

绿色甲醇发展前景分析

交通领域主流替代燃料，融合绿氢发展前景广阔

优于大市

核心观点

基于可再生能源所制备的绿色甲醇是理想的替代燃料。甲醇是一种重要的大宗基础化工产品，全球每年消费量达到1.26亿吨，行业产值超过3000亿元，近年来甲醇在替代燃料领域应用也日益增加。传统甲醇以煤炭或者天然气等化石能源为主要原料，碳排放量较高，尤其是我国甲醇生产以煤制甲醇为主。随着全球推行远期净零排放政策，甲醇行业面临重大转型。基于可再生能源制备的绿色甲醇产业开始加速发展。绿色甲醇是指基于可再生能源如生物质、捕获的二氧化碳和绿氢生产的甲醇，其全生命周期可实现近零排放，环境效益显著。

绿色甲醇技术路线丰富，降本空间较大。绿色甲醇技术路线包括电制甲醇、生物质气化制甲醇、生物质耦合绿氢制甲醇等，其中电制甲醇有望成为未来主流技术路线。电制甲醇路线基于绿氢和捕获的二氧化碳生产甲醇，目前成本超过4500元/吨，该技术路线所需要的绿氢和二氧化碳均可轻易实现大规模供应，未来有望下降40%以上，届时将具备大规模替代当前传统甲醇市场的可能性。远期假设我国甲醇消费全部甲醇电制供应，对应绿氢需求量为2100万吨左右，相当于目前我国绿氢产量的41倍，对应绿电的需求可能超过1万亿千瓦时，相当于2023年全国新能源发电量的68%。

全球航运业脱碳压力巨大，生物质制甲醇路线经济性较好。根据国际海事组织预测，至2050年航运业传统化石燃料市场份额将减少到15%，而绿色甲醇的使用率将逐步上升至42%，到2050年航运业对绿色甲醇的需求量有望达到1.9亿吨。近年来以甲醇为燃料的营运船舶数量及订单数量增长，政策及配套设施逐渐完善。为了鼓励符合欧盟标准的以生物质为碳源的绿色甲醇供应，国际航运巨头目前与多家新能源企业签订高价的生物质绿色甲醇供货合同，对于生物质甲醇路线的盈利能力提供充分保障。

海内外绿色甲醇项目涌现，我国以电制甲醇技术路线为主。在航运业对绿色甲醇需求火热及传统甲醇产能面临绿色转型的背景下，海外及我国范围内的公司纷纷布局绿色甲醇项目。目前海外绿色甲醇项目超过100个，累计规划甲醇产能超过1300万吨；我国投产、在建、备案和签约的绿色甲醇项目也超过70个，合计规划年产能超过2600万吨，其中66%的产能为电制甲醇路线。

投资建议：我们看好前瞻性布局绿色甲醇的新能源企业在2026年以后的业绩成长性，建议关注金风科技、运达股份。

风险提示：全球绿色甲醇政策推进不及预期，绿色甲醇成本下降不及预期，绿色甲醇需求不及预期。

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (亿元)	EPS		PE	
					2024E	2025E	2024E	2025E
300772.SZ	运达股份	优于大市	15.21	106.7	0.77	1.06	19.8	14.3
002202.SZ	金风科技	优于大市	11.16	471.5	0.53	0.76	21.1	14.7

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

行业研究 · 行业专题

电力设备

优于大市 · 维持

证券分析师：王蔚祺

010-88005313

wangweiqi2@guosen.com.cn

S0980520080003

证券分析师：徐文辉

021-60375426

xuwenhui@guosen.com.cn

S0980524030001

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

- 《风电/电网产业链周评(11月第5周)-海风招标持续释放,2025年装机高增可期》——2024-12-01
- 《电力设备新能源2025年度投资策略-电网智能化升级,新能源龙头引领创新发展》——2024-11-26
- 《风电/电网产业链周评(11月第3周)-海上风电招标逐步释放,重视2025年行业需求反转》——2024-11-17
- 《电力设备新能源2024年11月投资策略-固态电池产业链迎来持续催化,国家推动新型储能与新能源车行业高质量发展》——2024-11-07
- 《风电/电网产业链周评(11月第1周)-甘肃-浙江特高压柔直中标公示,海缆招标提速》——2024-11-03

内容目录

绿色甲醇：新型清洁能源	5
甲醇简介	5
甲醇生产路线分类	6
绿色甲醇产业链	8
绿色甲醇技术路线及特点	9
绿色甲醇经济性比较分析	10
传统煤制甲醇成本	11
绿电制甲醇路线成本	11
绿电制甲醇降本趋势	12
绿色甲醇制备成本—生物质气化路线	13
绿色甲醇制备成本—生物质制甲烷再制甲醇路线	15
不同技术路线成本与目前甲醇价格对比（考虑碳排放成本）	15
绿色甲醇储运	17
绿色甲醇应用前景	19
一、航运燃料	19
二、化工原料	22
三、汽车燃料	24
三、储能/储氢载体	25
绿色甲醇产业发展现状	26
全球绿色甲醇项目	26
海外布局绿色甲醇的主要公司	27
我国绿色甲醇项目	28
我国绿色甲醇项目特点	28
我国政策推动绿色甲醇发展，各地政府促项目落地	30
各类型企业积极布局绿色甲醇项目	31
下游需求端现状及前景	34
我国绿色甲醇发展所面临风险	35
投资建议：关注绿色甲醇布局领先企业	35

图表目录

图 1: 2018-2022 年全球甲醇产能 (百万吨/年)	5
图 2: 2019-2023 年我国甲醇产能、消费量及增速	5
图 3: 基于各种原料制备甲醇的全周期温室气体排放 (吨/吨)	6
图 4: 棕色/黑色甲醇工艺 (煤制甲醇) 流程图	7
图 5: 灰色甲醇工艺 (天然气制甲醇) 流程图	7
图 6: 蓝色甲醇工艺流程图	8
图 7: 甲醇的分类及主要生产路线的碳排放比较	8
图 8: 绿色甲醇产业链示意图	9
图 9: 四种技术路线制备绿色甲醇流程图	10
图 10: 电制甲醇成本结构	12
图 11: 电制甲醇成本随制氢电耗及电价变化曲线	13
图 12: 电制绿色甲醇目前成本与未来成本对比 (元/吨)	13
图 13: 生物质气化制绿色甲醇成本结构	15
图 14: 生物质气化制绿色甲醇成本随生物质原材料价格变化曲线	15
图 15: 我国 CCUS 技术路线	16
图 16: 不同技术路线制绿色甲醇成本区间	17
图 17: 2013-2024 年我国甲醇 (优等品) 市场价	17
图 18: 我国未来绿色甲醇贸易方向	18
图 19: 绿色甲醇运输距离与成本关系	19
图 20: 全球甲醇船舶在营运及订单数	21
图 21: 2023 年 6 月-2024 年 6 月全球船舶新增订单燃料分布	21
图 22: 甲醇下游产品链示意图	22
图 23: 2023 年中国甲醇下游消费占比	23
图 24: 2023 年全球甲醇下游消费占比	23
图 25: 2022 年我国各地 M100 车用甲醇燃料消费情况	25
图 26: 海外绿色甲醇项目数地理位置分布情况	26
图 27: 海外绿色甲醇规划产能地理位置分布情况	26
图 28: 海外绿色甲醇规划项目数技术路线分布情况	26
图 29: 海外绿色甲醇规划产能技术路线分布情况	26
图 30: 我国投产和建设的绿色甲醇项目数	28
图 31: 我国绿色甲醇项目数技术路线分布情况	29
图 32: 我国绿色甲醇产能技术路线分布情况	29
图 33: 我国规划绿色甲醇项目数地理位置分布情况	29
图 34: 我国规划绿色甲醇产能地理位置分布情况	29
图 35: 国家层面推动绿色甲醇发展的政策文件及主要内容	31

表1: 甲醇的类型及其生产路线	6
表2: 绿色甲醇的生产路线	9
表3: 不同煤炭价格下煤制甲醇成本	11
表4: 电制甲醇成本测算	12
表5: 电制甲醇成本展望	13
表6: 生物质制甲醇成本(元/吨)	14
表7: 生物质制甲醇的成本与生物质价格关系	14
表8: 不同技术路线制绿色甲醇成本对比(元/吨)	15
表9: 各种燃料特性的比较	20
表10: 2023年中国甲醇下游消费占比	23
表11: HIF Global 公司绿色甲醇项目布局情况	27
表12: OCI Global 公司绿色甲醇项目布局情况	27
表13: ReNew Energy Global 公司绿色甲醇项目布局情况	27
表14: ABEL Energy 公司绿色甲醇项目布局情况	27
表15: Orsted 公司绿色甲醇项目布局情况	28
表16: 金风科技绿色甲醇项目布局情况	32
表17: 运达股份绿色甲醇项目布局情况	32
表18: 中国天楹绿色甲醇项目布局情况	33
表19: 吉利控股绿色甲醇项目布局情况	33
表20: 国电投绿色甲醇项目布局情况	33
表21: 中能建绿色甲醇项目布局情况	33
表22: 相关公司盈利预测及估值(2024.11.29)	35

绿色甲醇：新型清洁能源

甲醇简介

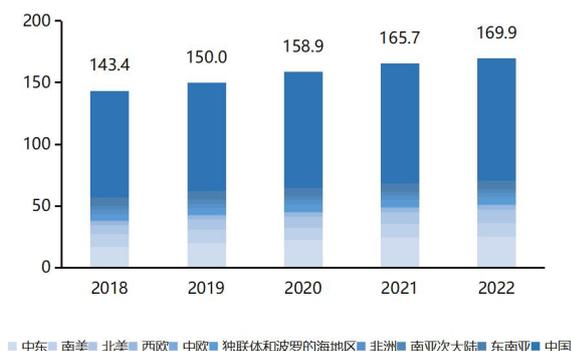
甲醇是一种重要的大宗基础化工产品。甲醇是无色透明的液体，广泛应用于甲醛、醋酸、碳酸二甲酯等的制取，与木材、涂料、纺织、燃料、医药、农业等行业息息相关。同时甲醇具有质量轻、挥发性强、无色和易燃等特点，作为一种清洁能源应用于燃料电池、汽油添加剂和船舶燃料，还可以通过裂解释放出氢气，从而成为氢气储运的载体。

我国甲醇产能持续扩张，占全球总产能的约 60%。全球甲醇产能从 2018 年的 143.3 万吨/年增长到 2022 年 169.9 万吨/年，年均复合增长率为 4.3%。近年来主要的产能增长由中国贡献，我国作为世界甲醇生产第一大国，2023 年甲醇产能达到 1.08 亿吨/年，同比增加 5.8%，增速上涨了 2.7 个百分点，占全球总产能的约 60%。2019-2023 年我国甲醇产能年均复合增长率为 5.0%。2023 年，我国甲醇产量约为 8443 万吨，同比增加约 3%，产能利用率 78%。

我国是世界最大的甲醇消费国，引领世界甲醇市场发展。2023 年我国甲醇消费量为 0.99 亿吨，占全球消费量的 78.6%，2019-2023 年复合增长率达到 12.5%。目前我国的甲醇市场仍有缺口，约有 1200 万吨甲醇依靠进口。

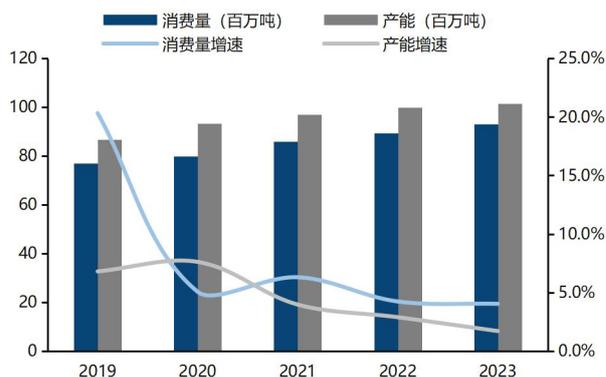
在我国甲醇的下游应用中，排名前三的分别是作为化工原料制烯烃（约 50.5%）、甲醇燃料（约 16%）和作为化工原料制甲醛（约 8.1%）。其中烯烃是重要的化工原料，可用于生产橡胶、塑料和纤维等；燃料方面，甲醇可以直接使用或与其他燃料混合使用，近年来，甲醇作为燃料的需求呈显著上升趋势；甲醛用于制造胶黏剂和涂料，广泛应用在木材加工、家具制造和建筑行业。

图1：2018-2022 年全球甲醇产能（百万吨/年）



资料来源：王明 等.《2023 年国内甲醇产业发展现状及展望》[J].《现代化工》2024 年第 44 卷第 5 期：15-20.，观研天下，前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

图2：2019-2023 年我国甲醇产能、消费量及增速



资料来源：Wind，观研天下，国信证券经济研究所整理

传统甲醇的生产路线为煤制甲醇和天然气制甲醇，我国以煤制甲醇为主。国际上，生产甲醇的原材料主要为天然气，中东、美洲等地区天然气资源丰富，价格低廉，天然气转化技术成熟可靠。受能源结构影响，我国主要采用煤制甲醇的工艺，比例超过 80%。

气候危机及环境污染背景下甲醇行业面临转型。大量采用化石燃料制甲醇使得甲

醇工业成为碳排放量最高的化工行业之一，煤制甲醇路线中每生产 1 吨甲醇需排放约 3 吨二氧化碳，每年中国甲醇行业的碳排放量在 2 亿吨以上。为应对能源危机和环境污染，采用更为环保的技术路线生产甲醇成为未来甲醇行业发展的趋势。

甲醇生产路线分类

国际可再生能源署建议按生产过程中碳排放强度由高到低将工业上生产的甲醇分为四种类型，分别为棕色/黑色甲醇、灰色甲醇、蓝色甲醇和绿色甲醇，对应于生产甲醇的原材料分别是煤、天然气、蓝氢和二氧化碳（或绿氢和不可再生二氧化碳）及生物质/可再生二氧化碳和绿氢。

