



云道资本
SIX SIGMA CAPITAL



云点道林
SIX SIGMA RESEARCH

完整系列深度研报请关注「云道资本」公众号

2024中国绿色甲醇产业研究与前景展望

2024 Research and Outlook of China's Green Methanol Industry

©2024.1 SixSigma Research

支持
单位



更多免费行业报告

并购家

www.ipoiipo.cn

「云点道林 Sixsigma Research」为精品投资银行「云道资本」下属研究机构，通过深度市场洞察和创造灼见的研究咨询服务赋能中国创业企业、产业

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

Green Methanol Industry

绿色化工 | 绿色甲醇



云道资本
SIX SIGMA CAPITAL

绿色化工关键基础性原料，应用前景广阔，双碳背景下新机遇凸显

摘要

一、甲醇的简介与产业概况

二、甲醇的分类与绿色甲醇的定义

三、绿色甲醇的制备工艺

四、绿色甲醇的应用场景及前景

五、绿色甲醇的制备成本与经济性分析

六、绿色甲醇的政策环境与产业进展

绿色化工关键基础性原料，应用前景广阔，双碳背景下新机遇凸显

甲醇是最为常见、应用场景最为广泛的基础化学品，是生产所有其他化学品的四种关键基础化学品之一，全球年产量超亿吨级；当前甲醇主要以天然气或煤炭为制备原料，作为碳排放量巨大的化工行业，其减排降碳势在必行。绿色甲醇以生物质或绿氢加可再生二氧化碳为原料，双碳背景下，作为低碳燃料成为其中短期内最具潜力的需求增长点。

ME
OH

甲醇是生产所有其他化学品的四种关键基础化学品之一；甲醇生产高度依赖化石燃料，是碳排放量巨大的化工行业，减排降碳势在必行。在合成工艺上来看，煤制/天然气制甲醇或是氢气加二氧化碳制取甲醇工艺已十分成熟，电化学等新型高效方式成熟度还较低。



绿色甲醇概念尚无明确界定，绿色甲醇的认定主要取决于原料的可再生属性，绿氢与可再生二氧化碳电制甲醇是未来完全绿色甲醇的主要生产方式。在现阶段，甲醇的下游场景不应过于追求二氧化碳的可再生属性，灰碳的充分利用仍有极为重要的实际意义。



长远期看，绿色甲醇的主力应用场景还是在于作为合成甲醛、制取烯烃的低碳绿色原料等存量更大的传统应用场景而非航运燃料。绿氢与可再生CO₂的价格是决定绿色电制甲醇成本高低的首要因素，2050年前后电制绿色甲醇成本有望下降到300-600美元/吨区间。



全球范围来看，各国家及地区关于绿色甲醇的鼓励性政策持续出台，目前国际能源巨头也在积极布局绿醇产业，在全球交通运输业与化工行业低碳转型的大背景下，汽车、船运、甲醇生产等领域的龙头公司不断推动绿色甲醇技术研发和项目落地。



Part I

甲醇的简介与产业概况

甲醇是最为常见、应用场景最为广泛的基础化学品，是生产所有其他化学品的四种关键基础化学品之一；当前甲醇主要以天然气或煤炭为制备原料，半数以上的甲醇用于制备甲醛和甲醇制烯烃，作为碳排放量巨大的化工行业，其减排降碳势在必行。



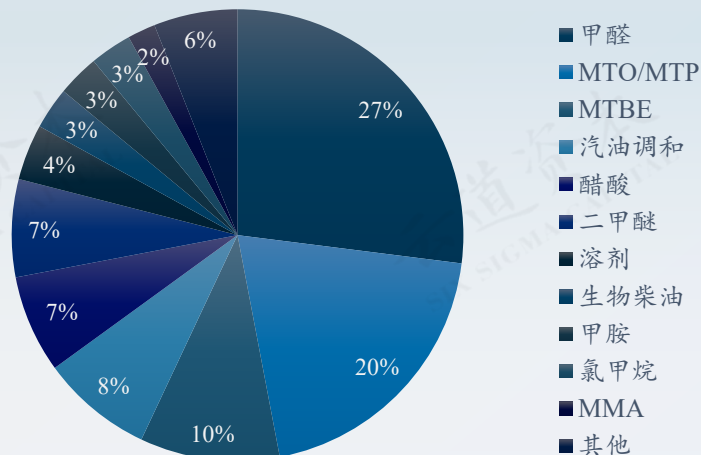
甲醇的简介与产业概况

甲醇—应用场景广泛的四大关键基础化学品之一，需求结构性改变趋势凸显

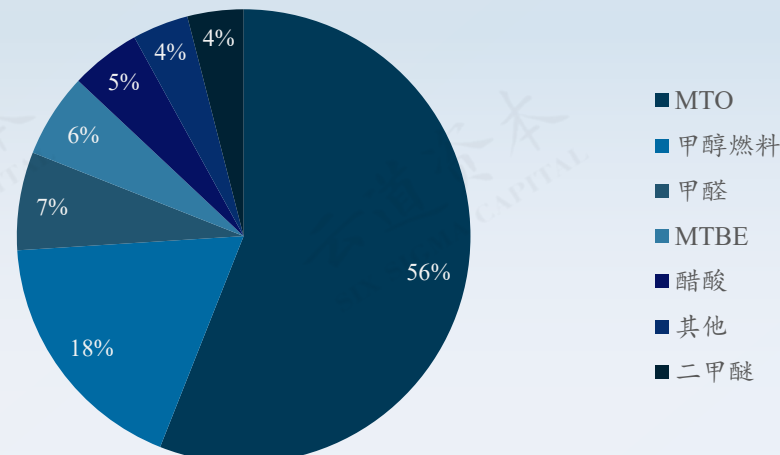
甲醇是最为常见、应用场景最为广泛的基础化学品之一，**甲醇与乙烯、丙烯和氨是用于生产所有其他化学品的四种关键基础化学品之一**，当前，全球范围来看，近三分之二的甲醇会用于生产例如甲醛、乙酸和塑料等其他化学品。甲醇传统的应用领域包括甲醛、MTO/MTP、MTBE、醋酸、二甲醚等。其中，消费领域位列前三的依次是甲醛、MTO/MTP、MTBE；就全球范围的甲醇下游使用需求来看，甲醛是甲醇目前主要的终端用途，占比近30%，多作为生产酚醛树脂与粘合剂及其他有机化学晶体的原料，可应用于建筑、汽车等多个领域。MTO（甲醇制烯烃）是全球仅次于甲醛的甲醇下游用途，**在中国，MTO是甲醇下游的第一大需求场景，需求占中国甲醇消费量的60%上下**。

近年来，在全球各个主要甲醇生产与消费国家的碳中和、安全生产、传统产能升级等系列政策引导下，**甲醇的下游需求结构性改变的趋势不断凸显，甲醇作为燃料的需求占比正在不断上升**。

全球甲醇下游需求占比



中国甲醇下游需求分布

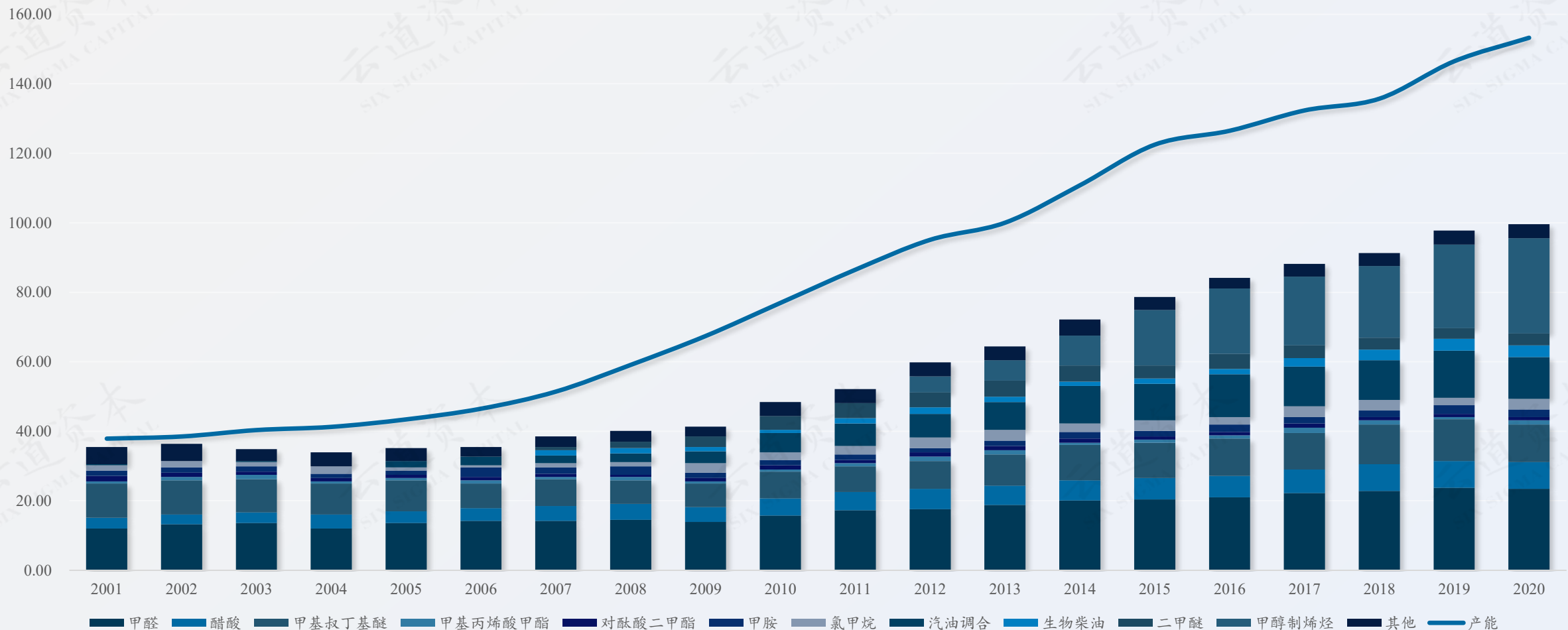




甲醇的简介与产业概况

全球甲醇需求量巨大，下游应用场景广泛，是最为基础、应用最为广泛的化工原料

全球甲醇需求和产能情况（百万吨）



数据来源：国际可再生能源署(IRENA)

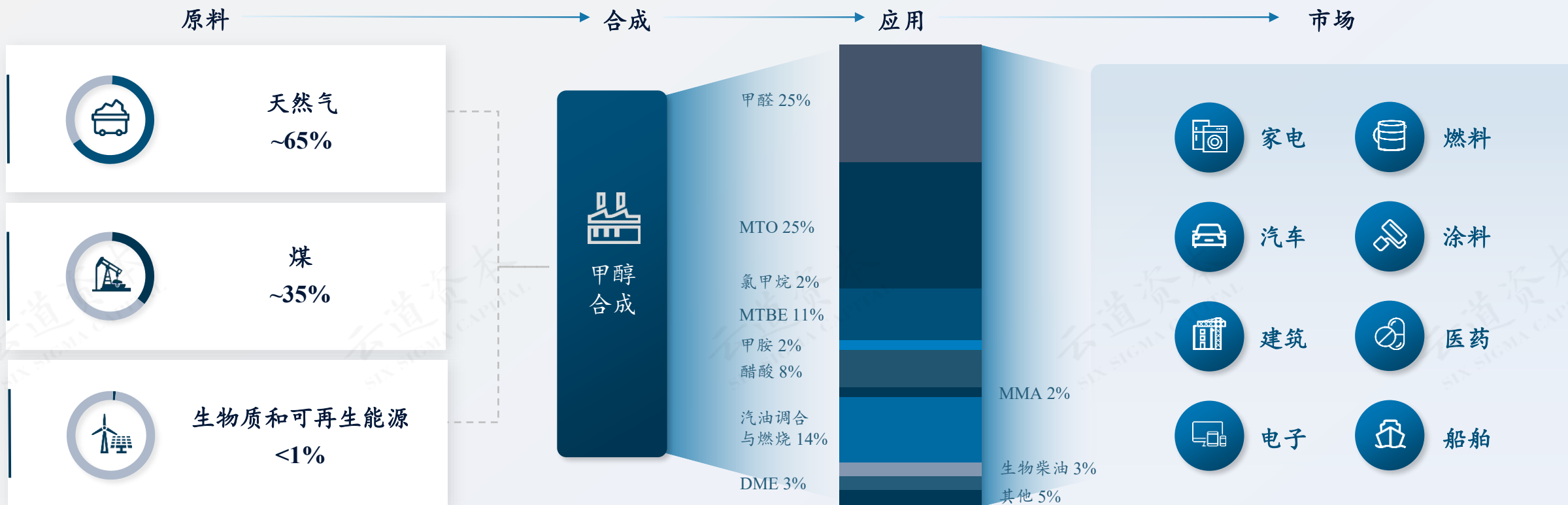


甲醇的简介与产业概况

当前甲醇主要以天然气或煤炭为制备原料，半数以上用于制备甲醛和甲醇制烯烃

20世纪20年代出现了煤制甲醇的工业生产，20世纪40年代开始应用天然气生产，化石能源的应用极大地提升了甲醇的产能，全球范围来看，约65%的甲醇由天然气加工生产而得，煤制甲醇约占35%，由生物质和可再生能源制取的甲醇不足1%；在每年生产的亿吨级甲醇中，超60%通过甲醇制烯烃(MTO)途径合成甲醛、乙酸、乙烯和丙烯等化学品，然后通过进一步处理生产成油漆、塑料、建筑材料和汽车零部件等终端产品。

甲醇原料及用途结构示意图

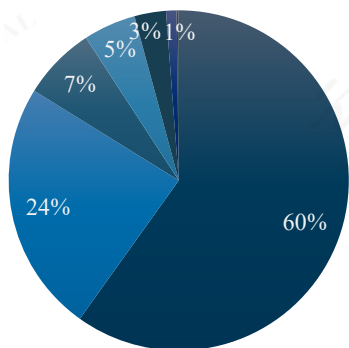




甲醇的简介与产业概况

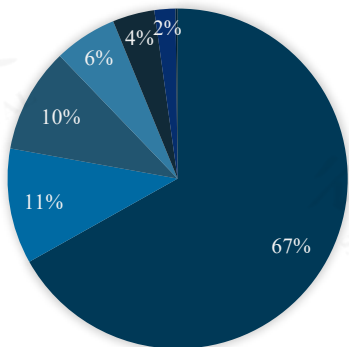
全球范围看，甲醇贸易属性较强；中国为甲醇产能、消耗第一大国

甲醇产能分布 (%)



■ 北亚 ■ 中东 ■ 北美 ■ 俄罗斯 ■ 东南亚 ■ 欧洲 ■ 中南美洲

甲醇消费占比 (%)

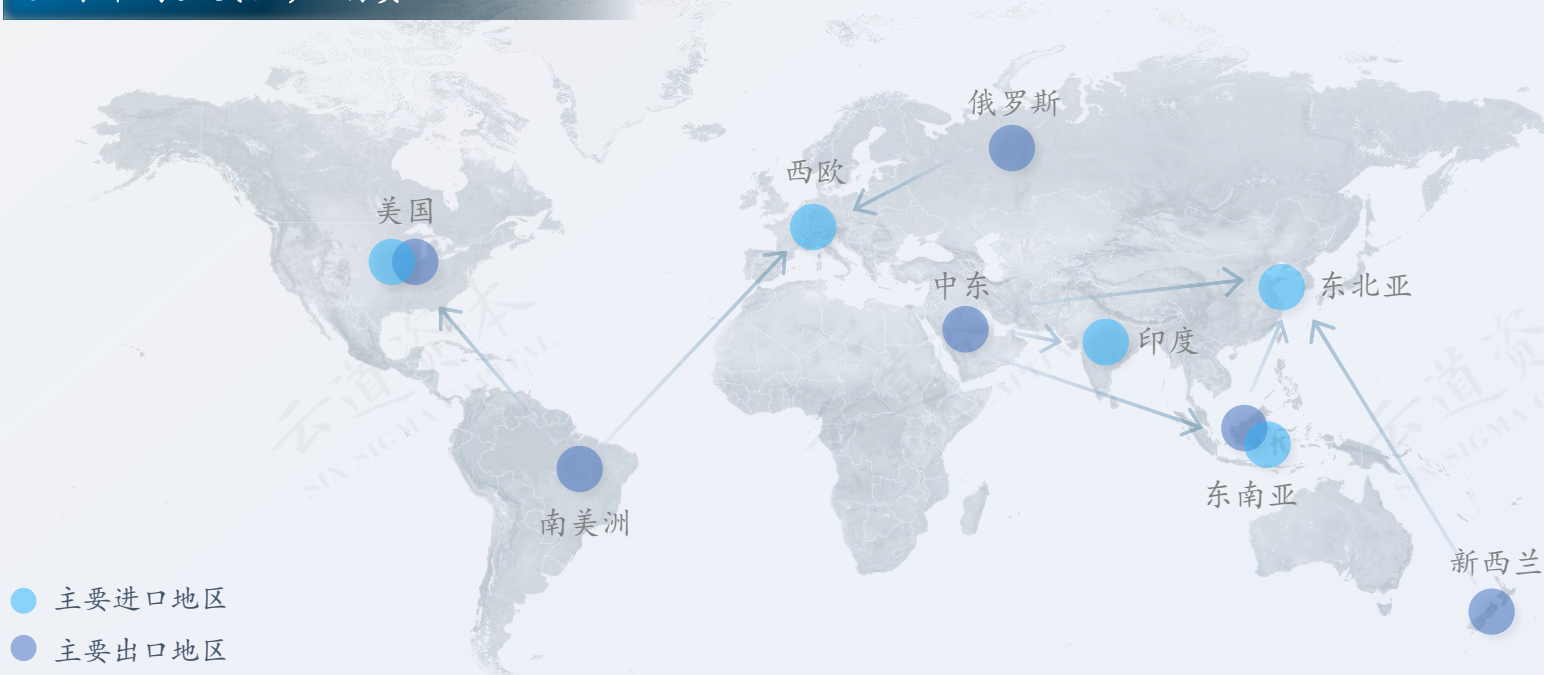


■ 东北亚 ■ 欧洲 ■ 北美 ■ 东南亚 ■ 中东 ■ 南美 ■ 非洲

东北亚地区是全球最大的甲醇生产、消费地区，其中中国是全球最大的甲醇消费与生产国，中国的产能约占全球的58%；除中国外，全球的甲醇集中于伊朗、阿曼、美国等地区，伊朗是除中国外的第二大甲醇产能国，年产能超1300万吨。

