

中等职业学校规划教材

涂料生产工艺

● 姬德成 主编



化学工业出版社

中等职业学校精细化工专业教材

精细化学品生产工艺

周国保 主编

日化产品分析

胡 斌 主编

涂料生产工艺

姬德成 主编

化妆品生产工艺

李冬梅 胡 芳 主编

精细化工单元操作与单元反应

王涛玉 朱正斌 主编



ISBN 978-7-122-07322-8

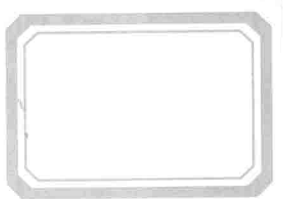


9 787122 073228 >

销售分类建议:

精细化工

定价: 22.00元



中等职业学校规划教材

涂料生产工艺

TULIAO SHENGCHAN GONGYI

姬德成 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据当前涂料行业的发展对人才的需求,结合中职学生的特点,针对学习涂料专业课程所必须掌握的高分子化学、高分子物理、表面活性剂、涂料树脂合成等知识进行了系统的介绍。并选择了若干符合企业生产需要,又可以让学生在学校实验室完成的学习研究项目,在每一个项目中,对于研究方法和研究该项目所需要掌握的基础知识做了详尽的讲解,并且尽量编入在该项目领域中处于前沿地位的新产品研究开发知识,使学生经过本课程的学习后,能够在工作岗位上发挥自己的作用。

本书可作为中等职业学校化工专业教材,也可作为相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

涂料生产工艺/姬德成主编. —北京:化学工业出版社, 2010.1

中等职业学校规划教材
ISBN 978-7-122-07322-8

I. 涂… II. 姬… III. 涂料-生产工艺-专业学校-教材 IV. TQ630.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第230620号

责任编辑:旷英姿
责任校对:吴静

文字编辑:颜克俭
装帧设计:史利平

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:三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数336千字 2010年2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: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着现代科学技术及生产组织形式对职业教育要求的提高，人们更多地倾向于采用项目教学法来培养职教学生的实践能力、社会能力及其他关键能力。中等职业学校的学生应当接受的是一种职业培训，获得一种职业技能。现代职业教育尤其是在西方职业教育比较发达的国家正逐渐淡化学科课程的界限。注重培养学生解决实际问题的能力，学会解决不同问题的方法。

涂料专业课程是理论性与实践性都很强的课程，我们在涂料课程的教学中采用了项目教学法，经过多年的教学实践，取得了很好的教学效果。同时也认识到，由于现行的教材基本根据学科知识系统进行编写，而项目教学需要学生掌握多方面的知识，才能够满足进行项目研究的需要。

本书针对采用项目教学法对于教材的要求，结合我们采用项目教学法进行教学的经验，选择了若干符合企业生产需要，又可以让学生在学校实验室完成的学习研究项目。在每一个项目中，对于研究方法和研究该项目所需要掌握的基础知识做了详尽的讲解，并且尽量编入在该项目领域中处于前沿的新产品研究开发知识，使学生经过本课程的学习后，能够在工作岗位上发挥自己的作用。由于中职学生的基础理论水平不高，本书对于学习涂料专业课程所必须掌握的高分子化学、高分子物理、表面活性剂、涂料树脂合成等知识进行了系统的介绍，重点介绍了丙烯酸树脂乳液、水性涂料、UV 涂料的研制方法和生产技术。

本书共分七章，依次为涂料与高分子化合物、表面活性剂、合成树脂及其在涂料中的应用、涂料用丙烯酸树脂乳液的研制、水性涂料、涂料涂层性能测试和 UV 固化涂料配方的研制。其中第一、二章由石明辉（广东省石油化工职业技术学校）编写，第三章由盛颖晗（广东省石油化工职业技术学校）编写，第四章由姬德成（广东省石油化工职业技术学校）编写，第五、六章由何献峰（广州市信息工程职业学校）编写，第七章由李岚（广东嘉应学院化学与环境学院）编写。

