



中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

环境与气候可持续投资 创新机制



2024

转发是最大的支持

欢迎转发、扩散



扫二维码或搜 zjgyzk 关注公众号

加入微信群，免费获取报告

群内每周会分享最新宏观报告或会议实录

声明：报告归原作者所有，仅分发供做学习参考

环境与气候可持续投资创新机制专题政策研究



中国环境与发展国际合作委员会
专题政策研究报告

绿色金融新范式：
更好发挥资本市场枢纽功能

中国环境与发展国际合作委员会 2024 年年会

2024 年 10 月

专题政策研究项目组成员

中外组长*:

彭文生	中方组长，中金研究院院长，中金公司研究部负责人
Manish Bapna	外方组长，自然资源保护协会（NRDC）主席兼 CEO

协调员:

陈济	中金研究院执行总经理
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

中外成员*:

谢超	中金研究院董事总经理
赵扬	中金研究院董事总经理
王子叶	中金研究院研究员
吴云杰	中金研究院研究员
熊家昕	中金研究院研究员
蒋姝睿	中金研究院研究员
李彤玥	中金研究院研究员
刘均伟	中金公司研究部量化与 ESG 首席分析师
周子彭	中金研究院执行总经理
吴琪	自然资源保护协会（NRDC）中国环境法与治理项目主任
云祉婷	自然资源保护协会（NRDC）中国气候金融项目主管

支持专家:

陈超	中国投资有限责任公司研究院院长
吴竺	中美绿色基金合伙人、首席投资官
田轩	清华大学五道口金融学院副院长、金融学讲席教授
吴夏	中金资本董事总经理、北京科创基金总经理
刘蔚	中证指数公司副总经理
郭沛源	中国责任投资论坛（China SIF）理事长、商道融绿董事长
王遥	中央财经大学绿色金融国际研究院院长
曹莉	博鳌亚洲论坛研究院副院长
张俊杰	昆山杜克大学可持续投资研究中心主任

Alfonso Pating	自然资源保护协会（NRDC）全球金融监管分析师
Amit Bando	CERES 首席经济学家、公正包容经济高级顾问
John Ganzi	阿姆斯特丹大学教授兼气候变化风险管理研究所常务董事

* 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，亦不代表国合会观点。中金研究院实习生张嘉怡、张菀芯对本文亦有贡献。

术语表

AI	Artificial Intelligence	人工智能
ALK	Alkaline Electrolysis	碱性电解水法
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage	碳捕集、利用与封存
CPI	Climate Policy Initiative	气候政策倡议组织
CVC	Corporate Venture Capital	企业系风投
ESG	Environmental, Social and Governance	环境、社会和公司治理
ESMA	European Securities and Markets Authority	欧洲证券与市场管理局
EU-ETS	European Union Emission Trading Scheme	欧洲碳排放交易体系
GP	General Partner	普通合伙人
GPU	Graphic Processing Unit	图形处理器
GW	Gigawa	吉瓦
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	联合国政府间气候变化专门委员会
IPO	Initial Public Offering	首次公开募股
IRR	Internal Rate of Return	内部回报率
IVC	Independent Venture Capital	独立风投公司
LBO	Leveraged Buyout	杠杆收购
LP	Limited Partner	有限合伙人
NEC	Nippon Electronic Company	日本电气株式会社
OCC	Office of Comptroller of Currency	美国货币监理署
PC	Personal Computer	个人计算机
PE	Private Equity	私募股权投资
PLC	Programmable Logic Controller	可编程控制器
RMI	Rocky Mountain Institute	洛基山研究所
SBIC	Small Business Investment Company	小企业投资公司
SBIR	Small Business Innovation Research	小企业创新研究
SoC	System on Chip	嵌入式片上系统
SOEC	Solid Oxide Electrolysis Cell	固体氧化物法
STTR	Small Business Technology Transfer	小企业技术转移计划
VC	Venture Capital	风险投资
VLSI	Very Large Scale Integration	超大规模集成电路

目录

执行摘要	1
一、 引言	5
二、 绿色转型的新任务：突破式技术创新	6
（一）中国着重在供给侧发力推动绿色转型	6
（二）规模化竞争有效助力中国绿色溢价下降	7
（三）中国绿色转型面临突破式创新的新任务	8
三、 绿色金融的新阶段：科技金融属性增强	11
（一）应对双重外部性需要绿色金融兼具双重属性	11
（二）在产能扩张阶段，主要体现为政策性金融属性	12
（三）为绿色技术创新，科技金融属性增强	13
四、 资本市场是绿色金融新阶段的重要抓手	17
（一）资本市场应该发挥重要作用	17
（二）资本市场的独特优势在于生态效应和筛选效应	20
五、 中国资本市场支持绿色技术创新面临的挑战	22
（一）募资端：国内股权市场募资困难问题越发突出	22
（二）投资及管理端：投资日渐低风险化、短期化，管理能力有待提升	23
（三）退出端：股权市场投资有单一化倾向	25
六、 政策建议	27
（一）实体经济政策：创造绿色需求，改善绿色回报	27
（二）股权市场政策：激活耐心资本，打造多样性投资生态	30
参考文献	34

执行摘要

一、 研究背景与意义

经过十几年的发展，中国绿色转型取得了较为亮眼的成就。究其原因，我们认为主要体现在绿色技术和绿色产业作为制造业的两个属性。第一、制造业具有规模经济效应，中国拥有巨大的人口规模和经济总量，具有发展制造业的规模优势；第二、化石能源是资源禀赋，带有一定的自然垄断属性，而制造业是充分竞争行业，即使技术创新形成的市场势力也难以持续，从化石能源转向清洁能源意味经济活动的竞争程度增加。规模优势和充分竞争结合提升了经济活动的效率，促使了中国的绿色产业的快速发展，在全球处于领先地位。中国所积累的绿色产能和低成本绿色制造业，有利于全球绿色转型，是推动全球绿色转型的重要力量。

然而，主要依靠现有成熟技术产业的产能扩张，推动绿色转型的挑战将越来越大。我们认为，主要有三个方面的原因：一是随着中国碳达峰任务即将完成，碳中和将成为绿色转型的主要目标，而实现碳中和需要依靠仍处在开发中的新兴技术；二是随着绿色产业对土地资源需求的扩张，土地的规模不经济对发挥规模经济优势的制约作用将越来越大；三是全球各国在新的地缘政治格局下，更加强调安全而非经济效率，保护主义和全球市场的碎片化或将限制中国绿色产业发挥规模效应。

在新的形势下，绿色转型需要更多依靠突破式创新，服务于绿色转型的绿色金融体系也需要作出相应调整。绿色技术创新面临技术创新带来的正外部性，即创新活动和减碳活动都会给全社会带来额外利益，但这些利益并没有在市场交易中得到相应的补偿，换句话说，市场机制无法充分激励企业进行绿色技术创新。只有通过实施有效的政策手段才能纠正市场失灵，使得金融资源流入绿色技术创新领域。上一阶段的绿色转型以产能扩张为主线，对渐进式创新的需求更强，中国的绿色金融主要体现为政策性金融属性，纠正市场失灵的绿色金融政策主要围绕债权融资设计和实施。绿色金融新阶段，支持突破式创新应该主要依靠资本市场，股权投资和融资是创新金融的关键。

那么，具体而言，绿色金融新阶段应该如何更好地支持绿色技术的突破式创新？对这一问题的探讨，有助于中国持续推动绿色转型，有效实现双碳目标，更对中国经济高质量发展、构建与新质生产力相适应的金融体系具有重要意义。

二、 研究重点

为什么资本市场在绿色金融新阶段应该发挥更重要的作用？中国绿色金融体系在发展的初期阶段，得益于在明确的发展路径上通过《指导目录》等政策工具明晰支持产业边界、实施精准的资金支持策略，绿色债权融资规模实现了稳健的成长和逐步壮大。但是银行信贷、绿色债券等债权融资风险偏好较低，与突破式创新高不确定性的特征并不匹配。而资本市场具有较高的风险承受能力，对于投资回报周期也展现出更强的耐心。同时，资本市场属于分散化的投融资体系，投资者的分散决策及投资行为使得资本市场能够对不同领域、不同技术路线的创新活动均提供资金支持，有助于构建不同领域相互促进、不同技术路线相互竞争的创新生态体系。这意味着资本市场对科技创新的融资模式具备很强的包容性，与技术路线存在较高不确定性的绿色科技创新活动十分契合。

资本市场对于突破式创新的独特优势在哪？资本市场促进突破式创新还存在两个独特优势：生态效应和筛选效应。其中，生态效应是指分散决策的资本市场能够为各个领域均提供资金支持。与财政、

银行主导的科技融资模式相比，资本市场由风险偏好及投资偏好各异、知识体系不同的众多投资者构成，属于分散决策的投融资体系，即使部分投资者排斥对某些领域进行投资，也仍会有其他投资者看好这些领域而进行投资，因而资本市场更有能力为各个领域均提供资金支持，更有助于形成有利于突破式创新发展的创新生态体系。筛选效应则是指资本市场更有能力“押中”最终成功的技术路线。一方面，资本市场属于分散决策的投融资体系，由风险偏好、投资偏好、知识体系各异的众多投资者构成，这意味着资本市场能够为各条技术路线均提供资金支持；另一方面，资本市场中众多的投资者恰恰也是现实中的消费者，众多投资者作为消费者的良好代表，其对特定技术路线的认可很大程度上反映了消费者对该技术及其产品的认可，这提升了资本市场“押中”最终成功技术路线的概率。

中国资本市场支持绿色科技创新面临哪些挑战？ 当前中国股权市场与股票市场均存在一些现实问题，限制了其对于绿色领域突破式创新的促进作用。股权市场方面，当前国内股权市场面临募资困难问题，其中绿色领域面临的募资压力更大，此外，当前产业引导基金等股权投资者对绿色领域投资存在偏好中后期成熟项目、投资期限短等问题，不利于支持绿色领域高风险、期限长的突破式创新活动。股票市场是股权投资的退出端，风投等股权投资者更愿意支持绿色领域的成熟企业，而主动减少对从事突破式创新活动的绿色领域中小企业的投资，这不利于促进绿色领域技术的持续突破式创新。

政府在绿色金融新阶段应该发挥什么样的作用？ 正因为绿色技术创新具有不确定性，我们认为需要构建一个既能够提供“长期的稳定预期”又具备“技术包容性”的政策框架，以支持绿色技术创新的发展。这样的政策体系应当能够，首先，创造远期增长预期，降低创新风险，激励企业和研究机构投入绿色技术的研发与应用，使被投资赛道拥有长期收益预期，从而实现环境效益与经济效益的双赢；同时，还应该尊重科学的自主性和创造性，给予创新企业或团队足够的空间自由发展，包容技术路线的多元性，并由广大社会群体完成最优技术的筛选过程。

三、 主要政策建议

要推动绿色技术的突破式创新，需要解决绿色技术创新的双重外部性问题，为此，我们认为绿色金融体系需要从两个方面进行改进。在实体经济层面，支持绿色技术创新的实体经济政策需要以“技术中性”为基础，即从过去以选择具体技术为核心转向技术中性的政策体系，为充分发挥资本市场生态和筛选效应奠定基础。在资本市场层面，需要加速建设和完善资本市场，充分发挥好资本市场枢纽功能以便更有效地支撑绿色技术创新的紧迫需求。

（一）实体经济政策：创造绿色需求，改善绿色回报

一是在绿色采购的竞标机制中，采用“量化降碳绩效”的模式而非“采购清单”模式。可以强化绿色采购在绿色转型中的作用。当前中国的绿色采购制度是以政府采购清单的模式为核心，推动不确定性较大的突破式创新难度较大。一种更直接的方式可能是“量化降碳绩效”模式。在这样的模式下，首先，需要考虑明确绿色产品需要达到的量化减排目标和性能标准，为产品供应商及相关投资者提供明确的指导和稳定预期。其次，需要鼓励采用竞争性招标机制，不断选择和支持最优绿色技术。三是为突破性技术提供额外采购价格优惠，促进生产商的不断创新并激励长期投资，例如对具有碳捕获和利用、碳矿化或其他技术突破的投标报价给予更多的采购折扣，促进生产商不断创新低碳解决方案。

二是建立与金融市场衔接的绿色绩效拍卖基金。为解决绿色转型中的外部性与规模约束问题，可以从供给侧入手，将政府的激励措施与金融市场的定价能力及私营部门的灵活性、创新性结合起来。绿色拍卖基金由公共资本注资成立，其运行可以分为三个阶段。第一阶段，绿色拍卖基金向社会公告，

说明当期支持绿色转型的项目资金额和年限。第二阶段，基金接受企业就减排量和资金需求提交的竞价申请，依据各企业的竞价，基金将为最具竞争力的绿色转型项目提供碳减排量（或绿色技术的等价碳减排量）购买承诺，但此阶段不预先支付资金。第三阶段，拍卖获胜企业在规定期限内完成绿色转型项目后，基金将根据企业实际产生的碳减排量或绿色技术的等价碳减排量，按照承诺支付竞标企业的资金。如果碳市场价格超过基金承诺的购买价格，企业也可保留在其他市场出售碳减排量的权利。建立结果导向型的绿色拍卖基金，有助于绿色转型与金融市场建立起激励相容的关系，扩大金融市场在绿色转型中的参与度，并确保公共资金使用效果，还可以针对性的克服诸如规模约束等难题。

三是补贴绿色技术创新生态，支持绿色技术孵化/加速项目，培养绿色技术经理人队伍，完善绿色技术创新服务体系。除了针对基础研发激励和商业化阶段需求市场补贴以外，财政尤其需要助力技术在示范阶段的市场应用，推动市场检验相关技术路径是否具备商业化落地的潜力。应该从补贴绿色技术，向补贴绿色技术创新生态转变。首先，引导资金投向绿色技术相关的加速器和孵化器等。其次，加快绿色技术转移转化专业人才培养，培养国内绿色技术经理人，逐步建立和完善绿色技术转移服务体系。

四是推动碳市场建设的“两个加速”，降低创新技术的绿色溢价。首先，要通过完善碳排放核算体系等碳市场基础设施建设等手段，加速碳市场扩容，创造更多行业的减排技术需求。其次，加速建立碳配额的竞价机制，逐步推动碳价提升，并用碳配额拍卖收入支持绿色技术创新。目前中国碳市场整体配额仍然为免费分配，借鉴欧盟的经验，可以通过碳配额竞价机制，逐步扩大碳配额的有偿分配比例和行业覆盖范围，此外，我们还可以借鉴其他发达经济体的成熟做法，利用碳市场收益设立专项创新基金，进一步加大对国内绿色科技项目的投资力度。

（二）资本市场政策：激活耐心资本，打造多样性投资生态

五是在资金募集上探索银行资金支持股权市场发展的可行路径，引导富裕家庭资金、养老金等长线资金入市。首先，基于中国金融资源大多数掌握在银行体系的客观现实，探索有序、适度引导银行资源通过资本市场支持绿色领域突破式创新的新路径。银行系统的支持资本市场和突破式创新时，需审慎平衡创新收益与金融风险，具体而言有两种方式，一是限制银行参与股权市场的规模，二是引导银行更多参与到风险相对较低的股权市场中后期投资（例如并购投资）中来。实践中可以以绿色领域股权投资为试点，一方面逐步探索银行参与绿色领域股权投资的合适规模，另一方面则鼓励银行更多参与到绿色领域股权并购中来，提升绿色领域股权投资活跃度。其次，从静态财富效应和动态财富效应入手，引导富裕群体资本和养老金等长线资金入市。解决中国股权市场募资困难的关键在于吸引富裕家庭资金、养老金等长线资金入市，这类资金不仅规模大，而且风险偏好高、投资期限长，更适合支持突破式创新。具体而言，对于富裕家庭，需积极发展私人银行等财富管理业务，同时以绿色领域捐赠抵免为试点，探索以“遗产税+捐赠抵免”的方式引导富裕家庭储蓄转化为股权市场长线资金；对于养老金，则需构建一个繁荣的股票市场以畅通风投退出渠道、提升风投投资回报率，进而吸引养老金增加对股权市场及绿色产业的投资。

