

SAF助力航空减排，国内具备UCO特色优势

分析师：骆红永 S0910523100001

2026年02月06日



本报告仅供华金证券客户中的专业投资者参考
请仔细阅读在本报告尾部的重要法律声明

- ◆ **SAF为航空降碳重要手段。** SAF是一种可直接使用的液体燃料替代品，与传统航空燃料相比，其最高可减少85%的碳排放量，并可使用多种动植物油脂以及废弃油脂生产，不必依赖传统化石能源；与电能、氢能等其他绿色航空新能源相比，SAF具有能量密度高、制备方式灵活、与现有航空动力系统兼容度高等优势，应用上不需要对现有的发动机和其他基础设施做太多改造。
- ◆ **政策推动SAF发展，打开市场空间。** 欧盟、美国、中国等国家或地区颁布一系列促进SAF发展的政策。根据ReFuelEU航空法规要求，2030年、2040年和2050年，欧盟的SAF占比为6%、34%和70%。与欧盟通过强制掺混和碳市场等政策来推动SAF不同，美国主要通过补贴的形式激励SAF的生产、研发和市场推广。
- ◆ **SAF路线多样，国内加速布局。** SAF领域的技术发展路径呈现出多元并存的显著特征，各种技术方案虽竞相涌现，却在成熟度、可行性、产业化程度和自主可控等方面存在明显差异。HEFA是目前全球最主流的SAF生产技术，已经实现大规模的商业化生产，占比超过90%。然而，HEFA受到废弃油脂等原料可供数量的限制，长期来看 AtJ和GFT技术在产能方面更具潜力。
- ◆ **UCO资源属性，中国特色路线。** UCO是当前主流的制SAF技术HEFA的重要原料。中国是全球最主要的UCO出口国，过去几年中UCO出口量逐年上升，中国拥有超过14亿人口，餐饮业发达，植物油消费量巨大，由此产生巨量的餐厨废油。预计中国UCO年可收集量约810万吨。
- ◆ **投资建议：** 政策推动SAF发展，中国企业加速布局，建议关注嘉澳环保、海新能科、卓越新能、丰倍生物、山高环能、朗坤科技、鹏鹞环保、建龙微纳等。
- ◆ **风险提示：** 渗透率不及预期；政策变化风险；市场竞争加剧风险；贸易摩擦风险；原料供应及价格波动风险；其他路线替代风险。

-  01 SAF为航空降碳重要手段
-  02 政策推动SAF发展，打开市场空间
-  03 SAF路线多样，国内加速布局
-  04 UCO资源属性，中国特色路线
-  05 相关标的
-  06 风险提示

- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

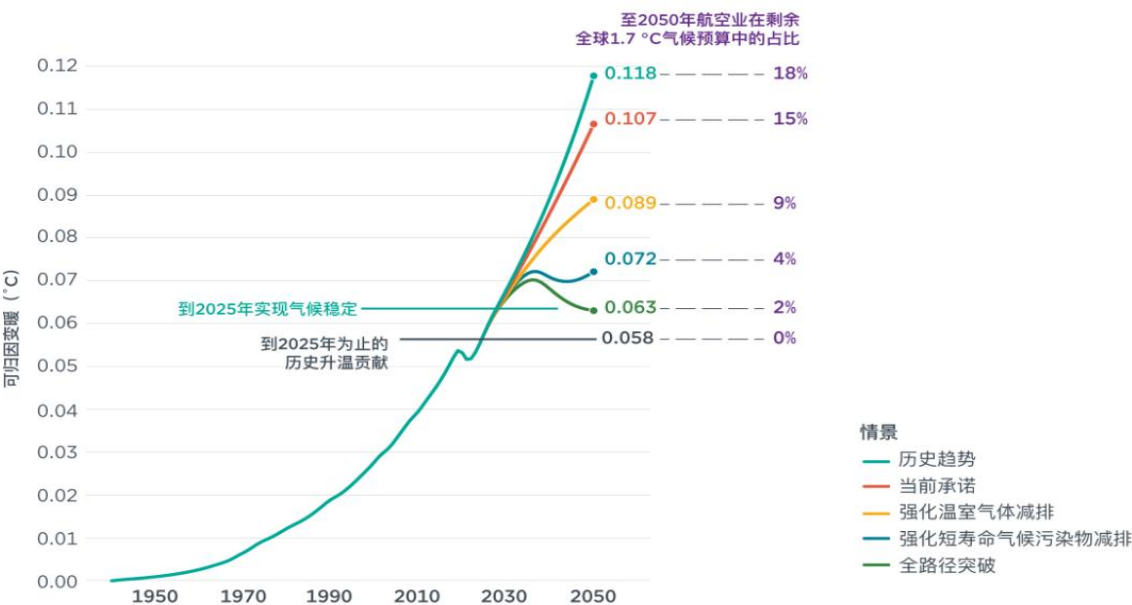
1.1 航空碳减排任务艰巨，现实进展缓慢

- ◆ 国际航协2022年9月通过关于2050年实现净零碳排放目标的决议，标志着全球民航碳中和时代正式到来。然而ICCT《航空愿景2050:实现气候中和增长的潜力》报告指出现实进展缓慢的原因：一方面，现有技术路线图高度依赖可持续航空燃料（SAF）和新型高效飞机。但根据市场数据，2024年全球SAF占比仅约0.3%，距离各类净零情景中2030年需要达到的水平仍相差一个数量级；零排放飞机的发展也明显滞后，多家企业延后或缩减了氢能与电动机型的研发计划。另一方面，在缺乏大规模低碳替代技术的情况下，航空交通量仍在快速增长。
- ◆ ICCT设计了五个情景系统模拟未来25年航空业的气候路径。整体来看，如果不改变当前路径，航空在未来几十年将成为全球变暖的“加速器”。

未来航空业气候路径

路径	表现
历史趋势	在不采取任何减排措施的情况下，航空的升温贡献将从2025年的0.058℃上升到0.118℃，增长103%。到2050年，这相当于消耗剩余1.7℃气候预算的18%——远高于航空业的历史占比（3.5%）
当前承诺	如果各国仅按照现有政策推进（包括SAF目标、燃效提升等），航空升温贡献到2050年仍会几乎翻倍，达到0.107℃，并占用1.7℃气候预算的15%
强化温室气体减排	在大力推进SAF、燃效提升与机队更新的情景下，新增变暖可减少近一半，但航空到2050年仍贡献0.089℃。更关键的是，它将占用1.5℃气候预算的22%，是其历史占比的数倍。这意味着仅控制CO ₂ 依然不足以使航空与《巴黎协定》路径保持一致
强化短寿命气候污染物控制	通过尾迹云规避、低氮氧化物和低黑碳引擎技术，以及部分加氢处理燃料，航空变暖贡献可降至0.072℃左右，并将预算占比减少到4%。这是首次看到航空在近期变暖贡献上出现显著“刹车”。
全路径突破	当温室气体与短寿命气候污染物控制同时加速推进时，航空到2050年的升温贡献可降至0.063℃，占预算2%。这是唯一让航空在2035–2050年期间接近“气候中和增长”的路线。

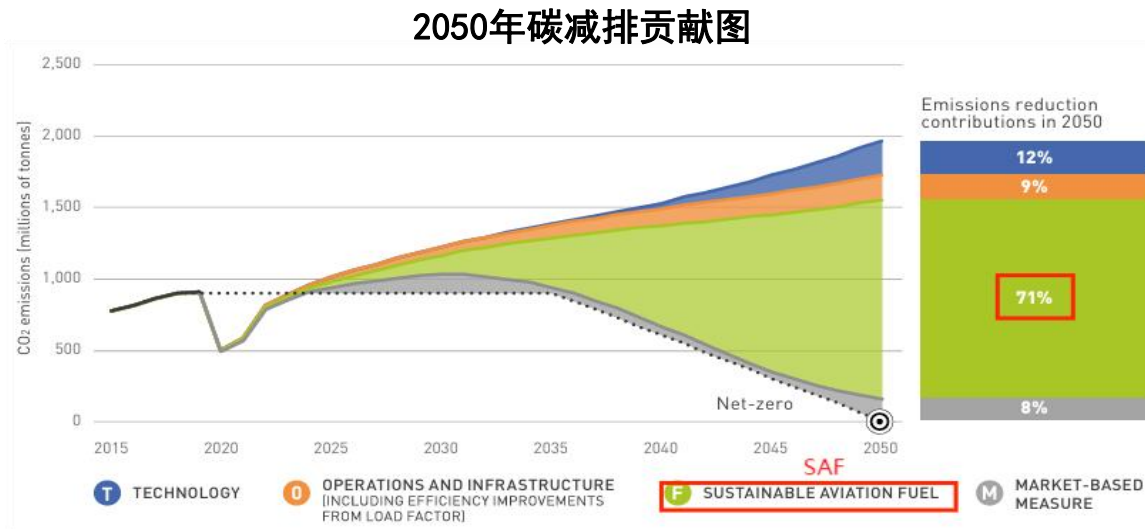
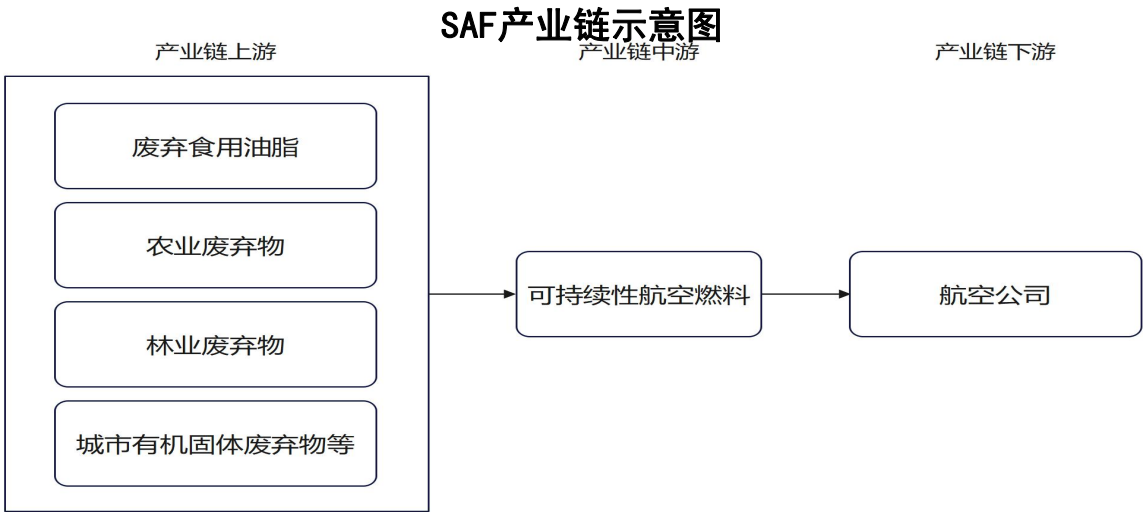
图1. 航空业历史升温贡献与各情景预测的未来升温贡献



资料来源：中国民航网、ICCT《航空愿景2050:实现气候中和增长的潜力》、华金证券研究所

1.2 SAF为碳减排重要手段，生产不必依赖传统化石能源

- ◆ SAF是一种可直接使用的液体燃料替代品，与传统航空燃料相比，其最高可减少85%的碳排放量，并可使用多种动植物油脂以及废弃油脂生产，不必依赖传统化石能源；与电能、氢能等其他绿色航空新能源相比，SAF具有能量密度高、制备方式灵活、与现有航空动力系统兼容度高等优势，应用上不需要对现有的发动机和其他基础设施做太多改造。
- ◆ SAF产业链上游原材料主要为废弃食用油脂（地沟油）、农业废弃物、林业废弃物、城市有机固体废弃物等。目前传统生物燃料均未达到标准，而废弃油脂生产的生物柴油的减排参考值可达到80%，具有明显的优势。产业链中游为SAF生产企业；产业链下游为航空公司，可分为民用航空及军用航空。
- ◆ 如果持续推进可持续燃料的运用，世界航空运输行动小组预测到2050年SAF将会为航空业净零排放做出71%的碳减排贡献。



1.3 SAF便利环保，但成本较高

◆ SAF作为航空业碳减排的重要手段，具有不同的应用特点：
SAF的优缺点及具体表现

类型	特点	具体表现
优点	使用便捷	理化性质与传统燃料相近，SAF可与现有的化石航空燃料按一定比例混合（当前标准下最高可达50%），并可作为一种即加即用燃料（Drop-in Fuel）直接用于现有的飞机和燃油供应系统，无需大规模改造飞机或机场燃油基础设施。同时，不同于仍处于研发阶段的氢能飞机和电动飞机，SAF的性能表现与传统航空燃料无异，可以直接应用于现有的商业航班并在未来氢能飞机和电动飞机实现商业运营后仍然会发挥重要的脱碳作用。
	生命周期减排效果显著	SAF的原料来自于废弃油脂、农林废弃物、工业排放及空气捕集CO ₂ 和城市固体废弃物等，在生命周期内可实现10%–100%的碳减排，特别是通过电转液（PtL）技术，以可再生电力制氢和二氧化碳为原料合成的SAF，理论上可实现100%减排。
	包含多种技术路线，适应不同国家和发展阶段	SAF的生产方式非常多样，例如既可以使用废弃油脂加氢技术、生物质气化+费托合成、醇制SAF等技术生产，也可以利用绿色电力生产eSAF。各种生产技术路线的技术成熟度不同，使用的原料不同，供应能力也不同，全球各主要航空燃料市场都可以根据本国的自然禀赋找到较为适宜的技术路线发展SAF产业，并根据市场发展阶段调整发展方向。
缺点	成本高： 2024年欧盟地区传统航空煤油的平均市场价格为每吨734欧元，而SAF最成熟的技术——HEFA类SAF，其平均价格仍高达每吨2085欧元，约为传统航空煤油价格的2.7倍	SAF的价格之所以居高不下，其原因主要在于技术成熟度欠缺、原料供应限制以及供应链的不完善等。 （1）生产技术不成熟。尽管SAF技术正在不断发展，但与传统航空燃料相比，其生产技术还不够完善，生产效率较低，从而使得单位生产成本较高。 （2）原料供应有限。以目前已经商业化的SAF生产技术——HEFA工艺为例，该工艺主要以废弃食用油（UCO）作为原料，其产量占据了全球SAF市场的90%以上。然而，UCO原料的总量有限，据Argus统计，2024年全球可用的UCO约为890万吨，而收集率仅为57%。不仅供应量有限，一些原料（如UCO）在其他行业也有广泛的应用，这使得SAF行业在原料采购上面临竞争压力，进一步增加了生产成本。 （3）供应链不完善。从原料的采购、运输到生产、储存和配送等环节，都存在一些问题。目前，SAF的生产设施相对较少，分布不够广泛，导致运输和配送成本较高。同时，SAF对运输、储存设备的要求更高，还涉及设备改造升级的成本。

1.4 SAF发展历程

◆ SAF的诞生可以溯源到2008年，维珍大西洋航空公司进行了首次掺混部分生物燃料商业航班试飞，成为使用掺混生物燃料执行的首次飞行计划。SAF往后不断迅速发展，成为航空业碳减排的重点。

◆ 第一阶段（2009-2015年）

时间	事件
2009	美国材料与试验协会(ASTM)批准了航空涡轮燃料标准规范ASTM D7566，这意味着SAF可以用于商业飞行。
2011年至2015年	2011年至2015年间，共计22家航空公司在2500多架次商业客运航班上使用了生物喷气燃料，大多由废弃食用油、麻风树、芥菜和藻类等原料掺混而成，其中生物喷气燃料的掺混比例更是高达50%。

◆ 第二阶段（2016-2021）

时间	事件
2016年	ICAO通过了国际航空碳抵消和减排计划(CORSIA)，CORSIA包括允许航空公司通过使用SAF和低碳航空燃料(LCAF)来减少其碳排放抵消需求。
2019年	使用可持续航空燃料的商用航班已超过25万架次，超过45家航空公司拥有可持续航空燃料使用经验。
2020年	ASTM新批准了两种SAF技术认证标准，获批的SAF生产技术途径增加至七种

◆ 第三阶段（2021-至今）

时间	事件
2022年	ICAO批准RSB、ISCCCORCORSIA认证，2023年6月第一批生物航空燃料获得CORSIA证书。
2023年10月	欧盟通过了ReFuelEU航空法规，完成了“Fit for 55”立法。航空燃料供应商必须在煤油中掺入越来越多的可持续航空燃料，从2025年最低掺入2%，到2050年提高到70%。
2023年11月	国际民航组织CAAF/3商定了一个全球框架，通过使用SAF、LCAF和其他航空清洁能源，到2030年将国际航空的二氧化碳排放量减少5%(与未使用清洁能源相比)

1.5 生物质SAF与电制SAF的对比

- ◆ SAF 主要包括生物质SAF（Bio-SAF）和电制SAF（e-SAF）两大类。
- ◆ 在2025至2035年间，以HEFA为主的生物质SAF将继续占据市场主导地位，主要因为工艺相对成熟，且经济性较好。电制SAF由于PtL技术成本仍然偏高和基础设施建设发展水平不均等因素，无法在短期内在全球范围实现大规模商业化生产。而2035至2050年之间，随着可再生电力成本的逐步下降，电制SAF有望克服目前的技术和成本障碍，成为未来主要的SAF生产技术之一。

