

GONGNENG JIAONIANJI
PEIFANG 700 LI

功能胶黏剂 配方700例

张玉龙 蔡玉海 主编



化学工业出版社

GONGNENG JIAONIANJI
PEIFANG 700 LI

功能胶黏剂 配方700例

张玉龙 蔡玉海 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书重点介绍了电磁功能胶黏剂、光学胶黏剂、压敏胶黏剂、密封胶黏剂、厌氧胶黏剂、阻燃胶黏剂和耐低温胶黏剂等的配方。在每类型胶黏剂中主要介绍基本配方、改性配方和应用配方。每一配方后均附简要说明,介绍其特性及应用情况。本书所介绍的内容主要是作者多年积累的实际生产配方,简单明了,查阅性强。

本书是从事胶黏剂研究、配方设计、产品生产、销售、管理和教学人员的必备之书,也是广大胶黏剂用户良好的参考资料,亦可作为参考教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

功能胶黏剂配方 700 例/张玉龙,蔡玉海主编.

北京:化学工业出版社,2011.6

ISBN 978-7-122-10831-9

I. 功… II. ①张…②蔡… III. 胶黏剂-配方

IV. TQ430.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 046689 号

责任编辑:赵卫娟

文字编辑:冯国庆

责任校对:周梦华

装帧设计:周 遥

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:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 273 千字

2011 年 8 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: 36.00 元

版权所有 违者必究

参加编写人员

主 编：张玉龙 蔡玉海

副 主 编：薛维宝 王国义 李 萍 石 磊

参加编写人员：（按姓氏笔画排序）

王仲平 王国义 王昭德 邓桃益

石 磊 吕春健 庄明忠 刘小兰

刘荣田 刘洪章 刘恩骞 刘景春

闫 军 杜仕国 李 萍 李 静

吴宝玉 杨守平 杨振强 宋兴民

张广成 张玉龙 张军营 张福田

岳乃凤 赵峰俊 侯京陵 柴 娟

徐勤福 崔应强 蔡玉海 蔡志勇

薛维宝

前 言

胶黏剂是一种新型精细化工产品，是各种材料与制品连接的媒介。在各工业部门及其人们的日常生活中发挥着重要作用。近年来，随着高新技术在胶黏剂配方设计、改性和制造中的应用，使一大批新型高技术含量的胶黏剂孕育而生，功能胶黏剂就是最具典型的代表。它是使胶黏剂功能化、高性能化的有力代表，也是胶黏剂研究发展的主要方向。在胶黏剂制造工艺、设备和原材料选用范围趋于稳定之后，胶黏剂的主要研究方向就是配方设计，设计得当的配方是取得丰厚经济效益的前提。

为进一步普及功能胶黏剂的基础知识，推广并宣传功能胶黏剂近年来配方设计的新成果，在收集国内外相关资料的基础上，北方（济南）胶黏剂与涂料协会组织编写了本书，重点介绍了电磁功能胶黏剂、光学胶黏剂、压敏胶黏剂、密封胶黏剂、厌氧胶黏剂、阻燃胶黏剂和耐高低温胶黏剂的配方与性能或说明。本书是从事胶黏剂研究、配方设计、产品制造生产、销售管理和教学人员必备必读之书，也是广大胶黏剂用户良好的参考资料，本书亦可作为参考教材使用。

本书以配方为主，格式统一，语言简练，数据可靠，技术先进，可操作性强。凡具有中等文化程度而无专业知识的人员也可看懂学会，这是本书的特点。若本书的出版发行能够促进我国胶黏剂功能化研究工程加快、产品质量提高，作者将感到十分欣慰。

