

## 【申银万国期货】美国加州低碳燃料标准（LCFS）的简介

### —农产品专题报告

2022 年 5 月 12 日

徐盛

从业资格号：F3083505

投资咨询号：Z0016250

电话：021-5058 1577

邮箱：xusheng@sywgqh.com.cn

聂波（联系人）

从业资格号：F3077875

电话：021-5058 1652

邮箱：niebo@sywgqh.com.cn

申银万国期货有限公司

地址：上海东方路 800 号

宝安大厦 7、8、10 楼

邮编：200122

电话：021 5058 6341

传真：021 5058 8822

网址：www.sywgqh.com.cn



申银万国期货  
宏观金融研究



申银万国期货研究

#### 摘要：

- 2018 年，美国加利福尼亚州空气委员会批准了该法规的修正案，并提出了到 2030 年加州交通燃料碳强度至少降低 20% 的目标。
- 低碳燃料标准 LCFS 以汽油和柴油燃料及其各自替代品的“碳强度”（CI）表示，碳强度表示一种燃料提供的每一百万焦耳能量所产生的二氧化碳当量克数。
- 碳信用积分是一种许可证，允许所有者排放一定量的二氧化碳或其他温室气体，一个信用积分允许排放一吨二氧化碳或其他相同当量的温室气体。
- 低于基准值的低碳燃料会产生信用积分，而高于基准值的燃料会产生赤字，信用额度和赤字以温室气体排放量计价。
- 信用积分是根据经过转换后的燃料总量以及与标准碳强度差额来计算的，在计算差额时不能直接使用该种燃料的碳强度，需要将燃料的碳强度除以能源经济比 Energy Economy Ratio（EER）得到调整后的碳强度值。
- 由于汽油需求疲软以及可再生柴油和可再生天然气供应增加，信用积分产量逐步增高，并快于信用赤字，另外生物柴油等原料价格高企加剧了替代燃料竞争，导致信用积分价格在今年逐步降低。随着价格跌至四年低点，加州监管机构将在“中期”调整低碳燃料标准（LCFS）目标。

## 一、Low Carbon Fuel Standard

表 1：汽油和柴油的碳强度基准值（gCO<sub>2</sub>e/MJ）

Carbon Intensity Benchmarks for Gasoline and Diesel Fuel and their Substitutes

Year	Gasoline Average CI (gCO <sub>2</sub> e/MJ)	Diesel Average CI (gCO <sub>2</sub> e/MJ)
2019	93.23	94.17
2020	91.98	92.92
2021	90.74	91.66
2022	89.50	90.41
2023	88.25	89.15
2024	87.01	87.89
2025	85.77	86.64
2026	84.52	85.38
2027	83.28	84.13
2028	82.04	82.87
2029	80.80	81.62
2030 onwards	79.55	80.36

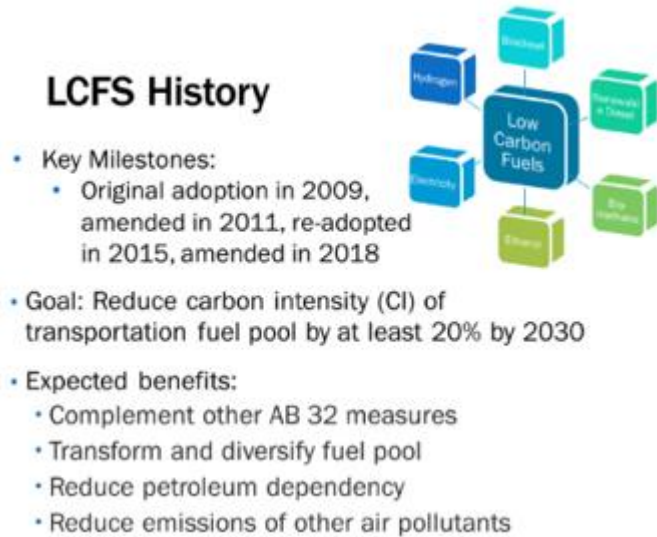
资料来源：CARB，申万期货研究所

2005 年，美国国会设立了一个名为“可再生燃料标准”（RFS）的项目，其目的之一是减少美国运输用燃料的温室气体排放的影响。可再生燃料标准规定了美国的运输燃料中最低生物燃料使用量，通常法定的年用量会随着时间的推移而增加，但将在 2022 年停止，由美国环保署署长确定 2022 年后的用量。

