

水利工程建设管理中数字化技术的应用与前景展望

冯庆和

天津市金帆工程建设监理有限公司 天津 301800

摘要: 数字化技术涵盖数据采集、传输、存储管理、分析处理及可视化等核心部分,在水利工程建设管理中应用广泛且必要。它能适应现代水利工程建设管理需求,提高工程质量与安全,降低成本,提升决策科学性。通过GIS、BIM、物联网、大数据与云计算、无人机与遥感等关键技术,在工程建设规划、施工管理、运行管理等方面取得显著成效,包括提高管理效率、保障工程质量与安全、降低成本以及提升决策科学性。

关键词: 水利工程;建设管理;数字化技术;应用;前景

1 数字化技术及其在水利工程建设管理中的应用基础

1.1 数字化技术的定义与内涵

数字化技术是指借助一定的设备将各种信息,包括图、文、声、像等,转化为电子计算机能识别的二进制数字“0”和“1”后进行运算、加工、存储、传送、传播、还原的技术。在当今时代,数字化技术已经渗透到各个领域,成为推动社会发展的重要力量。其内涵丰富,不仅涵盖了信息数字化的处理过程,还包括数字化设备的研发、数字化系统的构建以及数字化应用的创新等多个方面。通过数字化技术,人们可以更加高效地获取、处理和利用信息,实现信息的快速传播和共享,为各个行业的发展带来了前所未有的机遇。

1.2 数字化技术的核心组成部分

1.2.1 数据采集技术

数据采集是数字化技术的基础环节,通过各种传感器、测量仪器等设备,对现实世界中的各种物理量、化学量等进行实时监测和采集^[1]。例如,在水利工程建设中,水位传感器可以实时采集水位数据,流量计可以测量水流流量,这些数据为后续的分析 and 处理提供了原始素材。

1.2.2 数据传输技术

采集到的数据需要及时、准确地传输到指定的位置进行分析和处理。数据传输技术包括有线传输和无线传输两种方式。有线传输如光纤通信,具有传输速度快、稳定性高的优点;无线传输如蓝牙、Wi-Fi、5G等,则具有灵活性强、部署方便的特点。在水利工程建设管理中,根据实际需求选择合适的数据传输方式,确保数据的及时传输。

1.2.3 数据存储与管理技术

随着数据量的不断增加,如何有效地存储和管理数据成为关键。数据存储技术包括硬盘存储、云存储等,

云存储具有容量大、可扩展性强、便于共享等优势。数据管理技术则涉及数据库管理系统,通过对数据进行分类、索引、备份等操作,提高数据的可用性和安全性。

1.2.4 数据分析与处理技术

数据分析与处理是数字化技术的核心环节,通过对采集到的数据进行挖掘、分析和处理,提取有价值的信息。常用的数据分析方法包括统计分析、机器学习、数据挖掘等。在水利工程建设管理中,利用这些技术可以对工程进度、质量、安全等方面进行预测和评估,为决策提供科学依据。

1.2.5 可视化技术

可视化技术将抽象的数据以直观的图形、图像等形式展示出来,便于人们理解和分析。在水利工程建设管理中,通过三维建模、虚拟现实等技术,可以将工程的设计方案、施工进度等以直观的方式呈现,提高管理效率和决策的科学性。

1.3 数字化技术在水利工程建设管理中的必要性分析

现代水利工程建设规模越来越大,技术越来越复杂,传统的建设管理方式已经难以满足实际需求。数字化技术可以实现对工程建设全过程的实时监控和管理,提高管理的精细化水平,确保工程建设的顺利进行。通过数字化技术可以对工程建设过程中的各种数据进行实时监测和分析,及时发现潜在的质量问题和安全隐患,并采取相应的措施进行处理,从而有效提高工程质量和安全水平。数字化技术可以实现资源的优化配置,减少人力、物力和财力的浪费。例如,通过建筑信息模型(BIM)技术可以对工程进行虚拟施工,提前发现设计中的问题,避免在施工过程中出现变更,从而降低工程成本。数字化技术可以为决策者提供全面、准确的数据支持,通过数据分析和模拟预测,帮助决策者做出科学合理的决策,提高决策的成功率。

2 传统水利工程建设管理存在的问题

2.1 信息沟通不畅

在传统水利工程建设管理中,各部门之间信息传递主要依靠纸质文件、电话等方式,信息传递速度慢、准确性低,容易出现信息丢失、延误等问题。例如,设计部门与施工部门之间的沟通不畅,可能导致设计方案无法及时准确地传达给施工人员,影响施工进度和质量。不同部门之间的信息共享困难,导致信息孤岛现象严重,无法形成统一的管理信息平台,影响了整个工程建设的管理效率。

