

新型功能 复合涂料与应用

丁浩 童忠良 杨飞华 许霞 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

新型功能复合涂料与应用

丁浩 童忠良 杨飞华 许霞 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书全面介绍了纳米功能复合涂料的基本概念和理论基础,介绍了每个典型纳米功能复合涂料工艺过程的特点和基本内容,并提出了各个工艺的最新技术进展。本书的特点是把纳米功能复合涂料的理论研究与产品开发、工艺设计结合起来进行编写,既有理论又有实践;既介绍了纳米功能复合涂料的专业知识,又介绍了与涂料专业有关的一些内容,如计算机辅助设计、功能复合涂料过程经济分析与评价、功能复合涂料过程控制理论、功能复合涂料安全生产与三废治理等。

本书内容广泛、重点突出、实用性强,不仅可用做大学化学工程与工艺专业教学、大学高年级学生毕业论文与设计、研究生论文研究的参考书,而且可用于从事产品技术开发与研究人员以及化工部门管理人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

新型功能复合涂料与应用/丁浩等编著. —北京:国防工业出版社,2007.9
ISBN 978-7-118-05114-8

I. 新... II. 丁... III. 功能材料:涂料—基本知识
IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 045965 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 33 号 邮政编码 100044)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 字数 420 千字

2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

纳米科学技术(Nanoscience and Technology)是在纳米尺度范畴(1nm~100nm)研究物质的物理、化学特性及其应用的一门新兴科学与技术。由于在纳米尺度上,材料的光、电、热、磁等性质均发生了新的变化,因此,纳米材料具有其同质常规材料所不具备的许多新特性,如很好的表面吸附性与选择性、优良的光催化活性等。不难想像,纳米材料与技术精细化工、计算机、光学、医药、环保等众多领域具有广阔的应用前景。

纳米功能复合涂料是现代涂料工业中的一类,纳米功能复合涂料正在逐步成为一类多功能性的工程涂料。不论是传统的以天然物质为原料的涂料产品,还是现代发展中以合成化工产品为原料的纳米功能复合涂料产品,都属于有机化工高分子材料,所形成的涂膜属于高分子化合物类型。按照现代化工产品的分类,涂料属于精细化工产品。

根据涂料的功能和细度可以把涂料分为功能涂料和结构功能涂料,广义上讲,纳米粒子用于涂料中所得到的—类具有抗辐射、耐老化和剥离强度高或具有某些特殊功能的涂料称为纳米功能涂料。利用纳米粒子抗紫外线等性能对现有涂料进行改性,提高涂料的某些性能,这种涂料应称为纳米改性功能涂料。而使用某些特殊工艺制备的复合涂料,其细度在纳米量级,这种涂料应称为纳米结构功能复合涂料。在建筑材料领域内主要使用的是具有耐老化和抗辐射等要求的涂料。

纳米功能复合涂料技术从原材料、生产加工到最后施工成膜和其后的保养维护,涉及聚合物化学、有机化学、无机化学、分析化学、电化学、表面和胶体化学、化学工程、色彩物理学、材料科学、微生物学、流变学、光化学和物理学等多门学科,再加上各种实践经验、心得体会,可谓涓涓细流汇成浩瀚的涂料知识海洋。

本书较全面而系统地阐明了纳米功能复合涂料的基本概念和理论基础,介绍了每个典型纳米功能复合涂料工艺过程的特点和基本内容,并提出了各个工艺的最新技术进展。

由于本书内容丰富、代表面广、重点突出,纳米功能涂料技术水平先进,实用性强,对从事涂料与涂装的广大同仁们来说,本书不失为一本十分有价值的参考书。

本书的编写,得到了刘国杰、耿耀宗、洪啸吟、孙酣经、黄澄华、虞兆年、战凤昌、李悦良、卢寿慈、沈春林、庞启财、李凤生、刘良登、魏邦柱、王平、刘秀芳、高南、陈作璋、王肇嘉、张增寿、咸才军等同志以及许多涂料界前辈和同仁的支持与帮助,有些内容还参考了他们所写的资料。

本书共分11章,第1、6、7章由丁浩博士后编写,第2、3、4、11章由童忠良教授编写,第5、8章由杨飞华博士编写,第9、10章由许霞博士编写。全书最后由童忠良教授统稿。

有关功能涂料的应用参阅了所收集到的国内外的相关书籍、论文、报刊及网上文章。由于篇幅所限,这里不一一列举,在此谨向本书参考文献的作者致以衷心的感谢。高洋、童凌峰、王喻、高新、崔春芳等同志为本书的资料收集、插图及计算机输入和编排付出了大量精力,在此一并致谢。

