

浅谈水利工程管理的现代化与精细化管理

陈奕龙

攀枝花市原水投资管理有限公司 四川 攀枝花 617000

摘要: 本文聚焦水利工程在新的信息化技术下如何实现管理的现代化与精细化。文章以目前较为流行的数字孪生为导向剖析其内涵、现状、实现策略及融合发展,笔者以自身亲身全程参与的工程为例子,阐述说明了新技术在提高管理单位现代化、精细化管理的重要作用以及实施的成果、社会评价。

关键词: 水利工程;数字孪生;现代化管理;精细化管理

1 水利工程管理的现代化与精细化管理的时代背景

水利工程管理的现代化与精细化管理是应对当前国家宏观控制、社会经济发展、新质生产力赋能、可持续发展等多重挑战的必然趋势。首先在国家层面大力提倡信息化、智能化,尤其是涉及像水利行业这样的公共资源的管理调配类管理机构更是有更高要求;其次,在经济发展方面:随着经济的快速发展,对水资源合理分配的需求日益增加,水利工程的规模和复杂性也随之提升。通过现代化精细化管理手段能够提高水利工程的效率和效益,更高效的管理水资源。再次,随着我国高新技术的突破,信息技术、人工智能、物联网等新兴技术的快速发展,为水利工程的管理提供了新的工具和方法,使得水利工程的现代化和精细化管理成为现实。另一方面随着水利部对水利工程数字孪生的重视,水利在工程管理的现代化与精细化管理上加大提倡建设智慧水利平台和数据资源整理,以达到“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的目标^[1]。

2 水利工程管理的现代化与精细化内涵

2.1 现代化管理与精细化的定义

我们首先要对水利工程的现代化管理进行定义,什么是水利工程现代化管理与精细化管理?顾名思义就是指在水利工程的规划、设计、建设、运行和维护过程中,刷新思想认知、摒弃陈旧理念、运用技术和信息化手段,优化资源配置,提高管理效率和效益,以实现水利工程的安全、高效运行。这一管理模式通常首先包括了认知观念的刷新,通过学习、教育、专项培训等方式对管理人员的整体素质进行提高。其次,包括了技术和信息化手段的运用,利用现代信息技术,如大数据、物联网、云计算、数字孪生以及人工智能等,对水利工程的各个环节的物理设备调配、人员行动管理进行实时监测和管理,提高工作的科学性和准确性。再次还包括了,系统化管理将水利工程视为一个系统,考虑其自身

的运转安全、经济效益、生态环境效益、社会效益等多方面的关系,进行综合管理,给出最优解决方案。最后包括了可持续发展,在管理过程中响应国家大政方针,以可持续发展为目标,注重生态保护、资源高效利用,实现整体功能的提升。

2.2 先进技术下的现代化与精细化管理的相互关系

现代化管理与精细化管理绝不是单纯依托于从业人员的多年经验能够实现的,在这方面要改变认知,二者均是标准化程式化的流程,是以信息技术、自动化技术、人工智能等前沿科技为依托,为精细化管理提供强大的技术支撑和先进的管理理念的一种创新。在技术层面,设置互通的各种接口协议、构建集中化的管理的数字孪生系统,再利用物联网技术整合资源,创建模型,分析并给出最优解决方案。这项技术的应用使水利工程管理实现了从检验性认知管理到信息化智能化管理的跨越^[2]。例如,攀枝花市观音岩引水工程利用沿管线设置的子控制站对管道上的流量计、压力变送器、阀位传感器、电流电压传感器、视频采集摄像头、边坡位移传感器、水质检测设备等数据进行采集,由光纤路由传回调度中心,通过位于调度中心构建的数据集成系统、渗漏爆管系统、位移管理系统、视频监控系统为基础,利用目前现场硬件配置,采用java、vue、jq、uni-app、websocket等技术,基于J2EE架构全图形化B/S、C/S平台,孪生出一套全软件仿真系统,涵盖观音岩引水工程的“调度管理、综合管理、资产设备管理、巡检管理、应急管理、系统管理”。在这套数字孪生系统中,通过对前端的数据进行采集、积累、建模、分析,对工程提供更精细、更优化的诸多选择,服务于精细化管理、将精细化管理布局于管理工作的各个方面。基于这套管理模式,精细化管理体现在监测点的科学布局、数据采集频率的精准设定、数据传输协议的优化设计等细节上。二者的有机结合,不仅能够提高水利工程管理的效率和

