

涂料工艺

第五分册

原燃料化学工业部涂料技术训练班组织编写



石油化学工业出版社

涂 料 工 艺

第 五 分 册

原燃料化学工业部涂料技术训练班组织编写

石油化学工业出版社

内 容 提 要

“涂料工艺”是在原燃料化学工业部涂料技术训练班讲义基础上改写的。全书共十个分册。分别介绍了各类涂料的生产工艺过程、性能应用、分析测试和生产装备等内容。

供有关生产、科研单位的工人、干部和技术人员阅读。

本分册内容包括：环氧树脂漆（附聚酰胺树脂）、聚氨酯漆及聚酯漆三个部分。分别由北京市油漆厂马绍斌、上海染料涂料研究所虞兆年及上海造漆厂周承德执笔编写，最后由虞兆年负责整理。

涂 料 工 艺

第五分册

（只限国内发行）

原燃料化学工业部涂料技术训练班组织编写

*

石油化学工业出版社 出版

（北京和平里七区十六号楼）

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787 × 1092 ¹/₃₂ 印张 8 ⁵/₈

字数 187 千字 印数 1—15,500

1976年4月第1版 1976年4月第1次印刷

书号15063·化20 定价0.70元

毛主席语录

认识从实践始，经过实践得到了理论的认识，还须再回到实践去。认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国涂料工业战线的广大职工坚决贯彻“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”的总路线和“**抓革命，促生产，促工作，促战备**”的方针，使涂料生产有了较大的发展，产量、品种不断增长，产品质量不断提高，为社会主义革命和社会主义建设作出了应有的贡献。特别是通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，批判了刘少奇、林彪推行的反革命修正主义路线及反动的孔孟之道，广大职工的阶级斗争和路线斗争觉悟大大提高，他们奋发图强，大搞技术革新，使涂料工业的面貌焕然一新。

在这样大好的形势下，为了交流生产经验，培养技术力量，原燃料化学工业部于一九七三年举办了涂料技术训练班。现为了进一步满足涂料工业广大工人、干部和技术人员学习的需要，特将训练班讲义经过重新修改后出版。

在本书的编写修改过程中，编者进行了广泛地调查研究，收集了国内外资料，并注意听取群众的意见，绝大部分初稿都经各种形式的三结合审订小组讨论修改过。各有关单位对本书的编写和审订工作给予了大力的支持，特别是甘肃油漆厂、北京市油漆厂、天津油漆厂、振华造漆厂、上海造漆厂、长征造漆厂、新华树脂厂、沈阳油漆厂、西安油漆厂、广州制漆厂、南京造漆厂、上海染料涂料研究所、甘肃油漆厂涂料工业研究所等单位及有关局、公司都自始至终给予极大的

支持。在此，一并表示感谢！

本书共十个分册，内容如下：

第一分册 绪论，油脂漆，大漆，沥青漆。

第二分册 醇酸树脂漆，氨基树脂漆。

第三分册 色漆。

第四分册 硝基漆，丙烯酸酯漆，乙烯类树脂漆。

第五分册 环氧树脂漆，聚氨酯漆，聚酯漆。

第六分册 元素有机树脂漆，橡胶漆，杂环树脂漆。

第七分册 水溶性树脂漆及电沉积涂漆，乳胶漆。

第八分册 防锈漆，防腐漆，船舶漆，绝缘漆。

第九分册 涂料的施工应用和性能测试。

第十分册 涂料工厂装备和安全。

由于我们水平所限，本书的缺点和错误在所难免，热切期望读者不吝指正，并提出改进意见。

原燃料化学工业部涂料技术训练班

目 录

第一部分 环氧树脂漆

(一) 概论	1
一、环氧树脂漆的性能	1
二、环氧树脂漆的分类	2
(二) 环氧树脂	3
一、环氧树脂的类型	3
二、环氧树脂的性质	5
三、固化后环氧树脂的性能	13
四、环氧树脂的特性指标	14
五、环氧树脂的合成	18
(三) 环氧树脂的固化剂和固化反应	25
一、胺类固化剂	25
二、酸酐类固化剂	30
三、合成树脂类固化剂	32
四、潜固化剂	34
(四) 胺固化环氧树脂漆	36
一、多元胺固化环氧树脂漆	36
二、胺加成物固化环氧树脂漆	42
三、聚酰胺固化环氧树脂漆	44
四、胺固化环氧沥青漆	50
(五) 合成树脂固化的环氧树脂漆	52
一、性能和用途	52
二、漆的配制	52
1. 酚醛树脂固化环氧树脂漆	52
2. 氨基树脂固化环氧树脂漆	55

