

ENGINEERING ADHESIVES

工程胶黏剂

及其应用



翟海潮 编著



化学工业出版社

ENGINEERING ADHESIVES

工程胶黏剂

及其应用



翟海潮 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对工程胶黏剂的定义、分类、发展历史进行了简单介绍，重点阐述了工程胶黏剂的配方与生产工艺、施工工艺、涂胶与固化设备以及工程胶黏剂在建筑、交通运输、机械设备制造与维修、电子电器制造、新能源设备制造、航空航天、军工及医疗等领域中的应用。

本书是作者多年来从事工程胶黏剂研究、生产、应用工作的结晶，适用于从事胶黏剂研制、生产、应用等相关工作的技术人员参考，特别适合从事工程胶黏剂研究、推广、应用等相关工作的人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工程胶黏剂及其应用/翟海潮编著. —北京: 化学工业出版社, 2017. 4

ISBN 978-7-122-29284-1

I. ①工… II. ①翟… III. ①胶粘剂 IV. ①TQ430.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 050606 号

责任编辑: 张 艳 刘 军

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 王 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

710mm×1000mm 1/16 印张 17½ 字数 330 千字 2017 年 4 月北京第 1 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

前 言

FOREWORD

工程胶黏剂是指无溶剂的液态反应型胶黏剂，用于粘接耐久的基材。目前公认的工程胶黏剂有6类，包括环氧胶黏剂、反应型丙烯酸酯胶黏剂、厌氧胶黏剂、氰基丙烯酸酯胶黏剂、有机硅胶黏剂、反应型聚氨酯胶黏剂。自20世纪40年代以来，工程胶黏剂取得了突飞猛进的发展，目前已成为建筑、汽车、机械、电子电器、新能源设备、船舶、航空航天、医疗等领域不可缺少的专门技术之一。虽然工程胶黏剂用量只占世界胶黏剂总用量的10%左右，但工程胶黏剂在整个胶黏剂行业有着举足轻重的地位，是胶黏剂的精华和技术关键所在。

自21世纪初中国加入WTO以来，中国逐步成为全球第一制造业大国。房地产、汽车、工程机械、高速铁路、电子电器、新能源设备等行业的迅速崛起，带动了工程胶黏剂行业的快速发展，工程胶黏剂在中国的应用越来越广泛。同时，随着中国工程胶黏剂企业研发投入的不断增大，产品性能与质量和国际知名胶黏剂企业的差距越来越小，个别品种已处于世界领先地位。但是，行业内产品同质化现象越来越严重，低价竞争严重影响行业的健康发展。目前我国正处于经济结构转型期，胶黏剂行业也不例外，兼并重组是胶黏剂企业未来的发展趋势。规模化、专业化是中国胶黏剂企业发展的必经之路。胶黏剂企业必须明确自己的发展战略，发挥各自优势，聚焦市场，持续创新。只有这样，才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。希望本书的出版能对工程胶黏剂行业的发展有所裨益。

本书从实用的观点出发，系统地介绍了工程胶黏剂的发展历史、配方与生产工艺、施工工艺与涂胶设备以及工程胶黏剂在建筑、交通运输、机械设备、电子电器、新能源设备、航空航天、军工及医疗等领域的应用。

笔者现任北京天山新材料技术有限公司副总裁，是我国工业修补剂的发明人。曾在德国做访问学者，曾任中国胶粘剂和胶粘带工业协会副理事长、工程用胶专业委员会主任，任北京粘接学会副理事长、《中国胶粘剂》、《化学与粘合》、《粘接》杂志编委。先后在大学、胶黏剂生产企业从事工程胶黏剂研究、生产、应用工作近30年。多次主持和参加国际国内粘接技术研讨会，发表论文30余篇。出版《粘接与表面粘涂技术》（1993年）、《实用胶黏剂配方手册》（1997年）、《胶黏剂的妙用》（1997年）、《建筑黏合与防水材料应用手册》（2000年）、《实用胶黏剂

配方与生产技术》(2000年)、《工程胶黏剂》(2005年)6部胶黏剂与粘接技术图书。1997年、2000年曾两次被评为北京市优秀青年工程师,2002年被评为北京市第五届“科技之光”优秀企业家。

《工程胶黏剂及其应用》是在笔者所编著的《工程胶黏剂》(化学工业出版社,2005年6月)一书的基础上编著而成的。书中特别补充了2005年以来工程胶黏剂的最新研究与应用进展。本书是笔者多年来从事工程胶黏剂研究、生产、应用工作的结晶。

工程胶黏剂和粘接技术是一门跨学科的边缘科学,涉及高分子化学、材料学、力学等诸多学科,近些年发展十分迅速,应用领域不断拓展。本书只是工程胶黏剂及其应用的一个概况,不可能面面俱到,限于笔者目前水平,本书难免会有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正!

