

# 工厂化水产养殖水处理技术

工厂化水产养殖的水处理,主要是处理水体中的废弃物,包括由于投喂饵料而引起的残饵、未消化吸收的营养成分和代谢排泄物等。养殖鲑鳟鱼类,饲料中的13%蛋白质、8%的脂肪、40%的碳水化合物、17%的有机质、50%灰粉和23%的干物质被鱼类作为代谢物排入水中,既有可溶性物质,如氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐等,也有固体物和悬浮物,有些物质的积累会对养殖鱼类产生生理影响和毒性作用。

因此,从养殖水体中去除或转化这些养殖废弃物,保持养殖水体的水质质量,对工厂化养殖鱼类的健康、快速生长是非常重要的。

工厂化水产养殖水体的处理主要包括:增氧、分离(分离固体物和悬浮物)、生物过滤(降低BOD、氨氮和亚硝酸盐)和曝气(去除二氧化碳等)、消毒、脱氮等处理过程,其中悬浮物和氨氮去除是需要解决的主要技术难点。

## 悬浮物的处理

养殖水体中的悬浮物及其特性:工厂化水产养殖中的悬浮物主要由于饵料的投喂而引起。在一次性过流养殖水体试验中,根据饵料投喂量的不同,其含量在5毫克~50毫克/升左右。在饲料系数0.9~1.0情况下,水体每增重1千克就会产生150克~200克悬浮物。作为循环使用的养殖水体,悬浮物在水中的积累是非常迅速的。这些基础实验数据是进行悬浮物处理的基本参数。

养殖水体中鱼类的固体排泄物,在正常代谢的情况下,大部分以悬浮物的形式存在于水体中。在流动的养殖水体中,悬浮物有64%是小于30微米的颗粒。悬浮物的比重略大于水,颗粒小、流动性好、有一定的黏附性,在有水流条件下呈悬浮状态。

从养殖水体中去除30微米以下的悬浮物,一直是工厂化水产养殖设计研究的重要方向。养殖水体中的悬浮物的积累,使水体浑浊,影响养殖鱼类的过滤和皮肤的呼吸,增加鱼类胁迫压力,恶化水质,消耗水中的溶解氧。工厂化水产养殖过程中及时清除养殖水体中的悬浮物是非常必要的。

悬浮物处理技术:

(1)固定式过滤床,固定过滤床一般由鹅卵石、粗砂和细砂三层过滤组成,根据其工作水流的不同可分为喷水式滤床和压力式滤床,是一种比较原始的过滤方式,具有过滤效果好的特点,可过滤90%左右的悬浮物。其应用难度在于设备庞大、效率低、反冲困难。

(2)滤网过滤,滤网过滤主要是细筛网进行悬浮物的过滤,其中液力驱动旋转式过滤转筒是一项新技术,用网目为60微米的筛网,可过滤36%~67%的悬浮物。其中,改变其结构设计、增加过滤面积、减少尺寸和反冲用水是进一步研究的重点。

(3)浮式滤床,浮式滤床应用比水比重小的塑料球作为过滤介质,浮球直径为3毫米左右,过滤100%的30微米以上、79%的30微米以下的悬浮物颗粒可获得很好的过滤效果。但是,养殖水体中的悬浮物具有结块的特性,为了防止反冲时堵塞和较好的过流量,浮球生物滤器需要频繁的反冲。为了改善其应用效果,必须进一步研究防止堵塞的结构和方法。

(4)自然沉淀处理,自然沉淀技术是应用鱼池特殊结构或沉淀池,使悬浮物沉淀、聚集并不断排出,设计良好的沉淀池可去除59%~90%悬

浮物。其中,设计的关键是确定悬浮物的沉降流速,有资料表明,对于沉淀池处理,过流流速应低于4立方米/分,适宜流速为1立方米/分;单位面积的流量为1.0立方米~2.7立方米/平方米·小时。自然沉淀虽然具有较好的效果,但是由于低流速限制了循环的流量,会减少养殖密度和养殖效率。

