

翟海潮 编著

工程胶黏剂



Chemical Industry Press



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

工程胶黏剂/翟海潮编著. —北京: 化学工业出版社,
2005.5

ISBN 7-5025-6964-2

I. 工… II. 翟… III. 胶黏剂 IV. TQ43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 035111 号

工程胶黏剂

翟海潮 编著

责任编辑: 路金辉

文字编辑: 王 琪

责任校对: 宋 玮

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
化学与应用化学出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 16¼ 字数 328 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6964-2

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

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六类，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、（无溶剂）聚氨酯胶黏剂。自20世纪40年代以来，工程胶黏剂得到了突飞猛进的发展，目前已成为建筑、汽车、机械、电子电器、船舶、航空航天、医疗等领域不可缺少的专门技术之一。虽然工程胶黏剂年销售额只占世界胶黏剂行业销售总额的8%~10%，但是工程胶黏剂在胶黏剂行业中有着举足轻重的地位，是胶黏剂的精华和技术关键所在。

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、化学、生产工艺以及在建筑、汽车、机械、电子电器、航空航天、医疗等领域的应用，介绍了世界上近年来最新发展的胶黏剂，如硅烷封端聚氨酯密封胶和有机硅改性聚醚密封胶、紫外线固化胶黏剂以及微胶囊型胶黏剂等，还介绍了工程胶黏剂的施胶设备以及工程胶黏剂及粘接技术的相关技术数据等，附录还介绍了中国市场工程胶黏剂主要供应商。

本书作者曾在德国作访问学者，先后在大学、胶黏剂生产企业从事工程胶黏剂研究、生产、应用近20年，研究领域涵盖工程胶黏剂所有领域，重视理论研究，更重视工程胶黏剂的应用技术，本书是作者多年来从事工程胶黏剂研究、生产、应用工作的总结。

本书实用性强，适用于从事胶黏剂研制、生产、应用等的技术人员参考，特别适合从事工程胶黏剂推广、应用等的人员参考。

本书编写过程中，参考了不少专家、学者的著作和论文，在此表示诚挚谢意。

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、力学诸学科，近几十年来发展十分迅速，应用领域越来越广。本书只是介绍了工程胶黏剂及其应用的一个概况，不可能面面俱到，限于我们目前的水平，本书一定会有不足之处，恳请读者给予批评指正。

编著者

2005年2月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 工程胶黏剂的定义和类型	1
1.1.1 胶黏剂的概念和分类	1
1.1.2 胶黏剂的固化机理	2
1.1.3 工程胶黏剂的定义和类型	2
1.2 工程胶黏剂的历史、化学、应用概述	3
1.2.1 环氧胶黏剂 (Epoxy Adhesive)	3
1.2.2 反应型丙烯酸酯胶黏剂	5
1.2.3 厌氧型胶黏剂 (Anaerobic Adhesive)	8
1.2.4 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂 (Cyanoacrylate Adhesive)	10
1.2.5 室温硫化有机硅密封胶 (RTV Silicone)	11
1.2.6 无溶剂聚氨酯胶黏剂 (Polyurethane Adhesive)	13
第 2 章 工程胶黏剂化学	16
2.1 环氧类胶黏剂.....	16
2.1.1 环氧类胶黏剂配方组成及固化机理.....	16
2.1.2 环氧类胶黏剂典型配方分析及技术关键.....	20
2.1.3 生产工艺.....	24
2.2 第二代丙烯酸酯胶黏剂.....	27
2.2.1 配方组成及固化机理.....	27
2.2.2 典型配方分析及技术关键.....	28
2.2.3 生产工艺.....	31
2.3 厌氧型胶黏剂.....	32
2.3.1 配方组成及固化机理.....	32
2.3.2 典型配方分析及技术关键.....	33
2.3.3 生产工艺.....	39
2.4 紫外线固化胶黏剂 (UV 胶)	42
2.4.1 配方组成及固化机理.....	42
2.4.2 典型配方分析及技术关键.....	44
2.4.3 生产工艺.....	49

