

一年生农产品环境、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》具体针对森林采伐行业，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，可能需要制订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

《一年生农产品 EHS 指南》涵盖了谷物、豆类、块根和块茎作物、油料作物、纤维作物、蔬菜和饲料作物等主要一年生农作物在温带、亚热带和热带地区进行大规模商业化生产的相关信息。附录 A 提供了对该部门完整的行业描述。种植园农作物的生产参见《种植园作物生产领域 EHS 指南》。关于作物加工的信息参见《食品和饮料加工业 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

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。



2 指标与监测

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

本章主要概述与一年生农产品相关的 EHS 问题，以及对这些问题的管理建议。关于如何管理大多数行业的常见 EHS 问题的建议包含于《通用 EHS 指南》。

1.1 环境

与一年生农产品相关的环境问题包括以下几个方面：

- 水资源压力；
- 水土流失和生产力损失；
- 杀虫剂使用；
- 水环境富营养化；
- 对生物多样性的影响；
- 作物残茬和其他固体废物；
- 大气排放物。

水资源压力

一年生农作物生产中水资源管理的目标是在保证水资源数量和质量的同时，优化作物产量。用作灌溉的地表水或地下水的管理要遵循水资源综合管理的原则，这些原则体现于以下建议¹：

- 确定作物种植用水量 and 水质；
- 对地下水或地表水资源储量进行评估，并与国家或地区有关机构合作，以保证待实施方案能充分考虑现有或即将出台的水资源管理和监测计划；
- 作物选择应与当地水资源供应能力相适应；
- 在可行的情况下，最大限度地对可用降水加以利用（“雨水收集”），可采用以下方法：
 - 通过水土保持耕作、梯田及在耕地边缘修葺垄脊等方法减少雨水径流；
 - 转移旱谷的暴雨径流，将水体从集水区内引导至耕地、通过沟渠引导径流，并将公路和小路的积水引流至耕地，以此来实现将水储存于土壤并减少短时干旱影响的目的；
 - 利用水罐、池塘、蓄水池及土坝对雨季的径流加以储存，以备旱季使用。
- 采取灌溉用水的节水措施，包括：
 - 为减少蒸发损失，应避免在正午灌溉并采用细流或滴灌技术（如可行），或用覆膜灌

¹ FAO (2002a)。



溉代替高架喷灌；

- 为灌溉沟渠加内衬或采用封闭暗渠，以减少灌溉渠中的渗流损失；
- 控制行间带上的杂草，并保持其干枯；
- 避免过量或不足量灌溉，以防土壤盐碱化；
- 维护河道及排水系统边缘的植被；
- 持续记录水资源管理日志，其内容包括降水量、降雨量、蒸发以及用水时间和用水量，以增加对长期用水趋势的了解。

水土流失和生产力损失

土地管理不善，尤其是过度使用机械或过度密植都可能会造成土壤退化。强降水、暴风雨以及较陡峭或较长的斜坡都可能加重水土流失，并随之造成地表水体沉降。应该对土壤进行管理，以防止或最大限度地减轻产量损失及地表水沉降。针对水土流失的预防措施包括¹：

- 实行营养综合管理（INM）以避免土地养分衰竭或过剩；
- 种植适合或适应当地气候和土壤条件的作物；
- 在坡度陡峭的地区，应根据地形确定种植带和种植方向，以避免由于降水或灌溉造成水土流失；
- 利用石障、横向坡度的植物屏障、梯田或排水和引水渠来防止土壤的风蚀和水蚀；
- 采用适宜的机械，以防由于设备过重造成的土壤板结；
- 避免使用咸水进行灌溉，以防止土地盐碱化²；
- 使用植被覆盖、作物间作或防护林等方式降低风力作用和大雨冲刷造成的土壤流失；
- 通过施用作物残茬、堆肥和粪肥等有机物质增加土壤中有机质的含量，以保护土壤免受日光、雨水和风力侵蚀，并维护土壤生态系统。但在施用前，应充分考虑由此散播病虫害的可能性；
- 可考虑向土壤中加入适量的石灰，以控制由酸沉降或适用化肥而造成的土壤酸化，使土壤维持稳定的 pH；
- 在使用粪肥和污泥等废料增强土质前，应评估其对土壤和水的潜在影响，这是由于其中可能含有一些污染物（例如重金属、氮、磷及致病物质）。

杀虫剂使用

病虫害管理的主要目标是在不消除所有有机体的前提下，控制可能对一年生作物的生产造成负面影响虫害和疾病，从而将其经济及环境破坏性控制在一个特定的阈值以下。应根据“综合虫害管理”（IPM）推荐策略或“杀虫剂管理计划”（PMP）内容合理使用杀虫剂，以避免其迁移到其他土地或水环境中。在制订和实施 IPM 策略时，应优先考虑替代性虫害管理策略，且只在其他措施不可行时才使用化学杀虫剂，为此应考虑以下几点。

¹ 可通过例如《2000 FAO 农民田间学校用土地与营养综合管理和保护指南》获取更多信息。

² 参见 FAO（1992），第四章，利用咸水进行农作物生产——用于灌溉目的的咸水的适用性讨论。



杀虫剂替代措施

如可行，应考虑以下方法以替代杀虫剂：

- 对决定是否使用杀虫剂的决策者进行病虫害识别、杂草识别以及田间侦察等方面的培训；
- 交替种植作物，以减少土壤生态系统中存在的病虫害和杂草；
- 种植抗病虫害作物品种；
- 利用机械和或热除草方法控制杂草；
- 支持使用生物法控制虫害，如使用昆虫、鸟类、螨类和微生物菌剂类的有益生物；
- 通过提供适宜的栖息地来保护害虫的捕食者，例如可提供草丛或其他原始植被作为害虫捕食者的筑巢地或躲藏场所；
- 利用动物放牧去除杂草和控制植被的覆盖；
- 利用机械方法例如诱捕、屏障、灯光和声音等消除、疏散或驱除害虫。

