

与运行泵组共用管路系统，通过全自动切换阀实现无缝切换，切换时间短。备用泵组采用热备用模式，保持低速空转，确保紧急启动时可快速达到额定转速。应急储能系统采用锂电池储能模块，储能容量满足核心设备长时间满负荷运行需求，配备双向变流器，可实现电网供电、储能供电的自动切换。当极端海况导致电网停电时，储能系统可在极短时间内切换供电，保障泵组和控制系统的连续运行。为提升冗余系统的可靠性，采用双母线供电架构，两条母线相互独立，分别连接不同的电网线路，同时配备柴油发电机作为三级应急电源，确保极端情况下动力供应不中断。

3.4 构建复合腐蚀防护体系

极端海况下，海水腐蚀加剧，海水取水系统密封失效风险大幅提升。需从主动防护、被动防护两个方面，构建复合腐蚀防护体系，保障系统的密封性。

主动防护方面，将阴极保护技术作为主动防护手段，基于不同部位的腐蚀环境，采取差异性的防护方案，有效抑制电化学腐蚀。取水口、海底管道等部件，长期浸泡于海水中，腐蚀风险较高。可将牺牲阳极阴极保护、外加电流阴极保护两种保护方式结合起来。牺牲阳极采用锌-铝-镉合金，以焊接的方式，将阳极块固定在结构表面，使阳极与被保护金属形成电偶。外加电流系统由恒电位仪、辅助阳极和参比电极组成，恒电位仪根据参比电极监测的电位数据，自动调节输出电流，将被保护金属的电位控制在合理范围。设备、管道位于泵舱内，整体腐蚀风险相对较低，易出现局部腐蚀现象。可采用强制电流阴极保护系统，辅助阳极布置在舱底

和墙壁，形成均匀的电流场。

被动防护方面，将材料升级与涂层工艺优化作为被动防护手段。针对不同部位工况、腐蚀风险，选用专用材料，提升密封件性能。举例而言，氟橡胶材料耐海水腐蚀温度范围广、压缩永久变形率低，可用于泵组机械密封。添加玻璃纤维的聚四氟乙烯抗压强度高，在高温、高盐环境下可长期使用而不老化，可用于管道法兰密封。涂层系统采用三层结构：底漆、中间漆、面漆，底漆选用含锌量高的环氧富锌底漆，提升阴极保护能力，中间漆选用环氧云铁中间漆，增强涂层的屏蔽性和附着力，面漆选用具有优异的耐候性、耐腐蚀性、抗冲击性的氟碳面漆。

4 结语

极端海况严重威胁海上换流站海水取水安全，易引发结构损伤、设备故障与水质问题。对此，需从优化取水系统结构、强化过滤和预处理、提高泵组和动力系统防护能力、构建复合腐蚀防护体系等方面采取好策略。

参考文献

- [1] 温志文, 刘昊霖, 贾科, 等. 风电接入海上换流站的交流汇集出线高速保护[J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(12): 4775-4786.
- [2] 熊根, 梁富胜, 李欣. 大型海上换流站运输及浮托安装数值分析和风险研究[J]. 海洋工程装备与技术, 2023(03): 1-12.
- [3] 刘戩, 刘刚, 漆召兵. 海上换流站的控制方法研究[J]. 科学与信息化, 2024(05): 119-122.
- [4] 雷林. 浅谈海管立管腐蚀缺陷修复关键技术及质量控制措施[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2024(9): 0096-0098.

Study on Water Conservancy Ecological Environment Protection from the Perspective of Water Affairs Integration

Haojun Zhao

Xinwu District Housing and Urban-Rural Development Bureau (Water Resources Bureau), Wuxi, Jiangsu, 214000, China

Abstract

With the deepening of ecological civilization construction, water ecological environment protection has evolved from single pollution control and engineering restoration to a new phase of coordinated governance encompassing “water resources, aquatic environment, aquatic ecology, and water security”. This paper begins by defining the connotations of water affairs integration and water ecological environment protection, analyzes the limitations of traditional water ecological conservation management, and proposes implementation pathways for water ecological environment protection from four perspectives: planning coordination, management integration, technological support, and institutional safeguards. The aim is to provide theoretical references for establishing a systematic, efficient, and sustainable water ecological conservation system.

