

同行专家业内评价意见书编号： 20250858218

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名： 应晟煜

学号： 22260501

申报工程师职称专业类别（领域）： 能源动力

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月17日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院(浙江大学工程师学院)工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

通过对垃圾焚烧螯合飞灰污染控制技术的系统性研究，本人深入掌握了固废处理领域的基础理论与专业技术知识。在基础理论层面，系统研究了螯合飞灰的元素组成(Cl含量达12.3%)、表观形貌(SEM显示不规则多孔结构)及二噁英分布特征(高氯代同系物占比超65%)，揭示了低温热处置中二噁英降解的双重路径：250-300℃阶段以脱氯反应为主导(脱氯效率达78%)，350℃以上则以分子骨架分解为主(降解率达92%)，通过热重-质谱联用技术证实了高氯代二噁英(如OCDD)优先脱氯生成低氯代产物的反应动力学规律。在技术应用层面，构建了温度(250-400℃)、时间(5-30min)、螯合剂类型(有机/无机/水泥)多参数耦合实验体系，利用响应面法优化出氮气氛围下350℃热分解10 min的最佳工艺参数，使二噁英毒性当量从初始328 ng I-TEQ/kg降至43.23 ng I-TEQ/kg，突破传统热处置技术能耗高、降解率低的瓶颈。进一步通过实验室螺旋炉在线监测验证了尾气中CO、NO_x等污染物浓度均低于GB-18484标准限值，并基于0.5t/h中试装置实现连续稳定运行，出料毒性当量稳定控制在10 ng I-TEQ/kg以内，较国家标准(50 ng I-TEQ/kg)严苛。研究过程中综合运用XRF元素分析、GC-MS定量检测、TCLP浸出实验等专业技术手段，建立了从机理研究、参数优化到工程放大的完整技术体系，对本专业知识熟练掌握。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

实习实践内容：参与浙江大学台州研究院多个项目研发、实验、申报工作：

浙江省“领雁”攻关计划项目：垃圾焚烧飞灰无害化资源化利用技术与装备示范及验证评价体系构建(No. 2022C03056)

华光环保能源集团项目：生活垃圾焚烧飞灰脱毒及资源化技术研究,作为主要参与人,进行中试实验

浙江京兰环保项目：垃圾焚烧飞灰资源化与螯合飞灰脱毒技术研究,负责研发螯合飞灰中的二噁英脱毒方法研究

上海宝武环科：生活垃圾焚烧飞灰解毒预处理技术开发研究,负责生活垃圾焚烧飞灰中的二噁英脱毒实验研究

2024年度宁波市“科创甬江2035”重点研发计划:生活垃圾焚烧飞灰无害化资源化利用技术与装备示范及减污降碳评价,项目前期申报工作。

简要介绍其二：

1. 浙江省“领雁”攻关计划项目：垃圾焚烧飞灰无害化资源化利用技术与装备示范及验证评价体系构建(No. 2022C03056)。

主要研究目标：飞灰中二噁英、重金属、氯盐满足并优于《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范(HJ-1134)》，飞灰可用于混凝土掺合料，核心技术指标达到国际先进水平。形成“飞灰二噁英高效低温热分解—飞灰污染物固-液相转移及电化学脱毒耦合高效提纯—飞灰机械化学法处置及建材化利用”的无害化资源化集成技术，实现垃圾焚烧飞灰的无害化资源化利用

技术难点：垃圾焚烧飞灰的无害化；飞灰二噁英低温高效热分解技术研究；飞灰在热解条件下理化性质变化规律及工况影响因素，开发高效低温热分解添加剂；研究二噁英低温热分解机理。

2. 浙江京兰环保项目：垃圾焚烧飞灰资源化与螯合飞灰脱毒技术研究

主要研究目标：1. 在现有垃圾焚烧飞灰无害化资源化技术基础上，研究掌握垃圾焚烧螯合飞灰低温热处置过程中二噁英的降解机理。2. 研究螯合飞灰中的二噁英在低温热分解过程中，加热温度、停留时间工艺参数的影响，得到低温热处置的最佳工况。3. 探明不同种类螯合剂、不同螯合剂添加量对低温热处置中二噁英降解效果的影响。4. 进一步研究热分解过程中烟气的污染物排放规律，工业球磨破碎效果研究，推进垃圾焚烧飞灰无害化、资源化的应用研究，进行中试实验，为后续建立飞灰规模化工厂铺设道路。

