

EPOXY ADHESIVE

环氧胶黏剂

张玉龙 主编

第2版 >>



化学工业出版社

EPOXY ADHESIVE

环氧胶黏剂

张玉龙 主编

第2版



化学工业出版社

·北京·

本书主要对通用环氧胶黏剂、改性环氧胶黏剂、功能环氧胶黏剂、环保环氧胶黏剂和专用环氧胶黏剂的实用配方与制备实例进行介绍。每一例制备实例都对原材料与配方、制备实例、性能与应用等进行了详细论述。

本书可供从事环氧胶黏剂研究、配方设计、制备、管理的各类人员参考，也可作为培训教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

环氧胶黏剂/张玉龙主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-122-29556-9

I. ①环… II. ①张… III. ①环氧胶黏剂 IV. TQ433. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 088851 号

责任编辑: 赵卫娟

装帧设计: 史利平

责任校对: 吴 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 字数 483 千字 2017 年 8 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00 元

版权所有 违者必究

编委会名单

主 编：张玉龙

副主编：李 萍 石 磊 宫 平 谭晓婷

编 委（按姓氏笔画排序）：

王 升	王志强	王敏芳	王瑞鑫	牛利宁
孔祥海	石 磊	白 真	白国厚	全识俊
孙平川	孙佳春	刘 川	刘向平	刘宝玉
任崇刚	陈 国	吴 迪	杜仕国	张文雨
张文栋	张火荣	张吉雷	张玉龙	张军营
张婷婷	张振文	李 哲	李旭东	李桂变
李 萍	李青霞	杨 华	杨晓冬	邵颖惠
郑戍华	郑顺奇	官周国	姚春臣	宫 平
贺同正	胡海燕	高九萍	黄 晖	黄晓霞
程兴德	程如强	普朝光	蔡玉海	谭晓婷

前言

FOREWORD

环氧树脂胶黏剂又称“万能胶”和“大力胶”，是目前最重要的胶黏剂之一，因其原材料充足易得，制备工艺技术娴熟，且简便可行，性能优良，功能多样，应用极为广泛。在国民经济建设、国防建设和人们的日常生活中发挥了极大的作用。近年来，随着高新技术在环氧树脂及其胶黏剂配方设计、制造技术与表征技术中的应用，环氧树脂胶黏剂有了长足进步，在功能化、环保化、高性能化和专用化方面的研究不断深入，涌现出一大批新品种，成果丰硕，展示了这一胶种的发展前景。

该书第一版行业反响较好，为了融入近几年的研究和应用新成果，为广大读者提供更新、更及时的环氧胶黏剂发展动态，我们再版了《环氧胶黏剂》一书，全书共7章。本书在扼要介绍环氧胶黏剂基础知识研究发展状况以及配方设计、制备及性能检测的基础上，重点介绍了通用环氧胶黏剂、改性环氧胶黏剂、功能环氧胶黏剂、环保环氧胶黏剂和专用环氧胶黏剂的实用配方与制备实例，并按照原材料与配方、制备方法、性能与效果的编写格式叙述了每一配方实例，是业内研究、配方设计、制造、管理、销售与教学人员必读必备之书，也是专业培训的良好教材。

本书突出实用性、先进性、可操作性，理论叙述从简，侧重于用实例与实用数据说明问题，全书结构严谨、数据翔实可靠、信息量大、图文并茂，本书出版发行能为我国的胶黏剂发展起到积极作用，编者感到十分欣慰。

由于编者水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指教。

编者

2017.6



◎ 第一章 概述 1

第一节 简介	1
第二节 环氧树脂胶黏剂的分类	1
第三节 环氧树脂胶黏剂的特点与性能	2
一、优点	2
二、缺点	3
三、环氧类胶黏剂的性能	3
第四节 环氧胶黏剂的应用	4

