附件1

**温室气体核算与碳减排江西省重点实验室**

**2024年度开放课题申报指南**

**一、项目类型和资助方式**

温室气体核算与碳减排江西省重点实验室2024年度开放课题包括两类：重点课题和一般课题，择优确定资助课题类型。重点课题资助额度原则上不超过5万元，一般课题资助额度原则上不超过4万元。

**二、支持内容**

温室气体核算与碳减排江西省重点实验室2024年度开放课题重点围绕低碳技术与新能源等方向的科技需求，与省内外有较强研究实力的高校及研究所开展合作，共同开展基础研究、技术攻关、成果转化等方面合作，重点解决碳监测、碳评估与碳减排等领域高质量发展的科技问题。

**三、选题方向**

**选题方向一：江西省温室气体时空分异及排放特征研究**

**研究内容：**基于对南昌、赣州等高精度温室气体站监测资料的质控、筛分、处理及分析，比对评估赣南、赣北地区大气CO2浓度变化特征；结合后向轨迹聚类分析模型，研究其潜在排放源区分布特征；基于CO示踪技术研发碳收支核算方法，评估区域能源综合燃烧效率，初步估算人为源碳排放及生态系统碳收支贡献占比的动态变化。

**考核指标：**摸清赣南、赣北地区大气CO2浓度变化特征；揭示赣南、赣北潜在排放源区分布特征；建立基于CO示踪技术的碳收支核算方法，完成区域碳收支定性定量评估；以第一单位为本实验室发表SCI/EI/核心论文1篇以上。

**选题方向二：退役动力电池回收供应链经济优化与环境评估研究**

**研究内容：**为应对电动汽车快速发展带来的退役动力电池数量激增及其对矿产资源和环境的压力，基于混合整数非线性规划算法开发经济优化模型，基于Ecoinvent等生命周期评估数据库以及ReCiPe等生命周期评估方法体系建立生命周期评估模型，研究退役动力电池回收供应链的经济最优化布局与电池回收技术部署实现的环境效益。

**考核指标：**开发退役动力电池回收混合整数非线性优化算法；建立退役动力电池回收生命周期评估模型；输出经济最优退役动力电池回收空间布局及对应环境、经济效益分析报告；在SCI期刊发表至少1篇第一单位为本实验室的学术论文。

**选题方向三：生猪养殖行业碳排放核算与减排技术研究**

**研究内容：**针对我国生猪养殖行业碳排放，研究典型项目非二氧化碳温室气体排放监测技术、机制和影响因素，研究温室气体排放核算技术及数据质量评价方法，核算温室气体排放强度及不确定性。研发减轻直接和间接温室气体排放的关键技术，并进行成本效益评估；提出相关企业标准或行业标准，以加强对典型行业温室气体减排技术的实施。

**考核指标：**开发新型粪污处理利用和温室气体协同减控技术 1 套，新技术与现有技术相比，单位粪污的温室气体和主要污染物减排15%～25%；联合培养博士研究生1名，联合发表至少1篇第一单位为本实验室的SCI或北大中文核心论文或江西省科学院能源研究所同为专利权人的授权发明专利1项，力争形成畜禽粪污控污降碳领域团体或企业标准草案1份。

**选题方向四：全固废基无机聚合物碳化养护增强机理及过程碳减排核算研究**

**研究内容：**（1）全固废基无机聚合物的孔结构优化。采用控制变量法探究发泡剂、稳泡剂掺量和养护温度三因素耦合对全固废无机聚合物的物理和力学性能的影响，结合孔隙分布情况、微观结构及相组成分析，明确最佳孔结构优化方案及影响孔结构分布的关键因素。（2）全固废无机聚合物的“碳化-纤维”协同增强机制。基于最佳孔结构优化方案，探究纤维类型、纤维掺量对孔隙率、表观密度和抗压强度的影响，分析关键影响因素，确定最优纤维增强方案；采用碳化养护工艺，考察碳化养护对无机聚合物的微观结构、物相变化和孔结构的影响，阐明“碳化-纤维”的协同增强机理，获得调控机制。（3）全固废无机聚合物生产全过程碳减排与核算机制。采用生命周期评价（LCA）方法，构建全固废无机聚合物从原料采集、加工制备、碳化养护到最终废弃处理的全生命周期碳排放模型，量化各阶段直接和间接碳排放量；基于LCA结果，识别关键减排环节，提出优化生产工艺、提高资源利用效率及增强碳封存能力的具体策略。

**考核指标：**全固废基无机聚合物孔结构优化的实验和分析季度报告1份；全固废无机聚合物的碳化增强调控机制的研究季度报告1份，形成科技论文初稿；建立全周期的碳排放模型，科研论文发表，季度报告1份；基于碳排放模型和实验结果，优化工艺流程，确定最佳碳减排策略，季度报告1份，年度报告1份，结题报告1份，以第一单位为本实验室发表中文核心以上论文1篇。

