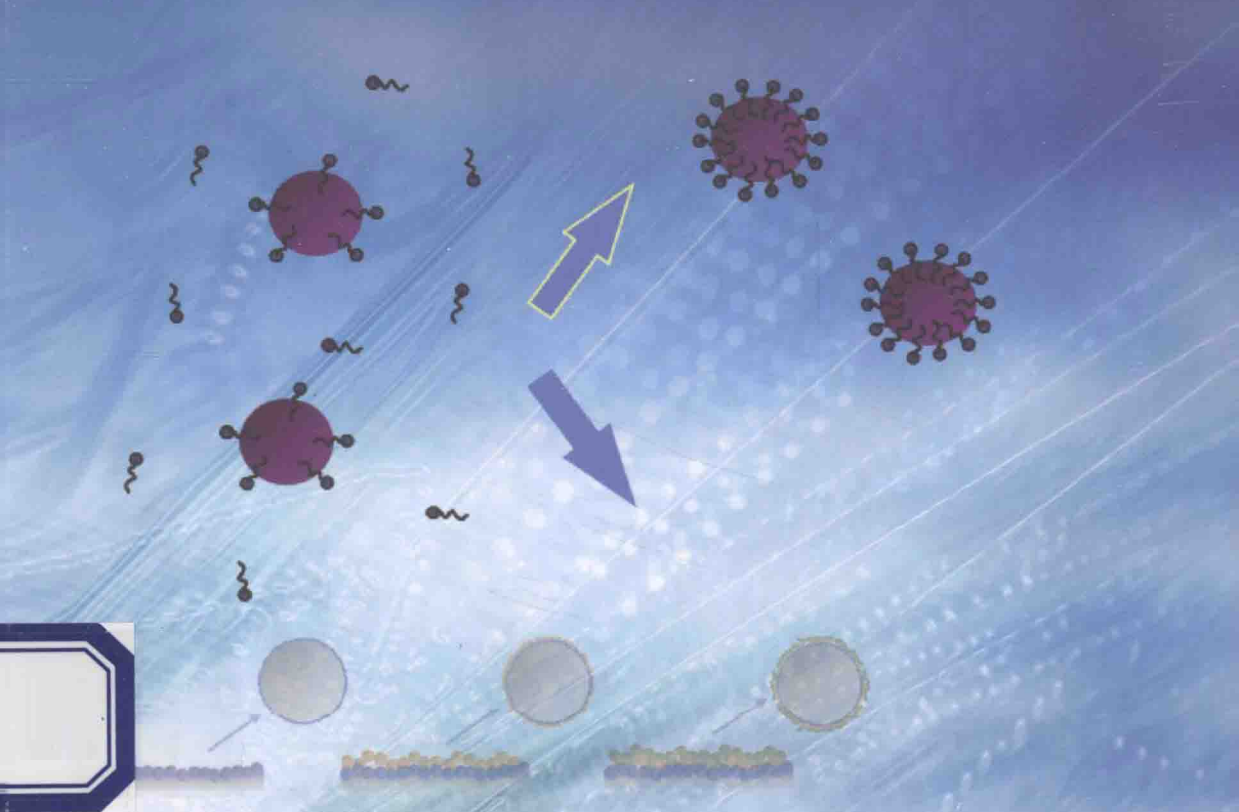


SHIPIN RUZHUANGYE  
JI RUHUA XINJISHU

# 食品乳状液 及乳化新技术

曹雁平 许朵霞 侯占群 编著



化学工业出版社

# 食品乳状液 及乳化新技术

曹雁平 许朵霞 侯占群 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以乳状液体系和乳化技术的最新研究与应用为出发点, 主要介绍新型乳化剂制备、乳状液最新类型、乳状液制备方法与设备, 涵盖该领域的最新研究成果与技术, 并特别介绍功能性油脂、色素、香精、益生菌等乳状液体系的检测方法、理化稳定特性与消化吸收特性。

本书可作为食品专业本科生、硕士生、博士生的专业参考书, 也可供相关专业科研、工程技术人员以及高层管理人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

食品乳状液及乳化新技术 / 曹雁平, 许朵霞, 侯占群编著. —北京: 化学工业出版社, 2010

ISBN 978-7-122-31417-1

I. ①食… II. ①曹… ②许… ③侯… III. ①食品-  
乳化-研究 IV. ①T522.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 166479 号

责任编辑: 成荣霞  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 王 琳  
装帧设计: 王晓宇

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: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 9 3/4 字数 196 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

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: 49.00 元

版权所有 违者必究

多数食品体系是乳状体系。乳状体系性质决定了食品的风味、营养、稳定性等关键性品质。乳状体系构建技术是食品加工制造技术的关键技术，其相关研究一直是热点和重点。

2013年，我国食品工业总产值突破 $10^5$ 亿元，其中功能性食品产值约占1/10。我国食品“十二五”规划中指出，要逐步提高食品生产质量和工艺水平，加快我国功能性食品行业的发展。这就要求加大该领域的研究与开发水平。目前，我国该领域的食品企业有3万余家，整体研发水平与国际水平还有差距，需要提升生产技术与自主创新能力。