(5)气泡浮选处理,气泡浮选处理的原理是通过气泡发生器持续不断在水中释放气泡,使气泡形成象筛网一样的过滤屏障,并利用气泡表面的张力吸附水中的悬浮物。产生微小气泡(直径为10微米~100微米),可有效去除水产养殖水体中的悬浮物。气泡越小,效率越高。因此,研究产生微小气泡的发生装置,是该项技术应用的关键。

## 氨氮处理技术

养殖水体中的氨氮及其特性:工厂化养殖水体中的氨氮主要是由于养殖鱼类的代谢、残饵和有机物的分解而引起。一次性过流试验表明,高密度流水养殖排水中的氨氮浓度一般为1.4毫克/升左右。饲料质量的影响更是直接的,大约有40%饲料蛋白的氮被鲑鳟鱼类转化成氨氮(NH<sub>3</sub>和NH<sub>4</sub><sup>+</sup>),在饲料系数为1.0的情况下,大大幅度提高其氧化效率。在工厂化水产养殖水体中加入催化剂,也可大幅度提高氧化效率,可去除50%左右的氨氮。

臭氧氧化氨氮的方法在水产养殖上的应用还有待深入研究。由于臭氧氧化氨氮可把氨氮中的氮直接转化为氮气,去除了水质恶化的营养源,是一种有效的处理方法。利用催化方法提高臭氧氧化氨氮的效率,应用于养殖水体的处理,是水产养殖水体氨氮处理的一条新途径。同时,臭氧具有消毒杀菌和沉淀悬浮物的作用,如果能提高其氧化氨氮的效率,臭氧在处理养殖水体上的综合利用将会有广泛的应用前景,是重点研究的课题。

电渗析处理,电渗析处理是极性电场技术和分子筛膜分离技术结合的处理技术,其工作原理是水在电场的两极流动时,水中的带电离子在直流电场的作用下定向移动,阴离子透过阴膜进入阴离子集水槽,阳离子通过阳膜进入阳离子集水槽,从而可把水体中的离子氨去除。

由于水体中的氨氮在pH值为7的中性条件下,非离子氨仅为氨氮总量的0.55%,95%以上是离子氨,所以电渗析处理可获得好的处理效果。电渗析处理具有分离效率高、装置紧凑、自动化容易的特点,已经广泛地应用于化工、食品、冶金和航天领域的水处理工程。结合工厂化水产养殖实际的养殖水体处理的电渗析设备,是工厂化水产养殖设施研究的新领域。

由于电渗析处理中的分离膜有很强的选择性,容易受悬浮物的堵塞和有机物的污染,需要频繁的清洗,容易损坏,增加成本。因此,研究高强度膜材料是发展的趋势。

## 饵料要求及投饵

饵料要求,工厂化水产养殖饲料营养要全,要考虑循环使用水体中微量元素的缺乏因素。要用高效颗粒饲料,饵料系数一般在1~1.2左右,减少鱼类排泄带来的水处理问题。要使用生产两个月以内的新鲜饲料,尽量减少饲料变质带来的营养疾病,任何变质饲料绝对不能用于工厂化养殖生产。饲料形状应该完整,循环

流水养殖中的任何不适口碎料将被水流冲走,成为水质的污染源,增加水处理的负担。

投饵,由于工厂化养殖中的养殖条件调整到鱼类最佳的生长环境,投饵应该根据鱼类不同阶段的最佳生长速度投饵,从而达到最快生长的目的。投饵时间应该掌握多次投喂,每次少量的原则,以均衡系统处理设备各种负荷(有资料建议每30分钟投饵一次)。

## 疾病的预防

工厂化水产养殖中疾病预防是非常重要的,要确保不能有疾病发生,避免全军覆没的损失。主要采取以下措施:

- 1.要选择健康没有疾病历史的鱼放入养殖池。
- 2.在入池之前要进行消毒处理。
- 3.在处理系统设置消毒杀菌设备。
- 4.在养殖过程中注意环境变化对鱼类的胁迫压力。包括各种水质的干扰波动、水温的变化等。胁迫压力大,将使鱼类的抗疾病能力降低。
- 5.注意投饵的科学性,避免鱼类过食现象,鱼类过食也增加鱼类负担,容易生病。
- 6.使用专用工具,并经常消毒。