一些国会议员已经讨论了实施国家低碳燃料标准 Low Carbon Fuel Standard（LCFS）的选择，以进一步解决交通运输部门温室气体排放问题。LCFS 是加利福尼亚州一系列综合计划的重要组成部分，旨在鼓励在加利福尼亚州使用更清洁的低碳运输燃料，鼓励生产这些燃料，从而减少温室气体排放并减少运输部门的石油依赖。

LCFS 标准以汽油和柴油燃料及其各自替代品的“碳强度”（CI）表示，碳强度表示一种燃料提供的每一百万焦耳能量所产生的二氧化碳当量克数。CI 考虑了与燃料生产、运输和消费的所有步骤（也被称为燃料的完整生命周期）相关的温室气体排放。

图 1：LCFS 政策历史

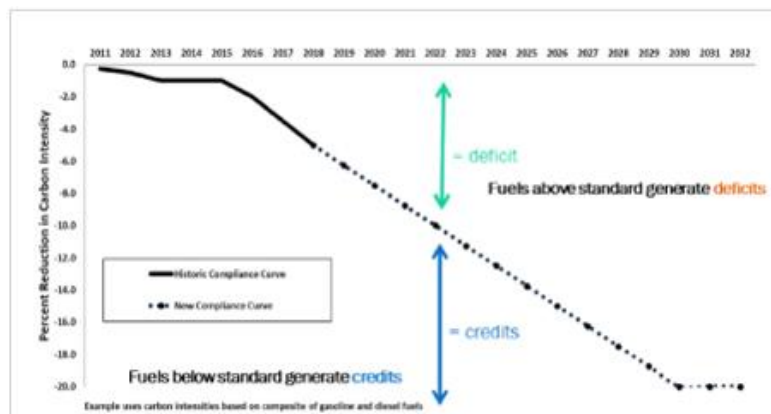


资料来源：CARB，申万期货研究所

2009 年，美国加利福尼亚州空气委员会批准了 LCFS 法规，要求到 2020 年，加州交通燃料的碳强度 (CI) 在 2010 年的基础上至少降低 10%。2011 年，委员会批准了修订，精简和修改某些条款。2015 年，委员会重新通过了 LCFS，以解决程序问题，并于 2016 年 1 月 1 日开始实施。2018 年，委员会批准了该法规的修正案，并提出了到 2030 年加州交通燃料碳强度至少降低 20% 的目标。

## 二、LCFS 如何运作

图 2：碳信用额度和赤字的生产



资料来源：CARB，申万期货研究所

碳信用积分是一种许可证，允许所有者排放一定量的二氧化碳或其他温室气体，一个信用积分允许排放一吨二氧化碳或其他相同当量的温室气体。

燃料生命周期评估包括与生产、运输和使用燃料有关的温室气体排放，以及对其他重大间接影响，例如某些生物燃料的土地利用变化。将每种燃料评估的碳强度分数与每年下降的碳强度基准值进行比较，低于基准值的低碳燃料会产生信用积分，而高于基准值的燃料会产生赤字，信用额度和赤字以温室气体排放量计价。运输燃料供应商必须证明，他们在加利福尼亚州供应的燃料符合 LCFS 每个年度合规期的碳强度标准或基准值。

