

水利水电工程施工中的新技术、新工艺应用前景分析

吕文正 黄 君

信阳市大禹水利工程有限责任公司 河南 信阳 464000

摘 要：本文探讨了水利水电工程施工中新技术、新工艺的应用现状，分析了如智能水利技术、生态友好型技术、BIM技术、3D打印施工、无人机监测等技术的特点与优势，并展望了这些技术在水资源调配、防洪减灾、生态修复等工程中的应用前景，同时指出其在提高工程效率、降低成本、保障安全等方面的潜力，为水利水电工程的可持续发展提供参考。

关键词：水利水电工程；新技术；新工艺；应用前景

引言

水利水电工程作为国家基础设施的重要组成部分，对于保障水资源供应、防洪减灾、促进经济发展等方面起着关键作用。随着科技的飞速发展，新技术、新工艺不断涌现，为水利水电工程施工带来了新的机遇和挑战。深入研究这些新技术、新工艺的应用前景，对于提高水利水电工程的建设质量和效率，推动行业的可持续发展具有重要意义。

1 水利水电工程施工中的新技术、新工艺概述

1.1 智能水利技术

智能水利技术是近年来水利工程技术领域的一大亮点，它通过集成物联网、大数据、云计算等现代信息技术，实现对水资源的实时监测、精确调度和智能管理。例如，利用传感器网络可以实时收集水位、流量等数据，通过云平台进行数据分析和处理，为水库调度、洪水预警等提供科学依据，大大提高了水利设施的管理效率和应对突发事件的能力^[1]。

1.2 生态友好型技术

传统的水利工程往往以牺牲生态环境为代价来满足人类的需求，但如今人们开始意识到保护生态环境的重要性。因此，生态友好型水利工程技术应运而生，旨在保障水利功能的同时，最小化对生态系统的影响。这包括生态修复技术、生态护坡技术以及生态友好型的水闸设计等。例如，南通亭石河治理项目采用预制钢筋混凝土生态框技术，层间企口连接成立体空腔，为鱼类、底栖生物提供栖息空间，同时通过水生植物净化水质，使河道生物量提升40%以上。

1.3 BIM技术

BIM（Building Information Modeling）技术通过数字化建模优化设计协同，减少施工冲突。在工程建造前，预先在计算机中模拟建立数字化信息模型、仿真实体工

程，寻找实施方案最优解，达到为工程提质增效的目标。例如，渝西水资源配置工程将率先试点采用BIM技术，以实现建设管理和运行维护科技化、智慧化、智能化。

1.4 3D打印施工

3D打印技术可用于快速构建复杂结构（如导流墙），缩短工期。荷兰MX3D公司试验打印金属水闸部件，中国也尝试混凝土3D打印导流墙。这种技术能够提高施工效率，减少人工操作，降低施工成本。

1.5 无人机监测

无人机搭配LiDAR技术，可实时监控施工进度与地形变化，提升安全管理。美国垦务局在科罗拉多河应用无人机巡检技术进行大坝安全监测，取得了良好的效果。

2 新技术、新工艺的应用现状分析

2.1 智能水利技术的应用现状

智能水利技术已经在多个领域得到了广泛应用，并取得了显著的成效。在防洪减灾方面，长江三峡集团通过梯级水库群联合调度，实现了洪水资源化利用。借助智能水利技术，对长江流域的降雨、水位、流量等数据进行实时监测和分析，精确预测洪水来袭的时间和规模，提前对水库进行科学调度。在2025年的一次洪水过程中，通过合理调配梯级水库的蓄水和放水，成功削减洪峰流量达65%，有效减轻了下游地区的防洪压力，保障了人民生命财产安全。黑龙江山洪四预系统结合AI模型，实现了灾害发生前3小时精准预警。该系统通过实时收集气象、水文等多源数据，利用AI算法进行分析和预测，能够提前发出山洪预警信息，为人员转移和抢险救灾争取了宝贵的时间。据统计，自该系统投入使用以来，人员伤亡率下降了80%。在水资源管理方面，宁夏中卫农业园区应用ET（蒸散发）模型，动态调整灌溉计划。通过对土壤湿度、气象条件等因素的实时监测和分析，精确计算作物的蒸散发量，合理安排灌溉时间和

