

Ph-ATP@PANI 复合材料的制备及防腐性能研究

邹挺^{1,2}, 刘丰华^{1*}, 肖通虎², 许高杰¹

(1.中国科学院 宁波材料技术与工程研究所, 浙江 宁波 315201;

2.宁波大学 材料科学与化学工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:以苯基-三乙氧基硅烷改性纳米凹凸棒石(Ph-ATP)为载体, 通过原位聚合制备了 Ph-ATP@PANI 纳米复合材料, 通过红外光谱(FTIR)、热重分析(TGA)、扫描电镜(SEM)和透射电镜(TEM)等表征了复合材料的微观结构和形貌. 以 Ph-ATP@PANI 纳米复合材料为填料制备了 Ph-ATP@PANI/环氧树脂防腐涂层, 用电化学阻抗谱(EIS)、极化曲线(Tafel)以及盐雾试验分析了涂层的防腐性能. 测试结果表明, 相比纯 PANI, Ph-ATP@PANI 复合材料中 PANI 的红外特征吸收峰蓝移、热分解温度降低, Ph-ATP@PANI 粒子在环氧树脂涂层中的分散性增强, 涂层的防腐性能显著提升.

关键词:凹凸棒石; 硅烷改性; 聚苯胺; 防腐

中图分类号: O64

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2016) 03-0072-06

聚苯胺(PANI)防腐涂料对金属具有优异的阳极保护和屏蔽作用, 还兼有独特的抗划伤腐蚀能力, 且制备成本低、稳定性好、无污染, 在重防腐涂料领域具有广阔的应用前景^[1]. 但是聚苯胺本身的共轭刚性结构导致其难加工、难熔难溶, 成为其工业应用的主要障碍. 将聚苯胺纳米化以及无机粒子复合, 可以优化聚苯胺的可加工性, 并将其防腐性与纳米颗粒的功能性聚于一体^[2-3]. 凹凸棒石(ATP)是一种层链状结构的含水富镁铝硅酸盐黏土矿物^[4-5], 是天然的一维纳米材料, 在我国储量非常丰富, 其具有无毒、无味、化学稳定、材料成本低等优点. 如能充分利用凹凸棒石的结构、物性等方面特点, 制备出 ATP@PANI 基纳米复合材料, 将有效地改善聚苯胺的可加工性和分散性, 提高聚苯胺基防腐涂料的耐腐蚀性能, 同时也能进一步拓展凹凸棒石黏土的应用领域, 提高附加值.

目前 ATP@PANI 的制备及相关应用研究的报道较少, 姚超等^[6-7]直接以纯凹凸棒石为基体通过原位聚合法制备了 5-磺基水杨酸掺杂的 SSA-ATP/PANI 导电复合材料以及盐酸掺杂的 ATP/PANI 导

电复合材料, 发现添加适量凹凸棒石可以改善材料的导电率和耐热性, 但未对复合材料的形貌和尺寸进行进一步控制. 同时由于未对凹凸棒石进行表面改性, 其制备的 ATP/PANI 纳米复合材料中 PANI 是以物理作用与 ATP 结合, 难以充分发挥凹凸棒石的胶体性能和纳米尺度效应.

本研究首次提出采用苯基-三乙氧基硅烷(PhTES)改性凹凸棒石, 使凹凸棒石表面接枝有机基团-苯基, 利用苯基作为聚苯胺聚合的活性中心, 使 ATP 与 PANI 之间以共价键形式相互链接, 并通过原位聚合法成功制备 Ph-ATP@PANI 纳米复合材料, 研究 PhTES 改性对 Ph-ATP@PANI 纳米复合材料的微结构、形貌和防腐性能的影响.

1 实验部分

1.1 实验试剂

凹凸棒石黏土(ATP): 江苏玖川纳米材料科技有限公司; 苯基-三乙氧基硅烷(PhTES): $\geq 98\%$, 阿拉丁化学试剂有限公司; 乙醇、浓硫酸、苯胺(An)、过硫酸铵(APS)、正丁醇和氯化钠均为分析

收稿日期: 2016-04-08.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 国家自然科学基金(21203225); 浙江省自然科学基金(LQ12A04005); 江苏省科技支撑计划(BE2013082).

