**附件1**

2024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 | 风力发电机组叶片微波除冰技术与装备研究 | 125 | 签订合同后-2025年11月 | 5 |
| 2 | 基于"物联网+"的数字智慧风电场应用技术研究 | 454 | 签订合同后-2025年11月 | 12 |
| 3 | 风光氢储多能耦合及系统运行关键技术研究 | 225 | 2024年4月-2026年6月 | 7 |
| 4 | 组件回收背板去除设备及完整玻璃分离设备优化升级项目 | 567 | 2024年4月-2024年10月 | 13 |
| 5 | 双玻组件分层分离关键技术及设备研究 | 600 | 2024年4月-2024年11月 | 7 |
| 6 | 组件回收前端预处理设备优化升级研究 | 450 | 2024年4月-2024年12月 | 8 |

项目1：**风力发电机组叶片微波除冰技术与装备研究**

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题：

项目风电场地处会宁县华家岭山区，安装25台2.0MW双馈风力发电机组，塔筒高度85米，风轮直径110米，2015年底投产。场区海拔在 1855m~2370m之间，每年10月份至次年4月份，风场及周边地区风机易因叶片覆冰而停机，每次持续时间约2-3天。

目前，行业内缺乏系统高效的防结冰及除冰技术措施，本项目考虑开展兼具疏水性和微波吸波发热特性的防结冰涂层研究及配套设备研制。

（二）攻关内容：

1.风机结冰探测及预警研究：研究不同环境条件下风机叶片结冰规律，开展防结冰预警研究。

2.风力发电机组防结冰涂层研究：设计防结冰涂层的组成成分，研制高疏水性微波吸热材料。研究不同成分材料制成涂层的环境适应性、疏水性、微波特性、温度特性、稳定性等。

3.防结冰涂层高效喷涂技术研究：（1）研究风力机叶片冰面图像识别技术，实现冰面的定位，获取最小化涂层布局区域。（2）设计涂层喷射装备，研究气候和动力等复杂条件下，涂层喷射的高效性、快速性，涂层喷涂后对风机气动性能的影响。

4.微波发射装置研究：设计微波发射装置，研究不同功率微波发射装置发射微波后吸波材料的发热效果。

**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.研究部署风机叶片结冰探测预警系统：增设风电场湿度传感器，结合风机自有风速、温度等传感器，采集汇总风电场大气环境信息，模拟风机叶片结冰机理，实时监测风电场周围温湿度变化，及时发布结冰预警。

2.研制一种风机叶片防结冰微波吸波发热涂层，防结冰涂层应耐风蚀磨损，温升可控，在满足防结冰、发热除冰需求的同时不损伤叶片及材料本身的性能。

3.设计一套基于无人机搭载的风机叶片防结冰涂层喷涂装置，可识别风机叶片结冰分布，按结冰分布快速准确完成喷涂。涂层喷涂均匀，表面光滑。

4.研制一套微波发射装置，可满足风机叶片全长微波覆盖。风机停机后，风机叶片在任意静止位置，防结冰涂层都能能稳定持续吸波发热，接收到风场环境信息后启动微波发射装置，自动调节微波发射功率。发射出的微波不能对风机自身设备造成损伤或干扰。

（二）技术指标：

1.结冰预警信息准确率不低于80%；

2.无人机喷涂时间每台风机小于4小时；

3.单台2MW风力机涂层重量小于150kg；

4.单个结冰周期内微波发射装置功耗低于500kWh；

5.风机叶片结冰停机时长降低70%；

6.防结冰涂层应具备防紫外线、风沙侵蚀等特性，持续使用周期应不小于一年。

（三）预期成果：

1.研究一套风机结冰探测预警系统。

2.研究一种风力发电机组叶片防结冰涂层。

3.研制一套风机叶片防结冰涂层喷涂装置。

4.研制一套微波发射装置。

5.发表科技论文不少于3篇，其中，中文核心或SCI或EI论文1篇。

6.申请发明专利1项，实用性专利1项。

7.申请软件著作权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，具备设备制造资质的企业(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.揭榜方在风机叶片防结冰领域已开展了较深入研究，在微波除冰技术与装备研究方面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、项目研究合作模式：**

1.揭榜方接受以委托开发模式开展本项目研究工作。

2.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，提供项目所需硬件设备。

2）揭榜方负责制定风机叶片防结冰的研究方案，经发榜方审核通过后组织实施，完成风机叶片防结冰涂层研究，完成风机叶片防结涂层喷涂装置、微波发射装置的研制，研究的风机叶片防结冰涂层、研制的风机叶片防结涂层喷涂装置、微波发射装置归属发榜方所有。

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、软著等技术成果及知识产权归属发榜方所有，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。

