

# 水性防滑涂料应用探索

李宝峰<sup>1</sup>, 左娟娟<sup>2</sup>, 张燕<sup>2</sup>, 成建强<sup>2</sup>, 冷晓飞<sup>2</sup>

(1.海军装备部, 山东 青岛 266001; 2.海洋化工研究院有限公司, 高端装备涂料全国重点实验室, 山东 青岛 266071)

**摘要:** 水性防滑涂料作为一种环保、高效的功能性涂料, 在建筑、交通等领域具有广泛的应用前景。本文系统阐述了水性防滑涂料的分类、制备方法与工艺、性能测试与评估, 并对其应用现状、不足及未来发展趋势进行了探讨。研究表明: 水性防滑涂料虽兼具安全性和环保性, 但仍存在微观作用机理不明、工业化适配不足等问题, 未来研究应着力于开发高性能、低成本、更环保的涂料体系。随着技术进步, 水性防滑涂料有望在更多领域实现规模化应用, 为安全防护和环境保护提供更优解决方案。

**关键词:** 水性防滑涂料; 制备工艺; 性能测试; 环保; 应用

中图分类号: TQ637 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)07-0030-07

## Exploration of the Application of Water-based Anti-skid Coatings

LI Bao-feng<sup>1</sup>, ZUO Juan-juan<sup>2</sup>, ZHANG Yan<sup>2</sup>, CHENG Jian-qiang<sup>2</sup>, LENG Xiao-fei<sup>2</sup>

(1. Naval Equipment Department, Qingdao 266001, Shandong, China; 2. Marine Chemical Research Institute Co., Ltd., State Key Laboratory of Coatings for Advanced Equipment, Qingdao 266071, Shandong, China)

**Abstract:** Water based anti-skid coatings, as an environmentally friendly and efficient functional coating, exhibit significant potential for widespread application in construction, transportation and related industries. This article provides a comprehensive review of the classification systems, synthesis methodologies, processing techniques, as well as performance characterization and evaluation protocols for water-based anti-skid coatings. Furthermore, we critically examine current applications, existing limitations, and prospective development trends. The findings reveal that while these coatings demonstrate commendable safety characteristics and environmental compatibility, several scientific and technical challenges persist, including insufficient understanding of microscopic interaction mechanisms and suboptimal industrial scalability. Future research should prioritize the development of advanced coating systems with enhanced performance characteristics, improved cost-effectiveness, and superior environmental sustainability. With continuous technological advancements, waterborne anti-skid coatings are anticipated to achieve broader industrial adoption across multiple sectors, thereby offering innovative solutions for enhanced safety management and environmental protection initiatives.

**Key words:** water-based anti-skid coating; preparation process; performance testing; environment protection; application

## 0 引言

在全球工业化与城市化进程加速推进的背景下,

公共安全风险防控已成为现代城市治理的核心议题。作为被动式安全防护材料, 水性防滑涂料凭借其生态友好特性与动态摩擦系数的协同优势, 在建筑安全领域展现出重要应用价值。这种涂料不仅能有效防止滑倒事故的发生, 还能减少对环境的污染, 符合当前社会的绿色发展潮流<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2025-05-22

作者简介: 李宝峰(1989—), 男, 本科, 工程师, 主要从事船舶建造与维修工作。E-mail: 610865257@qq.com。

水性防滑涂料应用领域呈现多元化特征,从工业仓储设施、公共交通载具的内饰地面,到城市步道铺装系统及民用住宅功能区等场景均可见其应用。水性防滑涂料优异的防滑性能,可以在高湿度或油性污染环境中有保障人员步行的安全性。同时,其水性环保基质特性通过挥发性有机物(VOC)排放量控制技术,也使其在功能性涂料市场中具备了差异化竞争优势<sup>[2]</sup>。

国内水性防滑涂料的研究主要集中在涂料的配方优化、施工工艺改进以及性能提升。例如,有研究探讨了聚氨酯涂料在彩色防滑路面中的应用,详细分析了多元醇种类、官能度、羟基值和黏度对涂料性能的影响<sup>[3]</sup>。此外,还有研究聚焦于纯聚脲作为新型防滑材料的性能,测试结果显示其具有良好的防滑性、耐磨性及附着力<sup>[4]</sup>。这些研究成果为水性防滑涂料在国内市场的深入拓展和广泛应用奠定了坚实的基础。

