

题目编号：LY-202604

## 基于煤岩储层吸附态甲烷高效渗吸-置换的 新型材料研发比赛方案

### 一、发榜单位

中石油煤层气有限责任公司、中联煤层气国家工程研究中心有限责任公司

### 二、题目名称

基于煤岩储层吸附态甲烷高效渗吸-置换的新型材料研发

### 三、题目介绍

以“压驱-渗吸-置换”为核心的煤层气开发理念，在提升煤层气采收率的现场实践中取得了显著成效，尤其在鄂尔多斯盆地大宁-吉县区块采收率提高 20%，被业界广泛接受。但从该区域吨煤含气量来看，吨煤剩余可采资源量仍超 10m<sup>3</sup>以上，表明深部煤层气提采潜力巨大、开发空间广阔。究其原因，主要在于低成本、高性能的靶向功能型材料的研发与应用滞后，具体包括理化方向可强化水岩反应-气水竞争吸附的超纳米材料和可扩大气水有效运移面积的新型功能材料等。

现有研究多集中于宏观效果观测与经验性推断，对功能纳米材料在孔隙-裂缝多尺度体系中的微观行为与作用机制缺乏深入揭示。用于强化气水竞争吸附的纳米材料尚属空白，其在

微观作用状态下对储层孔隙内气-液-固三相的分布状态、竞争吸附过程以及最终（尤其是微孔内）置换驱替效率的有效性及动力学机制仍不明确；在长期、有效提升煤层与气水有效运移面积的超低成本功能材料尚属空白，材料可在煤岩宏孔-介孔及天然裂缝中的铺展机制及在储层条件下的长期稳定性与作用规律尚不明确。

为此，本研究聚焦于上述瓶颈，旨在从微观机理层面出发，研发新型材料，强化“压驱-渗吸-置换”全过程作用机制。请选择以下内容中一项或多项，并鼓励突破以下内容限制，创造性地设计研究方案：

研发可强化水岩反应-气水竞争吸附的超纳米材料。从分子与纳米尺度，揭示纳米材料修饰煤基质表面性质，改变固-液-气界面相互作用机理，阐明其对微纳米孔隙（尤其是微孔）内水分子与甲烷分子竞争吸附平衡、运移速率及置换效率的作用机制及影响规律。研发形成配套的超纳米材料体系，利用原位动态表征技术明确其对微纳米孔隙内吸附态甲烷的置换行为，评价超纳米材料对煤基质改性后渗吸行为的影响，辨析其是通过独立吸附相直接竞争，还是通过协同效应改变界面环境，从而强化甲烷的解吸动力学过程与置换效率。

研发可满足长期有利于气水有效渗吸-扩散、渗流及多尺度流动的功能性材料。从多尺度力学与界面行为视角，揭示该材料在储层实际环境中的长期有效行为，包括其对提升纳米级有

效微裂缝体量表征、有效作用范围拓展情况及采出程度提升效果等。阐明其微观作用机理，优化各级裂缝面附近的流体分布与渗吸行为，协同扩大渗吸-置换作用范围，实现采收率的提升。

#### **四、参赛对象**

学生赛道：2026年6月1日以前正式注册的国内全日制非成人教育的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过10人，每件作品可由不超过3名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由1所高等院校、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

#### **五、答题要求**

1. 研究思路需突出问题导向：研究方案应聚焦“压驱-渗吸-置换”理论在深部煤层气开发中面临的核心困境，明确针对低成本、高性能、靶向型压裂功能材料研发与应用滞后，以及现有研究对功能材料微观作用机制揭示不足等关键问题，明确拟解决的科学难题或技术瓶颈。

2. 研究内容需引领创新：鼓励提出具有前瞻性的材料研发思路及其作用机理/机制，避免重复现有研究。

3. 技术方案需具备科学性：研究方案需系统阐述如何从微观机理层面，揭示功能纳米材料在储层多尺度孔隙-裂缝复杂体系中的作用机制。

4. 技术路线保障可行落地：技术路线设计应科学严谨，逻辑清晰，所采用的研究方法需合理可行、针对性强，能够为揭示材料作用机理、实现研发目标提供坚实支撑。

5. 完成系统性的研究报告：作品需以完整的研究报告和多媒体汇报材料（PPT）形式提交，报告内容需覆盖研究全流程，包含文献综述、实验设计与方法、详实的数据分析、机理讨论、以及针对压裂液优化的具体建议。

