

齐玉堂 许芙萍 祁鲲 编著

低温制油技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社

低温制油技术

齐玉堂 许芙萍 祁 鲲 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

低温制油技术/齐玉堂, 许芙萍, 祁鲲编著. —北京:
化学工业出版社, 2005. 6
ISBN 7-5025-7409-3

I. 低… II. ①齐…②许…③祁… III. 制油-低温
IV. TE624

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070857 号

低温制油技术

齐玉堂 许芙萍 祁 鲲 编著

责任编辑: 张 彦

文字编辑: 彭爱铭

责任校对: 战河红

封面设计: 潘 虹

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新堡 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询 (010) 64982330

(010) 64918013

购书传真 (010) 64982680

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

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 12½ 插页 1 字数 346 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7409-3

定 价: 29.00 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

前 言

近年来，随着人们生活水平质量的不断提高，对食品包括植物油脂及其深加工产品的要求越来越高，更加注重产品质量、安全和健康，无公害农产品、绿色食品和有机食品更加受到青睐。

植物油料中的油脂含不饱和脂肪酸较多，在储藏和加工过程中，易受到温度、化学试剂、水分、氧气、金属离子等因素的影响而发生聚合、异构化、降解、氧化、断裂等反应，产生一些对人体不利的物质，影响油脂的质量，甚至危害身体健康。随着现代工业技术的飞速发展，油脂制取技术也在不断地完善和进步，并紧跟时代步伐，近几年来逐渐推出了油料冷榨、超临界浸出等一系列的低温制取油脂的新技术，有效地避免了油料在加工过程中因受到高温而产生的不利变化，生产出的油脂、饼粕、磷脂等产品质量更高，而且进一步开发的价值更大。

低温制油技术是在传统制油工艺基础上逐步发展起来的，部分加工技术在一些油料加工工艺中正在使用。本书力图系统地介绍油料从储藏加工到副产品的利用等一系列的低温制油及相关技术。主要涉及了油料的储藏、清理及料坯的制备，料坯的制备偏重主要油料的脱皮技术；重点介绍了低温冷榨、4号溶剂浸出及超临界萃取技术；对冷榨饼采用6号溶剂浸出的前处理及浸出粕低温脱溶也做了较详细的介绍；6号溶剂浸出工艺只进行了一般性的叙述，油脂精炼涉及了过滤、脱蜡、脱脂、混合油脱胶及混合油碱炼等低温精炼工艺，传统的脱色、脱臭等高温精炼技术未做介绍。最后两章对低温制油的副产品——饼粕及皮壳的利用也做了简单叙述。

本书由武汉工业学院（原武汉粮食工业学院）食品科学与工程学院油脂教研室齐玉堂副教授主编，哈尔滨学院生命科学与化学学院食品系许芙萍副教授撰写了第十章部分内容，第五章由安阳升华集团国

家级有突出贡献专家祁鲲高级工程师撰写。在编写过程中得到了油脂教研室的全体专家、教授的大力支持，在此深表感谢。

本书存在的不够完善的地方，热切期望读者及油脂行业的专家指正。

编者

2005 年 2 月于武汉

目 录

绪论	1
第一节 常规油脂制取及加工工艺简介	1
一、油料的预处理	1
二、压榨法制油	5
三、浸出法制油	7
四、油脂精炼	14
五、油脂加工产品	27
第二节 油料、油脂加工过程中的有害物质及过程	29
一、正常加工中油脂氧化的有害产物	30
二、油脂过热产生的有毒物质	31
三、油脂加工过程中的有害化学反应	31
四、毛油精炼过程中生育酚的损失	32
第三节 低温制油工艺的选择	32
一、低温制油工艺流程的选择	33
二、典型低温加工工艺	35
第一章 油料的清理	40
第一节 油料中的杂质	40
一、杂质的种类和性质	40
二、杂质对加工和产品质量的影响	41
三、油料含杂的允许标准	42
第二节 油料清理的原理和方法	42
一、根据空气动力学性质不同	43
二、根据颗粒宽、厚尺寸不同	43
三、根据颗粒长度和形状不同	44
四、根据颗粒密度不同	44
五、根据磁性性质不同	44
六、根据颜色不同	45

