

绿色施工技术在水利水电工程中的实践与探索

黄 铸

信阳市大禹水利工程有限责任公司 河南 信阳 464400

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，绿色施工技术在水利水电工程中的应用愈发重要。本文深入探讨了绿色施工技术在水利水电工程中的实践情况，分析了其在节能减排、资源保护、生态修复等方面的具体应用案例，并提出了相应的改进策略和发展方向，旨在为推动水利水电工程绿色施工技术的进一步发展提供参考。

关键词：绿色施工技术；水利水电工程；实践探索

1 引言

水利水电工程是国家基础设施的重要组成部分，在能源供应、防洪抗旱、灌溉供水等方面具有关键作用。然而，传统施工过程存在能耗高、资源浪费严重、生态破坏等问题，与可持续发展理念相悖。绿色施工技术通过节约资源、减少污染、保护生态，为实现工程建设与环境协调发展提供了有效路径。因此，深入研究和推广绿色施工技术在水利水电工程中的应用，具有重要的现实意义和战略价值。

2 绿色施工技术在水利水电工程中的实践应用

2.1 节能技术的应用

2.1.1 施工设备节能

节能型发动机技术：在三峡水利枢纽工程后续的附属设施建设过程中，挖掘机、装载机等设备是能源消耗大户。新型节能型施工设备配备了先进的发动机节能技术，例如采用电子控制燃油喷射系统，能够根据设备的负载情况实时调整发动机的功率输出。以卡特彼勒336D2XE节能型挖掘机为例，其发动机采用了高压共轨燃油喷射技术，相比传统机型，燃油消耗降低了15%-20%。在该附属设施建设的土方开挖作业中，使用该节能型挖掘机进行作业，在相同的工作量和工作时间下，燃油消耗较传统挖掘机减少了约18%，大大降低了施工成本和尾气排放。

电动施工设备推广：在小浪底水利枢纽工程的维护与改造项目中，电动施工设备具有能源转换效率高、污染排放低等显著优点。电动混凝土搅拌机、电动起重机等设备得到了广泛应用^[1]。以三一重工的电动混凝土搅拌机为例，其电能转换效率可达90%以上，而传统燃油搅拌机的能源转换效率仅为30%-40%。在该项目的混凝土搅拌站全部采用电动混凝土搅拌机后，相比使用燃油搅拌机，每年可减少二氧化碳排放约500吨，同时降低了设备

的运行噪音，改善了施工现场的环境。

2.1.2 施工照明节能

LED灯具应用：在南水北调中线工程的某段隧洞施工项目中，传统的施工照明灯具如白炽灯、荧光灯等存在能耗高、寿命短等问题。LED灯具具有发光效率高、寿命长、能耗低等优点，其发光效率可达100-200lm/W，是白炽灯的10倍以上，是荧光灯的2-3倍。该项目将原有的荧光灯照明系统全部更换为飞利浦的LED灯具。更换后，照明亮度提高了30%，而能耗降低了60%。同时，LED灯具的使用寿命长达50000小时以上，减少了灯具的更换频率和维护成本。

智能照明控制系统：在锦屏一级水电站的施工现场，通过合理的照明设计，采用智能照明控制系统，根据施工区域的实际需求进行分区照明控制。智能照明控制系统可以根据人员和设备的活动情况自动调节照明亮度，避免不必要的照明浪费。例如，在施工现场安装了欧普照明的人体感应传感器和光线传感器，当检测到有人员或设备进入施工区域时，系统自动将照明亮度调至合适水平；当人员和设备离开后，系统自动降低照明亮度或关闭部分灯具。通过使用智能照明控制系统，该工程的施工照明能耗降低了40%左右。

2.2 节水技术的应用

2.2.1 施工用水循环利用

混凝土搅拌废水处理与回用：在白鹤滩水电站的混凝土搅拌站建设中，建立了完善的废水处理系统。在混凝土搅拌过程中，会产生大量的废水，其中含有水泥、砂石等杂质。该系统包括三级沉淀池和砂石分离机、压滤机等过滤设备。经过处理后的废水，悬浮物含量从原来的5000mg/L以上降低到100mg/L以下，达到了回用标准。在施工过程中，该搅拌站将处理后的废水全部回用于混凝土搅拌，每年可节约新鲜水资源约10万吨，同时

减少了废水的排放对周边环境的影响。

设备清洗废水循环利用：在乌东德水电站的施工设备维护区域，采用了膜生物反应器（MBR）技术对设备清洗废水进行处理。该技术具有处理效率高、出水水质好等优点。经过MBR技术处理后的废水，水质达到了国家相关排放标准，可回用于设备清洗或场地洒水降尘。通过实施设备清洗废水循环利用措施，该工程每年可节约设备清洗用水约5万吨。

