

# 石油化工 技术参考资料

石油化工企业建筑防腐蚀材料

## 树脂胶泥

# 3

# 1973

兰化设计院



---

石油化工技术参考资料

1973年 第3期

(总编号: 29)

内部资料 注意保存

编辑出版: 兰化设计院技术室

印刷: 北京第二新华印刷厂


发行: 兰化设计院技术室情报组

(兰州市西固区)

---

本期印数: 4000册

定价: 0.70元



# 说 明

对于石油化工厂来说，建筑防腐蚀的工程设计和施工问题，是一件不容忽视的大事。随着我国石油化学工业突飞猛进的发展，这一问题已越来越引起了人们的注意。近年来，不少兄弟单位在这方面作了许多有益的工作：他们有的进行了大量的探索性试验；有的总结了自己多年来的宝贵施工经验。这使得我国的建筑防腐蚀技术得到不断地发展和改进。为了适应客观形势的要求，满足化工建筑防腐蚀工程设计和施工的需要，从一九七二年开始，兰州化学工业公司第五化工建设公司、兰化设计院、兰州合成橡胶厂、兰州化肥厂和四机部十院等单位，曾对树脂胶泥在我国石油化工建筑防腐蚀方面的试验、施工和使用情况，进行了较为全面的调查，并会同有关单位做了一系列的试验。本刊特约请上述单位将他们所收集到的有关资料和所作的试验结果，整理汇编成这份“树脂胶泥”资料，供大家参考。应该指出的是：在我国石油化工建筑防腐蚀工程中，应用树脂胶泥的时间还不太长，其中某些材料还较新颖，尚处在发展过程中，因此，本资料中有的问题尚不能作为定论。我们发表这份资料的目的是希望和广大读者以及使用单位共同探讨，并在今后的实践中，不断总结，不断提高，以期这一防腐蚀技术日臻完善。

本刊借此资料出版的机会，谨向参加编写、审查和提供宝贵意见的各兄弟单位，致以衷心的感谢。

本资料虽然包括了较为广泛的内容，但仍难免有疏漏和不足之处，在编排上也可能有不妥的地方，敬希广大读者批评指正。

# 毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

FC35/40

# 目 录

<b>I 概述</b> .....	1
一、树脂胶泥的种类及使用范围 .....	1
二、树脂胶泥的概况 .....	1
三、树脂胶泥中各组成物的一般功能 .....	1
四、树脂胶泥的选用 .....	2
五、其它 .....	3
<b>II 环氧胶泥</b> .....	4
一、环氧胶泥的性能 .....	4
二、环氧树脂的选择 .....	5
三、环氧树脂的性能 .....	6
四、环氧树脂的固化反应原理 .....	7
五、固化剂的选择 .....	8
六、稀释剂 .....	12
七、增塑剂与增韧剂 .....	12
八、粉料 .....	13
九、环氧胶泥施工参考配比 .....	13
附：(一)环氧胶泥使用实例 .....	14
(二)环氧胶泥勾缝与铺砌之构造 .....	14
<b>III 酚醛胶泥</b> .....	15
一、酚醛胶泥的性能 .....	15
二、酚醛树脂的制造 .....	16
三、酚醛树脂的选择 .....	22
四、稀释剂 .....	24
五、酚醛胶泥的固化与固化剂的使用 .....	25
六、胶泥改进剂(桐油钙松香) .....	30
七、粉料 .....	31
八、酚醛胶泥施工参考配比 .....	34
附：(一)酚醛胶泥使用实例 .....	34
(二)酚醛胶泥铺砌与勾缝之构造 .....	35
<b>IV 呋喃胶泥</b> .....	36
一、呋喃胶泥的性能 .....	36
二、呋喃树脂的选择 .....	41
三、固化剂的选择 .....	42
四、稀释剂的选择 .....	44
五、增塑剂 .....	44

六、粉料·····	45
七、呋喃胶泥施工参考配比·····	45
附：呋喃胶泥使用实例·····	46
<b>V 呋喃沥青胶泥</b> ·····	47
一、呋喃沥青胶泥的配比及配制·····	47
二、呋喃沥青胶泥的性能·····	47
<b>VI 环氧酚醛胶泥</b> ·····	49
一、环氧酚醛胶泥技术规程(草案)·····	50
二、环氧酚醛胶泥耐腐蚀试验·····	53
三、环氧酚醛胶泥 1966 年试验研究阶段总结·····	63
<b>VII 环氧呋喃胶泥</b> ·····	69
一、环氧呋喃胶泥的试验·····	69
二、环氧呋喃胶泥在不同养护条件下的强度试验·····	76
三、环氧呋喃胶泥耐腐蚀性能试验小结·····	77
附：环氧呋喃胶泥使用实例·····	83
<b>VIII 环氧煤焦油胶泥</b> ·····	84
一、环氧煤焦油胶泥的性能·····	84
二、环氧煤焦油胶泥的施工配比及配制·····	86
<b>IX 树脂胶泥的施工</b> ·····	87
一、材料准备·····	87
二、基层要求和处理·····	87
三、胶泥的配制·····	87
四、铺砌块材与勾缝·····	88
五、养护·····	89
六、质量检查·····	90
七、安全技术·····	90
<b>附    录</b> ·····	91
一、树脂胶泥的耐腐蚀性能试验·····	91
二、树脂胶泥的耐腐能性能试验·····	111
三、环氧树脂的规格指标·····	132
四、酚醛树脂的规格指标·····	133
五、呋喃树脂的规格指标·····	134
1. 各厂生产的呋喃树脂的规格指标·····	134
2. 济南轻工化学厂生产的呋喃树脂的规格指标·····	134
六、环氧树脂固化剂的规格、性能·····	135
1. 胺类固化剂的规格、性能·····	135
2. 酸酐类固化剂的规格、性能·····	136
3. 高分子树脂类固化剂的规格、性能·····	137
4. 其他类固化剂的规格、性能·····	138
七、酚醛树脂固化剂的规格、性能·····	138

