

表面活性剂化学与应用

纺织专科学校教材

陈荣圻 编著

纺织工业出版社

纺织 学校教材

表面活性剂化学与应用

陈荣圻 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

全书比较系统地阐述表面活性剂的基本理论，如何正确选用和合理应用表面活性剂。内容包括表面活性剂总论；溶液表面吸附；表面活性剂在溶液中的表面活性；分子结构与性质的关系；表面活性剂的复配、润湿、渗透、乳化、分散、增溶、发泡与消泡和净洗等作用。

本书可作为纺织专科学校染整专业及其他应用表面活性剂的专业教科书，也可供应用、生产和研究表面活性剂的专业人员参考。

责任编辑：戴起

纺织专科学校教材
表面活性剂化学与应用

陈荣圻 编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

纺织工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米 1/32 印张：8 20/32 字数：222千字

1980年6月 第一版第一次印刷

印数：1—5,000 定价：2.10元

ISBN 7-5064-0421-4/TS·0412 (课)

前 言

表面活性剂除了在日常生活中作为洗涤剂以外，随着应用范围的广泛性和多样性，在日用化工、食品、农药、医药药品、合成化学、石油开采、矿冶、机械运转和城建工程中，表面活性剂都有它的特殊用途。在纺织染整工业中，更有日益广泛的用途，表面活性剂用量少而达到了意想不到的性能变化。它的应用机理和基础理论已逐步清楚和完善。品种发展众多，并将继续发展。

编写这本教材的宗旨是将已经成熟的基本原理作比较系统的阐明，结合各类表面活性剂的主要作用，使读者阅后初步做到正确选用和合理应用表面活性剂，因此本书定名为“表面活性剂化学与应用”。限于篇幅，只能择重简叙，尽可能做到理论结合实际，文字通俗易懂，内容深入浅出。

本书第一章表面活性剂总论阐述表面活性剂的分类、结构特点和共性。第二章至第五章为表面活性剂的基础理论，试图从它的分子结构了解一些主要性质。第六章至第十章为表面活性剂的主要作用，逐章讨论有关润湿、渗透、乳化、分散、增溶、发泡、消泡和净洗等作用的基本原理和实践，并列举一些较新型的表面活性剂品种和性能。

本书可作为纺织专科学校应用表面活性剂的各类专业，特别是染整专业教材之用。编写过程中也注意到可供科技人员自学之用，希望对他们也有所裨益。因限于本人水平，尤其是表面活性剂领域内知识浅薄，书中必然存在错误之处，谨待批评指正，以便改进。

本书在编写过程中得到上海市第一纺织印职工大学染化教研室同仁的协助和支持。全稿承徐穆卿副教授详细审校，提出了许

多有益的意见，并承高等工业专科学校染整专业教科书审阅组审阅，在此均表谢忱。

编者

1988年9月

目 录

第一章 表面活性剂总论	(1)
第一节 表面活性剂的用途和在纺织染整工业中的应用	(1)
第二节 表面活性剂的分类	(2)
一、表面活性剂的结构特点和表示方法.....	(2)
二、表面活性剂的分类.....	(4)
第三节 各类表面活性剂的分子结构特点和基本性能	(6)
一、阴离子表面活性剂.....	(6)
二、阳离子表面活性剂.....	(15)
三、两性表面活性剂.....	(19)
四、非离子型表面活性剂.....	(20)
五、特殊类型表面活性剂.....	(32)
第四节 表面活性剂的一般性质	(37)
一、溶解度.....	(37)
二、化学稳定性.....	(39)
三、毒性.....	(40)
四、生物降解.....	(42)
第五节 表面活性剂的鉴定	(43)
一、表面活性剂离子类型的鉴定.....	(44)
二、仪器分析方法鉴定表面活性剂.....	(45)
第二章 表面张力及溶液表面吸附	(47)
第一节 物质的表面张力及其有关现象	(47)
一、物质的表面层分子的性质和表面张力.....	(47)
二、弯曲表面的附加压力——Laplace 公式.....	(51)
三、表面张力的测定.....	(53)

