中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

支持碳市场建设的绿色金融产品和服务创新



2026

中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

支持碳市场建设的绿色金融产品和服务创新

中国环境与发展国际合作委员会 2026 年年会

2026 年 9 月

专题政策研究项目组成员*

（中外组长、成员、支持专家及协调员姓名、单位、职务/职称）

中外组长：

彭文生	中方组长，上海交通大学上海高级金融学院实践教授，高金智库首席经济学家，中金研究院原院长
Kirsten Schuijt	外方组长，世界自然基金会，全球总干事
Martin Kabaluapa	外方副组长，世界自然基金会，全球副总干事

中外协调员：

陈济	中金研究院董事总经理，绿色经济团队负责人
赵亮	世界自然基金会（瑞士）北京代表处政策倡导与绿色金融项目主任

中外成员：

王子叶	中金研究院绿色经济研究员，经理
王帅	中金研究院绿色经济研究员，高级经理
唐伟珉	世界自然基金会（瑞士）北京代表处气候能源项目高级经理
Rueban Manokara	世界自然基金会新加坡办公室碳金融项目代理总监
Elisabeth Kretschmer	世界自然基金会英国办公室 世界自然基金会亚洲区高级项目顾问
IngaBuan	世界自然基金会挪威办公室气候与能源项目高级顾问
吴琪	NRDC 中国办公室环境法与治理项目主任
云祉婷	NRDC 中国办公室环境法与治理项目主管

支持专家：

段茂盛	清华大学核能与新能源技术研究院研究员，清华大学能源环境经济研究所副所长
张昕	国家应对气候变化战略研究和国际合作中心（国家气候战略中心）总经济师
张洁清	自然资源保护协会(NRDC)北京代表处首席代表兼中国区主任
Derek Baraldi	世界经济论坛可持续金融主任

冷斐　　联合国开发计划署驻华代表处，生物多样性金融项目国家协调员

刘强　　儿童投资基金会，气候项目主任/中国副首席代表

刘蔚　　上海证券交易所研究院副总经理

吴慧敏　　中金研究院执行院长，中金公司研究部执行负责人

郭丽娜　　世界自然基金会（瑞士）北京代表处，气候能源项目副主任

*本专题政策研究项目组联合组长、成员以其个人身份参加研究工作，不代表其所在单位观点，亦不代表国合会观点。中金研究院实习生韩嘉静对本报告亦有贡献。

执行摘要

一、　研究背景与意义

中国绿色金融的发展逻辑，可能正经历一场深刻调整，需要对绿色金融框架重新思考。既有绿色金融体系主要着眼于解决碳排放的负外部性，通过碳核算、碳定价、绿色分类、信息披露等制度安排，将环境成本纳入企业决策，并引导金融资源向绿色项目配置，其核心是“内部化碳排放的负外部性”。但随着绿色转型由规模扩张逐步进入技术突破和产业升级阶段，新的约束不仅来自高碳活动的环境成本，更来自绿色创新的正外部性：创新收益具有较强的社会溢出效应，而高投入、长周期和高不确定性又使企业难以独享创新收益，导致市场化资本对绿色创新的投入不足。因此，**未来绿色金融需要从“引导资金投向绿色项目”进一步转向“降低绿色创新成本、放大绿色创新收益”，推动财政、政策性金融与市场化金融形成更加紧密的协同。**

正是基于这一判断，课题组在 2023—2024 年度和 2024—2025 年度连续两期国合会专题政策研究中，始终围绕绿色科技创新这一核心，系统探索绿色金融驱动绿色技术创新的新机制与新路径。但一个不可回避的问题是：过去十余年积累的既有绿色金融体系，并非需要推倒重来，而是如何充分沿用并加以转化——**在绿色金融新逻辑下，将既有制度框架有效延伸至服务技术创新的新任务，正日益成为一个兼具理论价值和现实紧迫性的研究课题。**

在既有体系中，碳市场是动用行政资源最多、制度影响力最大的绿色金融工具之一。更重要的是，从当前大趋势看，在全球地缘经济竞争加剧的格局下，产业政策正在重新回到各国经济战略的中心位置。**碳市场原本被定位为单纯的脱碳政策工具，现在却被寄予更多产业政策层面的期待**。正如欧盟委员会在今年 7 月 EU ETS 修订案中所强调的，欧盟碳市场也正在从过去主要服务于碳减排的减排政策工具，逐步转向兼顾产业竞争力、绿色转型与能源安全的综合性产业政策工具。欧盟碳市场的转向也给中国碳市场功能定位的变化带来启示。因此，我们有必要将目光聚焦于碳市场本身，审视它如何在新的地缘经济格局中承载起远超气候政策的多重使命，特别是促进清洁技术创新。

需要强调的是，从政策工具的功能匹配度来看，产业政策在支持特定绿色技术创新方面通常具有更直接的作用。绿色创新，尤其是技术商业化早期的创新，往往需要相对稳定且可信的未来收益预期。碳市场能够通过碳成本信号引导企业持续开展减排投资，并在较长时间尺度上提供能源转型和碳成本变化的方向性信号。但碳价仍会受到碳市场政策、经济周期、能源市场和宏观环境等因素影响，其短期波动可能增加企业对未来减排收益的判断难度。相比之下，产业政策可以通过研发补贴、税收优惠、政府采购及商业化支持等方式，针对特定技术的成本和市场风险提供更具针对性的支持。**因此，碳市场更适合发挥持续引导减排资源配置的作用，而产业政策则可以弥补其在降低绿色创新风险、改善早期项目收益预期方面的不足。本文并非主张以碳市场替代产业政策，而是探讨碳市场在引导减排资源配置的基础上，还能如何更好地支持绿色创新。**

二、 研究重点

碳市场与绿色技术创新之间是什么关系？理论上，碳市场与绿色技术创新是动态互补关系。双重外部性框架下，碳市场通过碳价内部化碳排放负外部性，但绿色创新具有正外部性，单靠碳价可能激励不足。绿色溢价框架下，碳价提高化石能源成本，绿色创新降低清洁能源成本，二者共同压低绿色溢价。两框架的联系在于：碳市场从价格端创造创新需求，绿色创新从成本端降低绿色溢价并增强碳市场减排效果，形成相互强化，但需配套政策协同才能实现。

碳市场如何筹集和分配可用于绿色技术创新的资金？本研究认为，当前存在两种基本模式。**其一为“拍卖收入的再分配”模式。**以欧盟碳市场为代表，政府通过配额拍卖获取资金，再以专项方式投入绿色技术研发与推广，形成财政渠道的资金转化。**其二为“绿色产业与高碳产业的直接交易”模式。**以加州零排放汽车积分交易和中国碳市场的 CCER 抵消机制为代表。从结果来看，资金从高碳行业直接流向绿色产业。中国 CCER 和加州机制的主要差异在于政府介入程度：前者通过方法学的认定和调整保留了较强的政府引导，而后者则以市场化交易为主导，政府参与相对最少。两种模式分别体现了财政再分配与市场直接转移的不同资金传导逻辑。

碳市场资金支持不同创新阶段面临哪些挑战？挑战一：研发阶段，存在支持缺位。本研究认为，这可能是由于碳市场首先是一个“减排政策工具”，而不是一个“创新政策工具”。它的制度设计天然要求资金或价格信号与可验证的减排结果建立直接联系，而技术研发尤其是早期研发，恰恰具有“投入与减排结果高度不确定、时间错配、成果难以归因”的特点。**挑战二：首次商业化阶段，政府作用虽关键，却往往面临资源分配效率低的困境。**政府既需精准施策助力技术跨越成本与融资障碍，又须动态判断技术何时具备独立竞争力并适时退出，这一“扶持力度”与“退出时机”的双重权衡，导致政府以有限的集中判断替代了市场的广泛试错，而信息不足、激励扭曲和政策滞后常使干预难以紧跟创新节奏，从而影响资金配置效率。**挑战三：规模化推广阶段，资金需求规模更大，效率与公平的平衡矛盾更为突出。**“效率”要求碳市场资金支持具备产业化基础的地区和部门以加速技术扩散，“公平”则需补偿受碳价冲击的传统产业和弱势群体，防止转型代价过度集中。由于需补偿与需支持的对象常分属不同区域和产业，二者间的张力使平衡成为制度设计的核心难题。

三、 主要政策建议

（一）碳配额拍卖收入使用：精准滴灌绿色技术创新的不同环节

建议 1：建立覆盖创新链全生命周期的碳拍卖收入支持体系，并探索无偿补贴与有偿使用相结合的资金运作机制

随着全国碳市场逐步提高配额有偿分配比例，未来碳配额拍卖收入有望成为支持绿色技术创新的重要资金来源。考虑到绿色技术创新不同阶段面临的障碍存在明显差异，建议按照“0-1 解决技术风险、1-10 解决商业化风险、10-100 解决融资成本问题”的思路，构建覆盖创新链全生命周期的资金支持体系。同时，从资金运作方式看，应兼顾无偿使用（政府主导）与有偿使用（商业化运作）两类模式。

建议 2：建立碳拍卖收入最低保障机制

为避免碳价波动导致拍卖收入不确定、影响长期项目规划，建议建立碳拍卖收入最低保障机制。可参考欧盟社会气候基金和德国能源与气候基金经验：当拍卖收入低于预设水平时，可通过其他财政预算补足差额，确保已承诺项目获得持续资金支持；也在高收入年份提取部分收入建立稳定准备金，用于平滑碳价波动带来的收入波动。对赠款、竞争性拍卖、贷款贴息等无偿支持工具优先建立最低收入保障；对股权投资、融资担保等有偿工具，通过资本金注入保持资金池规模。

