

# 科教融合案例

## 一、科研项目名称

红外光谱选择性低发射率光子晶体的组成结构调控及性能研究

## 二、项目来源

国家自然科学基金

## 三、项目主持人基本信息

姓名：张伟钢

职称：副教授

学历/学位：研究生/博士

主要研究领域：特种功能涂层材料

## 四、案例简介

张伟钢博士将低红外发射率涂层材料所涉及的低红外发射率性能、耐高温性能、耐盐水性能、耐润滑油性能、超疏水性能等关键技术研究内容融入学生毕业论文及大创项目中，累计指导学生毕业论文（设计）35篇，其中获滁州学院优秀毕业论文2篇；以毕业论文研究内容为依托，学生为一作或二作累计发表学术论文17篇，其中二类论文6篇、一类论文6篇；累计指导学生获批国家级大创项目4项：绢云母和硅烷偶联剂复合改性对聚氨酯/ $Al-Sm_2O_3$ 复合涂层耐环境性能的影响（201610377021）——13级应化赵运林、绢云母对聚氨酯/ $Al$ 复合涂层耐环境性能的影响（201710377022）——14应化吴倩倩、水性聚氨酯/ $Al$ 复合涂层的制备及性能研究（201810377019）——15应化曾帆、PDMS改性聚氨酯/ $Al-Sm_2O_3$ 复合涂层的制备及性能表征（202010377025）——17应化王继标。

## 五、案例有关图片



图 1 指导学生进行课题研究

### 石墨烯改性聚氨酯/ $\text{Sm}_2\text{O}_3$ 复合涂层的近红外吸收与耐温性能

张伟钢, 吴佳佳

(滁州学院, 安徽 滁州 239000)

**摘要:** 目的提高聚氨酯 (PU)/ $\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层的近红外吸收与耐温性能。**方法** 以  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  为颜料, PU 为黏合剂, 石墨烯为改性剂, 采用喷涂法制备得到了石墨烯改性 PU/ $\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层。从近红外反射率、外观、微结构及力学性能等方面, 系统研究了石墨烯改性对涂层近红外吸收及耐温性能的影响规律。**结果** 石墨烯改性可明显降低 PU/ $\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层对 1.06  $\mu\text{m}$  近红外光的反射率, 当石墨烯添加量为 8% (占  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  质量的百分比) 时, 可使涂层对 1.06  $\mu\text{m}$  近红外光的反射率从改性前的 60.4% 降低为 17.3%, 大大提升了涂层对 1.06  $\mu\text{m}$  激光的隐身效能。石墨烯改性可使涂层的耐温性能有所增强, 改性涂层经热处理而颜色加深现象有所改善。同时改性涂层相比未改性涂层可保持更加稳定和优越的力学性能, 改性涂层经不同温度热处理后的硬度、附着力和耐冲击强度可分别保持在 3H、1 级和 50  $\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ 。**结论** 石墨烯改性可明显提高 PU/ $\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层的近红外吸收性能, 并可在一定程度上提高涂层的耐温性能, 从而使涂层可较好地满足实际工程应用要求。

**关键词:** 复合涂层; 石墨烯; 近红外吸收; 耐温性能; 力学性能  
**中图分类号:** TG174.442 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3660(2018)01-0039-06  
**DOI:** 10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2018.01.007

### 缙云母和硅烷偶联剂 KH550 对聚氨酯/ $\text{Al}/\text{Sm}_2\text{O}_3$ 复合涂层耐盐水性质的影响

赵运林, 张伟钢

(滁州学院, 安徽 滁州 239000)

**摘要:** 目的提高聚氨酯 (PU)/ $\text{Al}/\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层的耐盐水性。**方法** 以缙云母和硅烷偶联剂 KH550 改性 PU/ $\text{Al}/\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层, 系统研究改性前后涂层的微结构、红外发射率、近红外反射率及力学性能随盐水性质的变化规律, 并对其成因进行分析探讨。**结果** 经缙云母和 KH550 改性后的涂层与改性前的涂层相比, 其微结构在腐蚀前后几乎保持不变, 经盐水性腐蚀相同时间时, 改性涂层具有更低的 1.06  $\mu\text{m}$  近红外反射率, 更优异的力学性能。改性涂层经盐水性腐蚀 10 d 后, 其硬度、附着力和耐冲击强度仍可保持在 3H、1 级和 50  $\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ 。**结论** 缙云母和 KH550 改性可明显提高 PU/ $\text{Al}/\text{Sm}_2\text{O}_3$  复合涂层的近红外低反射性能及力学性能对盐水性质的稳定性。

