

化工新技术知识普及丛书

化工新材料及其应用

孙酣经等 编著

化学工业出版社

71.22
211
C-2

化工新技术知识普及丛书

化工新材料及其应用

孙酣经等 编著

3667/19

化学工业出版社

内 容 提 要

为使地方从事工业管理和技术工作的干部了解当前世界新技术的发展与化学工业的关系,化学工业及其有关学科的基本知识和发展方向,以便经济有效地办好化学工业,在化学工业部原部长秦仲达同志的倡导下,特组织编写了《化工新技术知识普及丛书》。

本书是这套丛书中的一本。书中分章对化工新材料的主要品种类别的现状和发展前景、主要品种的性能及其生产方法,以及它们在各有关方面的应用等作了全面介绍,其中尤以性能和应用叙述较为详尽。是一本化工新材料及其应用的入门书。

本书除主要供各省、市(地区)、县从事工业管理和技术工作的同志阅读外,还可供各有关工业企业、科研单位的管理和技术人员、各有关院校的师生参考。

化工新技术知识普及丛书

化工新材料及其应用

孙酣经 等 编著

责任编辑:王仁杰

封面设计:季玉芳

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张8 $^{1/4}$ 字数185千字

1991年5月第1版 1991年5月北京第1次印刷

印 数 1—1,700

ISBN 7-5025-0808-2 TQ·464

定 价5.80元

序

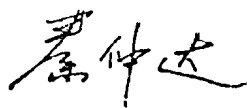
当前世界新技术和高技术发展十分迅猛，越来越多的国家都把自己的主要注意力转到发展科学技术上。《中共中央关于社会主义精神文明建设指导方针的决议》明确指出：“我们进行现代化建设，应当更加自觉地依靠科学，发扬尊重科学、追求知识的精神，努力在全民族范围扎扎实实地组织教育科学文化的普及和提高”。我到一些地区和县调查化学工业的发展情况时，许多从事工业管理和技术工作的同志也迫切希望了解世界新技术的发展同化学工业发展的关系，以及某些化工新技术和有关学科的发展情况、有关知识，以便把化学工业的发展切实转到依靠科技进步的轨道上来，经济有效地办好化学工业。为此，请化工部科技局、出版社和情报所共同组织编写出版一套《化工新技术知识普及丛书》。

本丛书主要是供地方有关工业部门的干部阅读的。在内容上既要讲清楚基础知识和必要的生产技术，也要从经济角度作些探讨。在编写时尽量做到循序渐进，深入浅出。现在这套书的作者和组织编辑出版工作的同志对于这些要求都已给予足够注意。我谨以本丛书倡议人的身份向付出辛勤劳动的这些同志表示衷心的感谢。

42004

我深信，这套丛书的编辑出版，必将获得有关同志的欢迎和关注，也必将使阅读丛书的同志有所收益。

我还希望广大读者和有机会翻阅本丛书的专家、学者对书中存在的不当之处批评指正。

A handwritten signature in black ink, reading '陈仲达' (Chen Junda). The characters are written in a fluid, cursive style.

一九八六年十月

前 言

我国化工新材料是指近期发展的或正在发展中并具有特异性能和效用的新型材料。化工新材料是新型材料的重要组成部分。80年代以来出现的新技术革命中，新型材料不仅是它的主要内容之一，也是它的物质基础。信息技术、能源技术、宇航技术、海洋开发和生命科学等的发展无不依赖新型材料的发展。事实证明，新型材料已成为新技术发展的前提条件，比如出现了超导材料，才有了超导技术；有了低损耗的光导纤维，光通讯才得以实现，有了单晶硅、光刻胶、超纯气体、超纯试剂和高纯化学物质，才发展了集成电路，制造出彩色电视机、电子计算机等等。

上面例举的一些材料，大都是化工新材料，仅由此可见化工新材料的地位和作用了。

世界上一些工业发达国家，美国、日本、联邦德国等一直重视化工新材料的发展，特别是进入70年代，发展极为迅速，应用范围不断扩大，许多重要品种均已达到经济规模生产。

我国化工新材料是从50年代起步的，首先是适应尖端技术和国防工业的需要，而后逐渐推广到国民经济的其他领域，从仿制到创新，从小生产转向经济规模生产，现已初步形成化工新材料的研究、开发、生产、建设较为完整的体系。30多年来，已发展了耐高温、耐低温、耐油、耐辐射、耐腐蚀、耐特殊化学介质、高纯度、高分辨率、高绝缘、长寿命等各种化工新材料。例如，耐几千摄氏度的回收卫星进入大气层时的烧蚀材料；

