

美国玉米燃料乙醇简介

内容概要

考虑到国内玉米临储库存去化之后，国内玉米供需缺口需要进口和替代加以弥补，内外玉米关联度有望得到提升。而美国玉米国内需求中燃料乙醇需求量占比已经多年维持在4成以上，在这种情况下，我们推出此次专题，简单介绍美国玉米燃料乙醇行业，具体分为如下四个方面。

首先，简单介绍美玉米乙醇的发展历程，其大致经历三个发展阶段，背后主要原因有三，一是原油价格上涨的推动，二是MBTE的缺陷，三是美玉米供应的保障。

其次，简单介绍美玉米乙醇加工工艺，分湿法和干法两种，区别在于玉米原料端的预处理。并大致介绍目前美玉米乙醇主要生产厂家，包括Valero、ADM、Poet、Green Plains、Flind Hills及Pacific Ethanol公司。

再次，简单介绍美国指导包括燃料乙醇在内的生物燃料行业的相关法律法规及其行业标准，其中相对重点介绍了《清洁空气法案（CAA）》、《可再生燃料标准（RFS）》和《能源独立与安全法案（EISA）》。

最后，简单介绍美国玉米乙醇运行机制，特别详细介绍可再生燃料识别码RIN，从产生、交易到到期的相关流程，并举例加以说明。

考虑到EISA指定的RFS中对常规生物燃料（主要是指玉米燃料乙醇）的掺混要求近年来一直维持在150亿加仑，后期美玉米燃料乙醇需求或难有大的增长。我们在实际研究工作中，更多关注玉米乙醇及其关联产品的价格走势，计算生产利润和掺混利润来判断产量变化，并根据EIA公布的平均每日乙醇产量，测算出每周燃料乙醇中的玉米消费量，来判断美玉米乙醇需求量能否达到USDA每月供需报告预估的水平。

投资咨询业务资格：

证监许可【2011】1289号

研究院 农产品组

研究员

邓绍瑞

☎ 010-64405663

✉ dengshaorui@htfc.com

从业资格号：F3047125

投资咨询号：Z0015474

范红军

☎ 020-37595315

✉ fanhongjun@htfc.com

从业资格号：F0262666

投资咨询号：Z0002196

徐亚光

☎ 021-68758679

✉ xuyaguang@htfc.com

从业资格号：F3008645

投资咨询号：Z0012826

吴青斌

☎ 021-60827983

✉ wuqingbin@htfc.com

从业资格号：F3054450

投资咨询号：Z0015951

发展历程

从下图 1 可以看出，美国燃料乙醇经历三个发展阶段，第一阶段为上世纪 8-90 年代的蓄势阶段，第二阶段为本世纪初的快速发展阶段，第三阶段为 2008 年至今的慢速发展阶段。

究其原因，首先在于原油价格，燃料乙醇作为一种替代品，与原油价格走势密切相关，燃料乙醇的缘起在于上世纪 70 年代的石油危机，当时由于战后经济复苏，西方世界对石油的需求急剧增长，但西方石油公司却长期不愿对石油生产国的提价要求做出让步，双方的矛盾日益尖锐，继而引发 7-90 年代的三次石油危机，其中第一次石油危机源于以美国为代表的西方国家在 1973 年 10 月爆发的第四次中东战争中支持以色列，引发阿拉伯国家的不满，石油输出国组织大幅提高石油价格，从 3.01 美元/桶暴涨至 11.65 美元/桶。第二次石油危机源于伊朗革命及其 1987 年两伊战争的爆发，极大削尖了全球石油产量，带动油价大幅走高，大致从 14 美元上涨至 35 美元/桶。第三次石油危机源于伊拉克战争，带动油价三个月内从 14 美元涨至 40 美元上方，但由于其持续时间相对较短，影响相对较小。

而后在本世纪初美国燃料乙醇快速发展阶段亦对应着原油价格的大幅飙升，文华财经数据显示，WTI 原油指数从 1999 年年初的低点 11.63 美元持续上涨至 2008 年 8 月最高点 147.94 美元，涨幅超过 12 倍。与之对应的是美国燃料乙醇的产量从 1999 年的 14.65 亿加仑持续飙升至 2010 年的 132.98 亿加仑。