编著者

2017年1月

第 1 章 概述 / 001

- 1.1 工程胶黏剂的定义和分类 / 001
 - 1.1.1 胶黏剂的概念和分类 / 001
 - 1.1.2 胶黏剂的固化机理 / 002
 - 1.1.3 工程胶黏剂的定义和分类 / 003
- 1.2 工程胶黏剂的历史、化学、应用概述 / 003
 - 1.2.1 环氧胶黏剂 / 004
 - 1.2.2 反应型丙烯酸酯胶黏剂 / 006
 - 1.2.3 厌氧胶黏剂 / 009
 - 1.2.4 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂 / 011
 - 1.2.5 有机硅胶黏剂 / 013
 - 1.2.6 反应型聚氨酯胶黏剂 / 015

第 2 章 工程胶黏剂配方与生产工艺 / 018

- 2.1 环氧胶黏剂 / 018
 - 2.1.1 配方组成及固化机理 / 018
 - 2.1.2 典型配方分析及技术关键 / 022
 - 2.1.3 生产工艺 / 027
- 2.2 第二代丙烯酸酯胶黏剂 / 029
 - 2.2.1 配方组成及固化机理 / 029
 - 2.2.2 典型配方分析及技术关键 / 031
 - 2.2.3 生产工艺 / 034
- 2.3 厌氧胶黏剂 / 035
 - 2.3.1 配方组成及固化机理 / 035
 - 2.3.2 典型配方分析及技术关键 / 037
 - 2.3.3 生产工艺 / 042
- 2.4 紫外线固化胶黏剂 (UV 胶) / 046
 - 2.4.1 配方组成及固化机理 / 047
 - 2.4.2 典型配方分析及技术关键 / 048

- 2.4.3 生产工艺/054
- 2.5 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂/055
 - 2.5.1 配方组成及固化机理/055
 - 2.5.2 典型配方分析及技术关键/057
 - 2.5.3 生产工艺/060
- 2.6 有机硅胶黏剂/062
 - 2.6.1 配方组成及固化机理/062
 - 2.6.2 典型配方分析及技术关键/069
 - 2.6.3 生产工艺/071
- 2.7 反应型聚氨酯胶黏剂/074
 - 2.7.1 配方组成及固化机理/075
 - 2.7.2 典型配方分析及技术关键/076
 - 2.7.3 生产工艺/079
- 2.8 硅烷封端聚醚密封胶和硅烷封端聚氨酯密封胶/083
 - 2.8.1 配方组成及固化机理/084
 - 2.8.2 典型配方分析及技术关键/086
 - 2.8.3 生产工艺/089
- 2.9 微胶囊技术在工程胶黏剂中的应用/095
 - 2.9.1 微胶囊技术概述/095
 - 2.9.2 微胶囊技术在工程胶黏剂中的应用/097

第3章 工程胶黏剂的施工/102

- 3.1 工程胶黏剂的选用/102
 - 3.1.1 工程胶黏剂的选择方法/102
 - 3.1.2 各类工程胶黏剂的固化特性曲线/104
- 3.2 粘接接头的设计/115
 - 3.2.1 粘接接头设计应考虑的因素/115
 - 3.2.2 粘接连接的优缺点分析/116
 - 3.2.3 粘接接头设计原则/116
- 3.3 被粘表面的处理/119
 - 3.3.1 表面特性和常用的处理方法/119
 - 3.3.2 常用材料的表面预处理方法/124
- 3.4 涂覆与固化/138
 - 3.4.1 工程胶黏剂的涂覆/138
 - 3.4.2 工程胶黏剂的固化/138
- 3.5 粘接缺陷与后处理/142

- 3.5.1 粘接缺陷/142
- 3.5.2 胶黏剂开裂形式、拆卸和再粘接/144

第4章 工程胶黏剂涂胶及固化设备/147

- 4.1 胶黏剂的涂敷方法和涂胶设备简介/147
 - 4.1.1 涂胶方法、涂布工具、涂胶设备简介/147
 - 4.1.2 胶黏剂的输送方式/153
- 4.2 工程胶黏剂常用涂胶和固化设备/156
 - 4.2.1 针管包装胶黏剂涂胶系统/156
 - 4.2.2 压力罐供胶涂胶系统/157
 - 4.2.3 供胶泵供胶涂胶系统/159
 - 4.2.4 表面贴装用单组分环氧胶的涂胶和固化设备/161
 - 4.2.5 汽车环氧折边胶自动点胶系统/163
 - 4.2.6 厌氧胶自动涂胶系统/164
 - 4.2.7 RTV 有机硅密封胶涂胶系统/168
 - 4.2.8 汽车挡风玻璃单组分聚氨酯胶自动涂胶系统/171
 - 4.2.9 紫外线固化设备/177

