

油脂生产原理与  
应用技术丛书

# 油脂化工产品 生产技术

陆启玉 主编



化学工业出版社

油脂生产原理与应用技术丛书

# 油脂化工产品生产技术

陆启玉 主 编

化学工业出版社

·北 京·

(京) 新登字 039 号

**图书在版编目(CIP)数据**

油脂化工产品生产技术/陆启玉主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 12  
(油脂生产原理与应用技术丛书)  
ISBN 7-5025-5098-4

I. 油… II. 陆… III. 油脂制备-生产工艺  
IV. TQ644

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 000471 号

---

**油脂生产原理与应用技术丛书**  
**油脂化工产品生产技术**

陆启玉 主 编

责任编辑: 杨立新

文字编辑: 贾 婷

责任校对: 陈 静 张秋景

封面设计: 蒋艳君

\*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 12 1/4 字数 325 千字

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5098-4/TQ · 1895

定 价: 28.00 元

---

**版权所有 违者必究**

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 《油脂生产原理与应用技术》

## 丛书编委会

主编：

陆启玉

编委：（按姓氏笔画排序）

马传国 卢艳杰 汪学德

陆启玉 陈 洁

## 序

油脂工业是我国食品工业的重要组成部分，是农业的后续产业，又是食品工业、饲料工业、化学工业的基础产业，在我国经济发展中具有十分重要的地位。

油脂、蛋白质、碳水化合物是自然界存在的三大重要物质，是食品的三大主要成分。自然界一切生物过程都是在酶、维生素、激素等物质催化和帮助下参与的上述三大物质的代谢合成和转化过程。蛋白质由一系列氨基酸组成，碳水化合物由一系列单糖组成，油脂则主要是由一系列脂肪酸的甘油酯组成。

油脂是食品中不可缺少的重要成分之一，其重要功能之一就是提供热量。油脂中含碳量达73%~76%，高于蛋白质和碳水化合物，单位质量油脂的含热量是蛋白质和碳水化合物的两倍（每克油脂产生热量39.7kJ）。除提供热量外，油脂还提供人体无法合成而必须从植物油脂中获得的必需脂肪酸（亚油酸、亚麻酸等）以及供给各种脂溶性维生素（VA、VD、VE和VK）。缺乏这些物质，人体会产生多种疾病甚至危及生命。

油脂还有很重要的工业用途。油脂可以直接用来生产润滑油、肥皂、油漆、医药等，油脂化学制品可以生产洗涤剂、乳化剂、破乳剂、润湿剂、印染剂、浮选剂、起泡剂、涂料、增塑剂和合成的多聚物等，在矿冶、石油、机械、航空、汽车、电器、化工、纺织、建筑、药品、食品等工业具有广泛的用途。

随着油脂科学技术的发展，逐步形成了油脂科学的比较完整的科学体系，内容涉及化学、化工原理、机械、生物、营养等学科。本丛书把有关油脂加工理论和技术的內容分5本书编写，《油脂化学》由陈洁等编写，《油脂制取工艺与设备》由汪学德等编写，《油脂加工工艺与设备》由马传国等编写，《油脂检测技术》由卢艳杰等编写，《油脂化工产品生产技术》由陆启玉等编写。整套丛书由

陆启玉统稿。

本丛书着重生产工艺的实用技术，简明扼要地介绍基础知识和基本理论，力求反应油脂工业的近期进展和最新研究成果。整套书5册既互相联系又各成体系，可以作为油脂工厂技术人员和大专院校师生的参考用书。

本书编写过程由于多种客观原因，书中存在不当之处在所难免，恳请专家同行指正。

**陆启玉**

**2003. 10. 14**

# 前 言

油脂是食品的主要原料，也是一种重要的化工原料。随着人们生活水平的不断提高，迫切要求化工产品朝着低毒、天然、对环境无污染的方向发展，由于油脂化工产品具有毒性低、易生物降解、同环境适应性好等优点，因此以天然油脂为主要原料的化工产品取代以石油、天然气、煤为主要原料的化工产品，是油脂工业的主要发展方向之一。