当前全球甲醇贸易流通量已超过3000万吨，中东是主要甲醇贸易输出地，而中国、东南亚、西欧则为主要的输入地区。

全球甲醇主要生产/消费地区



数据来源：

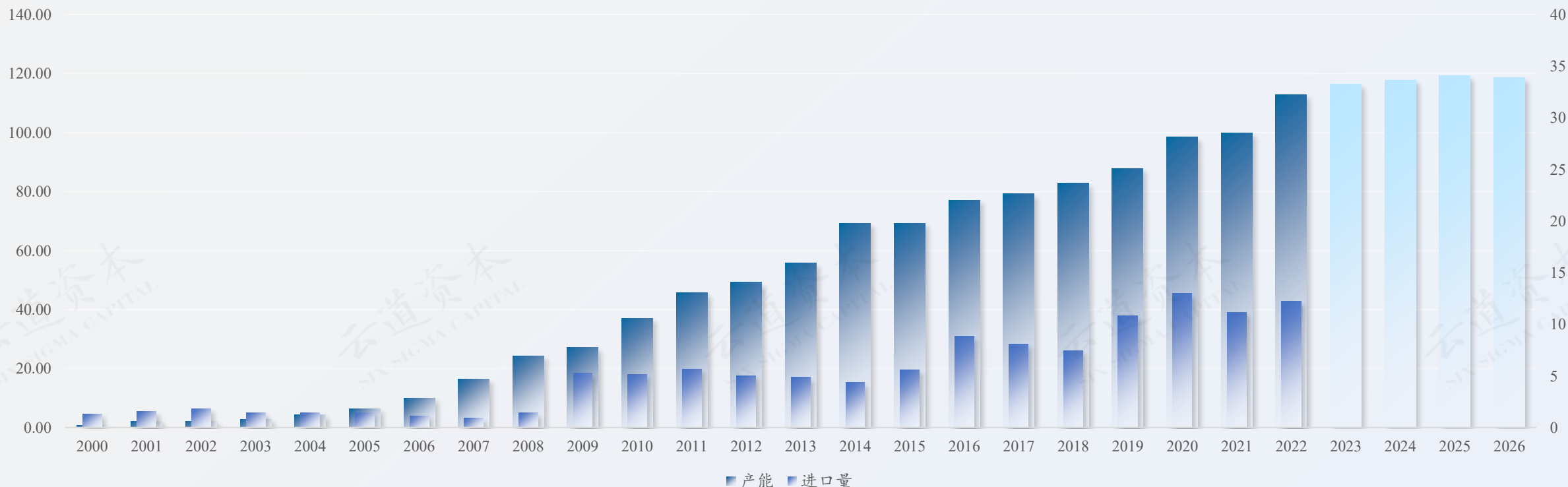


甲醇的简介与产业概况

中国为全球第一大甲醇生产国与消费市场，目前仍存在一定的供应缺口

中国甲醇产能与进口情况（百万吨）

截止2022年底，全球甲醇产能已经超过1.79亿吨，中国产能已经超过1亿吨，占全球总产能将近58%；中国已成为全球第一大甲醇生产国。同时由于中国拥有极为庞大的工业体系，对于甲醇这一基础化工品的消耗需求巨大，国内的产能无法满足自身的消耗需求，仍需通过进口来填补甲醇的供应缺口，2022年中国甲醇进口量约为1200万吨，价值41亿美元左右。

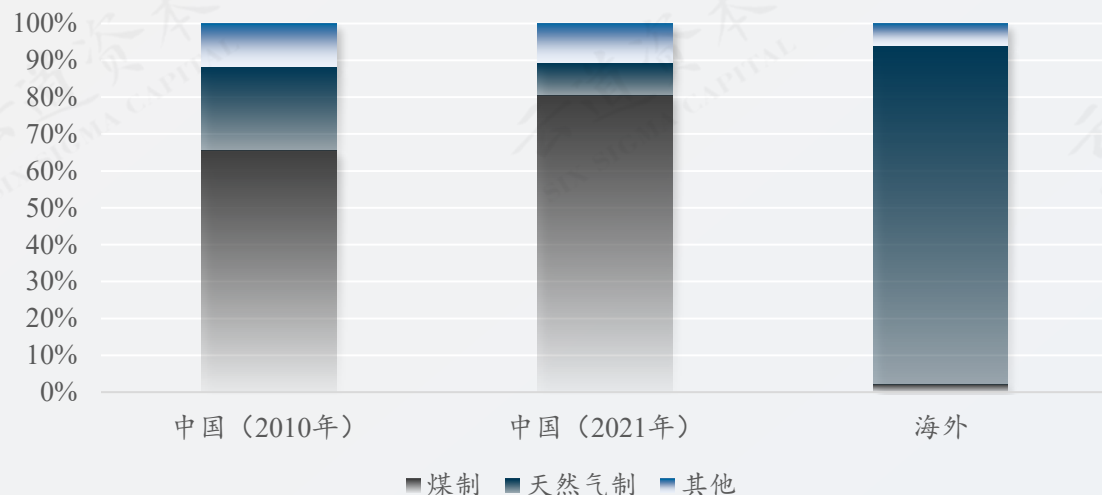




甲醇的简介与产业概况

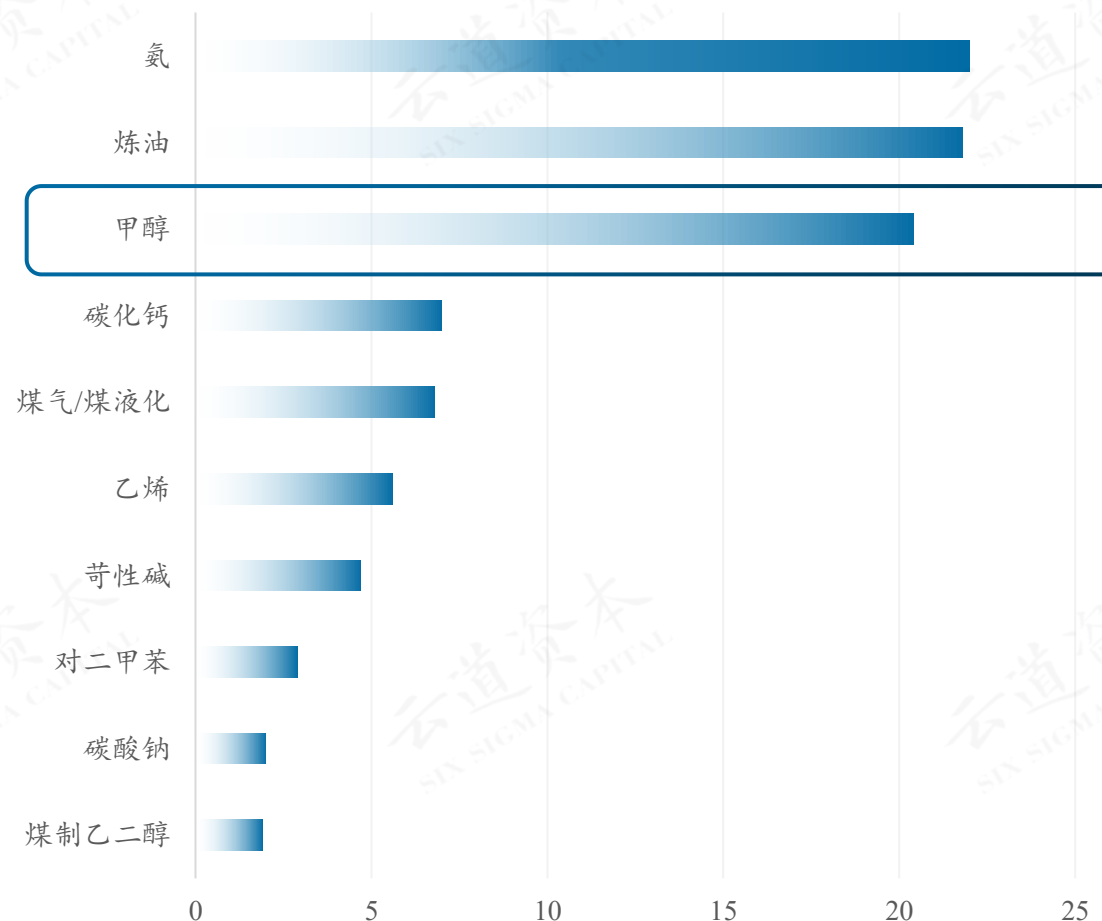
甲醇生产高度依赖化石燃料，是碳排放量巨大的化工行业，减排降碳势在必行

国内外甲醇生产原料占比



从生产工艺及原料的角度，伊朗等中东主要甲醇生产国及美国等其他地区的甲醇生产国拥有较为丰富的天然气资源，故多采取天然气制甲醇的技术路线；而中国富煤少气的能源禀赋使得国内的甲醇主要以煤制甲醇为主，占比超80%；大量采用化石燃料制甲醇使得甲醇工业成为碳排放最高的化工行业之一，中国甲醇行业的年碳排放量在2亿吨以上，同时又由于甲醇作为若干其他化工品重要的基础原料，甲醇行业成为当前减碳压力最大的化工行业之一。

中国化工产业不同行业年碳排放量 (千万吨)





Part 2

甲醇的分类与绿色甲醇的定义

绿色甲醇概念尚无明确界定，绿色甲醇的认定主要取决于原料的可再生属性，绿氢与可再生二氧化碳电制甲醇是未来完全绿色甲醇的主要生产方式。在现阶段，甲醇的下游场景不应过于追求二氧化碳的可再生属性，灰碳的充分利用仍有极为重要的实际意义。

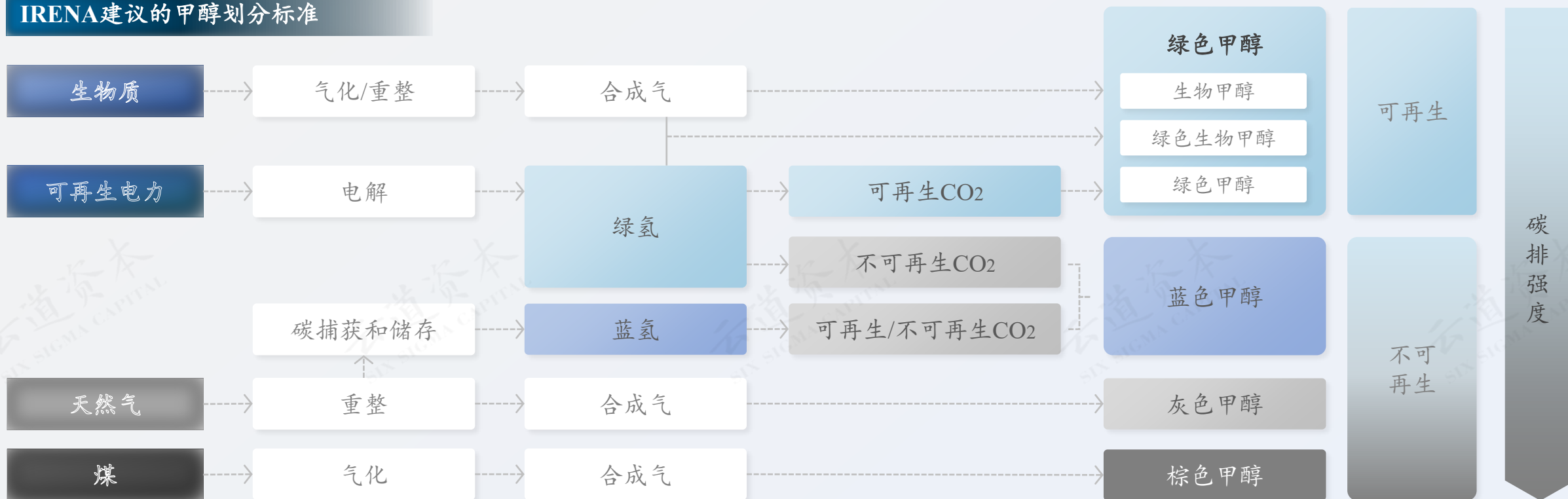


甲醇的分类与绿色甲醇的定义

绿色甲醇概念尚无明确界定，绿色甲醇的认定主要取决于原料的可再生属性

目前国际上并无明确的“绿色甲醇”的概念界定。甲醇的绿色与否主要取决于甲醇的合成原料—氢气/合成气及二氧化碳的来源。根据国际可再生能源署（IRENA）的建议，可按甲醇的生产原料来源将其分为绿醇、蓝醇、灰醇和棕醇，当原料氢气和二氧化碳的来源均为可再生时，合成的甲醇可以认定为绿醇。其中可再生氢气指可再生能源制取氢气，包括清洁电力电解水制氢、绿色生物质制氢等；可再生的二氧化碳指生物质来源二氧化碳或直接空气捕获二氧化碳。

IRENA建议的甲醇划分标准





甲醇的分类与绿色甲醇的定义

绿色电制甲醇将成为长远期全球绿色甲醇供应的主要方式

绿色甲醇中，不同技术路径各有优劣。生物甲醇路线，初期在绿色甲醇需求量不大的情况下，规模化门槛相对较低。但随着长期清洁电力成本的不断下降，以电力成本为主要生产成本的电制甲醇路线有望实现绿色甲醇制备的最低水平。同时由于生物甲醇路线面临的原料供应、传统设备升级困难等问题的影响，绿色电制甲醇将成为全球绿色甲醇供应的主要方式。

绿色甲醇主要技术路径的对比

项目	电解水路线（电制甲醇）	生物甲烷路线（生物甲醇）	生物质气化路线（生物甲醇）
占地情况	风光绿电电站会占用一定规模的土地，但主要集中在人口密度低、风光资源丰富地区，影响有限	沼气发酵反应过程缓慢，需较大量的土地	生物质气化制取甲醇以热化学方法为主，效率较高，对土地面积要求较小
原料问题	需解决绿氢与可再生二氧化碳的输配问题	沼气项目规模小，无法实现甲醇的规模化生产	农林秸秆、城市废物为主，原料较为充足，运输距离较短
技术应用	电解水技术日趋成熟，逐步实现绿氢规模化制备；DAC/BEC碳捕技术面临成本高昂、规模小等痛点	餐厨与城市垃圾技术成熟，但废物难处理；农林秸秆效率低、碳氢比例需调节	在国外已有工业化应用案例，但建成装置少，国内尚无大型装置应用案例
碳源	BEC/DAC	餐厨垃圾、农林废物等	农林废物、城市有机垃圾等
废物排放	少	废水处理难度大	较容易处理
技术瓶颈	绿氢的电解与储运、可再生二氧化碳的捕集	沼液与废渣的处理	气化炉设备的大型化



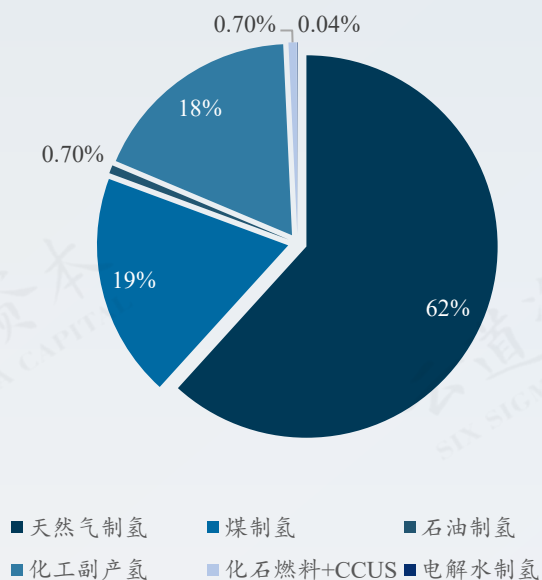
甲醇的分类与绿色甲醇的定义

可再生氢气：绿氢不断渗透成确定性主流制氢路径，电解水制氢等技术日趋成熟

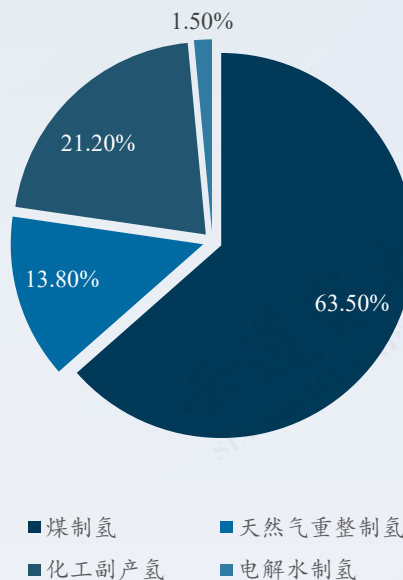
据IEA预测，2030年全球氢气产量将达1.8亿吨，较2021年实现翻倍；其中增量产量将主要由电解水制氢提供。电解水制氢产量将由2021年的4万吨级大幅升至6170万吨；耦合CCUS的化石燃料制氢产量将从2021年的60万吨增至3300万吨，**清洁制氢方式将成为主流。**

ALK、PEM、SOEC、AEM等不同制氢路径各具优势，其中ALK最为成熟，已应用于大规模制取绿氢场景；PEM、SOEC、AEM等细分路径技术不断迭代升级，**绿氢起量势头强劲。**

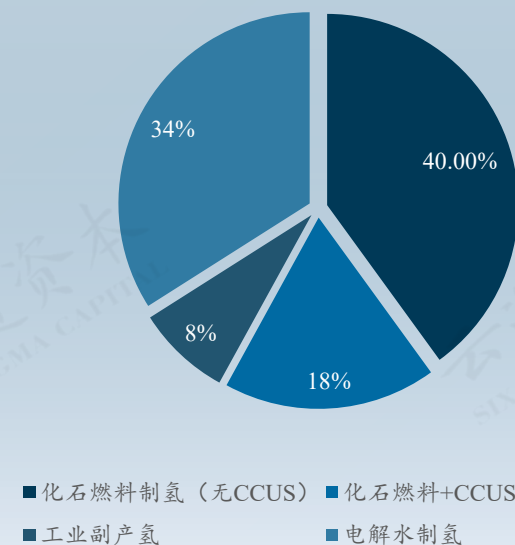
2021年全球氢气生产结构



2021年中国氢气生产结构



2030年全球氢气生产结构



数据来源：国际能源署(IEA)，（氢能完整研究报告请见云道资本《2023中国氢能产业系列深度研究报告》 云道资本公众号领取）

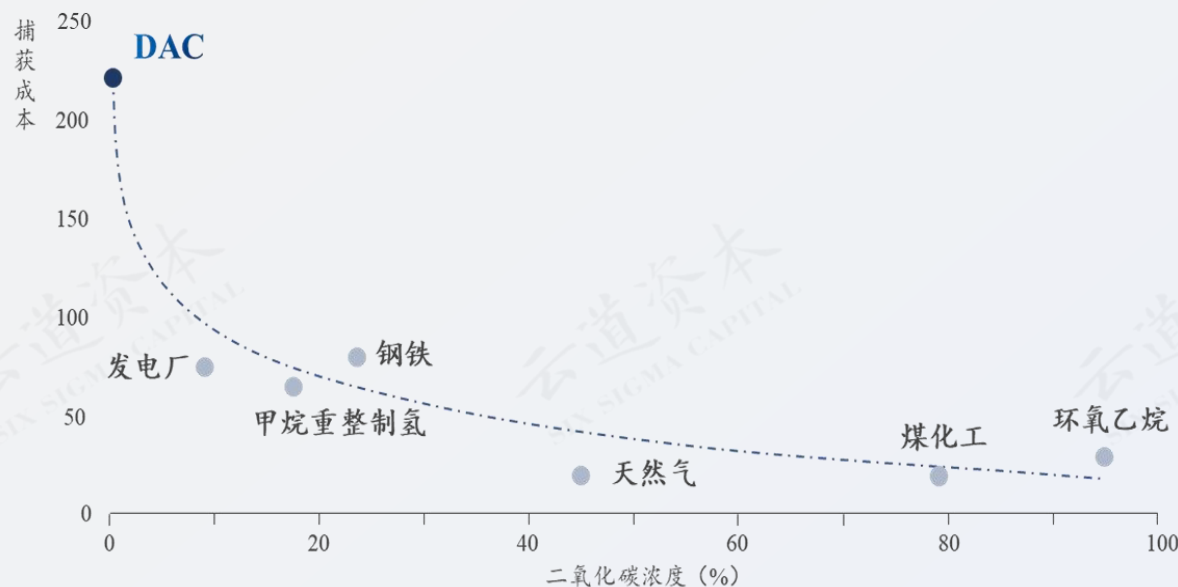


甲醇的分类与绿色甲醇的定义

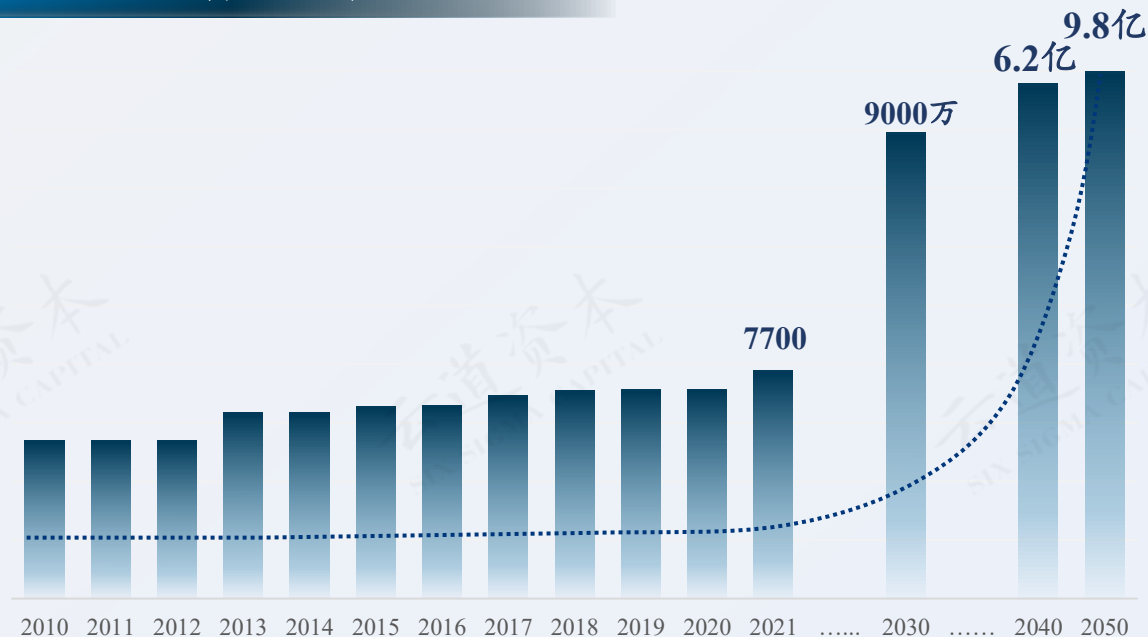
可再生碳源：捕获成本过高、成熟度低，中短期内难以供应大规模的绿色甲醇制备

电制甲醇的另一大关键原料是二氧化碳，根据IRENA的划分，只有生物质与直接碳捕（DAC）而得的二氧化碳制取的甲醇才可认定为绿醇。直接碳捕目前面临的**首要问题是碳捕成本过高**，由于直接碳捕面向的是分布式、低浓度碳源，使得其工作过程的能耗巨大，成本高昂，目前直接碳捕的成本约为200-250美元/吨，远高于煤化工、天然气等集中碳源20-40美元/吨的水平。另一方面，二氧化碳是合成甲醇的重要原材料，一吨甲醇需消耗700-800立方米的二氧化碳，即1.37-1.56吨的二氧化碳，但当前全球直接碳捕的二氧化碳捕获量尚不足万吨，且相关的技术成熟度较低，液态、固态、电化学等吸附材料与变温、变湿、变压等工艺尚未成熟定型，中短期内难以供应规模化的绿色甲醇制备。