食品功能因子输送体系广泛应用于饮料、人造奶油、乳制品、保健品等食品行业中，是该领域最新研究与开发热点，但自2006年起鲜有相关论著出版，亟需将该领域新知识、新方法、新成果介绍给中国食品界的同仁。

为了促进我国相关技术开发和基础研究的开展，满足广大科技工作者和相关高校师生的需要，我们结合自己研究的成果和实际工作经验，并参考国内外最新的文献资料，编写了本书，希望为中国食品工业特别是保健食品和中餐现代化的发展尽绵薄之力。

本书系统介绍了新型乳化剂制备以及功能因子输送体系的最新制备方法、评价与检测方法，功能因子输送体系理化稳定特性及其消化吸收、使用技术等，突出最新研究进展及应用。

曹雁平负责本书的总体规划设计、统稿和审定，并编写第1章；许朵霞编写第3~7章；侯占群编写第2章。

由于作者水平有限，本书可能会有一些不当之处和错漏，希望专家、学者和技术人员批评、指正。

编著者

2014年6月于北京工商大学

# 目录 | CONTENTS

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1 绪论 .....                   | 1  |
| 1.1 乳状液 .....                | 1  |
| 1.1.1 乳状液简介 .....            | 1  |
| 1.1.2 乳状液类型 .....            | 2  |
| 1.2 乳化剂 .....                | 4  |
| 1.3 乳状液的性质 .....             | 20 |
| 1.4 乳状液的稳定性 .....            | 22 |
| 1.4.1 乳状液的失稳类型 .....         | 22 |
| 1.4.2 乳状液的物理稳定性影响因素 .....    | 24 |
| 1.4.3 多重乳状液的物理稳定性影响因素 .....  | 27 |
| 1.5 乳化技术与乳状液在食品工业中的应用 .....  | 28 |
| 1.5.1 乳化保护食品营养成分 .....       | 29 |
| 1.5.2 在脂肪替代品中的应用 .....       | 29 |
| 1.5.3 乳状液膜提取和分离技术 .....      | 30 |
| 1.5.4 功能性成分的缓释 .....         | 30 |
| 1.5.5 在微胶囊技术中的应用 .....       | 31 |
| 1.5.6 在食品工业化产品中的应用 .....     | 31 |
| 1.6 乳化及乳状液技术的研究现状及发展趋势 ..... | 36 |
| 1.6.1 食品乳化剂的研究现状 .....       | 36 |
| 1.6.2 乳化及乳状液技术的研究现状 .....    | 36 |
| 1.6.3 乳化及乳状液技术的发展趋势 .....    | 39 |
| 参考文献 .....                   | 40 |
| 2 天然食品乳化剂及其分子间相互作用 .....     | 41 |
| 2.1 乳化剂分类 .....              | 41 |
| 2.2 天然食品乳化剂 .....            | 41 |
| 2.2.1 蛋白质系列乳化剂的开发及应用 .....   | 42 |
| 2.2.2 亲水性胶体系列乳化剂的开发及应用 ..... | 44 |
| 2.2.3 生物表面活性剂的发展及其应用 .....   | 44 |
| 2.3 乳化剂分子间相互作用 .....         | 47 |
| 2.3.1 共价作用 .....             | 47 |
| 2.3.2 非共价作用 .....            | 53 |

|          |                           |           |
|----------|---------------------------|-----------|
| 2.4      | 应用乳化剂之间相互作用制备乳状液 .....    | 53        |
| 2.4.1    | 应用乳化剂共价复合物制备乳状液 .....     | 53        |
| 2.4.2    | 应用乳化剂非共价相互作用制备乳状液 .....   | 55        |
|          | 参考文献 .....                | 58        |
| <b>3</b> | <b>乳状液制备方法及设备 .....</b>   | <b>60</b> |
| 3.1      | 乳状液制备方法 .....             | 60        |
| 3.1.1    | 乳化剂的选择 .....              | 60        |
| 3.1.2    | 低能乳化法 .....               | 62        |
| 3.1.3    | 高能乳化法 .....               | 65        |
| 3.2      | 乳化设备 .....                | 65        |
| 3.2.1    | 定转子乳化设备 .....             | 66        |
| 3.2.2    | 高压均质机 .....               | 70        |
| 3.2.3    | 超声波均质机 .....              | 74        |
| 3.2.4    | 动态高压微射流均质机 .....          | 76        |
| 3.2.5    | 膜乳化和微通道乳化 .....           | 79        |
|          | 参考文献 .....                | 80        |
| <b>4</b> | <b>乳状液稳定性检测方法 .....</b>   | <b>81</b> |
| 4.1      | 光学法 .....                 | 81        |
| 4.1.1    | 激光粒度仪法 .....              | 81        |
| 4.1.2    | Turbiscan 法 .....         | 82        |
| 4.1.3    | Lumisizer 法 .....         | 82        |
| 4.1.4    | 透射光浊度法 .....              | 84        |
| 4.2      | 电荷分布法 .....               | 84        |
| 4.3      | 流变法 .....                 | 86        |
| 4.4      | 界面吸附法 .....               | 86        |
| 4.5      | 微观结构法 .....               | 87        |
| 4.5.1    | 显微镜观察法 .....              | 87        |
| 4.5.2    | 原子力显微镜 ( AFM ) 法 .....    | 88        |
| 4.5.3    | 透射电子显微镜 ( TEM ) 法 .....   | 88        |
| 4.6      | 高速离心分析法 .....             | 90        |
| 4.7      | 直观观察法 .....               | 90        |
| 4.8      | 结语 .....                  | 90        |
|          | 参考文献 .....                | 90        |
| <b>5</b> | <b>功能因子乳状液稳态化技术 .....</b> | <b>92</b> |
| 5.1      | 功能性油脂乳状液 .....            | 92        |

