



中国石油大学(北京)学术专著系列

石油乳状液

李明远 吴肇亮 编著



科学出版社

www.sciencep.com

中国石油大学(北京)学术专著系列

石油乳状液

李明远 吴肇亮 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从胶体化学、界面化学和石油化学的角度出发,对石油乳状液研究所涉及的乳状液基本理论,实验方法,石油和石油产品的乳化,石油乳状液的界面性质,石油中天然乳化剂,采油过程中添加的化学剂对石油乳状液的形成、稳定性的影响规律,以及作者过去 20 年的主要研究成果进行了较系统的介绍和讨论。

本书可作为从事石油乳状液研究、石油开采、储存、运输、加工及环境保护的科学工作者、工程师和管理人员的参考书,也可作为大学高年级学生和研究生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油乳状液 / 李明远,吴肇亮编著. —北京:科学出版社,2009

(中国石油大学(北京)学术专著系列)

ISBN 978-7-03-022717-1

I. 石… II. ①李…②吴… III. 石油—乳浊液—研究 IV. TE621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 120609 号

责任编辑:杨 震 周 强 / 责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳信达艺术印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 1 月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2009 年 1 月第一次印刷 印张:30

印数:1—2 000 字数:582 000

定价: 78.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

丛 书 序

大学是以追求和传播真理为目的,并为社会文明进步和人类素质提高产生重要影响力和推动力的教育机构和学术组织。1953年,为适应国民经济和石油工业发展需求,北京石油学院在清华大学石油系并吸收北京大学、天津大学等院校力量的基础上创立,成为新中国第一所石油高等院校。1960年成为全国重点大学。历经1969年迁校山东改称华东石油学院,1981年又在北京办学,数次搬迁,几易其名。在半个多世纪的历史征程中,几代石大人秉承追求真理、实事求是的科学精神,在曲折中奋进,在奋进中实现了一次次跨跃。目前,学校已成为石油特色鲜明,以工为主,多学科协调发展的“211工程”建设的全国重点大学。2006年12月,学校进入“国家优势学科创新平台”高校行列。

学校在发展历程中,有着深厚的学术记忆。学术记忆是一种历史的责任,也是人类科学技术发展的坐标。许多专家学者把智慧的涓涓细流,汇聚到人类学术发展的历史长河之中。据学校的史料记载:1953年建校之初,在专业课中有90%的课程采用前苏联等国的教材和学术研究成果。广大教师不断消化吸收国外先进技术,并深入石油厂矿进行学术探索。到1956年,编辑整理出学术研究成果和教学用书65种。1956年4月,北京石油学院第一次科学报告会成功召开,活跃了全院的学术气氛。1957~1966年,由于受到全国形势的影响,学校的学术研究在曲折中前进。然而许多教师继续深入石油生产第一线,进行技术革新和科学研究。到1964年,学院的科研物质条件逐渐改善,学术研究成果以及译著得到出版。党的十一届三中全会之后,科学研究被提到应有的中心位置,学术交流活动也日趋活跃,同时社会科学研究成果也在逐年增多。1986年起,学校设立科研基金,学术探索的氛围更加浓厚。学校始终以国家战略需求为使命,进入“十一五”之后,学校科学研究继续走“产学研相结合”的道路,尤其重视基础和应用基础研究。“十五”以来学校的科研实力和学术水平明显提高,成为石油与石化工业的应用基础理论研究和超前储备技术研究以及科技信息和学术交流的主要基地。

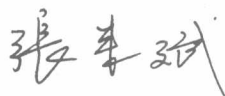
在追溯学校学术记忆的过程中,我们感受到了石大学者的学术风采。石大学者不但传道授业解惑,而且以人类进步和民族复兴为己任,做经世济时、关乎国家发展的大学问,写心存天下、裨益民生的大文章。在半个世纪的发展历程中,石大学者历经磨难、不言放弃,发扬了石油人“实事求是、艰苦奋斗”的优良作风,创造了不凡的学术成就。

