

高等学校教材

表面活性剂化学

► 王世荣 李祥高 刘东志 等编



化学工业出版社

教材出版中心

高 等 学 校 教 材

表面活性剂化学

王世荣 李祥高 刘东志 等编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

表面活性剂化学/王世荣, 李祥高, 刘东志等编. —北京:
化学工业出版社, 2005. 8
高等学校教材
ISBN 7-5025-7354-2

I. 表… II. ①王… ②李… ③刘… III. 表面活性剂-
表面化学-高等学校: 教材 IV. 0647. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 097205 号

高等学校教材

表面活性剂化学

王世荣 李祥高 刘东志 等编

责任编辑: 何 丽

文字编辑: 林 媛

责任校对: 宋 玮

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 348 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7354-2

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

表面活性剂是一类重要的精细化学品，用途十分广泛，在洗涤、纺织、石油、建筑、涂料、农药和医药等各行行业中发挥着重要的作用，其应用范围几乎覆盖了精细化工的所有领域。近年来，随着高新技术的不断发展，表面活性剂的需求量和年产量持续增长，也为其基础理论的研究和新品种的开发提出了更高的要求。

目前，关于表面活性剂的专著和学术论文很多，从不同的角度论述了表面活性剂的特性、应用和新品种的开发。本教材力图全面介绍表面活性剂的有关概念、性质、应用原理、重要类型表面活性剂的典型合成方法等，适用于普通高等学校本科生学习使用，对工程技术人员了解、应用和开发表面活性剂也有帮助。

教材共分9章，第1章为概述；第2章介绍表面活性剂的有关基本概念和理论；第3章重点介绍表面活性剂的应用原理；第4~7章分别讲述了阴离子、阳离子、两性型和非离子表面活性剂的典型品种和合成方法；第8章简要介绍了碳氟、含硅、高分子等特殊类型的表面活性剂；第9章介绍表面活性剂的复配理论和相关研究成果。

本书第1~3章和第9章由王世荣、刘东志编写；第4~6章由李祥高、刘东志编写；第7、8章由何莉莉编写。

由于编者水平有限，时间仓促，教材涉及内容较为广泛，错误和不妥之处恳请读者批评指正。

编 者
2005 年 5 月

内 容 提 要

本书全面介绍了表面活性剂的分类、国内外发展状况、作用原理、功能与应用、重要类型表面活性剂的典型品种和合成方法（包括阴离子、阳离子、两性型和非离子表面活性剂）、表面活性剂的复配理论和相关研究成果。对于碳氟、含硅、高分子等特殊类型的表面活性剂本书也进行了简要介绍。

本书可作为普通高等学校化学、化工、精细化工、应用化学、轻化工等相关专业本科生教材，对工程技术人员了解、应用和开发表面活性剂也有帮助。

目 录

第 1 章 表面活性剂概述	1
1.1 表面活性剂的分类	1
1.1.1 按离子类型分类	1
1.1.2 按亲水基的结构分类	2
1.1.3 按疏水基种类分类	3
1.1.4 按表面活性剂的特殊性分类	3
1.1.5 其他分类方法	4
1.2 表面活性剂的国内外发展状况	4
1.2.1 世界表面活性剂工业的发展状况	4
1.2.2 我国表面活性剂工业的现状及其未来发展趋势	5
参考文献	7
 第 2 章 表面活性剂的作用原理	8
2.1 表面张力与表面活性	8
2.1.1 表面张力和表面自由能	8
2.1.2 表面活性与表面活性剂	11
2.1.3 表面活性剂的结构特点	12
2.2 表面活性剂胶束	13
2.2.1 胶束的形成	13
2.2.2 临界胶束浓度	14
2.2.3 胶束的形状和大小	18
2.2.4 胶束作用简介	19
2.3 表面活性剂结构与性能的关系	20
2.3.1 表面活性剂的亲水性	20
2.3.2 亲油基团的影响	23
2.3.3 亲水基团的影响	24
2.3.4 分子形态的影响	24
2.3.5 分子量的影响	25
2.3.6 表面活性剂的溶解度	25
2.3.7 表面活性剂的安全性和温和性	26
2.3.8 表面活性剂的生物降解性	26
参考文献	27

