

长距离引水工程智慧建设管理方案研究

何发兰

云南建投供水投资有限公司 云南 昆明 650000

摘要:长距离引水工程面临线路长、规模大、投资高及环境复杂等挑战,智慧建设管理成为提升工程效率与质量的关键。本研究依托BIM、GIS、云计算、大数据、物联网及人工智能等关键技术,提出了一套全面的智慧建设管理方案。方案包括顶层设计与制度建设、BIM+GIS融合应用、数据采集与更新机制、以及智能化监测与应急响应系统。通过优化组织架构、加强人员培训、确保数据安全与隐私保护,本研究旨在为长距离引水工程的智慧化转型提供科学指导和实践路径。

关键词:长距离引水工程;智慧建设;管理方案

引言:长距离引水工程作为重要的水利基础设施,其建设与运营对经济社会发展具有重要影响。然而,由于工程规模大、线路长、地质环境复杂等因素,传统的管理方式已难以满足高效、安全和可持续的要求。随着信息技术的快速发展,智慧建设管理成为解决上述问题的重要途径。本研究旨在探索长距离引水工程智慧建设管理的方案,通过融合先进技术和理念,提高工程建设与运营的效率和质量,为水利工程的现代化转型提供有益参考。

1 长距离引水工程的特点与挑战

1.1 工程特点

(1) 输水线路长。长距离引水工程的显著特点之一是其输水线路非常长,可能穿越多个地区、山脉和河流。例如,某些工程的输水线路可能达到数十公里甚至上百公里。这种长距离的输水要求工程在设计、施工和运营阶段都必须考虑到地形的复杂性、地质的稳定性以及水流的连续性。(2) 工程规模大。由于输水线路长,为了满足供水需求,长距离引水工程通常需要在多个地点建设大型的水利设施,如泵站、水库和隧洞等。这些设施的建设不仅工程量巨大,而且需要高精度的技术支持,确保工程在复杂的地质和气象条件下稳定运行。(3) 投资高、周期长。长距离引水工程的建设需要大量的资金投入,包括土地征用、设施建设、设备采购、人员培训等各个方面。此外,由于工程规模庞大,施工周期长,往往需要数年时间才能完成。这增加了项目的风险和不确定性。(4) 参建单位众多,环境复杂。长距离引水工程往往涉及多个参建单位,包括设计单位、施工单位、监理单位等。同时,工程所处的环境也非常复杂,可能包括山地、河流、湿地等多种地貌类型。这要求各个参建单位必须紧密合作,共同应对复杂的地形和

气候条件^[1]。

1.2 面临的挑战

(1) 建设单位数字化管理制度不健全。在长距离引水工程中,建设单位面临着数字化管理制度不健全的挑战。这可能导致工程在设计、施工和运营阶段的信息沟通不畅,影响工程的进度和质量。(2) 监理单位经验不足。监理单位在长距离引水工程中扮演着重要的角色,负责监督工程的质量和安。然而,一些监理单位可能缺乏处理复杂地形和地质条件的经验,导致工程在施工中出现各种问题。(3) 施工标段多,数字化水平不一。长距离引水工程通常被划分为多个施工标段,每个标段的数字化水平可能存在差异。这种差异可能导致工程在整体上的协调和统一管理变得困难。(4) 突发事件应急响应难度大。由于长距离引水工程所处的环境复杂,且工程规模庞大,一旦发生突发事件,如地质灾害、设备故障等,应急响应的难度会非常大。这要求建设单位必须建立完善的应急预案和响应机制,确保在紧急情况下能够迅速采取有效措施。

2 智慧水利的关键技术

2.1 BIM技术

(1) 三维建模与信息。BIM技术,即建筑信息模型,是智慧水利不可或缺的技术之一。它通过创建水利工程的三维模型,实现工程数据的集成与统一管理。这种三维模型不仅包含工程的几何信息,还融合了材料、设备、成本等多维度数据,为工程的设计、施工和运维提供了全面的信息支撑。BIM技术的应用,使得水利工程的设计更加直观、精确,有助于提前发现并解决潜在问题。(2) 在设计 and 施工中的应用。在设计阶段,BIM技术能够辅助工程师进行复杂结构的模拟和优化,确保设计方案的可行性和经济性。同时,BIM还可以实现不同专

业间的协同设计,避免设计冲突。在施工阶段,BIM技术能够生成详细的施工图纸和施工模拟,指导施工人员进行精确施工,降低施工误差。此外,BIM技术还可以对施工进度、成本和质量进行动态管理,提高施工效率和管理水平。

