



Gaofenzi
Mifeng
Cailiao

龚云表 石安富 编著

高分子密封材料



上海科学技术出版社

高分子密封材料

龚云表 石安富 编著

上海科学技术出版社

封面设计 卜允台

高 分 子 密 封 材 料

龚云表 石安富 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 15.5 字数 340,000

1983 年 11 月第 1 版 1983 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—7,300

统一书号: 15119·2289 定价: (科五) 1.90 元

前 言

密封材料一般是指在机械、仪表、管道和建筑构件等的各种接合部位上,能够防止内、外部介质(如液体、气体和尘埃等)泄漏或侵入,或者还能防止机械的振动、冲击和损伤,从而达到密封、隔音、绝热和绝缘等作用的材料。以高分子化合物为基体的密封材料,称为高分子密封材料。

高分子密封材料与传统密封材料(如金属、皮革、纸箔和石棉等)相比,具有一系列优异的性能,近年来在各工业部门得到了广泛的应用。随着现代工业的高度发展,对产品的密封提出了越来越高的要求,使得很多工业产品的质量,在相当程度上取决于密封性能的好坏。因此,密封材料和密封技术已成为各工业部门重要的研究课题。高分子密封材料的出现和迅速发展,为提高密封技术,解决产品的“三漏”(漏水、漏油、漏气)等质量问题,提供了良好的条件。

作为高分子密封材料基体的高分子化合物,品种繁多,性能各异。因此,高分子密封材料有着各种不同的类型、组成、性能和用途。本书结合我们的工作实践,并参照国内外有关资料,力求能够就高分子密封材料的分类,组成,合成,制备和施工工艺,典型配方,密封机理,性能测定以及应用等方面进行较为全面的介绍,以供化工等部门高分子密封材料的研制人员,以及各工业部门应用高分子密封材料的产品的的设计、安

装、检修、质量管理等人员参阅。

本书在编写过程中，上海市合成树脂研究所学术委员会郑永志同志，提出了不少宝贵意见，谨于此表示感谢。

由于我们水平所限，书中的缺点、错误一定不少，敬请广大读者批评指正。

作 者

一九八二年十二月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 发展简史	1
第二节 分类	4
第二章 液状非粘结型密封材料	7
第一节 概述	7
一 组成	7
二 配制工艺	12
三 与固状密封垫片的比较	15
第二节 干性固着型密封胶	18
一 合成工艺	18
二 典型配方	25
第三节 干性剥离型密封胶	27
一 合成工艺	27
二 典型配方	32
第四节 半干性粘弹型密封胶	35
一 合成工艺	35
二 典型配方	41
第五节 不干性粘着型密封胶	45
一 合成工艺	45
二 典型配方	49
第六节 使用中的诸问题	51
一 施工工艺	51

二	密封系数	55
三	影响因素	58
四	与固状密封垫片合用	67
第三章	液状粘结型密封材料	70
第一节	概述	70
一	组成	70
二	胶液对接合表面的浸润	72
三	与非粘结型密封胶的比较	76
第二节	弹性型密封胶	77
一	作用原理	78
二	硅橡胶型	80
三	液体聚硫橡胶型	88
四	聚氨酯橡胶型	94
五	丙烯酸酯橡胶型	102
六	氟橡胶型	109
七	施工工艺	114
第三节	热熔型密封胶	118
一	作用原理	118
二	乙烯-醋酸乙烯共聚体型	120
三	聚酰胺型	125
四	聚酯型	130
五	聚氨酯型	134
六	施工工艺	137
第四节	厌氧型密封胶	140
一	作用原理	140
二	丙烯酸酯型	141
三	施工工艺	153
第四章	固状静密封材料	157
第一节	概述	157

一 基体性能	157
二 受力状态	165
第二节 密封垫片	172
一 橡胶型	173
二 塑料型	178
三 石棉-橡胶型	184
四 橡胶-塑料型	187
五 橡胶-金属型	188
第三节 密封带	189
一 聚四氟乙烯生料型	189
二 压敏型	192
第四节 密封条	195
一 海绵橡胶型	196
二 非海绵橡胶型	204
三 塑料型	206
四 施工工艺	210
第五章 固状动密封材料	214
第一节 概述	214
一 基体性能	214
二 制备工艺	219
三 典型配方	234
第二节 压紧型动密封材料	246
一 结构设计	246
二 O 形圈	254
三 其它断面形状的密封圈	260
第三节 唇形动密封材料	262
一 结构设计	263
二 U 形皮碗	267
三 V 形皮碗	269
四 Y 形皮碗	271

