

引用格式: 顾佰和, 王宏乾, 孙玉玲, 等. 主要发达经济体绿色低碳技术创新政策实践、经验及启示. 中国科学院院刊, 2026, 41(2): 342-351, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250701003.

Gu B H, Wang H Q, Sun Y L, et al. Practices, experiences, and insights from major developed economies on green and low-carbon technology innovation policies. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(2): 342-351, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250701003. (in Chinese)

主要发达经济体绿色低碳技术创新 政策实践、经验及启示

顾佰和^{1,2} 王宏乾² 孙玉玲^{3,4*} 陈丹³

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

2 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049

3 中国科学院文献情报中心 北京 100190

4 中国科学院大学 经济与管理学院信息资源管理系 北京 100190

摘要 绿色低碳转型已成为全球未来发展的重要趋势。研究聚焦绿色低碳技术创新政策, 梳理美国、欧盟、英国、日本等主要发达经济体在绿色低碳技术创新政策领域的实践, 分析总结其在产业政策、创新主体、创新环境、资金机制和国际合作等方面的经验。最后, 结合我国绿色低碳技术创新的独特优势与面临的挑战, 提出优化完善我国绿色低碳技术创新政策的建议。

关键词 绿色低碳转型, 技术创新, 新质生产力, 国际经验, 政策建议

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20250701003

CSTR 32128.14.CASbulletin.20250701003

推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键。习近平总书记在第二十届中央政治局第十一次集体学习中指出, 绿色发展是高质量发展的底色, 新质生产力本身就是绿色生产力。从全球范围看, 绿色低碳转型已不只是气候和环境目标的延伸,

更成为主要经济体争夺未来绿色低碳技术话语权和市场主体主导权的战略焦点。

绿色低碳技术正成为新一轮全球科技革命与产业变革的关键领域。以美国、欧盟为代表的发达经济体, 在制度设计、资源配置和市场机制方面不断强化

*通信作者

资助项目: 国家自然科学基金专项项目 (72140007、72374192), 中国科学院青年创新促进会 (2022151), 国家电网有限公司总部管理科技项目 (1400-202357645A-3-2-ZN), 中国科学院战略研究与决策支持系统建设专项 (GHJ-ZLZX-2025-07)

修改稿收到日期: 2026年1月27日

对绿色低碳技术创新的支持，实际上已构成一场围绕低碳未来的系统性竞争。在国际合作层面，绿色低碳技术领域出现明显的“友岸外包”和“价值链重构”趋势，技术、市场、规则三者交织，构成日益复杂的竞争与合作格局。在这一背景下，绿色低碳转型已超越纯粹的技术创新范畴，更紧密关联到产业安全、标准主导、市场准入，乃至地缘政治格局的演变。

对于我国而言，要在全球绿色低碳技术竞争中抢占新一轮科技革命和产业变革的战略主导权，不仅需要完善政策支持体系和核心技术攻关机制，也要强化技术标准、绿色供应链、国际规则等方面的前瞻布局，形成全链条、系统化的技术创新生态。

本文旨在系统梳理和分析美国、欧盟、英国、日本等主要发达经济体在绿色低碳技术创新政策方面的实践路径与实施成效，识别其在政策设计、执行机制与制度环境等方面的关键经验，并结合我国绿色转型的现实需求，提出具有针对性、可操作性的政策优化建议，从而为加快绿色低碳技术创新、形成绿色新质生产力提供启示和建议。

1 主要发达经济体绿色低碳技术创新的政策实践

绿色低碳技术创新是一个系统过程，涵盖从技术研发、工程示范、市场导入到产业化推广等多个阶段，并依赖于科技政策、投融资机制、基础设施和制度环境等多重支撑要素的协同配合。本文从财政政策、科技政策、金融政策、绿色低碳标准、碳市场和贸易政策6个方面，对主要发达经济体的绿色低碳技术创新政策展开分析，以期相对全面地展现国际绿色低碳技术创新政策生态。

财政政策和科技政策聚焦技术供给端，通过研发资助、税收优惠等激励措施推动核心技术突破。**金融政策**能够解决绿色创新企业面临的融资约束，促进绿色技术的产业化和市场化应用，进而加速技术的大范