◎ 第二章 环氧树脂胶黏剂的配方设计、制备与性能 7

第一节 环氧树脂胶黏剂的组成与固化剂的反应机理	7
一、环氧胶黏剂的组成及其各组分的作用	7
(一) 环氧树脂	7
(二) 固化剂	14
(三) 增韧剂	15
(四) 稀释剂	16
(五) 填充剂(填料)	16
(六) 偶联剂	17
(七) 阻燃剂	18
(八) 着色剂	18
二、环氧胶黏剂用固化剂的反应机理	18
(一) 环氧树脂中环氧基的开环反应	18
(二) 有机胺类固化剂的固化机理	20
(三) 有机酸酐的固化机理	20
(四) 催化型固化剂的固化机理	21
第二节 环氧胶黏剂的制备与储存	22
一、胶黏剂制备工艺	22
(一) 环氧树脂胶黏剂的配制工艺	22
(二) 双组分环氧胶黏剂的制备	23
(三) 注意事项	23

二、环氧胶黏剂的储存	23
第三节 环氧胶黏剂的性能要求与检测	24
一、检测标准和方法	24
二、主要性能要求与检测	24
(一) 粘接强度	24
(二) 黏度	25
(三) 收缩率	25
(四) 耐紫外光(老化黄变)性	25
(五) 凝胶时间、表干时间	25
(六) 胶膜镜向光泽度、硬度	26
(七) 环氧树脂表面成膜	26

◎ 第三章 通用环氧树脂胶黏剂

27

第一节 室温固化环氧胶黏剂	27
一、简介	27
(一) 基本概念与范畴	27
(二) 基本特点与研究进展	27
(三) 主要品种与性能	28
(四) 室温固化高温使用的环氧胶黏剂及研究进展	29
二、实用配方	31
三、室温固化环氧胶黏剂配方与制备实例	45
(一) 高性能双组分室温固化环氧胶黏剂	45
(二) 室温快速固化高性能环氧胶黏剂	46
(三) 室温固化环氧树脂胶黏剂	47
(四) 低成本室温固化双组分环氧密封胶黏剂	47
(五) 低成本常温固化高温使用的环氧胶黏剂	48
(六) 室温固化耐高低温环氧胶黏剂	48
(七) 低放热室温固化环氧胶黏剂	50
(八) 室温固化环氧结构胶黏剂	50
(九) 室温固化高剥离强度耐中/低温环氧结构胶黏剂	51
(十) 室温固化环氧树脂灌封胶黏剂	51
(十一) 室温固化耐热环氧树脂胶黏剂	52
(十二) 双组分室温固化环氧结构胶黏剂	53
(十三) 复合板用室温固化环氧结构胶黏剂	54
(十四) 室温快固环氧密封胶黏剂	55
(十五) 室温固化高低温使用环氧胶黏剂	55
(十六) 室温固化柔性环氧胶黏剂	56
(十七) 室温固化双酚 A 型环氧树脂胶黏剂	56
(十八) 低黏度耐超低温室温固化环氧密封胶黏剂	57
(十九) 端羧基液体丁腈橡胶双组分室温固化环氧结构胶黏剂	58
(二十) 单组分湿气固化环氧建筑胶黏剂	58
(二十一) 单组分丙烯酸改性环氧建筑胶黏剂	59
(二十二) 单组分环氧/潜伏型酮亚胺固化建筑胶黏剂	59

第二节 中温固化环氧胶黏剂	60
一、简介	60
(一) 潜伏型中温固化体系的研究	60
(二) 有机酸酐类体系	62
(三) 微胶囊类体系	62
二、中温固化环氧胶黏剂实用配方	63
三、中温固化阻燃环氧胶黏剂配方与制备实例	75
第三节 高温固化环氧胶黏剂	76
一、高温固化环氧胶黏剂实用配方	76
二、高温固化环氧树脂胶黏剂配方与制备实例	79
(一) 高温固化环氧胶黏剂	79
(二) 高温固化耐高温环氧胶黏剂	80
第四节 低温固化环氧胶黏剂	81
一、低温固化环氧胶黏剂实用配方	81
二、低温固化环氧胶黏剂配方与制备实例	83
(一) 低温快速固化环氧树脂灌浆胶黏剂	83
(二) 低温固化环氧灌注结构胶黏剂	84
(三) 低温固化高强度环氧结构胶黏剂	85
第五节 其他环氧胶黏剂	86
一、新型环氧胶黏剂	86
二、对苯二胺(PPDA)型多官能环氧树脂胶黏剂	87
三、双酚S环氧树脂胶黏剂	89
四、双酚F环氧树脂胶黏剂	90
五、缩水甘油胺型环氧树脂胶黏剂	91