第5章 工程胶黏剂的应用/181

- 5.1 工程胶黏剂在建筑行业中的应用/181
 - 5.1.1 概述/181
 - 5.1.2 玻璃幕墙的制造与装配/183
 - 5.1.3 建筑物的嵌缝密封/187
 - 5.1.4 建筑物的结构加固/191
- 5.2 工程胶黏剂在交通运输、设备制造与维修中的应用/193
 - 5.2.1 概述/193
 - 5.2.2 发动机、变速箱及车底盘的粘接密封/195
 - 5.2.3 焊装工艺过程中的密封/202
 - 5.2.4 挡风玻璃、车窗玻璃的粘接密封/204
 - 5.2.5 零部件制造中的粘接密封/205
 - 5.2.6 机械设备维修中的粘接、密封、修补/206
- 5.3 工程胶黏剂在电子、电器工业中的应用/210
 - 5.3.1 概述/210
 - 5.3.2 电子元器件和模块灌封/213
 - 5.3.3 印刷线路板共性覆膜与元器件固定/215
 - 5.3.4 芯片封装与包封/217
 - 5.3.5 元器件贴装与芯片底部填充/217

- 5.3.6 LCD与触摸屏的装配/222
- 5.3.7 扬声器装配/223
- 5.3.8 微电机装配/223
- 5.3.9 导电、导热粘接/224
- 5.3.10 手持设备外壳粘接及电器部件的粘接密封/226
- 5.4 工程胶黏剂在新能源设备制造中的应用/227
 - 5.4.1 概述/227
 - 5.4.2 工程胶黏剂在光伏发电设备制造中的应用/231
 - 5.4.3 工程胶黏剂在风能发电设备制造中的应用/233
- 5.5 工程胶黏剂在航空、航天、军工领域中的应用/235
 - 5.5.1 概述/235
 - 5.5.2 工程胶黏剂在飞机制造中的应用/237
 - 5.5.3 工程胶黏剂在火箭、导弹中的应用/246
 - 5.5.4 工程胶黏剂在人造卫星及其它航天飞行器中的应用/254
- 5.6 工程胶黏剂在医疗行业中的应用/259
 - 5.6.1 概述/259
 - 5.6.2 工程胶黏剂在外科手术中的应用/260
 - 5.6.3 工程胶黏剂在眼科手术中的应用/265
 - 5.6.4 工程胶黏剂在牙科中的应用/266
 - 5.6.5 工程胶黏剂在整形外科中的应用/268
 - 5.6.6 工程胶黏剂在医疗器械制造中的应用/269

参考文献/270

第 1 章 概述

1.1 工程胶黏剂的定义和分类

1.1.1 胶黏剂的概念和分类

1.1.1.1 概念

胶黏剂 (Adhesive) 是一种起连接作用的物质, 它将材料粘合在一起。

1.1.1.2 分类

胶黏剂有多种分类方法, 一般按化学成分、形态、工艺、用途等进行分类。

(1) 按化学成分分类 胶黏剂按化学成分可分为无机胶黏剂和有机胶黏剂两大类。

① 无机胶黏剂。硅酸盐、磷酸盐、硫酸盐、低熔点金属等。

② 有机胶黏剂。有机胶黏剂种类繁多, 可分为天然胶黏剂和合成胶黏剂两类, 详细的分类见表 1-1。

表 1-1 有机胶黏剂分类

天然胶黏剂	动物性	皮胶、骨胶、虫胶、酪素胶、血蛋白胶、鱼胶等	
	植物性	淀粉、糊精、松香、阿拉伯树胶、天然树胶、天然橡胶等	
	矿物性	矿物蜡、沥青等	
合成胶黏剂	合成树脂型	热塑性	聚醋酸乙烯、聚乙烯醇、乙烯-醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛类、过氯乙烯、聚异丁烯、饱和聚酯类、聚酰胺类、聚丙烯酸酯类、热塑性聚氨酯等
		热固性	酚醛树脂、脲醛树脂、三聚氰胺-甲醛树脂、环氧树脂、有机硅树脂、不饱和聚酯树脂、丙烯酸酯树脂、聚酰亚胺、聚苯并咪唑、酚醛聚酰胺、酚醛环氧树脂、环氧聚酰胺、环氧有机硅树脂等
	合成橡胶型	氯丁橡胶、丁苯橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、异戊橡胶、聚硫橡胶、聚氨酯橡胶、硅橡胶、氯磺化聚乙烯、SBS、SIS 等	
	树脂橡胶复合型	酚醛-丁腈、酚醛-氯丁、酚醛-聚氨酯、环氧-丁腈、环氧-聚氨酯、环氧-聚硫等	