国外对水性防滑涂料的研究致力于开发新型涂料,以满足不同环境和应用条件下的防滑需求。例如,有报道介绍了一种新型防滑涂层材料,该材料通过添加防滑颗粒到油漆中,显著提高了产品的防滑性能,并解决了传统防滑贴在实际应用中易出现的问题<sup>[5]</sup>。此外,还有研究关注于纳米材料在水性聚氨酯防滑涂料中的应用,以期通过纳米技术提升涂料的综合性能<sup>[6]</sup>。

国内外在水性防滑涂料领域的研究均取得了显著的成果,但仍然存在许多挑战和机遇。展望未来,技术的进步与市场需求的演变将共同推动水性防滑涂料向更环保、更高效、更多功能化的领域迈进。

## 1 水性防滑涂料分类

### 1.1 按组成分类

水性防滑涂料依据其主要成分,可划分为树脂基、乳胶基以及无机基3类,其在成膜物质上有所不同,因而各自具备独特的性能特点和应用领域。

树脂基水性防滑涂料以树脂作为主要成膜物质,这类涂料因树脂的优异性能而具有出色的附着力和耐候性。树脂的高分子结构使得涂料在固化后能形成坚韧的膜层,紧密地附着在基材表面,从而提供持久的防滑效果。同时,树脂基涂料的耐候性也使其能够在各种恶劣环境条件下保持稳定的性能,延长使用寿命<sup>[7-9]</sup>。

乳胶基水性防滑涂料则是以乳胶为主要成膜物质,乳胶的柔韧性赋予了这类涂料良好的耐磨性和抗冲击性。在实际应用中,乳胶基涂料能够形成一层富有弹性的膜层,有效吸收和分散外界作用力,从而保护基材免受磨损和破坏。此外,乳胶基涂料还具有较好的透气性和耐水性,适用于多种潮湿或干燥的环境条件<sup>[10]</sup>。

无机基水性防滑涂料以无机材料为主要成膜物质,这类涂料因无机材料的特性而具有优异的耐化学

腐蚀性和耐高温性能。无机材料凭借其高稳定性和耐腐蚀性,使涂料能够抵御各种化学物质的侵蚀,长久保持防滑效能。同时,无机基涂料的耐高温性能也使其适用于高温环境,如工业炉窑、烟囱等场所的防滑处理<sup>[10-11]</sup>。

### 1.2 按应用分类

根据应用场景的不同,水性防滑涂料可以分为室内用、室外用、工业用等类型。这些类型的防滑涂料因其特定的性能和使用环境而各具特色。

室内用水性防滑涂料主要用于家庭、医院、学校等场所的地面涂装。这类涂料在选用时,需着重考虑其环保性、无毒无害特性以及便于清洁的优点。在医院和学校等公共场所,防滑性能尤为重要,因为这些地方人流量大,且存在大量行动不便或年幼的人群,对安全性的要求极高。为此,室内用水性防滑涂料在配方设计时,尤为注重增强防滑性能和耐磨性,从而确保使用的安全性<sup>[12]</sup>。

室外用水性防滑涂料则主要用于步道、停车场、游泳池等场所的地面涂装。由于室外环境复杂多变,这类涂料需要具备优异的耐候性、耐水性和耐紫外线性能。同时,防滑性能也是室外涂料不可或缺的重要特性,特别是在雨天或潮湿环境下,良好的防滑性能可以有效减少滑倒事故的发生。因此,室外用水性防滑涂料通常会采用特殊的防滑颗粒或纹理设计,以增加涂料表面的摩擦力<sup>[13]</sup>。

工业用水性防滑涂料则主要用于车间、仓库等工业场所的地面涂装。这类涂料需要承受重型机械和货物的频繁碾压,因此对其耐磨性、耐压性和耐化学品性能有着极高的要求。同时,为了提高工作效率和保障员工安全,工业用水性防滑涂料也需要具备优异的防滑性能。在配方设计时,这类涂料会选用高强度且高耐磨的树脂,并加入防滑添加剂,以确保涂料在恶劣的工业环境中持久保持优异的防滑性能<sup>[14]</sup>。

涂料的分类不仅有助于更好地理解 and 选择适合特定应用场景的水性防滑涂料,也为其生产和应用提供了更为精细化的指导。例如,在步道、停车场等室外场所,通常会选择耐磨性好、耐候性强的涂料,并根据实际需求调整颜色和光泽度;而在医院、学校等室内场所,则可能更注重涂料的环保性能和快速干燥的特性,以确保使用安全和效率<sup>[15-16]</sup>。

