

《入湖河口前置库技术指南》（征求意见稿）
编制说明

《入湖河口前置库技术指南》编制组

二〇二〇年九月

项目名称：2020 年中国环境科学学会标准（第一批）

承担单位：生态环境部南京环境科学研究所

项目联系人：陈昱 010-62269157

编制组负责人：张毅敏 15366090985

编制组联系人：张涛 18321873468

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源.....	1
1.2 研究背景.....	1
1.3 主要工作过程.....	1
2 标准制订的必要性分析.....	2
2.1 国家及生态环境主管部门的相关要求.....	2
2.2 国家相关标准技术体系构建的要求.....	3
2.3 现行河湖生态修复标准技术体系存在的主要问题.....	3
3 国内外河湖生态系统保护标准概况.....	4
3.1 国外河湖生态系统保护标准概况.....	4
3.2 国内河湖生态系统保护标准概况.....	6
4 前置库技术发展及调研情况.....	7
4.1 国内外前置库技术概况.....	7
4.2 前置库工程调研.....	8
4.2.1 漏湖前置库工程调研.....	8
4.2.2 于桥水库前置库工程调研.....	11
4.2.3 滇池前置库工程调研.....	12
5 制订标准的基本情况.....	14
5.1 标准的主要内容.....	14
5.2 与相关法律法规和国家标准的关系.....	14
5.3 采用的方法.....	14
5.3.1 综合调研.....	14
5.3.2 专家咨询.....	15
5.3.3 实地调研.....	15
5.4 技术路线.....	15
5.5 标准框架结构.....	16
6 主要技术内容及说明.....	17
6.1 适用范围.....	17

6.2 规范性引用文件.....	17
6.3 术语和定义.....	18
6.3.1 入湖河口.....	18
6.3.2 前置库.....	18
6.3.3 水力负荷.....	19
6.3.4 污染负荷.....	20
6.4 前置库技术总体要求.....	20
6.4.1 设计原则.....	20
6.4.2 设计水质.....	22
6.4.3 库址选择.....	23
6.4.4 总平面布置.....	24
6.5 前置库技术工艺设计.....	25
6.5.1 工艺流程.....	25
6.5.2 参数设计.....	26
6.5.3 单元结构设计.....	27
6.6 维护技术.....	30
6.6.1 环境监控.....	30
6.6.2 植物养护.....	32
6.6.3 设施维护.....	33
6.6.4 智能信息化管控.....	34
7 实施本标准的效益分析.....	34
7.1 生态效益.....	35
7.2 经济效益.....	35
7.3 社会效益.....	35
8 实施建议	35

《入湖河口前置库技术指南》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为促进水体污染控制与治理科技重大专项标志性成果三“流域面源污染治理与水体生态修复成套技术”成果凝练，构建河湖生态修复技术标准体系。2019年，中国环境科学学会提出制定河湖生态修复系列团体标准的任务。生态环境部南京环境科学研究所承担《入湖河口前置库技术指南》的编制工作。

1.2 研究背景

受地貌条件、区域污染等因素影响，湖库生态改善难度加大。为解决湖泊或者水库的富营养化问题和削减入湖污染负荷，保护湖泊或者水库，入湖河口处入湖河流污染物需进行有效拦截。入湖河口，是受到河流因素和湖泊因素强弱交替相互作用的区域，是水环境、水生态敏感区域。在总结国内外前置库技术，调研平原河网地区漏湖前置库工程、山区丘陵地区于桥水库前置库工程和高原地区滇池前置库工程，凝练水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题关于河湖治理和生态修复成果的基础上，基于对入湖河口自然形态特征、水质、水生态等的分析研究，综合考虑入湖河口氮、磷等营养盐、悬浮物和其他有机污染物拦截削减和下游湖泊生态保护恢复等需求，从导流收集、调蓄缓冲、拦截沉降、强化净化、生态稳定等五个方面入手，深化入湖河口前置库关键技术的成套化和规模化应用，实现入湖河口处河流水体中污染物的拦截、削减，保护和恢复湖库生态环境。

1.3 主要工作过程

项目承担单位组织成立了标准编制组。标准编制组成员查阅国内外相关资料，按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草技术指南。在前期研究、文献资料分析和基础调研的基础上，编制组召开了多次研讨会，讨论并确定了开展标准编制工作的原则、程序、步骤和方法，最后形成了标准文本和编制说明。

标准编制组选择江苏漏湖、天津翠屏湖（又名于桥水库）、云南滇池作为调研对象，调查了漏湖、于桥水库和滇池现场情况，具体包括水文、水质、水环境、水生态等情况。结合

水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太湖运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题和“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题工作成果，并针对河湖生态修复梳理了污染物拦截和强化净化前置库技术、河道-湿地-前置库水质改善技术、复合式生态回廊技术、湖滨带污染控制成套技术等相关技术内容。基于此进行指南的编制。

主要工作过程如下：

（一）2020年4月~2020年5月，编制组现场调研江苏省常州市溇湖前置库、天津于桥水库前置库和云南滇池前置库。

（二）2020年5月~2020年8月，编制组在开展文献查阅、现场调查、专家咨询的基础上，完成《入湖河口前置库技术指南》征求意见稿及其编制说明。

（三）2020年9月10日，中国环境科学学会主持召开标准征求意见稿前技术审查会。与会专家认为指南综合考虑了入湖河口前置库建设涉及到的关键问题，可为前置库工艺设计、建设和维护管理提供技术支撑；认为指南涵盖的内容较为完整，提出的总体要求可操作性较强。建议：根据审查会专家的意见进一步完善标准；根据提出的技术参数要求，明确相对应的适用范围。

（四）2020年9月，编制组根据标准征求意见稿前技术审查会专家意见，修改完善《入湖河口前置库技术指南》征求意见稿及其编制说明。

2 标准制订的必要性分析

2.1 国家及生态环境主管部门的相关要求

党中央、国务院高度重视水安全和河湖管理生态保护工作。自“九五”开始，就集中力量对“三河三湖”等重点流域进行综合整治；“十一五”期间，我国水环境管理从目标总量控制向容量总量控制转变，从单纯的化学污染控制向生态系统保护的方向转变；十八大把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业五位一体的总体布局；“十三五”更是把加强生态文明建设首度写入五年规划。

2014年4月，全国人民代表大会常务委员会修订通过《中华人民共和国环境保护法》；2014年9月，原环境保护部会同国家发展改革委、财政部等相关部门编制了《水质较好湖泊生态环境保护总体规划（2013-2020年）》；2015年4月，国务院印发《水污染防治行动计划》，是当前和今后一个时期全国水污染防治工作的行动指南；2016年12月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于全面推行河长制的意见》；2017年6月，全国人民代表

大会常务委员会修订通过《中华人民共和国水污染防治法》；2017年12月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》，进一步要求加强河湖生态治理、管理和保护工作，维护河湖健康生命。

湖泊是我国重要的自然资源，具有提供水源、养殖水产、维护生物多样性、净化水质等重要的生态服务功能。目前湖泊（水库）生态环境形势仍严峻，其环境保护、污染治理、生态修复和保护具有重要意义。而河口区是受到河流因素和湖泊因素强弱交替相互作用的区域，是水环境、水生态敏感区域，在过滤污染物质、维持生物多样性等方面发挥着重要作用。入湖河口在保证河湖结构稳定性的前提下，维持河湖-陆地生态系统动态平衡，是保护湖泊、河流健康生命的生态交错带。于河口区有效拦截入湖河流污染物削减入湖污染负荷，解决湖泊或者水库的富营养化问题十分必要。

2.2 国家相关标准技术体系构建的要求

现阶段，环境标准已成为环境规划、监测、检测以及监督检查的重要依据，完善和发展河湖生态修复标准体系是我国生态环境保护的迫切需要。

在国家对生态环境保护日益重视的背景下，结合入湖河口生态环境特点，构建前置库系统导流收集单元、调节缓冲单元、拦截沉降单元、强化净化单元、生态稳定单元等五级单元，参考《江河湖泊生态环境保护系列技术指南》、《河湖生态保护与修复规划导则（SL 709）》等标准要求和相关生态河湖状况评价等研究，对入湖河口污染物进行针对性地拦截、去除、净化，为湖库生态系统的保护提供参考和指导，是对当前相关国家、行业和地方标准中未覆盖内容的补充，有助于构建河湖生态修复标准体系。

2.3 现行河湖生态修复标准技术体系存在的主要问题

目前我国环境标准体系多针对污染防治，在河湖生态保护方面的环境标准较薄弱，加之我国河流、湖泊（水库）生态环境形势仍严峻，使得我国在河湖水生态保护领域的监督管理上缺乏强有力的标准技术支撑。河流、湖库生态功能退化。江湖阻断以及围垦、围网、围堤、乱修乱建等过度的人为活动导致河流、湖库生境破碎和生物栖息地减少，破坏河流、湖库生态系统平衡，河流、湖库生物多样性受到严重损害，生态功能严重退化。部分河流、湖库水质仍不乐观。根据《2019年中国生态环境状况公报》，针对全国1610个河流水质断面开展监测，结果显示，I~III类、IV~V类、劣V类水质断面分别占79.1%、17.9%、3.0%，主要污染指标为化学需氧量、高锰酸盐指数和氨氮；针对全国110个重要湖泊（水库）开展水