六是在资金管理上优化产业引导基金考核方式，设立绿色风投计划，重视优秀外资风投和 CVC 的积极作用。首先，为提升产业引导基金在绿色技术创新中的作用，需明确其推动创新的定位，优化考核机制，尊重市场化管理人的专业能力，并建立合理责任判定机制，避免因过度追责而压低产业引导基金风险偏好。同时，建议增加国家级基金占比，以绿色技术领域为试点探索设立跨区域一体化基金，

解决因返投所造成的市场分割问题。其次，创设绿色风投计划，效仿美国 SBIC 模式，设立中央绿色担保基金，为专注于绿色领域股权投资的市场化基金提供融资担保，既能降低政府出资的不确定性、减少政府对市场化 GP 的投资干预，也能为市场化 GP 提供更多可投资资金，从而更好支持绿色领域技术的突破式创新。再次，加大金融对外开放力度，吸引优质外资 GP 进入中国绿色领域股权市场，募资困难这对提升国内股权市场投后管理能力却大有裨益。最后，优化反垄断理念，对大型企业 CVC 的监管应从结构主义转向行为主义，即关注其资本扩张行为是否介入了不可竞争性业务，而非简单因其规模扩张便认为其构成垄断，鼓励绿色领域头部企业通过 CVC 等方式增加股权投资规模，进而更好地促进绿色技术领域的突破式创新。

七是在退出渠道上为绿色企业创建更好的 IPO 退出环境，畅通并购等多元化机制。首先，可以考虑支持、鼓励绿色领域进行突破式创新的优质未盈利企业上市机会，这是提升绿色领域股权投资吸引力的必要前提。其次，可以探索逐步鼓励绿色领域上市公司通过并购整合产业链资源、提升经营效率，同时鼓励内资及外资头部股权投资机构设立并购基金，畅通风投等股权投资利用并购进行退出的渠道。最后，可以推动交易所市场化改革，发挥交易所的信息优势，给予其自主修改上市标准以满足企业融资需求和投资者投资需求的空间，自下而上地提升退出渠道的包容性。

关键词：绿色科技创新、资本市场、IPO、引导基金、创新生态

一、引言

中国绿色转型取得的成就，一定程度上体现了规模经济与市场竞争在绿色转型中所发挥的持续降低新能源成本的作用。然而，主要依靠现有成熟技术产业的产能扩张，推动绿色转型的挑战将越来越大。我们认为，主要有三个方面的原因：一是随着中国碳达峰任务即将完成，碳中和将成为绿色转型的主要目标，而实现碳中和主要依靠技术创新；二是随着绿色产业对土地资源需求的扩张，土地的规模不经济对发挥规模经济优势的制约作用将越来越大；三是全球各国在新的地缘政治格局下，更加强调安全而非经济效率，全球市场的碎片化限制中国绿色产业发挥规模效应。

随着绿色转型的任务发生变化，绿色金融也进入新阶段，即绿色技术的突破式创新。开展突破式创新最大的挑战是技术路线的不确定性。对于金融机构而言，不确定性意味着更大的风险。理论上，以资本市场为基础的直接融资系统对风险的承担能力更强，将不同风险偏好的资本与不同技术的融资需求的匹配效率更高，更适合支持中国绿色转型下一阶段的技术创新活动。因此，问题的关键在于如何推动资本市场更好地发挥枢纽功能，为绿色技术创新的新任务提供有效支撑。

研究中国资本市场如何支撑绿色技术创新至少还在两个层面有其重大意义。**第一，从中国推动高质量发展的层面看，研究金融支持绿色技术创新能够为金融支持新质生产力发展提供重要的实践经验。**中国近期提出的新质生产力概念旨在推动经济结构的优化升级和实现经济高质量发展转型。新质生产力的内涵虽然仍在不断丰富，但其核心特征之一已明确指向推动经济社会可持续发展的能力。第二十届中全会更是将科技创新作为发展新质生产力的关键驱动力，并提出“构建同科技创新相适应的科技金融体制”¹，促进科技与金融深度融合。我们认为这充分说明金融体系向更适应突破式创新的体制转变是中国经济向高质量发展转型的必然要求。**第二，从全球推动绿色转型的层面看，研究中国资本市场支持绿色技术创新能够为发展中国家资本市场提供更切实的实践经验。**一方面，根据国际能源署（IEA）的测算，到 2070 年累计需减少的二氧化碳排放量中，有近 35% 来自于目前尚处于早期阶段的技术，如果不给予合适的金融支持，全球绿色转型将难以完成。²但另一方面，根据 Pitchbook 的数据，全球私募股权市场在气候领域的投资中，气候科技相关的投资仅占十分之一左右，且主要集中在美欧等发达经济体，中国是为数不多在气候技术领域有一定规模投资的发展中国家私募股权市场。而且，中国经验更接近发展中国家的国情，有更直接的借鉴意义。

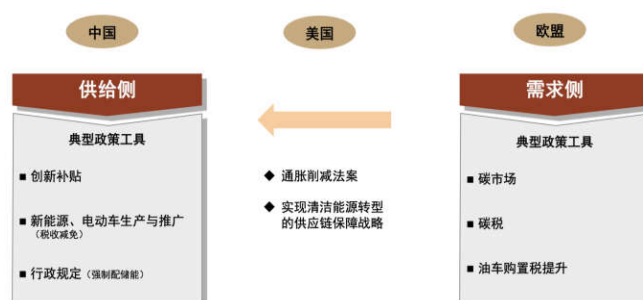
自 2023 年以来，中金研究院与美国自然资源保护协会（NRDC）成立中外联合课题组，在“环境与气候可持续投资创新机制”这一主题下开展专题政策研究。2023 年，课题组聚焦如何推动主权资产所有者通过资本市场参与可持续投资，并引导更多资金流向绿色转型的相关领域。2024 年，我们再次将视角放在了资本市场，但进一步聚焦在了中国绿色转型面临的新任务，即推动突破式创新。具体而言，我们将重点梳理和分析：1）中国绿色金融体系的发展历程，金融支持政策和低碳发展主要矛盾的匹配性；2）厘清绿色技术创新的发展特征和政策支持体系，分析当前金融支持绿色技术创新的具体诉求；3）探讨如何创建一个包容性的金融环境为绿色技术创新提供有效的支持。

二、 绿色转型的新任务：突破式技术创新

中国绿色转型的成就主要归功于两点：首先，中国庞大的人口和经济体量制造业的发展提供了规模上的先天优势，特别是在推广成熟技术时，能够实现规模经济；其次，中国在绿色技术领域的投资并未形成市场垄断，确保了产能增长的同时，市场竞争也保持了活力。这种规模经济的优势为中国绿色产业的低成本生产提供了可能，而市场的竞争又助推了这一优势的实际体现。中国在绿色产能和制造业方面的低成本优势，对全球绿色转型起到了积极推动作用。尽管如此，依赖现有成熟技术的产能扩张来推动绿色转型，未来将面临更多挑战。这主要基于三个原因：首先，随着中国碳达峰目标即将实现，碳中和将成为新的转型目标，而这一目标的实现需要技术创新的支持；其次，随着绿色产业对土地资源需求的增加，土地规模的不经济性可能会成为制约规模经济优势的一个因素；最后，在全球新的地缘政治环境下，各国更注重安全而非单纯的经济效率，这可能导致全球市场的分化，从而影响中国绿色产业规模效应的发挥。

（一）中国着重在供给侧发力推动绿色转型

对于如何实现绿色转型的目标，各国间尤其是大国间的选择并不完全一致（图表 1）。以经济规模相当且减排力度较大的中国与欧盟为例，欧盟主要是从需求侧发力，试图通过碳定价来减少化石能源使用，进而实现 2030 年排放量相比 2005 年下降 43% 的目标。2023 年欧盟将减排目标进一步提升至 62%，与之相应的是欧盟碳价达到了 80-100 欧元/每吨二氧化碳排放的水平，远超中国碳价。³中国则主要从供给侧支持新能源汽车等绿色产业的发展，相关支持措施包括政府采购、购置税减免、动力电池白名单等；对于方兴未艾的储能领域，也有可再生能源配储要求、分时电价机制和电力市场机制等政策激励。美国的转型政策则介于中国和欧盟之间，最初集中于需求侧，现在则逐步引入供给侧政策。



图表 1 公共政策的两条路径

资料来源：中金研究院，《从绿色转型看新质生产力发展：规模经济、产能过剩与国际贸易》，2024 年 5 月

中国和欧洲的不同路径都有利于全球绿色转型，但二者的产业结果却截然不同。中国以光伏和风电为代表的绿电产能快速增长，并带来了中国绿电价格不断下降。2009 至 2021 年中国对上网电价进行补贴，2021 年后由地方政府补贴接棒中央政府补贴。目前，中国部分新能源发电技术已经实现平价上网，没有补贴的发电成本也已低于燃煤。中国新能源汽车的产能也迅速增长，当前比亚迪电动车的年产量已经超过特斯拉，2023 年跃居全球第一。相比之下，欧盟的绿色产业发展滞后，从光伏和风电所衡量的新能源累计装机规模来看，过去十年欧盟从接近中国的两倍到目前仅有中国的一半。虽然

欧盟的碳价抬高了欧洲制造业的成本，提升了对绿色技术的需求，但是传统车企的成功和对传统汽车的市场依赖，也在很大程度上阻碍了欧盟新能源汽车技术的发展和扩散，结果是欧盟的新能源需求与中国和美国的新能源产能相结合，欧盟从中国和美国大量进口新能源产品。

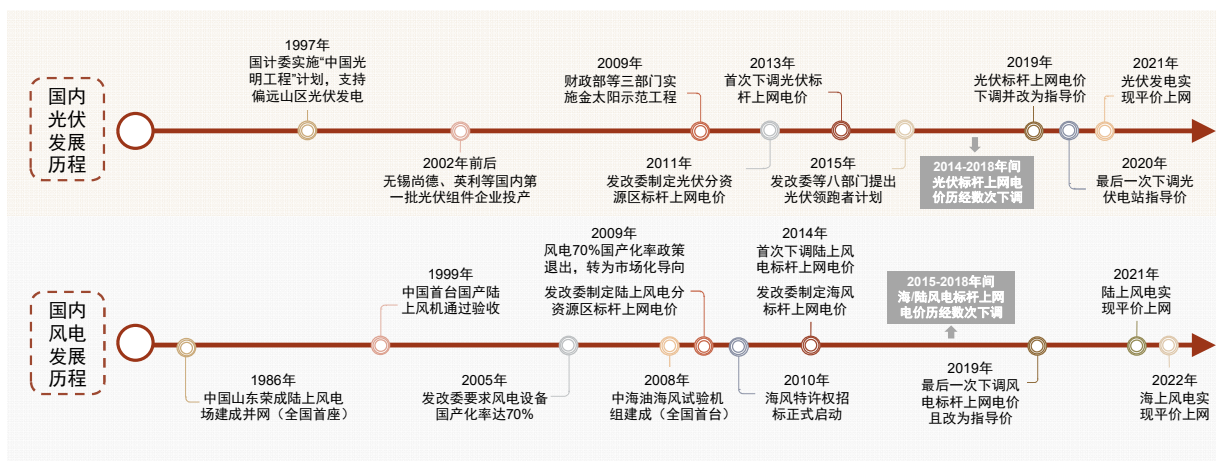
（二）规模经济与市场竞争有效助力中国绿色溢价下降

中国绿色转型的成功，一定程度上体现了规模经济与市场竞争在绿色转型中所发挥的持续降低新能源成本的作用。

1. 绿色规模经济

到目前为止，中国的绿色转型主要依靠的是渐进式创新技术的持续产能扩张。对于成熟技术而言，扩大产能可以有效促进绿色溢价降低，而产能扩张中存在规模经济。规模经济是不少制造业中普遍存在的一种经济现象，即单位产品的成本随着生产和销售规模的扩大而下降。究其原因，通常与制造业的固定资本投入大、要求配套的基础设施有关。同时，制造业发展所伴随的知识积累、人力资本积累和产业集聚具有正外部性，使得生产规模大的企业更多受益于现有经济中积累的正外部性。当绿色经济发展表现为相关制造业的产能扩张时，绿色经济的规模经济效应就比较突出。

中国由于具有巨大的人口规模和经济总量，因此具有发展制造业的规模优势。在上一阶段的绿色转型中，中国充分发挥了绿色制造业产能扩张的规模经济优势。以风电、光伏技术为例，上世纪80年代，二者已经出现主导设计并开始在欧美市场推广，相较而言，中国在技术和市场应用方面均是后者。光伏方面，根据 IEA 测算，在光伏技术引入期研发对促进光伏应用成本下降的贡献超过 60%，但随着晶硅太阳能光伏产品设计定型，产能扩张对降低应用成本贡献了近 50% 的成本降幅⁴。中国于 2009 年开始实施“金太阳”示范工程，并在 2011 年推出标杆上网电价政策。在政策激励下，国内光伏装机量大幅提升，推动了国内光伏产能持续扩张。风电领域也是如此，2005-2009 年间中国国内政府对风电设备提出 70% 的国产化率要求，2009 年起采取风电标杆上网电价政策（图表 2），电装机量迅速增长。2023 年，全国光伏和风电装机容量分别达 6.1 亿千瓦和 4.4 亿千瓦，跃升为中国火电后的第二、第三大电源⁵，全国可再生能源总装机量历史性超过火电装机。锂电池和电动汽车领域，中国也通过渐进式创新和产能扩张享受了规模经济效应。通过对新能源汽车的大量补贴，中国电动汽车产量从 2015 年仅 15 万辆快速增长至 2023 年的 450 万辆，锂电池产能 2023 年据估算超过 2600GWh⁶。



图表 2 中国光伏、风电产业发展历程

资料来源：国际新能源网，国际能源网，青年报，北极星太阳能光伏网，中国能源报，WindEurope，中金研究院

2. 竞争的力量

尽管中国对绿色产业进行了大量的补贴，但是中国的市场仍然是高度竞争性的。在风光电、新能源汽车、储能以及新材料电池等技术领域，中国的绿色投资从未导致市场垄断。这很大程度上基于三个原因。首先，中国的市场规模巨大，可以容纳多家企业并产生激烈竞争。中国的宏观投资总额位居世界各国首位。虽然中国的宏观消费率不及全球大部分国家，但是中国经济总量大，因此截至 2023 年，中国的消费总额仍然高居全球第二，商品消费则居全球第一⁷。巨大的投资和商品消费需求，孕育了巨大的本国商品市场。任何一家企业，其绿色产能都难以实现对国内市场的垄断，这是绿色产业竞争激烈的基础。

其次，中国的地方政府具有强烈的经济增长动机，广泛参与制定绿色转型的产业政策和从事绿色投资，因此中国绿色产业存在一定程度重复投资。带来的结果是，每个行业中存在众多企业，而产品市场的地方垄断基本被打破，因此保持激烈的市场竞争。

第三，中国存在充足的企业家精神和可用的创业资源。经过四十多年改革开放，民营经济在中国经济中发挥重要作用。加上加入 WTO 后二十多年与国际市场和跨国公司的深层次交流合作，中国具有充足的企业家精神和企业家人才。较高的宏观储蓄率和强大的银行体系，使得中国企业家较容易获得资金。上世纪末的高等教育改革带来了大学的扩张，使得中国在过去二十多年积累起了大量受过高等教育的人才，尤其是理工类和经济管理类专业人才，为企业提供了丰富的人力资源。

上述原因使得中国的产能扩张过程伴随着充分的市场竞争。中国的规模经济优势使得中国绿色产业的低成本成为可能；而中国的市场竞争压力则使得中国绿色产业的低成本成为现实。中国所积累的绿色产能和低成本绿色制造业，有利于全球绿色转型，是推动全球绿色转型的重要力量。

（三）中国绿色转型面临突破式创新的新任务

过去十多年，中国能够持续推进绿色转型的主要驱动力是绿色产业的快速发展。然而，主要依靠现有成熟技术产业的产能扩张，推动绿色转型的挑战将越来越大。一方面，在实现碳达峰后，中国的主要任务将转变为碳中和，而实现碳中和的技术目前大多还处在早期阶段。根据 IEA 的研究，全球约 35% 的减排量需要依赖于尚未市场化的新兴技术，如氢能和碳捕集、利用与封存（CCUS）等。⁸相关的新兴产业目前仍然处在引入期，其产品和技术工艺路线尚存较大不确定性，需要经历持续试错过程。另一方面，已处于成长期的绿色产业，虽然主技术路线相对确定，但是也需要持续进行创新升级。例如，风机大型化、光伏组件从 P 型向 N 型技术的转换、以及固态电池和锂硫电池等动力电池技术的多样化发展等，这些进步都凸显了技术创新在现阶段的重要性。