五 L形皮碗	272
六 J形皮碗	273
第四节 回转型动密封材料	274
一 结构设计	274
二 使用中的诸问题	277
第五节 填料型动密封材料	282
一 结构设计	282
二 使用中的诸问题	284
第六节 防尘罩、防尘圈和隔膜	288
一 防尘罩	288
二 防尘圈	289
三 隔膜	290
第六章 密封机理	292
第一节 液状非粘结型密封材料的密封机理	292
一 粘性流动理论	292
二 流动能量理论	295
第二节 液状粘结型密封材料的密封机理	297
一 机械理论	297
二 扩散理论	298
三 静电理论	300
四 吸附理论	301
第三节 固状密封材料的密封机理	302
一 阻断理论	303
二 自封理论	305
三 过盈理论	308
第七章 性能测定	311
第一节 液状非粘结型密封材料的性能测定	311
一 化学性能测定	311
二 物理性能测定	314
三 应用性能测定	317

第二节 液状粘结型密封材料的性能测定	322
一 化学性能测定	322
二 物理性能测定	323
三 应用性能测定	331
四 无损伤测定法	332
第三节 固状密封材料的性能测定	335
一 未硫化胶性能测定	335
二 硫化胶性能测定	343
第八章 应用	354
第一节 在汽车上的应用	354
一 液状密封材料	354
二 固状密封材料	361
第二节 在飞机上的应用	366
一 液状密封材料	366
二 固状密封材料	370
第三节 在船舶上的应用	373
一 液状密封材料	373
二 固状密封材料	380
第四节 在拖拉机上的应用	384
一 液状密封材料	384
二 固状密封材料	389
第五节 在机械制造设备上的应用	395
一 液状密封材料	395
二 固状密封材料	397
第六节 在建筑上的应用	403
一 液状密封材料	403
二 固状密封材料	409
第七节 在电子装置上的应用	412
一 液状密封材料	413

二 固状密封材料	419
第八节 在化工设备上的应用	421
一 液状密封材料	422
二 固状密封材料	423
第九节 在其它机械设备上的应用	428
一 蒸汽机车	428
二 工程机械	430
三 通用机械	431
附录一 液状密封材料的品种及其性能	434
附录二 固状密封材料的规格及尺寸系列	443
参考文献	478

第一章 绪 论

第一节 发展简史

在社会生产的发展过程中,人们很早就使用了密封材料。1795年,英国在制造成功第一台水压机上,第一次使用了以生铁为原料、经过专门设计加工制造的密封材料。两年后,出现了用于活塞杆密封的填料型金属密封材料。以后,又陆续出现了以皮革、软木、毛毡、纸箔、麻线绳、纤维素和软金属等制成的密封材料。其中用得较普遍的,就是被称为皮碗的用皮革经过浸泡处理而制成的U形和V形唇形动密封材料(现在皮碗这一名称仍被用来泛指各种唇形动密封材料,但制备这种密封材料目前已不再使用皮革,而早已被各种高分子化合物所取代)。从十九世纪末期开始,由于在各种机械中普遍使用了矿物润滑油,而且机械的工作压力、负荷和速度不断提高,传统的密封材料已远远不能满足要求,寻找新的密封材料已成为解决机械防漏密封的关键。在这种情况下,高分子密封材料的出现无疑具有极为重要的意义。

高分子密封材料的出现和发展是与高分子化学工业的发展紧密相关的。十九世纪中叶以前,人们只能利用自然界存在的一些天然高分子材料,如沥青、松香、琥珀、虫胶和淀粉

等,到十九世纪中叶以后,人们发现了对天然高分子材料进行加工和改性的方法。1872年,人们成功地通过人工方法合成了第一个高分子化合物——酚醛树脂,从而为高分子化学工业,其中包括高分子密封材料工业,开辟了发展的道路。到本世纪二十至三十年代,相继出现了氯丁橡胶、聚醋酸乙烯、聚氯乙烯、聚乙烯和丁腈橡胶等,从而使密封材料的原料逐渐脱离天然高分子材料的范围,转向了各种性能优良的、用人工方法合成的高分子化合物。从本世纪五十年代以来,由于高分子化合物的原料采用来源更为广泛的石油和天然气,于是又出现了聚丙烯、不饱和聚酯、聚氨酯橡胶、聚硫橡胶和氟橡胶等一系列性能优异的新型高分子化合物,从而为高分子密封材料的进一步发展,提供了良好的条件和坚实的基础^[1]。

表 1.1 列举了一些典型的高分子化合物和高分子密封材料工业化的时间。由表可知,高分子液状密封材料的出现,要比固状密封材料晚得多。这是因为:一方面高分子液状密封材料在很大程度上是作为对固状密封材料的补充和改进而出现的;另一方面,它是从粘合剂中派生演变而来的。所以,它的出现和发展必然要受到粘合剂工业的制约和影响。现在,高分子液状密封材料已成为与粘合剂并列的分枝,得到了迅速的发展。

从本世纪初开始出现的高分子密封材料,近二十年来得到了很大的发展。目前,生产的品种仅液状密封材料已有数千种,而固状密封材料多达上万种,应用的范围几乎遍及各个工业部门。可以预料:随着人们对产品密封质量要求的不断提高,以及现代科学技术的迅速发展,高分子密封材料的发展前景是十分广阔的。

