



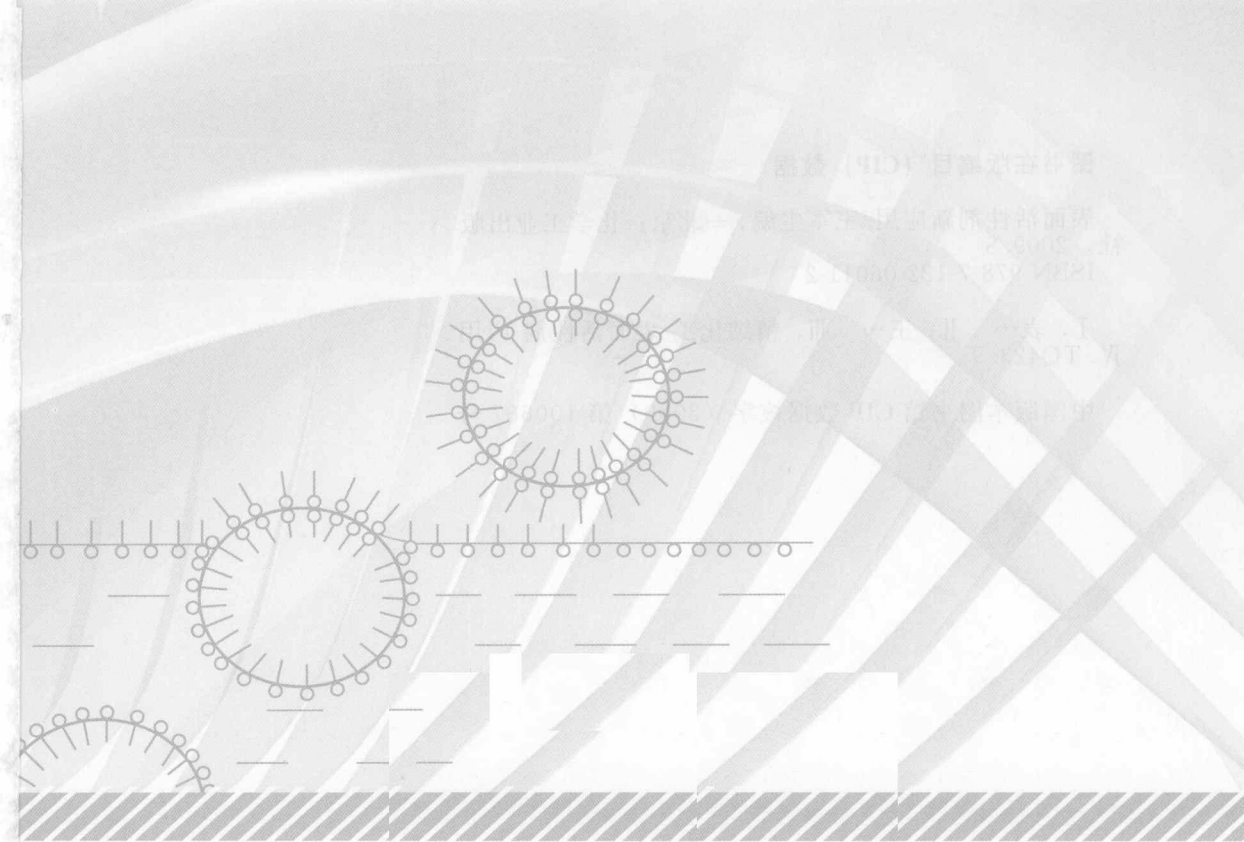
表面活性剂 新应用

New Applications of
Surfactants

王军 主编 杨许召 副主编



化学工业出版社



表面活性剂

New Applications of
Surfactants

新应用

王军 主编 杨许召 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

表面活性剂新应用/王军主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-122-06011-2

I. 表… II. 王… III. 精细化工-表面活性剂-应用
IV. TQ423. 9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 100667 号

责任编辑: 成荣霞
责任校对: 周梦华

文字编辑: 王湘民
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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
720mm×1000mm 1/16 印张 17½ 字数 337 千字 2009 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: 45.00 元

