

实用粘接技术丛书

粘接密封技术

李健民 秦莉 帅中意 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

实用粘接技术丛书

粘 接 密 封 技 术

李健民 秦 莉 帅中意 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

粘接密封技术/李健民, 秦莉, 帅中意编著. —北京:
化学工业出版社, 2003.7

(实用粘接技术丛书)

ISBN 7-5025-4525-5

I. 粘… II. ①李…②秦…③帅… III. 密封胶粘剂
IV. TQ436

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 048483 号

实用粘接技术丛书

粘接密封技术

李健民 秦莉 帅中意 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) 64982530

<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 毫米×1168 毫米 1/32 印张 11¼ 字数 316 千字

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4525-5/TQ·1746

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黏剂。几乎任何人、任何物品均涉及到胶黏剂。我国胶黏剂起步于 20 世纪 50 年代，进入 90 年代后，胶黏剂工业有了突飞猛进的发展，胶黏剂已成为一类重要的精细化工产品，预计到 2005 年，我国合成胶黏剂的消费量将达到 265 万吨，年均增长率超过 8%。

胶黏剂必须要通过适当的粘接过程才能发挥它应有的功能。对每一种胶黏剂而言，它并不是万能的，不同品种、不同牌号的胶黏剂产品都有其特殊的施用对象和施工方法，不同材料在不同的场合使用对所用胶黏剂的要求也不尽相同。可以说，为了提高材料的粘接强度，充分发挥胶黏剂的功能，先进合理的粘接技术与胶黏剂具有同等重要的作用。

粘接涉及的科技领域较多，是一个工艺复杂、技术含量较高的过程。随着科技的不断发展及胶黏剂新品种的不断涌现，粘接技术也得到了快速的发展，其应用领域也越来越广。我社就是从胶黏剂的粘接技术出发，组织行业内的众多知名专家，编写了本丛书。

本丛书初步包括如下几本：《金属用胶黏剂及粘接技术》、《塑料用胶黏剂及粘接技术》、《橡胶用胶黏剂及粘接技术》、《纸用胶黏剂及粘接技术》、《玻璃陶瓷用胶黏剂及粘接技术》、《粘接密封技术》、《粘接修理技术及应用实例》、《特种粘接技术及应用实例》。

本丛书不但系统地阐述了粘接基本原理，并结合实例重点介绍了胶黏剂在各个领域的粘接技术，具有较强的实用性与先进性，对从事胶黏剂生产及材料粘接的技术人员与管理人员具有较好的参考价值。

化学工业出版社
2003 年 7 月

前 言

近20年是我国胶黏剂工业及粘接科学技术飞速发展的时期，胶黏剂、密封胶、粘接技术、密封技术等词汇已逐渐为人们所熟悉，有关胶黏剂的书籍也日渐丰富起来。早期的粘接技术书，大多追求全面，内容包罗万象。有一利必有一弊，内容太杂则很难讲透。“博”与“专”总是难以兼顾。化学工业出版社组织编写的“实用粘接技术丛书”，有助于解决这一矛盾。

目前专讲密封技术的书籍尚不多见，多半是把胶黏剂、密封胶混在一起介绍。其实，胶黏剂和密封胶虽然有很多共同点，但是无论其性能要求、用途、作用还是有很大区别的。本书专门介绍了密封胶的性能、制备及其在各工业领域的具体应用，是一本应用技术类图书，内容可靠而实用。书中介绍了密封胶配方403例，具体应用实例93条。至于“粘接理论”、“接头设计”、“表面处理”等内容因为在其他许多书中都有且内容大同小异，故在本书中均不介绍了。

配方中的配比除特别注明外均为质量份；插图中的尺寸均为毫米（mm）。书后列入了几个与粘接密封技术有关的附录以利读者查阅方便。由于时间匆促及编者水平有限，书中的讹谬之处尚望读者批评指正。