2.2 GIS技术

(1) 地理信息采集与处理。GIS技术,即地理信息系统,是智慧水利中的另一项关键技术。它能够对地理空间数据进行采集、存储、管理和分析,为水利工程提供空间信息和决策支持。GIS技术的应用,使得水利工程能够更准确地把握地形地貌、水文地质等自然条件,为工程选址、设计和施工提供科学依据。(2) 在工程建设和运维阶段的应用。在工程建设阶段,GIS技术可以辅助工程师进行地形测量、水文分析等工作,为工程设计和施工提供精确的基础数据。在运维阶段,GIS技术可以实时监测工程运行状态,及时发现和处理潜在问题。同时,GIS技术还可以实现水利工程的信息化管理,提高运维效率和管理水平。

2.3 云计算与大数据

(1) 数据存储与分析。云计算和大数据技术的应用,为智慧水利提供了强大的数据处理和分析能力。云计算技术通过虚拟化技术,实现了计算资源和存储资源的灵活配置和按需使用,降低了水利工程的IT成本。大数据技术则能够处理和分析海量数据,挖掘数据间的关联性和规律性,为水利工程的决策提供支持^[2]。(2) 支持智慧水利决策。云计算与大数据技术的结合,使得水利工程能够实现对海量数据的实时处理和分析,为工程的设计、施工和运维提供科学决策依据。通过对历史数据的挖掘和分析,可以预测未来的发展趋势和潜在风险,为工程的规划和决策提供前瞻性指导。

2.4 物联网与传感器技术

(1) 实时监测与数据采集。物联网技术通过传感器等设备,实现了对水利工程运行状态的实时监测和数据采集。这些传感器可以监测水位、流量、压力等关键参数,并将数据传输至云端或数据中心进行分析处理。物联网技术的应用,使得水利工程能够及时发现和处理异常情况,提高工程的安全性和稳定性。(2) 光纤光栅(FBG)传感器的应用。光纤光栅(FBG)传感器作为物联网技术的一种重要应用,具有高精度、高灵敏度和长寿命等优点。在水利工程中,FBG传感器可以实时监测结构的应变、温度等参数,为工程的健康监测和故障诊断提供重要数据支持。

2.5 人工智能与5G技术

(1) 自动化控制与数据传输。人工智能技术的应用,使得水利工程能够实现自动化控制和智能决策。通过机器学习、深度学习等技术,水利工程可以实现对设备运行状态的智能预测和故障诊断,提高设备的可靠性和运行效率。同时,5G技术的应用,为水利工程的数据传输提供了高速、低延迟的网络支持,确保了数据的实时性和准确性。(2) 提升智慧水利的智能化水平。人工智能与5G技术的结合,进一步提升了智慧水利的智能化水平。通过构建智能决策支持系统,水利工程可以实现对工程运行状态的实时监测和智能决策,提高工程的整体性能和管理水平。同时,5G技术还为水利工程提供了更广泛的连接和应用场景,如远程监控、智能巡检等,进一步推动了智慧水利的发展。

3 长距离引水工程智慧建设管理方案

3.1 顶层设计与制度建设

在长距离引水工程的智慧化建设中,顶层设计与制度建设是基石,它们为整个项目的顺利推进提供了方向性指导和制度保障。(1) 全生命周期智慧水利工程的顶层设计。顶层设计的核心在于明确智慧水利工程的战略愿景、总体架构、技术路线和实施策略。全生命期的考量意味着从项目规划、设计、施工、运营到维护的各个阶段,都要融入智慧化的理念和技术。这要求我们在设计之初就确立清晰的智慧水利建设目标,如提高水资源管理效率、增强工程安全性、促进信息互通共享等。同时,需要构建一个灵活、可扩展的技术架构,以支撑大数据、云计算、物联网等先进技术的应用。此外,顶层设计还应包括数据治理、安全保障、组织架构和运维管理等方面的规划,确保智慧水利工程的全面性和可持续性^[3]。(2) 制定数字化集成应用管理制度。为了规范智慧水利建设过程中的数字化行为,确保各参建单位之间的信息互通和协同作业,必须制定一套完善的数字化集成应用管理制度。该制度应明确数据采集、处理、存储、共享的标准和流程,以及系统接入、权限管理、数据备份和恢复等关键环节的操作规范。同时,还需建立数据质量监控和考核机制,确保数据的准确性和时效性。此外,制度还应涵盖系统运维、故障处理和应急响应等方面的规定,以保障智慧水利系统的稳定运行和高效服务。

