

题目 29:

“低成本二氧化碳捕集利用一体化技术研究” 比赛方案

(北京低碳清洁能源研究院)

一、组织单位

北京低碳清洁能源研究院

二、题目名称

低成本二氧化碳捕集利用一体化技术研究

三、题目介绍

1. 题目内容

双碳目标之下，二氧化碳捕集、利用与封存技术（CCUS）被视为实现碳中和的关键技术之一，但成本过高制约了该技术大规模推广。近年来新涌现的二氧化碳捕集与利用技术（ICCU）则实现了二氧化碳的捕集和利用转化，可以省去二氧化碳再生运输等环节，有望降低 CCUS 成本和风险，具有较大应用潜力。本项目希望合成一种低成本的碳捕集与利用（ICCU）催化剂，实现二氧化碳合成化工产品，为实现二氧化碳捕集利用提供新思路。具体的技术指标包括催化剂批量制备成本、系统能耗指标、CO₂ 转化率和产物选择性。

2. 选题意义

（1）技术意义

二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）是我国实现碳中和目标不可或缺的关键技术，CO₂资源化利用作为 CCUS 技术的重要组成部分，在碳中和过程中将扮演重要角色，传统的 CCU 技术需将捕集后的高纯度 CO₂ 再进行利用，包含了 CO₂ 捕集和利用两个过程，面临能耗高、成本高等问题，阻碍了工业化应用。CO₂ 捕集利用一体化技术将 CO₂ 捕集和转化结合在一起，避免了因 CO₂ 吸收/吸附后再进行解吸的高耗能过程，直接实现结合态的 CO₂ 进行原位转化，有望显著降低 CCU 的成本。本项目从 CO₂ 捕集利用一体化关键材料设计合成角度切入，突破现有 CO₂ 分步捕集和利用的瓶颈，寻求低成本的捕集利用一体化技术，有望推动该技术工业化应用。

（2）社会意义

在全球变暖的大背景下，欧盟等重要组织逐步推动碳市场建立、征收碳税。掌握碳减排的核心技术除了有着重要的环境意义，也对提高国内产品在国际市场的竞争力，推动中国在碳市场中掌握话语权有重大意义。同时，若能实现二氧化碳成熟的资源化利用，也为国内的化工产业的原材料提供多样途径。ICCU 技术具有优异的 CO₂ 捕集和转化效率，降低捕集单元能耗的同时可以制备高附加值化学品，有效缓解环境问题，实现碳资源的充分利用，在节能降碳增效方面具有重要意义。该技术目前还处于实验室及小试研究阶段，通过专题竞赛的方式，有

助于激发大学生在该领域的研究热情，提供更多的碳中和原创性前沿技术思路。

四、参赛对象

2024 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生（不含在职研究生）均可申报作品参赛，以个人或团队形式参赛均可，每个团队不超过 10 人（含作品申报者），每件作品可由不超过 3 名教师指导完成。可以跨专业、跨校、跨地域组队。

本校硕博连读生（直博生）若在 2024 年 6 月 1 日以前未通过博士资格考试的，可以按硕士研究生学历申报作品。没有实行资格考试制度的学校，前两年可以按硕士学历申报作品。本硕博连读生，按照四年、两年分别对应本、硕申报，后续则不可申报。

毕业设计和课程设计（论文）、学年论文和学位论文、国际竞赛中获奖的作品、获国家级奖励成果（含本竞赛主办单位参与举办的其他全国性竞赛的获奖作品）等均不在申报范围之内。

每件作品仅可由 1 所高校推报，高校在推报前要对参赛团队成员及作品进行相关资格审查。

每所学校选送参加专项赛的作品数量不设限制，但同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技

作品竞赛主体赛事自然科学类学术论文、哲学社会科学类调查报告、科技发明制作作品评比。

五、答题要求

作品应包括碳捕集利用关键催化剂合成的具体路线及相关评价表征结果，应详细阐述材料合成的方法，结果具有可重复性，并对整个技术路线进行能耗或成本核算。催化剂评价结果必须包括 ICCU 过程碳捕集能力测试、产物转化率与选择性测试。

六、作品评选标准

作品完整性 30 分，独立完成双功能材料的开发；如未完成，按照完成度给予评定，最多不超过 25 分。

作品创新性 20 分，要求作品具有自主探索的有别于该领域其他技术的创新之处。

指标完成度 50 分，要求关键催化剂/材料具备有实现工业应用潜力：多次循环二氧化碳处理能力、产物转化率与选择性的稳定性，以及相比于现有捕集、利用技术的能耗或成本优势。

七、作品提交时间

2024 年 4 月-2024 年 8 月，各参赛团队选择榜单中的题目开展科研攻关。各高校“挑战杯”竞赛组织协调机构要积极组织学生参赛，安排有关老师给予指导，为参赛团队提供支持保障，8 月 9 日前提交作品。2024 年 8 月，组委会和出题方共同开展初审，确定入围终审的晋级作品和团队。2024 年 9 月，每个选

题晋级团队完善作品，各出题方安排专门团队提供帮助和指导，冲刺攻关参加终审和“擂台赛”。

原则上评出特等奖 5 个，一、二、三等奖各 5 个。获得特等奖的团队晋级最终“擂台赛”，并进行现场展示和答辩。“擂台赛”环节原则上评出 1 个“擂主”。出题方与“擂主”团队现场签约并给予奖励。

