

# 水利水电工程的节能降耗技术探讨

田生虎

宁夏宁东水务有限责任公司 宁夏 银川 750001

**摘要：**随着社会经济的快速发展和人口持续增长，能源问题日益成为全球热议的话题。作为能源的重要来源之一，水利水电工程在能源生产和利用中扮演着至关重要的角色。然而，传统水利水电工程在能源利用过程中存在显著的能耗问题，因此，开展节能降耗技术研究对于实现可持续发展具有重要意义。本文将从节能技术概述、节能设计原则与方法、节能技术应用以及未来发展趋势等方面，对水利水电工程的节能降耗技术进行详细探讨。

**关键词：**水利水电工程；节能降耗；水电站节能

## 引言

水利水电工程作为清洁能源的重要组成部分，对于提高能源利用效率、保障能源安全、促进可持续发展具有重要意义。然而，传统水利水电工程在能源利用过程中存在能耗高、效率低等问题，这不仅增加了工程运营成本，也对环境产生了不良影响。因此，开展节能降耗技术研究，对于提高水利水电工程的能源利用效率、降低能耗、保护环境具有重要意义。

### 1 水利水电工程的节能技术概述

节能技术是指通过技术手段和管理措施，减少能源消耗和提高能源利用效率的技术。在水利水电工程中，节能技术涵盖了水力发电、水利工程、水电站调度等多个方面。这些技术的应用旨在降低工程在建设和运行过程中的能耗，提高能源利用效率，实现可持续发展。

### 2 水利水电工程节能设计原则与方法

#### 2.1 节能设计原则

##### 2.1.1 综合考虑

在确保工程结构安全、防洪排涝能力、抗震性能等基础上，综合考虑节能设计，避免为了节能而牺牲安全。通过成本效益分析，评估节能措施带来的长期经济效益，确保节能设计的经济合理性。将节能设计与环保措施相结合，如采用生态友好的施工材料和工艺，减少施工和运营过程中的环境污染<sup>[1]</sup>。运用先进的规划理念和技术手段，综合考虑水文、地质、气象等多因素，确保设计方案的科学性和合理性。

##### 2.1.2 优先采用低能耗设备

广泛搜集市场信息，对比不同品牌和型号设备的能效比、运行成本及维护费用，选择能效等级高、技术成熟、经济合理的设备。在设备选型时，考虑设备之间的协同工作，选择能够高效配合的设备组合，以提高整体系统的能效。对于已有工程中能效较低的设备，应制定

计划进行更新换代，以持续提升工程的能效水平。

#### 2.1.3 优化工程布局 and 结构

充分利用自然地形地貌，如山谷、河流等，减少土方开挖和回填，降低能耗和材料消耗。采用先进的结构分析软件，对工程的布局 and 结构进行精细化设计，如优化坝体形状、减少加筋和配筋量等，以降低材料消耗和建造成本。合理规划工程的空间布局，减少设备之间的距离和管线长度，降低能耗和运维成本。

#### 2.1.4 智能化控制

开发智能调度系统，根据水文预报、电网需求等信息，自动调整水电站发电计划和水库蓄放水策略，以提高能源利用效率。建立远程监控中心，实时监测设备状态、能耗数据等，及时发现并处理异常，提高运维效率和响应速度。采用先进的控制系统和智能化技术，如PLC（可编程逻辑控制器）、SCADA（监控与数据采集系统）等，实现设备的精准控制和高效运行。

### 2.2 节能设计方法

#### 2.2.1 设备选型

对关键设备，如水泵、发电机、变压器等，进行详细的能效评估。这包括收集设备的能效数据、对比不同品牌和型号的设备能效指标，以及考虑设备的实际运行工况和负载需求。基于能效评估结果，选择能效等级高、技术成熟、经济合理的设备。同时，考虑设备的维护成本、使用寿命和可靠性等因素，以确保选择的设备在长期运行中能够实现最佳的节能效果。对于工程中已有的能效较低的设备，应制定更新换代计划，并明确时间节点和预算安排。在更新换代过程中，应优先选择那些采用最新节能技术和材料的设备，以进一步提高工程的能效水平。

#### 2.2.2 管道布局

利用水力计算软件对管道布局 and 管径设计进行优

化。通过模拟不同管道布局和管径组合下的水流情况,分析水头损失和沿程阻力,从而选择最优的管道设计方案。在管道布局时,应充分考虑地形因素,如利用自然坡度减少管道埋深和长度,避免不必要的土方开挖和回填。同时,应合理设置管道支架和支撑结构,以减少管道变形和损坏的风险<sup>[2]</sup>。在管道系统中,阀门和附件的选择也对节能效果产生重要影响。应选择密封性能好、阻力小、操作简便的阀门和附件,以减少水流过程中的能量损失。