## 2 水性防滑涂料的制备方法与工艺

### 2.1 原料选择与配比

在制备水性防滑涂料时,原料的选择与配比是至关重要的环节,直接关系到涂料的性能和使用效果。

水性防滑涂料的主要原料包括水性树脂、颜料、填

料、助剂等。水性树脂是涂料的成膜物质,对于涂料的附着力、耐磨性、耐候性等性能具有决定性作用。因此,在选择水性树脂时,需要考虑其类型、分子量、玻璃化转变温度等因素,以确保涂料具有优异的性能。颜料主要用于赋予涂料色彩和遮盖力,可以根据实际需求选择无机颜料或有机颜料。填料则可以增加涂料的厚度和硬度,提高防滑性能,常用的填料包括石英砂、滑石粉等。助剂在涂料中起到调节黏度、消泡、防沉等作用,对于改善涂料的施工性能和稳定性具有重要意义。

原料的配比需要根据涂料的性能要求和施工条件来确定。一般来说,水性树脂的用量会占据较大比例,以保证涂料的基本性能和成膜效果。颜料和填料的用量则需要根据涂料的色彩、遮盖力和防滑性能来调整。例如,如果需要制备高防滑性能的涂料,可以适当增加填料的用量以提高涂料的粗糙度和摩擦力。助剂的用量虽然较少,但对于涂料的性能和施工效果同样具有重要影响,因此需要根据实际情况进行精细调整。

在原料选择与配比的过程中,还需要注意以下几点:1)要确保原料的质量和稳定性,避免因原料问题导致涂料性能下降;2)要考虑原料之间的相容性和反应性,避免在制备过程中出现分层、沉淀等不良现象;3)要根据实际需求进行灵活调整,以获得最佳的涂料性能和施工效果。

原料选择与配比是制备水性防滑涂料的关键环节之一,需要综合考虑涂料的性能要求、施工条件和原料特性等因素来确定最佳的原料组合和配比方案。通过科学合理的原料选择与配比,可以制备出性能优异、稳定可靠的水性防滑涂料,为建筑、交通等领域的安全防滑提供有力保障。

## 2.2 制备方法与工艺流程

水性防滑涂料的制备核心在于将各类原料按照一定比例混合,并通过特定的工艺手段使其达到理想的涂料状态。这通常涉及颜料的分散、树脂的溶解、添加剂的混入等步骤。特别是在防滑粒料的添加上,需要特别注意均匀性和附着力的控制,以保证涂料的防滑性能。

生产工艺流程通常包含以下几个关键环节:首先是配料,即按照既定的配方精确称量各种原料;接着是预混合,将颜料、填料、助剂等与部分水混合,形成初步的浆料;然后是研磨,通过研磨机将浆料中的颜料和填料细化,以提高涂料的细腻度和着色力;紧接着是调漆,将研磨后的浆料与剩余的树脂、水和其他助剂混合,形成最终的涂料产品;最后是包装,将涂料灌装入桶或罐中,以备后续使用。

在整个制备与工艺流程中,质量控制是至关重要

的。每一步都需要进行严格的检测和记录,确保每一步的产出都符合预期的标准。这包括但不限于颜料的分散程度、涂料的黏度、密度、固化时间等关键参数。

在水性防滑涂料的生产过程中,应尽量选择环保型的原料,减少有害物质的排放,同时优化生产工艺,以降低能耗和减少废弃物。

水性防滑涂料的制备方法和工艺流程是一个复杂而精细的过程,需要严格控制每一步的操作和参数,以确保最终产品的性能和质量。同时,随着科技的不断进步和新型原料的开发,制备方法和工艺流程也在不断改进和优化。这不仅涉及化学、物理等多个学科的知识,还需要对生产设备、原料性质等有深入的了解和掌握。只有这样,才能生产出性能优异、环保安全的水性防滑涂料,以满足建筑、交通等领域对防滑性能的高要求。

制备水性防滑涂料的过程涉及多个关键控制点,包括原料的质量控制、配比的准确性、混合与分散的均匀性、研磨与过滤的有效性以及包装与储存的合理性等。这些控制点的严格管理,对于最终产品性能与质量的保障,具有举足轻重的意义。因此,在制备过程中,必须给予足够的重视和关注,确保每一个环节都能得到有效控制和优化。