1. 新的绿色转型主线任务需要突破式技术创新

目前，中国绿色转型已经进入到新阶段的发展，表现为新兴绿色技术的初创期和成熟绿色技术的转型升级期并存，相对于上一阶段成熟绿色技术的扩产和规模化应用而言，在新阶段则以突破式创新为核心，因此尤其需重视研发投入。绿色技术创新的必要性来源于当前绿色技术面临技术瓶颈、资源约束、以及实现净零排放的目标约束。

首先，光伏等现有绿色技术面临发展瓶颈，需要突破能效极限。当前光伏市场仍以第一代晶硅 PERC 电池技术为主，单晶硅 PERC 电池量产转换效率达到 23.5%，已经接近理论极限 24.5%⁹。光伏电池的突破式创新存在两大方向：通过材料替换向晶硅 N 型电池升级和第三代钙钛矿技术。得益于光伏产业链上下游的技术突破，2023-2024 两年间光伏电池光电转换效率由 23.2% 提升至 26% 以上，实现了 P 型向 N 型的市场转化，转化效率也已经接近理论极限 29.4%。¹⁰光伏电池的另一创新方向钙钛矿电池的潜力效率更高，最高可超过 50%，远高于晶硅电池的 29%，但是容易发生降解，稳定性差，还需进一步研发。

其次，仅依赖目前广泛市场化应用的清洁能源技术，无法实现净零排放的目标。IEA 预计到 2030

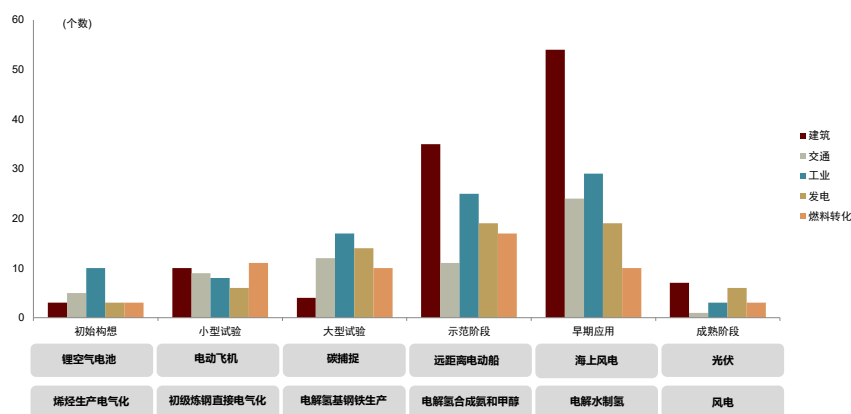
年，大部分碳减排能够通过目前已市场化的技术来实现，但展望 2060 年，大约 40% 的碳减排量需要运用目前开发中的新技术。¹¹特别是在重工业和长途交通运输领域，脱碳进程将主要依赖于电气化、氢能、碳捕集、利用与封存（CCUS）技术以及先进生物燃料。IEA 测算表明为实现碳中和目标，中国需要在 2030 年之后大规模采用这些新技术。

1) CCUS：该技术是唯一能够大量减少工业流程温室气体排放的手段。国际能源署（IEA）指出，如果要在 2070 年实现全球净零排放目标，除能源结构调整之外，工业和运输行业有约 29 亿吨二氧化碳需要利用 CCUS 进行储存和消纳¹²。在中国 2060 年实现碳中和的情景下，CCUS 年减排量约 10.41 亿吨，累积减排贡献为 14.6%¹³。

2) 氢能一方面有助于难减排的钢铁、石化、交运等行业脱碳，另一方面可作为季节性长时储能的载体，进一步提升绿电渗透率。中国氢能联盟预计，2025 年中国氢能产业产值将达到 1 万亿元，上下游产业链年产值达到 12 万亿元，氢能在中国终端能源体系中将占比超过 10%。¹⁴

3) 终端电气化。中国碳中和目标，要求电气化覆盖几乎整个能源系统，直接实现 2020-2060 年间累计减排量的 13%，并能通过提高能效间接减少排放。终端能源消费中的电力占比在 2060 年提高到 70% 以上。¹⁵

上述三类技术方向尚在发展初期，未形成主导技术，仍存在技术路线竞争，各国也在积极从事研究、示范和应用。除上述关键技术以外，仍有大量新兴绿色技术在研发初期，有待创新突破。根据国际能源署 2020 年的统计，处在初始构想、小型试验、大型试验、示范阶段和早期应用的绿色技术数量远远超过目前已经实现成熟应用的绿色技术数量（图表 3）。



图表 3 “ETP 清洁能源技术指引”中当前各阶段清洁能源技术数量（2020 年记录）

资料来源：ETP 清洁能源技术指引数据统计，国际能源署，2020，中金研究院

2. 土地的规模不经济制约新能源产业的规模经济优势

土地作为一种生产要素，往往具有规模不经济的特征。土地具有天然的排他性和竞争性，在生产中不产生规模经济所通常要求的正外部性。更重要地，土地具有异质性，即肥沃程度不同¹⁶和杜能所强调的区位差异¹⁷。土地的异质性导致其规模报酬递减，即扩大生产规模将不可避免使用肥力更差或区位更差的土地，导致单位面积产出下降或单位产品成本上升。这就是土地的规模不经济特性。在土地规模不经济的作用下，空间规模大小不同的经济体，在获取规模经济的能力方面具有不对称性。空间规模大的经济体具有更大的获取规模经济的能力，但随着规模扩大到一定程度，我们认为这种规模优势也将被土地的规模不经济抵消。

绿色转型导致经济对土地需求大幅提升，土地规模不经济特性在绿色转型中更为显著。能源的生产需要土地，单位面积土地所产生的能量功率可衡量不同能源生产的功率密度。由于清洁能源的功率

密度大幅低于化石能源，这意味着绿色转型需要更多的用地进行能源生产。相关研究估计¹，现阶段全球能源生产共占用 0.4%的土地面积¹⁸。即便是对能源需求较大的美国，化石燃料开采业仅约占国土面积的 0.5%¹⁹。有学者估算如果用清洁能源替代现有化石能源，所需土地将至少占到全球土地面积的 2.6%，将是目前的 6 倍以上，几乎与印度的国土面积相当²⁰。同时，清洁能源对地形、光照和风力等自然条件有一定要求。光伏需要光照充足、集中连片的地区。这与粮食生产和保护生物多样性存在用地上的冲突²¹。虽然中国仍有丰富的未利用土地，但 2017 年以来主要的新能源电力装机量几乎都位于农业和建设用地上²²。国际对比来看，中国的清洁能源对林地、湿地、灌木林地等类型的土地也存在较多使用，不利于保护生物多样性²³。为了降低土地的规模不经济，必须更多依赖突破式绿色技术创新来提高。

3. 地缘政治因素限制绿色经济的规模优势

全球各国在新的地缘政治格局下，更加强调安全而非经济效率。由此，世界经济呈现出逆全球化的趋势。美国所推动的制造业回岸和友岸，也强化了业已存在的经贸壁垒。俄乌冲突也加剧了世界经济的逆全球化，一些国家表现出过度强调安全的倾向。

在这样的背景下，中国绿色转型通过财政补贴和政策性信贷而积累起来的绿色产能优势，可能一定程度上存在需求不足的问题。需要指出的是，全球绿色转型所需要的绿色产能远远没有饱和；但是由于地缘政治风险的加剧，中国的绿色产能在对接其他国家的绿色需求时面临各种壁垒和额外的成本。这使得中国绿色产能的扩张受到现实的制约。中国要出口绿色产品，将更加依赖突破式绿色技术创新来确立市场优势地位，而不是基于产能扩张的规模优势和制造业的低成本优势。

¹ 注：所需陆地面积为文章中乐观与悲观情形的均值。当前全部能源包括各类化石和清洁能源，但各自年份存在差别，具体可参考原文。

三、 绿色金融的新阶段：科技金融属性增强

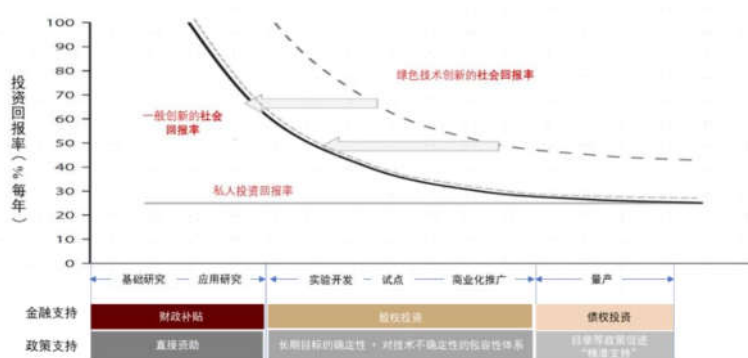
随着绿色转型迎来支持突破式创新这一新任务，服务于绿色转型的绿色金融体系也应作出相应调整。理论上讲，绿色技术创新面临技术创新带来的正外部性，即创新活动和减碳活动都会给全社会带来额外利益，但这些利益并没有在市场交易中得到相应的补偿，换句话说，市场机制无法充分激励企业进行绿色技术创新。只有通过实施有效的政策手段才能纠正市场失灵，使得金融资源流入绿色技术创新领域。上一阶段的绿色转型以产能扩张为主线，对渐进式创新的需求更强，中国的绿色金融主要体现为政策性金融属性，纠正市场失灵的绿色金融政策主要围绕债权融资设计和实施。绿色金融新阶段，支持突破式创新应该主要依靠资本市场，政策干预资本市场本身的空间有限，这意味着绿色金融的科技金融属性增强。

（一）应对双重外部性需要绿色金融兼具双重属性

关于绿色金融的定义，中国央行和联合国环境署（UNEP）在 2015 年联合发布的报告将绿色金融定义为通过多种金融服务“将社会资金引导到环保、节能、清洁能源、清洁交通等绿色产业发展的一系列政策、制度安排和相关的基础设施建设”²⁴，这与 G20 在 2016 年的定义——“能产生环境效益以支持可持续发展的金融活动”²⁵——基本一致。简而言之，绿色金融涵盖了应对气候变化、环境保护和污染防治的各项金融活动安排。

绿色转型有双重外部性，体现在排碳的负外部性和转型过程中的绿色科技创新的正外部性。一方面，碳排放经济活动让私人受益，由此带来的气候变化和空气污染等损害由全体社会承担。这种负外部性使得自由市场形成的商品和服务价格不符合社会利益，体现为化石能源的市场价格太低、消费量太高。另一方面，绿色科技创新有正外部性，绿色技术创新通过促进碳减排对环境产生积极影响，它还在绿色产品与服务的研发设计过程中产生新知识，带来知识溢出效应，进一步推动社会进步。绿色科技创新的正外部性代表着绿色技术创新不仅能为投资者带来经济收益，还能为社会创造难以量化的公共价值。由于私人投资者无法获得这些正外部性的全部收益，他们的投资规模会小于社会最优水平。因此，在外部性逐渐收敛的过程中，即绿色技术创新从基础研究到商业化推广的阶段中，政府需要介入，通过补贴、税收优惠、法规制定等方式建立市场环境，将这双重外部性内部化，纠正市场失灵，吸引更多投资者的参与。

解决碳排放的外部性问题，需要一方面依靠碳市场，把碳排放的社会成本转为使用者成本，促使经济主体降低能耗，从使用化石能源转向使用清洁能源；另一方面，需要产业政策给予特定绿色行业产业支持，引导资金流向绿色领域，推动绿色产业的发展。现实的情况是，中国的碳市场建设尚不完善，活跃度不高，绿色金融主要是依靠以“财政补贴+优惠贷款”的形式，实现了对绿色产业的资源倾斜。由于在此过程中的绿色转型主要以政府为主导，所以绿色金融也是政策性金融。而为**解决创新外部性问题**也需要绿色金融发挥“科技金融的属性”，即构建以资本市场为枢纽的科技金融模式来促进绿色技术突破式创新。而突破式创新具有颠覆性强、发展路径不确定性高、失败风险大的特点，则需要建设包容性的政策体系来指引资本市场对于绿色技术创新的支持。鉴于绿色技术的突破性创新在中国实现碳达峰和碳中和目标中扮演着日益关键的角色，绿色金融的科技特征将逐步得到强化。



图表 4 应对双重外部性，绿色技术领域科技金融需提供全链条支持

资料来源：中金研究院

（二）在产能扩张阶段，主要体现为政策性金融属性

当光伏、风能等产业进入产能扩张阶段，资本开支将加速上升，这意味着与该产业自身发展的其他阶段相比，这一阶段对融资成本更加敏感，或者可以简单理解为“缺资金”时期。如上节所述，中国太阳能电池、风电、新能源车、锂电池等绿色产业过去一个时期是处在这一发展阶段，因此，绿色金融的主要任务就是将更多、更低成本的资金引入这些产业，服务于这些产业的产能扩张。为了实现产能扩张这一确定性产业发展目标，政策自然也应给予资本明确的方向指引。

一种有效的方式是为绿色领域提供财政补贴以快速促进绿色产品广泛应用。中国对新能源汽车行业的财政补贴，旨在降低其成本，提高市场竞争力，从而推动了清洁能源汽车的普及和绿色交通的发展。根据工信部发布的统计数据，从 2010 年政策起步到 2020 年，新能源汽车补贴已经超过 1521 亿元，至少覆盖了 317 万辆汽车²⁶。此外，自 2006 年起，中国就开始对可再生能源发电实行基于固定电价下的补贴政策，鼓励更多的企业和个人采用清洁能源。截至 2021 年初，中央财政已累计拨付可再生能源发电补贴资金超过 6000 亿元²⁷。

此外，还要引导资金流向需要确定资金流向的领域。中国的绿色金融政策在具体实践中主要是通过制定绿色项目分类目录，向金融机构发出明确信号，并按此目录建立激励和约束机制。具体而言，对于绿色信贷，2019 年国家发展改革委等部委联合印发的《绿色产业指导目录（2019 年版）》²⁸将节能环保产业、清洁生产产业、清洁能源产业作为绿色产业的核心内容，也结合国情将燃煤电厂超低排放改造、煤炭的清洁利用、煤炭消费的减量替代、符合国 VI 标准的汽油、柴油产品的生产等项目也纳入了绿色产业中，对绿色信贷投向起到了积极的引导作用。在绿色债券方面，2015 年 12 月，中国人民银行发布《绿色债券支持项目目录》，标志着中国绿色债券市场正式起步。此后，《绿色债券支持项目目录（2021 年版）》²⁹基于四级分类，覆盖节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级、绿色服务六大领域，并且在 2015 年版基础上取消了对化石能源清洁利用的支持。

另一方面，为了提升市场的透明度，进一步加强绿色投资环境的确定性，中国的绿色金融体系也重在完善信息披露规范，防范“洗绿”的假转型风险，帮助绿色产业资金合规高效使用。例如，2012 年，银监会印发《绿色信贷指引》³⁰，要求金融机构定期向金融统计监测管理信息系统报送绿色贷款专项数据；2018 年，中国人民银行发布《关于加强绿色金融债券存续期监督管理有关事宜的通知》³¹，强调了人民银行对存续期绿色金融债券的监管职责，要求金融机构和银行间市场交易商协会承担信息披露、完善、报送、修改等责任；2021 年 9 月，中国人民银行发布首批绿色金融信息披露标准，即《金融机构环境信息披露指南》³²，覆盖商业银行、资管机构、信托公司和保险公司四类机构，针对服务产