生物质SAF和电制SAF对比情况

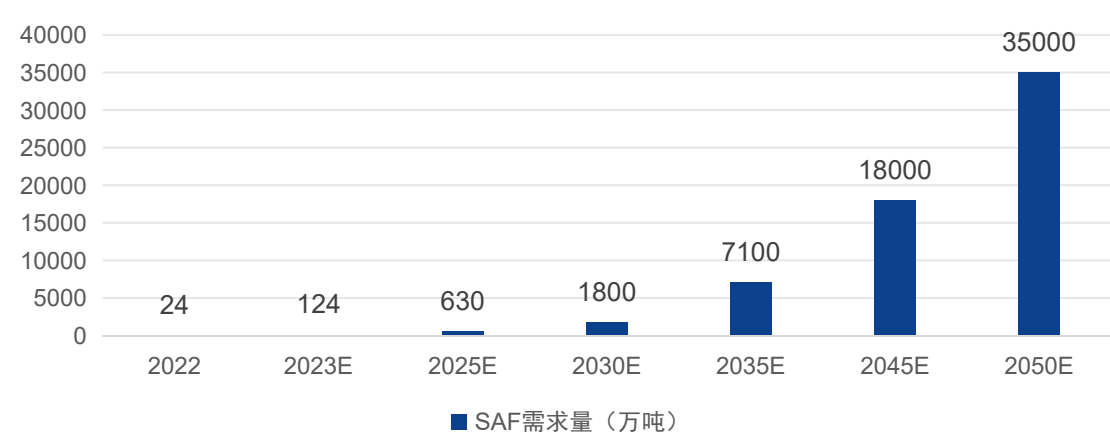
对比维度	对比指标	生物质SAF	电制SAF
原料来源	主要原料	动植物油脂、农业废弃物、林业残余物、城市固体废弃物、生物甲醇/乙醇等	二氧化碳（CO ₂ ）（从空气中捕集、工业排放碳源、生物质碳源）+ 绿氢（H ₂ ）（通过可再生能源电解水制备）
	碳源	有机生物质（固有碳循环）	空气捕集或工业排放的CO ₂ （可实现碳封存）
	可持续性影响	受限于生物质供应量、土地使用变化、食物竞争	有机会实现100%零碳，但对电力供应的可持续性要求非常严格，否则会产生更高的碳排放
生产工艺	主要生产工艺	① HEFA（加氢酯类和脂肪酸） ② Gasification-FT（气化-费托合成） ③ AtJ-SPK（醇转喷气燃料） ④ MtJ（甲醇合成制喷气燃料，尚未纳入ASTM）	① CO ₂ 与绿氢转化为合成气后再进行费托合成 ② CO ₂ 与绿氢转化为甲醇再制喷气燃料（Methanol-to-Jet, MtJ） ③ 直接从CO ₂ 合成航空燃料（CO ₂ AF） ④ CO ₂ 与绿氢转化为低碳烯烃后制备SAF工艺
	生产难度	除HEFA已实行商业化生产，AtJ和GFT正处于研发向工业化过渡的阶段	仍处于示范阶段，核心瓶颈在于CO ₂ 捕集与绿氢制备成本
减排能力	生命周期碳减排	平均80%（具体取决于原料和供应链）具备负碳强度的潜力	最高100%（使用DAC+可再生能源可实现零碳）
经济性	当前成本	1350–1800美元/吨（是化石燃料的2–3倍）	2600–9500美元/吨（约为化石燃料的4–15倍）
	市场规模	>99%的SAF产量来自生物质	电制SAF仅占全球SAF市场的1%以下

- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

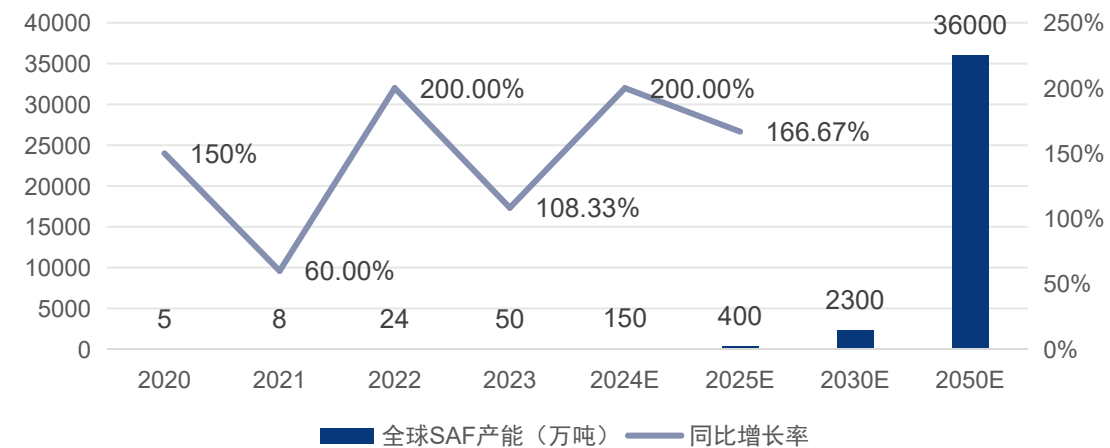
2.1 SAF全球市场需求量持续增长，产能供给不足

- ◆ 全球市场SAF需求量：未来，全球可持续航空燃料的需求量将持续增长。根据IATA 2050年航空业实现净零排放目标的需要，SAF预期需求量从2023年的124万吨增长到2025年的630万吨，在2050年实现净零排放，预期需求量将达到3.5亿吨。
- ◆ 全球SAF产能：全球SAF产量从2019年到2023年经历了显著增长。2019年到2020年，SAF产量从不足2万吨增至5万吨，同比增长150%。2023年，SAF产量进一步上升至近50万吨同比增长100%，但这一产量仅占有可再生燃料生产的3%。全球航空业对可持续航空燃料的需求不断增长，但相较于传统航空燃料，SAF的供给及应用仍存在明显不足。
- ◆ 为提高能源安全性和韧性，未来全球将建设1024座SAF生产厂，整体投资规模将达到1~1.45万亿美元，占每年全球化石燃料和天然气投资的6%左右。

未来全球SAF市场需求量



全球SAF产能及预测



2.2 欧洲SAF需求受政策强制掺混驱动增长

欧洲部分国家组织对SAF的政策

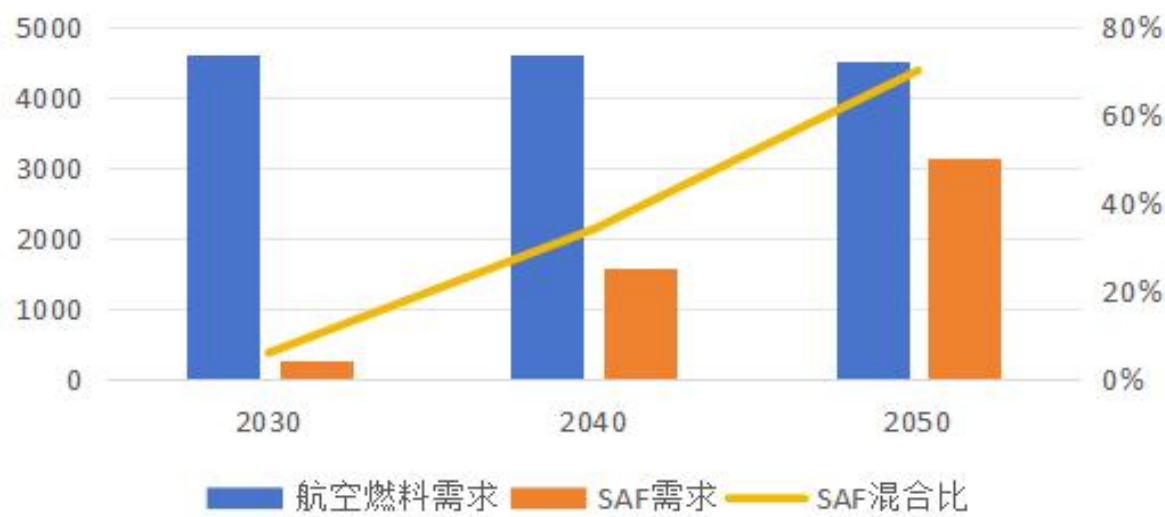
关于SAF的政策要求	具体要求	法规	颁布者
提高欧盟机场飞机燃油中的SAF掺混比例	a)自2025年起，可持续航空燃料的最低年比例为2%； b)自2030年起，可持续航空燃料的最低年比例为6%，其中：i)2030年1月1日至2031年12月31日期间，合成航空燃料的平均比例为1.2%，合成航空燃料年均比例最低为0.7%。ii)2032年1月1日至2034年12月31日期间，合成航空燃料的平均比例为2.0%，其中2032年1月1日至2033年12月31日最低年占1.2%，2034年1月1日至2034年12月31日为2.0%。 c)自2035年起，可持续航空燃料的最低年比例为20%，合成航空燃料最低比例为5%。 d)自2040年起，可持续航空燃料的最低年比例为34%，合成航空燃料的最低比例为10%。 e)自2045年起，可持续航空燃料的最低年比例为42%，合成航空燃料最低为15%。 f)自2050年起，年均最低70%的可持续航空燃料比例，最低35%为合成航空燃料。	ReFuelEU Aviation	欧盟
SAF的消费比例	RED III目标是在2030年前将可再生能源在欧盟整体能源消费中的比例提升至42.5%。指令还为成员国在不同领域设定了具体目标。 a) 工业：Red III要求每年可再生能源使用量增加1.6%。成员国必须确保到2030年，行业中用于能源和非能源用途的氢气中，至少有42%来自非生物来源的可再生燃料，到2035年达到60%。 b) 运输：成员国必须在以下方案中做出选择：i) 到2030年，交通部门最终能源消费中至少29%的可再生能源占有约束力；ii) 到2030年，将运输中温室气体强度降低14.5%的约束性目标。 c) 建筑：设定了到2030年建筑中可再生能源份额至少达到49%的指示目标。供暖和制冷系统的可再生能源目标将逐步提高，国家层面每年增长0.8%，直到2026年，2026年至2030年为1.1%。	可再生能源指令（RED III）	
设置燃油中SAF的强制掺混比例	从2025年起，英国机场供应的航空燃料中必须掺混至少2%的SAF，到2030年这一比例将增加至10%，到2040年进一步提升至22%。	SAF Mandate	英国

资料来源：欧盟、中国国际可持续交通创新和知识中心《可持续航空燃料发展路径研究报告》、北京大学国家发展研究课题组《点燃SAF市场：中国可持续航空燃料规模化发展政策路径》、华金证券研究所

2.2 欧洲SAF需求受政策强制掺混驱动增长

- ◆ 产能：根据EASA预测，2030年欧盟SAF产能预计达230万吨。2030年欧洲60%以上的SAF供应将由HEFA和ATJ技术生产，其次将依赖进口和PtL燃料。2023年欧盟已建成SAF产能投产约为28.6万吨，除400吨为合成燃料路线外，其余均使用HEFA生产路径。根据标普全球商品洞察公司的报告，欧洲目前为全球SAF产量贡献最大份额，预计2024年欧洲SAF产量仍将占全球总产量的53%，2025年将增至160万吨。
- ◆ 市场需求量：根据ReFuelEU航空法规要求，2030年、2040年和2050年，欧盟的SAF占比为6%、34%和70%。2030年欧盟机场对航空燃料的需求将达到约4600万吨，2040年约4600万吨，2050年约4500万吨。意味着到2030、2040和2050年，预计需要276万吨、1564万吨和3150万吨SAF。

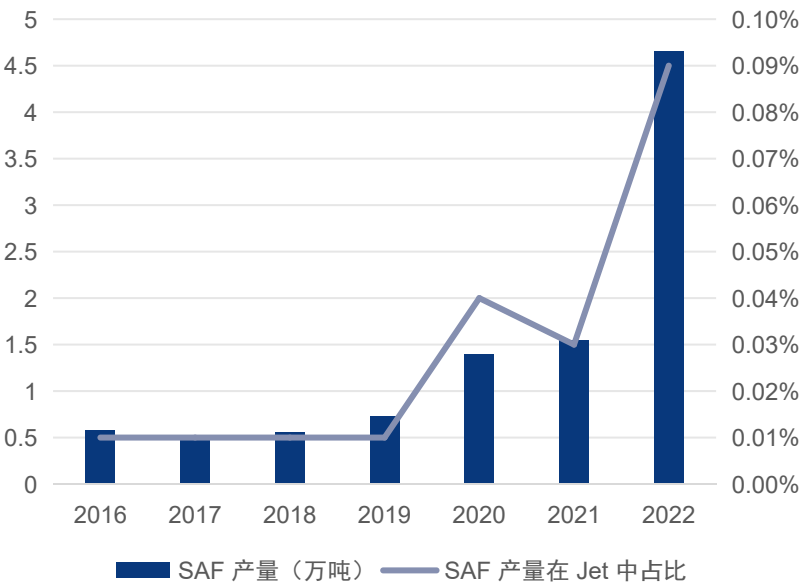
2030-2050年欧洲SAF需求情况



2.3 美国航空燃料SAF占比增长，政策手段以补贴为主

- ◆ 美国的SAF产量从2016年的0.58万吨增加至2022年的4.65万吨，在此期间SAF的生产逐年增长，呈现出波动性增长的趋势。目前，尽管美国SAF的产量相比于喷气燃料总消耗量仍然非常小，但SAF在喷气燃料中的占比从2016年的0.01%增长到2022年的0.09%
- ◆ 与欧盟通过强制掺混和碳市场等政策来推动SAF不同，美国主要通过补贴的形式激励SAF的生产、研发和市场推广。

2016-2022年美国SAF产量及在航空燃料中的占比



美国对SAF的政策

法案或政策	内容
《通胀削减法案》	为SAF生产商提供每加仑18高达1.75美元的税收抵免，有效期至2027年。具体而言，若SAF实现温室气体减排50%，生产商可获得每加仑1.25美元的基本抵免；减排量每增加一个百分点，还可额外获得每加仑0.01美元补贴，最高可达0.50美元。
《国内税收法》	为合格的SAF混合物提供税收抵免，要求其生命周期温室气体减排至少50%。
大而美法案	保留并调整了对SAF的税收抵免条款，将SAF生产税收抵免政策从2027年延长至2031年，抵免额度从35美分/加仑起步，最高可达1.75美元/加仑。若该法案相关条款全面落实，将有力支持2030年SAF产量达30亿加仑（约876.68万吨）、2050年达350 亿加仑（约1.02亿吨）的目标。
部分州政策	加州的低碳燃料标准（LCFS）通过碳信用交易机制，为SAF生产商带来额外经济收益；俄勒冈州通过强制碳强度目标结合市场化积分交易，实质是为低碳燃料（如SAF）赋予碳减排溢价，降低其市场成本劣势。美国伊利诺伊州也在积极推动SAF 的应用与发展，自2023年7月1日至2032年底实施可持续航空燃料购买抵免（SAFPC）政策。依据该政策，航空公司在伊利诺伊州内每采购或使用1加仑（约3.8升）SAF，便可获得1.5美元的税收抵免。
其他	美国能源部启动多种SAF制备工艺研究项目，为生产商提供技术开发支持，并通过贷款项目办公室提供财务担保，降低SAF生产项目的融资风险和贷款利率。美国农业部也通过贷款担保和财政援助，助力SAF生产设施改造升级，扩大生产规模。

2.3 美国航空燃料SAF占比增长，政策手段以补贴为主

- ◆ 美国 SAF 在联邦层面享受两项政策优惠，其一是 45Z 条款“清洁燃料生产抵免”(Clean Fuel Production Credit, CFPC)，其二是 RFS 中的 RIN信用额度。
- ◆ CFPC：自 2025 年 1 月 1 日起生效，目前有效期将持续至 2029 年底。该条款为包括 SAF 在内的清洁燃料生产提供了显著的税收激励，SAF 生产商可根据其温室气体减排效益获得税收减免：在 2025 年 12 月 31 日前金额最高每加仑 1.75 美元，2026 年起金额最高为 1 美元。适用于 SAF 的 CFPC 金额可根据以下公式计算：其中 EF_{baseline} 是基准燃料的碳排放因子， EF_{SAF} 是特定 SAF 生命周期内的碳排放因子，单位是 $\text{kg CO}_2 \text{ e/mmBTU}$ ；Base credit 是基准抵免额，设定为 1.75 美元 / 加仑（2025 年）或 1 美元 / 加仑（2026 年–2029 年）。

$$\text{CFPC} = \frac{(EF_{\text{baseline}} - EF_{\text{SAF}})}{EF_{\text{baseline}}} * \text{Base credit}$$

- ◆ RIN信用额度：2025 年第一季度 D4 类别的 RIN 价格在 0.7 美元上下波动。每生产 1 加仑符合条件的 SAF 通常可以生成 1.6 个 D4 类别的 RIN。因此，每生产 1 加仑 SAF 可以获得 1.12 美元的 RIN 信用额度，即每生产 1 吨 SAF 可以获得 2674 元 RIN 信用额度。此外，按照 EPA 在 2025 年 6 月提出的修正提议，未来进口原料生产的可持续燃料只能产生 50% 的 RIN 值，即使用进口原料的生产商获得的 RIN 收入将减半。然而，需要强调的是，RIN 的市场价格具有波动性，受多种市场因素影响。

