



张宏忠,刘振兴,胡万达,等.天然碱原卤液采集管道防腐涂层的研制及其性能研究[J].轻工学报,2025,40(4):108-114.
ZHANG H Z,LIU Z X,HU W D,et al.Preparation and performance evaluation of anti-corrosion coatings for natural alkali brine collection pipelines[J].Journal of Light Industry,2025,40(4):108-114.
DOI:10.12187/2025.04.012

天然碱原卤液采集管道防腐涂层的研制及其性能研究

张宏忠^{1,2},刘振兴¹,胡万达¹,鹿一¹,张硕¹,吴巴特尔³,李团圆⁴

1. 郑州轻工业大学 材料与化学工程学院,河南 郑州 450001;
2. 郑州轻工业大学 环境污染治理与生态修复河南省协同创新中心,河南 郑州 450001;
3. 河南中源化学股份有限公司,河南 南阳 474775;
4. 河南顺圆水处理技术有限公司,河南 郑州 450003

摘要:针对天然碱原卤液采集管道腐蚀问题,以环氧树脂(EP)和聚二甲基硅氧烷(PDMS)作为基体材料,三氯十八烷基硅烷(OTS)改性的纳米二氧化硅($n\text{-SiO}_2$)粒子作为填充材料,制备复合体系防腐涂层(EP+PDMS@ SiO_2),通过塔菲尔(Tafel)极化分析、电化学阻抗(EIS)分析、挂片失量法等考查该防腐涂层的耐腐蚀性能。结果表明: $n\text{-SiO}_2$ 粒子及改性剂OTS的添加量为防腐涂层(EP+PDMS@ SiO_2)耐腐蚀性能的关键影响因素,最佳添加量分别为2.1 g和0.5~1.0 mL;N80不锈钢标准腐蚀试片经耐腐蚀性能最优的EP+PDMS@ SiO_2 防腐涂层涂覆后,其自腐蚀电流降低了3个数量级,电荷转移电阻提升了3个数量级,腐蚀率由原来的2.004 4%降低为0.029 2%,说明该防腐涂层对抑制天然碱原卤液采集管道的腐蚀具有显著效果。

关键词:天然碱原卤液;采集管道;防腐涂层;纳米二氧化硅;三氯十八烷基硅烷

中图分类号:TS959.9;TQ114.13 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-1553(2025)04-0108-07

0 引言

管道腐蚀是天然碱行业常见的问题之一,不仅会严重影响管道和设备的使用寿命,还会因生产路线中被引入大量铁离子杂质而严重影响天然碱产品的品质^[1]。国内外研究人员已开发多种防腐蚀方法,包括耐蚀金属(合金)材料研发、缓蚀剂应用、电化学保护、表面防护等^[2-3]。其中,以涂料作为防腐涂层的表面防护技术因具有施工简便、适用于多

种工程材料表面、可重新涂装、修复成本低廉等优点,已得到广泛应用^[4-6]。由于天然碱原卤液一般具有较高的含盐量、碱度、温度和pH值,传统涂料难以在这种环境中作为防腐涂层来保护输送碱液的管道。环氧树脂(EP)是一种含有两个以上环氧基团的高分子聚合物,具有耐热、耐碱、与金属粘附力强等优点^[7-9]。聚二甲基硅氧烷(PDMS)则因相对分子质量的不同,可呈现挥发性液体、液体、高黏度硅胶等形态,具有透明度较高、耐热、耐寒、防水、

收稿日期:2024-06-21;修回日期:2024-07-25;出版日期:2025-08-15

基金项目:国家自然科学基金面上项目(42277413)

作者简介:张宏忠(1968—),男,河南省新乡市人,郑州轻工业大学教授,博士,主要研究方向为工业三废治理与资源化利用。
E-mail:zhz@zzuli.edu.cn

化学结构稳定等优点^[10-12]。因此,选用 EP 和 PDMS 作为天然碱原卤液采集管道防腐涂层的基体材料是较为适宜的。

纳米二氧化硅($n\text{-SiO}_2$)是一种无定形、无毒、无味、无污染的粉末状无机化工材料,其微观结构为球形,呈絮状和网状的准颗粒结构,在涂料中复配 $n\text{-SiO}_2$ 可以显著提高氧化石墨烯、镁合金等材料的抗老化性能、机械强度及耐化学腐蚀性能^[13-14]。为进一步提升这些性能,通常会对复配的 $n\text{-SiO}_2$ 进行有机改性,使其具有良好的疏水性,以抑制漆料流动,加快漆料固化速度,并提高网格结构与硅石结构涂料之间的粘附力,进而提高防腐涂层的密封性和防渗性^[14-16]。研究^[17-18]表明,三氯十八烷基硅烷(OTS)具有优良的疏水性,可以在 $n\text{-SiO}_2$ 、纳米 TiO_2 等多种基体表面自组装形成单分子膜,进而改善材料的疏水性和界面分散性。