第一作者: 邹挺(1991-), 男, 浙江宁波人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 纳米复合材料. E-mail: zouting@nimte.ac.cn

*通信作者: 刘丰华(1981-), 男, 湖南沅江人, 副研究员, 主要研究方向: 软纳米功能材料. E-mail: lfh@nimte.ac.cn

纯, 国药集团化学试剂有限公司; 环氧树脂和聚酰胺树脂: 工业品, 香港荣发装饰材料国际集团有限公司; TECH-6325: 工业品, 上海泰格聚合物技术有限公司; 实验用水: 自制, 采用 Millipor-Q 超纯水系统制得, 电阻率为 $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 。

1.2 Ph-ATP@PANI 复合材料制备

将 1 g ATP 放入装有 100 mL 乙醇溶液的烧杯中, 加入 3 mL PhTES, 超声分散 30 min, 室温下磁力搅拌反应 24 h。反应完成后, 离心分离, 再经乙醇、蒸馏水各漂洗 3 次, 放入 100°C 烘箱中干燥 24 h, 得到的粉末研磨过筛, 即为有机改性的 Ph-ATP。

取一定量的 Ph-ATP 加入到装有 200 mL 硫酸溶液($0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的三颈瓶中, 加入 0.1 mL 苯胺单体, 超声分散 30 min, 得到的分散液置于冰水浴($<5^\circ\text{C}$)中搅拌 1 h, 将 200 mL 含有过硫酸铵(摩尔比 An:APS=1:1)的硫酸溶液($0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)通过蠕动泵滴加到分散液中, 机械搅拌反应 10 h, 得到的混合液过滤, 水、乙醇各洗 3 次, 真空 80°C 干燥 24 h, 将粉末研磨, 过筛备用, 粉末即为 Ph-ATP@PANI。

1.3 Ph-ATP@PANI 环氧树脂涂层制备

将电极($1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$)以及钢片($12 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 0.3 \text{ cm}$)用 400, 600, 800, 1000 目砂纸打磨, 并用乙醇和丙酮清洗, 放入真空干燥箱 60°C , 备用。

取 0.12 g 的 Ph-ATP@PANI 粉末溶于 TECH-6325 和正丁醇(质量比 12:13:75)中, 超声 10 min; 然后加入 17 g 环氧树脂, 在涂料分散机中分散 1 h, 转速 $10 \text{ kr} \cdot \text{min}^{-1}$; 再加入 2 g 聚酰胺, 分散 5 min, 制得 Ph-ATP@PANI/环氧树脂涂料(EPA)。涂料通过滚涂和框式涂布机涂在电极和钢片表面, 钢片涂层厚度为 $125 \mu\text{m}$, 在 40°C 下固化 24 h, 得到钢片试样及涂层电极^[8]。纯环氧树脂涂层(EP)和聚苯胺/环氧树脂涂层(EPP)在同样的条件下制备。

1.4 Ph-ATP@PANI 复合材料及防腐涂层性能表征

用傅里叶红外光谱仪(FTIR, Nicolet 6700, 美国 Thermo Fisher Scientific 公司)表征样品的红外光谱; 用场发射扫描电子显微镜(FESEM, Hitachi S-4800, 日本 Hitachi 公司)、透射电子显微镜(TEM, FEI Tecnai G2 F20, 美国 FEI 公司)观察分析粒子的微观形貌。用热重分析仪(TGA, Pyris Diamond, 美国 PerkinElmer 公司)分析样品的热分解温度。用电化学工作站(Electrochemical Workstation, CHI 660D,

