

第4.3章 水产养殖场和设备消毒

第4.3.1条

目的

为规划和实施消毒程序提供建议，防止病原体的引入、定植或传播。

第4.3.2条

范围

本章介绍了关于在日常生物安保工作和紧急应对过程中对水产养殖场和设备进行消毒的建议，为消毒工作的基本原则、规划和实施消毒方案提供指导。

关于病原体灭活的具体方法，请参阅《水生手册》疫病章节。

第4.3.3条

说明

消毒是一种水产养殖防疫手段，也是一项生物安保措施，主要用于防止水产养殖场或生物安全隔离区输入或输出目标病原体及其传播。在紧急应对疫情期间，实施消毒措施可用于维持疫病控制区的状态，以及在染疫水产养殖场中消灭疫情（扑杀程序）。消毒策略的选择和执行取决于消毒目的。

防止病原体传播应尽可能通过切断传播途径而不是消毒。例如，难以消毒的物品（如手套、潜水和捕捞设备、绳索和网）应专门用于特定场所，而不是加以消毒后在生产单位或水产养殖场之间流动使用。

第4.3.4条

一般原则

消毒是使用物理和化学手段去除有机物质、破坏或灭活病原体的结构化程序，应包括规划和实

施两个阶段，并需考虑潜在的方案选择、效果和风险。

消毒方案的选择取决于预防、控制或根除疫病的总体目标。根除疫病通常需将所有水生动物清塘，并对水产养殖场和设备消毒，而控制疫病则以限制疫病在养殖场内和养殖场之间传播为主。尽管不同目标可采用不同方法，但下述一般原则适用于所有情况。

1) 消毒程序应包括以下阶段：

a) 清洁和洗涤

首先需清洁物品表面和设备，清除固体废物、有机物（包括生物污垢）和化学残留物，这些物质可能会降低消毒剂的功效。清洁剂也可分解生物膜。所用清洁剂应与消毒剂、待处理表面相适宜。清洁后应排干多余的水。施用消毒剂前应对所有物品表面和设备进行检查，确保没有残余有机物。

处理水时，水中悬浮固体也可能会降低某些消毒剂的功效，应通过过滤、沉降、凝结或絮凝等多种方法加以去除。

生物膜（通常又称为黏液）是附着在物体表面上的微生物和胞外聚合物薄膜，生物膜会使消毒剂对嵌入物体表面的微生物失去作用。为达到消毒效果，施用消毒剂前需进行清洁和洗涤以去除生物膜。

对产生的所有废物应以生物安保方式进行处理，因为其中可能含有活性病原体，如不加以控制，有可能造成感染传播。

b) 施用消毒剂

在该阶段使用适用的化合物或采用物理过程灭活病原体。

应考虑需消毒的材料类型和消毒剂的使用方式。坚硬的非渗透性材料（如抛光金属表面、塑料和涂漆混凝土）可与消毒剂直接接触而易彻底清洁，传染物很少残留在缝隙中。物体表面如受到腐蚀出现凹陷或油漆剥落，则会降低消毒效果，因此需维护物品表面和设备。消毒渗透性表面和材料（如编织材料、网和土壤）因表面积较大，化学品不易渗透，且可能存在残余有机物质，需较高浓度的消毒剂，并加长作用时间。

所选方法应确保所有物品表面在规定作用时间内与消毒剂充分接触。应有规律地添加消毒剂（如采用网格方式），确保物品表面被覆盖充分，作用时间充足。操作时应从上至下，并从低污染区域向高污染区域依次进行。某些设备仅需用消毒剂冲洗表面即可。对垂直表面进行消毒应注意确保在消毒剂流干之前所需作用时间足够，并可能需再次消毒或添加相容的发泡剂，增加物品表面对消毒剂的附着力。

管道和生物过滤器消毒应使管腔内充满消毒剂溶液，与材料所有表面充分接触。不易接触的部位和复杂设备需采用熏蒸或雾化法进行消毒。

c) 清除或灭活消毒剂

为避免对水生动物的毒性、腐蚀设备和环境污染，需清除或灭活化学残留物。方法包括：冲洗表面、稀释至可接受的水平、化学制剂灭活处理等，或空置一段时间，使活性化合物失活或消散。这些方法可单独使用或联合使用。