天然碱原卤液采集管道内部长期处于高温、高碱度的介质环境中,其严重的腐蚀问题尚未得到有效解决。基于此,本文拟以 EP 和 PDMS 作为基体材料,并复配经 OTS 改性、具有一定机械强度和疏水性的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子制备 EP+PDMS@ SiO_2 复合体系防腐涂层,通过塔菲尔(Tafel)极化分析、电化学阻抗(EIS)分析、挂片失量法等验证该防腐涂层的耐腐蚀性能,阐明其抗腐蚀机理,以期为天然碱原卤液采集管道防腐及天然碱产品品质提升提供参考。

1 材料与方法

1.1 主要材料、试剂与仪器

主要材料:N80 不锈钢标准腐蚀试片,以下简称为 N80 试片,与天然碱原卤液采集管道的主要材质一致,50 mm×25 mm×2 mm,表面积 12.5 cm²,由上海涿淞机电设备有限公司提供。

主要试剂: $n\text{-SiO}_2$ 、EP、EP 固化剂(W-39),均为化学纯,上海奥电化工科技有限责任公司;PDMS、PDMS 固化剂、550 硅烷偶联剂,均为化学纯,广州市炜圣贸易有限公司;OTS(分析纯),阿拉丁试剂(上海)有限公司。

主要仪器:CH660 型电化学工作站(使用涂覆

有防腐涂层的 N80 试片作为工作电极,铂片电极作为对电极,Ag-AgCl 作为参比电极),上海晨华仪器有限公司;VECTOR-22 型傅里叶变换红外光谱(FT-IR)仪,美国 Thermo 公司;JSM-7001F 型扫描电子显微镜(SEM),日本日立公司;KQ-500 型超声波清洗器,昆山市超声仪器有限公司;TG16-WS 型数显离心机,湘仪仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 N80 试片前处理 将 N80 试片置于体积比为 1:1 的乙醇和丙酮混合溶液中浸泡 20 min,取出后置于无水乙醇溶液中超声处理 10 min;用脱脂棉球吸去 N80 试片表面残存的无水乙醇后,将 N80 试片置于 150 ℃烘箱中烘干,待用。

1.2.2 改性 $n\text{-SiO}_2$ 粒子制备 准确称取 3.0 g $n\text{-SiO}_2$ 分散于 50 mL 无水乙醇中,超声处理 5 min,滴加 1 mL OTS 后,于 60 ℃条件下磁力搅拌 2 h;将混合液置于 7000 r/min 条件下离心 6 min,取沉积物,使用无水乙醇洗涤并干燥,重复 3 次,即得改性 $n\text{-SiO}_2$ 粒子。

1.2.3 EP+PDMS@ SiO_2 防腐涂层样品制备 称取一定质量的改性 $n\text{-SiO}_2$ 粒子和 3.2 g EP 于 12 mL 乙酸乙酯中,超声分散 10 min,向混合液中加入 1 g PDMS、0.8 g W-39 和 0.1 g 550 硅烷偶联剂,于 25 ℃条件下磁力搅拌 1.5 h,即得 EP+PDMS@ SiO_2 防腐涂层样品。

1.2.4 防腐涂层样品基本参数设定 为考查改性剂 OTS 和 $n\text{-SiO}_2$ 这 2 个关键参数的添加量对防腐涂层样品防腐性能的影响,本文以未经处理的 N80 试片为对照组,以 OTS 和 $n\text{-SiO}_2$ 的添加量作为 2 个主变量,制备如表 1 所示的各实验试片。

1.2.5 防腐涂层样品表征及性能分析

1)微观形貌表征。将涂有防腐涂层样品的锡纸裁剪成规整小块样品,使用导电胶将锡纸样品粘结于样品台上,进行真空喷金处理后,置入 SEM 样品仓中,使用 15 kV 的电子束对样品微观形貌进行拍照分析。