油脂历来被用作润滑油、生产肥皂、照明用油等。但随着科学的进步，由脂肪酸制出的产品日益增多，经济意义越来越重要。例如适合各种不同要求的结构不同的表面活性剂（洗涤剂、乳化剂、破乳剂、润湿剂、印染剂、浮选剂、发泡剂等）以及涂料、增塑剂和合成的多聚物，对矿业、石油、机械、航空、汽车、电器、化工、纺织、建筑、药品、食品等工业和人民生活用品各方面都起了非常重要的作用。这一切都是由天然脂肪酸结构的特殊性决定的，既有非极性长短适当的碳链，又有能起许多化学反应的活性基团羧基和长短不等的饱和链，油脂是长碳链有机化合物的主要来源之一。当今世界资源日趋紧张，动植物油脂是具有极大潜力的再生资源，作为不可缺少的食物和工业原料，其重要价值受到高度重视。

本书主要有三个方面的内容：一是以油脂为原料生产的化工产品，二是脂肪酸衍生物，三是油脂中微量成分；包括肥皂制作、甘油生产、工业脂肪酸生产、脂肪酸衍生物的制备、食品乳化剂生产、涂料生产、油脂中微量成分的提取、表面活性剂生产、工业助剂生产技术等。本书编写的主要原则是理论与生产技术并重，比较全面地介绍油脂化工产品的结构、生产原理、生产工艺过程和应用等，重点介绍生产技术。油脂化工产品涉及内容多，特别是随着油脂化学的快速发展和化学合成与分离技术的进步，不少新的油脂化