第二节	溶液表面的吸附现象	(58)
一、	溶液表面的吸附现象	(58)
二、	吉布斯吸附公式	(59)
三、	表面活性物质的吸附层结构——希斯科夫斯基 (ШИШКОВСКИЙ) 方程式	(60)
第三章	表面活性剂在溶液中的表面活性	(66)
第一节	胶束的形成及其性质	(66)
一、	胶束的形成	(66)
二、	胶束形成的机理	(69)
三、	胶束的结构和形状	(71)
四、	胶束量及其测定	(72)
第二节	临界胶束浓度及其测定	(74)
一、	临界胶束浓度	(74)
二、	临界胶束浓度的测定方法	(78)
第三节	胶束量和临界胶束浓度在水溶液中的影响因素	(81)
一、	表面活性剂的分子结构	(82)
二、	温度	(86)
三、	电解质	(87)
第四章	表面活性剂的分子结构与性质的关系	(89)
第一节	亲疏平衡值(HLB)	(89)
一、	HLB值的定义和物理意义	(89)
二、	HLB值的测定和计算方法	(92)
三、	HLB值的应用	(99)
第二节	表面活性剂的分子结构对其性质的影响	(101)
一、	表面活性剂降低表面张力的效率和有效值	(101)
二、	表面活性剂的疏水基种类及其性质的关系	(105)
三、	表面活性剂的亲水基及其性质的关系	(109)
四、	分子量的影响	(112)

第三节	聚丙烯类非离子型表面活性剂的浊点	(116)
一、	浊点及其测定.....	(116)
二、	影响浊点的因素.....	(117)
第五章	表面活性剂中添加物对表面活性剂的影响	(123)
第一节	同系物对表面活性剂的影响	(124)
第二节	无机盐对表面活性剂的影响	(125)
第三节	有机物质对表面活性剂的影响	(130)
一、	极性有机物.....	(130)
二、	水溶性高分子化合物.....	(132)
第四节	不同类型表面活性剂的混合物对表面活性剂的影响	(133)
一、	非离子表面活性剂与离子表面活性剂的混合物.....	(133)
二、	阳离子表面活性剂与阴离子表面活性剂的混合物.....	(135)
第六章	润湿作用和渗透作用	(139)
第一节	润湿作用和渗透作用的一般概论	(139)
第二节	润湿与渗透的基本理论	(140)
一、	润湿的基础理论.....	(140)
二、	渗透的基础理论.....	(153)
第三节	检测和量度润湿(渗透)作用的方法	(154)
一、	接触角的测定.....	(154)
二、	纱带沉降法和帆布沉降法.....	(156)
三、	毛细管上升高度的测定.....	(157)
第四节	影响润湿作用的因素	(158)
一、	表面活性剂的分子结构.....	(158)
二、	浓度的影响.....	(162)
三、	温度的影响.....	(163)
第五节	润湿剂和渗透剂的选用	(164)

一、润湿剂和渗透剂的选用	(164)
二、弱酸和弱碱性溶液的润湿剂	(165)
三、强碱性溶液的润湿剂	(167)
四、强酸性溶液的润湿剂	(169)
第六节 反润湿——防水、防油和易去污整理的	
理论基础	(170)
一、防水原理	(170)
二、防油原理	(173)
三、易去污和防污原理	(174)
第七章 乳化作用和分散作用	(178)
第一节 乳状液和悬浮液	(178)
一、乳状液的类型	(178)
二、乳状液的制备和转相	(180)
三、分散作用和悬浮液	(181)
第二节 乳状液和悬浮液的稳定性	(181)
一、乳状液的不稳定性	(181)
二、悬浮液的不稳定性	(181)
三、分散胶体学	(184)
四、表面活性剂的作用	(186)
第三节 乳化剂及其选用	(191)
一、常用乳化剂	(191)
二、根据HLB值选用乳化剂	(193)
三、HLB值和其他方法相结合的乳化剂选用	
方法	(195)
四、PIT方法选用乳化剂	(195)
第四节 分散剂及其选用	(197)
一、常用分散剂	(197)
二、不溶性染料用分散剂	(198)
三、分散染料用分散剂	(201)

第八章 增溶作用	(206)
第一节 增溶作用	(206)
一、增溶作用.....	(206)
二、增溶作用的应用.....	(208)
三、增溶作用的方式.....	(208)
第二节 增溶作用的影响因素	(210)
一、表面活性剂 (增溶剂)	(210)
二、增溶溶解质.....	(212)
三、温度的影响.....	(213)
第九章 发泡和消泡作用	(216)
第一节 泡沫的形成和破裂	(217)
一、泡沫的形成.....	(217)
二、泡沫的不稳定性和泡沫破裂过程.....	(219)
三、泡沫质量的衡量.....	(220)
第二节 泡沫稳定性	(224)
一、影响泡沫稳定性的因素.....	(224)
二、提高泡沫稳定性.....	(231)
第三节 消泡作用	(236)
一、消泡机理.....	(236)
二、消泡剂.....	(237)
第十章 净洗作用	(239)
第一节 净洗作用的基本过程	(239)
一、净洗作用的基本过程.....	(239)
二、污垢和去污力测定.....	(241)
第二节 净洗作用的机理	(242)
一、液体油污的去除.....	(242)
二、固体污垢的去除.....	(246)
三、混合污垢的净洗.....	(249)
第三节 影响净洗作用的因素	(249)

