

抗静电天冬聚脲弹性耐磨自洁地坪涂料的研制

胡晓伟

(广东坚派新材料有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要: 介绍了一种抗静电天冬聚脲弹性耐磨自洁地坪涂料的研制及抗静电涂层设计方案, 对电子、医药、物联网等领域提供了一种有效的抗静电地坪材料。该涂层由导电的底漆、天冬聚脲中涂及天冬聚脲面漆组成, 表面电阻值 $3.0 \times 10^6 \Omega$, 具有抗静电、弹性、耐磨、自洁、耐黄变等诸多优点, 在高端地坪领域显示出良好的应用前景。

关键词: 天冬聚脲; 地坪涂料; 抗静电; 弹性; 自洁; 耐黄变

中图分类号: TQ637 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9548(2024)09-0009-03

Development of Anti-static Aspartic Polyurea Elastic Wear-resistant and Self-cleaning Floor Coating

HU Xiao-wei

(Guangdong KingPower New Materials Co., Ltd., Foshan 528000, Guangdong, China)

Abstract: The development of an anti-static aspartic polyurea elastic wear-resistant self-cleaning floor coating and the design scheme of antistatic coating were introduced. It provides an effective electrostatic protection measure for the fields of electronics, medicine and the internet of things. The coating is composed of a conductive primer, aspartic polyurea middle-coating and aspartic topcoat. The coating has a resistance value of $3.0 \times 10^6 \Omega$. It has many advantages such as anti-static, elasticity, wear-resistance, self-cleaning, yellowing resistance and so on, it has shown good application prospects in the high-end flooring coating field.

Key words: aspartic polyurea; floor coating; anti-static; elastic; self-cleaning; yellowing resistance

0 引言

随着电子工业和信息产业的迅猛发展, 高分子地坪材料的应用越来越广泛。传统地坪涂料绝缘性比较高, 表面受到摩擦时容易产生静电, 会造成对精密电子仪器、集成电路等电子元件的电磁干扰。因此, 在电子和信息产业领域, 车间及仓库往往做成抗静电的地坪材料, 以减少静电带来的危害。根据 SJ/T 11294—2018《防静电地坪涂料通用规范》, 抗静电地坪涂料表面电阻要求控制在 $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^9 \Omega$ 范围。要使高分子材料具有抗静电性能, 通常有 3 种方法: 一是改变高

分子材料的化学结构使其具有抗静电性^[1]; 二是加入表面活性剂类导静电助剂^[2]; 三是添加导电性填料^[3]。第 3 种方法的导电机理比较一致的看法是导电填料之间彼此接触形成网链自由电子, 电子可在网链上运动从而使涂层具有导电、防静电功能。这种结构要求导电填料有一定的添加量才能有防静电性。

本文采用添加型导电材料, 在天冬聚脲高分子材料中添加单壁碳纳米管导电材料, 研制成具有防静电功能的天冬聚脲地坪涂料, 同时具有耐黄变、弹性、耐磨、自清洁功能。

1 试验部分

1.1 主要原料与仪器

氟硅改性天冬聚脲树脂、脂肪族异氰酸酯固化剂 T2091B、K8420 天冬聚脲树脂、K8428 天冬聚脲树脂、固化剂 T100B、T9300 环氧底漆, 广东坚派新材料有限公司; 导电底涂 Kinfloor 2018-W, 深圳金盾地坪材料

收稿日期: 2024-05-09

基金项目: 佛山市科技创新专项资金项目 FS0AA-KJ919-4402-0086。

作者简介: 胡晓伟(1986—), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事天冬聚脲多功能涂料的研究工作。E-mail: 250189029@qq.com。

有限公司;钛白粉金红石型 895,龙蟒集团;活化粉,郑州富龙;分散剂、消泡剂,佛山贝特;流平剂:EFKA 公司;防沉剂,日本帝斯巴隆公司;防浮色剂,美国道康宁公司;消光粉,进口;单壁碳纳米管,Merck 公司;以上均为工业级。

BGD523 磨耗试验机、BGD573 电子拉力机、刮板细度计、QCJ 冲击仪、BGD515/S 型光泽仪:标格达(广州)精密仪器有限公司;QUV 加速老化试验箱:Q-Lab 公司;PosiTest 拉拔仪:美国进口;SDC-350 接触角测量仪:东莞晟鼎公司;PC27-7H 绝缘电阻表:上海太欧电子有限公司。

