

技术攻关课题
(双碳专 2023001-双碳专 2023025)

双碳专4245223"退役光伏组件大规模资源化利用技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（三）固体废弃物处置与综合利用技术

二、主要研发内容

构建退役光伏组件高效拆解工艺及系统；研究火法分离工艺技术及优化参数；研究电池片中铝背场电极、银极栅回收技术；研究电池片中减反射膜 Si_3N_4 、掺杂元素P的分离工艺次序以及化学试剂；研究铝分离产物制备聚合絮凝剂或生产原料的工艺；研发电池片脱N、脱P混合酸处理处置工艺。

三、项目考核指标（项目执行期内）

形成一套处理量 $\geq 5\text{t/d}$ 的退役光伏组件拆解预处理工艺与系统，可分解处理EVA、背板，并较为完整地分离边框、玻璃盖板、硅电池片；硅电池片的硅回收率 $\geq 70\%$ ，回收纯度 $\geq 99.9\%$ ，可回用于光伏行业；银回收率 $\geq 95\%$ ，回收纯度 $\geq 80\%$ ；回收铝符合聚合氯化铝絮凝剂工业级标准。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023002 碳汇智能监测与核查系统技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（五）环境监测及环境事故应急处理技术

二、主要研发内容

研究遥感数据地物响应信息与生物量和蓄积量之间的反演模型；建立基于深度学习的碳汇智能监测与核查支持的方法，结合深度学习、三维建模、大地遥感和数学模型等建立跨学科技术，开发光谱影像的样地生物量和蓄积量反演监测技术；研发一体式碳汇智能监测与核查系统及软件。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研制可加载 > 2种遥感监测仪器的固定或多旋翼无人机，其飞行时间 ≥ 60 分钟，有效覆盖面积 $\geq 10\text{ha}$ 以上；研制一体式森林碳汇智能监测与核查系统1套；构建遥感数据地物响应信息与生物量和蓄积量之间的反演模型1项；总结基于深度学习的森林碳汇遥感监测与核查支持方法1套；研发森林碳汇智能遥感监测与核查支持软件1套。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023003 柔性钙钛矿太阳能电池技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（七）清洁生产技术

二、主要研发内容

研究高质量钙钛矿的可控制设备技术，考察激光波长、脉冲宽度、功率、扫描速率等对钙钛矿成膜质量的影响；开展硬质基板上柔性钙钛矿太阳能电池与组件的高质量转移技术研究；探究低热影响区、高几何填充因子和低损伤组件串联的激光划线技术；研究柔性钙钛矿太阳能电池的组件封装技术。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发应用于柔性全无机钙钛矿太阳能电池的激光退火和激光剥离设备原型机与工艺；实现柔性全无机钙钛矿太阳能电池面积 $> 100\text{cm}^2$ ；柔性全无机钙钛矿太阳能电池转化效率 $> 18\%$ ，组件转化效率 $> 14\%$ ；柔性全无机钙钛矿太阳电池1000小时光照稳定性 $> 90\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023004 碳封存体勘察评估和开发监测技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（六）海洋生态与环境技术

二、主要研发内容

碳封存体验证模拟、风险评估研究；结合地震、测井和钻井等数据，精细刻画封存体；研究微观孔隙尺度和宏观地层尺度多相流体特征；基于CO₂移动特征和分布规律，研究CO₂注入后地球物理识别和监测手段；研发碳封存工程地质数字孪生平台；研发碳封存勘察、开发和监测一体化智能系统。

三、项目考核指标（项目执行期内）

建立基于可控源的CPT系统1套，其中子管-D-D产额 $\geq 1 \times 10^7$ n/s；最大加速靶压 ≥ 140 kV；岩土样品分析 ≥ 10 例；形成可控源岩土物理模型理论2套；开发测控与数据分析软件1套；建立碳封存“数字孪生”工程地质模型库，设计二氧化碳注入方式、精准预测二氧化碳分布边界、判断潜在地质灾害；建立碳封存地质体精细刻画算法软件模块和模块。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过600万元

双碳专2023005 海洋颗粒碳原位分类与碳通量监测技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（六）海洋生态与环境技术

二、主要研发内容

针对海洋颗粒碳原位检测需求开发海洋颗粒碳分类仪产业化样机，提供近海颗粒物原位分类信息，给出生物/非生物、有机/无机等不同颗粒成分的浓度和比例数据；将海洋颗粒碳原位细致分类样机与现有商用水文、水质等海洋仪器进行复合测量，获得颗粒碳、溶解碳等不同指标之间的关联关系，形成以海洋颗粒碳原位分类仪为核心的近海碳通量监测方案。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发完成新型海洋颗粒碳原位分类仪样机5台，可检测颗粒物粒径范围0.5-200微米，浓度 <100000 个/毫升，每秒最大可测颗粒数量 >200 个。样机至少可以区分海藻、泥沙、微塑料等颗粒物，其中海藻 ≥ 15 种，微塑料 ≥ 2 种；建立海洋颗粒物数据库1个，颗粒种类 ≥ 3 大类，其中生物颗粒种类 ≥ 25 种；海上布放累计 ≥ 6 个月，数据累计覆盖 ≥ 5000 小时；样机最大工作水深 >100 米，100米深水柱测点 ≥ 10 个；完成新型海洋颗粒碳原位分类仪等测量仪器组合方案 ≥ 2 套，典型海区碳通量计量算法 ≥ 2 套、典型海区应用案例 ≥ 2 个。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023006 大规模绿氢制备及储运技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（二）核能及氢能

二、主要研发内容

根据制氢装备所需要的输入功率和安全运行等边界条件，建立适用于选定应用场景的制氢装备和风电光电与电网最优化系统；利用模块式软件和设备，完整和全面地开展工业化系统中风电、光伏、制氢系统基于AI选择路线的运行研究；建立涵盖制氢、储氢及运送装置的选定场景制氢载体平台；研究适用于选定环境的氢气管道运输研究；研究选定应用场景制氢载体平台与升压站的联结与耦合；研究开展大规模制氢平台在恶劣条件下的运行。

三、项目考核指标（项目执行期内）

实现选定场景风电的电、氢联产，开发1套适用于选定场景风电或光伏制氢系统的优化AI选择路线，优化策略最短计算时间 ≤ 8 秒；实现长时间尺度下选定场景新能源消纳指标 $\geq 95\%$ ；建立风电或光电间歇性新能源-电网-制氢中型试验平台1个。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023007 城市生态固碳强化技术研发

一、领域： 七、资源与环境--（三）固体废弃物处置与综合利用技术

二、主要研发内容

基于植物与土壤微生物等的耦合作用机制，构建城市生态固碳强化技术体系；研究土壤环境的强化改性技术，探明氮磷吸附和缓释作用机制；研究土壤环境强化对氮磷浓度、活性有机碳、碳储量及微生物群落结构影响和对温室气体排放的协同影响；筛选固碳性能最佳的植物，构建固碳-储碳一体化流程，分析体系氮磷缓释和循环机制、计算体系碳收支情况，阐明体系对固碳及氮磷缓释-迁移-利用的物化-生化耦合机制；系统评估固碳及氮磷利用的生态和经济效益。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研发并筛选出 ≥ 4 种强化材料实现氮磷缓释及碳封存，吸附和缓释性能指标需满足：比表面积 $\geq 80\text{m}^2/\text{g}$ ，氮吸附容量 $\geq 20\text{mg}/\text{g}$ ，磷吸附容量 $\geq 40\text{mg}/\text{g}$ ，固碳量 $\geq 20\%$ ；吸附饱和状态的强化材料对硝态氮缓释能力 $\geq 8\%$ ，对氨态氮缓释能力 $\geq 5\%$ ，对磷缓释能力 $\geq 5\%$ ；筛选 ≥ 4 种植物，强化氮磷吸附及碳固定，投加强化材料后，植物中总磷含量 $\geq 20\text{mg}/\text{kg}$ ，植物固碳性能增加 2% ；构建强化材料耦合植物/微生物固碳体系1套；阐明强化材料耦合微生物缓释氮磷及固碳的物化-生化机制；以投加比 1% 为基础，强化材料施用成本 $\leq 2.5\text{元}/\text{m}^2$ ；建设 600m^2 中试基地1个。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023008 光伏发电与储能调度技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