◎ 第四章 改性环氧胶黏剂

93

第一节 橡胶改性环氧胶黏剂	93
一、简介	93
(一) 基本特点	93
(二) 丁腈橡胶改性环氧胶黏剂	93
(三) 聚硫橡胶改性环氧胶黏剂	98
二、实用配方	98
(一) 丁腈橡胶改性环氧胶黏剂实用配方	98
(二) 聚硫橡胶改性环氧胶黏剂实用配方	102
三、橡胶改性环氧胶黏剂配方与制备实例	104
(一) 端羟基丁腈与聚硫橡胶改性环氧胶黏剂	104
(二) 橡胶/环氧复合补强胶片	105
(三) 纳米橡胶改性环氧水下结构胶黏剂	106
(四) 端羧基丁腈橡胶(CTBN)/端氨基丁腈橡胶改性环氧 胶黏剂	107
(五) 端氨基丁腈改性环氧胶黏剂	107
(六) 核-壳粒子/液体橡胶改性环氧胶黏剂	107
(七) 端羧基丁腈橡胶(CTBN)改性环氧胶黏剂	108

第二节 热塑性树脂改性环氧胶黏剂	109
一、简介	109
(一) 研究进展	109
(二) 丙烯酸酯改性环氧树脂胶黏剂	110
(三) 聚碳酸酯改性	110
(四) 聚乙烯醇缩醛改性	111
(五) 尼龙(PA)改性	111
(六) 聚醚亚胺改性	111
(七) 聚砜改性	111
(八) 有机硅改性	113
(九) 液晶高分子改性	113
二、热塑性树脂改性环氧胶黏剂实用配方	113
三、丙烯酸改性环氧胶黏剂配方与制备实例	117
(一) 丙烯酸酯单体改性环氧胶黏剂	117
(二) 丙烯酸环氧酯改性环氧胶黏剂	118
(三) 丙烯酸酯/2-苯基咪唑改性环氧胶黏剂	119
(四) 有机硅改性丙烯酸酯/环氧胶黏剂	120
四、聚酰亚胺改性环氧胶黏剂	120
(一) 双马来酰亚胺改性耐高温环氧胶黏剂	120
(二) 含羟基聚酰亚胺改性环氧胶黏剂	121
(三) 聚酰亚胺改性环氧胶黏剂	122
(四) 聚酰亚胺(PI)增韧改性环氧胶黏剂	123
(五) 新型聚酰亚胺/环氧胶黏剂	123
(六) 端羧基亚胺-环氧胶黏剂	124
(七) TMI 马来酰亚胺/高温磷氮型环氧胶黏剂	126
五、有机硅改性环氧胶黏剂配方与制备实例	127
(一) 有机硅改性环氧耐高温封装胶黏剂	127
(二) 有机硅/丙烯酸酯改性环氧胶黏剂	128
(三) 耐高温有机硅/环氧灌封胶黏剂	128
(四) 有机硅改性环氧胶黏剂	129
(五) 有机硅改性环氧树脂高强度胶黏剂	130
六、其他热塑性树脂改性环氧胶黏剂配方与制备实例	131
(一) 聚酰胺酸改性环氧胶黏剂	131
(二) 4,4'-二氨基二苯砜(DDS)改性环氧胶黏剂	131
(三) 酚酞基聚芳醚酮改性环氧结构胶黏剂	133
(四) 苯并噁嗪(BZ)改性氰酸酯/双马来酰胺/环氧 胶黏剂	133
第三节 聚氨酯改性环氧胶黏剂	134
一、简介	134
二、聚氨酯改性环氧胶黏剂实用配方	135
三、聚氨酯改性环氧胶黏剂配方与制备实例	139
(一) 二缩水甘油乙醇胺封端聚氨酯改性环氧胶黏剂	139
(二) 聚氨酯改性环氧胶黏剂	140
(三) 聚氨酯改性环氧灌封胶黏剂	140

