

纳米涂料应用研究进展

胡 涛, 谭桂芳

(淮阴工学院 生物化学系 江苏 淮安 223001)

摘 要 对纳米微粒的光学、电磁学、力学、流体力学性能及其在涂料应用中的研究现状、存在的实际问题和进展进行了综述,指出有纳米涂料中存在的团聚、表征、标准等方面的不足,指出纳米涂料性能改进及其大规模工业化应用将成为涂料工业的发展方向。

关键词 纳米材料 涂料;抗菌

中图分类号:TB383 文献标识码:A

文章编号:1008-5548(2005)06-0045-03

Development and Application of Nano-particles Coating

HU Tao, TAN Gui-fang

(Department of Bioengineering and Chemical Engineering, Huaiyin Institute of Technology, HuaiAn 223001, China.)

Abstract: The present researches in nano-particles coatings were reviewed. Some important attributes of nano-particles such as optical, electromagnetic, mechanical hydromechanical property and their application in the coating were discussed. The deficiencies of nano-particles coating such as aggregating, characterizing and standards etc. were demonstrated. It is pointed out that the improvement of the nano-coatings and can be used widely would be a new task for industry of coating.

Key words: nanomaterial; coating; antimicrobial

随着人们生活水平的日益提高,功能单一的传统涂料已不能满足当今社会的需要。开发具有多种性能的新型涂料,已成为涂料工业研究的新热点。而将纳米微粒用于涂料中,可使其获得多种特殊性能,如提高涂料的耐老化性、耐腐蚀性、抗辐射性,还可以进一步提高涂料的附着力、耐冲击性、柔韧性等。另外,纳米涂料还呈现出一些特殊功能,如自清洁、抗静电、吸波隐身等性能。纳米材料的广泛应用为涂料工业的发展提供了新的机遇。

1 纳米涂料的研究现状

纳米科技是在上世纪 80 年代末逐步发展起来

收稿日期 2005-03-11

基金项目 江苏省科技攻关项目 编号 BE2004387。

第一作者简介 胡 涛(1976-)男,博士。

的前沿、交叉性新兴科学,其迅猛发展将成为本世纪科技发展的主流。目前,应用于涂料的纳米材料主要是某些金属氧化物(如 TiO_2 、 Fe_2O_3 、 ZnO 等)^[1]、纳米金属粉末(如纳米 Al 、 Co 、 Ti 、 Cr 、 Nd 、 Mo 等)、无机盐类(如 CaCO_3)和层状硅酸盐(如纳米级粘土)^[2]。国外在纳米涂料的研究开发和产业化方面起步较早。而国内纳米涂料的发展起步于上世纪 90 年代末期。目前,国产外墙建筑涂料普遍存在一些问题,即耐光性较差,易变色、褪色,耐污染性较低,涂料表面易沾灰尘,耐候性、耐老化性不够,有时会出现脱落、开裂等现象^[3]。我国在利用纳米技术改善现有涂料产品性能方面,主要集中在改善建筑外墙涂料的耐候性和建筑内墙涂料的抗菌性,目前正准备向产业化发展。而在工业用涂料、航空航天涂料以及其它功能性涂料的研究开发和产业化方面则落后于发达国家。

2 纳米涂料的研究进展

2.1 纳米粒子的光学性能及其在涂料中的应用

(1)纳米涂料具有抗老化性。纳米 TiO_2 颗粒衰减长波紫外线时,散射起主要作用;衰减短波紫外线时,则吸收起主要作用。纳米 SiO_2 对波长小于 400 nm 的紫外光吸收率达 70% 以上,同时对波长大于 800 nm 的红外线反射率达 70% 以上。添加纳米 SiO_2 或 TiO_2 制得的纳米涂料,可显著降低由于紫外线照射而造成的颜色衰减,大大提高涂料的抗老化性能^[4]。 ZnO 也具有良好的紫外线屏蔽作用。粒径为 60 nm 的 ZnO 对波长 300 ~ 400 nm 的紫外线有良好的吸收和散射作用^[5]。

(2)纳米涂料具有光催化性。将纳米材料掺入到涂料中可制得具有抗菌、环保、自清洁功能的纳米复合涂料^[6]。纳米 TiO_2 具有较高的光催化性,可高效分解有机物,比次氯酸具有更大杀菌效力^[7],可制成杀菌防污涂料。沉积有 Cu 的 TiO_2 薄片,在弱的紫外灯照射下,就可产生明显的杀菌效果^[8]。在室温和一定湿度条件下,用含有 1.0% 的 Pt/TiO_2 催化剂涂膜可

对空气中含有少量的苯等有机物进行完全氧化,反应生成 CO_2 [9]。纳米 SiO_2 也有很强的消毒杀菌作用,在船体外部涂上添加纳米 SiO_2 的涂料,可明显增加涂料的抗腐蚀性,并具有很好的自清洁性能和附着力 [10],减少藻类等船体的生长,降低船身流体阻力。

