

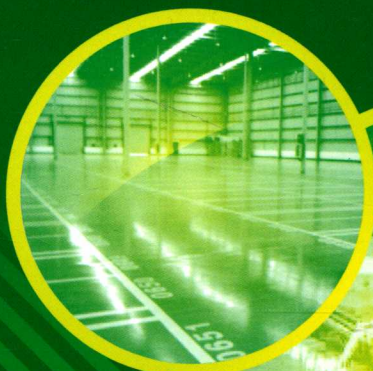


高职高专项目导向系列教材

功能涂料制备技术

★ 杨连成 主编

GONGNENG TULIAO
ZHIBEI JISHU



化学工业出版社

高职高专项目导向系列教材

功能涂料制备技术

杨连成 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书为了满足高职教学中对功能涂料领域教学的需求,通过功能涂料基础知识的介绍以及典型功能涂料的制备,提高学生对功能涂料领域专业知识和技能的掌握。全书包括功能涂料基础知识,主要介绍功能涂料的定义、特点、分类、组成、应用、成膜工艺及质量检测等;功能涂料的制备,主要介绍了防火涂料、防水涂料、耐磨涂料、阻尼涂料、抗菌涂料、防腐蚀涂料、示温涂料、发光涂料等典型功能涂料的制备方法。

本书既可作为高职高专化工技类和高分子材料应用专业学生的教材,也可作为相关行业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

功能涂料制备技术/杨连成主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 10
高职高专项目导向系列教材
ISBN 978-7-122-25089-6

I. ①功… II. ①杨… III. ①功能材料-涂料-制备-
高等职业教育-教材 IV. ①TQ630.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 209357 号

责任编辑:张双进

文字编辑:向东

责任校对:宋玮

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张6¼ 字数137千字 2015年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00元

版权所有 违者必究

编 委 会

主 任 徐继春

副主任 李晓东

秘书长 郝万新

委 员 徐继春 李晓东 郝万新 齐向阳

高金文 武海滨 刘玉梅 赵连俊

秘 书 李 想

序

辽宁石化职业技术学院是于 2002 年经辽宁省政府审批，辽宁省教育厅与中国石油锦州石化公司联合创办的与石化产业紧密对接的独立高职院校，2010 年被确定为首批“国家骨干高职立项建设学校”。多年来，学院深入探索教育教学改革，不断创新人才培养模式。

2007 年，以于雷教授《高等职业教育工学结合人才培养模式理论与实践》报告为引领，学院正式启动工学结合教学改革，评选出 10 名工学结合教学改革能手，奠定了项目化教材建设的人才基础。

2008 年，制订 7 个专业工学结合人才培养方案，确立 21 门工学结合改革课程，建设 13 门特色校本教材，完成了项目化教材建设的初步探索。

2009 年，伴随辽宁省示范校建设，依托校企合作体制机制优势，多元化投资建成特色产学研实训基地，提供了项目化教材内容实施的环境保障。

2010 年，以戴士弘教授《高职课程的能力本位项目化改造》报告为切入点，广大教师进一步解放思想、更新观念，全面进行项目化课程改造，确立了项目化教材建设的指导理念。

2011 年，围绕国家骨干校建设，学院聘请李学锋教授对教师系统培训“基于工作过程系统化的高职课程开发理论”，校企专家共同构建工学结合课程体系，骨干校各重点建设专业分别形成了符合各自实际、突出各自特色的人才培养模式，并全面开展专业核心课程和带动课程的项目导向教材建设工作。

学院整体规划建设的“项目导向系列教材”包括骨干校 5 个重点建设专业（石油化工生产技术、炼油技术、化工设备维修技术、生产过程自动化技术、工业分析与检验）的专业标准与课程标准，以及 52 门课程的项目导向教材。该系列教材体现了当前高等职业教育先进的教育理念，具体体现在以下几点：

在整体设计上，摒弃了学科本位的学术理论中心设计，采用了社会本位的岗位工作任务流程中心设计，保证了教材的职业性；

在内容编排上，以对行业、企业、岗位的调研为基础，以对职业岗位群的责任、任务、工作流程分析为依据，以实际操作的工作任务为载体组织内容，增加了社会需要的新工艺、新技术、新规范、新理念，保证了教材的实用性；

在教学实施上，以学生的能力发展为本位，以实训条件和网络课程资源为手段，融教、学、做为一体，实现了基础理论、职业素质、操作能力同步，保证了教材的有效性；

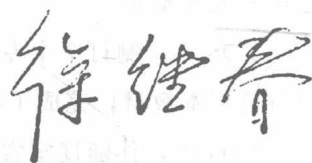
在课堂评价上，着重过程性评价，弱化终结性评价，把评价作为提升再学习效能的反馈

工具，保证了教材的科学性。

目前，该系列校本教材经过校内应用已收到了满意的教学效果，并已应用到企业员工培训工作中，受到了企业工程技术人员的高度评价，希望能够正式出版。根据他们的建议及实际使用效果，学院组织任课教师、企业专家和出版社编辑，对教材内容和形式再次进行了论证、修改和完善，予以整体立项出版，既是对我院几年来教育教学改革成果的一次总结，也希望能够对兄弟院校的教学改革和行业企业的员工培训有所助益。