建议 3：在绩效考核方面，将无偿使用和有偿使用分开考核

建议将无偿使用与有偿使用分开考核，若合并考核保值增值或保本微利，将导致无偿使用比例过低，而赠款对从 0 到 1 的技术进步和早期政策研究至关重要。有偿使用方面需吸取政府引导基金经验：一是基金评价与投早投小及存续期挂钩，落实组合整体考核；二是在防范重大道德风险前提下明晰 "尽职免责" 边界，推动容错机制实质落地；三是更多通过母基金而非直投运营，借助市场化 GP 专业能力并减少干预。

（二）CCER：动态调整方法学目录，有效支持零碳技术商业化部署

建议 4：建立“有进有出”的动态目录调整机制

动态调整目录的核心在于“有进有出”：一方面动态剔除已过于成熟、不具备额外性的技术，另一方面持续引入具有显著额外性、处于商业化前夜的技术，助其跨越从技术可行到经济可行的障碍。只有因 CCER 收益才实现额外减排的项目才值得纳入；无论有无碳激励都必然发生的减排，不应占用有限公共资源。鉴于 CCER 资金规模有限，动态调整方能确保资金精准滴灌至最需支持的技术环节。

建议 5：适时将具备商业化条件的零碳技术纳入方法学体系

CCER 对零碳技术的支持适用阶段相对靠后，要求项目具备明确减排效果并可开展事后 MRV。因此，在将氢冶金、长时储能、先进生物燃料、碳移除等技

术纳入方法学体系时，需评估其技术成熟度，确保相关项目已完成技术验证、具备商业化应用条件。对尚处基础研发或概念验证阶段的早期技术，应先通过其他政策工具予以支持，待其技术性能、成本经济性和减排效果经充分验证后，再通过 CCER 助力其从商业应用走向规模化推广。

建议 6：合理设定 CCER 抵销比例，平衡减排约束与创新激励

CCER 抵销比例需在“控排企业自身减排动力”与“零碳技术额外激励”间取得平衡。比例过高将增加履约供给、削弱配额稀缺性、压低碳价，使企业过度依赖购买 CCER 而非自身技改减排；比例过低则 CCER 资金规模过小，难以激励零碳技术商业化。因此，抵销比例应动态评估配额供需与零碳技术发展阶段，在维护市场健康运行的同时为自愿减排项目保留适度空间。

（三）碳配额：探索免费配额与脱碳投资挂钩，激励高碳企业的技术创新投融资

建议 7：探索附条件的免费配额分配机制，让免费配额分配更好地促进高碳产业技术创新

短期内中国碳市场仍以免费配额为主，高碳企业是减排创新关键主体。现阶段可借鉴欧盟 2026—2030 年思路，对行业内碳效后 20%的落后企业附加减排计划条件，要求提交 3—5 年能效与碳效提升计划，将部分免费配额与目标完成情况挂钩，不达标者削减 20%。未来随 MRV 与核证体系成熟，可进一步借鉴欧盟 2031 年后思路，附加低碳投资条件，要求企业开展与配额经济价值等额的脱碳投资，否则削减 20%。该机制可分阶段推进，不必一步到位。

术语表

缩写	全称	中文
ACC I	Advanced Clean Cars I	加州“先进清洁汽车”第一阶段法规
ACC II	Advanced Clean Cars II	加州“先进清洁汽车”第二阶段法规
CARB	California Air Resources Board	加州空气资源委员会
CCER	China Certified Emission Reduction	中国核证自愿减排量
CCfD	Carbon Contracts for Difference	碳差价合约
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage	碳捕集、利用与封存
CEF	Connecting Europe Facility	连接欧洲设施
CfD	Contracts for Difference	差价合约
CO_2	Carbon Dioxide	二氧化碳
EEA	European Environment Agency	欧洲环境署
EIB	European Investment Bank	欧洲投资银行
EKF	Energy and Climate Fund	德国能源与气候基金
ETS	Emissions Trading System	碳排放权交易体系
EV	Electric Vehicle	电动汽车
FOAK	First-of-a-kind Deployment	首次商业化部署/首个同类商业化项目
IEA	International Energy Agency	国际能源署
InvestEU	InvestEU Programme	欧盟投资计划
NBER	National Bureau of Economic Research	美国国家经济研究局
NER300	New Entrants’ Reserve 300	欧盟“新进入者储备 300”机制
PDA	Project Development Assistance	项目发展援助
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	插电式混合动力汽车
Pooling	CO_2 Pooling	欧盟车企碳排放池/联合履约机制
REPowerEU	REPowerEU Plan	欧盟“重振欧洲能源”计划
SCF	Social Climate Fund	社会气候基金
TRL	Technology Readiness Level	技术成熟度等级
UDDS	Urban Dynamometer Driving Schedule	城市测功机驾驶循环/城市工况测试循环
VC/PE	Venture Capital / Private Equity	风险投资/私募股权投资
ZEV	Zero-Emission Vehicle	零排放车辆

目录

执行摘要 2
一、引言：碳市场如何筹集和配置绿色创新资金 8
二、碳市场配置绿色创新资金的两种模式 9
（一）拍卖收入的政府再分配：欧盟碳市场 10
（二）高碳产业与绿色产业直接交易：美国加州 ZEV 与中国 CCER 11
三、碳市场创新资金面临的挑战 13
（一）研发：为何支持不足？ 13
（二）首次商业化：政府需发挥作用，但如何提高效率？ 16
（三）规模化推广：如何兼顾提升效率与转型公平？ 18
四、政策建议 21
（一）碳配额拍卖收入使用：精准滴灌绿色技术创新的不同环节 21
（二）CCER：动态调整方法学目录，有效支持零碳技术商业化部署 22
（三）碳配额：引导脱碳投资与发展碳金融相协同，激励高碳企业的技术创新投融资 23

碳市场与绿色技术创新

一、 引言：碳市场如何筹集和配置绿色创新资金

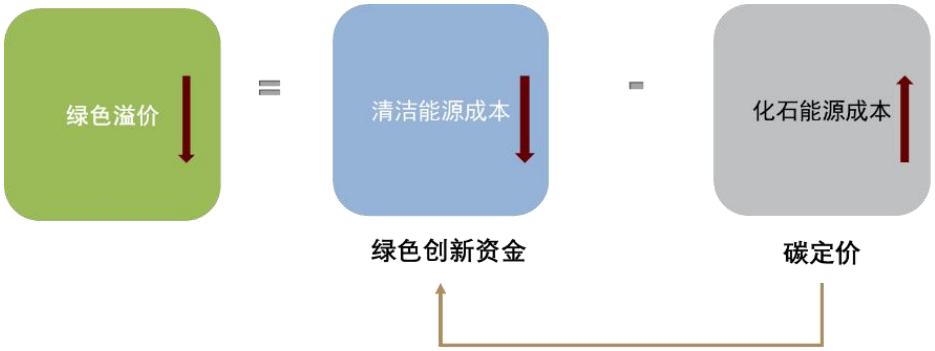
分析碳市场与绿色技术创新的关系可以有两个分析框架：**从双重外部性框架看，**碳排放具有负外部性，碳市场通过碳价将其内部化，使化石能源使用承担真实社会成本；但绿色技术创新具有正外部性，其社会收益大于私人收益，仅靠碳价可能不足以激励社会最优水平的研发投入，因此碳市场能否有效引致绿色创新，取决于碳价信号强度、创新溢出程度及配套政策。**从绿色溢价框架看，**绿色溢价等于清洁能源使用成本与化石能源使用成本之差，碳价上升提高化石能源成本，绿色创新则降低清洁能源成本，二者共同压缩绿色溢价，使清洁技术更具经济竞争力。

两个框架的联系在于：双重外部性框架解释了碳市场为何必要、又为何可能不足，绿色溢价框架则提供了碳市场与绿色创新相互作用的中间机制——碳市场从价格端创造绿色技术需求和替代压力，绿色创新从成本端降低绿色溢价并反哺碳市场减排效果与政策可行性。因此，碳市场与绿色技术创新呈现相互强化的关系：碳市场为绿色创新提供价格激励和市场需求，绿色创新为碳市场提供成本下降和减排空间；但这一良性循环并非自动实现，需要碳市场与研发补贴、知识产权、标准等政策协同，才能同时矫正碳排放负外部性和创新正外部性。

绿色产业政策的资金来源主要依赖一般财政收入。但这一模式正面临两方面的约束：一方面，财政空间收窄使政府持续扩大绿色创新投入面临更大的资金约束；另一方面，AI 等新兴技术领域正在吸引大量资本和政策资源，绿色技术创新在公共资金分配中的优先级也面临更大的不确定性。

在此背景下，碳市场被寄予更多产业政策层面的期待，尤其是在绿色创新资金的筹措与配置方面。例如，欧盟委员会在今年 7 月 EU ETS 修订案中强调[1]，欧盟碳市场也正在从过去主要服务于碳减排的减排政策工具，逐步转向兼顾产业竞争力、绿色转型与能源安全的综合性产业政策工具。欧盟碳市场的转向也给中国碳市场功能定位的变化带来启示。因此，我们有必要将目光聚焦于碳市场本身，审视它如何在新的地缘经济格局中承载起远超气候政策的多重使命，特别是促进清洁技术创新（图表 1）。

