

水利工程生产运行中的能耗优化与绿色管理策略研究

宗娜¹ 刘彩侠² 咸秋爽³ 张游¹ 王玉波²

1. 徐州市水利工程运行管理中心, 中国·江苏 徐州 221000
2. 徐州市南水北调工程管理中心, 中国·江苏 徐州 221008
3. 徐州市河湖管理中心, 中国·江苏 徐州 221000

摘要: 水利工程在保障水资源合理调配、防洪减灾等方面发挥着关键作用, 然而其生产运行过程中的能耗问题也不容忽视。本文聚焦水利工程生产运行中的能耗优化与绿色管理策略展开研究。首先分析了水利工程能耗现状及存在的问题, 包括设备老化、运行模式不合理等导致的高能耗现象。接着探讨了能耗优化的具体措施, 如采用高效节能设备、优化调度方案等。同时提出了绿色管理策略, 涵盖环境评估、生态保护等方面。通过研究旨在降低水利工程能耗, 实现绿色可持续发展, 为水利行业的高效运行提供理论支持和实践指导。

关键词: 水利工程; 能耗优化; 绿色管理; 生产运行; 可持续发展

Study on Energy Consumption Optimization and Green Management Strategies in the Production and Operation of Water Conservancy Projects

Zong Na¹, Liu Caixia², Xian Qiushuang³, Zhang You¹, Wang Yubo²

1. Xuzhou Water Conservancy Project Operation and Management Center, China Jiangsu Xuzhou 221000
2. Xuzhou South-to-North Water Diversion Project Management Center, China Jiangsu Xuzhou 221008
3. Xuzhou River and Lake Management Center, China Jiangsu Xuzhou 221000

Abstract: Water conservancy projects play a crucial role in ensuring the rational allocation of water resources, flood control, and disaster reduction. However, the energy consumption issues in their production and operation processes cannot be ignored. This paper focuses on researching energy consumption optimization and green management strategies in the production and operation of water conservancy projects. Firstly, it analyzes the current situation of energy consumption in water conservancy projects and existing problems, including high energy consumption caused by equipment aging and unreasonable operation modes. Then, it discusses specific measures for energy consumption optimization, such as adopting high-efficiency and energy-saving equipment and optimizing scheduling plans. At the same time, it proposes green management strategies covering environmental assessment, ecological protection, and other aspects. The purpose of this research is to reduce the energy consumption of water conservancy projects, achieve green and sustainable development, and provide theoretical support and practical guidance for the efficient operation of the water conservancy industry.

Keywords: Water conservancy project; Energy consumption optimization; Green management; Production operation; Sustainable development

0 引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分, 对社会经济发展和生态环境保护意义重大。随着社会对能源资源节约和环境保护的关注度不断提高, 水利工程生产运行中的能耗问题逐渐成为焦点。当前, 部分水利工程存在能耗过高、管理模式粗放等问题, 不仅增加了运行成本, 还对生态环境造成一定压力。因此, 开展水利工程生产运行中的能耗优化与绿色管理策略研究具有重要的现实意义, 有助于提高水利工程的运行效率, 实现资源的合理利用和生态环境的保护。

1 水利工程能耗现状分析

1.1 能耗构成情况

水利工程的能耗主要包括电力、燃油等能源消耗。在电力方面, 泵站、闸门等设备的运行需要大量电能, 尤其是大型泵站, 其电机功率大, 运行时间长, 是电力消耗的大户。燃油消耗则主要集中在一些移动设备和应急发电设备上。水利工程中的照明、通风等辅助设施也会消耗一定的能源。不同类型的水利工程, 其能耗构成比例有所差异, 例如灌溉工程中泵站能耗占比较大, 而防洪工程中闸门等设备的能耗相对突出。

从能耗的时间分布来看,在用水高峰期和洪水期,水利工程的能耗会明显增加。因为在这些时期,泵站需要加大流量抽水,闸门需要频繁开启和关闭,设备的运行负荷增大,从而导致能耗上升。随着水利工程运行年限的增加,设备老化等问题也会导致能耗逐渐升高。

1.2 能耗存在的问题

目前,水利工程能耗存在的一个主要问题是设备老化严重。许多早期建设的水利工程,其设备使用年限较长,性能逐渐下降,能源利用效率降低。例如,一些老旧的泵站电机,其效率比新型高效电机低很多,在运行过程中会消耗更多的电能。而且,设备的维护和更新不及时,也加剧了能耗问题。

运行模式不合理也是导致能耗过高的主要原因。部分水利工程在运行过程中,缺乏科学的调度方案,不能根据实际的用水需求和水资源状况进行合理调节。例如,一些泵站在低流量需求时仍然以高功率运行,造成了能源的浪费。一些水利工程的自动化程度较低,人工操作频繁,也容易导致能耗增加。

1.3 能耗问题产生的原因

从资金方面来看,水利工程建设和运行的资金有限,部分地区难以承担设备更新和技术改造的费用,导致设备老化问题得不到及时解决。而且,在水利工程的规划和设计阶段,对能耗问题的重视程度不够,没有充分考虑节能因素,使得一些工程在建设之初就存在能耗过高的隐患。

