

环. 氧 树 脂

陈声銳 編 著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

环氧树脂是含有环氧基的高分子聚合物，它具有許多优良的性能，在机械、电气、建筑、运输等許多部門中有着愈来愈广泛的应用。

本书除首先介紹环氧树脂的一般概念外，着重叙述环氧树脂的制造方法，从原料单体至树脂合成、硬化及其在各方面的应用；最后介绍了其他一些新型的环氧树脂。

本书內容結合实际，介紹也較全面。可供环氧树脂生产及应用部門的工程技术人員参考。

环 氧 树 脂

陈声銳 編著

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路460号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印張 6 4/32 排版字數 128,000

1961年9月第1版 1964年11月第2次印刷

印數 2,501—6,000

統一書號 15119·1580 定價(科六) 0.70 元

目 录

序 言

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第一章 緒論 | 1 |
| 一、环氧树脂的发展概况 | 1 |
| 二、环氧树脂的特点及各种类型 | 2 |
| 三、硬化后环氧树脂的性能及应用范围 | 7 |
| 第二章 环氧树脂的合成 | 13 |
| 一、环氧氯丙烷 | 13 |
| 1 环氧氯丙烷的合成..... | 13 |
| (一)实验室制法 (二)工业制法 | |
| 2. 环氧氯丙烷的性质..... | 23 |
| (一)与胺类的反应 (二)与羟基的反应 (三)水解反 | |
| 应 (四)聚合反应 | |
| 二、二酚基丙烷 | 30 |
| 1. 二酚基丙烷的合成..... | 30 |
| (一)实验室制法 (二)工业制法 | |
| 2. 二酚基丙烷的性质..... | 34 |
| 三、环氧树脂 | 36 |
| 1. 反应机理..... | 36 |
| 2. 环氧树脂的实验室制法..... | 46 |
| (一)低分子量环氧树脂的制法 (二)高分子量环氧树脂 | |
| 的制法 | |
| 3. 环氧树脂的工业制法..... | 49 |
| (一)低分子量环氧树脂的制法 (二)高分子量环氧树脂 | |
| 的制法 | |

| | |
|-------------------------------------|------------|
| 4. 各种因素对环氧树脂合成的影响 | 51 |
| 第三章 环氧树脂的硬化 | 56 |
| 一、多元胺类 | 56 |
| 1. 脂肪族伯胺类 | 59 |
| (一)乙二胺 (二)二次乙基三胺 (三)二乙氨基丙胺 | |
| (四)胺类加成物 (五)胺类混合物 | |
| 2. 脂肪族仲胺及叔胺类 | 71 |
| (一)环状脂肪族胺——六氢吡啶 (二)叔胺及其盐类 | |
| 3. 芳香族胺类 | 75 |
| (一)间苯二胺 (二)4,4'-二氨基二苯基甲烷 (三)二 | |
| 氨基二苯磺 (四)芳香胺共熔混合物 | |
| 4. 酰胺类及潜性硬化剂 | 81 |
| 二、酸酐类 | 82 |
| 1. 二元酸 | 85 |
| 2. 邻苯二甲酸酐 | 85 |
| 3. 顺丁烯二酸酐 | 88 |
| 4. 均苯四甲酸酐 | 89 |
| 5. 六氟代邻苯二甲酸酐 | 93 |
| 6. 顺丁烯二酸酐衍生物 | 95 |
| 7. 十二烷基代顺丁烯二酸酐 | 95 |
| 8. 二氯代顺丁烯二酸酐 | 95 |
| 9. 六氟内次甲基四氟苯二甲酸酐 | 96 |
| 三、其他类 | 98 |
| 1. 酚醛树脂 | 98 |
| 2. 苯胺甲醛树脂 | 102 |
| 3. 脲醛树脂及三聚氰胺甲醛树脂 | 102 |
| 4. 糠醛树脂 | 102 |
| 5. 聚酯树脂及其他 | 103 |
| 第四章 环氧树脂的应用 | 104 |