[1] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_26_1596



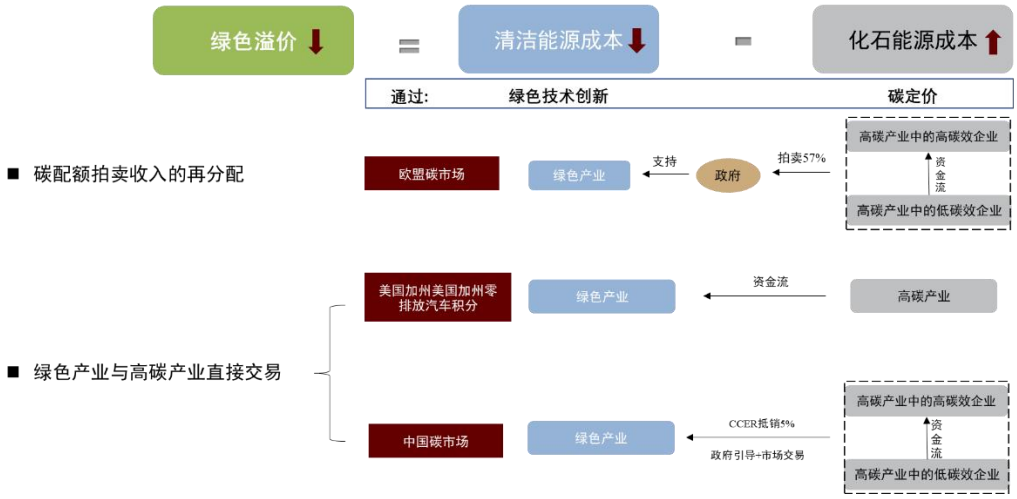
图表 1 降低绿色溢价的两种方式及其联系

资料来源：中金研究院

需要强调的是，从政策工具的功能匹配度来看，产业政策在支持特定绿色技术创新方面通常具有更直接的作用。绿色创新，尤其是技术商业化早期的创新，往往需要相对稳定且可信的未来收益预期。碳市场能够通过碳成本信号引导企业持续开展减排投资，并在较长时间尺度上提供能源转型和碳成本变化的方向性信号。但碳价仍会受到碳市场政策、经济周期、能源市场和宏观环境等因素影响，其短期波动可能增加企业对未来减排收益的判断难度。相比之下，产业政策可以通过研发补贴、税收优惠、政府采购及商业化支持等方式，针对特定技术的成本和市场风险提供更具针对性的支持。**因此，碳市场更适合发挥持续引导减排资源配置的作用，而产业政策则可以弥补其在降低绿色创新风险、改善早期项目收益预期方面的不足。本文并非主张以碳市场替代产业政策，而是探讨碳市场在引导减排资源配置的基础上，还能如何更好地支持绿色创新。**

二、 碳市场配置绿色创新资金的两种模式

基于本课题的调研，碳市场配置绿色创新资金至少存在两种模式：**一是拍卖收入再分配模式**，以欧盟碳市场为典型，高碳企业通过竞拍配额形成的资金首先流入政府财政，再由政府以创新基金等形式定向支持绿色技术，政府在资金流转中承担中介与分配职能；**二是高碳产业与绿色产业直接交易模式**，以美国加州零排放汽车积分制度和中国碳市场的 CCER 抵销机制为代表，高碳企业通过购买积分或减排量直接向绿色产业支付资金，资金在产业间转移，不经政府再分配环节。两种模式在资金流转路径、政府与市场的角色定位以及创新激励效率上各有特点（图表 2）。



图表 2 碳市场赋能绿色科技创新的两种资金转移模式

资料来源：中金研究院

（一）拍卖收入的政府再分配：欧盟碳市场

欧盟碳市场同时形成了高碳行业内部和跨行业两类资金转移。在仍实行免费分配的部门，通过配额交易形成由低碳效高碳企业向高碳效高碳企业的资金转移。

在此基础上，欧盟碳市场进一步通过配额拍卖机制，将高碳行业承担的部分履约成本转化为公共收入，再由政府配置至绿色转型相关领域。拍卖是欧盟碳市场配额分配的重要方式，目前约 57%的排放配额通过拍卖发放。自 2005 年建立至 2024 年，EU ETS 已累计创造约 2480 亿欧元拍卖收入，主要进入成员国预算并用于气候行动和能源转型，体现了欧盟按照“污染者付费”原则，将碳市场收入持续用于绿色转型的政策逻辑[1]。

资金进入公共体系后，形成了成员国财政预算与欧盟层面专项基金相结合的双重配置架构。在成员国层面，拍卖收入主要纳入国家财政预算及专项计划统筹安排。欧盟层面的资金则通过专项公共资金渠道进行配置。从资金体量看，欧盟碳市场拍卖收入已经成为欧盟绿色转型的重要资金来源。欧盟委员会预计，2021-2027 年欧盟预算用于气候行动的支出约为 6620 亿欧元，折合年均约 950 亿欧元[2]；相比之下，2024 年 EU ETS 拍卖收入 388 亿欧元，金额实际上并不小。如果再考虑到 2024 年欧盟清洁技术领域的风险投资额也仅为 88 亿欧元[3]，EU ETS 可以被看作欧盟绿色创新体系的重要融资来源。

总体来看，欧盟碳市场拍卖收入的使用仍以政府主导的无偿拨款（Grant）为主，贷款、融资担保、股权投资基金（VC/PE）等有偿使用的市场化资金运作方式较少。无论是流向成员国预算的资金，还是进入创新基金、现代化基金等欧盟层面专项基金的资金，其使用通常都围绕既定的气候和产业政策目标，通过项目申请、评审以及财政支持等方式实现。创新基金引入了竞争性拍卖等机制，提高了资金分配过程中的竞争性和项目筛选效率，但其资金投向和支持对象仍服务于既定的政策目标，因此这种机制更多体现为公共资金配置方式的市场化改进，

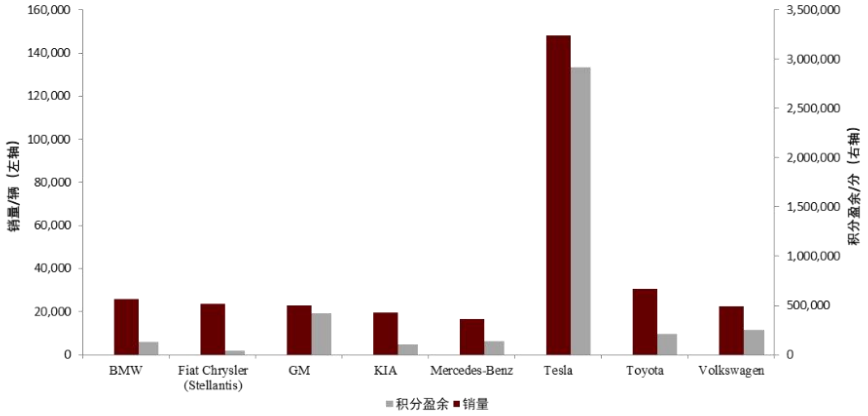
而非资金配置目标本身的市场化。

与此同时，欧盟层面也逐步探索混合融资、对欧洲投资银行的贷款追加担保等方式，提高公共资金的杠杆效率。但从整体来看，欧盟碳市场收入仍主要通过公共部门承接和专项机制进行再配置[4]，以无偿支持为主、有偿和可循环使用的金融工具为辅。因此，欧盟碳市场筹集资金的使用，还是主要体现为具有明确政策目标的公共资金配置。

（二）高碳产业与绿色产业直接交易：美国加州 ZEV 与中国 CCER

美国加州零排放汽车（ZEV）积分制度的核心逻辑是：政府以法规设定零排放车销售比例、创造刚性积分需求，市场主体既包括传统燃油车企，也包括新能源车企，通过积分交易配置资源。这一资金转移建立在强制性合规要求和“盈余积分可交易”的制度安排之上。CARB 根据车企在加州的汽车销量及相应 ZEV 比例要求确定各制造商的积分义务[5]，当零排放汽车销量超过自身履约需要时，车企可以形成富余积分并进行留存或交易，而传统燃油车占比较高、无法自主完成合规要求的车企则需要外购积分，或通过调整产品结构满足未来履约要求[6]。与此同时，加州议会在执法端的惩罚约束力度较强：即未能弥补 ZEV 缺口的企业将面临明确的民事罚则，未完成缺口部分按最高 5000 美元/分罚款[7]。这重构了行业利益分配的合规信用交易机制：一方面使纯电路线的车企可将技术优势转化为直接经济收益，另一方面倒逼传统车企在承担合规成本与加速电动化转型之间作出选择。

在积分交易过程中，资金转移由市场主体直接交易实现，不经过政府再分配环节。同时依托年度刚性履约要求实现按期结算，是一种传导链条短、配置效率高的市场化资源分配模式。从实践效果来看，特斯拉旗下车型均为纯电动产品，无需借助插电混动车型的过渡额度即可覆盖自身合规义务；在 2018—2025 年规则周期内，其产品凭借领先的电池技术与续航表现，单车普遍可获得 4 分的最高积分核定，合规优势十分突出（图表 3）。如图所示，特斯拉是 ZEV 积分交易的典型获益者：Mazda、Honda 等车企由于在履约期内未达标需要直接向特斯拉支付资金购买积分。这部分现金流为其企业经营、进一步扩大电动车产能、进行业务创新提供了支撑，是碳约束通过市场化机制直接反哺企业技术创新的典型实践。



图表 3 美国 ZEV 体系下的美国地区各汽车品牌销量（2024 年）及积分盈余情况（截至 2024 年末）

资料来源：加州空气资源委员会 CARB,中金研究院

需要说明的是，这类通过积分机制促进传统企业与绿色企业之间利益再分配的制度并非加州独有，中国乘用车“双积分”制度和欧盟乘用车碳排放监管框架下的排放池（CO_2 Pooling）机制也具有类似的制度安排。三者均通过强制性合规目标，将低碳表现转化为企业的合规价值。其中，加州 ZEV 积分和中国“双积分”均形成了较为直接的企业间积分交易和资金转移，而欧盟排放池主要通过排放量合并实现共同合规，并不直接形成独立积分交易。本课题选择加州 ZEV 积分作为重点案例，主要是因为其监管机构长期公开披露积分产生、转移及企业持有等较为详实的数据，有利于观察“合规要求—积分交易—企业收入—创新激励”的完整传导机制。