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

2011 年 1 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 功能胶黏剂简介	1
一、基本概念	1
二、主要品种与分类	1
三、胶黏剂的功能	1
四、胶黏剂粘接的优缺点	2
第二节 胶黏剂的配方设计	3
一、配方设计的基本原则	4
二、注意事项	5
三、实现胶黏剂各种性能要求的途径	6
第三节 胶黏剂的制备	8
第四节 胶黏剂的贮存	9
第五节 粘接工艺要求	10
第六节 胶黏剂的适用性及选用注意事项	12
第二章 电磁功能胶黏剂	20
第一节 导电与导静电胶黏剂	20
一、简介	20
二、环氧导电胶黏剂	21
三、丙烯酸酯导电胶黏剂	36
四、其他导电胶黏剂	43
第二节 电功能专用胶黏剂	45
一、电功能环氧专用胶黏剂	45
二、电功能丙烯酸专用胶黏剂	51
第三节 磁性胶黏剂	53

第三章 光学胶黏剂	55
第一节 环氧光学胶黏剂	55
第二节 丙烯酸类光学胶黏剂	77
一、紫外光固化丙烯酸环保胶黏剂	77
二、紫外光固化聚氨酯丙烯酸光学胶黏剂	81
三、环氧丙烯酸光固化胶黏剂	86
四、其他丙烯酸酯类光学胶黏剂	88
第三节 其他光学胶黏剂	91
第四章 压敏胶黏剂	94
第一节 简介	94
第二节 丙烯酸压敏胶黏剂	95
一、溶液型丙烯酸压敏胶黏剂	95
二、乳液型丙烯酸酯压敏胶黏剂	101
第三节 橡胶压敏胶黏剂	115
第四节 其他压敏胶黏剂	150
第五章 密封胶黏剂	154
第一节 热固性树脂密封胶黏剂	154
一、环氧密封胶黏剂	154
二、聚氨酯密封胶黏剂	180
三、其他热固性树脂密封胶黏剂	186
第二节 热塑性树脂密封胶黏剂	188
第三节 橡胶型密封胶黏剂	194
一、液体聚硫密封胶黏剂	194
二、硅橡胶密封胶黏剂	204
三、其他橡胶密封胶黏剂	210
第六章 厌氧胶黏剂	220
第一节 简介	220
第二节 紧固件锁紧与密封用厌氧胶黏剂	224
第三节 结构厌氧胶黏剂	230
第四节 速固型厌氧胶黏剂	235

第五节 其他厌氧胶黏剂	240
第七章 阻燃胶黏剂	250
第一节 热固性树脂阻燃胶黏剂	250
一、阻燃环氧胶黏剂	250
二、阻燃酚醛胶黏剂	256
三、阻燃聚氨酯胶黏剂	257
四、阻燃脲醛胶黏剂	259
五、其他热固性树脂阻燃胶黏剂	260
第二节 热塑性树脂阻燃胶黏剂	261
一、丙烯酸阻燃胶黏剂	261
二、其他阻燃胶黏剂	263
第三节 阻燃橡胶胶黏剂	264
第八章 耐高低温胶黏剂	267
第一节 耐高温胶黏剂	267
一、耐高温环氧胶黏剂	267
二、耐高温酚醛胶黏剂	284
三、其他耐高温胶黏剂	295
第二节 耐低温胶黏剂	301
一、耐低温环氧胶黏剂	301
二、耐低温聚氨酯胶黏剂	305
参考文献	307

第一章 概 述

第一节 功能胶黏剂简介

一、基本概念

凡是能把同种物质或异种物质通过表面紧密连接起来，可起应力传递作用，且能满足一定物理和化学性能要求的连接介质，可称为胶黏剂，又名黏合剂，俗称胶。在应用中凡具有电、磁、光、热、压敏、密封、阻燃和厌氧等功能的胶种统称为功能胶黏剂。

二、主要品种与分类

按照功能胶黏剂的功能特性通常将其分类为：电功能胶黏剂、磁功能胶黏剂、光学胶黏剂、压敏胶黏剂、密封胶黏剂、厌氧胶黏剂、阻燃胶黏剂和耐高低温胶黏剂等。

三、胶黏剂的功能

1. 粘接功能

胶黏剂的主要功能是将被粘接材料连接在一起。粘接组件内的应力传递与传统的机械紧固方式相比，应力分布更均匀，粘接的组件结构也比机械紧固且强度高、成本低、质量轻。

胶黏剂可用于金属、塑料、橡胶、玻璃、木材、纸张、纤维等各种材料之间的粘接。

2. 外观平滑功能

用胶黏剂粘接的组件外观平整光滑，功能特性不下降。这一点对结构型粘接尤为重要。如宇航工业中的结构件要求外观平整，光滑度高，这样有利于减小阻力与摩擦，将摩擦升温控制在最低限度。

