

# 《堆石混凝土坝施工质量数智化监控技术规范》（征求意见稿）

## 编制说明

### 一、工作概况

#### 1.1 任务来源

本标准由陕西省水利厅提出并归口，2025年6月，省市场监督管理局以《关于下达2025年第一批陕西省地方标准项目计划的函》（陕市监标函〔2025〕32号）批准该标准立项（编号：SDBXM 010-2025）。本标准是针对陕西省堆石混凝土坝工程施工质量管控需求，聚焦数智化技术在大坝施工质量监控中的应用，由陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司牵头，联合清华大学、西北农林科技大学、陕西省水利电力勘测设计研究院、重庆交通大学、中国水利水电第八工程局有限公司、四川西沐建信科技有限公司、北京华石纳固科技有限公司、陕西水利水电工程集团有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司共同编制。

#### 1.2 制定标准的必要性和意义

##### （一）必要性

###### 1. 填补地方标准空白，规范行业施工管控

堆石混凝土坝凭借造价低、施工高效、适配性强等优势，已成为陕西省水利枢纽工程的主流坝型之一，陕西省已建在建堆石混凝土坝有东庄水库二道坝，龙王河水库大坝，镇安抽蓄拦砂坝，佛坪抽蓄下库主坝及拦砂坝等10余座，另有多个堆石混凝土坝已通过审查，即将开始建设，但目前国内尚无专门针对堆石混凝土坝施工质量数智化监控的国家标准、行业标准，省内相关施工质量监控多沿用传统混凝土坝标准，无法适配堆石混凝土坝独特施工工艺与质量管控要求，亟需制定专项地方标准，统一施工质量数智化监控技术要求。

###### 2. 适配智慧水利建设，提升施工质量管控水平

陕西省全面推进智慧水利、数字孪生水网建设，当前省内堆石混凝土坝施工质量监控存在设备选型不统一、数据标准不规范、智能预警不精准、管控流程不闭环等问题，数智化技术应用碎片化。制定本标准，可规范物联网、人工智能、BIM、智能传感等数智化技术在施工质量管控中的应用，实现施工质量全过程、全要素智能监控，有效规避施工质量隐患。

###### 3. 贴合地域工程特点，保障工程建设安全

陕西境内堆石混凝土坝工程多地处山区、寒旱区，施工环境复杂，施工质量管控难度大。本标准立足陕西省地域地质、气候及工程施工特点，针对性制定施工质量数智化监控技术条款，解决特殊环境下施工质量监控难题，保障坝体施工质量与结构安全，助力陕西省水利工程高质量建设。

##### （二）意义

本标准的制定，统一了陕西省堆石混凝土坝施工质量数智化监控的技术要求、管控流程与验收标准，为工程设计、施工、监理、验收及运行管理提供规范化技术依据；有利于推动

数智化技术与水利工程施工质量管控深度融合，提升施工质量管控精细化、智能化水平；有效降低施工质量风险，保障水利枢纽工程建设质量与运行安全，同时为西北同类地区堆石混凝土坝施工质量数智化管控提供技术参考，具有显著的社会效益、技术效益与工程效益。

### 1.3 主要工作过程

(1) 2025 年 6 月~2025 年 12 月，组建标准编制工作组，全面梳理国家、行业现行水利工程施工质量监控、大坝智能建设相关标准、规范及技术指南；深入陕西省东庄水利枢纽等省内典型堆石混凝土坝工程开展实地调研，收集施工质量管控痛点、数智化监控技术应用现状及需求，完成标准框架设计及草案撰写。

(2) 2026 年 1 月~2026 年 3 月，在前期工作基础上，细化标准条文，通过多轮讨论不断对标准草案进行修正完善，最后经起草组集体讨论后定稿，形成《地方标准》(征求意见稿)和《地方标准》(征求意见稿)编制说明。

(3) 2026 年 4 月~2026 年 5 月，组织行业专家进行初审，根据专家意见进一步优化标准结构，细化施工质量数智化监控技术要求、设备参数、数据管控、预警闭环等核心内容，重点强化数智化技术在施工质量全过程管控的针对性与可操作性，最终形成《堆石混凝土坝施工质量数智化监控技术规范》(征求意见稿)及本编制说明。

(4) 2026 年 5 月~2026 年 6 月，发起征求意见，征求意见单位不少于 10 家，同时向省市场监督管理局申请社会公开征求意见，期限不少于 30 日。