设计一种利用光伏、温差、氢能等多种新型能源，包括储能与充电等使用场景，以直流变换器与逆变器等设备进行控制的模块化分布式电网；对可再生能源发电模块的不确定性预测进行仿真建模；围绕发电与储能设备运行控制等决策建立优化模型，研究多模块多装置的协同优化机制；提出模块化分布式电网系统的最优控制算法，验证算法的有效性与正确性，并基于优化结果分析节能减排的经济收益。

三、项目考核指标（项目执行期内）

建设模块化分布式电网示范系统，设计包含新型能源发电、储能、充电等模块化装置，建立优化控制算法软件平台，满足用户分布式用能需求；实现能量综合利用率 $>80\%$ ，分布式发电出力预测准确率 $>90\%$ ，控制响应时间 <100 毫秒，比现有单一发电装置能源转换效率提高 10% 以上。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023009 太阳能中低温相变储热技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

筛选符合基于太阳能集热器光热转化温度范围的中低温水合盐类相变材料，在材料层面研发一种性能优异的复合水合盐相变材料；设计一种结构紧凑、储热密度高的相变储热装置，建立相变储热装置物理模型，并根据相变传热数值计算的特点，基于有限容积的焓法、差分法对相变传热过程进行求解；设计及搭建太阳能中低温相变储热热水系统，在系统层面设计一种新型太阳能中低温相变储热热水系统。

三、项目考核指标（项目执行期内）

储热成本 < 200元/kWh；选择储热温度在60℃以下的相变材料；经封装调控后复合吸附储热材料的导热系数 > 1.5 W/m·K；能量密度比普通石蜡类提高20%以上，500次循环后实现热可靠性 > 90%；开发储热装置原型，优化储热装置设计，系统储热密度较传统水箱提高 > 30%。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023010 电解水制氢关键材料和膜电极技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（二）核能及氢能

二、主要研发内容

研究碱性条件下氢气析出和氧气吸附机理；筛选具有高活性的非贵金属催化剂；研究非贵金属催化剂、碱性树脂和溶剂之间的相互作用；开发高分散性、高稳定性的浆料技术，制备成催化层，采用特制半电池研究催化层活性；研究非贵金属膜电极制备以及稳定性提升技术。

三、项目考核指标（项目执行期内）

非贵金属氧气/氢气析出催化剂，在 $10\text{mA}/\text{cm}^2$ 条件下，过电位分别 $\leq 250\text{mV}/50\text{mV}$ ；碱性膜单片面积 $\geq 500\text{ cm}^2$ ， 80°C 水中离子电导率 $\geq 100\text{ mS}/\text{cm}$ ，溶胀率 $\leq 10\%$ ，机械强度 $\geq 50\text{ MPa}$ ；非贵金属膜电极单片面积 $\geq 400\text{ cm}^2$ ，在 $1\text{A}/\text{cm}^2$ 电流密度条件下，全电解水制氢的电压 $\leq 1.75\text{V}$ ；非贵金属膜电极在 $1\text{A}/\text{cm}^2$ 恒电流放电500小时，膜电极电压衰减率 $\leq 5\text{ }\mu\text{V}/\text{h}$ ；组装 5kW 的电堆，系统效率 $\geq 65\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023011 浮式光伏发电系统技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（一）可再生清洁能源

二、主要研发内容

海域光、风、浪的空间格局和变化特征研究，浮式光伏发电系统选址研究；模拟和分析台风等极端天气对浮式光伏发电结构以及相关设备安全性的影响，评估浮式光伏发电系统对生态环境与气候的影响；考虑风浪流耦合作用下，开展浮式光伏系泊系统、浮体与支撑结构及其阵列的关键设计方法与优化技术研究；构建浮式光伏锚固-系泊-基础-支撑结构-组件系统一体化动力孪生模型并开展整体响应仿真评估与设计分析；开展浮式光伏风浪消减、气动优化以及整体稳定等关键技术研究；开展浮式光伏结构响应的智能监测与灾害预警技术研究；开展浮式光伏耐候性及长效防污防腐技术研究；开展浮式光伏系统与海上风电协同开发研究。

三、项目考核指标（项目执行期内）

完成海上漂浮式光伏电站设计标准1部，选址优化模型1个，环境影响评估报告1份，建立海上漂浮式光伏一体化结构动力孪生模型1个；研发适用于浮式光伏发电结构的智能安全监测与预警系统1套；浮式光伏发电系统设计方案在波高 $\leq 2.5\text{m}$ ，流速 $\leq 1\text{m/s}$ ，水深 $\leq 50\text{m}$ 的海域可正常运行；浮式光伏发电系统可抵御目标海域50年一遇台风；设计 ≥ 2 种海洋防腐与防海生物附着方法，满足电气设备自身或在增加防护措施后可在满足海洋高湿、高温、高盐环境条件下的运行要求，运行维护周期 ≥ 4 个月。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023012 智能化虚拟电厂技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

研究开发自动测量和读取负荷侧电力与能源数据的智能计量管理系统，实现兼容多类型分布式终端与通信协议的高频实时数据采集；研究适用于负荷侧资源聚合的虚拟电厂多类型设备计量与异构数据采集、分析的智能计量体系架构；开展AI与边缘计算技术研究；聚焦物联网通信架构设计，研究设计支撑内部高效可靠通信的电力物联网通信架构；开展协同控制技术研究，研究满足各类设备的运行边界条件与给定调节指令下，虚拟电厂的多资源协同优化控制技术。

三、项目考核指标（项目执行期内）

通信时延（局域网内） ≤ 10 ms；通信时延（广域网内） ≤ 30 ms；模拟量更新周期 ≤ 200 ms；数字量更新周期 ≤ 200 ms；界面显示周期 ≤ 1 s；模拟量 ≥ 10000 ；数字量 ≥ 10000 ；计算量 ≥ 50000 ；历史数据存储时间 ≥ 1 年；CPU平均负荷（任意30min内） $\leq 30\%$ ；网络负荷 $\leq 20\%$ ；CPU主频 ≥ 3.6 GHz；兼容国产操作系统与国产处理器；具备用电数据监测与采集功能，时间分辨率为15min。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023013 充电站光储充智能联动系统技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（三）新型高效能量转换与储存技术

二、主要研发内容

建立电动汽车充电站充电负荷预测模型；分析不同类型电动汽车充电负荷曲线，以及所有电动汽车接入对配电网日负荷曲线的影响；基于电动汽车光储充一体化系统并离网设计方案，分析光伏阵列模块、梯次利用电池储能模块以及双向DC/DC变换的模型；对系统内光伏发电单元、储能单元、电网补充单元和负载单元进行建模与分析，制定相应的控制策略；分析电动汽车光储充一体化充电站的稳定性和可靠性；实验测试并验证基于充电负荷预测的有序充电控制策略。

三、项目考核指标（项目执行期内）

基于充电负荷预测智能光储充控制器 ≥ 1 台；充电模块1-10个，功率 $\geq 15\text{kW}$ ；电源分配单元PDU模块1-5个；储能电池的电压420-950V，输入电流0-40A，放电深度在10%-90%；直流输出参数：输出额定功率 $\geq 15\text{kW}$ ，输出电压200-750VDC。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023014 高效高稳定性太阳能电池技术研发

一、领域： 四、新材料--（三）高分子材料

二、主要研发内容

以DCNBT和BTI为构建单元，通过引入杂原子、强拉电子基团（如F、CN）和稠环策略构建高度缺电子基元，制备相应的溴化和锡化聚合单体；利用DCNBT衍生物溴化单体与锡化给电子单体共聚，获得能级、带隙可调的给体-受体型高分子受体；借助BTI基锡化单体与溴化受体单体共聚，获得迁移率高、带隙窄的受体-受体型高分子受体；通过核磁共振、质谱、单晶衍射等表征单体的化学结构；通过吸收光谱、电化学循环伏安法、同步辐射等表征合成材料的光电性质及形貌；采用共振软X射线散射、X射线光电子能谱等测试技术表征活性层的相分离等薄膜形貌信息；借助瞬态吸收光谱和电致发光外量子效率等手段探究器件的电荷传输及能量损失机理。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发出 ≥ 10 种结构新颖、性质优化的高度缺电子受体基元，合成出 ≥ 20 种具有不同主链结构的高性能高分子受体材料；实现高开路电压和高填充因子，获得光伏效率高

（ $PCE \geq 20\%$ ）、稳定性优异（未封装器件在加速老化4000h后效率下降 $< 10\%$ ）的全聚合物太阳能电池。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023015 石墨烯合成材料及其储氢技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（二）核能及氢能