与加州 ZEV 类似，中国 CCER 机制也能够通过碳市场履约需求形成从高碳企业向绿色低碳项目的资金转移。按照中国全国碳市场履约规则，重点排放单位可以使用国家核证自愿减排量 CCER 抵销配额清缴，抵销比例不得超过应清缴配额量的 5%[8]。这一制度安排将全国碳市场的履约需求传导至自愿减排市场：重点排放单位购买 CCER 形成市场需求，符合条件的绿色低碳项目则通过产生、登记并出售 CCER 获得经济收益。2023 年度，18 个地区的 58 家重点排放单位已使用 647.27 万吨 CCER 用于配额清缴抵销，这一连接强制碳市场与自愿减排市场的机制已经实际运行[9]。

CCER 之所以在中国尤其重要，与全国碳市场目前以免费配额为主的制度安排有关。在免费配额模式下，配额盈缺产生的资金收益主要发生在纳管企业之间，而配额分配又主要围绕纳管行业、设施及其直接排放展开，光伏等非化石能源项目并不直接获得碳配额，无法形成从高碳行业向绿色技术和项目转移的资金机制[10]。CCER 则提供了这一资金传导通道：通过允许排放单位以 CCER 抵销部分履约义务，将碳市场的合规需求转化为对绿色减排项目资金支付，使碳市场在免费配额占主导的情况下，仍能够形成支持绿色项目的增量资金来源。

与加州 ZEV 不同的是，ZEV 模式下，资金以企业营业收入的形式流入绿色企业，后续使用由企业自主支配；而在 CCER 机制下，资金直接与符合特定规则的减排项目挂钩，因此政策能够更精准地锚定资金所支持的减排方向。

三、 碳市场创新资金面临的挑战

关于技术创新金融支持的研究，始终绕不开一个核心议题：在技术成熟的不同阶段，何种资金更适于支持相应阶段的发展。碳市场所催生的创新资金同样有必要纳入这一讨论范畴。我们将创新链划分为研发（从 0 到 1）、首次商业化部署（从 1 到 10）和规模化推广（从 10 到 100）三个阶段，分别回答了碳市场“如何降低技术研发风险”、“如何降低首次商业化风险”以及“如何降低成本和提升经济性”这三个本质不同的问题，对欧盟碳市场、中国 CCER 以及加州 ZEV 进行对比。

从结果来看，欧盟碳市场通过将碳拍卖收入用于设立创新基金和现代化基金等途径，既支持绿色技术首次商业化阶段的风险化解，也助力成熟技术的规模化部署；中国 CCER 则将技术已获验证但商业模式尚待市场检验的技术和项目纳入支持范围，重点聚焦首次商业化阶段；而加州 ZEV 则直接推动电动汽车的规模化制造。

从支持阶段看，目前商业化阶段和规模化阶段是支持重点，特别是中欧碳市场通过创新基金和 CCER 等创新导向较强的资金主要支持的是商业化阶段，而研发阶段支持较少，其背后的原因是什么呢？我们将分别展开论述（图表 4）。

创新阶段	技术成熟度 TRL	主要解决的问题	欧盟碳市场	中国碳市场	美国加州零排放汽车积分
研发	TRL 1–5	技术风险			
首次商业化部署	TRL 6–8	商业化风险	创新基金	CCER	
规模化推广	TRL 9	融资成本	现代化基金、成员国拍卖收入		零排放汽车积分

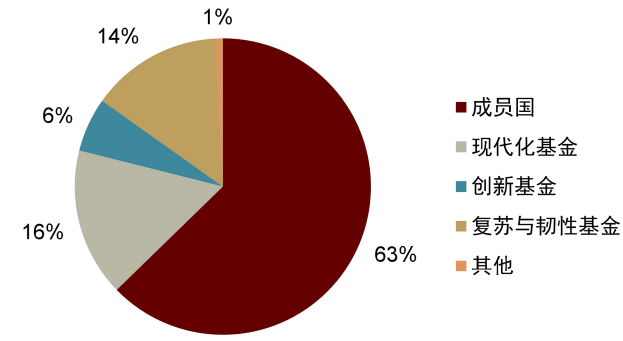
图表 4 不同的碳交易机制在创新链的不同阶段发挥作用

资料来源：中金研究院

（一）研发：为何支持不足？

事实上，欧盟碳市场、中国碳市场、美国加州零排放汽车积分对技术研发阶段的支持都不足，但原因有所不同。总的来说，中国碳市场的 CCER 和美国加州零排放汽车积分在机制设计上就不能支持研发，而欧盟碳市场拍卖理论上能用于支持研发，只是实践中未用于支持研发。

先看欧盟碳市场，虽然目前约 57%的排放配额通过拍卖发放，但拍卖收入大部分流向成员国财政，比如 2024 年 EU ETS 拍卖收入达到 388 亿欧元[11]，其中约 244 亿欧元（占比 63%）直接进入欧盟成员国财政预算（图表 5）。虽然目前要求成员国原则上必须将 100%的碳市场拍卖收入（或等值财政资金）用于气候行动和能源转型（仅对电力密集型行业的间接碳成本补偿支出存在例外），**但我们认为，其中用于促进绿色技术研发的资金不多**，而是更多投向建筑改造、公共交通、公正转型等具有明确社会效益和政治可见性的领域，即规模化推广阶段。例如，根据法国向欧盟提交的 2024 年 ETS 收入使用报告[12]，当期法国拍卖收入总额约 15.3 亿欧元，资金主要投向两个项目：一是住房能效改造项目 MaPrimeRénov，用于支持低收入家庭开展保温改造、更换供暖设备和提升建筑能效，支出约 7 亿欧元；二是针对高耗电行业的间接碳成本补偿，支出约 8.3 亿欧元。



图表 5 2024 年欧盟碳市场收入分配结构

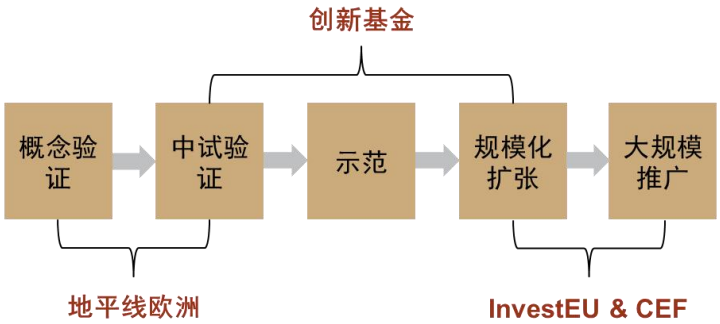
资料来源：欧盟委员会，中金研究院

另一方面，欧盟创新基金的创新导向更强，但也主要聚焦首次商业化部署环节。创新基金于 2020 年启动，由欧盟碳市场拍卖收入全额资助。与传统财政拨款不同，其资金直接来源于碳市场收入，本质上体现了“高碳行业付费、低碳技术受益”的政策逻辑。欧盟委员会预计，2020-2030 年创新基金预算规模约为 400 亿欧元（假设碳价为 75 欧元/吨），是目前全球最大的公共低碳技术资助计划之一。然而，创新基金本质上并非传统意义上的基础科研基金或风险投资基金，更像是一个“部署导向”的基金[13]。因为创新基金更多支持的是大规模示范和首次商业化部署（First-of-a-kind deployment，FOAK）的项目，通常已证明技术可行性，但经济性和商业可行性较差。

为何创新基金不支持技术研发阶段？原因在于欧盟针对创新链不同阶段形成了相对明确的政策工具分工（图表 6）。从整个欧盟创新政策体系来看，Horizon Europe 主要支持早期的概念验证、实验室研发和中试验证等早期阶段（从 0 到 1），而 InvestEU 和 Connecting Europe Facility（CEF）则更多支持后期的成熟技术的大规模推广和基础设施建设（从 10 到 100）。而创新基金则位于两者之间，重点支持从示范（Demonstration）到规模化扩张（Scale-up）的关键阶段（从 1 到 10），解决商业可行性、融资和规模化推广等问题，TRL 通常在 5 以上[14]。

此外，欧盟创新基金之所以重点关注商业化阶段，一定程度上还因为其作为 EU ETS 体系内政策工具的属性。碳市场的核心逻辑是以可交易、可核查的减排单位为基础，而创新基金的资金正来源于 ETS 拍卖收入，其主管部门 DG CLIMA 天然承担着向碳市场体系负责的职能——须证明每一笔支出都产生了真实可计

的减排成效。因此，无论是基金自身的制度定位，还是主管部门的运作导向，都统一指向对成熟度、减排潜力和规模化部署能力的侧重，而非基础科研价值，因为支持接近市场端的技术能够在较短时间内产生明确的、可统计的减排数据，便于评估政策效果。而相比之下，研发阶段的外部性极强，技术成果的溢出方向和应用场景存在较大不确定性，很难准确预测其中究竟有多少创新投入最终会转化为绿色减排贡献。以固态电池为例，该技术虽然被视为下一代电动车动力电池的重要方向，但其高能量密度和安全性优势同样可应用于机器人和消费电子等领域，环境效益归属难以清晰界定。