第3章 表面活性剂的功能与应用	28
3.1 增溶作用	28
3.1.1 增溶作用的定义和特点	28
3.1.2 增溶作用的方式	29
3.1.3 增溶作用的主要影响因素	30
3.1.4 增溶作用的应用	31
3.2 乳化与破乳作用	32
3.2.1 乳状液的类型及形成	32
3.2.2 影响乳状液稳定性的因素	34
3.2.3 乳化剂及其选择依据	36
3.2.4 乳状液的破乳	37
3.2.5 乳化和破乳的应用	37
3.3 润湿功能	39
3.3.1 润湿过程	39
3.3.2 表面活性剂的润湿作用	40
3.3.3 润湿剂	41
3.3.4 表面活性剂在润湿方面的应用	42
3.4 起泡和消泡作用	46
3.4.1 泡沫的形成及其稳定性	46
3.4.2 表面活性剂的起泡和稳泡作用	50
3.4.3 表面活性剂的消泡作用	52
3.4.4 起泡与消泡的应用	56
3.5 洗涤和去污作用	59
3.5.1 液体油污的去除	60
3.5.2 固体污垢的去除	61
3.5.3 影响表面活性剂洗涤作用的因素	62
3.5.4 表面活性剂在洗涤剂中的应用	65
3.6 分散和絮凝作用	67
3.6.1 表面活性剂对固体微粒的分散作用	68
3.6.2 表面活性剂的絮凝作用	69
3.7 表面活性剂的其他功能	69
3.7.1 柔软平滑作用	69
3.7.2 抗静电作用	70
3.7.3 杀菌功能	70
参考文献	70
第4章 阴离子表面活性剂	71
4.1 阴离子表面活性剂概述	71
4.1.1 阴离子表面活性剂的分类	71
4.1.2 磺酸基的引入方法	72
4.2 烷基苯磺酸盐	72

4.2.1 烷基苯磺酸钠结构与性能的关系	73
4.2.2 烷基芳烃的生产过程	77
4.2.3 烷基芳烃的磺化	80
4.2.4 烷基苯磺酸的后处理	84
4.2.5 烷基苯磺酸盐的应用	85
4.3 α -烯烃磺酸盐	86
4.3.1 α -烯烃磺酸盐的性质和特点	87
4.3.2 α -烯烃的磺化历程	89
4.3.3 α -烯基磺酸盐的生产条件	91
4.4 烷基磺酸盐	93
4.4.1 烷基磺酸盐的性质和特点	93
4.4.2 氧磺化法生产烷基磺酸盐	94
4.4.3 氯磺化法制备烷基磺酸盐	97
4.5 琥珀酸酯磺酸盐	99
4.5.1 琥珀酸酯磺酸盐结构与性能的关系	100
4.5.2 Aerosol OT 的合成与性能	100
4.5.3 脂肪醇聚氧乙烯醚琥珀酸单酯磺酸钠	102
4.5.4 磺基琥珀酸 N-酰基聚氧乙烯醚单酯钠盐	102
4.6 高级脂肪酰胺磺酸盐	103
4.6.1 高级脂肪酰胺磺酸盐的一般制法	103
4.6.2 净洗剂 209 的性能与合成	104
4.6.3 净洗剂 LS	105
4.7 其他类型阴离子表面活性剂	106
4.7.1 硫酸酯盐型阴离子表面活性剂	106
4.7.2 磷酸酯盐型阴离子表面活性剂	107
4.7.3 羧酸盐型阴离子表面活性剂	108
参考文献	108

