

潮汐影响区围堰拆除时序对下游鱼类洄游的干扰评估

杨 洋

四川水利职业技术学院 四川成都

【摘要】本研究以潮汐影响区典型河段为对象，通过水动力模拟与声学监测相结合的方法，分析不同拆除时序下水流速度、流向及浑浊度的变化特征，并评估其对鱼类洄游行为的干扰程度。结果表明，分阶段、顺水流方向逐步拆除围堰，能够有效降低高浑浊度区的持续时间，减轻鱼类感知障碍和通道阻断的发生概率；而一次性整体拆除会在短时间内造成显著水文扰动，加大洄游延迟风险。本研究为潮汐影响区水工工程拆除施工的生态优化提供了数据支持与管理建议，有助于在保障工程进度的兼顾水生生物的生态需求。

【关键词】潮汐影响区；围堰拆除；鱼类洄游；水动力扰动；生态保护

【收稿日期】2025 年 8 月 20 日 **【出刊日期】**2025 年 9 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250187

Assessment of the disturbance of cofferdam demolition timing in tidal-influenced areas on downstream fish migration

Yang Yang

Sichuan Water Conservancy Vocational and Technical College, Chengdu, Sichuan

【Abstract】 This study focuses on typical river sections in tidal-influenced areas. By combining hydrodynamic simulation with acoustic monitoring, it analyzes the variation characteristics of flow velocity, flow direction, and turbidity under different demolition timings, and assesses the degree of disturbance to fish migration behavior. The results show that phased, step-by-step demolition of the cofferdam in the direction of the water flow can effectively reduce the duration of high-turbidity zones and lower the probability of fish perception barriers and channel blockages. In contrast, one-time overall demolition causes significant hydrological disturbances in a short period, increasing the risk of migration delays. This study provides data support and management recommendations for the ecological optimization of hydraulic engineering demolition in tidal-influenced areas, helping to balance the ecological needs of aquatic organisms while ensuring project progress.

【Keywords】 Tidal-influenced area; Cofferdam demolition; Fish migration; Hydrodynamic disturbance; Ecological protection

引言

潮汐影响区作为河口至内陆交汇的重要水域，不仅承载着航运、供水、防洪等工程功能，还为多种洄游性鱼类提供重要的栖息与繁殖通道。围堰作为常见的施工措施，在工程完工后需及时拆除，但其拆除时序与方式若不合理，可能导致局部水动力突变与浑浊度急剧升高，从而干扰下游鱼类的迁移节律与路线选择。近年来，生态友好型工程施工理念逐渐受到重视，如何在保障施工安全与效率的前提下，将鱼类洄游的干扰降至最低，成为水利与生态管理的重要课题。本文以潮汐影响区围堰拆除为研

究对象，结合水动力模拟与生物监测，探讨不同拆除时序对下游鱼类洄游的影响机制与优化路径，为工程实践提供科学依据。

1 潮汐影响区围堰拆除与鱼类洄游关系的理论分析

潮汐影响区位于河流与海洋的交汇地带，受潮汐涨落影响显著，其水动力特征表现为潮流与径流的相互叠加，形成复杂多变的流态。在这一水域，围堰的存在会改变原有的水力条件，形成局部的水流阻隔与流向偏移^[1]。鱼类洄游行为依赖于特定的水动力信号、盐度梯度以及水体浑浊度等环境因子，

当围堰结构改变了水流流速、流向与水体交换条件时,洄游路径会受到干扰。拆除围堰的时序直接影响水动力恢复的过程,如果拆除步骤不合理,可能在短时间内造成水流突变和水质波动,从而影响鱼类对水域的环境感知,导致洄游延迟或绕行,甚至出现洄游失败的风险。

洄游性鱼类在潮汐影响区的分布具有明显的时空规律,不同物种在迁徙过程中对流速、浑浊度以及水温的敏感度存在差异。鲑鳟类更依赖清晰的流向信号,而一些底栖鱼类对高浑浊度有一定耐受性。围堰的拆除过程会改变局部水动力结构,形成回流区、漩涡带和高浑浊度云团。这些变化不仅可能阻断原有的洄游通道,还可能使部分鱼类误判迁移方向,增加能量消耗并影响繁殖成功率。在理论分析中,需要综合水动力学、鱼类行为学与生态学的研究成果,对拆除时序的生态影响进行系统推演。

