

国内外涂料技术的研究现状与发展趋势

陶业立, 张强, 商灿, 汪洋 (武汉材料保护研究所, 湖北武汉 430030)

摘要: 综述了国内外涂料技术的研究现状, 包括: 利用新的树脂合成方法获得新的成膜物, 引入无机纳米粒子改进涂层的性能, 构建表面微纳结构以获得功能涂层, 应用UV固化超支化聚氨酯技术, 选用优质的天然草本植物作为主要成膜物等; 提出了涂料技术的发展趋势, 包括: 环保健康化、普材高性化和功能多样化等。

关键词: 涂料技术; 研究现状; 发展趋势

中图分类号: TQ 630.1

文献标识码: A

文章编号: 1009-1696(2014)01-0028-04

0 引言

我国是世界上涂料生产和消费大国, 但随着市场的不断发展, 涂料行业已经进入微利时代。近年来, 随着消费者对涂料的环保性、功能性及装饰性的要求越来越高, 大多数传统涂料已远远不能满足消费者的需求。同时, 涂料产品同质化严重, 创新力度不足, 使得企业之间的竞争变得越来越激烈。因此, 涂料行业迫在眉睫地需要寻求新的出路, 开发新型产品。本文主要综述了部分新型涂料的研究与应用现状、发展趋势, 以及涂料行业未来的发展导向。

1 国内外涂料技术研究现状

1.1 利用新的树脂合成方法获得新的成膜物

成膜物是涂料的关键, 涂料的大部分性能直接来源于成膜物的性能。近年来人们利用新的树脂合成方法以获得新的成膜物。乳液聚合是一种最常用的树脂合成方法, 利用乳液聚合可以有效地控制合成树脂的结构及端基官能团的种类, 达到对树脂在分子范畴上进行设计, 从而获得性能优异的树脂。但常规的乳液聚合一般需要使用大量有机小分子乳化

剂, 反应结束后, 部分有机小分子乳化剂还残留在树脂中, 从而影响了涂层的性能。为了解决这个问题, 人们借助辅助单体, 以酸-碱为驱动力, 开发了新的无皂乳液聚合方法; 通过微乳液聚合的方法也可以制备无乳化剂残留的高性能树脂^[1-3]。

1.2 引入无机纳米粒子改进涂层的性能

通过共混法、原位生成法、自组装方法等将无机纳米粒子引入到树脂及涂层中。不同的无机纳米粒子可以赋予涂层不同的性能: 导电性[碳纳米管、ATO(氧化锡锑)等]; 高硬度、耐磨耐刮伤性(SiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 等); UV(紫外光)屏蔽性(ZnO 、 TiO_2 等); 抗菌性(Ag 、 ZnO 、 TiO_2 等); 阻隔性(勃姆石、黏土等)。

目前, 将无机纳米粒子引入树脂的研究工作虽已进行得较多, 但由于树脂及其涂料体系非常复杂, 体系既可以是水性的, 也可以是溶剂型的, 还可以是无溶剂型的; 树脂分子链既可以是极性的, 也可以是非极性的, 尤其是现代水性涂料是整个涂料行业的发展趋势, 将无机纳米粒子引入到水性涂料中既要考虑其在水性体系中的分散稳定性, 更要注意固化成膜后其与树脂涂层分子链的相互作用。

所以将无机纳米粒子引入到涂料中需要探索新

[收稿日期] 2013-11-29

[作者简介] 陶业立, 男, 硕士, 研究方向为涂料与涂装。

的方法,建立无机纳米粒子在不同树脂及其涂料中的普适性分散稳定控制方法,发展无机纳米粒子的表面设计、稳定分散理论。

1.3 构建表面微纳结构以获得功能涂层

现在常见的表面微纳结构构建是利用高分子链段在溶剂中的溶解度差异获得具有特殊结构的表面。同样也可以利用嵌段共聚物不同段在同一溶剂中的溶解度不同来构建具有特殊结构的表面。其他构建具有微纳结构形貌表面的方法包括:碳纳米管法、静电纺丝法、平板印刷和激光刻蚀、电沉积或化学沉淀法、溶胶-凝胶法。这些方法所需要的设备昂贵,条件苛刻,除特殊需要,尚难应用于树脂涂层的微纳结构构建。

