

水电站运行管理节能措施及运用效果分析

马 超

海南秦控水务有限公司 陕西 西安 710001

摘 要：在全球能源转型与“双碳”目标推进的背景下，水电作为清洁能源，对优化能源结构、保障电力供应意义重大。本文围绕水电站运行管理的节能展开深入探讨。先对水电站运行管理中的能耗进行剖析，包括水量、电量消耗等能源消耗类型，以及设备、运行管理、自然条件等影响能耗的因素。接着提出技术节能、设备维护节能、运行管理节能等一系列节能措施，如照明技术节能、日常维护、优化调度等。最后分析节能措施运用效果，涵盖能源消耗降低、经济效益提升、环境影响改善、技术创新推动以及社会意识增强等方面，旨在为水电站节能运行管理提供参考与借鉴。

关键词：水电站；运行管理；节能措施；运用效果分析

引言：在能源需求日益增长且环保要求愈发严格的当下，水电站作为重要的清洁能源生产设施，其运行管理的节能意义重大。合理降低水电站运行过程中的能耗，不仅有助于提高能源利用效率、降低运营成本，还能减少对环境的影响，符合可持续发展理念。然而，当前水电站运行管理中仍存在诸多能耗问题，受到设备、运行管理等多种因素制约。因此，深入分析水电站运行管理能耗情况，探究有效的节能措施，并评估其运用效果，对促进水电站健康发展至关重要。

1 水电站运行管理能耗分析

1.1 能源消耗类型

1.1.1 水量消耗

在水电站运行管理中，水量消耗是能源消耗的重要组成部分。一方面，由于水轮机、输水管道等设备存在一定的泄漏情况，会造成水量的损失；另一方面，在发电过程中，为了维持机组稳定运行，需要合理调节水流量，部分未充分转化为电能的水也会被排放，导致水量消耗。此外，水库的水面蒸发以及渗漏，同样会致使水量不断减少。这些水量的损耗，直接影响水电站的发电效率与水资源利用率，进而对整体能源产出效益产生不利影响。

1.1.2 电量消耗

水电站运行过程中存在多种电量消耗情形。站内的辅助设备，如照明系统、通风设备、排水泵等，在运行时需要持续消耗电能。同时，变压器等电气设备在传输与转换电能的过程中，因存在铜损、铁损等，也会造成电量的损耗。此外，随着水电站自动化水平的提高，监控系统、自动化控制系统等设备的用电需求也在增加。这些电量消耗若不加以有效控制，将增加水电站的运营成本，降低能源利用的经济性与合理性。

1.2 影响能耗的因素

1.2.1 设备因素

设备性能与状态对水电站能耗影响显著。老旧设备因长期运行，零部件磨损严重，水轮机效率降低，水力能转化为电能的效率下降，导致水量与电量消耗增加。一些设备设计不合理，如管道直径、弯度等参数不匹配，会加大水流阻力，造成能量损耗。此外，电气设备老化、绝缘性能下降，也会增加电能传输过程中的损耗。设备更新换代不及时，无法应用高效节能技术，使得水电站在运行中难以实现能耗优化。

1.2.2 运行管理因素

运行管理方式直接关系到能耗高低。调度策略不合理，未能根据来水、负荷等情况科学安排发电计划，会导致机组频繁启停或低效运行，增加能耗。操作人员技术水平参差不齐，对设备操作、参数调整不规范，不能充分发挥设备性能。同时，缺乏完善的能耗监测与管理制度，无法及时发现能耗异常并采取有效措施，使得能耗问题长期存在，影响水电站运行的经济性与节能效果。

1.2.3 自然条件因素

自然条件的变化对水电站能耗有着不可忽视的作用。来水的季节性差异明显，枯水期水量不足，机组无法满负荷运行，设备效率降低，单位电能生产的能耗增加。水温变化会影响水的密度和黏性，进而影响水轮机的工作效率。此外，极端天气如暴雨、大风等，可能造成设备损坏或运行不稳定，增加设备维护成本与能耗。光照、气温等条件也会影响站内辅助设备的用电需求，从而影响整体能耗水平^[1]。

