

您所寻找的文件已被世界银行集团停止使用。世界银行集团的新版环境，健康和安全管理指南可参见以下链接：<http://www.ifc.org/ehsguidelines>。

植物油加工业环境、健康与安全指南

前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。¹。如果世界银行集团的一个或多个成员参与项目，则应根据这些成员各自政策和标准的要求执行本《EHS指南》。本《EHS指南》是针对具体行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

适用性

《植物油加工业 EHS 指南》适用于提取并加工植物源油脂的设施。该指南涵盖了毛油生产及其精炼过程，从原材料的制备到以人或动物消费等为用途的最终产品的装瓶和包装。附录 A 提供了对该部门完整的行业描述。种植园中油籽、豆类和棕榈油鲜果穗的生产收录于《一年生农产品 EHS 指南》和《种植园作物生产领域 EHS 指南》。本文由以下几个部分组成：

- 1 具体行业的影响与管理
- 2 指标与监测

¹ 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度、预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。



3 参考文献和其他资料来源

附录 A 行业活动的通用描述

1 具体行业的影响与管理

本章概述植物油加工业在操作阶段发生的 EHS 问题，并提出如何对其进行管理的建议。关于如何管理大多数大型工业活动建造阶段和报废阶段各种常见 EHS 问题的建议包含于《通用 EHS 指南》。

1.1 环境

植物油加工在操作阶段存在的环境问题主要包括：

- 固体废物和副产品
- 废水
- 大气排放物
- 危险品

固体废物和副产品

植物油加工活动会产生大量有机固体废物和副产品，例如空棕榈壳穗（EFBs）和废棕榈籽粒。所产生的废物量取决于原材料的品质以及以获取具商业效益的副产品为目的的废弃材料利用或再加工。植物油制造过程所产生的其他固体废物包括毛油化学精炼产生的皂脚和废酸，含有胶质、金属和染料的废白土，精炼食用油蒸汽蒸馏产生的除臭馏出物，脱胶产生的胶浆以及硬化过程产生的废催化剂和助滤剂。

防控固体废物和副产品产生的建议包括：

- 油棕榈种植园的空棕榈壳穗不应被焚烧，而应被送回种植园并与树木边角料一起用做有价值的土壤改良剂和碳源。
- 收集废棕榈籽粒以做为精炼厂蒸汽和电力生产的燃料。废籽粒不能在典型的毛油生产厂（CPO）燃烧；这是因为与精炼厂不同，毛油生产厂的锅炉设计使其无法燃烧氧化硅含量高的废籽粒。
- 将厂内污水处理设备所产生的的未污染淤泥和废水用做农业肥料。
- 借助卫生填埋或焚烧来处置废水处理设备所产生的污染性淤泥；焚烧处理只能在达到国际认可的污染防控标准¹的许可设施内进行。
- 通过更好的生产控制减少产品损失（例如监控并调整空气湿度，以防止食用材料发霉造成产品损失）。
- 循环利用高压釜冷凝水以去除植物油。
- 在不影响食品安全、运输安全或其他质量要求的前提下优化包装材料设计以减少其体

¹ 焚烧设施的重要环境问题的相关案例参见《废物管理 IFC EHS 指南》。



积（例如减少层厚或层数）。

- 有效的废白土处理措施如下：
 - 将废白土用做砖、砌块及水泥制造的原料；
 - 如果其未被镍等重金属、残留杀虫剂及其他污染物污染，可被用做肥料；
 - 对其进行厌氧消化处理，随后还田利用；
 - 如果其已被污染，应根据《通用 EHS 指南》中的废物管理指南对其进行管理。
- 基于污染物（杀虫剂/其残留物）含量水平的馏分 [例如游离脂肪酸和挥发性有机化合物（VOCs）] 利用措施如下：
 - 如果馏分未被污染，可将其用做动物饲料；
 - 将其用做化学工业原料（例如抗氧化剂）；
 - 将其用做能源生产的燃料。
- 对氢化反应的镍催化剂的处理应采取下列措施之一：
 - 将其作为镍催化剂或作为镍金属、盐或其他用途加以回收及再生利用；
 - 根据《通用 EHS 指南》中的废物管理指南对其进行储存和处置。
- 根据镍催化剂处理建议对混有镍的助滤剂进行处理。
- 收集原料制备阶段的残留物，并进行处理（干燥）和再处理（研磨）以获得副产品（例如动物饲料）。

废水

行业工艺废水

植物油清洗及中和过程所产生的加工废水中，可能含有高浓度有机物质，并导致高生化需氧量（BOD）和化学需氧量（COD）。废水也可能含有高浓度悬浮固体、含氮有机物及油脂，并可能含有原料处理后的残留杀虫剂。防止工艺废水产生的推荐措施包括：