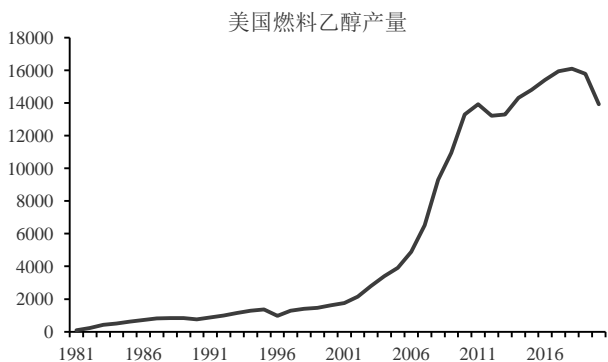
其次在于先期选择的 MTBE 出现若干问题，MTBE 甲基叔丁基醚，是一种含氧 18.2%，辛烷值 117 的有机醚类液体，主要用作汽油添加剂，可提高汽油辛烷值和燃料效率，降低汽车尾气一氧化碳和烃类化合物的排放，美国自 20 世纪 70 年代开始将其用于汽油燃料，得益于其制造容易、成本低廉和运输方便等优点，其得到迅速推广运用。但后期逐步发现 MTBE 的一些特性对环境、生物体即人类形成危害，其一是其在常温下在水中的溶解度高，且在土壤中有不吸附性，容易对地下水形成蔓延性的污染；其二是其在阳光下容易形成臭氧产生光化学烟雾，其三是动物研究表明其还有强烈的致癌作用。

在这种情况下，1999 年加州率先颁布法令与 2003 年全面禁止使用 MTBE 作为汽油含氧添加剂，截至 2006 年，美国大多数州已经通过法律禁止使用 MTBE。而燃料乙醇是解决辛烷值短缺最有效的方法，同时由于燃料乙醇中不含有烯烃和芳烃，加入汽油后产生稀释作用而使得乙醇汽油中芳烃和烯烃含量降低，减少了汽车排放，特别是有毒物质如苯和丁二烯以及 PM2.5 的污染。

最后也最重要的是美国玉米的供应保障，从下图 3 可以看出，上世纪 7-80 年代美玉米供需持续趋于宽松，库存使用比从 1973/74 年度的 8.21% 持续上升，1986/87 年度升值高达 66.10%，玉米供应过剩也为当时发展燃料乙醇创造了条件。随后则

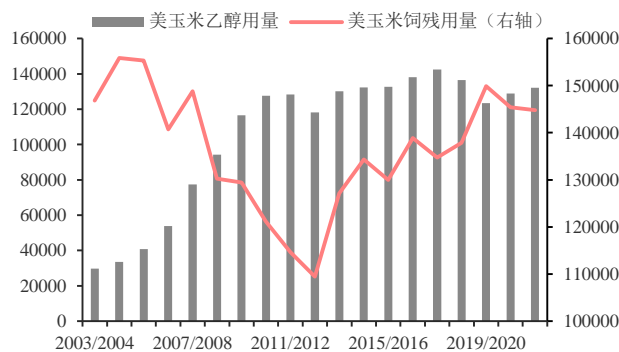
更多通过美玉米单产提升来提高玉米产量，继而满足燃料乙醇消费需求，从下图2可以看出，最近若干年的美国国内饲残用量增速并不明显，总量甚至低于本世纪初的2004/05和2005/06年度。

