

绿色施工理念下水利水电土建工程的节能降耗技术研究

邵金强

新疆兵团水利水电工程集团有限公司，新疆乌鲁木齐市，830000；

摘要：随着社会对环境保护和可持续发展的关注度不断提高，绿色施工理念在水利水电土建工程中的应用愈发重要。本文深入探讨了绿色施工理念下水利水电土建工程的节能降耗技术，分析了当前工程中的能耗现状，阐述了节能降耗的重要意义，并详细介绍了一系列实用的节能降耗技术，包括节能设备的选用、可再生能源的利用、施工工艺的优化等。通过实际案例分析，展示了这些技术在降低工程能耗、减少环境污染方面的显著成效，为推动水利水电土建工程的绿色可持续发展提供了有益的参考。

关键词：绿色施工理念；水利水电土建工程；节能降耗技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.049

引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于调节水资源、发电、防洪等方面发挥着不可替代的作用。然而，传统的水利水电土建工程在建设过程中往往伴随着大量的能源消耗和环境污染问题。在全球倡导可持续发展的大背景下，绿色施工理念应运而生，其核心在于在工程建设的全过程中，最大限度地节约资源、减少对环境的负面影响，实现经济效益、社会效益和环境效益的有机统一。将绿色施工理念融入水利水电土建工程，积极探索和应用节能降耗技术，不仅是响应国家环保政策的必然要求，也是水利水电行业实现可持续发展的关键所在。

1 水利水电土建工程能耗现状分析

1.1 施工设备能耗高

在水利水电土建工程施工中，大量使用的施工设备，如挖掘机、装载机、起重机、混凝土搅拌机等，大多以燃油或电力为动力。这些设备功率较大，运行时间长，能源消耗十分可观。部分老旧设备技术性能落后，能源利用效率低，例如一些传统的柴油动力挖掘机，其燃油消耗量大，尾气排放严重，不仅增加了工程成本，还对环境造成了较大污染。

1.2 施工工艺不合理导致能耗增加

一些水利水电工程在施工过程中，采用的施工工艺不够先进和合理。在混凝土浇筑施工中，若施工工艺不当，可能导致混凝土浇筑质量不佳，需要进行返工处理，这无疑增加了原材料的消耗以及施工设备的运行时间，从而造成能源的浪费。传统的土石方开挖施工工艺，可能会因开挖方式不当，导致开挖效率低下，机械设备长

时间处于高负荷运转状态，能耗大幅上升。

1.3 施工现场能源管理不善

施工现场缺乏有效的能源管理体系和制度，对能源消耗的监测和统计工作不到位。施工人员节能意识淡薄，存在设备空转、长明灯、长流水等浪费能源的现象。在施工场地的临时用电管理方面，存在电线私拉乱接、用电设备选型不合理等问题，导致电能损耗严重。

2 绿色施工理念下水利水电土建工程节能降耗的重要意义

2.1 促进资源节约

水利水电土建工程建设需要消耗大量的资源，包括能源资源。通过采用节能降耗技术，可以降低工程建设过程中的能源消耗，提高资源利用效率，减少对煤炭、石油等不可再生能源的依赖，实现资源的可持续利用。推广节能型施工设备和优化施工工艺，能够减少燃油、电力等能源的消耗，从而节约有限的能源资源。

2.2 降低环境污染

传统水利水电工程施工过程中的高能耗往往伴随着高污染，如施工设备排放的废气、废水以及施工扬尘等，对周边生态环境造成了严重破坏。节能降耗技术的应用有助于减少污染物的排放，降低对大气、水和土壤环境的污染。使用清洁能源替代传统化石能源，可有效减少废气中二氧化硫、氮氧化物等污染物的排放，改善空气质量。

2.3 提高工程经济效益

降低能源消耗直接意味着降低工程成本。采用节能降耗技术，虽然在初期可能需要一定的设备更新或技术研发投入，但从长远来看，能够显著减少能源费用支出，

提高施工效率，减少因能源浪费和环境污染导致的额外成本，如罚款、环境修复费用等，从而提高工程的整体经济效益。使用高效节能的施工设备，虽然设备购置成本可能较高，但在长期运行过程中，其能耗降低所带来的成本节约将远远超过设备购置的额外支出。

2.4 推动行业可持续发展

绿色施工理念下的节能降耗技术是水利水电行业实现可持续发展的必然选择。随着社会对环保要求的日益提高，行业必须积极适应发展趋势，通过技术创新和管理优化，实现节能减排目标，提升行业整体形象和竞争力，为未来的长远发展奠定坚实基础。在当前“双碳”目标的大背景下，水利水电行业积极推行节能降耗技术，有助于实现行业的绿色转型，符合国家可持续发展战略的要求。