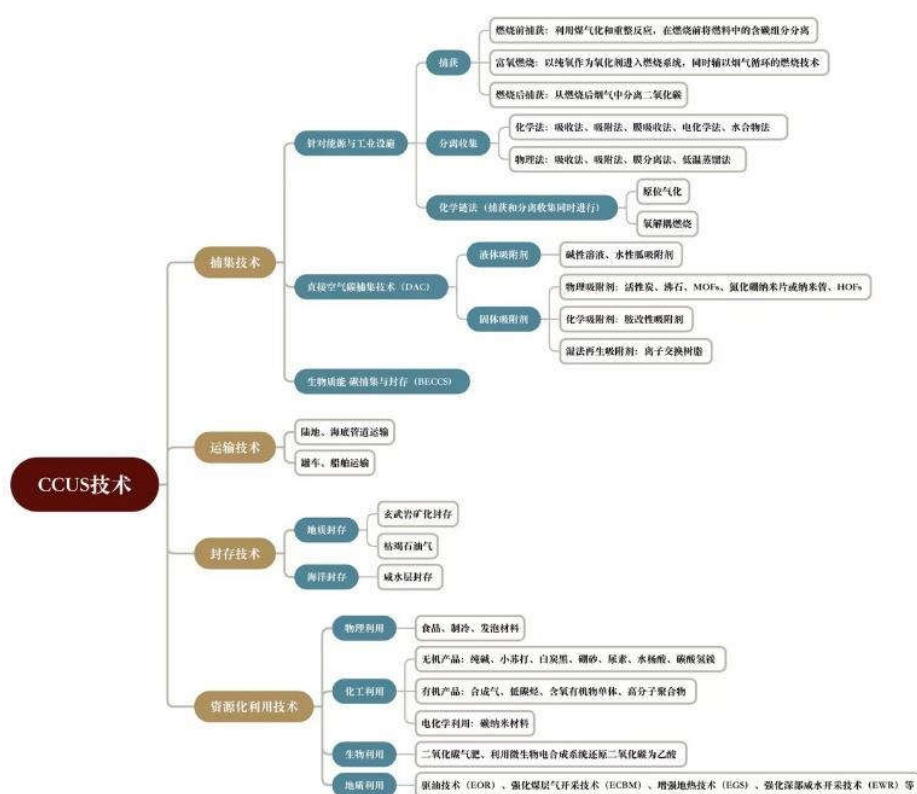
品创新、风险管理流程、环境风险测算表达等方面的信息披露制定了框架，并规定了披露的术语、频次和形式，为规范绿色金融披露提供了支持。

（三）为绿色技术创新，科技金融属性增强

1. 绿色技术创新具有高度不确定性

如前所述，CCUS、氢能、终端电气化技术等早期绿色技术将在中国碳中和的进程中发挥重要作用，但是，早期技术研发和筛选需要时间，并且由于缺少可遵循的经验，可行的技术路线也尚不明朗，具有较高的不确定性。具体而言有以下三点原因：

一是技术路线具有多元性，在细分标准上各有优劣，难以判断何种技术将率先突破、未来综合效益最高。早期技术路径的可能性较多，在理论层面上可以探讨各种技术的优劣，但预测哪条技术路线综合最佳、能够率先成功并大规模应用相当困难。同时，技术创新本身不确定性高，难以预测技术何时能够突破瓶颈，实现质变。此外，绿色技术往往涉及不同技术的组合应用，技术之间的互动关系增加了技术发展的不确定性，技术组合可能产生协同效应，但也可能因为技术的不匹配而导致整体性能下降。例如，CCUS 涉及捕集、输送、封存、利用四方面技术，理论上每一方面都有多条技术路线能够实现目标，但大部分技术尚未能够进行推广应用。在捕获后的分离技术方面，化学吸收法已商业化数十年，但因溶剂再生能耗高和挥发性强一直尚未实现技术突破，同时，各科研机构也在探索电化学、膜吸收等新技术。³³这些技术处于不同的研发阶段，在能耗、反应条件、持久性、吸附容量、应用领域方面各有优劣，无法直接判断出哪个技术综合最佳、值得更多关注和投入。氢能呈现出相似的特征：制氢方面，灰氢技术成熟、成本低，但化石能源紧缺、排放量高、杂质多需要提纯；而以零碳电力为基础的“绿氢”在电解水制氢和质子交换膜法也分别面临着电解率低和催化材料成本高的挑战。同时，“蓝氢”的制备借助 CCUS 技术，技术的交叉融合使技术路线发展前景预测难度大大增加（图表 5）。



图表 5 CCUS 技术路线

资料来源：IEA；中国 21 世纪议程管理中心、全球碳捕集与封存研究院、清华大学³⁴；阳平坚等（2021）³⁵，中金研究院

二是应用技术的初始成本高，成本可能体现在新材料、设备、基础设施等方面，商业化阻力大，技术难以在干中学中走向成熟，容易长期停滞在原型或示范阶段，不确定性持续时间长。CCUS 设备成本高，在现有技术条件下安装二氧化碳捕集装置后，火电成本将增加 0.26-0.4 元/千瓦时，吸收每吨二氧化碳将使煤电成本增加 140-600 元³⁶。在氢能方面，中国绿氢上游生产多集中在华北、西北、东北等可再生能源较为丰富的地区，而下游需求多分布在华东、华南等经济发达地区，而因氢气有易燃、易爆、易腐蚀、氢脆等缺点，需要依靠长距离、高安全性的储运技术才能实现氢能跨区域统筹利用。终端用能的电气化也面临高昂的成本，电气化意味着新型电力系统“源-网-荷-储”的整体更新换代，低碳发电设施、电力基础设施、终端电气化均将大规模扩展和改造，调整的复杂性和高成本可能会减缓绿色技术的采用。这种情形下，企业陷入技术采纳困境，应用新技术的意愿受到初期高成本和不确定收益的负面影响，导致新技术难以实现规模化和产业化进步，进而无法通过规模效应和经验积累来降低成本。那么，技术可能停留在原型或示范阶段的“死亡之谷”中，无法快速通过市场检验得出技术是否可行的确定答案（图表 6）。

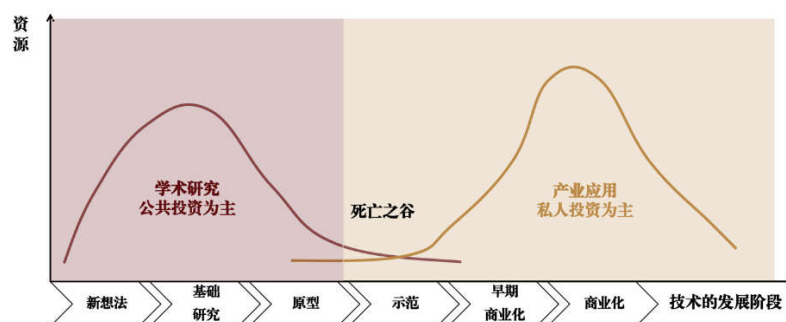


图6 技术成果转化的“死亡之谷”

资料来源：IEA，中金研究院

三是制度和市场环境的滞后性增加了绿色技术创新的不确定性。譬如，二氧化碳捕集存储技术的发展建立在使用该技术减少碳排“有利可图”的基础上，因此CCUS的技术研发确定性实际上与碳市场上的碳价息息相关。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）研究认为，CCUS技术规模推广的极限值为二氧化碳捕集和封存总成本在163-195元/吨之间³⁷。而2022年1月1日至2023年12月31日间，中国碳市场的挂牌价格为70-100元/吨³⁸，导致企业直接购买碳排放权成为比投建CCUS项目更经济的选择，难以有动力大规模推广应用CCUS技术。同理，终端用能电气化也存在堵点：新能源并网缓慢、发电侧未全部进入市场导致可供交易的电力供应不足，国家层面的电力交易机构尚未组建，全国统一的电力市场发展也相对迟缓等。因此，碳市场、电力市场建设与完善的时间滞后性使技术进步更难以自发、短时间展现出确定的前景。

2. 绿色金融新政策应确保预期稳定性与技术包容性

正因为绿色转型的新任务是绿色技术创新，而绿色技术创新具有较大的不确定性，我们认为需要构建一个既能够提供“长期的稳定预期”又具备“技术包容性”的政策框架，以支持绿色技术创新的发展。这样的政策体系应当能够：1）创造远期增长预期，降低创新风险，激励企业和研究机构投入绿色技术的研发与应用，使被投资赛道拥有长期收益预期，从而实现环境效益与经济效益的双赢；2）还应该尊重科学的自主性和创造性，给予创新企业或团队足够的空间自由发展，包容技术路线的多元性，并由广大社会群体完成最优技术的筛选过程。具体而言：

第一，政府可通过多种方式向市场传达明确信号，表明技术在远期具有稳定需求的预期。技术创新的生产工艺、应用领域以及所需的基础设施建设方面，都展现出显著的多样性和复杂性。每一条技术路径都有失败的可能性，这种不确定性带来的亏损风险往往使得投资者的投资意愿不足，需要政府释放“稳预期”的信号。学术界通过对中国上市公司并购活动的实证研究已证实，政府对特定产业推出的鼓励性政策，能够有效地激发市场活力，促进资本向这些领域的流动，从而带动相关产业的投资热潮³⁹。因此，政府可以通过长期战略或购买承诺等方式明确该技术在未来具有稳定的市场需求，提升被投资行业在未来的收益确定性，增强投资者对相关技术未来发展潜力的信心，以吸引投资者的参与，为不同技术竞争提供沃土。

第二，金融的支持应当着眼于更加长期的回报而非短期的收益性，让各种技术有充足的空间自由竞争发展。兼具“技术可行性”和“经济可行性”的绿色技术往往需要经过长时间的不断筛选才能显现，这种对于长期的重视能够为技术创新提供更加灵活的容错空间。绿色技术创新领域充满未知与变数，其技术发展路径和实际应用场景的不确定性要求我们在策略上采取多线并行的方法。这种多元化的技术发展策略意味着不应将所有资源和希望寄托于单一的技术路线或解决方案。相反，应鼓励和支

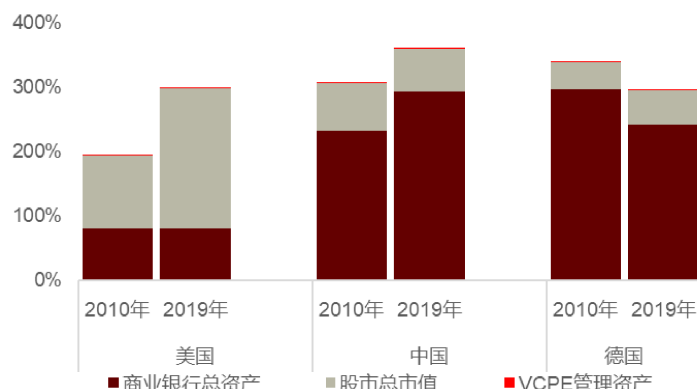
持多种技术思路和应用模式的探索与实验。在技术发展的长河中，历史见证了无数技术从诞生到成熟，再到可能的衰退或转型。原本可能因其初期的高成本和低效率而不被看好的技术，随着不断的创新和改进，可能在未来成为市场上的主导力量。例如，早期的蒸汽机效率低下，但随着技术的改进，蒸汽机的效益不断显现，而最终推动了工业革命。这表明，在技术发展的进程中，识别并采纳更优的技术路线是一个逐步展开的过程。如果仅仅关注短期收益，为了避免风险只对当前具有明显收益潜力的技术路线进行资金支持，短期内确实可能加速该技术路线的发展，但在长期的机会成本却可能是丧失发现更优技术路径的机会。

第三，从创新链视角看，在研发成果由科技创新向产业创新扩散的过程中，需要市场上的各类机构共同发挥协力，即构建更完备的生态系统建设。促进绿色技术创新除了要考虑作为融资载体的金融机构，还要科研机构、高等院校、企业和科技中介等各主体发挥自身比较优势，建立有效的“产学研金介协同”机制来提高创新要素的配置效率。值得注意的是，人才对于绿色技术创新生态系统建设至关重要，在此过程中，也应当着重考虑性别的包容性。联合国 2019 年的《性别平等在可持续能源转型中的作用》报告中指出，调查显示在全球范围内，从事科学研究和开发工作中的人中，女性仅占不到 30%⁴⁰。鉴于绿色技术创新具有显著的时空外部效应，其最终的使用者和受益者是整个人类社会。然而，女性在绿色技术的使用和参与方面的不足，可能会导致所选择的技术发展路径无法实现社会整体利益的最大化。因此，应当在绿色技术领域的就业机会上给予女性更多的关注，并在设计和部署绿色技术的过程中，更多地考虑女性的需求和视角。

四、 资本市场是绿色金融新阶段的重要抓手

（一）资本市场应该发挥重要作用

在中国，绿色产能的迅速增长主要依赖以银行系统为核心的债权融资的大力支持，这一现象与中国特有的金融体系结构密切相关。中国的金融体系本身就以银行为主导，对于实体经济的支持方式主要是银行信贷、债券等债权融资工具，与美国等国家有本质的不同（图表 7）。根据人民银行发布的《2023 年金融统计数据报告》，2023 年全年社会融资规模增量累计为 35.59 万亿元，其中，人民币贷款占同期社会融资规模的 62.4%，政府债券占比 27%，企业债券占比 4.6%，而非金融企业境内股票融资仅占比 2.2%。同时，与其他国家相比，中国股票市场规模相对于经济规模的比例较低：根据 Macro Micro 的最新数据，截至 2024 年 8 月⁴¹，中国股票总市值占 GDP 比重仅为 44.98%，远低于同期美国的 195.83%，日本的 158.65%和印度的 125.37%。

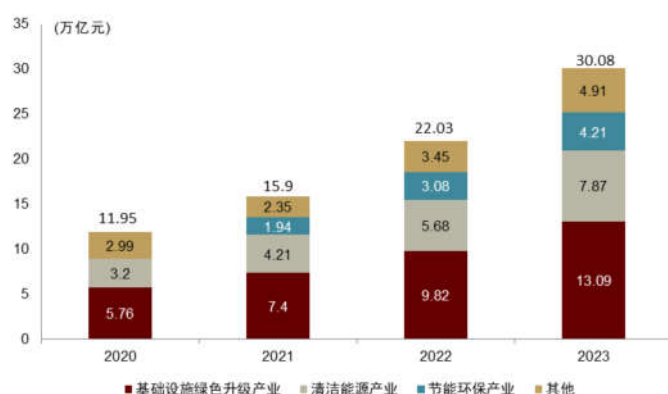


图表 7 中、美、德金融结构：资产规模/GDP

资料来源：德国私募和创投协会，日本私募协会，Pitchbook，中金研究院

如上文所述，中国绿色金融体系在发展的初期阶段，得益于在明确的发展路径上通过《指导目录》等政策工具明晰支持产业边界、实施精准的资金支持策略，绿色债权融资规模实现了稳健的成长和逐步壮大。近些年，中国以“绿色信贷”和“绿色债券”为主的绿色金融市场迅速扩张。从绿色金融市场的发展规模上看，中国 2023 年绿色信贷的增长率一直高于金融机构各项贷款总余额增长率。根据中国人民银行发布的数据，截至 2023 年末，中国本外币绿色贷款余额 30.08 万亿元，居全球首位，七年间年平均增速保持 20%以上；中国境内贴标绿色债券累计发行规模超 3.4 万亿元，居全球第二，自 2019 年之后增速一直高于一般贷款总额增速。相比之下，根据清科数据⁴²，中国 2015 至 2022 年股权投资市场绿色产业投资累计金额仅 5692 亿元，与债权融资规模差距较大。从绿色金融资源投向上，中国的绿色债权融资有力地推动了绿色产业的迅速扩张。根据人民银行统计数据，中国绿色信贷大部分流入了涵盖绿色交通、绿色能源基础设施等领域的“基础设施绿色升级产业”类别和太阳能、风能生产等“清洁能源产业”类别（图表 8）。2020-2023 年“基础设施绿色升级产业”类别和“清洁能源产业”类别的绿色贷款增速都在 30%以上⁴³。同时，2022 年绿色债券超过一半流入了清洁能源领域。

银行信贷、绿色债券等债权融资因其风险偏好较低，资金量大、到位快，与需要扩张的绿色产业特征相匹配。一方面，如上文所述，风电和太阳能技术已经相对成熟，并已经有了广泛的应用和市场基础。这些技术的性能、成本和可靠性已经被市场验证，具备稳定的市场需求，因此产能扩张的过程相对明确和可预测。而债权融资恰好由于其风险偏好较低，更适宜于支持那些已经展现出清晰市场需求、技术较为成熟稳定的产业。另一方面，光伏、风能等绿色产业具备制造业属性，属于资本密集型行业，它们需要大量的资金来建设基础设施，例如风力发电站、太阳能光伏板和相关的电网配套设施。债权融资工具的手续周期较短，加之银行系统拥有庞大的资金储备，恰好能够高效地满足这些绿色产能的扩张需求。