3. 表面防腐功能

通过对被粘接材料的表面处理，易受腐蚀的金属，可先用一层

底胶，通过黏合层隔离，以便防止金属受到腐蚀破坏，且可达到粘接其他材料的目的。

4. 密封功能

密封，实际上是一种连续性粘接。这种粘接法很容易密封住粘接接头，防止产生破坏作用的液体和气体渗入。某种胶黏剂也可代替实心体或泡沫垫圈，用于齿轮箱壳体、阀罩、汽车部件和其他工业部件的密封。由于胶黏剂多以液体状态使用，也可作灌封，如线路板、电动机、电气和电子组件的密封灌封。

5. 修复功能

(1) 断裂制品的粘接修复功能 一些制品或零部件产生断裂或裂纹是常见的现象，常规的修复方法是采用焊接，然而焊接往往会使修复产生热变形应力，尤其是薄壁件不易采用，油罐、井下设备等更不易采用焊接法修复，只能采用安全可靠的胶黏剂粘接法。

(2) 缺陷、磨损、尺寸超差及划伤零部件的修复功能 铸造缺陷（气孔、堵孔）一直是铸造行业经常出现的问题，修复这些带缺陷零部件常用的方法需要技术工人耗费大量的材料和时间才能修复好，不然就成为废品。利用专用填补胶进行修补，既省力又省钱。零部件的磨损和尺寸超差或划伤，约占机械零部件失效率的70%以上。

6. 堵漏功能

“滴、冒、漏、渗”现象是工业部门，特别是化工行业经常遇到的几种情况。利用胶黏剂表面粘涂法堵漏安全方便，省时省力，且质量可靠。有时在不影响生产的情况下，常压常温修复泄漏部位，能达到重新密封的目的，尤其在石油、化工、制药、橡胶、食品等行业和易燃、易爆场合的设备维修及不停车带压堵漏方面，显示出其独特的优越性。

四、胶黏剂粘接的优缺点

1. 胶黏剂粘接的优点

- ① 可提供均匀的应力分布和较大的应力承载面积。
- ② 可连接任何形状的薄壁和厚壁制品。

- ③ 可连接相同或不同的材料。
- ④ 可降低或防止不同材料间的腐蚀或电化学腐蚀。
- ⑤ 耐疲劳和耐周期载荷性好。
- ⑥ 可提供光滑平整的外表面接头。
- ⑦ 可提供耐外界环境变化的接头。
- ⑧ 隔热性和电绝缘性好。
- ⑨ 粘接固化所需热量很低，不会降低被粘接物的强度特性。
- ⑩ 减震和耐冲击性好。
- ⑪ 在零部件缺损、尺寸超差、断裂、划伤或设备“滴、冒、漏、渗”缺陷修复中，工艺性好、施工简单、省时省力、经济效益显著。

⑫ 可提供引人注目的强度和质量比（比强度）。

⑬ 与机械紧固相比，速度快、价格便宜。

2. 胶黏剂粘接的缺点

① 粘接处的质量无法凭肉眼检查。

② 要求对被粘物进行认真的表面处理，通常采用化学腐蚀方法，这样会对环境造成污染。

③ 固化时间长。

④ 采用其他紧固法不需固定夹具、压机、烘箱和热压器就可连接，而粘接则需必备。

⑤ 使用温度偏低，一般胶黏剂使用温度上限约为 177°C ，特种胶黏剂使用温度上限约为 371°C 。

⑥ 多数胶黏剂要求有严格的工艺控制，特别是粘接面的清洁度要求更高。

⑦ 接头的使用寿命取决于所处的环境。

⑧ 以天然高分子化合物为原材料的胶黏剂，易受细菌、霉菌、啮齿动物或寄生虫的侵蚀等。

第二节 胶黏剂的配方设计

配方设计在胶黏剂制备和应用中占有重要地位。它既是胶黏剂

获得所需性能的主要途径，又是胶黏剂适应用途的必要手段。合理的配方设计能保证胶黏剂性能优良，工艺性能良好，生产成本较低并满足使用要求，获得最佳的经济效益。因此，在制备胶黏剂时必须重视配方设计。