表1: 甲醇的类型及其生产路线

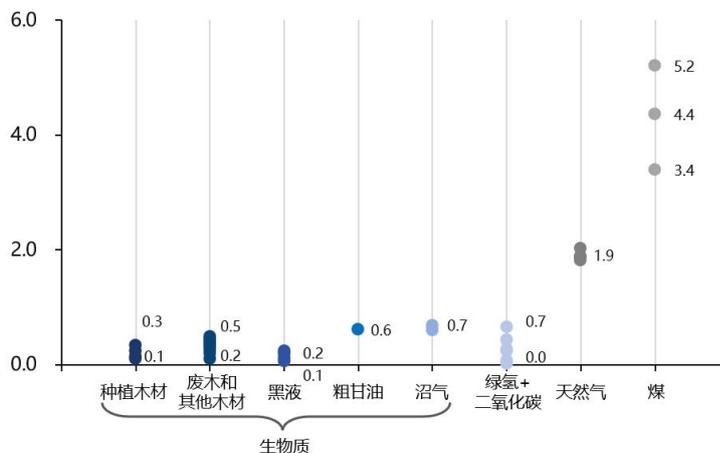
甲醇类型	生产路线	全生命周期碳排放量 (吨/吨)	生产成本 (元/吨)
棕色/黑色甲醇	煤-气化-合成气-甲醇	3.4-5.2	1800-2700 (我国)
灰色甲醇	天然气-重整-合成气-甲醇	1.9-2.0	700-1500 (国外)
蓝色甲醇	蓝氢+可再生/不可再生二氧化碳 绿氢+不可再生二氧化碳	介于灰色甲醇和绿色甲醇之间	介于灰色甲醇和绿色甲醇之间
绿色甲醇	电制甲醇: 绿氢+可再生二氧化碳 生物质气化制甲醇: 生物质-气化-合成气-甲醇 生物质耦合绿氢制甲醇: 生物质-气化-合成气+绿氢 生物质制甲烷制甲醇: 生物质-甲烷-甲醇	0-0.7	目前 4500-4600; 远期 2100-2200 目前 3800 左右; 远期 2300 左右 目前 3500-3600; 远期 1900-2000 目前 3400-4200; 远期不具优势

资料来源: 舒斌等.《碳中和目标下推动绿色甲醇发展的必要性分析》[J].《化工进展》. 2023 年第 42 卷第 9 期: 4471-4478. , 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理及测算

绿色甲醇生产过程中的碳排放趋近于零。从棕色/黑色甲醇，灰色甲醇，蓝色甲醇到绿色甲醇。甲醇生产过程中的碳排放逐步降低，绿色甲醇生产过程中的碳排放趋近于零。我国甲醇产能以煤制甲醇为主，甲醇行业年碳排放量超过 2 亿吨。大力发展绿色甲醇将大幅降低甲醇行业的碳排放。

当甲醇作为化工原料时下游应用繁多，产业链较长，因此以甲醇作为燃料，即最终完全燃烧的应用场景评估不同种类甲醇的碳排放强度。根据国际可再生能源署的数据，基于生物质、捕获二氧化碳和绿氢制备的绿色甲醇具有较低的碳排放强度，仅为 0-0.7 吨/吨，而棕色/黑色甲醇的碳排放量高达 3.4-5.2 吨/吨。

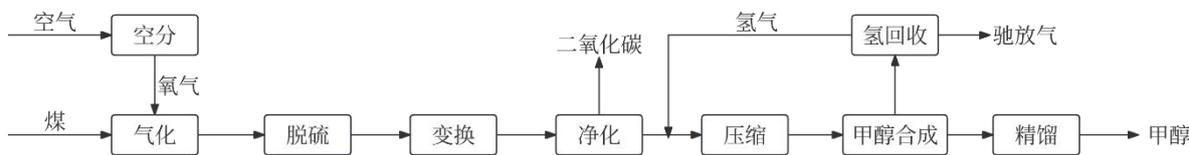
图3: 基于各种原料制备甲醇的全周期温室气体排放 (吨/吨)



资料来源: 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理 (捕获的二氧化碳包括生物质工厂烟气或者火电厂烟气)

棕色/黑色甲醇是指利用煤炭生产甲醇。在煤制甲醇的工艺中，煤与来自空气中的氧气在气化炉内制得含有高浓度一氧化碳的粗煤气，然后按一定的碳氢比补充氢气，将混合气通过净化装置除掉多余的二氧化碳和硫化物得到甲醇合成气，再经过压缩，合成和精馏等工序得到甲醇产品。棕色/黑色甲醇的制备工艺存在**能耗高和污染严重**的问题。

图4：棕色/黑色甲醇工艺（煤制甲醇）流程图



资料来源：姚春德等.《甲醇燃料的应用现状及其展望》[J].《汽车安全与节能学报》2023年第14期第5卷:521-535.，国信证券经济研究所整理

灰色甲醇是以天然气为原料制备的。天然气制甲醇的工艺主要由预转化脱硫、调整水碳比并转化为合成气、压缩、合成和精馏等单元组成。与棕色/黑色甲醇相比，灰色甲醇的生产具有流程短、碳排放强度相对较低的特点，但仍属于高排放行业。

由于我国富煤贫油少气的基本国情，2012年国家发改委发布了《天然气利用政策》，**禁止新建或扩建以天然气为原料生产甲醇及甲醇生产下游产品装置**，天然气资源优先用于城市燃气。虽然2023年管控政策松绑，但天然气制甲醇仍被列为限制类项目。受资源和政策的影响，我国灰色甲醇仅占全国产能的8%左右。

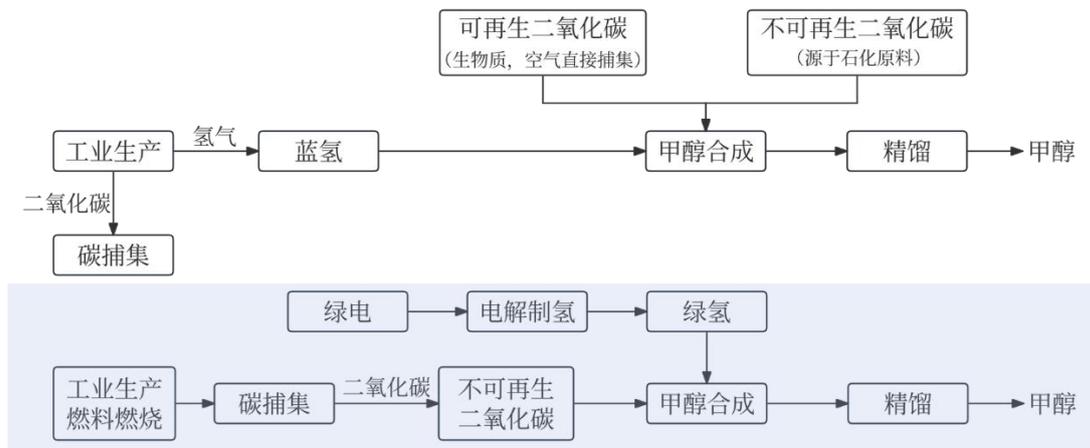
图5：灰色甲醇工艺（天然气制甲醇）流程图



资料来源：姚春德等.《甲醇燃料的应用现状及其展望》[J].《汽车安全与节能学报》2023年第14期第5卷:521-535.，国信证券经济研究所整理

蓝色甲醇是指在传统工艺基础上采用碳捕集和碳存储技术所制出的甲醇。包括利用蓝氢和可再生二氧化碳/不可再生二氧化碳，或绿氢和不可再生二氧化碳制备的甲醇。其中，蓝氢是指通过工业副产物或使用化石燃料但实施二氧化碳捕集利用与封存措施制得的氢气。可再生二氧化碳指通过生物源或直接空气捕集得到的二氧化碳，不可再生二氧化碳是指工业过程的二氧化碳。

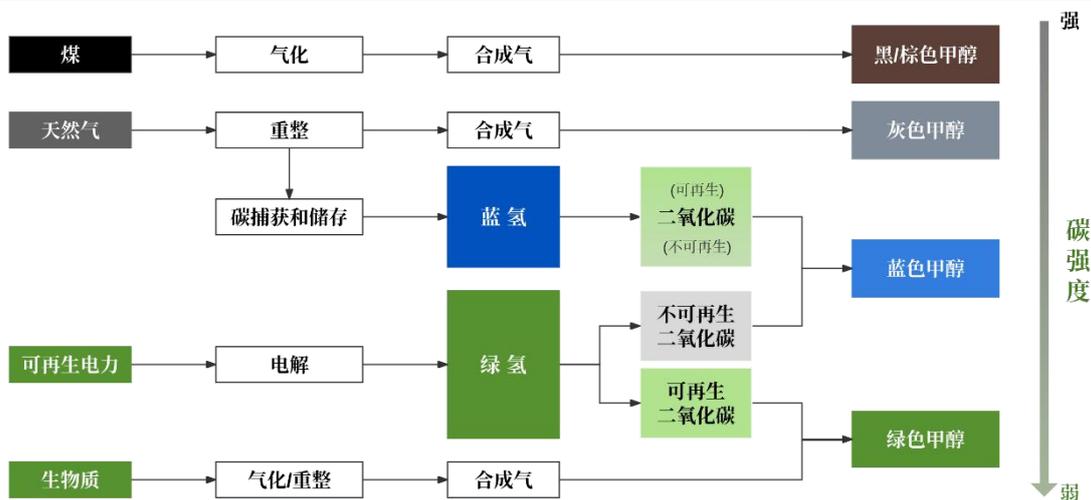
图6: 蓝色甲醇工艺流程图



资料来源：国际可再生能源署，国信证券经济研究所整理

绿色甲醇指基于生物质、绿氢、二氧化碳等可再生能源制备的甲醇。目前国际上还没有形成统一的对绿色甲醇的定义，国际可再生能源署指出，绿色甲醇需要原料来源全部符合可再生能源标准。欧盟最新版本的《可再生能源指令》中提到，绿色甲醇可以分为生物燃料、非生物来源的可再生燃料和再循环碳燃料三类。即基于生物质、绿氢和二氧化碳制备甲醇。《可再生能源指令（RED II）》补充条例表示，短期内不再强制要求生物质制甲醇与绿电制甲醇作为绿色甲醇的唯一选择，而是把可计入欧盟碳排放交易体系，且在工业及火电场景中捕获来的不可再生CO2制备的甲醇也认定为绿色甲醇。中国目前正在积极探索绿色甲醇的认证标准。

图7: 甲醇的分类及主要生产路线的碳排放比较



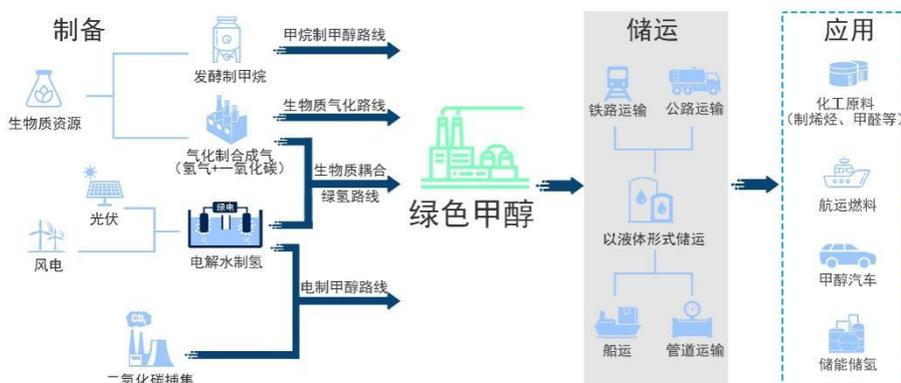
资料来源：国际可再生能源署，国信证券经济研究所整理

绿色甲醇产业链

绿色甲醇的产业链主要包括制备、储运和应用三个环节。绿色甲醇的制备分为四种不同的技术路线，原材料涉及生物质、二氧化碳和绿氢。绿色甲醇以常温常压下的液体形式储存，运输方式分为铁路、公路、船运和管道运输。下游应用领域

包括船舶燃料、汽车燃料、化工原料和储能储氢载体。

图8: 绿色甲醇产业链示意图



资料来源: 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理

绿色甲醇技术路线及特点

绿色甲醇的制备分为四种路线, 路线一为电制甲醇, 基于绿氢和二氧化碳制备; 路线二为生物质气化制甲醇; 路线三为生物质耦合绿氢制甲醇, 路线四为生物质发酵制甲烷再制甲醇。路线二、三、四均存在生物质原料的供应受季节和气候影响较大, 生物质气化技术和设备面临一定挑战的问题。

表2: 绿色甲醇的生产路线

	路线一 (电制甲醇)	路线二 (生物质气化)	路线三 (绿氢耦合生物质制甲醇)	路线四 (生物质制甲烷)
技术路线	电解水制氢+可再生二氧化碳-甲醇	气化-合成气处理-甲醇	电解水制氢+生物质合成气/二氧化碳-甲醇	发酵-甲烷-甲烷重整-合成气压缩-甲醇
优势	电解水技术成熟	生物质来源广泛; 热化学效率高; 占地面积较小; 合成气制甲醇技术成熟	生物质来源广泛; 电解水技术成熟; 生产过程完全符合欧盟认证标准	生物质来源广泛
劣势	绿氢和二氧化碳的成本较高	气化技术和设备面临一定挑战; 生物质原料的供应受季节和气候影响	生物质原料的供应受季节和气候影响; 气化技术和设备面临一定挑战, 生物质资源和绿氢的输配	生物质原料的供应受季节和气候影响; 自然发酵过程缓慢; 土地需求较大; 废液废渣处理难度较大
技术难点	绿氢与可再生二氧化碳的输配	大型气化炉设备	大型气化炉设备; 系统集成	沼液和废渣的处理

资料来源: 徐慧贞等. 《绿色甲醇在航运燃料市场的前景分析》[J]. 《石油石化绿色低碳》2023年第8卷第5期:10-14., 国信证券经济研究所整理

路线一: 电制甲醇

电制甲醇主要以绿氢和可再生二氧化碳为原料。其技术路线分为: 利用可再生电力电解水得到的绿氢和捕获的二氧化碳生产甲醇; 二氧化碳电催化还原制甲醇。其中二氧化碳电催化制甲醇尚不具备工业化条件, 可再生二氧化碳与绿氢反应制备甲醇已被证明可实现大规模生产。电制甲醇的优势在于目前电解水技术已经成熟, 但电解水和二氧化碳捕获成本高昂, 绿氢与可再生二氧化碳的输配问题也面临挑战。

路线二: 生物质气化制甲醇

生物质气化制甲醇技术是将生物质气化, 然后通过变换和脱碳得到碳氢比一定的合成气来制备甲醇。我国拥有丰富的生物质资源, 如秸秆、木屑、玉米芯、稻壳、稻草和城市固体废物等, 可以高效利用这些生物质资源制造甲醇。该技术路线中

