

实用胶粘剂制备与应用丛书

密封胶粘剂

肖卫东 程时远 编著



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

实用胶粘剂制备与应用丛书

密封胶粘剂

肖卫东 程时远 编著

化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

111111-101
密封胶粘剂 / 肖卫东, 程时远编著. — 北京: 化学工业出版社, 2001.12
(实用胶粘剂制备与应用丛书)
ISBN 7-5025-3598-5

I. 密… II. ①肖… ②程… III. 密封胶粘剂
IV. TQ436

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 090517 号

实用胶粘剂制备与应用丛书
密封胶粘剂

肖卫东 程时远 编著
责任编辑: 丁尚林
责任校对: 李 林
封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
材料科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64918013
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市彩桥印刷厂印刷
北京市彩桥印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10¼ 字数 271 千字
2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3598-5/TQ·1476
定 价: 26.00 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

随着经济和科学的发展,工业、农业、交通、医疗、国防和人们日常生活中都离不开胶粘剂。几乎任何人、任何物品均涉及到胶粘剂。我国胶粘剂工业起步于20世纪50年代末,进入90年代后,胶粘剂工业有了突飞猛进的发展,胶粘剂已成为一类重要的精细化工产品。2000年产量已达到200多万吨,产值达100多亿元。预计2005年中国合成胶粘剂消费量将达到265万吨,年均增长率为8%。

胶粘剂在国民经济建设中所起的作用越来越大,因而有关胶粘剂的理论、制备技术及应用技术倍受人们关注。由于科学的发展日新月异,各种新产品与新技术层出不穷,整个社会的环保意识也日益增强,人们开始关注与日常生活息息相关的胶粘剂对环境的影响。常用的溶剂型胶粘剂必将逐步退出舞台,而水基胶粘剂与热熔胶由于不含有机溶剂,在生产与使用过程中不造成环境污染因而得到快速发展。如何制备适应社会发展和经济建设需要且环境友好的胶粘剂,如何选择对所用基材、工艺更为适用的胶粘剂,以及各种类型胶粘剂的研究现状、发展前景、制备方法、配方实例、应用等知识、技术和信息,都是广大读者希望了解的。

现在图书市场上有关胶粘剂的图书以综合性的为主,对许多从事专项胶粘剂研究与生产的读者不很适用。因此,为了满足胶粘剂行业广大读者需要,我社在广泛调研与分析的基础上,组织国内有关专家编写了《实用胶粘剂制备与应用丛书》,共包括如下10个分册:

胶粘剂基础与配方设计

胶粘剂选用与粘接技术

建筑用胶粘剂

木材用胶粘剂
密封胶粘剂
制鞋与服装用胶粘剂
水基胶粘剂
热熔胶粘剂
压敏胶粘剂
特种胶粘剂

这些分册涵盖了目前胶粘剂领域中产量比较大或发展比较快的品种，从制备与应用的角度介绍各类胶粘剂的分类、发展现状及方向，并详细介绍每种胶粘剂的生产原理、生产方法、常用配方、质量指标及应用技术，实用性很强。希望本丛书的出版能对胶粘剂生产和应用部门的工程技术人员及从事胶粘剂开发的科研人员能有所帮助。

化学工业出版社

2001 年 11 月

前 言

随着我国航空航天、汽车制造、工民建筑、电子电器等各行业的迅速发展，越来越多的密封胶粘剂如雨后春笋不断涌现，在较大程度上取代了原用的各种固体垫片，成为胶粘剂工业的重要分支。用密封胶代替密封垫片简化了操作工艺，提高了密封效果，降低了对密封部位的特殊要求及基本成本，因此具有很强的生命力，是国内外发展很快的胶种。鉴于我国近 20 年来密封胶用量增大，品种增多，但发展不平衡，高档产品太少，产品质量不够稳定，极需大力推动密封胶研究、生产与应用的发展，本书从基本组成、密封机理、基本性能、制备原理、制备方法、性能测试及常用品种与应用等方面较系统地总结与介绍了当前正在大量应用的几种密封胶粘剂，目的是使密封胶的研究、生产、应用人员能了解密封胶及胶密封的基本知识，设计新胶种的基本思路和研制、生产、应用方法，书中提供的配方（如未有计量单位，统一以质量份计算）与生产厂家可供读者自行配制或定点购买。