本教材既可作为中等职业学校精细化工专业的教材，也可作为其他专业的选修课教材，还可作为涂料行业工程技术人员、供销人员的参考书。

本教材由于编写时间仓促，又是初步尝试以适应项目教学来编写教材，内容上的不妥之处，望广大读者给予指正。

编者

2009 年 10 月

目 录

第一章 涂料与高分子化合物	1
第一节 涂料概述	1
一、涂料的定义.....	1
二、涂料的分类和组成.....	2
三、涂料的基本作用原理.....	4
四、涂料的主要种类.....	4
五、涂料工业的展望.....	7
第二节 高分子化合物	8
一、概述.....	8
二、高分子化合物的结构和性能.....	10
三、高分子化合物的合成.....	12
四、自由基聚合方法.....	13
第二章 表面活性剂	15
第一节 概述	15
一、表面张力.....	15
二、表面活性剂的概念.....	16
三、表面活性剂的结构特点.....	17
四、表面活性剂的分类.....	17
第二节 表面活性剂的活性原理及性质	18
一、表面活性剂的活性原理.....	18
二、胶束理论.....	19
三、临界胶束浓度.....	21
四、表面活性剂溶解性与温度的关系.....	22
五、表面活性剂的亲水-亲油平衡值.....	23
第三节 表面活性剂的作用	24
一、润湿和渗透作用.....	24
二、乳化作用.....	25
三、增溶作用.....	29
四、分散作用.....	32
第三章 合成树脂及其在涂料中的应用	35
第一节 醇酸树脂	35
一、醇酸树脂的分类.....	35
二、醇酸树脂合成工艺.....	36

三、改性醇酸树脂	37
第二节 酚醛树脂	38
一、酚醛树脂的应用范围	38
二、酚醛树脂的主要原料	38
三、热固性酚醛树脂的制造	38
四、改性酚醛树脂	39
第三节 环氧树脂	39
一、环氧树脂漆分类	40
二、环氧树脂漆的性能	40
三、环氧树脂的特性指标	42
四、环氧树脂的生产工艺	43
五、环氧树脂的固化	44
第四节 聚氨酯树脂	46
一、聚氨酯树脂合成中常用的原料	46
二、聚氨酯漆的分类	47
三、聚氨酯漆的生产	47
四、聚氨酯漆的应用	50
第五节 丙烯酸树脂	51
一、丙烯酸树脂漆概述	52
二、溶剂型丙烯酸树脂漆	52
三、水溶性丙烯酸树脂漆	57
第四章 涂料用丙烯酸树脂乳液的研制	59
第一节 乳液聚合的定义及特点	59
一、乳液聚合的定义	59
二、乳液聚合的特点	59
三、聚合物乳液在涂料制造中的应用	60
第二节 乳液聚合定性理论	61
一、分散阶段（乳化阶段）	62
二、阶段Ⅰ（乳胶粒生成阶段）	62
三、阶段Ⅱ（乳胶粒长大阶段）	63
四、阶段Ⅲ（聚合完成阶段）	64
第三节 乳液配方设计原理	65
一、乳液合成的组分及其在乳液聚合中的作用	65
二、共聚物的单体组成	65
三、乳液配方中其他组分的选择	69
四、乳液配方设计和计算的方法	75
第四节 乳液聚合生产工艺	81
一、乳液聚合的基本工艺过程	81
二、丙烯酸系单体乳液聚合的影响因素	85
第五节 聚合物乳液主要性能及其测试方法	86

一、聚合物乳液的稳定性	86
二、聚合物乳液主要性能的测试方法	90
实训项目 4-1 苯丙树脂乳液的研制	92
实训项目 4-1-1 乳液聚合课堂演示实验	97
实训项目 4-1-2 苯丙树脂微乳液的研制	98
实训项目 4-1-3 碱溶树脂的研制	100
实训项目 4-1-4 苯丙树脂乳液的研制	103
实训项目 4-1-5 核壳苯丙树脂乳液的研制	105
实训项目 4-2 苯丙树脂乳液的应用研究	109
实训项目 4-2-1 水性 UV 底油的研制	109
实训项目 4-2-2 水性上光油的研制	110
实训项目 4-2-3 水性油墨的研制	115
论文 1 微乳液聚合制备超耐磨水性上光油	121
论文 2 水性上光油的研制	125
第五章 水性涂料	131
第一部分 水性涂料及其典型产品简介	131
第一节 乳胶漆的定义和特点	131
一、乳胶漆的定义	131
二、乳胶漆的特点	131
第二节 乳胶漆的主要原料	132
一、基料	132
二、颜料	133
三、体质颜料	135
四、助剂	137
五、水	140
第三节 乳胶漆的基本生产过程	140
一、生产管理	140
二、生产设备	141
三、典型的乳胶漆配方及生产工艺	142
第四节 水性内墙涂料的配方设计	144
一、内墙涂料配方设计	144
二、原材料的选择	145
三、颜料体积浓度和颜基比	147
四、乳胶漆配方试配过程	148
第二部分 乳胶漆生产及配方设计实训	148
实训项目 5-1 乳胶漆理论教学部分认识培训	148
实训 5-1-1 认识乳胶漆的定义及其特点	148
实训 5-1-2 原料性能的认识	149
实训项目 5-2 乳胶漆的生产工艺过程培训	150
实训 5-2-1 乳胶漆的基本生产程序的认识	150