的关键工艺是生物质气化技术，得到合成气后制取甲醇的技术原理与煤制甲醇类似，工艺路线已经成熟稳定，热化学效率较高，对土地的面积要求较低，但气化和大型气化炉设备还存在技术挑战。

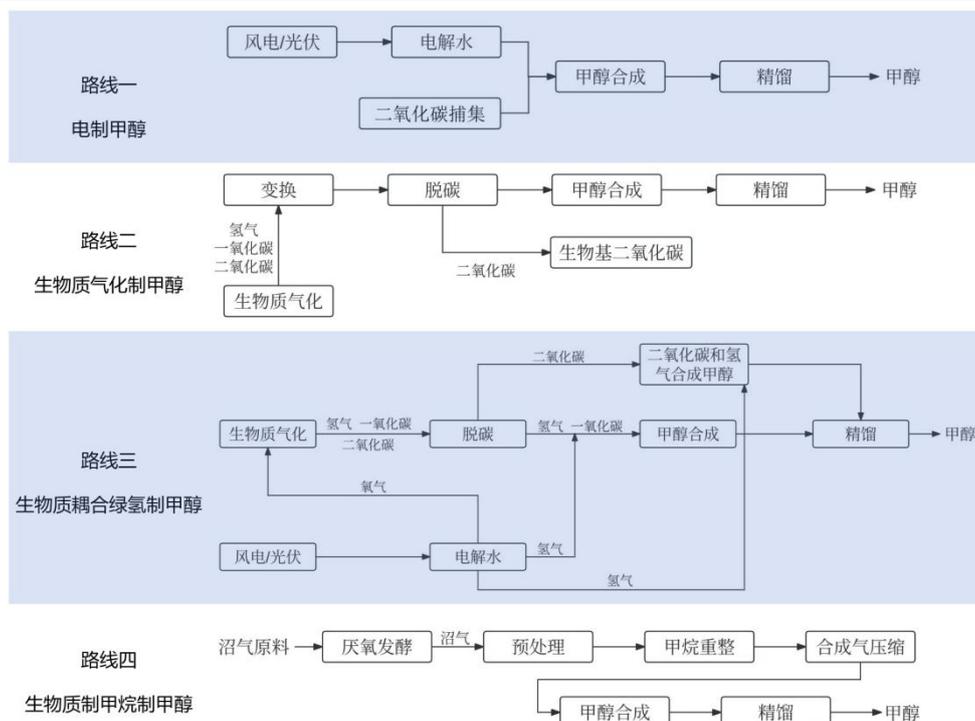
路线三：生物质耦合绿氢制甲醇

路线三是以生物质为碳源与绿氢反应制备甲醇。路线二当中，碳氢比调整存在耗能反应（水煤气环节）并排放二氧化碳。在此基础上如果将电解水制备得到的氧气运用在生物质气化环节，将绿氢导入合成气以调整碳氢比例，则可以取消变换单元，简化甲醇制备的设备和流程。

路线四：生物质制甲烷制甲醇

路线四是用生物质发酵得到甲烷再制甲醇。首先利用微生物将生物质厌氧发酵得到沼气（甲烷），通过甲烷重整得到氢气和二氧化碳的混合气并制备甲醇。由于自然发酵过程缓慢、沼气规模化的可能性较低，该技术路线需要大面积土地对生物质进行厌氧发酵，同时废渣处理难度较大。

图9：四种技术路线制备绿色甲醇流程图



资料来源：国际可再生能源署，国信证券经济研究所整理

绿色甲醇经济性比较分析

由于目前我国存量甲醛产能以煤制甲醇为主，绿色甲醇产量较小，各种生产要素尚未达到规模化生产条件，因此目前绿色甲醇成本偏高，与黑/棕色甲醇成本差距较大，但未来随着产业化发展绿色甲醇降本空间巨大。

我们测算以上四种技术路线制备绿色甲醇的成本，目前绿电制甲醇的成本为4500-4600元/吨，生物质气化制甲醇的成本为3800元/吨左右，生物质耦合绿氢

制甲醇的成本为 3500-3600 元/吨, 生物质制甲烷制甲醇的成本 3500-4200 元/吨。

我国煤制甲醇产能占比超过 80%且天然气制甲醇属于限制类项目, 当煤炭价格为 500-1000 元时, 传统煤制甲醇(黑/棕色甲醇)的成本为 1800-2700 元/吨。

我们预期随着未来绿电成本的下降和生产规模的扩大, 绿电制甲醇和生物质耦合绿氢制甲醇的成本下降空间巨大, 单位生产成本有望达到 2100-2200 元/吨(电制甲醇)和 1900-2000 元/吨(生物质耦合绿氢制甲醇), 可对当前庞大的甲醇市场进行直接替代, 有效降低甲醇工业的碳排放量。

需要注意的是, 任何涉及到使用生物质原料的技术都需要考虑生物质颗粒的价格, 若未来能够发展大规模低成本的生物质来源, 那么当生物质颗粒价格下降至 600 元/吨以下时, 其经济性与煤制甲醇相当。而目前由于生物质资源分布较分散、供应量有限、呈季节性供应的特点, 大规模供应量存在不确定性。

传统煤制甲醇成本

我国甲醇的生产几乎完全依赖于煤炭, 即棕色/黑色甲醇。当煤炭价格为 500-1000 元时, 煤制甲醇的成本为 1800-2700 元/吨。例如据报道, 2023 年 12 月 8 日当周, 我国西北地区煤制甲醇制造成本在 2755 元/吨, 原料煤及燃料煤的成本占到甲醇总成本的 75%以上。

表3: 不同煤炭价格下煤制甲醇成本

煤炭价格 (元/吨)	甲醇成本 (元/吨)
500	1800-1900
1000	2600-2700
1500	3300-3400
2000	4100-4200

资料来源: 舒斌等.《碳中和目标下推动绿色甲醇发展的必要性分析》[J].《化工进展》2023 年第 42 卷第 9 期: 4471-4478., 国信证券经济研究所整理

绿电制甲醇路线成本

绿电制甲醇目前成本约为 4500-4600 元/吨, 未来随着绿电价格、碳捕获成本的下降以及技术发展, 有望降低至 2100-2200 元/吨。在电制甲醇工艺流程中, 氢气和二氧化碳分别来自于电解水制氢和二氧化碳捕获。绿电制甲醇的成本主要由原料气成本、工艺成本、设备折旧、运维操作等构成。

以设计建设年产 10 万吨的二氧化碳加氢制甲醇项目为对象, 总投资 2 亿元, 折旧残留率 5%, 设备折旧年限 20 年进行生产成本分析和预测。

项目采用目前常见的铜基催化剂, 据目前催化剂的性能, 原料气二氧化碳的单程转化率为 30%, 生成甲醇的选择性为 80%。年产 10 万吨甲醇需消耗氢气 1.88 万吨、二氧化碳 13.73 万吨。项目中所有用电来自光伏、风电等绿色电力, 氢气来自绿电制氢, 二氧化碳来自工业捕集, 纯度为 99.5%以上。制氢过程中以电耗 4.5kWh/Nm³, 电价以 0.3 元/kWh 计算。

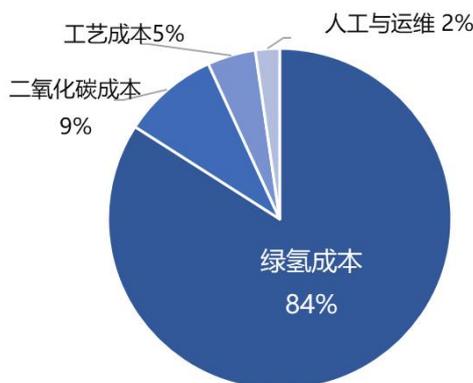
根据测算, 电制甲醇的成本为 4500-4600 元/吨, 其中氢气成本为主要成本, 占比达到 82%, 二氧化碳成本占比 9%。

表4: 电制甲醇成本测算

项目	成本 (元/吨)	占比
绿氢	3700-3800	82%
二氧化碳	400 左右	9%
工艺成本 (催化剂、生产过程中其他消耗品)	200 左右	4%
设备折旧	100 左右	2%
人工与运维	100 左右	2%
合计	4500-4600	100%

资料来源: 舒斌等.《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191-197., 国际可再生能源署, 熊波 等.《工业排放气二氧化碳捕集与利用技术进展》[J].《低碳化学与化工》2023 年第 48 卷第 1 期: 9-18., 鲁红志 等.《化学吸收法与变压吸附法用于水泥厂 CO₂ 捕集的对比分析》[J].《水泥 CEMENT》2023 年第 12 期: 26-28., 国信证券经济研究所测算

图10: 电制甲醇成本结构



资料来源: 舒斌等.《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191-197., 国际可再生能源署, 熊波 等.《工业排放气二氧化碳捕集与利用技术进展》[J].《低碳化学与化工》2023 年第 48 卷第 1 期: 9-18., 鲁红志 等.《化学吸收法与变压吸附法用于水泥厂 CO₂ 捕集的对比分析》[J].《水泥 CEMENT》2023 年第 12 期: 26-28., 国信证券经济研究所测算

绿电制甲醇降本趋势

考虑氢气成本及二氧化碳成本都有较大下降空间, 同时技术革新将减少生产过程中消耗品的用量, 未来绿电制甲醇的成本有望降低至 2100-2200 元/吨。电制甲醇的单耗分别为每生产 1 吨甲醇消耗 0.19 万吨氢气和 1.38 万吨二氧化碳。

未来绿电价格下降将带动绿氢成本大幅降低。绿氢占甲醇生产总成本的 80%左右, 目前新能源发电的造价快速下行, 同时设备发电效率提升, 绿电价格有望降至 0.1 元/kWh, 对应绿电制甲醇的成本约为 2600 元/吨, 已经接近煤制甲醇的成本。

二氧化碳具备有一定下降空间。二氧化碳成本占比约为 7%, 目前主要来源为从火电厂通过基于 MEA 的化学吸收法捕集获得。目前在 1 吨二氧化碳的综合成本约在 288 元, 随着新材料的开发和新技术的发展, 未来 5 年内捕集成本有望快速下降至 150 元/吨左右, 2060 年有望进一步下降至 90-130 元/吨。2023 年我国二氧化碳排放总量达到 374 亿吨, 其中电力行业约占总排放量的 48%。

工艺革新可进一步降低电制甲醇成本。工艺成本包括催化剂成本、甲醇生产过程中的电力成本、循环/冷却水消耗及工艺气体消耗等, 其中催化剂成本影响较大。在二氧化碳加氢制甲醇的过程中, 由于受到热力学限制, 二氧化碳的单程转化率

最多仅为 40%。目前用于二氧化碳加氢的催化剂有铜基催化剂、金属氧化物和贵金属等，对甲醇的选择性为 40%–99%。

随着工艺革新，未来催化剂的性能有望同时达到 40%的单程转化率和 99%的甲醇选择性。据模拟，催化剂的使用成本将降低至 8 万元/吨甲醇。催化剂性能的提升也会导致电耗和工艺气用量的减少使成本进一步降低。

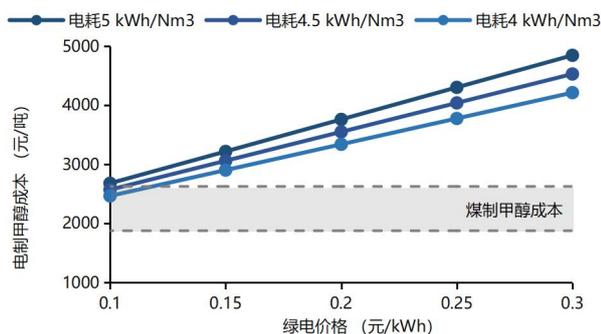
综合各项成本发展趋势，未来电制绿色甲醇的成本有望降低至 2100–2200 元/吨。

表5: 电制甲醇成本展望

项目	成本 (元/吨)	占比
绿氢	1700 左右	79%
二氧化碳	90–150	7%
工艺成本 (催化剂、生产过程中其他消耗品)	90 左右	4%
设备折旧	100 左右	5%
人工与运维	100 左右	5%
合计	2100–2200	100%

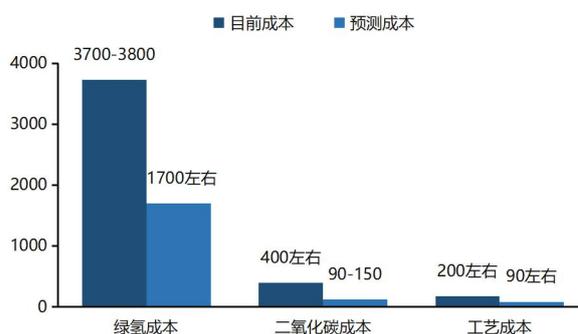
资料来源: 舒斌等.《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191–197., 国际可再生能源署, 张贤 等.《中国二氧化碳捕集利用与封存 (CCUS) 年度报告 (2023)》[R]. 2023 年, 国信证券经济研究所预测

图11: 电制甲醇成本随制氢电耗及电价变化曲线



资料来源: 舒斌 等.《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191–197., 《中国二氧化碳捕集利用与封存报告 2021》, 国信证券经济研究所预测

图12: 电制绿色甲醇目前成本与未来成本对比 (元/吨)



资料来源: 舒斌等.《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191–197., 国际可再生能源署, 张贤 等.《中国二氧化碳捕集利用与封存 (CCUS) 年度报告 (2023)》[R]. 2023 年, 国信证券经济研究所预测

绿色甲醇制备成本—生物质气化路线

目前生物质制甲醇的成本约 3800 元/吨左右, 当生物质颗粒价格为 600 元/吨时成本下降至约 2300 元/吨左右。生物质气化制甲醇的成本主要包括设备投资成本、人工与运维成本、生物质原料和生产消耗成本。

我们参考江苏省盐城市岚泽大丰港拟投资项目数据, 项目规划年产 30 万吨, 以芦竹等生物质为原料通过热裂解生产绿色甲醇。项目投资 22.5 亿, 折算设备分摊生产绿醇成本约为 300 元/吨。主要设备包括空分装置、生物质气化装置、气体净化装置、甲醇装置和配套的公用工程及辅助装置。

据国际能源署数据, 生物质颗粒气化生产甲醇的能量转化效率约为 60%, 按生物质颗粒的平均热值 17MJ/kg 计算, 理论上每生产一吨甲醇需要 1.95 吨生物质颗粒,