不同CO2浓度下的CO2捕获成本（美元/吨）



DAC技术碳捕获量预计（吨）



数据来源：IEA国际能源署，（碳捕捉、直接碳捕捉完整研究请见云道资本《2024绿色化工系列研究-碳捕捉研究专题》云道资本公众号领取）

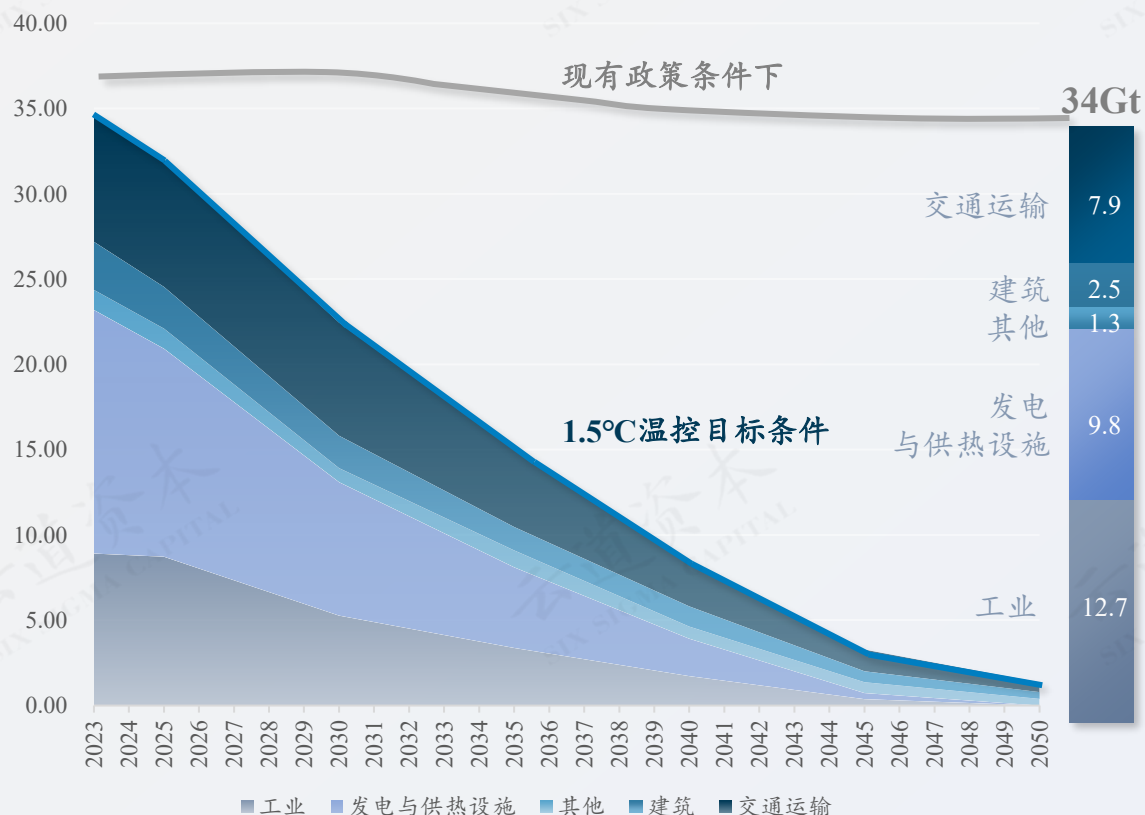


甲醇的分类与绿色甲醇的定义

绿醇标准过高，政策宽松势头凸显，灰色二氧化碳的充分利用对碳中和仍有重要意义

二氧化碳净排放量 (GtCO₂/年)

根据IRENA的最新能源展望数据，在既定政策条件下，2050年全球仍有34Gt/年的碳排量，二氧化碳排放并无可能在短时间内消除。



数据来源：国际可再生能源署(IRENA)

政策已有缓和趋势，但绿醇标准仍然较高：

考虑到脱碳进程等现实因素，欧盟在针对《欧盟可再生能源指令（REDII）》补充条例中表示，短期内不再强求生物质制甲醇与电制甲醇作为绿色甲醇的唯一方式，而是把可计入欧盟碳排放交易体系、在工业及火电场景中捕获来的不可再生CO₂制备的甲醇也可以认定为绿色甲醇，但全生命周期的碳排不得超过28.2克二氧化碳每兆焦。

但值得注意的是：

- 火电场景碳源只被允许到2035年，而其他不可持续工业场景被允许用至2040年；
- 碳源必须涵盖在欧盟现行的碳排放计算与交易体系中，没有同等CO₂定价系统的国家，工业场景的碳源不被认可；
- 根据IEA报告显示，使用煤电厂捕捉的二氧化碳和可再生电力制氢生产的甲醇的碳排放达到33.1克CO₂/每兆焦，高于欧盟标准，需进一步加以减排措施处理；

可见，当前欧盟对于绿色甲醇的认定标准过于严苛，在实际的碳中和过程下稍显激进，政策端也已出现一定的宽松趋势，我们认为在现阶段，甲醇的下游场景不应过于追求二氧化碳的可再生属性，灰碳的充分利用仍有极为重要的实际意义。



Part 3

绿色甲醇的制备工艺

绿色甲醇的制备主要在于绿色氢气与可再生二氧化碳的制备/捕集，二氧化碳加氢合成甲醇工艺已然十分成熟，以热催化法为主。近年来，电化学等新型合成工艺涌现，但尚不成熟。



绿色甲醇的制备工艺

绿色甲醇与传统灰色甲醇在CO₂加氢合成工艺上并无太大差别，合成工艺已十分成熟

绿色甲醇与传统灰色甲醇在CO₂加氢合成工艺上并无太大差别，绿色甲醇与传统灰色甲醇的区别主要体现在原料的可再生性质上，自20世纪初，德国科学家米塔希与施耐德成功采用CO与H₂的合成气制备出甲醇，甲醇的工业化生产就此拉开序幕，此后，世界上几乎全部采用CO、CO₂、H₂为原料合成甲醇。当前甲醇合成以热催化法为主。近年来，电化学等新型合成工艺涌现，但尚不成熟。

传统的煤制或天然气合成甲醇的完整工艺可分为五个子单元：除硫杂质预处理单元、生产合成气及调整气体组成的重整装置单元、合成气转成甲醇的合成装置、精制粗甲醇的精华单元、平衡工艺单元。

二氧化碳直接加氢制取甲醇工艺以二氧化碳和氢气为原料源头，通过一定的催化反应直接合成甲醇：

二氧化碳直接加氢制取甲醇工艺流程





I & III 粗原料气的制备与净化

可通过CO₂与H₂直接发生反应，也可以利用合成气制备甲醇原料气。目前传统灰醇主要通过煤与天然气的重整制取合成气（H₂、CO、CO₂混合气）；煤制甲醇会发生煤气化反应，产生含硫、含氮物，需通过一定的物理吸收或化学吸收法净化去除；天然气制甲醇则有蒸汽转化和部分氧化两种方式，中小型设施以蒸汽转化为主；大型、超大型装置以部分氧化原理为主。

III 甲醇合成

IV 甲醇精馏

合成反应器生产粗甲醇时含一定杂质，常采用精馏提纯。工业上精制有蒸馏和化学处理2种方法。目前粗甲醇精制的主要办法是蒸馏法分离，即有机杂质、水及甲醇的混合溶液根据不同组分挥发度差异。目前，国内外使用合成气制甲醇时主要采用两塔和三塔双效流程实现甲醇精馏。双塔精馏的优点是投资小、建设成本低周期短、操作方便。三塔精馏可进一步降低乙醇含量，使获得的甲醇纯度更高。使用CO₂直接加氢制甲醇时主要采用单塔精馏，成本更低。



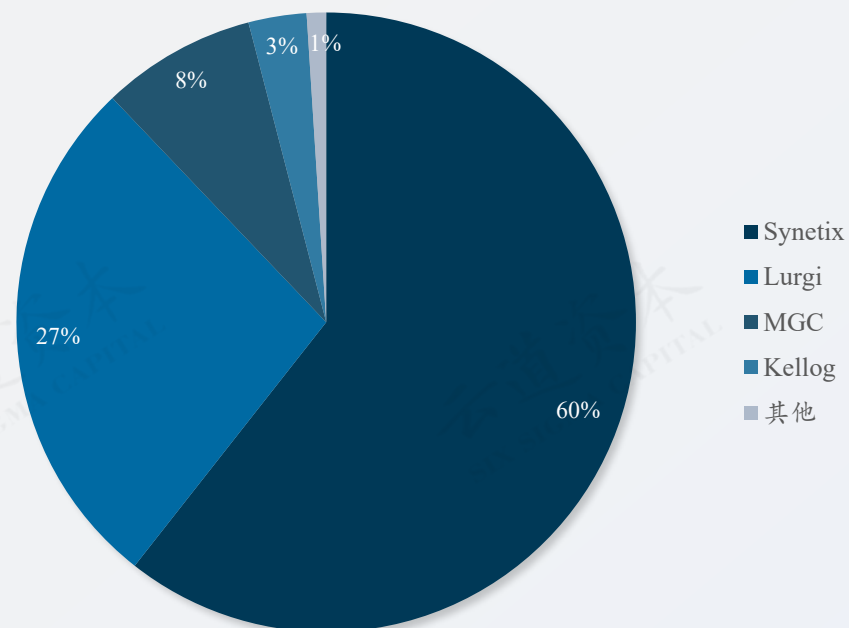
绿色甲醇的制备工艺

绿色甲醇与传统灰色甲醇在CO₂加氢合成工艺上并无太大差别，合成工艺已十分成熟

甲醇合成

目前，甲醇合成工艺一般在5-10MPa、200-300℃下，可用的流程工艺十分有限，全球约60%的甲醇生产采用Johnson Matthey（庄信万丰）旗下的催化剂公司Synetix的工艺；而约27%的甲醇由Lurgi（液化空气公司）工艺生产。

全球甲醇生产工艺



在甲醇合成中，主要反应放热且气体体积减小，因此低温高压的工艺环境有利于甲醇合成；合成甲醇的工艺主要包括高压法、低压法和中压法。

- **高压法：**多使用使用锌—铬氧化物催化剂，近年来多逐步采用活性高的铜系催化剂以改善条件提升效率，高压法的缺点是温度高、需耗费大量的原料与动力，成本高，且生成的粗甲醇杂质含量高。
- **低压法：**出现于20世纪60年代后期，采用活性高的铜基（Cu-Zn-Cr）催化剂，使得能耗降低且提高甲醇质量；该类设备制造难度低、成本低。
- **中压法：**随甲醇工业化生产扩大与设备的大型化，出现了中压法，该方法采用新型的铜基催化剂（Cu-Zn-Al），是20世纪70年代来生产甲醇的主流工艺。该方法降低了合成压力、简化了压缩系统，节省了能耗与成本；但压力降低的同时也带来了转化效率的下降（10%左右），需增加循环回路同时做到气体的及时净化以达到足够产量。



Part 4

绿色甲醇的应用场景与前景

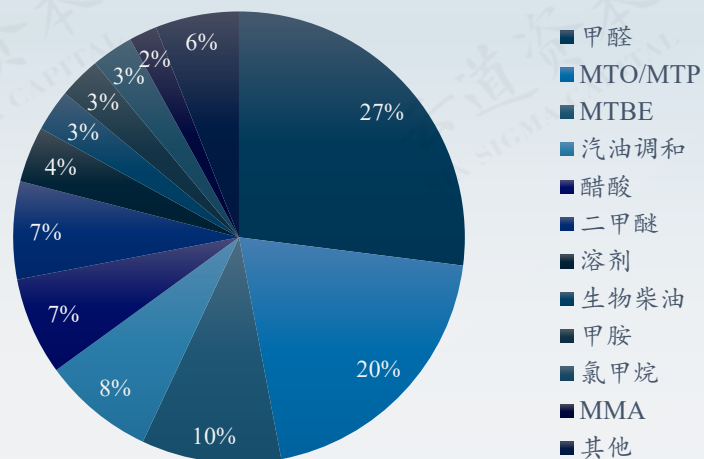
甲醇作为基础化工原料产品，应用于MTO、甲醛、甲醇燃料等场景，双碳背景下，作为低碳燃料成为其最具潜力的需求增长点。长远期看，绿色甲醇的主力应用场景还是在于作为合成甲醛、制取烯烃的低碳绿色原料等存量更大的传统应用场景而非航运燃料。



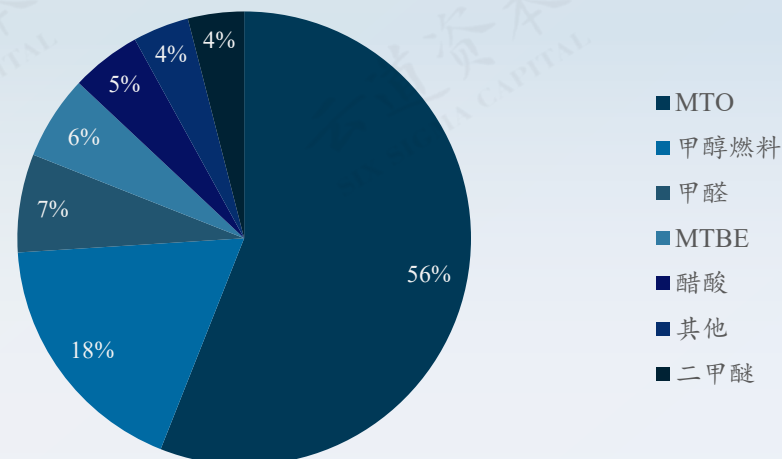
绿色甲醇的应用场景与前景

甲醇作为基础化工原料产品，主要应用于MTO、甲醛、甲醇燃料等工业/能源场景

全球甲醇下游需求占比



中国甲醇下游需求分布



甲醇下游应用场景众多，结构上各下游需求互为增减。总体上，甲醇制烯烃、甲醇燃料、甲醛长期为甲醇最为主要的三大下游需求场景。

甲醇下游需求结构与下游行业景气度息息相关，甲醇制烯烃下游细分应用场景分散且规模巨大，总体需求量保持稳定。受房地产等下游市场下行影响，甲醛、二甲醚等传统需求场景增长缓慢。

从未来发展趋势来看，碳中和的大背景下，中国受制于少油少气多煤的能源禀赋，传统甲醇制烯烃以煤制甲醇为主，碳排放量巨大，且甲醇制烯烃从能耗和效率上并不如石油制烯烃路线，今年来甲醇制烯烃新投产项目呈现萎缩态势。

另一方面，甲醇作为一种较为清洁、高效的液体燃料，燃料用途在碳中和的大背景下成为甲醇下游最具潜力的需求增长点，可广泛应用于车船用动力燃料或锅炉发电供热燃料，甲醇燃料需求稳步上升，是甲醇最突出的新型需求。



绿色甲醇的应用场景与前景

甲醇制烯烃—全球甲醇第二大消耗场景、中国最大的甲醇消耗场景

乙烯、丙烯等低碳烯烃是现代化学工业的基础原材料，2022年中国乙烯产能达4675万吨、丙烯产能达5668万吨，但尚未实现低碳烯烃的自给自足，乙烯、丙烯2022年的进口量均在200万吨以上，低碳烯烃仍然存在巨大的供需缺口。

低碳烯烃通常由石油烃热裂解而得，但受中国石油资源匮乏、国际原油价格波动等影响，中国的低碳烯烃制备以甲醇（煤基甲醇）制烯烃（MTO/MTP）为主要工艺路线，2010年全球首套煤基甲醇制取烯烃装置（MTO）于内蒙古包头成功运行，全球甲醇制烯烃的元年也由此正式开启。从2010年的零生产到现在，用于烯烃生产的甲醇约占全球消费量的25%。

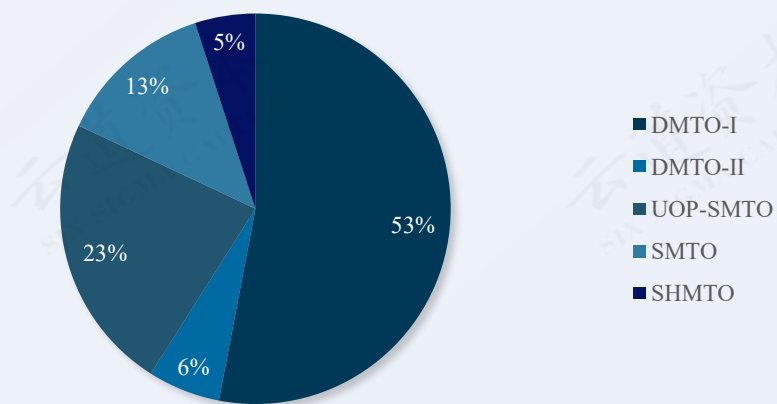
MTO/MTP反应是指预热后的气体甲醇在一定的温度与压力条件下，经催化剂催化生成为低碳烯烃；其反应系统的温度一般在450-500℃的高温区间，再生器的再生温度一般为650℃。当前甲醇制乙烯、丙烯的MTO工艺中，国外代表性的MTO工艺主要有:霍尼韦尔UOP/Hydro技术、埃克森美孚Mobil的技术、鲁奇Lurgi MTP 的技术；国内具有代表性的MTO工艺技术主要有:大连化物所DMTO技术、中石化的SMTO技术等。

