

# 德国生物天然气发展现状及对我国的经验借鉴

王雅菲<sup>1</sup>, 赵博渊<sup>2</sup>

(1. 北京市煤气热力工程设计院有限公司, 北京 100032;

2. 中国石油国际勘探开发有限公司, 北京 100034)

**摘要:** 在论述欧洲生物天然气发展概况的基础上, 详细分析了德国生物天然气项目发展数量、原料类型、应用领域、产品流程等, 在科学分析德国生物天然气产业发展历程和特点的基础上, 从基础科学研究、技术装备开发、产品应用和政策推动 4 个方面, 阐述德国生物天然气发展对我国的经验借鉴。

**关键词:** 生物天然气; 德国; 沼气; 提纯; 政策借鉴

**中图分类号:** X743 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-0912(2020)04-0042-03

按照甲烷含量和气体状态划分, 规模化沼气项目的终端产品包括粗沼气 (Biogas)、生物天然气 (Biomethane)、液化生物天然气 (Liquefied biogas) 3 种。沼气是指以畜禽粪便、农作物秸秆、城镇生活垃圾、工业有机废水等有机物为原料, 经厌氧发酵形成的可再生燃气, 一般甲烷含量 55%~65%, 其作用主要为驱动热电联产。生物天然气是以畜禽粪便、农作物秸秆、城镇生活垃圾、工业有机废水等有机物为原料, 经厌氧发酵形成的可再生燃气, 经过净化提纯后形成的与常规天然气成分、性质等基本一致的绿色低碳清洁环保可再生天然气, 甲烷含量一般为 95%~97%, 可以注入城镇燃气管网或者应用于交通领域。液化生物天然气是指对生物天然气进一步提纯并液化的液化天然气, 其甲烷含量一般为 99% 以上。

## 1 欧洲生物天然气发展概述

在世界范围内, 生物天然气规模持续增长, 并呈现很强的地域性。欧洲是世界上生物质能源发展最为广泛和规模化应用程度最高的区域, 也是发展最为成熟的区域。

世界范围内生物天然气规模持续增长, 并具有很强的地域性特征, 欧洲地区是沼气规模最为发达的地区。截至 2018 年底, 有沼气项目 18 202 个, 电力装机容量增长到 11 082 MW。生物天然气生产规模快速增长, 发展到 660 个 (较 2017 年增加 120 个), 生物天然

气生产规模达到 22.8 亿标准 m<sup>3</sup> [1]。欧洲沼气项目数量和人均沼气项目数量如图 1 所示。

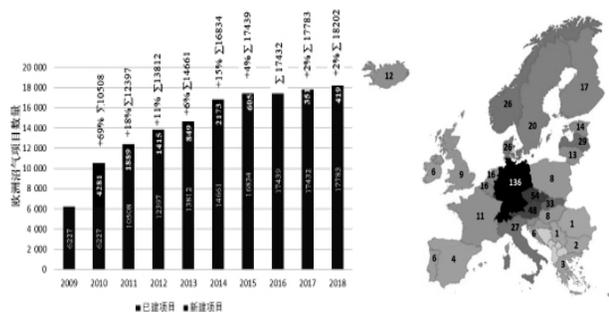


图 1 欧洲沼气项目数量 (左图) 以及人均沼气项目数量 (右图)

## 2 德国生物天然气发展概述

德国有 8 262 万人, GDP 总量排名世界第四位。在环境保护、资源条件、社会与自然和谐发展等因素的驱动下, 德国在 1990 开始了能源转型战略, 大力发展可再生能源。经过近 20 年的发展, 德国的可再生能力在发电、供热和制冷以及交通领域都有了长足发展。特别是生物质能领域, 德国是欧洲生物质发展的最主要驱动力, 是全球沼气厂数量最多的国家, 探索出了一条成熟的生物质发展道路。

根据德国沼气协会网站公布的统计数据, 德国 2018 年有沼气项目 9 494 个, 能够提纯为生物天然气注入城市燃气管网的项目为 200 个。电力装机容量 4 843 MW, 沼气发电量 331 亿 kW·h。德国沼气发展情

作者简介: 王雅菲 (1988-), 女, 河北霸州人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事天然气规划和咨询工作。

况如表 1 所示。

表 1 德国沼气发展一览表

	2017 年	2018 年
沼气厂数量 (可提纯生物天然气注入管网的沼气厂)/个	9 331(195)	9 494(200)
电力装机容量 /MW	4 500	4 843
年总发电量 /TW·h	32.98	33.13
沼气发电供给家庭数 /百万户	9.4	9.5
使用沼气而减少的 CO <sub>2</sub> 排放量 /百万 t	19.9	20
德国的营业额 /亿欧元	93	93
沼气行业岗位数量/个	47 000	47 000

从原料来看,德国沼气项目的原料类型包括能源作物、工商业废弃物、家庭生物垃圾、蔬菜副产品等,如图 2 所示。从质量百分比来看能源作物和畜禽粪便各占近一半。从产能来看,能源作物产能占 77%,如图 3 所示。能源作物的丰富产量和较为低廉的价格是德国生物质能快速发展的独特优势和重要基础。