图表 8 中国绿色信贷余额（分产业，2020-2023）

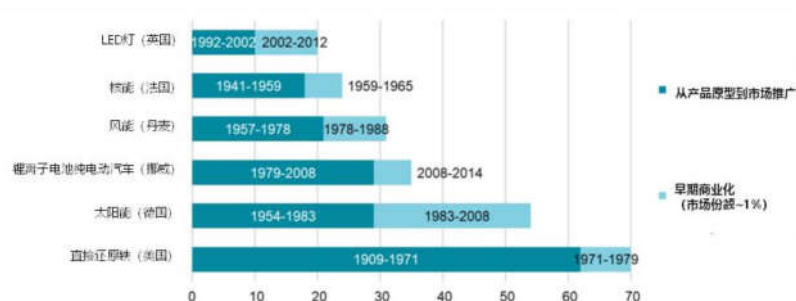
资料来源：中国人民银行，中金研究院

然而，绿色金融的发展需要与时俱进，不断创新和完善匹配相应发展阶段的金融产品和服务。随着绿色技术的创新在推动绿色转型中的核心作用日益凸显，如何有效应对技术创新过程中的“不确定”，已成为我们面临的新挑战。这种挑战导致绿色金融的主要矛盾逐渐从“资金短缺”转变为“缺乏风险承担者”。传统的债权融资模式不足以应对这一新挑战，其局限性日益明显，已不足以支撑绿色发展的新一轮需求。我们认为绿色技术创新迫切需要通过股权融资承担更加核心的责任，从而促进绿色技术的研发，加速绿色技术的应用，为中国绿色经济的持续发展注入新的活力和动力。股权融资和支持绿色技术创新的适配性主要体现在以下三个方面。

首先，绿色科技创新路线不确定，抵押品少，而股权融资具有更高的风险承受能力。从产业特征来看，绿色技术创新企业大多数是轻资产的中小民营企业，依赖于品牌、技术、知识产权等无形资产运营，而缺少可抵押的实物资产。股权投资者所投入的资金着眼于企业的长期增值潜力及其未来收益权。这种增值潜力主要基于技术发展的前瞻性和实操性，而非债权融资所侧重的企业现有资产价值。从技术发展角度来看，如上文所述，绿色技术创新面临路线多元、综合效益短期难以判断等不确定性。根据国家知识产权局的数据，2022年，中国初创企业的发明专利产业化率为22%，即在初创企业中，只有22%的专利最终被用于生产出产品并投放市场。股权投资者倾向于承担较高的风险，原因在于他们关注的不仅是投资的成功率，更看重的是一旦项目成功实现产业化，所带来的潜在高额投资回报。

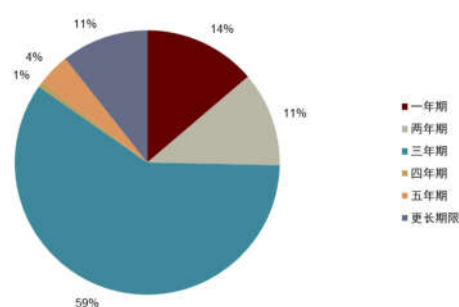
其次，绿色科技创新走向商业化的周期长且不确定，而股权融资对于投资回报周期具有更强的耐心。早期技术创新需经过路线筛选和经济潜力的逐步展现，这一过程往往耗时较长。从历史的经验上看，光伏、风电、核电等技术在商业化之前，均经历20年左右的研发期（图表9），⁴⁴因此需要长期限资本的支持。有报告曾指出，大多数绿色科技企业的投资周期长达5-10年⁴⁵，但中国银行传统信贷的

平均期限只有 2-3 年。而绿色债券的发行期限分布也相对集中在 1-5 年期（图表 10），难以与绿色科技创新的研发周期相匹配。相比之下，由于股权投资者通常寻求长期回报，更愿意接受短期内的不确定性和波动，能够给予绿色科技创新“耐心”的支持。



图表 9 典型绿色技术研发及商业化周期

资料来源：IEA，中金研究院



图表 10 2023 年贴标绿债发行期限结构分布

资料来源：中国绿色债券环境效益信息数据库，中金研究院

再次，股权投资者更广泛，能够促进绿色技术创新的筛选和应用。民用技术、产品和商业模式需要在市场经济中充分竞争，创新的“赢家”在长期演化过程中涌现，应当由广大终端用户来选择。⁴⁶由于氢能、CCUS 等绿色科技的终端消费者是广大企业和每一个人民，他们的偏好多样化且常常变化，技术路线、产品和商业模式就需要“大浪淘沙”地更替以迎合客户需求。与传统的债权市场相比，股权市场的参与者构成更为多元和复杂。债权市场的主要参与者通常为银行，它们在项目筛选和需求评估方面的作用相对有限。相反，股权市场的参与者不仅包括私募股权基金和其他金融机构，还涵盖了产业资本背后的实体企业、政府主导的引导基金，以及天使投资者、风险投资家等。这些股权投资者中不乏绿色科技创新的直接应用者，他们能够从多元化的视角出发，结合各自的专业偏好，通过投资行为促进绿色技术的快速筛选和优化。这一过程不仅加速了创新技术与市场需求的对接，而且确保了所支持的技术解决方案能够切实满足终端用户的实际需求，从而能够提高科技创新的成功率和市场适应性。

因此，支持绿色技术创新的关键在于发挥资本市场的枢纽功能。资本市场具有较高的风险承受能力，对于投资回报周期也展现出更强的耐心。同时，资本市场属于分散化的投融资体系，投资者的分散决策及投资行为使得资本市场能够对不同领域、不同技术路线的创新活动均提供资金支持，有助于构建不同领域相互促进、不同技术路线相互竞争的创新生态体系。这意味着资本市场对科技创新的融资

模式具备很强的包容性，与技术路线存在极大不确定性的绿色科技创新活动十分契合。下文将对资本市场如何更好地支持绿色科技创新展开分析。

（二）资本市场的独特优势在于生态效应和筛选效应

我们认为，资本市场促进突破式创新还存在两个独特优势：**生态效应和筛选效应**。生态效应是指分散决策的资本市场能够为各个领域均提供资金支持，进而有利于形成各个领域相互促进、共同发展的创新生态体系。财政、银行主导的科技融资模式均属于集中决策的投融资模式，其均存在决策主体单一的问题。这意味着，当由财政或银行主导科技融资过程时，其不可避免地会因为决策主体单一的风险偏好、单一的投资偏好或认知偏误等原因而使得其仅主要对部分领域提供支持，不利于形成各领域共同发展、相互促进的创新生态体系。与之相比，资本市场由风险偏好及投资偏好各异、知识体系不同的众多投资者构成，属于分散决策的投融资体系，即使部分投资者排斥对某些领域进行投资，也仍会有其他投资者看好这些领域而进行投资，因而资本市场更有能力为各个领域均提供资金支持，更有助于形成有利于突破式创新发展的创新生态体系。

筛选效应是指资本市场更有能力筛选出最终成功的技术路线。突破式创新的未来发展路径充满了不确定性，即使确定了某一领域是重要的，该领域中往往也存在多条技术路线，在未来某一技术路线最终成功之前，没有人可以事前准确预测哪条技术路线能够成功。实践中，面对突破式创新的这种动态不确定性，资本市场主导的科技融资模式表现出了更强的筛选出成功技术路径的能力，这主要是因为两方面的因素：一方面，资本市场属于分散决策的投融资体系，由风险偏好、投资偏好、知识体系各异的众多投资者构成，这意味着资本市场能够为各条技术路线均提供资金支持，例如，当前光伏的各条技术路线中均有大量投资者进行了投资，哪怕是一些冷门的、仍处于研究早期的技术路线，也仍有部分投资者对其进行了投资，换言之，对于未来存在极大不确定性的突破式创新而言，资本市场之所以能够筛选出最终成功的技术路线，不是因为资本市场投资者足够聪明，而是因为资本市场对各条技术路线均进行了投资；另一方面，一条技术路线能否最终获得成功，关键是其产品能否获得消费者的广泛认可，而资本市场中众多的投资者恰恰也是现实中的消费者，众多投资者作为消费者的良好代表，其对特定技术路线的认可很大程度上反映了消费者对该技术及其产品的认可，因而获得资本市场支持的技术路线在推向市场后往往有着更高的成功概率，这提升了资本市场筛选出最终成功技术路线的概率。

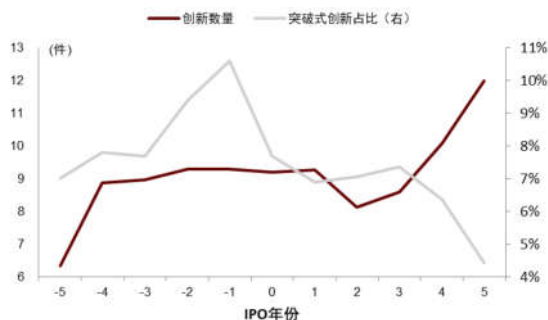
简言之，资本市场促进突破式创新通过发挥生态效应和筛选效应来构建有利于不同领域、不同技术路线相互促进、共同发展的创新生态体系，并最终获得持续的突破式创新能力。

值得注意的是，资本市场促进突破式创新，不仅需要股权市场发挥作用，更依赖于风投与股市的有效互动。资本市场可分为私募股权市场（简称“股权市场”）¹和公开股票市场（简称“股票市场”）两部分，二者的核心区别在于是否向公众公开发行证券融资，这进一步导致了二者在监管严格程度、信息披露、投资者构成、流动性等方面的差异。通常而言，初创中小企业由于规模小、盈利不稳定，往往难以获得银行及公开股票市场的资金支持，而股权市场主要由 PE、VC 等专业投资者构成，资金总规模虽然不大但风险偏好相对较高，更有意愿和能力支持风险相对更高但单个项目资金需求相对较小的初创中小企业的突破式创新活动，即针对未上市企业的股权市场是促进突破式创新的主战场。

与股权市场相比，股票市场投资者数量众多、能提供的资金规模更大，但股票市场对于上市公司资产、盈利等财务指标往往有一定要求，初创中小企业达到相关上市要求存在一定难度，因而股票市

¹ 风投定义有广义和狭义之分：广义风投包含了独立风投、政府风投、企业风投等投资机构对非上市公司的股权投资；狭义风投通常是指对初创企业的风险投资，与之相并列的还有投资更早期的天使投资以及投资中后期的 PE 投资。本文所称的风投均是指广义风投，内涵与广义私募股权投资基本一致，类似地，本文中所称的风投市场也是指的广义风投概念，其内涵与私募股权市场基本一致。

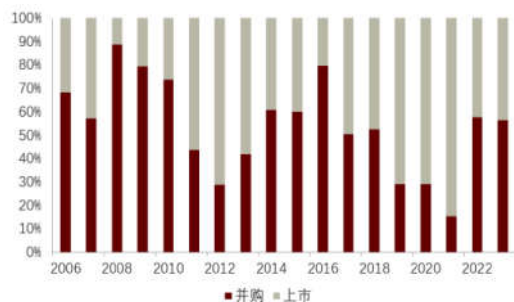
场更能够支持大企业的渐进式创新。此外，实证研究表明，一方面 IPO 增强了企业资金实力，提升了企业通过并购去促进创新的能力，有助于提升 IPO 后企业创新数量（图表 11）；另一方面，企业上市后将面临更强的外部约束，例如上市后公司内部技术骨干流失概率上升、股价高波动降低了企业从事高风险的突破式创新意愿、更加严格的信息披露降低了突破式创新可能给企业带来的预期回报等，这些因素导致 IPO 后企业突破式创新占比明显下降，而渐进式创新占比明显提升。



图表 11 IPO 后，企业创新数量增加，但突破式创新占比下降

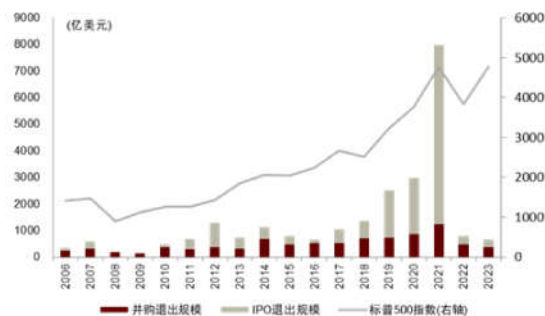
资料来源：Simone Wies, C. Moorman, Going public: How stock market listing changes firm innovation behavior, Journal of Marketing Research, 2015, 中金研究院

VC 等风险投资者之所以愿意为初创中小企业的高风险突破式创新活动提供资金支持，其目的不是促进突破式创新，而是为了未来能够顺利退出并获得理想的投资回报，因而退出渠道是否通畅对于风险投资者的投资意愿有重要影响。实践中，IPO 和并购是风险投资者最主要的两类退出方式（图表 12），而这两类退出渠道的畅通与否均与股票市场的繁荣密切相关（图表 13）。一方面，繁荣的股票市场能够容纳更多上市公司，提供更多 IPO 退出机会，且统计数据表明通过 IPO 退出的投资收益率要明显高于通过并购等方式退出的收益率⁴⁷，因而繁荣的股票市场通过为风险投资者提供 IPO 退出渠道、创造更高的投资回报率，能够提升风险投资者的投资意愿和未来用于新一轮风险投资的资金规模；另一方面，对美国资本市场的研究表明，上市公司是美国并购市场的重要并购主体，以并购规模统计，美国并购市场中超 60%交易的并购方是美股上市公司，且上市公司在并购交易中大量使用股票作为支付手段⁴⁸。当股票市场繁荣时，被并购方对于并购方股票的接受度会明显提升，且股价上涨提升了上市公司在并购交易中心的支付能力，这有利于风投等风险投资者通过并购方式退出投资，统计数据也表明美国 VC 并购退出规模与美国股市涨跌高度正相关。这意味着，构建资本市场主导的科技融资体系以促进绿色技术领域的突破式创新，不仅需要重视股权市场对于突破式创新的直接促进作用，也需要重视股票市场在疏通风险投资者退出渠道方面的积极意义，通过股权市场与繁荣股票市场的有效互动来共同促进绿色技术领域的突破式创新。



图表 12 并购与上市在美国 VC 退出方式中的规模占比

数据来源：Pitchbook, Wind, 中金研究院



图表 13 繁荣的股票市场有利于疏通 VC 退出渠道

五、 中国资本市场支持绿色技术创新面临的挑战

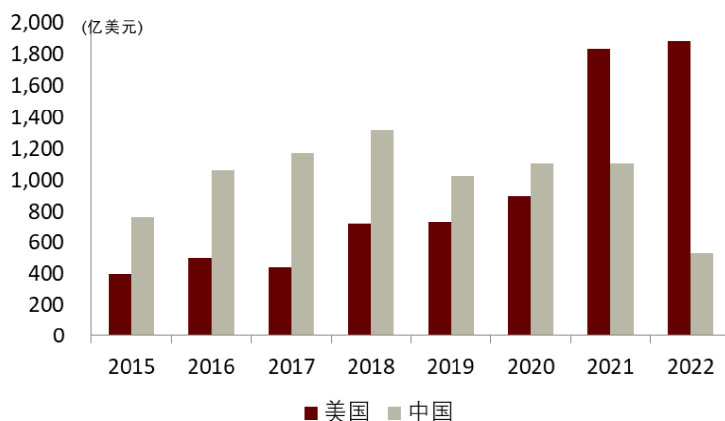
过去几年，中国股权市场与股票市场发展均面临着一些挑战，例如国内股权市场募资困难、投资主体及投资偏好单一等问题降低了其促进突破式创新的效率，进而降低了风投投资回报率、加大了风投融资困难问题，此外，退出渠道也加剧了国内股权市场投资偏好日渐单一的问题，不利于发挥资本市场生态效应及筛选效应来促进突破式创新。具体来看，当前国内资本市场在支持突破式创新方面的挑战如下：

（一）募资端：国内股权市场募资困难问题越发突出

当前国内股权市场面临着募资困难问题，降低了其促进绿色领域突破式创新的能力。2018 年中国 VC 年募资额为 1314 亿美元，而到 2022 年中国 VC 年募资额已经下降至 528 亿美元，同期美国 VC 年募资额由 2018 年的 718 亿美元升至 2022 年的 1884 亿美元（图表 14）。考虑到募资是投资的必要前提，国内股权市场募资额持续减少，使得其能够为绿色领域提供的资金支持越发有限，不利于支持绿色领域的突破式创新。