围推广。**绿色低碳标准**通过设定能效标准和环保法规等规则，优化制度环境，促进企业技术升级，确保绿色技术的规范化和可持续应用。**碳市场**通过市场化机制，提升低碳技术的经济吸引力，推动企业通过市场化手段优化减排行为。与此同时，绿色低碳技术创新与**贸易政策**之间的关联也日益紧密，部分国家通过设定关税、实施进出口管制及本地含量条款等手段，主动干预绿色技术的跨境流动，重塑全球绿色技术市场格局，并强化本国绿色产业的竞争优势。

1.1 财政政策

各主要发达经济体通过加大对绿色低碳技术创新和绿色基础设施的财政投入，为低碳产业发展和绿色转型提供强有力的资金支持。碳税和研发补贴等政策被证明能有效促进绿色技术开发与应用^[1]。近年来，美国通过了《基础设施投资与就业法案》(IIJA)、《2022年通胀削减法案》(IRA)等关键立法，使美国在能源转型方面的支出较过去10年平均水平增加2倍多^[2]。新一届特朗普政府对拜登政府的气候政策进行了颠覆性的调整，将大幅削减可再生能源等领域的非必要支出。但值得注意的是，特朗普政府将继续为先进核能技术以及地热、水电、生物质能源、输配电、关键矿产等领域提供研发支持，旨在进一步降低美国的能源成本，强化能源安全韧性^[3]。欧盟于2019年启动了全球最大规模的低碳技术创新示范项目——创新基金(Innovation Fund)。根据欧盟委员会测算，2020—2030年，创新基金预计将提供约400亿欧元，以用于支持前沿绿色技术的开发和推广。创新基金重点资助领域包括：工业脱碳、可再生能源、储能和智能电网、氢能，以及碳移除技术等^[4]。日本于2021年设立了2万亿日元的“绿色创新基金”，旨在支持重点推动海上风电、氢能、工业脱碳技术、碳管理等十几个绿色低碳领域的技术研发与商业化。同时，在其税制改革中推出了“碳中和投资促进税制”，通过税收抵免激励企业购置符合减碳要求的设备，以促进碳中和相

关的绿色低碳技术创新投资^[5]。英国也于2021年宣布未来10年投入10亿英镑设立净零创新投资组合(NZIP),以带动35亿英镑的公共和私人资本投入,加速低碳技术创新并培育新型商业模式^[6]。

1.2 科技政策

科技政策对于推动绿色低碳转型中的技术创新成果转化、增强国家科技竞争力,以及抢占未来绿色技术发展先机具有至关重要的作用。各主要发达经济体均实施了系统化的绿色低碳技术创新战略。以英国为例,英国制定了全面的“净零研究与创新框架”(Net Zero Research and Innovation Framework)。作为一项综合研发创新指南,该框架聚焦“净零排放战略”中的电力,工业和低碳氢供应,碳捕集、利用与封存(CCUS),温室气体去除,供热和建筑,交通,以及自然资源等七大挑战,确定了未来5—10年的关键优先领域,加速现处于原型阶段碳中和关键技术的早期研发,引导私营部门对后期商业化应用的资金支持。在创新研发组织模式上,主要发达经济体重视多元主体在绿色低碳创新中的作用。日本政府的“绿色创新基金”,重点围绕绿色增长战略的三大产业类型和14个具体产业领域,设立一系列长周期科技项目,激励科技领军企业联合高校、科研机构等持续开展绿色低碳技术研发。

1.3 金融政策

主要发达经济体通过多元化融资机制促进技术创新和市场化应用,既包括信贷、债券、股权等传统金融工具,也涵盖风险投资、混合融资等创新模式,以匹配不同阶段的资金需求。欧盟通过欧洲投资基金(EIF)为中小企业提供多层次的融资支持,通过股权和债务工具支持技术转移和企业孵化,以提升中小企业风险资本的可获得性^[7]。日本则通过推动金融市场的绿色化改革,加强可持续信息披露,修订绿色债券指南,并制定气候转型金融路线图,以促进绿色债券市场繁荣;同时,通过公私合作和地方资源整合,推

