

引用格式:王芫芫,杨超,韩玮,等.管网防腐层差异对管线阴保电位的影响研究[J].石油化工腐蚀与防护,2023,40(5):1-4.
WANG Yuanyuan, YANG Chao, HAN Wei, et al. Research on influence of different anticorrosive coatings on cathodic protection potential in pipe-line network[J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry, 2023, 40(5): 1-4.

管网防腐层差异对管线阴保电位的影响研究*

王芫芫,杨超,韩玮,王安泉,刘瑾

(中国石化胜利油田分公司技术检测中心,山东 东营 257000)

摘要:阴极保护是埋地金属管道防腐蚀的主要方式之一,但是管廊中多条管线之间的阴极保护存在相互干扰。目前管廊内管道的联合保护是解决这一问题的关键,但是联合保护管网中目标管线的阴保电位测试仍然受管网中其他管线的影响,导致测试结果不准确,通过数值模拟方法研究了管网防腐层差异对管线 IR 降的影响。结果表明,目标管线的 IR 降主要与管网总防腐层质量有关,呈对数关系,并且管网中管线数量越多,管线之间防腐层差异形成杂散电流导致的目标管线 IR 降越小。

关键词:管网;防腐层差异;阴极保护;IR 降

1 管线阴极保护之间的相互干扰

阴极保护技术是埋地金属管道防腐蚀的主要手段之一:当管道断电电位处于 $-1.20 \sim -0.85$ Vvs. CSE 时,认为管道腐蚀速率处于可接受的水平。然而,随着同一管廊内敷设管线数量的增加,不同管线之间的阴极保护存在相互干扰^[1-4],如图 1 所示。图 1 中①由于防腐层质量不同,管道之间存在杂散电流;②跨接使得回路电阻下降,管线极化电位不稳定;③断电电位为混合电位;④相邻阳极之间存在干扰,输出电流存在偏差。针对上述不同阴保系统之间的相互干扰问题,提出管廊内多条管线采用一个阴保或者跨接的方式^[5],在长时间正常运行条件下,整个系统能够达到稳定状态,但是测试管网中某条管线的断电电位时,得到的是整个管网的结果,并且仍然会受到其他管线的影响。因此,针对同一套阴保系统的联合保护管网(两条管线、三条管线),研究管网防腐层差异对目标管线 IR 降的影响,可为管网阴极保护评价的有效性提供借鉴。

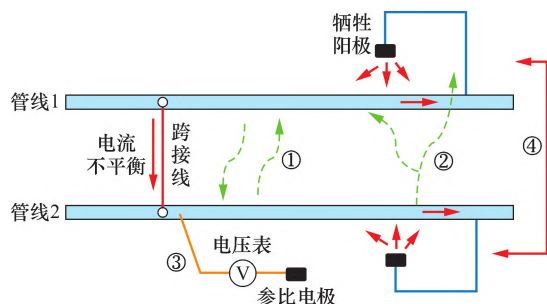


图 1 管线阴极保护之间的相互干扰

2 数值模拟参数设置

通过管道阴极极化曲线来描述管道-防腐层-土壤的边界条件,设置基础参数:防腐层性能下降比例 1%,管道埋深 1.2 m,外加电流 1 000 mA,阳极地床与管道距离 15 m,土壤电阻率 $20 \Omega \cdot \text{m}$,管径 114 mm,管道长度 20 km,管道间距 0.6 m。制作不同绝缘电阻率防腐层的试验管道(模拟防腐层性能下降比例),通过恒电位仪施加不同的极化电位,测试得到不同防腐层性能下降比例管线的阴极极化曲线作为阴极边界条件,如图 2 所示^[6]。

3 结果与讨论

不同管线(管线 2 和管线 3)防腐层性能变化对目标管线(管线 1)阴保参数的影响规律见图 3,不同管线防腐层条件下目标管线中心点位置的 IR 降变化规律见图 4。在设置的管网联合保护方式下,随着管网防腐层性能的下降,管线 1 的 IR 降逐渐减小;然而在管网的总防腐层质量相

收稿日期:2023-05-05;修回日期:2023-07-19。

作者简介:王芫芫(1993—),工程师,本科,主要从事埋地金属管道腐蚀与防护相关工作。E-mail: wangyy673. slyt@sinopec.com

通信作者:杨超(1991—),高级工程师,博士,2020年毕业于中国石油大学(华东)油气储运工程专业,主要从事金属腐蚀与防护的研究工作。E-mail: yangchao201001@163.com

* 基金项目:中国石化胜利油田分公司重点科技项目“管道阴保电位不断电评价装置”(YQK2301-1)

