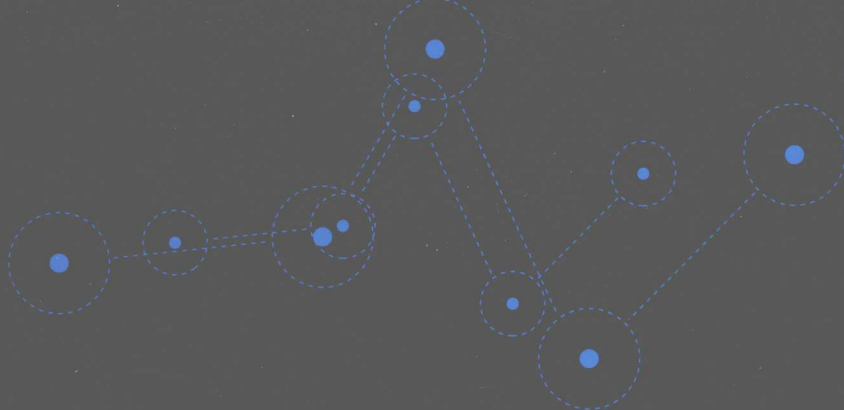


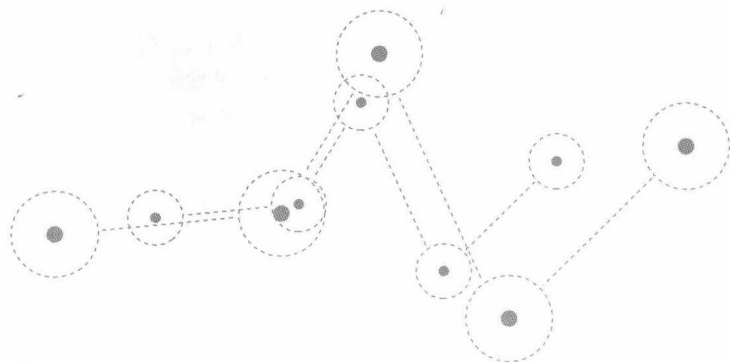


密封剂原材料 手册

	曹寿德	主 编
周军辉	吴松华	副主编
	张德恒	主 审



化学工业出版社



密封剂原材料 手册

曹寿德	主 编
周军辉	吴松华 副主编
张德恒	主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

该书运用大量的表格对密封剂的基体材料、补强填料、特种功能成分（如导电、导热、阻蚀、防霉、流变、硫化、促进、稳定、增黏、着色、发泡、轻质化、防老化、阻燃、黏度调节、活性官能团的封闭剂、耐热等化合物）等进行了详细介绍。针对每一个具体材料，主要对中文名称、别名、简称、分子式与化学结构式、物理、化学特性、产品的牌号或型号及质量指标、用途等进行论述。

该书内容全面、具体，可作为从事密封剂、胶黏剂生产的技术人员的案头工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

密封剂原材料手册/曹寿德主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 3

ISBN 978-7-122-27011-5

I. ①密… II. ①曹… III. ①密封-原材料-手册
IV. ①TB42-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 095452 号

责任编辑: 赵卫娟

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 夏

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: 中煤 (北京) 印务有限公司

装 订: 中煤 (北京) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 32½ 字数 869 千字 2017 年 3 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: 128.00 元

版权所有 违者必究

编委会名单

编委会主任：张德恒

编委会副主任：刘 嘉

编委（按姓氏笔画排序）：

孔军仕	邢凤群	刘 刚	刘 嘉	李 利
杨亚飞	杨希仁	杨潇珂	吴松华	宋英红
张 敏	张荣荣	张燕红	张燕青	张德恒
周军辉	胡生祥	柳 莹	秦蓬勃	袁培峰
崔 洪	曹寿德	蔺艳琴	潘广萍	

前言

20 世纪 50 年代后期由于我国航空工业的建立，带动了飞行器结构密封剂的发展，为我国密封剂的研究和应用打下了良好的基础。20 世纪 80 年代以来在改革开放政策的推动下，我国国民经济各个领域均获得了高速的发展，大型建筑，如高楼大厦、体育场馆、机场、道路、桥梁如雨后春笋般地涌现，军事工业如飞机、导弹、卫星、潜艇、坦克、车辆等也获得了突飞猛进的发展，大大地促进和推动了密封剂行业的应用和发展。密封剂从单一品种逐步发展成多品种、多规格和系列配套化；性能上也逐步发展成不同档次，满足耐不同温度等级，耐不同介质和不同使用要求的系列化产品；密封剂的原材料也从依靠进口逐步发展成立足国内和品种规格多样化的格局；密封剂生产厂家也星罗棋布般发展起来，基本上满足了我国国民经济发展的需求。但目前存在的问题是：不少厂家的产品质量不够稳定，原材料质量控制不严或选材不当，为降低成本盲目过量使用低质原材料，生产工艺不规范，产品品种和规格还需要进一步完善，新产品开发也还需要进一步开拓。编写本手册旨在为密封剂的研制和生产厂家提供一些专业技术指导，帮助他们拓展视野、合理选材、合理控制原材料质量，以达到稳定和提高产品质量的目的。