学术事业的发展有如长江大河,前浪后浪,滔滔不绝,又如薪火传承,代代相继,火焰愈盛。后人做学问,总要了解前人已经做过的工作,继承前人的成就和经验,在此基础上继续前进。为了更好地反映学校科研与学术水平,凸显石油科技特色,弘扬科学精神,积淀学术财富,学校从2007年开始,建立“中国石油大学(北京)学术专著出版基金”,专款资助教师们以科学研究成果为基础的优秀学术专著的出版,形成《中国石油大学(北京)学术专著系列》丛书。受学校资助出版的第一部专著,均经过初审评议、校外同行评议、校学术委员会评审等程序,确保所出版专著的学术水平和学术价值。学术专著的出版覆盖学校所有的研究领域。可以说,学术专著的出版为科学研究的先行者提供了积淀、总结科学发现的平台,也为科学研究的后来者提供了传承科学成果和学术思想的重要文字载体。

石大一代代优秀的专家学者,在人类学术事业发展尤其是石油石化科学技术的发展中确立了一个个坐标,并且在不断产生着引领学术前沿的新军,他们形成了一道亮丽的风景线。“莫道桑榆晚,为霞尚满天”。我们期待着更多优秀的学术著作,在园丁们灯下伏案或电脑键盘的敲击声中诞生,展现在我们眼前的一定是石大寥廓辽远、星光灿烂的学术天地。

祝愿这套专著系列伴随新世纪的脚步,不断迈向新的高度!

中国石油大学(北京)校长



2008年3月31日

前 言

乳化作用、乳状液作为一种自然现象的研究历史久远,人们对乳状液的认识在不断地深入。乳状液是一种复杂的液-液分散体系,它的分散程度与体相及界面层的流变性质密切相关。这些流变性质与乳状液的化学组成有关。乳状液涉及的体系往往化学组成复杂,常含有化学组成、结构不清的天然物质。由于极少量的物质或某些环境条件可能极大地影响乳状液的状态和性质,因此,人们在研究中可能会忽略起关键作用的物质或条件,出现认识上的谬误。由于乳状液涉及的行业、领域很宽,所处的环境条件千差万别,人们研究的目的也有很大差异,研究人员认识乳状液的角度就会有很大不同。由于条件限制,作者不可能全面总结、归纳有关乳状液的各种理论观点、实验规律和应用实践,仅就有关石油乳状液所涉及的乳状液基本理论、实验规律及在石油生产、加工方面的实践作一比较系统地介绍。

天然石油(也称原油)是一种成分极其复杂的混合物。在不同地点、不同地质层位及开发历史的不同阶段采出的石油,在组成、性能上差别很大。石油化学研究领域的学者们对于石油的化学组成、结构和在石油加工过程中的化学变化进行了细致的研究,建立了一整套比较完整的研究方法,积累了大量的实验资料。由于人们往往以生产高质量的石油产品为目的,因此石油化学的研究主要集中在石油中大量存在的烃类组成和某些与石油加工过程、石油产品质量密切有关的非烃类化合物方面。近年来,在与石油、石油产品的乳化、破乳有关的界面活性组分,以及对石油生产过程有重要影响的石油组分方面,国内外学者们做了大量的研究工作,但还远不够系统和成熟。由于有关乳化作用的石油组分数量少、浓度低、相对分子质量较大、结构较复杂,许多新的实验方法、仪器尚待研究和开发。

石油乳状液作为一个十分复杂的液-液分散体系,涉及石油开采、储存、运输、加工及环境保护等诸多领域和界面化学、胶体化学、石油化学、采油化学、化学工程、石油工程、机械工程等学科,其研究包括石油、石油馏分油及石油加工产品的乳化问题。油田开发中采出石油的脱水(要求含水量降至 0.5% 以下,含盐量降至 50 mg/L 以下)和采出水的脱油一直被人们所重视。随着油藏条件和开采程度的不同、石油性质及采出水组成的变化,人们不断研究、开发出新的破乳、水处理工艺和新型破乳剂、水处理剂。在石油生产过程中,降低油含量和悬浮物含量是水处理的主要任务之一。在石油加工领域对石油脱水脱盐的预处理是一项重要的工艺。石油中含水,水中溶有的 NaCl 、 CaCl_2 、 MgCl_2 等盐类,或是在石油中悬浮的盐类微细颗粒将影响石油加工生产的稳定。因此要求石油的预处理能够使石油含水量降至

0.1%以下,含盐量降至 0.5 mg/L 以下。在早期石油加工中,酸、碱精制工艺中的乳化问题是个突出的难题。这些问题的解决推动了石油乳状液的研究。近年来由于石油生产中提高石油采收率的需要,人们研究开发了各种化学采油的技术。这些技术的应用在提高石油采收率的同时,也为石油与采出水的乳化带来了许多新的问题。同时,海上石油的开采、油田周边环境保护要求的提高,对外排采出水也提出了更高的要求。另外,在石油生产过程中化学采油的机理、采出液的处理、油基钻井液的开发等问题的解决,也使石油的乳化、破乳问题受到越来越多的关注。其中,相关的机理问题需要解答,乳状液的性质需要测定,新的实验技术需要开发。本书试图对这几个方面的问题进行讨论。

