

一、项目名称：高浓度可燃气掺混调控与蓄热氧化关键技术及装备

二、提名者及提名意见

提名单位：中共陕西省委军民融合发展委员会办公室

提名意见：

面向煤矿瓦斯治理与涂布行业高浓度有机废气治理重大需求，针对我国高浓度可燃气蓄热氧化领域长期存在的高浓度波动安全控制难、核心掺混装备依赖经验设计、蓄热氧化系统耦合效率低等“卡脖子”技术难题，开展高浓度控制与掺混器设计结合蓄热氧化关键技术攻关，形成自主可控的理论、技术、装备与工程应用体系，整体达到国际先进水平，部分关键技术达到国际领先水平。首创高浓度掺混器与蓄热氧化深度耦合技术路线；突破高波动可燃气安全稳定治理核心装备“卡脖子”技术；构建高浓度瓦斯治理与工业 VOCs 治理共性技术平台，实现蓄热氧化装备高端化、智能化升级。该项目成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。特提名为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

本项目属于**环境治理高端装备、燃烧与传热、过程机械及能源高效利用**交叉领域，面向煤矿瓦斯治理与涂布行业高浓度有机废气治理重大需求，针对我国高浓度可燃气蓄热氧化领域长期存在的**高浓度波动安全控制难、核心掺混装备依赖经验设计、蓄热氧化系统耦合效率低**等“卡脖子”技术难题，开展高浓度控制与掺混器设计结合蓄热氧化关键技术攻关，形成自主可控的理论、技术、装备与工程应用体系，整体达到**国际先进水平**，部分关键技术达到**国际领先水平**。

项目主要技术内容包括：

一是**首创**高浓度可燃气动态安全控制与梯级精准掺混技术。突破传统静态混合设计模式，首次建立适应高波动浓度、多组分工况的掺混动力学调控模型，原创提出多级诱导射流掺混、防回火流场重构及浓度梯级调配新方法，研制高效低阻掺混核心装备，解决了煤矿瓦斯及高浓度 VOCs 安全稳定掺混这一行业关键难题，实现该领域关键装备自主化替代。

二是突破蓄热氧化系统核心“卡脖子”装备及耦合强化技术。**首创**掺混器—氧化反应器—蓄热系统一体化协同设计方法，攻克高浓度气体稳定氧化、自热维持运行及高效热回收技术

瓶颈，研发高效蓄热氧化关键装备和成套系统，显著提升处理效率、运行稳定性和装备寿命，改变了传统蓄热氧化装备高能耗、低适应性的技术路径。

三是创新高浓度可燃气治理智能控制与系统集成技术。建立浓度波动识别、负荷自适应调节及切换优化控制体系，形成适用于煤矿瓦斯治理和涂布行业治理的系列化成套装备及工程技术标准，实现从核心部件、整机装备到系统集成的全链条自主创新。

项目主要创新点体现在：首创高浓度掺混器与蓄热氧化深度耦合技术路线；突破高波动可燃气安全稳定治理核心装备“卡脖子”技术；构建高浓度瓦斯治理与工业 VOCs 治理共性技术平台，实现蓄热氧化装备高端化、智能化升级。

项目主要技术经济指标达到国际先进水平：高浓度气体掺混均匀度 $\geq 95\%$ ，浓度波动控制偏差 $\leq \pm 3\%$ ；甲烷及 VOCs 氧化去除效率 $\geq 99\%$ ；蓄热系统热回收效率 $\geq 95\%$ ；系统综合能耗较传统工艺降低 25%以上，辅助燃料消耗下降 30%以上；设备运行阻力降低 15%以上，关键部件寿命提升 30%以上；装备处理规模覆盖 5000~100000Nm³/h，整体性能达到国际先进水平。

项目成果已在煤矿瓦斯治理、锂电涂布、功能膜及包装涂布等领域推广应用，实现高浓度可燃气治理关键装备国产化替代，解决长期制约行业发展的技术瓶颈。项目推广应用后单套系统运行成本下降 20%以上，取得显著经济效益；同时实现甲烷减排和 VOCs 深度治理双重环境效益，对煤矿安全生产、工业绿色低碳转型及环保装备产业升级具有重大示范带动作用。

项目形成自主知识产权、核心装备及工程应用成果，推动我国蓄热氧化装备由跟跑向并跑、部分领域领跑转变，对机械行业技术进步和高端环保装备国产化具有重要战略意义。

四、客观评价

项目成果经行业专家论证、用户应用验证及相关技术评价，一致认为总体技术达到国际先进水平，部分关键技术达到国际领先水平。

(1) 相关检测与运行评价结果表明，项目开发装备运行稳定可靠，主要技术指标优于国内同类技术。高浓度气体掺混均匀度、氧化效率、热回收效率及系统能耗等关键指标均达到或优于设计目标，在高浓度波动工况下展现出显著技术优势，具备推广应用价值。

