



水产业环境、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。如果一个项目有世界银行集团的一个或多个成员国参与，则按照成员国政策和标准的要求，适用《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

水产养殖 EHS 指南提供了主要水产物种的半集约化和集约化/工厂化商业养殖的相关信息，其中包括分布在温带和热带发展中国家的甲壳类、软体类、海藻和鱼类。附录 A 提供了对该部门完整的行业介绍。

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

本章概述与水产业相关的 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 环境指南

水产养殖部门存在的环境问题主要包括：

- 生物多样性威胁；
- 水生系统污染；
- 危险品。

生物多样性威胁

生物多样性威胁主要与下列因素有关：建造过程中自然栖息环境的改变，养殖中外来物种向自然环境的潜在入侵，为水产品生产而捕捞仔鱼、鱼苗或稚鱼从而可能造成的遗传资源损失，人工繁殖鱼卵向自然的潜在释放（例如目前饲养的大西洋鲑鱼数量大于野生的），继续使用鱼粉鱼油混合饲料作为鱼和甲壳动物的饲料，以及可从农场传播到野生鱼群中的致病细菌的抗药性。

自然栖息地改变

在水产养殖场项目周期的建设和操作阶段需要对自然环境进行改造，例如砍伐红树林以进行鱼塘挖掘，或改变泻湖、海湾、河流或湿地的自然水文状况¹。养殖期问题可能还包括对水生栖息地和基底（如在海水网箱下或贝类养殖场底部）的改变。

如下文所述，可采取一系列管理措施防止或减小水产养殖场建设对环境造成的影响。更深层的潜在影响涉及由建造隔水板造成的河流水文流动变化（例如水坝可造成湿地破坏及河流生态变化，对包括鸟类在内的生态物种以及稚鱼苗圃造成潜在影响）。防治措施应包括：

- 在以水产品生产为目的的水土改造之前，要对项目区域进行调查，以鉴别、分类和描述自然状态下和改造后的栖息地，并确定此处生物多样性在国家或区域水平上的重要性；
- 确保被改造为水产养殖的区域不是唯一的或受保护的（例如红树林区域）栖息地，不具有较高的生物多样性价值，例如极危或濒危物种的已知栖息地或重要野生动物的繁殖区、采食区和迁徙区；
- 了解已被用于水产养殖的区域内的极危和濒危物种的存在情况，并将这些物种纳入管理程序；

¹ 水文变化也可由自然性地球化学变化引起，例如被清理的红树林区域内先前被淹没土壤中的黄铁矿的释放。黄铁矿与氧气接触时会产生酸化硫酸盐土壤，在接下来的许多年内都可能对水产养殖生物的健康产生严重影响。



- 对工厂进行规划，使尽可能多的自然植物栖息地得以完好保存（例如通过使用植物缓冲带和栖息廊道来保护自然栖息地），最大限度地减轻自然栖息地改变和退化的程度；
- 如可行，制定和实施缓解措施，实现生物多样性净损失为零，例如通过对栖息地进行改造后重建，通过营造生态上相似的生物多样性区域以实现损失抵消，以及对生物多样性的直接使用者进行补偿；
- 尽量不要使用经常废弃和替代不合理的水产养殖池；
- 在池塘建造前评估土壤性质，以确保底层土壤具有足够低的渗透率/多孔性，从而能够有效地保持水量。如没有足够的黏土，池塘可能具有高渗透率，并需要额外支出（例如抽水或用别处的富含黏土或班脱土的表层土重新铺设池塘）或最终被废弃。高渗透率也可能会对附近的饮用地下水造成极大的污染；
- 由于人为或自然的污染物可能会影响池塘的使用寿命，所以在建造前需对土壤的 pH 值、残留杀虫剂和污染物（尤其在那些曾用作集约化农业生产的土地）以及黄铁矿的自然产状进行评估。

农田转化-盐碱化

如无法获得新的水产养殖用地，则只能改造从前的农田。如果选定的产品是咸水产品，则可能面临周围农田盐碱化的危险。采取下述方法能够避免农田盐化：

- 确保咸水池系统的筑堤足够高，使其成为在农业和水产区域间的物理屏障；
- 为保护受纳水体，确保排出的微咸水/咸水被适当地处理和处置（例如使用排水渠进行排泄）；
- 在农田转变为水产养殖区后，确保在社区层面上进行适当的沟通，避免利益冲突。

外来、选择性繁殖或基因工程物种的引进

引入新物种可能会对野生环境造成影响，包括新物种从农场或开放式系统逃脱（例如贝筏）。引入物种可能会打破现有的生态平衡，造成生物多样性及野生动物基因多样性的损失，这是因为物种与受过基因改造的逃脱者孕育后代而导致的野生物种适应能力下降，以及鱼病的传播和蔓延。广泛养殖外来基因品种由于关系到物种多样性和基因多样性而备受关注。

减少由引进外来物种、选择性繁殖物种或基因工程物种所造成的危害的管理措施包括：

- 应用法规和指南（见第三章）；
- 养殖不育鱼类；
- 防止养殖物种从池塘水产系统逃脱。防止逃脱的常用预防措施包括：
 - 为从生产池到沉淀池、从沉淀池到受纳水体的排水渠安装网孔足够小、能防止水生物种进出的网，并对其进行维护；
 - 安装拦鱼网；
 - 在池塘排水设施上安装砾石过滤器并加以维护；
 - 需要时，考虑对孵卵过程所排出的水进行化学处理（例如在受纳水体能够接受的浓度下使用氯化物），以杀死逃出的仔鱼或稚鱼；
 - 水池系统设计时需考虑当地的水文状况，确保水池堤坝的高度足以保存池水，防止暴



雨或洪水中养殖物的逃脱；

- 制订养殖物逃脱到野外的应急计划。
- 防止开放式水生养殖系统的养殖物逃脱。主要的逃脱防治措施实例包括：
 - 定期检查网箱和围栏渔网有无破洞（例如在大量捕捞前，或养殖过程中每隔一段时间进行检查）；
 - 设计和建造网箱和围栏，包括渔网的选取，以应对当地可能发生的最坏的天气和环境状况；
 - 在风暴大潮和特大涨潮期间采取围堵措施；
 - 对于开放式水域的网箱养殖，需使用深水网箱，这样在风暴中可免受风浪运动的破坏；
 - 需提供醒目的渔场系统标识来提醒船只注意潜在的障碍物，降低发生碰撞的危险¹；
 - 针对逃跑到野外的养殖物制订捕捞应急计划。

