

## 附件3

## 2025年度政企联合资助项目（企业专项）申报指南

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
1	基于CFD数值模拟技术的绿色砂石环保除尘系统节能降耗研究	<p>1、运用三维设计软件建立砂石工厂除尘系统设备和风场模型，研究其典型布置；应用CFD数值模拟技术，对除尘设备及风管内部的气流状态、颗粒运动轨迹进行仿真模拟，研究各类典型风场设计模型下的气流速度场和压力场的分布情况，形成除尘系统风场设计的成套理论，用于指导正向设计；</p> <p>2、发挥数值模拟技术成本低、易于重复和准确性高等优点，通过调整除尘器及风管结构参数，快速得到不同结构参数下的除尘效果、系统阻力及能耗指标，研究适用于砂石工厂的除尘系统高效低能耗技术体系。</p>	<p>1、模拟仿真不同生产工艺、不同流场下的系统阻力特性和除尘效果，形成除尘系统风场设计的成套理论；</p> <p>2、进行除尘系统节能降耗研究，形成低能耗高效节能除尘系统技术体系。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于CFD数值模拟技术的绿色砂石环保除尘系统节能降耗研究成果报告》；</p> <p>*专题报告：1部；</p> <p>*论文：2篇，其中SCI 1篇，中文核心期刊 1篇；</p> <p>*成果应用证明：2项；</p> <p>*申报专利：2项，其中发明专利 1项；</p> <p>*申报奖项：1项；</p> <p>*申请工法：1项。</p>
2	交通基础设施绿色能源自治系统构建与智能优化技术研究	<p>1、针对交通基础设施能源供给问题，充分考量风电、光电等可再生能源的产出特性，运用预测技术对风电、光电等供给端能源产出进行精准预测。同时，从模型优化、数据处理以及参数校准等多个维度，提升能源预测的准确性，进而优化电网消纳问题，推动交通场景中绿色能源的高效应用。</p> <p>2、针对交通能源资产浪费问题，基于对公路基础设施资产生命周期中能源消耗和环境影响进行调研，提出交通自治能源系统的综合评估体系，并构建知识图谱，通过优化公路资产的能源使用路径，减少能源浪费，提高能源利用效率。</p> <p>3、针对交通能源系统能源消纳不平衡、交通能源微电网在高低峰时段负荷波动频繁、不稳定等问题，提出能源互补的智能交通微电网优化调度模型。</p>	<p>构建交通基础设施资产能源化路径评价指标体系，针对智能交通微电网中的风光氢储能系统设计日内优化调度算法，建立一套交通能源化路径与微电网调度优化框架。</p>	<p>*项目成果报告： 《交通基础设施绿色能源自治系统构建与智能优化技术研究成果报告》；</p> <p>*论文：2篇，其中EI 2篇；</p> <p>*成果应用证明：1项；</p> <p>*申报专利：3项，其中发明专利 1项；</p> <p>*申报奖项：1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
3	联邦学习驱动的极端气候路面裂缝预测与修复决策	<p>1、多源异构数据协同治理体系研究：收集交通部门的不同多源数据，包括路面材料、交通流量、气候条件、历史裂缝记录等，基于联邦学习中的数据加密、差分隐私等技术，对多源异构数据进行清洗、去噪和标准化处理，确保数据质量和一致性，构建基于联邦加密传输与差分隐私保护的数据融合机制，重点突破跨部门数据空间对齐、噪声信号分离等关键技术，建立兼顾隐私安全与特征完整性的联邦数据湖，为多机构联合建模提供高质量数据基底，以及数据在后续传输和训练过程中的隐私安全；</p> <p>2、极端气候响应的联邦预测模型构建：设计适用于路面裂缝预测的联邦学习框架，支持多方数据协同建模。选择适合的机器学习模型（如深度学习、集成学习等），并针对联邦学习场景进行优化，提高模型训练效率和精度，设计面向路面损伤机理的层次化联邦学习架构；</p> <p>3、极端气候路面裂缝预测模型构建：基于联邦学习框架，开发高精度的路面裂缝预测算法，支持多源数据融合和实时预测。通过历史数据和模拟数据，评估模型的预测精度和稳定性。研究模型预测结果的不确定性量化方法，为修复决策提供可靠依据；</p> <p>4、极端气候路面裂缝智能化修复决策研究：基于预测结果，开发智能化修复决策算法，优化修复资源分配和修复方案。研究动态修复策略，根据实时预测结果和气候条件调整修复方案。评估不同修复策略的成本效益，选择最优方案。建立联邦性能评估指标体系，实现模型精度、通信效率与隐私保护的三维优化。</p>	<p>1、开发基于联邦学习的路面裂缝预测模型，支持多方数据协同建模，提高预测精度；</p> <p>2、构建智能化修复决策系统，支持动态修复策略调整，提高修复效率；</p> <p>3、开发极端气候动态模型，准确捕捉气候因素与路面裂缝之间的关联，控制预测误差。</p>	<p>*项目成果报告： 《联邦学习驱动的极端气候路面裂缝预测与修复决策成果报告》；</p> <p>*论 文：2篇，其中SCI 1篇；</p> <p>*申报专利：1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
4	智慧水利“空天地”融合的毫米级形变监测关键技术研究与示范	<p>1、深度学习多时相InSAR大气改正与高精度多维变形监测：</p> <p>(1) 研究顾及局部地表特征的DS-InSAR同质像素识别方法，将DS的地形特征、土地覆盖类型和信号特征统一起来，用于水电大坝复杂地表的变形监测，以提高相干测量的密度和效率；</p> <p>(2) 基于DS-InSAR中大气相位时空特征，设计合理的卷积神经网络，将修正大气延迟相位的科研任务转变为计算机视觉中的去噪任务。在这一过程中，充分借鉴计算机视觉领域的去噪技术，最终实现对InSAR噪声的有效抑制；</p> <p>(3) 结合升轨和降轨的数据，采用多维小基线子集（MSBAS）算法获取水电大坝及周边区域的多维形变。</p> <p>2、无人机摄影测量水电大坝精细监测关键技术：</p> <p>(1) 研究顾及局部地形特征和处理效率的无人机点云滤波算法，提高地形崎岖、植被覆盖条件下获取的地形数据精度，揭示大坝潜在的结构问题；</p> <p>(2) 通过蒙特卡洛模拟获取三维精度图，研究无地面控制点时的无人机成果相对精度评估方法，通过三维精度图获取区域可变的检测水平阈值，进而完成无人机多时相点云变化检测；</p> <p>(3) 提出基于多时相无人机联合对准的数据处理基本框架，增强多时相无人机光学数据之间的一致性，分析联合对准与联合配准结果的差异，进而提高形变监测的精度，评估大坝的长期稳定性。