

一、候选人基本情况

姓 名	刘中民	职 称	研究员
从事专业	煤化工（催化剂及催化反应过程）	工作单位	中国科学院大连化学物理研究所
受教育情况： 1979. 9-1983. 7, 郑州大学, 获学士学位； 1983. 8-1986. 3, 中国科学院大连化学物理研究所, 获硕士学位； 1986. 3-1990. 12, 中国科学院大连化学物理研究所, 获博士学位。			

二、提名意见

提名者	辽宁省
<p>提名意见：</p> <p>刘中民面向国家战略需求，长期从事能源化工领域应用催化研究与技术开发，作为技术总负责人领导完成了多项创新成果并实现产业化，加速我国能源绿色多元供应体系的构建与实施，取得了世界瞩目的成就。2015年当选中国工程院院士，2019年当选国际分子筛协会理事会副主席。是现代煤化工技术创新和工业化的引领者，为我国能源化工的发展做出了历史性贡献。</p> <p>负责开发甲醇制烯烃（DMTO）技术，完成世界首次工业性试验并实现工业化，开创并引领了煤制烯烃战略性新兴产业，该技术已签订 26 套装置的专利技术实施许可合同（含出口一套），工业装置已投产 14 套，荣获 2014 年国家技术发明奖一等奖以及中国科学院杰出科技成就奖。负责开发甲醇制乙醇（DMTE）技术，实现全球首次煤经二甲醚羰基化制乙醇技术工业化，奠定了我国设计和建设百万吨级大型煤基乙醇技术基础，荣获 2018 年中科院科技促进发展奖。近年来，刘中民助力构建国家能源新体系，推动国家能源产业升级和区域经济发展，结合中科院与陕西、山东、山西、辽宁等多个区域的合作，整合能源化工领域的政产学研用全链条探索我国多能互补、融合发展的能源发展战略。为辽宁省区域经济发展做出重要贡献。</p> <p>刘中民学风严谨、求真务实、践行科学道德精神，潜心研究、勇于创新，服务国家重大需求，在国内外学术界和产业界享有良好的声誉。</p> <p>对照国家科学技术奖励条例，提名刘中民为 2020 年度国家最高科学技术奖候选人。</p>	

三、候选人的主要科学技术成就和贡献

刘中民面向国家战略需求，长期从事能源化工领域应用催化研究与技术开发，作为技术总负责人主持完成了多项创新成果并实现产业化，**加速我国能源绿色多元供应体系的构建与实施**，取得了世界瞩目的成就。获国家技术发明奖一等奖、国家科技进步奖一等奖、省部级科技特等奖（3项）等多项奖励，获何梁何利基金科学与技术创新奖、周光召基金会应用科学奖、中国催化成就奖、美国化学工程师协会（AIChE）绿色过程工程创新成就奖等国内外荣誉。2015年当选中国工程院院士，2019年当选国际分子筛协会理事会副主席。是现代煤化工技术创新和工业化的引领者，为我国能源化工的发展做出了历史性贡献。

（一）开发甲醇制烯烃（DMTO）技术，完成世界首次工业性试验并实现工业化，开创并引领了煤制烯烃战略性新兴产业。

烯烃是现代化学工业的基石，其传统生产技术依赖于石油资源。甲醇制烯烃是实现煤或天然气生产烯烃的关键核心技术，也是我国构建**能源绿色多元供应体系**、保障**能源安全**的重要战略方向。

1、研制成功甲醇制烯烃催化剂并实现工业化

催化剂是甲醇制烯烃的核心。国际上早期研究和大连化物所老一代科学家的工作，主要集中在 ZSM-5 分子筛催化剂和固定床反应工艺，但烯烃选择性较低（非水产物中乙烯+丙烯~65wt%）。刘中民于 1991 年确立了小孔 SAPO 分子筛工业应用发展方向。先后揭示了 SAPO-34 合成机理和分子筛晶粒内 Si 原子非均匀分布现象与原理；发明了多种 SAPO-34 合成新方法、晶粒大小与组成控制方法、快速合成方法及高收率的胺热合成方法；实现了 SAPO-34 分子筛组成及晶粒大小的精确控制合成和廉价快速合成。

