

蒸汽裂解炉装置的电气化

全球首座大型电加热蒸汽裂解炉示范装置在巴斯夫总部启动建设——几乎所有人都在谈论工业电气化，但几乎没有人敢于在钢铁、水泥以及化学工业等耗能产业，推动工业电气化进程。蒸汽裂解装置到底能不能电气化？巴斯夫希望利用电力给基础化学领域创造一个机会。

文 / Dominik Stephan

在德国路德维希港，一个非常特殊的石化工厂正在建设中——由巴斯夫、沙特基础工业公司和林德携手打造的全球首座大型电加热蒸汽裂解炉示范装置已启动建设。据相关公司称，这使化工行业零碳的愿景更近了一步。沙特基础工业公司和巴斯夫希望贡献他们在裂解装置建设和运营等方面积累多年的经验，而林德公司作为一家工业气体专家，则主要负责项目的工程、采购和建设，并推动技术开发的商业化进程。

该操作就是从化学工业的核心开始的：在蒸汽裂解器中，石脑油在 800℃ 下被分解成短链烃，如甲烷、乙烯、丙烯、丁烯或裂解汽油，这些碳氢化合物构成了几乎所有有机化学产品的基础。

然而，裂解过程的能源需求是巨大的：例如每生产 1 t 乙烯平均需要 11 470 MJ 的能量，其中几乎 90% 的能量用于加热炉。而这一过程需要一种目前被政界、商界以及民众视为大问题的材料：天然气。难怪德国联邦经济事务和气候行动部将提供高达 1 480 万欧元

的资金，作为工业脱碳资助项目的一部分，因为该项目能够促进德国能源密集型行业实现碳中和的目标。

巴斯夫路德维希港工厂每年需要的大约 30 TW·h 中，

只有 1/5 是由电能构成的。

然而该反应装置的碳足迹也并非没有问题：到目前为止，生产 1 t 乙烯会释放近 700 kg 二氧化碳。巴斯夫欧洲公司执行董事会主席薄睦乐博士 (Dr. Martin Brudermüller) 解释说：“巴斯夫致力于实现碳中和，推动

消耗大量能源的蒸汽裂解炉装置的电气化进程，是我们实现净零排放转型道路中的重要里程碑。”

巴斯夫路德维希港工厂每年需要的大约 30 TW·h 中，只有 1/5 是由电能构成的。

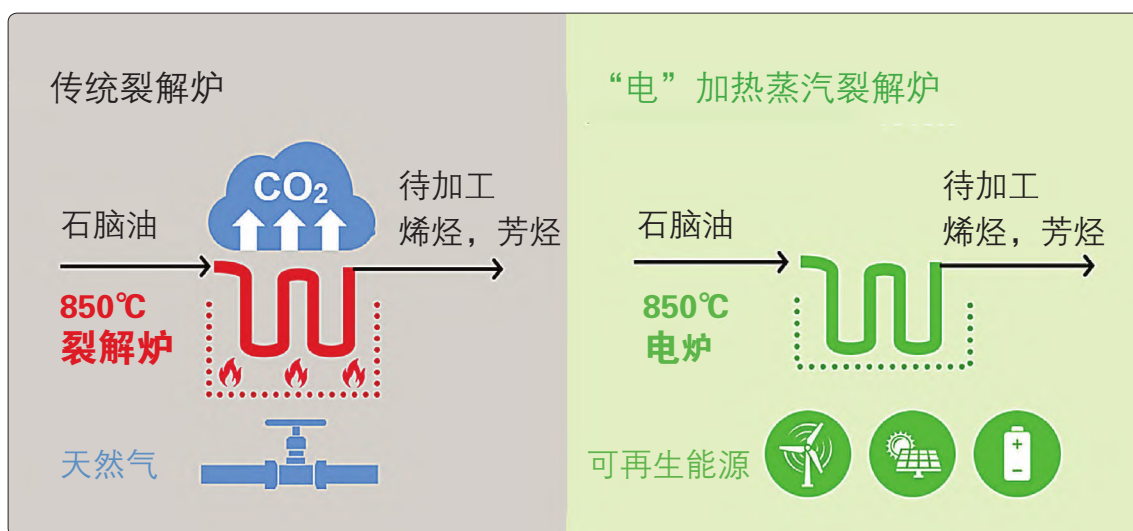
天然气占化工行业能源消耗的 44%，可以说除了

化工其他行业都没有如此依赖于天然气。“此外，天然气在化工产品制造中发挥着重要作用，大约 30% 的化学产品需要使用天然气。”德国伊福经济研究所 (IfO) 行业专家 Anna Wolf 解释说。难怪大家都希望在化工产品生产工艺中，尽可能减少天然气的使用



