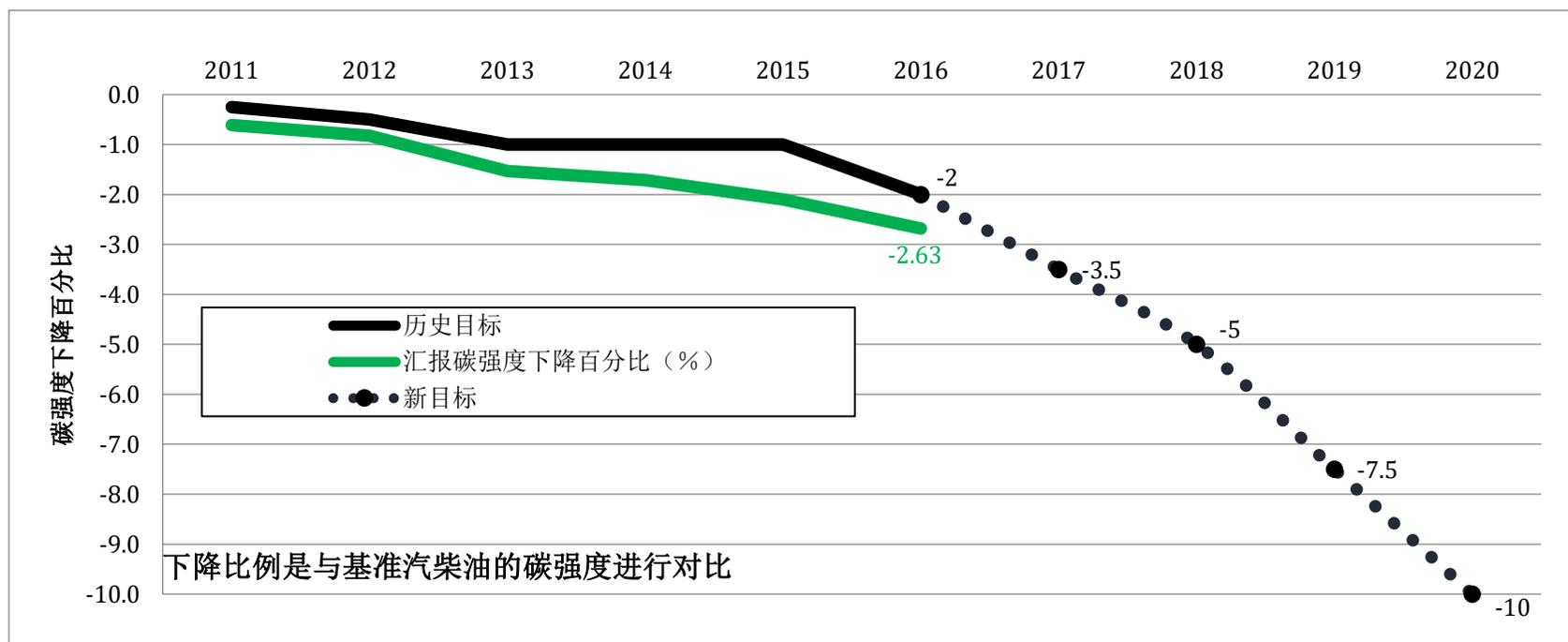


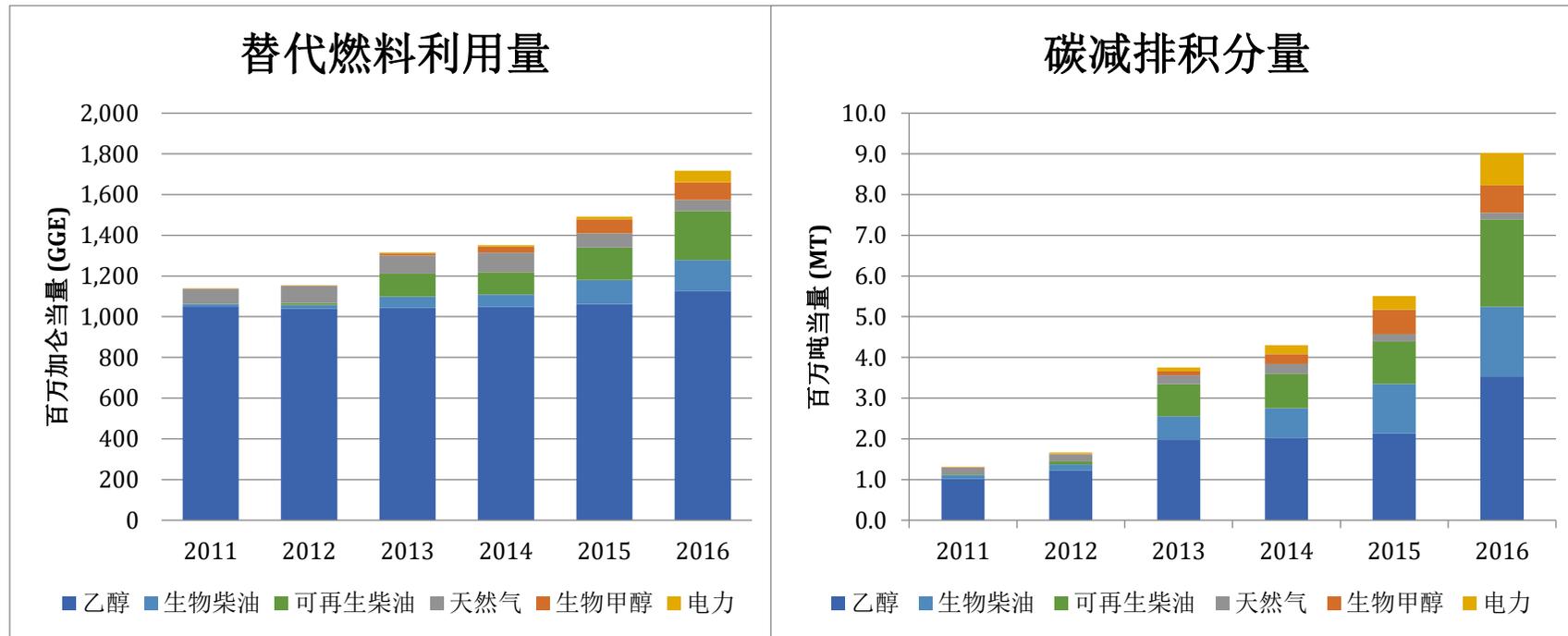
清洁交通项目政策简报 (2017年8月)

