

## 植物油加工业环境、健康与安全指南

### 前言

1. 《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。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》。<sup>1</sup>各行业《EHS指南》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：[www.ifc.org/ehsguidelines](http://www.ifc.org/ehsguidelines)。
2. 《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即可实现的指标和措施。对现有设施应用《EHS指南》时，可能需制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。
3. 应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危害和风险灵活处理，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、环境同化能力）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。
4. 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

5. 《植物油加工业 EHS 指南》适用于从各类种子、谷物和坚果中提取并加工油脂的生产设施，包括芥花籽、蓖麻、棉籽、芥末、橄榄、棕榈、棕榈仁、花生、油菜籽、红花、芝麻、大豆和向日葵。此外，本指南还覆盖毛油生产和精炼过程，包括原料制备到供人类或动物食用的最终产品的装瓶与包装。但本EHS指南不适用于生物燃料的生产。附录A 对本部门工业活动给出了完整描述。油籽、豆类和新鲜油棕果穗的生产，则请见《一年生农产品EHS指南》和《多年生农产品EHS指南》。

本文件包含下列章节：

1. 具体行业的影响与管理.....	2
1.1 环境.....	2
1.2 职业健康与安全.....	6
1.3 社区健康与安全.....	9
2. 绩效指标监测.....	10
2.1 环境.....	10
2.2 职业健康与安全.....	12
3. 参考文献.....	14
附录A. 行业活动概述.....	17

<sup>1</sup> 定义如下：熟练且有经验的专业人士在全球相似情况下开展同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度和预见性。熟练而有经验的专业人士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、不同程度的环境同化能力，以及不同程度的财务和技术可行性。

## 1. 具体行业的影响与管理

6. 下节概述了植物油生产与加工在操作阶段发生的 EHS 问题，并就如何对其进行管理给出了建议。大多数大型工业设施在建设及报废阶段都常见的 EHS 问题，其管理建议请见《通用 EHS 指南》。

### 1.1 环境

7. 植物油生产与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
- 水消耗与管理
- 能源消耗与管理
- 大气排放物
- 温室气体排放
- 有害物料

#### 1.1.1 固体废物和副产品

8. 植物油加工活动会产生大量有机固体废物、残渣和副产品，例如棕榈油加工留下的空果穗（EFB）和废棕榈仁或橄榄加工留下的橄榄油渣和果肉。所产生的废物量取决于原料的品质和工艺效率。废物、残渣和副产品可用于生产商业上可行的副产品或用于能源生产。植物油生产过程中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。

9. 最大程度减少固体废物和副产品产生的建议包括：

- 借助更好的生产/储存控制措施减少产品损失（例如监测并调整空气湿度，以防止食用材料发霉造成产品损失）。
- 收集原料制备阶段的残渣，并进行调节（干燥）和再加工（研磨），以获得副产品（例如动物饲料）。
- 将废弃物和残渣送回田地，用于调节土壤养分。例如，来自油棕种植园、带枝桠的空棕榈果穗，是一种极具价值的土壤改良剂和/或可与植物油生产废水共同用作堆肥。
- 在项目工厂的锅炉燃烧废弃物和残渣，用于发电。但请注意，燃烧作物残渣时，可能产生相对较高的大气排放（例如颗粒物排放），且处理、储存和加工作物残渣时可能有潜在的火灾危害（例如可燃粉尘）。因此，计划以这种方式使用生物燃料时，应就燃料特性和锅炉的设计征求专业人员的意见。
- 研判以下负责任地处理废漂白土的措施：
  - 若没有被镍等重金属、残留杀虫剂或其他污染物污染，则可用作肥料。
  - 从废白土中回收非食品级油类，用于其他目的（用作转化为生物柴油或生物润滑剂的原料）。
  - 避免在农业用地上直接回收利用。将废白土掺入其他有机废弃物和堆肥中，以避免与空气

接触，并规避废白土自燃的风险。

- 若已受污染，请按照《通用EHS指南》中的废弃物管理指南予以管理。
- 考虑将其用作砖、砌块和水泥制造的原料。
- 根据污染物（杀虫剂和/其残留物）含量水平，探索按以下方式利用馏分（例如游离脂肪酸和挥发性有机化合物）：
  - 将未受污染的游离脂肪酸用作动物饲料；
  - 用作化工原料（例如抗氧化剂）；
  - 用作能源生产的燃料。
- 对氢化反应产生的镍催化剂采取以下任一措施：
  - 再循环回收后用作镍催化剂或镍金属、盐或其他用途；
  - 按照《通用 EHS 指南》中的有害废弃物管理指南对其进行储存和处置。
- 根据镍催化剂处理的相关建议，对混有镍的助滤剂进行处理。
- 将现场废水处理形成的无污染污泥和废水用作农用肥料或补燃锅炉的燃料。《通用EHS指南》和《水与卫生EHS指南》就污泥和废水常见EHS问题给出了管理建议。废水处理形成的受污染污泥在卫生填埋场或经焚烧处理。焚烧只能在符合国际公认污染防控标准的许可设施中进行。<sup>2</sup>

### 1.1.2 水消耗与管理

10. 植物油厂在毛油生产（使用冷却水）、化学中和过程以及随后的清洗和除臭操作中需消耗大量水。《通用EHS指南》就降低用水量（尤其针对水属于有限自然资源的情况）给出了一般性建议。本部门降低用水量、优化用水效率和减少后续废水量的建议措施如下：

- 若经济上可行，则考虑用物理精炼取代化学精炼，以减少水耗。
- 用机械系统（螺旋输送机或传送带）取代水基输送系统。
- 采用原位清洗（CIP）程序，以减少清洗过程中化学品、水和能源的消耗。
- 回收再利用加热过程产生的冷凝水。
- 升级设备喷水器（例如，加装喷口或喷嘴）。
- 冲洗地板前采用干式清洁技术。
- 冲洗前手动清洁容器，以去除固体，并予以回收或处理。
- 使用高压、低流量清洗系统和自动切断阀。
- 油类清洗与中和过程所产生的加工废水中，可能含有高浓度有机物质，并导致较高的生化需氧量（BOD）和化学需氧量（COD）。废水也可能含有高浓度悬浮固体、含氮有机物以及油脂，且可能含有原料处理后的残留杀虫剂。降低污染物负荷的建议措施包括：在生产线的适当位置安装溢漏物收集托盘，用于收集固体；采用乳化破坏技术（例如溶气气浮装置（DAF））；从废水中分离出生化需氧量和化学需氧量较高的油。
- 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流：