实训 5-2-2	黄色聚醋酸乙烯无光乳胶漆的制备练习	153
实训项目 5-3	乳胶漆配方设计	155
实训 5-3-1	初步确定白色聚醋酸乙烯内墙乳胶漆配方的设计方案	157
实训 5-3-2	检测白色聚醋酸乙烯内墙乳胶漆配方的技术标准并选定调整配方	159
实训 5-3-3	调整白色聚醋酸乙烯内墙乳胶漆配方	160
实训 5-3-4	检测白色聚醋酸乙烯内墙乳胶漆配方调整后的技术标准	162
第六章	涂料涂层性能测试	164
第一部分	涂料性能测试简介	164
第一节	涂料产品质量检测的特点和取样的方法	164
一、	涂料产品质量检测的特点	164
二、	涂料产品检测依据的质量标准	164
三、	涂料产品的取样	164
第二节	涂料产品性能的检测	165
第三节	涂膜性能的检测	167
一、	涂膜一般制备方法	167
二、	涂料施工性能的检测	168
三、	涂膜一般使用性能的检测	169
第四节	涂膜特殊性能的检测	170
一、	漆膜耐水性的测定	170
二、	涂膜耐化学腐蚀性能的测定	171
三、	涂膜耐热性的测定	171
四、	涂膜耐中性盐雾性能的测定	171
第二部分	涂料涂层性能测试项目实训	172
项目实训 6-1	红丹醇酸防锈漆的性能检测	172
实训 6-1-1	涂料细度的测定	172
实训 6-1-2	红丹醇酸防锈漆黏度的测定	174
实训 6-1-3	红丹醇酸防锈漆遮盖力的测定	175
实训 6-1-4	红丹醇酸防锈漆涂膜干燥时间的测定	176
实训 6-1-5	红丹醇酸防锈漆涂膜硬度的测定	176
实训 6-1-6	红丹醇酸防锈漆涂膜冲击强度的测定	178
实训 6-1-7	红丹醇酸防锈漆涂膜附着力的测定	179
实训 6-1-8	红丹醇酸防锈漆涂膜柔韧性的测定	180
项目实训 6-2	聚醋酸乙烯乳胶漆性能检测	181
实训 6-2-1	乳胶漆黏度的测定	182
实训 6-2-2	乳胶漆固体含量的测定	183
实训 6-2-3	乳胶漆涂膜干燥时间的测定	183
实训 6-2-4	乳胶漆耐水性的测定	184
第七章	UV 固化涂料配方的研制 (实训项目四)	186
第一节	UV 固化原理	186

一、自由基型光引发剂的作用机理·····	187
二、阳离子型光引发剂·····	188
第二节 低聚物·····	189
一、不饱和聚酯·····	189
二、环氧丙烯酸酯·····	190
三、聚氨酯丙烯酸酯·····	190
四、聚酯丙烯酸酯·····	191
第三节 活性稀释剂·····	191
一、单官能团活性稀释剂·····	191
二、双官能团活性稀释剂·····	192
三、多官能团活性稀释剂·····	192
第四节 UV 固化涂料组分与配方设计·····	192
一、光引发剂的选择·····	192
二、低聚物的选择·····	193
三、活性稀释剂的选择·····	193
四、助剂·····	194
第五节 UV 固化涂料配方的研制·····	194
一、木器用 UV 固化涂料·····	194
二、纸张上光油涂料·····	196
三、UV 皮革上光涂料·····	200
实训项目 7-1 纸张 UV 上光油的研制·····	202

参考文献 ·····	205
-------------------	-----

第一章 涂料与高分子化合物

第一节 涂料概述

一、涂料的定义

涂料是指涂覆到物体表面后，能形成坚韧涂膜，起到保护、装饰、标志和其他特殊功能的一类物料的总称。它在工农业、国防、科研和日常生活中起到越来越广泛的作用。

人类生产和使用涂料已有悠久的历史，我国几千年前已经使用天然原料树漆、桐油作为建筑、车、船和日用品的保护和装饰涂层。国外在埃及木乃伊的箱子上就使用了漆。由于当时使用的主要原料是油和漆，所以人们习惯上称它们为油漆。随着社会生产力的发展，特别是化学工业的发展及合成树脂工业的出现，使能起到油漆作用的原料种类大大丰富，性能更加优异多样，因此“油漆”一词已不能恰当反映它们的真正含义，而比较确切的应该称为“涂料”。自从合成树脂逐步取代天然油脂成为主要成膜物质以来，现代涂料逐渐成为一门涉及化学（高分子化学、高分子物理、有机化学、无机化学和分析化学），物理（光学、流变学、界面学、颜料学），工艺学和计算机等多学科高度综合的科学。现代涂料已不再仅仅限于装饰物件、提供美观，而是大量地应用于材料的保护，延长材料的寿命，节约资源，甚至赋予材料某种特种功能，如用于隐形轰炸机的隐形涂料，用于各种军事设施和仪器上的伪装涂料，用于航空航天器的温控涂料、防辐射涂料等，是名副其实的高科技材料。尤其是进入 21 世纪以来，随着人们生活品质的不断改善和环境保护、节约能源意识的不断提高，各国竞相开展水性涂料、粉末涂料、高固含量涂料和辐射固化涂料等环保节约型涂料的研究和利用。

