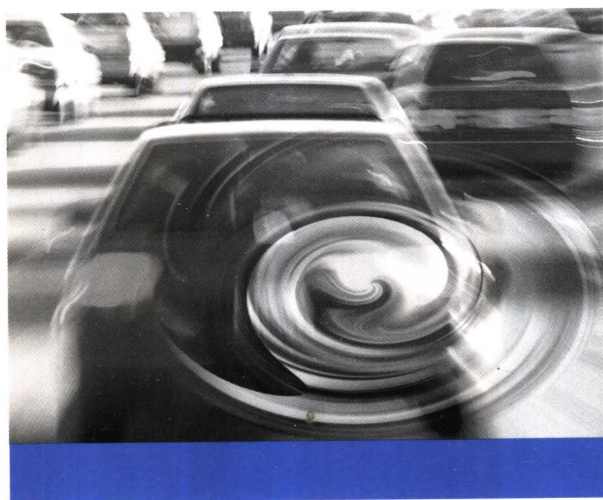


汽车用精细化学品丛书

汽车用胶黏剂

王超 王军 王虹 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

汽车用精细化学品丛书

汽车用胶黏剂

王超 王军 王虹 编著



化学工业出版社
化学与应用化学出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车用胶黏剂/王超等编著. —北京: 化学工业出版社,
2005. 4

(汽车用精细化学品丛书)

ISBN 7-5025-6901-4

I. 汽… II. 王… III. 汽车-胶黏剂 IV. TQ437

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 037120 号

汽车用精细化学品丛书

汽车用胶黏剂

王超 王军 王虹 编著

责任编辑: 靳星瑞

文字编辑: 林 丹

责任校对: 于志岩

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

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 241 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6901-4

定 价: 25.00 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

出版者的话

随着新世纪的到来，我国汽车工业也步入了一个高速发展的时期。许多家庭已经实现了拥有汽车的梦想，汽车工业也成为拉动我国经济增长的动力。

汽车工业的发展，离不开精细化工行业的支持。精细化学品的使用贯穿于汽车生产、使用一直到报废回收的全过程。汽车用化学品具有用量大（如汽车用涂料占有所有涂料用量的20%）、专用性强（如汽车专用胶黏剂有几十种，整车用量达20kg）、种类繁多、生产厂家众多等特点。汽车用精细化学品已得到汽车制造业、汽车维修业和精细化工行业的高度重视。

然而，目前介绍汽车用精细化学品的书籍较少。为了配合我国汽车工业的高速发展，为了让人们更加了解汽车用精细化学品，我们组织多位从事汽车用化学品研究的专家，共同编写了这套《汽车用精细化学品丛书》。本丛书共分5册：

- 1.《汽车用胶黏剂》
- 2.《汽车用润滑油及添加剂》
- 3.《汽车用润滑脂及添加剂》
- 4.《汽车用制动液、自动系统传动液及添加剂》
- 5.《汽车美容保养用精细化学品》

本丛书重点介绍汽车用精细化学品的生产、使用，书中列举了大量配方，许多配方是作者的长期研究成果，实用性较强。作者参阅了大量国内外文献资料，并结合自己的研究成果，所介绍内容力求反应当前的先进技术水平。本丛书适用于从事汽车用精细化学品研究、生产的技术人员，从事汽车用精细化学品供销的销售人员阅读使用。另外，本丛书也可供从事汽车生产的工艺技术人员，从事汽车维护、保养的技术人员以及具有一定知识基础的有车一族参考。

化学工业出版社

/ 2005年3月

前 言

汽车工业已经成为仅次于建筑和轻工行业以外最大的胶黏剂应用领域，而且应用范围越来越广，整车用量比例也越来越高。汽车用胶黏剂几乎涵盖了除杂环和芳杂环耐高温胶黏剂以外的所有胶黏剂，主要应用于汽车的车体、运行系统、动力系统和修补等方面。采用粘接技术可以提高驾乘的舒适性、降噪、减振、绝缘、减轻质量、降低能耗、简化工艺、提高产品质量，达到其他连接方法所难以达到的效果。

