

工业涂料与涂装技术丛书

# 无机涂料 与涂装技术

徐 峰 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心



工业涂料与涂装技术丛书

# 无机涂料与涂装技术

徐 峰 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

# (京)新登字 039 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

无机涂料与涂装技术/徐峰编著. —北京: 化学工业出版社, 2002.4  
(工业涂料与涂装技术丛书)  
ISBN 7-5025-3687-6

I. 无… II. 徐… III. 无机物: 涂料 IV. TQ63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 004915 号

---

工业涂料与涂装技术丛书

无机涂料与涂装技术

徐 峰 编著

责任编辑: 顾南君

责任校对: 郑 捷

封面设计: 郑小红

\*

化学工业出版社 出版发行  
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印刷

三河市宇新装订厂装订

开本 787 × 1092 毫米 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$  字数 171 千字

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3687-6/TQ·1496

定 价: 22.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 出版者的话

随着材料技术和合成树脂的迅速发展，作为材料重要领域之一的涂料工业取得了长足的进步，正朝着高装饰性、高性能、功能化和低污染方向发展，以满足各行业日益迫切的需求。化学工业出版社组织相关行业长期从事涂料开发、研制、生产、应用和施工的数十位专家编写了《工业涂料与涂装技术丛书》。丛书共 17 分册。

船舶涂料与涂装技术

建筑涂料与涂装技术

粉末涂料与涂装技术

航空涂料与涂装技术

铁道涂料与涂装技术

汽车涂料与涂装技术

无机涂料与涂装技术

家电涂料与涂装技术

皮革涂饰剂与涂装技术

海洋涂料与涂装技术

集装箱涂料与涂装技术

家具涂料与涂装技术

防腐蚀涂料与涂装技术

机床涂料与涂装技术

塑料橡胶涂料与涂装技术

道路涂料与涂装技术

石油工业涂料与涂装技术

基于涂料行业本质上是一个服务性行业的特点，涂料必须经过涂装才能成为最终产品的认识，本丛书打破了以往以化学组成将涂料分为 18 大类分别叙述的格局，为适应广大用户的需求，采用以不同应用领域所需的涂料和它的施工技术为主线，从涂料与涂装一体化的观点出发，详细和系统地介绍了不同用途和不同底材对涂料的要求，适合不同底材的涂料种类、特点、配方设计的基本原理和典型的基础配方。强调了涂装工

艺、涂装技术和涂层质量管理体系等现代涂料和涂装观念，并辟专章讨论了涂装缺陷及其对策。

本丛书结合国情，取材新颖，内容技术先进，反映了我国涂料和涂装研究、开发、生产和应用水平。全书实用性强。希望本丛书的出版能对涂料、涂装及相关行业的工程技术人员和施工人员有所帮助。

**化学工业出版社**

## 前 言

无机涂料是众多无机材料中的一种。仅就涂料范围而言，无机涂料也只占有很小的比重。但是，无机涂料的发展却越来越受到重视，其中自有许多重要原因。首先，无机材料的原料往往直接取材于自然界，因而来源十分丰富。例如硅溶胶、硅酸盐溶液等涂料基料，其原材料来源于石英质矿石，是自然界中极为丰富的材料。其次，相对于一些有机材料来说，无机涂料的生产对环境污染小，能耗低，产品多数是以水为分散介质，无环境和健康方面的不良影响，受青睐是很自然的。第三，无机涂料的耐老化及其他某些物理化学性能是大多数有机材料很难达到的，仅此就可以使其经济性能显著提高。第四，在某些特殊的应用场合，无机涂料更能发挥其性能优势。例如，用于金属热处理的保护涂料、导电涂料、防结露涂料、防霉涂料和无机富锌防腐涂料等，使之尽扬其长。除此之外，生产无机涂料投资小、技术简单、成本低，也是其潜在的优势。一言以蔽之曰，无机涂料的开发应用符合人们普遍关注的四E原则。

尽管如此，无机涂料的发展依然十分缓慢。这一方面由于石油化工的发展能够提供更多更好的涂料，另一方面也是因为无机涂料本身存在着一些性能上的不足，例如装饰效果欠佳，涂膜性脆易开裂，对于金属、塑料和木材等的附着力不强等，满足不了对涂料美化装饰与保护的功能要求。这些都是需要研究解决的问题，也向人们提供了发展无机涂料的研究课题。

