

基于亚光涂料的消光技术研究进展

怀 旭^{1,2}, 杭祖圣^{1,2}, 王章忠^{1,2*}, 黄玉安^{1,2}, 孙旭鹏², 贺 珍², 肖泽崇²

(1. 江苏省先进结构材料与应用技术重点实验室, 南京 211167;

2. 南京工程学院材料工程学院, 南京 211167)

摘要:亚光涂料具有光泽柔和的特点, 能够提供舒适温馨的氛围, 降低视觉疲劳, 在建筑、车饰、医疗、交通等日常生活领域具有广阔的应用空间。目前亚光涂料主要通过加入消光剂和消光树脂来实现消光。本文综述了近年来消光剂和消光树脂在各类亚光涂料中的研究进展, 特别介绍了改性二氧化硅消光剂和新型消光树脂在紫外光固化涂料中的进展情况, 总结了我国在消光剂和消光树脂研究中的不足之处, 指出了目前消光剂和消光树脂在亚光涂料应用中存在的主要问题, 并展望了其应用前景和发展趋势。

关键词:亚光涂料; 消光剂; 消光树脂; 紫外光固化

引言

光线照射到物体表面会发生反射, 反射能力的大小称为光泽度^[1,2]。根据 GB/T 9754-2007, 光泽度可以用光泽测定仪进行测定^[3]。依据 60°光泽的测定结果, 可以将涂料分为亮光(>60%)、亚光(15%~60%)和无光(<15%)等^[4]。亚光涂料因其光泽度低而给人以高贵典雅的感觉, 并因此作为一种高档涂料备受欢迎。与传统涂料相比, 亚光涂料的生产有利于满足人们的审美需求, 提高企业产品线的多样性, 增加产品附加值, 使企业获得更高利润。

漫反射和散射是产生消光的根本原因, 表面粗糙度是影响涂层光泽的关键因素, 通过改变涂层中填充物质的特性, 可以使漆膜干燥后形成微粗糙表面, 从而改变涂层光泽^[5]。漆膜粗糙度越高, 发生漫反射和散射的光线越多, 消光效果就越好(如图 1 所示)。传统的消光技术是在涂料中加入消光剂和消光树脂。消光剂的加入会使涂料在干燥过程中形成微粗糙表面, 其中研究最多的是二氧化硅(SiO₂)。王黎等^[6]以氟碳树脂与支化型固化剂作为树脂体系, 通过加入改性 SiO₂ 消光粉, 制备了可用于光学组件的消光涂料。Ou 等^[7]以丙烯酸酯为基体, 通过加入表面处理的 SiO₂ 消光剂(SiO₂ 含量为 7%)制得低粘度(36.3 mPa·s)消光薄膜, 光泽度低至 18.9%。消光树脂则主要是利用有机物特有的结构和基团吸收光线而消光^[4]。李建军^[8]采用环氧改性水性聚氨酯, 制得固含量为 40%以上、耐水性优良的低光泽水性聚氨酯涂料。对于消光剂而言, 粒径一般都在 2 μm~5 μm 左右, 粒径太小不能起到增加表面粗糙度的作用, 粒径太大又会影响美观; 对于微球结构的消光树脂, 满足上述粒径要求时效果最好。

本文详细阐述了亚光涂料的研究现状, 工业上仍有大部分消光助剂须依靠进口, 且它们都存在不同程度的缺点, 影响使用性能。面对目前严峻的涂料行业形势, 提出开发新型消光助剂对打破市场格局, 改变亚光涂料的生产技术至关重要, 基于本课题组对三聚氰胺甲醛树脂(MF)微球的深入研究, 指出空心 MF 微球在涂料消光领域具有极大的应用潜力, 在降低成本的同时可以有效提高亚光涂料的使用性能。

10.14028/j.cnki.1003-3726.2016.011.004

收稿: 2016-04-08; 修回: 2016-05-13;

基金项目:江苏省自然科学基金资助项目(BK20130747), 江苏省科技支撑计划资助项目(BE2014039), 江苏省大学生实践创新训练计划项目(201511276017Z), 江苏省先进结构材料与应用技术重点实验室开放基金(ASMA201505), 南京工程学院大学生科技创新基金项目(TZ20161701), 江苏省普通高校专业学位研究生实践创新计划项目(SJLX16_066);

作者简介:怀旭(1993—), 男, 工学学士学位, 硕士生, 主要从事三聚氰胺相关材料的制备与应用研究。E-mail: whisun@126.com;

* 通讯联系人: 王章忠(1963—), 男, 硕士, 教授, 主要从事轻量化结构材料和表面工程研究工作。E-mail: zzw@njit.edu.cn.