|          |                                |            |
|----------|--------------------------------|------------|
| 5.1.1    | 功能性油脂简介 .....                  | 92         |
| 5.1.2    | 功能性油脂乳状液研究进展 .....             | 93         |
| 5.1.3    | 功能性油脂乳状液的稳定性影响因素 .....         | 98         |
| 5.1.4    | 提高功能性油脂乳状液化学稳定性的方法 .....       | 104        |
| 5.2      | 功能性色素乳状液 .....                 | 105        |
| 5.2.1    | 功能性色素简介 .....                  | 105        |
| 5.2.2    | 功能性色素的功能及应用 .....              | 107        |
| 5.2.3    | 功能性色素乳状液的研究进展 .....            | 109        |
| 5.2.4    | 功能性色素乳状液的稳定性影响因素 .....         | 112        |
| 5.3      | 香精香料乳状液 .....                  | 116        |
| 5.3.1    | 乳化香精香料制备技术 .....               | 116        |
| 5.3.2    | 纳米香精香料 .....                   | 119        |
| 5.3.3    | 香精香料多重乳状液 .....                | 120        |
| 5.4      | 益生菌乳状液稳态化技术 .....              | 121        |
|          | 参考文献 .....                     | 123        |
| <b>6</b> | <b>功能因子乳状液的消化吸收与控释技术</b> ..... | <b>126</b> |
| 6.1      | 功能因子乳状液体内消化吸收 .....            | 126        |
| 6.2      | 功能因子乳状液体外消化吸收与控释技术 .....       | 127        |
| 6.2.1    | 功能因子乳状液体外消化模型 .....            | 127        |
| 6.2.2    | 功能因子乳状液体外消化的主要影响因素 .....       | 128        |
| 6.2.3    | 功能因子乳状液体外消化试验 .....            | 130        |
| 6.3      | 功能因子输送体系体外消化吸收的研究进展 .....      | 132        |
| 6.3.1    | 纳米乳液、传统乳状液的消化吸收及缓释 .....       | 133        |
| 6.3.2    | 多层乳状液的消化吸收及缓释 .....            | 134        |
| 6.3.3    | 固相脂质颗粒的消化吸收及缓释 .....           | 134        |
| 6.3.4    | 凝胶颗粒的消化吸收及缓释 .....             | 134        |
| 6.4      | 食品蛋白质-功能因子控释体系 .....           | 135        |
| 6.4.1    | 蛋白质-维生素控释体系 .....              | 135        |
| 6.4.2    | 蛋白质-益生菌控释体系 .....              | 135        |
| 6.4.3    | 蛋白质-活性肽控释体系 .....              | 136        |
| 6.4.4    | 蛋白质-不饱和脂肪酸控释体系 .....           | 136        |
|          | 参考文献 .....                     | 137        |
| <b>7</b> | <b>乳状液技术在饮料工业中的应用</b> .....    | <b>139</b> |
| 7.1      | 饮料乳状液简介 .....                  | 139        |
| 7.2      | 饮料乳状液类型 .....                  | 140        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 7.3 饮料乳状液理化特性及稳定性控制技术 .....  | 141 |
| 7.3.1 用水的质量 .....            | 141 |
| 7.3.2 乳化剂的种类 .....           | 141 |
| 7.3.3 乳化剂的添加量 .....          | 142 |
| 7.3.4 乳化剂的分散情况 .....         | 142 |
| 7.3.5 油相组成 .....             | 142 |
| 7.3.6 液滴大小及电荷 .....          | 143 |
| 7.3.7 分散介质的黏度 .....          | 143 |
| 7.3.8 热处理 .....              | 144 |
| 7.4 饮料乳状液的工艺及配方 .....        | 144 |
| 7.4.1 全脂核桃乳 .....            | 144 |
| 7.4.2 饮料用乳浊剂 .....           | 145 |
| 7.5 饮料乳状液的研究现状及趋势 .....      | 146 |
| 7.5.1 植物蛋白饮料乳状液发展现状及趋势 ..... | 146 |
| 7.5.2 果蔬汁饮料乳状液发展现状及趋势 .....  | 147 |
| 参考文献 .....                   | 148 |