感谢长期以来关心和支持我院教育教学改革的各位专家与同仁，感谢全体教职员工的辛勤工作，感谢化学工业出版社的大力支持。欢迎大家对我们的教学改革和本次出版的系列教材提出宝贵意见，以便持续改进。

辽宁石化职业技术学院 院长



2012 年春于锦州

前言

功能涂料是现代涂料工业中最活跃的领域。随着国民经济的发展和科学技术的进步，涂料不仅要具有保护和装饰的传统功能，还要能够满足经济建设各行各业在特种条件下的特殊功能要求。在功能材料的研究和应用中，功能涂料已经占有十分重要的地位，并将在更多领域发挥更大作用。

本书的编写主要是为了满足高职教学中对功能涂料领域教学的需求，通过功能涂料基础知识介绍以及典型功能涂料的制备，提高学生对功能涂料领域专业知识和技能的掌握。

情境一 功能涂料基础知识，主要介绍功能涂料的分类、组成、成膜工艺及质量检测等。

情境二 功能涂料的制备，主要介绍 8 种典型功能涂料的制备方法，内容编写上尽量贴近涂料生产实际，以生产过程为主线，将涂料的制备操作实训融入教学，实现“教、学、做”一体化。为适应高职以任务驱动、项目导向教学的改革趋势，本书以教学任务的形式编写，每一个任务相对独立，实际教学中可以灵活安排。

书中功能涂料的制备按照任务介绍、任务分析、相关知识、任务实施、归纳总结、综合评价、任务拓展等项目化课程体例格式编写，逻辑清晰、直观易读。

本书情境一、情境二任务一、四、八由辽宁石化职业技术学院杨连成编写；情境二任务二由辽宁石化职业技术学院晏华丹编写，情境二任务三由辽宁石化职业技术学院付丽丽编写，情境二任务五由辽宁石化职业技术学院赵明睿编写，情境二任务六由辽宁石化职业技术学院国玲玲编写，情境二任务七由辽宁石化职业技术学院田静博编写，全书由杨连成统稿。

本书在编写过程中，得到了辽宁石化职业技术学院张立新、付丽丽、赵若东、石红锦等老师的大力支持，在此表示感谢！

由于编者的水平有限，难免存在不妥之处，敬请大家批评指正。

编者

2014 年 8 月

目 录

◆ 情境一	功能涂料基础知识	1
任务一	解读功能涂料	1
一、	功能涂料的定义	1
二、	功能涂料的特点	1
三、	功能涂料的分类	2
四、	功能涂料的组成	3
五、	功能涂料的应用	6
任务二	识读功能涂料的成膜工艺	8
一、	功能涂料的成膜与干燥	8
二、	功能涂料的涂装方法	12
任务三	功能涂料的质量检测	14
一、	涂料性能及其测定	14
二、	涂膜性能及其测定	17
三、	涂料的施工性能及其测定	21
◆ 情境二	功能涂料的制备	23
任务一	防火涂料的制备	23
任务二	防水涂料的制备	30
任务三	耐磨涂料的制备	39
任务四	阻尼涂料的制备	48
任务五	抗菌涂料的制备	56
任务六	防腐蚀涂料的制备	64
任务七	示温涂料的制备	71
任务八	发光涂料的制备	79
◆ 附 录		89

情境一

功能涂料基础知识

任务一 解读功能涂料

一、功能涂料的定义

涂料是一种含有成膜物质的材料，它可以借助某种特定的施工方法涂覆在物体表面，经干燥固化后能形成连续性的涂膜，对被涂物体具有装饰、保护或其他特殊功能。功能涂料是具有特殊功能的涂料的总称，也称专用涂料。功能涂料一般为特殊用途设计，具有一种或几种特殊功能。

功能涂料的种类多样，可实现许多特殊功能，如发光、屏蔽射线、吸收太阳能、标志颜色、防火、防水、耐磨、防滑、自润滑、隔声、减震、磁性、导电、屏蔽电磁波、防静电、防污、防霉、杀菌、防腐、防海洋生物黏附、示温和温度标记等。随着国民经济的发展和科学技术的进步，以及人们对新材料、新功能的不断追求，功能涂料的发展将越来越迅速，品种也会越来越多。在未来，功能涂料将在更广泛的领域提供越来越专业化、越来越完善、越来越强大的功能。

