

美国生物燃料新政落地，市场影响几何

研究院 能源化工组

研究员

潘翔

☎ 0755-82767160

✉ panxiang@htfc.com

从业资格号：F3023104

投资咨询号：Z0013188

康远宁

☎ 0755-23991175

✉ kangyuanning@htfc.com

从业资格号：F3049404

投资咨询号：Z0015842

投资咨询业务资格：

证监许可【2011】1289号

内容摘要

■ 45Z 税收抵免迎来重要调整

45Z 税收抵免修正落地，增加对外国原料、主体的补贴限制，修改碳强度计算规则，并将抵免政策延期到 2029 年末，彰显本届美国政府对本土供应链利益诉求和国家能源安全的倾斜。

■ 2026-2027 年 RVO 提议公布

EPA 大幅提高生物质柴油义务量，与美国石油业和生物燃料业近期组成联盟所建议的目标相一致。统一义务量计量单位为 RIN 并削减进口燃料等效，并取消 eRIN，预设针对小型炼厂的豁免额度，核心着眼点仍是国内生产。

■ 政策调整对美国各生物燃料市场影响不一

燃料乙醇市场步入饱和，RFS 未分配义务增量，E10 掺混上限突破仍需继续推进。生物质柴油将迎来新一轮扩张期，可再生柴油成为增长主力，传统生柴产量稳定。可持续航煤远景可期，但暂无法定掺混要求，政策落地仍需观望。

目录

内容摘要	1
美国生物燃料政策框架.....	3
可再生燃料标准（Renewable Fuel Standard, RFS）	3
掺混税收抵免（Blending Tax Credit, BTC）	3
2022 年通胀削减法案（Inflation Reduction Act, IRA）	4
RIN 机制及历史交易价格复盘.....	4
美国生物燃料政策近期动态.....	7
45Z 税收抵免修正案.....	7
2026-2027RVO 提议.....	8
新政对美国生物燃料市场供需的影响.....	9
主要生物燃料简介	9
燃料乙醇市场：步入饱和期	10
生物质柴油：RD 成为主导，BD 逐渐式微.....	11
可持续航煤：发展空间巨大，但政策尚不明朗.....	13

图表

图 1: RIN 编码分类和嵌套关系	5
图 2: RIN 生命周期.....	5
图 3: 各合规年度生成 RINs 注销量（RETIREMENT）	5
图 4: 2010-2020 年 RIN 周度加权平均价格.....	6
图 5: 2021 至今 RINs 交易结算价.....	8
图 6: 2010-2027 RVO 目标设置.....	8
图 7: 美国燃料乙醇产销量.....	11
图 8: 美国燃料乙醇原料来源占比.....	11
图 9: 美国生物柴油产销量.....	12
图 10: 美国可再生柴油产销量.....	12
图 11: 豆油制生物柴油理论生产毛利（BOHO 因子）	13
图 12: 美国生物柴油原料来源占比.....	13
图 13: 美国其他生物燃料产量和 SAF 估算产能	13
图 14: 美国 SAF 远期目标.....	13

表 1: 2025 年中东欧天然气供应的主要来源|单位：BCM 错误!未定义书签。

表 2: 欧洲天然气供需平衡表基线情景|单位：BCM 错误!未定义书签。

美国生物燃料政策框架

美国的生物燃料政策体系是一个复杂且多层次的框架，一言以蔽之，其核心由联邦层面的《可再生燃料标准》(Renewable Fuel Standard, RFS) 构成，具体由美国环保署 (EPA) 设定每年燃料掺混义务量 (RVO)，并通过可再生能源识别编号交易机制 (RINs) 来推动合规执行。配套财政激励则包括掺混税收抵免 (Blending Tax Credit, BTC) 与 2022 年《通胀削减法案》(Inflation Reduction Act, IRA) 中新设的 45Z 清洁燃料生产抵免政策 (Clean Fuel Production Credit, 45Z)，从产出端支持低碳燃料扩张。地方层面上，加州低碳燃料标准 (LCFS) 等也通过碳强度差异激励形成区域差异化补贴。

可再生燃料标准 (Renewable Fuel Standard, RFS)

美国 RFS 起源于 2005 年颁布的《能源政策法案》(即“RFS1”)，并在 2007 年的《能源独立和安全法案》中升级为“RFS2”。RFS 由美国环保署 (EPA) 管理，要求燃料供应商在其销售的汽油和柴油中掺入一定比例的可再生燃料，其核心是逐年提高生物燃料在交通燃料中的占比，以减少对化石燃料的依赖。RFS2 制定了逐年上升的强制掺混量目标，但实际执行中，受到政策、油价等因素影响，EPA 也多次下调过年度目标并实行豁免，使实际掺混量低于原法定目标。2010 年起，EPA 采用可再生能源义务量 (Renewable Volume Obligation, RVO) 制度，每年根据市场情况和法律要求公布各类生物燃料的最低掺混量。RVO 规定了炼油厂和燃料进口商等“义务方”需承担的生物燃料掺混比例，而具体合规方式则通过可再生能源识别号 (Renewable Identification Number, RIN) 制度实现，即义务方需在每年末向 EPA 提交足够的 RINs 来完成相应合规义务。而 RIN 来源于可再生燃料的生产或进口，在分离后独立的 RIN 可以在市场交易，义务方也可直接通过购买独立的 RIN 来满足掺混义务。

掺混税收抵免 (Blending Tax Credit, BTC)