# 1 绪论

乳状液科学属于物理、化学及工程等交叉学科。乳化及乳状液的研究方向是利用乳状液科学的基本原理和技术提高食品质量及加工效率。本章介绍乳状液的基本原理、稳定性及其在食品工业中的应用。

## 1.1 乳状液

乳状液 (emulsion) 是由油、水和乳化剂形成的热不稳定体系, 具有不同的类型。乳状液广泛存在于工业化生产及日常生活中, 牛奶、冰淇淋、药品、化妆品、洗涤剂、涂料、金属切割油、乳化钻井液等都是乳状液或以乳化形式存在。在食品领域, 乳化更是一种最为常见的食品 (食品配料) 加工方式, 这不仅是由于乳状液应用方便、感官品质优良, 更是由于通过乳状液这种特殊的物质存在形式可以将许多应用受到限制的功能成分添加到食品 (保健品) 中, 促进吸收, 提高生物利用率。

### 1.1.1 乳状液简介

乳状液通常包含油水两相, 一相以液滴的形式分散在另一相中, 分散的一相称为连续相或外相, 被分散的一相称为分散相或内相 (图 1-1)。若分散相是油相, 则形成的乳状液属于 O/W (水包油) 型乳状液, 如牛奶、冰淇淋、蛋黄酱等; 若分散相是水相, 则为 W/O (油包水) 型乳状液, 如黄油和人造奶油等。

乳化的基本原理如下: 若要制备 O/W 型乳状液, 根据热力学第二定律, 当油相面积从  $A_1$  增大到  $A_2$  时, 所需的能量为  $\gamma\Delta A$  ( $\Delta A = A_2 - A_1$ ), 因为  $\gamma$  是正值且  $A_2 > A_1$ , 所以  $\gamma\Delta A$  呈正值且数值很大, 这一能量项是熵驱动自由能  $T\Delta S$  (也为正值) 所不能补偿的, 因此形成乳状液的乳化自由能  $\Delta G = \gamma\Delta A - T\Delta S$  也是正值, 说明乳状液的形成是非自发过程, 要制备乳状液需要外界能量输入。对乳状液而言, 只需要高速搅拌即可制得。而制

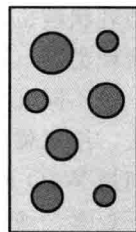


图 1-1 乳状液

备更小尺寸的乳状液（如纳米乳液）就比较困难，需要加入大量的表面活性剂或大量的外界能量。

乳状液属于多分散体系，分散相液滴直径约为  $0.1\sim 10\ \mu\text{m}$ ，具有热力学不稳定性。为了获得稳定性良好的乳状液，通过乳化技术施加巨大的机械作用力，使分散相液滴充分细化，并在乳化剂的作用下分散到连续相中，保持一定的稳定性（乳状液制备过程如图 1-2 所示）。乳状液制备技术发展迅速，从传统的搅拌乳化、电乳化、定转子乳化（rotor-stator）等，到现代的高压均质乳化（high pressure homogenization）、微射流乳化（microfluidization）、膜乳化（membrane emulsification）、微通道乳化（microchannel emulsification）等，为制备性能优异的乳状液创造了良好的条件。各种乳化剂（或稳定剂）的乳化稳定性各不相同，对环境因子的耐受性也有很大差异，选择合适的乳化剂和稳定剂对制备稳定的乳状液有重要意义。

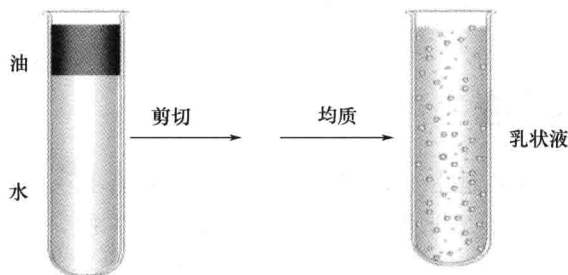


图 1-2 乳状液制备过程

## 1.1.2 乳状液类型

乳状液一般根据分散相和分散介质的类型分为水包油（O/W）型和油包水（W/O）型两大类，此外还有多重乳状液等特殊类型；根据粒径大小又可分为传统乳状液（ $>1\ \mu\text{m}$ ）和纳米乳液（ $50\sim 500\ \text{nm}$ ）。

### 1.1.2.1 O/W 型和 W/O 型乳状液

乳状液通常为两相，一相是水或水溶液，另一相是与水不相混溶的有机液体或微粒，如油脂、 $\beta$ -胡萝卜素等。两种互不相溶的有机液体组成的油包油（O/O）型乳状液也存在，但实际应用很少。根据油水分散情况不同可分为 O/W 和 W/O 两种类型（图 1-3）。