本书在编写过程中参阅了许多专家、科技人员及生产应用工作者的专著、论文，有些配方、生产工艺甚至直接引用，在此向各位同仁表示歉意和诚挚的谢意。由于知识面与编著水平的限制及时间仓促，疏漏错误之处在所难免，敬请广大同行和读者批评指正和包涵。

肖卫东

2001 年 8 月于湖北大学

内 容 提 要

本书共分七章，包括概述、密封胶粘剂的组成、密封胶粘剂的粘接与固化、常用密封胶粘剂及制备、性能测试、应用工艺、应用技术等，重点介绍了密封胶粘剂的制备原理、配方实例、制备方法和应用技术。并在附录中列出了国产部分密封胶、国内外部分密封胶研制生产单位地址及胶粘剂、密封胶部分国家标准及部颁标准目录等。

本书知识面广、概念清晰、简明扼要、实用性强，为一本有重要参考价值的密封胶与密封理论的实践用书，可供广大科技人员、生产应用人员及从事密封胶管理的行政人员参考，也可作为大专院校师生的教学与参考用书。

目 录

第一章 概述	1
1.1 密封与密封材料	1
1.2 密封胶粘剂的分类	2
1.2.1 按化学成分分类	2
1.2.2 按应用范围分类	2
1.2.3 按强度分类	3
1.2.4 按固化特性分类	3
1.2.5 按涂膜特性分类	4
1.3 密封胶粘剂工业的发展趋势	5
1.3.1 发展简史	5
1.3.2 我国密封胶概况	6
1.3.3 密封胶工业的发展趋势	7
参考文献	8
第二章 密封胶粘剂的组成	9
2.1 密封胶粘剂的粘料	9
2.1.1 合成树脂	9
2.1.2 合成橡胶	13
2.1.3 无机物	16
2.2 填充剂	16
2.2.1 常用填充剂的性能与用途	16
2.2.2 填充剂对聚合物材料性能的影响	18
2.2.3 填充剂的应用	20
2.3 溶剂	20
2.3.1 有利于合成反应	20
2.3.2 有适当的挥发性	21
2.3.3 较好的溶解性	22
2.3.4 较低的毒性	24

2.4 增塑剂	24
2.5 增韧剂	26
2.6 偶联剂	28
2.6.1 硅烷偶联剂的使用方法	28
2.6.2 钛酸酯偶联剂的使用方法	28
2.7 变定剂	29
2.7.1 硫化剂	29
2.7.2 引发剂	30
2.7.3 固化剂	30
2.8 其他物质	30
2.8.1 增粘剂	30
2.8.2 稀释剂	31
2.8.3 阻聚剂	31
2.8.4 着色剂	31
2.8.5 稳定剂	31
2.8.6 防沉淀剂	31
2.8.7 香料	31
2.8.8 防结皮剂	32
2.8.9 干燥剂	32
参考文献	32
第三章 密封胶粘剂的粘接与固化	33
3.1 密封胶粘剂的粘接机理	33
3.1.1 粘接力的产生	33
3.1.2 粘接过程的界面化学	35
3.1.3 粘接密封现象的理论解释	37
3.2 密封胶粘剂的固化	45
3.2.1 热熔型密封胶的固化	45
3.2.2 溶液型密封胶的固化	45
3.2.3 乳液型密封胶的固化	46
3.2.4 增塑糊型密封胶的固化	46
3.2.5 反应型密封胶的固化	46
3.3 密封粘接强度及其影响因素	48
3.3.1 密封胶粘剂粘料的物理力学性能	48