捕捞对生态系统运行的影响

从自然界中捕捞雌鱼、鱼卵、鱼秧、稚鱼甚至幼鱼用于水产养殖的做法会威胁生态系统的生物多样性。通过使用网孔非常细小的网将鱼秧和仔鱼从淡水或咸水中捕捞上来，结果导致相当大的副渔获和大量的仔鱼、鱼卵和稚鱼被从食物链中去除²。针对这类生态压力，推荐的预防办法是在封闭条件下养殖。但是对于某些物种，与从较小规模的鱼群中捕捞相对较大的幼鱼用于养殖相比较，捕捞处于高预期死亡率阶段的鱼苗和/或鱼秧（小于3厘米）可能对整个种群造成的影响相对较小。

鱼粉和鱼油

鱼粉和鱼油来自对野生浮游鱼群（例如凤尾鱼、沙脑鱼、青鱼、沙丁鱼、玉筋鱼、西鲱和鳞鱼）的捕捞和加工。虽然鱼粉和鱼油的生产不包含在这些指南中，但是加工好的鱼粉和鱼油是水产养殖鱼饲料中蛋白质和食物油脂的主要来源。水产养殖业是鱼粉和鱼油的主要消费者，浮游鱼类作为鱼粉和鱼油生产的原料，其种群的可持续发展备受关注。水产养殖应考虑结合使用鱼粉鱼油替代物。鱼饲料替代物包括植物替代物[如可提供大量蛋白质的黄豆和单细胞蛋白（可提供赖氨酸和其他氨基酸的酵母菌）]和生物技术产品（如生物发酵产品）³。

水源水质

无论是用于孵卵所和池塘系统还是用于网箱和围栏养殖的水域，其水源水质都能够对水产养殖产生较大影响。水本身能够影响有机体的健康，也能够促使物质或病原体在养殖产品体内聚集。水产养殖的质量指南已经被制定出来，其变化取决于被养殖的有机体⁴。

¹ 设得兰群岛水产业（2006）。

² 一些法令已将仔鱼和鱼秧的捕捞或出口列为非法，虽然这些捕捞依然是一些发展中国家的贫困人口的收入来源。

³ 更多信息参见《鱼粉鱼食在水产养殖饲料中的使用中：鱼粉问题的再思考》，FAO（2001），相关网址为 <http://www.fao.org/docrep/005/y3781e/y3781e07.htm#bm07.3.3>；亦可参加《生产鱼粉鱼油的工业渔业的可持续性发展评估》，皇家保护鸟类协会（2004），相关网址为 http://www.rspb.org.uk/Images/fishmeal_tcm5-58613.pdf。

⁴ Zweig, R. D., J. D. Morton 和 M. M. Stewart. (1999)。水产养殖的水源水质：评估指南。世界银行，62pp。



水生系统污染

水产养殖，尤其是池塘系统养殖，可能会由于其建设和操作对水生系统产生影响，主要是由于建造阶段及操作阶段废水排放而产生的土壤和沉积物的移动。网箱养鱼也可能对高密度养殖区内的海水造成污染。

水土流失和沉积

在某些水产养殖项目建设中的挖土和搬运作业可能会造成水土流失和附近水体的大量沉降。养殖水体的沉降问题可能会造成水体的富营养化和水质的全面退化。推荐的管理策略包括：

- 建造坡度为 2:1 或 3:1（依据土壤类型）的池堤和渠堤，这样可以增加池堤的牢固度，减少腐蚀，防止杂草。避免在坡度大于 2% 的地方建造池塘，这是由于其建设和维护会消耗大量能源；
- 加固筑堤以防止水土流失；
- 建设过程中减少对硫酸盐土壤的挖掘和搅动；
- 在干旱的季节开展建设工程，以减少可能污染附近水体的沉积流沙；
- 在建设过程中安装临时淤泥防护栏以减慢和阻挡悬浮泥沙的移动。淤泥防护栏可由编织塑料、纤维或草垫制成。

废水排放

水产养殖系统的废水通常含有很高的有机物、营养物负荷及悬浮固体，还可能含有除草剂和抗生素等化学残留物。其可能造成的影响包括废水排放导致的地下和地表水污染，或开放养殖和贮存池（例如池塘和泻湖）对受纳水体造成的影响。对水生系统的影响包括受纳水体富营养区的产生、溶解氧水平波动幅度的增大、可见污染物的产生以及受纳水体营养物质的积聚¹。

通过增加养殖物的饲料供应而人为增产的行为会导致高营养物质负荷。这是由于通过直接增加饲料或间接向池塘施肥来增加初级生产率，导致水体中可用营养物质质量增加。池塘生态系统的再生有机物和营养物循环能力有限，而增大养殖量也会破坏这个能力，造成有机物、含氮废物、磷在水中、池底或围栏/网箱底部的堆积²。悬浮固体来源于颗粒有机物以及池底、池壁和排水渠的侵蚀。

化学残留物可能包括向养殖物施用的鱼药残留（例如抗生素）和有毒物质，例如福尔马林及用于治疗鲫鱼寄生虫和鳟鱼卵真菌的孔雀石绿，这是一种致癌试剂。孔雀石绿在大多数国家都是禁止使用的。福尔马林只能在受控条件下（例如在浸泡容器中）使用，应注意的是，福尔马林不能直接注入生产体系³。

池塘系统和围栏/网箱系统可采取一系列措施，其目的是：(i) 减少废水排放量；(ii) 防止池塘废水进入周围水体；(iii) 在排入受纳水体前处理废水，降低污染物水平。而大面积水体

