**附件1**

2023年黄河公司“揭榜挂帅”

科研项目攻关榜单

为贯彻落实“十四五”发展规划，以开放创新的形式，积极探索科技创新，最大程度地调动社会各界智力潜能，突破制约各领域关键核心技术，以最快的速度找到切实可行的解决方案。青海黄河上游水电开发有限责任公司拟采用“揭榜挂帅”机制开展相关课题的研究，现将本次攻关项目榜单予以发布。

**榜单清单**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **榜单名称** | **经费预算（万元）** | **攻关期限** | **页码** |
| 1 | 风力发电机组偏航、变桨轴承故障监测技术研究 | 326 | 签订合同后-2024年11月 | 3 |
| 2 | 夏日哈木矿区镍钴铜多金属成矿综合  地质研究 | 350 | 2023年6月-2025年12月 | 8 |
| 3 | 夏日哈木镍钴矿选矿系统浮选药剂优化研究 | 372 | 2023年8月-2025年12月 | 14 |
| 4 | 5G+数字孪生流域关键技术研究及应用 | 567 | 36个月 | 17 |
| 5 | 基于集控系统的机组状态评价及故障诊断技术研究与应用 | 465.4 | 24个月 | 22 |
| 6 | 高海拔超超临界锅炉新疆煤掺烧防结焦技术研究及应用 | 686.1 | 签订合同后-2024年12月 | 28 |
| 7 | 电子级多晶硅表面碳及其他微量杂质和微观结构表征技术应用研究 | 150 | 签订合同后-2023年10月 | 34 |
| 8 | 冷喷涂银层技术在电子级多晶硅CVD还原炉中的应用研究 | 330 | 签订合同后-2023年12月 | 39 |
| 9 | 大型光伏电站特殊环境条件下阵列区电缆敷设技术优化及应用研究 | 121 | 签订合同后-2024年6月 | 44 |
| 10 | 高寒高海拔盐渍土地区风光储设施混凝土基础侵蚀防治关键技术研究 | 350 | 签订合同后-2023年12月 | 47 |
| 11 | 光伏支架结构型式优化及组件滑动安装技术研究与应用 | 160 | 签订合同后-2023年10月 | 51 |
| 12 | 荒漠砂砾石地质光伏支架基础型式及结构优化研究与应用 | 220 | 签订合同后-2024年10月 | 55 |
| 13 | 基于逆变器IV感知与支架控制系统联动的应用研究 | 60 | 签订合同后-2023年12月 | 58 |
| 14 | 组件回收新型破碎玻璃组件回收工艺设备研制 | 300 | 签订合同后-2023年12月 | 62 |
| 15 | 光伏电站增配储能经济分析和最佳定容研究 | 45 | 签订合同后-2024年10月 | 69 |
| 16 | 配置储能的光伏电站一次调频控制技术研究及应用示范 | 350 | 签订合同后-2024年9月 | 75 |
| 17 | 新型高效电池组件多场景应用及模型建立 | 120 | 签订合同后-2025年10月 | 86 |
| 18 | 新能源多场景制氢技术研究 | 60 | 签订合同后-2024年3月 | 91 |
| 19 | 大庆基地光伏场区土壤盐碱治理及立地生境改善关键技术研究 | 205 | 签订合同后-2025年11月 | 97 |

项目1：风力发电机组偏航、变桨轴承故障监测技术研究

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题：

风电机组偏航和变桨系统是风力发电机组重要组成部分。偏航和变桨轴承是风机机舱与塔筒、叶片与轮毂连接和转动的关键部件，其工作的可靠性直接影响整个风电机组运行效率和安全。偏航、变桨轴承因受设计、制造、材料、安装工艺、运行维护等因素影响，在长期交变载荷、冲击力矩及润滑不足等作用下易造成轴承内部结构损伤。由于偏航、变桨轴承更换难度大、成本高，停运时间长、故障损失较大。因此，利用在线监测手段监测分析轴承内部状态显得十分必要，分析轴承隐形缺陷发展趋势，提前预判轴承内部故障，避免轴承损坏事件的发生。

（二）攻关内容：

1.研发偏航、变桨轴承在线监测装置1套。

2.研发偏航、变桨轴承在线监测系统分析软件1套。

3.建立偏航、变桨轴承故障特征数据库。

4.制定一套轴承损坏程度判定标准。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.研发偏航、变桨轴承在线监测装置1套，能够采集风机偏航、变桨轴承各类故障发生时产生的故障信息或特征，具有分析及远程通讯功能。

2.研发偏航、变桨轴承在线监测系统分析软件1套，具备轴承运行信息实时监测、健康预警、故障信息分析、故障识别及故障评估等功能，故障监测准确率不低于90%。

3.建立偏航、变桨轴承故障特征数据库，寻找轴承厂商或风机厂商收集轴承故障信息，最终形成轴承疲劳剥落、磨损、断裂、保持架损坏等故障特征信息库，能够针对故障提出相应的预防和处理措施建议。

4.制定一套轴承损坏程度判定标准，根据收集整理的轴承故障情况，分析轴承损坏程度，最终判定轴承轻微缺陷可继续使用、一般缺陷维修保养后继续使用、严重缺陷需更换等情况。

（二）技术指标：

1.能够采集风机偏航、变桨轴承各类故障发生时产生的特殊信号，能够过滤环境、风机运行工况产生的影响。

2.能够监测到轴承运行异常状态，异常监测准确率不低于90%。

3.能够判定轴承故障类别，如疲劳剥落、磨损、断裂、保持架损坏等。

4.能够判定轴承故障损坏程度，形成相应的标准。

5.偏航、变桨轴承在线监测装置要求便于拆卸，可在各型号风机进行安装。

6.偏航、变桨轴承在线监测装置具备无线和有线通讯功能，无线通讯支持移动、联通、电信三大运营商。

（三）预期成果：

1.偏航、变桨轴承在线监测装置1套。

2.偏航、变桨轴承在线监测系统分析软件1套。

3.建立偏航、变桨轴承故障特征数据库。

4.制定一套轴承损坏程度判定标准。

5.发表中文核心论文不少于1篇。

6.申请发明专利不少于1项，实用新型专利不少于1项。

7.申请软件著作权不少于1项。

三、对揭榜方要求：

（一）揭榜方基本要求：

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备 轴承检测技术研究或轴承检测装置研发制造资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

（二）揭榜方技术要求：

1.揭榜方拥有项目研究过程中所使用到的主要测试设备，优先考虑具备所有设备的揭榜方。

2.揭榜方能够提供满足本项目研究的偏航轴承故障样本，能够对轴承故障监测结果进行验证。

3.鉴于风电机组偏航、变桨轴承故障样本较少，轴承故障特征研究难度较大；在役风机偏航轴承、变桨轴承拆卸难度和成本较高，故障监测结果验证难度较大，要求揭榜方提交揭榜书的同时附偏航、变桨轴承故障样本收集方案和监测结果验证方案。

四、产权归属：

1.本项目所产生的研究开发成果及其相关知识产权权利归发榜方所有。

2.发榜方有权利用本项目研究开发成果，进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果及其权属，由发榜方享有。

3.在完成本项目研究开发工作后，双方协商合作利用该项研究开发成果进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果归双方所有。

4.本项目技术成果归发榜方所有，需就技术成果文件进行著作权备案或申请专利的，揭榜方应予以协助配合。

五、经费预算：

总经费控制在326万元以内。

六、研究周期：

与揭榜方签订合同后至2024年11月。

**七、项目联系人及电话：**

联系人：孙志远

联系电话：18997288625

项目2：夏日哈木矿区镍钴铜多金属成矿综合地质研究

一、攻关难题和攻关内容：

攻关难题：夏日哈木矿区II号岩体和I号岩体之间的深部联系综合研究。

攻关内容：

1.夏日哈木镍钴矿区HS27异常区镍钴成矿作用研究：对II号（III-VII）岩体的辉石岩、辉长岩、蛇纹岩及石榴子石辉石岩，开展精细岩相学分析、全岩主、微量元素地球化学特征、PGE地球化学、S同位素、Co-Ni-Cu赋存状态与元素行为，结合已有研究资料示踪岩浆源区性质，模拟岩浆演化过程中的结晶分异作用和地壳混染作用，研究榴辉岩与矿体形成之间的联系，讨论硫化物的饱和机制、片麻岩对硫的贡献，成矿元素的迁移与聚集过程。研究II岩体岩浆作用在I号岩体岩浆时空尺度对应的岩浆期次与成矿特征。探讨II岩体与I岩体的深部联系，探讨不同岩体岩相是否为同源、不同成分岩浆不同演化阶段的产物。

2.夏日哈木矿区HS31异常区铜铅锌成矿作用研究：开展构造格架研究，对不同构造蚀变带、矽卡岩带及铅锌矿（化）体开展岩石与矿物组成、年代学、主微量元素、同位素等分析，确定成矿物质来源、成矿时代，探讨区域铜铅锌成矿潜力。

3.夏日哈木矿区镍钴铜多金属成矿作用动力学背景研究：在开展HS31与HS27号异常区大比例尺填图、大比例尺地物化剖面调查基础上，对矿区内榴辉岩、片麻岩等岩石大地构造开展研究，探讨研究夏日哈木矿区岩浆矿床与构造热液矿床耦合联系性，对比II岩体成岩时代与岩浆类型、岩浆化学特征，反演成岩（成矿）地质背景。结合东昆仑造山带区域地质演化史综合模拟成矿动力学背景。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.确定夏日哈木HS27号异常区（II岩体）铜镍硫化物矿、HS31号异常区铜铅锌矿的成矿岩体及矿体形成时代、成矿元素迁移赋存、控制因素等，探讨成矿物质来源、成矿作用过程、控制因素、成矿动力学背景与找矿潜力。

2.确定夏日哈木镍钴矿区HS27（HS25、HS28）异常区镍钴成矿作用过程、控制因素及潜力。

3.探究夏日哈木矿区HS31异常区铜铅锌成矿作用。

4.探讨II岩体与I岩体之间的深部联系，认识夏日哈木矿区镍钴铜多金属成矿作用动力学背景。

5.形成项目结题报告1份，并组织专家完成审查。结题报告应包括报告正文、测试（试验）成果报告（全岩主量元素300件、全岩微量元素500点、PGE等成矿分析60件、锆石U-Pb同位素测年500点、硫同位素分析50件、Re-Os同位素分析30件、流体组分化学组成分析200件、流体组分C同位素分析100件、流体包裹体分析150件、He-Ne-Ar同位素分析40件、Sr-Nd-Pb同位素分析60件、Lu-Hf同位素60件、FeCu同位素各50件、Li同位素20件；电子探针、SEM-EDS矿物表征分析、SEM-FIB、球差透射电镜分析、SIMS微区元素、同位素分析形成相应的实验室报告，并签字盖章）、附图附件（各类采送样登记表、形成的图件均需与报告正文一并提交）；完成研究论文6篇及以上。

（二）技术指标：

1.建立夏日哈木镍钴成矿作用精确年代学框架，确定II成矿岩体及矿体形成时代。

2.确定夏日哈木矿区HS27（HS25、HS28）异常区镍钴成矿元素赋存形式、成矿作用过程、控制因素、成矿作用过程。

3.确定夏日哈木矿区HS31异常区铜铅锌成矿作用过程及模式。

4.物化探资料综合研究II岩体与I岩体之间的深部联系，认识夏日哈木矿区镍钴铜多金属成矿物质来源、成矿作用动力学背景与资源潜力。

5.提出各异常区找矿有利地段，预测找矿位置和空间。

（三）预期成果：

1.通过I、II号岩体间深部联系综合研究，找到深部I、II号岩体（矿体）之间的联通通道和岩浆源区，进一步扩大资源储量。

2.确定夏日哈木矿区HS31号异常铜铅锌的成矿物质来源、成矿时代，认识铜铅锌成矿作用过程、控制因素，建立成矿模式，指导下一步HS31号异常区地质勘查工作思路和方向，重点寻找矿体富集地段，开展深部钻探验证工作，以望获得资源储量突破。

3.探索梳理目前已发现矿床的成因特征、相互联系等内容外，建立在夏日哈木矿区找矿的地质标志，为后续找矿工作提供理论指导。

4.成果报告要求：

（1）形成结题报告1份，HS27号异常区镍钴成矿作用研究分析及HS31号异常区铜铅锌成矿作用分析形成单独章节分述总结。

（2）成果报告包括但不限于以下内容：

①项目背景；

②项目研究意义；

③项目研究理论依据；

④项目研究目标；

⑤项目研究主要内容；

⑥项目研究步骤；

⑦项目研究主要过程；

⑧项目研究成果与分析（按HS27、HS31号异常区分章节总结归纳）；

⑨项目研究质量评述；

⑩研究存在的主要问题及下一步工作思路。

（3）其他要求：

①报告结构完整、结构清晰；

②文字表达规范、格式正确；

③结题报告内容紧扣榜单内容。

**三、对揭榜方要求：**

1.揭榜方基本条件

（1）国内一流科研院校及科研机构。

（2）具有固定的科研场所及实验室，实验室需具备完成该项目所需的仪器设备，有专业实验工程师，实验室正常运行3年及以上，未发生过实验质量事故。

（3）研究团队人员不少于8人，团队成员研究方向与地质地矿类专业相关。

2.揭榜方技术条件

（1）从事露天矿关键金属成矿作用研究3年及以上。

（2）业绩要求：主持完成省级以上关键金属成矿作用研究5项及以上。

**四、产权归属**

1.技术秘密的处理：

（1）技术秘密的使用权：（双方）所有；

（2）技术秘密的转让权：发榜方所有；

（3）技术秘密的利益分配：发榜方100%。

2.各方拥有知识产权（包括但不限于专利、商标、著作权、计算机软件）或使用权的文件和资料（包括但不限于）、非专利技术、商业秘密和其他技术成果属于该方，但是另一方在本项目下经过各方协商可以优先有偿使用。