图表 6 创新基金的支持阶段

资料来源：欧盟委员会，中金研究院

对于中国碳市场，虽然 CCER 可以用于支持零碳技术，但其适用的创新阶段相对靠后。由于 CCER 要求项目具备明确的减排效果，并能够开展事后的监测、报告与核证（MRV），它更适合支持那些已经完成技术验证、具备商业化应用条件的成熟技术。换言之，CCER 的核心价值在于推动零碳技术从“示范应用”走向“规模化推广”（即从 10 到 100 阶段），通过扩大市场规模来促进持续降本，而难以覆盖基础研发、概念验证等早期创新环节。值得注意的是，尽管中国碳市场并未直接支持绿色技术的研发，但该领域的研发工作已得到国家财政资金的有力支撑。

美国加州零排放汽车积分制度不支持技术创新的初期研发阶段，本质上是由其“销量挂钩、事后奖励”的机制设计决定的。积分产生的前提是已实现量产并实际销售的车辆，ZEV 积分以车企在加州市场实际售出的零排放车型为计算基础，企业只有在技术已完成前期发展所有阶段并最终实现市场销售后，才能获得对应积分[15]。而处于初期研发阶段的技术尚未形成可上市产品，没有销量基础，自然无法通过积分机制获得任何收益。即使是特斯拉这样的最终受益者，在早期 Roadster 车型的研发阶段也几乎无法通过 ZEV 积分获得现金流[16]，直到 Model S/X 实现规模化量产后，积分收入才开始成为重要利润来源[17]。

需要区分的是，ZEV 积分收入在企业获得后当然可以被用于研发投入，但这属于企业对收入的自主再配置，并非是 ZEV 制度本身对于研发阶段的激励机制。从制度设计来看，ZEV 积分奖励的是已经实现的零排放汽车销售及其带来的合规价值，而非企业此前承担的研发投入或技术创新风险。因此，ZEV 机制形成的是一种“创新成果商业化后的事后奖励”，主要支持绿色技术的产品化、市场化和规模化，而难以直接解决技术研发早期面临的资金缺口和风险承担问题。

（二）首次商业化：政府需发挥作用，但如何提高效率？

对于技术上可行但商业可行性尚未得到验证的绿色技术，政府的角色将变得复杂。研发阶段的核心问题是技术不确定性和创新正外部性，政府难以准确判断最终能够胜出的技术，因此更适合采取相对广泛的研发支持，通过分散技术失败风险来扩大创新供给。进入规模化推广阶段后，如果技术已经证明具备商业可行性，政府则无需持续承担主要的市场风险，更多应依靠市场需求和竞争机制推动扩张，并通过碳定价等方式持续改善其相对于传统技术的经济性。

相比之下，首次商业化阶段是政府最需要发挥作用、同时也最难发挥作用的阶段。这一阶段的技术已经具备技术可行性，但能否在真实市场环境中实现商业闭环仍存在较大不确定性，企业往往同时面临较高的初始成本、有限的市场需求、规模经济尚未形成以及融资风险较高等问题。政府需要在这一阶段持续识别技术的成熟度、商业可行性和市场前景，并通过示范应用、首批采购、差价支持、融资担保等方式帮助具有潜力的技术跨越商业化鸿沟。同时，政府还需要动态判断技术何时已经具备独立市场竞争力，并逐步退出支持，避免公共资金长期留在已经“毕业”的技术上。

因此，从政府角色的复杂程度和必要性来看，首次商业化阶段反而是政策介入的关键节点：研发阶段重在“广泛支持创新”，规模化阶段重在“依靠市场扩散”，而首次商业化阶段则需要政府在“识别技术—降低商业化风险—推动市场验证—适时退出”之间进行动态平衡。

欧盟通过碳市场拍卖收入设立创新基金、中国通过 CCER 机制将碳市场履约需求传导至绿色项目，本质上都是将碳市场形成的资金用于支持绿色技术的商业化阶段。这一制度安排针对的是绿色技术从“技术可行”走向“商业可行”过程中存在的外部性和市场失灵，具有明确的政策合理性。但与此同时，商业化阶段也是政府最需要进行技术识别和动态资源配置的阶段，这意味着政策制定者不仅要决定支持哪些技术，还要判断支持力度以及何时退出。由此，一个不可回避的问题是：如何在发挥政府识别和风险分担作用的同时，提高碳市场资金的配置效率，避免公共资金配置中的信息偏差和资源错配？这也构成了碳市场能否真正成为绿色创新资本来源的关键问题。

从欧盟创新基金看，虽然其目标明确指向低碳技术示范和商业化应用，但其资金筹集、预算安排和项目遴选均依赖行政机制，由此暴露出两个核心短板：

第一，政府主导的项目评审机制带来了复杂的申请流程和较高的合规成本，特别是对中小企业构成较大负担。面对冗长的申请文件、复杂的技术和财务论证要求，企业申请创新基金往往需要投入大量内部人力，并额外聘请咨询机构协助准备材料。尽管欧盟已委托欧洲投资银行（EIB）实施项目发展援助（Project Development Assistance，PDA）。不过，PDA 的主要目标并非简化申请流程本身，而是通过技术和财务咨询提高项目成熟度以及融资可得性，从而提高后续获得创新基金或其他融资支持的概率。换言之，PDA 更侧重于提升项目质量和融资能力，而非降低创新基金申请本身的行政复杂度。

因此，越来越多机构呼吁简化创新基金申请程序，降低项目申报成本，包括

压缩申请材料篇幅、减少不同申请文件之间的重复内容，并向未获资助项目提供更详细的评审意见，以帮助其改进后续申报等[18]。

第二，创新基金整体资金规模受碳价波动影响大，政府难以对长期创新投资进行预算规划，预算稳定性导致资金沉淀和资金使用效率下降。由于创新基金收入完全依赖 ETS 配额拍卖，而欧盟又未建立最低收入保障机制，使得欧委会在确定项目征集规模和资金承诺时必须充分考虑未来碳价波动风险。因此，其预算安排通常以已实现或较为确定的收入为基础，而非未来潜在收入。在项目拨款周期较长的背景下，这种审慎的预算管理虽然有助于控制未来碳价较低时的资金缺口风险，但也导致大量资金长期沉淀于基金账户，降低了资金使用效率[19]。

因此，许多机构呼吁为创新基金建立最低收入保障机制，以稳定预算预期、提升资金使用效率。具体有两种方式，一是借鉴欧盟社会气候基金（Social Climate Fund，SCF），即当拍卖收入低于预设最低水平时，自动追加额外配额拍卖直至补足差额，确保基金管理者提前明确最少可支配规模[20]。另一个是参考德国能源与气候基金（EKF）在 2013 年低碳价时期的应对措施，即动用国家财政预算资金进行差额补足，从而避免项目遴选因市场波动而大幅缩水[21]。

在中国 CCER 机制演进过程中，政府在清洁技术遴选上的作用持续强化，提升了 CCER 支持清洁技术发展的有效性，同时也带来如何进一步优化支持效率的挑战。2017 年之前，CCER 项目方法学由企业主导开发。该模式可快速响应市场需求，但存在项目规范性不足、纳入支持的技术范围过宽等问题，难以实现筛选真正需要资金助推商业化的技术这一目标。CCER 重启后，新方法学采用生态环境部统一组织编制、“成熟一个、发布一个”的审慎机制，有利于保障方法学的额外性与碳信用质量，更好发挥政府作为技术“筛选者”的职能。不过该模式仍面临两方面挑战：

第一，从资金总量看，全国碳市场 5%的抵销比例上限，决定了即便 CCER 价格与碳配额价格趋同，其每年从控排企业流向零碳技术的资金规模在理论上也仅占年度履约价值的 5%，这一比例难以大幅上调，否则将直接增加配额供给、削弱稀缺性并压低碳价，进而削弱控排企业自主减排与技术创新的内生动力；而分散到具体技术领域后，单一技术所能获得的资金支持则更为有限，这使资金的分配效率变得至关重要。

第二，目前虽已明确将定期组织方法学后评估、适时修订方法学，但该机制更侧重对已获批方法学本身的适用性审查，而非一套主动、动态的技术“毕业”或“退出”评估机制。两者目标存在本质区别：前者解决“该方法学是否仍合理有效”，后者解决“该技术是否已不再需要 CCER 激励”。由于缺乏明确的退出触发标准和程序性安排，一旦某项技术的方法学获批，即便其已具备商业可行性，可能也难以有序退出，这使得有限资金难以向真正亟需激励的新兴领域集中。

上述双重挑战相互叠加，最终导致 CCER 机制在支持清洁技术发展时，不仅受制于总量约束，更面临结构性的分配瓶颈。要从根本上破解这一困境，既需要在方法学遴选环节坚持“成熟一个、发布一个”[22]的严谨标准，也需要在后续管理中建立一套科学的评估与有序退出机制，使 CCER 资金能够伴随技术进步实现动态优化配置，真正发挥其引导全社会广泛参与减排的市场化激励功能。

（三）规模化推广：如何兼顾提升效率与转型公平？

在支持绿色技术规模化推广阶段，碳市场所筹集的资金如何在效率与公平之间取得平衡，构成了制度设计的核心命题。一方面，碳市场需要追求“效率”，对已具备技术能力和产业化基础的地区与部门给予充分支持，以加速技术扩散和成本下降；另一方面，也需要兼顾“公平”，即对被碳价冲击较大的传统产业、落后地区和弱势群体进行适当补偿，以避免转型代价过度集中。然而，需要补偿的部门（如燃煤发电、高碳制造业）与值得支持的部门（如新能源、电动汽车）往往分属不同的地区和产业，二者之间的张力使得平衡策略不可或缺。