质监测，I~III类、IV~V类、劣V类湖泊（水库）分别占69.1%、23.6%、7.3%，主要污染指标为总磷、化学需氧量和高锰酸盐指数；针对107个重要湖泊（水库）开展营养状态监测，贫营养状态、中营养状态、轻度营养状态和中度营养状态湖泊（水库）分别占9.3%、62.6%、22.4%和5.6%。入湖河口是受到河流因素和湖泊因素强弱交替相互作用的区域，是水环境、水生态敏感区域，是河流、湖泊生命交错带，极易受到自然因素和人为因素的影响。自然因素包括气候变化、植被演替、生物入侵等。气候变化如气温升高、干旱等的长期效应会导致湖泊萎缩、河道水位降低，引起入湖河口生态系统退化；植被演替特别是生物入侵可能会造成河湖景观、群落结构及食物链的变化，进而导致入湖河口区域生态功能的下降。由于自然因素的变化过程较为缓慢，不是造成湖滨生态退化的主要原因。人为因素包括围湖造田、水利工程修建、点面源污染等。围垦造田缩小了湖盆面积和容积，降低了湖泊的环境容量，削弱了对入湖径流污染物的净化能力；河流渠化、修建大堤等水利工程改善了流域灌排条件，但其对入湖河口生态环境的影响不容忽视，河流渠化将导致入湖泥沙量增加，输出的污染物质也有所增加，堤坝的兴建，阻断了水陆物质交换的通道，导致水生生态系统严重退化，同时也破坏了部分水生和陆生生物栖息地；工业和城市快速发展，导致部分工业废水和城镇生活污水排入河流、湖泊，加之化肥、农药造成的农业面源通过地表径流等方式流入河流、湖泊，导致大型水生植物死亡，河湖水质污染严重。

对河湖生态系统特别是入湖河口区域进行生态修复是十分必要的。国内外学者针对入湖河口生态保护和修复技术开展了大量研究，其技术已较为完善，趋于成熟。但入湖河口生态保护和修复的规范化、标准化和规模化仍然不足，为此必须加强顶层设计，尽快编制和发布一些亟需的标准，为河湖生态系统的保护和恢复提供参考和指导。

3 国内外河湖生态系统保护标准概况

3.1 国外河湖生态系统保护标准概况

国外河湖环境管理经历了“污染-防治保护-生态管理”的阶段，目前已从污染防治转移到生态系统的恢复与保护，经过多年河湖生态保护和修复的理论和工程实践，国外许多国家在河湖水生态的理论研究和工程实践的基础上相继形成比较成熟的综合性指导技术、保护规划、手册等。

（1）美国

在美国，有关河湖生态修复的研究和实践取得较好的经验，许多大学和科研机构成立了河流生态修复相关的专业组织，譬如加州大学伯克利分校的河流生态修复西北中心和北卡罗

来纳大学的河流生态修复东南中心等。各部门和组织相机出版了河湖生态修复相关的著作、导则，比如《河道廊道修复的原理、方法和实践》、《河流调查与河岸加固手册》、《河流修复工程的水力设计》、《人工湿地设计手册》等。

美国农业部、环保署等部门联合出版的《河道廊道修复的原理、方法和实践》认为，河流修复的目标是建立具有自我修复功能的系统，并提出了三种河流修复方法，包括无干扰修复、部分扰动修复和完全扰动修复。美国陆军工程师团水道试验站出版的《河流调查与河岸加固手册》内容涉及河流地貌学与河道演变的基本知识。美国陆军工程师团出版的《河流修复工程的水力设计》是美国防洪减灾研究项目的成果之一，其目的是在于为从事河流修复工程的技术人员提供系统的水力设计方法，在因其他工程目的或限制条件而导致的客观约束条件下，使河流修复工程适应自然系统。

（2）欧洲地区

2000年，欧盟颁布了《欧盟水框架指令》，共包含26条和11个附件，其目标是在2015年前，使欧洲所有的水体具有良好的生态状况或具有这方面的潜力，每个成员国必须针对本国情况制定具体目标，并采用各类措施确保目标实现。《欧盟水框架指令》是欧盟迄今为止颁布的最重要的法规之一，它的出台表明欧盟不仅是一个“经济联盟”，还是一个指导其成员国来努力实现环境的健康可持续发展的联盟，后者与水资源的管理与利用密切相关。

《欧盟水框架指令》致力于：1）考虑到对水资源的需求，避免水生生态系统、陆地生态系统和直接依赖水生生态系统的湿地现状进一步退化，保护和改善它们的现状；2）促进水资源的可持续利用，长期保护可获得的水资源；3）加强保护和改善水生环境，通过具体措施逐步减少重点物质的下泄、排放和散逸，并终止和杜绝重点有害物质的下泄、排放和散逸；4）保证逐步减轻地下水的污染程度并防止出现进一步的污染；5）缓解水灾和旱灾的影响。

（3）英国

英国自上世纪90年代就已经开始进行河湖生态修复研究，并成立英国河流修复中心，制定了《河道技术修复手册》，在流域尺度下进行河流的生态修复。手册中包含了许多在工程实例中进行应用的技术，主要有恢复河流的蜿蜒性、利用河道形成回水区域、对直形河道进行改善、岸坡防护、地表洪水管理等等。

（4）澳大利亚

澳大利亚水资源和河流委员会与2001年编写了《西澳大利亚河流的属性、防护、修复以及长期管理指导》，阐述了澳大利亚西南部河流修复的基本理念和有关技术，指出应在河

流丧失生态功能之前对其保护。其主要包括三方面内容：规划和评估、原理和方法、以及项目实施。

(5) 加拿大

在上个世纪，为了城市排水需要，加拿大对很多小河流进行了直化或重新规划，导致河流洪水和冲刷加剧。为此，加拿大各个地区开展了大规模的河流修复行动，在《安大略南部地区的河流生态修复手册》中，所应用的河流修复技术主要有三种：渠道修复、栖息地改善和土壤生态工程学技术。其中渠道修复侧重于改善河道内水流的流态，主要技术包括缩窄河道宽度以增加流速、渠道内设置小型构筑物等；息地改善技术侧重于水中或陆地上生物，主要技术包括在河床适当位置放置石块等。

(6) 日本

日本于 20 世纪 90 年代开始倡导多自然型河道建设，为普及多自然河流的建设，日本河道整治中心于 1990 年发布《让城镇和河道的自然环境更加丰富多彩——多自然型建设方法的理念和现实》，指导多自然型河流建设；又于 1992 年，发布《让城镇和河道的自然环境更加丰富多彩——对多自然型河流建设的思路》作为续篇，介绍了建设多自然型河流的基本技术；1996 年发布《多自然型河流建设的施工方法及要点》，对目前开展的多自然型河流建设的思路、规划、设计及注意事项等问题作了详尽的介绍。

日本多自然河流建设研究会对自然河道建设中的基本注意事项进行总结，于 2007 年出版了《建设多自然河流要点——河流改造任务和注意事项》，通过本要点集，可以掌握多自然河流建设现场中的计划、设计方向。日本国土交通厅于 2008 年发布《中小河流修复技术标准》，内容包括适用范围、设计洪水位、河道岸边线和河宽、横断面形状、纵断面形状、粗糙系数、管理用道路、维护管理部分。为使工程人员充分掌握河流保护修复计划和设计思路，日本多自然河流建设研究会以现阶段技术为基础出版了《中小河流修复技术标准说明》，作为要点集的续集，阐述中小河流横、纵、横断面形状设计方法，并编写设计案例集，说明满足技术标注的方法。

3.2 国内河湖生态系统保护标准概况

国家层面上，我国已颁布《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水污染防治法》等多部法律法规。由于我国生态环境保护职能分属于多个部门，涉及河湖生态环境保护内容也分散在不同标准体系中，既有强制性标准、也有推荐性标准。

（1）水利部

2004 年，水利部印发《关于水生态系统该保护与修复的若干意见》，全面启动我国水生态系统保护与修复工作，并按照技术准备、全国试点、总结经验、逐步推进的原则陆续开展。随后，针对河湖生态保护和修复的一些导则也陆续出台，包括《河湖生态需水评估导则》、《河湖生态修复与保护规划编制导则》《水环境监测规范》、《水域纳污能力计算规程》等。

（2）生态环境部

针对河湖生态保护和修复的水质关键生态因子，原环境保护部陆续出台了相关技术导则、规程，包括《人工湿地污水处理工程技术规范》。

同时针对工程建设的环境影响问题，出台了《环境影响评价技术导则》、《生态环境状况评价技术规范》等技术规范。

（3）住房和城乡建设部

住房和城乡建设部于 2005 年发布《城市湿地公园规划设计技术导则（试行）》，明确根据各地区人口、资源、生态和环境的特点，以维护城市湿地系统生态平衡、保护城市湿地功能和湿地生物多样性，实现资源可持续利用为基本点，充分发挥城市湿地在城市建设中的生态、经济和社会效益。2018 年发布《湿地保护工程项目建设标准》，对国际重要湿地、国家重要湿地、湿地自然保护区、湿地公园、湿地保护小区等有重要生态保护价值区域的湿地保护工程项目新建、改建和扩建做出要求。

（4）国家林业局

国家林业局湿地管理中心于 2010 年印发《国家湿地公园总体规划导则》，明确国家湿地公园总体规划编制的“保护优先、科学恢复、合理利用、持续发展”的基本原则，确定了湿地公园的定义：湿地公园是指以保护湿地生态系统、合理利用湿地资源为目的，可供开展湿地保护、恢复、宣传、教育、科研、监测、生态旅游等活动的特定区域。

4 前置库技术发展调研情况

4.1 国内外前置库技术概况

前置库，指一种位置紧靠水质需要改善的主体湖泊或水库、容积相对较小、水滞留时间为几天的小水体，位于湖泊、水库的上游。前置库通过调节来水在前置库区的滞留时间，使径流污水中的泥沙和吸附在泥沙的污染物质在前置库沉降；利用前置库中的生态系统，吸收去除水体和底泥中的污染物。国外根据构建对象的不同对其有不同的称呼，Pre-dam、Pre-reservoir 等称呼对见于水库，Artificial lagoons (ALs) 等多用于湖泊，国内译为前置库