## 系统管理

整个系统的管理是一项复杂的工作,要保证系统各个部分的正常运转,重点是监测系统水质的变化情况。

系统管理应该注意的问题,要有备用电源或备用氧气罐,以防停电能够及时补充水体溶解氧。溶解氧是系统停止运转时保证鱼类生命的主要因子,也是生物处理设备能够保持再运转的基本条件。一旦停止循环和供氧,鱼类在15分钟~20分钟就会出现缺氧死亡;同时生物膜因缺氧会出现细菌的死亡而脱落,需要重新挂膜,约需要15天~35天的时间,打乱整个生产计划。

要经常检查养殖池水位是否固定不变,如有减少应检查管路是否被污物堵塞。水体交换量的减少同样会引起缺氧。

要在水体中加入一定量的NaCl,保持NaCl含量在0.02%~0.2%范围内。缓解亚硝酸盐的毒性和渗透压力。

注意养殖鱼类产生的脱味现象,在循环式养殖中,这种现象是普遍存在的。一般情况下,在鱼类上市之前换上新水,降低温度、停喂几天到几个星期,就可以消除。

在新一轮生产结束后,重新开始新一轮养殖前,要检修各种设备和管路,对系统进行全面清理和消毒。

要注意养殖鱼类的分级饲养,一般20天~30天要进行一次分级,把规格大小基本一致的鱼放入同池养殖。

有害气体的处理:有害气体产生的原因及性质,工厂化养殖水体中的有害气体主要是鱼类代谢呼吸产生的二氧化碳气体,以微气泡的形式存在于水中。虽然二氧化碳气体难溶于水,在一定条件下二氧化碳气体可与水结合进行可逆反应形成碳酸。碳酸是弱酸,也会降低养殖水体的pH值,从而影响水质。其与水结合反应为:CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

碳酸极不稳定,在空气中很容易分解为水

与二氧化碳。因此,采取措施使养殖水体充分与空气接触,就可及时去除养殖水体中的二氧化碳气体。

不仅如此,水中的二氧化碳对鱼类也是非常有害的,二氧化碳气体含量超过20毫克/升时,养殖鱼类就会产生气体压力反应,表现为向水面或增氧设备集中,摄饵明显减少。

二氧化碳去除技术:(1)机械设备去除。利用增氧机或曝气设备,在养殖水体中形成上下交换的水流,使水体充分与大气接触,达到分解碳酸,去除二氧化碳的目的。

(2)水力设计去除。在设计过程中,回水管和回水槽间留有一定高度的落差,使水流在回水过程中充分暴露在大气中,分解碳酸,去除二氧化碳。

(3)充氧去除。在水流通过的水道上设置微气泡释放装置,利用气泡相互积累的特性,使散布于水中的二氧化碳与释放的气泡结合,由气泡把二氧化碳带上水面,达到去除的目的。

## pH的调节

pH降低的原因:在工厂化水产养殖系统中,由于鱼类代谢产生的大量氨氮为硝化细菌提供了大量繁殖的生存条件,使得整个系统的管路、设施包括养殖池表面都产生了生物膜。硝化细菌的生长过程中,在消耗氨氮的同时,也产生酸性物质,从而降低了水体的碱度。特别是在有生物处理设备的条件下,pH值降低的就更加明显。pH为7.5的水体,封闭运转三天,pH就会降到6左右。同时,二氧化碳去除不及时彻底,也是pH值降低的一个重要原因。

pH过低,不仅影响养殖鱼类的生长,而且会抑制硝化细菌和亚硝化细菌的活性,使生物处理失去作用。硝化细菌和亚硝化细菌在pH低于7时就会停止生长和繁殖,失去转化氨氮的作用。因此,适时监测和调控pH值是非常必要的。

pH的调整方法:

(1)化学调节,在应用生物处理的系统中,pH的调节只能采用化学调节的办法,可在水体加入Ca(OH)<sub>2</sub>和NaOH的办法调节。所加药量一般为投食率的17%~20%。

(2)臭氧杀菌控制 在不使用生物处理的系统,pH的调节可采用在水中释放适量臭氧的办法,利用臭氧杀死系统各个部分附着的生物,避免微生物的硝化作用。一般臭氧含量在0.1毫克/升,就可以有效杀微生物。