MTO主要工艺对比:

工艺	MTO工艺					
	Mobil	UOP/Hydro	DMTO-I	DMTO-II	中石化SMTO	Lugri
催化剂	ZSM-5	SAPO-34	SAPO-34	SAPO-34	SAPO-35	ZSM-5
反应器	固定床	流化床	流化床	流化床	流化床	固定床
压力/Mpa		0.276	0.1~0.3	0.05	0.08~0.25	0.13~0.16
主反应温度/℃		350~550	400~500	500~550	420~520	400~450
甲醇转化率/%	99	99.8	99.97	99.8	99.8	99
乙烯/丙烯比		0.75~1.2	0.9~1.1	0.8~1.2	0.9~1.1	
甲醇消耗比/t/t		2.54	2.96	2.6~2.7	2.92	3.52

数据来源：中国石化联合会

国内煤基MTO装置主要技术来源:





甲醇制烯烃技术发展重点方向



原料低碳化、拓展CO₂利用途径：

政策上受十四五规划、《中国制造2025》绿色发展指标以及“碳达峰碳中和”目标等相关政策的引导，降低碳排放，提高碳原子利用率和拓展CO₂资源化利用途径是甲醇制烯烃行业目前的发展趋势；中国传统甲醇制烯烃以煤基甲醇为主要原料，其碳排放量巨大，近年来CO₂直接加氢气合成绿色甲醇，再经一定的催化反应制取烯烃产品可有效将CO₂资源化利用，成为甲醇制烯烃行业的发展大方向之一。



开发富产乙烯的新型甲醇制烯烃技术、适应下游市场需求：

国内市场乙烯、丙烯需求关系约10：9或1：1；中国当前的主流路线--甲醇制备低碳烯烃中，MTO的乙烯丙烯比例约为1：1，但MTP、丙烷脱氢(PDH)技术均是主产丙烯。因而随着非石油路线技术的大量实施应用，丙烯的供应将不断增加，未来将实现供需平衡或供过于求。而乙烯仍处于供不应求状态，寻求富产乙烯技术、优化产品选择性成为甲醇制烯烃的技术发展趋势之一。



其他发展趋势：

- 优化和开发高活性、高抗积碳能力、高选择性及稳定性的催化剂；
- 另外通过水集成、焓分析、能效优化和夹点分析等方式进行全流程水耗和热集成优化，并发展更加节能的新型高效分离技术实现节能降耗。



绿色甲醇的应用场景与前景

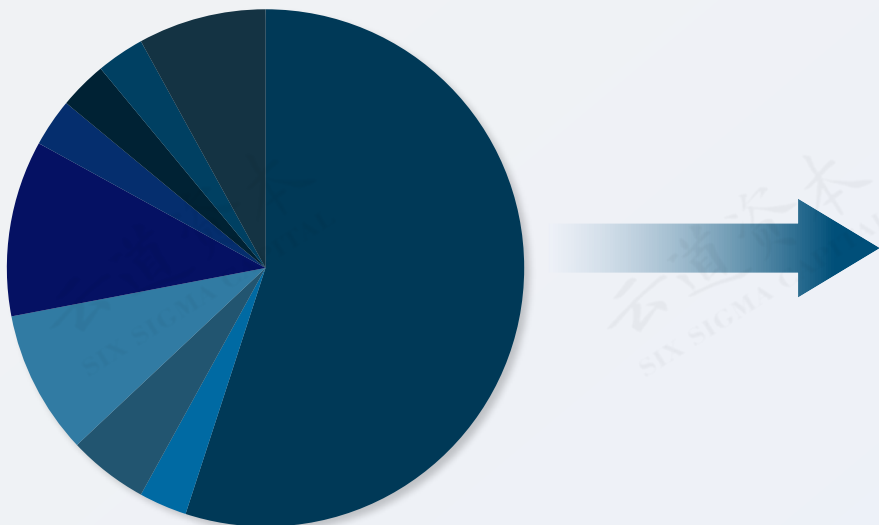
甲醛-作为全球最大甲醇消耗用途，受下游房产等市场及经济下行影响，预期增长缓慢

在全球范围来看，甲醛是甲醇占比最大的下游用途，约27%的甲醇用于甲醛的制备生产；国内范围来看，在甲醇制烯烃规模化生产前，甲醛同样为中国最大的甲醇应用场景。

2023年中国甲醛产能达3680万吨，占全球的50%以上，但国内甲醛的产能利用率长时间在60%上下，存在着一定的产能过剩问题。总体上，甲醛行业已经进入头部集中化的发展阶段，甲醛行业发展与房地产等下游行业发展景气度周期高度重合，受下游房地产行业下行，家具、装修板材等相关制成品需求较之前有明显下滑的影响，甲醛行业预计在中短期内难有大幅增长。近几年的国内甲醛行业以去产能基调为主，预计其在甲醇下游应用占比将有所下降。

甲醛用途占比

- 脲醛树脂
- 酚醛树脂
- 三聚氰胺-甲醛树脂
- 聚缩醛树脂
- BDO
- MDI
- 季戊四醇
- 乌洛托品
- 其他



下游应用场景





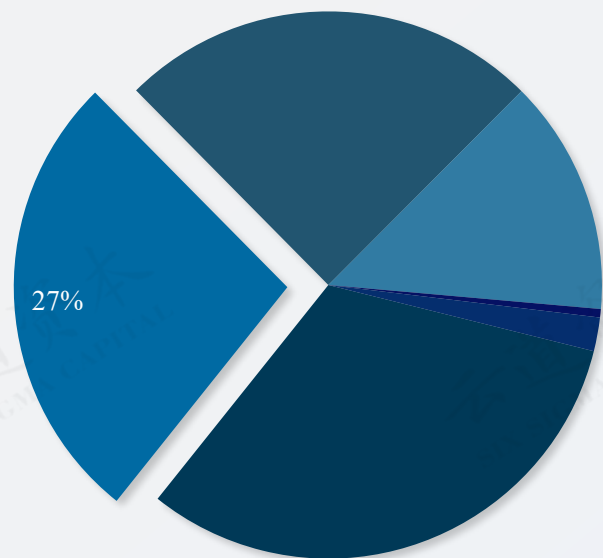
绿色甲醇的应用场景与前景

储能储氢介质—绿色甲醇可作为氢能源的重要消纳途径与储运媒介

氢气被认为是最理想的未来主要清洁能源之一，但氢气制取成本高、储存及运输困难等问题是制约氢能产业发展的“瓶颈”，而绿色甲醇以绿氢为原料，是氢能第二大的使用消纳场景。甲醇可作为氢能源的重要消纳途径与储运媒介。

甲醇行业的整体成熟度远高于氢能，目前甲醇的制备、储运、使用等环节的技术与基础设施十分完备，上游绿氢加可再生二氧化碳或工厂捕集的二氧化碳合成甲醇，经成熟的甲醇储运体系运送至下游需求场景，可有效解决当前氢能储运技术与标准体系不成熟造成的氢能应用困难问题。

中国氢能当前的消纳场景分布



■ 合成氨 ■ 合成甲醇 ■ 炼化与煤化工 ■ 工业用热 ■ 交通 ■ 其他

甲醇作为氢能的消纳与储运媒介





绿色甲醇的应用场景与前景

甲醇燃料—易储存、安全性高，可作为传统燃机的燃料添加剂或是直接替代品

甲醇在常温常压状态下表现为无色、易燃、易挥发、有刺激性气味的有毒液体，对活泼金属有一定腐蚀性，下游用途广泛。自2005年以来，在汽车、锅炉等场景完全使用甲醇或与汽油混合使用使得甲醇燃料需求迅速增长，其中增长最快的还是直接使用甲醇作为燃料，该用途的消耗比例从2000年不到1%增长至现在的14%以上。

甲醇不仅可用作内燃机中的汽油添加剂，提高传统燃机效率，还可应用于改装的燃油发动机以及混合动力和燃料电池车辆中作为重要的混合动力燃料或完全的直接燃料，也被视为清洁能源用于船舶内燃机的燃料。

甲醇作为燃料的优缺点分析



优势

甲醇在常温常压下为无色液体，不需要额外的低温或高压等存储条件，相较于液化天然气、氨、氢等其他燃料更加容易储存和处理

甲醇闪点低、易燃烧。在所有液体燃料中，甲醇的氢碳比最高，会降低燃烧产生的二氧化碳排放量，并且燃烧不会产生硫化物

甲醇在需氧和水生环境中都易于生物降解。如果发生泄漏或溢出，对海洋环境的影响较小

劣势



甲醇能量密度为15.7MJ/L，不足传统燃油的50%，比柴油低约2.5倍，储存容器体积必须扩大至原来2.5倍；或者使用现有舱柜，运输距离将减少50%

甲醇对铅、镍、铸铁等有色金属产生腐蚀，会影响到内燃机、管路和储存舱柜中这些材料的使用

甲醇具有较强的挥发性和刺激性，有一定的毒性



绿色甲醇的应用场景与前景

甲醇燃料—作为民用及工业场景燃料应用时间已久，下游应用场景广泛

甲醇作为燃料的应用场景

II 工农业燃料

锅炉、窑炉、供热、农业增肥等

III 车用燃料

纯甲醇燃料、混合甲醇燃油等

IIII 船用燃料

甲醇燃料电池、船用甲醇发动机等

自被人类发现后，甲醇首先被用于民用的燃料场景，直到现在，甲醇广泛被应用于烹饪、锅炉、窑炉、供热等日常方面，在工农业有着广泛的应用，如农业的气体干燥、大棚气体增肥，工业的窑炉等用途。



.....



国外—受石油供应影响大

甲醇作为车用燃料发端于第二次世界大战，由于主要作战国家的石油资源匮乏与无法稳定供应，使其采用费托合成法合成甲醇以替代汽油燃料，这一局面随着二战结束、石油供应充足而打破；到20世纪70年代，第一次石油危机的爆发使得西方国家重启了甲醇替代石油燃料的研究与探索。

石油危机结束后，随着石油供应的缓和及石油价格的回落，甲醇作为燃料在美国市场上不具有竞争性，甲醇燃料的进一步推广及商用车应用计划因此受到一定程度的搁置。

国内—解决石油资源匮乏的重要能源替代路线

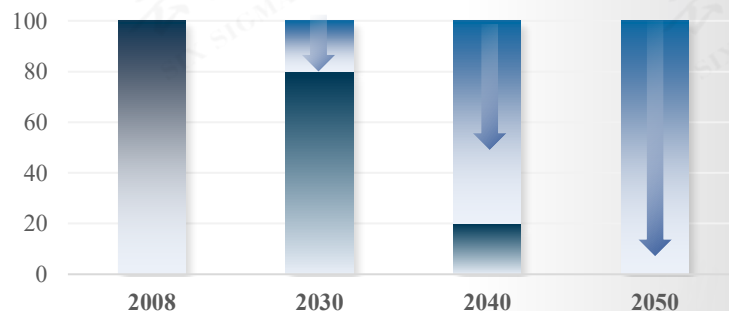
中国自20世纪70年代起开始研究车用甲醇，与国际同步。初期研究主要集中在部分高等院校和科研院所的基础研究上。随着时间的推移，中国与德国和美国福特公司等国际合作伙伴开展合作，共同研究甲醇燃料在车辆上的适用性。

进入21世纪，为解决中国石油资源匮乏的局面，中国开始大力推广煤制甲醇燃料的应用。在国家科技部门的支持下，山西成为甲醇燃料应用的重点地区。在此基础上，2012年，国家工信部启动了“四省一市”甲醇汽车试点工作，要求采用纯甲醇作为燃料，并进行车辆适应性改造，试点工作于2018年底完成并通过验收。

2019年3月19日，工信部等8个部委联合发布《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》，为甲醇汽车的发展提供了政策支持。2020年11月，环保部发布了甲醇汽车尾气的检测方法，同年12月，工信部发布了甲醇汽车纳入国家公告管理的通告，进一步推动了甲醇汽车的发展。自此，甲醇燃料汽车在中国的发展得到了政府的全面支持，为其广泛应用奠定了基础。



船舶运输是当前国际贸易的主要货运形式,其承担了全球贸易运输总量的90%以上。船用动力机特别是远洋船舶，需要较大的功率输出，目前主要以燃油为主，会排放大量的二氧化碳。



国际海事组织2018年通过了减排初步战略，2023年7月发布了最新的2023减排战略，提出到**2030年全球海运年碳排放总量与2008年相比至少下降20%，力争30%；2040年下降70%，力争100%，2050年实现零碳排。**

在此背景下，航运行业的减排压力越来越大，尤其叠加欧盟碳税的影响，航运行业的减排问题已迫在眉睫，在液化天然气、甲醇、氢、氨等低碳船舶燃料的各种可能替代方案中，**甲醇由于其转换成本低、可获得性高、基础设施相对完善、技术成熟度较高等优势，逐渐引起关注，并有望成为中短期内最具可行性的方案。**

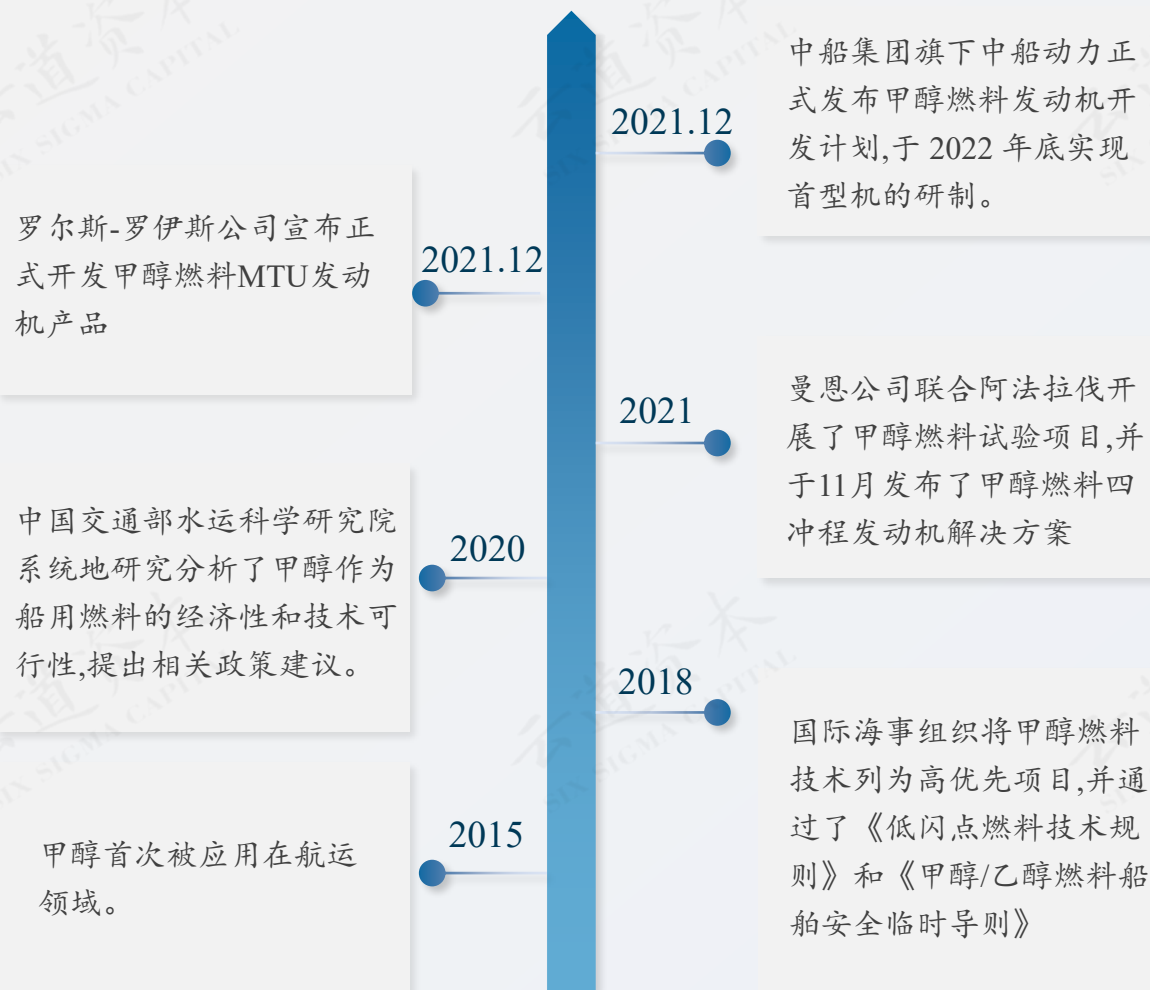
政策端，国际海事组织货物与集装箱运输分委会、海上安全委员会等国际组织已推出（绿色）甲醇/乙醇作为燃料的航运行业标准性质的文件，中国、欧盟等主要经济体也推出了针对本国/地区的绿色/低碳甲醇船用燃料相关政策。**绿色甲醇作为低碳航运燃料推广已具备良好的政策环境。**



绿色甲醇的应用场景与前景

航运燃料—甲醇燃料船舶订单稳步上升，2023年替代燃料船舶新增订单甲醇数量过半

甲醇航运燃料发展历程摘要



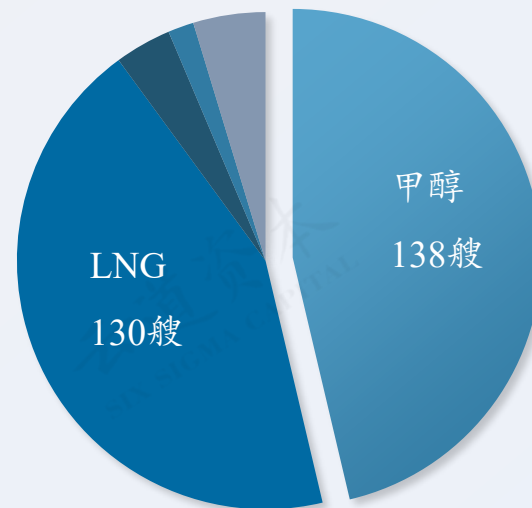
数据来源：挪威船级社DNV

甲醇燃料船舶订单稳步上升

2024年1月9日，DNV AFI 发布了最新的全球航运船舶数据，2023年全球总共新增了298艘替代燃料动力船舶订单，同比2022年增长8%。

2023年甲醇成为新增订单的主流，订单大幅增加（138艘），近乎2022年35艘订单的四倍，与液化天然气燃料船舶订单数量（130艘）

“并驾齐驱”（注：DNV AFI的数据库不记录以LNG为燃料的“LNG运输船”（以自己的货物为燃料））



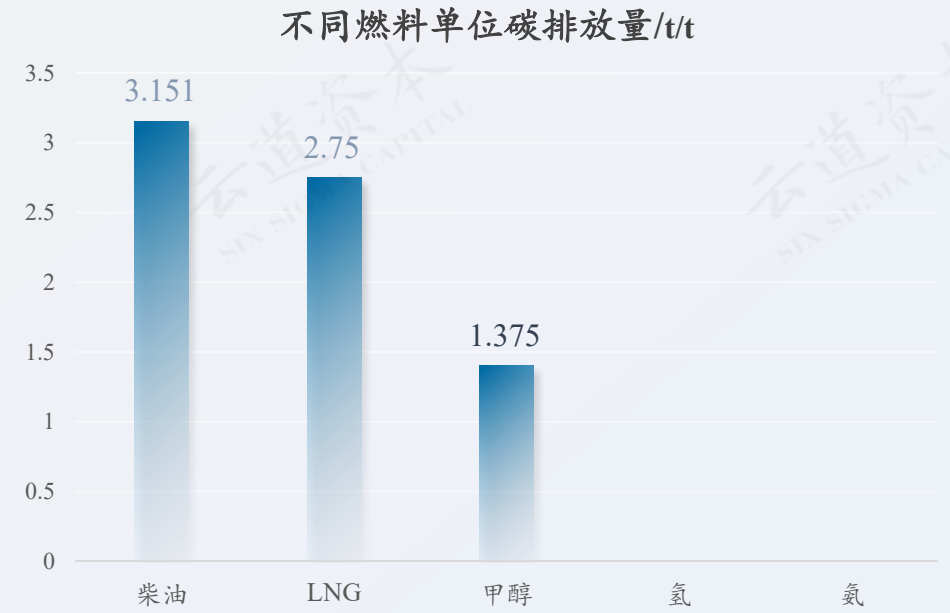
■ 甲醇燃料 ■ 液化天然气燃料 ■ 氨 ■ 氢能 ■ 液化石油气及其他



液化天然气（LNG）是当前技术最成熟、最安全、减排效果最好的低碳船舶燃料。但LNG能源技术的降碳减排极为有限，无法实现国际海事组织制定的减排目标。因此氢、氨、甲醇等新型的低碳/零碳能源材料成为航运业的新选择。