美国加州低碳燃料标准 (LCFS) 实施最新动态

美国加州《低碳燃料标准 (LCFS) 》旨在鼓励使用低碳强度燃料以减少道路交通温室气体排放，于 2010 年正式实施。其目标是到 2020 年，交通燃料生命周期碳强度减少 10%。燃料供应商（生产商、进口商等）所供应燃料的平均碳强度需要达到年度减排目标。低于基准燃料碳强度的替代燃料将获得碳减排份额积分（以吨 CO₂ 当量计）。

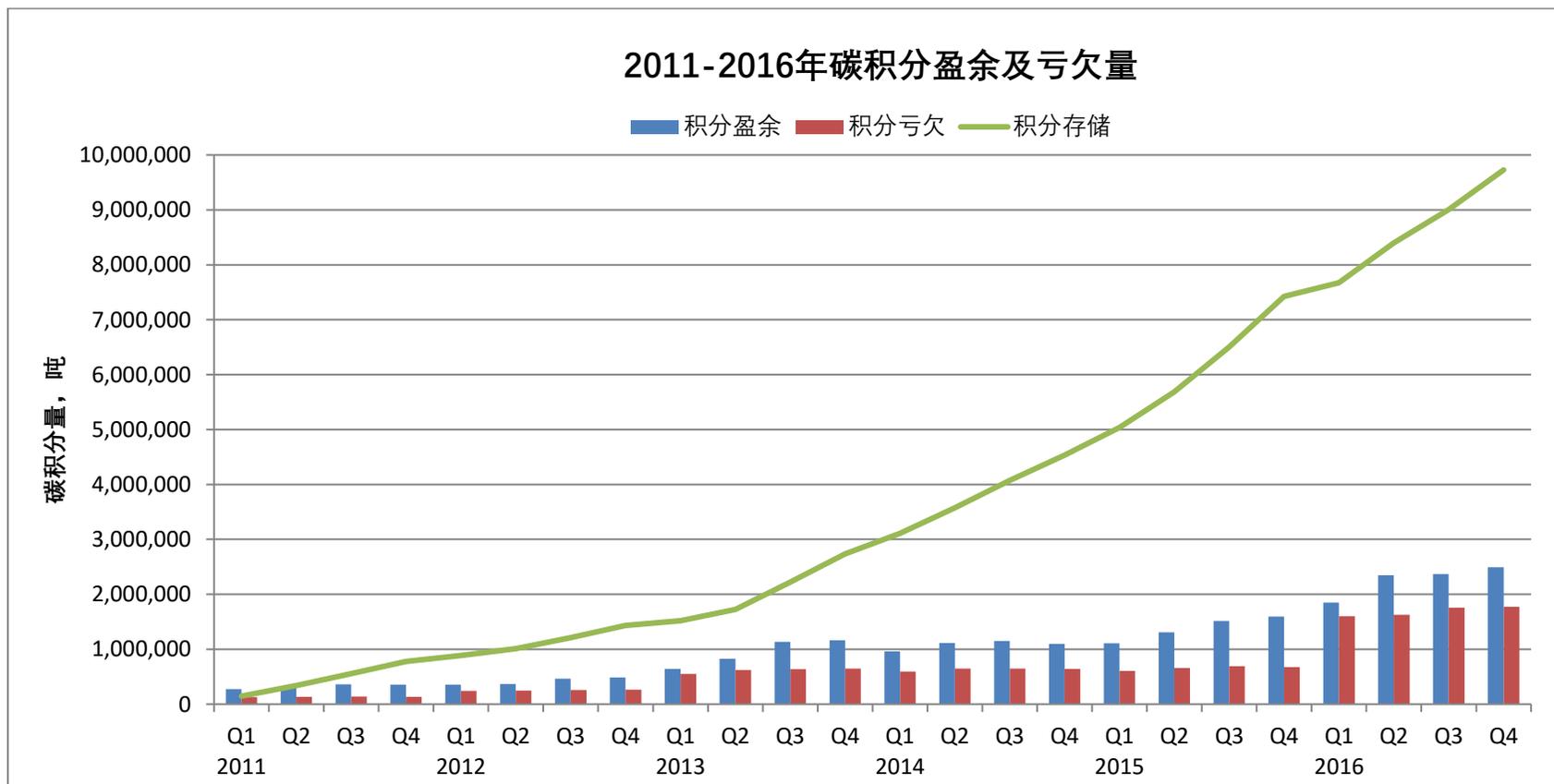


图一：为加州 LCFS 对交通燃料碳强度 (CI) 年度下降百分比要求。因法律问题，标准要求从 2013-2015 年停滞于 1%，但受监管实体也一直在根据政策利用低碳替代燃料，目前 CI 降幅已超出标准要求，导致碳积分囤积，政府 LCFS 机制在 2020 年后还将继续推进。