我们认为，欧盟碳市场与中国碳市场更侧重于公平维度，而加州零排放汽车积分制则几乎将重心全部置于效率一侧：

中国碳市场通过基线法进行配额分配，即按照各行业的平均碳排放强度而非历史排放水平核定配额，这种设计本身就内嵌了行业间的公平考量——高碳行业未被过度惩罚，低碳行业获得相对宽松的空间，客观上起到了平滑转型冲击的作用；而在自愿减排端，CCER 机制则作为补充通道，将有限的资金引向额外性明显的绿色技术项目，但其资金规模受 5%抵销比例约束，对碳市场内的高碳控排企业影响相对有限。

欧盟碳市场则采取有偿拍卖为主的方式，但在资金使用端通过多层次的公平调节机制进行补偿：设立现代化基金专门用于支持低收入成员国能源系统升级，设立创新基金聚焦于突破性低碳技术示范。除此之外，欧盟碳市场拍卖收入中划归成员国财政预算的部分，也广泛投向建筑能效改造、公共交通绿色升级、公正转型等领域[23]。这在很大程度上兼顾了效率与公平的平衡。值得注意的是，该基金尚未将性别公平纳入公正转型的考量范畴[24]，我们认为也应在低碳转型进程中关注性别平等推进与女性就业保障等相关内容。

与中国和欧盟形成鲜明对比的是，加州零排放汽车积分制将全部关注点锁定在效率目标上——积分交易机制的设计初衷就是以最低成本实现最大化的零排放汽车广泛部署，特斯拉等头部企业凭借技术优势获取了绝大多数积分收益，而以传统燃油车为主营业务的车企则成为积分购买方，承担了转型成本却未能获得相应的补偿或过渡支持。机制内的公平性补偿条款仅针对于弱势社区的终端消费者，而没有任何条款对这些受损企业或相关产业的就业、税收损失进行对冲安排。

综上所述，欧盟与中国碳市场在制度设计中有意识地嵌入了公平维度，试图通过配额分配规则或收益分配机制来缓解转型阵痛，而加州 ZEV 则更像是纯粹的效率工具——这种差异本质上反映了不同政策制定者对“碳市场是否应承担再分配功能”这一根本问题的不同回答，也为各国在绿色技术推广阶段如何权衡效率与公平提供了重要的比较制度参照。由于中国和欧盟碳市场已在前文进行了充分论述，以下我们将重点聚焦加州 ZEV，看看它是如何在“效率”方面取得突出成绩的同时，面临“公平”的挑战。

加州 ZEV 积分制度的效率优势（专栏 1），核心源于较强的制度刚性与执法力度，最终实现了刚性规则驱动下的高效规模化推广。政策以逐年收紧的零排放车辆销售占比为硬性约束，配套每积分 5000 美元的高额罚款机制[25]，并允许

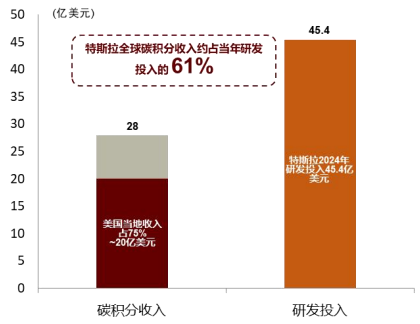
企业通过向积分富余主体购买积分完成合规，二者共同构成刚性合规约束，强力推动车企电动化转型，直接带动加州电动车渗透率持续领跑全美，2023、2025年电动车新车销量占比居全美各州首位，电动汽车规模化效果显著（图表 7）。



图表 7 2015-2025 年加州与全美零排放车辆新车销售渗透率

资料来源：CNCDA、DOE、Alliance for Automotive Innovation[2]

在资金配置层面，头部电动车企可通过积分交易持续获得大额现金流，充分体现出这一机制“集中力量办大事”的资源配置效率。积分收入属于无需股权稀释的零成本现金流，能够快速赋能技术领先企业，特斯拉是最典型的受益主体。自 2015 年以来累计通过出售监管积分获得收入[3]超过 110 亿美元，其中 2020 年积分收入达 15.8 亿美元，是当年净利润的 1.83 倍[26]，直接帮助企业跨过盈亏平衡点；2024 年积分收入进一步增长至 27.6 亿美元，占当年净利润的 39%，占当年研发投入的 61%[27]（图表 8）。这些资金不仅支撑了特斯拉全球超级工厂建设与产能快速扩张，也为超充网络等核心技术与基础设施的迭代与扩张提供了稳定的资金保障。在全球从零起步的纯电车企中，特斯拉是全球第一个纯电动车累计产量突破 1000 万辆的车企[28]，在 2020-2023 年，其电动车产量增速也显著高于传统车企的电动化转型节奏[29]，充分体现了 ZEV 机制对领先企业的加速赋能效应。



图表 8 2024 年特斯拉全球碳积分收入 VS.研发投入

[2] 注：2015—2019 年加州数据来自 California New Car Dealers Association《California Auto Outlook》，全美数据来自美国能源部（DOE）/Argonne National Laboratory；2020—2025 年加州及全美数据来自 Alliance for Automotive Innovation

[3] 注：特斯拉财报中未单独披露 ZEV 积分收入明细，其披露的“汽车监管积分收入”为全球各类排放与零排放车辆监管积分的合计值；据行业公开测算，特斯拉大部分的汽车监管积分收入来源于北美地区的 ZEV 积分交易。参见：https://auto.cnr.cn/2015xc/20250808/t20250808_527308704.shtml；https://www.chicagofed.org/publications/economic-perspectives/2022/5

资料来源：特斯拉年报,中金研究院

专栏 1：加州净零排放汽车积分制度（Zero-emission Vehicle）规则与最新调整

加州空气资源委员会（CARB）在官方文件中明确将 ZEV 法规定位为“加速零排放车辆的广泛普及部署，改善空气质量，降低州级气候变化影响”[30]的战略工具。政策以逐年提升的零排放车辆销售占比为核心刚性约束，明确 2026 年零排放车型销量占比需达 35%、2030 年达 68%，至 2035 年实现新车销售 100%零排放[31]。这种刚性约束将零排放车从车企的可选业务变成了必须业务，也为积分交易市场提供了明确的价格锚与稳定的需求基础，保障了后续资金转移机制的持续高效运转。

制度规则与外部政策环境近年均出现重要调整。2018—2025 年实施的规则版本中[32]，CARB 设置了积分奖励梯度，续航里程越长，单车可获得的积分越高，单辆零排放车辆最高可获得 4 个积分，该设计能够激励车企加大电池容量提升、续航优化及整车能效改进等方向的投入。2026 年起实施的新版 ZEV 政策[33]，取消了积分奖励梯度，合规的零排放车辆统一按每车 1 积分核算，规则导向偏向销量扩张，弱化了对于技术进步的奖励（图表 9）。与此同时，2025 年 7 月美国《工作家庭减税法案》（OBBBA，俗称“大而美”法案）生效，联邦层面取消 CAFE 标准民事罚款机制[34]，导致监管积分整体需求大幅萎缩，特斯拉 2025 年全球监管积分收入同比下滑 28%至 19.93 亿美元。尽管加州 ZEV 制度目前仍维持刚性约束，但持续面临司法诉讼与政治博弈压力，市场对政策长期退坡的担忧持续升温。

图表 9：新旧加州零排放汽车积分制度的对比

	旧版§1962.2/ACCI	新版§1962.4/ACCII
适用车型年	2018–2025	2026 及以后
所属政策包	Advanced Clean Cars I	Advanced Clean Cars II
核心逻辑	按车型和续航折算 credits	按 ZEV 销售比例和积分合规
单车计算	按 UDDS 续航折算，最高 4 credits	合格 ZEV 通常每辆 1 积分
政策重点	鼓励投放 ZEV，长续航车更有利	强制提高 ZEV 销售比例，推动规模化替代
比例目标	2025 年总要求 22%	2026 年 35%，2035 年及以后 100%
对车企影响	鼓励长续航 EV	要求车企整体销售结构转型
交易机制	credits 可结转/交易	values 可结转/交易，但期限和报告要求更明确

然而，加州 ZEV 积分制度在效率优先的导向下，对转型公平性与产业承受力考量不足，转型成本与冲击在不同主体间分配失衡。市场主体成本分担方面，由于制度未设置传统车企转型过渡补偿机制，全部合规成本直接由高排放主体独立承担。仅特斯拉一家 2024 年获得的 27.6 亿美元积分收入，就对应着其他车企同等规模的合规支出。与此同时，燃油车企还需同步承担电动化转型的研发与产能投入，双重成本压力进一步放大了传统燃油车与电动车企业间的损益差距。

在合规成本的压力传导之下，传统车企采取收缩产能、裁员、产能外迁等手段对冲负担，进而引发了社会就业承压与产业外流问题。例如，2023 年 12 月，Stellantis 向约 3680 名员工发出潜在裁员通知，明确表示调整生产与销量规模以满足加州排放规定，是此次裁员的主要原因之一[35]。合规压力也推动传统燃油车产能向监管宽松区域转移，例如通用汽车 2025 年宣布追加 40 亿美元扩产燃油车，增量产能布局于非加州监管圈的中西部和南部州[36]。

政策争议已进一步从产业诉求上升至司法层面。行业层面，代表通用、丰田、大众、现代等主流车企的汽车创新联盟公开反对加州电动车强制规则，认为其设定的电动化目标远超市场实际进度，限制消费者选车空间[37]。美国卡车运输协会也公开表态，认为加州一刀切的强制电动化要求脱离产业实际运营条件，警告其“将摧毁美国经济”[38]。司法层面，2026 年 3 月联邦司法部正式起诉 CARB，指控 ACCII 违反联邦《能源政策与节约法》，越权设定车辆相关标准，将造成全国汽车市场监管碎片化[39]。

