

陕西省地方标准

《水电及抽水蓄能工程数字孪生建设技术规范》

编 制 说 明

《水电及抽水蓄能工程数字孪生建设技术规范》

编制组

2025 . 05

目 录

1 任务来源	1
2 编制原则	2
3 编制依据	3
4 各章节具体内容和编制情况	3
4.1 范围	3
4.2 规范性引用文件	3
4.3 术语和定义	3
4.4 建设原则	3
4.6 数字孪生数据	4
4.7 数字孪生平台	4
4.8 数字孪生服务	4
5 主要实证情况分析	4
6 编制组组长	8

1 任务来源

随着国家“十四五”、碳中和等目标，我国大力发展清洁能源，尤其是水电及抽水蓄能工程。“十四五”规划中，陕西有 13 个抽水蓄能电站列入国家抽水蓄能中长期发展规划，有 3 个抽水蓄能电站列入“十五五”规划。

随着大数据、云计算、物联网、人工智能等新技术的发展，水电及抽水蓄能工程数字化也开始了大步前进。测绘地勘、BIM 设计、大坝监测、水情测报、电厂巡检等方面开展了大量数字化工作，取得了一定的应用成效，支撑了工程设计、建设与运行的部分工作，促进了水电及抽水蓄能工程数字化发展。但总体来看，水电及抽水蓄能工程数字化发展缺乏行业技术指导，使其更高速、更高效、更规范地发展。

近年来，水电及抽水蓄能工程信息化数字化技术快速发展，数字孪生成为水电/抽蓄行业提质增效的重要抓手。同时，NB/T11013-2022《水电工程可行性研究报告编制规程》的颁布，对于水电及抽水蓄能工程的信息水平、服务经济社会建设具有重要技术指导作用。为确保陕西省水电及抽水蓄能工程更好的落实国家有关政策，助力水电及抽水蓄能工程高质量发展，亟需编制《陕西省水电及抽水蓄能工程数字孪生建设技术规范》。

2023 年 5 月 11 日陕西省市场监督管理局下发《陕西省市场监督管理局关于下达 2023 年度陕西省地方标准制修订项目计划的通

知》（陕市监函〔2023〕410 号）文件，由中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司（以下简称西北院）承担陕西省《水电及抽水蓄能工程数字孪生建设技术规范》（项目编号：SDBXM095-2023）（以下简称：规范）的制定工作。

2 编制原则

（1）本文件编制严格按照《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1-2020 的规定起草。

（2）认真贯彻执行国家有关法律、法规和方针、政策，结合已建、在建项目的应用经验，认真分析存在问题，做到要求明确、内容详实、深度合理。

（3）科学严谨，系统谋划。认真研究国内现行的相关标准、规范，做好与现行标准、规范的协调、衔接工作。主要参考《智能水电厂技术导则》GB/T 40222-2021、《智能水电厂一体化管控平台技术规范》GB/T 39264-2020、《智能水电厂公共信息模型技术要求》GB/T 40234-2021、《水电工程信息模型分类与编码规程》NB/T 11010-2022 等相关国家标准、行业标准，针对勘察设计单位、施工建造单位、运行维护单位，规范了水电及抽水蓄能工程数字孪生建设的原则、数字孪生架构、数字孪生数据、数字孪生平台、数字孪生服务。踏实做好调查研究工作，广泛征求各方意见，以严谨的科学态度编制本文件。

3 编制依据

- (1) GB/T 40222-2021 智能水电厂技术导则
- (2) GB/T 39264-2020 智能水电厂一体化管控平台技术规范
- (3) GB/T 40234-2021 智能水电厂公共信息模型技术要求
- (4) NB/T 11010-2022 水电工程信息模型分类与编码规程。

4 各章节具体内容和编制情况

4.1 范围

规定了陕西省水电及抽水蓄能数字孪生工程建设的参考架构、数字孪生数据、数字孪生平台、数字孪生服务及基本要求，并对水电及抽水蓄能工程数字孪生应用相关的保障体系建设提出了要求。

4.2 规范性引用文件

明确了本规范标准规范性引用的文件。

4.3 术语和定义

明确了“数字孪生数据”、“数字孪生平台”的定义及英文翻译。

4.4 建设原则

明确了水电及抽水蓄能工程数字孪生建设应符合的基本原则。

4.5 数字孪生架构

明确了数字孪生架构宜由实体工程、物联感知、通信网络、数字孪生数据、数字孪生平台、数字孪生服务和安全保障体系 6 层 7 部分组成。

4.6 数字孪生数据

明确了数字孪生数据应按照工程建设阶段，包括数据资源构建、勘察设计数据、施工建造数据、运行维护数据和数据资源管理。

4.7 数字孪生平台

明确了数字孪生平台应具备的支撑功能、保障及服务。

4.8 数字孪生服务

明确了数字孪生服务按照工程阶段的勘测设计服务、施工建造服务和运行维护服务的规定。勘测设计阶段应包括设计方案比选、模拟仿真验证和设计服务优化；施工建造阶段应包括重点建造服务、建造进度服务、建造质量服务和建造安全服务；运行维护阶段应包括调度管理、机电管理、安全作业、水工管理、检修维护、仿真培训、智能巡检、智慧管理等。

5 主要实证情况分析

本规范在各章节中根据数字孪生建设的实际要求，提出了证实方法，不再设立独立章节表述建设的证实方法。

编制组针对水电及抽水蓄能工程数字孪生建设进行了大量的文献综述、理论分析，并具有丰富的工程实际经验，取得一系列重要成果，可为《规范》编制提供有力支撑。在甘肃某水电站数字孪生建设设计项目中，西北院依据本规范草案实施项目设计，简述如下：