在编撰此书时,时间仓促,再加之编者水平有限,难免会有遗漏或不准确之处,请读者指正并敬请有关人士提出以便于编者在再版时修正(著者的 E-mail: tong7485@163. com; 电话 010-63787485; 手机: 15901460700)。如蒙指正,著者不胜感激。

编者

2007年9月于北京

目 录

第 1 章 纳米功能复合涂料的基本概况	1
1.1 概述	1
1.2 纳米功能复合涂料的定义与特点	1
1.2.1 定义	1
1.2.2 作用与特点	2
1.2.3 品种及其应用	2
1.3 纳米功能复合涂料的基本作用原理	5
1.3.1 黏结力和内聚力	5
1.3.2 成膜机理	5
1.4 纳米功能复合涂料的分类	7
1.5 纳米功能复合涂料的组成	8
1.5.1 成膜物质	8
1.5.2 颜料	9
1.5.3 助剂	10
1.5.4 溶剂	10
1.6 国内纳米复合涂料产品现状	11
1.6.1 国内生产企业状况	12
1.6.2 外资生产企业状况	13
1.6.3 国内纳米复合涂料市场价格	13
1.6.4 国内纳米复合涂料在品质上的缺陷	13
1.7 纳米功能复合涂料市场展望	14
1.7.1 市场需求预测	14
1.7.2 国内纳米功能复合涂料	

的开发和研究方向	16
1.7.3 功能复合涂料行业的现状和市场前景分析	17
1.7.4 功能复合涂料行业的技术及经济效益分析	18
1.7.5 功能复合涂料工业的发展趋势	19
1.7.6 纳米功能复合涂料新产品开发的重点	20
第 2 章 纳米导电功能复合涂料	21
2.1 概述	21
2.2 纳米导电功能复合涂料的分类与性能表征	21
2.2.1 纳米导电复合涂料的分类	21
2.2.2 导电涂层导电性能的特征	22
2.2.3 添加型纳米导电复合涂料导电机理	23
2.3 国内外纳米导电复合涂料现状与发展趋势	24
2.3.1 国外纳米导电复合涂料现状	24
2.3.2 国内纳米导电复合涂料现状	25
2.3.3 纳米导电复合涂料发展趋势	27
2.4 添加型纳米导电复合涂料	27

2.5	纳米导电复合涂料生产 制备新技术	33	动态	55
2.5.1	纳米导电复合涂料生产 制备新技术的研究动向 ...	33	3.4.1	纳米稀土发光涂料国内 研究动态
2.5.2	溶剂型纳米导电 浆制备新工艺	37	3.4.2	纳米稀土荧光粉的 发展
2.5.3	片状石墨黑底纳米导电 复合涂料工业制备技术 ...	40	3.5	纳米自发光涂料的制备 技术
2.6	纳米导电复合涂料的 应用	41	3.6	纳米荧光涂料的制备技术 ...
2.6.1	在电子、电器工业中的 应用	41	3.6.1	纳米荧光涂料的定义 和特征
2.6.2	在海洋防污涂料中的 应用	41	3.6.2	纳米荧光涂料的组成 与特性
2.6.3	电热涂料配方在建筑物 中的应用	41	3.7	纳米夜光涂料的制备 技术
2.6.4	纳米绝缘涂料用于家用 电器产品	43	3.7.1	纳米夜光涂料的定义和 特征
2.6.5	导电涂料产品介绍	44	3.7.2	纳米夜光涂料的组成与 特性
第3章	纳米稀土功能发光涂料	47	3.8	纳米光反射涂料的制备 技术
3.1	概述	47	3.9	纳米稀土复合涂料的制备 技术
3.2	纳米稀土发光材料与发光 涂料的分类及特性	47	3.9.1	稀土激活纳米组装复合 的空气净化功能涂料
3.2.1	纳米稀土发光材料的 分类	47	3.9.2	无机—无机稀土纳米 复合涂料
3.2.2	纳米稀土发光材料的 特性	48	3.9.3	有机—无机稀土纳米 复合涂料
3.2.3	纳米稀土发光涂料的 分类与特性	48	3.9.4	纳米金属—稀土陶瓷 复合涂料
3.3	纳米稀土发光材料与发光 涂料的发展动态	49	第4章	纳米耐核辐射复合涂料
3.3.1	纳米稀土发光涂料的 基本材料	50	4.1	概述
3.3.2	纳米稀土配合物发光 材料	50	4.1.1	耐核辐射的光固化 原理
3.4	纳米稀土发光涂料的发展		4.1.2	纳米复合涂料对 防辐射设备的保护

