

有机硅乳液 及其应用

YOUJIGUI
RUYE
JIQI YINGYONG

赵陈超 章基凯 编著



化学工业出版社

有机硅乳液 及其应用

YOUJIGUI
RUYE
JIQI YINGYONG

赵陈超 章基凯 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

有机硅乳液是一类高性能特殊材料,也是近年来发展较快、应用较广的新材料之一,一直受到广泛关注。本书在阐述有机硅乳液和乳化剂的一般知识与基本理论的基础上,深入而系统地介绍了有机硅乳液、改性有机硅乳液的制备方法、性能与应用等。全书共五章,包括绪论、乳化剂、有机硅乳液的制备、改性有机硅乳液的制备、有机硅乳液的应用等。

本书内容翔实,文字浅显,具有实用性、知识性,是从事有机硅乳液研究与开发、生产与应用的科技工作者有益的参考书,并可作为大专院校的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

有机硅乳液及其应用/赵陈超,章基凯编著. —北京:
化学工业出版社, 2008.7
ISBN 978-7-122-03181-5

I. 有… II. ①赵…②章… III. 有机硅化合物-乳液
IV. TQ264.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 097356 号

责任编辑:仇志刚

文字编辑:徐雪华

责任校对:王素芹

装帧设计:王晓宇

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 装:北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张15¼ 字数456千字

2008年9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:39.00元

版权所有 违者必究

前言

聚硅氧烷是第一个在工业上获得应用的元素高分子，也是元素有机高分子领域中发展最快的一个分支。自 20 世纪 40 年代问世以来，有机硅就以其独特的结构而具有许多优异的性能，如良好的耐高低温性、耐候性、防潮、绝缘、介电性、生理惰性、透气性、表面疏水性以及较低的表面张力、玻璃化温度等，广泛地应用于电子、电器、交通、纺织、造纸、皮革、食品、医药、卫生等部门，是一种很有发展前途的新型绿色材料，其中有机硅乳液是绿色材料中的佼佼者。

随着聚合物乳液理论和技术的发展，作为有机硅系中的重要产品之一——有机硅乳液受到了国内外学者的高度重视。早在 1959 年，美国道康宁公司的 Hyde 等首次提出阳离子型聚硅氧烷乳液的制备并申请了专利，1969 年 Weyenbery 提出阴离子型聚硅氧烷乳液的制备方法。我国于 1975 年开始阳离子型聚硅氧烷乳液方面的研究。除单纯的聚硅氧烷的乳液外，相继开发出各种系列和牌号的改性有机硅乳液、有机硅微乳液、共混乳液、共聚乳液以及复合乳液，已大量用作织物整理剂，在皮革涂饰和消泡、涂料、建筑建材工业、造纸、化妆品、医药及金属清洗和光敏材料等领域的应用也日趋广泛，相关的理论研究也得到了发展。

本书是编者在长期技术积累的基础上整理以往发表的资料和文章，并参考了近年来国内外有关有机硅乳液合成及应用技术的专著及论文编写而成，比较全面地阐述和总结了各种类型有机硅乳液合成与应用技术，试图为从事有机硅乳液合成与应用技术开发这一领域工作的人们提供参考与帮助。

有机硅乳液作为一个新型的高科技材料，其品种层出不穷，应用技术日新月异，限于编者水平，加之时间仓促，书中疏漏之处，敬请诸位同行专家和广大读者给予补充和指正，不胜感谢。

编者

2008 年 5 月于上海

目 录

第 1 章 绪论	01
1.1 有机硅	01
1.2 乳液	03
1.2.1 乳液类型	04
1.2.2 乳液的物理性质	05
1.2.3 乳液类型的鉴别方法	06
1.3 有机硅乳液	08
参考文献	10
第 2 章 乳化剂	12
2.1 概述	12
2.2 乳化剂的分类	13
2.2.1 阴离子型乳化剂	14
2.2.2 阳离子型乳化剂	21
2.2.3 两性型乳化剂	23
2.2.4 非离子型乳化剂	25
2.2.5 特殊乳化剂	35
2.3 乳化剂的作用	42
2.3.1 降低表面张力	42
2.3.2 增加表面强度	43
2.3.3 表面电荷的产生	44
2.3.4 增溶作用	45
2.3.5 乳化作用	47
2.3.6 分散作用	48
2.3.7 按胶束机理生成乳胶粒	49
2.4 乳化剂的基本特征	49
2.4.1 临界胶束浓度	49

