

纳米材料在涂料中的应用

舒礼斌, 陈国需

(后勤工程学院军事油料应用工程系, 重庆 400016)

摘要: 纳米材料在涂料中的应用尚处于起步阶段。本文讨论了纳米材料在涂料中的应用, 并对纳米材料在涂料中的应用提出了一些建议。

关键词: 纳米材料; 涂料; 应用

中图分类号: TB383 **文献标识码:** A

文章编号: 1008-5548(2002)05-0043-02

Application of Nano-materials
in Coating Materials

Shu Libin Chen GuoXu

(Department of Military Oil Application Engineering,
Logistical Engineering University, Chongqing 400016, China)

Abstract: The application of the nano-materials in coating materials is still in the initial process. The applications of the nano-materials in coating materials are discussed. And some suggests to the application in coating materials are put forward.

Key words: nano-materials; coating materials; application

进入 20 世纪 90 年代以来, 世界涂料需求量以 3% 的速度向前发展, 欧洲和北美是全球最大和最活跃的地区, 而亚太地区 (除日本外) 增长率最快。环境压力正在改造全球涂料工业, 发达国家不断颁布日趋严格的环境保护条例, 促使这些国家的涂料工业进行变革和调整, 因此, 全球市场正朝着更适应环境要求的水性、高固体、无溶剂、粉末和射线固化的涂料方向发展^[1]。而利用纳米材料改性提高涂料产品质量是目前在涂料研究领域比较活跃的方向。纳米材料具有 4 大效应即表面效应、小尺寸效应、量子尺寸效应及宏观量子隧道效应, 从而表现出以往材料所没有的光学特性、光电催化特性、奇特的选择性、吸收特性、光电转换特性等, 把它用作涂料 4 大组分的助剂, 无疑将会起到改变涂料本身性能的作用。将纳米粒子用于涂料中就可以得到一类具有抗

辐射、耐老化与剥离强度高或具有某些特殊功能的涂料, 我们通常称之为纳米复合涂料。从试验结果来看, 采用纳米技术涂料的性能已经明显改善, 随着纳米科技的发展, 涂料的新特性也将显露出来^[2]。因此, 涂料界对纳米材料在涂料中的应用都充满信心。纳米材料在涂料中的应用将使涂料的性能更优异, 用途更广阔。

1 纳米材料提高涂料的性能

中国是涂料生产和消费大国, 但传统涂料普遍存在“传统”缺陷。涂料中加入纳米材料后, 可以显著提高涂膜的机械强度、附着力、防腐性能、耐光性和耐候性或其他特殊性能^[3]。纳米材料由于 4 大效应而表现出大颗粒所不具备的光学性能。

(1) 纳米材料提高涂料的耐老化性能。Stamatakis P 认为 50~120 nm 球状颗粒对 300~400 nm 的紫外线衰减有明显效果, 衰减长波、短波紫外线时, 分别是散射和吸收起作用。当纳米级微粒掺合进母体材料时, 如能达到纳米级的分散, 则表现为这种母体材料是透明的, 可以散射紫外光 (波长 < 340 nm), 但不反射可见光 (波长 340~760 nm), 而其吸收带则偏移至远紫外区域 (波长 200 nm 左右)。由于到达地球的紫外线波长落在纳米材料可以散射的区域, 因此纳米材料对紫外线的屏蔽以散射为主。当纳米粒子用于涂料达到纳米级的分散时, 可作为优良的罩光漆, 由于是透明的并且可以屏蔽紫外光, 因此可以大大增加其保光、保色及抗老化性能^[4]。纳米 SiO₂ 具有极强的紫外反射能力, 对波长 400 nm 以内的紫外反射率达 70% 以上, 是一种极好的抗老化添加剂^[5]; 60 nm 的 ZnO 吸收 300~400 nm 紫外线能力强。另外 ZnO 对中波 (280~320 nm)、长波 (320~400 nm) 都有屏蔽作用, 可作为涂料的抗老化添加剂。

(2) 纳米材料提高涂料的隐身性能。隐身涂料的研究已经成为现代军事对抗的一种手段。该涂料指能有效地吸收入射雷达波并使其散射衰减的一类

收稿日期: 2002-03-07

(第一作者简介: 舒礼斌 (1978-), 男, 硕士研究生。Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

功能涂料。在涂料中添加纳米材料,如纳米 TiO_2 ,可制成吸波隐身涂料,用于隐形飞机、隐形军舰等国防工业领域及其它需要电磁波屏蔽场所的涂敷。纳米 ZnO 等金属氧化物是隐身涂料研究的热点^[6]。美国投入巨资研制一项顶级绝密技术——纳米雷达吸收涂料。每辆坦克只需花 5000 多美元,就可获得涂层薄、吸收率高和吸收带宽的隐身涂料,具有极高的军事利用价值。四川大学等单位也开展了 Ni 等金属超细粉隐身涂料的研究,并已有小规模的应用。

