2026 CHINA PETROLEUM & CHEMICAL INTERNATIONAL CONFERENCE
中国国际石油化工大会

北京大学能源研究院
INSTITUTE OF ENERGY

CPCIF

北京大学能源研究院　　中国石油和化学工业联合会

生物质乙醇在绿色低碳场景中的创新应用

2026.10.28　　广州·湛江

北京大学能源研究院
INSTITUTE OF ENERGY

CPCIF

目录
CONTENTS

01 **战略演进**
从传统燃料到复合产品

02 **绿色航运**
生物乙醇与绿色甲醇掺混

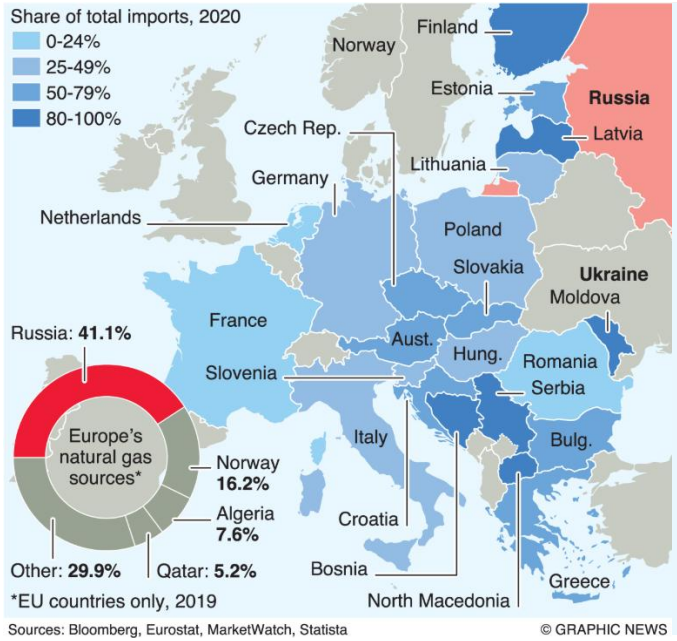
03 **绿色航空**
以生物质乙醇为原料规模化生产SAF

04 **绿色塑料**
向下游高价值化学品的延伸

05 **政策建议与未来展望**

当前，能源秩序急剧变化——

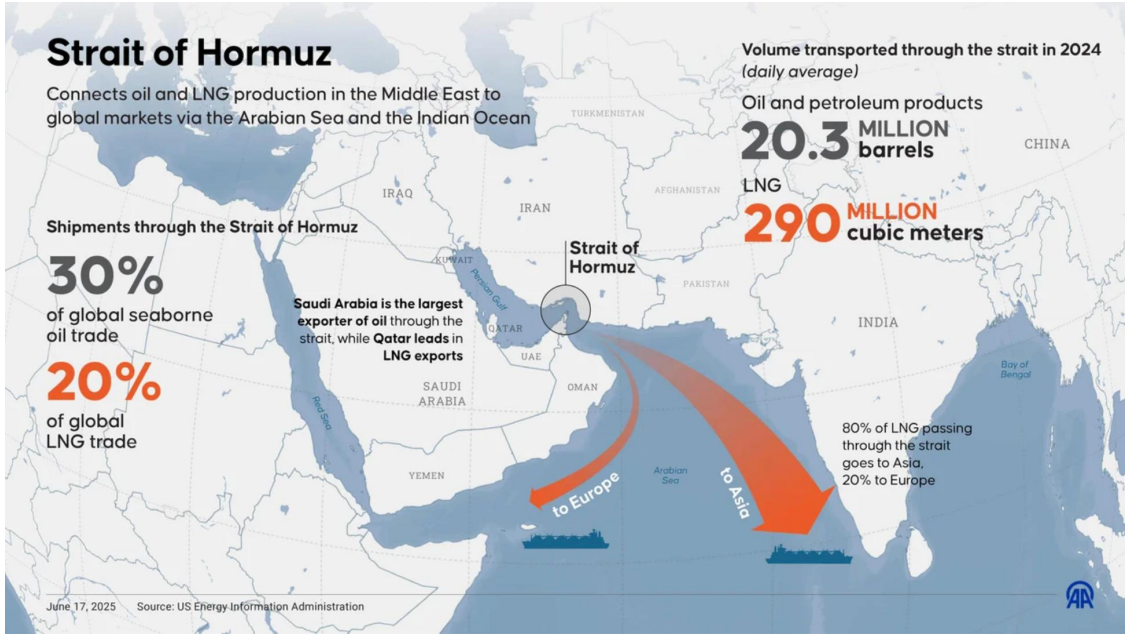
俄乌冲突：欧盟超40%的天然气依赖俄罗斯。



REPowerEU-4年以来取得的退俄进展：

- 天然气：45%→12%。
- 煤炭：全面禁止进口
- 石油：27%→2%，仅剩2国还在进口。
- 剩余：每年360亿立方米天然气，970万吨原油以及近2900吨浓缩铀，将在不到2年内退出欧盟市场（2025年5月路线图）。