考虑生产过程中损耗,因而单吨甲醇生产所需生物质颗粒按 2.5 吨测算。参考 2024 年生物质颗粒价格约为 1200 元/吨,即生产 1 吨甲醇的生物质颗粒成本约为 3000 元/吨。

电力成本方面,每生产一吨甲醇实际需消耗电量 500kWh,采用风光等绿电且按 0.3 元/kWh 计,分摊生产绿醇成本为 150 元/吨。其余生产过程消耗的除盐水、氮气等约合 250 元/吨。

综上该项目生物质制甲醇的成本约 3800 元/吨左右,其中生物质原材料占比最高,达到 79%;电力及生产过程消耗品的成本占比 10%,设备折旧费用占比 8%,人工与运维费用占比 5%。

表6: 生物质制甲醇成本 (元/吨)

成本构成	成本	占比
生物质原料	3000 左右	79%
工艺成本	400 左右	10%
设备折旧费用	300 左右	8%
人工与运维费用	100 左右	3%
合计	3800 左右	100%

资料来源: 胡宏姣. 《生物质制备绿色甲醇的可行性探讨》[J/OL]. 《天津化工》:1-5[2024-11-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1201.TQ.20241030.1436.002.html>, 舒斌等.《CO2 加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191-197, 国际可再生能源署,《岚泽大丰港年产 30 万吨绿色甲醇项目初步设计》江苏省公共交易资源网,江苏新曹农场有限公司中标结果公示,内蒙古得耳布尔森公司购置生物质颗粒公告,国信证券经济研究所测算

生物质气化制甲醇未来价格主要取决于生物质原材料价格。在生物质资源丰富且价格低廉的地区,生物质颗粒的价格有望降低。当生物质原材料价格低于 600 元/吨时,生物质气化制甲醇的成本约为 2300 元/吨,接近目前煤制甲醇的成本。

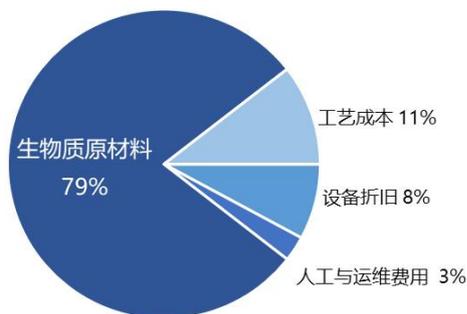
技术革新带来的成本下降较为有限。总体上位于生物质资源丰富,地势平坦,交通便利的生物质制甲醇项目盈利空间更大。

表7: 生物质制甲醇的成本与生物质价格关系

生物质价格 (元/吨)	甲醇成本 (元/吨)
400	1800 左右
600	2300 左右
800	2800 左右
1000	3300 左右
1200	3800 左右

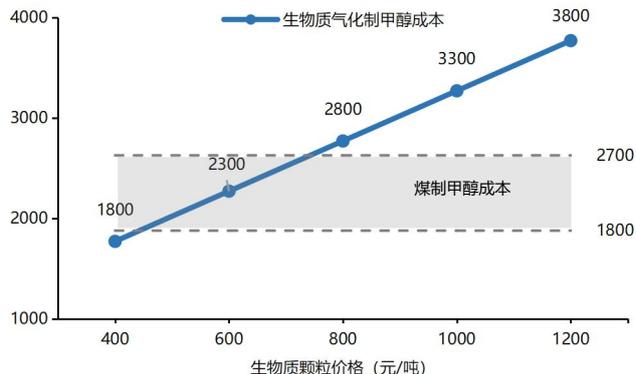
资料来源: 胡宏姣. 《生物质制备绿色甲醇的可行性探讨》[J/OL]. 《天津化工》:1-5[2024-11-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1201.TQ.20241030.1436.002.html>, 舒斌、范茂林等《CO2 加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J]《电力科技与环保》2024 年第 40 卷第 2 期: 191-197, 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所测算

图13: 生物质气化制绿色甲醇成本结构



资料来源: 胡宏姣. 《生物质制备绿色甲醇的可行性探讨》[J/OL]. 《天津化工》:1-5[2024-11-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1201.TQ.20241030.1436.002.html>, 舒斌、范茂林等《CO2加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024年第40卷第2期:191-197, 国际可再生能源署,《岚泽大丰港年产30万吨绿色甲醇项目初步设计》江苏省公共资源交易资源网,江苏新曹农场有限公司中标结果公示,内蒙古得耳布尔森公司购置生物质颗粒公告,国信证券经济研究所测算

图14: 生物质气化制绿色甲醇成本随生物质原材料价格变化曲线



资料来源: 舒斌等,《碳中和目标下推动绿色甲醇发展的必要性分析》[J],《化工进展》,2023年第42卷第9期:4471-4478.,国信证券经济研究所测算

绿色甲醇制备成本—生物质制甲烷再制甲醇路线

生物质制甲烷再制甲醇目前成本为 3400-4200 元/吨, 远期不具备发展优势。生物质发酵制甲烷并进一步制备甲醇的路线在制备得到甲烷后工艺流程与天然气制甲醇一致。据国际可再生能源署计算, 基于生物质制甲烷再制甲醇的成本将在天然气制甲醇成本的基础上增加 377 美元/吨, 折合人民币约 2700 元/吨。而天然气制甲醇的成本为 100-200 美元/吨, 即生物质制甲烷再制甲醇的成本为 3400-4200 元/吨。

生物质制甲烷再制甲醇的成本同样主要取决于生物质原材料的价格, 但是由于生物质自然发酵缓慢及占地面积过大等问题, 未来新增产能规模有限。

不同技术路线成本与目前甲醇价格对比 (考虑碳排放成本)

传统路线制备甲醇将面临高昂碳价格, 绿色甲醇成本优势显著。棕色/黑色甲醇 (煤制甲醇) 的碳排放量高, 每吨生产 1 吨甲醇需排放 3 吨二氧化碳。据《中国能源体系碳中和报告 2060》预测, 2030 年碳排放权价格将缓慢上涨至 300 元/吨, 对应煤制甲醇成本将上升 900 元/吨, 届时棕/黑色甲醇生产成本可能上升至 2700-3600 元/吨。在 2030 年以后碳价格还会加速上涨, 最终于 2060 年达到 1300 元/吨, 对应煤制甲醇的平均成本将上升 3900 元/吨, 因此中远期考虑碳价格的影响, 绿色甲醇的成本优势显著。

表8: 不同技术路线制绿色甲醇成本对比 (元/吨)

	生物质气化	生物质制甲烷制甲醇	电制甲醇	生物质耦合绿氢制甲醇	煤制甲醇
目前	3800 左右	3400-4200	4500-4600	3500-3600	1800-2700
远期	2300 左右	占地面积大, 制甲烷耗时较长, 发展受限	2100-2200	1900-2000	2700-3600 (碳价格按 300 元/吨计)

资料来源: 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理与测算

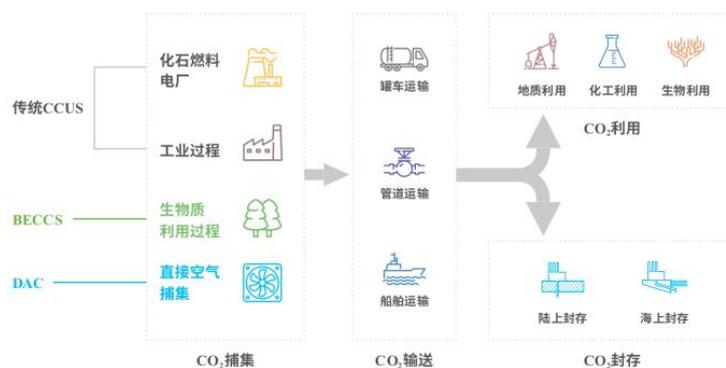
绿色甲醇的四种生产路线中，电制甲醇和生物质耦合绿氢制甲醇未来空间广阔，成本下降趋势明显，其中电制甲醇有望成为主流路线。

一、电制甲醇目前成本较高，但远期降本空间较大，在我国的监管环境，其碳源主要为火电厂捕集的二氧化碳，供应量充足，未来可能成为主流技术路线。

如果当前我国甲醇消费量全部由电制甲醇供应，可消耗二氧化碳 1.4 亿吨（减排效应）。每制备 1 吨绿色甲醇需要消耗 1.38 吨二氧化碳，随着电制甲醇产能逐步取代传统产能，将带动超过 1.4 亿吨的二氧化碳需求。

从二氧化碳资源高效利用的角度来看，目前我国 CCUS 示范项目的二氧化碳利用方式主要以地质利用为主，少部分进行埋藏封存。随着碳捕获规模的扩大，二氧化碳需求少于碳捕集规模的问题会日益显著，而二氧化碳的运输和封存均需要投入成本，如果扩大二氧化碳转化为高价值化学品的规模，则可以在节约 CCUS 成本的同时为企业创造利润。

图15: 我国 CCUS 技术路线



资料来源：张贤等.《中国二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）年度报告（2023）》[R]. 2023年，国信证券经济研究所整理

若我国甲醇消费全部由电制甲醇供应，对应绿氢需求量为 2100 万吨左右，相当于目前我国绿氢产量的 41 倍，对应于绿电的需求为 1 万亿千瓦时，相当于 2023 年全国新能源发电量的 68%，这将推动我国绿氢产业和新能源发电的发展。截至 2024 年 11 月，我国已规划建设超过 400 个绿氢项目，绿氢产能总规划超过 800 万吨/年。

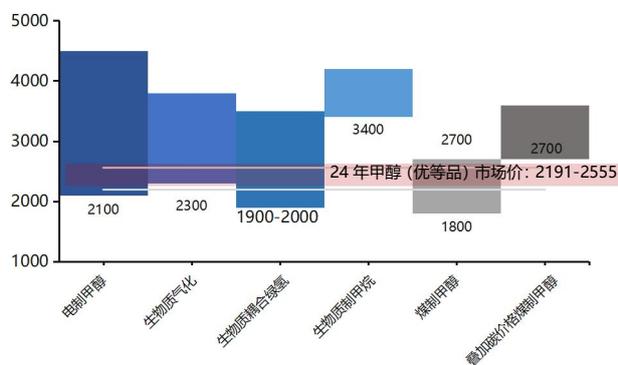
二、生物质气化路线成本主要取决于生物质颗粒的价格，由于生物质资源具有地域分布分散和供应受季节变化影响，目前来看该技术路线的成本下降空间和产能增长空间较为有限。

三、生物质耦合绿氢制甲醇能够实现资源的高效利用，未来成本下降趋势明显。但制备过程同时包含生物质气化和电解水制氢的环节，占地面积和投资金额较高。

2024 年我国甲醇（优等品）的价格为 2191-2555 元/吨，平均价格为 2336 元，远期来看绿色甲醇有一定盈利空间。

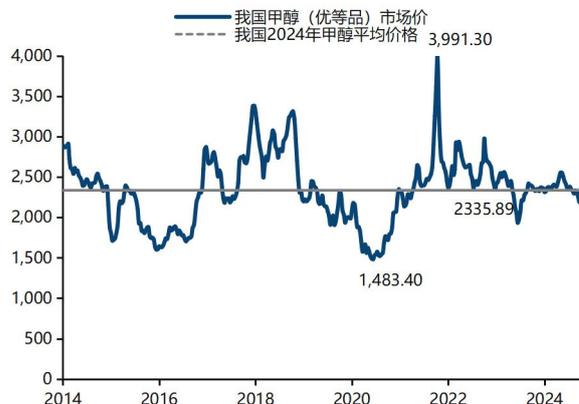
四、生物质制甲烷再制甲醇的技术路线的劣势在于占地面积大、生物质发酵制甲烷的耗时长，限制了其大规模应用。

图16: 不同技术路线制绿色甲醇成本区间



资料来源：国际可再生能源署，舒斌等，《碳中和目标下推动绿色甲醇发展的必要性分析》[J].《化工进展》2023年第42卷第9期：4471-4478.，舒斌等《CO₂加氢制绿色甲醇的成本测算及预测》[J].《电力科技与环保》2024年第40卷第2期：191-197.，国信证券经济研究所整理与测算

图17: 2013-2024年我国甲醇（优等品）市场价



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

绿色甲醇储运

甲醇储运条件较为温和。甲醇在常温常压下为液体，具有易燃和易挥发的特性，具有毒性。根据我国《危险物品名表》（GB12268-2012），甲醇属于第3类易燃液体，危险等级为III。甲醇的储运应选用复合标准的密封式容器，材质应耐高温、耐压。因为甲醇常温常压下为液体，因此储运时不需要保持低温或加压，储运条件较为温和。

甲醇储存技术难度低，规模大。工业多使用金属储罐存储甲醇，单缸容积可达1-2万立方米，最大储量可达1.4万吨。同时甲醇本身对碳钢几乎没有腐蚀性，仅需要对储罐内壁做基本防腐处理以避免甲醇中存在的水份和杂质对储罐的腐蚀。

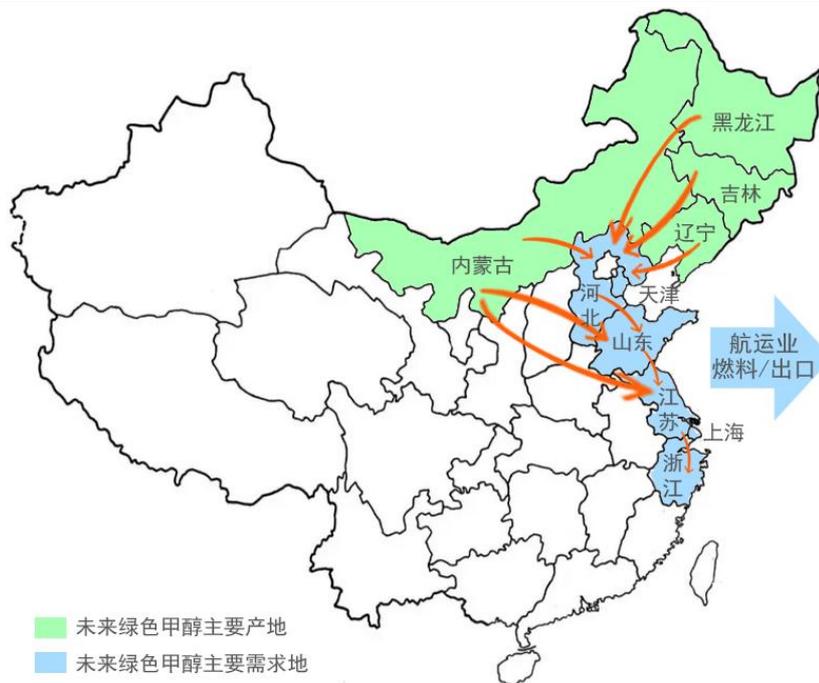
现阶段我国甲醇运输以公路汽车运送为主，运输费用约为0.24元/吨/公里左右。我国甲醇的运输方式包括公路、铁路、水路和管道运输。汽车运输具有方便灵活的特点，是我国甲醇主要的运输方式。参考从内蒙古鄂尔多斯运输甲醇至山东东营的路线计算甲醇的运输费用。根据隆众资讯数据，2024年8月甲醇的公路罐车运输费用为240元/吨，折合约0.24元/吨/公里。水路运输则多用于将甲醇从天津港、唐山港等运至苏南和浙江的港口。铁路运力有限，企业难以控制运输时间和运输量，并不是我国甲醇运输的主流方式。管道运输目前还处于规划和设计方案，未来或可成为长距离输送甲醇的有效解决方案。

