

水利工程建设中人工湿地生态功能及其技术优化研究

吴卫乐

深圳市深水兆业工程顾问有限公司

摘要：随着人类社会的快速发展，水资源问题逐渐凸显，水利工程作为调节和分配水资源的重要手段，其重要性日益显现。在水利工程建设中，人工湿地作为一种新型的生态工程，以其独特的生态功能和技术优势，逐渐得到广泛地应用和认可。因此，对水利工程建设中人工湿地生态功能及其技术优化进行深入研究，具有重要的理论和实践意义。

关键词：水利工程建设；人工湿地；生态功能；技术优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.063

随着人类社会的不断发展，水利工程在防洪、发电、供水、灌溉等方面发挥着日益重要的作用。然而，水利工程建设往往伴随着对生态环境的影响，如何在保障水利工程建设的同时，实现生态环境的保护与恢复，成了当前亟待解决的问题。其中，人工湿地作为一种独特的生态系统，在水利工程建设中发挥着重要的生态功能。因此，对水利工程建设中人工湿地的生态功能及其技术优化进行研究，具有重要的理论意义和实践价值。

一、相关概述

（一）水利工程建设概述

水利工程建设是涉及水资源开发、利用、保护和管理的重要工程领域，其核心在于通过人工改造水文地理环境，满足农田灌溉、城市供水、水能利用、河道治理、洪涝防治等多种需求。水利工程建设种类繁多，包括但不限于灌溉工程、排水工程、防洪工程、水力发电工程、航道和港口工程、城镇供水和排水工程、水土保持工程和环境水利工程等。这些工程的建设旨在调控和利用水资源，防止水灾害，促进农业生产和改善人民生活。在水利工程建设的过程中，需要综合考虑水文学、水力学、土木工程、机械工程等多个学科的知识，以确保工程的安全、有效和可持续。同时，随着科技的不断进步，越来越多的新技术、新材料和新工艺被应用于水利工程建设中，提高了工程的质量和效率。水利工程建设不仅对于保障国家水安全、促进经济社会发展具有重要意义，同时也是保护生态环境、实现可持续发展的重要手段。因此，加强水利工程建设，提高水资源利用效率，是实现经济社会可持续发展的必然选择。总之，水利工程建设是一项综合性、复杂性的工程活动，需要综合考虑多方面因素，注重科学性和可持续性。通过加强水利工程建设，可以更好地开发和利用水资源，为经济社会发展和生态环境保护提供有力支撑。

（二）人工湿地生态概述

人工湿地生态是一种模拟自然湿地的人工生态系统，旨在通过人工建造和控制运行实现污水的高效净化。这种生态系统主要由砂石、土壤、煤渣等介质按照一定比例构成，并有选择性地植入植物，形成一个综合的污水处理系统。在人工湿地系统中，污水和污泥通过特定的方式投配到湿地中，并沿一定方向流动。在这个过程中，人工湿地利用土壤、人工介质、植物、微生物等多重因素，通过物理、化学和生物三重协同作用对污水进行处理。这些作用包括吸附、滞留、过滤、氧化还原、沉淀、微生物分解、转化、植物遮蔽、残留物积累、蒸腾水分和养分吸收等。人工湿地可以分为不同的类型，如表面流人工湿地、潜流人工湿地（包括水平潜流和垂直潜流）以及复合型人工湿地等。每种类型都有其特定的优势和适用场景。例如，表面流人工湿地不易堵塞，运行管理相对简单，但处理效率相对较低；而潜流人工湿地则具有处理效率高、占地面积适中等特点。人工湿地的植物在生态系统中扮演着重要的角色。它们不仅为水体输送氧气，增加水体的活性，还在控制水质污染和降解有害物质方面发挥关键作用。同时，湿地中的微生物也是降解水体中污染物的主力军，它们通过一系列生物过程将有机物分解为对环境无害的物质。此外，人工湿地还具有投资少、运行成本低、处理效果好等优势，尤其在农村地区，人工湿地相比传统污水处理厂具有更明显的经济优势。而且，人工湿地使用纯生物技术进行水质净化，不存在二次污染问题，同时其良好的景观效果也有助于改造环境。