同的条件下,不同管线防腐层质量对管线 1 的 IR 降基本没有影响,管线 1 防腐层性能下降比例为 0.5%,管线 2 防腐层性能下降比例为 1%,管线 1 的 IR 降分别为 -271.29 mV 和 -271.72 mV 。这是因为在给定的阴极保护电流下,由于不同管线的防腐层质量不同,导致其极化电位不同,不同管线的电位差导致管线之间形成杂散电流,最终整个管网系统达到稳定状态。因此对于整个管网系统来说,在总阴极保护电流和总防腐层质量相同的条件下,管线的阴保电位分布也相同。

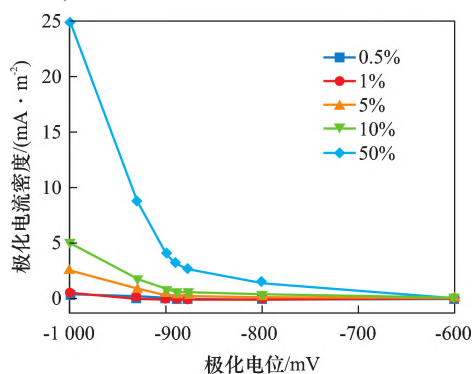
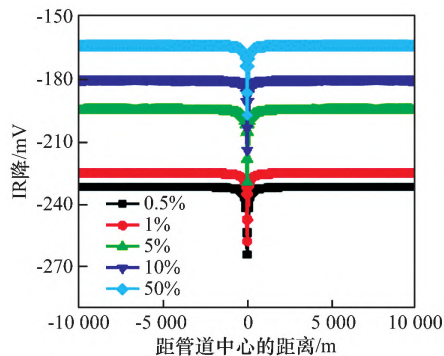
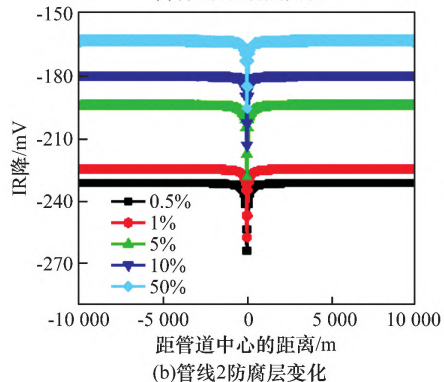


图 2 不同防腐层管线的阴极极化曲线

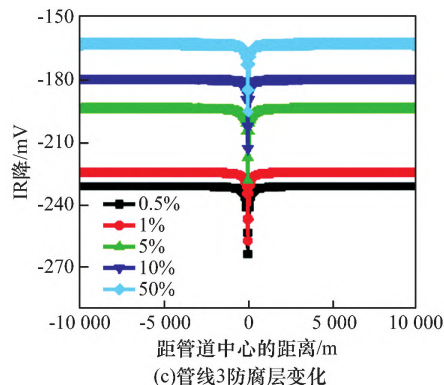
改变三条管线的防腐层性能下降比例,得到管网不同的防腐层质量条件对管线 1 阴极保护效果的影响,计算结果见图 5 至图 6。从图中可以看出,随着管网防腐层总下降比例的增大,管线 1 的 IR 降逐渐减小。



