



编译 / 胡宁先
胡小菁
汪锡安

特种涂料的制造与应用

上海科学技术文献出版社

特种涂料的制造与应用

胡宁先
胡小菁 编译
汪锡安

上海科学技术文献出版社

前 言

涂料的产生与发展已经有数千年历史,在今天人类的生活与工作几乎已离不开涂料。但是现在使用涂料的目的与过去已经不完全相同了。传统的涂料只具备装饰与保护两大功能,现在开发的很多新型涂料已有可能取代被涂材料的表面性能——这就形成了涂料的第三功能。或者说涂料与其他材料结合形成新型的复合材料,从而最大限度地开发与利用了材料,这类涂料就是特种涂料。

为了较全面地介绍特种涂料的品种、分类及发展趋势,我们编写了《特种涂料的制造与应用》一书。本书以日本桐生春雄与笠松宽两位先生所编著的《特种涂料的功能与开发过程》(1984年出版)一书为蓝本,除了绪论及个别章节外,在每节中基本上保持了该书中一概况,二材料的功能与设计,三制法与配方,四应用与评价,五开发的方向与预测等方面。但对于某些章节安排作了调整,内容上也作了增删。尤其是在参考其他文献的基础上,结合编译者的工作实践,增加了很多新的内容及配方实例。本书共分十二章、五十六节,介绍了七十四个涂料品种,近四百个配方实例。

特种涂料除了与本专业有关的高分子化学、物理化学、有机化学、无机化学及化学工程等化学学科外,还涉及其他许多物理机械专业以至航天、航空、航海、生物等专业学科,往往会遇到很多理论问题。考虑到本书是以制造与应用为主的实用参考书,所以除了必要的机理分析外,在编写过程中尽量避免繁琐的理论

探讨，如果读者对这方面有兴趣可以查阅本书所引的文献及其他参考书。

特种涂料涉及面较广，而编译者的学识水平有限，本书难免有不足之处，诚恳地希望广大读者予以指正。

胡宁先 汪锡安

1988.1

目 录

第一章 绪论	1
第一节 什么是特种涂料	1
第二节 特种涂料的分类	2
第三节 特种涂料的主要特征	8
第四节 特种涂料的开发过程与方法	9
第二章 电功能涂料	16
第一节 导电涂料	19
第二节 绝缘涂料	24
第三节 电场缓和涂料	42
第四节 电子划线涂料	45
第五节 印刷电路与集成电路涂料	46
第六节 防静电涂料	56
第三章 磁功能涂料与声功能涂料	65
第一节 磁性涂料	65
第二节 阻尼涂料	77
第四章 光功能涂料	82
第一节 发光涂料	83
第二节 荧光、蓄光涂料.....	96
第三节 液晶显示涂料.....	102
第四节 选波吸收涂料.....	107
第五节 道路标志涂料.....	115
第五章 机械-物理功能涂料	126
第一节 厚膜涂料.....	126
第二节 润滑涂料.....	130

第三节	膨胀涂料	135
第四节	防粘附涂料	146
第五节	防雾、防冰雪涂料	149
第六节	弹性涂料	155
第七节	应变涂料	161
第八节	防破碎涂料	162
第九节	原子灰	169
第六章	热功能涂料	175
第一节	耐热涂料	179
第二节	防火涂料	197
第三节	示温涂料	203
第四节	热反射、热吸收涂料	209
第五节	耐低温涂料	212
第七章	生物功能涂料	219
第一节	防污涂料	220
第二节	防霉涂料	231
第三节	杀虫涂料	238
第四节	水产营养涂料	245
第八章	防腐蚀性涂料与防辐射涂料	253
第一节	防锈、重防蚀涂料	254
第二节	防氢离子脆化涂料	266
第三节	耐酸碱、耐化学品、耐沸水涂料	269
第四节	防辐射涂料	283
第九章	表面功能涂料	290
第一节	塑料用涂料	290
第二节	塑料电镀用涂料	298
第三节	表面硬化涂料	307
第四节	可剥性涂料与涂膜保护剂	318
第五节	自净化涂料	324

第十章 特种装饰涂料	332
第一节 多彩涂料	332
第二节 金属光泽涂料	336
第三节 珠光涂料	342
第四节 花纹装饰涂料	346
第十一章 特殊固化机理或特殊成膜工艺涂料	357
第一节 射线固化涂料	358
第二节 电泳涂料	371
第三节 粉末涂料	381
第四节 胺固化涂料	387
第十二章 其它	392
第一节 复层涂膜涂料	392
第二节 陶瓷涂料	403
第三节 无机物涂料	412
第四节 涂膜剥离剂——脱漆剂	415