</p> <p>3、多时空尺度下大坝变形趋势与环境影响的时序分析与风险评估：</p> <p>(1) 基于无人机与InSAR的联合数据深入分析大坝的时空变形趋势，采用贝叶斯时序分析方法，结合水位、气候变化等因素，研究不同时间尺度下大坝的变形模式，探索这些变形模式与外部环境变化之间的关系；</p> <p>(2) 基于长期监测数据，结合环境影响因素，根据大坝变形的历史数据、当前状态和环境条件，研究建立大坝变形的风险评估模型。通过对大坝变形数据进行机器学习和模式识别，优化现有的变形监测模型，评估大坝发生重大变形或灾难性破坏的风险，为大坝的安全管理提供科学依据。</p>	<p>1、大坝主体结构亚厘米级形变监测精度（<math>\leq 5\text{mm}</math>）；</p> <p>2、库区边坡千米级范围毫米级形变检测（<math>\leq 10\text{mm/yr}</math>）；</p> <p>3、监测周期从季度级提升至周级（<math>\leq 7\text{天}</math>）；</p> <p>4、监测覆盖率：从现有35%提升至98%以上；</p> <p>5、非常态监测区应急响应能力显著提升。</p>	<p>*项目成果报告： 《智慧水利“空天地”融合的毫米级形变监测关键技术研究与示范成果报告》</p> <p>*专题报告：1部；</p> <p>*论文：3篇，其中SCI 2篇；</p> <p>*成果应用证明：1项；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利1项；</p> <p>*其他：培养研究生1-2人。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
5	干旱区光伏电站运营的生态环境效应研究	<p>1、局地气候变化规律研究：通过现场观测光伏场内、过渡区和光伏场外以及不同光伏支架子阵区的气象要素指标，主要包括空气温湿度和风速，分析这些要素的日、季节和年变化特征；</p> <p>2、土壤特性变化规律研究：通过室内实验测定光伏场区(板下和板间)土壤理化性质指标，主要包括土壤容重BD、颗粒组成、全碳TC、全氮TN、全磷TP、全钾TK、有机质SOM、碱解氮AN、有效磷AP、速效钾AK以及pH，并通过现场定位监测不同支架光伏板下土壤温度和土壤含水量变化，分析光伏场区土壤理化性质空间分布、光伏板不同位置土壤理化性质差异以及对土壤质量进行评价；</p> <p>3、植被特性变化规律研究：通过现场调查测定光伏场内和场外荒漠区植物的种类、物种数、高度、盖度、频度和生物量等，分析光伏场区植被群落特征组成及多样性等指标的变化规律；</p> <p>4、生态环境效应评估研究：采用价值当量法评估荒漠区光伏开发的生态系统服务价值并综合评估光伏开发的生态环境质量。</p>	<p>1、开展局地气候变化规律研究，获取气候因子的时间变化特征，得到干旱区光伏基地的气候变化信息；</p> <p>2、开展局地土壤理化参数、土壤特性及质量评价，获取光伏板不同位置土壤的特性及差异；</p> <p>3、开展局地植被空间分布格局、植被生产力、植被覆盖度、生物量等植被参数估算与变化研究，获取环境因子对植被群落的影响；</p> <p>4、基于对气候、土壤和植被的分析，对干旱区光伏基地生态环境实现质量评价，实现生态系统服务价值评估。</p>	<p>*项目成果报告： 《干旱区光伏电站运营的生态环境效应研究成果报告》；</p> <p>*专题报告：1部；</p> <p>*论文：1篇，其中SCI 1篇；</p> <p>*成果应用证明：1项；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利1项；</p> <p>*其他：培养研究生1-2名。</p>
6	基于无人机库的库岸边坡工程隐患多尺度精细探测与识别方法研究	<p>1、复杂作业环境下高精细度智能航线规划方法研究 基于实景三维模型或激光点云模型，自动生成库岸边坡高精细度、高完整性的无人机航线。能够采集0.2cm 至 3.0cm 分辨率的无人机可见光影像；</p> <p>2、多时序三维实景模型自动配准与融合方法研究 研究多时序三维模型纹理贴图的自动高精度匹配，多期激光点云数据的自适应配准，三维模型面元的空间、纹理、法方向自适应更新方法。研究结果能够获取具有高度统一空间基准的多时序三维实景模型及多期激光点云模型数据；</p> <p>3、基于深度学习的工程隐患精准识别方法研究 针对不同特点裂缝及工程隐患，根据其特征精细化分类，建立工程隐患损伤数据集，通过图像处理方法进行图像背景及干扰因素去除，结合深度学习人工智能识别模型，完成库岸边坡工程隐患的自动识别。</p>	<p>1、开发基于无人机库的智能航线规划系统，实现复杂库岸边坡的高完整精细性航线自动生成；</p> <p>2、提出多时相三维实景模型的自动配准与融合方法，获取具有高度统一空间基准的多源三维实景模型；</p> <p>3、建立库岸边坡隐患数据集，训练并评估深度学习模型，能够自动完成裂缝、落石与渗水等隐患的自动识别，形成识别目标清单。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于无人机库的库岸边坡工程隐患多尺度精细探测与识别方法研究成果报告》；</p> <p>*论文：2篇，其中SCI 1篇，EI 1篇；</p> <p>*成果应用证明：2项；</p> <p>*申报专利：3项，其中发明专利2项，其他专利1项；</p> <p>*其他：培养研究生2-3人。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