版权所有 违者必究

表面活性剂是一类易于富集于界面、并对界面性质及相关工艺过程产生明显影响的物质。从发展历史看，表面活性剂源于洗涤剂，但随着技术发展而脱离了洗涤剂，形成了独立的工业。随着表面活性剂的发展和整体工业水平的提高，表面活性剂已从日常生活中的家用洗涤与个人保护用品，进入了国民经济各个领域和国家支柱产业，它是一种负载“功能”型化工材料，可有效地改进相关行业的生产工艺，提高效率，改善产品质量、节约能源和改善环境，起着被誉为“工业味精”的助剂作用。20世纪80年代中期，诺贝尔奖得主 Gilles de Gennes 在其陈述中这样写道：“没有了表面活性剂，我们对于工业上90%的问题都无能为力。”这是对当时和现在状态的一个真实反映。

自20世纪后期起，以信息技术产业、生物技术产业为重点的高技术产业迅速发展成长，已经成为体现一个国家竞争力的重要先导产业和国民经济发展的新增长点。经过多年的努力，我国已经建立了包括航空航天、核能、微电子和计算机、生物工程、光电子及通信工程、海洋资源开发、新材料、自动化、精密仪器仪表等工业在内的高新技术产业。表面活性剂在高新技术产业中的应用也越来越广泛和深入，成为高新技术产业中不可或缺的重要助剂。本书重点介绍了表面活性剂在高新技术领域的应用情况。

全书共分9章。第1章介绍了表面活性剂的概念、结构和基本分类；第2章简要介绍了表面活性剂的基本性能及应用性能；第3章详细介绍了表面活性剂在电子信息技术领域中的应用；第4章详细介绍了表面活性剂在生物工程和医药技术领域中的应用；第5章重点介绍了表面活性剂在新材料领域中的应用；第6章叙述了表面活性剂在现代农业及农用化学品中的应用；第7章介绍了表面活性剂在新能源和高效节能技术中的应用；第8章介绍了表面活性剂在环境保护新技术领域中的应用；第9章叙述了表面活性剂在其他技术领域中的应用。

本书第1章和第2章由王军编写，第3章、第5章和第7章由杨许召编写，第4章由韩富编写，第6章由王军和李妮妮共同编写，第8章和第9章由雷万学编写，全书由王军教授统编定稿。

本书在编写过程中，参阅了国内外众多表面活性剂研究的专著和文献，在此谨

向这些专著和文献的作者表示感谢。同时化学工业出版社给予了大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意和敬意。

高新技术发展迅速，涉及学科众多。作者尽可能地使本书系统、完整和新颖，但受资料来源和编者水平所限，书中定有许多缺陷和不足，恳请读者批评指正，不吝赐教。

编 者

2009.4 于郑州轻工业学院

第 1 章 表面活性剂概述	1
1.1 表面活性剂发展历史	1
1.2 表面活性剂的结构与分类	2
1.2.1 表面活性剂分子的双亲结构	2
1.2.2 表面活性剂的分类	3
1.3 表面活性剂的主要品种	4
1.3.1 阴离子表面活性剂	4
1.3.2 阳离子表面活性剂	7
1.3.3 两性离子表面活性剂	9
1.3.4 非离子表面活性剂	10
1.3.5 特种表面活性剂	13
参考文献	15

第 2 章 表面活性剂的基本性质	16
2.1 表面活性剂的溶解性	16
2.1.1 离子型表面活性剂的临界溶解温度	16
2.1.2 非离子型表面活性剂的浊点	17
2.1.3 表面活性剂在非水溶剂中的溶解性	19
2.2 表面活性剂的溶液性质	20
2.2.1 分子有序组合体	21
2.2.2 胶束的结构与性质	22
2.2.3 临界胶束浓度	26
2.2.4 液晶	28
2.2.5 囊泡	30
2.3 表面活性剂的润湿作用	31
2.3.1 润湿	31
2.3.2 接触角和润湿方程	32
2.3.3 润湿作用	33
2.4 表面活性剂的乳化作用	34