## 3 水性防滑涂料的性能测试与评估

### 3.1 水性防滑涂料的性能指标

在评价水性防滑涂料的性能时,主要考察其防滑性、耐磨性、耐候性等关键指标。这些指标直接反映了涂料在实际应用中的效果和使用寿命。

防滑性是水性防滑涂料最基本且最重要的性能指标。它主要体现在涂料能否增加地面的摩擦力,从而减少人员或车辆在地面上滑动的风险。防滑性的好坏直接关系到涂料的安全性能,特别是在湿滑环境下,如雨天、雪天等,防滑性能尤为重要。评价防滑性通常通过测量涂料表面的摩擦系数来进行,摩擦系数越高,防滑性能越好<sup>[7]</sup>。防滑性能测试,通常采用摩擦系数仪进行。该仪器能够模拟不同环境下的摩擦情况,通过测量涂料表面与摩擦副之间的摩擦系数,来评价其防滑性能。测试时,需根据涂料的应用场景选择合适的摩擦副材料和测试条件,以确保测试结果的准确性和可靠性。此外,还可通过观察涂料表面在摩擦过程中的磨损情况,进一步分析其防滑机理和耐磨性能。

耐磨性也是评价水性防滑涂料性能的重要指标之一。耐磨性是指涂料在经受外力摩擦和磨损作用时,仍能维持其原有性能和外观完整性的能力。对于经常受到人员走动、车辆碾压等摩擦作用的地面来说,涂料的耐磨性直接影响到其使用寿命和维护成本。因此,在选

择水性防滑涂料时,需要重点考虑其耐磨性能<sup>[17-18]</sup>。耐磨性测试常用的测试方法包括落砂法、划痕法等,这些方法通过模拟涂料在实际使用过程中可能遇到的磨损情况,来评估其抵抗磨损的能力。在测试中,需严格控制磨损介质的种类、粒度、速度等参数,以确保测试结果的可比性和重复性。同时,还可结合涂料的实际使用环境,设计更具针对性的耐磨性测试方案。

耐候性也是水性防滑涂料的性能指标。耐候性测试旨在评估水性防滑涂料在不同气候条件下的性能稳定性。这包括涂料在高温、低温、潮湿、干燥等极端环境下的耐受能力,以及经受紫外线照射后的抗老化性能。通过模拟这些自然气候条件,可以加速涂料的老化过程,从而在短时间内获得其长期性能变化的预测数据。这对于指导涂料在实际应用中的维护和更换周期具有重要意义。由于许多水性防滑涂料需要应用在室外环境,如建筑外墙、道路交通等,因此耐候性能的好坏直接关系到涂料的使用寿命和装饰效果。在选择水性防滑涂料时,应优先考虑耐候性测试表现优异的产品<sup>[18-19]</sup>。

除了上述3个主要指标外,评价水性防滑涂料性能时还需考虑其他因素,如涂料的附着力、硬度、柔韧性、耐化学腐蚀性等。这些因素虽然不像防滑性、耐磨性和耐候性那样直接关乎涂料的安全性和使用寿命,但也在一定程度上影响着涂料的综合性能和适用范围。因此,在选购和使用水性防滑涂料时,应综合考虑各项指标,以确保选择到性能优异、安全可靠的产品<sup>[17-18]</sup>。

### 3.2 与传统防滑涂料的对比

水性防滑涂料相较于传统防滑涂料,其最大的优势在于环保性。由于采用水作为稀释剂,水性防滑涂料在生产、施工和使用过程中大大降低了对环境的污染。此外,水性涂料还具有较好的透气性和耐候性,能够有效抵抗紫外线、酸雨等自然环境的侵蚀,从而保持长久的防滑效果。在施工工艺方面,水性防滑涂料也表现出了更高的灵活性和便捷性,适用于多种基材和施工环境。

水性防滑涂料亦有其局限性,尤其是干燥时间较长,可能对施工进度构成一定影响。此外,由于水性涂料的特性,其对施工环境的湿度和温度要求较高,不适宜在低温或高湿环境下施工。相比之下,传统防滑涂料在这些维度上展现出了其特有的优势。

传统防滑涂料通常采用溶剂型配方,具有较快的干燥速度和较强的附着力。这类涂料在耐磨性、耐化学品腐蚀性等方面也表现出色。然而,其缺点在于施工过程中产生有害气体,对施工人员和环境造成危害。同

时,传统防滑涂料的透气性和耐候性相对较差,容易受到自然环境的侵蚀而影响防滑效果。

综合来看,水性防滑涂料和传统防滑涂料各有优缺点,选择哪种涂料应根据具体需求和施工环境来决定。在环保要求日益严格的今天,水性防滑涂料无疑具有更广阔的发展前景。未来,随着技术的不断进步和环保政策的推动,水性防滑涂料有望在技术革新的浪潮中,实现性能上的飞跃,从而拓宽其应用领域,满足多样化的需求。

