

WILEY

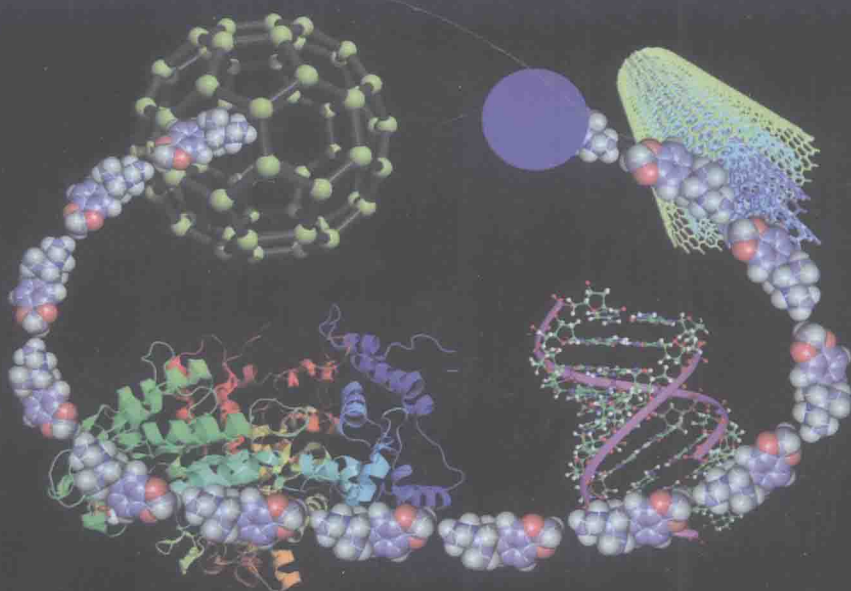
Surfactants and Interfacial Phenomena

表面活性剂 和界面现象

(原著第四版)

Milton J. Rosen Joy T. Kunjappu 著

崔正刚 蒋建中 等译



化学工业出版社

Surfactants and Interfacial Phenomena

表面活性剂 和界面现象

(原著第四版)

Milton J. Rosen Joy T. Kunjappu 著

崔正刚 蒋建中 等译



化学工业出版社

本书是表面活性剂领域国际公认的知名专家 Rosen 和 Kunjappu 教授的经典著作, 目前已出版了第四版。本书不仅对于表面活性剂研究的发展和文献有着广泛的涉猎和整理, 而且对涉及的内容进行了科学的分类和总结, 是理解和应用表面活性剂最新信息的强有力的工具。全书共分 15 章。其中第 1~5 章主要介绍基础和经典的表面活性剂及界面化学的内容。第 6~10 章涉及与实际应用密切相关的基本内容, 包括表面活性剂在湿润、起泡、消泡、乳化、聚集、分散、洗涤等领域中发挥的作用。第 11 章讨论表面活性剂二元混合体系的分子间相互作用与协同效应。第 12~15 章主要包括双子表面活性剂、表面活性剂在生物领域的应用、表面活性剂在纳米领域的应用以及表面活性剂与分子模拟等内容。

本书适合化学、生物学、食品科学以及使用表面活性剂的行业如日化、纺织、医药、农药、选矿、采油、金属加工等领域科研院所和高等院校的研究生、科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

表面活性剂和界面现象/ [瑞典] 罗森, [瑞典] 乔伊著; 崔正刚等译.
北京: 化学工业出版社, 2015.1

本书原文: Surfactants and Interfacial Phenomena

ISBN 978-7-122-22091-2

I. ①表… II. ①罗… ②乔… ③崔… III. ①表面活性剂-研究
IV. ①TQ423

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 243349 号

Surfactants and Interfacial Phenomena by Milton J. Rosen and Joy T. Kunjappu

ISBN 978-0-470-54194-4

copyright 2012 by Wiley & Sons Limited. All rights reserved. This translation published under license. Authorised translation from the English language edition published by John Wiley & Sons Limited. Responsibility for the accuracy of the translation rests solely with Chemical Industry Press and is not the responsibility of John Wiley & Sons Limited. No part of this book may be reproduced in any form without the written permission of the original copyright holder, John Wiley & Sons Limited.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons Limited 授权化学工业出版社独家出版发行。
未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2013-1609

