

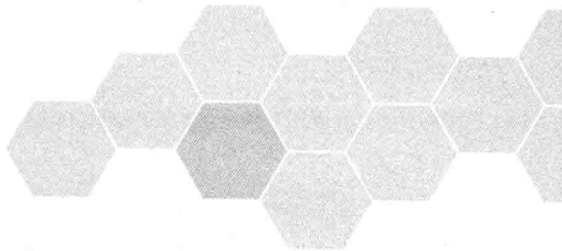
油田应用化学

YOUTIAN YINGYONG HUAXUE

主编 ■ 陈 勇



重庆大学出版社



油田应用化学

YOUTIAN YINGYONG HUAXUE

主编 ■ 陈 勇

重庆大学出版社

内容提要

“油田化学”是一门以石油工程(如石油地质、油藏工程、钻井工程以及采油工程)、化学(如无机化学、有机化学、物理化学、表面及胶体化学和高分子化学与物理等)、化工(流体集输、传热传质过程以及化学反应工程等)为基础,并涉及腐蚀结垢、环境保护以及微生物学等多种学科知识的新兴应用型交叉学科。由于“油田化学”贯穿于整个石油工业生产过程,在油气田钻探、开采、集输以及销售过程中占据极为重要的位置。

本书可作为石油工程相关专业油田化学课程的专业教材,也可作为石油工作者参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

油田应用化学/陈勇主编. —重庆:重庆大学

出版社,2016.12

ISBN 978-7-5689-0273-1

I. ①油… II. ①陈… III. ①油田—应用化学
IV. ①TE39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 298941 号

油田应用化学

主 编 陈 勇

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:周 立

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:11 字数:261 千

2017 年 1 第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0273-1 定价:28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

油田化学研究的主要内容是在石油的勘探、开发、生成过程中所发生的和可能发生的各种化学问题。它是无机化学、有机化学、物理化学、分析化学、表面化学及化工原理等化学学科与地质学、岩矿学、流体力学、渗流力学、油藏工程、油藏物理、钻井工程、采油过程等石油工程学科的交叉学科。同时,油气勘探、开发、集输过程也与油田化学相关,几乎涉及油气生产的全部过程,因此它也是一门应用性很强的综合学科。

本书共有 11 章,可分为准备知识(第 1 章)、钻井化学(第 2~4 章)、采油化学(第 5~7 章)及集输化学(第 8~11 章)4 个部分。在编写过程中,针对石油专业学生化学基础知识相对薄弱,对许多化学试剂作用机理难以理解的问题,特别将油田化学中应用较多的两类化学试剂——表面活性剂与油田用高分子,单列一章专门讲解,希望能在了解化学试剂特性的基础上,顺利掌握后续内容。

本书在编写过程中参考大量现有资料,力图做到内容全面、紧密联系实际以提高学生学习积极性和学习效果,但油田化学涉及学科较多,且部分内容涉及化学及工程领域前沿,导致部分理论和应用内容尚需进一步研究讨论。

由于编者水平所限,书中谬误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 1 月

目 录

绪论	1
第1章 表面活性剂与油田用高分子	4
1.1 表面活性剂的定义与分类	4
1.2 表面活性剂的性质与作用	6
1.3 常用的表面活性剂	11
1.4 油田用高分子定义与特点	14
1.5 高分子溶液	16
1.6 常用的高分子化合物	22
习题	27
第2章 钻井液及其化学处理	29
2.1 黏土矿物质	29
2.2 钻井液的功能及性能要求	38
2.3 钻井液密度及其控制	40
2.4 钻井液酸碱性及其控制	41
2.5 钻井液滤失性及其控制	42
2.6 钻井液流变性及其控制	47
2.7 钻井液中固相及其含量控制	51
2.8 钻井液润滑性及其控制	53
2.9 钻井液井壁稳定性及其控制	54
2.10 常见的钻井液体系	57
习题	61
第3章 固井液及其化学处理	62
3.1 固井液功能与组成	62
3.2 水泥浆密度调节	63
3.3 固井水泥浆稠化及稠化时间的调节	65

