

一、项目基本情况

项目名称		生活垃圾高效协同焚烧及超洁净污染控制关键技术与应用		
主要完成人		易新建, 李彩亭, 谢光辉, 朱清, 马英, 周斌, 陈婷, 姚咏歌, 文珊		
主要完成单位		永清环保股份有限公司, 湖南大学		
学科分类 名称	1	固体污染防治工程	代码	6103025
	2	大气污染防治工程	代码	6103015
	3	环境保护机械设备	代码	61060
所属国民经济行业		生态保护和环境治理业		
所属国家重点发展领域		环境与资源利用		
任务来源		省、市、自治区计划, 国家自然科学基金委, 企业自主研发		
<p>具体计划、基金的名称和编号:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、长沙市科技重大专项(2014年): 生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用 K1404048-31 2、长沙市科技重大专项(2015年): 生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用 K1502028-31 3、长沙市科技重大专项(2016年): 生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用 KQ1201011 4、2013年国家自然科学基金资助项目: 基于脱硝催化剂稀土改性脱除燃煤烟气单质汞的理论与方法 51278177 5、2015年国家自然科学基金资助项目: 活性焦改性同时脱除烟气中的单质汞和 VOCs 的理论与方法 51478173 6、2013年湖南省战略性新兴产业科技攻关与重大科技成果转化项目: 重金属污染土壤液体离子矿化稳定剂研发及产业化项目 2013GK4069 				
已呈交的科技报告编号: 无。				
授权发明专利(项)	4	授权的其他知识产权(项)	6	
项目起止时间	起始: 2012年1月1日		完成: 2021年12月31日	

二、提名意见

提名单位	浏阳经济技术开发区
<p>提名意见：</p> <p>随着我国城市化发展进程速度加快，城镇垃圾的产生量不断增加，垃圾无害化处理成为刚需。而目前垃圾焚烧发电及污染控制技术存在着诸多技术问题，主要表现在：垃圾燃烧不稳定、不充分、炉膛结焦、烟气多污染物协同治理能力低、资源化利用率低、飞灰重金属浸出毒性浓度波动对飞灰稳定化药剂适应性的不利影响、污泥等固废协同垃圾焚烧处置成本高及发电效率低等。</p> <p>本项目通过产学研用联合攻关，创新研制了复合式生活垃圾焚烧炉排炉重大技术装备、研发了清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制催化材料、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统、设计了渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统、研发了城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统。项目成果在我国实现了规模化应用与示范，形成了适用于不同物化特性的生活垃圾焚烧发电及污染控制系统解决方案，有效解决了城市快速发展所面临的“垃圾围城”问题，实现了资源循环利用，达到污染物零排放，对行业科技进步有较大的推动作用，技术达到国内领先水平。同时，项目成果具备的双重减排效应可助力“碳达峰、碳中和”目标的实现。</p> <p>提名该项目为湖南省科学技术进步奖二等奖。</p>	

三、项目简介

我国城市垃圾焚烧发电项目的实施，有效解决了城市快速发展所面临的“垃圾围城”问题。然而，当前垃圾焚烧发电及污染控制技术在实际应用时存在诸多问题，主要表现为垃圾燃烧不稳定、燃烧不充分、烟气多污染物协同治理能力低、飞灰重金属浸出毒性浓度波动影响飞灰稳定化效果、渗滤液无法回收利用以及垃圾分类处置人才物投入成本高等。为此，依托国家企业技术中心、生活垃圾资源化处理湖南省工程研究中心，在国家自然科学基金及市科技重大专项三年连续滚动资助下，项目组创新提出“生活垃圾高效协同焚烧及超洁净污染控制关键技术与应用”项目，经9年研究与探索，形成如下创新成果：