3.3.2 密封胶粘剂粘料的化学结构与粘接强度	50
3.3.3 密封胶粘剂的物理结构与粘接强度	55
3.3.4 影响粘接强度的物理因素	56
3.3.5 非粘接型密封胶的性能影响因素	60
参考文献	65
第四章 常用密封胶粘剂及制备	66
4.1 环氧树脂密封胶粘剂	66
4.1.1 环氧树脂密封胶的原料	66
4.1.2 环氧树脂密封胶的配制	81
4.1.3 常用环氧树脂密封胶的配制与性能	83
4.2 酚醛树脂密封胶粘剂	90
4.2.1 酚醛树脂的原料	90
4.2.2 酚醛树脂的制备	91
4.2.3 酚醛树脂的固化	98
4.2.4 酚醛树脂密封胶的配制与性能	99
4.3 聚氨酯类密封胶粘剂	99
4.3.1 聚氨酯密封胶的主要原料	100
4.3.2 异氰酸酯基的化学反应	103
4.3.3 聚氨酯密封胶的制备	104
4.3.4 聚氨酯密封胶的配制与性能	108
4.4 有机硅密封胶粘剂	115
4.4.1 有机硅密封胶的原料	116
4.4.2 有机硅密封胶的制备	119
4.4.3 常用有机硅密封胶的配制与性能	125
4.5 反应型丙烯酸酯类密封胶粘剂	130
4.5.1 反应型丙烯酸酯类密封胶的原料	130
4.5.2 反应型丙烯酸酯类密封胶的制备	132
4.5.3 丙烯酸酯橡胶类密封胶粘剂	141
4.5.4 反应型丙烯酸酯类密封胶的配制与性能	143
4.6 不饱和聚酯类密封胶粘剂	149
4.6.1 不饱和聚酯类密封胶的原材料	150
4.6.2 不饱和聚酯类密封胶的配制与应用	153
4.6.3 其他可用的不饱和和聚酯密封胶的配制与性能	156

4.7 热熔型密封胶粘剂	157
4.7.1 热熔型密封胶的原料	157
4.7.2 几种常用热熔密封胶	160
4.7.3 热熔型密封胶的施工	166
4.8 无机密封胶粘剂	167
4.8.1 无机密封胶的原料	168
4.8.2 几种常用无机密封胶	169
4.8.3 无机密封胶的配制与性能	174
4.9 聚硫橡胶类密封胶粘剂	175
4.9.1 聚硫橡胶类密封胶的原料	175
4.9.2 聚硫橡胶类密封胶的制备	182
4.9.3 聚硫橡胶类密封胶的配制与性能	182
4.10 其他类型密封胶粘剂	187
4.10.1 其他合成树脂密封胶	187
4.10.2 其他合成橡胶密封胶	193
4.10.3 天然聚合物密封胶	204
4.10.4 杂环高分子化合物类密封胶	206
参考文献	208
第五章 密封胶粘剂的性能测试	210
5.1 密封胶粘剂物理化学性能测试	210
5.1.1 外观	210
5.1.2 相对密度	210
5.1.3 粘度	211
5.1.4 针入度	211
5.1.5 不挥发物含量	212
5.1.6 酸值	212
5.1.7 适用期	213
5.1.8 固化速度	213
5.1.9 流动性	214
5.1.10 灰分	214
5.1.11 密封性	215
5.1.12 耐介质性	216
5.1.13 耐热性	216

5.1.14	电性能	217
5.1.15	密封胶的使用寿命	218
5.2	密封胶粘剂的力学性能测定	218
5.2.1	粘合力	218
5.2.2	剪切强度	219
5.2.3	拉伸强度	220
5.2.4	剥离强度	221
5.2.5	冲击强度	221
5.2.6	持久强度	222
5.2.7	疲劳强度	223
5.2.8	抗张强度	224
5.2.9	静态压缩变形率	225
5.2.10	撕裂强度	227
5.3	密封胶粘剂的老化试验	227
5.3.1	大气老化	227
5.3.2	大气加速老化	228
5.3.3	人工模拟气候加速老化	229
5.3.4	盐雾试验	229
5.3.5	湿热老化	229
5.4	粘接密封质量的无损检验	230
5.4.1	声学检测法	231
5.4.2	光学检测法	234
5.4.3	热学检测法	236
5.5	密封胶粘剂的鉴别方法	237
5.5.1	密封胶粘剂的燃烧试验法	237
5.5.2	密封胶粘剂的溶解试验法	239
5.5.3	密封胶粘剂的红外光谱鉴别法	240
5.5.4	密封胶粘剂的特征元素检定	242
5.5.5	密封胶粘料的热分解试验	243
	参考文献	244
第六章	密封胶粘剂的应用工艺	245
6.1	密封胶粘剂的选择	245
6.1.1	按密封胶的使用目的选择	245