责任编辑: 李晓红

加工编辑: 刘志茹

责任校对: 蒋宇

装帧设计: 关飞

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: 三河市胜利装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 25 字数 569 千字 2015 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519680) 售后服务: 010-64519661

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: 128.00 元

版权所有 违者必究

译序

由美国著名表面活性剂专家 Milton J. Rosen 和 Joy T. Kunjappu 合著的《表面活性剂和界面现象》(Surfactants and Interfacial Phenomena) 第四版于 2012 年出版。2013 年, 化学工业出版社决定出版本书的中文版, 由江南大学化学与材料工程学院崔正刚教授负责本书的翻译。

《表面活性剂和界面现象》英文原著的第一版诞生于 20 世纪 70 年代, 后来分别于 1989 年和 2004 年出版了第二版和第三版。每次更新再版, 作者都将当时的最新研究进展纳入其中, 与时俱进。本书的另一个特点是收集了大量的基本数据, 十分注重理论与应用的结合和理论对应用的指导意义, 因此对表面活性剂行业的研究人员和广大的应用科技人员来说, 本书既是一本深入浅出的教科书, 又是一本十分有用的工具书。历经 40 余年的修炼, 本书的第四版无疑是一部不可多得的经典之作。

《表面活性剂和界面现象》一书对我国表面活性剂行业的科技工作者无疑有较大的影响。虽然在此之前没有完整的中文版出版, 但我们相信许多有关表面活性剂/洗涤剂的中文科技书或多或少都参考了本书的内容。作为国内较早从事表面活性剂/日用化工领域教学和科研的无锡轻工业学院/无锡轻工大学/江南大学, 一直使用本书作为参考教材。Milton J. Rosen 教授在 20 世纪 80 年代曾两次访问无锡轻工业学院, 而无锡轻工业学院也有多名毕业生在 Milton J. Rosen 教授的实验室从事过研究工作。改革开放以来, 我国表面活性剂/日用化工行业长期保持高速发展, 从业科技人员的数量大幅度增加, 相应的高等教育也蓬勃兴起, 而近年来表面活性剂在高新技术领域的应用又方兴未艾, 因此本书中文版的出版可谓应时而出, 必将对我国相关领域的发展带来积极作用。

本书由崔正刚教授(第 2、6、11、13 章)及其团队成员蒋建中博士(第 5、9、10、14 章), 裴晓梅博士(第 3、4、12 章), 宋冰蕾博士(第 1、7、15 章)和魏慧贤博士(第 8 章)等集体翻译而成。全书由崔正刚教授校译并统稿。本团队的部分研究生也参加了本书的初译、文字录入和表格整理等工作, 他(她)们是朱玥、颜利民、李炜、胡欣、许宗会、代利、刘喆、田金年、陈涛、安力伟、郑绕君、李晓婷、沈一蕊等, 在此向他(她)们表示衷心的感谢。

本书的翻译力求保持原书的风貌。对外国人名一律使用原名，不作翻译。对一些商品名和牌号也使用原名。表格中的化合物名称尽可能译成中文。全书章节的编号采用了中文书籍的习惯。最后在第 13 章“生物学中的表面活性剂”中，有几个生物表面活性剂的名称没有查到合适的译名，为避免译名不当，译者直接使用了英文原名。

限于译者的水平，错误在所难免，翻译不当之处敬请读者斧正。

崔正刚

(cuizhenggang@hotmail.com)