4.1.3	耐核辐射的影响	67	涂料	77
4.2	耐核辐射纳米复合涂料的 材料组成与性能测试	67	4.6.3	手机电磁波的防辐射 纳米复合涂料
4.2.1	耐核辐射纳米复合涂料 的组成	67	4.6.4	电子荧屏防辐射 纳米技术
4.2.2	耐核辐射纳米复合 涂料的性能测试	69	4.7	纳米耐核辐射复合 涂料产品
4.3	国内外耐核辐射纳米复合 涂料现状与展望	70	4.7.1	PPS-10 聚苯硫醚复合 纳米涂料
4.3.1	具有测量等功能性的 纳米复合涂料	70	4.7.2	地下厂房耐辐照纳米 复合涂料
4.3.2	耐核辐射纳米复合 涂料的研制与作用	71	4.7.3	纳米吸收电磁波的 功能复合涂料
4.4	耐核辐射纳米复合 涂料的研究	71	第5章	纳米防污功能复合涂料
4.4.1	耐核辐射的纳米复合 涂料基料的研究	71	5.1	概述
4.4.2	耐核辐射纳米复合 涂料性能	72	5.2	纳米防污功能复合涂料 定义
4.4.3	耐核辐射纳米复合涂料 的装饰保护性能	73	5.2.1	纳米防污功能复合涂料 的组成
4.4.4	耐核辐射纳米复合涂料 的去污能力	73	5.2.2	纳米防污功能复合 涂料分类
4.4.5	耐核辐射纳米复合涂料 的防腐性能	75	5.2.3	纳米防污功能复合涂料 的品种
4.4.6	耐核辐射纳米复合涂料 的其他性能	75	5.3	纳米防污功能复合涂料现状 与产业化前景
4.5	耐核辐射纳米复合涂料的 制备技术	76	5.3.1	国外研究现状
4.5.1	耐核辐射纳米复合涂料 参考配方	76	5.3.2	国内研究现状
4.5.2	制备工艺	76	5.3.3	纳米防污复合涂料 产业化前景
4.6	耐核辐射纳米复合涂料 应用	76	5.4	纳米防污功能涂料的性能 用途和技术要求
4.6.1	耐核辐射纳米复合涂料 的应用范围和实施方法	76	5.5	纳米防污功能涂料配方 原理与设计
4.6.2	民用防辐射复合		5.5.1	概述
			5.5.2	纳米防污功能复合 涂料配方原理

5.5.3	纳米防污复合涂料 配方设计	95	的基料	116
5.6	纳米防污功能复合涂料 开发程序和性能表征	96	6.2.3	纳米隔热涂料性能特点 与分类
5.6.1	纳米防污涂料开发的 程序	96	6.2.4	纳米烧蚀防热复合涂料 的机理、性能与类型
5.6.2	纳米防污复合涂料的 加速测试方法	97	6.3	纳米耐热隔热防热复合 涂料的现状
5.7	建筑纳米功能复合涂料 制备技术	98	6.3.1	纳米保温涂料技术 状况
5.7.1	建筑防污纳米复合涂料 基料与配制方法	98	6.3.2	国内外最新研究动态 ...
5.7.2	纳米防污弹性功能涂料 制备技术	100	6.3.3	纳米保温复合涂料 主要发展方向
5.7.3	结果与讨论	101	6.4	真空陶粒水性隔热保温纳米 复合涂料生产技术
5.7.4	实证结论	102	6.4.1	产品特点
5.8	船舶纳米防污功能复合涂料 制备技术与发展趋势	103	6.4.2	产品成分组成
5.8.1	海洋生物附着污损和 危害	103	6.4.3	产品生产成本
5.8.2	船舶复合涂料与海水 环境	103	6.4.4	产品适用范围
5.8.3	舰船纳米防污功能复合 涂料的发展趋势	104	6.4.5	产品施工技术
5.8.4	船舶纳米防污复合涂料 的工艺配方与应用	106	6.4.6	产品颜色、包装及贮运 ...
5.8.5	船舶用防腐自抛光纳米 防污复合涂料	111	6.5	节能隔热保温纳米复合 涂料的技术进展
第6章	纳米耐热隔热防热复合 涂料	113	6.6	纳米隔热环保包装复合 涂料的制备技术
6.1	概述	113	6.6.1	纳米结构及其材料的 异常奇特性能
6.2	纳米耐热隔热防热复合 涂料配制原理	113	6.6.2	隔热环保纳米复合涂料 制备原料
6.2.1	纳米耐热复合涂料 组成与分类	113	6.6.3	丙烯酸纳米微乳液的 制备方法
6.2.2	纳米耐热复合涂料		6.6.4	隔热环保纳米复合涂料 性能
			6.6.5	实施案例
			6.6.6	作用机理
			6.6.7	产品应用
			6.7	纳米耐热复合涂料国内外 应用展望与产业化前景