2.4.1	影响乳状液稳定性的因素	34
2.4.2	乳化剂的选择原则	38
2.5	表面活性剂的增溶作用	40
2.6	表面活性剂的分散作用	41
2.7	表面活性剂的发泡与消泡作用	42
2.7.1	发泡作用	42
2.7.2	消泡作用	43
2.8	表面活性剂的洗涤去污作用	44
2.8.1	洗涤过程	45
2.8.2	表面活性剂的结构与洗涤作用的关系	45
2.9	表面活性剂的柔软和抗静电作用	47
2.9.1	柔软平滑作用	47
2.9.2	抗静电作用	47
2.10	表面活性剂的杀菌作用	48
	参考文献	49

第3章 表面活性剂在电子与信息技术领域中的应用 50

3.1	表面活性剂在半导体集成电路制造中的应用	50
3.1.1	半导体集成电路的制造工艺	51
3.1.2	表面活性剂的应用	52
3.2	表面活性剂在影像材料中的应用	57
3.2.1	影像材料的生产工艺	58
3.2.2	表面活性剂的应用	60
3.3	表面活性剂在电子陶瓷加工中的应用	70
3.3.1	电子陶瓷的生产工艺	71
3.3.2	表面活性剂的应用	75
3.4	表面活性剂在磁记录材料中的应用	77
3.4.1	磁记录材料的生产工艺	78
3.4.2	表面活性剂的应用	80
	参考文献	82

第4章 表面活性剂在生物工程和医药技术领域中的应用 84

4.1	表面活性剂在生物工程中的应用	84
-----	----------------	----

4.1.1	发酵促进剂	84
4.1.2	反胶束萃取	86
4.2	表面活性剂在医药技术中的应用	89
4.2.1	表面活性剂在药物提取中的应用	89
4.2.2	表面活性剂在药物合成中的应用	90
4.2.3	表面活性剂在药物分析中的应用	91
4.2.4	表面活性剂在药物剂型中的应用	92
4.3	表面活性剂在生命科学中的应用	105
4.3.1	表面活性剂在仿生膜中的应用	105
4.3.2	表面活性剂在消毒杀菌剂中的作用	107
	参考文献	110

第5章 表面活性剂在新材料领域中的应用 114

5.1	表面活性剂在多孔材料中的应用	114
5.1.1	多孔材料的合成方法	114
5.1.2	表面活性剂在介孔材料合成中的应用	116
5.1.3	表面活性剂在多级孔材料合成中的应用	122
5.2	表面活性剂在纳米材料中的应用	122
5.2.1	纳米材料的分类及合成	123
5.2.2	表面活性剂在纳米材料合成中的应用	125
5.2.3	表面活性剂在纳米材料表面修饰中的应用	133
5.3	表面活性剂在其他材料加工中的应用	138
5.3.1	表面活性剂在电镀中的应用	138
5.3.2	表面活性剂在皮革材料加工中的应用	140
	参考文献	142

第6章 表面活性剂在现代农业技术领域中的应用 146

6.1	表面活性剂在农药加工和使用中的应用	146
6.1.1	表面活性剂在农药加工中的应用	146
6.1.2	表面活性剂在农药使用中的作用	152
6.2	表面活性剂在化肥生产中的应用	155
6.2.1	表面活性剂的抗黏结和防结块作用	155
6.2.2	表面活性剂在化肥生产中的其他作用	159

6.3 表面活性剂在污染土壤修复中的应用	162
6.3.1 表面活性剂在有机污染土壤修复中的应用	162
6.3.2 表面活性剂在重金属污染土壤修复中的应用	167
6.4 表面活性剂在农业节水中的应用	168
6.4.1 水分蒸发抑制剂	169
6.4.2 液体地膜	172
6.5 表面活性剂在种衣剂中的应用	174
参考文献	175

第 7 章 表面活性剂在新能源与高效节能技术领域中的应用 176

7.1 表面活性剂在燃料电池中的应用	176
7.1.1 燃料电池的分类	176
7.1.2 表面活性剂的应用	178
7.2 表面活性剂在水煤浆中的应用	185
7.2.1 水煤浆概述	185
7.2.2 水煤浆添加剂	186
7.2.3 表面活性剂的应用	187
7.3 表面活性剂在乳化燃油中的应用	193
7.3.1 燃油乳化原理及工艺	193
7.3.2 表面活性剂在乳化、微乳汽油中的应用	196
7.3.3 表面活性剂在乳化、微乳柴油中的应用	197
7.4 表面活性剂在三次采油中的应用	200
7.4.1 表面活性剂在三次采油中的作用机理	201
7.4.2 表面活性剂的应用	201
参考文献	204