除了 RFS/RIN 机制，美国政府自 2005 年起实行生物柴油掺混税收抵免政策，直接从税收层面鼓励生物柴油的消费。2004 年通过的《美国创造就业法案》(American Jobs Creation Act of 2004) 首次设立了对乙醇和生物柴油的掺混税收抵免，自 2005 年起对掺混入美国市场的生物柴油和可再生柴油给予每加仑 1 美元的联邦税收抵免。该补贴最初设置为临时政策，此后多次短期展期与中断，例如 2009-2011 年间曾一度失效，2013 年重新生效；2017 年底再次到期后，直到 2019 年底国会才通过法案追溯性地延长了 2018-2022 年的补贴。BTC 主要针对生物质柴油 (Biomass-based Diesel, BBD) 掺混，受益对象为将生物柴油掺入成品柴油的混合商/燃料供应商 (亦即 RFS 义务方)，在 BTC 的激励下，生物柴油生产商能够把这 1 美元/加仑的补贴部分让利给掺混商和终端用户，从而降低可再生柴油相对于化石柴油的价格劣势，促进消费增长。以

2022 年为例，在联邦 RFS 制度提供 RIN 补贴、联邦 BTC 补贴以及加州的低碳燃料标准（Low Carbon Fuel Standard, LCFS）信用等多重激励叠加下，供应商每加仑可再生柴油可获得合计约 4 美元/加仑的政策价值。这些补贴大幅提升了生物燃料生产的利润空间，成为 2010 年代后期至 2020 年代初美国可再生柴油产能爆发式扩张的核心驱动力之一。

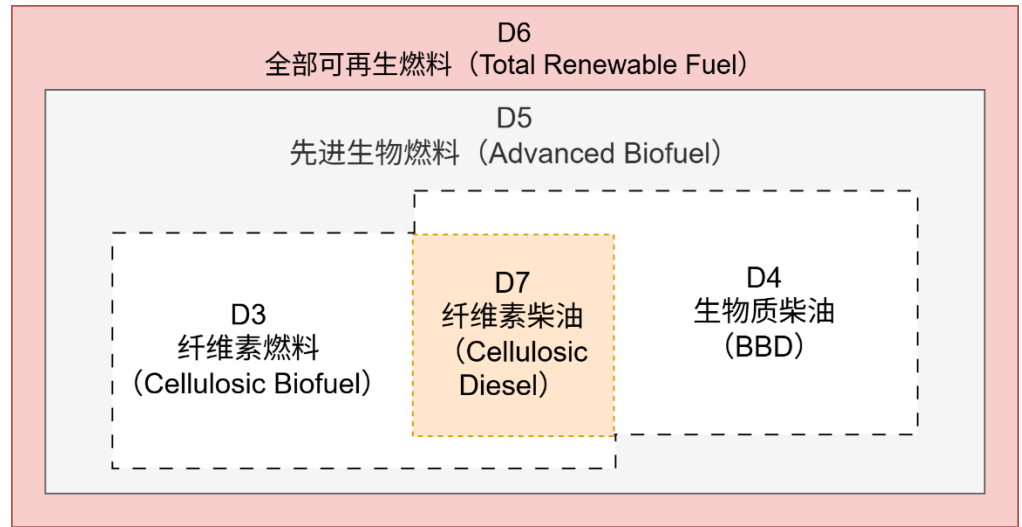
2022 年通胀削减法案（Inflation Reduction Act, IRA）

2022 年 8 月生效的通胀削减法案是美国历史上规模最大的气候与清洁能源支持法案，其中包含了对生物燃料行业影响重大的条款。首先，IRA 将包括生物柴油/可再生柴油在内的一系列清洁燃料税收优惠延长至 2024 年 12 月 31 日。这意味着每加仑 1 美元的生物柴油掺混税收抵免、用于替代化石 LPG/CNG 的替代燃料税收抵免等，在 2022-2024 年均继续有效，确保了短期内生物燃料政策的连续性。同时，IRA 宣布自 2025 年起终止沿用多年的生物质柴油掺混税收抵免（BTC），由全新的第 45Z 条款清洁燃料生产税收抵免（Clean Fuel Production Credit, CFPC）取而代之。45Z 是一种根据燃料生命周期温室气体减排效果发放补贴的机制，其适用范围更广，覆盖任何用于运输的清洁燃料（不仅限于生物柴油）。与 BTC 直接补贴掺混商不同，45Z 将补贴授予合格燃料的生产商，从而在生产端体现激励，并在买卖双方之间分摊这部分价值。此外，IRA 还针对可持续航空燃料（Sustainable Aviation Fuel, SAF）在 2023-2024 年设立了专门的联邦掺混补贴，每加仑最高 1.75 美元，具体根据减碳率阶梯定价，以推动航空燃料减碳。总的来说，IRA 通过 45Z 以减碳效果为导向发放生产补贴，并投入巨额资金支持生物燃料、氢能等低碳燃料的研发与基础设施，标志着美国生物燃料政策从单纯追求掺混量，逐步转向更注重碳减排绩效和技术中立的阶段。

RIN 机制及历史交易价格复盘

RIN 制度是 RFS 计划的核心执行工具，被称为生物燃料市场的“硬通货”，用于追踪每一加仑可再生燃料的生产、流通和使用情况。每个 RIN 编码都具备唯一性，包含生产企业代码、批次信息、燃料类型、时间戳等，便于追踪和核查。RIN 根据不同类型的可再生燃料被细分为若干类别，编码从 D3 到 D7，且并不是完全互斥的，和燃料分类一样，也含有一定嵌套关系。这种从低级到高级的包含、相交关系使得合规操作具有一定灵活性，即可以通过高级、子燃料类型来替代低级、母燃料类型进行合规提交，如使用 D4 替代 D5 与 D6，这使得高级的 RIN 价格一般可以视为更低级 RIN 价格的理论上限。而燃料和编码分类与 EPA 设定的 RVO 相对应，炼油商和成品油进口商必须按比例购买或使用一定数量的对应 RIN 以履约，否则将面临高额罚款。