近年来，汽车用胶黏剂的新技术和新品种也不断涌现，推动了胶黏剂科技的发展。尤其是硅烷的改性聚氨酯密封胶、水基内饰胶、高性能减振胶、高强度结构胶、离合器用耐高温胶、具有良好工艺性能和粘接性能的刹车片胶以及对金属和非金属材料均具有良好粘接效果的室温快速固化汽车修补胶等有很大发展。本书着重突出实用性，紧密围绕配方设计和制备方法，特别是结合作者长期从事胶黏剂研究工作的科研经验和取得的相关成果，并汇集国内外专利文献和书刊杂志等各方面资料，系统介绍了汽车车体、运行系统、动力系统和维修的粘接部位及其特点以及汽车用胶黏剂的制备方法和主要性能。编写本书的目的是使胶黏剂研究、生产和应用人员能够了解汽车用胶黏剂的基本特点和胶黏剂配方设计原理，并根据书中介绍的胶黏剂配方和制备方法用于生产实践，书中许多配方是作者长期从事胶黏剂研究的成果。

哈尔滨工程大学的王军和哈尔滨理工大学的王虹也参与了本书的编写工作。本书在编写过程中参阅了许多专家、学者的专著和论文，引用了其中的有些配方和制备工艺，在此向各位同仁表示诚挚的感谢。由于作者水平有限，加之编写时间较为仓促，书中错误之处在所难免，热诚欢迎读者批评指正。

王 超

2004 年 8 月于哈尔滨

内 容 提 要

本书结合作者长期从事胶黏剂研究工作的科研经验和取得的相关成果，并汇集国内外专利文献和书刊杂志等各方面资料，内容涵盖了汽车车体、运行系统、动力系统和维修用胶黏剂，并针对粘接部位及其特点重点介绍了各种胶黏剂的配方设计、制备方法和主要性能。

本书实用性强，许多配方都是作者长期研究的成果，适用于从事汽车用胶黏剂研究、生产和应用人员。

目 录

第一章 粘接基础	1
第一节 粘接作用机理及其影响因素	2
第二节 粘接现象的理论解释	2
第三节 粘接强度的影响因素	6
一、粘接接头的破坏形式	7
二、被粘材料的表面粗糙度对粘接强度的影响	8
三、被粘材料的表面处理对粘接强度的影响	8
四、胶层厚度的影响	20
五、晾置时间与温度的影响	20
六、固化条件的影响	21
第四节 胶黏剂表面研究的主要方法	23
一、X 射线光电子能谱	24
二、X 射线能谱	27
第二章 胶黏剂在汽车工业应用概述	32
第一节 胶黏剂在汽车工业的应用	32
一、汽车车体结构用胶黏剂	33
二、汽车运行系统用胶黏剂	38
三、汽车动力系统用胶黏剂	39
四、汽车修理用胶黏剂	41
第二节 汽车用胶黏剂配方的设计	43
一、树脂型汽车用胶黏剂的主要组成成分	43
二、非树脂型汽车用胶黏剂的主要组成成分	45
第三节 汽车用胶黏剂的设计原理	46
第三章 胶黏剂在汽车车体结构中的应用	48
第一节 汽车车体结构用胶黏剂的主要特点	48
第二节 汽车车身用胶黏剂的制备工艺	48
一、丙烯酸酯型压敏胶	48