美伊以冲突：中国超1/3的石油经由霍尔木兹海峡。



百年未有之大变局，全球范围内能源安全和供应链安全都在面临着严峻的挑战。

绿色燃料不仅是碳中和的工具，更是跨越地缘政治瓶颈、重构国家能源体系核心竞争力的筹码

生物质乙醇的战略跃迁：安全·系统·资源三重属性叠加

产业基础 → 分子特性 → 能源系统 → 技术演进

补充性车用燃料（E10）

- 传统认知上，生物质乙醇主要采用陈化粮为原料，仅作为降低汽油碳强度的添加剂。
- 面临原料短缺，电动化冲击，市场空间收缩。

能源系统支撑载体

- 保障国家能源安全，降低对外依存；
- 弥补风光发电间歇性短板，提供可调度、可储运的稳定能源载体
- 支撑多能互补、源网荷储一体化新型能源系统

角色突破能源范畴

- 探索非粮生物质为原料和进口原料，规避粮食安全风险，提升经济性；
- 通过脱水制乙烯等路径，将生物碳高效导入塑料、纤维、橡胶等新材料产业链
- 衔接零碳电力与高载能工业打通“电-醇-烯”转化链；

三大创新方向

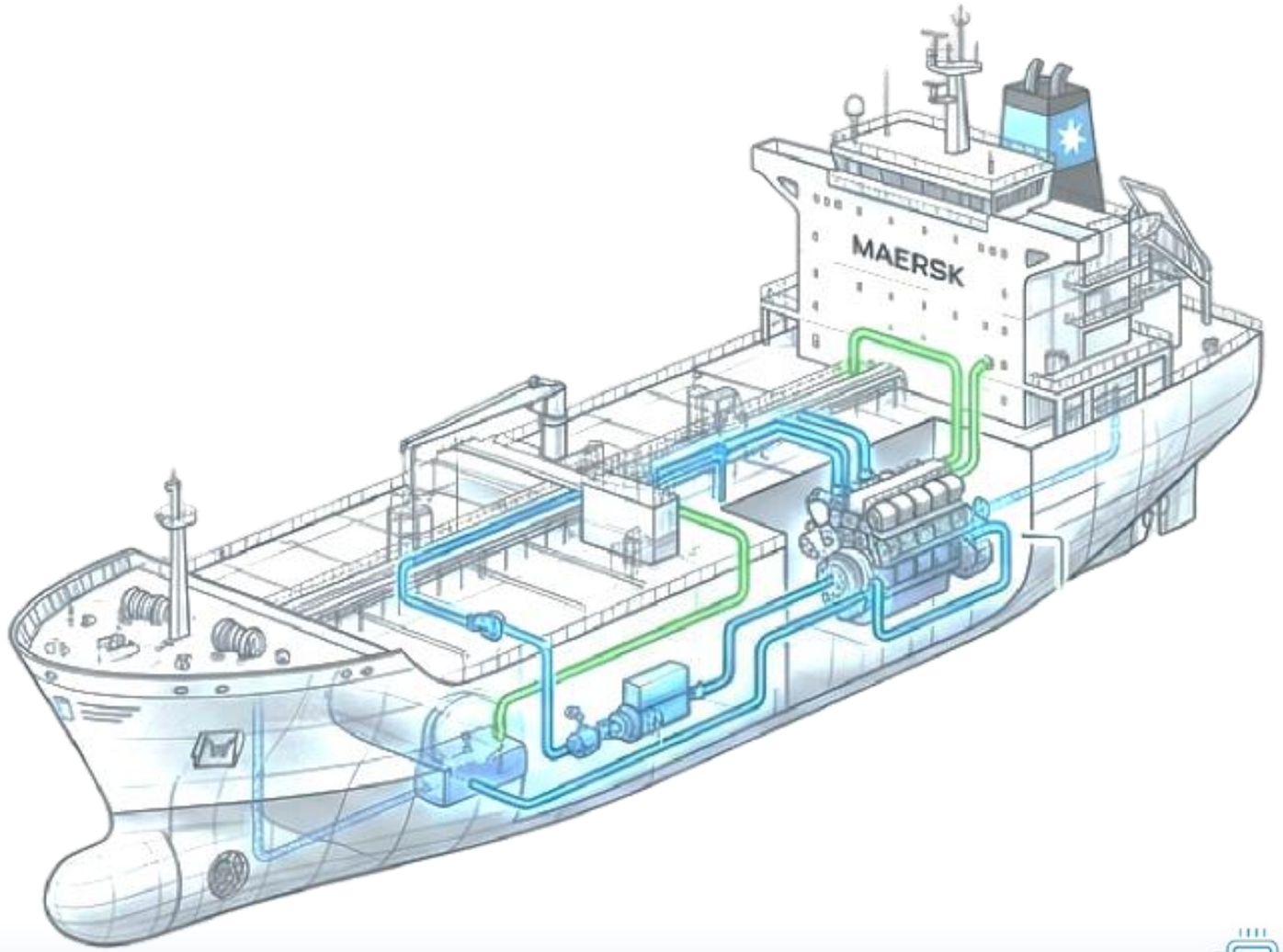
- 绿色船用燃料：延续交通燃料替代逻辑。
- 可持续航空燃料：利用AtJ技术，发挥原料优势。
- 绿色化工：作为可再生碳源，生产乙烯等化学品，进入新材料领域。