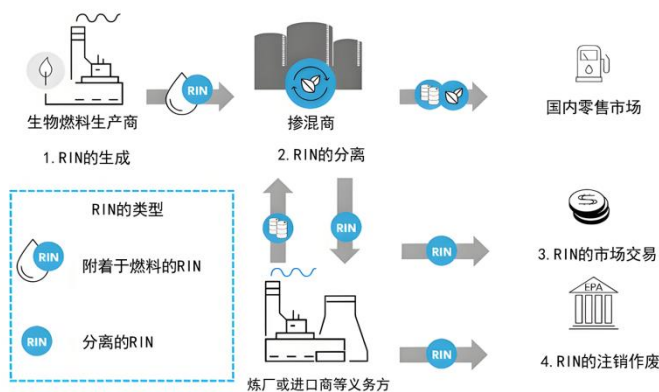
图 1: RIN 编码分类和嵌套关系



资料来源: EPA 华泰期货研究院

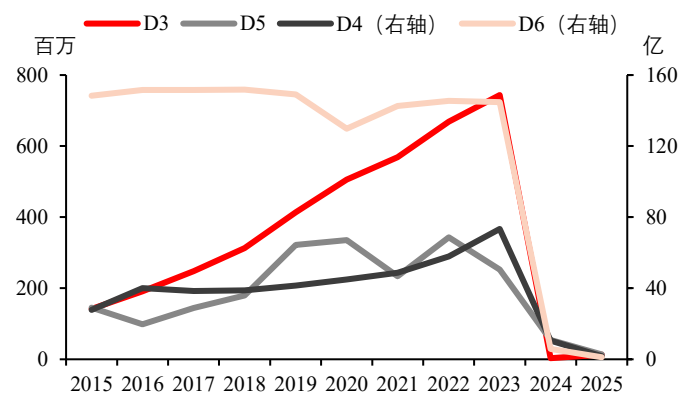
跟踪 RIN 的生命周期，可以将其大致分为生成、分离、交易、注销或失效几个部分。RIN 的生成可以来自国内生产和国外生产并进口。每当一批生物燃料被生产出来，生产商完成注册后就会获得对应数量的 RIN，且与该批燃料绑定；当这批生物燃料从生产端转移到掺混商手中被混入其他燃料并供应美国市场时，其 RIN 也就可以从燃料中分离出来，成为可自由交易的独立金融凭证，用于 RFS 义务方在履约周期内交易或提交合规。若生物燃料未在美国最终使用，而是出口到外国市场，对应的 RIN 在分离后则会作废，无法进入市场交易。同时，RIN 的有效期为包括生成年在内的两个合规年度，对于国内使用的 RIN，义务方通常仅在合规年度的最后提交日期（通常为合规年度结束后三个月）前一次性提交相应报告和活动记录以注销 RIN，完成合规义务；而对于出口的 RIN 则要求在出口事件发生后一个月内完成提交和注销。因此，图 1 所示 EPA 月度更新的 RIN 注销情况中 2024-2025 年部分仍然很低，这正是因为该部分 RIN 尚未到期且占主要部分的国内使用提交注销频率较低。

图 2: RIN 生命周期



资料来源: Bloomberg 华泰期货研究院

图 3: 各合规年度生成 RINs 注销量 (Retirement)



资料来源: EPA 华泰期货研究院

RIN 可以在炼厂、贸易商、掺混商等市场主体间自由交易，其价格由市场供需决定，进而在经济上实现对生物燃料生产和掺混的补贴与对化石燃料的征税效果。历史上，RIN 价格经历了多次剧烈波动，也对应了背后政策与供需形势的变化。

- RFS2 实施初期（2010-2012）

这个时间段为政策实施初期，由于所有小型炼厂在该期间都享有全面豁免政策，D6（乙醇）RIN 价格维持在极低水平，而乙醇掺混具有正向的经济性，大量过剩 D6 库存的存在为市场提供了充足的供给缓冲。而 2010-2011 年 D4（BBD）价格的显著上涨一方面反映了供需的结构性问题，生物柴油生产成本相对较高，需要 RIN 价格提供额外激励来维持经济性，另一方面则反映出市场对当时生物柴油税收抵免（BTC）在 2011 年底到期后延续性问题的担忧。2012H1 市场仍普遍认为 BTC 重启的概率较低，但同年八月美国参议院财政委员会批准了延长和恢复 BTC，随后 D4 价格迅速回落。

- “RIN sanity”危机（2013）

2013 年发生了 RIN 市场历史上最戏剧性的价格波动，D6 RIN 价格从 2012 年的几美分飙升至 2013 年 7 月的超过 1 美元，其根本原因是 RFS 掺混目标逐步逼近 E10 汽油调上和上限，当年市场预期出 D6 RIN 供不应求的情况，同时对 2014 年 RVO 的不确定性和相应的投机和囤积行为也火上浇油，引发行业不满。这次“危机”促使 EPA 在此后几年放缓了掺混指标增速，并推出 E15 汽油推广、增加 RIN 跨年结转额度等措施加以缓解。