| | |
|---------------------------|------------|
| 一、粘合 | 104 |
| 1. 稀釋剂 | 105 |
| 2. 填充剂 | 110 |
| 3. 粘合件的表面处理 | 112 |
| 4. 粘合工艺 | 113 |
| 5. 各种粘合剂的配方 | 115 |
| 二、澆鑄 | 118 |
| 1. 增韧剂 | 119 |
| (一)聚酰胺 (二)聚硫橡胶 | |
| 2. 澆鑄工艺 | 128 |
| 3. 各种澆鑄剂的配方 | 129 |
| 三、泡沫塑料 | 130 |
| 1. 化学泡沫 | 130 |
| 2. 合成泡沫 | 133 |
| 四、层压 | 133 |
| 1. 玻璃纖維及玻璃布 | 133 |
| 2. 玻璃鋼的制造工艺 | 134 |
| 五、涂复 | 142 |
| 1. 未酯化的环氧树脂涂料 | 142 |
| (一)冷干漆 (二)烘干漆 | |
| 2. 酯化的环氧树脂涂料 | 148 |
| 第五章 其他类型环氧树脂 | 151 |
| 一、甘油环氧树脂 | 151 |
| 1. 甘油环氧树脂的制法 | 151 |
| 2. 甘油环氧树脂的应用 | 153 |
| 二、三聚氰酸环氧树脂 | 154 |
| 1. 三聚氰酸环氧树脂的制法 | 157 |
| 2. 三聚氰酸环氧树脂的应用 | 161 |
| 三、酚醛环氧树脂 | 164 |

| | |
|----------------------|-----|
| 四、季戊四醇环氧树脂 | 169 |
| 五、多元苯酚类环氧树脂 | 173 |
| 附录 环氧树脂化学性能的测定 | 178 |
| 参考文献 | 185 |

第一章 緒 論

一、环氧树脂的发展概况

环氧树脂是含有环氧基的高分子聚合物。它的优良性能被发现和被采用仅是最近几年的事。

远在1860年,伍兹(Wurtz)就已研究了环氧乙烷的聚合作用;1891年,林德曼(Lindmann)用对苯二酚与环氧氯丙烷缩聚成一种树脂,它可以用有机多元酸酐作硬化剂使树脂硬化,但在应用方面还没有引起人们的注意。到1930年,德国保尔·希拉克(Paul Schlack)开始研究环氧树脂的合成以及它的应用;1938年,瑞士的庇礼·卡斯登(Pierre Castan)及美国的格林里(Greenlee)等先后作了进一步的研究,用有机多元胺类作硬化剂使树脂硬化,于是环氧树脂得到进一步的发展。

环氧树脂正式大规模的应用开始于1950年,最初是用它来制造涂料,性能很好,但用量不大。直到它在机械工业,特别是飞机和汽车工业上金属结构的粘結,以及电工等方面获得了广泛用途后,得到飞跃发展。

由于环氧树脂是指含有环氧基的高分子聚合物,因而它的类型非常繁多。环氧氯丙烷是各种类型环氧树脂的主要单体,它可以与各种多元酚类、多元醇类等缩聚成环氧树脂。为了便于区别起见,在环氧树脂名词前面加上不同单体的名称,

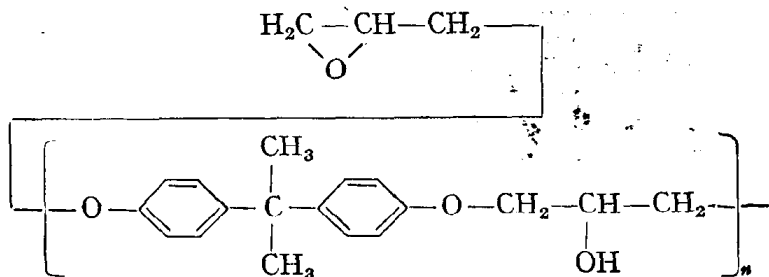
如二酚基丙烷环氧树脂（环氧氯丙烷与二酚基丙烷缩聚而成）、酚醛环氧树脂（环氧氯丙烷与酚醛树脂缩聚而成）、甘油环氧树脂（环氧氯丙烷与甘油缩聚而成）等。其中以二酚基丙烷环氧树脂用途较广，人们对这种类型的高聚物的研究比较普遍和深入，所以目前环氧树脂这个名词是指二酚基丙烷环氧树脂。本书所介绍的重点也就是指这一类型的环氧树脂，至于其他类型的，将在第五章中进行讨论。