八、各种增塑剂和增韧剂的规格、性能 .....	139
九、非活性稀释剂的规格、性能 .....	140
十、各种耐酸粉料的规格指标 .....	140
十一、耐酸瓷砖 JC-73 .....	141
十二、各种耐酸块材(瓷砖板、铸石板、天然石材)的规格指标 .....	144
十三、玄武岩铸石制品(砖、板)产品介绍 .....	145
十四、辉绿岩铸石制品(板材及粉料)产品介绍 .....	146
十五、常用耐酸陶管的规格指标 .....	146
十六、沥青油毡及再生橡胶沥青油毡的规格指标 .....	147
十七、各种腐蚀介质的性状及规格 .....	148
十八、各国正方筛孔筛网换算表 .....	150
十九、若干名词解释 .....	151

# I 概 述

## 一、树脂胶泥的种类及使用范围

树脂胶泥系指以合成树脂为粘结剂，以耐腐蚀粉料为填充物，并以树脂的固化剂在常温或升温情况下使其固化，成为不溶不熔的具有相当耐腐蚀性能的固化物。这种固化物称为树脂胶泥。

合成树脂的品种很多，目前国内在化工建筑上普遍作胶泥使用的有环氧树脂、酚醛树脂和呋喃树脂；偶有使用的有聚酯树脂和聚酰胺树脂等。常用的树脂胶泥有环氧胶泥、酚醛胶泥、呋喃胶泥、环氧酚醛胶泥、

环氧呋喃胶泥和环氧煤焦油胶泥等。此外，尚有环氧聚酯胶泥、聚酯胶泥、环氧沥青胶泥和酚醛呋喃胶泥等，但不常用。

树脂胶泥一般作为陶瓷块材、天然石材和铸石块材的粘结料，也可用于陶瓷管接口堵漏或土建构物局部表面之防腐涂层。

目前树脂胶泥较广泛地用于化工建筑物和构筑物的防腐。一般适用于化工厂房之地面、楼面、踢脚板(包括墙脚、柱脚等)、设备基础、地沟、下水道、污水池和中和池等场合。

## 二、树脂胶泥的概况

各种树脂胶泥的耐腐蚀性能随树脂的不同而异，可分别用于耐酸、碱、盐及有机溶剂等介质的腐蚀。但目前国内选用的这几种树脂胶泥，均不耐强氧化性酸，如中等以上浓度的硝酸、高浓度的硫酸。

一般说来环氧胶泥的性能比较全面，既耐酸又耐碱，而且有优良的物理机械性能，尤其是它的粘结强度很高。其主要不足之处是成本较高。

酚醛胶泥耐酸性好，但不耐碱。主要缺点是性较脆，粘结强度较低，因此选用时最好采取铺砌的构造方法。

呋喃胶泥耐酸、碱和有机溶剂腐蚀的能力均较环氧胶泥和酚醛胶泥好。其缺点是陶瓷砖板的粘结力低，甚至还不如酚醛胶泥。

由于以上三种胶泥各有利弊，故有加以

改性的必要。

目前国内使用的改性树脂胶泥主要有环氧煤焦油胶泥、环氧酚醛胶泥、环氧呋喃胶泥和呋喃沥青胶泥等。

改性的目的有三：1. 降低胶泥成本；2. 改善胶泥的物理机械性能；3. 提高耐酸碱能力，适应耐酸碱交替腐蚀的需要。

在环氧树脂中掺入煤焦油配制环氧煤焦油胶泥的目的是降低胶泥成本，虽然其耐腐蚀性能与物理机械性能均有所下降，但由于其各方面性能较环氧胶泥下降不多，而价格较廉，因此有推广的意义。