技术难点：螯合垃圾焚烧飞灰的无害化技术研发；开发高效低温热分解添加剂；研究螯合飞灰中二噁英低温热分解机理。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

垃圾焚烧飞灰的处置一直是固废管理中的重要课题，2023年中国的城市生活垃圾清运量达到2.54亿吨，其中焚烧占比已经达到82.50%，《国家危险废物名录》在2016年更新后，飞灰填埋过程不再按照危险废物管理，这意味着飞灰经过有机、水泥螯合固化处理之后可以进入普通填埋场，对飞灰的豁免，意味着大量螯合飞灰未经二噁英处置，进入普通填埋场。随着垃圾焚烧量的增加，螯合飞灰的存量持续攀升，目前已达6000万吨。有效、安全、经济地处置这些飞灰已成为亟待解决的问题。依托于“浙江京兰环保项目：垃圾焚烧飞灰资源化与螯合飞灰脱毒技术研究”项目，针对螯合飞灰脱毒问题，进行工作研究，解决了一系列复杂工程问题：

1. 系统研究了螯合飞灰的基本特性（如元素组成、表观形貌和二噁英浓度及其分布等）；在实验室中，模拟不同的工艺参数对螯合飞灰进行低温热处置，探明了低温热处置技术的温度、热处置时间等工艺参数对二噁英降解效果的影响，获得了低温热处置技术最佳工况参数；探究了不同螯合剂螯合飞灰、不同螯合剂添加量的螯合飞灰对螯合飞灰低温热处置的影响，不同螯合飞灰，在氮气氛围下，300℃热分解10 min，均可达到工艺规范要求（<50 ng I-TEQ/kg），低温热分解方法对于螯合飞灰二噁英处置具有普适性；同时在实验室螺旋炉中开展对尾气进行了在线监测，各项烟气污染物指标均符合GB-18484《危险废物焚烧污染控制标准》中的排放要求。

2. 开发多种适用于飞灰二噁英低温热分解的添加剂，分别包括浸渍法制备的过渡金属催化剂：Ce/C、Mn/C，零价纳米铁催化剂，再合成抑制剂磷酸二氢铵（ADP）。实验工况下，对二噁英低温热分解有良好促进效果。进一步研究了Mn/C催化剂在不同添加比例（1%、5%、10%）、不同粒径（>20目，20-100目，<100目）工况下二噁英特性，综合来看，5%添加量已能达到优良降解效果；确定了二噁英高效低温热分解的最佳反应工况，反应温度250℃，反应时间10min，灰量2g，氮气流速200ml/min，添加剂选择浸渍法制备Mn/C催化剂，添加量5%。在最佳工况条件下低温热分解后，二噁英质量浓度为754.86 ng/kg，毒性当量浓度为38.10 ng I-TEQ/kg；其降解率、脱毒率达到90.06%、81.46%，实验结果表明在250℃和Mn/C催化剂的优化条件下，二噁英的降解效果显著提升，较传统低温热分解工况，可降低反应温度100℃左右。

3. 通过模拟飞灰实验，制备了仅含OCDD的模拟飞灰，探讨了二噁英在低温热分解过程中的降解行为。温度在210℃至240℃之间，脱氯反应占主导，主要产物为7氯代HpCDD，其占比从0.57%提高至3.25%。而在250℃时，分解反应速度大幅提高，脱氯反应逐渐被分解反应超越，导致PCDDs总质量浓度显著下降。总体而言，随着温度升高，二噁英的降解效率明显提高，