7	基于智能感知与协同防控的电力作业安全保障关键技术研究	<p>1、智能地线系统技术：研究面向临时接地线管理的智能监测技术，开发具备自动识别误挂、漏挂、漏拆功能的智能地线系统。通过高灵敏度传感器、无线通信模块及数据分析算法，实现接地线连接状态的实时检测；</p> <p>2、基于机器视觉的作业人员安防识别技术：研究机器视觉与深度学习在电力作业场景中的应用，包括但不限于智能安全帽检测技术、异常行为检测技术等实现作业中异常状态识别。构建作业人员违规行为识别系统。</p> <p>3、融合边端硬件的智能预警技术：针对低功耗边缘测设备，研究面向AI智能边缘硬件芯片的深度模型剪枝、量化、蒸馏轻量化技术、实现安全帽、异常行为等算法技术的边端模型部署应用，实现网络通信较差的电力作业场景识别，提升现场作业状态检测的智能化水平。</p> <p>4、多源安全信息融合与智能预警平台构建：研究基于多源异构数据的多模态安全信息融合与智能预警方法，建立统一的作业安全数据平台。整合电力作业场景的数据，利用机器学习和大数据分析技术，实现作业安全风险的智能预测与主动预警，形成集智能感知、风险评估、远程监控、预警报警于一体的综合安全管理平台。</p>	<p>1、建立电力作业安全实时监测体系：依托智能作业人员安防识别、地线识别技术的研发，构建现场作业状态的实时监测平台，弥补传统安全设备在实时监控方面的不足，确保人员作业状态、行为的全面、实时掌握；</p> <p>2、实现异常行为与风险的检测：利用边缘计算、深度学习和计算机视觉等关键技术，构建基于视觉的作业人员安全帽与行为识别系统，实现对违规作业行为的实时检测和自动预警，有效降低事故风险；</p> <p>3、建设统一的协同防控平台：搭建集智能感知、风险评估、远程监控及预警报警于一体的协同防控系统平台，实现多源数据的共享和协同决策，实现对潜在风险的主动预判与智能预警，形成闭环防控机制，从而提升现场安全管理的实时性和科学性，并实现研究成果的推广应用。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于智能感知与协同防控的电力作业安全保障关键技术研究成果报告》；</p> <p>*论文：3篇，其中SCI/EI 1篇，中文核心期刊 2篇；</p> <p>*申报专利：2项，其中发明专利 1项。</p> <p>*其他：</p> <p>(1) 地线识别、人员行为识别等智能算法程序；</p> <p>(2) 多源安全信息融合与智能预警平台软件。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
8	基于AI的水利工程智能调度关键技术研究与应用	<p>1、开展水利工程调度规则库及驱动引擎关键技术研究：</p> <p>(1) 规则库体系构建；  (2) 驱动引擎开发；</p> <p>2、开展基于AI的水利工程多目标敏捷化调度数字化机理关键技术研究：</p> <p>(1) 多目标量化建模；  (2) 集成智能算法设计；  (3) 极端场景推演。</p> <p>3、构建基于数字孪生的水利工程智能调度平台：</p> <p>(1) 高精度模型沙盘；  (2) 多级协同调度系统；  (3) 人机交互界面开发。</p>	<p>1、建立动态演进的智能调度规则体系：突破传统经验依赖型调度的固有局限，通过深入探索规则库与驱动引擎的关键技术，实现调度策略的根本性转变。</p> <p>2、形成多目标协同优化的决策范式：拟构建一个包含防洪风险、生态需水、发电效益等核心指标的动态评价体系，并开发指标权重自适应调整算法，以实现多目标之间的平衡与协同。通过融合深度学习等前沿技术，拟构建兼顾实时响应与长期效益的调度模型，突破传统优化方法的维度限制。此外利用深度学习等先进技术模拟极端工况，训练调度模型的鲁棒性与泛化能力。</p> <p>3、构建数字孪生的水利工程智能调度管理平台：集成BIM、GIS与水动力仿真等先进技术，构建闸坝、水库等设施的高精度三维可视化模型，实现物理实体与虚拟空间的毫秒级同步。在此基础上，拟开发流域-工程-设备三级联动模块，支持跨区域水资源调配指令的自动生成、冲突检测与执行反馈。同时设计人性化的人机交互界面，提供AR辅助决策终端等先进功能，以直观、便捷的方式展示调度方案的三维推演和风险热力图等信息。</p>	<p>*项目成果报告：《基于AI的水利工程智能调度关键技术研究与应用成果报告》；</p> <p>*专题报告：2部；</p> <p>*论文：3篇，其中EI 1篇，核心期刊 2篇；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利 1项；</p> <p>*其他：软件著作权1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
9	多模态数据融合驱动的围岩稳定评价与协同决策关键技术研究	<p>1、融合深度学习的围岩力学参数智能反演方法研究：通过融合深度学习技术，构建围岩力学参数的智能反演模型，研究围岩力学参数智能反演方法。利用已有工程案例数据以及数值计算数据训练深度神经网络模型，学习围岩力学参数与监测数据之间的映射关系。将预训练模型迁移到新工程场景，通过少量数据微调模型，实现围岩力学参数的快速、准确反演。</p> <p>2、地下洞室块体稳定快速评价方法研究：构建危险块体识别模型，对施工区域内大量结构面组合情况进行智能分析、筛选研判，识别潜在的危险块体，快速构建危险块体的数值模型。基于图解法、刚性块体滑移法以及数值计算法，构建“图解分析-刚体极限平衡-数值仿真”三位一体的递进式评价框架。</p> <p>3、多源信息融合的地下洞室智能预警与动态决策方法研究：针对地下洞室施工中的安全问题，提出一种基于多源信息融合的智能预警与动态决策方法。通过整合地质勘探、施工参数和实时监测等多方面数据，对施工风险进行识别和预警。</p> <p>4、多模态数据融合驱动的围岩稳定评价与协同决策关键技术示范应用：将以上研究成果在实际在工程项目中进行洞室围岩智能感知与协同决策关键技术的应用实践。</p>	<p>1、融合深度学习的围岩力学参数智能反演方法研究：通过深度学习构建围岩力学参数智能反演模型，利用工程数据训练网络并迁移至新场景，实现快速、准确反演，为地下工程提供科学依据；</p> <p>2、地下洞室块体稳定快速评价方法研究：构建危险块体识别模型，结合图解分析、刚体极限平衡和数值仿真，建立递进式评价框架，实现块体稳定性的快速评估，保障施工安全。</p> <p>3、多源信息融合的地下洞室智能预警与动态决策方法研究：整合地质、施工和监测数据，构建智能预警系统，结合动态决策模型，实现施工风险的实时预警与方案调整，提升施工安全与效率；</p> <p>4、洞室围岩智能感知与协同决策关键技术示范应用</p> <p>将研究成果应用于实际工程，打造示范案例并推广，优化技术方案，推动智能感知与协同决策技术在地下工程中的广泛应用。</p>	<p>*项目成果报告： 《多模态数据融合驱动的围岩稳定评价与协同决策关键技术研究成果报告》；</p> <p>*论文：2篇，其中EI 1篇，中文核心期刊1篇；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利1项；</p> <p>*其他： (1) 软件著作权2项； (2) 围岩力学参数反演程序； (3) 块体稳定性快速评价算法。</p>