第三节 油料清理设备	45
一、风选设备	45
二、筛选设备	49
三、重力分选设备	64
四、磁选设备	67
五、表面清理设备	70
第二章 油料的干燥与储藏	80
第一节 油料干燥	80
一、油料的干燥机理及方法	80
二、油料干燥工艺	83
第二节 油料、油脂的储藏	88
一、油料的储藏	88
二、油脂的储藏	112
第三章 料坯的制备	123
第一节 破碎	123
一、破碎的目的	123
二、破碎的要求	123
三、油料的破碎方法和设备	124
第二节 油料的剥壳、脱皮	126
一、油料剥壳和去皮的目的	126
二、剥壳、去皮的要求	127
三、剥壳和去皮的方法	128
四、剥壳去皮的原理	128
五、剥壳去皮设备	133
六、典型油料的脱壳去皮工艺	138
第三节 油料料坯的调质	145
一、水分和温度对油料及其半成品物理性质的影响	145
二、油料调质的主要方法和设备	147
第四节 油料的轧坯	150
一、轧坯原理	151
二、影响轧坯质量的因素	153
三、轧坯时油料内部的变化	155
四、轧坯设备	157

第四章 冷榨制油	164
第一节 冷榨制油的基本原理	164
一、压榨过程	164
二、影响冷榨取油效果的主要因素	165
三、压榨取油的必要条件	170
第二节 冷榨制油设备——螺旋榨油机	171
一、螺旋榨油机的工作原理	171
二、螺旋榨油机的结构	179
第五章 4号溶剂浸出	196
第一节 4号溶剂的性质	196
一、密度和相对密度	197
二、饱和蒸气压	199
三、沸点	199
四、体积膨胀系数	200
五、气化潜热	201
六、危险度、爆炸上下限及自燃点	202
第二节 4号溶剂浸出工艺	203
一、工艺原理	204
二、工艺流程综述	204
三、各工序工艺过程及操作要求	204
第三节 4号溶剂浸出设备	207
一、压力容器基础知识	207
二、主要设备结构	212
三、压缩机结构	214
第四节 生产安全技术	219
一、4号溶剂浸出车间的厂房及禁区	219
二、浸出车间的电气	222
第六章 冷榨饼浸出工艺	225
第一节 6号溶剂油及正己烷浸出原理	225
一、6号溶剂油及正己烷的性质	226
二、浸出过程中的扩散作用	227
三、冷榨饼浸出油脂的过程	228
四、影响浸出效果的因素	230

第二节 冷榨饼的特性及浸出前的处理	232
一、冷榨饼的特性	232
二、冷榨饼浸出前的处理	234
第三节 6号溶剂油及正己烷浸出工艺及设备	237
一、6号溶剂油及正己烷浸出工艺	237
二、浸出设备	240
第七章 超临界萃取	271
第一节 超临界流体及萃取原理	271
一、超临界流体	271
二、超临界流体萃取	273
三、CO ₂ 的PVT性质	274
四、增强因子	275
五、选择性和固有选择性	276
六、超临界流体的传递性质	277
七、相律	278
八、超临界流体与固体物料间的传质过程	279
九、植物油料的超临界流体萃取特性	285
第二节 CO ₂ 超临界浸出(萃取)工艺及设备	290
一、植物油超临界浸出工艺	290
二、鱼油的超临界浸出工艺	293
第八章 浸出湿粕的低温脱溶	301
第一节 低温脱溶的意义及原理	301
一、目的和意义	301
二、低温脱溶的基本原理和方法	302
第二节 低温脱溶工艺及设备	304
一、低温脱溶工艺	304
二、低温脱溶设备	309
第九章 油脂低温精炼	316
第一节 冷榨油的除渣	316
一、冷榨毛油除渣的特点	316
二、冷榨毛油除渣的方法和设备	317
第二节 混合油脱胶	333
一、混合油脱胶的机理	333