2.4.2	胶束的形状、大小与荷电分率	50
2.4.3	增溶量	51
2.4.4	HLB 值	51
2.4.5	浊点	55
2.4.6	三相点	57
2.4.7	转相点	59
2.4.8	一个乳化剂分子在乳胶粒子上的覆盖面积	60
2.5	乳化剂的选择	61
2.5.1	根据 HLB 值选择乳化剂	62
2.5.2	PIT 法	77
2.5.3	以其他特征参数选择乳化剂	80
2.5.4	经验法选择乳化剂	80
	参考文献	83
第 3 章	有机硅乳液的制备	85
3.1	机械乳化法	85
3.2	常规乳液聚合	91
3.2.1	乳液聚合的原理	92
3.2.2	阳离子乳液聚合	92
3.2.3	阴离子聚硅氧烷乳液	103
3.2.4	非离子聚硅氧烷乳液	110
3.2.5	复合离子聚硅氧烷乳液	111
3.3	有机硅微乳液	111
3.3.1	微乳液的形成机理	112
3.3.2	微乳液的微观结构	116
3.3.3	有机硅微乳液的制备	119
3.4	含有机硅的油包水型乳液	134
	参考文献	137
第 4 章	改性有机硅乳液	143
4.1	氨烷基改性有机硅乳液	143

4.1.1	机械乳化法制备氨烷基改性有机硅乳液	144
4.1.2	乳液聚合法制备氨烷基改性有机硅乳液	165
4.2	环氧基改性有机硅乳液	168
4.2.1	从环氧基环硅氧烷单体出发	171
4.2.2	一步法(直接滴加单体法)乳液聚合	173
4.3	聚醚改性有机硅乳液	181
4.3.1	聚醚改性有机硅的结构和性能	181
4.3.2	聚醚改性有机硅的合成	183
4.3.3	聚醚改性有机硅的制造工艺	187
4.3.4	聚醚型有机硅表面活性剂分析与表征方法	188
4.4	羧酸改性有机硅乳液	189
4.4.1	从丙烯酸乙酯(或丙烯腈)出发	190
4.4.2	从氨烷基聚硅氧烷出发	194
4.5	有机硅-丙烯酸酯乳液	197
4.5.1	有机硅氧烷-丙烯酸酯乳液的制备	198
4.5.2	影响有机硅改性丙烯酸树脂乳液性能的因素	218
4.6	醇改性有机硅乳液	225
4.7	磷酸酯改性有机硅乳液	233
4.8	多重改性有机硅乳液	237
4.8.1	酰氨基改性聚硅氧烷乳液	237
4.8.2	亲水性氨基硅油乳液	238
4.8.3	哌嗪基改性硅乳液	240
4.8.4	哌嗪改性聚醚基聚二甲基硅氧烷 PPEPS	241
4.8.5	吗啉型氨基硅油乳液	242
	参考文献	243
第5章 有机硅乳液的应用		251
5.1	有机硅乳液在纺织工业上的应用	251
5.1.1	有机硅柔软剂	251
5.1.2	防水(拒水)整理剂	290
5.1.3	有机硅疏水疏油处理剂	299