- 使用乳胶分解技术 [例如溶气气浮（DAF）]，将高生化需氧量和化学需氧量物质与废水分离；
- 回收冷凝水；
- 在生产区使用栅栏挡住排水口，以防止固体废物和浓缩液进入废水；
- 根据与工艺设备清洗需求相对应的清洗操作类型来选择消毒用化学品，碱类（例如碱液）通常用于对聚合脂肪的清洗，而酸类则用于对石灰沉积酸类的清洗；
- 以正确的剂量和方法使用清洗用化学品；
- 采用原地清洗（CIP）程序以减少清洗过程中化学品、水和能量的消耗；
- 适当地处理并排放清洗液（例如通过皂液裂解处理），以将油脂及脂肪酸与水分离并使其通过脂肪腊；
- 如可行，在脱胶操作中用柠檬酸替代磷酸（该措施可减少废水的磷负荷并略微减少污泥量）。

工艺废水处理

该行业所采用的工艺废水处理技术包括用来分离可漂浮固体的隔油器、撇渣器或油水分离



器，流量和负荷均衡技术，使用澄清剂减少悬浮固体的沉降技术，通常借助厌氧-好氧处理来减少可溶性有机物（BOD）的生物处理技术，旨在减少氮磷含量的生物营养物去除技术，需消毒时的废水氯化处理技术，残留物脱水与处置技术，在某些情况下可行的对质量合格的废水处理残留物的堆肥或土地处理技术。此外，还有一些工程控制技术可用来吸附及中和有害臭气。

工业废水管理及处理方法案例参看《通用 EHS 指南》。通过应用这些技术及有效的废水管理实践技术，相关设施应达到本工业部门文件第二部分相关表格所规定的的废水排放指导值。

其他废水和水耗

关于工厂运营中所产生的无污染废水、无污染雨水和生活污水的管理指南收录于《通用 EHS 指南》。污染废水应排入行业工艺废水处理系统。植物油生产设施需要大量毛油生产用水（冷却水）、化学中和用水以及随后的清洗和除臭用水。《通用 EHS 指南》中还包括减少水耗，特别是在自然水资源量有限的区域减少水耗的相关建议。该部门的具体节水建议包括：

- 使用乳胶分解技术 [例如溶气气浮 (DAF)] 将高生化需氧量和化学需氧量物质与废水分离；
- 如经济上可行，可考虑用物理精炼代替化学精炼以减少水耗；
- 对加热过程的冷凝水予以回收并再利用；
- 利用所产出油的回收热能（例如油处理所产生的热能）加热输入油；多达 75% 的油处理所产热能可通过该方式回收，同时亦可减少蒸汽系统的水耗；
- 封闭冷却水管路并循环使用冷却水。

大气排放物

挥发性有机化合物

颗粒物（粉尘）和挥发性有机化合物是植物油加工业的主要大气排放物。粉尘产生于清洗、筛分和粉碎等原料处理过程，而挥发性有机化合物排放则通常由油类提取溶剂的使用所导致，这类溶剂通常是正己烷¹。植物油加工厂内存在数个溶剂排放源，包括溶剂回收单位、粕干燥器和冷却器以及管线和排气口的泄露处。如果工厂使用溶剂提取油类，植物油中可能含有少量溶剂；这些溶剂会在精炼过程中，特别是在除臭阶段挥发。臭气排放有多种来源（例如蒸煮器操作、皂化裂解及真空发生过程）。

本指南推荐的挥发性有机化合物防控管理技术包括：

- 对提取器中的油进行蒸馏以确保对溶剂的高效回收；
- 如可行，在提取植物油时可使用逆流蒸脱机以回收溶剂蒸汽；
- 使用再沸器和重力分离器处理溶剂含量高的冷凝水，以减少溶剂排放及污水管的爆裂风险。
- 防控挥发性有机化合物排放的其他推荐措施参看《通用 EHS 指南》。

本指南推荐的粉尘及臭气防控管理技术包括：

¹ 在某些条约中，正己烷被归类为危险性大气污染物。



- 确保对包括所有排风和空气处理系统在内的清洗、筛分和粉碎设备的恰当保养，以减少无组织粉尘排放；
- 在粕干燥器、冷却器和研磨机等选定排风口安装旋风分离器/纤维过滤器或电除尘器，以消除臭气排放；
- 借助碱类、苛性碱、臭氧洗涤系统，或在锅炉房或单独的焚烧系统焚烧臭气，来达到减少臭气排放（例如皂化蒸馏、提取工艺的蒸煮器、真空系统及加压系统的臭气排放）的目的。