目前,大多数微纳结构构建方法只能用于较小表面积,而且形成条件都具有非常高的特殊要求,形成的涂层附着力差,不耐高温,有的成膜物质含有涂料工业中的违禁物品。因此,需要针对可用作成膜物的树脂及其涂料体系,探讨具有使用价值的微纳结构涂层的构建方法,而且是既具有表面纳米结构,又具有体相纳米结构涂层的宏观可控制备方法。

1.4 应用 UV 固化超支化聚氨酯技术

紫外光(UV)固化技术具有快速固化、低能耗、高效率、污染小等优点,符合“5E”原则:Energy(节能)、Economy(经济)、Ecology(生态保护)、Ease(易于应用)、Efficiency(效率),是一种环境友好的绿色技术。现在UV固化技术多用在超支化聚合物中,超支化聚合物具有高度支化的三维空间结构,含有大量可改性端基,其中超支化聚氨酯除了具有一般超支化聚合物所共有的性能外,还具有良好的耐水性、热稳定性及力学性能,在涂料中具有广阔的应用前景。利用UV固化技术固化超支化聚氨酯丙烯酸树脂固化速度快、易与其他材料混溶。Sabani等^[4]将超支化聚氨酯丙烯酸树脂应用于UV固化木器涂料,由于羟基官能团数量增加、固化膜交联密度增大,具有较好的涂装性能、力学性能和热稳定性能,能耐大部分溶剂,涂层与木质基材附着力好、光泽度高。韩建祥等^[5]以丙烯酸羟丙酯(HPA)、1,6-六亚甲基二异氰酸酯(HDI)三聚体为主要原料合成相对分子质量较低的三官能度聚氨酯丙烯酸酯(PUA)低聚物,以该

低聚物为主体树脂,添加活性稀释剂、丙烯酸共聚体系、光引发剂及其他涂料助剂制成紫外光(UV)固化聚氨酯丙烯酸酯涂料,结果表明:该涂料的综合性能良好。

1.5 选用优质的天然草本植物作为主要成膜物

利用天然草本植物作为涂料的原材料,可以有效解决涂料原料来源于石化资源的问题,对解决能源紧张、促进可持续发展具有极大的意义。天然植物草本涂料采用的是油性和水性的天然原料和助剂,但尚未实现规模性的配套。实现天然植物草本涂料产业化,主要在于成膜物质的选择及助剂的搭配。近几年来,有关天然草本植物涂料的研究,国内外都有一些专利:日本馨乐丽康野田株式会社野田泰三等^[6]提供了含有干性油,包括:桐油、亚麻籽油、葵花籽油、芝麻油、麻油、紫苏油、树蜡、小烛树蜡及粉末状巴西棕榈蜡的木质地板用表面处理剂,经处理后的地板不仅性能优越,而且在长期的使用过程中不释放任何有害物质。

2 涂料技术的发展趋势

随着世界各国对环境保护的高度重视、人们对生活品质越来越高的需求和各种高新技术产业的不断发展,对树脂及涂层的性能要求也在不断提高。现在涂料产品的发展趋势主要向着环保健康化、普材高性能化和功能多样化发展。

2.1 环保健康型涂料

传统涂料中添加的有机溶剂对人类和环境造成危害,以及环保法规对挥发性有机化合物(VOC)的限制越来越严格,其应用越来越受到限制。随着人们可持续发展意识的增强,对发展节能减排、隔热保温、低温或常温固化涂料的呼声也越来越高。

水性涂料由于几乎不含挥发性有机化合物而成为涂料发展的主力军,尤其是水性聚氨酯涂料,以其不燃、无毒、无污染物、节省能源、易贮存以及高硬度、耐磨损等优点越来越受到重视^[7]。但由于水性聚氨酯涂料以水为分散介质,其涂膜的耐水性、耐化学品性、耐溶剂性等性能有待改善,因此需对水性聚氨酯进行改性,克服其在实际应用中存在的缺陷^[8]。目