北京大学能源研究院
INSTITUTE OF ENERGY

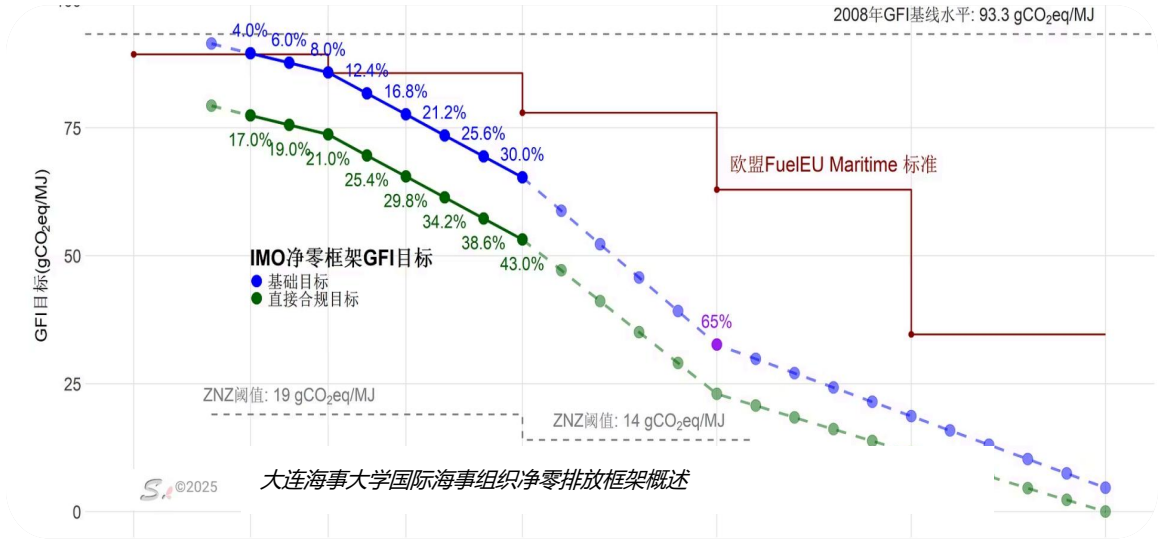
CPCIF

绿色航运

生物乙醇与绿色甲醇掺混



政策及法规进展



全球海运脱碳进入“强制性管控”时代

1. 国际海事组织IMO：目标与《净零框架》
2. 欧盟：《欧盟海运燃料条例》RefuelEUMaritime
3. 中国加速全产业链融合，发改委、交通部等提出持续提升船舶绿色燃料的供应和使用
4. 地方层面同样积极行动：《上海市推动国际航运燃料绿色转型工作方案》

甲醇乙醇航运应用快速增长

甲醇：2024年相关船舶提交使用量达到137,844吨，较2023年的93,876吨增长近50%

乙醇：2024年攀升至23,474吨，较2023年的4,137吨增长近5倍

加注：全球具备绿色甲醇加注能力的港口共17个。其中包含6个中国港口，即上海港、天津港、大连港、宁波港、海南港、深圳港；此外，青岛港、重庆港已实现甲醇加注

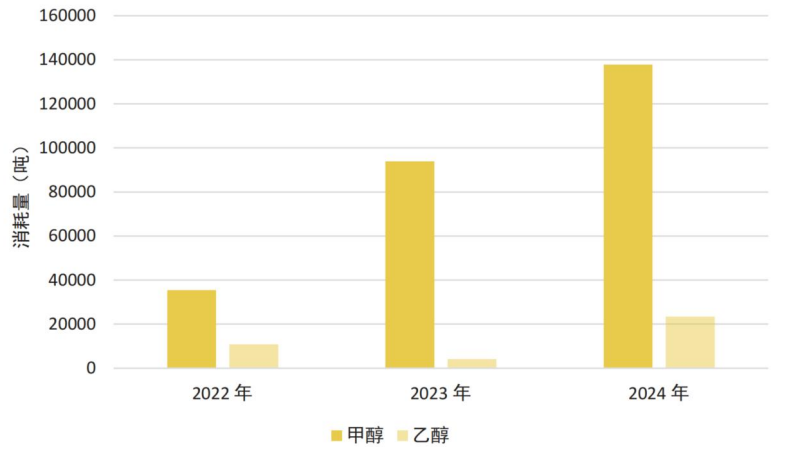


图 2-1：全球船舶替代燃料中甲醇和乙醇的消耗量

全球船舶替代燃料消耗量(单位：万吨)

燃料类型	2022年	2023年	2024年
LNG	1095.0	1289.0	1495.5
LPG-丙烷	8.9	19.2	27.0
LPG-丁烷	1.7	5.0	8.1
甲醇	3.6	9.4	13.8
乙醇	1.1	0.4	2.3
乙烷	9.5	1.9	0.0
生物燃料	22.6	39.1	122.6