第 8 章 表面活性剂在环境保护新技术领域中的应用 208

8.1 表面活性剂在废水处理中的应用	208
8.1.1 表面活性剂在液膜分离技术中的应用	208
8.1.2 表面活性剂在胶束强化超滤处理技术中的应用	212
8.1.3 表面活性剂在混凝处理技术中的应用	216
8.1.4 表面活性剂在浮选（气浮）处理技术中的应用	217
8.1.5 表面活性剂在其他处理技术中的应用	218

8.2 表面活性剂在废气处理中的应用	219
8.2.1 表面活性剂在工业有机废气处理中的应用	219
8.2.3 表面活性剂在烟气湿法脱硫除尘中的应用	220
8.3 表面活性剂在大气除尘技术中的应用	222
8.3.1 矿山采掘面喷洒表面活性剂水液湿式除尘	222
8.3.2 表面活性剂用于煤层注水预湿除尘	223
8.3.3 表面活性剂用于矿物加工、转载点等处的泡沫除尘	223
8.3.4 表面活性剂用于爆破尘毒的防治	224
8.3.5 表面活性剂在矿山运输路面防尘中的应用	224
8.4 表面活性剂在环境污染物分析中的应用	225
8.4.1 表面活性剂在环境污染物样品分离和富集中的应用	225
8.4.2 表面活性剂在环境污染物光化学分析中的应用	227
8.4.3 表面活性剂在环境污染物电化学分析中的应用	229
8.4.4 表面活性剂在环境污染物色谱分析中的应用	230
参考文献	232

第 9 章 表面活性剂在其他技术领域中的应用 234

9.1 表面活性剂在新型分离技术中的应用	234
9.1.1 胶束色谱	234
9.1.2 膜分离技术	236
9.1.3 萃取分离	239
9.1.4 泡沫分离	244
9.2 表面活性剂在成型加工中的应用	246
9.2.1 高分子材料成型加工	246
9.2.2 陶瓷成型加工中的应用	251
9.2.3 金属粉末注射成型中的应用	254
9.2.4 熔模精密铸造中的应用	254
9.3 表面活性剂在核工业中的应用	255
9.3.1 溶浸采矿中的应用	255
9.3.2 从铀矿石浸出液中提取铀	255
9.3.3 铀化合物精制中的应用	258
9.3.4 表面活性剂在核燃料分析中的应用	259
9.3.5 核设施与人体的放射性污染去污	260
9.3.6 表面活性剂在放射性污染物的处理中的应用	262

9.4 表面活性剂在选矿工业中的应用	264
9.4.1 起泡剂	264
9.4.2 捕收剂	265
9.4.3 调整剂	267
参考文献	267

第 1 章

表面活性剂概述

1.1 表面活性剂发展历史

从历史的角度看，表面活性剂在某种意义上讲，是肥皂/清洗剂/洗涤剂的同义词，因为 5000 年来表面活性剂的历史一直被这种产品分类和主题所统治。在合成洗涤剂尚未问世的一段漫长的岁月里，肥皂一直和人类的生活相依相伴。肥皂是历史极其悠久、至今仍被广泛使用的油脂化学制品，它的起源可以追溯到公元前 2800 多年。制皂工业发展的黄金时期始于碱的开发。19 世纪初，法国化学家尼古拉·路布兰、比利时化学家苏尔维发明了以食盐、石灰和氨为原料制造纯碱的方法。由于所有的油脂都可以做肥皂，扩大了制皂原料的品种，加上烧碱工业、制皂设备和工艺技术的改进，使肥皂生产成本降低、质量提高，肥皂工业得以迅猛发展。

