
合计	18.45	0.886	28.56	1.180	21.03	0.929	11.17	0.290

表 4 试验区种草成活率统计

试验区	A 区	B 区	C 区	D 区
成活率/%	50	15	30	80

4 分析与讨论

4.1 蓄水能力和保土能力分析

坡面径流量、侵蚀量是水土流失监测的重要指标,也是研究坡面水土流失防治措施的关键因素。本试验以径流量为主要因素对蓄水能力进行研究,以土壤侵蚀量为主要因素对保土能力进行研究,各试验区 2019 年 3 月—2020 年 2 月的月径流量、月土壤侵蚀量对比见图 1、图 2。由图 1 可看出,各试验区径流量在 4—9 月均明显高于其余月份,其中 B 区径流量多数月份为 4 个试验区中最高,D 区多数月份为 4 个试验区中最低。由图 2 可看出,各试验区土壤侵蚀量在 3—9 月明显高于其余月份,其中 B 区土壤侵蚀量除 3 月外其余月份均为 4 个试验区中最高,D 区所有月份均为 4 个

试验区中最低。

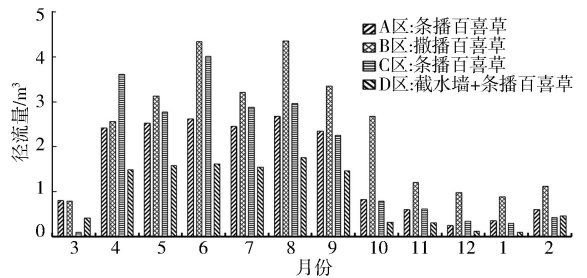


图 1 2019 年 3 月—2020 年 2 月各试验区月径流量

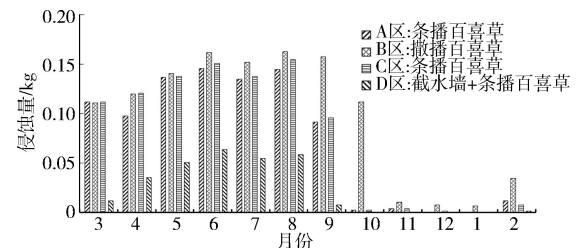


图 2 2019 年 3 月—2020 年 2 月各试验区月土壤侵蚀量

对各试验区年径流量和年土壤侵蚀量进行统计分析,见图3。对比D区与A区发现,D区年径流量是A区的61%,年土壤侵蚀量是A区的33%。由此可见,工程措施截水墙能有效拦截地表径流,减缓径流速度,从而降低径流系数和径流量。对比A区与B区发现,A区年径流量是B区的65%,年土壤侵蚀量是B区的75%。经分析,A区百喜草的成活率比B区高,由此可见百喜草蓄水效益非常显著,其草皮能截留大量降水,减轻雨滴对土壤的直接击溅,削弱径流对土壤的冲刷力,从而减少径流量和土壤侵蚀量。对比4个试验区可以发现,D区年径流量和年土壤侵蚀量均最少,说明工程措施与植物措施相结合能显著提高试验区的蓄水能力和保土能力。

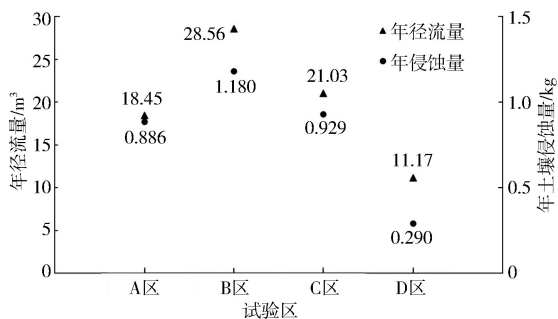


图3 各试验区年径流量和年土壤侵蚀量

4.2 植被恢复能力分析

4.2.1 不同播种方式对植被恢复能力的影响

A区和B区播种时间和立地条件均相同,不同之处在于A区采用了条播方式,B区采用了撒播方式。B区播种1个月后成活草的坡面分布特征是:在坡面散团状分布、在径流方向尾端(即试验区坡面低部位)集中分布。对比成活率数据,A区条播方式的成活率是B区撒播方式的3倍以上(见表4)。

通过调查分析,造成此现象的原因是回覆的岩土已不是原土壤,土壤自然胶结力变差,结构松散,土壤侵蚀严重。在这种环境下,条播使种子得到了保护,而撒播会使种子随着地表径流移位,在水流弱的部位停止移动,形成集中生长的现象。撒播的种子在地表径流冲刷下易裸露是其成活率比条播土埋的种子成活率低的主要原因。

4.2.2 播种时间对植被恢复能力的影响

百喜草在华南地区于春天3—5月种植最适宜,本试验选了3月和5月两个时间进行种植对比。由表4可知,播种方式相同的A区和C区,3月播种的A区百喜草成活率约是5月播种的C区的1.7倍。

据统计,韶关地区1980—2018年年降水量在1 200~2 300 mm,其中前汛期(4—6月)降水量占全年

降水量的30%~60%,为主降水时期^[8],5月播种由于降水量充沛,降雨呈集中、多暴雨的特征,容易造成管道作业带水土流失,因此成活率较低,植被恢复能力受到一定的影响。

5 结论

1)油气管道工程坡面采取工程措施和植物措施可有效提升坡面水土保持能力。工程措施截水墙能有效拦截地表径流,减缓径流速度;植物措施百喜草能截留大量降水,减弱雨滴对土壤的直接击溅,削弱径流对土壤的冲刷力。因此,在类似工程建设过程中,按照先施工好工程措施,再施工植物措施的工序开展治理,可获得更好的水土保持效益。

2)采用撒播方式播种百喜草呈现“在坡面散团状分布、径流方向尾端集中分布”的特征,草的成活率低,坡面种草推荐采用条播方式,播种时间以3月为宜。

3)本研究仅对土壤抗侵蚀进行了探讨性的研究,今后仍需对管道工程建设造成的土壤贫瘠化问题进行深入研究,以改良土壤的化学性状来治理水土流失。

参考文献:

- [1] 史兴全,陈永武.绿色能源,世纪工程:西气东输工程[J].第四纪研究,2003,23(2):125-133.
- [2] 沈茂丁,周劲松,刘翔宇.西气东输二线西段环境地质与工程地质问题分析[J].石油工程建设,2010,36(增刊1):6-11,293.
- [3] 王利金,刘建武.川气东送管道工程设计优化[J].油气储运,2010,29(10):793-795,720.
- [4] 倪振强.输油气管道建设中的水土保持研究[J].长江科学院院报,2016,33(1):20-23,42.
- [5] 蒋万全.中缅油气管道(国内段)绿色管道建设理论探索与实践[J].油气田环境保护,2016,26(1):1-5,60.
- [6] 赵园园,陈光联,宫爽.中俄东线黑龙江段地质灾害的特征及危险性[J].油气储运,2018,37(2):216-221.
- [7] 中国水土保持学会水土保持规划设计专业委员会,水利部水利水电规划设计总院.水土保持设计手册:生产建设项目卷[M].北京:中国水利水电出版社,2018:493-498.
- [8] 周嘉琦,陈世发.1951—2018年华南前汛期暴雨特征分析:以韶关市为例[J].水土保持研究,2021,28(3):163-169,176.

(责任编辑 徐素霞)