

曹云来 编

密封胶

技术·配方·应用



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

密 封 胶

技术·配方·应用

曹云来 编

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

NAV16/01

图书在版编目 (CIP) 数据

密封胶: 技术·配方·应用/曹云来编. —北京: 化学工业出版社, 2001.8
ISBN 7-5025-3376-1

I. 密… II. 曹… III. 密封胶-基本知识 IV. TQ436

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 045747 号

密 封 胶

技术·配方·应用

曹云来 编

责任编辑: 张玉崑

责任校对: 陈 静

封面设计: 田彦文

*

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

北京市燕山印刷厂印刷

北京市燕山印刷厂装订

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 8½ 字数 231 千字

2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3376-1/TQ·1394

定 价: 20.00 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

以前，由于密封胶在整个用胶领域中占的比例较小，加之其应用领域又没有拓宽，因此密封胶往往被归入胶粘剂大类中。而事实上，胶粘剂与密封胶在性能上、技术要求上以及应用上都有较大的区别。而且，随着科技的发展，密封胶目前已广泛应用在建筑、汽车、飞机等行业。尤其是近几年，建筑业、家装业更是火爆。随着这些行业的日益兴旺，密封胶的产量不断增加，品种也不断丰富。近几年，从事密封胶生产的厂家如雨后春笋，但是所生产的密封胶的质量却是良莠不齐。有关密封胶方面的资料少而散，单行本图书更是极少。这为从事密封胶的生产厂家、技术人员以及密封胶的用户带来诸多不便。我们在自身工作中也深深体会到，有关密封胶的资料实在太散。公司客户经常反映的是，用户不知道在何种情况下使用何种密封胶。密封胶的研制部门、生产厂家、以及密封胶的用户都渴望有一本集中密封胶知识的专门图书问世。这促使本人立意编写一本有关密封胶的图书，遂结合本人多年从事密封胶开发和研究的经验，并参考了大量的国内外有关密封胶方面的文献资料，编撰成此书，供涉足此业的技术人员、生产人员及使用人员参考，希冀对我国的密封胶行业的生产、开发和应用有所帮助。

在本书的编写过程中，得到了诸多同仁的支持和鼓励，特此感谢。限于作者水平，不当及错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编者于北京

2001年5月

内 容 提 要

本书论述了密封胶的实用生产技术和应用技术，是专题介绍密封胶的第一本图书。该书对密封胶做了较为全面的介绍，其内容包括聚氨酯、硅酮、厌氧、环氧、聚硫、丙烯酸酯类、聚氯乙烯类、丁腈、沥青等密封胶的技术及应用，列举了相当的实例配方，同时还对密封技术、密封胶的性能测试、使用方法做了介绍。该书特点内容丰富，概括洗练，具体实用，直观简洁，易学易懂，便于应用操作。

本书适用于从事密封胶科研、生产及应用部门（尤土木建筑、汽车制造、家装行业）人员，也可供大专院校师生参考。

目 录

第1章 概述	1
1.1 密封胶的定义	2
1.2 密封胶在建筑中的地位	2
1.3 密封胶的基本特性	3
1.4 密封胶的基本功能	3
1.5 密封材料的分类和表示方法	4
1.6 位移能力分级的意义	5
1.7 建筑密封胶的标准、技术要求及分析	6
1.8 硅酮结构密封胶的标准和技术要求	6
1.9 幕墙胶粘密封的选材	12
第2章 聚氨酯密封胶	16
2.1 概述	16
2.2 聚氨酯密封胶的特点、分类及应用	17
2.2.1 聚氨酯密封胶的特点	17
2.2.2 聚氨酯密封胶的分类	17
2.2.3 聚氨酯密封胶的应用	18
2.3 聚氨酯密封胶的原料及其对产品性能的影响	19
2.3.1 活性氢化物	19
2.3.2 异氰酸酯	21
2.3.3 填料	21
2.4 聚氨酯密封胶所用原料	24
2.4.1 甲苯二异氰酸酯	24
2.4.2 二苯基甲烷-4,4'-二异氰酸酯	27
2.4.3 液化二苯基甲烷-4,4'-二异氰酸酯	29
2.4.4 多亚甲基多苯基多异氰酸酯	31
2.4.5 1,6-己二异氰酸酯	32
2.4.6 异佛尔酮二异氰酸酯	32