本手册按密封剂的主要成分，对基体材料、补强填料、特种功能成分（如导电、导热、阻蚀、防霉、流变、硫化、促进、稳定、增黏、着色、发泡、轻质化、防老化、阻燃、黏度调节、活性官能团的封闭剂、耐热等化合物）等进行了介绍。针对每一种具体材料，对其中文名称、别名、简称、分子式与化学结构式、物理化学特性、产品的牌号或型号及质量指标、用途等进行了论述。在最后一章中阐述了各类型密封剂配方成分所起作用的原理，提供了指导性的密封剂典型配方。

密封剂在我国诞生、发展的过程中，原材料的信息主要来源于学术报告及学术论文、专业科技图书和大量的 GB 标准、行业标准等技术参考资料。目前尚未见到有作者编写和出版过全面系统的密封剂原材料手册，本书是第一次集合密封剂行业所用原材料的尝试，除参考了上述各类技术资料外，还有一部分是参考了国内外各研究、学术机构和生产单位公布在互联网上的信息。收集的原材料大多数是国内现行生产的、成熟的，用量大和价格低廉的材料；也包括经相关技术领导部门组织鉴定并小批量投产的新产品；还包括某些性能十分优异、具有良好发展前景的新材料，以利于推广和选用。

本手册编写的特点如下。

(1) 给出了每种材料的类别，容易了解其通性；给出了每种材料的宏观特性，也给出了其微观结构；每类材料都给出了其物理与化学特性和主要的化学反应原理，使读者有选择的思路 and 依据。

(2) 大部分材料都曾被应用或进行过大型的应用试验研究，有成熟的产品，也有在技术上属当前领先且具有发展前景的新材料，以利于导向和开发。

(3) 为了让读者有依据、可对比地选择原料，尽可能地包含了材料的国家标准 (GB; GB/T)、部颁标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(4) 每种材料尽可能地给出了别名，便于读者识别和查找，由于篇幅的限制，取消了英文名称。本手册在内容上尽力做到系统化、翔实、实用、新颖、科学。

本书在编写过程中得到了北京航空材料研究院第十一研究所许多工程技术人员的支持；郑州市思兰德密封胶公司（郑州市中原区技术开发有限公司）对本手册进行了技术审核；得到了北京化工大学齐士成博士（教授、博导）的帮助；得到了锦州化工集团研发部靖勇副主任、中

序

历经 50 多年,我国建立起了现代航空、航天、航海、公路、轨道交通以及车辆、桥梁设施、机场、楼厅建筑、油库、冷库、水利工程系统结构密封工艺技术和门类众多的密封剂材料体系。该体系是以聚硅氧烷为基础的液体有机硅室温硫化密封剂、聚硫聚合物为基础的液体聚硫室温硫化密封剂、聚氨酯预聚体为基础的液体聚氨酯室温硫化密封剂等三大支柱为骨干材料,还配置了以三大支柱为基础的派生材料和有奇特性能的有机、无机高分子为基体的密封剂,即液体氟硅类密封剂、液体有机氟及氟醚类密封剂、液体聚硫代醚类密封剂、液体聚硫聚氨酯类密封剂、改性聚硫密封剂、液体丁腈密封剂、液体烷基丙烯酸酯类厌氧密封粘接剂、水玻璃高温密封剂、丁基及异丁烯、丁二烯、有机硅、聚硫橡胶不干性密封剂等几十个类别,成为军民两用的重要功能材料。

改革开放后,国民经济得到了高速持续的发展,密封剂材料的需求量达到万吨级以上,并大量出口至发展中国家,因而密封剂生产厂遍布全国各地。由于各种原因导致各地生产的密封剂产品质量时有波动且品质参差不齐,明显地影响了各类相关产品的质量,不良影响波及到许多工业制造部门。其中一个重要原因就是制造密封剂的原材料性质缺乏全面认识,生产过程中缺乏或没有进行质量控制或选择不当。至今尚无一书对密封剂原材料的品种、规格、技术指标、质量控制和应用范围等进行全面、系统的阐述和技术指导。

本书作者在从事长达 50 多年的航空、建筑及防水用密封剂研制、生产与下厂推广应用实践活动的基础上,汇集了国内外已有的多达 17 个类别、数百种密封剂的基体原材料和补强、粘接、硫化、催化、稳定、阻蚀、防霉、阻燃、流变、导热、导电与绝缘、耐热、防护、着色、黏度调节及稀释、超轻化(泡沫、空心)等配合剂体系原材料,详尽地给出了它们的化学结构、物理化学特性、质量标准 and 主体用途,并融入了有机化合物(特别是高分子)、无机化合物有关的理论知识,详解了密封剂配方结构原理和原材料的合理选用,供各工业系统从事密封剂材料研制、生产及使用的工程技术人员以及高等学校、中等专业学校化工专业师生参考,以期为提高我国密封剂材料产品技术质量水平,加速我国军民两用密封剂材料产品的发展、应用为并走向世界做出贡献!