环氧酚醛胶泥和环氧呋喃胶泥如果能固化完全，则具有良好的耐酸碱性能和物理机械性能，特别适用于有酸碱交替腐蚀的场合，同时可降低成本。

## 三、树脂胶泥中各组成物的一般功能

形成树脂胶泥的基本物料有：(1) 树脂，(2) 固化剂，(3) 粉料。这三种物料是必不可缺的。其它如稀释剂、增塑剂等只是辅助性材料，有时可以不掺于胶泥中。

(一)树脂在胶泥中的一般功能：

树脂胶泥中的主要成分是树脂。胶泥的耐腐蚀性能与物理机械性能基本上由树脂的性质所决定。因此胶泥的命名以树脂的品种来定。例如以环氧树脂配制的胶泥则名为环氧胶泥。在选用胶泥时，首先考虑的是选择



树脂的性能。虽然树脂性能在制成胶泥后(由于增加了粉料或其他物料)会有所改变,但一般改变不会很大,除非改变胶泥中树脂的成分,才能较显著地改变胶泥的性能。

此外,树脂能使粉料的每个颗粒得到润湿,加之固化剂的帮助,便可凝成不溶不熔具有相当机械强度的固化物。

#### (二)固化剂在胶泥中的一般功能:

配制胶泥用的树脂均为流动状稠粘体。树脂配成胶泥后,必须使其固化成不溶不熔的固体,才能发挥其耐腐蚀性能与物理机械性能。如果胶泥中的树脂不固化或固化不充分就达不到这个目的。如环氧树脂为热塑性树脂,不加固化剂时即使加热也不能使其固化,只有借助于固化剂才能(在常温下)固化。又如酚醛树脂和呋喃树脂均为热固性树脂,它们在常温下随着时间的推移能自行缩聚,但固化时间太长,因此必须加入固化剂才能使其固化加速,以满足工程要求。

树脂中加入固化剂后,固化剂与树脂起化学放热反应,使树脂逐渐固化。

#### (三)稀释剂在胶泥中的一般功能:

稀释剂是在调制胶泥时稀释树脂用的辅助材料。一般在树脂粘度较稠,不易与粉料拌和均匀时才加入;反之就不应加入。因为一般采用的稀释剂为非活性稀释剂(如丙酮、乙醇等),它们在加入后并不与树脂反应成有机的组成,而仅仅是机械混合,并且大部分将在胶泥固化过程中从胶泥中挥发出去。在挥发过程中能使胶泥产生微小气孔,稀释剂

加的越多,这种小气孔也越多,使胶泥性脆,并影响粘结强度,而残留在胶泥中的一部分稀释剂,在胶泥遇到外界腐蚀介质时,一般容易析出,使胶泥受到侵蚀,降低了胶泥的耐腐蚀性能。因此,原则上应不加或少加。

#### (四)粉料在胶泥中的一般功能:

粉料通常也称填料,它对胶泥的耐腐蚀性能与物理机械性能的影响仅次于树脂。

加入粉料的目的是改善树脂的物理机械性能,因为单纯的树脂性脆,收缩率大,热膨胀系数大,加入一定量的粉料后则可改善树脂这方面的性能,还能提高粘结强度,减少树脂用量,降低成本,并改善施工的操作条件。

胶泥常用的粉料有石英粉、瓷粉、辉绿岩粉、硫酸钡和石墨粉等。这几种粉料的性能不尽一致,采用时应有所选择。一般对于酸性介质的腐蚀,以上五种皆可选用。对于氢氟酸的腐蚀,可选用硫酸钡或石墨粉。对于碱性介质的腐蚀宜选用辉绿岩粉、硫酸钡或石墨粉。耐磨性好的为辉绿岩粉、石英粉和瓷粉。导热性好的为石墨粉。但一般用石墨粉制得的胶泥性脆。

#### (五)增韧剂和增塑剂在胶泥中的一般功能:

使用这类添加剂的主要目的是为了增加胶泥的韧性。目前采用的大体有以下几类:

1. 树脂型:如聚酯树脂和聚酰胺树脂等;
2. 酯类:如苯二甲酸二丁酯和苯二甲酸二辛酯等;
3. 纤维型:如耐酸石棉纤维和合成纤维等。

## 四、树脂胶泥的选用

(一)目前有些设计单位或使用单位多根据资料的介绍来选用树脂胶泥,这固然是无可厚非的。然而,我们发现,有关这方面的资料中关于胶泥的耐腐蚀性能的介绍常常只有“耐”或“不耐”的结论,而很少列出详细的试验数据,因而对于某些介质的耐蚀程度,无从深入了解和比较。同时,目前有的文献资料,由于对胶泥耐蚀性能的试验方法和评定方法不同,有时甚至得出互相矛盾的结

论,使选用者无所适从。因此,我们认为,在选用树脂胶泥时,应仔细核对资料。对于常用的胶泥,如果几种资料的结论一致或经实际使用证实可行时,一般可以采用,但最好能找到试验时的胶泥配方、试验条件和试验数据。对耐腐蚀性能的评定有出入或有争议的,又无据可查时,为慎重起见,应补作耐腐蚀试验之后,方可使用。对于新品种的胶泥,一般应在作腐蚀试验与物理机械性能

