

# 几种典型固化剂对环氧树脂涂料性能的影响

郭 铭 张 锋 许永辉 (海军舰船维修研究所, 100072)

摘要: 本文选取了目前国内市场上常用的几种典型固化剂, 进行了系统的应用测试, 研究了不同类型的固化剂对环氧树脂类涂料性能的影响, 在此基础上提出了环氧树脂涂料适用的固化剂方案以供大家参考。

主题词: 固化剂 环氧树脂 涂料性能

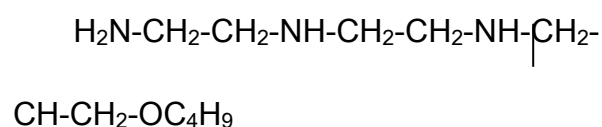
## 一、前言

目前国内市场上所用的环氧树脂固化剂品种繁多, 所述功能也都有不同程度的夸张, 而在实际使用中却发现了不少问题, 如何才能使用户正确选用固化剂产品, 我们在这一方面作了一些研究, 从理论和实际应用中进行了具体探讨。

## 二、理论分析

为了做好这次的对比研究, 我们选取了有代表性的几种固化剂样品进行了分析和试验, 这几种样品分别是 593 固化剂、T31 固化剂、651 固化剂、810 固化剂、酮亚胺固化剂、NX-2040 等, 对这几种固化剂, 从文献和资料的介绍看, 从其理论上分析具有以下特点:

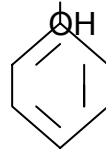
593 固化剂是二亚乙基三胺和环氧丙烷丁基醚加成反应的产物, 其结构式



OH

是,能在室温下和环氧树脂起固化反应,由于其分子结构中含有 C<sub>11</sub> 的长链结构,因此具有较好的韧性和弯曲、冲击强度。

T31 固化剂是多胺、  
的曼尼斯加成多元胺,其



RNHCH<sub>2</sub>-

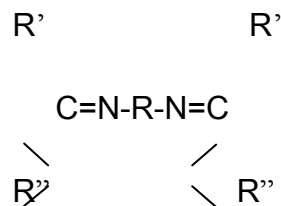
甲醛、苯酚经曼尼斯反应而成  
分子结构大致如下:

T31 固化剂是实际无毒等级的固化剂,应用安全,并能在低温下固化双酚 A 型环氧树脂,可在湿度 80%和水下应用,固化收缩率小。

651 固化剂是一种聚酰胺类环氧树脂固化剂,由桐油酸和多元胺反应制成的桐油酸二聚体多元胺,由于结构中含有较长的脂肪酸碳链和氨基,可使固化产物具有高的弹性和粘接力及耐水性,它的施工性能较好,配料比例比较宽,毒性小,基本无挥发物,能在潮湿的金属和混凝土表面施工,缺点是固化速度较慢,耐热性比较低,热变形温度低,耐汽油、烃类溶剂性差。

810 固化剂是改性胺类固化剂,在水下、潮湿、低温( 0°C)、干燥等条件下,均能固化环氧树脂,也可在带水的表面上进行涂装,具有良好的浸润性。

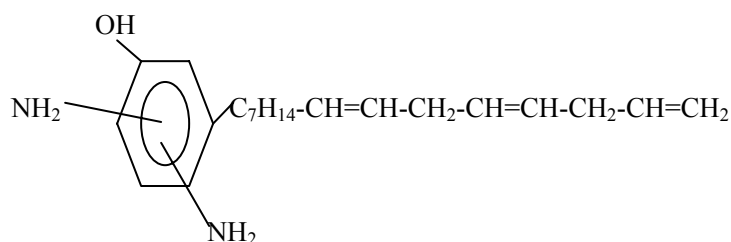
酮亚胺固化剂是酮类与多元胺反应制得的产物,其结构式如下所示,使用酮亚胺类固化剂能配



制成潮湿条件和水下固化涂

料。

NX-2040 是美国卡德莱生产的一种性能独特的，不含苯酚的，多用途取代酚醛胺环氧树脂固化剂。其结构式如下，它的分子结构上即带憎水性优异的长脂肪链，常温反应活性高的脂肪胺，又含抗化学腐蚀的苯环结构。使它即具有一般酚醛胺的低温，潮湿快速固化，又有一般低分子聚酰胺固化剂的长操作期，优异的柔韧性和较宽的树脂混合比。它的独特结构，使它在环保型，高性能，低成本，多用途，快速固化，重防腐环氧树脂涂料中得到广泛的应用。



### 三、试验条件

为了便于比较固化剂的性能，本文按照固化剂说明的配比用量，用同一种环氧树脂材料进行了固化反应，在常温下经过二十四小时后，测其机械性能，并经过了一周时间的保养期，然后在同时进行化学性能的测试。

试验条件如下表所示：

序号	甲组份	乙组份 ( 固化剂 )	甲组份：乙组份 ( E44环氧树脂：固化剂 )	涂刷道数	干膜厚度， $\mu\text{m}$
1	E44环氧 树脂涂料	T31	100：30	2	100
2		651	100：40	2	100
3		810	100：30	2	100
4		酮亚胺	100：25	2	100
5		593	100：30	2	100
6		2040	100：30	2	100