绿色甲醇陆上生产地和消费地距离500-3000公里之间，公路汽车运输的费用为120-720元/吨。绿色甲醇的制备依赖生物质资源或风能和太阳能，丰富的生物质资源和风光资源为绿色甲醇的生产提供便利条件，就地发展一体化战略是未来绿色甲醇行业的主要发展方式，因此未来绿色甲醇产能将主要分布于我国西北、华北和东北地区。

但甲醇的不同下游产业多分布于东部地区，在航运燃料的应用场景中，绿色甲醇的主要消费地点在东部沿海港口，用于甲醇燃料船舶的加注和出口。我国目前甲醇最大的需求领域甲醇制烯烃产能也多分布于东部经济发达地区。

绿色甲醇从北方的风光基地运输至山东地区的运输距离约为 500-1000 公里，运输成本约 120-240 元/吨，运输至江苏地区距离约为 1500-1800 公里，运输成本约为 360-432 元/吨，运输至浙江地区距离约 1900-2300 公里，运输成本约 456-552 元/吨。

图18: 我国未来绿色甲醇贸易方向



资料来源：北极星电力网，国家能源报，国信证券经济研究所整理（根据绿色甲醇上下游产业链地理位置绘制）

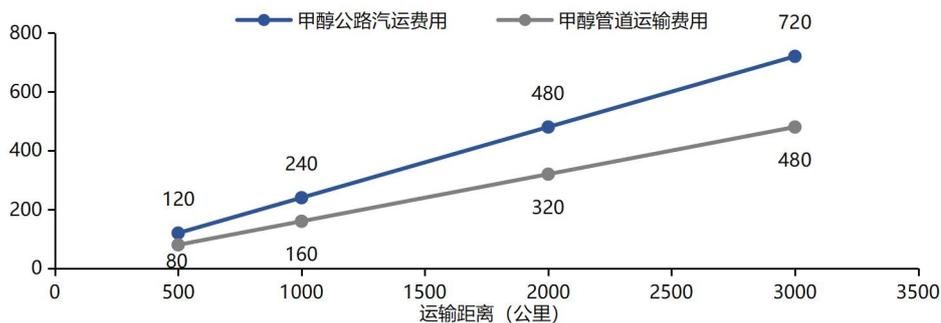
管道运输或可成为未来长距离输送甲醇的有效解决方案。目前我国甲醇在长距离运输时存在费用偏高、运力不足和受天气路况等因素影响较大的问题，而管道运输可以保证甲醇长周期、安全稳定的输送，成本有望低于公路运输。

甲醇管输可利用原油等管道，成本约为 0.16 元/吨/公里。甲醇属于易输送介质，在输送过程中对管材设施的腐蚀性较小，不需要内防腐，并且输送过程中不需要保温设施，可利用原油等管道改输甲醇。参考我国成品油的输送费用，根据不同的地理环境，一般为 0.14-0.17 元/吨/公里，取平均值 0.16 元/吨/公里，在 500-3000 公里范围内运输费用为 80-480 元/吨。

目前国际上已有成功通过管道运输甲醇的案例。加拿大的一条甲醇运输管道由原油输送管道改造而来，管道全长 1146 公里，甲醇输送能力 4000 吨/天。位于加拿大的另一台管道由液化石油气输送管道改造，全长 3000 公里，甲醇输送能力 4000 吨/天。

我国也在积极探索甲醇管道运输的可行性。例如 2021 年 5 月中煤鄂尔多斯能源化工有限公司甲醇技改项目配套管道工程成功投产，成为我国首条甲醇制烯烃的长输管道，该管道全长 52 公里，设计压力为 2.5Mpa。但目前甲醇管道运输技术和经验还比较匮乏，尚未形成运输标准规范，距大规模和长距离运用还有较长时间。

图19: 绿色甲醇运输距离与成本关系



资料来源: 隆众资讯, 刘伟 等. 《中煤龙化化工公司管输甲醇的费用测算及与汽运的经济性比较》[J]. 《化工管理》2014 年第 9 期:10-11., 国信证券经济研究所测算

绿色甲醇应用前景

一、航运燃料

甲醇作为一种清洁替代能源，将燃料领域发挥重要作用。目前我国 20%的甲醇消费用作燃料，未来有希望大幅提升。目前全球 80%的能源消费仍然通过煤炭、石油和天然气燃烧获取，甲醇是全球公认的清洁能源。

甲醇是一种无色、透明、易挥发的易燃液体。作为燃料使用有如下特点：

- (1) 甲醇的理论热值为 19.83 MJ/kg, 约为传统燃油理论热值的一半(42.5MJ/kg)；
- (2) 与传统燃料相比，醇类燃料燃烧时排气颜色清淡，**颗粒排放较少**；
- (3) 甲醇的含氧量高（50%），有利于燃料的完全燃烧，仅产生水和二氧化碳，**一氧化碳和碳氢化合物的排放降低**；
- (4) 甲醇的辛烷值远高于汽油，因此具有较好的**抗爆性**（辛烷值是表示燃料抗爆性能的性能的参数，其数值越高，抗爆性能越好）；
- (5) 甲醇自燃温度较高，因此与汽油和柴油相比在使用过程中**更加安全**；
- (6) 甲醇具有汽化潜热大，**火焰传播速度快**等特性；
- (7) 与汽油和柴油相比，甲醇可与水无限混溶，且对海洋生物来说致死浓度比柴油高 240 倍，比汽油高 1900 倍，因此**泄露后不会污染环境**；
- (8) 甲醇在常温常压下为液体，与天然气相比**更易储存和运输**，而且甲醇的闪点比液化天然气低得多，具有**更高的安全性**。

表9: 各种燃料特性的比较

种类	低热值 (MJ/kg)	体积能量密度 (GJ/m ³)	储存压力 (bar)	储存温度 (°C)	辛烷值	自燃温度 (°C)
甲醇	19.9	15.8	1	20	110	465
二甲醚 (DME)	28.9	19.2	5	20	20	235
液化天然气 (LNG)	48.6	20.8	1	-162	130	590
压缩天然气 (CNG)	48.6	9	250	20	130	732
液氨	18.6	11.5	1-10	-34(1 bar); -20(20 bar)	110	800
液态氢	120	8.5	1	-253	>130	571
压缩氢气	120	4.7	700	20	>130	500
汽油	43.4	32	1	20	88-98	257
柴油	42.8	36.6	1	20	20-30	220-260
锂离子电池	0.4-1	0.9-2.4	1	20	-	150

资料来源: Vancoillie J. et al. 《Comparison of the renewable transportation fuels, hydrogen and methanol formed from hydrogen, with gasoline—Engine efficiency study》[J]. 《International journal of hydrogen energy》, 2012, 37(12): 9914-9924. 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理

欧盟通过碳关税政策促进航运燃料市场使用绿色甲醇

航运业脱碳迫在眉睫, 绿色甲醇是首选替代燃料。航运业占据全球贸易总量的 80% (联合国《2023 年海运评述》), 目前航运燃料依赖柴油和汽油, 相关温室气体排放量占比全球 3%。国际海事组织将航运业零碳排放的时间节点从本世纪末提前至 2050 年, 并于 2030 年将总排放量减少至 2008 年的 70%-80%, 于 2040 年减少至 30%。

可再生能源载体是航运业脱碳的必由之路。可再生能源载体包括甲醇、液氨、液化天然气、液氢和压缩氢气、电池等。除了甲醇之外, 其他载体均有明显短板: 液化天然气 (LNG) 仍然存在碳排放量偏高的问题, 而且为了使天然气处于液态需要制冷设备, 燃料所占体积较大。液氨在大功率、低速船用发动机应用技术上成熟度较低, 液化氢气和压缩氢气面临储运风险较高和储存过程能耗大, 因此在短时间内都不能实现大规模应用。电池当前已经大量用于客车和轻型车辆, 但是其能量密度较低, 要将其用于远距离海上运输还具有挑战性。

与其他可再生能源载体相比, 甲醇具有诸多优势:

(1) **环境效益。**绿色甲醇燃烧后与柴油和汽油相比可减少 99% 的硫氧化物, 60% 的氮氧化物和 95% 的颗粒物, 88% 的二氧化碳排放量, 并且在制备-燃烧全生命周期内实现极低碳排放甚至零碳排放。随着航运行业政策收紧, 营运船舶势必要增加绿色甲醇的使用量以达到相关碳排放要求。

(2) **成本优势。**尽管目前绿色甲醇的购买成本高于柴油, 热值也仅有柴油的约一半, 但从环境监管的角度考虑, 达不到减排标准的船将被停运, 给船舶及航运公司带来高额损失。另外即将加入欧盟排放交易计划的海运可能导致柴油的使用成本增加。在政策影响下未来绿色甲醇的综合成本将低于柴油。

(3) **可用及便利性。**据全球甲醇行业协会统计, 2024 年全球约有 122 个港口可以供应甲醇, 绿色甲醇生产及运输储存装置也在大量部署中。另外基于甲醇的化学特性, 仅需对目前的加注装置进行稍加改装即可用于甲醇的加注。储存方面由于甲醇是液体, 可以直接储存在之前的柴油储罐中, 无需配备制冷或加压装置等。综上, 大部分港口都有完善的储存和加注设备。

(4) **技术成熟。**在运营船舶方面, 甲醇燃料动力船舶技术已经成熟, 经过多年商业化的考验已经具有市场化发展的能力。

(5) **安全性。**甲醇与水可以无限互溶, 生物降解速度快。瓦锡兰公司为甲醇发动

机及其相关的燃料处理和储存系统制定了安全概念用以保证甲醇作为船舶燃料的使用安全。

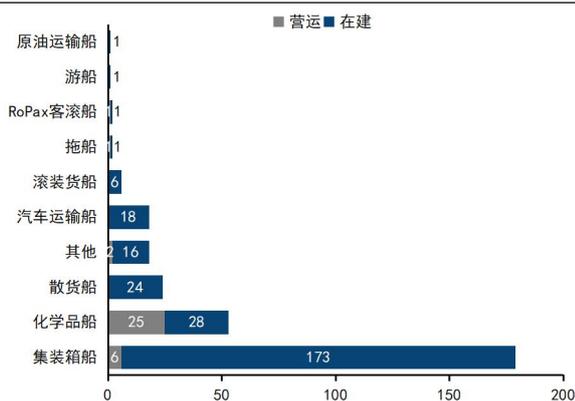
(6) 绿色甲醇作为航运的低碳替代燃料，已经具备全球范围内营运条件。2019年，国际海事组织货物与集装箱运输分（CCC）委会第6次会议上正式通过了《甲醇/乙醇燃料船舶安全临时导则》。2020年，海上安全委员会（MSC）第102届会议批准了《甲醇/乙醇燃料船舶安全暂行指南》，确立了甲醇作为船用燃料的目标、功能要求和规定。早在2017年，中国船级社就发布了《船舶应用替代燃料指南》，其中第一篇即为甲醇/乙醇部分。2020年我国交通运输部海事局年委托中国船级社开展甲醇燃料动力船舶相关技术研究，启动了甲醇船舶技术法规的研究和编制工作。2022年，中国船级社发布了《船舶应用甲醇/乙醇燃料指南》，绿色甲醇作为低碳航运燃料推广已具备良好的政策环境。

全球航运业对甲醇燃料消费比例基数较低，不足1000万吨。2023年全球共有2.88万艘5000总吨以上国际航行船舶，共消耗燃料2.13亿吨，其中重质燃料油，轻质燃料油及船用柴油等化石燃料占比94.65%，其他燃料如液化天然气、甲醇等占比5.35%。

国际海事组织认为甲醇有望成为全球第四大航运燃料，2050年航运业对绿色甲醇的需求量有望达到1.9亿吨。为了在2040年达到国际海事组织设定的减排70%的目标，至少约全球三分之一吨位的船舶需要使用可替代燃料，每年近半数的新造船舶应使用替代燃料。根据国际海事组织预测，至2050年，传统化石燃料市场份额将减少到15%，而绿色甲醇的使用率将逐步上升至42%，每吨柴油对应约2.1吨的绿色甲醇，到2050年航运业对绿色甲醇的需求量有望达到1.9亿吨。

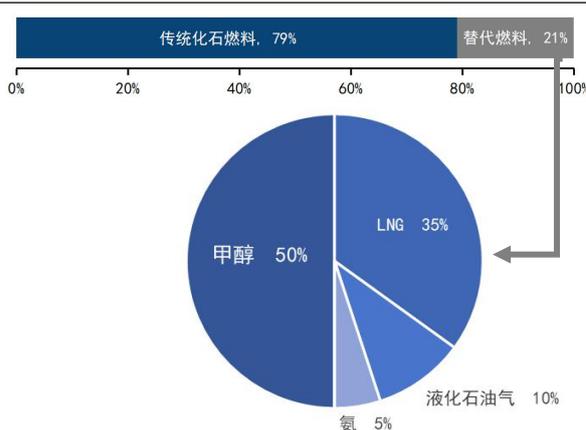
截至2024年6月，全球共有35艘甲醇动力船舶营运，订单量达到269艘。在过去12个月中，全球船舶订单中约有21%使用替代燃料，而在这些船舶中有半数以甲醇为燃料，这个比例预计还会大幅上涨。