杀虫剂使用

如果必须使用杀虫剂，那么使用者应采取下述的预防措施：

- 对杀虫剂使用人员进行培训，确保实施人员获得了应用认证，在不要求认证的时候则要确保应用人员经过了相应的培训¹ 2；
- 评估生产厂家说明书上推荐的最大剂量和使用方法，同时参照公开发表物上降低使用比例但不影响杀虫效果的剂量的报道（例如 DAAS 2000），确定最小的有效剂量；
- 杀虫剂的使用要以实地观察、气象条件、施用时间以及施用剂量等各相关标准为基础，并且要将这些信息记录在杀虫剂使用日志中；
- 避免使用世界卫生组织建议分类中危害级别为 1a 和 1b 的杀虫剂；
- 对世界卫生组织建议分类中危害级别为 II 的杀虫剂，当项目实施国家缺乏对其散布和使用的相关限制时，或是未经培训的人员，或未配备对这些化学品进行处理、储存、应用和处置时所需要的设备，以及装置的人员有可能接触此类化学品时，要尽量避免使用；
- 除非是斯德哥尔摩公约（Stockholm Convention）所标注情况，或者是与国际禁令或逐步废止某种物质的使用相符的情况，避免使用公约确定的列入附录A和B中的杀虫剂³ 4；
- 只可使用到有关部门注册并获得许可的企业生产的，并且与联合国粮农组织（FAO's）制定的农药销售和使用国际规则⁵相符的合成杀虫剂；
- 只有按照像FAO's修订的农药永久标记方法等国际标准和规范进行标记的农药才可使

¹ 例如 US EPA（2006）提供的分类方案中，将杀虫剂分为“不受限的”和“受限的”，按照农业杀虫剂工人保护标准（CFR 第 40 卷第 170 章）对使用不受限杀虫剂的工人进行培训，如果要使用受限的杀虫剂，在需要由认证的杀虫剂施用者实施或者在其在场的情况下使用。

² 更多的杀虫剂危害等级信息可参照 WHO。

³ 德哥尔摩公约中关于持久有机污染物的部分（2001）。

⁴ 据对于消耗臭氧层物质的蒙特利尔协议，最迟于 2015 年将逐步淘汰溴化甲烷。

⁵ FAO（2002c）。



用¹；

- 选用 IPM 计划中列出的旨在减少非故意漂流或径流的技术和实施方法，并使其处于可控条件下；
- 依照生产厂家推荐的方法维护和校准杀虫剂施用设备。要使用²已在使用国登记的杀虫剂施用设备；
- 沿着水源、河流、小溪、池塘、湖泊和沟渠等建立未使用杀虫剂的缓冲区或缓冲带，以帮助保护水资源；
- 避免使用已确认的与局部环境问题和环境威胁有关的杀虫剂；

杀虫剂的处理和储存

在杀虫剂运输、混合和储存过程中，若出现意外溢流会造成对土壤、地下水或地表水资源的污染，应按照《通用 EHS 指南》和处理方法进行预防。

此外还推荐采用以下的方法：

- 将农药存储在原包装中，放置在一个专用的、干燥阴凉、不会霜冻的且通风良好的场所，需上锁并进行明显的标记，只允许经过授权的人员³进入。确保人类或动物的食物不会存放于同一地点。此储藏场地应设计泄漏控制措施，并且选址时应考虑潜在的对土壤和水资源的污染；
- 对杀虫剂的混合和输送，要由经过训练的人员使用专为此设计的专用容器在通风的和光亮的场地完成；
- 容器不可用作他用（例如盛放饮用水）。被污染的容器要作为有毒废弃物进行操作和处理。对于已受杀虫剂污染的容器要按照FAO指南和生产厂家说明书上的方法⁴进行处理；
- 依照不超过需求的原则购买和储存杀虫剂，依照先入先出的原则对杀虫剂进行循环储存，以防杀虫剂因过期而造成浪费⁵。此外，在任何情况下⁶都应避免使用过期的杀虫剂；在FAO指南和国家承诺的斯德哥尔摩、鹿特丹和巴塞尔公约的指导下，制订对过期库存的杀虫剂管理方案，应包括密封性能测试、储存以及最终销毁等内容；
- 收集设备清洗用水并进行再利用（例如将高浓度的同种杀虫剂稀释至使用浓度）；
- 确保在农药施用中磨损的防护衣物经过清洗或以对环境负责的其他方式进行处置；
- 在杀虫剂的使用和储存时，利用地下水补给防止水源逆流；
- 坚持记录杀虫剂使用及其效用；

¹ FAO (2002c)。

² 荐使用本国的标准进行注册和认证。

³ FAO (2002c)。

⁴ 参照处理废弃杀虫剂和杀虫剂的 FAO 指南。

⁵ FAO (1996)。

⁶ 照 FAO 出版的杀虫剂储存和存放控制手册 FAO 杀虫剂处置系列第三部分 (1996)。



水环境富营养化

营养物质管理策略¹的目标应是优化作物产量的同时，维持和改善土壤营养状况。应执行所述各种策略并将其作为INM计划的一部分。INM计划旨在防止、降低或控制因径流或作物养分过多浸出而造成的地下水污染和地表水富营养化。

在营养物质未被土壤吸收的情况下，营养物质蔓延扩散阶段或其后很短的时间，以及大雨造成快速径流时，营养径流和浸溶最易发生。

在制订和实行 INM 策略（包含作物养分应用需求评估、作物养分和后营养应用方案、作物养分处理和储存等内容）时，应考虑采用以下步骤。

评估作物养分需求

考虑采用以下的方法评估作物养分的需求并降低作物养分的使用：

- 在考虑杀虫剂使用量可能的增加量的前提下，依照 INM 推荐的方法（包括采用少土或无土栽培技术、营养循环技术、土地平整和播种同时进行的技术）以平衡养分的施用。
- 采用作物轮作确保种植豆科植物的固氮能力；
- 特别是在休耕期间和潮湿地区要使用植物覆盖土壤，以减少土壤营养的流失；
- 将有机残渣物质混合在土壤中，代替焚烧的方法；
- 在生长季节之前，分析土壤成分，确定作物生长所需附加的植物营养，避免过度施肥。通过小范围试验的观察评估对施用作物养分的需求；
- 酸度对磷酸盐的最大吸收非常重要，所以应测定土壤酸度；
- 依照INM发表的原则和农业实践手册²对务农人员进行培训。

作物养分的施用

如果必须施用作物养分，可考虑采用以下方法来减少其环境影响：

- 尽可能用有机肥替代化肥；
- 将有机肥掺入土壤中或施于正在生长的作物之间来提高植物对营养的利用，从而降低营养的损失和污染。不可将固体的或液体的有机肥直接施用于牧场或食用作物。在牲畜饲养密集的地区，要注意过度施肥的危害，因为农作物土地常常作为处置粪肥的场所。
- 在园艺生产中可采用“加肥灌溉”，是指将少量的肥料加入到水中进行灌溉。此方法需要详细的管理，通常使用在温室生产中。
- 如果可行，利用气象信息把握作物养分施用时间，避免在降雨期间或接近降雨时施用。
- 采用适宜的技术和装备喷洒肥料；
- 沿着水源、河流、小溪、池塘、湖泊和沟渠等建立未使用杀虫剂的缓冲区或缓冲带，作为过滤器捕获来自于土地的可能的污染物；