2.4 中国市场可观，政策大力推动SAF发展

- ◆ 《“十四五”民航绿色发展专项规划》提出，我国力争到2025年可持续航空燃料累计消费量达到5万吨。业内认为，如果国内SAF需求得到充分激发，实际使用量将远超这一数字。假设按照SAF掺混比例到2025年达到2%、到2030年达到5%测算，预计我国对SAF的需求在2025年将达到75万吨、到2030 年将达到300万吨，但目前产能只有20万吨左右
- ◆ 中国民航局从 2010 年开始加大对 SAF 研发应用的重视程度，将 SAF 作为行业脱碳重要战略储备。近期，国务院和中国民航局颁布的相关政策中也涉及要推进 SAF 的示范和商业应用。

中国对SAF的政策

发布时间	发布机关	政策名称	主要内容
2021 年 10 月	国务院	《2030 年前碳达峰行动方案》	大力推进先进生物液体燃料、SAF 等替代传统燃油，提升终端燃油产品能效。
2022 年 1 月	民航局	《“十四五” 民航绿色发展专项规划》	推动 SAF 商业应用突破：力争 2025 年 SAF 消费量达 2 万吨以上，“十四五” 期间累计达 5 万吨；同时提出油减碳目标：运输航空吨公里油耗降至 0.293 千克、CO ₂ 排放降至 0.886 千克。
2022 年 5 月	国家发改委	《“十四五” 生物经济发展规划》	在有条件的地区开展生物柴油推广试点，推进生物航空燃料示范应用。
2022 年 6 月	国家发改委、能源局等	《“十四五” 可再生能源发展规划》	大力发展非粮生物质液体燃料，支持生物柴油、生物航空煤油等领域先进技术装备研发和推广使用。

2.5 其他国家和地区SAF政策汇总

◆ 自2023年初以来，航班流量在疫情限制解除后反弹，亚太地区的SAF相关活动快速增加。

亚洲其他部分国家对SAF的政策

国家	政策内容	SAF目标
新加坡	1) 樟宜机场开展 SAF 试点，新航、酷航航班用 SAF 作动力；2) 与国际民航组织签协议，推进 SAF 相关帮助与能力建设；3) 2022 年起出售 SAF 碳信用额；4) 2024 年推出 “可持续航空枢纽蓝图”。	2026 年起，新加坡起飞航班 SAF 占总燃油 1%；2030 年，SAF 用量提至总燃油 3%-5%（依全球 SAF 发展而定）。
日本	1) 2022 年 3 月成立天空行动联盟，推广日本 SAF 并推进商业化 2) 2023 年 4 月首次生产本地掺混 SAF。	2030 年起，日本国内机场飞机燃油中至少 10% 是 SAF。
印度	1) 减少航空碳排放，SAF 优先用于国际航班； 2) 开发以甘蔗糖蜜为原料生产 SAF 的方法。	2025 年：国内商业航班用 1% SAF；2027/2028 年：喷气燃料中分别用 1%、2% SAF；2070 年：实现零排放。
马来西亚	从 “化石燃料焦点” 转向 “绿色能源提供者”，未来 3-5 年推进 SAF / 绿色能源；实施 1% SAF 掺混要求，短期用 HEFA 技术开发 SAF。	2050 年：实现高达 47% 的 SAF 掺混比例。

◆ 作为大洋洲最大的国家，澳大利亚拥有丰富的农业和废物等资源，可用于生产可持续航空燃料，但燃料生产商有限；从历史上看，巴西一直是一个以农业为主要经济来源的欠发达国家。巴西盛产秸秆和甘蔗渣，非常适合生产生物燃料。

大洋洲、南美洲部分国家对SAF的政策

地区	国家	政策内容	SAF目标
大洋洲	澳大利亚	1) 2021 年 11 月，澳大利亚可再生能源署发布澳大利亚生物能源路线图；2) 启动约 2000 万美元的 “SAF资助计划”，支持澳国内SAF供应链发展；3) 2023 年 6 月，澳大利亚政府成立零排放委员会，向立法者提供政策建议以支持可持续航空燃料行业发展，成员涵盖澳主要航空公司、机场、燃油生产厂、制造商及政府和国防研究机构。	2030 年：可持续航空燃料使用量占澳大利亚年航空燃料总使用量的 19%。
南美洲	巴西	1) 2023 年 9 月，巴西总统向国会递交《未来燃料法案》，鼓励使用绿色柴油和SAF，重视发掘巴西在可再生和低碳能源方面的潜力；2) 推出可持续航空燃料计划（ProBioQAV），旨在鼓励生产和使用SAF。	2027 年：减少二氧化碳排放比例 1%； 2037 年：减少二氧化碳排放比例 10%。

- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

3.1 不同组织对SAF的标准认定

◆ SAF 强调其“可持续性”，即需要对环境、社会和经济带来尽可能少的负面影响。为评估SAF的“可持续性”，各国/各地区在提出SAF发展目标的同时，也对其“可持续性”提出要求，并通过相应的标准认证体系进行评估和核验。

不同组织对SAF的标准设定

发布单位	法规	发布时间	SAF定义
欧盟	ReFuelEU Aviation	2023年10月	“可持续航空燃料”指的是以下类型的航空燃料： 1. 合成航空燃料：非生物来源可再生燃料 2. 航空生物燃料：“生物燃料”是指由生物质生产的用于交通的液体燃料；“先进生物燃料”是指用附录 IX A 部分列出的原料生产的生物燃料； 3. 回收碳航空燃料：指由非可再生来源的液体或固体废物流生产的液态和气态燃料，
英国	The SAF Mandate	2024年12月	合格的SAF必须由可持续的废弃物或源自以下残留物制成： 1. 生物质（例如用过的食用油或林业残渣） 2. 无法避免、再利用或回收的化石废弃物（如不可回收的塑料） 3. 可再生能源或核能 由食品、饲料或能源作物生产的SAF不符合资格。 SAF必须实现相较于89gCO ₂ e/MJ化石燃料对应器减少40%的温室气体排放。
ICAO	CORSIA	2016年	CORSIA 由ICAO主导，是目前国际航班使用SAF的核心标准。CORSIA 明确规定，SAF 的生命周期碳排放必须至少比传统航空燃料（基准值为 89g CO ₂ e/MJ）减少 10%。此外，该标准强调应全面评估直接和间接土地利用变化对碳排放的影响，并要求所使用的生物质原料不得来自具有高碳储量的土地，例如原始森林、湿地和泥炭地，以防止碳汇破坏和不可逆生态影响。

3.2 ASTM已批准11种SAF生产工艺

◆ 生物质SAF的原材料选择多样，包括脂肪和油类、糖类和谷物、城市固体废物、木材和农业残渣等。将这些原材料加工转化为SAF的技术需要获得美国材料与试验协会（the American Society for Testing and Materials, ASTM International）的批准后才能商业化使用。截至2023年7月，ASTM已有11个SAF生产工艺获批，另有11个工艺正在评估中。

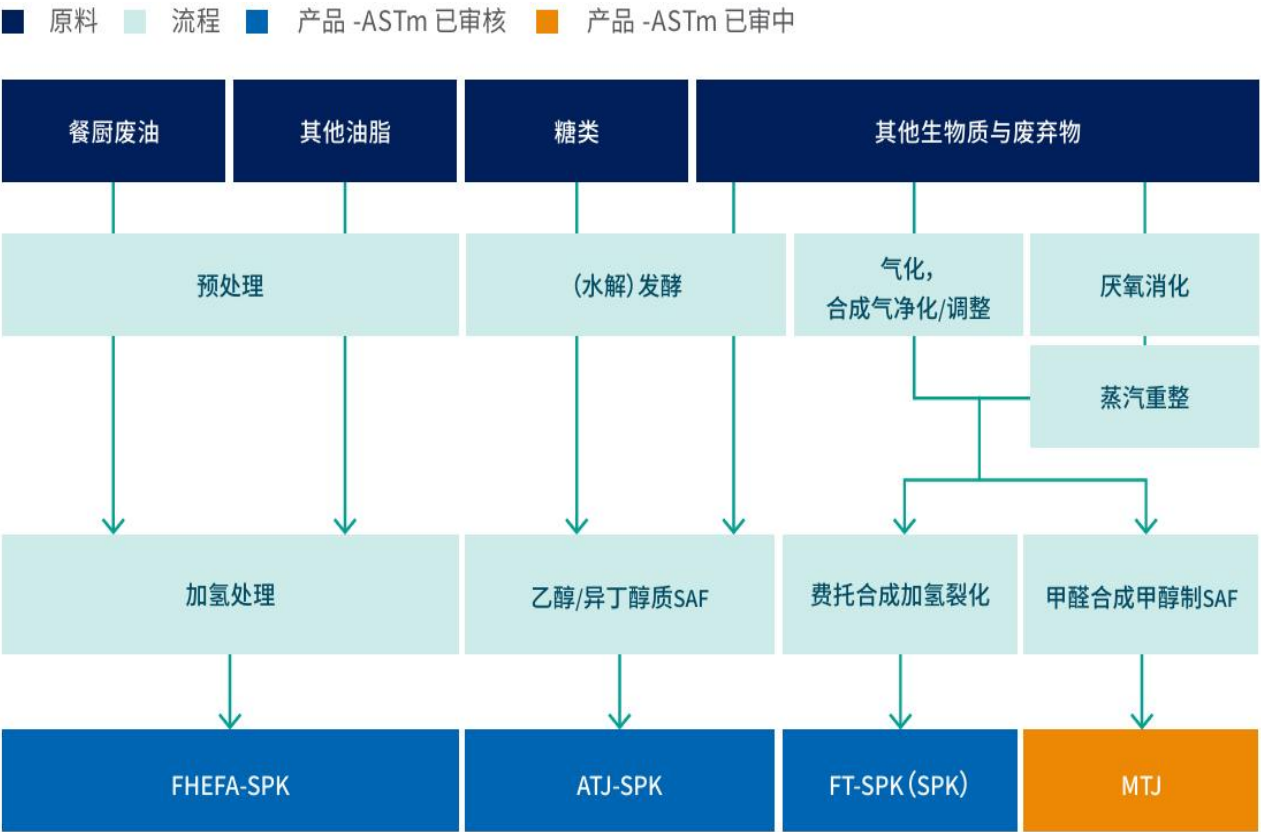
ASTM已批准的11个SAF生产工艺

批准文件	工艺过程	工艺名称	原料	最大掺混比例
ASTM D7566 Annex A1	费托合成加氢处理石蜡基煤油	FT	煤炭、天然气、生物质能	50%
ASTM D7566 Annex A2	由加氢酯和脂肪酸合成石蜡煤油	HEFA	植物油，动物脂肪，废弃食用油	50%
ASTM D7566 Annex A3	用发酵糖加氢合成异石蜡	SIP	用于制糖的生物质	10%
ASTM D7566 Annex A4	费托合成的石蜡烃经加氢处理得到的合成煤油，其中芳烃由非石油来源的轻质芳烃经烷基化反应制得	FT-SKA	煤炭、天然气、生物质能	50%
ASTM D7566 Annex A5	酒精制喷气合成石蜡基煤油	ATJ-SPK	生物质中的乙醇、异丁醇和异丁烯	50%
ASTM D7566 Annex A6	催化水热裂解喷气燃料	CHJ	植物油，动物脂肪，废弃食用油	50%
ASTM D7566 Annex A7	由烃类加氢酯和脂肪酸合成石蜡煤油	HC-HEFA-SPK	水藻，海藻	10%
ASTM D7566 Annex A8	含芳烃的合成石蜡煤油	ATJ-SKA	来自生物质的C2-C5醇	
ASTM D1655 Annex A1	传统炼油厂中酯类和脂肪酸的共加氢加工		植物油，动物脂肪，用过的用石油加工的生物质烹饪油	5%
ASTM D1655 Annex A1	费托烃在常规炼油厂的共加氢处理		费托碳氢化合物与石油协同加工	5%
ASTM D1655 Annex A1	HEFA的协同处理		生物质加氢酯/脂肪酸	10%

3.3 SAF有多种关键生产技术路线

◆ SAF领域的技术发展路径呈现出多元并存的显著特征，各种技术方案虽竞相涌现，却在成熟度、可行性、产业化程度和自主可控等方面存在明显差异。HEFA 是目前全球最主流的SAF生产技术，已经实现大规模的商业化生产，占比超过90%。然而，HEFA受到废弃油脂等原料可供供给数量的限制，长期来看 AtJ和GFT技术在产能方面更具潜力。

SAF不同技术路线流程图



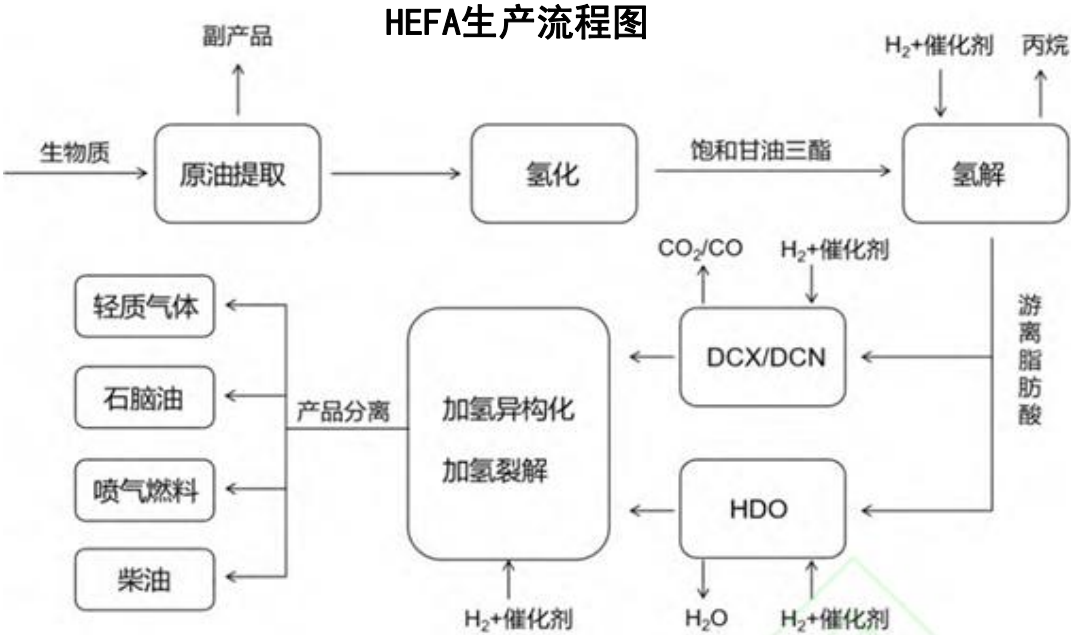
SAF不同技术路线对比

技术	技术状况	原料	最大掺混限值	温室气体减排潜力
HEFA	成熟	油料作物、废弃食用油	50%	73%–84%
AtJ	商业试点	玉米、甘蔗、纤维素生物质	50%	85%–94%
FT-GFT	商业试点	纤维素生物质、城市固体废弃物	50%	85%–94%
FT-PtL	开发中	CO ₂ 、 H ₂	50%	最高达 99%

3.4 HEFA为主流SAF生产工艺

- ◆ HEFA通过预处理、加氢工艺将餐厨废油、生物油等原料转化为SAF。HEFA的FRL（燃料准备级别）、TRL（技术成熟度）均达到9，具备全面开展商业化应用的条件。HEFA的优势在于生产工艺成熟，工艺成本低，而劣势表现在生产、收集、运输过程成本较高且原材料供应量有限。
- ◆ HEFA的生产工艺主要包括油品预处理、催化加氢处理、催化加氢裂化和产品分离。在废弃油脂的收集、储存、运输过程中，往往会形成含有金属和非金属元素的化合物杂质，因此需通过酸洗、水洗、沉降脱水、吸附和过滤/离心等预处理步骤降低杂质含量。催化加氢过程将原料中的甘油三酯和不饱和脂肪酸转为饱和脂肪酸，随后通过加氢脱氧和脱羧反应生成直链烷烃，再经加氢裂化和异构化生成高度支化的烷烃，最后通过分馏得到生物航煤。