3. 环氧—氨基—醇酸漆	56
4. 多异氰酸酯固化环氧树脂漆	56
(六) 酯化型环氧树脂漆	58
一、性能和用途	58
二、酯化反应	58
三、酯化程度	59
四、原料的选择	60
五、环氧酯漆的配制	62
六、环氧酯的制造工艺	65
(七) 其他环氧树脂漆	68
一、无溶剂环氧树脂漆	68
二、粉末环氧树脂涂料	71
三、线型环氧树脂漆	74
(八) 新型环氧树脂	75
一、其他元素改性环氧树脂	75
二、非双酚 A 型环氧树脂	77
三、脂环族环氧树脂	78
(九) 环氧树脂的分析方法	82
一、环氧值	82
二、羟基值	84
三、酯化当量	85
(十) 低分子量聚酰胺树脂	86
一、性能和用途	86
二、树脂的制备	87
三、分析方法	95

第二部分 聚氨酯漆

(一) 聚氨酯漆概况	97
(二) 化学部分	101
一、异氰酸酯的制备方法	101

二、异氰酸酯的反应	109
三、活性氢组分的反应性	117
四、氨基键的反应和聚氨酯漆的泛黄	119
五、催化剂	123
六、溶剂	129
(三) 制漆部分	133
一、聚氨酯漆的分类	133
二、氨基油	135
三、双组分聚氨酯漆 (NCO/OH型)	138
1. 多异氰酸酯组分	138
2. 含羟基组分	149
3. 配漆	162
四、封闭型聚氨酯漆	167
五、预聚物潮气固化型聚氨酯漆	175
六、预聚物催化固化型聚氨酯漆	179
七、聚氨酯漆用的颜料, 色漆的制造	182
八、聚氨酯沥青漆	185
九、弹性聚氨酯涂料	188
十、制造聚氨酯漆的若干要点	194
(四) 应用、安全及分析方法	196
一、聚氨酯漆的应用	196
1. 应用范围	196
2. 聚氨酯漆的施工要点	198
二、聚氨酯漆的计算方法	201
三、异氰酸酯的劳动保护	208
四、分析方法	211

第三部分 聚 酯 漆

(一) 不饱和聚酯漆的制造	224
一、原料的选择	225

二、不饱和聚酯漆的制造	229
三、不饱和聚酯漆的配方举例	233
(二) 不饱和聚酯漆的辅助原料	237
一、引发剂	237
二、促进剂	239
三、颜料、染料及体质颜料	240
四、阻聚剂	241
(三) 不饱和聚酯的固化与结构的关系	242
一、氧的阻聚作用	242
二、化学结构对防止表面阻聚的关系	243
三、制备不被空气阻聚漆膜的方法	245
1. 物理的遮盖	245
2. 加蜡隔绝空气	245
3. 添加醋酸丁酸纤维素	246
4. 烘烤	246
5. “常温干性”官能团的引入	247
6. 改变树脂中可共聚的单体	248
7. 引入异氰酸酯	249
8. 制成高软化点的聚酯	249
四、不饱和聚酯的光敏固化与电子束固化	250
1. 光敏固化	250
2. 电子束固化	261
(四) 不饱和聚酯漆的施工应用	262
一、不饱和聚酯漆在木器上的应用	262
二、不饱和聚酯漆在金属上的应用	266

第一部分 环氧树脂漆

(一) 概 论

在1958年大跃进以后，我国环氧树脂投入工业生产。十几年来发展很快，其应用领域也不断扩大。环氧树脂赋予涂料以优良的性能和应用方式上的广泛性，使得在涂料方面的应用日益发展。环氧树脂漆类具有许多优良性能，在涂料系统中占有重要地位，已广泛应用于汽车工业、造船工业、化学工业和电气工业中。

我国涂料工业战线上的广大职工，在毛主席无产阶级革命路线指引下，发扬独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的精神，已经试制和生产了许多环氧树脂涂料，为支援国家建设作出了贡献。今后将以更快的步伐，增加品种，提高质量，为赶超世界先进水平而奋斗。

一、环氧树脂漆的性能

环氧树脂本身是热塑性的，要使环氧树脂制成有用的涂料，就必须使环氧树脂与固化剂或植物油脂肪酸进行反应，交联而成为网状结构的大分子，才能显示出各种优良的性能。环氧树脂漆种类很多，性能也各有特点，概括其优点有：

