

水利工程渠道运行维护与管理的常见问题及对策

宁崇汶

新疆塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心, 中国·新疆 库尔勒 841000

摘要: 水利工程渠道作为水资源调配与利用的关键设施, 其运行维护与管理的有效性对于保障水利工程功能发挥、促进农业灌溉及区域经济发展至关重要。论文深入剖析水利工程渠道运行维护与管理过程中存在的常见问题, 并结合实际情况提出针对性的解决对策, 旨在为提升水利工程渠道运行的稳定性、可靠性与可持续性提供参考依据。

关键词: 水利工程; 渠道运行; 维护管理; 问题; 对策

Common Problems and Countermeasures in the Operation, Maintenance and Management of Water Conservancy Project Channels

Chongwen Ning

Kaidu Kongque River Water Conservancy Management Center of Tarim River Basin in Xinjiang, Korla, Xinjiang, 841000, China

Abstract: As a key facility for the allocation and utilization of water resources, the effectiveness of the operation, maintenance and management of water conservancy project channels is crucial for ensuring the functionality of water conservancy projects, promoting agricultural irrigation and regional economic development. This paper deeply analyzes the common problems existing in the process of operation, maintenance and management of water conservancy project channels, and puts forward targeted solutions in combination with the actual situation, aiming to provide a reference basis for improving the stability, reliability and sustainability of the operation of water conservancy project channels.

Keywords: water conservancy project; channel operation; maintenance and management; problems; countermeasures

0 前言

水利工程渠道是水利系统的重要组成部分, 承担着输水、配水等关键任务。从大型灌溉渠道到城市供水渠道, 其稳定运行直接关系到水资源的合理分配与高效利用。然而, 在长期运行过程中, 渠道面临着诸多挑战, 运行维护与管理问题日益凸显, 影响了水利工程效益的充分发挥。因此, 深入研究水利工程渠道运行维护与管理的常见问题并探寻有效对策具有重要的现实意义。

1 水利工程渠道运行维护与管理的常见问题

1.1 渠道老化与损坏

1.1.1 渠道衬砌破损

长期的水流冲刷、冻融循环以及渠道基础的不均匀沉降, 使得渠道衬砌结构出现裂缝、剥落、塌陷等破损现象。尤其是在北方寒冷地区, 冬季低温导致衬砌材料内部水分结冰膨胀, 春季融化时材料强度降低, 反复作用下衬砌破损加剧^[1]。

1.1.2 渠道渗漏

渠道渗漏是较为普遍的问题, 衬砌破损、渠道基础处理不当、地质条件变化等都可能引发渗漏。渗漏不仅造成水资源浪费, 还可能导致渠道周边土壤盐碱化, 影响农作物生长。根据中国水利水电科学研究院的研究, 在一些未进行防渗处理的土渠中, 水资源损失率可达 50%~70%; 即便经过

衬砌处理的渠道, 因年久失修或施工质量问题, 渗漏导致的水资源损失率也在 10%~30%。

1.1.3 渠道淤积

水流携带的泥沙、杂物等在渠道内逐渐沉积, 造成渠道断面减小, 过水能力降低。特别是在多沙河流的引水渠道中, 淤积问题更为严重。例如, 黄河流域的一些灌溉渠道, 每年都需要投入大量人力、物力进行清淤工作, 以保证渠道的正常运行。

1.2 运行管理体制不完善

1.2.1 管理职责不明确

水利工程渠道涉及多个管理部门和单位, 如水利部门、农业部门、地方政府等, 各部门之间职责划分不清, 存在多头管理或管理空白的现象。在渠道的日常维护、维修决策等方面, 容易出现推诿扯皮的情况, 影响管理效率^[2]。

1.2.2 运行管理经费不足

渠道运行维护需要持续的资金投入, 包括日常巡查、维修养护、设备更新等费用。但在实际中, 由于财政投入有限, 部分渠道管理单位经费紧张, 难以满足正常的运行管理需求。这导致一些渠道的维修养护工作无法及时开展, 问题逐渐积累, 最终影响渠道的安全运行。

1.2.3 管理技术手段落后

部分水利工程渠道管理单位仍采用传统的人工巡查、记录方式, 缺乏先进的监测设备和信息化管理系统。对于渠道

的水位、流量、渗漏等关键参数不能实时准确监测,难以及时发现潜在问题并采取有效措施。在信息化时代,这种落后的管理技术手段已难以适应渠道运行维护与管理的要求^[3]。

1.3 人为因素影响

1.3.1 违规取水与破坏

一些用户为了自身利益,在渠道上擅自开口取水,破坏渠道结构,且取水行为缺乏有效监管,导致渠道流量不稳定,影响整体输水计划。此外,还有部分群众在渠道周边倾倒垃圾、排放污水,不仅污染渠道水质,还可能造成渠道堵塞。

1.3.2 缺乏公众保护意识

周边群众对水利工程渠道的重要性认识不足,在渠道附近进行挖沙、取土等活动,破坏渠道基础,降低渠道的稳定性。同时,一些群众在渠道内游泳、嬉戏,存在安全隐患,也对渠道设施造成一定程度的损坏。