6.1.2	按密封介质选择	246
6.1.3	按密封件的使用温度和使用压力选择	247
6.1.4	按被密封件性质选择	249
6.2	密封胶涂敷工具与设备	249
6.3	密封面的表面处理	250
6.3.1	表面清洗	250
6.3.2	机械处理	251
6.3.3	金属表面化学处理	251
6.3.4	非极性材料的表面处理	252
6.4	涂胶密封	253
6.4.1	非粘接型密封胶的涂胶密封	253
6.4.2	弹性胶的涂胶密封	254
6.4.3	浇铸与填装工艺	255
6.5	安全知识	256
6.5.1	密封胶的毒性	256
6.5.2	中毒途径及防护	257
参考文献		259
第七章 密封胶粘剂的应用		260
7.1	密封胶在航空、航天工业中的应用	260
7.1.1	油箱的密封	260
7.1.2	机窗的密封	260
7.1.3	座舱的密封	261
7.1.4	外露系统的密封	261
7.1.5	分离器的密封	261
7.1.6	电器接线柱的密封	261
7.1.7	高温部位的密封	261
7.1.8	宇宙飞船密封	262
7.2	密封胶在汽车工业中的应用	262
7.2.1	车身密封	263
7.2.2	车窗密封	263
7.2.3	机械设备、安装密封	264
7.2.4	汽车灯具密封	264
7.2.5	汽车油箱密封	264

7.2.6 汽车修补密封	264
7.2.7 薄板结构件密封	264
7.3 密封胶在船舶上的应用	265
7.3.1 动力机械的密封	265
7.3.2 管道系统的密封	266
7.3.3 船体结构	266
7.4 密封胶在电子工业中的应用	267
7.4.1 用硅橡胶类密封胶进行热封	267
7.4.2 用环氧树脂密封胶进行热封	269
7.4.3 非粘接型密封胶在电子产品中的应用	269
7.5 密封胶在建筑业中的应用	270
7.6 密封胶在机械设备中的应用	271
7.6.1 蒸汽机车上的密封	271
7.6.2 化工设备上的密封	272
7.6.3 工程机械上的密封	272
7.6.4 机械制造设备的密封	273
7.6.5 拖拉机上的密封	273
7.6.6 高压器械的密封	274
7.7 浸渗技术	274
7.7.1 浸渗胶	274
7.7.2 浸渗方法	275
7.7.3 浸渗工艺	276
7.8 锁紧防松技术	277
7.9 带压堵漏技术	277
7.9.1 直接粘贴	278
7.9.2 注胶粘堵	278
7.9.3 引流粘堵	278
7.9.4 改道粘堵	279
7.9.5 强压注胶	279
7.10 水下密封	279
参考文献	280
附录1 国产部分密封胶	281
附录2 国内外部分密封胶粘剂研制生产单位地址	296
附录3 密封胶常用聚合物名称英文缩写	303
附录4 胶粘剂、密封胶部分国家标准及部颁标准	309

第一章 概 述

1.1 密封与密封材料

在机械部件或工艺元件之间形成不渗漏连接所采用的装置或系统称为密封，应用密封装置解决泄漏的技术叫密封技术。密封的主要作用是防止密闭容器或管道内的物质从相邻结合面间泄漏、杂质从外部侵入，使机械设备的紧固件在长时间的震动与冲击条件下保持良好的锁紧作用，中止或减低外界对密封层内能量的传递而起消音、隔热、吸能和绝缘作用。工业生产与应用中有多种密封方法，可用于密封的材料也很多。

密封可分为静密封与动密封，常用的静密封有 O 形密封圈、非金属密封垫、金属-非金属组合密封垫、金属密封垫、金属波纹管、胶密封等，动密封有浮动环密封、迷宫密封、螺旋密封、叶轮离心密封、甩油环密封、气垫密封、电磁密封等非接触式密封和压盖填料密封、成型填料密封、机械密封、油封、刮油封、毛毡密封、涨圈密封（活塞环密封）、滑环密封、组合密封等接触式密封。