二、主要研发内容

以液态丙烯腈低聚物（LPAN）作为前驱体，通过液相热化学反应与固相烧结相结合的方法，制备含氮石墨烯；运用X射线粉末衍射和球差矫正透射电镜表征样品还原后形成的金属单原子位点，无金属团簇或者纳米颗粒的形成；测试样品中金属组分的载量，测试材料的储氢和放氢性能，考察不同温度下氢气的吸附量与压力的关系，计算储/放氢压力与速率运用密度泛函理论分析储氢位点，计算氢的结合能以及储/放氢焓变，并验证实验结果；解析氢分子在活性位点上的吸附构像，研究氢分子与金属单原子结构 Kubas的相互作用。

三、项目考核指标（项目执行期内）

比表面积达到 $\geq 1500 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ ；在室温、0.1-3 MPa下质量储氢密度达到6 wt%以上；放氢温度低于200℃；最低/最高工作温度-45/85℃；循环寿命达到3000次以上。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023016 动力电池可持续利用技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（三）新型高效能量转换与储存技术

二、主要研发内容

开展动力电池可持续利用与可信碳足迹核算关键技术研究；开发基于大数据平台的电池包状态快速解析技术，研究BMS自动识别技术，开发数据库及相应软件；开展电池包精确诊断技术研究；开展离散电池的分布式整合技术研究；研究高速巡检技术，进行电池健康度实时监测；开展基于全生命周期管理的动力电池碳足迹核算方法研究，聚焦动力电池碳足迹可信数据平台研发。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发电池包状态快速解析技术，实现退役电池包的快速识别和高度兼容；实现电池包状态精确测试及诊断；实现对电池健康度的可靠评估；构建开发出面向多品牌、多型号、离散状态的动力电池碳足迹低代码开发平台，具体技术指标：SOH测量精度 $>0.05\%$ ；直流阻抗测试精度 $>0.05\%$ ，电流响应时间 $<5\text{ms}$ ；电池压差一致性，动态 $<15\text{mV}$ ，静态 $<5\text{mV}$ ；梯次利用充、放电转换效率90%-96%；梯次电池利用率提高50%；区块链TPS >12000 ；业务应用低代码从无变成支持，支持表单、流程打印、报表建模，模型驱动应用构建，应用部署时间 $<500\text{ms}$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023017 长寿命低成本钠离子电池技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（三）新型高效能量转换与储存技术

二、主要研发内容

针对大规模储能对低成本储能技术的需求，开展长寿命、低成本钠离子电池关键技术研究；开展低成本聚阴离子类钠离子电池正极材料的设计与优化，通过掺杂、取代等方式对聚阴离子类正极材料进行改性优化；研究聚阴离子类正极材料容量衰减机制及提升循环寿命的关键技术，对材料、电解液、全电池等工艺进行优化；开展聚阴离子类正极材料的规模化生产放大关键工艺开发；聚焦钠离子全电池电芯工艺研发。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发高性能聚阴离子类钠离子电池正极材料；研制钠离子电池单体能量密度 $> 120\text{Wh/kg}$ ； 1C 下充放电循环寿命 > 5000 次，容量保持率 $> 80\%$ ；高低温性能： 50°C 下 0.5C 放电容量保持率大于室温放电容量的 95% ； -20°C 下 0.5C 放电容量大于室温放电容量的 80% ；钠离子全电池成本 ≤ 0.5 元/Wh；开展钠离子电池在储能领域的应用示范。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过600万元

双碳专2023018 宽温域低成本储能电池技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（三）新型高效能量转换与储存技术

二、主要研发内容

针对高寒酷热、深空极地等极端条件储能应用需求，开展宽温域、低成本储能电池技术研究；设计开发具有宽温域、高稳定特性的合金化铝基复合负极材料，设计宽温域电解液体系及高稳定界面膜构筑；研究电极及界面在高低温条件下的动态应力诱导失效机制；研究高低温条件下电极材料的传质/传荷动力学、结构稳定性及其对电池性能的影响机制；设计及优化电芯结构，研制具有高比能、宽温域、低成本的储能电池电芯；开展电芯及系统的安全性、环境适应性评测及应用验证研究。

三、项目考核指标（项目执行期内）

解析极端温度条件下铝基复合负极材料的传质传荷动力学以及应力诱导失效机制；研制高稳定宽温域合金化铝基复合负极材料，比容量 $\geq 500\text{mAh/g}$ ，在 -70°C 条件下容量保持率 $\geq 60\%$ ；研发高性能宽温域电解液体系， -70°C - 80°C 条件下离子电导率 $\geq 1\times 10^{-3}\text{ S/cm}$ ；开发新型高安全、宽温域、低成本锂电池电芯：工作温度范围达到 -70 - 80°C ； -70°C 、 0.2C 倍率下容量保持率 $\geq 60\%$ ； 80°C 、 1C 倍率下容量保持率 $\geq 99\%$ ； -20°C 下循环500周容量保持率 $\geq 80\%$ ； 80°C 下循环500周容量保持率 $\geq 80\%$ ；验证电池在高寒酷热等储能场景的应用效果。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023019 海水原位电解制氢技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（二）核能及氢能

二、主要研发内容

开发无淡化过程、无额外淡化能耗的海水原位电解制氢技术，建立海水原位制氢新理论模型；研发新型复合膜电极及催化层等关键技术材料，探究复合膜电极对海水传质运输的作用机制，揭示催化材料对高性能海水直接电解制氢的影响机制；研发万安级海水无淡化原位直接电解制氢系统示范样机，探究不同参数（如电解质浓度、极间距、不同海水环境、深度等）对系统装备制氢效率及能耗的影响，建立连续、稳定海水无淡化原位直接电解制氢系统调控方案与性能评价机制，完成技术验证，实现规模化、低成本的海水直接制氢技术突破。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发1万安级海水无淡化原位直接电解制氢设备1套；在真实海水（无预处理）、电流密度 $\geq 250 \text{ mA/cm}^2$ 的条件下，实现整体装置稳定运行时长 ≥ 3000 小时；法拉第效率 $\geq 99\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023020 数据中心电源项目设备技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

针对数据中心节能设计和运行需求，开发适用数据中心应用的低碳HVDC电源供电系统，研究基于交错并联耦合电感大功率PFC及交错控制三电平LLC，进行谐振腔参数优化设计及功率器件优化选型以实现高效率；通过理论计算、电路建模仿真，功率器件预布局等方法寻找最优HVDC电源拓扑方案，降低输入及输出电流纹波，提高模块的可靠性，减小输入及输出滤波器尺寸，提高THD及电解电容寿命；提升散热器散热效率并优化风道设计，使内部功率半导体器件温升高，降额裕量充足，提高可靠性；功率器件如功率管、磁元件、容性器件等液冷散热工艺研究，提高散热效率及功率密度的同时兼容可加工性，研制单台功率30kW的隔离型大功率ACDC变换器风冷及液冷样机各1套；进行配套HVDC电源的系统及其监控硬件及软件设计，满足监控模块工作状态、功能系统启动输出控制功能、蓄电池管理功能要求、系统保护功能要求、绝缘监察、智能测量、模块休眠及控制的运行控制需求。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发HVDC系统1套，可监控模块工作状态，满足蓄电池管理功能要求和系统保护功能要求，可进行绝缘监察、智能测量、模块休眠等；搭建30kW HVDC模块风冷及液冷样机，具备恒压、恒流及恒功率控制功能，模块及系统噪声满足国标要求；HVDC模块及EMC符合检测标准；HVDC模块与系统进入批量生产。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023021 工业余热回收热电技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

针对大量中低品质工业余热难以高效回收利用的现状，开展利用热光伏技术实现高热电转换效率和输出电功率密度的研究；构建近场热光伏系统光子和声子发射、输运与吸收，以及热效应下系统光电转换性能理论计算模型；探究近场热光伏系统的微观能量转换过程，构建基于实际复杂多变应用条件下的系统性能优化模型；搭建近场热光伏系统性能测试实验平台，模拟多种实际应用工况条件，完成系统热电转换性能的实验论证。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研制用于中低品质、大面积工业余热回收的近场热光伏技术装置，要求安装简便、轻质、低成本优势明显；中品质热源条件下热电转换效率 $\geq 15\%$ ，电输出功率密度 $\geq 1\text{W}/\text{cm}^2$ ；低品质热源条件下热电转换效率 $\geq 10\%$ ，电输出功率密度 $\geq 0.1\text{W}/\text{cm}^2$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023022 固碳型混凝土技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