5.1.4	亲水、防静电及防污整理剂	307
5.1.5	纤维用聚有机硅氧烷防滑移剂	315
5.1.6	有机硅增深整理剂	320
5.2	有机硅乳液在皮革工业中的应用	333
5.2.1	含硅鞣剂	333
5.2.2	含硅皮革加脂剂	334
5.2.3	有机硅改性皮革涂饰剂	338
5.2.4	功能性有机硅类皮革助剂	348
5.2.5	有机硅在皮革工业中的应用工艺和方法	365
5.3	有机硅乳液在涂料工业中的应用	367
5.3.1	有机硅乳液作成膜聚合物的特点	368
5.3.2	有机硅乳液涂料实例	370
5.4	有机硅乳液在造纸工业中的应用	392
5.4.1	防粘剂	392
5.4.2	柔软剂	400
5.4.3	防水剂	406
5.4.4	消泡剂	407
5.4.5	在造纸工业中的其他应用	409
5.5	有机硅乳液在日用化学品中的应用	409
5.5.1	有机硅护肤用品	410
5.5.2	有机硅护发用品	412
5.5.3	有机硅护肤高效清洁剂	418
5.5.4	在清洗光亮剂中的应用	419
5.6	有机硅乳液在建筑、建材工业中的应用	420
5.6.1	有机硅建筑防水涂料	420
5.6.2	有机硅混凝土表面防护剂	424
5.6.3	乳液冷混型高分子屋面防水涂料	426
5.6.4	有机硅水泥砂浆建筑黏合剂	427
5.6.5	有机硅-丙烯酸酯防水胶	430
5.7	有机硅乳液用作消泡剂	432
5.7.1	有机硅消泡剂的发展与现状	432

5.7.2	有机硅消泡剂的消泡机理	432
5.7.3	有机硅消泡剂的主要成分	435
5.7.4	消泡剂的类型	435
5.7.5	有机硅消泡剂的特点及应用	436
5.7.6	使用注意事项	457
5.8	有机硅乳液在其他方面的应用	458
5.8.1	水性聚氨酯-含硅丙烯酸酯织物涂层胶	458
5.8.2	有机硅乳液手套涂覆液	459
5.8.3	有机硅乳液用作金属表面的憎水膜	460
5.8.4	有机硅乳液用作脱模剂	461
5.8.5	有机硅改性丙烯酸酯类水基压敏胶	463
5.8.6	其他	463
	参考文献	464

第1章 绪论

1.1 有机硅

硅 (silicone) 是地球上很丰富的元素, 其含量仅次于氧, 在表层含硅 23%, 在自然界中, 它以二氧化硅、硅酸盐为基础的无机硅化合物的形式存在于砂和石英里, 又以硅酸盐存在于大多数岩石中。正像碳在有生命的化学中占主要地位那样, 碳的同族 (IV A 族) 邻居硅, 是岩石和许多矿物的关键元素。由于硅的无机化合物很广泛存在于自然界中, 取之不尽、用之不竭, 几千年来人们就利用其做成水泥、陶瓷、玻璃等制品为自己的生活服务, 然而有机硅化合物在自然界是不存在的, 是从 20 世纪 40 年代美国道康宁公司建立世界上第一座有机硅工厂才合成出来的, 硅的有机化合物是除其他有机化合物 (含 C, H, O, N 等) 以外研究得最多的一类化合物。

有机硅是含有硅元素的众多高分子化合物的总称, 一般是指以硅氧烷为主链的聚有机硅氧烷, 包括硅油 (silicone fluids)、硅橡胶 (silicone rubber)、硅树脂 (silicone resin)、硅烷偶联剂 (silane coupling agents) 四大门类。它的基本结构单元 (即主链) 是由 —Si—O— 键构成的, 在硅原子至少有一个直接与其他各种有机基团碳原子相连。因此, 在有机硅聚合物的结构中既含有“有机基团”, 又含有“无机结构”, 这种特殊的组成和分子结构使它集有机物的特性与无机物的功能于一身, 兼具有有机及无机材料的双重特征, 是第一个在工业上获得应用的元素高分子。由于硅氧键的离解能高, 使聚硅氧烷具有突出的耐热性能, 而分子间作用力小及分子的高柔顺态又使其具有较低的表面张力、较小的介电常数和较低的玻璃化转变温度, 这些性能为其他高分子材料所不及。有机硅材料具有耐高低温、耐气候老化、极低的玻璃化温度、非常低的表面张力和表面能、突出的表面疏水性、透气性、防潮、良好的成膜性、低的溶解度参数、低的介电常数、对氧气的高渗透性、耐温特性、介电性、电气绝缘、耐臭氧、难燃、化学稳定性、消泡、脱模、安全可靠、使用寿命长、