(1) 复合式生活垃圾焚烧炉排炉重大技术装备。

研制了“顺推干燥+逆推燃烧燃烬”及分段驱动的垃圾焚烧炉结构；设计了强适应性的滑块结构炉排密封装置及垃圾焚烧炉推料装置；研制了烟气循环烘干式工艺技术；开发形成了复合式生活垃圾焚烧炉排炉重大技术装备。

(2) 清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制催化材料。

研制了高速超细旋转雾化及烟气分配技术；发明了加环旋流板分离器；研发了“旋转喷雾半干法脱酸+消石灰喷射干法脱酸+活性炭喷射吸附+袋式除尘”酸性废气高效净化工艺技术；研发了改性 SCR 脱硝催化剂及改性炭材料；形成了清洁焚烧烟气高效净化技术体系。

(3) 垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及智能生产系统。

研发了高效环保型飞灰固化/稳定化液体药剂，适用于不同地区、季节高镉铅飞灰固化/稳定化处理；研制了飞灰固化/稳定化系统药剂精准控制系统，解决了飞灰重金属浸出毒性差异显著影响飞灰稳定化效果的问题；建成了可追溯产品质量生产环节的智能装罐生产系统，实现了批量化生产及大规模销售。

(4) 渗沥液浓缩液零排放回收利用及导排防堵系统。

研发了垃圾焚烧余热锅炉用渗沥液浓缩液吹灰技术，可全部回收利用浓缩液，实现厂区废水零排放，大幅减少余热锅炉通道受热面积灰；开发了垃圾储池渗滤液收集导排防堵技术，避免出现“渗沥液浸泡垃圾”的现象。

(5) 城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统。

研发了生活垃圾焚烧生产线协同焚烧污泥炉膛温度及污染物控制技术；发明了依托生活垃圾焚烧工程蒸汽、废水、废气处理系统湿污泥间接干化工艺及污泥协同焚烧系统，实现了城市固体废物无害化、资源化利用。

项目授权专利 10 项，发表论文 5 篇，省科技成果登记 2 项，培养人才 100 余名，新增就业 1000 余人。成果应用于湖南、江西、四川、广东等地的垃圾焚烧发电及飞灰稳定化处理项目，其中，衡阳、新余垃圾发电厂累计垃圾处理量 499 万吨，累计发电量达 16.87 亿度，年碳减排量 31.2 万吨；项目近三年累计新增销售额 46809.48 万元，新增利润 13346.56 万元，对构建现代环境治理体系、建设生态文明和美丽中国、早日实现“碳达峰、碳中和”目标提供有力保障。

四、客观评价

（一）创新性评价

本项目产学研用结合，在复合式生活垃圾焚烧炉排炉、清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理、渗沥液浓缩液零排放回收利用及城市固体废物协同焚烧处理等方面取得了重大技术创新，解决了垃圾燃烧不稳定、燃烧不充分、炉膛结焦、烟气多污染物协同治理能力低、飞灰稳定化效果差、资源化利用率低、垃圾耦合协同处置污泥等固废成本高等问题。项目成果获国家发明专利授权 4 项，发表高水平论文 5 篇，其中 SCI 收录 3 篇，单篇最高影响因子 24。

2017 年 5 月，教育部科技查新工作站 L07 出具的“生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用”项目科技查新报告显示，本项目通过开发国际领先的组合烟气脱酸技术，可达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（2014 年稿）的各项要求，该项目主要技术点包括“浆液管道防堵塞技术”和“旋转喷雾骤冷技术”等，国内未见有相同方面的研究报道。

2021 年 8 月，由湖南省科技信息研究所检索查新的“生活垃圾高效协同焚烧资源化利用及超洁净污染控制关键技术与应用”项目科技查新报告显示：国内外检索文献中，除了湖南大学的文献、永清环保股份有限公司的专利外，尚**未见与该查新项目综合技术特点相同的“生活垃圾高效协同焚烧资源化利用及超洁净污染控制关键技术与应用”的文献报道。**