利用建筑弃土作为基本原料，开展固碳混凝土的研发，揭示固碳混凝土反应机理；研究固碳混凝土的力学性能及耐久性能的主要影响因素，阐明粤港澳大湾区地质条件下固碳混凝土的固碳效应及反应机理；研究固碳混凝土与二氧化碳多场耦合理论，研发固碳混凝土工艺方案并开发相关生产设备，对固碳混凝土现场力学性能、耐久性、固碳效应及预制构件制备技术进行产业化应用研究。

三、项目考核指标（项目执行期内）

通过对建筑弃土循环利用和固碳降碳措施实现工程建设的节能减排、固碳消碳，使固碳型混凝土CO₂排放比同等级强度普通硅酸盐水泥混凝土温室气体排放量减少60%；固碳型混凝土综合制备成本比同等级强度普通硅酸盐水泥混凝土减少20%；提交固碳混凝土预制构件产品≥4类，并具备较好的经济效益。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过600万元

双碳专2023023 数据中心微纳平板热管一体化散热技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

为提高边缘数据中心热管换热效率，提高循环速率，研发可实现高温快速取热的超薄平板热管，研究平板热管微纳吸液芯结构，维持芯片温度处于安全工作范围；优化设计超薄平板热管芯片散热冷却管路结构，实现平板热管的冷端与热端的无动力可靠循环；通过管翅式蒸发换热端与平板热管蒸发换热端的耦合匹配设计，解决高-低功率元器件的一体化冷却问题，实现深圳地区全年自然冷却运行；研究边缘数据中心内散热循环过程的服务器温度分布情况，通过数据调度手段和工质流量控制实现边缘数据中心服务器节点的精准散热匹配。

三、项目考核指标（项目执行期内）

微纳尺度相变取热密度降低至 1500 W/cm^2 ，超薄微纳平板热管芯片核心到液体的热阻缩小到 $0.05 \text{ }^\circ\text{C/W}$ ；芯片功率 $> 500 \text{ W}$ ，芯片供冷温度 $> 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ，芯片最高温度 $< 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ；自然冷源利用率达到100%；边缘数据中心平均负载率 $> 65\%$ ，电能使用效率 $\text{PUE} < 1.3$ ，并实现一定的经济效益。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过600万元

双碳专2023024 高效分级光调控节能玻璃技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

通过VASP结合MATLAB软件定性分析，探索载流子浓度和载流子迁移率对电导率和近红外透过率的影响键因素，完成太阳全谱高透过、低方阻透明导电材料的设计及性能研究；基于磁控溅射复合氧化物薄膜，研究在不同电化学电位下离子嵌入过程中的透过光谱变化，明确可见-近红外可分级高效调控的节能玻璃工作机制；基于优化的透明导电基材与近红-可见分级调控变色层，制造电致变色调光玻璃，测试其变色性能与节能效果；基于深圳地区最优化采光与热管理需求，通过EnergyPlus软件开展特定建筑的优化节能窗策略，评估其理论节能潜力，并进行实时响应调控。

三、项目考核指标（项目执行期内）

设计出太阳全谱高透过、低方阻透明导电材料1种，其太阳光谱(300-2500nm)透过率 ≥ 0.8 ，其中近红外(760-2500nm)透过率 ≥ 0.6 ，方阻 $< 20\text{ohm/sq}$ ；研发出光-热分级调控的电致变色节能玻璃1种，其近红外波段(760nm-2500nm)调节率 $> 50\%$ ，可见光(300nm-760nm)透过率变化 $< 20\%$ ；太阳光谱调节率 $> 70\%$ ，稳定工作温度 $> 80^\circ\text{C}$ ，在深圳典型气候下相对于双银Low-e节能玻璃单位面积节能能力提升10%。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023025 可再生能源智能调度控制技术研发

一、领域： 六、新能源与节能--（一）可再生清洁能源

二、主要研发内容

研究可再生能源互联网系统数据融合技术，提高数据精准度和完整度，刻画系统的动力学特性；研究系统运行状态的准确预测理论和方法，满足并网发电的必要条件；研究利用超量的可再生能源电力系统的多源数据进行优化调度与控制，实现系统能效最大化的可靠经济运行。

三、项目考核指标（项目执行期内）

提出可再生能源互联网的分布-集中混合多级式数据融合处理方法和基于机理-数据混合驱动的智能建模方法；可再生能源电力功率短期预测月均方根误差 ≤ 0.10 ，月合格率应 $\geq 85\%$ ；可再生能源电力功率超短期预测均方根误差 ≤ 0.05 ，月合格率 $\geq 90\%$ ；可再生能源电力的能效提高10%-20%。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

应用示范课题
(双碳专 2023026-双碳专 2023043)

双碳专2023026 润滑系统智能监测及净化再生装置关键技术研发与应用示范

一、领域：七、资源与环境--（七）清洁生产技术

二、主要研发内容

研发自主可控的油液品质在线监测传感器和在线监测装置；基于生产系统工艺和监测经验数据，构建油液状况及时预警算法模型，实现对设备故障原因和劣化趋势的智能诊断；研究高效破乳、油水分离、高分子材料滤芯等组合技术，研发基于在线监测技术的润滑系统智能净化再生装置；基于装置示范应用的长期服役数据，研发一套基于油品在线监测数据的设备运行故障预测与健康管理系统；通过数据层搭建、大数据采集与存储、数据分析及展示，构建多应用场景下油液品质变化大数据平台。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研制全国产化的油液品质在线监测和净化装置1套，实现全自动化检测与净化再生；在线检测传感器监测指标：颗粒污染度传感器的测量范围为1-100 μm 、测量精度为 ± 0.5 个ISO等级，金属颗粒传感器的检测范围 $\geq 40 \mu\text{m}$ 的铁磁颗粒、检出率 $\geq 90\%$ ，微量水分传感器的饱和度测量范围为0-1aw、饱和度测量精度为 $\pm 2\%$ ，运动粘度传感器的测量范围为1-400 cP、测量精度为 $\pm 3\%$ ；净化后油液品质指标：润滑油中水分含量 $\leq 200\text{ppm}$ 、液压油水分含量 $\leq 100 \text{ppm}$ 、润滑油中颗粒污染度 $\leq 10 \mu\text{m}$ 、液压油 $\leq \text{NAS10}$ 级、油品标准黏度变化 $\leq 15\%$ ；净化后油液经物理再生处理后，再生品质达到新油指标90%以上，受中度污染的油液通过净化再生技术干预后传递效率提升30%以上；建立基于风电、船舶等领域的油液品质变化大数据库，油液状态覆盖率95%以上、数据量 ≥ 5000 条；实现成果在国防型号舰船自主可控替代进口应用示范 ≥ 2 项。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023027 废弃物固碳-循环再生协同利用技术研发 与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（三）固体废弃物处置与综合利用技术

二、主要研发内容

研究建筑固废和工业尾矿的物化禀性对碳化反应进程的影响机制，形成建筑固废和工业尾矿协同固碳理论；研发建筑固废和工业尾矿的预处理破碎分选工艺及其固碳工艺技术，研究再生骨料和粉料对一体化墙体的基体材料和装饰材料影响机制；研究外掺剂和碳化技术对基体材料和装饰材料的力学性能强化机制，开展一体化、功能化墙体的成型技术及性能优化技术研究，构建废弃物循环再生负碳产品制备与应用技术体系；开展再生骨料和工业尾矿制备纤维增强超高韧性水泥基复合材料的技术研究，构建废弃物循环再生高性能产品制备与应用技术体系。