耐零下253℃极低温的粘接材料；耐 2×10^9 伦琴的耐辐照橡胶；耐化学推进剂的特殊材料；纯度达五个9或更高的高纯试剂及特种气体；用作人工关节、心脏瓣膜、人工乳房等医用高分子材料等等。包括有机硅和有机氟材料、新型合成胶粘剂、工程塑料合金、新型增强纤维、功能高分子材料、电子化工材料、特种橡胶、新型化工助剂、稳定同位素，军工专用材料等品种和类别。广泛应用于军工、航空、航天、航海、电子、电气、交通、建筑、能源开发、日用化工、纺织、机械、冶金、医药、医疗、食品加工、化妆品、果蔬保鲜和文物保护等众多领域。因此，化工新材料的生产建设和技术进步在党和政府的重视和支持下，取得了较快进展。展望90年代，更加令人鼓舞，预计将有新的、更大的发展，有机硅和有机氟材料到本世纪末将步入世界前列。

本书系技术知识普及图书，只能对我国化工新材料的主要品种类别的发展概况、当前生产的主要品种和生产方法，以及它们在各有关领域的应用等作一介绍。在《化工新技术知识普及丛书》中已列有《功能高分子及应用》分册，但考虑到本书的内容完整性，仍专设“功能高分子材料”一章，作些扼要介绍。

本书由孙酣经主编，各章分别由下列同志撰稿：前言为孙酣经，第一章为孙酣经、梁宝三，第二章为汪汝祥，第三章为孙绍渝、张武最，第四章为邱有德，第五章为潘育英、沈曾民、柴宗华，第六章为孙酣经、张武最，第七章为刘锡涸、周国芳，第八章为陈鹤鸣。

本书在编写过程中，得到了各有关单位的支持和帮助，例如第七章的不少资料就是由马存恕等同志提供的，在此谨表谢意。

目 录

前言

第一章 有机硅材料	1
一、概述	1
二、有机硅产品的分类及性能	2
1. 有机硅产品的分类	2
2. 有机硅产品的性能	10
三、有机硅产品的生产方法	18
1. 甲基氯硅烷及中间体	19
2. 苯基氯硅烷	21
3. 硅油	22
4. 高温硫化硅橡胶	23
5. 室温硫化硅橡胶	23
6. 硅树脂	24
7. 硅烷偶联剂	25
四、有机硅材料在国民经济各领域的应用	26
1. 纺织工业	26
2. 电子、电气工业	28
3. 在建筑上应用	29
4. 在汽车和铁路机车上应用	30
5. 在化妆品中应用	31
6. 石油化工方面	31
7. 其它方面	32
第二章 有机氟材料	35
一、概述	35
二、有机氟材料的主要品种	37
1. “塑料王”聚四氟乙烯	37
2. 氟塑料的其它品种	39

3. 氟橡胶的兴起	43
三、用途广泛的有机氟材料	45
1. 化学工业中的应用	45
2. 电子电气工业中的应用	48
3. 无油自润滑轴承——在机械工业中的应用	49
4. 交通业与建筑业的应用	50
5. 食和衣——厨房用品和登山服	52
6. 人工血管与接触眼镜——在医疗中的应用	53
7. 航空与宇航中的应用	53
四、含氟功能材料及其应用	55
五、含氟精细化学品及其应用	55
1. 含氟表面活性剂	55
2. 含氟高效灭火剂	57
3. 氟氯碳类清洗剂	58
4. 氟碳惰性液体	58
5. 含氟的油(脂)和蜡	59
6. 含氟药物和农药	59
六、回顾与展望	60
第三章 合成胶粘剂	63
一、概述	63
二、主要品种	68
1. 结构胶粘剂	68
2. 耐高温胶和超低温胶	73
3. 绝缘胶粘剂和绝缘密封胶	75
4. 导电、导磁和导热胶粘剂	77
5. 光学(透明)胶粘剂	79
6. 压敏胶粘剂及胶带	80
7. 瞬干胶	82
8. 密封胶粘剂	84
9. 热熔胶粘剂	85
10. 其它类型特种胶粘剂	87
三、粘接技术	90
四、合成胶粘剂应用后的主要社会效益和经济效益	91