二、水利工程建设中人工湿地的生态功能

（一）水质净化与改善

人工湿地以其独特的物理、化学和生物三重协同作用机制，实现对污水和污泥的高效处理。在此过程中，土壤、人工介质、植物和微生物等要素共同发力，通过吸附、滞留、过滤、氧化还原等一系列生物化学反应，有效去除水体中的有害物质，显著提升水质。尤其在农村地区等人口密度相对较低的区域，人工湿地相较于传统污水处理厂，展现出更为经济环保的优势。

（二）水量调蓄与防洪功能

人工湿地具备显著的水量保有功能，尤其在塘式湿地中表现尤为突出。在汛期来临之前，通过科学调整湿地水位、合理腾空容量等措施，为汛期蓄水做好充分准备，从而有效发挥防洪作用。这种调蓄功能对于减轻洪涝灾害影响、保护周边生态环境和居民安全具有重要意义。

（三）生物多样性保持

人工湿地生态系统融合了陆地和水体生态系统的多重特点，形成了更长、更复杂的食物链，因而生物多样性较高。湿地为各类水生植物、动物和微生物提供了优质的生存环境，有效促进了生物多样性的保持和增加。

（四）景观价值与宣传教育功能

人工湿地以其独特的自然美景和丰富的生态景观，成为环保宣传和公众教育的理想场所。通过参观人工湿地，人们可以深入了解湿地生态系统的运作机制及其重要性，进而提升对生态环境保护的认识和意识。

三、水利工程建设中人工湿地生态技术的优化策略

（一）合理选址与地形设计

人工湿地的选址与设计对于提升湿地的生态功能以及城市环境品质具有至关重要的作用。在选址过程中，我们首要考虑的是地形地势因素，确保所选区域有利于水体流动和水会聚的平稳。具体来说，平坦或稍有倾斜的地形较为理想，这有助于水体自然流动和均匀分布，减少因地形起伏导致的水流不畅或积水现象。同时，地势的平稳也有助于保持湿地内部水位的稳定，为湿地生态系统提供稳定的水环境。除了地形地势因素外，我们还需要考虑周边环境对人工湿地的影响。特别是在城市市区内，人工湿地的设计应与城市景观相协调，提升城市的环境品质。这包括考虑湿地的布局、植被选择、景观元素搭配等方面，使其与周边建筑、道路、公园等景观融为一体，形成和谐统一的城市生态空间。为了进一步增强人工湿地的生态功能，我们还可以引入一些生态工程措施。例如，通过设置生态护岸、生态浮岛等结构，增加湿地的生物多样性，提高湿地对污染物的去除效率。此外，还可以通过合理的植物配置和景观布局，打造独具特色的城市湿地公园，为市民提供休闲娱乐、科普教育的场所。总之，人工湿地的选址与设计是一项综合性、复杂性的任务，需要充分考虑地形地势、周边环境、生态功能等多个方面的因素。只有通过科学规划和精心设计，才能打造出具有高效生态功能和优美景观的人工湿地，为城市可持续发展和生态文明建设贡献力量。

（二）优化湿地植物配置

湿地植物作为人工湿地的核心组成部分，在维护湿地生态平衡、改善水质以及促进有机物分解等方面发挥着至关重要的作用。因此，在湿地植物的优化过程中，我们需要仔细考虑和选择，确保所选植物能够适应当地条件、生长迅速且具有强大的适应性。首先，在选择湿地植物时，我们必须充分考虑当地的气候、土壤和水文条件。例如，在湿润多雨的地区，我们应选择耐水淹、根系发达的植物，如芦苇、香蒲等；而在干旱地区，则应选择耐旱性强、能在低水位环境下生长的植物，如梭梭草、沙棘等。这样，所选植物能够更好地适应环境，发挥出最大的生态效益。其次，我们还需要根据废水的