10	AI驱动的自然语言交互式钢筋设计与自动化出图关键技术研究及应用	<p>1、基于自然语言驱动的三维钢筋设计软件命令映射关键技术研究： (1) 构建领域定制化NLP-Command映射框架，开发基于MPC协议的AI交互式智能助手，实现用户以口语化、简明化的自然语言描述来驱动三维钢筋设计及出图软件的功能调用。</p> <p>2、基于AI的二维图钢筋信息自动标注及优化关键技术研究： (1) 研究AI驱动的二维图纸的智能标注生成与动态避让技术，结合生成对抗网络(GANs)学习工程制图美学规则，模拟专业工程师的标注布局逻辑，实现标注文字、尺寸线与图元的协调排布； (2) 引入强化学习算法构建动态避让机制，通过迭代优化标注方位与引线路径，解决标注打架与视觉干扰问题。</p> <p>3、基于AI的智能钢筋设计及自动化出图系统示范应用：开发自然语言交互式界面，实现自然语言指令输入，执行相应软件功能。</p>	<p>1、攻破三维钢筋设计软件与AI技术的融合壁垒为奋斗目标；</p> <p>2、聚焦自然语言驱动的参数化命令生成与三维场景智能推理。</p>	<p>*项目成果报告： 《AI驱动的自然语言交互式钢筋设计与自动化出图关键技术研究及应用成果报告》；</p> <p>*论文：2篇，其中EI 1篇，中文核心期刊1篇；</p> <p>*申报专利：2项，其中发明专利2项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
11	盐碱地水盐运移规律及演化特征研究	<p>1、盐渍土图像识别与盐渍化定量反演技术：通过水盐均衡试验监测、理论和数学模拟分析，并借助遥感定量反演技术，发展适合不同程度盐渍土的图像识别方法及盐渍化定量反演技术。具体包括但不限于：利用分数阶微分数据变换（FOD）结合光谱指数，挖掘与土壤盐碱化相关的潜在光谱特征，增强土壤盐分信息的光谱响应；基于无人机多光谱遥感和高光谱遥感数据，构建土壤含盐量反演模型，通过机器学习算法（如BP神经网络、支持向量机和随机森林）提高土壤盐分反演精度；针对不同区域的土壤类型和盐渍化程度，优化FOD的最佳阶数，以实现更精准的盐渍化监测。</p> <p>2、盐碱化土壤耕层质量障碍因子及治理原理：通过实地调查和实验室分析，识别盐碱化土壤中影响耕层质量的关键障碍因子，如土壤质地、有机质含量、盐分组成等。结合土壤水盐动态监测，解析土壤盐碱化的形成机理，明确土壤盐分积累与地下水位、灌溉水质等因素的关系。提出土壤盐碱化治理与地力培育共济的原理和途径，包括物理改良（如排水、洗盐）、化学改良（如施用石膏、硫酸亚铁）以及生物改良（如种植耐盐作物）等措施。通过探明影响盐碱化土壤耕层质量的障碍因子，解析土壤盐碱化的形成机理及治理途径。</p> <p>3、多源信息融合分析与区域盐渍化演变机制研究：整合遥感数据、气象数据、土壤监测数据以及地理信息数据，构建多源信息融合的盐渍化监测平台；基于长时间序列的遥感影像，分析区域盐渍化的时空演变特征，识别盐渍化扩张和缓解的区域；运用统计分析和机器学习模型，揭示气候因素（如降水、蒸发）、人类活动（如灌溉、排水）与盐渍化演变的定量关系。通过多源信息融合分析，全面揭示区域盐渍化演变特征、驱动因子及其相互作用机制。</p>	<p>1、建立适用于盐渍土的图像识别方法；  2、构建高精度的盐渍化定量反演模型；  3、识别盐碱化土壤耕层质量的关键障碍因子；  4、揭示区域盐渍化时空演变特征。</p>	<p>*项目成果报告：  《盐碱地水盐运移规律及演化特征研究成果报告》；  *论 文：2篇，其中SCI 1篇，中文核心期刊1篇；  *成果应用证明：1项；  *申报专利：1项，其中发明专利1项；  *申报奖项：1项。</p>
12	峡谷河段水库高位滑坡体塌岸机理与坝前涌浪影响研究及应用	<p>1、逆向滑动型滑坡变形稳定性研究：分析蓄水前后尔多滑坡的稳定性；  2、狭窄库区涌浪传播动力学模型研究：建立三维流固耦合模型，模拟尔多库区逆向滑动塌滑体入水-涌浪生成-传播全过程，重点分析地形对涌浪能量的衰减作用以及对9号滑坡链式影响。评估涌浪对上游岸坡及库区设施的冲击风险；  3、逆向滑动型滑坡综合防控技术研究：分析涌浪消能结构（如导流墩、植被缓冲带）等措施的涌浪防控效果。优化开挖方案，减少开挖量30%~40%（原设计需挖除60余万m<sup>3</sup>）。</p>	<p>1、分析8号滑坡体稳定性、失稳风险；  2、提出刚性及散粒体滑坡塌岸-涌浪流固耦合方法与模拟关键技术；  3、以工程安全和工程经济为综合目标，提出尔多水电站坝前8号滑坡工程处理量建议方案。</p>	<p>*项目成果报告：  《峡谷河段水库高位滑坡体塌岸机理与坝前涌浪影响研究及应用成果报告》；  *论 文：3篇，其中SCI 1篇，核心期刊2篇；  *申报专利：1项，其中发明专利1项；  *其 他：模拟精度满足90%滑坡涌浪模型一套。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
13	硫酸盐环境下水工隧洞混凝土结构劣化规律及硅烷涂层防护效果研究与管养对策	1、基于无损检测分析的硫酸盐侵蚀过程中水工隧洞混凝土内部微观结构演化规律； 2、基于超声波测试的硫酸盐侵蚀下水工隧洞混凝土损伤评估与劣化规律研究； 3、硫酸盐侵蚀后水工隧洞混凝土受载特性与声发射活动规律的关联分析； 4、硫酸盐环境下水工隧洞混凝土服役状态评估与管养对策研究。	1、分析不同环境和防护条件下水工隧洞混凝土孔隙分布、裂隙扩展等特征，确定其微观结构演化的基本规律； 2、分析不同硫酸盐侵蚀环境下水工隧洞混凝土的损伤特征，探讨防护措施对混凝土劣化过程的影响； 3、分析混凝土在外部荷载作用下的应力-应变特性及声发射活动规律，量化硫酸盐侵蚀对水工隧洞混凝土力学性能的损伤； 4、制定硫酸盐环境下水工隧洞混凝土结构检测与维护工作体系，提出切实可行的管养对策。	*项目成果报告： 《硫酸盐环境下水工隧洞混凝土结构劣化规律及硅烷涂层防护效果研究与管养对策成果报告》； *论文：3篇，其中SCI 1篇； *申报专利：2项，其中发明专利1项。