居多。

前置库技术最早出现在国外，20 世纪 50 年代后期，国外学者将前置库技术应用于水库富营养化治理及流域面源污染控制。德国、丹麦、前捷克斯洛伐克等国的学者开展了前置库治理水体富营养化的研究，他们的研究表明，前置库对控制面源污染，减少湖泊外源有机污染负荷，特别是去除入湖地表径流中的有氮、磷安全有效。前置库技术除磷效益明显，在国际上得到越来越广泛应用，其中最典型的是 ZALA 河口的 Balanton 水库，利用藻类和大型水生植物除磷，效果明显，除磷能力可达 95%。之后，日本也陆续在河川入湖口构建前置库，包括霞浦湖河口等。近年来，国外学者对前置库的研究扩展到库中藻类的去除和沉积物微量元素的浓度变化。

我国对前置库技术的研究起步于 20 世纪末，因其具备投资费用少，运行费用低，运行净化效果较好等优点，适用于污染控制，特别是近年来人工浮床、湿地等技术在污染治理方面的发展，为前置库的生态化设计提供理论基础，因此前置库集成技术备受国内学者关注。典型的前置库由预沉池和主反应区构成。河水在预沉池中充分沉降泥沙、颗粒物，在主反应区内通过物理化学及生物的作用加速氮磷、有机物等的去除。随着污染控制技术的不断完善和发展，单一的前置库技术无法满足人们对高标准水质的需求，为此，国内学者陆续提出将前置库技术与其他净水技术耦合构建前置库生态工程以进行流域污染控制、河道水环境修复、水体富营养化控制等，主要集中在前置库技术与透水坝技术、湿地技术、生物浮床技术、生物操纵强化技术、生态工程技术集合对水体的净化效果研究。同时根据对不同的水质要求，在传统前置库结构的基础上将其进一步优化发展，包括导流收集区、调节缓冲区、拦截沉降区、强化净化区、生态稳定区等。在前置库中，受污染入湖河流和地表径流通过导流收集进入调节缓冲区，进行水量调蓄、水质缓冲及泥沙的初步沉降；然后进入拦截沉降区，拦截颗粒物、沉降泥沙，削减部分氮、磷等污染负荷；进入强化净化区，经由物理化学及生物的综合作用，加速氮磷、有机物等去除；最后进入生态稳定区，进行深度净化，加快下游湖泊生态恢复进程，提高湖泊生态系统的稳定性。

4.2 前置库工程调研

4.2.1 溇湖前置库工程调研

溇湖位于太湖流域西部，具有饮用、灌溉、航运、游览和水产养殖等多种功能。湖体南北长 25 km，东西平均宽 6.6 km，水面面积 164 km²，溇湖多年平均水位 3.27 m，正常蓄水位为 3.30 m，相应蓄水面积为 143.75 km²，相应库容为 1.93×10⁸ m³。在太湖的水环境治理

和太湖流域“引江济太”工程中，溇湖担负着沟通长江、太湖两大水体，进行水量调剂、防洪防涝、输送清水的重要功能。

溇湖环湖岸线长 43.1 公里，主要出入湖河流有扁担河、夏溪河、湟里河、北干河、中干河、殷村港、漕桥河、太溇运河、武南河等，其中入湖河流分布在溇湖西岸，包括扁担河、夏溪河、湟里河、北干河、中干河等。



图 1 溇湖主要出入湖河流分布

“十二五”期间，水体污染控制与治理科技重大专项湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题的溇湖入湖河口区低污染水控制与水体净化能力增强工程，主体工程分为两个部分，分别为扁担河入湖口污染拦截工程和塘门沟入湖口污染拦截工程。其中扁担河工程位于溇湖扁担河湖口处，面积为 0.2 km^2 ；塘门沟工程位于塘门沟入湖口处，面积为 2.0 km^2 。主要从湖荡湿地污染源拦截的角度出发，针对溇湖主要入湖污染源——塘门沟和扁担河，通过跌水或潜坝导流等入湖河口水力调配技术将入湖河流的来水引入处理系统，经过拦截沉降区、生物强化净化区和深度净化区，应用风光互补曝气、生态浮床、固定化微生物等强化净化核心技术，对水体污染物进行有效削减，在生态稳定区进行水生态系统的恢复和重建，最终实现溇湖入湖水水质净化和水生态稳定。

(1) 固定化微生物强化净化技术

通过硝化和反硝化菌的提取、培养以及反硝化菌对硝态氮去除实验，从溇湖底泥中提取

的硝化和反硝化菌,提取富集反硝化菌。进行微生物固定化条件实验,探索海藻酸钠浓度(0、25%、1%)、PVA 浓度(10%、12%)、CaCl₂ 浓度(2%、4%)对固定化效果影响,采取成球难易、粘连状况、弹性、稳定性、传质性能作为评价固定化颗粒指标,筛选最佳固定介质和固定条件。最终选取陶粒、PVA 小球和沸石作为固定化介质,水芹、水蓼菜作为固定化菌附着植物,并进行了技术应用。

(2) 以弧形生态导流坝为特征的湖口前置库处理技术

统包括导流坝、生态拦截区、强化净化区和生态稳定区;进水经弧形生态导流坝,先经过生态拦截区,再进入强化净化区,最后达到生态稳定区。弧形生态导流坝设计参数如下:①坝身结构:梯形横断面,迎水坡(内坝坡)可取 3:1 至 2:1,背水坡(外坝坡)可取 1:1 至 1:3,(坡度是地表单元陡缓的程度,通常把坡面的垂直高度和水平距离的比叫做坡度);②坝顶纵坡:坝顶宽可取 1 至 5 m,流速大的地区可取偏大值;坝顶应平整;③坝尾结构:坝尾与坝头的弧度可取 30°~40°即弧形生态导流坝的弧度为 30°~40°,坝尾不超过支流河宽中心延长线。导流坝的坝长 L 由具体整治河段的河宽而定,坝高 H 与河道的常水位保持相同高度,通常坝长为 10-5000 m,坝高为 1-10 m;生态导流坝构建土质主要是粘土,在坝体底部种植芦苇、菖蒲等挺水植物,水面以上部分种植狗牙根和黑麦草,在坝顶种植蔷薇、桃树等灌木;④生态拦截区,面积可在 3000-6000 m²,种植芦苇、荷花等挺水植物,形成拦截屏障;⑤强化净化区,面积可在 4000-7000 m²,该区主要有生态浮床,在生态浮床上面种植挺水植物,在生态浮床下悬挂组合填料;⑥生态稳定区,面积可在 3000-7000 m²,该区主要种植沉水植物,放置螺、蚌等。

(3) 风光互补曝气-生态浮床技术

风光互补曝气-生态浮床由风能发电系统、光能发电系统、蓄电池、曝气系统及生态浮床组成,浮床固定于需要净化的河湖水体中。适用于水体溶解氧含量较低、COD 和氨氮含量高,水流缓慢的河流或者扰动不强的湖泊,水深条件不限。本技术为主体组装的设备在扁担河入湖口进行示范。

“十三五”期间,水体污染控制与治理科技重大专项武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题的长江引水入湖生态拦截示范工程,针对引江济太工程大规模引水对局部区域水生态产生的影响,研发基于生态拦截、构筑物优化、植物群落配置的综合集成的前置库技术并于北干河入漏湖河口北侧约 8.5 万 m² 区域开展工程示范,实现大规模引水情况下入湖河口污染拦截、泥沙沉降、水质净化以减缓引水工程对漏湖生态系统的影响。工程设计采用了泵站提水+拦截沉降单元+强化净化单元+生态稳定单元的组合方式。①泵站提水:

考虑到排洪防涝以及保证流速的要求，在工程区设计的引水口处建设提水泵站，将河水引至库区的生态拦截区，形成水位落差，为后续处理工艺的顺利进行提供动力，即借助北干河水的重力势能开展各阶段的生态净化工程。②拦截沉降单元：通过高密度种植水浮莲、聚草等漂浮植物，形成拦截屏障，拦截河水中携带的颗粒污染物，同时通过植物的吸附、吸收以及微生物的硝化-反硝化作用，去除部分的氮、磷。③强化净化区：布设挺水植物区和浮叶植物区。在挺水植物区，布置景观挺水植物荷、再力花；浮叶植物区，布置景观浮叶植物睡莲、菱角等，具有过滤和吸收作用，并为水中生物提供庇护场所。④生态稳定区：进入库区的河水经过拦截、沉降和深度净化后，水质得到明显的改善，特别是透明度将大大提升，为沉水植物的生长创造了基本条件。因此，在该区域布置沉水植物、鱼类、底栖动物等，初步构建健康的生态系统。通过生物间的互利共生，加快湖泊生态恢复进程，提高湖泊生态系统的稳定性。放养滤食性鱼类鲢、鳙鱼，可减少浮游植物的生物量，改变系统的群落结构和代谢强度。在生态稳定区中放养鱼类，并控制其合理的放养密度，可对水体中浮游生物的生物量起到良好的控制作用，平衡小型生态系统的稳定性，改善水质，保证系统的出水效果。

4.2.2 于桥水库前置库工程调研

于桥水库位于天津市蓟县城东，是天津市生活及工农业用水的重要水源地之一，是引滦入津工程中供水、蓄水最重要的一环。其正常蓄水位 21.16 m，蓄水面积 113.8 km²，最大回水东西长 30 km，南北宽 8 km，平均水深 4.6 km，总库容 15.59 亿 m³。库区南岸地势陡峭，受原河道深泓控制水深大；北岸地势则相对平坦水深浅。流域内主要入库河流为果河和淋河，分别位于水库东南岸和东北岸，果河由沙河和黎河汇入而成，黎河为引滦输水通道，上游连接输水隧洞。



图 2 于桥水库主要入库河流分布

于桥水库前置库，又称于桥水库入库河口湿地工程，为引滦水源保护工程的重要组成部分

分，遵循“满足要求、因地制宜、水系协调”的原则，将水库上游引水和一定规模汛期头场洪水，导入湿地单元内的生态系统进行净化，达到减少营养盐等污染物经河道、沟道进入库区的目的。于桥水库入库河口湿地工程位于于桥水库上游果河南北两地块内，总占地面积 22 km²，水处理面积 18 km²，分为果河北东、果河北西、果河南及水库滩地四部分，年处理规模 5.82 亿 m³，进水设计流量 54 m³/s，防洪标准为 10 年一遇。工程于 2015 年 6 月开工建设。