HEFA生产流程介绍

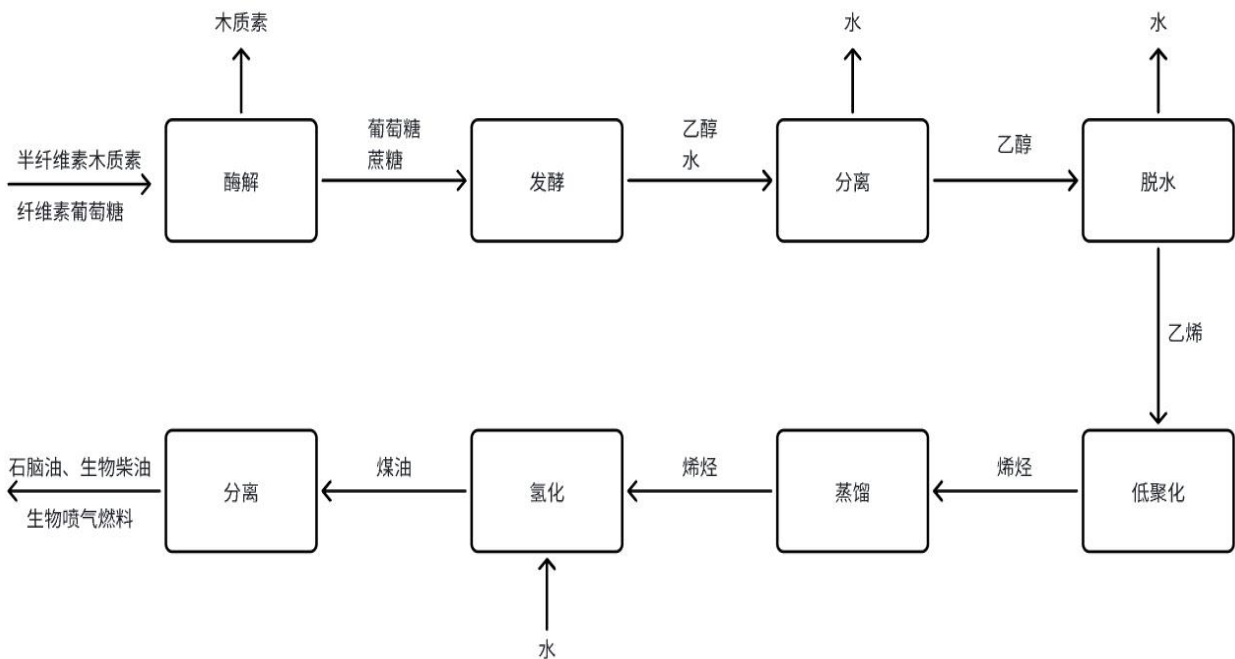


流程	介绍
处理废油	废弃油脂中含有大量水分、胶质和各种杂质，无法直接用作SAF生产的原料，因此必须对废油进行处理和精炼。在精炼过程中，必须使用大量水来冲洗油中多余的NaOH，产生大量废水。并且，整个精炼过程需要真空和适宜温度，导致能耗高、回收率低，经济效益较差。此外，去除杂质是废油预处理中的一大挑战，以去除氯杂质为例，需要采用特殊的化学处理或使用特定的脱氯剂来去除废油中的氯化物。
加氢脱氧(HDO)	是HEFA工艺的核心反应步骤，其在催化剂和氢气的协同作用下，于高压（>4 MPa）、中高温（>200℃）条件下去除植物油、废弃油脂等原料中的氧元素，从而生成满足航空燃料低氧含量（通常<0.1%）要求的烷烃。
加氢异构化（HI）	加氢脱氧生成的主要是正构烷烃，这类物质虽不含氧，但由于碳链呈直链结构，冰点较高，难以满足航空燃料在高空低温环境下的流动性需求。HI过程是在催化剂（通常为含Pt、Pd等贵金属或Ni基的分子筛催化剂）和H2共同作用下，使正构烷烃的直链碳骨架发生重排，形成支链异构烷烃

3.5 AtJ正在商业试点

- ◆ AtJ 工艺即醇制航煤工艺，该工艺通过四个关键升级步骤-催化脱水、低聚、氢化和蒸馏-将原料转化为符合航空燃料要求的碳氢化合物。
- ◆ AtJ 工艺以生物质糖类为原料，经“发酵制醇-催化脱水-烯烃低聚-加氢精制”的四阶反应链，生成支链烷烃航空燃料。相比 HEFA 工艺，AtJ 工艺在原料选择上更为灵活，可利用农业剩余物、林业废弃物及城市有机垃圾等多种非粮生物质。同时，四阶反应链的灵活可调性为优化燃料组成、提升燃烧性能及低温特性提供了更大空间，也为规模化商业应用奠定了工艺基础。

AtJ生产流程图



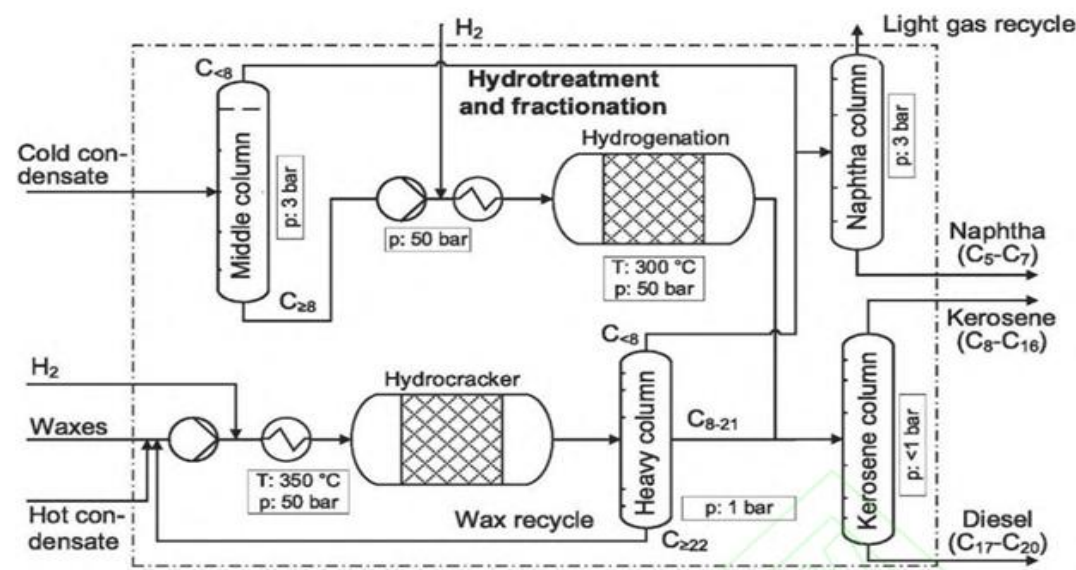
AtJ生产流程介绍

流程	介绍
发酵制醇	醇通常通过糖、淀粉、木质素纤维素等生物发酵、水解或气化等过程制取。
催化脱水	醇类物质（如乙醇、丁醇等）在催化剂的作用下发生脱水反应生成烯烃。其微观机理是醇分子在催化剂的酸性位点上发生吸附和活化。在 Brønsted 酸位点上，醇的羟基会接受一个质子，形成一种活性的氧鎓离子中间体，随后邻近的 β-碳原子会失去一个氢原子（遵循 E1 单分子消除反应或 E2 双分子消除反应），导致 C-O 键和 C-H 键的断裂，同步生成一个水分子和一个烯烃
烯烃低聚	其机理通常涉及碳正离子链式反应。烯烃分子首先在催化剂极强的 Lewis 酸位点上质子化，形成一个关键的碳正离子中间体。这个活性的碳正离子会攻击另一个中性烯烃分子的双键，发生亲电加成，形成一个新的、更长的碳正离子碳链。这个链增长过程会持续进行，直到通过 β-位消除一个质子，生成一个更大的 α-烯烃，并再生出酸位点，或者发生链转移、裂解等反应终止。
加氢精制	该过程的核心是将低聚生成的长链烯烃转化为饱和烷烃，消除不饱和键以提升燃料稳定性与抗氧化性能，同时保留碳链骨架以满足航空燃料的馏分要求。其机理发生在加氢金属（如 Pd、Pt、Ni）的活性中心上。氢气分子在金属表面发生异裂或均裂，形成活性的氢原子物种。同时，烯烃分子的 π 键通过电子与金属 d 轨道作用，吸附在金属原子上。活性的氢原子随后逐步加成到不饱和碳原子上，将双键饱和，生成完全饱和的烷烃分子，主要是异链烷烃和部分环烷烃

3.6 费托合成的应用前景

- ◆ FT 合成工艺以合成气（CO和H₂）为原料，在催化剂作用和适宜条件下合成液态烃或碳氢化合物，其核心过程包括CO活化、碳链增长、链终止三大步骤，同时受催化剂类型和反应条件共同调控。具体的生产流程：首先以合成气作为原料，在费托反应器经催化反应生成长链烃；随后产物进入分离和精炼单元，将得到的混合物分为石脑油、柴油和蜡等不同馏分；部分轻质烃副产物还可循环回用，以进一步提高效率。
- ◆ 费托合成（FT）具有原料适应性强（如农业和林业废弃物、城市固体废弃物、草本植物原料）、技术成熟较高（燃料准备级别（FRL）=6~7、技术成熟度（TRL）=6~8）、规模化效应突出等优势，但还不能全面进行商业化。

FT生产流程图



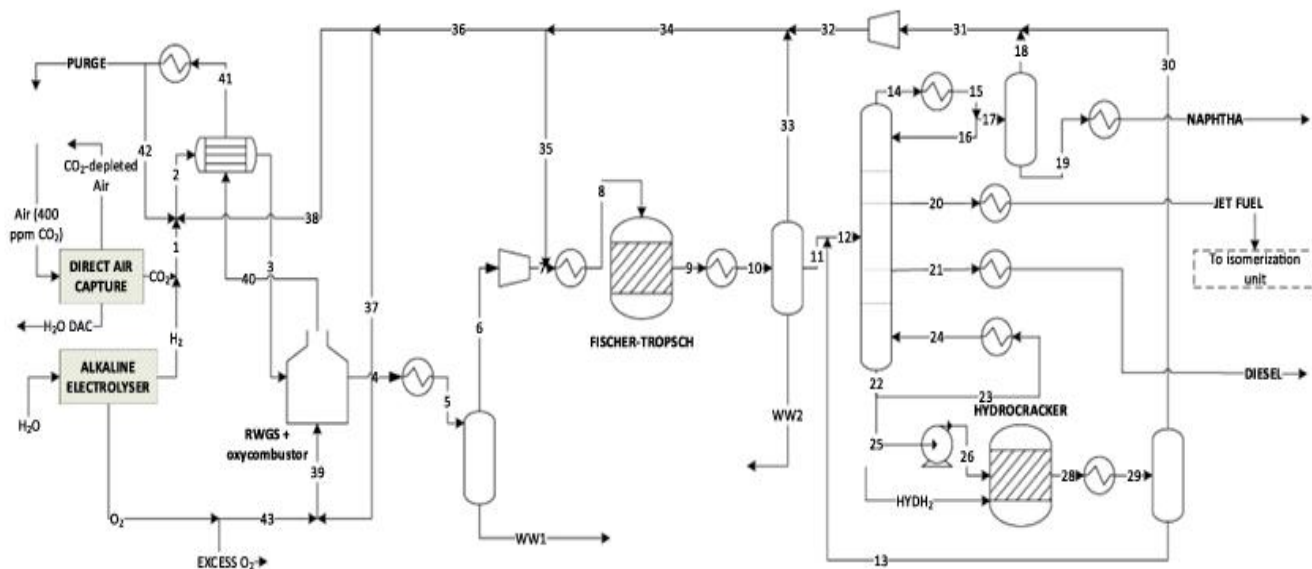
FT生产流程介绍

流程	介绍
CO吸附活化	合成气分子首先吸附在催化剂表面，常用的催化剂包括Fe、Ni、Co和Ru等。吸附在催化剂表面的CO分子和H ₂ 分子发生一系列复杂的表面反应，包括CO的解离、氢原子的转移等，从而形成C-C键并生成不同链长的烃类中间体。
碳链增长、链终止	链增长的关键是“CH _x 单体生成→C-C键耦合→链延伸”，需金属位点（脱氢/加氢）与酸性位点（碳正离子重排）协同。 链终止是增长链脱离催化剂表面的过程，需破坏 M-C 键（金属-碳键），竞争链增长，主要产物为烷烃、烯烃，少量为含氧化合物（CO插入终止） i)完全加氢终止：增长链（如R-CH ₂ -）在金属位点接受2个H原子，先加氢生成R-CH ₃ 中间体，再进一步加氢脱离表面生成烷烃（R-CH ₃ (g)），活化能约100-140 kJ/mol，需克服 M-C 键能（键能越强，终止越难）。 ii) β-C-H 断裂终止：增长链（如R-CH ₂ -CH ₂ -）通过β-C-H键断裂（失去1个H原子）生成烯烃（R-CH=CH ₂ (g)），活化能约 70-90 kJ/mol，低于烷烃生成的活化能，是低温下的主要终止路径（低温抑制H转移，促进β断裂）。

3.7 PtL是最具潜力和发展前景的 SAF 生产路线

- ◆ 生物质气化过程中不可避免的会产生大量 CO_2 ，如将此部分 CO_2 耦合绿氢直接生产 SAF，可实现生产过程零碳或者负碳排放，该转化技术过程被称为 PtL 路线。
- ◆ PtL 路径主要分为三种： CO_2 逆水煤气变换-费托合成路径， CO_2 加氢制甲醇-甲醇制烯烃-烯烃低聚制航煤路径，和 CO_2 直接加氢制航煤路径。在合成路径上，目前形成以 FT 与甲醇合成法为主的双技术路线，其中 FT 法因产物与航空煤油兼容性更高而成为主流。
- ◆ 尽管 PtL 路线还处在初期试验阶段，但已成为最具潜力和发展前景的 SAF 生产路线。相比于传统航空煤油，PtL 航油在全生命周期内最高可实现 99%-100% 的减排，是目前减排比例最高的技术路线。

PtL生产流程图



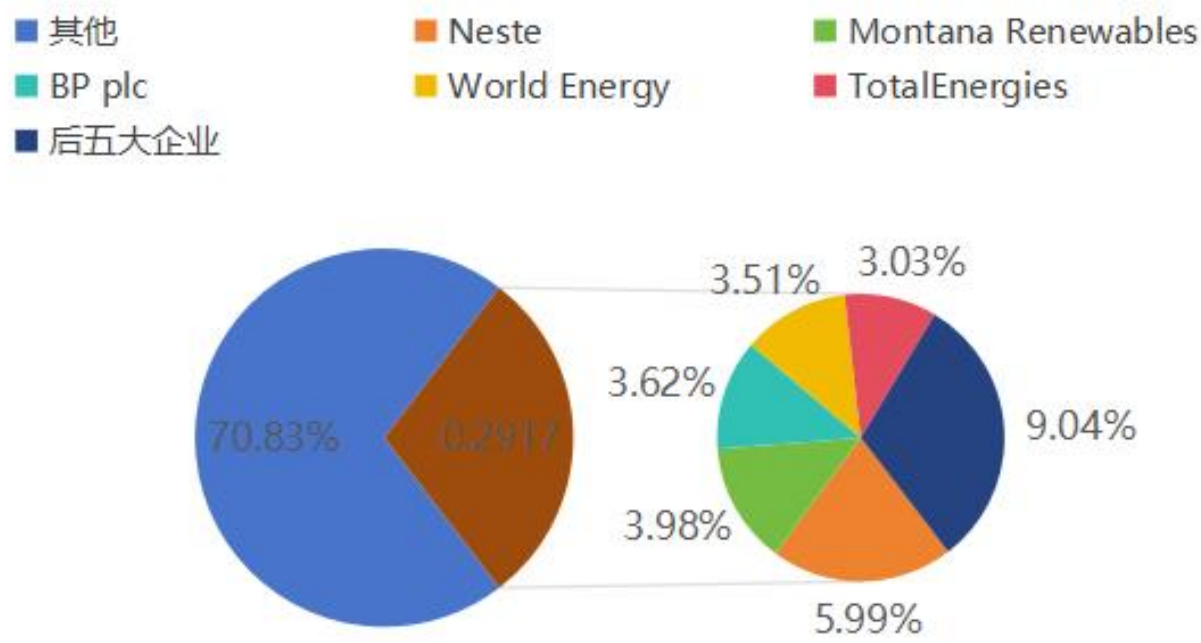
PtL生产流程介绍

流程	介绍
绿电制氢	绿电驱动电解槽将 H ₂ O 分解为 H ₂ 和 O ₂ ，含析氢（HER）和析氧（OER）半反应。
CO ₂ 捕获与活化	捕获的 CO ₂ 与电解得到的 H ₂ 在催化剂（如 Fe 基、Ni 基或 Rh 基催化剂）作用下，通过 RWGS 部分转化为 CO，生成 CO、CO ₂ 与 H ₂ 的混合“合成气”。该过程通常在中高温、中压条件下进行，并通过调节 H ₂ /CO ₂ 比例来控制合成气的组成。
催化合成精制	FT 合成气中的 CO 和 CO ₂ 在费托催化剂表面发生加氢聚合反应，生成碳链长度不等的直链烷烃和烯烃（主要产物）

3.8 全球SAF市场竞争较为集中

◆ 全球SAF市场竞争较为集中，前十大企业占据了2023年市场份额的29.17%。其中，Neste是全球领先的可再生燃料供应商，专注于提供SAF解决方案，市场份额为5.99%；Montana Renewables专注于将废弃物转化为低排放燃料，市场份额为3.98%；BP plc通过收购和合作推动SAF生产，市场份额为3.62%；World Energy提供基于生物质的SAF，市场份额为3.51%；TotalEnergies与空客公司合作推动SAF发展，市场份额为3.03%。这些头部企业凭借其技术优势和市场资源，在SAF市场中占据重要地位，并通过战略合作和技术研发不断提升竞争力。

2023年全球SAF各企业市占率



3.9 中国加速布局

◆ 目前，国内有海新能科、中石化镇海炼化、河南君恒、易高环保、海新能科企业可生产生物航煤，产能40万吨/年。2024年9月，鹏鹞环保10万吨生物质液体燃料技改项目试车产出合格产品，其中包含SAF。2024年11月，嘉澳环保子公司嘉澳新能源生物航煤项目投料成功，产能约35万吨。值得注意的是氢化生物柴油（HVO）生产商可以通过改造生产线转变为生产SAF。根据统计，如果生产商将现有HVO产能改用于SAF生产，我国SAF新增产能将达到170万吨。