工产品不断问世，因此本书不可能包括所有关于油脂化工产品的生产技术，但编写过程中把成熟的生产技术尽量地包括进来了。

本书共分九章，由陆启玉任主编。其中第六章、第九章由淮北工学院的朱克瑞编写，其余各章由郑州工程学院的陆启玉编写并负责全书统一组织和编著。

由于时间紧迫，加之作者经验不足，难免有不足之处，敬请专家学者批评指正，作者不胜感谢。

**陆启玉**

**2003. 09. 06**

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一章 肥皂 .....            | 1  |
| 第一节 生产肥皂的原料 .....       | 1  |
| 一、油脂 .....              | 2  |
| 二、油脂代用品 .....           | 5  |
| 三、碱 .....               | 6  |
| 四、盐类 .....              | 7  |
| 五、着色剂 .....             | 8  |
| 六、荧光增白剂 .....           | 8  |
| 七、抗氧化剂及螯合剂 .....        | 9  |
| 八、杀菌剂 .....             | 9  |
| 九、二氧化钛 .....            | 11 |
| 第二节 沸煮法制皂和脂肪酸中和制皂 ..... | 11 |
| 一、沸煮法制皂 .....           | 11 |
| 二、脂肪酸中和制皂 .....         | 29 |
| 第三节 半沸法制皂和冷法制皂 .....    | 29 |
| 一、半沸法制皂 .....           | 30 |
| 二、冷法制皂 .....            | 30 |
| 第四节 连续制皂 .....          | 31 |
| 一、De-Laval 法工艺 .....    | 32 |
| 二、皂化工段 .....            | 32 |
| 三、洗涤工段 .....            | 34 |
| 四、整理工段 .....            | 34 |
| 第五节 肥皂的干燥和成型 .....      | 35 |
| 一、肥皂的干燥 .....           | 35 |
| 二、肥皂的成型 .....           | 37 |
| 第六节 肥皂的质量指标 .....       | 38 |
| 一、肥皂的溶解度 .....          | 38 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 二、肥皂的硬度与耐磨度 .....           | 39  |
| 三、肥皂溶液的泡沫度 .....            | 39  |
| 四、肥皂的层裂 .....               | 40  |
| 五、肥皂的酸败 .....               | 40  |
| 六、肥皂的冒汗 .....               | 40  |
| 七、肥皂的冒霜 .....               | 41  |
| 八、肥皂的冻裂和收缩 .....            | 41  |
| <b>第二章 甘油</b> .....         | 42  |
| 第一节 甘油的理化性质和生产原料 .....      | 42  |
| 一、甘油的主要理化性质及用途 .....        | 42  |
| 二、甘油的生产原料及其来源 .....         | 42  |
| 第二节 甘油的生产方法 .....           | 43  |
| 一、原料废水的净化及其净化方法 .....       | 43  |
| 二、净化甘油废水的浓缩（粗甘油的制取） .....   | 52  |
| 三、甘油质量标准（GB 13206—91） ..... | 67  |
| <b>第三章 工业脂肪酸</b> .....      | 68  |
| 第一节 工业脂肪酸的制取 .....          | 69  |
| 一、用动、植物油脂制取脂肪酸 .....        | 69  |
| 二、脂肪酸生产的影响因素 .....          | 97  |
| 第二节 工业脂肪酸的精制 .....          | 101 |
| 一、脂肪酸蒸馏的基本原理 .....          | 101 |
| 二、脂肪酸的蒸馏 .....              | 102 |
| 第三节 工业脂肪酸的分离方法 .....        | 107 |
| 一、分盘冷冻压榨法 .....             | 108 |
| 二、水媒分离法 .....               | 112 |
| 三、精馏分离法 .....               | 119 |
| 四、溶剂分离法 .....               | 132 |
| 五、尿素包络分离法 .....             | 136 |
| 六、酸性皂分离法 .....              | 140 |
| <b>第四章 脂肪酸衍生物</b> .....     | 142 |
| 第一节 脂肪酸盐类 .....             | 142 |
| 一、生产方法 .....                | 142 |
| 二、用途 .....                  | 144 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第二节 脂肪酸酯类产品 .....           | 146 |
| 一、酯化反应的类型 .....             | 147 |
| 二、酯化反应的技术 .....             | 148 |
| 三、脂肪酸甲酯及同系物 .....           | 150 |
| 四、多元醇酯类产品 .....             | 155 |
| 五、其他酯类产品 .....              | 156 |
| 第三节 脂肪酸酰胺 .....             | 157 |
| 一、伯酰胺 .....                 | 158 |
| 二、取代酰胺 .....                | 159 |
| 三、羟烷基酰胺和双酰胺 .....           | 160 |
| 四、酰肼化合物 .....               | 161 |
| 第四节 脂肪腈 .....               | 162 |
| 一、脂肪腈的生产方法 .....            | 162 |
| 二、脂肪腈的性质和用途 .....           | 165 |
| 第五节 脂肪胺 .....               | 165 |
| 一、脂肪伯胺 .....                | 166 |
| 二、脂肪仲胺 .....                | 167 |
| 三、脂肪叔胺 .....                | 169 |
| 四、脂肪多胺 .....                | 172 |
| 五、其他脂肪胺产品 .....             | 174 |
| 六、脂肪胺的用途 .....              | 176 |
| 第六节 二元脂肪酸 .....             | 177 |
| 一、壬二酸 .....                 | 178 |
| 二、癸二酸 .....                 | 180 |
| 三、十三烷二酸 .....               | 181 |
| 四、C <sub>19</sub> 二元酸 ..... | 181 |
| 五、C <sub>21</sub> 二元酸 ..... | 183 |
| 六、二元脂肪酸的用途 .....            | 184 |
| 第七节 二聚脂肪酸 .....             | 185 |
| 一、二聚脂肪酸的生产工艺 .....          | 185 |
| 二、二聚脂肪酸的性质 .....            | 187 |
| 三、二聚脂肪酸的用途 .....            | 188 |
| 第八节 环氧化油脂 .....             | 189 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 一、环氧化油脂的制备 .....       | 190 |
| 二、环氧化油脂的影响因素 .....     | 192 |
| 三、环氧化油脂的用途 .....       | 194 |
| 第九节 脂肪醇 .....          | 195 |
| 一、脂肪醇的生产工艺 .....       | 195 |
| 二、脂肪醇的性质 .....         | 199 |
| 三、脂肪醇的用途 .....         | 200 |
| 第十节 蓖麻油类化工产品 .....     | 201 |
| 一、蓖麻油酸 .....           | 202 |
| 二、蓖麻油酸甲酯 .....         | 203 |
| 三、十一烯酸甲酯 .....         | 203 |
| 四、十一烯酸 .....           | 204 |
| 五、脱水蓖麻油 .....          | 205 |
| 六、氧化蓖麻油 .....          | 206 |
| 七、太古油 .....            | 207 |