第一章 绪 论

第一节 什么是特种涂料

所谓特种涂料是指与传统涂料有本质区别的新型涂料,包括:特种功能(或特种性能)涂料,用特殊材料制成的涂料,由特殊固化机理或特殊成膜工艺固化成膜的涂料。

一、具有特种功能(或特种性能)的涂料

涂料的出现已有几千年的历史,历来对于涂装的目的往往认为主要是对物体的装饰与保护,换言之传统的涂料只具备装饰与材料保护两大功能。随着近代科学的发展,开发了许多具有特殊用途的涂料,传统的划分方法显然已不够确切了。对涂装的定义现在有很多说法,比较有代表性的是:“在被涂物中涂膜的性质能够替换其表面的性质”,这也就是所谓涂料的第三功能。

物体所具有的物理与化学性质,包括表面性能与内在性能两个方面。一般认为在使用环境中二者的要求是不对立的,但是由于使用环境的千差万别,有时对于其表面提出了不同的使用要求,这就要依靠具有第三功能的涂料来给予满足,这一类涂料就可称作特种功能(或特种性能)涂料。

二、由特殊材料制成的涂料

涂料最早出现的时候是采用天然树脂经粗加工而成,后来产生了以油脂为主的精加工涂料即所谓油漆,随着近代化学的发展,石油化工的兴起,出现了合成树脂及合成橡胶型的有机类

涂料。例如酚醛树脂类、沥青类、醇酸树脂类、氨基树脂类、纤维素类、乙烯树脂类、丙烯酸酯类、聚酯类、环氧树脂类、聚氨酯类、元素有机树脂类、橡胶类等。但是，由有机化合物制成的涂料，其致命的弱点是耐温性普遍很差，难以达到现代工业所要求的高温条件。因而出现了采用无机材料或玻璃陶瓷材料所制成的涂料或有机-无机物复合涂料，这类涂料也属特种涂料。

三、由特殊固化机理或特殊成膜工艺固化成膜的涂料

传统的涂料施工方法，通常采用刷涂、喷涂、刮涂、滚涂、流涎、浸渍等，但随着涂装技术的发展，这些施工方法已不能满足大规模流水线自动化生产的要求，因而出现了很多新的涂装与固化方法，例如电泳涂漆、辐照固化、蒸气固化、粉末静电喷涂、复层一次成膜等。这些新方法的出现，不仅仅是方法或工具上的改进，而且也带来了固化机理和成膜工艺上与传统方法的根本区别，因而使用这些方法的涂料也不全是传统意义上的涂料，而是另一种类型的特种涂料。

第二节 特种涂料的分类

目前世界上出现的各种类型的特种涂料已达数百种，而且还不断地研制出新的品种。因此要对特种涂料进行严格而确切的分类是困难的，一般的可以按基料类型、所涂覆的基材类型、应用对象、对环境能的作用原理或性能的类型区分。

一、按基料类型区分

特种涂料所使用的基料几乎包括了通用涂料所用的全部基料，而且还应用了通用涂料所没有应用的一些特殊基料（见表1-1）。

二、按涂覆的基材类型区分

表 1-1 按基料类型区分

树脂型	天然树脂及油脂类	皱纹涂料、结晶涂料、防污涂料、示温涂料
	酚醛树脂类	印刷电路涂料、复层涂料
	沥青类	阻尼涂料、防污涂料
	醇酸树脂类	荧光涂料、蓄光涂料、防结冰涂料、应变涂料、热反射涂料、水产营养涂料、锤纹涂料、复层涂料
	氨基树脂类	防静电涂料、表面硬化涂料、复层涂料、示温涂料
	硝化纤维类	防结冰涂料、裂纹涂料、多彩涂料、示温涂料
	纤维素类	导电涂料、防静电涂料、液晶显示涂料
	乙烯基树脂类	发热涂料、磁性涂料、发光涂料、路标涂料、膨胀涂料、防霉涂料、防碎裂涂料、塑料涂料、锤纹涂料、多彩涂料、金属光泽涂料、桔纹涂料
	丙烯酸酯类	荧光涂料、阻尼涂料、膨胀涂料、示温涂料、防污涂料、防霉涂料、防射线涂料、塑料涂料、可剥离涂料、光固化涂料、粉末涂料、复层涂料
	聚酯类	磁性涂料、原子灰、防粘涂料、热吸收涂料、粉末涂料、复层涂料、厚膜涂料
	环氧树脂类	导电涂料、绝缘涂料、液晶显示涂料、防粘涂料、低温涂料、防腐蚀涂料、耐沸水涂料、粉末涂料、金属光泽涂料、复层涂料
	聚氨酯类	润滑涂料、防粘涂料、防碎裂涂料、低温涂料、耐沸水涂料、塑料涂料、可剥离涂料、电泳涂料、金属光泽涂料、复层涂料、伪装涂料、防污涂料
	元素有机树脂类	导电涂料、绝缘涂料、电场缓和涂料、航天器热控涂料、防静电涂料、造波吸收涂料、高弹性涂料、耐热涂料、防污涂料、防腐蚀涂料、耐酸碱涂料、塑料镜片涂料
	杂环树脂	高温涂料、绝缘涂料、航天器热控涂料