6.7.1	国内外纳米隔热复合 涂料的应用	145	涂料的研究动态	175
6.7.2	国内外纳米隔热复合 涂料的展望	148	7.5.2	国内镍基纳米耐磨 涂料的研究
6.7.3	国内耐热隔热防热纳米 复合涂料产业化前景 ...	149	7.5.3	国内纳米表面耐磨涂层 技术的研究
第7章	纳米耐磨复合涂料	153	7.6	国内纳米耐磨涂料的 应用
7.1	概述	153	7.6.1	耐磨防滑、铝粉包覆 纳米复合涂料演绎科技 奥运
7.2	纳米耐磨涂料性能特点	153	7.6.2	纳米耐磨陶瓷复合涂料 产业化的应用
7.2.1	纳米耐磨剂机理	153	7.6.3	国内纳米耐磨复合涂料 配方与应用
7.2.2	纳米耐磨剂涂膜 分类	153	7.7	国内纳米耐磨涂料的 检验方法
7.3	磨损和抗磨及腐蚀和 抗蚀的应用机理	154	7.8	国内纳米耐磨复合涂料成膜 评价方法
7.3.1	纳米耐磨材料与磨损 和抗磨	154	第8章	纳米建筑防水功能复合涂料 ...
7.3.2	纳米耐磨材料与腐蚀 和磨损	157	8.1	概述
7.3.3	耐蚀涂膜	161	8.2	纳米防水功能复合 涂料
7.4	纳米耐磨复合涂料的生产 与制备技术	163	8.2.1	纳米防水功能复合 涂料的特点
7.4.1	纳米 SiO_2 透明耐磨 复合涂料的制备技术 ...	163	8.2.2	纳米建筑防水功能 复合涂料的分类
7.4.2	纳米 SiO_2 在水性木 器漆中的应用与配方 ...	164	8.3	纳米建筑防水功能复合 涂料的发展状况
7.4.3	纳米 Al_2O_3 透明耐磨 复合涂料的制备技术 ...	165	8.3.1	发达工业国家纳米建筑 防水复合涂料现状
7.4.4	国内外纳米耐磨抗菌 手机涂料技术概况	169	8.3.2	国内的建筑防水复合 涂料现状
7.4.5	汽车耐磨抗菌纳米涂料 的配制及制备工艺	171	8.3.3	国内纳米建筑防水复合 涂料研究动态
7.4.6	纳米透明功能耐磨 复合涂料的生产技术 ...	174	8.4	纳米建筑防水功能复合涂料 的生产技术
7.5	国内外纳米耐磨复合 涂料的研究	175		
7.5.1	国外纳米透明耐磨复合			

8.4.1	水泥基憎水型纳米防水 复合涂料的生产技术 ...	195
8.4.2	纳米超强弹性隔热防水 复合涂料生产技术	198
8.4.3	PMC 复合防水纳米 涂料生产技术	199
8.4.4	环保型纳米隔热防水 复合涂料与乳液	200
8.4.5	纳米改性彩色橡胶防水 卷材的研制与生产	202
8.4.6	新型桥梁纳米防水功能 复合涂料的制备技术 ...	204
8.5	国内纳米建筑防水功能 复合涂料应用	209
8.5.1	彩色环保高弹性防水 复合涂料应用	209
8.5.2	纳米技术改性水泥基 渗透结晶型防水复合 涂料	211
8.5.3	纳米技术改性高分子 复合卷材的应用	213
8.5.4	绝热防腐防水纳米 陶瓷涂料应用	214
8.5.5	“五洋”纳米防水装饰 涂料应用	214
8.5.6	纳米多功能高分子防水 涂料应用	215
8.5.7	建筑节能与隔热防水 纳米复合涂料应用	215
8.6	纳米防水复合涂料技术 性能试验指标	216
8.7	国内纳米建筑防水功能 复合涂料的检验方法	217
8.7.1	固体含量的测定	217
8.7.2	耐热度的测定	218
8.7.3	黏结性的测定	218
8.7.4	延伸性的测定	218

8.7.5	拉伸性能的测定	219
8.7.6	加热伸缩率的测定	221
8.7.7	低温柔性的测定	221
8.7.8	不透水性的测定	222
8.7.9	干燥时间的测定	222