(四) 环氧封端聚氨酯改性环氧胶黏剂	141
(五) 聚氨酯预聚体改性环氧胶黏剂	142
(六) 蓖麻油聚氨酯/环氧互穿网络胶黏剂	143
(七) 聚氨酯/纳米 SiO ₂ 改性环氧树脂醇溶性胶黏剂	143
(八) 低温应用的聚氨酯改性环氧密封胶黏剂	144
第四节 热固性树脂改性环氧胶黏剂	145
一、热固性树脂改性环氧胶黏剂实用配方	145
(一) 酚醛树脂改性环氧胶黏剂	145
(二) 不饱和聚酯改性环氧胶黏剂	147
(三) F-50 聚醚树脂改性环氧胶黏剂	148
(四) 液体聚硫聚脲增韧改性环氧胶黏剂	148
二、热固性树脂改性环氧胶黏剂配方与制备实例	148
(一) 聚乙烯醇缩丁醛/酚醛树脂改性环氧胶黏剂	148
(二) 聚脲改性环氧树脂建筑结构胶黏剂	149
(三) 曼尼希改性二乙烯三胺环氧建筑胶黏剂	150
第五节 填充或增强改性环氧胶黏剂	151
一、简介	151
(一) 无机填料增韧环氧胶黏剂	151
(二) 纳米材料在环氧胶黏剂改性中的应用	151
(三) 纳米粒子改性环氧树脂胶黏剂的制备	154
二、填料改性环氧胶黏剂实用配方	154
三、填充或增强改性环氧胶黏剂配方与制备实例	159
(一) 纳米蒙脱土改性环氧胶黏剂	159
(二) 纳米 SiO ₂ 改性环氧树脂胶黏剂	160
(三) 纳米 SiO ₂ /丁腈橡胶改性环氧胶黏剂	160
(四) 纳米 SiO ₂ /聚氨酯改性环氧胶黏剂	161
(五) 氨基修饰二氧化硅改性环氧胶黏剂	162
(六) 纳米 CaCO ₃ 改性环氧树脂胶黏剂	162
(七) 纳米 TiO ₂ 改性环氧胶黏剂	163
(八) 氮化硼改性环氧导热灌封胶黏剂	164
(九) 短切玻璃纤维改性环氧胶黏剂	164
(十) 碳酸钙晶须改性环氧树脂胶黏剂	165
(十一) 纳米硅改性环氧建筑结构胶黏剂	166

◎ 第五章 环氧树脂功能胶黏剂

168

第一节 环氧树脂导电胶黏剂	168
一、简介	168
(一) 导电胶黏剂的组成	168
(二) 导电胶黏剂的基本性能	168
(三) 用途	169
二、环氧导电胶黏剂实用配方	169
三、银粉/环氧树脂导电胶黏剂	177
第二节 环氧树脂导磁与导热胶黏剂	178

一、环氧树脂导磁胶黏剂	178
二、环氧树脂导热胶黏剂	178
(一) 低黏度导热环氧胶黏剂	178
(二) LED 封装用环氧树脂/金刚石导热胶黏剂	179
(三) 有机硅杂化高导热环氧封装胶黏剂	179
(四) ZnO 改性 Al ₂ O ₃ 导热环氧胶黏剂	180
第三节 环氧树脂光学胶黏剂	180
一、无色透明环氧胶黏剂	180
(一) 影响环氧胶黏剂透明性的主要因素	181
(二) 无色透明环氧树脂	181
(三) 无色透明的固化剂	182
(四) 无色透明环氧胶黏剂	183
(五) 无色透明环氧胶黏剂的应用	184
二、环氧大豆油改性透明环氧树脂胶黏剂	185
三、环氧光学胶黏剂实用配方	186
第四节 阻燃环氧树脂胶黏剂	191
一、阻燃环氧树脂胶黏剂实用配方	191
二、无卤阻燃环氧灌封胶黏剂配方与制备实例	193

◎ 第六章 水性环氧树脂胶黏剂

195

第一节 水性环氧胶黏剂	195
一、简介	195
(一) 环氧树脂乳液	195
(二) 水性环氧胶黏剂	196
(三) 水性环氧胶黏剂的应用	197
二、水性环氧胶黏剂实用配方	199
三、水性环氧胶黏剂配方与制备实例	201
(一) 直接喷射制版用水性紫外光感环氧胶黏剂	201
(二) 改性环氧树脂水性胶黏剂	201
(三) 水性环氧乳液胶黏剂	202
(四) 多巯基水性环氧低温胶黏剂	203
(五) 水性环氧胶黏剂	203
(六) 水性环氧/聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 固体胶	204
(七) HS-812 环氧乳液胶黏剂	205
(八) 环氧水乳胶黏剂	206
(九) 环氧树脂/大豆淀粉木材用胶黏剂	208
(十) 醋丙乳液改性环氧胶黏剂	209
第二节 环保型无溶剂环氧胶黏剂	209
一、简介	209
(一) 无溶剂环氧胶黏剂的特点与改性	209
(二) 聚乙烯醇缩丁醛 (PVB) 增韧改性环氧胶黏剂	211
(三) 尼龙粉末增韧环氧树脂胶黏剂	211
二、无溶剂环氧胶黏剂实用配方	213