除了环保性和性能上的差异外,水性防滑涂料和传统防滑涂料在成本方面也存在一定的差异。尽管水性防滑涂料的原材料成本相较于传统涂料可能稍高,然而其施工过程中的高安全性和显著环保性,使得企业在治理和风险控制方面的成本得以有效降低。在长期运营中,水性防滑涂料的维护成本也相对较低,因为其耐候性和耐磨性较好,减少了频繁维修和更换的需求。

根据市场研究,消费者和企业对环保性能和可持续性的关注日益增加,导致水性防滑涂料的市场需求不断上升。特别是在环保法规严格的国家和地区,水性防滑涂料因其环保优势和优异性能,正逐渐成为市场的新宠。这也促使了涂料行业不断加大对外水性防滑涂料的研发和推广力度。

总的来说,水性防滑涂料和传统防滑涂料在多个方面存在显著差异。在选择使用哪种涂料时,应综合考虑环保要求、性能需求、施工条件以及成本等因素。随着技术的不断进步和市场需求的不断变化,水性防滑涂料有望在未来发挥更大的作用,为各个领域提供更优质、更环保的防滑解决方案。

## 4 水性防滑涂料的应用

### 4.1 应用领域与市场需求

水性防滑涂料作为一种环保、高效的涂料产品,在建筑、交通等多个领域具有广泛的应用前景。随着人们安全意识的提高和环保理念的深入人心,以及全球范围内对VOC排放限制的加强,水性防滑涂料的市场需求持续增长。特别是在建筑、汽车、船舶等行业,水性涂料因其环保性能和涂装效果,成为推动涂料行业转型升级的重要力量。

在建筑领域,水性防滑涂料可以应用于各种室内外地面,如楼梯、走廊、坡道等,提高行走安全性。尤其是在公共场所如学校、医院、商场等,其防滑性能可以有效减少因地面湿滑而导致的摔倒事故。此外,在建筑外墙、屋顶等处使用水性防滑涂料,还能增加建筑物的耐久性,减少因雨水、雪水等自然因素造成的损坏。

在交通领域,水性防滑涂料同样具有广泛的应用。

例如,在高速公路、桥梁、隧道等路面的防滑处理上,采用水性防滑涂料,能够大幅提升道路的抗滑性能,进而有效减少交通事故的发生。同时,其环保特性也符合当前绿色环保的交通建设理念。在城市道路、人行道等地方使用水性防滑涂料,可以为市民提供更加安全的出行环境。

工业领域对地面涂料的要求则更为严苛。在车间、仓库等重工业环境中,地面不仅需要承受重物的压力,还经常接触到各种化学品。水性防滑涂料以其强大的耐化学腐蚀性和重载承受能力,成为工业地面的理想选择。同时,其环保性能也符合当前工业生产对减少环境污染的要求。在物料搬运频繁的区域,水性防滑涂料以其卓越的防滑性能,有效降低了搬运时的安全风险,进而提升了作业效率。

市场需求方面,随着公众对安全问题的关注度不断提高,以及国家对于环保政策的持续推进,水性防滑涂料的市场需求呈现出稳步增长的趋势。例如,根据《2025年水性工业涂料市场需求分析》报告,水性工业涂料市场正快速增长,特别是在工业领域,水性涂料因其环保性能和涂装效果成为推动涂料行业转型升级的重要力量。此外,中国防滑涂料市场规模预计到2030年将达到500亿至600亿元,显示出强劲的增长潜力。尤其是在一些对安全性能要求较高的场所,如学校、医院、商场、交通道路等,水性防滑涂料的需求量更是持续增加。此外,水性防滑涂料以其环保、无毒、无害的特性,与当前社会推崇的绿色环保理念相符,从而进一步推动了市场需求。

水性防滑涂料的研发和应用也受到了国家政策的大力支持。政府对于环保型涂料产品的推广和应用给予了高度重视,通过制定相关政策和标准来推动其市场的发展。这也为水性防滑涂料的市场需求提供了有力的政策保障。

总的来说,水性防滑涂料在建筑、交通等领域具有广泛的应用前景和市场需求。随着技术的不断进步和市场的不断拓展,其应用范围和市场需求还将进一步扩大。因此,加强水性防滑涂料的研发和推广具有重要的现实意义和广阔的市场前景。