(3) 纳米涂料具有随角异色性。当纳米级 TiO_2 与 Al 粉颜料或云母珠光颜料混合用于涂料中,其涂层具有随观测角度不同而产生异色性,即能够产生神秘而富有变化的随角异色效应 [11],可制作汽车高档金属闪光面漆,也可用于广告牌等装饰品 [12]。

2.2 纳米粒子的电磁学性能及其在涂料中的应用

利用纳米粒子的表面电磁效应,可以制备出吸收不同频率电磁波的纳米复合涂料。如不同粒径的 Fe_3O_4 对在 1~1000 MHz 频率范围的电磁波具有吸收性能,随着频率的增加,纳米 Fe_3O_4 吸收效能增加,且纳米粒径越小,吸收效能越高 [13]。同时,纳米粒子尺寸远小于雷达波长,对波的透过率很大,从而使雷达探测到的信号大大减弱,达到隐身的效果。

美国曾报道过一种超细石墨粉纳米吸波涂料,对雷达波的吸收率可达 99%。其它金属超细粉 Al、Co、Ti、Cr、Nd 等也是很有潜力的纳米吸波粉体。在美国 F117A 型战斗机上就涂有由多种超细微粒构成的具有宽带电磁波吸收能力的隐身材料。此外,有些纳米材料对 α 、 γ 等射线具有吸收和散射的作用,可以提高涂层防辐射的能力 [14]。将纳米 TiO_2 、 Cr_2O_3 、 Fe_3O_4 、ZnO 等具有半导体性质的粉体加入涂料中,可制成导电型抗静电涂料 [15],在电子仪器、家电、家具方面有着极广泛的用途。

2.3 纳米粒子的力学性能及其在涂料中的应用

纳米粒子具有比表面积大、表面活性高的特性,对有机涂层有一定的增强作用,并能提高涂层的硬度、抗冲击性和耐磨性。如各向异性分散的纳米层状硅酸盐可以提高酸酐固化的环氧树脂的韧性。纳米 SiO_2 添加到固化涂料中可提高涂料的硬度、刮擦性等 [16]。一种由 TiC 纳米晶体和 SiC 等组成的涂料,具有高达 25 GPa 以上的硬度,并且在不同的表面均可使摩擦系数低于 0.2 [17]。

2.4 纳米粒子的流体力学性能及其在涂料中的应用

纳米粒子具有很强的流变性,可制成流平性或防流性极好的涂料。纳米 CaCO_3 改性的涂料中,如果纳米固相体积分数达到 20% 时,涂料的粘度曲线存在低剪切稀化幂律特征区和高剪切牛顿区两个阶

段,而且有明显的触变性 [18]。当乳胶漆的聚合物乳液的粒径为 10~100 nm 时,其表面张力极低,有很好的流平性、流变性、润湿性与渗透性 [19]。利用纳米涂料还可制成含 TiO_2 的亲水、亲油涂层 [20] 或含阵列碳纳米管膜的超双疏(疏水、疏油)涂层,从而改善界面性能。如将输水或输油管道内壁经双疏涂料处理后,可明显减少输送过程中的能量损耗 [21]。

3 结 语

纳米材料在涂料中有以上许多优点,但也存在着某些不足:首先,纳米材料的颗粒表面张力非常大,容易发生吸附而团聚;其次,纳米材料是一种新兴的高科技产品,如何表征其在涂料中的应用情况是一个难题;再次,由于纳米材料具有与其它传统材料不同的特殊性能,传统的涂料施工、储存方法将不适用于纳米涂料;另外,纳米涂料缺乏相关的标准,如涂料中的纳米颜料在纯度、粒度、粒度分布、储藏稳定性等的指标和检测方法的标准亟待完善。

另一方面,现代纳米技术的应用为涂料工业提供了新的机遇,纳米微粒加到涂料中可以赋予涂料多种独特性能,因此应把纳米材料的生产企业和涂料科研单位各自的优势结合起来,才能加快纳米材料在涂料中的广泛应用。纳米涂料的性能改进及其工业化应用必将为涂料工业注入新的活力。

参考文献:

- [1] 武利民. 关于纳米涂料的开发与产业化 [J]. 新材料产业, 2002, (2): 60-61.
- [2] 柯昌美, 汪厚植. 纳米复合涂料的制备 [J]. 涂料工业, 2003, 33(3): 14-16.
- [3] 庚普, 周洁, 白木. 纳米涂料 - 守候城市建筑的美丽 [J]. 上海建材, 2002, (2): 25-27.
- [4] 张玉林, 冯辉, 马维新. 纳米多功能外墙涂料的研制 [J]. 装饰装修材料, 2002, (3): 18-21.
- [5] Stamatakis P. Optimum particle size of titanium dioxide and zinc oxide for attenuation of ultraviolet radiation [J]. Journal of Coatings Technology, 1990, 62(789): 95.
- [6] Simpson L A. Influence of titanium dioxide pigment on durability of paint film [J]. Polymers Paint Colour, 1986, 176: 408-411.
- [7] Simpson L A. Influence of titanium dioxide pigment on the surface roughness of organic coating [J]. Oil & Colour Chemists Association, 1986, 69(9): 232-236.
- [8] 黄婉霞, 陈家钊, 毛健, 等. 纳米级 Fe_3O_4 对电磁波的吸收效能研究 [J]. 功能材料, 1999, 30(1): 105-107.
- [9] 王雪松. 浅谈纳米技术在有机涂料、橡塑材料中的应用 [J]. 化学