2)结构表征。将防腐涂层样品固定于样品台上,置于 FT-IR 仪中,在 400~4000 nm 的波长范围内进行红外光线扫描,即得对应 FT-IR 光谱。

表 1 防腐涂层样品各组分的添加量
Table 1 Dosages of components in anti-corrosion coatings

样品编号	<i>n</i> -SiO ₂ /g	OTS/mL	EP/g	PDMS/g	W-39/g	550 硅烷偶联剂/g	乙酸乙酯/mL
1	0.00	0.00	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
2	0.70	0.12	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
3	0.70	0.23	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
4	2.10	0.00	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
5	2.10	0.35	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
6	2.10	0.70	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
7	2.10	1.40	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
8	2.80	0.47	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00
9	2.80	0.93	3.20	1.00	0.80	0.10	12.00

3) 塔尔菲 (Tafel) 极化分析。准备若干经过前处理的 N80 试片,并在其表面涂覆不同种类的防腐涂层。将三电极体系置于天然碱原卤液中,扫描范围为-0.6~0.6 V(vs. Ag-AgCl),扫描速率为 0.2 mV/s。为使得到的 Tafel 曲线更光滑平稳,测试前将样品浸泡于电化学测试系统中 10 min,以保证样品表面被充分浸润。通过绘制电流密度的对数(log *J*)与电位(*E*)之间的关系曲线,得到 Tafel 曲线图。

4) 电化学阻抗 (EIS) 分析。准备若干经过前处理的 N80 试片,在其表面分别涂覆不同种类的防腐涂层,并将涂覆后的试片置于天然碱原卤液中浸泡一定时间。将三电极体系置于质量分数为 3.5% 的 NaCl 溶液中进行 EIS 测试,频率范围设置为 0.1~10 MHz,并施加 5 mV 振幅的正弦电压作为干扰信号。为使得到的 EIS 曲线更光滑平稳,测试前将样品浸泡于质量分数为 3.5% 的 NaCl 溶液中 10 min,以保证样品表面被充分浸润。

5) 挂片失量法。将 N80 试片和防腐涂层样品置于腐蚀系统中,在浸泡、腐蚀一定时间并干燥后,通过对比腐蚀前后的质量差值来检验一段时间内腐蚀速度的均值。

1.3 数据处理

使用 Origin 2020 绘制数据图表。

2 结果与讨论

2.1 *n*-SiO₂ 粒子添加量对防腐涂层表面形貌的影响

将表 1 所示样品 1、样品 2、样品 5 和样品 8 分

别于 100 倍和 1000 倍下进行 SEM 分析,结果如图 1 所示。由图 1 可知,所有样品表面均可观察到连续致密的 EP 涂层,呈现连续的微米尺寸凸起和凹坑结构。复配改性 *n*-SiO₂ 粒子的防腐涂层中可观察到许多微纳米尺寸的乳头状凸起,这可能是改性 *n*-SiO₂ 粒子团聚引起的。随着 *n*-SiO₂ 粒子添加量的增加,防腐涂层表面的 *n*-SiO₂ 粒子团聚现象及形成的乳头状凸起变得愈发明显。

2.2 OTS 添加量对防腐涂层表面形貌的影响

分别将表 1 所示样品 4、样品 5、样品 6 和样品 7 于 1000 倍下进行 SEM 分析,结果如图 2 所示。由图 2 可知,所有样品表面均能观察到连续致密的 EP 涂层,呈现连续的微米尺寸凸起和凹坑结构。此外,在制备改性 *n*-SiO₂ 时,随着 OTS 添加量的增加,涂层表面原本呈乳头状凸起的 *n*-SiO₂ 逐渐相互连接,呈现层状结构。OTS 中含有大量亲油性的烷基基团和亲水性的硅烷基团,经 OTS 改性后的 *n*-SiO₂ 粒子具备更优良的界面分散性和相容性。因此,随着 OTS 添加量的增加,*n*-SiO₂ 粒子在防腐涂层中分散得更加均匀且致密。

2.3 防腐涂层 FT-IR 分析

防腐涂层样品的 FT-IR 谱图如图 3 所示。由图 3 可知,*n*-SiO₂ 和改性 *n*-SiO₂ 均在 1092 cm⁻¹ 和 802 cm⁻¹ 处出现吸收峰,这可能是由 O—Si—O 键的弯曲和伸缩振动产生的,其中改性 *n*-SiO₂ 在 2880 cm⁻¹ 和 2925 cm⁻¹ 附近还出现了新的吸收峰,表明由于 OTS 的引入,*n*-SiO₂ 上的—OH 被烷基部分取代,C—H 键的伸缩振动强度增强。EP+PDMS@SiO₂ 涂层中 1259 cm⁻¹ 处新峰的出现可归因于 Si—CH₃