前对水性聚氨酯涂料的改性方法主要有：环氧树脂改性聚氨酯、丙烯酸酯共聚改性聚氨酯、有机硅共聚改性聚氨酯、纳米改性聚氨酯、复合改性聚氨酯等。

粉末涂料具有无溶剂性、无环境污染、粉末回收及利用率高等特点，具有广阔的应用前景。

2.2 高性能化通用涂料

现有的通用涂料必须赋予其独特的高性能，才能满足人们的需要。具有高性能的通用涂料，包括耐磨、重防腐、防生防污、耐候、防火、耐高温，防冷凝等通用涂料。例如：用于长途高压输送电线上具有防冷凝作用的涂料；建材家居装潢所用的高性能防火涂料；造船工业所用的高度耐腐蚀和使用寿命更长的长效无毒船底防污涂料；航天航空工业中所用的高度耐磨损、耐高温、耐冷热骤变的机身涂料；电子工业中所用的耐高温绝缘涂料。刘志平等^[9]以硅藻土为主要表层涂料，以锆英粉为主要底层涂料制备出新型金属型复合涂料，具有良好的绝热性能。祝红良等^[10]以磷酸酯改性环氧有机硅树脂作为成膜物，以玻璃粉和铝粉为耐高温颜填料，控制颜基比为 2.5 : 1，加入偶联剂和热稳定剂，制得新型耐高温防腐涂料，能有效提高耐高温涂料的防腐蚀效果。

2.3 多功能化和智能化涂料

应对高速发展的社会，单一功能的涂料已满足不了科技发展的需要，必须赋予涂料更多的功能。多功能化和智能化涂料包括自清洁、防污、防火、吸波、隐身、温控、减阻、智能涂层（光/热转化、自修复、温敏、光敏、气敏、光电开关）等。例如：光催化型杀菌去污涂料，清除恶臭并提高人类免疫能力的负离子涂料；调节室内湿度以给人舒适环境的调湿型涂料；消除热岛效应的隔热涂料；杀灭细菌病毒的保健型涂料；防涂鸦或不粘涂料；具有化学、气体、生物、光、温敏特性，可用于快速检测和预警的传感型智能涂料；通过电致发光或光致发光特性，用于信号指示灯、车辆驾驶室仪表盘、机场跑道、伪装路标等部位的涂层等。王荣民等^[11]采用 3-甲基丙烯酸酯氧丙基三甲氧基硅烷改性的复合纳米 TiO₂ 与氟碳共聚物乳液共混，制得改性纳米氟碳乳液，并以该乳液为主要成膜物，与颜填料进行混合，制得改性纳米氟碳涂料。该涂料吸水率低，疏水性强，具有良好的自清

洁性。聂震芝^[12]将氟树脂应用于高耐磨特种烤漆，通过添加耐磨粉并于 150℃ 烘烤成膜，所得涂层柔韧性好、硬度高、耐磨性高。

3 涂料行业未来发展导向

目前，虽然我国涂料行业发展迅速，但由于缺乏创新意识，技术水平始终落后于欧美发达国家。为了从根本上突破国外的专利技术壁垒，掌握相关核心技术，必须深入、系统地进行多方面的研究：

(1) 通过新的树脂合成方法，深入研究新型树脂的结构和性能调控机理及演化规律、成膜机理，为创新型涂料的研发提供理论依据；

(2) 创新复合制备技术在功能性涂层材料上的应用，不同成膜反应或成膜方式交叉结合进行混合使用，实现多重固化或协同效应来获得多性能功能材料；

(3) 设计新的成膜物、通过自组装、反应诱导微相分离、可控光催化降解等方式，构建高性能及高功能性涂层结构；

(4) 完善实验设计方案，进行涂料配方的计算机模拟，实现配方实验的组合作。

总之，涂料行业的发展必须要高瞻远瞩，加大研发投入力度，加强产学研合作，以创新为标向，要敢为人先，敢于开发尝试国外没有的技术和产品，勇于领先国外技术，我国的涂料工业才能立于不败之地。