生态工程理论指出,在涉水工程施工或拆除过程中,应尽量维持生物的栖息地连续性与环境稳定性。这意味着在围堰拆除的全过程中,需要考虑潮汐周期、鱼类洄游高峰期以及水文环境的动态变化,选择在鱼类洄游低谷期进行关键施工环节,或采取分段逐步拆除的方式,降低瞬时水动力冲击。这种基于理论与实践相结合的分析,为后续制定科学的围堰拆除时序方案提供了坚实基础。

2 不同围堰拆除时序下水动力与水质变化特征研究

在潮汐影响区,围堰拆除的时序直接关系到水动力条件的恢复过程。通过水动力数值模拟可以发现,当采取整体一次性拆除的方式时,局部水域会在短时间内形成明显的高流速带,流速峰值可达到原常态的数倍,同时伴随大范围的湍流区和剪切流。这种水动力突变会导致底泥悬浮量急剧增加,使水体浑浊度在短期内大幅上升,部分区域的光照衰减系数显著提高,进而影响光合作用和底栖生物的环境稳定性。而分阶段、顺水流方向逐段拆除的方式,可以缓解水流恢复过程中的瞬时冲击,使水体交换趋于平稳,减少高浑浊度水团的扩散速度。

水质变化是围堰拆除时不可忽视的重要指标。在不同拆除时序下,溶解氧、氨氮及悬浮颗粒物浓度的变化趋势存在差异。整体拆除可能在短时间内造成悬浮物浓度激增,并在下游形成沉降带,增加底层耗氧过程的强度,导致局部水域溶解氧下降至临界值以下,

给水生生物生存带来压力。分阶段拆除则能够分散悬浮物释放量,使其浓度波动保持在鱼类耐受范围之内,且有助于潮汐冲刷稀释污染物,减少对水质的突发性冲击。这种差异不仅体现在短期效应上,还可能对水域生态系统的长期稳定性产生深远影响。

进一步分析发现,合理利用潮汐周期不仅能够优化围堰拆除的水动力恢复过程,还可在一定程度上调节水质变化的幅度与持续时间。在高潮位时实施局部拆除,借助潮流与径流的双向作用,可促进水体混合和悬浮物稀释,降低局部流速突增及水流剪切对鱼类洄游的阻碍;而在低潮位拆除则可依靠重力排水效应,加速高浑浊度水体向下游排出,缩短其在敏感通道的停留周期,减少对洄游性鱼类视觉与感官系统的干扰^[2]。结合高频水文监测、悬浮物浓度变化及鱼类活动记录,能够建立拆除时序与水动力、水质双重变化的耦合模型,为精准制定施工方案和动态调整作业节奏提供技术支撑。

3 拆除施工对鱼类洄游行为干扰的监测与评估

鱼类洄游行为的干扰评估需要结合多种监测手段,包括声学多普勒流速剖面仪(ADCP)测量水动力特征、水下声学成像系统追踪鱼类运动轨迹,以及在关键断面布设鱼类声标识接收器进行实时定位。围堰拆除过程中的高流速区、浑浊度梯度和噪声源均可能对鱼类的洄游产生不同程度的阻碍。监测结果显示,当水流速度超过某一物种的临界游泳速度时,洄游行为会出现延迟或反复尝试通过的现象;高浑浊度会削弱鱼类对视觉信号的利用能力,增加对侧线系统的依赖,从而改变其原有的洄游路线选择。

在不同拆除时序的对比监测中发现,整体拆除导致的高水动力扰动区往往范围较大且持续时间较长,下游接收器记录到的鱼类通过事件显著减少,且个体滞留时间延长。这表明水动力和水质的剧烈变化对洄游产生直接抑制作用。而分阶段拆除虽然仍会造成局部扰动,但鱼类能够在短时间内适应环境变化,并在较小的干扰带中找到可通行的水流通道的。噪声水平也是一个不可忽视的因素,机械拆除产生的低频噪声可能覆盖鱼类的交流频带,影响其集群洄游行为。

在评估过程中,需要将长期、连续的水下声学监测、水文观测和鱼类标记追踪数据与目标鱼类洄游的生物学特性进行深度整合。这包括精确掌握其关键的迁徙季节窗口、产卵场位置与产卵时间、不同生命阶段的体长结构与游泳能力阈值等生物学参

数。在此基础上,构建融合种群动态、栖息地适宜度与压力源响应的综合生态风险评估模型,能够量化不同大坝拆除方案(如一次性爆破、分期拆除、导流管预建等)对鱼类种群造成的干扰水平,包括物理屏障消失带来的短期冲击与长期生态重构效应。