上海辰华仪器有限公司)分析电极涂层的防腐性能。用高级循环盐雾腐蚀试验箱(Q-FOG CCT-1100, 美国 Q-LAB 公司)对钢片进行加速腐蚀试验。

2 结果与讨论

图 1 为 ATP, Ph-ATP, Ph-ATP@PANI 和 PANI 的红外光谱图。图 1 中(a)线与标准的凹凸棒石的红外谱图基本一致^[9], 经过 PhTES 改性后((b)线), 在 1431 cm^{-1} 处的吸收峰为苯环的 C=C 伸缩振动峰, 739 cm^{-1} 和 698 cm^{-1} 处的吸收峰为苯环上单取代的 C-H 弯曲振动峰^[10], 说明 PhTES 成功接枝于凹凸棒石表面。(c)线为 Ph-ATP@PANI 的红外谱图, 可看到在 1582 cm^{-1} 和 1500 cm^{-1} 处分别为醌环和苯环的伸缩振动峰; 1307 cm^{-1} 处为苯环的 C-N 伸缩振动峰; 1087 cm^{-1} 处为醌环的 C-H 平面弯曲振动峰^[11], 说明以 Ph-ATP 为载体, 通过原位聚合可以实现 Ph-ATP@PANI 纳米复合粒子的制备。(d)线为纯聚苯胺的红外谱图, 其中醌环伸缩振动吸收峰、苯环伸缩振动吸收峰、苯环的 C-N 伸缩振动吸收峰分别为 $1562, 1478, 1298 \text{ cm}^{-1}$; 相比纯聚苯胺, Ph-ATP@PANI 这 3 处的吸收峰均向高波数方向移动, 分别为 $1582, 1500, 1307 \text{ cm}^{-1}$, 说明以凹凸棒石为载体制备的 Ph-ATP@PANI 复合材料中 PANI 的共轭刚性得到了弱化。

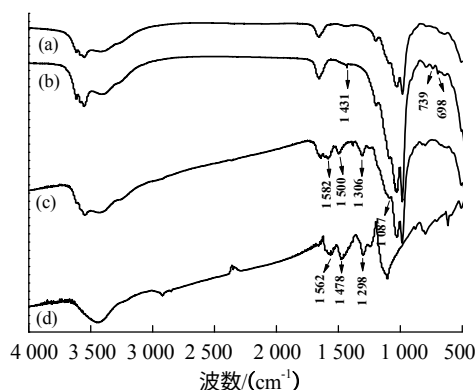


图 1 ATP(a), Ph-ATP(b), Ph-ATP@PANI(c)和 PANI(d)的红外光谱

图 2 为 ATP, Ph-ATP, Ph-ATP@PANI 和 PANI 的扫描图。从图 2(a)和(b)可以观察到 ATP 在经过 PhTES 改性后, 其形貌并没有发生很大的变化, 都是呈现长纤维状的棒状结构。图 2(c)显示表面包覆聚苯胺后, 复合材料具有 ATP 类似的棒状形貌, 但

棒晶的直径明显增加. 相比较图 2(d), 可以看到该方法下制备的聚苯胺颗粒是一种短纤维状的材料, 但其颗粒与颗粒之间的团聚较为严重.

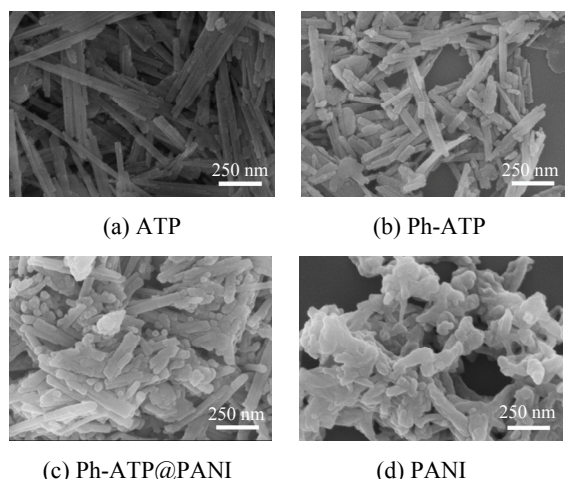


图2 ATP, Ph-ATP, Ph-ATP@PANI 和 PANI 扫描图

图 3 为 Ph-ATP@PANI 透射图. 从图 3 可以观察到 Ph-ATP@PANI 中聚苯胺壳层厚度约为 7 nm. SEM 和 TEM 的实验结果进一步证明, 通过表面苯基活性中心诱导可以实现苯胺单体在 Ph-ATP 表面原位聚合生长.