肥皂的生产在很大程度上决定于油脂的资源，而油脂又是人们重要副食品之一。在战争时期或在农业歉收的情况下，油脂来源受到影响，肥皂产量就要降低。为了摆脱农业原料的束缚，早在第一次世界大战之前，人们就试图用非农业原料生产洗涤剂，这就是合成洗涤剂的开端。1925 年德国开始合成洗涤剂的工业性生产。1935 年美国的 National Aniline 公司研制出烷基苯磺酸，真正引起了世人对合成表面活性剂的注意。随后各种表面活性剂先后从实验室规模发展成大规模商业生产，生产能力不断扩大。诺贝尔奖获得者 Pierre-Gilles de Gennes 认为 20 世纪 50 年代早期至 20 世纪 70 年代中期是表面活性剂发展的黄金时期。这时期也是人们狂热地研制新型表面活性剂品种并很快转变成商业生产的年代。随着表面活性剂新品种的不断开发，表面活性剂的品种和产量快速增大，同时表面活性剂的应用范围也从洗涤剂延伸到工农业各个领域，逐渐使表面活性剂从洗涤剂中独立出来，形成了一种新的功能性精细化工产品。

因此从其发展历史看，表面活性剂源于洗涤剂，但随着技术发展而脱离了洗涤剂，形成了一个独立的工业。随着表面活性剂的发展和整体工业水平的提高，表面活性剂已从日常生活中的家用洗涤与个人保护用品，进入了国民经济各个领域和国家支柱产业，如能源工业、新型材料的制备、环境工程、冶金、电子、机械、农业等各个领域，它是一种负载“功能”型化工材料，有效地改进了相关行业的生产工艺，提高了效率，改善了产品质量，节约能源和改善环境，起着被誉为“工业味

精”的助剂作用。在 20 世纪 80 年代中期，诺贝尔奖得主 Gilles de Gennes 在其陈述中这样写道：“没有了表面活性剂，我们对于工业上 90% 的问题都无能为力。”这是对当时和现在状态的一个真实反映。

目前全世界表面活性剂的品种已经接近 20000 种，产量超过了 1200 万吨。从世界范围看，大约 50% 的表面活性剂应用于工农业各个领域，只有不到 50% 的表面活性剂应用于家庭洗涤和个人保护用品，特别在发达国家和地区，如美国和西欧，超过 60% 的表面活性剂应用于工农业。我国表面活性剂的品种也超过了 3000 种，产量超过了 150 万吨，40% 左右应用于工农业，在工业领域的应用正在不断扩大和深入。

20 世纪后期以来，以信息技术产业、生物技术产业为重点的高技术产业迅速发展成长，已经成为体现一个国家竞争力的重要先导产业和国民经济发展的新增长点。经过多年的努力，我国已经建立了包括航空航天、核能、微电子和计算机、生物工程、光电子及通信工程、海洋资源开发、新材料、自动化、精密仪器仪表等工业在内的高新技术产业。表面活性剂在高新技术产业中的应用也越来越广泛和深入，成为高新技术产业中不可或缺的重要助剂。

1.2 表面活性剂的结构与分类

1.2.1 表面活性剂分子的双亲结构

表面活性剂的分子结构包括长链疏水基团和亲水性离子基团或极性基团两个部分。由于它的分子中既有亲油基又有亲水基，所以也称双亲分子。但不一定具有两亲结构的分子都是表面活性剂。比如乙酸钠 (CH_3COONa)、丙酸钠 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$) 和丁酸钠 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa}$) 等分子中的碳氢链都比较短，这些酸都能完全溶于水，几乎无疏水性，虽然分子中含有亲油基，但不能称为表面活性剂。另一方面，如果分子中的碳氢链太长，当碳原子数增大到一定程度时，物质就变得不能溶于水，这种情况下也无表面活性可言，其中的碳原子数效应在 8~20 之间，这时两亲分子才具有表面活性，才能称之为表面活性剂。

(1) 疏水基

表面活性剂的疏水基主要为烃类，来自油脂化学制品或石油化学制品，烃类有饱和烃和不饱和烃，饱和烃包括直链烷烃、支链烷烃和环烷烃，其碳原子数大都在 8~20 范围内；不饱和烃包括脂肪族和芳香族，双键和三键有弱亲水基作用，有助于降低分子的结晶性。其他疏水基还有脂肪醇、烷基酚、含氟或含硅以及其他元素的原子团，含萜类的松香化合物，高分子聚氧丙烯化合物等。