### 2.2.3 能源管理系统:

在水利水电工程的关键部位安装传感器和仪表,实时采集能源消耗数据,如电量、水量、油温等。通过数据采集系统将这些数据实时传输到监控中心,以便进行监测和分析。利用数据分析技术对采集到的能源消耗数据进行处理和分析,识别能耗高峰和低效环节。基于分析结果,提出相应的节能措施和优化建议,如调整设备运行参数、优化调度策略等。建立智能控制系统,根据数据分析结果自动调整设备的运行参数和状态,以实现精准控制和高效运行。同时,建立能源管理平台,对水利水电工程的能源消耗进行全面管理和控制,确保节能措施的有效实施。

## 3 水利水电工程节能降耗技术的应用

### 3.1 水力发电节能技术

#### 3.1.1 水轮机效率提升技术

水轮机作为水力发电的关键设备,其效率直接影响到发电量和能源利用率。为了提升水轮机效率,可调用多叶片水轮机技术应运而生。这种技术通过精确调整水轮机叶片的角度和数量,以适应不同水流速度和流量的变化,从而保持水轮机在高效区运行。此外,黏性流动技术的应用也极大地提高了水轮机的效率。该技术通过优化水轮机流道设计,减少水流在流道内的涡旋和湍流损失,使水流更加顺畅地通过水轮机,进而提升水轮机的转换效率。这些技术的应用不仅提高了水力发电的节能效果,还降低了发电成本,为水利水电工程的可持续发展奠定了坚实基础。

#### 3.1.2 小型水力发电技术

在偏远地区或水流条件受限的场合,传统的大型水力发电站往往难以建设。为了充分利用这些地区的水能资源,小型水力发电技术得到了广泛应用。这种技术主要针对小流量、小落差的河流或溪流,通过建设小型水电站或利用微型水轮机进行发电。小型水力发电技术具有投资小、建设周期短、维护简便等优点,能够实现能源的可持续利用,并为当地居民提供可靠的电力供应。

此外,小型水力发电技术还能够与太阳能、风能等可再生能源进行互补,形成多能互补的能源系统,进一步提高能源利用效率和可靠性。

### 3.2 水利工程节能技术

#### 3.2.1 智能节水灌溉技术

智能节水灌溉技术是一种集成了传感器、控制阀、数据传输以及智能算法等多种技术手段的灌溉系统。这种技术通过实时监测土壤湿度、作物需水量以及气象条件等参数,能够精确计算出灌溉的需水量和灌溉时间,从而实现精准灌溉。具体来说,智能节水灌溉系统会在农田中布置多个传感器,用于实时监测土壤湿度和作物生长情况。这些数据会通过无线传输技术发送到中央控制系统,系统会根据预设的灌溉模型和算法,计算出最佳的灌溉方案<sup>[3]</sup>。然后,通过控制阀精确控制灌溉水量和灌溉时间,确保作物得到适量的水分,同时避免水资源的浪费。此外,智能节水灌溉技术还可以与气象预报系统相结合,根据未来的气象条件调整灌溉计划,进一步提高灌溉的准确性和效率。这种技术的应用不仅提高了水资源的利用率,还降低了灌溉成本,为农业生产的可持续发展提供了有力支持。

#### 3.2.2 微波干燥技术

在水利工程中,微波干燥技术主要用于堤防加固、土壤改良以及水处理等方面的干燥过程。传统的干燥方法往往耗时较长且能量利用率低,而微波干燥技术则通过直接加热物料内部的水分和极性分子,使物料迅速升温并达到干燥的目的。微波干燥技术的优点在于干燥速度快、能量利用率高且干燥均匀。在水利工程中,采用微波干燥技术可以大大提高堤防加固材料的干燥速度,缩短施工周期;同时,还可以用于改良土壤,提高土壤的透水性和保水性;此外,在处理含有水分的废水或污泥时,微波干燥技术也能够迅速将其干燥,便于后续处理。为了提高微波干燥技术的效果,通常会采用先进的控制系统和智能化技术。例如,通过实时监测物料的温度和湿度等参数,可以精确控制微波的输出功率和干燥时间,确保物料得到均匀的干燥效果。此外,还可以利用智能算法对干燥过程进行优化,进一步提高能量利用率和干燥效率。