质量,还能有效降低管理成本,增强工程的安全性和可持续性,是提升水利工程管理水平的关键所在。

3 水利工程管理的现代化与精细化现状

3.1 水利工程现代化管理技术的应用现状

近年来,我国在水利工程管理的现代化技术应用方面取得了显著进展。信息技术的应用日益广泛,许多水利工程建立了自动化监测系统,实现了对压力、水位、流量、流速、位移、应急安全甚至现场影像等关键指标的实时监测和远程传输。例如,很多水利工程都实现了现场的自动化元件进行数据采集,除了设置SCADA系统和实时监控系统进行现场设备的远程控制与监测,还使用了遥感和GIS技术,应用于水利工程区域的高效、大范围监测和地形测量、水位监测、工程变形监测等方面,通过这些设备的分布集散式控制,基本能够实时检测现场设备运行状态功能。但是大多数工程还是缺乏统一这些各个分散系统的能力,也缺乏对各类采集数据的积累分析能力,很难用一个大模型淬炼出最优化的管理模式。这些状况都将导致信息孤岛现象较为严重,对设备功能严重浪费,影响了管理效率的提升。

3.2 精细化管理措施的实施现状

在精细化管理措施实施方面,我国水利工程管理也在不断探索和实践。一些大型水利工程制定了较为完善的精细化管理标准和操作规程,对工程建设、运行维护等环节进行了细致规范。例如,在水利工程的施工管理中,通过细化施工工序、明确质量控制标准,有效提高了工程建设质量。在运行维护管理中,部分水利工程建立专业系统管理档案,加强对设备的日常巡检和维护保养。但整体来看,精细化管理措施的实施仍存在不足之处。部分水利工程管理单位对精细化管理的认识不够深入,存在重建设轻管理、重宏观轻微观的现象,导致精细化管理措施难以有效落实^[1]。精细化管理需要管理人员的现代化管理意识与信息化的管理大模型相结合,完成这些配置是需要大量的人力、物力和财力投入,一些管理单位由于资源有限,无法全面开展精细化管理工作,使得精细化管理的效果大打折扣。同时还缺乏非人为的有效的执行过程与反馈过程的约束,也影响了精细化管理措施的持续推进和改进。

4 水利工程管理的现代化与精细化实现策略

4.1 改变传统思维模式,推广新观念

要实现水利工程管理的现代化与精细化,思维革新是首要前提。长期以来,水利工程建设往往都是以实用主义为前提,保持着以经济指标为标准,只要建成,能运行、达到盈利就可以“交任务”的惯性思维,缺乏从

建设中找经验、从运行中开路子的思想。对现代化管理精细化的运作缺乏认知。再加上严重的“重建设、轻管理”的观念根深蒂固。所以要想在现代精细化管理中做好,就必须先从观念上摒弃旧观念,建立起一套现代项目管理的新观念,让水利管理人员站在新的高度、新的视角去思考问题^[4]。工程立项伊始,管理层的领导就在改变传统思维模式,推广新观念这方面做出了好的表率,秉承着与时俱进、树立水利信息化工程典范的理念,在工程的各个方面都以上述理念为中心推动工程进展,尤其是在管理人员的培训方面下了大力气,通过长时间的培训改变了传统思维模式,建立了一套适应信息时代的管理模式理念。因此,管理部门需从战略高度认识到,管理人员的思想认知转变是现代化与精细化管理前提条件、是完成提升资源利用效率的核心路径。

4.2 融入信息化管理制度,构建并执行配套制度体系

完善的制度体系是水利工程管理现代化与精细化的坚实保障。当前,部分水利工程存在体系建设不全、制度建设缺失、执行不严等问题,或者很多体系建设、制度建设均流于表面,难以执行。数字孪生管理就是利用智能化实现管理制度化、标准化的管理工作,监督执行制度、积累数据、建模分析、提供建议。攀枝花市观音岩引水工程通过在数字孪生系统中输入公司所建立的体系制度,在日常工作中,对于巡检、设备、库房、监测甚至非法闯入等的管理,都通过数字孪生对现场数据积累分析,自动下发工作票,然后执行工作并销票,一旦工作票没消系统会一直有提示,直至在规定的时间完成工作方可正常,这样以来不仅解决了体系制度的执行难问题,还把工程纳入了标准程式化的运行方式中,通过数字孪生系统自动记录,建立档案,作为数据积累建模分析,为更加优化的管理方式提供支撑。