灌溉量,实现了节水率超 21%,同时劳动力成本降低了 60%,提高了农业生产的效益和可持续性。

2.2 生态友好型技术的应用现状

生态友好型技术也在水利水电工程中得到了越来越多的应用,取得了良好的生态和经济效益。江西峡江水利枢纽工程通过生态护坡和植被恢复技术,在保障水利功能的同时,注重生态环境的保护和修复。工程实施后,沿岸鸟类种群增加了 35%,水质 COD 下降至 15mg/L 以下,生态系统的稳定性和生物多样性得到了显著提高。同时,由于生态环境的改善,该工程的发电收益年增 2.3 亿元,环境治理成本降低了 40%,实现了生态效益和经济效益的双赢^[2]。汉延渠数字孪生灌区采用远程测控系统后,实现了对灌区水资源的精准调配。通过实时监测灌区的土壤墒情、作物需水情况等信息,自动调整灌溉水量和灌溉时间,单次配水周期从 18 天压缩至 13 天,节水 280 万立方米/年,相当于 7000 亩农田的年用水量。这不仅提高了水资源的利用效率,还促进了农业的可持续发展。

2.3 BIM 技术的应用现状

BIM 技术在水利水电工程中的应用逐渐增多,为工程建设管理带来了新的变革。在观景口水利枢纽工程建设过程中,施工方采用了 BIM 技术,取得了显著的效果。该工程主要取水和泄水建筑物应用了清水混凝土技术,边坡采用了 CBS 植被混凝土边坡绿化技术,在重庆水利行业首次使用附加质量法进行质量检测等。通过 BIM 技术,实现了对工程建设全过程的数字化管理,提高了设计精度,减少了施工变更,实现了工程的可视化管理和协同工作。在施工前,通过 BIM 模型对施工方案进行模拟和优化,提前解决了施工中可能出现的问题;在施工过程中,施工人员可以根据 BIM 模型进行精确施工,确保了工程质量;在工程竣工后,BIM 模型还可以作为工程运行维护的重要依据^[3]。

2.4 3D 打印施工和无人机监测的应用现状

3D 打印施工和无人机监测技术目前还处于发展阶段,但在一些项目中已经开始了尝试和应用,并取得了一定的进展。3D 打印技术可以用于制造一些特殊的结构部件,如异形构件、复杂节点等,提高了施工效率和质量。在一些小型水利工程的试验项目中,采用 3D 打印技术制作的构件具有尺寸精度高、表面质量好等优点,为工程的快速建设提供了有力支持。然而,由于 3D 打印技术的成本较高、打印材料有限等因素,目前在大规模水利水电工程中的应用还相对较少。无人机监测技术则可以实时获取施工现场的信息,为施工决策提供依据。

在水利工程的地形测绘、施工进度监控、安全检查等方面,无人机监测技术发挥了重要作用。例如,在一些山区水利工程施工中,无人机可以快速获取高精度的地形数据,为施工放样和土方量计算提供了准确的基础;在施工过程中,无人机可以定期对施工现场进行巡查,及时发现施工中的安全隐患和质量问题。但无人机监测技术也面临着一些挑战,如飞行安全、数据安全等问题,需要进一步加以解决。总体而言,新技术、新工艺在水利水电工程施工中的应用已经取得了一定的成果,但仍处于不断发展和完善的过程中。随着技术的不断进步和创新,这些新技术、新工艺将在水利水电工程中发挥更加重要的作用,推动行业的可持续发展。

3 新技术、新工艺的应用前景分析

3.1 提高工程效率

新技术、新工艺在水利水电工程中的应用,为工程效率的提升带来了革命性的变化。智能水利技术,凭借其高度集成的传感器网络 and 智能算法,实现了对水资源的实时监测与精确调度。这一技术不仅极大地减少了人工干预的需求,还通过数据分析与预测,优化了水资源配置,显著提高了管理效率。例如,在干旱季节,智能水利系统能够自动调整水库放水量,确保农业灌溉与城市供水的平衡,有效缓解了水资源紧张的局面。3D 打印技术则在复杂结构构建方面展现出巨大潜力。在水利水电工程中,传统的施工方法往往需要耗费大量时间和人力来搭建模板、浇筑混凝土,而 3D 打印技术则能直接根据设计模型,快速、精准地构建出复杂的水工结构,如水闸、堤防等。这种技术不仅缩短了工期,还提高了结构的精度和稳定性,为工程的高效建设提供了有力支持。BIM(建筑信息模型)技术则通过数字化手段,实现了设计、施工、运维等全生命周期的信息集成与协同。在水利水电工程中,BIM 技术能够提前模拟施工过程,优化设计方案,减少施工冲突,提高施工效率。同时,BIM 模型还能后续的运维管理提供详细的数据支持,实现工程的智能化管理。