二、功能涂料的特点

1. 具有特定功能和专用性质

这是功能涂料的基本属性。功能涂料与一般涂料的区别就在于其在特定领域具有特定的功能，可以实现更加专业性的需求。

2. 技术密集程度高

由于功能涂料的专用性特征，同时在生产过程中出于各种化学的、物理的、生理的、技术的、经济的要求和考虑，产品升级换代比较频繁，所以功能涂料产业是高技术密集度的产业，需要投入大量的人力、物力进行研究和开发。

3. 小批量、多品种

功能涂料一般生产规模较小，单元设备投资费用低，但设备要具有一定的通用性，以适应多品种轮换生产的需要。

4. 大多以间歇方式生产

由于功能涂料生产批量小，工艺相对复杂，不宜采用连续化生产装置，普遍采用间歇式生产方式，这样有利于生产计划和生产工艺的调整。

5. 商品性强

由于用户对商品的选择性很高，市场竞争十分激烈，因而技术应用和技术服务是功能涂料生产和应用的两个重要环节。

三、功能涂料的分类

涂料有许多种分类方法，可从不同角度进行分类，如根据成膜物质、溶剂、颜料、成膜机理、施工顺序、应用对象、对环境的作用原理或性能等进行分类。例如，涂料按成膜物质种类可分为酚醛、醇酸、氨基、硝基、环氧、丙烯酸、聚氨酯、聚酯树脂涂料等；按涂料的外观和基本性能分为清油、清漆、厚漆、调合漆、磁漆等；按涂料的基本功能分为底漆、腻子、中间漆、面漆、罩光漆等；按涂料的性状形态分为溶液型涂料、乳胶涂料、溶胶涂料、粉末涂料等；按涂膜的性状形态分为有光涂料、半光涂料、无光涂料、多彩美术涂料等；按涂料的施工方法分为刷涂涂料、喷涂涂料、浸涂涂料、淋涂涂料、静电喷漆、电泳涂料等；按应用对象分为汽车涂料、船舶涂料、飞机涂料、木器涂料、塑料涂料、铅笔漆、罐头漆等。

功能涂料一般按对环境的作用原理或性能分类，具体可分为特种功能涂料、特种表面性能涂料、特种装饰涂料、特种材料涂料、特种固化机理或特殊成膜工艺涂料等，详细见表 1-1。

表 1-1 功能涂料按对环境的作用原理或性能分类

特种功能	电功能	导电涂料、电绝缘涂料、电场缓和涂料、电子画线涂料、抗静电涂料、印刷电路涂料、集成电路涂料、电波吸收涂料、电磁波屏蔽涂料、磁性涂料
	磁功能	磁性涂料
	光功能	发光涂料、荧光涂料、蓄光涂料、液晶涂料、伪装涂料、选波吸收涂料、道路标志涂料、红外线辐射涂料、光反射涂料、光敏涂料
	声波功能	阻尼涂料
	机械-物理功能	厚膜涂料、润滑涂料、防滑涂料、膨胀涂料、应变涂料、非黏附型涂料、防结雾涂料、防冰雪涂料、高弹性涂料、防碎裂涂料、表面硬化涂料、原子灰
	热功能	耐热涂料、防火涂料、示温涂料、热反射涂料、热吸收涂料、耐低温涂料、航天器热控涂料、烧蚀涂料
	生物功能	防污涂料、防霉涂料、杀虫涂料、水产营养涂料、牙科涂料
	防放射功能	防放射物污染涂料、防射线涂料、耐射线涂料
	防腐蚀功能	防锈涂料、重防腐蚀涂料、耐酸碱涂料、耐化学药品涂料、耐沸水涂料
特种表面性能	塑料表面用	塑料用涂料、塑料电镀用涂料、塑料镜片用涂料
	材料临时保护用	可剥性涂料、涂膜保护剂
	材料表面净化用	防污涂料、自净化涂料
	涂层剥离用	脱漆剂
特种装饰性	表面形态装饰	皱纹涂料、结晶形涂料、裂纹涂料、锤纹涂料、碎落状涂料
	色泽	多彩涂料、金属光泽涂料、珠光涂料
特殊材料	金属盐类	航天器热控涂料、选波吸收涂料、红外线吸收涂料
	金属氧化物类	防污涂料
	玻璃陶瓷类	耐热涂料、自净化涂料、防高温氧化涂料、隔热涂料、防腐涂料、绝缘涂料
	无机-有机复合膜	丙烯酸乳液-水玻璃-锌复合涂料
特种固化机理或特殊成膜工艺	辐照固化	紫外线固化涂料、电子束固化涂料、放射线固化涂料
	电泳涂覆	阴极电泳涂料、阳极电泳涂料
	粉末静电喷涂	环氧粉末涂料、聚酯粉末涂料、丙烯酸酯粉末涂料
	蒸气固化	胺固化涂料
	复层一次涂膜	层涂膜涂料