研究表明，《资管新规》与募资息息相关⁴⁹。2018 年《资管新规》明确要求“金融机构不得为其他金融机构的资产管理产品提供规避投资范围、杠杆约束等监管要求的通道服务。资产管理产品可以再投资一层资产管理产品，但所投资的资产管理产品不得再投资公募证券投资基金以外的资产管理产品”⁵⁰，《资管新规》在治理金融乱象、防范系统性金融风险方面发挥了积极作用，但其同时也会影响银行资金通过信托等方式进入股权市场的渠道。

此外，股票市场会影响股权投资者对于绿色领域的投资意愿。根据 Wind 数据库统计，过去三年风电、光伏、锂电池新增 IPO 数量及融资规模占同期 A 股 IPO 总数及总融资规模比重持续下降。由于 IPO 是国内股权投资者最主要的退出渠道，绿色领域 IPO 退出的困难进一步降低了股权投资者对绿色领域初创中小公司提供支持的意愿，使得国内专注于绿色领域的股权基金及投资人面临着更大的募资压力。

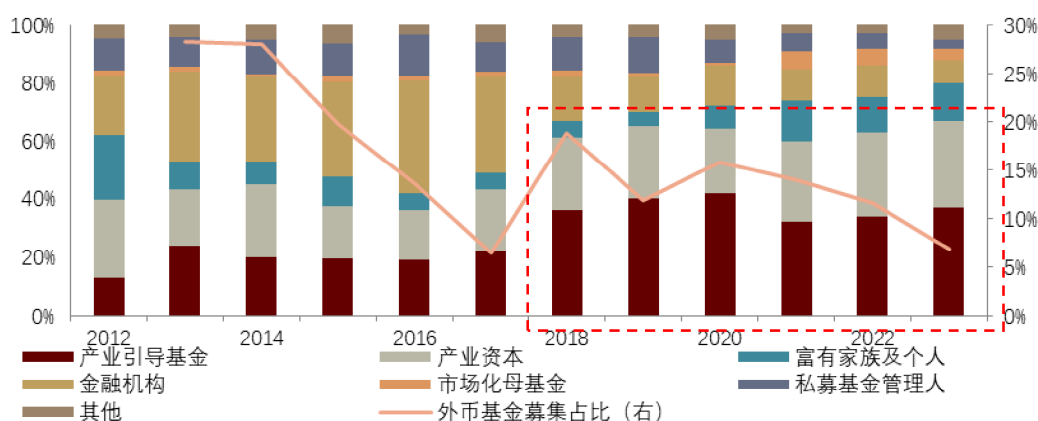


图表 14 中美风投市场年募资额对比

资料来源：Pitchbook，中金研究院

（二）投资及管理端：投资日渐低风险化、短期化，管理能力有待提升

募资困难背景下，产业引导基金等政府背景资金对于国内股权市场募资而言越发重要。以产业引导基金¹占国内私募股权基金认缴出资额的比重为例，2017 年仅为 22%，2023 年已经上升至 37%（图表 15）。考虑到产业资本中还有大量国企出资人，根据清科私募通对国内股权基金募资额统计，整个政府背景的资金已占到了中国股权市场出资额的一半以上，其中大量资金来自于地方政府，这为缓解股权市场募资困难做出了较大贡献。



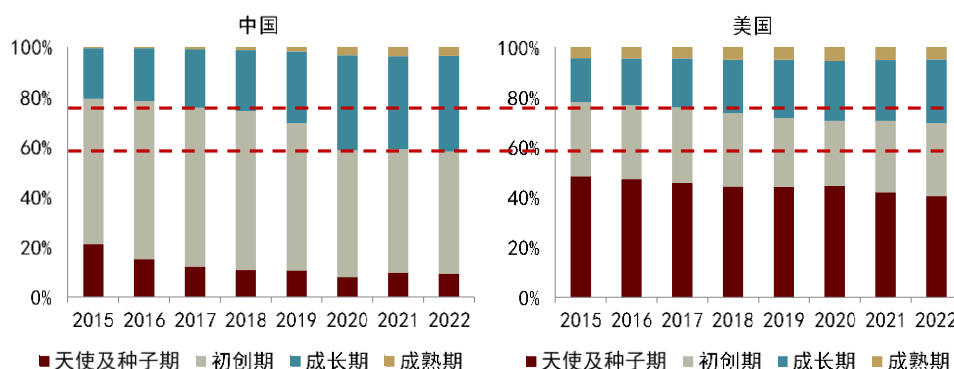
图表 15 中国股权市场各类 LP 出资规模占比

资料来源：清科私募通，中金研究院

但产业引导基金在投资及运营过程中也存在一些现实约束，使得其部分特点无法与促进绿色产业突破式创新的需求完美契合，这主要体现在如下几个方面：

首先，产业引导基金存在较强的求稳诉求，压制了其投资时的风险偏好，不利于支持高风险的突破式创新活动。突破式创新是具有高度不确定性的经济活动，且其颠覆性、引领性越强意味着投资者需要承担的风险就越大。因此风投通常不是通过被投项目的高成功率来实现盈利的，而是在承担高失败率风险的同时，通过少数成功项目的高回报来实现盈利。但产业引导基金具有公共资金属性，其既不追求单个项目的高回报，也不愿意承担较高的失败风险，尤为值得重视的是，近些年有两个因素强化了股权市场中产业引导基金的求稳诉求：一是在尚未建立起能够有效厘清被投项目失败原因机制的背景下，不断加大的追责压力促使产业引导基金越发求稳；二是伴随着产业引导基金规模的壮大，舆论关注度也在快速上升，由投资失败引发舆情的风险上升，也在强化产业引导基金的求稳偏好（图表 16）。据统计，截至 2021 年，产业引导基金对绿色领域的直投项目中，扩张期及成熟期项目的数量占比为 73.4%、投资规模占比为 85.6%，而对于产业引导基金通过子基金方式所投资的绿色产业股权基金中，成长基金和并购基金规模占比接近 70%。投资时偏向于中后期项目及子基金，体现出产业引导基金在绿色领域投资者存在较强的求稳诉求和较低的风险偏好⁵¹。

¹ 除了政府引导基金外，还包括政府机构、政府出资平台等，这些资金的投资偏好、管理模式等比较类似，简便起见不再严格区分，统称为产业引导基金。

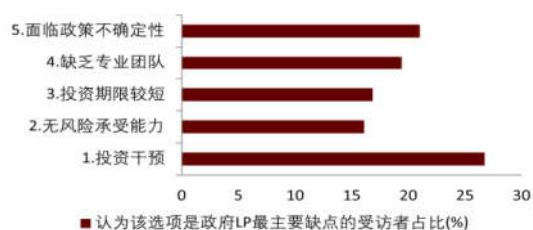


图表 16 伴随着产业引导基金等公共资金占比提升，国内股权市场风险偏好明显下降

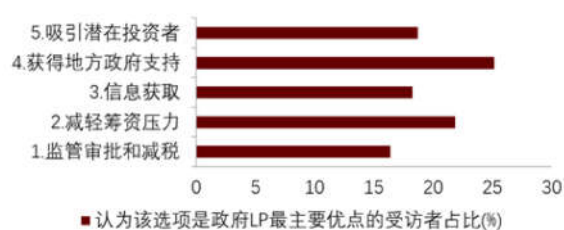
资料来源：Pitchbook，中金研究院。注：此处是投资笔数的占比，种子期对应 PitchBook 投资类型中 Angle and Seed 类别，初创期对应 Early-Stage VC 类别，扩张期对应 Late-Stage VC 类别，成熟期对应 Venture Growth 类别

其次，产业引导基金投资时更倾向于投资于短平快项目，这与绿色领域突破式创新的长线资金需求不符。突破式创新活动通常具有不确定性高、研发周期长的特点，因而更加需要长线资金的支持，而长线资金相对短缺恰恰是国内股权市场的重要短板。以风投项目的平均持有期为例，2010-2023 年期间，美国 VC 退出项目平均持有期为 4.8 年，而中国仅为 2.8 年。这背后的成因比较复杂，在产业引导基金等政府背景资金业已主导中国股权投资市场的背景下，产业引导基金较短的考核周期、地方领导偏短的任期约束是不容忽视的原因之一。具体到绿色技术领域，根据清科数据库统计，2010-2023 年期间，中国风投对清洁能源领域（含新能源、新材料、环保、其他清洁技术四个子行业）股权投资平均持有期为 2.6 年，其中对新能源、新材料等细分领域的平均持有期分别为 2.5 年、3.6 年，较短的持有期不利于支持绿色领域的突破式创新。

最后，产业引导基金也存在运营专业化程度有待提升、强化市场分割、资金投入持续性差等问题，限制了其发挥促进绿色领域突破式创新的功能。（1）基金运营方面，代表政府 LP 的具体工作人员缺乏专业经验的现象并不少见，使得市场化 GP 与政府背景 LP 之间存在较大沟通成本，2021 年一项对 361 位 GP 所做的调查统计表明，政府 LP 过多的投资干预是 GP 认为政府资金所存在的最大缺点（图表 17、18）⁵²。此外，对于采用直管模式的产业引导基金，当前部分基金也存在团队设置繁复、职能部门占比偏高、投资决策流程较长且需要多层级审核等问题；（2）投资目标方面，虽然很多产业引导基金是以推动科技创新的名义成立的，但创设初衷更多是试图通过股权财政实现招商引资，因而其在投资方向、投资区域、返投比例等方面往往存在一些硬性要求，上述要求可能会进一步加剧市场分割风险，不利于发挥中国的规模经济优势来促进创新；（3）资金持续性方面，在当前地方政府普遍面临较大债务压力的背景下，地方政府还有多少资金能够投入到产业引导基金中，存在不确定性。



图表 17 GP 认为政府 LP 主要缺点



图表 18 GP 认为政府 LP 主要优点

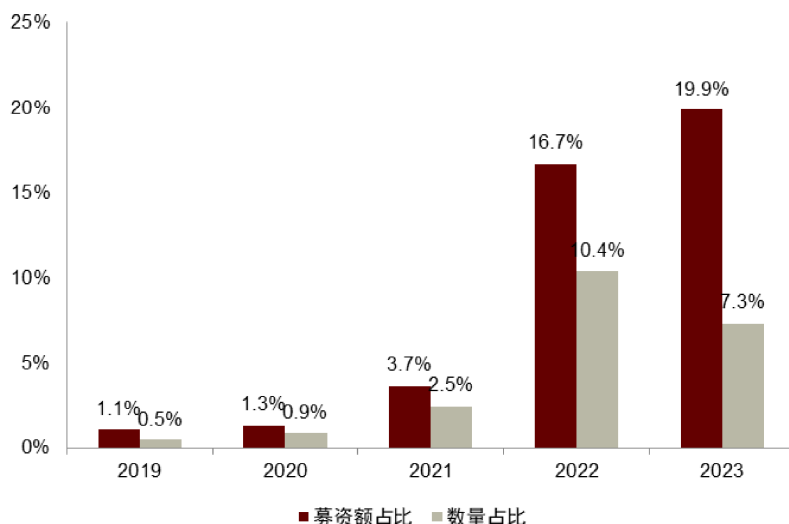
数据来源：Emanuele Colonnelli, Bo Li, and Ernest Liu. Investing with the Government: A Field Experiment in China. Journal of Political Economy, 2024, 中金研究院

（三）退出端：股权市场投资有单一化倾向

如前所述，资本市场促进绿色领域突破式创新依赖于股权市场与股票市场的有效互动，对于国内股权投资者而言，IPO 是其最重要的退出渠道之一。

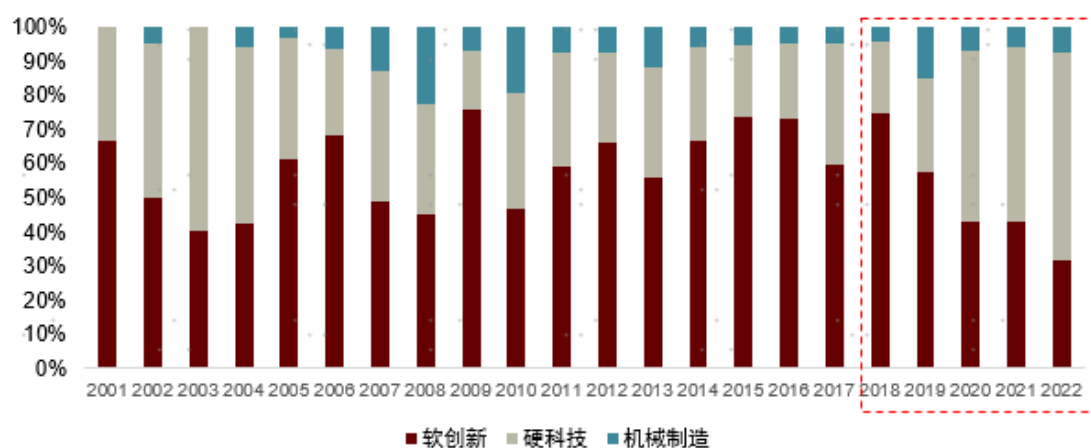
面对当前中国在半导体等部分领域存在的“卡脖子”风险，以 2019 年科创板成立为标志，A 股市场积极支持硬科技公司上市、助力中国破解“卡脖子”风险。在此背景下，硬科技公司在 A 股市场 IPO 中占比逐步提升。以半导体行业为例，2019 年，A 股半导体公司 IPO 数量为 1 家，IPO 募资额为 28 亿元，占该年度 A 股 IPO 总数及总募资额的比重分别为 0.5%、1.1%，而 2023 年 A 股半导体公司 IPO 数量为 23 家，总募资额为 708 亿元，占该年度 A 股 IPO 总数及总募资额的比重分别升至 7.3%、19.9%（图表 19）。A 股 IPO 对硬科技企业的高度偏好使得国内股权市场投资越来越向硬科技领域集中（图表 20）。据清科私募通统计，2019-2022 年期间，对硬科技领域股权投资额占国内股权市场年投资总额的比例由 28% 升至 61%，2022 年硬科技领域股权投资中超过一半投向了半导体及电子设备行业。上述数据表明，过去几年国内资本市场为促进硬科技产业发展、推动破解“卡脖子”风险发挥了很大作用，但资本市场资金持续向硬科技领域聚集，也一定程度上使得绿色产业股权市场面临增量资金不足的情况，对绿色领域持续实现技术突破性创新形成了一定挑战。

需要强调的是，企业当前是否盈利与其未来是否具备较强创新能力之间并不存在直接联系，亚马逊、特斯拉、Meta 等美股科技龙头在 IPO 时也均属于尚未盈利企业。此外，考虑到绿色领域突破式创新活动往往具有研发周期长、前期投入大、前期盈利困难或者盈利不稳定等特点，绿色领域从事突破性创新活动的企业尚未盈利属于普遍现象，例如光伏电池钙钛矿技术于 2008 年首次提出，目前国内有多家未上市公司从事对该前沿技术路线的研发及商业应用，但受限于材料稳定性、效率衰减、使用寿命等问题，钙钛矿电池尚未得到大范围应用，相关企业也大多处于未盈利状态。绿色领域从事突破式创新活动的企业可能尚未盈利，但需要资金支持，因此需要更畅通的退出渠道促进中国绿色产业通过持续的突破式创新实现技术迭代升级。



图表 19 近年来，A 股 IPO 中半导体等硬科技公司募资额占比持续提升

资料来源：Wind，中金研究院



图表 20 国内股权市场投资日渐向硬科技领域集中

资料来源：清科私募通，中金研究院。注：硬科技主要包括半导体及电子设备、清洁技术以及生物技术/医疗健康；软创新主要包括互联网、IT、电信及增值业务、金融、娱乐传媒

六、 政策建议

（一）实体经济政策：创造绿色需求，改善绿色回报

支持绿色技术创新的实体经济政策需要以“技术中性”为基础，即从过去以选择具体技术为核心转向技术中性的政策体系，为充分发挥资本市场生态和筛选效应奠定基础。具体而言，我们认为可以从两个方面着手：一是发挥财政的积极作用，二是完善碳市场定价体系。在展开论述具体建议之前，我们想做如下特别说明：碳市场的建设和完善是一项复杂的工程，需要逐步推进，其作用的发挥可能较为缓慢。相较而言，财政通过政府采购和直接补贴的方式来创造绿色技术的需求市场支持绿色技术创新更为直接。同时，当前中国针对绿色技术创新的一般性财政支持手段已经较为完善，包括针对绿色产品的购买补贴、以旧换新财政补助以及财政部现有的 400 亿元绿色建筑采购等政策均能发挥作用，下文不再赘述。本文的政策建议将聚焦于财政如何直接推动突破式创新。