试验之后才可使用,以保证工程质量。

(二)在正式施工前,对所选用的树脂胶泥应先作小面积的铺筑试验。这样,一方面可以检验原材料的质量,同时可以根据情况及时调整树脂胶泥的配方,掌握胶泥的调制方法、固化时间,还可检验固化后的胶泥质量。以避免盲目施工造成损失。

(三)选用树脂胶泥时,除考虑其耐腐蚀性能外,其物理机械性能亦很重要,其中主要是胶泥与块材的粘结强度。如果胶泥的粘结强度低,一经使用就容易出现裂缝,腐蚀介质容易渗透,致使块材脱落,造成构筑物被腐蚀破坏。因此,对粘结强度低的胶泥,如酚醛胶泥和呋喃胶泥,所使用的部位应慎重考虑。一般要求胶泥与块材的粘结强度应不低于 10 公斤/厘米<sup>2</sup>。

(四)本资料中所介绍的几种树脂胶泥,从目前情况看,使用性能较好的有环氧胶泥、环氧酚醛(70:30)胶泥、环氧呋喃(70:30)胶泥和环氧煤焦油(50:50)胶泥。它们的耐腐蚀性能与物理机械性能都较良好。其中环氧煤焦油胶泥目前使用尚不多,其缺点是固化时间较长,施工时毒性较大。酚醛胶泥的耐酸性能虽好,但与块材的粘结强度尚不够理想,选用时应予考虑。糠酮胶泥的粘结强度很低,可

以说不合使用要求,且树脂质量不很稳定,常温固化后耐腐蚀性能不一定理想,热处理后是否会有所改善,亦不能下此定论。因此,本资料中介绍的有关糠酮胶泥部分仅供参考。关于糠醇胶泥,使用苯磺酰氯与磷酸作固化剂在常温下固化,经广州化工厂使用效果良好。我们未作过试验,仅按该厂配方调制过,从外表上看,此胶泥固化情况良好,外表较密实。使用时,最好做一下常温养护后的耐腐蚀试验与物理机械性能试验。据有关资料介绍,呋喃沥青胶泥与瓷板的粘结强度很低,有待改进。本资料中介绍的呋喃沥青胶泥部分仅供参考。聚酯胶泥是树脂胶泥的新品种,目前有些单位开始使用,据初步试验来看性能良好,很有发展前途。因聚酯树脂品种较多,性能有所差别,一般应经试验摸清材质后使用为宜。聚酯胶泥的性能可参考附录二。

(五)酚醛树脂本身是不耐碱的,过去将老牌号的 2# 酚醛胶泥作为耐碱胶泥使用,主要是靠加二氯丙醇,然而在土建工程的实际使用中很少发现成功的例子。除此而外,这种胶泥性较脆,粘结强度不高,抗渗性不好,从物理机械性能上看也不利于耐碱性腐蚀,因此目前已为耐碱性良好的环氧树脂和呋喃树脂所取代,故 2# 酚醛胶泥已很少使用。

## 五、其它

(一)树脂胶泥耐腐蚀性能和物理机械性能的试验方法和评定方法的选定,对于能否正确地反映树脂胶泥的性能很重要,由于目前各家的试验方法和评定方法不尽一致,故所得出胶泥性能的结论在某些场合势必有所出入,因此,我们强调在选用树脂胶泥时应多参考一些试验报告,并进行核对,从中找出一般性的规律,有争议的地方,如有必要应做试验给以复核,这对于正确选材有好处。此外,我们建议有关部门有必要对树脂胶泥的试验方法和评定方法进行全国统一的工作,为今后统一树脂胶泥的性能打下良好基础。

(二)树脂胶泥防腐蚀工程质量的好坏,首先决定于设计,设计时必须对工程的腐蚀条件和腐蚀特点有充分认识,同时,对

所选用的防腐材料的性能特点和施工质量有关方面的问题也必须有较充分的了解,否则就有可能产生误用造成损失。在设计选材恰当的情况下,如果施工时对施工质量不重视、施工不认真,或者是对保证施工质量所必须的条件缺乏认识,这就容易造成质量事故,或施工后的树脂胶泥质量达不到应有的技术指标。因此施工前必须充分了解保证树脂胶泥施工质量的条件,施工期间严格控制原材料的主要技术指标、施工配比、施工环境温度、胶泥的调制方法和使用时间,以及树脂胶泥工程必要的养护温度和养护时间等等。由于树脂胶泥品种不一,其施工性能特点也不完全一样,不可不加区别地一律对待。