¹ 基础产业和昆士兰州长须鲸水产业部（1999）。

² 热带与亚热带水产业中心（2001）。

³ 因为这些高毒物质的使用首先会带来职业健康和安全问题，更多有毒物质使用细节和操作指南参见职业健康与安全章节。



的水产养殖对周围环境是开放的，无法采用第二条或第三条措施，所以任何污染物都会迅速产生影响¹。下述管理措施可以防止污染物的影响：

(1) 饲料：

- 确保球状饲料中含有尽可能少的细粉或饲料粉。细粉不会被消耗，反而会增加水中的营养物质负荷；
- 将饲料球径与养殖物种的生命阶段相匹配（例如喂鱼秧或稚鱼时使用较小的球，减少未消耗部分）；
- 定期对喂养状况进行监控以测定饲料是否被消耗，并及时调整喂养频率。喂养时间不正确或喂食过量都会造成对饲料的浪费；
- 如可能，使用漂浮或挤压膨化饵料以便喂食期间进行观察；
- 饵料应贮存在凉爽、干燥的设施内；为避免维生素成分流失，储存时间最好不要超过30天。变质的饲料会造成疾病，绝不能使用；
- 投食应尽可能均匀，以确保使尽可能多的养殖动物进食。一些动物有很强的区域性，其未食饵料会增加水体的营养物负荷；
- 一天应喂食几次，尤其是当动物处于幼年时，这会使动物更好地获得食物，并实现更好的食物转化率和更少的浪费；
- 在捕捞前的适当时间间隔内停止喂食，以消除动物内脏中的食物和/或排泄物；
- 捕捞时，对血水和污水进行收集和消毒，以减少疾病传播风险并控制废水中有害物质含量。

(2) 其他有机物质：

- 在污水储存区域内宰杀和处理的动物；
- 使用带有密封箱柜、保险盖和捆绑状况良好的捕捞箱，防止污水从捕捞船和箱体流出；
- 卸货区应安装防水围兜，其四周用防水堤围起，以收集潜在的溢出，防止废水污染²。

(3) 悬浮固体：

- 在用网捕捞的同时避免池水排放，因为这样做会增加排放废水中的悬浮固体；
- 如可能，使用部分排水技术来排空捕捞过的池塘。最后排出的10%~15%的池水含有最大量的溶解养料、悬浮固体和有机物质。捕捞后，将池塘中残留的水放置数天后再排放，或将其转移到单独的处理设施。

(4) 肥料：

- 参考预测的消耗率设计施肥的比率和形式，以实现肥料利用率最大化，防止过度施肥；
- 通过在使用前稀释液体肥料或溶解粒状肥料等措施提高肥料的利用率和分散程度。其他的可选措施包括使用粉末肥料，或将粉末肥料袋置于浅水中以使肥料溶解和分散；

¹ 水产业也有一定的自我调节能力，因为如果水体高度富营养化或所负载的溶解或颗粒状养料或BOD的指数很高，这会反过来影响很多水生生物并产生反作用，从而不会达到高质量的养殖水平。这在一定程度上会降低废水污染。

² 设得兰群岛水产业（2006）。



- 考虑使用缓释肥料，其中的树脂包覆颗粒向池水中释放营养，释放速率与水温及水的运动有关；
- 避免在pH值大于或等于 8 的水中使用含氨或铵的肥料，以防止形成有毒的非离子氨 (NH_3)；¹
- 根据系统（例如淡水水产养殖系统）特点，捕捞后在池塘底部种植绿肥作物（例如天然草）；
- 只在无池水溢出的静止池塘进行池塘施肥，这是由于溢出水可能影响下游水体和水域；
- 管理池塘施肥，以避免或最大限度减小由洪水或暴雨造成的潜在径流的影响；避免给过满池塘施肥。

(5) 化学品：

- 设计池深以减少对水草进行化学处理的需要及热量分层；
- 不应使用防腐剂处理网箱和围栏。防腐剂中所使用的化学活性物质毒性很大，在水环境中性状稳定。应手工或利用渔网清洗机清洗渔网。

对池塘系统可采取下述管理措以防止池塘污水进入周围水体：

- 在某些养鱼系统中，应避免养殖后期池水自动排放，这是由于相同池水可用于养殖某些物种（例如鲶鱼）的多个轮作；²
- 如果 BOD 水平能得到控制，通过用水泵将池水注入临近的池塘，使其获得初级生产能力，以再次利用捕捞后的池塘水；此过程被戏称为“鲜花移植”，其需要事先对捕捞时间进行仔细选择；
- 评估池塘系统设计区域内的水文状况，以确保池塘筑堤的高度足以保存池水并防止雨季和潜在洪水期内的污水排放。

(6) 工艺废水处理：

本部门的工艺废水处理技术包括借助油脂分离器、撇乳器或油水分离器分离漂浮固体；均流和负载平衡技术；使用澄清器或沉淀池减少悬浮固体；借助生物处理，通常是需氧处理减少溶解有机物（BOD）；脱磷减氮的生物营养物质去除技术；需消毒时的废水氯化技术；残留物的脱水和处理技术；在某些情况下可将适当品质的废水处理残渣用作肥料或土地使用。此外，还可能需要其他的工程控制技术以去除可能通过废水处理系统的残留饲料、化学品、抗生素等，抑制和中和臭味。对于应用海水的情况，废水处理设备的运行必须适应海水较高的含盐度。

工业废水管理和处理措施实例收录于《通用 EHS 指南》。通过这些技术的使用和有效的废水管理实践技术，养殖场的废水排放应达到本文第二部分的相关表格中列出的废水排放指导值。

(7) 其他废水和水耗：

关于公共运行产生的无污染废水、无污染雨水和生活污水的管理指南收录于《通用 EHS 指南》。被污染的废水应排入工业废水处理系统。《通用 EHS 指南》中还包括减少耗水量，特

¹ WRAC (2000)。

² 不适用于捕捞期需要排干池底的对虾养殖业。



别是在自然水资源量有限的地区减少水耗的建议。

危险品

水产养殖可能涉及危险品（如油、废料和其他化学品）的处理和使用。危险品的安全储存、处理和使用指南，包括关于油类溢漏和相关围堵措施的指南，收录于《通用 EHS 指南》中。

1.2 职业健康与安全

作为一种通用方法，健康与安全规划应采用《通用 EHS 指南》所规范的对物理性、化学性、生物性及放射性公害的系统性、结构性防控方法。与水产养殖部门的日常操作相关的职业健康与安全公害可分为两类：

- 物理性公害；
- 化学品接触；
- 水传疾病接触。

物理性公害

水产养殖的日常操作中存在许多物理性公害，包括重物搬运事故、电击和溺水。

重物搬运事故

日常操作中会进行许多涉及重物搬运的工作（例如自动喂食机的装料和鱼类分级）。采取下列管理措施能减少因人员暴露于重物而造成的伤害：

- 使用机械和自动设备搬运 25kg 以上重物；
- 设计适用于个体工人的工作站，尤其是当需要进行鱼品后加工时；
- 将池塘建造成矩形以便于捕捞。如果鱼塘足够大，且筑堤宽度不低于 2.5 米，可在筑堤上用汽车拖拽捕捞网。