2014 年 11 月 12 日

前言

表面活性剂科学自从脱离其母体——胶体科学并于 20 世纪 50 年代起作为一个独立学科发展以来，迄今在理论和应用前沿已经发生了很大的飞跃。尽管基于表面活性剂具有通过自组装形成胶束和双层等结构的能力，表面活性剂科学对于理解生命起源以及软物质（凝聚态物质研究的一个分支）技术等前沿领域十分重要，然而表面活性剂科学和技术发展的真正动力是其在多领域中的实际应用。

本书在其初版诞生时（20 世纪 70 年代）已预见到即将发生的变革，即表面活性剂科学未来将发展成为基础知识和工业应用之间的桥梁。后来的几个再版版本都通过特定的环节将理论方面的进展与表面活性剂的终端应用紧密结合。

表面活性剂的重要性仍在不断显现。例如，在 2010 年的海湾溢油事件中使用聚合表面活性剂分散漂浮在海上的油膜，表面活性剂用于硅芯片等材料的处理，以及表面活性剂不断出现于体内生物技术和体外纳米技术中等，都是很好的例证。

作为第四版的本书再次进行了升级更新。通过增加三章的内容，即第 13 章“生物学中的表面活性剂”，第 14 章“纳米技术中的表面活性剂”，以及第 15 章“表面活性剂与分子模拟”，涵盖了有关表面活性剂应用的尖端和最新技术话题。

对原版书中已有的章节，本书对其中的大多数也进行了修改，方式包括补充新材料、重写或增加新节、以及/或添加新的参考文献和问题等。特别地对下列章节进行了修改和增加新节（黑体字表示）：第 1 章，表面活性的环境效应，**表面活性剂文献的电子检索**，两性离子表面活性剂；第 2 章，吸附和聚集的机理；第 3 章，**表面活性剂溶液的流变学**；第 4 章，增溶作用；第 7 章，膜弹性方程的正确描述，**有机介质中的发泡和消泡**；第 8 章，微乳液，破乳；第 9 章，DLVO 理论的局限性，**新型分散剂的设计**；第 10 章，**洗涤剂配方中的生物表面活性剂和酶**；以及问题（第 1 章、第 2 章、第 5 章至第 10 章，第 12 章）。

致谢

在此我们要感谢 Brooklyn 学院(Brooklyn College)的一批学生，他(她)们是 Rameez Shoukat, Danielle Nadav, Meryem Choudhry, Ariana Gluck, Alex John, Abdelrahim Abdel,

Khubaib Gondal 和 Yara Adam: 他们积极参与了作者之一 (JTK) 组织实施的“科学写作”讲习班, 帮助加快了本书的写作步伐。感谢纽约城市大学 (City University of New York) 的 Viraht Sahni 博士 (Brooklyn 学院), Teresa Antony 博士 (New York City College of Technology) 和 Richard Maglizazzo 博士 (Brooklyn College), 以及 Oklahoma 大学 (University of Oklahoma) 的 John Scamehorn 博士在扩展话题方面提供了有用的引导和对原稿的章节进行了审阅。

我们还要感谢 John Wiley & Sons 出版社的 Anti Lekhwani 女士和 Catherine Odal 女士, 以及 Toppan Best-set Premedia 公司的 Stephanie Sakson 女士为本书的出版所提供的丰富的编辑技巧和多方面的帮助。

Milton J. Rosen

Joy T. Kunjappu

(ProfessorKunjappu@gmail.com)

目 录

第 1 章 表面活性剂的典型特征 /1

- 1.1 界面现象和表面活性剂变得重要的条件 /1
- 1.2 表面活性剂的一般结构特征和行为 /2
 - 1.2.1 电荷类型的一般用途 /3
 - 1.2.2 疏水性基团性质的一般影响 /3
- 1.3 表面活性剂的环境影响 /4
 - 1.3.1 表面活性剂的生物降解性 /4
 - 1.3.2 表面活性剂的毒性和皮肤刺激性 /5
- 1.4 商品表面活性剂的典型特征和用途 /6
 - 1.4.1 阴离子型表面活性剂 /7
 - 1.4.2 阳离子表面活性剂 /13
 - 1.4.3 非离子表面活性剂 /15
 - 1.4.4 两性离子表面活性剂 /20
 - 1.4.5 基于可再生原料的新型表面活性剂 /22
- 1.5 一些有用的一般法则 /24
- 1.6 表面活性剂文献的电子检索 /24
- 参考文献 /25
- 问题 /25