（二）先进性评价

（1）重金属污染土壤液体离子矿化稳定剂研发及产业化

2015 年 10 月，湖南省技术产权交易所组织召开“重金属污染土壤液体离子矿化稳定剂研发及产业化”科技成果评价会，其中针对垃圾焚烧飞灰开发的一种“液体离子矿化稳定剂（TR206）”通过专家组评价认定，鉴定意见为：稳定化率可达到 95% 以上，可使稳定化后的垃圾焚烧飞灰达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-2008）的入场要求，中试试验效果良好，具备产业化生产能力，**技术成果已达到国内领先水平。**

（2）生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用

2017 年 7 月，湖南省科学技术厅组织召开“生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用”项目科技成果鉴定会。鉴定结论为：生活垃圾焚烧烟气治理技术已实现工程化成功应用，各项污染物净化效率、装置运行消耗指标、同步投运率等均达到或优于国际同类技术水平，具有良好的推广应用前景，**项目成果居国内同类研究的领先水平。**

同时，项目研究成果在推广应用过程也获得了诸多荣誉。“衡阳城市生活垃圾焚烧发电项目”获 2020 年度湖南省优秀工程勘察设计二等奖。“复合式垃圾焚烧炉”入选 2019 年湖南省政府第八批两型产品采购名录、2020 年湖南省第二批政府采购两型（绿色）首购产品名单。“生活垃圾焚烧发电烟气净化新技

术”被评为 2017 年湖南省环保厅、科技厅优先推荐的环境保护实用技术。“典型工业污染源烟气超洁净治理集成技术及应用示范”获 2019 年中国环保产业协会环境技术进步奖二等奖。

（三）应用效益评价

（1）性能检测报告

2016 年 8 月，湖南省产商品质量监督检验研究院出具的关于“复合式生活垃圾焚烧炉（YQLP500）”的检验报告显示：经检验复合式生活垃圾焚烧炉外观质量要求、整装要求、进料斗等 9 项产品指标均符合标准要求，所检项目合格。燃烧后炉渣热灼减率 1.26%，远低于《生活垃圾焚烧炉及余热锅炉》中燃烧后炉渣热灼减率 $\leq 3\%$ 的标准。

2021 年 1 月，长沙崇德检测科技有限公司对衡阳城市生活垃圾焚烧发电项目出具检测报告，检测结果显示：项目采样点二氧化硫浓度未检出，符合《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）限值 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求；氮氧化物平均浓度 $145\text{mg}/\text{m}^3$ ，远低于标准限值 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 。2021 年 4 月，湖北微谱技术有限公司出具生活垃圾焚烧废气二噁英类检测报告显示，二噁英均值浓度 $0.017\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ ，不超过标准限值 $0.1\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ 。

2021 年 7 月，江西省梦保美环境检测技术有限公司出具新余城市生活垃圾焚烧项目检测报告，检测结果显示：项目采样点检测出二氧化硫浓度为 $31\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物平均浓度 $108\text{mg}/\text{m}^3$ ，焚烧炉渣取样检测热灼减率小于 3%，均优于《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）的标准要求。

（2）成果应用验收报告

2017 年 3 月，新余市环境保护局出具新余市生活垃圾焚烧发电项目的竣工环境保护验收意见显示：1#、2#焚烧炉外排废气中颗粒物、 SO_2 、 NO_x 、 HCL 、 Hg 、 Cd 、 Pb 、 $(\text{Sb}+\text{As}+\text{Cr}+\text{Co}+\text{Cu}+\text{Mn}+\text{Ni})$ 、二噁英类、 CO 最大排放浓度全部达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB/T18485-2014）中的生活垃圾焚烧炉排放烟气中污染物限值要求，同意该项目通过竣工环境保护验收。

2018 年 2 月，湖南省环境保护厅通过了衡阳市城市生活垃圾焚烧发电厂工程的环保竣工验收意见。2018 年 10 月，衡阳市发展和改革委员会组织发改、财政、电气工程、节能环保、技术经济等行业专家对衡阳市城市生活垃圾焚烧发电厂项目进行竣工验收评价，专家组经综合评价后均签字同意通过竣工验收。

