

合成树脂与塑料工艺叢書

第 四 冊

环 氧 树 脂

楊耀華 楊素芳 張延熙 合編

化学工业出版社

为配合塑料工业的发展，我社陆续出版一套合成树脂与塑料工艺丛书。在这套丛书里，分别介绍各种树脂和塑料的工艺制造过程、所用原料及产品的性能和用途，供一般工程技术人员参考，并供管理人员和具有一定水平的工人阅读。

本书详细地介绍了环氧树脂的性能、用途和一般使用方法以及环氧树脂的工艺制造方法和所用的原料。

合成树脂与塑料工艺丛书

第四册

环氧树脂

杨耀华、杨素芳、张延熙 合编

化学工业出版社(北京安定门外和平北路)出版

北京市书刊出版业营业许可出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店发行

开本：787×1092·1/32

1959年1月第1版

印张：1 插页：2

1959年1月第1次印刷

字数：25千字

印数：1—3,500

定价：(10) 0.18元

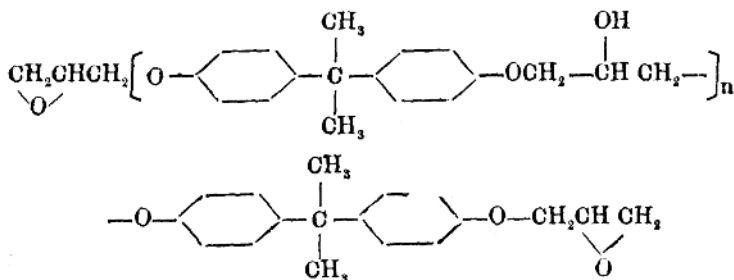
书号：15075.0328

目 录

一、緒言	2
二、环氧树脂的性能和用途	3
三、环氧树脂的一般使用方法	13
四、环氧树脂的制造	16
五、环氧树脂的硬化反应	22

一、緒 言

环氧树脂是一种新型的合成树脂。所谓环氧树脂是因为在其分子结构中含有环氧基。环氧树脂的主要原料是环氧氯丙烷。环氧氯丙烷可与酚类、醇类或胺基化合物等反应生成不同类型的环氧树脂。但通常用得最广泛者为以二酚基丙烷与环氧氯丙烷为原料的缩合产物。本文所介绍的即为该类环氧树脂。在国外的商品名称有“Epi-kote”、“Epon”及“Araldite”等。在苏联有 ЭД-5、ЭД-6、Э-37、Э-40 等牌号的环氧树脂生产。环氧树脂一般的结构式为：



环氧树脂的分子结构中除具有碳—碳键外，尚有醚键，因而使树脂具有良好的粘着力及抗化学试剂的性能。近年来环氧树脂发展速度极快，例如美国在1946年仅生产20余吨，在1952年就生产3000吨，1954年达13000吨，1956年已达27000吨。我国在目前还没有投入生产，北京化工研究院沈阳分院1957年试制成功涂料用的环氧树脂1001及1004。今年又试制成功仿苏型低分子量环氧树脂ЭД-5、ЭД-6及Э-37，质量认为满意。这些品种已于今年八月投入中型试验。

环氧树脂不但能代替有色金属和钢材，且具有其他材料所没有

的性能。随着我国社会主义建设事业的飞跃发展，各工业部门，特别是机械工业和电器工业部门对环氧树脂的需要日益迫切。为了配合电器工业、飞机、汽车工业及国防工业的需要，环氧树脂是今后需大力发展的一种产品。

二、环氧树脂的性能和用途

环氧树脂不但具有优良的机械性能和好的热稳定性，且具有优良的防水性和相当好的电性能，能抵抗一般的酸、碱和溶剂的侵蚀，粘结性极强，硬化时体积收缩很小；因而被广泛用于各工业部门中。