三、环保型无溶剂环氧胶黏剂配方与制备实例	218
(一) 无溶剂无色透明快速固化环氧胶黏剂	218
(二) 新型耐高温无溶剂环氧胶黏剂	220
(三) 无溶剂 TGBAPP 型环氧胶黏剂	220
(四) 无溶剂耐高温环氧胶黏剂	221
第三节 光固化环氧胶黏剂	222
一、聚氨酯丙烯酸酯增韧环氧丙烯酸酯光固化胶	222
二、紫外光固化环氧胶黏剂	223
三、碘盐引发的环氧-丙烯酸酯复合光敏胶黏剂	223
四、纳米 SiO ₂ 改性环氧丙烯酸酯光固化胶黏剂	224
五、改性环氧树脂光固化速粘胶黏剂	225

◎ 第七章 环氧专用胶黏剂

226

第一节 环氧密封胶黏剂	226
一、环氧密封胶黏剂实用配方	226
二、环氧密封胶黏剂配方与制备实例	228
(一) 中温固化单组分环氧胶黏剂	228
(二) 电池封装用环氧密封胶黏剂	229
(三) 快速固化环氧/聚硫密封胶黏剂	230
(四) 环氧点焊密封胶黏剂	231
(五) 电话机中继器底盘用环氧密封胶黏剂	232
(六) 环氧灌封胶黏剂	233
(七) 电器灌封用耐高温环氧密封胶黏剂	233
(八) 公路视线诱导器密封胶黏剂	233
(九) 微电子封装用环氧胶黏剂	234
(十) 大功率绝缘栅双极型晶体管用耐高温环氧灌封胶	235
(十一) 电机用环氧灌封胶黏剂	236
(十二) 地铁工程用弹性环氧封缝胶黏剂	237
(十三) 含有两相结构的环氧树脂灌封胶黏剂	237
(十四) 耐高低温环氧灌封胶黏剂	238
第二节 机电专用环氧胶黏剂	238
(一) 电机绝缘用环氧胶黏剂	238
(二) 阻尼钢板用环氧胶黏剂	239
(三) 电机绝缘用单组分环氧胶黏剂	239
(四) MW 级风力发电机组风轮叶片用环氧结构胶黏剂	240
(五) 电机用单组分环氧胶黏剂	241
(六) 风电叶片用环氧结构胶黏剂	241
(七) 大型原体修复用环氧胶黏剂	242
(八) 挠性覆铜板用高剥离强度环氧胶黏剂	242
(九) 成像组件精密组装用环氧胶黏剂	243
(十) 高导热挠性铝基覆铜板用环氧胶黏剂	244
(十一) 光电组件组装用环氧胶黏剂	245
(十二) 运载火箭推进剂用液氮温度下的环氧胶黏剂	245

