

题目 52:

“二氧化碳电催化还原制 C_2 产物的关键技术开发” 比赛方案

(内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司)

一、组织单位

内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司

二、题目名称

二氧化碳电催化还原制 C_2 产物的关键技术开发

三、题目介绍

随着科学技术和工业生产的迅猛发展以及能源消耗的不断增加,温室气体 CO_2 的大量排放引发了一系列环境与社会问题,中国计划在 2030 年 CO_2 排放达到峰值,在 2060 年实现碳中和,这给国内能源结构、产业结构调整带来巨大转型压力,二氧化碳 (CO_2) 电催化还原利用可再生能源产生的电能将 CO_2 转化为高附加值燃料和化学品,已经成为一种解决气候变化与能源危机的有效途径,电催化还原 CO_2 制备 C_2 产物存在众多难点:

1. CO_2 自身化学惰性高,其在催化位点上的吸附及后续的碳氧键断裂等过程都较为困难;

2. CO_2 在水中的溶解度低,且与碳酸、碳酸氢根、碳酸根等物种存在动态平衡,这些物种均难以直接在电催化条件下被还原;

3. 还原反应存在多种路径，各种路径之间相互竞争，导致产物成分复杂。与生成一碳产物过程相比，二碳及多碳产物的生成涉及碳-碳偶联步骤，这在动力学上是二级反应，不利于与 HER 副反应的竞争，因此法拉第效率更低。

目前实验室阶段的催化剂，催化生成一碳产物的法拉第效率可达 95% 以上，而二碳产物的法拉第效率则一般为 60% 左右，三碳产物目前最高为 21%，一般在 10% 以下。且仅有金属 Cu 与中间产物结合能适中又能继续发生质子耦合电子转移反应，可以直接把 CO₂ 转化为碳链更长的碳氢化合物和醇类。

因此，设计一种成本低廉、始于工业应用、对电催化还原 CO₂ 制备 C₂ 产物具有高选择性的铜基催化剂具有较高的研究价值。

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

1. 合理设计铜基催化剂，通过改性提高法拉第效率以及 C_2 产物选择性，提交可行性报告。

2. 深入研究铜基催化剂在 CO_2 电催化还原反应条件下的结构演变和构效关系，提交可行性报告。

3. 了解催化剂电催化制 C_2 产物的反应机理，提交可行性报告。

4. 根据大赛整体时间安排并结合科研攻关的科学规律，8 月 5 日前，各参赛团队提交作品。

六、作品评选标准

1. 基本要求

- (1) 发展现状调研清晰，研究思路合理，技术路线可行；
- (2) 作品具有完整性；
- (3) 文档、PPT 等展示材料内容齐全、页面整洁、图标清晰、公式准确。

2. 优选要求

- (1) 催化剂设计具有新颖性，催化剂性能优异，催化剂构效关系清晰，机理解释合理；
- (2) 催化剂设计合理有一定创新，催化剂性能良好，催化剂构效关系明确，有机理解释；
- (3) 催化剂设计合理，催化剂性能良好，催化剂结构和性能能够对应；
- (4) 设计方案清晰，程序可运行，可拓展性强；
- (5) 研究成果有望投入实践应用。

七、作品提交时间

2024 年 4 月-8 月，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，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 5 日前，各参赛团队向组委会提交作品，具体提交要求详见作品提交方式。

八、参赛报名及作品提交方式

1. 网上报名方式

(1) 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。

(2) 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) 。

(3) 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。

(4) 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》。

2. 具体作品提交方式

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) 。

请将作品文档及程序以压缩包格式上传至网站指定路径 (<https://challenge.dtxiaotangren.com>) 。

压缩包名称格式: 提报单位 (学校全称) - 选题名称 - 作品名称。

九、赛事保障

本单位在参赛团队完成相关审核等程序后可提供参观应用现场的机会。

本单位将为此次比赛组建专业指导团队，指导团队将由出题单位专家组成，或根据选手的专业特点指派指导老师，同时为了保证在项目相关资料等问题方面给予团队及时的帮助，团队还将为每个参赛团队指定一名辅导老师，辅导老师由本单位专业技术人员组成，并在参赛团队完成报名后予以明确。

赛事办公室设在内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司工业技术研究院，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，请提前与赛事办公室联系，我们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

原则上设特等奖 5 个，一等奖 5 个，二等奖 5 个，三等奖 5 个，从特等奖获奖团队中决出 1 个“擂主”。

2. 奖励措施

- (1) “擂主” 15000 元；
- (2) 特等奖 10000 元/个（不含“擂主”）；
- (3) 一等奖 5000 元/个；
- (4) 二等奖 4000 元/个；
- (5) 三等奖 3000 元/个。
- (6) 获奖团队成员可直接到本单位国家企业技术中心工作。

3. 奖金发放方式

所有现金奖励将在比赛结束后 1 个季度内，通过银行转账的方式，发放至各获奖团队指定的账号。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

联络专员：苏发强，联系方式：0477-2285570/18152499563；
指导专家 1：代元元，联系方式：0477-2285570/13020112085；
指导专家 2：薛大香，联系方式：0477-2285570/15151807530；
负责比赛进行期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：代老师，联系方式：0477-2285570/13020112085
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（8:30-11:30，14:00-17:30）

内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司

附：选题申报单位简介

内蒙古鄂尔多斯电力冶金集团股份有限公司成立于2003年，位于鄂托克经济开发区，公司累计完成投资600亿元，在节能环保减碳方面投资已超过80亿元，年产值400亿元，累计纳税超过400亿元。被认定为国家级“资源节约型、环境友好型”试点企业、国家级“高新技术企业”，是内蒙古自治区“循环经济示范企业”，中国电石工业协会会长单位，中国铁合金工业协会会长单位。

在产业结构上，电冶集团致力于打造多能互补新型能源-低碳/高附加值硅基合金-化工先进功能材料-清洁环保”的循环经济产业链，在全国具有独特的产业特点，形成上下游产品有序链接、资源循环转化增值的发展模式，在多个领域均处于行业领先地位，各类产品年产销量超过1000万吨，远销日韩、欧美、中东、东南亚等20多个国家和地区。

目前，电冶集团已拥有国家级企业技术中心、国家级技术创新示范企业、全国博士后科研工作站、国家知识产权优势企业、国家CNAS实验室、全国铁合金国家标准研发工作站等国家和省部级技术平台资质38个。

鄂尔多斯将继续秉承“集智、放胆、拓荒、创新”的企业精神，扎实推进工业低碳绿色生产，企业经济效益和社会价值贡献并重，以高质量党建引领企业高质量发展，在可持续发展

之路上全力以赴、行稳致远，践行“鄂尔多斯温暖全世界”的企业理想。