沙特基础工业公司副主席兼首席执行官尤素福·阿尔-拜延 (Yousef Al-Benyan)、巴斯夫欧洲公司执行董事会主席薄睦乐博士 (Dr. Martin Brudermüller) 和林德集团执行副总裁兼林德工程公司首席执行官 Jürgen Nowicki 在位于路德维希港的全球首个大型电加热蒸汽裂解炉示范工厂的施工现场

本文作者系德文版 PROCESS 编辑。



传统裂解炉与电加热蒸汽裂解炉的对比

进而节省开支。减量化、替代化和电气化应该会有助于减少依赖天然气。因为考虑到需要巨大的投资，在短时间内可能无法实现，现实中更不能期待一蹴而就。

迈向化学工业电气化的第一步

路德维希港的裂解装置项目似乎指向了一个不同的方向。通过创新技术并扩大生产规模，而不是节能小贴士和实验室测试。这也是必要的，因为从实验室到工业应用的飞跃是石化行业发展最困难的部分。

不过该项目并不是全新的，2021年这家位于路德维希港的公司就宣布了电加热蒸汽裂解炉示范装置，预计在2023年启动建设（当然，最终的决定还取决于相应资金的批准）。

裂解装置项目本身并不是一个全新的建筑，而是使用现场两个蒸汽裂解炉中较小的一个，只有其中一个裂解炉被电气化。其他的可能会在未来陆续跟进，然后还有大型涡轮机也需要电气化。需要做的事情还有很多，尤其是当考虑到工业对能源的巨大

需求。巴斯夫首席执行官 Martin Brudermüller 指出，即使是单个裂解炉也要消耗几个风力涡轮机的电力输出”。很难想象，德国的能源转型已经把这种额外的消耗计算在内了。

同时专注于两项技术

如果一切按计划进行，这座数兆瓦的电厂最早可在2023年启动，巴斯夫将与德国莱茵集团进行合作，在德国北海建设一个海上风电场。这将使得巴斯夫路德维希港基地将早于“化学路线图”完成碳中和，该路线图规定了到2050年的气候中立路线，2050年也是能源和原材料转型的关键一年。

根据该项目的负责人员介绍，该示范装置旨在展现通过电加热可以实现烯烃的连续生产。该装置将设计同时测试两种加热概念——直接加热，把电流直接应用于反应器内的管道；或间接加热，利用放置在管道周围加热元件的辐射热。测试这两种概念有助于灵活应对不同的客户和基地要求。

这家化工巨头确信，这将避

免高达90%的二氧化碳排放。“我们的愿景是通过高效的碳管理来改变我们的业务，帮助应对紧迫的全球挑战。”Sabic 副董事长兼首席执行官 Yousef Al-Benyan 说：“这个项目为世界各地的整个石化行业提供了巨大的潜力，使其走上低碳工艺的道路。”林德公司正在与窑炉制造商合作，希望在2年内为世界各地的客户推出一种电子裂解技术——考虑到德国的能源成本，这并不是不合理的。

巴斯夫确信，这一革新技术可通过使用可再生能源来替代天然气，将有望实现至少90%的二氧化碳减排量。“我们的愿景是推动业务转型，通过高效的碳管理帮助解决紧迫的全球挑战。在推动低碳排放的进程中，这一项目对全世界所有石化行业来说潜能巨大。”沙特基础工业公司副主席兼首席执行官尤素福·阿尔-拜延（Yousef Al-Benyan）说。为此，林德公司正在积极研发，希望在2年内能够推出高效及可靠的蒸汽裂解技术，不过考虑到德国的能源成本，这将很有可能实现。