



天然食品乳化剂和乳状液

——组成、性质、制备、加工与应用

焦学瞬 主 编 薛 毅 谢连营 副主编
刘 凌 于 梅



科学出版社

内 容 简 介

本书参照国内外最新文献资料,结合作者教学、科研和工作实践经验,按照乳化剂的来源和用途分类,详细介绍了天然食品乳化剂和乳状液的性质、组成、制备、加工、应用、测试、质量规格等,还介绍了乳状液及乳化技术的基本理论知识,食品乳状液的研究现状和用天然原料合成的一些食品乳化剂。该书对天然食品乳化剂和乳状液的研究和开发十分有用。

本书可供轻工、食品、化工等专业技术工作者使用,也可作为有关高等院校教材或教学参考书使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

天然食品乳化剂和乳状液——组成、性质、制备、加工与应用/焦学瞬主编.-北京:科学出版社,1999

ISBN 7-03-007700-8

I.天… II.焦… III.食品-乳化剂 IV.TS202

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 27395 号

3137 / 1811

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1999年9月第一版 开本:787×1092 1/16

1999年9月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—4 000 字数:372 000

定价: 22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

前 言

乳化剂在食品加工中起到多种功效，它是最重要的食品添加剂，广泛用于糕点、饼干、面包、人造奶油、冰淇淋、乳制品、蛋黄酱、巧克力、糖果、肉制品、饮品、罐头、豆制品等食品中，乳化剂在延长食品贮藏保鲜期，防止食品变质，改善食品风味，提高食品质量，增加食品营养成分，便于食品加工等方面起着相当大的作用。乳化剂也在其他工业领域有着广泛的应用。

食品乳状液是一种复杂的体系，它的一些特性如口味、风味、柔软性、酥脆性、光滑性、外观和老化稳定性等与所用的乳化剂紧密相关。为了使乳状液有好的稳定性使之达到色、香、味、形和组织结构具佳，需要适当选用合适的乳化剂。

天然食品乳化剂是食品行业的发展方向，目前人们已开始注重食品添加剂的天然性，天然食品乳化剂不仅具有一般乳化剂的作用，其本身还有着重要的营养价值，有些还是人体中不可缺少的某种成分。国外已有许多关于天然食品乳化剂的报道。为了促进我国天然食品乳化剂及乳状液的研究、开发、生产和应用，满足广大科技人员和有关高等院校师生的迫切要求，我们参考国内外最新文献资料，结合作者教学、科研和实际工作经验撰写了本书。

本书按乳化剂的天然来源和用途分类，介绍了天然食品乳化剂及乳状液的组成、性质、加工、制备、应用、测试、质量规格等，还介绍了乳状液和乳化技术的基本理论知识及食品乳状液研究现状。与此同时，在其中一章还介绍了主要用天然原料合成的食品乳化剂。

参加本书编著的有焦学瞬（第一、十五章），薛毅（第二、十三、十四章），谢连营（第六章、第十七章第三节），宋慧（第三、四、十一章），于梅（第十章），刘凌（第五、九、十二章），李梅（第八章），贺明波（第十六章），罗玲霞（第七、十七章一、二节）。另外，曹松华参编了“海藻胶”部分内容，全书由焦学瞬、薛毅统编定稿。