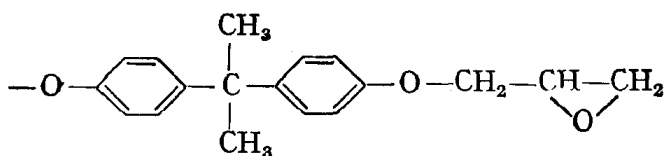
由于环氧树脂在电工和机械方面具有很多优良性能，如高度的电绝缘性和粘合性等，因而引起了人们的重视。国外的许多国家都广泛地加以采用。

近年来，随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，各工业部门对环氧树脂迫切需要，加上它具有优良的性能，应用范围正在不断扩大，这就为环氧树脂今后的发展开辟了广阔的前途。

二、环氧树脂的特点及各种类型

环氧树脂是由环氧氯丙烷与二酚基丙烷缩聚而成的高聚物，具有一般高聚物的通性，根据不同的条件可以制得不同分子量的树脂，平均分子量一般是在 300~7000 之间，它的结构式如下：



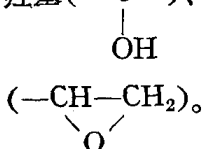


式中 $n=0\sim 19$ ，当 $n=0$ 时得到的是琥珀色或淡黄色的低分子量树脂，但当 $n\geq 2$ 时得到的是固体的高分子量树脂。

环氧树脂具有下列特点：

1. 粘合力高

环氧树脂的高度粘合力，是由于结构中含有脂肪族羟基（ ---C--- ）、醚基（ ---O--- ）及其中极为活泼的环氧基



羟基和醚基的极性，使得环氧树脂分子和相邻表面之间产生电磁吸力，而且环氧基与含有活泼氢的金属表面起反应生成化学键，因而粘合力特别强。

2. 收缩性小

环氧树脂在硬化时没有副产物产生，不会产生气泡，因而收缩率小，是热固性树脂中收缩性最小的一种。此外，热膨胀系数小，受冷热温度的影响小，因而提供了树脂用途的广泛性。

3. 稳定性高

很多硬化剂都可以使环氧树脂硬化。通常在室温或稍加一些热度就可以操作。环氧树脂在未加入硬化剂时是热塑性树脂，不会受热硬化，所以稳定性高，可以放置很久不会变质。

根据不同的条件，可以制造出各种不同分子量的高聚物。

各国环氧树脂有各种不同的牌号, 见表 1-1~表 1-6。

表 1-1 上海有机化学工业公司环氧树脂规格

| 名 称 | 软化点 (°C) | 色 调 | 环氧值(当量/100克树脂) |
|------|----------|-----|----------------|
| #101 | 8~12 | — | 0.38~0.42 |
| #628 | 8~12 | 12 | 0.43~0.59 |
| #634 | 20~28 | 12 | 0.32~0.47 |
| #637 | 30~38 | 12 | 0.23~0.33 |
| #601 | 64~76 | 12 | 0.18~0.22 |
| #604 | 80~95 | 12 | 0.09~0.11 |

表 1-2 苏联环氧树脂规格

| 名 称 | 环氧基含量 (%) | 环氧值 | 挥发物 (%) | 含氮量 (%) |
|------|-----------|-----------|--------------------|---------|
| ЭД 5 | >20 | >0.47 | <2.5(100~105°C至恒重) | — |
| ЭД 6 | 14~18 | 0.33~0.42 | <1.0(在 100°C 3 小时) | 无 |
| Э 37 | 11~17 | 0.26~0.40 | <0.5(在 100°C 2 小时) | <0.005 |

