

10 沼气高效提纯精制生物天然气工程

项目负责人：郭荣波

技术联络人：罗生军

联系方式：15066833811

电子邮箱：luosj@qibebt.ac.cn

关键词：能源、生物天然气

技术成熟度：产业化（TRL=9）

■ 项目简介

沼气是一种优质的清洁能源，可通过多种生物质发酵获得。我国有着储量巨大的生物质资源，包括农业、工业和城市固体废弃物，及其他相关产业的副产品等。沼气利用的途径有多种，比如直接利用燃烧供热、热电联产或者提纯净化后作为车载燃气、家庭供热、化工原料等天然气使用。沼气经过提纯净化制备的生物天然气，可以完全替代石化天然气，根据现有技术水平和经济可行性，我国能转化当量生物天然气1200亿立方米，可以大幅降低我国对石化天然气依赖程度。

沼气高效提纯精制生物天然气是沼气提纯净化制备高品质生物天然气、大幅提升甲烷利用品质的技术。目前沼气脱碳的主要工艺包括有机胺吸收法、压力水洗法、膜分离方法、变压吸附法、物理吸收法、深冷分离法等。而本项目开发的沼气加压水洗技术集成了水洗脱碳过程中闪蒸技术的合理有效利用技术、吸收塔解吸塔内部核心部件的开发、同步回收二氧化碳技术、沼气工程的能量集成系统设计和自动化控制系统设计等多个方面进行优化设计和开发。本项目开发的沼气加压水洗技术结合撬装设备的设计理念，可在各种处理规模的沼气工程中加以应用推广。

性能指标：

本项目开发的高效精制生物天然气技术对控制水平要求不高，运行稳定可靠，不存在不可修复的性能衰减可能性，其性能优势体现在：（1）甲烷回收率高达98.5%，完全符合国家标准《GB17820-2012天然气》，在很大程度上拓展了沼气的高值化利用途径；（2）CO₂回收率高达70%；（3）能耗低于0.25kwh/ m³沼气；（4）水做溶剂，循环使用，运行过程无污染；（5）投资和运行成本低，制备的生物天然气价格在0.4-0.5元/m³；（6）设备采用撬装设计，操作维护简便；（7）智能管理，可远程监控；（8）处理规模可大可小，适应于包括大型超大型沼气工程在内的各种规模的沼气工程。

■ 项目进展

本项目通过核心设备的标准化、模块化，已经实现标准化生产，具备成熟的商业化推广条件，可开展沼气高效精致生物天然气产业化示范项目推广，依托科研装备研制和关键技术，

开发和研制了日处理能力2400m³的秸秆生物天然气纯化产业化中试科研装备系统。目前沼气提纯制备生物天然气已实现产业化的日处理规模有3万m³、4万m³、6万m³等多种规模，以满足客户需求。目前已建成的项目包括山东乐陵项目、青岛平度项目、山东无棣项目、黑龙江克东项目等多个项目的落地和运行。经过运行评估，沼气提纯净化的成本在0.4-0.5元/ m³，可直接支撑大中型生物天然气企业的正常运行，极大地推动我国生物天然气产业的快速发展。目前已成立产业化公司青岛中科聚能环保科技有限公司。



图 1 青岛平度项目沼气提纯系统

■ 知识产权情况

已授权与本项目相关专利4项，获青岛市科技进步奖1项。

■ 应用前景

针对我国沼气提纯精制生物天然气技术水平低、研发力量薄弱、科研装备缺乏、等问题，本项目开发了沼气加压水洗制备生物天然气的技术与装备体系。基于生物天然气的碳负效应等特性和应用广泛的需求，沼气高效提纯精制天然气技术，是沼气纯化提质产业化技术上的一次重大突破，是我国自有知识产权的成果，将实质性推动生物天然气产业的发展。沼气高效提纯精制的天然气完全符合国家标准《生物天然气 GB/T 41328-2022 》，可以逐步替代石化天然气，占据一定的市场份额。生物天然气在很大程度上拓展了沼气的高值化利用途径，提高了沼气工程的经济性，并拓展沼气/生物天然气应用领域。

■ 合作方式

合作开发、技术入股、融资、市场开发等