## II 环氧胶泥

环氧胶泥系由环氧树脂、稀释剂(丙酮)、固化剂(乙二胺)和粉料(如石英粉等)所组

成。为了提高环氧胶泥的韧性,还可加入增塑剂。

### 一、环氧胶泥的性能

环氧胶泥在常温下能耐 60% 以下的硫酸、任何浓度的盐酸和 40% 以下的氢氧化钠;能耐一般盐类和汽油。不耐氢氟酸和 10% 以上的硝酸。

环氧胶泥有很好的粘结强度和抗渗性能。其马丁耐热度在 120°C 左右。在防腐工程中一般在 100°C 以下应用。

环氧胶泥的物理机械性能参见附录一。

表 2-1 环氧胶泥耐腐蚀性能

介 质	浓度(%)	温度	耐蚀情况	引用资料
1	2	3	4	5
硫酸	20	常温	耐蚀	2
	30		"	2
	45		"	1
	87		不耐蚀	1
盐酸	36	"	耐蚀	1
	10	"	"	1
醋酸	35	常温	不耐蚀	1
	10	"	尚耐	1
	36	"	不耐蚀	1
磷酸	80	"	"	1
	10	常温	耐蚀	2
	70		"	1
氢氟酸	10	常温	不耐	1
己酸	浓	常温	不耐蚀	1
甲酸	10	常温	耐蚀	2
草酸	任何		"	2
铬酸	10		不耐蚀	1
柠檬酸	任何		耐蚀	2
乳酸	"		"	2
酒石酸	"		"	2
硬脂酸	"		"	2
硼酸	"		"	2

1	2	3	4	5
丹宁酸	10		耐蚀	2
硅氟酸			"	2
苯甲酸			"	2
己二酸			"	2
氢氧化钠	<40		"	2
氢氧化钾	95		"	2
氢氧化铵	15		"	2
氢氧化钡			"	2
氢氧化钙			"	2
碳酸钠	30		"	2
碳酸氢钠	10		"	2
碳酸氢钾	25		"	2
液氨			"	2
氯化钠	任何		"	2
氯化钾			"	2
氯化铝			"	2
氯化铵			"	2
氯化钙			"	2
氯化汞			"	2
氯化铁	任何		"	2
氯化铜			"	2
氯化亚汞			"	2
氯化亚铁			"	2
氯化锌	<27		"	2
氯化镁			"	2
硫酸铝			"	2
硫酸铵	50		"	2
硫酸铜	任何		"	2
硫酸钠	"		"	2
硫酸镍	"		"	2
硫酸锌	"		"	2
硫酸铁	"		"	2
硫酸锰	"		"	2
硫酸钾	"		"	2
硫酸铝钾			"	2
硫酸氢铵			"	2
亚硫酸铵			"	2

接上表

介 质	浓 度 (%)	温 度	耐 蚀 情 况	引 用 资 料
1	2	3	4	5
亚硫酸氢钙			耐蚀	2
亚硫酸钠			"	2
硫代硫酸钠	50		"	2
硫代硫酸铵			"	2
过硫酸钾			"	2
硫代硫酸氢钠			"	2
硫化钠	任何		"	2
硫化铵			"	2
硫化铜			"	2
硫化铁			"	2
硫化钾			"	2
硝酸钠	任何		"	2
硝酸铵	50		"	2
硝酸钾			"	2
硝酸铝			"	2
硝酸镁			"	2
氯化铵			"	2
氯化钠			"	2
氯化钾			"	2
氯化铵			"	2
过磷酸铵			"	2
磷酸二氢钠			"	2
高锰酸钾			"	2
甲醇	99	常温	不耐蚀	1
乙醇	95		耐蚀	2
乙二醇	100		"	2
乙醚			"	2

1	2	3	4	5
丙酮	100	常温	不耐蚀	1
汽油			耐蚀	2
苯	100	常温	尚耐蚀	1
甲苯			耐蚀	2
二甲苯	100		"	2
海水			"	2
酸性水	pH≤6.5		"	2
溴化钠			"	2
硫化氢气体	100		"	2
漂白液			"	2
醋			"	2
煤气洗涤水			"	2
氢溴酸			"	2
硬脂酸丁酯			"	2
碘			"	2
甘油	95		"	2
果汁			"	2
糖			"	2
葡萄糖			"	2
尿素	30	常温	"	2
苯胺	100		"	2
盐酸苯胺			"	2
过氧化氢	3		"	2
甲醛	37		"	2
啤酒			"	2

注: 引用资料

1. 《树脂胶泥耐腐蚀性能试验》, 化工机械研究所
2. 《防腐蚀地坪非金属材料手册》, 上海化工系统防腐联络站

## 二、环氧树脂的选择

环氧树脂分高分子量和低分子量两种。前者为固状, 分子量为 1500 左右, 主要用于制造涂料; 后者在常温下一般为粘稠体, 软化点在 50°C 以下, 分子量在 300~700 之间。这类树脂用途最广。

作胶泥使用的环氧树脂, 应选分子量在 500 左右, 软化点在 30°C 左右的低分子量环氧树脂。可选用的树脂牌号有 E-44、E-42、E-33、F-44。其中 E-44、E-42、E-33 为二酚基丙烷型环氧树脂, 其软化点依次增高, 在常温下为粘稠体。F-44 为酚醛型多环氧树脂, 环氧基含量高, 结构紧