我国部分已有SAF产能

本地企业	工艺	年产能（万吨）	所在地	运营开始时间
中石化	HEFA	10	浙江省宁波市	2022 年 6 月
君恒生物		20	河南省濮阳市	2023 年 10 月
易高环保		5	江苏省张家港市	2022 年底
海新能科		5	山东省日照市	2024 年 2 月
嘉澳环保		35	江苏省连云港市	2024. 11 已公告出合格产品
鹏鹞环保		10	辽宁省盘锦市	2024. 9 已公告投产

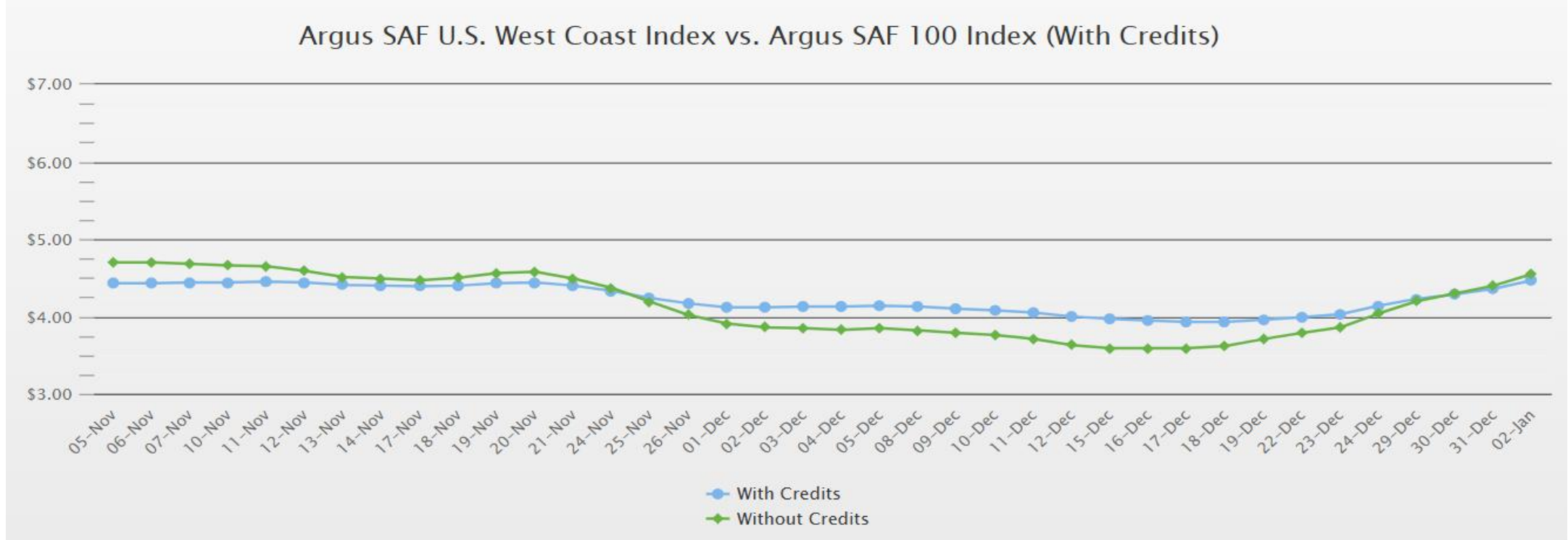
我国部分在建SAF产能

本地企业	工艺	在建/规划产能（万吨）	所在地	运营开始时间
山东海科化工	HEFA	30	山东省东营市	2023. 3 已开工
四川天舟		20	四川省	2025一季度投产
君恒生物		60	河南省濮阳市	2024. 10 已开工
东华能源		100	广东省茂名市	未公布
四川今尚环保		30	四川遂宁市	预计 2025 年底
国家电投和国泰航空	类似于 PLT	4 套 5-10	未公布	预计 2024-2026 年

3.10 SAF市场呈现显著价差格局

◆ Argus 最新发布的美国洛杉矶地区航空燃料价格数据（2025 年 6 月）显示（下图），当前市场呈现显著价差格局：传统航空燃料（CAF）现货均价为 2.27 美元 / 加仑（约合 776 美元 / 吨），而 SAF 在补贴前的价格为 4.78 美元 / 加仑（约 1636 美元 / 吨）。值得注意的是，在享受IRA 税收抵免等政策补贴后，SAF 实际落地价格降至 4.5 美元 / 加仑（约 1540 美元 / 吨），较补贴前降低约 5.9%，但仍较传统航油溢价 98%。

Argus 最新发布的美国洛杉矶地区航空燃料价格数据图



资料来源：北京大学国家发展研究课题组《点燃SAF市场：中国可持续航空燃料规模化发展政策路径》、Argus、华金证券研究所

- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

4.1 UCO是SAF重要原料

- ◆ UCO是指餐饮或食品加工过程中经高温使用后废弃的动植物油脂，通常包括煎炸废油、餐饮隔油池分离油脂等，经回收处理可作为生物柴油等再生能源原料。
- ◆ 以废弃食用油（UCO）为代表的植物油脂，还有以废弃动物脂肪为代表的动物油脂，是两类重要的SAF生物质原料。UCO表现出了比废弃动物油脂更好的碳减排潜力。植物生长的时候会通过光合作用吸收大气里的CO₂，当这些油脂被加工成SAF再燃烧时，释放的CO₂，可以看成是这部分碳的重新循环，不会净增加大气里的碳总量。更重要的是，收集和利用UCO，能避免它被不当处置（比如填埋或者自然分解）可能产生的甲烷这类强效温室气体。甲烷让全球变暖的潜力，是CO₂的25到30倍，避免它的排放，对减缓气候变化意义重大。
- ◆ UCO是当前主流的制SAF技术HEFA的重要原料。HEFA路线生产的SAF，在化学组成上和传统石化航煤高度相似，所以能够实现高达50%的掺混比，而且不用对现有的飞机发动机和机场加油设施做任何改造。

废弃食用油（UCO）与动物油脂关键特性对比

对比维度	废弃食用油（UCO）	动物油脂
原料碳排放属性	碳循环，无净新增排放	与畜牧业排放挂钩，净新增排放显著
上游排放主要来源	收集、运输的能耗排放	牲畜肠道发酵甲烷、饲料生产、粪便管理排放
ILUC（间接土地利用变化） 风险	基本为零（废物利用，不占地）	中等至高风险（扩大养殖规模）
原料可获得性	相对稳定，与餐饮业规模正相关，潜力大	受全球肉类产量限制，弹性小
典型减排值（EU RED II）	>>83%	通常低于60%

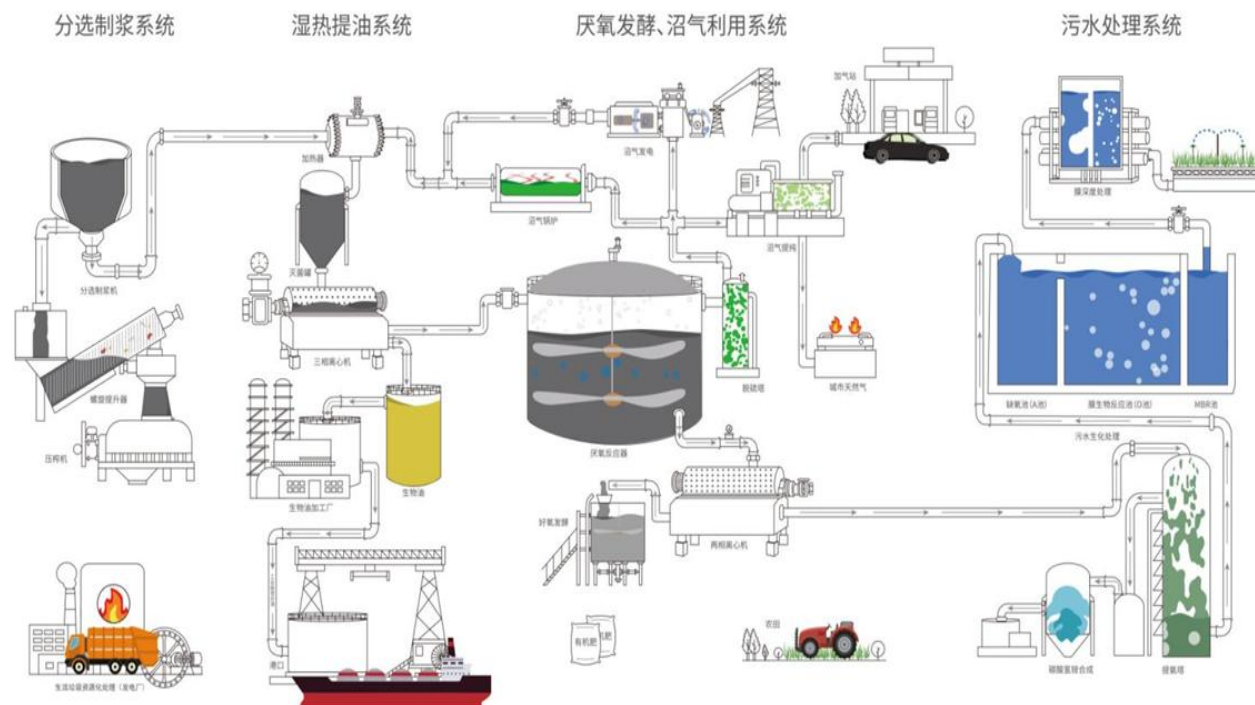
4.2 UCO产业链

- ◆ UCO行业产业链结构上游为原材料供应，主要为餐饮企业、家庭消费、食品加工厂等；产业链中游为UCO行业；产业链下游为生物柴油、可持续航空燃料、动物饲料添加剂等领域。
- ◆ 国内废弃油脂资源综合利用企业在特许经营授权下，对城市餐厨废弃物进行统一收集，通过预处理、湿热提油等步骤实现餐厨废弃物的油脂分离，分离出的油脂经过精炼加工后得到工业级混合油，即UCO。生物柴油是目前废弃油脂资源化利用的主要产品。

UCO产业链



国内废弃油脂资源综合利用企业餐厨垃圾处置工艺流程图



4.3 中国具有UCO优势，原料丰富

- ◆ 中国拥有超过 14 亿人口，餐饮业发达，植物油消费量巨大，由此产生巨量的餐厨废油。据估算，中国 2023 年食用油消费预计产生废弃油脂约 1100 万吨，其中部分难以被有效收集和利用。预计中国 UCO年可收集量约 810 万吨。未来受 UCO 生产生物柴油的需求进一步降低，欧盟对中国生物柴油反倾销的持续以及中国大量 SAF 项目的陆续投产等因素影响，预计 2030 年可用作 SAF 生产原料的资源量约为 450 万吨。
- ◆ 全球生物柴油的原料占比：棕榈油占比33%，是印度尼西亚、马来西亚等东南亚热带国家主要使用的原料油；大豆油占比27%，是美国、巴西、阿根廷等国家主要使用的原料油；菜籽油占比 16%，是欧盟国家主要使用的原料油；废弃油脂占比15%，中国生物柴油主要采用废弃油脂作为原料，由于其环保减碳价值也被世界许多生物柴油企业采用。
- ◆ 据欧盟《可再生能源指令》的数据，在几种不同原料制成的生物柴油中，由废油脂制备的生物柴油具备明显更优势的温室气体减排能力。

不同原料生物柴油碳减排效果

种类	温室气体排放节约 – 默认值
棕榈油生物柴油 (在油厂进行甲烷捕集的工艺)	45%
菜籽油生物柴油	47%
大豆油生物柴油	50%
UCO生物柴油	84%

4.4 政策鼓励UCO深加工

◆ 目前我国正逐步加强对废弃油脂的回收利用管理，先后出台相关政策及经济帮扶从各环节杜绝废弃油脂的不合法利用，积极推进废弃油脂的无害化处理和资源化利用。

我国废弃油脂资源综合利用相关的行业政策

日期	发布机构	政策名称	相关内容
2021. 7	发改委、住建部	《关于推进非居民厨余垃圾处理计量收费的指导意见》	明确推进厨余垃圾应收尽收，并对非居民厨余垃圾进行计量收费、执行厨余垃圾台帐跟踪管理制度。
2022. 06	国家发改委、国家能源局等	《“十四五” 可再生能源发展规划》	大力发展非粮生物质液体燃料；发展纤维素等非粮燃料乙醇并鼓励多联产示范；支持生物柴油、生物航空煤油等领域先进技术装备研发和推广使用。
2022. 10	国家发改委	《鼓励外商投资产业目录（2022 年版）》	鼓励安徽省、吉林省、云南省利用木薯、麻风树、橡胶籽等非粮植物为原料的生物液体燃料（燃料乙醇、生物柴油）生产。
2023. 07	工信部、国家发改委等	《轻工业稳增长工作方案（2023-2024 年）》	加快生物制造产业顶层设计，加大创新资源投入；支持有条件地区开展生物基材料、非粮食原料生物能源等产品应用试点，促进优质产品推广应用。
2023. 12	发改委	《产业结构调整指导目录（2024 年本）》	将“环境保护与资源节约综合利用 - 废弃循环利用 - 废钢铁、废有色金属、废弃油脂等城市典型废弃物循环利用、技术设备开发及应用” 列为鼓励类。
2024. 2	发改委等 10 部门	《绿色低碳转型产业指导目录（2024 年版）》	将“以非粮农作物、农林剩余物、能源植物、地沟油等废弃物为主要原料生产生物柴油、生物航空煤油、生物燃料乙醇、生物甲醇等生物质液体燃料” 行业确定为我国经济发展鼓励类行业。
2024. 3	国务院	《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》	积极有序发展以废弃油脂、非粮生物质为主要原料的生物质液体燃料。
2024. 5	国务院	《2024—2025 年节能降碳行动方案》	合理调控石油消费，推广先进生物液体燃料、可持续航空燃料。
2024. 10	发改委等 6 部门	《关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》	因地制宜发展生物天然气和生物柴油、生物航煤等绿色燃料，积极有序发展可再生能源制氢。

4.5 废弃食用油综合处理利用存在行业进入壁垒

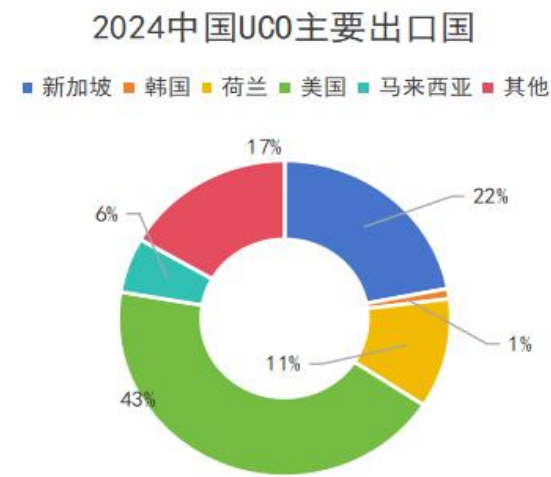
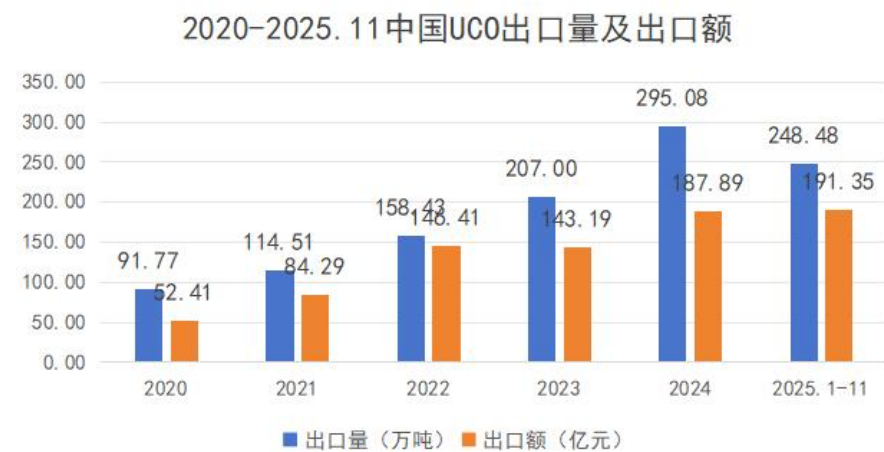
◆ 废弃油脂资源综合处理利用存在行业门槛：