(3)利用反硝化作用 在系统中设置反硝化设备,使反硝化过程产生的碱性物质平衡硝化过程的酸性物质。不过,由于反硝化作用是在厌氧的条件下进行,水产养殖系统很难利用。

工厂化养殖的自动监测与控制工厂化养殖的自动监测与控制自动监测和控制系统是封闭循环式工厂化水产养殖的保证条件。由于养殖密度大,水质变化快,水质控制不好容易引发事故,造成生产损失。自动监测和控制参数主要包括水位、水温、溶解氧、浊度、盐度、pH、电导率、氨氮和硝酸盐等,通过监测和控制这些参数,把水质控制在养殖要求的范围内。

在工厂化循环养殖中,由于冲洗、调节水质等要求,需要一定的水源补充,一般每天补水量约为总水量的10%,因此,应该备有补水水源和水泵。**缘木鱼**

笔者在一线工作过程中发现,很多养殖户喜欢一个产品用到底,比如某种底改产品,某种活菌产品,结果是时有有效果,有时没有效果……

如何科学有效地调节水质,笔者根据多年的观察,谈一些自己的心得。

调水的目的是为了给水产动物提供一个优良的生存环境,池塘中的污染物太多,所有的水质调节出发点就是控制池塘中的直接毒害物质和间接毒害物质的数量在一个比较低的范围内。

池塘中毒害物质分为有机毒害物质、无机毒害物质。如,水产动物的粪便就是有机毒害物质,氨氮、亚硝酸盐就属于无机毒害物质的范畴。

## 毒害物质的复杂性

用一个实例证明,把白酒倒入水里面,人们用肉眼无法分辨白酒在哪里,因为白酒是溶于水的物质;把食用油倒入水里,这时人们就可以用眼睛看到食用油在哪里。

池塘中很多类似白酒这样溶于水的毒害物质,人们无法用肉眼去判断,这就是很多养殖户说水非常好,但是池塘就是出很多问题的症结所在了。

## 水质调节的几种常见方法

化学改底类:这也是行业里最常见的一个手段了,各个动保企业都为养殖户推荐了这类产品,还有很多养殖户养成了定期改底的习惯。所有的底改产品基本上都是以氧化原理来起作用的。但人们在池塘中用底改片是不能起到完全氧化的作用的。打个比方,用底改类的产品,只能将十个碳的有机物处理成两个五个碳的有机物,而此时还没有变成二氧化碳直接被藻类利用,这就叫不完全氧化。所以很多时候底改产品也有自身的局限性,并不是全能的。

生物底改类:真正生物底改是行业内不太常见的产品,也有很多人就把常见的活菌当做生物底改了,这里存在一些误区。真正意义上的生物底改是可以很好地处理底部毒害物质



# 水质调节知多少

的。生物底改是普通活菌经过严格的选育后制成的,生物底改一般都是兼性活菌或者厌氧活菌,比如兼性芽孢和硫化细菌,粪链球菌等是目前生物底改领域比较好的产品。但使用此类产品时也要注意提供一个适合这些微生物生长繁殖的环境。

有机酸、腐殖酸钠类:养殖户基本上把这类产品归类为解毒调水的产品,其作用原理是通过有机酸和腐殖酸钠自身的羧基与毒害物质发生络合反应,改变毒害物质的化学结构后从而降低毒害物质的毒性,很多无机酸充当有机酸的产品是不具备这个效果的。所以这类解毒调水产品侧重是降低有害物质的毒性,并不能把这些物质转化成简单的有机物或者无机物直接被藻类利用。

微生物制剂:活菌制剂也是现在非常流行的,很多养殖户也喜欢用此类产品来调节水质。此类产品的优势是含量非常高,容易在水中出效果,而且对有机物是彻底处理成藻类可以直接

利用的营养物质的。当然,每类活菌自身的侧重点不同,比如光合细菌侧重于处理小分子有机物和无机物,芽孢杆菌侧重处理大分子有机物,硝化细菌处理含氮污染物效果好。

一定要注意,活菌作为有生命体的物质,其生长繁殖也需要比较优良的环境,大部分的活菌更容易在氧化还原电位偏高的池塘中生活。一旦环境太恶劣直接用微生物制剂很可能就不能起到调节水质的作用。

