

山塘放水口的水量调节与水质保护技术研究

雷 洁

丽水市万源水利水电工程技术咨询有限公司 浙江 丽水 323000

摘 要：本文聚焦山塘放水口，深入开展水量调节与水质保护技术研究。阐述山塘功能特点，分析水量调节对用水需求、设施安全及水质保护对下游用水、生态的重要性。详细介绍水量调节的原理、设计及智能化技术，以及水质保护的原理、措施与监测评估方法。构建协同优化模型，提出管理策略，旨在实现山塘水资源可持续利用，为相关领域实践提供理论与技术支撑。

关键词：山塘；放水口；水量调节；水质保护；技术研究

1 山塘放水口水量调节与水质保护概述

1.1 山塘的功能与特点

山塘作为小型水利工程，在乡村地区广泛分布，具有不可忽视的功能。其首要功能是蓄水，在雨季收集雨水，将水资源储存起来，为旱季的农业灌溉提供水源保障，确保农作物生长所需水分，对稳定农业生产起着关键作用。山塘还能调节局部小气候，通过水体的蒸发作用，增加周边空气湿度，改善区域生态环境。从特点来看，山塘通常规模较小，工程结构相对简单，多依地势而建，分布较为分散。其水源主要依赖降雨和周边地表径流，受自然因素影响较大，且蓄水容量有限，在应对极端气候时可能面临较大压力。

1.2 放水口水量调节的重要性

放水口作为山塘水资源输出的关键通道，其水量调节至关重要。合理调节水量能精准满足不同时期的用水需求。在农业灌溉期，根据农作物不同生长阶段对水分的需求，通过放水口控制合适的流量，既避免水量过多造成水资源浪费和农田渍涝，又防止水量过少导致农作物缺水减产^[1]。在非灌溉时期，合理控制放水口水量，能够维持山塘水位在适宜范围，保障山塘堤坝等设施的安全稳定运行，防止因水位过高对堤坝产生过大压力，或因水位过低影响山塘后续蓄水能力，对于下游存在生活用水需求的情况，准确的水量调节可保障居民生活用水的稳定供应，维护居民正常生活秩序。

1.3 放水口水质保护的必要性

山塘放水口的水质直接关系到下游用水安全和生态环境健康。若水质受到污染，首先会对农业灌溉产生负面影响，受污染的水用于灌溉，可能导致农作物遭受毒害，降低农产品质量和产量，甚至引发农产品安全问题，影响消费者健康。对于生活用水而言，受污染的水源无法直接饮用，需要投入大量资金和技术进行净化处

理，增加了供水成本和难度。从生态环境角度，污染的水体流入下游河道、湿地等生态系统，会破坏水生生物的生存环境，导致水生生物多样性减少，影响整个生态系统的平衡和稳定。保护放水口水质，是保障下游用水安全、维护生态平衡、促进可持续发展的必然要求。

2 山塘放水口水量调节技术研究

2.1 山塘水量调节的基本原理

山塘水量调节基于水文学与水利工程学原理。山塘通过自然降雨、地表径流及地下水补给等方式蓄水，在其运行过程中，遵循水量平衡原理。即某一时间段内，山塘的来水量（包括降雨、径流汇入等）与出水量（通过放水口流出、蒸发、渗漏等损失）之差，等于山塘蓄水量的变化量。这一原理为山塘水量调节提供了理论基础。山塘水量调节还需考虑水体的水力特性。水流在山塘内的流动存在一定规律，放水口的位置、形状等会影响水流的流速与流向。合理设置放水口位置，可使水流在山塘内均匀分布，避免局部水流过急或出现死水区，从而提高水量调节的效果和效率。

2.2 放水口设计与水量调节

放水口设计是实现精准水量调节的关键环节。放水口的尺寸大小直接决定了流量的调节范围。若尺寸过大，在不需要大量放水时，难以实现小流量的精准控制，易造成水资源浪费；尺寸过小，则在用水高峰期无法满足下游用水需求。因此需根据山塘的蓄水量、来水情况以及下游用水需求的峰值等因素，经过精确的水力计算，确定合适的放水口尺寸。放水口的结构形式也对水量调节有重要影响，常见的结构形式有闸门式、涵管式等。闸门式放水口便于人工或机械操作，可根据实际需要灵活调节开度，进而精确控制流量。涵管式放水口则利用管道的过水能力来控制水量，其结构相对简单，但在流量调节的灵活性上稍逊一筹。在实际设计中，可

根据山塘的具体情况,如地形、工程预算等,选择合适的结构形式或采用多种结构相结合的方式。放水口的高程设置同样重要,合理的高程能保证在不同水位条件下,都能实现有效的水量调节。若高程设置过高,在山塘水位较低时可能无法正常放水,影响下游用水;高程设置过低,则可能导致山塘蓄水量过多时,放水不及时,增加堤坝安全风险^[2]。

