

（二）膜分离技术提升生物质能利用效率

导读：生物质能被称为继煤炭、石油、天然气之外的“第四大能源”。据世界自然基金会的报告，到 2050 年 60% 的工业燃料和工业供热将采用生物质能源。与其它可再生能源相比，生物质能不仅是清洁低碳能源、可减少二氧化碳的净排放量和降低温室效应，它可以永续利用，并且轻松转化为热能及各类燃料，用于农业、工业、城市和交通能源。我国生物质资源转换为能源的潜力可达 5 亿至 10 亿吨标准煤，实现高效转化和利用生物质能将大大缓解能源供给的压力，赢创工业集团研发的膜分离技术为生物质能的高效利用提供了有效的解决方案。

1. 项目背景

生物质能来源丰富，通常包括木材及森林废弃物、农业废弃物、水生和油料植物、城市和工业有机废弃物、动物粪便等。将这些废弃资源再次利用转换成再生能源，既保护了人类的生存环境，又增加了人类所需的能源资源。这也是可持续发展和循环经济所倡导的根本理念。

沼气是一种环保能源，在今天的能源供应中正变得日益重要。通过将粪便、污水、桔梗等有机废物密闭于沼气池，通过厌氧（无氧）发酵产生甲烷和二氧化碳为主的混合气体，即沼气。沼气可以用于发电、发热或用作燃料，并提供较高的每平方米土地能源产量。如果沼气在其产地就被直接转化成电能，由于沼气中含有的二氧化碳较高，导致燃烧效率偏低，大约只有 40% 的内能被利用，但如果对沼气进行较高要求的提纯和净化，将二氧化碳和甲烷进行成功分离，得到符合国家天然气标准的生物甲烷，则高达 90% 的内能都可以被利用。

2. 对策与解决方案

传统的沼气提炼技术，是通过胺吸收、水系和变压吸附来脱除二氧化碳，但是这些方法有的会产生二次废液或废水，有的由于甲烷收集率太低而使得很多甲烷排放于大气中，对环境造成影响。目前欧洲最新研发的膜技术，即用纯物理的方法将甲烷和二

氧化碳进行完全分离,不仅能获得高纯度的甲烷气体,达到各国天然气的标准,并能将二氧化碳浓度提炼至 99% 以上,以便进一步利用。由于是纯物理技术,整个沼气提炼和能源转换过程中不需要任何添加剂,通过简单的压缩步骤即可实现气体的分离。其优势还体现在操作简便,启停方便,占地面积小,完全摆脱了传统工艺上的设备需求。

3. 成效

(1) 中国第一家三级膜沼气提纯系统,甲烷纯度高达 99%

位于山东蓬莱的山东民和牧业股份有限公司养殖基地,是中国最大的肉鸡产业示范养殖基地,如此规模的养鸡场,在地表看不到一点鸡粪和污水,完全得益于沼气生产设备。养殖场每天把鸡粪通过地表下的管道和传送带输送到收集装置中,然后鸡粪在匀浆水解池内被搅拌、混匀和调解,接着被送入厌氧沼气发酵罐后,进而转化为沼气,完全实现了废弃物的清洁化、资源化转变。

为了进一步提高沼气的资源利用效率和环境效益,2013 年 9 月,采用 SEPURAN®Green 膜技术的试验设备驻进山东民和养殖场生产基地,并在一期沼气发电工程内进行了测试和示范运行。以养鸡场每天产生的鸡粪为原料生产沼气,在气体预处理后,经过三级膜分离步骤纯化,原料沼气中的二氧化碳和甲烷几乎可以完全分离,连续不断生产出符合国家一类燃气标准的甲烷。甲烷收集率可高达 99.5%,因此尾气也非常清洁,其甲烷含量低于 1%。

在膜技术的低能耗高甲烷收集率获得实验成功之后,山东民和养殖基地决定在其二期沼气项目中采用 SEPURAN®Green 工艺进行沼气提纯。第一套日处理 7 万立方米沼气的膜技术提纯系统在亚洲最大的养鸡场山东民和牧业集团建成,每天产生的 4 万立方米生物甲烷满足了周边的工业用户和农村用户的用气以及天然气汽车的燃料需求。在环保减排方面,该项目每年实现碳减排 18 万吨。

(2) 其他应用

城市的生活垃圾通常由垃圾车运输并集中填埋处理,而垃圾中的有机质在地下会分解释放甲烷和二氧化碳,俗称填埋气。填埋气若不进行收集和处理,不仅污染环境,还存在爆炸危险。贵

阳市在几年前就开始尝试填埋气的高质利用,两套系统处理量达 2 万立方米。自 2011 年开始将填埋气经过 PSA (变压吸附) 工艺提纯后销售给贵阳燃气,供城市居民用气和天然气汽车的燃料。但 PSA 技术存在甲烷收集率低的缺点,很多甲烷随尾气排入大气造成空气污染。为了更好的利用填埋气,减少尾气甲烷的排放,并降低处理成本,贵阳市于 2014 年引进 SEPURAN® Green 膜技术,并于 2015 年开始使用该技术进行填埋气的提纯。它是首个膜技术在中国填埋气提纯项目。第一套日处理量 1 万立方米填埋气的膜设备于 2015 年 7 月运行至今,每天可为贵阳市民提供 1.2 万立方米的天然气。由于该技术对于资源的再利用和环保效应,目前该市已启动了第二套膜技术装置,进一步加大了生物质能源的使用。

SEPURAN® Green 膜技术还有效地应用于污水处理厂的沼气提取过程,在韩国首尔市的污水处理厂,每天处理城市污水和污泥的过程中产生 2 千立方米每小时的沼气。这些沼气在膜技术的帮助下,经提纯转变为符合城市燃气标准的甲烷气注入首尔市的城镇燃气管网,取得显著的经济效益。

4. 启示和建议

中国拥有巨大的生物质资源,若全部甲烷化每年将产生 1000 亿立方米的天然气,相当于中国 2020 年天然气需求的三分之一。而随着中国城市化进程的加速和人口规模的扩张,预测在“十三五”期间,仅从城市固废中提炼生物甲烷气的效率就将达到 20 万立方米每小时,即每年生产 10 亿立方米生物天然气。

德国、法国、英国等国家成功利用生物质满足工业、农业及城市能源需求的经验,应对中国现有可利用、可转换的生物质能的来源和分布进行具体了解,联合政府、企业、消费者多方力量,通过政策鼓励、技术支持、消费引导,帮助小型规模的用户,例如中国的农业和养殖业,进行生物质能的建设和利用。针对城市生活垃圾提炼所产生的大量天然气,政府可以统筹规划、利用,作为城市生活用气,汽车燃料的补充。对于工业有机废水,应鼓励和引导企业通过自主建设处理设施或协同处理等方式进行资源回收再利用,从而达到环保和再生资源利用双重目标。