

# 68 高性能中空纤维 CO<sub>2</sub> 分离膜及沼气纯化工艺开发

项目负责人：江河清

技术联络人：江河清

联系方式：0532-80662716

电子邮箱：jianghq@qibebt.ac.cn

关键词：分离膜、沼气、中空纤维膜

技术成熟度：中试及产业化（TRL=7-8）

## ■ 项目简介

作为我国生态能源结构的重要组成，沼气经纯化后即为生物燃气是代表性的双向清洁过程。沼气的主要成分是甲烷（CH<sub>4</sub>，55%~65%）和二氧化碳（CO<sub>2</sub>，30%~40%），CO<sub>2</sub>作为沼气的伴生气必须进行脱除。与传统分离方法相比，膜分离技术具有设备体积小、能耗低、操作维修便捷、模块化、易撬装等优点，更为重要的是膜分离技术容易规模化放大，且分离过程中无需添加额外的有害化学物质。但目前沼气纯化膜、膜组件及相关分离工艺主要从国外进口。

开发了新型中空纤维CO<sub>2</sub>分离膜及沼气纯化工艺，经分离后所获得的产品气甲烷浓度不低于95%，甲烷回收率不低于92%。与传统纯化方法相比，所开发的膜分离技术无需大量水或化学吸收剂，操作压力低，对外部环境依赖度低。此外，膜分离装置为模块化撬装系统，在气源枯竭或需要另外选址时，容易搬迁移动。

## 性能指标：

以进料组成为54%CH<sub>4</sub>、44.7%CO<sub>2</sub>、0.3%O<sub>2</sub>、1%N<sub>2</sub>的垃圾填埋场沼气为例，经过2级膜处理后，甲烷浓度可以达到96.4%，CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>含量则分别降低到1.62%、0.19%、0.76%，完全符合车用压缩天然气或管网天然气的技术指标。

## ■ 项目阶段与进展

目前已形成沼气纯化用分离膜的专利技术；建立一套沼气纯化性能评价系统已运行1年；所开发的中空纤维膜在沼气纯化模拟气环境中，单级膜工况下，产品气的甲烷纯度可高达98%，符合车用压缩天然气或管网天然气的技术指标。

## ■ 应用前景

以产沼气 400Nm<sup>3</sup>/h 的垃圾填埋场为例，进行投资预算及效益分析：（1）工程规模：每天产沼气体积为：9600 Nm<sup>3</sup>/d，纯化后压缩天然气（CNG）为：5520 Nm<sup>3</sup>/d （2）投资预算及效益分析：见右图

## ■ 合作方式

共同开发、技术许可/转让

| 序号  | 项目                       | 单价     |                                                      |
|-----|--------------------------|--------|------------------------------------------------------|
| 1   | 投资成本                     |        |                                                      |
| 1.1 | 预处理单元                    | 132    | 万元                                                   |
| 1.2 | 膜组件                      | 83     | 万元                                                   |
| 1.3 | CNG 压缩机                  | 70     | 万元                                                   |
| 1.4 | CNG 储气罐组                 | 40     | 万元                                                   |
| 1.5 | 仪表及控制、电气、安装及其他费用等        | 250    | 万元                                                   |
|     | 合计                       | 575    | 万元                                                   |
| 2   | 操作成本<br>(操作时间 8000h/a)   |        |                                                      |
| 2.1 | 脱硫剂                      | 2.25   | 万元/年                                                 |
| 2.2 | 沼气压缩机                    | 35.84  | 万元/年                                                 |
| 2.3 | 空冷器风机                    | 2.24   | 万元/年                                                 |
| 2.4 | 膜组件更换费用                  | 16.5   | 万元/年                                                 |
| 2.5 | CNG 压缩机                  | 16.8   | 万元/年                                                 |
| 2.6 | 设备折旧                     | 41.5   | 万元/年                                                 |
| 2.7 | 人员费用                     | 50     | 万元/年                                                 |
| 2.8 | 合计                       | 165    | 万元/年                                                 |
| 2.9 | 操作成本/Nm <sup>3</sup> 原料气 | 0.52   | 元                                                    |
| 3   | 回收价值<br>CNG              | 552    | 万元/年<br>(230 Nm <sup>3</sup> /h、3 元/m <sup>3</sup> ) |
| 4   | 年利润                      | 386.88 | 万元                                                   |
| 5   | 投资回收期                    | 1.5    | 年                                                    |