“复杂环境低水头闸泵数字建造关键技术 研究及应用”成果登记公示信息

成果名称:	复杂环境低水头闸泵数字建造关键技术研究及应用
完成单位:	广东省水利水电第三工程局有限公司,佛山市水利技术中心,广东省水利水电科学研究院,佛山市南海南源水利水电勘测设计院有限公司,华南理工大学
完成人员:	汤树华,黄中原,陈征兵,马妍博,马定球,喻胜春,周密,祝二浩,陈德汉,黎竞华,黄伟勇,梁固财,谭彩,林东伟,卢杰
研究起止日期:	2012-08-01 至 2023-12-01
成果应用行业:	建筑业
社会经济目标:	环境保护
学科分类:	
评价单位:	广东省土木建筑学会
评价日期:	2024-04-16
成果简介:	<p>随着城市化的快速发展,如沿海地区河网密度达到 $0.88\text{km}/\text{km}^2$,城市防洪排涝问题日益突出。排涝泵站作为解决城市洪涝问题的重要途径之一,受场地限制,基坑开挖稳定性、流道施工、闸门安装等技术仍存在理论支撑及智慧化手段应用不足、施工周期长等问题,明显制约着工程效益的发挥。为有效解决新建泵站工程的设计、施工开挖、混凝土现浇、吊装等传统工艺技术仍存在着智慧化手段应用不足、施工工期长、精度不够等问题,充分发挥泵站功能,解决城市化快速发展带来的日益突出的城市排涝问题,本项目开展了以下研究工作:</p> <ol style="list-style-type: none">复杂河网闸泵基础设计与防渗技术;复杂异形流道信息化快速精准施工技术;泵闸工程数字化建造快速施工成套技术;标准化智慧化优质高效管理。 <p>最后总结得到以下几个创新点:</p> <ol style="list-style-type: none">复杂地质条件闸泵防渗技术:针对受力不均和不平衡施工,造成的基坑不平衡受力、安全管控风险高的复杂工况,通过现场试验、数值仿真和理论分析对临近敏感建筑物不平衡基坑受力特性及稳定特性进行研究,揭示临近敏感建筑物不平衡基坑土体和结构受力机理,在泵闸工程中首次提出不平衡基坑失稳机理理论模型;揭示临近敏感建筑物不平衡基坑结构变形发展规律,提出不平衡基坑变形极限值评估指标,建立结构稳定评估指标;提出了临近敏感建筑物不平衡基坑土压力计算方法,建立了不平衡基坑临近敏感建筑物变形控制指标,为不平衡基坑稳定控制提供了理论支撑。在华南地区首次应用在泵闸工程中,使其敏感建筑物水平位移实测最大值为 7.0mm,为不平衡基坑的设计提供理论支持及施工提供技术指导。 <p>基坑监测规范《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)《建筑基坑工程技术规程》(广东省标准, DBJ/T15-20-2016),水平位移报警值 24mm,控制值 30mm。经实践,在确保不平衡基坑稳定条件下,既有临近建筑物变形值控制在 10mm 以内,能保证周边建筑物安全。针对不平衡基坑中的两个结构物中间的地基应力复杂区域的粉砂地质防渗问题,研发了三轴水泥土搅拌桩辅以旋喷桩防渗新结构,通过工艺优化,使得加固区粉砂层土体均匀搅拌,防渗性能及其可靠度大大增加,攻克了富水粉细砂地基复杂地质条件易产生渗透破坏的技术难题,解决泵闸三向渗流问题。三轴水泥土搅拌桩辅以旋喷桩防渗使得粉砂地基整体扰动小,避免在不平衡力作用下诱发砂土松动,进而诱发局部坍塌。典型工程的左岸船闸侧采用旋喷桩止水,右岸堤围侧采用三轴水泥土搅拌桩及旋喷桩止水,解决泵闸两侧防</p>

渗问题；把内涌进水池段与内涌进水前池段之间分缝、内涌进水池段与泵房段之间分缝处设置橡胶止水，相应的防渗地下轮廓线水平投影长度加大至 123.5m，比常规长度 60m 增加一倍，解决泵闸正向防渗问题。以上创新取得 1 项发明专利，1 项实用新型专利。

2、复杂异形流道数字建造技术：基于 BIM 三维模型，借助有限元软件进行模板受力分析，提出了复杂异形流道数字建造技术，通过迭代优化模板龙骨设计，对异形模板进行合理分块和配模成型，同时对脆性易散的异形模板进行切割分块、精准配模、吊装模拟，完成时间缩短至传统方案的 50%；确保了异形模型精准就位，同时吊装最大偏差值控制在 2.5mm 以内，实现高精度施工，有效降低建造成本，解决了传统方法模板易产生大变形及局部应力集中等问题，根本解决了异形流道长期存在的施工精度低、耗时长、工序繁杂等“卡脖子”技术难题，精准实现设计水流流态，大幅度提升运行效率。以上创新取得 2 项发明专利，3 项实用新型专利。

3、低水头闸泵门槽数字配模技术：基于数值仿真，通过数字化配模，在低水头泵闸中首次提出了可调节钢模条块拼装技术，研发了双垂直三角形门槽埋件独立支撑系统，利用 U 型卡精确连接模板，形成标准尺寸，钢管和方钢加固，钢垫片和螺栓提升稳固性，实现了模板的精准、高效拼装，不仅提升了施工效率，满足了多元化的施工需求，还成功降低了模板采购成本约 30%。在典型工程中实现了低水头门槽的一次性浇筑成型，显著增强了门槽混凝土的整体性、耐久性和抗震性，大幅缩短工期，解决了传统门槽浇筑成本高、耗时长等难题。以上创新取得 2 项实用新型专利。

4、闸泵工程施工质量数字化管理技术：通过数字分析、模拟及迭代优化等数字化管理技术，研发了消力池反滤层结构、一体化与预制砖的护岸施工方法、水闸交通桥伸缩装置、抛投施工等关键技术，形成了一系列的工序质量控制数字化技术，在典型工程中实现了泵闸工程施工方案的全面优化，反滤体堵塞率降低了 60%；护岸施工平整度提高了 30%；交通桥伸缩装置耐久性提高了 30%；抛投施工效率提高了 40%，人力需求减少了 20%。系列的工序质量控制数字化技术实现了闸泵工程施工的优质高效。以上创新取得 2 项发明专利，2 项实用新型专利。