电击

水产养殖中的常用电器包括管汇封盖水泵、浆轮及照明设施。工人在所有的触水操作中都会面临电击危险。减少电击危害的措施包括：

- 确保所有电器设备的防水性；
- 使用保险丝，并确保其适当接地；
- 确保电缆完好、防水、无搭接；
- 进行关于电器设备（例如水泵）正确操作的培训，以避免发生短路；
- 采用锁定/标定程序。

溺水

几乎所有类型的水产养殖都存在溺水危险，尤其是海上网箱养殖。减少工人和参观者溺水的管理措施包括：

- 提供带有安全夹（弹簧扣）的救生衣和安全带，这些安全夹（弹簧扣）应锁在绳索或固定点上；



- 确保所有工人都具有较好的游泳技能；
- 对工人进行海上安全作业培训，包括工人监督程序；
- 要求工人在露天或海上作业时始终穿着救生衣；
- 在用大船运送工人和设备到海上作业地点时，应确保船只能在码头安全停靠，以减少人员掉进船只与码头间隙的危险。

化学品接触

水产养殖场为了处理和疾病或促进生产，会使用多种化学品（如石灰、稀释氯或盐）。肥料通常是碱性物质，应对其使用予以关注。专业的化学品接触管理的推荐指南收录于《通用 EHS 指南》。

水传疾病接触

由于频繁接触水（池塘）并且其住处非常接近地表水体，工人可能会直接或间接地接触水传疾病。水传疾病传染的可能性应作为职业健康与安全程序的一部分，包括针对工人的特殊附加医疗筛检及预防措施的执行（例如住处内的蚊帐）。关于传染病防控的其他指南收录于《通用 EHS 指南》。

1.3 社区健康与安全

水产养殖的社区健康与安全危害包括：

- 附近农田的盐碱化；
- 对水源的影响；
- 食品安全影响和管理；
- 物理性公害。

对水源的影响

水产养殖使用的水源可能包括海水、河口水、河水、湖水和地下水。从这些水源抽水会改变自然水文状况，对鱼群、商业娱乐活动（例如钓鱼和抽水点下游的娱乐活动）或地下水的水量和水质造成潜在影响。水源管理策略应以对水文条件的维持为目的，保证社区用水的质量和数量；沿海养殖场则应防止海水倒灌影响饮用水和农业用水供给。

水产养殖场可能成为多种虫类的滋生地，尤其是蚊子和苍蝇，因此水产养殖会增大该地区的虫传疾病危害。经营者应对养殖场设计及操作进行规划，以预防和控制这些潜在危害。其他相关信息收录于《通用 EHS 指南》的疾病预防章节。

食品安全影响和管理

渔药耐药性发展

水产养殖使用的渔药主要是抗生素，用以预防和治疗细菌性疾病。抗生素通常随饲料一同喂食，也可由制造商或饲养者在饲料加工过程中加入或涂覆在饲料表面。当致病细菌获得对此



前其无法抵抗的一种或多种抗生素的耐药性后，其就会具有抗生素耐性。这最终会导致抗生素在治疗人类的细菌疾病时失效¹。另外，当抗生素作为食物残渣被无意吸收时，其摄取量得不到量化和控制，这可能会导致直接的健康问题（例如再生障碍性贫血），对人类健康造成严重危害。综合养鱼厂系统使用畜禽粪便作为肥料，其中的抗生素残留物可能进入养鱼池，可能也会出现类似问题。

对渔药使用所造成危害的认识已导致某些抗生素被禁止在水产品生产中使用，并针对那些已知其风险的抗生素规定了最大残留量限定值（MRLs）²。对MRLs的遵守在国有养殖场需借助法律实现，在其他养殖场则需通过鼓励实现³。应鼓励养殖场使用抗性株及通过有效养殖技巧维护养殖鱼群的健康。

可以采取下列措施限制抗生素使用：

- 如可能，应将接种作为限制抗生素使用的一项措施；
- 在适当时，养殖场每运营一年即应采取休养措施，以作为开放式生产单元内病原体管理措施的一部分。每个养殖周期后的最短休养时间应为四个星期；
- 水产品养殖场应利用兽医服务，经常对鱼群健康、工人能力及培训进行检查和评估。根据兽医服务的评估结果，养殖场应制订一个包括如下方面的养殖物健康计划：⁴
 - 总结目前和潜在的主要疾病；
 - 疾病防治策略；
 - 在常规条件下采取的治疗措施；
 - 推荐的疫苗接种措施；
 - 推荐的寄生虫防治措施；
 - 对饲料和水体的药物处理建议。

如推荐使用抗生素，应考虑下列措施：

- 使用被许可的非处方抗生素，严格遵循生产商的说明以确保其使用安全；
- 使用被许可的抗生素，在专业人员的指导下根据处方购买和使用；
- 制订关于疫情爆发后如何使用抗生素的应急计划；
- 将抗生素以原包装贮存在专门区域，如：
 - 上锁，贴有标记，且仅限于授权人进入；
 - 防漏，避免抗生素自由扩散到周围环境；
 - 为容器存放提供货盘或其他平台，以促进对泄露的可视化监测。
- 避免储存废弃抗生素，采用“先进先出”原则使抗生素不致过期。对任何过期抗生素应遵循国家有关规定予以处理。

¹ FAO (2002b)。

² 因无法确定其残留物的安全水平，法规 2377/90/EEC 的附件 IV 列出了九种不能用于食品生产的物质：氯霉素、氯仿、氯丙嗪、秋水仙碱、氨基砒、二甲硝咪唑、甲硝咪唑、呋喃西林（包括痢特灵）和罗硝唑。

³ 食品法典规定了所有主要食品中渔药的最大残留量（MRLs），包括鲑鱼和大对虾。简要的 MRL 数据库由 FAO/WHO 提供，可登录 http://www.codexalimentarius.net/mrls/vetdrugs/jsp/vetd_q-e.jsp 查询相关信息。

⁴ 为了获取更多信息，可参阅关于综合水产养殖保险的 EUREPGAP 指南，可登录 http://www.eurepgap.org/fish/Languages/English/index_html 查询相关信息。