配方设计涉及配方组分（原料）的品种、类型、用量和制备工艺对胶黏剂的性能与应用都具有决定性的影响。

胶黏剂的配方设计，实质上就是在胶黏剂的主体成分中加入一定种类和数量的辅助成分或称配合添加剂，使胶黏剂获得所需要的性能，达到粘接的使用要求。

一、配方设计的基本原则

配方设计是充分运用添加组分（添加剂或助剂）的性能改善和提高树脂缺陷或不足的过程，必须进行精心的分析研究和反复试验才能设计出满足使用性能要求的配方，为此在配方设计时应坚持如下原则。

1. 满足最终产品使用性能与耐久性的原则

胶黏剂制备过程中的选材、配方设计、配制、粘接与后处理等工序，最终目的就是制备出质量优良、满足应用要求的制品。配方设计的主要任务是弄清使用环境条件和使用性能要求，选择合适的黏料。

2. 抓主要矛盾的原则

选定黏料后，通过对黏料性能的了解和分析，用于制备所需制品的树脂可能存在许多缺陷或不足，这时就应根据制品性能要求，找出主次矛盾加以解决，一般情况下，解决了主要矛盾，其他矛盾也会迎刃而解。

3. 充分发挥添加组分（添加剂或助剂）功能的原则

这是配方设计的中心任务，对添加组分选择力求要准、用量适当。要做到这一点，除具有丰富的实践经验外，还要吸取前人的经验教训，弄清各添加组分功能，结合应用性能要求与本身特性，制定几套用量方案，再进行试验加以确定，用一个添加组分能解决的绝不用两个组分。

4. 降低成本的原则

配方设计时，除考虑性能外，还必须认真考虑原材料的来源与成本。在同等性能条件下，要选择原材料来源广、产地近、价格低廉的品种。

二、注意事项

1. 了解被胶接对象

被粘接物有各种金属、塑料、橡胶、陶瓷、玻璃、木材、水泥、织物、皮革等。不同的被粘接材料，由于它们的组成不同，性质不同，因而其粘接性能也是不同的。粘接可以在同种材料之间进行，也可以在异种材料之间进行，故在配制胶黏剂时，只有充分考虑各种不同被粘接材料的特性，才能获得较好的粘接质量。

2. 明确使用要求

胶黏剂在使用中，除起粘接作用外，还有密封、堵漏、防腐等作用。对胶黏剂的使用要求包括粘接部位的受力情况、工作环境以及所接触的介质等方面。

从受力情况来看，包括作用力的种类、大小及方向。对于主受力部位的粘接结构，应配制强度高，韧性好的环氧树脂-聚砒、酚醛树脂-丁腈橡胶等复合性的结构胶黏剂。对于次受力部位的粘接结构，可采用丙烯酸酯、氯丁橡胶、酚醛树脂等为主要成分配制胶黏剂。对于受力小或不受力的粘接部位，可采用脲醛树脂、聚酯树脂、合成橡胶等作为主要成分配制胶黏剂。

对于使用温度，要明确是在高温、中温还是在室温或低温条件下使用。

对于粘接部位所接触的介质环境，可能是酸、碱、盐或某种溶剂等。有的在户外工作，还要经受日光、雨水及大气等的作用。不同的介质环境，对胶黏剂有不同的性能要求，对此都要给予足够重视。