- 政策调整与相对稳定期（2014-2016）

面对 2013 年的市场危机，EPA 开始更加谨慎地设定年度配额。2014 年，EPA 将可再生配额从法定的 144 亿加仑大幅下调至 130 亿加仑，使得 RIN 价格逐渐回归相对理性水平

- 特朗普第一任期（2017-2020）

特朗普政府扩大了对小型炼油厂（产能<7.5 万桶/日）的豁免力度，使不少炼厂无需履行全部 RVO 义务，从 RFS 总量中减少超过 40 亿加仑可再生燃料，导致 RIN 需求大减。加之汽油需求增速放缓，2018 年 D6 RIN 价格一度跌破 0.1 美元，D4 RIN 也从前些年的 1 美元左右降至仅 0.3-0.4 美元区间。RIN 的低价令生物燃料生产利润受到挤压，一些独立生物柴油厂被迫减产或退出。而 2020 年疫情对交通需求产生重大影响，大幅压低了 2020 年的燃料价格，使得乙醇掺混经济性不佳，生物柴油等原料供应链也受到较大影响，RIN 生成量显著下降，但 RVO 要求未及时调整，因此推高了 RIN 价格。

图 4：2010-2020 年 RIN 周度加权平均价格

Weekly D3, D4, D5 and D6 RINs Prices



资料来源：EPA 华泰期货研究院

● 拜登政府任期（2021-2024）

拜登政府上台初期，即对特朗普时期对小炼厂的豁免政策进行了重大调整，恢复了 RFS 的严格执行态度，同时可再生柴油需求迅猛增长、豆油等原料价格高企，使 RIN 供需再次偏紧，引发 2021 年 RIN 价格的上涨。但随着美国生柴产能在 2022-2023 年大量投放，RIN 供应快速增加。当 2023 年 EPA 公布的 RVO 增幅（尤其是 D5）不及部分乐观预期，使得生柴总供给超过 RVO 时，市场情绪反转，D4 RIN 价格自 2023 年中开始大幅下滑，出现“RIN 悬崖”（RIN Cliff）现象。2024 年前后，由于出口分流部分生物柴油产量，以及未来 RVO 可能提高的预期，RIN 库存过剩局面有所缓解，价格在低位企稳。

美国生物燃料政策近期动态

45Z 税收抵免修正案

2025 年 5 月，美国众议院共和党在提出的税收与支出法案中包含了对 45Z 条款的修订提案，其中超预期地提出四项重大修改：原料限制、主体限制、碳强度计算调整和法案期限延长。

原料限制：只有使用在美国、加拿大或墨西哥生产/种植的原料制造的燃料才能申请 45Z 抵免。这意味着进口原料（如进口棕榈油、废油等）制成的燃料将不再享受补贴，旨在鼓励北美本土原料供给。

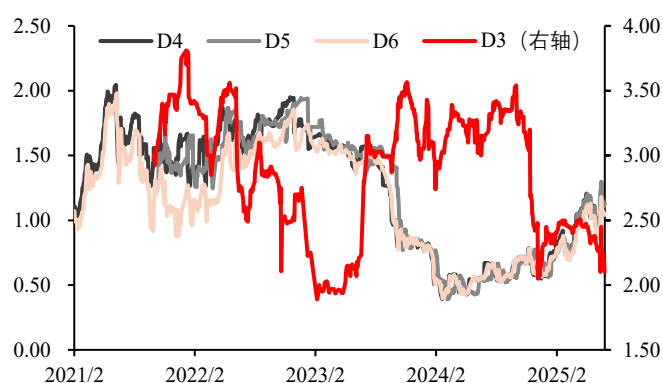
主体限制：禁止“外国实体”或“受外国控制的实体”申请 45Z 抵免。此举被视为保障补贴主要惠及美国国内生产商，防止境外公司通过美国工厂套利。

碳强度计算调整：明确排除 ILUC 因子对生命周期温室气体排放量的影响。原 45Z 的补贴金额与燃料生命周期温室气体排放强度（carbon intensity, CI）直接挂钩，采用 EPA/财政部发布的 GREET 模型（Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation Model）作为排放计算依据，其中包含“间接土地利用变更”（Indirect Land Use Change, ILUC）因素，使得以农作物为原料的生物燃料（如以大豆油、菜籽油为原料的生物柴油）测算出来的碳排放强度较高，可获得的补贴额远低于基准。该修正案通过后，农作物为原料燃料的 CI 值将显著降低，从而获得更高的补贴额度。

法案期限延长：将 45Z 抵免从原定的 2027 年 12 月 31 日延长至 2031 年 12 月 31 日。

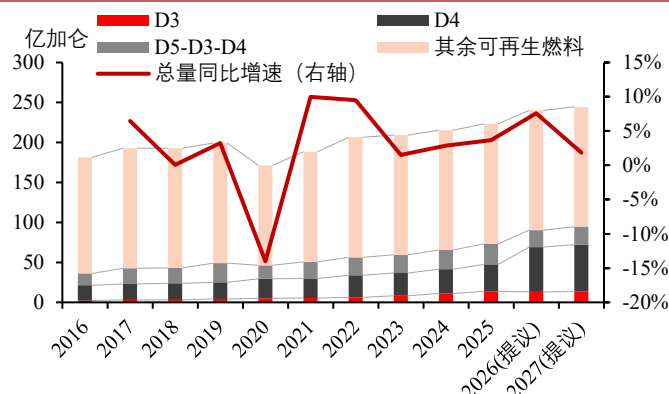
但在后续的参议院审议中，经过各方权衡，最终抵免延长由原定的 4 年削减为 2 年，即 2029 年 12 月 31 日。当地时间 7 月 4 日，美国总统特朗普正式签署该法案，立法最终落地。这将极大增强 45Z 对美国国内原料和燃料生产的支持力度，也为产业提供更长期的政策确定性。但过严的原料产地限制可能导致原料供应不足、成本上升，从而制约产能利用。总体而言，该修正案是联邦层面最新的可再生燃料支持政策，一方面继续强调减碳绩效、引导行业向更清洁原料和工艺发展，另一方面通过政策向本土供应链倾斜，以平衡本土利益诉求与能源转型、能源安全之间的冲突。