产业链的创新突破

马士基（Maersk）

- “LAURAMAERSK”轮上进行50%乙醇与50%甲醇（E50）混合燃料测试。
- 100% 的乙醇（E100）加注完成

埃维能（Everllence）

- 一台90缸径的ME-LGIM发动机已实现乙醇全负荷稳定运行。

淡水河谷（Vale）

- 与埃维能（Everllence）签署合作协议。

瓦锡兰（Wärtsilä）、温特图尔（WinGD）

- 进入乙醇领域，开发新机型，全面进入实船测试。

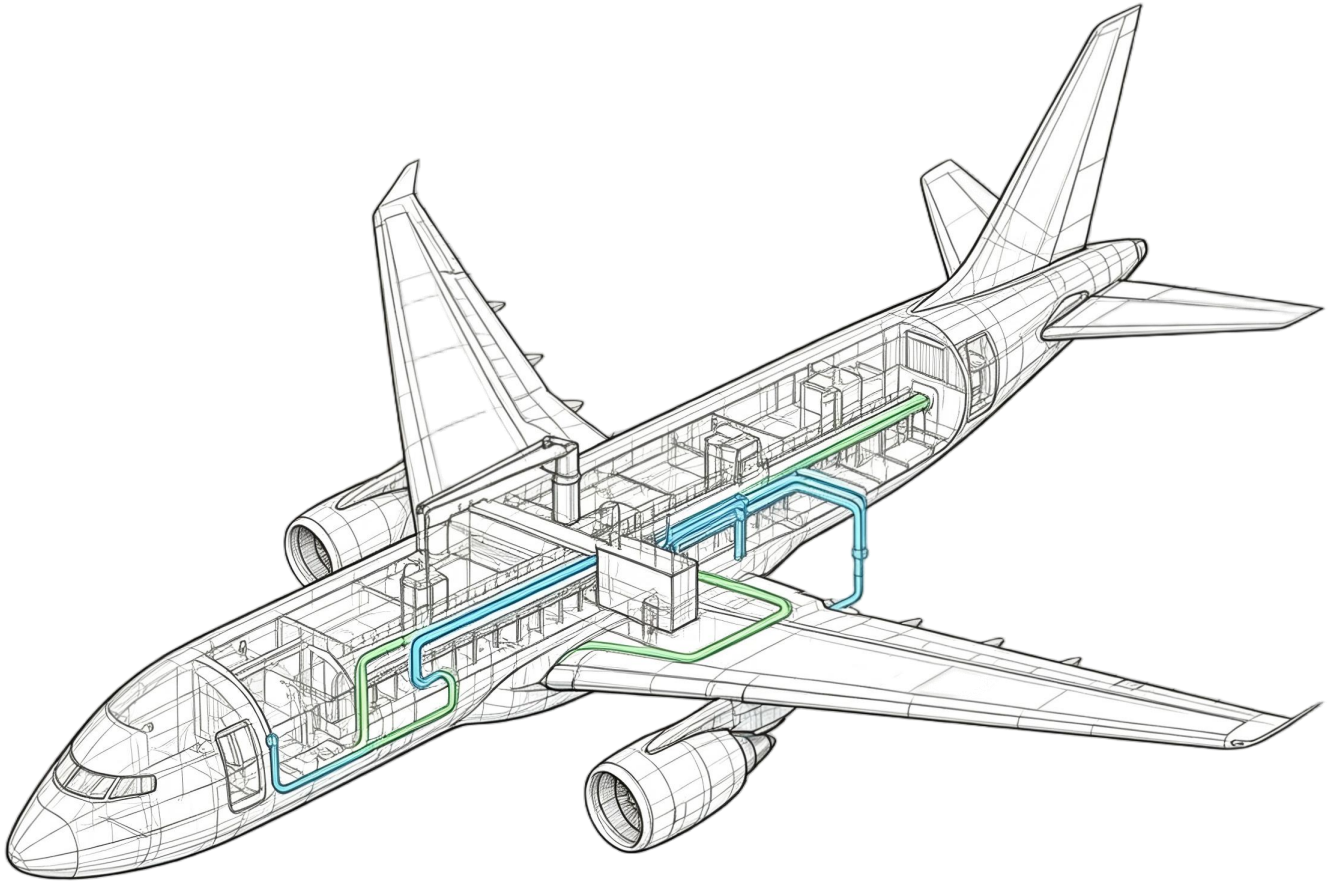
中国船舶集团有限公司旗下大连船舶重工

- 全球首艘乙醇燃料苏伊士型穿梭油船获得船级社认可AIP

对比维度	氨(Ammonia)	甲醇(Methanol)	乙醇(Ethanol)
安全	比氢气安全，但具有强毒性和腐蚀性。	比氨安全，毒性与柴油相似。	最安全。低毒性，生物降解性好，环境友好。
现有设施	类似（需特殊泵和储存材料）	类似（现有液态燃料设施微调）	高度兼容。可利用现有液态燃料供应链。
技术可行性	2025年氨发动机可能商业化	甲醇-重油双燃料发动机已经商业化	能量密度高（约为甲醇的1.3倍）。小型/内河船舶已有应用，大型双燃料机技术成熟。
IMO批准	尚未批准	2020年批准	已批准（纳入《IGF规则》）

北京大学能源研究院
INSTITUTE OF ENERGY

CPCIF



绿色航空

以生物质乙醇为原料规模化生产SAF

背景与意义

- SAF是航空业碳减排最重要、最具实操性的措施，其贡献占比高达65%。

- HEFA商业化程度最高，也是目前SAF产能的主要来源但由于餐厨废油等原料供给有限，其产能已接近上限

- AtJ将是SAF产业未来5-10年规模化增长的重要引擎，是“低垂的果实”

