

水利工程勘测设计中数字化工具研究

巩明

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

DOI:10.61369/ME.2026020021

摘 要： 在信息技术飞速发展的大背景下，水利工程勘测设计领域正经历着从传统模式向数字化转型的深刻变革。本文以当前水利工程勘测设计领域的数字化工具应用为聚焦点，对地理信息系统、建筑信息模型、遥感技术与无人机、协同设计平台等核心工具类型进行系统梳理。文章对技术标准不统一、数据孤岛现象、人才技能滞后及软件国产化率低等现实困境展开深入剖析，并围绕强化标准建设、构建数据中台、加强人才培养、推进技术融合及优化管理流程等方面提出针对性的实践措施，以期为推动水利勘测设计行业的高质量发展提供理论层面的参考。

关 键 词： 水利工程；勘测设计；数字化工具

Research on Digital Tools in Survey and Design of Water Conservancy Projects

Gong Ming

Xinjiang Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang 830000

Abstract： Against the backdrop of rapid information technology advancements, the field of hydraulic engineering survey and design is undergoing profound digital transformation from traditional models. This paper focuses on the application of digital tools in hydraulic engineering survey and design, systematically examining core technologies such as Geographic Information Systems (GIS), Building Information Modeling (BIM), remote sensing technologies and drones, and collaborative design platforms. The study conducts an in-depth analysis of practical challenges including inconsistent technical standards, data silos, outdated professional skills, and low domestic software adoption rates. Targeted practical measures are proposed to strengthen standardization frameworks, establish data integration platforms, enhance talent development, promote technological convergence, and optimize management processes. These insights aim to provide theoretical references for advancing high-quality development in the hydraulic engineering survey and design industry.

Keywords： hydraulic engineering; survey and design; digital tools

引言

在“数字中国”和“智慧水利”建设的宏观背景之下，作为国家基础设施建设关键所在的水利行业，正面临着效能提升与精准管控的双重需求。传统勘测设计手段对人工经验和二维图纸有所依赖，对于复杂工程全生命周期的管理要求已难以满足。随着大数据、云计算以及人工智能等新兴技术的渗透，水利勘测设计向数字化、智能化方向的迭代升级成为必然。在勘测、规划、设计等前端环节将数字化工具进行深度嵌入，这是提升工程品质、缩短建设周期、控制投资成本的关键突破口，也是实现水利现代化的重要技术支撑。

一、水利工程勘测设计中数字化工具类型

（一）地理信息系统（GIS）：空间数据管理之基

地理信息系统作为水利工程勘测设计阶段的核心空间数据载体，能够全方位整合流域范围内地形地貌、水文地质、土地权属以及生态红线等多维度海量空间信息，并且依托专属数据库完成各类数据的标准化存储、分层分类管理与动态更新，彻底打破传统纸质资料零散存储、调取低效的痛点。工作人员借助该系统可快速完成流域汇流分析、库区淹没范围测算、工程选址避让分析等核心工作，还能直观呈现工程区域内空间要素的分布规律与关

联关系，为前期规划论证、方案比选提供精准的空间数据支撑，同时适配不同规模水利工程的空间数据管理需求，兼顾基础测绘数据梳理与专项勘测数据整合，实用性极强。

（二）建筑信息模型（BIM）：工程设计协同之本

建筑信息模型聚焦水利工程全生命周期的三维可视化设计与多专业协同作业，核心是构建包含水工建筑物尺寸、材质、结构参数以及机电设备配置等全要素的数字化三维模型，并且实现设计信息从二维图纸向三维实体模型的完整转化，彻底解决传统二维设计中专业冲突、细节遗漏的行业难题。该模型可同步完成工程量精准核算、施工工序模拟、结构受力验算等延伸工作，水

工、地质、机电、施工等不同专业设计人员可基于同一模型开展并行设计，实时同步修改内容与设计思路，大幅压缩设计周期、降低设计返工率，还能后续施工交底、运维管理提供完整的数字化依据，真正打通设计与后续环节的信息壁垒。

（三）遥感与无人机勘测：地形采集感知之眼

在水利工程野外地形数据采集工作中，由遥感技术与无人机航测设备共同构建起高效的感知体系，这一体系可突破传统人工勘测存在的地形复杂、作业范围受限以及耗时耗力等局限，尤其适合山区、库区、沼泽等人员难以到达的复杂勘测区域。搭载着高清航摄相机与激光雷达设备的无人机，能够快速完成大范围地形航拍和三维点云数据采集任务，并同步生成高精度的数字高程模型与数字地表模型；而遥感技术则可以远距离获取工程区域内地表覆盖、水文变化、地质隐患等宏观信息。二者通过相互配合实现数据互补，不仅能保障地形数据采集的精度，提升野外勘测的作业效率，还能实时反馈现场勘测动态，让设计人员及时调整勘测方案与设计思路，在整个过程中减少野外作业风险。