4）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。

5）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。

6）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。

**五、经费预算：**

总经费控制在125万元以内。

**六、研究周期：**

与揭榜方签订合同后至2025年11月。

**七、项目联系人及电话：**

联系人：彭建程

联系电话：18152011631

项目2：**基于"物联网+"的数字智慧风电场应用技术研究**

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题

传统风电场的巡视工作主要采用人工现场巡视，随着新能源建设规模的逐步增长，场站运维和检修人力均不足以支撑设备管理精益化的要求；大量重复性工作导致人员工作疲劳性提升，势必会出现巡视检测低质问题；现场问题处置限于人员运维经验不足，又因风机内部网络环境差，无法第一时间沟通协调，造成问题堆积，遗留安全隐患。在风力发电巡检智能化的推进过程中，分批次建设的各个子系统彼此独立，形成烟囱式的信息孤岛，造成的信息不互通，系统间不能有效协调也是阻碍风电场巡检统一调控、减员增效的重要因素。因此在本项目中，以提升风电场整体智能化能力作为研究核心，在智能场站的设计中，深入落实新能源场站“无人值班、少人值守”的指导思想，应用新一代智能化、信息化的技术产品，解决新能源场站工作的痛点和难点，拓展智能化技术应用。将运维人员从机械化的人工巡检转化为高效的运维分析、判断和全能业务的处理，同时整合各子系统数据，提升风电场整体运维效率。

（二）攻关内容

1.研发一套智能运检系统，实现终端设备统一巡检任务管理，对于开关刀闸、表计读数、屏柜状态、设备本体缺陷等设备的有效识别，对巡检人员可进行精准定位，对在风机内的滞留时间以及高度、位置信息进行实时监视等功能。

2.研发一套电站安全管控系统，实现电子围栏、智能门禁的统一管理。

3.研发一套移动维检系统，能够实现巡检、定检计划管理、现场维检记录及分析等功能。

4.研发一套风机机器人巡检系统，能够实现使用机器人完成风机内部巡检工作。

5.研发一套升压站机器人巡检系统，能够实现使用机器人完成升压站巡检工作。

6.以上系统均布置在统一的平台内，各系统数据互通，同时支持其他系统数据接入及分析，并开放统一数据API接口，支持内所有数据传输。

**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.研发电站智能运检系统1套。

2.研发电站安全管控系统1套。

3.研发移动维检系统1套。

4.研发风机机器人巡检系统1套（含机器人试制）。

5.研发升压站机器人巡检系统1套（含机器人试制）。

6.统一应用平台开发。

（二）技术指标：

1.运检系统主要实现：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **主要功能** | **功能简述** |
| 1 | 异常告警 | 对各系统告警信息进行汇总、展示、推送，同时支持巡检数据趋势分析、预警功能。 |
| 2 | 页面集成 | 将接入的各子系统界面进行集成展示。 |
| 3 | 运检状态展示 | 直观展示机器人和高清视频监控系统当前巡检设备的实时视频。 |
| 4 | 任务管理 | 根据实际运检、定检需求，预制人员及机器人运检、定检任务。 |
| 5 | 运检报告管理 | 将各系统的运检报告统一收录，集成管理。 |

2.移动维检系统主要实现：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **主要功能** | **功能简述** |
| 1 | 基础信息管理 | 包括巡检周期管理、巡检路线管理、巡检区域管理、巡检单元管理、巡检项目管理、定检项目管理。 |
| 2 | 巡检、定检计划管理 | 巡检计划类型支持日巡检计划、周巡检计划、月巡检及设备定检计划等。 |
| 3 | 现场维检记录 | 现场维检人员使用移动设备，通过扫描设备二维码查看任务清单，人员按任务工作开展巡检、定检工作并记录。 |
| 4 | 结果可视化 | 可对巡检对象进行视频录制，拍摄照片，进行语音记录等，手机APP或微信应用全面展示设备巡检结果。 |
| 5 | 结果分析 | 同类设备巡检数据对比，同一设备不同时间周期的巡检数据对比。 |

3.风机机器人巡检系统主要实现：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **主要功能** | **功能简述** | **巡检部位** |
| 1 | 设备巡检 | 可实现使用机器人完成风机内部巡检工作，可对设备进行自动读数，全面掌握风机内设备及环境的状态信息，同时能对视频数据进行智能分析处理，发现风机内部设备的异常现象并告警。 | 仪表 |
| 2 | 油位 |
| 3 | 开关 |
| 4 | 巡检项目包含不限于：表计读数、设备跑冒滴漏、氧气含量检测、标识牌掉落、褪色的识别等。 | 指示灯 |
| 5 | 设备外观 |
| 6 | …… |
| **序号** | **主要性能** | **性能指标** |
| 1 | 表计、指示灯、状态指示识别准确率 | ≥99% |
| 2 | 算法模型识别每张图像的平均运行时间 | ＜500ms |
| 3 | 算法模型检出率 | ≥80% |
| 4 | 算法模型误检率 | ＜30% |
| 5 | 最小接入巡视点位数量 | ≥20000个 |
| 6 | 视频控制切换响应时间 | ＜2s |
| 7 | 图片、缺陷视频等文件存储时间 | ≥1年 |
| 8 | 音频、静默监视图片存储时间 | ≥3月 |
| 9 | 巡视结果、告警数据等结构化数据存储时间 | ≥3年 |

