



## 北京市鲟鱼、鲑鳟鱼创新团队专栏



# 北京市冷水鱼养殖 水体养护技术研究进展

◎文 张默<sup>1,2</sup> 张清靖<sup>2</sup> 贾成霞<sup>2</sup> 刘青<sup>1</sup> 曲疆奇

1. 大连海洋大学水产与生命学院 116023

2. 北京市水产科学研究所 100068

### 一、北京市冷水资源与冷水鱼产业现状

北京山区冷水资源较为丰富，有大、中、小型水库83座，面积1.3万公顷；具备渔业开发潜力的河流有永定河、拒马河、怀沙河、怀九河、潮河、白河及蓟运河等；常年有水且流量稳定的山泉有500多处。冷水鱼养殖业于上世纪80年代开始兴起，并逐步向产业化方向发展。而且，随着京郊旅游休闲的兴起，冷水养殖业逐步与旅游业和餐饮业结合，得到了迅速的发展，成为北京市渔业经济发展的增长点之一，也是促进山区经济发展、使农民脱贫致富的重要途径。在怀柔区等冷水资源丰富的郊区，冷水鱼养殖成为该区渔业乃至农业的支柱性产业。北京市冷水鱼主要养殖品种有虹鳟、金鳟、硬头鳟、哲罗鲑、白点鲑、北极红点鲑、溪红点鲑、银鲑和大西洋鲑等十余个，其中虹鳟和金鳟的产量占全市鲑鳟鱼总产量的90%以上。目前全市拥有冷水鱼养殖垂钓场600余家，流水养殖水面600余亩，鲑鳟鱼年产量超过1600吨，约占全国鲑鳟鱼产量的8.3%；鲑鳟鱼苗种年繁育能力超过2500万尾，全市生产鲑鳟鱼苗种约占全国鲑鳟鱼苗种供应量的50%。北京市冷水鱼养殖产业已经形成完整的产业链，成为拉动京郊沟域经济增长、丰富市民休闲娱乐的新亮点，也是全国重要的冷水鱼种质资源中心。

## 二、冷水鱼养殖水体养护存在的问题

### 1.水质调控能力弱，水体利用率低

目前冷水鱼养殖还是以流水养殖为主，养殖设备简陋，水质调控能力弱、方法少，对循环水养殖技术的应用还比较落后，大多数冷水鱼养殖系统没有应用循环水技术，水资源浪费量大。

### 2.饲养方式粗放，饲料投喂精准度低

我国水产养殖生产方式较为粗放，饲料（或饵料）营养结构的针对性较差，主要依据经验实行定量投喂。养殖对象对饲料的吸收率低，排泄量大。不同养殖对象的摄食行为会影响摄食量，而饲料的经验式投喂使得投放的饲料未被完全食用，直接加剧了对其水体污染。

### 3.减排措施不足，排放无控制

由于冷水鱼养殖用水量大，有效的减排措施很少。一些有条件的养殖企业，利用沉淀池构建生态塘，或养殖低等级的生物，起到了一定的减排作用。我市乃至全国的水产养殖企业总体上还没有真正面临环境保护对排放的限制和压力，除非发生特定水域恶性污染问题，养殖企业的排放不受法律、法规的制约，大部分养殖系统对排放没有限制措施。

## 三、北京冷水鱼养殖水体养护现有技术及应用效果

针对京郊冷水鱼产业发展中粗放式的养殖模式带来大量养殖废水、粪便及残饵的排放，使得养殖效率低、饵料利用率低、水体中氮磷含量高，造成流域水环境恶化等问题，北京市鲟鱼、鮀鳟鱼创新团队科研人员多年来研发并建立了一套集“源头净化—过程消减—尾水深度处理”于一体的冷水鱼养殖水体综

合养护系统。该系统具有成本低廉、运行维护费用低、易于推广应用等显著优势，显著的生态、环境、经济效益，能为北京冷水鱼养殖水体的养护及渔业经济的健康、可持续发展提供了切实可行的解决方案，具有明显技术优势。其核心技术包括以下三大部分：

