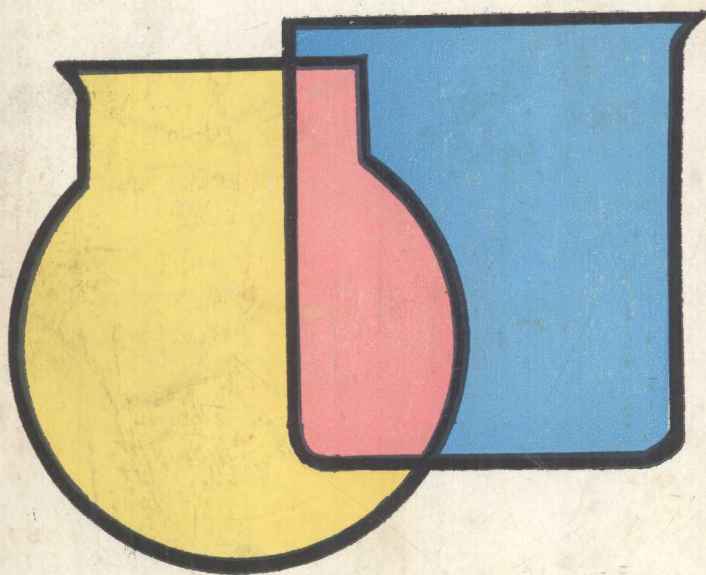


表面化学

● BIAOMIAN

● HUAXUE

李世丰 ● 编著 ●
张永光



● 中南工业大学出版社 ●



0049364

表面化学

BIAOMIANHUAXUE

李世丰 编 著

张永光

江苏工业学院图书馆
藏书章

中南工业大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了表面化学的原理及应用。

主要包括各界面(固·气、固·液、固·固、液·气、液·液、)的作用,润湿原理,荷电界面的化学,泡沫、乳状液、胶体等表面现象以及表面化学在纺织、浮选、表面处理、烧结、催化、洗涤、粘附、摩擦润滑、医药等方面的应用。

本书可供冶金、选矿、化工、地质、环境、医药、农业、生物、物理、化学等专业的高年级本科生或研究生作教材。也可供有关科技人员参考。

表 面 化 学

李世丰 张永光 编著

责任编辑:秦瑞卿

插图编辑:刘楷英

*

中南工业大学出版社出版发行
中南工业大学印刷厂印装
湖南省新华书店经销

*

开本: 850×1168/32 印张: 12.875 字数: 309 千字

1991年1月第1版 1991年1月第1次印刷

印数: 0001—1000

*

ISBN 7-81020-333-9/0·054

定价: 2.90 元

序 言

李世丰教授是中南工业大学的知名教授。现任中国颗粒学会副理事长，长期担任湖南省化学化工学会副理事长。近五十年来，他致力于化学、表面化学的教学、科研，在化学理论研究和教学上作出了贡献。《表面化学》是他近年来出版的又一本著作，也是他从事表面化学教学、科研多年的结晶。

表面化学理论的发展对促进国民经济生产和美化人类社会生活环境有着十分重要的意义。长期以来，表面化学的有关内容往往是分散于其他有关学科之中，而作一门独立的理论和应用学科，尚无完整的、系统的著作和教材。因此《表面化学》的出版填补了我国在表面化学理论研究和教学上的空白，为促进其发展作出了贡献。

《表面化学》在内容上，不仅仅是系统地整理了有关理论，更重要是在某些方面作者提出了独特的见解，例如润湿的级别，固体在溶液中的吸附的四个原则，等。同时书中也介绍了作者近年来在表面化学应用研究中的科研成果。

总之，该书是多年来《表面化学》理论研究和应用技术发展过程中不可多得的好书，我衷心地祝愿它为我国科技的振兴发挥作用。

陶 敏

1989年12月于长沙

编者的话

表面化学与人类生活和工农业生产密切相关。探矿、采油、选矿、冶金、材料、铸造、化工、气象、医药、农业、环保、物理、化学、生物等部门都会遇到有关的表面现象，为了更好的利用这些表面现象，就必须应用表面化学的原理。表面化学与表面物理及表面技术合成的表面科学，近几年来得到蓬勃发展，它为催化剂，半导体，新材料及分子生物学等重大科技的突破，作出了贡献。