发榜方背景知识产权包括：夏日哈木地质勘查报告等基础性地质资料、岩矿石标本及岩矿芯等实物地质资料。

3.揭榜方完成本项目的研究人员享有在有关技术成果文件上写明技术成果完成者的权利和取得有关荣誉证书、奖励的权利，成果文件和有关荣誉证书、奖励申报均以发榜方负责人为第一完成人。依托本项目产生的论文、著作，如发表需经双方书面协商确定发表平台及署名。

4.发榜方有权利用揭榜方按照约定提供的研究成果，进行后续改进。由此产生的具有实质性或创造性技术进步特征的新的技术成果及其权利归属，由发榜方享有。

具体相关利益的分配办法如下：发榜方100%。

**五、经费预算：**总经费控制在350万元以内。

**六、研究周期：**2023年6月—2025年12月31日

**七、联系人及电话：**逯登栋 13369792090

项目3：夏日哈木镍钴矿选矿系统浮选药剂优化研究

**一、攻关难题和攻关内容：**

攻关难题：夏日哈木镍钴矿选矿系统浮选药剂优化研究

夏日哈木选矿系统设计处理能力为1.7万t/d，混合精矿中镍品位10.00%。但受限于镍铜原矿的贫、细、杂等矿石特性，镍精矿回收率仅为75%。另外，选矿药剂共六个品种，其中CMC、水玻璃的单耗较高，年使用量均超过1千t，且水玻璃按40%浓度的液体进行采购，现场稀释成5%的浓度添加。所以面临的问题是：一是种类多；二是采购的选矿抑制剂水玻璃为液体，导致运输困难，造成选矿成本高。所以在确保现有流程各项指标不变的前提下，需探索优化药剂制度。

攻关内容：

浮选药剂优化试验研究。在控制原矿品位不变的前提下，对含镁易浮脉石抑制剂开展系统研究，对比研究小分子有机物、大分子有机物以及改性 CMC 等多种脉石抑制剂作用效果，选取效果最好的脉石抑制剂取代设计流程中的市售 CMC 和水玻璃，将两种药剂简化为一种满足环保要求的高效抑制剂，简化药剂制度，在抑制滑石和蛇纹石的同时，减弱对镍矿物浮选的负面影响，有利于保证浮选技术指标，且对小尾矿的沉降浓缩有一定程度的改善。

试验内容主要包括：设计流程验证试验、脉石抑制剂种类及用量试验、新型抑制剂条件下的尾矿浓缩沉降对比试验。

**二、攻关后希望达到的目标及技术指标**

（一）预期目标：

（1）在现有药剂种类的基础上，减少1种药剂。

（2）公司年精矿营业额提升约1%。

（3）完成药剂优化相关技术专利1项，药剂优化方向论文1篇。

（二）技术指标：

预计镍回收率提高1-1.5%。

（三）预期成果

1.通过本次浮选药剂的优化研究，在现有工艺流程及各类指标的基础上，改善选矿系统现有的药剂制度，进一步提升选矿技术指标和经济指标；

2.通过本次研究，获得含镁硅酸盐脉石矿物新型、高效抑制剂，取代设计工艺使用的市售 CMC 和水玻璃，减少1种药剂种类、简化药剂制度，减少药剂制备人工数量，降低选矿用人成本。

3.通过本次研究，为后续进一步药剂制度的改善、优化提供研究基础与理论指导。

**三、对揭榜方要求**

1.揭榜方基本条件

（1）国内一流科研院校及科研机构。

（2）具有固定的科研场所及实验室，实验室需具备完成该项目所需的仪器设备，有专业实验工程师，实验室正常运行10年及以上，未发生过实验质量事故。

（3）研究团队人员不少于10人，团队成员研究方向与矿物加工专业相关。

2.揭榜方技术条件

（1）具有专门的技术研究团队，机构设置明确。

（2）在选矿研究方面科研能力、科研条件等居国内前列。

（3）业绩要求：具备2个及以上镍矿、镍钴矿或类似矿石选矿试验研究业绩。

**四、产权归属**

1.专利权的处理：研究范围内申请专利的权利由双方方享有。

2.专利权取得后的使用和利益分配：

双方均有专利使用权，专利许可使用及专利转让所得均归双方所有。

**五、经费预算：**总经费控制在372万元以内。

六、研究周期：2023年8月-2025年12月。

**七：联系人：**贺国春 18997200533

项目4：5G+数字孪生流域关键技术研究及应用

**一、攻关难题和攻关内容：**

1.攻关难题：

1. 目前公司流域各电站水情、水文、大坝监测等系统多为“烟囱式”建设，各系统数据分散，数据量大、格式不统一、传输方式各异，缺乏统一的数据规范和标准，数据管理共享难度大，难以发挥流域数据资产在生产管理中的价值。
2. 各电站设备运行、大坝安全以及气象、水文、海温等数据采集不完整、传输不及时，不能满足流域多源信息的快速感知，无法实现快速预警、预报。
3. 黄河流域及各个电站、库区、边坡等的观测、监测数据专业性强，数据跨专业、跨业务的互通共享困难，缺乏对数据的统筹管理和可视化展示载体。
4. 梯级电站缺乏流域级联合管控措施和手段，缺乏全流域仿真预演的数字化平台，黄河上游梯级电站联合调度、流域防洪等数字化支撑手段不足，无法实现预警、预报和预演。

2.攻关内容：

（1）编制数据采集、数据传输和数据共享的企业级数据规范。

（2）研究利用基于5G的物联网智能感知设备，实现气象、水文、监测等实时数据的高速率、低时延传输，从而满足流域多源信息的快速感知和传输。

（3）开展黄河上游“班多-青铜峡河段”数字化模型建设，基于数字化模型联动集控、流域水文、气象监测、大坝监测等相关数据，形成基础数据统一、监测数据汇集、二三维一体化、三级贯通的数字流域孪生底板，统筹管理各类结构化、非结构化数据，实现多源数据的三维可视化集成和交互。

（4）构建流域数字孪生平台，建立洪水防御、工程安全预警等仿真预演模型，通过数字孪生场景对物理场景进行预演、预报，实现智能模拟、前瞻预演。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

1.建设企业级水电流域数据采集及应用标准，形成孪生流域数据标准体系，进而推动流域主要数据信息数字化、集成化及高效融合应用，最终实现流域水电业务数据资产价值最大化。

2、研究基于5G技术的多源数据采集及传输应用，实现黄河上游各厂站流域各类监测数据和业务数据的立体感知和全面互联。

3.建设流域数据孪生平台，通过多源数据的三维可视化集成和交互，实现可视化环境下水电流域数据的互联互通和相关业务的协同共享。

4.构建流域数字孪生平台，通过流域仿真预演模型，对水情、洪水等进行仿真预演、预报，实现数字孪生流域与物理流域全要素、全过程、全生命周同步仿真运行、虚实交互、迭代优化。

（二）技术指标：

1.建立涵盖黄河上游梯级流域电站企业级数据标准1套。

2.研究实现不少于3类物联网感知设备在5G网络环境下的数据传输和交互场景。

3.建设黄河流域“班多-青铜峡河段”数字孪生数据底板，建立龙羊峡、拉西瓦、李家峡、公伯峡、苏只、积石峡6个水电站水库、枢纽、边坡、河道等数字孪生模型，分辨率≤5cm。

4.构建黄河流域“班多-青铜峡河段”数字孪生平台，本期依托公伯峡水电站建立流域仿真预演模型不少于2个。

（三）预期成果：

本项目通过对数字孪生流域数据标准编制、数据底板建设、基于5G技术的流域数据传输方式以及流域数字孪生平台建设技术的研究，实现流域多元异构数据德的数字化、集成化及高效融合应用，研究5G技术在数字孪生流域的应用机理，形成5G+数字孪生流域新型技术成果，支撑流域梯级水电站联合调度、防洪调度等业务，有效提高电站水资源利用率和发电效益，降低地质、洪涝灾害损失等。

**三、对揭榜方要求：**

1.揭榜方基本条件:

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备 电子与智能化专业承包一级、CMMI5及以上资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件:

（1）揭榜方应具有较强的研发实力、科研条件和稳定的人员队伍等，参与过黄河流域相关数字化科研或工程项目，获得过省部级以上科技奖项，有能力完成发榜单位提出的任务。

（2）揭榜方应具备黄河流域水电站、大型水利枢纽设计或技术服务等工作经验，熟悉流域基本情况；拥有专业的数字化研究应用团队。

（3）揭榜方应具备数字孪生平台应用及开发能力，拥有自主知识产权的相关软件产品及应用案例。

（4）揭榜方同时应拥有水文、地质等专业团队，熟悉黄河上游水文气象演变规律、地质构造原理及地形、地貌。

**四、产权归属：**

本项目采用联合研究方式，知识产权及科技成果归属权为发榜方和揭榜方双方共有。发表5篇科技论文，申请发明专利2项，软件著作权1项。

**五、经费预算：**总经费控制在567万元以内。

**六、研究周期：**36个月

**七、项目联系人及电话：**

项目联系人：三梅英

联系电话：15897088075

项目5：基于集控系统的机组状态评价及故障诊断技术研究与应用

1. **攻关难题和攻关内容：**

1.攻关难题：

（1）各电站机组状态监测系统都部署在现地，集控中心无法实时掌握设备状态。机组状态数据，尤其是各种高频原始数据量大，远程传输存在困难；

（2）状态监测系统与监控系统彼此独立，数据没有穿透融合，集控运行数据、在线监测数据等价值没有得到充分挖掘；

（3）水轮发电机组结构和运行复杂，当前的状态监测系统可视化程度低，状态评价和故障诊断模型少，准确度低，智能化程度低，不利于水电站集控运行。

2.攻关内容：

本项目开发一套基于集控中心的机组状态评价及故障诊断系统，攻关研究内容主要包括：

（1）研究高频数据远程传输技术，开发数据传输软件，实现高频数据的实时、完整、稳定、可靠的远程传输；

（2）在集控侧建立机组状态数据平台，接入公司属水电站机组状态监测系统数据，实现数据的统一管理、存储以及状态监测系统和集控系统数据穿透融合；

（3）研究基于数据孪生的机组状态监测技术，开发机组三维模型及可视化监测软件，实现机组状态的三维可视化监测；

（4）研究机组分析、预警诊断及状态评价技术，开发机组分析、预警诊断及评价软件,联合状态监测系统及监控系统数据，实现机组状态的实时、全面、准确的状态评价及诊断。

1. **攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

（1）开发出高频数据远程传输软件1套，具有数据压缩传输功能，支持断点续传。软件支持的最高传输速率不小于50M/s，高频数据压缩率小于50%，支持7天内数据的断点续传；

（2）开发出机组状态数据管理平台软件1套，具有机组状态监测系统数据压缩存储和管理功能，数据库测点空间不小于10万个，读写速度高于50万点/秒；

（3）开发出三维可视化监测软件1套，能将机组状态数据和三维模型结合展示。软件支持不少于10个电站机组的三维模型。三维模型支持360°旋转，支持局部拆解和缩放。

（4）开发出机组分析、预警诊断及状态评价软件1套，包含设备诊断和状态评价两个模块。设备诊断模块能够对水电设备进行远程分析、预警和诊断，其中分析功能模块不少于30项，预警指标不少于50个，故障诊断模型不少于20个。状态评价模块能够对机组状态进行自动评价，并生成状态报告，其中机组状态自动评价报告1项，设备异常专项分析报告不少于5项。所有报告均支持自定义时间选取及一键导出功能。

（5）形成技术方案1份，功能验证测试报告1份，安全测试报告1份；

（二）技术指标：

可靠性指标：

1. 高频数据远程传输的丢失率<0.01%；
2. 系统平均无故障时间(MTBF)> 20000h；
3. 系统平均故障修复时间(MTTR)<0.5h；

实时性指标：

1. 数据库读写速度>50万点/s；
2. 系统实时数据刷新间隔<5s；
3. 系统调用新画面的响应时间<2s；

容量指标：

1. 高频数据远程传输软件支持的最高传输速率>50M/s；
2. 数据库可用测点空间>10万点；
3. 数据存储压缩率小于50%,在100000个测点、20T存储容量的条件下数据存储年限>10年；

功能性指标：

1. 可视化软件支持的三维模型≥10种；
2. 分析功能模块>30项，预警指标>50个，故障诊断模型>20个；
3. 状态评价报告>6项，支持自定义时间选取和一键导出功能;