（3）运行稳定性及停炉检修评估

2021 年 6 月下旬，环境大数据分析与企业环境绩效评级机构——清气团选取了北京保罗、高能环境、永清环保等 36 个垃圾焚烧行业里的知名品牌企业，横向对比这些品牌企业的非计划停炉、在线故障和计划内停炉工况等 10 个核心指标情况。从数据分析看来，在非停和总停炉的控制能力上，永清环保的表现较为抢眼，旗下每台炉平均非停频次为 1，炉均总停炉频次小于 3，在行业中处于较为领先地位。

五、推广应用情况

1. 推广应用情况

本项目技术成果已应用于湖南、江西、四川、广东等地的垃圾焚烧发电及飞灰稳定化处理项目，部分应用单位情况如下表所示。

主要应用单位情况表

单位名称	应用的技术	应用情况	应用的起止时间	应用单位联系人/电话
衡阳永清环保能源有限公司	“顺推干燥+逆推燃烧燃烬”及分段驱动的垃圾焚烧炉、烟气再循环烘干式工艺技术、酸性废气高效净化成套关键技术、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统、渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统	应用于衡阳垃圾焚烧发电项目，一期处理规模为 1000t/d。已通过了衡阳市发展和改革委员会组织的竣工验收评价会议。目前稳定运行中。	2015年6月 至今	吴琦 /18873411395
衡阳永清环保能源有限公司	“顺推干燥+逆推燃烧燃烬”及分段驱动的垃圾焚烧炉、烟气再循环烘干式工艺技术、酸性废气高效净化成套关键技术、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统、渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统	应用于衡阳垃圾焚烧发电项目，二期处理规模为 500t/d。已通过了项目竣工环境保护验收，目前稳定运行中。	2020年8月 至今	吴琦 /18873411395
衡阳永清环保能源有限公司	城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统	应用于衡阳市城市生活垃圾焚烧发电厂协同处置城市污泥（一期技术改造）项目，处理规模 100t/d。目前稳定运行中。	2020年8月 至今	吴琦 /18873411395
新余永清环保能源有限公司	酸性废气高效净化成套关键技术、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统	应用于新余垃圾焚烧发电项目：一期处理规模为 600t/d。已通过了项目的竣工环境保护验收。目前稳定运行中。	2014年6月 至今	彭威雄 /13508443350

新余永清环保能源有限公司	“顺推干燥+逆推燃烧燃烬”及分段驱动的垃圾焚烧炉、烟气再循环烘干式工艺技术、酸性废气高效净化成套关键技术、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统、渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统	应用于新余垃圾焚烧发电项目：二期处理规模为 300t/d。目前稳定运行中。	2020年3月至今	彭威雄 /13508443350
湖南瀚洋环保科技有限公司	垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统	应用于飞灰稳定化处理服务。日处理飞灰约 150 吨，处理后飞灰符合《危险废物填埋污染控制标准》(GB18598-2001) 的入场要求。已与湖南瀚洋环保科技有限公司签订销售合同。	2019年1月-2021年7月	贺骁 /13630556487
成都市兴蓉隆丰环保发电有限公司	垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统	已与成都市兴蓉隆丰环保发电有限公司签订销售合同，应用于隆丰发电厂飞灰稳定化处理服务。固化物符合《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007) 和《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008) 的相关要求。	2018年4月-2019年4月	钱亮 /028-86522969
成都市兴蓉万兴保发电有限公司	垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统	已与成都市兴蓉万兴保发电有限公司与签订销售合同，应用于万兴发电厂飞灰稳定化处理服务。固化物符合《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007) 和《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008) 的相关要求。	2018年4月-2019年4月	钱亮 /028-86522969
广东顺控环境投资有限公司	垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统	已与广东顺控环境投资有限公司签订销售合同，应用于顺控环投热电项目飞灰稳定化处理服务。	2019年12月-2020年12月	罗启聪 /13500252239