现在的涂料已广泛地采用石油工业、炼焦工业、有机合成化学工业等部门的产品为原料，品种越来越多，应用范围也不断扩大，逐步形成一个独立的、重要的生产行业。

涂料的作用如下。

(1) 保护作用 金属、木材等材料长期暴露在空气中，会受到水分、气体、微生物、紫外线等的侵蚀而逐渐被毁坏。涂料能在物件表面形成一层保护膜，防止材料磨损和碰撞以及隔绝外界的有害影响。对金属来说，有些涂料还能起到缓蚀作用，例如磷化底漆可使金属表面钝化，富锌底漆则起到阳极保护作用。一座钢铁结构的桥梁如果不用涂料，只能有几年寿命，如果用涂料保护并维修得当，则可以使用几百年以上。

(2) 装饰作用 涂料可以起到装饰的作用。随着人们物质文化生活的不断提高，对商品的外表及包装要求档次越来越高，尤其是对钟表、自行车、家具、电器等日用消费品，其外观的装饰好坏直接影响到商品的价格。对于机器和设备，涂料不但可使其美观，更可使其方便清洗和擦拭。

(3) 色彩标志作用 涂料可作为管道、机械设备和道路运输上的标志。比如蒸汽管用红色，上水管用绿色，下水管用黑色，以使操作人员易于识别和操作；工厂的化学品、危险品也用涂料做标志；另外道路的划线、交通运输也常用不同色彩的涂料来表示警告、危险、前进、停止等信号，以保证安全。目前国际上对应用涂料作标志的色彩正逐渐标准化。

(4) 功能作用 涂料还具有某些特殊功能，如船舶被海洋生物附殖会影响航行速度，加速船体的腐蚀，涂上专用的涂料，海洋生物就不再附殖；电器设备上涂导电涂料，可移去静

电；绝缘涂料可起绝缘作用；电阻大的涂料可用于加热、保温；侦察飞机可涂上能吸收雷达波和红外线的涂料；航天器可涂上吸收和反射辐射的涂料。另外还有示温涂料和感湿涂料等。

二、涂料的分类和组成

1. 涂料的分类及命名

涂料的分类有几种方法。第一种按用途分类，如建筑涂料、电气绝缘涂料、汽车用涂料、船舶用涂料等。第二种按涂料的作用分类，如打底漆、防锈漆、防火漆、耐高温漆、头度漆、二度漆等。第三种按涂膜的外观分类，如大红漆、有光漆、亚光漆、半亚光漆、皱纹漆、锤纹漆等。第四种也是目前最普遍的分类法，即按成膜物质来分类，如环氧树脂涂料、醇酸树脂涂料等。结合我国情况，原化工部有关部门对涂料的分类和命名进行了统一规定，将涂料产品分为 18 类，见表 1-1 所列。

辅助材料按其不同用途分类名称见表 1-2 所列。

表 1-1 涂料的分类

序号	代号	类别	主要成膜物质
1	Y	油性漆类	天然动物油、清油(熟油)、合成油
2	T	天然树脂漆类	松香及其衍生物、虫胶、乳酪素、动物胶、大漆及其衍生物
3	F	酚醛树脂漆类	改性酚醛树脂、纯酚醛树脂、二甲苯树脂
4	L	沥青漆类	天然沥青、石油沥青、煤焦沥青、硬质酸沥青
5	C	醇酸树脂漆类	甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、改性醇酸树脂
6	A	氨基树脂漆类	脲醛树脂、三聚氰胺甲醛树脂
7	Q	硝基漆类	硝基纤维素、改性硝基纤维素
8	M	纤维素漆类	乙基纤维素、苄基纤维素、羟甲基纤维素、醋酸纤维素、醋酸丁酯纤维素
9	G	过氯乙烯漆类	过氯乙烯树脂、改性过氯乙烯树脂
10	X	乙烯漆类	氯乙烯共聚树脂、聚酯酸乙烯树脂及共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂、含氟树脂
11	B	丙烯酸漆类	丙烯酸酯树脂、丙烯酸共聚物及其改性树脂
12	Z	聚酯漆类	饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂
13	H	环氧树脂漆类	环氧树脂、改性环氧树脂
14	S	聚氨酯漆类	聚氨基甲酸酯
15	W	元素有机漆类	有机硅、有机钛、有机铝等有机聚合物
16	J	橡胶漆类	天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物
17	E	其他漆类	未包括在以上所列的其他成膜物质、无机高分子材料、聚酰亚胺树脂
18		辅助材料	稀释剂、防潮剂、催干剂、脱漆剂、固化剂