四、功能涂料的组成

功能涂料的种类众多，但基本上都是由成膜物质、颜料、溶剂和助剂组成。

1. 成膜物质

成膜物质是组成功能涂料的基础，也称基料或黏结剂，是形成涂膜的连续相的物质。它具有黏结涂料中其他组分形成涂膜的功能，它是决定涂膜性质的决定性因素。

在涂料的储存和运输期间，成膜物不应发生明显的物理和化学变化；涂料涂装后，在规定条件下，涂料能够按要求固化成膜。热塑性涂料的成膜物在成膜前就是聚合物。热固性涂料的成膜物是低聚物，交联成膜后形成聚合物膜。成膜物一般由天然油脂、天然树脂、人造树脂、合成树脂及无机物质等构成，见表 1-2。

表 1-2 成膜物的构成

成膜物	构 成
天然油脂	干性油：桐油、亚麻仁油、苏子油、脱水蓖麻油 半干性油：豆油、葵花油、玉米油、棉子油 不干性油：蓖麻油、椰子油、花生油
天然树脂	虫胶、松香、沥青、天然漆
人造树脂	硝基纤维、乙基纤维、氯化橡胶、石灰松香、甘油松香
合成树脂	酚醛、无油醇酸、氨基、聚酯、丙烯酸、聚乙烯、环氧、聚酰胺、过氯乙烯、聚氨酯等
无机物	硅酸盐、磷酸盐、胶体二氧化硅、胶体氢氧化铝、硅酸烷酯等

功能涂料成膜物质的最基本特征是它经施工能够形成均匀的涂膜，并为涂膜提供所需的各种性能。还要与涂料中加入的其他组分有良好的相容性，形成均匀的分散体。成膜物质可以是液态，也可以是固态。功能涂料很少采用单一品种的成分物质，经常采用几种树脂互相补充或互相改性，以满足多方面的性能需求，有时也采用有机树脂与无机物共同组成成膜物质。

功能涂料的成膜物质按在成膜过程中是否发生化学变化可分为非转化型成膜物质和转化型成膜物质。

(1) 非转化型成膜物质

成膜物质在涂料成膜过程中组成结构不发生变化，即成膜物质与涂膜的组成结构相同，在涂膜中可以测试出成膜物质的原有结构，这类成膜物质称为非转化型成膜物质，它们具有热塑性，受热软化，冷却后又变硬，多具有可溶解性。由此类成膜物质构成的涂膜，具有与成膜物质同样的化学结构，也是可溶的。

(2) 转化型成膜物质

成膜物质在成膜过程中组成结构发生变化，即成膜物质形成与其原来组成结构完全不同的涂膜，这类成膜物质称为转化型成膜物质。它们都具有能起化学反应的官能团，在热、氧或其他物质的作用下能够聚合成与原有组成结构不同的不溶/不熔的网状高聚物，即热固性高聚物。因而所形成的涂膜是热固性的，通常具有网状结构。属于这类成膜物质的品种有：

① 干性油和半干性油：主要来源于植物的植物油脂，它们是具有有一定数量官能团的低分子化合物。

- ② 天然漆和漆酚：也属于含有活性基团的低分子化合物。
- ③ 低分子化合物的加成物或反应物：如多异氰酸酯的加成物。
- ④ 合成聚合物：有很多类型。属于低聚合度低相对分子质量的聚合物有聚合度为 5~15 的低聚物、低相对分子质量的预聚物和低相对分子质量的缩聚型合成树脂，如酚醛树脂、醇酸树脂、聚氨酯树脂、丙烯酸酯低聚物等。属于线型高聚物的合成树脂有热固性丙烯酸树脂等。现在还开发了多种新型聚合物，如基团转移聚合物、互穿网络聚合物等，使其品种不断发展。这两类成膜物质性能的比较见表 1-3。

表 1-3 两类成膜物质性能的比较

性 能	非转换型	转 换 型
在涂刷黏度下的固体含量(包括颜料)	低(20%~30%)	较高(50%~70%)
主要溶剂及价格	酯类、酮类,价格较高	烃类,价格便宜
漆的干燥条件	可自然干燥,也可在高温下干燥,条件要求不严	条件比较严格,可能要求特殊条件和催化剂。可气干或烘干
涂膜的性质	对溶剂敏感,可重新溶解,损坏后易于修复。经过抛光才能取得高光泽	漆膜不可溶,修补困难,不需抛光就可得到高光泽的漆面
单位面积(相同厚度)漆膜需用量	2~3	<1

2. 颜料

涂料从颜色角度分类可分为无颜色的透明涂料和有颜料的有色涂料。有色涂料又可按颜料的品种和颜色分类。颜料是有色涂料即色漆的重要组成部分。颜料主要起到着色、提供保护、装饰以及降低成本等作用。颜料使涂膜呈现不同色彩，并使涂膜能够遮盖被涂覆的基质，发挥其装饰和保护作用。颜料还能增强涂膜的机械性能和耐久性能等，有些还能赋予涂层防锈、防污、磁性、导电、阻燃等功能。