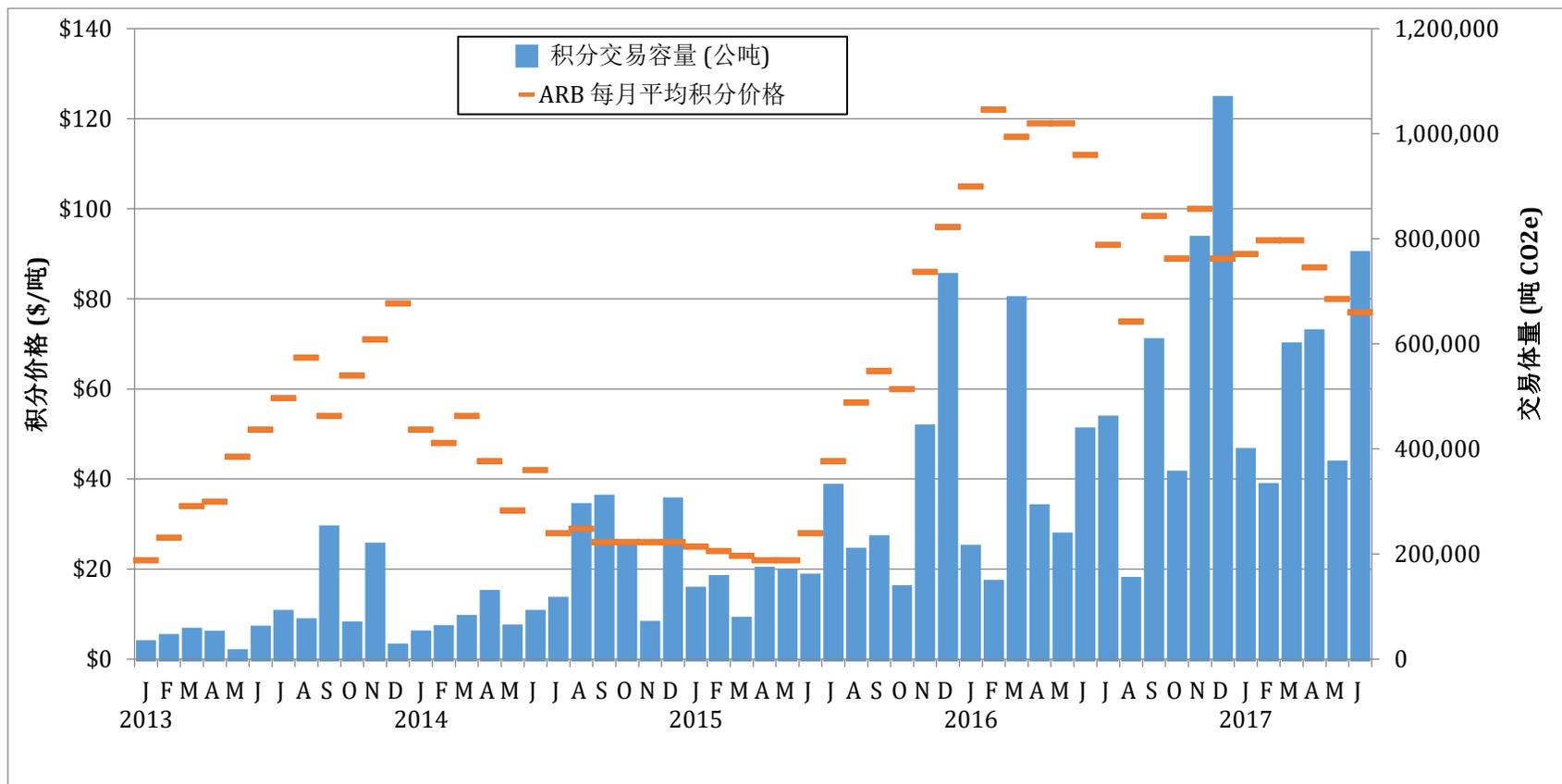
图二：LCFS 机制认为“使用低碳燃料可比其他燃料更大幅度降低温室气体排放”，一个 LCFS 碳积分等同于 1 吨 CO₂ 当量减排量，即替代燃料生命周期各个过程所产生的碳排放量与基准燃料的对比减排量，包括粗原料提取或回收、原料种植、燃料生产、运输、处理和使用等过程中的排放。

根据各种替代燃料的利用量以及所产生碳减排积分占比，可以看出加州地区替代燃料的供给情况、原料来源变化以及技术创新趋势。比如，虽然目前乙醇是加州替代量最大的低碳燃料，但 2016 年超过一半的碳强度积分并非来自乙醇，而是来自其他低碳强度替代燃料，则可以看出乙醇的减排能力与技术驱动力不及其他类型低碳燃料。此外，虽然近年乙醇利用总量变化不大，但乙醇所产生的碳积分不断增加，可以看出来乙醇技术在不断改进致使其碳强度在不断下降。