六、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
发明专利	一种城市 固体废物 协同焚烧 发电系统	中国	ZL201 510635 277.6	2017.08 .04	第 2573370 号	永清环 保股份 有限公 司	刘志永, 易新 建, 王旭伟, 张维, 姚超 良, 马英, 陈 婷, 姚咏歌, 包珊, 文珊, 李蓉	有效
发明专利	一种用于 脱除有害 气体的催 化剂及其 制备方法 和应用	中国	ZL201 710493 679.6	2021.2. 23	第 4265191 号	湖南大 学	李彩亭, 宜瑶 瑶, 李珊红, 高磊, 杜雪雨	有效
发明专利	一种加环 旋流板分 离器	中国	ZL201 510801 870.3	2017.05 .10	第 2482470 号	湖南大 学	李彩亭, 肖育 军, 李珊红	有效
发明专利	一种半包 裹稳定化 材料及其 制备方法 和使用方 法	中国	ZL202 010460 366.2	2021.05 .25	第 4439533 号	永清环 保股份 有限公 司	单丹娜, 石 燕, 周斌	有效
论文	Simultaneo us removal of elemental mercury and NO in simulated fluegas over V ₂ O ₅ /ZrO ₂ - CeO ₂ catalyst	中国	2016 年 198 卷 420-43 0 页	2016.06 .06.	Applied Catalysis B: Environm ental	湖南大 学	Lingkui Zhao, Caiting Li, Shan hong Li, Yan Wang, Junyi Zhang, Teng Wang, Guang ming Zeng	有效

实用新型	一种往复 式炉排结 构及焚烧 炉炉床	中国	ZL202 021911 141.6	2021.05 .07	第 13122926 号	永清环 保股份 有限公 司	朱清, 李蓉, 杨景香	有效
实用新型	一种利于 渗滤液排 滤的垃圾 焚烧炉推 料装置	中国	ZL202 120359 468.5	2021.10 .26	第 14490015 号	永清环 保股份 有限公 司	朱清, 姚超 良, 陈婷, 李 蓉, 杨景香	有效
实用新型	一种 SCR 脱硝系统	中国	ZL202 120408 086.7	2021.11 .19	第 14756966 号	永清环 保股份 有限公 司	易贤哲, 谢光 辉, 马英, 李 彩亭	有效
实用新型	一种垃圾 焚烧飞灰 的稳定化 固化处理 系统	中国	ZL201 821995 880.0	2019.08 .06	第 9191115 号	永清环 保股份 有限公 司	易新建, 李 静, 周斌, 邵 煜锟, 魏来, 石燕, 何宇 宁, 杨流	有效
实用新型	垃圾焚烧 余热锅炉 用渗滤液 浓缩液吹 灰系统	中国	ZL201 920018 551.9	2019.10 .29	第 9546713 号	永清环 保股份 有限公 司	易新建	有效

七、主要完成人情况表

姓 名	易新建	性别	男	排 名	1	国 籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	湖南农业大学			毕业时间	2006 年	所学专业	农业机械化
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	副院长
二级单位	研究设计院					党 派	中共党员
主要完成 单位	永清环保股份有限公司					所 在 地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间	2012 年 01 月至 2021 年 12 月						
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>项目技术实施主要组织和协调者，具体贡献如下：</p> <p>1、负责垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统的研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 3），开发焚烧飞灰的稳定化固化处理系统，提高飞灰处理效率。授权实用新型专利 1 项。</p> <p>2、负责渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统研究（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 4），防治垃圾池“渗沥液浸泡垃圾”的现象，实现渗滤液浓缩液的回收利用。授权实用新型专利 2 项。</p> <p>3、负责城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 5），创新提出将生活垃圾、污泥等进行合并焚烧发电，节约用地，节省投资，提高资源化利用程度。授权发明专利 1 项。</p>							