技术水平的限制也是能耗问题产生的重要原因。一些地区的水利工程缺乏先进的节能技术和设备,无法实现高效运行。相关技术人员的专业知识和技能不足,不能及时掌握和应用新的节能技术,也影响了水利工程的能耗优化。

管理体制不完善也是导致能耗问题的因素之一。水利工程涉及多个部门和单位,在管理过程中存在职责不清、协调困难等问题,难以形成统一的能耗管理体系。而且,对能耗的监管力度不够,缺乏有效的约束和惩罚机制,使得一些单位和个人对能耗问题不够重视。

2 能耗优化的技术措施

2.1 采用高效节能设备

在水利工程中,采用高效节能的泵站设备是降低能耗的关键。新型的泵站电机具有更高的效率和功率因数,能够在相同的工况下消耗更少的电能。例如,采用永磁同步电机代替传统的异步电机,可以提高电机效率10%~20%,大大降低了泵站的能耗。高效的水泵也能提高水力转换效率,减少能量损失。

对于闸门等设备,采用新型的节能材料和设计也能降低能耗。例如,采用轻质高强度的材料制作闸门,减少闸门的重量,降低开启和关闭时所需的动力。一些先进的闸门控制系统能够根据水位和流量的变化自动调节闸门的开度,实现精准控制,提高能源利用效率。

在照明和通风等辅助设施方面,也可以采用节能设备。如使用LED照明灯具,其能耗仅为传统灯具的30%~50%,而且寿命更长。采用智能通风系统,能够根据室内外环境条件自动调节通风量,避免不必要的能源消耗。

2.2 优化调度方案

建立科学的水资源调度模型是优化调度方案的基础。通过对水资源的流量、水位、水质等数据进行实时监测和分析,结合用水需求和水利工程的运行状况,制定合理的调度方案。例如,在灌溉工程中,根据农作物的需水规律和土壤墒情,合理安排泵站的抽水时间和流量,避免过度灌溉造成的能源浪费。

实施联合调度也是降低能耗的有效措施。对于多个水利工程组成的系统,通过联合调度可以实现水资源的优化配置,提高整体运行效率。例如,在流域内的多个水库之间进行联合调度,根据不同水库的水位和蓄水量,合理调节放水和蓄水时间,减少泵站的运行次数和能耗。

利用信息化技术实现调度的自动化和智能化。通过建立水利工程自动化监控系统,实时掌握设备的运行状态和能耗情况,根据预设的规则自动调整调度方案。利用大数据和人工智能技术对历史数据进行分析 and 预测,提前制定合理的调度策略,提高调度的准确性和及时性。

2.3 应用节能新技术

可再生能源的应用是水利工程节能的新方向。例如,在水利工程附近建设太阳能光伏发电系统,将太阳能转化为电能,为水利工程的部分设备供电。在一些水流湍急的地方,还可以利用水能发电,实现能源的自给自足。地热能也可以用于水利工程的供暖和制冷,减少对传统能源的依赖。

采用节能控制技术可以提高设备的运行效率。例如,采用变频调速技术对泵站电机进行控制,根据实际的流量和扬程需求自动调节电机的转速,避免电机在恒速运行时的能量浪费。采用智能控制系统对水利工程的设备进行集中管理和控制,实现设备的最优运行。

开展节能技术研发和创新也是推动水利工程能耗优化的重要手段。鼓励科研机构和企业加大对水利工程节能技术的研发投入,开发新的节能设备和技术,提高水利工程

的能源利用效率。

3 绿色管理策略的制定

3.1 环境评估与规划

在水利工程建设和运行前,进行全面的环境评估是非常必要的。评估内容包括对生态环境、水资源、土地资源等方面的影响。通过环境评估,识别可能存在的环境风险和问题,并提出相应的预防和控制措施。例如,评估水利工程建设对鱼类洄游通道的影响,提出建设鱼道等生态补偿措施。

根据环境评估结果,制定科学合理的水利工程规划。在规划过程中,充分考虑生态环境保护 and 资源可持续利用的要求。例如,合理确定水利工程的规模和布局,避免对生态环境造成过大的破坏。在规划中预留一定的生态空间,保护生物多样性。

建立环境监测体系,对水利工程建设和运行过程中的环境影响进行实时监测。通过监测数据的分析和评估,及时发现环境问题并采取相应的措施进行调整和改进。例如,监测水质变化情况,及时发现水污染问题并采取治理措施。

3.2 生态保护措施

保护水域生态系统是水利工程绿色管理的重要内容。采取措施保护水生生物的栖息地,如建设人工鱼巢、水草种植区等,为鱼类和其他水生生物提供繁殖和栖息的场所。控制水体污染,加强对工业废水和生活污水的处理,减少污染物排放到水域中。

在水利工程建设和运行过程中,注重对周边陆地生态系统的保护。避免过度开发和破坏土地资源,采取植树造林、植被恢复等措施,防止水土流失。保护野生动物的栖息地,减少对野生动物的干扰和伤害。