四、 政策建议

（一）碳配额拍卖收入使用：精准滴灌绿色技术创新的不同环节

建议 1：建立覆盖创新链全生命周期的碳拍卖收入支持体系，并探索无偿补贴与有偿使用相结合的资金运作机制

随着全国碳市场逐步提高配额有偿分配比例，未来碳配额拍卖收入有望成为支持绿色技术创新的重要资金来源。考虑到绿色技术创新不同阶段面临的障碍存在明显差异，建议按照“0-1 解决技术风险、1-10 解决商业化风险、10-100 解决融资成本问题”的思路，构建覆盖创新链全生命周期的资金支持体系。同时，从资金运作方式看，应兼顾无偿使用（政府主导）与有偿使用（商业化运作）两类模式：前者重点投向市场难以覆盖的技术风险和商业化风险领域，后者则通过股权投资、融资担保和政策性贷款等方式提高资金循环使用效率，形成“财政资金引导、社会资本跟进”的良性机制（图表 10）。在落实上述资金安排时，应将性别公平纳入考量，关注女性在绿色技术研发中的参与以及低碳转型带来的差异化就业影响。

- 在 0-1 阶段（研发、中试和技术验证），项目面临的主要是技术风险，需要大量资金投入。拍卖收入可通过无偿补贴等方式支持关键核心技术研发。资金投向需聚焦兼具碳排放外部性与创新外部性补偿双重属性的绿色技术，避免泛化支持一般性技术创新，确保拍卖收入精准服务于绿色转型的核心目标。

- 在 1-10 阶段（首次商业化部署），技术路线已基本得到验证，但普遍面临收入预期不确定、生产成本较高、市场竞争力不足等商业化挑战。拍卖收入可通过赠款、竞争性拍卖等方式提供无偿支持，同时通过政府引导基金与社会资本合作等方式进行风险投资。其中，竞争性拍卖应根据不同技术特点设计差异化支持机制：对于钢铁、水泥、化工、CCUS、氢冶金等工业深度脱碳项目，可采用碳差价合约（CCfD），通过锁定长期碳价预期弥补低碳工艺与传统工艺之间的成本差距；对于绿电等需要保障整体收入水平的项目，可采用差价合约（CfD）；对于绿氢等具有明确产量指标的产品，则可采用固定溢价（Fixed Premium）拍卖机制。

- 在 10-100 阶段（规模化推广），技术和商业模式已趋于成熟，核心约束转变为融资成本问题。拍卖收入可通过贷款贴息等方式降低企业融资成

本，也可采用低息贷款、融资担保等有偿使用方式，在撬动社会资本的同时，支持技术的规模化扩张。

创新阶段	主要解决的问题	无偿使用（政府主导）	有偿使用（商业化运作）
0-1（研发、中试、技术验证）	技术风险	赠款	
1-10（首次商业化部署）	商业化风险	赠款、竞争性拍卖	风险投资
10-100（规模化推广）	融资成本问题	贷款贴息	低息贷款、融资担保

图表 10 中国碳拍卖收入使用方式构想

资料来源：中金研究院

建议 2：建立碳拍卖收入最低保障机制

为避免碳价波动导致拍卖收入不确定，影响长期项目规划和资金使用效率，建议建立碳拍卖收入最低保障机制。可参考欧盟社会气候基金和德国能源与气候基金经验，当拍卖收入低于预设水平时，可通过其他财政预算补足差额，确保已承诺项目获得持续资金支持；也在高收入年份提取部分收入建立稳定准备金，用于平滑碳价波动带来的收入波动。建议对政府主导的无偿支持工具优先建立最低收入保障机制，重点覆盖赠款、竞争性拍卖和贷款贴息等财政无偿支出承诺；对股权投资、融资担保、低息贷款等有偿使用工具，则通过资本金注入等方式保持资金池规模。

建议 3：在绩效考核方面，将无偿使用和有偿使用分开考核

在绩效考核方面，建议将无偿使用和有偿使用分开考核，否则若合并考核其保值增值或保本微利，会导致无偿使用的比例很低，特别是赠款对于从 0-1 的技术进步和早期政策研究至关重要。在有偿使用方面，需吸取当前政府引导基金的经验教训，重点推动：1、基金评价与投早投小以及存续期挂钩，落实基金组合整体考核。2、在防范出现重大道德风险的前提下，明晰“尽职免责”的内涵和边界，推动容错机制实质落地，一定程度上提升 GVC 风险偏好。3、更多通过母基金而非直投方式进行运营，利用市场化 GP 的专业能力、减少对其干预。

（二）CCER：动态调整方法学目录，有效支持零碳技术商业化部署

建议 4：建立“有进有出”的动态目录调整机制

动态调整目录的核心要义在于“有进有出”，以“额外性”作为评判技术是否应被纳入目录的核心标尺。一方面动态剔除那些已太过成熟、不具备额外性的绿色技术；另一方面持续引入那些具有显著额外性、正处于商业化前夜的技术，使其借助碳市场收益克服融资与技术障碍，实现从“技术可行”到“经济可行”的跨越。只有那些因 CCER 收益激励才得以突破成本和财务障碍、从而实现额外减排的项目，才值得被纳入目录并给予支持；而那些无论有无碳市场激励都必然会发生的减排，则不应继续占用有限的公共资源。因此，正是因为通过 CCER 机制从控排企业流向零碳技术的资金规模有限，动态调整 CCER 目录，确保资

金精准滴灌至最需要、最有效的技术环节，方能在维护碳市场健康运行的同时，最大化地助推零碳技术的商业化部署。

建议 5：适时将具备商业化条件的零碳技术纳入方法学体系

考虑到 CCER 对零碳技术的支持适用的创新阶段相对靠后，即要求项目具备明确的减排效果并能够开展事后的监测、报告与核证（MRV），因此在将氢冶金、长时储能、先进生物燃料、碳移除等具备较大减排潜力的零碳技术纳入方法学体系时，需评估其技术成熟度，确保相关项目已经完成技术验证、具备商业化应用条件。对于尚处于基础研发或概念验证阶段的早期技术，应先在基础研发、中试验证等环节予以其他政策工具支持，待其技术性能、成本经济性和减排效果经过充分验证后，再通过 CCER 机制助力其从“商业应用”走向“规模化推广”，实现持续降本和规模化部署。

建议 6：合理设定 CCER 抵销比例，平衡减排约束与创新激励

CCER 抵销比例的设定需要在“控排企业自身减排动力”与“零碳技术额外激励”之间取得平衡。一方面比例不宜太高，否则将增加市场履约供给、削弱配额稀缺性、压低碳价，反而削弱控排企业自身减排和技术创新的内在动力——控排企业若过度依赖购买 CCER 完成履约，而非通过自身技术改造降低碳排放，则碳市场推动实质性减排的核心功能将被稀释，长期看不利于形成“碳价信号—减排激励—技术创新”的正向循环。但另一方面，比例也不宜太低，否则 CCER 产生的资金规模过小，难以对零碳技术的商业化部署形成有效激励，方法学目录中纳入的各项技术将因缺乏足够的市场收益支撑而难以实现从“商业应用”到“规模化推广”的跨越。因此，抵销比例的设定应动态评估碳市场配额供需状况与零碳技术的发展阶段，在维护碳市场健康运行的同时，为自愿减排项目保留适度的市场空间。

（三）碳配额：探索免费配额与脱碳投资挂钩，激励高碳企业的技术创新投融资

建议 7：探索附条件的免费配额分配机制，让免费配额分配更好地促进高碳产业技术创新

短期内中国碳市场仍将以免费配额为主，高碳企业是减排创新的关键主体。中国现阶段可以先从欧盟碳市场 2026-2030 年的思路入手，针对行业内碳效后 20%的落后企业附加“减排计划”条件，要求其提交未来 3-5 年的能效和碳效提升计划，明确技术改造项目、投资金额、预期碳排放强度下降目标，并将部分免费配额与阶段性目标完成情况挂钩，如果不能满足相关条件，免费配额可削减 20%[40]。未来，随着 MRV、企业碳管理和减排项目核证体系逐渐成熟，可进一步借鉴欧盟碳市场 2031 年后的思路，对企业的免费配额附加“低碳投资”条件，企业若希望获得全部免费配额，需要开展与所获免费配额经济价值等额的脱碳投资，否则免费配额可削减 20%[41]。因此，附条件的免费配额分配机制不必一步到位，可以分阶段提高条件的严格程度。

致　谢

非常感谢中国环境与发展国际合作委员会（国合会）设立并支持“支持碳市场建设的绿色金融产品和服务创新专题政策研究”政策研究课题，为中外方专家提供了一个充分讨论和交流的平台。特别感谢国合会秘书长、生态环境部副部长李高先生、国合会中方首席顾问刘世锦先生、外方首席顾问魏仲加（Scott Vaughan）先生、时任生态环境部对外合作与交流中心主任、国合会副秘书长李永红先生在课题实施过程中提供的咨询建议，感谢国合会秘书处处长刘侃女士、高级项目主管王冉女士，以及国合会秘书处和国际支持办公室为本课题提供的组织和协调等方面的支持。中金研究院实习生韩嘉静对本报告亦有贡献。

参考文献

[1] European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the functioning of the European carbon market in 2024[EB/OL]. (2025-12-03)[2026-09-01].https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52025DC0735

[2] European Commission. EU Climate Action Progress Report 2025: Chapter 7—Investments in Climate Action[EB/OL].(2025-11-06)[2026-09-01].https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/progress-climate-action/eu-climate-action-progress-report-2025/chapter-7-investments-climate-action_en#funding-from-the-eu-emission-trading-system