(1) 湿地净化单元布置

于桥水库前置库湿地净水单元分为挺水植物区（苔草、两栖蓼和芦苇）、沉水植物区（菹草、狐尾藻、微齿眼子菜和马来眼子菜）和浮水植物区（丘角菱）。于桥水库前置库植物配置在水平和垂直的空间分布上，体现出生物多样性和立体性。在水平空间中，按照区域水深的不同配置相应的水生植物，最大限度地利用湿地的水域面积，达到充分净化水源的目的；在垂直空间中，配置挺水植物、浮叶植物和沉水植物，组成立体交叉的人工生态系统。这种水平空间与垂直空间的互相组合，可以提升湿地系统的处理效果和净化能力。

(2) 处理工艺

来水经节制工程控制，利用果河河道作为沉淀区域，使来水中的悬浮物沉淀下来，并去除一部分磷营养盐。之后，来水进入湿地处理系统，首先是地势较高的挺水植物区，该区域水体呈好氧状态，进行有机氮消解的氨化反应和后续的反硝化反应并伴随植物的吸收，同时对颗粒磷进行沉淀分解，溶解性磷被植物或被聚磷菌吸收；其次是水深 1~2 m 的浮叶、沉水混合植物区，进行沉淀和硝化反硝化反应；最后是较深（水深 2.5~4 m）的沉水植物区，继续以植物吸收的方式去除氮、磷营养盐和以反硝化作用去除氮营养盐，净化后的水体最终排入于桥水库。

4.2.3 滇池前置库工程调研

滇池是云贵高原上最大的淡水湖泊，位于金沙江一级支流普渡河的源头区，流域面积 2920 km²。滇池湖体略呈弓形，弓背向东，南北长约 40 km，东西最宽处 12.5 km，平均水深 5.05 m，水面面积 309 km²，湖泊容积 15.6 亿 m³。滇池主要入湖河流有 35 条，多数分布于滇池北部、东部与南部，其中，流域面积大于 200 km² 的共有 4 条，分别为盘龙江、宝象河、柴河、捞渔河，出湖河流有海口河和西园隧洞。

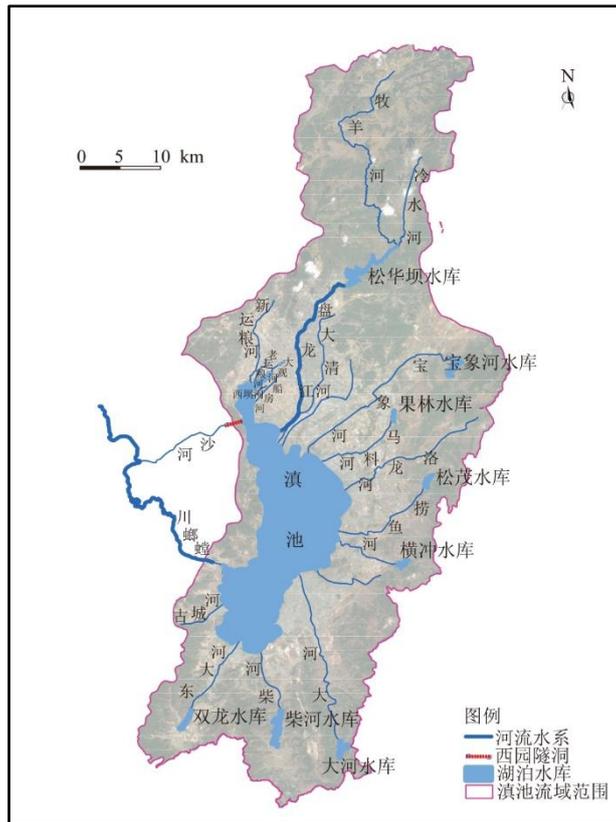


图 3 滇池主要入湖河流分布

草海是滇池流域的重要组成部分，位于滇池流域北部，北起大观河入河口，南至海埂船闸-节制闸，水面面积 10.8 km²，占滇池水面面积 3.6%，蓄水量占滇池蓄水量的 2.67%。草海出水通过西园隧道流经螳螂川、普渡河汇入金沙江，其主要入湖河道有王家堆渠、船房河、西坝河、大观河、乌龙河、老运粮河、新运粮河 7 条。随着滇池治理力度的加大，特别是“十一五”末至“十二五”以来，草海水质改善明显，为进一步提升滇池草海及周边水环境质量，减少入草海污染负荷总量，2016 年 3 月新运粮河、老运粮河入湖河口前置库水体净化生态工程建设完成投入使用。入湖河口前置库水体净化生态工程采用导流带+沉淀区+水生生物净化区的技术，是从东风坝北侧至老运粮河建设 1070 m 导流带，将新、老运粮河、王家堆渠入湖河水导入东风坝，在东风坝西南角开口作为出水口，前置库总面积约 3 km²，分沉淀区和水生生物净化区，该工程通过东风坝导流将新、老运粮河、王家堆渠河水围挡，河水先进入前置库，完成二次截污、净化后，再从开闭口导流至西园隧道，排入滇池下游的螳螂川作为滇中新区安宁市工业用水的补充。东风坝河口前置库运行以来，对新、老运粮河、王家堆渠的水质起到了一定的净化作用，出水 TP、TN、NH₃-N 含量明显低于进水水质，对 TP、TN、NH₃-N 的去除都具有较好效果。

5 制订标准的基本情况

5.1 标准的主要内容

本文件规定了入湖河口前置库技术的相关术语和定义、总体要求、工艺设计和维护技术等。

5.2 与相关法律法规和国家标准的关系

2014年9月，原环境保护部会同国家发展改革委、财政部等相关部门编制了《水质较好湖泊生态环境保护总体规划（2013-2020年）》。《规划》指导思想：深入贯彻落实科学发展观，树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，以保护和改善湖泊水质、维持湖泊生态健康为目标，按照湖泊流域人口资源环境相均衡、经济社会生态效益相统一的原则，优化生产空间、生活空间和生态空间，科学构建湖泊流域城镇化格局、农业发展格局、生态安全格局，严格按照主体功能定位，划定并严守生态保护红线，提高生态服务功能，建立水质较好湖泊生态环境保护长效机制，以美丽湖泊妆扮美丽中国。2015年4月，国务院印发《水污染防治行动计划》，是当前和今后一个时期全国水污染防治工作的行动指南，其工作目标为：到2020年，全国水环境质量得到阶段性改善；到2030年，力争全国水环境质量总体改善，水生态系统功能初步恢复；到本世纪中叶，生态环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。2016年12月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于全面推行河长制的意见》，又于2017年12月印发《关于在湖泊实施湖长制的指导意见》，要求加强河湖生态治理、管理和保护工作，维护河湖健康生命。

本标准规定了入湖河口前置库技术的相关术语和定义、总体要求、工艺设计和维护技术等。本标准适用于入湖河口处前置库建设和维护。本标准是贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，落实相关指导意见的重要手段，对于规范和指导入湖河口前置库建设和维护工作，保护河湖水生态系统完整性和稳定性具有重要作用。

5.3 采用的方法

5.3.1 综合调研

通过广泛的文献和资料查询，对国内外前置库相关的研究与标准制定的历史、现状及问题进行详细的综合调研，把握国内外前置库技术的参数选取、技术优化组合等，明确入湖河

口前置库技术标准的需求。

5.3.2 专家咨询

咨询生态学、植物学等领域的专家学者及环保、水利、农业农村、住建等部门的管理人员，听取专家意见，并结合多年来在河湖调查上的经验，确定入湖河口前置库技术运用总体要求、工艺设计和维护的基本注意事项，组织多学科、多部门的研讨会，对标准文本进行咨询论证，在充分吸收专家意见的基础上，不断完善标准的文本。

