

关于河湖连通生态水利工程的设计思考

全越攀¹ 陆永跃²

(1. 珠江水利委员西江局西江水利综合技术中心, 广西 南宁 530000;

2. 梧州水利电力设计院, 广西 梧州 543000)

【摘要】随着城市化和工业化的不断发展, 水资源的可持续利用成为亟待解决的问题。为了提高水资源的利用效率、改善水生态环境, 河湖连通生态水利工程成为一种备受关注的生态保护与水利改革手段。本文旨在探讨河湖连通生态水利工程的设计与实施, 以期为类似工程的规划与实施提供参考。

【关键词】河湖连通; 生态工程; 水利工程; 工程设计

一、引言

水是生命之源, 对于人类、动植物及整个生态系统都至关重要。然而, 随着城市发展、农业用水增加以及气候变化的影响, 许多地区的河湖生态系统面临严重威胁。为了改善这一状况, 河湖连通生态水利工程崭露头角。传统的水利工程常常独立存在, 而缺乏跨流域的综合规划。为了更好地利用水资源、改善生态环境, 河湖连通工程开始引起关注。这种工程通过连接相邻的河湖水系, 使水资源能够在流域内更自由地流动, 实现水资源的均衡调配。

二、设计目标与原则

(一) 提高水资源的利用效率

制定跨流域的水资源调配计划, 通过河湖连通实现水资源更为灵活、综合地调配, 确保水能够更有效地满足不同区域的需求。确保河湖连通工程中的水利设施能够提高水体的流通能力, 减少水流阻碍, 从而达到提高水资源利用效率的目标。设计合理的水流路径和水利设施, 减少因水流不畅通、过度损耗等导致的水资源浪费, 提高水资源的有效利用率。针对农业灌溉需求, 优化河湖连通工程, 确保灌溉水能够迅速、有效地到达农田, 减少水资源在输送过程中的损失, 提高农业用水效率。引入先进的水资源管理技术, 包括水资源监测、智能灌溉系统等, 以推动水资源的科学管理和高效利用。

确保水资源调配和连通工程的实施对生态系统的影响最小化, 优先考虑生态系统的保护和恢复, 确保水生态的健康。设计工程时要考虑长期的可持续性, 确保水资源的合理使用不仅满足当前需求, 还能够满足未来世代的需求。确保水资源的调配过程公平合理, 不偏袒某一特定区域或群体, 确保水资源的合理分配, 维护社会和谐。将河湖连通生态水利工程纳入整体水资源管理体系, 与其他水利工程、水权制度等相协调, 确保水资源的综合管理和利用。

(二) 改善河湖水生态环境

设计工程以促进水体自净能力的提升为目标, 通过河湖连通实现水体的流通, 促使水中富氧、微生物等自净因素的传递, 提高水体的自净能力。确保工程

不破坏原有水生态系统, 通过设计和管理, 保障水域生态系统的多样性, 维护各类水生动植物的栖息地。通过合理的水利设施设计, 降低对水生态系统的干扰和风险, 确保水体生态环境的稳定性和健康。利用河湖连通工程, 恢复和保护湿地生态系统, 提供适宜湿地植物和动物生存的环境, 促进湿地的自然修复。设计工程应采取措施防治水污染, 包括设置沉淀池、植物滤池等, 减少污染物进入水体, 改善水质。

生态保护作为设计的首要原则, 确保工程实施不对水生态系统造成不可逆的损害, 尊重并保护珍稀濒危物种。将水生态系统的保护纳入整体水资源管理, 通过综合管理手段提高水域的整体生态质量。设计工程以增强河湖水域的连通性为原则, 使得水体能够更自由地流动, 促进水中生态物质的交换。在设计中设立生态过渡带, 过渡带内进行植被恢复和保护, 为水体中的生物提供安全的繁殖和栖息环境。

(三) 促进生态系统的自然修复

设计工程以促使水体自然流动为目标, 避免过度的人为干预, 让水体沿着自然的流向流动, 帮助水体自行携带和分解富营养物质。在设计中划定生态过渡带, 为水生物提供适宜的生存环境, 创造适合自然修复的环境条件。设计工程时优化水体的结构, 保留或重建适宜生物生存的河床和湖底结构, 为自然修复创造更有利的条件。将自然修复的原理与人工生态工程结合, 如植被恢复、湿地建设等, 以提高水体的自净和自我修复能力。