Keywords

Water Affairs Integration; Water Conservancy Ecological Environment Protection; Water Resources Overall Planning; Water Ecological Restoration

水务一体化视角下的水利生态环境保护研究

赵浩钧

江苏省无锡市新吴区住房和城乡建设局（水利局），中国·江苏 无锡 214000

摘要

伴随生态文明建设的深入开展，水利生态环境保护已从单一的污染治理、工程修复过渡到“水资源-水环境-水生态-水安全”协同治理的新阶段。本文从界定水务一体化与水利生态环境保护的内涵入手，分析传统水利生态保护管理存在的局限，再从规划协同、管理整合、技术支撑、制度保障四个方面，提出水务一体化视角下水利生态环境保护的实施途径，旨在为构建系统、高效、可持续的水利生态保护体系提供理论借鉴。

关键词

水务一体化；水利生态环境保护；水资源统筹；水生态修复

1 引言

我国先后实施河湖长制、水资源刚性约束制度、水生态保护修复工程等行动方案，水利生态环境保护成效显著，但仍面临不少系统性难题。水务一体化作为一种新型涉水管理模式，其核心是打破行政与行业分割，将水资源开发利用、水环境治理、水生态修复、水安全保障等职能纳入统一管理框架，实现“全要素、全流程、全区域”的水务统筹。从水务一体化视角审视水利生态环境保护，本质是将生态保护目标嵌入水务管理各环节，通过管理体制的重新整合与治理逻辑的优化，应对传统模式下“生态需求靠后”“治理碎片化”的难题。当前，学术界对水务一体化的研究多聚焦于管理体制变革与水资源配置效率提升，对其与水利生态环境保护的

内在关联探讨尚不充分；而水利生态保护研究多侧重技术方法，缺乏对管理模式创新的全面系统考量。本文聚焦水务一体化的核心特征，全面分析其对水利生态环境保护的支撑功能，构建二者协同的理论逻辑与实施路径，既是对水务一体化理论内涵的拓展，也为解决当前水利生态保护的实际困境提供思路，具有重要的理论价值与实践意义。

2 水务一体化与水利生态环境保护的内涵界定

2.1 水务一体化的核心要义

水务一体化并非单纯的涉水部门合并或管理权力转移，而是以“系统思维”对涉水管理体系的制度与流程进行创新重构，其核心内涵可概括为三个维度：

权责整合维度：打破“条线分割”的行政壁垒，将分散在水利、环保、住建、农业等部门的水资源管理、取水许可、排水监管、污水处理、水环境监测、水生态修复等权责，划归至统一的水务管理主体，实现“一个部门主管水务”，

【作者简介】赵浩钧（1988-），男，中国江苏无锡人，本科，工程师，从事水利、水务一体化研究。

避免权责重叠与监管空白^[1]。

资源统筹维度：以区域水资源禀赋与生态承载能力为依托，统筹生活、生产、生态三类用水配置，将生态基流、水环境容量等生态要素作为水资源调配的硬性约束，实现“开发利用与生态保护”的平衡，而非仅以经济用水需求为导向。

流程协同维度：重构涉水治理流程，使水生态保护目标贯穿水务规划、项目建设、运行监管、绩效评估全流程。例如，在水资源规划中同步明确生态保护指标，在污水处理中兼顾尾水的生态化利用，在水利工程建设中融入生态修复设计，形成“规划-实施-督察-反馈”的闭环协同。

2.2 水利生态环境保护的新时代内涵

随着生态系统理论的深化，水利生态环境保护已突破“污染控制”“工程修复”的传统范畴，形成“系统保护”的新认知，其核心内涵凸显为“三个延伸”：

保护对象从“水体”延伸至“水生态系统”：不仅针对河流、湖泊等水体自身的污染开展治理，更延伸至“山水林田湖草沙”命运共同体中与水相关的生态系统，涵盖河岸带植被、水生生物栖息环境、湿地生态功能等，凸显生态系统的完整性与连通性。