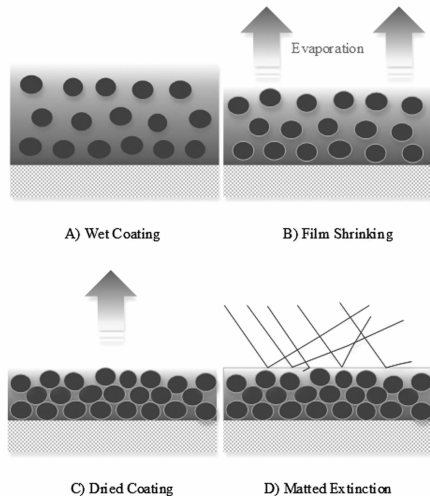


图 1 消光漆膜的形成与亚光效应
Figure 1 Development of matt paint film and extinction effect

1 消光剂

消光剂的加入会使膜层形成一定的粗糙度,从而获得亚光效果。孔容孔径、平均粒径及其分布、pH 值、吸油值等是衡量消光剂消光效果的重要指标^[9]。消光剂的孔隙率越高,单位质量能提供的最佳颗粒数目就越多,因此在消光剂用量相同时,消光效果越好;一般情况下,平均粒径要与涂膜的厚度相协调,对于给定的涂料和涂膜厚度,随着粒径的增大和粒径分布变窄,消光效果变好;低 pH 值消光剂适用于酸催化涂料,而中性 pH 值消光剂适用于 pH 为 8~9 的水性涂料;另外,吸油值大的消光剂较吸油值小的消光剂的消光效果要好。最早用的消光剂是有机消光剂,包括金属皂和高级蜡等,后来又发展了功能性体质填料,而其中的 SiO₂ 及其改性产品成为目前研究和应用最广的消光剂。

1.1 金属皂

金属皂在消光领域的应用较早,主要有硬脂酸钙、硬脂酸铝等,常用于溶剂型涂料和消光漆中^[10]。当消光漆兑稀喷涂时,金属皂会浮在溶液表面,影响漆膜质量;并且金属皂在溶液中的浓度分布不均匀,导致漆膜光泽不均,影响消光效果^[11]。因此,目前金属皂仅在某些低档涂饰剂中尚有应用,对金属皂消光剂的研究也已不多。

1.2 合成高分子蜡

蜡作为消光剂应用也较早,最常用的是合成高分子蜡。在不影响漆膜外观的情况下,高分子蜡粒径越大越容易消光。聂振芝等^[12]早期以高分子蜡为主消光剂制得消光效果很好的亚光漆,贮存 3 个月无分层沉淀现象。不过高分子蜡用量不大,在使用时也会产生与金属皂相同的问题,主要是漆膜光泽不均,影响使用性能。如果将其配合 SiO₂ 使用,不仅可以改善 SiO₂ 和油漆、清漆的相容性,克服极性粉体易沉降难分散的缺点,避免存储过程中形成无法再分散的硬沉积物,同时又赋予产品滑爽、抗划伤等优点。Grace 公司^[13]新近研发出表面涂覆了高分子蜡的新型无机氧化物颗粒消光剂,配方所用高分子蜡具有约 50% 或以上的结晶度,该新型消光剂 60° 光泽最低达 10%。

1.3 功能性体质填料

功能性体质填料是一类重要的消光剂原料,主要包括合成 SiO₂ (包括气相/沉淀 SiO₂) 和硅藻土等。合成 SiO₂ 呈玻璃态或无定型态,无定型 SiO₂ 在清漆中能够表现出良好的光学行为,广泛用于高档涂料。徐峰^[14]通过对 Crosfield 公司、Grace 公司、Degussa 公司的系列产品进行性能比较,指出合成 SiO₂ 在水