无污染、无毒无腐蚀及生理惰性等许多优异性能，有的品种还具有耐辐射、耐油和耐溶剂等特性。

有机硅可以根据需要，设计出各种不同分子结构、以满足各行各业不同场合下的使用要求，其用途是很广泛的，在设计各种用途产品时，可以采用以下途径。

① 变换硅氧烷分子结构：分子的大小、形状（线状、网状、分支状、交联密度）等。

② 改变结合在硅原子上的有机基团：烷基（甲基、乙基、多碳基）、苯基、乙烯基、氢基、羟基、氨基、环氧基、聚醚基、羧基、磷酸酯基等。

③ 选择不同固化方式：有机过氧化物固化、脱氢反应、脱水反应、加成反应、脱醇反应、脱酮肟反应、紫外线固化、电子束固化等。

④ 采用有机树脂改性（共聚、混合）：环氧树脂、醇酸树脂、丙烯酸树脂、聚氨酯树脂、聚酰亚胺-聚酰胺类、醋酸乙烯酯类、聚醚类等。

⑤ 选择不同的填料：金属皂、二氧化硅、炭黑、二氧化钛等。

⑥ 使用二次加工技术而得的制品：复合物、乳液、溶液等制品，主要包括硅脂、硅膏、消泡剂、脱模剂、处理剂等。

⑦ 采用各种聚合技术：本体聚合法、溶液聚合法、乳液聚合法、嵌段共聚法、接枝共聚法、互穿网络法等。

有机硅基于上述性质，使其最能适应时代要求和发展最快的材料之一，应用领域不断扩大，所以世界许多国家在此领域不惜大量投入，有机硅经过几十年的开发研究，现已知其结构在六七万种以上，其品种已明显向功能型、精细化、专用化、系列化的方向发展，并且还在不断增加，被称之为“工业维生素”。广泛用于现代工业、新兴技术和国防工业中，而且还深入到我们的日常生活中，成为化工新材料中的佼佼者。如在纺织工业中用作防水剂、柔软剂、羊毛防缩整理剂、丝绸防皱整理剂、抗静电剂、防熔融整理剂、多功能整理剂、卫生整理剂、消泡剂和润滑剂。化妆品中硅油可改善化妆品性能。硅油的低表面张力与适宜的黏度相结合，可使其他组分易于在皮肤上扩散成薄膜，且无黏稠感。因此，护肤品中，硅油形成的疏水薄膜既可防

止其他组分被水洗去，又可保持皮肤的正常透气；在洗发、护发剂中，硅油可使头发易于梳理并增加头发光泽。另外，有机硅材料在汽车工业中也得到了广泛的应用，在风扇离合器、缓冲油、刹车油、油封、衬垫等部位上已采用了有机硅材料。由于有机硅绝缘漆的绝缘性和耐温性好，且无毒，所以广泛用于电力机车和电气装置中。硅橡胶用于制造耐高温电线、电机引出线、硅橡胶玻璃布和套管等。电子工业中，利用有机硅材料的耐高低温性能提高电子产品的安全性和可靠性，以延长使用寿命。有机硅材料由于具有良好的生理惰性、生体适应性、抗凝血性、耐生体老化性和耐高压蒸汽消毒等特点，是目前应用最广泛的医用高分子材料。医用有机硅高分子材料已制成了人造关节、人造乳房、人造角膜、人造晶体、人造喉头、人造耳等制品。另外有机硅材料还广泛应用于建筑业、轻工、电子、建筑材料、能源开发、航天、航空、航海、石油、化工、冶金、办公机械、生活用品、医药、食品加工和文物保护等领域，开发的有机硅材料，不断满足各行各业发展的需要，有机硅材料用途之多，范围之广几乎涉及国民经济发展的各个领域，各国专家就已达成共识：“21 世纪将是有机硅世纪”。

1.2 乳液

乳液又称乳浊液、乳状液，是指一种或多种液体以液珠形式分散在与它不相混溶（或不完全相混溶）的液体中所形成的多相分散体系的乳状物。这种形成乳液的作用称为乳化作用。乳液的液珠直径一般都大于 $0.1\mu\text{m}$ ，因此属粗分散体，由于体系呈现乳白色而被称为乳液。在乳液体系中，以微细液珠状形式分散存在的相称为内相，由于其不连续性又称为不连续相或分散相；另一相称为外相，由于其是连续的又称为连续相或分散介质。常见的乳液，一般都有一相是水或水溶液，被称为水相 (W)，另一相则是与水不相混溶的有机相，被称为油相 (O)。

