

2021 可持续发展报告（节选）

共创一种面向未来的 清洁能源

目录

本报告结构
本报告分为五个章节，读者可
据此阅读自己感兴趣的内容：



防冻剂
甲醇具有降低水溶液冰点的化学特性，因此可用作防冻剂加入汽车挡风玻璃清洗剂中（如封面图）。



- 3
关于我们
本节介绍梅赛尼斯公司，并概述公司的可持续发展成就以及报告编制方式。
- 5
关于甲醇
- 6 甲醇一日常生活必不可少的化学品和能源
- 7 甲醇在低碳经济中的作用
- 9 甲醇的各种生产方式
- 10 **关于梅赛尼斯公司**
- 11 公司简介
- 12 我们如何创造价值
- 13 回顾过去：环境、社会和公司治理（ESG）业绩总结
- 14 放眼未来：我们对ESG的承诺



- 15
大事件
本节概述了2021年公司在可持续发展活动方面取得的重大进展，包括我们在履行对员工和社区职责时举行的主要活动。
- 16 可持续发展：从战略规划到实际行动
- 18 未来投资方向：建设行业领先的甲醇装置
- 19 为多元化和包容性奠定坚实基础
- 20 关于安全：防微杜渐
- 21 可持续发展行动：各区域经验分享



- 22
气候相关财务信息披露
本节介绍了公司与气候相关的治理活动以及面临的风险和机遇，同时也描述了低碳经济转型的相关活动。本节内容是基于联合国气候相关财务披露工作小组（TCFD）的相关建议上形成的。
- 23 气候相关问题的治理
- 24 梅赛尼斯迈向低碳经济的未来之路
- 34 风险管理
- 35 业务转型的相关机会和风险
- 38 气候变化相关的实际风险



- 39
环境、社会和公司治理
本节描述了公司的运营管理活动及其相关影响，包括2021年的关键绩效指标。
- 40 关于本报告
- 40 ESG报告范围
- 41 材料议题
- 42 环境保护
- 48 社会责任
- 60 公司治理
- 69 甲醇远洋运输船队WFS



- 73
附录
本节涵盖了ESG的业绩指标和历史趋势，以及国际通行的信息披露标准的指标要求（全球报告倡议组织GRI标准和可持续会计准则委员会SASB标准）。
- 74 其他环境、社会和公司治理相关问题
- 75 公司业绩表
- 78 WFS业绩表
- 79 SASB标准—化学制品
- 80 SASB标准—远洋船舶运输
- 81 GRI标准
- 83 前瞻性声明

首席执行官的信

JOHN FLOREN（方强）
总裁兼首席执行官

各位利益相关者：

回首2021年，我们在可持续发展方面取得的进展令人欣慰。在这份报告中，我们在ESG方面做出了为之自豪的新承诺（详见英文版第14页）。我们将以此为标杆不断努力进取，并且通过我们取得的成就而承担更多的责任。

作为甲醇行业的全球领导者，我们拥有积极参与向低碳经济转型的机会和优势。作为能源转型的一部分，我们的甲醇业务在这一转型过程中会面临各种风险和机遇。今年的报告深化了对于这些风险和机遇的理解与判断。在相关用户和其他利益相关者追求其可持续发展目标的进程中，我们将一如既往地提供持续的支持。

取得最好的安全业绩

我们继续将“责任关怀”作为开展业务的核心准则，从而推动健康、安全和环境保护领域的持续改进。我们的首要任务依然是要保证团队成员和社区的安全与福祉，我们的目标永远是零伤害。在安全方面，2021年我们取得了迄今为止最好的表现，与2020年相比，全年可记录的受伤事故减少了60%。2021年期间，美国盖斯马（Geismar）第3期（G3）项目没有出现任何的受伤事故。

发展更具包容性的文化

今年，我们更多地关注了多元化和包容性（D&I）。2021年，我们的D&I总监与公司全球多元化和包容性理事会一起，确定了我们的D&I愿景及战略重点。我们制定了一个为期三年的路线图，其中包含了促进包容性文化的主要举措。这种文化重视多元化，从而确保每个人都可以为之做出贡献、促进其发展和进步。我们相信，一支多元化和包容性的员工队伍，可以创造出更好的企业文化，促进形成更好的决策和成就更好的公司。就我个人而言，我也致力成为公司一名更具包容性的领导者，这是我们应该做到的。

支持甲醇在能源转型中的作用

放眼未来，甲醇在能源转型中的作用令人兴奋。在日常生活中，甲醇是一种必不可少的化学原料和燃料，因此我相信在向低碳经济转型的道路上，它会起到重要的支撑作用。甲醇通常由天然气制成，与柴油和重油等传统燃料相比，甲醇燃料可以减少空气污染物排放和温室气体排放，这一点已经得到证实。将传统的天然气甲醇与当前使用的燃料混合使用或与由可替代和可再生能源制成的低碳、零碳甲醇混合使用，我们就可以整合利用现有的基础设施（加注站等），为达成整个社会的脱碳目标提供更多的灵活性与可能。我们位于Geismar的工厂利用可再生天然气生产的生物质甲醇，已经获得了全球认证。随着可再生和低碳甲醇市场的不断扩展，我们随时以待，为客户提供相应解决方案并满足其不断变化的需求。





2021年，我们成立了两个领导层团队，以应对ESG中的两个重要课题：生产运营中的温室气体排放，以及探索我们在向低碳经济转型中可以发挥的主要作用。这两个团队正在探索如何利用我们现有的资产组合，通过减碳、低碳的途径来生产甲醇。依托于我们数十年的经验以及全球的专家资源，我们正在采取审慎措施来确定经济可行的解决方案。

我们承诺，到2030年，将公司甲醇生产过程中的温室气体排放强度（属于范围1和范围2）在2019年的基础上降低10%。美国G3项目预计将于2023年底或2024年初投产，届时我们将提高低碳甲醇的生产量，帮助我们实现上述目标。我们将继续确定更多项目，以减少现有生产厂的温室气体排放强度，立足可靠的技术支撑兑现环境保护的承诺。在北美地区，我们同时还在研究碳捕集、碳利用和碳储存（CCUS）的可行性，这些技术的应用将有可能大幅度减少位于加拿大药帽城（Medicine Hat）和美国盖斯马（Geismar）工厂的温室气体排放。

最后，我们已经决定投入资金和资源，采纳新型的生产建设设计。通过这种新型设计建设的甲醇工厂可以将二氧化碳排放量在目前基础上减少50%。

2021年，在鹿特丹港口，我们的子公司甲醇远洋运输船队（WFS）首次展示了驳船对运输船的甲醇直接加注作业。此次展示证明：与传统的远洋船舶燃料相同，甲醇的运输、储存、处理和加注也是非常安全的。2021年，多家船运公司，包括全球领先的集装箱船公司马士基（Maersk）在内，都已发布声明，订购可以使用甲醇的双燃料船舶。在推动甲醇作为一种清洁的船用燃料方面，我们一直发挥着引领作用，我为此感到自豪。

寻求持续改进

我们致力于提升我们ESG信息披露的质量。在今年的报告中，为了符合全球气候相关财务信息披露工作组的要求，我们披露了更多信息，包括董事会和管理层对于气候相关风险的监管以及我们对于这些风险的管理。

在2022年及将来，我们将披露公司对于ESG承诺的执行情况，以及其他可持续发展举措的进展情况。

世界正开始从全球健康危机中复苏，公司全球团队的坚韧与稳健深深鼓舞了我，我们的团队和成员学会了用以往不同的方式开展工作与生活，并持续为用户提供安全可靠的甲醇产品。你们表现出的韧性令人鼓舞，感谢所有团队在这个艰难时期的奉献和辛勤工作。我对甲醇的未来及其长期可持续发展持乐观态度。我相信，只要我们团结一心，一定可以创造一种面向未来的清洁能源，为一个更加可持续的世界做出积极贡献。

JOHN FLOREN（方强）

总裁兼首席执行官

A handwritten signature in black ink, likely belonging to John Floren, the CEO and Chairman of the Board.