<sup>2</sup> 焚烧设施相关的关键环境问题示例，请见国际金融公司（IFC）《废弃物管理设施EHS指南》。

- 根据与工艺设备清洗需求相匹配的清洗操作类型来选用消毒用化学品。碱类（例如碱液）通常用于清洗聚合脂肪，酸类则用于清洗石灰沉积酸类。
- 以正确的剂量和方法使用清洗用化学品。
- 妥善处理 and 排放清洗液（例如通过皂液裂解予以处理），以便从水相中分离出油脂和脂肪酸，并使其通过油脂收集器。
- 如若可行，则在脱胶操作中采用改良型中和工艺或酶法脱胶（此方法可降低废水中的磷负荷，还可略微减少污泥量）等替代方法，以减少磷酸用量。

### 工艺废水处理

11. 本部门工业废水处理技术包括：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；通常借助厌氧加好氧处理来减少可溶性有机物（BOD）的生物处理技术；减少氮磷含量的生物营养物质去除技术；需消毒时采用的废水氯化处理技术；以及残渣脱水与处置技术。某些情况下，质量可接受的废水处理残渣，可用于堆肥或土地利用。可能还需采用一些工程控制技术吸附并中和有害臭气。

12. 工业废水管理及其处理方法案例请见《通用 EHS 指南》。采用了以上技术以及废水管理的良好实践技术（包括定期维护计划）后，植物油生产与加工设施应能够满足本行业部门指南文件第2节相关表格中所列出的废水排放指导值。

### 其他废水

13. 《通用EHS指南》就公用事业运营产生的无污染废水、无污染雨水和生活污水给出了管理指南。受污染的废水流应输送至工业废水处理系统。

#### 1.1.3 能源消耗与管理

14. 植物油生产与加工设施将能量用于水的加热、工艺（尤其是皂化裂解和除臭）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。除《EHS通用指南》给出的节能建议外，具体针对本行业的建议如下：

- 提高进料的均匀性，以稳定并降低能源需求。
- 提高灭菌容器内的空气去除效率，以促进热传递。
- 挖掘并充分利用工艺热交换的机会，例如，优化连续除臭工艺中的油对油热交换器。
- 提高工艺效率，以此降低汽提水蒸汽消耗，例如，改进汽提盘的设计。在可行情况下，考虑采用可降低能耗的干冰冷凝系统等技术。
- 考虑通过热电联产方式提高能效。
- 考虑在脱胶和油回收工艺中使用更先进的方法，例如使用酶。
- 在可行情况下，通过厌氧消化进行废水处理，并捕获甲烷用于供热和/或发电。

#### 1.1.4 大气排放物

## 工艺排放

15. 颗粒物（粉尘）和挥发性有机化合物是植物油生产与加工过程中主要的大气排放物。粉尘产生于清洗、筛分和粉碎等原料处理过程。挥发性有机化合物排放则由油类提取溶剂的使用所导致，且这类溶剂通常是正己烷。<sup>3</sup>植物油加工厂内存在多个溶剂排放源，包括溶剂回收装置、饼料干燥器和冷却器、管线和排气口的泄露处，以及产品储存装置。使用分馏法时，精炼过程将产生更多排放。若工厂使用溶剂提取油类，则植物油毛油中可能含有少量溶剂，这些溶剂可在精炼过程中（尤其是除臭阶段）挥发。臭气排放有多个来源（例如蒸煮器操作、皂化裂解及真空发生过程）

16. 挥发性有机化合物排放的防控管理技术建议如下：

- 工艺改良，例如：
  - 对提取器中的油进行蒸馏以确保对溶剂的高效回收。
  - 散装储罐灌装过程中，排出溶剂输送罐的空气。
  - 改良排气收集系统。
  - 采用泄漏预防系统。
- 采用减排技术：
  - 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。
  - 使用冷凝器、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。
  - 用矿物油洗涤器处理冷凝器/再沸器工艺产生的含正己烷空气。
  - 在溶剂分馏过程中考虑采用低温冷凝法。最佳做法是采用闭环过程，其中所输入的溶剂有99.9%均被重复利用。
- 《通用EHS指南》给出了挥发性有机化合物排放防控的进一步建议。

17. 粉尘和臭气防控管理技术建议如下：

- 确保妥善维护清洗、筛分和粉碎设备（包括所有通风与空气调节系统），以减少无组织粉尘排放，并避免使用压缩空气或蒸汽进行清洁。
- 在饼料干燥器、冷却器和研磨机等选定排风口安装旋风分离器和/或纤维过滤器或静电除尘器，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。

## 燃烧产物

18. 植物油加工厂利用辅助锅炉产生蒸汽能，属于能源消耗大户。此类蒸汽能源运行产生的排放物通常由燃烧的副产品组成，例如氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、硫氧化物（SO<sub>x</sub>）、颗粒物（PM）、挥发性有机化合物和温室气体（二氧化碳）。

<sup>3</sup> 某些司法管辖区将正己烷归类为危险性大气污染物。

建议的管理策略包括采用复合策略，其综合了降低能量需求、使用更清洁的燃料以及在需要时实施排放控制等措施。能源效率相关建议，请见《通用EHS指南》。

19. 热能消耗不超过50兆瓦热（MWth）的小型燃烧源，其排放物管理指南（包括废气排放指南），请见《通用EHS指南》。热能消耗高于50兆瓦热（MWth）的燃烧源，其排放物管理指南请见《热力发电厂EHS指南》。

### 1.1.5 温室气体排放

20. 植物油加工过程中使用化石能源可产生温室气体排放。项目应根据《通用EHS指南》管理能源的使用。

21. 对营养物负荷较高的废水进行厌氧处理或处置时，可产生甲烷（CH<sub>4</sub>）。此类废水还因其中的含氮组分（例如尿素、硝酸盐和蛋白质）降解而可能产生一氧化二氮（N<sub>2</sub>O）。非化石燃料相关温室气体排放的防控措施建议如下：

- 确保定期执行废水处理系统维护计划，由此避免废水处理过程中存在开放式厌氧环境。
- 考虑采用生物方法进行废水处理，例如：厌氧消化和甲烷捕获；将废水用于灌溉；在适当的情况下对副产品进行联合堆肥（例如，将空油棕果穗与棕榈油厂废水中的营养物或橄榄油厂的废渣与废水进行联合堆肥）；以及通过固氮作用进行脱毒。

### 1.1.6 有害物料

22. 植物油加工涉及运输、储存并在提取和精炼过程中使用大量的酸、碱、溶剂和氢气。此物料的运输、储存和处理，可能导致溢漏或其他类型的泄漏，从而可能对土壤和水资源产生不利影响。且其因易燃性和其他潜在危险特性还存在导致火灾和爆炸的风险。有害物料应按照《通用EHS指南》给出的指导予以管理。