这得益于生物质乙醇原料充足、技术路线相对成熟、规模化与经济性并存。

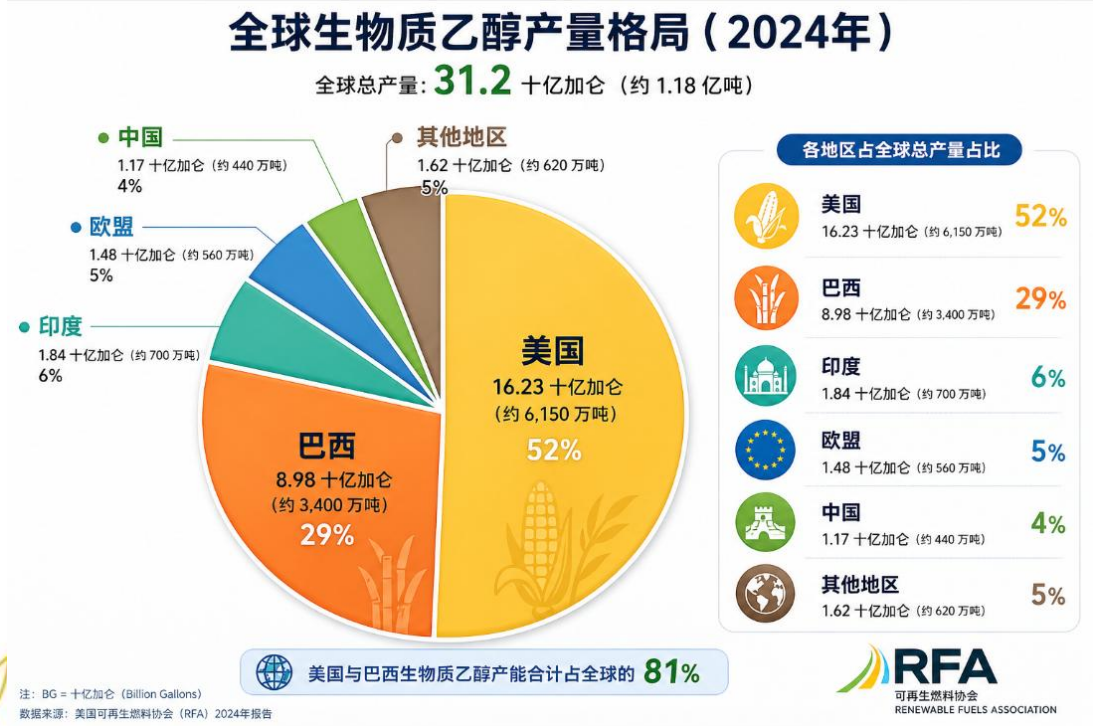
2030年
中国需求180万吨
全球需求1800 万吨

2050年
中国需求2000万吨
全球需求3.5亿吨

HEFA供应上限

数据来源：中石化经济技术研究院发布的中国能源展望2060（2025年）

1.原料充足且持续增长



— 电动车对燃油车的逐渐取代导致车用燃料乙醇必须寻找替代市场以实现转型；

+ 农业技术进步导致美国与巴西生物质乙醇存在产能过剩现象

SAF产业规模可迅速增长至每年千万吨级

2.碳强度大幅降低，有望接近净零



在不采取任何改进措施的情况下的CI值：

美国玉米乙醇

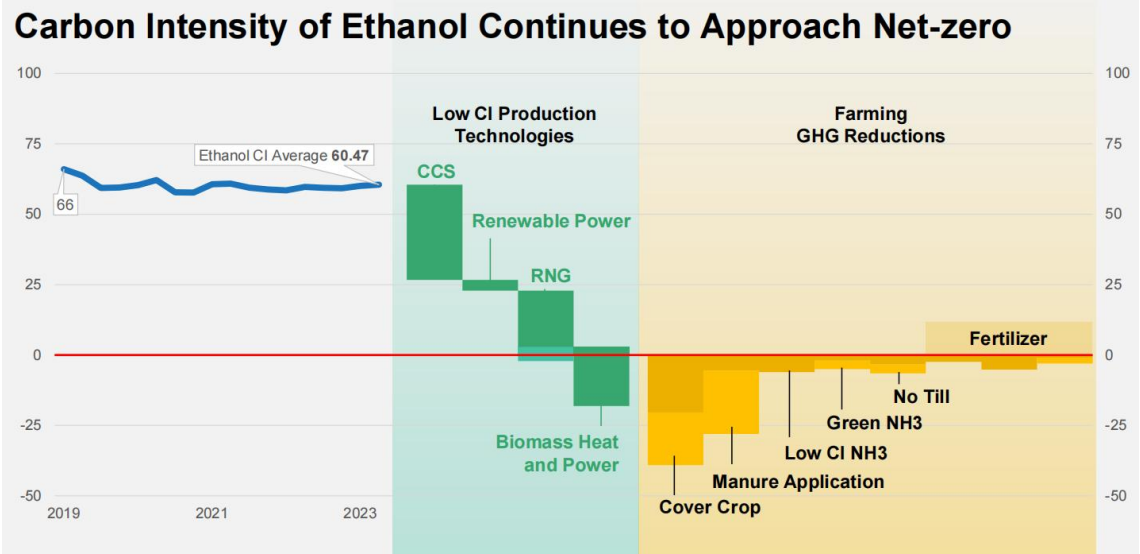
60.47gCO_2 e/MJ

巴西甘蔗乙醇

19.95gCO_2 e/MJ

美国大规模采用减排措施：

- CCS(碳捕集与封存)
- 可再生电力
- 生物质热电转换
- 高效化肥等



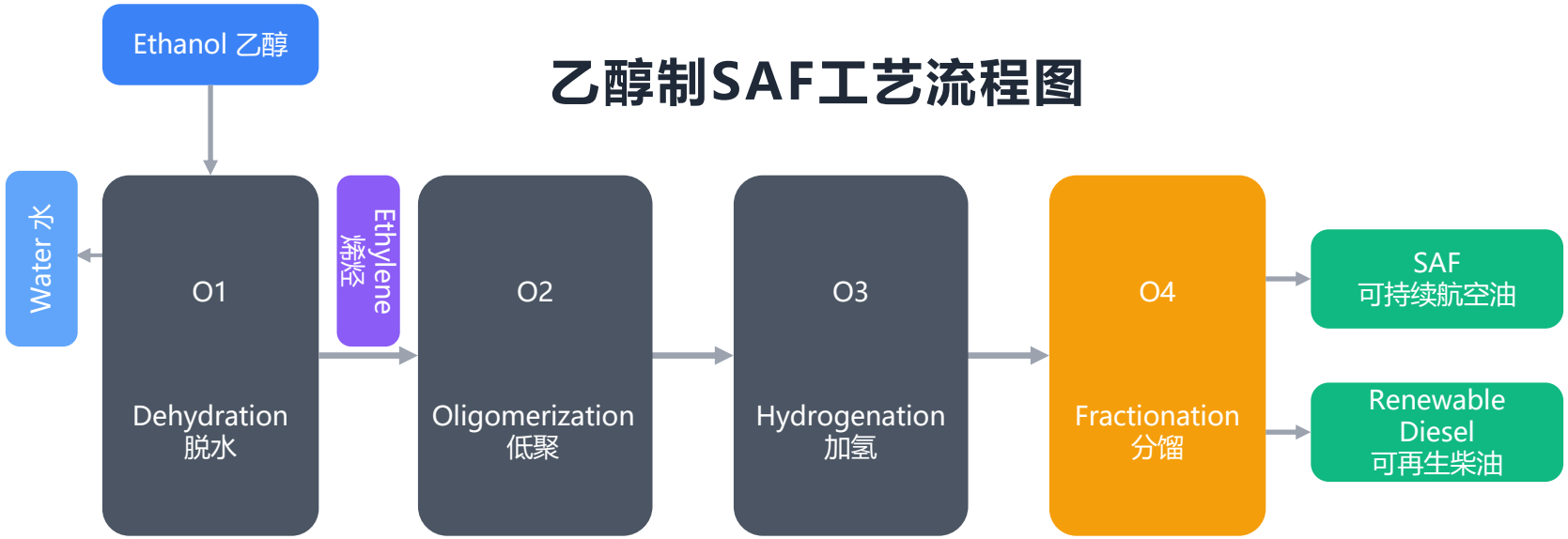
纤维素乙醇（二代）CI值低15.0gCOze/MJ