不同乳状液具有不同的电性质。鉴别乳状液两种类型的方法有：一种是稀释法，用水稀释乳状液，如能混溶则其连续相必定是水相，因而是 O/W 型，如不能则是 W/O 型；另一种是染色法，乳化前在油相中加入少量染料，乳化后在显微镜下观察，液珠带色是 O/W 型，连续相带色则是 W/O 型，也可把染料溶于水相进行观察。

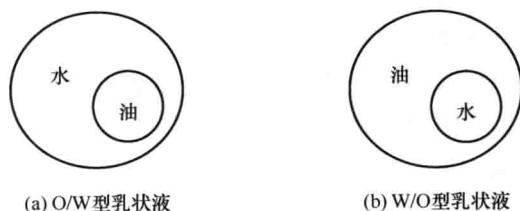


图 1-3 乳状液类型示意

### 1.1.2.2 多重乳状液

多重乳状液是一种“在乳状液的分散相微滴中有另一种分散相分布其中”的复合体系，被称为是乳状液中的乳状液。多重乳状液系统包括 O/W/O 型或 W/O/W 型。它可能是油（水）滴里含有一个或更多的水（油）滴，这种含有水滴的油滴称为水包油包水（W/O/W）型多重乳状液（图 1-4）。含有油滴的水滴悬浮在油相中形成的乳状液则为油包水包油（O/W/O）型多重乳状液。

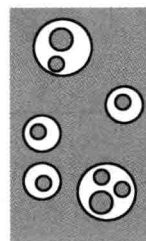


图 1-4 水包油包水（W/O/W）型多重乳状液示意

多重乳状液早在 1925 年被 Seifriz 发现，但直到 1965 年人们才开始有目的地制备和研究多重乳状液。多重乳状液有许多特点，如三相共存且互不作用、缓释功能、包埋作用等，广泛应用于化妆品、食品、医药等行业，引起各国研究者的极大兴趣。

多重乳状液不同于简单的 O/W 型或 W/O 型乳状液，它有两个分散相、两个相体积，至少有两种表面活性剂，是一种更复杂、更不稳定的多相热力学不稳定体系。这种不稳定性主要表现为（以 W/O/W 型为例）内水相之间的聚合、油滴之间的聚合、分隔内外水相的油膜破裂、水分子穿透油膜的通道等。这些都极大地影响了多重乳状液在实际生产过程中的应用。因此，提高多重乳状液的稳定性是其得到广泛应用的关键所在。

与其他液态体系相比，多重乳状液具有很多鲜明的特点，在食品工业中还有很多潜在的用途。如利用其液膜抗氧化、防霉变的特点，储存一些易变质的食品或食品添加剂；其包裹内相的特点，可以用来祛除食品配方中的异味以及降低黏度；利用其无油腻、润滑爽口的特点，可以改进许多油腻食品的口感等。这些都为多重乳状液在食品工业中更深入的发展提供了广阔空间。

### 1.1.2.3 纳米乳液

近年来，随着纳米技术的迅速发展，纳米乳液（nanoemulsion）受到广泛关注，其性能独特、效用明显，已成为食品（药品）功能因子的优良载体。纳米乳

液作为纳米技术在食品、医药等领域的一个重要应用，其优异的载体功能已经得到了重视，近几年研究不断深入。

纳米乳液通常为透明或半透明体系，粒径主要集中在 50~200 nm 范围（也有将其扩展到 500 nm），具有良好的动力学稳定性（kinetic stability），与普通乳状液相比具有特殊的性质（表 1-1）。

表 1-1 普通乳状液与纳米乳液性质对比

| 乳状液类型 | 形 状   | 粒径大小                 | 热力学稳定性 | 外 观    | 乳化剂：油相  |
|-------|---|----------------------|--------|--------|---------|
| 普通乳状液 |  | 0.1~10 $\mu\text{m}$ | 不稳定    | 浑浊     | 小于 1:10 |
| 纳米乳液  |  | 50~500 nm            | 不稳定    | 透明/半透明 | 约等于 1:1 |

纳米乳液具有如下优点：

(1) 纳米乳液分散相颗粒由于粒径小，受重力作用小，不容易发生团聚，而且布朗运动显著，因此可以保持较高的稳定性；

(2) 纳米乳液具有较高的穿透性，功能因子可以直接通过皮肤吸收，提高利用率；

(3) 纳米乳液可以用于替代脂质体（liposome）和胞膜（vesicle），成为新型功能因子载体。

纳米乳液不能自发形成，其性质和稳定性主要依赖制备方法、原料的添加顺序和乳化过程中产生的相态变化。目前，制备纳米乳液主要有低能乳化法（low-energy emulsification）和高能乳化法（high-energy emulsification）两类方法，前者如相转变温度法（phase inversion temperature technique, PIT 法）、自发乳化法（spontaneous emulsification），后者如高压均质法（high pressure homogenization）。低能量乳化法耗能少、对设备要求低，但制备过程中往往需要添加大量乳化剂，而且乳化剂（助乳化剂）可选范围窄，目前主要处在实验室研究阶段，工业化生产还存在诸多限制。当前在医药、化妆品生产领域，高能量乳化法是主要的纳米乳液制备技术。