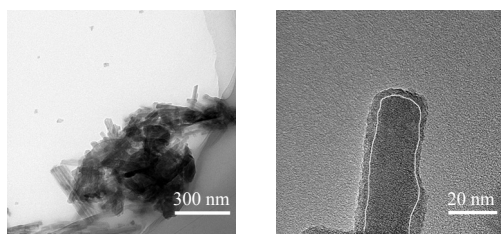


图3 Ph-ATP@PANI 透射图

图 4 为 ATP, Ph-ATP, Ph-ATP@PANI 和 PANI 的 TGA 图. ATP 第一个阶段的质量损失在 119 °C 之前, 这阶段的质量损失是由材料表面的吸附水以及部分凹凸棒石结构内的吸附水除去造成^[12]; 第二阶段的质量损失发生在 291 °C 之前, 这阶段的质量损失主要为凹凸棒石孔道边缘的结构水和部分凹凸棒石孔道内的结构水除去造成, 之后的质量损失主要为凹凸棒石内部结构水彻底除去造成; Ph-ATP 前两阶段的质量损失与 ATP 相似, 在 329 °C 后的损失主要为苯基-三乙氧基硅烷的分解以及凹凸棒石内部结构水除去造成^[13], 相比 ATP, Ph-ATP 更多的质量损失是由表面接枝改性的硅烷分解造成.

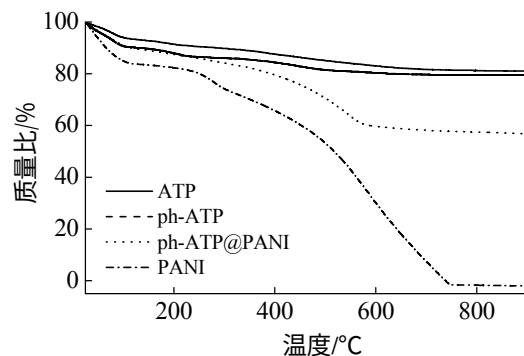


图4 ATP, Ph-ATP, Ph-ATP@PANI 和 PANI 的热重分析曲线

从图 4 可以得出, 硅烷改性是成功的且没有大比重的硅烷接枝在凹凸棒石表面. PANI 的 TGA 曲线主要由三部分组成, 其中 142~331 °C 之间的质量损失主要由小分子有机物和掺杂酸的损失造成. 331 °C 之后的质量损失则为聚苯胺的分解造成^[14]. Ph-ATP@PANI 的热重曲线与 PANI 的相似, 但包覆的 PANI 热分解开始温度则为 305 °C, 包覆量约 20.5%. 从 TGA 分析结果可知, Ph-ATP@PANI 复合材料中 PANI 的分解起始温度和分解终止温度相比纯 PANI 都降低, 说明凹凸棒石表面负载聚苯胺后, 聚苯胺与凹凸棒石之间较强的相互作用弱化了聚苯胺大分子链之间的作用力使分解温度下降.

图 5 为环氧树脂(EP)、PANI/环氧树脂(EPP)和 Ph-ATP@PANI/环氧树脂(EPA)涂料在钢片表面的表现情况. EP 涂层为透明涂料, 其中没有颗粒存在. EPP 涂层可以肉眼看到聚苯胺粒子有着一定的聚集; 而 EPA 涂层中 Ph-ATP@PANI 分散良好, 肉眼无法看到颗粒的存在, 且漆膜表面相对平整.