(2) 按形态分类 胶黏剂按形态可分为液体胶 (俗称胶水, 如水溶液胶、乳胶、溶剂型液体胶、无溶剂液体胶等)、固体胶 (如胶粉、胶块、胶棒、胶带、胶

膜等)以及膏状/糊状胶等。

(3) 按固化工艺分类 胶黏剂按固化工艺可分为室温固化胶、热固性胶、厌氧胶、湿固化胶、光固化胶、电子束固化胶、热熔胶、压敏胶等。

(4) 按用途分类 胶黏剂按用途一般可分为结构胶黏剂、非结构胶黏剂和特种胶黏剂。

① 结构胶黏剂。能长期承受大负荷、良好的耐久性。

② 非结构胶黏剂。有一定的粘接强度和耐久性。

③ 特种胶黏剂。特殊用途如密封胶、导电胶、导热胶、应变胶、水下胶、高温胶等。

另外,胶黏剂按用途还可以分为工业用胶黏剂和家用胶黏剂。

① 工业用胶黏剂 (Industrial Adhesives)。主要用于工业领域的制造、装配、维修等,如工程胶黏剂、建筑胶黏剂、汽车胶黏剂、电子胶黏剂、鞋用胶黏剂、包装胶黏剂、医用胶黏剂等。

② 家用胶黏剂。主要用于家庭装修、日常维修及手工制作等,国外称为DIY用胶。

1.1.2 胶黏剂的固化机理

1.1.2.1 形成永久粘接力的两个条件

形成永久粘接力应具备如下两个条件:

① 胶黏剂必须以液状或膏状的形式涂于被粘物表面;

② 胶黏剂必须固化。

1.1.2.2 胶黏剂的固化

胶黏剂的固化机理一般分为以下几种。

(1) 热塑性高分子的冷却 如热熔胶等。

(2) 溶剂或载体的散逸 如溶剂型胶、水溶液胶、乳液胶等。

(3) 现场聚合反应

① 混合后反应固化。如双组分环氧胶、双组分聚氨酯胶、第二代丙烯酸酯胶等。

② 吸收潮气固化。如室温固化硅橡胶、单组分湿固化聚氨酯胶、氰基丙烯酸酯胶等。

③ 厌氧固化。如厌氧胶。

④ 辐射固化。如紫外线(UV)固化胶、电子束(EB)固化胶等。

⑤ 加热反应固化。如单组分环氧胶等。

另外,还有非固化型胶黏剂,如压敏胶等。

1.1.3 工程胶黏剂的定义和分类

1.1.3.1 定义

工程胶黏剂 (Engineering Adhesive) 是指无溶剂的液态反应型胶黏剂, 用于粘合耐久的基材。它是按用途来分的一类胶黏剂, 广泛用于建筑、汽车、机械、电子电器、船舶、轨道交通、航空航天、光伏发电、风能发电、医疗等工程领域, 是合成胶黏剂中增长较快的一类胶黏剂。

1.1.3.2 分类

目前国际上公认的工程胶黏剂有以下 6 类。

(1) 环氧胶黏剂 (Epoxy Adhesive) 分为单组分环氧胶、双组分环氧胶等, 广泛用于建筑、机械、汽车、电子电器、风能发电等领域。

(2) 反应型丙烯酸酯胶黏剂 (Acrylate Adhesive) 分为第二代丙烯酸酯胶 (SGA) 和紫外线固化胶 (UV 胶) 等, 广泛用于机械、汽车、电子电器、医疗、DIY 等领域。

(3) 厌氧胶黏剂 (Anaerobic Adhesive) 分为一般厌氧胶黏剂 (AN) 和预涂微胶囊型厌氧胶 (Encapsulating) 等, 用于汽车、工程机械、通用机械、航空航天等领域。

(4) 氰基丙烯酸酯胶黏剂 (Cyanoacrylate Adhesive) 俗称瞬干胶, 广泛用于机械、电子电器、轻工、医疗、DIY 等领域。

严格来说, 反应型丙烯酸酯胶黏剂、厌氧胶黏剂、氰基丙烯酸酯胶黏剂都归属于丙烯酸酯胶黏剂大类。

(5) 有机硅胶黏剂 (Silicone Adhesive) 分单组分胶黏剂 RTV-1、双组分胶黏剂 RTV-2 等, 包括室温固化有机硅密封胶, 广泛用于建筑、电子电器、光伏发电、汽车、机械、航空航天等领域。

