

给排水工程技术在水利建筑中的应用及风险管理

蔡志华

中水投（广东）建设有限公司，广东 广州 510000

DOI:10.61369/WCEST.2025020014

摘 要： 本文阐述了给排水工程在水利建筑中的多方面应用，包括不同场景下的系统设计要点，施工过程的技术管理及质量控制，风险因素分析与防控，还介绍了相关技术如物联网、CCTV 检测等的应用，同时指出研究局限及未来发展方向。

关 键 词： 给排水工程；水利建筑；风险防控

The Application and Risk Management of Water Supply and Drainage Engineering Technology in Water Conservancy Construction

Cai Zhihua

China Water Investment (Guangdong) Construction Co., LTD., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This paper expounds the multi-faceted applications of water supply and drainage engineering in water conservancy construction, including the key points of system design in different scenarios, technical management and quality control during the construction process, risk factor analysis and prevention and control. It also introduces the applications of related technologies such as the Internet of Things and CCTV detection, and points out the research limitations and future development directions at the same time.

Keywords： water supply and drainage engineering; water conservancy construction; risk prevention and control

引言

给排水工程作为水利建筑的关键组成部分，其技术应用涵盖重力流输送、压力管网设计等多个方面，且随着科技发展不断创新，如智慧水务系统和 BIM 技术的应用。2014 年国务院发布的《关于加强城市基础设施建设的意见》强调了基础设施建设的重要性，给排水工程作为其中一部分，其发展受到政策推动。在不同水利建筑场景如水利枢纽、调水工程、水库坝体中，给排水系统各有其关键作用和设计要点。同时，从设计到施工再到风险管理，都需要建立相应的质量控制和管理体系，以应对自然、技术和管理等多方面风险，确保工程的顺利实施和运行。

一、水利建筑给排水工程核心技术与实践应用

（一）给排水工程基础理论与技术发展

重力流输送是给排水工程的重要基础理论之一，其原理基于重力作用使水在管道中自然流动，在水利建筑给排水系统设计中，需充分考虑地形高差等因素以确保水流顺畅^[1]。压力管网设计则关乎供水的稳定性和可靠性，合理确定管网压力、管径及布局是关键。随着科技发展，智慧水务系统应运而生，它融合了传感器、物联网等技术，实现了对给排水系统的实时监测和智能控制。BIM 技术在给排水工程中的应用，改变了传统的设计和施工模式，通过三维建模，提高了设计的准确性和施工效率，同时也为后期的运维管理提供了便利^[1]。

（二）水利建筑工程中的典型应用场景

在水闸枢纽中，给排水系统对于维持水闸的正常运行至关重要。其一方面要确保及时排除闸室内的积水，防止积水对水闸结构造成损害，影响其使用寿命和安全性^[2]；另一方面，要合理控制水位，满足不同工况下的过水要求。例如在某大型水闸枢纽工程中，通过精确设计的排水管道和先进的排水设备，有效解决了闸室积水问题，保障了水闸的稳定运行。

调水工程中的给排水系统则侧重于水量的合理调配和水质的保障。通过科学规划的输水管道和配套的给排水设施，实现水资源的高效输送，同时防止水体污染，确保调水工程的供水质量^[2]。

水库坝体的给排水工程主要是为了保障坝体的安全和稳定。排水系统能够及时排出坝体内部的渗水，降低坝体的孔隙水压

力,防止坝体出现滑坡、坍塌等安全事故^[2]。同时,合理的给水系统也能对坝体的维护和相关设施的运行提供必要的水源。

二、工程技术管理体系构建

(一)设计阶段技术控制要点

在设计阶段,需从水力计算精度、设备选型匹配度、系统冗余设计三个维度建立质量控制标准体系。水力计算精度方面,要依据准确的水力模型和参数进行计算,确保给排水系统的流量、压力等符合实际需求^[3]。设备选型匹配度上,综合考虑水利建筑的规模、用途以及给排水要求,选择合适的设备,保证其性能与系统整体相匹配。系统冗余设计需考虑到水利建筑在特殊情况下的运行需求,预留一定的冗余度,提高系统的可靠性和稳定性,避免因局部故障导致整个给排水系统瘫痪。

(二)施工过程技术管理路径

施工过程技术管理路径需构建包含材料检测、施工工艺、隐蔽工程验收等环节的PDCA质量管理循环体系。材料检测是基础,确保给排水工程所使用材料符合质量标准,避免因材料问题导致工程隐患^[4]。施工工艺的管理至关重要,需依据工程实际情况和相关规范,优化施工流程,保证施工质量和效率。隐蔽工程验收是关键环节,严格按照标准进行验收,及时发现并解决潜在问题。在特殊地质条件下,更应制定针对性的施工对策。例如,对于软土地基,可采用加固处理措施,防止地基沉降影响给排水系统的正常运行^[4]。