图20: 全球甲醇船舶在营运及订单数



资料来源：挪威船级社，国信证券经济研究所整理

图21: 2023年6月-2024年6月全球船舶新增订单燃料分布



资料来源：挪威船级社，国信证券经济研究所整理

航运巨头马士基、嘉吉和达飞也是甲醇燃料船舶的积极推动者。马士基于2021年7月签订了全球首艘甲醇燃料集装箱订单。2021年8月，马士基又签署了12艘甲醇燃料集装箱船建造合同。嘉吉从日本常石造船厂订购的2艘散货船，法国达飞从大连造船厂订购的6艘大型集装箱船都采用了双燃料模式，以甲醇作为替代燃料。

我国航运业积极推动甲醇燃料船舶的使用。2019年9月，国内首艘甲醇燃料动力船“江龙号”下水。该船增加了甲醇和空气的混合装置、甲醇控制单元、甲醇燃料供给系统等设备，采用双燃料的模式航行。在该模式下“江龙号”的碳排放可以减少50%-70%。中远海运也订购了12艘甲醇动力远洋集装箱货运船，绿色甲醇的需求量为100万吨/年。另外东海安和从芜湖造船厂订购的8艘化学品船为双燃料模式，用甲醇作为燃料提供动力。

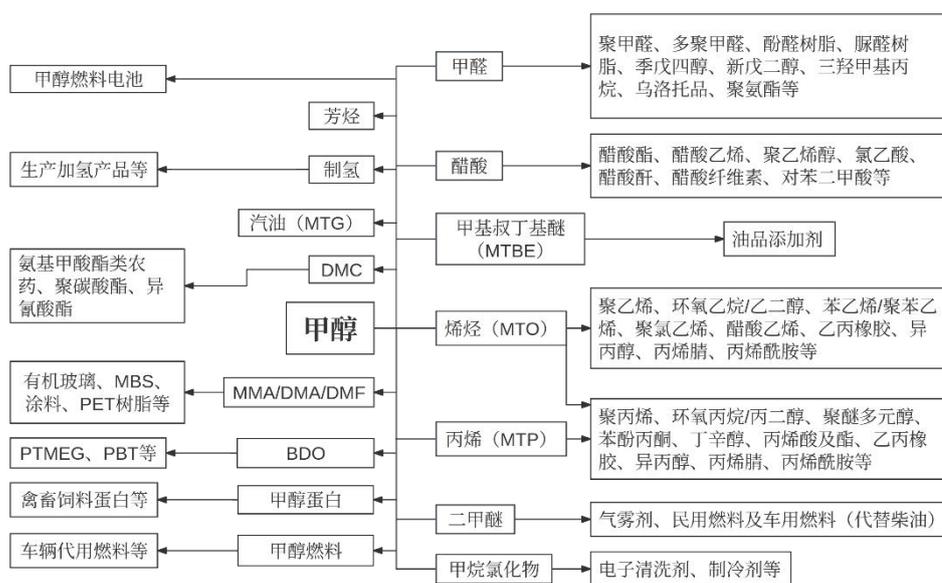
根据Ship&Bunker计算，目前甲醇船舶的订单量对应672万吨/年的绿色甲醇需求，大多数船舶预计于2025年下水，因此绿色甲醇的需求将在2025年开始释放并预计快速扩大。预计到2030年全球每年至少有2000万吨的绿色甲醇需求，并且还将持续上升，占船用燃料的10%左右。

二、化工原料

绿色甲醇将逐步替代现有甲醇产能。短期内，绿色甲醇的需求量增长主要源于其在燃料领域的应用，尤其是国际航运业。但从长期角度来看，由于甲醇是重要的化工原料之一，绿色甲醇在化工领域的需求仍占主导地位。

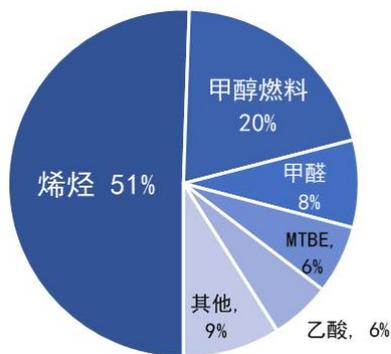
甲醇是应用最广泛的四大基础化学品之一，2023年我国甲醇下游应用的前三位分别为烯烃（50.5%），甲醇燃料（20.0%），甲醛（8.0%）。全球甲醇应用分布来看，甲醛制取占比达到27%，烯烃制备占到20%。每年合计消费量超过1亿吨。

图22：甲醇下游产品链示意图



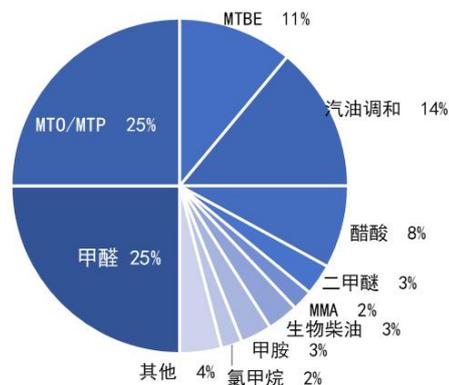
资料来源：汪寿建.《大型甲醇合成工艺及甲醇下游产业链综述》[J].《煤化工》2016年第44卷第5期:23-28.，国信证券经济研究所整理

图23: 2023年中国甲醇下游消费占比



资料来源: 王明. 《2023年国内甲醇产业发展现状及展望》[J]. 《现代化工》2024年第44卷第5期: 15-20., 国信证券经济研究所整理

图24: 2023年全球甲醇下游消费占比



资料来源: 国际可再生能源署, 国信证券经济研究所整理

表10: 2023年中国甲醇下游消费占比

下游应用	占比 (%)	下游应用	占比 (%)
烯烃	50.5%	二甲醚	1.5%
甲醇燃料	20.4%	氯化物	1.3%
甲醛	8.1%	DMC	0.9%
MTBE	6.3%	DMF	0.9%
醋酸	5.6%	MMA	0.5%
BDO	2.3%	MTG	0.1%
甲醇制氢	1.6%		

资料来源: 王明. 《2023年国内甲醇产业发展现状及展望》[J]. 《现代化工》2024年第44卷第5期: 15-20., 国信证券经济研究所整理

制备烯烃: 甲醇通过 MTO 技术制备烯烃是我国甲醇下游最大规模的应用场景, 通过催化转化生产乙烯、丙烯等低碳烯烃。这些低碳烯烃是基本有机化工原料, 广泛应用于塑料、含氧化合物、精细化学品等产品的生产。

制备甲醛: 甲醛是甲醇的重要衍生物, 广泛应用于胶黏剂、涂料、树脂等领域。基于甲醛制备的化学品具有不同的特性使之可应用于不同的应用场景。例如甲醛与尿素反应生成的脲醛树脂胶粘剂具有粘结力强、耐水性好等优点, 因此在木材加工和家具制造等行业占有重要地位。而基于甲醛和醇酸树脂制备的醇酸甲醛树脂涂料表现出优异的附着力和稳定性, 被用于建筑外墙和金属表面的涂饰。另外, 由甲醛和苯酚反应制备的酚醛树脂具有良好的耐热性、绝缘性及高的机械强度, 常被用在电子、电器等领域。

其他: 甲醇还能够用于制备醋酸、甲胺和甲酸甲酯等。醋酸是常见的甲醇下游产品, 在化工、食品和医药领域得以广泛应用。利用甲醇和一氧化碳经催化制备醋酸反应条件温和且产品纯度高。甲胺用于制备染料、药物等化学品, 是医药和染料行业的关键性原料, 甲酸甲酯能够用于制备香料和涂料。

化工行业对甲醇的需求量巨大, 目前煤制甲醇的碳排放极高。 随着政策推动和技术降本, 我们预期绿色甲醇将会逐步取代现有甲醇产能。现有的煤制甲醇产能以较低的改造成本升级为绿色甲醇产能。

煤制甲醇和生物质制甲醇以及电制甲醇的工艺流程中，均是利用催化剂将一氧化碳和氢气或二氧化碳和氢气转变为甲醇粗产品，然后对粗产品进行精馏提纯得到产品级甲醇，因此在不同的工艺中，合成气压缩单元，甲醇合成单元和甲醇精馏单元基本一致。

三、汽车燃料

甲醇燃料是汽车领域减碳及缓解油气供应紧张的重要举措。交通行业是全球高能源消耗和高碳排放的领域。我国汽车行业占汽油总消耗量的 92%，占柴油消耗量的 75%。我国每年由汽车造成的碳排放超 9 亿吨，占整个交通运输业的 85%。

在燃料供应方面，我国石油和天然气高度依赖进口，2021 年分别达到 72%和 46%，是世界上最大的石油和天然气进口国，大力发展替代燃料是解决能源安全的重要举措。目前，甲醇燃料包括 M15、M85 和 M100，甲醇的比例分别为 15%、85%和 100%。

甲醇汽车的碳排放优势明显，配套设施改造成本小。当前同型的甲醇汽车、燃油车、氢能源汽车和电动汽车的综合百公里碳排指数分别为 4、21.2、37.7 和 12.1kg。配套设施上，甲醇加注站的改造成本较小，降低了推广甲醇汽车的阻力。与电动车相比，甲醇汽车的回收处理成本较低，其结构与燃油汽车类似，报废处理体系已经成熟，不存在二次污染的问题。

政策支持力度大，各地推动甲醇汽车试点工作。2019 年，国家发改委等八部门发文大力推广甲醇汽车的普及。2021 年，工信部印发的《“十四五”工业绿色发展规划》中指出 大力发展和推广新能源汽车，促进甲醇汽车等替代燃料汽车推广。

地方政府也积极推动甲醇汽车的应用，2018 年西安市人民政府发布《西安市鼓励甲醇汽车产业发展若干政策》，鼓励各级行政事业单位和公共服务机构优先采购甲醇汽车，统筹加油站与 M100 甲醇加注站建设规划。2020 年山西省工信厅、省发改委等十二部门发布《加快推进甲醇汽车产业发展和全省推广应用的实施方案》，提供甲醇汽车的产能，在出租车和网约车领域推广甲醇汽车并建成 M100 甲醇加注站 100 座以上。

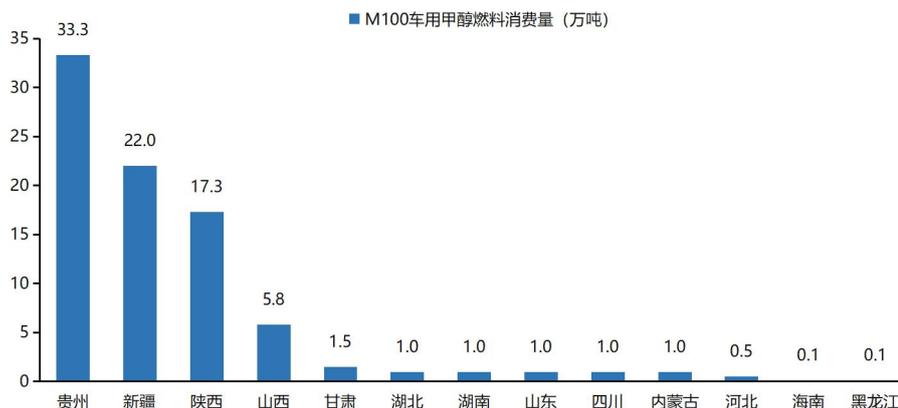
近年来，在政策和市场资源的支持下，甲醇汽车产业先后在多个地区如山西、上海、陕西、贵州、甘肃开展试点工作，试点车辆包括重型卡车、乘用车和厢式货车。

我国甲醇汽车技术储备处于世界领先水平。目前吉利、东风等国内整车制造企业通过自主研发已掌握了甲醇燃料供应系统、低温启动系统、耐醇/耐腐蚀性部件构造、低摩擦等关键技术和工艺，具备甲醇汽车自主开发能力。

自 2005 年以来，吉利汽车在甲醇领域的研发投入已超过 30 亿元，累计获得了 200 余项技术专利，在商用、乘用车领域共计开发了 20 余款甲醇燃料汽车，如 2022 年 6 月上市的第 4 代帝豪醇电混动版。

2022 年中国甲醇燃料汽车的生产量达到了 14.2 万辆，较 2018 年增长了 19.3%；甲醇燃料汽车销售量达 13.7 万辆，较 2018 年增长 18.1%；全国甲醇燃料汽车市场保有量达 50.5 万辆，较 2018 年增长 22.9%。2022 年中国甲醇燃料汽车的消费量达到了 100.4 万吨，其中 M100 甲醇燃料消耗量为 85.6 万吨，贵州省消耗 33.3 万吨位列第一，主要原因是该地区为 M100 甲醇出租车保有量最多的省份。

图25: 2022 年我国各地 M100 车用甲醇燃料消费情况



资料来源: 高志斌 等. 《车用替代燃料甲醇在中国的发展状况》[J]. 《石油化工技术与经济》2023 年第 39 卷第 5 期: 1-4., 国信证券经济研究所整理

我国甲醇汽车短期发展缓慢，长期发展空间富足。尽管甲醇汽车在试点城市的推广初见成效，但还面临一些问题：甲醇加注站的规模较小，分布不够广泛；在发动机耐腐蚀性，燃料效率和排放控制等方面的技术需要进一步优化；绿色甲醇目前的产能有限且成本较高，增加了用车成本，影响了甲醇汽车的市场竞争力；各地政策差异较大，缺乏统一协调，短时间内难以大规模推广普及。但从长远角度看，甲醇汽车的需求将日益增长，产业链将协同发展，发展空间巨大。

三、储能/储氢载体

风电/光伏蓬勃发展，绿色甲醇为长时储能提供方案。我国风电和光伏产业近年来取得了长足发展，但是由于其具有随机性、间歇性和波动性等特点，电力供给端和需求端存在空间及时间的失配，导致我国每年弃电达到 500 亿 kWh。为了合理运用绿电，实现削峰填谷，风电和光伏产业的发展必须配备长时储能的方案，绿色甲醇为实现可再生能源的长时储能提供了有效途径。我国电解水制氢技术已经相对成熟，将绿氢与二氧化碳反应制备得到甲醇可以很好地解决这一问题。甲醇在常温下是液体，其安全性与汽油相当，便于通关管道、海运等途径进行长距离运输。同时甲醇可作为燃料直接燃烧发电或者通过甲醇燃料电池将化学能转变为电能，实现长时储能。