性和溶剂性消光涂料中应用很广。

1.3.1 气相 SiO₂ 气相 SiO₂ 由德国 Degussa 公司在 1941 年采用 Aerosil 法首次合成,其具有粒径小、表面活性高和比表面积大等优点,在涂料领域应用广泛^[15,16]。梁磊等^[17]对比研究了 Degussa 公司生产的 TS100 型气相 SiO₂ 发现:在水性涂料中,气相 SiO₂ 的粒径越小消光性越好(对溶剂性涂料,粒径越大越易消光)。Zhu 等^[18]用增压碳酸盐化、溶胶-凝胶法以及超临界干燥制备了大孔容 SiO₂,消光效率达 65.5%。我国的气相 SiO₂ 研究较晚,目前仍主要依靠进口,而德国的 Degussa 公司占据着重要市场,我国的气相 SiO₂ 消光产品在透明度、手感等方面有待提高。

1.3.2 沉淀 SiO₂ 沉淀 SiO₂ 是利用无机酸和水玻璃反应,经过沉淀等工序而制成的。沉淀 SiO₂ 性能优良、成本较低,与气相 SiO₂ 相比,应用范围更广。孔庆刚等^[19]通过正交实验对沉淀 SiO₂ 的合成过程进行优化,控制反应温度为 85℃,加料时间为 25min,保温时间为 60min,搅拌速度为 600r/min,硫酸酸化量为 18mL 时,产品的吸油值达 0.05mL/g,中位径为 5.70μm,与涂料相容性良好,各项指标与进口产品(Grace 公司的 C-906,见表 1)相近。郝学辉^[20]通过羟基硅油原位改性沉淀法制备疏水性 SiO₂ 消光剂,使涂膜的表面光泽度降至 20%以下,抗粘性和分散性也很好,且符合工业生产要求。

1.3.3 改性 SiO₂ 合成 SiO₂ 适于水性和溶剂性涂料且效果良好,但随着人们环保意识的提高,紫外光(UV)固化涂料等新型环保涂料的应用越来越广。UV 固化涂料固化时产生的体积收缩小,不能形成明显的微粗糙表面,因此需要添加特种消光剂以实现低光泽,并且添加比例高达 10%以上^[21]。所以单纯使用合成 SiO₂ 消光效果不明显,且用量增加时还会影响到涂层的力学性能和产品外观^[22]。

如果对 SiO₂ 进行表面改性,使其具有有机/无机特点,就扩大了其在 UV 固化涂料中的应用。所用改性剂主要是合成高分子蜡、硅氧烷、羟基树脂等含亲水基的有机物。Degussa 公司^[23]研发的改性 SiO₂ 消光剂,表面经聚硅氧烷处理,可以很好地用于 UV 固化涂料。李明晶等^[24,25]通过控制滴加有机卤化硅烷(10 份 Me₂SiCl₂ 和 10 份 Me₃SiCl),对沉淀 SiO₂ 微粉进行有机化处理,经处理的 SiO₂ 微粉平均粒径为 5.6μm,比表面积 280m²/g,吸油值 260g/g,用于 UV 双固化涂料中表现出良好的消光性,综合性能达到优级产品。

1.3.4 其它 除了合成 SiO₂ 及其改性产品外,还有其它功能性体质填料可以作为涂料消光剂。Igwebike-Ossi 等^[26]将谷壳灰作为消光剂用于纤维平光漆,并研究其消光性和稳定性。结果表明,谷壳灰的消光效果在气相 SiO₂ 和硅胶粉之间且稳定性良好。Du 等^[27]将煅烧的硅藻土用于高性能消光涂料中,并通过筛分法和沉淀法获得最佳粒径分布。研究发现,粒度为 2.54、5.04、9.74、18.80μm 且呈正态分布时,可获得最佳消光性,此时 60°光泽低至 32.6%。

表 1 国内外部分 SiO₂ 消光剂的性能比较
Table 1 Compare of the properties of both domestic and overseas SiO₂ agents