本书第 1 至第 4 章、第 6 章、第 11 章由吴肇亮、李明远教授撰写,其中第 3 章中的界面扩张流变性部分由张路副研究员撰写,第 5 章由彭勃教授撰写,第 7 章、第 9 章由郭继香副教授撰写,第 8 章由林梅钦副教授撰写,第 10 章由王慧云副教授撰写。

在过去 20 年的研究中,作者得到了挪威皇家科学与工业委员会、国家教育部留学基金、国家科技部“973”计划和“863”计划、中国石油大学重质油国家重点实验室、中国石油集团公司、中国石化集团公司、中国海洋石油公司的资助。本书的出版得到了中国石油大学(北京)学术专著出版基金的资助。在此,作者表示诚挚的感谢。同时,对参加相关实验研究的教师、学生表示深切的谢意。

书中存在的谬误与不足,敬请读者斧正。

吴肇亮 李明远

2008 年 6 月于北京

目 录

丛书序

前言

第 1 章 乳状液理论基础	1
1.1 表面和界面	1
1.1.1 表面、界面的概念	1
1.1.2 界面过剩量及界面张力	1
1.1.3 溶液的表面或界面张力	4
1.1.4 溶液界面吸附	5
1.1.5 界面吸附速率与动态界面性质	7
1.2 乳状液基本概念	9
1.2.1 乳状液定义	9
1.2.2 乳状液的热力学不稳定性	9
1.2.3 布朗运动与动力稳定性	10
1.3 乳状液物理性质	12
1.3.1 分散液珠大小及分布	12
1.3.2 光学性质及外观	13
1.3.3 黏度	14
1.3.4 电性质	14
1.4 乳化剂及乳化剂的稳定作用	17
1.4.1 乳化剂种类	17
1.4.2 乳化剂的稳定作用	17
1.5 乳状液的形成及类型	22
1.5.1 乳状液的形成	22
1.5.2 乳状液的类型	23
1.5.3 乳状液类型的鉴别	27
1.6 液膜与界面膜	28
1.6.1 液膜与界面膜的结构	29
1.6.2 液膜稳定性与力	30
1.6.3 液膜中长程有序结构	30
1.6.4 界面膜的强度与微观结构	31

1.7 乳状液的不稳定现象与破乳	32
1.7.1 乳状液不稳定现象	32
1.7.2 乳状液的破乳	35
参考文献	38
第2章 石油界面活性组分	40
2.1 石油界面活性组分分离方法及分析方法	41
2.1.1 石油界面活性组分的分离方法	41
2.1.2 石油界面活性组分的分析方法	46
2.2 石油的烃类组分	48
2.2.1 烷烃和环烷烃	48
2.2.2 芳香烃	48
2.2.3 固态烃与蜡	49
2.3 原油的非烃组分	50
2.3.1 硫化物	50
2.3.2 氧化物	51
2.3.3 含氮化合物	55
2.3.4 微量元素存在形态	58
2.4 沥青质、胶质	59
2.4.1 胶状沥青状物质及其分类	59
2.4.2 沥青质、胶质的定义及析出	59
2.4.3 沥青质、胶质的组成	60
2.4.4 沥青质、胶质的结构	61
2.4.5 沥青质、胶质的分散形态	62
2.4.6 沥青质、胶质的乳化作用	63
2.5 石油界面活性组分界面性质及乳化性能表征方法	65
2.5.1 界面张力	66
2.5.2 界面剪切黏度及界面屈服值	66
2.5.3 界面扩张黏度	67
2.5.4 Zeta 电位	67
2.5.5 乳化性能	68
参考文献	68
第3章 油水界面膜与界面流变性	69
3.1 界面膜结构	69
3.1.1 表面膜	69
3.1.2 不溶性单分子膜	70