## 1.2 职业健康与安全

23. 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施都相同，具体防控措施请见《通用EHS指南》。植物油加工厂运营阶段的职业健康与安全问题包括：

- 化学危害
- 物理危害
  - 进入密闭空间
  - 电气危害
  - 火灾与爆炸风险
  - 噪声

### 1.2.1 化学危害

24. 植物油生产与加工设施的操作人员可能：因吸入正己烷或其他用于提取的溶剂而接触有害物质；吸入有毒化学物质（例如，吸入甲基化钠后导致皮肤和肺组织烧伤）；眼睛或皮肤接触酸或碱；吸入原料运输

过程中产生的粉尘（例如将种子和豆类运输至粉碎厂）；吸入油饼料处理和运输过程中产生的粉尘；吸入源自漂白土、助滤剂和镍催化剂的粉尘；以及吸入原料中含有的黄曲霉毒素。相关工作场所的化学危害管理建议，请见《通用EHS指南》。

25. 本行业相关的进一步建议如下：

- 确保油类提取区域有充分的空气流通，以降低溶剂浓度。
- 提供通风设施，尤其要针对原料处理和研磨、漂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爆炸下限的 10%。正己烷爆炸下限为 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。
- 针对输入的提取油，控制其闪点温度，并对所有溶剂提取油接受设备进行温度控制。
- 可行情况下，使用热水而非溶剂清洗设施。

### 1.2.2 物理危害

26. 植物油生产和加工设施的物理危害与其他工业部门类似，包括：可能因地板和楼梯打滑导致跌倒；未设防的机械或移动部件造成伤害；卡车等内部运输工具可能发生碰撞的风险；以及与传送系统意外接触，例如粉碎厂和废土清除所用的传送系统。物理危害防控建议请见《通用EHS指南》。

#### 进入密闭空间

27. 粮仓存在窒息死亡的重大风险。剧毒氮氧化物和二氧化碳在粮仓装满后数小时内便可在粮仓顶部空间聚积。罐车也可能存在窒息风险，例如罐车在装载前采用了氮气冲洗时。密闭空间相关的职业健康与安全（OHS）风险管理建议，请见《通用EHS指南》。

#### 电气危害

28. 电气系统可对工人构成危害，可能导致人员伤亡。《通用EHS指南》就电气系统危害的防控给出了指导意见。以下给出了适用于本部门粮仓安全的建议。

#### 火灾与爆炸风险

29. 植物油生产和加工的不同阶段都有发生火灾和爆炸的风险，可能导致财产损失，且可能导致项目工人受伤或死亡。常规消防安全管理应按照《通用EHS指南》进行。本部门火灾与爆炸风险源自植物油的可燃性，以及谷物和油料籽实处理和储存设施中存在的大量可燃粉尘。控制和清除此类粉尘以及潜在的引燃源，是消除爆炸风险的关键。谷物和种子的储存存在燃烧风险，因为有可能自发发热和自燃。保障此类产品筒仓的安全以及储油筒仓的安全，有着至关重要的意义。植物油生产和加工设施还存在因溶解于油中的溶剂（例如正己烷）挥发而导致爆炸的风险，以及因废白土含有高碘值油、环境温度高且空气循环通风强而引发火灾的风险。

## 可燃粉尘和筒仓安全

### 30. 建议采取以下措施防控可燃粉尘引起的火灾和爆炸：<sup>4</sup>

- 在设计和操作中采用国际公认标准。<sup>5</sup>
- 按照国际公认标准<sup>6</sup>给出的做法与要求，根据各区域的危险等级对其进行分类，并部署本质安全电路和防爆电气设备（包括照明）。
- 制定并实行综合维护计划，以避免粉尘积聚。不得使用压缩空气清除粉尘，因其可能导致大气中粉尘水平上升。所有维护设备，尤其是焊接设备以及其他电动工具，均应定期检查并经批准后方可使用。
- 采用适当的做法或技术，避免热源产生摩擦。
- 控制静电。例如，电梯皮带应采用防静电材料制造或具备防静电性能；气动输送可燃物质的过程中，确保罐车的电气搭接与接地，以防止静电。
- 按照国际公认标准为筒仓提供妥善的接地与防雷电保护装置。
- 控制高爆炸风险区的进入，例如仅限有相关资质的人员进入。
- 确保倾卸区完全封闭，且倾卸区格栅有妥善设计与维护，可阻挡石块和金属进入。
- 对加热系统和各类表面采取粉尘阻隔措施。
- 在筒仓升降机和传送带中部署抑尘/防尘系统，以避免粉尘在谷物输送区积聚。例如，倾卸区应使用防尘系统，且最好安装于格栅下方和接收料斗上方。
- 务必制定应急计划和程序，且须由员工知悉。在筒仓内安装合适的探测设备，例如电缆式温度传感器和气体探测器。运输系统（皮带输送机、除尘系统等）内安装的灭火系统应连接有火花探测器/热探测器，以降低引燃风险。
- 根据筒仓的构造和所储存的散装物料，确定适当的灭火操作（例如水、泡沫、惰性气体、粉末灭火）。筒仓应依据所规划的灭火方法和筒仓的构造预设连接口或开口。例如，若认为筒仓顶部强度不足以承受爆炸，则管道系统和连接口应位于筒仓壁顶部。
- 考虑在筒仓外部某个安全位置安装单独的紧急排放系统（即筒仓出口处单独安装输送机），以降低火灾在工厂内蔓延的风险，并确保配备消防设备。若采用普通传送系统进行紧急排放，则考虑使用链式输送机和螺旋输送机，以避免摩擦生热。
- 考虑采用与筒仓直径和构造相匹配的固定式气体灭火系统，以便对火灾做出快速且恰当的反应。
- 确保容器或储罐具备充足的应急排气能力，以便在发生火灾时释放内部过高的压力。若筒仓位于工厂内，则将气体向外排出。

<sup>4</sup> Persson（2013）；Krause（2009）；法国，MEDDAT（2008）。

<sup>5</sup> 例如：EN 1127-1《爆炸性环境——防爆和保护》；EN 13463-1《潜在爆炸性环境用非电气设备》；NFPA 61：《农业和食品加工设施火灾和粉尘爆炸预防标准》，2013年版；NFPA 654《可燃颗粒固体制造、加工和处理过程中防止火灾和粉尘爆炸的标准》；美国职业安全健康局（OSHA）《谷物处理设施标准》29 CFR 1910.272。

[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9874](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9874)；欧盟94/9/EC号指令《用于潜在爆炸性环境中的设备和防护系统》<http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/>；

Arrêté du 29/03/04 relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables, [http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/5163](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5163).