一、表面活性剂的分子结构.....	(249)
二、表面张力的降低.....	(250)
三、吸附作用.....	(251)
四、表面活性剂的浓度.....	(252)
五、增溶作用.....	(253)
六、发泡作用.....	(253)
七、温度.....	(254)
八、纺织品的物理特性.....	(255)
第四节 净洗剂的种类及其特性.....	(256)
一、阴离子型洗涤剂.....	(256)
二、阳离子型洗涤剂.....	(260)
三、非离子型洗涤剂.....	(261)
四、助洗剂.....	(262)
参考文献.....	(265)

第一章 表面活性剂总论

第一节 表面活性剂的用途和在纺织染整工业中的应用

日常生活中很早就使用肥皂，大约在纪元初已有人采用脂肪与木炭和石炭共沸的方法制取肥皂。过去就常用草木灰汁水洗涤油污。实际上洗涤过程本身是油脂经皂化为肥皂，从而使油污脱离衣物的过程。人们早已利用作为洗涤剂的皂角，也是一种肥皂。随着科学和生产的发展，制造出更好的“肥皂”——合成洗涤剂，其品种和产量不断增加，应用范围远远超出了“洗涤”领域，这类物质已不能简单地以“肥皂”和“洗涤剂”来称呼，而以“表面活性剂”这一名称来统称。所以称为表面活性剂的主要特点之一是表面活性剂的溶液，即使在浓度很小时，也易吸附于表面（界面），从而显著改变表面（界面）性质。表面（界面）发生质的变化后，更适合于生产上的某些要求，如降低溶剂的表面张力及其与其他液体间的界面张力，增加润湿、乳化、起泡和洗涤性能等。因此，除了日用洗涤剂以外，表面活性剂广泛应用于纺织、制药、农药、化妆品、食品、石油、采矿、高分子化学、土建、冶金、机械等工业生产和农业生产中。

在纺织印染工业中，越来越广泛地应用表面活性剂来促进纺织印染生产过程顺利、快速、有效地进行，对于提高产品质量，简化工艺过程起了极大的作用。其作用如：润滑、润湿、渗透、乳化、分散、增溶、发泡、消泡、净洗、匀染、固色、柔软、防水、防污和抗静电等。表面活性剂主要还是作为净洗剂。而纺织工业的表面活性剂用量达总量的33%。在纺织染整工业中，表面

活性剂用量印染约占18%，练漂和净洗约占37%；整理及后处理约占15%，其他约为30%。

在经纱上浆时，加入润湿剂后可达到良好的上浆效果，防止断头，增加纱线的润滑性和弹性，并易于退浆。退浆时加入润湿和乳化等表面活性剂，使退浆效果提高。煮练时加入耐碱、耐高温的润湿和乳化用表面活性剂，有助于除尽棉布中的油脂、蜡质和棉籽壳。漂白时加入润湿剂后，可提高氧漂液的稳定性和对亚漂催化剂的分解作用，从而提高织物的白度、强度和柔软性。丝光时加入耐强碱的润湿剂，能提高碱液的渗透性，从而提高丝光效果。

染色和印花中大量使用表面活性剂，以促进染色液或色浆的润湿、渗透、扩散、助溶和匀染，从而提高给色量和产品质量。整理过程中加入表面活性剂，使树脂整理质量提高，并赋予柔软、防水、防油污、抗静电等作用。

综上所述，表面活性剂在日常生活、工农业生产和纺织染整加工过程中，已成为一种不可缺少的助剂。同时，适用于各种功能的新颖表面活性剂不断问世乃势所必然。

第二节 表面活性剂的分类



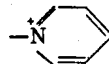
一、表面活性剂的结构特点和表示方法

表面活性剂是这样一种物质，加入很少量时即能大大降低溶剂（一般为水）的表面张力（气/液）或界面张力（液/液），改变界面状态，使界面呈活化状态，从而产生润湿、乳化、增溶、发泡、净洗等一系列作用，以达到实际应用。