（四）协同设计管理平台：数据流转交互之枢

水利工程数字化设计里，核心枢纽般的协同设计管理平台，负责着各类勘测数据、设计成果、技术文件的统一流转与高效交互。它能对 GIS 空间数据、BIM 三维模型、勘测原始资料、设计图纸等全品类工程资料进行整合，还搭建起跨部门、跨专业、跨地域的实时协作通道，将传统设计模式中数据传递滞后、版本混乱、沟通不畅的问题彻底解决。平台拥有文件权限管理、版本追溯、在线批注、成果归档等完整功能，设计人员在平台内可直接调取勘测数据来开展设计工作，完成的成果能实时同步至相关岗位，管理人员也可全程把控设计进度与成果质量，实现勘测设计全流程的数据闭环管理，使整个设计流程更顺畅、更规范，让团队整体协作效率与成果管控水平大幅提升。

二、水利工程勘测设计中数字化工具应用困境

（一）标准体系缺位：数据接口兼容之困

水利行业针对数字化勘测设计的专项技术标准尚未形成统一框架，不同软件开发厂商遵循的技术规范以及数据格式存在明显差异，各类 GIS、BIM 软件之间的数据接口无法实现无缝对接，勘测生成的原始地形数据、三维模型数据在跨软件调用时频繁出现丢包、失真问题。基层设计人员日常操作中，往往要花费大量时间手动转换数据格式，不仅拖慢工作进度，还容易引发数据误差，直接影响整体设计工作的推进效率^[1]。

（二）信息壁垒固化：业务环节流通之阻

水利工程勘测设计涉及勘测、规划、设计、审查以及管理等多个独立业务模块，多数单位依旧沿用传统分段作业模式，各环节之间的数据共享机制完全没有打通。勘测部门掌握的野外实测数据，无法直接同步至设计端用于 BIM 模型搭建，设计成果也难以快速传递至审查环节核验，各环节数据单独存储、封闭运行，硬生生形成了业务孤岛，导致跨环节协同作业流于形式，数字化工具的高效协同优势根本发挥不出来。

（三）技术能力断层：传统人员转型之难

水利勘测设计队伍中，资深从业人员长期深耕传统纸质图纸作业以及人工勘测模式，对 GIS 数据分析、BIM 建模、无人机数据处理这类数字化技术的接受速度偏慢，并且多数单位没有配套系统化的定向培训机制。基层设计人员日常忙于常规项目作业，没有充足时间自主钻研数字化工具操作技巧，专业技术能力出现明显断层，即便配备了先进软硬件设备，也只能用到基础功能，核心数字化应用场景完全无法落地。

（四）软件生态依赖：核心技术自主之忧

国内水利工程数字化勘测设计领域，高端设计软件以及核心算法模块依旧依赖国外进口产品，本土自主研发的适配软件功能不够完善，难以满足大型水利工程复杂设计需求。国外软件的底层架构以及数据接口不对外开放，后期升级维护完全受制于外部厂商，不仅使用成本居高不下，还存在核心工程数据泄露的潜在风险，长期依赖的现状也制约了国内水利数字化技术自主创新脚步，行业长远发展存在明显短板^[2]。

三、水利工程勘测设计中数字化工具应用实践措施

（一）统一数据标准：夯实互联互通技术底座

水利行业主管部门需牵头联合国内顶尖勘测设计单位、软件研发企业以及高校科研团队，组建专项标准编制工作组，结合水利工程勘测设计的全流程业务需求，制定覆盖数据采集、格式规范、接口对接以及成果交付的全链条统一技术标准，彻底解决不同软件、不同环节之间数据不兼容的核心问题。工作组要深入调研 GIS、BIM、无人机勘测等各类数字化工具的现有数据格式，梳理流域地形、水文地质、水工结构、机电设备核心数据的分类编码规则，明确各类数据的存储格式、精度要求以及交互接口参数，并且将标准细化到野外勘测数据录入、三维模型构建、图纸输出、成果归档等每一个具体操作环节，避免基层人员执行时出现模糊地带。针对已有的存量勘测设计数据，安排专业团队按照新出台的统一标准完成格式转换与清洗梳理，搭建标准化的行业基础数据库，确保新老数据能够无缝衔接。

（二）搭建共享平台：打破专业领域信息孤岛

水利勘测设计单位要立足自身业务架构与项目开展流程，搭建集数据存储、信息交互、协同作业、成果管理于一体的数字化共享平台，将前期勘测、规划论证、多专业设计、审查校核、成果归档等全业务环节纳入同一平台管控，彻底打通各专业、各环节之间的信息壁垒，告别传统分段作业、数据封闭运行的落后模式^[3]。平台搭建要充分对接前文制定的统一数据标准，兼容 GIS 空间数据、BIM 三维模型、无人机点云数据、水文勘测数据等各类数字化成果，实现各类数据的一键调取、实时同步与多方共享，勘测人员在野外采集的地形数据、地质资料，可直接上传至平台云端，无需通过线下文件传输的方式传递给设计人员，设计人员登录平台即可调取最新数据开展三维建模与方案设计。