（三）预期成果：

本项目以水电集控系统为依托，以专业模型、大数据技术、智能算法等技术手段和机组状态评价、故障诊断业务深度融合为主线，从高频数据远程可靠传输、大数据存储及管理、可视化监视、状态评价及故障诊断建模四个方面展开研究，全面汇集各站机组状态监测系统数据，在集控中心建设机组状态数据平台，开发状态评价及故障诊断数学模型，实现机组状态的远程可视化监视，提升机组状态评价及故障诊断的广度、深度和智能化水平，充分挖掘数据价值，全面、准确掌握机组状态，为保证机组的长期安全稳定运行提供技术支持。实现降低运维成本、缩短停机时间，提高发电设备运行经济性目标，为机组的状态检修提供有力的技术支撑，大幅提升公司的数字化、智能化水平。

1. **对揭榜方要求：**
2. 揭榜方基本条件:

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的电力科技研发企业；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

1. 揭榜方技术条件:

（1）揭榜方应为高新技术企业，拥有软件开发、数据集成等经验，有能力完成数据集成及软件开发等任务。

（2）揭榜方应具有较强的研发实力、科研条件和稳定的人员队伍等，获得过省部级以上科技奖项，有能力完成发榜单位提出的任务。

（3）揭榜方应具备大型水电站机组状态监测系统设计或技术服务等工作经验，拥有机组状态评价及故障诊断专业团队。

（4）揭榜方应具备机组状态评价及故障诊断系统软件开发及应用能力，拥有自主知识产权的相关软件产品及应用案例。

（5）揭榜方应熟悉黄河上游公司水电站机组的结构特点及运行特性。

1. **产权归属：**

本项目采用联合研究方式，知识产权归甲方所有。形成的知识产权包括论文5篇，发明专利2项、软著4项。

1. **经费预算：**总经费控制在465.4万元以内。

**六、研究周期：**24个月

**七、项目联系人及电话：**

项目联系人：三梅英

联系电话：15897088075

项目6：高海拔超超临界锅炉新疆煤掺烧防结焦技术研究及应用

**一、攻关难题和攻关内容：**

近年来，随着煤电机组承担的能源保供兜底保障作用凸显，青海省内煤炭产能缺口巨大、供需严重不平衡，为了确保能源保供燃煤需求，并有效压控发电燃煤成本，黄河公司所属煤电企业自2020年秋季开始大比例采购并掺烧新疆准东煤（以下简称“疆煤”），我厂根据来煤结构，煤场严格实行划区域管理，按照热值、硫份、挥发份,灰熔点等指标特性分区域堆放。锅炉侧采取分仓错层配煤的方式，利用高灰、低钠煤燃烧的灰，将疆煤进行稀释，有利于保证配煤燃烧后的充分混合，也能较早的抑制疆煤结焦影响，同时为防止高负荷尾部烟道产生严重的结渣沾污，顶层磨尽量不燃烧疆煤或控制投入量。但在燃用疆煤初期，遇到了严重的锅炉受热面沾污、结渣、结焦问题，锅炉安全稳定运行存在一定风险。

基于疆煤掺烧遇到的问题，提出以西宁发电分公司2×660MW超超临界机组为主要研究对象，开展超超临界机组高比例掺烧疆煤的运行调整优化方案和设备改造技术措施研究，应用先进成熟的受热面沾污监控措施，有效防止锅炉受热面结焦、沾污，提供必要的监控预警技术手段，确保各负荷工况下高比例掺烧疆煤时的安全稳定运行。同时西宁热电公司2×350MW超临界机组和大通发电公司2×300MW亚临界机组开展关联研究，提出合理有效的高比例掺烧疆煤的运行调整优化和设备改造技术方案。

本课题攻关的主要技术难点如下：

（1）结焦沾污区域的监测和预警；

各温度区间受热面的传热特性和结渣沾污特性存在很大的差异，如何有效地对结焦沾污区域进行及时、精准的监测和预警是个难题，目前在役机组锅炉缺乏有效的监控和预警。

（2）解决机组满负荷长时间大比例燃烧疆煤锅炉水冷壁及高温受热面严重结焦的问题；

疆煤的结渣沾污是一个多因素共同作用的结果，各因素之间相互制约，如何综合性的考虑，通过静态/动态燃烧优化，使得锅炉得到精细化燃烧控制的前提还能自适应深度学习，达到运行长期处于较佳的水平。

（3）缓解在700～1000℃烟温范围，受热面强沾污的问题。

烟气温度是影响新疆煤沾污、结渣程度的最关键影响因素，当掺烧比例进一步提高到高比例掺烧疆煤时，煤粉颗粒的表面温度相对更高，煤灰部分熔融的阶段提前，进一步强化了结渣和沾污。

本课题主要攻关内容如下：

（1）精确的在线实时受热面受污染情况监控；

通过加装测点，基于烟温、受热面壁温、汽水参数等对各级受热面的吸热、烟气放热比例进行监测，计算各级受热面的沾污系数，对受热面受污染情况进行实时的监测和预警。

（2）静态/动态燃烧优化控制技术。

大比例燃烧疆煤的核心技术在于提高锅炉的燃烧自动控制水平，降低火焰中心，强化煤粉的燃尽特性。基于疆煤沾污结焦特性、锅炉设计，开展静态/动态的精细燃烧优化，得到静态/动态过程中的相关函数关系式，以此对制粉系统、二次风系统、一次风系统、燃尽风、协调控制系统等控制逻辑进行优化，提高锅炉燃烧的自动化控制水平，并通过关键受热面出口烟温高低，判断炉膛内燃烧过程的控制效果。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

开发出锅炉受热面沾污结焦预警的软件2套，锅炉关键受热面增加红外监测装置，锅炉结焦情况、积灰程度、结焦位置等信息的间接监视和数字可视化展示；同步开展锅炉燃烧优化调整，对制粉系统、二次风系统、一次风系统、燃尽风、协调控制系统等控制逻辑进行优化，提高锅炉燃烧的自动化控制水平，控制关键受热面烟气温度，实现高海拔超超临界锅炉75%大比例掺烧疆煤，确保各负荷工况下不发生锅炉大面积结焦、沾污、超温等安全稳定运行风险。

（二）技术指标：

1.开发出锅炉受热面沾污结焦预警的软件2套，通过在锅炉关键受热面增加红外监测装置，基于大量的烟温、壁温数据以及飞灰颗粒沉积分布特性进行计算，得到锅炉受热面的沾污系数，并在此基础上进行锅炉结焦情况、积灰程度、结焦位置等信息的间接监视和数字可视化展示。软件具备锅炉受热面壁温管理、积灰结焦监测和预警板块，能实现锅炉受热面积灰结焦监测可视化展示及预警功能，软件系统积灰结焦监测实时展示、指定识别区域（锅炉水冷壁、屏过、过热器、再热器）精准度达到100%，预警有效性达到100%；

2.在锅炉受热面沾污结焦预警的软件的基础上，以锅炉温度梯度控制为原则，开展全程静态/动态的精细燃烧优化。结合锅炉防结焦低温燃烧技术研究成果，对制粉系统、二次风系统、一次风系统、燃尽风、协调控制系统等控制逻辑进行优化，提高锅炉燃烧的自动化控制水平，控制关键受热面烟气温度，实现高海拔超超临界锅炉75%大比例掺烧疆煤。

（1）在100%负荷即660MW运行时，不低于连续15天75%大比例掺烧新疆煤，锅炉安全稳定运行；

（2）在90%及以上负荷运行时，不低于连续1个月75%大比例掺烧新疆煤，锅炉安全稳定运行；

（3）若无连续运行的高负荷，则综合高、中、低负荷运行下，不低于2个月75%大比例掺烧新疆煤，锅炉安全稳定运行。

（三）预期成果：

申请受理发明专利1项，实用新型专利2项，发表3篇核心期刊论文，申请软件著作权2项，形成技术研究报告1篇。

**三、对揭榜方要求：**

1．揭榜方基本条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备 火力发电工程设计或调试的资质乙级及以上的企业；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2．揭榜方技术条件

1）揭榜方人员，须具有专业技术人才团队，熟悉锅炉燃烧优化调整。

揭榜方应具有履行合同的能力，需为我国电力行业专业从事热能动力科学技术研究与热力发电技术开发的高等院校、研究院所和相关机构等研究单位，拥有技术雄厚的研发队伍，近年来承担至少1项类似研究应用业绩，并经过实际工程验证达到预计水平并处于行业领先的综合效果。提供揭榜方拟定的技术力量、人员结构等满足本项目技术要求的文件。

2）揭榜方项目负责人应具有相关专业研究生及以上学历和高级及以上技术职称，从事火力发电行业的相关研究工作10年以上，对火力发电厂锅炉燃烧专业领域有充分的了解，主持或参与过相关专业省部级或集团公司级及以上的研究课题，并作为课题主要工作人员。

3）揭榜方在揭榜基准日期的近五年内，具有至少1台300MW等及以上火电机组疆煤大比例掺烧或防结焦燃烧优化的合同业绩（附合同复印件，含合同首页、签章页、主要工作内容等）。

**四、产权归属：**

揭榜方负责研究流程，基于新疆煤沾污结焦特性、锅炉掺烧结合运行优化、技术改造等手段，协助我厂进行技术研究及应用。

电厂配合揭榜方提供必要的工作条件，负责研究过程所需的负荷申请，监督揭榜方现场的安全工作。

**五、经费预算：**总经费控制在686.1万元以内。

**六、研究周期：**签订合同后-2024年12月

**七、项目联系人及电话：**李鹏，17794732226

项目7：电子级多晶硅表面碳及其他微量杂质和微观结构表征技术应用研究

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题

黄河水电电子级多晶硅已在国内集成电路用8-12英寸硅片都实现批量供应，为进一步稳定产品质量，芯测公司拟借助先进的微结构表征仪器研究多晶硅材料表面碳污染物的形貌、结构成分和晶体结构，以及多晶硅棒初期沉积生长区域从硅芯到外表的微结构和成分变化，从而为生产工艺优化改过提供技术依据。

在研究过程中，存在以下问题：

1.因国外技术封锁，相关研究披露资料极少，国内无相关的研究成果，缺乏可参考的资料。

2.芯测公司无微观检测研究的双束电镜、球差校正电镜等相关仪器和专业技术人员。

（二）攻关内容

1. 采用切割、精细研磨抛光、化学腐蚀或离子减薄等方法制备高质量的表面及微结构表征样品，用于金相、电子探针、扫描电子等显微镜表面及微结构形貌研究。

2. 采用电子显微技术中的电子探针(EPMA)技术，对电子多晶硅表面进行无损的微区形貌观测的同时，进行微区定点成分的精确测定，确定微量杂质元素的种类及含量。

3. 采用聚焦离子双束电镜（FIB）、能谱仪（EDX）、背散射电子（EBSD）、球差校正扫描透射电镜（STEM）、电子能量损失谱（EELS）等仪器设备，开展电子级多晶硅毫-微-纳-皮米尺度结构表征、晶界/相界、晶粒内位错/纳米析出相/孪晶/层错等纳米级结构、以及表面碳污染的成分和结构特征的研究。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

1.制备表面清洁、光滑、无磨痕和晶体缺陷明晰的大尺寸多晶硅表面及微结构表征样品，制备的样品满足聚焦离子双束电镜（FIB）、能谱仪（EDX）、背散射电子（EBSD）、球差校正扫描透射电镜（STEM）、电子能量损失谱（EELS）等仪器设备的要求；

2.确定上述大尺寸多晶硅表面及微结构表征样品微量元素的种类和含量；

3. 对大尺寸多晶硅表面及微结构表征样品进行从芯部到表皮的晶粒尺寸和取向特征、结构特征（晶粒、晶界/相界、第二相、晶粒内位错/纳米析出相/孪晶/层错、碳杂质）等进行微米、纳米以及皮米级的观测，揭示表面碳杂质、结构缺陷等对多晶硅质量的影响规律。

（二）技术指标：

1.提供多晶硅块表面碳杂质定性和ppm级含量精确测定的报告，以及多晶硅棒初期沉积生长区域微量杂质元素的定性及微米级分辨率的形貌表征报告；

2. 提供多晶硅棒从芯部到表皮的大范围毫米级晶粒清晰的特征图像及报告，图像分辨率优于100 μm；

3.提供多晶硅块特定区域微米级晶粒、第二相清晰的特征图像（包含表面形貌、结构、成分、取向等特征）及报告，图像分辨率优于1 μm；

4.提供多晶硅块特定区域的晶界、相界、晶粒内位错、纳米析出相、孪晶、层错等纳米级结构特征图像，出具精细的定性、定量结构和成分表征报告，图像分辨率优于1 nm；

5.提供多晶硅块特定区域多晶硅的晶界、相界、晶粒内位错、纳米析出相、孪晶、层错等原子级结构特征图像，出具精细原子级定性、定量结构和成分表征报告，图像分辨率优于100 pm。

（三）预期成果：

1.形成电子级多晶硅微结构表征研究报告，内容包括多晶硅毫-微-纳-皮米多尺度结构表征；协助发榜方完成电子级多晶表面碳及其他杂质、缺陷结构等与多晶硅质量关系的研究报告。