本书涉及化学、化工、物理（光学、流变学、力学）、轻工、食品诸多学科和行业，内容广泛，书中难免有不当和错误之处，请读者批评指正。

《天然食品乳化剂和乳状液》编委会

主 编 焦学瞬

副 主 编 薛 毅 谢连营 刘 凌 于 梅

编 委 李 梅 宋 慧 贺明波 罗玲霞

目 录

前 言

第一章 乳状液和乳化技术	(1)
第一节 引言	(1)
一、定义	(1)
二、天然乳状液	(1)
三、商业食品乳状液	(1)
第二节 乳状液性质	(2)
一、外观	(2)
二、分散作用	(2)
三、粘度	(2)
四、颗粒大小	(3)
五、微粒电荷	(4)
六、导电性	(4)
七、pH值	(4)
八、稳定性	(4)
九、防腐作用	(4)
第三节 一般乳状液的稳定作用和去稳定作用	(4)
一、乳状液的稳定性	(4)
二、乳状液的去稳定作用机理	(6)
三、乳状液稳定的机理	(6)
第四节 乳化作用	(8)
一、概述	(8)
二、乳化剂选择	(9)
三、食品乳化剂的功能	(11)
第五节 产品开发	(12)
第六节 乳化设备	(15)
第七节 食品乳状液	(16)
第八节 表面活性剂的其他作用	(17)
一、泡沫	(17)
二、悬浮作用	(18)
三、破乳作用和消泡作用	(18)
四、络合作用	(18)
五、结晶控制	(19)

六、润湿作用	(19)
七、润滑作用	(19)
第九节 多种乳化剂效果	(20)
第二章 食品乳状液的基本理论和研究状况	(21)
第一节 前言	(21)
第二节 乳状液的稳定性	(22)
一、静电稳定和 DLVO 理论	(22)
二、立体稳定性	(23)
三、粒子稳定性	(23)
第三节 乳状液的形成	(24)
一、乳化剂的作用	(24)
二、乳状液形成的动力学观点	(26)
第四节 乳状液的失稳	(28)
一、分离过程	(28)
二、吸附现象	(29)
三、凝聚过程	(29)
四、乳化剂的作用	(30)
五、脂肪结晶作用	(30)
六、桥联絮凝	(31)
第五节 预测乳状液的性质	(33)
一、表面张力和表面流变学	(33)
二、液晶相特性	(33)
三、亲水-亲脂平衡	(33)
四、预测食品乳状液的性质	(34)
第三章 牛乳蛋白质	(35)
第一节 前言	(35)
第二节 牛乳蛋白质产品的类型和用途	(36)
一、全乳乳粉 (WDM)	(36)
二、脱脂乳粉 (NDM)	(36)
三、酪蛋白酸盐	(38)
四、共沉淀物 (盐)	(40)
五、乳清蛋白浓缩物	(41)
六、乳蛋白混合物	(43)
第三节 加热对牛乳蛋白的影响	(43)
第四节 牛乳蛋白质的功能特性	(45)
一、水化特性	(45)
二、持水能力 (WHC)	(46)

三、溶解性	(47)
第五节 牛乳蛋白质的流变特性	(48)
第六节 牛乳蛋白质的乳化作用	(50)
第四章 鸡蛋蛋白质	(52)
第一节 前言	(52)
第二节 蛋黄的化学性质	(52)
一、概述	(52)
二、蛋黄的微观结构和组成	(53)
三、某些加工处理对蛋黄化学性质的影响	(55)
第三节 食品中蛋黄蛋白质的功能特性	(56)
一、蛋黄在界面的组成成分	(56)
二、作为乳状液稳定剂的蛋黄	(57)
三、蛋糕中蛋黄的作用	(58)
第五章 肉类蛋白质	(60)
第一节 前言	(60)
第二节 蛋白质-脂肪相互作用(脂肪亲合能力)	(60)
一、表面蛋白膜	(60)
二、肌球蛋白和肌动球蛋白的物理-化学特性	(62)
三、肌球蛋白的亲水性和疏水性	(62)
四、脂质特性	(63)
第三节 持水性和肌肉蛋白的蛋白水化作用	(63)
第四节 蛋白质-蛋白质相互作用	(65)
第五节 肌原纤维蛋白使脂肪乳化稳定的模式	(66)
第六章 大豆卵磷脂和蛋白质	(67)
第一节 大豆卵磷脂产品	(67)
一、大豆卵磷脂的重要性	(67)
二、定义、组成、性质和加工制备方法	(68)
三、功能作用	(75)
四、在食品中的应用	(77)
五、与食品有关的用途	(79)
六、美国卵磷脂的应用概况	(80)
七、规章方面	(81)
八、前景	(81)
第二节 大豆蛋白质产品	(81)
一、大豆蛋白质的重要性	(81)
二、化学、流变学和物理学性质	(81)