第 5 章 阳离子表面活性剂	109
5.1 阳离子表面活性剂概述	109
5.1.1 阳离子表面活性剂的分类	110
5.1.2 阳离子表面活性剂的性质	112
5.2 阳离子表面活性剂的合成	114
5.2.1 烷基季铵盐	114
5.2.2 含杂原子的季铵盐	117
5.2.3 含有苯环的季铵盐	118
5.2.4 含杂环的季铵盐	121
5.2.5 胺盐型	125
5.2.6 咪唑啉盐	128
5.3 阳离子表面活性剂的应用	129
5.3.1 消毒杀菌剂	129

5.3.2 腈纶匀染剂	129
5.3.3 抗静电剂	129
5.3.4 矿物浮选剂	129
5.3.5 相转移催化剂	130
5.3.6 织物柔软剂	130
参考文献	131

第6章 两性表面活性剂 132

6.1 两性表面活性剂概述	133
6.1.1 两性表面活性剂的特性	133
6.1.2 两性表面活性剂的分类	134
6.2 两性表面活性剂的性质	135
6.2.1 两性表面活性剂的等电点	135
6.2.2 临界胶束浓度与 pH 值的关系	137
6.2.3 pH 值对表面活性剂溶解度和发泡性的影响	137
6.2.4 在基质上的吸附量及杀菌性与 pH 值的关系	137
6.2.5 甜菜碱型两性表面活性剂的临界胶束浓度与碳链长度的关系	138
6.2.6 两性表面活性剂的溶解度和 Krafft 温度点	138
6.2.7 表面活性剂结构对钙皂分散力的影响	139
6.2.8 去污力	139
6.3 两性表面活性剂的合成	140
6.3.1 羧酸甜菜碱型两性表面活性剂的合成	140
6.3.2 磺酸甜菜碱的合成	144
6.3.3 硫酸酯甜菜碱的合成	145
6.3.4 含磷甜菜碱的合成	146
6.3.5 咪唑啉型两性表面活性剂的合成	147
6.3.6 氨基酸型表面活性剂的合成	149
6.4 两性表面活性剂的应用	149
6.4.1 洗涤剂及香波组分	150
6.4.2 杀菌剂	150
6.4.3 纤维柔软剂	150
6.4.4 缩绒剂	150
6.4.5 抗静电剂	150
6.4.6 金属防锈剂	151
6.4.7 电镀助剂	151
参考文献	151

第7章 非离子表面活性剂 152

7.1 概述	152
7.1.1 非离子表面活性剂的发展状况	152
7.1.2 非离子表面活性剂的定义	153

7.1.3 非离子表面活性剂的分类	153
7.2 非离子表面活性剂的性质	155
7.2.1 HLB 值	155
7.2.2 浊点及亲水性	155
7.2.3 临界胶束浓度	157
7.2.4 表面张力	157
7.2.5 润湿性	158
7.2.6 起泡性和洗涤性	158
7.2.7 生物降解性和毒性	159
7.3 合成聚氧乙烯表面活性剂的基本反应——氧乙基化反应	159
7.3.1 反应机理	159
7.3.2 影响反应的主要因素	161
7.4 非离子表面活性剂的合成	163
7.4.1 脂肪醇聚氧乙烯醚 (AEO)	163
7.4.2 烷基酚聚氧乙烯醚	168
7.4.3 聚乙二醇脂肪酸酯	170
7.4.4 脂肪酰醇胺 (聚氧乙烯酰胺)	171
7.4.5 聚氧乙烯烷基胺	172
7.4.6 聚醚	174
7.4.7 多元醇的脂肪酸酯类	176
参考文献	178