## 1.2 乳化剂

乳化剂又称表面活性剂，是指能使两种或两种以上不相混溶的液体（例如油和水）均匀分散成乳状液的物质。乳化剂具有亲水亲油基团，可被吸附在油-水界面上，降低界面张力，改进界面膜的机械性能，形成静电排斥和空间位阻作用，从而提高乳状液的稳定性（图 1-5）。

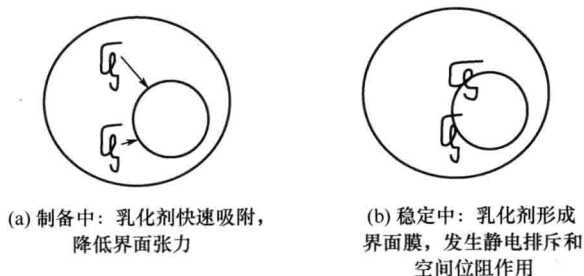


图 1-5 乳化剂在乳状液制备及稳定中的作用

乳化剂溶于水后，可降低水的表面张力，并且表面张力随乳化剂浓度增加急剧下降，而后保持不变。这时的乳化剂浓度称为临界胶束浓度（CMC）。当乳化剂的浓度达到 CMC 时，乳化剂分子刚好将油滴界面完全覆盖，界面张力降至最低。再提高乳化剂浓度时，乳化剂分子就会在溶液内部聚集，构成亲油基向内、亲水基向外的胶束（图 1-6）。

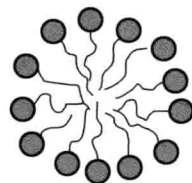


图 1-6 乳化剂形成的胶束

为了获得稳定的乳状液，乳化剂的添加是必需的。目前，世界上食品乳化剂的总消耗量已超过 35 万吨/年，美国为 25 万吨/年，日本为 4 万吨/年。世界各国允许使用的乳化剂合计有 60 多种，其中美国有 58 种，我国《食品添加剂使用标准》（GB 2760—2011 及其增补）中允许使用的乳化剂有 41 种（表 1-2）。生产应用中乳化剂包括脂肪酸盐、硫酸酯盐、磺酸盐等离子型乳化剂，聚氧乙烯醚型、酯型等非离子乳化剂，聚氧乙烯-聚氧丙烯嵌段共聚物等合成高分子乳化剂，以及淀粉、动植物胶、纤维素等天然乳化剂。生产乳状液最重要的一步是从成千上万种不同的商业乳化剂中选择合适的乳化剂。目前，应用最普遍的乳化剂是阴离子型乳化剂和非离子型乳化剂，或者是两者的复配物。

表 1-2 《食品添加剂使用标准》及其增补中的乳化剂

| 序号 | 食品乳化剂名称                    | CNS 号  | 食品分类号       | 食品名称                         | 最大使用量/(g/kg) | 备注 |
|----|----------------------------|--------|-------------|------------------------------|--------------|----|
| 1  | 铵磷脂 (ammonium phosphatide) | 10.033 | 05.01.02    | 巧克力和巧克力制品、除 05.01.01 以外的可可制品 | 10.0         |    |
| 2  | 丙二醇 (propylene glycol)     | 18.004 | 06.03.02.01 | 生湿面制品（如面条、饺子皮、馄饨皮、烧卖皮）       | 1.5          |    |
|    |                            |        | 07.02       | 糕点                           | 3.0          |    |