注：拟采用风机型号：EN2200-121-90，2.2MW双馈机型，机舱内布置有3个盘柜，各类表计3个、各类开关9个、油位指示2个、指示灯7个、管路阀门4个。

4.升压站机器人巡检系统主要实现：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **主要功能** | **功能简述** | **巡检部位** |
| 1 | 设备巡检 | 可实现使用机器人完成升压站巡检工作，可对设备进行自动读数，全面掌握升压站设备及环境的状态信息，同时能对视频数据进行智能分析处理，对发现的异常现象进行告警。 | 户外GIS |
| 2 | 主变压器 |
| 3 | 开关柜 |
| 4 | SVG |
| 5 | 接地变 |
| 6 | 巡检项目包含不限于：表计读数、重点部位温度测量、开关柜局部放电检测、设备跑冒滴漏、氧气含量检测、标识牌掉落、褪色的识别等。 | 电缆沟 |
| 7 | 水泵房 |
| 8 | 各类继电保护装置 |
| 9 | 场用电系统 |
| 10 | 管型母线 |
| 11 | …… |
| **序号** | **主要性能** | **性能指标** |
| 1 | 表计、指示灯、装置压板、状态指示识别准确率 | ≥99% |
| 2 | 算法模型识别每张图像的平均运行时间 | ＜500ms |
| 3 | 算法模型检出率 | ≥80% |
| 4 | 算法模型误检率 | ＜30% |
| 5 | 最小接入巡视点位数量 | ≥20000个 |
| 6 | 视频控制切换响应时间 | ＜2s |
| 7 | 图片、缺陷视频等文件存储时间 | ≥1年 |
| 8 | 音频、静默监视图片存储时间 | ≥3月 |
| 9 | 巡视结果、告警数据等结构化数据存储时间 | ≥3年 |
| 10 | 支持表计数据采集（指针式仪表、数字式仪表、颜色分合计、数显管仪表、指示灯） | / |
| 11 | 支持热成像数据采集（电缆温度、设备异常温度） | / |

5.电站安全管控系统主要实现：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **主要功能** | **功能简述** |
| 1 | 定位监测 | 人员风机内定位监测及滞留监测 |
| 2 | 健康状态监测 | 人员身体健康状态监测 |
| 3 | 信息录入 | 支持人员身份信息录入功能 |
| 4 | 电子围栏 | 电子围栏功能，精度不大于1米 |
| 5 | 告警功能 | 异常情况告警功能 |

6.机器人主要指标：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **设备名称** | **指标名称** | **指标内容** |
| 1 | 户外巡检机器人（含充电房） | 行走方式 | 轮式全向 |
| 最大行走速度 | ≥1m/s |
| 转弯方式 | 原地无半径转弯 |
| 爬坡能力 | ≥25° |
| 越障能力 | ≥60mm |
| 涉水能力 | ≥150mm |
| 续航时间 | ≥6h |
| 供电方式 | 锂电池 |
| 防护等级 | ≥IP55 |
| 通信方式 | WiFi（含2.4及5G）/星闪/蓝牙 |
| 语音对讲 | 支持 |
| 支臂伸展高度 | ≥1500mm |
| 2 | 户外巡检机器人云台 | 云台类型 | 双视云台（可见光/红外） |
| 防护等级 | ≥IP65 |
| 运动范围 | 水平方向≥150°垂直方向≥100° |
| 工作温度 | -30℃～+60℃ |
| 3 | 室内巡检机器人 | 行走方式 | 挂轨式 |
| 最大行走速度 | ≥0.5m/s |
| 续航时间 | 全时运行 |
| 供电方式 | 轨道供电 |
| 防护等级 | ≥IP54 |
| 通信方式 | WiFi（含2.4及5G）/星闪/蓝牙/有线 |
| 语音对讲 | 支持 |
| 支臂伸展长度 | ≥1000mm |
| 4 | 室内巡检机器人云台 | 云台类型 | 双视云台（可见光/红外） |
| 防护等级 | ≥IP65 |
| 运动范围 | 水平方向360°垂直方向≥100° |
| 工作温度 | -30℃～+60℃ |
| 5 | 风机巡检机器人 | 行走方式 | 挂轨式 |
| 最大行走速度 | ≥0.5m/s |
| 续航时间 | 全时运行 |
| 供电方式 | 轨道供电 |
| 防护等级 | ≥IP54 |
| 通信方式 | WiFi（含2.4及5G）/星闪/蓝牙/有线 |
| 语音对讲 | 支持 |
| 支臂伸展长度 | ≥1000mm |
| 6 | 风机巡检机器人云台 | 云台类型 | 双视云台（可见光/红外） |
| 防护等级 | ≥IP65 |
| 运动范围 | 水平方向360°垂直方向≥100° |
| 工作温度 | -30℃～+60℃ |

（三）预期成果：

1.发表中文核心期刊论文不少于1篇；

2.发表省级期刊论文不少于1篇；

3.申请发明专利不少于4项；

4.申请软件著作权不少于1项；

5.经济效益

1）降低设备巡检人工成本

智能机器人可在一定程度上代替人工完成设备的巡检工作，从而减轻了值班人员的工作强度，减少运维人员投入，降低人员成本，项目研究完成后可有效降低运维成本。

2）提高操作、检修快速反应能力，有效控制设备受损率，缩短故障处理时长，减少故障停机时长。

**三、对揭榜方要求：**

（一）揭榜方基本要求：

本项目揭榜采用联合揭榜方式，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，具备电子与智能化工程专业承包二级及以上资质或CMMI（能力成熟度模型集成）三级及以上资质的企业（高校、科研院所），**联合揭榜方中必须含有机器人设计厂商**；揭榜方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：