常用的密封材料可分为固体材料与液体材料，固体密封材料有陶瓷、石墨、橡胶、树脂、棉、毛毡等非金属材料和金属材料。液体密封材料有磁流体密封材料和密封胶粘剂。众多的密封材料中，密封胶粘剂（简称密封胶）为应用面广、发展很快、使用最方便的一种。由于在实施密封之前通常以液体状态存在，因此有时又称之为液体密封胶及液体密封材料、液状垫片、垫圈、垫料等。

密封胶在常温下是一种粘稠状液体，在涂敷时具有流动性，容易地填满两接合面之间的缝隙，干燥后形成的均匀连续稳定的膜能使连接部位得到密封。这种膜对密封介质应具有良好的稳定性，

不腐蚀金属，防止油、水、气等物质的泄漏的同时又能耐一定的压力和温度。

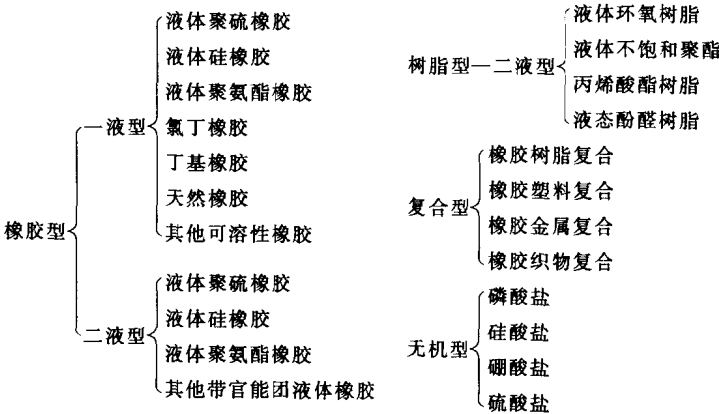
密封胶的应用范围极广，凡是原来用固体垫片密封防漏的地方几乎都可以用密封胶替代，而且能达到更好的密封效果。密封胶还能降低密封部位接合面的加工精度、减少某些加工工序、提高劳动生产率、降低成本和节约能源。

1.2 密封胶粘剂的分类

密封胶可按不同方法进行分类

1.2.1 按化学成分分类

按化学成分可将密封胶分为橡胶型、树脂型、复合型与无机型几类。



1.2.2 按应用范围分类

1.2.2.1 嵌缝类

用密封胶镶嵌连接处的缝隙达到密封作用，如密封腻子、液体密封垫料。

1.2.2.2 灌注类

把密封部件置于壳体里面，然后注入密封胶，使整个部件完全浸透，待其硬化后即得封装成品，壳体不再取下，这种方法大多用

于绝缘密封。

1.2.2.3 包封类

该法也称包胶，把密封部件置于模具里，然后注入密封胶，部件不必被浸透，待其硬化后部件外面形成一个保护套，再去掉模具，这种方法大多用于防震、隔热或防水等。

1.2.2.4 埋封类

该法也称埋置或嵌进，它是灌注与包封两种方法的结合。把一个或几个部件，或整个线路置于壳体里面，然后注入密封胶填满其空隙，待其硬化后使其与外界环境隔绝以达到密封作用。

灌注、包封和埋封统称灌封或封装，也有人把它称为浇铸，但不够确切。浇铸的主要着眼点是材料的结构性质如硬度、尺寸稳定性、机械强度和加工等性能，封装的主要着眼点是防潮、绝缘、耐化学腐蚀、抗冲击、粘合等性能。

1.2.2.5 浸渗类

易流动的胶液渗入到被密封物件的微孔中以达到密封的目的，这种方法多用于设备细孔的封堵。

1.2.2.6 锁固类

亦称锁紧防松类，主要用于动力机械螺纹的紧固防落、防锈。

1.2.3 按强度分类

1.2.3.1 结构类

胶层有较高的强度和承载能力，主要用于耐压密封。

1.2.3.2 非结构类

强度不高，承载能力较小，主要用于定位静密封或低压密封。

1.2.4 按固化特性分类

1.2.4.1 化学反应固化密封胶

固化过程中密封胶组分发生化学变化，固化时间取决于配方和固化温度。

1.2.4.2 非化学反应固化密封胶

固化过程中没有化学变化，例如采用溶剂挥发、热熔冷固等方法固化。