动地方金融创新,增强金融系统灵活性^[8]。

在创新融资方式上,风险投资和混合融资为初创企业提供了从研发到市场化的重要支持。风险投资虽为清洁能源技术提供了试点基金,但其短期回报模式难以满足长周期、高投入的能源基础设施投资需求。混合融资通过结合公共和私人资金,运用债务、股权及风险缓解工具,帮助企业跨越技术开发至商业化阶段的“死亡之谷”。例如,欧盟委员会和欧洲投资银行参与的欧洲突破能源风险投资基金(BEV-E)通过股权投资,推动能源技术开发,吸引更多私人资本参与研发和创新,显著提升了绿色低碳转型的整体效能^[9]。

1.4 绿色低碳标准

绿色低碳标准通过设定技术规范、市场准入门槛及产品性能要求,明确了绿色技术的最低要求和发展方向。标准一方面为企业提供技术创新的参照体系,激励资源投入绿色研发;另一方面通过设定门槛加快淘汰落后产能,倒逼企业开展绿色低碳技术升级。相关研究表明,严格的环境标准能够显著激励企业加大研发投入,促进低碳技术的突破与市场化应用^[10,11]。

主要发达经济体普遍采用技术标准(明确产品及工艺规范)、可持续性标准及低碳标签等多元手段,引导企业加速向绿色低碳方向转型。例如,欧盟通过《可持续产品生态设计法规》(ESPR)扩大了生态设计要求的适用范围,涵盖产品的耐用性、可修复性、可回收性及资源利用效率,并引入数字产品护照制度,以提升低碳产品的市场透明度,推动绿色消费需求增长^[12]。日本依托严苛的能效标准推动绿色技术进步,自1998年实施能效“领跑者”制度以来,持续为各类产品设定能效基准,并要求企业在限定期限内达标。该制度有效促进了高效家电、节能汽车和低能耗建筑材料等技术领域的创新,增强了企业在绿色市场中的竞争力^[13]。美国加州空气资源委员会于2024年批准了对《低碳燃料标准》(LCFS)的更新,进一步提升燃

料碳强度减排目标，并完善交易与监管机制，以促进清洁燃料技术的研发与应用^[14]。

1.5 碳市场

碳市场作为一种关键的市场化碳定价机制，通过设定碳排放权价格，内部化企业排放成本，使高排放企业面临更高的减排成本，激励其通过投资低碳技术降低合规压力。同时，碳市场通过交易机制释放减排收益，提升绿色技术的经济回报。研究表明，碳排放权交易体系能显著提升企业在减排技术、能源效率提升与清洁替代技术方面的投资意愿^[15]。

部分发达经济体利用碳市场的价格信号与收益回流机制，促进绿色低碳技术创新与产业转型。欧盟碳排放交易体系（EU ETS）作为全球规模最大、最成熟的碳市场，充分发挥了碳市场的价格信号与政策引导功能。通过碳配额的有偿拍卖，设立了创新基金（Innovation Fund）和现代化基金（Modernisation Fund），前者用于支持关键低碳技术（如CCUS、绿氢、大规模储能等），以及新兴可再生能源项目的研发与示范，后者用于支持低收入成员国能源部门的现代化、多样化和可持续转型。研究显示，EU ETS能够有效提高企业清洁技术专利数量，提升企业绿色技术投资水平^[16,17]。美国加利福尼亚州于2010年实施“限额与交易计划”（California Cap-and-Trade Program），成为全美首个建立温室气体排放权交易市场的州。通过年度排放配额递减、配额拍卖及拍卖收益投资，为新能源、节能减排、森林碳汇等领域提供了大量财政支持，并推动了电动汽车、氢能、绿色建筑等低碳产业快速发展^[18]。2025年9月，加利福尼亚州州长签署了关键立法——AB 1207和SB 840，将原本定于2030年到期的“限额与交易计划”延长至2045年，且正式更名为“限额与投资计划”（Cap-and-Invest Program），进一步强调碳市场收入对气候项目的投资属性。日本内阁于2025年2月通过了《绿色转型（GX）促进法》修正案，正式确立了日本碳市场