(2) 亲水基

表面活性剂的亲水基种类很多，有离子型（阴、阳、两性）及非离子两大类，

主要的亲水基有下列几种。

磺酸盐	$\text{RSO}_3^- \text{M}^+$
硫酸酯盐	$\text{ROSO}_3^- \text{M}^+$
羧酸盐	$\text{RCOO}^- \text{M}^+$
磷酸酯盐	$\text{ROPO}_3^- \text{M}^+$
胺盐	$\text{R}_x\text{H}_y\text{N}^+ \text{X}^- \quad (x=1\sim 3, y=3\sim 1)$
季铵盐	$\text{R}_4\text{N}^+ \text{X}^-$
甜菜碱	$\text{RN}^+ (\text{CH}_3)_2 \text{CH}_2 \text{COO}^-$
磺基甜菜碱	$\text{RN}^+ (\text{CH}_3)_2 \text{CH}_2 \text{CH}_2 \text{SO}_3^-$
聚氧乙烯 (POE)	$\text{ROCH}_2 \text{CH}_2 (\text{OCH}_2 \text{CH}_2)_n \text{OH}$
蔗糖	$\text{ROC}_6\text{H}_7\text{O}(\text{OH})_3 \text{OC}_6\text{H}_7(\text{OH})_4$

1.2.2 表面活性剂的分类

目前全世界表面活性剂的种类大约 20000 余种, 根据读者关注的重点不一样, 可以对表面活性剂进行不同的分类。

(1) 按表面活性剂的用途分类

可分为乳化剂、润湿剂、渗透剂、发泡剂、分散剂、凝聚剂、去污剂、破乳剂、抗静电剂、消泡剂等。该分类突出了表面活性剂的用途, 适合工业界实际应用中选取表面活性剂, 但没有显示表面活性剂的化学结构, 同一结构的表面活性剂在不同体系时的作用也不一样。

(2) 按表面活性剂分子在水中是否离解分类

分为阴离子、阳离子、非离子和两性四大类 (图 1-1)。此方法的优点是反映出化学结构与性能的一些关系, 但与实际使用性能关系不明确。

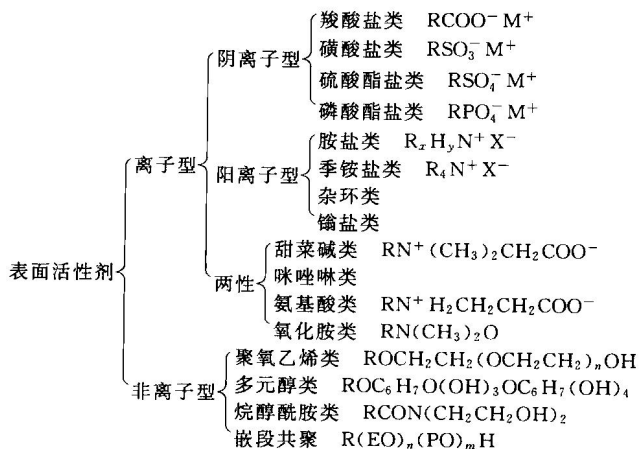


图 1-1 表面活性剂的分类

(3) 按照表面活性剂的组成结构分类

可分为常规表面活性剂和特种表面活性剂。表面活性剂中无论种类和产量最大的是由 C、H 组成的亲油基和由含 O、N、S 等元素组成的亲水基直接连接所形成的常规表面活性剂，许多著作对它们进行了详细的介绍。与此相对应的是结构特殊、含有其他元素、产量小、性能独特的表面活性剂，人们把它们称之为特种表面活性剂。

(4) 按照表面活性剂的性能特点分类

可分为常规表面活性剂和功能性表面活性剂。人们经常接触的常规表面活性剂一般都具有基本的表面性能，如降低表面张力、聚集形成胶束、润湿、乳化、分散等。但一些新型表面活性剂，带有某种活性官能团的表面活性剂，它除了普通表面活性剂所具有的一般性质外，还具有一些特定结构和性质。他们在某些方面表现出一些特有的功能性，如可反应性、杀菌性、螯合金属离子等，人们把它们称之为功能性表面活性剂。

1.3 表面活性剂的主要品种

1.3.1 阴离子表面活性剂

阴离子表面活性剂在水溶液中离解时生成的表面活性离子带负电荷。阴离子表面活性通常按照其亲水基可分为羧酸盐型、磺酸盐型、硫酸（酯）盐型和磷酸（酯）盐型等。羧酸盐型的亲油基主要由天然油脂提供。磺酸盐型的亲油基主要由石油化学品如正构烷烃、 α -烯烃、直链烷基苯等提供。硫酸（酯）盐和磷酸（酯）盐型的亲油基则主要由脂肪醇提供。