表 1-2 辅助材料的分类

序号	代号	名称	序号	代号	名称
1	X	稀释剂	4	T	脱漆剂
2	F	防潮剂	5	H	固化剂
3	G	催干剂			

涂料的命名原则规定：命名 = 颜料或颜色名称 + 成膜物质名称 + 基本名称。

例如红醇酸磁漆、锌黄酚醛防锈漆等。

对于某些专业用途及功能特性产品，必要时在成膜物质后再加以说明。

例如醇酸导电磁漆、白硝基外用磁漆。

2. 涂料的组成

涂料由不挥发成分和溶剂两部分组成。涂饰后，溶剂逐渐挥发，而不挥发成分干结成膜，故称不挥发成分为成膜物质，它又分为主要成膜物质、次要成膜物质、辅助成膜物质 3 种。主要成膜物质可以单独成膜，也可以与颜料等次要成膜物质共同成膜。涂料的各组分可由多种材料组成，见表 1-3 所列。

表 1-3 涂料的组成

组 成		原 料
主要成膜物质	油料	动物油：鲨鱼肝油、带鱼油、牛油等 植物油：桐油、豆油、蓖麻油等
	树脂	天然树脂：虫胶、松香、天然沥青等 合成树脂：酚醛树脂、醇酸树脂、氨基树脂、丙烯酸树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂、有机硅树脂等
次要成膜物质	颜料	无机颜料：钛白、氧化锌、铬黄、铁蓝、铬绿、氧化铁红、炭黑等 有机颜料：甲苯胺红、酞菁蓝、耐晒黄等 防锈颜料：红丹、锌铬黄、偏硼酸钡等
	体质颜料	滑石粉、碳酸钙、硫酸钡等
辅助成膜物质	助剂	增塑剂、催干剂、固化剂、稳定剂、防霉剂、抗污剂、乳化剂、润湿剂、防结皮剂、引发剂等
挥发物质	稀释剂	石油溶剂（如 200 号油漆溶剂油）、苯、甲苯、二甲苯、氯苯、松节油、环戊二烯、醋酸丁酯、醋酸乙酯、丙酮等

涂料组成中没有颜料的透明液体称为清漆，加有颜料的不透明体称为色漆（磁漆、调合漆、底漆），加有大量颜料的稠厚浆状体称为腻子。

涂料各主要组成物质的作用如下。

(1) 成膜物质 成膜物质具有能黏着于物面形成膜的能力，是涂料组成的基础，有时也叫做基料和漆料。

(2) 颜料 颜料赋予涂膜许多特殊的性质，如使涂膜呈现色彩，遮盖被涂物表面，增加厚度和光滑度，提高力学强度、耐磨性、附着力和耐腐蚀性等。它们通常是固体粉末；自己本身不能成膜，但溶剂挥发后会留在涂膜中。

(3) 助剂 涂料中应用的助剂很多，它们的用量一般很小，但对涂料的性能却有很大的影响。若按其功能分，可有以下几种。

① 催干剂 是一种能加速涂膜干燥的物质，对于干性油膜的吸氧、聚合起催化作用。常用的催干剂是钴、锰、铅、铁、锌和钙等的金属氧化物、盐类和它们的有机酸皂，如环烷酸钴等。

② 增塑剂 它们是一类与成膜物质具有良好相容性而不易挥发的物质，其作用是增加涂膜的柔韧性、强度和附着力。常用的增塑剂如邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、磷酸三苯酯、氯化石蜡等。

③ 表面活性剂 又称润湿剂和分散剂，它们能改善液体和固体的表面张力，增加液体与固体表面的润湿性，促进固体粒子在液体中的悬浮，使分散体稳定。常用的有脂肪酸皂、磺酸盐阴离子表面活性剂和烷基酚聚氧乙烯醚类非离子表面活性剂等。

另外还有防沉剂、防结皮剂、防霉剂、消光剂、抗静电剂、消泡剂、流平剂等。

三、涂料的基本作用原理

一种性能优良的涂料，必须具备两项最基本的要求：一是要与被涂物能很好黏结，并且具有一些相应的物理化学性能；二是涂膜应具有相应良好的固化过程。

1. 涂料的黏结力和内聚力

一般来说，低极性、高内聚力的物质（如聚乙烯）有很好的力学性质，但黏结力很差，这种物质由于不能黏附在基质上，且常常很难溶解，因此不能作为涂料。而有低内聚力的物质常具有低度薄膜完整性，例如高黏度的压敏胶，几乎可以黏附在任何基质上，但却不能给被黏附物提供任何保护作用。这种黏附膜对摩擦几乎没有任何抵抗力，不具备硬度和张力强度，没有对溶剂的抵抗力和抗冲击强度，而且对气体是可渗透的，这些性质都是由于它是低内聚力物质所致，因此也不能作为涂料。