表 1.1 高分子化合物和高分子密封材料工业化的时间

年 份	高分子化合物	高分子密封材料
1872	酚醛树脂	
1920		天然橡胶型皮碗
1928	氯丁橡胶、聚醋酸乙烯	
1930		氯丁橡胶型 O 形圈
1935		氯丁橡胶型油封
1936	聚氯乙烯	
1939	丁腈橡胶、聚酰胺、聚乙烯	
1940		丁腈橡胶型皮碗
1943	聚四氟乙烯、聚氨酯橡胶	
1947	环氧树脂、有机硅树脂	
1950	液体聚硫橡胶	
1953		干性固着型密封胶
1955		不干性粘着型密封胶
		各种合成橡胶型油封
1959		厌氧胶
1960		硅弹性胶
1961	乙烯-醋酸乙烯共聚体	聚氨酯弹性胶
		聚硫弹性胶
1963	聚酰亚胺	
1965	聚苯并咪唑	压敏型密封带
1971		乙烯-醋酸乙烯型热熔胶

第二节 分 类

高分子密封材料品种繁多,组成复杂,性状各异。对于它们有着从不同的角度提出的多种分类方法,但至今尚未有一个公认的最合理的分类原则。下面是目前使用较多的几种分类方法^[2~6]。

(一)按使用部位分类

静止型 用于接合部的静止部位。按不同的静止部位又可分为端面用、螺栓用、丝扣用、管道用、门窗用、嵌缝用和箱体用等类型。

运动型 用于接合部的运动部位。按不同的运动部位又可分为轴向旋转部位用、径向往复部位用、螺旋运动部位用和滑动部位用等类型。

(二)按自身的性状分类

高分子密封材料的性状,主要是指它们的形态、性质和形状。按这种分类方法,高分子密封材料可分为液状和固状两大类。

液状 有非粘结型和粘结型两类。非粘结型又可分为干性剥离型、干性固着型、半干性粘弹型和不干性粘着型等。粘结型又可分为弹性型、热熔型和厌氧型等类型。

固状 可分为片状、带状、条状和唇形、矩形、O形、V形、U形、Y形、L形、J形等。

一般,液状的属于静止型密封材料。

另外,按材料的性能,还可分为耐油型、耐压型、耐磨型、耐热型、耐寒型等。

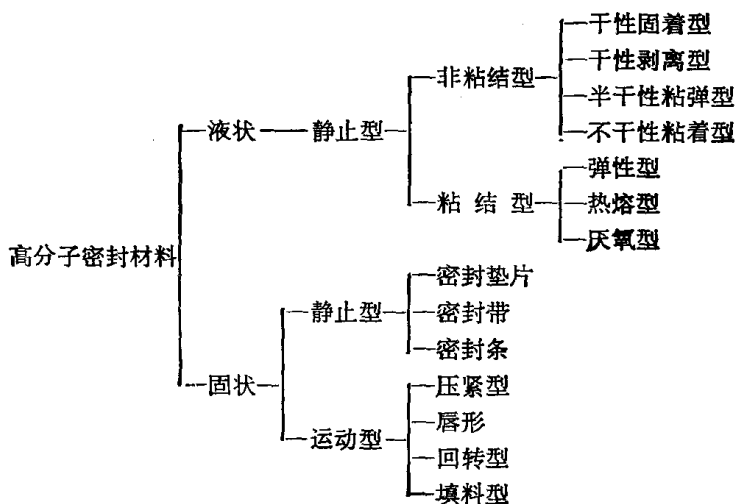
(三)按基体的化学组成分类

树脂型 有热塑性树脂、热固性树脂和塑料三类。热塑性树脂可反复受热软化和冷却凝固,可分为聚氨酯、聚醋酸乙烯酯、丙烯酸酯、聚酰胺、醇酸树脂等类型。热固性树脂经过一次受热软化和冷却凝固后变成不溶不熔的状态,可分为环氧树脂、酚醛树脂、丙烯酸双酯、不饱和聚酯等类型。塑料以树脂为基础,经过塑化成形后变成形状固定的状态,可分为尼龙、聚乙烯、聚四氟乙烯等类型。热塑性树脂和热固性树脂主要作为液状密封材料的基体;塑料主要作为固状密封材料的基体。

橡胶型 有天然橡胶和合成橡胶两类。天然橡胶的品种比较单一。合成橡胶由各种单体经聚合反应制得,可分为氯丁橡胶、丁腈橡胶、硅橡胶、氟橡胶、液体聚硫橡胶、聚异丁烯橡胶等类型。

复合型 有高分子化合物-高分子化合物、高分子化合物-非高分子化合物复合型两类。前者可分为树脂-橡胶型和

表 1.2 高分子密封材料的分类



橡胶-塑料型等；后者可分为橡胶-石棉型、橡胶-织物型和橡胶-金属型等。

(四)按使用时的状态分类

高分子密封材料使用时的状态，是指它们应用于接合部位工作时自身的状态。按此，可分为压紧型、回转型、填料型等。

表 1.2 所示的高分子密封材料的分类，目前采用较多。本书主要按此分类加以叙述。