环氧树脂的性能：

环 氧 树 脂 的 电 性 能

表 1

周 波 数	相 对 湿 度 50 %		在 水 中 浸 24 小 时 以 后 (1/8 吋 厚)	
	介 电 常 数	功 率 因 数	介 电 常 数	功 率 因 数
10^2	3.8	0.0023	3.9	0.002
10^3	3.8	0.0035	3.9	0.003
10^4	3.8	0.0064	3.8	0.007
10^5	3.7	0.010	—	—
10^6	3.7	0.015	—	—
10^7	3.8	0.019	—	—
10^9	3.0	0.015	—	—
10^{10}	2.8	0.025	—	—

絕 緣 电 阻

表面电阻		9.4×10^{13} 欧姆
在水中浸24小时后		8.7×10^{13} 欧姆
体积电阻	相对湿度50%	8.7×10^{14} 欧姆-厘米
	100°C	5×10^{14} 欧姆-厘米

150℃	1×10^9 欧姆-厘米
200℃	1.3×10^9 欧姆-厘米
耐电弧性(A.S.T.M D495-42)	240分钟
耐电压(A.S.T.M D149-44)	400~500伏特/米

各种树脂成型品的电性能 表 2

	环氧树脂	酚醛树脂	有机硅 (玻璃纤维 填料)	聚 酯
绝缘常数60 周波	3.89	5~6.5	4.0	3~4.36
10 ⁶ //	3.62	4.5~6.0	3.7	2.8~4.1
功率因数60 //	0.0013	0.06~0.1	0.0055	0.003~0.028
10 ⁶ //	0.019	0.015~0.03	0.0017	0.006~0.026
击穿电压 仟伏/毫米	16	12~16	8	17~20
体积电阻 欧姆-厘米	10 ¹⁶ ~17	10 ¹¹ ~12	10 ¹⁵	10 ¹⁴
耐电弧性 秒	50~180	—	250	125
吸水率24小时 %	0.14	0.1~0.2	0.07	0.11
耐热性 ℃	160	120~130	250	120

环氧树脂耐藥品及耐溶剂的性能 表 3

試 料	温 度 ℃	性 能
苯	20	安定(6个月)
苯	80	不安定
丙酮	20	不安定
乙醇	20	安定(6个月)
乙醇	40	安定(6个月)6个月后,冲击值不变
二氧噻环	20	不安定 抗弯力降30%
硝基苯	20	不安定
二硫化碳	20	10月后软化,2个月后膨胀最大
水醋酸	20	安定(6个月)
苯胺	20	不安定
石油	20	安定(6个月)
	60~70	3个月~6个月冲击值下降50%6个月后 抗弯力不变

試 料	溫 度- $^{\circ}\text{C}$	性 態
礦物油	20	安定(6个月)
礦物油	40	安定(6个月)
礦物油	70	安定(6个月)
鱈魚	20	安定(6个月)
甘油	20	安定(6个月)
羧基酸100%	20	安定
硝酸100%	20	不安定
硫酸10%	20	安定(6个月)
硫酸50%	20	安定(6个月)
硫酸96%	20	不安定
盐酸10%	20	安定(6个月)
盐酸10%	100	安定, 3个月冲击值不变 6个月后下降30% 抗弯力6个月不变
砒酸100%	20	安定, 3个月冲击值不变 4个月后下降40% 抗弯力6个月不变
氨水	20	2个月后冲击值下降90%, 3个月后抗弯力 不变, 6个月后完全破坏
苛性鈉(10克/100克水)	20	安定(6个月)
苛性鈉(25克/100克水)	20	6个月后冲击值下降90%抗弯力下降40%
重鉻酸鉀(60克/100克 水)	20	安定(3个月)
過鉻酸鉀(60克/100克 水)	20	安定(3个月)
次氯酸鈉(1克/100克 水)	20	安定(6个月)
食盐水(10克/100克 水)	20~70	安定(6个月)
食盐水(10克/100克水)	100	3个月后冲击值下降45% 3个月后抗弯力 不变