采用全面减排措施的领先生产商可做到接近净零

South Dakota的POET乙醇厂已获得ISCC-EU认证

黑龙江鸿展拿到ISCC EU 玉米盒秸秆的第一收集点证书

3.AtJ技术路线日臻成熟，已步入大规模商业化阶段



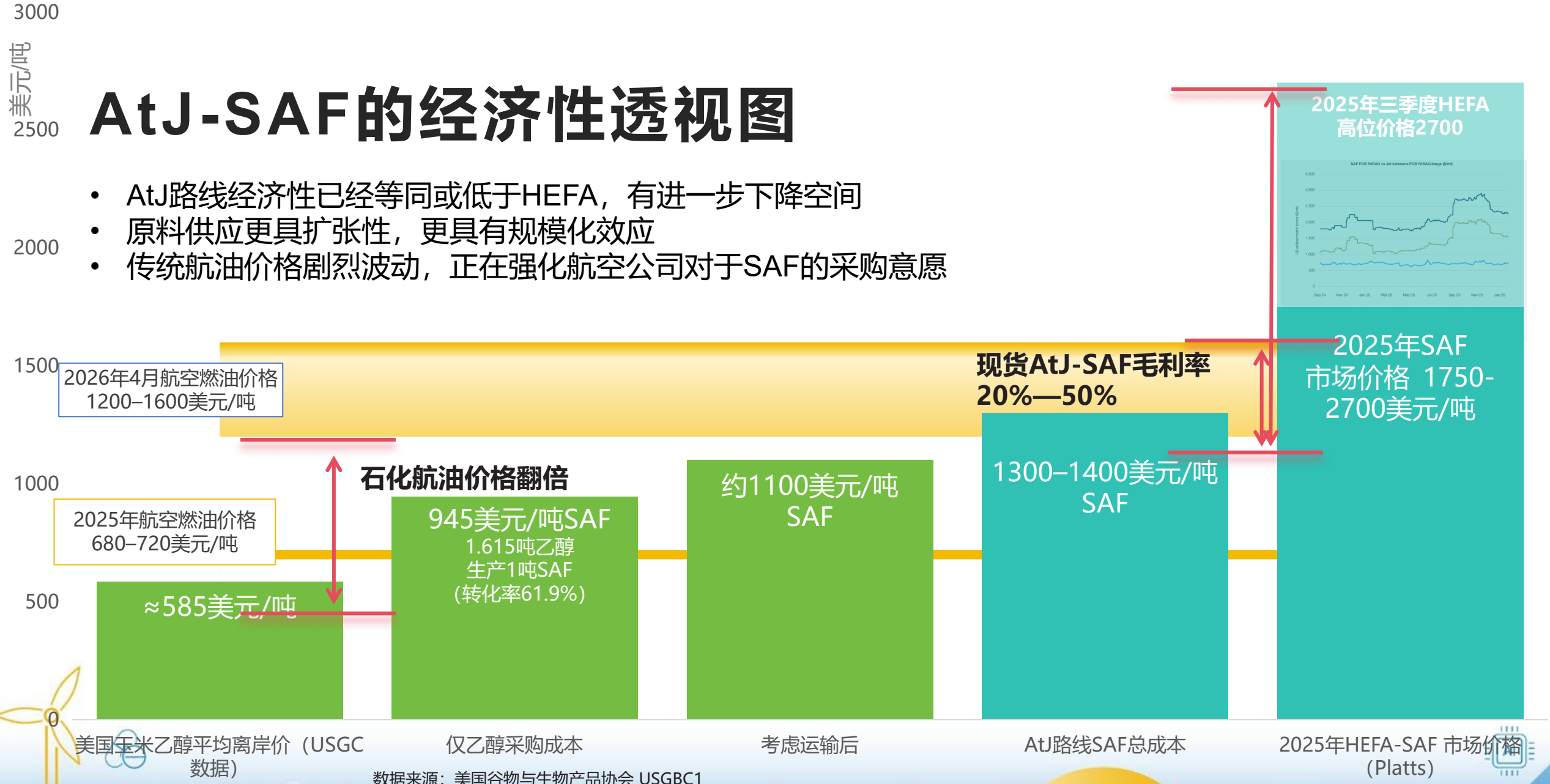
AtJ技术路线工艺流程

AtJ-SPK:不含芳烃　　乙醇脱水制乙烯：LanzaJet选择Technip的成熟工艺包Hummingbird

AtJ-SKA:含芳烃　　乙烯低聚：LanzaJet与美国能源部DOE和LanzaTech共同开发

AtJ-SAF的经济性透视图

- AtJ路线经济性已经等同或低于HEFA，有进一步下降空间
- 原料供应更具扩张性，更具有规模化效应
- 传统航油价格剧烈波动，正在强化航空公司对于SAF的采购意愿



数据来源：美国谷物与生物产品协会 USGBC1

4.SAF产业迎政策强力支持

美国 US

- 《SAF大挑战》
  - 2030年900万吨
  - 2050年1.05亿吨
  - 计划完全替代传统航煤
- 《通胀削减法案(IRA 45Z)》税收抵免

欧盟 EU

- 《ReFuelEU》2025年2%、2030年6%、2035年20%、2040年34%、2045年42%、2050年70%。