5.3.3 实地调研

依据标准确定的技术方法选择典型入湖河口开展前置库构建工作，充分验证并调整标准技术参数和内容，使所制定的入湖河口前置库技术指南满足国家河湖生态管理的要求。

5.4 技术路线

标准编制技术路线如图4所示。

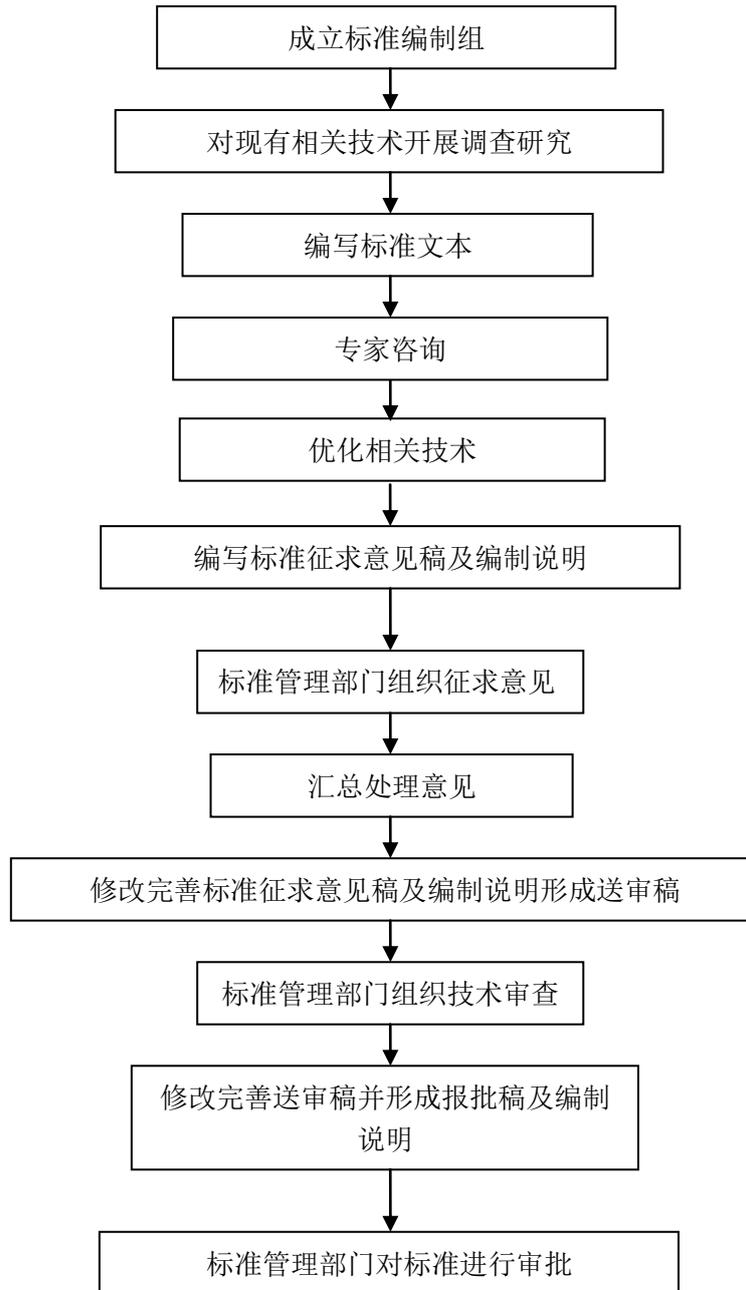


图 4 标准制订的技术路线

5.5 标准框架结构

根据指南的编写规范,《入湖河口前置库技术指南》主要由以下 7 个部分内容构成,具体如下:

(1) 前言:对指南所涉及的参照标准、组织制订单位、起草单位、主要起草人等相关问题进行简单的描述。

(2) 适用范围:本标准的主题内容与适用范围。

(3) 规范性引用文件：本标准中引用的标准、规范等。

(4) 术语和定义：本标准中关键词语的解释，主要包括入湖河口、前置库、水力负荷、污染负荷等。

(5) 前置库技术总体要求：前置库技术设计原则、设计水质、库址选择、总平面布置等方面的要求。

(6) 前置库技术工艺设计：前置库技术工艺流程（导流收集单元-调蓄缓冲单元-拦截沉降单元-强化净化单元-生态稳定单元）、参数设计和单元结构设计。

(7) 维护技术：对前置库环境监控、植物养护、设施维护、智能信息化管控等方面的维护技术要求进行描述。

6 主要技术内容及说明

6.1 适用范围

本文件规定了入湖河口前置库技术的相关术语和定义、总体要求、工艺设计和维护技术等。

本文件适用于平原河网区入湖河口处前置库的建设和维护。

6.2 规范性引用文件

本部分列出了在本文件中所引用的规章、标准、技术规范等规范性文件。

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB 50265 泵站设计规范

GB 50707 河道整治设计规范

HJ 493 水质采样 样品的保存和管理技术规定

HJ 494 水质 采样技术指导

HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范

SL 196 水文调查规范

SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准

DB 11/T 1300 湿地恢复与建设技术规程

DB 11/T 1301 湿地监测技术规程

6.3 术语和定义

本部分为执行本标准制定的专门术语和容易引起歧义的名词进行定义。

6.3.1 入湖河口

入湖河流终点，即河流注入湖泊，并受到河流和湖泊相互作用的区域。

本定义参考以下文献：

(1) 2007 年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《海洋科技名词（第二版）》对“河口”的定义为：河流注入受水体（海、湖、水库、干流）的出口。

(2) 2006 年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《地理学名词（第二版）》对“河口”的定义为：河流进入海洋、湖泊和水库的地段及支流汇入干流处。

(3) 2005 年国家海洋局发布的《河口生态监测技术规程》（HY/T 085-2005）对“入海河口”的定义为：河流的终段与海洋相结合的地段，既包括受海洋因素影响的河流下段，也包括河流因素影响的滨海地段。上界在潮汐或增水引起的水位变化影响消失的某个断面，下界在由河流入海泥沙形成的沿岸浅滩的外边界；或者上界是盐水入侵界，下界是河口湾的湾口。

(4) 2002 年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《水产名词（第一版）》对“河口”的定义为：河流终段与受水体相结合的地段。

(5) 1997 年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《水利科学技术名词（第一版）》对“河口”的定义为：河流汇入海洋、湖泊或其他河流的河段。

编制组根据相关研究成果对“河口”的定义，结合《入湖河口前置库技术指南》内容，确定“入湖河口”的定义为：入湖河流终点，即河流注入湖泊，并受到河流和湖泊相互作用的区域。

6.3.2 前置库

一种位于湖泊或者水库的上游，容积相对较小，通过水力调控和生态净化削减进入水体的污染物以保护下游湖泊或者水库的生态工程。

本定义参考以下文献：

(1) 2019 年云南省市场监督管理局发布的《高原湖泊入湖河流旁路治理技术规范》（DB53/T 951-2019）对“前置库技术”的定义为：在入湖河流的河口处，设置规模相对较小的库，将河道来水先蓄存在库内，通过生物作用和土壤的物理化学作用等对污染水体进行净

化的技术。

(2) 2016年张永春、张毅敏主编的《平原河网区前置库研究与实践》关于“前置库”的描述为：前置库是一种紧靠水质需要改善的主体湖泊或水库、容积相对较小、水滞留时间为几天的小水库，由于位于湖泊、水库的上游，这种小型水库称为前库或前置库。在前置库中，综合利用物理、化学、生物及生物化学等技术，使水流在进入湖泊、水库前得到净化，减少进入湖泊、水库的污染物和营养物质，控制湖泊、水库水体污染或富营养化。

(3) 2014年原环境保护部印发《江河湖泊生态环境保护系列技术指南》，其中指南六《农田面源污染防治技术指南》关于“前置库技术”的描述为：前置库技术通过调节来水在前置库区的滞留时间，使径流污水中的泥沙和吸附在泥沙上的污染物质在前置库沉降；利用前置库内的生态系统，吸收去除水体和底泥中的污染物。

(4) 2014年原环境保护部印发《江河湖泊生态环境保护系列技术指南》，其中指南五《湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》关于“前置库技术”的描述为：前置库技术是指在受保护的湖泊水体上游支流，利用天然或人工库塘拦截暴雨径流，通过物理、化学以及生物过程使径流中的污染物得到去除的技术。

(5) 2013年李彬、宁平、吕锡武、杜劲松编著的《滇池河口前置库污染物削减机理及示范工程》关于“前置库技术”的描述为：前置库是指利用水库存在的从上游到下游的水质浓度变化梯度特点，根据水库形态，将水库分为一个或者若干个子库与主库相连，通过延长水力停留时间，促进水中泥沙及营养盐的沉降，同时利用子库中水生植物、藻类等进一步吸收、吸附、拦截营养盐及有机物，从而降低进入下一级子库或者主库水中的污染物质，抑制主库中藻类过度繁殖，减缓营养化进程，改善湖泊水质。

编制组根据相关研究成果对“前置库”和“前置库技术”的定义和描述，结合《入湖河口前置库技术指南》内容，确定“前置库”的定义为：一种位于湖泊或者水库的上游，容积相对较小，通过水力调控和生态净化削减进入水体的污染物以保护下游湖泊或者水库的生态工程。

6.3.3 水力负荷

前置库单位体积、单位时间内所能接纳的水量，单位： $\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{d})$ 。

本定义参考以下文献：

(1) 2020年河北省住房和城乡建设厅公开的《河北省人工湿地污水处理技术规程》（征求意见稿）对“表面水力负荷”的定义为：指每平方米人工湿地表面在单位时间内所能接纳的污水量。

(2)2016年中华人民共和国住房和城乡建设部修订的《室外排水设计规范(2016年版)》对“表面负荷”的定义为：一种负荷表示方式，指每平方米面积每天所能接受的污水量。

(3)2010年原环境保护部发布的《人工湿地污水处理工程技术规范》对“表面水力负荷”的定义为：每平方米人工湿地在单位时间内所接纳的污水量。

编制组根据相关研究成果对“表面负荷”和“表面水力负荷”的定义，结合《入湖河口前置库技术指南》内容，确定“水力负荷”的定义为：前置库单位体积、单位时间内所能接纳的水量，单位： $\text{m}^3/(\text{m}^3 \text{d})$ 。

6.3.4 污染负荷

前置库单位体积、单位时间内所能接纳的污染物数量，单位： $\text{mg}/(\text{m}^3 \text{d})$ 。

本定义参考以下文献：

(1)2006年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《生态学名词(第一版)》对“污染负荷”的定义：在单位时间、单位面积或单位体积环境单元内所接纳、承受污染物的量。

(2)2006年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《地理学名词(第二版)》对“污染负荷”的定义：区域或环境要素对污染物的负载量。

(3)1997年全国科学技术名词审定委员会审定公布的《水利科学技术名词(第一版)》对“污染负荷”的定义：水环境在一定时间内接纳污染物的总量。

编制组根据相关研究成果对“污染负荷”的定义，结合《入湖河口前置库技术指南》内容，确定“污染负荷”的定义为：前置库单位体积、单位时间内所能接纳的污染物数量，单位： $\text{mg}/(\text{m}^3 \text{d})$ 。

6.4 前置库技术总体要求

本条规定了入湖河口前置库技术的设计原则、设计水质、库址选择、总平面布置等。

6.4.1 设计原则

本条规定了入湖河口前置库技术的设计原则，包括整体规划原则、因地制宜原则、最小干预原则、防洪安全原则、经济技术可行原则和本土物种原则。

1)整体规划原则。应将上游河流和下游湖、库纳入前置库生态修复和重建，应进行整体规划设计。

2)因地制宜原则。技术应用应综合考虑不同地区的气候条件、水文特点、地理条件等因素。

3) 最小干预原则。宜以同区域现存未退化自然入湖河口为前置库生态建设目标, 结合前置库库区环境特点, 通过最少的人为干预手段, 保障入湖河流生态基流, 维系前置库库区原有生态功能和自然过程, 保证原有物种稳定生存。