（GX-ETS）从自愿走向强制，并将于2026年4月正式启动。日本碳市场的拍卖收入使用机制非常独特。日本政府计划在10年内发行约20万亿日元的“GX经济转型债券”，用于支持绿色转型重点领域的技术创新和绿色投资，而这些债券将通过未来的碳定价收入来偿还。日本碳市场的拍卖收入本质上是国家绿色转型战略的还款资金池，它为大规模的碳减排技术研发和设备更新提供了财政担保。

1.6 贸易政策

在全球绿色低碳转型进程不断加快的背景下，绿色低碳技术的竞争已超越科技与产业范畴，日益成为贸易政策制定和外交战略布局的重要组成部分。部分发达经济体将绿色转型纳入其国家竞争战略，通过贸易保护措施，提升其在未来绿色产业格局中的主导权。这类单边措施改变了全球绿色技术扩散的路径，一定程度上加剧了全球尤其是广大南方国家绿色低碳技术创新与市场准入的不均衡局面。

关税措施是主要发达经济体调控绿色技术产品跨境流动、塑造绿色产业竞争格局的重要政策工具。美国以应对“不公平贸易行为”为由，先后对我国出口的电动汽车、太阳能电池及关键电池材料等绿色核心产品加征高额关税。除关税手段外，反倾销与反补贴调查亦被广泛运用于绿色低碳产业。2023年，欧盟对我国产电动乘用车展开反补贴调查，并于2024年裁定对部分出口企业征收最高达35.3%的反补贴税。这表明绿色政策工具与传统贸易保护措施加速融合，全球绿色技术与市场竞争呈加剧态势。

此外，发达经济体还通过本地含量条款构建绿色产业链的内向型保护结构。美国《通胀削减法案》（IRA）将清洁能源财政激励与原产地和本地化比例严格绑定，电动汽车税收抵免需满足关键矿物产地、电池与整车组装的本地化要求，可再生能源项目亦需逐年提高国产组件比例。特朗普第二任期政府提出的《大而美法案》（One Big Beautiful Bill Act）更进一步

强化绿色安全审查,引入“外国关注实体”条款,对绿色能源补贴资格设定了严格限制。根据该条款,若项目中涉及外国资本、技术或供应链元素,则不得享受清洁能源税收抵免(包括风电、太阳能、储能、电动汽车相关项目等);明确将含外国因素的投资与产品排除于激励政策之外,标志着绿色产业政策由一般本地化要求转向具有明确原产地限制性质的制度安排。

2 绿色低碳技术创新政策的国际经验

2.1 重塑产业和贸易政策以打造绿色竞争优势

产业政策有助于推动低碳技术的“学习曲线”效应和加速创新扩散,将绿色低碳技术的创新外部性逐步内化^[19]。在全球低碳转型的背景下,各国正重新审视产业政策在推动绿色低碳技术创新和提升产业竞争力中的作用。过去几十年,市场导向的政策框架主导了全球经济发展,政府干预被视为次要手段。然而,面对气候变化挑战、地缘政治竞争,以及供应链安全问题,主要发达经济体正在重新强化产业政策,突出政策干预在资源有效配置中的重要性,以确保在绿色经济转型中占据先机。

新一代产业政策主要具备3个特征:①通过对特定部门进行创新研发支持与技术扩散,以促进技术进步和知识积累。②通过标准制定与激励机制克服市场失灵对新兴技术的阻碍,包括缺乏利基市场、供应链分散及外部性等问题。③产业政策逐步融入国家发展总体战略框架内,着眼于创造比较优势。

与此同时,贸易政策与产业政策之间的互动关系日益紧密。在当前技术与市场竞争日益激烈的背景下,一些国家日益倾向于通过关税、配额限制、补贴歧视和绿色认证壁垒等手段,实施绿色低碳技术领域的贸易保护主义。但这类政策将显著抬升全球清洁技术供应链的成本。有研究表明,如果对太阳能光伏组件征收100%的进口关税,将几乎抵消过去5年因技术

