

亭子口灌区水利工程数字展厅功能探究

夏明鸿¹, 彭昱坤², 孙周辉², 沈纪勋²

(1. 贵州省水利水电勘测设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:亭子口灌区水利工程作为国家的一项重大水利项目,积极探索了水利数字化建设工作,其数字展厅作为对外宣传和展示的重要载体,将物理动态沙盘、BIM 与 GIS 结合的决策驾驶指挥舱、智能建造管理平台等融为一体用于该工程的建设,取得了非常好的效果。阐述了以亭子口灌区水利工程为例对整个数字展厅的打造及功能设计进行的探索与研究,旨在为类似工程数字展厅建设提供参考和借鉴。

关键词:亭子口灌区;水利工程;数字展厅;物理沙盘;BIM;GIS

中图分类号:[TV91];TV76;TV51

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)02-0065-04

Research on the Function of Digital Exhibition Hall in Tingzikou Water Conservancy Project

XIA Minghong¹, PENG Yukun², SUN Zhouhui², SHEN Jixun²

(1. GuiZhou Water & Power Survey-Design Institute Co., Ltd., Guiyang Guizhou 550002;

2. PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072)

Abstract: As a major national water conservancy project, Tingzikou Water Conservancy Project actively explores the digital construction of water conservancy. The digital exhibition hall serves as an important carrier for external publicity and display, integrates the physical dynamic sand table, the decision driving command module combined with BIM and GIS, and the intelligent construction management platform. Taking Tingzikou Water Conservancy Project as an example, this paper expounds the exploration and research on creation and functional design of the whole digital exhibition hall to provide reference for the construction of digital exhibition halls in similar projects.

Keywords: Tingzikou Irrigation Area; Water conservancy project; Digitization Exhibition Hall; Physical Sand Table; BIM; GIS

1 概述

亭子口灌区一期工程是国务院确定的“172”“150”重大水利工程项目之一。作为四川省腹地的一项 I 等大(1)型水利工程,也是四川省“六横六纵”引水补水生态水网的重要组成部分,共分两期实施。该工程建成后,可以充分发挥亭子口水利枢纽的综合效益,改善灌区内原有的城乡生活生产供水条件,提高灌区范围内的粮食产量和农业综合生产能力,并可向升钟水库灌区补水,对推动区域经济社会可持续发展具有重要的作用。

根据水利部提出的“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”的要求^[1],我国各水利工程积极探索并推进水利数字化建设。亭子口工程作为国家的重点水利项目,项目业主和总承包单位高

度重视数字化建设工作并确定了争创水利工程“大禹奖”的目标。在项目现场利用先进的数字化管理手段开展了工程管理工作,数字展厅作为项目内部管理和对外展示与宣传的重要载体将项目的概况、设计、进度、质量、安全、BIM 与 GIS 的应用相结合以及智能建造平台的打造等数据方面全方位、立体化地呈现,为工程建设与管理提供高效智能的数字化支撑^[2],旨在提升工程质量与效益及管理水平。

亭子口灌区一期工程划分为四个标段,其中中国电建成都勘测设计研究院有限公司承接的是其第Ⅲ标段的建设工作。笔者对该标段数字展厅功能的探索与研究介绍于后。

2 数字展厅布置方案

亭子口灌区一期工程第Ⅲ标项目具有工程线

路长、控制性工程多、高大渡槽密集以及交叉建筑物多的特点。根据以上特点,项目部有针对性地开展了数字展厅的方案设计。

(1)工程线路长。该工程线路全长 60 km,由总干渠、西干渠、充水渠共 5 条渠道和 1 座提水泵站组成,工程涉及蓬安和营山两个县城。展厅利用物理沙盘真实地还原了工程现场地形、行政区域位置、工程建设线路,配备了现场演播室,实现了随时连线施工现场、了解现场最新建设动态的目的。

(2)控制性工程多。整个灌区工程控制性工程在该标段分布较多,其中包括隧洞 2 座、渡槽 3 座。展厅利用数字大屏,从设计、进度、质量、安全、经营等多专业维度动态展现了控制性工程的建设情况,达到了辅助现场高效开展管理的目的。

(3)高大渡槽密集。该标段渡槽形式多样,结构复杂,槽墩数量多(超过 30 m 以上的高大渡槽有 6 座,其中最大架空高度为 90 m)。通过建立渡槽的 BIM 模型,结合现场的 GIS 信息构建了大型渡槽的三维模型,更为直观、形象地展示了渡槽的基础信息和动态建设情况。