(十三) 耐热耐焊型环氧胶黏剂	247
(十四) 电气绝缘用 F 级云母/环氧胶带	247
(十五) 散热型印刷电路板用环氧胶黏剂	248
(十六) 挠性印刷电路板用环氧胶黏剂	249
(十七) 挠性导热绝缘环氧胶黏剂	250
(十八) 空压机管式冷却器专用胶黏剂	251
(十九) 高精度传感器专用环氧胶黏剂	251
(二十) 纺织配件粘接专用胶黏剂	251
(二十一) 汽车车灯粘接专用环氧胶黏剂	252
(二十二) 塑料薄膜四色凹印机大胶轮修复用环氧胶黏剂	253
(二十三) 选煤旋流器结构耐磨衬里粘接专用胶黏剂	254
(二十四) 水利机械修复用环氧胶黏剂	255
(二十五) 铝蜂窝芯材拼接胶膜	256
第三节 建筑与工程用环氧胶黏剂	256
一、建筑用环氧胶黏剂	256
(一) 建筑用环氧结构胶黏剂	256
(二) 糠醛丙酮改性环氧建筑结构胶黏剂	257
(三) 环氧建筑改性结构胶黏剂 (JGN-TCA 型)	258
(四) 高性能双组分环氧建筑结构胶黏剂	258
二、工程用环氧胶黏剂	259
(一) 煤气管道修复用高效环氧胶黏剂	259
(二) 铸铁管修复专用胶黏剂	260
(三) 油介质混凝土修补用环氧胶黏剂	260
(四) 预应力钢绞线防腐用环氧胶黏剂	261
(五) 油污面混凝土用胶黏剂	262
(六) 湿性石材粘接用胶黏剂	262
(七) 石材薄板复合用环氧胶黏剂	263
(八) 环氧锚固胶黏剂	263
(九) 混凝土渡槽用环氧胶黏剂	264
(十) 高弹性改性环氧道路修补胶黏剂	264
三、水下工程用环氧胶黏剂	266
(一) 水中固化环氧胶黏剂	266
(二) 水下施工专用环氧胶黏剂	267
(三) 水下固化环氧胶黏剂	267
(四) 环氧树脂水下修补胶黏剂	268
第四节 金属、塑料、橡胶粘接专用环氧胶黏剂	269
一、金属粘接专用环氧胶黏剂	269
(一) 金属粘接用环氧/橡胶类胶黏剂	269
(二) 金属粘接用环氧/酚醛胶黏剂	269
(三) 金属粘接用环氧/缩醛改性胶黏剂	270
(四) 金属粘接用聚氨酯/环氧胶黏剂	270
(五) 金属粘接用环氧/丁腈胶黏剂	271
(六) 铝合金粘接用环氧胶黏剂	271
二、塑料粘接用环氧胶黏剂	272

(一) 塑料粘接用环氧胶黏剂	272
(二) 硬质 PVC 管材用环氧树脂胶黏剂	272
(三) 玻璃钢粘接用环氧树脂胶黏剂	273
(四) 泡沫塑料粘接用环氧树脂胶黏剂	274
(五) 玻璃钢高压断路器灭弧筒与铝材粘接用环氧树脂胶黏剂	274
(六) 环氧 / 聚氯乙烯胶黏剂	275
(七) 有机硅改性环氧树脂复合材料粘接专用胶黏剂	275
三、橡胶粘接专用环氧胶黏剂	276
(一) 橡胶粘接用环氧胶黏剂	276
(二) 橡胶粘接用环氧 65-01 胶黏剂	276

第一章

概述

第一节 简介

环氧树脂胶黏剂是由环氧树脂、固化剂、增韧剂、促进剂、稀释剂、填充剂、偶联剂、阻燃剂、稳定剂等组成的液态或固态胶黏剂。其中环氧树脂、固化剂、增韧剂是不可缺少的组分，其他则根据需要来选择。环氧胶黏剂的胶黏过程是一个复杂的物理和化学过程，包括浸润、黏附、固化等步骤，最后生成三维交联结构的固化物，把被粘物结合成一个整体。

环氧胶的种类很多，在各类环氧树脂中，双酚 A 环氧树脂是产量最大、用途最广的一大品种。根据它的分子量不同可分为低、中等、高、超高分子量环氧树脂（聚酚氧树脂）。低分子量的树脂可在室温或高温下固化，但高分子量的环氧树脂必须在高温下才能固化，而超高分子量的聚酚氧树脂不需要借助固化剂，在高温情况下能形成坚韧的膜。随着各种胶黏理论的相继提出，以及胶黏剂化学、胶黏剂流变学和胶黏破坏机理等基础研究工作的深入进展，使胶黏剂性能、品种和应用有了突飞猛进的发展。环氧树脂及其固化体系也以其独特的、优异的性能和新型环氧树脂、新型固化剂和添加剂的不断涌现，成为性能优异、品种众多、适应性广泛的一类重要的胶黏剂。