14	基于多尺度界面效应的输水隧洞衬砌混凝土脱模机理与性能调控研究	1、脱模剂材料理化特性分析及脱模适用性评价； 2、不同脱模剂作用下衬砌混凝土-模板界面多尺度结构特征研究； 3、脱模剂-界面黏附作用机理与关联模型构建。	1、阐明各类脱模剂材料的物化性质，建立衬砌混凝土脱模施工的适用性评价体系； 2、揭示不同脱模剂作用下界面微观结构特征及宏观黏结特性演变规律，量化评估脱模剂对混凝土表面成型质量的影响； 3、建立脱模剂性能参数与脱模效果之间的关联模型，揭示脱模剂在混凝土-模板界面的黏附作用机制，提出针对不同应用场景下的脱模剂选用方案。	*项目成果报告： 《基于多尺度界面效应的输水隧洞衬砌混凝土脱模机理与性能调控研究成果报告》； *专题报告：1部； *论文：2篇，其中SCI 1篇，EI 1篇； *成果应用证明：1项； *申报专利：2项，其中发明专利2项。
15	基于pH-时间双敏感包衣的寒区水工混凝土力学性能与疏水性能研究	1、pH-时间双敏感包衣聚硅氧烷的制备及微观结构表征：制备pH-时间双敏感包衣，然后采用包衣技术制备具有壳核结构的包衣聚硅氧烷疏水材料，利用扫描电子显微镜（SEM）、激光粒度分析仪和X射线衍射（XRD）等技术表征包衣材料和包衣聚硅氧烷的表面形貌、粒径分布区间及物相成分组成，评价不同包衣厚度对聚硅氧烷的包衣效果，明确不同组分配比与环境对包衣性能的影响特性，确定pH-时间双敏感包衣聚硅氧烷的最优合成参数及制备工艺。 2、pH-时间双敏感包衣聚硅氧烷对碱激发混凝土性能的调控机理：将pH-时间双敏感包衣聚硅氧烷按照不同掺量掺入碱激发混凝土，开展早龄期混凝土力学性能测试和疏水效果测试，建立缓释聚硅氧烷掺量与混凝土强度、接触角以及吸水率之间的关系；对不同缓释聚硅氧烷掺量以及养护龄期的碱激发混凝土开展NMR、SEM和XRD测试试验，考虑早龄期水化产物的生长形貌效应，并结合上述测试结果，建立混凝土宏观力学性能、疏水性能和微观结构特征之间的定量关系，揭示pH-时间双敏感包衣聚硅氧烷对碱激发混凝土性能的调控机理。	1、开发智能响应型核壳缓释体系； 2、研制性能协同增强的生态混凝土材料。	*项目成果报告： 《基于pH-时间双敏感包衣的寒区水工混凝土力学性能与疏水性能研究成果报告》； *论文：2篇，其中SCI 1篇； *申报专利：1项；

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
16	寒旱区植草混凝土耐久性与植被适应性多目标耦合研究	<p>1、植草混凝土配合比与养护条件优化：</p> <p>(1) 探究水胶比、再生骨料、纤维掺量和设计孔隙率等变量对植草抗压强度、劈裂抗拉强度、实际孔隙率、孔隙内pH值以及碳排放量等指标的影响，综合考量力学性能与适生性指标，优选出植草混凝土的最佳配合比；</p> <p>(2) 对比分析不同养护条件下植草混凝土的强度发展情况。对不同养护方式下植草混凝土的水化产物进行分析，从微观层面解释养护条件对植草混凝土力学性能的影响机制，确定最佳养护方式。</p> <p>2、寒旱区复杂工况下植草混凝土耐久性及机理研究：研究不同再生骨料取代率和不同掺肥方式下植草混凝土的耐久性，模拟硫酸盐侵蚀与冻融循环、干湿循环以及长期浸泡等耦合工况，通过测量抗压强度耐蚀系数和质量损失率等指标，评估不同工况下植草混凝土的耐久性变化，确定最优的再生骨料取代率和掺肥方式；对植草混凝土的微观形貌以及掺尿素植草混凝土的水化产物和界面微结构进行分析，揭示植草混凝土在不同工况下强度和耐久性变化规律的内在机理。</p> <p>3、寒旱区复杂工况下植草混凝土适生性及多目标优化研究：同步开展不同肥料掺量和不同再生骨料取代率的植草混凝土在冻融循环、干湿循环和长期浸泡条件下的孔隙pH值和N元素释放演变规律研究，分析植草混凝土在不同环境条件下对植物生长的影响；进行不同掺肥方式和不同再生骨料取代率的植草混凝土在不同温度区间内的持水能力试验，研究植草混凝土在旱寒区环境下的持水性能，评估植草混凝土在该地区的适生性；集成混凝土力学性能、抗侵蚀性、孔隙连通性及植被适应性指标，开发基于机器学习的多目标优化算法，提出兼顾工程寿命与生态效益的配比设计方案。</p> <p>4、寒旱区植草混凝土植物生长特性研究 适生植物筛选：根据西北旱寒区的气候条件和土壤环境特点，筛选适宜在该地区生长的植物品种。</p>	<p>1、探明配合比参数和养护方式对植草混凝土力学、孔隙、碱度、碳排放指标的耦合影响规律，揭示其微观机制；</p> <p>2、基于植草混凝土耦合工况下的耐久性，确定最优参数，通过微观分析揭示耐久性形成的内在机理；</p> <p>3、掌握工况下植草混凝土孔隙pH值、N元素释放规律及持水能力，明确对植物生长的影响，开发基于机器学习的多目标优化算法，提出兼顾工程寿命与生态效益的配比设计方案；</p> <p>4、根据旱寒区环境筛选适配植物品种，通过种植试验，对比不同参数下植被生长情况，确定适生植物及匹配的植草混凝土配方。</p>	<p>*项目成果报告： 《寒旱区植草混凝土耐久性与植被适应性多目标耦合研究成果报告》；</p> <p>*论 文：2篇，其中SCI 1篇，中文核心期刊1篇；</p> <p>*其 他：取得软件著作权2项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