<sup>6</sup> 美国《国家电气规范》（National Electrical Code）

## 加工过程中的风险

31. 植物油加工过程中的其他火灾与爆炸风险包括：正己烷泄漏产生易燃气体；<sup>7</sup>高温下除臭器中夹带空气；以及废白土自燃的可能性。对成品油做进一步改性处理时，可能存在氢气泄漏（在氢化阶段泄漏）引起爆炸或产生易燃物质等风险。建议采取以下措施防控此类风险：<sup>8</sup>

- 确保持定期对设备进行妥善维护，以避免泄漏。
- 建立启动、关闭和维护程序，并对员工进行识别气体泄漏和应对火灾爆发的培训。
- 为除臭器连接供氮管线，以便在发生火灾时降低氧气水平。
- 除臭器应采用防爆盘和减压阀相组合的形式进行过压保护。
- 将催化剂桶存放于有接地电线的封闭且干燥区域。为避免接触湿气，用袋子将催化剂从催化剂桶输送至容器内的配料系统。袋子内的催化剂应全部使用，不得留有未使用的催化剂，因为可能导致其接触湿气。

## 噪声

32. 植物油厂的操作人员也会暴露于内部运输设备、输送机、锅炉、泵、风扇以及各类蒸汽和空气泄漏的噪声中。《通用EHS指南》就防控噪声暴露提供了指引。

### 1.3 社区健康与安全

33. 植物油加工在操作阶段的社区健康与安全影响，属于大多数工业部门都普遍存在的问题，包括与原料及成品运输的安全性相关的影响，具体请见《通用 EHS 指南》。本行业可能影响社区或广大公众的相关问题，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）。

#### 1.3.1 对食品安全的影响和管理

食品安全是与植物油加工相关的行业特定风险。例如，某家企业被发现销售受污染产品或掺假的产品，导致需召回产品，可能会损害其整个业务。若企业可追溯至相关产品特定的批号，则召回时只需清理特定批号的不合格产品即可。

34. 企业执行了食品安全管理体系，便可防止出现产品掺假、产品受污染的情况，从而可免受产品召回的损害。因此，植物油加工应根据国际公认的食品安全风险标准进行，因为此类标准符合危害分析和关键控制点（HACCP）<sup>9</sup>、联合国粮食及农业组织（FAO）/世界卫生组织（WHO）食品法典委员会以及ISO 22000的准则要求。产品安全准则建议如下：

- 全面实现 HACCP 先决条件的制度化，包括：卫生；良好管理实践；实施病虫害和病媒综合管理计划；为实现最大化控制而采取机械手段（例如在门窗上安装陷阱和网格）、化学品控制、过敏原控

<sup>7</sup> 例如，Fediol（2006）；欧盟94/9/EC号指令《用于潜在爆炸性环境中的设备和防护系统》（ATEX）  
<http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/documents/legislation/atex/>; NFPA-36 Solvent Extraction Plants.

<sup>8</sup> Hamm, W.、R.J.Hamilton和G.Calliau（编辑），2013年。

<sup>9</sup> ISO 2005。

制；以及建立顾客投诉机制。

- 考虑加强二恶英和类二恶英多氯联苯监测计划。<sup>10</sup>
- 所有员工均应接受培训，以确保其了解加工、物料处理、储存和维护过程中潜在的微生物污染和生长（例如沙门氏菌污染）。
- 加工食品和饲料级产品时，应采用食品级优质新鲜漂白土，以避免食品和饲料污染对公众健康造成危害。<sup>11</sup>

## 2. 绩效指标监测

### 2.1 环境

#### 2.1.1 大气排放和污水管理指南

36. 以下表1和表2列出了本部门的大气排放和污水排放指导值。本部门工艺大气排放和污水排放指导值反映的是本行业的优质国际工业实践（GIIP）指标，监管框架获认可的国家在相关标准中采用该推荐值。废水排放指南适用于处理后的废水直接排放进入一般用途的地表水域。现场具体排放标准的确定，可基于公共污水收集和处理系统的可用性及其运营条件，若是直接向地表水域排放，则参考《通用 EHS 指南》所述的受纳水体使用分类来确定。

<sup>10</sup> Fediol 2006。

<sup>11</sup> 可在以下网站查询：<http://www.acgih.org/TLV/> 和 <http://www.acgih.org/store/>

表1. 植物油加工的废水排放指标

污染物	单位	指导值
pH值	pH	6–9
生化需氧量 (BOD) <sub>5</sub>	mg/l	50
化学需氧量 (COD)	mg/l	250
总氮	mg/l	10
总磷	mg/l	2
油脂	mg/l	10
总悬浮固体 (TSS)	mg/l	50
温升		<3 <sup>b</sup>
总大肠菌群	MPN <sup>a</sup> / 100 ml	400
活性成分/抗菌素	视具体情况而定	

**注:**  
<sup>a</sup> MPN = 最可能值。  
<sup>b</sup> 检测需在以科学方法设立的混合区边缘进行, 且综合考虑环境水质、受纳水体的用途、潜在受体以及同化能力。

表2. 植物油加工的废气排放指标

污染物	单位	指导值
粉尘 <sup>a</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	10 (干粉尘) 40 (湿粉尘)
正己烷 <sup>b</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	100
挥发性有机化合物 (VOC) <sup>c</sup>	千克溶剂损失/吨原料	动物脂肪: 1.5 蓖麻籽: 3 油菜籽: 1 葵花籽: 1 大豆 (常规粉碎): 0.8 大豆 (白色薄片): 1.2 其他种子和其他植物性物质: 1.5 (分馏, 不包括脱胶) 4 (脱胶)

**注:**  
<sup>a</sup> 要将干粉尘水平降低至10 mg/ Nm<sup>3</sup>, 可在选定通风口 (例如饼料干燥器、冷却器和研磨机) 上使用旋风分离器和袋式过滤器。要将湿粉尘水平降低至40mg/ Nm<sup>3</sup>, 可使用旋风分离器或多管旋风分离器。  
<sup>b</sup> 适用于溶剂厂, 可通过使用旋风分离器实现。  
<sup>c</sup> 参见“溶剂总损失”, 欧盟1999溶剂指令 (1999年3月11日欧盟理事会1999/13/EC号指令: “关于某些活动与装置使用有机溶剂所产生挥发性有机化合物的排放限制”)。

37. 正常运行条件下，采用本文件前述章节所探讨的污染防控手段，可在设计、操作和维护得当的生产设施达到上述指导值。此类指导值不得降低，且工厂或相关部门在其至少95%的运行时间内均应达到，并按照占每年运行小时数的百分比计算。若因考虑项目当地的具体情况造成偏离此等标准，则应在环境评估中加以论证说明。