三、定义、组成和生产方法	(83)
四、功能作用	(85)
五、在食品中的应用	(89)
六、有关用量规则	(94)
七、应用趋势	(95)
第七章 玉米蛋白质	(96)
第一节 玉米蛋白化学	(96)
一、组成和存在	(96)
二、玉米醇溶蛋白	(97)
三、谷蛋白	(98)
四、白蛋白和球蛋白	(99)
第二节 玉米蛋白生产技术及应用	(100)
一、玉米胚芽蛋白	(100)
二、玉米胚乳蛋白	(101)
三、高赖氨酸玉米	(102)
第三节 玉米蛋白的功能特性	(103)
一、玉米胚芽蛋白功能特性	(103)
二、玉米胚乳蛋白的功能性质	(104)
第八章 天然海产品高分子物质	(105)
第一节 前言	(105)
第二节 琼脂	(106)
一、资源	(106)
二、工业加工	(106)
三、应用	(106)
四、毒性	(107)
五、化学结构	(107)
六、生物合成	(108)
七、性质	(109)
八、在食品中的应用	(110)
第三节 卡拉胶	(112)
一、来源	(112)
二、工业生产	(112)
三、质量要求	(113)
四、毒性	(113)
五、化学结构	(114)
六、生物合成	(116)
七、性质	(116)

八、在食品中的应用	(119)
第四节 海藻胶	(124)
一、来源	(124)
二、工业加工	(125)
三、通用性	(126)
四、毒性	(126)
五、化学结构	(127)
六、性质	(128)
七、在食品中的应用	(131)
第九章 植物性食品胶和微生物胶	(136)
第一节 植物种子胶质	(136)
一、前言	(136)
二、瓜尔豆胶	(136)
三、槐豆胶	(141)
第二节 植物胶浸出物——阿拉伯胶和黄蓍胶	(146)
一、阿拉伯胶	(146)
二、黄蓍胶	(151)
第三节 微生物食品胶	(155)
一、黄原胶	(155)
二、葡聚糖	(158)
第十章 磷脂、甘油酯和其他脂肪酸酯	(164)
第一节 磷脂	(164)
一、卵磷脂	(164)
二、含油籽粒中的天然乳化剂	(166)
三、鸡蛋中的天然乳化剂	(166)
四、牛奶中的天然乳化剂	(166)
五、蛋黄酱和拌色拉调味汁组成的乳状液	(167)
六、磷脂乳化剂的一般应用	(167)
第二节 甘油酯和其他脂肪酸酯	(168)
一、甘油单酸酯的化学组成和物理性质	(168)
二、甘油酯的应用	(171)
三、甘油单酸酯衍生物	(173)
四、乙酸甘油酯 (ACETEM) (AG)	(174)
五、甘油酯的分析方法	(176)
六、聚甘油酯 (PGE)	(176)
七、乳酸甘油酯 (LACTEM)	(178)
八、二乙酰酒石酸甘油酯 (DATEM) (或 DATA)	(178)

九、柠檬酸甘油酯 (CITREM)	(179)
十、琥珀酸甘油酯 (SMG)	(180)
十一、硬脂酰乳酸酯盐 (SSL, CSL)	(180)
十二、丙二醇脂肪酸酯 (PGMS)	(180)
十三、失水山梨醇脂肪酸酯 (SMS, STS)	(181)
十四、蔗糖脂肪酸酯	(182)
第十一章 搅打稀奶油乳状液	(183)
第一节 前言	(183)
一、概述	(183)
二、稀奶油的定义	(183)
第二节 稀奶油的搅打特性	(184)
第三节 稀奶油使用的乳化剂	(186)
第十二章 冰淇淋乳状液	(188)
第一节 前言	(188)
第二节 加工工艺和各种影响因素	(189)
一、成分混合	(189)
二、巴氏杀菌	(189)
三、均质	(190)
四、冷却	(192)
五、老化	(193)
六、冻结	(194)
七、硬化和贮存	(196)
第三节 冰淇淋在贮藏中的变化	(196)
第十三章 喷雾干燥产品乳状液	(199)
第一节 概述	(199)
第二节 喷雾干燥咖啡伴侣乳状液	(200)
第三节 喷雾干燥表面涂层乳状液	(202)
第十四章 饮料乳状液	(205)
第一节 前言	(205)
第二节 饮料乳状液中水相的特性	(205)
一、水	(205)
二、亲水胶体	(206)
三、酸味剂	(208)
四、防腐剂	(208)
五、色素	(208)