乳液广泛应用于生产和日常生活，例如：高分子工业的乳液聚合是一种重要的生产方法；油漆、涂料工业的乳胶；乳液农药可以节省农药，提高药效。化妆品工业的膏、霜、露、液；食品工业制造冷饮，糖果、糕点、油脂；机械工业的高速切削冷却润滑液，铺路面的

乳化沥青，油进喷出的原油，农业上杀虫用的喷洒药液，印染业的色浆等，均为乳液。牛奶和橡胶汁是天然的乳液。这些都是人为和天然形成的乳液。也有不要乳液的，如原油是灌水开采，所以原油是水分散于油中的乳液，需经破乳、脱水后进行提炼。

1.2.1 乳液类型

根据分散相的不同可将乳液分为以下几种。

(1) 水包油型乳液 与水不相溶的油状液体呈细小的油滴被分散在水里，这种类型称为水包油型乳液，以 O/W (oil in water) 表示。在这种乳液中，水是连续相（或叫外相），油是分散相（或叫内相），如人乳、牛乳等。W/O 型乳液可以用水稀释。

(2) 油包水型乳液 水呈很细小的水滴被分散在油里，这种类型称为油包水型乳液，以 W/O (water in oil) 表示。它和油/水型乳液相反，在这种乳液中，油是连续相（外相），水是分散相（内相），如原油，一些化妆品。W/O 型乳状液只能用油稀释，而不能用水稀释。

(3) 多重型乳液 以水相和油相互为内外相、交替一层一层的包的乳液称为多重型乳液，以 [O (W/O) /W] 表示。此种乳液较少，一般存在于原油中，由于这种多重型乳液的存在，给原油的破乳带来很大的困难。

在乳液聚合中的乳液是水包油型的。应该说明的是乳液聚合后所得的产物已成为固体聚合物在水中的分散体，不再是乳液，但习惯上仍称之为聚合物乳液。

将两种纯的、互不相混溶的液体混在一起，无论怎样搅拌，最终都不可能形成稳定的乳液，稍经放置，很快就会分成两层，如果在其中加入少量称为乳化剂的表面活性剂，就可得到稳定的乳液。这是因为，表面活性剂可以吸附在体系界面上形成一单分子膜，有降低体系界面张力及阻止液珠并聚的作用而使乳液稳定。

在没有乳化剂存在时，一般是容积大的一相，容易形成连续性。乳化剂存在时，则亲水性强的乳化剂易形成 O/W 型；亲油性强的易形成 (W/O) 型乳液。

O/W 型乳液的基本组分有 3 个，即连续相（亦称分散介质，这里是指水）、分散相（这里指聚合物树脂、油）以及乳化剂。根据乳

液的制备方法不同，乳液可以分成分散乳液和聚合乳液两类。分散乳液是指在乳化剂的存在下靠机械的强烈搅拌使树脂、油等分散在水中而形成的乳液；聚合乳液是指在乳化剂存在下，在机械搅拌过程中，由单体聚合而成的小粒子团分散在水中组成的乳液。

1.2.2 乳液的物理性质

乳液的物理性质与乳液的类型、珠粒的大小和数量有密切关系，是影响其物理性质的主要因素。

1.2.2.1 液珠粒径与光学性

乳液的分散相液珠（内相）的粒径大小直接影响乳液的颜色和外观，由此可以依据乳液的外观和颜色来判断液珠粒径的分布状况，见表 1-1。

表 1-1 乳液分散相粒径与外观

液珠粒径/ μm	外观	液珠粒径/ μm	外观
大粒子	可分辨出两相	0.05~0.1	灰色半透明液
1~10	乳白色乳液	<0.05	透明液
0.1~1	蓝白色乳液		