(4)交叉建筑物多。该标段渠线与重要交通建筑物交叉多,与铁路、国道、省道、县道、高速公路、供水管道、光缆等均有不同程度地交叉,为便于工程管理人员熟悉交叉建筑物的位置,展厅利用物理沙盘直观展现出各建筑物与渠线的交叉情况,辅助开展现场管理工作。

针对上述特点,结合项目部营地的实际情况制定了数字展厅布置方案。在数字展厅中配备了可升降的物理沙盘、数字大屏、智能建造系统展示区与控制指挥室等。

3 物理沙盘具有的功能

(1)展现工程的整体情况。物理沙盘采用 1 : 8 000 的比例对Ⅲ标方圆 3 000 km² 范围内的地形地貌、道路交通、行政区域、建筑物及河流水库进行了模拟展示。针对该线性工程战线长、涉及区域广的特点,沿渠道轴线设计了可升降的动态装置,可展示该引水工程渠道的整体概览。利用不同颜色的灯牌对不同类型的重要建筑物进行了展现:绿色灯牌表示渡槽,白色灯牌表示隧洞,金色灯牌表示渣场,红色灯牌表示乡镇行政区划。使参观者能够在短时间内对工程的整体布局、建筑物分布情况有清晰、直观地认识,快速了解项目

的基本信息^[3]。物理沙盘见图 1。

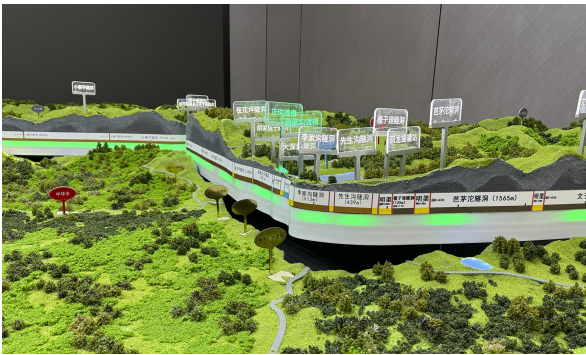


图 1 物理沙盘示意图

(2)展现隧洞施工进度信息。在升降沙盘隧洞的剖切面设计了进度展示灯带,灯带由 1 200 颗数控灯珠组成,每颗灯珠代表 50 m 隧洞施工进度,可对 60 km 长的渠道进行动态横道展示,其共分为上部和下部两条灯带:上部灯带展示隧洞施工的开挖进度,用绿色表示;下部灯带表示隧洞施工的二衬进度,用蓝色表示;绿色或蓝色灯带点亮表示已经开工工作面 and 已经开挖隧洞的实际进尺长度,当整个灯带颜色全部变成绿色或者蓝色则代表整条隧洞开挖或二衬完成。隧洞灯带的数据与该标段智能建造平台的进度数据相连通,灯带会根据每日进度数据的变化而自动点亮。

(3)展示重大安全风险源。利用激光射灯将重大的安全风险源投放到物理沙盘上形成该标段的重大风险源地图,并根据实际情况动态进行更新,使项目管理人员更加熟悉每个风险源的位置,在查看现场施工情况时能够更重视并防范此类风险源,进而高效开展安全管理工作。

4 数字大屏具有的功能

数字大屏作为亭子口灌区一期工程第Ⅲ标项目内部管理和对外宣传的重要手段,能够实现各专业维度工程进展情况的展示、三维渡槽模型的展示、远程操控无人机开展现场巡航作业等多方面的功能。数字大屏见图 2。

(1)展示各专业维度工程的进展情况。项目部根据工程管理要素制作了该标段的决策驾驶指挥仓,对项目建设情况的关键要素进行了动态管理和展示,其包括工程总体概况页面、设计管理页面、质量管理页面、进度管理页面、安全管理页面、渣场管理页面等多专业维度,所有数据均来源于亭子口灌区一期工程第Ⅲ标智能建造平台并实时