4.3 实施精细化管理措施

精细化管理是水利工程管理提质增效的关键抓手。在工程建设阶段,需在管理人员的认知教育上入手,建立完善体系制度,建立“双优化”机制:通过价值工程分析优化设计方案,攀枝花市观音岩引水工程通过各项数据积累分析,经过信息化的分析,将管道走向,敷设方式等进行了优化处理既降低成本又提升生态效益;运用精益建造理念优化施工流程,引入大跨度柔性悬索桥上输水管道敷设技术、长距离大管径输水工程水锤防护技术、漏损监测系、高陡边坡流态混凝土生态护坡施工技术、管桥大跨径拱圈现浇技术、管桥大跨径拱桥缆索吊装施工技术、隧道微差爆破法统预制装配技术,不仅缩短计划工期近20%,还在技术创新上创造了多个国内第

一。运行维护阶段,充分运用数字孪生系统,辅以无人机巡查手段,对工程进行全方位无死角的监控,并建立一套标准化管理流程,让管理成本较同类型工程低40%,管理人员从39人减少至23人,让工程成为行业标杆,成为首批省级水利标准化管理单位,充分证明精细化管理对提升工程综合效益的显著作用。

5 案例分析

攀枝花市观音岩引水工程是本人以公司项目负责人身份全程参与的工程,该工程在管理过程中积极探索现代化与精细化的融合发展路径,取得显著成效。该工程是攀枝花市政府为提升全市自来水水质、解决部分农业灌溉、配合国家环保治理要求而建设的全封闭原水输送管道系统。工程采用大直径钢管密闭输水,管道直径最大2m,最小1.4m,主线管道长61km,管道全程采用重力自流取水,沿金沙江侧沿江而下为沿线各用水单位提供二类地表水。工程立项阶段就对系统的自动化、智能化提出了高要求,除了完成基础自动化基础系统之外,还结合现今大数据、云计算等新技术,单独开发了针对攀枝花观音岩引水工程的智慧原水操作系统,系统涵盖了对SCADA系统、渗漏爆管监测系统、位移监测管理系统、视频监测系统、运行管理系统、水质管理系统、营业管理系统,多系统整合运行,借助信息技术的帮助,使决策过程敏捷而智慧,及时发现生产、服务等环节的质量和安全风险,优化流程、降低物耗能耗、提高协作效率、及时准确地处置风险。管理内容覆盖企业核心业务,整合和利用与原水相关的各类信息,构建智慧原水云数据中心,成为城市应急指挥系统的重要组成部分,为业务主管部门、涉水企业和社会公众提供信息服务。

在工程建设过程中,通过管理理念的转变提升,优化项目管理模式,对施工工艺、材料质量等进行精细化控制,确保工程建设质量达到国内领先水平。整个攀枝花观音岩引水工程建设期间获得各级行政部门表彰6次,

各项专利20项,获省级工程质量奖6项,QC成果4项,并获得四川省天府质量奖金奖、水利行业最高奖项“李冰奖”等殊荣。

在运行管理过程中,该工程利用建成的数字孪生系统,利用数据分析技术对采集到的数据进行深度挖掘和分析,及时发现工程运行中的潜在问题。例如,系统通过渗漏监测,提前预测到某区域可能出现的渗漏及爆管风险,利用位移监测系统提前预判存在地址风险为止,及时采取处理措施,避免事故的发生。在日常运行管理方面,根据现场实时数据及前期积累的各项数据,通过模型给出详细的管理标准和操作规程,提高巡检的效率,减小巡线人员的工作强度。目前该工程成为了四川省标准化管理的标杆,通过在管理上面的优势,继续在全市水资源整合调配、市场融资渠道扩展、项目附加产值创新上继续发挥自己的优势和价值。

结束语

综上所述,水利工程管理的现代化与精细化是基于思想革命、体系建设、制度建设、智能化硬件搭建系统、信息化执行的管理的综合体系,是水利工程建设运营管理的一项突破,是主动、及时、共享及成体系的服务,以更加精细和动态的方式对水利工程进行管理,使之更加数字化、程式化、智能化、规范化,从而达到“现代化、精细化”的状态。

参考文献

- [1]夏益杰,刘志伟.中国式现代化背景下浙江水利现代化先行路径研究[J].浙江水利科技,2024,52(4):53-55,61.
- [2]林运,东张龙,刘勇.数字孪生技术在水利工程运行管理中的分析与探索[J].黑龙江水利科技,2025,53(3):168-170.
- [3]赵淑霞.信息化技术在水利工程建设管理中的应用研究[J].水上安全,2025(4):172-174.
- [4]罗龙,宋恩,刘英明.简析水利工程施工质量评定管理[J].水利技术监督,2023(6):4-6,13.