

# 贵州省科学技术奖公示材料

**项目名称：**燃煤工业锅炉循环流化床半干法超低排放控制技术与应用

**推荐专家/单位及推荐等级：**贵州大学；科技进步奖一或二等奖

**项目简介：**

我国是世界上最大的煤炭消耗国，2022年，我国煤炭能源消费约54.1亿吨标准煤，其中工业煤炭消费占总量的95%以上。煤炭燃烧过程会产生大量的二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、颗粒物等大气污染物。工业锅炉是仅次于火电厂燃煤大户，排放的SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物带来了严重的环境问题。近十年来，随着国民环保意识提高，锅炉烟气排放标准不断加严，实现工业锅炉烟气多污染物超低排放具有十分重要的意义。

在国家863计划、国家自然科学基金以及贵州省科技计划等项目的支持下，项目组历经多年科技攻关，基于多污染高效治理的控制理念，研发了基于循环流化床半干法的覆盖颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等多种污染物的超低排放控制技术，为工业锅炉企业开辟了系统性烟气治理方案，为全行业提标改造提供可靠的技术途径。该项目具有以下科技创新：

**(1) 研发出基于循环流化床半干法的增效脱硫技术：**基于脱硫技术由“湿”到“干”的发展趋势，以循环流化床半干法为基础，突破了钙基脱硫剂利用率不高、传质不均匀，脱硫效率不高、成本大的技术问题，研究了循环流化床半干法增效脱硫技术，实现工业锅炉烟气SO<sub>2</sub>超低排放。

**(2) 研发出耐水耐硫抗碱金属中毒的SCR技术：**针对工业锅炉烟气高含水量、含有大量SO<sub>2</sub>以及碱性金属粉尘特征，研究了传统商业V-W/Ti脱硝催化剂催化活性、耐水性、耐硫性以及抗碱金属中毒性能，揭示了工业锅炉烟气复杂气氛下的反应机制。考虑到V具有生物毒性，为减少甚至避免对环境的影响，通过掺杂改性设计出低V含量且高催化活性的催化剂。

**(3) 研发了颗粒物高效捕集技术：**锅炉烟气中颗粒物排放浓度高，颗粒物中可凝结颗粒物占有较高比例，水溶性离子含量较高。针对锅炉烟气颗粒物排放特征，团队揭示了复杂气氛下的颗粒物运动规律，探究了细颗粒物的电凝并行为和规律。研发了布袋、电袋复合、无机陶瓷膜除尘的高效捕集技术，增强了细颗粒

物的捕集，实现了低阻高效除尘。

**(4) 为工业锅炉烟气多污染物超低排放提供了系统性解决方案：**结合工业锅炉生产工艺和烟气排放特征，集成构建了“循环流化床半干法脱硫+SCR 脱硝+除尘（布袋、电袋复合、无机陶瓷膜除尘）”的燃煤工业锅炉多污染物超低排放技术，实现颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等多种污染物的超低排放，为工业锅炉烟气多污染物超低排放提供了系统性解决方案和应用案例。

该项目共获授权发明专利 10 项，发表论著 33 篇，其中 SCI 论文 23 篇。项目成果已在贵州芭田生态工程有限公司、山西恒光热力、新疆锦龙电力、衡水中科信能源等企业完成技术推广应用，取得了显著的经济、社会和环境效益。

#### 主要知识产权和标准规范等目录：

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
发明专利	一种金红石相固溶体脱硝催化剂及制备方法及应用	中国	ZL202110538755.7	2022年8月12日	5375038	贵州大学	田蒙奎, 谭义凤, 赵冰, 李帆, 薛锦	有效专利
发明专利	一种铝铈复合氧化物催化剂及制备方法及应用	中国	ZL202110538776.9	2022年8月16日	5386478	贵州大学	田蒙奎, 李帆, 谭义凤, 赵冰, 李茂坤	有效专利
发明专利	一种整体式催化剂及制备方法及应用	中国	ZL202110538751.9	2022年8月12日	5380137	贵州大学	田蒙奎, 赵冰, 谭义凤, 李帆, 李茂, 坤, 陈玟霖	有效专利
发明专利	一种黑磷@二氧化钛负载贵金属复合材料及其制备方法	中国	ZL2021010478179.7	2021年7月13日	4546975	贵州大学	田蒙奎, 陈猛, 段英男, 安银敏	有效专利

发明专利	一种陶瓷微通道的封装方法	中国	ZL201910729759.6	2021年11月26日	4816197	贵州大学	田蒙奎, 刘润阳	有效专利
发明专利	用于净化燃煤烟气的整体式电袋复合除尘器及除尘方法	中国	ZL201610086339.7	2018年04月13日	2881078	中国科学院过程工程研究所	朱廷钰, 王雪	有效专利
发明专利	一种应用于电袋除尘器的复合导流内构件	中国	ZL201410123025.0	2015年09月30日	1802933	中国科学院过程工程研究所	朱廷钰, 王雪, 张晓曦	有效专利
发明专利	一种非均匀板线电除尘方法及组件和电除尘器	中国	ZL201611207147.3	2019年04月05日	3319770	中国科学院过程工程研究所	朱廷钰, 王雪	有效专利
发明专利	一种低钒脱硝、脱汞、脱二噁英催化剂及其制备方法和应用	中国	ZL201911047173.8	2020年12月04日	4131999	中国科学院过程工程研究所	朱廷钰, 刘霄龙, 秦玉, 刘法高, 赵紫薇	有效专利
发明专利	一种全尺寸SCR脱硝催化剂评价系统及方法	中国	ZL201811544866.3	2021年03月12日	4294380	中国科学院过程工程研究所	朱廷钰, 刘霄龙, 张诚, 李二伟, 宁汝亮	

**主要完成人:** 田蒙奎, 刘霄龙, 陶文亮, 王军, 杨万亮, 王雪, 冷为贵

**主要完成单位:** 贵州大学, 中国科学院过程工程研究所, 贵州芭田生态工程有限公司