**选题方向五：基于电子束固化构筑阴离子交换膜及其在氢燃料电池中的应用研究**

**研究内容：**氢燃料电池技术是氢能产业链中重要的用氢技术，阴离子交换膜是氢能转化装置的核心部件，决定了氢能转化效率。针对阴离子交换膜离子传导率低以及尺寸稳定性、耐碱稳定性差的问题，本项目拟构筑具有互穿网络结构的阴离子交换膜；首先，拟设计全碳主链嵌段聚合物，消除含醚键聚合物易降解的缺点，调控亲/疏水结构片段，研究单体结构、膜微相分离结构与离子传导率三者关系，释明离子传导扩散机制，提高离子传导率；其次，设计双键单体，采用紫外光/低能电子束辐射固化方法制备柔性链段，构筑互穿网络结构阴离子交换膜，从源头上提高膜的尺寸和耐碱稳定性，探究膜在复杂碱性环境下结构演变规律，揭示膜的降解机制；最后，研究膜在氢燃料电池器件中的性能，探究膜、催化剂和离聚物三相界面对传质过程影响，推动膜应用。本项目的研究有助于深入理解阴离子交换膜“单体结构-聚合物结构-膜微观形貌-膜性能-器件性能”之间的“构效关系”，实现膜离子传导率、尺寸稳定性与耐碱稳定性协同增强，提升氢燃料电池的性能与运行稳定，为阴离子交换膜的结构优化设计提供新的思路，对氢能产业链发展有重要意义。

**考核指标：**以第一单位为本实验室发表SCI论文1篇；申请发明专利1项；联合培养硕士研究生1名。

**选题方向六：钙钛矿基非线性电介质陶瓷的关键储能特性研究**

**研究内容：**相对于电池甚至电化学超级电容器，电介质电容器具有更高的功率密度，可实现瞬间充放电，且充放电过程均不涉及电化学反应，充放电安全可靠，其局限性在于储能密度较低。本项目拟围绕钙钛矿结构陶瓷的弛豫化或弥散化调控等方面开展研究，将调控其相变温度至室温附近，获得高储能密度的同时提升其储能效率。拟通过化学掺杂实现弥散化改性，研究制备工艺对材料微观结构和介电常数、介电损耗、介电强度、储能密度和储能效率等电学性能的影响；研究结构和电性能之间的内在联系，建立理论模型以阐释材料高储能密度和高储能效率的内在机制，为钙钛矿基非线性电介质陶瓷在储能领域的应用提供实验和理论依据。

**考核指标：**材料层面，所设计制备的钙钛矿陶瓷在室温下的介电常数达到500以上，介电损耗低于1%，并在钙钛矿结构陶瓷中实现高于1.5 J/cm3的储能密度；通过多种原位表征技术表征其微观结构，借助阻抗分析仪和铁电测试仪评估其储能性能。阐明材料电介质陶瓷弛豫化响应的微观机制，理解高击穿强度和低介电损耗的影响机制，为钙钛矿基非线性电介质陶瓷材料在储能方面的应用提供理论指导和实验基础。以第一单位为本实验室发表中文核心1篇，合作发表高水平学术论文2-3篇，合作申请发明专利1-2项。

**选题方向七：工业固废脱硫灰对水热液化含砷生物质制油过程中砷的固化与去除影响机制研究**

**研究内容：**含砷生物质的水热液化行为及砷在液化中的迁移转化规律，研究水热参数对含砷生物质液化制油与砷分布特性的影响，明晰砷在各相液化产物中的赋存形态，揭示砷在水热液化过程中的迁移路径、转化规律；脱硫灰活性组分对含砷生物质水热液化过程的影响机理，在典型水热反应条件下，模拟研究脱硫灰对生物质模型化合物(木质素、纤维素、半纤维素等)水热液化降解影响与产物转化，推导反应路径；水热液化过程脱硫灰耦合含砷生物质处置协同固砷机制，采用模型化合物模拟研究脱硫灰活性组分对液化过程中砷的固化影响,探明脱硫灰处置含砷生物质液化过程中砷迁移转化路径，明晰脱硫灰活性组分钙/硅/铝/铁-砷的作用与调控关系，揭示脱硫灰对液化产油协同固砷的影响机制。