17	严寒地区沥青混凝土防渗层多尺度性能评价与劣化机理研究	<p>1、综合环境作用下沥青混凝土性能劣化机理研究：设计低温冻融循环及盐蚀复合环境加速老化试验，模拟严寒地区实际服役条件，结合物化检测与数字图像技术，解析低温收缩-冻胀作用下沥青硬化与骨料界面脱粘的协同效应。利用原位观测追踪微裂缝从萌生、扩展至宏观开裂的全过程，阐明“分子氧化（官能团增加）→界面弱化（粘结强度下降）→细观损伤（孔隙率上升）→宏观失效（渗透系数骤增）”的跨尺度链式演化路径，揭示多因素驱动的沥青混凝土性能跨尺度劣化机理。</p> <p>2、综合环境作用下沥青混凝土防渗层性能评价体系研究：针对严寒环境沥青混凝土防渗层性能退化的多尺度特性，基于无损检测技术与防渗层控制指标，建立多尺度协同评价体系。</p> <p>3、抗冻融-盐蚀防渗层材料研制与性能提升：基于多尺度性能评价与劣化机理研究成果，引入增效材料，通过正交试验与多目标优化方法，系统研究增效材料对低温抗裂、抗冻融及长期渗透稳定性的影响规律，开发适应严寒环境的功能化防渗层材料。</p>	<p>1、明确低温收缩、冻融循环、盐蚀渗透等多因素对沥青分子结构、骨料-沥青界面及复合材料细观损伤的影响规律，揭示多尺度性能退化的关键驱动机制；</p> <p>2、建立微观-宏观的跨尺度关联评价模型，实现严寒环境下防渗层性能退化的定量评价；</p> <p>3、开发抗冻融-盐蚀的耐久防渗材料，形成防渗层材料设计与评价体系。</p>	<p>*项目成果报告：《严寒地区沥青混凝土防渗层多尺度性能评价与劣化机理研究成果报告》；</p> <p>*论文：2篇，其中EI/SCI 1篇；</p> <p>*申报专利：发明专利 1项。</p>
18	面向水电行业的智慧化项目管理平台关键技术研究	<p>1、水电项目文档处理与关键信息提取研究：依托智能图像处理与机器学习模型，实现水电行业的合同、表单、票据等关键文件的智能识别与信息提取。开展扫描噪声滤波、文档分割矫正、低对比度处理、屏幕拍摄干扰消除等系列技术研究，实现基于光学字符识别的文字信息提取。开展表格区域检测、跨页表格结构还原、不规则表格处理、破损表格线修复等技术研究，实现表格关键数据的结构化信息抽取。采用自然语言处理技术理解当前文本内容及其上下文的关系，实现跨文档知识分析、文档要素校验、摘要自动生成、版本差异比对等功能；</p> <p>2、水电项目高级数据管理与智能挖掘研究：针对水电项目执行过程中关键数据开展研究，实现关键数据的信息处理与智能分析。构建项目全周期多源异构数据的标准化管理方法和水电工程数据仓库，实现项目中水工建设、水电机组、电力输送等数据进行整合管理和挖掘分析。根据以往项目数据和行业标准，依托深度学习算法建立专用数据清洗模型，实现异常数据剔除和缺失值修复。通过时序数据预测、关联规则挖掘等技术开展数据挖掘研究，实现异常数据预警、项目效果评价、潜在风险排查等功能，并通过可视化大屏技术，实现数据挖掘结果的可视化分析；</p> <p>3、水电工程项目智能管理与优化决策研究：根据当前项目相关信息和历史相似案例构建进度预测模型，生成项目的进度计划。综合考虑项目进度、成本、质量等多方面因素，结合水电工程领域的专家知识和经验，构建资源动态优化配置模型，以自动调整资源的分配方案，优化项目资源利用率。运用机器学习算法分析风险数据，建立风险因素识别模型，及时发现潜在的风险因素，为项目管理人员提供风险预警信息。根据进度、资源、风险生成决策方案，同时评估每个方案的优缺点和可行性。</p>	<p>1、提升水电行业非结构化文档的智能化处理能力，解决文档识别的多样性和复杂性问题，实现高精度结构化信息提取，建立水电文档全流程智能处理系统，减少人工录入与审核工作量，提升水电项目管理效率；</p> <p>2、通过深度学习算法开发专用数据清洗模型，解决异常数据剔除与缺失值修复难题，集成时序预测与关联规则挖掘技术，实现工程异常预警、风险动态排查与项目效果多维度评价，搭建水电工程数据仓库，整合水工建设、机组运行、电力输送等核心业务数据；</p> <p>3、通过集成历史案例数据与专家知识，开发基于机器学习的进度预测模型和资源动态优化模型，实现进度计划自适应生成、资源利用率提升。利用关联规则挖掘分析风险传导路径，提供风险等级评估与应对方案推荐，推动水电项目管理从“被动响应”向“主动预判”转型。</p>	<p>*项目成果报告：《面向水电行业的智慧化项目管理平台关键技术研究成果报告》；</p> <p>*论文：1篇，其中EI 1篇；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利 1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
19	地下多折连通洞室施工期多元通风技术	<p>1、地下空间多连通洞室机械通风与热压通风相互影响的数学模型。</p> <p>2、施工期多元通风模式下多折连通洞室的气流流动与换热规律、通风效果。</p> <p>3、地下空间多元通风技术的设计原则及设计方法研究。</p>	<p>本项目基于水电工程地下空间多连通洞室空气贯通边界条件,归纳施工期典型地下空间多折形洞室连通的几何特征,研究周期性外扰、热源模式、进排风口高差条件下的热压通风变化特性与效果。揭示地下空间多折形洞室机械通风对热压通风的影响程度,建立两者相互影响的数学模型,提出连通洞室热压通风与机械通风组合的典型多元通风模式,阐明多元通风增益/抑制的转折或过渡机理。查明多元通风空气流动与传热过程,分析水电工程施工期多元通风适用性,提出其设计原理与设计方法。</p>	<p>*项目成果报告:《地下多折连通洞室施工期多元通风技术研究成果报告》;</p> <p>*论 文: 2篇, 其中SCI 1篇;</p> <p>*申报专利: 2项, 其中发明专利1项;</p> <p>*其 他: 培养研究生1-2人。</p>
20	深厚黄土层分散性评估及物化学处理关键技术研究	<p>1、黄土高原百米级深厚黄土层的分散性评估研究:针对黄土高原地区土壤分散性评估不足的问题,采用泥球崩解试验和泥柱水蚀试验,通过探坑、探井等方式,对工程所在区域的百米级深厚黄土层进行米级地层野外分散性试验,并选取代表性土样进行室内的针孔试验、双密度计试验、孔隙水可溶性阳离子试验以及交换性钠离子百分比试验,研发分散性快速鉴别判定指标,为工程设计提供可靠资料。</p> <p>2、筑坝分散性黄土物理、化学综合处理方法研究:</p> <p>(1) 针对分散性黄土处理方法单一的问题,通过分析土-水-电解质相互作用机理,阐明分散性黄土的分散机理,为分散土的化学改性提供科技支撑;</p> <p>(2) 分别应用防渗土工膜、砂反滤层等物理措施,开展分散性黄土物理处置前后渗透破坏模拟试验,描述土样破坏特征,分析土样的水稳特性、渗透特性及强度变形特性,进而提出安全经济的筑坝黄土物理化学综合处理措施。</p> <p>3、分散性黄土筑坝方案优化研究:针对分散性黄土筑坝缺乏设计标准的问题,综合考虑经济成本、施工工艺等因素,利用室内物理模型与数值模拟方法,通过现场小区域模拟研究,系统开展分散性黄土修建淤地坝关键部位的水蚀或渗透稳定性研究,优化筑坝方案设计,提出最优筑坝方案并进行工程应用。</p>	<p>1、研发深厚黄土层的分散性可靠高效鉴定方法;</p> <p>2、研发筑坝分散性黄土的物化综合处置技术;</p> <p>3、研发分散性黄土筑坝方案优化技术。</p>	<p>*项目成果报告:《深厚黄土层分散性评估及物化学处理关键技术研究成果报告》</p> <p>*论 文: 2篇, 其中中文核心期刊1篇;</p> <p>*成果应用证明: 1项;</p> <p>*申报专利: 1项, 其中发明专利1项;</p> <p>*申报奖项: 1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