续表

| 序号 | 食品乳化剂名称   | CNS号   | 食品分类号       | 食品名称                                  | 最大使用量/(g/kg)  | 备注 |
|----|---|--------|-------------|---------------------------------------|---------------|----|
| 3  | 丙二醇脂肪酸酯 (propylene glycol esters of fatty acid)                               | 10.020 | 01.0        | 乳及乳制品 (01.01.01、01.01.02、13.0 涉及品种除外) | 5.0           |    |
|    |   |        | 02.0        | 脂肪, 油和乳化脂肪制品                          | 10.0          |    |
|    |   |        | 03.0        | 冷冻饮品 (03.04 食用冰除外)                    | 5.0           |    |
|    |   |        | 04.05.02.01 | 熟制坚果与籽类 (仅限油炸坚果与籽类)                   | 2.0           |    |
|    |   |        | 06.03.02.05 | 油炸面制品                                 | 2.0           |    |
|    |   |        | 07.02       | 糕点                                    | 3.0           |    |
|    |   |        | 12.10       | 复合调味料                                 | 20.0          |    |
|    |   |        | 16.06       | 膨化食品                                  | 2.0           |    |
| 4  | 不饱和脂肪酸单甘酯 (unsaturated fatty acid of monoglycerides)                          |        | 02.02       | 水油状脂肪乳化制品                             | 10.0          |    |
| 5  | 单、双甘油脂肪酸酯 (油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈酸、山嵛酸、硬脂酸、月桂酸) (mono-and-diglycerides of fatty acids) | 10.006 | 01.02.01    | 发酵乳                                   | 5.0           |    |
|    |   |        | 01.05.01    | 稀奶油                                   | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 02.02.01.01 | 黄油和浓缩黄油                               | 20.0          |    |
|    |   |        | 06.03.02.01 | 生湿面制品 (如面条、饺子皮、馄饨皮、烧卖皮)               | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 06.03.02.02 | 生干面制品                                 | 30.0          |    |
|    |   |        | 11.01.02    | 其他糖和糖浆 (如红糖、赤砂糖、槭树糖浆)                 | 6.0           |    |
|    |   |        | 12.09       | 香辛料类                                  | 5.0           |    |
|    |   |        | 13.01       | 婴幼儿配方食品                               | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 13.02       | 婴幼儿辅助食品                               | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 14.05.02    | 咖啡饮料类                                 | 按生产需要<br>适量使用 |    |
| 6  | D-甘露糖醇 (D-mannitol)   | 19.017 | 05.02       | 糖果                                    | 按生产需要<br>适量使用 |    |
| 7  | 果胶 (pectins)  | 20.006 | 01.02.01    | 发酵乳                                   | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 01.05.01    | 稀奶油                                   | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|    |   |        | 02.02.01.01 | 黄油和浓缩黄油                               | 按生产需要<br>适量使用 |    |

续表

| 序号       | 食品乳化剂名称                             | CNS号   | 食品分类号       | 食品名称  | 最大使用量/(g/kg)  | 备注 |
|----------|-------------------------------------|--------|-------------|---|---------------|----|
| 7        | 果胶 (pectins)                        | 20.006 | 06.03.02.01 | 生湿面制品 (如面条、饺子皮、馄饨皮、烧卖皮)                       | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|          |                                     |        | 06.03.02.02 | 生干面制品   | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|          |                                     |        | 11.01.02    | 其他糖和糖浆 (如红糖、赤砂糖、槭树糖浆)                         | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|          |                                     |        | 12.09       | 香辛料类  | 按生产需要<br>适量使用 |    |
|          |                                     |        | 14.02.01    | 果蔬汁 (浆)                                       | 3.0           |    |
| 8        | 海藻酸丙二醇酯 (propylene glycol alginate) | 20.010 | 01.0        | 乳及乳制品 (01.01.01、01.01.02、01.04.01、13.0涉及品种除外) | 3.0           |    |
|          |                                     |        | 01.01.02.01 | 调味乳   | 4.0           |    |
|          |                                     |        | 01.02.02    | 风味发酵乳   | 4.0           |    |
|          |                                     |        | 01.04.01    | 淡炼乳 (原味)                                      | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 02.01.01.02 | 氢化植物油   | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 02.02       | 水油状脂肪乳化制品                                     | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 02.03       | 02.02类以外的脂肪乳化制品, 包括混合的和(或)调味的脂肪乳化制品           | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 03.01       | 冰淇淋、雪糕类                                       | 1.0           |    |
|          |                                     |        | 04.01.02.05 | 果酱  | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 05.01       | 可可制品、巧克力和巧克力制品, 包括代可可脂巧克力及制品                  | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 05.02.01    | 胶基糖果  | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 05.04       | 装饰糖果 (如工艺造型, 或用于蛋糕装饰)、顶饰 (非水果材料) 和甜汁          | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 06.03.02.01 | 生湿面制品 (如面条、饺子皮、馄饨皮、烧卖皮)                       | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 06.03.02.02 | 生干面制品   | 5.0           |    |
|          |                                     |        | 06.07       | 方便米面制品  | 5.0           |    |
| 11.05    | 调味糖浆                                | 5.0    |             |   |               |    |
| 12.10.02 | 半固体复合调味料                            | 8.0    |             |   |               |    |