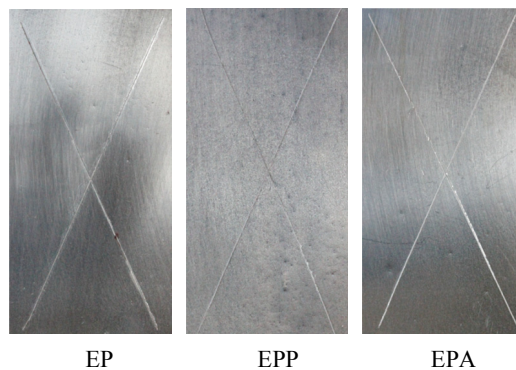


图5 EP, EPP 和 EPA 涂层测试钢片数码照片

由此可见, 通过凹凸棒石的复合改性, 的确可以改善聚苯胺的可加工性, 提高其在涂料中的分

散性, 这与 FTIR, SEM 和 TEM 得到的结论相一致.

图 6 为不同涂层的交流阻抗谱 bode 图及 tafel 极化曲线. 从图 6(a)可以看出, EP 涂层的阻抗极低, 其低频阻抗($Z_{0.01 \text{ Hz}}$)仅为 $2.70 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 添加一定聚苯胺后 EPP 涂层的低频阻抗值提升了近 2 个数量级, 达到 $1.86 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 说明添加聚苯胺对环氧树脂的防腐蚀性能有很大的提升; 而将环氧树脂中添加一定 Ph-ATP@PANI 后, EPA 涂层低频阻抗值相比 EP 涂层提高了近 4 个数量级, 相比 EPP 涂层也提升了 2 个数量级以上, 达到 $1.05 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}^2$. 从图 6(b)可观察到, 添加 PANI 和 Ph-ATP@PANI 后的涂层其自腐蚀电位均得到了提升, 其腐蚀电流密度也同时降低. 将曲线拟合后得到了自腐蚀电位 E_{corr} 和腐蚀电流密度 I_{corr} (表 1). 从表 1 可知, EPP 涂层腐蚀电流密度相比 EP 涂层降低了 1 个数量级以上, 从 $3.48 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 降低到 1.05×10^{-8}

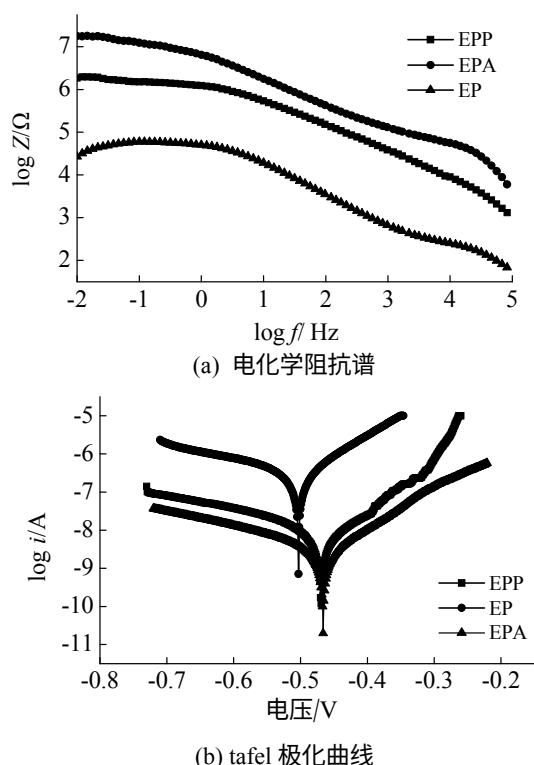


图 6 EP, EPP 和 EPA 涂层的电化学阻抗谱及 tafel 极化曲线

表 1 涂层电极在 3.5%NaCl 溶液中的电化学参数

涂层电极	E_{corr}/V	$I_{\text{corr}}/(\text{A} \cdot \text{cm}^{-2})$
EP	-0.559	3.48×10^{-7}
EPP	-0.435	1.05×10^{-8}
EPA	-0.408	1.41×10^{-9}

$\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$, 而 EPA 涂层则降低了 2 个数量级, 从 $3.48 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 降低到了 $1.41 \times 10^{-9} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$. 说明相比 EPP, EPA 涂层对碳钢的防腐性能有更大的提升.