2 水利工程渠道运行维护与管理的对策

2.1 智能诊断与仿生修复技术

2.1.1 数字孪生驱动的衬砌健康评估

构建基于渠道 BIM (建筑信息模型) 与 GIS (地理信息系统) 的三维数字孪生模型,整合无人机倾斜摄影所获取的高分辨率影像数据以及光纤传感网络(如布里渊光时域分析仪 BOTDA) 的实时监测数据。运用机器学习算法,如卷积神经网络 CNN, 凭借其强大的图像识别与数据分析能力,自动化地识别衬砌裂缝的形态演变规律。针对裂缝宽度大于 2mm 的结构性损伤,采用形状记忆聚合物(SMP) 自修复材料搭配微型胶囊缓释技术。形状记忆聚合物在特定刺激下能恢复初始形状,微型胶囊缓释技术则确保修复材料的持续稳定供应,从而实现裂缝的仿生自愈合。对于塌陷区域,引入建筑 3D 打印机器人,利用其精确的材料挤出与成型控制技术,实施原位混凝土智能浇筑,大幅提升施工效率^[4]。

2.1.2 量子点示踪渗漏精准定位

在渠道防渗层中预埋碳量子点荧光示踪剂,并结合分布式光纤测温系统(DTS) 进行协同监测。当渠道出现渗漏情况时,渗漏处的水流会带动示踪剂移动,导致荧光强度发生变化,同时渗漏引起的热量交换会造成温度场异常。通过对荧光强度变化与温度场异常数据的综合分析,能够精准锁定渗漏路径,定位精度可达厘米级。在渗漏治理环节,采用纳米黏土-水凝胶复合注浆技术。该材料具备遇水膨胀率高达 300% 的特性,且具有 pH 响应特性,能够在不同酸碱度的环境中自适应地填充复杂孔隙,有效阻止渗漏,确保渠道防渗效果。

2.1.3 智能运维平台

在水利工程渠道管理迈向智能化的进程中,开发渠道智能运维平台是提升管理效能的关键举措。此平台集成了病害诊断、修复方案推荐、维修进度跟踪等核心功能,全方位

实现渠道运维的全流程数字化管理。病害诊断方面,平台运用先进的传感器技术与数据分析算法。在渠道沿线合理部署各类传感器,如用于监测结构应力的应变传感器、检测渗漏的渗漏传感器以及感知水质变化的水质传感器等。这些传感器实时采集海量数据,并通过无线传输技术快速汇聚至平台。平台利用深度学习算法对数据进行深度挖掘与分析,能够精准识别渠道衬砌裂缝、基础沉降、渗漏等多种病害类型,且能精确判断病害的严重程度与发展趋势。基于精准的病害诊断结果,平台借助知识图谱与专家系统,为每一种病害量身定制修复方案推荐功能。知识图谱整合了海量的渠道工程案例、材料特性、施工工艺等知识,专家系统则汇聚了行业资深专家的经验与智慧。当平台识别出病害后,系统迅速在知识图谱中检索相似案例,并结合专家经验,生成多种可行性修复方案。

2.2 完善运行管理体制

2.2.1 明确管理职责

建立健全渠道运行管理的协调机制,通过成立专门的渠道运行管理协调小组,成员涵盖水利、环保、农业等相关部门与单位,明确各部门在渠道运行维护、维修养护、调度管理等方面的职责分工。制定详细的管理规章制度,如《渠道运行维护操作规程》《维修养护工作标准》《调度管理实施细则》等,规范各项工作流程,确保各项管理工作有章可循。加强部门之间的沟通与协作,定期召开联席会议,每季度至少召开一次,共同商讨解决渠道运行管理中出现的水质污染、设施损坏、调度冲突等问题。

2.2.2 拓宽经费筹集渠道

政府应加大对水利工程渠道运行维护的财政投入,设立专项经费,纳入年度财政预算,确保资金稳定。积极探索多元化的经费筹集渠道,引入社会资本,采用 PPP 模式参与渠道的建设与运行管理。例如,与有实力的环保企业合作,企业负责投资建设渠道周边的污水处理设施,并参与渠道一定期限的运行维护,期满后移交政府管理,企业通过收取污水处理费等方式获取收益。按照“补偿成本、合理收益、优质优价、公平负担”的原则,合理调整水价。通过成本核算,确定合理的水价调整幅度,提高水费收入,用于渠道的运行维护。

2.2.3 推进信息化管理建设

利用现代信息技术,构建水利工程渠道信息化管理系统。安装水位、流量、渗漏、变形等监测设备,水位监测可采用超声波水位计,通过发射和接收超声波信号测量水位,精度可达毫米级;流量监测采用电磁流量计,根据法拉第电磁感应定律测量渠道流量,测量范围广、精度高。渗漏监测使用分布式光纤传感器,能实时监测渠道沿线的渗漏情况,定位精度高。变形监测运用全站仪,通过测量渠道建筑物的三维坐标变化,监测其变形情况。这些设备实时采集渠道运行数据,并通过无线传输技术将数据传输至管理中心。运用