二、影响水化脱胶的因素	336
三、混合油水化脱胶工艺	339
第三节 混合油碱炼	341
一、混合油碱炼的机理及影响因素	341
二、混合油碱炼工艺	344
第十章 冷榨饼及低温粕的利用	347
第一节 制取低变性脱脂及半脱脂蛋白粉	347
一、低变性脱脂及半脱脂大豆蛋白粉	347
二、脱脂及半脱脂花生蛋白粉	352
第二节 分离蛋白	353
一、大豆分离蛋白	353
二、花生分离蛋白	358
三、菜籽分离蛋白	359
四、葵花籽分离蛋白	361
第三节 浓缩蛋白	363
一、大豆浓缩蛋白	364
二、花生浓缩蛋白	369
三、菜籽浓缩蛋白	370
四、葵花籽浓缩蛋白	371
第四节 组织蛋白	372
一、大豆组织蛋白	372
二、花生组织蛋白	379
第五节 提取活性物质	379
一、提取大豆异黄酮	380
二、提取大豆皂苷	380
三、制备大豆多肽	381
主要参考文献	384

绪 论

油脂是人类必需的主要营养成分之一，也是其他工业的重要原料，特别是食品工业不可缺少的原料。随着我国国民经济的飞速发展和人民生活水平的不断提高，油脂的人均需求量显著增长，对油脂的品质和质量要求也越来越高，这给油料加工和油脂生产企业提出了新的任务，指明了发展方向，也提出了更高的要求。

第一节 常规油脂制取及加工工艺简介

主要植物油料有草本油料和木本油料两种。草本油料有大豆、花生、棉籽、油菜籽、芝麻、葵花籽等；木本油料则有油茶籽、椰子、核桃、油橄榄、油桐等。我国油料加工业以草本油料为主要原料，尤其是大豆、菜籽加工产量最大。油脂加工业正向着规模化、先进性、自动化控制的方向发展。制油工艺的各个环节，引起了各方面的重视，同时各种新工艺、新设备不断推出，在这种背景下，冷榨、4号溶剂浸出等低温制油工艺在常规制油工艺基础上逐渐发展起来，新的制油工艺继承传统工艺的优点，同时又有技术突破和创新，因此要掌握新的加工技术，必须对常规制油工艺有充分的了解。

一、油料的预处理

油料的预处理包括油料的清理、脱绒、剥壳、干燥、破碎、软化、轧坯和蒸炒等工序。

(一) 油料清理

1. 油料中杂质

油料在收获、晾晒、运输和储藏等过程中会混进一些沙石、泥土、茎叶及铁器等杂质，如果生产前不予清除，对生产过程非常不利。油料中所含杂质可分为无机杂质、有机杂质和含油杂质三大类。

(1) 无机杂质 泥土、沙石、灰尘及金属等。

(2) 有机杂质 茎叶、绳索、皮壳及其他种子等。

(3) 含油杂质 不成熟粒、异种油料，规定筛目以下的破损油料和病虫害粒等。

2. 清理

所谓油料清理，即除去油料中所含杂质的工序之总称。对清理的工艺要求，不但要限制油料中的杂质含量，同时还要规定清理后所得下脚料中油料的含量。

(1) 筛选 筛选是利用油料与杂质之间粒度（宽度、厚度、长度）的差别，借助筛孔分离杂质的方法。常用的筛选设备有固定筛、振动筛和旋转筛等。它们的主要工作部分是筛面，要根据油料和杂质颗粒形状及大小合理地选用筛孔。

(2) 风选 风选是利用油料与杂质之间悬浮速度的差别，借助风力除杂的方法。风选的主要目的是清除轻杂质和灰尘，同时还能除去部分石子和土块等较重的杂质，此法常用于棉籽和葵花籽等油料的清理。风力分选器可分为吹式和吸式两种。