[3] Cleantech for Europe. Cleantech Annual Briefing 2024[EB/OL]. (2025-01-28)[2026-09-01].https://www.cleantechforeurope.com/publications/cleantech-annual-briefing-2024

[4] European Commission. Summary Report of Expert Consultations for Finance for Innovation: Towards the ETS Innovation Fund[R/OL]. (2017-06-12)[2026-09-01].https://climate.ec.europa.eu/system/files/2017-06/20170612_report_en.pdf

[5]California Air Resources Board. Annual ZEV Credits Disclosure Dashboard[EB/OL]. [2026-09-01]. https://ww2.arb.ca.gov/applications/annual-zev-credits-disclosure-dashboard

[6] California Air Resources Board. Annual ZEV Credits Disclosure Dashboard[EB/OL]. [2026-09-01]. https://ww2.arb.ca.gov/applications/annual-zev-credits-disclosure-dashboard

[7] California Air Resources Board. Draft Zero Emission Vehicle Regulation 1962.4[EB/OL]. (2021-10-13)[2026-09-01]. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2021-12/draft%20zero%20emission%20vehicle%20regulation%201962.4%20posted.pdf

[8] 生态环境部. 全国碳排放权交易市场 2025、2026 年度发电行业以及 2026 年度钢铁、水泥、铝冶炼行业配额总量和分配方案（征求意见稿）[EB/OL]. (2026-07-27)[2026-09-01]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202607/W020260727570784609523.pdf

[9]生态环境部. 关于做好 2023、2024 年度发电行业全国碳排放权交易配额分配及清缴相关工作的通知[EB/OL]. (2024-10-16)[2026-09-01]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202410/t20241021_1089750.html

[10] 生态环境部. 2025、2026 年度全国碳排放权交易市场发电行业配额总量和分配方案及 2026 年度钢铁、水泥、铝冶炼行业配额总量和分配方案[EB/OL]. (2026-09-01) [2026-09-01]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202609/W020260903551498752549.pdf

[11] European Commission. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the functioning of the European carbon market in 2024[R/OL]. (2025-12-03)[2026-09-01]. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC0735

[12] European Environment Agency. Use of ETS auctioning revenues—Reporting year 2025—GovReg[EB/OL]. [2026-09-01]. https://reportnet.europa.eu/public/dataflow/1527

[13] EuroAccess. Innovation Fund[EB/OL]. [2026-09-01]. https://www.euro-access.eu/en/programs/103/Innovation-Fund

[14] Fuest C, Gros D, Mengel P L, Presidente G, Tirole J. EU Innovation Policy: How to Escape the Middle Technology Trap[R/OL]. Munich: ifo Institute, 2024. https://www.ifo.de/en/econpol/publications/2024/working-paper/eu-innovation-policy-how-escape-middle-technology-trap

[15] California Air Resources Board. Section 1962.1—Zero-Emission Vehicle Standards for 2009 and Subsequent Model Year Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles[EB/OL]. (2008-10-03)[2026-09-01]. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2008/zev2008/2nd19621.pdf

[16] Tesla Motors, Inc. Registration Statement on Form S-1[EB/OL]. (2010-01-29)[2026-09-01]. https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1318605/000119312510017054/ds1.htm.

[17] Tesla Motors, Inc. Annual Report on Form 10-K for the Year Ended December 31, 2013[R/OL]. (2014-02-26)[2026-09-01]. https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1318605/000119312514069681/d668062d10k.htm.

[18] Hydrogen Europe. Innovation Fund Consultation/Evaluation of Its Operation: Hydrogen Europe Response[R/OL]. 2025[2026-09-01]. https://hydrogeneurope.eu/wp-content/uploads/2025/07/Hydrogen-Europe-Innovation-Fund-consultation-response.pdf

[19] European Court of Auditors. Innovation Fund: High Potential, but Slow Progress and Little Impact on Emissions Reduction[R/OL]. Special Report 11/2026. Luxembourg: European Court of Auditors, 2026[2026-09-01]. https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2026-11/SR-2026-11_EN.pdf

[20] European Court of Auditors. Innovation Fund: High Potential, but Slow Progress and Little Impact on Emissions Reduction[R/OL]. Special Report 11/2026. Luxembourg: European Court of Auditors, 2026[2026-09-01]. https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2026-11/SR-2026-11_EN.pdf

[21] Duwe M, Ostwald R. The Innovation Fund: How Can It Support Low-Carbon Industry in Europe? Design Recommendations for the Successor Instrument to the NER 300 in Phase 4 of the EU ETS[R/OL]. Dessau-Roßlau: German Environment Agency, 2018[2026-09-01]. https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/the-innovation-fund-how-can-it-support-low-carbon

[22] 生态环境部. 对十四届全国人大三次会议第 0857 号建议的答复[EB/OL]. (2025-06-24)[2026-09-01]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk13/202511/t20251117_1133964_wh.html

[23] 欧洲环境署（EEA）欧盟碳配额拍卖收入使用统计；欧盟委员会. How do Member States use ETS revenues [EB/OL].

[24] European Commission. Modernisation Fund [EB/OL]. https://climate.ec.europa.eu/areas-action/eu-funding-climate-action/modernisation-fund_en.

[25] CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. Zero-Emission Vehicle Requirements for 2026 and Subsequent Model Year Passenger Cars and Light-Duty Trucks: Title 13, California Code of Regulations, §1962.4[Z/OL]. (2022-08-22)[2026-06-25].https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2022/accii/acciifro1962.4.pdf.

[26] 快科技. 马斯克救不了特斯拉[EB/OL]. (2025-08-27)[2026-09-01]. https://finance.sina.com.cn/tech/roll/2025-08-27/doc-infnkiin0957599.shtml.

[27] Fundamental Data and Statistics for Stocks. Tesla Regulatory Credits Revenue, Credit Sales Per Car, and Profit Margin Impact[EB/OL]. (2026-04-28)[2026-09-01]. https://stockdividendscreener.com/auto-manufacturers/teslas-regulatory-credits-revenue/.

[28] Gasgoo. Tesla Global BEV Cumulative Production Exceeds 10 Million Units[EB/OL]. (2026-07-31)[2026-09-01]. https://autonews.gasgoo.com/articles/ev/tesla-global-bev-cumulative-production-exceeds-10-million-units-208319108190565171 3.html.
[29] Sparkco. Tesla vs Traditional Auto: EV Transition & Scaling Analysis[EB/OL]. (2025-10-20)[2026-09-01]. https://sparkco.ai/blog/tesla-vs-traditional-auto-ev-transition-scaling-analysis.
[30] California Air Resources Board. The Zero Emission Vehicle (ZEV) Regulation Fact Sheet[EB/OL]. (2018-08-24)[2026-06-25]. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2018-12/zev_regulation_factsheet_082418.pdf.
[31] CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. Zero-Emission Vehicle Requirements for 2026 and Subsequent Model Year Passenger Cars and Light-Duty Trucks: Title 13, California Code of Regulations, §1962.4[Z/OL]. (2022-08-22)[2026-06-25].https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2022/accii/acciifro1962.4.pdf.
[32] California Air Resources Board. Zero-Emission Vehicle Standards for 2018 through 2025 Model Year Passenger Cars, Light-Duty Trucks, and Medium-Duty Vehicles: Title 13, California Code of Regulations, §1962.2[Z/OL]. (2022-11-30)[2026-09-01]. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2022/accii/2acciifro1962.2.pdf.
[33] California Air Resources Board. Zero-Emission Vehicle Requirements for 2026 and Subsequent Model Year Passenger Cars and Light-Duty Trucks: Title 13, California Code of Regulations, §1962.4[Z/OL]. (2022-08-22)[2026-06-25]. https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2022/accii/acciifro1962.4.pdf.
[34] LegalClarity Team. CAFE Fuel Economy Standards: Rules, Targets and Penalties[EB/OL]. (2026-05-31)[2026-09-01]. https://legalclarity.org/cafe-fuel-economy-standards-rules-targets-and-penalties/.
[35] https://net25.com/news/stellantis-warns-thousands-in-us-of-potential-job-cuts
[36] 潘昱辰. 投资 40 亿美元，通用汽车欲在美提高燃油车产量[EB/OL]. (2025-06-11)[2026-09-01]. https://cj.sina.com.cn/articles/view/1887344341/707e96d502001mpcs
[37] Bozzella J. Congressional Repeal of U.S. Gas Vehicle Bans[EB/OL]. (2025-04-25)[2026-09-01]. https://www.autosinnovate.org/association-update/J%20Bozzella%20Letter%20to%20Congress%20on%20CRA%20EPA%20Waiver%20April%202025.pdf.
[38] 提加商用车网. 美国卡车运输协会总裁：强推电动卡车将“摧毁”美国经济[EB/OL]. (2026-06)[2026-09-01].
[39] Prang, A. (2026, March 17). Trump suit against California evokes high court emissions debate. Bloomberg Government. https://news.bgov.com/esg/trump-suit-against-california-evokes-high-court-emissions-debate
[40] European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2024/873 of 30 January 2024 amending Delegated Regulation (EU) 2019/331 as regards transitional Union-wide rules for harmonised free allocation of emission allowances (Text with EEA relevance)[EB/OL]. (2024-04-04)[2026-09-01]. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2024/873/oj/eng.
[41] European Commission. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC and Decision (EU) 2015/1814 as regards driving competitiveness and cost-effective decarbonisation[EB/OL]. (2026-07-17)[2026-09-01]. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM%3A2026%3A616%3AFIN.