2 水电站运行管理节能措施

2.1 技术节能措施

2.1.1 照明技术节能

在水电站照明系统节能改造中,将传统高耗能灯具替换为LED灯具是关键举措。LED灯具具有发光效率高、能耗低、寿命长的特点,其能耗仅为传统白炽灯的1/10,且使用寿命可达5万小时以上,大幅降低照明系统的电量消耗与维护成本。同时,引入智能照明控制系统,通过安装光线传感器和人体感应装置,根据环境光线强度和人员活动情况自动调节灯光亮度,在无人区域或光线充足时自动关闭或调暗灯光。

2.1.2 机械设备节能

机械设备节能是提升水电站能效的重要环节。一方面,对水轮机、发电机等核心发电设备进行技术升级,采用新型高效水力模型和先进的电磁设计技术,优化设备结构与性能,提高能量转换效率,降低单位发电量的能耗。另一方面,对辅助机械设备如水泵、风机等,采用变频调速技术,根据实际运行需求动态调节设备转速,避免设备长时间满负荷运行造成的能源浪费。此外,引入智能化监测与诊断系统,实时监测机械设备运行状态,及时发现设备异常,精准调整设备运行参数,确保机械设备始终处于高效节能运行状态,从设备层面有效降低水电站运行能耗。

2.1.3 生产环境技术更新

生产环境技术更新为水电站节能创造良好条件。通过采用新型保温隔热材料,对水电站厂房、管道等进行保温处理,减少热量传递与散失,降低冬季取暖和夏季降温的能耗。同时,优化厂房通风设计,利用自然通风与机械通风相结合的方式,改善厂房内空气流通状况,减少通风设备的运行时间与能耗。在湿度控制方面,安装智能湿度调节装置,根据环境湿度自动调节除湿或加湿设备运行,维持生产环境湿度稳定。此外,利用光伏建筑一体化技术,在厂房屋顶等区域铺设太阳能光伏板,将太阳能转化为电能,为站内部分设备供电,降低对外部电网的依赖,实现生产环境与能源利用的协同优化。

2.2 设备维护节能

2.2.1 日常维护

日常维护是保障水电站设备高效节能运行的基础。通过建立完善的日常巡检制度,安排专业技术人员对水轮机、发电机、变压器等关键设备进行定时巡查,利用红外测温、振动监测等技术手段,及时发现设备潜在的异常发热、振动异常等问题,避免因设备故障导致的能耗增加。同时,注重设备的清洁工作,定期清理水轮机过流部件、滤网等,减少水流阻力,提高设备运行效率;对电气设备进行除尘维护,防止灰尘积聚影响绝缘

性能,降低电能损耗。此外,及时补充和更换设备润滑油、密封件等易损件,确保设备各部件处于良好的润滑和密封状态,减少摩擦损耗,维持设备长期稳定、节能运行。

2.2.2 定期检修

定期检修是提升设备节能性能的重要保障。依据设备运行规律和使用手册,制定科学合理的定期检修计划,对设备进行全面、深度的检查与维护。在检修过程中,对水轮机转轮、发电机转子等核心部件进行探伤检测,修复磨损、变形部位,恢复设备设计性能,提高能量转换效率。同时,对电气系统进行绝缘测试、参数校准,确保电力传输稳定高效,降低线路损耗。此外,定期对自动化控制系统、监测设备进行升级与调试,保证设备运行参数监测的准确性和控制的及时性,为节能优化调度提供可靠数据支持。

2.3 运行管理节能

2.3.1 优化调度

优化调度是实现水电站运行管理节能的核心策略之一。通过建立精准的水文预报模型,结合气象数据与历史水文资料,提前预测来水情况,科学制定发电计划。在不同的来水条件下,合理安排机组启停与组合方式,优先启用效率高的机组,避免低效运行。同时,加强与电网的协调配合,根据电网负荷变化实时调整发电出力,减少弃水现象,提高水能利用率。利用智能调度系统,动态监控水电站各机组运行参数,综合考虑水位、流量、发电效率等因素,实现发电效益与节能效果的最大化。

2.3.2 负荷管理

负荷管理是降低水电站运行能耗的有效手段。通过对用电负荷的实时监测与分析,掌握负荷变化规律,合理调整水电站发电输出。在负荷低谷期,适当降低机组发电功率,避免过度发电造成能源浪费;在负荷高峰期,优化机组运行参数,提高发电效率,满足用电需求。同时,引入需求侧响应机制,与大用户协商调整用电时间,削峰填谷,减少水电站在负荷突变时的频繁调节损耗。此外,加强对水电站站内辅助设备用电负荷的管理,根据实际需求合理安排设备运行,例如在非生产时段减少照明、通风设备的运行,降低厂用电率,从而提升水电站整体运行的经济性与节能水平^[2]。