3. 考虑工艺上的可能性

任何一种胶黏剂的固化都需要在一定的温度、压力条件下运行。如果不具备加热设备或不允许加热，则不能配制成加热固化的

胶黏剂；若不具备加压条件或无法加压，则不能配制成需要加压固化的胶黏剂。

4. 胶黏剂应无毒或低毒

目前使用的胶黏剂在某种程度上几乎都具有一定的刺激性或毒性。当有毒组分进入人体后，能与人的机体组织发生化学反应，破坏正常的生理功能。有些毒物在人体内长期积累会发生慢性中毒现象，有的则引起急性中毒甚至丧失生命。在进行胶黏剂配方设计时，必须采用无毒或低毒、对环境不污染或污染少的组分配制胶黏剂，以减少其对人体的危害和对环境的污染。

5. 降低经济成本

在满足使用要求的前提下，应尽量选用价格低廉的组分来配制胶黏剂。

三、实现胶黏剂各种性能要求的途径

在使用中，用户对胶黏剂的性能要求是多种多样的。

1. 粘接强度

为了提高胶黏剂的粘接强度，应选择粘接力 and 内聚力都比较大的树脂，如环氧树脂、酚醛树脂等。对于环氧树脂、酚醛树脂或其他脆性树脂来说，增加粘接强度的有效办法是减少粘接过程中所产生的内应力，或者增加胶层的韧性。例如用丁腈橡胶、聚硫橡胶、聚乙烯醇缩醛等高分子来增韧。另外，添加适量的增塑剂或填料，也都能使这些胶黏剂的强度显著提高。

若要增加橡胶型胶黏剂的粘接强度，通常采取的方法是增加分子之间的作用力，这时引入极性基团或者加入极性较大的树脂都是有效的。例如，天然橡胶和丁苯橡胶胶黏剂可以通过橡胶的氯化使粘接强度大大提高；在氯丁橡胶胶黏剂中添加 45% 的对叔丁酚甲醚树脂后，对棉帆布的粘接强度可提高 40%~270%。

此外，配方中加入偶联剂使分子链之间适当地交联，可以提高胶黏剂的粘接强度。

2. 耐热性

为了提高胶黏剂的耐热性能，可采用耐高温性能好的树脂，如

酚醛树脂、有机硅树脂等。此外，在分子化合物中引入极性基团，可增加交联密度，适当地提高结晶度。采用耐高温性能好的固化剂或加入耐热填料等办法，也可明显地提高胶黏剂的耐热性。

3. 耐老化性

为了提高胶黏剂的耐老化性能，首先要选用耐水性和耐老化性好的组分。所用树脂应不易被水解，并且吸水率要小。

增加胶黏剂本体的交联密度可以减小胶层的吸水率，从而使粘接接头的耐水性得到提高。在胶黏剂配方中加入适量弹性体可增加胶黏剂的韧性和抵抗裂缝增长的能力，从而可以提高粘接接头耐大气老化的性能。

提高胶黏剂耐老化性能的措施还有在配方中加入适量的防老剂及偶联剂等。

4. 韧性

作为胶黏剂黏料（构成胶黏剂的主要成分）的聚合物大分子链应具有一定的韧性。为了增加胶黏剂的韧性，在胶黏剂的配方组成中应减少苯环及杂环的含量。另外，在配方中加入适量的增塑剂或稀释剂，也可增加固化后胶层的韧性。

5. 耐寒性

为了提高胶黏剂的耐寒性能，首先应选用耐寒性能好的聚合物作为胶黏剂的黏料，如聚氨酯、环氧-聚氨酯、环氧-尼龙等树脂都具有耐超低温的性能，它们即使在 -200°C 左右仍具有较高的粘接强度。

其次，在胶黏剂的配方中加入增塑剂或增韧剂，降低固化后胶层的交联密度，降低结晶性，也可提高胶黏剂的耐寒性能。

6. 耐酸碱性

胶黏剂的耐酸碱性主要取决于黏料本身的耐酸碱性，当然也与填料和固化剂的种类有关。要提高胶黏剂的耐酸碱性能，在胶黏剂的配方中应避免采用那些耐酸性及耐碱性差的组分。同时应选用那些在化学上具有惰性的组分，如石英粉、滑石粉等作为填料。此外，提高固化后胶层的交联密度，也可增加胶的耐酸碱