(6) 反应型聚氨酯胶黏剂 (Polyurethane Adhesive) 分为单组分聚氨酯胶黏剂、双组分聚氨酯胶黏剂等, 包括单组分湿固化聚氨酯密封胶, 广泛用于建筑、汽车、电子电器、轨道交通等领域。

1.2 工程胶黏剂的历史、化学、应用概述

自 20 世纪 40 年代以来, 工程胶黏剂取得了突飞猛进的发展。

20 世纪 40 年代, 环氧胶黏剂问世并开始应用。

20 世纪 50 年代, 氰基丙烯酸酯瞬干胶问世; 厌氧胶用于机械设备、汽车、飞机密封、锁固; 室温固化有机硅密封胶用于建筑门窗密封。

20 世纪 60 年代，室温固化有机硅密封胶开始在汽车制造中应用。

20 世纪 70 年代，单组分湿固化聚氨酯胶黏剂用于车体密封和汽车风挡玻璃粘接。

20 世纪 80 年代，单组分环氧胶用于电子行业 SMT（表面组装技术）贴片、COB（板上芯片）封装等。

20 世纪 90 年代，紫外线固化胶用于电子（如 DVD/LCD）、光学领域的制造装配。

2000 年以后，环氧结构胶用于风能发电设备装配、有机硅胶黏剂用于光伏发电设备制造，各类工程胶黏剂在工业制造与维修中的应用越来越广泛。

工程胶黏剂在工程应用中起到粘接、密封、防松、止漏、防潮、绝缘等作用，是胶黏剂中的精华和技术关键所在，在胶黏剂行业有着举足轻重的地位，它已成为建筑、汽车、电子电器、机械、船舶、轨道交通、航空航天、光伏发电、风能发电、医疗等领域不可缺少的专门技术之一。

无论是在交通运输，还是在电子电器，或是在建筑等领域，工程胶黏剂正发挥着越来越重要的作用。

1.2.1 环氧胶黏剂

1.2.1.1 历史

20 世纪 40 年代，Ciba、Shell、Dow 生产环氧树脂，环氧胶黏剂问世。

20 世纪 50 年代，环氧结构胶问世，环氧胶黏剂用于汽车、拖拉机修理和制造以及电机、机械、电器装配等。

20 世纪 60 年代，中国沈阳、上海开始生产环氧树脂，环氧胶黏剂在中国开始应用。

20 世纪 70 年代，中国开始生产多种环氧胶，研制与生产单位有中国科学院化学所、北京航空材料研究院、黑龙江石油化学研究院、上海合成树脂研究所、中国科学院大连化学物理研究所、天津合成材料研究所、天津延安化工厂等。

20 世纪 80 年代，单组分环氧 SMT 贴片胶开始应用，生产厂家有 Loctite（Chipbonder 系列）、Heraeus（贺利士 PD 系列）、Ciba（汽巴 Epibond 系列）等。

