

## [补充信息]

### 沥青路面超疏水抗凝冰涂层设计及性能

张争奇<sup>1,✉</sup>, 强亚奎<sup>1</sup>, 张世豪<sup>1,2</sup>, 王东<sup>3</sup>, 赵富强<sup>3</sup>

1 长安大学, 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 西安 710064

2 河南省交通规划设计研究院股份有限公司, 郑州 450046

3 陕西省高速公路建设集团公司, 西安 710065

## [Supplementary Information]

### Design and Performance of Super-hydrophobic Anti-icing Coating on Asphalt Pavement

ZHANG Zhengqi<sup>1,✉</sup>, QIANG Yakui<sup>1</sup>, ZHANG Shihao<sup>1,2</sup>, WANG Dong<sup>3</sup>, ZHAO Fuqiang<sup>3</sup>

1 Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China

2 Henan Provincial Communications Planning & Design Institute Co., Ltd, Zhengzhou 450046, China

3 Shanxi Provincial Highway Expressway Construction Group Co. Ltd., Xi'an 710065, China

## 实验试剂与仪器

本实验中用到的试剂及材料有美国康道宁的 MHX-1107 含氢硅油、硅烷偶联剂、二月桂酸二丁基锡催化剂、有机溶剂、氨水、去离子水等, 采用溶胶-凝胶法制备超疏水涂层浆体。采用复合纳米材料疏水  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  对超疏水涂层浆体进行改性, 以改善涂层的抗磨损性能和美观度。

制备过程中的仪器设备有烧杯、磁力搅拌器、密封盖等。疏水性能测试试验中用到的仪器有载玻片、夹具以及德国的动态表面张力仪和自行设计的一种滚动角测试仪。在测试复合式涂层材料的抗凝冰效果时用到拉拔仪测试冰层与涂层路面之间的粘附力, 同时采用 PosiTest AT-A 自动拉拔式附着力测试仪测试粘结层的粘结力。微观表面形貌测试采用 Hitachi S-4800 型扫描电镜。

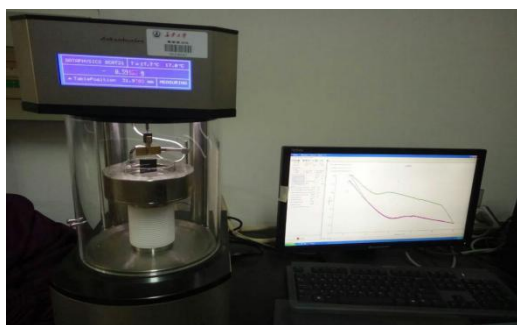


图 S1 动态表面张力仪

Fig.S1 Dynamic surface tensiometer diagram

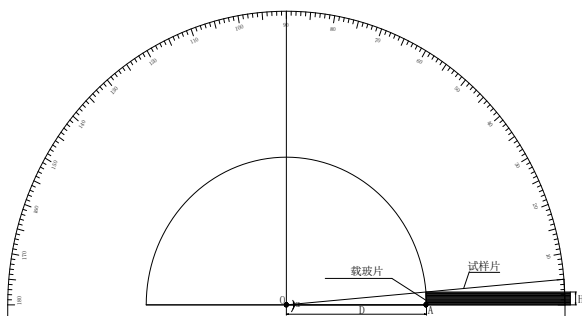


图 S2 滚动角测试仪  
Fig.S2 Rolling angle tester

## 复合式超疏水抗凝冰涂层制备

涂层浆体的详细制备过程及步骤:

(1) 浆体制备。制备涂层浆体时, 将一定量的 PMHS、硅烷偶联剂、催化剂和乙醇加入到烧杯中, 室温下高速搅拌 2 h, 使材料充分反应, 制得初步浆体; 然后, 再加入一定量的去离子水和氨水, 以适当的速度搅拌 20 h, 保证反应物之间完全反应, 此时制得超疏水浆体。