1. 抗化学品性能优良，其耐碱性尤其突出。
2. 漆膜具有优良的附着力，特别是对金属表面附着力

更强。

3. 漆膜保色性较好。因漆膜分子结构中苯核上的羟基已被醚化，性质稳定。

4. 漆膜具有较好的热稳定性和电绝缘性。

环氧树脂漆具有很多优点，但它也存在不足之处：

1. 户外耐候性差，漆膜易粉化、失光，漆膜丰满度不好，因此不宜作为高质量的户外用漆和高装饰性用漆。

2. 环氧树脂结构中含有羟基，制漆时处理不当时，漆膜耐水性不好。

3. 环氧树脂漆有的是双组分的，在制造和使用都不方便。

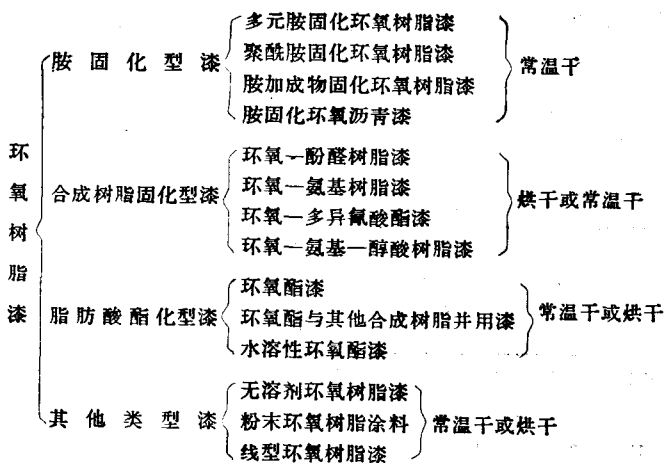
环氧树脂漆是一种优良的防腐蚀涂料。广泛用于化学工业、造船工业或其他工业部门中，主要供涂饰结构、设备、容器和管道等。

环氧树脂漆是一种很好的金属底漆，用于汽车工业或其他工业产品生产。环氧树脂漆还应用于电气工业、航空工业及尖端工业中。

环氧树脂及其涂料工业还在向前发展，高性能的新品种不断出现，其应用范围将逐步扩大。

二、环氧树脂漆的分类

环氧树脂漆目前尚无统一的分类方法，有按固化剂类型分的，有按干燥类型分的，为了使读者对环氧树脂漆有一个概括的了解，现分类如下：



(二) 环氧树脂

一、环氧树脂的类型

环氧树脂是含有环氧基团 ($\text{—CH—CH}_2\text{—}$) 的高分子物，

主要是由环氧氯丙烷和双酚 A 合成的。

环氧树脂的品种很多，目前有以下几大类：

1. 双酚 A 型环氧树脂；是由双酚 A 和环氧氯丙烷合成的。
2. 非双酚 A 型的环氧树脂；是由其他多元醇、多元酚或多元胺和环氧氯丙烷合成的。
3. 脂环族环氧树脂；是由过醋酸环氧化脂环烯烃制得的。

目前双酚 A 环氧树脂产量最大，价格较低，工业上应用

最广泛，所以称双酚A型环氧树脂为通用环氧树脂，简称环氧树脂。

目前我国已经生产的环氧树脂牌号及规格，如表1—1和表1—2所列。

表 1—1 烯炔类环氧化物的牌号及规格

国家统一 一牌号	旧称	规格						
		外观	环氧值 当量/ 100克	比重 20℃	熔点 ℃	粘度 厘泊/ 20℃	沸点 ℃	折光指数 20℃
H-71	6201	淡黄色液体	0.62~ 0.67	1.121	—	<2000	185 (3毫米 汞柱)	—
R-122	6207	白色结晶	1.22	1.331	184	—	—	—
W-95	6300	白色固体	≥0.95	1.153	55	—	—	—
W-95	6400	琥珀色液体	≥0.95	1.153	—	—	—	—
YJ-118	6269	液 体	1.16~ 1.19	1.0326	—	8.4	242	1.4682
Y-132	6206	液 体	1.29~ 1.35	1.0986	—	7.7	227	1.4787
D-17	62000	琥珀色粘性 液体	0.162~ 0.186	0.9012	—	碘值180	—	羟基含量 2~3%

表 1—2 环氧树脂牌号及规格

国家统一 牌 号	旧称	规格					
		软化点 ℃	环 氧 值 当量/100克	有机氯值 当量/ 100克	无机氯值 当量/ 100克	挥发分 %	粘 度 厘泊/ 25℃
E-51	618	—	0.48~0.54	≠0.02	≠0.001	≠2	
E-44	6101	12~20	0.41~0.47	≠0.02	≠0.001	≠1	
E-42	634	21~27	0.35~0.45	≠0.02	≠0.001	≠1	
E-35	637	20~35	0.30~0.40	≠0.02	≠0.005	≠1	
E-31	638	40~55	0.23~0.38	≠0.02	≠0.005	≠1	
E-20	601	64~76	0.18~0.22	≠0.02	≠0.001	≠1	

