



航空与代用燃料会议

2017年10月11至13日，墨西哥，墨西哥城

议程项目4：界定国际民航组织的航空代用燃料愿景和未来目标

电能转液体（PTL）：从可再生电能中生产可持续的代用燃料

（由德国提交）

摘要

《联合国气候变化框架公约》下的2015年《巴黎协议》要求到本世纪中期之前在所有领域大幅度减少温室气体的排放，以便为本世纪下半叶全球温室气体零增长奠定基础。可再生燃料是实现航空领域绝对减排的主要手段。本工作文件介绍了使用可再生电能生产可持续喷气燃料的概念，即电能转液体（PTL），并阐述了生产路径和喷气燃料替代能力。与生物燃料相比，电能转液体不需要占用耕地，对水的需求也大大降低。由可再生电能生产的电能转液体长期来看几乎能够实现二氧化碳零增长。它能够成为航空运输界对全球气候目标做出的重大贡献。

会议的行动在第7段。

1. 引言

1.1 《联合国气候变化框架公约》下的 2015 年《巴黎协议》中，各国宣布，将全球温度增幅保持在 2°C 以下，并努力将升温幅度限制在高于前工业化水平 1.5°C 之内。该协议要求所有部门和应用领域—包括航空运输部门—大幅度降低温室气体的排放，以实现本世纪下半叶温室气体零增长的目标。实际上，国际民航组织对未来二十年的业务量长期预测预计全球航空年增长率将达到 4.5%。航空运输领域的增效措施是至关重要的，必须大力加强。但是，仅改善效率是不够的。因此，要实现大幅度减排，就需要能够最大程度地减少温室气体排放并基于可再生能源同时又能避免消耗自然资源的燃料。国际民航组织一揽子措施强调了通过使用可持续航空燃料完成温室气体减排的重要性，并将其作为一项重要支柱。相应地，国际民航组织成员国于 2016 年 10 月通过的 CORSIA（国际航空碳抵消和减排计划）和国际民航组织《可持续航空代用燃料愿景》应当将电能转液体作为一项措施包含在内，以大量减少航空领域的温室气体排放。德国在 2016 年航空环保委员会指导小组的会议上较早地介绍了电能转液体，德国的承包商也在 2017 年 2 月¹举办的国际民航组织代用燃料研讨会上对此作了介绍。

¹ http://www.icao.int/Meetings/altfuels17/Documents/20170208_ROTH_V1-0_submitted.pdf

2. 什么是“电能转液体”？

2.1 PtL 代表“电能转液体”，它包含了航空和其他交通形式中内燃机所使用的合成碳氢化合物液体燃料。电能转液体生产所用的主要能源和原料是可再生的电能、水和二氧化碳（CO₂）。

2.2 可以采用多种路径。通常，PtL生产包含三个主要步骤²：

- 1) 利用水的电解从可再生电能中生产氢；
- 2) 提供可再生的CO₂³并进行转化；和
- 3) 合成为液体碳氢化合物，然后升级/转化成为精炼燃料。

2.3 目前有多种合成方法来生产可再生 PtL 喷气燃料，例如，费托（FT）合成法或甲醇（MeOH）合成法。

2.4 费托合成工艺生产出各种长链碳氢化合物的混合物，必须经过进一步加工才能得到喷气燃料、汽油、柴油和其他基本化工产品。产品结构可以转变，使喷气燃料在含量中至少占 50%。甲醇合成法能够生产纯度非常高的产品，然后加工成长链碳氢化合物。

2.5 非生物成因的可再生液态燃料的其他生产技术目前正在研发中，例如欧盟地平线 2020 项目下的“太阳能转液体”⁴工艺。

3. 为什么要使用 PTL 燃料？

3.1 鉴于航空在中长期将继续依赖液态燃料，因此有必要生产和使用不产生温室气体的液态燃料，以对全球气候目标做出贡献。

3.2 如果PtL燃料来源于可再生电能和可再生CO₂,则几乎可以不产生额外的温室气体。PtL工厂应当只从额外的可再生能源中获取电能，不应该增加更多的化学燃料发电，否则就不会产生正面的气候影响⁵。

3.3 如果能量来源于可再生能源，例如光伏和风能⁶，则PtL能够获得更高的单位面积能量产额。PtL生产中的水量要求大大低于生物燃料生产中的水量要求。因此PtL可以作为实现全面再生、可持续、

² 另一个路径一氧化碳电解法同时转化水和二氧化碳，然后进行第三步。

³ 例如来自生物源的二氧化碳或从空气中提取的二氧化碳。

⁴ 参见欧盟关于欧洲对于开发和可持续航空燃料的观点和支持的工作文件 [CAAF2/17-WP/14]：地平线2020 “太阳能转液体”项目（450万欧元捐款）。最近，史上首次太阳能喷气燃料生产进行了试验性示范，正继续努力以完成一体化燃料生产链，并将在商业化之前对此生产链进行验证。