(5) 2026 年 7 月~2026 年 9 月，根据征求意见修改标准，形成《地方标准》(送审稿)和《地方标准》(送审稿)编制说明，向省市场监督管理局提出标准审查书面申请，报送下列资料：《地方标准》(送审稿)报送公文、《地方标准》(送审稿)、《地方标准》(送审稿)编制说明、地方标准查新报告、地方标准征求意见汇总处理表、相关试验、验证报告等资料。省市场监督管理局召开技术审查会。

(6) 2026 年 10 月~2026 年 11 月，根据技术审查会建议修改标准，形成《地方标准》(报批稿)、《地方标准》(报批稿)编制说明，并向省市场监督管理局提出标准审查书面申请并报送下列资料：报送《地方标准》(报批稿)公文、《地方标准》(报批稿)(同时提交电子版)、《地方标准》(报批稿)编制说明(同时提交电子版)、“会议审查纪要”及“地方标准审查会专家签名表”、其他必要的试验、验证资料。

(7) 2026 年 11 月~2026 年 12 月，编号、批准、发布、备案。

### 1.4 起草组成员及任务分工

本标准的主要起草人：姚胜利、周鹏、金峰、陈梦、蔺晓明、罗滔、南康宁、周虎、王健、李萌、姬广祥、张浩、赵利平、段传广、杨家琦、张喜喜、周琦君、孙茂飞、王波雷。

本标准起草单位为：陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司、清华大学、西北农林科技大学、陕西省水利电力勘测设计研究院、重庆交通大学、中国水利水电第八工程局有限公司、四川西沐建信科技有限公司、北京华石纳固科技有限公司、陕西水利水电工程集团有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司。

陕西省东庄水利枢纽工程建设有限责任公司负责统筹框架设计与过程协调、部分规程编写以及总体标准复核，清华大学承担主体规程编制以及后续修改，陕西省水利电力勘测设计研究院、中国水利水电第八工程局有限公司、四川西沐建信科技有限公司、北京华石纳固科技有限公司及陕西水利水电工程集团有限公司负责提供堆石混凝土坝工程施工实践数据、数智化监控技术应用案例，参与标准技术研讨、条款论证及内容修订，保障标准贴合工程实际；西北农林科技大学、重庆交通大学开展多轮技术复核与创新支持，形成“理论构建-实践验证-交叉校验”的协同攻关机制。

## 二、标准编制原则和标准主要内容

### 2.1 标准编制原则

（1）合规性原则：严格遵循《中华人民共和国标准化法》《地方标准管理办法》及陕西省地方标准编制相关规定，符合国家、行业水利工程施工、质量监控现行法律法规及标准规范，技术要求不低于上级标准相关规定。

（2）针对性原则：紧密围绕堆石混凝土坝施工质量核心管控环节，聚焦数智化监控技术应用，贴合陕西省工程施工实际与地域环境特点，突出标准的专项性与实用性。

（3）科学性原则：核心技术条款、参数指标基于工程实践数据、试验验证成果及行业先进技术，经多方专家论证，确保技术科学、参数精准、切实可行。

（4）可操作性原则：标准内容表述清晰、条款具体、量化明确，简化实操流程，便于工程建设各方理解、执行与落地，兼顾技术先进性与现场施工适配性。

（5）协调性原则：与现有水利工程大坝施工、安全监测、智慧水利建设等标准体系有效衔接，避免内容冲突，形成完善的地方标准配套体系。

### 2.2 标准主要内容

#### （一）主要内容框架

本标准征求意见稿共分为 10 章，包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、施工质量数智化监控系统架构、施工全过程质量数智化监控技术要求、施工质量监控设备技术要求、数据采集传输与处理要求、施工质量智能预警与闭环管控、系统运行维护与验收，全程聚焦施工质量数智化监控核心，剔除无关内容，突出专项管控要求。

#### （二）主要内容确定说明

1. 范围与术语：明确标准适用于陕西省境内大、中型堆石混凝土坝施工质量数智化监控，界定堆石混凝土、施工质量数智化监控、质量闭环管控等核心术语，统一标准适用边界与专业定义。

2. 基本规定：确立施工质量数智化监控“全程覆盖、智能感知、精准管控、闭环处置、数据可溯”核心原则，明确监控系统宜与主体工程“四同步”要求，界定施工质量关键监控范围。

3. 监控系统架构：规范“感知采集层 - 网络传输层 - 数据处理层 - 智能应用层”四层数智化监控架构，明确各层级功能定位，全部围绕施工质量管控搭建。

4. 施工全过程质量数智化监控：为本标准核心章节，细化堆石原材料与入仓、自密实混凝土制备运输、混凝土浇筑与填充、层面处理、温控防裂、密实性与强度、可视化监控等7大核心工序的数智化监控技术要求，明确智能监测技术、监控指标、管控流程，针对性解决堆石混凝土坝施工质量管控难点。