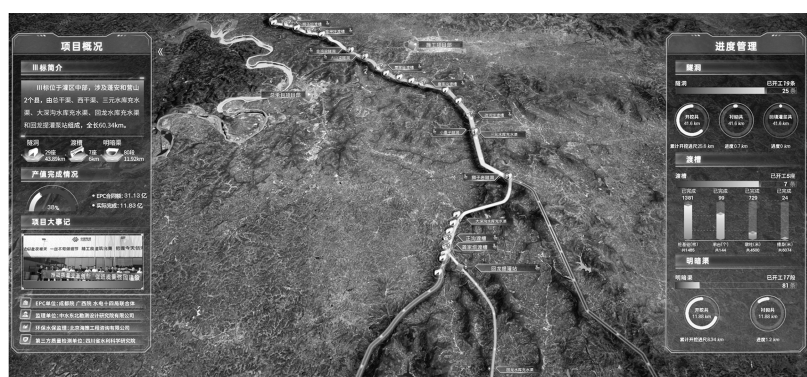


图 2 数字大屏示意图

进行更新,其目的是帮助工程管理人员快速了解工程各专业的建设进展情况,实现信息的提炼汇总。决策驾驶指挥舱采用 UE4 虚拟引擎软件将 BIM 模型和 GIS 实景模型进行整合^[4],对各个专业模块进行定制化的 UI 设计,能够让参观者身临其境、沉浸式地了解项目概况和工程建设信息。笔者对各专业板块的 UI 界面介绍于后:

①亭子口灌区一期工程页面:对整个一期工程的建設意义、渠系及建筑物的类型和数量、项目业主信息、监理信息以及各标段划分情况等方面进行展示。

②Ⅲ标驾驶舱:对标段项目概况、Ⅲ标渠系及建筑物的类型和数量、Ⅲ标整体产值完成情况、隧洞施工进度完成情况、渡槽施工进度完成情况、明暗渠施工进度完成情况以及项目大事记进行展示。

③设计管理页面:对标段供图信息、设代情况、设计变更情况以及质量管理点控制情况等方面进行动态展示。

④质量管理页面:对标段原材料检验情况、质量检查情况、质量问题解决情况、单元划分情况以及质量验评情况等进行展示。

⑤进度管理页面:对标段控制性工程、隧洞每日施工进度信息、隧洞总体开挖情况、渡槽各施工工序的进度情况以及明暗渠工程的施工进度信息等进行展示。

⑥安全管理页面:对标段安全教育培训情况、安全检查情况、特种设备监控情况、安全生产费使用情况、十大安全风险点清单等进行展示。

⑦经营管理页面:对Ⅲ标总产值完成情况、年度完成情况、隧洞产值完成情况、渡槽产值完成情况、对业主与分包商的结算情况、农民工管理情况

以及合同签订情况等展示。

⑧渣场管理页面:利用 720°全景照片对标段所有渣场实施全景展示,并对渣场使用情况动态跟踪,使管理者能够通过系统及时掌握渣场的实际情况,使管理更加透明。

⑨建筑物页面:对建筑物的基础特性、设备人员投入情况、现场影像资料、施工进度完成情况、质量完成情况以及重要安全风险点等进行展示。

(2)三维展示渡槽模型。针对该标段渡槽数量多、形式多样、结构复杂的特点,建立了三维 BIM 模型,结合高精度的 GIS 信息构建了数字孪生灌区渡槽数字化应用场景,实现了渡槽建设全过程的数字化映射、智能化模拟。三维模型按照项目的单元划分进行拆解,将管理要素与模型相挂接,实现了多专业维度渡槽建设信息的展示,使项目管理人员及参观者能够快速了解渡槽的基础数据,同时掌握现场进度、质量、安全风险点管控等动态数据,实现了在三维模型上的全过程管控。

(3)远程操控无人机开展现场巡航作业。通过数字大屏可以实现远程起飞无人机,快速对现场作业情况进行巡航。该标段共架设了 2 台自动巡航无人机,可覆盖 30 km² 的施工范围,实现 24 h 无人值守作业,项目管理人员可以通过数字大屏对现场无人机发出巡航指令,以直播流的方式传输现场建设情况;同时,现场管理人员亦可以根据传输回来的数据对现场工程建设进度、可能出现的安全隐患、质量问题等及时进行预判,有针对性地开展现场管理,极大地提高了工程管理效率和管理质量^[5]。

(4)利用中控系统实现多功能转换。数字大屏配备了中控系统,利用平板电脑能快速实现不同需求以及不同界面的快速切换,不再需要使用鼠标手

动点击打开。以亭子口灌区一期工程第Ⅲ标为例,设置了“欢迎页面按钮”,能够满足不同参观人员的欢迎展示;设置了“决策驾驶指挥舱按钮”,能够快速展现工程建设信息;设置了“无人机按钮”,能够实现快速打开无人机的操作页面;设置了“宣传片按钮”,能够为参观人员播放项目介绍的宣传片。