## **六、作品评选标准**

1. 是否紧扣“压驱-渗吸-置换”理论应用瓶颈，明确聚焦低成本、高性能、靶向型压裂功能材料研发及相关关键科学或技术问题，拟解决的问题是否具有针对性；

2. 是否从微观机理层面，揭示所研发新型功能材料在深部煤储层孔隙-裂缝多尺度体系中的微观行为及核心作用机制；

3. 是否合理、有效地整合了多尺度表征手段，技术路线设计是否科学、严谨，能否实现研究目标；

4. 研究创新性是否突出，是否提出前瞻性的材料研发思路及作用机理，是否规避了现有研究中以宏观效果观测、数据模拟为主的重复模式；

5. 提交的研究报告是否逻辑完整、数据详实，是否涵盖文献综述、实验设计与方法、数据分析、机理讨论、压裂液优化建议等核心模块，内容是否与前文研究方向高度匹配；

6. 研究形成的材料成果、机理认识及压裂液优化建议，是否对深部煤层气“压驱-渗吸-置换”开发实践具有明确的指导价值，是否覆盖题目要求的一项或多项内容；

7. 提交的研究报告、多媒体汇报材料（PPT）等材料内容是否齐全、表述是否清晰、图表是否规范美观。

## **七、作品提交时间**

2026年5月至9月上旬，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2026年9月15日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，具体要求详见第八点第（二）款，并严格遵照发榜单位明确的提交规范执行。

2026年9月30日前，由发榜单位完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2026 年 10 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品。

2026 年 11 月，组织终审擂台赛，角逐“擂主”。

## 八、参赛报名及作品提交方式

### （一）报名方式

（1）参赛选手登录“挑战杯”官网 [www.tiaozhanbei.net](http://www.tiaozhanbei.net)，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

（2）申报人在报名表对应位置加盖所在学校公章。

（3）将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

（4）系统开放报名时间为 2026 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

### （二）作品提交方式

参赛团队将作品包括研究报告、多媒体汇报材料（PPT）等发送至 [jiaoh123@petrochina.com.cn](mailto:jiaoh123@petrochina.com.cn) 和 [wangqiancbm@petrochina.com.cn](mailto:wangqiancbm@petrochina.com.cn) 两个邮箱中（为避免遗漏作品，需要同时报送给两个邮箱），并同步报送 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表，报名表所有信息须与系统内填报内容完全一致。

## 九、赛事保障

对于参加本项目的参赛团队，本单位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。

本单位在参赛团队完成相关审核程序后可提供参观应用场景的机会。

本单位将为此次比赛组建专业指导团队，指导团队将由中石油煤层气有限责任公司专家组成。

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，请提前与中石油煤层气有限责任公司团委联系，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

比赛设特等奖 5 个，一等奖 5 个，二等奖 5 个，三等奖 5 个，将从特等奖获奖团队中决出 1 个“擂主”团队。最终授奖数量可视作品申报数量和质量情况动态调整。

### 2. 奖励措施

（1）奖励特等奖每支队伍 3 万元；奖励一等奖每支队伍 2 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；“擂主”团队在特等奖基础上累计再奖励 7 万元。以上均为税后奖励。

(2) 工作成果如获本单位认可，投入应用实践，团队成员可以允许参与项目研发，同时根据项目成果给予额外奖励。

### 3. 奖金发放方式

比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，填写奖金申请表并提供相关支持材料，待获奖团队提供银行卡详细信息后 1 个季度内，通过银行转账的方式将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

## 十一、比赛专班联系方式

### 1. 专家指导团队

顾问专家：杜老师，联系电话：18611619479

顾问专家：焦老师，联系电话：13659266245

负责比赛期间技术指导保障。

### 2. 赛事服务团队

联络专员：王老师，联系电话：010-63591221；  
18801469007

联络专员：王老师，联系电话：010-50866665；  
15811395626

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

### 3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-17:00）



## 附：发榜单位简介

中石油煤层气有限责任公司（以下简称煤层气公司）作为中国石油天然气股份有限公司的全资子公司，是一家专注于煤层气、致密气、页岩油气资源勘探、开发、生产、储运、销售以及国内对外合作等业务的专业能源企业，其目前的规模生产区域主要位于晋陕地区的鄂尔多斯盆地东缘。

煤层气公司在鄂尔多斯盆地东缘斜坡带成功发现并探明了我国首个中低阶煤煤层气田——鄂东煤层气田，高效建成了国家级煤层气产业示范基地，推动了非常规天然气的立体开发进程，实现了从浅层气到致密气再到煤岩气的突破。煤层气公司 2025 年油气当量突破 400 万吨，是国内最大的煤层气生产企业。

在科技创新方面，煤层气公司下属的国家工程研究中心充分发挥品牌专业优势，形成了处于世界领先水平的中低阶煤煤层气富集地质理论以及勘探开发技术系列，构建了深层煤岩气富集理论与效益开发关键技术系列，建成了我国首个支撑煤层气产业发展的国家级科技创新平台，成为国内首家承担国际能源标准化技术委员会和能源行业煤层气标准化技术委员会秘书处工作的石油企业，发布四项煤层气国际标准，提升了公司在国内外煤层气领域的影响力，成为引领煤层气产业发展的国家队和领头羊，正朝着年产百亿方目标稳步迈进，踏上高质量发展的快车道。