| 第十一节 其他产品 .....        | 208 |
| 一、脂肪酰氯 .....           | 208 |
| 二、脂肪酸酐 .....           | 210 |
| 三、硫代脂肪酸和巯基脂肪酸 .....    | 211 |
| 四、油酸甲酯的分解反应产物 .....    | 212 |
| 第五章 食品乳化剂 .....        | 213 |
| 第一节 磷脂 .....           | 213 |
| 一、磷脂的存在与组成 .....       | 213 |
| 二、磷脂的理化性质 .....        | 216 |
| 三、磷脂的用途 .....          | 218 |
| 四、磷脂的制取 .....          | 220 |
| 五、影响磷脂质量的因素 .....      | 228 |
| 六、卵磷脂和羟化卵磷脂的质量指标 ..... | 230 |
| 第二节 单甘酯 .....          | 230 |
| 一、生产单甘酯的方法 .....       | 230 |
| 二、单甘酯的工业生产 .....       | 230 |
| 第三节 其他食品乳化剂 .....      | 241 |
| 一、蔗糖脂肪酸酯 .....         | 241 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 二、失水山梨醇脂肪酸酯 .....             | 242        |
| 三、聚氧乙烯失水山梨醇脂肪酸酯 .....         | 243        |
| 四、聚甘油脂肪酸酯 .....               | 244        |
| 五、硬脂酰乳酸盐 .....                | 245        |
| 六、丙二醇脂肪酸酯 .....               | 246        |
| <b>第六章 涂料 .....</b>           | <b>247</b> |
| 第一节 油基树脂涂料 .....              | 247        |
| 第二节 醇酸树脂涂料 .....              | 248        |
| 一、丙烯酸酯共聚改性醇酸树脂涂料 .....        | 248        |
| 二、苯乙烯改性醇酸树脂涂料 .....           | 255        |
| 三、其他醇酸树脂 .....                | 260        |
| <b>第七章 油脂中微量化工产品的制取 .....</b> | <b>264</b> |
| 第一节 谷维素 .....                 | 264        |
| 一、谷维素的组成 .....                | 264        |
| 二、谷维素的分子结构 .....              | 265        |
| 三、谷维素的理化性质 .....              | 267        |
| 四、谷维素的提取 .....                | 271        |
| 五、谷维素的用途 .....                | 278        |
| 第二节 甾醇的制取 .....               | 279        |
| 一、甾醇的组成和结构 .....              | 279        |
| 二、甾醇的性质 .....                 | 280        |
| 三、甾醇的制取 .....                 | 280        |
| 四、甾醇的用途 .....                 | 282        |
| 第三节 维生素 E 的制取 .....           | 283        |
| 一、维生素 E 的结构 .....             | 284        |
| 二、维生素 E 的性质 .....             | 285        |
| 三、维生素 E 的用途 .....             | 285        |
| 四、维生素 E 的制取 .....             | 286        |
| 第四节 糠蜡的制取 .....               | 286        |
| 一、糠蜡的组成和性质 .....              | 286        |
| 二、糠蜡的提取 .....                 | 287        |
| 三、糠蜡的用途 .....                 | 289        |
| 第五节 植物生长调节剂三十烷醇的制取 .....      | 289        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 一、三十烷醇的存在及用途 .....           | 289        |
| 二、三十烷醇的制取 .....              | 289        |
| 三、三十烷醇的使用 .....              | 291        |
| <b>第八章 表面活性剂 .....</b>       | <b>292</b> |
| 第一节 表面活性剂的分类和作用 .....        | 292        |
| 一、表面活性剂的分类 .....             | 292        |
| 二、表面活性剂的作用 .....             | 293        |
| 三、表面活性剂的生物降解 .....           | 294        |
| 第二节 油脂基表面活性剂 .....           | 295        |
| 一、阴离子表面活性剂 .....             | 295        |
| 二、阳离子表面活性剂 .....             | 307        |
| 三、两性表面活性剂 .....              | 310        |
| 四、非离子表面活性剂 .....             | 315        |
| <b>第九章 工业助剂 .....</b>        | <b>323</b> |
| 第一节 塑料工业中的油化学品 .....         | 323        |
| 一、增塑剂 .....                  | 323        |
| 二、塑料润滑剂 .....                | 323        |
| 第二节 皮革工业中的油化学品 .....         | 325        |
| 一、油脂在皮革上的一般应用 .....          | 325        |
| 二、皮革的软化 .....                | 326        |
| 三、皮革加脂剂 .....                | 327        |
| 第三节 纺织工业中的脂肪酸 .....          | 342        |
| 一、纤维加工助剂 .....               | 342        |
| 二、纤维产品的改良 .....              | 345        |
| 第四节 造纸工业中的脂肪酸和松香 .....       | 348        |
| 一、施胶 .....                   | 348        |
| 二、脂肪酸、松香及其衍生物在造纸中的其他用途 ..... | 350        |
| 第五节 脂肪酸和脂肪胺在浮选分离中的应用 .....   | 353        |
| 一、捕集剂 .....                  | 353        |
| 二、捕集工业技术 .....               | 354        |
| 第六节 金属加工液中的脂肪酸 .....         | 357        |
| 一、可溶性切削液配方 .....             | 357        |
| 二、极压润滑剂 .....                | 358        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 三、短链脂肪酸的防腐蚀作用 .....    | 358 |
| 四、脂肪酸皂 .....           | 358 |
| 五、脂肪酸酰胺对金属加工作用 .....   | 359 |
| 六、乳化作用 .....           | 359 |
| 七、二聚酸 .....            | 360 |
| 八、辗轧油 .....            | 360 |
| 第七节 脂肪酸在油田化学品的应用 ..... | 361 |
| 一、钻井液用脂肪酸及其衍生物 .....   | 361 |
| 二、缓蚀作用 .....           | 363 |
| 三、作业中使用的脂肪酸及其衍生物 ..... | 364 |
| 第八节 油化学品在其他行业的应用 ..... | 366 |
| 一、脂肪酸衍生物在化妆品中的应用 ..... | 366 |
| 二、氮衍生物在化妆品中的应用 .....   | 371 |
| 主要参考文献 .....           | 374 |