首先是冷水鱼流水养殖水体的源头净化。由于冷水鱼流水养殖为串联式养殖方式，下游养殖来水即为上游养殖排水，因此以养殖场为单元的源头来水水质净化十分必要。为此，本团队采用生物高效絮凝技术、复合纳米功能陶粒与生物菌种配合处理技术以及生态浮床技术对源头来水进行综合净化处理，为水产养殖提供了清洁水源。生物高效絮凝技术是在进水端的沉淀池入口处，安装一套高效絮凝沉淀装置，对来水进行沉淀处理，解决普通自然沉淀处理沉降效率低的问题。而且，该生物絮凝剂是利用红平红球菌研制出来的，具有絮凝效率高、沉淀速度快、安全性好的特点，不仅能有效去除水中SS、TP、TN，而且对COD的去除效果尤为明显，可以克服无机高分子絮凝剂及合成有机高分子絮凝剂本身固有的缺陷，保证处理后水不受到新的污染。絮凝过程由计量泵自动完成，耗能小，运行成本远远低于常规技术。同时，根据示范点的气候条件及水质，还在前端沉淀池利用生态浮床净化技术对源头水进行处理，本技术选择黄花鸢尾、千屈菜等几种多年生水生植物，植物生长茂盛，景观效果好，对池塘中氮、磷的去除效率高。源头水经絮凝沉淀和生态浮床净化处理后，进一步采用载有生物菌的复合纳米功能陶粒进行净化处理。利用从现场旁路河道采集到的本土菌种，经分离、纯化、驯化、扩增后，制成高浓度菌剂，然后将其植入到复合纳米陶粒的微孔中，组成快速渗滤箱，将其安装在沉淀池出口

处，完成对水质的净化。复合纳米功能陶粒与生物菌种配合处理技术不仅能明显降低水体中COD等污染物含量，提高水体的DO，而且具有净化速率快、效率高、材料能自洁等优点。经上述三种技术综合处理后，沉淀池中TP、TN、COD和SS的去除率分别达到68.8%、89.3%、75%和88%，出水达到渔业水质标准，满足下游养殖安全用水要求。

其次是流水养殖水体的过程消减。该部分主要包括两大技术，一是通过健康养殖增加内源性营养源的利用率，减少氮磷等的流失，针对目前沟域养殖的鮀鳟鱼类品种品质退化，饲料利用率低，生长速度缓慢，苗种抗病能力低下等问题，通过对养殖品种筛选、种群调控、投饵与摄食、病害防控、鱼类营养需求以及不同饲料的转化率等方面的研究，总结出了一套适合北京山区沟域鮀鳟鱼健康养殖的技术规范。通过健康养殖模式的建立，在提高养殖鱼类的品质的同时，提高内源性营养源的利用效率，减少氮磷等的流失。投喂新型强化饲料的养殖鱼类的增重率由原来的84.1%提高到94.1%，饲料系数由1.08下降到0.98。二是通过构建河道型表流湿地系统，对进入河道中的悬浮物、有机物、氮、磷等污染物进行过滤、吸附、沉淀、离子交换、微生物同化分解和植物吸收，有效降低水体的污染负荷，最大限度地减少和控制养殖过程的水质污染。根据当地气候、土质和水质等环境条件，选择水生植物品种为芦苇、水葱、黄花鸢尾、菖蒲和千屈菜等多年生植物，其长势旺盛，种植后可自发生长，景观效果好，而且能有效去除进入河道的悬浮物、有机物、氮、磷等污染物，同时具有成本低，基本无需维护的优点。经人工表流湿地处理后，河道中TP、TN和COD的去除率分别达到26.4%、19.3%和35%。