目前工业科技的高度发展，急需一本完整地，系统地介绍表面化学原理和应用的著作，以便指导科学研究和生产实践，这是我们编写该书的目的之一。

本书除绪论外，有如下九章内容，（一）表面热力学基础，（二）润湿，（三）液体表面化学，（四）表面活性剂，（五）固体吸附气体，（六）吸附气体的反应，（七）固体自溶液中的吸附，（八）胶体化学，（九）固体表面化学。章次基本按照表面化学的基本原理与具体的应用穿插安排，单号章的原理就在双号章应用。这些都是表面化学课程的基本内容，也是表面化学相关专业的基础理论，科学研究及生产实践的重要资料。表面化学对于物理、化学、生物、气象、地质、环保、化工、选矿、冶金、医药、农业等专业都有关系，也可选作这些专业高年级本科生或研究生的教材或参考资料。

本书对表面化学的基本原理及重要应用都进行了讨论，原理部分着重物理概念的阐述，重要公式才作推导，一般公式只求说清楚意义及条件；应用部分着重阐述应用实例的基本过程及所依据的表面化学原理，以便使读者既能深刻的理解基本原理

又能灵活地应用。

本书的各章都备有练习题，并附有答案。以供读者参考。

本书的参考文献只列举了在编著此书时参考的近年出版的专著，至于用到编者或他人在各种杂志刊物或省级以上学会发表的论文，以及编者历年所编高校讲义的资料，都未列入。

本书根据李世丰教授所编，曾经几校的化学、选矿等专业的高年级本科生及研究生多次用作教材的《表面化学》讲义改编而成。改编过程中，编者增添了不少新资料，其中有些是李世丰教授的科研成果。关于基本热力学函数的关系、润湿的级别、固体在溶液中吸附的原则，选择絮凝的条件及黄铁矿吸附黄药的机理等都有编者的特殊见解，若有不同见解，敬祈读者赐教！

编 者

目 录

序 言

前 言

绪 论	(1)
§ 0.1 物体的表面	(1)
§ 0.2 分散度	(2)
§ 0.3 物质的体态	(2)
§ 0.4 表面现象	(4)
§ 0.5 表面现象的原因	(5)
§ 0.6 表面化学	(5)
§ 0.7 表面化学与其他科学的关系	(6)
§ 0.8 表面化学在矿冶工程中的应用	(6)
§ 0.9 表面化学对化学工程的意义	(6)

第 1 章 表面热力学基础

§ 1.0 引 言	(7)
1.0.1 体系与环境 (7) ;	1.0.2 性质与状态 (7) ;
1.0.3 过程的热与功 (8) ;	1.0.4 可逆过程 (9) 。
§ 1.1 化学热力学基础	(10)
1.1.1 热力学第一定律 (10) ;	1.1.2 热力学第二定律 (11) ;
1.1.3 热力学函数的关系 (14) ;	1.1.4 理想气体状态方程 (17) 。
§ 1.2 表面能概念	(18)
1.2.1 表面张力 (18) ;	1.2.2 表面能 (19) ;
1.2.3 影响表面能的因素 (20) ;	1.2.4 等张比容 (25) 。