与电化学储能相比，绿色甲醇在长距离和长时间的储能上具有显著优势，因为其能量密度大于电池，且不存在能量自耗散，可实现跨季节和跨地区的能量转移。10 万吨的甲醇生产可以消纳 700MW 的绿电，节约 30 万吨燃煤并减少 14 万吨二氧化碳的排放。

甲醇还是氢能的载体。氢能是我国大力发展的可再生能源的重要组成部分，绿色甲醇可作为氢能载体解决氢能储存和运输的安全性及成本性问题。甲醇中储氢密度达 13%wt，是液氢的两倍。在水存在的条件下，利用甲醇重整制氢技术已经十分成熟，可实现氢气的迅速转化和释放。

绿色甲醇产业发展现状

在航运业对绿色甲醇需求火热及传统甲醇产能面临绿色转型的背景下，海外及我国范围内的公司纷纷布局绿色甲醇项目。

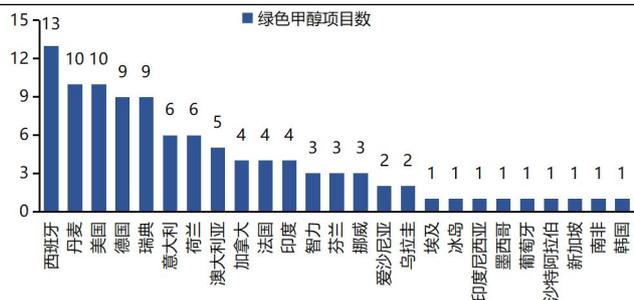
全球绿色甲醇项目

据国际组织甲醇协会与芬兰公司 GENA Solutions Oy 合作统计，截至 2024 年 6 月 27 日，海外规划绿色甲醇项目共有 102 个，合计规划产能约 1327 万吨/年。大多数项目还在研究和规划阶段，建设和已经投产的项目较少。运营中的项目有 11 个，建造中的项目有 5 个，规划中的项目有 13 个，公布或可研阶段的项目有 73 个。

按照项目地所在国家划分，西班牙、丹麦和美国是海外国家中布局绿色甲醇最多的三个国家，项目数分别为 13、10 和 10。从绿色甲醇的规划产能分布看，美国、西班牙和澳大利亚是规划产能最多，分别为 289.9 万吨/年、120 万吨/年、91.8 万吨/年。

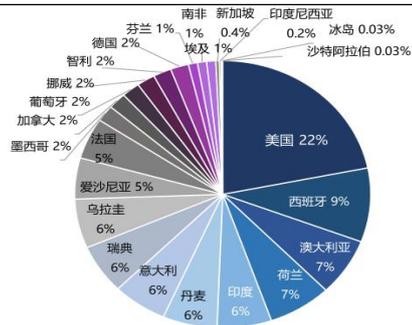
从技术路线来看，电制甲醇的项目总数占 63%，产能占 60%。而生物质制甲醇的项目总数占比为 37%，产能占比为 40%。

图26: 海外绿色甲醇项目数地理位置分布情况



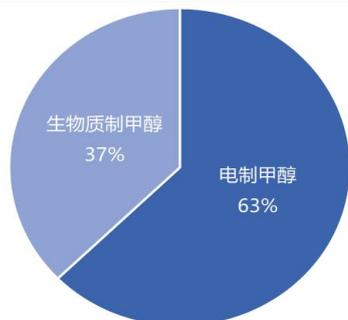
资料来源：国际甲醇协会， GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

图27: 海外绿色甲醇规划产能地理位置分布情况



资料来源：国际甲醇协会， GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

图28: 海外绿色甲醇规划项目数技术路线分布情况



资料来源：国际甲醇协会， GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

图29: 海外绿色甲醇规划产能技术路线分布情况



资料来源：国际甲醇协会， GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

海外布局绿色甲醇的主要公司

HIF Global 公司成立于 2016 年，致力于为用户提供清洁燃料生产等相关服务。该公司在美国、智利、澳大利亚、德国都开设了办公点及工厂，与保时捷、西门子、庄信万丰、出光兴产等多家企业都建立了合作关系。

表11: HIF Global 公司绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
智利	电制甲醇	0.1	投产
智利	电制甲醇	17.4	规划
美国	电制甲醇	140	规划
乌拉圭	电制甲醇	70	公布或可研
澳大利亚	电制甲醇	21	公布或可研

资料来源：国际甲醇协会，GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

OCI Global 公司是氮气、甲醇和氢气产品的全球生产商和分销商，是世界第三大氮肥制造商、第五大甲醇制造商。OCI Global 是全球航运巨头马士基的合作伙伴，为公司第一艘绿色甲醇燃料船舶的首航提供绿色生物甲醇。此外，OCI Global 还签署了一项承购合同，从 2024 年开始在鹿特丹港为其新造甲醇双燃料集装箱支线船供应绿色甲醇。

表12: OCI Global 公司绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
荷兰	电制甲醇	15	公布或可研
荷兰	生物质气化制甲醇	45	公布或可研
美国	生物质气化制甲醇	20	投产
美国	生物质气化制甲醇	20	规划中

资料来源：国际甲醇协会，GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

ReNew Energy Global 公司是印度首家在纳斯达克上市的绿色能源企业。该公司于 2011 年成立，并在当年 9 月得到高盛的注资，积极参与印度的光伏、绿色氢基能源等产业，与多家亚洲公司进行了合作，包括日本电力公司 JERA、思拓新能源（Sol-bright）、马来西亚 Gentari 等。

表13: ReNew Energy Global 公司绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
印度	电制甲醇	50	公布或可研
印度	电制甲醇	30	公布或可研

资料来源：国际甲醇协会，GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

ABEL Energy 公司是澳大利亚主要的绿氢绿醇制造商和出口商，成立于 2020 年，目前已与墨尔本港、马士基、Svitzer 等签署了谅解备忘录，并与庄信万丰、蒂森克虏伯进行合作。

表14: ABEL Energy 公司绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
澳大利亚	生物质气化制甲醇	30	规划
澳大利亚	生物质气化制甲醇	30	公布或可研

资料来源：国际甲醇协会，GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

Orsted 公司总部位于丹麦，前身为丹麦石油与天然气公司，于哥本哈根证券交易所挂牌上市，是丹麦最大的能源公司，也是全球最大的海上风电开发商。该公司先后与英国 BP 公司、航运公司马士基、微软公司、越南计划和投资部等进行了合作，其 88% 的能源产品为可再生能源。

表 15: Orsted 公司绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
瑞典	电制甲醇	5.5	建造中
丹麦	电制甲醇	7.5	公布或可研
丹麦	电制甲醇	7.5	公布或可研
美国	电制甲醇	30	公布或可研

资料来源：国际甲醇协会，GENA Solutions Oy，国信证券经济研究所整理

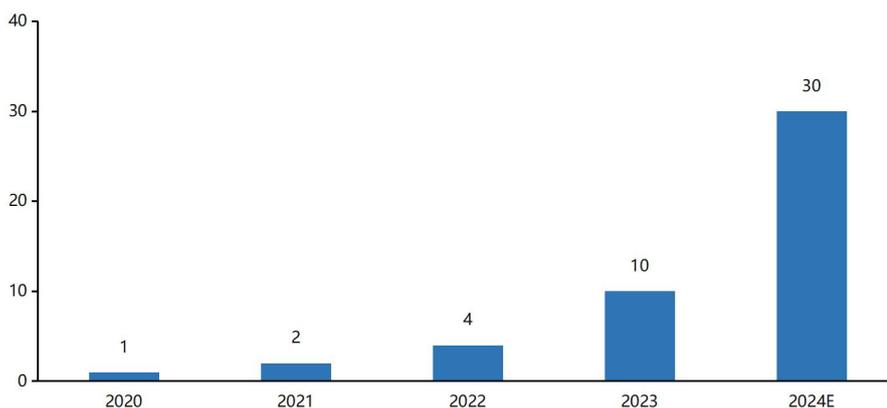
我国绿色甲醇项目

据统计，截止 2024 年 7 月 31 日，我国投产、在建、备案和签约的绿色甲醇项目 78 个，规划总产能超过 2600 万吨/年，另有大量公司已经规划或达成战略合作协议拟共同推进绿色甲醇的生产，项目累计达到 109 个，累计规划产能超过 5037.4 吨（包含远期产能）。目前已建成投产的项目 4 个，累计产能 21 万吨/年。

全球首套规模化（千吨级）合成绿色甲醇示范装置位于甘肃省兰州市，是由中国科学院李灿院士主导推进的示范项目。该项目由太阳能光伏发电、电解水制氢和二氧化碳加氢合成甲醇三个基本技术单元构成，总占地约 289 亩，总投资约 1.4 亿元。2020 年 1 月 17 日，该项目首次试车成功并生产出 60% 的粗甲醇。

2024 年以来国内绿醇项目开始进入批量开工阶段，到 2024 年底预计将有 30 个项目投产和建设，同比增长 200%。

图 30: 我国投产和建设的绿色甲醇项目数



资料来源：人民网，中国石油报，中国日报网，北极星电力网，国信证券经济研究所整理

我国绿色甲醇项目特点

从目前已经投产或备案、签约的项目来看，绿色甲醇项目有以下特点：

一、技术路线以电制甲醇为主。

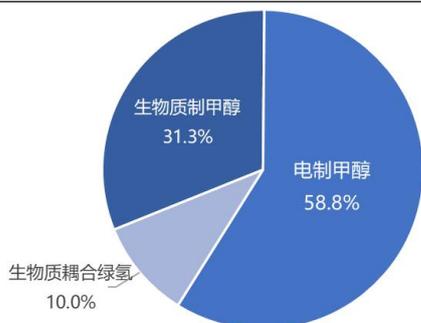
在目前公开技术路线的绿色甲醇项目中，有59%的项目采取电制甲醇的路线，绝大多数项目中的二氧化碳由工业尾气中捕集。此类工艺在欧盟的标准中不属于绿色甲醇。

有31%采取生物质制甲醇的路线，主要以农作物秸秆和林业剩余物为原料，通过生物质气化的途径制备合成气进而制备甲醇，另有极少数项目采用生物质制甲烷制甲醇的路线。

有10%的项目以生物质耦合绿氢的技术路线生产甲醇，即以生物质为碳源与绿氢反应制备甲醇，实现生物基碳源的完全利用和甲醇的产能最大化。

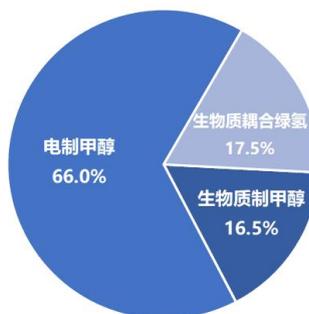
不同技术路线的规划产能分布仍以电制甲醇为主，占比达到66%，生物质制甲醇和生物质耦合绿氢制甲醇的规划产能均为17%。这是因为我国风光资源丰富及风电/光伏产业发展迅速，而生物质资源相对有限。

图31: 我国绿色甲醇项目数技术路线分布情况



资料来源：人民网，中国石油报，中国日报网，北极星电力网，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

图32: 我国绿色甲醇产能技术路线分布情况

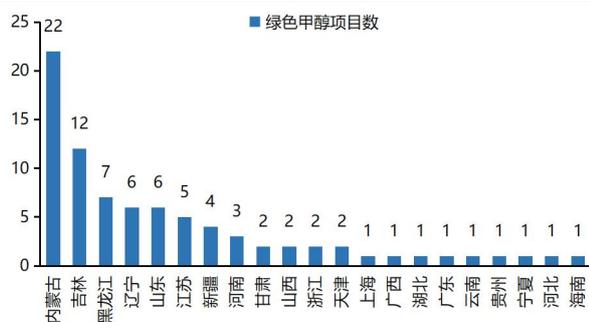


资料来源：人民网，中国石油报，中国日报网，北极星电力网，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

二、地理位置集中在内蒙古和东北。

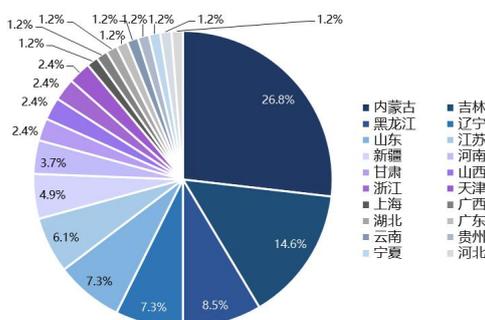
目前已有21个省份布局了绿色甲醇项目，其中内蒙古项目数达到了22项，占比26.8%，东北地区共计25项，占比30.5%，这些省份幅员辽阔、拥有风光资源和生物质资源优势，有利于降低绿色甲醇的生产成本，绿色甲醇也为绿电提供消纳途径。

图33: 我国规划绿色甲醇项目数地理位置分布情况



资料来源：人民网，中国石油报，中国日报网，北极星电力网，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

图34: 我国规划绿色甲醇产能地理位置分布情况



资料来源：人民网，中国石油报，中国日报网，北极星电力网，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

三、项目投资金额较高，占地面积较大。

多数项目的投资金额高达十亿或百亿级别，占地面积在 200 亩以上。对生物质气化制甲醇技术路线来说，生物质储制和气化装置占地面积较大。对电制甲醇技术路线来说，多数项目新建风电/光伏设施以产生绿电，再通过电解水技术制备绿氢，最后再与二氧化碳反应得到甲醇，导致投资金额高和占地面积较大。

四、绿色甲醇项目多分期建设。

一方面是由于投资和土地需要较高，难以一步到位，另一方面是因为目前绿色甲醇行业的发展还具有不确定性，生物质制甲醇和电制甲醇与传统煤制甲醇相比成本不具优势，下游消费端需求还不够明确。

五、政府和企业提前布局大规模绿色甲醇产业。

从最开始示范项目的千吨规划产能开始，后续发展的绿色甲醇项目的规划产能逐步提高，吉利内蒙古液态阳光能源公司绿色甲醇制造项目是全球首个亿吨级绿色甲醇项目，总投资 185.3 亿元，项目一期计划建成产能为 50 万吨的甲醇产线，二期计划实现 500 万吨/年的绿色甲醇产能，远期规划超 1 亿吨。该项目集成创新了二氧化碳和氢气合成甲醇的全流程工艺，具有完全自主知识产权。