阴离子表面活性剂是表面活性剂工业中发展最早、产量最大、品种最多、工业化最成熟的一类。阴离子表面活性剂中产量最大、应用最广的是磺酸盐型，其次是硫酸盐型。

(1) 羧酸盐

羧酸盐型阴离子表面活性剂的亲水基为羧基（ $-\text{COO}-$ ），是典型的阴离子型表面活性剂。依亲油基与亲水基的连接方式可分为两种类型：一类是高级脂肪酸的盐类——皂类；另一类是亲油基通过中间键如酰胺键、酯键、醚键等与亲水基连接，可认为是改良型皂类。

① 高级脂肪酸盐 高级脂肪酸的钠盐、钾盐、铵盐、有机胺盐、锌盐、钙盐和铝盐等统称为高级脂肪酸盐，也称为皂，化学通式为 RCOOM ，其中 R 为 $\text{C}_7 \sim \text{C}_{19}$ 的烷基，M 为 Na^+ ， K^+ ， $\text{HN}^+(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ ， NH_4^+ ， Ca^{2+} 等。肥皂即属

高级脂肪酸盐,从广义上讲是指油脂、蜡、松香或脂肪酸、脂肪酸甲酯与碱(有机碱或无机碱)进行皂化或中和制得的产物。

② 亲油基通过中间基与羧基链接的羧酸盐 主要是脂肪酸与氨基酸缩合的产物,如 *N*-酰基氨基酸盐。常见的有下面几个品种。

a. *N*-酰基谷氨酸盐 $RCONHCH(COOM)CH_2CH_2COOM$, 主要品种有 *N*-月桂酰基谷氨酸钠(LGS-11)、*N*-椰油酰基谷氨酸钠(CGS-11)、*N*-椰油酰基谷氨酸三乙醇铵(CGT-12)、*N*-硬脂酰基谷氨酸钠(HGS-11)、*N*-油酰基谷氨酸钠(OGS)等。

b. *N*-酰基肌氨酸盐 (medialan) $RCON(CH_3)CH_2COOM$, 此系列表面活性剂中较重要的有月桂酰基肌氨酸钠、椰油酰基肌氨酸钠、十四酰基肌氨酸钠、油酰基肌氨酸钠等。

c. *N*-酰基多缩氨基酸盐 (*N*-酰基多肽) 用多肽混合物代替氨基酸与油酰氯缩合可制得 *N*-油酰基多缩氨基酸钠, 商品名为雷米邦-A (lamepon-A), 国内商品名为 613 洗涤剂。

d. 烷基醚羧酸盐 $R-(OCH_2CH_2)_nOCH_2COOM$, 烷基醚羧酸盐的主要品种有脂肪醇聚氧乙烯醚羧酸盐(AEC)、烷基酚聚氧乙烯醚羧酸盐(NPC, APEC)、烷醇酰胺醚羧酸盐(AMEC)。其中研究和应用较多的是 AEC。

(2) 硫酸酯盐

硫酸酯盐类主要是由脂肪醇或脂肪醇及烷基酚的乙氧基化物等羟基化合物与硫酸化试剂发生硫酸化作用,再经中和得到的一类阴离子表面活性剂。硫酸酯盐类的通式可表示为 $ROSO_3M$, 其中 R 可以是烷基、烯烃、酚醚、醇醚等。硫酸酯盐主要有以下几种。

① 脂肪醇硫酸盐 (FAS) 脂肪醇硫酸盐是最常见的硫酸酯盐,它是脂肪醇的硫酸化产物,又名(伯)烷基硫酸盐。通式为 $ROSO_3M$, M 为碱金属离子或铵离子,最常用的是十二烷基硫酸钠或铵(胺)盐、油醇硫酸盐等。

② 脂肪醇醚硫酸盐 $R-(OCH_2CH_2)_nOSO_3M$, 一般 $n=2\sim 3$ 。主要品种有脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠(AES)、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸铵(AESA)、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸三乙醇胺(TA40)、烷基酚聚氧乙烯醚硫酸酯盐(APES)。