颜料是用来着色的粉末状物质。在水、油脂、树脂、有机溶剂等介质中不溶解，但能均匀地在这些介质中分散并能使介质着色，而又具有一定的遮盖力。颜料一般为细微的粉末状有色物质。颜料的颗粒大小为 0.2~100 μm ，其形状可以是球状、鳞片状和棒状。一般通常使用的颜料是 0.2~10 μm 的微细粉末。将颜料均匀分散在成膜物质之后即形成色漆。

颜料的品种很多，具有不同的性能和作用。配制涂料时，应根据性能需要选用合适的颜料。颜料按其来源分为天然颜料、合成颜料两大类；按化学成分分类可分为无机颜料和有机颜料；依性能可分为着色颜料、体质颜料和功能性颜料。着色颜料应用广泛，品种也非常多。体质颜料的加入，其目的并不在于着色和遮盖力，一般是作为填料来提高着色颜料的着色效果和降低成本。功能性颜料如防锈颜料、消光颜料、防污颜料、电磁波衰减颜料等，发展迅速，占有越来越重要的地位。每一类颜料又有许多品种。

在涂料中使用最早的是天然无机颜料，现在涂料的颜料仍以无机颜料为主。功能涂料则广泛使用合成颜料，特别是有机颜料，随着材料科技的发展，特种颜料将占有越来越重要的地位。

颜料的使用性能受颜料的形状、颗粒大小及分布、体积分数及在涂料中分散的效果等影响。

3. 助剂

助剂是功能涂料的辅助材料组分。助剂在涂料配方中所占的份额较小，但却起着十分重

要的作用。各种助剂在涂料的贮存、施工过程中及成膜后对漆膜的性能起着不可替代的作用。助剂能对涂料或涂膜的某一特定方面的性能起改进作用。近年来,助剂在功能涂料中的使用越来越受到人们的重视,对助剂的研究已成为现代涂料生产技术的重要内容之一。

助剂的使用是根据涂料的不同使用要求而决定的。不同品种的涂料,需要使用不同作用的助剂;即使同一种类型的涂料为达到不同的目的、方法或性能需求,可能使用不同的助剂;一种涂料可能同时加入几种不同的助剂,以发挥其不同的作用。

功能涂料使用了品种繁多的助剂,而且不断有新功能的助剂被开发出来。功能涂料的助剂包括无机和有机化合物,也包括一些高分子聚合物。根据助剂在功能涂料生产、贮存、施工和使用过程中所起的不同作用,可将功能涂料使用的助剂分为四类。

① 对涂料生产过程发生作用的助剂,如乳化剂、分散剂、润湿剂、消泡剂、引发剂、偶联剂等;

② 在涂料储存过程中起作用的助剂,如防沉淀剂、防结皮剂、杀菌防腐剂等;

③ 在涂料施工成膜过程中起作用的助剂,如催干剂、流平剂和防流挂剂等;

④ 对涂料使用性能发生作用的助剂,如增塑剂、消光剂、防霉剂、阻燃剂、防静电剂、紫外线吸收剂、防锈剂、自由基捕获剂等。

4. 溶剂

除了少数无溶剂涂料(如粉末涂料、辐射固化涂料等),溶剂是各种液态涂料中的重要组成部分。溶剂原则上不构成涂膜,也不应留存于涂膜中。溶剂具有溶解或分散成膜物质使其成为液态,降低涂料的黏度,使之易于施工成膜的作用,施工后又能从薄膜中挥发出来,从而使薄膜形成固态涂膜。溶剂对于涂膜的形成与产品质量十分重要。

一般来说,溶剂包括能溶解成膜物质的溶剂、能稀释成膜物质溶液的稀释剂和能分散成膜物质的分散剂。功能涂料中有些品种应用了一些既能溶解或分散成膜物质,又能在成膜过程中与成膜物质发生化学反应,形成新物质而存留于涂膜中的化合物,原则上它们也属于溶剂组分,被称为反应性溶剂或活性稀释剂。传统涂料中的溶剂通常是可挥发性液体,习惯上称为挥发分。

溶剂按化学组成可分为有机溶剂和无机溶剂两大类。其中有机溶剂品种最多,常用的有脂肪烃、芳香烃、醇、酯、醚、酮、氯烃类等,无机溶剂最常用的是水。溶剂按沸点不同可分为高沸点溶剂、中沸点溶剂和低沸点溶剂。一般高沸点溶剂沸点为 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$,中沸点溶剂沸点为 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$,低沸点溶剂沸点 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ 。溶剂还可按挥发速度分类,可分为快速、中速、慢速、特慢速等(相对于乙酸丁酯100、乙醚1计)。