表 1-3 美国 Shell 公司环氧树脂规格

| 名 称 | 软化点 (°C) | 色调 (25°C) | 环氧当量 | 环氧值 | 平均分子量 | 粘度 ^① (25°C, 厘泊) |
|-----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------------------|
| Epon 562 ^① | 液 | 5 | 140~165 | 0.6~0.71 | 300 | 150~210 |
| 815 ^② | 液 | 8 | 175~210 | 0.48~0.57 | 340~400 | 500~900 |
| 820 ^② | 液 | 8 | 175~210 | 0.48~0.57 | 350~400 | 4000~10000 |
| 828 | 液 | 12 | 175~210 | 0.48~0.57 | 350~400 | 5000~15000 |
| 834 | 液 | 10 | 225~290 | 0.34~0.44 | 450 | A ₂ ~A ₁ |
| 864 | 40~50 | 8 | 300~375 | 0.27~0.33 | 700 | A ₁ ~B |
| 1001 | 64~76 | 8 | 450~525 | 0.19~0.22 | 900~1000 | C~G |
| 1004 | 95~105 | 6 | 870~1025 | 0.10~0.12 | 1400 | Q~U |
| 1007 | 125~132 | 8 | 1650~2050 | 0.05~0.06 | 2900 | Y~Z |
| 1009 | 145~155 | 11 | 2400~4000 | 0.03~0.04 | 3800 | Z ₂ ~Z ₅ |

① 是指甘油环氧树脂

② 含有稀释剂

③ 于 45% 丁基卡必醇 (Butyl Carbitol) 中测定

表 1-4 美国 Jone-Dabney 公司环氧树脂规格

| 名 称 | 软化点 (°C) | 色调 (25°C) | 环氧当量 | 环氧值 | 平均 分子量 | 粘度(25°C, 厘 泊) |
|------------|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------------------------|
| Epirez 510 | 液 | 6 | 180~200 | 0.50~0.56 | 350~400 | 9000~18000 |
| 515 | 20~28 | 4 | 235~275 | 0.36~0.43 | 460 | A ₂ ~A ₁ |
| 520 | 65~75 | 4 | 450~525 | 0.19~0.22 | 900 | C~G ₁ |
| 522 | 75~85 | 3 | 550~650 | 0.15~0.18 | 1100 | F~J |
| 530 | 95~105 | 3 | 860~1015 | 0.10~0.12 | 1400 | Q~U |
| 540 | 127~133 | 3 | 1600~2000 | 0.05~0.06 | 2900 | X~Z |
| 550 | 145~155 | 4 | 2400~4000 | 0.03~0.04 | 3800 | Z ₂ ~Z ₅ |

表 1-5 瑞士 Ciba 公司环氧树脂规格

| 名 称 | 软化点 (°C) | 色调 (25°C) | 环氧当量 | 环氧值 | 粘度(25°C, 厘 泊) |
|---------------|-------------|--------------|------|------|------------------|
| Araldile 502① | 液 | 4 | 250 | 0.40 | 3000 |
| 6005 | 液 | 4 | 190 | 0.53 | 8000 |
| 6010 | 液 | 4 | 195 | 0.51 | 16000 |
| 6020 | 液 | 4 | 210 | 0.48 | 19000 |
| 6030 | 液 | 5 | 225 | 0.44 | 35000 |
| 6040 | 25 | 5 | 265 | 0.38 | 90000 |
| 6060 | 60 | 6 | 425 | 0.24 | 1000② |
| 6071 | 70 | 6 | 485 | 0.21 | E |
| 6075 | 84 | 6 | 690 | 0.15 | L |
| 6084 | 100 | 6 | 935 | 0.11 | S |
| 6097 | 130 | 6 | 1785 | 0.06 | Z ₁ |
| 6099 | 150 | 8 | 3225 | 0.03 | Z ₃ |