3 节能措施运用效果分析

3.1 能源消耗降低

在水量消耗方面,设备维护节能措施有效减少了水轮机、输水管道的泄漏,优化调度策略降低了不合理的

水量排放,水库蒸发与渗漏损耗也因科学管理得到控制,使得水资源利用率大幅提升。电量消耗上,照明技术节能使站内照明能耗降低约60%,机械设备采用变频调速等技术后,辅助设备运行能耗减少30%-40%。同时,优化调度与负荷管理让机组运行效率提高,减少了因低效运行和频繁调节产生的额外电量消耗。据实际运行数据统计,综合各项节能措施,水电站整体能源消耗降低约25%-35%,能源利用效率显著提升,为资源的可持续利用奠定了坚实基础。

3.2 经济效益提升

节能措施的运用为水电站带来了可观的经济效益。能源消耗的降低直接减少了运营成本,以电量消耗降低为例,每年可节省大量电费支出。同时,设备维护节能措施延长了设备使用寿命,减少了设备更换与维修成本,据估算,设备维护费用降低约20%-30%。优化调度和负荷管理提高了水能利用率,增加了发电量,在同等水资源条件下,发电收益显著提升。此外,节能技术的应用还使得水电站符合国家相关节能政策要求,能够申请节能补贴与优惠政策,进一步增加收入。

3.3 环境影响改善

水电站运行管理节能措施的实施对环境产生了积极影响。能源消耗的降低意味着更少的水资源浪费和碳排放,减少了对生态环境的压力。水量消耗的减少,保障了下游生态用水需求,有助于维持河流生态系统的稳定,保护水生生物多样性。电量消耗的降低,减少了因发电产生的温室气体排放,缓解了全球气候变暖问题。同时,设备维护节能和技术更新减少了设备故障与污染物泄漏的风险,降低了对周边环境的污染。此外,节能措施的推广应用,还促进了清洁能源的高效利用,减少了对化石能源的依赖,助力国家“双碳”目标的实现,为建设绿色、低碳、可持续的生态环境做出贡献。

3.4 技术创新推动

节能措施的实践为水电站技术创新提供了强大动力。在技术节能措施实施过程中,对高效照明技术、机械设备节能技术以及生产环境技术更新的需求,促使企业与科研机构合作,研发新型节能材料、智能控制设备

等。例如,智能照明控制系统和变频调速技术的应用,推动了自动化控制技术在水电站的发展。设备维护节能中,智能化监测与诊断系统的引入,促进了传感器技术、大数据分析技术在水电站领域的创新应用。运行管理节能则带动了水文预报模型、智能调度系统的优化升级。

3.5 社会意识增强

水电站运行管理节能措施的有效实施,在社会层面产生了积极影响,增强了社会节能意识。水电站作为能源生产重要主体,其节能成果通过媒体宣传、行业交流等方式传播,向社会公众展示了节能的重要性和可行性,起到了良好的示范作用。同时,节能措施的实施过程中,员工积极参与节能培训与技术创新,节能意识和责任感显著提高,这种意识通过员工传播到家庭和社会,带动更多人关注节能。此外,节能措施带来的环境改善和经济效益提升,让社会各界更加认识到节能对于经济可持续发展和环境保护的重要意义,激发了企业、社会组织和公众参与节能行动的积极性,推动全社会形成绿色发展、节能减排的良好氛围,促进社会可持续发展理念的深入贯彻^[3]。

结束语

综上所述,水电站运行管理节能是一项系统工程,通过剖析能耗类型与影响因素,实施技术、设备维护、运行管理等多维度节能措施,在降低能源消耗、提升经济效益、改善环境影响、推动技术创新和增强社会意识等方面成效显著。然而,节能工作永无止境,随着科技发展与能源形势变化,水电站需持续探索创新节能技术与管理模式,紧跟行业趋势,不断优化节能方案,实现节能降耗与高效发展的有机统一,为清洁能源事业的可持续发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]李浩权.关于水电站运行管理节能措施分析及运用效果研究[J].电子元器件与信息技术,2022,6(06):196-199.
- [2]杨彦铖.新时期水电站运行管理节能措施分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2022,(10):12-13.
- [3]陈彬川.水电站运行管理节能措施探究[J].建材与装饰,2021,(07):301-302.