

## 2023 年度辽宁省科学技术奖（科技进步奖）公示材料

项目名称	溶剂热化学反应重构钒钛氧化物合成及产品化应用技术							
提名者	沈阳化工大学							
申报等级	辽宁省科学技术进步奖一等奖							
项目简介	<p>溶剂热化学反应融合热、反应和流动传递，不仅要素间相互作用，且众多特性反应互为条件、交互作用，可对液相中合成材料的结构、表面官能团、一次粒径进行调控。本项目在国家 863、科技部重大国际合作、科学院战略先导专项及产业服务发展等科技计划项目的支持下，经过 10 余年持续科学研究和技术开发，基于溶剂热化学对钒钛氧化物进行重构，制备了具有丰富表面结构特征的钒钛氧化物催化剂，应用于含硫、高湿、低温工业炉窑的燃烧烟气脱硝净化过程。</p> <p>该催化剂制备方法突破了“钛钨粉制备 + 干粉混炼陈腐负载”生产结构化蜂窝脱硝催化剂的常规技术路线限制，发现“偏钛酸溶剂热反应制备二氧化钛基催化剂载体、并同时保持一次纳米粒子形态、提升粒子堆积密度和保留粒子表面羟基官能团而形成优良成型性能”的<b>反应机理</b>，促进活性组分分散、增强载体与活性组分相互作用、改善催化性能；<b>原创</b>无需使用钛钨粉的“偏钛酸/有机钒盐溶剂热化学法负载制备组分高度分散/一次粒子化催化剂浆料 + 催化剂浆料直接挤出成型/浆料分散涂敷成型制备结构化蜂窝体催化剂与柔性脱硝滤料”的<b>生产新工艺</b>（获得美国、日本专利）；<b>创制</b>具有“200-400℃宽温度活性、高抗湿抗冲击强度、强抗硫中毒能力、端面开孔数可高达 40×40”的<b>新一代烟气脱硝蜂窝体催化剂</b>与 180-260℃范围多功能（脱硝、脱二噁英、除尘）催化滤料，<b>建成运行 3000 立方/年新一代结构化脱硝催化剂生产线与 10 万平柔性催化滤料生产线</b>；针对焦化、烧结、转底炉、石灰窑等工业炉窑的含硫高湿低温烟气，<b>开发“集成碳酸氢钠干法喷吹脱硫脱酸技术和除尘一体化低温脱硝反应器”的烟气深度净化成套技术方案与工艺装备</b>。</p> <p>2016 年至今在鞍钢、攀钢、新天铁、美锦能源等大中型企业推广应用 180 余套工程、安装新一代催化剂产品近 10000 方，并对日本输出高性能粉末脱硝催化剂，直接经济产值近 74 亿元（合同额）。已完成应用工程年处理工业燃烧烟气超 3000 亿 Nm<sup>3</sup>，支撑年产值 3000 亿元的 7000 万吨焦炉、5500 平米烧结炉等的清洁生产，年减排 150 万吨 NO<sub>x</sub>、120 万吨 SO<sub>2</sub>、30 万吨粉尘，成为了焦化、钢铁行业烟气脱硝的重要品牌技术和产品，在重点产业聚集区，如山西孝义占其焦化总装容量 50%以上，经济社会效益十分显著。成果获美国、日本专利各 1 项、中国发明专利 39 项，发表学术论文 69 篇，行业规范与标准两项，科学发现获得高度关注、单篇最高引用 230 余次。中国石油和化学工业联合会组织鉴定的意见：<b>技术创新性强，宽温结构化脱硝催化剂制备技术达到国际领先水平</b>。</p>							
主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）								
知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
专利	表面堆積型ハリカム状排煙脱硝触媒	日本	特願 2014-5130 21	2012	特願 2014-5130 21	中国科学院过程工程研究所	Yu Jian; Guo Feng; Yang Juan; Wang Yin;	授权

