**陕西省水利厅拟提名2025年度陕西省科学技术奖**

《碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术》项目公示信息

1. 项目名称：

碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术

1. 提名者及提名意见（包含提名等级）：

提名单位：陕西省水利厅

提名意见：

三河口水利枢纽是国务院确定的172项节水供水重大水利工程中“引汉济渭工程”的重要水源地之一，其枢纽大坝采用碾压混凝土双曲拱坝型式，最大坝高141.5m，是目前世界上已建成的第二高碾压混凝土拱坝。本项目以长江黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略需求为导向，针对三河口碾压混凝土高拱坝施工过程中面临的枢纽布置影响因素多、温控防裂难度大、智能化施工水平低等系列突出难题，通过基础方法研究和关键技术开发，构建了复杂条件碾压混凝土高拱坝多参数协同与智能化设计方法体系，开发了大体积混凝土结构温控实时仿真与智能防裂控制成套技术，研发了碾压混凝土高拱坝智慧化筑坝与施工全过程质量控制集成技术，破解了碾压混凝土高拱坝设计的地质适应性难题，攻克了拱坝温度场的精细化智能控制技术瓶颈，显著提高了碾压混凝土筑坝智能化建造水平。三河口水利枢纽工程，经过近四年的运行与检验，工程结构稳定，运行安全可靠，对支撑长江黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略具有重要意义。

该成果选题准确，技术上有创新，实用性强，对行业的技术进步和产业结构优化升级有较大作用，具有广阔的应用前景和推广价值。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

1. 项目简介：

三河口水利枢纽是引汉济渭调水工程的调蓄中枢，其枢纽大坝为碾压混凝土双曲拱坝形式，最大坝高141.5m（国内同类型第二高坝），碾压混凝土方量101.5万m3，水库总库容为7.1亿m3，汛期水库泄放最大流量7580m3/s，设计总工期为54个月。混凝土大坝施工是三河口枢纽工程建设中关键环节之一，高碾压混凝土拱坝工程项目规模庞大，资源投入数量大，自然条件和技术条件复杂，建设周期长，不确定性因素多，致使施工组织管理艰难，具有较大的风险性，其坝高、泄流量、温控防裂等工程特点，在世界范围内的碾压混凝土大坝中具有一定的典型性与代表性。因此，系统研发碾压混凝土高拱坝智能建造成套理论方法与技术体系，对支撑长江黄河流域生态保护和高质量发展国家战略实施具有重要意义。

本项目依托引汉济渭工程三河口水利枢纽，围绕复杂条件下碾压混凝土高拱坝建设中存在的关键技术难题，结合理论分析、材料试验、协同设计、施工仿真和人工智能等综合研究，构建了复杂条件碾压混凝土高拱坝多参数协同与智能化设计方法体系，研发了大体积混凝土结构温控实时仿真与智能防裂控制成套技术，形成了碾压混凝土高拱坝智慧化筑坝与施工全过程质量控制集成技术，并将研究成果进行了推广应用。主要创新成果如下：

**（1）构建了复杂条件碾压混凝土高拱坝多参数协同与智能化设计方法体系**

**（2）开发了碾压混凝土高拱坝结构温控实时仿真与智能防裂控制成套技术**

**（3）研发了碾压混凝土高拱坝智慧化筑坝与施工全过程质量控制集成技术**

**本项目开展了前瞻性关键技术方法研究和工程实践，突破了传统的水利枢纽布置与设计优化理念，开创了适宜复杂条件下碾压混凝土高拱坝智能建造成套理论方法与技术体系。**本项目授权发明专7项，实用新型专利16项，发表论文130余篇，专著4部，软件著作11项，专题研究报告6项，开展科技评价鉴定1次，获菲迪克工程项目奖、陕西高等学校科学技术二等奖1项、国家级“创新杯”建筑信息模型应用大赛水利电力类BIM应用二等奖1项。经西南信息查新中心查新，“综合涉及本项目技术特点的“碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术”，在所检文献以及时限范围内，国内外未见文献报道。本项目具有新颖性”。该研究成果直接应用于陕西省丹凤青峰水库、渭南东涧峪和汉阴洞河等大型水电站建设。三河口水利枢纽工程，经过近四年的运行与检验，大坝工程结构整体稳定，运行安全可靠。研究成果极大地促进了水利水电行业技术进步。

1. 客观评价:

**（1）科学技术成果评价报告**

本项目依托三河口水利枢纽碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术课题，结合理论、设计、施工等综合研究，提出了复杂地质条件下碾压混凝土高拱坝全参数控制与数字化协同设计方法，研发了大体积混凝土结构温控实时仿真与智能防裂控制关键技术，构建了碾压混凝土高拱坝智慧化筑坝与施工全过程质量控制集成技术。研究成果直接应用于陕西省丹凤青峰水库、渭南东涧峪和汉阴洞河等多个大型水利工程，为碾压混凝土高拱坝的设计、施工和运行管理提供了重要依据，整体上达到了该研究领域的国际先进水平。

**（2）同行专家评价**

项目所取得的多项研究成果获得了同行专家的一致认同和赞赏，专家组鉴定意见为：本研究成果具有原创和突破意义，研究成果总体达到国际先进水平。

1. 应用情况:

项目研究成果成功推广至多个大型水利水电工程，如陕西省丹凤青峰水库、渭南东涧峪和汉阴洞河等多个大型水利枢纽，累计产生经济效益合计2.84亿，对支撑我国水电发展重大国家战略具有重要意义，显著提升了我国高拱坝建设的智能化水平和技术竞争力，为我国大型水利枢纽工程的建设做出了突出的贡献。