2.2.2 雨水收集利用

雨水收集系统建设：在向家坝水电站的施工现场，利用地形优势，在施工现场的低洼处建设了多个雨水收集池，总容积达到5000立方米。同时，铺设了输水管道将收集池与施工现场的用水点和绿化区域连接起来^[2]。在雨季，通过雨水收集系统收集到的雨水，经过简单的沉淀和过滤处理后，用于施工道路洒水降尘和场地绿化灌溉，每年可节约新鲜水资源约3万吨。

雨水净化与回用：在丰满水电站重建工程的施工现场，采用了人工湿地雨水净化系统。该系统通过植物、微生物和土壤的协同作用，对雨水中的污染物进行去除和降解。经过人工湿地净化后的雨水，水质达到了国家景观用水标准，可用于施工现场的景观用水和部分施工用水。通过实施雨水收集与净化回用措施，该工程不仅节约了水资源，还改善了施工现场的生态环境。

2.3 节材技术的应用

2.3.1 优化施工方案减少材料浪费

模板设计与周转：在龙滩水电站的混凝土坝体施工中，采用了大型钢模板和滑模施工技术。大型钢模板具有强度高、刚度大、可重复使用等优点，其周转次数可达50次以上。滑模施工技术可以实现连续浇筑，减少了模板的安装和拆卸时间，提高了施工效率。通过优化模板设计和采用先进的施工技术，该工程的钢筋、木材等模板材料的损耗率降低了30%以上。

精确材料计算与采购：在糯扎渡水电站建设前，采用了先进的BIM（建筑信息模型）技术对工程进行建模和分析。通过BIM模型可以准确计算出各种材料的用量。同时，根据施工进度计划，合理安排材料的采购和供应，避免了材料的浪费和积压。通过实施精确材料计算与采购措施，该工程的主要材料如钢筋、水泥等的损耗率分别降低了5%和3%，取得了显著的经济效益和环境效益。

2.3.2 推广使用新型环保材料

生态混凝土应用：在丹江口水利枢纽工程的护坡工程中，采用了生态混凝土替代传统的混凝土护坡材料。生态混凝土具有多孔结构，能够为植物生长提供空间，

促进植被生长，改善生态环境。该生态混凝土的孔隙率达到了20%-30%，在护坡施工完成后，种植了适合当地生长的草本植物和灌木。经过一段时间的生长，植被覆盖率达到了80%以上，不仅起到了护坡的作用，还美化了周边环境。同时，生态混凝土的使用寿命比传统混凝土更长，减少了后期的维护和更换成本。

土工格栅应用：在黄河小浪底水利枢纽工程的软基处理和边坡加固工程中，采用了土工格栅加筋土技术。土工格栅是一种新型的土工合成材料，具有强度高、耐腐蚀、施工方便等优点。通过在土体中铺设土工格栅，提高了土体的强度和稳定性。与传统的砂石换填方法相比，采用土工格栅加筋土技术可以减少砂石等材料的用量约30%，同时缩短了施工工期，降低了工程成本。

2.4 环境保护技术的应用

2.4.1 施工扬尘控制

围挡与覆盖措施：在南水北调东线工程的某段施工现场，设置了高度为2.5米的围挡，围挡采用彩钢板材料，具有良好的防风、防尘效果^[3]。同时，对施工现场的砂石、水泥等易产生扬尘的物料进行了覆盖，覆盖材料采用了防尘网，防尘网的孔径小于1mm，能够有效阻止扬尘的扩散。通过实施围挡与覆盖措施，该施工现场的扬尘浓度降低了50%以上。

喷雾降尘系统应用：在金沙江溪洛渡水电站的施工现场，安装了高压喷雾降尘系统。该系统的喷雾范围可达50米以上，喷雾量可根据实际情况进行调节。在施工过程中，通过开启喷雾降尘系统，施工现场的扬尘浓度降低了70%以上，有效改善了周边的空气质量。

2.4.2 施工噪声控制

低噪声施工设备选用：在长江三峡水利枢纽工程的后续维护工程中，靠近居民区的施工区域优先选用了小松PC200-8M0低噪声挖掘机。该挖掘机的噪声水平比传统机型降低了10-15分贝。同时，对施工设备进行定期维护和保养，确保设备的正常运行，减少因设备故障产生的异常噪声。

隔音屏障设置：在黄河万家寨水利枢纽工程的施工现场，靠近居民区的一侧设置了高度为3米的隔音屏障。隔音屏障采用了聚酯纤维吸音板和彩钢板隔声板组合结构。经过检测，设置隔音屏障后，施工现场的噪声对周边居民的影响降低了15-20分贝，有效保障了居民的正常生活。