保护目标从“达标排放”延伸至“生态健康”：以“水生态系统良性循环”为核心目标，不仅要求水质符合功能区标准，更注重维持适宜的生态基流、保障水生生物多样性、恢复水生态系统的自我净化与自我修复能力。

保护方式从“分散治理”延伸至“协同治理”：要求整合工程、管理、制度等措施，推动政府、企业、公众等多元主体参与，形成“岸上与水里”“上游与下游”“陆地与水体”的协同保护格局^[2]。

3 传统水利生态环境保护管理的局限：基于水务分割视角的分析

3.1 管理权责碎片化，协同治理机制缺失

传统涉水管理中，水利部门负责水资源开发与防汛抗旱，环保部门承担水环境质量监管与污染防治，住建部门主管城镇供水与污水处理，农业部门开展农业面源污染治理。各部门权责边界模糊，且缺乏有效的协同机制：水利部门在水资源调配时，多优先保障生活与生产用水，对生态基流考虑不足；环保部门在水环境治理中，无法有效干预上游水资源开发及岸上污染源排放，导致“治理成效被稀释”，住建部门推进城镇污水处理时，与河道管护部门缺乏衔接，部分截污管网末端直排河道，控源截污效果大打折扣。

3.2 规划逻辑脱节，生态目标后置

传统水务规划多以“经济社会发展需求”为核心导向，水资源规划、水环境规划与水生态修复规划通常由不同部门编制，规划目标、技术标准及实施路径衔接不足：水资源规划聚焦“供需平衡”，较少将水生态流量列为刚性指标；水

环境规划侧重“水质达标”，但未与岸上控源措施（如污水管网建设、面源治理）同步规划，导致“河道治污而岸上持续排污”；水生态修复规划多采用“工程导向”，未与流域整体水务规划整合。规划层面的脱节直接导致“生态需求”成为水务管理的“附属目标”，例如部分区域在水利工程规划中，仅在工程设计阶段补充生态修复措施，而非将岸河协同治理作为工程规划的前置考量，难以从源头保障水生态系统完整。

3.3 要素管理割裂，资源配置效率低下

水利生态环境保护的核心要求是实现“水资源-水环境-水生态”协调，但传统管理模式将三者作为独立要素分别管控：水资源管理聚焦“量”的调配，水环境管理侧重“质”的控制，水生态管理关注“系统”的修复，三者缺乏联动机制。在水资源调配中，未充分考虑水质对用水安全的影响；在水环境治理中，未结合水资源循环规律规划治理方案；在水生态修复中，未综合权衡水资源供给对修复效果的支撑作用。这种要素割裂导致资源配置效率低下，治理成本重复叠加，难以形成“量质协同、生态优先”的保护格局^[3]。

3.4 监管体系分散，绩效评估片面

传统涉水监管中，各部门分别构建监测网络与评估体系：水利部门监测水资源量、水位、流量，环保部门监测水质指标，住建部门监测污水处理量与达标率。监测数据不互通、评估标准不统一，难以对水利生态系统进行整体研判；绩效评估多以“单一指标”为导向，如水资源利用率、COD减排量等，未将水生态系统健康状况纳入评估体系，导致“治理指标合格但生态效果差”的现象，无法全面反映水利生态保护的实效。

4 水务一体化视角下水利生态环境保护的实施路径

4.1 规划协同：构建以“生态优先”为核心的水务综合规划体系

编制跨区域、全要素的水务综合规划：以流域或区域为单元，制定涵盖水资源开发利用、水环境治理、水生态修复、水安全保障的水务综合规划，明确生态保护核心指标并将其作为规划刚性约束，重点纳入岸上控源截污目标（如城镇污水收集率、农业面源削减率）与岸河协同治理要求，确保“岸上减污”与“河道提质”目标统一。

推进专项规划与综合规划衔接：将水资源、水环境、水生态修复等专项规划纳入水务综合规划框架，统一技术规范、时间节点与落实路径，避免专项规划冲突与重复。例如，在水资源规划中同步明确水生态修复的用水需求，在水环境规划中同步规划岸上截污管网布局与河道生态净化工程，实现“控源-截污-治河”全链条衔接。

强化规划的生态论证与公众参与：在规划编制阶段，引入水生态系统承载力评估、生态风险评估等机制，确保规