一种物质作为涂料的另一个条件是应该具有尽量小的收缩性。当溶剂（也可是水）蒸发时高分子薄膜必然收缩，对于不饱和聚酯或环氧树脂涂料使用时会发生聚合，也就是固化。高分子固化时伴随着收缩，收缩引起了张力，破坏了黏合，造成薄膜从基质上剥离。假如黏合力很强，它就能收缩平衡，颜料和其他填充剂特别是无机化合物也有相同的作用。如果薄膜有一定伸缩性，即内聚力较小，收缩也小。例如环氧树脂的黏结力强，收缩性很小，而不饱和聚酯的收缩性则较大。

2. 涂膜的固化机理

涂膜的固化机理有 3 种类型，一种为物理固化，两种为化学型固化。

(1) 物理固化 是一种物理干燥过程，依靠涂料中液体（溶剂或分散相）挥发而得到干硬涂膜层的干燥过程。聚合物在制成涂料时已经具有较大的分子量，失去溶剂后就变硬而不黏，在干燥过程中，聚合物不发生化学反应。

(2) 涂料与空气发生反应交联固化 氧气能与干性植物油和其他不饱和化合物反应而产生自由基（也称为游离基）并引起聚合反应。水分也能和异氰酸酯发生聚合反应，这两种反应都能得到交联的涂膜。

(3) 涂料组分之间发生反应的交联固化 涂料在储存期间必须保持稳定，可以用双罐装涂料法或是选用在常温下互不发生反应、只是在高温下或受辐射时才发生反应的组分。

四、涂料的主要种类

1. 油脂漆类

油脂漆是用具有成膜能力的油类制造的油漆的总称，它是一种较为古老而又是最基本的油漆材料。油脂来自植物种子和动物脂肪，在涂料工业中使用最多的是植物油，如亚麻仁油、桐油和椰子油等。

油脂是油脂漆的主要部分，它是由不同种类的脂肪酸的甘油酯组成的混合物。脂肪酸的种类不同，其化学结构不同，三甘油酯的性质也不同。油脂中脂肪酸的化学结构中含双键的多少，即不饱和程度的高低常以碘值表示。按碘值的高低，可将油脂分为 3 种类型：干性油，碘值约为 150 以上，如桐油、亚麻仁油等；半干性油，碘值为 110~150，如豆油等；不干性油，碘值在 110 以下，如蓖麻油、椰子油等。一般来说，油脂分子结构中含不饱和双键愈多，当其暴露在空气中时，双键会打开与氧发生氧化聚合作用，这种作用愈强，则成膜性愈好。

2. 天然树脂漆类

天然树脂是以干性植物油与天然树脂经过热炼后加入颜料、催干剂、溶剂等制得的涂

料。可分为清漆、磁漆、底漆、腻子等。从成膜物质组成来看，主要是干性油和天然树脂两部分，其中干性油赋予漆膜韧性，树脂则赋予漆膜以硬度、光泽、快干性和附着力，因此天然树脂漆的性能较油脂漆有所改进。

天然树脂漆施工简便，原料易得，制造容易，成本较低，与油脂漆相比，其保护与装饰性能有所提高，可广泛应用于质量要求不高的家具、民用建筑、金属制品的涂覆，其最大缺点是耐久性不好，故不能作高级涂层。

3. 醇酸树脂涂料

醇酸树脂涂料是以醇酸树脂为主要成膜物质的涂料。它是由多元醇、多元酸和脂肪酸(油脂)为原料，通过酯化作用缩聚制得的，也称为聚酯树脂。

如果采用干性的不饱和脂肪酸为原料，则制成的树脂称为干性油醇酸树脂，它们可在室温下与空气中的氧作用生成干性涂膜，如亚麻油醇酸树脂、豆油醇酸树脂、梓油醇酸树脂等。这类树脂的耐水性、耐候性都较好。如果采用不干性的饱和脂肪酸作为原料，则制成的树脂称为不干性醇酸树脂，它本身不能在室温下固化成膜，需要与其他树脂经过加热发生交联反应，才能固结成膜，椰子油醇酸树脂及蓖麻油醇酸树脂就是这一类的代表。椰子油改性醇酸树脂色极浅，烘烤不泛黄，常与氨基树脂并用，制成白色烘漆。

醇酸树脂可以制成清漆，也可制成色漆。醇酸树脂涂料干燥后形成高度的网状结构，不易老化，耐候性好，光泽能持久不退，漆膜柔韧而坚硬，并耐摩擦，抗矿物油、抗醇类溶剂性良好。烘烤后的漆膜耐水性、绝缘性、耐油性都大大提高，而且它与其他各种树脂的混溶性好，因此可与其他树脂混合使用以提高和改进涂层的物理和化学性能。所以醇酸树脂涂料在涂料工业中是产量最大、品种最多、用途广泛的优良涂料。