4) 防洪安全原则。设施建设应不受洪水影响, 前置库构筑物防洪设计标准应符合 SL 252 规定的相关要求, 宜按照 10 年一遇防洪标准, 相应前置库设计年径流保证率为 P=90%。

5) 经济技术可行原则。应综合考虑技术去除效率、处理水量、来水水质、占地面积、建设投资、维护成本、稳定性等因素, 通过技术经济比较确定适宜的方案。

6) 本土物种原则。应结合工程所处区域气候及工程建设季节, 选择适应能力强的本土物种, 构建以本土植物为主的稳态群落结构, 避免外来入侵物种。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010), 人工湿地工艺设计相关规定为: 工艺设计应综合考虑处理水量、原水水质、建设投资、运行成本、排放标准稳定性, 以及不同地区的气候条件、植被类型和地理条件等因素, 并应通过技术经济比较确定适宜的方案。湿地植物选择和种植相关规定为: 人工湿地宜选用耐污能力强、根系发达、去污效果好、具有抗冻及抗病虫害能力、有一定经济价值、容易管理的本土植物, 人工湿地出水直接排入河流、湖泊时, 应谨慎选择“凤眼莲”等外来入侵物种。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》(试行), 前置库系统植物选择相关规定为: 植物选择原则为以当地的土著物种为主, 宜于在当地生长; 对 N、P 等营养物质有较好的去除能力; 易收获, 有一定的经济价值; 不会产生不良的后果, 如泛滥成灾, 引起二次污染等。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》(试行), 前置库系统设计相关规定为: 在设计过程中要考虑光照、温度、水力参数、水深、滞水时间、前置库库容、存贮能力、污染负荷大小等因子。

依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017), 水利水电工程洪水标准相关规定为: 水利水电工程永久性水工建筑物的洪水标准, 应按山区、丘陵区和平原、滨海区分别确定。平原、滨海区水库工程的永久性水工建筑物的洪水标准如表 1 所示。

表 1 平原、滨海区水库工程的永久性水工建筑物的洪水标准

项目	永久性水工建筑物级别				
	1	2	3	4	5
设计[重现期(年)]	300~100	100~50	50~20	20~10	10
校核洪水标准[重现期(年)]	2000~1000	1000~300	300~100	100~50	50~20

依据前置库建设社会服务功能和水生态服务功能的总体理念, 将上游河流与下游湖荡统

一纳入前置库生态修复和重建，进行整体规划设计，前置库是河湖能量、物质和生态交融聚合区域，具有独特的功能与生态位及生态治理模式，其规划设计要在野外综合调查和资料收集的基础上，分析河湖的自然地理、水资源、水环境、水生态与人为活动特征，拟定前置库生态治理和修复目标与途径。

入湖河口前置库河口生态建设通常有参考系统，作为修复的参考目标。现存未退化自然入湖河口可以作为恢复项目的参照，前置库修复建设工程目标为物种稳态生存和维系生态功能。此种参照还可以作为衡量入湖河口修复项目是否成功的标准。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）、《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）、《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行）和《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）的相关规定，对入湖河口前置库技术的设计原则做出要求。

6.4.2 设计水质

本条规定了入湖河口前置库进出水水质要求。

1) 前置库进水化学需氧量、氮、磷等主要污染指标浓度宜达到或者优于 GB 18918 中一级 A 标准。

2) 前置库系统出水应满足受纳水体水质改善和负荷削减的设计要求，应符合 GB 3838 中湖、库相关标准。

《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）关于城镇污水处理厂出水污染物限值的规定如表 2 所示。《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）规定了地表水环境质量标准基本项目标准限值，如表 3 所示。

表2 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）（部分指标） 单位：mg/L

序号	基本控制项目	一级标准		二级标准	三级标准
		A 标准	B 标准		
1	化学需氧量（COD）	50	60	100	120
2	生化需氧量（BOD ₅ ）	10	20	30	60
3	悬浮物（SS）	10	20	30	50
7	总氮（以 N 计）	15	20	——	——

8	氨氮（以 N 计）	5（8）	8（15）	25（30）	—
9	总磷（以 P 计）	0.5	1	3	5

注意：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

表3 地表水环境质量标准基本项目标准限值（部分指标） 单位：mg/L

序号	分类 标准值 项目	I	II	III	IV	V
		1	15	15	20	30
2	化学需氧量 (COD) ≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
3	氨氮 (NH ₃ -N) ≤	0.02 (湖、库 0.01)	0.1 (湖、库 0.025)	0.2 (湖、库 0.05)	0.3 (湖、库 0.1)	0.4 (湖、库 0.2)
4	总磷 (以 P 计) ≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
	总氮 (湖、库, 以 N 计) ≤					

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918-2002）和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的相关规定，对入湖河口前置库系统设计水质做出要求。

6.4.3 库址选择

本条规定了入湖河口前置库建设库址选择要求。

- 1) 应综合考虑当地土地权属、土地利用现状、发展扩建、交通等社会条件。
- 2) 应综合考虑当地工程地质、水文地质、地形地貌、气象、水温、动植物生态等自然条件。
- 3) 应不影响行洪安全，不得妨碍航运，并不受潮水或内涝影响。
- 4) 应进行库址勘测和比选，选择适宜位置建设前置库，库址应满足安全库容大、占地小、工程量小、易调控管理等工程技术要求。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地场址选择相关规定为：①应符合当地总体发展规划和环保规划的要求，以及综合考虑交通、土地权属、土地利用现状、发展扩建、再生水回用等因素。②应考虑自然背景条件，包括土地面积、地形、气象、水文以及动植物生态因素等，并进行工程地质、水文地质等方面的勘察。③应不受洪水、潮水或内涝威胁，且不影响行洪安全。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行），前置库选址相关规定为：因地制宜，选择适宜区域，如沟渠、小河、水塘或低洼地等进行改造；在汇水区域，径流易于收集，并且距离入湖河流、入湖河口较近，排水便利；所涉及的河网水系流向相对清晰。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）和《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）相关规定，对入湖河口前置库库址选择提出要求。

6.4.4 总平面布置

本条规定了入湖河口前置库系统总平面布置要求。

1) 应充分利用自然环境的有利条件，根据构筑物使用功能和流程要求，结合地形、气候、地址条件，便于施工、维护和管理等因素，合理安排，紧凑布置。

2) 前置库区的高程布置应充分利用原有地形，符合通畅水流、降低能耗、平衡土方的要求；各单元高程设计应尽量结合自然坡度和地形条件，采用重力流形式，尽量避免多次水力提升。

3) 应综合考虑前置库系统的整体联通性、不同单元内水流的均匀性以及水生植物的配置、各类构筑物和景观设施的营建等因素，使工程同时具有景观效果。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地总平面布置相关规定为：①应充分利用自然环境的有利条件，按建（构）构筑物使用功能和流程要求，结合地形、气候、地址条件，便于施工、维护和管理等因素，合理安排，紧凑布置。②厂区的高程布置应充分利用原有地形，符合排水通畅、降低能耗、平衡土方的要求；多单元湿地系统高程设计应尽量结合自然坡度，采用重力流形式，需提升时，宜一次提升。③应综合考虑人工湿地系统的轮廓、不同类型人工湿地单元的搭配、水生植物的配置、景观小品设施营建的等因素，使工程达到相应的景观效果。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水

处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）对人工湿地总平面布置的规定，对前置库系统总平面布置做出要求。

6.5 前置库技术工艺设计

本条规定了入湖河口前置库工艺流程、参数设计和单元结构设计要求。

6.5.1 工艺流程

本条规定了入湖河口前置库系统工艺流程，包括导流收集单元、调蓄缓冲单元、拦截沉降单元、强化净化单元、生态稳定单元等。

1) 根据入湖河流污染物逐级拦截净化的原则，前置库系统工艺可分为5个单元，分别为导流收集单元、调节缓冲单元、拦截沉降单元、强化净化单元、生态稳定单元。前置库系统工艺单元见图5。

2) 前置库各单元逐级净化入湖进水，去除区域内入湖河流中氮、磷等营养盐、悬浮物和其他有机污染物，提升河流入湖水体水质。

3) 宜根据地形、河流布局和污染物的削减要求，设计5个单元的结构与组成。

4) 宜采用表面布水、潜流布水等方式布水，保证5个单元结构之间布水均匀。

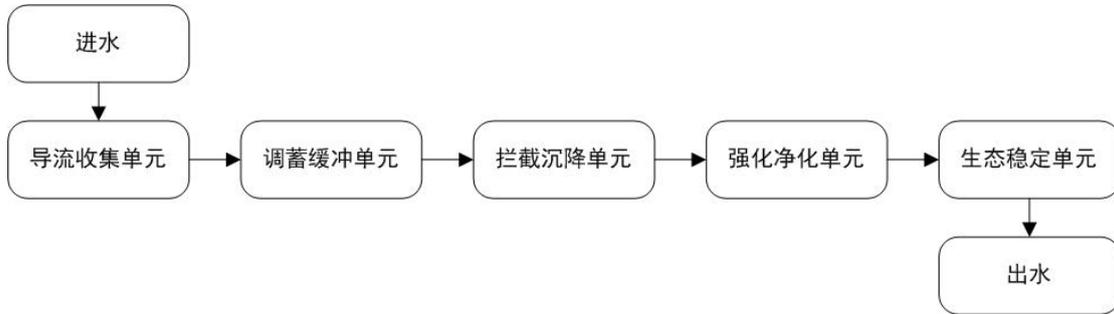


图5 前置库系统工艺单元

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行），前置库组成相关规定为：一般的前置库通常由三部分构成，即拦截沉降系统、强化净化系统和导流回用系统。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行），前置库组成相关规定为：前置库通常由沉降带、强化净化系统、导流与回用系统3个部分组成。