1. 有助于开展资源的综合利用.....	91
2. 改变包装业现状.....	92
3. 使建筑艺术更趋完善.....	93
4. 有助于轻纺产品升级换代.....	94
5. 促进生产工艺革新, 实现高效装配化生产.....	95
6. 在医疗领域应用方兴未艾.....	95
7. 在机电工业中应用效益显著.....	95
8. 为国防尖端服务.....	96
第四章 工程塑料合金	99
一、概述.....	99
二、聚合物的混溶性.....	101
三、工程塑料合金的制备.....	103
四、工程塑料合金的形态与性能.....	105
五、主要品种.....	107
1. 聚碳酸酯.....	107
2. 聚酰胺(尼龙)合金.....	111
3. 聚苯醚合金.....	112
4. 聚甲醛合金.....	113
5. 热塑性聚酯合金.....	113
6. SMA/ABS合金.....	114
7. PSF/ABS合金.....	115
8. PPS/PTFE合金.....	115
六、展望.....	116
第五章 新型增强用纤维	118
一、魔法纤维——碳纤维.....	118
1. 聚丙烯腈系碳纤维.....	121
2. 粘胶丝系碳纤维.....	122
3. 沥青系碳纤维.....	123
二、高强度合成纤维——芳纶.....	131
1. 芳纶1414.....	132
2. 芳纶14.....	141
3. 芳纶在复合材料中的应用.....	143
三、硼纤维.....	145

1. 硼纤维的制备.....	146
2. 硼纤维的主要性能和用途.....	148
四、梦幻中的纤维——碳化硅纤维.....	150
第六章 功能高分子材料.....	155
一、概述.....	155
二、高分子分离膜.....	157
1. 反渗透、超滤、微滤膜.....	158
2. 离子交换膜.....	160
3. 气体分离膜.....	161
4. 透过汽化膜.....	161
三、导电高分子材料.....	163
1. 复合型导电高分子材料.....	163
2. 结构型导电高分子材料.....	164
四、高分子磁性材料.....	169
1. 结构型高分子磁性体.....	169
2. 复合型高分子磁性体.....	170
五、光功能高分子材料.....	173
1. 光导纤维.....	173
2. 光盘.....	176
六、化学功能高分子材料.....	178
1. 离子交换树脂.....	178
2. 高吸水性树脂.....	182
3. 高分子催化剂和固定化酶.....	184
七、医用高分子材料及其应用.....	188
第七章 电子化工材料.....	194
一、概述.....	194
二、光刻胶.....	196
1. 光刻胶及光刻工艺.....	196
2. 光刻胶的组成和分类.....	196
3. 光刻胶的制备.....	197
三、电子气体.....	199
1. 电子气体的分类.....	199
2. 电子气体的质量要求.....	200

3. 电子气体的生产方法.....	200
四、电子封装材料.....	202
1. 电子封装材料及封装方式的分类.....	202
2. 灌封料.....	202
3. 包封料.....	204
4. 塑封料.....	206
五、超净高纯试剂.....	208
1. 超净高纯试剂的定义和用途.....	208
2. 超净高纯试剂的品种及质量要求.....	209
3. 超净高纯试剂的制备.....	210
六、硅片的研磨和抛光.....	210
1. 硅片的研磨.....	211
2. 硅片的抛光.....	212
七、其它电子化工材料.....	214
1. 印刷线路板及丝印感光材料.....	214
2. 彩色萤光粉.....	214
八、展望.....	217
第八章 辐射交联材料.....	219
一、概述.....	219
二、辐射交联的弹性体.....	222
三、辐射交联的泡沫聚乙烯.....	226
四、辐射交联的电线电缆.....	229
五、辐射交联的热收缩管.....	237
六、辐射交联的医用高分子材料.....	240
七、辐射固化的涂料.....	244
八、展望.....	247
后记.....	250