三、工程风险全周期管理机制

(一)风险因素识别与评估

1.多维风险源分析

给排水工程在水利建筑中面临多种风险因素。从自然风险源分析,气候条件如暴雨、洪水可能影响管网排水能力,地震可能导致地基不稳进而引发地基沉降等问题^[5]。技术风险方面,施工技术不过关可能造成管网连接处密封不严,导致漏水,材料选择不当可能加速管网腐蚀。管理风险不可忽视,施工过程中缺乏有效的质量监管机制,可能使工程质量不达标,后期维护管理不善,也会影响给排水系统的正常运行。通过WBS-RBS法对这些自然、技术和管理风险因素进行分解,有助于更全面地识别潜在危险源,为后续风险评估和管理提供依据。

2.风险评估模型构建

建立模糊层次分析法(FAHP)与蒙特卡洛模拟相结合的风险量化评估模型。首先利用FAHP确定各风险因子权重,其通过构建层次结构模型,将复杂问题分解为多个层次,对各层次因素进行两两比较并构建判断矩阵,进而计算出各风险因子权重^[6]。然后结合蒙特卡洛模拟确定风险因子发生概率,蒙特卡洛模拟通过大量随机抽样模拟风险因子的不确定性,考虑多种可能情况,从而更准确地反映实际风险状况。最终综合两者结果,实现对给排水工程在水利建筑中应用的风险进行量化评估。

(二)风险应对与预警系统

1.风险防控策略

针对给排水工程技术在水利建筑中的风险,需制定综合防控方案。从技术层面,采用冗余设计,确保在部分设施故障时系统仍能正常运行,提高工程的可靠性^[7]。经济方面,设立应急储备金,以应对可能出现的风险事件带来的经济损失,保障工程资金链的稳定。在管理上,可运用风险转移策略,如购买保险等方式,将部分风险转移给第三方,降低自身承担的风险压力。通过这些技术性、经济性和管理性相结合的措施,全面防控给排水工程在水利建筑应用中的风险,保障工程的顺利实施和运行。

2.智能预警平台开发

集成物联网传感技术与大数据分析模块,实现对给排水工程关键参数的实时采集与传输。通过对海量数据的深度挖掘与分析,建立风险评估模型,精准识别潜在风险。利用智能算法对风险进行实时监测,当风险指标超出阈值时,及时触发预警机制。同时,结合专家系统为决策者提供科学合理的应对策略建议,形成从监测、预警到决策支持的完整闭环。该平台能够有效提高给排水工程风险管理的效率和准确性,为水利建筑的安全稳定运行提供有力保障^[8]。

四、典型工程实证研究

(一)跨流域调水工程案例浅析

1.工程概况与技术特征

南水北调是我国重大的跨流域调水工程,某标段项目具有重要的研究价值。该项目的输水管网布置经过精心规划,综合考虑了地形、水源地与受水区的距离等多种因素,以确保水能够高效、稳定地输送^[9]。在泵站选型方面,依据输水流量、扬程等关键指标,选择了合适的泵站设备,保障了整个输水系统的动力需求。同时,工程还采用了先进的管道材质和连接技术,提高了管网的密封性和耐久性,有效减少了输水过程中的渗漏和损耗,为跨流域调水工程的顺利实施提供了有力的技术支撑。

2.风险管理实践效果

跨流域调水工程在边坡防护方面,通过采用先进的锚固技术和植被恢复措施,有效增强了边坡的稳定性,降低了滑坡等地质灾害的风险^[10]。在管道渗漏方面,应用高质量的管材和先进的密封技术,并加强了施工过程中的质量控制和检测,使得管道渗漏问题得到了较好的解决,减少了水资源的浪费和对周边环境的影响。同时,在风险管理过程中,建立了完善的监测系统,能够及时发现潜在的风险因素并采取相应的措施,提高了工程的安全性和可靠性。这些风险应对措施的实际成效显著,为跨流域调水工程的顺利运行提供了有力保障。

(二)滨海水利枢纽工程对比研究

1.防腐蚀技术创新应用

在滨海水利枢纽工程中,对比不同防腐材料至关重要。例如,环氧涂层在海水侵蚀初期能提供较好防护,但其长期耐久性受海水渗透和氯离子侵蚀影响。相比之下,热镀锌材料具有较好