第三节	饮料乳状液的制备	(208)
一、	水相和油相的制备	(208)
二、	预均质	(208)
三、	均质	(209)
第四节	饮料乳状液的稳定性	(209)
一、	上浮(环斑现象)	(209)
二、	絮凝	(210)
三、	凝结	(210)
第五节	饮料乳状液的稳定机理	(210)
一、	Stokes 公式	(211)
二、	界面的吸附作用	(211)
三、	静电作用	(212)
四、	饮料乳状液中液滴的尺寸分布	(213)
第十五章	焙烤制品乳化剂	(215)
第一节	前言	(215)
第二节	焙烤制品的种类	(215)
第三节	焙烤制品乳化剂及其 HLB 值	(217)
第四节	焙烤制品的透气机理	(218)
第五节	起酥油中的乳化剂	(219)
第六节	水合作用和水合乳化剂	(220)
第七节	在高果糖玉米浆(HFCS)中的乳化剂	(221)
第八节	乳化剂在保持焙烤制品性质方面的作用	(221)
第十六章	食品乳化剂的一些化学和物理特性	(223)
第一节	易溶物的介晶性(中间相)	(223)
一、	层状相	(224)
二、	甘油单酸酯-水体系的相特性	(224)
第二节	分散状态和结晶水合物	(227)
第三节	其他食品乳化剂的介晶相	(227)
一、	聚甘油酯	(227)
二、	有机酸酯	(228)
三、	硬脂酰乳酸酯(盐)	(229)
四、	卵磷脂	(229)
五、	聚氧乙烯(20)失水山梨醇脂肪酸酯	(230)
第四节	α -结晶胶体状态	(231)
第五节	液态结晶和乳状液稳定性	(234)
第六节	天然来源的极性脂类-水相	(235)
第七节	食品乳化剂的功能特性	(235)

一、乳化作用和乳状液稳定性·····	(235)
二、搅打乳状液去稳定作用的控制·····	(235)
三、与淀粉成分的互相作用·····	(235)
四、乳化剂对面团强度的影响·····	(236)
第十七章 食品乳化剂的测定·····	(237)
第一节 基质选择·····	(237)
第二节 萃取条件的选择和测定·····	(237)
一、物理性·····	(237)
二、化学性·····	(238)
三、分离·····	(239)
四、定量检测·····	(239)
五、举例说明·····	(240)
第三节 一些乳化剂物性、成分和含量测定·····	(241)
一、乳化剂酸值、皂化值、酯化值、羟值、碱值、碘值的测定·····	(241)
二、通过 HI 裂解测定乳化剂中乙氧基和丙氧基的量·····	(244)
三、失水山梨醇脂肪酸中山梨醇的测定·····	(245)
四、重量法测定短链聚氧乙烯失水山梨醇脂肪酸酯含量·····	(245)
五、沉淀法测定非离子乳化剂的含量·····	(246)
六、脂和油中甘油单脂肪酸酯的测定·····	(246)
第四节 乳液稳定性实验·····	(247)
附录：一些合成乳化剂的物理性质和光谱分析·····	(248)
参考文献·····	(251)

第一章 乳状液和乳化技术

第一节 引言

在讨论食品乳化剂和乳状液之前，很有必要先了解一些有关乳状液和乳化技术的基本知识。

一、定义

乳状液是两种或两种以上不相混溶的混合物（不相溶的物质有水、油或脂肪），其中一种液体以微粒的形式分散到另一种液体里形成的分散体，被分散的间断的相叫内相，外部的液体叫连续相（或外相）。食品技术的推广包括胶态分散（增溶），及气体在液体中的分散（即发泡）。液体、固体和气体混合成的乳状液可以分为以下类型：

