

人工湿地在水利工程中的应用

胡鑫

河北凯建建设工程有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5881

[摘要] 在当今时代,水利工程对于社会发展的重要性不言而喻,其在防洪、供水、灌溉等方面发挥关键作用的同时也对生态环境产生了深刻影响。随着环保意识的日益增强,寻求更加生态友好型的水利工程解决方案成为行业焦点,而人工湿地作为一种独特的生态工程技术应运而生,它融合了自然湿地的生态功能和人工设计的优势。从水质净化到洪水调节再到受损生态系统的修复,人工湿地在水利工程领域展现出巨大潜力并为实现水利工程与生态环境和谐共生开辟了新路径。

[关键词] 人工湿地; 水利工程; 水质净化; 生态修复

中图分类号: TV 文献标识码: A

Application of constructed wetland in water conservancy project

Xin Hu

Hebei Kaijian Construction Engineering Co., LTD.

[Abstract] In today's era, the importance of water conservancy projects for social development is self-evident, it plays a key role in flood control, water supply, irrigation and other aspects, but also has a profound impact on the ecological environment. With the increasing awareness of environmental protection, seeking more eco-friendly water conservancy engineering solutions has become the focus of the industry, and the constructed wetland, as a unique ecological engineering technology, has emerged at the historic moment, which integrates the ecological functions of natural wetland and the advantages of artificial design. From water purification to flood regulation to the restoration of damaged ecosystem, constructed wetland has shown great potential in the field of water conservancy engineering and opened up a new path for the harmonious coexistence of water conservancy projects and ecological environment.

[Key words] constructed wetland; water conservancy project; water purification; ecological restoration

引言

随着社会经济的发展和人们对生态环境重视程度的不断提高,水利工程在满足防洪、灌溉、供水等传统功能的基础上对生态友好性的要求也日益增加。人工湿地作为一种兼具生态与环境功能的工程措施,在水利工程中的应用越来越广泛,它能够有效净化水质、调节洪水,同时修复受损生态系统,对于实现水利工程与生态环境的和谐发展具有重要意义。

1 人工湿地的净化原理

人工湿地净化原理复杂协同。从物理上讲,污水流入湿地时因流速减小,大悬浮颗粒受重力作用析出湿地底部,湿地内填料与植物根系之间形成一道天然过滤屏障可有效截留微小悬浮颗粒并对污水进行初步澄清。从化学过程看,湿地填料比表面积大并且吸附污水中污染物,比如有些带活性基团填料可以对重金属离子进行离子交换吸附,而有些矿物质填料则可以和污水中一些化学物质进行化学反应使化学形态发生变化,有利于后续

去除^[1]。以生物过程为中心环节,湿地里有许多微生物,这些微生物从污水里摄取有机物作为食物并把复杂的有机物经代谢分解成简单的无机物。同时植物通过根系吸收污水中的氮、磷等营养物质,将其转化为自身生长的养分从而有效降低水体中的污染物含量,这几个工序互相配合达到了净化污水目的。

2 人工湿地在水利工程中的主要应用

2.1 水质净化

水利工程人工湿地净化水质效果明显,工业废水及生活污水中常含大量有害物质,包括有机污染物,氮磷营养物及重金属。人工湿地就像自然的“过滤器”,污水流入时物理、化学及生物过程相互配合,如湿地内挺水植物、沉水植物、浮水植物等的根可以为微生物提供很大的附着比表面积,微生物就会在这里繁殖并将污水中有机物分解掉^[2]。植物本身也在积极地参与水质净化过程,它们从污水中吸取氮、磷等营养成分以促进生长,从而减少了水体过度富营养化的风险,像凤眼莲这种重金属富

集能力很强就可以有效地降低污水重金属的含量,从而显著改善出水水质。

2.2洪水调节

人工湿地对洪水调节具有不可取代的功能,当洪水来临之时湿地犹如一个大“海绵”,它地形特殊且植被结构丰富,可储存大量雨水并通过延缓洪水速度而减少洪峰流量,如湿地内低洼地形及植被阻挡作用可以缓冲洪水冲击力。并且植物根系插入土壤较深能够牢牢固定土壤颗粒,避免水土流失和巩固湿地蓄水能力。这一稳定蓄水功能使洪水过程中人工湿地能够有效地缓解洪水给下游地区造成的损失、保护周围生态环境及人类居住区域。