参考文献

- 1 Percy M J, Armes S P. Surfactant-Free Synthesis of Colloidal Poly(methyl methacrylate)/Silica Nanocomposites in the Absence of Auxiliary Comonomers[J]. *Langmuir*, 2002, 18(12): 4562-4565.
- 2 Percy M J, Armes S P, et al. Characterization of the Nanomorphology of Polymer-Silica Colloidal Nanocomposites Using Electrospectroscopy Imaging[J]. *Langmuir*, 2005, 21(04): 1175-1179.
- 3 Wen N G, Zhou S X, You B, et al. Synthesis of Raspberry-Like PMMA/SiO₂ Hybrid microspheres[J]. *Macromolecules*, 2005, 38(15): 6411-6417.
- 4 Sabani S. Preparation of Hyperbranched Polyester Polyol-Based Urethane Acrylates and Applications on UV-Curable Wood Coatings[J].

- Coatings Technology and Research ,2012(09) :703-716.
- 5 韩建祥,等. UV 固化聚氨酯丙烯酸酯涂料的研制及其应用[J]. 涂料工业,2013 ,43(1) :15-18.
- 6 王锐. 天然植物草本涂料专利申请的调查[J]. 新材料产业,2012 (02) :50-52.
- 7 徐晶,刘国军,刘素花,等. 水性防腐涂料的研究进展[J]. 现代涂料与涂装,2010(12) :21-23.
- 8 John Y K ,Chenong I W ,Kim J H. Chain Extension Study of Aqueous Polyurethane Dispersion[J]. Colloid and Surface A ,Physicochemical and Engineering Aspect ,2001(179) :71-78.
- 9 刘志明,张佳伟,刘研,等. 新型金属型绝热复合涂料的研究[J]. 铸造,2013 ,62(03) :203-205.
- 10 祝红良,李妍,何亮,等. 新型耐高温防腐涂料的研制[J]. 上海涂料,2013 ,51(04) :6-8.
- 11 王荣民,刘发锐,何玉凤,等. 改性纳米氟碳涂料的自清洁性与抗菌性[J]. 石油化工,2013 ,42(03) :325-329.
- 12 聂振芝. 白色含氟高耐磨特种烤漆[J]. 涂料技术与文摘,2013 ,34(03) :21-22.

Research Status and Development Trend of Coatings Technology at Home and Abroad

Tao Yeli ,Zhang Qiang ,Shang Can ,Wang Yang

(Wuhan Research Institute of Materials Protection ,Hubei Wuhan ,430030 ,China)

Abstract :This paper reviewed the research status of coatings technology at home and abroad ,including :new method to obtain new film-forming material with synthetic resin ,the introduction of inorganic nanoparticles to modify coating performance ,build surface micro-nano structures for functional coating ,application of UV-curable hyperbranched polyurethane technology ,high quality natural herbs as the main film-forming material. The development trends of coatings technology were proposed ,including :environmental-protection and health ,universal material with high performance and functional diversification etc.

Key Words :coatings technology ;research status ;development trend

艾仕得在华推出可持续科技教育项目

2014年1月9日,全球领先的液体和粉末涂料供应商艾仕得涂料系统在新亚太区及中国总部开业仪式上,宣布推出其在中国的可持续科技教育项目。该项目是艾仕得全球教育项目的一部分,同时也是艾仕

得成为独立公司后在中国的首个企业社会责任项目。

这一项目包括为中国顶尖的材料科学以及化学工程大学的学生提供奖学金,定期在校园中举办由艾仕得科学家主持的技术讲座和研讨会、举行艾仕得大学开放日以及与大学进行合作项目。此外,艾仕得公司将为合作大学提供学生实习机会,直接参与艾仕得项目调研与开发,接触艾仕得复杂的产品生产线、先进的技术以及可持续生产流程。

在艾仕得亚太区和中国新总部开业仪式上,艾仕得董事长兼首席执行官谢睿思(Charles Shaver)先生为来自中国五所大学的获奖学生代表颁发了奖学金证书。