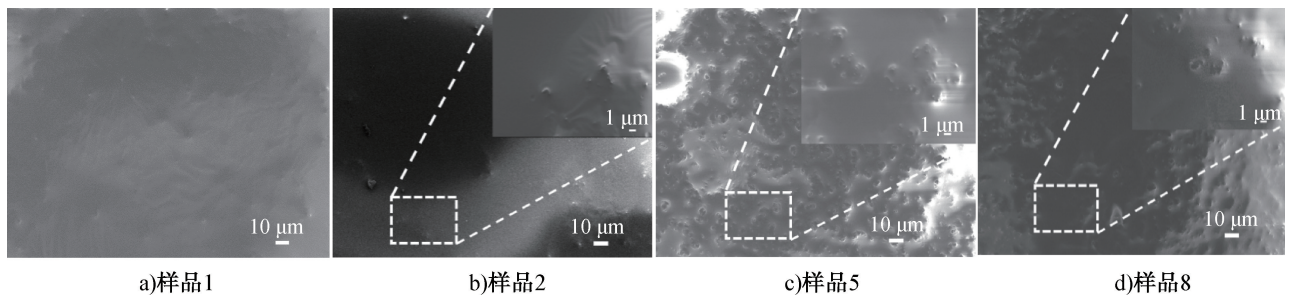


图 1 不同 $n\text{-SiO}_2$ 粒子添加量的防腐涂层表面形貌

Fig. 1 Surface morphology of anti-corrosion coatings with varying $n\text{-SiO}_2$ particle dosages

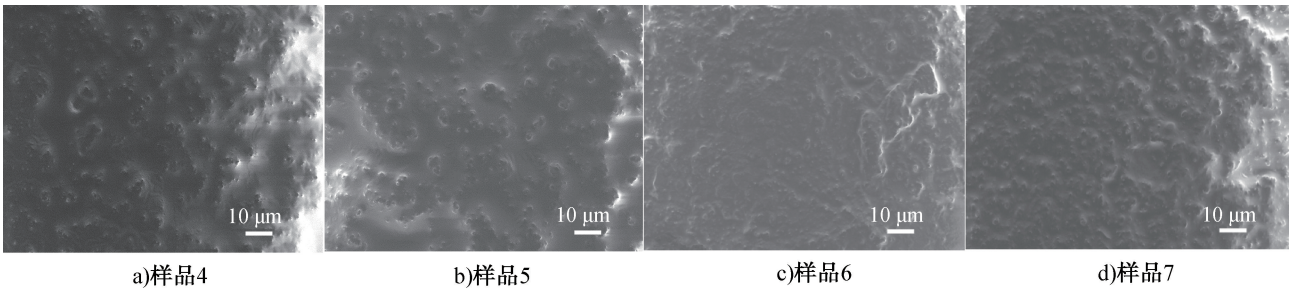


图 2 不同 OTS 添加量的防腐涂层表面形貌

Fig. 2 Surface morphology of anti-corrosion coatings with varying OTS dosages

2.4 防腐涂层电化学性能分析

防腐涂层样品的 Tafel 极化曲线如图 4 所示。由图 4 可知,在天然碱原卤液中,防腐涂层样品的耐腐蚀性明显优于未经处理的 N80 试片,腐蚀电流减小了 1~3 个数量级,腐蚀电位也相应出现轻微移动,这可能是因为防腐涂层中复配的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子能显著提高其在强碱高盐溶液中的耐腐蚀能力。此外,改性剂 OTS 的添加量会对防腐涂层样品的耐腐蚀性能产生较大影响,结合各个样品的自腐蚀电流及自腐蚀电位可知,样品 5 的耐强碱、耐高盐溶液腐蚀性能优于样品 2 和样品 8,样品 6 的耐强碱、耐高盐溶液的腐蚀性能优于样品 3 和样品 9。这可能是由于在改性过程中,OTS 分子的引入使改性后的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子表面形成了一层亲油的烷基链,同时又保留了少量的硅烷基团,从而使防腐涂层表面具有两亲性。这种特殊的表面性质可以增强 $n\text{-SiO}_2$ 粒子的分散性和界面相容性,使防腐涂层质地更加均匀致密。

