

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

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

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。分别由马绍斌、虞兆年及周承德执笔编写，最后由虞兆年负责整理。

涂 料 工 艺

第五分册

原燃料化学工业部涂料技术训练班组织编写

化学工业出版社出版

（北京和平里七区十六号楼）

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本787×1092¹/₃₂印张8⁵/₈字数187千字印数1—18,500

1982年6月北京新1版1982年6月北京第1次印刷

统一书号15063·3394定价0.70元

（根据原燃料化学工业出版社活型重印）

前 言

为交流生产经验，培养技术力量，原燃料化学工业部曾于一九七三年举办了涂料技术训练班。根据涂料工业广大职工学习的需要，化学工业出版社邀请训练班教师陈士杰、孙缀等对训练班所用教材进行了审订工作，并组织编者对原稿重新整理后正式出版。

在本书的编写、审订过程中，编者除了参阅许多资料外，还注意了调查研究，从实际生产需要出发选取材料。故本书对生产实践有指导作用，适于从事涂料生产的技术人员和工人阅读，也可供涂料应用部门的人员参阅。

有关单位对本书的编写和审订工作给予了大力的帮助，特别是甘肃油漆厂、北京市油漆厂、天津油漆厂、上海造漆厂、振华造漆厂、开林造漆厂、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、原上海染料涂料研究所、化学工业部涂料工业研究所等单位及有关局、公司自始至终给予极大的支持。在此，一并表示感谢！

《涂料工艺》全书共九个分册，内容如下：

- 第一分册 绪论，油基树脂漆，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 纤维素漆，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。

30577

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，防腐蚀漆，船舶漆，绝缘漆。

第九分册 涂料的施工应用和性能测试。

由于我们的水平有限，本书的缺点和错误在所难免，热切期望读者不吝指正，提出修改意见。

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

三十年代发明了环氧树脂的合成方法，四十年代环氧树脂的应用得到推广，随后瑞士的汽巴公司、美国的壳牌公司相继投入工业生产，此后发展速度很快。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。环氧树脂漆类的增长速度仅次于醇酸树脂漆和氨基树脂漆，在涂料工业中占有重要地位，已广泛应用于汽车工业、造船工业、化学工业和电气工业中。

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。

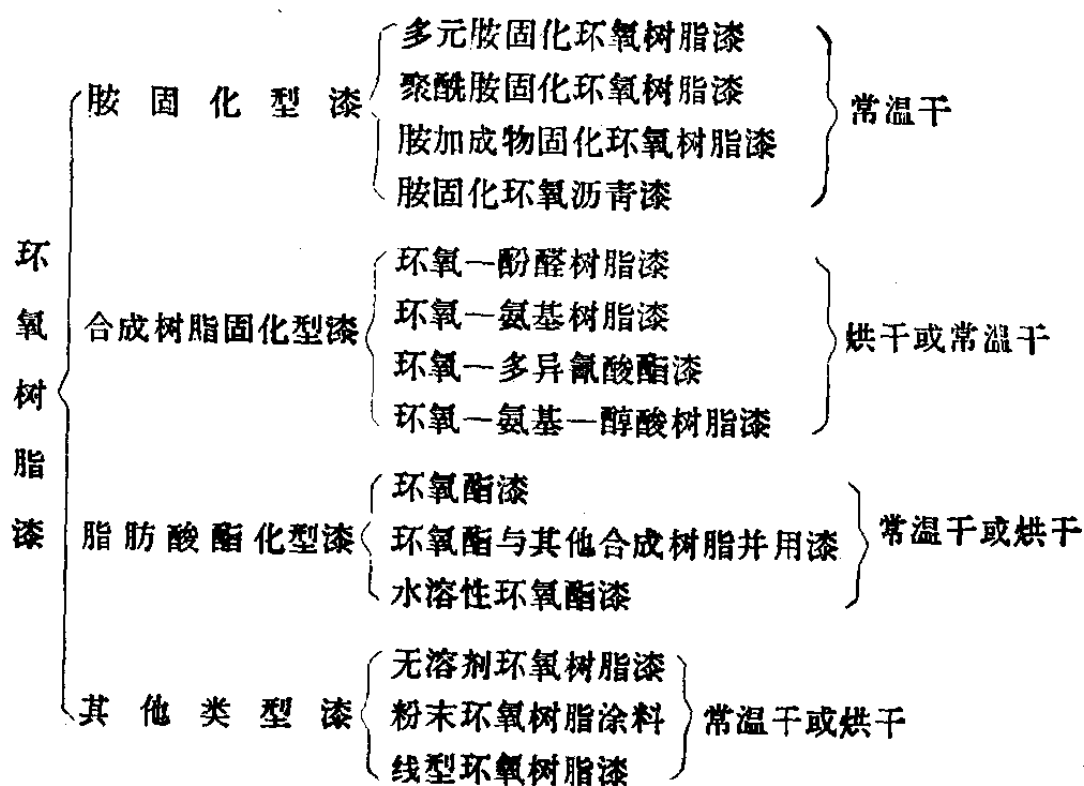
环氧树脂漆是一种优良的防腐蚀涂料。广泛用于化学工业、造船工业或其他工业部门中，主要供涂饰结构、设备、容器和管道等。