2.4.7	聚醚多元醇	33
2.4.8	其它低聚物多元醇	39
2.4.9	助剂	42
2.5	基础聚合物及其固化机理	56
2.5.1	聚氨酯预聚体	56
2.5.2	端 NCO 基聚氨酯预聚体	57
2.5.3	封闭型预聚体体系	58
2.5.4	端烷氧基硅烷基聚氨酯预聚体	60
2.5.5	丙烯酸氨酯预聚体	62
2.5.6	其它改性聚氨酯	63
2.5.7	聚氨酯密封胶的固化机理	64
2.6	聚氨酯密封胶的制备	65
2.6.1	制备用设备	65
2.6.2	制备工艺	67
2.7	底涂剂	70
2.7.1	有机硅烷偶联剂	70
2.7.2	含 NCO 化合物	71
2.7.3	硅烷与异氰酸酯的加成物	72
2.8	聚氨酯密封胶的应用	73
2.8.1	土木建筑	73
2.8.2	汽车	80
2.8.3	施工方法	84
第 3 章	硅橡胶密封胶	86
3.1	概述	86
3.2	硅橡胶密封胶的特征	87
3.3	硅橡胶密封胶的组成	88
3.4	室温硫化硅橡胶的分类	89
3.5	单组分室温硫化硅橡胶	91
3.5.1	单组分室温硫化硅橡胶的反应机理	94
3.5.2	单组分 RTV 密封胶的特点	98
3.5.3	单组分 RTV 橡胶的粘接性	101
3.6	双组分缩合型室温硫化硅橡胶	102
3.6.1	双组分 RTV 硅橡胶的固化反应机理	103

3.6.2	双组分缩合型 RTV 的特点	105
3.6.3	双组分缩合型 RTV 的使用方法	105
3.6.4	RTV 硅橡胶应用于制造模具和电气绝缘时应注意的几个 技术问题	106
3.6.5	国内外双组分缩合型 RTV 的主要产品类型牌号和特性	108
3.6.6	加成型室温硫化硅橡胶	118
3.6.7	双组分 RTV 的新品种 (技术动向)	123
3.7	硅橡胶密封胶的新品种	125
3.8	特殊用途硅橡胶密封胶	128
3.8.1	导电硅橡胶密封胶	128
3.8.2	医用硅橡胶	130
3.8.3	泡沫硅橡胶	132
3.8.4	模具用硅橡胶	134
3.8.5	热收缩硅橡胶	136
3.9	硅酮密封胶配方实例	138
第 4 章	聚硫密封胶	149
4.1	概述	149
4.2	聚硫密封胶配方实例	149
第 5 章	环氧密封胶	155
5.1	环氧密封胶的组成	155
5.2	环氧密封胶的配方实例	158
第 6 章	厌氧密封胶	165
6.1	概述	165
6.2	厌氧胶的种类	166
6.2.1	锁固密封用厌氧胶	166
6.2.2	耐高温厌氧胶	167
6.2.3	柔性密封用厌氧胶	167
6.2.4	可预涂的微胶囊厌氧胶	167
6.2.5	真空浸渗胶	169
6.3	厌氧胶在铸件局部渗漏中的应用	170
6.3.1	浸透原理	171
6.3.2	局部浸渗用厌氧胶及其性能	172
6.3.3	浸渗工艺	172