在一般的液体功能涂料中,溶剂组分所占比例很大。在热塑性涂料中,一般约占50%(体积分数)甚至更多;在热固性涂料中,一般占30%~50%(体积分数)。有的溶剂在涂料生产中加入,有的在施工时加入,后者常称为稀释剂或稀料。有的涂料使用单一溶剂品种,有的则使用多个溶剂品种。

溶剂的选用除了要考虑溶解性外,还要考虑到挥发速度、闪点、沸点等多种因素。同时,它对涂料的生产、储存、施工和成膜,对涂膜的外观和内在性质及经济性能等都产生重要影响,因此在涂料的生产过程中应慎重选择溶剂品种和用量。

溶剂组分是制备液态功能涂料必需的,但它在施工成膜后要挥发掉,造成环境污染和资

源浪费,这是功能涂料在发展过程中需要解决的一个重要问题。

五、功能涂料的应用

随着科技的不断发展和人们对新材料、新功能的不断追求,功能涂料的发展也越来越快,品种越来越多,其应用领域也越来越广泛。功能性涂料作为现代涂料的重要组成部分,其研究和应用也随着涂料专用化和功能化的发展总趋势而不断深化。功能性涂料除了具有一般涂料所具有的装饰和保护两种基本功能外,其涂膜还能通过光、电、热、机械、化学或生物化学作用,以及其他方式进行能量的相互作用、相互转换而产生各种特殊功能。

1. 发光涂料

发光涂料是将发光颜料、树脂、有机溶剂(或水,制得水性发光涂料)、助剂按一定比例通过特殊加工工艺制成的。目前主要采用无毒无放射性的稀土元素,制备的发光涂料起始亮度高、余辉时间长、无放射性危害和耐环境侵蚀且经济环保等优点,被称为绿色节能材料。这种涂料使用时不耗能、免维护、可靠性高,在标志、标识、应急指示和特殊照明等方面获得了广泛的应用。

2. 防火涂料

防火涂料的机理是使可燃物表面隔绝空气,或者涂层高温燃烧形成膨胀隔热层,增加涂层的厚度,延缓物质的燃烧。同时涂层在高温状态下会产生一系列的化学反应,稀释了空气中氧气的浓度,达到抑制物质燃烧的目的。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。防火功能涂料可以分为膨胀型、非膨胀型、烧蚀型等。

3. 防水涂料

防水涂料通常具有憎水性、柔性、弹性、对基层的黏结力等性能,涂刷在被保护物上,能与外界空气及水汽隔离从而起到防水的作用。现在,越来越多的居民开始重视涂料的防水性能,在住宅的厨房、卫生间、地下室等水汽较重地方应用防水涂料,可以有效地防止老化、干裂、变形、折断、分层等现象,延长其使用寿命。目前很多研究人员热衷于对涂料的改性,使涂料能有更强的防水性。我国使用较多的防水涂料有:丙烯酸乳液防水涂料、聚氨酯防水涂料、硅橡胶防水涂料、乙烯-醋酸乙烯防水涂料、改性沥青防水涂料等。

4. 阻尼涂料

阻尼涂料是一种具有减弱振功、降低噪声和一定密封性的特种涂料。阻尼涂料主要涂布处于振动条件下的大面积薄板状壳体上,且已广泛应用于航空、航天、舰船、汽车、机械、纺织、建筑、体育等领域。

5. 导电涂料

导电涂料是涂于高电阻率的高分子材料上,使之具有传导电流和排除积累静电荷能力的特种涂料。与真空溅射、塑料电镀等获得导电层的方法相比,导电涂料具有施工方便、设备简单、成本低廉、应用范围广等诸多优点。尤其适用于各种复杂形状表面的涂覆。导电涂料广泛应用于塑料、橡胶、合成纤维、电子产品等的抗静电和电磁屏蔽上。

6. 抗菌涂料

抗菌涂料是指具有抗菌或杀菌功能的涂料。在配料中加入适量抗菌剂,即可制得抗菌涂

料。目前使用的抗菌剂主要有天然抗菌剂（如甲壳素）、有机抗菌剂（如季铵盐类）和无机抗菌剂三大类。例如，在医院病房、手术室及生活空间等细菌密集场所使用 TiO_2 光催化抗菌涂料，可有效地杀死细菌，防止感染。对大肠杆菌的实验证明，弱紫外光照射 30min 后， TiO_2 薄膜表面大肠杆菌的死亡率接近 80%，约 2h 后大肠杆菌可完全消除。