经天然碱原卤液浸泡后防腐涂层样品的 EIS 曲线如图 5 所示。由图 5 可知,防腐涂层样品具有优良的耐腐蚀性能,尤其是样品 5 和样品 6,其耐腐蚀性能远优于其他样品。样品 8 在浸泡 12 h 时尚能

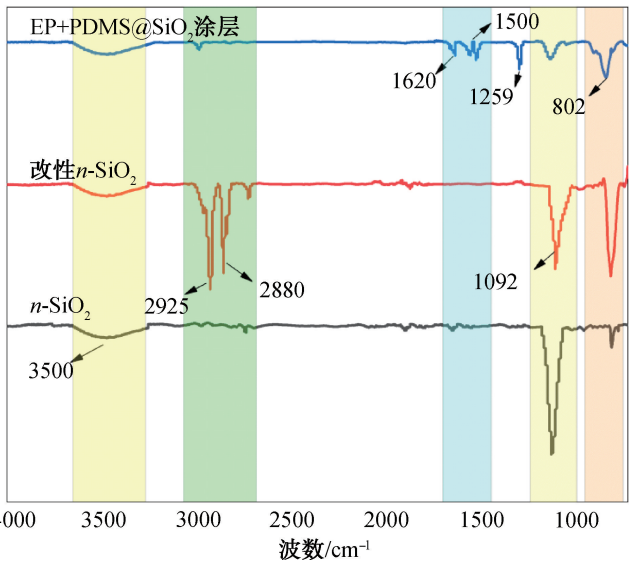


图 3 防腐涂层样品的 FT-IR 谱图

Fig. 3 FT-IR spectra of the anti-corrosion coating samples

键中—CH₃ 键的对称伸缩振动,表明防腐涂层中有 PDMS 存在。此外,在 1620 cm⁻¹ 和 1500 cm⁻¹ 处出现的吸收峰属于 EP 主链中芳香环的骨架振动。综上, $n\text{-SiO}_2$ 、改性 $n\text{-SiO}_2$ 、EP 和 PDMS 的特征峰均在 EP+PDMS@SiO₂ 涂层中出现,说明 EP+PDMS@SiO₂ 防腐涂层制备成功。

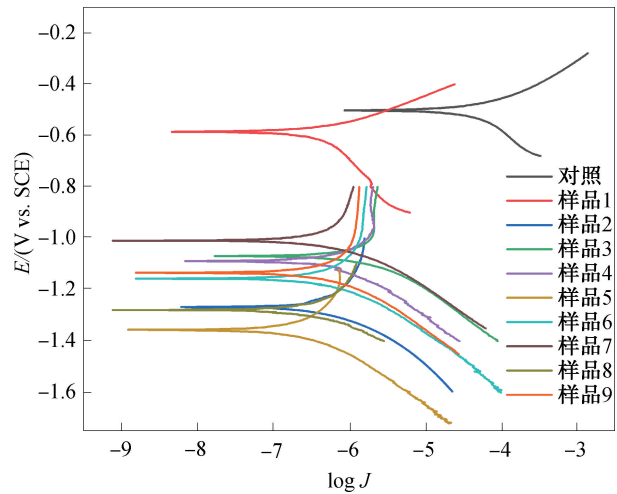


图 4 防腐涂层样品的 Tafel 极化曲线
Fig. 4 Tafel polarization curves of the anti-corrosion coating samples

表现出优越的耐腐蚀性能,但随后其耐腐蚀性能迅速衰减。这可能是因为添加过量的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子使防腐涂层的透明度下降,甚至出现颗粒聚集、分散不均等现象, $n\text{-SiO}_2$ 粒子还会影响防腐涂层的流动性能,使其变得过于黏稠,从而影响防腐涂层与基材的结合强度。此外, $n\text{-SiO}_2$ 粒子本身具有较高的比表面积和化学活性,过量添加会导致防腐涂层中自由基、离子等活性物质增多,进而影响防腐涂层的稳定性和耐候性。结合 $n\text{-SiO}_2$ 粒子及 OTS 添加量不同时样品的形貌和电化学性能分析,得到两组分的最佳添加量分别为 2.1 g 和 0.5~1.0 mL。