建议 1：在绿色采购的竞标机制中，采用“量化降碳绩效”的模式而非“采购清单”模式

根据世界银行的研究，政府的公共采购将直接或间接地影响全球 15% 的温室气体排放⁵³，这是整个航空业排放量的七倍，因此，应该考虑强化绿色采购在绿色转型中的作用。当前中国的绿色采购制度是以政府采购清单的模式为核心，我们认为，在此模式下推动不确定性较大的突破式创新难度较大。一种更直接的方式可能是“量化降碳绩效”模式。在这样的模式下，首先，需要尽可能明确绿色产品需要达到的量化减排目标和性能标准，为产品供应商及相关投资者提供明确的指导和稳定预期。其次，需要鼓励采用竞争性招标机制，这是因为市场最终需要的兼具“技术可行性”和“经济可行性”的绿色技术，而竞标有利于为生产商的创新带来强大动力，政府可利用“产品生命周期碳强度”和“生产成本”等指标作为竞标基准，不断选择和支持最优绿色技术。三是为突破性技术提供额外采购价格优惠，促进生产商的不断创新并激励长期投资，例如在纽约州《低碳混凝土领导力法案》中，对具有碳捕获和利用、碳矿化或其他技术突破的投标报价给予更多的采购折扣，促进了生产商不断创新低碳解决方案。

54

澳大利亚政府的十年期低碳电力购买协议为我们提供了很好的政府绿色采购范例（见专栏 1）。政府通过提供十年期的购买低碳电力承诺，为低碳电力技术领域提供了一个可预测的市场需求，从而增强了投资者对低碳电力产业具有长期增长潜力的信心。但同时，政府不干预技术竞争，避免对特定技术路径的偏好性支持，创造了一个公平的技术发展环境，不仅促进了技术创新的多样性，还确保了技术进步与市场需求之间的紧密对接，为低碳电力技术的持续优化和成本降低提供了强有力的市场激励。

专栏 1：澳大利亚政府十年电力框架协议提案⁵⁵

2012 年，澳大利亚格拉坦研究所（Grattan Institute）发布了一项政策提案，建议通过拍卖政府长期购电合同的方式，降低企业在绿色早期技术示范中的风险，并促进技术路线的多元化竞争，实现低成本、高效的低碳电力生产。

具体来说，政府首先确定希望支持的技术类别，如太阳能光伏、聚光太阳能、风力发电、碳捕获和储存等。而后，政府按技术类别每半年进行一次 20 年购电合同的拍卖，拍卖共为期 10 年。竞标企业给出未来 20 年生产低排放电力的承诺价格，报价最低者中标。与政府签订合同后，企业将通过市场融资开展项目。政府不提供预付款或指定具体技术路线，仅按企业的发电量支付两部分价格——一是合同碳价与实际碳价之间的差额。合同碳价为可预期、有保证的远期碳价

(guaranteed forward carbon price)，按照合同所述规则随时间变化。当市场碳价高于合同碳价时，企业必须将差额返还给政府。二是绿色溢价，即中标企业承诺的绿电价格与市场电价之差。

设定技术类别意在划分竞标赛道，不会限制技术的多元化发展。一是政府仅规定技术大类，而不将具体的技术路径作为筛选企业的标准；二是拍卖中包含以需求和规模为额外评价标准的两个“开放类别（open category）”和“新进入者类别（the new entrants category）”，保证新技术也有机会中标；三是政府不断更新技术类别中的合同规模和类别本身，对于成本始终无法下降的技术，其支持力度会不断减弱。

拍卖的优势在于引入市场竞争，快速降低应用新技术的成本和风险。然而，为达到这一目的，仍需避免企业虚报低价、道德风险，以及错误支持本足以自力更生的项目，从而导致资源的低效配置。为此，报告建议采取如下措施。首先，企业面临严格的资质审查并缴纳保证金。企业必须通过技术和商业信誉测评，且在投标前确定在中标后能够顺利获得融资、配合相关尽职调查。如果中标企业的报价低于政府初始设定的项目底价，则需要支付保证金。其次，合同可能因企业的不作为而终止。如果项目在合同签订3个月内未顺利融资，12个月内未开工建设，或在合同约定日期过后24个月未提供低碳电力，政府有权取消合同。最后，项目以支持商业化为导向。政府的合同不针对技术的科研攻关和理论探索，也不支持已具备充分融资渠道的技术。此外，若碳价上升，项目具备自主商业化的可行性时，政府将减少或终止支持，确保“好钢用在刀刃上”。

政府的支付模式使风险被多个主体共同分担，加速早期技术的商业化进程。一是持续20年的政府购买合同使低碳电力技术的商业化更具长期确定性，降低企业融资门槛，市场有激励投资短期内收益不确定性高、长期有潜力以低成本实现减排的技术。二是政府通过抬高碳价，降低了碳市场的可信度风险，避免企业因碳价过低而倾向于发展确定性高、但长期效率并非最佳的成熟技术。三是政府以结果为导向支付，不参与中间环节，项目由市场主体运作。项目交付和电力市场、技术风险由项目开发商和投资者承担，防止政府因缺乏识别最佳项目的能力和商业动机，选择次优乃至错误的技术路线投资和运营。

建议2：建立与金融市场衔接的绿色绩效拍卖基金

金融市场在解决绿色转型中的信息不对称问题上具有天然优势，能够更有效地为企业的绿色行为定价。充分发挥金融市场的作用，有助于使绿色转型的过程更加平稳、高效。然而，现实中，金融市场与绿色转型政策在激励机制上存在错位，导致无法有效调动金融市场的积极性，绿色转型中金融市场参与度低。为此，我们建议通过“绿色拍卖”（green auctions）的方式，从供给侧入手，将政府的激励措施与金融市场的定价能力及私营部门的灵活性、创新性结合起来，以解决绿色转型中的外部性与规模约束问题。

绿色拍卖基金由公共资本注资成立，其运行可以分为三个阶段。第一阶段，绿色拍卖基金向社会公告，说明当期支持绿色转型的项目资金额和年限。第二阶段，基金接受企业就减排量和资金需求提交的竞价申请，依据各企业的竞价，基金将为最具竞争力的绿色转型项目提供碳减排量（或绿色技术的等价碳减排量）购买承诺，但此阶段不预先支付资金。第三阶段，拍卖获胜企业在规定期限内完成绿色转型项目后，基金将根据企业实际产生的碳减排量或绿色技术的等价碳减排量，按照承诺支付竞标企业的资金。如果碳市场价格超过基金承诺的购买价格，企业也可保留在其他市场出售碳减排量的权利。

建立结果导向型的绿色拍卖基金，有助于绿色转型与金融市场建立起激励相容的关系，扩大金融市场在绿色转型中的参与度，并确保公共资金使用效果，还可以针对性的克服诸如规模约束等难题。首先，绿色拍卖的过程可以由金融机构主导。金融机构熟悉市场操作经验，可以用专业的估值方法预估资金量与年限，接受市场监督，确保拍卖过程的规范和高效。其次，绿色拍卖基金的市场化激励，可以鼓励金融机构为拍卖企业提供前期资金支持，可以针对性地解决规模约束的问题。由于有绿色拍卖

基金的偿付资金作为保障，企业的研发具有较为确定的未来现金收益，因此金融机构有激励通过贷款、风险投资等债权或股权融资方式资助企业，分享项目成功后的收益。风险投资等专业化机构的进入，也可以给企业带来公司治理经验和行业资源，同时通过多种监督方式，提升项目成功率。最后，金融市场可以为企业的绿色转型成果提供高效的市场定价。无论是碳减排量的核算，以及绿色技术的市场价值估算，企业都需要第三方专业化服务和信誉背书。而更加市场化的竞争，可以让金融市场为这些估算活动提供更为专业化的服务。

事实上，国际上已经有类似拍卖基金的实践。例如，世界银行集团开发的国际上针对甲烷气体的 Pilot Auction Facility⁵⁶项目。该旨在刺激减少温室气体排放的项目投资，同时最大化公共资金的影响并利用私营部门融资。PAF 的主要目标是通过提供碳减排信用的保证最低价格来激励私营部门在发展中国家投资和气候行动。PAF 通过拍卖可交易的看跌期权来实现这一目标，这些期权赋予持有者以预定价格（期权“执行”价格）向 PAF 出售未来减排量的权利，但不是义务。如果碳市场价格高于执行价格，期权持有者可以选择将碳信用额度出售给其他买家，而不是 PAF。如果市场价格低于执行价格，期权持有者有权以执行价格将减排量出售给 PAF。PAF 的期权是可交易的，使持有者能够转让所有权，从而最大化 PAF 实现减排量的可能性。PAF 通过在线拍卖以竞争性和透明的方式确定价格保证的价值。拍卖的竞争激烈性揭示了私营部门进行减排投资所需的最低价格。PAF 已经成功举办了数次拍卖，其中包括针对垃圾填埋场、动物废物和废水处理场的甲烷减排项目，以及针对硝酸生产中的氧化亚氮排放的拍卖。

建议 3：补贴绿色技术创新生态，支持绿色技术孵化/加速项目，培养绿色技术经理人队伍，完善绿色技术创新服务体系

上文提及，对于突破式创新而言，技术可能停留在原型或示范阶段的“死亡之谷”中，无法快速通过市场检验得出技术是否可行的确定答案。因此，除了针对基础研究激励和商业化阶段需求市场补贴以外，财政尤其需要考虑助力技术在示范阶段的市场应用，推动市场检验相关技术路径是否具备商业化落地的潜力。**我们认为，需要从补贴绿色技术，向补贴绿色技术创新生态转变。**具体而言，首先，引导资金投向绿色技术相关的加速器和孵化器等。目前，绿色技术创新领域的孵化器平台仍处在试点阶段，2022 年中国第一个“双碳”孵化器在上海市长宁区落地⁵⁷，2023 年 5 月上海交大也与闵行区共同出资成立了上海大零号湾科技发展有限公司⁵⁸，力图打破科技成果转化应用的“最后一公里”。其次，加快绿色技术转移转化专业人才培养，培养国内绿色技术经理人，逐步建立和完善绿色技术转移服务体系：一方面，财政可以出资补助高校和企业等绿色经理人¹的培训⁵⁹；另一方面，推动市场成立绿色技术转化相关的第三方服务公司，打通技术落地应用转化的市场渠道。

建议 4：推动碳市场建设的“两个加速”，降低创新技术的绿色溢价

一个更有约束力的碳市场可以推动更多行业、更大力度地应用绿色技术，加速碳市场扩容，加速碳配额竞价机制建设，有利于实现这一目标。

一是加速碳市场扩容，创造更多行业的减排技术需求。首先，需要构建完善的碳排放统计核算体系，建立健全行业碳管控、企业碳管理、项目碳评价、产品碳足迹等政策制度和管理机制，并与全国碳排放权交易市场有效衔接。目前，中国正在出台相关碳核算方案，逐步完善各个行业等碳排放监测体系。其次，需逐步扩大碳配额交易市场覆盖的行业范围，从而加大高耗能等行业的技术需求。目前，建

¹ 目前，国家已经开始重视绿色技术创新到转化阶段的难点，2024 年 7 月，中国电工技术学会在中国科协、科技部的指导下，组织开展绿色技术领域技术经理人能力评价的工作。

材（水泥）、钢铁、有色金属（电解铝）三大行业，从 2024 年起被正式纳入全国碳排放权交易市场的管理范围。再次，还可以加强碳市场-CCER 机制联动，完善 CCER 市场交易政策规则和基础设施建设，加强减排量核证和公示的监管力度，激发更多市场主体以加强自主绿色技术创新的形式开展自愿减排项目的积极性。

二是加速建立碳配额的竞价机制，逐步推动碳价提升，并用碳配额拍卖收入支持绿色技术创新。

虽然在《碳排放权交易管理暂行条例（草案修改稿）》⁶⁰中已经明确规定碳配额逐渐向有偿分配过渡，某些地方已经开始有偿分配试点，但目前中国碳市场整体配额仍然为免费分配。借鉴欧盟的经验，可以通过碳配额竞价机制，逐步扩大碳配额的有偿分配比例和行业覆盖范围，让碳配额的价格由市场供需关系决定，从而提升碳市场的市场效率。这种机制迫使碳排放企业为了降低购买配额的成本，将更加积极地投身于技术革新和设施升级。此外，我们还可以借鉴其他发达经济体的成熟做法，利用碳市场所得收益设立专项创新基金，进一步加大对国内绿色科技项目的投资力度。

（二）资本市场政策：激活耐心资本，打造多样性投资生态

如前所述，当技术创新成为中国绿色转型的新主线任务，股权融资需要发挥更大的作用，特别是资本市场可以更好地发挥枢纽功能。然而，相较于银行体系，中国的资本市场有更大的提升空间，需要加速建设和完善，以便更有效地支撑绿色技术创新的紧迫需求。

建议 5：探索银行资金支持股权市场发展的可行路径，引导富裕家庭资金、养老金等长线资金入市

一是基于中国金融资源大多数集中在银行体系的客观现实，探索有序、适度引导银行资源通过资本市场支持绿色领域突破式创新的新路径。由于银行大部分资金来自于广大储户，一旦银行因过多参与股权市场而出现大额亏损，便可能会产生系统性金融风险，因此利用银行支持股权市场以促进绿色领域突破式创新，需要格外注意创新收益与金融风险的平衡问题，限制规模是平衡两者的一个重要方式。以美国为例，美国监管部门要求美国各银行对 SBIC（中小企业投资公司）的投资不得超过银行资本及盈余的 5%，同时当 SBIC 股权风险敞口与银行任何其他股权风险敞口之和大于总资本的 10% 时，不超过总资本 10% 的股权风险敞口金额予以 100% 的风险权重，其余股权风险敞口予以 300% 或 400% 的风险权重⁶¹，上述规定有效约束了银行系 SBIC 的金融风险过度扩张。除限制规模外，鼓励银行更多参与到风险相对较低的股权市场中后期投资，例如由银行为并购等风险较低的股权投资活动提供多样化财务工具支持，也能实现创新收益与金融风险的平衡。2018 年以黑石为首的投资者通过杠杆收购获得了路孚特 55% 的股权，11 亿美元的收购款项中约 10 亿来自美国银行、巴克莱等银行机构提供的银团贷款⁶²，便是银行参与到股权市场中后期投资中的典型案例。对于中国而言，在当前理财产品打破刚兑、普遍净值化的背景下，可以尝试发挥银行理财子公司在募集资金方面的优势，一方面以绿色领域为试点，探索银行体系适度、有序增加对国内股权市场支持的可行方式，另一方面可以鼓励银行更多参与到绿色领域并购市场中，提升绿色领域股权交易活跃度。

二是从静态财富效应和动态财富效应入手，引导富裕家庭资金和养老金等长线资金入市。过去十几年内资已成为中国风投募资的主要来源，因而破解募资困难的关键也在于如何吸引内资入市。考虑到银行支持风投存在创新收益与金融风险的平衡问题，在介入风投阶段与资金量上存在约束，因而如何吸引富裕家庭资金、养老金等长线资金入市成为破解国内股权市场募资困难的希望所在。研究表明，长线资金投资意愿与静态、动态财富效应之间存在密切联系。静态维度的财富效应是指在边际效应递减原理作用下，伴随着投资者财富增加，流动性偏好下降、风险偏好及风险投资规模上升。基于 2006