38. 废气排放指导值适用于工艺废气排放物。与专用于输送电力或机械动力、蒸汽、热能或其任何组合的系统相关的燃烧源排放指南，无论燃料类型如何，只要总额定热功率在3兆瓦（MW）至50兆瓦之间，则由《通用EHS指南》给出相关说明。总额定热功率高于这一范围的燃烧源排放，请见《热力发电厂EHS指南》。如何根据废气总排放量确定环境影响的指南，请见《通用EHS指南》。

### 2.1.2 资源消耗与废弃物

39. 表3列出了植物油加工部门资源消耗和废弃物产生的相关信息。此类信息可视为本部门的效率指标，且可用于跟踪绩效随时间的变化。行业基准值仅供对比之用。各项目应以在表内所列出的领域实现持续改进为目标。要注意，所产生的废水量很大程度上取决于所处理的原料及其品质，以及所应用的处理技术。

## 2.2 职业健康与安全

### 2.2.1 职业健康与安全指南

40. 应根据国际上公布的风险暴露标准评估职业健康与安全状况。此类标准的例子有：美国政府工业卫生学家会议（ACGIH）发布的职业暴露阈值限制和生物接触限值；<sup>12</sup>美国国立职业安全与健康研究所（NIOSH）发布的《化学品危害口袋指南》；<sup>13</sup>美国职业安全卫生署（OSHA）发布的允许接触限值（PEL）；<sup>14</sup>欧盟成员国发布的指示性职业接触限值；<sup>15</sup>或其他类似资源。

### 2.2.2 事故率和死亡率

41. 项目管理的目的之一应当是保证项目工人（不管是直接雇佣还是间接雇佣的工人）的生产事故为零，尤其是可导致误工、不同等级残疾甚至死亡的事故。死亡率可参考相关机构（例如美国劳工统计局和英国健康与安全事务局）的出版物，并按照发达国家本行业的死亡率数据设定基准。<sup>16</sup>

<sup>12</sup> 可在以下网站查询：<http://www.acgih.org/TLV/> 和 <http://www.acgih.org/store/>

<sup>13</sup> 可在以下网站查询：<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>14</sup> 可在以下网站查询：[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

<sup>15</sup> 可在以下网站查询：[http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

<sup>16</sup> 可在以下网站查询：<http://www.bls.gov/iif/> 和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

表3. 资源和能源消耗

表3. 资源和能源消耗			
每单位产品投入量	单位	基准值	
<b>用水量<sup>a</sup></b>			
毛油生产-废水	m <sup>3</sup> /吨原料	0.2 - 0.5	
毛油生产-冷却水	m <sup>3</sup> /吨原料	2 - 14	
化学中和	m <sup>3</sup> /吨产品	1 - 1.5	
除臭	m <sup>3</sup> /吨产品	10 - 30	
硬化	m <sup>3</sup> /吨产品	2.2 - 7	
<b>化学品用量<sup>a</sup></b>			
氢氧化钠	kg/吨毛油	1 - 6*	
磷酸	kg/吨毛油	0.1 - 2.0	
柠檬酸	kg/吨毛油	0.1 - 1.0	
硫酸	kg/吨皂液	100 - 250	
<b>能耗</b>	<b>蒸汽<sup>b</sup></b> (MJ/吨最终产品)	<b>电力</b> (MJ/吨最终产品)	<b>总能耗</b> (MJ/吨最终产品)
中和	112 - 280	22 - 44	145 - 330
皂化裂解 <sup>c</sup>	560 - 2800 <sup>c</sup>	11 - 36 <sup>c</sup>	620 - 2850 <sup>c</sup>
除臭 <sup>d</sup>	420 - 1120 <sup>e</sup>		510 - 1350
分批除臭		60 - 150	
半连续性除臭			
连续性除臭			
资料来源：EC 2006。			
<sup>a</sup> 具体范围取决于游离脂肪酸的含量。			
<sup>b</sup> 经以下计算得出：2.8 x 千克蒸汽/吨=兆焦耳/吨（EC 2006）。			
<sup>c</sup> 兆焦耳/吨皂液。			
<sup>d</sup> 分批除臭和半连续性除臭可实现所引用范围内的最低蒸汽消耗量，且可实现总能源消耗范围内的低值。			
<sup>e</sup> 采用干式冷凝技术可极大降低蒸汽消耗量。进行连续性和半连续性除臭时，干式冷凝装置的最终产物可低至约70兆焦耳蒸汽/吨（Hamm等人，2013）。			

### 2.2.3 职业健康与安全监测

42. 应监测工作环境和工人的健康，以便发现特定项目相关的职业危害与疾病危害。监测操作和适用的预防或保护措施都属于职业健康与安全监测计划的内容，且监测操作应当委派经认证的专业人员<sup>17</sup>制订并执行。植物油生产与加工设施还应维护一份有关职业事故、疾病和危险事件及其他事故的记录。《通用EHS指南》给出了职业健康与安全监测计划的进一步指南。

<sup>17</sup> 经认证的专业人员可能包括注册工业卫生师、注册职业卫生员或注册安全专员或同等人员。

### 3. 参考文献

- AEA Energy & Environment. 2008. “Guidance on VOC Substitution and Reduction for Activities Covered by the VOC Solvents Emissions Directive (Directive 1999/13/EC).” Guidance 19: Vegetable Oil and Animal Fat Extraction and Vegetable Oil Refining Activities.  
[http://www.fediol.eu/data/VOC\\_Guidance.pdf](http://www.fediol.eu/data/VOC_Guidance.pdf)
- American Oil Chemists’ Society. “An Important Source for Industrialists on Oil Processing Technologies.” <http://www.aocs.org>
- BLS (U.S. Bureau of Labor Statistics). 2012a. “Census of Fatal Occupational Injuries. Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992 – 2011.” Revised data. BLS, Washington, DC.  
<http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cfch0010.pdf>
- . 2012b. “Survey of Occupational Injuries and Illnesses. Table SNR05. Incidence Rate and Number of Nonfatal Occupational Injuries by Industry and Ownership, 2011.” BLS, Washington, DC.  
<http://www.bls.gov/iif/oshwc/osh/os/ostb2805.pdf>
- EBRD (European Bank for Reconstruction and Development). 2009. “Sub-sectoral Environmental and Social Guidelines: Vegetable Oil Processing.” EBRD, London  
[http://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/veg\\_oil.pdf](http://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/veg_oil.pdf)
- European Parliament and Council of the European Union. 1994. “Directive 94/9/EC of the European Parliament and of the Council of 23 March 1994 on the Approximation of the Laws of the Member States Concerning Equipment and Protective Systems Intended for Use in Potentially Explosive Atmospheres.” EU, Brussels.  
[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/direct/text94-9\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/atex/direct/text94-9_en.pdf)
- . 1999. “Council Directive 1999/13/EC on the Limitation of Emissions of Volatile Organic Compounds Due to the Use of Organic Solvents in Certain Activities and Installations.” EU, Brussels.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:085:0001:0022:EN:PDF>
- . 2010. “Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on Industrial Emissions (Integrated Pollution Prevention and Control).” EU, Brussels.  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:EN:PDF>
- EC (European Commission). 2006. “Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink, and Milk Industries.” August 2006. EC.  
<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1995. “9.11.1 Vegetable Oil Processing.” In AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. Washington, DC: EPA. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch09/final/c9s11-1.pdf>
- . 1998. *Vegetable Oil Production: Industry Profile*. Washington, DC: EPA, Air Quality Standards and Strategies Division. [http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil\\_IP.pdf](http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/IPs/Vegetable%20Oil_IP.pdf)
- . 2001. “National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Solvent Extraction for Vegetable Oil Production.” Federal Register April 12, 2001. Washington, DC: EPA.  
<http://www.epa.gov/ttnatw01/vegoil/vegoilpg.html>