2.3 水量调节系统的智能化与自动化

随着科技的不断发展,山塘水量调节系统正朝着智能化与自动化方向迈进。智能化与自动化系统通过传感器实时监测山塘的水位、来水量、下游用水量等关键数据。水位传感器能精确测量山塘水位变化,流量传感器可实时监测来水和放水流量,这些数据被传输至控制系统。控制系统基于预设的算法和程序,对收集到的数据进行分析处理。例如,当系统监测到山塘水位接近警戒水位且来水持续增加时,会自动控制放水口的闸门开启,增大放水流量,以降低水位;当旱季下游用水需求增加时,系统能根据用水量变化自动调整放水口开度,确保满足用水需求。智能化与自动化水量调节系统还具备远程监控功能,管理人员可通过手机、电脑等终端设备,随时随地查看山塘水量调节系统的运行状态,进行远程操作。这极大地提高了管理效率,减少了人工巡查的工作量和成本。系统能够对历史数据进行存储和分析,为后续的水量调节策略优化提供依据。智能化与自动化系统还可与周边其他水利设施实现联动,构建更为完善的区域水资源调配网络,提高水资源的综合利用效率。

3 山塘放水口水质保护技术研究

3.1 水质保护的基本原理与方法

水质保护基于一系列复杂而相互关联的原理。首要原理是生态平衡原理,山塘作为一个小型生态系统,水体中存在着各种生物,包括浮游生物、水生植物和微生物等。这些生物通过食物链相互作用,维持着水体生态系统的平衡。例如,水生植物通过光合作用吸收水中的营养物质,同时释放氧气,为其他生物提供生存条件。当这种生态平衡被破坏时,水质就容易恶化。因此保护水质的一种基本方法是维护山塘生态系统的完整性,通过合理投放水生生物,如种植具有净化能力的水生植物,像凤眼莲、芦苇等,它能够吸收水中的氮、磷等污染物,起到净化水质的作用。另一个重要原理是物理化学净化原理,水体中的污染物可以通过沉淀、过滤、吸附等物理过程以及氧化还原、中和等化学过程得到净化。沉淀作用使水中的悬浮颗粒在重力作用下沉降,从而降低水体的浑浊度。过滤则通过天然或人工的过滤介

质,如砂、砾石等,去除水中的杂质。吸附是利用具有较大比表面积的物质,如活性炭,吸附水中的有机污染物和重金属离子。化学方法如向水中投加适量的氧化剂,可将还原性污染物氧化为无害物质,或者通过调节水体的酸碱度来促进某些污染物的沉淀或分解。

3.2 放水口水质保护措施

针对山塘放水口,有多种具体的水质保护措施。在工程措施方面,可在放水口设置前置库。前置库是一个位于放水口之前的小型蓄水池,其作用是对即将流出山塘的水进行预处理。在前置库中,水流速度减缓,有利于悬浮颗粒的沉淀。同时,可以在前置库中种植水生植物,进一步净化水质。还可以在放水口安装过滤装置。常见的过滤装置有格栅、滤网等。格栅可以拦截较大的漂浮物,如树枝、垃圾等,防止它们进入下游水体,影响水质和水生态环境。滤网则能过滤掉更小的颗粒物质,如藻类、泥沙等。定期对过滤装置进行清理和维护,确保其正常运行,是保证水质保护效果的关键。控制污染源也是至关重要的措施,对于山塘周边的农业活动,要推广科学施肥和合理用药,减少因农业面源污染导致的氮、磷等污染物进入山塘水体。对于工业污染源,要严格监管,确保工业废水达标排放,严禁未经处理的工业废水直接排入山塘或其周边水系。加强对生活污水的处理,在山塘周边人口密集区域,建设污水处理设施,将生活污水收集处理后再排放,避免其对山塘水质造成污染。

3.3 水质监测与评估技术

准确的水质监测与科学的评估是山塘放水口水质保护的重要支撑。水质监测技术包括现场监测和实验室检测。现场监测可使用便携式水质监测设备,如多参数水质检测仪,能够快速测定水体的酸碱度、溶解氧、电导率等指标。这些设备操作简便,可以在放水口现场实时获取数据,及时发现水质的异常变化。实验室检测则更为精确,将采集的水样送回实验室,利用专业的仪器设备,如高效液相色谱仪、原子吸收光谱仪等,对水中的各种污染物,如有机污染物、重金属离子等进行定量分析^[3]。水质评估技术主要通过建立水质评价模型来实现,常用的评价模型有单因子评价法和综合评价法。单因子评价法是针对水体中的某一项污染物指标,与相应的水质标准进行对比,判断水质是否达标。综合评价法则考虑多种污染物指标,通过一定的数学算法,如加权平均法,对水质进行综合评价,得出更全面准确的水质状况结论。通过长期的水质监测和评估数据积累,可以绘制水质变化趋势图,为制定和调整水质保护策略提供科学依据,实现