第 8 章 特殊类型的表面活性剂	179
8.1 碳氟表面活性剂	179
8.1.1 碳氟表面活性剂的性质	179
8.1.2 碳氟表面活性剂的分类	180
8.1.3 碳氟表面活性剂的应用	182
8.1.4 碳氟表面活性剂的主要合成方法	185
8.2 含硅表面活性剂	189
8.2.1 分类	189
8.2.2 合成方法	190
8.3 高分子表面活性剂	193
8.3.1 高分子表面活性剂的特性	193
8.3.2 高分子表面活性剂的分类	195
8.3.3 高分子表面活性剂的主要品种及合成	195
8.4 冠醚型表面活性剂	197
8.4.1 冠醚型表面活性剂的性质及应用	197
8.4.2 冠醚型表面活性剂的合成方法	198
8.5 反应型表面活性剂	199
8.5.1 羟甲基化合物	199
8.5.2 活性卤素化合物	199

8.5.3 环氧化合物	200
8.5.4 环氮乙烷衍生物	200
8.6 生物表面活性剂	200
8.6.1 生物表面活性剂的形成和制备	200
8.6.2 生物表面活性剂的性质	201
8.6.3 生物表面活性剂的应用	202
参考文献	202

第9章 表面活性剂的复配	203
9.1 表面活性剂分子间的相互作用参数	204
9.1.1 分子间相互作用参数 β 的确定和含义	204
9.1.2 影响分子间相互作用参数的因素	205
9.2 产生加和增效作用的判据	206
9.2.1 降低表面张力	206
9.2.2 形成混合胶束	207
9.2.3 综合考虑	207
9.3 表面活性剂的复配体系	208
9.3.1 阴离子-阴离子表面活性剂复配体系	209
9.3.2 阴离子-阳离子表面活性剂复配体系	209
9.3.3 阴离子-两性表面活性剂复配体系	210
9.3.4 阴离子-非离子表面活性剂复配体系	211
9.3.5 阳离子-非离子表面活性剂复配体系	212
9.3.6 非离子-非离子表面活性剂复配体系	212
参考文献	212

第 1 章

表面活性剂概述

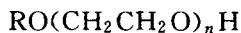
表面活性剂 (surface active agent; surfactant) 是一类重要的精细化学品, 早期主要应用于洗涤、纺织等行业, 现在其应用范围几乎覆盖了精细化工的所有领域。目前人们对表面活性剂的定义尚无统一的描述, 但普遍认为从其名称上看应包括三方面的含义, 即“表(界)面”(surface)、“活性”(active)和“添加剂”(agent)。具体地讲, 表面活性剂应当是这样一类物质, 在加入量很少时即能明显降低溶剂(通常为水)的表面(或界面)张力, 改变物系的界面状态, 能够产生润湿、乳化、起泡、增溶及分散等一系列作用, 从而达到实际应用的要求。

1.1 表面活性剂的分类

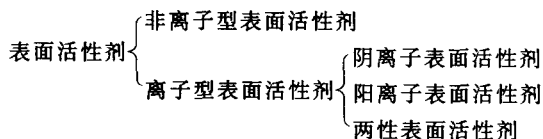
表面活性剂的品种很多, 可以从不同角度进行分类, 例如按照离子类型分类、按照亲水基结构和疏水基的种类分类、按照表面活性剂结构的特殊性分类等, 此外还有其他分类方法。

1.1.1 按离子类型分类

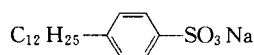
这是表面活性剂研究与应用过程中最常用的分类方法。大多数表面活性剂是水溶性的, 根据它们在水溶液中的状态和离子类型可以将其分为非离子型表面活性剂和离子型表面活性剂。非离子型表面活性剂在水中不能离解产生任何形式的离子, 如脂肪醇聚氧乙烯醚, 其结构式为



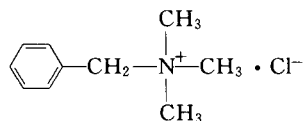
离子型表面活性剂在水溶液中能够发生电离, 并产生带正电或带负电的离子。根据离子的类型, 该类表面活性剂又可分为阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂和两性表面活性剂三种。