胶黏剂的胶接性能（强度、耐热性、耐腐蚀性、抗渗性等）不仅取决于其结构和性能以及被粘物表面的结构和胶黏特性，而且和接头设计、胶黏剂的制备及胶接工艺等密切相关，同时还受周围环境的制约。因此环氧胶黏剂的应用是一个系统工程。环氧胶黏剂的性能必须与上述影响胶接性能的诸因素相适应，才能获得最佳结果。用相同配方的环氧胶黏剂胶接不同性质的物体，或采用不同的胶接条件，或在不同的使用环境中，其性能会有极大的差别，应用时应充分给予重视。

环氧胶黏剂的粘接强度高、通用性强，曾有“万能胶”“大力胶”之称，在航空、航天、汽车、机械、建筑、化工、轻工、电子、电器以及日常生活等领域得到广泛的应用。随着我国环保法规的日趋健全，以及人们自身健康意识的提高，质量好、无污染、与国际标准接轨的环保型环氧胶黏剂正在逐渐成为合成胶黏剂的主流产品。

第二节 环氧树脂胶黏剂的分类

环氧胶黏剂因其性能优良、应用面广、工艺简便、投入极少，绝大多数品种可现用现

配，故而备受业内人员重视，对其研究也投入较大，发展迅速。新品种较多，其分类方法也较多，目前尚不统一，常用分类方法有以下几种。

(1) 按功能分类可分为通用品种（包括室温固化、中温固化、高温固化和低温固化胶）、功能胶、环保胶和专用胶等。

为叙述方便，本书将按照此方法加以介绍，其他分类方法仅做扼要说明。

(2) 按其专业用途可分为机械用环氧树脂胶黏剂（如农机胶）、建筑用环氧树脂胶黏剂（如粘钢加固胶）、电子用环氧树脂胶黏剂（如灌封胶）、修补用环氧树脂胶黏剂（如混凝土灌注胶）以及交通用胶、船舶用胶等。

(3) 按照固化条件，环氧树脂胶黏剂可分为高温固化（固化温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ）、中温固化（固化温度 $80\sim 150^{\circ}\text{C}$ ）、室温固化（固化温度 $15\sim 40^{\circ}\text{C}$ ）和低温固化（固化温度 $< 15^{\circ}\text{C}$ ）四类。其中室温固化是指在室温下为液状的，调制后可于室温条件下几分钟到几小时内凝胶，在不超过7d的时间内完全固化并达到可用强度。它具有很大的优越性。其特点是：固化工序简单，使用方便，不需固化设备，所以能源省，成本低；室温使用期短，故多以双组分供应，或现用现配；通常固化24h达到适用强度，3~7d达到最高强度，并随气温的高低有所变化。

(4) 按包装形态可分为单组分胶、双组分胶等。

(5) 按照胶接接头受力情况，可分为结构胶和非结构胶两大类。国家标准对结构胶黏剂的定义是：用于受力结构件胶接的，能长期承受许用应力和环境作用的胶黏剂。要求形成的粘接接头不但能承受而且可以传递较大的应力，接头有较高的机械强度。我国对结构胶黏剂的分类还没有国家标准，通常根据胶接对象的受力情况和胶接强度把结构胶黏剂分为高强度、高韧性和中等强度、中等韧性两类。参考指标为：主受力结构用胶的钢-钢剪切强度 $\geq 25\text{MPa}$ ，拉伸强度 $\geq 33\text{MPa}$ ，不均匀扯离强度 $> 4\text{kN/m}$ 。次受力结构用胶的剪切强度为 $17\sim 25\text{MPa}$ ，不均匀扯离强度为 $2\sim 5\text{kN/m}$ 。非结构胶即通用型胶黏剂，其室温强度还比较高，但随温度的升高，胶接强度下降较快，只能用于受力不大的部分。一般情况下，在 82°C 以下使用的结构胶称为一般结构胶黏剂，在 82°C 以上使用的结构胶称为耐热结构胶黏剂。环氧结构胶黏剂应具有的主要性能如下。

- ① 强度和韧性高。
- ② 抗蠕变性好，蠕变量应很小。
- ③ 有良好的抗疲劳性能和耐冲击性能。
- ④ 有一定的耐热性。
- ⑤ 耐介质性能、耐大气老化性能，尤其是耐湿热老化性能好。
- ⑥ 有良好的持久强度和足够的安全可靠性。