注: 所用的环氧树脂为Araldite B, 硬化剂901在160 $^{\circ}\text{C}$ 硬化7小时。抗冲击試驗按瑞士标准方法(V.S.M) 試样为4×10×60毫米。抗弯力試驗按瑞士标准方法(V.S.M), 試样为4×60×60毫米。

环氧树脂的物理化学性能表 4

树脂牌号	562	828	834	864	1001	1004	1007	1009
熔点 ^①	液体	8~12	20~28	40~45	64~76	95~105	125~132	145~155
颜色 ^②		12	10		8	6	8	11
粘度(25°C) ^③		50~150	0.22~0.32		0.85~1.65	4.35~6.27	17.6~27.0	36.2~98.5
环氧当量 ^④		175~210	252~290		450~525	870~1025	1650~2050	2400~4000
环氧值 ^④	0.64	0.48~0.57	0.31~0.44	0.31	0.19~0.22	0.1~0.115	0.05~0.06	0.025~0.042
酯化当量 ^⑤		80	110		130	175	190	200
分子量 ^⑥	300	380	470	630	900	1400	2900	3800
节数 ^⑦	—	>0	<1	1.3	~2	<4	~9	<12

① 按魏郎(Durrant)氏Hg法。

② 环氧树脂562, 828不透明, 其余牌号的环氧树脂与丁基乙二醇配成浓度40%的溶液进行测定。

③ 含有1分子环氧的树脂克数(二氧六环—HCl法)。

④ 每100克树脂中含多少环氧当量(由3计算)。

⑤ 酯化——分子单盐基酸所需树脂克数, 例如350克松香酸或约280克C₁₇酸。

⑥ 树脂在二氧乙烷中用沸点升高法所测得的平均分子量, 为一约数。

⑦ 以分子量与分子结构比较而得。

注: 本表系壳牌石油公司出产的各种牌号环氧树脂的物理化学性能。

苏联牌号 3A-5 约相当于英美牌号S28, 3A-6 约相当于英美牌号334, 3-37 约相当于英美牌号364~334。

环氧树脂与其他树脂的机械性能 表 5

	环氧树脂 (Arardite)	酚醛树脂	聚酯	丙烯酸树脂	丙烯酸酯树脂	聚苯乙烯
与材料的粘着性	+++	—	+	++	—	—
硬化处理中的收缩率	0.5~2.3%	1%	10%	10%	10~20%	10~15%
抗拉力 公斤/厘米 ²	6.5~8	4.6~6.4	2.5~6.4	3.6~4.3	5.7~7.6	6.0~6.4
抗弯力 公斤/厘米 ²	9~12	7.7~12	6~12	4.2~9.2	10.5~12	8.5~11.2
冲击值磅/吋 ²	0.5~1.7	0.25~0.4	0.3~0.4	0.2~0.4	0.4	0.25~0.4
弹性系数 公斤/厘米 ²	2.5~3.5 × 10 ⁴	2.0~3.5 × 10 ⁴	2.0~5.7 × 10 ⁴	2.0~4.5 × 10 ⁴	2.8~3.6 × 10 ⁴	3.5~4.2 × 10 ⁴
硬度(Rockwell)	M100	M93~120	M95~115	M95~119	M96~102	M65~75
线膨胀系数	60 × 10 ⁻⁶	60~80 × 10 ⁻⁶	80~100 × 10 ⁻⁶	59~100 × 10 ⁻⁶	90 × 10 ⁻⁶	60~80 × 10 ⁻⁶
热变形温度	100~120°C	74~80	60~116	60~88	90~100	95~100
耐电压	400VPM	350~400	380~500	380	450~500	400
功率因数 60	0.0013	0.06~0.10	0.003~0.028	0.006~0.019	—	0.0001~0.0003
10 ³	0.0024	0.05~0.08	0.005~0.025	0.01	—	0.0001~0.0003
10 ⁶	0.019	0.015~0.03	0.006~0.026	0.026~0.06	—	0.0001~0.0004