- 2) 应按照相关法规使用消毒剂。消毒剂可能对人类、水生动物和环境卫生构成风险,应按照规定和制造厂家的说明储存、使用和处理化学消毒剂。
- 3) 对消毒应进行有效管理,保证消毒剂剂量符合标准,确保消毒效果。根据不同的消毒工艺和目标病原体,可采用不同的消毒管理方式。例如测定活性剂含量(如残余氯含量),或通过指示剂反应(如监测氧化还原反应)间接测量活性剂含量,或使用指示细菌(如异养细菌平板计数)测量消毒效果。

对于进行了排塘和消毒的养殖场所,可考虑在重新养殖前使用哨兵群。哨兵群应对病原体易感,且应暴露在如存在病原体则利于表现出临床症状的条件下。
- 4) 水产养殖场所应保存消毒过程记录,记录详略程度应足以进行消毒方案评估。

第4.3.5条

规划

应制定一项消毒计划,其中包括传播途径评估、待消毒材料类型、需灭活病原体、卫生安全防控措施以及进行消毒的环境,还应包括确定消毒效果的机制。应定期审查消毒计划,确保消毒过程的有效和高效。对消毒计划的任何更改也应记录。

进行规划时应评估消毒最有效的关键控制点。依据病原体传播的潜在途径和污染的相对可能性来制定消毒优先事项。为了对含有病媒的设施(如池塘)进行有效消毒,应在消毒过程中排除、清除或销毁病媒。

如可行,应编制消毒物品清单,对建筑材料、表面孔隙率、耐化学品性进行评估,并考虑是否便于消毒,然后针对每个物品确定消毒方法。

消毒前应评估每种设备所需清洁程度。如出现固体和颗粒物重度污垢,应特别注意清洁过程和所需资源。物理或化学清洁工艺应与消毒剂相匹配。

应根据待处理的物品类型和数量以及如何管理废物,对人员、设备和需消毒的材料进行评估。

在规划阶段应考虑控制水流和水量的能力,这取决于养殖场类型(再循环、流动和开放系统)。可参照本法典第4.3.11条所述各种方法对水进行消毒。

第4.3.6条

紧急应对行动中的消毒问题

消毒是紧急应对行动的重要组成部分,用以支持疫病控制工作,如染疫养殖场的隔离检疫和扑杀措施等。由于疫病风险水平高(重大疫情)、高载量病原体、大量潜在的感染水生动物和废物、大面积需消毒区域和大量受污染的水,紧急应对行动中采用的消毒方法不同于常规生物安保措施中

使用的方法。规划消毒计划时应考虑到这些情况，将风险评估纳入其中，还应包含消毒效果管理方法。

紧急应对行动应侧重于阻断传播途径，而不是依靠消毒。除非已进行有效消毒，否则不应将设备从感染场移出。在某些情况下，难以消毒或污染可能性大的器材可能需以生物安保的方式处理，而不是消毒。

第4.3.7条

消毒剂种类

水产养殖常用的消毒剂种类如下：

1. 氧化剂

大部分氧化剂作用相对较快，对多种微生物是有效的消毒剂。氧化剂易被有机物灭活，因此应在有效清洁后使用。由于有机物会消耗氧化剂，氧化剂的初始浓度（负荷剂量）可能会迅速下降，使有效剂量（残留剂量）难以预测。因此，应持续检查残留剂量水平，确保在规定时间内将氧化剂浓度保持在最低有效浓度之上。

氧化剂可能对水生动物有毒，使用完毕后应将氧化剂清除或灭活。

常见氧化剂包括氯化合物、氯胺-T、碘分子、过氧化合物、二氧化氯和臭氧。

2. pH调节剂（碱和酸）

调节pH可通过碱性或酸性化合物。使用pH调节剂的优点包括易于确定浓度，不会被有机物灭活，且还可用于其他消毒剂无法使用的地方，如管道或生物过滤器表面。

3. 醛

醛类的作用是使蛋白质变性。甲醛和戊二醛是水产养殖场消毒常使用的醛类化合物，对多种生物体均非常有效，但消毒接触时间较长。醛类在有机物存在下仍保持活性，腐蚀性较弱。戊二醛是用于冷消毒的液体灭菌剂，特别适用于不耐热的设备。甲醛是适用于雾化或熏蒸消毒的消毒剂。