姓名	李彩亭	性别	男	排名	2	国籍	中国
技术职称	教授			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	湖南大学			毕业时间	2003年06月	所学专业	环境工程
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区麓山南路8号湖南大学环境科学与工程学院					邮政编码	410082
工作单位	湖南大学					行政职务	学院书记
二级单位	环境科学与工程学院					党派	中共党员
主要完成单位	湖南大学					所在地	长沙
						单位性质	高等学校
参加本项目的起止时间	2012年01月至2021年12月						
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>负责清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制催化材料的研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2.2、2.3），研发出多污染物协同控制催化剂和吸附剂，解决了垃圾焚烧烟气中 NO_x、重金属汞（Hg）、挥发性有机物（VOCs）等污染物的协同控制技术难题。授权发明专利 2 项。</p>							

姓 名	谢光辉	性 别	男	排 名	3	国 籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	本科	最高学位	学士
毕业学校	华东化工学院			毕业时间	1987年07月	所学专业	复合材料
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	副院长
二级单位	研究设计院					党 派	无
主要完成 单位	永清环保股份有限公司					所 在 地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2014年03月至2021年12月					
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>负责酸性废气高效净化成套关键技术研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2.1），突破生活垃圾焚烧烟气净化技术的研究与应用工作中多污染物的工艺技术难题，保证垃圾焚烧烟气中一般酸性气体（SO_x、HCl、HF）、重金属及二噁英等污染物高效清洁治理，排放浓度远低于《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB18485-2014）对应浓度限值，部分指标优于欧盟标准。授权实用新型专利 1 项。</p>							

姓名	朱清	性别	男	排名	4	国籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	学士	最高学位	本科
毕业学校	湖南工程学院			毕业时间	2006年06月	所学专业	机电技术
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	设计经理
二级单位	研究设计院					党派	中共党员
主要完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2014年07月至2021年12月					
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>负责复合式生活垃圾焚烧炉排炉及烟气再循环烘干式工艺技术的研究（对应“四、主要科技创新”科技创新点 1），研制出“顺推干燥+逆推燃烧燃烬”及分段驱动的垃圾焚烧炉结构、垃圾焚烧炉推料装置及烟气循环烘干式工艺技术，有效提高了垃圾的焚烧效果，控制烟气二噁英及氮氧化物的排放浓度。授权实用新型专利 2 项。</p>							

姓名	马英	性别	女	排名	5	国籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	华南理工大学			毕业时间	2012年06月	所学专业	环境工程
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	技术部主任
二级单位	研究设计院					党派	中共党员
主要完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2015年01月至2021年12月					
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>1、参与酸性废气高效净化成套关键技术研发(对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2.1)，主要负责高速超细旋转雾化及烟气分配技术的研究，提高了气液接触效率；参与了关键工艺集成与应用示范；参与了 SCR 脱销设备的研制与设计。授权实用新型专利 1 项。</p> <p>2、参与城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 5），参与设计了依托生活垃圾焚烧工程蒸汽、废水、废气处理系统湿污泥间接干化工艺及污泥协同焚烧系统。授权发明专利 1 项。</p>							

姓名	周斌	性别	男	排名	6	国籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	研究生	最高学位	博士
毕业学校	中国科学院大学			毕业时间	2019年01月	所学专业	生态学
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	研发总工
二级单位	研究设计院					党派	中共党员
主要完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2013年01月至2021年12月					
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>参与垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统的研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点3），主要负责垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料的研究及应用，开发出1种高效环保型飞灰稳定化液体药剂，显著提升了飞灰的固化/稳定化处理效果，降低了飞灰处理成本；参与设计了智能化全自动装罐液剂生产系统及飞灰固化/稳定化系统药剂精准控制系统。授权发明专利1项，实用新型专利1项。</p>							