21	沟道型弃渣场深厚渣体装配式管涵排洪结构设计及应用研究	<p>1、高填弃渣场沉降、变形与应力分布规律研究 研究不同堆渣高度、堆渣参数、地基参数对渣场分层沉降与应力分布的影响规律；明确非对称填土、散堆渣体不均匀沉降引起的变形与应力分布特征。</p> <p>2、沟道型弃渣场深厚渣体下管涵结构性能研究 对比分析现行公路、铁路钢波纹管涵洞规范在弃渣场工况下的适用性，提出设计参数修正系数；掌握渣场高填土压力与沟道渣体侧向荷载耦合作用下的管涵结构响应规律。</p> <p>3、辅助减载措施及监测数据反演 进行聚苯乙烯泡沫（EPS）减载板性能及设计应用方法研究，探索聚苯乙烯泡沫（EPS）减载板板宽、厚度、铺设位置（竖向距离管顶高度）对高填渣体土压力重分布的敏感性及荷载扩散分布效率。 依托甘肃黄龙抽水蓄能电站工程，通过安设土压力盒、应变计、位移计、沉降计与自动化采集系统，实测分析弃渣场高填施工过程中渣体稳定性、土拱效应动态演化及管涵力学响应，验证理论模型；基于监测数据反演，修正设计公式的工程适用性。</p>	<p>1、优化现有高填渣土压力计算模型，建立考虑土拱效应，变形等多指标的用于工程快速设计的简化解析公式。</p> <p>2、提出“渣体-减载板-土拱-管涵”多级荷载传递及协同变形模式，揭示不同因素作用下的管涵结构变形机制，突破传统单一结构设计局限。满足抽水蓄能电站工程、大型水利枢纽工程深厚渣体钢波纹管涵排洪结构的设计计算。</p> <p>3、理清非对称填土、渣体不均匀沉降下EPS减载板的抗弯折能力及对管涵结构变形的缓冲机理。搭建渣场排洪设施三维立体安全监测系统，保障排洪设施安全的同时可及时开展设施检修维护。</p>	<p>*项目成果报告： 《沟道型弃渣场深厚渣体装配式管涵排洪结构设计及应用研究成果报告》；</p> <p>*论文：3篇，其中SCI 1篇，中文核心期刊2篇；</p> <p>*申报专利：2项</p> <p>*成果应用证明：1项。</p>
22	小粒径堆石混凝土多尺度性能优化及机理研究	<p>1、小粒径堆石混凝土充填试验与机理研究：结合堆石粒径小的特点，开展自密实混凝土骨料粒径对小尺度空隙充填密实度影响的试验研究，揭示自密实混凝土工作流动性与黏性对小尺度空隙充填密实度影响规律及长距离充填后影响其均质性的主要因素，构建满足小粒径开挖料小尺度空隙充填密实要求的自密实性能指标体系。</p> <p>2、小粒径自密实混凝土配合比设计及优化研究：结合小粒径粗骨料，开展胶凝粉体颗粒粒径分布优化研究，建立高性能复合掺合料关键控制指标体系；研究材料组分作用，提出小粒径堆石混凝土对应的自密实混凝土配合比设计方法，深入分析各种组分的作用，在全面提升自密实混凝土性能的同时，并依托工程对成本进行优化。</p> <p>3、小粒径堆石混凝土综合性能研究：以基本配合比为基础，开展堆石混凝土与高自密实性能混凝土的综合性能试验研究，主要内容包括：工作性能、抗压强度、劈裂抗拉、抗剪性能等指标，建立自密实混凝土与堆石混凝土性能之间的对应关系，并与试验配套开展相关细观仿真分析。</p> <p>4、小粒径堆石混凝土工艺、施工组织方案研究：针对不同地质条件，确定合理堆石粒径与级配要求，提出小粒径堆石混凝土工艺与质量控制标准；结合依托工程，开展小粒径堆石混凝土专项施工组织研究，进行小粒径堆石混凝土相关单价分析，分析其经济性。</p>	<p>1、建立满足小粒径堆石尺度空隙充填密实要求的自密实性能指标体系；</p> <p>2、构建小粒径堆石混凝土综合性能体系；</p> <p>3、提出小粒径堆石混凝土工艺与质量控制标准。</p>	<p>*项目成果报告： 《小粒径堆石混凝土多尺度性能优化及机理研究成果报告》</p> <p>*论文：2篇，其中中文核心期刊1篇；</p> <p>*成果应用证明：1项；</p> <p>*申报专利：1项，其中实用新型专利1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
23	基于人工智能的电化学储能系统服役性能预测	<p>1、电化学储能系统多源异构数据预处理与特征提取方法：针对电化学储能装置服役性能数据存在噪声大、采样间隔不均衡导致深度学习难度大的问题，研究基于小波去噪与动态重采样的多源数据标准化方法，解决数据平滑性与时间对齐问题，为人工智能数据分析奠定基础；结合主成分分析筛选关键特征，验证贡献率等特征对寿命预测成效的影响。</p> <p>2、贝叶斯优化与LSTM的融合模型构建方法：针对不同电化学储能系统服役性能数据集的数据量、数据特征差异大导致性能预测模型适用性差、误差大的问题，研究基于LSTM网络的电化学储能装置服役性能预测框架，引入贝叶斯优化算法，动态调整超参数（层数、正则化系数等），基于不同数据集的预测差异，验证贝叶斯优化对误差的改善效果。</p> <p>3、基于注意力机制增强的电化学服役性能预测方法：针对长周期数据集的预测难题，设计自注意力模型（查询-键-值结构）与LSTM的交替架构，通过缩放点积模型筛选关键时序特征，对比测试注意力机制在大样本数据集与小样本数据集上的性能差异，验证其在数据量较少场景下服役性能预测的优势，为电化学储能系统长期服役性能预测提供技术支持。</p>	<p>1、构建多源数据预处理标准流程，通过小波去噪与动态重采样解决噪声与采样间隔差异问题，使数据集预测误差 (RMSE) <math>\leq 0.001</math>；</p> <p>2、开发贝叶斯优化-LSTM融合模型，针对不同数据集自适应调整超参数（层数、正则化系数），降低安全性能阈值预警误差；</p> <p>3、设计注意力机制增强的性能预测架构，在数据量充足的数据集上实现预测功能，同时验证其在小样本场景的适用性，形成电化学储能系统长期服役性能准确预测方法。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于人工智能的电化学储能系统服役性能预测成果报告》；</p> <p>*专题报告：1部；</p> <p>*论 文：1篇，其中SCI 1篇；</p> <p>*申报专利：1项，其中发明专利1项。</p>