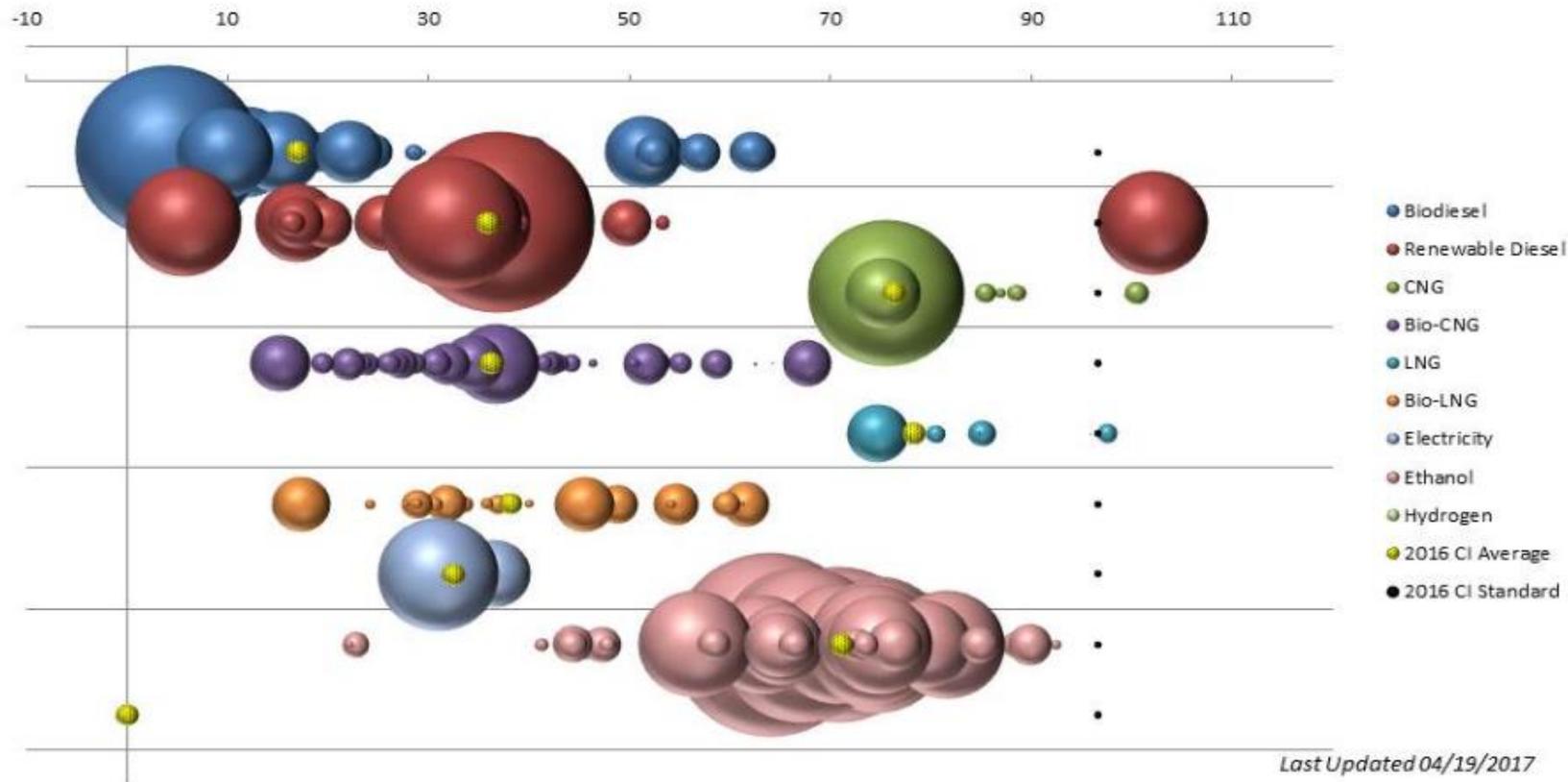


图三：为 2011-2016 年每个季度合规企业碳积分亏欠（红色）和盈余（蓝色）情况。绿色线图为积分存储总量。

目前合规企业对低碳燃料的利用量超出 LCFS 的标准要求，盈余的碳积分可被售出或存储起来用于抵偿将来的达标要求。截止 2016 年末，积分存储已达到 960 万吨，高于 2017 年整年的预测亏欠。由于 LCFS 标准将逐年加严以确保达到 2020 年目标，因此，更多的合规企业选择把积分存储起来，以减缓未来的达标压力。



2016 年加州各类低碳交通燃料利用量及其平均燃料碳强度
 2016 Volume-weighted Average Carbon Intensity (gCO₂e/MJ) by Fuel Type



图五：为加州实际低碳燃料消耗情况，每种颜色的球体代表一种被 LCFS 认可的低碳燃料，球的大小代表 2016 年相对利用量，而球在横轴上的位置则表示该类低碳燃料的碳强度，不难看出，同一类燃料因工艺技术不同，导致的碳强度分布范围比较宽，比如乙醇的碳强度在 20-90 gCO₂e/MJ 范围内均有分布。