2.发表核心期刊论文2篇。

3.申请发明专利1件。

4.本项目研究成功后，将为新能源分公司电子级多晶硅产品生产工艺优化和质量提升提供技术支撑，有利于提高国产电子级多晶硅产品在国内市场中的竞争力，对我国发展高端电子产业具有重要意义。

**三、对揭榜方要求：**

1.揭榜方基础条件：

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备 省部级及以上资质的高校、重点实验室、科研院所；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件：

1）揭榜方单位拥有项目研究过程中所使用到的主要测试设备，优先考虑具备所有设备的揭榜方。

2）揭榜方项目负责人必须具有副高级及以上专业技术职称，应有电子功能材料研发或技术服务项目经历，优先考虑负责过国家级项目不少于2项作为揭榜方项目负责人。

**四、产权归属：**

1.发榜方负责项目管理、提供研究用的样品、定期组织召开项目实施进度专题会、组织进行各类成果申报。

2.揭榜方负责制定实验研究方案，经发榜方审核通过后组织实施，完成相关实验研究内容及报告编制。

3.发榜方支付本项目研究费用，项目所形成的技术成果及知识产权归属发榜方所有。

4.揭榜方负责完成项目专利、论文编撰工作，并配合发榜方完成专利、论文的发表和项目验收。

**五、经费预算：**

总经费控制在150万元以内。

**六、研究周期：**

签订合同后-2023年10月

**七、项目联系人及电话：**

联系人：薛心禄 电话：18097077090

项目8：冷喷涂银层技术在电子级多晶硅CVD还原炉中的应用研究

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题

多晶硅还原炉运行时炉内处于高温、腐蚀环境，易导致还原炉钟罩本体不锈钢腐蚀及合金元素逸出，影响产品质量，同时钟罩内壁热反射率较差，导致电耗较高。若利用爆炸焊金、银、铂/不锈钢复合板制备，可提高还原炉内壁热反射率和光洁度，从而降低电耗，减少杂质污染。从发榜方现有新型爆炸焊银钢复合板还原炉运行效果看，其产品质量和能耗有显著优势，但存在成本过高，工艺复杂、拼接板件焊缝缺陷等问题。若利用电刷镀、热喷涂等方法制备，存在结合强度较低、热震性能差、使用寿命过短问题。为此，开发一种结构稳定的还原炉内壁复合涂层来隔绝炉壁本体材料逸出污染，从而提高多晶硅产品纯度和降低还原电耗，是当前急需攻关的关键技术难题。根据国内外技术调研结果表明，在不锈钢表面高速冷喷涂银层工艺能较好地解决该难题。

（二）攻关内容

1.开展多晶硅还原炉不锈钢内壁银涂层结合强度、热震性能等关键工艺技术研究。

2.完成发榜方一台9对棒、两台24对棒不锈钢还原炉钟罩内壁银材料喷涂，满足技术指标和使用性能的要求。

3.配合发榜方开展3台不锈钢还原炉喷涂银层后的生产试验，验证其效果。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

1.研究开发出一种多晶硅还原炉不锈钢内壁银涂层工艺技术，形成技术研究报告。

2.完成一台9对棒不锈钢还原炉钟罩（φ1300×2700mm）内壁银材料喷涂和24对棒不锈钢还原炉钟罩（尺寸分别为φ2200×3800mm、φ2424×4200mm）内壁银材料的喷涂，银涂层纯度>99.99%（不会因银涂层引入新的杂质污染多晶硅产品），形成银涂层的性能检测报告。

3.三台不锈钢还原炉钟罩内壁喷涂银层后正常生产运行，降低钟罩内壁杂质对多晶硅产品的污染，降低还原炉电耗。

（二）技术指标

1.不锈钢还原炉内表面喷涂的银涂层厚度>200μm，表面粗糙度Ra<10μm，结合强度>50MPa，孔隙率<0.5％，致密度99.9％以上，耐温>500℃。

2.三台不锈钢还原炉钟罩的银涂层使用寿命>1年，期间不发生脱落、鼓包、开裂等异常问题。

3.新开发形成的银涂层还原炉较发榜方现有不锈钢还原炉还原电单耗降低10%以上，生产的产品施主杂质降低20%以上。

（三）预期成果：

1.形成一种多晶硅还原炉不锈钢内壁银涂层工艺技术研究报告。

2.完成一台9对棒不锈钢还原炉钟罩和两台24对棒不锈钢还原炉钟罩内壁银材料的喷涂，并实现正常生产运行，实现提升产品质量和降低还原电耗的目标。

3.申请发明专利1件，获得实用新型专利授权1件。

4.国家级（核心）期刊发表论文1篇。

三、对揭榜方要求：

1.揭榜方基础条件：

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的企业（高校、科研院所、企业等独立法人实体或独立法人联合体）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件：

（1）揭榜方在多晶硅不锈钢钟罩本体喷涂银材料的项目领域已开展了较深入研究并取得了一定的突破性进展，具有一项及以上应用业绩，具有较强的技术储备，掌握项目领域相关核心自主知识产权。

（2）揭榜方具备能够满足项目实施的相应规模和水平的研发实力、科研条件和科研队伍，揭榜的企业须注册成立三年以上。

四、产权归属：

1.发榜方总体负责项目管理、审核研究技术路线、定期组织召开项目实施进度专题会，提供现有不锈钢还原炉钟罩及相关资料，钟罩喷涂后组织揭榜单位完成现场测试及试验工作。

2.揭榜方负责制定还原炉内壁银涂层新材料研究方案，经发榜方审核通过后组织实施，完成还原炉内壁银涂层工艺开发。

3.发榜方支付本项目开发费用，项目所形成的工艺技术、参数、专利、论文等技术成果及知识产权归属发榜方所有。

4.揭榜方负责完成项目专利、论文编撰及专利申请、论文的发表和项目验收。

5.双方需就项目研究过程中所涉及的所有技术资料签订专项保密协议并履行保密义务。

**五、经费预算：**

总研究经费控制在330万元以内

**六、研究周期：**

2023年6月前完成一种多晶硅还原炉不锈钢内壁银涂层工艺技术研究开发；

2023年7月前完成一台多晶硅不锈钢还原炉内壁银材料喷涂成套设备研制和一台9对棒不锈钢还原炉钟罩、两台24对棒不锈钢还原炉钟罩银材料的喷涂，并实现正常生产运行。

2023年10月前完成生产运行及效果试验验证。

2023年12月前完成项目研究及验收。

**七、项目联系人及电话：**

联系人：危 胜 电话：18697236833

项目9：大型光伏电站特殊环境条件下阵列区电缆敷设技术优化及应用研究

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题

解决大型光伏电站特殊环境条件下（荒漠、沼泽地等）阵列区电缆敷设方式及施工关键技术难题，并对后期特殊环境条件下电缆敷设施工技术工法的编制奠定技术基础。

（二）攻关内容

1. 开展特殊环境新能源项目的地质调研，依据调研资料通过BIM建模辅助工具对不同形式的电缆敷设方式、路径等进行三维建模。

2. 对不同形式的电缆敷设方式（直埋、桥架、槽盒等）进行实地实验及应用，并开展电缆应用效果评价和电缆性能指标检测，进行经济技术评价、方案比选。

3. 研究不同形式的电缆敷设施工关键技术及工艺。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.通过BIM三维建模分析，得出不同特殊环境条件下BIM三维模型。

2.分析研究取得1套不同型式的电缆敷设方式施工关键技术。

3.得出1套不同特殊环境条件下最佳电缆敷设方案。

（二）技术指标：

1.电缆敷设优化后，相较于同期建设的光伏电站减少土地开挖量10%；

2. 电缆敷设优化后，相较于同期建设的光伏电站,节约材料用量5%。

（三）预期成果：

1.取得1套不同特殊环境条件下最佳的电缆敷设方案。

2.取得1套不同形式的电缆敷设方式施工关键技术。

3. 发表论文2篇（国家级期刊）。

1. **对揭榜方要求：**

1.揭榜方基本条件：揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备电线电缆研发、制造、工程设计、施工（二级）、检测（类型、级别）（及以上）资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件：熟悉光伏电缆敷设及BIM三维建模的高等院校科研团队（实验室）、科研机构或具有科研能力的设计、施工或在光伏行业有类似经验的研发团队。

四、揭榜方产权归属：

本课题研究形成的成果及知识产权归发榜单位及揭榜单位共有，共有比例由发榜单位和揭榜单位协商确定，其中发榜单位占比大于50%。发榜单位牵头负责知识产权申请，并拥有研究成果及知识产权在所属单位和关联公司无偿推广使用的权利。

五、经费预算：总经费控制在121万元以内。

六、研究周期：签订合同后-2024年6月

**七、发榜单位：**青海黄河上游水电开发有限责任公司新能源工程建设分公司

**八、联系方式：**

联系人：张海超 电话：1511097704

项目10：高寒高海拔盐渍土地区风光储设施混凝土基础侵蚀防治关键技术研究

一、攻关难题和攻关内容：

1. 攻关难点：

1.风光储设施基础抗寒耐盐混凝土关键配比的调控研究

本课题中风光储设施基础混凝土在低温季节易受到冻融破坏的影响，且所处环境为盐渍土环境，这一环境下风光储设施基础混凝土耐久性破坏机理研究尚不成熟，因此开发高耐久性、低水胶比、低成本风光储设施基础混凝土制备技术，为本项目难点之一。

2.风光储设施基础抗寒耐盐混凝土与耐腐蚀涂层及外层砂浆间的粘结性能研究

高性能混凝土与耐腐蚀涂层及外层砂浆间的粘结性能将决定其防护效果的优劣，其在冻融与盐蚀双因素作用下脱粘机理的研究尚不成熟，需将影响耐腐蚀涂层和高性能混凝土外层砂浆粘结性能的关键因素作为优化的技术指标。因此，高耐久性风光储设施基础高性能混凝土与耐腐蚀涂层及外层砂浆间的粘结性能研究为本项目难点之二。

1. 攻关内容：

针对高寒高海拔盐渍土环境下风光储设施基础混凝土腐蚀这一基础科学问题：

1.掌握盐渍土环境下风光储设施基础混凝土宏观离子侵蚀特性及其微结构演变规律；

2.研发盐渍土环境下风光储设施基础混凝土长寿命化配比关键技术；

3.耐腐蚀涂层关键技术及其高耐久性结构型式。

4.研发高寒高海拔盐渍土地区风光储设施基础混凝土新型结构。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.探究出盐渍土环境下风光储设施基础混凝土宏观离子侵蚀特性及其微结构演变规律，研究高耐久性风光储设施基础混凝土和耐腐蚀涂层最佳配合比，提出设施基础混凝土配合比设计方案及修复建议。

2.研发适用于高寒高海拔盐渍土地区的风光储设施耐腐蚀涂层1种，提高风光储设施基础混凝土的使用寿命20年以上。

3.提出高寒高海拔盐渍土地区风光储设施基础混凝土抗寒耐盐新型内部结构，相较原有的结构，大幅度提升抗寒耐盐性能，研发出符合要求的新型混凝土结构样品一种，为青海省内光储项目的设施基础混凝土结构提供设计参考。

4.形成高寒高海拔盐渍土环境下风光储设施基础混凝土宏观离子侵蚀特性及其微结构演变规律研究成果报告1份，论文2篇（其中至少一篇为中文核心期刊），受理发明专利1项，授权实用新型专利2项。

（二）技术指标：

提出高寒高海拔盐渍土地区风光储设施基础混凝土抗寒耐盐新型结构和混凝土表面涂层，技术指标须同时满足：

1.污秽等级满足Ⅳ级及以上要求；

2.光伏、储能、风电基础在原有的设计强度下，抗硫酸盐侵蚀能力≥KS150；

3.在原强度的混凝土抗冻性能F200提升至抗冻性能达F300。

（三）预期成果：

1.研发适用于高寒高海拔盐渍土地区的风光储设施耐腐蚀涂层1种，以减小风光储设施基础混凝土年运行检修费用；

2.研发适用于高寒高海拔盐渍土地区风光储设施基础混凝土内部新型结构1项，优化风光储设施基础混凝土的施工。

三、对揭榜方要求：

1.揭榜方基本条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备国家重点实验室（及以上）资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件

揭榜方须具有省部级及以上实验室，应具备有分析测试、工程力学相关实验条件、分析计算等软件、工程材料实验等功能的实验室，还应具备混凝土施工、实验检测、设计等相关经验，具备实施本项目的技术力量、设备及管理能力；揭榜方须具有完整的混凝土成型、养护、试件加工取样以及材料力学性能实验平台；成套的混凝土耐久性试验平台；混凝土外观形貌、组成与结构观察设备；混凝土孔隙结构测定设备；计算模拟软硬件等。

四、产权归属：

本课题研究形成的成果及知识产权归发榜单位及揭榜单位共有，共有比例由发榜单位和揭榜单位协商确定，其中发榜单位占比大于 50%。发榜单位牵头负责知识产权申请，并拥有研究成果及知识产权在所属单位和关联公司无偿推广使用的权利。