特性和处理要求，选择具有良好适应性和高附着能力的植物。不同来源的废水成分各异，有些可能含有重金属、有机污染物等有害物质。因此，我们需要选择那些对有害物质具有一定吸收和降解能力的植物，如浮萍、水芹菜等。这些植物不仅能够净化水质，还能为湿地生态系统提供丰富的生物量和能量。此外，科学的植物配置也是提升湿地生态功能的关键。在湿地植物配置过程中，我们应遵循生态学的原则，合理搭配不同种类、不同功能的植物。例如，我们可以将根系发达的植物与具有较好净化能力的植物相结合，形成一个多层级的生态系统，从而更有效地去除废水中的有害物质。湿地植物的优化选择及配置对于提升人工湿地的生态功能具有重要意义。通过选择适应当地条件、生长迅速且具有强大适应性的植物，以及根据废水特性和处理要求进行科学的植物配置，我们可以进一步提高湿地的水质净化能力，促进有机物分解，为维护湿地生态平衡和可持续发展做出积极贡献。

（三）湿地底质优化

湿地底质作为湿地内部的核心生态环境因子，在维护湿地生态平衡、促进水质改善以及有机物分解等方面扮演着举足轻重的角色。在深入探讨湿地底质的优化过程中，我们需对其物理性质与化学性质进行细致的分析，并据此制定出合理的优化策略。首先，湿地底质的物理性质主要包括孔隙度、质地等方面。孔隙度是衡量底质中空隙大小及分布的重要参数，它直接关系到湿地底质的通透性和水分渗透性。高孔隙度的底质有利于水分在湿地内部的流通，从而加速湿地生态系统的物质循环。而底质的质地则决定了底质的颗粒大小、组成以及分布。通过合理调整底质的质地，可以优化湿地的保水性能，提高湿地的储水能力。其次，湿地底质的化学性质同样对湿地生态系统的健康运行至关重要。其中，pH值是衡量底质酸碱度的关键指标。适宜的pH值有助于维持湿地底质中微生物的活性，促进有机物的分解和转化。同时，含氧量也是影响湿地底质生态功能的关键因素。足够的含氧量可以保证湿地底质中生物质的生长和繁殖，进而增强湿地生态系统的稳定性和自我修复能力。在优化湿地底质的过程中，我们应综合考虑物理性质与化学性质之间的相互影响，制定出科学合理的优化方案。例如，通过添加适当的有机物质和微生物制剂，可以提高湿地底质的生物物质和微生物活性，进而增强湿地的生态功能。此外，我们还可以利用工程技术手段，如修建人工湿地、改善湿地水流等，来优化湿地底质的物理结构和化学环境。湿地底质的优化对于提升湿地生态系统的健康水平具有重要意义。在未来的湿地保护和恢复工作中，我们应加强对湿地底质的研究和监测，积极探索更为有效的优化措施，为湿地生态系统的可持续发展贡献力量。

（四）强化运行管理与维护

对于已建成的人工湿地，其运行管理与维护工作至关重要，这不仅是确保湿地系统正常运行的必要手段，更是保障其生态功能持续发挥的关键环节。人工湿地作为一种人工构建的生态系统，其内部结构和功能复杂，需要专业的维护团队进行定期的管理和维护。首先，定期清理湿地内的杂物和污染物是维护工作的基础。人工湿地常常会受到外界环境的影响，如落叶、垃圾等杂物的进入，以及工业废水、生活污水等污染物的排放。这些杂物和污染物会严重影响湿地的生态环境，降低其生态功能。因此，必须定期进行清理工作，将杂物和污染物从湿地中移除，恢复湿地的生态平衡。其次，保证湿地植被的健康生长也是维护工作的重点。湿地植被是人工湿地生态系统的重要组成部分，它们能够吸收水中的污染物，为湿地生物提供栖息和繁衍的场所。因此，维护人员需要定期检查和监测湿地植被的生长情况，及时采取措施解决植被生长不良或死亡的问题。例如，对于生长不良的植被，可以通过施肥、修剪等措施促进其生长；对于死亡的植被，则需要及时更换，以保证湿地生态系统的稳定。此外，监测湿地的水质变化也是维护工作中不可或缺的一环。水质是评价人工湿地生态功能的重要指标之一，它直接反映了湿地对污染物的处理能力。因此，维护人员需要定期采集水样进行检测，分析水质的变化趋势，及时发现并处理可能存在的问题。例如，如果发现水质出现恶化趋势，就需要及时查找原因，并采取相应的措施进行治理。除了以上几个方面的维护工作外，还需要注意对人工湿地进行科学地管理和规划。例如，可以根据湿地的实际情况制定合理的管理方案，明确各项维护工作的具体内容和周期；同时，还可以加强对维护人员的培训和教育，增强他们的专业素养和责任意识。