将生态系统的保护和修复放在设计的首要位置, 确保工程不对生态系统造成负面影响, 为其自然修复提供支持。在设计中模拟自然的水生态过程, 包括水体自净、物质循环等, 以引导水体自然修复的过程。留白一定的空间, 让自然修复的力量有更多的表现空间, 同时在设计中保留原有的生态特征, 为生态系统的恢复提供基础。引导自然的水流过程, 鼓励沉积和侵蚀的自然过程, 以促使水体底质的自然调整, 有利于生态系统的自我修复。在设计后建立生态系统监测体系, 实时了解水生态系统的变化, 及时采取必要的调整和改进措施, 以保证自然修复的顺利进行。

（四）保障周边社区的水源供应

设计工程以确保周边社区的水源能够稳定供应为目标，通过水体的连通，提高水源的可靠性和稳定性。在设计过程中充分考虑周边社区的用水需求，确保设计方案能够满足社区的基本用水需求，并根据需求制定相应的工程规模。设计工程时考虑气候变化和突发事件的影响，通过水体连通提高水源的抵御能力，确保在干旱、水荒等情况下社区水源的持续供应。引入先进的水资源管理技术，鼓励社区居民采用节水措施，提高用水效率，确保水资源得到更为合理的利用。

在设计初期，积极与周边社区进行沟通，了解社区的用水需求，充分考虑社区居民的利益和需求。设计工程时将社区用水安全置于首要位置，采用适当的水源保护措施，防范水源污染，确保居民用水的安全性。考虑周边社区的用水需求，设计工程时可以采用多样化的水源策略，包括水库、河流、湖泊等，确保水源的丰富和多元性。制定社区紧急供水预案，当出现水源紧缺的情况时，能够迅速启动紧急供水措施，确保社区居民的基本生活需求。在设计水资源调配方案时，考虑采用合理的定价策略，通过水资源定价来引导社区居民合理使用水资源，防止过度浪费。设计工程时制定可持续供水规划，考虑长期的可持续性，确保社区的用水需求得到长期稳定的满足。

三、案例分析

（一）流域概述

某地区是一个水资源丰富但分布不均的地区。该流域内有数条重要的河流和湖泊，但由于过度开发、不合理的水利工程布局以及气候变化等因素，导致部分区域水资源短缺，生态系统退化，给当地经济和社会发展带来了不小的困扰。为了解决这一问题，该市政府决定实施河湖连通生态水利工程，以优化水资源配置、提高水资源利用效率，并在此基础上改善生态环境，为居民提供更可靠的水源供应。

（二）存在的问题

第一，水系没有整体连通，部分水域污染严重，水量得不到保障。水系中存在断流或断裂的现象，部分河湖水域之间缺乏有效的连接通道。由于水系分隔，水体在不同水域之间无法自由流动，导致水资源无法充分调配，一些地区可能面临水源枯竭的风险。缺乏整体连通，使得生态系统无法形成良好的水动力学平衡，影响水生生物迁徙和生态链的形成。部分河湖水域受到污染源的影响，水质恶化，可能存在废水排放、农业面源污染、工业废弃物排放等问题。污染源可能导致水中富营养化、有机污染和重金属超标等问题，威胁到水域生态系统的健康。

第二，湖渠淤积、堤岸垮塌，威胁当地居民生命财产安全。部分湖泊或渠道存在淤积现象，即水底泥沙、悬浮物质过多，导致水深减少，影响水体的正常运行。淤积可能导致水质恶化，阻碍水生生态系统的平衡，影响湖泊和渠道的生态功能。在干旱季节或枯水期，淤积部分容易形成滞留水体，成为滋生蚊蝇、水生藻类等有害生物的繁殖场所。部分湖泊或河渠的堤岸存在

破损、崩塌的情况，岸线出现明显的塌陷和移动。堤岸垮塌可能导致水域水位急剧下降，进而影响周边的灌溉和生活用水。崩塌的堤岸还可能引发泥石流、泥石流等地质灾害，威胁附近居民的生命和财产安全。