编者

2003年5月

目 录

上篇 密封胶品种、组成及性能

第 1 章 绪论	1
1.1 粘接密封技术及其历史沿革	1
1.2 粘接密封胶在国民经济中的重要作用	2
1.3 密封胶的特点及其分类	3
1.3.1 密封胶的特点	5
1.3.2 液态高分子密封胶	6
1.3.3 弹性密封胶	7
1.3.4 腻子密封胶和其他嵌缝胶	7
1.3.5 热固性密封胶	7
1.3.6 热熔密封胶	7
1.3.7 其他密封胶	8
1.4 密封机理	8
1.5 密封胶名词术语	9
第 2 章 高分子液体密封胶	12
2.1 前言	12
2.2 液体密封胶的组分及其作用	13
2.3 密封胶制备工艺	16
2.4 氯丁橡胶密封胶	17
2.4.1 氯丁橡胶的特性	17
2.4.2 氯丁密封胶配方设计	17
2.4.3 氯丁密封胶制备工艺	19
2.4.4 氯丁密封胶配方实例	20
2.5 丁腈橡胶密封胶	26
2.5.1 丁腈橡胶的结构和性能	26

2.5.2	丁腈橡胶配方设计	27
2.5.3	丁腈橡胶密封胶制备工艺	28
2.5.4	丁腈橡胶密封胶配方实例	28
2.6	丁基橡胶和聚异丁烯类橡胶密封胶	31
2.6.1	丁基橡胶和聚异丁烯类橡胶的结构及特性	31
2.6.2	丁基橡胶密封胶配方设计	33
2.6.3	丁基橡胶密封胶制备工艺	34
2.6.4	丁基橡胶密封胶配方实例	35
2.7	丁苯橡胶密封胶	44
2.7.1	丁苯橡胶的组成	44
2.7.2	丁苯橡胶密封胶配方设计	45
2.7.3	丁苯橡胶密封胶实例	46
2.8	氯磺化聚乙烯橡胶密封胶	48
2.8.1	氯磺化聚乙烯橡胶制备工艺	48
2.8.2	CSM 橡胶的性质	49
2.8.3	CSM 密封胶配方设计	49
2.8.4	CSM 密封胶制备工艺	51
2.8.5	CSM 密封胶配方实例	51
2.9	其他橡胶类液体密封胶	53
2.9.1	乙丙橡胶密封胶	53
2.9.2	聚丁二烯橡胶密封胶	53
第3章	树脂型密封胶	55
3.1	环氧树脂密封胶	55
3.1.1	环氧树脂密封胶配方设计及制备工艺	55
3.1.2	环氧树脂密封胶配方实例	56
3.2	酚醛树脂密封胶	69
3.2.1	概述	69
3.2.2	酚醛树脂的化学结构、制法和种类	70
3.2.3	酚醛树脂密封胶配方实例	70
3.3	聚酯密封胶	72
3.3.1	概述	72
3.3.2	聚酯密封胶配方实例	73
3.4	乳液型密封胶	77

3.4.1	概述	77
3.4.2	(甲基)丙烯酸类密封胶配方实例	78
3.5	乙烯基树脂密封胶	81
3.6	聚酰胺树脂(尼龙)密封胶	84
3.7	厌氧性密封胶	86
3.7.1	概述	86
3.7.2	厌氧胶配方设计	86
3.7.3	厌氧胶的使用方法	90
3.7.4	厌氧胶的技术标准	91
3.7.5	美国乐泰公司产品与美国军标要求对照表	94
3.7.6	厌氧胶配方实例	95
3.7.7	厌氧胶品种	97
第4章	聚硫橡胶密封胶	104
4.1	聚硫橡胶的特点及合成方法	104
4.2	聚硫橡胶密封胶配方设计	105
4.3	聚硫橡胶密封胶配方实例	107
第5章	聚氨酯密封胶	121
5.1	概述	121
5.2	聚氨酯密封胶配方设计及固化机理	122
5.2.1	聚氨酯密封胶配方设计	122
5.2.2	聚氨酯密封胶的固化机理	125
5.3	聚氨酯密封胶制备工艺	126
5.3.1	单组分聚氨酯密封胶制备工艺	126
5.3.2	双组分聚氨酯密封胶制备工艺	127
5.4	聚氨酯密封胶配方实例	130
5.4.1	单组分潜伏性聚氨酯密封胶	130
5.4.2	双组分聚氨酯密封胶	137
5.4.3	聚氨酯密封胶的底胶	142
第6章	有机硅密封胶	145
6.1	概述	145
6.2	硅橡胶密封胶的特点	146
6.3	硅橡胶密封胶配方设计	146
6.3.1	硅橡胶	146

