



这是马来西亚国家石油公司 (Petronas) 最新的浮式液化天然气 (FLNG) 生产装置。这一装置为清洁能源供应开辟了新的来源。专为深海天然气田开发而设计，能够从深度达 1 500 m 的深海天然气储层中开采天然气，该设施每年能够生产高达 150 万 t 的液化天然气 (LNG)

巴斯夫气体处理技术助力 全球航运业可持续发展

Klaus Jopp

全球航运业计划最迟于 2050 年实现气候中和，而达成这一目标的关键技术之一便是船载碳捕集系统（简称 OCCS）。本文旨在探讨巴斯夫如何优化升级气体处理技术，以克服海上风浪交加的恶劣环境。这不仅对实现气候中和目标至关重要，同时也展示了技术创新在应对环境挑战方面的重要作用。通过深入分析巴斯夫的技术优

化措施，可以为相关行业提供宝贵的经验与参考。

2023 年 7 月，国际海事组织 (IMO) 设定了雄心勃勃的气候保护目标：到 2030 年，全球海运业的温室气体年排放量需较 2008 年水平降低至少 20%，理想情况下降低 30%。展望 2040 年，这一减排目标将进一步提升至 70%，甚至在最佳情况下达到 80%。IMO 秘书长林基泽指出，《2023 年 IMO 温室气体战略》的通过是国际海事组织发展历程中的一个重要里程碑，标志着向海运脱碳迈出的重要一步。然而，

这仅仅是开始，实现这些目标仍需付出巨大努力。至 2050 年，国际海运业需达成气候中和的目标。目前，海运业约占全球人为温室气体排放量的 3%。

为实现这一艰巨目标，各方正在积极探索多种技术，其中船载碳捕集系统（OCCS）显得尤为重要。气体处理技术被视为一种成熟的解决方案。早在 2022 年，国际知名的海事行业船级社 DNV 发布的《通向净零排放之路》报告就强调了这一点：“如果希望将全球变暖控制在 1.5 °C 以内，碳捕集与

本文作者系 Wiwitech 新闻办公室自由撰稿人。

去除技术不可或缺。”

巴斯夫作为该领域的全球领导者，拥有 50 多年的气体处理技术经验，广泛应用于深海及远海天然气净化（FLNG）、火电厂及工业废气处理等多个领域，并正用于减少海运业的二氧化碳排放。特别是巴斯夫 OASE[®] blue 技术，专为烟气碳捕集设计，以低能耗、低溶剂损失以及灵活而著称。在气体处理方面，巴斯夫处于全球领先地位，提供涵盖天然气、合成气、生物气等各类气体的高效处理技术。这些技术已在全球 500 多家工厂中成功应用。

OASE[®] blue 技术首次应用于海上

2024 年 6 月初，一份具有里程碑意义的合同签署在国际航运界引起了广泛关注：中船动力（集团）有限公司（简称中船动力）与巴斯夫在 2024 上海国际碳中和博览会上签署框架协议，旨在实现碳捕集系统的实船应用。作为中国船舶集团旗下子公司，中船动力将采用巴斯夫的 OASE[®] blue 技术于其船载碳捕集系统（OCCS），并应用于多艘液化气体运输船上，以减少空气污染物排放。对此，中船动力环保事业部总经理陈海峰表示：“在全球减碳目标指引及航运‘绿色低碳’转型的大趋势下，中国船舶集团旗下中船动力（集团）有限公司以前瞻性视野积极承担起航运业绿色低碳发展重任。我们与巴斯夫深度合作，携手解决船舶行业的温室气体排放问题，共筑绿色低碳航运的美好未来。”

在船舶气体净化领域，巴斯夫凭借多年的技术积累奠定了坚实基础。巴斯夫全球 OASE[®] 气体处理卓越部门负责人 Torsten Katz 博士指出：“我们在两个主要研发方向上实现了协同发展：一是针对 FLNG 的气体处理装置，二是烟气处理技术。随着 OASE[®]

purple（用于 FLNG 应用）和 OASE[®] blue（用于烟气处理）等技术的发展，我们对海上气体净化的新挑战充满信心。”研究显示，海洋环境及波动对设备的影响复杂且难以预测。巴斯夫很早就意识到这一点，并基于此开发了克服海上特殊条件的技术解决方案。