物理性危害

池塘系统和其他工程基础设施位于社区附近或社区内部，由于频繁的人员穿越和接触，社区可能暴露于包括溺水在内的许多物理性危害。行进路线的设计应考虑社区居民的使用，例如在潜在危险区域提供足够宽的行走区域以防止跌倒。

2 指标与监测

2.1 环境

表 1 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。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。

废气排放指南适用于处理废气排放物。与装机容量不高于 50 兆瓦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。

废液处理指南适用于已处理废液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；或者，如果废液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。

表 1 水产业废水排放水平

污染物	单位	指导值
pH	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 ^(a)		<3
大肠杆菌总含量 ^(b)	个/100 mL	400
活性成分/抗生素	依具体情况而定	

注意事项：a 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。

b 表示最可能值。



环境监测

该行业的环境监测项目的执行应当面向所有在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。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。

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暴露风险指南进行评估，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害。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制定并执行⁶。厂方还应维护一份有关职业事故、疾病和危险事件以及其他各种事故的记录。《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 参考文献与其他资料来源

[1] Center for Tropical and Subtropical Aquaculture. Best Management Practices for Hawaiian

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> 获取相关信息。

⁶ 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。



- Aquaculture. Publication No. 148. Waimanalo, Hawaii, 2001. <http://govdocs.aquaculture.org/cgi/reprint/2003/526/5260130.pdf>.
- [2] Department of Primary Industries and the Queensland Finfish Aquaculture Industry. Industry Environmental Code of Best Practice for Freshwater Finfish Aquaculture. Prepared by Dallas J Donovan, Kuruma Australia Pty Ltd. Queensland: Department of Primary Industries. 1999. <http://www.abfa.info/PDFS/Codeed2.pdf>.
- [3] Division of Applied Biosciences, Faculty of Fisheries, Graduate School of Agriculture, Kyoto University. Nitrogen and Phosphorus Budget in Coastal and Marine Cage Aquaculture and Impacts of Effluent Loading on Ecosystems? Review and Analysis Towards Model Development (Abstract). Kyoto: Division of Applied Biosciences, 2004. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=15664033&dopt=Abstract.
- [4] Euro-Retail Produce Working Group (EUREP). EUREGAP. Available at: http://www.euregap.org/Languages/English/index_html Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). A Strategy for Aquaculture Development in Latin America. Rome: FAO, 1991. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/008/u1780e/U1780E05.htm.
- [5] FAO. Technical Guidelines for Responsible Fisheries 5. Aquaculture Development. Rome: FAO, 1997. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W4493e/W4493e00.pdf>.
- [6] FAO. Report of the Technical Consultation on Legal Frameworks and Economic Policy Instruments for Sustainable Commercial Aquaculture in Africa South of the Sahara. Arusha, United Republic of Tanzania, 4–7 December 2001. Rome : FAO , 2001. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y3575B/Y3575B00.HTM.
- [7] FAO. FAO Fisheries Technical Paper 428. Farming Freshwater Prawns. A Manual for the Culture of the Giant River Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Technical Guidelines for Responsible Fisheries 5. Rome: FAO, 2002a. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/005/y4100e/y4100e00.htm.
- [8] FAO. The State of the World's Fisheries and Aquaculture (SOFIA). Rome: FAO, 2002b. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/005/y7300e/y7300e06.htm.
- [9] FAO. Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome: FAO, http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/v9878e/v9878e00.htm.
- [10] FAO and World Health Organization (WHO). 1962–2005. Codex Alimentarius. Geneva: FAO and WHO, http://www.codexalimentarius.net/web/index_en.jsp.
- [11] Federation of European Aquaculture Producers (FEAP). Code of Conduct for European Aquaculture. Brussels: FEAP, 2000. <http://www.feap.info/FileLibrary/6/FEAP%20Code%20of%20Conduct.pdf>.
- [12] Francis-Floyd, R. Use of Formalin to Control Fish Parasites. College of Veterinary Medicine, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Gainesville, FL: College of Veterinary Medicine, 1996. <http://edis.ifas.ufl.edu/VM061>.
- [13] Green, Bartholomew W. Level of Adoption of Selected Good Management Practices on Penaeid Shrimp Farms in Honduras. 36849-5419. Department of Fisheries and Allied Aquacultures, Auburn University.



- Auburn: Auburn University, 2000. <http://www.ag.auburn.edu/fish/>.
- [14] United Kingdom (UK) Health and Safety Executive (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, 2005a. <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>.
- [15] UK HSE. United Kingdom, 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, 2005b. <http://www.hse.gov.uk/agriculture/pdf/fatal0405.pdf>.
- [16] National Committee for Research Ethics in Science and Technology (NENT). The Holmenkollen Guidelines for Sustainable Industrial Fish Farming. Oslo: NENT, 1995.
- [17] National Committee for Research Ethics in Science and Technology. The Holmenkollen Guidelines for Sustainable Aquaculture. (Supersede the Holmenkollen Guidelines for Sustainable Industrial Fish Farming). Oslo: NENT, 1998. <http://www.ntva.no/rapport/aqua/report.htm>.
- [18] Northern Central Regional Aquaculture Center (NCRAC). Pond Culture of Walleye Fingerlings. Fact Sheet Series # 102. March 1992. In cooperation with the US Department of Agriculture (USDA). East Lansing, MI: NCRAC, 1992. http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm.
- [19] OSPAR Commission. Convention for the Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic. OSPAR, 1992. <http://www.ospar.org/eng/html/welcome.html>.
- [20] Shetland Aquaculture. A Code of Good Practice for Scottish Finfish Aquaculture, January 2006. Lerwick: Shetland Aquaculture, 2006. <http://www.shetlandaquaculture.com/code-of-good-practice>.
- [21] Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Fertilization of Fish Fry Ponds. SRA Publication No. 469. In cooperation with the US Department of Agriculture (USDA). Stoneville, MS: SRAC, 1998. http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm.
- [22] SRAC. Fertilization of Fish Ponds. SRA Publication No. 471. In cooperation with the US Department of Agriculture (USDA). Stoneville, MS: SRAC, 1999. http://aquanic.org/publicat/usda_rac/fact.htm.
- [23] United Nations Environment Programme (UNEP). Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm: UNEP, 2001. http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_en.pdf.
- [24] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 1971. Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (as amended in 1982 and 1987). Paris: UNESCO, 1994. http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=15398&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.
- [25] US Environmental Protection Agency (EPA). Office of Water, Engineering and Analysis Division. Update and Overview of the Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Aquaculture Industry. NCRAC Meeting. 16–18 February, 2001. Washington, DC: US EPA, 2001. <http://aquanic.org/jsa/effluents/EPA%20presentation%20at%20NCRAC.htm>.
- [26] United States (US) Bureau of Labor Statistics (BLS). Census of Fatal Occupational Injuries Charts, 1992–2004. Table (p.10): Number and rate of fatal occupational injuries by private industry sector, 2004. Washington, DC: BLS, 2004a. <http://www.bls.gov/iif/oshwc/foi/cfch0003.pdf>.