三、项目考核指标（项目执行期内）

固体废物碳化反应装备固碳效能 $\geq 1\%$ ；开发固体废物含量 $\geq 70\%$ 的循环再生产品 ≥ 5 种；开发固体废物含量 $\geq 80\%$ 、碳排放 < 0 的负碳再生产品 ≥ 2 种；高强再生基体材料的再生替代率 $\geq 70\%$ ，28天抗压强度 ≥ 60 MPa、孔隙率 $\leq 2\%$ ；密实再生基体材料坍落扩展度为660-755 mm，离析率 $\leq 15\%$ ，28天抗压强度 ≥ 45 MPa；轻质再生基体材料表观密度 ≤ 1200 kg/m³，28天抗压强度 ≥ 25 MPa；再生无机人造石28天抗折强度 ≥ 18 MPa，抗压强度 ≥ 100 MPa；自清洁再生装饰材料可仅在水冲洗作用下实现面层自清洁，消毒杀菌再生装饰材料可实现存活细菌低于有害浓度；结构功能一体化墙体的力学性能需满足吊装、运输、安装要求，隔声量 ≥ 45 dB，保温传热系数 ≤ 1.7 W/m \cdot K，防火等级A级；绿色施工永久模板采用再生骨料以及工业固体废弃物，取代50%-100%的天然粗骨料和天然砂，在现场浇筑过程中

不胀模，不开裂；建设一体化墙体示范工程 ≥ 2 项。

四、项目实施期限：3.0年

五、资助金额：不超过400万元

双碳专2023028 市政污泥就地深度减量及制备资源化产品技术研发与应用示范

一、领域：七、资源与环境--（三）固体废弃物处置与综合利用技术

二、主要研发内容

研发市政污泥就地处理深度减量关键技术，构建以电磁涡流加热为核心的高效低耗污泥就地处理新工艺，开发全自动运行的成套装备；研究熔融盐储热和电磁涡流加热耦合的深度减量污泥制备资源化产品的工艺路线，实现有机碳的高效利用，并开发成套装备；阐明污泥减量化资源化过程中有机物、无机物的转化规律及典型污染组分的生成特性，开发污染物协同脱除系统；探明兼顾污泥减量与减碳的协同增效途径，开发面向碳中和的污泥减量与减碳新模式，构建污泥处理系统的碳排放综合评价模型和碳减排量化评估技术。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研发全自动运行的以电磁涡流加热为核心的污泥深度减量工艺及装备1套，吨污泥（含水率80%）处理干化到含水率40%以下，能耗 ≤ 150 度电；研发熔融盐储热与电磁涡流加热耦合的深度减量污泥制备资源化产品的工艺及装备1套，吨污泥处置能耗 ≤ 300 度电，产品含水率 $\leq 25\%$ ；构建污泥处置全流程污染物深度协同脱除系统，典型污染物排放优于相关标准；构建系统全流程多目标综合评价模型1套，碳排放强度、碳减排效益等关键指标评估精度 $\geq 85\%$ ，与传统污泥处理工艺相比减碳 $\geq 20\%$ ；建立示范工程1项，污泥日处理量 ≥ 50 吨（含水率80%）。

四、项目实施期限：3.0年

五、资助金额：不超过400万元

双碳专2023029 生物医药废水处理节能降碳技术研发与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（一）水污染控制与水资源利用技术

二、主要研发内容

针对医药废水中高毒性有机污染物的高效降解，研究新型可见光催化材料；设计新型可见光催化材料体系，建立几何优化结构模型；研究酚类和抗生素类药物的可见光催化降解效率和矿化程度，识别氧化活性物质和自由基物种，揭示典型有机药物的可见光催化降解途径，解析有机降解产物的种类、分子结构和生物毒性；设计具有日光聚光跟踪功能的光催化反应装置，阐明日光辐照下复合材料对有机物矿化的提升机制；构建物料节约率、光源节约能效、减污潜能的综合评价体系。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发新型可见光催化材料 ≥ 2 种；搭建聚光定日系统1套，比未聚光未定日的导光管出光口光通量提升 ≥ 20 倍；建成可见光催化处理生物医药废水示范工程1项，生物医药废水处理量 $\geq 100 \text{ m}^3/\text{d}$ ，高毒性有机物降解率 $\geq 95\%$ ，矿化率 $\geq 60\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023030 芯片行业废水处理减污降碳技术研发与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（一）水污染控制与水资源利用技术

二、主要研发内容

研发新型高效氟离子吸附材料制备技术；研究低氟浓度废水诱导结晶深度除氟技术，阐明固液界面作用下晶体溶解-沉淀竞争作用机制，氟离子结晶的热力学与动力学特征研究，实现深度除氟及高品质氟化物回收；研发针对不同浓度的废水生化处理深度净化技术及关键设备研发；建立碳排放量监测系统，研究温室气体排放种类及其特征规律，研究不同技术的碳足迹关键点位及其变化特征，构建芯片行业废水处理集成工艺的碳排放精准削减技术策略。

三、项目考核指标（项目执行期内）

实现芯片行业废水氟化物高效资源回收，研发新型高效氟离子吸附材料的吸附效率 $\geq 60\%$ ，氟化物回收率 $\geq 80\%$ ；构建1套芯片行业废水减污降碳新处理工艺系统，相对于传统处理技术，基建占地面积减少 $\geq 50\%$ ，运行成本减少 $\geq 30\%$ ， CO_2 减排 $\geq 10\%$ ，含氟污泥产量减量 $\geq 80\%$ ；建设芯片行业废水新型一体化设备集成应用示范工程1项，芯片行业废水处理规模 $\geq 100 \text{ m}^3/\text{d}$ ，出水水质达到《地表水环境质量标准GB3838-2002》III类标准。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023031 废旧锂电池放电处置介质技术研发与应 用示范

一、领域： 七、资源与环境--（三）固体废弃物处置与综合利用技术

二、主要研发内容

研究基于碳基材料非盐水放电介质合成技术，基于复配多种导电高分子粘接剂、辅助增强剂及其他添加剂，研究炭基材料、改性剂配比和工艺参数对放电介质性能的影响规律；研究非盐水放电介质耐压、强放电功能等性能，研究机械强度、粒度大小可控的类球型炭基固体导电球形介质，并适配兼容多规格废旧锂电池型号；研究放电循环次数、环境升温条件、负载压强大小对固体导电介质重量损耗与放电功能的影响。研究非盐水放电介质循环寿命性能，研究压力、温度、湿度等条件对固体放电介质循环放电性能的影响规律，研究电池规格、开路电压对固体介质寿命性能影响，研发长循环寿命固体导电介质制备技术；研发非盐水放电介质应用于废旧锂电池正、负极粉末精准分离示范。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研发强放电固体导电介质材料 ≥ 2 种，强放电功能 $\leq 10\Omega\cdot\text{cm}^{-1}$ ，类球型放电介质直径 $\leq 10\text{mm}$ ；耐压强度 $\geq 5250\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ，用户应用放电循环利用 ≥ 1000 次，重量损耗率 $\leq 5\%$ ；建设兼容多种规格废旧锂电池安全环保放电装置2套，拆解破碎后一次分离纯度指标：铜、铝 $\geq 98\%$ ，正、负极粉末 $\geq 98\%$ ；建立集放电、剪切、破碎、脱粉、重选和磁选等一体的废旧锂电池安全环保放电、正负极粉末精准分离示范工程1项。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023032 生态碳汇高精测算技术研发与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（六）海洋生态与环境技术

二、主要研发内容

以粤港澳大湾区典型海陆交错带生态系统为研究对象，开发智慧生态碳汇精准测算机器人；融合现场观测与低空遥感技术，构建海陆交错带“地-空生态碳汇”数据库；借助应用生态学与深度学习理论，建立海陆交错带生态碳汇评估体系；解译海陆交错带生态碳汇关键影响因素、演化规律与受控机制，开发固碳增汇适应性生态调控技术；探明固碳/储碳变化规律，识别影响生态调控的主导因素，开发海陆交错带生态增汇关键技术；建立海陆交错带生态碳汇的系统化监测评估体系和标准方法，搭建深圳海陆交错带生态碳汇评估的本地化参数体系；融合生态碳汇精准测算、评估体系与调控技术，构建海陆交错带生态碳汇应用示范区。

三、项目考核指标（项目执行期内）

搭建物种识别度 $\geq 90\%$ 的智慧生态碳汇精准测算机器人1件；组建融合现场观测与低空遥感技术的生态碳汇数据库1套；开发海陆交错带生态碳汇评估技术 ≥ 2 项；搭建海陆交错带固碳增汇适应性生态调控技术1套，增汇能力提升 $\geq 50\%$ ；开发海陆交错带生态增汇关键技术1套；建立海陆交错带生态碳汇的系统化监测评估体系和标准方法1套；构建深圳海陆交错带固碳/储碳潜力评估本地化指标体系1套；建立海陆交错带生态碳汇应用示范区 ≥ 2 万平方米。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023033 碳汇计量监测体系构建及增汇技术研发 与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（五）环境监测及环境事故应急处理技术