3.1.3 油水界面层与界面膜	72
3.2 界面流变学理论	73
3.2.1 流变学的基本概念	73
3.2.2 界面流变学的基本概念	74
3.3 界面流变性质测定	77
3.3.1 界面剪切流变性的测定	77
3.3.2 界面扩张流变性的测定	81
3.3.3 界面剪切黏度影响因素	89
3.4 界面剪切流变性	99
3.4.1 界面塑性流动	99
3.4.2 假塑性	101
3.4.3 胀流性	101
参考文献	102
第4章 乳状液测定方法	105
4.1 乳状液稳定性评价方法	105
4.1.1 液珠分布	105
4.1.2 液珠聚并及聚并速率	106
4.1.3 分相法	108
4.1.4 介电常数法	111
4.1.5 电导率法测定 O/W 型乳状液的稳定性	123
4.1.6 测量乳状液的稳定性的新方法	131
4.2 界面张力测定	132
4.2.1 Wilhelmy 吊片法	132
4.2.2 转滴法	133
4.3 界面黏度测定	133
4.4 ζ 电位的测定	133
4.4.1 影响胶体粒子电泳速度的因素	133
4.4.2 关于 ζ 电位的计算	134
4.4.3 Zeta plus 电位分析仪	136
4.4.4 Zetasizer Nano Series User Manual 纳米粒度及 Zeta 电位分析仪	139
4.4.5 测定 ζ 电位的乳状液及悬浮液的配制	140
4.5 动态光散射技术	140
4.5.1 基本原理	140
4.5.2 动态光散射技术的应用	142

参考文献	144
第5章 原油减渣馏分与油水界面性质	147
5.1 减渣馏分的超临界分离	147
5.2 减渣馏分的组成与结构	148
5.3 减渣馏分的界面性质	155
5.3.1 界面张力及减渣馏分在油水界面的吸附过程	155
5.3.2 界面剪切黏度	156
5.3.3 界面扩张黏弹性	157
5.3.4 ζ 电位	160
5.4 减渣馏分分子参数与乳状液的稳定性	161
参考文献	164
第6章 原油乳状液	166
6.1 原油乳状液的形成	166
6.1.1 原油性质	166
6.1.2 水的性质	170
6.1.3 乳化剂	171
6.1.4 原油乳状液的形成	173
6.2 原油乳状液的性质	174
6.2.1 热力学性质	174
6.2.2 物理性质	174
6.2.3 流变性质	174
6.2.4 界面性质	175
6.3 原油乳状液的稳定机理	176
6.3.1 界面张力稳定	177
6.3.2 界面膜稳定	177
6.3.3 双电层稳定	177
6.3.4 空间稳定	178
6.3.5 固体颗粒稳定	178
6.4 原油乳状液稳定性的影响因素	182
6.4.1 原油组成	182
6.4.2 水相组成	182
6.4.3 连续相黏度	183
6.4.4 老化	183
6.4.5 温度	183
6.5 原油乳状液的破乳	183

参考文献	184
第7章 水驱采出液	186
7.1 关于油田污水的一般知识	187
7.1.1 油田污水的形成	187
7.1.2 油田污水的性质	187
7.1.3 油田污水处理质量标准	189
7.2 采出水的组成、元素含量、界面性质的测定	191
7.2.1 采出水中主要成分指标的测定方法	191
7.2.2 采出水的水质分析	194
7.2.3 采出水的固体颗粒矿物组成	196
7.2.4 采出水固体颗粒表面润湿性	198
7.2.5 坨四原油的元素组成	200
7.2.6 小结	200
7.3 悬浮液稳定性	200
7.3.1 实验材料及方法	201
7.3.2 悬浮液界面性质	201
7.3.3 悬浮液稳定性	208
7.3.4 小结	215
7.4 水处理剂与悬浮液的稳定性	215
7.4.1 实验材料及方法	216
7.4.2 水处理剂对油水界面性质的影响	217
7.4.3 水处理剂对悬浮液稳定性的影响	227
7.4.4 采出水循环注入对悬浮液稳定性的影响	228
7.4.5 小结	230
参考文献	230
第8章 聚合物与油水界面性质	231
8.1 聚合物对煤油/模拟水界面性质的影响	231
8.1.1 聚合物对界面张力的影响	232
8.1.2 聚合物对界面剪切黏度的影响	233
8.2 HPAM 对原油模拟油/模拟水界面性质的影响	235
8.2.1 HPAM 对界面张力的影响	235
8.2.2 HPAM 浓度对界面剪切黏度的影响	236
8.2.3 HPAM 相对分子质量对界面性质的影响	239
8.3 疏水缔合聚合物对原油模拟油体系界面性质的影响	242
8.3.1 疏水缔合聚合物对原油模拟油体系界面张力的影响	242

