**《乌东德水电站右岸特大地下洞井群施工关键技术》**

项目信息

**一、项目名称**

乌东德水电站右岸特大地下洞井群施工关键技术

**二、提名者及提名等级**

提名者：昆明理工大学

提名等级：云南省科技进步奖二等奖

**三、项目简介**

项目依托乌东德水电站右岸地下特大洞井群工程，针对极不利地质条件下由世界最大高地下主厂房、世界最大直径尾调室及世界最大断面导流洞共同形成的特大地下发电系统洞井群的施工稳定及安全开展系列研究，实现了多种不良地质条件处理下的特大洞室、高边墙、岩锚梁、特大球冠穹顶、多洞交叉及岔口部位开挖成型、稳定及安全施工；为今后类似水电工程中地下特大规模洞井群施工提供参考及借鉴，对乌东德水电站机组按时发电具有重大的现实意义。

项目为提高复杂条件下特大地下洞井群施工技术水平和自主创新能力起到了很大的促进作用。主要研究的科学技术内容如下：

1. 数值模拟地下洞室开挖全过程，对比分析不同开挖方案下围岩应力、变形、稳定及破坏分布特征，优化了地下特大洞井群的施工方案，保证开挖质量，提高了施工效率；建立智能实时监测及反馈系统，实行动态控制，实时回馈分析，提出了地下洞室开挖的日变形预警值，有效控制了特大地下洞井群的开挖成型与稳定，实现了世界最高地下厂房洞室精细化施工全过程的安全和稳定控制。

2. 根据53m直径半圆筒型尾调室的结构特点，采用了“环洞先行，预留岩柱，周边扩挖”的球冠穹顶开挖新技术，实现了“以圆削球”目的，解决了世界最大球冠穹顶的开挖成型和围岩稳定难题；充分利用尾调室竖井周边排水廊道，多层次布置联通竖井的施工通道，形成了大型机械进入竖井内“井挖辨明挖”的施工工艺，提高了井道开挖机械化水平，大幅提高施工效率。

3. 乌东德右岸区域存在的9类不良地质和K25岩溶斜井对地下厂房的特大洞室顶拱围岩、高边墙、岩锚梁及多洞交叉、岔口部位开挖成型及稳定等方面有不利影响，自主研发了“预锚固、预固结、双层保护”的岩锚梁精细化施工工艺，提出了“薄层开挖、预留隔墩、跳段开挖、随层深层加固”的高边墙成型及稳定控制方法，保证了特大规模洞井群开挖、成型及稳定的顺利完成。

4. 研发了全回转、可伸缩、无死角梭式布料机+皮带机为主、混凝土泵为辅的多设备多层次联合混凝土输送系统装备，解决了地下厂房、进水塔、导流洞封堵的高落差、大跨度大体积混凝土浇筑难题；研制了自爬升门槽云车，保障了进水口拦污栅/塔顶空腔板梁等复杂结构的快速施工安全；研制了自行式浮船抽水泵站，实现了高水位不提闸导流洞快速抽排水，为快速封堵导流洞创造了条件。

项目取得了丰富的具有重要技术价值和工程意义的研究成果，核心技术具有完全自主知识产权，获得授权发明专利10件、实用新型28件、软件著作权3项，参编行业及团体标准8部，取得省部级工法32项，发表学术论文20篇，其中SCI期刊论文8篇，EI期刊论文10篇。

成果应用于乌东德水电站右岸地下洞井群施工中，获得相关设计院及工程主管公司的广泛认可，累计取得超两亿元的经济效益及巨大的社会效益。

**四、主要完成人基本情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 姓名 | 性别 | 职务/职称 | 工作单位（完成单位） |
| 1 | 叶明 | 男 | 公司总工/正高 | 中国水利水电第六工程局有限公司 |
| 2 | 沈春颖 | 女 | 系主任/教授 | 昆明理工大学 |
| 3 | 任长春 | 男 | 公司首席技术专家、副总工/正高 | 中国水利水电第六工程局有限公司 |
| 4 | 王铭明 | 男 | 省工程中心副主任/教授 | 浙江理工大学 |
| 5 | 何金星 | 女 | 公司工程科技部高级主管/高工 | 中国水利水电第六工程局有限公司 |
| 6 | 王 超 | 男 | 水电分院总工/正高 | 中国电建集团昆明勘察设计研究院有限公司 |
| 7 | 裴华富 | 男 | 国家优青/教授 | 大连理工大学 |
| 8 | 徐 强 | 男 | 副教授 | 大连理工大学 |
| 9 | 徐存东 | 男 | 院长/教授 | 浙江水利水电学院 |
| 10 | 聂文俊 | 女 | 公司副总工程师/正高 | 中国水利水电第六工程局有限公司 |
| 11 | 刘海冰 | 男 | 项目总工/工程师 | 中国水利水电第六工程局有限公司 |