尤其在250℃以上，降解反应效率显著增加。在此基础上，研究向模拟飞灰中进一步加入5% Mn/C催化剂和ADP抑制剂，发现添加催化剂后，210℃下Mn/C和ADP组的降解率分别提升至45.50%和44.65%。Mn/C催化剂的降解机制为：二噁英吸附在Mn/C表面，通过锰的氧化还原反应脱氯，生成低氯代二噁英。ADP抑制剂通过抑制从头合成反应和转化C12为C1-，进一步提升了降解效果。此外，研究还计算了飞灰低温热解过程中PCDD/Fs的脱氯速率。温度升高显著提高了二噁英的脱氯速率，特别是在300℃时，添加Mn/C和ADP后的脱氯速率常数分别达到1.21 min⁻¹和2.21 min⁻¹，表现出显著的促进作用；通过主成分分析（PCA），分析了飞灰中17种有毒二噁英的特征，揭示了低氯化和高氯化同系物之间的差异，表明低温热解过程中，低氯化同系物主要通过脱氯反应形成，而高氯化同系物则来源于原始飞灰，最终总结二噁英降解机理，提出二噁英分解路径。

综上，本研究开发了适用于整合飞灰的低温热分解处置技术，并通过对多种添加剂的研究和反应机理的总结，为整合飞灰的安全、经济、高效处置提供新的理论依据和技术方案，推动垃圾焚烧整合飞灰无害化处理技术的发展和應用。

(二)取得的业绩(代表作)【限填3项,须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实,并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利（含发明专利申请）、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申 请时间等	刊物名称 /专利授权 或申请号等	本人 排名/ 总人 数	备注
一种飞灰中二噁英低能耗高效分解处理方法	发明专利申请	2025年01月15日	申请号：202510064407.9	2/7	
螯合飞灰二噁英低温热分解处理方法及系统	发明专利申请	2024年03月26日	申请号：202410350777.4	3/7	
一种多功能化MOFs材料的制备方法及其催化应用	发明专利申请	2024年06月27日	申请号：202410845348.4	4/5	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年（要求1年及以上） 考核成绩： 88 分
本人承诺	
个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！	
申报人签名： 	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价： ☒优秀 ☐良好 ☐合格 ☐不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）： 2025年 3月 20日
申报材料 审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： ☐通过 ☐不通过（具体原因： ） 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）： 年 月 日

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260501	姓名：应晟煜	性别：男	学院：工程师学院	专业：能源动力				学制：2.5年				
毕业时最低应获：24.0学分			已获得：27.0学分				入学年月：2022-09			毕业年月：		
学位证书号：				毕业证书号：				授予学位：				
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	86	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	工程师创新创业思维		2.0	96	专业选修课	
2022-2023学年秋冬学期	研究生英语		2.0	86	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	75	公共学位课	
2022-2023学年秋冬学期	研究生论文写作指导		1.0	88	专业选修课	2022-2023学年春夏学期	高阶工程认知实践		3.0	87	专业学位课	
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	83	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	智能装备创新设计案例分析		2.0	86	专业学位课	
2022-2023学年冬季学期	自然辩证法概论		1.0	78	公共学位课	2023-2024学年冬季学期	废弃物资源化综合利用		2.0	85	跨专业课	
2022-2023学年冬季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	89	专业学位课	2023-2024学年春季学期	智能装备与创新设计实践		2.0	85	跨专业课	
2022-2023学年冬季学期	工程中的有限元方法		2.0	98	专业选修课		硕士生读书报告		2.0	通过		
2022-2023学年秋冬学期	工程伦理		2.0	86	专业学位课							

说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：

成绩校核人：张梦依

打印日期：2025-03-20





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119588725 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 11

(21) 申请号 202510064407.9

(22) 申请日 2025.01.15

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

申请人 浙江京兰环保科技有限公司

(72) 发明人 彭亚旗 应晟煜 赵星磊 杨海宁
朱占恒 孙胜 陆胜勇

(74) 专利代理机构 杭州信与义专利代理有限公司 33450

专利代理师 马育妙

(51) Int.Cl.