1. 油滴分散到水介质里，通常指水包油（O/W）型乳状液。
2. 水滴分散到油或脂肪介质里，通常指油包水（W/O）型乳状液。

乳状液可以是像水一样的液体，也可以像固体脂肪一样的粘性液体。它具有两相或多相食品系统的其他特性。

二、天然乳状液

食品乳状液给人们提供一种可口的卫生的食品。虽然它是含有许多必需的营养物质如脂肪、碳水化合物、蛋白质、维生素、微量矿物元素和水的天然乳状液体系，但它经常被食品加工者当作制备成的合成产品。牛奶是典型天然乳状液。随着食品科学发展，对天然乳状液体系已进行了研究和推广，人类已经学会了不仅用于可以制备可口食品的乳状液，而且还能把乳状液机理用于生理传递过程转化为消化脂肪，用活性物生产液体胆汁盐乳化脂肪，使它有利于脂肪的吸收和利用。在本书中将要提到的乳化剂，它供给人们制备一些好的乳状液产品。

三、商业食品乳状液

随着文明的发展，食品的制备和加工有了长足的发展。人们研究利用天然产品的成分，制备新食品，提高它们的使用价值。在一些人造乳状液样品获得成功的同时，首次出现了奶油食品、色拉调味品、蛋白酱和肉类乳状液（香肠腊肉）。在许多食品乳状液中，乳化剂起着多种作用，如蛋糕糊及冰淇淋都是利用加入食品乳化剂后的乳化和破乳特性制得的，有的乳化剂还有充气作用。乳化剂在商业中占有重要地位，除乳化剂外，在乳状液中还用一些非乳化作用的助剂和淀粉防腐剂、结晶减缓剂、润湿剂和增稠剂、组织调节剂和消泡剂，显然它们将亲水的物质带入水溶性体系。乳状液影响混合物的物理性质，尤其是粘度和味道。

根据分类，几种重要的乳状液列于表 1.1，首先它表明乳状液主要是水包油型的而

不是油水型，其次，它显示的水包油型乳状液大多是低内相比的类型。

表 1.1 食品乳状液类型

类 型	低内相比 (<30%)	适中内相比 (30%~70%)	高内相比 (77%)
水包油型	牛奶 奶油 充气冰淇淋 固体的蛋糕(糊状) 咖啡增白剂(液体) 代用奶制品 奶酪、涂抹食品 固体洋葱等浸渍品	重奶油 液体起酥乳状液 肉类乳状液 (腊肉、香肠)	蛋黄酱 色拉调味品
油包水型	奶油 人造奶油		

第二节 乳状液性质

在讨论乳状液的理论 and 制备之前，先讨论一下乳状液的性质及在配方中其性质的变化。乳状液的性质有物理性质和化学性质，通常讲乳状液的特性与连续相的性质和连续相对内相的比例有关。

一、外观

乳状液的外观随原料的颜色、折光率的不同及分散相颗粒大小而变化，在不同的折光指数时，颗粒大小在 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ 时可制得不透明的乳状液，连续相颜色通常能控制产品颜色，将颗粒大小降到只有几纳米大小，小于可见光的波长或使两相的折光率相同时，可获得透明的乳状液。

二、分散作用

乳状液的分散作用与乳状液类型有关。如果外相是水，乳状液可分散到水或水溶性溶剂中，如果外相是油，它可以用油物质分散或稀释。用分散性来判断乳状液的类型是有效的。食品质量应用的乳状液大多是水包油型的。

三、粘度

乳状液的粘度通常是随外相的粘度、外相对内相的比率和分散液珠颗粒大小的变化而变化。所以乳状液的粘度也取决于乳化剂的类型和浓度。

当乳状液为低内相比时，乳状液粘度与外相相似。当内相浓度增大时，产品粘度也增大。当内相体积比外相体积大时，表观粘度明显增大。这种现象是由于存在乳状液中颗粒密集引起的。理论上，如果颗粒形成一致，那么内相体积可占总乳状液体积的