(2) 涂层浆体的纳米复合改性。采用抗磨损填料和颜色调配料对超疏水涂层浆体进行纳米复合改性, 以改善涂层的磨损性能和美观度。首先对制备好的涂层浆液进行抗磨损性能改善, 与此同时也进一步提高其疏水性能, 即通过将 2% 的纳米疏水二氧化硅加入到步骤 (1) 中制备好的涂层浆体中, 用磁力搅拌器以 2 500 r/min 的转速分散半个小时, 得到改性后的涂层浆液。因涂层浆体呈白色, 且应用于路面适应性和美观度不足, 易造成路面反光。所以对改性后的涂层浆液进行复合改性, 即加入 2.5% 的黑色纳米四氧化三铁, 以 3 000 r/min 的转速分散半小时, 便得到最终的纳米复合改性浆体。

通过以上步骤成功制备出超疏水抗凝冰涂层的浆液, 同时本工作针对涂层存在的易脱落和耐久性不足的问题进行复合式设计, 通过制备出的纳米复合改性浆体形成整个涂层的功能层, 同时通过制备三组分的环氧树脂混合体系作为粘结层, 最终设计出“功能层+粘结层”的复合式超疏水抗凝冰涂层。具体制备流程见图 S3。

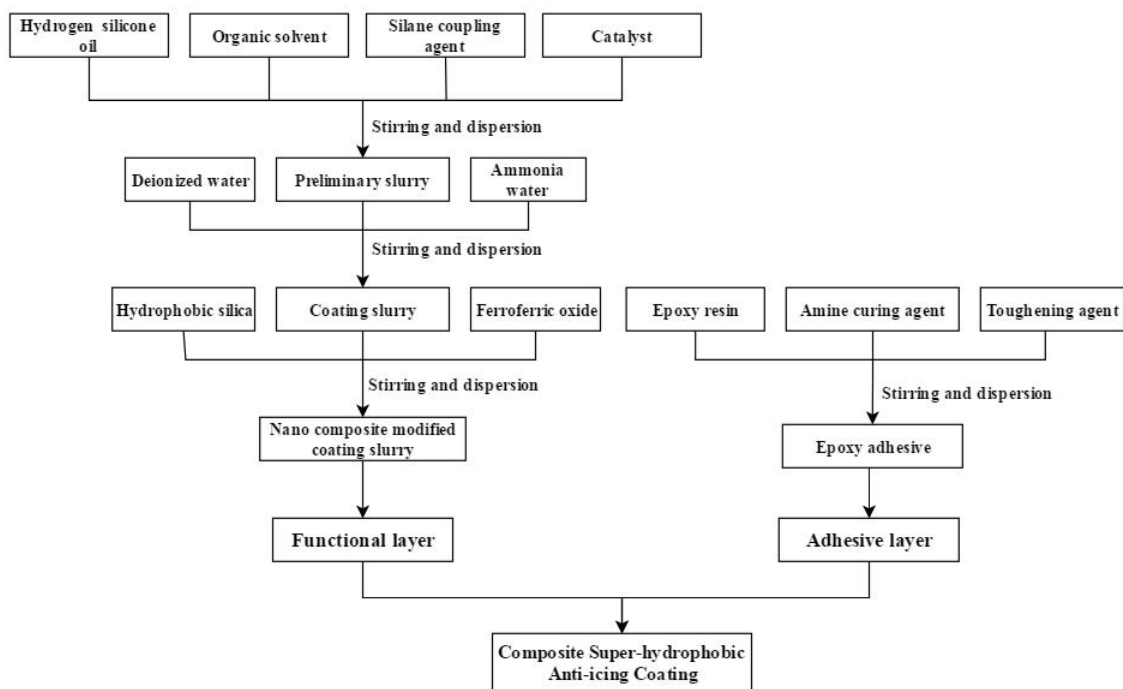


图 S3 复合式超疏水抗凝冰涂层制备流程示意图

Fig.S3 Schematic diagram of preparation process of composite super-hydrophobic coating