

项目编号： 201601

合肥学院硕士研究生项目学习

结项报告书

项目名称： 掺杂纳米 SiO_2 水性涂料的制备研究

项目来源： 天健环保股份有限公司

所属专业： 环境工程

学 分： 平均 4 学分 / 人

项目完成人： 余 晨

指导教师： 陈 俊

所属系（部）： 生物与环境工程系

项目负责人联系电话： 13739242621

项目负责人电子邮箱： 254185152@qq.com

研究起止时间： 2016.8.1-2016.8.31

合 肥 学 院 研 究 生 处 制

二〇一六 年 八 月

一、开题工作小结

(开题时间、地点, 参与人员, 项目实施计划, 导师指导意见等)

开题时间

2016 年 8 月 1 日—2016 年 8 月 3 日

项目参与人员

余 晨

项目实施地点

天健环保股份有限公司

项目实施计划

2016 年 8 月 1 日—2016 年 8 月 3 日: 确定项目实习研究课题;

2016 年 8 月 4 日—2016 年 8 月 8 日: 围绕课题开始调研大量相关文献资料;

2016 年 8 月 9 日—2016 年 8 月 11 日: 整理资料, 开始撰写实验方案;

2016 年 8 月 12 日—2016 年 8 月 20 日: 根据方案, 置备相关药品及仪器, 开始进行纳米水性涂料研究实验;

2016 年 8 月 21 日—2016 年 8 月 26 日: 对实验结果进行检测, 判断是否符合预期效果;

2016 年 8 月 27 日—2016 年 8 月 31 日: 讨论修改并完善项目方案, 结束项目实习。

学生签名:

年 月 日

导师意见:

校内外导师签名:

年 月 日

二、中期检查与指导

中期工作小结：

研究了纳米 SiO_2 在水中的分散和改性情况，选用非离子型表面活性剂（羧甲基纤维素）、高分子聚电解质型（731 分散剂）和无机电解质型（六偏磷酸钠、硅酸钠）三种类型的分散剂，讨论了分散剂种类度分散效果的影响，确定了纳米 SiO_2 的分散剂为 731 分散剂。

然后选用硅烷偶联剂对纳米粒子进行改性，通过硅烷偶联剂与纳米颗粒表面硅羟基缩合的方法，制备了改性的纳米粒子。

取得的中期成果：

- (1) 通过比较不同的分散剂对 SiO_2 的分散效果，确定了相对合适的分散剂为 731 分散剂；
- (2) 利用纳米材料与偶联剂等制备出了水性纳米涂料；

学生签名：

年 月 日

导师评价与指导：

校内外导师签名：

年 月 日

三、项目学习总结

(项目学习过程描述、取得的成果以及存在的问题等。)

项目学习过程描述

本项目来源为天健环保股份有限公司，项目实施时间从 2016 年 8 月 1 日正式开始至 8 月 31 日结束，项目整个分为三个阶段：项目准备阶段、实验过程阶段以及实验结果分析。

1. 项目准备阶段

该阶段主要进行的是前期的大量文献的检索和调研，包括学习纳米水性涂料的分散性及使用的分散剂种类，以及纳米粒子的选择，国内外在纳米水性涂料领域的研究进展等。

纳米材料的选择

纳米涂料一般由纳米材料与有机涂料复合而成，更严格的讲应称作纳米复合涂料。纳米复合涂料必须满足两个条件：一是至少有一种材料的尺度在 1~100nm 之间，二是纳米相使涂料性能得到显著提高或增加了新功能，二者缺一不可。广义上讲，纳米涂层材料包括两种金属纳米涂层材料和无机纳米涂层材料。金属纳米涂层材料主要是指材料中含有纳米晶相，无机纳米涂层材料则是由纳米粒子之间的熔融、烧结复合而得。通常所说的纳米涂料均为有机纳米复合涂料。目前用于涂料的纳米粒子主要是某些金属氧化物（如 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 ZnO 等）、纳米金属粉末（如纳米 Al、Co、Ti、Cr、Mo 等）、无机盐类（如 CaCO_3 ）和层状硅酸盐（如一堆的纳米级粘土）。

本项目选择的纳米材料为 SiO_2 ，作为掺杂的纳米晶相。

2.实验过程阶段

2.1 分散改性实验过程

实验时先对纳米材料的水悬浮液进行预分散，在预分散效果明显的前提下，加入硅烷偶联剂对纳米粒子改性，最后配置分散稳定性优异的纳米材料浆料。

选用不同类型的分散剂对纳米 SiO_2 分散后的水悬浮液做沉降实验。具体实验过程：在装有 100ml 去离子水的量筒中加入 5 克纳米材料，然后依次加入 0.2g, 0.3g, 0.5g 和 0.7g 的各种分散剂，在高速搅拌机下以 2000r/min 搅拌 1h 并静置 10 个小时后，记录水悬浮液的沉淀层厚度并计算各自的沉降率，在实验过程中记录析水层出现的时间作为参考指标。

实验中取沉淀层厚度和沉降率值较小者，作为合适对分散剂的参考指标，从而可以得出两种纳米材料在水性介质中的合适分散剂。

2.2 水性纳米涂料的配制

(1) 将称量好的 731 分散剂(1g)加热后溶于去离子水(64g)中，加入成膜助剂丙二醇(2.5g)将两者混合均匀；

(2) 在(1)中加入滑石粉(43g)、钛白粉(21g)和轻质碳酸钙(42g)并在搅拌机下高速搅拌 30min，此过程为制浆；

(3) 将苯丙乳液(160g)与成膜助剂醇酯-12(7g)混合搅拌 30min，此过程为制料；

- (4) 加入纳米材料和分散剂到 50g 的去离子水中，高速搅拌 1 小时，再加入偶联剂，将 PH 值调到后再搅拌 2 小时得到纳米 SiO₂ 浆料；
- (5) 将制浆和制料部分混合，在高速搅拌机下搅拌 30min 后，加入纳米 SiO₂ 浆料，再高速搅拌 1.5h 后研磨至规定细度；
- (6) 在搅拌过程中根据涂料的性能情况适当加入各种助剂；
- (7) 静置 24h 后进行性能检测。