3 绿色施工理念下水利水电土建工程节能降耗技术

3.1 节能设备的选用与管理

3.1.1 选用高效节能施工设备

在水利水电土建工程施工设备选型时，优先选择符合国家能效标准的节能型设备。选用电动或混合动力的挖掘机、起重机等，相较于传统燃油设备，电动设备具有能源利用效率高、噪音小、零尾气排放等优点。在一些水利水电工程施工现场，采用电动起重机，其能耗比同类型燃油起重机降低了30%以上，且减少了对周边环境的噪声和废气污染。选用节能型的混凝土搅拌机，可通过优化搅拌装置的设计和运行参数，提高搅拌效率，降低能耗。

3.1.2 设备的维护与保养

建立完善的施工设备维护保养制度，定期对设备进行检查、维修和保养，确保设备处于良好的运行状态，以提高能源利用效率。设备在长期运行过程中，零部件会出现磨损、老化等问题，若不及时维护，将导致设备性能下降，能耗增加。定期对挖掘机的发动机进行保养，更换空气滤清器、机油等，可使发动机保持良好的燃烧状态，降低燃油消耗。对施工设备的传动系统、液压系统等进行定期检查和维护，确保系统的密封性和传动效率，减少能源损失。

3.1.3 设备的优化调度

运用智能化的设备调度系统，根据施工任务的需求，合理安排施工设备的运行时间和作业任务，避免设备的空载运行和过度使用。通过实时监测设备的运行状态和施工进度，优化设备的调配方案，提高设备的利用率，

降低能源消耗。在水利水电工程的土石方开挖施工中，利用智能调度系统，根据开挖区域的地形、土质等情况，合理安排挖掘机、装载机等设备的作业区域和作业顺序，使设备能够高效协同工作，减少设备的等待时间和空转时间，从而降低能源消耗。

3.2 可再生能源的利用

可再生能源在水利水电工程中应用广泛：一是太阳能利用，通过搭建光伏电站供电并储电，施工营地安装太阳能路灯、热水器满足照明和热水需求，小型设备装太阳能板辅助供电，减少传统电能依赖。二是风能利用，在风力丰富区域安装小型风力发电机，并入供电系统，合理规划布局与选型保障稳定运行，山区工程常与太阳能结合形成风光互补模式，降低传统电网电力消耗。三是水能利用，利用工程自身丰富水能，在合适场地建小型水电站，借助水流落差发电，如河道整治工程在施工围堰处设小型水轮机，利用水位差发电供照明和小型设备使用，实现水能就地利用，减少外部能源输入。

3.3 施工工艺的优化

施工工艺优化可从三方面实现节能降耗：一是推广预制装配式工艺，在工厂预制混凝土构件再运至现场组装。相比传统现场浇筑，能减少湿作业、模板用量及相关能耗，某水利工程闸室建设采用该工艺后，能耗降低约20%。二是优化混凝土施工工艺，通过高性能配合比设计减少水泥用量，采用二次搅拌等先进工艺提升质量、避免返工，合理控制浇筑与振捣环节。某大坝施工借此减少10%水泥用量，能耗降低约15%。三是改进土石方施工工艺，运用预裂爆破等先进技术减少开挖量，结合数字化技术精准规划，优化运输路线与方式。某渠道工程采用这些措施后，开挖量减少15%，运输能耗降低约20%。

3.4 水资源的合理利用与节能

在水利水电工程中，水资源节能可通过三方面实现：一是设置雨水收集与利用系统，借助收集池、管道收集雨水，经处理后用于降尘、车辆冲洗等，能减少30%左右的用水量，同时降低自来水生产输送的能耗；二是对混凝土搅拌、设备冲洗等施工废水集中处理，采用物理、化学及生物方法去除污染物，达标后回用，既节水又减少污染和取水能耗；三是推广节水型设备器具，如生活区节水龙头可降低20%生活用水，施工中喷雾养护设备较传统方式减少养护用水，还能降低水蒸发的能耗。

3.5 施工现场能源管理体系的建立

能源管理体系的建立包含三方面：一是能源监测与

统计，在施工现场安装设备实时监测电、燃油、水等消耗，建立台账，通过数据分析发现异常。例如用智能电表监测到某区域夜间用电量偏高，经查是照明未及时关闭，采取措施后有效降低能耗。二是能源管理目标与考核，制定总能耗降低率等目标并分解到班组和设备，建立考核制度，对节能显著者奖励、未达标者处罚。如规定某班组月降燃油消耗 10%，达标即予奖励，提升施工人员积极性。三是节能培训与宣传，开展培训提升施工人员节能意识和技能，内容涉及设备操作、工艺要点等；通过张贴标语、知识竞赛等宣传活动营造氛围，定期组织讲座、张贴海报，强化施工人员对节能工作的重视。