详细研究了小孔 SAPO 分子筛合成、性质、催化性能之间的关系，发明了系列分子筛改性技术；解决了基质与 SAPO 分子筛复配及其惰性要求的难题，发展了流化催化剂制备工艺，研制成功了性能优异的催化剂（乙烯+丙烯最佳选择性~90wt%）。2005 年实现了 SAPO-34 分子筛工业放大合成和催化剂批量生产，指导合作企业建成世界首个甲醇制烯烃催化剂工厂并于 2008 年正式投产。

2、开发了甲醇制烯烃密相循环流化床工艺，完成了世界首次工业性试验并实

现首次工业化

对催化反应原理的深入认识是工艺开发的基础。刘中民对甲醇转化反应进行了系统的基础研究：首次在真实反应条件下发现多种正碳离子活性中间体；首次监测到第一个 C-C 键的形成过程，通过实验和理论研究揭示了反应机理；系统研究了分子筛组成、笼结构与反应活性中间体及产物选择性的关系，提出了反应网络模型，揭示了选择性控制原理。

基于对反应原理和特征的认识，结合催化剂特点，重点研究了全新的流化反应工艺；系统研究了催化剂积碳失活和烧碳再生原理、影响因素和工艺条件；建立不同类型的中试流化反应装置，详细对比研究稀相快速流化床反应（并流，逆流）和密相流化床反应，验证了密相循环流化反应-再生工艺的可行性；优化了工艺条件，提出了进一步放大的技术方案。

2005 年与陕西煤业化工集团公司合作，建设了世界首套万吨级甲醇制烯烃工业性试验装置。刘中民作为技术总负责人，制定了装置建设方案和试验方案，创新提出了利用反应放热快速升温的投料开工方案，全程负责和指导工业性试验。技术成果鉴定认为“装置规模和技术指标处于世界领先水平”。

采用 DMT0 技术的神华集团在包头建设了世界首套煤制烯烃生产线（60 万吨/年聚烯烃，国家示范项目）。刘中民作为专利许可方负责人，确定了总体技术方案，编制了 DMT0 设计基础数据，与洛阳石化工程设计有限公司合作编制了设计工艺包和操作指南；培训人员、审查设计，现场指导装置投料开工和优化调整操作。DMT0 工业装置于 2010 年 8 月投料试车一次成功，2011 年 3 月通过性能考核。实现了世界上首次煤制烯烃技术工业化“零”的突破。

3、持续创新，不断发展新一代甲醇制烯烃技术，始终保持该技术国际领先地位

在成功开发甲醇制烯烃工业化技术的基础上，刘中民提出了采用同一种催化剂进一步催化裂解 C₄ 以上烃类副产物制烯烃的 DMT0-II 技术方案，使乙烯、丙烯收率提高 10% 以上，并负责全程研究与开发。2014 年 12 月，蒲城清洁能源化工有限公司采用 DMT0-II 技术建设的 67 万吨/年煤制烯烃项目一次投料试车成功。

为持续保持我国在这一领域的国际领先地位，刘中民带领团队通过发展新一

代高效催化剂与高效流化床反应器，开发了第三代甲醇制烯烃技术（DMTO-III）并完成中试，将单套工业装置甲醇处理能力从 180 万吨/年提高到 300 万吨/年，同时生产每吨烯烃所需甲醇消耗降低 10%，进一步大幅度提高技术的经济性，近期进行工业化。

DMTO 系列技术开创并引领了煤制烯烃战略性新兴产业。基于 DMTO 技术在技术创新和产业化方面取得的杰出成就及其战略意义，该技术荣获 2014 年度国家技术发明奖一等奖。

（二）开发甲醇制乙醇（DMTE）技术，实现全球首次煤经二甲醚羰基化制乙醇技术工业化，奠定我国设计和建设百万吨级大型煤基乙醇技术基础。

乙醇是重要的基础化学品，也是世界公认的优良汽油添加剂。2019 年，全世界燃料乙醇产量约 8000 万吨，而我国仅为 338 万吨，主要利用粮食进行生产。2018 年，我国汽油消费量为 13888 万吨，2019 年，我国汽油消费量约为 14000 万吨，到 2020 年，国内将实现乙醇汽油全覆盖，按 10% 燃料乙醇添加到汽油中，存在千万吨级的缺口。