主流的三大新型船运燃料（绿氢、绿氨、绿色甲醇）碳排如右图所示，甲醇相较于当前的LNG，单位碳排降低近50%；而零碳燃料—绿氢、绿氨则不产生碳排。

结合各燃料性质特点及技术与商业的成熟度来看，绿色/低碳甲醇是中短期内较为理想的替代LNG与传统燃油的燃油品类，而液氢与绿氨则有望成为未来主要的船用清洁燃料。



船用燃料性质比较

	热值 (MJ/kg)	沸点/°C	闪点/°C	密度/ (kg/m³)	液态能量密度 (MJ/L)	自燃点/°C	可燃极限/%	减排效果/%	技术成熟度	商业成熟度	环境风险
LNG	50	-162	-175	450 (液态)	22.5	650	5-15	10-30	高	高	甲烷泄露
甲醇	19.9	65	11	791 (液态)	15.7	464	6-36	10-90	较高	较高	仍有碳排
氢	120	-253		70.8 (液态)	8.5	585	4-75	100	低	低	无
氨	18.6	-33		682 (液态)	12.7	630	15-28	50-80	中	中	氮氧化物



绿色甲醇的应用场景与前景

航运燃料—不同航运燃料对比下，甲醇主要作为碳中和前中期的燃料替代方案

绿氢、绿氨、绿色甲醇三大新型船运清洁燃料在储存、安全性、经济性、减排效果及技术与商业成熟度上各有优势与劣势。综合来看，现阶段甲醇作为绿色低碳燃料在各方面拥有较高的成熟度，绿色甲醇将在中短期内承担起替代液化天然气与传统燃油的重要替代方案角色。而根据劳氏船级社的预测，到2050前后，能量密度更高/减碳能力更强的绿氨与绿氢将成为航运业的主要燃料。

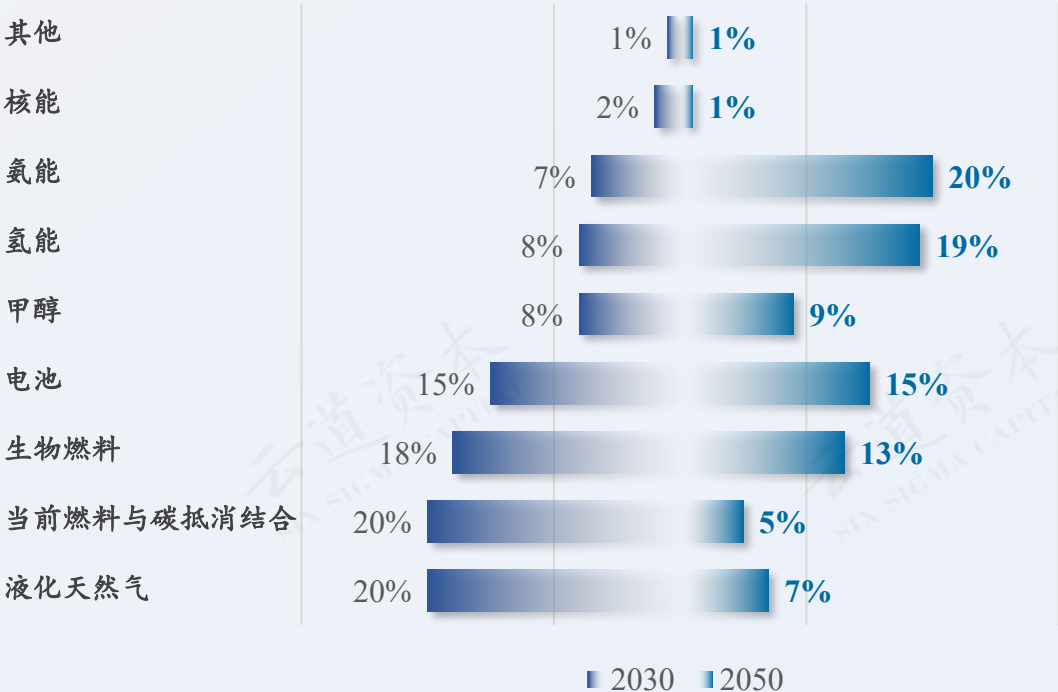
航运燃料中不同能源的使用占比预测

项目	氢		氨		绿色甲醇	
	技术成熟度	商业化程度	技术成熟度	商业化程度	技术成熟度	商业化程度
燃料生产	成熟 (9)	中 (3)	成熟* (9)	较高 (4.2)	成熟* (9)	中 (3)
储存	较高 (7)	中 (3)	成熟 (9)	较高 (4.5)	成熟 (9)	较高 (4.5)
储运	加注	中 (5)	低 (1.5)	较高 (7)	低 (1.5)	成熟 (9)
	驳运	中 (7)	低 (3)	成熟 (9)	中 (4.5)	成熟 (9)
应用	发动机	中 (7)	低 (1.5)	低 (5)	低 (1.5)	成熟 (9)
	燃料电池	中 (7)	较高 (3)	低 (5)	低 (1.5)	低 (5)
船舶设计改造	中 (7)	低 (3)	较高 (8)	低 (3)	较高 (7.8)	较高 (5)
航行运营	/	低 (1.5)	/	中 (4.5)	/	中 (4.5)

*技术/商业成熟度由牛津研究院采用德尔菲法评估获得，1-9分代表着成熟度/部署规模由低到高

数据来源：牛津研究院、国际能源署(IEA)、国际可再生能源署(IRENA)

航运燃料中不同能源的使用占比预测





绿色甲醇的应用场景与前景

航运燃料——中短期如无法解决低成本绿色碳源问题，绿醇在航运场景或难具竞争力

三大燃料路线当前的核心瓶颈问题

受甲醇自身燃料性质与政策端的影响，绿醇作为低碳航运燃料的规模化应用窗口期集中在碳中和的前中期阶段，如无法在短时间内解决可再生碳源与绿醇认证问题，将在航运场景难以与绿氢、绿氨形成竞争力。

甲醇

CH₃OH

瓶颈：低成本的可再生碳源

甲醇燃料适用于碳中和的前中期阶段，虽然目前甲醇具备最成熟的内燃机技术与最低的船舶改造成本，但在欧盟碳税等政策影响下，如何在中短期内获取低成本稳定的可再生碳源是绿色甲醇抓住窗口期、实现规模应用的瓶颈问题。

氢

H₂

瓶颈：液氢与氢燃机技术

航运场景对于燃料体积能量密度要求极高，液氢是船运场景最优储运方案。当前液氢仍面临着技术不成熟、成本高的问题；下游来看，氢目前具有最成熟的燃料电池技术，但受制于能量密度低，难满足远洋需求。而氢内燃机/燃气轮机技术尚不成熟。

氨

NH₃

瓶颈：完全绿氨生产与氨燃机技术

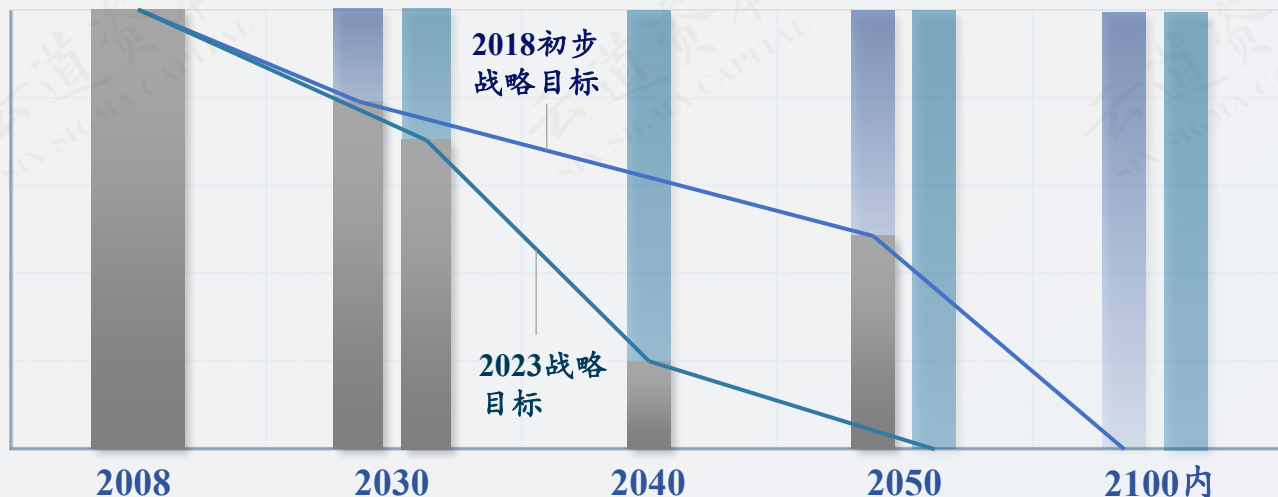
绿氨被产业内视为长远期航运的主力燃料方案。与甲醇相同，绿氨也面临着完全绿氨的认证问题，完全脱离网电、柔性绿氨合成工艺是当前的关键。而下游氨燃机技术的不成熟也极大限制了其在航运场景降碳减排的作用发挥。



绿色甲醇的应用场景与前景

前景探讨—甲醇只是航运脱碳过渡阶段的备选方案，基本盘仍是绿色化工原料场景

国际海事组织政策变化



IMO进一步提升减排目标水平、但目前尚缺少具体的强制措施：

2023年7月，国际海事组织IMO发布了最新的“2023年船舶温室气体减排战略”，战略中设定了两个“指标性校核点”：

- 2030年，国际航运温室气体年排放总量比2008年至少降低20%，力争30%；
- 2040年至少降低70%，力争降低80%；2028年将视情对“2023战略”修订。

而2018初步减排战略中，校核点为：至2030年碳排放强度要降低40%，2050年强度降低70%且总碳排放量降低50%，至本世纪末达零碳排放。

数据来源：克拉克森、挪威船级社DNV

目前甲醇作为航运降碳燃料的需求主要依靠欧盟碳税与国际海事组织政策限制与马士基、达飞龙头的船东推动。

海事组织虽提升了减排目标，但目前尚缺少强制措施；除马士基、达飞两大船东推动，其他船东公司与产业内企业由于绿色甲醇价格昂贵等原因对于将甲醇作为低碳航运燃料这一方案的推进动力并不坚实。

从现实船舶订单的实际情况看，据克拉克森的数据来看，2023年替代燃料船舶订单中占据最大的份额仍然是液化天然气LNG双燃料(220个，其中152个是非液化天然气运输船)。且从吨位的角度来看，目前甲醇航运燃料订单的船型仍以中小吨位的远洋货轮为主，**液化天然气作为燃料的船舶订单相较于甲醇为燃料的船舶订单在吨位总量上仍具有压倒性优势。**

此外，2023年是“氨燃料的突破年”，氨为燃料的船舶订单上升势头强劲，对甲醇燃料船舶订单将产生一定的冲击。



绿色甲醇的应用场景与前景

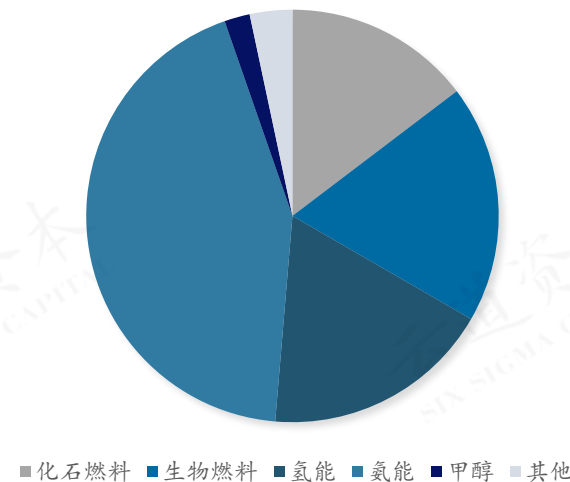
前景探讨—甲醇只是航运脱碳过渡阶段的备选方案，基本盘仍是绿色化工原料场景

正如前文分析，绿色甲醇航运燃料的应用窗口在脱碳前中期，2050年前后，绿氨、绿氢将成为主力航运燃料，根据国际能源署（IEA）最新发布的《2023年净零排放路线图（2023 Net Zero Roadmap）》，在航运业不断发展的去碳化进程中，氨燃料已经完全超过甲醇燃料成为主要领跑者。如在绿色甲醇2030/2035前的这一窗口期内，绿色甲醇路线若无法迅速解决自身经济性问题，甲醇将很有可能丧失航运场景的市场，绿色甲醇航运燃料恐同氢燃料电池发展一样，进一步规模应用发展陷入困境；另一方面，如不考虑甲醇燃料路线，2030年前后仍以液化天然气为主，生物燃料为辅助，待氢能/绿氨航运燃料成熟后，直接由液化天然气过渡至绿氢、绿氨路线也可满足当前2030年减排20%要求。

不同航运燃料应用进程表



2050全球航运燃料消耗量预测



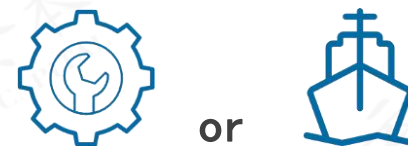
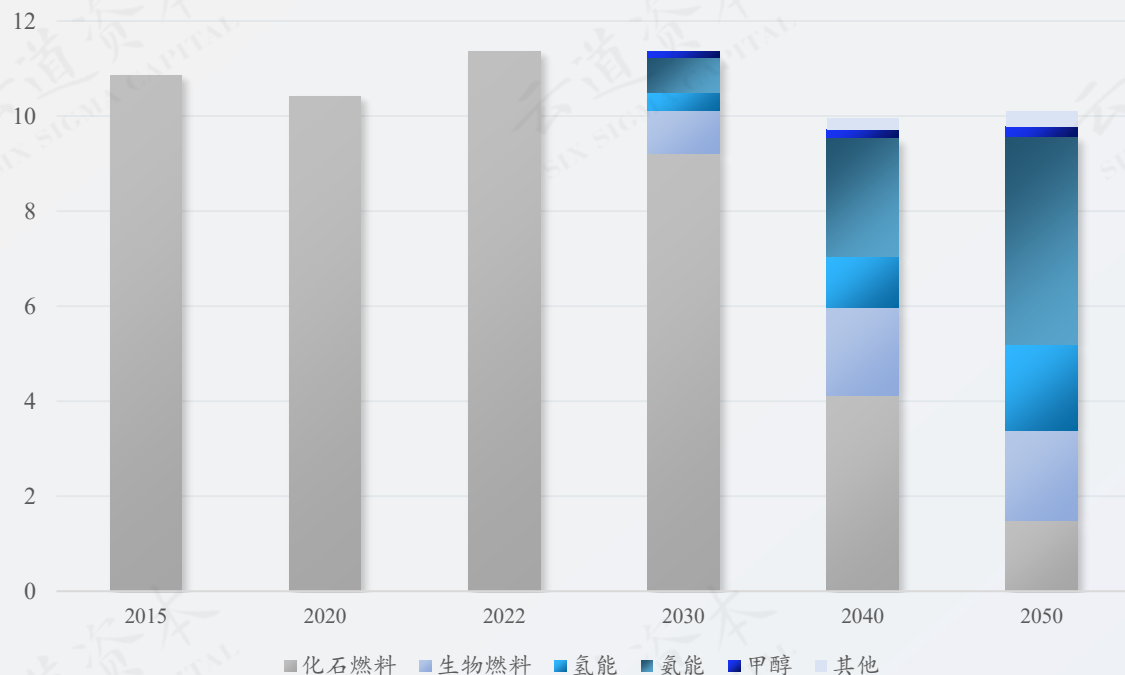
数据来源：国际能源署IEA



绿色甲醇的应用场景与前景

前景探讨—甲醇只是航运脱碳过渡阶段的备选方案，基本盘仍是绿色化工原料场景

全球航运燃料消耗量预测（单位：EJ）



合成甲醛、甲醇制烯烃等化工用途是甲醇最主要的传统应用场景，化工行业同样面临巨大的脱碳压力，电制或生物甲醇在工业场景降碳需求巨大，且市场空间远超航运需求

我们认为甲醇只是航运脱碳过渡阶段的备选方案。长远期看，绿色甲醇的主力应用场景还是在于作为合成甲醛、制取烯烃的低碳绿色原料等存量更大的传统应用场景。

根据国际能源署的2023世界能源展望报告来看，按热值计算，2022年生物燃料、氢、氨和甲醇在国际航运能源消耗中未占任何份额。未来，生物燃料在2030年和2035年将分别增到8%和13%，氢将分别增加到4%和7%，氨将分别增加到6%和15%。

甲醇的增长幅度最小，到2035年将仅为1%。到2050年，生物燃料和氢气将各占19%的份额，而甲醇的增幅最小，仅为3%。到2050年，氨将占据国际航运能源消耗的最大份额，达到44%（热值）。

数据来源：国际能源署IEA



Part 5

绿色甲醇的制备成本与经济性分析

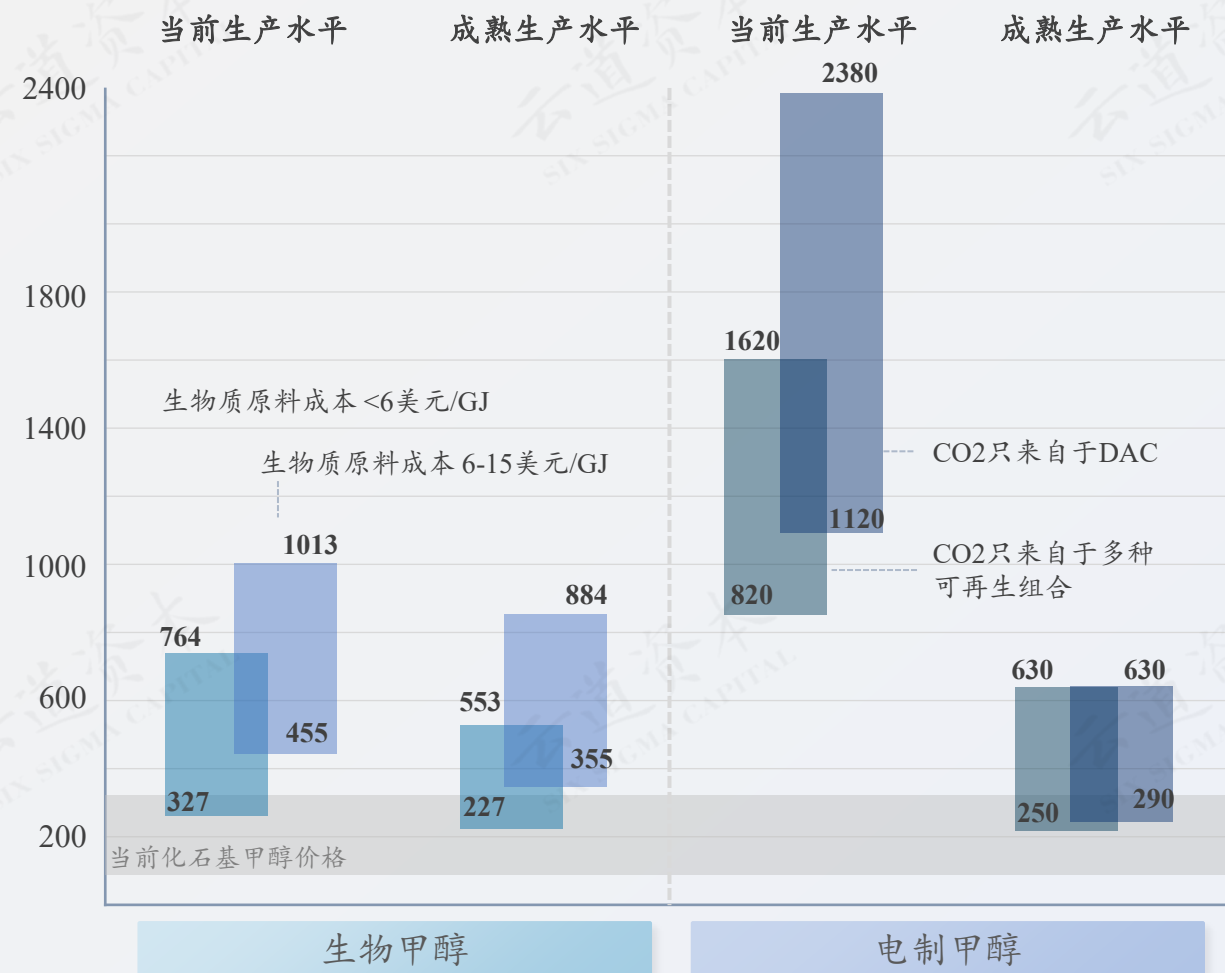
绿氢与可再生二氧化碳两大合成原料的价格是决定绿色电制甲醇成本高低的首要因素，2050年前后电制绿色甲醇的成本有望下降到300-600美元/吨区间，低成本生物质绿碳制成的绿醇初具经济竞争力，但规模化应用尚需时日。