2.5 防腐涂层耐腐蚀性能分析

经天然碱原卤液常温浸泡 30 d 后防腐涂层样品的腐蚀率如图 6 所示。由图 6 可知,对照样品表

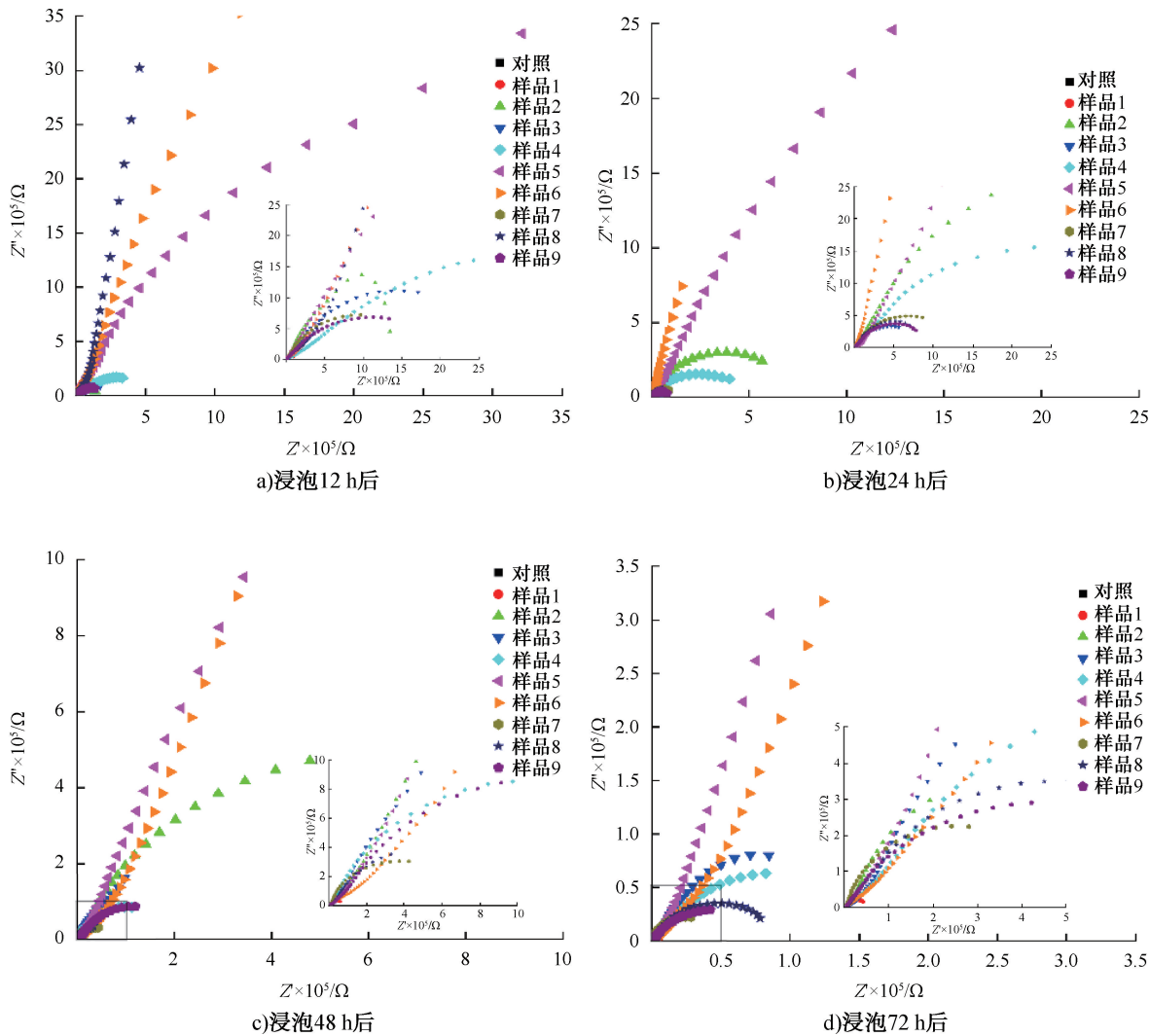


图 5 经天然碱原卤液浸泡后防腐涂层样品的 EIS 曲线

Fig. 5 EIS curves of the anti-corrosion coating samples after immersion in the natural alkaline brine