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，在揭榜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，具有较强的技术储备，掌握项目领域相关核心自主知识产权，揭榜的企业须注册成立三年以上，完成过国内外智慧电站设计或建设相关业绩1项，机器人设计厂商完成过国内外电站巡检机器人设计相关业绩1项。

（三）揭榜方项目负责人要求：

1.具备信息系统项目管理师或PMP证书资质。

2.负责过1个及以上类似项目管理的经历。

（四）成果及知识产权归属：

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（注：此处成果为上述1）条款中产出的成果）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。

**四、项目研究合作模式：**

优势互补的合作开发模式

1.青海黄河风力发电有限责任公司总体负责项目管理、提供相关设备资料、提供研发和验证风电场站试点、配合揭榜单位安装及测试相关系统及设备、审核研究技术路线、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.揭榜单位负责制定智慧电站各系统研发设计方案（包括不限于统一平台、智能运检系统、移动巡检系统、升压站风机巡检系统），经发榜方审核通过后组织实施。完成各系统研发及部署测试，出具各系统测试报告。配合发榜方完成各类成果申报工作，完成项目结题验收工作。

**五、经费预算：**

总经费控制在454万元以内。

1. **研究周期：**

与揭榜方签订合同后至2025年11月

1. **项目联系人及电话：**

联系人：李霖

联系电话： 15009746921

项目3：**风光氢储多能耦合及系统运行关键技术研究**

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难点

1.多目标多维度协同优化容量配置及仿真研究

针对目前风电站及光伏电站存在的弃风弃光问题，主要研究多能源耦合系统的优化配置方案，从技术、经济及资源利用效率等多目标对该系统进行仿真优化。

2.风光氢储多能耦合系统运行优化关键技术

基于高精度、高实时性的风光氢储多能耦合系统功率预测等技术手段，构建风光氢储多能源耦合系统实时优化运行策略，实现科学、高效调节风光场站出力。

3.风光氢储多能耦合运行关键技术实验验证

通过风光氢储多能耦合系统综合实验验证，测定关键设备的动态响应特性，并验证多能耦合系统的控制策略及运行效果，为今后大规模应用多能耦合系统的电站奠定坚实基础。

（二）攻关内容

1.多目标多维度协同优化容量配置及仿真研究：

（1）依托实际风电、光伏等场站信息，通过数据挖掘等有效分析工具，综合分析资源时域、空间多维度协同及互补特性；

（2）研究风电、光伏、氢能和储能的容量配置、系统仿真及优化等多目标设计方案，开展多能源耦合系统的技术经济指标分析。

2. 风光氢储多能耦合系统运行优化关键技术研究：

（1）开展分钟级风电、光伏发电功率预测，实现爬坡事件预测，用以辅助制定耦合系统的运行调控策略；

（2）研究耦合系统各设备单元对系统实际运行的影响规律，构建风光氢储多能源耦合系统实时优化策略。

3. 风光氢储多能耦合系统智能运行技术研究：

（1）搭建风光氢储耦合系统综合实验平台，获得氢能和储能等模块的动态响应规律；

（2）通过相关实验开展风光氢储多能耦合系统运行、调控等实验验证工作，并验证弃光、弃风资源再利用等系统级智能化运行实效。

**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.完成多目标多能源多维度协同优化的容量配置仿真平台开发；

2.完成风光氢储多能耦合系统运行智能控制策略研究；

3.完成风光氢储多能耦合系统智能运行关键技术研究。

（二）技术指标：

1.风光氢储多能耦合控制系统精度达到95%以上；

2.风光氢储多能耦合控制系统的正确动作率达到100%；

3.风光氢储多能耦合控制系统功率预测符合现行规范的规定。

（三）预期成果：（需要体现经济效益等）

1.搭建风光氢储多能耦合系统及其关键设备配置方案的仿真平台；

2.搭建基于已投运及未来建设电站的多能耦合系统功率预测平台；

3.完成风光氢储多能耦合系统优化运行智能决策模块开发，包含风光氢储系统功率监测模块、模拟运行模块及实时监控模块等。

4.完成课题研究报告1份，发表中文核心期刊论文3篇，完成1项发明专利受理，授权2项实用新型专利，获得计算机软件著作权2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，具有独立法人或一般纳税人资格的，具备承担本课题研究能力的高校或科研院所，具备实施本项目的技术力量、设备及管理能力，揭榜方项目负责人应具有副高及以上职称，并承担过类似项目研发经历；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）。

（二）揭榜方技术要求：

揭榜方须具有承担本科研项目中各项实验的实验室，可以进行数值模拟和优化分析，并在风光氢储多能源耦合运行控制等方面具有一定的研究基础。

**四、项目研究合作模式：**

本研究课题采取的研究合作模式为合作研究模式，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，其中发榜单知识产权排名优先级数量占比大于 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。