8.3.2	疏水缔合聚合物对原油模拟油体系界面剪切黏度的影响	243
8.3.3	疏水缔合聚合物溶液的体相黏度	245
8.4	HPAM 与疏水缔合聚合物对原油模拟油体系的界面性质影响的比较	245
8.4.1	对界面张力的影响	245
8.4.2	对界面剪切黏度的影响	246
8.4.3	小结	247
8.5	聚合物对 ζ 电位的影响	247
8.5.1	聚合物对油珠 ζ 电位的影响	247
8.5.2	聚合物对固体颗粒 ζ 电位的影响	248
8.6	氧化与剪切降解聚合物对油水界面性质的影响	249
8.6.1	氧化与剪切降解聚合物对体相黏度、界面张力的影响	249
8.6.2	氧化降解聚合物对界面剪切黏度和 ζ 电位的影响	251
8.6.3	剪切降解聚合物对油水界面剪切黏度和 ζ 电位的影响	253
8.6.4	氧化与剪切降解聚合物对 O/W 型乳状液稳定性的影响	254
8.6.5	小结	258
	参考文献	258
第 9 章	碱与原油乳状液	259
9.1	大庆、胜利孤东原油界面活性组分的分离及表征	259
9.1.1	原油界面活性组分的分离	259
9.1.2	原油界面活性组分的基本性质及表征	264
9.1.3	小结	296
9.2	原油界面活性组分的界面性质研究	297
9.2.1	实验条件	297
9.2.2	实验方法	297
9.2.3	界面张力	298
9.2.4	界面剪切黏度	309
9.2.5	油珠的 ζ 电位	314
9.2.6	小结	315
9.3	乳状液稳定性研究	316
9.3.1	实验方法	316
9.3.2	乳状液的类型	318
9.3.3	孤东 1 [#] 原油及原油组分模拟油乳状液稳定性	319
9.3.4	孤东 4 [#] 原油及原油组分模拟油的乳状液稳定性	326
9.3.5	大庆原油及原油组分模拟油的乳状液稳定性	332

9.3.6 小结	337
9.4 模型物的界面活性及乳化性能研究	338
9.4.1 实验方法及条件	338
9.4.2 模型物的 IR 光谱	339
9.4.3 模型物模拟油与蒸馏水、碱液的界面张力	342
9.4.4 模型物模拟油与蒸馏水、碱液的界面剪切黏度	344
9.4.5 模型物模拟油的乳化性质	347
9.4.6 小结	351
9.5 皂化反应动力学研究	352
9.5.1 实验原理	352
9.5.2 实验方法	354
9.5.3 酸的皂化	355
9.5.4 速率常数(k)值、活化能(E_a)及指数前因子(A)的求算	356
9.5.5 酯的结构对水解反应速率的影响	359
9.5.6 原油与碱反应的讨论	360
9.5.7 小结	362
9.6 结论	362
参考文献	363
第 10 章 三元复合驱原油乳状液	365
10.1 实验方法	365
10.1.1 实验材料及试剂	365
10.1.2 胶质、沥青质组分的分离	366
10.1.3 模拟油配制	366
10.1.4 水溶液的配制	367
10.1.5 钠型蒙脱土悬浮液的配制	367
10.1.6 界面张力、界面剪切黏度和 ζ 电位的测定	367
10.1.7 乳状液的制备及稳定性的测定	367
10.1.8 蒙脱土悬浮液稳定性的测定	368
10.2 矿化度对 O/W 型乳状液及固体颗粒稳定性的影响	368
10.2.1 实验材料和试剂	368
10.2.2 矿化度对油水界面张力的影响	369
10.2.3 离子强度对油水界面剪切黏度的影响	370
10.2.4 离子强度对油珠 ζ 电位的影响	371
10.2.5 离子强度对 O/W 型原油模拟油乳状液稳定性的影响	377
10.2.6 离子强度对蒙脱土悬浮液稳定性的影响	378

