

浅谈输水工程中淡水壳菜监测与防治

薛 震

南水北调中线干线工程高元管理处 河北石家庄 050000

摘 要：淡水壳菜 (*Limnoperna fortunei*) 是自然河流的滤食性底栖动物，极易进入输水工程通道，在输水结构上高密度附着生长，造成生物污损，降低输水效率，威胁工程运行。文章通过介绍淡水壳菜的生态学特性，分析生物污损对输水工程的不利影响，总结目前已采取的防治措施及评估效果，提出深入开展生物污损风险评估及系统定量研究，建立水动力水环境模型系统，模拟工程全线不同运行工况下的流速分布，结合水质及幼虫实时监测结果，模拟水质及淡水壳菜附着的时空分布，实现智慧水务监测预警等管理对策，为输水工程运行管理提供科学的数据参考。

关键词：淡水壳菜；输水效率；水质；监测

Discussion on monitoring and control of freshwater faggot in water conveyance project

Zhen Xue

High Resources Management Office of South to North Water Transfer Middle Route Trunk Line Project, Shijiazhuang, Hebei, 050000

Abstract: Freshwater faggot (*Limnoperna fortunei*) is a filter-feeding benthic animal in natural rivers. It is easy to enter the channel of water transmission engineering, adhere to the water transmission structure in high-density growth, causing biological contamination, reduce the efficiency of water transmission, and threaten the operation of the project. This paper introduces the ecological characteristics of freshwater flagella, analyzes the adverse effects of biological fouling on water transmission projects, summarizes the prevention and control measures taken at present, and evaluates the effect. This paper proposes to carry out an in-depth assessment of biological fouling risk and systematic quantitative research to establish a hydrodynamic water environment model system. The velocity distribution of the whole engineering line under different operating conditions was simulated, combined with the results of water quality and larvae real-time monitoring. Simulation of water quality and the spatial and temporal distribution of freshwater faggot attachment, to achieve intelligent water monitoring and early warning management countermeasures, to provide scientific data reference for the operation and management of water transmission projects.

Keywords: *Limnoperna fortunei*; Water transfer efficiency; Water quality; monitoring

前言

淡水壳菜，又名沼蛤，双壳纲，贻贝科。淡水壳菜的外形近似三角形，壳质坚硬且薄，其分泌的足丝会附着在其他物体之上，通过纤毛运动将水中的浮游生物加以提取。其生长发育的过程主要经历幼虫、幼贝和成贝三个阶段，在其生存的过程中，藻类可以为其提供充足的营养。在流速相对较缓的水体之下，淡水壳菜可以稳定生存，由此证实了水流条件和藻类含量等对其产生的重要影响，这也是与之存在密切联系的重要元素。淡水壳菜具有着群居特性，而正是因为这样的特征，使得供输水工程的稳定运行备受干扰，所以调水工程中还要详细分析淡水壳菜的位置，以便更好的防范其负面影响。考虑到调水工程主要是提供丰富水源，所以在淡水壳菜附着到关键位置时，将会直接影响到工程项目的运行时效，也会埋下诸多安全隐患，导致整个生态系统失去平

衡。基于此，应该积极关注淡水壳菜的入侵情况，还要科学的分析相关项目基本运行需求，促使着整体的维护措施更加到位，让区域供水趋向稳定，保障生态系统的安全。

现阶段，淡水壳菜的防治需要从不同方面落实行动，实际行动可以从三个方面加以推进，分别是早期监测和预警机制、扩散过程和污损防治、物种对新栖息地的适应防控。在常规方法的运用中，若是始终沿用单一的手段，将无法获取实际的成果，甚至阻碍输水渠道的长效性。即便工程中采用了多种防治措施，但是简单的叠加也难以提升具体成效，需要高度重视淡水壳菜防治方法的融合趋势，制定出更为可靠的综合防治方法，使其发挥出基本价值。