第9章 纳米防火功能复合涂料 224

9.1	概述	224
9.2	纳米阻燃涂料与纳米 阻燃剂	226
9.2.1	纳米阻燃涂料	226
9.2.2	纳米阻燃剂	228
9.3	国内外纳米防火复合涂料 现状	231
9.3.1	环保型纳米防火涂料 现状	231
9.3.2	国内外钢结构纳米防火 功能复合涂料现状	233
9.4	国内外纳米防火功能复合 涂料的研究	235
9.4.1	国外防火功能材料与 纳米复合涂料的研究 ...	235
9.4.2	国内防火功能材料与 纳米复合涂料的研究 ...	237
9.5	国内纳米防火功能复合 涂料的生产技术	240
9.5.1	新型镁基无卤高抑烟 无机阻燃剂	240
9.5.2	超重力法制备纳米氢氧化 镁阻燃剂新技术	240
9.5.3	超薄膨胀型钢结构 防火防腐涂料及其 制备方法	241
9.5.4	纳米防火复合涂料新 品种的研制	242
9.6	国内纳米防火功能复合 涂料的应用	244

9.6.1	在 2008 北京奥运工程 中的应用	244	10.4.1	概述	260
9.6.2	在建筑与路桥工程 中的应用	245	10.4.2	纳米示温红外节能 涂料适用范围	260
9.6.3	在海军舰艇与航运 船舶中的应用	246	10.4.3	纳米示温红外节能 涂料主要功效	261
9.7	国内纳米防火复合涂料 的评价与检验方法	248	10.4.4	纳米示温红外节能 复合涂料节能效果 ...	261
第 10 章	纳米示温复合涂料	250	10.4.5	使用寿命	261
10.1	概述	250	10.5	纳米示温复合涂料制备 方法及配方	261
10.1.1	纳米示温复合涂料 的分类	250	10.5.1	纳米示温复合涂料 制备工艺	261
10.1.2	国内外纳米示温复合 涂料的研究动态	250	10.5.2	典型纳米示温复合 涂料配方	262
10.1.3	纳米示温复合涂料 原理简述	251	第 11 章	纳米阻尼功能复合涂料	264
10.1.4	纳米示温复合涂料 特点	251	11.1	纳米阻尼复合涂料 概述	264
10.1.5	纳米示温复合涂料的 种类	252	11.2	纳米阻尼复合涂料 分类	265
10.2	纳米示温复合涂料	252	11.2.1	纳米阻尼复合 涂料组成	265
10.2.1	纳米示温复合涂料 概述	252	11.2.2	纳米阻尼复合涂料 作用机理	265
10.2.2	纳米示温复合涂料 的组成	253	11.3	纳米阻尼性能 的测试	266
10.3	纳米示温复合涂料的 变色原理	255	11.3.1	动态黏弹谱仪法 (受迫非共振法)	266
10.3.1	可逆型纳米示温 复合涂料变色原理 ...	255	11.3.2	受迫共振法(强迫振动 共振法)	267
10.3.2	不可逆型示温复合 涂料变色原理	256	11.4	填料对 LIPN 阻尼涂料 涂层阻尼性能的影响	268
10.3.3	外界因素对示温 复合涂料变色温度 的影响	257	11.5	纳米阻尼复合涂料品种、 性能及应用	270
10.4	纳米示温红外节能 复合涂料	260	11.6	纳米阻尼复合涂料 配方设计	271
			11.6.1	基料的玻璃化转变	

温度要与使用环境	产品介绍	278
温度一致	11.7.1 ZHY-171 阻尼涂料 ...	278
11.6.2 宽玻璃化转变区域	11.7.2 HH-T01 纳米 DHCP	
的设计	路桥阻尼涂料	279
11.6.3 水基汽车阻尼涂料		
的工业化生产	参考文献	281
276		
11.7 纳米阻尼复合涂料		

第 1 章 纳米功能复合涂料的基本概况

1.1 概 述

人类生产和使用涂料已有悠久的历史,纳米功能涂料是从我国传统“油漆”基础上发展所形成的、能提供多种不同的特殊功能的一种新型涂料。纳米功能复合涂料可以采用不同的施工工艺涂覆在物件表面,形成黏附牢固、具有一定强度、连续的固态薄膜。这样形成的薄膜通称漆膜,又称纳米漆膜或纳米涂层。

不论是传统的以天然物质为原料的涂料产品,还是现代发展中以合成化工产品为原料的纳米功能涂料产品,都属于有机化工高分子材料,所形成的涂膜属于高分子化合物类型。按照现代化工产品的分类,涂料属于传统精细化工产品,而纳米功能复合涂料使涂料这种传统精细化工产品成为化学工业品中的一个更为重要的门类。