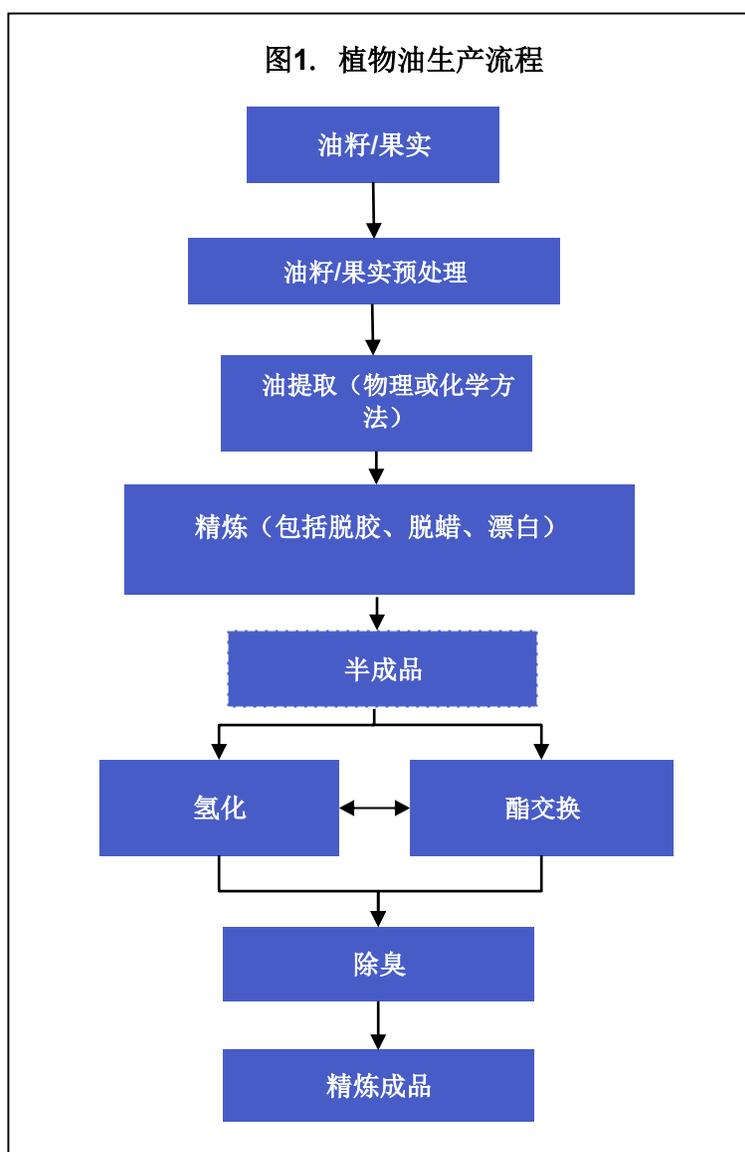
- . 2004. “Rule and Implementation Information for Vegetable Oil Production; Solvent Extraction.” EPA, Washington, DC.  
<http://www.epa.gov/ttn/atw/vegoil/vegoilpg.html>
- FAO and WHO (Food and Agriculture Organization and World Health Organization). Codex Alimentarius Commission. 2010. Codex Alimentarius. Geneva: FAO.  
<http://www.codexalimentarius.net>
- FEDIOL (EU Vegetable Oil and Proteinmeal Industry). 2006. “FEDIOL Guide to Good Practice on Safe Operation of Hexane Extraction Units to Limit the Likelihood of Explosions Caused by Flammable Vapors.” Ref. 06SAF293.  
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>
- . 2009. “FEDIOL Code of Practice For the Control of Salmonella in Oilseed Crushing Plants.”  
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>
- . 2011. “FEDIOL Code of Practice on the Purchase Conditions of Fresh Bleaching Earth for Oil Refining.” <http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>
- . 2012. “FEDIOL Code of Practice on the Safety of Vegetable Fat and Oil Products in Feed with Regard to Dioxin and Dioxin-like PCBs.”  
<http://www.fediol.eu/web/codes%20of%20practice/1011306087/list1187970091/f1.html>
- France, MEDDAT (*Ministere de l' Ecologie, de l' Energie, du Developpement Durable et de l' Aménagement du Territoire*). 2004. “ Arrêté du 29/03/04 relatif à la prévention des risques présentés par les silos de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables.”  
[http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/5163](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/5163)
- France, MEDDAT (*Ministere de l' Ecologie, de l' Energie, du Developpement Durable et de l' Aménagement du Territoire*). 2008. “ Guide de l' état de l' art sur les silos. ”  
[http://www.ineris.fr/aida/liste\\_documents/1/30266/0](http://www.ineris.fr/aida/liste_documents/1/30266/0)
- Hamm, W., R. J. Hamilton, G. Calliau (Eds). 2013. *Edible Oil Processing*. Second Edition. Wiley-Blackwell.
- HSE (Health and Safety Executive). 2012. “Health and Safety Executive Statistics (general).” HSE, Merseyside, U.K.  
<http://www.hse.gov.uk/statistics/publications/general.htm>
- India EPA (Environmental Protection Agency). 1996. “Liquid Effluent Standards — Category: 67. Edible Oil and Vanaspati Industry.” EPA Notification GSR 176(E), April 2, 1996. Central Pollution Control Board (CPCB), Ministry of Environment and Forest.  
[http://www.cpcb.nic.in/Industry\\_Specific\\_Standards.php](http://www.cpcb.nic.in/Industry_Specific_Standards.php)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,” Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, and K. Tanabe (eds). Published: IGES, Japan.  
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>