③ 仲烷基硫酸盐 仲烷基硫酸盐是 α -烯烃的硫酸化产物,通式为 $RCH(CH_3)OSO_3M$ 。

④ 脂肪酸衍生物的硫酸酯盐 这类含硫酸酯基的缩合产物的通式为 $RCOXR'OSO_3M$, 其中 X 是氧(属酯类)、NH 或烷基取代的 N(酰胺), R' 是烷基或亚烷基、羟烷基或烷氧基。这类化合物中主要有如下几种。

a. 单甘酯硫酸酯盐 $RCOOCH_2CH(OH)CH_2OSO_3M$ 。

b. 烷醇酰胺硫酸酯盐 $\text{RCOONHCH}_2\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{M}$ 。

c. 油脂或脂肪酸酯的硫酸酯盐 其中最具代表性的是土耳其红油，它是蓖麻油经硫酸化、中和得到的产物。

d. 其他多元醇的脂肪酸偏酯硫酸酯盐。

(3) 磺酸盐

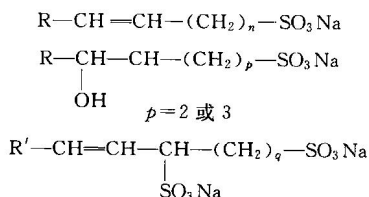
凡分子中具有 $-\text{C}-\text{SO}_3\text{M}$ 基团的阴离子表面活性剂，通称为磺酸盐型表面活性剂。磺酸盐型阴离子表面活性剂是产量最大应用最广的一类阴离子表面活性剂，主要品种如下。

① 烷基磺酸盐 RSO_3M ，M为碱金属或碱土金属离子，R的碳数应在 $\text{C}_{12}\sim\text{C}_{20}$ 范围内，以 $\text{C}_{13}\sim\text{C}_{17}$ 为佳。在其同系物中以十六烷基磺酸盐的性能最好。

② 烷基苯磺酸钠 包括直链烷基苯磺酸钠(LAS)和支链烷基苯磺酸钠(ABS)两类。支链烷基苯磺酸钠有良好的发泡力和润湿力， C_{14} 的ABS的发泡力和润湿力高于LAS。而去污力LAS稍优于ABS，特别是在高温下洗涤时更是如此。但由于ABS生物降解性差，已被LAS所替代。

③ 烷基萘磺酸盐 最简单和最早生产的烷基萘磺酸盐是丙基萘磺酸钠。现在主要生产丁基萘磺酸盐，它的应用比丙基萘磺酸盐更广泛。丁基(或二丁基)萘磺酸钠俗称“拉开粉”。

④ α -烯基磺酸盐(AOS) AOS主要成分为64%~72%的烯基磺酸盐(alkenyl sulfonate); 21%~26%的羟基磺酸盐(hydroxyl alkyl sulfonate); 7%~11%的二磺酸盐。



⑤ 脂肪酸甲酯 α -磺酸钠盐(MES) $\text{RCH}(\text{SO}_3\text{Na})\text{COOCH}_3$ ，它是由脂肪酸甲酯磺化反应制得。

⑥ 琥珀酸酯磺酸盐 可分为单酯型 $[\text{ROCOCH}_2\text{CH}(\text{SO}_3\text{M})\text{COOM}]$ 和双酯型 $[\text{ROCOCH}_2\text{CH}(\text{SO}_3\text{M})\text{COOR}]$ 两大类。琥珀酸单酯磺酸盐目前的主要品种有磺基琥珀酸单烷基酯盐(ASS, MS)、磺基琥珀酸单脂肪醇聚氧乙烯醚酯盐(AESS)、磺基琥珀酸烷基酚聚氧乙烯醚酯盐、磺基琥珀酸十一烯酰胺基乙酯盐(NS)、磺基琥珀酸月桂酰胺基乙酯盐(LASS)、磺基琥珀酸油酰胺基乙酯盐(OASS)、磺基琥珀酸蓖麻油酰胺基乙酯盐、磺基琥珀酸烷醇酰胺聚氧乙烯醚酯盐等。渗透剂OT(aexosol OT)是最早问世的一种琥珀酸双酯磺酸盐，是用2-乙基