1.2 纳米功能复合涂料的定义与特点

1.2.1 定义

广义上讲,纳米粒子用于涂料中所得到的—类具有抗辐射、耐老化和剥离强度高或具有某些特殊功能的涂料称之为纳米功能涂料。利用纳米粒子抗紫外线等性能对现有涂料进行改性,提高涂料的某些性能,这种涂料应称之为纳米改性功能涂料。而使用某些特殊工艺制备的涂料,其细度在纳米量级,这种涂料应称之为纳米结构功能涂料。在建筑材料领域内主要使用的是具有耐老化和抗辐射功能等要求的纳米功能涂料。

纳米功能涂料与纳米复合材料的定义一样,它是指至少—相尺寸在 $1\text{nm}\sim 100\text{nm}$,且性能得到显著提高的涂料。 $1\text{nm}\sim 100\text{nm}$ 的尺度定义是纳米科学工作者根据长期研究经验而发现的一个范围,只有涂料性能显著改善才是评判纳米功能涂料的最重要标准。有机纳米涂料涂覆干燥后将形成纳米涂层材料,但作为纳米涂层材料同样还包括金属纳米涂层材料和无机纳米涂层材料两种。金属纳米涂层材料主要是指材料中含有纳米晶相,无机纳米涂层材料则由纳米粒子之间的熔融、烧结复合而得。

随着国民经济不断发展和人民生活水平不断提高,人们需要有越来越多的金属纳米涂层材料和无机纳米涂层材料所组成的特殊功能涂料品种为所涂物件增加一些特定的功能,以满足使用者的要求,这就是纳米功能涂料所发挥的特殊功能作用。对现代涂料而言,这种作用越来越显示其重要性。

现代的一些涂料品种能提供多种不同的特殊功能,例如,电绝缘、导电、屏蔽电磁波、防静电产生等作用;防霉、杀菌、杀虫、防海洋生物黏附等生物化学方面的作用;耐高温、保温、示温和温度标记、防止延燃、烧蚀隔热等热能方面的作用;反射光、发光、吸收和反射红

外线、吸收太阳能、屏蔽射线、标志颜色等光学性能方面的作用;防滑、自润滑、防碎裂飞溅等机械性能方面的作用以及防噪声、减振、卫生消毒、防结露、防结冰等各种不同作用等。随着国民经济的发展和科学技术的进步,纳米功能涂料将在更多层面提供各种更新和更好的特种功能。

随着涂料用量不断增加,人们除了对涂料质量提出更高要求外,其生产和使用过程中造成对环境的污染越来越引起人们的重视。近 30 年来,涂料的新产品、新技术不断得到发展,特别是无溶剂型、水性涂料正在逐步替代溶剂型涂料,纳米功能涂料和其他涂料产品一样,其开发正在朝着环保型、资源节约型和满足现代化涂装要求的方向迅速发展。

1.2.2 作用与特点

纳米功能复合涂料与其他涂料一样是以油脂、天然树脂、合成树脂、颜料、填料、溶剂和助剂为基本原料,生产各种产品并提供给其应用的工业。它包括了涂料制造和涂料施工应用两大部分,前者主要指油脂熬炼、树脂和色漆制造以及质量管理等,广义地讲还应包括颜料的制造和使用;后者指涂料施工前的处理、施工设备和方法以及涂料的干燥成膜与检测等。这两部分内容是密切联系,互相有别,对于功能涂料的使用与耐久性来说,不能偏废任何一方面。

纳米功能复合涂料涂布于物件表面,并在物件表面形成涂膜,其作用主要表现为如下。

(1)保护作用。涂料涂布于各种材料的物件表面形成涂膜,能使物件与环境隔绝起来,免受各种环境如空气、水分、腐蚀性气体、化学药品、日光及各种射线引起的损害。有的涂料还可以防止金属遭遇氧化—还原电化锈蚀和各类霉菌对物件的侵蚀。

(2)装饰作用。涂料能赋予被涂物件表面以各种鲜艳的色彩和良好的光泽。不同物件涂上不同品种和色彩的涂料,可以得到五光十色、绚丽多彩的外观,给人以美的感受。

(3)标志作用。应用涂料做标志的色彩在国际上已逐渐标准化——道路交通管理红灯停、绿灯行,化工管道用绿色标明冷却水管、黄色标明真空管、灰色标明物料管等,都是涂料赋予物件的标志作用。