1. **经费预算：**

总经费控制在225万元以内。

1. **研究周期：**

2024年4月-2026年6月。

 **七：项目联系人及电话：**

联系人：瞿润学

联系电话： 18608922706

项目4：组件回收背板去除设备及完整玻璃分离设备优化升级项目

**一、攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题：

随着我国光伏产业快速发展，废旧光伏组件的回收和处理的问题逐渐突显，但目前业内组件回收技术还在探索阶段，尚未形成高效成熟的主流技术。黄河公司目前已经研制了完整的组件回收中试线并开展了一系列提升实验及运行测试。针对在背板去除设备及完整玻璃分离设备运行过程中存在的设备连续运行效率及稳定性不足、能耗物耗偏高及自动化水平低等问题，计划开展背板去除设备及完整玻璃分离设备优化升级研究，对背板去除设备及完整玻璃分离设备进行自动化集成与性能提升，提升设备整体性能及自动化水平，助力集团组件回收产业化推广及提高行业话语权。

（二）攻关内容：

1.针对背板去除设备开展处理效率优化升级，降低单位处理能耗，研制一套背板去除自动化设备，实现背板无害化处理，并兼容完整组件和破碎组件背板去除处理，实现背板去除工序进料组件除胶及测厚、出料组件视觉识别及自动分拣下料、翻转及烘吹干等功能；

2.集成预加热及完整玻璃分离工序，研制一套完整玻璃分离自动化设备，实现加热、切割一体化，提升热切割处理效果、处理节拍以及设备自动化水平，实现EVA层与玻璃层层间有效分离，实现完整玻璃分离工序进料对中归正、下料EVA电池胶层切割收集、玻璃产品视觉识别及自动分拣下料等功能，并实现背板去除及完整玻璃分离工序间自动化转运衔接；

3.完成单玻单面晶硅光伏组件回收线全线自动化设计方案，涵盖前端预处理工艺段、完整组件回收工艺段、破碎组件回收工艺段及硅材料提纯工艺段。

**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.形成背板去除设备及完整玻璃分离设备优化升级技术方案；

2.完成背板去除设备及完整玻璃分离设备全自动化设备升级开发，完成背板去除设备及完整玻璃分离全自动化设备设计、加工制造及安装调试，可实现在线测试、运行监控、产品质量监控等功能，其中背板去除设备可兼容完整及破碎光伏组件背板去除处理；

3.完成单玻单面晶硅光伏组件回收线全线自动化设计方案；

4.完成5项发明专利的申报。

（二）技术指标：

1.背板去除设备优化升级技术指标

1.1背板去除设备优化升级参数要求

（1）兼容性

设备可对市场上主流60片、72片、78片等电池片规格单面单玻组件去除铝边框及接线盒后的层压件（长度范围：1.6m～2.5m；宽度范围：0.9m～1.3m）进行处理，去除层压件背板层。

（2）处理效果

每块层压件仅允许经背板去除设备处理一次，并检查每一块层压件的背板去除效果。具体按照背板层面积去除率计算，面积去除率需≥98%（除去电池片倒角空白区域）；背板去除时不允许去除至硅电池层，造成硅电池片损失。



（3）节拍

设备每道工序处理时间应满足：每道工序处理时间≤1min，设备每小时处理组件数量需≥60块。

（4）设备可靠性

1）72小时内设备运行稳定率≥98%，平均故障间隔时间MTBF≥1000小时（两次故障停机之间的间隔时间）；

2）所采用易耗件在保证背板去除率达标的前提下，单条处理量需≥4200块;

3）背板去除碎片率（完整玻璃层压件因设备故障造成玻璃破损）≤0.05%。

（5）测量及调节精度

1）层压件及背板层测厚机构可测量层压件整体厚度及背板层单层厚度，测量精度≤0.01mm；

2）去除厚度调节精度≤0.01mm。

（6）能耗要求

设备每处理1块组件电耗需≤1kWh，设备排水通过固液分离设备过滤后循环使用，每处理1块组件水耗≤0.005m3。

1.2背板去除设备优化升级技术要求

（1）正面除胶机构

采用全自动除胶方式，可完全去除层压件玻璃面四周残存硅胶，并实现自动归正。

（2）背板去除装置

1）自适应调节

可根据所测得的层压件整体厚度、背板层单层厚度及去除部件损耗，实时自动调节背板去除量。

2）背板去除部件

a.背板去除部件制造过程中，需进行动平衡实验；

b.采用电机驱动，电机需为变频电机。组件回收整线运行，背板去除设备待料时，可实现待机。

3)平台

a.平台优先采用弹性模量较小的材质制造，机加工时，平台表面一体铣削成型；

b.输送带采用变频电机驱动，可正向及反向输送。

4)易耗件更换

易耗件可由单人操作进行更换。

5)去除背板清理

去除背板可自动清理，背板不能影响设备连续运行，无需停机进行内部清理。

（3）视觉识别系统

视觉识别系统具有对出料进行拍照及处理效果判定的功能，合格产品通过传送带流入下一道工序，不合格产品的由机械手抓取放置在暂存区，并可对生产数据进行统计分析。

（4）翻转机

翻转机可实现层压件的翻转，并集成冷风刀，可实现边翻转边将残存在层压件上的水渍吹干的功能。

2.完整玻璃分离设备优化升级技术指标

2.1完整玻璃分离设备优化升级参数要求

（1）实现光伏组件玻璃与EVA胶膜有效分离，完整组件玻璃完全分离合格率≥99%，处理合格产品出料玻璃无EVA电池胶层残留；

（2）设备可满足市场主流上60片、72片、78片等不同规格单玻单面完整组件进料及处理要求，组件长度范围（1600～2500mm），宽度范围（900～1300mm）；