废气

植物油加工厂利用辅助锅炉产生蒸汽能，是能源和蒸汽的重要消耗者。与蒸汽能来源运行相关的排放物通常包括氮氧化物（NO_x）、硫氧化物（SO_x）、颗粒物（PM）、挥发性有机化合物（VOCs）等燃烧副产品及温室气体（即 CO 和 CO₂）。本指南推荐的管理策略包括采用复合策略，该策略综合了减少能耗、使用清洁燃料以及在需要时控制排放等措施。提高能源效率的建议收录于《通用 EHS 指南》。

针对热能消耗不超过 50 000 kW·h 的小型燃烧源的排放物管理指南，包括废气排放指南收录于《通用 EHS 指南》。针对热能消耗大于 50 000 kW·h 的燃烧源的排放物管理指南则收录于《热能 EHS 指南》。

能量消耗与管理

植物油工厂将能量用于水的加热、工艺（特别是皂化蒸馏和除臭）用蒸汽的生产以及清洗工艺。其他常见能耗系统包括制冷和空气压缩设备。详细的节能建议参见《通用 EHS 指南》。

危险品

植物油加工涉及提取和精炼所需的大量酸、碱、溶剂和氢气的运输、储存及使用。在这些材料的运输、储存及处理过程中可能发生溢漏或其他类型的泄露，对土壤和水源具有潜在消极影响。这些材料的可燃性及其他潜在危险性则可能导致火灾和爆炸，应根据《通用 EHS 指南》对危险品管理加以规范。

1.2 职业健康与安全

植物油加工厂建设与退役阶段的职业健康与安全影响与其他大多数大型工业设备相同，推荐的防控方法在《通用 EHS 指南》中有所论述。

植物油加工厂的操作阶段中会发生的职业健康与安全危害主要包括：

- 化学危险品
- 物理性公害
- 噪声污染

化学危险品

植物油加工具有由吸入或其他暴露途径导致的化学危险品暴露风险、油类溶剂（例如正己烷）挥发所导致的爆炸风险以及由含高碘值油的废白土、高温环境和高环流通空气导致的火



灾风险。

植物油加工工人可能会接触有害物质，包括吸入正己烷或其他提取用溶剂，吸入有毒化合物（例如吸入甲醇钠可导致皮肤和肺部灼伤），眼睛或皮肤暴露于酸或碱，吸入原料运输中产生的粉尘（例如运入粉碎工厂的种子或大豆），吸入粕处理和运输中产生的粉尘，吸入白土、助滤剂和镍催化剂的粉尘，吸入原料中含有的黄曲霉毒素。工作场所的化学危险品管理指南收录于《通用 EHS 指南》。

其他行业相关建议包括：

- 应对从事化学操作的工人进行培训（例如与材料安全数据表的正确解读、国际化学品安全卡和急救程序相关的培训）。季节工和其他临时工应在从事与化学品有关的工作之前接受全面培训；
- 当职业安全分析和安全数据信息中有明确规定时，应为工人提供必要的个人防护服装及装备；
- 应确保油类提取区域有足够的空气流通以降低溶剂浓度；
- 提供通风设施，特别是在与原料处理和研磨、白土处理及溶剂使用相关的工作站。
- 保持空气中挥发性有机化合物浓度低于作为爆炸下限的 10%；对于正己烷，其爆炸下限为 1.1% [体积比体积 (V/V)]，上限为 7.5% (V/V)；
- 确保油在提取后得以正确蒸馏，以有效去除其中所含的溶剂；
- 防止提取厂房的油类泄漏和溢漏；
- 控制被输入的提取油的闪点温度及所有溶剂提取油接受设备的使用温度；
- 采取预防性保养措施（例如定期检查）以减小所有蒸汽管道和灼热表面的燃烧风险；
- 如可行，使用热水而非溶剂清洗设施。

物理性公害

植物油加工厂的物理性伤害与其他工业部门类似，包括因地板或楼梯湿滑引起的跌倒，卡车等内部运输工具的相撞以及与传送系统（例如粉碎工厂的废土清除传送带）的意外接触。物理性公害防控指南收录于《通用 EHS 指南》。

噪声污染

植物油工厂工人也暴露于噪声中，这些噪声产生于内部运输、传送带、锅炉、泵、风扇以及各种不同的蒸汽和空气泄漏。噪声影响的防止控制指南收录于《通用 EHS 指南》。

1.3 社区健康与安全

植物油加工在操作阶段的社区健康与安全影响，包括那些与原料及成品运输的安全性相关的影响，与其他大多数工业领域中存在的问题相同，并在《通用 EHS 指南》中有所论述。可能影响到社区或者更大范围公众的行业相关问题包括成品油中可能存在的病原体和污染物（例如残留杀虫剂）。