2.2 管理手段落后

传统水利工程建设管理主要依靠人工经验和管理制度,缺乏科学的管理方法和先进的管理工具。例如,在工程进度管理方面,往往采用手工记录和统计的方式,难以实时掌握工程进度情况,无法及时发现进度偏差并进行调整^[1]。在质量管理方面,主要依靠现场检查和抽样检测,难以对工程质量进行全面、准确的评估。

2.3 数据分析能力不足

传统水利工程建设管理过程中积累了大量的数据,但由于缺乏有效的数据分析工具和方法,这些数据往往得不到充分的利用。例如,对工程监测数据的分析主要依靠人工经验,难以发现数据背后的潜在规律和问题。由于数据分散在不同的部门和系统中,缺乏统一的数据整合和分析平台,导致数据分析的效率和准确性较低。

3 水利工程建设管理中数字化技术的关键应用

3.1 地理信息系统(GIS)技术

GIS技术可以将地形、地貌、水文、气象等多种地理信息进行整合和分析,为水利工程建设规划提供科学依据。例如,在选址阶段,通过GIS技术可以对不同区域的地形、地质条件进行分析,选择最优的建设地点;在工程设计阶段,可以利用GIS技术进行洪水淹没分析、水流模拟等,优化工程设计方案。在施工过程中,GIS技术可以实现对施工现场的实时监控和管理。通过将施工进度、质量、安全等信息与地理信息相结合,管理人员可以直观地了解施工现场的情况,及时发现和解决问题。例如,利用GIS技术可以对施工机械的位置和运行状态进行实时监控,合理安排施工机械的使用,提高施工效率。水利工程建成后,GIS技术可以用于工程的运行管理。例如,对水库的水位、库容、水质等信息进行实时监测和分析,为水库的调度和管理提供决策支持;对河道的水流、泥沙等情况进行监测,及时发现河道的变化情况,采取相应的治理措施。

3.2 建筑信息模型(BIM)技术

3.2.1 在水利工程设计阶段的应用

BIM技术可以实现水利工程的三维建模,将工程的设计信息以直观的方式呈现出来。设计师可以通过BIM模型对工程的结构、功能等进行优化设计,提高设计质量。例如,在水电站设计中,利用BIM技术可以对水电站的厂房、大坝等结构进行三维建模,进行碰撞检测,避免在施工过程中出现设计冲突。

3.2.2 在水利工程施工阶段的应用

在施工过程中,BIM技术可以用于施工进度管理、质量管理、安全管理等方面。通过将施工进度计划与BIM模型相结合,可以实现对施工进度的可视化模拟和动态监控,及时发现进度偏差并进行调整。在质量管理方面,可以利用BIM技术对施工过程中的质量数据进行记录和分析,实现对工程质量的追溯和管理。在安全管理方面,通过BIM模型可以对施工现场的危险源进行识别和分析,制定相应的安全措施。

3.2.3 在水利工程运维阶段的应用

水利工程建成后,BIM技术可以用于工程的运维管理。运维人员可以通过BIM模型了解工程的详细信息,包括设备的位置、型号、维护记录等,提高运维效率。

3.3 物联网技术

物联网技术通过在水利工程中部署各种传感器,如水位传感器、流量传感器、应力传感器等,实现对工程运行状态的实时监测。这些传感器将采集到的数据通过网络传输到监控中心,管理人员可以实时掌握工程的运行情况。例如,在大坝监测中,通过应力传感器可以实时监测大坝的应力变化情况,及时发现大坝的安全隐患。物联网技术可以实现对水利工程设备的远程监控和管理。通过在设备上安装智能终端,可以实时采集设备的运行参数,如温度、压力、转速等,并将数据传输到管理平台。管理人员可以根据设备的运行状态进行远程诊断和维护,提高设备的可靠性和使用寿命。水利工程的建设和运行会对周边环境产生一定的影响,物联网技术可以用于对水利工程周边环境的监测。例如,通过水质传感器可以实时监测水质的变化情况,通过气象传感器可以监测气象条件,为环境保护和工程安全提供数据支持^[3]。

3.4 大数据与云计算技术

大数据技术可以对水利工程建设管理过程中产生的海量数据进行存储、管理和分析。通过对工程进度、质量、安全等方面的数据进行挖掘和分析,可以发现潜在的问题和规律,为决策提供科学依据。例如,通过对历史工程数据的分析,可以总结出影响工程进度和质量的关键因素,制定相应的管理措施。云计算技术可以为水