笔者一向认为，著书立说应是事业有成绩者对其所在领域的研究与经验的总结，对于才疏学浅的笔者似乎风马牛不相及。但又觉得，无机涂料专业跨度大，涉及领域多，至今尚无专门介绍无机涂料的书籍。从总结、提高和普及，以利于发展的角度讲不免有所缺憾。这样，在本书的责任编辑顾南君老师的鼓励下，笔者不自量力地写下了这本小册子，现在希望能弥补这一缺憾，呈献给读者，诚望能够得到读者的批评指正意见（联系电话：0551—2678696）。诚如是，则笔者幸甚。

本书第一章由安徽省建筑科学研究院王琳编写；第三章第七节由山东海洋化工研究院于杰编写。全书编写过程中得到合肥凯瑞制漆厂何祥智厂长以及毕照锦等同志的多方帮助，在此谨致以诚挚的感谢。

**徐 峰**

**2001年12月于合肥**

# 目 录

<b>第一章 外墙无机建筑涂料</b> .....	1
<b>第一节 引言</b> .....	1
一、外墙涂料的特征及类别 .....	1
二、外墙涂料的特征 .....	3
三、外墙无机建筑涂料的应用及发展 .....	5
<b>第二节 外墙无机建筑涂料的基料材料</b> .....	6
一、水玻璃的种类及特性 .....	6
二、水玻璃的固化技术与固化机理 .....	9
三、水玻璃用作涂料基料的性能 .....	11
四、水玻璃的改性 .....	12
五、硅溶胶的基本特性 .....	14
六、硅溶胶的制备 .....	15
七、硅溶胶的技术性能 .....	16
<b>第三节 外墙无机建筑涂料的颜、填料</b> .....	17
一、颜料 .....	17
二、填料 .....	21
<b>第四节 外墙无机建筑涂料的助剂</b> .....	25
一、消泡剂 .....	26
二、湿润、分散剂 .....	29
三、增稠剂 .....	33
四、成膜助剂 .....	37
<b>第五节 无机外墙涂料生产技术</b> .....	41
一、硅酸钾外墙涂料 .....	41
二、酸改性钠水玻璃外墙涂料 .....	45



三、硅溶胶复合外墙涂料 .....	47
四、无机-有机复合砂壁状建筑涂料 .....	51
五、无机-有机复合型复层涂料 .....	52
第六节 外墙无机建筑涂料的技术要求和检测方法 .....	58
一、外墙无机建筑涂料的技术要求 .....	58
二、外墙无机建筑涂料检测方法 .....	61
第七节 外墙无机建筑涂料涂装技术 .....	63
一、基层处理及其材料 .....	63
二、涂装方法 .....	64
参考文献 .....	67
<b>第二章 功能型无机内墙涂料 .....</b>	<b>68</b>
第一节 无机防霉涂料 .....	68
一、涂料防霉与防霉涂料 .....	68
二、无机防霉涂料的原材料 .....	69
三、防霉涂料生产技术 .....	74
四、防霉涂料的涂装 .....	77
第二节 无机绝热内墙涂料 .....	78
一、绝热涂料的基本特征 .....	78
二、绝热涂料的基本原理 .....	80
三、绝热涂料的组成材料 .....	83
四、绝热涂料生产技术 .....	91
五、绝热涂料的技术要求及检测方法 .....	93
六、绝热涂料涂装技术 .....	98
第三节 无机防结露涂料 .....	99
一、防结露涂料的基本原理 .....	99
二、防结露涂料的原材料 .....	100
三、防结露涂料生产技术 .....	107
四、防结露涂料的技术要求及检测方法 .....	108
五、防结露涂料的涂装 .....	111
第四节 无机防火涂料 .....	112