由于在商业活动中发现某企业存在产品污染或掺假而导致产品召回，这可能会对一个盈利



的企业造成损害。而该公司如能追溯至其产品的具体批号，则其产品召回只是去除所有与某具体批号相关的产品。

产品安全程序的执行能使公司免受产品掺假、污染及召回的损害。因此植物油加工业应符合国际公认的食品安全标准，符合危害分析和关键控制点（HACCP）¹和FAO/WHO食品标准。本指南推荐的产品安全原则包括：

- 加强产品追踪，以便去除市场上的不合格产品。
- 全面实现 HACCP 先决条件的制度化，包括：
 - 良好的经营管理；
 - 化学品控制；
 - 顾客投诉机制。

2 指标与监测

2.1 环境

废气排放与污水排放指南

表 1 和表 2 介绍了该行业的废水排放和废气排放指南。该行业的废水排放和废气排放指导值是各国的相关标准在公认的法规框架内所体现的国际行业惯例。

表 1 植物油加工污水排放标准

污染物	单位	指导值
pH	—	6~9
BOD ₅	mg/L	50
COD	mg/L	250
总含氮量	mg/L	10
总含磷量	mg/L	2
油脂	mg/L	10
总悬浮物	mg/L	50
升温幅度	°C	<3**
大肠杆菌总含量	MPN*/100 ml	400
活性成分、抗生素	依具体情况而定	

注：* MPN=最可能值。

** 检测需在以科学方法设立的、综合考虑环境水质、受体用水、潜在受体及同化能力的区域周围进行。

表 2 植物油加工的大气排放标准

污染物	单位	指导值
-----	----	-----

¹ ISO (2005)。



粉尘	mg/m ³ (Vn)	10 (干尘) 40 (湿尘)
正己烷	mg/m ³ (Vn)	100

注：在选定风道使用旋风分离器和布袋除尘器可使粉尘浓度降到 10 mg/m³ (Vn)，例如在粕干燥器、冷却器和研磨器中。使用旋风分离器/多管旋风分离器可使湿尘浓度降到 40 mg/m³ (Vn)。对于正己烷，借助大多数可用消除技术可使其浓度降到 100 mg/Nm³ (Vn)，例如对提取过程所有排气的蒸馏回收。

通过上文介绍的污染防控技术，我们可以知道，经过合理设计和操作的装置在正常的操作条件下是可以满足这些指南的要求的。这些污染物必须在工厂设备或生产机器年运行时间至少 95% 的时间范围内，在不经稀释的情况下达到以上排放水平。在环境评估中，所产生的水平偏差应当根据当地特定的项目环境进行调整。废水处理指南适用于已处理废水直接排放到常规用途的地表水中。特定场地的排放水平可以按照公共经营的废水回收和处理系统的可行性及特定条件设定；如果废水直接排放到地表水中，排放水平可依据《通用 EHS 指南》中规定的受水区的用途分类设定。

废气排放指南适用于工艺废气排放物。与热能消耗不高于 50 000 kW·h 的热电生产相关的燃烧源排放物管理指南，请参见《通用 EHS 指南》。能耗更高的燃烧源排放物管理指南，请参见《火电行业 EHS 指南》。《通用 EHS 指南》还包含基于总排放量的环境研究指南。

资源消耗与废物

表 3 和表 4 介绍了关于植物油加工部门资源消耗产生废物的信息。这些信息可看作是该部门的效率指标，并可用来追踪一定时期内该部门的表现。需要注意的是，部门所产生的废水量在很大程度上取决于所加工的原料及所应用的技术。对于棕榈油生产，其产生的废水量应能被限制在 3~5m³/t 原料¹。

表 3 资源和能量消耗

每单位产品投入量	单位	标准
水 ^a		
毛油生产	m ³ /t 原料	0.2~14
化学中和	m ³ /t 产品	1~1.5
除臭	m ³ /t 产品	10~30
硬化	m ³ /t 产品	2.2~7
除臭过程的能量消耗 ^b		蒸汽
连续性	kJ/kg 进料	95
半连续性		220
序批		440
每去除 1% 的游离脂肪 (FFA ^c)		3.5

注：^a 欧委会 (EC) (2005)。

¹ 欧委会 (EC) (2005) 及世界银行 (1998)。



^b Hui (1996)。

^c FFA : 游离脂肪酸。

表 4 半连续性除臭案例

参数	单位	行业标准
潜热蒸汽	kJ/g	2 000
原料量	kg	1 000
游离脂肪酸去除	kg (蒸汽)	0.35
汽提用水蒸气	kg (蒸汽)	5
动力用水蒸气	kg (蒸汽)	35
总计	kg (蒸汽)	65
热能	kg (蒸汽)	24.2
电力	kW·h	5