乳液为多分散体系，由于分散相和分散介质的折射率不同，光照射在分散相质点上可发生反射、折射和散射现象，从乳液的外观也可大致判断分散相的粒径。当分散相液珠粒径远远大于入射光的波长时，主要发生反射。一般乳液的分散相粒子较大时，液珠粒径为1~10 μm 的范围，所以乳液中光的反射光比较显著，但有一部液珠发生散射，因此一般乳状液是不透明的，乳液呈乳白色；当粒径（0.1~1 μm ）与可见光的波长（0.4~0.8 μm ）接近时，会发生光的衍射，因此这时乳液会出现蓝光；如果分散相液珠的粒径在0.05~0.1 μm ，即略小于入射光波波长时，则有光的散射现象发生，体系呈半透明状；当分散相液珠粒径为0.05 μm 以下，即远小于入射光光波长度时，则光可以完全透过，体系表现为透明状。实际上当乳液粒径小于0.1 μm 时，体系呈半透明或透明时的乳状液已不再是一般的乳状液了，而被称为微乳液。

1.2.2.2 乳液的黏度

乳液是一种流体，因此具有一般流体的重要性质——黏度，影响

乳液黏度的因素有：内外相的黏度，内相的体积分数，液珠的粒径及乳化剂的性质等。当内相的相体积分数小于 50% 时，乳液的黏度可应用公式(1-1)：

$$\eta = \eta_n (1 + 2.5\phi) \quad (1-1)$$

式中， η 和 η_n 分别为乳状液及分散介质的黏度； ϕ 为分散相的体积分数。应用 Einstein 公式来描述乳液体系的黏度时，由于公式的限制条件较多，如：分散粒子是球形的且大大地大于介质的分子，介质是连续的；粒子是刚性的并完全为溶剂所润湿，而液体是不可压缩的；分散相的含量很少，粒子间无相互作用；体系处于层流状态，没有湍流等。因此 Einstein 公式应用于乳液会有偏差，而且在内相体积分数大于 50% 以上时偏差会更大。

Sibree 公式：

$$\eta = \eta_0 \frac{1}{1 - (h\phi)^{1/3}} \quad (1-2)$$

式中， η 和 η_0 分别为乳液内外相的黏度； h 为“体积因子”约为 1.3； ϕ 为内相体积分数。除公式(1-2)中描述的参数外，液珠的粒径分布对乳液的黏度也有影响，特别是乳化剂的性质对乳液黏度的影响会更大。因为不同的乳化剂所形成的界面膜有不同的界面流动性。

1.2.2.3 乳液的电性质

乳液的电性质中研究得最多的是导电性，O/W 型乳状液好于 W/O 型的导电性，因为乳液的导电性取决于连续相的导电性。O/W 型乳液的连续相为水，W/O 型乳液的连续相为油，水的导电性优于油，所以 O/W 型乳液的导电性优于 W/O 型。乳液的另一电性质是液珠的电泳。液珠的带电性主要取决于乳化剂的类型，对于 O/W 型乳液，乳化剂为离子型表面活性剂时，以疏水基伸入油相离子头伸入水相而定向排列于界面上，若乳化剂为阴离子型表面活性剂，则油珠带负电荷在电场中油珠向正极移动。若乳化剂为阳离子型表面活性剂油珠带正电荷，在电场中油珠向负极移动。

1.2.3 乳液类型的鉴别方法

W/O 型和 O/W 型这两类乳液在外观上并无多大区别，而实践

中常常需要鉴别其类型。根据油和水的不同特性，采用一些简便的方法对乳液的类型加以鉴别，其方法如下。

(1) 稀释法 乳液能为其外相（连续相）液所稀释，所以将乳液用形成该乳液的两种液体稀释，能很好稀释的液体即为乳液的外相。取一滴需鉴别的乳液于装有去离子水的小试管中经摇动后试管中的水呈均匀的乳白色，此乳状液为 O/W 型，若乳液水滴不能在水中分散，则为 W/O 型乳液。例如，牛奶能被水所稀释，但不能与油类混合，所以它是 O/W 型乳状液。

(2) 电导法 大多数的油的导电性甚差，而水的导电性较好，因此可用电导法来区别乳液类型。导电性好的即为 O/W 型，导电性差的为 W/O 型。但也不一定如此，因为过去认为量多的应为外相，量少的总是内相，现在可制出内相体积大于 95% 的乳液。但如果是水相体积分数很高的 W/O 型乳液，或油相中离子型乳化剂含量较多时所生成的 W/O 型乳状液，也有可能产生较高的导电性能。