中国科学院院士



2016 年 10 月于北京

目录

第 1 章 密封剂基体材料	1
1.1 聚异丁烯	1
1.2 沥青	4
1.3 液体聚丁二烯	7
1.4 丁基橡胶	10
1.5 氟烃及氟醚聚合物	11
1.6 氯丁橡胶	19
1.7 聚硫橡胶	21
1.8 端巯基液体改性聚硫橡胶一	26
1.9 端巯基液体改性聚硫橡胶二	27
1.10 端巯基液体改性聚硫橡胶三	29
1.11 端巯基聚醚聚合物	30
1.12 硅氧烷聚合物	31
1.13 氟硅聚合物	37
1.14 端异氰酸基液体聚氨酯密封剂预聚体的原料	39
1.15 丁腈橡胶	56
1.16 液体三元乙丙聚合物	62
1.17 氯磺化聚乙烯	64
1.18 聚氯乙烯糊树脂	65
1.19 丙烯酸基单体	67
1.19.1 单酯单体	67
1.19.2 双酯单体	77
1.19.3 三酯单体	91
1.19.4 四酯单体	95
1.19.5 五酯单体	96
1.19.6 六酯单体	97
1.19.7 环氧丙烯酸酯与聚二醇丙烯酸酯的混合物	98
1.20 无机基体材料——硅酸钠	98
参考文献	101
第 2 章 补强剂与填料	103
2.1 炭黑	103
2.2 碳酸钙	105
2.3 二氧化钛	110
2.4 硅藻土	116
2.5 二氧化硅	117
2.6 硅灰石粉	121
2.7 滑石粉	123
2.8 云母粉	125
2.9 立德粉	128
2.10 空心微珠粉	129
2.10.1 高性能空心玻璃微珠粉	129
2.10.2 粉煤灰空心微珠粉	130
2.10.3 陶瓷空心微珠粉	131
参考文献	132
第 3 章 流变性助剂	134
3.1 气相二氧化硅	134
3.2 硅藻土	134
3.3 硬脂酸钙	134
3.4 硬脂酸铝	135
3.5 膨润土	136
3.6 改性脲及非离子型、低溶剂、疏水改性聚氨酯流变改性剂	138
参考文献	139
第 4 章 阻硫稳定剂	140
4.1 有机酸阻硫稳定剂	140
4.1.1 硬脂酸	140
4.1.2 油酸	141
4.2 有机硅密封剂用结构控制剂	142
4.2.1 二苯基硅二醇	142
4.2.2 羟基硅油	142
4.2.3 α, ω -二羟基聚二甲基硅氧烷	143
4.2.4 八甲基环四硅氧烷	143
4.2.5 八苯基环四硅氧烷	144
4.2.6 四甲基四乙烯基环四硅氧烷 (D_4^{vi})	145
4.2.7 六甲基二硅胺烷	145
4.2.8 六甲基环三硅氮烷	146
4.2.9 其他品种结构控制剂	146
4.3 自由基反应密封粘接剂用酚、醌类稳定剂 (即阻硫剂)	146
4.3.1 对苯二酚	146
4.3.2 对苯醌	147
4.3.3 对甲氧基苯酚	148
4.3.4 2, 6-二叔丁基对甲酚	149
4.3.5 苯酚	150
4.3.6 对甲酚	150
4.3.7 邻甲酚	151
4.3.8 间甲酚	152
4.3.9 间对甲苯酚	153
4.3.10 工业甲酚	153
4.3.11 焦酚	154
4.3.12 对亚硝基苯酚	154
4.3.13 间甲氧基苯酚	155
4.3.14 对氯苯酚	155

国石化集团资产经营管理有限公司天津石化分公司聚醚部杜新蕾、中国石化集团资产经营管理有限公司上海高桥分公司的沈亚平经理和宋虹霞、杭州久灵化工有限公司张林经理、北京安特普纳科贸有限公司曹智总经理以及北京市东直门中学郭丽卫老师的大力支持。在此向他们表示衷心的感谢！特别应怀念的是主编的夫人张秀玲女士，重病卧床不起，自本手册起草之日起，一直从精神上极大地鼓励和支持手册的编写工作，直到她的离世，从未因她的疾病而影响手册的编写。