(3) 磁选 磁选是利用磁力清除油料中磁性金属杂质的方法。油厂常用的磁选装置有两种：永磁滚筒和永磁筒。

(4) 水选 水选是利用水与油料直接接触，以洗去附着在油料表面的泥灰，并根据相对密度不同的原料在水中沉降速度不等的原理，同时将油料中的石子、沙粒、金属等重杂质除去，而并肩泥则可在水的浸润作用下松散成细粒被水冲洗掉，采用水洗还可以有效地防止灰尘飞扬。

(5) 并肩泥的清选 形状、大小与油料种子相等或相近，且相对密度与油料也相差不是很显著的泥土团粒，称为“并肩泥”，特别是在菜籽和大豆中，并肩泥的含量较大，用筛选和风选设备均不能将其有效地清除，必须采用一种特殊的方法和设备方可，清选并肩泥的主要设备有铁辊筒碾米机、胶辊砻谷机、圆盘剥壳机、卧式圆筒打筛和立式圆筒打筛等。

(6) 棉籽的清理 经棉花加工厂脱绒后的棉籽，在装卸和运输过程中都会混进一定数量的杂质，这些杂质包括无机杂质和有机杂质，

为了提高出油率，提高油脂和饼粕质量，增大设备处理量，减少设备磨损，改善车间生产环境，避免事故发生，必须将杂质尽可能地除去。

（二）棉籽脱绒

棉短绒又称“棉籽绒”，是用脱绒机从轧花以后的棉籽表面脱下的短纤维，它是提取纯棉纤维素的重要原料，还可用于制造无烟火药、赛璐珞和人造纤维等。因此，为了取得较好的制油效果和增加经济收入，棉籽进行脱绒是植物油厂在制取棉籽油工艺过程中不可缺少的一道重要生产工序。

（三）油料剥壳

剥壳、去皮是带皮壳油料在制取油脂之前的一道重要工序，对花生、棉籽、葵花籽等一些带壳油料必须经过剥壳才能用于制油，其主要目的—是为了提高出油效率，二是减少设备磨损。

1. 剥壳设备

油料剥壳的主要设备有葵花籽剥壳机、圆盘剥壳机、刀板剥壳机、齿辊剥壳机、壳仁分离组合机、乌柏籽仁壳分离机、刀笼剥壳机、离心剥壳机、辊式剥壳机、壳仁分离筛。

2. 剥壳要求

（1）仁中含壳率（3.94 目/cm 筛检验） 棉籽仁不超过 10%；花生仁不超过 1%；葵花籽仁不超过 10%。

（2）壳中含仁率（手拣） 棉籽壳不超过 0.5%；花生壳不超过 0.5%；葵花籽壳不超过 1%（如有整籽，剥壳后计入）。

（四）油料干燥

油料干燥是指高水分油料脱水至适宜水分的过程。油料收获时有时在雨季，所以水分含量高。为了安全储藏，使之有适宜水分，干燥就十分必要。

利用干燥设备加热油料，可使其中部分水分汽化，同时，油料周围空气中的湿度，必须小于油料在该温度下的表面湿度，这样形成湿度差，则油料中的水分才能不断地汽化而逸入大气，并且在单位时间内，通过油料表面的空气量越多，则油料的脱水速度越快，干燥设备

强制通入热风进行干燥，就是利用这个原理。常用的干燥设备有回转式干燥机、振动流化床干燥机和平板干燥机。

（五）油料破碎

用机械的方法，将油料粒度变小的工序叫破碎。破碎的目的，对于大粒油料而言，是改变其粒度大小利于轧坯；对于预榨饼来说，是使饼块大小适中，为浸出或第二次压榨创造良好的出油条件。破碎常用于大豆、花生仁、油棕仁、椰子干、油桐籽和油茶籽等颗粒较大的油料或预榨饼。破碎设备的种类较多，常用的有牙板破碎机、辊式破碎机、齿辊破碎机和锤式破碎机等。