	类别	孔容/(cm ³ ·g ⁻¹)	平均粒径/μm	粒径分布	吸油值/(g·g ⁻¹)	BET/(cm ² ·g ⁻¹)
国外	适宜范围	≥1.2	≤8	窄	2.0~3.5	140~420
	Grace C-906	1.79	5.32	窄	3.03	350.2
	CROSFIELD HP 210	1.8	6.4	窄	2.5	—
	Degussa HK-400	2.0	4	窄	2.2	—
国内	广州新稀 SH-108/109	—	2~3	较窄	2.2~2.5	210~240
	广东添一 ATM9000	1.8	4.2~4.8	较窄	2.6~2.8	—
	北京化工大学毋伟课题组	2.26	6	较宽	3.4	361.6

就消光剂的整个发展来看,SiO₂ 占据着主要地位,美国 Grace 公司、德国 Degussa 公司、英国 Crosfield 和 Ineos 公司的系列产品一直占据我国的消光剂市场。我国 SiO₂ 消光剂研究起步较晚,许多

方面与国外产品还存在很大的差距,一直无法取代进口产品。表 1 为国内外部分产品的性能比较。从表中可以看出,我国 SiO_2 消光剂在产品微孔结构控制上差距明显,产品粒径分布较宽。并且我国在表面改性技术,质量稳定性方面存在较大差距,产品缺乏系列化。

2 消光树脂

传统消光剂应用广泛,但其与涂料树脂基体的相容性不好,得到的涂料普遍存在涂层的脆性增大,耐抛光性下降,树脂粘度增加等问题,并且消光剂的防沉性、耐水性差,涂料的固含量低。通过合成消光树脂,利用其与涂料树脂基体共同成膜也可以获得低光泽,并且可以弥补消光剂的不足,提高涂料的综合性能。

2.1 丙烯酸树脂

丙烯酸树脂是一类常用的消光树脂,经过不同的处理可用于相应领域。彭永利等^[28]通过自由基溶液聚合制备了甲基丙烯酸缩水甘油酯(GMA)型丙烯酸消光树脂,借助 GMA 与丙烯酸酯间的张力差降低光泽。控制丙烯酸树脂的 T_g 在 $65\sim 70^\circ\text{C}$,引发剂用量为 1.5%,聚苯乙烯(PS)含量为 15%,GMA 含量为 23%时,合成的消光树脂有最好的消光效果,适用于聚酯环氧无光粉末涂料。区菊花等^[29]以丙烯酸酯和聚氨酯(PU)为原料,以过硫酸钾为引发剂,采用半连续滴加法进行乳液聚合,当引发剂用量为单体总量的 0.6%,在 80°C 条件下得到一种储存稳定、性能良好的水性聚氨酯丙烯酸酯(WPUA)乳液,由此得到的涂料再经电泳处理后, 60° 涂膜光泽可达 10%以下,适用于电泳消光涂料。

2.2 聚氯乙烯树脂

聚氯乙烯(PVC)消光树脂^[30,31]一般采用悬浮聚合工艺,加工和使用的温度范围都较宽,制品光泽细腻,所以广泛用于人造皮革,汽车装饰、医疗,阻燃电缆等日常生活的各个方面。目前欧美、日本等都已实现工业化和系列化生产。国内最早是在“八五”期间开始研究,后来浙江大学和北京化工二厂共同开发出 SC 系列 PVC 消光树脂。近来,研究者从不同方面对 PVC 消光树脂的消光性进行研究。侯克伟^[32]研究了 PVC 凝胶含量对制品光泽度的影响。结果表明:光泽度随凝胶含量增加而降低。陈俊杰等^[31]研究了交联剂用量及加入方式、聚合温度对 PVC 树脂消光性的影响,以及挤出温度对 PVC 制品消光性的影响。结果表明:消光 PVC 树脂最佳的生产工艺为交联剂用量在 0.3 份左右,聚合过程中交联剂采用连续加入的方式,聚合温度应根据 PVC 制品凝胶含量的需求进行设定;当挤出机各段温度分别为 130 、 145 、 150 、 155°C ,模头温度为 165°C 时,PVC 制品的消光性最好。目前国内生产研发 PVC 消光树脂的企业逐渐增多,主要有北京化二股份有限公司、河北沧州化工实业集团有限公司、天津大沽化工股份有限公司、上海氯碱化工股份有限公司等。