注：半连续性除臭，0.2%游离脂肪酸，0.5%汽提用蒸汽和平均电耗。

数据来源：Hui (1996)。

2.2 职业健康与安全

职业健康与安全指南

职业健康与安全性能应按国际公认的接触风险指南进行评估，包括美国政府工业卫生学家会议 (ACGIH)¹发布的阈值 (TLV®) 职业性接触指南和生物接触限值 (BEI®)、美国职业安全健康研究所 (NIOSH)²发布的危险化学品的袖珍指南、美国职业安全健康局 (OSHA)³发布的允许接触极限 (PEL)、欧盟成员国⁴发布的指示性职业接触限值以及其他类似资源。

事故和死亡率

各种项目均应尽全力保证参与项目的工人 (不管是直接雇佣或是间接雇佣的工人) 的生产事故为零，尤其是那些会导致误工、不同等级残疾或甚至死亡的事故。设备生产率可以参考相关机构 (如美国劳工部劳动统计局和英国健康与安全执行局)⁵发布的信息，按照发达国家的设备性能设定基准。

职业健康与安全监测

应当对工作环境进行监测，以发现特定项目的职业危险物。作为职业健康与安全监测项目

¹ 可登录 <http://www.acgih.org/TLV/>和 <http://www.acgih.org/store/>查询相关信息。

² 可登录 <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>查询相关信息。

³ 可登录 http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992 查询相关信息。

⁴ 可登录 http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/查询相关信息。

⁵ 可登录 <http://www.bls.gov/iif/> 和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm> 查询相关信息。



的一部分，监测操作应当委派专业人员¹制定并执行。厂方还应建立一份有关事故、疾病和危险事件以及其他事故的记录。《通用EHS指南》中介绍了职业健康与安全监测项目的其他指南信息。

3 参考文献和其他资料来源

- [1] American Oil Chemists' Society. An Important Source for Industrialists on Oil Processing Technologies. <http://www.aocs.org>.
- [2] BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004a. Incident Rate and Number of Nonfatal Occupational Injuries by Industry.//Industry Injury and Illness Data — 2004. <http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb1479.pdf>.
- [3] BLS (US Bureau of Labor Statistics). 2004b. Number and Rate of Fatal Occupational Injuries by Private Industry Sector.//Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0003.pdf>.
- [4] Danish Working Environment Authority. Threshold Limit Values for Substances and Materials. Copenhagen: Danish Working Environment Authority. <http://www.at.dk/graphics/at/pdf/at-vejledninger/gv-liste-april-2005.pdf>.
- [5] Danish Working Environment Authority. 1993. Limits for Noise at the Work Place. Copenhagen: Danish Working Environment Authority. <http://www.at.dk/sw10715.asp> [In Danish only].
- [6] EBRD (European Bank for Reconstruction and Development). Sub-sectoral Environmental Guidelines: Edible Oils, Soap and Candle Manufacture. In Subsectoral Environmental Guidelines: Food and beverage. <http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/index.htm> or <http://www.ebrd.org/about/policies/enviro/sectoral/food.pdf>.
- [7] EC (European Commission). 1999. Council Directive 1999/13/EC of 11 March 1999 on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds Due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations. Consleg 1999L0013 – 30/04/2004. http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1999/en_1999L0013_do_001.pdf.
- [8] EC (European Commission). 2005. Integrated Pollution Prevention and Control, Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries: BREF Finalized in January 2006. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [9] EC (European Commission). 2006. Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [10] EC (European Communities). 1996. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 Concerning Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). <http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/index.htm> or http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1996/en_1996L0061_do_001.pdf.