前置库分区片设计应重视布水系统和布水方式（表面布水、潜流布水等），重视水流途径和区片水力联系设计，确保布水均匀，充分发挥生态治理单元功能作用。确保水力负荷与

污染负荷耦合的最大效益。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）和《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行）相关规定，对入湖河口前置库系统工艺流程做出要求。

6.5.2 参数设计

本条规定了入湖河口前置库主要设计参数，包括设计水力负荷、设计水力停留时间、前置库库区水深、水位等。

1) 前置库的主要设计参数宜根据前置库进出水水量、水质确定。设计水力负荷不宜高于 $0.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ d})$ ，设计水力停留时间宜不低于 2 天，宜 4 天~8 天。

2) 前置库库区水深应考虑水生植物生长条件，平均水深不宜超过 3 m。

3) 前置库出水最低水位应高于下游湖泊或者主库常水位。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地设计参数相关规定为：①人工湿地面积应按五日生化需氧量表面有机负荷确定，同时应满足水力负荷的要求。②人工湿地的主要设计参数，宜根据试验资料确定；无试验资料时，可采用经验数据或按照表的数据取值。人工湿地的主要设计参数如表 4 所示。

表 4 人工湿地的主要设计参数

人工湿地类型	BOD ₅ 负荷 [kg/(hm ² d)]	水力负荷 [m ³ /(m ² d)]	水力停留时间/d
表面流人工湿地	15~50	<0.1	4~8
水平潜流人工湿地	80~120	<0.5	1~3
垂直潜流人工湿地	80~120	<1.0（建议值：北方：0.2~0.5； 南方 0.4~0.8）	1~3

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）对人工湿地设计参数的规定，对入湖河口前置库系统参数设计做出要求。

6.5.3 单元结构设计

本条规定了入湖河口前置库系统导流收集单元、调蓄缓冲单元、拦截沉降单元、强化净化单元和生态稳定单元结构设计要点。

6.5.3.1 导流收集单元

本条规定了入湖河口前置库系统导流收集单元结构设计要点。

1) 宜通过重力自流或利用动力导流将河水导入前置库区。

2) 前置库进水满足重力自流时, 宜采用导流潜坝、导流围堰等方式将来水导入前置库区。坝顶、堰顶高度可低于入湖河流平均水位。坝顶、堰顶可种植水生植物。

3) 前置库区进水不能满足重力自流时, 可采用动力导流方式将来水导入前置库区。动力导流方式可选择供水泵站提水、天然能源提水等。天然能源可采用风能、太阳能等。

4) 供水泵站设计流量应根据前置库处理水量确定, 特征水位、特征扬程的选择应符合 GB 50265 的规定。泵站设计应满足其功能和安全运行的条件。

《泵站设计规范》(GB50265-2010) 从泵站设计运行水位、最高运行水位、最低运行水位、平均水位等方面对泵站特征水位做出了规定; 从泵站设计扬程、平均扬程、最高扬程、最低扬程等方面对泵站特征扬程做出了规定。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《泵站设计规范》(GB50265-2010) 相关规定, 对入湖河口前置库系统导流收集单元结构做出要求。

6.5.3.2 调蓄缓冲单元

本条规定了入湖河口前置库系统调蓄缓冲单元结构设计要点。

1) 调蓄缓冲单元应具备缓冲进水水量和浓度、调节水力负荷和污染负荷、提高污水有效停留时间的功能。

2) 单元体积根据前置库进水量和水力停留时间计算, 水力停留时间宜大于 0.5 天。

3) 水深宜大于 2 m。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果对入湖河口前置库

系统调蓄缓冲单元结构做出要求。

6.5.3.3 拦截沉降单元

本条规定了入湖河口前置库系统拦截沉降单元结构设计要点。

1) 利用水力沉降作用，挺水植物拦截、吸附作用和微生物降解作用，对入湖河流中颗粒物、泥沙、氮、磷等污染物进行拦截处理。

2) 单元体积根据前置库进水量和水力停留时间计算，水力停留时间宜大于1天。

3) 水深宜为0.5 m~1.0 m。

4) 宜利用地势种植挺水植物，可适当改造水下地形及边坡，构造植物拦截墙。植物拦截墙一般由土质或土石床基和挺水植物构成。

5) 挺水植物宜密植，栽植密度宜根据前置库接纳水体水质改善和负荷削减需求确定，宜选择大型土著维管束植物。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行），前置库系统拦截沉降相关规定为：利用入湖/库河口，加以适当改造，在引入全部或部分地表径流的同时，通过泥沙及污染物颗粒的自然沉淀，结合系统内的水生植物有效吸收去除底部沉淀物中的营养物质，从而达到初步净化水体水质的效果。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行），前置库系统沉降带相关规定为：沉降带可利用现有的沟渠，加以适当改造，并种植水生植物，对引入处理系统的地表径流中的污染颗粒物、泥沙等进行拦截、沉淀处理。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地植物种植密度相关规定为：植物种植密度可根据植物种类与工程的要求调整，挺水植物的种植密宜为 9~25 株/m²。

拦截沉降单元中挺水植物增加水力阻力系数，流速减缓后使大颗粒物沉降下来。挺水植物宜为本土的维管束植物，充分发挥该类植物吸收有机污染力强、向根际输氧、根孔自然挂膜净化水质等功能。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）、《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行）和《人工湿地污水

处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）相关规定，对入湖河口前置库系统拦截沉降单元结构做出要求。

6.5.3.4 强化净化单元

本条规定了入湖河口前置库系统强化净化单元结构设计要点。

1) 单元体积根据前置库进水量和水力停留时间计算，水力停留时间宜大于1天。

2) 可布设生态浮床区、挺水植物区和浮叶植物区。覆盖率宜根据前置库接纳水体水质改善和负荷削减需求确定。

3) 生态浮床区可布置立体式生态浮床，浮床植物选择根系生物量大的水生植物；浮床下可设置底栖生物挂放装置，可放置仿生植物类材料，可设置增氧曝气设备。生态浮床区水深宜在1.5 m~2 m。

4) 挺水植物区水深宜在1.0 m~1.5 m。

5) 浮叶植物区水深宜在 1.5 m~2 m。

前置库建设目的是尽最大能力净化氮、磷等污染物，应根据净化需要确定水生植物覆盖率。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行），前置库系统强化净化相关规定为：通过砾石床过滤、植物滤床净化、深水区强化净化、岸边湿地建设等系统进一步沉降粒径较小的泥沙、氮磷污染物。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行），前置库系统强化净化相关规定为：强化净化系统分为浅水净化区和深水净化区，其中浅水生态净化区类似于砾石床的人工湿地生态处理系统。首先沉降带出水以潜流方式进入砾石和植物根系组成的具有渗水能力的基质层，污染物质在过滤、沉淀、吸附等物理作用、微生物的生物降解作用、硝化反硝化作用以及植物吸收等多种形式的净化作用下被高效降解；再进入挺水植物区域，进一步吸收氮磷等物质，对入库径流进行深度处理；深水强化净化区利用具有高效净化作用的易沉藻类、具有固定化脱氮除磷微生物的漂浮床、以及其他高效人工强化净化技术进一步去除氮、磷和有机污染物等，库区可结合污染物净化进行适度水产养殖。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）和《湖泊生

态环境保护系列技术指南之六——农田面源污染防治技术指南》（试行）相关规定，对入湖河口前置库系统强化净化单元结构做出要求。

6.5.3.5 生态稳定单元

本条规定了入湖河口前置库系统生态稳定单元结构设计要点。

- 1) 单元体积根据前置库进水量和水力停留时间计算，水力停留时间宜大于 1.5 天。
- 2) 水深宜为 1.5 m~2 m。
- 3) 可设置沉水植物、鱼类、底栖动物。
- 4) 沉水植物覆盖率宜根据前置库接纳水体水质改善和负荷削减需求确定。
- 5) 鱼类宜投放滤食性鱼类。
- 6) 底栖动物种类应为本土物种，防止引入外来物种。
- 7) 鱼类和底栖动物放养密度不宜过高，宜进行分批多次放养。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地植物种植密度相关规定为：植物种植密度可根据植物种类与工程的要求调整，浮水植物和沉水植物的种植密度均宜为 3~9 株/m²。

前置库建设目的是尽最大能力净化氮、磷等污染物，应根据净化需要确定水生植物覆盖率。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）相关规定，对入湖河口前置库系统生态稳定单元结构做出要求。

6.6 维护技术

本条规定了入湖河口前置库环境监控、植物养护、设施维护、智能信息化管控等要求。

6.6.1 环境监控

本条对入前置库技术应用的入湖河口区域水质、水文、底泥监控做出了规定。

- 1) 在前置库系统各单元进、出水端应分别设置监测断面，定期进行采样、监测、分析。采样应按 HJ 493、HJ 494 相关要求执行。
- 2) 水质监测指标宜按照 HJ 2005 相关要求执行。

3) 水质监测频率按照 DB 11/T 1301 相关要求执行。水质监测指标每年应不少于 3 次, 宜丰水期、平水期和枯水期各一次。

4) 水文监测指标和监测频率按照 DB 11/T 1301 湿地监测技术规程相关要求执行, 水文监测应符合 SL 196 相关要求。

5) 应进行河道、前置库库区底泥厚度测量和底泥样品测试。

6) 应定期启动清淤, 每隔 2 年~5 年, 要通过深层排放排空前置库以转移底泥, 防止构筑物堵塞。底泥清淤应符合 GB 50707 相关要求。

依据《水质采样 采样技术指导》(HJ 494-2009), 开阔河流采样相关规定为: ①采样点原则上应在河流横向及垂向的不同位置采集样品。②采样时间一般选择在采样前至少连续两天晴天, 水质较稳定的时间(特殊需要除外)。③采样时间是考虑人类活动、工厂企业的工作时间及污染物到达时间的基础上确定的。水库和湖泊采样的相关规定: ①采样时不可搅动水底部的沉积物。②采样时应保证采样点的位置准确, 必要时使用 GPS 定位。③认真填写采样记录表, 字迹应端正清晰。④保证采样按时、准确、安全。⑤采样结束前, 应核对采样方案、记录和水样, 如有错误和遗漏, 应立即补采或重新采样。⑥如采样现场水体很不均匀, 无法才到有代表性样品, 则应详细记录不均匀的情况和实际采样情况, 共使用收据者参考。⑦测溶解氧、生化需氧量和有机污染物等项目时的水样, 必须注满容器, 不留空间, 并用水封口。⑧测定湖库水 COD、高锰酸盐指数、叶绿素 α 、总氮、总磷时的水样, 静止 30 min 后, 用吸管一次或几次移取水样, 吸管进水尖嘴应插至水样表层 50 mm 以下位置, 再保存剂保存。