¹ Roy et al. (2006)。

² 参照 FAO (2000)。



- 执行 INM 计划和文件，其中可包括用于记录了以下内容的肥料施用日志：
 - 施用肥料的采购日期，施用时间，每场/公顷的施用量、施用目的以及施用时的气候条件；
 - 作物生长阶段的营养施用比例；
 - 制订施用设备维护计划，以确保有效剂量。

作物养分的处理和储存

在作物养分运输、混合和储存期间，因意外溢出可能会造成的土壤、地下水和地表水资源的污染，为了防止、减少或控制这种污染，应依照《通用 EHS 指南》列出的危险品管理推荐方案对作物养分进行储存和处理。此外，肥料应储存在它们最初的包装中，存放在指定场所，这种场所应可锁闭、便于根据标记进行识别可，并应杜绝非授权人员的进入。

对生物多样性的影响

如果没有妥善的管理，现代的、集约化的和传统的耕作方法可能会对生物多样性产生负面影响。在农场一级对生态系统危害因素的管理应包括以下内容：

遗传资源和多样性的损失

负责一年生农作物生产管理的人员应注意农场一级的生物多样性问题（专业术语也称作农业生物多样性），同时也应注意农场所处区域的更多的一般生物多样性问题。以下的方法可以用来维护农场一级的农业生物多样性：

- 如果可能，要尽量多的重复使用土壤表层的早先作物的残茬。推行这种方法之前，应考虑潜在的病虫害传播；
- 减少土地平整，以维护土壤生态系统的结构（例如，推进低尾碛或无尾碛措施）；
- 将一年生农作物生产用地四周的边界作为野生植物的生长区域；
- 在与农田接壤的具有特殊的环境和研究价值的荒地区，规划出缓冲地带；
- 定期监测土壤的健康状况，例如，可依据宏观生物指示品种，如蚯蚓的数量，来确定土壤中的生物量；
- 使用经过认证的作物种子，此种子应不包含外源入侵品种，并且其直径和品种与包装上的信息相一致；
- 为了容纳害虫捕食者，确保为其提供了有利的栖息地，如树篱，筑巢地点，原生植被等；
- 在可行的范围内¹，推广使用有机农产品。

下列方法有利于维护地区生物多样性：

- 在将土地转换为一年生农作物生产用地之前，对项目用地进行测量、鉴别、分类和界定其中自然的和改良的栖息地类型，并确定其对所在区域或国家的生物多样性价值；
- 确保在转变为一年生农作物生产的用地的地域中，所有自然的或改良的栖息地不包含

¹ 参照 IFOAM（2005）的有机农业指南。



重要栖息地，包括已知的严重濒危物种或濒危物种的栖息地，或重要的野生动物的繁殖、觅食和集结地；

- 关注已用作一年生农作物生产用地的地域内存在严重濒危物种或濒危物种的可能性，并将其列入管理程序中；
- 在进行作物收割或收集时，应尽量减少对周围区域的干扰。

基因改造生物（GMOs），入侵品种和害虫

由引进 GMO 作物引起的环境问题，包括外源基因向其他物种的迁移（可能是杂草的或入侵的），对益虫的不可预料的影响或增强害虫的抗性。另一个值得关注的问题是进口的或出口的的植物和植物产品可能会造成害虫的侵入。

GMO作物的引进要依照所在国针对此类作物引进制定的规章制度进行评估。如果所在国无此类规章制度，应评估引进活动可能造成的潜在影响和危害，特别是要注意潜在的入侵行为，确定一种适当的减轻损失的措施¹。潜在害虫的引进可依照国际植物检疫措施标准²进行控制。

作物残茬和其他固体废物

虽然农作物生产中影响最大的废弃物是杀虫剂容器和到期的、过期的杀虫剂，但其中数量最大的是农作物本身的残茬。防止和控制由这些废弃物造成的潜在影响包括以下内容：

- 将作物残茬和其他有机质留在土地中、耕田或堆肥中，从而回收利用。在实施这些措施之前，要首先考虑到潜在的病虫害传播的可能性；
- 将作物残茬作为生物能源设施的热能燃料，发酵设备的底物，以及生物炼制的原料；
- 清洗（如三重冲洗技术）和处置（例如，通过粉碎，切碎，或返回到供应商）农药包装和容器，以避免将其用作食品和饮用水³容器。应按FAO指南⁴的规定，将清洗用的溶液回收再利用为稀释剂，或者储存并进行最终处置；
- 对于过期的和多余的杀虫剂，应按照EHS通用指南和FAO指南中过期和多余杀虫剂的管理方案⁵进行处理。

大气排放物

大气排放物主要是燃料的燃烧副产物，其中包括二氧化碳（CO₂）、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM），产生于机械化设备操作及作物残茬燃烧处置或销毁。如果对农作物使用过含氯杀虫剂，残留物中可能会存在二噁英和呋喃。包括一氧化二氮（N₂O）、甲烷（CH₄）和氨气（NH₃）在内的温室气体主要来源于化肥的施用或某些农作物（如水稻）的

¹ 欲了解生物多样性公约中各实施国的承诺请参考 <http://www.biodiv.org/default.shtml>，欲了解生物安全性喀他赫纳协议中包含的危险评定的国际标准请参考 <http://www.biodiv.org/biosafety/default.aspx>。

² 请参照国际植物保护公约及植物检疫方法国际标准中所含有的 27 条指导方针（2006）；或者参照 WTO 针对于卫生和植物检疫方法应用的协议。

³ FAO（2002c）。

⁴ FAO（2002c）。

⁵ FAO（1999）。



土壤环境。氨和氮氧化物在疾风和高温条件下会发生挥发。

推荐的防止和管理措施包括以下内容：

- 对农业机械设备，作为产生气体排放的移动源和固定源，依照《通用 EHS 指南》对其进行管理；
- 如可行，利用生物燃料代替化石能源，以降低温室气体的排放；
- 通过减少耕作选项，提高土壤的固碳能力；
- 在作物需要干燥时，优先选用日光干燥技术；
- 避免焚烧土地中的麦秆或其他有机质以降低颗粒物质的排放，同时保持了土地中有机质含量，可使土地在其后的土地平整中免受风蚀危害。
- 避免采用露天焚烧的方法处理农药等农业废弃物，以防止持久性有机污染物（POPs）释放；
- 通过以下方法²减少氨气和一氧化二氮的排放：
 - 降低土壤中氨气和氯化物的浓度；
 - 使用反硝化作用抑制剂；
 - 增强土壤透气性；
 - 采用粪肥注射液技术、将化肥土下深埋技术、灌溉稻田中施用大颗粒肥料的技术等措施，来提高土壤对氮肥、尿素和有机肥的吸收能力。