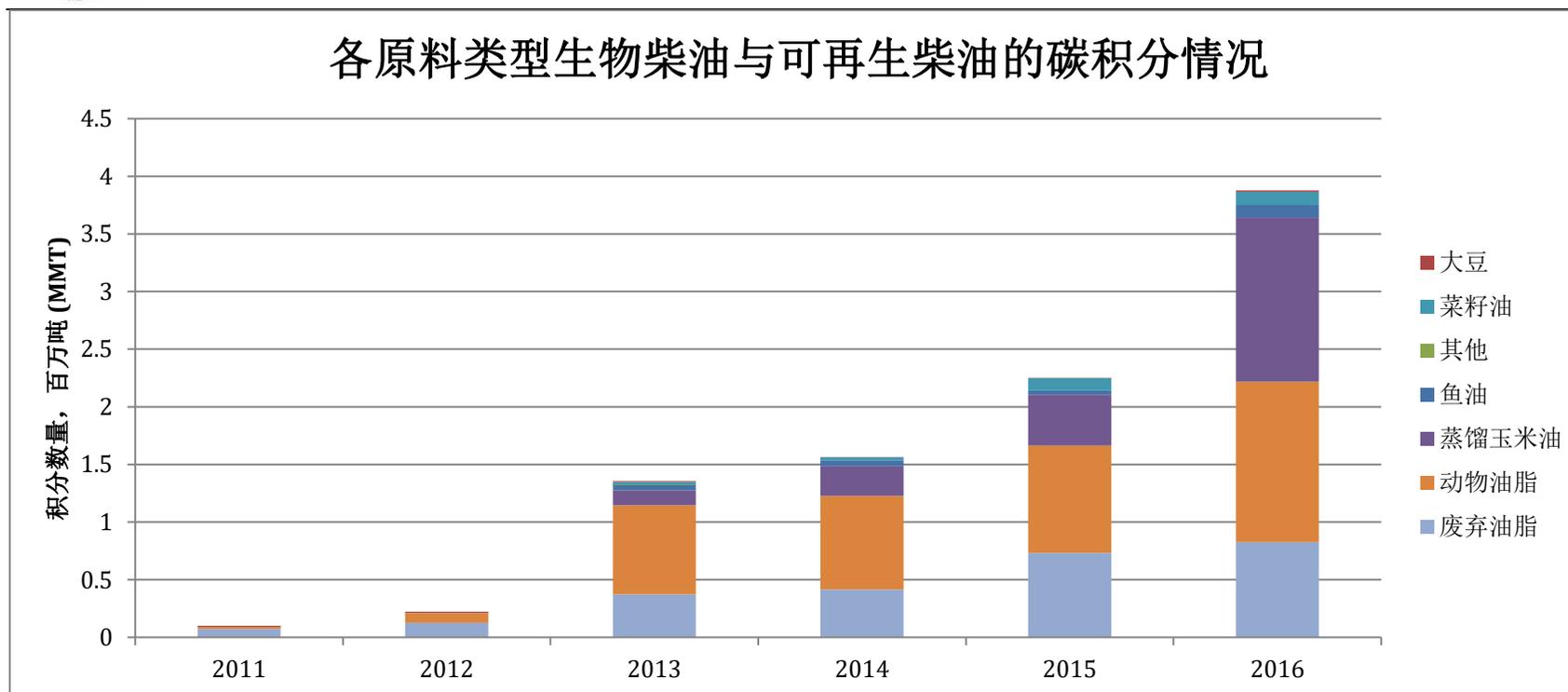


轻型、中型及重型车应用电、氢燃料的能量效率值		
燃料-汽车组合	与所替代燃料的相对能源经济效率 (EER) 值	所替代燃料
汽油 (包括 6%及 10% 乙醇混合) 用于汽油汽车	1	汽油
85% 乙醇/15% 汽油 混合 用于 灵活燃料汽车		
压缩天然气用于轻型 点燃式汽车*	1	汽油
电力用于纯电动汽车 或插电式混合动力汽车	3.4	汽油
氢燃料用于燃料电池汽车	2.5	汽油
柴油或生物柴油混合用于柴油汽车	1	柴油
压缩或液化天然气用于重型点燃式发动机	0.9	柴油
压缩或液化天然气用于重型 压燃式发动机	1	柴油
电力用于纯电动重型卡车 或插电式混合动力重型卡车	2.7	柴油
电力用于纯电动重型巴士 或插电式混合动力重型巴士	4.2	柴油
电力用于固定导轨或重型火车	4.6	柴油
电力用于固定导轨或轻型火车	3.3	柴油
电力用于无轨电车, 吊车或电车	3.1	柴油
电力用于铲车	3.8	柴油
氢燃料用于重型燃料电池汽车	1.9	柴油
氢燃料用于重型燃料电池铲车	2.1	柴油

随着电、氢燃料相继被引入作为车用能源，其碳强度则要根据能源经济效率 (EER) 来调节，即用电力碳强度除以 EER 则为电燃料的碳强度。

加州的电力碳强度为 124g/MJ, 默认电动汽车的能源经济效率 EER 为 3.4, 则电动汽车的电力碳强度 $CI=124/3.4$ 为 36 g/MJ。

一辆整备质量为 1200kg 的传统汽车，如日产骐达，百公里综合油耗大约为 7 L, 折合能量为 225 MJ, 与之对应的电动汽车为聆风，其百公里电耗为 21 kwh, 折合能量仅为 75MJ, 后者的能量经济效率 EER 恰好为前者的 3 倍。



图六：LCFS 推崇利用由不基于土地的原料生产出来的低碳燃料，如垃圾填埋气体和工业加工剩余物。利用油料废弃物加工生产生物柴油导致的减排量非常大，近年因 LCFS 的实施，大幅增加了加州生物柴油的利用量，其中，2016 年，加州 97% 的生物柴油和可再生柴油的碳积分均来自于油料废弃物以及工业副产品，如废弃食用油、动物油脂、DDGS 和鱼加工过程中剩余鱼油。