① 含有增塑剂

② 指 130°C 时

表 1-6 美国 Bakelite 公司环氧树脂规格

| 名称 (Bakelite) | 软化点 (°C) | 色调 (25°C) | 环氧当量 | 环氧值 | 平均分子量 | 粘度 (25°C, 厘泊) |
|------------------|-------------|--------------|---------|-----------|----------|---------------------|
| ERL-2774 | 液 | 10 | 180~200 | 0.50~0.55 | 350~400 | 10500~19500 |
| ERL-3794 | 液 | 5 | 170~182 | 0.55~0.59 | 350~400 | 7200~19200 |
| ERL-2795① | 液 | 9 | 179~194 | 0.51~0.56 | 340~400 | 500~900 |
| ERLA-3001② | 25 | — | — | — | — | 1600~1700 (60°C) |
| EKRA-2002 | 65~75 | 5 | 450~525 | 0.19~0.22 | 900~1000 | C~G |
| EKRD-2003 | 95~100 | 6 | 875~975 | 0.10~0.11 | 1400 | Q~U |

环氧树脂的粘合力非常强,超过所有粘合剂,而且耐化学
品性能优良。表 1-7 是环氧树脂和各种粘合剂效果的比较。

表 1-7 环氧树脂和各种粘合剂的使用效果比较

| 粘 合 剂 | 成 本 | 粘 合 性 能 | | | | 耐 腐 蚀 性 能 | | | | | 总 评 分 |
|-----------------|--------|---------|----|----|----|-----------|---------------|----|---|----|-------------|
| | | 木材 | 金属 | 瓷器 | 橡胶 | 水 | 非极 性 溶剂 | 碱 | 酸 | 菌 | |
| 瀝青 | 10 | 5 | 5 | 3 | 7 | 6 | 1 | 8 | 8 | 10 | 63 |
| 氧杂印树脂 | 9 | 5 | 6 | 3 | 7 | 8 | 1 | 10 | 8 | 10 | 67 |
| 聚苯乙烯 | 8 | 3 | 2 | 2 | 5 | 8 | 1 | 10 | 8 | 10 | 57 |
| 聚甲基丙烯酸乙酯 | 6 | 4 | 3 | 5 | 6 | 8 | 2 | 5 | 7 | 10 | 56 |
| 聚甲基丙烯酸甲酯 | 6 | 3 | 2 | 3 | 6 | 8 | 3 | 8 | 7 | 10 | 56 |
| 聚氯乙烯 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 8 | 6 | 10 | 9 | 10 | 76 |
| 醋酸乙烯与氯乙烯 共聚物 | 7 | 8 | 6 | 7 | 5 | 8 | 5 | 9 | 9 | 10 | 74 |
| 聚醋酸乙烯 | 8 | 7 | 7 | 7 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6 | 10 | 74 |
| 聚乙烯醇 | 5 | 2 | 2 | 2 | 6 | 1 | 7 | 1 | 3 | 10 | 41 |
| 聚乙烯醇缩醛 | 4 | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 5 | 3 | 5 | 10 | 64 |
| 聚偏氯乙烯 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 8 | 7 | 8 | 9 | 10 | 76 |