《水质采样 样品的保存和管理技术规定》(HJ 493-2009) 规定了水样从容器的准备到添加保护剂等各环节的保存措施以及样品的标签设计、运输、接收和保证样品保存质量的通用技术。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010), 人工湿地水质检测的相关要求为: 应定期检测进出水水质。人工湿地水质监测指标相关规定为: ①对工程各系统的进出水进行检测, 主要包括流量、水位、水温、DO、pH 值、SS、BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N、硝酸盐、总磷等, 其应按国家相关标准和规定执行。②关键工艺控制参数, 如预处理系统的流量、DO、SS、COD_{Cr} 等检测数据宜参与后续工艺控制。

依据《湿地监测技术规程》(DB 11/T 1301-2015), 湿地水质监测频率的相关规定为: 水质监测指标每年应不少于 3 次, 宜丰水期、平水期和枯水期各一次。湿地地表水水文监测相关规定如表 5 所示。

依据《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行），前置库清淤的相关规定为：前置库工程的沉降系统为主要的淤积部位，需要定期进行清淤，清淤频度为2年一次。其他净化区清淤视实际淤积情况3~5年清淤一次。

依据《河道整治设计规范》（GB 50707-2011），疏挖工程相关规定为：①疏挖工程设计应遵循河道演变规律，做到因势利导，并应与堤防加固、河槽整治、通航、输水、吹填造地、环境保护等相结合。疏挖工程设计前应复核现状河道的过流能力。②疏挖区应根据河道整治工程总体布局，结合河道治导线确定。疏挖后应使河槽与河岸保持稳定。③疏挖的弃土可在岸上或水下处理。在岸上处理时，弃土区的布置应结合造地等综合利用进行挖填平衡。在水下处理时，弃土区应选择流速小、对河槽及航道不产生明显淤积、且不影响泄洪、排涝、通航的水下深潭或废弃的支汊等部位。

表 5 湿地地表水水文监测指标及方法

监测指标	单位	监测频率	测定方法
径流量	$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	连续监测	流速仪法/浮标法
流速	m s^{-1}	连续监测	流速仪法/浮标法
水位	m	连续监测	自记水位计/水尺

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滬运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）、《水质采样 采样技术指导》（HJ 494-2009）、《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）、《湿地监测技术规程》（DB 11/T 1301-2015）、《水文调查规范》（SL 196-2015）、《湖泊生态环境保护系列技术指南之五——湖泊流域入湖河流河道生态修复技术指南》（试行）和《河道整治设计规范》（GB 50707-2011）相关规定，对前置库技术应用的入湖河口区域环境监控做出要求。

6.6.2 植物养护

本条对入湖河口前置库技术植物种植养护做出了规定。

- 1) 植物补种时间宜考虑植物的季相交替规律，植物种植初期的管理主要是保证其成活率。
- 2) 水生植物种植后，为促进植物根系发育，初期应进行水位调节。
- 3) 应根据植物的生长情况，进行适时收割、杂草清除、缺苗补种、控制病虫害等管理，不宜使用除草剂、杀虫剂等，杂草应合理处置，不应引起二次污染。

4) 植物管理维护应符合 HJ 2005、DB 11/T 1300 相关要求。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010)，人工湿地植物管理维护相关规定为：①人工湿地栽种植物后必须充水，为促进植物根系发育，初期应进行水位调节。②植物系统建立后，应保证连续提供污水，保证水生植物的密度及良性生长。③应根据植物的生长情况，进行缺苗补种、杂草清除、适时收割以及控制病虫害等管理，不宜使用除草剂、杀虫剂等。④对大型人工湿地污水处理工程应考虑配置植物生物能利用的装置。

依据《湿地恢复与建设技术规程》(DB 11/T 1300-2015)，湿地植物养护管理相关规定为：①植物种植初期的管理主要是保证其成活率，湿地植物宜在春季种植，在夏季种植的应遮阳防晒。②植物种植初期可通过降低湿地的水位，促使植物根系生长。③生长季节中应控制植被总覆盖度并及时清理倒伏植株。④冬季应清理部分植物枯落物，开辟湿地防火隔离带，不应人为焚烧湿地植物残体。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010)和《湿地恢复与建设技术规程》(DB 11/T 1300-2015)相关规定，对入湖河口前置库技术植物种植养护做出要求。

6.6.3 设施维护

本条对入湖河口前置库技术设施维护做出规定。

- 1) 定期对入湖河口前置库区域进行安全巡查，确保设施安全稳定可靠运行。
- 2) 设施运行维护过程产生的废弃的材料，应妥善处理。
- 3) 应定期对抽水泵站、闸门等设施进行检查维护，发现损坏应及时补修，确保设施稳定可靠运行。

依据《人工湿地污水处理工程技术规范》(HJ 2005-2010)，人工湿地工艺设施和主要设备运行维护相关规定为：①工艺设施和主要设备应编入台账，定期对各类设备、电气、自控仪表及建(构)筑物进行检修维护，确保设施稳定可靠运行。②工艺流程图、操作和维护规程等应示于明显部位，运行人员应按规程进行系统操作，并定期检查构筑物、设备、电气和仪表的运行情况。人工湿地劳动安全相关规定为：建立并严格执行定期和经常的安全检查制度，及时消除事故隐患。人工湿地污泥处理与处置相关规定为：人工湿地系统应定期清淤排泥。

依据《湿地恢复与建设技术规程》（DB 11/T 1300-2015），湿地水体养护管理相关规定为：应定期打捞水体上漂浮的垃圾和影响湿地水质与景观的其他杂物。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）和《湿地恢复与建设技术规程》（DB 11/T 1300-2015）相关规定，对入湖河口前置库技术设施维护做出要求。

6.6.4 智能信息化管控

本条对前置库技术应用入湖河口区域智能信息化管控做出规定。

- 1) 在技术和经济可行情况下，可综合运用 3S 技术、互联网技术等多种技术，构建前置库技术运用的入湖河口区域信息化管理平台。
- 2) 可采用电子监控手段对入湖河口区域进行实时监控。
- 3) 可采用实时监测设备对入湖河口区域进行气象、水质、水文监测。

《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010），人工湿地自动控制系统相关规定为：①大、中型人工湿地污水处理工程的主要处理工艺单元，应采用自动控制系统。小型人工湿地污水处理工程的主要处理工艺单元，可根据实际情况，采用自动控制系统。采用成套设备时，设备本身控制宜与系统控制结合。②自动控制系统可采用可编程序逻辑控制器（PLC）控制，实施监控运转情况，具备连锁、保护、报警等功能，可设集中和现场两种操作方式。③安装在线监测系统的，应符合 HJ/T 353、HJ/T 354、HJ/T 355 中的相关规定。④所用监测仪器应符合 HJ/T 15、HJ/T 96、HJ/T 101、HJ/T 103、HJ/T 377 中的有关规定。

标准编制组根据水体污染控制与治理科技重大专项“十一五”太滹运河与湖荡区水污染控制技术与工程示范课题、“十二五”湖荡湿地重建与生态修复技术及工程示范课题、“十三五”武南区域河湖水系综合调控与生态恢复技术集成与示范课题研究成果及《人工湿地污水处理工程技术规范》（HJ 2005-2010）等相关规定，对前置库技术应用入湖河口区域智能信息化管控做出要求。

7 实施本标准的效益分析

本标准规范和指导入湖河口前置库工程的建设和维护，有利于水环境的改善及生态环境的保护及恢复，对保护生态系统完整性和稳定性具有重要作用，将提升流域国民经济与社会

的可持续发展潜力，产生生态、经济和社会效益。

7.1 生态效益

湖泊是我国重要的自然资源，具有提供水源、养殖水产、维护生物多样性、净化水质等重要的生态服务功能。湖泊生态环境削减水体中悬浮物、氮、磷等污染物是生态环境保护工作的一项重要任务。本标准的实施有利于改善入湖河流水质，能有效拦截、去除和净化水体中悬浮物、氮、磷等污染物，为周边居民的生活和健康提供水环境保障。

7.2 经济效益

本标准充分考虑技术的可行性（低成本、高效益）和技术实施后的成效和可持续性。根据本标准建设入湖河口前置库工程，改善流域的水环境，保障饮用水水源安全，也有利于加快流域周边地区城市化的进程，为流域及周边地区国民经济健康、快速、持续发展提供强有力的保障，将会产生巨大的经济效益。

7.3 社会效益

湖泊是我国珍贵自然生态资源、奇特自然景观、珍稀濒危物种的集中分布区域，具有重要的科研、教育及观赏价值。科学有效地进行河流、湖泊生态保护，不仅可以保护生态环境，还可通过提供河湖方面的科学研究、教育宣传等服务功能，提升民众对河湖的认识，加强公众对河湖保护的意识。

8 实施建议

本标准是贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，落实《水质较好湖泊生态环境保护总体规划》的重要手段，对于规范和指导入湖河口前置库建设和维护等工作，保护河湖水生态系统完整性和稳定性具有重要作用，有助于构建河湖生态修复标准体系。