3.4	水泥浆流变性 & 滤失性调节	70
3.5	气窜 & 其控制	72
3.6	常见的钻井液体系	73
	习题	75
第4章	钻井液储层保护技术	76
4.1	钻井液储层损害因素	76
4.2	国内外储层保护钻井液技术	80
	习题	83
第5章	化学驱油	84
5.1	概述	84
5.2	聚合物驱油	86
5.3	表面活性剂驱油	89
5.4	碱驱	98
5.5	复合驱油	100
	习题	102
第6章	油气层的化学改造	103
6.1	酸化 & 酸化用酸	103
6.2	压裂 & 压裂液添加剂	111
6.3	开发页岩气、煤层气用压裂液	115
	习题	117
第7章	油气井的化学改造	118
7.1	化学堵水调剖	118
7.2	化学清防蜡技术	130
7.3	化学防砂技术	133
	习题	137
第8章	管道的腐蚀与防腐	138
8.1	管道的腐蚀	138
8.2	管道的防腐	141
	习题	144
第9章	油田水处理技术	145
9.1	油田水性质 & 处理要求	145
9.2	固相的去除	148

9.3 油田水的防垢和除垢	150
习题	155
第 10 章 天然气处理技术	156
10.1 天然气去除杂质技术	156
10.2 天然气水合物的形成与抑制	158
习题	161
第 11 章 原油的化学处理	162
11.1 原油消泡	162
11.2 原油破乳	163
11.3 原油降凝、降黏和减阻	165
习题	166
参考文献	167

绪 论

0.1.1 油田化学的范畴

油田化学是研究油田钻井、采油和集输过程中化学问题的一门学科。其研究对象由钻井化学、采油化学和集输化学三部分组成,具体包括以下 9 个方面:

- ①钻井液、完井液的性能及其控制与调节;
- ②钻完井过程中应用化学方法进行储层保护的技术;
- ③化学驱油技术;
- ④油藏的化学改造(如酸化、压裂、调剖堵水等);
- ⑤油、水、气井的化学改造(如防蜡、防砂、气井排水等);
- ⑥原油钻、采、输过程中的化学防腐技术;
- ⑦油田水的化学处理技术;
- ⑧油气集输过程中的化学处理技术;
- ⑨油田用化学试剂的研制、合成、分析等技术。

0.1.2 油田化学的特点

首先,油田化学是一门涉及多个学科的交叉学科。它主要涉及两个方面:一是石油地质学、钻井工程、油藏工程、采油工程、流体力学、渗流力学、集输工程等工程学科;二是无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、表面化学、胶体化学等化学学科。涉及面广,应用难度深。

其次,油田化学的研究内容包括 3 个方面:一是油气生产过程中存在问题的化学本质;二是解决该问题的化学试剂;三是所使用化学试剂的作用机理和协同效应。

最后,由于油气开发属于技术密集、资金密集型行业,其风险性较高,而油田应用的化学试剂种类繁多、易造成油气藏损害,故对油田化学试剂的研制及使用提出了较高的要求,一般其研制和试验周期较长。

0.1.3 油田常用的化学试剂

油田化学试剂种类繁多,各国采用了不同的划分标准。如俄罗斯将其分为无机化合物、有机化合物、高分子化合物和表面活性剂 4 个大类。美国石油工业学会(API)在其出版的《油田

化学》文摘中将油田化学试剂分为钻井液类、完井和增产液类、采油化学品和提高采收率用化学品 4 类。

油田化学在解决钻井、采油和集输 3 个过程所用到的化学试剂有许多在化学分类上是同一类,如钻井液中用到的增黏剂和化学驱油中聚合物都属于高分子化合物,乳化和破乳剂都属于表面活性剂等。除了通用的一些无机盐、不溶性矿物质、酸和碱之外,油田所用的化学试剂最常见的就是聚合物高分子和表面活性剂。故我国从实用性、科学性的角度,制定了石油行业标准《油田化学剂类型代号》(SY/T 5822—1993),将油田用化学试剂分为 6 个大类,即通用化学试剂、钻井用化学试剂、油气开采用化学试剂、提高采收率化学试剂、油气集输化学试剂、水处理化学试剂。

