

现代水利工程技术创新与工程施工管理

路 川

中国水利水电第六工程局有限公司二分局 辽宁 丹东 118000

摘 要：随着科技进步和环境保护意识的增强，水利工程也在不断地向前发展，不断采用新技术、新材料，以提高效率、降低成本并减少对环境的影响。本文简要分析了现代水利工程技术创新，涉及材料科学领域创新、数字化设计与仿真技术、智能监测与检测技术、施工技术创新等方面，并针对工程施工管理进行了讨论，以不断推动水利工程的发展和进步，提高工程施工过程中的安全性，保障施工人员的安全和财产的安全，从而实现水利工程的可持续发展。

关键词：现代；水利工程技术创新；工程施工管理

引言：在现代社会中，水资源的合理利用和管理是确保国家安全和人民福祉的重要保证。水利工程作为保障农业灌溉、防洪减灾、供水排污等方面的基础设施，对推动经济发展和改善人民生活水平具有关键作用。然而，随着全球气候变化的加剧、水资源供需矛盾的日益突出以及社会对水资源管理和服务要求的不断提高，传统水利工程已难以满足时代发展的需求。因此，加强水利工程技术创新与工程施工管理显得尤为重要。

1 现代水利工程技术创新

1.1 材料科学领域创新

在材料科学领域，一系列创新成果正深刻改变着水利工程的面貌，尤其是高性能混凝土与纤维增强复合材料（FRP）等新型材料的出现，为水利工程的耐久性和安全性带来了革命性的提升。这些材料不仅显著增强了水工建筑物的物理性能，还延长了工程的使用寿命，降低了维护成本，对水利工程的可持续发展产生了深远影响。其中，高性能混凝土作为材料科学领域的一大创新，以其卓越的性能在水利工程中发挥着举足轻重的作用。相较于传统混凝土，高性能混凝土具有更高的强度和更好的耐久性，这使得它能够更有效地抵抗水流冲刷、化学侵蚀等恶劣环境因素。在水利工程中，高性能混凝土被广泛应用于大坝、桥梁、隧道等关键部位，有效提高了这些结构的承载能力和稳定性。同时，高性能混凝土还具有良好的工作性能，如良好的流动性、自密实性、低水化热等，这使得施工更加便捷，减少了施工难度和成本。因此，高性能混凝土的应用不仅提升了水利工程的整体质量，还提高了施工效率，为水利工程的长期稳定运行提供了有力保障。另外，纤维增强复合材料（FRP）则是另一项在水利工程中展现出巨大潜力的新型材料。FRP材料以其轻质、高强、耐腐蚀等显著优点，

在加固水工结构、提高承载能力和抗震性能方面发挥了重要作用。在水利工程中，FRP材料常被用于加固桥梁、大坝、堤防等结构，通过粘贴或缠绕等方式，将FRP材料与原结构紧密结合，形成复合结构体系。这种复合结构体系不仅能够有效提高结构的承载能力和刚度，还能有效分散和抵抗地震、风荷载等外力作用，从而提高结构的抗震性能。

1.2 数字化设计与仿真技术

数字化设计与仿真技术作为现代水利工程技术创新的核心驱动力，正逐步重塑水利工程的设计、规划、施工及运维管理全链条，为实现水利工程的智能化、高效化、可持续化提供了强大的技术支持。这一技术通过集成计算机科学、信息技术、水利工程学等多学科知识，将传统的手工设计、物理模型试验转变为基于三维数字模型和高级仿真算法的虚拟设计与分析，极大地提升了水利工程的科学决策水平和综合效益。在水利工程设计的初期阶段，数字化设计技术利用CAD（计算机辅助设计）、BIM（建筑信息模型）等先进工具，能够迅速构建出精确的三维数字模型^[1]。这些模型不仅包含了水工建筑物的几何形状、尺寸和布局信息，还集成了材料属性、结构性能、施工工艺等多维度数据，为工程师提供了一个全方位、可视化的设计平台。通过在这个平台上进行虚拟漫游、碰撞检测、日照分析等操作，工程师可以及时发现设计中的不合理之处，优化设计方案，减少后续施工中的设计变更和返工，从而有效控制工程成本，提高设计效率。进一步地，水利工程仿真技术则在此基础上，通过运用CFD（计算流体动力学）、SPH（光滑粒子流体动力学）等高级仿真算法，对水工建筑物及其周围水流、泥沙、水质等复杂物理过程进行高精度模拟。这种模拟不仅能够重现水流在复杂地形、结构下的流动状

态, 预测水流速度、压力分布、水位变化等关键参数, 还能分析泥沙淤积、河床演变、水质污染扩散等长期效应, 为工程的防洪、灌溉、发电、航运等多功能发挥提供科学依据。

1.3 智能监测与检测技术

随着传感器技术的飞速发展, 各类高精度、高稳定性的传感器被广泛应用于水利工程的监测中。在大坝、堤防、隧道、涵洞等关键水利设施上, 工程师们安装了应变传感器、位移传感器、渗压传感器等多种类型的传感器, 这些传感器能够实时采集并传输工程结构的变形、应力分布、渗流压力等关键数据。通过数据分析软件对这些数据进行处理和分析, 工程师可以及时了解工程结构的运行状态, 发现潜在的变形或应力集中区域, 以及渗流异常等问题。一旦监测到异常数据, 智能监测系统能够立即触发预警机制, 通过短信、邮件、APP推送等多种方式向相关人员发出预警信息, 确保问题能够得到及时响应和处理, 从而有效避免安全事故的发生。而除了传感器技术, 无损检测技术在水利工程中的应用也日益广泛。无损检测技术是一种在不破坏结构完整性的前提下, 通过特定的物理或化学方法检测结构内部缺陷和损伤的技术。在水利工程中, 常用的无损检测技术包括超声检测、雷达检测、红外检测等。超声检测利用超声波在材料中的传播特性, 可以检测出结构内部的裂纹、空洞等缺陷; 雷达检测则利用电磁波在不同介质中的反射和散射特性, 对结构内部的异常情况进行探测; 红外检测则通过测量结构表面的温度分布, 发现温度异常区域, 进而推断出结构内部的缺陷或损伤。这些无损检测技术不仅具有检测精度高、检测速度快、对结构无损伤等优点, 还能够对复杂结构进行全方位、多角度的检测, 为水利工程的维修和加固提供了科学依据。

1.4 施工技术创新

大型施工装备的应用, 无疑是现代水利工程施工效率提升的重要驱动力, 随着科技的不断进步, 诸如大型盾构机、高性能起重机、自动化混凝土搅拌站等先进设备被广泛应用于水利工程施工中。这些设备以其强大的作业能力和高度的自动化水平, 极大地提高了施工效率, 缩短了工期。例如, 大型盾构机在隧道施工中, 能够连续、快速地挖掘和支护隧道, 有效应对复杂地质条件, 确保了施工的安全和进度。而高性能起重机则能够轻松吊装大型构件, 如重型钢梁、混凝土块等, 提高了施工精度和效率。自动化混凝土搅拌站则通过精确计量、高效搅拌, 保证了混凝土的质量稳定性, 为水利工程提供了优质的建筑材料。与此同时, 预制装配技术的

推广, 则是水利工程施工质量提升和环境保护的又一重要途径, 预制装配技术, 即将水工建筑物的构件在工厂内按照设计要求进行预制, 然后运输到施工现场进行组装^[2]。这种技术不仅显著缩短了施工周期, 降低了施工难度, 还确保了构件的质量和一致性。由于构件在工厂内预制, 可以充分利用工厂的生产环境和设备, 实现标准化、流程化生产, 从而大大提高构件的精度和耐久性。并且, 预制装配技术还减少了现场施工的污染和噪音, 降低了对周边环境的影响, 符合绿色施工的理念。最后, 在水利工程施工中, 大型施工装备与预制装配技术的结合应用, 更是将施工效率和质量提升到了一个新高度。例如, 在大型水利枢纽工程中, 通过利用大型盾构机进行隧道施工, 同时采用预制装配技术进行坝体、厂房等建筑物的构件预制和组装, 不仅大幅缩短了工期, 还保证了工程的质量和安全性。

2 现代水利工程施工管理

2.1 施工进度管理

在施工进度管理方面, 现代水利工程因其工程量大、工期长、技术复杂及涉及多方协调等特点, 对进度规划与控制提出了极高的要求。水利工程的施工进度不仅直接关系到项目的经济效益和社会效益, 还影响着工程质量和安全, 因此, 科学的施工进度管理显得尤为重要。首先, 施工单位在项目启动之初, 需基于工程项目的具体情况, 如地形地貌、水文地质条件、设计要求、施工资源等, 制定出一套详细、可行的施工进度计划。这一计划应涵盖整个工程周期, 从前期准备到主体施工, 再到后期收尾, 每个阶段、每个环节都应明确时间节点、责任部门及所需资源。制定计划时, 还需充分考虑各种可能的风险因素, 如天气变化、材料供应、设备故障等, 并预留一定的弹性时间, 以应对不可预见的情况。为确保施工进度计划的顺利执行, 施工单位需采用先进的项目管理软件和技术手段进行辅助管理。例如, P6 (Primavera P6) 作为一款专业的项目管理软件, 能够帮助施工单位实现项目计划的编制、跟踪、调整和优化。通过P6, 可以清晰地展示项目的时间线、任务依赖关系、资源分配情况等信息, 使得管理者能够直观了解项目进展, 及时发现并解决问题^[3]。此外, 在施工过程中, 实时跟踪和动态调整施工进度是确保工程按时完成的关键。施工单位应建立有效的进度监控机制, 利用项目管理软件定期收集和分析进度数据, 对比实际进度与计划进度的差异, 分析原因并采取相应的纠正措施。