性能。

7. 耐溶剂性

胶黏剂的耐溶剂性与聚合物的结构有关。通常，线型结构的热塑性树脂耐溶剂性较差，轻度交联的橡胶只发生溶胀，不会溶解。而热固性树脂，在固化后耐溶剂性较好。因此，要提高胶黏剂的耐溶剂性，必须采用耐溶剂性好的树脂或橡胶，少用或不用增塑剂，并增加固化后胶层的交联密度。

8. 导电性

为了使胶黏剂具有一定的导电性能，可在胶黏剂的配方组成中加入金属粉末，如金、银、铜、铁、镍、铝及炭黑等。其中，铜、铁、铝粉在空气中表面易氧化，形成氧化膜，导致电阻率增大，导电性下降；而金粉虽具惰性，但价格昂贵，制备也比较复杂。因此通常使用银粉为主。

银粉的颗粒大小、形态、表面状况对导电性有一定的影响。若配制的导电胶黏剂中银粉含量少，则粘接强度高，但导电性能差；若胶中银粉用量过多，则粘接强度下降，而导电性能提高。因此，在导电胶的组成中，银粉用量一般以占胶黏剂的70%左右为宜。

9. 导磁性

要使胶黏剂具有导磁性能，就应在胶黏剂的配方组成中加入羰基铁粉，其用量为胶黏剂的70%~80%。

10. 导热性

为了适用于某些导热或散热零件的粘接或修补，有些胶黏剂需要具有一定的导热性能。要增加胶黏剂的导热性，就应在胶黏剂的配方组成中加入适量的银粉、铝粉等导热性能良好的组分。

第三节 胶黏剂的制备

大批量制备液态胶黏剂通常采用反应釜，小批量可采用三口瓶、烧杯等器具。固态胶黏剂通过采用挤出机进行制备。

首先应按配方比例精确称量，按照规定顺序依次加入制备器具中，在一定温度下，经搅拌使其反应一段时间以便制成胶黏剂。若

是双组分胶黏剂应分别进行反应，分别存放，待使用时再将两组分混合。

胶黏剂的配制要求特别仔细。胶黏剂经冷贮存后，如果要进行涂覆，必须将其加热至适当的温度。一般情况下以室温为佳。但如果使用热熔胶，施加温度应明显提高。而对于那些混合组分要求比较严格的胶黏剂，必须严格控制配比，才能取得最佳性能。对催化反应尤其如此。以环氧胶黏剂为例，如胺类固化剂，催化剂用量少，易导致胶黏剂聚合物反应不完全；若催化剂过量易造成胶层脆性大；另外，未反应的多余固化剂也易引起金属被粘接物腐蚀。某些双组分胶黏剂（如环氧树脂）其混合比例不太严格，通常用肉眼测定其组分即可，对粘接体系的极限粘接强度也没有大的影响。

必须将称出的多组分胶黏剂的组分充分混合。混合应持续到无色纹或无明显的密度层叠现象为止。多组分胶黏剂应防止空气在混合搅拌时进入。这样会使胶黏剂在热固化期起泡，导致带孔（可渗透）粘接。如果空气混入了胶黏剂中，在施加之前，应进行真空脱气。必须在胶黏剂开始固化之前进行充分混合。当环境温度升高和批料量变大时，胶黏剂的适用期变短。单组分和某些热固性双组分胶黏剂在室温下具有很长的适用期，而且涂覆和装配速率或批料量要求也不严格。

对于大批的粘接操作，手工混合昂贵、脏而慢，重复性只能取决于操作人员的经验。使用设备能以连续的或粒状的为基础计量，混合和配制多组分胶黏剂。

第四节 胶黏剂的贮存

绝大多数胶黏剂必须贮存在暗色或不透明的容器内，有的胶黏剂为延长使用寿命，要在低温下贮存。有关胶黏剂的贮存要求，制造厂家在说明书中都有清楚的提示。如：环氧-酚醛薄膜胶黏剂 HT-424（可喷漆的品级），生产的新胶通常应加以冷却，以延长贮存期。其贮存有效期通常见表 1-1。