想要弥补赤字或者产生信用积分，燃料生产商和供应商可通过以下途径满足要求：

生产低碳燃料。

在市场上购买低碳燃料。

从其他燃料生产商和供应商购买信用积分。

使用前几年产生(但未使用)的信用积分。

信用积分的三种产生方式如下：

(1) 通过燃料路径产生

燃料供应商能够通过取得认证的碳强度和季度交易数量报告来获取信用积分。

(2) 通过碳减排项目产生

项目包括精炼商、原油生产商和交通设施采取的减排措施，也包含碳收集与封存项目。项目的运营者根据产生的温室气体减排量获得相应的信用积分。

(3) 通过零排放汽车基础设施产生

2018 年修正案增加规定，旨在支持零排放车辆基础设施的发展。产生信用积分的依据是加氢站或电动汽车快速充电站的容量减去实际分配燃料的数量。

由上图可知，LCFS 的碳强度(CI)要求随着时间的推移而降低，高碳燃料，如汽油，将产生赤字，因为其 CI 通常超过要求。低碳燃料，如乙醇和电力，将产生信用，因为它们的 CI 通常符合要求(请注意，实际 CI 值将根据燃料来源、加工技术和其他考虑因素而变化)。

为了符合 LCFS，高碳燃料生产商和供应商必须通过生产或购买低碳燃料或信用来抵消其较高的 CI，这将降低其燃料的总体平均 CI。

CARB 开发了 LCFS 数据管理系统，以管理与 LCFS 实施相关的所有数据和流程，包括燃料途径认证审批流程，燃料交易报告和记录保存以及信用生成和转移。数据管理系统是一个交互式的、安全的基于网络的系统，包括以下三个模块：

LCFS 报告工具 (LRT)

信用积分银行和转账系统(CBTS)

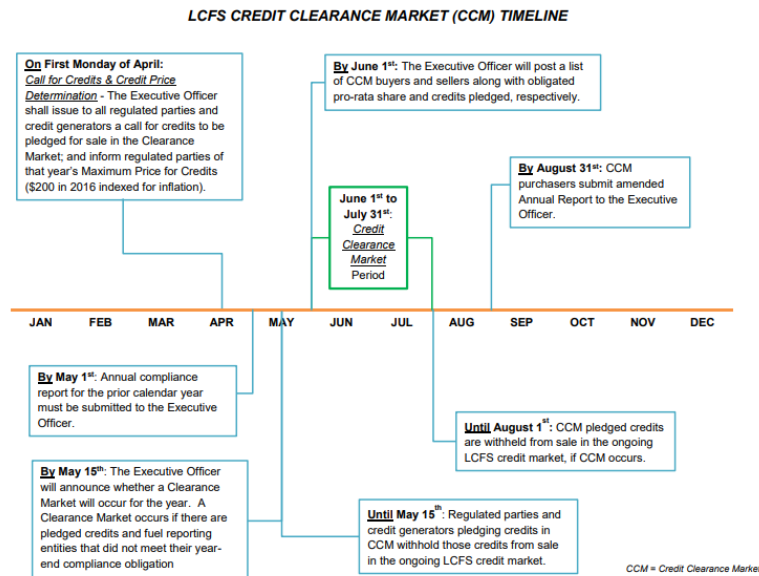
替代燃料门户网站 (AFP)

尽管这三个模块是相关的并共享数据，但每个模块都具有非常不

同的功能，LRT 和 CBTS 紧密集成，可以从同一帐户访问，但是需要一个单独的帐户才能访问 AFP。

### 三、LCFS 信用积分清算市场

图 3：信用积分清算市场



资料来源：CARB，申万期货研究所

LCFS 年度合规期为每年 1 月 1 日至 12 月 31 日，受监管企业需要在合规期内提交足够的信用积分来满足合规，如果数量不够，就需要从 Credit Clearance Market (CCM) 信用清算市场购买，这样使得受监管方更灵活地执行先前的年终义务。CCM 增加了市场对最大合规成本的确定性，增强了投资和生产低碳强度燃料的激励，并降低了信贷短缺和价格飙升的可能性。

从 4 月的第一个星期开始 5 月初，打算销售信用积分的需要在报告中说明具体数量。到 5 月 15 日 CARB 将会公布本年是否有信用清算市场，如果上年所有受监管方完成了合规义务，下年就不会有信用清算市场。信用清算市场的启动时间在当年的 6 月到 7 月底，信用积分的买卖需要在这个时期完成。