5. 监控设备要求：制定适配陕西寒旱区、山区施工环境的监控设备通用及专项技术参数，明确设备安装、校准规范，保障设备运行稳定性与监测精准度。

6. 数据管控要求：规范施工质量数据采集、传输、处理标准，明确采集频率、传输模式、数据预处理要求，保障质量数据真实、完整、可追溯。

7. 智能预警与闭环管控：建立三级施工质量预警体系，明确预警阈值设定依据、预警处置时限与闭环管控流程，实现施工质量问题“早发现、早预警、早整改”。

8. 运维与验收：制定监控系统运行维护、验收标准，明确系统运行、设备巡检、验收合格要求，保障数智化监控系统长效稳定运行。

### 三、实证研究

#### 3.1 主要试验（或验证）的分析、综述报告

项目依托东庄水利枢纽二道坝工程、龙王河水库、佛坪抽蓄等工程，综合资料调研、理论分析、实地调查、现场实施、示范应用等方法对堆石混凝土坝施工质量数智化监控技术进行了深入研究，提出堆石混凝土坝施工质量数智化监控技术方案，并结合东庄二道坝施工全过程进行了施工质量数智化监控实践，为大坝高质量快速建设提供了强有力的技术保证。

#### 3.2 主要技术指标确定

1. 堆石粒径、混凝土密实性、层间堆石外露率及坝体温度等施工质量指标，依据 NB/T 10077《堆石混凝土坝设计规范》、DL/T 5806《水电水利工程堆石混凝土施工规范》及省内工程施工实践数据确定；

2. 智能监控设备精度、数据传输延迟、采集频率等参数，结合行业先进智能监测设备性能及水利工程施工现场监测需求确定；

3. 施工质量预警分级、处置时限，依据水利工程施工质量风险管控要求及工程现场管理流程确定；

4. 数智化监控技术选型，优先采用成熟、适配水利工程施工场景的物联网、AI 识别、BIM、光纤传感等技术，兼顾技术先进性与工程经济性。

#### 3.3 预期经济效果

一、显著降本增效，大幅提升工程直接经济效益。东庄水利枢纽二道坝智能信息化系统通过对堆石粒径、混凝土密实性、层间堆石外露率及坝体温度等关键指标的实时评估预警，有效规避了不合格料回运、温差裂缝返工及原材料重复消耗等非计划成本。同时，依托全过程状态感知与进度可视化，推动施工调度由“经验驱动”向“数据驱动”转变。以东庄水利枢纽二道坝为例，系统辅助进行了二道坝施工全过程的质量与进度监控，大坝施工质量得到

了有效保障，施工进度较原方案缩短工期 2 个月，有力保障了大坝建设进度和按期发电，创造了上亿元的经济效益。

二、助力绿色建造，筑牢大坝全生命周期安全防线。堆石混凝土坝本身通过多用大块石、减少水泥用量，大幅降低了建造能耗与碳排放，具有显著的环境友好性。东庄水利枢纽二道坝智能信息化系统则通过实时监控与质量闭环控制，在大型工程、高强度连续施工条件下为大坝结构本体安全提供了坚实保障。此外，系统运行沉淀的海量监测数据，完整构建了大坝施工期的完整数字档案体系，为大坝后期运维期的健康诊断、缺陷分析与病害定位提供了科学、可追溯的基础数据支撑，提升了管理效能。

三、驱动行业数字化转型，赋能产业协同发展。东庄水利枢纽二道坝智能信息化系统深度融合了 BIM 模型、物联网传感、AI 图像识别、大数据分析 with 数字孪生等前沿技术，成功打造了“智慧水利”战略下的典型落地场景。系统不仅具备极强的复用性与跨项目部署能力，为行业智能建造提供了可复制、可推广的应用路径。从宏观产业视角看，该系统的广泛推广将有力带动硬件传感、算法服务、平台开发等上下游产业链的协同升级，培育形成工程建造与数字技术深度融合的新质生产力。

**四、知识产权说明**

标准不涉及其他知识产权。

**五、采标情况**

**5.1 采用国际标准和国外先进标准的程度**

无采标情况。

**5.2 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系**

本规范与有关的现行法律、法规和强制性国家标准保持一致。本规范的制定符合《中华人民共和国标准化法》和《国家标准管理办法》，与现行的法律、法规无冲突。

**六、重大意见分析的处理**

本规范的编写过程中无重大分歧意见产生。

**七、其他应说明的事项**

无