2.5	α -氰基丙烯酸酯胶黏剂	50
2.5.1	配方组成及固化机理	50
2.5.2	典型配方分析及技术关键	51
2.5.3	生产工艺	54
2.6	RTV 室温硫化硅橡胶	56
2.6.1	配方组成及固化机理	56
2.6.2	典型配方分析及技术关键	63
2.6.3	生产工艺	65
2.7	聚氨酯胶黏剂和密封剂	69
2.7.1	配方组成及固化机理	70
2.7.2	典型配方分析及技术关键	71
2.7.3	生产工艺	74
2.8	硅烷封端聚醚密封胶和硅烷封端聚氨酯密封胶	76
2.8.1	MS 和 SPUR 密封胶的配方组成及固化机理	78
2.8.2	MS 和 SPUR 密封胶典型配方分析及技术关键	80
2.8.3	MS 和 SPUR 密封胶的生产工艺	82
2.9	微胶囊技术在工程胶黏剂中的应用	88
2.9.1	微胶囊技术概述	88
2.9.2	微胶囊技术在工程胶黏剂中的应用	89
第 3 章	工程胶黏剂的应用	94
3.1	工程胶黏剂在建筑行业中的应用	94
3.1.1	概述	94
3.1.2	应用实例	96
3.2	工程胶黏剂在车辆、船舶、机械设备制造与维修中的应用	105
3.2.1	概述	105
3.2.2	应用实例	107
3.3	工程胶黏剂在电子、电器工业中的应用	121
3.3.1	概述	121
3.3.2	应用实例	124
3.4	工程胶黏剂在航空、航天、军工领域中的应用	137
3.4.1	概述	137
3.4.2	应用实例	139
3.5	工程胶黏剂在医疗行业中的应用	159
3.5.1	概述	159
3.5.2	应用实例	160
第 4 章	工程胶黏剂施胶及固化设备	170
4.1	工程胶黏剂的涂敷方法和施胶设备简介	170

4.1.1	工程胶黏剂的涂胶方法、涂敷工具、施胶设备简介	170
4.1.2	胶黏剂、密封胶的输送方式	176
4.2	工程胶黏剂的常用施胶和固化设备	179
4.2.1	低黏度胶液滴胶系统	179
4.2.2	表面贴装 SMT 单组分环氧胶的施胶和固化设备	180
4.2.3	厌氧胶自动涂胶系统	182
4.2.4	RTV 硅酮胶自动涂胶系统	186
4.2.5	汽车挡风玻璃单组分聚氨酯自动涂胶系统	189
4.2.6	折边胶自动点胶系统	193
4.2.7	双组分胶黏剂、密封胶自动涂胶系统	196
4.2.8	紫外线固化设备	199
第 5 章	工程胶黏剂及粘接技术参数	203
5.1	各类工程胶黏剂固化性能曲线	203
5.1.1	环氧树脂胶黏剂的固化性能曲线	203
5.1.2	第二代丙烯酸酯胶黏剂的固化性能曲线	206
5.1.3	紫外线固化胶黏剂的固化性能曲线	206
5.1.4	厌氧型胶黏剂的固化性能曲线	207
5.1.5	α -氰基丙烯酸酯胶黏剂的固化性能曲线	209
5.1.6	有机硅类胶黏剂和密封胶的固化性能曲线	211
5.1.7	聚氨酯类胶黏剂的固化性能曲线	212
5.2	被粘表面及表面预处理基本参数	214
5.2.1	材料表面特性和常用的预处理方法	214
5.2.2	常用材料的表面预处理方法	220
5.3	粘接工艺过程重要技术参数	232
5.3.1	粘接接头设计重要技术参数	232
5.3.2	粘接工艺过程重要技术参数	238
5.3.3	连接缺陷	244
附录		249
附录一	工程胶黏剂选用指南	249
附录二	塑料和橡胶的名称、缩写、表面预处理、粘接性	250
附录三	各种材料的热膨胀系数	251
附录四	工程胶黏剂性能测试国家标准目录	251
附录五	中国市场工程胶黏剂主要供应商	252
参考文献		253

第 1 章 概 述

1.1 工程胶黏剂的定义和类型

1.1.1 胶黏剂的概念和分类

1.1.1.1 概念

胶黏剂 (Adhesive) 是一种起联系作用的物质, 它将材料黏合在一起。

1.1.1.2 分类

胶黏剂有多种分类方法, 一般按形态、化学成分、用途等进行分类。

(1) 按形态分类

- ① 液态 溶液胶、乳液胶、溶剂型胶黏剂、无溶剂型胶黏剂等。
- ② 固态 胶粉、胶块、胶棒、胶带、胶膜等。
- ③ 膏状。

(2) 按化学成分分类

- ① 无机 硅酸盐、磷酸盐、硫酸盐、低熔点金属等。
- ② 有机 有机胶黏剂分类见表 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	
	植物性	淀粉、糊精、松香、阿拉伯树胶、天然树胶、天然橡胶	
	矿物性	矿物蜡、沥青	
合成胶黏剂	合成树脂型	热塑性	纤维素类、烯烃类聚合物, 如聚乙烯醇、过氯乙烯、聚异丁烯等, 聚酯类、聚醚类、聚酰胺类、聚丙烯酸酯类、 α -氰基丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类、乙烯-乙酸乙烯共聚物等
		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、呋喃树脂、不饱和聚酯树脂、丙烯酸酯树脂(SGA)、聚酰亚胺、聚苯并咪唑、酚醛聚乙烯醇缩醛、酚醛聚酰胺、酚醛环氧树脂、环氧聚酰胺、环氧有机硅树脂、聚氨酯等
	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	
	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-聚硫	