第一章 有机硅材料

一、概 述

有机硅材料是性能优异的新型化工材料。由于有机硅化合物具有以 $(-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-)$ 为主链、有机基团为侧链的特殊结构,因而具有优异的防潮、憎水、电气绝缘、耐高低温、化学稳定性、消泡、脱模及生理惰性特性。有的品种还耐辐射、耐油、耐溶剂。1863年弗里德尔 (Friedel) 和克拉夫茨 (Crafts) 以二乙基锌与四氯化硅在封管中加热制得四乙基硅烷,从而合成了第一个有机硅化合物;其后, F. S. 基平 (Kipping) 和 W. 戴尔锡 (Diltney) 分别独立地确定了利用格利雅 (Grignard) 反应合成有机硅化合物的方法,在此基础上合成了各种形式的有机硅化合物; 1941年 E. G. 罗丘 (Rochow) 开发了合成有机氯硅烷的直接法新工艺,奠定了有机硅工业生产基础,此后发展很快。“从口红到宇宙飞船”,有机硅都得到了应用,现已广泛用于纺织、轻工、电子电气、交通车辆、建筑材料、能源开发、航天、航空、航海、石油化工、冶金和机械等工业以及生活日用品、化妆品、医疗医药、办公机械、食品加工、果蔬保鲜和文物保护等。国外已有 2000~3000 个品种牌号,年产量达 45 万吨 (折合单体约 90 万吨)。最大的有机硅生产厂美国道康宁公司 (Dow Corning Co.) 年销售额已达 10 亿美元以上。由于其经济效益好,世界上不少大型公司,如美国通用电气公司 (General Electric Company)、联合碳化物公司 (Union

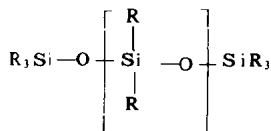
Carbide Co.), 法国罗纳-普朗克公司(Rhône-Poulenc S.A.)、联邦德国的华克公司、拜耳公司和日本信越株式会社等都把有机硅作为本公司重点发展门类之一。作者曾于1982年率考察组到道康宁公司、通用电气公司和联合碳化物公司的有机硅工厂, 看到了国际上有机硅工业的蓬勃发展和激烈竞争。这三个公司的有机硅部分以年销售额的7%作为研究开发和技术服务的费用来开发新产品。我国的有机硅工业已完成了单体经济规模的工业技术开发, 也开发了主要产品生产技术, 并且初步开拓了国内有机硅市场, 为工业规模现代化生产发展奠定了基础。目前已有几个千吨级的单体厂, 一套万吨级现代化单体装置正在建设, 还有多种产品工厂分散在全国各地, 产品已达500个品种牌号。我国发展有机硅工业的方针是单体和初级产品集中建设大型的现代化工厂, 产品生产可适当分散建设, 以接近市场和用户。预计到90年代初, 我国有机硅生产规模将达年产20,000~30,000吨(以单体计)。发展前景是令人鼓舞的。

二、有机硅产品的分类及性能

1. 有机硅产品的分类

有机硅化合物预计不下30,000种, 而且还在增长。按其化合物结构形式, 可分为硅烷、齐聚物和高聚物。目前应用量大面广的最终产品有硅油、硅橡胶、硅树脂和硅烷偶联剂四大类。每一类又包含许多门类和众多品种牌号。较大的有机硅公司一般都拥有上千个商品牌号。

(1) 硅油 硅油一般是链状的具有有机基团的聚硅氧烷, 其结构通式为



R 可以是相同或不同的有机基团或 H、OH 基。根据 R 的不同可分为许多品种，大致可分为线型硅油及改性硅油两大类，其主要品种及分类如图 1.1 所示。每一品种又可按其粘度大小分成许多牌号。如甲基硅油，我国的商品代号为 201 硅油，201-500 为粘度 500 厘斯●左右的甲基硅油，201-1000 为粘度 1000 厘