(续表)

橡胶型	丁二烯类	绝缘涂料、电泳涂料
	丁 苯 类	阻尼涂料
	环化橡胶类	印刷电路涂料
	氯化橡胶类	防污涂料
	丁 腈 类	防雷达涂料
	氟橡胶类	航天器热控涂料
无机物型	硅酸盐类	航天器热控涂料、选波吸收涂料、电场缓和涂料、红外线辐射涂料、防结露涂料
	磷酸盐类	航天器热控涂料、选波吸收涂料、红外线辐射涂料
	钛酸盐类	航天器热控涂料、选波吸收涂料
	锆酸盐类	选波吸收涂料
	玻璃陶瓷类	耐热涂料、自净化涂料
	金属氧化物类	防污涂料

大致上可以按涂覆在金属材料、混凝土和石料、塑料、玻璃、和木材等上加以区分(见表1-2)。

三、按应用对象区分

可按使用在电子电器与仪表工业、建筑业、交通运输业、机械工业、轻工业及食品工业、耐腐蚀、军事及尖端技术等方面划分(见表 1-3)。

四、按对环境能的作用原理或性能的类型区分。

可以区分为特种功能涂料、特种表面性能涂料、特种装饰涂料、特殊材料涂料、特殊固化机理或特殊成膜工艺涂料等(见表 1-4)。本书基本上采用这一划分方法, 并选择其中通用的并具有代表性的品种进行分析。

表 1-2 按涂覆的基材类型区分

金属底基用	润滑涂料、膨胀涂料、防粘涂料、防冰雪涂料、绝缘涂料、阻尼涂料、电子划线涂料、耐石击涂料、选波吸收涂料、应变涂料、耐热涂料、自净化涂料、示温涂料、热反射涂料、耐低温涂料、热吸收涂料、原子灰、防污涂料、重防蚀涂料、电泳涂料、粉末涂料、复层涂料、伪装涂料、红外线辐射涂料、航天器热控涂料、烧蚀涂料、金属光泽涂料、胺固化涂料、陶瓷涂料、皱纹涂料、结晶涂料、裂纹涂料、锤纹涂料
混凝土及石料底基用	水产营养涂料、放射防污涂料、防粘涂料、防结露涂料、高弹性涂料、发热涂料、道路标志涂料、厚膜涂料、无机涂料、碎落状涂料、多彩涂料
塑料底基用	塑料镜片用涂料、表面固化涂料、塑料电镀用涂料、防静电涂料、塑料用涂料、磁性涂料、防射线涂料、涂膜保护剂、胺固化涂料、射线固化涂料、珠光涂料
木材底基用	防火涂料、防霉涂料、杀虫涂料、胺固化涂料
玻璃底基用	发光涂料、荧光涂料、蓄光涂料、涂膜保护剂、防破碎涂料

表 1-3 按应用对象区分

电子电器及仪表用	导电涂料、绝缘涂料、印刷电路涂料、集成电路涂料、液晶显示涂料、防霉涂料、磁性涂料、荧光涂料、示温涂料、防静电涂料、塑料电镀涂料
机 械 用	电场缓和涂料、阻尼涂料、润滑涂料、应变涂料、原子灰、耐热涂料、可剥性涂料、胺固化涂料、粉末涂料、锤纹涂料、皱纹涂料、结晶形涂料
交通运输业用	厚膜涂料、表面硬化涂料、耐低温涂料、防污涂料、原子灰、粉末涂料、选波吸收涂料、电子划线涂料、发光涂料、道路标志涂料、碎落状涂料、金属光泽涂料、珠光涂料
建 筑 业 用	热反射涂料、热吸收涂料、选波吸收涂料、厚膜涂料、膨胀涂料、防火涂料、防霉涂料、杀虫涂料、高弹性涂料、防结露涂料、防冰雪涂料、多彩涂料、非粘附型涂料、金属光泽涂料