(3) 按用途分类

- ① 结构胶黏剂 能长期承受大负荷,具有良好的耐久性。
 - ② 非结构胶黏剂 有一定的粘接强度。
 - ③ 特种胶黏剂 特殊用途,如密封胶、导电胶、耐磨胶、金属填补胶。
- 胶黏剂按用途还可以分为以下两种。

- ① 工业用胶黏剂 (Industrial Adhesive) 用于工业装配、维修等,如建筑胶、汽车胶、电子胶、医用胶等。
- ② 民用胶黏剂 DIY 用胶黏剂。

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 双组分混合后反应固化 如双组分环氧胶、聚氨酯、SGA 等。
 - ② 吸收潮气固化 如 RTV 硅橡胶、单组分聚氨酯、氰基丙烯酸酯等。
 - ③ 厌氧固化 如厌氧胶。
 - ④ 辐射固化 如 UV、EB 固化等。
 - 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类型

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,用于黏合耐久的基材。

从工程胶黏剂的定义可以看出,工程胶黏剂必须具备无溶剂、液态、反应型、耐久性等特征。

1.1.3.2 类型

目前国际上公认的工程胶黏剂有以下六类。

(1) 环氧胶黏剂 (Epoxy Adhesive) 分为单组分环氧胶、双组分环氧胶 (分建筑、机械、电子等用途)。

(2) 反应型丙烯酸酯胶黏剂 (Acrylate Adhesive) 分为第二代丙烯酸酯胶 (SGA)、紫外线 UV 固化胶 (第三代丙烯酸酯胶 TGA)。

(3) 厌氧胶黏剂 (Anaerobic Adhesive) 分为一般厌氧胶黏剂 (AN)、预

涂微胶囊型厌氧胶。

(4) 氰基丙烯酸酯胶黏剂 (Cyanoacrylate Adhesive) 严格来说以上 (2)、(3)、(4) 三类都属于丙烯酸酯类型。

(5) 有机硅胶黏剂 (Silicone Adhesive) 分为单组分胶黏剂 (RTV-1)、双组分胶黏剂 RTV-2 (分建筑、机械、电子等用途)。

(6) (无溶剂) 聚氨酯胶黏剂 (Polyurethane Adhesive) 分为单组分聚氨酯胶黏剂 (1PU)、双组分聚氨酯胶黏剂 (2PU)。

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, 工程胶黏剂得到了突飞猛进的发展。

20 世纪 50 年代, 厌氧胶用于飞机、汽车密封、锁固, RTV 硅橡胶密封剂用于建筑门窗密封和玻璃幕墙。

20 世纪 60 年代, RTV 硅橡胶密封剂开始在汽车制造中应用。

20 世纪 70 年代, 聚氨酯用于车体密封和汽车挡风玻璃粘接。

20 世纪 80 年代, 单组分环氧胶用于电子行业 SMT 贴片、COB 包封等。

20 世纪 90 年代, 紫外线固化胶用于电子 (如 DVD、LCD)、光学。

工程胶黏剂年销售额只占世界胶黏剂行业销售总额的 8%~10% (中国工程胶黏剂年销售额占中国胶黏剂行业销售总额的 3%~4%), 但是工程胶黏剂在胶黏剂行业中有着举足轻重的地位, 是胶黏剂的精华和技术关键所在, 广泛应用于机械制造、汽车、电子、船舶、航空航天、建筑及医用等领域, 已成为以上诸行业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, 或是在建筑领域, 工程胶黏剂发挥着愈来愈重要的作用。工程胶黏剂起到连接、密封、防松、止漏、防潮、绝缘等作用, 使设备运行更可靠。有一种不成熟的说法, 那就是工程胶黏剂用胶量多少代表一个国家的工业制造水平。

1.2.1 环氧胶黏剂 (Epoxy Adhesive)

1.2.1.1 历史

20 世纪 40 年代 Ciba、Shell、Dow 等公司开始生产环氧树脂。

20 世纪 50 年代环氧结构胶问世。

20 世纪 50 年代美国 Belzona 开始生产环氧修补剂。

20 世纪 60 年代中国沈阳、上海开始生产环氧树脂。

20 世纪 70 年代后中国开始生产多种环氧胶, 研制生产单位有中科院化学所、北京航空材料研究院、黑龙江石油化学研究院、上海树脂材料研究所、中科院大连化学物理研究所、济南五三所、天津合成材料研究所、天津延安化工厂等。

20 世纪 80 年代 SMT 贴片胶开始应用，20 世纪 80 年代后期迅速发展，生产厂家有 Loctite (Chipbonder 系列)、Heraeus (贺利氏, PD 系列)、Ciba (Epi-bond 系列) 等。