¹ 有合格资质的专家包括执证的工业卫生学家、注册职业卫生学家、执证安全专家或有同等资质的人员。



- [11] FAO and WHO (Food and Agriculture Organization and World health Organization). 1962–2005. Codex Alimentarius. Geneva: FAO and WHO. <http://www.codexalimentarius.net>.
- [12] HSC (Health and Safety Commission). 2005a. Health and Safety Statistics 2004/05. London: National Statistics. <http://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh0405.pdf>.
- [13] HSC (Health and Safety Commission) 2005b. Rates of Reported Fatal Injury to Workers, Non-Fatal Injuries to Employees and LFS Rates of Reportable Injury to Workers in Manufacturing. London: National Statistics. <http://www.hse.gov.uk/statistics/industry/manufacturing-ld1.htm#notes>.
- [14] Hui Y H. 1996. Bailey's Industrial Oil and Fat product: 5th ed. vol 4. John Wiley & Sons.
- [15] India EPA. 1998. Liquid Effluent Standards — Category: 25. Edible Oil and Vanaspati Industry.//EPA Notification S.O. 64 (E), 18 January 1998. <http://www.cpcb.nic.in/standard25.htm> or http://www.cpcb.nic.in/standard_welcome.htm.
- [16] Irish EPA (Environmental Protection Agency). 1996. BATNEEC Guidance Note, Class 7.1, Manufacture of Vegetable and Animal Oils And Fats (Draft 3). Ireland: EPA. <http://www.epa.ie/Licensing/IPPLicensing/BATNEECGuidanceNotes/FileUpload,556,en.DOC>.
- [17] ISO (International Organization for Standardization). 2005. ISO 20000 — 2005: Food Safety Management Systems. Requirements for Any Organization in the Food Chain. ISO. <http://www.iso.org/iso/en/CatalogueDetailPage.CatalogueDetail?CSNUMBER=35466&ICS1=67&ICS2=20&ICS3>.
- [18] Mexico. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que Establece los Limites Maximos Permisibles de Contaminantes en las Descargas Residuales en Aguas y Bienes Nacionales. Publicada en Diario Oficial de la Federacion de Fecha 6 de Enero de 1997. [Mexican official norm-001-ECOL-1996]. http://www.rolac.unep.mx/deramb/compendio_legislacion/LegislacionNacionalMexicana/Normas/Areas/NormasSEMARNAT/LIMITES%20MAXIMOS%20PERMISIBLES%20DE%20CONTAMINANTES%20EN%20LAS%20DESCARGA.pdf.
- [19] MOEA (Minnesota Office of Environmental Assistance). Vegetable Oil Processing Including SICs: Soybean Oil Mills, 2075 Vegetable Oil Mills, Except Corn, Cottonseed, and Soybean 2076. Shortening, Table Oils, Margarine, And Other Edible Fats And Oils, 2079. <http://www.moea.state.mn.us/publications/SIC2079.pdf>.
- [20] Thailand MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment). 1996. Industrial Effluent Standard. Source: Notification No. 3, B.E.2539 (1996). http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1.
- [21] US EPA (Environmental Protection Agency). Air Quality Standards and Strategies Division: Vegetable Oil Production: Industry Profile. Preliminary Final Report, February 1998. Research Triangle Institute. http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil_IP.pdf.
- [22] US EPA (Environmental Protection Agency). 1995. AP 42, 5th ed., vol. I. ch. 9: Food and Agricultural Industries 9.11.1 Vegetable Oil Processing. Washington D C: EPA. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/final/c9s11-1.pdf>.
- [23] US EPA (Environmental Protection Agency). 2001. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Solvent Extraction for Vegetable Oil Production.
- [24] Federal Register April 12, 2001. Washington D C : EPA.



<http://www.epa.gov/EPA-AIR/2001/April/Day-12/a8801.htm>.

[25] Water Environment Federation. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. <http://www.standardmethods.org>.

附录 A：行业活动的通用描述

植物油加工业从植物原料中提取并加工油脂。植物性油脂主要用于人的消费，也可用于动物饲养、医疗及某些技术性用途。在发展中国家，毛油（CPO）生产通常在与种植园联合的毛油工厂中进行。所产毛油会被运往世界各地的精炼厂。但是，大部分所产毛油会经当地加工，随后作为精炼、漂白、除臭（rbd）类油出口。

图 A-1 描述了植物油生产的简易流程。植物油加工的主要步骤包括提取、精炼、其他加工及除臭。

提取

油类提取自豆类、谷物、种子、坚果及果实。这些原料在接受初级处理前即已被运至工厂并储存。储存类型取决于原料种类（例如大豆被储存于粮仓中）。使用不同的工艺对原料进行处理，包括清洗、干燥、粉碎、调理及压制。豆类被加工成薄片以使油细胞暴露，从而便于进行油类提取；果实则需要压榨以提取油类。原料制备阶段的环境、健康和安全问题包括颗粒物排放（例如清洗和干燥过程中的颗粒物排放）和产生自脱粒过程的固体废物（例如空油棕壳穗）以及秆、茎、荚、沙尘与杂质。