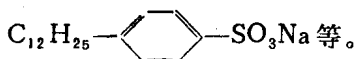
实际应用的表面活性剂品种很多，但若将其化学结构的特点予以归纳，会发现表面活性剂有一个共同的基本结构，即分子中有一个对溶剂（主要是水）吸引力弱的基团如碳氢化合物，称为疏液基团（或称憎液基团），在水溶液中通常称之为疏水基团，

也可称为亲油 (Lipophile) 基团。另一个是对溶剂 (或水) 吸引力强的基团, 称为亲液基团或亲水基团 (Hydrophile)。此亲水基团可以是离子, 也可以是不电离的基团。因此, 表面活性剂分子中既存在亲水基团 (一个或一个以上), 又存在亲油基团, 是一种两亲分子, 这样的分子结构使之一部分溶于水而另一部易自

表1-1 表面活性剂的主要亲油基和亲水基

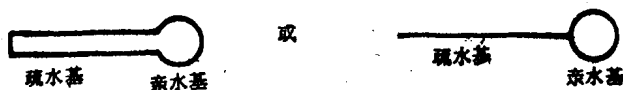
亲油基原子团	亲水基原子团
烷烃基R—	羧酸基 (脂肪酸基) —COONa
烷基苯基R— 	羟基 (多元醇) —OH
烷基酚基R— 	磺酸基 —SO ₃ Na
脂肪酸基R—COO—	硫酸酯基 —OSO ₃ Na
脂肪酸酰胺基R—CONH—	磷酸盐 $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ -\text{P}(\text{ONa})_2 \end{matrix}$
脂肪醇基R—O—	胺盐、季铵盐 —N ⁺ —(CH ₃) ₃
脂肪胺基R—NH—	吡啶鎓盐 
马来酸烷基酯基 $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{R}-\text{O}-\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O} \end{matrix}$	氨基酸 —NH—CH ₂ CH ₂ COONa 甜菜碱 —N ⁺ (CH ₃) ₃ CH ₂ COO ⁻ 氧乙烯基 —CH ₂ CH ₂ O—
烷基酮基R— $\begin{matrix} \text{O} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2- \end{matrix}$	
聚氧丙烯基—O—(CHCH ₂ O—) _n $\begin{matrix} \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ (R是烷烃链, 碳原子在8~10以上) 有机硅类 (聚硅氧烷类) 碳化氟类 (全氟化和部分氟化)	