姓名	陈婷	性别	女	排名	7	国籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	武汉科技大学			毕业时间	2011年06月	所学专业	材料加工工程
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	科技副经理
二级单位	研究设计院					党派	中共党员
主要完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间	2016年08月至2021年12月						
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>1、参与复合式生活垃圾焚烧炉排炉及烟气再循环烘干式工艺技术的研究（对应“四、主要科技创新”科技创新点 1），参与设计了垃圾焚烧炉推料装置，保证垃圾炉排干燥段前的垃圾中的渗滤液得到有效滤出、收集、排放，提高垃圾干燥效果和燃烧效率。授权实用新型专利 1 项。</p> <p>2、参与城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 5），针对焚烧炉膛温度控制提供优化工艺参数。授权发明专利 1 项。</p>							

姓名	姚咏歌	性别	女	排名	8	国籍	中国
技术职称	高级工程师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	中南林业科技大学		毕业时间	2013年06月	所学专业	环境工程	
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	科技副经理
二级单位	研究设计院					党派	中共党员
主要完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2014年01月至2021年12月					
<p>对本项目主要科技创新的贡献：</p> <p>参与城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点5），开展了污泥理化调质深度脱水技术的研究，提高了污泥固液分离性能，有效将污泥水分控制在50%以下，参与设计，提供优化工艺参数。授权发明专利1项。</p>							

姓名	文珊	性别	汉	排名	9	民族	汉
技术职称	工程师			最高学历	研究生	最高学位	硕士
毕业学校	湖南大学			毕业时间	2017年06月	所学专业	环境工程
通讯地址	湖南省长沙市浏阳经开区 319 国道旁（永清环保）					邮政编码	410330
工作单位	永清环保股份有限公司					行政职务	研发工程师
二级单位	研究设计院						
完成单位	永清环保股份有限公司					所在地	湖南长沙
						单位性质	民营企业
参加本项目的起止时间		2017年04月至2021年12月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>1、参与酸性废气高效净化成套关键技术研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2.1），针对焚烧烟气特征，开展工艺筛选、优化等工作；</p> <p>2、参与城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 5）的设计及中试。授权发明专利 1 项。</p>							

八、主要完成单位情况表

单位名称	永清环保股份有限公司				
排 名	1	法定代表人	王峰	所 在 地	湖南省长沙市
单位性质	民营企业	传 真	0731-83506688	邮政编码	410330
通讯地址	湖南省长沙市国家级浏阳经开区（319 国道旁）				
联 系 人	马英	单位电话	0731-83506688	移动电话	18973141580
电子邮箱	ying.ma@yonker.com.cn				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>本单位是该项目的主要完成单位，主持本项目的立项、研究开发与应用工作。通过产学研用相结合，针对垃圾燃烧不稳定、燃烧不充分、炉膛结焦、烟气多污染物协同治理能力低、飞灰稳定化效果差、资源化利用率低、垃圾耦合协同处置污泥等固废成本高及发电效率低等问题进行了深入研究，创新研制了复合式生活垃圾焚烧炉排炉重大技术装备、研发了清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制催化材料、垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统、设计了渗沥液浓缩液回收利用及导排防堵系统、研发了城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统。近年来，项目技术成果应用于我国湖南、江西、四川、广东等地的垃圾焚烧发电及飞灰稳定化处理项目，近三年累计产生直接经济效益新增销售额 46809.48 万元，新增利润 13346.56 万元，具有较为显著的社会、生态效益，对构建现代环境治理体系、建设生态文明和美丽中国、早日实现“碳达峰、碳中和”目标提供有力保障。</p>					