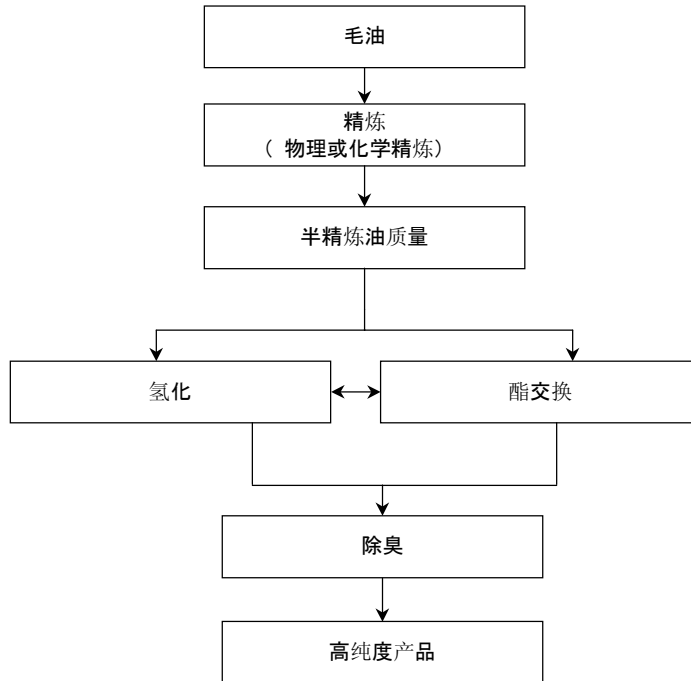


图 A-1 植物油生产的简易流程

油类提取可借助机械方法（例如果实蒸煮、种子和坚果压制）或与溶剂使用相结合。使用溶剂提取时，通常在逆流提取机中使用正己烷清洗加工的原材料。提取过程后通常是撇渣（对煮沸过的油）或过滤（对压制脂肪）过程以及将毛油从溶剂与油混合物（胶束）中加以分离的操作。通过蒸馏可去除油中的正己烷，通过脱溶器中的水蒸气则可去除薄片中的正己烷，而通过冷凝及脱水可回收正己烷以再次利用。针对动物消费用薄片的回收操作，通常是在蒸脱机中使用传统的蒸馏方法去除正己烷。脱溶过的薄片被磨碎以用做粕（例如大豆粕）。针对人类消费用薄片的加工则使用专门的蒸馏方法或“闪蒸”，闪蒸是在真空中利用过热正己烷进行汽提。闪蒸能去除薄片更多的残余正己烷，但其能量消耗及污染物排放较传统工艺¹更大。

棕榈油²提取的案例

棕榈果可被加工以生产毛棕榈果油和毛棕仁油。棕榈果与葡萄相似，在主干和枝条上成簇生长，由具有坚韧外皮的含油果肉及内含的种子（或籽粒）构成。棕榈果油提取自果肉，而棕仁油则提取自种子。收获时，果穗被装上卡车或铁路车辆运往提取工厂。消毒车为筒状消毒室，其中被喷入蒸汽，利用热能对果实进行消毒以防止细菌或酶活动破坏油类。消毒时间长短则取决于果实的大小和成熟度。

消毒后，用脱粒机将果实从茎上剥离，对其予以清洗，然后将其运至双螺旋榨油机以榨取

¹ MOEA。

² Hui (1996)。



棕榈果油。如可能，空棕榈壳穗（EFBs）应被运回种植园并与树木边角料一起撒入土地进行生物降解。通过连续式离心机或沉淀池对提取出的棕榈果油进行净化以除去水分和固体杂质。螺旋榨油机出来的饼状物含有潮湿的果肉固体、籽粒（或种子）及果实外皮。将籽粒与纤维及细胞碎片分离，并降低其水分含量，这样果肉就会萎缩而与外壳松开了。然后压碎籽粒，并将果肉与外壳分离；分离果肉与外壳有两种方法，一是将二者混入黏土或盐的浆液料中，这样籽粒就会浮起而外壳则会沉降；二是将两者混入水中并通过液旋流加以分离（较重的外壳被从底部甩出，而较轻的果肉将浮至顶部）。然后对果肉进行干燥处理并送往储存地，以作为日后用螺旋榨油机榨取棕仁油的原料。

精炼

对毛油进行精炼以去除有害杂质，例如树胶、游离脂肪酸（FFA）、痕量金属、染色成分及挥发性成分。在精炼过程中，通过化学或物理精炼均可使精炼油中的游离脂肪酸含量降到 0.1% 以下。条件合适时，应优先使用物理精炼而非化学精炼，这是由于前者所用白土对环境影响较低。反之，化学精炼所获产品质量更好，如较低的游离脂肪酸含量、较长的保质期及更可靠的处理过程。¹