人类现代生活中，甲醇是一种不可或缺的物质，也是面向未来通往低碳经济的途径之一。作为重要的化学原料或燃料，甲醇可以由可再生资源制备，从而帮助社会实现减碳、脱碳目标。

关于甲醇

胶合板
由甲醇制造出的
树脂可以提升胶
合板（如图）及
各种复合建材板的
耐久性，延长使用
寿命。

甲醇—不可或缺的化学品和能源

***注：**
对比数据基于Tier I 阶段的传统船舶
燃料（重油）

化学原料下游应用

甲醇是成百上千种消费品和工业产品的基础化工原料，包括油漆、地毯、织物、建筑材料以及多种保健和医药产品。鉴于其独特的化学性质、生产规模、运输的便利性和成本优势，因此甲醇实际上很难被替代。



建筑材料

甲醇可用于生产胶合板和中密度纤维板（MDF），也是生产密封胶、涂料和溶剂的关键原料。

高科技应用

甲醇可用于信息技术产品的制造，比如笔记本电脑和手机。甲醇也可用于清洁能源相关设备的生产，比如太阳能面板和风力发电叶片。



医疗器械及卫生用品

甲醇可生产医用口罩和医用手套等医疗卫生产品，保护一线医护人员的安全。

药品

甲醇可用于生产维生素、激素、抗生素和其他药品。



汽车制造

由甲醇生产的聚烯烃材料被广泛地用于汽车制造领域，在实现车辆轻量化的同时，可以提升能源效率，减少二氧化碳的排放。譬如车身内塑料部件、塑料面板、仪表板发泡材料、塑料轴承以及模塑件等。



衣物及织物

由甲醇衍生的各类化学品，可以生产生活耐用品和消费品，譬如羊毛服装及地毯。甲醇的各种新应用还能够使产品的回收利用更加便利。

能源相关下游应用

与传统柴油或煤炭相比，甲醇是一种清洁燃料，可以显著减少污染物排放、改善区域的空气质量。甲醇可以由可再生原料制备，因此，甲醇燃料有助于全社会实现减碳目标。



甲醇车用燃料

甲醇可以取代汽油和柴油，为汽车、公交车和运输卡车提供燃料，便于人员出行和货物运输。甲醇也可用作燃料添加剂（MTBE），帮助减少尾气排放。



甲醇船用燃料

作为国际海事组织（IMO）认可的清洁船用替代燃料，甲醇可以显著降低污染物排放：与传统船燃重油相比，采用甲醇燃料可以减少99%的硫氧化物（SOx）排放、80%的氮氧化物（NOx），以及95%的颗粒物，而且二氧化碳排放也可减少15%。



工业应用及商业应用

在中国热力燃烧领域，甲醇工业锅炉生产出热力及蒸汽，广泛应用于各工业生产中。甲醇也常常作为燃料热源应用在窑炉等商业化应用领域。

民用

甲醇为家用灶具等提供热源。

甲醇在低碳经济中的作用

当前，全社会及各行业都致力于实现减碳、脱碳目标，但世界却面临着一个两难境地：石化产品需求和全球货运量不断增长，导致减少或消除这些产品和活动的碳足迹压力也在增长。

甲醇作为一种化学物质和燃料，能够帮助解决这个难题。它既可以满足石化产品日益增长的需求，在燃烧相关应用中，也能够减少燃烧带来的空气污染和温室气体排放。甲醇还可以由可再生资源制备，从而实现化学品和运输业长期的减碳目标，创造美好的现代化生活。我们相信甲醇是一种“面向未来”的能源，包括以下五个重要方面：

1 甲醇可以支持航运业的脱碳目标—世界上75%以上的贸易都依赖航运业实现。水运是货物运输最节能的方式（按运输1吨货物每公里的能源消耗计算），但航运业排放的二氧化碳却依然占到了人类总排放量的3%。因此，海运采用低碳燃料能够带来巨大的经济和环境效益。与其他化石燃料相比，使用常规甲醇作为燃料就可以显著减少硫氧化物（SOx）、氮氧化物（NOx）和颗粒物（PM）的排放，以及降低15%的二氧化碳排放。如果将传统甲醇转换为低碳生产的甲醇，则碳排放量减少幅度更为可观。投资低碳和绿色甲醇可以支持航运业实现自身设定的脱碳目标。

2 甲醇可以帮助发展中国家走上脱碳之路—根据国际能源署（IEA）的报告，虽然发达国家的电动汽车采用率正在迅速上升，但发展中国家向低碳燃料的转型仍较为缓慢。即便按照IEA最激进的转型情景下，发展中国家都要到2050年以后才能实现净零目标。这些国家需要选择经济可行、负担得起的能源才能走上脱碳之路。甲醇可以用作车用燃料、重型卡车燃料及灶具燃料。众所周知，并非所有能源都便于运输或出口，但恰恰甲醇可以便捷安全地运往世界各地，其运输历经近百年一直都是安全的。

¹ IEA. <https://www.iea.org/reports/international-shipping>

² Stena Germanica. <http://www.imsf.info/media/1220/methanol-as-marine-fuel.pdf>





3 甲醇燃料可以有效利用现有基础设施—能源基础设施方面的投资规模巨大，这是社会向低碳经济转型的最大挑战之一。目前，可以与甲醇竞争的一种替代燃料是液化天然气（LNG），但LNG储运必须使用耐高压高强的绝热罐保持超低温从而维持其液化状态。相比而言，甲醇在环境温度和正常大气压下就是一种液体，这使得世界各地现有的管道、储罐和港口运输网络无需改造，就可以继续储存、运输甲醇。为了使甲醇成为汽车、卡车和船用燃料，仅需要对发动机设计进行较小的改进，因此，向使用甲醇燃料的转型相对容易和经济。

4 作为日常生活中一种必不可少的化学品和能源，甲醇在社会中发挥着重要的作用。像其他石化产品一样，甲醇是衣物、建筑材料、包装、药品和其他日常用品的一种原料，对于现代社会生活不可或缺。它还是许多产品的化学组成，这些产品使我们的生活更加可持续，包括绿色节能建筑、电动汽车、太阳能面板和风力发电机。根据IEA的统计，到2030年，石化产品生产还将再消耗560亿立方米天然气，这相当于加拿大目前天然气年消费量的一半左右。如果我们能促进甲醇生产转型以减少碳排放，我们就能持续满足上述转型需求。

5 生产甲醇有多种形式—根据所用的原料种类和相应的碳排放量，生产出的甲醇可以分为高碳甲醇或低碳甲醇（见下页图表）。但不论采取何种方式，最终的甲醇产品化学结构是一样的，性质也是一样的。所以，无论蓝色甲醇或是绿色甲醇（电制甲醇、生物质甲醇），都可以单独使用或与常规甲醇混合使用于各类应用中：包括化学合成以及燃料燃烧等。这就为满足社会的产品需求和排放要求提供了极大的灵活性。

³ IEA, the future of petrochemicals. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-petrochemicals>