- [27] US BLS. Industry Injury and Illness Data — 2004. Supplemental News Release Tables. Table SNR05: Incident rate and number of nonfatal occupational injuries by industry, 2004. Washington, DC: BLS, 2004b. <http://www.bls.gov/iif/home.htm>.
- [28] US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). National Offshore Aquaculture Act of 2005. Washington, DC: NOAA, 2005. http://www.nmfs.noaa.gov/mediacenter/aquaculture/docs/03_National%20Offshore%20Aquaculture%20Act%20FINAL.pdf.
- [29] US Department of Commerce, NOAA National Marine Fisheries Service (NMFS). Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development in the US Exclusive Economic Zone. Washington, DC: NMFS, <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/AQ/AQCode.pdf>.
- [30] US Food and Drug Administration (FDA). Center for Food Safety & Applied Nutrition. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance: Third Edition. Washington, DC: US FDA, 2001. <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>.
- [31] United States Joint Subcommittee on Aquaculture (JSA) Working Group on Quality Assurance in Aquaculture Production. Guide to Drug, Vaccine and Pesticides in Aquaculture. Washington, DC: JSA, 2001. http://aquanic.org/jsa/wgqaap/drugguide/aquaculture_drug_guide.pdf.
- [32] World Bank, ISME, cenTER Aarhus. Draft Code of Conduct for the Sustainable Management of Mangrove Ecosystems. Prepared by Professor Donald J. Macintosh and Dr. Elizabeth C. Ashton. Washington, DC: World Bank, 2003. http://www.mangroverestoration.com/MBC_Code_AAA_WB070803_TN.pdf.
- [33] World Bank. The NEPAD Action Plan for the Development of African Fisheries and Aquaculture. Washington, DC: World Bank, 国际和地区准则 2005. http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/ACTION_PLAN_endorsed.pdf.
- [34] FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/v9878e/v9878e00.htm.
- [35] FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries.
- [36] Aquaculture Development, 1997. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W4493e/W4493e00.pdf>.
- [37] Aquaculture Development 1. Good Aquaculture Feed Practice, 2001. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y1453e/y1453e00.pdf>.
- [38] Integration of Fisheries into coastal area management, 1996. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/W3593e/W3593e00.pdf>.
- [39] Precautionary approach to capture fisheries and species introductions, 1996. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/W3592E/W3592E00.HTM.
- [40] Responsible Fish Utilization, 1998. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/w9634e/w9634e00.pdf>.
- [41] Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics, 健康管理 and 最佳规范. 1997.
- [42] CODEX Alimentarius. http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=en.
- [43] International Aquatic Animal Health Code, 2005. http://www.oie.int/eng/normes/fcode/a_summry.htm.
- [44] FAO/NACA Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals and the Beijing Consensus and Implementation Strategy, 2000. <http://www.fao.org/>



- documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/005/X8485E/x8485e02.htm.
- [45] FAO/NACA Manual of Procedures for the Implementation of the Asia Regional Technical Guidelines on Health Management for the Responsible Movement of Live Aquatic Animals. 2001. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/005/Y1238E/Y1238E00.HTM.
- [46] FAO/NACA Asia Diagnostic Guide to Aquatic Animal Diseases, 2001. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/005/Y1679E/Y1679E00.HTM.
- [47] Better-practice approaches for culture-based fisheries development in Asia. [http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6M98FT/\\$file/CBF_manual.pdf](http://www.aciar.gov.au/web.nsf/att/ACIA-6M98FT/$file/CBF_manual.pdf).
- [48] Holmenkollen Guidelines for Sustainable Aquaculture, 1998. <http://www.ntva.no/rapport/aqua.htm>.
- [49] Development of HARP Guidelines. Harmonised Quantification and Reporting Procedures for Nutrients. SFT Report 1759/2000. TA-1759/2000. ISBN. 虾养殖
- [50] Bangkok FAO Technical Consultation on policies for sustainable shrimp culture, Bangkok, Thailand, 8-11 December 1997. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/006/x0570t/x0570t00.HTM.
- [51] Report of the Ad-hoc Expert Meeting on Indicators and Criteria of Sustainable Shrimp Culture, Rome, Italy, 28-30 April 1998. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp? url_file=/DOCREP/006/x0570t/x0570t00.HTM.
- [52] Code of Practice for Sustainable Use of Mangrove Ecosystems for Aquaculture in Southeast Asia, 2005. <http://www.ices.dk/reports/general/2004/ICESCOP2004.pdf>.
- [53] The International Principles for Responsible Shrimp Farming. <http://www.enaca.org/modules/mydownloads/singlefile.php? cid=19&lid=755>.
- [54] Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. <http://www.gaalliance.org/code.html#CODES>.
- [55] Codes of Practice and Conduct for Marine Shrimp Aquaculture, 国家准则和最佳惯例. 2002. http://www.fw.vt.edu/fisheries/Aquaculture_Center/Power_Point_Presentations/FIW%204514/Lecture%209.1%20-%20aquaculture%20and%20environment/shrimpCOP.pdf.
- [56] Canada: National Code on Introductions and Transfers of Aquatic Animals, Department of Fisheries and Oceans, Government of Canada. 2003. http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/aquaculture/code/Code2003_e.pdf.
- [57] Chile: Code of Good Environmental Practices (CGEP) for well-managed salmonoids farms, 2003. http://library.enaca.org/certification/publications/Code_2003_ENGLISH.pdf.
- [58] India: Guidelines for Sustainable Development and Management of Brackish Water Aquaculture, 1995. <http://www.mpeda.com/>.
- [59] Japan: Basic Guidelines to Ensure Sustainable Aquaculture Production, 1999.
- [60] The Philippines: Fisheries Code, 1998. <http://www.da.gov.ph/FishCode/ra8550a.html>.
- [61] Scotland: Code of practice to avoid and minimise the impact of Infectious Salmon Anaemia (ISA), 2002. <http://www.marlab.ac.uk/FRS.Web/Uploads/Documents/ISACodeofPractice.pdf>.
- [62] Sri Lanka : Best Aquaculture Practices (BAP) for Shrimp Framing Industry in Sri Lanka. <http://www.naqda.gov.lk/pages/BestAquaculturePracticeMethods.htm>.
- [63] Thailand: Thailand Code of Conduct for Shrimp Farming (in Thai). <http://www.thaiqualityshrimp.com/>



coc/home.asp.