由于水平有限，书中疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者
2016 年 10 月

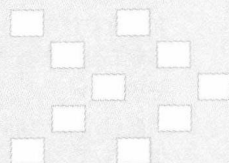
4.3.15 2-二甲氨基甲基苯酚	156	6.2.1 缩水甘油类环氧树脂	202
4.4 脲类稳定剂	157	6.2.2 非缩水甘油基脂环族二环氧 树脂	215
4.4.1 甲乙酮脲	157	6.3 石油树脂	220
4.4.2 丙酮脲	157	6.4 松香类树脂	227
4.5 乙酰苯胺	158	6.4.1 松香	227
4.6 胺类稳定剂	159	6.4.2 氢化松香	228
4.6.1 N-甲基苯胺	159	6.4.3 聚合松香	229
4.6.2 二环己胺	159	6.4.4 歧化松香	230
参考文献	160	6.5 古马隆树脂	231
第5章 黏度调节剂	161	6.6 硅烷类化合物	232
5.1 非活性黏度调节剂	161	6.7 钛酸酯类化合物	247
5.1.1 邻苯二甲酸二丁酯	161	6.8 硅烷类偶联剂与钛酸酯偶联剂在使 用中的比较	257
5.1.2 邻苯二甲酸二辛酯	162	参考文献	258
5.1.3 对苯二甲酸二辛酯	163	第7章 阻蚀剂	260
5.1.4 邻苯二甲酸丁苄酯	163	7.1 常用的重铬酸盐——重铬酸钠与重铬 酸钾	260
5.1.5 邻苯二甲酸二甲酯	164	7.2 常用的铬酸盐——铬酸钠与铬酸钾 ..	262
5.1.6 邻苯二甲酸二乙酯	164	7.3 常用的钼酸盐	263
5.1.7 邻苯二甲酸二烯丙酯	165	7.4 磷酸及其衍生物	264
5.1.8 52%氯化石蜡	166	7.5 其他有机化合物	268
5.1.9 氯化石蜡-42	167	7.6 锌粉	269
5.1.10 磷酸三丁酯	168	参考文献	270
5.1.11 乙醇	168	第8章 防霉剂	271
5.1.12 丙酮	170	8.1 75号工业防霉剂	271
5.1.13 甲苯	171	8.2 苯并异噻唑啉-3-酮	272
5.1.14 乙酸乙酯	172	8.3 异噻唑啉酮	272
5.1.15 正丁醇	174	8.4 五氯酚	273
5.1.16 环己酮	175	8.5 苯酚	274
5.1.17 甲乙酮	175	8.6 叔丁基对苯二酚	275
5.1.18 溶剂油	176	8.7 8-羟基喹啉铜	275
5.1.19 正辛烷溶剂油	179	8.8 氯化三乙基锡	276
5.2 活性黏度调节剂	181	8.9 氯化三丁基锡	277
5.2.1 烯烃氧化物	181	8.10 52%氯化石蜡	277
5.2.2 缩水甘油醚类活性黏度调节剂 ..	183	8.11 氯化石蜡-42	277
5.3 环氧脂胺酸甲酯	189	8.12 硫酸铜	277
5.4 多元醇苯甲酸酯	190	8.13 氯化汞	278
5.5 缩水甘油胺类环氧树脂类黏度调 节剂	190	8.14 邻苯基苯酚	279
5.6 国外公司产活性环氧类的黏度调 节剂	192	8.15 氟化钠	280
5.7 苯乙烯	194	8.16 苯甲酸	280
参考文献	195	8.17 苯甲酸钠	281
第6章 增黏剂	196	参考文献	282
6.1 各类酚醛树脂	196	第9章 阻燃剂	283
6.1.1 线型酚醛树脂即热塑性酚醛 树脂	196	9.1 溴系各类阻燃剂	283
6.1.2 热固性酚醛树脂	197	9.1.1 十溴二苯乙烷	283
6.1.3 油溶性酚醛树脂	198	9.1.2 三溴苯酚	283
6.2 各类环氧树脂	202		

9.1.3	双(三溴苯氧基)乙烷	284	12.1	防老剂	336
9.1.4	2,4,6-三溴苯基烯丙基醚	285	12.1.1	醛-胺反应生成物防老剂	336
9.1.5	亚乙基双四溴邻苯二甲酰亚胺 ..	285	12.1.2	酮-胺反应生成物防老剂	337
9.1.6	四溴苯酞二醇	286	12.1.3	二芳基仲胺防老剂	339
9.1.7	四溴双酚 A	286	12.1.4	烷基芳基仲胺类防老剂	346
9.1.8	三种常用四溴双酚 A 醚类衍 生物	287	12.1.5	取代酚类防老剂	347
9.1.9	二溴新戊二醇	289	12.1.6	硫代双取代酚类防老剂	348
9.1.10	三溴新戊醇	289	12.1.7	亚烷基双取代酚及多取代酚类防 老剂	349
9.1.11	一缩二二溴新戊二醇	290	12.1.8	多元酚类防老剂	350
9.1.12	溴化聚苯乙烯	290	12.1.9	其他类型防老剂	350
9.1.13	四溴双酚 A 环氧树脂低聚物 ..	291	12.2	抗氧化剂	351
9.1.14	四溴双酚 A 聚碳酸酯低聚物 ..	291	12.3	紫外光吸收剂	359
9.1.15	聚丙烯酸五溴苄酯	292	12.4	光稳定剂	368
9.1.16	缩合溴代苊烯——三溴二氢苊缩 聚体	293	参考文献		371
9.1.17	五溴甲苯	294	第 13 章 泡沫密封剂发泡剂		374
9.1.18	六溴环十二烷	294	13.1	物理性发泡剂	374
9.1.19	三(2,3-二溴丙基)异三聚氰酸酯 (TBC)	295	13.2	化学反应性发泡剂	381
9.1.20	1,2-双(二溴降冰片基二碳酸亚 胺)乙烷(DEDBFA)	296	13.3	发泡助剂	390
9.1.21	1,2-二溴-4-(1',2'-二溴乙基) 环己烷	297	13.4	泡沫稳定剂	398
9.1.22	十溴二苯基乙烷 (DBDPE)	297	参考文献		401
9.1.23	双(2,3-二溴丙基)反丁烯二 酸酯 (FR-2)	298	第 14 章 密封剂硫化剂		402
9.1.24	二溴苯基缩水甘油醚	298	14.1	氧化性硫化剂	402
9.2	磷系阻燃剂	299	14.2	环氧基封端低聚物类	408
9.2.1	有机磷阻燃剂	299	14.3	多元醇类	408
9.2.2	无机磷阻燃剂	308	14.4	异氰酸根封端低聚物	408
9.3	其他无机阻燃剂	310	14.5	含氢硅氧烷低聚物	408
参考文献		313	14.6	含氢硅氮烷低聚物	410
第 10 章 导电剂		314	14.7	光引发剂	411
10.1	碳素类导电剂	314	14.8	低分子聚酰胺	414
10.2	金属粉末导电剂	318	参考文献		416
10.3	金属化非金属粉末导电剂	323	第 15 章 密封剂促进剂		417
10.4	导电钛白粉	325	15.1	胍类促进剂	417
10.5	氮化钛粉体	326	15.1.1	硫化促进剂 DPG	417
参考文献		326	15.1.2	秋兰姆及其衍生物类	417
第 11 章 导热电绝缘剂		328	15.2	噻唑类促进剂	419
11.1	导热炭粉体填料	328	15.3	次磺酰胺类促进剂	420
11.2	导热金属氧化物	329	15.4	二硫代氨基甲酸盐类化合物	422
11.3	氮化物	331	15.5	胺类促进剂	429
11.4	碳化硅	333	15.6	硫脲类促进剂	436
参考文献		335	15.7	金属有机化合物类促进剂	437
第 12 章 防护剂		336	15.8	酮类化合物促进剂	441
			15.9	硫化物类促进剂	442
			15.10	磷化物类促进剂	444
			15.11	其他类促进剂	444
			参考文献		445
			第 16 章 着色剂		446