图1. 美国燃料乙醇产量 单位：百万加仑



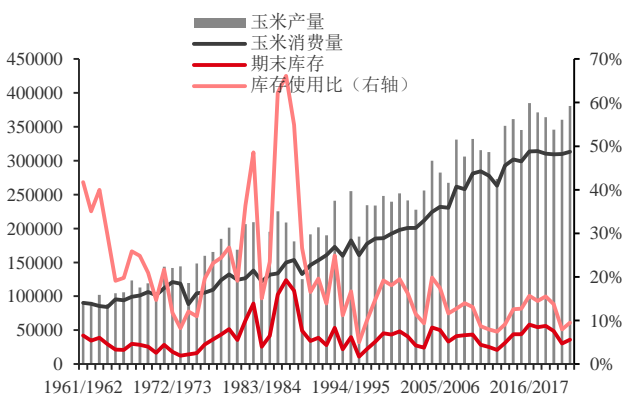
数据来源：EPA 华泰期货研究院

图2. 美玉米国内需求分类对比 单位：千吨



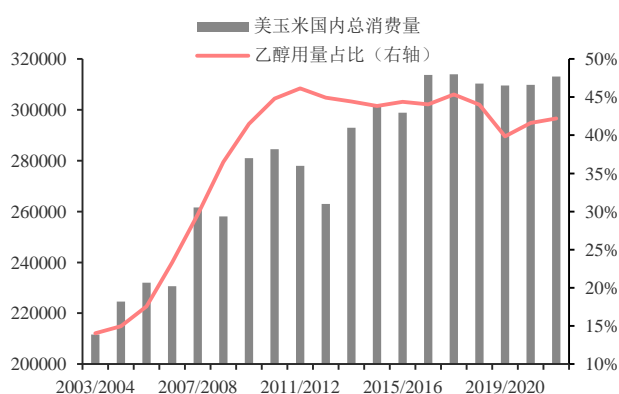
数据来源：USDA 华泰期货研究院

图3. 美国玉米供需平衡表 单位：千吨



数据来源：USDA 华泰期货研究院

图4. 国内消费量中乙醇占比 单位：%



数据来源：USDA 华泰期货研究院

生产工艺与主要厂家

玉米燃料乙醇生产工艺主要分为两种，即干法和湿法，两者区别在于粮食的预处理环节。在干法生产工艺中，先将整个玉米粒研磨成粉，并与水混合得到醪液，加入酶制剂，湿淀粉转化为右旋葡萄糖，添加氨调节PH值并未酵母提供营养，将糖发酵过程中释放二氧化碳，蒸馏后获得高浓度乙醇，并将蒸馏后的可溶物浓缩为CDS或者糖浆，与离心分离所得粗粒混合干燥可获得DDGS。

而在湿法工艺中，先将玉米粒浸泡在稀释亚硫酸溶液将玉米各组分分离，其中玉米胚芽可以提取玉米油，剩余的玉米胚芽粕可以与玉米纤维、麸皮干燥后作为动物饲料，而淀粉与醪液后续流程则与干法相同。

EIA 数据显示，美国燃料乙醇生产厂家数量变化不大，在个别年份甚至出现下降，产能增速也有所放缓，或更多源于原有厂家技术升级，从地区分布来看，产能主要集中在 PADD2 内，这对应着中西部玉米产区。产能集中度整体趋于下降，EIA2017 年公布的数据显示前五大公司占比接近 50%，而 2021 年公布的最新数据则显示，前六大公司 Valero、ADM、Poet、Green Plains、Flind Hills 及 Pacific Ethanol 公司占比下降至 41%。

其中 Valero 公司是财富 500 强企业，北美最大的炼油企业，成立于 1955 年，总部位于达拉斯圣安东尼奥市，在美国、英国、加拿大和加勒比地区拥有多家炼油厂和风力发电企业，在 2013 年分拆 CST Brands 之前，其还是美国最大的零售供应商之一，拥有 6800 家零售和品牌批发店，目前乙醇加工产能 17.35 亿加仑，占比 9.89%。

ADM 为全球四大粮商之一，1971 年收购一家位于艾奥瓦州的玉米湿法加工工厂进入乙醇行业，1978 年在石油危机之下，应美国总统要求，将玉米加工工厂改建，生产合成燃料，随后收购多家乙醇工厂，开启扩张之路，截至目前乙醇加工产能 16.74 亿加仑，占比 9.54%。

Poet 公司是一家专门生产生物乙醇的生物燃料公司，位于南达科他州的苏福尔西市，目前设计产能 15.03 亿加仑，占比 8.57%，除了燃料乙醇外，该公司还通过美国能源部拨款，建设纤维素乙醇工厂。此外，还与其他公司合资成立先进生物燃料公司。

Green Plains 是一家位于内布拉斯加州奥马哈市的实现纵向一体化管理的乙醇企业，上游通过 Green Plains Grain 提供粮食存储业务，下游通过独立经营的乙醇营销公司 Green Plains Trade 销售乙醇和副产品，目前乙醇加工产能 10.38 亿加仑，占比 5.92%。

Flind Hills 为科赫工业旗下企业，主要在美国德克萨斯和中西部地区生产玉米基生物燃料乙醇，公司自 2002 年以来，通过 110 多亿美元的资本投资和并购来扩大业务，目前设计产能 7.71 亿加仑，占比 4.39%。

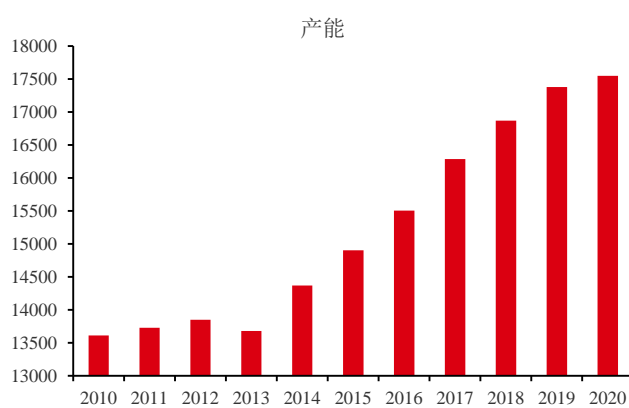
Pacific Ethanol 为美国第六大乙醇生产企业，目前设计产能 5.08 亿加仑，占比 2.89%，除了乙醇生产之外，其通过全资子公司 Kenergy Marketing LLC，在美国西部从事乙醇的分销业务，并通过第三方的服务商提供乙醇的运输、储存和配送业务。