4. 双胍类

在多种双胍类中，最常用的是氯己定。这类消毒剂在硬水或碱性水中无效，对许多病原体的消毒效果也不如其他类型消毒剂。但这些化合物相对来说无腐蚀性，比较安全，因此常用于皮肤表面和精密仪器的消毒。

5. 季铵化合物（QACs）

季铵化合物的生物杀伤力易变且具有选择性。它们对一些植物细菌和真菌有效，但对所有病毒无效。季铵化合物对革兰氏阳性菌作用力强，对革兰氏阴性菌作用缓慢，一些菌株还表现出抗性，对孢子无效。季铵化合物的优点是无腐蚀性，并具有增强与表面接触的润湿性能。季铵化合物可能

对水生动物有毒，应在消毒完毕后将其从表面清除。

6. 紫外线 (UV) 照射

对于水产养殖场可控制水流的再循环系统或流水系统，紫外线照射是处理进出水的可行方案。使用紫外线照射应首先将水过滤，因为水中悬浮杂质会降低紫外线的强度，而使消毒效果降低。

7. 热处理

病原体对热处理的敏感性差异很大。在大多数情况下，湿热比干热更有效。

8. 干燥

干燥对于敏感病原体可能是有效消毒措施，可用于不适用其他消毒方法的情况下，或作为其他消毒方法的辅助方法。

如物品可完全脱水，干燥便是一种消毒方法，因为完全脱水可杀死多种病原体。但在某些情况下，水分含量可能难以监测，有效性会因温度和湿度等环境条件的不同而异。

9. 联合消毒法

联合使用具有协同作用的不同消毒方法，可更有效地灭活病原体。例如：

- a) 阳光直射结合干燥作为联合消毒法具有三种潜在的消毒作用，即紫外线照射、加热和干燥。该方法没有成本，可在其他方法之后使用；
- b) 臭氧和紫外线照射经常联合使用，其作用方式不同且可相互促进。紫外线照射还具有去除水中臭氧残留物的优点。

化学试剂或洗涤剂同时使用可能会发生拮抗作用。

第4.3.8条

消毒剂选择

选择消毒剂应考虑以下几点：

- 对病原体的功效；
- 有效浓度和接触时间；
- 测定有效性的能力；
- 需消毒物品的性质和受损可能性；
- 与用水类型（如淡水、硬水或海水）相匹配；
- 是否具备消毒剂和设备；
- 易于使用；
- 有机物去除能力；

- 成本；
- 残留物对水生动物和环境的影响；
- 工作人员的安全。

第4.3.9条

水产养殖场和设备的类型

水产养殖场和设备各具特点，差别很大。以下介绍关于有效消毒不同类型水产养殖场和设备的注意事项。

1. 池塘

池塘一般很大，底部常是土质或有塑料衬垫，水量大，使消毒前的清洁工作非常困难，且高含量有机物也会影响许多化学消毒剂的效力。消毒前应将池塘中的水排干，并尽可能去除有机物。水和有机物应以生物安保的方式进行消毒处理。土质池应彻底干燥，施用石灰化合物提高pH，帮助灭活病原体。对无衬垫的池塘进行塘底翻耕，也有助于石灰化合物混合和干燥。

2. 水箱

所用消毒方法类型取决于水箱材质（如玻璃纤维、混凝土或塑料）。无涂层混凝土水箱容易受到酸的腐蚀和高压喷雾器的潜在损害。这类水箱多孔，因此需与化学品作用更长时间来确保消毒效果。塑料、油漆和玻璃纤维水箱更易消毒，因为其表面光滑无孔，便于彻底清洁，且耐大多数化学品。

消毒前应将水箱中的水排干，尽可能去除有机物。水和有机物应以生物安保的方式进行消毒。箱式设备应拆下单独清洁和消毒，并清除所有有机废物和杂质。水箱表面清洗应使用高压喷雾器或清洁剂机械擦洗设备，去除藻类和生物膜等污垢。可使用热水增强清洁效果。使用消毒剂前应将多余清洁用水排出，并进行消毒或以生物安保的方式处理。