7. 防腐涂料

金属受介质的化学或电化学作用而被破坏的现象称为金属腐蚀。金属防腐不仅在机械动力设备、管道、钢结构等工业领域很普遍，甚至在电子设备、航空航天等高科技领域也相当突出。防腐涂料的防腐功能在于涂层的屏蔽作用、电阻效应、湿附着力、化学钝化和阴极保护作用，因此，防腐涂料被广泛应用于建筑、交通、医疗、石化、电力等行业。目前主要的防腐涂料有环氧树脂涂料、无机涂料、无机-有机聚合物涂料、聚硅氧烷涂料、氟碳涂料、钛纳米聚合物涂料等。其中，有机硅改性聚氨酯和有机氟改性聚氨酯涂料、氟树脂涂料等高性能涂料是防腐涂料发展的热点。

8. 示温涂料

示温涂料主要是由热敏颜料分散在树脂中配制而成的。由于颜料受热达到一定温度而发生物理或化学变化，会明显地改变颜色，从而指示被涂覆物体表面的温度。示温涂料可分为可逆和不可逆两种：可逆性示温涂料是指当物体达到某一温度时，颜色发生明显改变，当温度下降至某一温度以下时，又回复到原来的颜色；不可逆示温涂料则随温度变化而变化，不能再回复到原来的颜色。示温涂料广泛用于航空、电力、炼油、电子、机械、食品、卫生、医疗等各个领域的温度显示和测试。

9. 防辐射涂料

防辐射涂料主要有吸收电磁波涂料、防氢涂料和军事隐形涂料等。吸收电磁波涂料是在原料中加入电损耗或磁损耗填料，通过材料的损耗转变成热能，消除或减少反射电磁波，使人免受电磁辐射损害。在民用产品上的应用也相当广泛，如人体安全防护、微波暗室消除设备和通信及导航系统的电磁干扰、安全信息保密、广播电视发射台的电磁辐射防护、工业科学和医疗设备电磁辐射防护、日常生活用品如微波炉、手机的电磁辐射防护等许多方面。防氢涂料具有屏蔽室内建材释放的氢、降低室内氢浓度的功能。隐身涂料用在军事上，作为隐身技术的关键技术之一，已被应用于导弹飞行器、海军舰艇、隐身装甲车、隐身水雷、隐身火炮、隐身坦克、隐身车辆、隐身雷达、隐身通信系统、隐身工程、隐身工事、隐身机器人、隐身作战服和红外隐身照明弹等技术装备上。

10. 防污涂料

海洋中的植物、动物和微生物附着在舰船上，从而对之产生不利的影响，这种现象称为污损。采用防污涂料，将其涂覆在海洋水下设施和船底防锈漆之上，位于最外层，可以有效地防止海洋生物污损。其主要作用是通过漆膜中毒料的水解、扩散或渗出等方式逐步释放毒料，达到防止海洋附着生物附着于海洋水下设施或船底的目的。新型的防污涂料主要包括有机硅系列和氟化物系列的低表面能防污涂料、导电涂料、生物防污涂料及仿生防污涂料、以可溶性硅酸盐为防污剂的防污涂料、基于离子交换技术的防污涂料等。

11. 感应涂料

此类智能涂料对外部条件或环境如温度、光线、压力、pH 值、电磁场等具有选择性感

应和反应能力。

(1) 热致变色漆

此类漆含有热致变色颜料，会在一定的温度范围内随温度的变化而明显地改变颜色，起标识和警示作用。

(2) 应力/应变感应漆

通过在油漆中引入压电材料可观测下层基材的应力大小。压电效应建立起了电能与力能之间的关联。因此压电材料可用在需要进行电能和力能转换的场合，发现材料从上至下力能的潜在差异。压电漆已被开发应用于探测墙内裂缝，潜在应用包括飞行器、太空车、核电厂、大型建筑、船舶、桥梁和海洋构筑物等的振动传感、损伤探测和结构控制。

(3) 压敏/气压致变色漆

采用压敏漆来测定新型飞机和汽车样机在风洞试验中表面压力变化和气流速度，也被用于进行未来航天发射器喷嘴的设计研究。

(4) 腐蚀敏感漆

正在开发的掌控油漆降解的新技术之一是可观测和指示早期腐蚀状况的智能涂料，应用领域包括飞机、船壳、公路构筑物、管线、油罐、海上钻井平台等，有变色和荧光两种基本类型。

(5) 光致变色涂层

光致变色现象是指在照射光的波长发生改变时，一些有机物或无机物能够可逆地发生颜色或光强的变化。成色和消色过程的可逆性是光致变色反应区别于其他光化学反应的最大特点。光致变色涂层由于其优异的线性和非线性光学性质而被广泛应用在光学波导、光调节器、光学记忆、防伪识别、光学镜片以及纺织行业等上。光致变色涂料或油墨在印刷行业用来实现物体表面的特殊的光学效果和防伪效果，应用在玩具和纺织品如T恤或背包等上提供装饰和防伪功能。在军事上，光致变色涂层用于军事目标的隐身或伪装，成为真正意义上的“变色龙”。