10.2.7	蒙脱土颗粒对乳状液稳定性的影响	381
10.2.8	小结	385
10.3	聚合物对 O/W 型乳状液及蒙脱土稳定性的影响	386
10.3.1	实验材料及条件	386
10.3.2	聚合物对油水界面性质的影响	386
10.3.3	聚合物对 O/W 型原油模拟油乳状液稳定性的影响	390
10.3.4	聚合物对钠蒙脱土颗粒稳定性的影响	391
10.3.5	蒙脱土、聚合物对 O/W 型乳状液稳定性的影响	397
10.3.6	小结	399
10.4	石油磺酸盐对 O/W 型乳状液及蒙脱土稳定性的影响	400
10.4.1	材料和试剂	400
10.4.2	石油磺酸盐对油水界面性质的影响	400
10.4.3	石油磺酸盐对 O/W 型乳状液稳定性的影响	408
10.4.4	石油磺酸盐对蒙脱土稳定性的影响	411
10.4.5	石油磺酸盐、蒙脱土对 O/W 型乳状液稳定性的影响	413
10.4.6	小结	415
10.5	TRS、HPAM、Na-Mt 复合体系 O/W 型乳状液的稳定性	416
10.5.1	材料和试剂	416
10.5.2	TRS、HPAM 复合体系对 O/W 型乳状液稳定性的影响	416
10.5.3	TRS、HPAM 复合体系对蒙脱土稳定性的影响	420
10.5.4	TRS、HPAM、Na-Mt 对乳状液稳定性的影响	422
10.5.5	小结	423
10.6	碱、表面活性剂对 O/W 型乳状液稳定性的影响	424
10.6.1	实验材料和试剂	424
10.6.2	碱对油水界面性质的影响	424
10.6.3	碱对模拟油乳状液稳定性的影响	426
10.6.4	TRS、碱对油水界面性质的影响	428
10.6.5	石油磺酸盐、碱对 O/W 型乳状液稳定性的影响	431
10.6.6	小结	433
10.7	结论	433
	参考文献	434
第 11 章	油田污水处理	436
11.1	油田污水处理存在的问题	436
11.2	油田污水的稳定机理	437
11.2.1	O/W 型原油乳状液的稳定性	437

11.2.2 悬浮液的稳定性	438
11.2.3 污水中的原油、机械杂质混合物形态与悬浮液的稳定性	442
11.2.4 驱油化学剂对污水稳定性的影响	444
11.3 污水处理剂	451
11.3.1 絮凝剂	451
11.3.2 O/W 型破乳剂	454
11.3.3 其他处理方法及处理剂	455
参考文献	461

第1章 乳状液理论基础

1.1 表面和界面^[1,2]

乳状液属于液-液分散体系,是高比表面积的体系,其性质与界面性质有着密切的关系。故本节将有关表面、界面的概念及其性质作一简单介绍。

1.1.1 表面、界面的概念

液相或固相物质与真空或该物质的饱和蒸气之间的分界面称为表面,而其他两相之间的分界面称为界面。由于气相中分子间作用力很弱,气相对液相、固相表面影响较弱,故常将液-气、固-气之间的分界面称为表面,液-液、液-固、固-固之间分界面称为界面。

密切接触的两个体相往往物理性质和化学组成有较大的差异,曾有许多学者研究过密切接触的两个体相之间界面分子的状况。他们普遍认为两相紧密接触,就会有分子间作用存在。由于分子间的相互作用和扩散,两者间会形成组成和性质发生过渡的界面层。界面层是几个分子厚度(约零点几纳米至几纳米)的过渡层,在此过渡层中组成和性质是有梯度变化的。它不同于两侧有确定相态的实体相,具有独立的位置和相当的厚度、面积,占有一定的空间。虽然界面层是独立的,但它和两侧体相有着依存关系,凡是有两相接触的地方会有界面层出现。反之,没有两相的密切接触,就不可能产生界面层。

在化学热力学的一般讨论中,我们将每一相的物理性质与化学性质视为均匀的,两相之间性质及组成发生突变,但不研究界面分子的微观结构及组成。

1.1.2 界面过剩量及界面张力

在两个互不相溶的液相体系中,一个体相内部同种液体分子间具有较大的分子间作用力,在体相内每个分子受到各方向的分子间作用力的平均值是相同的,从统计意义上讲,分子在体相中的运动不引起体系能量的变化。而界面一侧的一个分子在同一侧受到同种分子较大的作用力(主要是引力),在另一侧则受到另一个液相分子的引力。对于相互溶解度极小的两个液相,它们的极性差异很大,两种液体分子间作用力较小(图 1-1-1)。在两个液相界面上的分子受到向同一体相一侧的净引力,使界面分子具有较体相分子高的能量,界面层的吉布斯(Gibbs)函数