⁵ 替代化石源电能的可再生电能具有很高的温室气体替代潜力。在可再生电能转化为PtL的情况下，潜力就小得多。德国环境部/Umweltbundesamt-UBA：“将电能转气体/电能转液体纳入持续进行的转变过程”。2016年6月，立场文件。

<http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/integration-of-power-to-gas-power-to-liquids-into>

⁶ https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Studien/studie-langfristszenarien.pdf;jsessionid=CE4153CFA38BCBF287D242AD39BA2635?_blob=publicationFile&v=4第82页表3.12。

（“Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global”，2012年3月，仅有德文。为德国环境部进行的研究。

后化石时代航空燃料供应的关键技术，同时避免大量使用家培生物质所产生的潜在风险和副作用（参见 2.1）⁷。

3.4 中期来看，引入PtL这样的合成燃料至关重要。由于PtL的合成需要大量的可再生能源，它们的使用应当着重于无法直接使用电能的领域。这包括PtL生产试点和示范项目，这些项目旨在通过规模经济降低生产成本，实现市场投放和保障该技术长期的充足能力⁸。

4. 相对于生物燃料的优势

4.1 使用生物燃料（特别是基于作物的生物燃料）可以导致很多问题，包括挤占耕地、间接的土地用途变更和与食品价格和土地权利相关的社会经济问题。

4.2 此外，生物燃料的单位面积能量产额大大低于其他可再生能源⁹。

4.3 用生物源废弃物和残渣生产的生物燃料在自然资源的可持续使用方面问题较少，但是它们已经部分使用在其他领域中。

5. 技术就绪水平

5.1 可以利用技术就绪水平（TRL）为 8 和 9（共 9 级）的工业流程从浓缩可再生CO₂中生产PtL。各个流程已获得大规模使用，同时，通过冰岛、芬兰、德国和很快将在挪威建立的示范工厂，PtL全系统集成最近取得了进展¹⁰。经过改善的空气提取CO₂流程和目前处于技术示范/开发水平的高温电解技术分别提高了生产潜力和效率。

5.2 可再生电能的成本近年来大幅降低，预计将因为技术的进步继续降低。

5.3 PtL 喷气燃料有替代能力。ASTM 喷气燃料标准已经允许混合 50%的费托合成燃料。通过甲醇路径生产的 PtL 尚未获得批准。

6. 经济性和可扩展性

6.1 大规模使用 PtL 的关键问题是经济可行性。短期部署和使用 PtL 合成燃料的主要限制因素是与传统喷气燃料相比的生产成本。降低成本的方法包括：降低可再生电力成本（风能、太阳能）、改善 PtL 生产工艺（例如高温电解\CO₂提取等）以提高效率，和借助规模经济。

⁷ 德国环境部/umweltbundesamt-UBA: “电能转液体-未来可再生航空燃料供应的潜力和前景”。2016年9月，背景文件。
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/power-to-liquids-potentials-perspectives-for-the>

⁸ “可再生能源和气候变化缓解”。政府间气候变化专门委员会（IPCC）特别报告，2012年出版。
<http://www.ipcc.ch/report/srren/>

⁹ 德国环境部/Umweltbundesamt-UBA: “全球土地和生物质资源的可持续使用”。2013年6月，立场文件。

¹⁰ <http://carbonrecycling.is/comercial-scale/>; <http://soletair.fi/news/finnish-demo-plant-produces-renewable-fuels/>;
[http://www.sunfire.de/en/company/press/detail/sunfire-produces-sustainable-crude-oil-alternative](http://www.sunfire.de/en/company/press/detail/sunfire-produces-sustainable-crude-oil-alternative;);
<http://www.sunfire.de/en/company/press/detail/first-commercial-plant-for-the-production-of-blue-crude-planned-in-norway>

6.2 PtL 的开发可以利用某些地区超出全球能源需求的庞大的可再生发电潜力。因此 PtL 可以提高能源安全、增加当地价值、并为那些具有充足可再生能源潜力的地区带来可持续的商业前景。

6.3 “电能转液体”不仅是一项满足航空燃料需求的技术。通过费托合成路径生产的 PtL 可以产生多种碳氢化合物作为中间产品。因此，为了进一步促进部署具备市场成熟度的技术，各部门应当共同合作，实现协同效应，例如与化学工业进行合作。

7. 第二次航空与代用燃料会议的行动

7.1 请第二次航空与代用燃料会议：

- a) 在《国际民航组织航空代用燃料愿景》中强调，急需评估基于非生物成因能源的可再生电能产生的代用燃料投放的影响；
- b) 在《国际民航组织航空代用燃料愿景》中鼓励为基于非生物成因能源的可再生电能产生的代用燃料制定市场投放战略；和
- c) 在《国际民航组织航空代用燃料愿景》中考虑使用 PtL，为国际民航组织的一揽子措施做出贡献。

— 完 —