1.2 职业健康与安全

在一年生农产品中发生的职业健康与安全问题，主要包括：

- 物理危害；
- 受限空间；
- 化学危害；
- 火灾和爆炸危险。

物理危害

机械和交通工具。

意外事故的发生常常伴随着机械和交通工具的使用，包括拖拉机、收割机和农田内使用的其他各种机械。此外，操作人员还常常处于机械噪声的危害影响之下，尤其是在密闭的农场建筑中。操作人员也会面临繁重工作的威胁，这类工作通常涉及重复的体力劳动。有关设备和交通工具的操作及维修的职业安全与健康影响及其控制，请参阅《通用 EHS 指南》。

密闭空间

密闭的农场建筑中（如堆粪池、地窖、粮仓、水池或没有良好通风的建筑物）产生的职业健康和安全危害主要是由甲烷积聚造成的窒息性危害。按《通用 EHS 指南》的要求，进入密

¹ 如果杀虫剂的处置涉及到向海外运输，则必须依照斯德哥尔摩、鹿特丹和巴塞而公约国的承诺方案进行工作。

² Roy et al. (2006)。



闭空间应予以限制，只有在经过专业培训的人员的监管下才可进入。

化学危害

杀虫剂接触

农药和其他有害物质对职业健康和安全的影​​响是类似的，其防止和控制措施请参阅《通用 EHS 指南》。杀虫剂接触包括皮肤接触（例如在储藏室，或因容器泄漏而引起）和在制备、储存和使用时的吸入接触。气象条件可能会增强这些影响，例如，风会增强非预定扩散的发生几率，或者高温会威胁到操作者个人防护装备（PPE）的效用。对一年生农作物生产中的具体建议包括以下内容：

- 对杀虫剂的使用者进行培训，确保其获得了必要的证书¹，如果没有证书，要确保其得到了等效培训；
- 注意处理的时间段，避免操作人员在再次进入农田时直接暴露于有杀虫剂残留的农作物；
- 注意收获前的阶段，避免在收割期间操作人员直接接触带有杀虫剂残留的农产品；
- 确保养成良好的卫生习惯（依照 FAO 和 PMP），避免家庭成员接触残留杀虫剂。

有机粉尘接触

谷物的脱粒、处理和储存中会产生潜在的高浓度的有机粉尘，其中包括谷物、真菌、细菌和一些无机颗粒。从事许多农业工作的工人都会接触粉尘，例如，清洁筒仓、烘干机和粮食储料罐，以及脱粒和碾磨谷物等作业。在农业生产环境中，短暂的、偶尔的暴露于高浓度的有机粉尘中会造成急性毒性肺炎（或称作有机粉尘中毒综合征）。一些粉尘，尤其是来自于发霉的饲料、粮草和干草等的粉尘，携带有抗原，会严重刺激呼吸道。吸入发霉饲料的粉尘会造成一种通常被称作“农民肺”的永久性肺状况。

农业生产中的粉尘对职业健康和安全的影​​响与其他行业中的粉尘影响类似，欲了解其防控措施，请参阅通用 EHS 指南。此外，对一年生农作物生产中粉尘控制的专用推荐措施如下：

- 在粉尘产生设备处就地安装空气净化装置，粉尘产生设备包括倾斜坑、升降机、开式传送带、储料罐、筒仓、干燥机和秤等；
- 配备带有操作室和通风设备脱粒机；
- 只储存干的谷物（和干燥、固定的牧草和干草），减少微生物的繁殖。

火灾与爆炸危害

由于存在粉状谷物和潜在的爆炸性气体，谷物贮藏升降机存在爆炸的危险。包括滚珠轴承卡损等在内的机械故障或浓缩器的损坏都可能成为谷物粉尘的潜在火源。推荐的预防粮食储存设施爆炸的方法是通过维护和维修粉尘控制系统和谷物升降设备²防止谷物粉尘的聚集。

¹ US EPA（2006）将杀虫剂分为“不受限的”和“受限的”，按照农业杀虫剂工人保护标准（CFR 第 40 卷第 170 章）对使用不受限杀虫剂的工人进行培训，如果要使用受限的杀虫剂，在需要由认证的杀虫剂施用者实施或者在其在场的情况下使用，更多内容参照 <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

² 欲了解预防谷物升降机爆炸危害的更多内容请参阅美国的国家防火协会所提供的的相关信息。



1.3 社区健康与安全

一年生农作物生产过程中的公共健康与安全可能包括以下内容：

- 由于杀虫剂喷施扩散、包装，容器的不当处理和使用，以及在收获的农产品上仍可能残留致害浓度的杀虫剂是所造成的潜在的杀虫剂接触危害；
- 由于有机肥的使用产生的病原体和恶臭气体所造成的潜在危害；
- 露天燃烧农作物废弃物排放气体所造成的潜在危害。

皮肤接触、吸入接触，及潜在的饮用水源污染，是杀虫剂影响操作人员个人安全的主要方式，同样杀虫剂也会以上述方式影响社区健康。虽然农作物产品残留杀虫剂水平取决于对使用说明的遵守程度，但在环境中其潜在危害可能会受到诸如风速等气象条件的影响。容器和包装上残留的杀虫剂与皮肤接触也会造成公共危害。虽然有机肥使用时产生的气体通常是无害的，但是它却是造成社区舒适度下降的主要原因。露天焚烧作物残留有机废物可能会导致周围区域内空气质量的下降。

针对性的推荐措施如下所述：

- 尽量避免在空气中使用杀虫剂；
- 尽量使用生物的或者安全的产品；
- 注意收获前阶段的杀虫剂，避免产品上残留过多杀虫剂，遵守所有适用的杀虫剂容许水平的要求¹；
- 不可将杀虫剂和肥料、食品或饮料（包括饮用水）共同储存或运输；
- 杜绝动物或者未经许可的人员出现在杀虫剂处理或使用的场所；
- 将有机肥储存在尽量远离居住地的地方，通过一些方法例如覆盖等，减少有味气体的排放；
- 如果风向是对着附近的居民，不可在土地中使用有机肥；
- 清理（如三重清洗或高压技术）和处置好（如碾碎、切碎或返回供应商处）杀虫剂的包装和容器，确保其不会用于盛放食物或饮用水。