甲醇的多种形式

■ 可再生

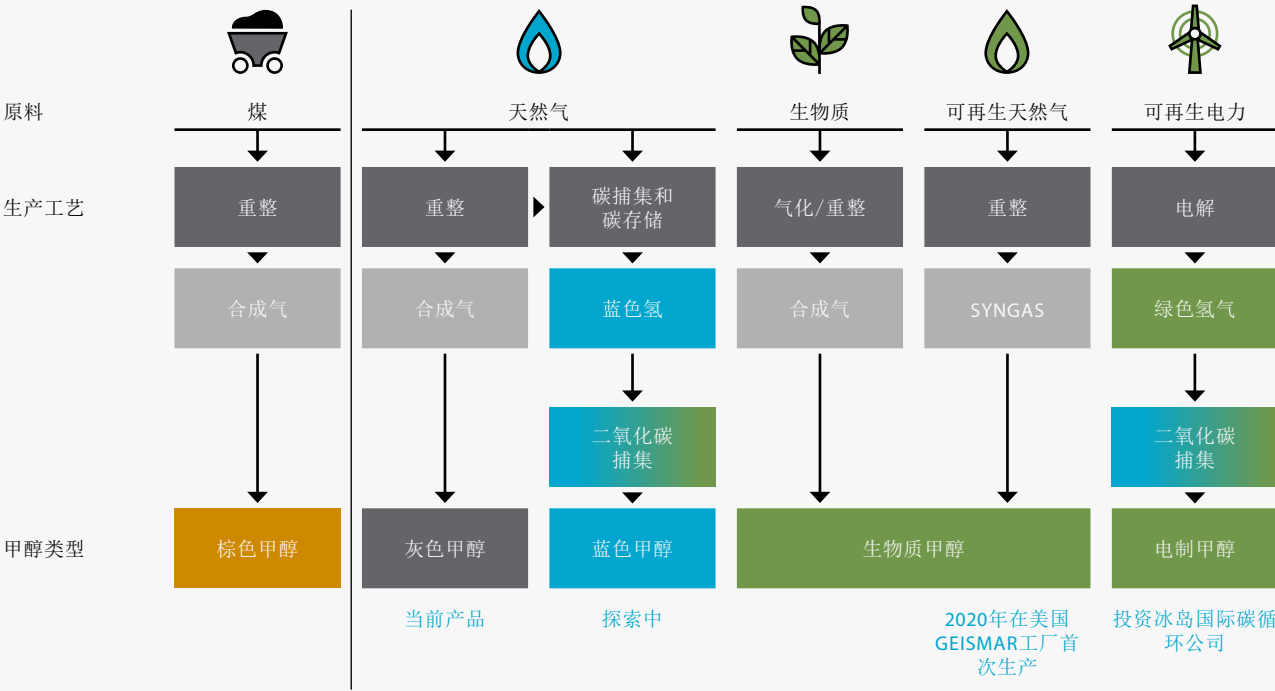
采用不同的原料及使用不同的能源都可以生产甲醇，所得的甲醇在化学性质上都是相同的，可适用于相同的应用。

棕色甲醇：即煤制甲醇，煤是一种不可再生的化石原料。煤制甲醇的碳强度比天然气制甲醇高5倍左右。

灰色甲醇：传统天然气制甲醇，传统天然气也是一种不可再生的化石燃料原料。

蓝色甲醇：在传统工艺基础上采用碳捕集和碳存储（CCS）技术所制出的甲醇。

- 可再生甲醇** 包括：
- **生物质甲醇：**使用可再生天然气（从垃圾填埋场、污水处理厂或从农场获取的动物粪便所制备）或生物质生产出的甲醇为生物质甲醇。潜在的可持续获得的生物质原料包括但不限于（1）林业和农业废弃物/副产品；（2）城市固体废弃物；（3）纸浆和造纸工业中的黑液。
 - **电制甲醇：**使用可再生能源捕集的二氧化碳（例如：采用生物能结合碳捕集及碳存储技术或直接空气捕获二氧化碳技术）和绿色氢气（即可再生电力生产出的氢），从而生产出的甲醇为电制甲醇。