进步带来的成本下降^[20]。

2.2 通过战略引导和系统布局构建绿色低碳技术创新生态

主要发达经济体通过科技政策工具的设计,解决低碳技术创新中目标模糊、投入不足、机制不畅、环境缺失、成果转化困难等问题,形成从目标指向到资源引导再到动态优化的政策保障。从战略布局看,各主要发达经济体基于各自国情和资源禀赋,既有战略目标的相同性,也有战术安排的差异性。在技术布局上,美国以形成具有全球竞争壁垒的前沿技术体系为目标,聚焦绿色低碳领域颠覆性和变革性技术等领域,构建全球技术优势,持续在下一代核电、可控核聚变、人工智能+能源等尖端领域布局。欧盟侧重可再生能源(如风电、光伏)、氢能、碳管理等技术的协同发展,通过区域政策协调成员国资源,推动跨国合作。日本受资源储量与市场规模限制,技术布局突出能源安全优先与技术精细化,推动海上风电、氢能、工业脱碳、碳管理等领域技术发展。从科技战略和绿色低碳技术创新生态建立看,各主要发达经济体共性明显,均以国家战略力量为引导,以企业为创新主体,以市场为导向,通过深化产学研用合作实现多元主体协同创新,推动高水平科研成果的产出与产业化。

2.3 优化创新环境缓解转型障碍

绿色低碳技术创新面临多种不确定性和风险,发达经济体大多通过多种政策工具组合,营造良好的创新环境。财政补贴与金融支持有效降低了创新成本,激发市场活力,绿色低碳标准和碳市场引导资金投资与技术发展方向,促进低碳经济活动的规模扩张。这些政策工具的协同运用为绿色低碳技术创新提供了肥沃的土壤,加速了绿色低碳技术的开发和应用。以英国为例,短期内以政府干预和政策激励为主,如设立低碳技术研发与示范基金、扩大绿色融资、实行碳定价和推广绿色产品等方式刺激绿色低碳

技术的投资与消费；中长期则逐步向市场机制转型，建立包括碳定价、碳交易、能效监管和国际贸易协定在内的综合政策框架。

2.4 培育绿色消费市场倒逼企业加快绿色低碳技术创新

发达经济体通过供给优化、消费激励与价值观塑造的多维干预，不仅有效塑造了绿色消费市场，也反向激发了绿色低碳技术的研发投入与产品创新。^① **产业政策通过优化供给结构有效拉动绿色消费。**政府推动绿色制造和循环经济发展，支持企业研发节能技术和可回收产品，显著提升绿色低碳产品市场供给。^② **标准体系建设为消费者选择绿色产品提供了关键指引。**绿色标签、生态认证等工具通过透明的环保信息规范市场行为，增强消费者对低碳产品的信任与偏好，引导绿色消费。

2.5 多元化资金支持绿色低碳初创企业

主要发达经济体通过多元化资金支持策略，降低绿色初创企业的融资壁垒，并推动绿色低碳技术的快速商业化。^① **政府通过财政资金与股权工具介入初创企业融资，在强化监管约束下缓解其早期创新与商业化阶段的资金瓶颈。**政府提供直接资金支持，如拨款、贷款和贷款担保，以缓解初创企业在研发和早期市场推广阶段的资金压力。政府还通过股权投资等方式直接参与初创企业成长。例如，欧洲投资银行与欧洲突破能源风险投资基金的合作，为清洁能源技术初创企业提供了适应长周期、高资本密集型项目的资金支持。同时，严格监管资金使用，确保投资的经济和社会回报。^② **政府依托孵化器、加速器和风险投资基金等中介机构，提高资金配置效率。**这些机构具备专业筛选和培育能力，能够帮助初创企业完善商业模式，并为其匹配适合的资金来源。

总体来看，主要发达经济体在推动绿色低碳技术创新过程中呈现出一些共性特征。但各经济体之间也展现出明显的异质性，主要体现在政策侧重点和实施

路径等方面。欧盟更强调以法规引导与市场机制为核心，通过统一规则与资金平台支持多国协同推进绿色技术扩散与低碳转型；美国则以科技政策和产业政策双轮驱动，聚焦形成全球领先的前沿低碳技术体系，同时叠加本地化保护条款强化产业链安全；英国在“脱欧”后展现出更高的政策自主性，强调“技术中立”，鼓励多路径探索，注重引导私营资本参与绿色创新；日本则强调政府与企业、研究机构之间的紧密协作，采用“政产学研”协同推进机制，在政策实践中更注重能源效率与技术精细化发展。这种多样化路径不仅反映了不同国家在资源禀赋、治理模式与市场结构方面的差异，还为我国绿色低碳技术政策设计提供了更具针对性的比较参照与多元启示。