2.3 水性聚氨酯树脂

传统的水性聚氨酯(WPU)消光涂料是在 WPU 中直接加入 SiO_2 消光剂,此法工艺简单,但消光剂的引入会降低乳液的耐刮性、稳定性等^[33]。彭晓宏课题组^[33~35]对聚氨酯消光树脂有较深研究,他们通过化学反应直接合成了一种低光泽的 WPU 树脂,可用于 PVC、人造 PU 皮革降低表面光泽,但是粒径分布较宽;继而将合成的 WPU 预聚物进行乳化扩链,制备出不含消光剂的 WPU/聚脲消光树脂分散体,进而得到亚光 WPU 膜;进一步的研究发现,控制钛酸催化剂为 0.016%,水合肼为 45%,二羟甲基丙酸为 2.6%,2-[(2-氨基)氨基]乙磺酸钠为 0.084%时可制得自消光 PU 膜,达到平光效果,所得 WPU 膜中乳胶粒子的平均粒径为 $2\mu\text{m}$,粒径分布系数为 0.979,粒径分布范围在 $0.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 。自消光 PU 膜是通过 PU 成膜时形成微球结构,使入射光漫反射而消光,目前对自消光 PU 膜的研究较多,但实际生产中,通过加入消光剂来获得消光树脂仍占有很大比例,对不含消光剂的消光树脂的工业化应用还需进一步研究。

2.4 新型消光树脂

仅仅使用一种消光树脂往往不能获得最佳的消光效果,因此越来越多的学者将两种或多种树脂复

合,构建兼具不同树脂优良性能的复合消光树脂。成国祥等^[36]最早采用无皂种子乳液聚合制备了具有微空腔形态的 P(MMA-MA)/PS 复合树脂,该树脂具有良好的亚光效果,可替代钛白粉用于乳胶漆的配制,并具有良好的遮盖力。目前国内外研究最多的是聚氨酯丙烯酸酯(PUA)复合消光树脂,研究的深度不断加大,应用领域也不断拓宽。Xu 等^[37]先通过原位聚合反应生成 PUA,再加入单体和 4% 的光引发剂,获得较大凝胶点的 UV 固化 PUA 涂料,涂膜干燥时间短且光泽度在 20% 左右。王小君等^[38]通过乳液共聚的方法,制备出核-壳结构的水溶性 PUA 乳胶粒子,进而得到不含 SiO₂ 消光剂且光泽度低至 40% ~ 30% 的消光织物涂层,应用结果表明,其手感、粘色牢度以及光泽稳定性等性能指标优异,可替代部分对手感等要求较高的 SiO₂ 消光剂产品。Ou 等^[39]基于半连续乳液聚合法,利用丙烯酸单体和异氰酸盐的混合物合成水溶性 PUA 乳状液,当 PU 含量达到 10% 时,60° 光泽低至 23.1%,可用于消光电泳。在未来,复合消光树脂将会是涂料实现消光的一个重要技术,各类研究成果将会愈发丰硕,实际应用也会越来越成熟。

针对目前我国消光技术的研究现状,寻求传统消光剂及消光树脂的替代产品,达到与国外比肩的技术水平是涂料行业共同关心的话题。本课题组^[40,41]长期从事三聚氰胺甲醛(蜜胺, MF)树脂微球的研究工作,目前已经实现 MF 树脂微球公斤级的制备。所得微球单分散性良好,粒径在 2 μm ~ 5 μm 范围可控,热稳定性高^[42,43]。采用 MF 实心微球取代硅橡胶微球作为光扩散剂,透光率和雾度达到 85%。充分考虑到 MF 原料价格低廉和反应条件温和等优势,基于树脂微球的光反射原理,并借鉴 WPU 消光树脂膜中乳胶粒子的性能参数^[35],本课题组正在探究 MF 树脂微球作为亚光涂料消光树脂的可行性,现已成功构建空心 MF 微球^[44]。空心 MF 微球粒径可达 8 μm,表观密度在 0.2 g·cm⁻¹ ~ 0.8 g·cm⁻¹,基本满足消光性条件,所以结合空心 MF 树脂微球制备新型消光树脂具有可行性,目前各项工作开展顺利。