图 5. 美燃料乙醇厂家数量 单位：家



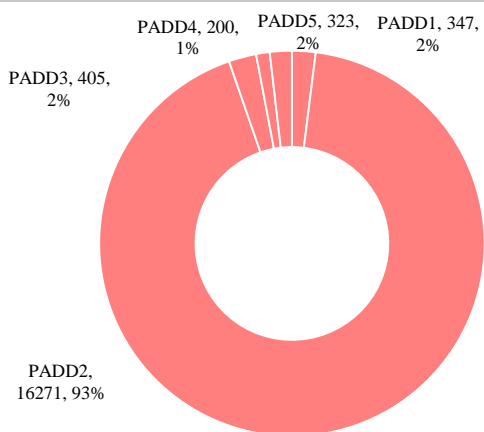
数据来源：EIA 华泰期货研究院

图 6. 美燃料乙醇产能 单位：百万加仑/年



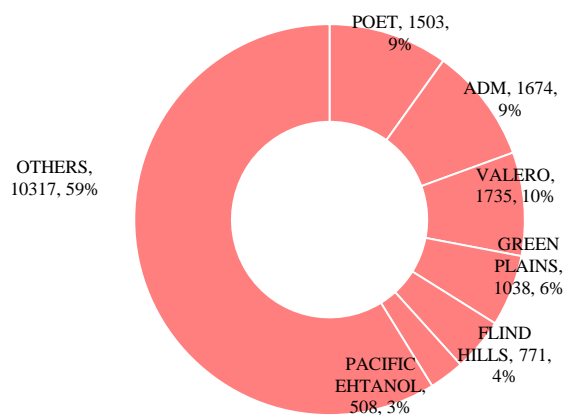
数据来源：EIA 华泰期货研究院

图 7. 美燃料乙醇产能分布 单位：百万加仑/年



数据来源：EIA 华泰期货研究院

图 8. 美燃料乙醇主要厂家 单位：百万加仑/年



数据来源：EIA 华泰期货研究院

相关法律法规

从下图 9 可以看出，美国先后制定多项法律法规及其税收政策来保障乙醇燃料的推广和使用。在此，我们重点了解其中三项，即《清洁空气法案 (CAA)》、《可再生燃料标准 (RFS)》和《能源独立与安全法案 (EISA)》。

1、《清洁空气法案》(Clear Air Act)：

1955 年颁布的《控制污染控制法》是第一部涉及空气污染的联邦法律，但并未指定联邦法规，而是将空气污染的控制和预防委托给州和地方机构。

1963 年《清洁空气法》则为第一部联邦法案，为美国公共卫生局制定一项联邦计划，并批准开展研究监测和控制空气污染的技术。

1967 年颁布的《空气质量法》在存在州际污染的启动执法程序，还批准了扩大对空气污染物排放清单、环境监测与控制技术的范围。

1970 年颁布的《清洁空气法案》(1970CAA) 授权制定综合性的联邦和州法规，以限制固定和移动污染源的排放，启动 4 个重要标准与计划，即美国环境控制质量标准、州实施计划、新污染源执行标准和美国有害空气污染物排放标准，以该法律为基准，尼克松总统在 1970 年 12 月通过行政命令设立美国环保署，并任命第一任署长。

1977 年《清洁空气法修正案》(1977CAAA) 主要涉及对美国环境空气指标达标地区空气质量显著恶化的规定，包括两项内容，其一是预防，其二是提出对未达标地区的要求。

1990 年《清洁空气法修正案》制定了两个新的汽油标准，专门用来减少美国严重污染城市的有害机动车围棋排放，新标准要求使用包括乙醇在内的被称作增氧剂的燃料添加剂，使用地区涵盖了遭受一氧化碳和臭氧污染的地区。

2、《可再生燃料标准》(Renewable Fuel Standard)

2005 年 RFS 规定 2006-2015 年汽油中可再生燃料的使用量，强制推行可再生燃料识别码，要求任何美国汽油厂商都必须承担 RFS 计划任务，美国环保署下达每年参与计划各方可再生燃料计划任务指标 (RVO)。