密, 耐热性比二酚基丙烷型环氧树脂为高。最常用者为 E-44、E-42。

环氧树脂的环氧值是一个重要指标, 它决定了固化剂(胺类)的用量, 同时它与软化点和分子量有密切的关系。环氧值越大, 固化剂用量越多, 而软化点越低, 分子量也越小。软化点、熔点对工艺性有很大的影响, 因为树脂在施工应用中要变成易流动的液态, 且要求粘度小些才有利于施工。有机氯值和无机氯值与介电性能有关, 它们的值愈低, 则电绝缘性能愈好。一般工业产品环氧树脂中氯的含量很低, 对固化速度无明显影

表 2-2 环氧树脂的技术指标

指标名称 \ 型号	E-44 (原 *6101)	E-42 (原 *634)	E-33 (原 *637)	F-44 (原 *644)
1. 环氧值, 当量/100克	0.41—0.47	0.38—0.45	0.28—0.38	≥0.44
2. 软化点, °C	12—20	21—27	20—35	40以下
3. 无机氯值, 当量/100克	≤0.001	≤0.001	≥0.002	≥0.005
4. 有机氯值, %	≤0.02	≤0.02	≥0.02	≥0.01
5. 挥发份(3小时/110±20), %	≤1	≤1	≥1	≥2
6. 分子量	400—500	450—550	550—700	500—600

响。如果氯的含量较高, 由于它能中和任何碱类, 能与胺类固化剂发生中和反应, 将会影响胶泥的固化。

附: 环氧树脂分类、型号、命名

七二年七月化学工业部试行标准(草案)

1. 分类和代号

(一)环氧树脂按其组成不同而分类, 并分别给以代号如下:

表 2-3 环氧树脂的类别和代号

代号	环氧树脂类别	代号	环氧树脂类别
E	二酚基丙烷环氧树脂	G	硅环氧树脂
ET	有机酐改性二酚基丙烷环氧树脂	N	酚酞环氧树脂
EG	有机硅改性二酚基丙烷环氧树脂	S	四酚基环氧树脂
EX	溴改性二酚基丙烷环氧树脂	J	间苯二酚环氧树脂
EL	氯改性二酚基丙烷环氧树脂	A	三聚氰酸环氧树脂
F	酚醛多环氧树脂	R	二氧化双环戊二烯环氧树脂
B	丙三醇环氧树脂	Y	二氧化乙烯基环己烯环氧树脂
L	有机磷环氧树脂	D	聚丁二烯环氧树脂
H	3,4-环氧基-6-甲基环己甲酸		3,4-环氧基-6-甲基-环氧甲酯

2. 命名原则

(二)环氧树脂的基本名称仍采用我国已

有习惯名称, 即“环氧树脂”。

(三)在这基本名称之前加上型号。

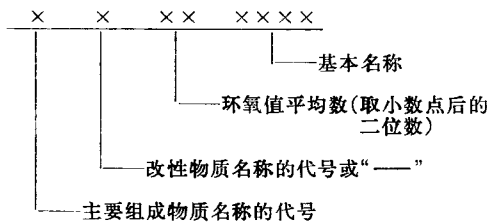
3. 型号

(四)环氧树脂以一个或二个汉语拼音字母与二位阿拉伯数字作为型号, 以表示类别及品种。

(五)型号的第一位采用主要组成物质名称。取其主要物质汉语拼音的第一字母, 若遇相同取其第二字母, 余类推。

(六)第二位是组成中若有改性物质, 则也是用汉语拼音字母, 若不是改性则划一横。

(七)第三位是该产品的环氧值平均数。



举例: 某一牌号环氧树脂, 以二酚基丙烷为主要物质, 其环氧值指标为0.48~0.54当量/100克, 其平均值为0.51, 则该树脂的全称为“E-51环氧树脂”。

三、环氧树脂的性能

(一)工艺性能好: 由于上述之环氧树脂的分子量小, 所以流动性较好, 易与固化剂及其它添加剂混和, 给施工操作带来方便。可以根据施工和用途的要求, 选择适当的固化剂和溶剂用量来调节粘度, 以满足允许的

操作时间和固化时间。

(二)粘结强度高: 环氧树脂的分子结构中含有羟基、醚基及极为活泼的环氧基等, 使环氧树脂具有很高的粘结强度。羟基和醚基的极性使得环氧树脂分子相邻表面之间产

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，因而粘结力特别强。

影响粘结力的因素主要是粘结物表面的清洁程度。如果粘结物的表面有一层油污，就会大大降低吸附的力量。因此必须注意粘结物表面的清洁。

(三)收缩率小：环氧树脂与固化剂是直接加成反应，因此在固化过程中没有副产物，不会产生气泡，因而收缩率小，是收缩率最小的树脂。如未加稀释剂的环氧树脂，在固化过程中收缩率一般仅在 0.1%。若加填料收缩率也在 0.1% 左右。此外它的热膨胀系数小(一般为  $60 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )故不受温度的影响。