2.3生态修复

水利设施的建设有可能对附近的自然生态环境带来损害,而人造湿地则是生态恢复过程中的重要“助手”,它给许多生物以合适的栖身环境,如给鱼类以繁殖觅食场所、给鸟类以栖息觅食场所等。人工湿地生态系统复杂并且有利于生物多样性修复,各类植物、微生物与动物之间相互依赖构成了一个完整的生态链,像芦苇丛一样给很多昆虫及小型哺乳动物以庇护,它们反过来也是鸟类食物的来源。这样人工湿地就能改善水利工程周围由于施工而遭到破坏的生态环境,从而有利于生态平衡的恢复。

3 人工湿地在水利工程应用中的设计与构建

3.1选址原则

选址是人工湿地用于水利工程的关键,一方面是接近污水源,像接近城市污水排放口或者工业废水排放区域可以减少污水的收集和运输的费用,对洪水的调节与生态修复功能应该分布在易受洪水危害或者生态受损的地区周围。另一方面在地形上优先选择有一定自然坡度(一般不小于0.3%-0.5%)的低洼地带,利于污水自流与自然排水并减少动力消耗。另外土壤条件同样不可忽视,最好是砂质土壤这种透水性较好的土以免黏土过多造成积水、水流不畅等问题;同时还要与周围自然保护区、水源地及其他生态敏感区域应保持一定的合理间距以避免互相干扰。

3.2设计参数

确定湿地面积需要考虑污水流量,污染物浓度以及处理目标等因素,例如在处理每天1000立方米的污水并且需要达到较高的水质标准的情况下根据经验公式和模拟计算,可能需要1000-2000平方米的湿地面积。通常水力停留的时长是根据处理的污水种类来决定的,例如生活污水的停留时间通常在2-7天之间而工业废水的停留时间可能会更长,最长可达7-15天。在水深方面,表面流人工湿地的水深通常被控制在0.3-0.5米之间,水平潜流人工湿地的水深范围是0.6-0.9米而垂直流人工湿地的水深则是0.4-0.6米。与此同时填充物的种类繁多,砾石既可以用来支撑也可以部分过滤,理想的粒径范围是5-20毫米;砂可以进一步滤除细小颗粒和选用中粗砂;土壤必须是富含有机物质的并且不能含有任何污染物。植物的选择应因地制宜,南方的美人蕉和风车草长势较好并且其清除污染物的效果较好;在北方

地区人们则可以选择如芦苇和香蒲这样的耐寒植物品种^[3]。

3.3构建技术要点

建设过程中要先进行基础处理以确保湿地稳定防渗,对潜流湿地应合理布设填料并保证其级配、厚度满足设计要求且水流分布均匀。栽植植物时应注意栽植密度及季节以确保其成活率,同时应建立合理的进、出水系统以使得污水能均匀地流入湿地并将处理出水顺畅地排放。

4 人工湿地在水利工程应用中的运行管理与维护

4.1日常管理

日常管理是确保人工湿地平稳运行的关键环节,进水水质、水量监测工作需要引起高度重视并安排专业人员进行经常性检测。比如每天都要对进水口的水质进行检查,这包括化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)、悬浮物(SS)等并同时记录进水流量,在此基础上通过与设计标准的比较来发现异常。另外还要密切注意水位变化情况并在湿地布设若干水位监测点,根据不同的季节及天气情况对水位控制措施进行调整。为了评估处理的效果,每周都应进行至少一次全方位的水质检测,这包括氮、磷等营养成分和重金属的含量并根据这些检测数据来调整操作参数,例如调节水力停滞的时间或改变进水的方法等。

4.2维护措施

4.2.1植物的收割和补种计划,保证植物的生长状态和处理功能

在人工湿地中植物收割及补种计划是非常关键,收割植物要根据植物的生长周期及湿地的功能需求进行。对于具有季节性生长特点的植物,如芦苇在其成熟季节(一般为秋季)及时收割,在收获时要注意不伤害植物根系,可以通过机械收获和人工收获两种方法对收获的植物进行适当处理以免留在湿地中产生污染。同时要定期对植物生长状况进行检查,对发生萎蔫和死亡的地区应进行原因分析,如果由病虫害等自然因素引起则需要及时补栽合适植物品种。另外补种时需注意种植密度以确保每平方米植株数量合理来保持湿地生态平衡及处理能力。

4.2.2填料的更换或修复策略,当填料堵塞或性能下降时的应对措施

填料对人工湿地运行具有至关重要的作用,对填料进行置换或者恢复的策略也不可忽视。发现填料堵塞后首先应查明其范围及程度,对局部阻塞可通过小型挖掘设备或者人工清淤等方法对阻塞部位填料进行清淤,如果堵塞的范围比较大则需要考虑对某些填料进行整体替换。对性能降低的填料应设置长期监测机制,通过定期测试填料吸附污染物及过滤性能来判断是否满足更换标准,比如对吸附重金属填料在其吸附容量即将达到饱和状态时要及时替换。同时在替换填料时还应注意湿地中植物及微生物群落的保护,以免对整个生态系统产生过大的扰动^[4]。