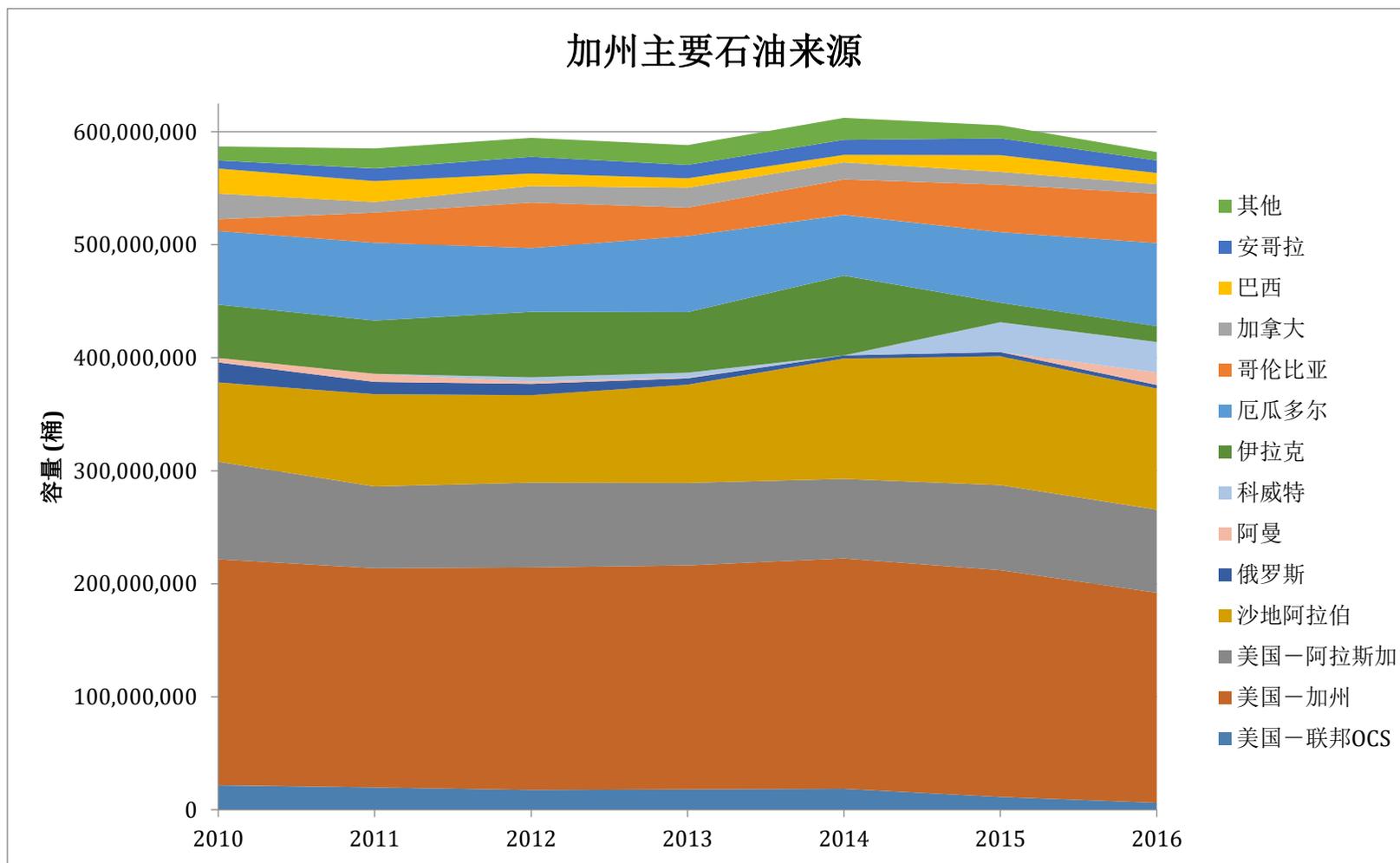
替代燃料可获得碳积分价值奖励示例 (\$/gal 为柴油替代燃料折算的柴油当量)						
碳强度 CI (gCO _{2e} /MJ)	碳积分价格					
	\$120	\$80	\$100	\$120	\$160	\$200
30	\$1.10	\$0.74	\$0.92	\$1.10	\$1.47	\$1.84
10	\$1.43	\$0.95	\$1.19	\$1.43	\$1.90	\$2.38
20	\$1.27	\$0.84	\$1.05	\$1.27	\$1.69	\$2.11
30	\$1.10	\$0.74	\$0.92	\$1.10	\$1.47	\$1.84
40	\$0.94	\$0.63	\$0.79	\$0.94	\$1.26	\$1.57
50	\$0.78	\$0.52	\$0.65	\$0.78	\$1.04	\$1.30
60	\$0.62	\$0.41	\$0.52	\$0.62	\$0.83	\$1.03
70	\$0.46	\$0.31	\$0.38	\$0.46	\$0.61	\$0.76
80	\$0.30	\$0.20	\$0.25	\$0.30	\$0.40	\$0.50
90	\$0.14	\$0.09	\$0.11	\$0.14	\$0.18	\$0.23
100	-\$0.03	-\$0.02	-\$0.02	-\$0.03	-\$0.03	-\$0.04
110	-\$0.19	-\$0.12	-\$0.16	-\$0.19	-\$0.25	-\$0.31
120	-\$0.35	-\$0.23	-\$0.29	-\$0.35	-\$0.46	-\$0.58
130	-\$0.51	-\$0.34	-\$0.42	-\$0.51	-\$0.68	-\$0.85
140	-\$0.67	-\$0.45	-\$0.56	-\$0.67	-\$0.89	-\$1.12
150	-\$0.83	-\$0.55	-\$0.69	-\$0.83	-\$1.11	-\$1.39
99.78 ULSD* (\$/gallon)	-\$0.043	-\$0.031	-\$0.039	-\$0.047	-\$0.062	-\$0.078