- 建材, 2001, 17(5):11-13.
- [10] Janet M K, Nathan S L, Michael R H. Photoelectron chemical degradation of 4-chlorocatechol on TiO_2 electrodes: Comparison between sorption and photoreactivity[J]. Environ Sci Technol, 1997, 31(8): 2298-2300.
- [11] H isahiro E, Shigeru F, Takashi I. Complete oxidation of benzene in gas phase by platinumized titania photocatalysts[J]. Environ Sci Technol, 2001, 35(9): 1880-1884.
- [12] 卞明哲. 纳米材料在建筑涂料中的应用[J]. 江苏建材, 2001, (4): 11-12.
- [13] Donley M S, Vreugdenhil A J. Nanostructured silicon sol-gel surface treatments for Al₂O₃-TiO₂ protection[J]. Journal of Coatings Technology, 2001, 73(915): 35-43.
- [14] Kayano S, Toshiya W, Kazuhito H. Bactericidal activity of copper deposited TiO_2 thin film under weak UV light illumination[J]. Environ Sci Technol, 2003, 37(20): 4785-4789.
- [15] Zehnder T, Matthey J, Schwaller P, et al. Wear protective coatings consisting of TiC-SiC-a-C:H deposited by magnetron sputtering[J]. Surface and Coatings Technology, 2003, 163: 238-244.
- [16] 杜振霞. 改性纳米碳酸钙表面性质的研究[J]. 现代化工, 2001, (4): 42-45.
- [17] 力士创科公司. 纳米环保工业水性涂料[J]. 中国涂装, 2001, (4): 25-27.
- [18] 张立德. 纳米材料和纳米结构[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 88-91.
- [19] David D, Ganghua T, Mark D S. Comparison of titanium-oxo-clusters derived from sol-gel precursors with TiO_2 nanoparticles in drying oil based creamer coatings[J]. Macromol Mater Eng, 2001, 286(4): 204-215.
- [20] Jiang L. Binary cooperative complementing nanoscale interfacial materials[J]. Pure Appl Chem, 2000, 72(2): 73-81.
- [21] 张而耕, 王志文. 浅析疏水防蚀纳米复合涂料[J]. 全面腐蚀控制, 2002, 16(3): 34-37.

欢迎订阅《中国粉体技术》杂志

由中国颗粒学会、中国粉体工业协会(筹)和济南大学联合主办的《中国粉体技术》于1995年创刊,1999年经国家科技部、新闻出版总署批准,面向国内外公开发刊。

《中国粉体技术》是粉体工程领域的专业技术期刊,创刊多年来,以理论水平高、技术性强、信息量大,集学术、应用、信息和服务于一体的特点引起国内外粉体技术界的广泛关注,成为海内外人士了解中国粉体技术的窗口和中国粉体技术走向世界的桥梁和纽带。该刊为中国科技核心期刊,目前已被国内外多家检索机构和数据库收录。

《中国粉体技术》立足国内粉体工程的研究、开发和生产,内容覆盖整个粉体领域的各个操作单元,包括粉碎、分级、混合、改性、造粒、干燥、烧结、流态化、雾化、气溶胶、输运、贮存、粉尘爆炸以及粉体特性的研究和测试,涉及冶金、化工、建材、石油、煤炭、地质、机电、医药、食品、轻纺、农业、气象、环保、国防等众多行业。

《中国粉体技术》为双月刊,逢双月底出版,大16开本,48页。国内统一刊号:CN 37-1316/TU,国际连续出版物号:ISSN 1008-5548。每期定价8.00元(随刊赠送信息版),全年定价48.00元。全国各地邮局均可订阅,邮发代号24-155,编辑部亦可办理订阅。本刊现存有1995-2005年的过刊及多个学术会议论文集,欢迎选择订购。

联系地址:山东省济南市济微路106号
济南大学(西)250022

电话:0531-82765659 87154935

传真:0531-87154935

E-mail: xuwe@ujn.edu.cn

通过银行或邮局汇款:

户名:中国粉体技术杂志社

账号:1602026309026401652

开户行:中国工商银行济南市南辛支行
青龙山分理处

欢迎订阅! 欢迎来稿! 欢迎刊登广告!