八、参赛报名及作品提交方式

请参赛同学通过 PC 电脑端登录报名网站（<https://fxyh-t.bocmartech.com/jbgs/#/login>），在线填写报名信息。

报名信息提交后，请将系统生成报名表下载打印，根据提示，由申报人所在学校的学籍管理部门、院系、团委等部门分别进行审核（需严格按照要求在指定位置完成签字和盖章）。

将审核通过的报名表扫描件上传系统，等待所在学校及发榜单位审核。

请参赛同学注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。具体操作流程详见报名网站《操作手册》。

1. 提交内容

提交具体作品时，务必一并提交 1 份报名系统中审核通过的参赛报名表（所有信息与系统中填报信息保持严格一致）。

参赛作品 WORD 版本、PDF 版本和用于展示作品的其他材料。作品应对“答题要求”中的全部内容进行汇总描述，PDF

和 WORD 所有信息应保持完全一致，作品通过电子版和纸质版方式同步提交。

2. 提交方式

电子版：请将报名表和参赛作品中的所有电子版材料压缩至一个文件夹中，邮件发送至 jianna.niu.a@chnenergy.com.cn，邮件及压缩包请命名为“提报单位（学校全称）-选题名称-作品名称”。

纸质版：请将报名表和报名信息统计表纸质版原件（含加盖红章）1 式 2 份邮寄到以下地址：北京市昌平区未来科学城北京低碳清洁能源研究院，牛建娜，联系电话：18612133317。

九、赛事保障

对于参加本项目的参赛团队，低碳院可以根据团队的实际需求，在参观交流、相关资料（不涉密）、专业指导以及其他项目必须条件等方面提供帮助。

参赛团队可在比赛进行期间，提前两周时间向低碳院递交参观交流申请，经审批同意后，可赴低碳院参观交流。

低碳院将为此次比赛组建专业指导团队，指导团队由低碳院专家组成，或根据选手的专业特点指派指导老师。

参赛过程中，参赛团队如需本单位提供与项目相关的其他必须帮助，请提前与低碳院联系，本单位将在许可范围内给予参赛团队帮助。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

比赛拟设特等奖 5 个，一等奖 5 个，二等奖 5 个，三等奖 5 个（根据最终评审情况确定），本课题将从特等奖获奖团队中决出 1 个“擂主”团队。

2. 奖励措施

本次比赛奖励分为现金奖励和实践激励两部分。

现金奖励：本单位将结合项目实际，拟在特等奖基础上额外奖励“擂主”团队 1 万元；奖励特等奖每支队伍 3 万元；奖励一等奖每支队伍 1.5 万元；奖励二等奖每支队伍 1 万元；奖励三等奖每支队伍 0.5 万元。现金奖励合计 31 万元。所有现金奖励将在比赛结束后三个月内，通过银行转账的方式，发放至各获奖团队指定的账户。

实践激励：获得本次比赛一等奖以上荣誉的团队成員可以获得到本单位进行岗位实习的机会。本单位将根据团队成员所学专业，结合其自身意愿，在公司范围内提供相应岗位，让获奖团队成员进行为期 3-6 个月的岗位实践锻炼。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

（1）联络专员

郭老师，联系方式：座机 010-57339692，手机 18810463945

（2）指导专家

王老师，联系方式：座机 010-57337338，手机 13552707108
负责比赛进行期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

张老师，联系方式：座机 010-57339825，手机 13811945569

牛老师，联系方式：座机 010-57595647，手机 18612133317

负责比赛进行期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛进行期间工作日 9:30-11:30，14:00-17:00。

北京低碳清洁能源研究院

附：选题申报单位简介

北京低碳清洁能源研究院（以下简称“低碳院”）是国家能源集团的直属研发机构，肩负着“出机制、出人才、出成果”的重要使命。现有员工 500 余人，50% 科研人员具有博士学位，海外引进的高层次人才占比超过 10%。低碳院拥有煤炭开采水资源保护与利用国家重点实验室、国家能源煤炭清洁转换利用技术研发中心、北京市纳米结构薄膜太阳能电池工程技术研究中心等重点科研平台。

作为国家引才引智示范基地，低碳院面向国家“双碳”战略目标，依托所属的国家重点实验室和研发平台，多次承担国家重点项目课题，发布国家和行业技术标准，荣获国家级科技奖励，是中央企业打造原创技术策源地的国家队、主力军。紧紧围绕国家能源集团产业绿色低碳转型需求和战略性新兴产业培育，以重大工程建设和技术升级为依托，通过核心技术自主研发和应用技术集成创新，在氢能、环保、新型储能、先进材料、现代煤化工等领域实破了一批关键核心技术，取得了一批标志性科技成果，为国家能源集团建成具有全球竞争力的世界一流企业提供强大科技支撑。

自成立以来，累计承担国家项目 53 项，立项和发布国家、行业、团体技术标准 56 项，申请专利 2800 余件，授权专利 1000 余件，16 项原创技术经成果鉴定/评价达到国际一流水平；获得国家、省(部)级和行业协会奖励 53 项；SCI、EI 收录高质量

论文 330 余篇，其中在《科学》《焦耳》以及《自然》《科学》子刊等多个顶级国际学术期刊发表论文 60 余篇；拥有 30 余项煤炭开采、煤基材料、煤化工、环保、CCUS、氢能、储能等领域技术成果。