- 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/pubs/advice/bat/Animal%20&%20veg%20oils%20and%20fats.pdf>
- ILO. 2001. Convention 184: “Convention Concerning Safety and Health in Agriculture.” [www.ilo.org/public/english/standards/reim/ilc/ilc89/pdf/c184.pdf](http://www.ilo.org/public/english/standards/reim/ilc/ilc89/pdf/c184.pdf)
- 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/catalogue\\_detail?csnumber=35466](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=35466)
- Kheang, L. S., C. Y. May, and M. A. Ngan. 2007. “Residual Oil From Spent Bleaching Earth (SBE) for Biodiesel and BioLubricant Applications.” Malaysian Palm Oil Board Information Series. MPOB TT No. 367. Available at: <http://palmoilis.mpob.gov.my/publications/TOT/TT-367.pdf>
- Krause, U. 2009. *Fires in Silos: Hazards, Prevention and Fire Fighting*. Wiley-VCH.
- 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 Federación de Fecha 6 de Enero de 1997. [Mexican official norm - 001- ECOL- 1996].  
[http://www.hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/noticias/programa\\_mercurio/marco/norma\\_001.pdf%20](http://www.hgm.salud.gob.mx/descargas/pdf/noticias/programa_mercurio/marco/norma_001.pdf%20)
- 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. In *Pollution Prevention Technologies: A Review of Pollution Prevention Technologies to Reduce TRI Generation and Emissions in the State of Minnesota*, Kerr, Greiner, Anderson & April, Inc., 15-17. MOEA, St. Paul.  
<http://infohouse.p2ric.org/ref/22/21616.pdf>
- Persson, H. 2013. *Silo Fires. Fire Extinguishing and Preventative and Preparatory Measures*. Swedish Civil Contingencies Agency.  
[www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27144.pdf](http://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27144.pdf)
- Shahidi, F. and A. W. Bailey. 2005. *Bailey ’ s Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products*, 6<sup>th</sup> ed., vols. 4 and 5. New York: Wiley Interscience.
- Thailand MOSTE (Ministry of Science, Technology and Environment).1996. “Industrial Effluent Standards.” Notification No. 3, B.E.2539 (1996). MOSTE.  
[http://www.pcd.go.th/info\\_serv/en\\_reg\\_std\\_water04.html#s1](http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water04.html#s1)
- 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. [www.standardmethods.org](http://www.standardmethods.org)

## 附录A. 行业活动概述

43. 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类消费，同时也用于动物饲养、药用和某些技术性用途。发展中国家的棕榈毛油（CPO）生产通常在与种植园联合的毛油工厂进行。所产毛油运往全球各地的精炼厂。但大部分毛油在当地加工后，作为精炼、漂白、除臭（RBD）类油出口。

44. 图1展示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、其他改性操作以及除臭。



## A.1 提取

45. 油类提取自豆类、谷物、种子、坚果和水果。工厂接收原料并对其进行称重，经清洗去除茎秆、石头和其他物质，再称重并储存，以备初步加工。储存的类型取决于原料（例如大豆储存于谷物升降机内）。决定种子原料储存寿命的关键因素是其含水量，含水量越高，气候越热，安全储存的时间就越短。原料采用多种工艺进行预处理，包括去壳或去皮、切薄片、清洗、干燥、粉碎、调质和压榨。原料预处理阶段的环境、健康与安全问题包括颗粒物排放（例如清洗和干燥时的颗粒物排放）、脱粒操作产生的固体废物（例如空果穗），以及枝条、茎、荚、沙子和泥土。

46. 油的提取可采用机械方式进行（例如果实蒸煮和压制种子与坚果），或与使用溶剂（通常是正己烷）的化学提取过程相结合。大多数大型商业生产设施都采用化学提取法（使用正己烷），因为用此方法生产油饼料和油的工艺效率更高。采用溶剂提取法时，通常在逆流提取机中使用正己烷清洗加工后的原料。提取后通常是（对煮沸的油）撇渣或过滤（压制脂肪）过程，以及将毛油从溶剂与油的混合物（溶剂油）中分离的操作。油里的正己烷通过蒸馏去除，薄片中的正己烷通过脱溶器中的水蒸气去除，且正己烷可经冷凝及脱水回收后重复利用。供动物食用的薄片，其回收过程通常是在蒸脱机中采用传统蒸馏法去除正己烷。脱溶后的薄片经研磨后用作饼料（例如同大豆饼料）。供人类食用的薄片，在加工时则采用专门的蒸馏方法或“闪蒸”。闪蒸指在真空中利用过热正己烷进行汽提。闪蒸能够从薄片中去更多残留的正己烷，但其能量消耗和污染物排放较传统工艺更大。<sup>18</sup>

### 示例：

#### 棕榈油提取<sup>19</sup>

47. 棕榈果经加工后可用于生产棕榈果毛油和棕榈仁毛油。棕榈果与葡萄类似，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（或仁）组成。棕榈果油提取自棕榈果肉，棕榈仁油则提取自棕榈种子。收割时将果穗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，利用高温对果实进行消毒，防止细菌或酶活动破坏油类。消毒时长则取决于果实的大小和成熟度。

48. 果实在消毒后采用脱粒设备将其从茎上剥离，经过清洗后输送至双螺旋榨油机榨取棕榈果油。提取出的棕榈果油在连续式离心机或沉淀池中澄清，以去除水和固体物质。螺旋压榨后留下的饼状物含有潮湿的固体果肉、棕榈仁（或种子）和果实外皮。将棕榈仁与纤维以及蜂窝状碎渣分离，并挤出其水分，这样果肉就会萎缩并脱离果壳。再压碎棕榈仁，并将果肉与果壳分离。分离果肉与果壳时，可将二者混入黏土或盐的浆液料中，这样棕榈仁就会浮起，果壳则沉降，也可将两者混入水中，并通过旋液分离器加以分离（果壳因较重而从底部甩出，果肉因较轻而浮至顶部）。再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榈仁油的原料。

<sup>18</sup> MOEA。

<sup>19</sup> Shahidi和Bailey，2005年。

## 橄榄油提取<sup>20</sup>

49. 橄榄研磨成糊状后打浆，过程中可能加入盐。浆状物经压制出油，并通过沉淀或离心法使压榨油澄清。传统的开放型笼式压榨机目前正逐步被连续式螺旋榨油机所取代。打浆得出的浆状物，也可在水平离心机中进行分离操作，此时在添加清洗用水后对毛油重新进行离心操作。也可用机器从浆状物中去除橄榄仁，再使用自动排渣离心机分离残渣。采用冷榨技术得出初榨油后，通常在约40° C的温度下进行温榨。