环氧树脂的用途 环氧树脂可按其分子量的不同而有各种不同的用途。通常低分子量液体环氧树脂用在塑料方面较多，而高分子量固体环氧树脂用在涂料方面较多。低分子量环氧树脂目前最主要的用途在于作金属压铸模具，特别是航空和汽车工业用得非常普遍。另外，用作金属结构材料的粘接剂，电器设备的浇注等。

低分子量环氧树脂有以下五种用途：

(一) **浇注用** 将环氧树脂与硬化剂如胺类，酸酐类混合可以制成具有优良的机械物理性能，电气和化学性能的浇制品

1. 在机械制造业中已逐步普遍采用塑料铸模或模具。过去制造这些模具，是用酚醛或聚酯类塑料，但它们存有缺点，如操作不方便，硬化温度高，收缩率大，用途受到局限，故其发展是不够快的。直到采用环氧树脂以后，消除了上述缺点，强度也大为增加，它不但代替酚醛及聚酯来做模具，而且也代替了很多型的金属铸模(钢的或铝的)。

采用环氧树脂制造铸模或模具有以下几个优点：

(1) 不但节省时间和劳动力，且节约资金和制造方便，制造速度快。用环氧树脂做的模具比金属制的一般要轻25~50%，且其制造速度亦快。从制造成本来看一个钢制冲压模约需20万元。而环氧树脂做冲压模估计仅需1.5~2万元。

(2) 代替钢、铜和铝等金属制模具，可节省大量金属材料。

(3) 有很高的强度，用于一般金属压铸，可使用数千次不等。

(4) 制造时操作方便，可以铸成各种需要的形状和易于修补或换新。

(5) 硬化时不产生付产物，不生气泡，体积收缩率极小，精确度高，所以特别适于做精密模具。下表是环氧树脂硬化条件与体积收缩的关系。

2. 在飞机和汽车制造业中，从机身和车身本体到各种部

环氧树脂的硬化条件与体积收缩的关系

表 6

硬化温度 ℃	硬化时间 小时	体积收缩率 %
100	14~20	0.5~0.8
120	14	1.0~1.2
140	7~10	1.3~1.5
160	7	1.9~2.2
180	2~3	2.0~2.2
200	1~2	2.2~2.3

件，金属压铸是很主要的制造工序。这些工业的特点是产品花樣多，型式每年不同，鑄模經常变化，只有普遍采用塑料鑄模才能解决问题。实际上在国外的航空工业及汽车工业中已經普遍采用。并节省了大量金属鋼材。

3. 在电器工业中，环氧树脂用来浇注各种电器零件，将各种电器零件完全密封，能防水、防潮、防化学腐蚀、耐热、抗寒、耐冲击和震动等。这种浇注件，结构结实、有好的电性能，即使在不好的环境下长期使用也不会损坏。近几年来在各种电器制造中（如各种电容器、电阻器、电视机、电动机、变压器等）已普遍采用。特别重要的电力设备，如大型电站的设备装置，都需要使用这种方法来保护。例如由沈阳变压器厂采用环氧树脂浇注电流互感器，比原来用瓷绝缘制造的电流互感器体积缩小一倍，重量减轻2倍。所需零件总数为过去不用环氧树脂时的45%。需用工时为过去的25%。

(二) 粘接用 环氧树脂对一般的金属材料与非金属材料如金属、玻璃、陶瓷、木材、塑料(聚乙烯、聚氯乙烯、聚四氟乙烯塑料除外)、橡胶、皮革、水泥、纤维类等有很好的粘接性能，所以通常称为“万能胶”。尤其在飞机结构材料的粘接方面，具有重要的意义。