五、经费预算：总经费控制在350万元以内

六、研究周期：签订合同后-2023年12月

七、发榜单位：青海黄河上游水电开发有限责任公司新能源建设分公司

八、项目联系人及电话：瞿润学 18608922706

项目11：光伏支架结构型式优化及组件滑动安装技术研究与应用

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题：

近年来随着光伏产业的不断发展，光伏电站以“水光互补”“牧光互补”“渔光互补”“农光互补”等多种型式开发建设，光伏支架较传统支架结构型式设计高度增加；同时光伏组件安装有多个环节和要求，场内运输搬动过程中存在震动、摇摆等不利因素，易对组件造成应力损伤，随着组件功率及尺寸增大，现场安装难度也相应加大。

通过研究便于安装电池组件安装的滑块或滑轨、开展优化支架结构，以解决现场安装工作量大、安装节点繁多、质量控制难度大、安装效率较低、电池组件隐裂等问题。

（二）攻关内容

1.研究适用于“沙戈荒”地区光伏电站固定式光伏支架的便于光伏组件安装的机具（由滑块、滑轨、可移动式传输带组成），以保证组件安装质量，实现光伏组件的快速安装。

2.研究和优化组件横向、纵向两种排布下光伏支架的结构，研究斜梁、横梁、立柱间的连接结构及方式，减少各类金属连接部件，提高支架预制程度，在保证结构稳定的前提下减少金属用量，通过理论计算与实验验证的方法，从技术及经济两方面进行综合比选，对预制程度更高的光伏支架开展研究。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

1.研究并制备一种适用于“沙戈荒”地区光伏电站固定支架的便于安装电池组件的机具，以保证组件安装质量，提高组件安装效率，降低人力资源投入。

2.研究并制备一种稳定性更强、预制程度更高的光伏支架。

（二）技术指标：

1.安装电池组件的机具使用年限应不小于25年，单个滑块、滑轨的水平及竖向承载力不小于200N，同时须满足“沙戈荒”地区光伏电站固定支架的风荷载、雪荷载。

2.光伏支架正常使用年限应不小于25年，不发生影响支架结构稳定的腐蚀现象，支架结构安全等级不低于三级；光伏支架的风荷载、雪荷载、支架承载力、拉拔力及防腐等技术指标应符合NB/T 10115-2018《光伏支架结构设计规程》的要求，铝合金型材应按NB/T 10642-2021《光伏发电站支架技术要求》完成铝合金型材拉伸试验、断后伸长率试验、维度硬度试验，确保承载力及拉拔力满足要求。

（三）预期成果：

1. 制备一种适用于“沙戈荒”地区光伏电站固定支架的便于光伏组件安装的机具，以保证组件安装质量，提高组件安装效率，降低人力资源投入，节约人力资源成本。

2. 提出光伏组件横装、纵装下支架的设计技术建议，形成优化后支架的标准设计方案，制备一种稳定性更强、预制程度更高的光伏支架，以加强支架安装标准化水平，简化支架安装流程，提高支架安装效率，从而降低支架造价和施工劳动力投入，节约支架成本及人力资源成本。

3.形成支架综合比选报告1份，根据研究内容发表论文2篇（1篇中文核心期刊，1篇国家级期刊），申请专利3项（2项发明专利，1项实用新型专利）。

**三、对揭榜方要求：**

（一）揭榜方基本条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备金属加工及机械制造、太阳能发电技术服务的资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

**（二）揭榜方技术条件**

揭榜方应熟悉光伏支架和组件安装流程，具备光伏支架及组件的结构与功能研究、金属及机械结构研究、结构力学理论计算及相应试验分析能力的高等院校科研团队（实验室）、科研机构、具有科研经验的设计、施工、检测、研发企业或在相关行业有类似经验的研发团队，项目负责人应具有副高及以上职称，并承担过类似项目设计、施工、检测、研发的经验。

**四、产权归属：**

本课题研究形成的成果及知识产权归发榜单位及揭榜单位共有，共有比例由发榜单位和揭榜单位协商确定，其中发榜单位占比大于50%。发榜单位牵头负责知识产权申请，并拥有研究成果及知识产权在所属单位和关联公司无偿推广使用的权利。

**五、经费预算：**总经费控制在160万元以内。

**六、研究周期：**签订合同后-2023年10月。

**七、发榜单位：**青海黄河上游水电开发有限责任公司新能源工程建设分公司

**八、****项目联系人及电话：**

联系人：李梦洋 电话：18797177036

项目12：荒漠砂砾石地质光伏支架基础型式及结构优化研究与应用

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题

光伏支架基础对光伏电站的安全稳定运行至关重要，光伏电站中光伏支架基础数量庞大,占光伏电站直接投资的15.7%；本课题旨在对支架基础的形式及结构进行优化，研究出一种适用于砂砾石地质条件下的光伏支架基础，优化支架基础技术性能，并降低光伏支架基础成本，从而降低光伏电站的建设成本。

（二）攻关内容

1.针对砂砾石地质条件进行支架基础优化设计，对光伏支架基础进行内部应力理论计算和分析。

2.分别对中空锚杆+预制混凝土基础、集成式桩基础、预制桩基础等多种型式支架基础进行现场实验，抗压、抗拔、水平承载力等技术性能能满足设计要求。

3.研究制定新型光伏支架基础的施工工法，并通过不同型式支架基础经济技术分析，得出适用于荒漠砂砾石地质条件的支架基础型式。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.研制一种适用于荒漠砂砾石地质条件的支架基础，要求满足单桩水平、竖向承载力15kN、极限抗拔承载力≥20kN，可作为固定式光伏支架、平单轴（除驱动轴）光伏支架基础。

2.形成各种支架基础实验分析报告1份，经济性分析报告1份。

（二）技术指标：

新型光伏支架基础须满足以下指标：

1.单桩抗拔承载力≥10kN；

2.极限抗拔承载力≥20kN；

3.单桩水平承载力≥15kN；

4.单桩竖向承载力≥15kN。

（三）预期成果：

1.研制一种适用于荒漠砂砾石地质条件的支架基础；

2.编制新型支架基础型式标准化施工工法1部（省部级）；

3.发表论文2篇（国家级）；申请实用新型专利2项。

三．对揭榜方要求：

1.揭榜方基本条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备 工程设计乙级或工程施工二级及以上资质的企业（高校、科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件

揭榜方应具备桩基础对比实验分析能力的高等院校科研团队（实验室）、科研机构，具有科研经验的设计、施工、检测、研发企业或在相关行业有类似经验的研发团队。

1. 产权归属：

本课题研究形成的成果及知识产权归发榜单位及揭榜单位共有，共有比例由发榜单位和揭榜单位协商确定，其中发榜单位占比大于 50%。发榜单位牵头负责知识产权申请，并拥有研究成果及知识产权在所属单位和关联公司无偿推广使用的权利。

五、经费预算：控制在220万元以内。

六、研究周期：签订合同后-2024年10月

**七、发榜单位：**青海黄河上游水电开发有限责任公司新能源工程建设分公司

**八、联系人及联系方式：**李进孝 18832073231

项目13：基于逆变器IV感知与支架控制系统联动的应用研究

1. **攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题

在现有技术的过程中发现：根据天文算法确定的光伏面板组件的朝向或者说光伏面板组件的仰角，并非最佳的光电转换效率状态。光伏跟踪支架的跟踪系统多为根据时间、GPS坐标，通过天文算法生成目标角度控制电机运动，基于角度的闭环控制获得了太阳光的直射部分，但是这样的方式并未考虑阴天、云层和光伏自身技术迭代所带来的变化和影响。因此需要利用逆变器最大功率算法控制跟踪支架旋转角度，可在阴雨天和云层遮挡的情况下提高发电量。

1.实现逆变器对跟踪支架的控制并实现兼容功能；

2.解决在大风模式下逆变器对跟踪支架的保护控制。

（二）攻关内容

1.利用AI深度学习技术，通过逆变器IV感知及与支架控制单元的联动、闭环控制，提升跟踪系统的发电量；

2.充分发挥逆变器的智能检测作用，按照“环境和运行参数全方位监测或感知——跟踪角度最优化——接收辐照最大和均衡化——输出参数最佳化”的逻辑框架进行方案设计，通过与支架控制单元闭环控制，进一步提升跟踪支架的技术效能；

3.项目实施后可实现“自动监测或感知、自动寻优和控制”的设计功能，特别在早、晚及特殊天气条件下能够实现良好的控制和运行。

**二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：**

（一）预期目标：

（1）利用逆变器与跟踪支架控制系统联动、闭环控制，保证系统在组件受光量最大、功率输出最佳的状态下运行；

（2）无需额外的传感设备，摆脱人工和经验依赖，利用AI深度学习技术，自动感知遮挡及天气变化信息，自动进行跟踪角度寻优和控制；

（3）通过逆变器集成跟踪支架通讯及供电功能，借助MBUS技术，减少跟踪支架供电和通讯线缆的使用。

（二）技术指标：

实现相较于同类型的跟踪支架在现有基础上发电量提升1%（现有1GW平单轴跟踪支架年发电量为145000万千瓦时，实施此技术后年发电量可提高1450万千瓦时）。

（三）预期成果：

1.研制一套逆变器IV感知与支架控制系统（含硬件和软件）。

2.申请实用新型专利1项；

3.发表国内一般期刊论文1篇。

4.经济效益

该项技术充分发挥了逆变器智能监测作用，按照“环境和运行参数全方位监测或感知—跟踪角度最优化—接收辐照最大和均衡化—输出参数最佳化”的逻辑框架进行方案设计，通过与支架控制单元闭环控制，进一步提升了跟踪支架的技术效能,以1GW平单轴跟踪支架计算，年发电量可提升1450万千瓦时，可提高经济效益约1000万元/年。

**三、揭榜方基本条件：**

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备（硬件及软件开发）（及以上）资质的企业（科研院所）；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

1. **技术要求：**

（1）月发电量较传统控制模式同比增加1%（平单轴跟踪支架）；

（2）可实现单台支架（单台电机）的控制精度，且运行平稳。

**五、产权归属：**

本项目由黄河鑫业有限公司负责实施，提供项目所需场地，为整体项目提供设计思路，协作单位负责项目总体的技术支持，符合国家设计规范的设计计算及方案，知识产权归黄河鑫业有限公司所有，揭榜方提供全套完整的源代码及技术设计方案。

**六、经费预算：**控制在60万元以内

**七、研究周期：**签订合同后-2023年12月

**八、项目联系人及电话：**

孙文虎 电话：17746645602

项目14：组件回收新型破碎玻璃组件回收工艺设备研制

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题

为补全光伏产业链增进可持续发展，国家电投集团布局组件回收线，用于进行退役晶硅光伏组件的无害化回收及处理。其中，组件回收破碎组件回收工艺主要针对玻璃组件进行回收处理，主要包括破碎玻璃分离设备、预破碎设备及筛分分选系统等三个工序。

其中，破碎玻璃分离设备主要用于分离破碎组件层压件表面的部分玻璃，得到纯净玻璃产品及带有少量玻璃的EVA电池胶层；预破碎设备用于将玻璃分离后的EVA电池胶层进行裁切、撕碎，而后进入下道工序；分选系统用于对焊带、硅电池颗粒及玻璃三种物料的混合物进行分离分选，最终得到焊带、硅电池颗粒及玻璃等三种单独的回收产品。榜单主要攻关难题如下：

1、现有破碎玻璃分离设备运行过程中，存在玻璃分离率低，分离过程粉尘大、损耗高，玻璃产品粉化率高等问题。现阶段，国内外破碎组件回收技术主要是整体粉碎后，分选粉末混合物，产品均为粉末状物料，分选难度较大、产品纯度低，无法通过直接采购设备的方式解决现存问题；

2、现有预破碎设备在EVA电池胶层的处理过程中，存在粉尘大、损耗高等问题。由于预破碎设备需根据玻璃分离设备出料状态确定最佳破碎方式及工艺参数，需与新型破碎玻璃分离设备共同研制；

3、现有分选设备在运行过程中存在产品分选效果差、产能较低与前端工序不匹配等问题，需根据前端工序出料情况进行配套研制。

（二）攻关内容

1、新型破碎玻璃分离设备研制，通过开展分离方式的技术调研及玻璃分离实验验证，确定工艺技术及设备方案，并完成设备的设计、制造、安装、调试及试运行，最终实现玻璃分离率达70%以上；

2、预破碎设备研制，根据新型破碎玻璃分离设备出料情况，进行EVA胶层撕碎技术调研及撕碎原理实验验证，确定工艺技术及设备方案并完成设备的设计、制造、安装、调试及试运行工作，最终实现EVA胶层的预破碎；

3、分选系统研制，根据前序工艺及热分解出料情况，通过开展混合物料分选技术调研及分选工艺实验验证，确定分选系统工艺技术方案并完成设备的设计、制造、安装、调试及试运行工作，最终提升分选系统分选效果，并且实现产能匹配。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1、完成新型破碎玻璃分离设备、预破碎设备及筛分分选系统等3台/套设备的方案设计、加工制造、安装调试及试运行测试；

2、研制的新型破碎玻璃分离设备可兼容60片、72片、78片电池等不同规格晶硅光伏组件的玻璃分离，能够分离破碎组件层压件中70%以上的玻璃，得到的纯净玻璃产品，无杂质混合；