6.4 厌氧密封胶的配方实例	173
第7章 其它种类密封胶	183
7.1 丙烯酸酯类密封胶	183
7.2 氯丁密封胶配方实例	184
7.3 沥青密封胶配方实例	185
7.4 丁基密封胶配方实例	186
7.5 PVC密封胶配方实例	186
第8章 密封技术	188
8.1 密封胶的工业应用和加工方法	188
8.2 难粘高分子材料的表面处理技术	194
第9章 密封胶的包装	203
9.1 密封胶对包装容器的要求	203
9.2 国外密封胶的几种主要包装形式	204
9.3 中国密封胶包装的发展概况	207
9.4 对提高中国密封胶包装水平的建议	208
第10章 密封胶的生产及性能测试	209
10.1 密封胶的生产	209
10.2 密封胶的生产设备	209
10.3 密封胶的性能测试	215
10.3.1 标准试验条件	215
10.3.2 密度的测定	215
10.3.3 挤出性的测定	216
10.3.4 表干时间的测定	218
10.3.5 渗出性的测定	219
10.3.6 下垂度的测定	220
10.3.7 低温柔性的测定	221
10.3.8 拉伸粘结性能的测定	222
10.3.9 定伸粘结性的测定	224
10.3.10 恢复率的测定	225
10.3.11 剥离粘结性的测定	226
10.3.12 拉伸-压缩循环性的测定	228
第11章 密封胶的使用	231
11.1 密封表面的准备	231

11.2	密封表面的清洗	231
11.3	待密封表面清洗质量的检验	232
11.4	待密封表面清洁后的保护	232
11.5	密封施工的基本程序及控制	233
11.6	贴合面密封的方法	233
11.7	缝外密封的方法	235
11.8	注射密封的方法	239
11.9	紧固件密封的方法	242
11.10	表面密封的方法	244
11.11	空洞、嵌缝和堆胶的密封	245
11.12	密封胶的硫化	246
11.13	密封胶的保护	247
11.14	密封质量的检验	247
11.15	密封结构制造中的修理	248
11.16	渗漏的修理	249
11.17	密封施工的技术安全	255
附录一	密封胶生产所用设备生产厂家	256
附录二	国内密封胶生产厂家	257
主要参考文献		259

第 1 章 概 述

密封胶是用来填充空隙（空洞、接头、接缝等）的材料。无定性密封胶是密封胶材料的主体，种类有有机硅（包括改性有机硅）类、聚氨酯类、聚硫橡胶类、丙烯酸酯类、丁苯橡胶类、丁基橡胶类、沥青类、油性嵌缝胶类等，最早使用的是沥青类、油性嵌缝胶类等。而用于填充需能够经受热胀冷缩、具有伸缩性间隙的场合时，则必须采用弹性密封胶。30 多年来，弹性密封胶在建筑、土木、汽车、船舶、电气通讯等许多工业和民用领域中的应用越来越广泛，以建筑用密封胶需求量最大。弹性密封胶是将粘接和密封两种功能集于一身的产品，其中性能较好的三类高档密封胶分别是有机硅密封胶、聚硫密封胶和聚氨酯密封胶。表 1-1 列出了几种弹性密封胶的种类与特性。表 1-2 为弹性密封胶所要求的性能项目。

表 1-1 几种弹性密封胶的种类与特性

种 类 特 性	硅 氧 烷		改 性 硅 氧 烷	聚 硫 橡 胶	聚 氨 酯	
	单组分	双组分			单组分	双组分
基础聚合物	端烷氧基(端烷酰基)聚有机硅氧烷		端烷氧基硅烷基聚醚	端—SH 液态聚硫橡胶	端—NCO 基 PU 预聚体	端—NCO 基预聚体；聚醚
固化后键特征	硅氧键		醚键/硅氧键	双硫键	氨基键/脲键	氨基键等
固化前性质						
贮存稳定性	中~优良	优良	优良	优良	中~优良	优良
低温操作性	优良	优良	优良	中~优良	优良	中~优良
固化时依动性	中	优良	优良	中~优良	中~优良	优良
固化后性能						
填隙后收缩率	小	小	小	小	小	小
粘接性(底涂)	优良	优良	优良	优良	优良	优良
耐候性	优良	优良	中~优良	中~优良	中~优良	中~优良
长期使用温度/℃	-40~150		-30~90	-20~80	-40~90	-40~90
复原性	优良	优良	中~优良	中~优良	中~优良	中~优良
耐油性	优良	优良	中~优良	优良	中	中
允许收缩率/%	15~20	25	20	15	15~20	15~20