二、SBS 型压敏胶	51
第三节 汽车内饰用胶黏剂	53
一、氯丁型装饰胶黏剂	53
二、SBS 型装饰胶黏剂	62
三、水基装饰胶黏剂	69
四、聚氨酯胶黏剂	71
第四节 汽车顶棚、座椅和灯具用胶黏剂	73
一、EVA 热熔胶	73
二、SBS 热熔胶	75
三、聚酰胺热熔胶	76
四、聚酯热熔胶	77
五、聚氯乙烯粘接用胶黏剂	77
第五节 汽车车体结构用密封胶黏剂	78
一、聚氨酯密封胶	78
二、橡胶型密封胶黏剂	85
三、聚硫密封胶黏剂	87
第六节 点焊密封胶	92
第七节 汽车用结构胶黏剂	96
一、环氧树脂结构胶黏剂	97
二、其他胶黏剂	114
第四章 汽车运行系统用胶黏剂	120
第一节 汽车运行系统用胶黏剂的主要特点	120
第二节 汽车运行系统用胶黏剂的结构与性能	121
一、缩醛改性酚醛胶黏剂	121
二、丁腈橡胶改性酚醛树脂胶黏剂	122
三、有机硅改性酚醛树脂胶黏剂	123
四、环氧树脂改性酚醛树脂胶黏剂	124
五、元素改性酚醛树脂胶黏剂	124
六、其他改性酚醛树脂胶黏剂	125
第三节 汽车刹车片的制备方法	125
第四节 鼓式刹车片胶黏剂的制备方法	126
一、氨水为催化剂的改性酚醛树脂鼓式刹车片胶黏剂	127
二、以氢氧化钡为催化剂的改性酚醛树脂鼓式刹车片胶黏剂	131

三、以氧化锌为催化剂的改性酚醛树脂鼓式刹车片胶黏剂	134
四、线性酚醛树脂刹车片胶黏剂	153
五、以氧化钙为催化剂的改性酚醛树脂刹车片胶黏剂	155
六、环氧树脂改性酚醛树脂刹车片胶黏剂	159
七、环氧树脂胶黏剂	161
八、新型鼓式刹车片胶黏剂	162
九、其他改性酚醛树脂刹车片胶黏剂	169
第五节 盘式刹车片胶黏剂的制备	171
一、盘式刹车片胶黏剂配方举例	172
二、以金属有机化合物为催化剂的改性酚醛树脂盘式刹车片胶黏剂	180
第六节 浸胶的制备方法	187
第七节 离合器用胶黏剂	188
一、离合器面片的生产工艺	188
二、离合器用耐高温胶黏剂的制备	191
第八节 刹车片摩擦材料用胶黏剂	211
第九节 减振胶黏剂	213
第五章 汽车动力系统用胶黏剂	216
第一节 汽车动力系统的粘接部位及其胶黏剂的主要特点	216
第二节 汽车动力系统用胶黏剂的制备	217
一、厌氧胶黏剂的组成	217
二、厌氧胶黏剂的应用	219
三、厌氧胶主要单体的合成	221
四、动力系统用胶黏剂的典型配方	227
第三节 有机硅密封胶黏剂	241
第四节 环氧树脂密封胶黏剂	253
第六章 汽车修理用胶黏剂	256
第一节 汽车进行胶接修理的主要部位	256
第二节 汽车修理用胶黏剂的特点	257
第三节 汽车修理用胶黏剂的制备方法	257
一、丙烯酸酯快速固化胶黏剂	258
二、环氧树脂胶黏剂	261
三、内饰修理用胶黏剂	275
主要参考文献	276

第一章 粘 接 基 础

粘接技术是一门既古老又年轻的技术。所谓古老是指它在使用上历史悠久，大约有 5000 年的历史（但真正进入胶黏剂工业化时代还是由于 1909 年第一个合成胶黏剂的原料——酚醛树脂的发明）；所谓年轻，是指它在理论上的研究只有 50 年的历史，而且许多机理还仅仅局限于对某些特殊现象的理论解释，没有一种理论可以比较全面地解释有关粘接现象。胶黏剂可以对金属或非金属材料等进行自粘或互粘，提高比强度，减轻质量。功能性胶黏剂还起到导电、导磁和绝缘等作用。此外，采用粘接技术还具有简化工艺、降低成本等优点，所以在国民经济领域得到越来越广泛的应用。当然，粘接也存在耐热性能以及耐久性能差，和焊接相比强度相对较低等一系列缺点，但是这并不影响其应用。

