

09 农业秸秆等固态废弃物沼气/生物天然气工程

项目负责人：郭荣波

技术联络人：郭荣波

联系方式：13791936409

电子邮箱：guorb@qibebt.ac.cn

关键词：能源、生物天然气、农业秸秆

技术成熟度：产业化 (TRL=9)

■ 项目简介

农业秸秆是纤维素生物质，质轻而难水解，纤维素生物质在厌氧发酵过程中，一方面，随着物料逐渐被微生物降解，纤维素结构被破坏，附着微生物和物料木质素含量上升，物料密度逐渐增大，会随着降解的进行，逐渐下沉；另一方面，由于沼气的产生，沼气的微小气泡附着在纤维素物料上，会造成纤维素物料的上升，尤其是新进入罐内的纤维素物料，上浮现象更加明显。基于上述多种因素，农业秸秆厌氧发酵，尤其在高浓度条件下，运行过程中经常出现物料分层现象，严重时造成纤维素物料上浮后脱水，附着的微生物死亡后造成浮渣层结壳，从而造成工程运行中断。因此，消除纤维素物料发酵过程中的分层现象，是保证高浓度厌氧发酵工程稳定、高效运行的必要条件。

本项目依据发酵物料特性，针对秸秆类纤维素生物质发酵过程的气液固三相复杂体系流体力学模型模拟，结合流体力学特征，精准表征和计算发酵体系的流体力学特征，对搅拌机安装位置和角度以及组合方式与物料进出罐体方式进行系统优化，从发酵反应器整体空间结构方面进行传质过程优化设计，综合影响发酵运行的各种因素，集成生物质固态进料系统、高浓度搅拌系统、新型拼装式反应器、沼渣沼液在线分离和保温回流系统，整体设计和制造厌氧反应器，实现从进料到发酵到出料的全方位最优化设计和高度匹配，将技术固化于设备，开发出了高浓度厌氧发酵技术及其配套的整体反应器，提高了厌氧发酵效率、降低了投资和运行能耗，完成了农业秸秆、禽畜粪污等为单一或混合原料的产业化示范工程。

性能指标：

本项目开发生物质高浓度厌氧发酵技术，被院士领衔专家组认定技术水平达到国内领先国际先进，其性能优势体现在：（1）发酵浓度高达10-15%；（2）容积产气率高达1.5-2.2m³/(m³·d)；（3）原料产气率高于450m³/t干物质；（4）彻底解决了秸秆纤维素类物料分层和浮渣结壳的工程难题，秸秆生物质降解率达70%；（5）运行能耗低，与传统沼气工程相比，降低了30-50%；（6）彻底解决了高寒条件下沼气能源效益差，难持续运行的问题，可在高寒地区（零下30-40℃）良好运行；（7）投资低，与传统沼气工程相比降低了30%。开发适合高浓度厌氧发酵的整体反应器，彻底解决了我国沼气工程专业化设备缺乏的现状以及固态进料、高浓度物料搅拌等瓶颈问题。



图 1 高浓度厌氧发酵整体反应器

■ 项目进展

本项目通过核心设备的标准化、模块化、系列化，已经实现标准化生产，具备成熟的商业化推广条件，开展规模化生物质天然气产业化项目推广，建设国内领先乃至国际领先的生物天然气工程，为农业秸秆等生物质废弃物处理和分布式清洁能源供给提供产业化解决方案。2018年该研发成果取得了显著的影响力，入选了中国科学院十八大以来重大科技成果展和全国科技周展。本项目已经推广了黑龙江齐齐哈尔产业集群项目、青岛华通南村项目、山东新洁能无棣项目、山东宝力乐陵项目、中节能贵州茅台项目等10余处规模化生物天然气工程项目，累计沼气产能超过8000万方/年，比较有代表性的工程项目为山东无棣项目和黑龙江克东项目，完全采用了本项目开发的技术和设备，其秸秆产气率、反应器容积产气率、能量产出效率等核心运行数据达到了国际领先水平，远高于传统技术，并得到了国家各级政府单位及用户的广泛认可，其中黑龙江克东项目入选《中国沼气行业“双碳”发展报告》封面工程。

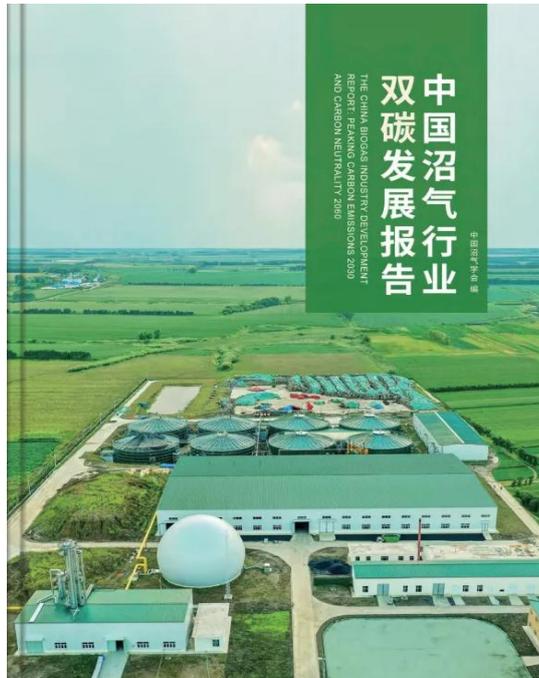


图 2 代表性项目入选《中国沼气行业“双碳”发展报告》封面工程

■ 知识产权情况

已授权与本项目相关专利14项，获山东省装备制造业科技进步奖和创新产品各1项

■ 应用前景

我国明确提出，力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。因此“十四五”时期是碳达峰的关键期和窗口期。作为可再生能源的生物质能源必将迎来空前的发展机遇。而沼气/生物天然气作为生物质能源的主力军，发展前景广阔。2019年12月19日，国家发展改革委、国家能源局、农业农村部等国家十部委联合印发了《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》，标志着生物天然气纳入国家能源发展规划，一个新的战略性新兴产业成形。按照规划，我国到2025年，生物天然气年产量超过100亿立方米，到2030年，生物天然气年产量超过200亿立方米，占国内天然气产量一定比重，仅此市场将对应3000亿的市场机遇。国家支持生物天然气行业发展，市场容量巨大，加之生态环保意义重大，因此农业秸秆、禽畜粪污等农业废弃物制备生物天然气行业迎来重大发展机遇。

■ 合作方式

合作开发、技术入股、、融资、产业推广等