- [64] USA: Code of Conduct for Responsible Aquaculture Development in the U.S. Exclusive Economic Zone. <http://www.nmfs.noaa.gov/trade/AQ/AQCode.pdf> Guidance Relative to Development of Responsible Aquaculture Activities in Atlantic Coast States, 2002. <http://www.asmf.org/publications/specialReports/aquacultureGuidanceDocument.pdf>.
- [65] USDA Aquaculture BMP Index, 2004. <http://efotg.nrcs.usda.gov/references/public/AL/INDEX.pdf>.
- [66] Guidelines for Ecological Risk Assessment. of Marine Fish Aquaculture. NOAA.
- [67] Technical Memorandum NMFS-NWFSC-71.
- [68] http://www.nwfsc.noaa.gov/assets/25/6450_01302006_155445_NashFAOFinalT M71.pdf.
- [69] Guidelines for Environmental Management of Aquaculture in Vietnam. 工业/组织机构准则. http://imagebank.worldbank.org/servlet/WDS_IBank_Servlet?pcont=details&menuPK=64154159&searchMenuPK=64258162&theSitePK=501889&eid=000310607_20061101130138&siteName=IMAGEBANK.
- [70] Australian Aquaculture Code of Conduct. http://www.pir.sa.gov.au/byteserve/aquaculture/farm_practice/code_of_conduct.pdf.
- [71] Environmental Code of Practice for Australian Prawn Farmers, 2001. <http://www.apfa.com.au/prawnfarmers.cfm?inc=environment>.
- [72] A Code of Conduct for European Aquaculture. <http://www.feap.info/FileLibrary/6/CodeFinalD.PDF>.
- [73] NZ Mussel Industry Environmental Codes of Practice, 2002. Mussel Industry Council Ltd., Blenheim.
- [74] Judicious Antimicrobial Use in US Aquaculture: Principles and Practices, 2003. <http://www.nationalaquaculture.org/pdf/Judicious%20Antimicrobial%20Use.pdf>.
- [75] Draft Protocol for Sustainable Shrimp Production, in preparation. <http://www.ntva.no/rapport/aqua.htm>.
- [76] BCSFA Code of Practice, 2005. <http://www.salmonfarmers.org/pdfs/codeofpractice1.pdf>.

附录 A：行业活动的通用描述

就养殖产品和养殖方法来说，水产养殖部门具有丰富的多样性；相关细节列于表 A-1。

粗放式养殖系统¹的鱼群密度低，不需补饲。粗放养殖可使用人工鱼塘，但更经常使用既存的、面积较大的（>2 公顷）自然地质构造（例如湖泊或泻湖）。半集约化系统²（约 2~30 吨/公顷/年）的鱼群密度更高，需补饲并进行其他管理（例如换水）；其通常使用人工鱼塘、围栏或网箱。一些半集约化系统，尤其是混养系统，使用自然湖泊（例如滤食和杂食生物可在小虾或对虾池中养殖）³。

¹ 生产系统的特点为 (i) 管理程度低（例如对环境、食物、天敌、天然竞争者和病毒的管理）；(ii) 初级成本、科技水平和生产效率较低（产量低于 500kg/公顷/年）；(iii) 高度依赖当地气候和水质；使用自然水体（例如泻湖、海湾、河湾）；使用自然的、不确定的饵料生物。

² 养殖系统的特点是产量为 0.5~5 吨/公顷/年，可能需用低等饲料补饲，养殖野生捕捉或人工饲养的鱼秧，通常使用有机或无机肥料施肥，通过下雨或潮汐给水或/或换水，水质简单管理，通常使用传统或改良的池塘；也可使用网箱养殖，例如使用浮游生物喂养鱼秧。

³ 热带和亚热带水产业中心（2001）。在亚洲存在其他类型的综合养殖场，主要是伴随养鸭场和养猪场的鲤鱼池塘，并在池塘筑堤上种植农作物。



集约化养殖系统¹的鱼群密度最大，依靠自然和人工配合饲料的混合物喂养。半集约化和集约化系统为便于管理通常采用最大为1公顷的小鱼塘隔间。养殖场选址问题通常对环境健康与安全非常重要。选址标准包括水供给状况和水质、土壤质量、自然危害防护条件以及市场和劳动力等投入要素的可达性²。水产养殖场常年需要稳定、充足的水供给量。所供给的水应没有污染，并具有稳定而适合的pH值、充足的溶解氧量及低浑浊度。一些养殖户会对生产用水进行处理以去除其中的有害物质，例如借助过滤器去除潜在的掠食者。另外，水产养殖场不应设置得过于密集，否则会增加疾病传播风险，并可能对生产用水的水质产生有害影响。

表 A-1 水产品养殖方法的多样性

资源	系统	设施
水（淡水、微咸水或海水）	静水	池塘或湖泊
	活水	池塘、沟渠、储水池（陆基） 网箱（湖泊和海基） 大型近海设施（海基）
	再利用或循环	储水池和陆地基池塘
营养补给	粗放式（无饲料）	池塘（陆基） 底层—贝类（海基） 底层—海藻（海基）
	半集约化（补饲和/或施肥）	池塘（陆基）沟渠（陆基）
	集约化（补饲）	池塘（陆基）网箱（湖泊和海基）沟渠（湖泊和海基） 地窖和储水池（陆基）
种类	单种养殖	动物（池塘和储水池，湖泊或海洋中的网箱/围栏） 植物（池塘和储水池，湖泊或海洋中的网箱/围栏）
	混养	动物（鱼类）