表 2：信用积分最高额（美元）

CCM Year	Maximum Credit Price*
2016	\$200.00
2017	\$205.40
2018	\$209.92
2019	\$213.07
2020	\$217.97
2021	\$221.67
2022	\$239.18

资料来源：CARB，申万期货研究所

LCFS 法规规定，2016 年通过信用清算市场获得，购买或转让的信用积分最高价格为 200 美元，并要求 2016 年之后价格根据消费者价格指数（CPI）进行调整，而 2022 年最高限价为 239.18 美元。



## 四、不同燃料的碳强度与信用积分

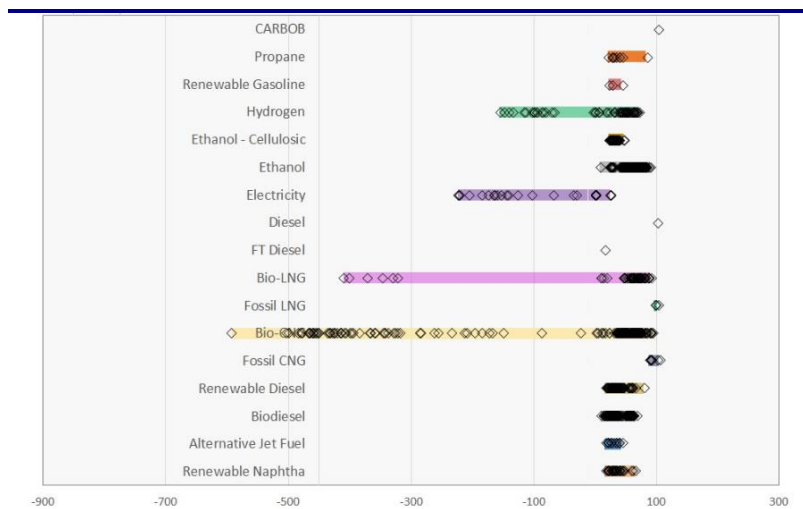
表 3： 不同燃料的能源经济比（ERR）

Light/Medium-Duty Applications (Fuels used as gasoline replacement)		Heavy-Duty/Off-Road Applications (Fuels used as diesel replacement)		Aviation Applications (Fuels used as jet fuel replacement)	
Fuel/Vehicle Combination	EER Values Relative to Gasoline	Fuel/Vehicle Combination	EER Values Relative to Diesel	Fuel/Vehicle Combination	EER Values Relative to Conventional Jet
Gasoline (incl. E6 and E10)	1	Diesel fuel	1	Alternative Jet Fuel	1
Or E85 (and other ethanol blends)		Biomass-based diesel blends			
CNG/ICEV	1	CNG or LNG (Spark-Ignition Engines)	0.9		
		CNG or LNG (Compression-Ignition Engines)	1		
Electricity/BEV, or PHEV	3.4	Electricity/BEV or PHEV* Truck or Bus	5.0		
		Electricity/Fixed Guideway, Heavy Rail	4.6		
		Electricity/Fixed Guideway, Light Rail	3.3		
On-Road Electric Motorcycle	4.4	Electricity/Trolley Bus, Cable Car, Street Car	3.1		
		Electricity Forklifts	3.8		
		eTRU	3.4		
		eCHE	2.7		
		eOGV	2.6		

资料来源：CARB，申万期货研究所

信用积分是根据经过转换后的燃料总量以及与标准碳强度差额来计算的，在计算差额时不能直接使用该种燃料的碳强度，需要将燃料的碳强度除以能源经济比 Energy Economy Ratio (EER) 得到调整后的碳强度值，表示该燃料替代常规燃料释放每百万焦耳所产生的排放。ERR 是指在相同使用条件下，该种燃料相对于另外一种燃料的效率，如上表中所示，生物柴油相对于普通柴油是 1，含有酒精的汽油相对于普通汽油也是 1。