0.1.4 油田化学技术的应用及发展

油田化学是石油工程专业中的一门主要课程,其应用性、实用性强。美国各大学石油工程专业教学计划中化学类课程学时占整个学时总数的 10% 左右,而我国仅占总学时的 5%,相差甚大。实际上,在实际工作中油田化学广泛的适用性体现的十分明显。例如,钻井出了问题,人们首先想到的是钻井液;采油出了问题,对油层和油层改造,首先想到的是各种化学剂。例如,以前压裂是水力压裂,现在已开发出一种新的压裂方式——高能气体压裂,即爆炸压裂。成本低,对深井压裂有效。我国目前的原油采收率较低,大约一次采油(依靠地层能量即油气本身压力采出石油)采收率小于 15%。二次采油即注水注气采油,采收率约为 35%,我国平均采收率为 36.36%。而三次采油即以化学剂为中心,靠化学—物理的作用来驱油,采收率可达 70%~95%。由此可见,油田化学对于解决油田实际工作中的问题十分重要。

油田化学这一新兴学科出现于 20 世纪五六十年代。此后,油田化学剂的开发和利用日益受到石油行业的关切和重视。例如,在世界范围内,在 70 年代中期总销售额达 8 亿美元,到 80 年代初期总销售额达 20 亿美元,到 80 年代末期总销售额达 30 亿美元。近年来,油田化学品发展迅速,仅美国 2013 年消费额已达 107 亿美元,预计 2015 年将达 120 亿美元。

我国油田化学工作起步较晚。到 20 世纪 80 年代初期,才出现蓬勃发展的趋势。但与石油先进国家相比,油田化学剂的应用水平有还相当大的差距。例如,美国每采出 1 t 原油大约投入各种油田化学剂 21 kg,而我国为 3.88 kg。这些油田化学剂包括钻井、完井、采油、集输等作业中所用的各种油田化学剂。

从近几年的发展来看,油田化学研究呈现出以下几种趋势:

①随着其他学科的发展而发展,新的体系、化学剂日益增多。例如,泥浆从以前的阴离子体系发展到现在的阳离子、复合离子体系,甚至也出现了以混合层金属氢氧化物为主的正电胶体系。这都是借鉴了其他学科的成果。

②保护油层的化学剂日益受到重视。这类化学剂是一批新型化学剂,可用在钻井液、注水等系统中,减少对油层的损害。

③提高采收率用剂所占份额日益增多。例如,到 2000 年大庆油田通过各种提高采收率的方法稳产 5 300 万 t。除加密井网、老井侧钻等方法外,主要依靠油层改造的方法来达到提高采收率稳产的目的。目前,大庆已建成了年产 3 万 t 聚丙烯酰胺的生产厂,可提供聚合物驱使用的大分子量聚丙烯酰胺。

由此可知,油田化学在石油工业中的作用十分重要的,并且发展迅速,特别是对于我国东

部各主力油田,都已进入开发的中后期,其开发难度逐渐加大,而对于西部油田及重庆涪陵页岩气,由于自然条件恶劣,地层条件复杂,开发难度大,这都对油田化学技术提出了更高、更难、更迫切的要求,因此,大力发展我国油田化学技术是势在必行的。

第 1 章

表面活性剂与油田用高分子

表面活性剂和油田用高分子是油田化学中最常见、应用范围广、种类繁多的两大类化学试剂。在研究钻井、采油和油气集输化学之前,有必要了解这两类化学试剂的性质与作用。

1.1 表面活性剂的定义与分类

1.1.1 表面活性剂的定义及分子结构特点

表面活性剂是少量存在就能显著降低溶剂表面张力的物质(Surfactant or Surface Active Agent, SAA 或 SAa)。

根据溶质浓度与溶液表面张力的关系,可将溶质分为以下 3 类:

- ①表面张力随溶质浓度增大而略有上升(图 1.1 中曲线 1),如 NaCl、HCl 等。
- ②表面张力随溶质浓度增大而下降(图 1.1 中曲线 2),如乙醇等低分子醇类。
- ③表面张力在稀溶质浓度时显著下降(图 1.1 中曲线 3),如烷基磺酸盐等。

故按定义,只有第三类物质才是表面活性剂,而第二类物质称为表面活性物质,如甲醇、乙醇、乙二醇等。

表面活性剂之所以可以降低溶液表面张力,是由于其分子结构具有两亲性,即活性剂分子由亲水的极性基团和亲油的非极性基团两部分组成。图 1.2 为十二烷基季铵盐的两亲性示意图。

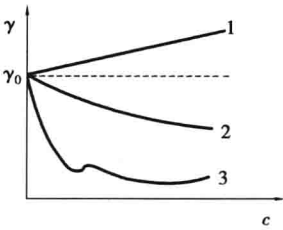
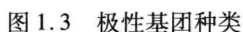
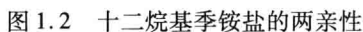


图 1.1 表面张力-溶质浓度曲线

1.1.2 表面活性剂的分类

表面活性剂种类繁多,分类方法也有多种,最常见的是极性基团种类分类,如图 1.3 所示。



阴离子表面活性剂在水中可以电离,电离后起活性作用的部分是阴离子。所谓起活性作用的是能显著降低溶剂的表面张力和改变表面状态的能力。

2) 阳离子表面活性剂

阳离子表面活性剂在水中可以电离,电离后起活性作用的部分是阳离子,绝大部分是有机胺的衍生物。这类表面活性剂的水溶液具有相当强的杀菌能力,可作为杀菌剂、防腐剂、缓蚀剂、黏土膨胀抑制剂等,在油田中应用不如阴离子表面活性剂广泛。

两性离子表面活性剂起活性作用的部分带有两种电学性质,如十二烷基二甲基甜菜碱,为阳离子、阴离子表面活性剂,其结构式如下:



两性离子表面活性剂具有较好的耐盐性和一定的防腐杀菌性,且毒性较阳离子表面活性剂弱,故可作为食品工业消毒杀菌剂。

4) 非离子表面活性剂

非离子表面活性剂在水中不电离,其亲水性是由一定数量的含氧基团与水分子形成氢键而产生。主要包括以下 5 种类型:

- ①醚型,如 OP 系列、平平加型,耐强酸碱、耐温;
- ②酯型,如 Span 系列,由于其酯键易在酸或碱性条件下水解,故不耐酸碱;
- ③胺型,属于有机胺,具有耐酸、杀菌性;
- ④酰胺型,起泡稳泡作用强;
- ⑤混合型,如 Tween 系列。

1.2 表面活性剂的性质与作用

1.2.1 降低表面(界面)张力

所谓界面即两相的接触面,一般将气-液、气-固界面称为表面,故表面张力实际上是指气-液两相的界面张力。

由表面活性剂的定义不难看出,其主要的性质之一就是能使得溶剂的表面张力大幅度的降低,导致这一现象的原因是表面活性剂分子在溶剂表面的吸附。

1) 吸附的定义及量化

所谓吸附,是指溶剂分子在界面上浓集的现象。由于表面活性剂分子属于两亲性分子,其分子中极性基团(亲水基团)受到水分子(极性)的吸引,而非极性基团(亲油基团)则受到水分子的排斥,故表面活性剂分子在两种作用力的作用下,更倾向于排列在溶剂的表面(气液界面)。表面活性剂分子在溶剂表面的浓集,取代了原本分布在气液界面的溶剂分子,现成了新的气液界面,改变了表面分子所收到的不对称力,降低了表面自由能,使得两相的极性差减小,从而降低溶剂表面(气液界面)的张力。