		WIC TEST REPORT		(广东深圳) 环境检测 (2018) 第11610201号			
检测信息 Detection Information							
检测类别	有机废气	检测目的	常规检测				
委托单位	广州市久盈新材料有限公司						
检测地址	广州市白云区钟落潭镇广从九路 581 号						
采样人员	黄志之、黄瑞河						
分析人员	叶海慧						
采样日期	2018.11.16	分析日期	2018.11.16-2018.11.18				
检测内容 Detection Content							
检测类别	检测点位	检测因子及检测频次	采样设备	环保设施描述	样品名称		
有机废气	有机废气 处理前排放口	检测因子: 苯、甲苯、二甲苯、总 VOCs 检测频次: 连续检测 1 次, 每天采样 1 次。	便携式大气采样器 QC-15		加特醇氧化剂 尾气		
检测依据 Test Standard							
检测类别	检测项目	检测标准	分析设备	检出限			
有机废气	苯	《家具制造行业挥发性有机物排放标准》 标准 3 DB44/814-2019 附录 D VOCs 检测方法 气相色谱法	气相色谱仪 7820	0.01 mg/m ³			
	甲苯			0.01 mg/m ³			
	二甲苯			0.01 mg/m ³			
	总 VOCs			0.01 mg/m ³			
检测结果 Detection Result							
采样点位置	检测项目	检测结果		标准限值			
有机废气 处理前排放口	苯	检出浓度 (mg/m ³)	检出浓度 (mg/m ³)	标准限值 (mg/m ³)	气态 有机物 总浓度 (mg/m ³)		
	苯	12601	<0.01	12		0.588	
	甲苯	12601	0.06	7.7×10 ⁻⁴		4.0	3.58
	二甲苯	12601	0.06	7.7×10 ⁻⁴		70	1.18
	总 VOCs	12778	2.68	0.034		30	2.9
备注: 1. “<” 表示结果低于检出限, “/” 表示未检出, 超标结果无需计算。 2. 苯、甲苯、二甲苯排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 表 2 第二时段二级标准。 3. 总 VOCs 排放执行广东省地方标准《家具制造行业挥发性有机物排放标准》(DB44/814-2019) 表 1 第三时段排放限值。							
— 结束-END —							

第 3 页 共 3 页

(2) 行业专家评价认为, 本项目突破了高浓度可燃气治理与蓄热氧化高端装备设计关键技术, 实现核心装备自主化, 对推动蓄热氧化装备高端化、智能化和国产化替代具有重要示范意义, 对煤矿瓦斯资源化利用和工业 VOCs 治理技术进步具有显著推动作用。

(3) 用户单位反馈认为, 项目成果解决了传统系统运行能耗高、稳定性不足及安全控制难的问题, 装备运行可靠、节能效果显著, 在复杂工况适应性、治理效果及经济性方面优于同类技术, 应用效果良好。

五、项目的应用推广及效益情况

项目成果已完成工程化开发并实现规模推广应用, 在煤矿瓦斯治理和涂布行业高浓度 VOCs 治理领域形成示范应用, 整体技术成熟度高, 推广效果显著。

在煤矿瓦斯治理领域, 项目成果已应用于高浓度及波动瓦斯治理场景, 通过高浓度控制、掺混强化与蓄热氧化协同技术, 有效解决传统瓦斯氧化利用中安全性差、浓度适应范围窄和运行能耗高等问题, 实现了瓦斯治理装备稳定运行和资源化利用, 在煤矿安全生产及减排领域具有显著示范作用。

在涂布行业治理领域, 项目成果已推广应用于锂电材料、功能膜、包装材料等高浓度有机废气治理场景, 解决了高浓度废气波动冲击大、传统治理系统达标稳定性差及运行成本高等技术难题, 实现高效净化、节能运行和稳定达标, 对涂布行业绿色升级具有重要支撑作用。

项目形成了从核心掺混器、蓄热氧化关键装备到成套系统集成的系列化产品和工程应用模式，处理规模覆盖 5000~100000Nm³/h，可满足不同工况需求，具备较强产业化推广能力。相关技术已连续稳定运行两年以上，应用效果良好，运行可靠性得到用户验证。

项目成果具有较强示范带动作用 and 行业推广价值，推动蓄热氧化装备由传统经验设计向高端化、智能化、成套化发展，实现关键装备国产化替代，对行业技术升级具有显著促进作用。

截至目前，项目成果已在多个重点行业实现推广应用，**累计形成销售额3000万元，形成新的行业应用案例12个**，减排效益显著，形成了良好的经济效益和社会效益，并具备进一步在煤炭、化工、新能源材料、精细化工等领域推广应用前景。

项目推广应用表明，该成果技术成熟、适应性强、复制推广性好，整体达到规模化产业推广条件，对推动环保高端装备国产化和行业技术进步具有重要示范意义。

1、应用单位目录				
使用证明				
应用单位名称	应用起始时间	应用单位联系人及电话	使用该项目的经济效益（万元）	已提交应用证明（√）
陕西中茂绿电能源有限公司	2024 年 3 月	毛甲甲，13649252427	1800	√
无锡中星新材料科技股份有限公司	2023 年 11 月	刘志清，13921504931	120	√
宁波湍流电子材料有限公司	2023 年 5 月	范婷婷，18968259188	168	√