图 5：2021 至今 RINs 交易结算价



资料来源：Bloomberg 华泰期货研究院

图 6：2010-2027 RVO 目标设置



资料来源：EPA 华泰期货研究院

2026-2027RVO 提议

EPA 于 2025 年 6 月发布了 2026-2027 年 RFS 提议（Proposed Renewable Fuel Standards for 2026 and 2027），将 2026 年的生物质柴油义务量从 2023 年的 33.5 亿加仑猛增至 56.1 亿加仑，到 2027 年进一步提高至 58.6 亿加仑，2026 年增幅高达 67%，与美国石油业和生物燃料业近期组成联盟所建议的目标相一致。更重要的是，新规中 EPA 提出多项根本性机制调整：

义务量计量单位调整：自 2010 年至今，RFS 的 BBD 义务量一直以实物加仑计（如每

加仑生物柴油按 1.5 个 RIN 折算，但指标以加仑数给定）。EPA 提议自 2026 年起改用 RIN 数量来设定 BBD 义务量，使其与其它类别（D3、D5、D6）的计量方式一致。这一改变背后的用意在于便于区分不同原料来源的生物柴油，因为同为 1 加仑燃料，使用本土原料生产的可以获得完整的 RIN 折算，而进口原料或进口燃料拟被赋予较少的 RIN。

进口燃料 RIN 折扣：EPA 在提案中指出，2024 年近一半的先进生物燃料依赖进口燃料或进口原料。为提升能源独立，EPA 建议自 2026 年起对进口可再生燃料及使用外国原料生产的燃料，其生成的 RIN 数量削减 50%。这一前所未有的措施旨在削弱进口原料燃料在 RFS 中的作用，鼓励使用本土油脂原料。

取消 eRIN：虽然 EPA 在先前提案中考虑过将电动车使用生物质电力纳入 RFS（即 eRIN），但在本次新提议中直接取消了 eRIN 机制。EPA 认为，在当前监管框架下引入 eRIN 可操作性不强，且电动汽车的迅速发展已对生物燃料形成竞争威胁，一些石油州和农业州视其为共同“敌人”而达成联盟。因此，EPA 暂不推动 RFS 覆盖电动车，用更高的传统生物燃料义务量来替代本应属于 eRIN 的减排空间。

预设豁免额度：考虑到部分小型炼厂或特定情况可能无法完全履行义务，新规提前为 2026 和 2027 年分别设定了约 180 亿加仑常规汽柴油的总豁免额度。这一做法等于在总量指标之外预留了灵活性，以免过高的义务量真的造成炼厂无法完成合规的局面。

EPA 称此次 RFS 改革意在重新聚焦“支持可再生能源的国内生产”这一立法核心目标，因为过度依赖进口燃料和原料既无助于美国能源独立，也无法带来本土就业和农业收益。

新政下的美国生物燃料市场

主要生物燃料简介

● 燃料乙醇

燃料乙醇的原料包括玉米、甘蔗、甜高粱等淀粉或糖类作物，以及纤维素类非粮原料如玉米秸秆、稻草等。生产工艺分为传统的发酵法和纤维素酶解法两大类。传统工艺通过淀粉或糖直接发酵生成乙醇，流程较短、技术成熟，典型代表是美国的玉米乙醇和巴西的甘蔗乙醇；而纤维素乙醇则需经过复杂的预处理和酶解，将木质纤维素转化为可发酵的糖类，技术难度和成本较高，但原料丰富且不与粮食争用。乙醇通常以掺混汽油的形式使用，如 E10（10%乙醇）、E15 和 E85，低掺混比例对车辆影响小，高掺混需灵活燃料车辆支持。乙醇能提高汽油辛烷值，减少部分尾气排放，但能量密度低

于纯汽油，燃油经济性略有下降。

- 生物柴油 (Biodiesel, BD)

生物柴油的主要成分是脂肪酸甲酯 (FAME)，即一代生柴，原料来源广泛，包括植物油（如大豆油、棕榈油）、动物脂肪及废弃食用油。其生产工艺为酯交换反应（转酯化），即用甲醇与油脂反应生成甲酯和甘油，分离甘油、水洗干燥后得到最终产物。生物柴油可与传统柴油掺混使用，常见比例有 B5（5%生物柴油）、B20（20%生物柴油）等。生物柴油的优点是可再生且能显著减少硫氧化物排放，但其低温流动性较差，可能影响发动机性能，因此在寒冷地区使用时需添加抗冻剂或限制掺混比例，且销售月份往往存在限制。

- 可再生柴油 (Renewable Diesel, RD)