§ 1.3 几种界面的表面能	(26)
1.3.1 溶液的表面能	(26)
1.3.2 缔合液体的表面能	(26)
1.3.3 固体的界面能	(27)
1.3.4 液体界面能	(27)
§ 1.4 表面现象的热力学	(29)
1.4.1 表面熵	(29)
1.4.2 表面焓	(29)
1.4.3 表面现象的热力学原因	(31)
1.4.4 巨表面效应	(32)
§ 1.5 曲面附加压力	(33)
1.5.1 曲面附加压力的概念	(33)
1.5.2 曲面附加压力与表面张力及曲率半径的关系	(33)
1.5.3 毛细管现象	(35)
1.5.4 曲面附加压力效应	(36)
§ 1.6 表面张力的测定	(37)
1.6.1 毛细管法	(37)
1.6.2 最大泡压法	(38)
1.6.3 环法	(39)
1.6.4 其他方法	(39)
§ 1.7 曲液面的饱和蒸气压	(39)
1.7.1 曲液面饱和和蒸气压概念	(39)
1.7.2 开尔文公式	(39)
1.7.3 毛细管凝结现象	(41)
1.7.4 细微物体的曲面效应	(41)
§ 1.8 新相难成所致的亚稳状态	(42)
1.8.1 过饱和蒸气	(42)
1.8.2 过热液体	(42)
1.8.3 过冷液体与过饱和溶液	(43)
1.8.4 结晶的临界半径	(44)
§ 1.9 细微物体的特性	(46)
1.9.1 细微物体的蒸气压	(46)
1.9.2 细粉化学反应	(47)
1.9.3 烟尘爆燃	(48)
1.9.4 细微物体的碰触聚结	(48)

第 2 章 润 湿

§ 2.0 引 言	(49)
2.0.1 润湿现象的概念	(49)
2.0.2 润湿现象在科学技术	

上的意义 (49)。

§ 2.1 润湿的级别..... (49)

2.1.1 粘附润湿 (49)； 2.1.2 毛细管润湿 (50)；

2.1.3 铺展润湿 (50)； 2.1.4 可浮性与润湿 (51)。

§ 2.2 粘附功与粘结功..... (52)

2.2.1 粘附功 (52)； 2.2.2 粘 结 功 (53)； 2.2.3 铺展
系数 (54)； 2.2.4 影响铺展系数的因素 (55)。

§ 2.3 接触角..... (56)

2.3.1 平衡接触角 (56)； 2.3.2 接触角的润湿意义 (57)；

2.3.3 接触角的影响因素 (59)； 2.3.4 接触阻滞现象
(61)。

§ 2.4 接触角的测量..... (62)

2.4.1 直接测法 (62)； 2.4.2 显微测法 (62)； 2.4.3 倾
板测法 (63)； 2.4.4 毛细管测法 (64)。

§ 2.5 润湿热..... (64)

2.5.1 润湿热概念 (64)； 2.5.2 润湿热的测量 (65)；

2.5.3 由润湿热求固体表面积 (66)； 2.5.4 润湿热与极性
的关系 (67)。

§ 2.6 水化膜..... (68)

2.6.1 水化膜的形成与特性 (68)； 2.6.2 水化膜对固体表
面的影响 (69)； 2.6.3 劈离压 (71)； 2.6.4 水汽膜 (71)；

§ 2.7 润湿与选矿的关系..... (72)

2.7.1 泡沫浮选 (72)； 2.7.2 表层浮选或粒浮 (74)；

2.7.3 其他浮选 (75)； 2.7.4 润湿与选矿的其他性质关系
(76)。

§ 2.8 润湿在矿冶上的应用..... (76)

2.8.1 采油 (76)； 2.8.2 冶 炼 (76)； 2.8.3 合金
(77)； 2.8.4 铸造 (78)。

§ 2.9 润湿与一般科学技术的关系..... (79)