注：**可再生**的标准是原料必须来自可再生能源（例如生物质、太阳能、风能、水力、地热能）。
由国际可再生能源机构修正。出版时的通用术语。



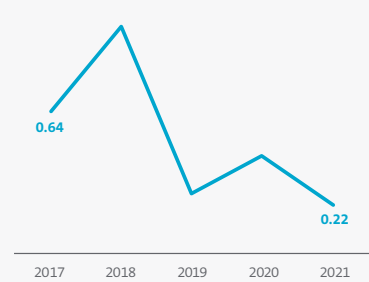
回首过去：环境、社会和公司治理（ESG）业绩总结

本章概述了过去五年中我们在环境、社会和公司治理方面的表现。关于更多活动和项目的细节，请参阅本报告其他部分；关于环境、社会和公司治理业绩的更多细节也请参阅附录。

↓66%

过去5年，受伤事故率大幅降低

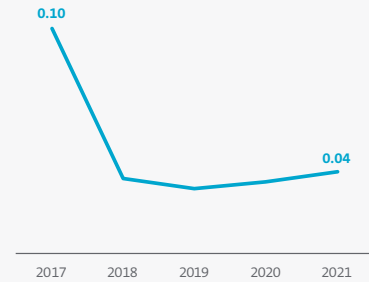
可记录的受伤事故率
每工作20万小时的受伤事故数



↓64%

过去5年，工艺过程安全的事故率大幅降低

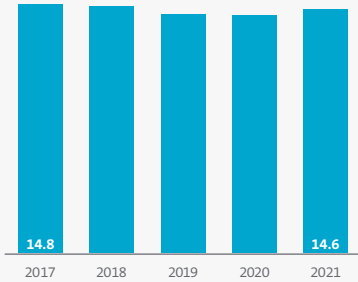
工艺过程安全事故率
每工作20万小时的工艺过程安全事故数



↓2%

淡水消耗量降低

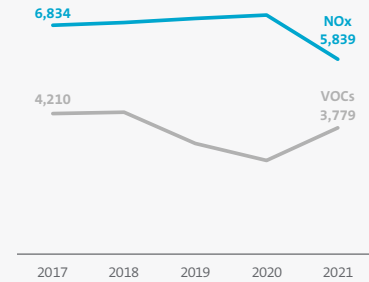
淡水消耗量
百万m³



↓10-15%

过去5年，空气污染物排放降低

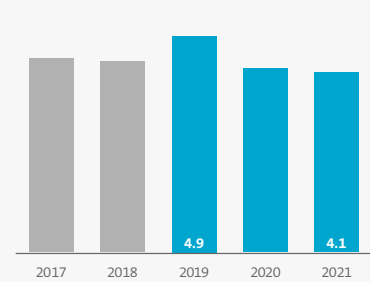
氮氧化物和挥发性有机化合物
排放
吨



↓7%

过去5年，温室气体排放量降低

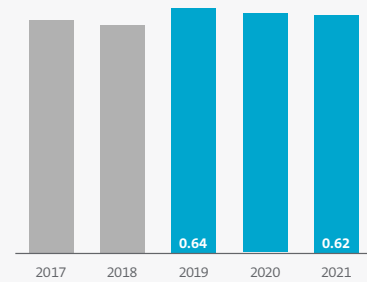
温室气体排放量*
二氧化碳当量排放百万吨（范围1
和范围2）



维持稳定

过去5年，温室气体的排放强度

温室气体排放强度*
每吨甲醇的二氧化碳当量排放吨数



* 2021年，为符合ISO 14064-1要求，我们修订了温室气体排放标准。因此，2017年和2018年的数据无法与修订后的数据进行比较。

展望未来：环境、社会和公司治理（ESG）承诺

- 环境保护
- 社会责任
- 公司治理
- WATERFRONT SHIPPING

持续改进已成为我们公司发展的基因，我们计划在未来两年内取得如下进展。

1 到2030年，将因产品生产造成的范围1（直接排放）和范围2（间接能源排放）的**温室气体排放强度**在2019年的基准水平上**降低10%**。

2 2022年内，对所有现有生产装置展开**温室气体（GHG）减排项目**的评估，并从2023年开始将减排项目支出纳入年度财务统计。

3 将现有资产的可靠性目标提升至**97%或更高**，以维持或减少当前的温室气体排放量。

4 2022年投入**100万美元**的资源和资本进行可行性研究和技术开发，用于开展比现有技术排放量更低**的新一代传统甲醇工厂的建设设计**。

5 对北美资产完成碳捕集、碳利用和碳存储（CCUS）的可行性研究，从而可有效减少最高达**90%**的温室气体排放。

6 积极寻求绿色甲醇承购项目，支持愿意负担绿色溢价的下游市场使用绿色甲醇。

7 **无重大环境泄露**事件发生。

8 2022年制定一个为期三年的**多元化和包容性**路线图，并在全球所有梅赛尼斯企业践行。

9 以致力于实现零受伤事故率为己任，逐年降低可记录在案的受伤事故率。

10 每年**无重伤或死亡**事件发生。

11 坚持遵循甲醇操作及工艺安全程序，每年实现零重大安全（一级）事故。

12 每年实现可报告运输事故（由我方操作的甲醇转运）零的目标。

13 **与当地政府合作**，推动低碳经济转型举措，包括推广宣传甲醇的社会贡献与价值。

14 保证独立董事会的多样性，确保至少**40%**的成员来自不同的种族或性别。

15 公司所有员工包括董事及高管每年都必须完成企业道德/商业行为准则培训和职场礼仪培训。

16 所有市场及物流部门员工每年需要接受反垄断培训。

17 所有员工每年完成**网络安全培训**。

18 每个生产厂，每三年需进行一次企业内部**责任关怀**审核。

19 每年必须对我们定期租用的船只进行**100%**的安全检查。

20 定期与公司租用船只的技术管理人员合作并制定计划，确保所有船只在**2023**年前，满足国际海事组织（IMO）海洋环境保护委员会（MEPC）制定的**脱碳规定要求**。

2021年，新冠疫情的此起彼伏使得全球疫情监管法规变化迅速，全球供应链面临巨大挑战，但我们在这种艰难时期，强化了公司向低碳经济转型的准备，同时也确立了企业多元化与包容性的愿景，并且不断展示我们对安全以及所在社区的坚定承诺。这些，足以证明公司团队的强大适应能力及组织的灵活性。

2021 大事记

羊毛处理
甲醇用于处理羊毛纤维（如图）和其他织物和衣物，能起到保暖作用并塑造我们的生活。

可持续发展：从战略到行动

我们致力于将可持续发展融入整个公司

梅赛尼斯公司有着明确的企业战略：保持全球领先地位，坚持低成本定位和追求卓越的运营。该战略的核心是以“责任关怀®”为准绳的安全原则和环境保护原则。在过去几年，我们不断扩展责任关怀®的内涵并内化于更大范畴的可持续发展维度来考量公司发展，特别是温室气体排放。展望未来，我们正在将实质性的环境、社会、公司治理（ESG）问题纳入公司的年度战略规划。2021年，公司正式确立了可持续发展职责，领导层新增加了两个与 ESG 相关的角色：

- **企业拓展与可持续发展 高级副总裁**—监管企业发展和制定环境、社会、公司治理（ESG）相关战略，并负责公司未来增长机会的确定、开拓与执行。该职位的一个关键目标是确保商业机会与可持续发展相关目标之间的一致性。

- **企业可持续发展 副总裁**—管理公司可持续发展职能部门、全球传播与媒体沟通、投资者关系及多元化与包容性发展，并与战略团队密切合作，确保环境、社会、公司治理（ESG）问题融入现有的战略流程。
- 除了按照各种可持续发展议题来对标业绩与践行活动，董事会和管理层还从战略层面确定了三个至关重要的具体的气候与转型相关问题：向低碳经济转型，温室气体排放和能源消耗，以及甲醇的社会效益。面对这三个战略问题，为了制定有意义的执行计划，我们专门成立了两个内部领导团队，分别负责二氧化碳排放管理和规划公司在低碳经济中扮演中的角色。下一页内容概述了这两个领导团队所取得的主要成就。





本报告中气候相关财务信息披露部分，包含了气候相关治理问题及董事会的职责，公司团队高层信息及正在评估的技术方案更多内容，请分别参阅英文版第23-29 页。

二氧化碳排放管理 领导团队

职责

评估生产及操作过程中的减排机会、技术和战略。

2021年度成就

- 1 所有工厂的二氧化碳（CO₂）排放测量和报告都应符合ISO标准。 各个工厂数据收集的一致性对于报告编制和目标设定至关重要。
- 2 综合分析能够降低各生产厂及全球业务的碳排放的机会（详见第44页）。这可以使我们节省时间和成本，以最经济的方式最大限度地减少二氧化碳排放。
- 3 对各个生产厂的碳减排策略，我们按照可否采用碳捕集、碳利用和碳存储（CCUS）技术的潜能进行筛评。我们发现，通过采用CCUS技术，生产厂有望减少最多90%的温室气体排放。

低碳经济转型 领导团队

职责

评估创新技术及解决方案、评估低碳经济转型带来的潜在市场影响，发现低碳和绿色甲醇应用的未来前景。

2021 年度成就

- 1 完成了生产低碳甲醇和零碳甲醇不同途径的评估。从可再生原料、不可再生原料以及不同能源来源，生产甲醇有多种途径。随着低碳甲醇需求的提升，多样化的途径可以帮助我们满足客户对各类甲醇的各阶段需求。
- 2 开发了项目筛选工具，用于评估低碳项目投资的潜力。甲醇生产设施一般需运行数十年，涉及的投资巨大，因此新的投资需要充分且令人信服的经济分析。

未来投资方向：建设行业领先的甲醇工厂

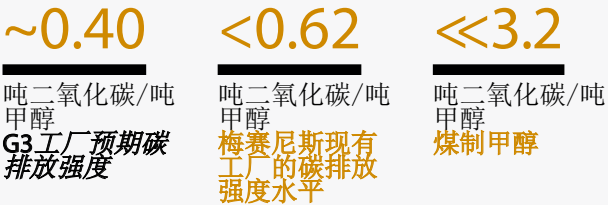
协同项目设计：促进优化效率、降低排放强度

2021年10月，我们重启了位于美国路易斯安那州G3项目的建设。该项目曾处于临时检修及维护状态，于2020年4月重新启动。

G3项目预算为12.5亿至13.5亿美元，毗邻现有的G1和G2工厂。工厂之间可以共享基础设施，从而形成了物料资本和运营成本的优势。借助丰富而低廉的天然气资源，再利用G1和G2蒸汽重整厂的过剩氢气，G3工厂将是我们成本最低的工厂之一，也是行业内二氧化碳排放强度最低的工厂之一。

一旦达产，G3工厂每年可生产180万吨甲醇（全球甲醇生产能力约为1.1亿吨）。G3项目计划于2023年底或2024年初开始投入商业运营。

预计G3工厂每生产1吨甲醇的二氧化碳排放强度约为0.4吨二氧化碳。梅赛尼斯公司现有产能的碳排放强度大约为0.62吨二氧化碳/吨甲醇，而煤制甲醇工厂的碳排放强度是天然气生产甲醇的约5倍以上。与此相比，G3工厂颇具优势。