2007 修订版 RFS II 促进和跟踪可再生能源标准的执行与实施，环保署设立一个自愿的第三方质量保证程序，验证 RIN，规范 RIN 的转让和使用，参与各方可通过交易机制购买 RIN，完成其可再生燃料年度计划任务指标。

3、《能源独立与安全法案》(Energy Independence and Security Act)

该法案旨在达成增进美国的能源独立与安全，增加清洁可再生燃料的产量，保护消费者，提高能源效率，改善联邦政府的能源绩效等目标，原本意在削减对石油工业的补贴，从而提高石油独立性和开发不同形式的替代能源，但由于参议院的反对，税收方面的调整最终被放弃，转而侧重于汽车燃料经济性、生物燃料开发以及公共建筑和照明等的能源效率。

首先，该法案定义了可再生燃料，即用生物质制成的燃料，同时限定了种植可用原料的土地类型。其次，规定了空气污染标准，根据使用的被替代的燃料类型，确定了不同的温室气体减排目标，其中纤维素生物燃料必须实现至少 60%，生物质乙醇至少 50%。最后，在该法案的指引下，EPA 制定了 RFS 目标，详见下图 10，具体而言，全部可再生燃料使用量目标逐年提高，但常规生物燃料（主要为

燃料乙醇)自 2015 年以后维持在 150 亿加仑的水平,主要增量来自先进生物燃料,值得注意的是,下表中先进生物燃料等于纤维素生物燃料、生物质柴油与其他生物燃料三者之和。

除去上述法律法规及其行业标准之外,美国燃料乙醇行业还建立了涵盖政府部门和行业协会有内的协调机制,其中政府部门包括美国能源部、美国农业部、美国国家环保署、美国联邦税务局、加州空气资源署及可再生燃料标准项目,行业协会则包括美国石油学会、美国汽车生产商联盟、美国玉米种植者协会、在再生燃料协会、增长能源协会、美国谷物协会等。

图 9. 美国燃料乙醇相关法律法规

时间	法规名称	内容概述
1970 年	清洁空气法案	严格规定空气质量标准,为燃料乙醇发展提供法律依据和外部推力
1988 年	车用替代燃料法案	为机动车和燃料的研究、开发和工程示范制定了规划,并为生产能够使用任何比例石油或乙醇的灵活燃料机动车 (FFV) 制造商提供经济贷款
1990 年	清洁空气修正法案	制定了两个新的汽油标准,专门用来减少美国严重污染城市的有害机动车围棋排放,新标准要求使用包括乙醇在内的被称作增氧剂的燃料添加剂,使用地区涵盖了遭受一氧化碳和臭氧污染的地区
2004 年	工作机会创造法案	改进了联邦消费税免税系统,为乙醇掺混增加了税收抵免,按体积进行乙醇消费税抵免,将数十亿美元的燃料税收重新导入高速公路信托基金,改变了小型乙醇制造商信贷政策,并为美国乙醇掺混打开新的市场前景
1992 年/2005 年	能源政策法案	1992 年法案指定了在 2010 年轻型汽车市场完成 30%的包括乙醇在内的替代燃料国家目标。2005 年法案指定了可再生燃料标准 (RFS),要求在美国燃料供应中使用乙醇和其他生物燃料,并对 E85 燃料基础设施实施税收激励。
2005 年	可再生燃料标准(RFS)	规定 2006-2015 年汽油中可再生燃料的使用量,强制推行可再生燃料识别码 (RIN, 以下同),要求任何美国汽油厂商都必须承担 RFS 计划任务,美国环保署下达每年参与计划各方可再生燃料计划任务指标 (RVO)
2007 年	生物燃料安全法案	为分销商、零售商和司机在生物燃料的销售和使用方面提供相应帮助,并提出 2030 年美国消费 600 亿加仑的乙醇和生物柴油
2007 年	可再生燃料标准修订版 (RFS II)	促进和跟踪可再生能源标准的执行与实施,环保署设立一个自愿的第三方质量保证程序,验证 RIN,规范 RIN 的转让和使用,参与各方可通过交易机制购买 RIN,完成其可再生燃料年度计划任务指标
2007 年	美国能源独立和安全法案	更新可再生燃料标准 (RFS II),提出美国在 2022 年生物燃料主要是燃料乙醇的使用量目标,增加对以纤维素乙醇为代表的二代燃料乙醇的要求
2014 年	美国 2014 农业法案	燃料乙醇相关项目得到扩展,要求美国政府相关机构采购生物质能源的数量必须达到设定目标,并接受目标审计,同时研究项目的经济影响