表 1-2 密封胶所要求的性能

按时间划分	性 能	按时间划分	性 能
施工前	贮存稳定性	固化后	耐候性
	低温贮存稳定性(不冻结)		耐臭氧性
施工中	混合性(对双组分而言)		耐药品性、耐水性
	可使用时间(即适用期)		耐热、耐寒性
	操作性		拉伸粘接性能
	挤出性		加热失重(与固含量有关)
	不下垂性		可被涂布性
固化中	不粘时间(表干时间)	共有性能	颜色与基材相近、色差小
	固化性(固化中依动性)		不侵入被粘面
	初期耐水性		对人畜无毒
固化后	固化后的依动性		对底涂剂适应性广

1.1 密封胶的定义

按照 ISO-6927 术语标准定义,密封胶(sealant)是以非定型状态嵌填接缝,并与接缝表面粘结成一体,实现接缝密封的材料。ASTM C24 委员会定义密封胶是建筑中具有密封接缝所需粘结性和内聚性的材料。国外把嵌缝膏(caulk)纳入密封胶,是指用于无弹性要求或弹性要求很小的接缝密封,如油灰膏、沥青基油膏、塑料油膏、丁基嵌缝膏等。中国建筑防水行业把密封胶俗称为密封膏,主要是沿用防水油膏的称谓,实际上膏状只是密封胶的一种形态,这之外还有液状、粉末状、热熔固体等多种形态。

1.2 密封胶在建筑中的地位

密封胶是重要的功能材料,它在建筑中的作用在于可直接改善建筑物的舒适性、实用性和耐久性,有的还关系到建筑结构的安全。随着建筑业的迅速发展、建筑技术的不断进步和建筑商品化进程的加快,建筑维修和新建筑物内外装饰、节能、防水、防火、隔热、隔音、抗震及防腐等要求的提高,密封胶的应用越来越普遍。特别是近几年,幕墙建筑发展迅速,促使高强度、高弹性和耐候性

优良的高品质密封胶大量应用，为保证工程质量，1997 年中国还专门发布了 GB 16776 幕墙结构密封胶管理标准，强调了密封胶的重要地位。

1.3 密封胶的基本特性

密封胶使用时是一种流动的或可挤注的不定形材料，能嵌填封闭接缝，能依靠干燥、温度变化、溶剂挥发、化学交联与基材稳定粘结，并逐渐定型成为塑性固态、粘弹态或弹性密封材料。为保证密封功能，密封胶应具备以下基本特性：

- ① 良好的嵌填、挤注施工性，储存稳定，无毒或低毒害；
- ② 对液体、气体等介质低渗透性；
- ③ 能承受接缝位移并随伸缩运动而变形；
- ④ 在接缝中经受反复变形后，能保证充分恢复其性能和形状；
- ⑤ 有足够强度，能承受应力；
- ⑥ 与接缝基面粘结稳定，不发生剥离和脱胶；
- ⑦ 高温下不过度软化，低温下不脆裂；
- ⑧ 耐气候，不粉化、龟裂、溶解或过度收缩，有足够寿命；
- ⑨ 特定场合使用时有特定性能，如：耐磨、抗穿刺、耐腐蚀、抗滚压、不燃、不污染、绝缘或导电等。

1.4 密封胶的基本功能

① 密封建筑的接缝，防风雪、隔音、保温、减震、改善居住条件。由于其独特的阻挡冷风渗透以及时流传热功效，有时也被列入隔热保温材料；

② 密封储罐、储池、管道、沟渠的接缝，防止物质损失、压力泄漏及有害物质的污染；

③ 防止接缝的积渗水、冻融及干湿交变，阻止固体物在接缝中沉积，保证接缝自由运动，防止结构本身被破坏；

④ 阻断火灾及烟气扩散，对金属结构建筑接缝及连接组件起阻蚀保护和防腐密封作用；

⑤ 公路、跑道、桥梁、水坝、隧道接缝的防渗、耐候、耐油和抗压力的密封及维修；

⑥ 结构胶粘的密封，如：混凝土幕墙、金属幕墙、石材及玻璃幕墙等建筑结构的胶粘密封，中空玻璃构件的胶粘密封，金属屋面和刚性屋面的结构密封。

1.5 密封材料的分类和表示方法

密封胶的分类有很多方法，如可按用途、材质、基础聚合物、固化机理、适用季节、工艺特性、耐久性等级等进行分类。这些分类同应用关系密切，所以应设产品标记，以分辨其类别。中国建筑密封胶标准基本按国际通用方式标记产品。