50. 两相离心机产生的是糊状废弃物，传统三相系统产生的是液态废弃物，即橄榄油废水和称作“油渣”的压榨饼。油渣可按果壳或橄榄果渣油做进一步处理。剩余的固体外壳干燥至3%至6%的湿度后用作燃料。橄榄仁油在压榨清洗过的果仁后采用溶剂提取而得。一些国家的榨油厂将高酸度的温榨橄榄油通过中和、漂白和除臭进行精炼，并与冷榨油混合调味。压榨饼含8%至15%相对颜色较暗的油，此油可用正己烷提取后用于技术用途，其经过精炼后也可食用。

## A.2 精炼

51. 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、染色成分以及挥发性成分。精炼过程中，通过化学精炼或物理精炼均可将精炼油中的游离脂肪酸含量降至0.1%以下。物理精炼对环境的影响通常小于化学精炼。而化学精炼得出的游离脂肪酸含量更低、产品保质期更长且工艺更可靠，因此产品品质优于物理精炼。<sup>21</sup>

52. 毛油含游离脂肪酸和胶质，将其用于食用之前，须去除这两种物质。可在精炼前对毛油进行脱胶操作。脱胶是物理精炼工艺的一个必要步骤，因为油进入最终除臭阶段前，须降低其磷脂含量。脱胶还可与化学精炼结合使用。脱胶时可采用酸法或酶法。采用酸法脱胶时，添加磷酸以去除大豆卵磷脂、磷脂和卵磷脂。经脱胶的油含磷量低于百万分之三十。可用柠檬酸取代磷酸。柠檬酸具备一系列优点，包括可减少废水的磷负荷以及略微减少污泥量。酶法脱胶则对大豆卵磷脂进行酶水解。此方法的环境效益包括可减少磷酸、硫酸、烧碱、水以及能源的消耗。

## 化学精炼

53. 传统化学精炼包括脱胶（去除磷脂）、中和（去除游离脂肪酸）、漂白（脱色）和除臭。水化磷脂可通过水化脱胶去除，再用离心机对混合物进行分离。加水并使用离心机进行分离之前，先在所谓的酸脱胶过程中去除非水化磷脂。这通常属于物理精炼的第一阶段，可视其为化学精炼中碱中和的等效过程。酶法脱胶利用酶来降解磷脂。第一步是在加入酶之前对毛油或经水化脱胶处理的油进行酸调节/pH值调节。反应时间短且加入较大剂量的酶，与酶剂量小且反应时间长相比，属于更优的做法。

54. 脱胶过程中，在已预热至75° C至110° C的油中加入烧碱，以对游离脂肪酸进行皂化。此过程主要有两种产物，即半精炼油和皂脚。可通过沉淀或离心方法除去沉降出的皂脚，也可通过裂解方法将其进一步加工为酸性油。可将皂脚加热至70° C到100° C，并使其与硫酸发生反应，借以改变脂肪酸的构成。所得出的副产品可出售给涂料、化妆品以及动物饲料生产企业。中和后的油在除臭前先经过漂白，以去除其中的染色物和其他微量成分。废白土是这一阶段产生的主要固体废物。

<sup>20</sup> EC 2006。

<sup>21</sup> Ibid。

## 物理精炼

55. 物理精炼相比化学精炼较简单。其对毛油进行脱胶和漂白，再借助蒸汽汽提一步去除游离脂肪酸、臭气和挥发性有机化合物。可借助脱胶和白土进行物理预处理，由此降低磷脂含量。之后可在250° C左右的真空中，使用蒸汽从经过物理预处理的油中去除游离脂肪酸，并使油流过一系列与汽提用蒸汽流向相反的塔板，从而对油进行精炼。由于中和与除臭过程合二为一，因此不再需要前文所述的中和步骤。然后使用洗涤器将蒸汽中的大部分脂肪冷凝为无水产品。<sup>22</sup>

## A.3 其他改性工艺

### 氢化反应

56. 大多数装置都通过氢化反应生产具有优良储存品质和较高熔点的脂肪。新油进入反应器并与氢气混合之前，在减压的缓冲罐内脱气并干燥。进行氢化反应时，通常添加硅藻土负载型微粒催化剂（通常是镍催化剂），将氢气分散入油中。其他催化剂（钨、铈、铂）因具备在氢化反应过程中减少反式脂肪酸形成的潜力，相关研究正在进行中。生成的氢化后的脂肪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。这种油硬化后可与水溶液混合以形成乳液。所形成的乳化混合物经巴氏杀菌、冷却和结晶得出最终产物。<sup>23</sup>

### 酯交换

57. 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。该反应使用磷酸或柠檬酸，且通常以甲醇钠作为催化剂。酯交换反应改变了所处理油类的功能特性，且可在中和或除臭后进行。

## A.4 除臭

58. 除臭过程中，对漂洗过的油类进行低压蒸馏，以去除难闻的臭味气体、气味成分以及色素等挥发性杂质。原料中的挥发性成分通过 15 分钟到 5 个小时的蒸汽处理予以去除。所用的蒸汽产自除臭器，含空气、水蒸气、脂肪酸以及其他成分。蒸汽在进入容器前先经过涤气塔，其间向蒸汽流喷入涤气液。脂肪酸和挥发性物质可部分凝结于涤气液滴或填料上。除臭过程的产物为高纯度食用油脂。<sup>24</sup>

## A.5 资源消耗

59. 植物油加工厂利用能源加热水并生产工艺用（尤其是皂化裂解和除臭）和清洗用蒸汽。能源消耗因所产油的类型（例如，冷榨未经调理的橄榄油所需的能量，是压榨热调理油籽所需能量的两倍）和加工技术

<sup>22</sup> EC 2006。

<sup>23</sup> Ibid。

<sup>24</sup> EC 2006。

而异。近年来在除臭工艺中使用干式（氨）冷凝装置的发展成果，显著降低了能耗。

60. 水主要用于中和与除臭过程。这两种工艺都会产生有机负荷较高的废水。所用的化学品通常包括碱（例如氢氧化钠和碳酸钠）、酸（包括磷酸、柠檬酸和硫酸）、镍催化剂以及甲基化物。提取过程中，有时使用丙酮、乙醇和甲醇等溶剂代替正己烷或对正己烷起补充作用。正己烷即使含量相对较低，也会导致健康问题，而强酸和强碱等其他危险化学品，也会对健康和安全的造成重大危害。

61. 植物油的初榨过程中，工厂可对残渣做进一步处理，以获得动物饲料生产用油或制药用油等一些副产品。这样的处理可减少固体废物的产生，例如废白土等馏分可在能源生产中再利用，具体做法是原地或异地直接焚烧或用于沼气生产。柠檬酸和磷酸则用于脱胶操作。