（六）油料软化

软化是调节油料的水分和温度，使其变软。增加塑性的工序。为使轧坯效果达到要求，对于含油量较低的大豆、含水分较少的油菜籽以及棉籽等油料，软化是不可缺少的。对于大豆，由于含油量较低，质地较硬，如果再加上含水分少，温度又不高，未经软化就进行轧坯，势必会产生很多粉末；对含水分低的油菜籽（尤其是陈菜籽），未经软化就进行轧坯，也难以达到要求。

需要指出的是，对于含油量较高的油料，是否软化就应慎重考虑。例如花生仁一般不予软化；新收获的油菜籽，当水分含量高于8%时，一般不予软化，否则，轧坯时易粘辊面而造成操作困难。

（七）油料轧坯

轧坯亦称“压片”、“轧片”。它是利用机械的作用，将油料由粒状压成薄片的过程。轧坯的目的在于破坏油料的细胞组织，为蒸炒创造有利的条件，以便在压榨或浸出时，使油脂能顺利地分离出来。

对轧坯的基本要求是料坯要薄而均匀，粉末少，不露油，手捏发软，松手散开，粉末度控制在筛孔1mm的筛下物不超过10%~15%，料坯的厚度：大豆0.3mm以下，棉仁0.4mm以下，油菜籽0.35mm以下，花生仁0.5mm以下。

轧完坯后再对料坯进行加热，使其入浸水分控制在7%左右，粉末度控制在10%以下。当棉坯厚度增至0.4mm以上，即使增大溶剂量，也难以达到较低的残油率。因此，必须采用压力大的液压轧坯

机，使坯片厚度控制在 0.25~0.30mm，且坯片坚实。这样既不会增加坯片的粉末度，又有利于溶剂的浸出。常用设备有单对辊轧坯机、双对辊轧坯机。

（八）油料蒸炒

油料蒸炒是指生坯经过湿润、加热、蒸坯和炒坯等处理，使之发生一定的物理化学变化，并使其内部的结构改变，转变成熟坯的过程。

蒸炒是制油工艺过程中重要的工序之一。因为蒸炒可以借助水分和温度的作用，使油料内部的结构发生很大变化，例如细胞受到进一步的破坏，蛋白质发生凝固变性，磷脂和棉酚的离析与结合等，而这些变化不仅有利于油脂从油料中比较容易地分离出来，而且有利于毛油质量的提高。所以，蒸炒效果的好坏，对整个制油生产过程的顺利进行、出油率的高低以及油品、饼粕的质量都有着直接的影响。

1. 层式蒸炒锅

一般采用五层蒸炒锅。

2. 热风炒籽机

热风炒籽机主要用于机榨香麻油、芝麻酱、浓香花生油制取中芝麻、花生仁的均匀焙炒。经该设备烘炒的芝麻粒色泽均匀，表面疏松，且温度高、入榨水分低，出油率可达 46%~48%。由于该设备是实行连续化、全封闭生产，从而优化了生产条件，改变了我国长期利用平底炒锅焙炒芝麻的状况。

（九）油料挤压膨化

一种以挤压膨化为基础的新方法，正在用于对浸出前的油料进行预处理。由两个半圆筒形机壳组成的圆筒形机膛内，有一根具有固定螺距和直径的螺旋轴。螺旋轴上的螺旋线不连续，间隔中断。机膛内壁上有凸出的破碎刮刀。油料出口处是一块有槽孔的模板，模板外有一个随轴旋转的切割器。在接近进料器的机壳外壁上有加水管阀，在接近出料端的机壳外壁有数个直接蒸汽注入管阀。

