

技术发明奖公示：

项目名称	高效纳米金属催化剂的创新及其在绿色化工中的工业应用
推荐单位 (推荐专家)	中国科学院
推荐单位 意见	<p>本单位确认推荐材料真实有效，确认相关栏目符合填写要求。</p> <p>本项目属于化学工程中工业催化学科，包括工业化生产项目和工业示范项目。本项目研制了一系列高效纳米金属催化剂，该系列催化剂具有高活性、选择性和稳定性；整个生产工艺科学合理，具有先进性；工业化装置具有较低的综合能耗和产品品质高等较大的优势；主要产品的质量达到世界领先水平。本项目包括了我国第一套自主设计并拥有自主知识产权的 MEA 法绿色生产乙撑胺工业化项目、第一套万吨级对苯二甲酸二甲酯(DMT)加氢制备 1.4-环己烷二甲醇(CHDM) 工业化生产项目、醋酸和丙烯酯化加氢制备乙醇和异丙醇工业化生产项目以及国内首次完成的合成气制乙醇工业示范项目和钴基催化剂浆态床费托合成气制油的工业示范项目。该项目工业化的成功标志着我国已经打破了国外公司在重要精细化工中间体(乙撑胺系列产品和聚酯新材料单体)的绿色清洁生产技术的垄断，填补了国内技术空白，促进了我国的重大化工原料乙醇和异丙醇的质量和技术的升级、以及一碳化学高值转化利用，为企业创造可观的经济效益，并带来显著的社会效益，对我国加快转变经济发展方式、加快产业结构优化升级、培育战略性新兴产业，走创新驱动和内生增长道路做出重要贡献。</p> <p>鉴于该项目重大的科学意义和社会效益，建议给与国家技术发明奖。</p>
项目简介	<p>该项目聚焦国家和行业关键技术需求，针对我国重要精细化工中间体(乙撑胺系列产品和聚酯工程材料单体原料)绿色清洁生产技术的空白，重大化工原料乙醇和异丙醇的质量和技术的升级、以及合成气高值转化利用的迫切需要，自主开发了一系列高效纳米负载金属催化剂及其反应工艺，应用于乙醇胺临氢氨化生产乙撑胺、对苯二甲酸二甲酯(DMT)加氢生产 1.4-环己烷二甲醇(CHDM)以及醋酸和丙烯酯化及其加氢生产乙醇和异丙醇的清洁高效生产，完成了醋酸加氢制乙醇工业和钴基催化剂浆态床合成气直接制柴油的工业示范，年产值总计超过 20 亿元。本项目已经申请了专利 80 多件，其中申请国际专利 14 件，已授权专利 16 件，其中国际专利 2 件。</p> <p>该项目主要集中在一系列高效纳米催化剂及其工程化关键技术的研究。催化剂的研究包括核心催化剂的设计、筛选和催化剂的放大和工业制备。采用原子尺度控制制备技术实现活性金属纳米级分散和在反应器中原位实现纳米金属晶型的转变从而获得高活性和选择性，利用纳米晶粒间界面催化作用稳定纳米晶粒，解决了催化剂工业生产过程中由于热效应等导致的活性金属组分晶粒长大等技术难题。结合所内现有的分子筛膜脱水技术实现生产过程高效节能，开发了无溶剂的绿色环保复杂体系精馏技术。在此基础上，实现了催化剂核心技术和工艺关键技术的有机集成。形成具有自主知识产权的成套工艺，实现绿色化工生产。</p> <p>具体地说，乙撑胺项目中乙二胺选择性高达 80%以上(BASF 选择性在 65%左右)，催化剂寿命长达 5 年左右(BASF 催化剂寿命为 1.5 年左右)，主产物乙二胺的纯度(99.9%以上)。CHDM 项目建成了我国第一套、世界第二大的 2 万吨级 CHDM 工业化生产装置，产品指标已达到国际先进水平，将有力地促进国内空白的聚酯新材料(尤其是高档工程塑料)产业的发展。醋酸和丙烯酯化及其加氢项目中生产的乙醇纯度>99.95%(可应用于高档化妆品工业)，异丙醇纯度>99.93%，为世界上第一套同时生产乙醇和异丙醇的工业化装置，实现原子经济性的工业化生产。醋酸加氢制乙醇与分子筛膜脱水技术的有机集成。与现有的工业化技术相比，在相近的能耗和物耗下，我们的产品为纯度>99.7%</p>