可再生柴油也称烃基生物柴油，二代生柴，通过加氢处理技术将植物油、废弃脂肪等转化为与石油柴油分子结构相似的直链烷烃和环烷烃，其中原料为植物油的可缩写为 HVO (Hydrotreated Vegetable Oil，加氢处理植物油，但有时与 RD 混用)，属于“drop-in”燃料，能够直接替代传统柴油，而无类似于一代生柴的掺混限制，无需改装发动机或调整基础设施。生产工艺主要是加氢酯脂酸 (HEFA) 工艺，产物具有更好的低温性能和燃烧特性，且排放更清洁。

- 可持续航空燃料 (Sustainable Aviation Fuel, SAF)

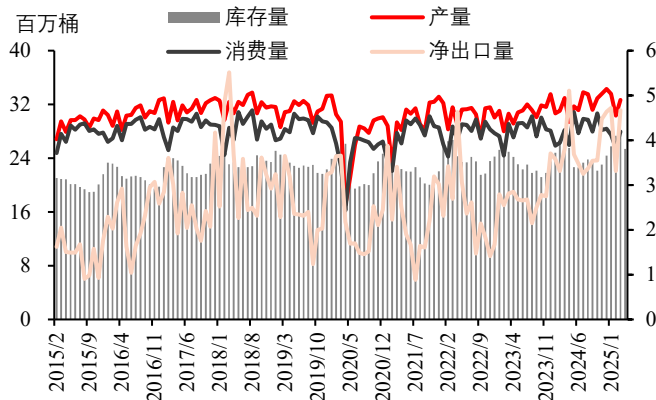
SAF 主要为生物燃料，成分多为合成烷烃、脂肪酸衍生物等，其原料包括废弃油脂、木质生物质、农业废弃物及市政固废。生产工艺多样，涵盖加氢酯脂酸 (HEFA)、费托合成 (FT)、酒精制喷气燃料 (ATJ) 等路径。SAF 可与传统喷气燃料按比例混合使用（一般 10%-50%），符合 ASTM D7566 标准，适用于现有航空发动机和加油设施。此外，除了生物燃料 SAF，还有合成燃料 SAF，如 PtL (Power-to-Liquid) 为可再生能源电力 (Power) 合成液态 (Liquid) 燃料的技术路线，其原料包括二氧化碳和由绿电制得的绿氢，通过费托合成等工艺直接将二氧化碳固定为合成烃基燃料。

燃料乙醇：步入饱和期

美国燃料乙醇产量自 21 世纪初快速扩张，于 2010 年前后达到高原并保持稳定低速增长，经历 2020 年疫情低谷后，乙醇产量迅速反弹至正常水平，2024 年产量创下新高，逾 162 亿加仑。这一增幅主要由国内汽油需求恢复和出口增长驱动，而加拿大、印度、英国等强制掺混国家需求旺盛是出口增长主因。与此同时，国内乙醇消费基本持平在每年约 3.4 亿桶上下（约合 140-150 亿加仑）水平。而 2023 年末国内总产能已经达到约 180 亿加仑水平，且高度集中于中西部玉米带，PADD II 地区占总产能 93%，其中爱荷华、内布拉斯加和伊利诺伊三州合计占 50%，近年来产量增长更多受需求端即

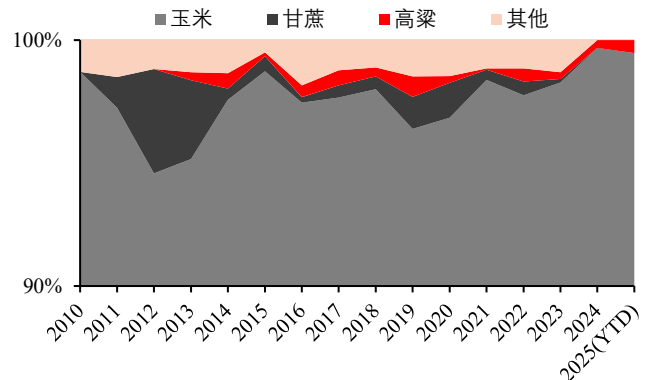
掺混和出口制约，产能利用率仍有提高空间。

图 7：美国燃料乙醇产销量



资料来源：iFind 华泰期货研究院

图 8：美国燃料乙醇原料来源占比



资料来源：Bloomberg 华泰期货研究院

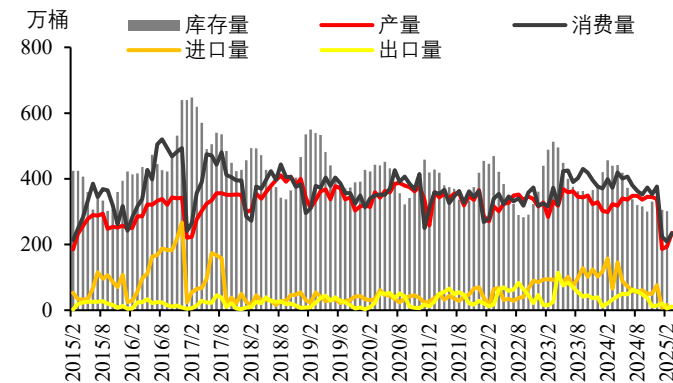
2010 年以来美国汽油普遍采用 E10（含 10%乙醇的汽油）作为标准燃料，对汽油的总体掺混比趋于稳定在约 10.2%-10.5%。2024 年创纪录的乙醇产量实际上超过了国内掺混需求，多余部分反映为库存高企和出口增加。为突破 E10 上限，近年政府放宽了 E15（15%乙醇汽油）的销售限制。此前 E15 因 1990 年《清洁空气法》夏季油气挥发性规定，每年 6 月 1 日-9 月 15 日禁止在大部分地区销售。但 2025 年 EPA 连续第七年通过临时豁免突破对 E15 夏季销售的限制，2024 年美国 E15 汽油销量首次突破 12.4 亿加仑，较 2023 年增长 11%，创下历史新高。不过，由于加油站改造成本和消费者接受度等因素，以及 RFS 对以燃料乙醇为主的传统生物燃料的掺混义务设置量已经不再增加，E15 在全美范围的推广仍较缓慢。另一方面，E85 这种含 51-85%乙醇的高掺混燃料只能供给灵活燃料汽车使用，此类车辆数量非常有限，因而消费量很小，对总需求拉动作用不大。总体而言，中短期内乙醇在汽油中的掺混比例提升空间有限，E10 仍将是主力。但若油价高企或政策强推（如提高辛烷值标准需更多乙醇），E15/E85 可能实现更快增长，从而将乙醇在汽油中的总体替代比例进一步推高至 12-15%。此外，一些乙醇生产商开始探索非燃料用途，如将乙醇脱水制取乙烯、可再生化学品或作为可持续航空燃料的中间原料，以期打开新的需求空间。但可以确定的是，短期内美国燃料乙醇仍然将处于相对宽松的状态，相比于国内消费，出口在具有大弹性的同时也伴随着更大的价格压力。