(续表)

轻工业及食品工业用	防静电涂料、荧光涂料、非粘附型涂料、水产营养涂料、表面硬化涂料、塑料涂料、塑料镜片涂料、涂膜保护剂、自净化涂料、胶固化涂料、粉末涂料、结晶形涂料、裂纹涂料、珠光涂料
防 腐 蚀 用	防锈涂料、重防蚀涂料、耐酸碱涂料、耐沸水涂料、耐氢气脆化涂料、电泳涂料、陶瓷涂料
军事及尖端技术用	航天器热控涂料、烧蚀涂料、伪装涂料、防辐射涂料、阻尼涂料、防放射性污染涂料

表 1-4 按环境能的作用原理或性能的类型区分

特种功能	电 功 能	导电涂料、绝缘涂料、电场缓和涂料、电子划线涂料、防静电涂料、印刷电路涂料、集成电路涂料、电波吸收涂料
	磁 功 能	磁性涂料
	光 功 能	发光涂料、荧光涂料、蓄光涂料、液晶显示涂料、伪装涂料、选波吸收涂料、道路标志涂料、红外线辐射涂料
	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、非粘附型涂料、防结露涂料、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

(续表)

	放射功能	放射防污涂料、防射线涂料、耐射线涂料
	防腐蚀功能	防锈涂料、重防蚀涂料、耐酸碱涂料、耐药品涂料、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	防沾污涂料、自净化涂料
	涂层剥离用	脱漆剂
特种装饰	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
特种材料	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
特殊固化机理或特殊成膜工艺	辐照固化	紫外线固化涂料、电子线固化涂料、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	复层涂膜涂料

第三节 特种涂料的主要特征

一、特种涂料的出现是各学科互相渗透的结果

由于特种涂料尤其是特种功能涂料要满足各领域技术条件的要求，因而对它的研究，除了与涂料生产直接有关的无机化学、有机化学、高分子化学与物理、界面化学及化学工程之外，还涉及电子学、磁学、光学、声学、机械-物理学、热学、生物学、放射化学与辐照化学、腐蚀与防蚀，以及航天、航空、航海等各学科。也正因如此就出现了行业间，学科间的互相渗透与交融，即所谓无境界化现象，事实上已形成了一门新兴的边缘学科——特种涂料学。

从各国的专利报道中也可以看到，现在不仅是涂料生产公司、涂料应用单位，而且连通常与涂料几乎无关的单位也在提出特种涂料的专利申请。这一方面可以看出对特种涂料的要求是越来越广泛多样了；另一方面也应该认识到、要研制特种涂料，作为基础的知识，单单掌握化学这一门学科，显然已远远不够了。

二、特种涂料是一种高性能与省资源的新型材料

在材料所要求的性质中，表面的状态与性质几乎都与用途直接相对应。由此可见，使用涂料实际上可由少量材料取得很大效果，这一点对传统涂料来说其作用已非常明显。由于特种涂料所具备的种种特殊功能(或性能)当它与被涂物结合(即涂覆固化后)形成了一种新的材料——事实上就是复合材料。这种材料首先是高性能的，对涂覆有防污涂料的钢板(船体)，其外层能防止海生物沾污，内层则提供强度；对涂覆有绝缘涂料的铜丝，其外层是绝缘体，内芯是导体；对涂覆有应变涂料的材料，

则外层能够反应其内部应力分布的变化。其次这种复合方法又是十分简单的,耗用的能源不多,使用量也是极少的(涂膜的厚度一般仅为 $50\sim 100\mu\text{m}$),所以又是节省能源而且节省资源的。

三、特种涂料的开发是有一定难度的

特种涂料既然与通用涂料有质的区别,而且特种涂料的制造又是一门由综合学科形成的新兴技术,所以通用涂料的基料并不一定完全适用,传统的加工方法有时也会产生问题,而且由于用途与使用环境的差别很大,很难找到一种能满足各种技术要求的高性能材料,因此最终还是个别品种个别解决。这就带来两方面的问题,一方面在生产组织上要适合它的多品种小产量的特点,使生产经营者担心企业实际获得的效益;另一方面对企业的从业人员尤其是技术人员提出了更高的要求,要不断学习与更新知识掌握新的技术,以适应开发新品种的需要。