2.9.1 焊接 (78)； 2.9.2 粘合 (79)； 2.9.3 防湿 (80)；

2.9.4 润湿的其他应用 (81)。

第3章 液体表面化学

- § 3.0 引 言..... (82)
- § 3.1 溶液表面的吸附..... (82)
 - 3.1.1 溶液表面吸附的概念 (82); 3.1.2 正吸附 (82);
 - 3.1.3 负吸附 (83); 3.1.4 溶液的表面张力与浓度的关系 (84)。
- § 3.2 表面活性..... (84)
 - 3.2.1 表面活性的概念 (84); 3.2.2 表面活性与组成及结构的关系 (86); 3.2.3 表面活性与溶解度的关系 (87);
 - 3.2.4 表面活性与浓度的关系 (89)。
- § 3.3 溶液表面的吸附等温式..... (89)
 - 3.3.1 吸附层的吸附量表示法 (89); 3.3.2 吉布斯吸附等温式 (91); 3.3.3 电解质溶液表面的吉布斯吸附等温式 (93); 3.3.4 其他的溶液表面吸附等温式 (94)。
- § 3.4 表面活性分子在吸附层及溶液中的排列..... (96)
 - 3.4.1 表面活性分子在吸附层的定向排列 (96); 3.4.2 吸附法测定表面活性分子的粗细长短 (97); 3.4.3 表面活性分子在溶液中的胶束 (98); 3.4.4 临界胶束浓度 (cmc) (99)。
- § 3.5 表面活性物质的亲水, 疏水性..... (101)
 - 3.5.1 亲水疏水平衡值 (HLB) (101); 3.5.2 HLB 值的计算 (101); 3.5.3 HLB 与 cmc 的关系 (102); 3.5.4 HLB 值的适应用途 (103)。
- § 3.6 液面的物理现象及其测量..... (103)
 - 3.6.1 表面压 (103); 3.6.2 表面电位 (105); 3.6.3 表面粘度 (106); 3.6.4 表面液滴透镜 (106)。
- § 3.7 液面单分子铺展膜..... (107)
 - 3.7.1 单分子铺展膜的状态 (107); 3.7.2 表面蒸气压及

“相变热”(109); 3.7.3 扩展膜与混合膜(109); 3.7.4 表面膜抑制水蒸发的应用(113)。

§ 3.8 熔体的液面..... (113)

§ 3.9 液膜反应..... (115)

3.9.1 液面单分子层膜中的反应动力学(115); 3.9.2 膜中分子取向对液面反应速度的影响(118); 3.9.3 表面电荷对液面反应速度的影响(121); 3.9.4 液面反应的平衡(122)。

第4章 表面活性剂

§ 4.0 引言..... (124)

§ 4.1 表面活性剂的分类..... (125)

4.1.1 分子型表面活性剂(125); 4.1.2 阴离子型表面活性剂(126); 4.1.3 阳离子型表面活性剂(126); 4.1.4 两性表面活性剂(127)。

§ 4.2 泡沫与起泡剂..... (127)

4.2.1 泡沫的概念(127); 4.2.2 起泡剂与消泡剂(128); 4.2.3 起泡剂的作用原理(130); 4.2.4 影响泡沫稳定性的因素(132)。

§ 4.3 乳状液与乳化剂..... (134)

4.3.1 乳状液概念(134); 4.3.2 乳状液的类型(134); 4.3.3 乳化剂的作用(136); 4.3.4 乳状液的破坏(138)。

§ 4.4 增溶与增溶剂..... (139)

4.4.1 增溶概念(139); 4.4.2 增溶与乳化及溶解的区别(139); 4.4.3 增溶剂的作用(139); 4.4.4 增溶剂的影响因素(140)。

§ 4.5 润湿剂与防湿剂..... (141)

4.5.1 润湿剂(141); 4.5.2 渗透剂(142); 4.5.3 再湿剂(143); 4.5.4 防湿剂(143)。

§ 4.6 洗涤与洗涤剂..... (144)

4.6.1 洗涤剂的作用(144); 4.6.2 洗涤剂的性能(144);

- 4.6.3 洗涤剂的种类 (146); 4.6.4 助洗剂 (147)。
- 4.7 纺织工业用的表面活性剂** (147)
- 4.7.1 纺织工业用的表面活性剂 (147); 4.7.2 柔软平滑剂 (148); 4.7.3 抗静电剂 (149); 4.7.4 匀染剂与固色剂 (150)。
- § 4.8 浮选与捕收剂** (150)
- 4.8.1 浮选药剂 (150); 4.8.2 捕收剂及其捕收原理 (151); 4.8.3 捕收剂的选择原则 (155); 4.8.4 离子浮选剂 (157)。
- § 4.9 表面活性剂的其他应用** (158)
- 4.9.1 絮凝剂 (158); 4.9.2 软化剂 (160); 4.9.3 润滑剂 (161); 4.9.4 金属熔体表面活性剂 (161)。