例如十二烷基苯磺酸钠在水中可以电离出磺酸根, 属于阴离子表面活性剂, 苄基三甲基氯化铵电离产生季铵阳离子, 属于阳离子表面活性剂。

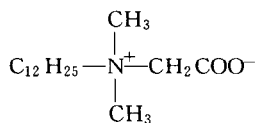


十二烷基苯磺酸钠



苄基三甲基氯化铵

两性表面活性剂分子中同时存在酸性和碱性基团，如十二烷基甜菜碱。这类表面活性剂在水中的离子性质通常与溶液的 pH 值有关。



十二烷基甜菜碱

1.1.2 按亲水基的结构分类

表面活性剂分子主要由亲水基团和疏水基团两部分构成，其中亲水基团的结构对表面活性剂的性质影响很大，因此人们也常常按亲水基团对表面活性剂进行分类。主要亲水基团的名称、结构及相关表面活性剂的实例如表 1-1 所示。

表 1-1 按亲水基结构分类的表面活性剂类型

亲水基团类型		亲水基团结构	表面活性剂实例
羧酸盐型		$-\text{COO}^- \text{M}^+$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$
磺酸盐型		$-\text{SO}_3^- \text{M}^+$	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$
硫酸酯盐型		$-\text{OSO}_3^- \text{M}^+$	$\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{OSO}_3\text{Na}$
磷酸酯盐型	单酯	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{O}-\text{P}-\text{OM} \\ \mid \\ \text{OM} \end{array}$	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OPO}_3\text{Na}_2$
	双酯	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ -\text{O}-\text{P} \\ \diagup \quad \diagdown \\ -\text{O} \quad \text{OM} \end{array}$	$(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{O})_2\text{PO}_2\text{Na}$
胺盐型	伯胺盐	$-\text{NH}_2 \cdot \text{HX}$	$\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$
	仲胺盐	$\begin{array}{c} \\ -\text{NH} \cdot \text{HX} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{NH} \cdot \text{HCl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	叔胺盐	$\begin{array}{c} \\ -\text{N} \cdot \text{HX} \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{N}-\text{CH}_3 \cdot \text{HCl} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
季铵盐		$\begin{array}{c} \\ -\text{N}^+ \cdot \text{X}^- \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{N}^+-\text{CH}_3 \cdot \text{Cl}^- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

续表

亲水基团类型		亲水基团结构	表面活性剂实例
镕盐型	磷化合物	$\text{—P}^+ \cdot \text{X}^-$	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{—P}^+(\text{CH}_3)_2\text{—C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Br}^-$
	砷化合物	$\text{—As}^+ \cdot \text{X}^-$	$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{—As}^+(\text{CH}_3)_2\text{—CH}_2\text{—C}_6\text{H}_4 \cdot \text{Br}^-$
	硫化合物	$\text{—S}^+ \cdot \text{X}^-$	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{—S}^+(\text{CH}_3)_2 \cdot ^-\text{OSO}_3\text{CH}_3$
	碘镕化合物	$\text{—I}^+ \cdot \text{X}^-$	$\left[\text{C}_{10}\text{H}_7 \right]^+ \cdot \text{HSO}_4^-$
多羟基型		—OH	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_2\text{—C}(\text{CH}_2\text{OH})_2$
聚氧乙烯型		$\text{—(CH}_2\text{CH}_2\text{O)}_n\text{—}$	$\text{C}_9\text{H}_{19}\text{—C}_6\text{H}_4\text{—O(CH}_2\text{CH}_2\text{O)}_n\text{H}$

注：M⁺为碱金属离子或铵离子；X为Cl、Br、I、CH₃COO或HSO₄等。

在上述各种亲水基团中，羧酸盐、磺酸盐、硫酸酯盐和磷酸酯盐溶于水形成负离子，从离子类型上讲属于阴离子型亲水基团；胺盐、季铵盐和镕盐为阳离子型亲水基团；而羟基和聚氧乙烯基不发生离解，属于非离子型亲水基团。