现出最高的腐蚀率(2.004 4%),样品 5 表现出最低的腐蚀率(0.029 2%),样品 6 同样表现出较低的腐蚀率(0.040 0%)。与其他样品相比,样品 5 和样品 6 的耐腐蚀性能更好,这表明在防腐涂层中适当添加经 OTS 改性的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子可以增强涂层与金属基体间的结合能力,使防腐涂层不易变脆和脱落。

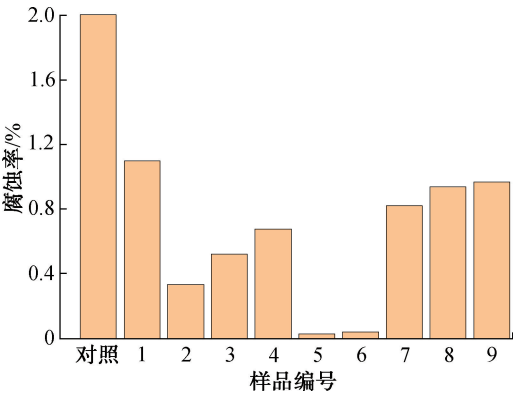


图 6 经天然碱原卤液浸泡 30 d 后防腐涂层样品的腐蚀率

Fig. 6 Corrosion rates of the anti-corrosion coating samples following immersion in the natural alkaline brine 30-day

3 结论

本文优化了用于天然碱原卤液采集管道防腐涂层的制备工艺,并通过 Tafel 极化分析、EIS 分析、挂片失量法等对防腐涂层的耐腐蚀性能进行了研究,发现添加经 OTS 改性的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子的防腐涂层 (EP+PDMS@ SiO_2) 对抑制天然碱原卤液采集管道的腐蚀具有显著效果,其中 $n\text{-SiO}_2$ 粒子及改性剂 OTS 的添加量为关键影响因素,最佳添加量分别为 2.1 g 和 0.5 ~ 1.0 mL。其抗腐蚀机理为适量的 $n\text{-SiO}_2$ 粒子可以在样品表面形成一层均匀致密的防腐涂层,显著提高其耐腐蚀性能,适量 OTS 分子的引入在 $n\text{-SiO}_2$ 粒子表面形成了一层亲油的烷基链的同时保留了少量的硅烷基团,进而增强了 $n\text{-SiO}_2$ 粒子的分散性和界面相容性,使防腐涂层质地更加均匀致密。与对照样品相比,经耐腐蚀性能最优的 EP+PDMS@ SiO_2 防腐涂层涂覆的 N80 试片的腐蚀率由 2.004 4%降低至 0.029 2%。

采用文本研制的 EP+PDMS@ SiO_2 防腐涂层能有效抑制天然碱原卤液采集管道的腐蚀,这不仅对

天然碱生产的提质增效具有重要意义,对其他涉及高温、高盐、高碱管道输送行业的节能减排也具有重要的应用价值。

参考文献:

[1] 柴常盛. 纯碱工业(上)[J]. 化工管理,2014(16):97-101.

[2] CUI M J, REN S M, ZHAO H C, et al. Polydopamine coated graphene oxide for anticorrosive reinforcement of water-borne epoxy coating [J]. Chemical Engineering Journal, 2018, 335:255-266.

[3] RAMEZANZADEH M, RAMEZANZADEH B, BAHLAKEH G, et al. Development of an active/barrier bi-functional anti-corrosion system based on the epoxy nanocomposite loaded with highly-coordinated functionalized zirconium-based nanoporous metal-organic framework (Zr-MOF) [J]. Chemical Engineering Journal, 2021, 408:127361.

[4] CHEN H Y, WANG F F, FAN H Z, et al. Construction of MOF-based superhydrophobic composite coating with excellent abrasion resistance and durability for self-cleaning, corrosion resistance, anti-icing, and loading-increasing research [J]. Chemical Engineering Journal, 2021, 408:127343.

[5] YE Y W, YANG D P, CHEN H, et al. A high-efficiency corrosion inhibitor of N-doped citric acid-based carbon dots for mild steel in hydrochloric acid environment [J]. Journal of Hazardous Materials, 2020, 381:121019.

[6] 姜丹, 黄国胜, 马力, 等. 仿生表面/涂层在金属腐蚀防护中的研究进展 [J]. 表面技术, 2022, 51(6):180-193.

[7] CHEN Q, WANG C H, YU S X, et al. Low-temperature mechanical properties of polyurethane-modified waterborne epoxy resin for pavement coating [J]. International Journal of Pavement Engineering, 2023, 24(2):2099853.