消毒垂直表面时，应注意确保消毒剂作用时间充足。消毒后应冲洗水箱，除去所有残留物并使其完全干燥。

3. 管道

由于很难接触管道内部，管道消毒可能会很困难。选择消毒方法时应考虑管道材质。

清洁管道可使用碱性或酸性溶液或泡沫抛射管清洁系统。为保证清洁效果，必须除去生物膜，然后冲掉产生的颗粒物并彻底清洗。

管道清洁完毕后，可使用化学消毒剂或热水循环处理。所有步骤均需将管道完全充满以处理内表面。

4. 笼网和其他纤维材料

网箱养殖的网具通常很大，难以处理。通常由易挂住有机物和水分的纤维材料制成，有大量生

物污垢。网具因受污染可能性大且难以消毒，应专用于某水产养殖场或某区域。

把网具从水中取出后应直接运送到清洗地点。消毒前应彻底清洁网具，去除有机物质，利于化学消毒剂渗透。网具清洁最好先去除粗糙生物污垢，再用清洁剂清洗。水和有机物应以生物安保的方式处理。

清洁后可将网具完全浸入化学消毒剂或热水中消毒。作用时间应足以使消毒剂或热水渗透到网材中。此过程可能会对网的强度产生不利影响。决定应用何种处理方法须考虑到这一点，以确保网具完好。消毒后，应在网具充分干燥后再储存，因为如果把未干透的网卷起来储存，剩余水分会增加病原体存活。

其他纤维材料如木材、绳索和浸渍网具有与笼网类似特征，对这类设备消毒需特别注意。如可能的话，建议定点使用含纤维材料的设备。

5. 车辆

车辆污染的可能性取决于其用途，例如运输死亡水生动物、活水生动物、捕捞的水生动物。所有可能受污染的内部和外部表面均应消毒。应特别注意可能受污染的部位，如容器和管道的内表面、运输水和废弃物等。应避免对车辆使用腐蚀性消毒剂，如果使用腐蚀性消毒剂，消毒后应彻底冲洗，去除腐蚀性残留物。基于氯化物的氧化剂类消毒剂是最常用的车辆消毒剂。

应对所有船只进行常规消毒，确保不会传播病原体。船的污染程度取决于其用途。用于捕捞或从水产养殖场运走死亡水生动物的船只应被视为污染可能性极高。应定期清除甲板和工作区的有机物质。

确定可能受污染的区域应作为消毒计划的一个步骤，例如机器内部及周围、储水箱、舱底和管道。所有可拆卸的设备均应拆下，与船体分开进行清洗和消毒。对于运送活鱼的船只还应制定额外的消毒程序，船只排放污水前应先进行消毒（参见第4.3.11条），否则排放出受污染的水可能会导致病原体传播。

如可能，应将船只停靠在陆地或干船坞进行消毒，以限制废水流入水生环境，且易于消毒人员接近船体和目标区域。应去除可作为病原体媒介的污染生物和污染物。

如果船只不能停靠在陆地或干船坞，应尽可能选择避免有毒化学品排入水生环境的消毒方法。潜水员应检查和清理船体。在适当的情况下，可考虑使用机械方法（如高压喷雾器或蒸汽清洁器）替代化学消毒法，在水线以上和以下进行清洁。大面积区域如可充分密封，也可考虑熏蒸。

6. 建筑

水产养殖场所包括用于养殖、捕捞、加工水生动物的场所以及其他与饲料和设备储存相关的建筑物。

根据建筑物的结构和与受污染材料及设备接触的程度，消毒方法会有所不同。

建筑物的设计应能允许进行有效清洁，并可对所有内表面使用消毒剂进行彻底消毒。一些建筑物内有难以消毒的复杂管道、机器和储罐系统，消毒前应尽可能清除建筑物内的杂物并清空设备。

雾化剂或发泡剂可用于复杂区域和垂直表面的消毒。建筑物如可充分密封，可考虑对大面积或难以进入的区域进行熏蒸消毒。

7. 容器

容器包括简单塑料箱（运输捕捞出水的水产动物或死亡水生动物）和运输活生动物的复杂水箱系统。

容器材质通常是易于消毒的光滑无孔材料（如塑料、不锈钢）。容器因与水生动物或其产品（如血液、患病水生动物）直接接触，所以应被视为高风险物品。此外，容器在不同地点间移动，因而成为病原体传播的潜在因素。如运输活水生动物，容器也可能装有管道和泵送系统以及密闭空间，均应加以消毒。