**五、主要完成单位**

昆明理工大学

中国水利水电第六工程局有限公司

中国电建集团昆明勘察设计研究院有限公司

浙江水利水电学院

浙江理工大学

大连理工大学

**六、主要知识产权和标准规范等目录**

**1．授权的代表性发明专利：**

| **序号** | **专利类别** | **专利名称** | **授权号** | **授权日期** | **权利人** | **发明人** | **有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 发明专利 | 一种厂房基础岩石爆破装置及爆破控制方法 | CN108088336B | 2020-01-07 | 中国水利水电第六工程局有 限公司 | 何金星、叶明、侯建德 | 有效 |
| 2 | 发明专利 | 一种大直径竖井开挖爆破炮孔布置方法 | CN113250696B | 2023-05-12 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 叶明、何金星、杨伟刚、戚敬师、王贵燕 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种多层地下空间开挖支护的施工方法 | CN113027469B | 2023-08-01 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 叶明、何金星、杨伟刚、戚敬师、王贵燕 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 一种大直径竖井开挖支护施工方法 | CN113153306B | 2023-11-14 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 叶明、何金星、杨伟刚、戚敬师、王贵燕 | 有效 |
| 5 | 发明专利 | 导流洞快速封堵结构 | CN113957863B | 2022-12-13 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 任长春、聂文俊、何金星、刘海冰、蒋森林、郭飞飞、江钧雄、余瑞 | 有效 |
| 6 | 发明专利 | 混凝土输送系统 | CN115492116B | 2023-06-16 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 聂文俊、任长春、何金星、王鹤、黄为、刘海冰、吴冲 | 有效 |
| 7 | 发明专利 | 一种复合支撑拱受力体加强支护方法 | CN113931662B | 2023-08-04 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 叶明、任长春、聂文俊、何金星 | 有效 |
| 8 | 行业标准 | 水电水利工程泵送混凝土施工技术规范 | DL/T 5824—2021 | 2021-10-26 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 叶明、任长春、何金星、聂文俊、王彪、邓立南 | 现行 |
| 9 | 行业标准 | 水电水利工程施工机械安全操作规程混凝土喷射机 | DL/T 5825-2021 | 2021-10-26 | 中国水利水电第六工程局有限公司 | 郭光文、向建、宗敦峰、梅锦煜、许松林、席浩、汪毅、楚跃先、吴新琪、余英、朱明星等 | 现行 |
| 10 | 行业标准 | 水电水利工程现场文明施工规范 | DL/T 5798-2019 | 2020-5-1 | 中电建建筑集团有限公司、中国水利水电第六工程局有限公司、中国长江三峡集团公司 | 梁宏生、罗维成、罗钢、朱甲学、孙海燕、叶明、孙之龙、徐军邓等 | 现行 |

**2. 发表的代表性科技论文：**

| **序号** | **名称** | **刊名** | **作者** | **年卷页码** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Monitoring of tunnel excavation based on the fiber Bragg grating sensing technology | Measurement | Huaibo Song, Huafu Pei , Honghu Zhu | 2021, 169: 108334 |
| 2 | Structural seismic response reconstruction method based on multidomain feature-guided generative adversarial neural networks | Smart Materials and Structures | Bo Liu, Qiang Xu, Jianyun Chen, Ming Ye, Mingming Wang | 2024, 5: 10.1088 |
| 3 | Influencing Factors of Porosity and Strength of Plant-Growing Concrete | Material | Jiashi Cai;Chunying Shen;Ming Ye;Siyang Huang;Jinxing He;Ding Cui | 2023, 17(31) |
| 4 | Stability analysis of reservoir slope under water-level drawdown considering stratigraphic uncertainty and spatial variability of soil property | Computers and Geotechnics | Fanhua Meng;Huafu Pei;Ming Ye;Xingjin He | 2024, 169: 106199 |
| 5 | Improved endurance time analysis for seismic responses of concrete dam under near-fault pulse-like ground motions | Engineering Structures | Xu Shutong;Xu Qiang;Chen Jianyun;Li Jing | 2022, 270: 114912 |
| 6 | Exploration on Damage Mechanism and Equivalent Damage Model of High Arch Dams under Earthquakes | KSCE Journal of Civil Engineering | Jianyun Chen;Xiangyu Cao;Qiang Xu;Jing Li | 2020, 24: 1285-1306 |
| 7 | MECHANICAL PROPERTIES OF TWO-WAY DIFFERENT CONFIGURATIONS OF PRESTRESSED CONCRETE MEMBERS SUBJECTED TO AXIAL LOADING | Nuclear Engineering and Technology | CHAOBI ZHANG;JIANYUN CHEN;QIANG XU;JING LI | 2015, 47: 633-645 |
| 8 | Landslide displacement prediction based on a novel hybrid model and convolutional neural network considering time-varying factors | Bulletin of Engineering Geology and the nvironment | [Pei Huafu](https://scholar.cnki.net/home/search?sw=6&sw-input=Pei%20Huafu" \t "_blank);[Meng Fanhua](https://scholar.cnki.net/home/search?sw=6&sw-input=Meng%20Fanhua" \t "_blank);[Zhu Honghu](https://scholar.cnki.net/home/search?sw=6&sw-input=Zhu%20Honghu" \t "_blank) | 2021, 80: 7403-7422 |
| 9 | 乌东德右岸地下厂房尾水调压室快速施工与管理 | 中国水利 | 任长春，王红松，孙彪 | 2017, (S1): 86-88 |
| 10 | 乌东德右岸地下厂房大型洞室不良地质问题处理 | 中国水利 | 聂文俊，黄为，汪向阳 | 2017, (S1): 100-103 |