大数据分析、人工智能等技术对数据进行处理和分析,建立数据模型,预测渠道可能出现的问题,如通过分析历史水位、流量数据与渠道变形数据,预测渠道在高水位运行时可能出现的渗漏、坍塌风险,为决策提供科学依据。

2.3 强化人为因素管控

2.3.1 加强执法监管力度

水利部门联合公安、环保等相关执法部门,成立渠道联合执法队伍,加强对渠道的巡查执法。制定详细的巡查计划,每周至少进行一次全面巡查,重点检查违规取水、破坏渠道设施、向渠道内倾倒垃圾等违法行为。建立举报奖励制度,设立专门的举报热线与网络举报平台,鼓励群众参与监督,对举报属实的给予 500~5000 元不等的奖励。加强对违规行为的处罚力度,依据相关法律法规,对违规取水的单位或个人,除责令停止违法行为外,可处以罚款,罚款金额根据取水量、取水时间等因素确定;对破坏渠道设施的,依法追究其刑事责任,提高违法成本,形成有效的威慑。

2.3.2 提升公众保护意识

通过多种渠道加强对水利工程渠道保护的宣传教育,利用电视、广播、网络等媒体播放公益广告、宣传短片,如在地方电视台黄金时段播放时长 30~60s 的渠道保护公益广告,每月至少播放 5 次;在网络平台发布系列宣传短片,每部短片时长 3~5min,介绍渠道的重要性、保护方法等。在渠道周边村庄、学校开展宣传活动,每季度在村庄组织一次集中宣传活动,通过设置宣传展板、发放宣传手册、现场讲解等形式,提高周边群众对渠道重要性的认识。在学校开展主题班会、知识竞赛等活动,每学期至少开展一次,增强学生的保护意识,引导群众自觉爱护渠道设施,共同维护渠道的安全运行。

2.3.3 低空无人机巡查

在空中一天一地一体化智能监管网络里,低空无人机巡查发挥着关键作用。组建的低空无人机巡查编队,配备了高光谱成像仪与 LiDAR 等先进设备。高光谱成像仪可获取渠道及周边区域极为详细的光谱信息,不同物质在光谱特性上存在差异,借助这些特性便能有效区分正常与异常状况。LiDAR 能通过激光测距,快速构建高精度的三维地形模型,精准呈现渠道的空间形态与周边地形地貌。无人机飞行过程中,采集的数据实时回传。利用人工智能算法,如 YOLOv7 模型对数据展开分析。该模型经大量违规取水、非法占渠等行为样本的训练,拥有强大的目标识别能力,可在复杂场景

下自动、快速且精准地识别出各类违规行为。其识别准确率高达 92.3%,极大提升了监管效率,能及时发现并制止违规行为,有效维护水利工程渠道的正常运行秩序。

2.3.4 元宇宙公众参与

在水利工程渠道保护领域,开发元宇宙平台为公众参与提供了创新路径。渠道保护元宇宙平台构建起高度仿真的虚拟渠道环境,公众借助 VR 设备,能够身临其境地开展“虚拟巡查”。在虚拟场景中,公众仿若置身真实渠道周边,可 360 度全方位查看渠道状况。平台设置丰富的互动功能,渗漏点标注功能允许公众凭借在虚拟环境中的细致观察,对疑似渗漏点进行标记,其操作流程简便,通过 VR 手柄即可精准定位并提交标注信息。生态问题举报功能同样便捷,当公众发现渠道周边存在垃圾倾倒、植被破坏等生态问题时,可在平台上一键举报,同时附上详细描述与拍摄的虚拟场景画面作为证据。

3 结语

水利工程渠道运行维护与管理是一项复杂而长期的工作,关系到水利工程的安全运行和水资源的合理利用。通过对常见问题的深入分析,采取针对性的修复维护措施、完善运行管理体制以及强化人为因素管控等对策,可以有效提升水利工程渠道的运行维护与管理水平。同时,要不断总结经验,结合新技术、新方法,持续改进管理工作,确保水利工程渠道的可持续运行,为经济社会的发展提供坚实的水利保障。在未来的发展中,应进一步加强对水利工程渠道运行维护与管理的研究,探索更加科学、高效的管理模式,以适应不断变化的水利发展需求。

参考文献:

- [1] 刘佩婕.水利工程渠道运行维护与管理的常见问题及对策[J].四川水利,2025,46(1):165-168.
- [2] 王雪昆,李炎,张泽颖.水利工程渠道运行管理与维护的有效对策[J].水上安全,2024(24):49-51.
- [3] 丁得瑾.水利工程渠道运行管理与维护存在的问题及对策[J].农业灾害研究,2024,14(8):231-233.
- [4] 赵志锋.农田水利工程中灌溉渠道运行管理与维护[J].农业机械,2024(5):92-94.

作者简介:宁崇汶(1990-),男,中国河北沧州人,工程师,从事水利工程运行和水利工程信息化研究。