藻类:比较常见的就是最近几年行业兴起的小球藻。

藻类也是池塘中调节水质一个比较好的浮游生物。藻类可以把无机物和一些简单有机物变成藻类蛋白提供给水产动物,而且藻类相比活菌来说是更加高级的微生物,其在池塘中的耐受力 and 适应性是更加强于活菌的,同等数量级的藻类调节水质的能力不会比活菌差,只不过藻类产品目前数量级无法做到活菌那样,其在实际应用中保存也是一个麻烦的问题。而且优良藻类

在污染严重的池塘中生长繁殖很受限,所以人们常说低产养藻高产养菌,但在小龙虾、河蟹以及低密度的鱼类养殖池塘中,使用优良藻类产品来调节水质是非常实用的,经济实惠,而且可以提供饵料蛋白。

吸附剂:这类产品一般使用下去后会使得水质看起来非常清爽,但是无非是将部分毒害物质从水体上面转移到水体底部了,基本上就是治标不治本的一个操作,实用性不算很强。

## 水质调节的三个节点

养殖前期:前期饲料投喂累积不算多,这是优良藻类最好的生存环境,笔者建议选用生物底改降解底部毒素和芽孢、酵母这些活菌来分解大分子有机物成小分子有机物供藻类利用,同时可以配合品质高的小球藻产品,把池塘多余的营养充分利用,维持池塘一个优良的藻相,进而保持一个比较好的水质环境。

养殖中期:可以多用氧化剂改底和生物底改和芽孢、光合、EM菌等搭配使用,条件允许的情况下一般可以第一天使用化学底改把有机物做一个轻度处理,提高池塘氧化还原电位,让微生物更容易在这个环境中生长繁殖,次日使用活菌制剂对毒害物质做一个比较彻底的处理,这个方式是比较合理的。

养殖后期:后期气候不稳,温差大,调节水质以稳定环境为主。笔者建议,以增氧颗粒和氧化底改配合硝化菌、乳酸菌处理污染物比较强的活菌或者像芽孢这样繁殖速度快的活菌,条件允许的情况下可以第一天用增氧颗粒配合氧化底改,次日使用芽孢菌、乳酸菌……这样比较适合后期的活菌,对池塘水质调节做到一个比较彻底的处理。

一定要注意同类产品之间的交替使用,避免某个特定化学成分的产品用到底,避免产生失效性。调水无法完全消除池塘一切的毒害物质,但是尽可能寻求一个可以有效控制池塘毒害物质的方法,水产养殖者要清楚每类产品自身的作用和局限,这样才容易摸索出一套科学有效的调水方式。**董工**文/图



## 何时该用增氧机

正确使用鱼池增氧机,不仅可以大幅度降低增氧机的使用费用,而且还能有效改良鱼池水质,减少或防止鱼病的发生,提高养殖利润。

白天开机,夜晚不开机。白天光照充足,池水中的浮游植物可以进行光合作用产生大量氧气,水体表层溶解氧远高于底层,白天开增氧机可以使池水产生对流,溶解大量氧气的表层水可以交换至下层。晚上池水中的底层水溶氧量高于上层,如果此时开增氧机非但起不到效果,还会对鱼造成危害。

阴雨天的白天不开机。阴雨天地水中浮游植物光合作用较弱,溶解在水中的氧气较少。如果此时开增氧机,只能加速水中氧气的消耗,容易造成鱼池缺氧。

晴天中午和傍晚开机。有的养殖户认为凌晨4点或者中午4点之后开增氧机可以使池水多溶解一部分氧气,但是提前开增氧机会过早消耗池中溶解的氧气,加快夜间缺氧。

晴天有风开机。虽然风有增氧作用,但对池水增氧效果不强,表层的富氧池水很难对流到底部。所以,晴天中午不论是否有风都应开机。

4月~6月鱼池中的鱼不浮头也开机。许多养殖户认为4月~6月水温低,鱼体小,不浮头可以不开机。其实,只要鱼大量吃食、大量排便,水质转坏时,晴天中午就应开机。开机时间长短应遵循炎天开机时间长,凉爽天开机时间短;半夜开机时间长,中午开机时间短;风小开机时间长,风大开机时间短的原则。**博莱**