(4)功能作用。功能涂料是基于涂料结构和组成,并且与光学、声学、力学、电磁学和生物学等相结合发展起来的专业性很强、具有特殊功能的新材料,常用于国民经济、国防军工和尖端技术。例如,漆包线漆具有电绝缘功能、产品包装中变色涂料具有防伪功能、火箭表面烧蚀涂料具有耐高温功能,此外,还有信息材料用的磁性涂料、电子工业用的导电涂料、卫星内部用的温控涂料等均属具有功能作用的涂料。

功能涂料的应用十分广泛,随着涂料技术不断发展和科技水平不断提高,其应用范围将越来越宽。

1.2.3 品种及其应用

纳米功能复合涂料的品种繁多,发展迅速。按功能的属性,可分为光功能纳米涂料、电磁功能纳米涂料、热功能纳米涂料、化学功能纳米涂料、生物学功能纳米涂料、机械—物理功能纳米涂料以及界面功能纳米涂料等。有的功能涂料还同时具有两种特殊功能,如吸音、防火涂料,阻燃、绝缘涂料等。表 1-1 列出了上述各种功能复合涂料的一些主要品种。

表 1-1 纳米功能复合涂料的主要品种

类 别	主 要 品 种
光功能涂料	发光涂料, 荧光涂料, 磷光涂料, 光反射涂料, 液晶涂料, 防辐射涂料, 伪装涂料, 光刻胶, 光敏涂料
电磁功能涂料	导电涂料, 防静电涂料, 电磁波屏蔽涂料, 电绝缘涂料, 磁性涂料, 吸波涂料
热功能涂料	耐热涂料, 烧蚀隔热涂料, 防火涂料, 阻燃涂料, 水温涂料, 耐低温涂料, 太阳能集热涂料
化学功能涂料	防腐蚀涂料, 耐化学药品涂料, 耐酸涂料, 耐碱涂料, 防水涂料, 带锈涂料, 自净化涂料, 防化学战剂涂料
生物学功能涂料	防污涂料, 防霉涂料, 杀虫涂料, 杀菌涂料, 水产营养涂料, 牙科涂料
机械—物理功能涂料	吸(隔)音涂料, 阻尼涂料, 防振涂料, 防石击涂料, 防破涂料, 应变涂料, 弹性涂料, 膨胀涂料, 润滑涂料, 防滑涂料, 耐磨涂料
界面功能涂料	塑料电镀用涂料, 表面硬化涂料, 可剥性涂料, 自净化涂料, 防黏附涂料, 防雾涂料, 防霉涂料, 防结冰涂料

纳米特种功能工业涂料的种类很多,应用场合不同,功能特性各异,实际需求差别也很大,应用情况更是因种类的不同而有很大差异。

(1)纳米吸收电波涂料。由于微波通信、雷达控制、电视广播等的迅速发展,从高大建筑物反射回来的电波造成的干扰已成为一大公害,将吸收电波涂料涂布于产生干扰的反射面上是减少电波反射干扰的方法之一。金属粉、炭粉等导电物质,氧化铝、钛酸钡等高介电物质以及铁氧体等磁性物质可作为吸收电波材料,这些材料与各种树脂类成膜物配合即可制成吸收电波材料。

(2)纳米防火涂料。在某些易燃的建筑材料表面涂刷防火涂料,可提高易燃材料的耐火能力,防止或延缓火势蔓延。这类涂料可用于防火门、防火墙、天棚等表面的涂装。膨胀型涂料,在常温下有很好的装饰效果,当遇到高温或火焰时,涂层会发生膨胀,形成比原来厚度大几十甚至上百倍的蜂窝水泡沫磁质层,该层有良好的隔热作用,可有效阻止外部热源对基材的作用,达到防火目的;非膨胀型涂料,在高温下能变成黏稠的不燃熔融体,把基材覆盖住,隔绝基材与空气接触,从而可有效阻止火势进一步蔓延,若涂料中含有氧化锑,它可与氯化物反应放出 $SbCl_3$ 气体,该气体可捕集在燃烧中起重要作用的氧游离基和羟基游离基,从而抑制燃烧;烧蚀型涂料,主要组分为酚、聚酰亚胺、聚噻唑等,在高温下,该涂料膜逐渐分解,最后变成气体放出,在分解汽化过程中吸收大量热,从而有效阻止基材物质温度的升高。

(3)纳米防腐蚀涂料。

近年来,国外为解决钢结构各种构造物的防腐蚀问题,为适应长期防腐蚀的需要,开发了各种纳米防腐蚀涂料。目前,纳米防腐蚀涂料的品种有:环氧、环氧酚醛、环氧沥青等环氧类;聚氨酯、过氯乙烯和氯化橡胶等产品,其中氯化橡胶作为防腐蚀涂料已广泛应用于各种海洋构筑物。日本开发了一种酚醛改性的醇酸树脂用于氯化橡胶涂料中,改进了防腐蚀涂料的硬度和耐久性;最近又推出了一种带锈涂装的聚氨酯防腐蚀涂料,减少了施工工序,是一种很有市场前途的产品。由于对防腐蚀涂料耐久性的更高要求,有机硅改性