Geismar的三个工厂加在一起将成为世界最大的甲醇综合生产基地。



⁴ G1和G2工厂均位于盖斯马（Geismar），已投入运营。G3正在建设中。



93%
的团队成
员参与了
我们的多
元化和包
容性调查



我们团队成
员组成多样
：语言不一
，文化各异
，背景、经
历和观点不
同



为多元化和包容性 奠定坚实基础

我们相信，多元化的团队和包容的工作氛围，可以创造更好的文化、更好的决策和更好的公司。

2021年初，我们成立了**全球多元化和包容性理事会**。理事会成员由梅赛尼斯公司全球各地区的高层领导组成，负责制定和实施梅赛尼斯公司的多元化和包容性战略。公司还设立了一个新的高管职位：多元化和包容性总监。

多元化和包容性理事会及总监共同对梅赛尼斯公司当前的多元化和包容性状态进行了第三方的深入评估。评估方式包括个人访谈、小组讨论、系统分析和全球调查问卷等，员工参与率达到了93%。评估结果进一步表明，我们拥有一支积极、敬业、勤勉的团队，他们有着明确的价值观和积极协作的文化。当然，评估结果也表明我们仍有改进的空间，以确保所有成员都有良好的企业归属感，并且实施更为公平透明的人事制度。

根据此次评估结果，我们最终确定了**多元化和包容性战略**，其中包括我们的愿景和指导原则。



愿景

我们的愿景是建立包容性文化，重视多样性，包容性差异化，让每个人都有机会贡献自己的力量，获得发展和进步。



指导原则

- 1 我们致力于建立一个包容的组织，让每个人都为自己的独特性而感到安全，受到尊重和珍视。
- 2 我们致力于建立一个多元化的组织，重视不同的观点、背景、技能和能力。
- 3 我们致力于公平、公正、公开和统一的人力资源管理制度。

关于安全，防微杜渐

让工人参与危害识别工作，从而加强责任心

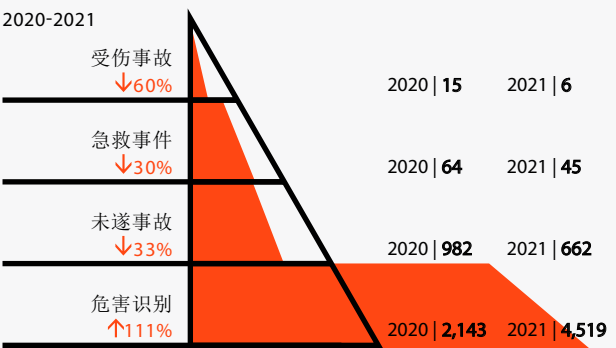
更加积极主动地保障安全，不再一味追求减少伤亡，而是积极提升安全行为。

在梅赛尼斯公司，我们相信危害识别和未遂事件（准事故）汇报对于预防员工受伤及提升员工注意力是极为重要的。2019年，我们发起了全球危害识别培训活动，帮助员工和承包商认识危害，鼓励其早期干预、报告和跟进安全问题。我们所有的工厂都举办了相关研讨会，并在2020年底前完成了此次培训。在开始一项工作或任务前，我们会通过“工具箱会谈”（Toolbox Talks）的方式进行简短的安全沟通与交流，这种习惯使每个工厂都加强了危害意识。

为了提升对危害识别、减轻危害、危害跟踪以及解决危害的问责制度，每个工厂都制定了危害观察次数的特定目标。

一些工厂还设置了工厂级和工作组的目标，不断强化“安全是共同责任”的意识。有些工厂还设定了个人的目标，以促成安全方面的良性竞争。每个工厂的目标设定过程都会适合当地的工作风格与工厂文化。

专注于危害识别的做法使我们获得了积极回报。在2020年至2021年期间，我们看到记录在册的伤害显著减少，而同期危害识别数量却增加了一倍以上。



通过增强危害识别的意识（无论多么微小的进步），我们都会有助于预防安全事故的发生。



梅赛尼斯公司的低碳之路

迈向低碳经济既有风险、也有机遇。利用我们现有的生产资源和领先的市场地位，并与政府及整个行业合作，我们可以满足不断增长的甲醇产品需求，同时履行对公司、行业和客户做出的环境保护承诺。

为了支持向低碳经济转型，我们有两个工作重点：生产低碳或碳中和甲醇，以及扩大甲醇应用市场。后面几页会详细描述我们采取的方法和取得的进展。

梅赛尼斯公司的工作重点

生产低碳甲醇



提升工厂效率



采用碳捕集，碳利用和碳存储技术



使用替代原料和可再生能源

扩大甲醇市场



船用燃料



车用燃料



热力应用，如工业锅炉和灶具



低碳甲醇作为化工原料的应用



I. 生产低碳或碳中和甲醇

我们的首要活动旨在减少甲醇生产的碳足迹。我们目前在探索通过提高效率和可靠性来降低现有设施的排放：如何使用低碳或可再生原料、评估和实施新技术，争取在现有或未来的工厂中生产出低碳甲醇。



1. 提升工作效率

我们持续探索如何降低甲醇生产过程中二氧化碳排放的方法。这些措施虽然只能带来增量效益，但如果将其推广到各生产基地并应用于我们整个的运营周期，将取得可观的累积效应。

在目前的工厂中，实现能效提升的阶段性飞跃会面临哪些挑战？

建造甲醇工厂需要巨大的投资，不仅是资金，还要科研投入与细致规划，以确保用最经济的方式实施最新的技术。然而，由于甲醇工厂的运营寿命通常长达数十年，在工厂建造时即便使用最先进的技术，可能几年后就会有更先进的技术取而代之。因此我们要努力使工厂安全可靠并高效地运作，以确保所有的资产在技术成熟后继续为减排目标做出贡献。

目前的工厂取得了什么进展？

我们一直奉行减少生产设施端的二氧化碳排放及有效利用能源的策略，这降低了我们的排放强度，也降低了我们的整体成本结构。从1994年到2021年，公司在甲醇产量增长42%的情况下，范围1排放强度（直接排放）却降低了约32%，而整个生产制造的绝对排放量也降低了大约3%。实现这些得益于公司根据当时的市场情况，关闭了一些老旧工厂，并建设了更新、规模更大和更高效的工厂，提高了现有工厂的效率。我们的减排措施包括：

1. 保持可靠性—为了降低排放强度，我们注重维持工厂生产的高可靠性。甲醇生产设施的安全启动和关闭需要燃尽系统中的天然气，而这种燃烧就会导致碳排放。所以让可靠的工厂保持满负荷运行，可以优化天然气利用效率，这对限制排放至关重要。为了保障工厂持续运行并尽可能避免意外停运，我们专注于开展定期检修、重要资产设施的状态监测以及静态设备的风险检查。2021年公司全球工厂的可靠性指标接近98%，超过97%的设定目标。公司五年以来的平均可靠性水平为94%。

2. 天然气转换效率最大化：我们持续监控并优化生产参数，以确保最大限度地提高单位天然气生产出的甲醇产量。如果天然气转换效率降低（也就是生产一吨甲醇所用的天然气量有所增加），我们就会调查原因并调整操作参数。天然气转化为甲醇的比例取决于工厂的技术和设计效率以及催化剂的使用生命周期。

G3工厂的二氧化碳排放强度约为每吨甲醇0.4吨，是业内最低的排放强度之一。

3. 在生产过程中加入回收的二氧化碳—在采用常规蒸汽重整技术的工厂，甲醇生产过程中会产生过剩的氢气。额外注入的二氧化碳与过剩的氢气结合，就可以生产更多的甲醇。这些二氧化碳通常来自于工业生产厂，如果不回收就会被排放到大气中。 2013年，我们对加拿大药帽城（Medicine Hat）工厂进行改造，引入附近工厂的二氧化碳增产甲醇。2021年，我们用回收的二氧化碳生产了大约八万吨甲醇。