6.3.2 硫化体系	149
6.3.3 补强填充剂	153
6.3.4 结构控制剂	153
6.3.5 其他助剂	153
6.4 硅橡胶制备工艺	154
6.4.1 单组分 RTV 硅橡胶制备工艺	154
6.4.2 双组分硅橡胶密封胶	154
6.5 RTV 硅橡胶密封胶分类及其特性	155
6.6 单组分 RTV 硅橡胶密封胶配方实例	156
6.7 双组分 RTV 硅酮密封胶	180
6.7.1 缩合型双组分 RTV 硅酮密封胶	180
6.7.2 双组分 RTV 硅酮密封胶配方实例	182
第 7 章 其他类型的密封胶	203
7.1 沥青和改性沥青密封胶	203
7.2 油性嵌缝腻子	206
7.3 聚氯乙烯、过氯乙烯型密封胶	208
7.4 热熔密封胶	212
7.5 其他有机密封胶	215
7.6 无机密封胶	224

下篇 粘接密封技术的应用

第 8 章 密封胶使用工艺及施胶设备	228
8.1 密封胶使用工艺	228
8.2 涂胶及涂布工具和装置	228
8.2.1 概况	228
8.2.2 对涂布工具的要求及其分类	229
8.2.3 手工涂布工具	229
8.2.4 机械涂胶装置	232
8.3 浸渗设备	234
8.3.1 浸渗技术的原理和作用	234
8.3.2 浸渗胶、浸渗方法和设备	235
第 9 章 密封胶应用的一般原则	237
9.1 密封胶选用	237

9.2 典型施胶工艺	238
9.2.1 表面处理	238
9.2.2 涂胶	239
9.2.3 连接紧固及固化	240
9.2.4 清理整修和检验	241
9.3 施工中的安全和环境保护	242
9.4 几种简易脱胶法	243
9.5 影响密封性能的因素	245
9.6 密封胶使用中的注意事项	247
第 10 章 密封胶在建筑业中的应用	250
10.1 概述	250
10.2 建筑密封材料的种类及性能	250
10.3 各种建筑密封胶的特点及应用领域	252
10.3.1 硅酮建筑密封胶	252
10.3.2 聚硫建筑密封胶性能及应用范围	254
10.3.3 聚氨酯建筑密封胶性能及用途	254
10.3.4 丙烯酸酯建筑密封胶	255
10.3.5 氯磺化聚乙烯建筑密封胶	256
10.3.6 聚氯乙烯建筑防水密封胶	257
10.4 建筑接缝种类和设计	257
10.5 有机硅建筑密封胶在玻璃幕墙中的应用	259
10.5.1 幕墙用硅酮密封胶的技术要求	259
10.5.2 玻璃幕墙制作工艺	261
10.6 建筑物的嵌缝密封	263
10.6.1 建筑物嵌缝密封的一般工艺	264
10.6.2 屋面接缝的密封	264
10.6.3 墙板接缝密封	265
10.6.4 窗接缝密封	268
10.6.5 屋顶及墙体渗漏的修补密封	270
10.6.6 地下隧道的接缝密封	271
10.7 聚氨酯密封胶在建筑中的应用	273
第 11 章 粘接密封技术在汽车、船舶、航空航天工业中的	
应用	275