第 2 章 表面活性剂在界面的吸附：双电层 /27

- 2.1 双电层 /28
- 2.2 固-液界面的吸附 /30
 - 2.2.1 吸附和聚集的机理 /30
 - 2.2.2 吸附等温线 /33

2.2.3	自水溶液中吸附到强荷电吸附剂表面	/36
2.2.4	自水溶液吸附到非极性、疏水性吸附剂表面	/40
2.2.5	自水溶液中吸附到无强荷电位的极性吸附剂表面	/42
2.2.6	吸附对固体吸附剂表面性质的影响	/42
2.2.7	自非水溶液的吸附	/43
2.2.8	固体比表面积的测定	/44
2.3	液-气 (L/G) 和液-液 (L/L) 界面上的吸附	/44
2.3.1	Gibbs 吸附公式	/44
2.3.2	利用 Gibbs 方程计算界面上的表面活性剂浓度和每个分子的面积	/46
2.3.3	L/G 和 L/L 界面上的吸附效能	/47
2.3.4	Szyszkowski 方程、Langmuir 方程和 Frumkin 方程	/61
2.3.5	在 L/G 和 L/L 界面的吸附效率	/62
2.3.6	在 L/G 和 L/L 界面的吸附热力学参数计算	/65
2.3.7	二元表面活性剂混合物的吸附	/69
	参考文献	/71
	问题	/76

第 3 章 表面活性剂胶束的形成 /78

3.1	临界胶束浓度 (CMC)	/78
3.2	胶束的结构和形状	/79
3.2.1	堆积参数	/79
3.2.2	表面活性剂的结构和胶束形状	/80
3.2.3	液晶	/81
3.2.4	表面活性剂溶液的流变性	/84
3.3	胶束的聚集数	/84
3.4	影响水溶液中 CMC 值的因素	/89
3.4.1	表面活性剂的结构	/102

3.4.2	电解质	/108
3.4.3	有机添加剂	/109
3.4.4	第二个液相的存在	/110
3.4.5	温度	/111
3.5	水溶液中的胶束化作用与在水/空气和水/烃界面上的吸附	/111
3.5.1	CMC/ C_{20} 比值	/111
3.6	非水介质中的 CMC	/117
3.7	基于理论的 CMC 方程	/118
3.8	胶束化热力学参数	/120
3.9	二元表面活性剂混合胶束的形成	/124
	参考文献	/125
	问题	/130

第 4 章 表面活性剂溶液的增溶作用：胶束催化 /132

4.1	水介质中的增溶	/133
4.1.1	增溶位置	/133
4.1.2	决定增溶程度的因素	/134
4.1.3	增溶率	/140
4.2	非水溶剂中的增溶	/140
4.2.1	二次增溶	/142
4.3	增溶作用的一些影响	/142
4.3.1	对胶束结构的影响	/142
4.3.2	非离子型表面活性剂水溶液中浊点的变化	/143
4.3.3	降低 CMC 值	/146
4.3.4	增溶作用的各种效应	/146
4.4	胶束催化	/146
	参考文献	/149
	问题	/152

第5章 表面活性剂降低表面和界面张力 /154

- 5.1 表面张力降低的效率 /156
- 5.2 降低表面张力的效能 /158
 - 5.2.1 Krafft 点 /158
 - 5.2.2 界面参数和化学结构影响 /161
- 5.3 液-液界面张力降低 /170
 - 5.3.1 超低界面张力 /171
- 5.4 动态表面张力降低 /174
 - 5.4.1 动态区域 /174
 - 5.4.2 表面活性剂的表现扩散系数 /177