根据柴（汽）油热值折算的每加仑当量的替代燃料，根据其碳强度值以及当时积分价格行情，燃料生产者将获得积分收益或者损失（示例如左图所示）。

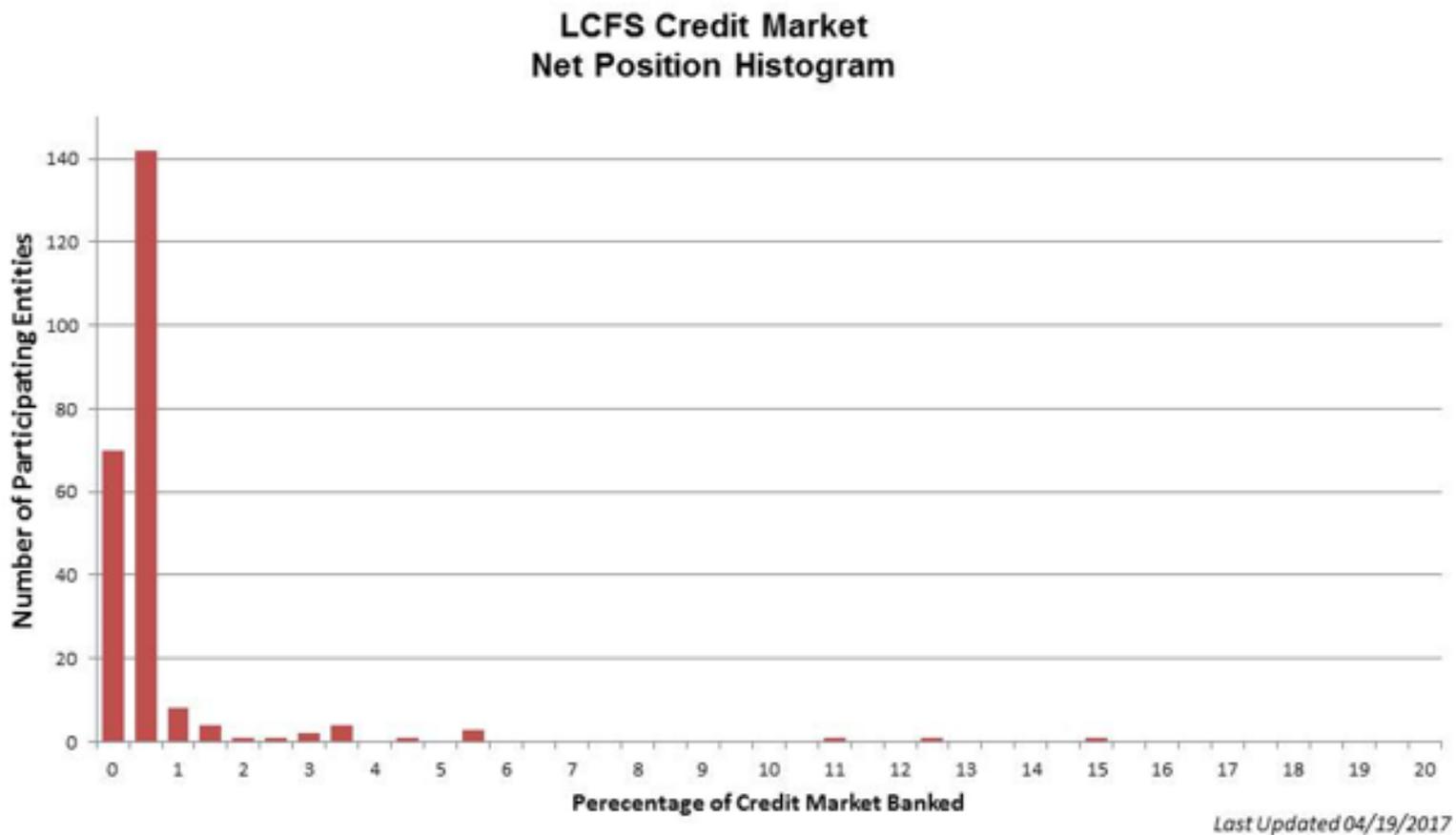
举例来说，2016年第一季度的积分价格大约是\$120/吨，如果某种可再生柴油的碳强度是 30 gCO_{2e} / MJ，所得 LCFS 碳积分将等同于每加仑柴油当量（DGE）的燃料可额外获利 \$1.10。

而电动汽车使用每千瓦 / 小时的电力会赚取 LCFS 积分将额外获得\$0.10（相当于\$3.1 每加仑汽油当量 GGE）。

在计算器中输入燃料碳强度与积分价格即可计算。

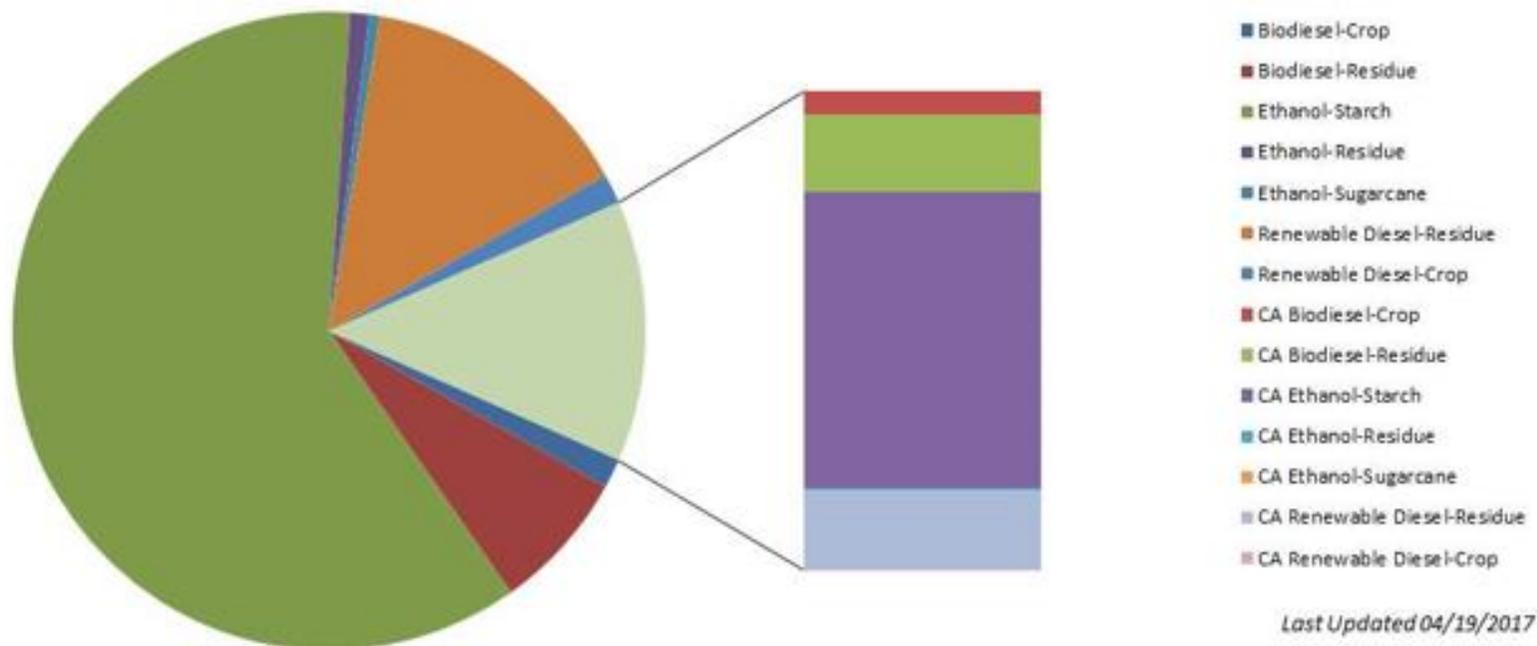


图七：为 2010-2016 年加州炼油厂主要的原油来源。加州、阿拉斯加以及其他 10 个国家占加州原油供应量的 98%。炼油或者石油进口企业均需要满足低碳燃料标准要求。