B09B 3/35 (2022.01)

B09B 3/40 (2022.01)

B09B 101/30 (2022.01)

权利要求书1页 说明书12页

(54) 发明名称

一种飞灰中二噁英低能耗高效分解处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种飞灰中二噁英低能耗高效分解处理方法,首先对待处理飞灰进行破碎至粒径2-100 μm ,干燥,得到组分均匀,含水率小于1%的飞灰粉末;飞灰粉末中混入占飞灰重量的5-10wt%的过渡金属催化剂或者合成抑制剂后,在氧气含量低于0.5vol%的绝氧环境下,对干燥飞灰中的二噁英在250 $^{\circ}\text{C}$ -350 $^{\circ}\text{C}$ 下进行低温热分解。采用本发明的方法处理焚烧飞灰或螯合飞灰,二噁英能够低于50ng-TEQ/kg,满足HJ 1134-2020《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范(试行)》的要求,处置后飞灰可用于建材利用等资源化,效率高且操作简单,具有较高的经济性。



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118357254 A

(43) 申请公布日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202410350777.4

(22) 申请日 2024.03.26

(71) 申请人 浙江京兰低碳技术有限公司

地址 310000 浙江省杭州市萧山区宁围街
道时代博地大厦4302室

申请人 浙江大学

(72) 发明人 赵星磊 彭亚旗 应晟煜 朱占恒
赵玉皓 李凤潮 陆胜勇(74) 专利代理机构 浙江永鼎律师事务所 33233
专利代理师 周希良

(51) Int. Cl.

B09B 3/40 (2022.01)

B09B 3/35 (2022.01)

B09B 3/70 (2022.01)

B09B 101/30 (2022.01)

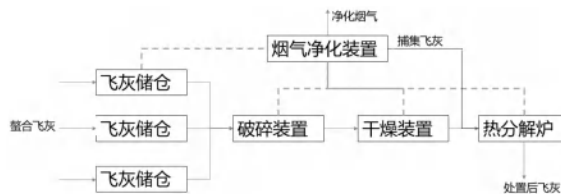
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

整合飞灰二噁英低温热分解处理方法及系
统

(57) 摘要

本发明涉及整合飞灰二噁英低温热分解处理方法及系统,其中,整合飞灰二噁英低温热分解处理方法包括以下步骤:S1、对待处理整合飞灰进行破碎,得到粉末状飞灰;S2、对粉末状飞灰进行干燥,得到干燥飞灰;其中,在干燥过程中混入纳米铁粉;S3、在绝氧环境下对干燥飞灰中的二噁英进行低温热分解,得到热解后的飞灰。本发明的整合飞灰经破碎、干燥和热分解后,二噁英能够低于50ng-TEQ/kg,满足HJ 1134-2020《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范(试行)》,处置后飞灰可用于建材利用等资源化,效率高且操作简单,具有较高的经济性。





(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 118847219 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202410845348.4

B01J 31/26 (2006.01)

(22) 申请日 2024.06.27

B01J 31/32 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学

B01J 31/34 (2006.01)

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

B01J 37/08 (2006.01)

(72) 发明人 彭亚旗 姚帆 陆胜勇 应晟煜
严建华(74) 专利代理机构 杭州信与义专利代理有限公司
33450

专利代理师 马育妙

(51) Int. Cl.

B01J 31/22 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

B01D 53/70 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种多功能化MOFs材料的制备方法及其催化应用

(57) 摘要

本发明公开了一种多功能化MOFs材料的制备方法,包括以下步骤:将反应原材料:氢氧化钴、2-甲基咪唑、金属盐一起放置在球磨罐中进行机械化学合成后烘干,球磨后得到的材料煅烧3-6小时,得到多功能化MOFs材料;氢氧化钴与2-甲基咪唑的摩尔比为1:(1.5-2),氢氧化钴和2-甲基咪唑的总质量和金属盐总质量的比例为1:(0.9-1.1);反应原材料与球磨罐中球磨珠的质量比为1:(5-10)。本申请中将双金属或多金属位点引入至MOFs中,使金属原子之间形成良好的协同效应,增加它们的功能多样性,更大的比表面积提供了更多的反应活性位点,提升了多功能MOFs材料的催化活性,同时降低了多功能MOFs材料的T50及T90温度。