二、主要研发内容

研究城市绿地碳汇计量监测方法，探究面向高度城市化区域的绿地碳汇计量技术方法，构建城市绿地碳汇计量监测体系；对比研究城市绿地不同群落类型碳汇效能对比研究，利用CO₂遥感估算法、样地清查法、碳通量法分别对典型区域绿地固碳效能进行核算，对比分析三种方法的优缺点。研究深圳市主要绿地植被群落类型的固碳效能，创建研究筛选高固碳型乔-灌-草群落植被配置新模式；开展城市绿地碳汇提升关键技术研究，引进和筛选适宜华南地区应用的高固碳型新优园林植物品种，探索利用土壤微生物提高土壤固碳和碳存储能力的过程机制和技术方法；开展城市绿地管理过程碳排放研究，探索通过减排增效提高城市绿地碳汇能力的技术途径。

三、项目考核指标（项目执行期内）

建立涵盖城市公园绿地、防护绿地、广场绿地、附属绿地和区域绿地分类计量监测方法的深圳城市绿地碳汇计量和监测技术体系1套；设立 ≥ 300 块的城市绿地碳汇调查样地，完成间隔1-2年的两次样地调查，核算出全深圳城市绿地碳储量和碳汇量；完成 ≥ 500 种主要绿地植物含碳率测定，完成 ≥ 100 种主要乔木的固碳效能测定；筛选出适宜深圳应用的高固碳型新优园林植物品种5-6个；筛选出可促进土壤固碳的微生物菌株2-3种；推荐固碳型新型园林植被群落模式3-5套；建立以生物量法、遥感法和碳通量法进行碳汇计量监测的对比示范样板1个，并完成连续两年周期的碳汇监测；提出深圳城市绿地管理投入碳排放清单1套；建立示范工程1项，总面积 $\geq 2000\text{m}^2$ 的城市绿地固碳减排关键技术综合措施样板1个，示范样板土壤有机碳含量增加

≥ 10%。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过400万元

双碳专2023034 海洋碳汇渔业模式构建研究与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（六）海洋生态与环境技术

二、主要研发内容

结合深圳近岸海域环境及海藻生长规律，建立海藻苗种繁育基地；筛选海藻养殖品种和养殖模式，实现岸基工厂化培养和完成实时生长监测评估，核算在可控条件下的海藻固碳能力；构建鱼藻共生和鱼藻贝共生等碳汇渔业模式，在规模化养殖基础上开发海藻采收和资源化利用综合技术；以N、P去除效率、藻际菌群变化、水气界面物质循环等为依据，综合评估不同碳汇渔业模式构建对海域环境的多重影响；完成深圳近岸海域海藻养殖基地建设和养殖工程示范，建立海藻养殖的固碳量评估模型和碳汇潜力核算模型。

三、项目考核指标（项目执行期内）

编写深圳近岸海域海藻养殖技术指南；完成海藻高效应用技术看研，实现海藻资源化利用；形成深圳近岸海域海藻栽培的环境综合效应评估技术方案1套；构建深圳近岸海域基于海藻养殖的碳汇渔业固碳强度和碳汇潜力评估模型；建立基于海藻养殖的碳汇渔业养殖示范工程1个，养殖规模单月海藻采收量 ≥ 1 吨，建立海藻育苗场1个。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023035 空气碳捕集和资源化利用技术研发与应用示范

一、领域：七、资源与环境--（二）大气污染控制技术

二、主要研发内容

研究高吸附量、快速吸附和高循环稳定的CO₂吸附材料制备技术，研究吸附材料组分和结构设计对CO₂吸附量和吸附速率的影响规律，阐明CO₂吸附材料在再生过程中的失活及抑制机制；研究空气中典型组分对CO₂吸附材料的吸附性能和循环稳定性的影响机制，研究抑制干扰型组分影响的关键技术；研究针对空气CO₂捕集和资源化利用的吸附-催化材料器件化制备关键技术；研究CO₂捕集与催化转化耦合技术，调控CO₂捕集速率与催化转化速率的动态平衡。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发空气碳捕集材料≥2种，在400 ppm CO₂浓度、20-35℃的条件下实现单次吸附量≥3 mmol-CO₂/g-吸附剂，100次循环后衰减≤15%；阐明空气中典型组分对CO₂吸附材料的影响机制，开发针对干扰组分对循环吸附性能影响的抑制策略1套；开发CO₂吸附-催化材料器件化制备技术1套，材料抗压强度≥10N/颗粒，在空速为100 min⁻¹条件下运行24 h后的粉化率≤5%，单次吸附量较器件化前削减≤15%；研发CO₂捕集与催化转化耦合技术，可控制备碳基产品≥2种，CO₂转化率≥90%，产物选择性≥80%；研发直接空气CO₂捕集技术装备1套，实现空气处理量≥1000 m³/h，富集CO₂浓度≥95%。开展空气CO₂捕集和资源化核心技术装备研发及中试示范工程1项。

四、项目实施期限：3.0年

五、资助金额：不超过500万元

双碳专2023036 太阳能高效CO₂转化及利用技术研究与 应用示范

一、领域： 六、新能源与节能--（一）可再生清洁能源

二、主要研发内容

构建系统完整的催化剂组成、结构和性能等数据库；通过神经网络和机器学习算法，筛选与设计高效CO₂转化的催化剂；依托数据库，采用分类、降维等机器学习方法，获得与催化剂特性和碳氧键活化能力关联的结构特征描述符，构建机器学习模型，实现催化剂的选取与设计；基于机器学习辅助材料设计结果，开发催化剂制备技术，实现催化剂的精准设计；设计宽光谱响应催化剂，通过光热多场耦合相互作用，实现太阳能的有效利用和转换，揭示活性、稳定性间的映射关系，建立催化剂的构效模型，指导筛选获得一系列高活性、高稳定催化剂；研究反应热力学与动力学过程，揭示碳氢键/碳氧键活化原理，揭示电荷富集与产物选择路径之间的内在联系，阐明催化反应机理。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发2-3种经济适用的、具有自主知识产权的催化剂，实现CO₂高效转化为可再生燃料（如CO、甲酸、甲醇等），其太阳能-化学能转化效率超过2%，产物选择性>90%；建立示范工程1项，实现标准太阳光下稳定运行100小时以上。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023037 建筑高效节能及电力柔性技术研究与应 用示范

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

构建粤港澳大湾区典型功能建筑的碳排放数据库，开发智能化的建筑碳排放评估方法，数据驱动的建筑节能诊断方法，研究建筑能源系统鲁棒节能优化设计和改造方法；构建建筑综合电力柔性评价指标体系，识别适用于南方地区高密度城市建筑柔性强化的能源系统技术集成和配置，提出柔性建筑能源系统鲁棒优化设计和改造方法；面向多能流、强耦合、大规模、非齐次的复杂建筑能源互联网综合系统，基于人工智能和物联网技术，开发自适应、普适化、准确可靠、不同时间尺度的数据驱动预测模型，面向稳态场景的自适应节能优化控制关键技术，研究极端自然灾害场景的应急运行优化技术，高度可靠的建筑能源系统分布式控制技术，以及分布式控制策略事件驱动优化机制并优化通信拓扑结构；研发建筑能源系统快速减载控制技术，空调系统快速减载后冷量分配机制和最佳环境控制方法，变速空调系统参与电网调频服务的优化控制方法，以及复合需求响应优化控制技术。

三、项目考核指标（项目执行期内）

在高效节能的建筑能源系统优化改造方法和在线优化控制技术方面，实现建筑节能15-25%；在柔性强化的建筑能源系统优化设计和改造方法方面，实现建筑能耗柔性调节 $\pm 15-25\%$ ；在建筑能源系统电力柔性及电网需求响应在线智慧控制技术方面，实现不同时间尺度的需求响应；建立大湾区典型功能建筑的碳排放数据库，提出建筑运行碳排放智能计算方法；完成建筑高效节能及电力柔性技术示范工程1项。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额：不超过400万元