一般用吸附量衡量吸附程度。吸附量的大小对于气-固、气-液、液-固两相的吸附可直接测得,但对于液-液相的吸附不易直接测定,而是通过界面性质与活性剂浓度间的关系推算,计算公式为吉布斯(Gibbs)吸附公式,对于只有一种溶质的稀溶液或非离子表面活性剂溶液,吸附公式为:

$$\Gamma = -\frac{1}{RT} \left(\frac{dr}{d \ln c} \right)_T = -\frac{c}{RT} \left(\frac{dr}{dc} \right)_T$$

式中 Γ ——吸附量,即表面浓度, mol/m^2 ;

R ——气体常数, $8.315 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$;

r ——表面张力, N/m^2 ;

c ——溶液浓度, mol/L ;

T ——绝对温度, K ;

$\left(\frac{dr}{d \ln c} \right)_T$ ——恒温下,表面张力随浓度自然对数增加的变化率。

由吸附量公式可知,随着表面活性剂浓度的增加,表面张力逐渐下降, $\left(\frac{dr}{d\ln c}\right)_T$ 为负值,而 $\Gamma > 0$,证明表面活性剂在溶剂表面富集。吉布斯吸附公式只适用于低浓度范围($c < cmc$)。

影响吸附量的因素主要有:

- ①活性剂亲水基团水化后的截面积影响饱和和吸附量;
- ②亲油基团亲油性越强,吸附量越大;
- ③溶剂中的电解质及温度;
- ④活性剂浓度越大,吸附量越大,当 $c > cmc$ 时,活性剂分子发生缔合,吸附达到饱和。

2) 胶束及临界胶束浓度

所谓胶束,是指由表面活性剂分子在溶剂中所现成的分子聚集体(分子缔合体),如图 1.4 所示,胶束的内部是与溶剂分子极性相反的活性剂分子基团,而胶束的外部则是与溶剂分子极性相近的活性剂分子基团。因此,胶束这一分子聚集体所受溶剂分子的排斥作用极低。

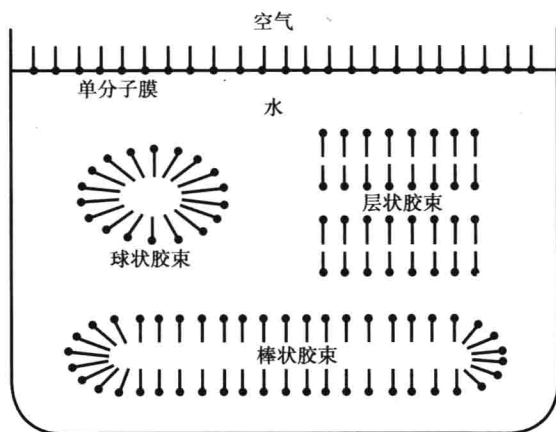


图 1.4 表面活性剂分子在水中的排列形式

而临界胶束浓度 cmc ,即表面活性剂在溶液中开始明显形成胶束的浓度。 cmc 不是一个固定的数值,而是一个范围。当表面活性剂浓度达到 cmc 时,溶液的各项性质发生突变,其去污能力、导电率上升极快,界面张力下降显著。表面活性剂的 cmc 一般很低,为 $0.02\% \sim 0.4\%$ 。

cmc 可以看作表面活性剂活性的量度, cmc 越低,表明表面活性剂形成胶束所需的浓度越低,起活性作用所需浓度越低(一般活性剂使用浓度都要大于 cmc)。 cmc 取决于活性剂的分子结构,规律如下:

- ①同系物中,C 链越长, cmc 越低;
- ②R 碳链相同,非离子表面活性剂的 cmc 远小于离子型表面活性剂;
- ③R 碳链相同,非离子表面活性剂亲水基中聚氧乙烯基的聚合度越大, cmc 越大;
- ④R 碳链相同,表面活性剂中亲水基团增加, cmc 增加;
- ⑤亲水基团相同,亲油基团 C 原子数相同的表面活性剂中,亲油基团有支链的 cmc 较大。

1.2.2 溶解性(溶剂为水相)