24	基于需求侧响应的沙戈荒能源基地风光储配置方案研究	<p>1、沙戈荒风光新能源开发潜力及出力特性研究： (1) 对沙戈荒风光多源和多维数据进行同化和融合，处理风光储等不同时空尺度的数据，研究适合沙戈荒地区的同化智能算法，构建系统模型； (2) 结合实际时滞数据进行修正，提高风光新能源开发潜力评估和出力特性预测精度。</p> <p>2、风光储风险量化评估及两阶段鲁棒优化模型研究： (1) 利用多维度建模方法，精准刻画气象波动、设备故障、极端天气等不确定性风险，并建立涵盖供电可靠性、电网安全性和运行经济性的多维评估体系，实现极端场景下系统韧性特征与常态化运行风险的协同量化分析； (2) 研究两阶段鲁棒优化模型构建方法，构建上层运行成本优化模型和下层新能源消纳率优化模型，建立以运行成本最低、损耗最小、新能源消纳率最大为目标函数的鲁棒优化模型，得到风光出力曲线、调度曲线和成本运维曲线。</p> <p>3、考虑需求侧响应和源荷互动的沙戈荒风光储配置方案： (1) 在以上研究内容基础上，通过需求侧响应和源荷互动技术实现动态平衡，并考虑风光出力互补特性，统筹确定基地选址、安装容量、最优风光资源配置和储能配置，并对电压波动、最优潮流分布、消纳率、极端天气下的防御能力韧性指标等进行校验； (2) 引入高载能产业、制氢等可调负荷，动态匹配新能源出力特性，实时优化储能充放电策略及负荷响应，并依托虚拟电厂（VPP）聚合分布式灵活性资源，实现精细化调度。</p>	<p>1、优化数据同化和融合方法，建立风光潜力评估和出力预测模型，提高评估与预测精度，构建风光新能源送电曲线，并增强模型的普适性和鲁棒性；</p> <p>2、构建风光储风险量化评估及两阶段鲁棒规划模型及方法；</p> <p>3、得到考虑需求侧响应和源荷互动的沙戈荒风光储配置方案，为沙戈荒能源基地风光储场址布局、送电曲线拟定及协同调度提供参考和依据。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于需求侧响应的沙戈荒能源基地风光储配置方案研究成果报告》；</p> <p>*论 文：1篇，其中EI 1篇；</p> <p>*申报专利：2项，其中发明专利2项；</p> <p>*申报奖项：1项。</p>

序号	项目名称	研究内容	研究目标	成果目标
25	压缩空气储能人工洞室储气库衬砌结构受力特性研究	<p>1、硬岩地质条件下储气库衬砌-钢板密封结构的数值模拟研究 针对常规硬岩地质条件下，混凝土衬砌及钢衬密封结构，开展如下研究： (1) 研究分析高压运行工况下结构力学响应，通过数值模拟研究围岩受力及塑性变形、混凝土衬砌的应力-应变特性及开裂、塑性发展，钢衬受力特性等。 (2) 研究分析卸压检修工况下结构稳定性，考虑围岩及混凝土卸载特性及时效，分析外压作用下（围压及水压）衬砌及钢衬受力特性。 (3) 研究分析钢衬疲劳性能及衬砌界面粘结效应，模拟交变荷载作用下钢板的裂纹扩展行为，评估典型运营工况对结构耐久性的影响。</p> <p>2、围岩较大变形适应型衬砌结构创新设计及模拟研究 针对硬岩条件下钢衬密封存在的不足，或在非硬岩地质条件围岩发生较大变形情况下，开展如下研究： (1) 针对非硬岩地质特征及高压工况，提出能够适应1cm以上围岩变形的衬砌结构型式（如分片式、可伸缩、柔性接头设计等）及其配套技术措施。 (2) 针对新型衬砌结构型式进行多工况数值模拟研究，系统分析不同荷载工况下结构的力学响应、衬砌结构的塑性变形、结构整体变形协调等，为人工洞室储气库方案优化及业务推广提供支撑。</p>	<p>1、分析研究常规硬岩地质条件储气库衬砌及密封钢衬的受力及变形特性，明确衬砌结构的优化方向； 2、针对非硬岩地质条件，提出能够适应1cm以上围岩变形的衬砌结构型式及技术措施，并分析研究其技术、经济可行性，为人工洞室储气库方案优化及业务推广提供支撑。</p>	<p>*项目成果报告： 《压缩空气储能人工洞室储气库衬砌结构受力特性研究成果报告》； *论文：1篇，其中EI 1篇； *申报专利：1项，其中发明专利1项。</p>
26	基于资源与负荷特性的风光储制氢储氢系统容量优化配置研究	<p>1.系统建模：基于Julia语言建立高精度系统集成模型，表征目标区域风光资源时空特性、电解槽运行特性（含效率、启停等）、储能系统特性（含充放电效率、充放电深度）及储氢系统运行特性，根据部分目标区域政策可选增加下电比例或离网运行。</p> <p>2.成本与目标函数：构建涵盖风光、电解槽、储能等关键设备初始投资、运维成本的全生命周期成本模型，以最小化用电制氢成本为优化目标，并满足氢气负荷需求、系统运行物理约束。</p> <p>3.容量优化配置：开发优化模型与方法，求解在不同资源条件和负荷需求约束下的最优风电、光伏、储能、储氢最优容量配置方案。</p> <p>4.案例验证与影响分析：选取典型场景进行案例研究，量化最优配置的经济效益（LCOH, IRR等）、能源效率、可再生能源消纳率；开展关键参数敏感性分析，揭示降本路径与配置规律。</p>	<p>本项目旨在建立一套科学的风光储制氢储氢系统容量优化配置方法，以实现在特定资源与负荷条件下全生命周期制氢成本最小化。具体目标包括：</p> <p>1、基于Julia语言构建融合目标区域高分辨率风光资源时序特性、电解槽动态运行特性、储能系统性能特性及储氢系统运行特性的联合仿真模型； 2、提出并实现以最小化系统成本为唯一目标的数学优化模型，设计高效求解算法； 3、通过典型区域案例研究，验证优化方法的有效性，量化在给定资源和负荷约束下可实现的最低成本及其对应的最优配置组合； 4、系统开展敏感性分析，明确设备成本、关键运行参数、资源条件及折现率等关键因素对最优配置和最低成本的影响程度与规律。</p>	<p>*项目成果报告： 《基于资源与负荷特性的风光储制氢储氢系统容量优化配置研究成果报告》； *论文：3篇，其中SCI 2篇，EI 1篇； *申报专利：2项，其中发明专利1项； *其他：软件著作权1项。</p>