绿色甲醇的制备成本与经济性分析

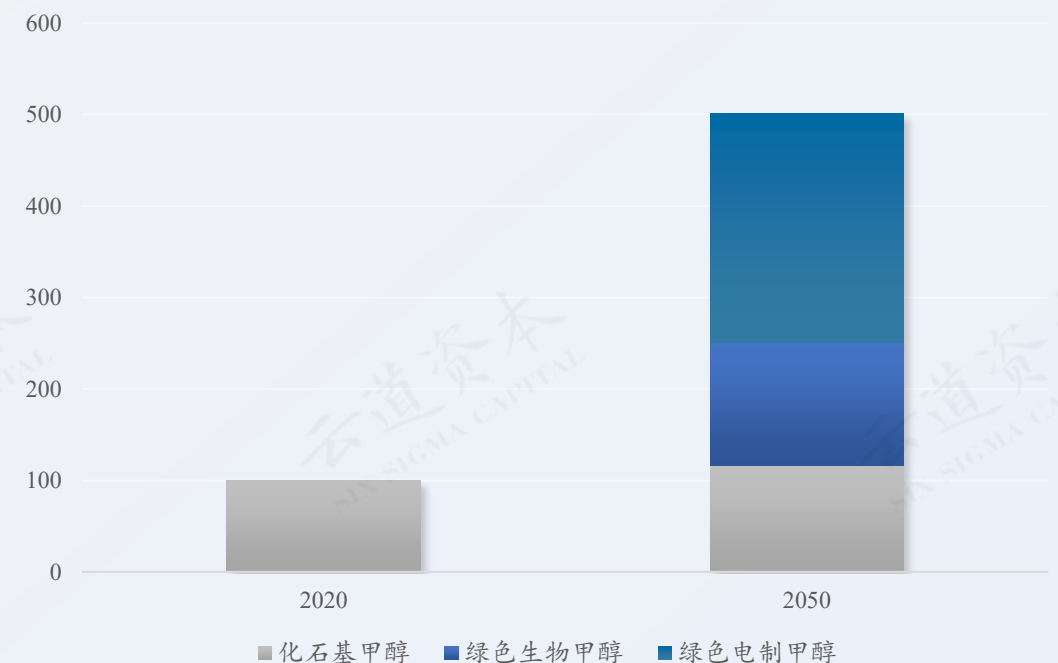
长远来看，电制甲醇拥有更强的经济竞争力，全球半数以上的绿醇将由电制甲醇生产

生物甲醇/电制甲醇成本预测（美元/吨）



全球甲醇产量按制备来源预测（百万吨）

随着清洁电力成本的不断下降，以电力成本为主要生产成本的电制甲醇路线有望实现绿色甲醇制备的最低成本水平。同时由于生物甲醇路线面临的原料供应、传统设备升级困难等问题的影响，绿色电制甲醇将成为全球绿色甲醇供应的主要方式。



数据来源：国际可再生能源署(IRENA)



绿色甲醇的制备成本与经济性分析

绿氢与可再生二氧化碳两大合成原料的价格是决定绿色电制甲醇成本高低的首要因素

绿色甲醇（电制甲醇）成本结构主要由合成原料、合成工艺与设备以及运营成本三大部分组成，当前的甲醇合成工艺已然十分成熟，绿氢与可再生二氧化碳两大合成原料的价格是决定绿色甲醇成本高低的首要因素。未来绿色甲醇成本下探的主要动力将来自于清洁电力电价的下降，绿氢电解设备成本下降与储运成本下降，可再生二氧化碳吸附材料与工艺的成熟。

绿色电制甲醇主要成本结构

绿色甲醇主要成本

原料

绿氢

可再生二氧化碳



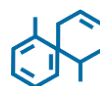
电解设备



储运成本



清洁电力



吸附材料及工艺

合成工艺与设备
--简单且成熟

运营成本
--较为固定



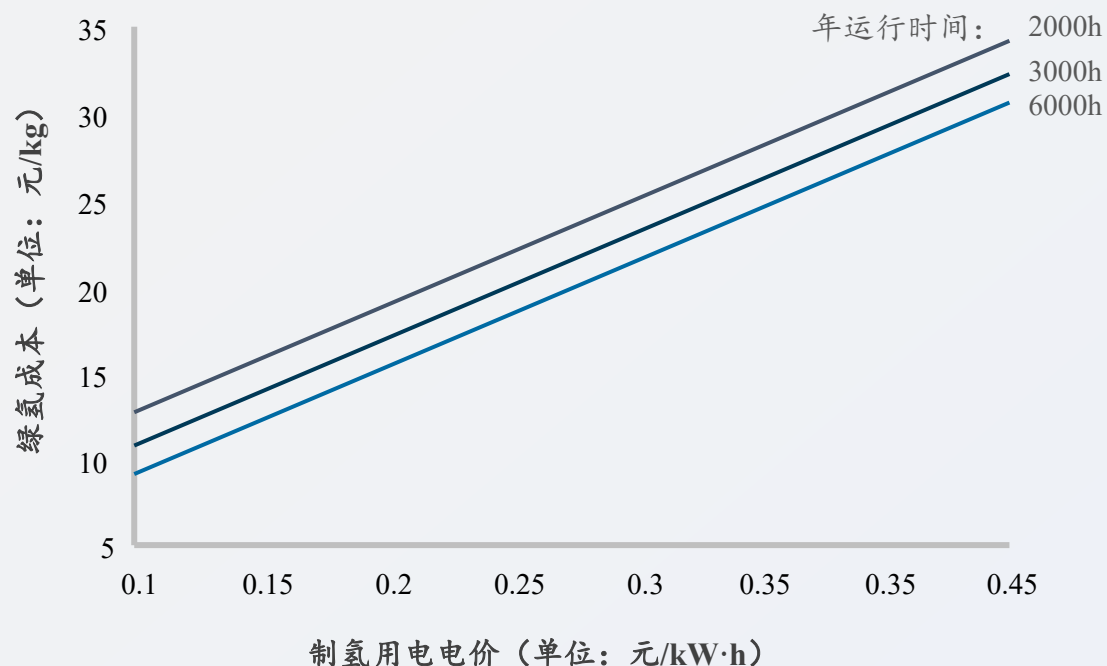
绿色甲醇的制备成本与经济性分析

绿氢与可再生二氧化碳两大合成原料的价格是决定绿色电制甲醇成本高低的首要因素

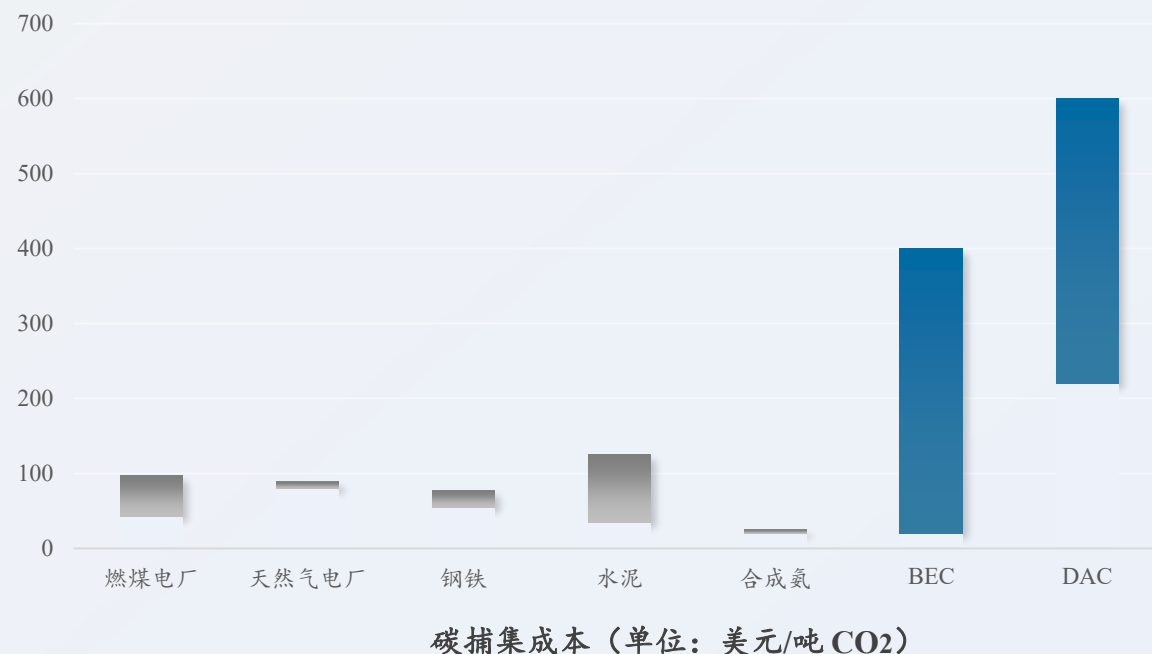
绿色氢气：绿氢的制取成本（主要考虑电解水制取绿氢路线，生物质等小众路线场景局限且占比低，暂不考虑）主要由两大部分组成：清洁电力的电价与电解设备投资成本（受运行时间等因素的影响）；其中电价为首要因素。

可再生二氧化碳：可再生二氧化碳主要通过生物质（BEC）或直接碳捕技术（DAC）获得，影响二氧化碳捕成成本的主要因素是碳源的二氧化碳浓度及捕捉工艺的能耗。DAC技术由于碳源CO2浓度最低，是目前成本最高的碳捕方式。

绿氢成本价-电价对应图



当前可再生二氧化碳成本



数据来源：国际可再生能源署(IRENA)、国际能源署(IEA)

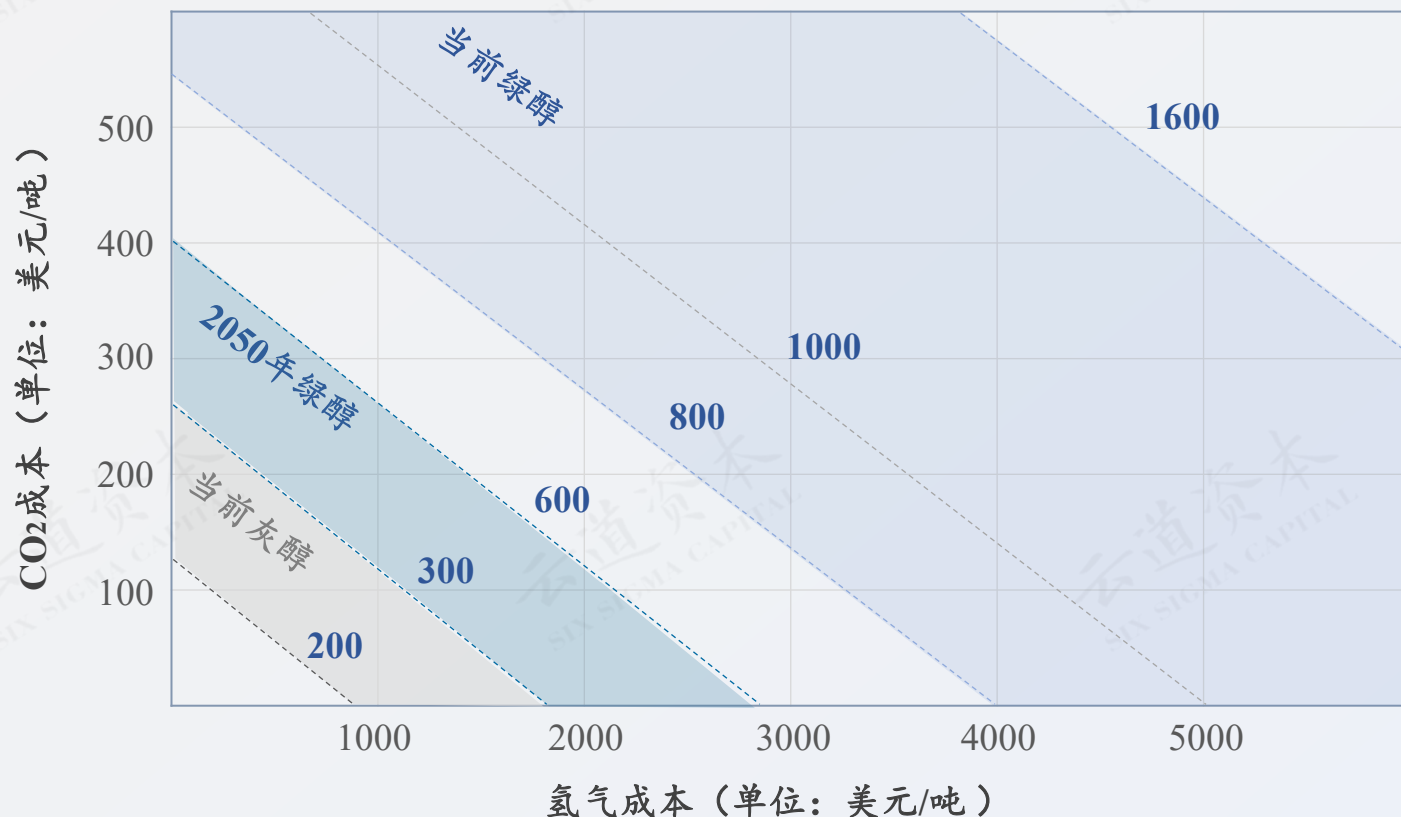


绿色甲醇的制备成本与经济性分析

2050年前后电制绿色甲醇的成本有望下降到300-600美元/吨区间

每生产一吨的甲醇需要0.188吨的绿色氢气与1.37吨的可再生二氧化碳，绿色甲醇的成本主要受氢气成本与CO₂成本影响，绿色甲醇的成本与氢气、二氧化碳价格的对应关系如下：

绿色电制甲醇成本预测（美元/吨）



当前以化石能源为原料制取的灰醇成本价格约为200-300美元/吨，当前的绿色甲醇成本区间在800-1600美元/吨（主要区别在于二氧化碳来源是通过目前价格较低的生物制路线（BEC\沼气\生物乙醇等）还是成本较高的直接碳捕路线）。

随着清洁电力电价的不断下降与相关设备成本的下降，2050年前后电制绿色甲醇的成本有望下降到300-600美元/吨的价格区间。

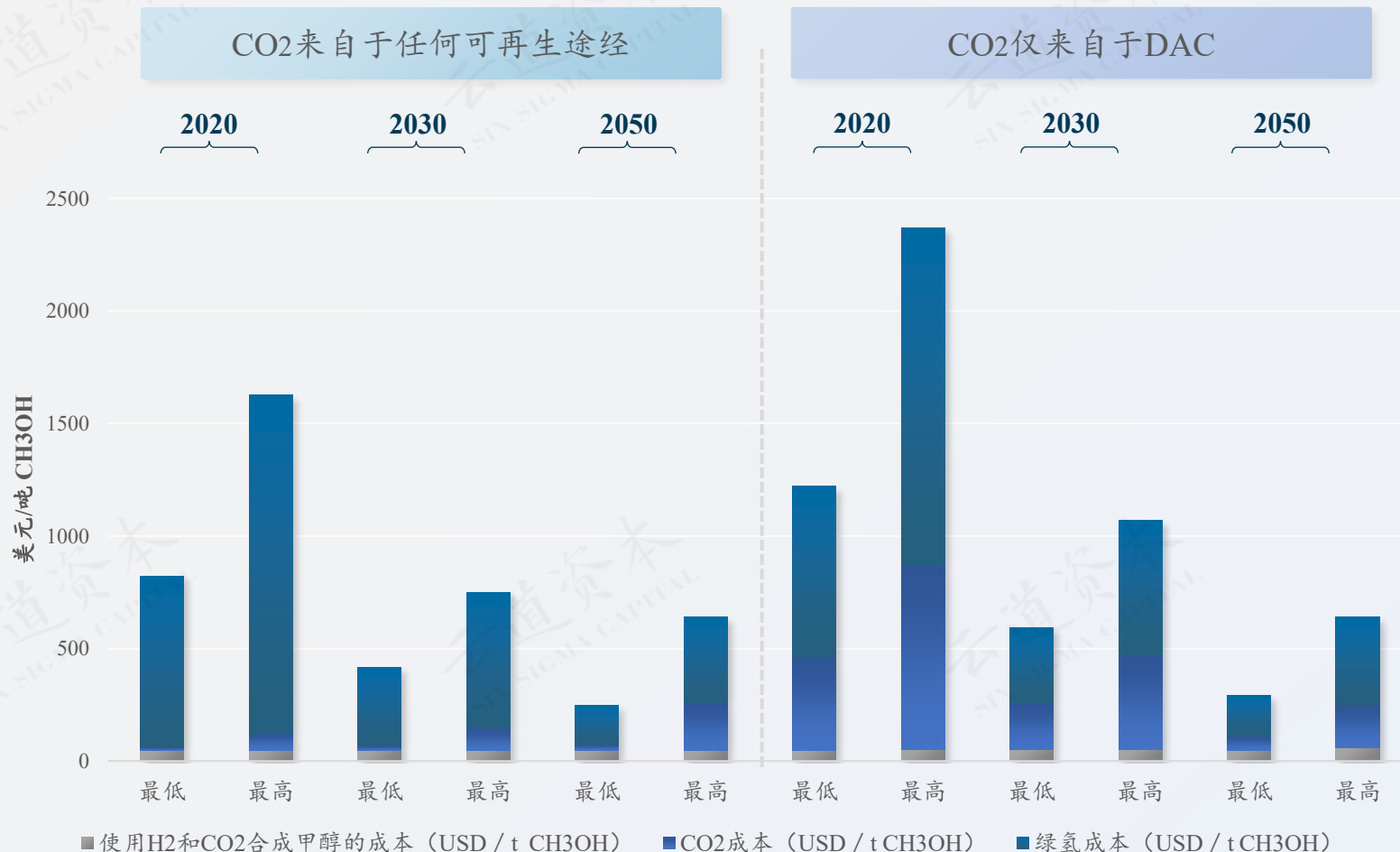
数据来源：国际可再生能源署(IRENA)