（3）层压件切割工位温度工艺要求达到EVA软化易切割温度，加热区域不超过组件长度1/3；

（4）热切割装置热刀温度范围室温～200℃内可调；

（5）切刀建议采用刀刃刀体分体结构形式，刀刃选用耐疲劳，耐高温的材质，切刀分体刀刃使用寿命≥4200块；

（6）进刀成功率100%，要求切刀旋转且角度可调，便于切刀更换；

（7）要求组件切割过程无玻璃破碎，且单块组件从设备进料到出料处理完成时间在1min以内；

（8）设备产能≥60块/h，72小时内设备运行稳定率≥98%，平均故障间隔时间MTBF≥1000小时（两次故障停机之间的间隔时间）；

（9）设备每处理1块组件电耗需≤1.5kWh。

2.2完整玻璃分离设备优化升级技术要求

（1）输送机构

输送电机采用变频电机，输送速度及正反向可调；

（2）加热装置

建议采用效率高能耗低的加热方式对EVA胶层加热，需考虑能耗及稳定性；

（3）下料机构

1）要求对下料EVA电池胶层进行收集及切割处理，切割尺寸在100\*100～200\*200mm范围内，玻璃下料由机器人或机械手臂实现，EVA电池胶层由下方输送，玻璃由上方输送；

2）要求对出料玻璃产品进行视觉识别，并将识别结果传输到设备PLC控制模块，控制机器人或机械手按照EVA电池胶层残留情况对玻璃进行产品分类;

（4）要求设备采用节能型电器元气件，降低设备处理能耗；

（5）要求背板去除设备与完整玻璃分离设备之间要有自动化衔接，设备间留有紧急停机装置，要求人员可通过；

3.设备自动化信息化技术要求

（1）设备应具有良好的工控功能，控制界面及操作友好、简单易学；

（2）设备具有水、电、气用量监控装置，并能将用量信息传输至信息化系统；

（3）设备程序可实现自动控制、质量监控、设备运行日志记录等功能，控制程序开源可编辑，不可预留后门程序；

（4）设备留有自动化、信息化接口，后续可实现整线自动化及集中控制。

4.设备安全环保及外观要求

（1）设备有异物进入应紧急停机，要求设备开关、紧急停止按钮灵敏、可靠；

（2）脚踏开关应有完备的防护罩且防滑，设备防护罩（盖）及围栏等应安全可靠；

（3）设备应具有安全光栅、联锁、限位装置、控制装置等，要求灵敏、可靠；

（4）设备具备三色指示灯，并且功能正常。声音、灯光等功能性信号正常，各种警告标识牌内容清晰、易懂、醒目；

（5）设备可对油、水、压缩空气进行实时监测，油、水、气断供时可及时报警。使用表压超过0.1MPa的油、水、空气和其他气体的设备和管道系统，应安装压力表、安全阀等安全装置，管路紧固可靠，无泄漏现象；

（6）设备完成加工制造后，经第三方检测应满足国家相关环保标准、安全要求及职业健康要求；

（7）设备处理过程产生的废气需要进行收集，以便接到烟气处理装置处理；

（8）设备外观整洁，无掉漆，无变形，表面无斑渍，所有有锐角的部分非工艺需要都要倒角。设备颜色需与组件回收研发平台现有设备颜色一致，并有国家电投LOGO。

（三）预期成果：

1、形成背板去除设备及完整玻璃分离设备优化升级技术方案1套；

2、背板去除设备及完整玻璃分离设备全自动化设备各1套；

3、单玻单面晶硅光伏组件回收线全线自动化设计方案1套；

4、申请发明专利不少于5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，具备工艺及设备研发资质的企业、高校、科研院所（可采用联合体形式）；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、揭榜方应具有一定的研发实力、良好的科研条件和稳定的研发团队，能够独立开展前期相关调研、实验及设备设计研发工作，并可针对发榜方技术攻关需求提出可行的解决方案；