我国废弃油脂资源综合利用行业进入壁垒

进入行业的壁垒	具体介绍
技术和经验壁垒	废弃油脂资源化产品主要为生物柴油，其应用开拓系对化石基材料逐步替代，由于客户产品的工艺和配方通常较为成熟，替代成本较高，验证周期较长，因此需要具备丰富的理论数据和应用实践经验，才能持续跟踪客户需求和应用情况，不断摸索工艺路线并提供相应的技术支持和服务，最终实现对客户产品中化石基原材料的规模化替代。 此外，尽管油脂化工中酯化工艺相对成熟，但由于上游废弃油脂原材料成分复杂，以及生产工艺环节的影响因素较多，不同企业对废弃油脂的可利用范围及有效的可酯化物成分利用率不同，生产的生物柴油指标及可应用产品的附加值存在差异，因此工艺技术水平较高的企业生产的废弃油脂资源化产品经济效益较好。 综上，工艺技术、理论数据和应用实践经验的积累系长期深耕行业的过程，对于新进入企业具有较高的技术和经验壁垒。
规模化壁垒	一方面，原材料是废弃油脂资源化利用企业的主要成本，生产规模较大的企业在原材料掌握、采购议价能力和生产运营规模效应方面具有优势。另一方面，废弃油脂资源化产品主要为生物柴油。我国生物柴油主要销售至欧洲地区，欧洲客户对于生物柴油的产品品质、供货数量、时效均有较高要求，小型生物柴油企业较难进入壳牌等终端燃料企业的合格供应商名录。
服务壁垒	废弃油脂资源化产品面临的应用场景复杂多样，且存在部分下游客户研发能力不足的情况，需要针对不同客户的使用需求提供性能匹配、品质保障、快速响应等定制化服务，因此，客户在选择供应商时会着重考虑具备长期合作基础和具备高质量服务体系的供应商。
原材料采购壁垒	一方面，上游废弃油脂主要来自于食用油消费产生的废弃物的收集提炼，大量废弃油脂仍通过个人供应商实现回收，市场集中度较低。另一方面，废弃油脂无统一的质量标准，其品质很大程度上决定了可酯化物的含量、生产的生物柴油的品质和潜在附加值。废弃油脂资源综合利用企业需要具备健全的采购网络、经验丰富的采购人员以及健全的质量检测体系，才能持续稳定获取品质可靠的废弃油脂。
客户资源壁垒	废弃油脂资源化产品主要应用于燃料能源和化工行业。燃料能源领域的客户通常需要保证生物燃料指标的稳定性，化工行业的客户对产品性能及理化指标存在各自差异化的需求。客户资源的积累均需要长期、大量的综合资源投入，新进入企业短期内难以与原有企业在客户资源等方面竞争。

4.6 中国是全球最主要的 UCO 出口国，出口欧美最多

- ◆ 中国是全球最主要的 UCO 出口国，过去几年中 UCO 出口量逐年上升。欧美是中国 UCO 的主要出口目的地国家，其中2024 年全年，欧盟进口中国 UCO 共计 73 万吨，占中国出口总量的 39%。我国对美国 2024 年全年出口 127 万吨，占中国总出口量的 43%，是中国当年 UCO 的最大买家。
- ◆ 根据中国生物柴油行业协会统计，理论上我国每年UCO产能在800万吨以上，2024年中国实际 UCO收集处理量在540万吨左右，大约55%用于出口，45%用于国内生物柴油的生产。国内使用量方面，2024年我国用于生产一代生物柴油FAME的UCO使用量约为1897百万升，生产二代生物柴油HVO的UCO使用量约为890百万升，按照1吨UCO=1136升UCO计算，2024年我国生产生物柴油大约消耗了245万吨UCO，同比下降11%，主要是荷兰等欧洲国家对我国FAME进行反倾销调查等事件导致UCO出口量大幅下降，UCO售价也受此影响大幅回落。



4.7 UCO资源化利用竞争格局

◆ 结合企业规模和业务布局范围，废弃油脂资源化利用行业的竞争格局

国外大型能源石化企业

一类是以 Neste Oyj、ADM为代表的国际可再生能源企业：以 Neste Oyj为例，其可再生柴油产能约330万吨，可全球规模供应生物柴油。
另一类是以埃克森美孚、壳牌、英国石油公司、雪佛龙公司为代表的传统国际石油企业：基于传统石油业务，通过并购或内生发展转型，布局可再生的石化类生物能源。

国内生物能源规模化企业

代表企业为卓越新能、嘉澳环保、河北金谷再生资源开发有限公司、丰倍生物等。这类企业发展方向不同：
以卓越新能为代表的企业：主要生产生物柴油，直接对外出口。
以丰倍生物为代表的企业：生产高附加值的生物基材料和生物燃料，提升废弃油脂资源化利用的经济效益。

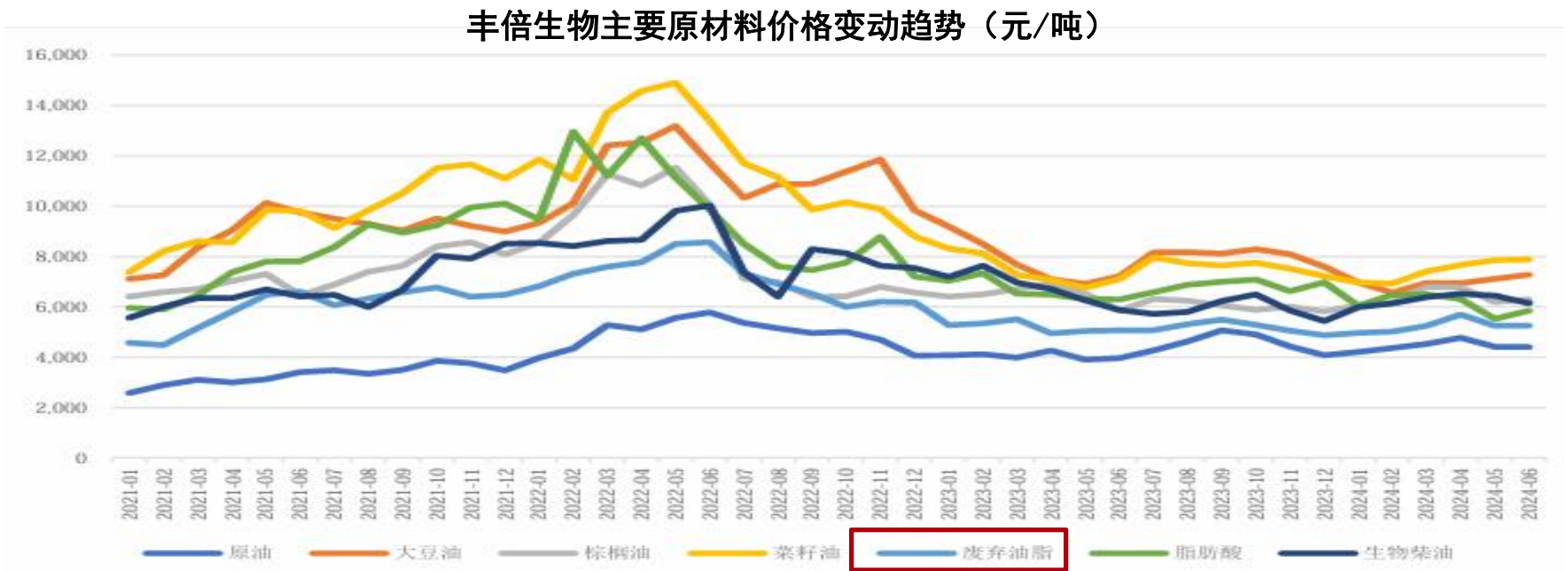
国内生物能源小型企业

指辐射半径有限、产能规模小、生产工艺相对落后且不具备 ISCC 等资质认证的生物柴油公司，业务范围多局限于所在省市。
这类企业虽不满足欧盟 EN 14241（欧盟生物柴油标准）或 ASTM D 6751（美国生物柴油标准）等主流标准，但其生产的境外生物柴油产品多销售给生物能源领军企业进一步加工，或直接销往下游化工企业，经化工企业加工后再应用。

废弃油脂资源化利用行业的竞争格局

4.8 UCO价格受竞品价格和政策影响存在波动

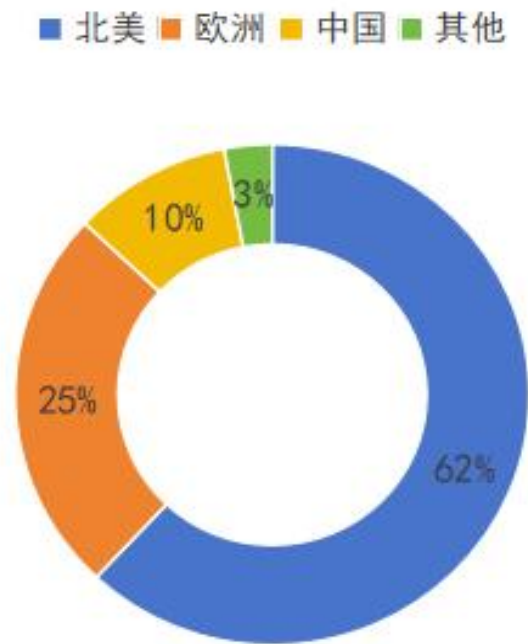
- ◆ 自2024年12月起，我国开始取消UCO的出口退税，按照2024年我国UCO出口单价897美元/吨左右计算，UCO出口商相当于要损失117美元/吨左右的退税利润，因此相关厂商一方面通过向上游溯水油、地沟油等原料处理工厂压价，另一方面提高出口报价转移利润损失，2025年1月我国UCO出口单价约1020美元/吨，较2024年11月提高138美元/吨。
- ◆ 丰倍生物主要原材料废弃油脂、生物柴油、脂肪酸采购成本与相关定价指标变动趋势基本一致。SME（大豆油制成的生物柴油）、PME（棕榈油制成的生物柴油）、RME（菜籽油制成的生物柴油）系公司生物柴油（废弃油脂制成的生物柴油）竞品，因此废弃油脂原材料价格主要受大豆油、棕榈油、菜籽油等主要油脂价格波动的影响。



4.9 催化剂受益SAF拉动

- ◆ 2023年全球废弃食用油 (UCO) 转化为可持续航空燃料 (SAF) 的催化剂市场销售额达到了1.1亿元，预计2030年将达到49.9亿元，年复合增长率（CAGR）为63.2%（2024-2030）。核心厂商包括Shell Catalysts & Technologies、Topsoe、UOP、Albemarle和Advanced Refining Technologies (ART)等。前五大厂商占有全球大约71%的份额。北美是全球最大的废弃食用油 (UCO) 转化为可持续航空燃料 (SAF) 的催化剂市场，占有大约62%的市场份额，之后是欧洲和中国，分别占有大约25%和10%的份额。
- ◆ SAF催化剂：分子筛是一种具有规则、有序、均匀孔道结构的无机非金属材料。其晶体结构中有规整而均匀的孔道，孔径大小为分子数量级，允许直径比孔径小的分子进入，因此能将混合物中的分子按照直径大小加以筛分，故称分子筛，具有吸附、催化、离子交换三大功能，催化功能的分子筛主要应用于石油炼制与加工、石油化工、煤化工与精细化工领域中大量工业催化过程。

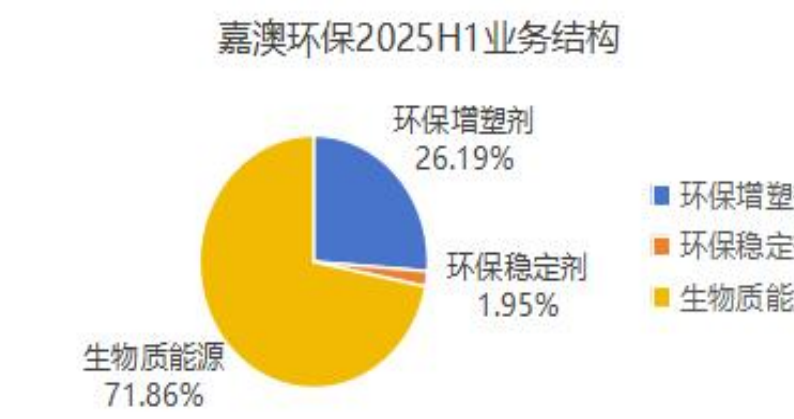
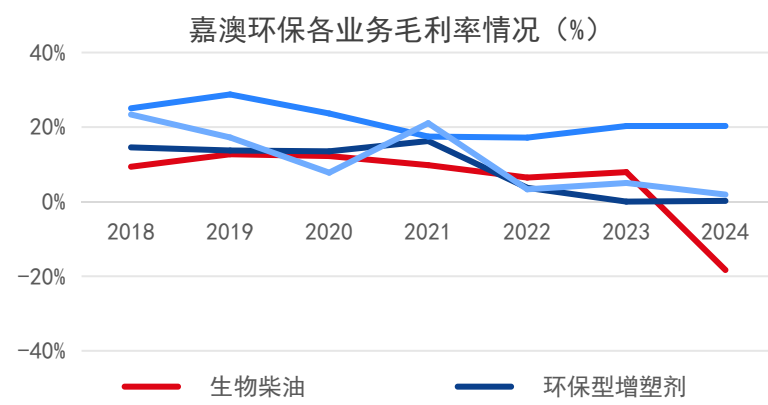
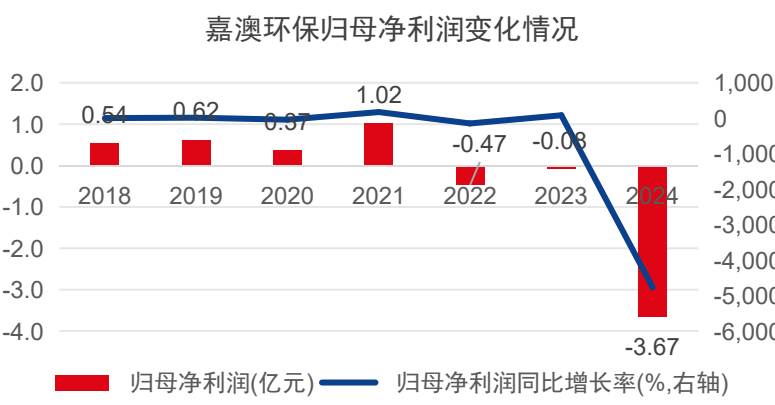
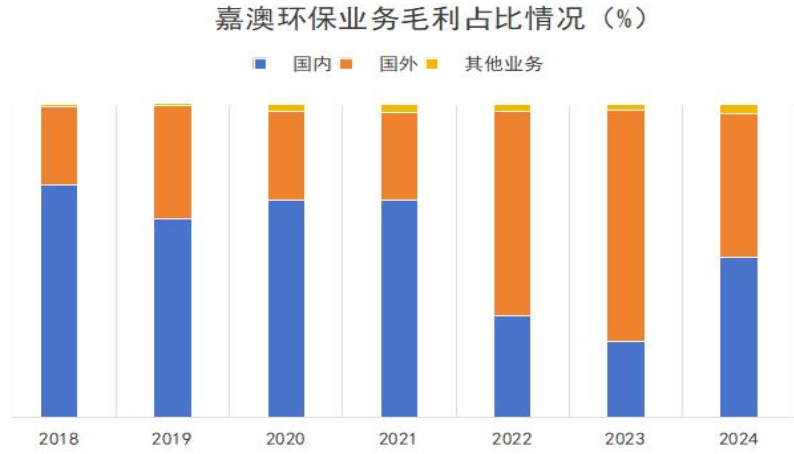
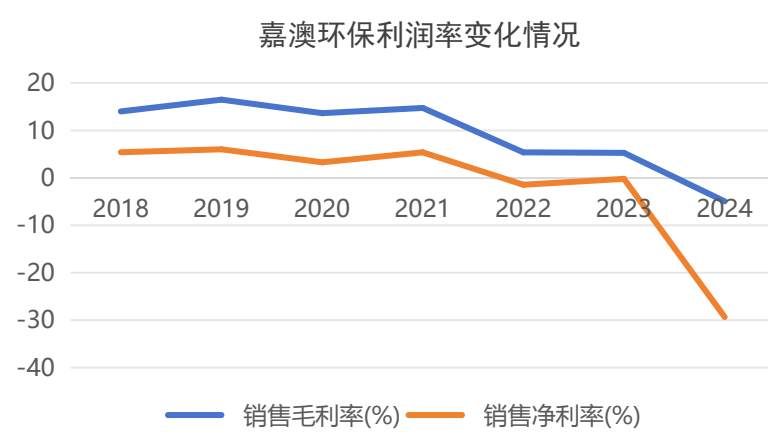
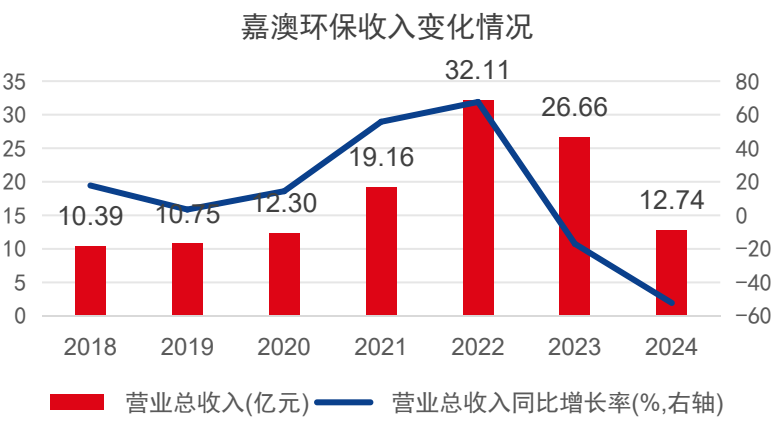
2024年SAF催化剂市场份额



- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

5.1 相关标的:嘉澳环保

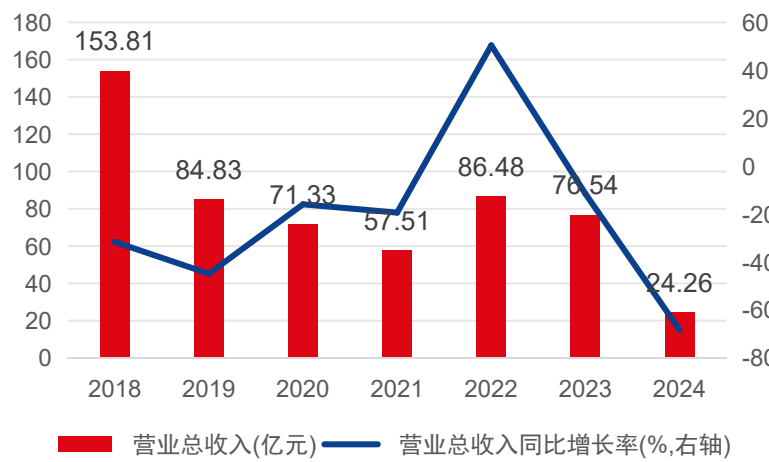
- ◆ 生物航煤全球需求预计快速增长，嘉澳环保目前已取得ISCC及适航批准，产能逐步释放，生物航煤已成为转型关键方向。
- ◆ 嘉澳环保下属子公司利用各类废弃油脂为原料加工生产生物柴油，2024年具备生物质能源产能70万吨，产能利用率22.19%，在建产能15万吨，预计2026年6月完成。



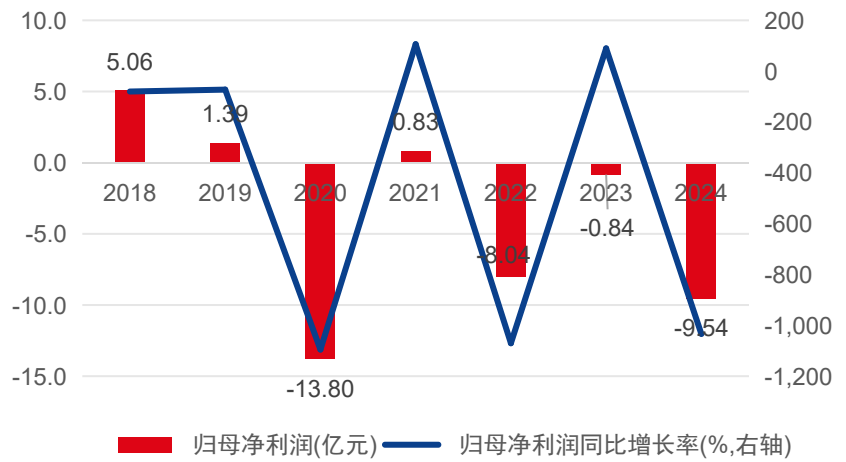
5.2 相关标的:海新能科

- ◆ 海新能科采用自主研发的悬浮床工艺和改进的固定床工艺，以地沟油、棕榈酸化油、酸败油等废弃油脂为原料，通过加氢脱氧生产几乎不含氧的烃基生物柴油（HVO），符合我国NB/T10897-2021和欧盟EN15940标准。
- ◆ 烃基生物柴油可进一步通过HEFA工艺生产生物航煤，副产的生物轻油可用于生产可再生聚乙烯（PE）和聚丙烯（PP）等生物基化学品。2024年海新能科生物航煤产能 5 万吨，已通过中国民用航空局的适航审定及 ISCC CORSIA 及 ISCC-EU 下 HEFA 国际认证。2025年上半年，子公司山东三聚20万吨/年生物柴油异构项目建成中交并成功产出生物航煤。

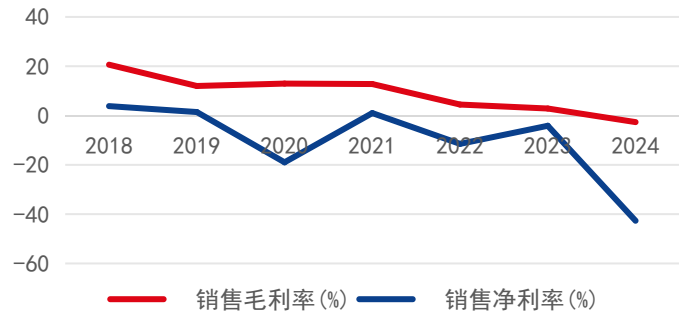
海新能科收入变化情况



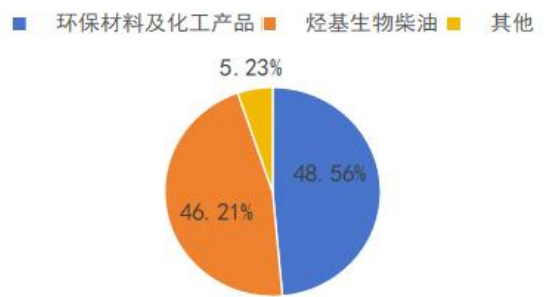
海新能科归母净利润变化情况



海新能科利润率变化情况

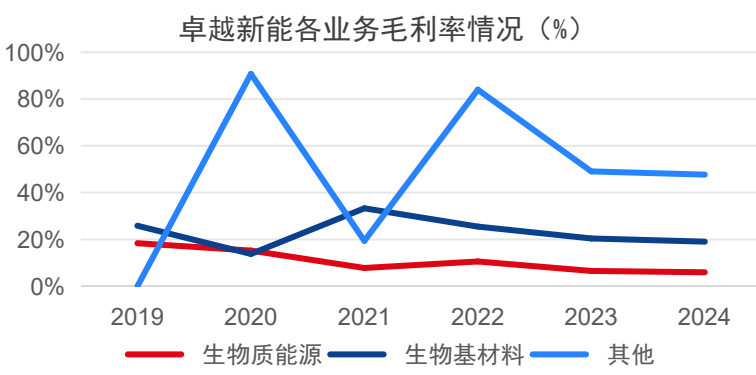
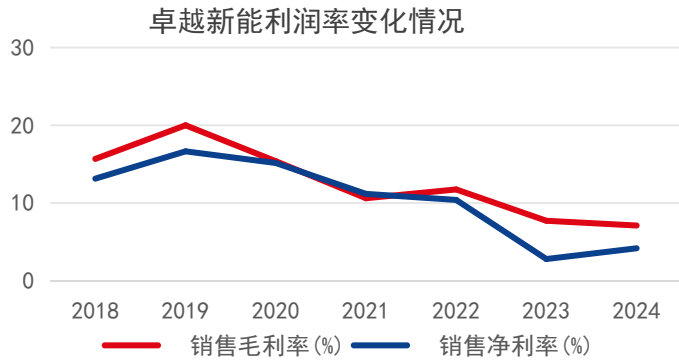
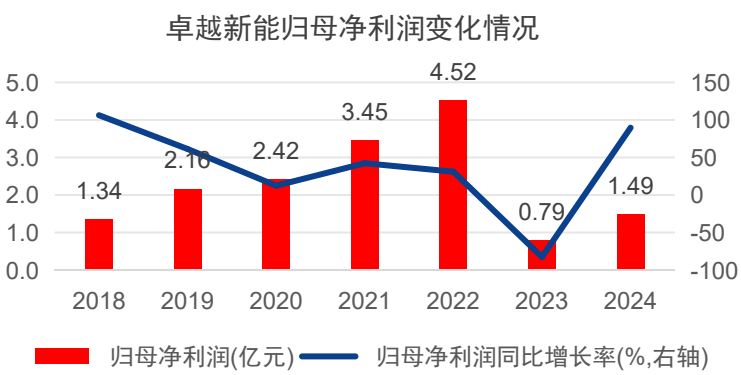
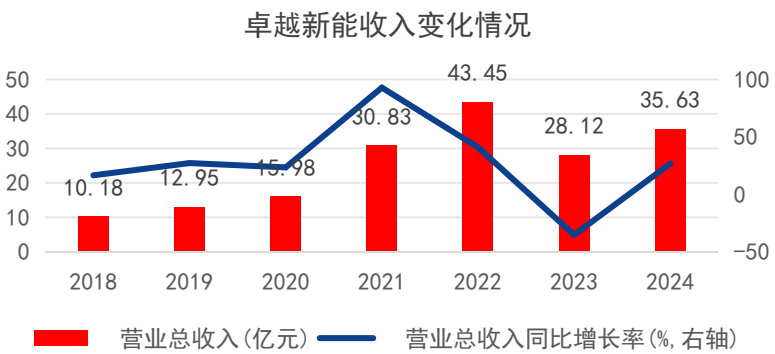


海新能科海新能科2025H1 营业收入占比情况

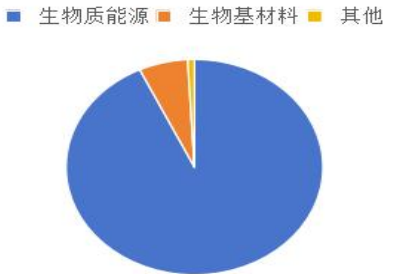


5.3 相关标的:卓越新能

- 卓越新能的生物柴油根据碳链、凝固点、色号等依次划分为1#、2#、3#和4#。其中2#产品根据客户对含硫量、凝固点、碘值、色泽等指标的不同要求，主要用于出口，部分2#和3#、4#产品主要销往国内生物基材料（环保增塑剂、天然脂肪醇等）市场和锅炉燃料、船舶燃料市场。
- 截至2025年上半年，卓越新能生物柴油现有产能50万吨/年，在建项目方面，主要建设项目按计划推进中，其中年产10万吨烃基生物柴油（SAF/HVO）生产线完成大型设备主体安装，已进入管道安装阶段；泰国生物柴油生产线项目完成土地租赁合同的签署，已完成土地勘探并进行施工图设计工作。



卓越新能2024年营业收入占比情况 (%)



卓越新能2024年毛利占比情况 (%)



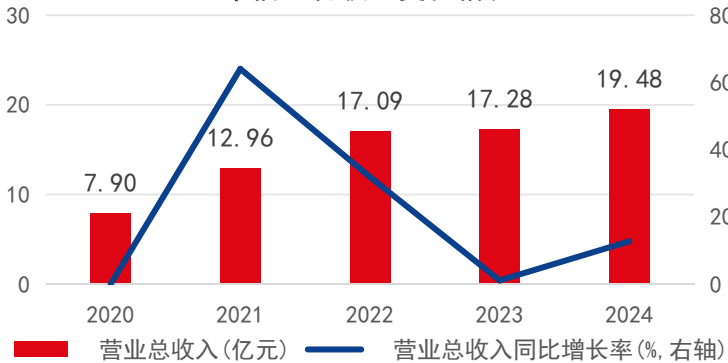
5.4 相关标的:丰倍生物

- ◆ 丰倍生物的主营业务以废弃油脂资源综合利用业务为主，油脂化学品业务为辅。其中在废弃油脂资源综合利用方面，形成了“废弃油脂—生物燃料（生物柴油）—生物基材料”的废弃资源再生产业链。
- ◆ 丰倍生物具备去硫纯化技术可控制生物柴油硫含量低于10ppm，符合欧盟产品指标（EN 14214）

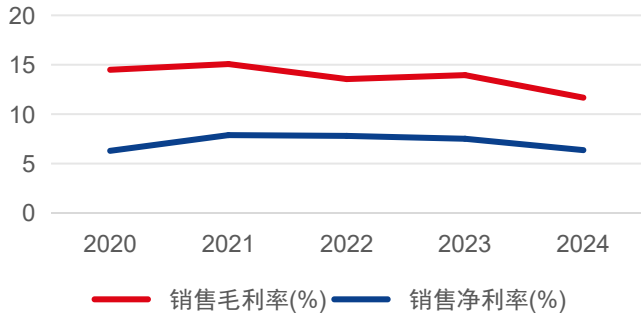
丰倍生物业务结构和应用领域



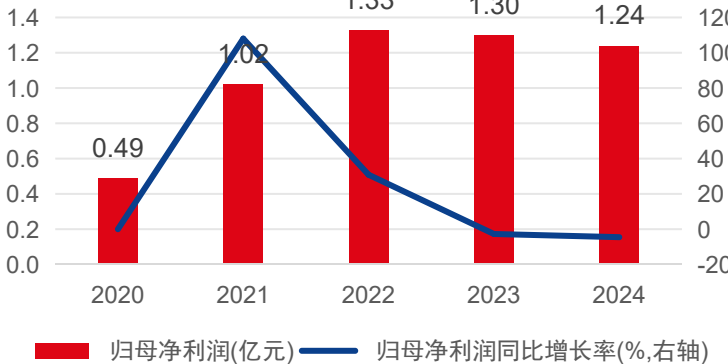
丰倍生物收入变化情况



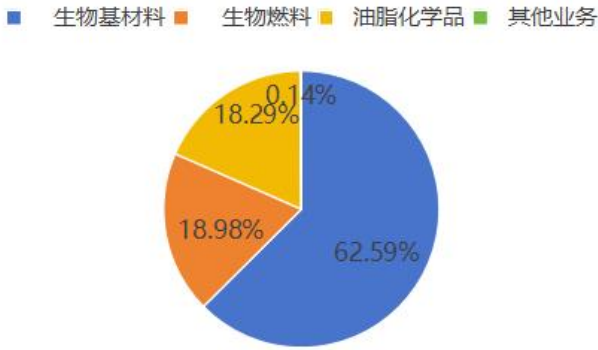
丰倍生物利润率变化情况



丰倍生物归母净利润变化情况



丰倍生物2024年业务结构



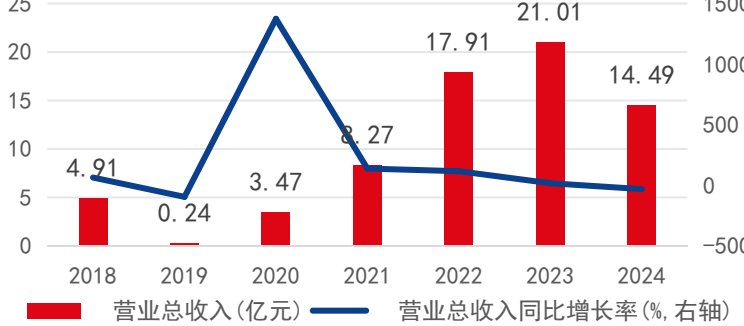
5.5 相关标的:山高环能

- ◆ 山高环能收入主要来自两方面，一是政府向公司支付的收运及处置费用，二是工业级混合油/生物油出售给生物燃料生产企业带来的销售收入。目前已通过欧盟可持续和碳认证（ISCC），获得UCO销往欧盟各国的通行证。
- ◆ 山高环能一般采用BOT、BOO模式运营项目，在政府特许经营授权下，对城市餐厨废弃物进行统一收集和无害化处理，政府支付餐厨废弃物收运、处置费用。在无害化处理的同时，将餐厨废油脂提取加工成工业级混合油/生物油。在授权区域范围内享有特许独占性经营权。