绿色甲醇的制备成本与经济性分析

CO₂的来源成为甲醇成本不确定性的关键影响因素，DAC/BEC是长远期的主力路径

绿色电制甲醇的成本预测



数据来源：国际可再生能源署(IRENA)

远期来看，绿色电制甲醇的成本高低的不确定性更多的取决于CO₂的来源与成本。

绿氢端，随着清洁电力的下降与电解设备投资成本的下降，绿氢的成本价不断下降的趋势已十分确定。

而二氧化碳端，可再生CO₂的成本取决于其来源。中短期内，生物乙醇、沼气等相对便宜的CO₂碳源的应用会使得绿色电制甲醇的成本相对较低，但这类CO₂来源的可用性与体量极为有限。如要使得绿色甲醇实现规模化应用，必然会采用BEC、DAC等成本更高、供碳能力更强的选择。

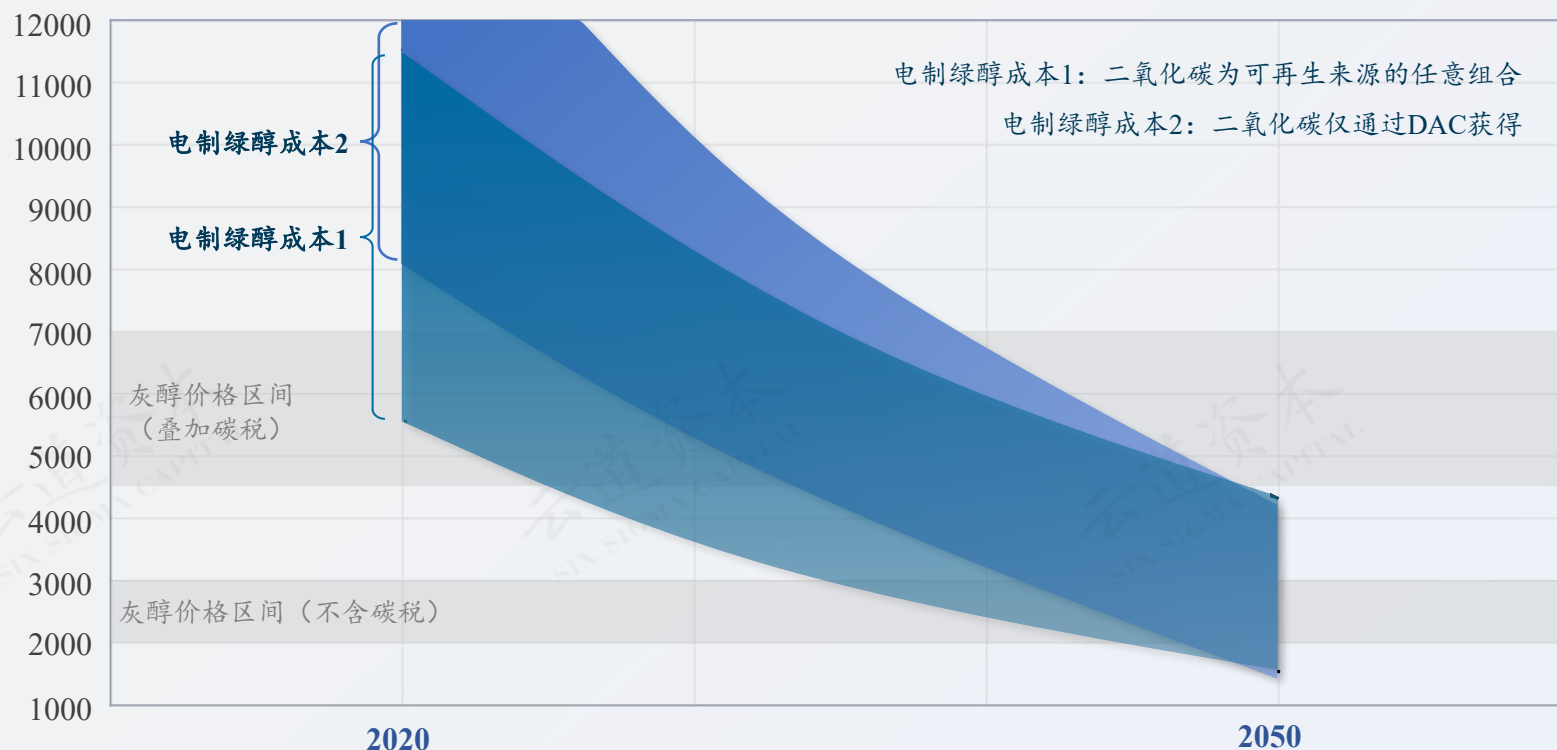


绿色甲醇的制备成本与经济性分析

绿醇VS灰醇：低成本绿碳制成的绿醇初具竞争力，但规模化应用尚需时日

受绿氢及可再生二氧化碳价格高昂影响，电制绿醇目前价格居高不下，其中由生物质等低成本可再生碳源提供二氧化碳的电制绿醇成本价格在5700元以上，在甲醇15-30%的行业毛利率水平下，其与叠加碳税的灰醇售价相比已经拥有一定的竞争力，但该方式难以支撑甲醇的规模化应用；而仅通过DAC方式获取CO₂的电制甲醇成本价保持在8000元以上。整体上，绿色电制甲醇尚需时间才能与灰醇在经济性上拥有较强的竞争力。

绿醇成本VS灰醇价格（元/吨）



当前传统化石基甲醇在不考虑碳税影响的条件下的均价约为2500元/吨，按照欧盟碳税的征收标准，每吨二氧化碳的碳税为90欧元（约705元人民币），而每吨甲醇的碳排放约为3-6.4吨（按照欧洲可再生能源指令（RED II）的方法计算，煤制甲醇路线的碳排放最高，全生命周期每吨甲醇碳排放约为6.4吨），则每吨灰醇的碳税高达2100-4500元/吨，则灰醇叠加碳税后的价格区间为4600-7000元人民币/吨。

数据来源：云道资本自主测算



Part 6

绿色甲醇的政策环境与产业进展

全球范围来看，各国家及地区关于绿色甲醇的鼓励性政策持续出台，目前国际能源巨头也在积极布局绿醇产业，在全球交通运输业与化工行业低碳转型的大背景下，汽车、船运、甲醇生产等领域的龙头公司不断推动绿色甲醇技术研发和项目落地。



传统煤制甲醇落后产能被逐步淘汰，绿氢制醇产业发展迎来新机遇；中国已发布一系列绿色甲醇制备、应用的鼓励性政策。在低碳政策的支持下，绿醇在**汽车燃料、燃料电池、船舶燃料、有机添加剂**等场景拥有巨大的潜在应用市场。

时间	政策文件名称	相关内容
2019.03	《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》	鼓励资源综合利用生产甲醇，充分利用低质煤、煤层气、焦炉煤气等制备甲醇，探索捕获二氧化碳制备甲醇工艺技术及工程化应用；
2021.10	《绿色交通“十四五”发展规划》	加快新能源和清洁能源运输装备推广应用。加快推进城市公交、出租、物流配送等领域新能源汽车推广应用，积极探索氢燃料、氨燃料、 甲醇动力船舶 应用；
2021.12	《“十四五”工业绿色发展规划》	把“促进甲醇汽车等替代燃料汽车推广”纳入“绿色产品和节能环保装备供给工程”，把“ 二氧化碳耦合制甲醇 ”列入“绿色低碳技术推广应用工程”；
2022.03	《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》	扩大工业领域氢能替代化石能源应用规模，积极引导合成氨、 合成甲醇 、炼化、煤制油气等，行业由高碳工艺向低碳工艺转变，促进高耗能行业绿色低碳发展；
2022.06	《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）》	鼓励以水、二氧化碳和氮气等为原料直接 高效合成甲醇 等绿色可再生燃料的技术；
2023.06	《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023年版）》	对 煤制甲醇 等领域明确淘汰期限，即原则上要求在2025年底前完成技术改造或淘汰退出。在严格的能效与碳排放标准规定之下， 传统煤制甲醇落后产能的淘汰 将迎来加速；
2024.01	《产业结构调整指导目录（2024年本）》	鼓励绿色技术创新和绿色环保产业发展，推进重点领域节能降碳和绿色转型。将电解水制氢和 二氧化碳催化合成绿色甲醇 列入鼓励类发展项目，并将 甲醇燃料、氨燃料、生物质燃料 等替代燃料动力船舶列入鼓励发展类项目；

数据来源：云道资本整理



中国当前以利用工业尾气中二氧化碳加氢制取绿色甲醇和低碳甲醇路线为主。其中，**部分替代型**是指绿氢仅作为煤制甲醇用氢补充，并不完全替代煤化工中煤制灰氢过程；**完全替代型**指由绿氢生产完全替代煤化工水煤气变换制灰氢过程。以下为中国**二氧化碳加氢制甲醇项目**的示范项目梳理，但需要注意的是，该工艺下二氧化碳仍然属于不可再生，以当前欧盟对煤制甲醇全生命周期碳排放定量来看，不会被认定为绿色甲醇。此外，部分项目试点已开展通过空气中二氧化碳捕获和太阳能电解水制绿氢进行甲醇合成的示范项目，制取绿色甲醇。

合成工艺	进展	地点	项目名称	主要参与方	投运时间	甲醇产能 (万吨/年)	开展路径	项目介绍
二氧化碳 加氢制甲 醇项目	投产	宁夏	太阳能电解制氢储能项目	宝丰能源集团	2021	15	部分替代	将太阳能“绿氢”补入甲醇装置耦合生产甲醇和烯烃等高端材料，副产氧气替代部分空分制氧用于甲醇装置煤气化助燃，有效降低制氢综合成本；
		河南	河南安阳顺骋集团绿色低碳甲醇项目	吉利控股	2023	11	部分替代	该项目总投资8亿元，每年可综合利用焦炉煤气3.6亿标准立方米，生产甲醇11万吨，联产液化天然气7万吨，预计可实现年销售收入5.6亿元；
		辽宁	江苏斯尔邦“二氧化碳捕集利用-绿色甲醇-新能源材料”项目	鸿盛集团	2023	10	完全替代	该项目通过对工业尾气中的二氧化碳进行回收和利用，采用冰岛CRI公司的ETL专有绿色甲醇合成工艺，将二氧化碳进行加氢合成甲醇；
		江苏	江苏斯尔邦石化有限公司CO2制绿色甲醇项目	江苏斯尔邦石化有限公司	2023	10	部分替代	采用该公司独有的ETL二氧化碳制甲醇工艺技术，以盛虹炼化排放的CO2、现有PDH装置副产的氢气为原料，生产绿色低碳甲醇；
		甘肃	液态太阳燃料合成示范工程项目	中科院大量化学物理研究所	2020	0.1	完全替代	“液态阳光”的合成利用太阳能等可再生能源分解水制氢，再和空气中捕获的二氧化碳通过催化过程，进一步转化为绿色甲醇；
		内蒙古	巴彦淖尔新能源制氢、生物制绿色甲醇及绿氢设备装配制造项目	吉道能源	2022	100	制取绿氢	2022年8月，吉道能源1GW风光电可再生能源制绿氢合成甲醇项目落地鄂托克旗；

数据来源：云道资本整理



绿醇的政策环境与产业进展

中国以“灰碳+部分/完全绿氢”为主要路线，有效降低碳排，但难以认定为绿色甲醇



合成工艺	进展	地点	项目名称	主要参与方	投运时间	甲醇产能 (万吨/年)	开展路径	项目介绍
二氧化碳 加氢制甲 醇项目	在建	内蒙古	大唐集团多伦15万千瓦风光制氢一体化示范项目	中国大唐集团	2024E	4	部分替代	项目以“绿氢”代替“灰氢”的方式，建成后全年可提供绿能49690万千瓦时，燃煤自备电厂可再生能源容量替代比例达 87.5% ；
		吉林	吉林康乃尔绿电耦合煤电化制甲醇一体化项目	康乃尔化学工业	/	60	完全替代	项目采用由霍尼韦尔UOP的MTO/OCP反应技术和惠生工程“预切割+油吸收”组合的技术路线是 全世界MTO行业最领先的技术 ；也是第十套采用惠生烯烃分离技术的商业化MTO运行装置；
		新疆	东方希望80万吨煤制烯烃项目	东方希望集团	/	建设完成 尚未投产	部分替代	为绿氢与煤化工项目耦合示范项目。项目采用绿电电解水制氢装置，氢气与净化后合成气合并进入甲醇合成，保持 甲醇合成规模不变 ，降低单位甲醇产品二氧化碳排放量；
		内蒙古	乌审旗风光融合绿氢化工示范项目	中石化新星内蒙古绿氢新能源	2023	24	部分替代	总投资约600亿元，建设规模为年产137万吨聚烯烃。项目主要建设两座煤矿及360万吨/年 甲醇装置 、2×180万吨/年 甲醇制烯烃装置 ；
	规划	山西	中煤平朔60万千瓦离网式可再生能源制氢项目	中国中煤能源集团	2026E	22	部分替代	烟煤经洗选后作为原料煤，采用粉煤加压气化，经变换、净化、甲醇合成， 制取220万吨/年甲醇 ；
		新疆	新疆东明塑胶有限公司项目	新疆东明塑胶	2026E	11	部分替代	利用准东地区丰富优质的煤炭资源， 以煤为原料生产甲醇，配套220万吨/年甲醇 ，再经MTO装置、烯烃分离，生产出聚合级乙烯和丙烯；
		吉林	中能建康乃尔绿电耦合煤气制甲醇一体化项目	中能建	/	200	完全替代	该项目采用中国科学院大连化学物理研究所开发的 液态阳光(二氧化碳加氢制甲醇技术)技术 。
		陕西	煤化工耦合绿氢/绿醇项目	远景能源	/	30	完全替代	以全球领先的智能风电、智慧储能系统技术和绿氢解决方案，建设5万Nm³/h绿氢、2.5万Nm³/h绿氧和 30万吨/年绿色甲醇项目 ；
		宁夏	吴忠市30万吨/年绿色低碳甲醇项目	吉利控股	/	30	部分替代	利用二氧化碳捕集技术，在吴忠市通达煤化工有限公司厂区内可捕集 18万吨/年气态二氧化碳 ，通过加氢合成12万吨/年的绿色低碳甲醇；
		内蒙古	10万吨/年液态阳光-二氧化碳加绿氢制甲醇技术示范项目	中煤鄂尔多斯能源化工	2024E	10	完全替代	全球首个液态阳光技术大规模工业化示范项目 ，将打通液态阳光技术全流程。该项目规划风电225MW、光伏400MW、制氢约2.1万吨/年、10万吨/年二氧化碳加绿氢制甲醇，计划总投资约50亿元；

数据来源：云道资本整理



绿醇的政策环境与产业进展

生物质制甲醇和生物质二氧化碳加氢技术仍在探索阶段，具备后发潜力

生物质制甲醇规划规模仅次于煤化工耦合绿氢，总体上生物质制甲醇仍处于技术示范阶段。其技术路径分为**生物质耦合绿氢制甲醇**和**无绿氢耦合制甲醇**两种。以下为截至2024年1月中国**生物质制甲醇**的示范项目梳理：

合成工艺	进展	地点	项目名称	主要参与方	投运时间	甲醇产能 (万吨/年)	开展路径	项目介绍
生物质制甲醇项目	在建	吉林	中能建松原氢能产业园(绿色氢氨一体化项目)(二期)	中能建	/	6	生物质耦合绿氢制甲醇	本项目利用风光发电，与电解水制氢相结合，进而与下游合成氨、制甲醇化工生产相结合，打造一个绿色能源和零碳产业体系结构和生产模式；
		内蒙古	年产30万吨生物质甲醇项目	绿色氢链技术	/	10	无绿氢耦合	项目总占地面积约300亩，采用可再生能源制绿色甲醇，建设年产30万吨生物质甲醇生产线；
	规划	内蒙古	扬州吉道能源有限公司年产33.75万吨绿色合成甲醇项目	吉道能源	/	33.75	生物质耦合绿氢制甲醇	项目采用 生物质和电解水制氢合成甲醇 的先进工艺，具有明显成本优势和市场竞争力。项目总投资24.8亿元，达产后年产值可达22.7亿元；
		吉林	国能中电农安县风光生物质储气碳中和循环利用项目	国能中电能源	/	6	生物质耦合绿氢制甲醇	建设年产1.5亿标准立方米的绿色制氢装置,耦合生物发酵技术,年产 6万吨绿色甲醇 ；
		吉林	大安风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇项目	大安吉电股份	/	20	生物质耦合绿氢制甲醇	项目年制绿氢能力2.5万吨， 年产20万吨甲醇 ，安装碱液制氢设备3套，PEM制氢设备2套，制氢能力5400Nm ³ /h；
		吉林	梨树风光制绿氢生物质耦合绿色甲醇	吉林中远建设集团	/	13	无绿氢耦合	建设 年产20万吨精甲醇 ，生物质气化装置，43200Nm ³ /h的电解水制氢装置（其中碱液电解槽37套1000Nm ³ /h、PEM电解槽45套200Nm ³ /h）；
		吉林	上海电力吉林兆南绿氢+一体化项目	上海电气	/	/	生物质耦合绿氢制甲醇	项目开发的风电能源将用于电解水制氢、 绿氢制甲醇 ，有望实现新能源自发自用、轻度并网、就地消纳的“绿色新能源+绿色化工”的产业链。
		黑龙江	双鸭山百万吨绿色甲醇生产基地项目（一期）	中国电力工程顾问集团	/	30	生物质耦合绿氢制甲醇	中电工程在双鸭山市投资建设 年产100万t绿色甲醇生产基地 ，总投资约168亿元，一期建设年产30万t生物质气化耦合绿氢制绿色甲醇示范项目；
		江苏	年产38万吨绿色建春项目	绿技行（上海）科技	/	38	无绿氢耦合	项目首期投资33亿元， 年产绿色甲醇38万吨 ，将以南京为总部，在国内多地布点，形成百亿乃至千亿级绿色低碳燃料产业；

数据来源：云道资本整理



《2023年IMO船舶温室气体(GHG)减排战略》

国际海事组织(IMO)海洋环境保护委员会第八十次会议(MEPC 80)于2023年7月通过了《2023年IMO船舶温室气体(GHG)减排战略》，提出在2050年前后达到净零排放新目标。叠加2030年的中短期目标（达到20%的减排幅度和5%的零温室气体排放技术/燃料使用），船东很难通过改善单艘船的运营来实现，而必须选择低碳技术或燃料，绿色甲醇由此得到众多关注。《措施》的主要要点如下：

□ GHG减排新目标

国际海运温室气体排放尽快达峰，并考虑到不同国情，在接近2050年前后达到净零排放。

□ 零/近零温室气体排放技术、燃料和/或能源占比目标

到2030年，零/近零温室气体排放技术、燃料和/或能源使用占比至少达到5%，并力争达到10%。

□ 阶段性核查指标

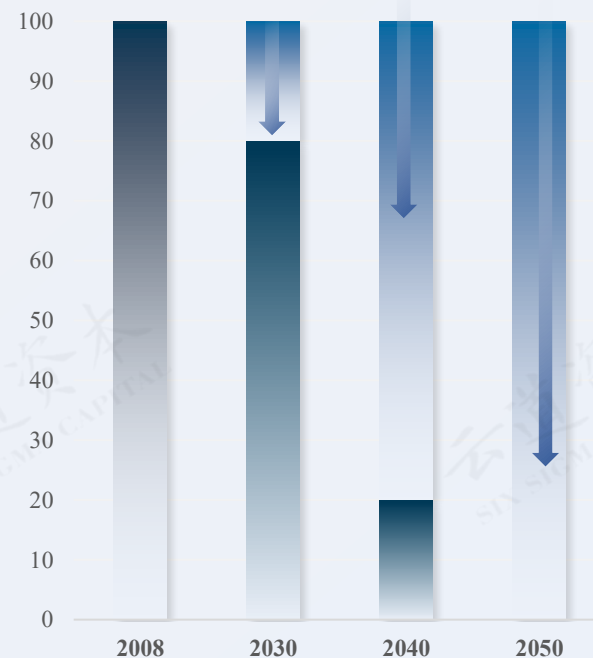
到2030年，国际海运温室气体年度排放总量比2008年至少降低20%，并力争降低30%；