- 欧盟碳交易系统(EU ETS)

英国 UK

- 《强制指令》
  - 2025年2.041%
  - 2040年23.718%。
- SAF罚款
  - 4.7英镑/升
  - PtL5英镑/升

亚洲

- 新加坡、印度、日本、韩国均已公布SAF掺混目标
- 中国香港出台5年计划，其中提出1%～3%掺混目标

中国

- 应用试点
- 标准认证
- 适航审定
- 出口配额

北京大学能源研究院
INSTITUTE OF ENERGY

CPCIF



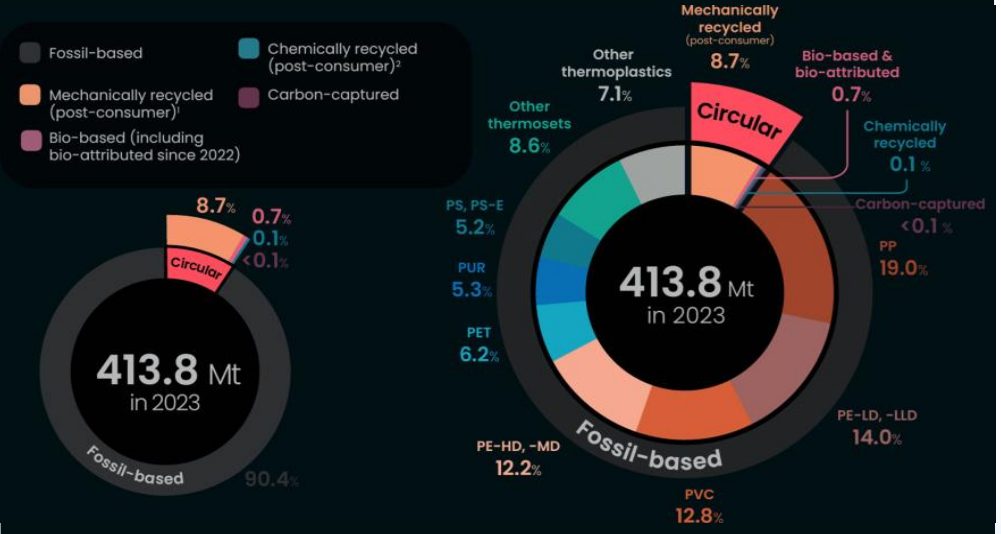
绿色塑料

向下游高价值化学品的延伸

背景与意义

化石基塑料

10.76亿吨二氧化碳当量



转化与加工

5.3亿吨二氧化碳当量

末期

1.93亿吨
二氧化碳当量

焚烧
1.4亿吨二氧化碳当量

回收
0.42亿吨二氧化碳当量

填埋场
0.11亿吨二氧化碳当量

数据来源：
联合国经济与合作组织（OECD）《全球塑料展望：到2060年的政策情景》2022
European Bioplastics《Plastics–the Fast Facts 2024》