数据来源: 华泰期货研究院

图 10. EISA 制定的可再生燃料用量目标

单位: 10 亿加仑

年度	纤维素生物燃料	生物柴油	先进生物燃料	全部可再生燃料	常规生物燃料
2009	NA	0.5	0.6	11.1	10.5
2010	0.1	0.65	0.95	12.95	12
2011	0.25	0.8	1.35	13.95	12.6
2012	0.5	1	2	15.2	13.2
2013	1	*	2.75	16.55	13.8
2014	1.75	*	3.75	18.15	14.4
2015	3	*	5.5	20.5	15
2016	4.25	*	7.25	22.25	15
2017	5.5	*	9	24	15
2018	7	*	11	26	15
2019	8.5	*	13	28	15
2020	10.5	*	15	30	15
2021	13.5	*	18	33	15
2022	16	*	21	36	15

数据来源: EPA 华泰期货研究院

运行机制

由第三部分即相关法律法规可以看出, 2007 年《能源独立与安全法案》设立了标准, 要求 2008 年-2022 年之间, 将不同的可再生能源掺混到美国的汽油和柴油中来完成可再生燃料计划任务指标 (RVO), 这对应要求建立一个有效的机制在实现预期目标, 可再生能源序列号 (Renewable Identification Number, RIN) 应运而生。

RIN=K YYYY CCCC FFFFF BBBB RR D SSSSSSS EEEEEEEE

其中:

K 区分可再生燃料是否与汽柴油掺混, 已经掺混则为 2, 未掺混为 1。

YYYY 为可再生燃料生产或进口年份。

CCCC 为可再生燃料生产/进口企业注册 ID。

FFFFF 为可再生燃料车间或者设备注册 ID。

BBBBB 为可再生燃料生产批次号。

RR 代表可再生燃料等量价值, 根据 RFS I 的规定, 乙醇等量价值为 1, 丁醇为 1.3, 生物柴油 1.5, 非酯可再生柴油为 1.7, 纤维素乙醇为 2.5, 对应 RR 值分别为 10、13、15、17 和 25。

D 则代表可再生燃料类型，其中 D3 为纤维素生物燃料，要求温室气体排放削减 60%及以上；D4 为生物基柴油，要求温室气体排放削减 50%及以上；D5 为先进生物燃料，要求温室气体排放削减 50%及以上；玉米燃料乙醇属于 D6 即常规可再生燃料，要求温室气体排放削减 20%及以上。