随着国民经济的发展，对胶黏剂的需求越来越大，特别是我国国民经济支柱产业之一的汽车工业已经成为建筑和轻工行业以外最大的胶黏剂应用领域。有资料介绍，到 2010 年我国汽车保有量将达到 4750 万辆，产量将达到 600 万辆，其中轿车将达到 400 万辆。如此高速的增长必然带动汽车用胶黏剂的快速发展。汽车用胶黏剂几乎涵盖了除杂环耐高温胶黏剂以外的所有胶黏剂领域，主要应用于汽车的车体结构、运行系统、动力系统和修补等方面。从类型上划分汽车用胶黏剂包括：结构胶黏剂、非结构胶黏剂、密封胶黏剂和热熔胶黏剂等；从化学组成成分上划分汽车用胶黏剂包括：环氧树脂胶黏剂、酚醛树脂胶黏剂、橡胶型胶黏剂和丙烯酸型胶黏剂等。在胶黏剂的具体使用过程中，还要针对粘接机理、粘接材料和应用部位等特点，采用不同的胶黏剂和正确的接头设计方法以及相应的材料表面处理方法，以获得良好的粘接强度和耐久性能。

第一节 粘接作用机理及其影响因素

粘接过程是一个复杂的物理化学过程。粘接强度不仅取决于胶黏剂的表面结构和形貌，而且与粘接工艺有着密切的关系。胶黏剂与被粘材料表面存在的通过界面相互吸引和连接作用的力称为粘接力，粘接力的产生是多方面的。主要包括以下几方面。

① 化学键，又称为主价键力，包括离子键、共价键和金属键，它们具有较高的键能，在胶黏剂与被粘材料之间如果引入化学键可以大幅度地提高粘接强度。

② 分子间作用力，又称次价键力，包括取向力、诱导力、色散力和氢键，是提高粘接强度的主要来源，广泛存在于所有粘接体系中，但一般比化学键低一个数量级。

③ 界面静电引力，当金属与非金属材料密切接触时，在接触面电化学势的热力学平衡过程中会形成双电层，产生静电引力，一切具有电子供给体和接受体的物质都可以产生界面静电引力。

④ 机械作用力，从物理化学观点看，它与粘接强度无关，而是一种增加粘接效果的方法，在多孔材料的粘接上体现得最为明显。

在以上各种产生粘接力的因素中，只有分子间作用力普遍存在于所有粘接体系中，而其他作用力只是在特殊条件下才成为粘接力的来源。

第二节 粘接现象的理论解释

浸润理论认为：粘接过程中，为了获得良好的粘接强度，胶黏剂必须是容易流动的液体，才有利于界面分子的接触，胶黏剂和被粘材料之间处于湿润状态，胶黏剂能够自动在被粘材料表面展开。界面分子充分靠近，湿润程度好，会增大实际粘接面积，提高粘接强度。完全浸润是获得高粘接强度的必要条件，浸润不完全，会使实际粘接面积减小，而且粘接界面会产生气泡，并在气泡周围产生应力集中，大大降低粘接强度。平衡状态下表面张力与接触角 θ 之

间用 Young 公式表示为：

$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma_{lv} \cos \theta$$

式中 γ_{sv} ——固体物质表面自由能；

γ_{sl} ——液气接触；

γ_{lv} ——固液接触表面张力。

胶黏剂和被粘材料接触，链段被被粘材料表面吸附，链节向最有利的构型方向运动，胶黏剂的液面发生运动变形，使其前沿达到接触平衡接触角。接触角对时间的变化可以用自动润湿速度 $d\cos\theta/dt$ 来描述：

$$\frac{d\cos\theta}{dt} = \frac{\gamma_a}{\eta_a L} (\cos\theta_\infty - \cos\theta_t) \quad (1-1)$$