双碳专2023038 “光储直柔”园区直流微网可再生能源技术研发与应用示范

一、领域： 六、新能源与节能--（一）可再生清洁能源

二、主要研发内容

针对园区资源特点，开展园区分布式可再生能源（如太阳能、风能等）及储能综合利用技术和配置优化研究；针对可再生能源在园区尺度的消纳难题，开展园区“光储直柔”直流微电网系统研究，达到“源-网-荷-储”等能源环节优化协同；构建新型兼容直流配电网和交直混合配电网的园区“光储直柔”配电基础技术矩阵，形成完整的“光储直柔”微电网配电核心技术体系和成套配电设备产品；开展园区碳排放智能化管理和监测系统研究；开展“光储直柔”园区直流微网示范研究。

三、项目考核指标（项目执行期内）

形成完整的“光储直柔”配电核心技术体系，完成“光储直柔”微电网产品 ≥ 5 个；完成自适应需求侧响应调控算法1套，调控策略 ≥ 2 套，需求侧功率控制平均绝对误差 $\leq 8\%$ ；形成高精度需求侧用能预测模型，预测精度 ≥ 0.95 ；建设和运行“光储直柔”园区直流微网示范工程 ≥ 2 项，其中包括工商业类型与住宅类型各 ≥ 1 项，园区可再生能源消纳率 $\geq 90\%$ ，对储能需求减少20%；完成基于BIM的精细化“光储直柔”园区改造施工优化模型及数字孪生平台，编写“光储直柔”建筑改造施工工法 ≥ 1 册；构建智慧能源管控平台，具备园区能耗、碳足迹、碳监测功能，促进园区实现近零碳排放目标。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023039 车网互动节能技术研发与应用示范

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

面向车网互动领域动力电池的快充快放需求，开展高功率锂电池关键材料与技术研究，研究电动汽车与电网协同工况下对锂电池电极材料和电池性能的影响；面向车网互动对系统能量交换和信息交换技术的需求，研发面向车网互动的充电设备及边缘控制装置；面向车网互动场景下新能源汽车能量精准管控优化的需求，构建人工智能赋能特征化的电动汽车负荷调控与路线规划模型，研究充电场站与新能源汽车的联合能量优化调控方法；面向充电设施利用率优化的需求，构建价格预测、有序调度与规划策略模型。

三、项目考核指标（项目执行期内）

形成快充快放锂电池关键材料技术1套，电池能量密度 $\geq 300\text{Wh/kg}$ ，在车网互动工作模式下稳定运行 ≥ 3000 周，容量保持率 $\geq 80\%$ ；形成基于第三代半导体的高效双向充电设备1套，利用双向软开关技术实现双向充电功率 $\geq 11\text{kW}$ ，峰值效率 $> 96\%$ ；形成面向车网互动的车辆在用电池能量优化管理系统1套，荷电状态SOC估计误差绝对值 $\leq 3\%$ ，健康状态SOH估计误差绝对值 $\leq 3\%$ ，功率状态SOP估计误差绝对值 $\leq 3\%$ ；形成面向电池寿命、车辆充电效率、场站设施利用率的多目标充放电优化调度软件1套，实现云端到用户的有序充放电实时调度分发与监管；建立应用示范1项，接入的双向充电设备数量 ≥ 10 台，电动汽车数量 ≥ 20 台。开展示范工程1项，区域内电网拥塞发生率 $\leq 3\%$ ，示范区域场站V2G可调用容量水平提升 $\geq 15\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023040 电动运营车碳排放核算减排技术研发与应用示范

一、领域： 五、高技术服务--（三）信息技术服务

二、主要研发内容

建立电动运营车辆多源OBU数据交叉验证与智能融合碳排放核算体系，根据各数据源的误差特性进行交叉验证和智能融合，实现相比单一数据来源更高精度的碳排放核算；进行基于区块链的交通行业碳排放数据共享模型与指标体系研究，包括进行数字身份管理，进行联盟区块链访问控制，保证多方碳数据隐私安全等；通过系统产生的多源交通大数据对区域交通碳排放进行估计，利用碳排放数据集与驱动因素对区域碳排放的趋势进行预测，得出区域交通系统的减排方向与策略；开展电动运营车碳排放管理系统应用示范，建立基于区块链的电动运营车碳排放管理智能化应用平台，实现出租车碳排放的精准核算及运营减排。

三、项目考核指标（项目执行期内）

开发电动运营车碳排放精准核算模型1套，支持 ≥ 5 类多源数据模型，开发 ≥ 2 种数据核验方法；建设区块链的碳排放管理智能化应用平台1套；电动运营车碳排放减少10%；建立电动运营车碳排放应用示范工程1项，包括5家以上出租车公司、3000辆以上车辆。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023041 交通基础设施碳排放核算与评估技术研发与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（五）环境监测及环境事故应急处理技术

二、主要研发内容

编制粤港澳大湾区交通基础设施全生命周期碳排放因子数据清单，构建碳排放因子数据清单。构建交通基础设施施工建设、运营维护、报废回收碳排放监测指标体系和数据库；建立碳排放在线核算和智能评估模型与系统，开展全生命周期碳排放核算结果数据质量评估与不确定性分析关键技术研发；构建交通基础设施建设项目碳排放全过程管理指引，构建交通基础设施全生命周期碳排放监测与评估系统，并开展示范应用。

三、项目考核指标（项目执行期内）

建设交通基础设施全生命周期碳排放核算与评估系统软件；建立低碳道路全生命周期碳排放监测与评估数据库和案例库；建设应用示范工程1项，二氧化碳排放比传统方案二氧化碳排放量下降 $\geq 40\%$ ，建设期能耗比传统方案能耗下降 $\geq 40\%$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023042 氢动力集装箱船研发与应用示范

一、领域： 六、新能源与节能--（三）新型高效能量转换与储存技术

二、主要研发内容

开展零碳燃料氢气的船用关键技术与示范应用，建设智能船舶碳资产管理数字化平台，开展船用氢燃料电池系统、储供氢系统原理性设计；开展氢燃料动力集装箱船的总体设计，寻求兼具航运可行性和系统经济性的最优解；开展氢燃料电池电堆船用化技术、船用氢源技术以及大功率氢燃料电池系统集成研究；开展储氢设备上船的合规性分析、船用氢源及氢燃料电池推进技术的安全性分析以及氢燃料电池船舶的技术风险评估及对策研究。开展新能源船舶碳资产管理数字化平台总体设计。开展氢动力集装箱船试验平台研制与系统集成验证。

三、项目考核指标（项目执行期内）

集装箱运输，可装载60个标准集装箱，总载重 ≥ 900 吨；续航里程 ≥ 50 海里，对应航行时间 ≥ 5 h，航速10节，可在4级海况下稳定、安全航行；具有人工驾驶模式和无人驾驶模式；二氧化碳减排量 $\geq 0.2\text{tCO}_2/\text{n mile}$ 。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过500万元

双碳专2023043 海岸带减污-增汇-应灾联动机制及协同 增效技术研发与应用示范

一、领域： 七、资源与环境--（六）海洋生态与环境技术

二、主要研发内容

集成FLUS-InVEST、水环境模型和区域气候模型系统评估海岸带多情景减污-增汇-应灾效应，揭示多种修复技术的协同增效机制；研发岸线生态化改造和基质增汇修复、硬质空间生物柔性修复、复合型生态堤防修复与韧性应灾等人工岸线自然化修复技术与韧性应灾技术；阐明滨海湿地水-土-气-生物循环中的碳通量、时空演变与受控机制，构建滨海湿地固碳增汇的适应性生态调控技术；研究陆域-河口-近海的污染过程特征，解析深圳典型河口和近海生态系统微生物对污染水体的净化机制、固碳/储碳变化规律，识别影响生态调控的主导因素，研发陆海统筹的生态减污和增汇关键技术。基于海岸带减污-增汇-适灾技术的集成，开展不同典型场景下协同性与适用性的应用示范验证。

三、项目考核指标（项目执行期内）

建立海岸带多情景减污-增汇-应灾效应评估集成模型1个；形成人工岸线生态基底/基质改造技术 ≥ 2 项，硬质空间生物柔性修复技术 ≥ 2 项，固碳增汇能力提升50%，韧性应灾能力提升25%；形成典型滨海湿地增汇的适应性生态调控技术1项，增汇能力 $\geq 25\%$ ；形成河口-近海重点区域生态减污增汇协同技术1项，协同性 $\geq 80\%$ 。建立基于自然解决方案的减污-增汇-应灾协同增效技术集成的示范工程1项，应用面积 ≥ 6000 平方米。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过600万元

基础前沿课题
(双碳专 2023044-双碳专 2023046)