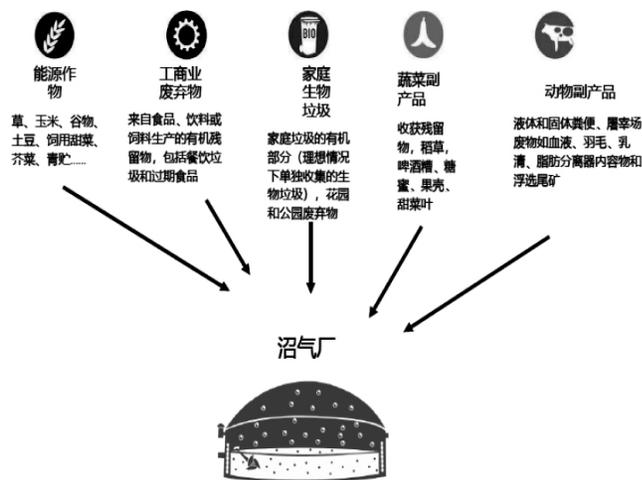


图 2 德国沼气项目原料类型

沼气应用领域主要有 3 个方面,一是驱动热电联产进行供热、供电,用于自用,若周边有管网,可以外输;二是提纯压缩为 CNG,适用于生物天然气生产企业距燃气管网或加气站较远的情形,压缩后的生物天然气可运至车用燃气加气站或区域管网;三是对于拥有燃气管网的地区,将提纯后的生物天然气供入城市燃气管网。德国沼气项目的流程如图 4 所示。

目前沼气提纯为生物天然气的项目仅为 2%,由于德国的天然气用户类型以及管道条件限制,这部分天然气用于交通运输领域为主,规模约合 0.38 亿 kW·h。交通运输领域的 CNG 燃烧总量约合 2.3 亿 kW·h,生物天然气占有市场份额不足 0.1%。提纯为天然气应用于交通运输领域被视为拥有巨大的市场空间,是未来最重要的发展方向和政策导向。