一、淡水壳菜的生活习性

淡水壳菜原产于东南亚国家的淡水湖泊，一般依附

于出口，常常通过远洋商船体带到其他国家港口。若是条件相对适宜的区域，可以实现大量的繁殖，通过相应的渠道扩张至内陆。应该关注淡水壳菜的实际生长状态，在幼虫变态附着之后，往往是通过一些其他的途径获取生长条件，其他生物也可对其产生直接影响，比如低等动物等。丰富的食物来源让其拥有了迅速繁殖的条件，通过适当的生长环境，使其更好的展示出生命力，由此将水体加以改变。正是因为淡水壳菜本身可以将水质加以改变，同时还能推动沉积物有机物的迁移，在适当的繁殖环节，应注重具体情况，以便采取合理的措施加以干预。淡水壳菜也易受到外界因素的干扰，比如盐分以及水分等等，若是未能将其合理控制，将会产生严重后果，整体效果不佳。在南美地区，淡水壳菜更适合在 $14 \sim 32.6^{\circ}\text{C}$ 的水温下生存，pH 范围 $6.2 \sim 7.4$ ， Ca^{2+} 浓度 3.96mg/L ，水中盐度一般低于 3pus 。若是水温发生明显变化，将会直接干扰其新陈代谢，最终影响到生长效果。但是也因这种特殊性，使得耐干燥能力更加明显，想要稳步提升其生长质量，就要从多个方面详细分析。淡水壳菜对盐度表现出的适应能力较强，不管是过高还是过低，都会直接影响其生长和繁殖，所以需要重视细节。幼体时期表现出的光度反应格外明显，如果是弱光下分布相对均匀，则会在强光中呈现出移动状态，最终导致幼虫死亡。

二、附着特性

淡水壳菜幼虫一旦拥有了附着条件，则会经历一定附着之后进入到特定模式下，不稳定附着的阶段，还会呈现出幼虫的不同生长态势，整体的效果可以通过体积反映出来。通常需要依照具体的体积大小判断基本情况，以便更好地分析出应对方案，让淡水壳菜可以稳定生长。对于已经附着的淡水壳菜，一般生长体长大于 3mm 时开始分泌足丝，通过相应的渠道附着在建筑结构壁面上。淡水壳菜还能展示出一定的偏好性，若是适宜的环境下，其能够更好的青睐土工布材料，表现出的附着倾向更为明显，但是也会对竹排材料表现出浓厚兴趣，整体的效果较为理想。

3.1 当淡水壳菜侵入到相应的输水结构时，一般可以呈现出不同的状态，相应的结构变化和密度等发生显著变化，需要根据具体的波动状态加以分析，以便判断出附着成效；

3.2 如果输水面平均流速始终保持在 1.2m/s 以上或短期输水流速达到 2.0m/s 时，都可将淡水壳菜的附着加以抑制，整体的效果相对理想；

3.3 淡水壳菜附着密度越高，足丝可以表现出一定的腐蚀效果，尤其是对结构壁面产生一定的影响。当结构表面腐蚀坑越深的时候，则会产生相应的成效，基本的腐蚀状态也会发生变化，需要根据具体情况判断。

三、危害

4.1 降低工程输水能力。通过监测分析工程泵站得到，淡水壳菜的聚集使管道粗糙率增大了 35% ，输水能力降低了 17% 。脱落个体可随水流移动，易在通道转折处或分水口处沉积，严重时堵塞输水通道。

4.2 影响工程和机械运行安全。淡水壳菜新陈代谢产物引发的化学腐蚀和足丝附着的物理侵蚀会导致输水通道混凝土保护层胀裂、剥落；闸门、拦污栅以及水轮机叶片等重要水力机械处的附着滋生，容易造成监测数据收集不准确、机械无法正常启用等潜在危险。

4.3 污染水体环境。淡水壳菜代谢消耗溶解氧，排出氨氮和营养盐，增大了水体富营养化风险，死亡的个体腐烂、发臭，污染水体，同时又易催生真菌和细菌，加剧水质恶化。

4.4 破坏原有生态系统平衡。作为入侵物种的淡水壳菜，威胁蚌类等宿主生物的生存，会改变某些生物特别是以藻类和淡水壳菜为食的鱼类的食性，严重时甚至可导致宿主生物死亡，种间竞争生物被取代，威胁本地生物生存。