生物质柴油：RD 成为主导，BD 逐渐停滞

生物柴油（BD，FAME）和可再生柴油（RD，HVO）合称生物质柴油（BBD），美国市场近年来出现“此消彼长”的格局：传统生物柴油增速放缓，甚至稳中有降，而可再生柴

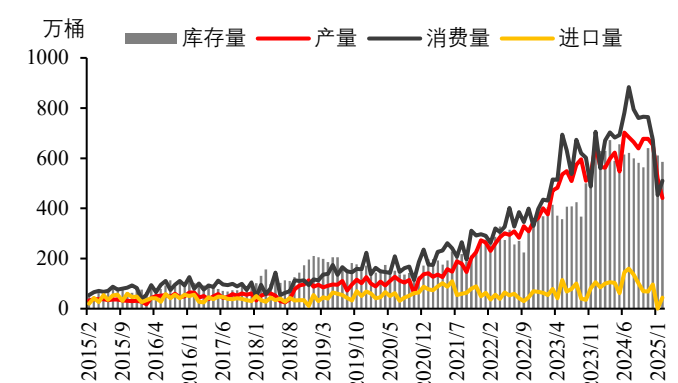
油产量则呈爆发式增长。

图 9：美国生物柴油产销量



资料来源：iFind 华泰期货研究院

图 10：美国可再生柴油产销量



资料来源：iFind 华泰期货研究院

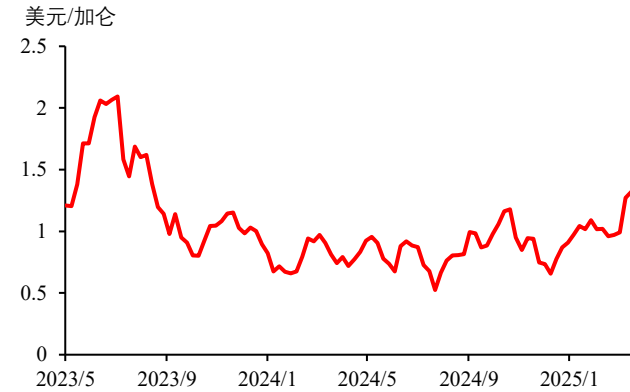
2023 年可再生柴油产量已首次超过生物柴油，占生物质柴油总量约 57%，成为主导品种。2024 年这一趋势更为明显，可再生柴油产量继续快速攀升，而生物柴油略有下滑。增长动力主要来自可再生柴油的新产能投放及联邦和各州生物燃料政策带来的需求提升。分地区看，加州等西海岸市场生物质柴油消费增速尤为突出，由于低碳燃料标准（LCFS）强力鼓励，2023-2024 年加州运输用柴油中生物质柴油的掺混率迅速攀升。相比之下，美国其他地区柴油替代率仍较低，但也呈上升态势，目前全美平均生物质柴油掺混率约为 8-10%，若将 D4/D5 实际供应全部计入，在乐观情境下，全美道路运输柴油中的 BBD 占比 2030 年有潜力提升至 20%。

类似地，EIA 每年 8 月中旬发布的产能数据显示，美国可再生柴油（及其他新型生物燃料）2024 年初产能达到 43 亿加仑，较 2023 年初猛增 44%，同期传统生物柴油产能约 21 亿加仑，微增 0.38 亿，基本与上年持平，这意味着可再生柴油产能已是生物柴油的两倍有余，在生物质柴油总产能中的占比从 2021 年的不足三成攀升至 2024 年的约 67%，即将发布的 2025 年产能数据可能出现更大的增长。这一阶段产能扩张主要源于大型炼厂改造项目和专用新建工厂集中上线，但投用初期仍需产能爬坡期平稳过渡后方可全力生产，叠加市场需求量有限的因素，这表现为 2023-24 年较低的产能利用率，但近期 2026-27 年生柴掺混义务的大幅提高以及税收抵免修订的影响将使这部分闲置产能在未来得到更多利用。