#### 4.2 应用中的问题与解决方案

在实际应用过程中,水性防滑涂料可能会遇到多种问题,这些问题主要源于涂料本身的性能、施工环境以及使用条件等多个方面。

涂料性能方面的问题通常表现为防滑性能欠缺、耐磨性不强以及耐候性能较弱。这些问题往往与涂料的配方设计、原料质量以及生产工艺有关。针对上述问题,优化涂料配方、精选优质原料及调整生产工艺参

数,均是提升涂料综合性能的有效途径。此外,针对特定的性能问题,还可以采取一些特殊的措施,如在涂料中添加适量的防滑剂、增强剂等,以提高其防滑效果和耐磨性。

施工环境对水性防滑涂料的应用效果也有显著影响。例如,温度、湿度等环境因素的变化可能导致涂料干燥速度过快或过慢,从而影响涂层的成膜质量和防滑效果。为了解决这些问题,可以在施工前对施工环境进行充分的评估和预处理,确保环境温度和湿度等参数处于适宜的范围内。同时,还可以选择适应性更强的涂料品种,以适应不同的施工环境。

使用条件也是影响水性防滑涂料应用效果的重要因素。在使用过程中,涂层可能会受到各种外力作用,如摩擦、冲击等,从而导致涂层破损或防滑效果下降。为了延长涂层的使用寿命和保持其良好的防滑效果,可以采取一些保护措施,如在涂层表面加设保护层、定期进行维护和修补等。此外,对于特殊的使用场合,还可以根据实际需求定制专用的水性防滑涂料,以满足特定的使用要求。

水性防滑涂料在实际应用过程中可能会遇到多种问题,但这些问题并非无法解决。通过优化涂料配方、改进施工条件及采取适当保护措施,可有效解决这些问题,进而提升水性防滑涂料的应用效能及市场占有率。同时,随着科技的不断进步和涂料行业的持续发展,相信未来水性防滑涂料将会在建筑、交通等领域发挥更加重要的作用。

## 5 水性防滑涂料展望

### 5.1 发展趋势

随着科技的进步和社会的发展,水性防滑涂料作为一种重要的地面涂装材料,其环保特性和市场需求日益增长,发展趋势日益明显。在人们对安全和环保意识的持续加强下,水性防滑涂料必将走向更高性能、更环保以及更多功能化的发展路径。

高性能化是水性防滑涂料的重要发展方向。这主要体现在涂料的耐磨性和防滑效果上。为了提高涂料的耐磨性,研究者们正在不断探索新的材料组合和制备工艺,以期在保持涂料防滑性能的同时,增强其耐久性。而对于防滑效果,除了传统的物理和化学防滑技术外,还有望通过引入纳米技术等先进手段,进一步提升涂料的防滑性能。

环保化也是水性防滑涂料不可忽视的发展趋势。随着全球环保意识的日益增强,涂料行业正积极回应这一趋势,致力于研发更为环保的产品。水性防滑涂料作为一种低VOC排放的环保涂料,其本身就具有较好的环保性能。然而,为了进一步减少环境污染,研究者

们仍在不断探索采用更加环保的原材料和制备工艺,如使用可再生资源、优化生产流程等,以降低涂料生产和使用过程中的环境影响。

多功能化是水性防滑涂料的另一个重要发展方向。在现代社会,人们对于涂料的需求不再仅仅局限于单一的功能,而是希望其能够具备多种功能,以满足不同应用场景的需求。因此,开发具有抗菌、防霉、防火等多种功能的水性防滑涂料成为当前的研究热点。

### 5.2 技术创新

在未来的水性防滑涂料领域,技术创新将是推动其持续发展的关键动力。这种创新不仅涉及新型材料的研发,还包括制备工艺的改进以及涂料性能的提升。

新型成膜物质的研究与开发至关重要。成膜物质是涂料中的核心组成部分,直接影响着涂料的附着力和耐候性。通过探索新型的高分子材料、纳米材料或复合材料等,有望制备出具有更优异性能的水性防滑涂料。例如,利用纳米材料对水性防腐蚀涂料进行改性,实现不同材料之间的优势互补,制备高性能、功能化的防腐蚀涂层。这些新型成膜物质不仅能够增强涂料与基材之间的结合力,提高涂层的耐久性,还能在复杂多变的环境条件下保持良好的性能。

新型防滑粒子的研究与开发同样具有重要意义。防滑粒子是涂料中实现防滑功能的关键材料。通过研发新型的形状、尺寸和分布的防滑纳米粒子,可以显著提高涂料的防滑效果。例如,利用纳米技术制备具有特殊表面结构的防滑粒子,能够增加涂料表面的粗糙度,从而提高其摩擦系数和防滑性能。