避免露天焚烧残余物和农作物有机废弃物。作物废弃物应返回到土地中以增加土壤中的养分含量。可行的情况下，应将作物废弃物用作产生能量的原料（将堆肥法生产沼气）。

2 指标与监测

2.1 环境

在使用杀虫剂和肥料时，需应用表 1 中的环境指南，以避免或减少残液或残渣进入地下水或地表水，随径流进入地表水、大气排放物和其他作物种植系统之外的损失。其他用以建立种植项目的养分平衡的定量参数指南收录于附录 B 中，用以建立种植项目的水消耗的定量参数指

¹ 例如，杀虫剂使用潜在容量需求包含在 FAO/WHO 的食品中最大残余限制法典和美国联邦规章第 40 卷第 180 章，食品中化学杀虫剂的残留限量和残留限量豁免，后者适用于美国境内售卖的作物。



南收录于附录 C 中。

环境监测

该行业的环境监测项目的执行，应当面向所有的正常操作和异常条件下可能对环境产生重大潜在影响的生产活动，包括含灌溉水在内的水体水质、土壤质量、杀虫剂和作物肥料等参数。环境监测活动应当以适用于特定项目的废气、废水和资源利用的直接或间接指标为基础。

环境监测的频率应当足以为监测参数提供具有代表性的数据。环境监测应由受过系统训练的人员使用经正确校准的、维护良好的设备按照检测和记录程序进行。监测得出的数据应经定期分析和检查，并与操作标准相对比，以便采取合适的矫正行动。《通用 EHS 指南》中介绍了对废气废水监测的抽样和分析方法。

表 1 水、土壤、作物质量指南

参数	介质	指导值
杀虫剂，硝酸盐，大肠菌或其他潜在的农业污染物	灌溉用水	浓度不应超过国家灌溉水质标准，如果没有此标准，可参照国际公认的指导值（例如，WHO 用水指南中关于灌溉水质的标准） ^a
杀虫剂，硝酸盐，大肠菌或其他潜在的农业污染物	现场水源	浓度不可超过国家饮用水质量标准，若无此标准，可参照国际公认的指导值（例如 WHO 的灌溉或饮用水指南，用于规定当地地下水井或地表水中可能存在的混合物含量） ^b
营养平衡	现场土壤	应保持稳定的营养盈余；氮的盈余应低于 25kg/ha/yr ^c
杀虫剂	现场土壤和产品	低于适用的容许水平 ^d

注意事项：

a WHO 废水、排泄物和灰水的安全使用指南 第二卷 废水在农业中的使用。可登录 http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuweg2/en/index.html 获取相关信息。

b WHO 饮用水质量指南，可登录 http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/ 获取相关信息。

c 盈余的农业土地中，农业指示剂情况说明书，欧洲环境办事处。亦可参照（2006）《食品安全植物营养》，该文件为一综合性营养管理指南，可登录 http://themes.eea.europa.eu/Sectors_and_activities/agriculture/indicators/nutrients/nutrients.pdf 获取相关信息。

d 适用的关于杀虫剂耐受性潜在要求的实例请参阅 FAO 的食品中最大残留限制法典和美国联邦规章第 40 章，第 180 节，食品中化学杀虫剂的残留限量和残留限量豁免，后者应用于售卖的美国作物中。

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®）职业接触风险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）

¹ 可登录：<http://www.acgih.org/TLV/and> <http://www.acgih.org/store/> 获取相关信息。

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



¹发布的允许接触限值（PELs）、欧盟成员国²发布的指示性职业接触限值以及其他类似资源。

事故率和死亡率

各种项目均应尽全力保证项目工人（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）³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的一部分，监测操作应当委派专业人员⁴制订并执行。厂方还应维护一份有关职业事故、疾病和危险事件及事故的记录。《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] Danish Agricultural Advisory Service (DAAS). Manuals of Good Agricultural Practice from Denmark, Estonia, Latvia, and Lithuania. DAAS, 2000. <http://www.lr.dk/international/informationsserier/intfbdiv/cgaps.htm>.
- [2] DAAS. J.E. Olesen. Sådan reduceres udledningen af drivhusgasser fra jordbruget (How to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Agriculture). DAAS, 2006a. http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/infoplanter/PLK06_07_1_3_J_E_Olesen.pdf.
- [3] DAAS. Søren O Petersen: Emission af drivhusgasser fra landbrugsjord (Emission of Greenhouse gases from agriculture). DAAS, 2006b. http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/infoplanter/PLK06_07_1_1_S_O_Petersen.pdf.
- [4] Danish Ministry of Foreign Affairs (Danida). Assessment of Potentials and Constrains for Development and Use of Plant Biotechnology in Relation to Plant Breeding and Crop Production in Developing Countries. Working Paper. Copenhagen: Danida, 2002.
- [5] Danish Ministry of Environment and Energy and Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Pesticide Action Plan II. Copenhagen: Ministry of Environment and Energy and Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. 2000. <http://www.mim.dk/>.
- [6] European Commission (EC). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. Brussels: EC,

¹ 可登录 http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992 查询相关信息。

² 可登录 http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/ 获取相关信息。

³ 可登录 <http://www.bls.gov/iif/> 和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm> 获取相关信息。