第5章 固体吸附气体

- § 5.0 引言** (163)
- 5.0.1 吸附与吸收及化学反应 (163); 5.0.2 固体吸附气体的吸附量 (164); 5.0.3 吸附剂与吸附质 (164); 5.0.4 吸附的实际意义 (165)。
- § 5.1 吸附平衡与吸附阻滞** (166)
- 5.1.1 吸附作用 (166); 5.1.2 吸附与脱附 (168); 5.1.3 吸附的影响因素 (169); 5.1.4 吸附阻滞 (170)。
- § 5.2 吸附热与吸附熵** (171)
- 5.2.1 积分吸附热 (171); 5.2.2 微分吸附热 (172); 5.2.3 吸附等量线 (172); 5.2.4 吸附熵 (173)。
- § 5.3 物理吸附与化学吸附** (174)
- 5.3.1 物理吸附 (174); 5.3.2 化学吸附 (175); 5.3.3 吸附等压线 (176); 5.3.4 吸附位能线 (177)。
- § 4.4 吸附等温线与经验吸附等温式** (178)
- 5.4.1 吸附等温线的类型 (178); 5.4.2 I 类吸附等温线 (179); 5.4.3 胡南得理哥的经验吸附等温式 (180); 5.4.4 胡式的推广 (180)。

§ 5.5 兰缪尔吸附等温式	(181)
5.5.1 兰缪尔的动力学吸附理论式	(181)
5.5.2 兰式的适用范围	(182)
5.5.3 兰式常数的意义	(184)
5.5.4 兰式对混合气体及有离解的吸附应用	(184)
§ 5.6 吸附热与吸附面积分数的关系	(186)
5.6.1 吸附热与吸附面积分数的线性关系	(186)
5.6.2 吸附速度与脱附速度	(186)
5.6.3 捷姆金吸附等温式	(187)
5.6.4 胡式的推导	(188)
§ 5.7 多分子层吸附等温式	(189)
5.7.1 BET二常数式	(189)
5.7.2 BET三常数式	(190)
5.7.3 BET式的推导	(191)
5.7.4 BET式的修正	(195)
§ 5.8 吸附的热力学理论	(195)
5.8.1 哈金斯—朱腊吸附等温式	(195)
5.8.2 吉布斯吸附等温式用于固体吸附气体	(197)
5.8.3 开尔文的毛细管凝结理论式	(198)
5.8.4 吸附势理论	(199)
§ 5.9 固体吸附气体的应用	(200)
5.9.1 BET法测定吸附比表面积	(200)
5.9.2 测定吸附比表面积的其他方法	(203)
5.9.3 吸附法测定微孔体积	(203)
5.9.4 其他应用	(205)

第 6 章 吸附气体的反应

§ 6.0 引言	(207)
6.0.1 多相反应的吸附理论	(207)
6.0.2 多相催化反应概念	(208)
6.0.3 固体吸附气体反应概念	(208)
6.0.4 液面吸附气体的反应	(209)
§ 6.1 固体与吸附气体的反应	(209)
6.1.1 固体与吸附气体的反应类型	(209)
6.1.2 固体与吸附气体的反应动力学	(209)
6.1.3 生成固体膜的反应	(211)
6.1.4 固体分解生成气体的反应	(213)
§ 6.2 没有控制步骤的吸附气体反应	(214)