(a) 管线 1 防腐层变化

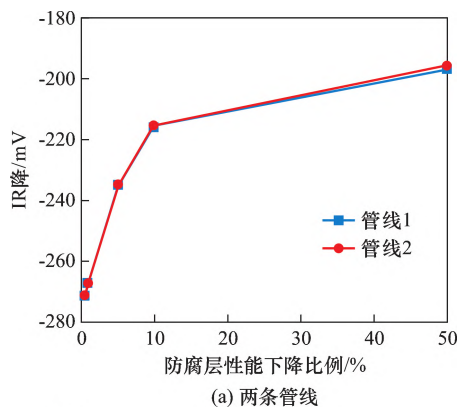


(b) 管线 2 防腐层变化

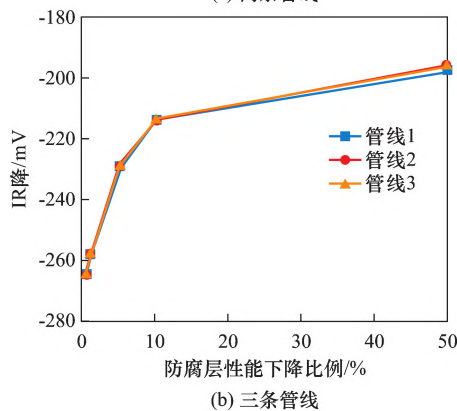


(c) 管线 3 防腐层变化

图 3 不同条件下管线 1 的 IR 降变化规律

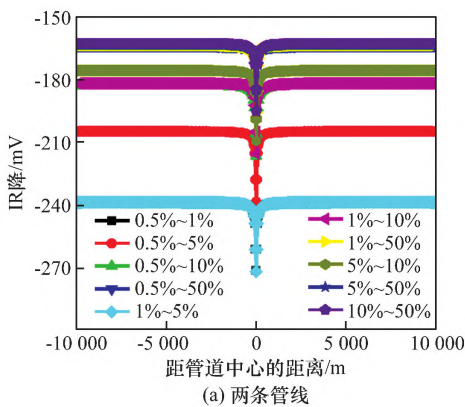


(a) 两条管线



(b) 三条管线

图 4 管线 1 中心点位置的 IR 降变化规律



(a) 两条管线

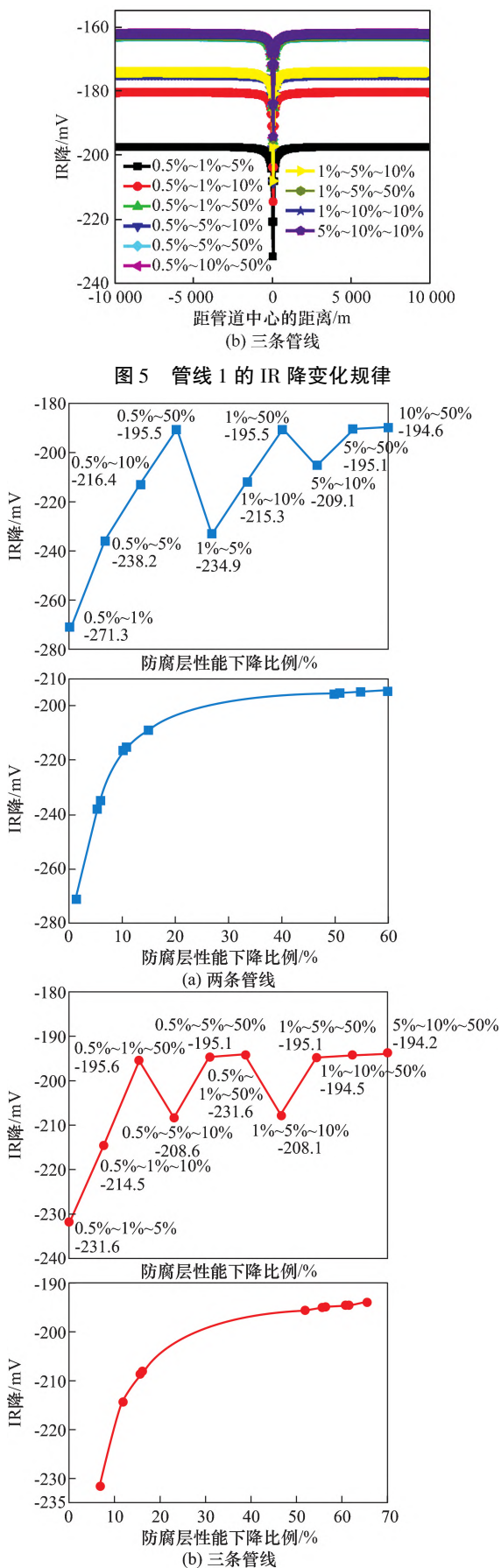


图 6 管线 1 中心点位置的 IR 降变化规律

拟合两条管线和三条管线中管线 1 的 IR 降与总防腐层下降比例的关系,见表 1。可以看出,与单条管线相似,在两条管线和三条管线中,IR 降与防腐层性能下降比例呈对数关系。比较两个拟合方程可以看出,在两条管线形成的管网中,总防腐层性能下降比例对管线 1 的影响远大于三条管线,这是由于三条管线之间的防腐层质量差距小于两条管线,管线之间形成的杂散电流较小,因此对管线 1 的 IR 降影响较小。

综合考虑不同管线数量(单条、两条和三条),管线的总防腐层质量下降比例对管线 1 的 IR 降的影响成对数关系,如图 7 所示。然而,需要注意的是,单条管线的 IR 降数据与拟合曲线之间存在较大的误差,这是因为与两条管线和三条管线形成的管网相比,管线 1 的 IR 降没有受到杂散电流的影响,IR 降相对较小。综上所述,当管网中管线数量越多时,管线之间防腐层差异形成杂散电流导致的 IR 降越小,在给定的阴保电流条件下,管网的阴极保护水平主要与总防腐层质量有关,并且防腐层质量越差,对管网 IR 降的影响越小。

