

特高拱坝仿真大坝建设关键技术研究与实践

- 【获奖等级】** 应用成果奖一等奖
- 【任务来源】** 国家科技计划项目、行业部委项目、其他项目
- 【起止时间】** 2008 年 1 月~2020 年 12 月
- 【完成单位】** 中国水利水电科学研究院
- 【主要完成人】** 张国新、刘 毅、刘有志、周秋景、卢正超、王振红、朱振泱、程 恒、雷峥琦、李金桃、辛建达、邱永荣、顾艳玲、江晨芳、徐秀鸣

一、研究背景

近年来我国陆续建成了拉西瓦、小湾、锦屏一级，溪洛渡等多座 300 米级特高拱坝，这些工程的实践表明，现有规范无法完全涵盖 300 米级特高拱坝的安全风险。如何更真实、精细模拟这些特高拱坝的工作性态，实时精准评估大坝建设~运行全过程安全状态，保障工程安全状态的实时可知、动态可控一直是行业关注的重点和难点，也是大坝工程实现高质量建设和智慧管控的重大需要，是中国坝工智能建造技术的核心内容之一。

本项目以乌东德、白鹤滩拱坝智能建造项目为依托，结合两座特高拱坝“实体大坝”的建设，基于工作性态仿真理论与数字孪生理念，在“数字大坝”的基础上建成了孪生“仿真大坝”，有效保障了乌东德、白鹤滩两座 300 米级特高拱坝的优质、安全、

高效建设和按期蓄水发电。本项目成果进一步支撑了中国坝工智能建造核心技术进步，也为高坝长期运行安全实现智慧管控奠定了坚实基础。

二、主要内容

- 1、仿真大坝的定义、内涵与架构体系。
- 2、仿真大坝自动化监控与边界精准分析关键技术。
- 3、特高拱坝施工蓄水全过程方案优化与调控策略。
- 4、特高拱坝真实工作性态衍化机理分析与风险评估。
- 5、仿真大坝智慧协同管控平台建设。
- 6、工程应用。

三、创新点

1、基于全生命期性态仿真理论与方法及数字孪生思想，首次明确了仿真大坝的定义，揭示了仿真大坝的内涵，搭建了仿真大坝架构体系，为孪生仿真大坝建设奠定了理论基础。

2、首次系统攻克了建设“仿真大坝”所涉及的真实数据获取、真实参数确定、真实边界分析、精细模型构建和高性能仿真算法等方面的关键技术难题，完善了传统安全监控体系、保障了仿真计算参数和边界的真实性，构建了精细仿真模型、实现了1000万以上自由度高性能、全过程性态实时仿真，为仿真大坝的实现提供技术支撑。

3、首次系统梳理了高拱坝建设~蓄水全过程中面临的近50类安全风险评估与预警难题，分析了不同风险的演变机理，提出了针对性控制策略和预案，形成工程专家决策支持库，为仿真大

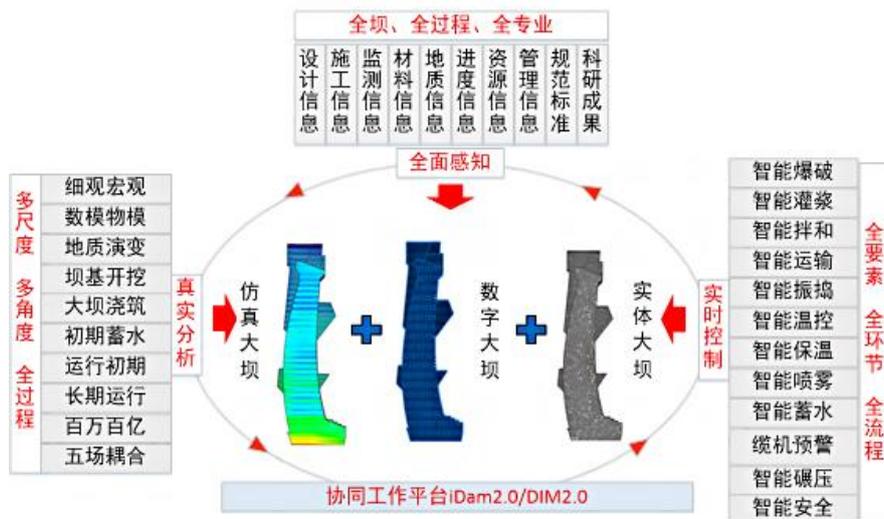


图 2 三座大坝建设



图 3 仿真大坝界面

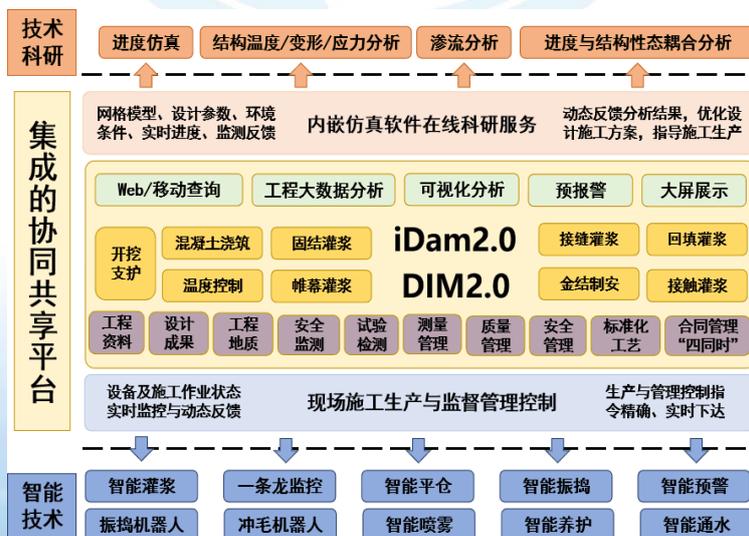


图 4 智能建造协同管控平台

四、推广应用

本项目提出的特高拱坝仿真大坝建设的理论、方法、技术、控制策略与标准在乌东德、白鹤滩两座 300m 级特高拱坝中得到全面应用，相关理论、技术与评估方法在拉西瓦、溪洛渡和锦屏一级也得到应用，获得科研合同额近 2 亿，有力支撑了这些工程的高质量建设和安全蓄水管控，产生了巨大的经济效益，预期经济效益在 50 亿以上。

依托本项目发布的相关规范、标准和方法也将更好的指导和保障未来待建工程尤其是西部高寒地区工程的优质、安全、高效建设，发挥更大的经济效益和社会效益，对于未来一带一路沿线国家大坝建设和世界坝工智能建造技术发展具有重大参考价值。