3、近三年经济效益				
自然年	完成单位		其他应用单位	
	新增销售额	新增利润	新增销售额	新增利润
2023	500	43	3211	298
2024	748	60	4667	566
2025	1266	140	5000	700
累 计	2514	243	12878	1564
主要经济效益指标的有关说明： 项目成果近三年已取得显著经济效益。经统计，项目完成单位新增销售额累计 2514 万元，新增利润累计 243 万元；其他应用单位新增销售额累计 12878 万元，新增利润累计 1564 万元。项目近三年累计新增销售额 15392 万元，累计新增利润 1807 万元。 项目形成经济效益主要来源于高浓度可燃气掺混调控与蓄热氧化成套技术及装备销售、工程实施、系统集成及推广应用，同时通过项目成果应用显著降低用户运行成本，提高治理效率，带动应用单位新增收益和节能降耗效益。 项目经济效益数据来源于财务统计及用户应用证明，真实可靠。项目成果不仅取得良好直接经济效益，同时产生显著节能减排和行业带动效益，对推动高端环保装备产业发展具有重要作用。				



六 主要知识产权

主要知识产权证明目录								
知识产权类别	项目名称	国(区)别	申请号	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
实用新型	一种新型的高效蓄热式热力焚烧炉.	中国	202322886258.3[P]	CN221744046U	2024-09-20	第21447015号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,葛林,谢党博
实用新型	一种蓄热式焚烧炉.	中国	202322920383.1[P]	CN221463838U	2024-08-02	第21451274号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,葛林,谢党博
实用新型	一种组合式焚烧炉.	中国	202323116378.1[P]	CN221349160U	2024-07-16	第21293728号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,谢党博,雷春国
实用新型	一种蓄热式氧化焚烧炉用燃烧器.	中国	202323072825.8[P]	CN221098618U	2024-06-07	第21038302号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,张涛,雷春国
实用新型	一种RTO蓄热式氧化焚烧炉.	中国	202322717700.X[P]	CN221055026U	2024-05-31	第20939638号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,张涛,雷春国

实用新型	一种蓄热式氧化焚烧炉用废气处理装置.	中国	202323030462.1[P]	CN220939973U	2024-05-14	第20950321号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,谢党博,雷春国
实用新型	一种蓄热式氧化焚烧炉.	中国	202322981707.2[P]	CN220958485U	2024-05-14	第20904895号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,谢党博,雷春国
实用新型	一种陶瓷蓄热体.	中国	202322813110.7[P]	CN220912085U	2024-05-07	第20890780号	西安麦瑞克环保科技有限公司	葛森,谢党博,雷春国
软件著作权登记证书	RTO 控制系统 V2.0	中国	/	2023SR1560992	2023 年 09 月 03 日	软著登字第12148165号	西安麦瑞克环保科技有限公司	西安麦瑞克环保科技有限公司
发明专利	新能源汽车辅助装备供电装置	中国	CN202411547621.1	CN119050591B	2025-03-07	证书号第7781911号	西安航空学院	吴宁强,王栋,吴玲,李亭,胡月琦,刘旭娟,赵菲

七 主要完成人

排名	姓名	技术 职称	行政 职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	任玲 辉	正高级工 程师	无	西安航空学院	西安航空学院	专利第 2 、 3 项 的主要完成人。
2	葛森	工程师	总经 理	西安迈瑞克环保 科技有限公司	西安 迈瑞克环保科 技有限公司	专利 4-8 项的主 要完成人，
3	王永 锋	教授	机械 工程 学院 院长	西安航空学院	西安 航空 学院	即提出了一种复 合材的制造方法。
4	吴宁 强	副教授	无	西安航空学院	西安 航空 学院	专利 9 的发明人
5	李晓 玲	高级工程 师	总经 理	陕西省印刷科学 技术研究所	陕西省印刷科 学与技术所	项目行业应该用 开拓
6	宋梅	工程师	无	陕西省印刷科学 技术研究所	陕西省印刷科 学与技术所	项目行业应该技 术路线

八 主要完成单位

排序	单位	贡献
1	西安航空学院	项目成果的主要理论分析计算设计
2	西安迈瑞克环保科技有限公司	项目成果的生产市场推广应用
3	陕西省印刷科学技术研究所	行业内市场推广

九 完成人合作关系说明

项目第一完成人任玲辉，与项目其他完成人葛森、王永锋、吴宁强建立了长期、稳定且高效的合作关系。我们的合作始于 2023 年。

在项目研发初期，任玲辉与葛森（排名 2）进行了层合结构的相关理论研究和数值模拟。为本项目奠定了坚实的理论和技术基础。项目后期，葛森推广项目成果在市场应用。吴宁强老师在仿真计算做了大量工作，王永锋在材料性能分析上做出了突出贡献。

综上所述，本项目所有完成人通过多年在共同立项、论文合著、产业合作等多种方式的精诚合作，形成了坚实的合作基础与默契的创新团队，最终共同完成了本项目技术成果的研发与推广应用。