# 第一章 肥皂

从广义上讲，油脂、蜡、松香或脂肪酸与有机碱（或无机碱）起皂化或中和反应，所得的产品皆可称为肥皂。肥皂通常可分为以下几类。

## 1. 碱金属皂

（1）钠皂 包括香皂（如一般香皂、多脂皂和药物皂等），洗衣皂（如各种洗衣皂和海水皂），皂片，肥皂粉，工业皂，药皂和软皂等。

（2）钾皂 包括软皂和液体皂。

## 2. 有机碱皂

## 3. 金属皂

由重金属或碱土金属等所制成的脂肪酸盐类是非水溶性的，没有洗涤作用，故称为金属皂。由铝、钙、镁、锌和其他金属所制成的无洗涤作用的金属皂，主要用于制造擦亮剂、油墨、涂料、织物的防水剂及润滑油的增稠剂等。

胺、乙醇胺、三乙醇胺和其他的有机碱也可被制成肥皂等洗涤用品，如干洗皂、纺织用皂、化妆品皂、家用洗净剂及擦亮剂等。

肥皂中具有洗涤作用的只有水溶性的脂肪酸的钾、钠、铵和某些有机碱所成的盐类，肥皂工业所指的肥皂即这一类。绝大部分用于洗涤的肥皂为钠肥皂，还有一部分是钾肥皂。由于用同样油脂所制成的钠皂硬于钾皂，因此前者称为硬皂，后者称为软皂。

## 第一节 生产肥皂的原料

生产肥皂的原料有油脂（包括油脂代用品）、碱、盐、着色剂、增白剂、抗氧化剂及螯合剂、杀菌剂及其他物质。

## 一、油脂

肥皂工业根据所制肥皂的性质将油脂分为固体油脂、月桂酸类油脂和软性油脂三大类。

① 固体油脂 如牛、羊油，棕榈油，漆蜡，柏油，木油以及硬化油等。这类油脂主要保证肥皂有足够的硬度和凝固点。

② 月桂酸类油脂 如椰子油、棕榈仁油等，主要增加肥皂的泡沫及溶解度。

③ 软性油脂 如棉籽油、花生油、茶油、糠油、菜油及蓖麻油等碘值较低的液体油，猪油也属于这一类。这类油脂主要调节肥皂的硬度，增加肥皂的塑性。

### 1. 固体油脂

(1) 羊、牛油 羊油是肥皂工业的主要原料，特别是在制造香皂时，油脂配方中最高用量达 85%。羊、牛油随所取羊、牛体内部位以及制油条件的不同，质量有所差别。一般靠近动物皮肤的油不饱和程度高，在动物内脏附近的油饱和程度高；制油的温度越高，所得到的油质量越低。动物所处的环境对油的组成也有影响，气候温暖，油的不饱和程度减小，据报道，印度牛油的碘值一般在 26~31。

羊油通常较牛油硬而碘值低。非食用的羊、牛油根据它们的色泽、游离脂肪酸含量及水分、杂质和不皂化物的总量可以分成很多的级别。羊、牛油在制造业中大部分用于生产香皂，因此对色泽及气味的要求较高。

制香皂用的羊、牛油一般要求脱色，脱色后的油脂，用罗维朋比色计测定，生产高级香皂不应大于红 0.1，黄 1.0；生产一般白色香皂不应大于红 0.5，黄 5.0。

(2) 骨油 是骨骼的副产品，由萃取动物的骨骼而得。骨油色泽很差，呈深黄色至棕褐色，且带有不良气味。用一般的碱炼和脱色的方法，对骨油色泽的改善不显著，如将它制成脂肪酸进行蒸馏，可使色泽明显改善。骨油也可以直接用于色泽要求不高的药皂和工业皂中。