⁴ 专业人员包括持有执照的工业卫生人员、注册职业卫生人员、持有执照的安全专家，或其他同等资历人员。



2000. http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=32000L0060&model=guichett.
- [7] European Commission (EC). Biotechnology. Brussels: European Commission, Health and Consumer Protection DG. Brussels: EC, 2006. http://europa.eu.int/comm/food/food/biotechnology/index_en.htm.
- [8] EEC (European Economic Communities). Council Directive 86/362/EEC, Council Directive 86/362/EEC of 24 July 1986 on the Fixing of Maximum Levels for Pesticide Residues in and on Cereals. Brussels: EEC, 1986. <http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31986L0362:EN:HTM>. Consolidated text 2004: http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1986/en_1986L0362_do_001.pdf.
- [9] EEC. Council Directive of 27 November 1990 on the Fixing of Maximum Levels for Pesticide Residues in and on Certain Products of Plant Origin, including Fruit and Vegetables(90/642/EEC). Consolidated text 1990L064222/07/2003: EEC. Brussels: EEC, 1990. http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1990/en_1990L0642_do_001.pdf.
- [10] EEC. Council Directive of 12th December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources 91/676/EEC. Consolidated in 1991L0676 — 20/11 2003. Brussels: EEC, 1991. http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1991/en_1991L0676_do_001.pdf.
- [11] EEC. Council Directive 91/414/EEC of 15 July 1991 Concerning the Placing of Plant Protection Products on the Market. Consolidated in CONSLEG 1991 L0414 — 01/01 2004. Brussels: EEC, 1999. http://europa.eu.int/eurlex/en/consleg/pdf/1991/en_1991L0414_do_001.pdf.
- [12] European Food Safety Authority (EFSA). http://europa.eu.int/comm/food/index_en.htm.
- [13] EurepGAP. Control Points and Compliance Criteria: Fruit and Vegetables. Version 2.1. Euro-Retailer Produce Working Group (EUREP) for the global certification of Good Agricultural Practices (GAP). Cologne: EurepGap, 2004. <http://www.eurep.org/>.
- [14] European Agency for Safety and Health at Work. 2006. Available at <http://europe.osha.eu.int/OSHA> (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Guidelines on Personal Protection When Using Pesticides in Hot Climates. Rome: FAO, 1990. <http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/>.
- [15] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Committee on Agriculture. Biosecurity in Food and Agriculture, Sixteenth Session, Rome, March 26–30, 2001, Item 8 of the Provisional Agenda. Rome: FAO, 2001. <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/003/X9181E.HTM>.
- [16] FAO. The Use of Saline Waters for Crop Production — FAO Irrigation and Drainage Paper 48. Rome: FAO, 1992. <http://www.fao.org/docrep/T0667E/t0667e07.htm>.
- [17] FAO. Revised Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides. Rome: FAO, 1995. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>.
- [18] FAO. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome: FAO, 1996. http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm.
- [19] FAO. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome: UNEP/WHO/FAO, 1999. <http://www.fao.org/documents/>



- show_cdr.asp? url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm.
- [20] FAO. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division, 2000. <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm> <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>.
- [21] FAO. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. 2001. <http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM>.
- [22] FAO. Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture. Rome: FAO, 2002a. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/005/Y3918E/Y3918E00.HTM.
- [23] FAO. Fertilizer Use by Crop, fifth edition. Rome: FAO, 2002b. <http://www.fertilizer.org/ifa/statistics/crops/fubc5ed.pdf>.
- [24] FAO. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (revised version November 2002). Rome: FAO, 2002c. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>.
- [25] FAO. World Soil Resources Report 101. Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture. Rome: FAO, 2002d. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/006/Y4810E/Y4810E00.HTM.
- [26] FAO. Technical Report No 2: Environmental and Social Standards, Certification and Labeling for Cash Crops. Rome: FAO, 2003a. <http://www.fao.org/organicag/>.
- [27] FAO. Weighing the GM Arguments For and Against. Rome: FAO, 2003b. <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/gmo7.htm>.
- [28] FAO. Organic Agriculture at FAO. Rome: FAO, 2005. <http://www.fao.org/organicag/>.
- [29] FAO. Best Practices Website. Rome: FAO, 2006. http://www.fao.org/bestpractices/index_en.htm; jsessionid=9CC6A87219AC13C83A7DA1479E055C66.
- [30] Food and Agriculture Organization of the United Nations, Land and Water Division (FAO AGL). Water Harvesting — A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting. Training Manual No. 3 in Water Harvesting (AGL/MISC/17/91). Rome: FAO AGL, 1991. <http://www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e00.htm>.
- [31] FAO AGL. Crop Water Information. Rome: FAO AGL, 2002a. <http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwater/cwinform.stm>.
- [32] FAO AGL. CROPWAT — A Computer Program for Irrigation Planning and Management. Bangladesh: Sustainable Development Networking Programme (SDNP). Rome: FAO AGL, 2002b. <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>.
- [33] FAO AGL. CLIMWAT: A Climatic Database for CROPWAT. Rome: FAO AGL, 2003. <http://www.sdnbd.org/sdi/issues/agriculture/database/CROPWAT.htm>.
- [34] FAO and World Health Organization (WHO). 1962–2005. Codex Alimentarius. Geneva: FAO and WHO. http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp.
- [35] Helsinki Commission (Helcom). The Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area, 1992, Article 5 and Annex 1: Harmful Substances and Article 6: Principles and



- Obligations Concerning Pollution from Land-based Sources. Helsinki: Helsinki Commission, 2004. <http://www.helcom.fi/stc/files/Convention/Conv0704.pdf>.
- [36] International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing (Version 20 May 2005). Bonn: IFOAM, 2005. <http://www.ifoam.org> and http://www.ifoam.org/about_ifoam/standards/norms.html.
- [37] International Labour Organization (ILO). International Labour Conference, Report VI, Safety and Health in Agriculture. Geneva: ILO, 2000a. <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc88/rep-vi-1.htm#CHAPTER%20IV>.
- [38] ILO. ILC88 — Report of the Director-General: Activities of the ILO, 1998–99. Chapter 3: Protecting Working People. Geneva: ILO, 2000b. <http://www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc88/rep-1a-3.htm>.
- [39] Institute of Soil Science and Plant Cultivation. Polish Code of Good Agricultural Practice. ISBN-83-88031-02-3. In cooperation with Danish Agricultural Advisory Centre and co-financed by the Danish EPA. Pulawy: Institute of Soil Science and Plant Cultivation. 1999.
- [40] Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). Reducing and Elimination of the Use of Persistent Organic Pesticide. Geneva: IOMC and UNEP, 2002. <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/redelipops/redelipops.pdf>.
- [41] Louisiana Department of Environmental Quality. Nonpoint Source Pollution Program, Agricultural Best Management Practices. Baton Rouge, LA: Department of Environmental Quality, <http://nonpoint.deq.louisiana.gov/wqa/default.htm>.
- [42] Roy, R N, A Finck, G J Blair and H L S Tandon. Plant Nutrition for Food Security, A Guide for Integrated Nutrient Management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16, 2006. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fpnb16.pdf>.
- [43] Soil Association. GM/Genetic Engineering. Bristol: Soil Association, 2006. <http://www.soilassociation.org/gm>.
- [44] Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. 2001. <http://www.pops.int/>.
- [45] United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Pesticides and Integrated Farm Management. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs. London: DEFRA, 2004. http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/Pesticides_Forum/PesticidesandIFM.pdf.
- [46] United Kingdom Health and Safety Executive (HSE). Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 2: Analysis of Reportable Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, p. 23. London: HSE, 2005a. <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>.
- [47] UK HSE. Fatal Injuries Report 2004/05. Fatal Injuries in Farming, Forestry and Horticulture. Part 3: Non-Fatal Injuries in the Agricultural Sector, 1994/95–2003/04, pp. 42–46. London: HSE, 2005b. <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>.
- [48] United Nations Environmental Programme (UNEP). Convention on Biological Diversity. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity UNEP. UNEP, 1992. <http://www.biodiv.org/convention/default.shtml>.