2.4.3 生态修复与保护

珍稀动植物迁移保护：在乌江构皮滩水电站蓄水前，组织专业人员对淹没区内的珍稀植物和野生动物进

行了迁移保护。共移植珍稀植物如红豆杉、珙桐等500余株,放生野生动物如猕猴、黑熊等200余只,有效保护了当地的生物多样性。

河道生态修复:在淮入海水道二期工程的河道施工完成后,采用了生态护岸、人工湿地等技术对河道进行生态修复。生态护岸采用了植物护坡和石笼护坡相结合的方式,为水生生物提供了栖息和繁殖的场所;人工湿地通过种植芦苇、菖蒲等水生植物和投放微生物,对河道水质进行了净化。经过生态修复后,河道的水质得到了明显改善,水生生物的种类和数量逐渐增加,河道的生态功能得到了恢复。

3 绿色施工技术在水利水电工程中的探索与发展方向

3.1 加强宣传教育,提高技术认知

通过开展培训、宣传活动等方式,加强对施工单位和施工人员的绿色施工技术宣传教育,提高他们对绿色施工理念的认识和重视程度。让施工单位和施工人员充分认识到绿色施工技术对环境保护、企业可持续发展以及社会形象提升的重要意义,从而积极主动地应用绿色施工技术。例如,定期组织绿色施工技术培训班,邀请专家进行授课,向施工单位和施工人员传授绿色施工技术的知识和经验。同时,通过宣传栏、宣传手册、网络平台等多种渠道,宣传绿色施工技术的成功案例和先进经验,营造良好的社会氛围。

3.2 加大政策支持,降低技术应用成本

政府应出台相关政策,对采用绿色施工技术的施工单位给予一定的资金补贴、税收优惠等支持,降低其技术应用成本。同时,鼓励科研机构和企业加大对绿色施工技术的研发投入,推动绿色施工技术的创新和升级,降低绿色施工设备和材料的成本,提高其市场竞争力^[4]。例如,政府可以设立绿色施工技术专项补贴资金,对购买节能型施工设备、采用新型环保材料的施工单位给予一定比例的资金补贴。对从事绿色施工技术研发和生产的科技企业,给予税收减免等优惠政策,激发企业的创新积极性。

3.3 完善技术标准,加强监管力度

加快制定和完善水利水电工程绿色施工技术标准,明确绿色施工的技术要求、质量标准和验收方法等。同时,加强对绿色施工过程的监管力度,建立健全监管机制,确保施工单位严格按照绿色施工技术标准进行施工。对违反绿色施工规定的行为进行严肃处理,保障绿色施工技术的有效应用。例如,制定《水利

水电工程绿色施工技术规范》,对施工过程中的节能、节水、节材、环境保护等方面提出具体的技术要求和指标。建立绿色施工监管平台,对施工现场的能源消耗、资源利用、环境质量等进行实时监测和数据分析,及时发现和解决问题。

3.4 推动技术创新,实现智能化施工

随着科技的不断进步,推动绿色施工技术的创新发展,实现水利水电工程智能化施工是未来的发展方向。例如,利用物联网、大数据、人工智能等技术,对施工过程中的能源消耗、资源利用、环境质量等进行实时监测和分析,实现施工过程的精准控制和优化管理。同时,研发更加高效、环保的绿色施工设备和材料,提高绿色施工的效率和质量。例如,开发智能节能施工设备,通过传感器和控制系统实现设备的自动调节和优化运行;研发新型的绿色建筑材料,具有更好的环保性能和力学性能。

结语

绿色施工技术在水利水电工程中的实践与探索是推动水利水电工程可持续发展的必然要求。通过在节能、节水、节材和环境保护等方面的实践应用,绿色施工技术已经取得了一定的成效,有效减少了能源消耗、资源浪费和环境污染。然而,在实践过程中需要加强宣传教育、加大政策支持、完善技术标准和推动技术创新等措施,以促进绿色施工技术在水利水电工程中的广泛应用和持续发展。未来,随着科技的不断进步和人们环境保护意识的不断提高,绿色施工技术在水利水电工程中的应用前景将更加广阔,为实现水利水电工程与生态环境的和谐共生做出更大贡献。

参考文献

- [1]袁文凯.绿色理念下的水利水电工程施工技术探究[J].云南水力发电,2025,41(04):120-123.
- [2]张俊峰,蔚荣.绿色发展理念下的水利水电工程施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(03):226-228.
- [3]肖华.绿色理念下水利水电工程施工技术及管理措施探讨[C]//中国智慧工程研究会.2024工程技术与施工管理交流会论文集(上).长江勘测规划设计研究有限责任公司,2024:421-423.
- [4]魏莉.绿色环保模式下提升水利水电工程施工技术管理水平的策略[J].中国轮胎资源综合利用,2024,(11):84-86.