鋼与鋼的粘接，其抗拉强度超过800公斤/厘米²，鋁与鋁的粘

环氧树脂对各种材料的粘接性能

表 7

胶 合 材 料	剪 断 强 度
	公斤/厘米 ²
铝与铝	1.6~3.15
钢与钢	1.57~1.76
锌与锌	0.93~1.10
黄铜与黄铜	1.7~1.95
铁与铁(5毫米厚)	1.85
钢与钢	2.80
苯胺树脂与苯胺树脂(10毫米厚)	0.37
三聚氰胺树脂与三聚氰胺树脂(3.3毫米厚)	0.08①
玻璃与玻璃(3毫米厚)	0.4①
玻璃与铝	0.4①
木材(5毫米)与铝	1.2①
橡胶(3毫米)与铁	0.13①

注：未标明厚度的金属板厚为0.8~1毫米。

接，其抗拉强度超过500公斤/厘米²，上表为环氧树脂对各种材料的粘接性能。

(三) 增强塑料 环氧树脂用玻璃纤维布作填料可以制成机械强度极高的增强塑料。其强度较一般的酚醛、聚酯增强塑料高。抗拉强度可达3000~5000公斤/厘米²，抗压强度可达4000~5000公斤/厘米²。因而被大量用于石油、盐水的输油管、槽和其他耐压，耐高温，耐腐蚀的构造材料。这种增强塑料做的管道可在200°C使用，能耐60个大气压力。特别是在飞机制造中作为强度最高和最好的结构材料。在国外也有用它来制造军用汽艇及其他特殊用途。

增强塑料制的积层品，其强度随树脂含量的不同而异，现将树脂含量及制品强度的关系列于下表。

① 材料本身已破坏。

积层品的树脂含量与其强度的关系

表 8

树脂含量 %	抗 弯 磅/吋 ²	冲 击 值 磅/吋 ²
18	49,000	31,000
26	78,000	56,000
30	76,000	54,000
37	67,000	57,000

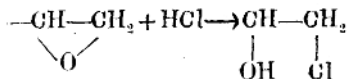
下表为环氧树脂（牌号828）玻璃纤维积层品在制造过程中，硬化时所加的压力及硬化时间和温度与成品性能之关系。

积层品的硬化条件与成品性能的关系

表 9

硬化时所加之 压 磅/吋 ²	硬化时间及温度	抗弯强度 磅/吋 ²			抗压值 磅/吋 ²
		室 温	150°C	260°C	
200	150°C 15分钟	75,300	18,500	8,800	—
200	后硬化在200°C 1小时	72,300	56,900	11,100	—
25	150°C 15分钟	74,200	18,100	6,200	—
25	后硬化在200°C 1小时	68,700	26,300	7,000	—

(四) 聚氯乙烯稳定剂用 低分子量环氧树脂是聚氯乙烯较好的稳定剂。聚氯乙烯制品因受热或紫外线的促进引起分解而产生氯化氢。这种氯化氢起触媒作用会引起继续分解，而环氧树脂中之环氧基能与氯化氢反应形成加成物。所以可以防止分解老化作用。



(五) 纺织品的树脂加工 环氧树脂用于毛织品，棉布和化学纤维的树脂加工，可以防皱防缩，并且防止虫咬。这一技术在国外已得到了广泛的应用。下面表10和表11是绸料经环氧树脂加工处理后之结果及耐虫试验结果。

高分子量固体环氧树脂的应用：主要用来配制涂料使用。环氧

树脂1001、1004、1007及1009均为硬而脆的浅黄色固体，其溶解度随分子量的增高而递减。它能溶于甲酮、乙酮、甲基环己酮、甲基异丁酮及乙二醇乙酸酯等溶剂中，也能溶于酮类、醇类及芳香族的混合溶剂中。

环氧树脂1001用各种不同脂肪族胺类或芳香族胺类硬化后可制成耐腐蚀涂料，保护化工设备，使之不受溶剂、酸类、碱液和腐蚀性气体的浸蚀。环氧树脂1001最重要的应用是作为飞机、纺织和食品（乳制和酿造）等工业用涂料。通常加入胺类硬化剂量较理论量稍多一些。