二、压榨法制油

螺旋榨油机是由动力传动，利用螺旋轴在榨笼中连续旋转对料坯

进行压榨取油的榨油机械。目前国产的螺旋榨油机有 ZX×10 型（95 型）、ZX×18 型（200A-3 型）、ZX×24 型（202-3 型）等。

（一）ZX×10 型螺旋榨油机

ZX×10 型螺旋榨油机是以原 95 型螺旋榨油机为基础，进行改进设计制造的。经技术鉴定，认为该机与原 95 型榨油机相比，结构更为合理，尤其是喂料部分和榨膛的改进，提高了工艺效果。该机具有操作简便、性能稳定、单机质量轻、运转平稳、无异常振动和噪声、齿轮箱无渗漏现象等优点。

（二）ZX×18（200A-3）型螺旋榨油机

ZX×18（200A-3）型螺旋榨油机是目前比较好的一种榨油机，它具有结构紧凑、处理量大、操作简便、主要零部件坚固耐用等优点。该机还附装有榨机蒸炒锅，可调节入榨料坯的温度及水分，以取得较好的压榨效果。该机与辅助蒸炒锅配合，基本上实现了连续化生产。

（三）ZY×24（202-3）型预榨机

ZY×24 型预榨机，是在 202 型预榨机基础上重新设计的机型。它传动合理，结构紧凑，占地面积小。该机在蒸烘脱水、均匀进料、机械绞饼、榨笼装卸等方面作了较大幅度的改进，故具备蒸脱迅速、进料均匀、绞饼省力、装卸榨笼壳方便等优点。

该机对压榨花生仁、棉仁、葵花籽仁、油菜籽等含油量较高的油料尤为适宜。

榨油机技术参数为：

主轴转速	16r/min	干饼残油率	12%~14%(油菜籽)
处理量	45~50t/d(油菜籽)	蒸汽压力	0.5~0.6MPa
配用电机	30kW、7.5kW、2.2kW	蒸汽用量	150kg/h

若车间需要安装多台榨机，则榨机与榨机间的中心距以 3.3~3.5m 为宜。

一次压榨饼质量参数为：

饼厚	6~8mm	残油(干基)	5%~7%
水分	3%	米糠饼厚	4~5mm

三、浸出法制油

(一) 浸出法制油的基本过程

浸出法制油是应用萃取的原理，选用某种能够溶解油脂的有机溶剂，经过对油料的接触（浸泡或喷淋），使油料中的油脂被萃取出来的一种制油方法。其基本过程是：把油料坯（或预榨饼）浸于选定的溶剂中，使油脂溶解在溶剂内（组成混合油），然后将混合油与固体残渣（粕）分离，混合油再按不同的沸点进行蒸发、汽提，使溶剂气化变成蒸气与油分离，从而获得油脂（浸出毛油）。溶剂蒸气则经过冷凝、冷却回收后继续使用。粕中亦含有一定数量的溶剂，经脱溶烘干处理后即得干粕，脱溶烘干过程中挥发出的溶剂蒸气仍经冷凝、冷却回收使用。

(二) 浸出法制油的优点

浸出法制油具有粕中残油率低（出油率高），劳动强度低，工作环境佳，粕的质量好等优点。

(三) 油脂浸出的基本原理

油脂浸出亦称“萃取”，是用有机溶剂提取油料中油脂的工艺过程。油料的浸出，可视为固-液萃取，它是利用溶剂对不同物质具有不同溶解度的性质，将固体物料中有关成分加以分离的过程。在浸出时，油料用溶剂处理，其中易溶解的成分（主要是油脂）就溶解于溶剂。当油料浸出在静止的情况下进行时，油脂以分子的形式进行转移，属“分子扩散”。但浸出过程中大多是在溶剂与料粒之间有相对运动的情况下进行的，因此，它除了有分子扩散外，还有取决于溶剂流动情况的“对流扩散”过程。

(四) 浸出法制油工艺

1. 浸出法制油工艺的分类

(1) 按操作方式，浸出法制油工艺可分成间歇式浸出和连续式浸出。

① 间歇式浸出 料坯进入浸出器，粕自浸出器中卸出，新鲜溶剂的注入和浓混合油的抽出等工艺操作，都是分批、间断、周期性进行的浸出过程属于这种工艺类型。