	の製造方法						Dong Li; Gao Shiqiu; Xu Guangwen	
专利	Surface deposition type honeycomb catalyst for flue gas denitrification and preparation method thereof.	美国	US9446385 B2	2014	US0094463 85B2	中国科学院过程工程研究所	Jian Yu, Feng Guo, Juan Yang, Yin Wang, Li Dong, Shiqiu Gao, Guangwen Xu.	授权
专利	一种基于偏钛酸的烟气脱硝催化剂的制备方法.	中国	ZL2015103 94283. 7	2019	3386130	中国科学院过程工程研究所	余剑, 郭凤, 甘丽娜, 许光文	授权
专利	一种制备脱硝催化剂用钛钨粉的方法	中国	ZL2013107 38989. 1	2017	2646880	中国科学院过程工程研究所	余剑, 杨娟, 郭凤, 甘丽娜, 许光文	授权
专利	工业烟气干式低温协同除尘脱硫脱硝除汞一体化装置及工艺	中国	ZL2016103 47319. 0	2018	3090561	安徽威达环保科技股份有限公司	解彬, 李义新	授权
专利	一种表面沉积型蜂窝状烟气脱硝催化剂及其制备方法	中国	ZL2011101 49575. 6	2013	1246345	中国科学院过程工程研究所	余剑, 郭凤, 杨娟, 汪印, 董利, 高士秋, 许光文	授权
专利	一种金属载体整体式催化剂过渡涂层浆液、过渡涂层及其制备方法	中国	ZL2017103 48690. 3	2019	3552712	中国科学院过程工程研究所	郭凤, 余剑, 李长明	授权
标准	焦炉烟气 SDS 干法脱硫联合 SCR 脱硝技术	中国	YB/T 4863-2020	2020	ICS 77-010	鞍钢集团工程技术有限公司	冯占立; 常治铁; 张庆文; 刘莉等	实施

	规范								
专利	一种脱硝和英二超细纤维复合功能滤料及其制备方法	中国	ZL201510387273.0			营口市洪源玻纤科技有限公司	辽宁新鸿源环保材料有限公司	宋朋泽, 鞠东升	授权
专利	一种宽温蜂窝陶瓷体、制备方法及其用途	中国	ZL201510098302.1	2019	3332538		中国科学院过程工程研究所	甘丽娜, 余剑, 郭凤, 杨娟, 唐诗白, 许光文	授权
专利	一种干熄焦预存段循环烟气脱硫除尘净化装置	中国	ZL201811509982.1	2023	6333597		鞍钢集团工程技术有限公司	张庆文, 常治铁, 刘莉, 郭普庆, 周航, 李修梅, 张鹏, 李腾渊, 刘立刚	授权

主要完成人	排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
	1	许光文	教授	沈阳化工大学	沈阳化工大学	技术方向提出与项目立项、学术及技术指导
	2	余剑	副研究员	中国科学院过程工程研究所	中国科学院过程工程研究所	技术研发实施, 宽温结构化催化剂及制备技术创新
	3	李长明	副教授	北京工商大学	中国科学院过程工程研究所	催化剂焦化应用中试与技术
	4	纪永军	教授	北京工商大学	北京工商大学	活性组分分散与催化性能强化基础
	5	韩振南	教授	沈阳化工大学	沈阳化工大学	催化剂制备基础研究
	6	解彬	工程师	安徽威达环保科技有限公司	安徽威达环保科技有限公司	中低温烟气净化技术方案、装备与工程开发于应用
	7	常治铁	高级工程师	鞍钢集团工程技术有限公司	鞍钢集团工程技术有限公司	低温烟气 SDS 脱硫工艺开发
	8	宋朋泽	高级工程师	辽宁新洪源环保材料有限公司	辽宁新洪源环保材料有限公司	尘硝一体化催化滤料开发与应用
	9	黄乃金	工程师	安徽威达环保科	安徽威达环保科	宽温结构化催化剂

				技科技有限公司	技科技有限公司	的示范生产
	10	张庆文	高级工程师	鞍钢集团工程技 术有限公司	鞍钢集团工程技 术有限公司	低温烟气净化工程 应用
	11	朱传强	高级工程师	中国科学院过程 工程研究所	中国科学院过程 工程研究所	低温脱硝催化剂应 用技术开发
<b>主要完 成单位</b>	沈阳化工大学、鞍钢集团工程技术有限公司、安徽威达环保科技股份有限公司、中国科学院过程工程研究所、辽宁新洪源环保材料有限公司、北京工商大学					
<b>完成人 合作关系 说明</b>	十一位参与人员围绕烟气脱硝核心产品（宽温结构化催化剂、催化滤料）研制基础、产品产业化、工业化示范应用与装备技术研制等展开合作，其中沈阳化工大学、中国科学院过程工程研究所与企业展开合作，参与了重点研发计划项目，签署了相关合作开发合同；北京工商大学与广东工业大学参与项目的基础研究工作，共同发表了相关论文。					