第三节 环氧树脂胶黏剂的特点与性能

一、优点

(1) 黏附力好 由于具有环氧基、羟基、氨基等极性基团，故对金属、玻璃、塑料、陶瓷等都有较强的黏附力。

(2) 内聚力大 当树脂固化后，胶层的内聚力很大，以致应力断裂往往出现在被粘物上，而不在胶层内或黏合界面上。

- (3) 100%的固体 与酚醛树脂或其他热固性胶黏剂不一样，环氧树脂在固化时不会放出水或其他缩合副产物，因而黏合时不用压力或仅使用接触压力。
- (4) 低收缩率 加入硅、铝或其他填料后，收缩率可降至1%左右。
- (5) 低蠕变性 像其他热固性树脂一样，在长期应力下不会变形。
- (6) 耐潮湿和溶剂，对潮气不敏感。
- (7) 可以改性 如通过改变环氧树脂和固化剂的类型、加入其他树脂、与特种填料复合来改性。
- (8) 可室温固化 选择特殊的固化剂，可在室温或低温下5min内固化。
- (9) 耐温性能好 可配制成在低温或超过250℃的高温下长期使用的胶液。

二、缺点

- (1) 毒性 一些环氧树脂和稀释剂会引起皮炎，某些胺类固化剂是有毒的，但固化的环氧树脂对身体无害。
- (2) 适用期短 大部分双组分胶黏剂必须在配制后立即使用，否则就会固化。
- (3) 价格较高。
- (4) 环氧胶黏剂的主要缺点包括：不增韧时，固化物偏脆，在胶接接头处抗剥离、耐冲击性能差；对极性小的材料（如聚乙烯、聚丙烯等）粘接力小，必须先进行活化处理；胶接质量受到较多因素的影响，使得用胶接制造的产品质量分散性大，通常胶接强度的分散性高达20%，这大大降低了设计取值，使应用受到约束；质量测试手段不完善，非破坏性的、可靠、直观、快速的质量测试方法还很罕见；长期持久强度与耐老化性能的研究数据仍然较少，使得在实际老化问题上，尚未有明确的答案，这也限制了该类胶种的推广应用。

三、环氧类胶黏剂的性能

一般环氧树脂结构中含有羟基、醚键，使它有高的粘接性，这些极性基团能使相邻界面产生电磁力，在固化过程中，伴随固化剂的化学作用，还能进一步生成羟基和醚键，所以环氧胶黏剂不仅有较高的内聚力，而且具有很强的黏附力，对许多种材料如金属、塑料、玻璃、木材、纤维等都具有很强的粘接强度，俗称“万能胶”。

环氧树脂的分子排列紧密，在固化过程中不析出低分子物，而且它可以配制成无溶剂型胶黏剂，所以它的收缩率一般比较低。如果选用适当填料，可使收缩率降至0.1%~0.2%。

环氧树脂结构中存在稳定的苯环、醚链且固化后结构致密，这决定了环氧胶黏剂对大气、潮湿、化学介质、细菌等的作用有很强的抵抗力，因此它可应用在许多较为苛刻的环境中。

环氧胶黏剂粘接力大，粘接强度高，收缩率小，尺寸稳定，环氧树脂胶在固化时几乎不放出低分子产物，线膨胀系数受温度影响小，因此，粘接件的尺寸稳定性好。环氧树脂胶的固化产物具有优异的电绝缘性能，体积电阻率为 $10^{13} \sim 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ，介电强度为30~50kV/mm。环氧树脂分子中含有醚键，且分子链间排列紧密，交联密度又大，故有良好的耐溶剂、耐油、耐酸、耐碱、耐水等性能，特别是耐碱性强。环氧树脂与很多橡胶（弹性体）及热塑性树脂相容性好，甚至能发生化学反应；与填料分散性好，可在很大范围内改变环氧树脂胶的性能；工艺性好，使用方便，毒性较低，危害性小；树脂中含有很多的苯环和杂环，分子链柔性小，加之固化后的交联结构不易变形，未增韧的环氧树脂胶韧性不好，脆性较大，剥离强度很低，不耐冲击振动。

环氧树脂含有多种极性基团和活性很大的环氧基，因而与金属、玻璃、水泥、木材、塑料等多种极性材料，尤其是表面活性高的材料具有很强的粘接力，同时环氧固化物的内聚强