① 含有稀释剂

② 酚醛环氧混合树脂

續表 1-7

| 粘 合 剂 | 成 本 | 粘 合 性 能 | | | | 耐 腐 蝕 性 能 | | | | | 总 评 分 |
|---------|--------|---------|----|----|----|-----------|-----------|----|---|----|-------------|
| | | 木材 | 金属 | 瓷器 | 橡胶 | 水 | 非极性 溶剂 | 碱 | 酸 | 菌 | |
| 有机硅 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 10 | 7 | 6 | 6 | 10 | 72 |
| 聚氨基甲酸酯 | 2 | 10 | 10 | 9 | 10 | 7 | 8 | 4 | 4 | 10 | 74 |
| 醇酸树脂 | 8 | 7 | 5 | 6 | 7 | 7 | 2 | 2 | 5 | 10 | 50 |
| 天然橡胶 | 7 | 4 | 4 | 3 | 8 | 7 | 3 | 10 | 8 | 10 | 64 |
| 异戊二烯橡胶 | 5 | 4 | 8 | 4 | 7 | 9 | 3 | 10 | 9 | 10 | 60 |
| 异丁橡胶 | 6 | 3 | 6 | 2 | 8 | 8 | 3 | 10 | 9 | 10 | 65 |
| 氯化橡胶 | 6 | 5 | 7 | 4 | 7 | 6 | 3 | 10 | 9 | 10 | 67 |
| 丁苯橡胶 | 7 | 7 | 6 | 5 | 8 | 7 | 3 | 10 | 9 | 10 | 72 |
| 丙烯酸橡胶 | 6 | 6 | 8 | 6 | 9 | 7 | 5 | 8 | 8 | 10 | 73 |
| 氯丁橡胶 | 6 | 7 | 7 | 5 | 8 | 8 | 3 | 10 | 8 | 10 | 73 |
| 聚硫橡胶 | 5 | 5 | 4 | 2 | 4 | 6 | 8 | 3 | 5 | 10 | 52 |
| 硝酸纤维 | 6 | 5 | 1 | 5 | 5 | 3 | 2 | 2 | 4 | 10 | 43 |
| 醋酸纤维 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 9 | 35 |
| 乙酸丁酸纤维 | 4 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 9 | 35 |
| 甲基纤维 | 5 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 6 | 3 | 3 | 9 | 35 |
| 乙基纤维 | 5 | 3 | 1 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 9 | 37 |
| 羧基代甲基纤维 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 6 | 1 | 4 | 9 | 33 |
| 不饱和聚酯树脂 | 7 | 8 | 2 | 5 | 7 | 7 | 6 | 1 | 6 | 10 | 59 |
| 尿素树脂 | 7 | 9 | 2 | 2 | 2 | 6 | 9 | 5 | 5 | 10 | 57 |
| 三聚氰胺树脂 | 6 | 10 | 2 | 2 | 2 | 7 | 9 | 5 | 5 | 10 | 58 |
| 酚醛树脂 | 7 | 8 | 2 | 6 | 7 | 8 | 10 | 7 | 8 | 10 | 73 |
| 环氧树脂 | 4 | 10 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 10 | 82 |
| 呋喃树脂 | 6 | 7 | 1 | 8 | 7 | 8 | 10 | 10 | 8 | 10 | 76 |

注：表内所示的阿拉伯数字 1、2 是指不良；3、4 是指稍好；5、6 是指中等；7、8 是指良好；9、10 是指优良。

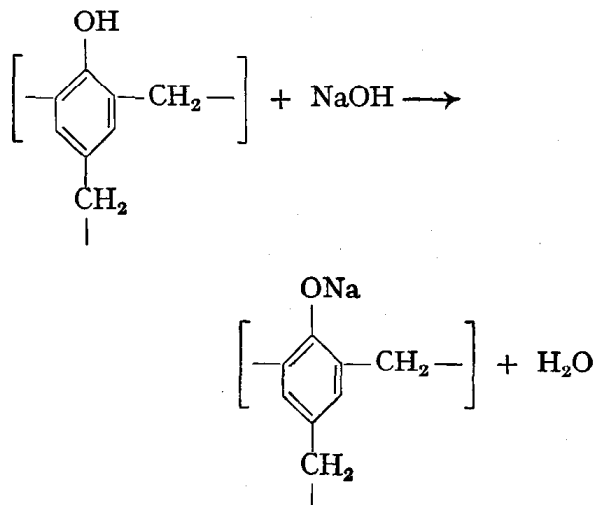
三、硬化后环氧树脂的性能及应用范围

环氧树脂是热塑性树脂，本身不会硬化，但在加入硬化剂以后变成热固性树脂，是一种不熔不溶的产物，具有很多优良

性能:

