

# 四川省科学技术进步奖提名书

(2024 年度)

## 项目基本情况

|                                                                                                                                                                                                                                  |      |                                                                                                     |          |                   |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------|-----------|
| 项目<br>名称                                                                                                                                                                                                                         | 项目名称 | 多源有机固废协同“六化”处理关键技术装备沿江群链式应用及推广                                                                      |          |                   |           |
|                                                                                                                                                                                                                                  | 公布名  |                                                                                                     |          |                   |           |
| 主要完成人                                                                                                                                                                                                                            |      | 潘志成、龙吉生、谭厚章、刘文、吴剑、彭玉梅、钟亚萍、孙小燕<br>杨磊、焦学军                                                             |          |                   |           |
| 主要完成单位                                                                                                                                                                                                                           |      | 四川轻化工大学、上海康恒环境股份有限公司、西安交通大学、<br>北京大学、成都市兴蓉环境股份有限公司、中城院（北京）环境科技股份有<br>限公司、北京控股环境集团有限公司、中海康环保科技股份有限公司 |          |                   |           |
| 项目密级                                                                                                                                                                                                                             |      | 非密                                                                                                  | 定密日期     |                   |           |
| 保密期限(年)                                                                                                                                                                                                                          |      |                                                                                                     | 定密机构(盖章) |                   |           |
| 学科分类<br>名称                                                                                                                                                                                                                       | 1    | 固体污染防治工程                                                                                            |          | 代码                | 610. 3025 |
|                                                                                                                                                                                                                                  | 2    | 水污染防治工程                                                                                             |          | 代码                | 610. 3020 |
|                                                                                                                                                                                                                                  | 3    |                                                                                                     |          | 代码                |           |
| 所属国民经济行业                                                                                                                                                                                                                         |      | N、水利、环境和公共设施管理业                                                                                     |          |                   |           |
| 所属国家重点发展领域                                                                                                                                                                                                                       |      | 节能环保                                                                                                |          |                   |           |
| 任务来源                                                                                                                                                                                                                             |      | 1-国家计划； 2-省部计划                                                                                      |          |                   |           |
| 具体计划、基金的名称和编号：<br>1、四川省科技创业领军人才计划项目，2014RZ0003，低热值高水分城镇生活垃圾综合处理及资源化利<br>用示范工程<br>2、四川省科技支撑计划项目，2012GZX0032，城乡生活垃圾资源化利用焚烧发电系统<br>3、四川省科技支撑计划项目，2010FZ0106，中小城镇生活垃圾全焚烧处理技术及成套设备产业化推广<br>4、四川省环境保护科技研究项目，2007HBG001，生活垃圾焚烧炉改造关键技术研究 |      |                                                                                                     |          |                   |           |
| 授权发明专利（项）                                                                                                                                                                                                                        |      | 28                                                                                                  |          | 授权的其他知识产权（项）      | 123       |
| 项目起止时间                                                                                                                                                                                                                           |      | 起始：2017 年 3 月 1 日                                                                                   |          | 完成：2022 年 2 月 1 日 |           |

四川省科学技术厅制

# 项目简介

## 一、成果简介

项目完成单位共同围绕多源有机固废协同处理及高效能源化的目标，提出了“问题与需求分析、关键技术研发、应用示范”的总体研发思路，以实现废弃物协同处理及能源化关键技术的创新：基于多源低值有机固废的特性分析、焚烧处理及余热利用技术特点，在已有技术研发及应用基础上，对大型炉排炉、高参数发电、有机固废的信息化管理及协同焚烧、污泥干化及协同焚烧、烟气超净排放、渗滤液减量及资源化利用等关键技术进行重点攻关，开发适应技术与成套装备，形成了多源有机固废协同“六化”处理及高效能源化的关键技术与装备，确定了适应于我国污泥干化及协同焚烧处理的主体工艺流程，研发工业固废管理信息系统、提升一般工业有机固废的全流程管理模式，并实现沿江群链式应用，为固废处置行业的发展提供了技术支撑，提升了我国多源有机固废协同处置及能源化水平。

## 二、应用领域和技术原理

### （一）应用领域

多源有机固废协同“六化”处理关键技术与装备主要集中于对来自城市生活、农业生产和工业活动等多源头产生的有机固体废弃物进行高效处理和资源化利用。通过项目实施实现有机固废的减量化、无害化、高效化、资源化、低碳化、智慧化，有效解决有机固废的环境污染问题，同时生产出有价值的副产品，如生物肥料、生物质能源（沼气、生物柴油等）、有机覆盖材料等，实现废弃物的循环利用，促进当地生态系统的恢复与保护，提高土地利用率，减少对化石燃料的依赖，为推动区域绿色低碳经济发展提供强有力的技术支撑。