3、研制的预破碎设备能够实现不同规格破碎组件玻璃分离后EVA电池胶层的裁切、破碎，破碎后的物料尺寸在50-200mm范围内可调，满足热分解设备进料要求，且过程损耗（损耗率≤0.2%）及玻璃粉化率（1mm以下）≤1%；

4、研制的新型分选系统通过配合现有筛分分选系统，能够实现热分解后混合物料中焊带、硅电池颗粒及玻璃的完全分离，得到高纯度的焊带、玻璃及硅电池颗粒产品，产品纯度≥98%；

5、通过新型破碎玻璃分离设备、预破碎设备及分选系统的研制，完成5项发明专利的申报。

（二）技术指标：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 工艺/设备名称 | 主要技术指标 |
| 1 | 新型破碎玻璃分离设备 | （1）玻璃分离率≥70%；  （2）玻璃粉化率（0.15mm以下）≤1%；  （3）工序损耗率≤0.5%；  （4）分离后玻璃中无焊带及EVA电池胶层；  （5）设备分离过程中，应避免铁元素进入玻璃产品，玻璃产品含铁量≤0.013%；  （6）设备处理能力≥30块/h；  （7）新研发设备尺寸≤3100mm×2600mm。 |
| 2 | 预破碎设备 | （1）预破碎物料尺寸50~200mm可调；  （2）玻璃粉化率（1mm以下）≤1%；  （3）工序损耗率≤0.2%；  （4）设备破碎过程中，应避免铁元素进入玻璃产品，玻璃产品含铁量≤0.013%；  （5）设备处理能力≥30块/h；  （6）设备尺寸≤4000mm×4000mm。 |
| 3 | 分选系统 | （1）分选后硅电池颗粒、焊带及玻璃产品纯度≥98%；  （2）设备分选过程中，应避免铁元素进入玻璃产品，分选后玻璃产品含铁量≤0.013%；  （3）工序损耗率≤0.2%；  （4）设备处理能力≥30块/h；  （5）分选系统整体占地面积≤6500mm×3500mm。 |

（三）预期成果：

通过新型破碎玻璃分离设备、预破碎设备及分选系统的研制，可完成5项发明专利的申报，并形成新型破碎组件玻璃分离、预破碎及分选工艺技术及设备，能够有效的提升破碎组件回收率、处理能力及组件回收产业化水平，有助于组件回收产业化推广方案的制定。同时，可提高组件回收产品质量，拓宽回收产品下游再利用渠道，实现高附加值循环再利用，推动组件回收产业化发展。

针对破碎组件回收工艺段，完成新型破碎组件回收工艺设备设计制造后，预计单块破碎组件回收量可提升0.1Kg，约可提升玻璃回收量0.07Kg，硅电池颗粒回收量0.02Kg，焊带回收量0.01Kg。按照组件回收线产能30Mw，回收玻璃单价0.04万元、硅电池颗粒回收单价0.8万元，焊带回收单价2万元计算，可提升经济效益约4.27万元/年。假设5年内推广布局十条百兆瓦组件回收线，预计可提升经济效益约142.33万元/年。

完成新型破碎玻璃组件回收工艺设备的研发后，可对现有破碎组件回收工艺路线进行优化，减少选择性破碎、旋振筛筛分及EVA电池胶层硅玻震荡分选工序，破碎组件回收工艺线整体设备功率降低79.75Kw。按照回收线每年运行300天，每天运行8h，工业用电单价0.39元/Kw·h计算，每年可节约用电成本约7.45万元。减少的设备按照设备折旧年限10年，折旧残值5%计算，预计每年可减少设备折旧费用约8.52万元，预计每年新增经济效益约20.24万元。

三、对揭榜方要求：

1、揭榜方基础条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备设备开发、设备制造小型及以上规模的资质的企业；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2、揭榜方技术条件

（1）揭榜方应具有设备研发能力、良好的科研条件和稳定的研发团队，在揭榜日期的近三年内，承担过5台及以上机械或自动化设备研制，并提供设备研发相关专利证明。能够独立开展前期相关调研及玻璃分离、物料撕碎、混合物分选相关实验，独立进行设备设计研发工作，并可针对发榜方技术攻关需求提出可行的解决方案。

（2）揭榜方应有较强的机械设备制造能力及规模，拥有机械设计、电气设计相关专业技术人员及设备加工制造车间。

四、产权归属：

1、合同范围内产生的所有知识产权由发榜方所有；

2、项目研发所涉及的设计、工艺、方案、技术资料、商标等无形资产均由发榜方所有；

3、揭榜方在进行相关对外宣传工作时，需经发榜方审批同意；

4、未经发榜方同意，揭榜方不得擅自在本项目研究的基础上开展后续技术研究；

5、合同范围内的新型破碎组件回收工艺设备，包括新型破碎玻璃分离设备、预破碎设备及分选系统所涉及的设计、工艺、方案、结构等应具有独立的知识产权，避免与组件回收线原有设备产生知识产权冲突。

五、经费预算：总费用控制在300万以内。

六、研究周期：签订合同后-2023年12月

七、项目联系人及电话：

联系人：韩金豆

联系电话：17697217652

项目15：光伏电站增配储能经济分析和最佳定容研究

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题：

新能源的波动性等特性会对电力系统的稳定性产生较大影响，通过配置储能可有效改善电能质量，提升电力系统稳定性。目前，国内外关于储能系统优化方面的研究多聚焦于最优系统设计，缺乏对现场实际情况的耦合模拟，使得优化结果的稳健性较差。通过开发基于虚拟模拟的优化一体化系统，结合地理位置、季节变化、储能技术特性等实际情况对优化结果进行模拟运算，可有效提高优化结果的稳健性，使其更加接近实际情况。在基于虚拟模拟的优化一体化系统开发中，数据驱动的系统不确定性特征数学解析、子数学模型集成联合求解技术及集成模型的软件开发是本研究的难点。由于研究内容前沿、理论性及交叉性强，故需要联合国内一流高等院校共同开展关键技术难点和创新点的研究。

（二）攻关内容：

1、建立基于随机优化理论的储能定容优化模型

以黄河公司光伏电站为样本，基于当地气象条件、电站配置、光伏出力、弃光量等实际数据刻画运行特性，基于随机优化理论，建立以随机变量为输入的、以电站利用小时数及成本最优为目标的储能定容优化模型，因不同电站气象条件、设备参数及电价等存在不同，优化模型中相关的参数应能根据实际情况灵活调整。

2、开发光储虚拟模拟系统

建立光储虚拟模拟系统，基于注意力机制深度学习模型对参数进行模拟校正，实现光伏发电和储能调度的实时精确模拟，验证优化结果稳健性。

3、开发光伏电站增配储能分析软件

对照实际场景建立最佳定容模型，完成软件架构设计与配套优化并构建模型可视化展示与软件化实现，基于辐照、设备配置、电价、弃光率等参数，计算光储最优配置。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1、建立以最优利用小时数及最优成本为目标、计及弃光限电率和储能价格的光伏电站锂电池储能容量配置优化模型1个，在优化模型开发中通过引入随机优化理论，与优化前相比在相同弃光条件下提高系统上网电量5%以上，实现光储系统技术经济性的提高。

2、利用基于注意力机制的光储发电虚拟模拟系统对优化结果进行百万次仿真模拟，验证优化模型及结果的鲁棒性，模拟光伏发电量与实际发电量相比，精度应达到95%以上，确保优化结果有效可靠。

3、开发光伏电站配储定容软件1套，建立任务输入/输出依赖关系，并构建算法配置框架，实现可插拔算法库，支撑标准化定容计算规则模型，支撑体系的高效运行与持续发展，为今后黄河公司存量、增量光伏电站配储提供参考。

（二）技术指标：

1、建立光伏电站储能容量配置优化模型：

1）需结合随机优化理论构建优化模型；

2）基于往年历史数据，与优化前相比在相同弃光条件下提高系统上网电量5%以上；

3）得出技术经济性最优配置。

2、验证优化结果稳健性：

1）利用基于注意力机制的光储发电虚拟模拟系统对优化结果进行仿真模拟；

2）模拟光伏发电量与实际发电量相比，精度应达到95%以上；

3）模拟场景达到百万次，在90%的场景中实现技术经济性提升。

4）至少以2座光伏电站为对象，验证虚拟模拟系统准确性，并对以上电站提出优化技改建议。

3、开发光伏电站配置储能定容软件：

1）数据可视化模型能够覆盖典型的样式，在此基础上建立储能分析与定容计算规则；

2）数据交换接口提供数据输入、输出导出、数据展示、可配置样式，形成灵活配置的数据体系；

3）模型与算法库支持核心部件模型录入、可配置、可重构，支撑算法库的调用与构建。

4、发表核心及以上期刊论文2篇，申请受理发明专利3项，软件著作权1项，提供电站配储优化研究报告1份。

（三）预期成果：

1、学术成果：

（1）发表核心及以上期刊论文2篇；

（2）申请受理发明专利3项，软件著作权1项。

2、技术成果：

（1）研发光伏电站储能容量配置优化模型及定容软件1套；

（2）研发基于注意力机制的光储发电虚拟模拟系统，用于对优化结果的仿真模拟；

（3）基于模型优化结果，提供电站配储优化研究报告1份。

3、经济成果：

定容优化模型推荐的储能配置方案可以降低电站弃光电量，提升上网电量5%以上；通过对利用小时数和成本的优化，改善电站收益；定容软件可用于光储电站设计，为设计人员提供参考。

三、对揭榜方要求：

1、揭榜方基本条件：揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备双一流的资质的高校；应具有良好的信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2、揭榜方技术条件：揭榜方应熟悉国际智慧能源系统及软件开发相关领域最新技术，拥有国内外相关领域工业界工作经历及工业软件开发经验优先考虑，软件交接后需继续提供技术支持服务。项目负责人需拥有丰富的理论和扎实的研究基础，近三年承担过国家级课题或人才项目。揭榜方应在该领域拥有突出成果，发表过不少于20篇中科院分区1区SCI论文，完成过不少于一项的省、市级科技研发项目并通过验收，获得过省部级及以上科技奖项的团队优先考虑。

四、产权归属：

揭榜方在合作协议下为发榜方编制的任何研究、报告或其他资料、图表、软件等及随附其上的相关权利应属于并保持为发榜方的资产，发榜方拥有完全的所有权和使用权，包括但不限于占有、使用、收益、处分的权利。未经发榜方授权或书面同意，揭榜方不得擅自使用或对外公开。因本合同及其实施产生的著作权、专利权等知识产权及所有其它权利可经协商共有。

五、经费预算：总经费控制在45万元以内。

六、研究周期：签订合同后-2024年10月

七、项目联系人及电话：

联系人：姜铭琨 电话：13052291590

项目16：配置储能的光伏电站一次调频控制技术研究及应用示范

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题

随着电力系统调峰、调频容量短缺问题逐渐凸显，提升新能源场站调峰、调频能力成为研究热点。目前，部分光伏电站虽然可根据快速频率响应要求提供一次调频，但在辐照度不足等条件下，其自身调频能力难以满足要求，需综合利用储能调节能力作为调频补充手段。

然而，光伏电站调节能力易受外部扰动和新能源出力波动性影响，针对光储联合实现一次调频、调峰、调压的研究和应用仍在探索中，兼顾整体特性与功率优化分配的示范较少，需进行重点技术攻关。

2、研究内容

（1）研究配置储能的光伏电站一次调频技术特性，包括功率控制量化指标、响应时间和允许偏差等；

（2）研究天气、储能技术选型、储能接入方式和容量、储能综合功能等因素对光伏电站实现一次调频、调峰、调压能力的影响机理，确定储能最优配置方案，并提出技术指标、安全指标、成本指标；

（3）研究配置储能的光伏电站实现一次调频、调峰、调压的一体化控制策略，研发配置储能的光伏电站一次频率响应控制系统；

（4）研究配置储能的光伏电站一次调频能力测试与评估方法；

（5）研发配置储能的光伏电站涉网性能在线监测评价装置，开展测试验证应用；

（6）研究配置储能的光伏电站实现一次调频、调峰、调压功能的技术经济性评价方法。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1、提出配置储能的光伏电站一次调频技术性能指标，包括调频死区、调频限幅、调差率、动态性能等；

2、考虑不同天气（包括辐照度、温度、风速等）、光伏容配比、储能技术选型（包括功率型/能量型、电化学/电磁/机械等）、逆变器类型（组串式逆变器、集中式逆变器、光储一体机等）、储能接入方式（即光储耦合模式，包括集中、分散、分布等）、储能配置功率和容量、储能综合功能（储能可同时用于调峰、调频、调压）等因素，提出配置储能的光伏电站实现一次调频、调峰、调压能力的光储最优配置方案和光储协同控制策略，并提出技术指标、安全指标、成本指标；