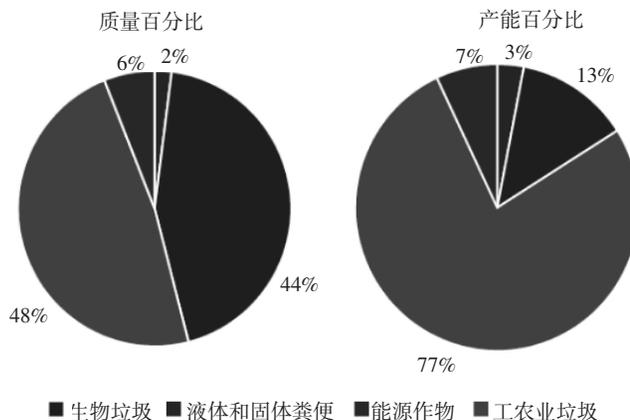


图 3 德国沼气项目原料占比

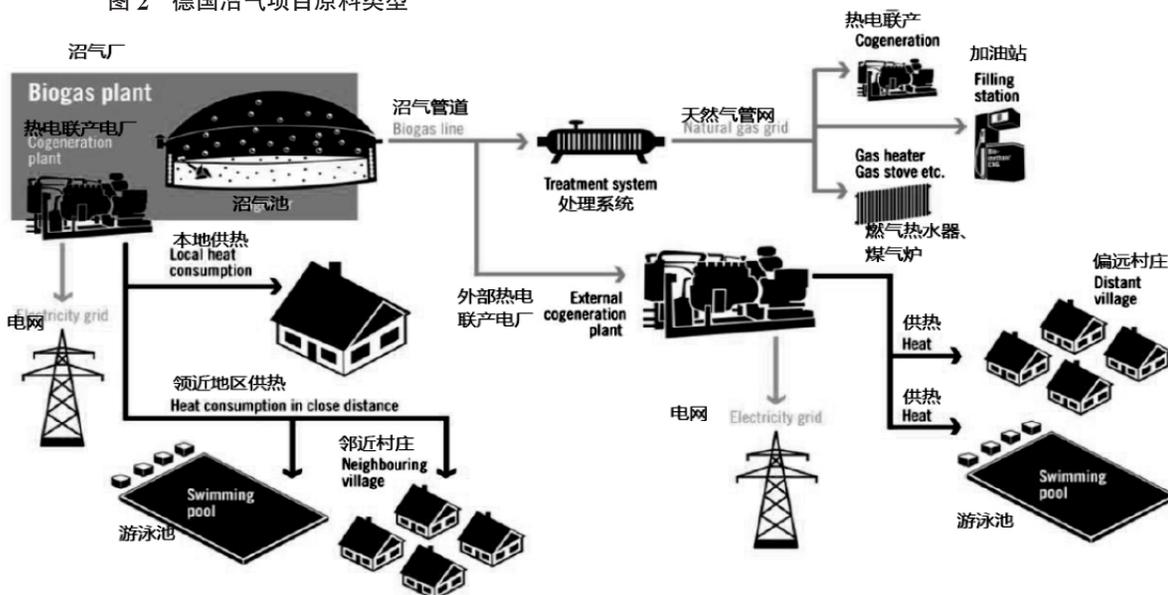


图 4 德国沼气项目的流程

### 3 德国生物天然气发展对我国生物天然气发展的启示

德国发展生物天然气的重要动因是减少温室气体排放,应对全球气候变化和环境保护,通过可再生能源的发展,减少对化石燃料进口的依赖(德国的化石能源基本依赖进口),创造更多的就业机会。从根本上来看,与我国的发展动因与根本诉求是一致的。德国沼气发展起源于2005年《可再生能源法》发布,与我国相比发展较早,也形成了较为完整的产业体系,对我国的生物天然气发展有很多启示。

(1)在基础科学研究方面,欧洲已经深入研究了全株玉米、粪便和生物垃圾作为原料在不同的技术选项下排放的温室气体量。研究了废弃物预处理、发酵等方面的机理和废弃物处理与温室气体减排的关系,选育开发一批高效的厌氧发酵、生物脱硫菌株及复合菌剂。通过实验研究与理论研究结合,很好地指导法律规定和项目实践。在德国的可再生能源指令 II/RED II 中规定,先进生物燃料在燃料市场中的份额到2030年达到3.5%,即首先必须将先进的生物燃料投放市场,然后才是其他生物燃料。优先顺序依次是动物粪便、污水污泥、秸秆和生物垃圾。

(2)在技术装备开发方面,优化开发适合废弃物处理、发酵、脱硫等标准化的工艺和流程,研制相应的预处理装备、新工艺发酵反应器、生物脱硫装置以及配套的进出料和搅拌系统,并在此基础上形成商业化生物燃气提纯、压缩等成套装备<sup>[2]</sup>。如,许多德国的生物天然气项目采用了不同的罐体材质,“水泥罐、矮胖型”,地下3 m,地上5 m,保温压力较小。在许多德国项目中常采用水解池,内设有潜水搅拌机、偏心搅拌机及曝气风机,搅拌时间约为30 min,搅拌过程中有沼液回流至水解池稀释,不需要额外添加化学药剂和菌剂,即可有效地提高产气量。

(3)在产品应用方面,生物天然气对化石燃料甚至传统天然气的替代作为车用燃料,是欧洲生物天然气的最重要用途。德国的沼渣、沼液一般采用直接回填土壤的方式,这与其产业环境和政策相关。而在我国通过多种产品的综合应用,有利于项目整体收益的提高,因此在产品应用方面,重点研发气体净化提纯储运技术和有机肥生产利用技术是我国发展生物天然气的重要环节。水洗吸收法有吸收效率高、处理量大、工艺简单、设备运行成本低、维护方便、环境友好等优点,是目前欧洲大中型沼气工程采用比较多的一种沼气提纯方式。

(4)在政策推动方面,生物天然气发展较好的国家都实施了完整系统的法规政策,例如,对沼气纯化后替代燃料免征石化燃油使用税、免征车辆拥堵税等优惠政策,并通过不断调整政策法规,确保生物天然气产业的可持续发展<sup>[3]</sup>。德国自2000年发布《可再生能源法》,至今已修订5版。其核心要素包括:①2000年版《可再生能源法》规定优先入网、购买和传输来自可再生能源的电力,运营商可享有长达20年的固定补贴。②针对不同原料、不同技术应用、不同系统体系采取不同的补贴。为引导不同的原料综合应用,减少对能源作物的消耗,2009年修订版《可再生能源法》对粪便利用给予补贴并设定青贮玉米作为原料的使用上限。③综合采用简化行政程序、吸纳本地和区域参与者、减税免税的鼓励措施。

#### 参考文献

- [1] Annualreport 2019, European Biogas Association [EB/OL]. [2020-01-28]. <https://www.europeanbiogas.eu/>.
- [2] 马隆龙.生物天然气技术创新路线图[N].中国科学报,2019-03-18(7).
- [3] 朱颢,胡启春,汤晓玉,等.德国《可再生能源法》实施及调整对其沼气产业发展的影响分析[J].新能源进展,2016,4(2):159-164.

## The development of biogas in Germany and its reference to China

WANG Yafei<sup>1</sup>, ZHAO Boyuan<sup>2</sup>

(1. Beijing Gas and Heating Engineering Design Institute, Beijing 100032, China;  
2. China National Oil and Gas Exploration and Development Company Ltd., Beijing 100034, China)

**Abstract:** On the basis of the discussion of the biogas development situation in Europe, this paper deeply analyzed the biogas development in Germany, including the number of biogas projects, the types of raw materials, applications of the products, processes, etc. This paper demonstrated the German biogas development experience and the reference to China from four aspects: basic science research, technology and equipment development, product application and policies promotion.

**Keywords:** biomethane; Germany; biogas; purification; policy

(收稿日期 2020-02-18)