到2040年，国际海运温室气体年度排放总量比2008年至少降低70%，并力争降低80%。

□ 一揽子备选中期温室气体减排措施

技术要素，即基于目标的船用燃料标准，规范分阶段降低船用燃料温室气体强度；

经济要素，以海洋温室气体排放定价机制为基础。





欧盟于2019年12月推出了《欧洲绿色新政》，核心目标是到2050年实现碳中和；并于2021年7月提出“Fit for 55”一揽子计划，以实现到2030年温室气体减排55%。该计划所覆盖的系列立法举措为碳中和目标的达成开辟了新路，其中的碳排放交易体系 (ETS)、替代燃料基础设施 (AFIR)、能源税 (ETD)对绿色甲醇有明显的助推作用。此外，在“可再生能源指令” (RED II)修订版推出后，可再生能源无论是消费总量还是在交通运输领域都有更高的目标，这将为绿色甲醇的推广提供新的机会。

碳排放交易体系 (ETS)

欧盟碳排放交易体系将覆盖航运业产生的二氧化碳排放：使用传统海运燃料(柴油、重油)的商船出入欧洲，船东从2024年起必须交纳“碳配额”。该体系适用于总吨位在 5000 吨以上的大型船舶，并且对欧盟域内及域外航行的船舶均适用。

过渡期分为2024年、2025年、2026年，在此三年间分别将40%、70%和100%的航运排放量将纳入EU ETS，而对于来自可持续生物质和碳捕获技术的二氧化碳，将不需要交纳碳配额。

数据来源：云道资本整理

可再生能源指令 (RED II)

可再生能源在消费总量和交通运输领域都有更高的目标：到2030年，可再生能源用于交通运输领域的比例不低于29%，可再生能源占能源消费总量的45%。随着第一代生物燃料的逐步淘汰，绿色甲醇将会获得新的机会。

可再生能源指令		可再生能源占能源消费≥	可再生能源占交运领域≥
2009年	RED I	20%	10%
2018年	RED II	32%	14%
2021年	RED II修订	40%	27%-29%
2023年	RED II修订	45%	29%及以上



欧盟于2019年12月推出了《欧洲绿色新政》，核心目标是到2050年实现碳中和；并于2021年7月提出“Fit for 55”一揽子计划，以实现到2030年温室气体减排55%。该计划所覆盖的系列立法举措为碳中和目标的达成开辟了新路，其中的碳排放交易体系 (ETS)、替代燃料基础设施 (AFIR)、能源税 (ETD)对绿色甲醇有明显的助推作用。此外，在“可再生能源指令” (RED II)修订版推出后，可再生能源无论是消费总量还是在交通运输领域都有更高的目标，这将为绿色甲醇的推广提供新的机会。

替代燃料基础设施条例 (AFIR)

绿色甲醇在航运部门的运用有助于碳减排，对应的基础设施应得到充分利用：生物燃料的使用对于航空和航运部门减少碳排放尤为重要，与发动机的适配性较好，并且鼓励充分利用现有的基础设施。该条例指出可再生甲醇(绿色甲醇)可用于内河航运和短距离海运；为促进绿色甲醇的应用，成员国在海运和河运方面需要出台新的标准。

能源税收指令 (ETD)

绿色甲醇作为清洁能源可以在欧盟船舶使用中得到零税收优惠：该指令更新了能源产品范围和税率结构，逐步取消欧盟港口之间船舶使用传统燃料的税收减免，但是规定了10年过渡期内清洁能源的税率始终为0，即包括可持续生物燃料和可再生燃料(含绿色甲醇)。



交通领域和工业领域是美国温室气体的前两大排放源头，碳排放比例超过了60%。为了尽快实现零碳排放计划，美国先后出台了多部法案，近两年政策凸显密集。当前，美国在绿色甲醇领域积极布局、大力投资，推动生产技术的研发创新，探索绿色甲醇的多种应用场景。

美国在甲醇领域主要能源政策

《能源政策法》2005

出台“可再生燃料标准”RFS，鼓励可再生能源产业；规定投资税收抵税的适用范围，私人购买和使用可再生能源设备产生购买费用的30%可用于抵减税费，即包括甲醇燃料汽车；

《基础设施法》2021

提供超过100亿美元的专项拨款，用于二氧化碳的捕集、利用和封存方向的基础设施建设；

《通货膨胀削减法案》2022

每捕集并永久封存一吨CO₂可获得85美元补贴，促进碳捕集与封存技术的合成甲醇发展；对清洁能源实施税收减免，并为各州提供定向赠款/贷款计划300亿美元；

《交通部门脱碳蓝图》2023

在包括航运、工程机械等难以实行电气化转型的领域，将主要依赖更高能量密度的可持续性燃料(如绿色甲醇)；

《能源独立与安全法》2007

设定企业平均油耗、可再生燃料标准、能效设备标准，并且撤销对石油和天然气的税收激励政策，加快可再生燃料的研发和基础设施建设；

《ASTM D5797-21, M51-M85标准》2021

最新的甲醇燃料混合物标准，甲醇和汽油混合的汽车燃料中，可添加甲醇的比例为51%-85%；

《工业部门脱碳蓝图》2022

推动钢铁工业使用低碳燃料，发展碳捕集和封存技术(CCUS)；将低碳燃料作为工业脱碳的四大举措之一，使用生物燃料作为替代燃料(如绿色甲醇)；



印度

印度国家电力公司(NTPC)与意大利Maire Tecnimont的印度子公司签署了一份谅解备忘录，双方将共同评估和探索在印度开发商业规模的绿色甲醇产地的可能性，该利用印度国家电力公司的电厂实现碳捕获，并利用捕获的碳生产绿色甲醇；

奥里萨邦批准了三个绿氢、绿氨和绿色甲醇项目。其中，可再生能源公司ReNew Power将在奥里萨邦新建两座绿氢基甲醇工厂，并将在马尔康格伊里投资约1000亿卢比新建产能为10万吨/年的绿氢和50万吨/年的甲醇工厂，在拉耶加达投资900亿卢比新建产能为6万吨/年的绿氢工厂和30万吨/年的甲醇工厂。



新加坡

新加坡海事及港务管理局(MPA)发布《关于在新加坡港供应甲醇作为船用燃料的意向书》(EOI)，收集从2025年起在新加坡实施端对端甲醇加注解决方案的建议，重点关注甲醇供应来源、商业规模的甲醇燃料供应运营模式和甲醇的物理转移方式三大方面。2023年7月，马士基旗下首艘甲醇动力集装箱船“劳拉马士基”轮在新加坡完成全球首个船对集装箱甲醇加注作业。



埃及

埃及政府与马士基支持的C2X公司签署全面框架协议与谅解备忘录，拟在埃及建设拥有100万吨/年潜力的绿色甲醇工厂，第一阶段产能预计30万吨/年；2022年与马士基达成合作协议，将投资150亿美元用于生产船用绿色甲醇。



西班牙

西班牙政府同马士基签署协议，马士基将投资100亿欧元在安达卢西亚和北部加利西亚的港口区建厂生产绿色甲醇，利用当地航线条件、可再生资源及投资环境，构建绿色燃料生产链；马士基支持的C2X公司正与西班牙政府进一步协商在南部韦尔瓦港建立47公顷大型绿色甲醇生产场地的特许权。



瑞典

瑞典的柏斯托公司(Perstorp)、德国能源公司(Uniper)和欧洲气候、基础设施和环境执行局(CINEA)签署了来自欧盟创新基金9700万欧元赠款协议，将大规模开发可持续甲醇。



绿醇的政策环境与产业进展

产业端看，目前已有40余个规模化项目落地，各国能源巨头企业积极布局绿醇市场

当前全球已布局**超过40个**成规模的绿醇项目：目前**国际能源巨头**积极布局绿醇产业，New Hope Energy、Enerkem等**绿色技术开发企业**为多项绿色甲醇项目提供技术支持。同时，在全球交通运输业低碳转型的大背景下，**汽车、航运行业的龙头公司**不断推动绿色甲醇技术研发和项目落地。



马士基2021年订购全球首艘绿色甲醇双燃料集装箱船，截至2023年，已订造25艘甲醇双燃料船舶。同时，马士基正在寻求符合欧盟标准体系认可的供应商如：挪威能源巨头 Equinor、金风绿色能源化工等企业，并与之签订绿色甲醇采购协议，业内具有示范意义。



法国达飞海运集团通过大规模投资LNG和甲醇燃料，加速去碳化轨迹。达飞已陆续订造了多达32艘甲醇动力船，包括在江南造船和大船集团的12艘15000TEU，上海外高桥造船的8艘9200TEU以及韩国现代三湖重工的12艘13000TEU，总运力达到了40.96万TEU。



中国船舶集团和中远海运等企业积极参与**甲醇双燃料船舶**的建设，目前中远海运能源与中国船舶集团联合开发的绿色甲醇燃料动力VLCC船型设计方案已经获得了DNV和CCS两个船级社分别独立颁发的AIP原则性认可证书。



吉利甲醇汽车已规模化运行近3万辆，总运行里程超150亿公里，且是全球唯一批量生产**甲醇汽车**，并将产品推广到欧洲的企业。在商用车领域，2019年吉利旗下远程新能源商用车集团发布了全球首款甲醇重卡，是目前国内唯一推出甲醇重卡、轻卡、小卡、客车的企业。



梅赛尼斯作为全球最大的甲醇生产商和供应商，积极探索绿色甲醇生产。生产端促进减碳的同时，依托资源和网络积极为甲醇开拓低碳绿色转型路线。2023年2月，梅赛尼斯公司（Methanex）与商船三井（Mitsui O.S.K. Lines）共同宣布，双燃料船“Cajun Sun”号使用**生物甲醇燃料**完成了有史以来首次横跨大西洋的净零排放航行。



绿醇的政策环境与产业进展

全球各国积极布局绿醇示范项目，生物质甲醇规模化门槛相对较低，进展较快

国际可再生能源署统计的全球（不含中国）投入运营/规划中的绿色绿醇和低碳甲醇项目统计清单（截至2023年）：

合成工艺	国家/地区	主导企业	开始时间	规模 (万吨/年)	原料	项目介绍
生物质制 甲醇项目	美国	Lowland公司财团	运营中	12	MSW/废木	使用可持续原料，甲醇年产量可达到12万吨，其甲醇产品符合 RED I 和 ILUC 标准
	瑞典	Södra	运营中	0.525	从制浆工序中提取	世界上首个生物甲醇商业工厂，其生物甲醇采用从Södra纸浆厂的制造过程中回收的粗甲醇生产。目前，第一批试点的生物甲醇将交付给Emmelev A/S
	加拿大	Alberta Pacific	运营中	0.3	从制浆工序中提取	Alberta Pacific生物甲醇生产厂每年可生产约2,000吨生物甲醇，原料100%来自硬木树
	瑞典	Chemrec, Värmlandsmetanol	规划中	1	生物质	利用气化技术从森林生物质中生产甲醇、区域供热和发电
	瑞典	Chemrec, Domsjö	运营中	14.7	黑液	Chemrec 利用制浆过程中产生的废液--黑液气化来生产生物二甲醚。与传统柴油相比这种合成的生物燃料可大大减少二氧化碳排放。
	美国	New Hope Energy	运营中	71.5	生物质	New Hope Energy 通过回收和加工废塑料和城市固体废物，为Chevron Phillips 公司提供通过 ISCC PLUS 认证的可再生化学原料。
	加拿大	Enerkem	运营中	3	MSW	第一家获得国际可持续发展和碳认证（ISCC）认证的工厂，用于将城市固体废物转化为生物甲醇。
	加拿大	Enerkem(Varennnes)	2025E	3.5	MSW	Varennnes生物回收工厂采用质子交换膜电解槽系统，在Enerkem创新技术支持下，该工厂将把残留的生物质和不可回收的废物转化为1.25亿升生物甲醇。
	西班牙	Enerkem	运营中	21.5	MSW	利用不可回收的废物和残留的生物质生产循环甲醇
	德国	BASF	运营中	48	天然气/生物甲烷	与传统生产的甲醇相比，BASF生产的生物质甲醇可减少至少 50% 的破坏气候的温室气体排放
	荷兰	OCI/BioMCN	运营中	6	天然气/生物甲烷	OCI HyFuels 是全球最大的绿色甲醇生产商，其产品包括甲醇、绿色甲醇、低碳甲醇、绿色MTBE等多个类别
	美国	OCI Beaumont	运营中	10.75	天然气/生物甲烷	OCI 将在Beaumont工厂将绿色甲醇产能扩大 200,000 吨，通过Beaumont的废弃物生产绿色甲醇和LNG，减小沼气中甲烷逸散引起的温室效应。

芬兰	VTT	运营中	26.5	MSW、生物质	VTT利用城市固体废物（MSW）和生物质作为原料，合成甲醇
瑞典	Perstorp	2025E	20	生物甲醇/绿色氢气	Perstorp计划通过生产可持续的甲醇来减少五十万吨的碳排放。

数据来源：国际可再生能源署（IRENA）、云道资本整理



国际可再生能源署统计的全球（不含中国）投入运营/规划中的绿色绿醇和低碳甲醇项目统计清单（截至2023年）：

合成工艺	国家/地区	主导企业	开始时间	规模	原料
二氧化碳加氢制 甲醇项目	瑞典	FReSMe	2019	1吨/天	从钢铁制造中的废物流获取的 CO ₂ 和H ₂ 以及通过水电解法生产的 H ₂
	德国	MefCO ₂	2019	1吨/天	发电厂烟气 CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	丹麦	Power ₂ Met丹麦财团	2019	800升/天	从沼气中获取的 CO ₂ 和通过水电解法(风能和太阳能)生产的H ₂
	德国	Carbon2Chem	2020	50升/天	从钢铁厂气体获取的CO ₂ /CO ₂ /H ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	德国	通过 CO ₂ 生产二甲醚的 ALIGN-CCUS 项目	2020	50升二甲醚/天	从电厂烟气获取的CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	瑞士	Swiss Liquid Future	2012	75升/天	CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	德国	TOTAL / Sunfire绿色CO ₂ 甲醇项目	2022	1.5 吨/天	从炼油厂获取的 CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	德国	BSE Engineering/可再生能源系统研究所(IRES)	2020	28升/天	CO ₂ 和通过水电解法(风能) 生产的H ₂
	日本	Mitsui	2009	100吨/年	CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	美国	Trans World Energy (TWE), Florida	2023	87.5吨/年	排放废弃中的CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	韩国	韩国科学技术学院(KIST)/CAMERE工艺	2004	100千克/天	从电厂烟气获取的CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂

数据来源：国际可再生能源署（IRENA）、云道资本整理



国际可再生能源署统计的全球（不含中国）投入运营/规划中的绿色绿醇和低碳甲醇项目统计清单（截至2023年）：

合成工艺	国家/地区	主导企业	开始时间	规模 (万吨/年)	原料
二氧化碳加氢制 甲醇项目	冰岛	Carbon Recycling International (CRI)	2011	0.4	地热 CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	中国	大连化学物理研究所	2020	0.1	CO ₂ 和通过水电解(PV)生产的H ₂
	瑞典	Liquid	2023	4.5	升级回收的工业 CO ₂ 和通过水电解生产的H ₂
	澳大利亚	ABEL	2023	6	生物源 CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	中国	河南省顺成集团/CRI	2022	11	从石灰窑获取的 CO ₂ 和通过焦炉气生产的H ₂
	挪威	Swiss Liquid Future/ Thyssenkrupp	2018	8	从硅铁厂获取的 CO ₂ 和通过水电解法 (水电)生产的 H ₂
	挪威	合资公司/CRI	2024	10	CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	加拿大	Renewable Hydrogen Canada(RH2C)	2028E	12	CO ₂ 和通过水电解 (水电) 生产的 H ₂
	比利时	安特卫普港财团	2022	0.8	CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	比利时	根特港财团North-CCU-Hub	2024E	4.6-18	工业 CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	荷兰	Consortium Nouryon/Gasunie/BioMCN/ 其他3家公司	2020	1.5	工业 CO ₂ 和通过水电解法生产的 H ₂
	德国	Dow	2021	20	CO ₂ 和通过水电解法生产的H ₂
	丹麦	Danish Green Investment Fund (DGIF)	2023	/	从 MSW 和生物质获取的 CO ₂ 通过水电解 (海上风能) 生产的H ₂
	德国	Heidelberg Materials	2022	/	从水泥厂获取的 CO ₂ 和通过水电解法 (风能)生产的 H ₂

数据来源：国际可再生能源署（IRENA）、云道资本整理



版权声明

本报告为中国精品投资银行「云道资本」及其下属产业研究智库「云点道林」独立制作，由「云道资本」及「云点道林」向市场及客户提供信息参考所用，其版权归属于「云道资本」、「云点道林」，其他组织及个人在引用本报告数据、文字或图表等内容时应当注明信息来源。未经正式书面许可授权，任何组织及个人不得以任何形式复制、再版、发布、披露或输出至中华人民共和国境外。任何未经正式授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他相关法律法规以及有关国际公约的规定，「云道资本」、「云点道林」团队及公司有权保留法律追究并要求经济赔偿的权利。

免责条款

本报告为中国精品投资银行「云道资本」及其下属产业研究智库「云点道林」独立制作，本报告中的行业数据、企业数据及市场数据预测等信息为「云道资本」、「云点道林」行业研究团队基于从国家政府机关网站、企业官网、行业研究协会网站等渠道获取的市场公开信息与行业专家访谈、企业访谈内容，通过桌面研究、访谈整理、市场调查等方式得出。

受数据获取资源与研究方法等方面的限制，「云道资本」、「云点道林」对报告内该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力追求，但不作任何保证；「云道资本」、「云点道林」不保证本报告所含信息保持在市场最新状态，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何商业决策及投资建议，仅为市场及客户提供信息参考，本公司对该报告的数据和观点不承担任何法律责任。

注：「云道资本」相关工商主体：上海久挚管理咨询有限公司、北京云道未来企业管理有限公司



关于云道

云道资本 | 云点道林—中国新能源与绿色化工领域领先的精品投资银行与产业顾问机构

云道
资本
SIX SIGMA CAPITAL

关于云道：

「云点道林」为精品投资银行「云道资本」下属研究机构，观云卷 · 听风吟 · 道成简，「云点道林」以专业的数据信息、敏锐的市场洞察和创造灼见的研究咨询服务为中国创业企业、行业赋能。

云道资本成立于2020年，是一家由业内资深人士组建的精品投资银行与股权投资机构，云道资本始终秉持“为顶尖创业者而生”的服务理念与“创造Innovation、正直Integrity、灼见Insight”的行动准则，为创业者提供资金直投、投资银行、产业顾问服务三大板块业务，彼此协同赋能。

云道资本重点关注新能源、新材料、先进制造、绿色化工等前沿科技方向，长期稳居新能源、新材料领域财务顾问机构前五名，并曾荣获“中国最具产业成长力精品投行TOP10”“中国股权投资领域财务顾问机构综合榜TOP13”“中国股权投资领域财务顾问机构活跃榜TOP11”等多项荣誉，团队累计融资成交额达数十亿美元。

联系云道：

北京 办公室：北京市 朝阳区 光华路15号 亿利生态广场308A

上海 办公室：上海市 浦东新区 长泰国际金融大厦 2008

官网 网址： www.6sigmacapital.com



「云道资本」公众号



创业者&投资者关系 负责人