3、研发配置储能的光伏电站一次频率响应控制系统（能够适用于存量电站和增量电站，含站控层控制系统、现地层协控装置等）和涉网性能在线监测评价装置；

4、提出配置储能的光伏电站一次调频能力测试与评估方法，包括一次调频快速响应硬件在环仿真测试、一次调频快速响应现场测试、整站机电暂态建模等；

5、测试验证配置储能的光伏电站场站级和场站内各节点一次调频实际功能和能力，满足一次调频技术性能指标要求；

6、提出配置储能的光伏电站一次调频、调峰、调压技术经济性评价方法，包括直接收益和间接受益。

7、完成研究报告6份、验证报告1份、技术导则1份、论文4篇、专利7项。

（二）技术指标：

完成配置储能的光伏电站一次调频的应用示范和验证测试，关键指标如下：

1、一次调频死区

配置储能的光伏电站一次调频死区设置在±0.02Hz~±0.06Hz范围内，根据电网需要确定。

2、一次调频限幅

频率阶跃扰动试验中，配置储能的光伏电站一次调频功率变化幅度应满足下列规定：

（1）当系统频率低于额定频率时，电站应根据一次调频曲线增加有功功率输出，一次调频功率变化幅度限值设置不小于6%运行功率；

（2）当系统频率高于额定频率时，电站应根据一次调频曲线减少有功功率输出，一次调频功率变化幅度限值设置不小于10%运行功率。

3、一次调频调差率

配置储能的光伏电站一次调频调差率为2%-10%，根据电网需求确定。

4、一次调频动态性能

配置储能的光伏电站在充电及放电状态下均应具备一次调频能力。频率阶跃扰动试验中，一次调频动态性能满足下列规定：

（1）一次调频有功功率的滞后时间应不大于1s；

（2）一次调频有功功率上升时间应不大于5s；

（3）一次调频有功功率调节时间应不大于15s；

（4）一次调频达到稳定时的有功功率偏差不超过±1%额定有功功率。

（三）预期成果：

1、完成配置储能的光伏电站一次调频研究报告编制

研究报告内容涵盖基础理论研究、联合调控运行控制策略研究、技术经济评价分析、在线测试和评估、联合调控技术及策略验证研究等，研究报告包括但不限于《满足光伏电站一次调频、调峰、调压功能的储能配置技术研究》、《配置储能的光伏电站一次调频、调峰、调压性能技术指标研究》、《配置储能的光伏电站技术经济性分析》、《配置储能的光伏电站一次调频快速响应技术研究》、《配置储能的光伏电站入网调频检测技术研究》、《光伏电站一次调频快速响应在线监测技术和工程示范验证》等。

2、完成配置储能的光伏电站一次频率响应控制系统和在线监测评价装置的研制

（1）一次频率响应控制系统

包括一次调频响应控制主机（1台）、从机（3台）、现地协控装置（10台），以及相关配套的测控装置、服务器、交换机等（配套设备数量按需）。根据一次调频要求和有功-频率下垂特性，实现有功功率控制功能，使配置储能的光伏电站在并网点具备参与电网频率快速调整能力。结合研究成果实现一次调频控制，接入容量按400个控制点考虑。

1）主机和从机基本配置应不低于如下指标：

主机和从机采用2U机架式设计，主频不低于2.1G，采用双电源供电，硬盘不低于2T。

控制功能均能满足存量电站和增量电站实现一次调频功能，储能接入方式包括集中布置和分散布置在光伏发电区域内。

2）现地协控装置应不低于如下指标：

a）符合电力行业的新能源发电场站接入电力系统的相关标准；

b）设备和系统满足电力二次安全防护规定；

c）采用嵌入式软硬件平台设计实现，重要环节均采用双冗余设计，可靠性高，符合电力系统通信和控制；

d）系统稳定可靠，智能化程度高，画面直观，操作简便；

e）可支持场站管控平台的多种应用方式，可发送目标值或变化量，应用灵活；

f）选用高度集成、高性能CPU，具备快速的数据处理能力；

g）采用混合总线架构，装置配置灵活，通用易扩展、易于维护；

h）灵活的事件记录和故障录波功能；

i）具备模拟量采集功能，包括电压、电流、功率、频率电气量测量功能，具备开入、开出功能、具备状态量遥测功能；

j）能够直采光伏逆变器（或其数据采集器）和储能变流器，不需通过规约转换接入；

k）具备网络通讯口、串口，支持电力行业通讯标准，支持IEC61850、GOOSE、IEC60870-5-104、IEC60870-5-101、IEC60870-5-103、Modbus、RTU等多种通信规约；

l）具备方便的调试接口，支持远程调试维护。

（2）在线测试评价装置

配置1台涉网性能在线测试评价装置，装置能够满足电能质量、有功功率控制、无功/电压控制、一次调频、AGC、AVC等涉网性能指标在线评价。

在线监测与现场离线检测结果误差≤5%，涉网性能在线监测电压、电流数据采集精度不低于0.5%，非主动干预类的涉网性能数据更新频率≤3min。

3、完成配置储能的光伏电站一次调频在线测试和评估

包括一次调频快速响应硬件在环仿真测试、一次调频快速响应现场测试、整站机电暂态建模等，并提供测试和评估报告。

4、完成配置储能的光伏电站一次调频技术标准（技术导则）编制。

5、发表核心及以上期刊论文4篇，申请受理发明专利7项。

6、经济效益

（1）电源侧储能参与光伏运行统一实现一次调频、调峰、调压，可降低光伏电站强制配置多种功能储能设备的重复投资。

（2）若采用分布式储能，采用光储直流耦合方式，可同时减少场站交流设备（逆变器、变压器、线路）和储能容量成本，整体降低建设投资和运行成本。

（3）通过提升光伏电站电网频率调节能力，可以大幅提高现有电网的系统调节能力，提升电网接纳光伏发电的水平，减少光伏电站侧弃光限电。

7、社会效益

（1）通过提升新能源场站电网频率调节能力，可以提升电网动态稳定水平，增加电网灵活调度裕度，减少电力系统旋转备用容量和电网调度运行管控成本。

（2）本课题关键技术和成果推广应用后，可以促进地区新能源及储能产业发展，并为黄河公司培养具有核心竞争力的人才与团队，形成具备自主知识产权的新能源场站关键核心解决方案。

三、对揭榜方要求：

1、揭榜方基本要求

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备课题相关的并网服务认证资质的资质的科研院所；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2、揭榜方技术条件

（1）由于本课题研究内容交叉性强，涵盖光伏/储能高度耦合的拓扑结构、调频调压控制等研究，需要联合国内主流研究电力系统和新能源发电、拥有电力行业多学科综合性的电力科研机构、高等院校，以及研究电力系统及新能源发电的设备制造企业等多领域技术团队形成联合揭榜研发团队，共同开展关键技术难点和创新点的研究以确保课题顺利实施。

（2）揭榜方团队中，科研机构成员应为从事电网规划设计咨询、新能源与储能并网控制技术研究的科研单位；高等院校成员应为选择开设电力系统和储能专业的重点高校；装备制造成员应为从事电力系统分析、电力系统监控和调度、电网稳定控制、调频调压控制、发电机励磁控制、新能源发电变流器、继电保护制造的企业。

（3）揭榜方团队应具备课题相关的并网服务认证资质，能够参与或者主持制定新能源与储能并网标准；具有科技部认可的国家或教育部重点实验室，在应用基础研究和共性技术研究方面处于国内领先地位，已建成包含光伏发电/储能系统的电网测试动态模拟实验平台、光伏/储能电站并网性能数模混合仿真平台；熟悉电力系统控制和新能源发电并了解技术发展方向，能够为本课题提供新能源研究的相关理论、模型研究环境和实验验证条件，具备多专业融合的技术研发能力在承接首台首套，攻克难题方面具有领先于同行的优势。

（4）本课题研究成果拟应用于黑龙江或青海某光伏电站中，该电站以220kV或330kV电压等级接入电网，光伏电站配置光伏子方阵、光储子方阵（包括交流耦合和直流耦合）、集中储能等多种发电形式。揭榜方应熟悉黑龙江或青海电网，并能够协调电网出具本课题示范验证成果的佐证材料。

四、产权归属：

在本课题研究合同签订前，各方拥有的知识产权（包括但不限于专利、商标、著作权、计算机软件）或使用权的文件和资料（包括但不限于等）、非专利技术、商业秘密和其他技术成果属于该方所有。

本课题研究合同签订后，在研究中所形成的知识产权原则上均归发榜方所有，在项目进行过程中由揭榜方自主形成的知识产权专利可经协商由发榜及揭榜方共有。如需向第三方成果转化，各方需另行签订知识产权推广应用协议，根据各方实际对研究成果的贡献度约定收益分配方案。

五、经费预算：总经费控制在350万元以内。

六、研究周期：

签订合同后-2024年9月。

七、项目联系人及电话：

联系人：李晓峰，联系电话：18966846169。

项目17：新型高效电池组件多场景应用及模型建立

1. 攻关难题和攻关内容

（一）攻关难题：

由于电池结构及工作机理的差异，各高效电池组件的实验室效率与电站实际运行存在较大的差异性。针对不同典型区域高紫外、高海拔、高湿度等各典型区域，近5年内，国内外未全方位针对该方面开展专项研究。

采用专业化统计分析的手段建立国内不同典型性地域的气象指标体系；根据典型区域气候特性建立数据采集分析方法及系统，进行数据的监测采集及分析；将电池组件半导体工作机理与组件实际运行数据与气象数据结合，开发出光伏组件的发电量预测模型。

（二）攻关内容：

1.在校准标准、设备不确定度统一的条件下采集出至少6个具有典型性气候特征区域(青海、云南、四川、新疆、陕西/河南、大庆)的光资源数据，数据需至少包括但不限于辐照度、反射、散射、光谱、温度、湿度等，然后采用专业的大数据统计分析手段结合气象数据提出国内各典型地区光伏发电的气象指标体系。

2.根据各地的气象情况，建立典型高效组件应用研究的数据采集系统，根据不同新型组件的运行数据特点，结合其运行的基础原理，形成高效组件运行数据分析方法。

3.提出能够支撑国内全典型区域覆盖的组件选型标准大纲。

4.采用归一性实验验证并优化数据分析方法适用性，搭建出组件应用的数据分析体系，建立具有典型性和国内不同区域全覆盖性的光伏组件功率预测模型。

1. 攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

1.构建出全国范围内不同典型区域西北、西南、东北、华中、华南等地区(青海、云南、四川、新疆、陕西/河南、大庆)的气象指标系统，系统需包含辐照度、温度、湿度等影响光伏组件发电量的关键性指标内容。

2.建立新型高效组件在不同气候区域的多场景应用数据采集分析系统，系统能够全范围采集当地全年的光伏组件发电量以及太阳辐照度、温度等自然环境信息，根据采集的数据，结合已建立的各地气象指标系统，全面进行组件多场景应用分析，制定国内典型区域的组件选型规范。

3.开发出全国各典型区域不同光资源、温度、湿度等条件下的组件应用模型，形成电站光伏组件功率预测系统，该系统能够根据不同地域的气候状况：辐照度的不同、光谱匹配性差异以及全年的温湿度变化等预测光伏组件实际应用的发电量，提升电站功率预测准确性，实现光伏电站组件应用的设计值与实际值差异小于3%，支撑光伏电站的优化设计和组件选型，提升光伏电站的投资收益率。

（二）技术指标：

1.完成至少6个典型区域的光资源（辐照度、光谱状况）及地域自然条件状况（如暴雨、冰雹、雪、温度、湿度、高紫外、风速等）搜集及对比分析，提出国内光伏发电系统的气象指标体系；

2.完成多场景应用平台的方案设计和实验平台构建，实现新型高效组件不同地域的发电量采集和分析，建立组件发电数据分析体系；

3.开发出光伏组件功率预测模型。

（三）预期成果：

1. 提出西北、西南、东北、华中、华南等全国范围不同海拔、不同太阳光光谱等至少6个典型区域的气候指标；

2.提出高效组件在不同光资源、温度、湿度等复杂多样性自然条件下的理论发电量和实际发电量对比分析报告；

3.开发出光伏组件功率预测模型；

4.申请发明专利6项；

5.发表论文2篇；

6.形成高效组件选型规范；

7.预期经济效益：

研究成果在光伏电站建设及存量电站提质增效中推广应用，可提升光伏电站系统发电效率，增加光伏电站的投资回报率。以100MW光伏电站为例，根据自然及气候条件进行最优化高效组件选型，可实现光伏电站发电量提升超过2%，以25年运营期计算，可实现经济效益增加超过3000万元。

三、对揭榜方要求：

（一）基本要求：

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的企业、高校、科研院所；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

（二）技术条件要求：

1.揭榜方应具备能够满足项目实施的相应规模、研发实力、科研条件和科研队伍；掌握光伏发电技术基础原理，在光伏技术研究、高效电池/组件开发及功率预测方面已开展了较深入的研究；具备光伏电池/组件IV特性、量子效率等检测手段和分析能力；具有较强的技术储备，掌握项目领域相关核心自主知识产权，发表过光伏电池/组件技术研发相关的核心论文或申请过相关专利。

2.揭榜方应在光伏研发或检测领域拥有突出成果。获得过省部级及以上科技奖项的团队优先考虑。

四、产权归属：

揭榜方在合作协议下为发榜方编制的任何研究、报告或其他资料、图表、软件等及随附其上的相关权利应属于并保持为发榜方的资产，发榜方拥有完全的所有权和使用权，包括但不限于占有、使用、收益、处分的权利。揭榜方在该合作协议下采购的所有气象数据等所有权归发榜方所有。未经发榜方授权或书面同意，揭榜方不得擅自使用或对外公开。因本合同及其实施产生的著作权、专利权等知识产权及所有其它权利应归发榜方独家所有，未经发榜方书面同意，揭榜方不得在任何场合以其名义在合同成果中署名。