1.1.3 按疏水基种类分类

疏水基是表面活性剂的另一个重要组成部分，通常由烃基构成，其结构不同主要表现在碳氢链结构的差异上。重要的疏水基类型有以下几种。

- ① 直链烷基 $\text{—C}_n\text{H}_{2n+1}$ ， $n=8\sim 20$
- ② 支链烷基 $\text{—C}_n\text{H}_{2n+1}$ ， $n=8\sim 20$
- ③ 烷基苯基 $\text{R—C}_6\text{H}_4\text{—}$ ， $\text{R}=\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ， $n=8\sim 16$
- ④ 烷基萘基 $\text{R—C}_{10}\text{H}_7\text{—}$ ， $\text{R}=\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ， $n>3$

⑤ 松香衍生物

⑥ 高分子量聚氧丙烯基 $\text{—(OC}_3\text{H}_7)_n\text{—}$

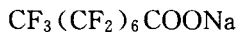
⑦ 长链全氟代烷基 $\text{—C}_n\text{F}_{2n+1}$ ， $n=6\sim 10$

⑧ 聚硅氧烷基 $\text{H}_3\text{C—Si(CH}_3)_2\text{—O—[Si(CH}_3)_2\text{—O]}_n\text{—Si(CH}_3)_2\text{—}$

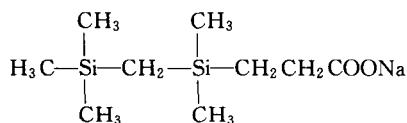
1.1.4 按表面活性剂的特殊性分类

新型表面活性剂显示出十分优异的应用性能，它们的结构与传统表面活性剂不同，这些特殊类型的表面活性剂主要有以下几类。

(1) 碳氟表面活性剂 是指疏水基碳氢链中的氢原子部分或全部被氟原子取代的表面活性剂。该类活性剂表面活性很高, 既具有疏水性, 又具有疏油性, 碳原子数一般不超过 10。例如全氟代辛酸钠:



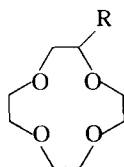
(2) 含硅表面活性剂 其活性介于碳氟表面活性剂和传统碳氢表面活性剂之间, 通常以硅烷基和硅氧烷基为疏水基, 例如



(3) 高分子表面活性剂 相对分子质量高于 1000 的表面活性剂被称为高分子表面活性剂, 根据来源可以分为天然、合成和半合成三类, 根据离子类型可以分为阴离子、阳离子、两性和非离子型四类。高分子表面活性剂起泡性小, 洗涤效果差, 但分散性、增溶性、絮凝性好, 多用作乳化剂或分散剂等。例如聚乙烯醇、聚丙烯酰胺、聚丙烯酸酯等是其主要品种。

(4) 生物表面活性剂 是细菌、酵母和真菌等微生物代谢产物过程中产生的具有表面活性的化合物, 其疏水基多为烃基, 亲水基可以是羧基、磷酸酯基及多羟基等。

(5) 冠醚型表面活性剂 冠醚是以氧乙烯基为结构单元构成的大环状化合物, 能够与金属离子络合, 在某些方面的性质与非离子表面活性剂类似, 例如:



烷基-12-冠-4

1.1.5 其他分类方法

除上述分类方法外, 按照表面活性剂的溶解性能可将其分为水溶性和油溶性表面活性剂; 按照分子量可分为低分子和高分子表面活性剂; 按照应用功能可分为乳化剂、洗涤剂、润湿剂、发泡剂、消泡剂、分散剂、絮凝剂、渗透剂及增溶剂等。

1.2 表面活性剂的国内外发展状况

1.2.1 世界表面活性剂工业的发展状况

世界表面活性剂工业是在第二次世界大战期间, 由于制皂的油脂十分匮乏而得以发展。第二次世界大战之后形成了独立的工业体系, 并随着石油化学工业的发展而日趋完善, 与合成橡胶、合成纤维一起成为新兴的化工产品, 在品种、质量、产量等方面均得到了迅速发展。