3.2 降低成本

新技术、新工艺的应用不仅提高了工程效率,还显著降低了工程成本。智能水利技术通过提高水利设施的管理效率,减少了因突发事件(如洪水、干旱等)造成的损失。例如,智能预警系统能够提前发现洪水迹象,及时启动应急预案,减少灾害损失,从而降低了保险费用和灾后重建成本。生态友好型技术则注重在工程建设中减少对生态环境的破坏,降低环境治理成本。通过采用生态护坡、生态修复等技术手段,不仅保护了河流生

态环境,还减少了水土流失和污染,降低了后续的环境治理费用。3D打印技术通过减少人工操作和模板使用,降低了人工成本和材料浪费。同时,由于3D打印技术能够实现复杂结构的快速构建,还可以减少施工周期,进一步降低工程成本。此外,无人机监测技术则通过实时监控施工进度和地形变化,及时发现和解决问题,避免了因施工延误造成的成本增加。

3.3 保障工程安全

新技术、新工艺的应用为水利水电工程的安全提供了有力保障。智能水利技术通过洪水预警和灾害监测系统,能够提前发现潜在的安全隐患,并发出预警信号,为应急响应提供宝贵时间。同时,智能水利系统还能根据实时数据调整水库运行策略,确保工程在极端天气条件下的安全稳定运行。无人机监测技术则通过高清摄像头和传感器,实时监控施工现场的安全状况,及时发现并处理安全隐患。无人机能够飞越复杂地形和危险区域,获取高清图像和视频数据,为安全管理人员提供全面、准确的信息支持^[4]。生态友好型技术则通过维护河流的自然流态和生态环境,减少了因工程建设对生态环境造成的破坏。这种技术不仅保护了河流生物多样性,还提高了河流的自净能力,从而保障了工程的安全和稳定运行。此外,新型材料的应用也提高了工程结构的耐久性和抗灾能力,进一步增强了工程的安全性。

3.4 推动可持续发展

新技术、新工艺的应用符合可持续发展的需求,为水利水电工程的长期发展奠定了坚实基础。智能水利技术和生态友好型技术通过实现水资源的合理利用和生态环境的保护,促进了经济、社会和环境的协调发展。这些技术不仅提高了水资源的利用效率,还减少了工程建设对生态环境的负面影响,为可持续发展提供了有力支持。BIM技术和3D打印技术则通过提高工程建设的效率和质量,减少了资源浪费和环境污染。BIM技术通过数字化手段实现了设计、施工、运维等全生命周期的信息集成与协同,提高了工程管理的精细化水平;而3D打印技术则通过快速、精准地构建复杂结构,减少了材料浪费和施工噪音,推动了行业的绿色发展。

3.5 应用领域拓展

未来,新技术、新工艺将在更多的水利水电工程中得到广泛应用。在防洪、蓄水、生态修复等工程中,智能水利技术和生态友好型技术将发挥更加重要的作用。智能水利系统将实现更加精准的水资源调度和灾害预警,为防洪减灾提供有力支持;而生态友好型技术则将更加注重生态环境的保护和修复,促进河流生态系统的恢复和重建。在大型水利水电工程的建设中,BIM技术和3D打印技术将得到更广泛的应用。BIM技术将实现更加复杂的设计和施工模拟,提高工程建设的效率和质量;而3D打印技术则将能够构建出更加复杂和精细的水工结构,满足大型水利水电工程的需求。在工程的安全监测和管理中,无人机监测技术将发挥更大的作用。无人机将配备更加先进的传感器和摄像头,实现更加精准和实时的安全监测;同时,无人机还将与智能水利系统相结合,实现更加智能化的安全管理。此外,随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展,新技术、新工艺在水利水电工程中的应用前景将更加广阔。

结束语

水利水电工程施工中的新技术、新工艺为行业的发展带来了新的机遇和挑战。智能水利技术、生态友好型技术、BIM技术、3D打印施工、无人机监测等新技术、新工艺具有提高工程效率、降低成本、保障安全、推动可持续发展等优点,具有广阔的应用前景。未来,应加大对这些新技术、新工艺的研究和应用力度,不断推动水利水电工程技术的创新和发展,为实现水资源的可持续利用和水利水电工程的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]罗淳,程军,鲍志双,熊强.建筑工程施工新技术的应用分析[J].建筑技术开发,2019(23):51~52.
- [2]李红岩.建筑工程施工中新技术、新工艺的应用分析[J].地产,2019(21):24.
- [3]赵利.建筑工程项目施工中新技术、新工艺的应用[J].地产,2019(10):95~96.
- [4]徐志龙.建筑工程施工新技术新工艺应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019(8):107.