(3) 纳米材料提高光催化效率。由于纳米粒子尺寸小,比表面积大,表面原子配位不全,导致表面活性点增多,加大了反应接触面,使催化效率提高。纳米粒子作为光催化剂时因其粒径小,粒子吸收光能后,由原有的束缚态电子—空穴对所激发出的极子到达表面的数量就多,所以光催化效率就高^[7]。近年来研究较多的是纳米 TiO_2 的光催化性能,它是目前光催化降解领域最受重视的一种光催化剂,广泛应用于废水处理、有害气体净化、日用品、建材等领域,并可以此为添加剂制成环境保护涂料及杀菌涂料。如可将烃类、卤代物、羧酸、表面活性剂、染料、含氮有机物、有机磷杀虫剂等较快地氧化降解为二氧化碳和氢气等无害气体;并可将大气污染气体如氮氧化物和硫氧化物氧化,形成蒸气压低的硝酸和硫酸,这些硝酸和硫酸可在降雨过程中除去。

(4) 其他。纳米 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 ZnO 等加入树脂中具有良好的静电屏蔽作用,可作为涂料的抗静电剂;纳米 TiO_2 、 ZnO 、 SiO_2 等加入涂料中,是涂料具有很好的抗菌性能;另外还有一些纳米微粒具有阻燃作用、导电作用和绝缘作用,用这些纳米粒子可制成阻燃涂料、导电涂料和绝缘涂料^[8]。

纳米材料的应用将使涂料朝着高性能、高档次、功能化方向发展^[9]。

2 对纳米材料在涂料中应用的展望

纳米材料作为联系宏观物体及微观粒子的桥梁,其在涂料中的潜在重要性勿庸置疑,但就纳米材料在涂料中的应用而言,目前仍处于初级阶段,许多关键问题有待深入探讨。

(1) 粉体纳米材料在涂料中如何能达到纳米级的分散并保持分散稳定性是基本要求。超细粒子,特别是 100nm 以下的纳米尺寸的粒子,由于它们具有大的比表面积,常常团聚成二次粒子,从而减小体系的总表面能或界面能。目前,涂料制造通常采用高速研

磨分散的方法,当添加纳米材料作为添加剂时,很难将纳米粒子进行充分分散。因此,必须开展材料的表面处理和改性,适合纳米材料的分散剂和稳定剂的开发,与纳米材料相匹配的成膜物的选择、分散工艺和制备的优化等基础研究。也可采用纳米复合材料制备过程中所用的分散方法,如超声波分散等。

(2) 纳米材料的性能表征方法、产品的标准制定、纳米材料在涂料中的分散性测量和表征方法,目前还很不成就和规范,容易引起混乱。国内外产品都面临产品标准化和稳定及系列化的问题,涂料用纳米材料至少在纯度、粒度、粒度分布、储存稳定性等指标和测试方法上要标准化。

3 我国纳米复合涂料的发展建议

我国已有较多的纳米粉末生产企业,但其并未打开在涂料工业中的应用市场,纳米粒子生产企业及科研单位在纳米粒子的制备及表面改性技术方面具有优势,而涂料科研单位则在涂料的应用研究方面具有优势,只有两者之间紧密结合,才能加快纳米粒子在涂料中的应用步伐。纳米材料在涂料中应用产业化与基础研究应齐头并进。由于涂料种类繁多、成分复杂,纳米粒子的一种亲油改性并不能适用于所有涂料体系,因而必须加强纳米粒子的表面特性与不同涂料体系之间的匹配性研究,只有这样才能充分发挥纳米粒子的特性。

【参考文献】

- [1] 李甬年. 从市场看涂料发展[J]. 涂料工业, 2001, (3): 17—18.
- [2] 刘登良, 边蕴静. 纳米技术在涂料中的应用前景[J]. 中国涂料, 2001, (3): 9—11.
- [3] 赵金榜. 21 世纪世界涂料技术的发展[J]. 中国涂料, 2001, (3): 40—44.
- [4] 徐滨士, 梁秀兵, 马世宁, 等. 实用纳米表面技术[J]. 中国表面工程, 2001, (3): 13—17.
- [5] 柯 博, 黄志杰, 左美祥, 等. 纳米 SiO_2 在涂料中的应用[J]. 涂料工业, 1998, 28(12): 29.
- [6] 刘福春, 韩恩厚, 柯 伟, 等. 纳米复合材料的研究进展[J]. 材料保护, 2001, 24(2): 1—4.
- [7] 尹彬彬. 纳米材料与技术的最新发展动态[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2000, (6): 3—5.
- [8] 周光亚. 浅谈我国汽车涂料的性能与发展[J]. 涂料工业, 1999, 29(7): 27.
- [9] 边蕴静. 纳米材料在涂料中的应用[M]. 化工新型材料, 2000, 29(7): 31—32.
- [10] 张立德, 牟秀美. 纳米材料与纳米结构[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [11] 崔作林, 张志焜. 纳米技术与纳米材料[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.