应从容器中排出所有的水，用清水将容器中的水生动物、粪便和其他有机物质冲掉，并以生物安保的方式进行处理。应检查和冲洗所有的管道和泵，然后用合适的化学清洁剂结合高压水清洗机或机械刮擦清洗容器。

容器的所有内外表面应使用适当的消毒方法进行处理，随后冲洗并检查，确保没有有机残留物，储存方式应保证可快速排水和干燥。

8. 生物过滤器

闭合或半闭合水产养殖系统中使用的生物过滤器是防控疫病的重要控制点。生物过滤器的作用是通过维持有益菌菌落来提高水质。有利于有益菌群繁殖的条件也会有利于病原体生存，消毒生物过滤器通常无法做到不破坏有益菌群。因此，规划生物过滤器消毒策略时，应考虑潜在的水质问题。

消毒生物过滤器及其基质应将系统排干，清除有机残留物，并清洁表面。消毒生物过滤系统可通过改变水的pH（使用酸性或碱性溶液）。进行此操作时，pH须足以灭活病原体，但不应对生物滤池系统水泵和仪器等造成腐蚀。也可将生物滤池完全拆卸，去除生物滤池底物，另使用消毒剂单独清洗。采取紧急应对措施时，建议采用后一种做法。如不能对滤池底物进行有效消毒，则应更换底物。在清空后重新投放苗种前，应将生物过滤系统彻底清洗。

9. 饲养和捕捞设备

水产养殖场的饲养和捕捞设备与水生动物直接接触，有可能被污染，如分级机、自动免疫接种器和鱼用泵等。

本法典第4.3.4条所述一般原则适用于饲养和捕捞设备的消毒。应对每一设备进行检查，确定与水生动物直接接触部位和有机物质堆积部位。如有必要，应将设备拆卸，用消毒剂进行消毒，将设备彻底洗净。

第4.3.10条

个人防护装备

消毒个人防护装备应考虑使用中的污染可能性和程度。如可行，个人防护装备应定点使用，以

避免经常消毒。

应选择不吸水、易清洗的个人防护装备。所有进入生产区的员工均应穿戴清洁、无污染的防护服。进出生产区域应清洁和消毒工作鞋靴，使用足浴清除积聚的有机物和污垢。足浴池中的消毒液应覆盖鞋靴，消毒液应不会被有机物灭活并定期更换。

某些个人防护装备（如潜水设备）不易消毒，且会在不同地点使用，还易发生化学腐蚀，所以需特别注意对这类装备的消毒。经常冲洗可减少有机物积聚，提高消毒效果。洗净后应彻底干燥，减少有利于病原体滋生的潮湿微环境。

第4.3.11条

水的消毒

水产养殖场所需对进水和出水进行消毒以消除病原体。需根据消毒目的和待消毒水的特性，选择最合适的消毒方法。

使用消毒剂前，须从待处理的水中移除水生动物，并去除悬浮物。病原体会附着在有机物和无机物上，去除悬浮物可显著减少水中病原体含量。过滤或沉降可去除悬浮固体。最合适的过滤系统取决于水的初始质量、过滤量、资金、成本和可靠性。

消毒水通常使用物理（如紫外线照射）、化学（如臭氧、氯和二氧化氯）消毒方法。消毒前应除去悬浮物，因为有机物可能会抑制氧化消毒过程，悬浮物会降低紫外线穿透率，降低紫外线照射效果。不同消毒方法如具有协同作用或需重复消毒时，联合使用不同消毒方法会大有益处。

必须检查对水的消毒效果。可通过直接检测病原体、间接检测指示性生物或消毒剂残留水平等进行管理。

合理管理化学消毒剂残留可避免对水生动物产生毒性。例如，臭氧和海水之间形成的残留物（如溴化物）对处于早期阶段生长的水生动物有毒性。过滤去除这些残留物可使用活性炭，去除水中残余氯应通过化学失活或放气的方法。

注：于2009年首次通过，于2017年最新修订。