涂料制备工艺的创新与优化也是不可或缺的一环。优化制备工艺,既能提升涂料制备效率、降低成本,又可增强涂料的性能稳定性。通过引入先进的生产技术,如高速分散技术、纳米研磨技术等,可以使涂料中的各组分更加均匀地分散和混合,从而提高涂料的整体性能。此外,采用环保型生产工艺和材料,可有效减少涂料制备过程中的环境污染,契合绿色发展的理念。

### 5.3 应用领域拓展

随着科技的飞速发展和人们对材料性能要求的日益提高,水性防滑涂料的应用领域正逐渐拓宽其边界。这种涂料的优异性能和环保特点使其在许多新兴领域都有着广阔的应用前景。

在飞行器领域,水性防滑涂料可以发挥其独特的防滑功能,确保飞行人员在复杂的工作环境中能够稳步行走,减少滑倒的风险。同时,由于其环保特性,这种涂料还能减少对飞机内部环境的污染,保障飞行人员的健康。

高速铁路是另一个具有巨大潜力的应用领域。在高速列车上,水性防滑涂料可以应用于车厢地面和站台,以确保乘客在上下车和行走过程中的安全。此外,涂料的耐磨性和耐候性也能满足高速铁路对材料性能的严苛要求。

此外,水性防滑涂料在体育运动设施、公共交通工具以及户外设施等方面也有着广泛的应用前景。例如,在篮球场、网球场等运动场地,这种涂料可以提供更好的抓地力,减少运动员滑倒的风险;在公交车、地铁等公共交通工具上,它可以增加乘客站立和行走的安全性;在户外步行道、公园设施等地方,水性防滑涂料同样能够发挥其防滑作用,保障公众的安全。

随着水性防滑涂料技术的不断进步,市场需求持续增长,其应用领域覆盖建筑、道路交通运输、船舶、工业设备等多个行业,成为保障公共安全和生产安全的重要材料。这种涂料不仅能够提高人们生活和工作的安全性,还能为各个行业带来更加环保、高效的解决方案。

## 6 结语

通过一系列的研究工作,我们对水性防滑涂料的未来发展有了更为清晰的认识。随着技术的不断进步和市场的日益拓展,水性防滑涂料将在建筑、交通等领域发挥出更大的作用,为人们的生活带来更多的便利和安全。

本文虽对水性防滑涂料进行了全面而深入的探讨,但仍存在若干待完善之处,有待在未来的研究中进一步改进与深化。

1)为了更全面地理解水性防滑涂料的性能及其优化途径,未来研究可借助扫描电子显微镜、原子力显微镜等表征手段深入探究涂料的微观结构和防滑机理以及涂料与基材的相互作用。

2)目前涂料性能改进主要基于实验室规模的制备和测试,与实际工业生产及复杂应用环境的契合度有待进一步提升。未来研究应着重于搭建实验室研究与工业应用之间的桥梁,探寻在规模化生产中如何有效保持并提升水性防滑涂料性能的技术方案。

3)水性防滑涂料相较于传统溶剂型涂料,虽然具有较低的挥发性有机物排放,但其环保性能仍需深入评估。除了VOC含量的控制,水性防滑涂料的环保性能评估还应包括生物降解性、毒性测试等,以确保其在生命周期中对环境的影响降到最低。未来研究应致力于开发更加环保、高性能的水性防滑涂料体系。

水性防滑涂料作为一类具有环保特性的功能性涂料,广泛应用于建筑、道路、交通运输等多个领域,其市场需求正随着人们对安全性和环保性要求的提升而持

续增长。因此,未来的研究应聚焦于涂料的性能提升、成本降低、环保性增强以及应用领域的拓展等方面。通过不断地创新和技术突破,推动水性防滑涂料行业的健康发展,为社会带来更多的经济和环境效益。