4. 试验新型催化剂—生产甲醇的化学过程需使用金属催化剂。催化剂会随着使用时间的推移而降解，根据技术差异，每三到六年需要更换一次。更换催化剂是工厂检修计划的一部分（计划停运以进行重大工厂检修）。目前（2020年启用），我们在Medicine Hat工厂试用了一种新型催化剂。这种新型催化剂失活率较低，可以提高整体效率，降低排放，并延长工厂检修计划的间隔时间。初步看来，这种催化剂的性能很好，我们正在评估它在其他基地的应用潜力。
5. 评估潜在项目—过去一年，我们的六个生产基地都研讨并确定了潜在的减排项目，并提交给二氧化碳排放管理团队进行审评。该审评团队就二氧化碳排放的潜在影响、费用、时间（如技术开发周期、工厂检修周期）等3个关键因素，对项目进行了优先次序的评定。选定的项目将在未来几年内进行试点和实施。我们将继续衡量这些项目的相关改进工作，并将获得的可适用经验推广到全公司。

展望未来：

6. 我们的G3工厂目前正在建设中，预计将于2023年底或2024年初投入商业运营。该项目预算为12.5亿至13.5亿美元，其毗邻我们现有的G1和G2工厂，可以共享基础设施，因此能够形成非常重要的资产设施和运营成本优势。据预测，G3工厂将充分利用G1和G2工厂蒸汽重整装置产生的过剩氢气，实现行业内最低的二氧化碳排放强度。据统计，G3的二氧化碳排放强度约为每吨甲醇0.4吨。详见英文版第18页。

7. 我们还为新建传统甲醇工厂开发了一套工程建设设计包，使得该工厂的碳排放强度大约是目前工厂设计的一半。如果大量使用绿色电力具有经济可行性，那么这种方案可以实现近乎零碳排放。这种新的工程设计方案由梅赛尼斯公司拥有数十年经验的全球专家团队开发，并已经开始该方案的技术验证环节。为进一步推进这项工作，我们承诺从2022年开始投入100万美元用于技术研发和可行性分析。





2. 碳捕集、碳利用和碳存储

碳捕集、碳利用和碳存储技术可以减少北美工厂最高达90%的温室气体排放。

梅赛尼斯公司投入了大量时间和资源，以更好地了解碳捕集、碳利用和碳存储（CCUS）技术在减少生产过程中范围 1 碳排放的潜力。CCUS 技术是指从燃料燃烧或工业生产过程中获取二氧化碳，将其净化、压缩后通过管道运输，或作为原料再利用或输送并储存在地下深层地质构造中的过程。除了规模化生产可再生甲醇，CCUS 技术在减少甲醇生产排放方面具有实质性的最大潜力。

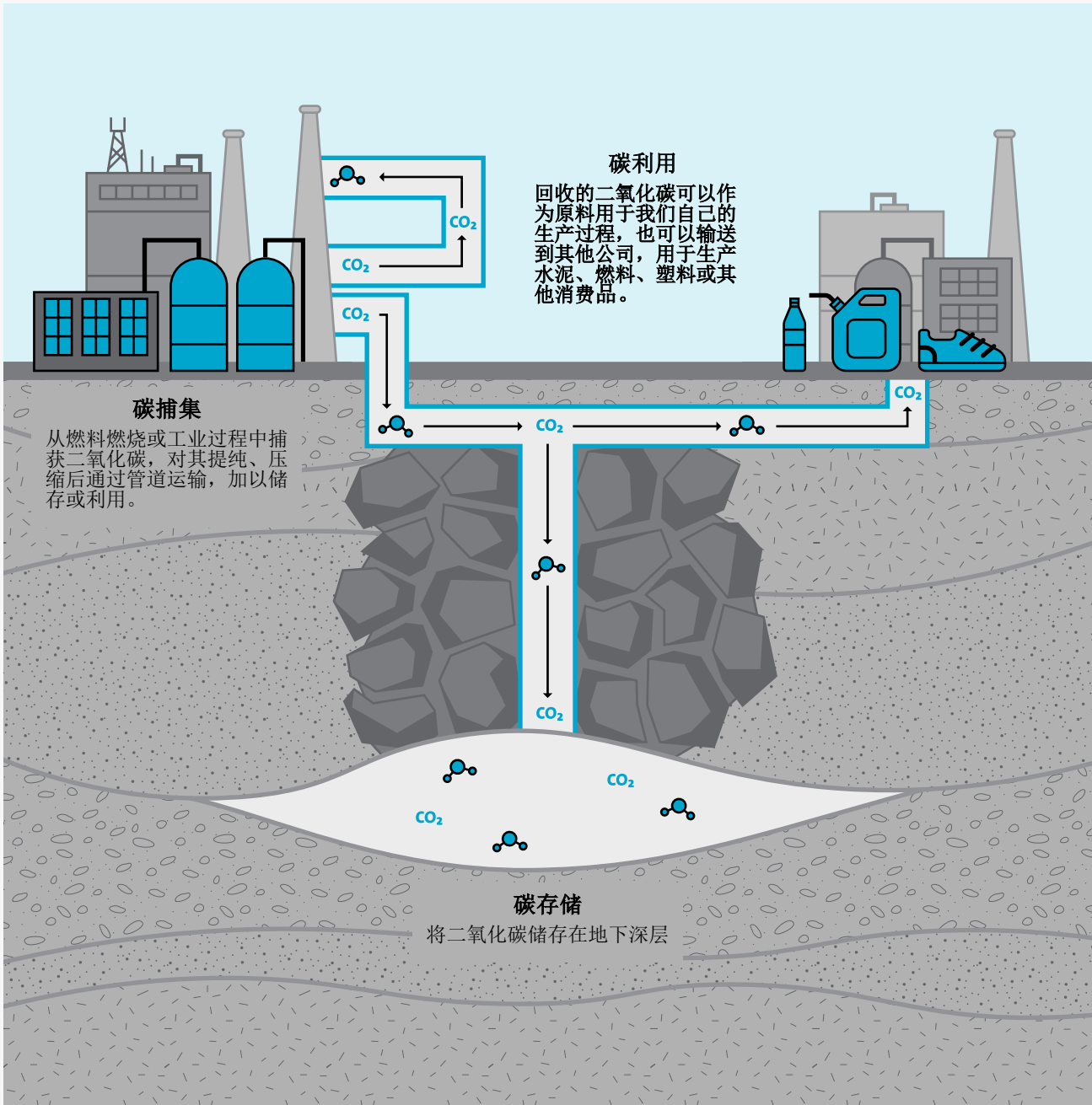
与碳捕集相关的挑战有哪些？

碳捕集、碳利用和碳存储技术正在成为化工等减排困难行业应对全球碳排放挑战的关键方法。然而，考虑到所需的物料资本和运营成本，以及碳价值链中的成本分担（包括碳抵消信用的购买、低碳甲醇价格溢价和避免碳税等）的不确定性，该技术的经济可行性仍然面临挑战。

持续的技术升级和政策支持有助于解决经济方面的障碍。而另一方面的重要挑战，则与成本效益、长期和安全的地下储存构造有关。

我们已取得了哪些进展？

- **确定可能使用CCUS的工厂**—2021年，公司对生产基地进行了筛评，确定各生产厂可以适用碳捕集、碳利用和碳存储减排策略的可能性。鉴于当地的地质构造和政府的激励措施，我们认为北美生产基地最适合推行碳捕集、碳利用和碳存储技术。
- **对政府支持力度进行评估**—碳捕集、碳利用和碳存储技术需要大量的资本投资和庞大的持续运营成本，因此政府的支持和激励措施至关重要。2021年，我们与加拿大和美国联邦、州/省以及地方各级政府代表进行了沟通，以更好地了解政府方面的支持力度。