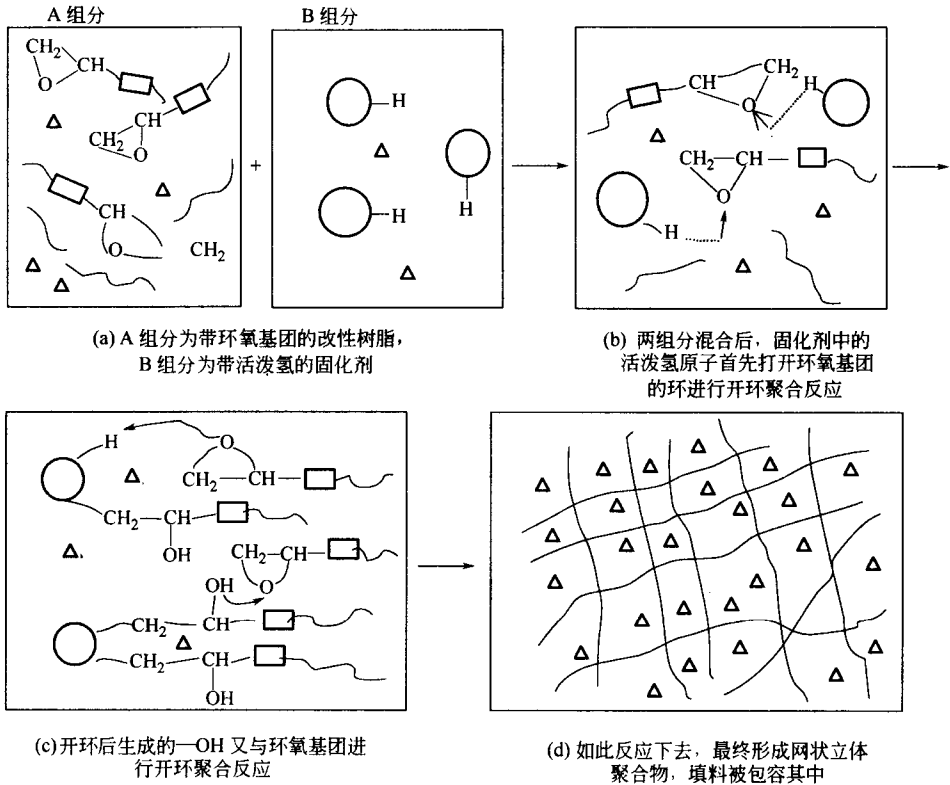
20 世纪 90 年代北京天山新材料技术公司开始生产多种环氧修补剂。

1.2.1.2 组成与固化机理

(1) 双组分环氧胶黏剂 (Epoxy Adhesive)

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/酸酐类固化剂、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：

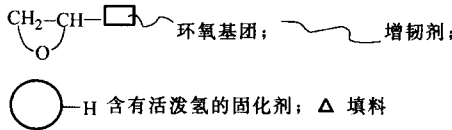


图 1-1 环氧树脂与胺/聚硫醇/酸酐类固化剂开环聚合反应固化

(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

等)、促进剂、填料、触变剂等。

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

(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、聚硫醇等固化剂和偶联剂等。

② 固化机理 环氧树脂与固化剂加成反应, 同双组分环氧树脂黏剂固化机理。

1.2.1.3 应用

环氧树脂黏剂的应用见表 1-2。

表 1-2 环氧树脂黏剂的应用

建筑行业	交通运输、机械设备行业	电子、电器行业	航空航天
双组分环氧树脂： 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	单组分环氧树脂： 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 双组分环氧树脂： 零件粘接 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、铸造缺陷、冲蚀的泵体和叶轮、腐蚀的热交换器	单组分环氧树脂： SMT 贴片； COB 封装； 磁芯粘接； 磁钢粘接 元器件灌封、密封 双组分环氧树脂： 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 蜂窝夹层结构的粘接： 飞机、火箭蜂窝夹层结构的粘接 火箭、导弹热防护层的粘接与防热密封粘接

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 年代研制出 MMA-BPO-AM 体系丙烯酸酯胶黏剂, 缺点是固化慢, 脆性大, 强度低。

(2) 第二代丙烯酸酯胶黏剂 SGA 1975 年美国 Du Pont 进行氯磺化聚乙烯橡胶改性, 首先生产的是第二代丙烯酸酯胶黏剂, 优点是固化快, 耐冲击, 抗剥离, 综合性能好, 缺点是气味大。

20 世纪 80 年代日本电器化学、英国 Bostic、德国 Henkel 开始生产第二代丙烯酸酯胶黏剂。

1985 年后黑龙江石油化学研究院、上海康达等开始生产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厂家已有几十家。