4.5 供水及冷却水系统中的多个组成部分都可附着淡水壳菜，如水泵以及闸门等等，这就使得相应的设备出现堵塞问题，金属结构也发生腐蚀情况。在相应的设备出现问题后，整体的生产会受到影响，经济效益水平明显降低，安全隐患频现，例如巴西 Parana 河及其支流上至少 33 座电站因为淡水壳菜生物污损，闸门结构难以启动，出现了严重的停机事故。

4.6 淡水壳菜在增殖环节还会对水生生态系统产生影响，除了可以将水体中的底栖生物群落结构加以改变外，也能阻碍水生食物链的传递。比如滤食作用的出现可以将生物密度加以转变，还会引发软体动物窒息死亡等，造成动物区间差异性。若是偏好淡水壳菜的鱼类受到其影响，则会将其原有的食性加以转变，使得整体的捕食效率明显降低，还会失去平衡。总而言之，应该重视淡水壳菜的整体状态和负面影响，要通过适宜措施进行处理，保证相应的成效更为突出，解决世界性难题。此外，还要关注输水管道的正确控制途径，让相应的问题得以解决，避免出现更加严重的后果。

四、壳菜的监测

调水工程中对于壳菜的研究目前缺乏足够的监测数据，对于壳菜的防治应从三方面进一步进行研究和分析，主要为早期的监测和预警机制、扩散过程及污损防治原理与技术、物种对新栖息地的适应的防控。

淡水壳菜的生长还受外界环境条件如温度、盐分、光照、水质等的影响。按照其生活区环境水温为 $14 \sim 32.6^{\circ}\text{C}$ ，pH 范围 $6.2 \sim 7.4$ ， Ca^{2+} 浓度 3.96mg/L ，水中盐度一般低于 3pus 。

4.1 重点水质的监测

按照水温，调水工程在 7 月 -10 月为水温重点时期。按照水质控制，对输水水体的 pH 值和氮氧化物浓

度进行重点监测,同时按照流速进行分析。

调水断面的选择,调水断面以中国南部地区特别是长江流域区域为重点监测,对中国北部特别工程,如管道、渡槽、电站或泵房等重点地方进行监控。

4.2 采用先进仪器进行监测

调水工程受输水工程性质,采用水下机器人、红外脉冲波或水下探测仪器进行监测,按照工程部位、工程属性(渠道、倒虹吸、渡槽)、工程水文等进行全面分析。

4.3 建立早期的预警机制

对监测发现的壳菜发展,建立科学准确的预警机制,通过数据分析和比对,进行有效分析和预判,及时有效采用防治措施,避免突发事件的发生。可基于水源工程的运行工况,应该适当的搭建起完善系统,让相应的流速分布更为可靠,依照水质和幼虫进行实时监测与分析,模拟时空分布的状态,促使着智慧水务监测预警的效果更加理想。

五、壳菜的防治

借助于常用手段,可以清楚分析当前的实际情况,但是因为单一的防治方法无法发挥出实际作用,甚至会对输水渠道的长效性产生干扰,还需注重方法的统一性和整合效果,保证实际效果达标。工程中若是运用了多种防治措施,但是也不能简单的将其叠加,还需适当的融合,在创造性整合下发挥出综合防治方法的优势。

5.1 设计理念

淡水壳菜的防治属于系统性工作,为了将相关方法的价值体现出来,应该重视工程实际,还要促使不同方法间的优势互补。调水工程涉及到的任务繁多,整体的任务量较重,考虑到工程线路长等特点,可以将不同区段的特征加以控制,让其发挥出实际利用价值。探寻工程条件下的防治方法时,要分析工程特征,还要考虑全线区段情况,保证化学方法、物理方法等密切融合,打造出完整的链式反应机制,促使着功能优势互补,展示出单点作用的同时,也让渠道系统性更加明显,强化防治实效,实现效益最大化目标。