20 世纪 90 年代，北京天山新材料技术有限公司开始生产多种环氧修补剂。

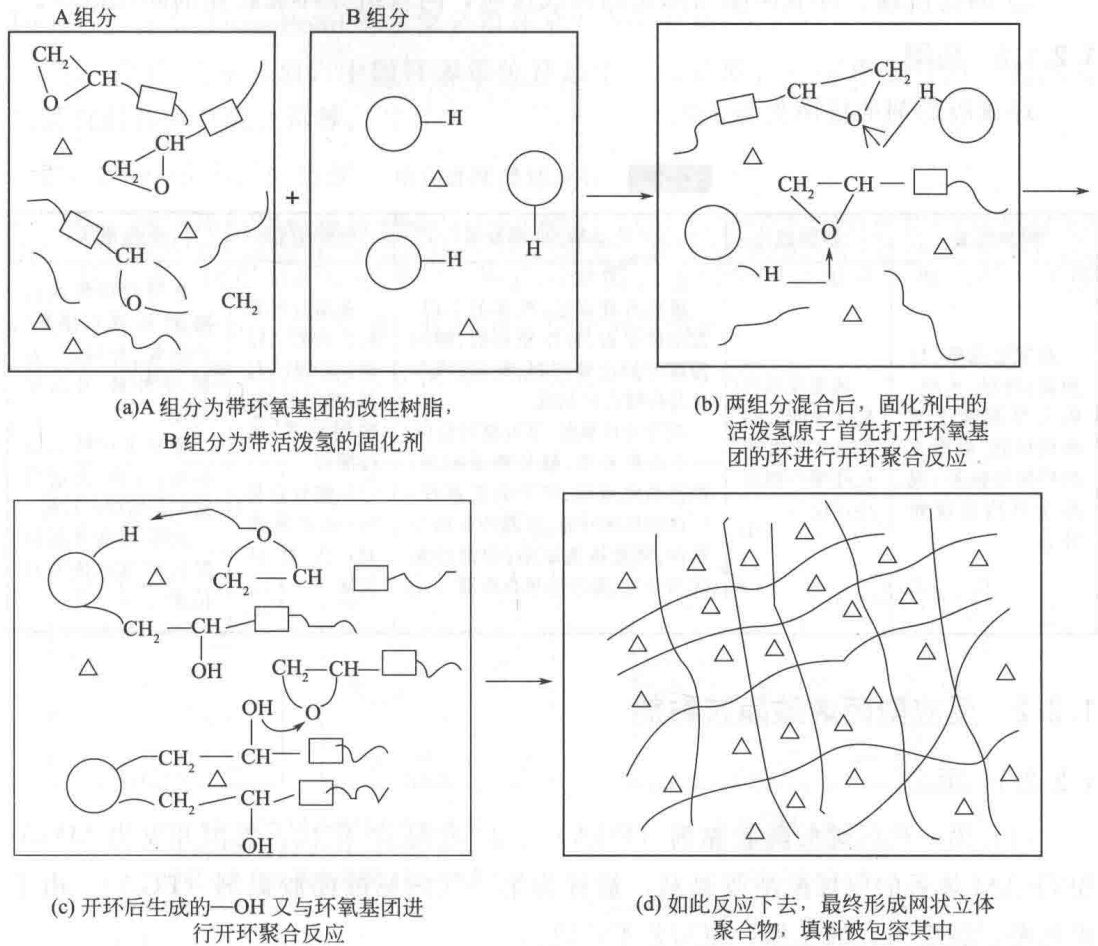
2000 年以后，Hexion（瀚森）、上海康达化工新材料有限公司等将环氧结构胶应用于风能发电风机叶片的结构粘接。

1.2.1.2 组成与固化机理

(1) 双组分环氧胶黏剂

① 组成。A 组分为环氧树脂、增韧剂、填料等；B 组分为胺/聚硫醇/酸酐固化剂、偶联剂等。

② 固化机理。环氧树脂与胺/聚硫醇/酸酐类固化剂开环聚合反应，反应过程如图 1-1 所示。



图例：

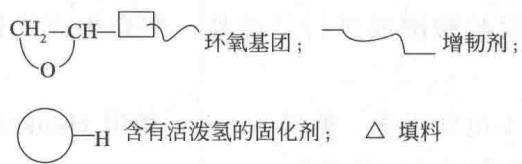


图 1-1 环氧胶黏剂固化机理图解

(2) 单组分环氧胶

① 组成。环氧树脂、潜伏型固化剂（咪唑类、双氰胺、酸酐类、酰肼类）、促进剂、填料、触变剂等。

② 固化机理。高温下环氧树脂与固化剂加成反应，参见双组分环氧胶黏剂固化机理。

(3) 工业修补剂

① 组成。A 组分为环氧树脂、增韧剂、填料等；B 组分为胺类、聚硫醇等固化剂、偶联剂等。

② 固化机理。环氧树脂与固化剂加成反应，同双组分环氧胶黏剂固化机理。

1.2.1.3 应用

环氧胶黏剂的应用见表 1-2。

表 1-2 环氧胶黏剂的应用

建筑行业	新能源	交通运输/机械设备	电子电器	航空航天
建筑物的梁、柱加固；桥梁、水坝、码头等混凝土结构件加固；混凝土制件缺陷修补；混凝土结构裂纹修补等	风能发电风机叶片的结构粘接；光伏行业硅棒切割粘接定位	单组分环氧胶：汽车的车门、发动机罩盖、行李箱盖板、侧围等部位折边处密封、粘接；汽车车身焊缝密封防腐 双组分环氧胶：零件结构粘接 工业修补剂：修复磨损的轴、松动的轴承座、研伤的活塞杆、研伤的机床导轨、渗漏的管路与箱体；修复铸造缺陷、冲蚀的泵体和叶轮、腐蚀的热交换器	单组分环氧胶：SMT 贴片、COB 封装；磁芯粘接；磁钢粘接；器件灌封 双组分环氧胶：元器件灌封；元器件粘接	金属结构件的粘接：飞机垂直尾翼、方向舵、升降舵、外翼、中外翼、外副翼粘接 蜂窝夹层结构的粘接：飞机、火箭蜂窝夹层结构的粘接 火箭、导弹热防护层粘接与隔热密封粘接