- [49] US Environmental Protection Agency (EPA). Pesticides: Health and Safety, Worker Safety and Training. Washington, DC: US EPA, 2006b. <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>.
- [50] US EPA. National Agriculture Compliance Assistance Center. Agriculture Centre, Ag 101. Washington, DC: US EPA, 2006a. <http://www.epa.gov/agriculture/ag101/index.html>.
- [51] World Health Organization (WHO). The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Geneva: WHO, 2005. http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html and http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf.

附录 A：行业活动的通用描述

发展中国家种植一年生农作物的主要特征是农作物品种、土壤类型和气候条件的多样性。对环境的影响有大有小。土地的使用情况、生产水平和相关的成本可反映上述参数和其他参数。用于生产的土地面积从很小的一块到几百公顷不等。

现代化的机械使农民有了种植更大面积土地的机会。一种进行农作物生产的主要机器—拖拉机为农作物生产和处理操作提供了动力。拖拉机主要用于在田地里拉拽设备，并为旋转设备（称为动力输出设备）提供动力。一辆现代的农场¹专用拖拉机一般配备输出功率为 29~294 千瓦不等的柴油机。

准确地说，一年生农作物的生长期为一年或至少一个生长季节。在同一块土地上，一年可以生长一种以上的农作物。但是，用于商业生产的单一作物，一年只有一个生长周期，这种生产可以持续几年，期间依据营养管理和经济原因，可能要要进行非经常性的休耕及土地复垦处理。通常，收获后可以直接进行下一次耕作的准备。图 A.1 对生长周期进行了说明，下面是针对谷物的种植各步骤的描述。

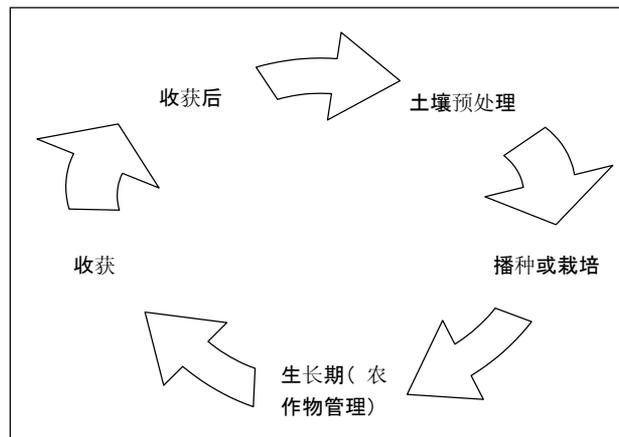


图 A.1 农作物生产周期

¹ 更多的温带地区农场系统的例子可参考美国 EPA 的农业中心网站，其提供了关于作物生产循环和在每个阶段机器故障的综述。可登录 <http://www.epa.gov/agriculture/ag101/index.html> 获取相关信息。



土壤的预处理

种植前，需要将苗床上的杂草铲除。在大多数农场中，人们通过耕地和喷洒除草剂的方法铲除杂草。耕地可以在收获了上一茬庄稼和种植下一茬庄稼之间的任何时间进行。根据农作物残留的数量选择三种主要的耕耘方法，表 A-2 进行了总结。农作物残留是一个重要的因素，因为它能减缓农业土地的径流。

在耕地中，农民可以依靠杀虫剂来控制杂草，而且，在一定程度上，杀虫剂的用量是不受耕地方法限制的。在有机农业体系中，人们采用耕地的方法，而不采用喷洒杀虫剂。在生产有机作物时，杂草可以通过手工或机械的方法铲除，而且人们往往会容忍一定量的杂草存在。

表 A.1 耕作方法

耕作方法	描述	残余覆盖率
传统方法	种植前用犁进行初次耕作，种植后进行二次耕作和机械耕作	<15%
简化方法	无需将土层进行翻耕，典型的是采用耩犁	15%~30%
保守方法	没有耕作（在最后一季庄稼的残留上直接喷洒除草剂），带状耕作（只有用于种植的带状部分进行耕作），犁垄耕作（犁垄在耕作中形成，并在收获后及一年一年中保留下来），覆盖耕作（全幅耕作，使所有的土地表面都能翻耕，但保留大多数的农作物残留）	>30%

播种和栽培

为了减少土壤腐蚀，播种和栽培应该在耕作后立即进行。播种的主要设备是拖拉机带动的播种机，播种机可以进行铲沟、撒种和覆土。一些播种机可以切断农作物残留并且可以在耕作的时候进行带状的耕作。同时，播种机可以用来施肥和喷洒杀虫剂。

农作物管理

农作物管理主要包括养分管理、虫害管理和综合用水管理。

养分管理

如果能在合适的时间进行适量的施肥，特别是氮、磷、钾，有助于增加农作物产量¹。养分管理是利用营养物质进行优化经济产出的实践活动，同时要减少环境的负面影响²。氮、磷、钾营养物质以化肥、生物肥料和污泥的形式通过延碾机和喷雾器进行施洒。普通的化肥包括无水氨、尿素、硝酸铵和尿素溶液。人工合成的肥料禁止用于有机农业中，但可以选用矿物肥料和生物肥料，这就是有机农场经常是农作物和家畜共养的原因。

虫害管理

杀虫剂有很多种，其中除草剂用于除去杂草，杀真菌剂用于处理真菌引起的疾病，杀虫剂

¹ Roy et al. (2006)。

² US EPA (2006), Ag 101。



用于杀死昆虫类害虫，杀螨剂可以杀死螨虫。一般来说，杀虫剂并不用于有机农业中。相反，人们会采用生物和物理的方法防止虫害造成的损失，例如，人为的释放害虫的捕食者和害虫的寄生虫以杀死害虫。

水管理

水可以根据农作物需要和气候条件用于生产循环。水以多种方式应用于灌溉，如滴灌（包括水肥混合物的应用），沟渠灌溉，简易洒水装置或是大规模的灌溉机器，这些灌溉机器可以是固定的，也可以是移动的。

田地的农作物一般采用机器收割，其他可以通过人工收获。机械化的设备经常用于谷物的收割和播种，多功能机械或在田地中实现包括收割、收集、运输、脱粒、分离和清洁等在内的多种功能。