6.2.1	连串反应的处理 (214) ;	6.2.2	稳态法处理 (215) ;
6.2.3	稳态法处理可逆的吸附气体反应 (215) ;	6.2.4	近似处理 (216) 。
§ 6.3	反应步骤控制的吸附气体反应 (217)		
6.3.1	吸附气体的单分子反应 (217) ;	6.3.2	吸附气体的双分子反应 (219) ;
6.3.3	吸附气体与外面气体的反应 (222) ;	6.3.4	可逆性反应 (223) 。
§ 6.4	吸附步骤控制的反应 (224)		
6.4.1	简单的吸附步骤控制反应 (224) ;	6.4.2	一般的吸附一种气体步骤控制反应 (224) ;
6.4.3	吸附两种气体的吸附步骤控制反应 (225) ;	6.4.4	扩散步骤控制的固体表面与气体反应 (226) 。
§ 6.5	多相催化反应 (226)		
6.5.1	多相催化作用 (226) ;	6.5.2	多相催化剂的分类 (227) ;
6.5.3	多相催化剂的添加剂 (229) ;	6.5.4	催化毒物 (230) 。
§ 6.6	多相催化作用的基本原理 (231)		
6.6.1	催化的吸附因素 (231) ;	6.6.2	催化的能量因素 ;
6.6.3	催化的空间因素 (232) ;	6.6.4	催化的电子因素 (232) 。
§ 6.7	金属催化剂 (233)		
6.7.1	金属催化剂概念 (233) ;	6.7.2	金属催化剂的电子因素 (233) ;
6.7.3	d带空穴 (234) ;	6.7.4	金属催化剂的因素 (235) 。
§ 6.8	半导体催化剂 (236)		
6.8.1	半导体能带 (236) ;	6.8.2	半导体的导电机理 (237) ;
6.8.3	半导体催化剂 (238) ;	6.8.4	半导体催化剂的选择 (239) 。
§ 6.9	非导体催化剂 (239)		
6.9.1	非导体催化剂概念 (239) ;	6.9.2	质子酸中心催化机理 (240) ;
6.9.3	分子筛结构 (241) ;	6.9.4	分子筛的催化作用 (241) 。

第7章 固体自溶液中的吸附

§ 7.0 引言..... (242)

- 7.0.1 同时吸附溶剂和溶质的复杂性 (242) ; 7.0.2 对电解溶液的吸附复杂性 (243) ; 7.0.3 温度影响的复杂性 (244) ;
- 7.0.4 通过水化层的吸附复杂性 (244) 。

§ 7.1 固体自非电解质溶液的吸附..... (245)

- 7.1.1 溶液的表现吸附量表示法 (245) ; 7.1.2 固体自稀溶液中的吸附等温式 (245) ; 7.1.3 固体自溶液中的吸附等温线 (246) ; 7.1.4 表现吸附等温线的分析 (248) 。

§ 7.2 特性吸附原则..... (250)

- 7.2.1 表面能原则 (250) ; 7.2.2 吸附热原则 (251) ;
- 7.2.3 溶解度原则 (251) ; 7.2.4 相似性原则 (252) 。

§ 7.3 固体自电解质溶液的吸附..... (253)

- 7.3.1 固体自电解质溶液的吸附原则 (253) ; 7.3.2 固体吸附电解质的类型 (255) ; 7.3.3 极性吸附 (255) ; 7.3.4 当量吸附 (256) 。

§ 7.4 吸附荷电离子引起的附加压力..... (256)

- 7.4.1 荷电离子的吸附压力 (256) ; 7.4.2 荷电附加压力对表面能的影响 (259) 。

§ 7.5 双电层..... (260)

- 7.5.1 双电层简史 (260) ; 7.5.2 双电层的现代认识 (263) ;
- 7.5.3 固体表面带电的原因 (265) ; 7.5.4 双电层的电位 (266) 。

§ 7.6 电动电位及电动现象..... (267)

- 7.6.1 电解质离子的本质及浓度对电动电位的影响 (267) ;
- 7.6.2 溶液的pH值等外因对电动电位的影响 (269) ; 7.6.3 电动现象 (271) ; 7.6.4 电动电位的测定 (273) 。

§ 7.7 交换吸附..... (277)

- 7.7.1 交换吸附的原则 (277) ; 7.7.2 交换吸附的质量作用

- 定律 (279) ; 7.7.3 溶液的pH值对交换吸附的影响 (281) ;
 7.7.4 其他杂质离子对交换吸附的影响 (282) 。
- § 7.8 固体自溶液中吸附的应用…………… (283)
 7.8.1 净化水液 (283) ; 7.8.2 分离溶质 (284) ; 7.8.3 色谱分析 (284) ; 7.8.4 其他应用 (285) 。
- § 7.9 电毛细管现象…………… (285)
 7.9.1 电毛细管静电计 (285) ; 7.9.2 电毛细管曲线 (286) ;
 7.9.3 吸附电位 (287) ; 7.9.4 表面电荷密度 (289) 。