在这一过程中，吸收塔用来净化气体，待处理的气体从塔底向上流动，在逆流操作中与洗涤液接触。为了提升物质交换效率，采用了规整填料。这些由薄波纹、打孔金属板或金属网组成的填料安装在塔内，能够促进气体与洗涤液之间的高强度物质交换，同时提高运行安全。巴斯夫的研究显示，使用这种规整填料可以获得最佳效果。此外，通过复杂的计算模型，例如巴斯夫的计算流体动力学模型（CFD），发现即使是洗涤液分布的微小不均，也会影响吸收过程的效果，这彰显了精确设计和优化十分重要。

复杂计算：波动对洗涤塔内的影响

洗涤塔在船舶上的安装位置同样至关重要，为达到最佳布局，需综合考量旋转轴心和杠杆比例等因素。正如 Torsten Katz 博士所言：“在这一领域，我们与造船企业紧密合作，积累了丰富的专业知识。”为了找到液化和处理设备在船上的最佳设计方案，必须加强船舶建造与设备工程领域的互动。此过程中需要考虑诸多因素，如船舶的重量及质量分布等关键参数。为此，巴斯夫启动了一项关于气体处理设备“海洋化”的研究，旨在基于其深厚的行业知识开发专门的解决方案。这些前期工作已取得了显著成果，例如，巴斯夫在 FLNG 设施所需的气体处理设备方面发挥了重要作用，帮助意大利能源公司 Eni 开发了位于莫桑比克沿海罗伍马盆地深处的 Coral 气田。

在 OASE[®] blue 技术获得成功的同时，巴斯夫在其早期阶段就开始探索该技术在海上船舶应用的可能性。一方面，该公司充分利用了在 FLNG 领域积累的经验，尤其是针对海上恶劣环境下的挑战；另一方面，还将烟气处理领域的广泛研究成果有效整合到技术发展中。这种跨领域的经验融合不仅促进了技术创新，也为实现船舶碳捕集和减排目标提供了坚实的技术支持。通过这种方式，巴斯夫不仅推动了自身技术的进步，也为全球航运业向低碳转型做出了重要贡献。

重要船舶制造商为船上气体处理技术做好准备

2022 年 9 月，巴斯夫与三星重工株式会社（三星重工）在米兰举行的 2022 年国际天然气技术展览会（Gastech）上签署了一项联合可行性评估协议，旨在利用巴斯夫的 OASE[®] blue 技术实现在船舶上的二氧化碳捕集。此次合作涵盖了具体研究、技术规划及碳捕集装置的工程设计与建设。巴斯夫凭借在 FLNG 领域的专业知识和已验证的 OASE[®] blue 技术为项目提供支持，该技术相比传统方法能够显著节省能源，推动可持续发展。三星重工则负责评估将气体处理技术安装于海船上的可行性。[时任] 三星重工造船销售工程主管 Youngkyu Ahn 表示：“通过与巴斯夫的合作，三星重工已开发出高效的船载碳捕集系统，这将有助于在低碳航运市场中取得竞争优势。”

自 2023 年 4 月起，巴斯夫开始与另一家全球领先的船舶制造集团——中船动力合作，共同开发适用于商业船舶的二氧化碳捕集系统。中船动力长期专注于船用发动机、动力系统及海运能源设备的研发、制造和服务，并致力于提供绿色船舶低碳解决方案。

（下转第 37 页）

样的合作，各方共同努力以减少碳排放并推动清洁能源的应用与发展。

CCUS 技术

对于钢铁厂或水泥生产中难以避免的二氧化碳排放，碳捕获、利用与储存（CCUS）技术提供了一种解决方案。通过这项技术，工业过程中的二氧化碳可以被捕获，并被再用于生产合成燃料等产品，或者安全地储存在地下深处。化工行业正在积极探索各种不同的碳捕获、利用与储存途径。

例如，在欧洲，最大的乙二醇生产商，位于比利时的氧化钛基地已经成功实现了二氧化碳的捕获，并将其跨境运输至北海丹麦区域的尼尼油田进行安全储存，这是“绿色项目”（可能需要根据实际情况调整名称以确保准确性）的一部分。该项目旨在每年