图 4： 经过能源经济比折算后的碳强度



资料来源：CARB，申万期货研究所

表 4： 不同燃料能量密度

燃料(单位)	能量密度
碳水化合物(加仑)	119.53 (MJ/gal)
汽油(加仑)	115.83 (MJ/gal)
柴油(加仑)	134.47 (MJ/gal)
液化天然气 (加仑)	78.83 (MJ/gal)
压缩天然气(撒姆)	105.5 (MJ/Therm)
电力(千瓦时)	3.60 (MJ/KWh)
氢气(千克)	120.00 (MJ/kg)
未变性无税乙醇	80.53 (MJ/gal)
变性乙醇 (加仑)	81.51 (MJ/gal)
生物柴油 (脂肪酸甲酯) (加仑)	126.13 (MJ/gal)
可再生柴油 (加仑)	129.65 (MJ/gal)
喷气燃料(加仑)	126.37 (MJ/gal)
丙烷(LPG) (加仑)	89.63 (MJ/gal)

资料来源：CARB，申万期货研究所

经过能源经济比折算的可再生柴油碳强度略高于生物柴油，但是可再生柴油能量密度要高于生物柴油。



表 5： 不同信用积分价格生产价值（美元/加仑）

**Credit Value Calculator:  
Estimated LCFS Premium at Sample LCFS Credit Price**

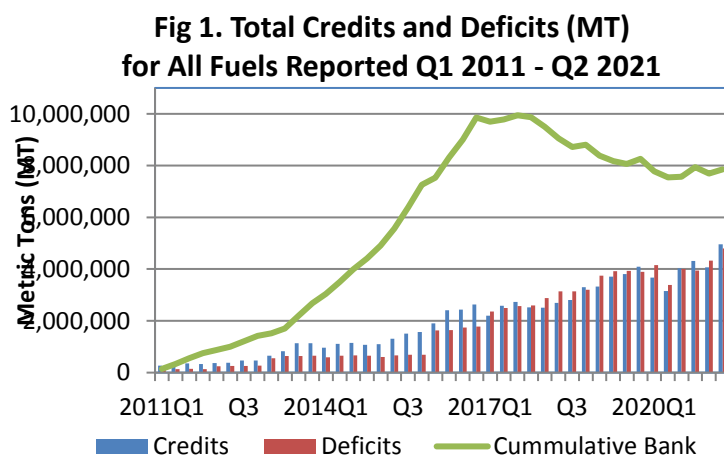
Alternative Fuel Premiums at Sample LCFS Credit Prices (\$/gal gasoline-equivalent for fuels used as gasoline substitutes)						
CI Score (gCO <sub>2</sub> e/MJ)	Credit Price					
	\$196	\$80	\$100	\$120	\$160	\$200
-273	\$8.31	\$3.39	\$4.24	\$5.09	\$6.79	\$8.48
10	\$1.89	\$0.77	\$0.96	\$1.16	\$1.54	\$1.93
20	\$1.66	\$0.68	\$0.85	\$1.02	\$1.36	\$1.70
30	\$1.44	\$0.59	\$0.73	\$0.88	\$1.17	\$1.46
40	\$1.21	\$0.49	\$0.62	\$0.74	\$0.99	\$1.23
50	\$0.98	\$0.40	\$0.50	\$0.60	\$0.80	\$1.00
60	\$0.75	\$0.31	\$0.38	\$0.46	\$0.62	\$0.77
70	\$0.53	\$0.22	\$0.27	\$0.32	\$0.43	\$0.54
80	\$0.30	\$0.12	\$0.15	\$0.18	\$0.25	\$0.31
90	\$0.07	\$0.03	\$0.04	\$0.04	\$0.06	\$0.07
100	-\$0.15	-\$0.06	-\$0.08	-\$0.09	-\$0.13	-\$0.16
110	-\$0.38	-\$0.16	-\$0.19	-\$0.23	-\$0.31	-\$0.39
120	-\$0.61	-\$0.25	-\$0.31	-\$0.37	-\$0.50	-\$0.62
130	-\$0.83	-\$0.34	-\$0.43	-\$0.51	-\$0.68	-\$0.85
140	-\$1.06	-\$0.43	-\$0.54	-\$0.65	-\$0.87	-\$1.08
150	-\$1.29	-\$0.53	-\$0.66	-\$0.79	-\$1.05	-\$1.32
CaRFG* (\$/gallon)	100.82	-\$0.139	-\$0.057	-\$0.071	-\$0.085	-\$0.113

\* Maximum pass-through cost for gasoline. Assumes a blend of CARBOB with 10 volume percent ethanol at a CI of 79.9 g/MJ. Ethanol at 79.9 g/MJ is assumed to receive no LCFS premium.