（五）创新技术应用

随着科技的日新月异，各种新技术、新方法如雨后春笋般涌现，为人工湿地生态技术的优化提供了更多的可能性与广阔的发展空间。这一领域的进步不仅体现在技术层面的创新，更体现在对湿地生态环境的深度理解和精细管理。在现代科技的推动下，我们可以利用先进的监测技术，如遥感、物联网、大数据等，实现对湿地生态环境的实时监控。这些技术可以精确测量湿地内的水质、土壤质量、生物多样性等各项指标，及时发现并反馈问题，为湿地管理者提供有力的决策依据。例如，通过遥感技术，我们可以快速获取湿地范围、植被覆盖等宏观信息；通过物联网技术，我们可以实时监测湿地内各种环境参数的变化；通过大数据技术，我们可以对湿地生态环境进行深度分析和预测。此外，我们还可以尝试将其他生态技术引入人工湿地中，以进一步提升其生态功能。例如，生物修复技术可以利用微生物、植物等生物资源，对湿地内的污染物进行降解和转化，从而

提高湿地的自净能力；生态浮床技术则可以在湿地水面上构建漂浮的植物群落，通过吸收水中的营养物质、降低水温等方式，改善水质并增加生物多样性。在引入这些新技术和新方法时，我们还需要注重其与湿地生态系统的适应性和协同性。人工湿地作为一个复杂的生态系统，其内部的各种生物和环境因素相互关联、相互影响。因此，在优化人工湿地生态技术时，我们需要充分考虑生态系统的整体性和稳定性，避免对湿地生态环境造成不必要的干扰和破坏。

四、结束语

总之，人工湿地是一种模拟自然湿地生态系统而构建的工程设施，通过植物、微生物和基质的综合作用，实现对废水的净化处理，同时提供生态服务功能。通过本研究的开展，将有望深化对水利工程建设中人工湿地生态功能及其技术优化的认识，为提升水利生态建设的生态效益和可持续发展水平提供有力支持。同时，本研究也将为相关领域的实践工作提供有益的参考和借鉴，推动人工湿地技术在水利工程建设中的广泛应用和不断发展。

参考文献

- [1] 黄晓怡. 冬季条件下生态型人工湿地尾水氮磷赋存状况研究[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(04): 31-33.
 - [2] 董先农, 赵秀芳, 殷金岩, 等. 人工生态湿地营建与植物群落建植施工方法[J]. 现代园艺, 2024, 47(07): 134-138+144.
 - [3] 王政, 丁小洋, 赵树达. 人工湿地在河道污水综合治理中的应用研究[J]. 广东化工, 2024, 51(03): 117-118+122.
 - [4] 赖敬, 魏定明, 陈秋伋. 风景园林视角下人工湿地固碳研究进展[J]. 低温建筑技术, 2024, 46(01): 84-88.
 - [5] 周天庆. 人工湿地生态系统服务评价体系研究[D]. 西南交通大学, 2018.
 - [6] 岳俊生. 基于能值理论的湿地生态工程评估研究[D]. 重庆大学, 2017.
 - [7] 孙贺. 滨海湿地实验区生态化规划设计策略研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2013.
 - [8] 高辉巧, 牛光辉. 郑州市郑东新区生态湿地规划及生物多样性保护研究[J]. 华北水利水电学院学报, 2008, (05): 79-82.
 - [9] 高辉巧, 张俊华. 城市人工湿地景观建设与生物多样性保护研究——以郑州市郑东新区龙子湖湿地景观规划为例[J]. 中国水土保持, 2008, (07): 46-48.
- 作者简介: 吴卫乐, 1986年12月28日, 男, 江西省乐平市, 汉, 本科, 工程师, 研究方向: 水利、市政工程建设监理。