4. 丙烯酸树脂涂料

丙烯酸树脂涂料一般是应用甲基丙烯酸酯与丙烯酸酯的共聚树脂制成涂料。为了改进共聚树脂的性能和降低成本，在配方组成上除了采用甲基丙烯酸酯、丙烯酸酯外，往往还采用一定比例的其他不饱和烯烃单体与之共聚，如丙烯腈、(甲基)丙烯酰胺、(甲基)丙烯酸、醋酸乙烯、苯乙烯等。

5. 聚氨酯树脂涂料

聚氨酯是分子结构中具有氨基甲酸酯结构的一类大分子化合物的总称，通常由二异氰酸酯和多元醇经聚加成反应制成。鉴于异氰酸酯和多元醇种类的多样性，得到的聚氨酯可以是软到硬、从脆到韧、从高弹性到有一定刚性的各种形态的产品。聚氨酯涂料同样具有很广的性能调节范围。

6. 环氧树脂涂料

环氧树脂种类很多，目前产量最大、用途最广的是由环氧氯丙烷与双酚 A 在碱性条件下合成的双酚 A 环氧树脂。

环氧树脂涂料就是以环氧树脂为基料，再加入其他树脂及固化剂等辅料配合而成，它可以做成烘干型、气干型和光固化型等。其固化剂可以是多元胺类，如乙二胺、二乙烯三胺、聚酰胺类以及合成树脂类。

7. 聚乙烯树脂涂料

在聚乙烯树脂涂料中，聚醋酸乙烯系列涂料是最主要的品种，它多为乳液型。

聚醋酸乙烯可以做成均聚型乳胶涂料，它是以醋酸乙烯为单体，加入引发剂、乳化剂、胶乳保护剂，在一定温度和条件下进行聚合，最后加入增塑剂、消泡剂、填料、色料，再经研磨而成，此种涂料大量用于建筑物内的平光涂料。它制造容易，价格较低，但耐水、耐

候、耐摩擦性较差，目前已逐渐被别的涂料所代替。在醋酸乙烯系乳液涂料中，醋酸乙烯-丙烯酸共聚乳液涂料目前具有较重要的地位。

8. 特种涂料

由于应用部门使用涂料的目的不同，要求一些涂料除了具有一般的装饰和保护作用外，还应具有一些其他特殊的功能，这些涂料在组成和使用的原料上与一般的涂料有所不同，习惯上称这些品种为特殊涂料。现在普遍使用的有美术漆、船舶漆、绝缘漆、耐高温漆、防水漆、示温漆等品种。

(1) 美术漆 此种涂料是为了装饰物件表面而得到美丽的图案花纹。它不是由描绘制成的，而是由涂料本身经过施工而自然形成。此种涂料称为美术漆，它有以下几种。

① 皱纹漆 它的涂膜经干燥后会形成美丽有规则的皱纹，起到装饰外观、隐蔽物件粗糙表面的作用。常用的有油基漆料和醇酸树脂制成的皱纹漆，它们的漆料中含有聚合度不够的桐油和较多的钴催干剂。若桐油聚合度不够，经过烘烤就易于起皱，同时较多的钴催干剂使涂膜表面干得快、里层干得慢，增加了涂膜起皱的效应。

② 锤纹漆 这种漆膜干固后形成如同锤击金属表面形成均匀花纹而得名。其涂膜是光滑的，但直观效果具有凹凸不平的感觉，不像皱纹漆真的是皱折不平。这种漆用非浮型铝粉和快干、较稠、不易走平的漆料制成，利用溶剂挥发得快，在涂料干燥时使涂膜形成旋涡状，铝粉随旋涡固定，形成盘状，再加上施工时采用喷溅操作而形成锤击花纹。

(2) 船舶涂料 船舶由于长期在内河或海洋中航行，受河水及海水长时间浸蚀，环境非常苛刻，为了保护船体、延长寿命，需要各种特殊涂料。

① 水线漆 是涂饰在船舶水线附近船壳的专用漆，这部分漆有时在水下，有时露出水面，所以这些漆既要能抵抗海水的浸蚀，又要能耐风吹暴晒，耐摩擦冲击。一般采用酚醛树脂或醇酸树脂涂料配制，聚氯乙烯-醋酸乙烯树脂、氯化橡胶或环氧树脂也是常用的原料。

② 船底防锈漆 是涂刷船底部分的底层漆，用以防止钢板锈蚀，常用的有沥青、酚醛树脂、聚氯乙烯-醋酸乙烯树脂、氯化橡胶和环氧树脂等类型涂料。这些涂料具有防锈能力强、附着坚牢、抗水性强、耐海水浸蚀的优良性能。其中环氧富锌底漆和无机富锌底漆的性能是目前较突出的，一般寿命可达十几年。

③ 船底防污漆 是涂刷在船底用以杀死附在船底的海洋生物，防止船底被腐蚀。这种漆含有毒剂，可以慢慢释放出来，使附着的生物中毒死亡而不再附殖。常用的毒剂是铜、汞的化合物，或者为有机锡化合物、滴滴涕、六六六、甲酚等。