式中 γ_a ——胶黏剂表面张力；

η_a ——黏度；

θ_∞ ——无限长时间的接触角；

θ_t —— t 时间的接触角；

L ——胶黏剂-被粘材料的运动学长度特性值；

t ——时间。

公式 (1-1) 表明胶黏剂黏度越大，达到热力学平衡的速度越慢，但这只是胶黏剂在平面上的浸润情况，而实际被粘材料的表面是粗糙的。假设粗糙表面被理想化看成由无数锯齿形凹槽（V 形槽）组成，如图 1-1 所示，胶黏剂流入 V 形槽的时间可按式计算：

$$t = \frac{2\eta_a l}{\gamma_a r \cos\theta} \quad (1-2)$$

式中 r ——胶黏剂流入 V 形槽的半径；

l ——胶黏剂流入 V 形槽的深度。

胶液流入 V 形槽的速度可以按下式计算：

$$\frac{dy}{dt} = \frac{\gamma_a \cos(\theta - \alpha) x_0}{3\eta_a} \left(\frac{1}{y} - \frac{1}{y_0} \right) \quad (1-3)$$

积分得：

$$\frac{\gamma_a \cos(\theta - \alpha) x_0}{3\eta_0} \times \frac{x_0}{y_0} \times t = y_0 \lg\left(\frac{y_0}{y_0 - y}\right) - y \quad (1-4)$$

图 1-1 中, x_0 为 V 形槽的半径, y_0 为 V 形槽的深度, x 为 t

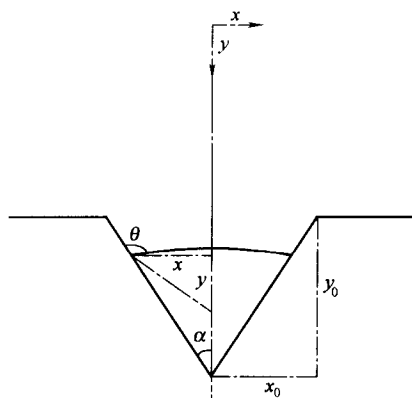


图 1-1 胶黏剂在被粘接材料表面浸润示意

时刻胶黏剂浸润到 V 形槽的半径, y 为 t 时刻胶黏剂浸润到 V 形槽的深度, θ 为 t 时刻 V 形槽内胶黏剂与 V 形槽壁的夹角, α 为 V 形槽与 y 轴的夹角。公式 (1-4) 表明缝隙是永远不能被完全填平的。虽然这种推算过于理想化, 但仍然可以用来估算胶黏剂浸润被粘材料缝隙所需要时间的数量级。

D. Bruyne 提出的吸附理论认为粘接力的主要来源是

分子间作用力。胶黏剂与被粘材料表面的粘接力与吸附力具有某种相同的性质, 胶黏剂分子在被粘材料表面扩散, 使两者的极性基团或分子链段相互靠近, 当达到一定距离后会产生吸附力。McIaren 和 D. Bruyne 利用粘接强度与胶黏剂中某些具有吸附作用的基团的浓度存在某种依赖性关系证明了吸附理论的存在。

Вуюцкии 首先建立了扩散理论, 并认为在粘接高分子材料时, 由于分子链段的热运动, 胶黏剂分子链段与被粘材料的分子链段相互扩散, 使黏附界面消失, 形成过渡区, 产生良好的粘接强度。胶黏剂和被粘材料之间的相溶性和溶解度参数决定了扩散效果, 但相溶性只能说明高分子材料粘接过程中是否扩散, 至于扩散程度还取决于溶解度参数。实际粘接过程中, 往往借助加入有效的溶剂、加热、加压等方法促进粘接界面的扩散, 达到有效粘接的目的。Campion 利用仪器分析手段证明了界面扩散现象的存在。

Skinner、Savage 和 Rutzler 在 1953 年提出以双电层为理论基

础的静电理论。该理论认为，当金属与非金属材料密切接触时，金属对电子的亲合力低容易失去电子，而非金属对电子的亲合力高容易得到电子，所以电子可以从金属移向非金属，在界面产生接触电势，形成双电层产生静电引力。一切具有电子供给体和接受体的物质都可以产生界面静电引力作用。双电层是含有两种相反符号的空间电荷，这种空间电荷间形成的电场产生对粘接有贡献的吸附作用。Possart 于 1988 年在不破坏粘接界面的情况下，测出了电荷密度和双电层贮能。