1.2.2 反应型丙烯酸酯胶黏剂

1.2.2.1 历史

(1) 第一代丙烯酸酯胶黏剂 (FGA) 20 世纪 50 年代，美国开发出 MMA-BPO-AM 体系的丙烯酸酯胶黏剂，被称为第一代丙烯酸酯胶黏剂 (FGA)，由于固化慢、脆性大、强度低，应用并不广泛。

(2) 第二代丙烯酸酯胶黏剂 (SGA) 1975 年美国 Du Pont 公司用氯磺化聚乙烯橡胶对第一代丙烯酸酯胶进行了改性，率先生产出第二代丙烯酸酯胶黏剂 (SGA)。

1975 年后，日本电器化学、英国 Bostic、德国 Henkel 等多家公司发表过第二代丙烯酸酯胶黏剂的专利或产品广告。

1980 年前后，黑龙江石油化学研究院陆企亭等首先在中国研制出第二代丙烯酸酯胶黏剂。之后上海康达化工新材料有限公司等几家公司开始生产销售第二代丙烯酸酯胶黏剂。

1990 年后国内生产第二代丙烯酸酯胶黏剂的有几十家。

2000 年后，ITW、北京天山新材料技术有限公司等研制生产出热固化丙烯酸酯胶黏剂，快速固化，用于笔记本等结构件粘接。

(3) 第三代丙烯酸酯胶黏剂 (TGA，紫外线固化胶/UV 胶) 20 世纪 50 年

代，美国首先把紫外光固化技术应用于感光树脂印刷版的制造。

1968年德国拜耳公司开发出饱和聚酯光固化涂料，UV涂料开始广泛使用。

20世纪80年代，美国Loctite公司开发出紫外光固胶黏剂，之后美国Dymax、日本ThreeBond等多家公司开始生产UV胶。

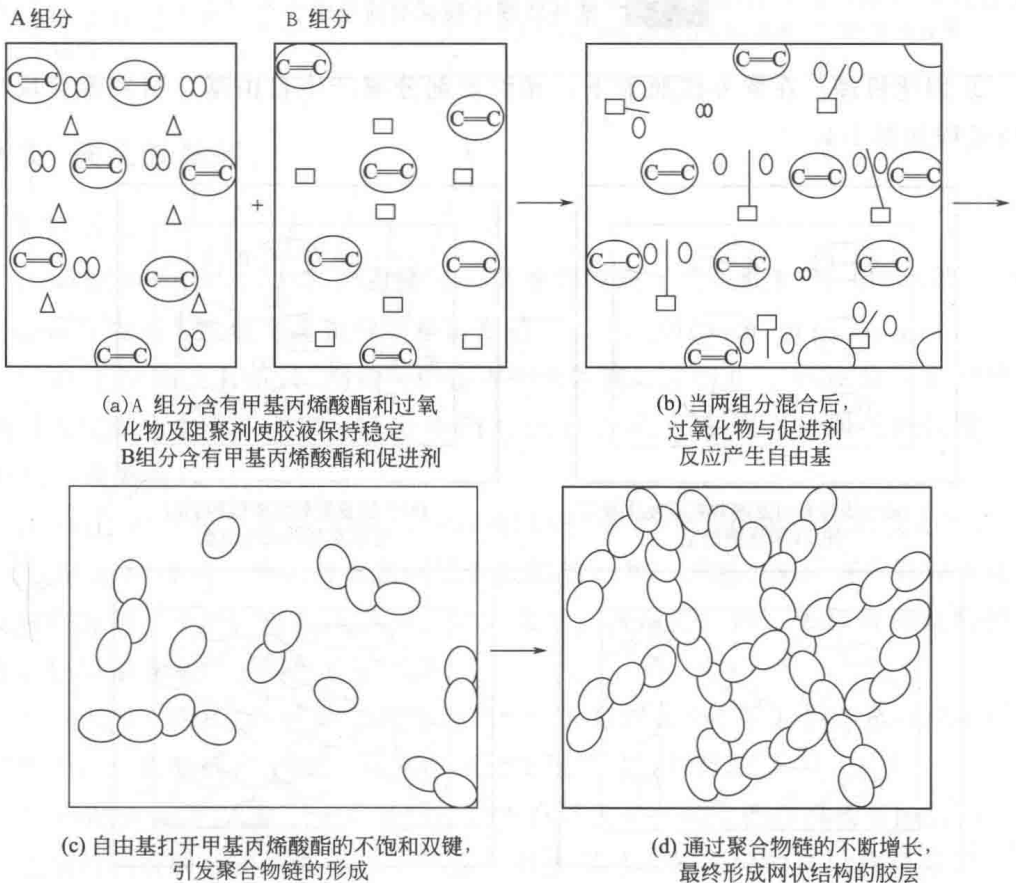
20世纪90年代后，中国许多单位开始生产UV胶，如济南五三所、北京天山新材料技术有限公司等。