(3) 第三代丙烯酸酯胶黏剂 TGA (紫外线固化胶——UV 胶) 1960 年英国就报道了应用紫外线 (UV) 辐射固化开发出了压敏胶黏剂。

20 世纪 80 年代 UV 胶开始用于结构粘接、密封等, 如美国 Loctite、Dymax, 日本 ThreeBond 有多种 UV 胶供应。

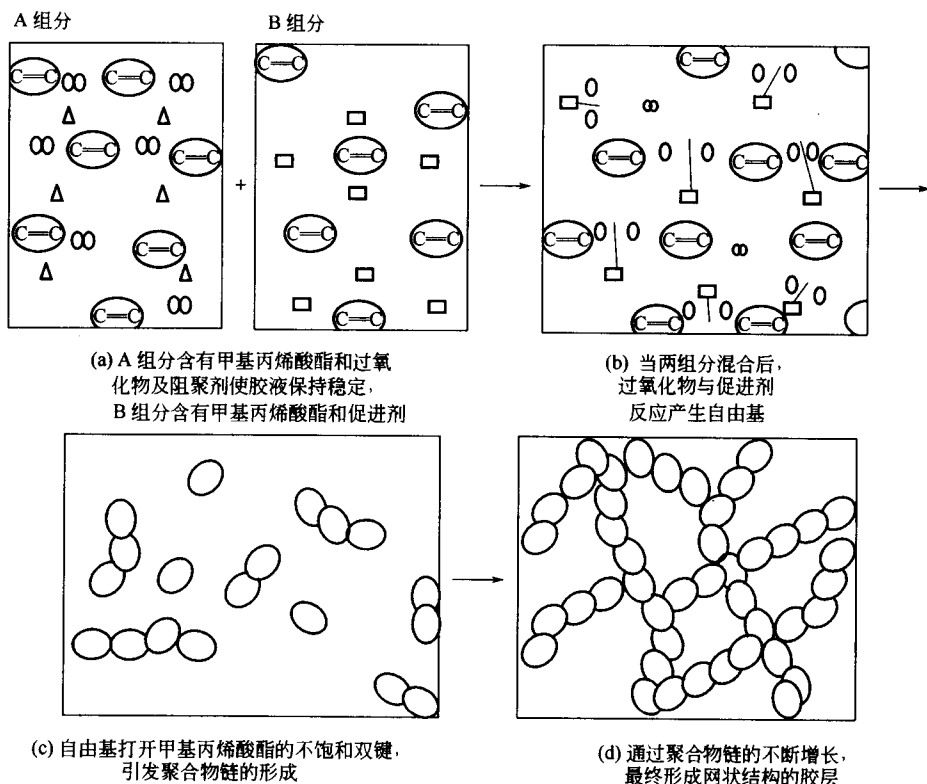
1990年后国内有许多厂家开始生产UV胶，如济南五三所、北京联合钛得等。

1.2.2.2 组成与固化机理

(1) 第二代丙烯酸酯胶黏剂 (SGA)

① 组成 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。

② 固化机理 自由基聚合反应，反应过程如图 1-2 所示。



图例：

甲基丙烯酸酯；OO 过氧化物；□ 促进剂；△ 阻聚剂；○ 自由基

图 1-2 自由基聚合反应固化

(2) 紫外线固化胶 (UV 胶)

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

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 所示。

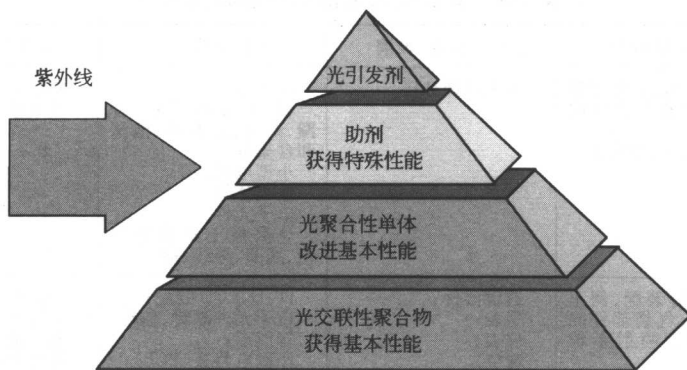
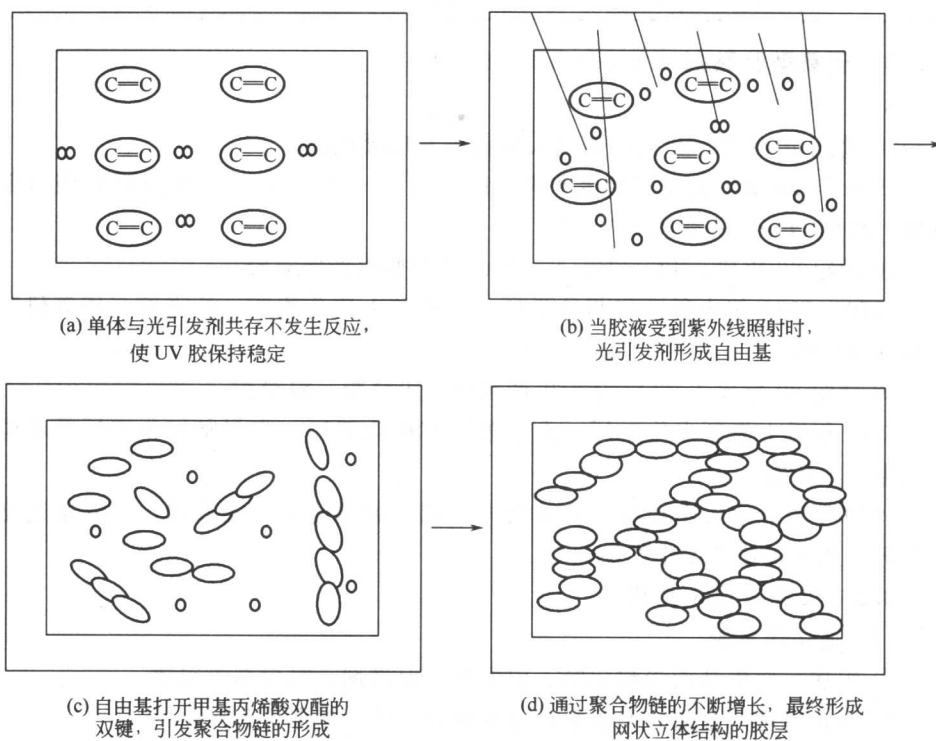