参考文献 /177

问题 /180

第6章 润湿及表面活性剂对润湿的影响 /182

- 6.1 润湿平衡 /182
 - 6.1.1 铺展润湿 /182
 - 6.1.2 沾湿 /186
 - 6.1.3 浸湿 /188
 - 6.1.4 吸附和润湿 /189
- 6.2 表面活性剂对润湿的影响 /190
 - 6.2.1 一般考虑 /190
 - 6.2.2 硬表面的(平衡)润湿 /191
 - 6.2.3 纺织品(非平衡)润湿 /193
 - 6.2.4 添加剂的影响 /201
- 6.3 表面活性剂混合物的协同润湿作用 /201
- 6.4 超级铺展(超级润湿) /202

参考文献 /204

问题 /206

第7章 表面活性剂水溶液的发泡和消泡 /207

- 7.1 膜弹性理论 /208
- 7.2 决定泡沫持久性的因素 /210
 - 7.2.1 薄层中的排液 /210
 - 7.2.2 气体通过薄层的扩散 /211
 - 7.2.3 表面黏度 /211
 - 7.2.4 双电层的存在与厚度 /211
- 7.3 表面活性剂的化学结构与水溶液发泡性的关系 /212
 - 7.3.1 作为发泡剂的发泡效率 /212
 - 7.3.2 作为发泡剂的发泡效能 /213
 - 7.3.3 低泡表面活性剂 /218
- 7.4 有机泡沫稳定剂 /219
- 7.5 消泡 /221
- 7.6 细微颗粒分散液的发泡性能 /222
- 7.7 有机介质中的发泡和消泡 /223
- 参考文献 /223
- 问题 /225

第8章 表面活性剂的乳化作用 /226

- 8.1 普通乳液 /226
 - 8.1.1 乳状液的形成 /227
 - 8.1.2 决定乳状液稳定性的因素 /228
 - 8.1.3 相转变 /232
 - 8.1.4 多重乳状液 /233
 - 8.1.5 乳状液类型的理论 /234
- 8.2 微乳液 /236
- 8.3 纳米乳状液 /238
- 8.4 用作乳化剂表面活性剂的选择 /239

8.4.1	亲水-亲油平衡 (HLB) 法	/239
8.4.2	相转变 (PIT) 方法	/241
8.4.3	亲水亲油偏差法 (HLD 法)	/243
8.5	破乳	/243
	参考文献	/244
	问题	/246
第 9 章 表面活性剂对固体在液体介质中的分散和聚集作用 /248		
9.1	粒子间作用力	/248
9.1.1	软 (静电) 作用力和范德华力: DLVO 理论	/248
9.1.2	位阻作用力	/254
9.2	表面活性剂在分散过程中的作用	/255
9.2.1	粉末的润湿	/255
9.2.2	粒子团簇的解聚或破碎	/256
9.2.3	防止再聚集	/256
9.3	表面活性剂引起的分散固体的凝聚或絮凝	/256
9.3.1	分散粒子 Stern 层电势的中和或降低	/256
9.3.2	桥接	/257
9.3.3	可逆絮凝	/257
9.4	表面活性剂化学结构与分散性能的关系	/257
9.4.1	水分散液	/258
9.4.2	非水分散液	/260
9.4.3	新型分散剂的设计	/261
	参考文献	/261
	问题	/262

第 10 章 表面活性剂对去污作用的影响 /264

10.1	清洁过程的机理	/264
------	---------	------

10.1.1	从底物上去除污垢	/264
10.1.2	污垢在洗涤液中的悬浮和防止再沉积	/268
10.1.3	皮肤刺激性	/269
10.1.4	干洗	/270
10.2	水硬度的影响	/270
10.2.1	助剂	/271
10.2.2	钙皂分散剂 (LSDA)	/272
10.3	织物柔软剂	/272
10.4	表面活性剂的化学结构与去污力的关系	/273
10.4.1	污垢和底物的影响	/274
10.4.2	表面活性剂亲油基的影响	/276
10.4.3	表面活性剂亲水基的影响	/277
10.4.4	干洗	/278
10.5	洗涤剂配方中的生物表面活性剂和酶	/279
10.6	纳米洗涤剂	/279
	参考文献	/280
	问题	/282