不同涂层钢片在经过 240 h 的盐雾测试后得到的数码照片如图 7 所示. 从图 7 可知, 经过 240 h 的盐雾试验后, 3 种涂层均没有明显的起泡现象, 仅在划痕处出现空隙和锈迹现象, 说明涂料与基底的结合较好. 通过对比发现, EP 涂层在划痕处的剥离程度相对严重, EPP 涂层次之, 最优的是 EPA 涂层. 剥离的速度同样是 EP 涂层最快, EPP 涂层次之, EPA 涂层最慢. 盐雾测试结果说明, 相比纯聚苯胺, Ph-ATP@PANI 防腐蚀性能明显提升.

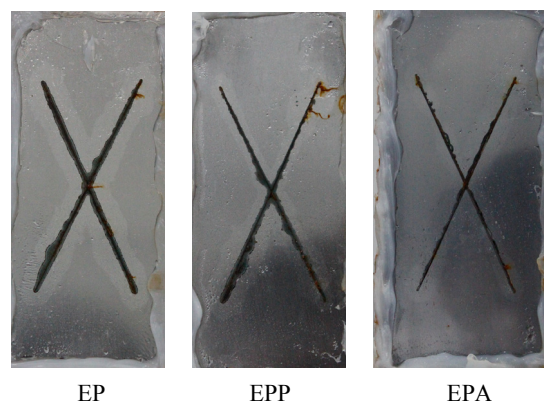


图 7 EP, EPP 和 EPA 涂层在 240 h 盐雾测试后的数码照片

图 8 是 3 种不同涂层在 3.5%NaCl 溶液中浸泡不同时间的电化学阻抗谱图. 表 2 是 3 种不同涂层在低频下的阻抗值表. 对比图 8 和表 2, 可以清晰看到, 在浸泡初期 3 种电极涂层的低频阻抗值均呈现一种先下降的趋势, 都有不同程度的减小. 其中 EP 电极涂层随时间的增加一直下降, 在经过 72 h 浸泡后, EP 电极涂层的低频交流阻抗值仅为 $1.62 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}^2$. EPP 涂层随浸泡时间的增加, 其阻抗值在 24 h 后达到一个极低值为 $2.29 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 比相同浸泡时间下 EP 涂层的阻抗值 $2.63 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 更低, 这可能是因为该方法下制备的聚苯胺破坏了环氧涂层与金属基底的粘附, 使其对腐蚀介质的屏蔽作用下降, 而在经过 72 h 后阻抗值增加, 从 $2.29 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 增加到了 $3.31 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 这可能与聚苯胺与钢片基底之间的反应有关, 生成了一层钝化膜, 提高了基底的腐蚀电位, 从而提高了防腐性能. EPA 涂层在浸泡 10 h 后, 低频阻抗值达到了较低值 $5.62 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}^2$; 24 h 后发现阻抗值增加