3 结语

高档亚光涂料在现代生活中扮演着越来越重要的角色。在传统消光剂领域,国内 UV 光固化涂料消光剂可与进口 SiO₂ 相当,但其它方面大部分还要依靠进口,国产 SiO₂ 在透明度、手感等方面有待提高。改善消光剂的表面微孔结构,减小粒径分布,提高其在涂料中的分散性和稳定性,保证消光剂品质是今后的主要发展方向。消光树脂产品可以替代部分 SiO₂ 消光剂产品,其综合优势越来越明显。充分把握表面光泽,表面透明性和涂层厚度的关系,研究应用专一或广泛的复合消光树脂,进一步降低生产成本,有效改善涂料的综合性能势在必行。开发新型消光树脂(如空心 MF 微球)有利于打破国外传统 SiO₂ 消光剂的技术壁垒,发挥消光树脂的结构和性能优势,在保证使用性能的条件下降低成本,在未来的发展中别树一帜。

参考文献:

- [1] Chao Y C, Chen C Y, Lin C A, He J H. *Energy Environ. Sci.*, 2011, 4(9): 3436 ~ 3441.
- [2] 刘亚娜, 杨忠, 吕斌, 张毛毛, 王兴华. *光谱学与光谱分析*, 2014, 34(3): 648 ~ 651.
- [3] 乔永洛, 申亮, 陈绍球, 方文昌. *涂料工业*, 2012, 42(11): 50 ~ 52.
- [4] 金超, 李伟善, 杨新宏. *广东化工*, 2003, 30(6): 31 ~ 33.
- [5] 潘家亮, 王佰森, 张控勤, 徐怡, 卢言利. *现代涂料与涂装*, 2011, 14(12): 31 ~ 33.
- [6] 王黎, 郭年华, 崔少波. *材料导报: 纳米与新材料专辑*, 2014(S1): 243 ~ 245.
- [7] Ou J, Zhang M, Liu H, Zhang L, Pang H. *J Appl Polym Sci*, 2015, 132(13).
- [8] 李建军. 环氧改性水性聚氨酯消光树脂的制备与性能研究. 广州: 华南理工大学硕士学位论文, 2015.
- [9] 杜海晶, 吴春蕾, 段先健, 陈燕玉. *广东化工*, 2014, 41(12): 243 ~ 244.
- [10] 张晓镭, 张哲. *中国皮革*, 2007, 36(1): 18 ~ 21.
- [11] 叶代勇, 陈焕钦. *材料保护*, 2000, 33(3): 36 ~ 39.
- [12] 聂振芝, 张军, 肖宏卫. *中国涂料*, 1996, (6): 45 ~ 45.