16.1 黑色着色剂	446	17.1.12 氧化铊	480
16.1.1 氧化铁黑	446	17.1.13 氧化钇	481
16.1.2 色素炭黑着色剂	447	17.1.14 氧化镁	481
16.2 白色着色剂	448	17.1.15 氧化镱	482
16.3 颜料型有机红色着色剂	448	17.2 三氧化二铁	483
16.3.1 大红粉	448	17.3 氢氧化铁	483
16.3.2 橡胶大红 LC	448	17.4 氧化铜	484
16.3.3 颜料红 48:1	449	17.5 三氧化二铬	484
16.3.4 耐晒艳红 BBC	449	17.6 抗氧化剂及抗热氧化防老剂	485
16.3.5 立索尔深红	450	参考文献	485
16.3.6 甲苯胺红	451	第 18 章 密封剂指导性示范配方	487
16.3.7 醇溶性猩红 CG	451	18.1 聚硫橡胶基密封剂	487
16.3.8 醇溶性耐晒火红 B	452	18.1.1 双组分室温硫化聚硫中空玻璃密封剂	487
16.3.9 透明红 EG	452	18.1.2 XM-15 聚硫密封剂	487
16.3.10 颜料红 5	453	18.1.3 聚硫阻蚀密封剂	488
16.3.11 橡胶枣红 BF	453	18.2 改性聚硫密封剂	489
16.3.12 大分子红 BR	454	18.2.1 双组分室温硫化改性聚硫中空玻璃密封剂	489
16.3.13 永固桃红 FBB	454	18.2.2 改性聚硫(即聚硫聚氨酯)防水密封剂	489
16.3.14 酞菁红	455	18.2.3 改性聚硫非下垂型防水密封剂	490
16.4 颜料型无机各色着色剂	455	18.2.4 单组分改性聚硫密封剂	490
16.4.1 三氧化二铁	455	18.3 聚硫代醚密封剂	491
16.4.2 钼铬酸铅颜料	457	18.4 有机硅类密封剂	492
16.5 颜料型有机、无机黄色着色剂	458	18.4.1 缩合型脱甲醇单组分有机硅密封剂	492
16.5.1 耐晒黄 G	458	18.4.2 缩合型室温硫化双组分有机硅密封剂	492
16.5.2 联苯胺黄 G	459	18.4.3 加成型透明有机硅密封剂	493
16.5.3 氧化铁黄	459	18.4.4 加成型不透明有机硅密封剂	493
16.5.4 锌铬黄	460	18.4.5 有机硅导电密封剂	494
16.6 颜料型有机、无机蓝色着色剂	461	18.4.6 有机硅泡沫密封剂	494
16.6.1 酞菁蓝 B	461	18.4.7 双组分室温硫化改性硅中空玻璃密封剂	495
16.6.2 酞菁蓝 BS	461	18.4.8 单组分室温硫化改性硅密封剂	495
16.6.3 酞菁蓝 FGX	462	18.4.9 氟硅密封剂	496
16.6.4 铁蓝	462	18.5 全氟醚密封剂	496
16.6.5 群青	464	18.6 聚氨酯密封剂	497
16.7 颜料型有机绿色着色剂	465	18.7 不干性密封剂	498
参考文献	466	18.7.1 聚丁二烯密封腻子	498
第 17 章 耐热助剂	467	18.7.2 氯化丁基橡胶腻子	498
17.1 稀土氧化物	467	18.7.3 丁基橡胶腻子	498
17.1.1 氧化铈	467	18.7.4 聚硫橡胶腻子	499
17.1.2 氧化镧	468	18.7.5 氟硅腻子	499
17.1.3 氧化镨	470	18.7.6 氯化丁基-低分子顺丁聚合物复合	
17.1.4 氧化钕	471		
17.1.5 氧化钐	472		
17.1.6 氧化铕	473		
17.1.7 氧化钇	474		
17.1.8 氧化铽	476		
17.1.9 氧化镱	477		
17.1.10 氧化镱	478		
17.1.11 氧化钪	479		