11.1 概述	275
11.2 密封胶在汽车制造中的应用	276
11.2.1 车身焊装用密封胶	276
11.2.2 涂装生产线用焊缝密封胶	280
11.2.3 汽车车窗玻璃的粘接密封	282
11.2.4 客车地板的粘接及密封	286
11.2.5 发动机及汽车底盘的粘接密封	286
11.2.6 汽车部件制造中的粘接密封	296
11.2.7 汽车底盘抗石击涂料	300
11.3 在航空航天工业中密封技术的应用	302
11.3.1 火箭导弹中的密封技术	302
11.3.2 卫星返回舱的隔热密封	305
11.3.3 航天器其他构件的密封	305
11.3.4 飞机制造中的粘接密封技术	306
11.4 粘接密封技术在船舶制造中的应用	307
第 12 章 粘接密封技术在电子、电器、仪表工业中的	
应用	310
12.1 概述	310
12.2 环氧树脂密封胶的应用	311
12.3 RTV 硅橡胶密封胶的应用	313
12.4 聚硫密封胶的应用	315
12.5 用导电胶粘接密封	316
12.6 其他密封胶在电子工业中的应用	317
12.7 电子元器件灌封的典型工艺	318
第 13 章 化工、石化工业中密封堵漏技术的应用	320
13.1 概述	320
13.2 不停车粘接密封堵漏	321
13.2.1 不停车粘接密封堵漏的原理和方法	321
13.2.2 不停车堵漏施工工艺	322
13.2.3 不停车堵漏实例	327
13.3 填塞粘堵法	328
13.4 顶压粘堵法	329
13.5 紧固粘堵法	330

13.6	磁力压固粘堵法	331
13.7	引流粘堵法	332
13.8	T型螺栓粘堵法	332
13.9	不停车粘接堵漏实例	334
第 14 章	粘接密封在机械工业中的应用	340
14.1	前言	340
14.2	粘接密封应用实例	340
附录		
附录 1	胶黏剂类中国国家标准目录	344
附录 2	废止单位与法定计量单位对照表及单位换算	347
附录 3	粘接密封技术中常见英文缩写	349
附录 4	空气中有毒物质及粉尘的最高容许浓度	352
附录 5	我国胶黏剂、密封胶主要生产单位名录	353
附录 6	我国胶黏剂、密封胶部分供应厂商名录	359
主要参考文献		363

上篇 密封胶品种、组成及性能

第1章 绪论

1.1 粘接密封技术及其历史沿革

什么叫“密封技术”，简言之就是：“隔开压力相同或不同的空间以阻止固体、液体或气体介质交流的措施。”在静止件之间的密封（如螺纹、法兰）称为静密封，而在运动件与静止件间的密封（如转动轴与轴承盖之间）则称为动密封。密封的方法很多，例如用纸板、铜片、耐油橡皮、皮革等制成密封垫片；用毛毡圈密封转动轴；用油脂密封小的缝隙等。用密封胶黏剂（密封胶）进行密封作业的则称为“粘接密封技术”。

粘接密封技术其实古已有之，例如，明朝宋应星所著的《天工开物》一书中“舟车第九”一节中就有如下记载：凡船板合隙缝以白麻斫絮为筋，钝凿扱入，然后筛细石灰，和桐油舂杵成团捻。用木板造船防止缝隙漏水是关键技术之一，古人用麻纤维先塞入缝隙中“作筋”，再用桐油加细石灰调成密封膏塞满船缝，很好地解决了船缝的密封问题。同书的“石灰”一节中讲得更详细：“凡灰用以固舟缝，则桐油、鱼油调厚绢、细罗，和油杵千下塞舱，用以砌墙石，则筛去石块，水调粘合。甃埽（用砖砌井和铺地）则仍用油灰。用以埽（刷）墙壁，则澄过入纸筋涂埽。用以裹墓及贮水池，则灰一分，入河沙、黄土二分，用糯粳米、羊桃藤（猕猴桃）汁和匀，轻筑坚固、永不隳坏，名曰三合土。”在这里不仅讲了舟

船的密封，还讲了修井、修墓、建贮水池、砌墙和铺地等建筑防水密封问题。这种古代密封技术，如以桐油为基料，石灰粉为填料的密封腻子直至今今天还有应用，例如窗玻璃的密封。粘接密封技术是比其他密封形式效果更好、应用面更广的一种密封技术，它经过从古到今，特别是由于 20 世纪上半叶以来合成高分子材料的发展，已成为在国民经济许多领域中必不可少的一种实用技术了。

所谓密封胶，也有人称之为液体垫圈（liquid gasket）或高分子液体密封胶（high polymer liquid sealant），是“高分子材料为基体，在各种机械静配合部位具有密封作用的材料”。