C. H. Hofricher 在 1948 年提出化学键理论。所有已知的光谱研究结果均表明，化学键理论是以胶黏剂分子和黏合表面的电子、质子相互作用为基础的。这些相互作用都是特定的，它们可以通过黏合表面化学键的分子轨道的量子力学理论描述。由于化学键要比分子间作用力高出许多倍，因此它是最理想的粘接方式。但目前已知体系对于黏合表面都具有高度选择性，而这些位置的细节情况目前仍是未知的。因此，胶黏剂和粘接界面的化学键不能自动确保粘接界面具有较高的粘接强度。

Mcbain 和 Hopkis 提出的机械结合理论认为：液态胶黏剂充满被胶接物表面的缝隙或凹陷处，固化后的界面区产生齿合或锚接效果。该理论认为胶接作用归因于机械黏附作用，并可以解释多孔材料的粘接问题，但这一理论无法解释非多孔材料的粘接问题。

$$F = \frac{WH}{\lambda} \quad (1-5)$$

式中 F ——摩擦力；

W ——法线压力；

H ——固体表面的凹凸高度；

λ ——单位长度的凹凸高度。

20 世纪 60 年代以来，科学家们还提出了弱界面层理论、五环说和流变理论等，但还都没有以上理论成熟。总之，虽然以上理论可以解释粘接过程中的某些现象，但迄今为止有关粘接的任何一种理论都不能单独解释粘接现象，而且任何一种理论对粘接强度的研

究尚不同，需通过实验手段加以鉴别。

第三节 粘接强度的影响因素

粘接强度不仅与胶黏剂本身的结构和性能有关，而且还依赖被粘材料的表面结构和粘接工艺。胶黏剂交联密度大，韧性优异以及具有较多的极性基团，都可以提高粘接强度；对于被粘材料的表面结构，适当的粗糙度，较高的极性可以有效地提高粘接强度。其次，粘接工艺对胶黏剂的粘接强度也有一定的影响，例如胶层厚度、固化温度、固化压力、固化时间、晾置时间与温度。

理想粘接强度是：等温、等压下把两相从平衡位置可逆地分开到无穷远处需要的自由能为：

$$\sigma^2 = \frac{16}{\sqrt{3}} \times \left(\frac{W_a}{Z_a} \right) \quad (1-6)$$

式中， Z_a 是两相平衡距离；在色散力情况下 $Z_a = 0.2\text{nm}$ ， $W_a = 10^{-5}\text{J/cm}^2$ ，由此计算的理想粘接强度 1500MPa ，比实际粘接强度至少大两个数量级。但实际上，可逆的断裂过程是不存在的，并伴随大量的黏弹损耗。因此，实际强度决定于已存在裂缝的性质和体系的黏弹性质。若粘接界面区和本体相区存在裂缝，围绕着裂缝会产生应力集中，造成体系局部应力大于局部强度，发生断裂。因此，断裂产生的条件是：

$$\frac{-\mu}{A} \geq G \quad (1-7)$$

式中 μ ——试样整体弹性形变能；

A ——裂缝界面积；

G ——裂缝产生单位面积的能量， $G = W_c + W_p$ 或 $G = W_a + W_p$ ；

W_c ——内聚功；

W_p ——塑性功；

W_a ——黏合功。

理想状态下产生强黏合键条件是平衡界面距离 $0.2 \sim 0.5\text{nm}$ ，

界面是有一定厚度的区域，大分子链段可以相互渗透或作用，其力学强度与其结构密切相关。当界面强度小于本体强度时，发生界面分离，Criffith 判据条件：

$$\sqrt{\frac{E_{12}G_1}{\alpha_{12}}} = \sqrt{\frac{E_2G_2}{\alpha_2}} \quad (1-8)$$