**考核指标：**以第一单位为本实验室发表高水平论文2-3篇，进行硕士学生联合培养1-2名。

**选题方向八：基于Na基吸附催化剂的生物质气化−化学链制绿氢的调控机制研究**

**研究内容：**江西省鄱阳湖蕴藏大量可再生的水生生物质原料，以直燃发电为主，其“非电利用”有望替代化石能源制取 “绿氢”，解决能源短缺、环境污染、气候变化等问题。气化−化学链技术将生物质废物大规模高效转化为高值合成气，进而通过成熟工艺就地提纯制取绿氢，目前存在气化活性不足、合成气成分复杂、H2浓度低及气化反应器供热能耗大等瓶颈。项目提出利用廉价Na基双功能催化/吸附剂，使生物质气化、水气变换及CO2分离集成在一个反应器内完成，强化气化活性、简化制氢步骤，减少供热能耗，还能实现碳负排放。研究原位催化与CO2捕集协同强化生物质气化−化学链气化制氢的调控机制与策略，探索催化吸附双功能材料表界面结构促进焦油裂解、降低积炭的反应机理，构建生物质气化制氢与CO2富集一体化系统设计方法。

**考核指标：**实现典型生物质气化率≥90%，氢气纯度≥90%，CO2富集浓度≥95%，以第一单位为本实验室发表SCI论文1篇。

**选题方向九：基于绿色表面活性剂的藻类液化生物油合成及其微乳燃料构建研究**

**研究内容：**以第三代生物能源燃料原料藻类为开发对象，借助绿色表面活性剂的作用，实现藻类液化生物油产率及品质提升，并探索其微乳燃料的构建技术，具体研究内容：①以生物油产率及其燃料特性指标（元素构成、热值、燃烧特性、热稳定性等）为主要依据，考察市场上现有的成熟绿色表面活性剂对藻类液化过程的提升效应，筛选出优势绿色表面活性剂；②以筛选的优势绿色表面活性剂为对象，优化典型藻类液化工艺参数（表面活性剂用量，温度，时间及固液比等）；③以前述合成的藻类液化生物油为研究对象，以现有的市售柴油作为基质，优化构建柴油-生物油微乳燃料体系，为藻类液化生物油的应用奠定基础。

**考核指标：**以第一单位为本实验室发表SCI论文1篇；申请国家发明专利1项；培养硕士研究生2名。

**选题方向十：基于微生物固定化的玉米秸秆光合生物制氢强化机理研究**

**研究内容：**针对农业废弃物光合生物制氢过程中底物降解难、微生物易流失、生物活性不稳定等问题，开展基于固定化微生物的玉米秸秆光合生物制氢研究。研究不同方法、条件制备的固定化微生物对光合细菌代谢功能、产氢料液理化特性的影响规律，明晰固定化载体与光合细菌活性及其产氢能力之间的相关关系，揭示微生物固定化对光合生物制氢体系的维稳增效机制。

**考核指标：**以第一单位为本实验室授权发明专利1项。

**选题方向十一：微纳塑料对产氢产乙醇效能的影响及作用机制**

**研究内容：**（1）不同种类微塑料对乙醇型发酵产氢功能菌生物制氢的影响研究。构建哈尔滨产乙醇杆菌纯培养体系，探索不同聚合物类型的聚乙烯（PE）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）和聚丙烯（PP）微塑料（MPs），对哈尔滨产乙醇杆菌细胞生长情况及氢气、乙醇、乙酸代谢产物的影响；分析细胞活力、细胞内活性氧水平以及细胞膜完整性，探索不同聚合物类型的毒性差异和潜在毒性作用；解析产乙醇杆菌的乙醇-H2代谢途径及细胞的防御机制对不同类型MPs的表达响应，揭示不同MPs对哈尔滨产乙醇杆菌产氢的影响机制。（2）不同粒径微纳塑料对乙醇型发酵产氢功能菌产氢效能的作用及机制。构建产氢产乙醇杆菌纯培养体系，考察不同粒径的PS MPs和纳米塑料（NPs）对细菌产氢效能及乙醇等代谢产物的影响规律；利用转录组学技术，解析关键代谢通路功能基因对MPs/NPs的表达响应情况；阐明氢气产率，液相代谢产物乙醇乙酸含量等表型数据与关键代谢途径功能基因内在联系，揭示MPs/NPs生态毒性抑制哈尔滨产乙醇杆菌产氢的作用机制。（3）不同表面电荷纳米塑料对乙醇型发酵产氢功能菌的毒性效应及机制。分别利用原始的PS-NPs、羧基修饰的PS-NPs和氨基修饰的PS-NPs对哈尔滨产乙醇杆菌进行暴露，探索不同表面电荷NPs对细菌产氢效能及乙醇等代谢产物的影响规律；聚焦细菌的代谢调控系统及细胞间的信息交流及细胞内的信号转导等关键途径，解析不同表面电荷对哈尔滨产乙醇杆菌的生态毒性及产氢效能的抑制机制。

**考核指标：**以第一单位为本实验室发表SCI论文1~2篇，申请国家发明专利2项；参加国内外学术会议1~2次；协助团队培养相关方向硕士及博士研究生2~3人。