1. 主要知识产权和标准规范等目录：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权类别** | **知识产权**  **具体名称** | **国家**  **（地区）** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** |
| 1 | 发明专利 | 基于BIM技术的仿真模拟模型数据解析方法 | 中国 | ZL202011037283.9 | 2023年06月9日 | 6039646 | 成都希盟泰克科技发展有限公司 | 赵立、万付平、赵宇、朱春富、张春林 |
| 2 | 发明专利 | 用于施工计划编制的工期压缩方法 | 中国 | ZL201810724153.9 | 2021年06月8日 | 4474821 | 成都希盟泰克科技发展有限公司 | 赵立、沈轩帆、廖勇、刘飞虎 |
| 3 | 发明专利 | 基于BIM技术的工程施工组织方案综合辅助决策方法 | 中国 | ZL201810724162.8 | 2020年07月24日 | 3903453 | 成都希盟泰克科技发展有限公司 | 刘飞虎、赵立、廖勇 |
| 4 | 实用新型专利 | 一种适应双向水流和大变幅水头的进水口结构 | 中国 | ZL202021932046.4 | 2021年05月14日 | 13172950 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 赵玮、毛拥政、谭迪平、党力、程汉鼎、解豪、张刚 |
| 5 | 实用新型专利 | 一种碾压混凝土大坝坝顶排水结构 | 中国 | ZL202320957572.3 | 2023年08月1日 | 19428025 | 陕西省水利电力勘测设计研究院 | 程汉鼎、赵玮、毛拥政、谭迪平、党力、杨蕾 |
| 6 | 实用新型专利 | 一种棒磨机及碾压砂制备系统 | 中国 | ZL201922361536.7 | 2020年9月22日 | 11537648 | 陕西省引汉济渭工程建设有限公司 | 李元来;张鹏利;杨诚;谷振东;马光明;陈东 |
| 7 | 专著 | 引汉济渭工程技术丛书-三河口水利枢纽 | 中国 | ISBN 978-7-5226-0655-2 | 2023年12月1日 | 中国水利水电出版社 | 陕西省引汉济渭工程建设有限公司、陕西省水利电力勘测设计研究院 | 董鹏、魏克武、刘红玉 |
| 8 | 专著 | 大体积混凝土结构温度应力仿真计算 | 中国 | ISBN978-7-5084-7766-4 | 2010年08月1日 | 中国水利水电出版社 | 西安理工大学 | 李守义、张金凯、张晓飞 |
| 9 | 论文 | Effect of superficial insulation  on roller-compacted concrete dams in cold regions | 中国 | SCI:000295353000005 | 2011年11月1日 | Advances in  Engineering  Software | 西安理工大学 | 张晓飞、李守义、李炎隆、葛瑶、李慧 |
| 10 | 论文 | 填充节理直剪试验颗粒流模拟 | 中国 | 2020,51(03):160-171 | 2020年03月20日 | 水利水电技术 | 西安理工大学、陕西省引汉济渭工程建设有限公司、陕西省水利电力勘测设计研究院 | 刘福生、薛一峰、杨杰 |

1. 主要完成人：

1、张晓飞；2、田养军；3、魏克武；4、赵立；5、李晓峰；6、刘福生；7、程汉鼎；8、李元来；9、张春林；10、李守义

1. 主要完成单位：

1、陕西省引汉济渭工程建设有限公司；2、西安理工大学；3、陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司；4、成都希盟泰克科技发展有限公司

1. 完成人合作关系说明：

本项目完成人共计 10人，按顺序分别为: 张晓飞、田养军、魏克武、赵立、李晓峰、刘福生、程汉鼎、李元来、张春林、李守义。所有完成人分工明确，共同推动工程顺利建设和取得科技创新成果。

完成人田养军、李晓峰、刘福生、李元来为陕西省引汉济渭工程建设有限公司职工，主要负责对三河口水利枢纽全生命周期建设进行指导和监督，参与工程全部重大科技创新的策划、执行，协调内外部资源对科技创新成果的应用予以支持，共同参与了科技成果《碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术》的总结和鉴定。

完成人张晓飞、李守义为西安理工大学职工，主要负责大体积混凝土温控防裂理论与仿真技术研究，对本工程第二项科技创新成果做出贡献，共同发表多篇高水平论文，为本项目提供核心理论支撑。

完成人程汉鼎、魏克武为陕西省水利电力勘测设计研究院（集团）有限公司职工，主要负责坝体结构设计与工程优化，共同获得多项实用新型专利，参与标准制定与技术创新，并与其他完成人共同开展成果总结和奖项申报。

完成人赵立、张春林为成都希盟泰克科技发展有限公司职工，研发了基于DELMIA的DPM的碾压混凝土拱坝施工工艺动态可视化仿真技术,对第三项科技创新成果做出了贡献，取得多项发明专利，推动工程的数字化与智能化转型。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 |
| 1 | 共同知识产权 | 魏克武、程汉鼎 | 2011.02-2023.12 | 专著《引汉济渭工程技术丛书——三河口水利枢纽》 | 申报附件-其他证明材料 |
| 2 | 共同知识产权 | 张晓飞、李守义 | 2007.04-2010.08 | 专著《大体积混凝土结构温度应力仿真计算》 | 申报附件-其他证明材料 |
| 3 | 共同知识产权 | 张晓飞、田养军、魏克武、赵立、李晓峰、刘福生、程汉鼎、李元来、张春林、李守义 | 2011.02-2025.08 | 科学技术成果评价报告《碾压混凝土高拱坝智能建造关键技术科学技术成果评价报告》 | 申报附件-其他证明材料 |
| 4 | 共同知识产权 | 赵立、  张春林 | 2011.06-2023.06 | 发明专利《基于BIM技术的仿真模拟模型数据解析方法》 | 申报附件-其他证明材料 |