一、无机防火涂料的发展 .....	112
二、防火涂料的作用及防火机理 .....	115
三、无机防火涂料的原材料 .....	117
四、防火涂料配方及生产技术 .....	124
五、防火涂料的性能要求及检测方法 .....	128
六、钢结构防火涂料 .....	131
七、展望 .....	134
<b>第五节 无机-有机复合型耐沾污内墙涂料 .....</b>	<b>135</b>
一、涂膜耐沾污的基本原理 .....	135
二、耐沾污仿瓷涂料 .....	137
三、无机-有机复合型耐沾污涂料 .....	140
参考文献 .....	143
<b>第三章 无机防腐涂料和无机耐热涂料 .....</b>	<b>145</b>
<b>第一节 金属的腐蚀及防护 .....</b>	<b>145</b>
一、金属腐蚀的机理及过程 .....	145
二、金属的防腐蚀 .....	147
三、防腐蚀涂料的作用和要求 .....	148
<b>第二节 无机防腐蚀涂料的种类及特征 .....</b>	<b>149</b>
一、防腐蚀涂料的主要类别及无机富锌涂料 .....	149
二、无机富锌涂料的种类及特征 .....	151
三、无机富锌涂料的成膜及防腐蚀机理 .....	155
<b>第三节 水性无机富锌涂料 .....</b>	<b>159</b>
一、水性无机富锌涂料的原材料 .....	159
二、水性无机富锌涂料配方 .....	162
三、水性无机富锌涂料的技术性能 .....	163
<b>第四节 溶剂型无机富锌涂料 .....</b>	<b>164</b>
一、溶剂型无机富锌涂料的原材料 .....	164
二、溶剂型无机富锌涂料配方 .....	167
三、溶剂型无机富锌涂料的制备 .....	168
四、新型无机-有机复合型防腐蚀涂料 .....	171

五、溶剂型无机富锌涂料的技术性能 .....	173
第五节 防腐蚀涂料的施工 .....	174
一、防腐蚀涂层的设计原则 .....	174
二、防腐蚀涂层的配套体系 .....	175
三、防腐蚀涂料施工注意事项 .....	176
四、无机富锌涂料使用中的几个问题 .....	177
第六节 无机耐热涂料 .....	179
一、耐热涂料的种类及特性 .....	179
二、耐热涂料的原材料 .....	179
三、不同品种的无机耐热涂料 .....	184
第七节 无机防腐耐热涂料的应用 .....	188
一、无机硅酸锌车间底漆 .....	188
二、无机硅酸锌底漆在耐热防腐中的应用 .....	197
三、无机硅酸锌底漆在重防腐工程中的应用 .....	198
四、无机硅酸锌底漆在油罐耐油防腐中的应用 .....	199
五、无机硅酸锌底漆在船舶涂装中的特殊应用 .....	201
六、无机硅酸锌涂料在长输管道防腐中的应用 .....	202
参考文献 .....	203
<b>第四章 无机导电涂料和金属热处理保护涂料 .....</b>	<b>204</b>
第一节 无机导电涂料及其组成材料 .....	204
一、概述 .....	204
二、导电涂料的组成材料 .....	206
三、无机导电涂料的导电机理 .....	209
第二节 无机导电涂料的制备及性能 .....	209
一、碳系无机导电涂料 .....	209
二、铜粉系导电涂料 .....	214
三、银系及镍系导电涂料 .....	220
第三节 无机导电涂料的应用与发展 .....	223
一、无机导电涂料的应用 .....	223
二、无机导电涂料的发展 .....	225

第四节 金属热处理保护涂料 .....	226
一、金属热处理保护涂料的保护作用 .....	226
二、金属热处理保护涂料的种类及性能要求 .....	228
三、金属热处理保护涂料的保护机理 .....	229
四、几种金属热处理保护涂料 .....	230
参考文献 .....	232
附录“90-10”规则 .....	234