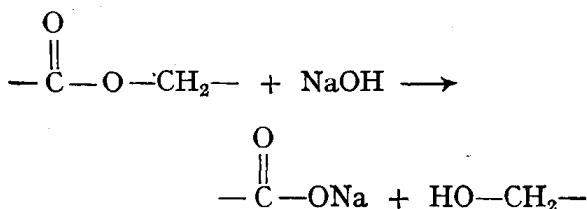
1. 耐化学品稳定性高

硬化后的环氧树脂, 由于含有稳定的苯环、醚键, 因而耐化学溶剂性能佳; 其中含有脂肪性羟基与碱不起作用, 与酚醛树脂、聚酯树脂不同。酚醛树脂含有酚性羟基与碱能起反应:



苯环中羟基的 H 被 Na 取代生成可溶性产物, 故对碱不稳定。

聚酯树脂含有酯键, 在碱中会被水解生成醇及酸盐:



硬化好的环氧树脂不受这个影响, 因为原来的酚性羟基

已被醚化, 存在的羟基又是脂肪醇性能。

硬化后环氧树脂的耐化学品性能见表 1-8, 由于它可以耐一般酸碱及有机溶剂的侵蚀, 适宜于制造各种设备的保护层涂料。

表 1-8 环氧树脂耐化学品性能

| 试剂名称 | 温度 (°C) | 性能 |
|-----------|---------|-----------------------|
| 蒸馏水 | 20~70 | 12 个月, 稳定 |
| 水 | 20~70 | 6 个月, 稳定 |
| 水 | 100 | 3 个月, 稳定 |
| 丙酮水溶液 10% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 50% | 20 | 6 个月, 外部不变, 但吸收增重 15% |
| 过氧化氢 30% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 氢氧化钠 10% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 10% | 60~100 | 6 个月, 完全破坏 |
| 盐酸 10% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 50% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 50% | 100 | 6 个月, 完全破坏 |
| 100% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 100% | 60 | 6 个月, 呈棕色 |
| 肥皂水 50% | 20~100 | 6 个月, 稳定 |
| 硫酸 10% | 20~100 | 6 个月, 稳定 |
| 50% | 20~60 | 6 个月, 稳定 |
| 50% | 100 | 10 天, 完全溶解 |
| 75% | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 浓硫酸 | 20 | 5 天, 完全溶解 |
| 盐水 10% | 20~70 | 6 个月, 稳定 |
| 冰醋酸 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 汽油 | 20~80 | 6 个月, 稳定 |
| 苯 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 苯 | 60~80 | 4~10 天, 完全破坏 |
| 丁醇 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 甘油 | 20~100 | 6 个月, 稳定 |
| 矿物油 | 20~70 | 1 年, 稳定 |

續表 1-8

| 試劑名稱 | 溫度 (°C) | 性 能 |
|--------|---------|----------------------|
| 四氯化碳 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 甲苯 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 环己醇 | 20 | 6 个月, 稳定 |
| 氟化鉀電鍍液 | 80 | 6 个月, 稳定 |
| 醋酸丁酯 | 20 | 20 天, 溶脹 |
| 氯磺酸 | 20 | 20 小时, 完全溶解 |
| 丁烯醚 | 20 | 4 天, 完全破坏 |
| 二氧六环 | 20 | 4 天, 完全破坏 |
| 甲酚 | 20 | 1 个月, 溶脹, 3 个月, 完全破坏 |
| 氯化硫酰 | 20 | 20 小时, 完全破坏 |
| 三氯乙烯 | 20 | 3 星期, 完全破坏 |
| 环己酮 | 20 | 6 个月, 部分破坏 |