环氧树脂耐虫试验结果 表 10

环氧树脂 562 浓度 (%)	硬化剂及其漆加量 (毫克)	耐虫试验结果		洗濯后的耐虫试验			
		食害量 (毫克)	比食害量	洗 一 回 ^①		洗 二 回	
				食害量 (毫克)	比食害量	食害量 (毫克)	比食害量
—	—	18.09	100	—	—	—	—
7.5	二乙基三胺 1	3.45	19.11	2.96	16.23	5.22	28.91
5	二乙基三胺 0.5	3.33	18.44	4.65	25.76	5.45	30.19
7.5	二乙胺基丙胺 1	2.20	12.18	1.42	7.86	0.95	5.26
5	二乙胺基丙胺 0.5	2.87	15.90	3.60	19.94	3.72	20.60
7.5	檸檬酸 1	2.09	11.60	4.72	26.14	6.12	33.90
10	檸檬酸 0.5	3.02	16.70	4.35	24.09	6.43	35.62
7.5	草酸 1	3.92	21.70	5.55	30.74	4.23	23.43

环氧树脂1004用各种植物油脂肪酸酯化后，可制成具有高硬度和耐磨性能的涂料。该种环氧树脂酯还可以与苯乙烯共聚，与钛酸丁酯反应成为具有特殊用途的高级涂料。可用来作为机器和工具漆、地板漆、罐头和管子的外部涂漆。

环氧树脂1007及1009通常是与酚醛、尿醛、三聚氰胺甲醛等树脂配合制成烤漆。酚醛树脂与尿醛树脂加入量一般为20~30%。环

① 洗濯是用0.5%皂液在70℃进行30分钟。

氢酚醛漆在 100°C 下可抗抵浓度70%的烧碱，而皮膜不被破坏。它一般用于包綫漆、管、罐、槽的内部漆，铝，黄铜的保护漆以及贵金属和人造材料制品的保护漆等。三聚氰胺甲醛树脂一般加入量为10~15%。

环氧树脂可制成具有良好的弹性、硬度、附着力、耐磨性、耐化学药品和耐溶剂的涂料，因此可以与有机硅合用制成高强度耐高温的绝缘材料。有机硅虽然是最好的耐高温绝缘材料，但是它与金属的粘接性能，耐磨性能均不够好。与环氧树脂合用后可以克服这些缺点，同时保持相当好的电性能。我国将要研究制造世界上最大的长江三峡水电站水轮发电机，而环氧树脂和有机硅树脂在解决高强度，耐高温电绝缘材料及电器设备的浇注方面将起着重大的作用。

三、环氧树脂的一般使用方法

1 浇注方法 浇注树脂前应先把模子擦洗干净，然后涂以脱模剂。常温硬化时可以石蜡为脱膜剂。高温硬化时可以有有机硅油或有机硅橡胶(5~10%甲苯液)为脱膜剂。涂上脱模剂后在 200°C 烘2小时。然后在树脂中加入硬化剂进行浇注。

在采用固态硬化剂时，混合的方法如下，现举一例加以说明：

- ① 取低分子量环氧树脂15份(重量)加热到约 66°C ；
- ② 将同样加热到约 66°C 且熔融的间苯二胺14份混入树脂中；
- ③ 将混合物温度降低后，在常温将其余的85份环氧树脂加入并很好地搅拌。

在进行浇注前应很好的抽真空，使气泡易于消失。

在浇注用的环氧树脂中通常根据不同的用途，可以加入适当量的填料，以吸收因反应而生成内部热量，使其可使用之时间延长和降低热膨胀系数、减小收缩率、改善其表面硬度，耐磨性和热传导性等机械性能。同时亦可降低成本。一切有机或无机金属或非金属填料，只要是中性或微碱性的对环氧树脂都适合。通常用作环氧树脂