	<p>无水乙醇，而美国 Celanese 乙酸加氢的产品是 95%的乙醇。合成气制油工业示范项目在世界上首次实现了活性炭负载的钴基催化剂直接生产高品质柴油。上述项目有些打破了跨国公司对该技术的垄断，填补了国内技术空白，有些为世界首创，有些技术实现了整套自主技术的出口，乙撑胺技术与印度公司签订了技术许可合同，带动我国大量的机电等产品出口。</p> <p>该团队研发的一系列高效纳米金属催化剂及其技术集成与创新，解决了制约行业发展的技术难题。产学研用紧密结合，加速成果产业化进程，实现多项自主技术的工业应用，为化学工业的可持续发展提供技术支撑，推动相关行业科技进步和核心竞争力的提升，促进重要精细化工和合成气工业的可持续发展，创造了重大经济效益和社会效益。</p>
<p>客观评价</p>	<p>2010 年 3 月 24 日，由辽宁省科学技术厅组织，中科院沈阳分院主持召开了“一乙醇胺临氢氨化制乙二胺催化剂及其工艺研究工业性中试”成果鉴定会。鉴定意见：所开发的催化剂具有双金属活性中心的新结构，制备工艺简单，重复性好，催化性能优越。完成万吨级一乙醇胺临氢氨化制乙二胺工艺包设计，并具备为万吨级装置提供催化剂的工业生产能力。该催化剂具有独创性，在较温和的条件下表现出优异的催化性能，达到国际先进水平，部分指标国际领先。2015 年 6 月 30 日，由中国石油和化学工业联合会组织，召开了由大连化学物理研究所承担的“3 万吨/年 MEA 法生产乙撑胺的工业化”成果鉴定会，专家认为“该技术创新性强，整体技术达到国际先进水平，其中反应压力和 EDA 选择性指标达到国际领先水平”。</p>

山东联盟化工股份有限公司、大连康宇化工有限公司、凯凌化工(张家港)有限公司、江苏索普集团公司和延长石油集团榆林煤化公司采用本项目研发的技术进行了工业化生产或工业示范生产。具体结果请见下表:

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
大连康宇化工有限公司	一乙醇胺临氢氨化制乙二胺的催化剂	2010-2015	陈忠义 13909860600	50立方工业催化剂,经济效益436.5万元
山东联盟化工股份有限公司	乙醇胺临氢氨化制乙撑胺成套技术	2011-2015	刘志臣 18053636618	10kt/年,已连续运行4年,年产值>2亿元/年
中国科学院大连化学物理研究所	乙醇胺临氢氨化制乙撑胺	2010-2015	张晨 13889623251	系列催化剂和技术,经济效益5650万元
中国科学院大连化学物理研究所	乙醇胺临氢氨化制乙撑胺(许可印度)	2016-至今	张晨 13889623251	印度技术许可费为138万美元,催化剂费用480万美元
山东联盟化工股份有限公司	乙醇胺临氢氨化制乙撑胺成套技术	2015-至今	刘志臣 18053636618	规模30kt/年,已连续运行31个月,年产值>6亿元/年
凯凌化工(张家港)有限公司	对苯二甲酸二甲酯加氢制备1,4-环己烷二甲醇技术	2014-至今	唐华友 13915465552	规模20kt/年,年销售在3000吨左右。年产值>0.7亿元/年
中国科学院大连化学物理研究所	对苯二甲酸二甲酯加氢制备1,4-环己烷二甲醇技术	2014-2015	张晨 13889623251	系列催化剂和技术,经济效益1262.5万元
凯凌化工(张家港)有限公司	醋酸和丙烯酯化加氢制备乙醇和异丙醇技术	2015-至今	唐华友 13915465552	规模150kt/年,年产值>10亿元
中国科学院大连化学物理研究所	醋酸和丙烯酯化加氢制备乙醇和异丙醇技术	2014-2015	张晨 13889623251	系列催化剂和技术,经济效益2450万元
江苏索普集团公司	合成气经醋酸及其加氢制乙醇工业示范项目	2016-至今	邵守言 13952852832	规模30kt/年工业示范,计划进行工业装置的建设。
中国科学院大连化学物理研究所	合成气制乙醇工业示范项目	2014-2015	张晨 13889623251	系列催化剂和技术,经济效益280万元
延长石油集团榆林煤化公司	费托合成气制油的工业示范项目	2015, 现在装置整改	冯成海 13319129936	规模150kt/年工业示范。
中国科学院大连化学物理研究所	费托合成气制油的工业示范项目	2014-2015	张晨 13889623251	系列催化剂和技术,经济效益7475

推广应用情况

主要知识产权目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种在临氢条件下 一乙醇胺和氨转化 为乙二胺的催化剂	中国	ZL20091023 7770.7	2012- 10-30	1055177	中科院大 连化物所	丁云杰, 吕元, 严丽, 程显波
2	发明专利	Activated carbon supported cobalt conversion of synthesis gas to diesel fuel	美国	US 10/034,206 US6720283	2002-01 -30		中科院大 连化物所	丁云杰, 马文 平, 林励吾
3	发明专利	一种由乙酸气相加 氢制备乙醇的方法	中国	ZL201110072 120.9	2015- 03-4	1596507	中科院大 连化物所	丁云杰, 严丽, 王涛, 马立新
4	发明专利	一种用于合成乙撑 胺的催化剂及制备 乙撑胺的方法	中国	ZL20121010 8743.1	2013- 10-30	1293999	中科院大 连化物所	严丽, 丁云杰, 吕元, 程显波, 马立新
5	发明专利	一种气-液-固三相 反应器及其应用	中国	ZL201110331 965.5	2014- 09-17	1484352	中科院大 连化物所	陈曙光, 安 丽华, 丁云杰
6	发明专利	一种以乙醇胺和氨 为原料制备乙二胺 的方法	中国	ZL201110416 319.9	2015- 05-20	1484352	中科院大 连化物所	陈曙光, 丁云 杰, 安丽华, 吕 元, 严丽
7	发明专利	合成气制重质烃的 蛋壳型催化剂及其 制备方法和应用	中国	ZL200810116 738.9	2011- 05-11	776684	中科院大 连化物所	丁云杰, 李经 伟, 吕元, 马立 新