水中逃离而具双重性质，如肥皂 $C_{17}H_{35}C(=O)ONa$ 、合成洗涤剂



构成表面活性剂的亲油基团和亲水基团的种类很多。它们之中有代表性的见表1-1。

尽管表面活性剂有各种各样的性能和用途，但就它们的分子结构而言，都是由亲水基和疏水基两部分所组成，表示如下：



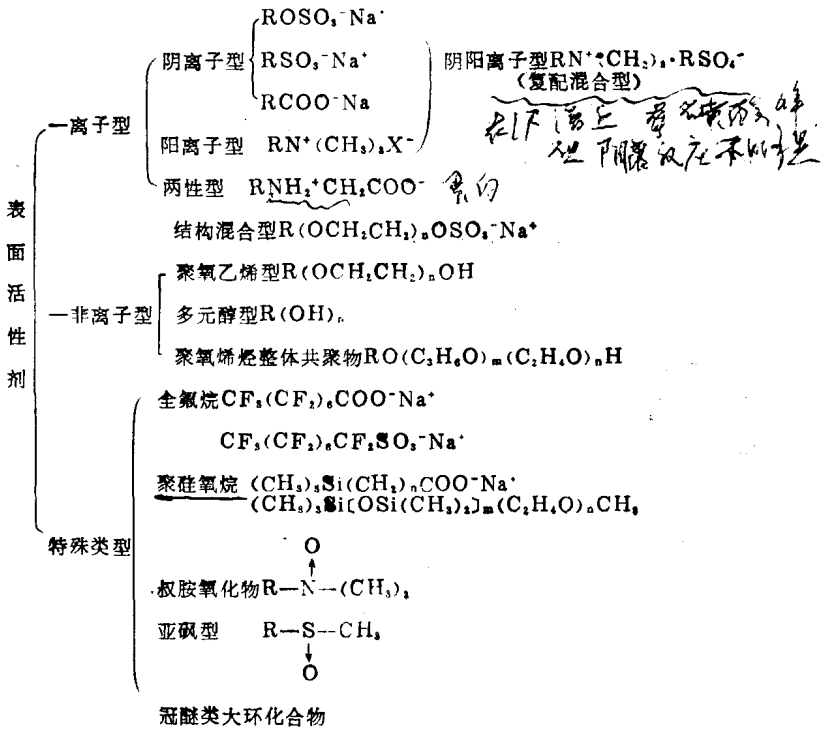
二、表面活性剂的分类

由于亲水基和疏水基种类很多，以致由它们组合的表面活性剂数量也多，约四千至五千种。为了了解它们的性质、结构、用途和合成，必须进行分类。现在普遍采用的是ISO(International Standard Organization) 分类法，即ISO2131-1972(E)简单分类法，和在此基础上进一步完善的ISO/TR896-1977(E)科学分类法。根据绝大部分表面活性剂是水溶性的，使用这种分类法较好地将结构、理化性质和应用反映出来，简单明了，易于系统掌握。

对油溶性表面活性剂如含氟型、有机金属型、高分子型的特殊类型表面活性剂，尚无统一的ISO分类法。表面活性剂的分类见表1-2。

1. 按离子类型分类 表面活性剂溶于水时，凡能电离生成离子的叫做离子型表面活性剂；凡不能电离的叫做非离子表面活性剂。离子型表面活性剂按生成的离子性质可再分成阴离子、阳离子和两性表面活性剂。这种分类法有许多优点，因为每种离子的表面活性剂都各有其特性，所以只要弄清楚表面活性剂的离子类

表1-2 表面活性剂分类



型，就可以决定其应用范围。例如，已知是阴离子型的，便不能与阳离子型物质同时使用，否则就会生成沉淀。而对于酸性染料、活性染料、直接染料等同电荷性的化合物不会有什么不良影响，可以在一起使用；而对于阳离子染料就不能同时使用。

2. 按分子量分类

(1) 低分子表面活性剂。分子量约在200~1000。大部分表面活性剂都是低分子表面活性剂。

(2) 中分子表面活性剂。分子量约在1000~10000。例如，聚氧丙烯、聚氧乙烯醚。

(3) 高分子表面活性剂。分子量在10000以上。例如，聚合脂

肪酸（或聚酯）类、天然糖类、蛋白质等。

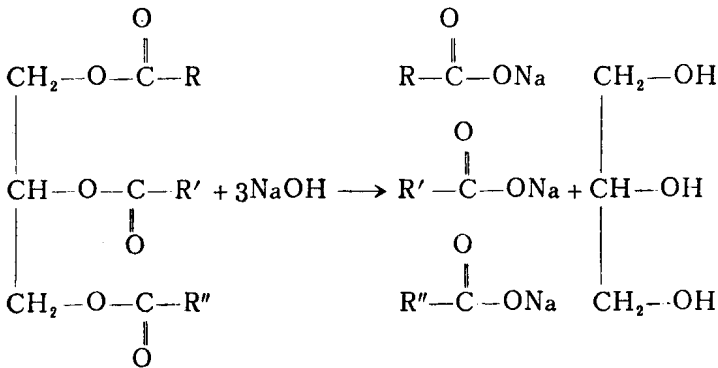
3. 按工业用途分类 从工业实用出发，表面活性剂可分为精练剂、渗透剂、润湿剂、乳化剂、分散剂、起泡剂、消泡剂、净洗剂、杀菌剂、匀染剂、缓染剂、柔软剂、固色剂、平滑剂、抗静电剂、防锈剂等。

第三节 各类表面活性剂的分子结构特点和基本性能

一、阴离子表面活性剂

阴离子表面活性剂在表面活性剂产品中耗量最多，达76%~80%，是最早应用的一种表面活性剂，且价格低，应用性能是多方面的。

1. 羧酸盐类(R-COONa) 肥皂——脂肪酸盐(钠盐为多)，是一种最古老的表面活性剂，现在仍大量应用于日常生活和生产中。肥皂比较容易制造，油脂与碱作用即生成脂肪酸钠与甘油。



R、R'、R''为C₁₁~C₁₇的饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。例如，牛油中含有14%~32%硬脂酸，24%~32%软脂酸，2%~3%肉豆蔻酸，1%~3%棕榈油酸，35%~48%亚油酸；豆油中