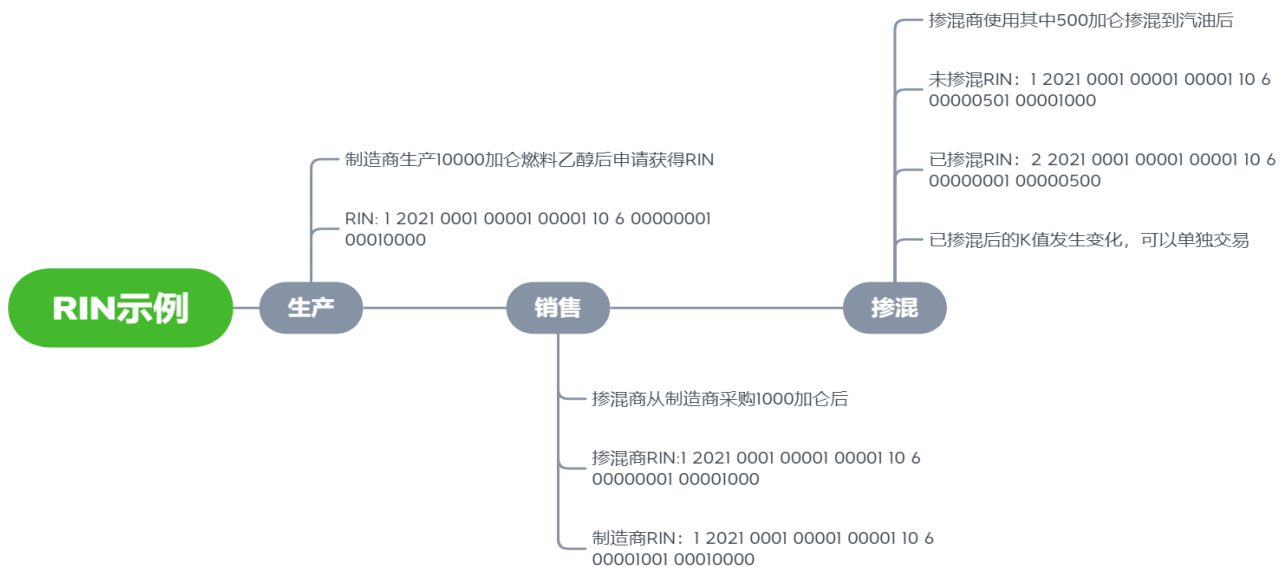
SSSSSSSS 为该批次可再生燃料的初始号码。

EEEEEEEEEE 为该批次可再生燃料的末端号码。

RIN 是一个为了保证实施强制掺混要求的复杂系统，是一种保证乙醇被真实加入汽柴油中的方法，生物燃料生产商和进口商在生产与进口时可以申请生成对应的 RIN，并将终生相随，但 RIN 可以随着生物燃料所有权转让而转让，与之有关的证明文件称之为产品转移文件 (Product Transfer Document, PTD)，其中需要包含转让双方信息、生物燃料转让量和时间，直到生物燃料与汽柴油掺混销售或出口，如果销售，则 K 值转变为 2，该类 RIN 可直接在市场上交易；如若出口，则对应的 RIN 将作废处理。

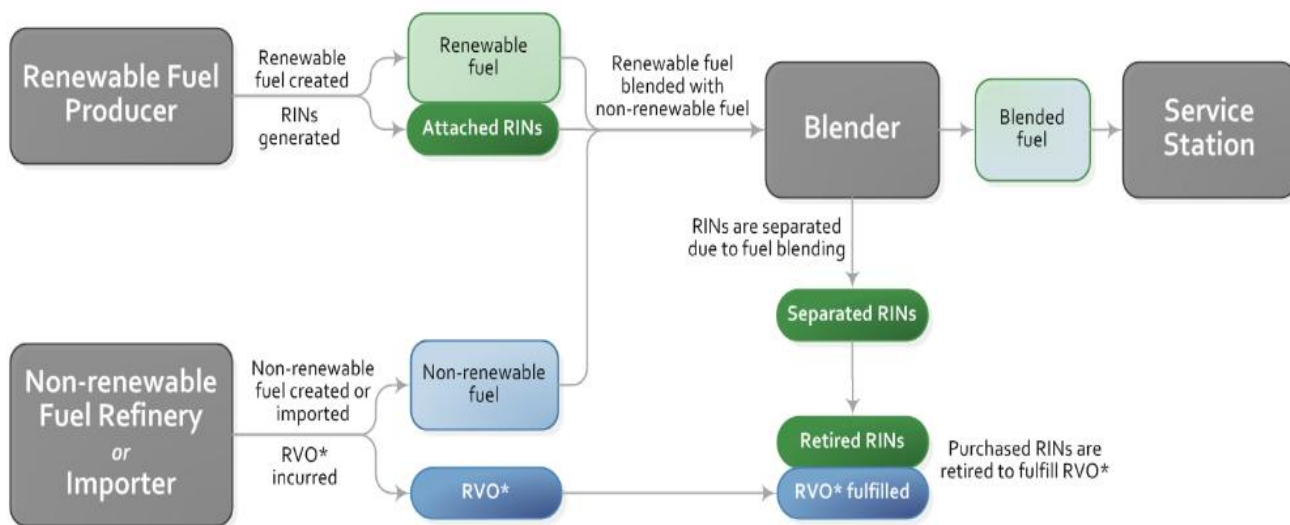
可再生燃料制造商、进口商、汽柴油炼制企业和进口商、可再生燃料市场运营企业及其他参与 RFS 项目的运营主体，均需要向 EPA 提交所有有关 RIN 产生、转让、交易等活动报告。特别是 RFS 责任企业如汽柴油掺混商需要用 RIN 来证明其所共有燃料中掺混的可再生燃料达到 RVO 目标，这部分提交的 RIN 即将作废。如果超额完成，则多余的 RIN 可以对外销售给其他 RIN 不足的掺混商，或留给下一年度使用，但也只有两年的有效期，过期作废。