3.2 BIM+GIS的实施流程与管控

BIM(建筑信息模型)和GIS(地理信息系统)的融合应用,为长距离引水工程的智慧建设提供了强大的技术支持。(1) BIM模型的轻量化处理与GIS数据整合。BIM模型包含了工程结构的详细信息,而GIS则提供了

工程所在区域的地理空间信息。为了实现两者的高效融合,需要对BIM模型进行轻量化处理,以减少数据量、提高加载速度,并确保模型的精度和完整性。同时, GIS数据的整合也是一个关键环节,需要将地形地貌、水系、交通网络等地理信息与BIM模型进行精确匹配和叠加,形成一体化的三维可视化场景。这有助于工程管理人员更直观地理解工程全貌,提高决策的科学性和准确性。(2)各参建单位的应用系统建设。智慧水利建设需要各参建单位的紧密配合和协同作业。因此,各参建单位应根据自身职责和需求,建设或升级相应的应用系统。这些系统应能够接入BIM+GIS平台,实现数据的共享和互通。

3.3 数据采集与更新

数据的准确性和时效性对于智慧水利工程的运行至关重要。(1) GIS数据更新周期与工程建设重要时间节点的数据更新。为了确保GIS数据的准确性和时效性,需要设定合理的更新周期,并根据工程建设的重要时间节点进行数据的更新和维护。例如,在设计阶段, GIS数据应根据设计方案进行调整和优化;在施工阶段,随着工程的进展,需要及时更新施工范围、进度和安全设施等信息;在竣工验收阶段,需要完成最终工程信息的录入和核对。通过定期的GIS数据更新,可以确保工程信息的准确性和完整性,为智慧水利工程的运行提供可靠的数据支持。(2) 光纤光栅传感器在监测断面中的应用。光纤光栅传感器以其高精度、长距离监测和抗电磁干扰等优势,在长距离引水工程的监测断面中发挥着重要作用。通过在关键部位安装光纤光栅传感器,可以实时监测结构应力、温度等参数,及时发现潜在的安全隐患。这些监测数据可以为工程管理人员提供科学的决策依据,帮助他们及时采取措施进行处理。同时,光纤光栅传感器的应用还可以提高监测的准确性和可靠性,降低因监测不足而导致的风险^[4]。

3.4 智能化监测与应急响应

智能化监测和应急响应是智慧水利工程的重要组成部分。(1) 实时监测系统的建设。实时监测系统能够实时监测工程运行状态和关键参数的变化情况。通过集成

多种传感器和监测设备,如压力传感器、流量传感器、水质监测仪等,可以实现对工程运行状态的全面监测和分析。这些监测数据可以通过云计算平台进行存储和分析处理,生成直观的图表和报告供工程管理人员参考。同时,实时监测系统还可以设置预警阈值并自动触发报警信息,提醒管理人员及时采取措施进行处理。这有助于及时发现和处理潜在的安全隐患,提高工程的安全性和可靠性。(2) 应急响应决策支持系统。应急响应决策支持系统是基于实时监测数据和工程特点构建的辅助决策工具。该系统能够模拟不同突发事件下的应急响应过程并评估应急方案的有效性和可行性。通过输入实时监测数据和应急预案信息,系统可以生成多种应急方案供管理人员选择并优化决策结果。这有助于提高应急响应的效率和准确性,降低事故损失和影响。同时,该系统还可以用于事后评估和改进应急预案和响应机制,持续提升工程的应急管理水平。

结束语

综上所述,长距离引水工程的智慧建设管理方案是应对复杂工程挑战、提升管理效率与质量的有效途径。通过综合运用BIM、GIS、云计算等关键技术,实现了工程信息的全面集成与高效管理。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,智慧建设管理将在长距离引水工程中发挥更加重要的作用。本研究为相关领域的实践提供了理论支撑和案例参考,期待更多创新性的智慧建设管理方案不断涌现。

参考文献

- [1]王琳.长距离引水工程的水土保持分析评价[J].黑龙江水利科技,2020,(14):212-215.
- [2]周文.长距离引水工程风险的过程监控管理研究[J].建材与装饰,2019,(24):308-309.
- [3]白金,赵斐.引水工程水土流失影响与水土保持措施分析[J].水利技术监督,2019,(09):98-100.
- [4]黄智刚.长距离引水工程安全管理模式探讨[J].中国水利,2019,(06):49-50.