其中，相 1 强于相 2，无界面化学键。

由于 $E_{12} \cong \sqrt{E_1E_2}$ ， $G_a \cong \sqrt{GG_a}$

所以 $\frac{\alpha_2}{\alpha_{12}} < \frac{E_2G_2}{E_1G_1} \quad (1-9)$

一、粘接接头的破坏形式

胶黏剂粘接材料的破坏主要有四种：界面破坏、内聚破坏、混合破坏、材料破坏（图 1-2）。以上四种破坏形式不是同时发生在粘接接头，而是分别发生的。对于同一种粘接接头，有可能在不同条件下发生不同的破坏形式。

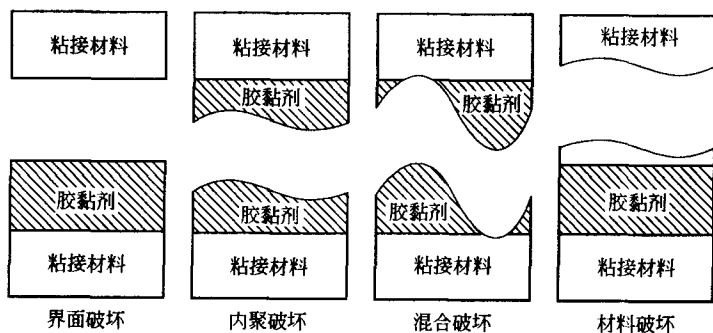


图 1-2 胶黏剂粘接接头的四种破坏形式

界面破坏是指由于胶黏剂和被粘材料之间结合力极弱，造成粘接接头破坏时粘接材料从界面脱粘。此时，胶黏剂、被粘材料的内聚强度均高于界面结合强度。内聚破坏是由于胶黏剂内聚强度低于界面结合强度和被粘材料的内聚强度造成的。混合破坏是由于胶黏剂内聚强度、界面结合强度和被粘材料的内聚强度相同造成的。材

料破坏是由于被粘材料的内聚强度低于界面结合强度和胶黏剂内聚强度造成的。

二、被粘材料的表面粗糙度对粘接强度的影响

被粘材料表面粗糙程度是产生机械黏合力的源泉之一，适当提高粗糙度可以增加粘接接触面积，提高粘接强度。但粗糙度过大会使界面接触不良，胶黏剂不易浸润和渗透，容易造成缺少胶黏剂或胶层过大，粘接强度反而下降；而过低的粗糙度也使胶黏剂浸润不良或胶层过薄，粘接强度同样下降，因此适当的粗糙度对于材料的粘接有重要影响。材料粘接时，通常先用砂纸打磨，再进行其他处理，从而获得适当的表面性能，更好地提高粘接效果。

三、被粘材料的表面处理对粘接强度的影响

表面处理可以提高被粘材料的表面极性和接触面积，从而提高粘接强度。对于金属材料通常采用化学氧化处理和电化学处理，例如 LY12CZ 铝合金通常采用 $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4/H_2O$ 或磷酸阳极化处理，可以使表面产生更多的极性基团，特别是形成孔深 40~60nm、孔径 30~50nm 和膜厚 40~60nm 的氧化膜，从而大大提高粘接强度和耐久性能。而非金属材料的处理则更为复杂，由于非金属材料大多为难粘材料，因此表面处理更为重要。

1. 化学改性方法

化学氧化法是较早的用于聚烯烃表面改性的方法，即用氧化剂处理聚烯烃，使其表面氧化生成极性基团，其氧化方法有多种。

(1) 酸氧化法 在化学氧化法中，酸氧化法是最常见的一种表面处理方法。常用的强酸性氧化液有：无水铬酸-四氯乙烷体系、铬酸-醋酸体系、氯酸-硫酸体系以及重铬酸盐-硫酸体系等。其作用原理是：处理液的强氧化作用使聚合物表面分子被氧化，在材料表面层生成羟基、羰基、羧基、磺酸基和不饱和键等极性基团，生成的这些基团可使聚合物表面活化，使亲油表面活化成亲水表面，达到提高聚合物表面张力的目的；同时弱边界层因溶于处理液中而被