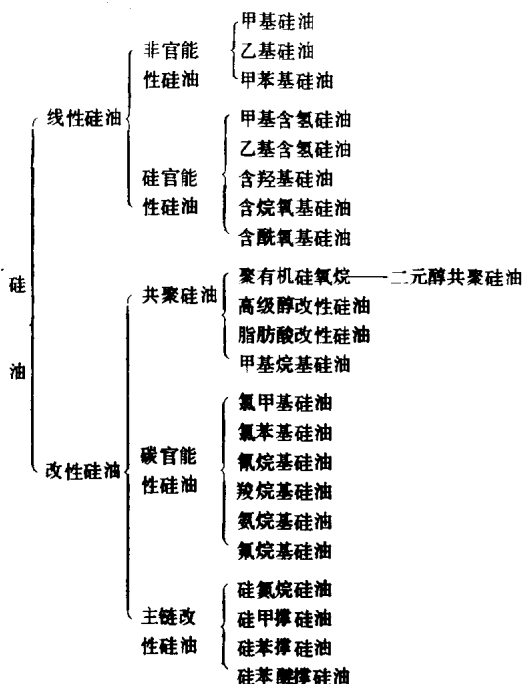


图 1.1 硅油分类及其主要品种

● 1 厘斯 (cst) = 1 毫米²/秒 (1 mm²/s)。

斯左右的甲基硅油。

甲基硅油的有机硅特性最为突出。因此，它的用量最大，应用面最广。除乙基硅油和乙基含氢硅油外，其它硅油多是在甲基硅油的基础上，引入部分其它基团，使之改性，增加新的性能。如表1.1所示。

表 1.1 改性硅油的特性和用途

引入有机基	特 性	主要用途
聚氧化烷撑基	水分散性、水溶性	聚氨酯泡沫匀泡剂、内脱模剂、化纤亲水整理剂、消泡剂、化妆品
氯苯基	润滑性	润滑剂、刹车油
三氯丙基、氰乙基	耐油性、润滑性	润滑剂
长链烷基	润滑性、可涂刷性	润滑剂、脱模剂
烷氨基	反应活性	纤维油剂、上光剂织物和头发整理剂
含环氧基	反应活性	纤维油剂
含脂肪酸	与有机物的相容性	增塑剂，化妆品
含醇	与有机物的相容性	化妆品

(2) 硅橡胶 硅橡胶生胶的结构与硅油相似，其分子量一般比硅油大得多，是糖稀状的，硫化后形成弹性体。硅橡胶的种类繁多，二甲基硅橡胶是最早出现的品种，为了改进它的某些性能，用其它有机基团取代部分甲基基团或引入硅氧链节中，从而出现了甲基乙烯基硅橡胶、甲基苯基硅橡胶，后者又分为低苯基硅橡胶、中苯基硅橡胶和高苯基硅橡胶，还有氟硅橡胶、腈硅橡胶、甲基乙基硅橡胶、苯撑硅橡胶、苯醚撑硅橡胶等。

硅橡胶按其硫化方式可分为高温硫化和室温硫化两大类。分子量在50万~80万甚至更高的直链聚硅氧烷均属高温硫化硅

橡胶,通常采用过氧化物作为交联剂,并配合以各种添加剂(如补强填料,热稳定剂、结构控制剂等),在炼胶机上混炼成胶料,然后采用模压、挤出、压延等方法高温硫化成各种橡胶制品。室温硫化硅橡胶通常为羟基封端的、分子量在10000~80000左右的直链聚硅氧烷。采用多官能团的有机硅化合物作交联剂,有机金属化合物作催化剂,配合其它添加剂成糊状物,在室温下缩聚成弹性体。按其包装类型,分为单组份或双组份两种。根据采用的交联剂不同,缩聚时放出不同的低分子化合物,又分为脱醇型、脱水型等类型。近年来又发展了加成型硫化和注射成型的新品和加工工艺。

硅橡胶的类型如图1.2所示。

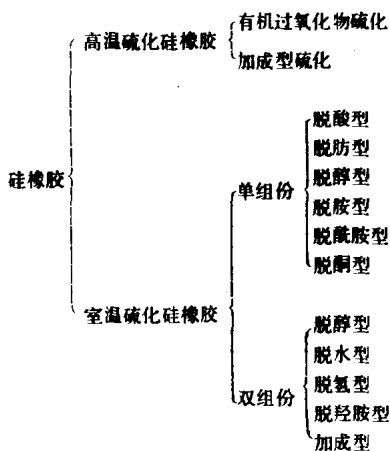


图 1.2 硅橡胶的类型

高温硫化硅橡胶物理机械性能好、热稳定性好、压缩变形小、生理惰性,所以多用做耐高低温、耐气候、有一定机械性能要求的各种橡胶制品,以及医用制品。但是加工复杂,使用