的耐腐蚀性，能在较长时间内抵御海水侵蚀，但成本相对较高。不锈钢材料虽耐腐蚀性能优越且美观，但价格昂贵，在大规模应用时成本效益需谨慎考虑。通过对这些防腐材料在实际海水侵蚀环境中的长期监测和数据分析，评估其耐久性和成本效益，可为滨海水利枢纽工程选择合适的防腐材料提供科学依据，确保工程结构的长期稳定性和安全性，同时兼顾经济合理性。

2. 潮汐影响下的系统优化

在滨海水利枢纽工程中，潮位变化对排水系统运行参数有着显著动态影响。潮位的高低直接关系到排水的流速和流量等关键参数。在高潮位时，排水系统面临较大压力，需要更大的动力来维持正常排水，否则可能出现排水不畅甚至倒灌的情况。而在低潮位时，排水系统的运行参数则相对较为稳定，但也需要合理调控，以避免资源浪费。针对这些影响，需要制定科学的调控方案。一方面，根据潮位变化实时调整排水泵的功率，确保排水顺畅且节能。另一方面，优化排水管道的布局和管径设计，使其能更好地适应潮位变化带来的压力差异，从而提高整个排水系统在潮汐影响下的运行效率和可靠性。

（三）老旧水利设施改造工程

1. 既有系统诊断方法

采用 CCTV 管道检测与水力模型仿真相结合的技术路线评估系统性能。CCTV 管道检测技术可直观了解管道内部状况，如腐蚀、堵塞等情况，为后续分析提供准确的基础数据。通过对管道内部的详细探查，确定病害位置及程度。同时，水力模型仿真能够模拟水流在管道系统中的运动状态，分析不同工况下系统的水力性能。结合实际检测数据和仿真结果，可以全面评估既有水利设施系统的运行状况，找出存在的问题和潜在风险点，为老旧

水利设施改造工程提供科学依据，确保改造方案的针对性和有效性。

2. 改造风险控制策略

在老旧水利设施改造工程中，风险控制至关重要。对于既有建筑改造中的管线碰接，需提前进行详细的规划和勘测，准确掌握原有管线的布局和走向，制定科学的碰接方案，避免因碰接不当导致的漏水、破裂等问题。同时，要做好停水过渡的风险管控，合理安排停水时间，提前通知相关用户，储备足够的临时供水设备，确保居民生活用水不受太大影响。在整个改造过程中，还应建立严格的质量监督体系，对施工材料、施工工艺进行严格把控，及时发现和处理潜在的风险因素，保障改造工程的顺利进行和改造后的设施能够安全、稳定运行。

五、总结

给排水工程技术在水利建筑中的应用至关重要且不断发展。在技术创新方面，其涵盖了多个方向，从管道材料的改进到系统设计的优化等。同时，风险管控要点包括对水质污染、管道泄漏等风险的预防和处理。然而，当前研究存在一定局限，特殊工况的数据采集困难，影响了对给排水系统在复杂环境下运行情况的准确把握，长期性能评估也缺乏完善的方法和足够的数据支持。展望未来，人工智能辅助决策有望提高给排水系统的运行效率和风险管理能力，通过对大量数据的分析实现精准预测和调控。韧性工程理念的引入则有助于增强给排水系统在面对自然灾害等极端情况时的适应能力和恢复能力，推动给排水工程技术在水利建筑中更好地应用和发展。

参考文献

[1] 初奕燃. X 公司聚合支付风险识别及风险管理优化 [D]. 北京 : 北京交通大学 , 2021.
[2] 刘丽荣. 减振降噪技术在建筑给排水设计中的应用性分析 [D]. 山东 : 山东建筑大学 , 2022.
[3] 申丽. 住房公积金管理风险分析及治理对策研究 [D]. 河北 : 郑州大学 , 2023.
[4] 李阳. 建筑企业给排水工程质量管理研究 [D]. 吉林 : 吉林大学 , 2024.
[5] 李尧. A 企业建筑给排水工程项目质量管理研究 [D]. 四川 : 西南交通大学 , 2021.
[6] 张焕楠. BIM 技术在高层建筑给排水施工中的应用 [J]. 智能建筑与工程机械 , 2021 , 3(2): 57-5878
[7] 鲁璐. BIM 技术在高层建筑给排水管理中的应用分析 [J]. 建筑·建材·装饰 , 2021(6): 181-182.
[8] 王强. 虹吸式雨水排水技术在建筑给排水施工中的应用 [J]. 建材发展导向 , 2022(008): 020.
[9] 徐静 , 闫祥. 针对 BIM 技术在绿色建筑给排水工程中的应用研究 [J]. 建筑与装饰 , 2022(13): 144-146.
[10] 李焕新. 水利建筑给排水施工中的质量控制与质量保证研究 [J]. 工程建设与设计 , 2023(20): 222-224.