**关键词:** 复合涂层; 缙云母; 硅烷偶联剂; 红外发射率; 近红外反射率; 力学性能  
**中图分类号:** TG174.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3660(2017)05-0094-05  
**DOI:** 10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2017.05.016

### 石墨烯对聚氨酯/ $\text{Al}$ 复合涂层耐盐水性质的影响

张伟钢, 卢敏

(滁州学院, 安徽 滁州 239000)

**摘要:** 目的提高聚氨酯 (PU)/ $\text{Al}$  复合涂层的耐盐水性。**方法** 以石墨烯为改性剂, PU 为黏合剂,  $\text{Al}$  粉为颜料, 采用喷涂法制备了石墨烯改性 PU/ $\text{Al}$  复合涂层, 分析探讨改性前后涂层经盐水性不同时间后, 微结构、红外发射率、光亮度及力学性能的变化规律及成因。**结果** 石墨烯改性涂层的发射率对盐水性质的稳定性改善明显, 经盐水性腐蚀 21 d 后, 发射率仅从腐蚀前的 0.355 上升为腐蚀后的 0.355。经长时间盐水性腐蚀后, 改性后涂层比改性前涂层具有更低的发射率。在不同的盐水性腐蚀时间内, 改性后涂层比改性前涂层均具有更低的光亮度, 且稳定性较高, 经盐水性腐蚀 21 d 后, 改性后涂层的光亮度仍然可保持在 16.1。这有利于实现涂层的低发射率与低光亮度兼容。改性前后涂层的硬度、附着力对盐水性均具有较高的稳定性, 说明石墨烯改性对改善涂层耐冲击强度及盐水性质的稳定性作用有限, 后续仍需进一步研究改进。**结论** 石墨烯改性可明显提高 PU/ $\text{Al}$  复合涂层的红外发射率及光亮度对盐水性质的稳定性。

**关键词:** 聚氨酯/ $\text{Al}$  复合涂层; 石墨烯; 红外发射率; 光亮度; 力学性能  
**中图分类号:** TG174.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3660(2019)03-0163-05  
**DOI:** 10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2019.03.023



#### Fabrication and characterization of a PDMS modified polyurethane/ $\text{Al}$ composite coating with super-hydrophobicity and low infrared emissivity

Weigang Zhang\*, Shengnan Jiang, Dandan Lv

College of Materials and Chemical Engineering, Chuzhou University, Huai Jing Road 1, Chuzhou, 239000, China

#### ARTICLE INFO

**Keywords:** Composite coating; Infrared emissivity; Nano- $\text{SiO}_2$ ; Super-hydrophobic; Self-cleaning

#### ABSTRACT

Polydimethylsiloxane (PDMS) modified polyurethane (PU)/ $\text{Al}$  composite coating with super-hydrophobicity and low infrared emissivity was prepared via glass rod scraping method using nano- $\text{SiO}_2$ , PDMS modified PU, and  $\text{Al}$  powders as micro-nano structural modifier, resin matrix, and functional pigments, respectively. The effects of curing temperature,  $\text{Al}$  powder addition, and the ratio of  $\text{Al}$  powder and nano- $\text{SiO}_2$  on the coating performance has also been discussed. The results show that when the curing temperature of coating was 80  $^\circ\text{C}$ , the coating had lowest infrared emissivity and glossiness properties. The  $\text{Al}$  powder addition had an important effect on the coating performance. When the amount of  $\text{Al}$  powder was 50 wt%, the emissivity and glossiness of the coating were as low as 0.167 and 13.5, respectively, while, the water contact angle (WCA) of the coating reached 117 $^\circ$ , which is significantly higher than that for traditional resin-based low emissivity coating. The modification of coating with appropriate amount of nano- $\text{SiO}_2$  led to clear mesoporous micro-nano structures on the coating surface, so that the coating could achieve super-hydrophobic properties. When the ratio of  $\text{Al}$  powder and nano- $\text{SiO}_2$  in the coating was 6:4, the WCA of the coating reached 151 $^\circ$ , the sliding angle reached  $5^\circ$ , and the coating had outstanding self-cleaning performance. At the same time, the super-hydrophobic coating had relatively low emissivity (0.164) and extremely low glossiness (3.5) properties.

图 2 学生发表论文