图 1-3 紫外线固化胶黏剂的基本组成



(a) 单体与光引发剂共存不发生反应，使 UV 胶保持稳定

(b) 当胶液受到紫外线照射时，光引发剂形成自由基

(c) 自由基打开甲基丙烯酸双酯的双键，引发聚合物链的形成

(d) 通过聚合物链的不断增长，最终形成网状立体结构的胶层

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 紫外线固化胶自由基聚合反应固化

1.2.2.3 应用

反应型丙烯酸酯胶黏剂的应用见表 1-3。

表 1-3 反应型丙烯酸酯胶黏剂的应用

	交通运输行业	光学仪器、玻璃	电子、电器行业	医疗及其他行业
第一代丙烯酸酯胶	汽车、飞机、卫星等塑料、复合材料与金属的粘接； 结构和准结构粘接	珠宝首饰粘接	扬声器； 磁钢、夹板 T 铁、音圈、纸盆、弹簧板、泡沫和盆架等 小型电机； 铁氧体等 电子元件； 电路板上集成电路块、线圈、导线、端子	塑料玩具； 日常修理
紫外线固化胶	汽车车灯装配、倒车镜的粘接、气囊部件的粘接和燃油喷射系统粘接	透镜器件； 手表； 仪表； 珠宝； 水晶工艺品； 玻璃家具	DVD、LCD 装配； 电子元件灌封、封装； 智能卡； 印刷电路板 (PCB)； 粘贴表面元件； 接线柱、继电器、电容器和开关的密封； 印刷电路板 (PCB) 覆膜	一次性针头； 氧气导管； 氧气面罩； 导尿管； 医用过滤器； 齿科

1.2.3 厌氧型胶黏剂 (Anaerobic Adhesive)