第三，自然岸线破坏严重，生物多样性下降。大量人工开发、填海造地等行为导致河湖岸线发生根本性变化，破坏了原有的自然岸线形态。岸线被规划成直线或简单的几何形状，失去了原有的曲折、多样化的地貌特征。岸线开发可能伴随着水域植被的清理和移除，导致原有湿地和河滨植被的丧失。缺乏自然植被的保护，水域边缘的生态系统遭到破坏，影响水生生物的栖息地。由于岸线破坏，水体边缘的生境结构发生改变，可能导致水中光照、温度等条件变化。这种改变可能对水生生物的繁殖、孵化、生长等生命周期产生负面影响，使生物多样性下降。自然岸线的破坏可能导致湿地的丧失，湿地是重要的生物多样性维护区域。岸线变化可能引入更多的人类活动，增加水体污染的风险，对水中生物造成压力。

四、河湖连通生态水利工程设计研究

（一）河湖连通工程

1. 工程布置

河湖连通工程的工程布置需要综合考虑地形地貌、水文条件、生态环境等因素，以确保工程实施后既能够实现河湖的连通，又能够最低程度地干扰原有的生态系统。进行详细的地形地貌分析，了解河湖的自然地理特征，包括地势、高程、河湖交汇点等。根据地形地貌特征，选择合适的河湖连通方式，如设置闸坝、建设过渡通道等。进行水文条件研究，包括水流速度、水深、流量等参数的测定。根据水文条件，设计合理的过渡结构，确保水体在连通过程中的平稳流动，减小生态系统的冲击。进行生态环境评估，了解河湖生态系统的现状和对连通的适应性。根据评估结果，确定工程布置方案，最小化对生态环境的干扰，保障生态系统的稳定性。在工程布置前后进行水体质量监测，了解水体的水质变化。根据监测结果，调整工程布置，采取必要的水质治理措施，保持水体的清洁和透明度。考虑工程布置对周边生物多样性的影响，保护濒危物种和关键生态系统。采取生态恢复和保护措施，如人工湿地建设、植被恢复等，促进生态系统的平衡发展。进行社区参与和公众沟通，了解当地居民的需求和意见。在工程布置中充分考虑社区的利益，确保工程能够为当地社区提供可持续的水资源和生态环境。

2. 渠道断面设计

河湖连通工程的渠道断面设计是确保水体顺利流通、生态系统平衡的重要环节。进行水文条件分析，包括水流速、水深、流量等参数的研究。根据不同季节、水位变化等情况，确定合适的渠道断面形状和尺寸。考虑渠道所处地区的地形地貌，包括高程、坡度等。根据地形地貌特征，设计符合自然地势的渠道断面，减小对地貌的影响。分析流域面积，确定流域的水量输入。根据流域径流量，设计渠道断面，以满足

不同流量条件下的水体流通需求。结合生态环境要求,确保渠道断面设计不仅满足工程需要,同时保障周边生态系统的健康。设置过渡带、生态植被带等,提高渠道的生态功能,促进水体生态平衡。考虑渠道底床的结构,选择合适的材料和形式,以降低底床侵蚀和泥沙沉积。考虑河湖连通工程的长期运行,设计渠道断面以确保工程的长期稳定性。

3. 渠系建筑物设计

渠系建筑物是河湖连通工程中重要的组成部分,其设计需考虑水体流通、水文条件、生态环境和工程安全等因素。根据水文条件和工程需求,设计闸坝或堰体的形状、高度和结构类型。考虑渠系的定期维护和操作,确保闸坝或堰体的稳定性和安全性。设计闸门和启闭设备,确保其灵活性和可靠性,以便在需要时能够顺利进行启闭操作。考虑设备的耐久性和抗腐蚀性,以应对水质和气候的变化。在渠系建筑物中设置流量测量设施,用于监测水体的流量和水位变化。选择合适的流量测量仪器,确保数据准确可靠,为水资源管理提供支持。设计渠系建筑物时考虑生态过渡设施,以保障鱼类和其他水生生物的通行。设置适宜的渠道形状和过渡结构,促进水生生物的迁徙和繁殖。考虑渠系建筑物的防洪需求,设置合适的防洪设施,以应对极端天气和气候变化可能引发的洪水风险。设计泄洪通道、防洪堤等结构,确保渠系建筑物的安全运行。结合周边土地利用规划,设计渠系建筑物的景观布局,使其与周边环境协调一致。考虑河湖连通工程对当地社区的影响,确保渠系建筑物能够融入周边环境,提升景观价值。在渠系建筑物设计中考虑可持续性,采用环保材料、低能耗设备,减少对生态环境的影响。引入绿色能源、水质净化设备等技术,提高渠系建筑物的环境友好性。