养殖场应有足够的土壤用于计划建造的设施（例如池塘使用黏壤土或砂土、围栏使用坚实底泥），使设施基础能深入底层土壤以获得较好的支撑。应保护水产养殖场免受大风、大潮、过量暴雨径流、捕食者和其他自然危害的侵袭。但适度规模的潮汐有助于保证池塘、围栏和网箱的适当换水。

图 A-2 描述了典型的水产养殖场生产周期。依据产品的市场需求大小及动物的生长速率，生产周期因物种和地区而异；生产周期取决于温度、饲料质量及饲料分配。大部分养殖操作需要4~18个月的养殖周期。

¹ 养殖系统的特点为：产量为2~20吨/公顷/年；产量在很大程度上取决于自然食物，可通过施肥或补饲增加自然食物；养殖人工饲养鱼秧；需定期使用肥料；需更换部分水体或增氧，为此常需借助抽取或重力给水；通常使用改进的池塘、围栏或简易网箱系统。

² 联合国粮农组织（FAO），1989，ADCP/REP/89/43，水产养殖系统和实践：选择评论。可登录 <http://www.fao.org/docrep/T8598E/t8598e00.HTM> 查询相关信息。

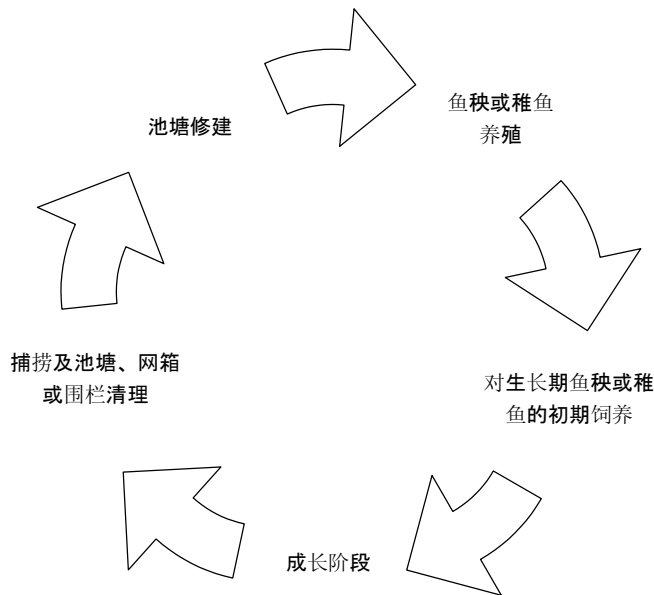


图 A-2 水产养殖场的典型生产循环

准备和放养

淡水池塘

池塘大多以挖掘方式修建，并利用挖出的土壤修建筑堤。适于挖掘池塘的土壤具有如下特点：黏土含量充足（黏土能减慢渗流，甚至可能阻止渗流），有机物含量低，土壤粗密度合适，具有适宜的碱性 pH 值。在高密度养殖或种苗培育阶段，可用塑料布或混凝土将池塘加以密封，或在密封的沟渠或水池中进行生产以便清理。

围栏和网箱

围栏和网箱系统，是指在固定或漂浮的、由刚性构架支撑的围网内养殖，围网置于湖泊、海湾、河流、河口或海岸的受保护浅水区域。围栏和网箱大多容积较小。围栏固定于湖底或海底，以湖底和海底作为底部，而网箱则悬浮于水中，也可被固定或漂浮。网箱通常被置于更开阔的区域，其位置比围栏更深。鱼秧可在特殊的培植箱内长成鱼苗，然后被释放到围栏或网箱内接受养殖，或从陆基养殖场购买用于养殖的鱼苗。在某些情况下，可通过捕捉野生动物获取养殖物种。

开放式养殖

海藻和软体动物是典型的在开放式海水中养殖的物种。为饲养物种提供生长表面的构造物（例如筏、架或桩）被置于合适区域。通常养殖物种会自行固定在构造物上，因此生产者只需去除无用物种，并偶尔减少养殖量。其他物种的水产养殖，特别是牡蛎养殖，需要更积极的管理，蚝卵或其他幼苗被放入养殖用构造物内生长。



初期饲养

在鱼类和甲壳类产品生产的早期阶段，由于可能出现的问题，所以通常需要特殊饲养并使用人工饲料。在饲养的最初阶段，为了生成藻花，通常加入有机和无机肥料（例如氮和磷）。池塘内的藻花为浮游生物等微生物提供食物，而微生物则会成为鱼秧或稚鱼的饵料，因此藻花提高了养殖初期的生产率水平。藻花也能够防止水生植物的生长。在这个阶段可能用到渔药，其目的是为了减少疾病风险或应对疾病的真正爆发。广谱抗菌素是最常用的药物。

成长

初期饲养之后为成长阶段。根据养殖物种和/或养殖设备的复杂程度，饲料品质的变化范围很大。一个简单的方案是在饲养期内，每天使用在养殖场粉碎的鱼粉。集约化养殖在其生产期内可专门使用高质量的粒状人工配合饲料。

喂食过程中生物数量会增加，造成耗氧量增加，为此通常使用池塘充氧设备（例如浆轮和扩散器）为池塘充氧。在饲养阶段应对鱼群进行规范管理以防止疾病发生，并确保鱼群乐于进食，这要求管理者在池塘出现不适宜的条件时必须采取干预措施（例如使用抗生素和更换池水）。

捕捞和清理

养殖产品一旦达到预期的大小就应捕捞并销售。一些品种是活体销售，而其他品种则是屠宰后销售。对于后者，其屠宰场可建于养殖场内（例如出于控制动物捕捞所产生“血水”的目的）。产品经屠宰后被冷冻并送到专门的鱼类加工厂接受进一步加工，或被就地出售¹。

捕捞后，水产养殖废水在被排入受纳水体前可被转移至沉淀池。池塘被清空后，应对池塘底部进行清理以去除剩下的饲料和粪渣。对于集约型和半集约型系统，在进行下轮生产前，池塘通常需要彻底干燥，然后接受处理（例如用石灰或杀虫剂处理）以控制疾病、天然竞争者和掠食者。对于网箱和围栏，网上的污垢可在机械清洗工序中去除，随后通常要将网浸没在化学品中，以去除养殖期沉积到网上的沉淀物。

¹ 关于本章 EHS 问题的实用指南，参见渔业加工 EHS 指南。