2. 电絕緣性能优良

硬化后环氧树脂的电性能极佳, 見表 1-9。可以澆鑄各种电器零件, 如电容器、变压器等。环氧树脂澆鑄品与其他树脂澆鑄品性能的比较見表 1-10。

表 1-9 环氧树脂的物理性能

| 項 目 | 数 据 |
|------------------------------|------------------------------------|
| 抗拉强度(公斤/厘米 ²) | 650~800 |
| 抗弯强度(公斤/厘米 ²) | 900~1200 |
| 抗压强度(公斤/厘米 ²) | 1100~1300 |
| 抗冲强度(公斤·厘米/厘米 ²) | 10~20 |
| 耐热性(°C, 馬丁法 Martin) | 105~130 |
| 击穿电压(仟伏/毫米, 室溫) | 35 |
| 損耗因数(仟伏/毫米, 50 周/秒) | 0.007~0.009 |
| 体积电阻(欧姆-厘米) | 10 ¹⁶ ~10 ¹⁷ |

注: 此系 Araldite 广告数据

表 1-10 环氧树脂与其他树脂浇铸品性能的比较

| 项 目 | 酚醛树脂 | 环氧树脂 | 聚酯树脂 | 有机硅 |
|------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|
| 比重 | 1.30~1.32 | 1.15 | 1.10~1.46 | 1.7~1.9 |
| 抗拉强度(公斤/厘米 ²) | 420~630 | 840~1050 | 420~700 | 210~490 |
| 抗压强度(公斤/厘米 ²) | 875~1050 | 1050 | 910~1690 | 630~1260 |
| 抗弯强度(公斤/厘米 ²) | 770~1190 | 1083 | 595~1190 | 686 |
| 抗冲强度(依氏 Izod) | 0.25~0.40 | 0.192 | 0.2~0.4 | 4.2 |
| 硬度(M洛氏 Rockwell) | 120 | 112 | 115 | 45 |
| 热膨胀系数(10 ⁻⁶ , °C) | 60~80 | 60 | 80~100 | 308 |
| 连续耐热性(°C) | 71 | 177 | 121 | 249 |
| 热变形温度(°C) | 78~82 | 300 | 60~100 | — |
| 体积电阻(欧姆-厘米) | 10 ¹² ~10 ¹³ | 10 ¹⁷ | 10 ¹⁴ | 10 ¹¹ ~10 ¹³ |
| 介质常数(60周/秒) | 6.5~7.5 | 3.8 | 3.0~4.36 | 4~5 |
| 介质强度(仟伏/厘米) | 18.8~18.7 | 17.7~19.7 | 14.9~19.7 | 7.28 |
| 损耗因数 仟伏/毫米,60周/秒 | 0.1~0.15 | 0.002 | 0.003 | 0.0055 |
| 抗电弧(秒) | 100~125 | 100~140 | 125 | — |
| 吸水率(% , 24 小时) | 0.12~0.36 | 1.10 | 0.15~0.60 | — |
| 弱酸影响 | 微 | 无 | 微 | 微 |
| 强酸影响 | 腐蚀 | 微 | 腐蚀 | 腐蚀 |
| 弱碱影响 | 微 | 无 | 微 | 微 |
| 强碱影响 | 分解 | 微 | 分解 | 腐蚀 |
| 有机溶剂影响 | 有些会腐蚀 | 耐腐蚀 | 酮类及含氧溶剂会腐蚀 | 有些会腐蚀 |
| 收缩率(%) | 8~10 | 1~2 | 4~6 | 4~8 |
| 对金属、玻璃、塑料、耐火材料等粘合性能 | 良好 | 良好 | 稍好 | 不好 |

3. 机械性能高

环氧树脂粘合力相当强,可以粘合各种材料:金属、非金属材料,粘合后的材料的抗剪强度相当高。环氧树脂粘合剂对飞机结构材料的粘結方面有重要的意义。純环氧树脂硬化后的性能见表 1-9。

环氧树脂主要用途是作金属压鑄的模具,它可以用金属、