填料的有云母、碳酸鈣、氧化鋁、氧化鈦、玻璃粉、瓷粉、石墨、金屬粉、金鋼砂和木粉等。下表为环氧树脂成型品加入填料后的各种性能比較。

加填料后的环氧树脂的各种性能

表 12

試 驗	环氧树脂①	加填料A②	加填料B③	加填料C④
比重(VSM⑤77109)	1.2~1.3 克/厘米 ³	1.25~1.35	1.7~1.8	1.5~2.0
冲击試驗(VSM77105)	13~20公斤· 厘米 ³ /厘米 ²	3~7	6~7	1.5~3.5
抗弯力試驗(VSM77103)	9~12 公斤/毫米 ²	6.5~8	7~10	5~6
抗拉試驗(VSM77101)	6~8 公斤/毫米 ²	6.5~8	7.5~8.5	3.5~4
彈性系数(VSM77111)	300~400 公斤/毫米 ²	450~550	1200~1400	1,500~1,800
壓縮試驗(VSM77102)	11~13 公斤/毫米 ²	12~13	20~22	14.5~15.0
硬度	20~24 公斤/毫米 ²	24~25	28~30	30~35
馬丁氏耐热試驗	105~115°C	110~120	120~125	125~130
分解温度	340~350°C	335~345	340~345	345~350
耐燃試驗(VOE)	5~10秒后	8~10	8~10	8~10
灰分(SEV-Publ 177)	0.02~0.03%	15~16	60~61	69~70
線膨脹系数	60~65×10 ⁻⁶ 毫米/毫米°C	60×10 ⁻⁶	30~35×10 ⁻⁶	25~30×10 ⁻⁶
吸水試驗20°C 10日	0.25~0.35%	0.25~0.35	0.25~0.3	0.15~0.2
吸水試驗100°C 1小时	0.3~0.45%	0.3~0.4	0.3~0.35	0.2~0.3

注：① 环氧树脂 B(Araldite B)100份，硬化剂901，20~30份在100~200°C硬化。

② 树脂同前100份，硬化剂901 30份，石粉25份，硬化在160°C7小时。

③ 树脂及硬化剂同上，石英粉300份在160°C硬化7小时。

④ 树脂及硬化剂同上，石英粉300份，在160°C硬化7小时。

⑤ VSM为瑞士标准方法。

在浇注时为了使操作容易和使气泡易于消失，可以加入适当的稀释剂以降低粘度，通常可以加入10~15%的苯二甲酸二丁酯，磷酸三甲酚酯，苯乙烯单体等。但加入这些稀释剂大部分构成机械的混合物，使铸件机械性能，耐热性或耐寒性降低。最近有人采用在浇铸件中加入含有环氧基的物质，如环氧氯丙烷，因为这些稀释剂也参加硬化反应，所以结果甚为良好。

2 粘接方法

在使用环氧树脂粘接前，必须将被粘接材料进行表面处理。其处理方法有物理法与化学法两种：

① 物理方法：在被粘接物表面吹砂，亦即用机械方法将表面打磨。

② 化学方法：先用溶剂将被粘接物表面去掉油脂后，然后在重铬酸钠10份，浓度96%的硫酸50份，水340份的溶液中，在65~77°C 浸5~15分钟，再用水洗至中性，待干燥后才能进行粘接。如果被粘接物是橡胶则应按下列方法进行处理：天然橡胶浸在比重为1.84浓硫酸中5~10分钟；合成橡胶浸在比重为1.84浓硫酸中10~15分钟，放置到硫酸成糊状，取出水洗。橡胶表面发生龟裂现象，用0.2% 氢氧化钠中和，然后进行粘接。粘接时不需加高压，仅接触压力已经够了。粘接剂厚度约为0.1毫米。

环氧树脂的粘接强度及被粘接物厚度的关系(铝合金) 表 13

板 厚 毫米	粘接面积 毫米	剪断强度 公斤/毫米 ²	板 厚 毫米	粘接面积 毫米	剪断强度 公斤/毫米 ²
0.5	2.5×3.0	3.4	0.5	25×13	2.6
1.0	〃	4.7	2.0	〃	2.3
2.0	〃	5.5	3.0	〃	3.2
3.0	〃	5.8	5.0	〃	3.8

试验温度18°C