单位名称	湖南大学				
排名	2	法定代表人	段献忠	所在地	湖南省长沙市
单位性质	高校	传真	0731-88824704	邮政编码	410082
通讯地址	湖南省长沙市岳麓区麓山南路麓山门				
联系人	刘杏	单位电话	0731-88822347	移动电话	15616224353
电子邮箱	liuxing096@hnu.edu.cn				
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：					
<p>本单位是该项目的主要完成单位，参与项目的调研、立项和研究开发工作。研发了垃圾焚烧烟气多污染物协同控制催化剂和吸附材料，解决了垃圾焚烧烟气中 NO_x、重金属汞（Hg）、挥发性有机物（VOCs）等污染物的协同控制技术难题。还承担了垃圾焚烧烟气的湿法、干法及半干法烟气脱硫研究，项目的物料平衡和热平衡计算，工艺流程、装备设计方案讨论，项目产业化工程试验讨论等。</p>					

九、完成人合作关系说明

永清环保股份有限公司（简称：永清环保）与湖南大学联合开展了“生活垃圾高效协同焚烧及超洁净污染控制关键技术与应用”项目，实施周期为 2012 年 01 月至 2021 年 12 月。项目成果由**易新建和李彩亭、谢光辉、朱清、马英、周斌、陈婷、姚咏歌、文珊** 9 位同志共同完成，主要完成人之间的合作关系及各自对项目做出的贡献如下：

永清环保谢光辉与湖南大学李彩亭自 2014 年开始合作，共同承担了长沙市重大专项“生活垃圾焚烧烟气净化技术研究及应用”项目（编号：K1404048-31、K1502028-31、KQ1201011），**永清环保马英**自 2015 年加入。共同合作完成了清洁焚烧烟气高效净化技术及多污染协同控制催化材料的研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2），并于 2017 年完成了湖南省科学技术成果评价与登记（登记证号：9430000Y20170148）。2021 年合作申请知识产权“一种 SCR 脱硝系统”（专利号：ZL202120408086.7）。**永清环保文珊**自 2017 年加入，参与了酸性废气高效净化成套关键技术研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 2.1），开展了工艺筛选、优化等工作。**永清环保谢光辉、马英、文珊**合作申报的“典型工业污染源烟气超洁净治理集成技术及应用示范”获得中国环保产业协会 2019 年度环境技术进步奖二等奖（证书编号：HJJS-2019-2-22-D01）。

永清环保易新建与周斌自 2013 年开始合作，共同承担了湖南省战略性新兴产业科技攻关与重大科技成果转化项目“重金属污染土壤液体离子矿化稳定剂研发及产业化”（编号：2013GK4069），合作完成了垃圾焚烧飞灰高效固化/稳定化处理关键材料及系统的研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 3），并于 2015 年完成了湖南省科学技术成果评价与登记（登记证号：9430000Y20150138）。2018 年合作申请知识产权“一种垃圾焚烧飞灰的稳定化固化处理系统”（专利号：ZL201821995880.0）。

永清环保易新建与马英、陈婷、姚咏歌、文珊自 2014 年开始陆续开展合作，完成了城市固体废物协同焚烧处理关键技术及系统研发（对应“四、主要科技创新”中的科技创新点 5），共同授权知识产权“一种城市固体废物协同焚烧发电系统”（专利号：ZL201510635277.6）。

永清环保陈婷与朱清于 2016 年开始合作，完成了复合式生活垃圾焚烧炉排

炉及烟气再循环烘干式工艺技术的研究（对应“四、主要科技创新”科技创新点1），2021年合作申请知识产权“一种利于渗滤液排滤的垃圾焚烧炉推料装置”（专利号：ZL202120359468.5）。

作为永清环保“生活垃圾高效协同焚烧及超洁净污染控制关键技术与应用”技术团队核心成员，在**易新建**组织和牵头带领下，与**谢光辉、马英、朱清、姚咏歌、文珊**合作完成了本项目关键技术成果的推广应用，并于2020年共同荣获湖南省勘察设计奖二等奖“衡阳市生活垃圾焚烧发电项目”（证书编号：2020D06A0001）。

第一完成人签名：