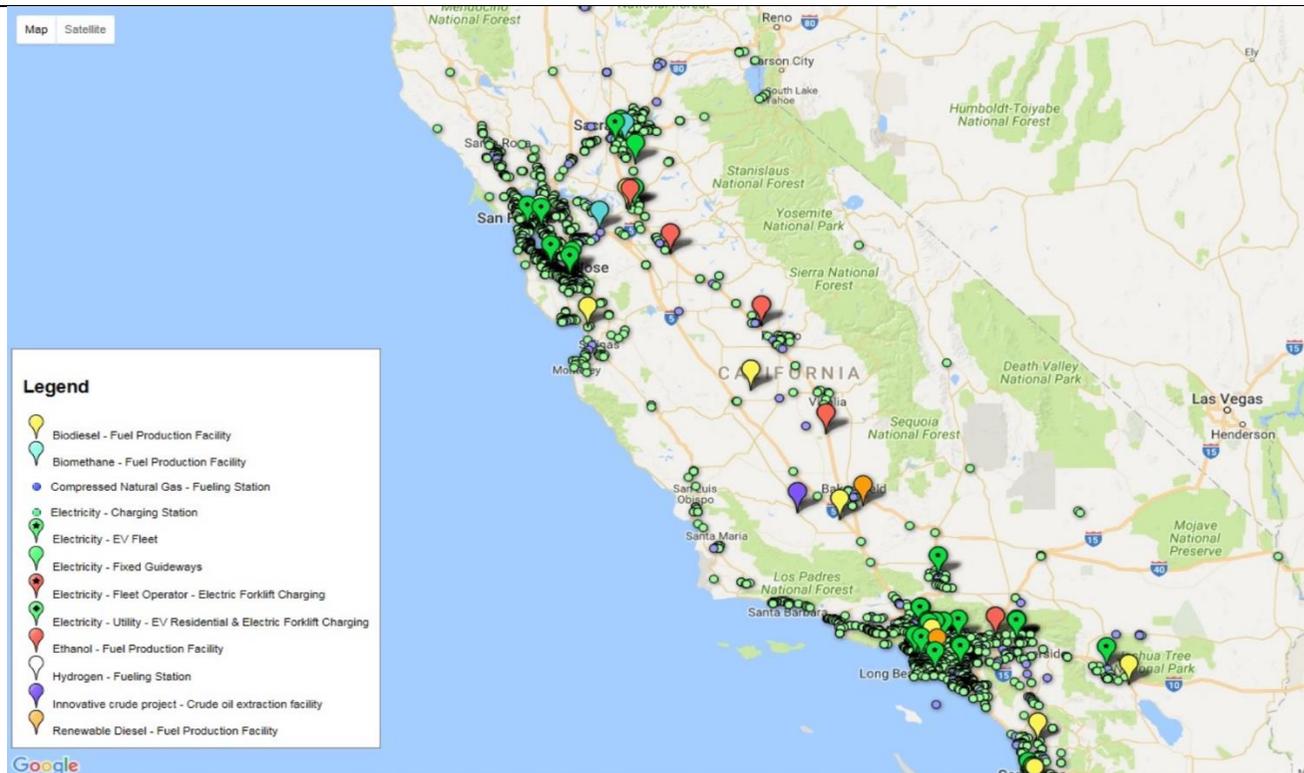
图八：显示了 2016 年第四季度 LCFS 碳积分持有比例与积分持有单位数量，其中，横轴代表积分持有者所持积分的市场百分比，竖轴则是积分持有单位数量，可以看出 2016 年第四季度，89% 的单位持有不到 1% 的积分比例，这意味着合规单位 LCFS 碳积分主要是自己存储以用来实现未来合规，而没有选择出售。

Share of Liquid Biofuels Produced In State by Volume 2016



Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Share of Total Reported Liquid Biofuel Volume that was Produced in State	10.99%	12.45%	11.72%	14.61%	13.27%	13.21%
Total Instate Volumes (GGE)	120,457,252	138,157,903	142,027,690	176,409,770	182,980,250	210,868,549

图九：LCFS 实施为加州吸引了来自世界各地最清洁的燃料，加州州内生物液体燃料的生产与消费量也在持续增加，但受燃料添加比例与总燃料利用量限值，占美国总生物液体燃料的利用量比值比较平稳，但碳强度比美国平均水平要低。



图十：因为 LCFS 政策的实施，很多清洁燃料生产企业都落地加州，如生物乙醇/柴油生产企业，充电基础设施等。

本文主要数据与表格均参考加州空气资源委员会 CARB-低碳燃料标准网页 7 月份公布的政策实施结果，链接如下：

<https://www.arb.ca.gov/fuels/lcfs/dashboard/dashboard.htm>。

本简报由 iCET 翻译整理，iCET 曾于 2008-2010 年进行过“低碳燃料标准”机制在中国的可行性研究与分析，认为低碳燃料的利用对于实现中国交通减排目标具有重要推动作用。更多信息，请参考 iCET 网站：www.icet.org.cn。