3 我国开展绿色低碳技术创新的优势及面临的挑战

3.1 优势

我国在绿色创新领域的显著优势体现在超大规模市场、强劲经济增长潜力，以及强大的组织和工程技术能力三大方面。^① 作为全球最大的低碳产品消费市场，我国为绿色低碳技术提供了广阔的应用场景和规模化推广平台。庞大的市场容量为绿色低碳技术的快速迭代和成本下降提供了良性循环的基础。^② 我国经济增长潜力依然强劲，为绿色低碳创新活动提供了充足的资金支持和资源保障。^③ 我国在大规模工程项目实施中展现出强大的组织和工程技术能力。高效的决策机制、完善的供应链网络和成熟的工程管理体系，结合区域性产业集群的优势，为绿色低碳技术的研发和大规模应用提供了强有力的支撑。这些优势共同构成了我国绿色低碳技术创新的坚实基础。

3.2 挑战

尽管我国在绿色低碳技术创新方面取得了显著进展，但仍面临多方面挑战。^① **绿色产业政策支持结构有待优化。**现有绿色产业政策倾向于支持已经规模化

的产业,对新兴绿色低碳技术的支持力度相对较弱。同时,低效补贴问题较为突出,不同地区的产业政策在公平性和一致性上存在差距。② 绿色创新融资渠道有待畅通。我国的绿色金融体系尚未完全成熟,中小企业在绿色技术创新方面的融资渠道相对有限,风险投资对新兴绿色低碳技术的融资支持力度不足,碳市场作为引导绿色低碳技术创新资源配置的有力工具,仍需进一步完善。③ 绿色消费需求亟待释放。消费习惯,以及绿色产品的相对高成本,使得绿色消费市场难以规模化发展。现有的政策激励措施更多集中于生产侧,直接针对消费者的激励手段不足。④ 绿色低碳技术创新环境有待优化。高水平跨学科人才短缺,导致基础研究与技术开发衔接不畅。同时,政策稳定性不足,市场需求尚未充分释放,削弱了企业投资创新的积极性。⑤ 绿色低碳技术的科技创新与产业创新融合机制尚不完善。⑥ 绿色单边措施和贸易壁垒的增多,限制了前沿绿色低碳技术的国际合作,抬升了我国绿色产品的出口成本。

4 关于完善我国绿色低碳技术创新政策的建议

(1) 调整新一轮绿色产业政策着力点。① 制定以创新为导向的新一轮绿色产业政策。避免盲目扩大产能,确保有限的财政资源更多地流向绿色低碳技术创新。② 建立绿色低碳产业和技术公共信息监测平台。适时发布产能利用、市场供需,以及技术投资和应用等方面的数据和信息。③ 开展绿色低碳技术分类。技术分类的标准要兼顾减排效益、成本、产业带动能力等方面,并根据分类标准开展定期评估,设定技术目录调整和退出机制,并将技术分类与补贴、融资等政策衔接。④ 加强政府采购对绿色低碳产品的支持。推动政府、事业单位等公共部门优先采购绿色低碳技术和产品。

(2) 强化科技创新与产业创新融合。① 增加高质

量科技供给以加快形成新质生产力。强化国家战略科技力量在核心技术攻关中的基础性和引领性功能,通过创新机制组建产学研用深度融合的新型研发组织实体,集中优势资源攻克一批制约绿色转型的关键核心技术与“卡脖子”环节,加速培育具有显著减碳效益和增长韧性的新兴产业。② 强化国家重大专项引领,战略性部署面向未来产业的颠覆性低碳技术,抢占科技制高点。例如,清洁氢能制备与应用、先进核电系统、核聚变、下一代动力电池、超低排放冶金技术、低能耗碳捕集与高效碳利用等技术。③ 在体制机制上畅通科技成果转化渠道。在科技创新成果转化孵化的关键环节精准发力,强化企业产业技术创新主体地位并引导各地因地制宜、统筹布局概念验证中心、小试中试平台、应用场景基地建设,畅通创新要素流动渠道,推动新兴绿色低碳技术从实验室到市场的快速规模化。