(3) 绝缘涂料 这是涂饰电机、电线以及电工器材的一类专用涂料，它们的涂膜要求具有良好的绝缘能力、耐热能力，良好的力学性能，即附着力强，柔韧性好，硬度高，耐摩擦，并具有良好的耐化学性、耐水性、耐溶剂性、耐油性等。常用的绝缘漆为漆包线漆和浸渍漆。

(4) 耐高温涂料 耐高温涂料通常在工业上是涂刷各种加热设备，如锅炉、热交换器、烟囱等。这方面的耐热要求不太高，因此一般是用酚醛树脂、醇酸树脂等涂料加入铝粉、石墨等耐热色料制成。随着航空、航天工业的发展，需要耐特高温度的涂料，这就促进了耐高温涂料的迅速发展。

(5) 防火涂料 防火涂料主要用于易着火的物件表面，如仓库、油轮等。当物体表面遇火时，能在一定时间内延缓燃烧情况的发展，防止火势蔓延，但它不能阻止燃烧或消灭火灾。

防火涂料一般是采用不燃烧或难燃烧的树脂制成，常用的有过氯乙烯树脂、氯化橡胶、

聚氯乙烯-醋酸乙烯树脂、酚醛树脂、氨基树脂等。

(6) 示温涂料 示温涂料的涂膜遇热时,可在一定温度范围内改变颜色,用来指示被涂物体的温度,能起到警示和指示操作的作用。如某些长期处于运转的机器的外壳,涂上示温涂料以指示机器是否过热。现在有些防伪商标的制作也加入示温涂料,用手触摸即可使其变色,以防假冒。

9. 水性涂料

顾名思义,水性涂料是以水作为主要溶剂或分散介质。与溶剂性涂料相比,水性涂料的最大优点是大大降低了有机溶剂的用量或基本上消除了有机溶剂的存在,因而符合环保要求,水性涂料另一个特点是生产施工安全,不可燃,无(或降低)毒性,无(或降低)异味,在涂料工业中正得到越来越广泛的应用。

五、涂料工业的展望

由于科学技术水平的不断提高,为涂料工业提供了多种新型原材料和技术装备,并且随着应用涂料最广泛的航空、造船、车辆、机械、电机制造、电子工业等部门的迅速发展,促使了涂料工业的生产水平和技术水平迅速提高,同时也对产品的种类和性能提出了新的要求。目前对涂料的研究有3个趋势:一是为减少污染、保护环境,涂料品种从溶剂型向水剂型、粉末型发展;二是向应用型、连续化、自动化发展;三是为节约能源,涂膜的干燥采用各种物理的(如光、电)或化学反应的形式,使干燥速度加快。

1. 水剂型涂料

水剂型涂料是指其挥发部分的80%以上为水的涂料。近十年来,由于各国对涂料中挥发性有机化合物及有毒物质的限制越来越严格,促使了对水剂型涂料研究的重视。伴随着新型树脂、新型助剂的开发和配方优化技术的提高,各种水剂型涂料在金属防腐、装饰、建筑涂料、纸品包装等方面的应用越来越广泛。

2. 粉末涂料

粉末涂料是一种新型的100%固体粉末状涂料。具有不用溶剂、无污染、节省能源和资源、减轻劳动强度和涂膜机械强度高等特点。它有两类:热塑性粉末涂料(PE)和热固性粉末涂料。

涂料由特制树脂、颜填料、固化剂及其他助剂以一定的比例混合,再通过热挤塑和粉碎过筛等工艺制备而成。它们在常温下,储存稳定,经静电喷涂、摩擦喷涂(热固方法)或流化床浸涂(热塑方法),再加热烘烤熔融固化,使之形成平整光亮的永久性涂膜,达到装饰和防腐的目的。由于粉末涂料不用任何溶剂,甚至可采用某些几乎不溶的材料,同时对环境无任何污染,属于无公害、省资源的一种涂料,近年来已成为涂料工业中发展最快的一类。

3. 高固含量涂料

高固含量溶剂型涂料是为了适应日益严格的环境保护,从普通溶剂型涂料基础上发展起来的。其主要特点是在可利用原有的生产方法、涂料工艺的前提下,降低有机溶剂的用量,提高固体组织成分以达到环保健康的要求。

4. 光固化涂料

UV涂料是指采用紫外线辐射固化的树脂涂料,即利用紫外线作固化能源,在常温下快速交联成膜的高分子树脂涂料。UV涂料主要由5个部分组成,即以紫外线固化的合成树脂(又称低聚物或预聚物)为基础,加入特定的活性稀释剂(又称活性稀释单体)、光引发剂(又称光敏剂)、固体填料和多种添加剂(助剂)配制而成。具有固化速率快、费用低、污染