1.2 样品的制备

1.2.1 抗静电天冬聚脲面漆的制备

天冬聚脲抗静电面漆由 A、B 组分组成,A 组分配方见表 1。按照表 1 将原料依次加入调漆缸中,高速分散 15~30 min,然后研磨分散至细度 20 μm 以下,调整黏度和颜色。单壁碳纳米管预先做成 10%含量的预制浆,加入后高速分散 5~10 min,搅拌均匀后取样备用,得到 A 组分。选用固化剂 2091B 作为 B 组分,按 $m_A:m_B$ 为 2:1 混合均匀制膜。

表 1 抗静电面漆 A 组分参考配方

原料	质量分数/%
氟硅改性天冬聚脲树脂	50.0~60.0
钛白粉	25.0~35.0
炭黑	适量
活化粉	5.0
消光粉	5.0
分散剂	0.6
流平剂	0.1~0.5
消泡剂	0.2
防沉剂	2.0
单壁碳纳米管	0.01~0.50

1.2.2 抗静电天冬聚脲地坪中涂的制备

天冬聚脲地坪中涂漆由 A、B 组分组成,A 组分配方见表 2。按照表 2 将原料依次加入调漆缸中,高速分散 20~30 min,然后研磨分散至细度 50 μm 以下,调整黏度和颜色;最后加入单壁碳纳米管预制浆,高速分散 5~10 min,搅拌均匀后取样备用,得到 A 组分。选取 T100B 固化剂作为 B 组分,制膜时按照 $m_A:m_B$ 为 1:1 混合均匀。

1.2.3 抗静电复合地坪涂层的设计

抗静电复合地坪涂层由环氧底漆、铜箔、水性环氧

导电底漆、天冬聚脲抗静电中涂、天冬聚脲抗静电面漆组成,涂层厚度 2~3 mm,涂层设计见表 3。

表 2 天冬聚脲抗静电中涂 A 组分参考配方

原料	质量分数/%
K8420 树脂	20.0~35.0
K8428 树脂	30.0~45.0
钛白粉	25.0~35.0
炭黑	适量
分子筛活化粉	5.0
消光粉	5.0
分散剂	0.6
流平剂	0.1~0.5
消泡剂	0.2
防沉剂	5.0
单壁碳纳米管 (10%预制浆)	1.0~5.0

表 3 天冬聚脲抗静电复合地坪涂层设计

涂层	品种	厚度/mm
底漆层	T9300 无溶剂环氧底漆	0.1
环氧自流平找平层	T9300 无溶剂环氧中涂	0.5
铺铜箔	铜箔导电层	
抗静电底涂	水性环氧导电底涂 Kinfloor 2018-W	0.1
导电中涂层	T100 无溶剂天冬聚脲弹性导电中涂	0.5~1.5
导电耐候面漆层	T2091 无溶剂氟硅改性天冬聚脲导电面漆	0.2~0.3

1.2.4 抗静电复合地坪涂层涂膜的制备

单涂层辊涂在 PP 板上,漆膜厚度控制为中涂(1.5±0.2) mm、面漆(0.3±0.1) mm。复合涂层按照底漆+铜箔+导电底漆+导电中涂+导电面漆的顺序依次涂装,厚度见表 3。漆膜在 25 °C 条件下固化,养护 7 d 后备用。

1.3 测试与表征

中涂层的性能测试按 T/CWA 204—2021 进行;面层的性能测试按 GB/T 31817—2015 进行;漆膜耐磨性按照 GB/T 1768—2006 测定,使用砂轮 CS-10 负载 750 g 在磨耗仪运行 500 转测量质量损耗;漆膜耐老化性能按照 GB/T 1865—2009 测定,通过 UVB 加速老 1 500 h 后测试涂层色差;导电试样的表面电阻测试按照 GB 1410—1989 进行。

2 结果与讨论

2.1 导电材料的选择

天冬聚脲涂层具有良好的电绝缘性能,表面电阻

在 $10^{13} \Omega$ 以上。目前赋予天冬聚脲涂层抗静电性能最好的途径是通过添加导电填料来降低其表面电阻率^[3]。在涂层抗静电功能是否持久稳定是选择抗静电材料的关键。表面活性剂型抗静电剂制备的涂层表面电阻不稳定且容易衰减^[4],不适合在地坪领域中使用。添加导电填料是降低涂层表面电阻的有效途径^[5]。