开展生态修复工程也是生态保护的重要手段。对于已经受到破坏的生态环境,通过生态修复工程进行恢复和重建。例如,对因水利工程建设而破坏的湿地进行修复,恢复湿地的生态功能。

3.3 绿色运营管理

建立绿色运营管理制度,将绿色理念贯穿于水利工程的日常运营管理中。制定节能减排目标和考核指标,对工作人员进行节能培训和教育,提高他们的节能意识和技能。例如,开展节能宣传活动,鼓励工作人员在工作中采取节能措施。

加强对水利工程设备的维护和管理,确保设备的正常运行和高效节能。定期对设备进行检查和维修,及时更换老化和损坏的部件,提高设备的能源利用效率。优化设备

的运行参数,根据实际工况进行调整,降低能耗。

推广绿色办公和绿色施工。在水利工程建设和运营过程中,采用环保材料和节能设备,减少对环境的污染。例如,在办公场所采用无纸化办公,减少纸张的使用;在施工过程中,采用环保型的建筑材料和施工工艺,降低施工对环境的影响。

4 能耗优化与绿色管理的实施保障

4.1 政策支持与法规建设

政府应出台相关的政策支持水利工程的能耗优化和绿色管理。例如,给予节能改造项目财政补贴和税收优惠,鼓励水利工程单位进行设备更新和技术改造。制定节能减排的目标和任务,对水利工程单位进行考核和监督。

加强法规建设,完善水利工程能耗和环境管理的相关法规和标准。明确水利工程建设和运行过程中的能耗和环境要求,对违反规定的单位和个人进行处罚。例如,制定水利工程能耗限额标准,对超过限额的单位进行整改和处罚。

建立政策和法规的实施监督机制,确保政策和法规的有效执行。加强对水利工程单位的检查和评估,及时发现问题并进行处理。鼓励公众参与监督,对违规行为进行举报。

4.2 资金投入与融资渠道

加大政府对水利工程能耗优化和绿色管理的资金投入。政府可以设立专项基金,用于支持水利工程的节能改造、生态保护等项目。将水利工程的能耗优化和绿色管理纳入财政预算,保障资金的稳定来源。

拓宽融资渠道,吸引社会资本参与水利工程的建设和运营。可以采用PPP模式(政府和社会资本合作),与企业合作开展水利工程的节能改造和绿色管理项目。还可以通过发行债券、引入风险投资等方式筹集资金。

提高资金的使用效率,加强对资金的管理和监督。建立资金使用绩效评估机制,对资金的使用效果进行考核和评价,确保资金用于水利工程的能耗优化和绿色管理关键环节。

4.3 人才培养与技术创新

加强人才培养是推动水利工程能耗优化和绿色管理的关键。高校和职业院校应开设相关专业和课程,培养水利工程节能和绿色管理方面的专业人才。对在职人员进行培训和继续教育,提高他们的专业知识和技能水平。

鼓励企业和科研机构开展技术创新。建立产学研合作机制,加强企业、高校和科研机构之间的合作,共同开展

水利工程节能和绿色管理技术的研发和应用。例如，联合开展节能设备的研发和节能技术的推广应用。

建立技术创新激励机制，对在水利工程能耗优化和绿色管理技术创新方面做出贡献的单位和个人进行奖励。加强知识产权保护，鼓励创新成果的转化和应用。

5 结语

水利工程生产运行中的能耗优化与绿色管理是实现水利行业可持续发展的重要举措。通过对水利工程能耗现状的分析，我们认识到当前存在设备老化、运行模式不合理、缺乏有效管理等问题。针对这些问题，我们提出了一系列能耗优化的技术措施，如采用高效节能设备、优化调度方案、应用节能新技术等，以及绿色管理策略，包括环境评估与规划、生态保护措施、绿色运营管理等。

为了保障能耗优化和绿色管理的实施，我们需要政策支持与法规建设、资金投入与融资渠道、人才培养与技术创新等方面的保障。通过案例分析，我们看到了成功案例的经验和对其他水利工程的启示。

然而，水利工程的能耗优化与绿色管理是一个长期而复杂的过程，需要政府、企业、科研机构和社会公众的共同参与和努力。在未来的工作中，我们应不断加强技术创新和管理创新，进一步完善相关政策和法规，加大资金投入和人才培养力度，推动水利工程向高效、节能、绿色的方向发展，为保障国家水资源安全和生态环境可持续发展做出更大的贡献。

参考文献：

- [1] 邵志平, 龚向荣, 吴建平. 水利工程建设中的安全管理及技术分析——评《水利工程运行安全管理》[J]. 人民黄河, 2023,45(1):10001-10001.
- [2] 吉全之. 农业水利工程中泵站的安全运行管理探索[J]. 核农学报, 2022,36(12):10002-10003.
- [3] 冯峰, 刘谋, 张晒昭. 三门峡水利枢纽智能生产管理系统建设探讨[J]. 人民黄河, 2025,47(S1):190-191.

作者简介：宗娜（1983-），女，江苏徐州，本科，研究方向：水利工程运行管理。