腻子.....	499	18. 8. 7	含芳香基环氧丙烯酸双酯粘接密封剂.....	503
18. 7. 7	阻燃型不硫化型有机硅密封腻子.....	500	18. 8. 8	无芳环环氧丙烯酸双酯粘接密封剂.....
18. 8	自由基反应的粘接密封剂.....	500	18. 8. 9	加温固化厌氧汽车车身钣金结构件的粘接密封剂.....
18. 8. 1	天下一家商贸(天津)有限公司推荐的双组分丙烯酸酯粘接密封剂.....	500	18. 8. 10	耐高温厌氧粘接密封剂.....
18. 8. 2	双组分丙烯酸酯粘接密封剂.....	501	18. 8. 11	复合型氧化还原型引发剂引发的室温固化型厌氧粘接密封剂.....
18. 8. 3	建筑结构用白色丙烯酸酯厌氧密封剂.....	501	18. 8. 12	UV 厌氧粘接密封剂.....
18. 8. 4	聚丙烯酸酯弹性厌氧密封剂.....	501	参考文献.....	506
18. 8. 5	快速固化厌氧粘接密封剂.....	502		
18. 8. 6	丙烯酸双酯厌氧粘接密封剂.....	502		

第1章



密封剂基体材料

1.1 聚异丁烯

(1) 聚异丁烯 (PIB) 化学结构式



(2) 聚异丁烯物理、化学特性 聚异丁烯是一种无色、无味、无毒、半透明、黏稠的液体或半固体的高纯度异构直链烷烃，与高分子材料的相容性好，具有良好的耐热、耐氧、耐臭氧、耐化学品及耐候、耐紫外线、耐酸、耐碱性能，其体积电阻率高，膨胀系数小，不含电解质等有害物质，电绝缘性优良，裂解无残炭等特性。

(3) 聚异丁烯产品品种和牌号、质量指标

① 中分子量聚异丁烯（工业级）产品规格及质量指标见表 1-1。

表 1-1 中分子量聚异丁烯（工业级）产品规格及质量指标

指标名称	SDG-8350	SDG-8450	SDG-8550	SDG-8650
挥发分/%	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
斯陶丁格指数/(cm ³ /g)	21.5~26.0	26.5~31.0	31.5~36.0	33.5~39.0
分子量($\overline{M}_v$)	35000±5000	45000±5000	55000±5000	65000±5000
抗氧化剂	无	无	无	无

② 韩国大林企业标准规定的聚丁烯产品牌号和质量指标见表 1-2。

表 1-2 聚丁烯产品牌号和质量指标

指标名称	PB450	PB700M	PB680	PB730	PB900
分子量($\overline{M}_n$)	450	—	680	730	920
黏度 (100℃)/(mm ² /s)	14±2	50±5	80±6	100±6	210±10
引火点/℃	≥150	140	170	180	190
流动点/℃	-13±5	-13±5	-13±5	-13±5	-9±5
相对密度 (25℃/25℃)	0.850	0.874	0.874	0.880	0.887
色度 (Hazen, 铂-钴色号)	≤50	50	50	50	50
蒸发减量/%	≤2.0	1.7	1.5	1.0	0.65
酸值/(mgKOH/g)	≤0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

续表

指标名称		PB450	PB700M	PB680	PB730	PB900
硫黄总计/(mg/kg)	≤	1	1	1	1	1
功率因数(80℃)/%	≤	—	—	0.01	0.01	0.01
体积电阻率(80℃)/Ω·cm	≥	—	—	1×10 ¹⁵	1×10 ¹⁵	2×10 ¹⁵
介电常数(80℃)	≥	—	—	2.16	2.16	2.18
工频介电强度(2.5mm)/kV	≥	—	—	40	40	40
分子量($\overline{M}_n$)		1020	1320	1420	2450	950
黏度(100℃)/(mm ² /s)		285±20	645±40	810±50	4700±200	230±20
引火点/℃	≥	200	220	220	240	190
流动点/℃		-5±5	3±5	5±5	17±5	-9±5
相对密度(25℃/25℃)		0.888	0.890	0.896	0.899	0.905
色度(Hazen,铂-钴色号)	≤	50	50	50	50	50
蒸发减量/%	≤	0.65	0.50	0.20	0.20	0.20
酸值/(mgKOH/g)	≤	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
硫黄总计/(mg/kg)	≤	1	1	1	1	1
功率因数(80℃)/%	≤	0.01	0.01	0.005	0.005	0.005
体积电阻率(80℃)/Ω·cm	≥	2×10 ¹⁵	2×10 ¹⁵	2×10 ¹⁵	2×10 ¹⁵	2×10 ¹⁵
介电常数(80℃)	≥	2.18	2.18	2.18	2.19	2.20
工频介电强度(2.5mm)/kV	≥	40	40	50	50	50

③ 日本石油化学公司产各牌号聚丁烯、性能指标见表 1-3。

表 1-3 日本石油化学公司聚丁烯牌号、质量指标典型值

指 标 名 称		3T	4T	5T	6T
外观		透明无异物			
分子量($\overline{M}_r$)		30000	40000	50000	60000
相对密度(15℃/4℃)		9.23			
折射率		1.507	1.507	1.508	1.508
闪点(COC)/℃		248			
蒸发减量(2mmHg,230℃,30min)/%		0.0			
低聚物含量/%		0.5			
流动点/℃		67.5	77.5	97.5	112.5
针入度(25℃) /(1/10mm)	150g×5s	219	168	139	121
	100g×5s	217	143	115	100
异丁烯结合单位/%		100			
黏度特性	黏度(200℃)/(mm ² /s)	6500	16500	30500	50500
	黏度(160℃)/(mm ² /s)	20000	55000	97000	157000
凝胶渗透色谱法(GPC) 测定	$\overline{M}_w$	66000	88000	107000	129000
	$(\overline{M}_w/\overline{M}_n)$	11.1	17.1	19.5	10.4
	分子量分布 S-F(高度/半宽度)	6.0	6.0	6.3	6.2
介电特性	介电损耗角正切(80℃,50Hz)	0.00001			
	体积电阻率(80℃)/Ω·cm	50×10 ¹⁸			
	介电常数(80℃)	2.0			