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中。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

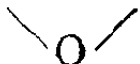
环氧树脂漆目前尚无统一的分类方法，有按固化剂类型分的，有按干燥类型分的，为了使读者对环氧树脂漆有一个概括的了解，现分类如下：



(二) 环氧树脂

一、环氧树脂的类型

环氧树脂是含有环氧基团 (—CH—CH_2) 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°C	熔点 °C	粘度 厘泊/ 20°C	沸点 °C	折光指数 20°C
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 °C	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°C
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	

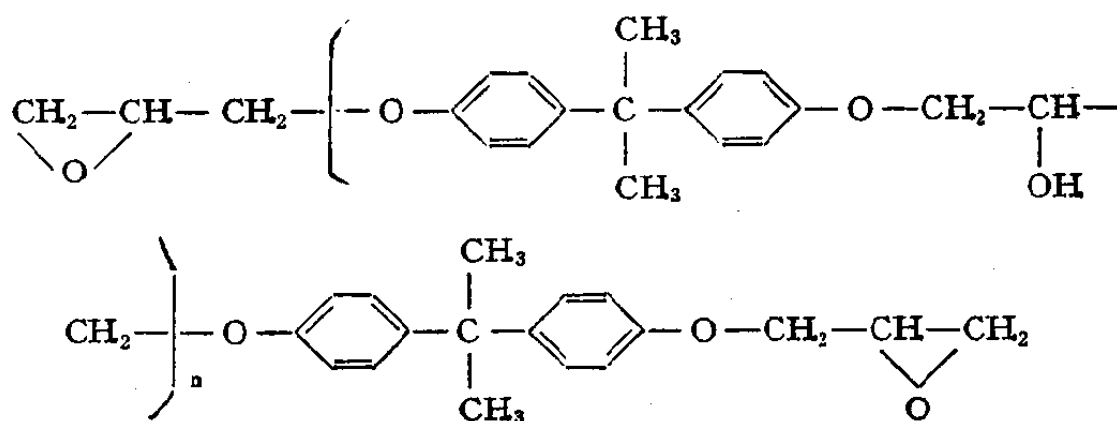
续表

国家统一 牌 号	旧称	規 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。

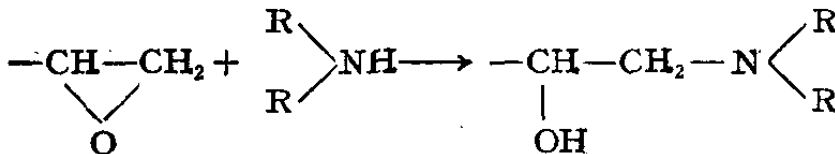
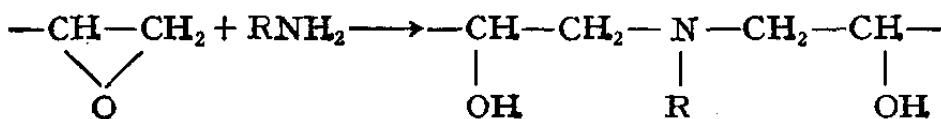
环氧树脂结构中含有羟基和环氧基。这种活性官能团，可以和许多其他合成树脂或化合物发生反应。在涂料制造中或其他应用中就是利用这些化学反应制得多种性能的产品，这是环氧树脂很可贵的性能，也是它在工业上得到广泛应用的原因。

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

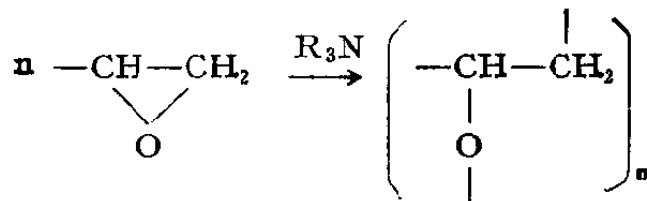
环氧树脂的化学反应就发生在环氧基和羟基上。其中环氧基活性较强，发生反应较多。分述如下：

(1) 环氧基和伯胺、仲胺的反应



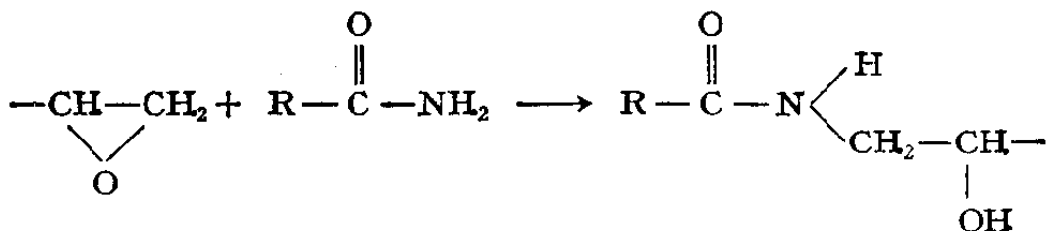
脂肪胺类或芳香胺类的氨基和环氧树脂的环氧基可发生交联反应，使环氧树脂固化。这个反应很重要。胺固化环氧漆就是利用这个反应。