（三）强化人才建设：培育复合应用技术梯队

水利勘测设计单位要打破传统人才培养模式，聚焦数字化工

具落地应用需求,构建分层分类、理论与实操相结合的系统化人才培养体系,着力打造一批既精通水利专业技术,又熟练掌握数字化操作技能的复合型人才梯队,破解传统人员技术转型难、能力断层的困境。针对单位内部资深从业人员,这类人员拥有丰富的传统勘测设计经验,只是对数字化工具操作较为陌生,单位要定制专项转型培训课程,避开复杂的理论讲解,侧重实操教学,安排技术骨干一对一指导,重点教授 GIS 数据处理、BIM 基础建模、无人机数据解译、协同平台操作等实用技能,结合实际项目案例开展手把手教学,让老员工快速适应数字化作业模式,把自身经验优势与数字化工具结合起来。针对青年技术人员,这类人员接受新事物速度快,要开展进阶式培训,不仅覆盖基础工具操作,还要延伸至三维模型深化设计、数据可视化分析、工程模拟仿真等核心技能,同时鼓励青年员工参与科研项目与技术攻关,提升数字化技术应用深度。

(四) 推动技术融合: 拓展数字工具应用边界

水利勘测设计单位要打破单一数字化工具独立应用的局限,推动 GIS、BIM、遥感无人机、大数据分析等各类数字技术的深度融合,拓展技术应用场景与覆盖范围,让数字化工具从单一环节辅助,延伸至勘测设计全周期、全方位应用,充分释放技术叠加优势。在前期野外勘测阶段,将无人机航测与遥感技术相结合,快速采集大范围地形数据与地表信息,同步导入 GIS 系统完成空间分析与数据处理,生成高精度的流域地形模型以及库区淹没分析报告,为工程选址提供精准依据,避免传统人工勘测的盲区与误差^[4]。在设计阶段,将 GIS 空间数据与 BIM 技术深度融合,把流域水文、地质、生态等空间信息直接嵌入 BIM 三维模型,构建包含地理环境与工程实体的一体化数字模型,不仅能完成常规的结构设计与工程量核算,还能模拟工程建成后的水文变化、生态影响以及施工建设过程,提前预判设计方案存在的隐患,优化设计细节。同时可引入大数据分析技术,整合历年水利工程勘测

设计数据、项目实施数据,通过数据分析提炼设计规律与优化方向,为新型水利工程设计提供参考。

(五) 优化管理机制: 适配敏捷设计流程再造

水利勘测设计单位要围绕数字化作业模式的特点,优化现有内部管理机制,摒弃传统粗放式、分段式的管理模式,重构适配数字化工具运行的敏捷设计流程,实现管理模式与技术应用的同频适配,保障数字化应用落地见效。首先调整项目管理架构,打破传统按专业划分的部门壁垒,成立跨专业的数字化项目工作组,实行项目负责人统筹负责制,整合勘测、设计、审核、管理等全岗位人员,围绕同一项目开展协同作业,明确各岗位在数字化流程中的职责分工,避免出现责任推诿、流程脱节的情况。其次优化设计审批流程,依托数字化共享平台简化线下审批环节,将传统的层层纸质报审,改为线上流程化审批,设计成果上传平台后,审核人员实时在线核验、出具意见,审批进度全程可查,大幅压缩审批耗时,打造敏捷高效的设计流程。同时建立数字化成果质量管控机制,针对数据采集精度、模型构建标准、图纸设计规范等制定专项质控细则,安排专人依托数字化工具开展全程质量校核,利用软件自动校验与人工复核相结合的方式,及时发现并整改数据错误、设计缺陷,保障数字化成果质量。

四、结束语

在水利工程勘测设计的各个环节,数字化工具已有深度渗透,成为行业生产力提升的关键要素。技术迭代与应用落地过程中存在诸多挑战,需以标准先行的方式打破数据壁垒,以平台思维促进业务协同,以人才战略支撑技术创新。只有把数字化工具与水利专业需求深度融合,才能让其降本增效、风险预控等方面的巨大潜力得到真正发挥,为构建系统完备、智能绿色的现代化水利基础设施体系注入强劲动能。

参考文献

[1] 高庆保. 水利工程勘察设计与施工中数字化工具的应用研究 [J]. 工程建设与设计, 2022, (18): 100-102.
[2] 刘双喜. 数字化工具在水利工程勘测设计和施工中的应用 [J]. 科学技术创新, 2017, (19): 66-67.
[3] 牛晓宁, 张雷. 水利工程勘探设计和施工中数字化工具的应用解析 [J]. 科技展望, 2015, 25(01): 68.
[4] 曹黎明. 数字化工具在水利工程勘测设计和施工中的应用 [J]. 农业科技与信息, 2010, (20): 45-46.