技术路线

技术路线	兼容性drop-in	技术成熟度	规模化潜力	主要瓶颈	碳减排潜力
乙醇→乙烯→聚烯烃/衍生物	高 (无缝衔接现有体系)	高	高	乙醇供给与成本	高 (具有负碳潜力)
生物质→乳酸→聚乳酸 PLA等新型聚合物	中 (需要新加工回收体系)	中	中	生物质与发酵成本	中-高
再生塑料（机械/化学）	高	中-高	中	回收体系与料源质量	中-高

上游原料	生物质乙醇			
核心枢纽	乙烯			
中间化学品	乙醇脱水制乙烯	乙烯氧化	乙烯氯化	乙烯衍生化学
单体/中间体	乙烯	环氧乙烷EO	二氯乙烷/氯乙烯	丁二烯/醋酸乙烯
聚合物	PE/LLDPE/HDPE	MEG	PVC	合成橡胶/EVA/VAE
典型应用	包装、日化容器、薄膜	PET瓶、纺织纤维	电缆、建材	胶黏剂、汽车材料

通过成熟的乙烯平台进入现有石化产业链，在保持材料性能与产业基础设施稳定的前提下实现低碳转型。

应用现状



INEOSInovyn（欧洲）
BIOVYN™生物归属PVC：认证驱动的drop-in替代
已获得RSB与ISCC等可持续认证，并在多地推广应用。

CrodaInternational（美国）
玉米乙醇→乙烯/EO→非离子表面活性剂
环氧乙烷（EO）属于高附加值产品，带来更大利润空间

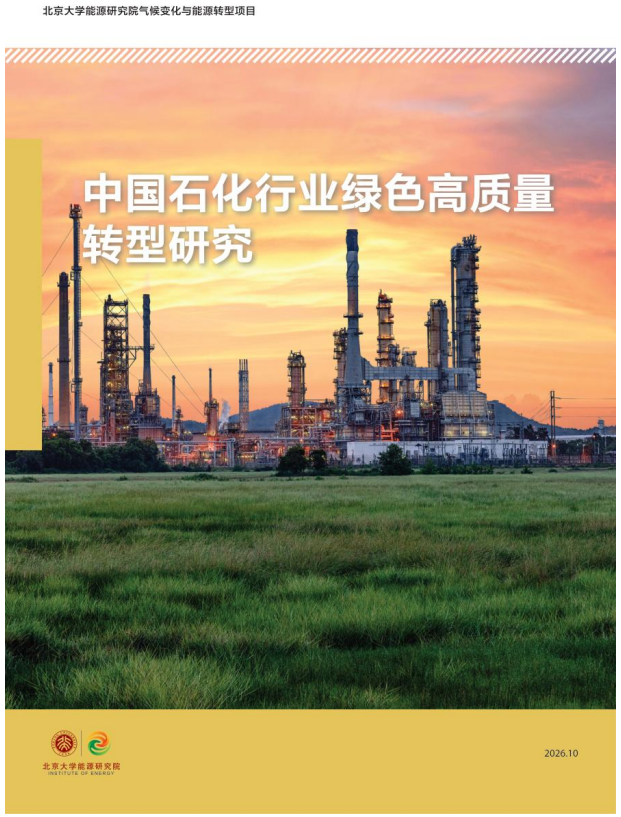
Braskem（巴西）
甘蔗乙醇→生物乙烯→生物基聚乙烯
形成I’ mGreen™生物基聚乙烯产品体系

IndiaGlycolsLimited（印度）
生物乙醇→生物基MEG及多元醇产品
形成包括MEG、DEG、TEG以及多种醚类化学品在内的产品组合,分散单一产品周期波动及原料成本风险

AsahiKasei（日本）
RevoLEFIN™乙醇原料烯烃生产与装置低碳化
可实现约50.6万吨CO2/年的Scope1+2减排

中国石化中原石化
生物基聚烯烃生产与市场机制探索

中国石化行业绿色高质量转型研究



北京大学能源研究院
气候变化与能源转型项目

研究范围

覆盖炼油、乙烯等10个重点子行业，
核算直接排放与购入电力、热力排放。

情景分析

设置基准、碳减排、油控三类情景，
研判2025—2060年排放走势及转型路径。

政策重点

统筹产业结构调整、能源与原料替代，
提出产能治理、碳核算及低碳产品政策建议。

研究边界：炼油至有机化工原料和合成材料，不含煤化工与天然气化工。

报告主要发现

5.48 亿吨

2025年行业碳排放
报告测算值

原料替代

应用推广

行业排放仍在增长，上游炼化是减排重点

炼油、油基乙烯和对二甲苯合计占行业排放的58.8%，
工艺用能与原料结构需要同步优化。

降低石油消费，需要选择低碳替代路线

发展生物基原料和循环利用，有助于减少石油依赖。
不同替代路线的减排效果需按全生命周期评价。

低碳材料推广需要认证与需求侧政策支持

完善碳足迹核算、认证溯源和绿色采购。
对乙醇应用的启示：同步验证产品减排效果与市场需求。

中国生物质乙醇：面向全球的四步走战略路线图

总体思路：应用先行、进口补位、国内升级、逐步替代



以高端应用牵引全产业链升级，推动生物质乙醇成为链接可再生能源与更广泛终端应用的桥梁。

谢 谢

北京大学能源研究院
微信公众号