表 1 水性纳米 SiO₂ 浆料配方表

物 质	用 量
去离子水	50g
731 分散剂	0.5g
纳米 Si O ₂	0.5g
硅烷偶联剂	0.5ml
pH 值	7.8

3. 实验结果分析

3.1 水性纳米涂料涂层表面形貌分析

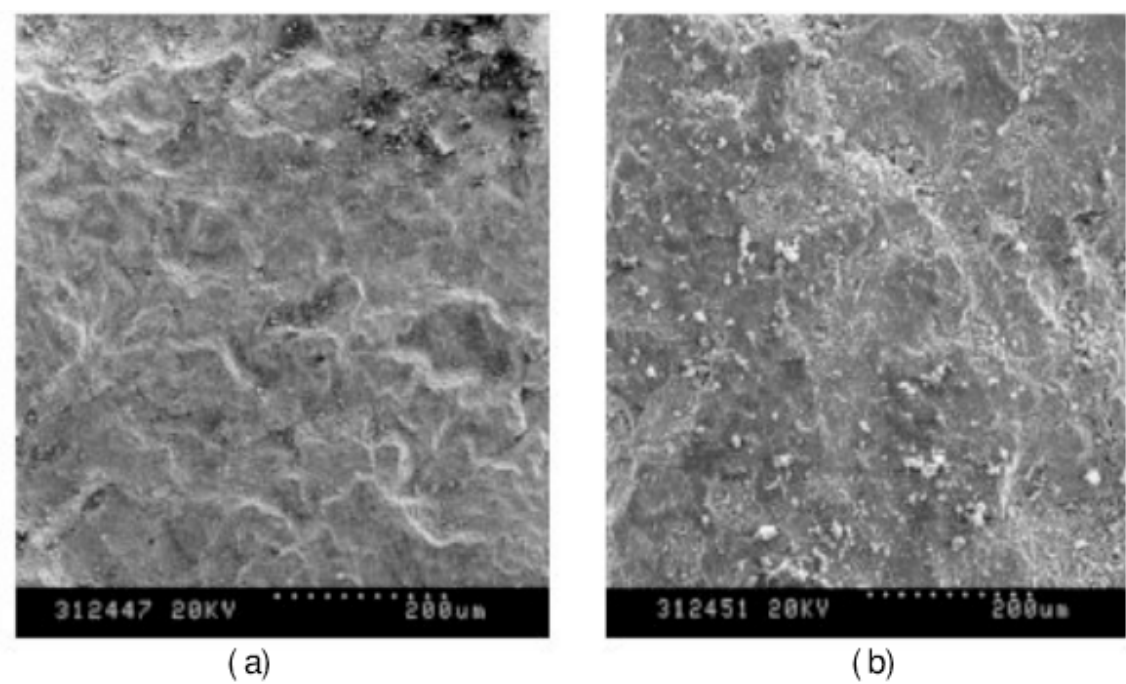


图 1 涂料表面形貌图（SEM×1000）

(a) 水性涂料 (b) 水性纳米 SiO₂ 涂料

从两种涂层的 SEM 形貌图可以看出，水性涂料的表面坑凹不平，而水性纳米涂料的表面则较平整。这是因为当纳米材料分散到涂料体系中时，巨大的比表面积使纳米颗粒与树脂之间接触面积显著增加，由于纳米颗粒粒径细小，能深入涂层，与涂层的物质紧密结合，因而涂层表面致密，附着力强，不起皮，不剥落，抗老化性增强。

3.3 耐沾污性能测试分析

涂料配制完，在容器中静置 24h 后，按国标 GB9780—88 方法测试：

采用粉煤灰作污染源，将粉煤灰涂刷在涂层样板上，用一箱水（容积 15L，高度 2m）在 1min 内冲洗涂层样板，通过用白度测定仪测定反射系数，然后用计算沾污率的方法来反映涂层沾污性的好坏。涂料的耐沾污性测试结果如下：

表 2 涂料的耐沾污性测试结果

测试指标	涂料的耐沾污性测试结果
水性涂料	27%
纳米 SiO ₂ 涂料	8%
备注	≤15% 优等品；≤20% 合格品

加入改性纳米材料的涂料，涂膜的反射系数下降，耐沾污性能得到明显改善。水性纳米 SiO₂ 涂料耐沾污性提高了近 51.4%。

存在的问题

- (1) 缺乏对水性纳米涂料的配制机理以及纳米材料分散机理的深入学习；
- (2) 实验过程中没有对分散剂、偶联剂用量以及 SiO₂ 浓度进行正交试验优化配比；
- (3) 在分散改性实验中，缺乏对其他变量如纳米材料加入量、pH、助剂等的研究；
- (4) 实验中除检测耐沾污性能以外，还应该检测包括贮存稳定性、涂膜附着力以及耐碱性等。

学生签名：

年 月 日

导师评价：

校内外导师签名：

年 月 日

四、结项鉴定

(需明确是否同意结项，并就研究过程的科学性及成果的应用价值作出明确结论)

得分：_____ 鉴定等级：_____

专家组组长（签名）：

专家组成员（签名）：

年 月 日