资料来源：CARB，申万期货研究所

例如可再生柴油的碳强度为 30 gCO<sub>2</sub>e/MJ，信用积分的价格是 196 美元/吨，那么生产一加仑生物柴油的价值就是 1.69 美元。

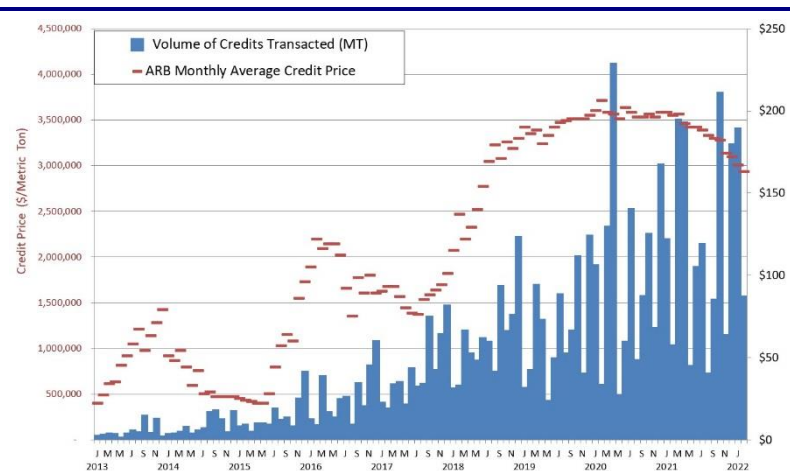
图 5： LCFS 信用积分季度产量、赤字及余额（吨）



资料来源：CARB，申万期货研究所

截止 2021 年第二季度，信用积分总产量为 496 万吨，高于一季度的 407 万吨。信用积分赤字产量为 480 万吨，高于一季度的 433 万吨。信用积分累计余额为 786 万吨，低于一季度的 769 万吨。总体上尽管信用积分产量不断增加，但是信用赤字也同步增长，信用积分累计余额逐步减少，这也可以解释为什么 2021 年年底前信用积分价格不断攀升。

图 6： LCFS 信用积分月度交易量和价格（吨，美元/吨）



资料来源：AEGIS，申万期货研究所

加利福尼亚州 2 月份的低碳燃料标准（LCFS）信用积分交易量是历年同期最高的，尽管与低于上个月。本月市场上有 155 万吨的信用积分通过 159 次转移交易，这还不到异常强劲的 1 月份转移交易量的一半，但仍比 2021 年 2 月报告的交易量高出 52%。今年前两个月，交易了约 490 万吨信用积分，比 2021 年同期增长 55%。

图 7： LCFS 信用积分价格（美元/吨）



资料来源：Platts，申万期货研究所

截止 2022 年 5 月 10 日加州信用积分价格为 116 美元/吨，低于 4 月同期的 121 美元/吨，也低于 2021 年同期的 193 美元/吨。由于汽油需求疲软以及可再生柴油和可再生天然气供应增加，信用积分产量逐步增高，并快于信用赤字，另外生物柴油等原料价格高企加剧了替代燃料竞争，导致信用积分价格在今年逐步降低。随着价格跌至四年低点，加州监管机构将在“中期”调整低碳燃料标准(LCFS)目标。

## 免责声明

本报告的信息均资料来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。我们力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，报告中的信息或意见并不构成所述品种的买卖出价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司无关。

本报告所涵括的信息仅供交流研讨，投资者应合理合法使用本报告所提供的信息、建议，不得用于未经允许的其他任何用途。如因投资者将本报告所提供的信息、建议用于非法目的，所产生的一切经济、法律责任均与本公司无关。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处为申银万国期货，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。