1.2.2.2 组成与固化机理

(1) 第二代丙烯酸酯胶黏剂 (SGA 胶)

① 组成。由甲基丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸、增韧橡胶（氯磺化聚乙烯、丁腈橡胶、氯丁橡胶等）、引发剂、促进剂、稳定剂等组成。

② 固化机理。自由基聚合反应，反应过程如图1-2所示。



图例：

$\text{C}=\text{C}$ 甲基丙烯酸酯； $\text{O}-\text{O}$ 过氧化物； \square 促进剂； Δ 阻聚剂； \cdot 自由基

图 1-2 第二代丙烯酸酯胶黏剂固化机理图解

(2) 紫外线固化胶黏剂 (UV 胶)

① 组成。紫外线固化胶黏剂属于光引发的固化体系，其基本组成如图 1-3 所示。

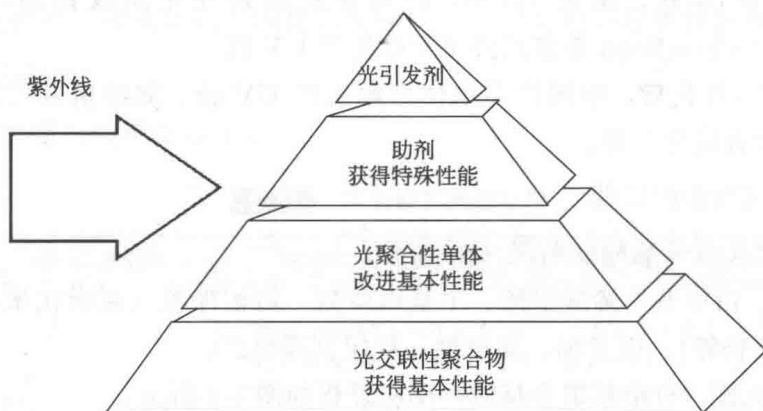
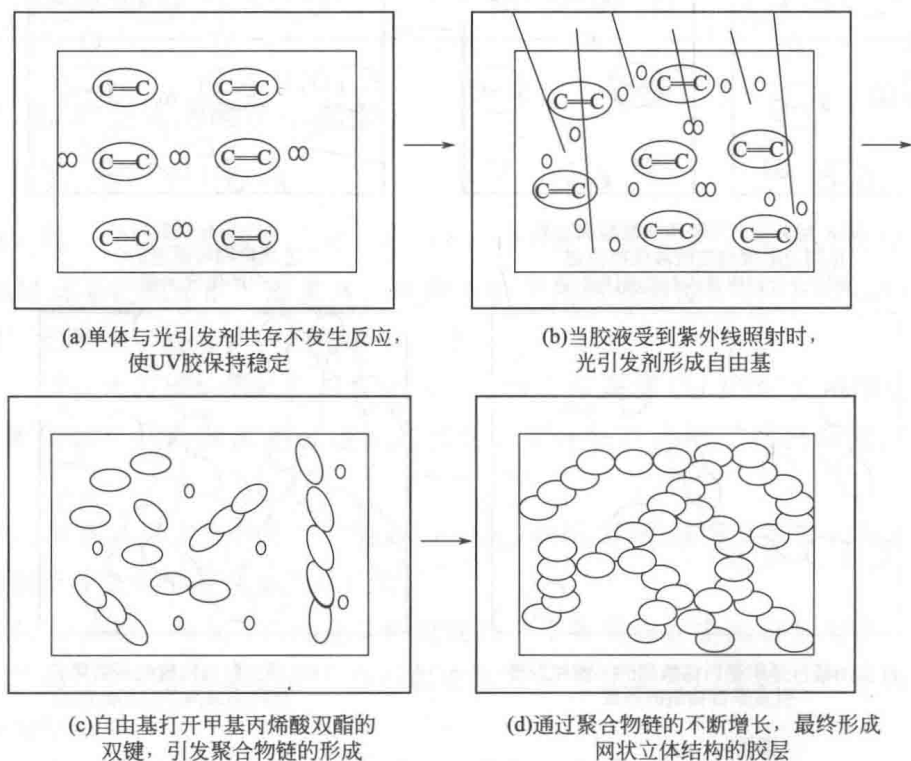


图 1-3 紫外线固化胶黏剂的组成

② 固化机理。在紫外线照射下，光引发剂分解产生自由基，引发聚合反应，反应过程如图 1-4。



图例：

$\text{C}=\text{C}$ 甲基丙烯酸双酯； ∞ 光引发剂； \diagdown 紫外线 (UV)； \circ 自由基

图 1-4 紫外线固化胶黏剂固化机理图解