在精炼前可能需要对毛油进行脱胶。脱胶是物理精炼工艺的关键步骤，这是由于最终接受除臭处理的油的磷脂含量须较低。脱胶也可与化学精炼结合使用。脱胶可使用酸法或酶法。在酸法脱胶中，加入磷酸以去除大豆卵磷脂、磷脂酰胆碱和卵磷脂。经脱胶的油含磷量少于百万分之三十。可用以替代磷酸的柠檬酸具有一系列优点，包括减少废水的磷负荷及略微减少污泥量。酶法脱胶使用大豆卵磷脂酶分解磷脂。该方法的环境效益包括减少磷酸、硫酸、烧碱、水及能量的消耗。

化学精炼

传统的化学精炼过程包括去除大豆卵磷脂的脱胶过程、去除游离脂肪酸的中和过程以及脱色和除臭的漂洗过程。脱胶过程中需加水以对存在的胶质进行水解，然后对混合物进行离心分离。在加水和使用离心机进行分离之前，应使用磷酸或柠檬酸去除难以水解的胶质。

脱胶过程中，将烧碱加入到已预热到 75°C~110°C 的油中，以对游离脂肪酸进行皂化。该过程有两种主要产物，即半精炼油和皂脚。可通过沉淀或离心方法将沉降出的皂脚除去，或通过裂解方法将其进一步加工为酸性油。可将皂脚加热到 70°C~100°C 并使其与硫酸发生反应，以改变脂肪酸构成。相应的副产品可被出售给涂料、化妆品以及动物饲料工业。需对经过中和的油进行漂洗，以去除其中的染色物和其他微量成分。

物理精炼

较之化学精炼，物理精炼更简单，其对毛油进行脱胶、漂洗，然后借助蒸汽汽提将游离脂肪酸、臭气及挥发性有机化合物一步去除。可借助脱胶和白土进行物理预处理，以实现低磷脂含量。随后，在温度约为 250°C 的真空中使用蒸汽除去经过物理预处理的油中的游离脂肪酸，并使油流过一系列与汽提用蒸汽流向相反的塔板，来对油进行精炼。由于中和与除臭过程合二

¹ EC (2006)。



为一，因此不再需要前文所述的中和步骤。可用涤气塔凝结蒸汽中更多的脂肪作为无水产物¹。

其他加工

氢化反应

大多数装置通过氢化反应来制造具有优良滞留品质和较高熔点的脂肪。在硅藻土镍催化剂粉末存在的条件下，氢化反应通常是将氢气分散入油中。生成的氢化脂经过滤去除氢化催化剂，随后经过轻稀土漂洗、除臭，最后用做食用油。硬化后，这种油可与水溶液混合以形成乳液。该乳化混合物经过巴氏杀菌、冷却和结晶可得到最终产物¹。

酯交换

酯交换反应涉及将甘油三酯分离为脂肪酸和甘油再重新加以组合的反应。该反应在使用磷酸或柠檬酸，且通常以甲醇钠为催化剂的情况下进行。酯交换反应改变了所处理油类的功能特性，并可在中和或除臭后进行。

除臭

在除臭过程中，对漂洗过的油类进行低压蒸馏以去除异味气体等挥发性杂质。通过 15 分钟到 5 个小时的蒸汽处理去除原料中的挥发性成分。该蒸汽产自除臭器，含有空气、水蒸气、脂肪酸及其他成分。在进入容器前，该蒸汽通过涤气塔，其间向其中喷入涤气液。脂肪酸和挥发性物质可部分凝结于涤气液滴中或包装材料上。该过程的产物为高纯度的食用油脂¹。

资源消耗

植物油加工厂使用能源以加热水并生产工艺（特别是皂化裂解和除臭）和清洗用蒸汽。能耗因所产油的类型而异（例如冷压未处理过的橄榄油所需能量是压榨热处理过的油籽所需能量的二倍）。

水主要用于中和及除臭过程，而这两个过程都产生具有高有机物负荷的废水。通常使用的化学品包括碱，例如氢氧化钠和碳酸钠；酸，包括磷酸、柠檬酸和硫酸；镍催化剂；以及甲基盐。丙酮、乙醇和甲醇等溶剂有时被用来替代或补充提取过程中所使用的正己烷。正己烷即使在含量较低的情况下也能导致健康问题，而强酸和强碱等其他危险化学品，也具有明显的健康和安全风险。

在主要生产植物油的同时，工厂可对残渣进行进一步处理以获得一些副产品，例如动物饲料生产用油或制药用油。这些处理能减少固体废物的产生，例如废白土等废物可通过在当地或异地被直接焚烧或用于沼气生产以回收能量。柠檬酸和磷酸通常能在脱胶过程中互换使用。

¹ EC (2006)。