1. 项目概况

1.1 项目规模

该项目水电站是一座以发电为主，兼有防洪、灌溉、防凌、养殖、航运等综合效益的大型水利枢纽工程。电站现总装机容量达 1660 MW，在西北电网中主要承担发电、调峰、调频和调压任务，是西北电网的骨干电厂，在西北电力系统中处于十分重要的地位。

项目计划通过数字孪生建设，通过近期、中期、远期目标建设实施，以增设前端智能感知设备为基础，以电站全生命周期数据为底板，以数字孪生电站为载体、以 GIS 为背景，集成并融合水电厂业务系统的相关数据，最终实现电厂经营管理提质增效，打造具备“传感数字化、设备智能化、通信网络化、管控一体化、决策智能化”技术特征的智慧电站。

1.2 项目总体布局

以水电站全生命周期数据为基础，以数字孪生电站为载体、以 GIS 为背景，集成并融合水电厂业务系统的相关数据，为智慧电站业务应用、系统联动提供支撑的智慧管理平台。

平台为各类业务系统提供数据接口，集成并融合各个业务系统的相关数据，对电站信息进行可视化综合展示和交互，实现各类信息在虚拟现实场景中的查询与展示。同时数字孪生平台通过与实际的水电站系统连接，可以实时地获取水电站的各种监测、运维、各类重点运行分析数据和报警数据，从而三维可视化呈现水电站的运行状态和性能，建立运行监盘、巡检、检修、调度、安全管理、可视化的知识库，

对数据进行集成、挖掘、对比、分析、展示，为后续智能应用的部署和建设提供有力的支撑。

1.3 项目整体设计

通过数字孪生电站建设，打通各系统间数据，以三维模型为载体，数据编码和数据接口为纽带，通过多源异构数据融合技术，建立数据资产仓库，为后续智能化建设提供数据依据。

基于二三维联动的孪生电站虚拟仿真技术，突破宏观、中观和微观三维模型有机融合、突破多元多主体模型轻量化集成、多源异构数据融合、高保真虚拟仿真等关键技术，在满足水电站运行数据集中统一管理、物理电站和虚拟电站一一映射、检修维护沉浸式交互等功能的基础上，为运维人员提供全视场、多角度、全方位的水电站设施设备立体感知，实现设施设备精细化管理。

2. 主要设计方案

2.1 数字孪生水电站设计

构建三维数字孪生水电站，对电站全要素和电站管理活动全过程进行数字化映射和智慧化模拟，进行地理空间数据建设和 BIM 三维模型建设。采集水电站管理范围内地理空间数据，构建多时态、全要素的地理空间数字化映射，BIM 三维模型主要分为宏观、中观和微观模型三类，共同搭建数字电站孪生底座。以三维仿真模型为载体，集成电站工程运行、安防管理、运维检修等相关实时运行数据、历史数

据、相关图纸资料 and 文件、作业流程等数据，实现同步仿真运行，支持实现虚实交互和迭代优化，为电站的精细化管理提供技术支撑。

通过“模型驱动+数据驱动”的数字孪生底座构建技术，应用多源异构数据融合，构建统一数据标准、统一数据库，以三维模型为载体，数据编码和数据接口为纽带，利用孪生引擎对采集到的数据通过智慧大脑进行分析处理、数据挖掘、趋势分析，从而指导水电站生产运维。

2.2 一体化孪生平台设计

2.2.1 综合展示

真实展现数字化电站全景概貌、库区/厂房等建筑设施、主要设备及设备工作方式、运行环境、自然环境等。采用高效、便捷、稳定、高仿真度的实时渲染引擎技术，对相关区域的二维、三维空间地理信息数据及三维模型数据进行可视化展示，并提供标注、漫游、视角锁定等基本功能。

2.2.2 风险预警

在数字孪生水电站运行各应用系统的建设过程中，根据各系统的业务管理侧重点，构建各自的风险预警体系，从繁杂的海量信息中，按照关注重点，把数据仓库、联机分析处理、数据挖掘、模型库、数据库、知识库整合起来，结合风险指标体系，依据预警模型，对风险指标进行综合评判，依据评判结果设置预警参数区间，并采取相应处

理对策，以可视化的一体化平台为各级管理人员提供风险实时预警、风险三维展示，保证预警及时有效。

2.2.3 辅助决策

通过信息集成，为各级管理人员进行信息提取并通过三维空间表达，结合统计图表分析，便于管理人员高效决策；以三维可视化模型为基础展示运行、检修、调度、安全信息及其对比、趋势，为各类问题的决策提供高效沟通平台和全面的信息支撑，并根据风险预警情况，结合案例库、专家库、知识库，提出建议的解决方案。

2.2.4 应急指挥

当出现生产事故、大坝事故等突发事件时，可通过一体化平台展示和管理安全信息，系统能够迅速调用事件发生前后的资料及影像，提供应急指挥决策支持，并通过视频、语音通讯手段实现对现场的统一指挥和调度，将突发事件的危害降低到最小。

6 编制组组长

(1) 主导单位：陕西省水利厅
主编单位：中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司
参与单位：

(2) 编制人员

姓名	职务/职称
黄勇	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/正高
杨党锋	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/高工
宋璇	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师

姓名	职务/职称
朱海晨	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
刘晓东	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/高工
刘立峰	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/正高
李梦	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/正高
李尔康	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/高工
刘源	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
孙阳	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/高工
寇一丹	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
辛存	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
宋子奇	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
李海兵	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师
宋安	中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司/工程师

《水电及抽水蓄能工程数字孪生建设技术规范》标准编制组

2025 年 5 月