长期以来，利用化石资源生产乙醇一直是全世界努力的目标。刘中民提出煤经二甲醚羰基化制乙酸甲酯及其加氢制乙醇的工艺路线。此路线可以直接生产无水乙醇，是一条独特的环境友好新型技术路线。该技术攻克了合成气转化领域中保留 C-O 键同时控制 C-C 链增长的科学难题，解决了复杂反应体系中强放热反应的传质传热问题，开发出高效反应工艺，并实现了世界首次工业化。

此项技术包含二甲醚羰基化反应制乙酸甲酯和乙酸甲酯加氢制乙醇两部分。

1. 在二甲醚制乙酸甲酯工艺中，实现了丝光沸石分子筛的定向合成，有效控制活性中心在不同孔道中的分配，突破分子筛催化羰基化反应低活性、低稳定性的瓶颈，开发出高效的二甲醚羰基化催化剂。2016 年，二甲醚羰基化催化剂实现工业化生产。

2. 在乙酸甲酯加氢制乙醇工艺中，利用新概念反应器有效解决了合成过程中物料沉淀放热及偏析难题，制备出结构均一、形态可控的高活性长寿命加氢催化剂，并完成了加氢催化剂的工程放大及工业化制备，2016 年实现工业化生产。

3. 提出甲醇制乙醇的工艺路线，为大规模工业化奠定基础。分子筛催化羰基化

是全新的反应过程，无工业化先例可参考。由于羰基化反应的强放热反应，导致反应极易失控。基于对反应原理和特征的认识，结合催化剂特点，提出了工业化反应器设计及工艺方案，成功应用于工业化甲醇制乙醇装置。

2017 年与延长石油集团合作，刘中民作为技术总负责人，成功开发了世界上首套“10 万吨/年合成气制乙醇工业示范项目”装置开车成功，为我国设计和建设百万吨级煤制乙醇装置奠定了基础，该技术荣获 2018 年度中国科学院科技促进发展奖。

（三）助力构建国家能源新体系，推动国家能源产业升级和区域经济发展。

1、加快技术的推广应用，引领现代煤化工技术的工业化发展

刘中民负责开发的 DMT0 系列技术，目前已经签订了 26 套装置的技术实施许可合同，烯烃产能达 1525 万吨/年(约占全国 1/3)，预计可拉动上下游投资超 3000 亿元，新增产值 1500 亿元。已投产的 14 套工业装置，烯烃（乙烯+丙烯）产能达 776 万吨/年，每年新增产值超过 800 亿元。这些项目的实施开拓并引领了我国煤制烯烃战略性新兴产业，有效促进了我国烯烃产业结构的优化调整。负责开发的 DMTE 技术，目前已成功签订技术实施许可合同 4 套，乙醇产能达 150 万吨/年(约占全国 1/2)，新增产能将有效满足我国对燃料乙醇的巨大需求，开创燃料乙醇供应多元化的新局面，加快我国乙醇汽油的推广步伐，对保障我国能源安全、煤炭清洁化利用以及缓解大气污染等具有重要的战略意义。此外，刘中民负责开发的多项新技术，如丙烯水合制异丙醇技术（2 套工业化装置，合计年产能 8 万吨）、醋酸仲丁酯合成技术（1 套工业化装置，年产能 5 万吨）、甲醇制二甲醚技术（1 套工业化装置，年产能 5 万吨）等，均已实现产业化。

刘中民作为技术总负责人，通过长期不断的执着努力，截止目前，各项技术通过技术实施许可已有 24 套装置顺利实现投产，每年创造产值近 1000 亿元，引领了我国现代煤化工技术的工业化发展，对国家能源产业的升级、新旧动能的转化、地方区域经济发展做出了显著贡献。

2、创新性提出多能融合互补的清洁能源发展策略。

为深入贯彻落实习近平总书记关于“能源革命”的重要论述和党的十九大关于“构建清洁低碳、安全高效的能源体系”的战略要求，针对我国现有能源体系

各系统相对独立，整体效率不高等问题与挑战，在中科院的大力支持下，刘中民从能源系统顶层设计角度出发，创新性提出了多能融合互补的清洁能源发展策略，重点突破以煤经甲醇、合成气为平台化合物的能源化学品合成新技术，推动煤化工与石油化工融合发展；发展清洁能源多能互补与规模应用的关键技术，形成以储能为枢纽的多能互补体系；利用可再生能源、高温核能等制取低碳氢，与二氧化碳耦合制取油品和化学品，以产氢和用氢为纽带，实现能源总体上的低碳化。领导实施了中科院“变革性洁净能源关键技术与示范”战略性先导科技专项，组织开展跨学科、全方位和高强度的协调创新，通过突破能源种类之间互补及耦合利用的核心技术，实现化石能源/可再生能源/核能的融合发展，率先示范及构建多种能源互补融合的新型能源系统，加快推进能源革命。