续表

| 序号 | 食品乳化剂名称                                | CNS号   | 食品分类号    | 食品名称   | 最大使用量/(g/kg) | 备注             |
|----|--|--------|----------|--|--------------|----------------|
| 8  | 海藻酸丙二醇酯 (propylene glycol alginate)    | 20.010 | 14.0     | 饮料类 [14.01 包装饮用水类、14.03.02 植物蛋白饮料、14.02.03 果蔬汁(肉)饮料(包括发酵型产品等)除外] | 0.3          | 固体饮料按冲调倍数增加使用量 |
|    |  |        | 14.02.03 | 果蔬汁(肉)饮料(包括发酵型产品等)   | 3.0          |                |
|    |  |        | 14.03.01 | 含乳饮料   | 4.0          |                |
|    |  |        | 14.03.02 | 植物蛋白饮料   | 5.0          |                |
|    |  |        | 14.05.02 | 咖啡饮料类  | 3.0          |                |
|    |  |        | 15.03.05 | 啤酒和麦芽饮料  | 0.3          |                |
| 9  | 琥珀酸单甘油酯 (succinylated mono-glycerides) | 20.035 | 03.0     | 冷冻饮品(03.04 食用冰除外)  | 0.1          | 按稀释10倍计算       |
|    |  |        | 05.0     | 可可制品、巧克力和巧克力制品(包括代可可脂巧克力及制品)以及糖果                                 | 0.2          |                |
|    |  |        | 06.03.01 | 小麦粉  | 0.3          |                |
|    |  |        | 07.0     | 焙烤食品   | 0.15         |                |
|    |  |        | 01.01.03 | 调制乳  | 5.0          |                |
|    |  |        | 01.06.05 | 干酪类似品  | 10.0         |                |
|    |  |        | 01.07    | 以乳为主要配料的即食风味甜点或其预制产品(不包括冰淇淋和调味酸奶)                                | 5.0          |                |
|    |  |        | 02.0     | 脂肪,油和乳化脂肪制品(02.01 基本不含水的脂肪和油除外)                                  | 10.0         |                |
|    |  |        | 07.0     | 焙烤食品   | 5.0          |                |
|    |  |        | 14.02.03 | 果蔬汁(肉)饮料(包括发酵型产品等)   | 2.0          |                |
|    |  |        | 14.03    | 蛋白饮料类  | 2.0          |                |
|    |  |        | 14.03.01 | 含乳饮料   | 5.0          |                |
|    |  |        | 14.05    | 茶、咖啡、植物饮料类   | 2.0          |                |
|    |  |        | 14.06    | 固体饮料类  | 20.0         |                |



续表

| 序号       | 食品乳化剂名称  | CNS号   | 食品分类号       | 食品名称                             | 最大使用量/(g/kg) | 备注                 |
|----------|--|--------|-------------|----------------------------------|--------------|--------------------|
| 10       | 聚甘油蓖麻醇酯 (polyglycerol polyricinoleate, PGPR; polyglycerol esters of interesterified ricinoleic acid) | 10.029 | 02.02       | 水油状脂肪乳化制品                        | 10.0         |                    |
|          |  |        | 05.01       | 可可制品、巧克力和巧克力制品, 包括代可可脂巧克力及制品     | 5.0          |                    |
|          |  |        | 05.03       | 糖果和巧克力制品包衣                       | 5.0          |                    |
| 11       | 聚甘油脂肪酸酯 (polyglycerol esters of fatty acid)  | 10.022 | 01.01.03    | 调制乳                              | 10.0         | 如用于果冻粉, 按冲调倍数增加使用量 |
|          |  |        | 01.03.02    | 调制乳粉和调制奶油粉 (包括调味乳粉和调味奶油粉)        | 10.0         |                    |
|          |  |        | 01.05       | 稀奶油 (淡奶油) 及其类似品                  | 10.0         |                    |
|          |  |        | 02.0        | 脂肪, 油和乳化脂肪制品 (02.01.01.01 植物油除外) | 20.0         |                    |
|          |  |        | 02.01.01.01 | 植物油 (仅限煎炸用油)                     | 10.0         |                    |
|          |  |        | 03.0        | 冷冻饮品 (03.04 食用冰除外)               | 10.0         |                    |
|          |  |        | 04.05.02.01 | 熟制坚果与籽类 (仅限油炸坚果与籽类)              | 10.0         |                    |
|          |  |        | 05.01       | 可可制品、巧克力和巧克力制品, 包括代可可脂巧克力及制品     | 10.0         |                    |
|          |  |        | 05.02       | 糖果                               | 5.0          |                    |
|          |  |        | 06.03.02.04 | 面糊 (如用于鱼和禽肉的拖面糊)、裹粉、煎炸粉          | 10.0         |                    |
|          |  |        | 06.06       | 即食谷物, 包括碾轧燕麦 (片)                 | 10.0         |                    |
|          |  |        | 06.07       | 方便米面制品                           | 10.0         |                    |
|          |  |        | 07.0        | 焙烤食品                             | 10.0         |                    |
|          |  |        | 12.0        | 调味品 (仅限用于膨化食品的调味料)               | 10.0         |                    |
|          |  |        | 12.10.01    | 固体复合调味料                          | 10.0         |                    |
| 12.10.02 | 半固体复合调味料   | 10.0   |             |                                  |              |                    |
| 14.0     | 饮料类 (14.01 包装饮用水类除外)   | 10.0   |             |                                  |              |                    |
| 16.01    | 果冻   | 10.0   |             |                                  |              |                    |
| 16.06    | 膨化食品   | 10.0   |             |                                  |              |                    |