8	发明专利	用于由合成气选择制备柴油馏分段烷烃的催化剂及其制备	中国	ZL01136889.6	2005-02-23	196830	中科院大连化物所	丁云杰, 马文平, 林励吾
9	发明专利	Process for direct synthesis of diesel distillates with high quality from synthesis gas through Fischer-Tropsch synthesis	美国	US 10/052,485 US6765025	2004-07-30		中科院大连化物所	丁云杰, 马文平, 吕元, 林励吾
10	实用新型	一种气-液-固三相反应器	中国	ZL20112041697.6	2012-12-12	2571239	中科院大连化物所	陈曙光, 安丽华, 丁云杰
主要完成人情况表		<p>姓名、排名、职称、工作单位、完成单位、对本项目技术创造性贡献、曾获国家、省科技奖励情况</p> <p>丁云杰、1、研究员、大连化物所、大连化物所, 项目负责, 工艺, 催化剂 陈曙光、2、正高级工程师、大连化物所、大连化物所、工艺包编制与实施 严丽、3、研究员、大连化物所、大连化物所、反应工艺研究 吕元、4、研究员、大连化物所、大连化物所、催化剂研制 朱何俊、5、研究员、大连化物所、大连化物所、催化剂研制 王涛 6、研究员、大连化物所、大连化物所反应工艺研究</p>						
完成人合作关系说明		<p>中国科学院大连化学物理研究所的丁云杰研究员、严丽研究员和吕元研究员在 2008 年-2015 年, 共同合作进行了乙醇胺临氢氨化制乙撑胺催化剂的研制及其反应工艺的研究, 研究工作包括实验室小试, 立升级催化剂装量单管放大实验室模试以及在山东联盟化工股份有限公司的侧线单管工业性中试, 为一乙醇胺临氢氨化制乙撑胺工业化装置工艺包的编制提供坚实关键数据; 2011 年和 2015 年丁云杰研究员, 严丽研究员, 吕元研究员等参与了 1 万吨/</p>						

年一乙醇胺临氢氨化制乙撑胺工业化装置和 3 万吨/年一乙醇胺临氢氨化制乙撑胺工业化装置的投料生产。

中国科学院大连化学物理研究所的陈曙光教授级高级工程师和丁云杰研究员等在 2009 年-2010 年和 2014 年，参与了 1 万吨/年一乙醇胺临氢氨化制乙撑胺工业化装置的工艺包和 3 万吨/年一乙醇胺临氢氨化制乙撑胺工业化装置的工艺包的编制和首次现场投料生产；2011-2015 年，陈曙光教授级高级工程师和丁云杰研究员参与了 DMT 加氢制 CHDM、醋酸和丙烯酸酯化及其加氢制乙醇和异丙醇工业化装置的工艺包的编制和首次现场投料生产。

中国科学院大连化学物理研究所的丁云杰研究员、严丽研究员和王涛研究员共同合作进行了醋酸加氢制乙醇工业催化剂的研制及其反应工艺的研究，研究工作包括实验室小试和放大试验，为醋酸加氢制乙醇工业示范装置的工艺包的编制提供坚实关键数据；2016 年，丁云杰研究员、严丽研究员和王涛研究员参与了醋酸加氢制乙醇工业示范装置的投料生产。

中国科学院大连化学物理研究所的丁云杰研究员和王涛研究员共同合作进行了 DMT 加氢制 CHDM 催化剂的研制及其反应工艺的研究，研究工作包括实验室小试和放大试验，为 2 万吨/年 DMT 加氢制 CHDM 工业化装置工艺包的编制提供坚实关键数据；2015 年丁云杰研究员和王涛研究员等参与了 2 万吨/年 DMT 加氢制 CHDM 工业化装置的投料生产。

中国科学院大连化学物理研究所的丁云杰研究员、朱何俊研究员和吕元研究员共同合作进行了钴基催化剂浆态床合成气直接制柴油催化剂的研制及其反应工艺的研究，研究工作包括实验室小试和立升级催化剂装量放大试验，为 15 万吨/年钴基催化剂浆态床合成气制油工业示范装置的工艺包编制提供坚实关键数据；2015 年丁云杰研究员和朱何俊研究员等参与了 15 万吨/年钴基催化剂浆态床合成气制油工业示范装置的投料生产。