3、领航能源科技“集团军”，推动多能融合区域示范基地建设

刘中民系统筹划并领导建设了中科院洁净能源创新研究院，集合了中科院能源领域 20 余个研究所的优势力量，组建了能源科技“集团军”。参照国家实验室体制机制先行先试，构建了“1+X+N”开放融合的创新组织体系，充分发挥交叉及建制化优势，突破体制机制壁障，形成了推动科技创新强大合力，强化了国家战略科技力量，逐渐成为构建国家能源新体系的创新源头。

刘中民积极部署并领导推动多能融合区域示范基地建设。依托典型区域能源资源特色和产业结构特点，构建多能融合示范基地，探索建立创新链和产业链相互贯通、政产学研用协同创新、成果互利共享的新型机制，促进多能融合技术率先集成示范并推广应用。近年来，刘中民全力推动中科院与陕西省、榆林市共创榆林国家级能源革命创新示范区，依托洁净能源创新院，加快促进洁净能源先导专项产出的等一批重大科技成果在榆林示范和转化，打造以多能融合大型集成示范为核心的产业化示范基地，为我国构建清洁低碳、安全高效能源体系作出先行示范；刘中民全力推动中科院与山东省、青岛市共建山东能源研究院，依托洁净能源创新院，打造集前沿技术研发、人才集聚培育、优势产业育成和科技创新服务为一体的国际一流创新平台，为山东省新旧动能转换提供核心技术与关键人才支撑，加快完善山东能源创新体系。

（四）近 5 年的主要工作和贡献

近五年来，刘中民积极推进甲醇制烯烃（DMTO）技术创新和工业化，持续引领煤制烯烃战略性新兴产业的发展；开发甲醇制乙醇（DMTE）技术，实现全球首次煤经二甲醚羰基化制乙醇技术工业化，奠定了我国设计和建设百万吨级大型煤基乙醇技术基础。同时，刘中民积极探索我国多能互补、融合发展的能源发展战略，结合中科院与陕西、山东、山西、辽宁等多个区域的合作，发挥能源化工领域的政产学研用全链条优势，推动国家能源产业升级和区域经济发展，以区域示范促进构建国家能源新体系。

代表性课题或成果介绍

序号	代表性课题或成果简介
1	甲醇制低碳烯烃系列技术工业应用：完成世界首次工业性试验和首次工业化。截至目前，技术实施许可 26 套装置（含出口一套），烯烃规模 1525 万吨/年，拉动投资 3000 亿元。已投产 14 套装置，烯烃产能 776 万吨/年，年产值超过 800 亿元。
2	甲醇制烯烃催化剂及工业化：发明了分子筛合成新方法，研制成功甲醇制烯烃催化剂，发展了流化催化剂制备工艺，完成了 SAPO-34 分子筛和甲醇制烯烃催化剂工业放大。技术许可建设了世界首个甲醇制烯烃催化剂工厂。
3	甲醇经二甲醚羰基化制乙醇技术工业应用：完成全球首次煤基乙醇技术工业化。截至目前，该技术已成功签订技术实施许可合同 4 套，乙醇产能 150 万吨/年。对保障我国能源安全和粮食安全、煤炭清洁化利用以及缓解大气污染等具有重要意义。
4	丙烯水合制异丙醇技术工业应用：打破了我国异丙醇生产技术三十年停滞不前的状态及国外公司的技术垄断和封锁。已投产 2 套装置，产能为 8 万吨。2017 年成套技术已出口至印度，将建设世界上同类技术规模最大的异丙醇生产装置。
5	中国科学院“变革性洁净能源关键技术与示范”战略性科技先导专项，刘中民作为专项首席科学家，旨在实施变革性的关键技术突破与示范，为构建我国清洁低碳、安全高效的能源体系提供支撑，以满足我国能源可持续发展需求。