注：COC 是一个有关进出口货物清关证书的缩写，很多国家都要求该证书，例如出口沙特、伊朗等中东地区的货物，进口国海关需要进口商提供经承认的国际认证公司对该批货物出具的符合性证书（COC，certificate of conformity），其中 SASO 规定，进口货物必须要有 COC 清关证书。

④ 法国 INEOS（英力士）公司企标规定的各牌号聚异丁烯产品质量指标见表 1-4～表 1-7。

表 1-4 各牌号聚异丁烯产品质量指标 (一)

指标名称		L-3	L-6	L-8	指标名称	L-3	L-6	L-8
运动黏度	最小/(mm ² /s)	—	5.8	13.5	外观	透明澄清		
	最大/(mm ² /s)	—	7.2	16.5	浊度	<	4	4
	温度/℃	20	40	40	酸值/(mgKOH/g)	<	0.05	0.05
色度(Hazen, 铂-钴色号)		≤50	≤50	≤50	分子量($\overline{M}_n$)	220	280	320
闪点(开杯)/℃		55	82	82	折射率	1.452	1.461	1.467
分布指数($\overline{M}_w/\overline{M}_n$)		—	1.10	1.65	总硫量/(mg/kg)	<	5	5
溴值/(g/100g)		83	64	57	密度/(g/cm ³)	0.803	0.824	0.835
金属含量 <	Na/(mg/kg)	1	1	1	倾点/℃	<	-60	-60
	K/(mg/kg)	1	1	1	黏度/s	40.6	47.1	76.5
	Fe/(mg/kg)	1	1	1	温度/℃	20	40	40

表 1-5 各牌号聚异丁烯产品质量指标 (二)

指标名称		L-14	H-25	H-50	指标名称	L-14	H-25	H-50
运动黏度	最小/(mm ² /s)	24.0	48.5	100	黏度指数	60	87	98
	最大/(mm ² /s)	30	55.5	115	倾点/℃	-51	-23	-13
	温度/℃	100	100	100	黏度 ⁴ /s	—	241	500
色度 ¹ (Hazen, 铂-钴色号)		≤50	≤50	≤50	温度 ⁵ /℃	100	100	100
闪点(开杯) ² /℃		138	150	190	折射率	1.474	1.486	1.490
外观		透明澄清			总硫量/(mg/kg)	<	5	5
分子量($\overline{M}_n$)		370	635	800	密度/(g/cm ³)	0.839	0.869	0.884
溴值 ³ /(g/100g)		52	27	20	分布指数($\overline{M}_w/\overline{M}_n$)	1.30	2.10	1.60
氯含量/(mg/kg)		60	50	50	闪点(闭环) ⁶ /℃	>	115	125
金属含量 <	Na/(mg/kg)	1	1	1	浊度	<	4	4
	K/(mg/kg)	1	1	1	酸值/(mgKOH/g)	<	0.05	0.05
	Fe/(mg/kg)	1	1	1	玻璃化温度(T_g)/℃	-90.5	—	—

注: 1. 色度(或称颜色)测试法按: mod. D1209。

2. 闪点指克利夫兰开杯闪点(D93号)。

3. 溴值单位为 g(Br₂)/(100g 聚异丁烯)。

4. 黏度指赛波特通用黏度。

5. 温度指赛波特通用黏度测定温度。

6. 闪点指克利夫兰开杯闪点(D92号)。

表 1-6 各牌号聚异丁烯产品质量指标 (三)

指标名称		H-100	H-300	H-1200
运动黏度	最小/(mm ² /s)	200	605	2300
	最大/(mm ² /s)	235	655	2700
	温度/℃	100	100	100
色度(Hazen, 铂-钴色号)		≤50	≤50	≤50
克利夫兰开杯闪点(D93号)/℃		155	160	165
外观		透明澄清		
分子量($\overline{M}_n$)		910	1300	2100
分子量分布指数($\overline{M}_w/\overline{M}_n$)		1.60	1.65	1.80
克利夫兰开杯闪点(D92号)/℃		>210	>240	>250
浊度		<4	<4	<4
酸值/(mgKOH/g)		<0.05	<0.05	<0.05
溴值/[g(Br ₂)/(100g 聚异丁烯)]		16.5	12	9
氯含量/(mg/kg)		50	60	130

续表

指 标 名 称		H-100	H-300	H-1200
金属含量	Na/(mg/kg)	<1	<1	<1
	K/(mg/kg)	<1	<1	<1
	Fe/(mg/kg)	<1	<1	<1
相对密度(25℃/4℃)		0.893	0.904	0.906
黏度指数 212°F(100℃)		121	173	242
倾点/℃		-7	3	15
玻璃化转变温度(T_g)/℃		-69.6	-69.9	—
赛波特通用黏度/s		1025	2950	11650
赛波特通用黏度测定温度/℃		100	100	100
折射率		1.494	1.497	1.502
总硫量/(mg/kg)		<5	<5	<5