五、经费预算：总经费控制在120万元以内

六、研究周期：签订合同后-2025年10月

七、项目联系人及电话：

联系人：何凤琴 电话：13572292883

联系人：杨祺 电话：18043859818

项目18：新能源多场景制氢技术研究

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题

当前利用风、光等可再生能源制取绿氢，已经成为清洁电力消纳、存储和利用的重要手段。通过优化制氢设备的容量配置及运行方式，可以有效降低可再生能源制氢系统投资成本，提升系统的产氢能力与经济效益。现有国内外在电解水制氢领域的研究，多聚焦于碱性电解水制氢或PEM电解水制氢单独进行，同时考虑碱性电解水制氢、PEM电解水制氢及储能电池的容量配置及运行控制研究较少。

碱性电解水制氢具有单槽容量大、氢气单位产能的设备相对投资低的优势，PEM电解水制氢具有负荷响应速度快、调节范围宽、抗波动能力强等特性，储能电池则可根据实际需求进行能量调节确保特殊时段电能供应。如何实现三者最优容量配置与协调控制，降低制氢系统整体投资，提升性能及收益，需进行重点攻关。

（二）攻关内容

1.制氢系统优化配置方案研究。考虑风光电力的不稳定性，研究优化配置储能电池容量、制氢设备容量等。满足系统正常运行的前提下，综合考虑各类场景下的系统稳定性、经济性、新能源消纳率等指标，形成多场景储能电池、制氢设备容量优化配置方案。

2.制氢系统能量管理与运行控制研究。研究制氢系统的能量管理调度，针对不同场景设置约束条件，保障系统中电能-氢能的高效转化。研究制氢系统的运行控制，并确保系统最低功率运行情况下安全稳定。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标

1. 针对制氢系统优化配置方案研究，掌握面向风、光、风光互补、风光储互补等多场景电源，面向加氢站、氢能冶金、氢制甲醇等间断性制氢、持续性制氢的多场景用氢工况，并/离网下新能源制氢系统的架构模型及内部储能电池、碱性制氢设备、PEM制氢设备的最优容量配置方法。

具体为，面向多电源场景与多用氢工况下，建立PEM电解水制氢、碱性电解水制氢、储能电池的新能源制氢系统架构与数学模型。研究包含清洁能源消纳率、系统经济性、制氢产能等多项指标的储能电池、碱性电解水制氢设备、PEM电解水制氢设备最优容量配置技术。开发面向多电源场景与多用氢工况下，新能源制氢系统容量配置优化的图形界面（例如但不限于基于MATLAB的GUI，基于C++的GUI等）。

2. 针对制氢系统能量管理与运行控制研究，掌握新能源系统多时间尺度运行调控方法，突破新能源制氢系统多设备耦合运行控制难题。

具体为，建立面向并/离网场景的新能源制氢系统优化调度理论模型。提出多电源场景、多用氢工况、多时间尺度下，符合极限功率安全运行状态约束的，考虑经济性与电氢转化效率的新能源制氢系统优化运行策略。开发面向多电源场景、多用氢工况、多时间尺度的新能源制氢系统运行调度优化的图形界面（例如但不限于基于MATLAB的GUI，基于C++的GUI等）。

（二）技术指标

形成制氢系统优化配置方案，方案中的设备容量、设备投资均实现优化。在同等产氢要求下，相比于单渠道制氢设备，双渠道制氢设备采用优化配置方案后，设备容量优化5%以上，设备投资下降2%以上。

形成制氢系统能量管理方案，实现制氢系统极限功率工况下的安全运行。研究成果运用于《新能源多场景制氢技术研究》科技项目，实现制氢系统启动时间下降5%以上，最低功率范围相比60%拓宽3%以上，实现绿氢成本下降2%以上。

（三）预期成果

1、技术成果

基于研究成果，提交多电源场景及多用氢工况下制氢设备容量优化配置方案1份，提交多时间尺度新能源制氢系统运行调控优化方案1份。

基于研究成果，提交面向多场景新能源制氢系统的架构设计与数学模型报告1份，提交面向并/离网场景的新能源制氢系统优化调度理论模型报告1份。

开发多场景新能源制氢系统容量优化配置图形界面1套、多时间尺度新能源制氢系统运行调度优化模型图形界面1套。

2、学术成果

发表EI或核心论文1篇以上，申请发明专利2项以上。

3、经济效益

揭榜方的研究成果服务于《新能源多场景制氢技术研究》科技项目实验研究。相比科技项目设定的制氢直流电耗指标（额定工况5kWh/Nm3、非额定工况8kWh/Nm3）降低2%以上，在相同单位用电成本下，降低制氢经济成本2%以上。此外，研究成果可助力解决行业碱性与PEM双渠道制氢的容量配置和优化控制等关键共性问题，为后续相关制氢工程项目提供参考方案。

三、对揭榜方要求：

1.揭榜方基本条件

揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的，具备新能源制氢系统理论研究、建模仿真与实验研究的科研能力与软硬件设施的高校、科研院所；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2.揭榜方技术条件

揭榜方应具有3年以上的新能源电解水制氢方向的科研经验，并在该领域发表过不少于2篇SCI论文或EI论文，具有1项及以上的技术成果转化和工程示范应用的业绩。

四、产权归属：

揭榜方在合作协议下为发榜方编制的任何研究、报告或其他资料、图表、软件等及随附其上的相关权利应属于并保持为发榜方的资产，发榜方拥有完全的所有权和使用权，包括但不限于占有、使用、收益、处分的权利。未经发榜方授权或书面同意，揭榜方不得擅自使用或对外公开。因本合同及其实施产生的著作权、专利权等知识产权及所有其它权利应归发榜方独家所有，未经发榜方书面同意，揭榜方不得在任何场合以其名义在合同成果中署名。

五、经费预算：总经费控制在60万元以内。

**六、研究周期：**签订合同后-2024年3月。

七、项目联系人及电话：

杨倩鹏 18809233380

项目19：大庆基地光伏场区土壤盐碱治理及立地生境改善关键技术研究

一、攻关难题和攻关内容：

（一）攻关难题：

土壤盐碱化是制约我国甚至世界土地利用及发展的主要因素之一，国家光伏、储能实证实验平台(大庆基地)的基地内多年循环往复的返盐—淋滤—返盐作用，形成了极重程度盐碱土，成为光伏场区综合利用及光伏生态修复的瓶颈，且目前有关盐碱化光伏场区变化环境下盐碱化发生机制尚不明确。

揭示大庆基地光伏场站影响下场区土壤-植物系统水盐运移规律及盐碱化改良机理，是解决国家光伏、储能实证实验平台(大庆基地)基地土地综合利用及盐碱化改良关键科学问题，为实现这一目标，特需要专业的技术团队进行水盐运动规律研究和微生物结合植物的降碱排盐关键技术进行攻关。

（二）攻关内容：

（1）建立水盐运动模型

针对大庆基地光伏场区 “盐碱化土壤-植物”生态系统，建设生态监测体系，完成光伏场区内外、场站子阵内板下和板间不同立地环境下土壤物理性状及其水分渗透特征的年际监测、完成土壤水盐垂直分布特征的季节动态监测、完成植被群落特征及其盐分特征的季节动态监测、分析土壤水盐运移与土壤物理特征和群落植被特征的关系、构建光伏场区不同立地环境的水盐运动模型。

（2）开发微生物-植物降碱排盐关键技术

在光伏地施用植物源有机物料以打破土壤板结、促进土壤水盐下渗、淡化表层土壤盐碱、同时提高土壤养分，实现改土培肥；筛选乡土耐盐碱微生物，并遴选促腐微生物，促进有机物料分解，快速创建适宜植物生长的良好环境；在土壤环境改善的基础上，施用耐盐碱微生物，种植耐盐碱植物排盐，从群落结构、植物生长适应机制等方面分析植物对不同技术下土壤盐碱胁迫的响应和机制；集成构建微生物-植物耦合降碱排盐的优化技术。

二、攻关后希望达到的预期目标、技术指标、预期成果：

（一）预期目标：

面向东北盐碱化地区复杂自然环境下发展复合型光伏产业和生态建设重大需求，聚焦大庆基地光伏场区综合利用及土壤盐碱化改良关键科学问题，重点开展光伏场区植物-土壤系统水盐时空运动模型、土壤降碱排盐关键技术研究，各揭榜方提交研究方案进行揭榜，主要包含的具体目标如下：

（1）进行光伏场区土壤-植物系统水盐运移规律的研究，揭示光伏场站时空切隔后的场区内外及场站子阵内板下和板间小气候变化，及其对植物群落特征和土壤水盐运动规律的影响，构建光伏场区不同场景下水-盐-土-植被-微生物耦合模型；

（2）利用植物源有机物料添加改善土壤结构，提高表土水分渗透速率20%，筛选乡土耐盐碱和促生型微生物菌剂2-3种，结合微生物菌剂应用，研究耐盐碱植物高效种植技术，构建微生物和植物联合降盐的优化配置方案，实现表层土壤盐分含量降低5-10%，pH下降0.5个单位，提出针对大庆地区可以推广盐碱地降碱排盐方案2-3套。

（二）技术指标：

（1）根据资料文献查阅结合国家标准，分析光伏场区返盐—淋滤—返盐的模型，建立有科学依据的小气候环境监测体系，明确设备监测方案和设备布局，完成大庆地区水盐运动模型分析和监测设备布局方案，完成光伏场区组件遮荫影响下的水盐运动模型、实证分析。结合大庆光伏场站的特性，针对场区含盐高的土壤特点，按照年度开展现场土壤采样、微生物采样、植被调研等工作，结合实验室分析，分析土壤理化特性，微生物特性和植被特性，形成土壤、微生物、植被的空间特异性分析报告。

（2）根据微生物群落和植物分析研究，研发植物源有机物料改土培肥、微生物改土促生、耐盐碱植物种植、植物-微生物耦合降碱排盐技术，在不少于2000平米的电站子阵内，进行降碱排盐试验，监测植物-微生物耦合对土壤盐碱改良效果，重点监测分析植物耐盐性、植物生长对土壤质量提升、植物收获物除盐、土壤微生物结构与功能特征等，揭示功能微生物与植物的协同降盐机制。构建成熟可推广的盐碱地降碱排盐技术方案，实现表层土壤盐分含量降低5-10%、pH下降0.5个单位、植物存活率提高20%以上，为区域性土壤改善提供技术支撑，完成《大庆地区土壤降盐实证分析报告》报告1份。

（三）预期成果：

（1）技术成果：

完成野外考察、现场调查提交《土壤、微生物、植被的空间特异性调查报告》2023年-2025年每年1份，共计3份；

2023年完成水盐运动模型构建，提交《大庆基地水盐运动模型》和进行现场考察完成《监测设备布局方案》各1份；

2024年研究不少于20种微生物测试选型方案提交《微生物降盐选型分析方案》和不少于20种植物测试选型方案《植物降盐的选型分析方案》各1份；

2025年完成植物-微生物耦合降碱排盐方案2-3种提交《大庆地区土壤降盐实证分析报告》报告1份。

（2）学术成果：

发表学术论文2篇。

申请发明专利5项。

三、对揭榜方要求：

1、揭榜方基本要求

（1）揭榜方必须是在中华人民共和国市场监督管理部门注册的，具有独立法人和一般纳税人资格的企业、高校、科研院所；应具有良好的企业信用，不存在被列为失信被执行人的情形；近三年财务和资信状况良好，没有财产被接管、冻结或处于亏损、破产状态，应提相关证明（如财务审计报告或报表、资信证明等）。

2、揭榜方技术要求

（1）揭榜方具备能够满足项目实施的相应规模和水平的研发实力、科研条件和科研队伍，在盐碱地治理或光伏生态领域已开展了较深入研究并取得了相关突破性进展，具有较强的技术储备，掌握项目领域相关核心自主知识产权，发表相关高质量论文不少于2篇，揭榜的企业须注册成立三年以上。

（2）揭榜方项目负责人应近5年主持过相关研究课题不少于1项，主持经费50万元以上，具有高级专业技术职务（职称）或具有博士学位。拥有北方高纬度高寒地区盐碱生境生态治理科研经历团队、尤其对松嫩平原地区有草地生态相关科研经历团队或对松嫩盐碱草地具有实战经验团队优先考虑。

四、产权归属：

揭榜方在合作协议下为发榜方编制的任何研究、报告或其他资料、图表、软件等及随附其上的相关权利应属于并保持为发榜方的资产，发榜方拥有完全的所有权和使用权，包括但不限于占有、使用、收益、处分的权利。未经发榜方授权或书面同意，揭榜方不得擅自使用或对外公开。因本榜单及其实施产生的著作权、专利权等知识产权及所有其它权利应归发榜方和揭榜方共有，但未经发榜方书面同意，揭榜方不得在任何场合以其名义在合同成果中署名。

五、经费预算：总经费控制在205万元以内

六、研究周期：签订合同后-2025年11月

七、项目联系人及电话：

杨若婷 18629410435