对山塘放水口水质的动态保护和持续优化。

4 山塘放水口水量调节与水质保护的协同优化

4.1 协同机制分析

山塘放水口水量调节与水质保护并非孤立存在,二者之间存在着紧密且复杂的协同机制。从生态角度看,合理的水量调节能够维持山塘水体的流动性与自净能力。当山塘保持适当的水量流动时,水体中的溶解氧得以补充,有利于好氧微生物对污染物的分解代谢,从而提升水质。例如,在旱季若过度控制放水口水量,导致水体流动性差,易使污染物积累,水质恶化;而在雨季适当增加放水量,可促进水体更新,改善水质。从用水需求方面分析,下游的用水需求既包括水量要求,也包含水质标准。农业灌溉需要合适水量的清洁水源,若水量不足,农作物生长受影响,若水质不佳,会危害农作物健康。因此在调节水量时必须兼顾水质保护,以满足下游用水的双重需求。从山塘自身的生态系统稳定性出发,水量的稳定变化有助于维持水生生物的生存环境,而良好的水质则是水生生物繁衍的基础。只有水量与水质协同优化,才能确保山塘生态系统的平衡与稳定。

4.2 优化模型构建

构建水量调节与水质保护的协同优化模型,需综合考虑多个因素。首先,确定模型的目标函数。可以将满足下游用水需求的水量与水质达标程度作为主要目标,同时兼顾山塘自身的蓄水安全与生态稳定。例如,以最大化下游用水满意度(用水量满足率与水质达标率的综合指标)为目标函数。模型的约束条件包括水量平衡约束、水质约束以及工程设施限制等。水量平衡约束要求山塘在一定时间内的来水量、放水量与蓄水量变化符合水量平衡原理。水质约束则规定放水口流出的水质需满足相应的水质标准,如化学需氧量(COD)、氨氮等污染物浓度的上限要求。工程设施限制涉及放水口的尺寸、结构等对流量调节的限制,以及前置库、过滤装置等水质保护设施的处理能力限制。在模型求解方法上,可以采用多目标优化算法,如非支配排序遗传算法(NSGA-II)。该算法通过模拟自然进化过程,在多个目标之间寻找最优的折衷解,能够有效处理水量调节与水质保护这两个相互关联又存在一定冲突的目标,从而得到一系列在不同权重下的优化方案,为决

策者提供丰富的选择。

4.3 管理策略建议

为实现山塘放水口水量调节与水质保护的协同优化,需制定科学合理的管理策略。在信息管理方面,建立完善的山塘监测信息系统,实时收集山塘的水位、水量、水质以及周边气象、水文等数据。通过数据分析,及时掌握山塘的运行状况,为水量调节与水质保护决策提供准确依据^[4]。在工程管理层面,加强对放水口及相关水质保护设施的维护与更新。定期检查放水口的闸门、涵管等设备,确保其正常运行,能够精确调节水量。同时对前置库、过滤装置等水质保护设施进行清理和修复,提高其净化能力。在政策法规方面,制定针对山塘管理的专项法规,明确山塘周边各类活动的规范。另外,还可以通过经济手段,如设立生态补偿机制,对积极参与山塘水量与水质保护的周边居民或企业给予一定的经济补偿,激励各方共同参与协同优化管理。通过综合运用信息管理、工程管理与政策法规等多方面的策略,全面提升山塘放水口水量调节与水质保护的协同优化水平,实现山塘水资源的可持续利用。

结束语

综上,对山塘放水口水量调节与水质保护技术的研究,明确了二者紧密联系及协同优化路径。通过完善监测系统、强化工程维护、制定法规政策等策略,有望提升山塘管理水平。未来,需持续深化研究,紧跟科技发展,进一步优化技术与管理措施,以应对复杂多变的环境挑战,切实保障山塘水资源的合理利用与生态安全。

参考文献

- [1]陶崑峰.水源区生态环境保护与污染控制分析[J].当代化工研究,2022,(01):60-62.
- [2]韩妮妮,施晔,翁映标.农村水源地生态环境治理与修复技术探讨——以西牛潭水库为例[J].水利发展研究,2021,21(11):118-121.
- [3]冉净斐,曹静,刘清峰.南水北调中线水源地产业生态化转型的路径研究[J].区域经济评论,2021,(04):82-94.
- [4]王小明.水质保护技术综述[J].环境科学与技术,2020,44(6):45-53.