- [13] Lehnert H R, Kretschmar M. USP 8926748. 2015—01—06.
- [14] 徐峰. 现代涂料与涂装, 2001, 1(2): 39~40.
- [15] Flick E W. Plastics Additives, 2002: 98.
- [16] 裴亚利, 樊新华, 张忆, 操应军, 李宝德, 郑连营. 西部皮革, 2009, 31(19): 15~19.
- [17] 梁磊, 朱元斌, 郭奋, 王金红. 绿色建筑, 2006, 22(1): 9~11.
- [18] Zhu B, Wei W X, Ma G F, Zhuang Y W, Liu J, Song L, Hu X H, Wang H T, Li J J. Supercrit Fluids, 2015, 97: 1~5.
- [19] 孔庆刚, 钱海燕, 孙兴菊, 董婷, 刘凯, 章翔宇, 李俊, 高桂枝. 中国粉体技术, 2012, 18(2): 50~54.
- [20] 郝学辉. 羟基硅油原位改性沉淀法制备 SiO₂ 的研究及应用. 保定: 河北大学硕士学位论文, 2011.
- [21] 林晓峰, 曾春龙. 涂料工业, 2005, 35(10): 13~17.
- [22] 闫小星, 吴燕, 毛卫国, 徐伟. 南京林业大学学报(自然科学版), 2014, 4: 173~176.
- [23] Benner K, Christian H D, Lindner G G, Meier K. DEP 102009045104. 2014—12—17.
- [24] 李明晶, 孙华云, 于乐海. 化工新型材料, 2010, 38(6): 118~120.
- [25] Ding S, Zhu S, Zeng Y P, Jing D J. Eur Ceram Soc, 2007, 27(4): 2095~2102.
- [26] Igwebike-Ossi, Dilim C. Am J Appl Chem, 2014, 2(6): 122~127.
- [27] Du Y C, Shi S L, Bu C Y, Dai H X, Guo Z G, Tang G Y. Part Sci Technol, 2011, 29(4): 368~377.
- [28] 彭永利, 李晓强. 涂料工业, 2009, 39(4): 11~14.
- [29] 区菊花, 张敏, 杨永, 干建群, 哈成勇. 高分子材料科学与工程, 2013, 29(3): 5~8.
- [30] 俞昉. 聚氯乙烯, 2005, (6): 16~20.
- [31] 陈俊杰, 吕颖琦. 聚氯乙烯, 2011, 39(12): 25~27.
- [32] 侯克伟. 聚氯乙烯, 2009, 36(10): 17~18.
- [33] 曾文波. 水性聚氨酯消光树脂的制备与应用. 广州: 华南理工大学硕士学位论文, 2013.
- [34] Li J, Zheng W, Zeng W, Zhang D, Peng X. Appl Surf Sci, 2014, 307: 255~262.
- [35] 郑雯, 曾文波, 李建军, 彭晓宏, 曹喜民, 张雅胜, 关仲翔. 精细化工, 2013, 30(012): 1403~1407.
- [36] 成国祥, 姚康德, 于凤昌, 沈锋. 中国皮革, 1997, 03: 6~9.
- [37] Xin H, Li J, Li H, Zhang Z. Prog Org Coat, 2012, 73(1): 47~53.
- [38] 王小君, 余冬梅, 瞿少敏. 涂料工业, 2014, 44(8): 63~68.
- [39] Ou J, Yang Y, Gan J, Ha C, Zhang M J. Appl Polym Sci, 2014, 131(7): 2540~2540.
- [40] Huang Y, Xu Z, Yang Y, Tang T, Huang R S, Shen J Y J. Phys Chem C, 2009, 113(16): 6533~6538.
- [41] 杭祖圣, 陈西如, 谈玲华, 居法银, 应三九. 微纳电子技术, 2010, 47(5): 308~314.
- [42] 黄玉安, 张可强, 王涵, 谭学锋, 杭祖圣. 中国, 102921360A. 2013—02—13.
- [43] 黄玉安, 秦安川, 杭祖圣, 张可强, 谭学峰, 朱家柱, 唐涛, 黄润生. 南京大学学报: 自然科学版, 2014, 50(1): 54~60.
- [44] 杭祖圣, 黄玉安, 怀旭, 孙旭鹏, 肖泽崇, 王章忠, 唐印, 蒋文茂. 中国, 105153386A. 2015—12—16.

Research Progress in Fabrication of Matt Paints

HUAI Xu^{1,2}, HANG Zu-sheng^{1,2}, WANG Zhang-zhong^{1,2*}, HUANG Yu-an^{1,2},
SUN Xu-peng², HE Zhen², XIAO Ze-chong²

(1. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Structural Materials and Application Technology, Nanjing 211167, China;
2. School of Material Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

Abstract: At present, matt paints are traditionally added matting agent and extinction resin to reach a low gloss. In this paper, the research progress of matting agent and extinction resin, used in various kinds of matt paints, is reviewed, particularly the modified silica matting agent and new extinction resin used in the UV-curable matt paints. Meanwhile, the major problems in domestic research and applications of matting agent and extinction resin are indicated. The future application prospect and development trend are also pointed out.

Key words: Matt paints; Matting agent; Extinction resin; Ultraviolet curing