1.2.3.1 历史

20 世纪 40 年代 GE 公司研究人员首先发现厌氧胶。

1953 年 Loctite 公司开始生产厌氧胶。1953~1970 年，从 A 级到 C 级（低黏度）再到 D 级（高黏度）。

20 世纪 60 年代，ThreeBond、Henkel 开始生产厌氧胶。

1970~1980 年中科院广州化学所、中科院大连化物所、济南五三所等研制出系列厌氧胶。

20 世纪 80 年代 Loctite 开始生产预涂型厌氧胶、浸渗胶。

1980 年后上海新光化工厂、大连第二有机化工厂、广州坚红化工厂等单位开始生产厌氧胶。

1990 年后北京天山新材料技术公司、烟台德邦化工有限公司、上海康达化工厂等十几家单位开始生产厌氧胶。

1.2.3.2 组成与固化机理

(1) 通用厌氧胶

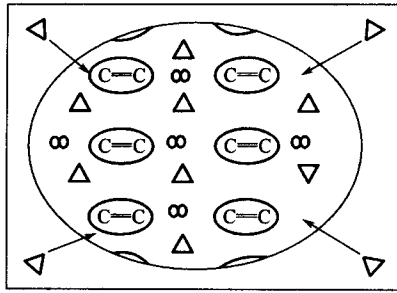
① 组成 由甲基丙烯酸双酯、引发剂、促进剂、阻聚剂等组成。

② 固化机理 金属表面厌氧自由基聚合反应，如图 1-5 所示。

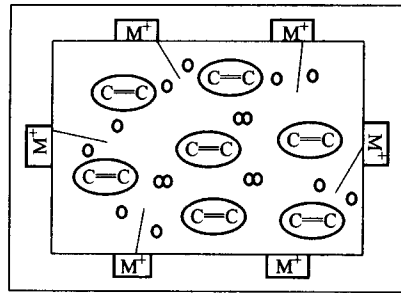
(2) 预涂型厌氧胶

① 组成 主剂由甲基丙烯酸双酯、丙烯酸乳液、促进剂、阻聚剂等组成。微胶囊组分为脲醛树脂包囊过氧化二苯甲酰引发剂。

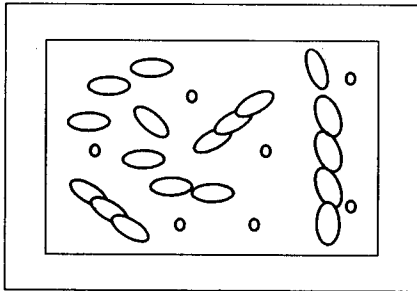
② 固化机理 使用时主剂和微胶囊按比例混合均匀，涂敷到螺栓上，在 70~80℃ 烘干 10~20min，冷却至室温后即可使用。当装配时，与螺母接触胶囊会破裂，被包裹的过氧化物释放出来，引发厌氧胶固化，使螺母和螺栓在半小时内固化并增强。



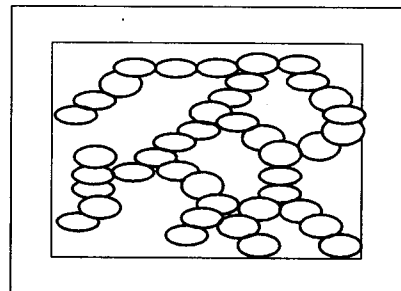
(a) 氧气不断地渗透到胶液中,使厌氧胶保持稳定



(b) 当胶液涂敷于金属表面,装配后氧气隔绝时,过氧化物与金属离子反应产生自由基



(c) 自由基打开甲基丙烯酸双键,引发聚合物链的形成



(d) 通过聚合物链的不断增长,最终形成网状立体结构的胶层

图例:

甲基丙烯酸双酯; ∞ 过氧化物; \circ 自由基; \triangle 氧气; M^+ 金属离子

图 1-5 金属表面厌氧自由基聚合反应固化

(3) 浸渗胶

① 组成 由甲基丙烯酸双酯、引发剂、促进剂、阻聚剂等组成。

② 固化机理 加热到 88~90℃时,引发自由基聚合反应固化。

1.2.3.3 应用

厌氧胶的应用见表 1-4。

表 1-4 厌氧胶的应用

交通运输行业	各类机械设备	电子电器行业	航空航天
螺纹锁固: 螺栓、螺母、螺钉 圆柱件固持: 轴承、轴套、键、齿轮。 平面密封: 法兰盘、箱体配合面 管路密封: 管路接头	螺纹锁固: 螺栓、螺母、螺钉 圆柱件固持: 轴承、轴套、键、齿轮 平面密封: 法兰盘、箱体配合面 管路密封: 管路接头	结构件粘接: 微电机磁钢粘接; 扬声器部件的粘接 螺纹锁固: 螺栓、螺母、螺钉 平面密封: 箱体配合面 管路密封: 管路接头	飞机机械部位的密封、锁固: 发动机减速器密封; 发动机内压气机机匣与燃烧室匣的结合面密封; 螺栓紧固密封; 管路接头螺纹密封

1.2.4 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂 (Cyanoacrylate Adhesive)

1.2.4.1 历史

1950年美国 Eastman Kodak 的科学家 H. W. Coover 在鉴定氰基丙烯酸酯单体时,不小心把 Abbe 折光仪的棱镜粘在了一起,发现了它的胶黏性。

1958年美国 Eastman Kodak 正式推出了第一个 α -胶——Eastman 910,一种令人感兴趣的、神奇的、昂贵的珍品。1975年中国科学院化学所研制成功我国第一种 α -胶——KH-502。

20世纪80年代 Loctite、Permerbond、Henkel、日本东亚合成、Alpha Techno (安特固)、住友、中国台湾同升等制成多种耐高温胶、耐冲击胶、无白化 α -胶等高性能产品,以满足工程应用的需求。

1980年以来国内众多厂家开始生产 α -氰基丙烯酸酯,如北京化工厂、浙江金鹏等厂家。

1.2.4.2 组成与固化机理

(1) 组成 由氰基丙烯酸酯、增韧剂、催化剂、稳定剂等组成。氰基丙烯酸酯有氰乙酸甲酯、氰乙酸乙酯、氰乙酸丁酯、氰乙酸异丁酯、甲氧基氰乙酸乙酯、乙氧基氰乙酸乙酯等,其特性与用途见表 1-5。