### 3.3 水电站节能技术

#### 3.3.1 液压节能技术

液压系统在水电站中广泛应用于闸门启闭、设备升降以及压力控制等场合。传统的液压系统往往存在能量损失大、效率低下等问题,而液压节能技术则通过改进液压系统的设计和运行方式,实现了能量回收和节能降

耗。具体来说, 液压节能技术采用了先进的液压泵、液压马达以及蓄能器等元件, 通过优化液压系统的回路和参数设置, 提高了系统的效率和响应速度。同时, 液压节能技术还注重能量回收和再利用, 如在闸门下降过程中, 通过液压马达将重力势能转化为电能或机械能, 从而实现能量的回收和再利用。此外, 液压节能技术还采用了智能化控制系统, 实时监测液压系统的运行状态和参数, 确保系统始终保持在高效区运行。

### 3.3.2 优化调度策略

水电站的调度策略对于水能的利用效率和能源的消耗具有重要影响。传统的调度策略往往基于经验和简单规则, 难以适应复杂多变的水文条件和电力需求。而优化调度策略则采用了先进的数学模型和算法, 通过实时监测水文、气象以及电力需求等信息, 制定出科学的调度方案。优化调度策略考虑了多个因素之间的相互影响和制约关系, 如水库蓄水量、发电效率、电力需求以及电价等。通过综合分析这些因素, 优化调度策略能够制定出既满足电力需求又降低能源消耗的调度方案<sup>[4]</sup>。同时, 优化调度策略还注重长期规划和短期调度的相结合, 确保水电站在不同时间尺度上都能够实现高效运行。为了实现优化调度策略的有效实施, 水电站通常需要建立完善的信息采集和处理系统, 实时监测水文、气象以及电力需求等信息, 并将这些信息传输到调度中心进行分析和处理。同时, 水电站还需要采用先进的控制系统和智能化技术, 确保调度指令的准确执行和设备的稳定运行。

## 4 未来发展趋势

随着科技的不断进步和环保意识的提高, 未来水利工程的节能降耗技术将呈现以下发展趋势:

### 4.1 智能化、自动化

在未来, 智能化、自动化技术将与节能低碳技术深度融合, 成为推动水利水电工程向更加绿色、高效方向发展的重要驱动力。智能化技术将应用于水利水电工程的各个环节, 包括设备监控、能源管理、水资源调度等, 通过实时监测、数据分析、智能决策等手段, 实现精准控制和优化运行。自动化技术则将进一步提高水利水电工程的运行效率和安全性, 减少人为干预和误差,

降低能耗和运营成本。

### 4.2 新材料、新工艺

新型节能材料和新工艺的应用将是未来水利水电工程节能降耗的重要手段。随着材料科学的不断发展, 新型节能材料如高效隔热材料、低摩阻材料等将被广泛应用于水利水电工程中, 以提高设备的能效和减少能量损失。同时, 新工艺如精密铸造、激光加工等也将为水利水电工程提供更高效、更精准的加工和制造方式, 进一步降低能耗和成本。

### 4.3 跨领域融合创新

未来, 节能技术与低碳技术、新能源技术等将实现跨领域融合创新, 形成新的技术体系。水利水电工程将不再是一个孤立的领域, 而是将与能源、环保、信息等多个领域紧密相连, 共同推动绿色低碳的发展。例如, 水利水电工程可以与太阳能、风能等新能源技术相结合, 形成多能互补的能源系统, 提高能源利用效率和可靠性; 同时, 也可以与碳捕捉、碳利用等低碳技术相结合, 实现碳的循环利用和减排目标。

## 结语

水利水电工程的节能降耗技术研究是实现可持续发展的重要措施之一。通过优化设计、采用高效设备、推广节能技术等手段, 可以显著降低水利水电工程的能耗, 提高能源利用效率。未来, 随着科技的进步和技术的创新, 水利水电工程的节能降耗技术将发挥越来越重要的作用, 为可持续发展贡献更大力量。

## 参考文献

- [1]陈国栋.水利水电工程施工与节能环保技术的应用研究[J].居舍,2021,(19):33-34.
- [2]龚雪峰.节能降耗技术在水利水电工程设计中的应用[J].水上安全,2024,(03):79-81.
- [3]赵启明.水利水电工程施工与节能环保技术的应用研究[C]//中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会.2020万知科学发展论坛论文集(智慧工程一).中国水利水电第十一局工程局有限公司,2020:11.
- [4]汪大庆.水利水电工程节能降耗策略探析[J].湖南水利水电,2017,(01):95-97.