图 11. RIN 获取与交易示例



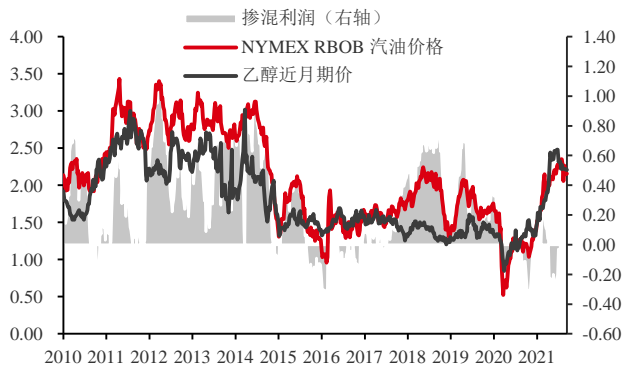
数据来源：华泰期货研究院

图 12. RIN 生命周期示意图



数据来源: EPA 华泰期货研究院

图 13: 美玉米乙醇掺混利润 单位: 美元/加仑



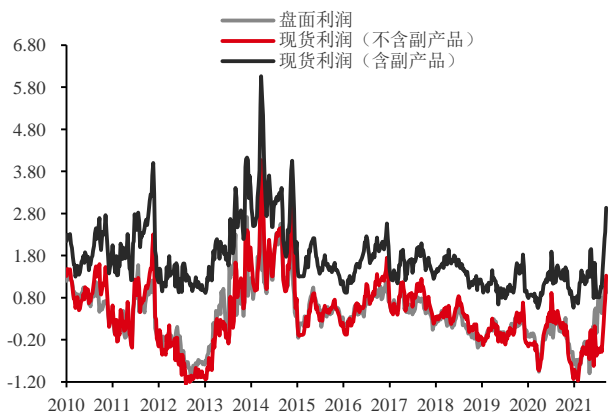
数据来源: USDA 华泰期货研究院

图 14. 美玉米、乙醇及 DDGS 价格 单位: 美元/蒲



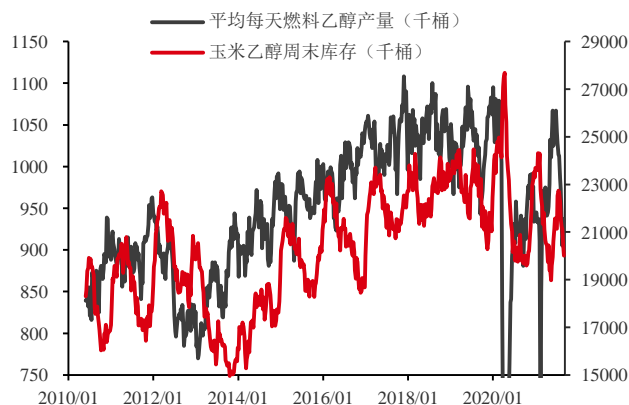
数据来源: USDA 华泰期货研究院

图 15. 美玉米乙醇生产利润 单位: 美元/蒲



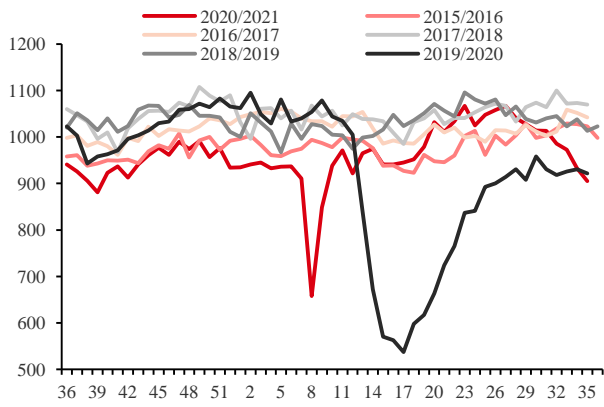
数据来源: USDA 华泰期货研究院

图 16. 美玉米乙醇产量与库存 单位: 千桶



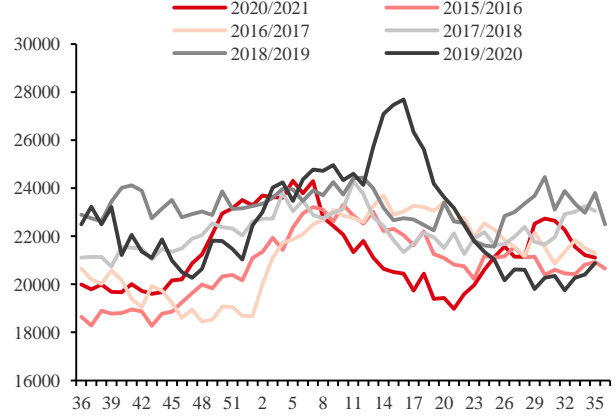
数据来源: USDA EIA 华泰期货研究院

图 17. 美玉米乙醇产量 (分年) 单位: 千桶



数据来源: EIA 华泰期货研究院

图 18. 美玉米乙醇库存 (分年) 单位: 千桶



数据来源: EIA 华泰期货研究院

● 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

地址：广州市越秀区东风东路761号丽丰大厦20层

电话：400-6280-888

网址：www.htfc.com