表 1-5 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂的特性与用途

烷基	甲基	乙基	异丙基	丙烯基	丁基	异丁基	甲氧基乙基	乙氧基乙基
沸点/°C	约 50	约 55	约 55	约 80	约 83	约 72	约 98	约 102
气味	催泪			强丙烯酸味,催泪			基本无嗅	
白化现象	高			中			低白化现象	
韧性	差			中			好	
固化速度	快			中			慢	
强度	高			中			低	
用途	工业用			医用			工业用	

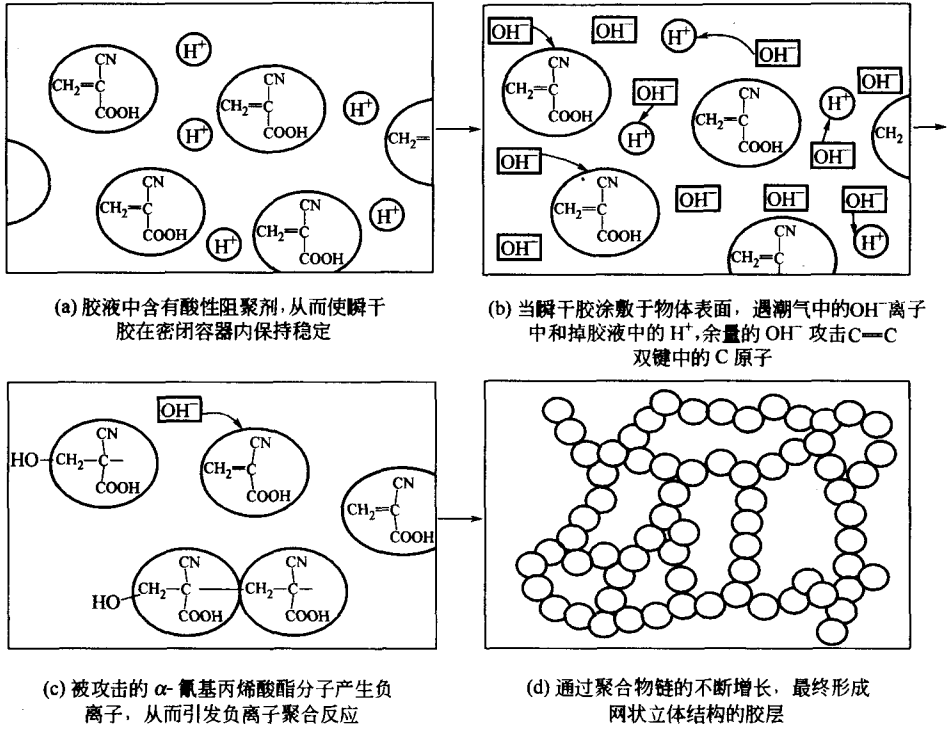
(2) 固化机理 潮气中的一OH 基团攻击单体中的碳原子产生阴离子聚合反应固化,反应过程如图 1-6 所示。

1.2.4.3 应用

α -氰基丙烯酸酯胶黏剂的应用见表 1-6。

表 1-6 α -氰基丙烯酸酯胶黏剂的应用

交通运输行业	精密机械	电子、电器行业	医疗及其他行业
飞机内部零件 汽车颠簸器垫 密封圈、橡胶垫圈 汽车装饰、门窗密封条 塑料标志、装饰条 橡胶印模 防振橡胶	照相机 光学透镜 手表 医疗器械 轴承制造 量具制造 设备的铭牌 工艺性暂时粘接	计算器 计算机装配 导线粘接 线圈粘接 导电性粘接 电子部件 显微加工器 助听器 小型电动机 扬声器磁网 立体音响设备 电动剃刀 吸尘器	手术缝合 乐器 家具 工艺品 玩具 各种钢笔 运动器材



图例:



图 1-6 阴离子聚合反应固化

1.2.5 室温硫化有机硅密封胶 (RTV Silicone)

1.2.5.1 室温硫化有机硅密封胶的历史

1943年 Dow Corning 建厂生产有机硅树脂。

1951~1954年 Dow Corning 生产 RTV 硅橡胶密封胶用于建筑。

1963年 RTV 硅橡胶密封胶开始在汽车制造中应用。

1960年后 GE、Waker、信越等开始生产 RTV 硅橡胶。

1980年成都有机硅中心、吉化研究院研制出脱酸型、脱醇型 RTV 硅橡胶。广东嘉美灌装和生产脱酸型 RTV 硅橡胶。

1993年北京丹灵(台湾互力与北京化七合资)生产脱肟型胶。

1995年后国内生产 RTV 硅橡胶的厂家增至十几家。如生产建筑硅胶的有广州白云、广州新展、杭州之江、杭州陵志、郑州中原等; 生产机械密封硅胶的有北京天山、襄樊回天、上海康达、广州机床所等; 生产电子硅胶的有北京联合钛得、上海回天等。