利工程建设管理提供强大的计算资源和存储资源。通过将工程建设管理软件部署在云端,用户可以通过互联网随时随地访问和使用这些软件,提高了管理的便捷性和效率。同时云计算技术还可以实现数据的共享和协同工作,不同部门之间可以实时共享数据,提高工作效率。

3.5 无人机与遥感技术

无人机具有灵活性强、成本低、效率高等优点,在水利工程建设管理中得到了广泛应用。在工程建设前期,无人机可以用于地形测绘、工程勘察等,快速获取高精度的地形数据。在施工过程中,无人机可以用于施工现场的巡查和监测,及时发现施工中的问题。在工程验收阶段,无人机可以用于工程外观质量的检查和评估。遥感技术可以通过卫星、飞机等平台获取大范围的地表信息。在水利工程建设管理中,遥感技术可以用于水资源调查、水土流失监测、洪水灾害评估等方面。

4 数字化技术在水利工程建设管理中的应用成效

4.1 提高管理效率

数字化技术实现了信息的实时共享和快速传递,各部门之间可以及时沟通协作,避免了信息传递的延误和错误。例如,通过GIS、BIM等技术构建的管理平台,管理人员可以实时掌握工程进度、质量、安全等方面的情况,及时做出决策和调整,大大提高了管理效率。同时数字化技术还可以实现自动化办公,减少人工操作,提高工作效率。

4.2 保障工程质量与安全

通过数字化技术对工程建设过程进行实时监测和分析,可以及时发现质量问题和安全隐患,并采取相应的措施进行处理。例如,物联网技术可以实时监测工程结构的应力、变形等情况,一旦发现异常,系统会及时发出警报,通知管理人员采取措施。大数据技术可以对工程质量数据进行分析,找出影响工程质量的关键因素,制定针对性的质量控制措施,有效保障了工程质量和安全。

4.3 降低成本

数字化技术在水利工程建设管理中犹如一位精明的“成本管家”,助力实现资源的优化配置,大幅减少人力、物力和财力的浪费。以BIM技术为例,在工程设计阶段,它能够对工程进行三维建模,并进行碰撞检测。通过提前发现设计中的冲突和不合理之处,及时进行调整和优化,避免在施工过程中因设计变更而导致的返工现象,从而节省了大量的人力、物力和时间成本。物联网

技术则实现了对水利工程设备的远程监控和管理,管理人员可以实时掌握设备的运行状态、使用频率等信息,合理安排设备的维护和保养计划,提高设备的利用率,延长设备的使用寿命,降低设备维护成本。大数据技术能够对工程成本数据进行细致分析,找出成本控制的关键点,如材料采购成本、施工过程中的能源消耗等。

4.4 提升决策科学性

数字化技术为水利工程建设管理决策者提供了全面、准确的数据支持,宛如一座“智慧灯塔”,照亮决策的道路,帮助决策者做出科学合理的决策。在工程规划阶段,GIS技术发挥着重要作用。它可以将地形、地貌、水文、气象等多种地理信息进行整合和分析,对不同的规划方案进行模拟和分析。通过评估方案的可行性、经济效益、环境影响等多个方面,为决策者提供直观、全面的参考依据,使决策者能够选择最优的规划方案^[4]。在工程运行阶段,大数据技术能够对历史数据进行深度挖掘和分析,预测工程的运行情况和可能出现的问题,如洪水灾害、设备故障等。基于这些预测结果,提前制定应对措施,提高决策的科学性和前瞻性。数字化技术还可以实现不同部门之间的数据共享和协同工作,让决策者能够综合考虑各方面的因素,做出更加全面、科学的决策,推动水利工程建设管理向更高水平发展。

结束语

数字化技术在水利工程建设管理中的应用成效显著,为水利工程建设带来了全新的管理模式和发展机遇。随着技术的不断进步和创新,数字化技术将在水利工程建设管理中发挥更加重要的作用。未来,应进一步加强数字化技术的研究和应用,不断完善数字化管理体系,推动水利工程建设管理向智能化、精细化方向发展,为水利事业的可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]李伟.张鹏.BIM技术在水利工程建设管理中的应用研究[J].水利科技与管理,2022,40(3):58-64.
- [2]王磊.赵强.GIS与大数据在水资源调度中的应用分析[J].水利信息化,2021,35(5):72-78.
- [3]陈涛.刘志远.物联网技术在水利工程监测中的应用[J].水利工程管理,2023,29(2):45-52.
- [4]周演腾.水利工程建设中数字化管理技术应用探讨[J].水上安全,2024,(13):47-49.