[8] JIN F L, LI X, PARK S J. Synthesis and application of epoxy resins: A review [J]. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2015, 29:1-11.

[9] MEMON H, LIU H Y, RASHID M A, et al. Vanillin-based epoxy vitrimer with high performance and closed-loop recyclability [J]. Macromolecules, 2020, 53(2):621-630.

[10] 胡智杰, 董心悦. 基于聚二甲基硅氧烷制备超疏水表面的研究进展 [J]. 云南化工, 2022, 49(1):10-13.

[11] 王葳, 黎汉生, 欧阳梦洁, 等. 基于聚二甲基硅氧烷的渗透气化膜改性技术研究进展 [J]. 现代化工, 2022, 42(3):16-20.

[12] 张满, 山程, 夏良平, 等. 基于聚二甲基硅氧烷微米结构的柔性单电极摩擦纳米发电机 [J]. 微纳电子技术, 2022, 59(1):44-49.

[13] WANG S, LIU W Q, SHI H Y, et al. Co-modification of

nano-silica and lysine on graphene oxide nanosheets to enhance the corrosion resistance of waterborne epoxy coatings in 3.5% NaCl solution [J]. *Polymer*, 2021, 222:123665.

[14] QIAN Z Q, LIU Z, WANG S D, et al. Preparation and anti-corrosion properties of SiO_2 @MWCNTs@PFOTES superhydrophobic coatings on magnesium alloy [J]. *International Journal of Electrochemical Science*, 2022, 17 (1):220129.

[15] ZHANG Z Z, GE B, MEN X H, et al. Mechanically durable, superhydrophobic coatings prepared by dual-layer method for anti-corrosion and self-cleaning [J]. *Colloids*

and Surfaces A (Physicochemical and Engineering Aspects), 2016, 490:182–188.

[16] WANG X Y, LIN Z B. Robust, hydrophobic anti-corrosion coating prepared by PDMS modified epoxy composite with graphite nanoplatelets/nano-silica hybrid nanofillers [J]. *Surface and Coatings Technology*, 2021, 421:127440.

[17] 李少伟, 郑雁军, 陈长风. 相结构对十八烷基三氯硅烷分子膜纳米机械强度的影响 [J]. *表面技术*, 2017, 46 (8):91–95.

[18] 刘晓杰, 徐帅, 李玉琼, 等. 二氧化硅-十八烷基三氯硅烷界面的和频光谱相位测量及其测量精度分析 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2021, 41(3):789–795.

Preparation and performance evaluation of anti-corrosion coatings for natural alkali brine collection pipelines

ZHANG Hongzhong^{1,2}, LIU Zhenxing¹, HU Wanda¹, LU Yi¹, ZHANG Shuo¹, WU Bateer³, LI Tuanyuan⁴

1. College of Materials and Chemical Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. Henan Collaborative Innovation Center of Environmental Pollution Control and Ecological Restoration, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China;

3. Henan Zhongyuan Chemical Co., Ltd., Nanyang 474775, China;

4. Henan Shunyu Water Treatment Technology Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China

Abstract: To address corrosion issues in natural alkali brine collection pipelines, a composite anti-corrosion coating (EP+PDMS@ SiO_2) was prepared based on epoxy resin (EP) and polydimethylsiloxane (PDMS) as matrix materials, incorporated with octadecyltrichlorosilane (OTS)-modified nano-silica ($n\text{-SiO}_2$) particles as fillers. The corrosion resistance of the coating was characterized via Tafel polarization analysis, electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and mass loss method. Results indicated that the dosages of $n\text{-SiO}_2$ particles and OTS (used as modifier) were critical factors influencing the corrosion resistance of EP+PDMS@ SiO_2 coatings, with optimal values of 2.1 g (for $n\text{-SiO}_2$) and 0.5~1.0 mL (for OTS), respectively. When coated onto N80 steel coupons, the optimized EP+PDMS@ SiO_2 coating reduced the self-corrosion current and elevated the charge transfer resistance by three orders of magnitude, respectively. The corrosion rate decreased from 2.004 4% to 0.029 2%. These results demonstrate that the OTS-modified $n\text{-SiO}_2$ -reinforced anti-corrosion coating (EP+PDMS@ SiO_2) effectively inhibits corrosion in natural alkali brine collection pipelines.

Key words: natural alkali brine; collection pipeline; anti-corrosion coating; nano-silica; octadecyltrichlorosilane

[责任编辑: 王晓波]