由于表面活性剂具有优良的润湿、乳化、去污、分散及渗透等特性, 它的应用领域不断扩大。与人民生活紧密相连的如香皂、香波、家用洗涤剂, 再如纺织行业中从纤维精练、整理到染色, 均有不同种类的表面活性剂与这些加工过程配套。在造纸工业中表面活性剂则用作蒸煮剂、施胶剂、废纸脱墨剂、柔软剂和消泡剂等; 在医药行业中用作消毒杀菌剂、药物的增溶剂、助悬剂等; 在食品工业中用作清洗剂、乳化剂、分散剂和稳定剂等。此外在皮革加工、金属加工、石油开采与精制、建筑等工业中也起着十分重要的作用, 有“工

业味精”的美誉。

目前全世界表面活性剂的品种有 6000 多种，商品牌号上万种，年产量接近 1200 万吨，呈缓慢、平稳的增长趋势。世界各地区表面活性剂的消费情况及预测如表 1-2 所示。

表 1-2 世界各地区表面活性剂的消费情况及预测

地 区	1995 年		2000 年		2005 年	
	消费量/万吨	占市场份额/%	消费量/万吨	占市场份额/%	消费量/万吨	占市场份额/%
北美	270	29.0	290	26.9	310	24.8
西欧	200	21.5	220	20.4	240	19.2
亚洲	290	31.2	360	33.3	440	35.2
其他	170	18.3	210	19.4	260	20.8
合计	930	100.0	1080	100.0	1250	100.0

表面活性剂包括家用、个人护理用、工业与公共设施用三部分，在不同时期各应用领域表面活性剂的消费量及所占市场份额有所变化。

表 1-3 不同领域表面活性剂的消费情况及预测

应用领域	1995 年		2000 年		2005 年	
	消费量/万吨	占市场份额/%	消费量/万吨	占市场份额/%	消费量/万吨	占市场份额/%
家用	470	50.5	550	50.9	640	51.2
个人护理	70	7.5	80	7.4	100	8.0
工业及公共设施	390	42.0	450	41.7	510	40.8
合计	930	100.0	1080	100.0	1250	100.0

从表 1-3 可以看出，家用表面活性剂占市场份额最大，超过了表面活性剂总消费量的一半，并仍有上升趋势。工业用表面活性剂所占比例的大小，从一个侧面反映了这个国家工业的发达程度，同时它也为工业的发展提供条件并起促进作用。发达国家的工业用表面活性剂几乎占整个表面活性剂产量的一半，例如日本在 20 世纪 80 年代初工业用表面活性剂占 62%，到 90 年代末期增加到 75% 以上。表面活性剂在工业领域中的应用结构也发生着显著的变化。40 年代左右用于纤维工业的表面活性剂约占一半以上，进入 80 年代以后减至 30%~35%，而其他部分特别是在能源、造纸、橡胶、塑料、土木建筑业等方面有较大的发展。其中增长最快的如水泥工业的减水剂、石油工业的破乳剂和合成树脂工业供乳液聚合的乳化剂等。

从品种上讲，世界表面活性剂市场以阴离子表面活性剂为主，其中直链烷基苯磺酸盐一种就占市场份额的 30% 以上。其次是非离子表面活性剂，主要品种为脂肪醇聚氧乙烯醚和烷基酚聚氧乙烯醚；阳离子和两性表面活性剂的消费量最少。目前国外科技发达国家的表面活性剂品种向专用性、功能性高度发展，并不断开发新技术，表面活性剂的理化性能亦受到了重视，理论研究已日趋完善。