(二) 水环境整治工程

1. 湖泊清淤及塘埂疏挖

湖泊清淤及塘埂疏挖是水环境整治工程中的重要步骤,旨在改善湖泊水质、提高水体容积,促进湖泊生态系统的健康发展。进行湖泊水质分析,了解水体中的主要污染物质,确定清淤的必要性。进行泥沙测定,了解湖底泥沙的类型、分布和含量。根据水质分析和泥沙测定结果,制定淤泥处理方案,确定清淤深度和清淤频率。考虑淤泥的处理方式,如是否采用湖泊内沉积物处理、沉淀池处理、搅拌曝气处理等技术。选择适合湖泊情况的清淤技术,如机械清淤、吸泥船清淤、水下吸泥等。根据湖泊特征确定清淤工艺,确保清淤效果和施工安全。在清淤过程中采取措施保护湖泊生态系统,避免对水生生物和湖泊植被的不必要影响。考虑清淤时的季节,避免对湖泊中的繁殖期和鱼类迁徙期产生负面影响。分析湖泊周边的塘埂结构,评估其对湖泊水体的影响。设计合理的湖岸塘埂疏挖方案,以增加湖泊容积、改善水流动性。选择适用于塘埂疏挖的工艺,确保疏挖的效果和施工的可行性。可采用挖掘机、爆破、抽吸等方式进行疏挖。

2. 渠道整治

进行水文条件研究,包括水流速、水深、流量等参数的测定。根据水文条件,确定渠道整治的目标和方向。进行水质分析,了解渠道水体中的主要污染物质。制定整治方案,包括清理污染物、改善水体透明度等,以提高水质。设计生态过渡结构,以促进鱼类和其他水生生物的通行。设置适宜的过渡带和过渡结构,维护水体生态平衡。优化渠道的形状,使其符合水流动力学原理,降低水体阻力。根据水体流速和携带的泥沙量,设计合适的渠道横截面形状。考虑渠道所在流域的整体治理,包括土地利用规划、水土保持等方面。制定综合流域治理方案,提高渠道整治的长期效果。

3. 生态绿道填筑

生态绿道填筑是水环境整治工程中的一重要措施,旨在通过绿道的建设和生态修复,提升河湖周边地区的生态环境、增强生态系统的抵抗力。对河湖周边的生态环境进行全面分析,包括植被类型、土壤特性、野生动植物分布等。确定生态绿道填筑的区域,以满足生态系统的需求。设计适宜的植被覆盖,选择具有本地生态特色、适应当地气候条件的植物。考虑植被的季节性变化,以实现全年的绿化效果。在绿道填筑区域设置生态过渡区,有利于水生生物的迁徙和繁衍。通过湿地植被等设计,提高生态过渡区的生物多样性。设计绿道的硬质设施,如步道、自行车道、休息亭等,以提供居民和游客休闲娱乐的空间。结合当地文化和历史特色,设计独特的景观节点,增加绿道的吸引力。设计绿道的监测方案,定期对植被、水体等进行监测。制定维护计划,确保绿道设施和生态系统的长期健康运行。

五、结语

通过河湖连通生态水利工程的实施,成功实现了水资源的合理配置、生态环境的改善以及社会经济的可持续发展。这个案例为其他类似地区提供了有益的经验 and 启示,展示了河湖连通工程在解决水资源与生态环境问题上的积极作用。

参考文献:

- [1] 刘洋. 几种景观坝在水利工程中的应用与比选[J]. 中国水运: 下半月, 2020(3):179-180.
- [2] 刘昱, 郑珉姣, 徐昕, 刘琨, 杨雪. 基于生态景观理念的水利工程设计研究[J]. 水利水电快报, 2023,44(5):96-99.
- [3] 温春云, 刘毅生, 刘聚涛, 付莎莎, 张磊. 幸福河湖背景下水利工程生态化改造面临问题与对策[J]. 中国水利, 2023(14):52-55.
- [4] 王勇, 鲁家奎, 毛慧慧. 跨流域调水在海河流域河湖水系连通中的作用[J]. 海河水利, 2013(1):1-2.
- [5] 张欧阳, 卜惠峰, 王翠平, 熊明. 长江流域水系连通性对河流健康的影响[J]. 人民长江, 2010,41(2):1-5.
- [6] 王中根, 李宗礼, 刘昌明, 李原园, 刘晓洁, 郝秀平. 河湖水系连通的理论探讨[J]. 自然资源学报, 2011,26(3):523-529.