2、揭榜方应有较强的自动化设备制造能力及规模；

3、揭榜方具有良好的科研道德和社会诚信，近三年无不良信用记录或重大违法行为。

**四、项目研究合作模式：**

1、合作模式

（1）项目研究合作模式为委托开发模式；

（2）在榜单中约定的技术成果验收可采用由发榜方现场验收认可或组织专家鉴定会评估验收；

（3）揭榜方交付成果应符合技术指标要求，若交付成果与技术指标不符，发榜方有权根据指标完成比例扣除相应费用。

2、知识产权归属

（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，由发榜方所有；

（3）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；

（4）揭榜方在进行相关对外宣传工作时，需经发榜方批准同意；

（5）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相关技术研究。

1. **经费预算：**

总经费控制在500万元以内。

1. **研究周期：**

2024年4月-2024年10月

**七、项目联系人及电话：**

项目联系人：张占升

联系电话：18092948195

**项目5：双玻组件分层分离关键技术及设备研究**

1. **攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题：

 基于光伏产业绿色发展趋势，退役晶硅光伏组件的回收处理成为能源领域绿色发展必不可少的关键环节。目前，国内外组件回收回收技术主要是针对单玻晶硅光伏组件的回收处理，尚无双玻组件回收处理技术及装备。为了提前布局形成双玻组件回收技术储备，国家电投拟开展双玻组件回收工艺方法的研究，并进行双玻组件分层分离设备及相关配套设备的开发。

2012年双玻组件开始量产，由于组件背面采用光伏玻璃代替含氟背板，因此双玻组件具有生命周期长、发电效率高、玻璃的绝缘性优于背板等优势，已经逐渐取代了传统组件的单玻光伏组件，占据了市场的主导地位。根据CPIA（中国光伏行业协会）最新测算，截止到2023年，累计退役的双玻组件约1.9万吨；到2030年，预计退役双玻组件16.4万吨，预计在未来的年份中，退役双玻组件的比例将会持续增加。

对于双玻组件而言，由于将背板由厚度较薄的有机材料更换为厚度及硬度均大幅提升的玻璃材料，对于双玻组件回收技术的研发，其重点难点在于玻璃与封装胶膜电池层的分层分离。

（二）攻关内容：

（1）开展双玻组件分层分离工艺方法的研究，通过技术开发、引进，形成光分离技术、封装胶膜钝化分离技术或其他新型组件分离回收技术，可用于双玻组件高效、无害化分层分离，形成双玻组件分层分离技术方案；

（2）根据研究的双玻组件分层分离技术，开展双玻组件分层分离原理实验，并进行分层分离设备的设计、试制，实现双玻组件封装胶膜与玻璃层之间的有效分层分离及材料收集，最终完成双玻组件分层分离设备的研制。

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、完成双玻组件分层分离方法的研究，形成双玻组件分层分离技术及工艺方法；

2、完成双玻组件分层分离设备的研制，实现双玻组件盖板玻璃、封装胶膜电池层及背板玻璃的分层、分离。

3、完成5项发明专利的申报。

（二）技术指标：

1、可实现尺寸2500mm\*1300mm（长×宽）内，完整及破碎双玻组件的分层分离，得到玻璃产品及封装胶膜层；

2、破碎玻璃双玻组件玻璃分离率≥70%；

3、分离出的玻璃产品中铁含量≤0.013%；

**4**、设备程序可实现自动控制、质量监控、设备运行日志记录等功能，控制程序开源可编辑，不可预留后门程序；

5、设备留有自动化、信息化接口，后续可实现整线自动化及集中控制；

6、设备完成加工制造后，经第三方检测应满足国家相关环保标准、安全要求及职业健康要求。

（三）预期成果：

1、形成双玻组件分层分离工艺技术方案1套；

2、完成双玻组件分层分离设备1套；

3、申请发明专利不少于5项。

1. **对揭榜方要求：**

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，具备工艺及设备研发资质的企业、高校、科研院所（可采用联合体形式）；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、揭榜方应具有一定的研发实力、良好的科研条件和稳定的研发团队，能够独立开展前期相关调研、实验及设备设计研发工作，并可针对发榜方技术攻关需求提出可行的解决方案；

2、揭榜方应有较强的自动化设备制造能力及规模。

**四、项目研究合作模式：**

（一）合作模式

（1）项目研究合作模式为委托开发模式。

（2）在榜单中约定的技术成果验收可采用由发榜方现场验收认可或组织专家鉴定会评估验收。

（3）揭榜方交付成果应符合技术指标要求，若交付成果与技术指标不符，发榜方有权根据指标完成比例扣除相应费用。

（二）知识产权归属

（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，由发榜方所有；

（3）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；

（4）揭榜方在进行相关对外宣传工作时，需经发榜方批准同意；

（5）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相关技术研究。

1. **经费预算：**

总经费控制在600万元以内。

1. **研究周期：**

2024年4月-2024年11月

**七、项目联系人及电话：**

项目联系人：韩金豆

联系电话：17697217652

**项目6：组件回收前端预处理设备优化升级研究**

1. **攻关难题和攻关内容：**

（一）攻关难题：

基于光伏产业绿色发展趋势，退役晶硅光伏组件的回收处理成为能源领域绿色发展必不可少的关键环节。目前，国家电投已经初步形成完整的组件回收工艺路线，完成了组件回收设备的开发，建成国内首条组件回收中试线，并开展了一系列实验及运行测试。针对在前端预处理设备运行过程中存在的设备连续运行效率及稳定性不足、工序集成程度不高，处理组件兼容性差等问题，国家电投拟开展前端预处理设备自动化升级技术研究，并进行前端预处理工艺全自动化设备的升级开发，对现有组件回收示范线前端预处理回收的部分工序的自动化升级与性能提升，提升设备整体性能及自动化水平，助力集团公司组件回收产业化推广及提高行业话语权。