捕获多达 800 万 t 的二氧化碳。由 23 个组织组成的联盟支持了这一开创性的项目，它不仅是世界上首个跨境碳储存项目，也展示了如何有效结合跨国界合作和技术应用来应对气候变化挑战。这种跨国家和地区合作的方式为全球范围内推广 CCUS 技术提供了宝贵的经验和参考案例。

电加热蒸汽裂解炉

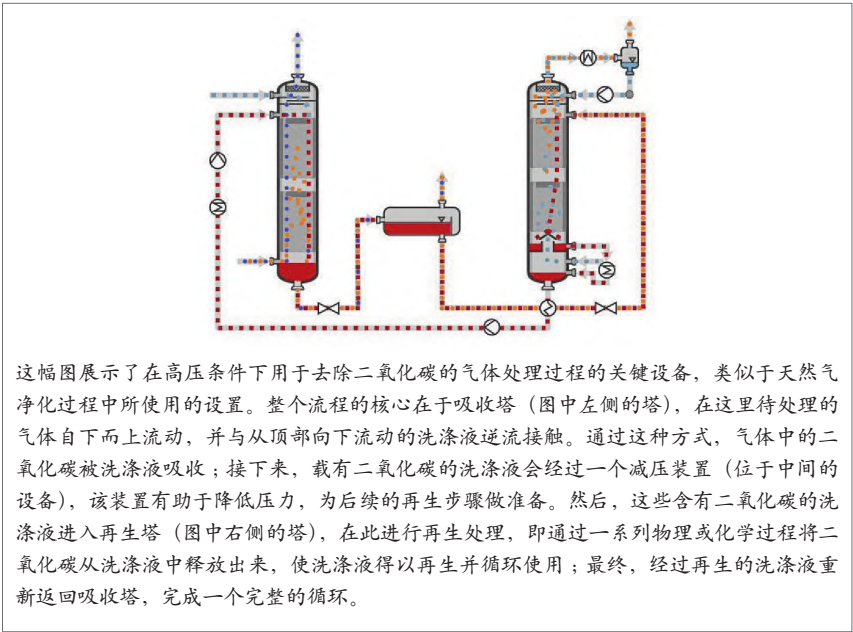
另一项在化工行业中引起广泛关注的技术是电加热蒸汽裂解炉的应用。该技术旨在替代传统用于电加热蒸汽裂解炉的气体炉，与传统的裂解炉相比，有望减少至少 90% 的二氧化碳排放。蒸汽裂解炉在基础化学品的生产中扮演着关键角色，需要大量能量来分解碳氢化合物为各种烯烃和芳烃。通常情况下，这一过程需要在大约 850℃ 的高温熔炉中进行，而这些温

度以往都是通过燃烧传统燃料达到的。

2021 年 3 月，巴斯夫、沙特基础工业公司（SABIC）和林德集团签署了联合协议，共同致力于开发、建设和示范电加热蒸汽裂解炉的解决方案。作为这项技术发展的支持，德国联邦经济事务和气候行动部为“工业脱碳”资助项目提供了 1 480 万欧元的资金支持。到了 2024 年，由这 3 家公司组成的财团成功启动了世界上首个电加热蒸汽裂解炉示范工厂，位于巴斯夫在德国路德维希港的生产基地内，标志着经过 3 年的研发、工程设计及建设工作后，示范工厂即将进入常规运行阶段。

这只是化工行业实现净零排放目标过程中众多脱碳技术之一。实际上，还有许多其他技术和方法正在被探索和实施，以推动整个行业的绿色转型。你准备好开始你的脱碳之旅了吗？

（上接第 34 页）



通过结合巴斯夫在气体处理领域的深厚专业知识，双方的合作有望加速全球航运业的可持续发展。中船动力总经理邵煜指出：“通过与巴斯夫合作，将有助于中船动力在低碳绿色船舶领域的差异化布局，取得竞争优势。”目前，这项合作已经取得了一项具体的商业成果——OASE® blue 技术首次实船应用，标志着向实现更加绿色的海洋运输迈出了重要一步。