74%。当内相比率相当高时，此相的颗粒就会发生改变，颗粒大小和微粒电荷对乳状液粘度有很大的影响。

将增稠剂加入到高外相比的乳状液里，以提高它的表观粒度；减小颗粒粒度，粘度将稍微增大。

在乳状液中分散的液滴电荷，假定为单纯的刚性球，则由以下的 Einstein 公式可得其粘度。

$$\eta = \eta_0(1 + 2.5\phi)$$

式中 η : 乳状液粘度, η_0 : 外相的粘度, ϕ : 乳状液中分散相的容积分率。

但是，实际乳状液中的液滴并非刚性球，多少有静电荷，其界面的移动伴有电阻，上式对悬浊液有近似性，对乳状液也有更复杂因素，影响乳状液粘度因素如下：

- (1) 连续相和分散相粘度，
- (2) 分散相与连续相的容量比，
- (3) 表面活性剂所引起的吸着膜性质，
- (4) 电气粘性，
- (5) 分散相滴液粒径分布。

乳状液粘度测定可用旋转粘度计、针入度计、落球式粘度计、毛细管粘度计等。

四、颗粒大小

颗粒大小通常用内相颗粒直径表示。如果大小相同，通常用乳状液颗粒大小出现的范围表示，也就是说用颗粒最小值和最大值表示颗粒存在的范围，含有较小直径的颗粒的乳状液是均匀细腻的乳状液，含有较大颗粒的是粗糙的乳状液。

颗粒大小与乳化剂的类型、质量、制备乳状液的技术和组合的加入顺序有关。大多商业上有效地乳状液的颗粒在 $0.5 \sim 2.5 \mu\text{m}$ ，颗粒细小且相似的乳状液，稳定性好。乳状液颗粒大小可以用外观表示（表 1.2）。

表 1.2 肉眼估计乳状液颗粒大小

稀释乳状液的颜色	丁铎尔效应		颗粒直径	
	反射	透射	(μm)	(\AA)
白色	无	无	>0.5	>5000
白色到灰色	微蓝	微红	0.3~0.1	3000~1000
灰色到半透明	蓝	红	0.14~0.01	1400~100
透明	无	无	<0.01	<100

表 1.3 液珠大小对乳状液外观的影响

颗粒大小 (μm)	外观
>1	乳白色乳状液
0.1~1	蓝白色乳状液
0.05~0.1	灰色半透明乳状液
≤ 0.05	透明乳状液

五、微粒电荷

乳状液的分散相都可以用电泳判断微粒所带电荷。这种电荷可能是一种组分（如肥皂）电离引起的或非离子乳状液的正电荷引起的，这种电荷在离子体系中比非离子体系中多得多。

颗粒小的微粒电荷能稳定乳状液，而高粘度乳状液的微粒电荷对稳定性的影响比流体乳状液小。

六、导电性

乳状液的导电性是由连续相的导电性决定的，水包油型乳状液的导电性好，而油包水型乳状液的导电性差，由此，用导电试验来判断乳状液类型也是一个好方法。

七、pH 值

在过去的几年中人们已经对乳状液 pH 值的重要性有了较多的认识，用 pH 值判断乳状液性能取得了满意的效果。根据乳化剂特性，非离子乳化产品适用的 pH 值在 3~10 范围。

八、稳定性

乳状液的稳定性要通过储存的时间、粘度、气味及储存环境来考察。稳定性差受分散微粒聚合的影响，聚合的比率取决于乳化剂的类型和浓度、乳状液的粘度、组成相、分散颗粒大小、微粒电荷和储存条件。

乳状液遵守 Stokes 沉淀作用规律，乳状液连续相的粘度对沉淀作用影响不大，粘度高可减少乳状液分离的趋势。

根据 Stokes 规律，颗粒越细小，沉淀速度越慢，乳状液也就越稳定。

九、防腐作用

乳状液在制备和使用过程中会受到微生物的污染，商业出售的产品中因含有抑菌剂而不会出现微生物过速增长，用防腐体系保护乳状液是很有必要的。经常用于食品产品的防腐剂有山梨醇、苯甲酸盐、丙酸钙和丙二醇。许多公司将所生产的产品进行破坏试验来判断防腐体系的防腐效果。