5 智能建造系统展示区具有的功能

通过两台触摸式商业显示器展示了亭子口灌区水利工程智能建造平台。该平台是项目部日常办公和信息收集的**中心,分为个人工作台、综合管理、项目管理、工程建造、决策驾驶舱及系统管理六大板块。手动触摸显示器可以为参观人员详细介绍系统具有的各项功能,采用沉浸式设计,使参观人员可以深度参与其中;同时,也能展示项目智能建造的相关内容,包括有毒有害气体检测、瓦斯检测、环境检测、暴雨监测、智能温控数据监测、视频监控等,使参观者在短暂的时间内对项目有一个清晰、准确且直观的认识。

6 控制指挥室具有的功能

控制指挥室具备连线施工现场的功能,可以与各重要施工作业面的现场调度室实现连线,可以方便地在总承包部召开每日调度会和线上碰头会,快捷高效地收集现场需要解决的问题,直接且高效地下达总承包部的管理指令,实现总承包部对现场的直线式管理。同时,其也是项目部教育培训、三维交底的重要区域,通过控制指挥室大屏可以开展岗位技能培训、微课及各种培训课件的录制、三维设计成果的动态演示以及项目大事记

(上接第 60 页)

追溯、去中心化等技术特性,将工程建设设计-监理-施工中的电子档案上链,构建区块链电子档案管理应用;对内提升电子档案数据的真实性、安全性、完整性、可用性保障,对外支持电子档案真实性校验服务,提升档案管理数据的资源共享能力,加快实现档案信息化战略转型,积极响应国家战略方向,推动区块链技术与工程建设行业产业结合。

参考文献:

[1] 胡克征. 电子档案真实性问题研究[D]. 武汉:武汉大学, 2002.
[2] 刘越男. 区块链技术在文件档案管理中的应用初探[J]. 浙江档案, 2018, 41(5): 7-11.

动态播放等综合功能。

7 结 语

水利数字化智慧化建设是水利工程高质量发展和工程建设高质量管理的重要抓手,对提升水利工程建设精细化管理水平和综合决策能力具有重要意义。亭子口灌区水利工程数字展厅不仅是总承包部对外宣传和展示的重要窗口,同时也是水利数字化建设探索与应用的尝试。可以展望:数字展厅将逐步成为重点大型水利工程建设项目的标配,对推动水利数字化发展提供应用场景,对构建智慧水网提供实践经验。

参考文献:

[1] 吴继伟,朱理杰,王晓嘉,等. 数字孪生在水利工程建设中的探索[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, 3(8): 164-166.
[2] 王立新. 基于沙盘原理设计的 BIM 技术在公路工程中的应用[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(15): 66-68.
[3] 任海康,王晓云. 数字孪生技术在某水利枢纽工程的应用[J]. 海河水利, 2023, 8(10): 122-124, 128.
[4] 吴绍明,冯远鹏,闫怡雯,等. 基于 BIM+GIS 的高速公路数字沙盘研究及应用[J]. 公路工程, 2023, 48(2): 73-80.
[5] 李鲁锋. 多旋翼无人机技术在工程施工管理中的应用[D]. 山东建筑大学, 2020.

作者简介:

夏明鸿(1997-),女,贵州独山人,工程师,硕士,从事水利水电工程规划工作;
彭昱坤(1997-),男,贵州兴义人,工程师,硕士,从事水利水电工程项目管理及数字化工作;
孙周辉(1980-),男,陕西宝鸡人,正高级工程师,工程硕士,从事水利水电工程项目管理及数字化工作;
沈纪勋(1994-),男,河南驻马店人,工程师,学士,从事水利水电工程项目管理工作。

(编辑:李燕辉)

[3] 冯惠玲,刘越男,等. 电子文件管理教程[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2017.
[4] 高锦涛,刘文洁,李战怀. 一种面向分布式读写分离系统的数据同步策略[J]. 西北工业大学学报, 2020, 38(1): 209-215.
[5] 张珊. 区块链技术在电子档案管理中的适用性和应用展望[J]. 档案管理, 2017, 30(3): 18-19.

作者简介:

陈鹤元(1991-),男,黑龙江绥化人,助理工程师,学士,从事工程数字化工作;
文伏灵(1987-),男,湖北襄阳人,副高级工程师,硕士,从事能源行业数字化研发及管理工作;
彭翹楚(1996-),男,四川成都人,助理馆员,硕士,从事档案管理工作;
王家禹(1992-),男,四川成都人,工程师,学士,从事能源行业数字化研发及管理工作。

(编辑:李燕辉)