收获后的储存和处理

农作物收获后的储藏和处理包括除去其中的杂质，如谷物的壳和蔬菜的外叶；分类、洗掉土壤和其他污染物；干燥、可以在田野或是农场的车间中进行；还包括储存。这种处理还需要在储存点和产物本身使用杀虫剂，以延长保持期。运输农作物产品出入贮存库的机器包括皮带、螺丝钻以及配备各种附件的拖拉机。储存室可以是简单的棚子和地窖，也可以是带有温度、湿度和空气质量控制功能的复杂储存室。

附录 B：养分消耗

利用肥料手册时，农民应该知道每种营养物质的作用。表 B.1 列出了几种植物的平均的营养需要量。其中，氮磷钾的量是乙醇物质表示，不同商品中其含量不同。重复利用农作物残留中的营养物质是很重要的。被选择的几种农作物残留中的营养物质含量列于表 B.2 中。

表 B.1 一年生农作物的营养需求举例

一年生农产品 ^a	营养物/产量 (kg/100kg) ^b			
	氮 N	磷 P ₂ O ₅	钾 K ₂ O	镁 MgO
谷类	2.30~3.15	0.94~1.37	1.88~3.62	0.30~0.46
油菜	4.61	2.11	5.56	0.70
豆科植物	5.70~7.80 ^c	1.35~2.04	3.08~3.85	0.53~0.83
马铃薯和饲料用甜菜根	0.31	0.10~0.15	0.42~0.79	0.02~0.11
产糖甜菜根	0.54	0.20	0.85	0.12
饲料用玉米	0.38	0.14	0.70	0.08
苜蓿和紫色苜蓿	0.80	0.16	0.70	0.08
绿色草料的混合物	0.40	0.14	0.60	0.05

注：^a 波兰良好农业规范，波拉维土壤科学和植物栽培研究所，1999；

^b 副产适量的副产品；

^c 根瘤菌从大气中固定的氮。



表 B.2 一年生植物中的营养残留^a

一年生农产品	产量	营养含量 (kg/t)		
		氮 (N)	磷 (P)	钾 (K)
玉米秸秆	3 t/hm ²	10	2	12
水稻秸秆	1.5 t/hm ²	4.7	0.7	12
小麦秸秆	1 t/hm ²	30	0.8	14

注：^a FAO (联合国粮农组织) 2000 农民田间学校土地与营养综合管理和保护指南及参考资料。AGL/MISC/27/2000。罗马：联合国粮食及农业组织，土地与植物营养学分会。可登录 <http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf> 查询相关信息。

附录 C：水的消耗

农作物用水消耗都是能够计算出来的并且可与理论计算值进行比较。实际生产中，灌溉用水的需求是和作物品种、土壤类型、蒸发作用以及水的保存能力有关的。食品和农业组织提供了水管理和如何计算灌溉适宜用量的指南。CROPWA¹ 是个人电脑的应用工具，可以进行蒸发作用、作物用水需求和作物灌溉需求的计算，还可以针对特定条件，设计和管理灌溉方案。

这有利于制定改进的灌溉方案，其中包括在不同水补给条件下的灌溉时间表以及在雨水补给条件下和不足灌溉条件下的产量评估。计算农作物耗水量和灌溉需水量要将气象因素和作物数据输入。标准的农作物数据是包含在软件中的，而 144 个国家的气象条件可以从 CLIMWAT 数据库² 中获得。单种农作物需水量及其通常的产量和生产效率请参阅表 C.1。

表 C.1 特定一年生作物的水消耗

一年生作物	作物水需求 ^b (mm, 整个生长阶段)	典型的产量和效率 ^a
豆类	300~500	有利的环境下，获得好的产量每公顷需要 6~8 吨新鲜灌溉用水和 1.5~2 吨干种。收获产量 (Ey) 的水利用效率，按含水 80%~90% 的新鲜豆子计算为：1.5~2.0 kg/m ³ ，按含水约 10% 的干豆计算为：0.3~0.6 kg/m ³
棉花	700~1300	对于生长期为 160~180 天的棉花，获得好的产率要求每公顷灌溉 4~5 t 水，获得的籽棉种含有 35% 的棉绒。收获产量 (Ey) 的水利用效率按含水 10% 计算为：0.4~0.6 kg/m ³
玉米	500~800	在灌溉条件下，比较好的谷物经济产率为 6~9 t/hm ² (含有 10%~13% 的湿气)。收获产量 (Ey) 的水利用效率随品种不同而不同，为 0.8~1.6 kg/m ³

¹ FAO AGL (2002b)。

² FAO AGL (2003)。



一年生 作农产品	作物水需求 ^b (mm, 整个生长阶段)	典型的产量和效率 ^a
高粱/黍子	450~650	在每公顷灌溉水量为 3.5~5 t 时可获得高产量 (12%~15%潮气)。收获产量 (Ey) 的水利用效率介于 0.6~1.0 kg/m ³
大豆	450~700	产量因可用量、土壤的肥沃以及行间距而发生大的变化。在雨水补给条件下, 好的大豆产量 1.5~2.5 t/hm ² 。改良品种在灌溉条件下, 高产量 2.5~3.5 t/hm ² 。收获产量 (Ey) 的水利用效率对含有水 6%~10%的大豆科计算为: 0.4~0.7 kg/m ³
向日葵	600~1 000	因为油含量的不同, 用于家禽饲养的和人类消费的高株品种之间存在着巨大的差别, 在雨水补给的条件下, 果实产量 0.8~1.5 t/hm ² 。矮生的或半矮生的品种的果实含有 25%~35%的油, 总的产量和高株品种相近。新俄国品种, 果实的外壳容量低, 其中含有 50%的油。在灌溉条件下, 常规果实产量为 2.5~3.5 t/hm ² , 收获产量 (Ey) 的水利用效率按含水 6%~10%的果实计算为: 0.3~0.5 kg/m ³
马铃薯	500~700	在灌溉条件下, 生长期约 120 d 的作物品种, 在温带和亚热带地区, 好的产量为每公顷 25~35 t 新鲜块茎, 在热带地区为每公顷 15~25 t。收获产量 (Ey) 的水利用效率按含水 70%~75%的果实计算为: 4~7 kg/m ³
小麦	450~650 (高产量)	在灌溉条件下, 小麦比较好的产量为 4~6 t/hm ² (12%~15%湿气)。收获产量 (Ey) 的水利用效率是 0.8~1.0 kg/m ³

注: ^a FAO (2002 a)

^b FAO AGL (1991)