第三节 一般乳状液的稳定作用和去稳定作用

一、乳状液的稳定性

乳化剂的加入不只是可以提高乳化效率，得到粒径小而均匀分散液滴，还可以防止分散的液滴凝聚，与乳状液的稳定性有关的主要因素为：

1. 乳状液的颗粒大小与均质化

在不同乳化剂的乳化体系中，分散液滴上浮或下降速度可用 Stokes 方程式表示：

$$v = \frac{g(\rho_1 - \rho_2) D^2}{18\eta} \quad (\text{Re} < 0.4)$$

式中 v : 沉降速度 (负数值为上浮速度), η : 分散介质粘度, D : 分散粒子直径, g : 重力 ($=980\text{cm/s}^2$), ρ_1, ρ_2 : 分散相及连续相的比重。

油滴分散于水中时, 若 $\eta=0.01\text{g/cm}\cdot\text{s}$ (20°C 的纯水), $\rho_1 - \rho_2 = -0.1\text{g/cm}^3$, 则 $v \approx -544D^2\text{cm/s}$ 。因而, 直径 $10\mu\text{m}$ 的分散油滴上浮速度为:

$$544 (10^{-3})^2\text{cm/s} = 544 \times 60 \times 60 \times 10^{-6}\text{cm/h} = 2\text{cm/h}$$

以每小时 2cm 的速度上浮, 直径 $1\mu\text{m}$ 的分散液滴以 $1/100$ 速度上浮, 100h 只上浮 2cm 。

这是不考虑乳化剂作用的假设条件下的近似值, 可见, 分散滴液的细度对乳状液稳定性的影响是比较大的。一般工业上, $1\sim 2\mu\text{m}$ 的粒度是比较稳定的。

与粒径同样重要的是粒径均一性。工业乳状液有粒径分布, 即平均粒径的大小。其中若含有极粗大的液滴, 不只是会上浮分离, 也会吸着细粒而产生聚合。因而, 粒径应尽量均匀化。

2. 两相的比重差

根据 Stockes 方程式, 上浮或下降速度正比于两相的比重差; 若两相的比重相同, 则乳状液完全不受重力影响, 不发生上浮或下降现象。若加入比重调整剂, 适当加到分散油相中, 可使分散相与连续相的比重相同。

3. 粘度

乳状液两相粘度也是乳状液稳定的重要因素。分散液滴的粘度高会减慢液滴聚结速度。分散相的粘度高会减小分散液滴上浮或下降速度, 并可以防止分散液滴的聚结, 保持乳状液的稳定性。聚结是因为液滴冲撞而发生, 粘度增大会阻止这种倾向, 乳状液中的粒子密度增大会增加冲撞的机会, 但乳状液的粘度也增大。

为增加粘度可以在乳状液中加入增稠剂, 增稠剂可以是低分子化合物或高分子化合物, 如甘油、山梨醇低分子化合物。但用量过多, 会增大水溶液的比重, 反而有害于乳状液的稳定性。高分子化合物如胶类、阿拉伯树胶、海藻胶等稳定剂。高分子化合物结构的一部分会吸着分散液滴, 使乳状液稳定。但一些高分子化合物在极稀水溶液状态下的这种吸引分散液滴的倾向也可作为分散液滴的凝聚剂。

4. 电荷作用

一般用离子表面活性剂会增加分散液滴的电荷, 将一种电荷应用到吸附相乳状液的液滴上, 分散液滴带电后相互靠近。由于液滴之间的静电作用 (相互斥力), 可大大减小液滴聚集机会。

有时为增大液滴电荷可用各种电解质, 并增加乳状液的稳定性, 这是由于双电层电荷所致。但有时过量的电解质加入有损乳状液的稳定性, 有分离作用。这是由于电解质的加入, 液滴的电荷反而会被中和, 并且使表面活性剂产生脱水现象。

5. 界面吸附层

增大界面膜强度可提高乳状液稳定性。增大界面膜强度, 一般用添加聚合物、非离子表面活性剂和固体粉末状物质等。