古代的密封胶都是以天然的有机或无机材料为基体的，例如，桐油、松香、动物胶、天然沥青、石灰、黏土等。而现代密封胶和胶黏剂一样多数是以合成橡胶、合成树脂等高分子材料为基体，再根据需要配合增黏剂、固化剂、硫化剂、防老剂、填料、颜料、溶剂等助剂而成的。由于合成高分子材料种类繁多，性能各异，所以根据不同需要就可以配制成各种各样的密封胶来，使密封胶大家族的成员不断增加，性能不断提高。

密封胶虽然也属于胶黏剂的范畴，但是其性质与功能和普通的胶黏剂是有很大区别的。胶黏剂在两个物体之间主要起连接作用，粘接接头甚至要传递很大的应力，所以粘接强度是最重要的性能指标；密封胶则主要起密封作用，所以粘接强度往往不是最重要的。当然，也有些应用场合既要密封好，又要粘接牢，这种胶就要兼有胶黏剂、密封胶的性质和功能。但从整体而言，是不能将两者混为一谈的。

1.2 粘接密封胶在国民经济中的重要作用

(1) 防止液体介质泄漏，节约大量资源

“三漏”（漏油、漏气、漏水）在未使用粘接密封技术之前在机械行业以及石油、化工等行业是普遍存在的，“三漏”造成的浪费是巨大的。例如，我国有关部门曾估计过，全国拥有的几百万台各类机床，年漏油量总计高达 1 万多吨；每台拖拉机平均年漏油量

60 kg, 全国有拖拉机上百万台, 浪费量高达 10 万吨以上, 价值数亿元^[1]。再看汽车, 在大约 20 年前, 任何一个停车场上几乎都是遍地肮脏的油迹, 只要汽车一停下, 十有八九会在它的身下留下一滩油污, 当然, 也会漏水 and 漏气, 致使气动开关等运动件不能随时工作。据统计, 我国旧式汽车每年每台耗润滑油约 130 kg, 而现代先进的汽车, 每年消耗润滑油才十几千克, 其中, 粘接密封技术的采用, 起了主要作用。全国汽车总量现已有 7000 万部以上, 可以想像, 使用粘接技术可节省多么大的一笔财富啊。石油、化工等行业的跑、冒、滴、漏这个老大难的问题, 也是可以借助于粘接密封技术得以解决的。例子不必多举, 仅以上几例就可以足以证明粘接密封技术的巨大经济和社会效益了。

(2) 杜绝了泄漏, 提高了机械设备的运行质量和安全性能

由于可燃气体或液体泄漏造成的火灾、爆炸、中毒事故我们时有所闻, 不但造成了巨大的经济损失, 还会造成人员的伤亡和环境的污染。再拿人们所熟悉的汽车来说吧, 汽车的车身是由钢板点焊而成的, 现代汽车都要用汽车车身密封胶 (现在多采用 PVC 塑溶胶型的密封胶) 将焊缝密封起来, 然后才涂油漆。密封胶不但可以防止雨雪、风沙侵入车辆, 大大提高了乘员的舒适性, 而且可以防止焊点的电化学腐蚀, 延长车辆寿命。另外, 密封胶由于其黏弹性还可以吸收车辆在高速行驶中钢板震动发出的噪声, 降低了噪声污染。当然, 在汽车上粘接密封的部位还有许多处, 使得汽车的综合性能大大提高, 对于飞机、舰船和其他机械设备的密封也起到了同样的作用。

1.3 密封胶的特点及其分类

由于密封胶和胶黏剂一样种类繁多, 所以分类方法也很多, 如, 按化学组成, 可分为橡胶型、树脂型等; 按应用范围可分为耐寒类、耐热类、耐水类、耐油类等; 按固化后胶膜性质, 可以分为不干型、半干黏弹型、干型可剥型、干性粘接型等。还可以按固化方式、强度大小、物理形态等分类。美国、日本等国还按产品的位

移能力（即胶膜的变形能力）将产品分为 5 级：① + 5%；② + 7.5%；③ + 12.5%；④ + 25%；⑤ + 50%。其中①属于低位移密封胶，包括各种嵌缝料，主要用于室内静密封；②、③属中位移密封胶，包括丁基橡胶、氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯等类密封胶；④、⑤是高弹性密封胶，包括聚硫橡胶、聚氨酯橡胶、有机硅橡胶等弹性密封胶种，其性能好，使用寿命达 20 年以上，可密封大间隙，但价格较贵。