我国政策推动绿色甲醇发展，各地政府促项目落地

2019 年 3 月国家工信部、国家发改委、科技部等八部联合发布《关于在部分地区开展甲醇汽车应用的指导意见》，鼓励探索捕获二氧化碳制备甲醇工艺技术及工程化应用。

2021 年 10 月，交通运输部发布了《绿色交通“十四五”发展规划》，鼓励积极探索油电混合、氢燃料、氨燃料、甲醇动力船舶应用。

2021 年 12 月，工信部印发了《“十四五”工业绿色发展规划》，大力发展和推广新能源汽车，促进甲醇汽车等替代燃料推广，推广应用二氧化碳耦合制甲醇技术。

2022 年 3 月，国家发改委、国家能源局印发《氢能产业发展中长期规划（2021-2035 年）》，指出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 年 6 月，科技部会同发展改革委、工业和信息化部等九部门编制《科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022-2030）》，鼓励研究以水、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 年 6 月，国家发改委等部门发布《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023 年版）》，明确了包括煤制甲醇在内的 25 个领域应在原则上于 2025 年底前完成技术改造或淘汰退出。该政策的发布将进一步推动煤制甲醇行业的技术进步和绿色发展，加快了绿色甲醇项目的落地速度。

2023 年 12 月，国家发改委修订发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，《目录》在新能源鼓励类产业的发电互补技术与应用领域，增加了“电解水制氢和二氧化碳催化合成绿色甲醇”。

图35: 国家层面推动绿色甲醇发展的政策文件及主要内容



资料来源：国家发改委，国家能源局，工信部，科技部，国信证券经济研究所整理

各类型企业积极布局绿色甲醇项目

2024年各类企业都加大了对绿色甲醇项目的投资力度，深入布局绿色甲醇领域。目前已经投产和正在推进的绿色甲醇项目的投资者可以分为几类：

第一类是金风科技、中国天楹、明阳智慧能源集团和元鲸能源等新能源企业，通过与各地政府合作，建设能源一体化示范项目。

金风科技（项目数2）

金风科技正积极投身于新能源制绿色甲醇产业的发展，并与国际航运巨头签署绿色甲醇采购协议。

2024年4月18日，金风科技兴安盟风电耦合制50万吨绿色甲醇项目开工仪式在内蒙古兴安盟举行，项目采用生物质耦合绿氢的技术路线，主要建设生物质发电装置、绿色甲醇合成装置等主要生产线及配套公辅工程。兴安盟第二工厂还有待金风科技董事会做出最终投资决定（FID）。一旦项目启动建设，到2027年末，金风绿能化工将在兴安盟实现百万吨级绿色甲醇生产基地。

2024年9月10日，金风科技二氧化碳加绿氢制10万吨绿色甲醇项目备案。项目主要建设二氧化碳捕集装置、绿色甲醇合成装置等主要生产线及配套公辅工程，建成后年产10万吨绿色甲醇。计划2025年6月开工，2027年6月完工。

2023年，金风科技与全球航运巨头马士基签署了年产50万吨的长期绿色甲醇采

购协议，用以支持马士基首批 12 艘大型甲醇双动力船舶实现低碳运营，有效期将持续至 2030 年后。与金风科技的甲醇采购协议能满足马士基目前订购的甲醇动力船舶燃料需求量的一半以上。

11 月 29 日，金风科技全资子公司金风绿色能源化工科技（江苏）有限公司与全球航运巨头德国赫伯罗特船舶公司联合宣布签署了年交付量 25 万吨的绿色甲醇照付不议长期合同。

表 16: 金风科技绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
内蒙古兴安盟	生物质耦合绿氢制甲醇	50	在建
内蒙古兴安盟	电制甲醇	10	备案

资料来源: 乌兰浩特发改委, 国信证券经济研究所整理

运达股份（项目数 3） 2024 年 1 月，由运达股份参与投资的全球首个亿吨级液态阳光绿色甲醇制造项目在内蒙古自治区阿拉善盟正式备案立项，该项目拟应用二氧化碳加氢制甲醇的技术路线合成绿色甲醇。

2024 年 1 日，邯郸百万吨绿色甲醇制备示范区项目签约，该项目由运达能源科技集团、吉利控股集团、招商局太平湾开发投资公司共同投资建设。项目分为两期建设：一期项目总投资 80 亿元，占地 300 亩，建设 20 万吨生物质秸秆气化合成绿色甲醇生产线。二期项目总投资 35 亿元，占地 400 亩，建设 60 万吨水电解制氢催化合成绿色甲醇生产线。项目投产后，预计年产绿色甲醇 100 万吨，年产值约 40 亿元。

2023 年 5 月，吉林省大安市与运达能源科技集团股份有限公司、招运（辽宁）新能源有限公司（由招商局太平湾开发投资有限公司与运达能源合资设立）正式签订战略合作协议，计划投资约 115 亿元，建设约 80 万吨生物质秸秆气化合成绿色甲醇生产线和约 20 万吨水电解制氢催化合成绿色甲醇生产线。

表 17: 运达股份绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
内蒙古阿拉善	电制甲醇	一期 50 万吨；二期 500 万吨；远期规划超一亿吨	备案
河北省邯郸市	生物质耦合绿氢+电制甲醇	一期 20 万吨；二期 60 万吨	签约
吉林省大安市	生物质气化+电制甲醇	生物质气化 80 万吨；电制甲醇 20 万吨	签约

资料来源: 阿拉善发改委, 邯郸市投资促进局, 北极星电力网, 国信证券经济研究所整理

中国天楹（项目数 2）

2024 年 4 月 12 日，中国天楹风光储氢氨醇一体化项目在辽源开工建设。项目规划风电、光伏新能源装机容量 2.64GW，年产绿氢 15 万吨、绿色甲醇 80 万吨。项目首期绿甲醇年产量为 15 万吨，利用秸秆等农业废弃物。项目预留了甲醇至下游化工产品、新材料的产线，以延伸更为丰富的氢基下游产品链。

同月，中国天楹与黑龙江省安达市政府签署风光储氢氨醇一体化项目投资合作协议书，总投资金额约达 169.5 亿元。该项目拟新能源装机容量 1.8GW，其中风力发电 1.4GW（含新增 0.4GW 风电上网）、光伏发电 0.4GW，配套建设重力储能等综合储能 140MW/280MWh；绿氢装置规模 10 万吨/年，氨装置规模 3.8 万吨/年，甲醇装置规模 62 万吨/年。

表18: 中国天楹绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
吉林省辽源市	电制甲醇	80	在建
黑龙江省安达市	电制甲醇	62	签约

资料来源: 辽源日报, 安达市发改委, 国信证券经济研究所整理

吉利控股集团（项目数 3）

除与运达股份合作的两个项目以外, 2024 年 4 月, 吉利控股集计划与吴忠市通达煤化工有限公司合作建设 30 万吨/年绿色低碳甲醇项目, 项目采用吉利集团绿色低碳甲醇制备核心技术, 计划分两期建设, 其中一期计划投资 3.6 亿元, 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。二期建设 18 万吨/年绿色低碳甲醇项目。并在吴忠拓展甲醇重卡物流方面的运力合作, 进一步延伸产业链条, 打造绿色生态物流平台, 形成甲醇汽车试点示范。

表19: 吉利控股绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
河北省邯郸市（运达合作）	生物质耦合绿氢+电制甲醇	一期 20 万吨；二期 60 万吨	签约（参与）
内蒙古阿拉善（运达合作）	电制甲醇	一期 50 万吨；二期 500 万吨；远期规划超一亿吨	备案（参与）
宁夏自治区吴忠市	电制甲醇	一期 12 万吨；二期 18 万吨	签约

资料来源: 阿拉善发改委, 邯郸市投资促进局, 宁夏新闻网, 国信证券经济研究所整理

第二类是国家电力投资集团、中广核为代表的绿电央企, 这类型项目多以电制甲醇为技术路线, 发挥投资企业在发电业务的协同效应, 为绿电的消纳提供途径。

表20: 国电投绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
山东烟台	电制甲醇	50	签约
河南南阳	生物质气化制甲醇	35	EPC 招标
黑龙江齐齐哈尔	电制甲醇	30	签约
吉林大安	电制甲醇	20	签约
吉林四平	生物质气化制甲醇	20	备案
甘肃庆阳	电制甲醇	3	在建

资料来源: 国电投电子商务平台, 北极星电力网, 国信证券经济研究所整理

第三类是以中国能源建设集团为代表的建筑类企业, 该类企业具有电力行业和工程设备的设计优势, 打造风电/光伏-制氢-制醇氨绿色产业链范式, 融合氢能、生物质能、绿色化工等先进技术。

表21: 中能建绿色甲醇项目布局情况

所在地	技术路线	规划产能（万吨/年）	所处阶段
山东东营	电制甲醇	21	签约
吉林松原	电制甲醇	6	签约
黑龙江双鸭山	生物质气化制甲醇	100	签约
吉林白城	生物质气化制甲醇	30	签约
内蒙古赤峰	电制甲醇	12	签约
吉林吉林	生物质气化制甲醇	20	签约
黑龙江哈尔滨	电制甲醇	暂未公布	签约

资料来源: 中能建公司官网, 北极星电力网, 国信证券经济研究所整理

第四类是中石油、中石化、中海油、中煤等传统能源或化工央企，2024 年来均在绿色甲醇领域进行布局，积极参与绿色甲醇项目的推进与落地。

下游需求端现状及前景

一、航运燃料

丹麦航运物流巨头 A. P. 穆勒马士基公司与多家公司签订绿色甲醇采购协议，包括美国项目开发商 Carbon Sink LLC、欧洲能源、瑞士能源公司 Proman、丹麦再生能源公司 Orsted 和美国低碳燃料公司 Wastefuel，及我国的金风科技，中集安瑞科控股有限公司，绿色技术银行(上海)科技发展有限公司，合肥德博生物能源科技有限公司。

中远海运集团、法国达飞集团、上港集团共同签署了《关于开展港口船用绿色甲醇供应合作的备忘录》，在包括上海港在内的中国主要港口，为达飞海运与中远海运未来的双燃料甲醇船队采购、供应和交付船用绿色甲醇燃料。

中国船舶大连造船与浙能集团签署绿色航运战略合作协议，及风电制氢合成绿色甲醇项目合作备忘录，共同开展全球首个利用风电制氢合成绿色甲醇年产量达万吨的项目，努力实现风、电、氢、甲醇上下游全贯通的创新模式。

中远海运、上港与吉电股份成立合资控股公司，共同投资建造四平 100 万吨氢基燃料基地。同时，中远海运与中石油成立的合资公司中国船燃，与中广核在内蒙赤峰市巴林左旗投资甲醇 20 万吨甲醇燃料基地。

二、汽车燃料

从 2005 年开始，吉利对于甲醇汽车进行的技术探索已经有接近 20 年的时间，目前贵阳、西安和晋中三地一共有 2.7 万辆甲醇乘用车投入使用，新疆、青海、山西、内蒙古等省份已投入使用甲醇重卡。由吉利控股参与投资的邯郸 100 万吨绿色甲醇项目拟打造风机-绿电-甲醇-甲醇商用车千亿级产业链。

综上，我国绿色甲醇产业未来发展趋势如下：

一、短期内生物质制甲醇成本相对较低，技术较成熟，发展较快；生物质耦合绿氢制甲醇能实现资源的高效利用；长期电制甲醇成本下降空间大，原材料资源更丰富，是未来绿色甲醇生产的主要技术路线。

二、生物质制甲醇项目需要建立在拥有大面积耕地和地势平坦的地区，以提供大量生物质资源和方便运输生物质资源。电制甲醇项目需要建立在风光资源丰富的地区以较为便利地获得绿电。现阶段从发电厂或化工厂捕获烟气中的二氧化碳是最经济和实现“双碳”目标有效的途径，因此建立包括化工厂、风电光伏、电解水制氢和二氧化碳加氢制甲醇产线的产业园可以高效利用各种资源，控制运输成本。

三、我国风能和太阳能资源丰富的地区部分建有大量火力发电厂和化工厂，可以布局风电/光伏-电解水制氢-二氧化碳捕获-二氧化碳加氢制甲醇的全产业链。另外，我国目前煤制甲醇的产能多分布于西北和华北，由于煤制甲醇和绿色甲醇生产的部分装置具相似，未来可以考虑在现在煤制甲醇产线的基础上通过升级改造以较低成本完成棕色/黑色甲醇向绿色甲醇的过渡。

四、中短期绿色甲醇的需求量增长主要依赖于航运业燃料，目前航运业脱碳目标严峻，绿色甲醇在替代燃料中占有主要位置。长期来看绿色甲醇将逐步淘汰现在棕色/黑色和灰色甲醇产能，主要应用领域在制烯烃和甲醛等，即作为化工原材料。

我国绿色甲醇发展所面临风险

一、绿色甲醇目前的成本较传统煤制甲醇高，国内甲醇需求企业暂时没有意愿支付高昂的“绿色溢价”，因此绿色甲醇目前多需要出口。目前绿色甲醇认证体系还不完善，绿色甲醇在出口时可能面临潜在阻碍。

二、航运业替代燃料中液化天然气占比也较高，且航运巨头马士基对不同替代燃料的选择摇摆不定，在订购一批甲醇燃料船舶和签订绿色甲醇长期采购协议后又订购了液化天然气船舶，绿色甲醇在航运业的预测需求可能存在偏高的风险。

三、绿色甲醇项目均投资额较高，占地面积较大，建造时间较长，而且目前生产成本较高，短期内利润空间较小。但全球逐步释放绿色甲醇需要，各国政策都在规范和鼓励绿色甲醇项目，短期可能出现供给过剩风险，影响项目经济性。

投资建议：关注绿色甲醇布局领先企业

我们看好前瞻性布局绿色甲醇的新能源企业在 2026 年以后的业绩成长性，建议关注金风科技、运达股份。

表 22：相关公司盈利预测及估值（2024. 11. 29）

股票代码	股票简称	投资评级	总市值 (亿元)	最新股价 (元)	EPS			PE		
					2023	2024E	2025E	2023	2024E	2025E
300772.SZ	运达股份	优于大市	106.7	15.21	0.59	0.77	1.06	25.8	19.8	14.3
002202.SZ	金风科技	优于大市	471.5	11.16	0.32	0.53	0.76	34.9	21.1	14.7

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理与测算

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

投资评级标准	类别	级别	说明
报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。	股票 投资评级	优于大市	股价表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	股价表现弱于市场代表性指数 10%以上
		无评级	股价与市场代表性指数相比无明确观点
	行业 投资评级	优于大市	行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上
		中性	行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间
		弱于大市	行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032