5.2 多级分段防控法

多级分段防控法的设计思路要结合区域情况分析,还要选择适宜的防治措施,展示出不同举措的功能,确保防空网全面覆盖。

多级分段防控法涉及到两种表现的方式,水源段一般可以展示出生物防治的具体价值,在适当的放养经济鱼类的时候,可以及时构建起竞争关系,避免出现大量繁殖的问题。借助于相应的化学药剂,可以适当的起到灭杀防控成效,整体成果显著。在新设的通道中,通过适宜的措施优化具体措施,保证相应的质量达标,也能更好的推进后续工作。取水口段设置好相应的滤网,能够直接截留成体和幼虫,避免出现更多的侵入问题;在出口段可以通过物理截留的措施,让淡水壳菜更好的进入到后续系统内,以满足实际需求,避免出现安全隐患。

从水源地到用水地,可以运用多种措施加以实践,比如附着沉降以及捕食竞争等,均能控制好实际的侵入量,也能降低其危害性。

5.3 集中分区防控法

“集中”意为选取工程的某一特征处作为控制段,“分区”则是在控制段中细化出不同的功能区,整体的效果明显。结合具体需求,不同防治方法的融合可以展示出集中效力,因此被称作“集中分区防控法”。

5.4 方法比较

多级分段防控法主要是表现出适应性,可以让全程控制更加到位,同时也能展示出常规防治方法的价值,确保互补增强效果更加显著。这种方法涉及到的范围极为广泛,整体的调控难度明显,极易面对不同考验,应该重视针对性措施,防范滋生问题。

集中分区防控法简单实用,依照不同情况进行适当的安排,可以让功能区展示出集中效力,提升管理的实效性。此外,对于工程项目和水质安全也不会产生负面影响,由此展示出物理方法的价值。但是考虑到功能区的集中问题,超声波的防护要求极高,需要重视一些专业标准,采取可靠途径加以控制。

两种方法形式上有着明显差异,但是功能特点相似,除了可以防范侵入之外,也能更好的实现防治结合的目标,效果较为突出。

六、结语

综上所述,工程条件相对理想且水生生物没有严格的要求时,集中分区防空方法的优势格外突出,应该将其加以利用;在工程沿线地形条件不允许的情况下,多级分段防控法展示出因地制宜的特征,所以还是要进行实际的论证,对比不同方法的优劣。

参考文献:

- [1] 董军,庄美琪.2005.长距离大流量输水管涵贝类防除研究[J].中国农村水利水电,(3):73—77.
- [2] 关芳,张锡辉.2005.原水输送涵管中贝类代谢特性研究[J].给水排水,31(11):23—26.
- [3] 李代茂.2009.淡水壳菜对输水建筑物输水能力的影响研究[J].给水排水,35:94—96.
- [4] 李名进,苏学敏.2007.长距离输水管涵贝类生长成因分析及防除对策[J].人民珠江,(3):29—34.
- [5] 刘丽君,尤作亮,罗凤明等.2006.封闭缺氧法杀灭和去除管道中的淡水壳菜研究[J].中国给水排水,23(3):40—43.
- [6] 姜康后,刘健.1958.贻贝堵塞管道的防除研究[J].海洋与湖沼,1(3):316—324.
- [7] 刘宁.响应水质型缺水社会需求的跨流域调水浅析[J].中国水利,2006(1):14—19.
- [8] 陈阿江,邢一新.缺水问题及其社会治理:对三种缺水类型的分析[J].学习与探索,2017(7):17-26.

[9] 高媛媛, 姚建文, 陈桂芳 等. 我国调水工程的现状与展望 [J]. 中国水利, 2018(4):49 — 51

作者简介: 薛震 (1976 年 8 月生), 男, 大学本科学

历, 高级工程师, 现从事南水北调中线干线输水工程运行管理, 主要工程维护、安全生产和水质安全工作管理。