第 11 章 二元混合表面活性剂的分子相互作用和 协同效应 /283

11.1	分子间相互作用参数的测定	/284
11.1.1	使用方程 11.1~方程 11.4 的注意事项	/285
11.2	表面活性剂的化学结构和分子环境对分子间相互作用参数的影响	/287
11.3	产生协同效应的条件	/296
11.3.1	降低表面张力或界面张力的效率方面的协同效应或对抗效应 (负协同效应)	/297
11.3.2	水介质中混合胶束形成的协同效应或对抗效应	/298
11.3.3	表面 (或界面) 张力降低的效能方面的协同效应或对抗 (负协同效应) 效应	/299

11.3.4 选择表面活性剂组合以获得最佳界面性质	/302
11.4 基本表面性质方面的协同效应与表面活性剂应用性能方面的协同效应之间的关系	/302
参考文献	/306
问题	/307

第 12 章 双子表面活性剂 /309

12.1 基本性质	/309
12.2 与其他表面活性剂的相互作用	/312
12.3 应用性能	/314
参考文献	/315
问题	/317

第 13 章 生物学中的表面活性剂 /318

13.1 生物表面活性剂及其应用领域	/318
13.2 细胞膜	/326
13.3 表面活性剂与胞溶作用	/331
13.4 蛋白质变性和与表面活性剂的电泳	/332
13.5 肺表面活性物质	/333
13.6 生物技术中的表面活性剂	/334
13.6.1 采矿工程	/334
13.6.2 发酵	/335
13.6.3 酶法脱墨	/335
13.6.4 三次采油以及生物除油	/335
13.6.5 表面活性剂介质中的酶活性	/336
13.6.6 生物反应器中二氧化碳的“固定”	/336
13.6.7 土壤修复	/336
13.6.8 污水净化	/336
13.6.9 园艺学中的表面活性剂	/336

- 13.6.10 囊泡操纵 /337
- 13.6.11 遗传工程和基因治疗 /337

参考文献 /337

问题 /339

第 14 章 纳米技术中的表面活性剂 /340

- 14.1 纳米状态的特殊效应 /340
- 14.2 表面活性剂在制备纳米结构材料中的作用 /341
 - 14.2.1 自下而上法 /341
 - 14.2.2 自上而下法 /350
- 14.3 表面活性剂与纳米技术的应用 /350
 - 14.3.1 纳米发动机 /350
 - 14.3.2 其他纳米器件 /352
 - 14.3.3 药物传递 /354
 - 14.3.4 控制纳米材料的结构 /354
 - 14.3.5 纳米管 /355
 - 14.3.6 纳米洗涤剂 /355
 - 14.3.7 生命起源中的表面活性剂纳米自组装体 /357

参考文献 /358

问题 /359

第 15 章 表面活性剂与分子模拟 /360

- 15.1 分子力学方法 /361
 - 15.1.1 来自实验的参数化 /361
 - 15.1.2 FF 方法的分类 /362
- 15.2 量子力学方法 /362
 - 15.2.1 对电子问题的应用 /363
 - 15.2.2 HP 描述 /364
 - 15.2.3 最小和较大的基集 /364

15.2.4	电子相关方法	/365
15.2.5	密度泛函理论 (DFT)	/365
15.3	能量最小法	/366
15.4	计算机模拟方法	/366
15.5	表面活性剂体系	/367
15.6	五个被选体系	/367
15.6.1	液体中的聚集 (i)	/367
15.6.2	液体中的聚集 (ii)	/368
15.6.3	液-液和液-气界面	/369
15.6.4	固-液界面	/370
15.6.5	固-液界面以及在液体中的聚集	/371
15.7	代表性分子模拟研究概要	/371
	参考文献	/379
	问题	/379
	习题解答	/380