# 第一章 外墙无机建筑涂料

## 第一节 引言

### 一、外墙涂料的特征及类别

#### (一) 外墙涂料的性能要求

顾名思义，外墙涂料即是应用于建筑物墙体外表面装饰的建筑涂料。涂料因其有色彩丰富、涂膜装饰风格灵活多样，有效装饰期限较长以及易于涂装、易于保养维修、易于翻新等特征而成为当代应用量最大的涂层饰面材料。它集装饰、保护和一些特殊功能于一体，越来越多地展示于现代人的生活环境之中。由于建筑物在现代人生活中的位置，使得外墙涂料将涂料的各种优点与特性淋漓尽致地体现出来。涂料的种类繁多，用途非常广泛，建筑涂料仅是涂料的一个类别，而外墙涂料又仅是建筑涂料的一个类别。但是，无论从性能要求，还是从经济效益等方面考虑，外墙涂料在建筑涂料中都占有很重要的位置。从技术性能要求上来说，外墙面暴露于大气环境中，无时无刻不在经受着各种自然环境因素，例如风、雨、霜、雪、紫外光以及各种腐蚀性物质的破坏作用。因而，要求其性能比各种内用涂料更为优异是显而易见的道理。作为一种外墙涂料，其涂膜的物理力学性能必须具有优异的各种耐性，例如耐水性、耐冻融性、耐碱性、耐洗刷性、耐紫外光照射的粉化性、耐自然老化性和耐各种污染源的沾污性。此外，还应具有在长期的紫外光照射及其他破坏因素的作用下的保光保色性以及耐

黄变性等性能。另一方面，由于现代人审美观点的提高，美化城市建设意识的增强，除要求建筑物造型上的突破以外，更要求以不同的色彩对建筑物的不同部位进行装饰、点缀，从而对外墙涂料的颜色提出了更高的要求。当然，对外墙涂料经济性的要求则是不言而喻的。最简单的道理即在于：即便一种外墙涂料的性能很好，然而其经济性超出了人们的承受能力，也是没有应用与推广价值的。具有超耐久性能以及其他优异性能的氟树脂建筑涂料，目前的应用比例很小，即可以证明这一点。

同其他建筑涂料一样，外墙涂料还有一个最基本的性能要求，即是要能够常温固化成膜，否则是不能在外墙面上涂装应用的，至少在目前的技术水平上是如此。

## （二）外墙涂料的类别

谈到外墙涂料的类别，首先应讨论的是建筑涂料的分类。建筑涂料目前还没有标准化的统一分类方法，还比较混乱。常见的是按照基料的类别分类，此外还有按涂料成膜后的厚度和质地分类（如平面涂料、砂壁状建筑涂料、复层建筑涂料等），按在建筑物上的使用部位分类（如内墙涂料、外墙涂料、地面涂料等），以及对于某些功能性建筑涂料，按照其功能来分类（例如防霉涂料、防火涂料、弹性外墙涂料、保温隔热涂料、防结露涂料、防蚊蝇涂料和防尘污涂料等）。

若按照基料的类别对外墙涂料进行分类，常见的外墙涂料如表 1-1 所示。在国家标准《外墙无机建筑涂料》（GB 10222）中，无机外墙涂料被分成 A 类和 B 类两大类。其中，A 类指的是以碱金属硅酸盐（硅酸钾、硅酸钠、硅酸锂或它们的混合物）加入相应的固化剂或合成树脂乳液为基料制成的涂料；B 类是指硅溶胶加入合成树脂乳液或辅助成膜物质为基料制成的涂料。

表 1-1 常见外墙涂料的种类

类别	品种举例
有机外墙涂料	溶剂型：氟树脂外墙涂料；丙烯酸酯外墙涂料；聚氨酯-丙烯酸酯复合外墙涂料；有机硅丙烯酸酯复合外墙涂料 水性：丙烯酸酯外墙涂料；VAE 外墙涂料；有机硅-丙烯酸酯复合外墙涂料
无机外墙涂料	双组分钾水玻璃外墙涂料；双组分钠水玻璃外墙涂料；硅溶胶外墙涂料；酸改性水玻璃外墙涂料
有机-无机复合外墙涂料	苯丙乳液-硅溶胶复合外墙涂料；丙烯酸酯乳液-硅溶胶复合外墙涂料

## 二、外墙涂料的特征

如所述，所谓的外墙无机建筑涂料，即是以无机硅酸盐或者二氧化硅溶胶为主要成膜物质，酌加适量的有机合成树脂乳液，并选用能满足耐候性能要求的颜、填料和适当的助剂，通过混合、分散、研磨等工艺而制成的建筑涂料，这类涂料主要用于建筑物外墙面的涂装。这类涂料可以采用刷涂、喷涂或滚涂等方法涂装施工，在墙面上形成薄质涂层。