第 8 章 胶体化学

- § 8.0 引 言…………… (291)
 8.0.1 晶体与胶体 (291) ; 8.0.2 分散体系 (291) ;
 8.0.3 胶体化学概念 (291) ; 8.0.4 胶体化学的发展前景 (292) 。
- § 8.1 分散体系与溶胶的分类…………… (292)
 8.1.1 分散体系的相态分类 (292) ; 8.1.2 分散体系的分散质粒度分类 (293) ; 8.1.3 高分子溶液 (294) ; 8.1.4 溶胶的分类 (294) 。
- § 8.2 溶胶的形成与净化…………… (295)
 8.2.1 溶胶形成的条件 (295) ; 8.2.2 分散法形成溶胶 ;
 8.2.3 聚集法形成溶胶 (296) ; 8.2.4 溶胶的净化 (296) 。
- § 8.3 溶胶的通性与浊度分析…………… (297)
 8.3.1 溶胶的基本性质 (297) ; 8.3.2 溶胶的穿透性及扩散性 (297) ; 8.3.3 溶胶的光性质 (297) ; 8.3.4 浊度分析 (298) 。
- § 8.4 溶胶的粘度与动力性质…………… (299)
 8.4.1 溶胶的粘度 (299) ; 8.4.2 布朗运动 (301) ; 8.4.3 沉降平衡 (304) ; 8.4.4 沉降速度 (305) 。
- § 8.5 溶胶的电性质与结构…………… (306)
 8.5.1 溶胶的双电层 (306) ; 8.5.2 溶胶的电动现象 (307) ;

- 8.5.3 胶粒的结构 (308); 8.5.4 溶胶的双电层作用 (310)。
- § 8.6 溶胶的稳定性与聚结 (311)
- 8.6.1 溶胶的稳定性 (311); 8.6.2 电解质对溶胶聚结的影响 (311); 8.6.3 DLVO理论 (313); 8.6.4 溶胶聚结的外因 (317)。
- § 8.7 高分子溶液与流变性 (317)
- 8.7.1 高分子溶液的通性 (317); 8.7.2 高分子溶液的盐析 (320); 8.7.3 高分子物质对溶胶的保护及敏化作用 (321); 8.7.4 流变性质 (322)。
- § 8.8 液态粗散体系 (324)
- 8.8.1 悬浊液 (324); 8.8.2 沉降分析 (325); 8.8.3 乳状液 (327); 8.8.4 泡沫 (327)。
- § 8.9 气溶胶与凝胶 (328)
- 8.9.1 气溶胶 (328); 8.9.2 凝胶与胶凝 (329); 8.9.3 凝胶中的扩散与反应 (330); 8.9.4 固态分散体系 (331)。

第9章 固体表面化学

- § 9.0 引言 (332)
- 9.0.1 固体概念 (332); 9.0.2 固体表面 (332); 9.0.3 固体表面能 (333); 9.0.4 固体表面现象 (335)。
- § 9.1 固体表面的研究方法 (335)
- 9.1.1 表面分析仪及显微镜 (335); 9.1.2 表面组成及结构的分析谱仪 (337); 9.1.3 表面晶体结构分析 (339); 9.1.4 吸附的红外光谱分析 (339)。
- § 9.2 固体表面膜 (340)
- 9.2.1 吸附膜 (340); 9.2.2 化学反应生成物膜 (340); 9.2.3 钝化膜 (342); 9.2.4 镀膜 (345)。
- § 9.3 表面处理 (347)
- 9.3.1 磨光及抛光 (347); 9.3.2 着色 (348); 9.3.3 油漆 (348); 9.3.4 表面热处理及化学热处理 (350)。