第四节 特种涂料的开发过程与方法

涂料与涂装的研究开发程序分别如图1-1、图1-2所示。现就特种涂料开发中的若干问题进行阐述。

一、材料选择的一般原则

(一) 结构决定性能

涂料所要求的最重要性质是强度(机械强度和对环境的强度)以及和各种材料界面的附着力。而强度则由作为其主要材料的聚合物的组成、结构、结晶度、力学性能(流变性能)和分子量及其分布等因素所决定。因而开发特种涂料,首先要做的是根据这些因素选择树脂材料。一般对新型材料由于了解不多,必须化较大的精力进行剖析。同时充分利用现有材料也很重要,要通过适当的组合,发挥它们在接近极限条件下的应用可能

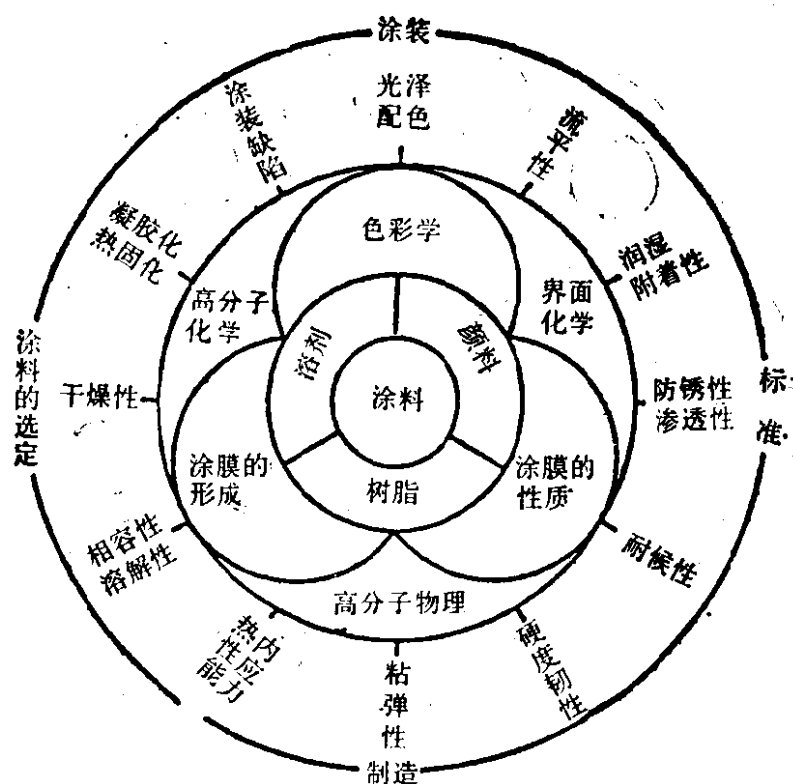


图 1-1 涂料的研究开发程序

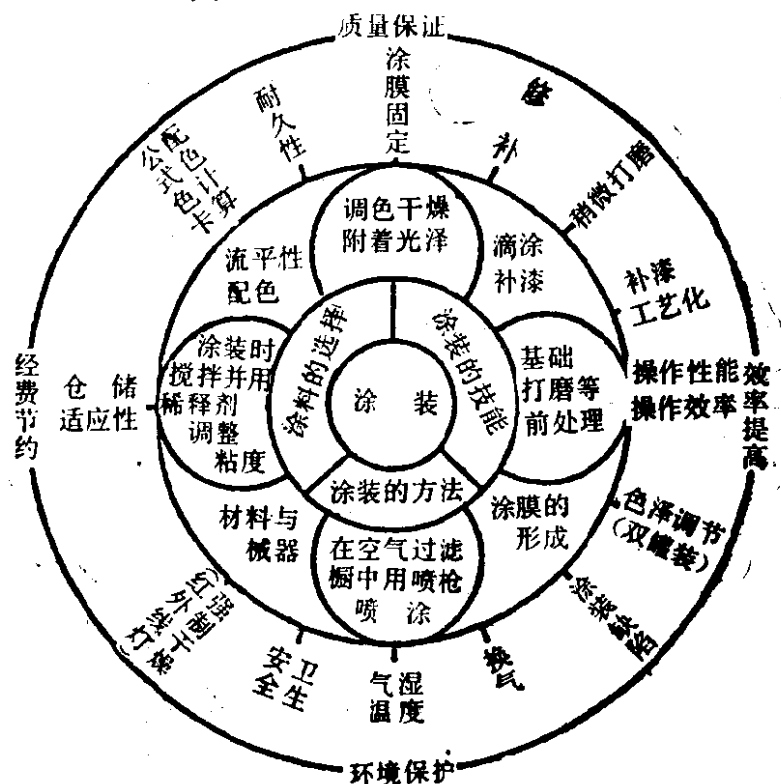


图 1-2 涂装的研究开发程序