(3) 加强多元资金治理。① 建立以碳减排量为标准的绿色低碳技术创新融资政策体系。通过引导多元资金,包括银行贷款、股权投资、绿色债券等,形成多层次、多渠道的绿色金融体系,满足不同类型、不同阶段的绿色低碳创新项目的融资需求。② 强化风险投资对绿色低碳技术原始创新和颠覆性创新的支持作用。建立以风险投资为主体,以股票市场为支撑的金融服务体系。③ 强化碳市场和减排规制收入对绿色低碳技术创新的定向支持作用。将碳交易市场收入和其他碳减排规制性政策的罚没收入,以竞争性补贴的形式支持绿色低碳技术创新。

(4) 推动绿色低碳消费需求的释放。① 完善绿色低碳消费激励政策体系。通过税收优惠、直接补贴、绿色信贷等方式降低消费者购买绿色产品的初期成本,提高绿色消费的可及性。② 加强绿色产品认证和信息透明化建设。推进绿色低碳产品标签认证制度,强化对绿色低碳产品的质量监督与信息披露,增强消费者对绿色低碳产品的信任,提升购买意愿。③ 提高

绿色低碳产品的市场竞争力。通过技术创新和成本优化,提升绿色低碳产品在性能、价格等方面的竞争优势,使其能够与传统产品形成有效替代,从而实现绿色低碳消费市场的规模化发展。

(5) 深化绿色技术国际合作与全球治理参与。

① 统筹协调产业发展战略与贸易政策。提升我国在绿色技术相关国际规则制定中的参与度和影响力,积极推动建设公平、透明、包容的全球绿色贸易体系。

② 深化国际创新协作与人才交流,提升全球绿色治理话语权。围绕关键低碳技术的标准制定、联合研发和成果转化等关键环节,拓展多边与双边合作渠道,鼓励国内外能源企业、高校、科研机构与行业组织形成技术创新联合体,支持、吸引世界各国优秀人才来我国从事绿色低碳科学研究和交流合作。切实增强我国在全球绿色创新治理体系中的话语权与制度影响力。③ 提升绿色转型安全性与战略韧性。面对当前全球资源安全形势与供应链重构趋势,应加强在关键材料与核心技术装备方面的国际协作与储备能力建设,以提升我国绿色低碳技术创新体系的外部稳定性与抵御风险能力,增强在全球绿色转型进程中的战略主动性和制度韧性。

参考文献

- 1 Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al. The environment and directed technical change. *American Economic Review*, 2012, 102(1): 131-166.
- 2 Burgess M G, Van Boven L, Wagner G, et al. Supply, demand and polarization challenges facing US climate policies. *Nature Climate Change*, 2024, 14(2): 134-142.
- 3 Fink A L, Holt M, Kuiken T, et al. Trump Administration Initial FY2026 Energy and Water Appropriations Request: In Brief. (2025-06-09)[2025-06-26]. <https://www.congress.gov/crs-product/R48551>.
- 4 European Commission. What is the Innovation Fund?. (2020-2030)[2025-06-26]. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en.
- 5 Ministry of Economy, Trade and Industry. Green Innovation Fund (2021). [2025-06-26]. https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/global_warming/gifund/index.html.
- 6 UK Department for Energy Security and Net Zero & Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Net-Zero Innovation Portfolio (2021-03-03)[2025-06-26]. <https://www.gov.uk/government/collections/net-zero-innovation-portfolio>.
- 7 European Investment Fund. EIF for SMEs. (2024-03-01)[2025-06-26]. https://www.eif.org/EIF_for/sme_finance/index.htm.
- 8 Ministry of Economy, Trade and Industry. Japan Climate Transition Bond Framework. (2023-11-30) [2025-06-26]. https://www.meti.go.jp/english/policy/energy_environment/transition_finance/index.html.
- 9 European Investment Bank, CommissionEuropean. Breakthrough Energy Ventures-Europe (BEV-E). (2019-05-30) [2025-06-26]. <https://www.eib.org/en/products/equity/funds/breakthrough-energy-ventures-europe>.
- 10 万攀兵, 杨冕, 陈林. 环境技术标准何以影响中国制造业绿色转型——基于技术改造的视角. *中国工业经济*, 2021, (9): 118-136.
Wan P B, Yang M, Chen L. How do environmental technology standards affect the green transition of China's manufacturing industry—A perspective from technological transformation. *China Industrial Economics*, 2021, (9): 118-136. (in Chinese)
- 11 Xu L, Yang L L, Li D, et al. Asymmetric effects of heterogeneous environmental standards on green technology innovation: Evidence from China. *Energy Economics*, 2023, 117: 106479.
- 12 CommissionEuropean. Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR). (2024-07-18) [2025-06-26]. https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/ecodesign-sustainable-products-regulation_en.
- 13 International Energy Agency. Top Runner Programme—Policies. [2025-06-26]. https://www.iea.org/policies/1945-fund_en.