双碳专2023044 公共建筑空调系统能效诊断及优化控制研究

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

搭建实验平台和仿真平台，系统研究大型公共建筑中央冷站在线能效诊断技术、自适应控制技术、基于人工智能的冷负荷精准预测技术、容错控制技术以及多系统（冷却塔子系统、冷机子系统、输配管网及水泵系统、末端空气处理系统）协同优化控制技术，阐明控制策略的机理研究；构建建筑室内环境热响应和空调系统动态用能的预测模型，开发在线预测控制策略，通过多目标优化方法实现动态优化的建筑柔性用能；并开展验证及性能评估。

三、项目考核指标（项目执行期内）

研制大型公共建筑复杂空调系统能效诊断及高效高稳健优化控制理论与方法及控制策略软件包1个；与传统控制方法相比，新控制方法对于建筑中央空调系统的全年节能量 $\geq 20\%$ ；研发冷冻水系统故障及能效诊断技术，诊断准确率 $\geq 95\%$ ；开发中央空调冷冻水自适应调控技术，较传统方法节能 $\geq 20\%$ ；开发冷负荷精准预测技术，准确率 $\geq 95\%$ ；在建筑热环境及能源领域发表论文 ≥ 7 篇；申请发明专利 ≥ 4 件。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023045 地表主动反射控温节能降碳系统研究

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

基于地表热平衡理论与方法，采用深圳市基础地理数据和能源消费等统计数据，通过典型区观测、对比试验、理论分析和数值模拟、多利益相关者调查和综合分析等多学科方法进行研究，系统提出可调控反射控温理论与方法；开展气温干预机制与可调控反射控温模型研究；结合不同反射特征组合和具体调控目标，设计单项技术和成套调控方案；通过调试和监测并优化运行参数，开展可调控反射控温系统节能降碳潜力估算。

三、项目考核指标（项目执行期内）

完成试验点的观测、监测和分析工作；形成2-3个可复制和可推广的样板；减少试验点室内气温调控能源消费量减少10%；在反光材料选择、核心参数配置方法、调控技术等方面，形成具有3-4项具有自主知识产权原创性和标志性技术成果；提出公共场所气温舒适度评价标准和指标体系、气温调控监测系统；完成可调控反射控温系统样机1套，样机可在深圳气候和恶劣天气条件下装配，并确保安全运行 ≥ 3 年；发表论文 ≥ 6 篇，申请发明专利 ≥ 2 件、实用新型专利 ≥ 3 件、外观设计专利 ≥ 2 件。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

双碳专2023046 电碳协同优化调度与交易机制研究

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

研究大规模可再生能源接入下电碳协同交易政策现状及政策协同存在的问题;构建电碳协同交易的政策协同分析模型;分析大规模可再生能源接入对配电网规划和运行的影响和作用,并设计碳交易机制下相关主体参与电力系统调控服务的政策和激励机制;研究大规模可再生能源接入下电碳协同交易模式评估维度及计算方法;设计基于虚拟电厂系统实现可再生能源集群接入的电力市场电碳协同交易模式。

三、项目考核指标（项目执行期内）

设计适应大规模可再生能源接入的电碳协同交易的算法与交易机制,设计模拟交易平台,形成相应平台软件1套;可支持超过5种,500个分布式资源接入的电碳协同交易;支持计算的配电网系统节点数 ≥ 300 ;单次交易完成时间 $< 30s$;实现碳排放因子日前预测功能,建立电力系统源网荷各环节的精准碳画像模型;实现考虑电网潮流和碳排放流耦合的多能互补协同优化低碳调度辅助决策功能。发表论文 ≥ 8 篇,申请发明专利 ≥ 5 件;结合深圳情况,形成研究报告1份。

四、项目实施期限： 3.0年

五、资助金额： 不超过300万元

软科学课题
(双碳专 2023047-双碳专 2023049)

双碳专2023047 深圳市碳达峰、碳中和进程监测评价与 路径优化研究

一、领域： 七、资源与环境--（七）清洁生产技术

二、主要研发内容

面向深圳低碳城市建设需求，构建高时空分辨率的深圳碳排放清单；多维度构建深圳脱碳进程监测评价指标体系，对深圳市各区域、分行业以及重点领域的节能脱碳进程进行动态追踪评价；分析主要碳减排、碳移除技术推广应用现状，构建基于低碳技术、政策、投资额、减排成本、减排量等信息的基本信息库；开展深圳节能脱碳技术应用现状调研，筛选适用于深圳的低碳政策和技术，构建深圳市低碳技术和政策集；从多维度构建低碳技术和政策经济-社会-环境效益综合评价指标体系；基于综合评价指标体系和多目标决策方法，构建深圳市低碳技术和政策模拟评估模型；构建深圳碳达峰、碳中和路径优化与政策仿真模型。应用所开发模型进行实证分析，给出实现碳中和的脱碳策略、政策工具、技术方案、投融资需求等，为深圳实现“碳达峰、碳中和”目标提供政策建议。

三、项目考核指标（项目执行期内）

构建城市脱碳进程动态监测与综合评价指标体系1套，指标层级 ≥ 3 级，子指标 ≥ 30 个；构建低碳技术和政策经济-社会-环境效益综合评价指标体系1套，指标层级 ≥ 3 级，子指标 ≥ 30 个；开发深圳碳达峰、碳中和路径优化模型1个；形成深圳市碳达峰碳中和策略报告1份。

四、项目实施期限： 1.0年

五、资助金额： 不超过100万元

双碳专2023048 深圳市碳中和技术发展路线图与科技创新体系研究

一、领域： 六、新能源与节能--（四）高效节能技术

二、主要研发内容

面向2060年碳中和目标，梳理深圳市碳达峰碳中和行业总体现状，分析关键行业和产业发展的低碳/零碳技术需求，形成碳中和关键技术发展评估与预测方法体系、行业领域数据库和综合分析评估模型；围绕资源环境、电力、非电能源、工业、建筑、交通、前沿技术、负排放技术、系统集成优化等大类技术领域，根据技术发展状况与趋势研究提出近中远期部署重点和实施路径；研究重点技术路线的中长期跨系统影响，提出高精度产业部署路径；编制和更新碳中和技术发展路线图；围绕碳中和技术发展路线图的实施，研究提出面向技术、行业和产业等多维度协同推进碳中和技术创新体系方案。

三、项目考核指标（项目执行期内）

面向2060年碳中和目标，分析碳中和技术发展需求和趋势，借鉴国内外碳中和技术发展布局经验，结合深圳碳中和重点领域技术发展水平与关键技术瓶颈，编制碳中和技术发展路线图，提出推进碳中和技术创新体系方案，形成《深圳市碳中和技术发展路线图与科技创新体系研究报告》及《深圳市碳中和技术典型案例集》各1份。

四、项目实施期限： 1.0年

五、资助金额： 不超过80万元

双碳专2023049 下一代能源技术的主要路线、储备情况 与供给能力评价研究

一、领域： 六、新能源与节能--（一）可再生清洁能源

二、主要研发内容

研究能够兼顾能源体系绿色低碳转型和安全可靠供应的能源技术发展路线，形成下一代能源技术筛选方法，从能源供给、传输分配、存储、终端应用、使能技术等多环节构建下一代能源技术库；从技术成熟度、脱碳潜力、应用范围、耦合能力等多维度构建下一代能源技术综合评价方法体系，研究绘制下一代能源技术发展主要路线。围绕传统能源智能化数字化、风光电、氢能/动力电池、储能等当前市场亟需的下一代能源技术进行广泛调研和深入剖析，明确技术核心痛点难点并提出突破建议。针对可控核聚变、蓝色能源转化、新型超高比能储能等颠覆性能源技术开展系统性调查分析，掌握全球相关创新专利尤其是原始性创新专利分布情况及核心持有单位，研究我市颠覆性能源技术部署路线。针对现阶段亟需能源技术的应用现状、成本效益、布局情况、面临的问题等展开调研分析，提出解决对策建议。

三、项目考核指标（项目执行期内）

形成下一代能源技术筛选和综合评价方法体系1套；形成下一代能源技术发展路线、储备情况与供给能力评价研究报告1份；构建下一代能源技术库，包括下一代能源技术专利 ≥ 20 万条；发掘深圳下一代能源技术储备清单和“专精特新”种子企业报告1份。

四、项目实施期限： 1.0年

五、资助金额： 不超过100万元