表 1-7 各牌号聚异丁烯产品质量指标 (四)

指 标 名 称		H-2100	H-6000	H-1800
运动黏度	最小/cSt	3900	11100	36000
	最大/cSt	4600	13300	45000
	温度/℃	100	100	100
色度(Hazen, 铂-钴色号)		≤50	≤100	≤100
克利弗兰开杯闪点(D93 号)/℃		170	175	80
外观		透明澄清		
分子量($\overline{M}_n$)		2500	4200	6000
分子量分布指数($\overline{M}_w/\overline{M}_n$)		1.85	1.80	1.70
克利弗兰开杯闪点(D92 号)/℃		>270	>275	>280
浊度		<4	<4	<4
酸值/(mgKOH/g)		<0.05	<0.05	<0.05
溴值/[g(Br ₂)/(100g 聚异丁烯)]		6.5	4	3
氯含量/(mg/kg)		—	—	—
金属含量	Na/(mg/kg)	<1	<1	<1
	K/(mg/kg)	<1	<1	<1
	Fe/(mg/kg)	<1	<1	<1
相对密度(25℃/4℃)		0.912	0.918	0.921
黏度指数 212°F(100℃)		267	306	378
倾点/℃		21	35	50
玻璃化转变温度(T_g)/℃		—	—	—
赛波特通用黏度/s		19800	56800	188500
赛波特通用黏度测定温度/℃		100	100	100
折射率		1.504	1.505	1.508
总硫量/(mg/kg)		<5	<5	<5

注：1cSt=1mm²/s。

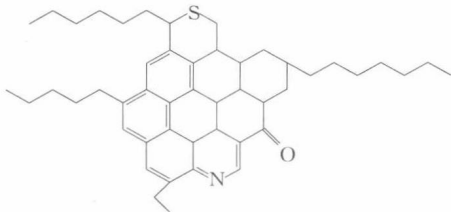
(4) 聚异丁烯用途 聚异丁烯密封腻子用于双道密封中空玻璃和黏合剂，以便提高橡胶基胶黏剂如丁基橡胶、丁苯橡胶、三元乙丙橡胶，天然橡胶等的粘接能力。

1.2 沥青

(1) 沥青（别名：柏油）化学结构^[1]原油加工后残渣即为石油沥青，地域不同的原油，

加工后残渣的成分完全不同且极为复杂。可以说,石油沥青同石油一样,是复杂的有机混合物,没有固定的化学成分和物理常数,当然就没有固定的化学结构。对各地产出的石油沥青分析归类后,可认为大致包括饱和分、芳香分、胶质、沥青质四个部分。尽管没有固定的化学结构,研究者还是进行了有效的研究,在一定程度上解开了它们的化学结构的秘密。饱和分、芳香分化合物的化学结构在本书有关章节讲述,此处不再赘述。胶质的化学组成与结构介于沥青质和油分之间,但是更接近沥青质,现介绍石油沥青质的化学结构,以此来了解石油沥青的主貌。

沥青质的基本结构单元模型如下:



(2) 沥青物理、化学特性

① 煤焦沥青由煤和木材干馏所得焦油制得。它是一种棕黑色有机胶凝状物质,含有难挥发的蒽、菲、芘等化合物结构,即焦油蒸馏后残留在蒸馏釜内的黑色物质。不溶于含有少量 S、O、N 的烃类化合物的正戊烷。有高沸点,挥发物挥发温度在 260~400℃,有毒性,对人体健康是有害的。

② 石油沥青是原油加工过程的一种产品,在常温下是黑色或黑褐色的黏稠液体、半固体或固体,含有可溶于三氯乙烯的烃类及非烃类衍生物,不溶于含有少量 S、O、N 的烃类化合物的正戊烷。其性质和组成随原油来源和生产方法的不同而变化,是复杂的有机混合物,没有固定的化学成分和物理常数。

③ 天然沥青源自石油沥青,一般已不含有任何毒素,其主要成分是分子量高达 10000 以上的沥青质,是一种天然的化学综合改性剂。

(3) 产品品种和牌号、质量指标

① 建筑石油沥青按针入度不同分为 10 号、30 号和 40 号三个牌号,其质量指标见表 1-8。

表 1-8 建筑石油沥青牌号、质量指标、试验方法 (执行标准号: GB/T 494—2010)

指标名称	指 标			试验方法
	10 号	30 号	40 号	
针入度(25℃,100g,5s)/(1/10mm)	10~25	26~35	36~50	GB/T 4509
针入度(0℃,200g,5s)/(1/10mm)	3	6	6	
延度(25℃,5cm/min)/cm	≥ 1.5	2.5	3.5	GB/T 4508
软化点(环球法)/℃	≥ 95	75	60	GB/T 4507
溶解度(三氯乙烯)/%	≥ 99.0	99.0	99.0	GB/T 11148
蒸发后质量变化(163℃,5h)/%	≤ 1	1	1	GB/T 11964
蒸发后 25℃针入度比/%	≥ 65	65	65	GB/T 4509
闪点(开口)/℃	≥ 260	260	260	GB/T 267

注:测定蒸发损失后样品的针入度与原针入度之比乘以 100 后,所得的百分比,称为蒸发后针入度比。

② 防水石油沥青牌号、质量指标见表 1-9。