说明：实验室环境温度  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 60%

#### 四、试验结果

1、测试结果见表一及表二：

表一：机械性能测试结果

序号	固化剂名称	附着力	柔韧性	冲击强度	初期硬度	凝胶时间, h	干燥性	
							表干h	实干h
1	T31	1	1	50	4H	4	7	24
2	651	1	1	40	5H	5	7	24
3	810	1	1	50	H	5	8	30
4	酮亚胺	1	1	50	H	6	8	36
5	593	1	1	50	2H	6	10	40
6	2040	1	1	50	2H	5	5	18

表二：化学性能测试结果

序号	固化剂名称	耐油性	耐油-水	耐盐水	耐蒸馏水	耐盐雾		硫酸5%	12%NaOH	溶剂(丙酮)
						原板	划痕			
1	T31	√	水相变色	√	√	√	√	变色大泡	√	中泡
2	651	√	水相变色	√	√	√	√	鼓胀变色	√	大泡
3	810	变色	水相变色	√	√	√	√	鼓胀变色	变色	中泡变色
4	酮亚胺	变色	水相中泡	大量中泡	少量大泡	小泡	中泡	鼓胀变色	中泡	大泡
5	593	变色	水相变色	√	√	√	√	鼓胀变色	√	大泡
6	2040	√	√	√	√	√	√	鼓胀变色	√	中泡
备注	浸泡2400小时，盐雾连续喷雾时间700小时									

说明：表一和表二的测试结果是按涂料测试国家标准进行制板和测试的结果。

## 五、试验分析

1、从表一的试验结果看，机械性能的差异主要体现在漆膜硬度、凝胶时间和漆膜干燥时间上，漆膜硬度的排列顺序（从大到小）依次为：651、T31、2040、593、810、酮亚胺，凝胶时间的排列顺序（从大到小）依次为：酮亚胺、593、2040、651、810、T31，漆膜干燥时间的排列顺序（从大到小）依次为：593、酮亚胺、810、T31、651、2040，综合性能最好的是美国卡德莱公司生产的 2040 固化剂，具有较长的操作使用期，同时又有较快的干燥时间，漆膜硬度也适中，表一的测试结果中有一项数据比较反常，也就是 651 的柔韧性较差和初期硬度很高，从性能介绍看，651 固化剂应有较好的柔韧性，而初期硬度也不应太高，分析原因可能与固化剂的用量有关系，用量太大，可以加快干燥速度，但同时也会牺牲某些性能，因此在使用时要综合考虑情况而定。

2、从表二的试验结果看，化学性能的差异主要体现在耐油性、耐油水混合性、耐酸性和耐溶剂性上，从表中可看出，环氧树脂的通病是耐酸性和耐丙酮溶剂性较差，酮亚胺类水下环氧固化剂，由于其分子结构中含有水分子基团，因此耐水和耐盐雾性能较差，T31 固化剂、651 固化剂耐油水混合性较差，810 固化剂、593 固化剂耐油性和耐油水混合性能较差，T31、651、810 和 593 固化剂的其他性能都不错，综合比较化学性能，最好的还是美国卡德莱公司生产的 2040 固化剂，具有优异的耐化学腐蚀性能。

## 六、结论

根据以上试验分析，我们得出以下几个结论，以供大家参考：

1、这几种固化剂都可用作环氧树脂的常温固化剂，但在选用固化剂时，应根据所处的环境来确定固化剂的品种和用量，如在潮湿环境下，可用酮亚胺和 810 固化剂，而酮亚胺固化剂受水份影响则更大一些；在高温环境下，可选用凝胶时间长的固化剂来提高涂料的适用期，可选用 2040 固化剂。在用量上要考虑整体效果，如使用 651 固化剂时不能只考虑干燥速度而影响了其机械和化学性能。

2、由于各种固化剂的结构不同，对环氧树脂涂料性能的影响不同，为了达到一种较好的性能，可采用多种固化剂复配方式来满足要求，如使用 T31 固化剂和 2040 固化剂可以提高涂料的适用期，同时可以提高漆膜的初期硬度。

3、从试验分析可看出，2040 固化剂的综合性能是所有固化剂中最好的，其具有较快的干燥速度，同时又有较长的适用期，可在夏季施工时不产生爆聚等现象，而在气温较低时也具有较快的干燥速度，因此适用范围较广，同时又具有较好的耐化学腐蚀性能，是一种较理想的环氧树脂固化剂。

4、环氧树脂涂料的耐酸性能普遍较差，因此在设计耐酸涂料时，应考虑与其他树脂，如聚乙烯树脂等复配使用。

5、本试验有一定的局限性，试验分析及结论仅供参考。

#### 参考文献：

- 1、《环氧树脂生产与应用》 王德中主编，2001 年化学工业出版社出版。
- 2、各种固化剂使用说明书。
- 3、《防腐蚀涂料和涂装》 虞兆年编著，2002 年化学工业出版社出版。