任务二 识读功能涂料的成膜工艺

一、功能涂料的成膜与干燥

生产和使用涂料是为了得到符合需要的涂膜，涂料形成涂膜的过程直接影响涂料能否充分发挥预定的效果，并决定所得涂膜的各种性能能否充分表现出来。涂料的成膜过程就是将涂覆到被涂物表面的涂料由液态（或粉末状），转化成无定形固态薄膜的过程。这一过程也称作涂料的固化或干燥。涂料的干燥速度和程度由涂料本身结构组成、成膜条件（温度、湿度、涂膜厚度等）和被涂物的材质特性所决定。

粉末涂料成膜过程包括聚集、流平、固化三个过程。粉末涂料一般以粉末状态存在，必须熔融后才能附着在被涂物上面，流平后固化成膜，包括：

- ① 从单独的粉末颗粒，聚集成为一层连续的、不平整的膜，此过程称为聚集过程；
- ② 从连续不平整的表面流淌形成较为光滑与平整的表面，即流平过程；

③ 熔融的涂液通过交联反应，黏度不断提高，最后固化为坚硬的涂膜，称为固化过程。
图 1-1 表示这三个过程。

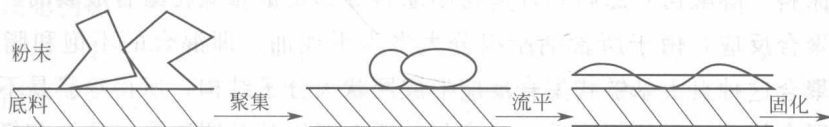


图 1-1 粉末涂料的成膜过程

不同形态和组成的涂料有各自的成膜机理。成膜机理是由涂料所用成膜物质的性质决定的，成膜机理决定了涂料最佳的施工方式和成膜方式。涂料的成膜方式还受涂料中各组分品种和比例的影响。根据涂料成膜物质的性质，涂料的成膜方式分为两大类：由非转化型成膜物质组成的涂料以物理方式成膜；由转化型成膜物质组成的涂料以化学方式成膜。两大类成膜方式中又有不同的形式。现代的涂料大多不是以一种单一的方式成膜，而是依靠多种方式最终涂膜的。各种成膜方式需要不同的成膜条件，成膜条件的变化将影响成膜的效率和效果。

1. 成膜机理

涂料成膜是一个复杂的物理化学过程，根据成膜机理不同，可分为物理成膜和化学成膜两大类。物理成膜包括溶剂或分散介质的挥发成膜和聚合物粒子凝聚成膜两种类型，化学成膜按照高分子聚合机理分为链锁聚合反应成膜和逐步聚合反应成膜两种形式。

(1) 溶剂或分散介质的挥发成膜

这是溶液型或分散型液态涂料在成膜过程中必须经过的一种形式。液态涂料在被涂物件上形成湿膜，其中所含有的溶剂或分散介质挥发到大气中，涂膜黏度逐步加大至一定程度而形成固态涂膜。如果成膜物质全部是非转化型成膜物质，这时就完成了涂料成膜的全过程；如果成膜物质还含有转化型成膜物质，将在溶剂或分散介质挥发的同时再用化学方式成膜。这种挥发成膜方式是液态溶液型或分散型涂料生产的逆过程。涂膜的干燥速度和干燥程度与所用溶剂或分散介质的挥发能力有关，也与溶剂在涂膜中的扩散程度及成膜物质的化学结构、相对分子质量、玻璃化温度、成膜条件和涂膜的厚度有关。现代涂料中的硝酸纤维素漆、过氯乙烯漆、沥青漆、热塑性丙烯酸树脂漆、热塑性丙烯酸树脂漆和橡胶漆都以溶剂挥发方式成膜。其他溶液型或分散型涂料凡含有溶剂或分散介质组分的，在成膜时都要经过溶剂或分散介质的挥发过程。

(2) 聚合物粒子凝聚成膜

这种成膜方式是涂料依靠高聚物粒子在一定的条件下互相凝聚而成为连续的固态涂膜，这是分散型涂料的主要成膜机理。含有可挥发的分散介质的分散型涂料，如水乳胶漆、非水分散型涂料以及有机溶胶等，在分散介质挥发的同时产生高聚物粒子的接近、接触、挤压变形而聚集起来，最后由粒子状态的聚集变为分子状态的聚集而形成连续的涂膜。如果涂料是由转化型成膜物质组成的，就在以化学方式形成高聚物以后，再通过粒子凝聚而形成涂膜。所谓水溶性涂料的成膜也是依靠聚合物粒子凝聚成膜。含有不挥发分散介质的涂料，如塑性溶胶，其成膜也是由于分散在介质中的高聚物粒子溶胀、凝聚成膜。

(3) 链锁聚合反应成膜