关于外墙无机建筑涂料的特征，主要是和其他类涂料（主要是有机涂料）比较而言的。从这一点上说，外墙无机建筑涂料无毒、无环境和健康危害、节省能源、价格低廉，易于涂装，也能够常温蒸发失水干燥成膜。所形成的涂膜耐光、耐碱性特别优良，且耐候性好，耐热、防火性好，与基层，特别是水泥砂浆基层的附着力优良，涂膜的硬度较高。涂装于外墙面可长期使用，耐老化、不脱粉、不脱落。此外，无机涂料的防

霉性特别好。这是因为，无机涂料不滋生菌类、藻类；涂料中不含有机营养物质，微生物没有生存条件。碱金属硅酸盐还可以杀死所涂基层中的菌类孢子，涂料中无需使用防霉杀菌剂，从另一角度起到环保作用。

除了上述这些常见的优点外，据认为<sup>[1]</sup>无机涂料因其组成和成膜的机理特性而具有优良的自清洁功能及透气耐水性。涂膜具有像人体皮肤一样既不渗水又可排汗的功能；在防水渗入的同时，又通过筛网状微孔使基体内的水分自由吸收或排出，使基层保持水分的平衡，这样涂膜不会起泡和剥离脱落。在水分有规律排出、吸入的同时，涂膜表层的污物也会同时清除。另外，硅化的表面在阳光和大气的作用下，会像岩石一样地“老化”，形成的极薄的粉化层，在风雨的冲刷下，使其连同污物一起脱离，保持了涂膜的表面清洁，这就是无机矿物涂料的优良的自清洁功能，如图 1-1 所示。再者，无机涂料不会产生静电，不易吸收大气中的尘埃，也是其保持涂层表面清洁的原因之一。而与之相反，有机涂料则因涂层老化，形成了粗糙的

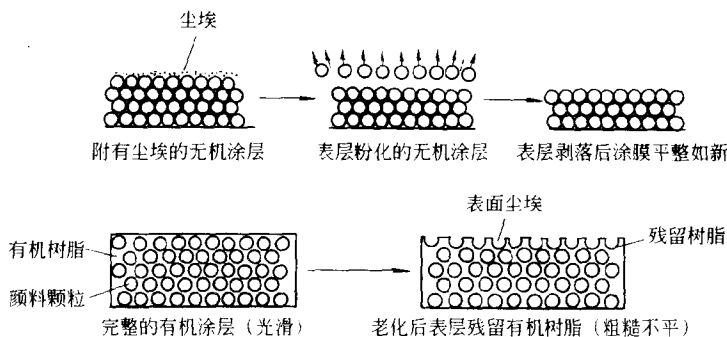


图 1-1 无机涂料涂膜自清洁机理



表面，极易吸尘而被污染。

外墙无机建筑涂料性能上的缺陷在于涂料的流平性不好，涂膜质脆，对基层体积变化的适应性差等。此外，某些硅酸盐类外墙无机建筑涂料的耐水性不良以及涂料中因使用了密度大的颜、填料而导致贮存过程中沉淀结块等，也是这类涂料需要解决的性能不足之处。表 1-2 综述了两类外墙无机建筑涂料的某些性能特征。

表 1-2 两类外墙无机建筑涂料的某些性能特征

特 性	类 型	
	A 类（碱金属硅酸盐类）	B 类（硅溶胶类）
贮存稳定性	长期贮存不分离，不增稠，不变质	长期贮存不分离，不增稠，不变质，不出现结块性沉淀
涂装性	施工速度快，快干，但流平性差。涂料系双组分，加入固化剂后必须在规定的时间内用完	涂装方便，施工速度快
涂膜性能	耐水、耐光、耐候性均好，不粉化，耐热不燃。涂膜强度在二氧化碳作用下逐渐增长。耐污染性差，性脆，装饰效果一般	耐水、耐光、耐候性均好，不粉化，耐热不燃。由于其中复合有机合成树脂乳液，装饰效果提高，耐污染性增强
环境影响	以水为分散介质，无毒无臭，不污染环境。涂料碱性大，对皮肤有腐蚀及刺激影响	以水为分散介质，无毒无臭，不污染环境

### 三、外墙无机建筑涂料的应用及发展

无机涂料的开发与应用始于 20 世纪 70 年代初期，当时，日本首先研究开发成功了以硅酸盐无机高分子为成膜物质的涂料<sup>[2]</sup>。到 80 年代初，我国也有这类涂料研究成功的报道。80