由表面活性剂分类不难发现,离子型表面活性剂都属于盐类,故其溶解度都随温度的上升而增加,但离子型表面活性剂的溶解度会在温度达到某一临界温度后迅速上升,这一温度称为

卡拉夫特温度点(Kraft-point)。这主要是由于,当温度达到卡拉夫特温度点后,离子型表面活性剂分子在溶液中形成特殊的分子聚集体——胶束,此时受到的溶剂分子的排斥作用最低,故其溶解度迅速增大。

而非离子表面活性剂的溶解度随温度变化的趋势与离子型表面活性剂相反,其溶解度随温度的上升基本不变(或略有上升),但当温度达到某一临界温度后迅速下降,溶液发生浑浊,这一温度称为浊点(Cloud-point)。这主要是由于非离子表面活性剂的亲水性主要来源于其极性基团与水分子形成的氢键作用,当温度升高后氢键由于分子热运动的加剧而断裂,此时非离子表面活性剂的亲水性消失,故而从液相中析出,导致溶液浑浊。

1.2.3 亲水亲油性(HLB 值)

由美国 Atlas 实验室在实验基础上创立的 HLB 值用来表现活性剂亲水性的强弱;HLB 值越大,亲水性越强;反之,亲水性越小。

1) HLB 值的计算方法

(1) 基数法

基数法适用于阴离子及非离子表面活性剂。通过试验总结各基团的特点,用基数表示,见表 1.1。计算公式为:

HLB = 7 + ∑H - ∑L

式中 ∑H ——活性剂中亲水基基数之和;

∑L ——活性剂中亲油基基数之和。

表 1.1 表面活性剂中亲水基和亲油基的基数

亲水基	亲水基基数 H	亲油基	亲油基基数 L
—OSO ₃ Na	38.7	—CH—	0.475
—COOK	21.1	—CH ₂ —	0.475
—COONa	19.1	—CH ₃	0.475
—SO ₃ Na	11.0	=CH—	0.475
—COOR	2.4	—CF—	0.870
—COOH	2.1	—CF ₂ —	0.870
—OH	1.9	苯环	1.622
—O—	1.3	(—CH ₂ CH ₂ CH ₂ O—)	0.15
(—CH ₂ CH ₂ O—)	0.33		

(2) 基团质量法

基团质量法适用于计算聚氧乙烯型和多元醇型非离子表面活性剂的 HLB 值,计算公式为:

HLB = 亲水基的相对分子质量 / 活性剂的相对分子质量 × 20

(3)混合表面活性剂 HLB 值的计算

不同类型的表面活性剂具有协同效益,故往往混合使用(除阴、阳离子表面活性剂外,以避免混合后沉淀),这就需要计算混合表面活性剂的 HLB 值,计算公式为:

HLB = (aW_A + bW_B + ...)/(W_A + W_B + ...)

式中 a、b、...——不同表面活性剂的 HLB 值;

W_A、W_B、...——不同表面活性剂的质量。

若已知混合表面活性剂的各组分质量比一定,只有一种活性剂 HLB 值未知,则可通过上式求出其 HLB 值。

(4)乳化标准油实验法

乳化标准油实验法由美国 Atlas 实验室提出,通过实验方法确定未知表面活性剂的 HLB 值(见表 1.2),具体做法如下:

①通过规定已知的亲油表面活性剂和亲水表面活性剂的 HLB 值(油酸为 1,油酸钠为 18),按不同质量比混合这两种表面活性剂,得到不同 HLB 值的混合表面活性剂;

②再用各混合表面活性剂乳化各种油相,形成最稳定的乳状液的混合表面活性剂的 HLB 值,即为乳化该油相所需的 HLB 值;

③将未知表面活性剂与已知 HLB 值的表面活性剂按一定比例混合,乳化各标准油相形成稳定的乳状液,得到混合活性剂的 HLB 值,再通过方法(3)计算出未知活性剂的 HLB 值。

表 1.2 常见油相乳化所需的 HLB 值

油 相	乳化所需的 HLB 值		油 相	乳化所需的 HLB 值	
	W/O	O/W		W/O	O/W
煤油	—	12.5	微晶蜡	—	9.5
重矿物油	4	10.5	石蜡	4	9.0
轻矿物油	4	10.0	沥青	—	12~14
石蜡油	4	10.5	石油	4~5	10~12