最后是通过生态多功能净化塘进行深度净化处理。生态多功能净化塘是将排入的养殖和生活污水利用塘中设置的生态浮床、碳素纤维生态草和太阳能动水机形成的复合处理技术进行深度净化处理。生态浮床以高分子材料等为载体，持久耐用，可以直接利用现有水面，不需另外占地，种植黄花鸢尾、千屈菜等几种多年生水生植物，第二年可自发生长，且长势明显优于种植当年，对池塘中氮、磷的去除效果也进一步提高。碳素纤维生态草净化技术则因其具有极大的比表面积（1000m<sup>2</sup>/g）和高度的生物亲和性，在水体中其表面能快速形成活性生物膜，利用生物膜中微生物的新陈代谢分解水中的污染物，净水效率高，克服了水生植物种植水位限制和气候影响大的缺点。太阳能动水机是以太阳能作为动力的浮体式水质净化装置，能够大面积、持续性地让水体产生上下层对流，让水体快速循环，起到增加溶氧、净化水质、激活生态系统功能的作用，解决静止水体易恶化的问题，系统运转无电耗，经济安全。经多功能净化塘处理后TP、TN和COD达到达到淡水池塘养殖水排放要求，实现了流水资源的高效安全利用。

应用实践表明，这项技术系统实现了以单一山区流水养殖场为单元源头来水净化，养殖过程内源性污染物控制和利用，以及下游出水的污染物的深度净化处理，实现了达标排放。该系统具有成本低廉、运行维护费用低、易于推广应用等优势，为京郊山区冷水鱼养殖产

业的健康发展提供了技术支撑。

#### 四、冷水鱼养殖水体养护下一步发展方向

##### 1. 加强对冷水鱼养殖废水处理与资源化循环利用的基础与应用技术研究

目前，北京山区冷水鱼养殖面临冷水资源过度和无序利用，养殖废水任意排放对相关河湖的环境压力加大，因此，需要研发并集成相关废水处理技术；同时，开展养殖废水资源化循环利用技术的研究，大力发展循环水养殖技术可以大大减少养殖废水的排放。研



究表明，循环水养殖的水体利用率为0.2m<sup>3</sup>/kg，比池塘养殖的10m<sup>3</sup>/kg~15m<sup>3</sup>/kg和换水型工厂化养殖的180m<sup>3</sup>/kg~279m<sup>3</sup>/kg高出许多。近年来，许多冷水鱼养殖受水源不足的影响，对发展循环水养殖技术提出了迫切的要求。我市一些地区的冷水鱼养殖水源不足，一些地区的养殖场因水域污染或旱灾的影响，常受缺水的威胁，都需要发展循环水养殖技术。

##### 2. 加强对不同鱼类专用饲料的开发力度，开展冷水鱼饲料精准投喂技术研究

由于北京冷水鱼养殖品种相对较多，不同鱼类对饲料的营养需求有一定差异，而目前对相关冷水鱼的营养与饲料的基础性研究缺乏，不同冷水鱼饲料缺乏营养需求标准，饲料营养不平衡，导致生产性能较差，饲料利用率低，进入水体的营养物质对水体环境污染较大。同时，冷水鱼饲料投喂技术虽然较成熟，但投喂模式仍是经验型定量投喂模式，需要加强冷水鱼饲料精准投喂技

术研究，以减少饲料投喂量，降低饲料成本，提高饲料利用效率。研究表明，运用精准投喂技术，与经验型定量投喂相比，可以节省20%~30%的饲料用量。换言之，提高饲料营养效率，采用精准投喂技术，可以减少养殖排放30%以上。

##### 3. 加强水资源保护的立法与执法监督工作

随着社会的进步和经济的发展，人们对水产养殖的排放问题越来越关注，国家相关部门和一些地方管理部门已

经开始对养殖企业的排放提出了要求。因此，增强养殖系统的减排能力、控制富营养物质排放是冷水渔业养殖生产方式转变的必然趋势。北京应该陆续出台水资源保护的相关技术细则加强对水产养殖废水排放的指导，同时，进一步加强执法监督力度，保障冷水渔业资源得到合理、有序、可持续的开发利用。



（北京市鲟鱼、鲑鳟鱼创新团队）