展望未来：

2022年，公司将在美国盖斯马（Geismar）和加拿大药帽城（Medicine Hat）地区开展技术和经济可行性研究。作为项目的一部分，我们的二氧化碳排放管理领导团队将评估以下内容：

- 评估Geismar和Medicine Hat工厂附近的二氧化碳存储库的地质适宜性
- 评估工厂附近管道捕获和运输二氧化碳的可行性
- 评估更有竞争力的碳捕集技术
- 评估CCUS技术所需的资金和运营成本

我们将继续与地方政府和相关行业合作，包括在Medicine Hat推行碳捕集中心的理念，即Project Clear Horizon（清晰地平线）项目，并对政府支持力度进行评估。

应用碳捕集、碳利用和碳存储技术有望减少
生产基地最高达90%的温室气体排放。





3. 替代原料和可再生能源

目前，甲醇常以天然气和煤为原料进行规模化生产。梅赛尼斯公司的甲醇工厂只使用天然气作为原料。当然，甲醇也可以由可再生资源制备，如使用可再生天然气、生物质，或通过绿色氢气与回收的二氧化碳反应等方式进行生产。利用可再生资源研发出高效的、可靠的规模化甲醇生产方式，将是社会脱碳目标道路上的重要飞跃。

与替代原料相关的挑战有哪些？

目前，可再生甲醇市场规模较小，尚处在发展阶段。全球减缓气候变化行动正在加速这个市场的发展，但可再生甲醇的大规模生产仍然面临重重障碍，包括：

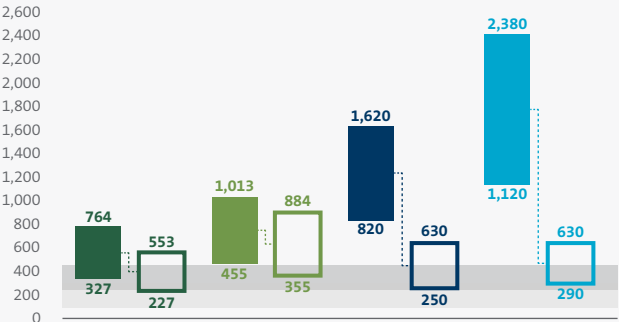
- 获得低成本、清洁和可靠的电力。
- 获得高浓度二氧化碳资源。

- 目前生产绿色氢气所需的电解槽成本。电解槽可以用电把水分解成氢气和氧气。
- 如果使用生物质原料，生产工业规模所需的大量的生物质原料，其所依赖的大量土地面积将成为一个日益重要的因素，并最终限制可再生生产路径的发展。
- “绿色溢价”——生产可再生甲醇的成本与消费者愿意支付的价格之间的差距。

取得了哪些进展？

- **已认证的生物质甲醇**——在目前的生产工艺中，我们已可以使用可再生天然气而非传统天然气作为甲醇合成原料和工业热源。2020年底，我们在美国Geismar的两个工厂利用源自城市固体废物的可再生天然气生产了少量的生物质甲醇，该产品获得了国际可持续发展与碳认证（ISCC）。

生物质甲醇和电制甲醇目前以及未来的生产成本
美元\$ / 吨甲醇（汇率1美元 = 0.9欧元）



- 当前的生产成本
- 成熟的生产成本
- 生物质甲醇 < 6 美元/GJ原料成本
- 生物质甲醇 6-15 美元/GJ原料成本
- 电制甲醇 - 使用综合可再生资源生产的CO₂
- 电制甲醇 - 仅使用空气捕获的CO₂

扩大可再生甲醇生产的最大挑战之一是降低生产成本。据行业预计，随着技术的成熟，生产成本将大幅降低。

来源：国际可再生能源署（IRENA）

- **取得该认证**意味着该生物质甲醇可以符合欧洲可再生能源指令II（设定了欧洲的可再生能源使用目标），面向欧洲客户销售。虽然可再生天然气的成本远远高于传统天然气原料，导致生物质甲醇的生产成本更高，但我们仍在继续探索这一市场，而且Geismar工厂已经随时准备按照客户需求生产生物质甲醇。
- **投资电制甲醇**——2013年，梅赛尼斯公司开创性地投资了冰岛碳循环国际公司，一家绿色电制甲醇技术开发商。碳循环国际公司示范工厂从附近的地热发电厂回收二氧化碳，利用可再生能源生产可再生甲醇等，验证了其“排放气体液化（ETL）”技术的可行性。该示范工厂每年可生产4000吨电制甲醇。

- **参与市场开发**——世界各国政府正在以各种形式的资金和激励措施鼓励低碳燃料的生产和使用。许多企业，特别是海洋运输行业，也主动设立了自愿性的脱碳目标。再加上私有技术的发展，这些目标和激励措施可以帮助其创造条件，使可再生甲醇项目比传统燃料在成本方面更具有竞争性。2021年我们继续探索这些项目，以了解各种价格驱动因素、监管制度和激励措施在全球层面的影响。我们还与可再生甲醇的项目开发商就潜在的承购安排进行积极沟通。

II. 甲醇作为替代燃料市场不断增长

甲醇既可以作为化学原料，也可以作为传统燃料或替代燃料。这种灵活性为梅赛尼斯向低碳经济转型创造了很多机会。我们将继续以各种形式推广宣传甲醇的低排放效益，支持迈向低碳甲醇的转型之路。我们还将继续平衡投资，推动传统甲醇和可替代甲醇作为转型燃料的市场发展。



1. 船舶燃料

甲醇作为船用燃料对梅赛尼斯来说是一个重大机遇。作为航运业船舶燃料，甲醇非常安全，成本也具有竞争力，这一点已经得以证明，它可以满足甚至优于目前和未来的全球排放法规要求。

航运业的温室气体排放约占全球排放总量的3%，因此，全球对低排放船用燃料的需求日益增长。为了减少航运业对环境的影响，国际海事组织（IMO）采取了强制性法规，以减少国际航运的碳强度以及硫氧化物、氮氧化物和颗粒物的排放。全球前100多个港口都有甲醇储运资源，作为船用替代燃料，甲醇可以助力航运业满足日益严格的大气排放法规。更多的甲醇排放信息，请参阅右侧内容。

业界对于甲醇作为船用燃料的支持程度如何？

行业内对甲醇作为船用燃料的兴趣正在迅速增长。2021年，世界上著名的航运公司（如马士基、Proman Stena Bulk、X-Press Feeders和东太平洋公司）都承诺使用甲醇作为低碳的船用燃料，或委托建造了新的甲醇或双燃料船舶，或将现有船舶改造为甲醇燃料船。据估计到2025年，将有60多艘双燃料船投入使用，包括梅赛尼斯公司的19艘甲醇远洋运输船。若这些船只100%使用甲醇燃料，每年对甲醇的需求将接近100万吨。此外，大型船舶发动机制造商如曼恩能源公司（MAN Energy）、瓦锡兰公司（Wartsila）和劳斯莱斯公司（Rolls Royce）正在生产或即将生产船舶用甲醇发动机。

为什么使用甲醇作为船用燃料？

95%

与传统船燃相比，甲醇船燃的硫氧化物和颗粒物的排放减少95%以上，氮氧化物的排放减少80%。

15%

从船燃的使用生命周期看（tank-to-wake），与传统燃料相比，甲醇燃烧产生的二氧化碳排放量可减少15%。如果使用可再生甲醇，按照全生命周期（well-to-wake）来计算，甲醇船燃则可以实现**碳中和**，这为实现全球航运业脱碳目标指明了一条“面向未来”的道路。