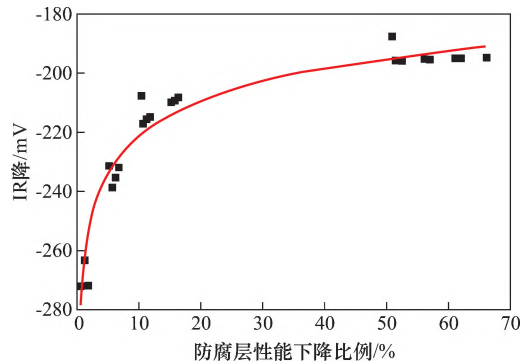


表 1 目标管线 IR 降与防腐层下降比例拟合方程

管线数量	拟合方程	R^2
单条	$y = 19.280 \cdot \ln(x) - 170.75$	0.982
两条	$y = 19.627 \cdot \ln(x) - 270.19$	0.945
三条	$y = 13.986 \cdot \ln(x) - 251.01$	0.936
综合	$y = 17.299 \cdot \ln(x) - 261.81$	0.942

4 结 论

(1)随着管网总防腐层性能的下降,目标管线的 IR 降逐渐减小;当管网总防腐层质量相同时,不同管线防腐层质量变化对目标管线的 IR 降基本没有影响。

(2)管网总防腐层质量下降比例与目标管线的 IR 降成对数关系,并且管网中管线数量越多,

由管线之间防腐层差异形成杂散电流导致的 IR 降越小。

参考文献

- [1] 杨超,黄珊,韩庆,等. 阴极保护技术的应用现状及相关问题探讨[J]. 石油化工腐蚀与防护,2021,38(3):30.
YANG C,HUANG S,HAN Q,et al. The application status and related problems of cathodic protection technology[J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry,2021,38(3):30.
- [2] 王洪志. 动态直流干扰下阴极保护效果评价研究[J]. 石油化工腐蚀与防护,2022,39(4):1.
WANG H Z. Evaluation of cathodic protection effect under dynamic DC interference evaluation[J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry,2022,39(4):1.
- [3] 郭艳伟. 地铁直流杂散电流干扰下管道阴极保护的测试与评价方法[J]. 管道技术与设备,2022(2):47.
GUO Y W. Test and evaluation method of pipeline cathodic protection under interference of subway DC stray current[J]. Pipeline Technique and Equipment,2022(2):47.
- [4] 李伟,郭艳伟,刘礼良,等. 杂散电流干扰下埋地管道阴极保护有效性检测与评价[J]. 石油化工设备,2021,50(3):23.
LI W, GUO Y W, LIU L L, et al. Detection and evaluation of the effectiveness of cathodic protection for buried pipelines interfered by stray currents[J]. Petro-chemical Equipment,2021,50(3):23.
- [5] 曹国民. 临邑站多条管线阴极保护系统的相互影响[J]. 腐蚀与防护,2017,38(4):322.
CAO G M. Mutual influence between cathodic protection systems of pipelines at Linyi station[J]. Corrosion & Protection,2017,38(4):322.
- [6] 杨超,韩庆,王艺璇,等. 多因素影响下管道阴保 IR 降的计算方法研究[J]. 腐蚀与防护,2023,44(1):1.
YANG C,HAN Q,WANG Y X,et al. Study on the calculation method of IR drop of pipeline under the influence of multiple factors[J]. Corrosion & Protection,2023,44(1):1.

(编辑 马晓华)

Research on influence of different anticorrosive coatings on cathodic protection potential in pipeline network

WANG Yuanyuan, YANG Chao, HAN Wei, WANG Anquan, LIU Jin

(Technology Inspection Center of Shengli Oilfield, SINOPEC, Dongying 257000, China)

Abstract: Cathodic protection is one of the main ways to prevent corrosion in buried metal pipelines. Due to the interference of cathodic protection between multiple pipelines in the pipeline corridor, joint protection is the key to solving this problem. However, cathodic protection potential test of the target pipeline in the joint protection is still affected by other pipelines in the network, resulting in inaccurate test results. Therefore, the influence of different coatings on pipeline IR drop is studied through numerical simulation methods. The results indicate that the IR drop of the target pipeline was mainly related to the quality of the total anti-corrosion layer of the pipeline network, in a logarithmic relationship. The more pipelines in the pipeline network, the smaller the IR drop of the target pipeline induced by stray current caused by the difference in anti-corrosion layers between pipelines.

Key words: pipeline network; difference in anticorrosive coatings; cathodic protection; IR drop



微博



微信

请扫描二维码关注我刊