4.2.3病虫害防治和设备维护,确保人工湿地的正常运行

病虫害防治与设备维护是确保人工湿地能够正常运转的关键任务,在病虫害防治工作中要制定日常巡视制度并安排人员

定期巡视植物叶片和茎干上有没有病虫害发生的痕迹。对常见病虫害优先选择引进害虫天敌等生物防治,但如果病虫害较重可以慎用低毒高效化学农药,但是应避免污染湿地水质及生物。同时在设备保养方面要定期对进水口格栅、阀门及其他设备进行清洗检查以防杂物阻塞;并且对水泵和曝气设备这类关键设备至少每个月要进行1次综合考察,其中包括对设备运行参数和密封性能的考察。另外还应该对监测设备中传感器进行标定与维修,在保证测量数据精度的同时保证人工湿地的平稳运行。

5 存在问题与挑战

5.1 技术问题

人工湿地在技术上受到了很多的挑战。一是气候因素在处理中有明显的作用,低温环境中微生物代谢活动变缓并且使酶活性下降,直接造成分解污染物能力减弱。同时低温也会抑制植物生长而导致植物根系活力下降,营养物质吸收转化效率下降从而影响到整个湿地对于污水中污染物去除作用。另外针对一些新型的污染物,例如微塑料和新型持久性有机污染物,人工湿地目前的结构和处理方法还未能有效地应对这些问题,这类复杂污染物具有特殊物理化学性质需进一步深入研究以优化湿地结构,如调节填料组成及配比、改善水流方式等,同时还需探索新型处理工艺以增强去除上述污染物能力。

5.2 经济问题

经济状况成为了限制人工湿地在水利工程中广泛使用的关键障碍,就建设成本而言,土地购置属于较大规模的支出,尤其是城市周边或者经济发达地区土地资源匮乏、价格昂贵,给人工湿地建设带来了选址困难。同时购买填料的费用也不可低估,优质填料通常价格较高,选用低成本填料则可能对湿地处理产生影响;并且在对植物进行栽培时购买合适的植物种苗和栽培需要的人力成本会加大建设投入。另外从运行成本上看日常保养工作包括设备检查维修,植物收割补种以及填料监测和更换均需不断投入经费,而且长时间水质监测所需专业设备及人员又进一步增加经济负担,使部分区域对考虑使用人工湿地技术产生畏难情绪。

5.3 管理问题

管理问题极大地影响了水利工程人工湿地的长久稳定运

行。一方面是专业管理人才匮乏是一个比较突出的问题,人工湿地运行管理涵盖了众多学科领域知识所以就要求管理人员必须熟知生态学原理并对湿地内植物和微生物生态特性有所认识,把握水利工程运行规律,也要求有环境科学的有关知识才能准确地评价水质变化及污染处理过程^[5]。但是当前这类复合型专业人才非常缺乏,这就造成了实际管理当中可能会存在着对于问题的判断不准以及处理不当的现象。另一方面是健全的管理体系还没有建立起来,很多区域尚未为人工湿地建立起详尽的运行管理规范与标准,如进水水质水量缺乏严格的控制体系、植物与填料养护周期与标准不清晰等、对于设备维护与监控的需求也不够明确,这都使人工湿地运行管理没有基础,从而影响了处理效果与使用寿命。

6 结语

人工湿地在水利工程中的应用具有重要意义,在水质净化、洪水调节和生态修复等方面发挥了积极作用,然而在其设计、构建、运行管理过程中存在技术、经济和管理等方面的问题与挑战。未来需要进一步加强技术研发来降低成本并完善管理体系,以促进人工湿地在水利工程中更好地应用和发展,实现水利工程的生态化和可持续发展。

[参考文献]

- [1]杨宇,南帝,邬彤,等.水利工程在水土保持生态建设中生态修复的运用[J].水上安全,2024,(05):100-102.
- [2]张艳超.水利工程中绿色生态与美学设计的结合[J].美术馆,2023,4(05):91-93.
- [3]刘伟.人工湿地技术在新沂市尾水导流工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2018,46(10):145-146+157.
- [4]程满足.试析新技术新工艺在水利工程中的实践[J].江西建材,2014,(24):143.
- [5]李永红.水生植物在水利工程中的应用及配置探讨[J].中国农村水利水电,2010,(07):99-100.

作者简介:

胡鑫(1985—),男,汉族,河北省张家口市怀来县人,大学本科,中级职称,从事:水利水电工程施工。