(四)稳定性高：很多固化剂都可以使环氧树脂固化。通常在室温或稍加一些热就可以操作。

环氧树脂在未加入固化剂时是热塑性树脂，不会受热固化，短期高温只能使粘度增加，所以稳定性高。可以放置很久不会变质。如果保管好(密封、室温、不受潮)储存一年以上仍不变质。

(五)固化后树脂具有很多优良的性能。

(1)耐化学稳定性高：固化后的环氧树脂由于含有稳定的苯环、醚键，因而耐化学溶剂性好。其中所含的脂肪性羟基与碱不起作用，故耐碱。而酚醛树脂中的羟基是酸性类型，能与碱起作用，故酚醛树脂不耐碱。至于聚酯树脂由于具有酯键，能被碱破坏也不能耐碱。此外环氧树脂结构中又因含有稳定的苯环、醚键，其结构稠密封闭(固化后)，

故它能耐酸及有机溶剂。环氧树脂在温度 20~40°C 时的耐化学介质性能如下：

50% 硫酸	6 个月不受破坏
10% 盐酸	24 个月不受破坏
10% 硝酸	6 个月不受破坏
43% 磷酸	18 个月不受破坏
10% 醋酸	24 个月不受破坏
10% 丙酮水溶液	6 个月不受破坏
苯	6 个月不受破坏
甲苯	3 个月不受破坏
环己酮	3 个月不受破坏
10% 氢氧化钠(100°C)	1 个月不受破坏
煤油	24 个月不受破坏

(2)机械性能高：环氧树脂结构中含有环氧基、醚基和羟基等，同时其结构又很紧密，所以有较好的机械性能。

表 2-4 环氧树脂的机械性能

名 称	指 标
比重,克/厘米 <sup>3</sup>	1.12—1.15
抗张强度,公斤/厘米 <sup>2</sup>	460—700
抗弯强度,公斤/厘米 <sup>2</sup>	900—1200
抗压强度,公斤/厘米 <sup>2</sup>	870—1740
杨氏弹性模量,公斤/厘米 <sup>2</sup>	3200—3480
抗剪强度,公斤/厘米 <sup>2</sup>	150—300
抗冲击强度,公斤·厘米/厘米 <sup>2</sup>	10—20

(3)耐热性好：环氧树脂因含有稳定的苯环及醚键，所以其耐热性也很好，它的马丁耐热度在 120°C 以上。

(4)吸水性低：环氧树脂的吸水率在 0.5% 以下(室温)，所以它可以用作防潮材料。

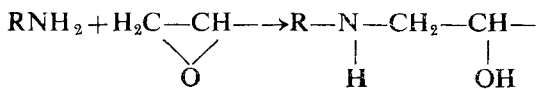
#### 四、环氧树脂的固化反应原理

环氧树脂未经固化时是一种线型结构的热塑性树脂，不耐水和溶剂的作用，故无实用价值。为了使环氧树脂具有较高的强度、良好的粘结性和耐腐蚀性能，必须用固化剂使线型环氧树脂分子交联成立体网状结构的

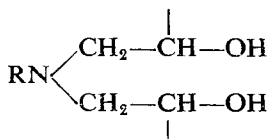
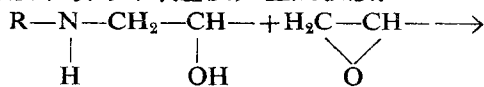
巨大分子，成为不溶不熔的固化物。

固化剂用胺类比较普遍。反应机理如下：

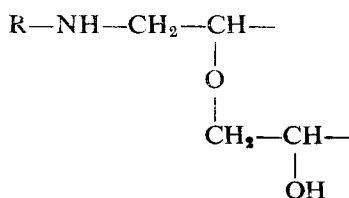
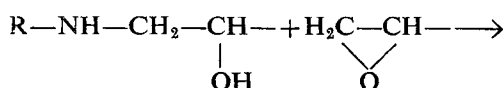
伯胺与环氧树脂中环氧基反应，使环氧基破坏生成仲胺：



仲胺继续与环氧基反应生成叔胺:



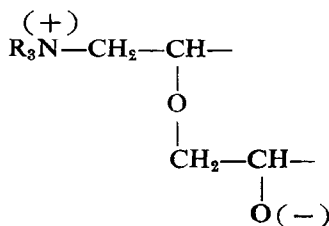
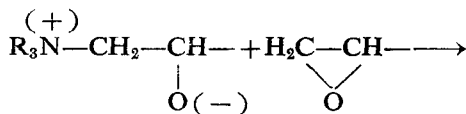
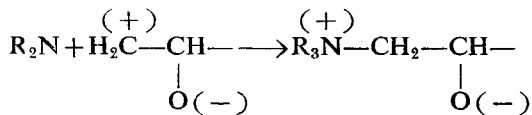
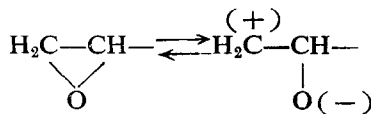
仲胺及叔胺分子中的羟基可以与环氧基起醚化反应:



最后生成巨大的立体网状结构分子。

环氧树脂由于醚键增强了环氧基的活泼

性,它不仅可被活泼的氢原子开环,而且也可以被叔胺开环,本身聚合起来。反应按下式进行:



最后生成如下结构: (见第9页)

## 五、固化剂的选择

在土建上使用胶泥时热处理较困难,一般采取常温固化,因此大多选用能在常温下固化的胺类固化剂。

胺类固化剂与环氧树脂反应是放热作用,较常用的有乙二胺、间苯二胺、#590等。

(一)乙二胺:为脂肪族多元胺类固化剂,分子式为



乙二胺为无色、易挥发液体、有氨臭味、有毒;与水或乙醇可以完全混合,在醚中稍能溶解,在空气中会发烟,有碱性,能吸收空气中的二氧化碳,并能与无机酸生成溶于水的盐类。

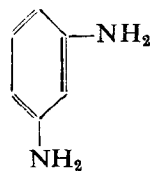
比重, 20/4°C	0.8994
熔点, °C	8.5
沸点, °C	116.4

乙二胺分子量为60,含有四个活泼氢,每一分子乙二胺可与四个环氧基起反应。反应是放热的,混和时应在低温,使用寿命短。由于乙二胺的熔点为8.5°C,因此施工及养护温度不得低于10°C。

乙二胺在常温下是液体,使用方便。用于胶泥时能在常温下固化,材料易得,因此是目前使用最普遍的一种固化剂。

为降低其毒性,可与丙酮(1:1)混合后使用。乙二胺用量一般为环氧树脂量的6—8%。

(二)间苯二胺:为芳香族胺类固化剂,结构式为







为淡黄色结晶。潮湿时色变深，对性能没有影响。

分子量	108
比重	1.139
沸点, °C	282
熔点, °C	63

间苯二胺具有4个活泼氢，可与环氧树脂分子四个环氧基起作用。

间苯二胺一般用于高温固化。也可在室温固化，但固化较慢，时间较长。目前有些单位于常温固化。也有些单位认为间苯二胺于常温固化时固化不充分，对胶泥性能影响较大，而用加温固化，性能较好。

由于间苯二胺的分子结构较大，在反应时苯环上的胺基不能全部与环氧树脂的环氧基起交联作用，故实际用量比理论计算值要大。

例如：用E-44环氧树脂，每100克树脂中间苯二胺的理论值为

$$g = \frac{M}{N} K = \frac{108}{4} \times 0.44 = 11.9 \text{ 克,}$$

而一般实际间苯二胺用量为树脂重量的14—16%。

为使间苯二胺与环氧树脂充分混和，使用时应使间苯二胺熔融。可采取以下几种方法：①将间苯二胺及环氧树脂分别在65°C下熔融，然后混合在一起；②将环氧树脂加热至80°C，在搅拌下将间苯二胺溶入，混合好后再冷却至室温使用；③将间苯二胺与丙酮(1:1)混合，用水浴法加热至65°C并搅拌均匀，然后加入环氧树脂混合均匀。

### (三)二乙烯三胺：

系脂肪族多元胺类固化剂，为刺激性液体，分子量为103，含有五个活泼氢，反应力极强，使用寿命短。用量一般为树脂量的8—11%。

可在室温下固化，但经过热处理机械性能会更好一些。树脂如充分固化，耐腐蚀性相当强。可耐20%硝酸和85%硫酸。

(四) #593：是二乙烯三胺改性体，为二乙烯三胺与环氧丙烷丁基醚制得的加成物，为淡黄色粘性液体，于室温固化。使用时间约半小时，性能与二乙烯三胺相似，但毒性较低，粘度小，不容易吸潮，因此使用方便，且环氧树脂固化后弹性极好，用量为树脂重量的25%。(上海树脂厂产)

(五) #590：是间苯二胺改性体，为间苯二胺和环氧丙烷苯基醚的加成物，黄色至深褐色粘性液体，粘度较低，软化点>20°C，使用方便，用量幅度大，用量为树脂重量的15—20%。毒性比间苯二胺低。虽然一般要求加温固化，但亦可常温固化。(上海树脂厂产)

(六) β-羟乙基乙二胺：为无色液体，粘度较大。它是乙二胺与环氧乙烷的加成物。由于在乙二胺结构中引入了羟乙基，故沸点从117°C提高到243°C左右，因此显著地降低了挥发性。在使用过程中无刺激性挥发物逸出。同时它本身的毒性也较乙二胺低，因此大大降低了中毒的可能性。使用时固化速度慢，使用时间长。其用量为树脂重量的16%。可代替乙二胺使用。(上海助剂厂产)

### (七)低分子量聚酰胺树脂：

结构形式：