目前我国尚没有统一的分类法，不少书中还将密封胶和胶黏剂混在一起。但是无论用哪种分类法，其目的是一样的，就是把数量多、品种杂的胶种按一定法则整理得比较有条理，便于读者使用和查询就行了。所以，在本书中，我们将以基料种类为主分章介绍，而在每种基料的密封胶中，又按其涂膜性能（如不干型、黏弹型等）加以区分，依次介绍，胶的编号也尽量反映出其类别和特点。

表 1-1 和表 1-2 分别是按基料类别以及按胶膜性能的一种分类法。

表 1-1 密封胶的类别（按化学组成）

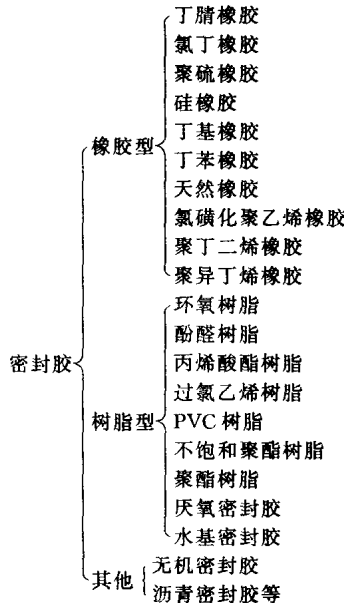
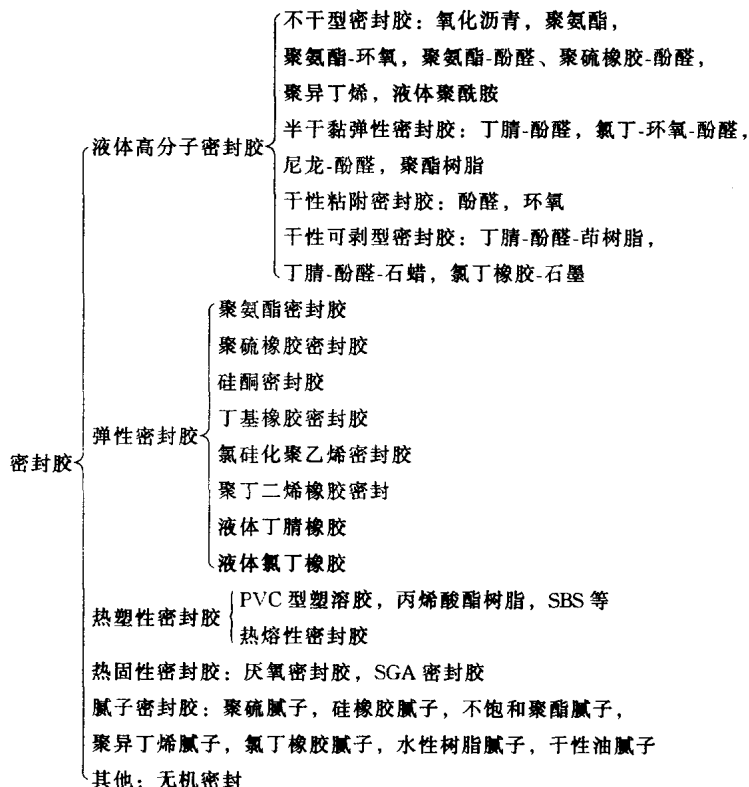


表 1-2 密封胶的类别按物理形态



1.3.1 密封胶的特点

① 密封胶必须是液态或膏状物，可以刷涂、注入或挤涂；它具有一定流动性而又不易流淌。

② 密封胶固化后会形成一层连续的、有一定弹性的胶膜，这层膜可以是不干性的、半干黏弹性的或干性可剥型的，但是对被密封面均有大小不同的粘附力，因此，该膜不但可以常压密封，还可以耐受一定压力和温度。

③ 密封胶一般不会腐蚀金属，相反，还能兼具防腐、绝缘等功能。

④ 由于密封胶对密封面有一定粘接力，所以除了密封作用之