### （二）技术原理

#### （1）适应多源有机固废协同的大规模焚烧及高效发电技术

针对多源有机固废协同焚烧时组分复杂、热值范围广及上限高、热负荷波动大等条件下炉排易损伤、热膨胀尺寸大、炉膛易结焦等技术难题，研发耐高温耐磨蚀炉排条材质、热膨胀吸收结构以及水冷炉墙，设计炉排条强制风冷结构，确保炉排条冷却效果及膨胀应对，提高炉排对多源低值有机固废燃料适应性，解决大型炉排炉热负荷波动大的复杂条件下故障率高、寿命短的突出难题，形成 750 吨级及以上

的大型炉排炉技术装备。

基于高温腐蚀对受热面的影响规律研究，开发高导热镍基高温防腐材料及高频感应重熔防腐涂层技术，解决常规技术涂层导热性差、成本高的难题，继而建立适应于 6.4 MPa/450 °C、6.4 MPa/485 °C 等级余热锅炉的分级防腐、强化换热的受热面设计方案，形成高参数垃圾焚烧余热锅炉技术，工厂推广应用，将全厂发电效率（纯发电）由一般参数的 22% 左右提升到 26%-30%，有的已达 30% 以上。

为进一步提高发电效率，针对垃圾焚烧受高温腐蚀限制，蒸汽温度及发电效率难以继续提高的问题，提出高压缸排汽炉外机械除湿、抽汽再热蒸汽的炉外再热技术，采用汽水分离再热装置对高压缸排汽进行除湿加热，以避免蒸汽压力提高时汽轮机排汽湿度过大对安全运行的影响，在高参数垃圾焚烧余热锅炉技术基础上，对过热器等受热面进行防腐优化及强化换热，并提升自然水循安全性，使垃圾焚烧发电系统主蒸汽参数提升至超高压中温水平，形成炉外机械除湿耦合蒸汽再热发电技术，将全厂发电效率（纯发电）由常规高参数的 26% 提升到 31% 以上。

### **（2）有机固废协同处理信息化监控**

研发多源有机固废协同“六化”信息化监控平台，构建涵盖固废电子联单示踪、固废综合管理、企业固废监控等功能的固废管理系统，建立线上信息化监管和线下实时联动执法的固废管理体系：针对多源有机固废管理中运输单位监管难、产废企业自觉申报率低、监管主体责任难以量化考核的行业痛点问题，建设电子联单示踪系统，实时跟踪固废流向，对固废运输状况实时监测预警；构建可视化实时数据看板、风险预警及环保信用评价为一体的固废综合管理平台，建立涵盖资质合同管理、管理计划申报、预警信息查询、信用情况查询等功能的企业固废监控系统，形成对区域级多源有机固废的有效监控。

### **（3）污染物超净排放**

在常规烟气净化处理工艺“SNCR+半干法+干法+活性炭+布袋”的基础上，创新提出了满足超净排放要求的多级脱酸、除尘、脱硝、除二噁英及重金属的工艺组合。该工艺系统组合依次布置烟气再循环装置、SNCR 装置、半干法反应塔、消石灰喷射装置、活性炭喷射装置、布袋除尘器、蒸汽/烟气换热器、SCR 反应塔、烟气/烟气换热器、湿法洗涤塔。本烟气超净排放系统运行组合方式多样化，系统稳定性强，通过烟气净化系统设置的全套污染物浓度监测设备，可实现各系统的精细化分段控制；

并对烟气再循环等进行技术研发，提高污染物脱除效率和稳定运行的能力，具有工艺协同、污染物处理负荷适应性强、操作安全性高的特点。

采用“预处理+调节池+厌氧+外置式膜生化反应器（MBR）+纳滤（NF）+反渗透（RO）”工艺处理以渗滤液为主的高浓度废水，并针对此工艺纳滤浓缩液富含高难降解有机物、反渗透浓缩液富含高盐分的特点，开发“物料膜+高压反渗透”的浓液减量工艺，对两种浓液分别采用物料膜及高压反渗透膜进行处理，针对纳滤浓缩液采用两级物料膜工艺，分离出含有腐殖酸的高浓度有机废液，可入炉焚烧，清液与传统工艺纳滤产水混合；针对反渗透浓缩液，采用高压膜工艺进一步浓缩，清液进行冷却水回用，浓液代替工艺水作为半干法脱酸的制浆溶质，利用浓缩液带入氯盐的吸潮特性，提高消石灰与酸性气体的反应活性，从而提高了半干法的脱酸效率，实现了渗滤液浓缩液的再利用。渗滤液处理系统整体产水率提高到 80%以上。

#### **（4）污泥协同干化焚烧处置**

针对我国污泥含砂量高、机械磨损大以及干化技术效率低的技术问题，采用高效耐磨合金材料增设耐磨装甲，提升圆盘片耐腐蚀磨损性，提升盘片寿命，将含砂率的适应性提高到 70%左右；采用逆流梯形高穹顶和剖泥刀结构，提出外排尾气作为载气循环吹扫工艺，保证污泥及时混合、均匀受热，提高了污泥的干化效率。

研发了污泥造粒技术、研究污泥入炉方式，形成适应于污泥颗粒掺烧的输送、存储、入炉方式及相对应的成套设备，降低污泥协同处置的结渣积灰风险，提高了炉内物料的混合与反应均匀性，实现对污泥的高效协同处置。