4 案例分析

4.1 工程概况

某大型水利水电枢纽工程位于西南地区长江支流，总装机 120 万千瓦，总投资 85 亿元，施工周期 6 年（2020.3-2026.3）。建设内容含 130 米高混凝土重力坝、4 台 30 万千瓦机组的水电站厂房及 18 公里引水系统等。施工高峰期日均投用设备 230 余台、人员 1200 余人，传统模式预计总能耗 1.8 万吨标准煤、日均排废水 120 立方米。工程引入绿色施工理念，应用节能降耗技术以实现环保与建设协调发展。

4.2 节能降耗技术应用

4.2.1 节能设备

选用 45 台电动/混合动力设备，含 12 台电动起重机、20 台混合动力挖掘机等，综合能耗较传统燃油设备降 35%。通过月检修、周保养，设备故障率从 8.5% 降至 3.2%；智能调度使核心设备日均作业时间从 8.2 小时增至 10.3 小时，利用率升 25.6%，能耗再降 8%。

4.2.2 可再生能源

建 2MW 太阳能光伏电站（7200 块组件）与 6 台 150 kW 风力发电机，形成风光互补系统，日均发电 8600kWh，满足现场 22% 用电需求，年减电网用电 313.9 万 kWh，折合标准煤 386 吨，降碳 1040 吨。

4.2.3 工艺优化

预制装配式工艺减少 60% 湿作业，模板用量降 58%，能耗降 18.5%；混凝土用三元胶凝配合比减 10% 水泥，二次搅拌等工艺降能耗 15.2%；土石方用预裂爆破与 BIM 规划减 15% 开挖量，优化运输降能耗 20%。

4.2.4 水资源利用

8 个雨水收集池（总容积 4000 立方米）日均集雨 600 立方米，处理后回用，使自来水用量降 35%；500 立方米/日废水处理站回用 85% 废水，年节水 15.59 万立方

米，减抽水能耗 2.8 万 kWh。

4.2.5 能源管理

安装 135 块智能表实时监测能耗，设总能耗降 22% 的目标并分解考核，月度奖惩激励施工人员。前 3 年总能耗累计降 25.3%，超预期。

4.3 实施效果

前 3 年累计节电能 426 万 kWh、燃油 1850 吨，折合标准煤 2860 吨，减碳 7620 吨；尾气排放降 35%，扬尘、噪声达标，废水回用 85%；能源成本省 1280 万元，综合省 1630 万元，为同类工程提供借鉴。

5 结论与展望

5.1 结论

绿色施工下的节能降耗技术对水利水电土建工程意义重大。当前工程存在设备能耗高、工艺不合理、能源管理不善等问题，而节能设备选用与管理、可再生能源利用、工艺优化等技术，能有效解决这些问题，实现资源节约、减污增效，还为行业践行“双碳”目标提供路径。某大型水利枢纽工程整合应用这些技术，总能耗降低约 25%，验证了技术可行性，为同类工程提供经验。

5.2 展望

技术上，需向智能化、集成化发展，融合智能传感与节能技术，创新多能互补供电及储能技术；管理上，构建全生命周期体系，延伸绿色理念至全流程，探索“绿色施工联盟”；政策与行业协同上，完善激励政策与能耗标准，培养复合型人才；生态上，结合生态修复技术，推动节能技术向生态友好型升级，实现工程、能源与生态共赢。

参考文献

- [1] 马世海. 基于节能降耗理念的绿色住宅建筑施工技术应用研究 [J]. 住宅产业, 2024(3): 40-42.
- [2] 汪新伟. 节能降耗理念下的绿色施工技术运用分析 [J]. 中华民居, 2024, 17(5): 51-5.
- [3] 景俊宝. 节能降耗理念下的绿色施工技术运用分析 [J]. 房地产世界, 2023(13): 151-153. 3.
- [4] 徐亚凡, 郭文斌, 石开平, 等. 节能降耗理念在绿色建筑施工技术中的应用 [J]. 住宅与房地产, 2023(5).
- [5] 李卓潼. 节能降耗理念在绿色建筑施工技术中的应用 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2023(6): 2415-2416. DOI: 10.12277/j.issn.1673-7075.2020.06.1200.