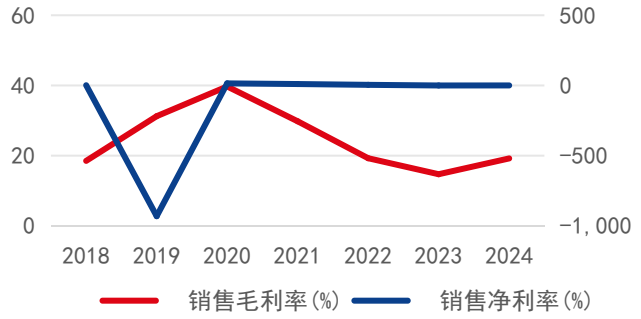
山高环能餐厨垃圾处理业务



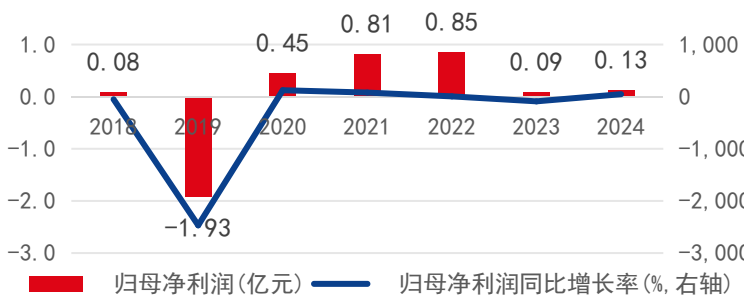
山高环能收入变化情况



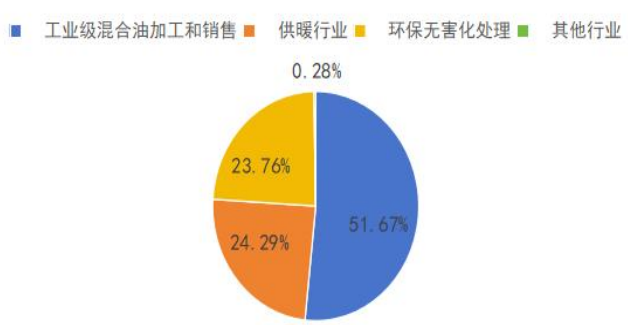
山高环能利润率变化情况



山高环能归母净利润变化情况

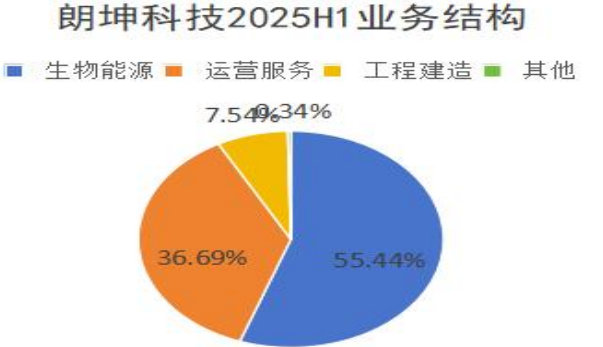
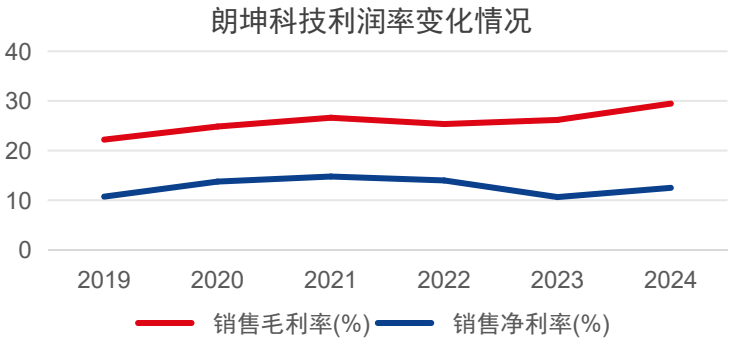
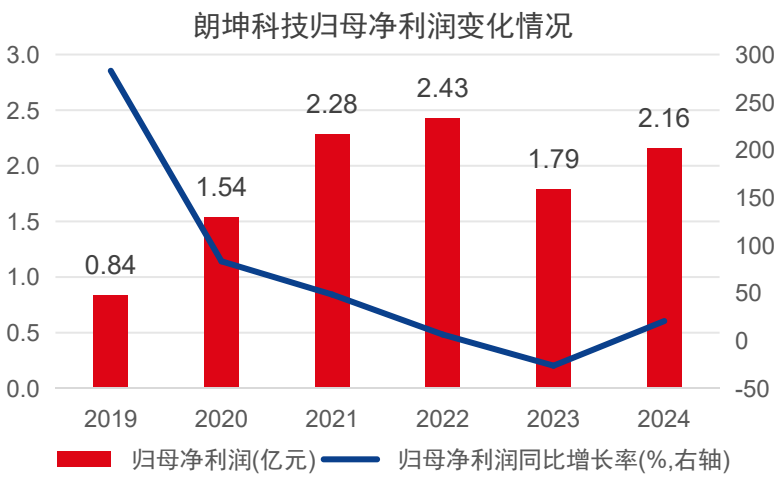
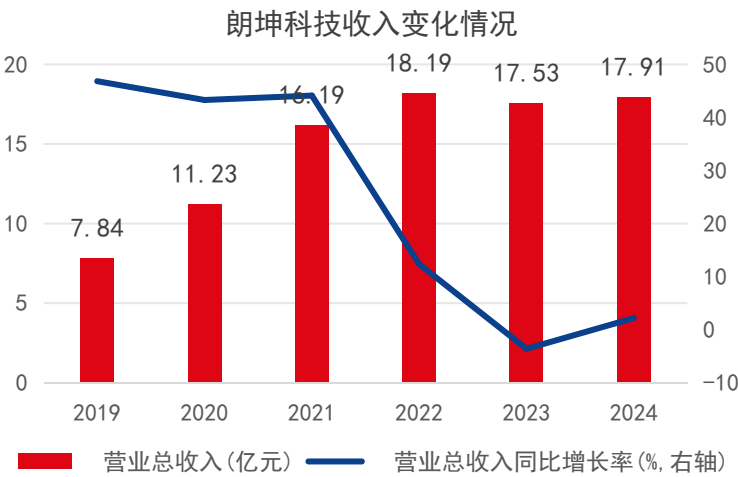


山高环能2025H1营业收入占比



5.6 相关标的:朗坤科技

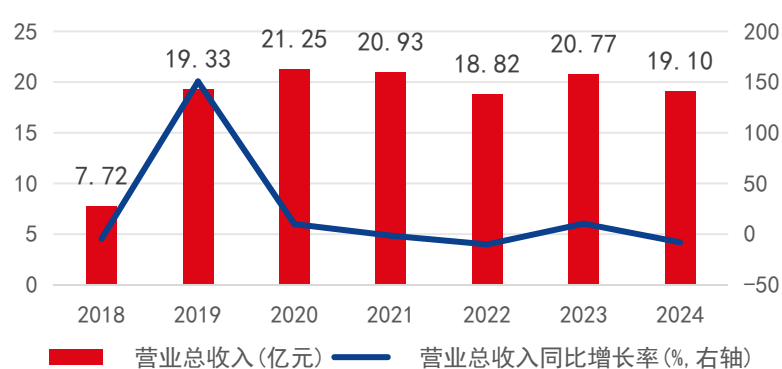
- ◆ 朗坤科技两大主营业务，一是生物质资源再生业务，二是合成生物智造业务。生物质资源再生业务方面，朗坤科技运用菌种构建、酶工程，结合微生物发酵技术及生物酶法技术等生物技术，对餐饮垃圾、厨余垃圾等生物质废弃物进行处理，通过“分别预处理 + 联合厌氧 + 资源化利用”的工艺，实现对各类生物质废弃物的无害化和深度资源化，并生产生物柴油、绿色电力、沼气等各类资源化产品。
- ◆ 朗坤科技现有35个生物质资源再生中心项目，其中21个已投入运营，并拥有5个日处理规模1,000 吨以上的项目。2024年底完成低硫生物柴油技术改造并成功投产，目前可根据客户需求定制化生产10-30PPM硫含量的生物柴油产品。



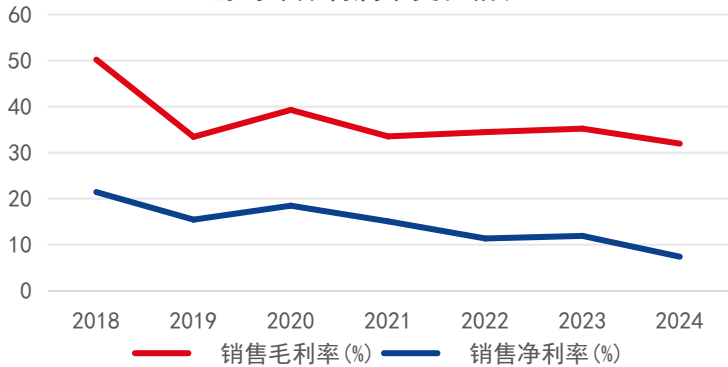
5.7 相关标的:鹏鹞环保

- ◆ 鹏鹞环保有机固废处置与资源化利用业务主要针对城市餐厨垃圾、农贸市场垃圾等，利用YM菌高温好氧发酵技术、干化焚烧技术、厌氧发酵技术、生物有机肥技术、硫酸水解法技术、高温化制法技术等集中无害化处置及资源化利用。
- ◆ 2024 年鹏鹞环保的污泥处理项目有吉林鹏鹞、玛纳斯，设计规模为1700T/D；病死畜禽处理项目有鹏鹞奥霖、伊犁霖康、昌吉康霖、温宿布尔库特及昭苏等共计7个，设计处理规模为70 T/D。

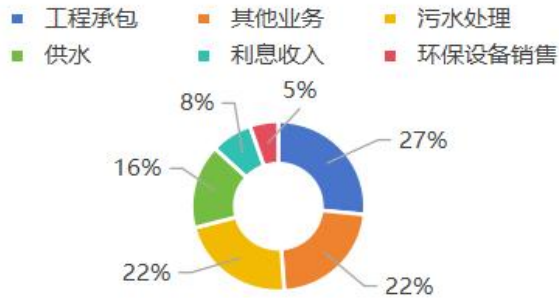
鹏鹞环保收入变化情况



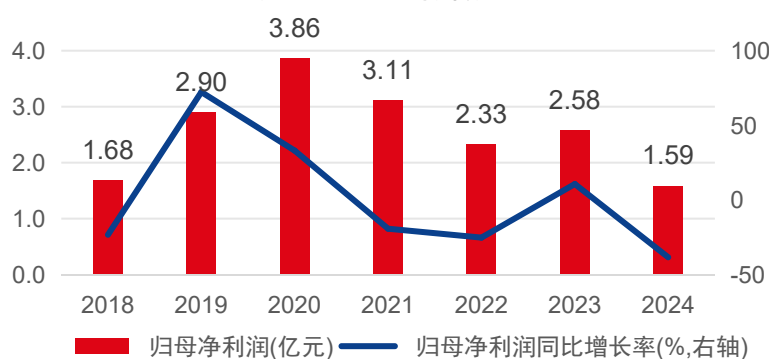
鹏鹞环保利润率变化情况



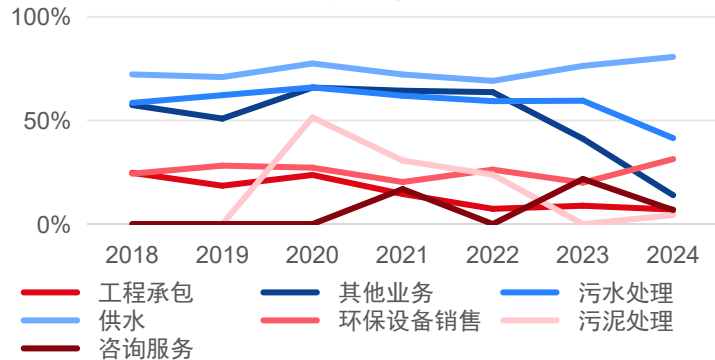
鹏鹞环保2025H1业务结构



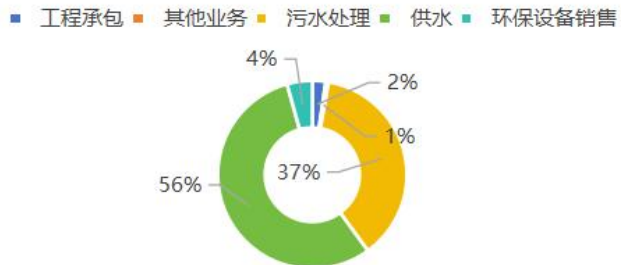
鹏鹞环保归母净利润变化情况



鹏鹞环保各业务毛利率情况(%)



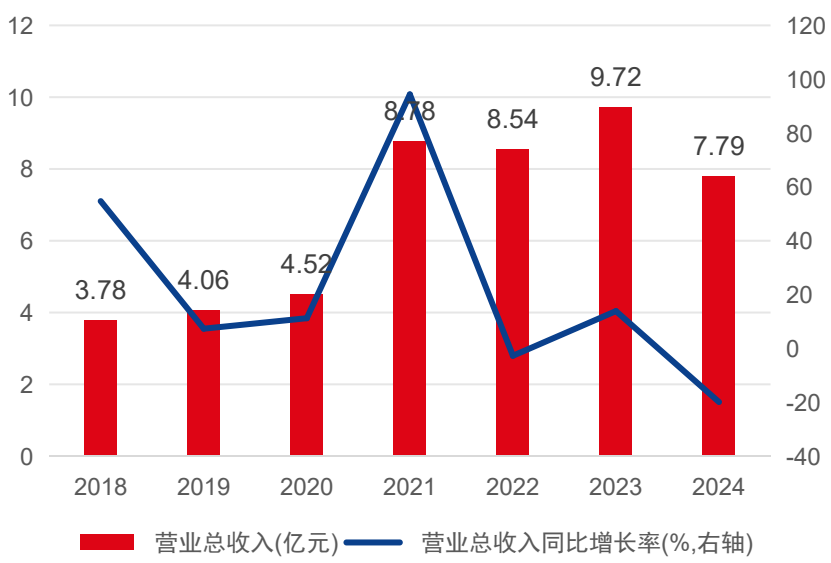
鹏鹞环保2025H1毛利结构



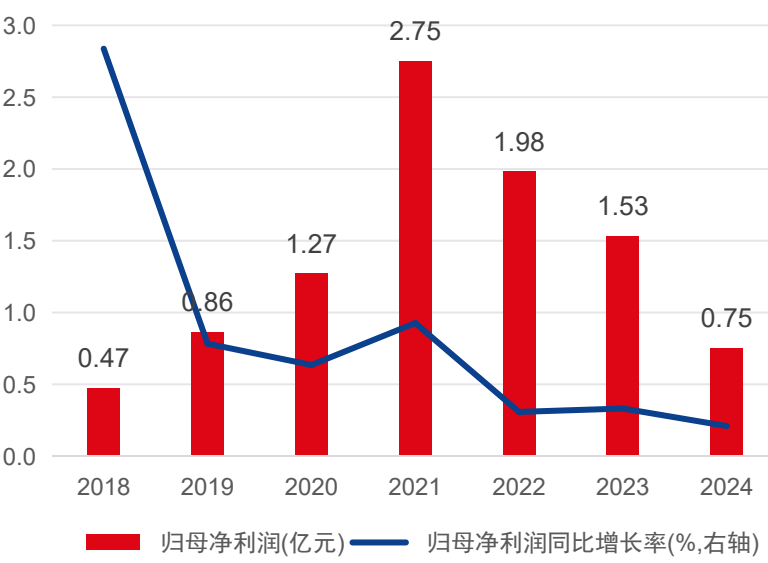
5.8 相关标的:建龙微纳

- ◆ 随着绿色低碳转型深入推进，分子筛产品在可持续航空燃料（SAF）等新兴领域与进口替代领域的应用前景日益广阔。建龙微纳主要致力于工业气体分离、医用氧气、能源化工、石油化工、环境治理等领域的相关分子筛吸附剂和催化剂的研发、生产、销售及技术服务。截至2025年6月30日，建龙微纳拥有分子筛材料产能10.8万吨、活性氧化铝产能5,000吨。
- ◆ 2025 年上半年，建龙微纳海外业务表现稳健，外销收入占报告期内营业收入的比例达到26.82%，泰国建龙二期项目于2024年底结项，并于2025年上半年投产。

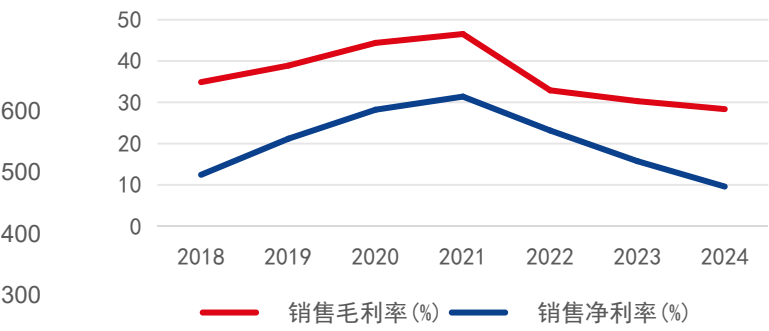
建龙微纳收入变化情况



建龙微纳归母净利润变化情况



建龙微纳利润率变化情况



2022-2025H1泰国建龙营收情况（万元）



- 01 SAF为航空降碳重要手段
- 02 政策推动SAF发展，打开市场空间
- 03 SAF路线多样，国内加速布局
- 04 UCO资源属性，中国特色路线
- 05 相关标的
- 06 风险提示

- ◆ **渗透率不及预期：**SAF作为重要减碳手段在航空业减排得到了一定应用和认可，但当前自身性价比不足，需要依靠政策推动。若SAF技术工艺停滞无法带来性价比提升，将面临渗透率提升不足风险，市场空间不达预期。
- ◆ **政策变化风险：**当前SAF相比传统航空煤油缺乏性价比优势，需要依靠政策扶持。如果未来政策方向发生重大变化，可能对SAF发展产生不利影响。
- ◆ **市场竞争加剧风险：**国内企业纷纷加码布局，在建拟建产能较多，存在市场竞争加剧风险，或将导致市场格局发生变化，对企业盈利造成冲击。
- ◆ **贸易摩擦风险：**当前欧洲为SAF市场重点区域，国内企业亦部分用于出口。若国际贸易摩擦范围波及相关产品，将会影响海外销售，给行业发展带来不利影响。
- ◆ **原料供应及价格波动风险：**UCO作为国内SAF原料，随国内SAF产业发展需求量日益扩大。而UCO有一定资源属性，若无法保障UCO安全供应或UCO价格大幅上涨，或将对SAF生产经营产生负面影响。
- ◆ **其他路线替代风险：**航空减排手段并不唯一，存在电动、氢能等其他备选路线，若替代路线技术工艺、性价比不断提升并且超过SAF，则SAF存在被新路线替代风险。

公司投资评级：

- 买入 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于15%；
- 增持 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在5%至15%之间；
- 中性 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-5%至5%之间；
- 减持 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数跌幅在5%至15%之间；
- 卖出 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数跌幅大于15%。

行业投资评级：

- 领先大市 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数领先10%以上；
- 同步大市 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数涨跌幅介于-10%至10%；
- 落后大市 — 未来6-12个月内相对同期相关证券市场代表性指数落后10%以上。

基准指数说明：

A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准，美股市场以标普500指数为基准。

分析师声明

骆红永声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以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，并向本公司的客户发布。

免责声明：

本报告仅供华金证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本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。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。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，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。

在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发、篡改或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华金证券股份有限公司研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

华金证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

风险提示:

报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或询价。投资者对其投资行为负完全责任，我公司及其雇员对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

华金证券股份有限公司

办公地址:

上海市浦东新区杨高南路759号陆家嘴世纪金融广场30层

北京市朝阳区建国路108号横琴人寿大厦17层

深圳市福田区益田路6001号太平金融大厦10楼05单元

电话: 021-20655588

网址: www.huajinsc.cn