- top-runner-programme.
- 14 California Air Resources Board. CARB updates the Low Carbon Fuel Standard. (2024-11-08) [2025-06-26]. <https://ww2.arb.ca.gov/news/carb-updates-low-carbon-fuel-standard-increase-access-cleaner-fuels-and-zero-emission>.
- 15 Zhu J M, Fan Y C, Deng X H, et al. Low-carbon innovation induced by emissions trading in China. *Nature Communications*, 2019, 10(1): 4088.
- 16 Calel R, Dechezleprêtre A. Environmental policy and directed technological change: Evidence from the European carbon market. *Review of Economics and Statistics*, 2016, 98 (1): 173-191.
- 17 Teixidó J, Verde S F, Nicolli F. The impact of the EU Emissions Trading System on low-carbon technological change: The empirical evidence. *Ecological Economics*, 2019, 164: 106347.
- 18 California Climate Investments & California Air Resources Board. California Cap-and-Trade Program. (2013-11-01) [2025-06-26]. <https://www.caclimateinvestments.ca.gov>.
- 19 Malhotra A, Schmidt T S. Accelerating low-carbon innovation. *Joule*, 2020, 4(11): 2259-2267.
- 20 International Energy Agency (IEA). *Energy Technology Perspectives 2024*. [2025-06-26]. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>.

Practices, experiences, and insights from major developed economies on green and low-carbon technology innovation policies

GU Baihe^{1,2} WANG Hongqian² SUN Yuling^{3,4*} CHEN Dan³

(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3 National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

4 School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract The transition toward green and low-carbon development has become a significant global trend for future growth. This study focuses on policy frameworks that support innovation in green and low-carbon technologies. It reviews the practices of major developed economies, such as the United States, the European Union, the United Kingdom, and Japan in this field, and synthesizes their experiences across key dimensions such as industrial policy, innovation actors, innovation ecosystems, funding mechanisms, and international cooperation. Drawing on these insights, and taking into account China's unique advantages and challenges in green and low-carbon technological innovation, the paper offers policy recommendations aimed at enhancing and optimizing China's innovation policies in this domain.

Keywords green and low-carbon transformation, technological innovation, new quality productive forces, international experience, policy recommendations

顾佰和 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员, 中国科学院青年创新促进会会员。主要从事能源低碳转型战略与路径、气候变化政策分析、全球气候治理等方面的研究。E-mail: gubaihe@casisd.cn

GU Baihe Associate professor at the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CAS), member of the Council of Youth Innovation Promotion Association of CAS (YIPA-CAS). He is mainly engaged in research on energy low-carbon transition strategy and pathway, climate policy analysis, and global climate governance. E-mail: gubaihe@casisd.cn

孙玉玲 中国科学院文献情报中心研究馆员, 中国科学院青年创新促进会会员。主要从事生态文明与绿色低碳战略情报、科技情报, 以及情报理论与方法等研究。E-mail: sunyl@mail.las.ac.cn

SUN Yuling Professor at the National Science Library, Chinese Academy of Sciences (CAS), member of the Council of Youth Innovation Promotion Association of CAS (YIPA-CAS). She is mainly engaged in research on ecological civilization and green low-carbon strategy intelligence, technological intelligence, as well as intelligence theory and methods. E-mail: sunyl@mail.las.ac.cn

■ 责任编辑: 岳凌生

*Corresponding author