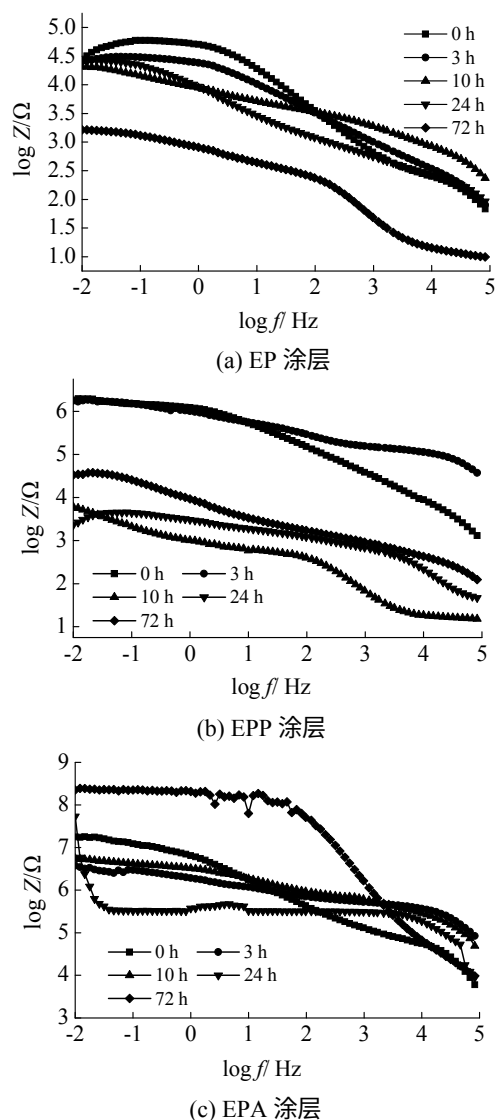


图8 EP, EPP 和 EPA 涂层在不同浸渍时间下的交流阻抗谱图

表2 EP, EPP 和 EPA 涂层电极在不同浸泡时间下低频阻抗值($Z_{0.01 \text{ Hz}}$) $\Omega \cdot \text{cm}^2$

涂层	0 h	3 h	10 h	24 h	72 h
EP	2.57×10^4	2.51×10^4	2.04×10^4	2.63×10^4	1.62×10^3
EPP	1.86×10^6	1.74×10^6	6.17×10^3	2.29×10^3	3.31×10^4
EPA	1.05×10^8	3.80×10^6	5.62×10^6	5.37×10^7	2.24×10^8

到了 $5.37 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 72 h 后阻抗值增加到了 $2.24 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}^2$, 这同样与 Ph-ATP@PANI 与基底钢材之间形成的钝化膜有关。

图9为不同涂层保护下电极的扫描电镜图。从图9可以观察到, EPP 涂层保护的电极(图9(b))有钝化膜的生成, 但钝化膜相对不均匀, 而在 EP 涂层保护的电极(图9(a))中无法观察到。在图9(c)中观

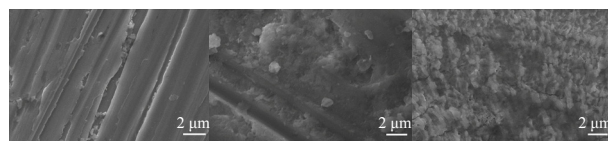


图9 除去 EP, EPP 和 EPA 涂层后的电极 SEM 图片

察到相对均匀的钝化膜, 这与文献[15]报道的现象相似。生成的铁氧化物处于铁的钝化电位, 提高了基底的腐蚀电位, 并且由于 Ph-ATP@PANI 在环氧树脂中的分散性优于 PANI, 因而能够促进基底与涂层之间形成一层更加致密, 更加均匀的钝化膜, 所以防腐性能更好^[16]。

3 结语

以苯基-三乙氧基硅烷改性凹凸棒石为载体, 利用苯基作为聚苯胺聚合的活性中心, 通过原位聚合制备了 Ph-ATP@PANI 纳米复合材料。对所合成的 Ph-ATP@PANI 复合材料进行了表征, 发现其形貌为核壳结构的棒状纤维, 聚苯胺壳层的包覆量为 20.5%, 厚度约 7 nm。相比纯 PANI, Ph-ATP@PANI 中 PANI 的红外特征吸收峰蓝移, 热分解温度降低, 大分子链的刚性得到弱化。不同涂层表面情况观察表明, 相比 PANI, Ph-ATP@PANI 纳米复合材料在环氧树脂中的分散性明显改善; 同时电化学测试和盐雾实验结果表明, 添加 Ph-ATP@PANI 后, 环氧树脂涂层的防腐性显著提升。

参考文献:

- [1] DEBERRY D W. Modification of the electrochemical and corrosion behavior of stainless steels with an electroactive coating[J]. Journal of the Electrochemical Society, 1985, 132(5):1022-1026.
- [2] CHANG C H, HUANG T C, PENG C W, et al. Novel anticorrosion coatings prepared from polyaniline/graphene composites[J]. Carbon, 2012, 50(14):5044-5051.
- [3] YE H J M, LIOU S J, LAI C Y, et al. Enhancement of corrosion protection effect in polyaniline via the formation of polyaniline-clay nanocomposite materials[J]. Chemistry of Materials, 2001, 13(3):1131-1136.
- [4] WANG W B, WANG F F, KANG Y R, et al. Facile self-assembly of Au nanoparticles on a magnetic attapulgite/ Fe_3O_4 composite for fast catalytic decoloration of dye[J]. Rsc Advances, 2013, 3(29):11515-11520.