（二）攻关内容：

（1）开展前端预处理设备自动化升级技术研究，优化现有组件回收线前端预处理工序，开展上料系统升级及结构拆解工序的集成优化，缩减工艺流程，可适用于单面单玻、双面双玻前端预处理，形成前端预处理设备自动化升级技术方案。

（2）根据前端预处理设备自动化升级技术研究，开展前端预处理设备优化升级，提升前端预处理设备自动化水平及设备稳定性，实现高效稳定的光伏组件全自动上料清洗，接线盒（线缆）及铝边框全自动拆解回收等功能，研制成套高效稳定的前端预处理工艺全自动化设备。

**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、完成前端预处理设备自动化升级技术研究，形成前端预处理设备自动化升级技术方案。

2、完成前端预处理工艺全自动化设备升级开发，其中包括全自动上料、清洗、接线盒及边框拆除等设备，并完成前端预处理设备设计、加工制造及安装调试，可实现来料组件自适应上料和光伏组件接线盒、铝边框全自动拆解，同时兼容双面双玻、单面单玻组件处理，处理得到的接线盒（线缆）和铝边框回收率为100%。

3、通过前端预处理设备自动化升级技术研究及设备优化升级开发，完成5项发明专利的申报。

（二）技术指标：

1、可实现60片、72片以及78片型组件（尺寸2500mm\*1400mm（长×宽）内）单面单玻、双面双玻组件的前端预处理，得到接线盒、线缆以及边框；

2、单机设备处理产能≥60块/小时；

3、前端预处理过程中完整玻璃组件碎片率≤0.1%；

4、破碎玻璃组件经前端预处理后的层压件必须保持完整，拆除的接线盒、铝边框不得残留玻璃；

5、前端预处理设备每处理一块组件电耗≤1kW·h；

6、前端预处理设备为全自动设备，各部件设计简洁，无冗余设施和动作，具备各物料自动化下料功能，72小时内设备运行稳定率≥98%，平均故障间隔时间MTBF≥1000小时（两次故障停机之间的间隔时间）；

7、设备运行过程中物料处理效果存在异常时，设备需自动停机并报警反馈。

8、自动化信息化接口

（1）设备应具有良好的工控功能，控制界面及操作友好、简单易学；

（2）设备具有水、电、气用量监控装置，后续能将用量信息传输至信息化系统；

（3）设备可实现自动控制、质量监控、设备运行日志记录等功能，控制程序开源可编辑，不可预留后门程序；

（4）设备留有自动化、信息化接口，后续可实现整线自动化及集中控制；

（5）拆框设备下料与后续工序实现衔接，预留物流通道。

9、设备安全环保要求

（1）设备有异物进入应紧急停机，要求设备开关、紧急停止按钮灵敏、可靠；

（2）脚踏开关应有完备的防护罩且防滑，设备防护罩（盖）及围栏等应安全可靠；

（3）设备应具有安全光栅、联锁、限位装置、控制装置等，要求灵敏、可靠；

（4）设备具备三色指示灯，并且功能正常。声音、灯光等功能性信号正常，各种警告标识牌内容清晰、易懂、醒目；

（5）设备可对油、水、压缩空气进行实时监测，油、水、气断供时可及时报警，使用表压超过0.1MPa的油、水、空气和其他气体的设备和管道系统，应安装压力表、安全阀等安全装置，管路紧固可靠，无泄漏现象；

（6）设备完成加工制造后，经第三方检测应满足国家相关环保标准、安全要求及职业健康要求。

10、设备外观要求

设备外观整洁，无掉漆，无变形，表面无斑渍，所有有锐角的部分，非工艺需要都要倒角。设备颜色需与组件回收研发平台现有设备颜色一致，并有国家电投LOGO。

（三）预期成果：

1、前端预处理设备自动化升级技术方案1套；

2、前端预处理工艺全自动化设备1套；

3、申请发明专利不少于5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，具备工艺及设备研发资质的企业、高校、科研院所（可采用联合体形式）；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、揭榜方应具有一定的研发实力、良好的科研条件和稳定的研发团队，能够独立开展前期相关调研、实验及设备设计研发工作，并可针对发榜方技术攻关需求提出可行的解决方案；

2、揭榜方应有较强的自动化设备制造能力及规模；

3、揭榜方具有良好的科研道德和社会诚信，近三年无不良信用记录或重大违法行为。

**四、项目研究合作模式：**

（一）合作模式

1、项目研究合作模式为委托开发模式；

2、在榜单中约定的技术成果验收可采用由发榜方现场验收认可或组织专家鉴定会评估验收；

3、揭榜方交付成果应符合技术指标要求，若交付成果与技术指标不符，发榜方有权根据指标完成比例扣除相应费用。

（二）知识产权归属

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，由发榜方所有；

3、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；

4、揭榜方在进行相关对外宣传工作时，需经发榜方批准同意；

5、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相关技术研究。

**五、经费预算：**

总经费控制在450万元以内。

1. **研究周期：**

2024年4月-2024年12月

1. **项目联系人及电话：**

联系人：牛力同

联系电话：15751946873