树脂和含氟树脂将成为国外尤其是发达国家主要的防腐蚀涂料品种。

(4) 纳米隔热涂料。

纳米隔热涂料以多种含镁铝硅酸盐的非金属矿物为基料制成,其形态为一种纳微孔网状结构的黏稠糊状膏体。它采用有机和无机材料相结合,纤维材料和纳米颗粒材料相结合,保温材料生产工艺和涂料生产工艺相结合的方法,因而具有良好的综合性能和使用效果。

20 世纪 90 年代以后,随着人们环保意识的日益提高以及全球能源危机的出现,以保护环境、节约能源为根本的保温产品应运而生,这也是隔热涂料今后的发展方向。

(5) 纳米防水涂料。在建筑物表面涂刷纳米防水涂料后,能形成均匀、致密的纳微孔防水层。该纳米涂料主要用于防止屋面的雨水渗漏、地面的地下水渗出、墙面的水汽潮湿等。乳液型涂料主要有胶乳沥青类、丙烯酸乳液类;溶剂型涂料主要有氯丁橡胶类、氯磺化聚乙烯类;反应型涂料主要有聚氨酯类、环氧树脂类。复合型涂料由聚合物和水泥复合而成,可在潮湿或干燥的建筑物表面直接施工,即可得强度高、耐水性好的涂膜。若涂料采用不饱和聚酯、异氰酸酯、过氧化苯甲酸、水泥、硅砂等组成,则这类复合型纳米防水涂料为快干型,可在 15min~30min 内固化成为性能优良的防水层。

(6) 纳米防虫防霉涂料。防霉涂料中添加了防霉剂(如纳米杀菌剂、抑菌剂等),由于防霉剂在涂膜干燥过程中会渗出表面,所以具有抑制霉菌生长的作用。该类纳米涂料主要使用无毒或低毒的防霉剂,如有机锡、有机铜、有机氯化物及酚类、唑类、季铵盐类、聚硅氧烷类。该纳米涂料的成膜物与普通涂料相同,最常用的为氯乙烯—偏二氯乙烯共聚物,因其有较好的防霉性。

纳米防虫涂料主要是在保持涂料装饰性的前提下,添加具有纳米生物毒性的药品而制成的涂料。因此,高效优良的且对人体无害的防虫剂是生产优良的防虫涂料的关键。近年来,纳米防虫防霉涂料在国外开始步入市场,深受消费者欢迎,尤其是用在食品工业的建筑工程上有较好的市场,如英国液化塑料有限公司推出的纳米防霉涂料具有高效无毒杀菌力强的特点。最近日本也有很多同类产品上市。

(7) 纳米除臭涂料。除臭涂料主要分为两类:纳米脱臭涂料由聚乙烯醇、聚丙烯酸盐、硅酸铝、多聚磷酸锂、脱臭剂等组成,其涂层有较好的脱臭功能,可用于厕所、医院、冷库等建筑物;纳米吸臭涂料由于含有微孔材料与除臭剂,可有效吸收空气中的异味,并将异味氧化分解为无臭味气体放出。

(8) 纳米隔音涂料。该类纳米涂料可以通过吸音达到降低噪声的目的或通过减振达到减少噪声的目的。吸音是涂料对外来声音的作用,减振是涂料对自身基体的作用。该纳米涂料主要用于汽车厂、飞机制造厂等大型机械厂建筑物表面的涂覆。吸音类涂料是将石棉等纤维材料分散到树脂成膜乳液中,在顶棚及墙壁上涂装 10mm~20mm 厚的涂层,从膜表面进来的音波,传播到具有纤维物质形成的空隙涂层里就会失去能量,从而达到吸音的效果。减振类涂料主要用于容易引起共振的物体上,通过较厚的黏弹性涂膜层变形,将振动能变为热能,从而有效地防止振动噪声的反射。

(9) 纳米超耐候性涂料。超耐候性涂料是指涂膜经 10 年~20 年能保持初期性能的涂料。往往采用具有超耐候性的氟树脂作为基料,并采用纳米粉料或涂料自动分层等现代涂料制造技术,使涂膜具有超耐候性和高耐沾污性等。

超耐候性纳米涂料是高性能、多功能的外墙涂料,具有长耐久性、高抗沾污性和杀菌