

# 欧盟部署生物甲烷潜力



来源：民航环境与可持续发展智库

## 一、文章简介

欧洲面临着能源行业去碳化和确保能源安全的双重挑战，欧盟的 REPower EU 计划加强了“欧洲绿色协议”中提出的宏伟目标，是对“Fit for 55”一揽子计划的补充。文章分析了欧洲（尤其是意大利）的可持续生物甲烷生产及其向可持续燃料的转化。根据现有的政策目标和监管手段，该研究探讨了创新和可持续的农业能源链，并将生物甲烷作为生产可持续航空燃料（SAF）和海运用甲醇的能源载体。将分散式生物质厌氧消化和炼油厂集中的生物甲烷转化结合起来，考虑了三种关键气转液（GTL）途径：费托合成和甲醇合成以及乙醇制航空燃料(ATJ)。模拟模型用于估算这些途径的性能，提供有关工艺产量和能量平衡的信息。此外，还通过查阅现有参考资料和推断特定单位成本数据，对投资成本进行了初步估算。到 2030 年，欧洲的生物甲烷供应量将达到 380 亿立方米，分析的路线可满足 4%到 11%的航空燃料需求，以及 25%到 56%的海运燃料需求。到 2050 年，欧盟生物甲烷的潜在供应量将达到 910 亿立方米，这些路线可满足 9-25%的航空燃料需求和 48-105%的海运燃料需求。在意大利，到 2030 年，56 亿立方米的生物甲烷可使这些途径满足 7-18%的航空燃料需求。

## 二、研究方法

用于航空和海运生物燃料的生物甲烷制燃料路线：包括(i)在分散式工厂生产沼气并将其升级为生物甲烷；(ii)将生物甲烷注入天然气网，并为所生产的生物甲烷量提供原产地保证；(iii)在集中式炼油厂加工等量的生物甲烷，首先将甲烷转化为合成气，然后合成液体（煤油、柴油、甲醇、乙醇等）。

对三种不同生物燃料生产路线的价值链进行评估时，基于文献综述、立法框架、激励措施等确定各技术的工业参考工厂和投资成本。采用专门开发的模拟模型计算工艺产量和质量/能量平衡，并提供了详细分析。该模型使用 Aspen Plus 软件开发，可模拟 GTL-FT（费托合成技术）和 GTL-MeOH（合成气转化为甲醇（MeOH））两种途径。模型的主要输入是供应链中的生物甲烷数量，该数量根据 GTL 工厂的规模设定，而主要输出则包括特定路线生产的液体生物燃料数量、副产品和能源消耗。至于 GTL-ATJ（合成气经过发酵过程转化为乙醇（EtOH））路线，由于该路线最近才达到完全工业化规模，因此其分析水平不如本研究中的其他路线详细。

为 GTL-FT 和 GTL-MeOH 路线开发的模拟模型建立在之前的研究成果基础之上，旨在研究各种合适的生物质液化转化途径及其建模。两个模型的初始部分完全相同，都包含一个重整部分，模型之间的主要区别在于最后一个部分--一个复制了 FT 合成，另一个复制了 MeOH 合成。至于重整部分，蒸汽甲烷重整（SMR）和甲烷部分氧化（POX）均已建模。建模方法和工艺条件参考了已有的 POX 和 SMR 模型。对于 GTL-ATJ 路线，甲烷重整阶段 SMR 技术，目标合成气的 H<sub>2</sub>/CO 比为 2。合成气发酵工艺基于最新文献和公开数据，能够在多种 H<sub>2</sub>/CO 气体成分下运行。GTL-ATJ 工艺的数据来自文献，因其二氧化碳加氢阶段需要氢气，选择了 SMR 作为重整技术。将炼油厂的氢气生产与合成气生产整合有潜在优势，且多余氢气可与航空燃料一起商业化。

### 三、研究结论

这项研究以分散式农场厌氧消化产生的可持续沼气为基础，探讨了航空和航海领域三种不同的先进生物燃料生产途径。

根据建模工作的结果，如果采用 POX 技术，为日产 10,000 桶的 GTL-FT 合成装置供料所需的沼气设施数量估计为 516 个，而如果采用 SMR 技术，则会增加到 1128 个。这种装置每天可生产 222 吨煤油和 95 吨柴油。另一方面，如果采用 POX 技术，一个 GTL-MeOH 工厂需要 336 个沼气厂，如果采用 SMR 技术，则需要 735 个沼气厂，每天可生产 2000 吨甲醇。相反，基于合成气发酵和 ATJ 的 GTL 生物精炼厂需要 1226 套沼气装置，每天可生产 700 吨航空燃料、100 吨汽油和

200 吨柴油。因此，如果限制生物甲烷的用量和相应的厌氧消化（AD）工厂数量是发展价值链的主要驱动力，那么 GTL 技术与 FT 技术相结合将被证明是生产航空燃料的最有效选择。然而，利用 SMR 制氢为分析增加了另一个相关因素，需要根据具体情况加以适当考虑。

此外，除了航空和航海领域外，这些工艺还能提供宝贵的副产品，包括石脑油、柴油、蜡、氢气和汽油，使其成为跨行业的通用产品。初步投资分析表明，采用 GTL-FT 技术工厂的成本为每吨/天 791970 美元，采用 GTL-MeOH 技术工厂的成本为每吨/天 130275 美元，采用 GTL-ATJ 技术的 GTL 工厂的成本约为每吨/天 669740 美元。这些成本价格有助于选择工艺的决策制定。利用欧洲现有炼油厂实施这三种工艺既是机遇也是挑战。利用现有的炼油厂基础设施可带来经济效益，并通过增进社会共识更快地采用更清洁的路线。

文献引用：

Chiaromonti D, Testa L. Deploying EU biomethane potential for transports:  
Centralized/decentralized biogasrefinery schemes to SAF and maritime fuels[J].  
Applied Energy, 2024, 366: 123306.

资料链接：

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261924006895>

资料搜集：赵慧杰 石晶华 朱茂盛

校对：张奕野 杨诗琪

审核：陈侯秀