2)HLB 值的应用

HLB 值除了代表活性剂的亲水性强弱外,还可作为选用表面活性剂的参考标准。表 1.3 列出了不同应用途径与 HLB 值的关系。

表 1.3 表面活性剂 HLB 值与应用的关系

HLB 值	应 用	HLB 值	应 用
1.5~3	消泡剂	12~15	润湿反转剂
3~6	W/O 乳化剂	13~15	洗涤剂
7~18	O/W 乳化剂	15~18	增溶剂

1.2.4 润湿反转

润湿现象即液体在固体表面上的铺展或流散现象。液体能否润湿某一固相,是通过润湿

角 θ 来判断的, $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 为润湿, $\theta > 90^\circ$ 为非润湿。

润湿反转作用是指表面活性剂使得固相表面的润湿性向相反方转化的作用。使得固相表面润湿性发生反转的表面活性剂称为润湿反转剂或润湿剂。润湿反转作用的机理仍然是由于表面活性剂的定向吸附,如图 1.5 所示。

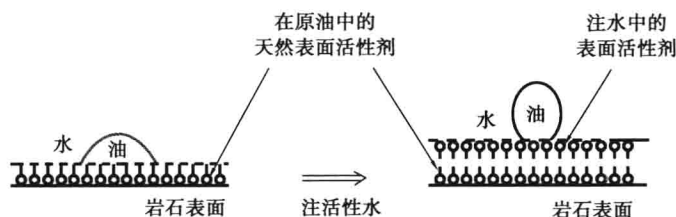


图 1.5 润湿反转示意图

化学驱油、防蜡、防垢、缓蚀等油田作业都应用到润湿反转作用。

1.2.5 乳化与破乳

乳化作用是指使两种原本互不相溶的液体形成具有一定稳定性的分散体系。该分散体系中,一种液体以液滴的形式分散在作为连续相的另一液相中。乳状液液珠的直径一般为 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ 。乳状液根据连续相的不同,分为油包水型(W/O)和水包油型(O/W),例如,含水原油和含油污水。

具有使得乳状液形成作用的表面活性剂称为乳化剂。相反,能使得已经生成的乳状液破乳的表面活性剂称为破乳剂。乳化剂的乳化作用是由于表面活性剂在液-液界面上的吸附,这导致两个结果:一是降低两相间的界面张力,使得乳状液易于形成;二是活性剂吸附所形成的界面膜,使得分散的液珠难以聚并(离子型表面活性剂形成双电层)。这两个结果是乳化剂的作用机理。而破乳剂虽同属表面活性剂,其吸附会取代原本的乳化剂分子,提高界面张力,降低界面膜强度,使得液滴易于聚并、两相分层。

油田常用表面活性剂作为乳化剂或破乳剂,进行原油破乳、污水处理、乳化压裂、稠油乳化降黏、乳状液驱油等作业。

1.2.6 起泡与消泡

泡沫是气体分散在液相中的分散体系(也有气体分散在固相中的分散体系,如泡沫塑料、泡沫混凝土)。该分散体系由多个气泡的聚集,表面活性剂的起泡作用是使得泡沫易于形成,且具有一定的稳定性。具有起泡作用的表面活性剂即起泡剂。

起泡作用也是由于表面活性剂分子在气液界面上的吸附,一方面,吸附降低了气液界面的界面张力,使得气液界面易于延展,泡沫易于形成;另一方面,表面活性剂的吸附,在界面上形成了具有一定强度的界面膜,可减缓气泡的合并,使得泡沫更加稳定。而消泡剂虽同属表面活性剂,其吸附会取代原本的起泡剂分子,使得界面张力上升,降低界面膜强度,使得气泡易于聚并、气液相分离。

油田上用起泡剂应用于泡沫压裂、泡沫驱油、泡沫堵水等,而消泡剂则作用于泡沫原油处理、产出液处理等。