(2) 环氧基和叔胺的反应



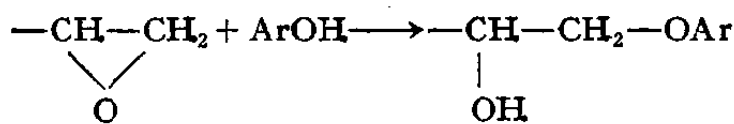
叔胺可使环氧基开环，使环氧树脂自身聚合。所以叔胺类可作为环氧树脂的固化剂。

(3) 环氧基和酰胺的反应



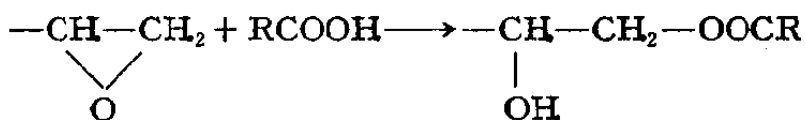
环氧基与酰胺可发生交联反应，使环氧树脂固化。但是反应缓慢，并宜在高温下进行。

(4) 环氧基和酚类的反应



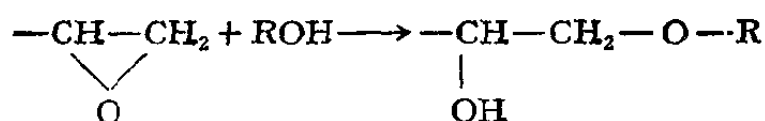
环氧树脂的环氧基和酚醛树脂的羟基交联，用于制造环氧-酚醛烘干漆。

(5) 环氧基和羧基的反应



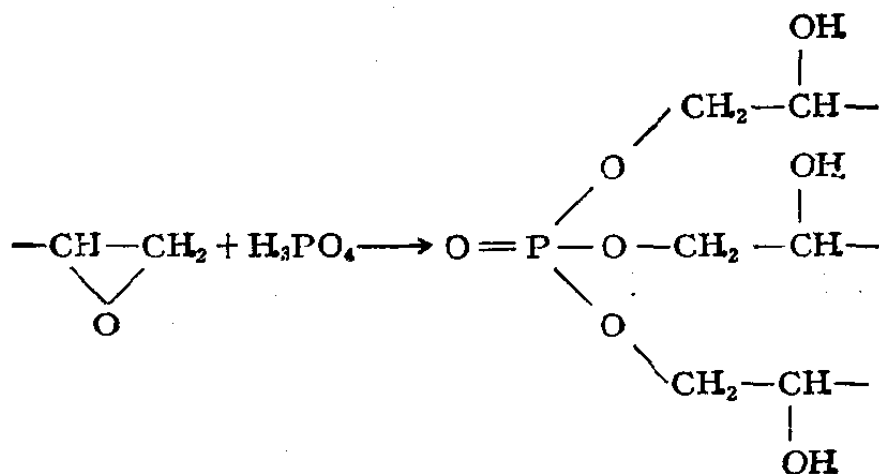
环氧树脂和有机羧酸反应可生成环氧酯，常用的羧酸有植物油脂肪酸、松香酸等。酸酐类可与环氧树脂交联而固化。醇酸树脂中的羧基也可与环氧基交联。

(6) 环氧基和羟基的反应

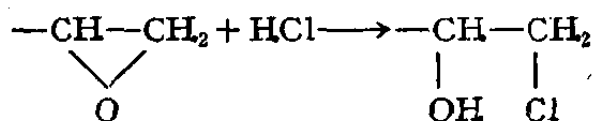


聚酯树脂或醇酸树脂中的羟基可以和环氧基交联，制成烘干型漆。

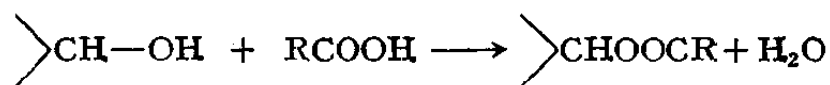
(7) 环氧基和无机酸的反应



环氧树脂和磷酸反应制成环氧酯，可配制防锈底漆。另外还可与HCl反应测定环氧基含量，反应式如下：

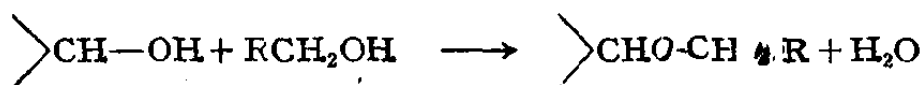


(8) 羟基和羧酸反应



环氧树脂和脂肪酸发生酯化反应，可制成环氧酯涂料。

(9) 羟基和羟甲基的反应



环氧树脂中的羟基可以和酚醛树脂或氨基树脂中的羟甲基交联，制成烘干型漆。

(10) 羟基和有机硅、有机钛的反应