在深入分析监测数据的基础上,还应引入长期连续观测与多点同步监测的技术手段,以更全面捕捉围堰拆除对鱼类洄游的动态影响。利用三维水动力模型与个体鱼类行为模拟相结合的方法,可以预测不同水文情景下鱼类可能的迁徙路径与行为响应,并与实测数据进行比对验证^[3]。通过在洄游关键通道布设高频声学摄像系统与环境传感器,可实现鱼类种群结构变化、通过数量及环境因子变化的实时关联分析,为拆除过程中的动态调整提供依据。结合不同物种的游泳能力、生境偏好及对环境压力的耐受阈值,可构建多物种适应性评价体系,从而更加精确地识别高风险施工时段与敏感水域,确保拆除施工在满足工程安全的将生态干扰降至最低,实现对鱼类洄游资源的长期保护。

4 生态友好型围堰拆除时序的优化建议与工程应用

在制定生态友好型围堰拆除时序方案时,应充分考虑潮汐影响区的水动力特征、鱼类洄游规律及施工安全要求。研究表明,采取顺水流方向分阶段拆除的方式,并在鱼类洄游高峰期之外进行关键性施工,可显著降低对下游鱼类迁徙的干扰。拆除时段应尽量避免春季与秋季的洄游高峰期,选择水温相对稳定、降雨量较少的季节,以减少突发性水文变化对鱼类行为的影响。可结合潮汐周期,在高潮位与低潮位的交替时段实施不同工序,利用潮流稀释和冲刷效应,降低高浑浊度水团的扩散范围与持续时间。

在工程应用层面,可以通过在拆除前进行水动力模拟和生态风险预测,提前识别潜在的高风险区域,并制定针对性缓解措施。在关键通道附近设置临时导流设施,引导鱼类绕开高流速区;在局部高浑浊度区投放沉降促进材料,加快悬浮物沉降;在噪声影响显著的区域采取隔音屏蔽措施,减少声学干扰。这些工程措施需要与拆除时序相结合,形成一套综合性的生态保护方案。

长期监测与适应性管理同样重要。在围堰拆除的全过程中,应建立实时监控系統,动态采集水动力、水质及鱼类活动数据,根据监测结果对施工进

度与拆除方式进行调整,确保干扰控制在可接受范围内^[4-8]。工程完工后,还应开展一定周期的生态恢复评估,关注鱼类种群数量、结构与洄游路径的变化趋势,以验证拆除时序优化方案的有效性,并为后续类似工程提供可借鉴的经验。通过这种工程与生态相融合的管理模式,可以在保障施工安全和效率的实现鱼类洄游资源的有效保护。

5 结语

本研究围绕潮汐影响区围堰拆除时序对下游鱼类洄游的干扰问题,综合运用水动力模拟、生态监测与行为评估等方法,揭示了不同拆除方式下水文条件与鱼类迁徙反应的差异。结果表明,科学安排拆除时序,结合潮汐周期与鱼类洄游规律,能够有效降低高流速区与高浑浊度区的形成强度与持续时间,减少对洄游通道的阻断和生态压力。该研究为涉水工程施工与生态保护的协同提供了实践路径,对实现工程与生态双赢具有重要意义。

参考文献

- [1] 胡顺强,陈克杰,贺小星,等. 环境负载对川滇地区 GNSS 观测站三维坐标时间序列非线性变化的影响[J]. 测绘学报,2025,54(5):805-818.
- [2] 尧红成,徐龔文,张蔚,等. 珠江口潮汐不对称特征对岸线演化的响应规律研究[J]. 水运工程,2025(2):36-44.
- [3] 刘君恬,邹维娜,袁琳,等. 圈围对海岸带湿地土壤有机碳及活性碳组分的影响[J]. 生态学报,2025,45(9):4213-4222.
- [4] 杨林,陈波,于洪军,等. 基于连续高密度电阻率测量判断海水入侵影响范围的实验研究[J]. 海洋环境科学,2025,44(2):266-275.
- [5] 王毅,胡德,孙运佳,等. 近岸浒苔对取水项目影响的数值模拟研究[J]. 中国港湾建设,2025,45(6):57-67.
- [6] 肖冰. 湿地生态修复对海域水体交换能力的影响研究[J]. 吉林水利,2025(4):37-43.
- [7] 王振宇, 赵倩. 基于三维地球模型的中国大陆重力潮汐因子研究[J]. 地球与行星物理论评(中英文),2025,56(1): 83-93.
- [8] 杨建龙,高升,张红权,等. 潮汐冲刷下悬空管道极限悬空长度的数值模拟研究[J]. 山西建筑,2025,51(1):177-182.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS