

水利工程建设中的智能化技术应用与发展前景

文 / 周金晶 淮安市淮河入海水道二期工程建设处

朱 昊 淮安市淮河入海水道二期工程建设处

张双林 淮安市淮河入海水道二期工程建设处

摘要：智能化技术在水利工程建设中的应用有效提高了工程的施工效率、质量和安全性。通过传感器、物联网、大数据和人工智能的集成，水利工程的设计、施工、监控和管理实现了智能化转型。该技术能够实时监控水流、气象变化等环境因素，优化资源配置，减少风险，推动绿色可持续发展。未来，随着技术的不断创新和政策支持的增强，智能化技术将继续在水利工程中发挥关键作用，促进水资源管理的高效性与可持续性，为行业的进一步发展提供坚实的技术支持。

关键词：智能化技术；水利工程；建设项目；绿色可持续发展；实时监控

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.081

引言

随着全球水资源管理面临的挑战日益增大，传统的水利工程建设方式已无法满足现代化需求。智能化技术的引入，为水利工程的设计、施工、监控和管理提供了创新解决方案。结合传感器、物联网、大数据和人工智能等先进技术，智能化系统能够实现对水利工程的全面优化，提升工程效率，保障施工安全，同时促进资源的高效利用与环境保护。这一技术进步不仅改变了水利工程的运作模式，也为行业的可持续发展提供了新的动力。

一、智能化技术在水利工程建设中的关键应用

（一）智能传感器与监测系统的部署

在水利工程建设中，智能传感器和监测系统的部署不仅提升了工程的安全性，还增强了施工过程的透明度和可管理性。这些传感器能够实时监测水位、流量、土壤湿度、气象条件等多维度数据，通过无线传输技术将采集到的数据传送至中央控制平台进行统一分析。工程管理人员可以依据这些实时数据调整施工计划和应急预案，减少人为干预误差，确保项目按时高质量完成。监测系统的部署不仅能实时评估工程进展，还能在发生突发事件时迅速做出反应，为施工团队提供及时有效的决策支持。智能传感器和监测系统的广泛应用，使得水利工程能够在复杂的自然环境中更加精准地进行风险评估与资源配置，有效保障了工程的可持续性和长远发展。

（二）人工智能与大数据在项目管理中的应用

人工智能与大数据技术的引入，在水利工程项目管理中起到了至关重要的作用。通过对大量历史数据和实时数据的分析，人工智能能够预测施工进度、资源需求以及可能出现的工程问题，大幅提高了决策的精准性。在水利工程中，大数据不仅可以帮助管理人员对施工现场的实时状况进行全面评估，还能基于多维度的数据模型做出科学的调度决策。数据分析能够辅助决策者判断最佳施工方案，识别潜在风险点，并为工程的资源配置和调度提供依据。人工智能还可以自动化执行一些常规

管理任务，如进度跟踪、质量控制等，从而提高了工程管理的效率和准确性。

（三）物联网技术在水利工程中的创新应用

物联网技术在水利工程中的应用使得各类设备、传感器和监测系统能够实现高效的互联互通，极大提升了工程的智能化水平。通过物联网，施工现场的所有关键设施可以实现实时数据共享与远程控制，确保各类设备处于最佳工作状态并能即时反应突发状况^[1]。水利工程中的物联网应用不仅包括环境数据采集，还能够实现对施工机械、排水系统等设备的监控，保证设备的高效运行和实时维护。通过智能化的远程管理，水利工程的各项工作能够更加协同、精准地进行，从而提升整个工程项目的运营效率、降低故障率并优化施工流程。

二、智能化技术在某水库建设项目中的实践案例

（一）项目背景与技术需求分析

某大型水库工程的建设涉及多项技术挑战，特别是在水文环境的动态变化、土壤稳定性的监控以及施工过程中可能出现的风险管理方面。为了应对这些复杂因素，项目必须整合先进的智能化技术，以确保建设过程的安全与高效。这些技术需求主要体现在对实时水文数据、土壤变化及设备运行状态的精准监测，通过智能化手段及时发现并处理潜在的工程风险。为了提高资源利用率和减少浪费，项目还需借助大数据分析和人工智能算法优化施工进度和资源调配，确保每一环节都得到精准控制。通过这种智能化技术的引入，项目能够在保证安全的同时，提升施工效率，降低成本，并推动整个水利工程建设过程的精细化管理与优化。

（二）智能化系统的实施过程与效果

施工现场部署了多种传感器，针对水位、土壤湿度、气象变化等关键参数进行全天候实时监控，确保环境变化能够及时反映到系统中。这些传感器通过无线数据采集平台与中央控制系统连接，将现场的各类监测数据即时传输至后台分析系统，从而实现数据的实时更新和反

馈。项目管理人员通过控制平台对各项实时数据进行分析和监控,确保施工活动能够在安全范围内进行^[2]。同时,项目还采用人工智能算法对监测数据进行深度分析,利用预测模型提前识别可能出现的风险点,并通过优化施工方案进行动态调整,有效控制项目进度,降低施工过程中潜在的风险,进一步提升工程的安全性与管理效率。

(三) 项目实施中遇到的问题与解决方案

在实施过程中,数据传输的稳定性和实时性成为一大挑战,特别是在恶劣天气或远离通信网络的偏远地区,信号不稳定或丢失的情况时有发生。为了解决这一问题,项目团队加强了无线通信基础设施的建设,包括优化网络布局,提升信号覆盖范围,同时引入了冗余系统和备用网络路径,确保即便在部分区域出现通信中断时,数据仍然能够顺利传输到中央控制平台^[2]。除此之外,系统初期阶段的一些传感器设备出现了故障,导致监测数据的准确性和一致性受到了影响。项目团队与设备供应商紧密合作,快速定位并解决了问题,及时更换了故障传感器,并进行了系统调试,最终确保了传感器的精确度和稳定性。

三、智能化技术对水利工程施工管理的提升作用

(一) 施工进度与质量的实时监控

项目引入的智能化监控系统能够对施工过程中的各项进度和质量进行实时跟踪。通过安装在各关键节点的传感器,实时收集土建进度、材料使用、施工质量等数据,确保施工不脱离预定计划。这些数据通过集中的平台传输与分析,为项目管理人员提供了及时的反馈。系统还可以自动生成施工报告,对施工偏差及时进行预警,保障了项目按期交付。见表1。

表1 某水库建设项目施工进度与质量监控数据(单位:吨,小时)

项目阶段	完工比例	主要材料用量(吨)	施工设备运行时长(小时)	质量检验通过率(%)
土建工程	55	8500	3200	98
水处理设施	40	5200	2400	96
管道安装	60	3000	1800	97
监测系统调试	30	1100	600	100
总体进度	45	17800	8000	97.75

数据来源:项目管理部

(二) 资源调度与管理的智能化优化

智能化资源调度系统能够实时掌握工程现场的资源使用情况,包括施工机械、劳动力、建筑材料的库存等。通过数据分析,系统能够根据工程的进度需求和施工计划,自动调配资源,避免了人工调度中的低效与误差。

资源优化不仅有效降低了材料浪费和设备闲置,还确保了关键物资能够及时供应,减少了因资源调配不当而导致的工程延误,保障了项目的顺利推进。

(三) 安全管理与风险预警的智能化支持

智能化技术在安全管理中起到了重要作用。通过安装环境监测设备和安全传感器,系统实时监控施工现场的气象变化、危险气体浓度、设备运行状况等参数,及时发出预警,避免了潜在的安全事故^[3]。人工智能通过分析历史数据与实时监控信息,能够预测可能的风险,提前采取应对措施,避免了突发事件的发生。系统还具备事故模拟与应急响应功能,进一步增强了施工过程中的安全保障。

四、智能化技术推动水利工程绿色可持续发展的潜力

(一) 智能化技术与环境监测的结合

智能化技术与环境监测系统的结合在水利工程中起到了至关重要的作用,尤其在保障工程环境安全和可持续发展方面。通过安装高精度传感器,项目能够对水质、空气质量、土壤湿度等环境关键指标进行全天候、实时监测。这些传感器通过物联网平台将采集到的数据传输至中央数据库进行处理与分析,形成详细的动态监测报告,为工程管理提供了科学依据。实时监控使得管理者可以及时掌握环境变化趋势,精确识别潜在的生态风险,并快速调整施工方案与施工方法,避免不当操作对周围生态环境造成负面影响。集成的智能技术还能够基于环境监测数据自动生成预警信息,辅助决策者在紧急情况下采取必要的防范措施,从而大大提升了工程的环境管理效率,推动了水利项目在生态保护方面的可持续发展。

(二) 节能减排和资源高效利用的优化

水利工程中智能化技术的应用在节能减排和资源高效利用方面提供了显著优势。通过大数据分析和智能调度,系统能够实时监控工程设备的能耗和资源消耗情况,识别高能耗环节并进行优化调整^[4]。节能设备的应用和资源优化配置不仅减少了能源浪费,还提升了材料的循环利用效率,从而降低了生产成本和环境负担。智能调度系统还能够精准控制施工过程中能量和资源的使用,确保在保证施工进度和质量的前提下最大限度地节约资源。

(三) 智能化技术助力水资源保护与循环利用

在水利工程建设中,智能化技术为水资源的保护与循环利用提供了新的解决方案。通过智能水利管理系统,能够对水库和水管网中的水量、流速和水质进行实时监控,确保水资源得到合理调配和高效使用。智能化系统结合水资源的实时数据,自动调整水流和储水计划,减少水的浪费。通过智能化调度,还可以实现水的循环利用和资源再生,促进水资源的可持续管理,尤其在干旱或水资源紧张地区具有重要意义。

五、智能化技术在未来水利工程中的发展前景

(一) 智能化技术的技术演进趋势

随着人工智能、物联网和大数据分析技术的不断进步,智能化技术在水利工程中的应用逐渐向更加精准、高效的方向发展。未来,智能化技术将向多元化和集成化方向演进,传感器的性能将更加灵敏,监测范围将更广,数据分析算法的精准度和实时性也将不断提升。工程管理将逐步实现全流程数字化管理,通过先进的技术手段优化资源配置,提升施工和运营效率。同时,智能化设备将朝着自我学习、自我优化的方向发展,更加具备自适应能力,能够应对复杂多变的环境条件。

(二) 政策支持与市场需求的變化

在智能化技术发展的大背景下,国家政策对智能化技术的支持力度不断加大。相关政府部门已出台一系列优惠政策,鼓励在水利工程中采用智能化技术,推动行业的数字化转型。同时,随着对生态环境保护和资源高效利用需求的提升,市场对智能化水利工程技术的需求也在不断增长。项目建设单位和相关企业越来越重视智能化技术在提高施工效率、降低风险和减少环境影响方面的作用。这一趋势推动了智能化技术在水利工程中的普及,带动了行业的发展和技术进步。

(三) 智能化技术普及面临的挑战与对策

尽管智能化技术在水利工程中展现了巨大的潜力,但其普及仍面临技术、成本和人才等方面的挑战。智能化设备和系统的高初期投入是许多项目面临的主要问题。智能化技术的研发和应用需要具备高水平的技术支持和专业人才,而这在一些中小型项目和企业中较为匮乏^[5]。为应对这些挑战,应加强政策引导和资金支持,推动技术研发和设备国产化,降低成本。同时,加强行业人才的培养和技术培训,提升从业人员的技术水平,推动智能化技术的广泛应用。

六、总结与智能化技术创新的未来发展方向

(一) 智能化技术的持续创新

智能化技术在水利工程中的持续创新主要体现在传感器技术、数据处理能力和人工智能算法的不断进步。随着传感器精度的提升,数据采集的实时性和准确性也得到大幅度增强。数据分析平台借助更强大的计算能力,可以处理海量复杂数据,提供更高效的决策支持。人工智能技术逐渐渗透到工程管理和施工过程中,利用机器学习和预测算法优化施工方案、提高资源利用率,并在工程实施过程中进行动态调整。持续的技术创新使得水利工程的智能化水平不断提升,促进了整个行业的技术进步。

(二) 水利工程行业的智能化发展路径

水利工程行业的智能化发展路径呈现出由试点到全面推广的趋势。起初,智能化技术在少数大型水利项目中得到应用,主要集中在数据监测和安全管理领域。随着技术的成熟,智能化逐渐扩展到施工、运营及维护各

个环节,信息化平台的全面应用提升了资源管理的效率^[6]。未来,智能化将更多依赖于云计算、大数据分析以及智能决策系统,通过优化水资源配置、实时监控工程风险等方式,推动整个行业的智能化转型。同时,政府对智能化水利工程的政策扶持也将为这一发展路径提供更多支持。

(三) 智能化水利工程建设行业的行业影响

智能化水利工程建设对行业产生了深远的影响。技术的引入不仅提升了工程的施工效率和质量,还加快了项目的建设周期。在管理层面,数据驱动决策使得资源配置更加科学,降低了建设过程中的浪费和风险。智能化技术的广泛应用还推动了水利工程领域的人才培养和科技创新,提升了行业的整体竞争力。在社会层面,智能化水利工程通过提高资源利用率和减少环境影响,推动了绿色发展,促进了水资源的可持续利用,具有重要的生态和经济意义。

结语

智能化技术在水利工程建设中的应用显著提升了工程的效率、质量和安全性。通过传感器、物联网、大数据和人工智能的结合,水利工程的设计、施工、管理和监控实现了全面的智能化转型。这不仅优化了资源调配,减少了成本和风险,还推动了绿色可持续发展的实现。未来,随着技术的持续创新和政策支持的加强,智能化技术将在水利工程领域得到更广泛的应用。随着智能化程度的不断提高,水利工程将更加精准高效地应对复杂多变的环境挑战,为社会的水资源管理和可持续发展提供强有力的技术保障。

参考文献

- [1] 罗凡. 电力工程建设中的信息化与智能化技术应用研究[C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司. 2024 新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集(三). 柳州南网产业园运营有限公司, 2024: 2.
 - [2] 刘坯. 智能化技术在农田水利工程中的应用[J]. 农村科学实验, 2024, (21): 81-83.
 - [3] 黄银香. 水利工程中的智能化技术应用与管理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (25): 57-59.
 - [4] 苏富军. 智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J]. 农业机械, 2024, (08): 104-106.
 - [5] 孟虹隐. 智能化技术在水利工程运行与管理中的应用研究[J]. 水上安全, 2024, (14): 61-63.
 - [6] 刘虹豆, 向成密. 智能化技术在现代工程建设中的应用[J]. 张江科技评论, 2024, (01): 120-122.
- 作者简介: 周金晶(1988.12-), 男, 汉族, 江苏省涟水县, 工程师, 本科, 研究方向: 水利工程建设管理, 规划管理。朱昊(1991.08-), 男, 汉族, 江苏省淮安市, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程施工建设, 工程质量监督。张双林(1980.01-), 男, 汉族, 江苏淮安, 本科, 工程师, 研究方向: 水利水电工程建设及运行管理。