2.2 质量管理

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,

不仅承载着防洪、灌溉、发电、供水等多重功能，更直接关系到人民群众的生命财产安全和社会经济的稳定发展。因此，施工单位必须将质量管理放在首要位置，建立健全的质量管理体系，确保每一项水利工程都能达到设计要求，经得起时间的考验。在质量管理体系的构建上，施工单位需要依据国家相关法律法规、行业标准和项目特点，制定出一套科学、合理、全面的质量管理制度和流程。这些制度和流程应涵盖从项目立项、设计、施工到竣工验收的全过程，明确各阶段的质量责任主体、质量控制要点、质量检验标准和检验方法。同时，还需建立严格的质量责任制，将质量责任层层分解，落实到个人，确保每一项工作都有人负责，每一个质量问题都能追溯到责任人。而在施工过程中，原材料、构配件、设备等的质量是影响工程质量的关键因素，因此施工单位必须加强对这些材料、构配件和设备的质量检验和把关。从采购环节开始，就应选择信誉良好、质量可靠的供应商，确保所采购的材料、构配件和设备符合设计要求和相关标准。在进场前，还需对其进行严格的检验和测试，确保各项性能指标达标，在使用过程中，还需加强对其质量的跟踪和监控，一旦发现质量问题，应立即停止使用，并追溯其来源，采取相应的处理措施。除了对材料、构配件和设备的质量把关外，施工过程的质量控制也是确保工程质量的重要一环。施工单位应加强对施工过程的监督和检查，确保施工人员严格按照设计图纸、施工规范和操作规程进行施工。并且，还需加强对施工质量的检验和评定，通过定期的抽检、自检和互检等方式，及时发现和解决质量问题。对于发现的质量问题，应进行深入的分析研究，找出问题的根源，制定切实可行的整改措施，并跟踪整改情况，确保问题得到彻底解决。

2.3 安全管理

为了实现这一目标，施工单位需要建立健全的安全生产责任制，这意味着要明确各级管理人员和施工人员的安全职责，确保每个人都能够清楚地认识到自己在安全生产中的位置和作用。通过建立严格的责任追究制度，对于违反安全生产规定的行为，必须予以严肃处理，

以此来增强全体人员的安全意识和责任感。同时，施工单位还需要制定完善的安全生产规章制度和操作规程，这些规章制度和操作规程是指导施工人员正确操作、防范风险的重要依据。它们必须紧密结合水利工程的实际情况，具有针对性和可操作性，确保施工人员在作业过程中能够有据可依、有章可循^[4]。另外，加强对施工人员的安全教育和培训也是安全管理的重要环节，施工单位应该定期组织安全教育培训活动，提高施工人员的安全知识和技能水平。这些培训活动应该涵盖安全生产法律法规、安全操作规程、事故应急处理等多个方面，让施工人员能够全面了解安全生产的要求和标准。此外，在施工过程中，施工单位需要采取多种安全防护措施来保障施工人员的安全。例如，在高空作业区域设置安全警示标志和防护网，确保施工人员不会因意外坠落而受伤；在水下作业区域，要提供合适的潜水装备和救生设备，以应对可能出现的紧急情况；在爆破作业中，要严格遵守操作规程，确保爆破作业的安全进行。

结语

综上所述，现代水利工程技术创新与工程施工管理是推动水利工程行业发展的关键力量。通过引入智能化、绿色化的技术创新，以及科学、规范的施工管理方法，可以显著提高水利工程的效率、降低成本并减少对环境的影响。未来，随着科技的不断进步和环境保护意识的进一步增强，水利工程技术创新与工程施工管理将继续发挥重要作用，为水利工程的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]田华.论加强水利工程项目管理的措施[J].工程建设与设计,2019(5):301-302,307.
- [2]王平.水利工程项目管理体系研究[J].水利规划与设计,2019(2):61-64.
- [3]广承勇.新时期水利工程建设管理创新思路分析[J].内蒙古水利,2019(5):56-57.
- [4]车前前.农田水利工程给排水施工技术及其质量控制[J].南方农机,2019(01):227.