100+

世界上排名前列的100多港口都有甲醇储运资源。

- 甲醇是一种液体产品，常规安全操作即可实现安全运输、储存和加注（详见英文版第31页）。
- 双燃料发动机技术已经成型成熟。
- 可再生甲醇、生物质甲醇皆可适用于甲醇双燃料发动机，为实现脱碳目标提供了明确的路径，无需考虑未来的投资或兼容性问题。



我们当前取得了哪些进展？

- **证明了甲醇作为船用燃料的可行性**—WFS甲醇远洋运输船队自2016年以来一直在运行甲醇燃料船舶，累计使用时间超过10万小时，甲醇技术的安全性由此得以证明，我们也会继续扩大双燃料船舶的规模。截至2021年12月31日，公司约40%的在用船舶使用了甲醇双燃料系统。
- **推广甲醇进入主要市场**—2020年12月，国际海事组织通过了法规《甲醇/乙醇燃料船舶安全临时导则》。2021年初，中国船级社邀请梅赛尼斯公司作为行业专家参与《甲醇/乙醇燃料动力船舶检验指南》的编制，该指南预计于2022年发布，这是甲醇作为船用燃料在中国实现商业化的重要一环。我们还与中国交通运输部直属的中国水运科学研究院合作，全面系统地研究甲醇作为船用燃料在技术和经济性方面的可行性。
- **证实甲醇加注的安全性**—在荷兰鹿特丹港，我们与孚宝公司（Vopak Terminals，一家全球领先的储运公司）、日本邮船株式会社（Nippon Yusen Kabushiki，一家船舶公司）和Tank Match（一家燃料加注驳船公司）等合作伙伴一起成功示范了甲醇的加注过程。详情请参阅右侧内容。
- **探索新市场**—2021年，我们与特立尼达和多巴哥国家能源公司签署了一份谅解备忘录，评估甲醇作为该地区船用燃料的可行性。在当地，甲醇产量丰富且多用于出口。此次合作的目标是探索使用甲醇燃料降低运输行业温室气体排放的可行途径。

进一步推动甲醇作为未来的船用燃料



2021年，梅赛尼斯公司旗下的Waterfront Shipping（WFS）甲醇远洋运输船队在荷兰鹿特丹港完成了全球首次驳船对甲醇动力船的燃料加注作业。甲醇加注就是为船只注入燃料的过程。在船舶靠岸停泊时，可以使用管道或槽罐车对其进行加注，如果是在水上则可以通过驳船或其他船舶进行加注。

在此次加注演示中，我们的Takaroa Sun号船舶成为第一艘由标准驳船加注甲醇燃料的甲醇动力船，这证明了与传统船燃一样，甲醇的运输、存储、处理和加注过程同样是安全可靠的。

作为一种更清洁的船用燃料，甲醇的使用可以助力航运业的温室气体减排。在这一进程推进中，我们发挥了行业领先示范作用，并为此感到非常自豪。



2. 客运及货运车辆燃料

汽油和柴油会带来严重的空气污染，因此一些国家正在积极寻求燃料转型，对于他们来说，甲醇就是汽油和柴油的经济替代品。甲醇不仅能量密度较高，燃烧充分，其贸易分销运输便捷，世界各地皆可获得，因此是运输业的一种液体的燃料替代品。

业界对于甲醇作为车用燃料的支持程度如何？

汽油添加剂或燃料掺混—甲醇可以制备甲基叔丁基醚（MTBE），这是一种减少尾气排放的汽油添加剂。甲醇还可以生产生物柴油等燃料，是传统柴油的替代品。预计到2025年，生物柴油和类似燃料的平均产量将比2019年增长30%。甲醇还被广泛用于掺混汽油中，按照其占比可以分为高（50% - 100%）、中（15% - 30%）和低（3% - 5%）含量甲醇汽油。中国已经使用了高比例甲醇混合燃料，而以色列、印度、丹麦、德国和意大利等国则处于评估阶段或处于低比例甲醇混合燃料的渐商业化阶段。

车用燃料—在中国，空气质量标准越来越严格，因此政策支持采用甲醇这类更清洁的汽车燃料。截至2021年底，陕西、山西、甘肃和贵州在运营的甲醇M100（100%甲醇燃料）加注站大约有100座，约有2.7万辆甲醇M100出租车在运营。

重卡车用燃料 - 甲醇可以替代柴油作为重型卡车的燃料。吉利已经开发出全球第一辆甲醇重型卡车，为甲醇燃料在中国的应用提供了新的发展机会。截至2021年，在中国运营的甲醇重型卡车有1000辆。

甲醇重卡



我们已取得了哪些进展？

在过去的10年里，梅赛尼斯公司一直与中国汽车制造商吉利公司及其他行业伙伴合作，支持甲醇M100汽车市场（包括出租车市场）的开拓与增长。与吉利公司一起，我们为整个行业（包括政府机构和产业链利益相关方）提供了“责任关怀®”培训，并支持制定使用甲醇作为车用燃料的关键标准和指南。

2021年9月，梅赛尼斯特立尼达公司与特立尼达和多巴哥共和国能源公司签署了一份谅解备忘录，以探索甲醇作为车用和船用替代燃料的可行性。详见上一页内容。

甲醇不仅能量密度较高，燃烧充分，易于分解，其贸易分销运输广阔便捷，世界各地皆可获得，因此可以用作替代的液体运输燃料。

⁵ IHS Markit. Methanol World Analysis, 2022

⁶ <https://www.cvnews.com.cn/article.php?id=68811>



3. 其他用途

甲醇窑炉
2022年北京冬奥会和残奥会的官方吉祥物，陶瓷纪念品冰墩墩和雪融融，就是在中国一个以甲醇为燃料的窑炉中制作的。我们对这个窑炉进行了改造，使其可以使用更清洁的甲醇燃料。这种燃料也有助于增强陶瓷的亮度与白度，使这些吉祥物更为精致美观。

甲醇可作为热力燃烧燃料用于工业锅炉、窑炉、采暖炉及灶具。与煤和其他化石燃料相比，甲醇的空气污染物排放（氮氧化物、硫氧化物）显著减少。

业内对该应用的支持度如何？

在中国，工业锅炉应用广泛，为各种工业应用和窑炉提供热量和蒸汽。作为热力燃料，甲醇在中国这个领域的需求也日益增长。中国的传统工业锅炉以煤为燃料，污染较大，为了减少对当地空气质量和居民健康的影响，中国政府逐步实施相关环境法规，推动向清洁燃料（包括甲醇）的转型。由于甲醇燃烧的大气排放低且价格实惠，中国一些地区的居民楼、餐馆和家庭也使用甲醇替代煤作为加热燃料。加勒比海中一些偏远岛屿的发电厂也使用甲醇作为燃料。

过去的20年里，在非洲、中国和印度甲醇一直被用作一种更清洁的生活燃料。中国石油和化学工业联合会醇醚燃料及醇醚清洁汽车专业委员会⁷2020年的一项调研表明，中国甲醇的能源消费中，有一半的甲醇（不包括甲基叔丁基醚和烯烃）被用作生活燃料。鉴于全球有26亿人依赖固体生物质、煤油或煤作为主要的灶具燃料⁸，可以想见，甲醇可以在扩大清洁灶具燃料方面发挥更多作用。

我们已取得了哪些进展？

2021年，梅赛尼斯公司与行业伙伴合作起草了《民用醇基液体燃料安全技术规范》，由中国农村能源工业协会于2021年11月正式发布。自2022年1月1日起，地方政府可根据此标准对甲醇灶具的使用进行监管。梅赛尼斯也曾为工业锅炉做出过同样的支持与努力。



⁷ https://www.methanol.org/wp-content/uploads/2020/04/China-Methanol-Fuel-Report-2020_final-1.pdf
⁸ IEA. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>