- [5] XU J X, WANG W B, WANG A Q. Effects of solvent treatment and high-pressure homogenization process on dispersion properties of palygorskite[J]. Powder Technology, 2013, 235:652-660.
- [6] 曾永斌, 姚超, 丁永红, 等. 盐酸掺杂聚苯胺/凹凸棒土纳米导电复合材料的研究[J]. 非金属矿, 2008, 31(4): 53-56.
- [7] 吴凤芹, 曾永斌, 姚超, 等. SSA-PANI/ATP 导电纳米复合材料的制备和表征[J]. 涂料工业, 2008, 38(12):7-11.
- [8] HOU W P, LIU Y, GE Z Y, et al. Comparison study on anticorrosion performances of the epoxy coatings with two different nano-polyanilines for Q235 steel[J]. Materials and Corrosion, 2013, 64(11):960-968.
- [9] CHEN L F, LIANG H W, LU Y, et al. Synthesis of an attapulgite clay@carbon nanocomposite adsorbent by a hydrothermal carbonization process and their application in the removal of toxic metal ions from water[J]. Langmuir, 2011, 27(14):8998-9004.
- [10] JITIANU A, GONZALEZ G, KLEIN L C. Hybrid sol-gel glasses with glass-transition temperatures below room temperature[J]. Journal of the American Ceramic Society, 2015, 98(12):3673-3679.
- [11] ZHANG Z M, WEI Z X, WAN M X. Nanostructures of polyaniline doped with inorganic acids[J]. Macromolecules, 2002, 35(15):5937-5942.
- [12] ZHU L, LIU P, WANG A Q. High clay-content attapulgite/poly(acrylic acid) nanocomposite hydrogel via surface-initiated redox radical polymerization with modified attapulgite nanorods as initiator and cross-linker[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2014, 53(5):2067-2071.
- [13] PAN Y Z, XU Y, LI A, et al. Hybrid network structure and mechanical properties of rodlike silicate/cyanate ester nanocomposites[J]. Macromolecules, 2008, 41(23):9245-9258.
- [14] TIAN G Y, KANG Y R, MU B, et al. Attapulgite modified with silane coupling agent for phosphorus adsorption and deep bleaching of refined palm oil[J]. Adsorption Science & Technology, 2014, 32(1):37-48.
- [15] HUANG H Y, HUANG T C, YEH T C, et al. Advanced anticorrosive materials prepared from amine-capped aniline trimer-based electroactive polyimide-clay nanocomposite materials with synergistic effects of redox catalytic capability and gas barrier properties[J]. Polymer, 2011, 52(11):2391-2400.
- [16] RADHAKRISHNAN S, SIJU C R, MAHANTA D, et al. Conducting polyaniline-nano-TiO₂ composites for smart corrosion resistant coatings[J]. Electrochimica Acta, 2009, 54(4):1249-1254.

Preparation and Anticorrosion of Ph-ATP@PANI Nanocomposites

ZOU Ting^{1,2}, LIU Feng-hua^{1*}, XIAO Tong-hu², XU Gao-jie¹

(1.Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences, Ningbo 315201, China;

2.School of Materials Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The Ph-ATP@PANI nanocomposites are prepared via in-situ-polymerization using the phenyltriethoxysilane-modified attapulgite as the core. The structure and morphology of the Ph-ATP@PANI nanocomposites are investigated with FTIR, TGA, SEM and TEM. The anticorrosive coating is prepared by introducing the Ph-ATP@PANI to the epoxy resin. The antiseptic properties are characterized with electrochemical impedance spectroscopy (EIS), polarization curve (Tafel) and salt spray test. The results indicate that the infrared absorption peaks of PANI in Ph-ATP@PANI become blue shift and the thermal decomposition temperature decrease. Compared with the pure PANI, the dispersion and anti-corrosion performance of the Ph-ATP@PANI are significantly enhanced.

Key words: attapulgite; silicane modification; polyaniline; anticorrosion

(责任编辑 史小丽)