#### 参考文献:

- [1] 谢倩红,罗永乐,陈啸天,等.彩色路面防滑涂料的研究进展[J].广东化工,2014(14): 91-92.
- [2] 张忠峰.一种防滑涂料:CN201811113630.4[P].2019-01-11.
- [3] 石金亨,刘莉,邱钦标.聚氨酯涂料在彩色防滑路面中的应用研究[J].广州化工,2022(5): 88-90.
- [4] 徐菲,孟浩,李海扬,等.建筑地面防滑用纯聚脲的研究与应用[J].上海涂料,2013(11):28-31.
- [5] 邓国华.一种新型防滑涂层材料的研究与应用[J].新技术新工艺,2020(6):11-13.
- [6] 于然.基于纳米 CaCO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub> 的水性聚氨酯涂布型防滑纸的制备与性能研究[D].无锡:江南大学,2018.
- [7] 裘友玖,兰梅菊.一种耐水型防滑涂料:CN201810797412.0 [P].2018-11-23.
- [8] 李娅,韩利民.一种水性环氧地坪涂料及其制备方法:CN201511031147.8[P].2016-04-20.
- [9] 吴永红,刘剑彤.防滑聚氨酯涂料及制备方法:CN03118882.6 [P].2003-10-08.
- [10] 宋世红,张学卿.防滑涂料概论[J].中国涂料,2009(7):60-63.
- [11] Y LI, A SHA, Z TIAN, et al.Review on superhydrophobic anti-icing coating for pavement[J]. Journal of Materials Science,2023(8):3377-3400.
- [12] ORME B. Anti-slip coatings outlast and outperform sand-in-paint systems and tapes[J]. Maintenance & Engineering, 2022(3):28.
- [13] 陈东,叶志华.防滑涂料在直升机飞行甲板上的应用研究[J].中国涂料,2021(8): 63-67.
- [14] 维维.船用防滑涂料[J].航海,1988(6):36.
- [15] 邹奇峰.一种水性聚氨酯单组分地板防滑防火涂料:CN201810345422.6[P].2018-08-24.
- [16] 杜帆,张安冬,杨晓林,等.一种水性环氧自发光防滑涂料制备工艺及其施工方法:CN202011466045.X[P].2021-04-20.
- [17] 李萍,王强强,刘建钊,等.地坪涂料防滑性影响因素及测试方法概述[C].第一届全国地坪行业技术研讨会论文集, 2019:68-70.
- [18] 陈亮,陈遵厚,谢桂秀,等.水性防水防滑地坪涂料及其制备方法:CN201811491289.6[P].2019-04-12.
- [19] 吴始栋.航空母舰防滑涂料的开发研制[J].船舶物资与市场,2012(2):37-39.

(上接第 24 页)前需要人工整车使用酒精或乙醇进行擦拭,将异色点消除,操作人员禁止使用护手霜等化妆品。杜绝异色点的产生。

### 3.6 使用防护和修复措施

在车身喷涂过程中,应该采取有效的防护和修复措施。例如:在喷涂前对车身表面进行防护处理,如涂一层防护蜡等,可以有效避免油漆与基材的直接接触,从而减少异色点问题的产生。此外,在喷涂完成后,应该对车身表面进行检查,发现异色点问题及时进行修复。通过使用防护和修复措施,可以减少车身喷涂过程中异色点问题的出现。

## 4 结语

车身异色点问题是一个常见的问题,对于车辆的美观度和质量都有一定的影响。本文从原材料、设备、工艺、环境等方面分析了异色点产生的原因,并提出了相应的解决方案。通过选用优质原材料、加强设备维护和保养、严格控制工艺参数、加强环境管理和使用防护和修复措施等手段,可以减少车身喷涂过程中异色点问题的出现,提高车辆的美观度和质量。

未来,随着汽车制造技术的不断发展和提高,车身

喷涂技术也将得到进一步改进和创新,异色点问题也将得到更好地解决。

#### 参考文献:

- [1] 李建军,王红,张伟.汽车涂料批次稳定性对涂装色差的影响研究[J].涂料工业,2022(5):45-51.
- [2] 陈立,刘华,赵亮.溶剂挥发特性对汽车涂装质量的影响机制[J].表面技术,2021(8):180-187.
- [3] 赵凯,孙明,周杰.喷涂设备参数对汽车涂装质量的影响[J].机械工程学报,2020(12):150-157.
- [4] 刘勇,陈婷,张辉.涂层厚度对汽车涂装干燥过程的影响研究[J].汽车工程,2021(6):780-786.
- [5] 孙晓,王芳,李娜.温湿度对汽车涂装质量的影响及控制策略[J].涂料技术与文摘,2022(4):20-26.
- [6] 中国汽车工程学会.2023 年中国汽车涂装质量白皮书[R]. 2023.
- [7] 王强.喷涂设备对汽车涂装质量的影响及改进措施[J].表面技术,2022(8):210-216.
- [8] 李娜.汽车涂装供漆系统维护与优化研究[J].汽车工艺与材料,2023(4):45-50.