与燃料乙醇不同的是，生物柴油与可再生柴油的生产经营高度依赖政策激励，其掺混利润很大程度上取决于 RIN 价格和税收抵免等政策支持。两种柴油的市场价格通常高于化石柴油，但 RFS 赋予每加仑可再生柴油 1.7 个 RIN，生物柴油 1.5 个 RIN 的额外价值，再加上联邦每加仑 1 美元的税收抵免和加州等地碳信用积分，才使其对掺混商而言具有一定利润吸引力。2023 年下半年起可再生柴油产量激增令生物质柴油供应曲线右移，D4 RIN 价格大幅下滑，从 7 月初约 1.6 美元跌至 10 月中旬 0.9 美元，直接压缩

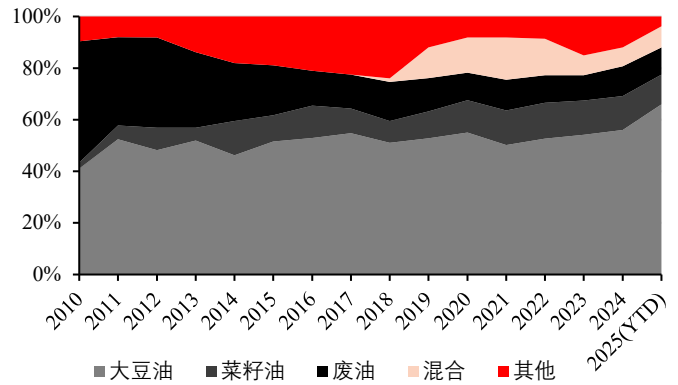
了生物柴油生产的额外收益，生产商的盈利空间被挤压。虽然近期政策有效提振了市场对生物柴油需求的预期，从而使 RIN 市场重新趋紧，但税收抵免政策对于原料来源的限制导致进口成本升高也会对厂商利润有一定消极影响。

图 11：豆油制生物柴油理论生产毛利（B0H0 因子）



资料来源：Bloomberg 华泰期货研究院

图 12：美国生物柴油原料来源占比

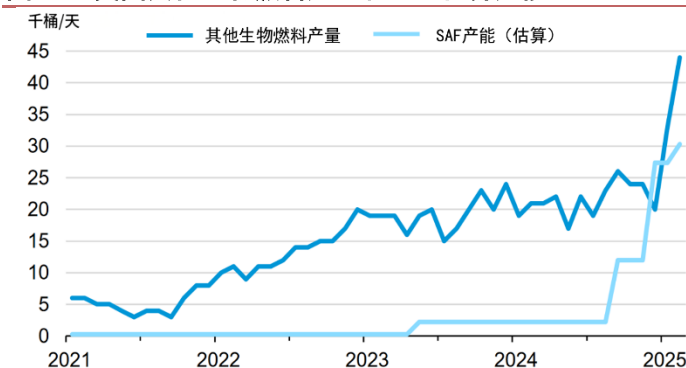


资料来源：Bloomberg 华泰期货研究院

可持续航煤：发展空间巨大，但政策尚不明朗

SAF 被视为减碳难度最高的航空业关键替代燃料，目前美国 SAF 产业仍在起步阶段，但增速空前加快。根据 EIA 测算，2024 年初，美国的 SAF 产能仅为 0.2 万桶/日左右，而 2024 年美国 SAF 产能则增加了约 2.5 万桶/日。EIA 预测 2024-2025 年“其他生物燃料”产量（主要由 SAF 驱动）将翻一番，并在 2026 年再增长 20%。尽管如此，相比庞大的航空燃油市场，SAF 产量仍微不足道，2025 年 SAF 仅占美国航空燃料供应约 170 万桶/日的不到 2%，不过未来几年将是 SAF 产能释放的关键时期。

图 13：美国其他生物燃料产量和 SAF 估算产能



注：其他生物燃料包括 SAF、可再生取暖油、可再生石脑油、可再生丙烷、可再生汽油和其他处于不同开发和商业化阶段的新兴生物燃料。

资料来源：EIA 华泰期货研究院。

图 14：美国 SAF 远期目标

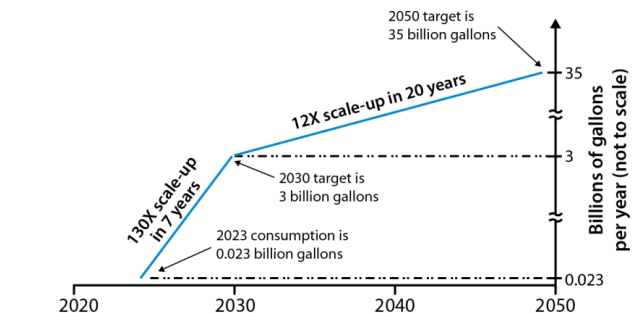


Figure 3. The SAF Grand Challenge requires 130-times scale-up in production in the next 7 years and 12-times scale-up in the following 20 years

资料来源：美国能源部 华泰期货研究院

与生物质柴油及燃料乙醇不同，美国目前尚无联邦强制性 SAF 掺混比例规定，其推广主要依赖政府激励和航空业自愿减排需求，但政府已制定自愿目标并积极推动行业承诺。2021 年拜登政府发布“SAF Grand Challenge”，提出 2030 年美国年产 30 亿加仑

SAF、2050 年前实现航空燃料全部由 SAF 满足的目标。这一远景意味着 SAF 产量需要在未来 25 年内增长数百倍。

免责声明

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、结论及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，投资者并不能依靠本报告以取代行使独立判断。对投资者依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。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“华泰期货研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

华泰期货有限公司版权所有并保留一切权利。

公司总部

广州市天河区临江大道1号之一2101-2106单元 | 邮编：510000

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com