(1) 金属用途分类和标记

金属用密封胶，标记 M； 玻璃用密封胶，标记 G；
混凝土用密封胶，标记 C； 其它（石材等）用，标记 0。

(2) 按密封胶基础聚合物分类和标记

硅酮型，标记 SR； 聚硫型，标记 PS；
聚氨酯型，PU； 丙烯酸型，AC；
丁基橡胶型，BR； 丁苯橡胶型，SB。

(3) 按固化机理分类和标记

湿气固化，标记 K； 干燥固化，标记 E；
溶剂挥发固化，Y； 化学反应固化，Z。

(4) 按产品使用季节化类和标记

夏季施工用，标记 S； 冬季施工用，标记 W；
全年施工用，标记 A。

(5) 按产品耐热温度和位移能力，中国参照日本标准提出如下分级方法和标记

耐热 100°C、位移能力 + 30%，标记 10030；
耐热 90°C、位移能力 + 30%，标记 9030；
耐热 80°C、位移能力 + 20%，标记 8020；
耐热 70°C、位移能力 + 20%，标记 7020；

耐热 70°C、位移能力 +10%，标记 7010；

耐热 70°C、位移能力 +5%，标记 7005。

1.6 位移能力分级的意义

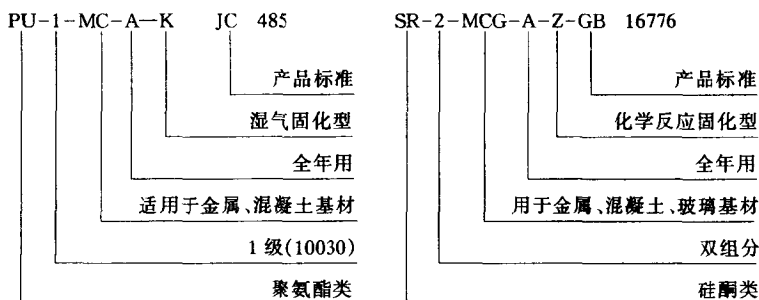
日本标准近似参照国际标准和美国标准进行修改，仅按位移能力分五级：+5%、+7.5%、+12.5%、+25%及+50%，不标记耐热温度。中国标准也正在考虑向国际标准靠拢。密封胶位移能力是一项重要指标，按该指标可将材料分为三类。

(1) 低位移能力密封胶 位移能力 +5% ~ -5%，主要用于室内静态接缝。包括聚丁烯、油性和沥青基嵌缝料，成本低，使用寿命短，耐候性一般，不固化或固化较慢。

(2) 中位移能力密封胶 包括位移能力 +7.5% ~ -7.5% 的胶乳型、丁基橡胶型产品和 +12.5% ~ -12.5% 的丙烯酸橡胶型、氯丁胶、海泊隆等密封胶，使用寿命 10~20 年。

(3) 高弹性密封胶 抗位移能力可以有 +5% ~ -25%、+40% ~ -25%、+100% ~ -50%，主要以聚硫橡胶、聚氨酯橡胶、硅酮橡胶、丙烯酸橡胶等聚合物及其改性聚合物为基础，使用寿命在 20 年以上，固化速度最快为几分钟至几小时，性能优良，惟价格较高，在建筑、机械等消费市场上应用广泛，是密封胶中发展最快、最重要的一类材料。