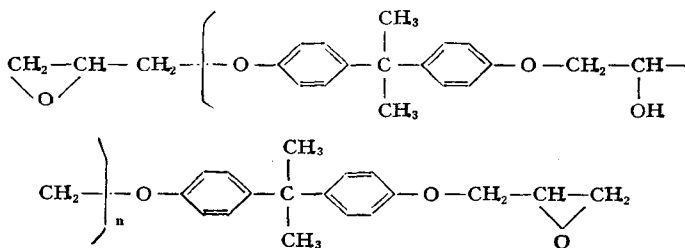
续表

国家统一 牌 号	旧 称	规 格					
		软化点 ℃	环 氧 值 当量/100克	有机氯值 当量/ 100克	无机氯值 当量/ 100克	挥发分 %	粘 度 厘泊/ 25℃
E-14	603	78~85	0.10~0.18	≠0.02	≠0.005	≧1	
E-12	604	85~95	0.09~0.14	≠0.02	≠0.001	≧1	
E-06	607	110~135	0.04~0.07	—	—	—	
E-03	609	135~155	0.02~0.045	—	—	—	
F-44	644	≧40	≦0.44	≠0.1	≠0.005	≧2	
F-46	648	≧70	≦0.44	≠0.08	≠0.005	≧2	
B-63	662	—	0.55~0.71	—	≠0.005	—	≧300
A-95	695	90~95 (熔点)	0.90~0.95	—	—	—	
ET-40	670	20~35	0.35~0.45	≠0.02	≠0.005	≧1	
EG-02	665	(固体含 量<50%) 液体	0.01~0.03	—	—	—	≧40(秒)

二、环氧树脂的性质

1. 环氧树脂的结构特征

环氧树脂的分子结构通式为



环氧树脂是线型分子结构，属热塑性树脂。结构式中的 n 表示聚合度， n 值越大时，分子链越长，分子量越大，羟

基也越多。n 值一般在0~14之间，分子量约在350~4000之间。

环氧树脂的分子主链是由碳—碳键、醚键和双酚基构成的。不论其分子链长或短，它的分子链两端基本上都是环氧基。

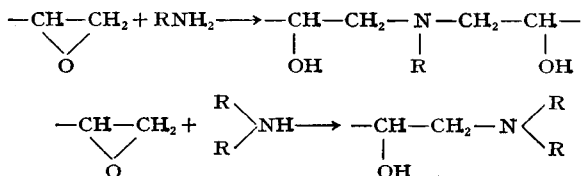
环氧树脂结构中含有羟基和环氧基。这种活性官能团，可以和许多其他合成树脂或化合物发生反应。在涂料制造中或其他应用中就是利用这些化学反应制得多种性能的产品，这是环氧树脂很可贵的性能，也是它在工业上得到广泛应用的原因。

以上所讨论的是指环氧树脂的理论结构。实际环氧树脂的分子结构不是单一的，其中存在一些混杂的结构，例如树脂的分子链一端是双酚基；环氧基与羟基发生反应，分子链的长短是不均一的等，这些混杂结构的存在会影响环氧树脂的性能。

2 环氧树脂的主要反应

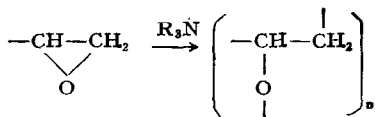
环氧树脂的化学反应就发生在环氧基和羟基上。其中环氧基活性较强，发生反应较多。分述如下：

(1) 环氧基和伯胺、仲胺的反应



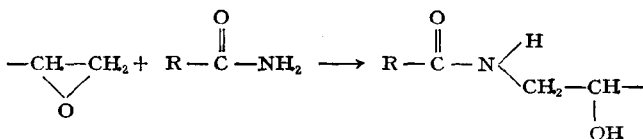
脂肪胺类或芳香胺类的氨基和环氧树脂的环氧基可发生交联反应，使环氧树脂固化。这个反应很重要。胺固化环氧漆就是利用这个反应。

(2) 环氧基和叔胺的反应



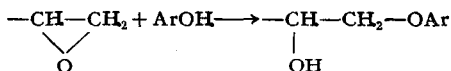
叔胺可使环氧基开环，使环氧树脂自身聚合。所以叔胺类可作为环氧树脂的固化剂。

(3) 环氧基和酰胺的反应



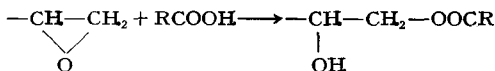
环氧基与酰胺可发生交联反应，使环氧树脂固化。但是反应缓慢，并须在高温下进行。

(4) 环氧基和酚类的反应



环氧树脂的环氧基和酚醛树脂的羟基交联，用于制造环氧—酚醛烘干漆。

(5) 环氧基和羧基的反应



环氧树脂和有机羧酸反应可生成环氧酯，常用的羧酸有植物油脂肪酸、松香酸等。酸酐类可与环氧树脂交联而固化。醇酸树脂中的羧基也可与环氧基交联。

(6) 环氧基和羟基的反应