(3) 染色法 利用油溶性和水溶性染料在油和水中的溶解情况以鉴定类型。将极微量的油溶性染料加到乳液中，若整个乳液带有染料颜色，则其是 W/O 型。如只有液滴带色，则其是 O/W 型。如果用水溶性染料其结果恰好相反。如将少量水溶性染料酸性红 GG 加入乳液中，若乳液全染成红色则为 O/W 型乳液，若乳液中只有红点（液珠着色）出现则为 W/O 型；如使用油溶绿，那么 O/W 型乳液中将出现绿点（液珠着色），而对于 W/O 型的乳液会全被染成绿色。当然这种办法需在显微镜下观察。也可将水溶性和油溶性染料同时使用。常用油溶性染料还有红色的“苏丹Ⅲ”等；水溶性的染料还有荧光红、亚甲基蓝等。

(4) 滤纸润湿法 对于某些重油与水的乳液可使用此法。把待测的乳液取一滴于经 20% 氯化钴溶液浸泡后烘干的滤纸上，若液体能迅速展开，在中心留下一小滴油并显红色，则乳液为 O/W 型乳液，若不能展开，滤纸仍保持蓝色，则为 W/O 型乳液。但此法对于某些易在滤纸上铺展的油（如苯、环己烷、甲苯等）所形成的乳液则不适用。

以上鉴别方法如单用一种方法，往往有一定限制。所以对乳状液的鉴别宜采用多种方法，取长补短，才能得到正确可靠的结果。

1.3 有机硅乳液

有机硅乳液是重要的有机硅产品之一，由有机硅、水和表面活性剂等组成，由于它的独特性能和特点，在工业上得到广泛的应用，其中纺织用有机硅乳液约占总量的五分之一。在 20 世纪 50 年代初期有机硅乳液就开始用作织物憎水处理剂，主要是美国道康宁（Dow Corning）公司确定了含 Si—H 的二烷基硅氧烷聚合物对纺织品的防水能起到最佳效果，并起到了防水织物透气性，从而使有机硅成为最理想的防水整理剂。此后，各国对有机硅乳液用作织物整理剂进行了广泛深入地研究与开发。从 20 世纪 50 年代初期开始的 20 多年中，尽管世界上有机硅织物整理剂发展很快、产品繁多，但基本上是二甲硅油和含氢硅油的机械混合物为主，这是第一代的有机硅织物整理剂。20 世纪 70 年代，由 D_4 、水、乳化剂和催化剂在一定条件下乳液聚合而成的羟基封端聚二甲硅氧烷乳液（简称羟基硅乳）——第二代有机硅织物整理剂在纺织工业上得到广泛应用。20 世纪 80 年代，第三代有机硅织物整理剂——具有特殊功能的有机硅织物整理剂（单一的改性硅油乳液）发展迅速，同时给纺织工业带来了很大的发展。进入 20 世纪 90 年代后，第四代有机硅织物整理剂——复配型和改性型有机硅及微乳液逐步走向纺织整理剂市场。有机硅织物整理剂的整理功能从最早的防水整理逐步发展到柔软整理、纤维平滑整理、抗静电整理、阻燃整理、防熔融整理、仿丝整理、仿麻整理、防缩整理、防皱整理、抗菌防臭整理、涂层整理、深色加工整理、消泡剂和润滑剂等，是最理想的织物整理剂。不断满足纺织品耐磨、耐折皱、回弹性、洗后免熨烫、手感柔软、丰满、滑爽、穿着舒适等要求，提高纺织印染品的档次。有机硅织物整理剂正在向着多样化、高性能化、一剂多功能化的方向发展，并已成为现代纺织印染工业中不可缺少的加工助剂。

有机硅乳液除了在纺织工业上得到了广泛应用外，在造纸、皮革、化妆品、医药、建筑、电子电气等方面也都有着广泛的应用，并且应用领域不断开阔，应用潜力很大。在上述应用领域中，有机硅以水乳液的形式使用最为经济、方便、安全，同时符合环保的要求，一