1.2.2 我国表面活性剂工业的现状及其未来发展趋势

我国的制造工业起步于 1903 年，而表面活性剂行业的发展则始于 20 世纪 50 年代末 60 年代初。1958 年中国科学院植物保护研究所开发成功我国第一个表面活性剂蓖麻油聚氧乙烯醚，标志着我国表面活性剂工业的形成。在最初阶段发展缓慢，为了改变这种状况，加快我国表面活性剂的发展，“七五”和“八五”期间都加大了研究开发和引进国外先进技术及设备的投资力度，通过引进三氧化硫连续磺化装置、乙氧基化装置、油脂水解装置以及脂肪醇、脂肪胺和烷基酚的生产装置，使我国多种表面活性剂基本原料的生产能力很快达到世界

水平,解决了原料缺乏和质量低下的问题。进入90年代后品种增长较快,从1990年的290种增加至现在的2000多种,表面活性剂的产量也始终保持稳步增长(表1-4)。但同国外发达国家相比还存在较大差距,主要体现在以下几个方面。

表 1-4 我国近年表面活性剂的产量

年份/年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
产量/万吨	66.5	72.1	77.0	80.5	84.9	89.5	93.9	98.6	103.5	111.9	122.4
年增长率/%		8.5	6.7	4.6	5.6	5.3	5.0	4.9	5.0	8.1	9.4

① 表面活性剂的品种少,产量低,不能满足国内市场需求。中国目前表面活性剂的品种有2000多种,仍远低于世界的5000多种。在产品的产量和质量上还不能满足国内日益扩大的市场需求,特别是进入21世纪后,随着高新技术的发展,进口表面活性剂的需求大幅度增加,净进口量的年增长率达到20%左右(表1-5)。

表 1-5 我国表面活性剂的进出口情况

年份/年	1999	2000	2001	2002
进口量/万吨	8.22	8.60	9.25	11.47
出口量/万吨	2.01	1.82	1.08	1.70
净进口量/万吨	6.21	6.78	8.17	9.77
年增长率/%		9.18	20.50	19.58

② 人均消费水平低。在1994~1995年期间,美国的表面活性剂年人均消费量高达13.9kg,位居世界第一位;其次是日本,为9.7kg;西欧为6.6kg。中国在1994年,表面活性剂的人人均消费量仅为0.5kg,经过10年的发展,目前仍然不足1kg,处于世界较低水平。

③ 在产品结构上目前阴离子表面活性剂占绝对优势(表1-6),高档次的阳离子和两性型表面活性剂品种十分匮乏,在产量和市场份额上都低于美国、日本等国家。

表 1-6 中国大宗表面活性剂类型及产量

类型	1999年		2000年		2001年		2002年	
	产量/万吨	比例/%	产量/万吨	比例/%	产量/万吨	比例/%	产量/万吨	比例/%
阴离子	51.0	84.9	52.6	79.1	60.9	74.8	67.1	77.1
非离子	8.9	14.8	13.2	19.8	19.5	24.0	18.9	21.7
阳离子	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7
两性	0.03	0	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
合计	60.1	100.0	66.5	100.0	81.4	100.0	87.0	100.0

④ 从产品的应用领域看,工业用表面活性剂在表面活性剂总产量的比例远远低于发达国家的水平,在一定程度上限制了我国化工产品的精细化加工和质量、档次的提高。目前我国家用表面活性剂的产量约为每年60万吨,占表面活性剂总产量的51%,工业用表面活性剂年产量为30万~44万吨,占33%~37%,低于世界平均水平。而西欧在1995年工业用表面活性剂的消费量就达到43%,美国在1997年达到44%,日本在1997年达到78%。

⑤ 基础理论研究比较薄弱,缺乏复配和深加工技术的理论指导,生产工艺落后。

表面活性剂的发展将是今后我国精细化工发展的一个重要方向,关系着我国高技术领域新材料的发展。随着经济全球化和全球市场的形成,贸易竞争更加激烈,掌握好表面活性剂的发展趋势,才能处于竞争的优势。

今后我国表面活性剂的发展主要有以下几方面。