以上类别、级别、用途的标记，国家标准随产品的不同有差异，示例如下：



1.7 建筑密封胶的标准、技术要求及分析

随着建筑结构、施工、环境及具体条件的不同,建筑对接缝的密封有各种各样的要求,再好的密封胶也不可能满足所有功能要求应具备的技术性能,也就是没有“万能胶”。我们说一个产品性能优良,只是对一种或几种特定的功能或用途而言,如:导电、绝缘、防火、防霉、玻璃幕墙结构密封、玻璃接缝密封、建筑伸缩缝密封、耐候密封、中空玻璃密封等,依据各应具备的技术性能要求,分别制订出各种产品标准。以建筑结构密封胶为例,主要用于以胶粘玻璃单元件为基础装配组合的玻璃幕墙结构,这种建筑外墙与窗墙不同,玻璃是靠胶粘在金属框架上,构成连续的全透明的玻璃墙体,胶粘密封可靠性直接关系到幕墙玻璃悬挂固定的耐久和安全,这种用途和结构特点决定了结构密封胶必须具备的技术特性,这些要求已体现在 GB 16776 标准中,但是,若把这种产品用于防火密封就不一定能满足使用要求,所以必须正确理解各种密封胶的标准和技术要求。

1.8 硅酮结构密封胶的标准和技术要求

1.8.1 结构密封胶标准的发展

玻璃幕墙最早使用聚硫型和聚氨酯弹性密封胶,近代已被硅酮型代替,但产品标准仍沿用建筑密封标准,如 TT-S 00145、TT-S-00230、ASTM C920 等,供应方为保证产品使用质量,往往还附加一些相关的技术指标,如极限拉伸性能(按 ASTM D 412 试验)、剥离强度(按 LIL S 8802)及耐臭氧老化等,并把用户工程实际选用材料的相容性和粘附性试验,纳入售后服务范围,承担相应责任。

1.8.2 强制性国家标准 GB 16776《建筑用硅酮结构密封胶》

GB 16776《建筑用硅酮结构密封胶》是强制性国家标准,是在建筑业认可的最低技术要求基础上制订的。该标准技术要求主要参照美国 ASTM C1184,试验方法采用基本等效的国家标准 GB/T 13477。其中耐气候老化粘结拉伸试验采用“建筑窗用弹性密封剂”

JG 485-92 标准规定的方法, 而未采用 ASTM C1184 规定的 ASTM 53 试验方法, 因为试验周期太长 (5000h~208d), 紫外灯管更换量大, 试验费用高 (一次试验费大约 10 万元), 难以普及。中国标准 JG 485 规定的方法较简单, 紫外线透过玻璃照射泡入水中的密封胶试样, 在 50℃ 条件下连续试验 300h, 试验时间缩短, 试验条件可能更为苛刻。

1.8.3 硅酮结构密封胶技术要求

密封胶是涂施后硫化成型的密封材料, 应具有适宜的挤出涂施性和硫化速度, 能保持涂施的形状, 硫化后能成为具有足够粘结强度和伸长率的弹性体, 能在承受使用动载荷、高低温、水、臭氧、日光条件下长期作用。这些基本要求反映在产品标准提供的 8 项技术要求中(表1-3)。表中所列全部项目是产品型式检验项目, 而

表 1-3 硅酮结构密封胶标准的技术要求

序号	项 目		技术 指 标		试 验 方 法
			GB 16776	ASTM C1184	
1	流动性 垂直流动度/mm 水平流动度		≤3 不流	≤3 不流	ASTM C639
2	挤出速度/s		≤10	≤10	ASTM C603
3	表干时间/h		≤3	≤3	ASTM C609
4	适用期/min		≥20	—	—
5	邵尔硬度		20~60	20~60	ASTM C661
6	粘接拉伸性				
	粘 接 拉 伸 强 度/ MPa	标准条件	≥0.45	≥0.345	
		88℃	≥0.45	≥0.345	
		-29℃	≥0.45	≥0.345	
		浸水后	≥0.45	≥0.345	
		UV-热水老化 300h	≥0.45	≥0.345	按 ASTM G53 处 理 5000h
	粘接破坏面积/%		≤5.0	≤20	
7	热老化性能	失重/% 龟裂 粉化	≤10 无 无	≤10 无 无	ASTM C792
8	贮存期/月		≥6	—	—