在实际应用中,由于各个领域的抗静电要求不同,对抗静电涂料表面电阻要求也不同,一般要求电阻在 $10^4 \sim 10^9 \Omega$ 之间。必须针对不同需求领域选择相应的导电材料。常用导电材料(填料)的性能比较见表 4。

表 4 各种导电材料的性能比较

项目	导电云母粉	碳纤维	单壁碳纳米管
电阻率	高	低	极低
添加量	高	低	极低
颜色影响	深色	较深	轻微
导电性/ Ω	$10^6 \sim 10^9$	$10^4 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^9$ (可调)
漆膜力学性能影响	较大	小	不变

由表 4 可知,单壁碳纳米管导电性最好、用量最少,且不影响漆膜外观,具有较稳定的抗静电性能,故本研究选用单壁碳纳米管做为导电材料。

2.2 抗静电涂层的基本性能

天冬聚脲抗静电涂层的基本性能见表 5。

表 5 天冬聚脲抗静电涂层的基本性能

项目	抗静电中涂	抗静电面漆
不挥发物含量/%	96	95
光泽(60°)/%		25
断裂伸长率/%	310	150
拉伸强度/MPa	16.0	17.5
柔韧性/mm	1	1
耐冲击性/cm	50	50
耐磨性(750 g/500 r)/mg	15	13
抗老化性 ΔE (UVB 1 500 h)		1.0
与水接触角/(°)		106
表面电阻/ Ω		3.11×10^6

由表 5 可知,天冬聚脲抗静电复合涂层的表面电阻为 $3.11 \times 10^6 \Omega$,符合行业抗静电标准,其他基本性能均符合相应标准。从表 5 还可以看出,抗静电天冬聚脲面漆的延伸率为 150%,耐磨性(750 g/500 r)失重为 13 mg,与水接触角为 106° ,在 UVB 紫外照射 1 500 h

后漆膜色差为 1.0,显现出优异的弹性、耐磨、自清洁和耐黄变等综合性能。

2.3 涂层的表面电阻与导电材料添加量的关系

单壁碳纳米管是当前最好的导静电材料之一,优点是用量少、不影响漆膜的颜色,缺点是价格昂贵,所以必须根据应用需要确定其最佳用量范围。单壁碳纳米管添加量与表面电阻的关系见表 6。

表 6 单壁碳纳米管添加量与表面电阻的关系

单壁碳纳米管添加量/%	表面电阻/ Ω	备注
0.1	1.87×10^9	适用于静电耗散型
0.3	2.25×10^8	适用于静电耗散型
0.5	3.11×10^6	适用于导静电型
1.0	5.7×10^5	适用于导静电型
2.0	5.3×10^4	适用于导静电型

由表 6 可知,天冬聚脲涂料配方中加入 0.1%~2.0% 的单壁碳纳米管导电材料,可以满足地坪行业 $10^4 \sim 10^9 \Omega$ 防静电的要求。综合考虑成本和性能,本研究选用 0.5% 的添加量。

综上所述,抗静电天冬聚脲地坪涂料可以满足电子、医药、物联网等行业对地坪材料的防静电要求。同时具有弹性、耐磨、抗污、耐黄变等性能。产品已在各个行业试点使用,取得了初步满意的效果,其长期使用效果有待进一步考察。

3 结语

以单壁碳纳米管为导电材料,研制了一种抗静电天冬聚脲弹性耐磨自洁地坪涂料,为电子、医药、物联网等领域提供了一种有效的抗静电地坪材料。涂层表面电阻值 $3.0 \times 10^6 \Omega$,具有抗静电、弹性、耐磨、自洁、耐黄变等诸多优点,在高端地坪领域显示出良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 王雅真,李栋,朱清梅,等.聚丙烯抗静电集的研究现状及发展趋势[J].塑料工业,2008,36(7):12-15.
- [2] 黄元盛.复合导电填料导电胶的研究[J].广州化工,2013,41(16):86-88.
- [3] 陈酒姜,范明琦,卢敏,等.抗静电喷涂聚脲材料的研制[J].现代涂料与涂装,2008,11(7):42-44.
- [4] 刘娟荣,张翼,何振龙,等.防静电耐磨聚氨酯地坪涂料的研制及应用[J].中国涂料,2022,37(10):43-45.
- [5] 吕月仙.导电涂料的导电机理[J].华北工学院学报,1998,19(4):329-332.