年至 2018 年美国个人投资者的实证研究发现，收入每增长 10%，风险规避程度便降低 1.5%⁶³。考虑到捐赠资金也是主要来自于富裕家庭后，来自于美国富裕家庭资金占美国风投融资额的比重始终位居前列，募资占比远超险资、外资、企业等其他资金来源。这意味着，为解决国内股权市场募资困难问题，中国可以构建有利于富裕家庭进行股权投资的友好社会环境，例如积极发展私人银行等财富管理业务，探索以绿色领域捐赠抵免为试点，通过“遗产税+捐赠抵免”的方式引导富裕家庭储蓄转化为绿色领域股权市场长线资金。动态维度的财富效应是指因为风投能够带来丰厚回报才会吸引养老金等长线资金介入，而不是因为养老金是长线资金才去介入风投。实证研究也表明，美国州和地方养老金之所以增加对风投等另类资产的投资主要是因为这些资产相对股票的风险调整后收益更高⁶⁴。基于 1989-2008 年美国私人部门养老金的研究表明，养老金资产配置的目标是盈利，否则会面临未来无法按时支付养老金福利的风险，因而资本市场如果无利可图，养老金也会撤出⁶⁵。换言之，即便是从养老金的角度看，是否能够发挥长线资金的角色，还是取决于股权投资能否带来丰厚回报，这在很大程度上又取决于是否存在一个繁荣的股市以及畅通的退出渠道。

建议 6：优化产业引导基金考核方式，提升产业引导基金投资及管理能力，设立绿色风投计划，重视优秀外资风投和 CVC 的积极作用

一是优化产业引导基金考核方式，提升产业引导基金投资及管理能力。针对产业引导基金风险偏好低、投资期限短的问题，需要进一步明确产业引导基金推动科技创新的定位，而不是单纯致力于股权财政，优化对产业引导基金的考核要求，例如，一方面需建立起针对失败项目的合理明晰的责任判定机制，避免因过度追责而压低产业引导基金风险偏好，另一方面则需要改变当前按年度考核产业引导基金业绩的做法，注重基金整体业绩和长期回报，从多年平均业绩或全生命周期业绩的角度进行考核，给予产业引导基金进行长期投资的灵活性；针对产业引导基金运营效率低下的问题，需要在减少政府直投基金的比重，增加产业引导母基金的占比，充分利用发挥市场化 GP 的专业投资能力，同时在其运营过程中充分尊重市场化 GP 的专业能力，做好市场化 GP 与政府 LP 的合理分工；针对产业引导基金可能造成市场分割的问题，建议在设立产业引导基金时，增加跨区域的国家级基金占比、减少市县级基金占比，例如可以考虑在长三角、珠三角等发达地区试点建立跨区域的一体化产业引导基金，通过平衡地方竞争激励与发挥规模优势之间的矛盾来更好地促进科技创新，削弱返投过度分割市场的风险，待该模式成熟后可推广至更多地区。特别地，考虑到各地对于绿色技术均存在较强的投资意愿，且绿色技术领域较强的制造业属性意味着其健康发展需要完整的产业链配套、不同地区可以通过分工协作以提升整体效率，因而在探索设立跨区域产业引导基金时，初期可以以绿色技术领域为抓手来进行试点；

二是创设绿色风投计划，构建政府与市场化 GP 有效合作以促进绿色领域突破式创新的新模式。从美国经验来看，SBIC 是政府与社会资本合作共同推动中小企业发展的良好方式，中国也可以效仿美国 SBIC 发展模式，由中央政府成立绿色担保基金，同时通过一定的条件筛选出那些满足一定要求的专注于绿色领域股权投资的市场化基金，并由绿色担保基金为这些市场化基金提供与其募资额同等规模的融资担保，从而放大市场化基金的可投资资金规模，此外，为鼓励市场化基金投早投小，在设置筛选条件时可以着重支持规模在 10 亿元以下的基金，或者规定政府对单支市场化基金的担保规模不超过 10 亿元。采用此模式支持绿色领域突破式创新，具有四方面优势：首先，在当前各级政府普遍面临较大财政收支平衡压力的背景下，产业引导基金未来的资金可持续性存疑，而在这一新模式中，政府通过对市场化基金提供融资担保能够帮助市场化基金吸纳更多社会资本，从而在不增加政府支出压力的情况下为绿色领域股权基金提供更多资金支持；其次，由政府直接出资改为政府担保出资，意味着政府对于市场化 GP 的干预将有所减少，这有利于发挥市场化 GP 在投资及投后管理方面的专业能力，提升国内股权市场整体的投资及管理效率；再者，除内在的求稳诉求外，造成当前产业引导基金更偏好中后

期成熟项目的另一个重要因素是产业引导基金规模通常较大，如果投早投小，则意味着其将对非常多企业或项目进行投资，这不利于产业引导基金的管理，因而为方便管理，产业引导基金更倾向于参与与资金需求量大、中后期成熟项目的投资中来，而在此新模式中，由于设定了政府担保上限或者市场化基金的募资上限，这使得受到担保支持的基金大多是小规模基金，其更有意愿投早投小，更有助于促进绿色领域的突破式创新；最后，在新模式下，政府担保的存在一定程度上降低了投资者参与股权市场投资所面临的风险，能够吸引更多投资者参与到股权市场中来，股权市场投资者类型的丰富更有助于资本市场生态效应和筛选效应的发挥，从而通过构建一个各领域、各技术路线相互促进、共同发展的创新生态来推动绿色领域的突破式创新。

三是加大金融对外开放力度，吸引优质外资 GP 进入中国股权市场。仅从募资金额角度看，外资早已不是中国股权市场的主导力量，但之所以外资撤出的影响超出了募资规模占比所体现的作用，不只是因为外资撤出在边际上加剧了中国股权市场的募资困难问题，更重要的是由于来中国展业的美元基金基本上都是经验丰富的头部机构，其撤出中国对于国内股权市场投后管理能力与竞争格局产生了不利冲击。中金研究院的实证研究也印证了这一点。基于 2001-2023 年间投资于中国企业的 8071 个风险投资退出案例，中金研究院对于内资 GP 和外资 GP 内部回报率（IRR）进行了比较分析，发现在相同基金币种和同等投资规模下，外资 GP 所投项目回报率在统计意义上显著高于内资 GP。因此，加大金融对外开放力度，积极吸引外资尤其是美资优秀 GP 进入中国，虽对于破解募资困难作用有限，但对于提升国内股权市场投后管理能力却大有裨益，特别地，考虑到碳中和已是目前全球发展共识和未来发展大趋势，且中国在绿色产业很多领域均处于全球领先地位，因而中国绿色产业对于国外股权投资者而言仍具备很强的吸引力，可以以绿色领域股权投资为抓手，通过出台便利外资跨境流动、便利外资工商注册及来华展业等方面的优惠政策，吸引更多优秀外资风投来对中国绿色领域进行投资。

四是优化反垄断理念，重视 CVC 在投资及管理方面的积极作用。相较于独立风投公司（IVC），企业系风投（CVC）是指企业以其自有资金所成立的风投子公司或投资部门。由于 CVC 资金主要来自于企业自有资金，只要企业本身存续不存在问题，CVC 几乎不会面临硬性的退出期限约束，因而具备更显著的长线资金特征。更重要的是，由于 CVC 投资时更多聚焦于服务母公司整体发展战略，投资方向也更多倾向与母公司业务相关的初创公司，因而其可以利用母公司销售渠道等资源赋能被投企业，体现出较强的投后管理能力。研究表明，由 CVC 支持的初创企业在上市前 3 年内比 IVC 支持的初创企业，取得的专利数量平均多出 27%，被引用量平均高出 18%，而在上市后 4 年内，CVC 支持初创企业所获专利数量较 IVC 支持企业平均多出 45%，被引用量平均高出 13%⁶⁶。但过去几年国内 CVC 投资活跃度明显下降。对此，对于大型企业 CVC 的反垄断思考，或需摒弃结构主义的市场份额视角，更多关注行为主义的可竞争性视角，即不能简单地因为企业规模或市场份额较高则认为其构成垄断，而是要更多地关注企业是否存在不公平竞争行为，如果企业不存在不公平竞争行为或其没有对市场公平竞争施加不恰当影响，则不应简单因其对外投资或规模扩张而对其进行反垄断制裁。从结构主义转为行为主义，也正是过去 100 多年美国反垄断的经验。对于绿色技术领域，建议在优化反垄断理念的基础上，鼓励绿色领域头部企业积极参与股权市场投资，为绿色技术领域中小企业的突破式创新活动提供更多资金和资源支持。

建议 7：为绿色领域公司 IPO 创建良好的环境，畅通并购等多元退出渠道，推动交易所公司制改革

一是给予更多非硬科技公司、未盈利公司上市的机会。一方面，考虑到绿色转型的重要性，需要给予绿色领域公司更多上市的机会，这是鼓励风投等股权投资者增加对绿色领域股权投资的必要前提；另一方面，考虑到绿色领域从事突破式创新的企业大多存在前期投入大、盈利不稳定甚至尚未盈利的

情况，若仅以公司当前是否盈利来判断其是否属于优质创新企业、进而决定是否允许其上市，这可能会使得风投等股权投资者越发追求对已盈利的成熟企业进行投资，不利于股权市场发挥投早投小、促进突破式创新的作用，建议针对绿色领域创新公司特征，设立包括研发投入、营收规模、技术领先性等多样化的 IPO 标准，给予绿色领域尚未盈利的优质公司上市的机会，这也有助于吸引股权投资者增加对绿色领域创新公司的投资。

二是鼓励上市公司参与并购交易，发展并购基金，构建多元退出路径。除 IPO 外，并购也是风投重要的退出渠道，特别是在当前 A 股 IPO 节奏明显放缓的背景下，更需要重视并购退出对于活跃股权市场的重要意义。考虑到上市公司和并购基金是并购活动的主要参与主体，为畅通并购退出渠道，一方面可以逐步探索优化 A 股上市公司参与并购交易的条件，增加上市公司并购交易的配套融资工具，同时可以通过发展“PE+上市公司”等并购新模式来提升上市公司参与并购交易的能力及意愿，例如可以以 A 股绿色领域上市公司为试点，来探索、总结如何更好地支持上市公司参与到并购市场中来，鼓励绿色领域龙头企业通过并购做大做强，整合产业链资源，进一步提升其运营效率。另一方面，则可以积极吸引优秀外资并购机构来华设立展业，设立外资并购基金，同时鼓励国内股权投资机构更多参与到并购投资中来。此外，并购市场的发展离不开一系列配套政策予以保障，例如适当简化反垄断等审查程序以鼓励头部企业通过并购做大做强、完善失业保障等社会安全网建设进而为并购主体改善被并购标的业绩提供必要的社会环境、完善股权交易中心平台功能以推动私募股权二级市场发展等。

三是重视推动交易所市场化改革，以增强其自下而上增加包容性的自主空间。美国是资本市场促进科技创新的典范，在此过程中，能够及时响应企业融资需求的美国各交易所发挥了重要作用，背后是交易所在运行机制上存在盈利与竞争激励。也正是得益于这种机制，在纽交所排斥“同股不同权”的 1980 年代初期，纳斯达克才有动力通过接受“同股不同权”的方式来支持高科技企业上市，造就了美国后来的“新经济时代”。目前国内主要交易所本质上均属于事业单位，主动增加包容性以响应市场融资需求的激励不足，同时，国内多层次股票市场作为自上而下规划发展的产物，各上市板块间相对较小的竞争压力进一步抑制了国内交易所及时、主动响应市场融资需求的动力。更重要的是，市场融资需求变化比较快，在如何提高包容性以发挥生态效应方面，交易所可以发挥更大的作用。未来可以重视优化国内各交易所的制度安排，从制度制定方面自下而上地增强 A 股 IPO 包容性。

参考文献

- ¹ <http://theory.people.com.cn/n1/2024/0821/c40531-40302945.html>
- ² IEA, Clean Energy Innovation, <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation?mode=overview>
- ³ 中金研究院,《规模效应和绿色转型的新供给经济学》,2023年9月
- ⁴ IEA, Clean Energy Innovation, 2020.
- ⁵ 国家能源局, https://www.nea.gov.cn/2024-07/12/c_1310781449.htm
- ⁶ 资料来源:中国汽车工业协会,鑫铎资讯
- ⁷ 中国政府网,商务部《中国是全球第二大消费市场和全球第一货物贸易大国》, https://www.gov.cn/xinwen/jdzc/202312/content_6921147.htm
- ⁸ IEA, Clean Energy Innovation, <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation?mode=overview>
- ⁹ 澎湃新闻.《光伏电池效率迈向30%大关:异质结降本提速,叠层电池产业化曙光已现》.2023.06
- ¹⁰ SMM 光伏视界.《光伏电池之争:BC市场迎来增量》
- ¹¹ 《中国能源体系碳中和路线图》,IEA,2021
- ¹² IEA. CCUS in Clean Energy Transitions [R] Paris: IEA, 2020. <https://www.iea.org/reports/ccus-in-clean-energy-transitions>,
- ¹³ 李阳. 碳中和与碳捕集利用封存技术进展[M]. 北京: 中国石化出版社, 2021.
- ¹⁴ 北极星氢能网,《到2050年氢能需求量将接近6千万吨》, <https://news.bjx.com.cn/html/20210604/1156483.shtml#:~:text=%E6%A0%B9%E6%8D%AE%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%B0%A2%E8%83%BD%E8%81%94%E7%9B%9F,%E6%9C%89%E7%9A%84%E6%9C%BA%E9%81%87%E5%92%8C%E7%A9%BA%E9%97%B4%E3%80%82>
- ¹⁵ 张希良,黄晓丹,张达,等.碳中和目标下的能源经济转型路径与政策研究[J].管理世界,2022,38(01):35-66.
- ¹⁶ 大卫·李嘉图,《政治经济学和税收原理》。
- ¹⁷ 约翰·海因里希·冯·杜能,《孤立国》
- ¹⁸ Jessica Lovering et al., Land-use intensity of electricity production and tomorrow's energy landscape, PLoS One, 2022.
- ¹⁹ Samantha Gross, Renewables, Land use, and Local Opposition in the US, Brookings, 2020.
- ²⁰ Anders Winther Rennuit-Mortensen, How replacing fossil fuels with electrofuels could influence the demand for renewable energy and land area, Smart Energy, May 2023
- ²¹ Anders Winther Rennuit-Mortensen, How replacing fossil fuels with electrofuels could influence the demand for renewable energy and land area, Smart Energy, May 2023.
- ²² Anders Winther Rennuit-Mortensen, How replacing fossil fuels with electrofuels could influence the demand for renewable energy and land area, Smart Energy, May 2023
- ²³ L.Kruitwagen, A global inventory of photovoltaic solar energy generating units, Nature, October 2021.
- ²⁴ 中国人民银行 & UNEP. (2015). 构建中国绿色金融体系. 中国金融出版社.
- ²⁵ G20. 2016. 绿色金融综合报告
- ²⁶ 新浪财经、澎湃新闻. 工信部:2010年至2020年新能源汽车补贴已经超过1521亿元 覆盖了317万辆汽车, 2023.01, <https://finance.sina.cn/tech/2023-01-10/detail-imxztfei9057142.d.html>
- ²⁷ 财政部公布对十三届全国人大四次会议第9142号建议的答复, <https://www.dlssatx.com/index.php?m=member&c=tax&a=detail&id=9481>
- ²⁸ <https://www.ncsti.gov.cn/kjdt/tzgg/202109/P020210910637720844002.pdf>
- ²⁹ https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-04/22/content_5601284.htm
- ³⁰ https://www.followingthemoney.org/wp-content/uploads/2022/07/2012.02.24_CBRC_Notice-of-the-CBRC-on-Issuing-the-Green-Credit-Guidelines_C.pdf
- ³¹ <http://www.pbc.gov.cn/zhengwugongkai/4081330/4406346/4693545/4085514/index.html>
- ³² https://group1.ccb.com.cn/group/region/upload/20220726_1658822708/20220726160537518146.pdf
- ³³ 中国石化报:CCUS技术发展的方向及挑战 <https://ricn.sjtu.edu.cn/Web/Show/1182>
- ³⁴ 中国二氧化碳捕集利用与封存年度报告(2023),中国21世纪议程管理中心、全球碳捕集与封存研究院、清华大学,2023
- ³⁵ 阳平坚等,碳捕获、利用和封存(CCUS)技术发展现状及应用展望,2021.07
- ³⁶ 中国科学院,清华大学等.中国二氧化碳捕集利用与封存(CCUS)年度报告(2021)[R],2021
- ³⁷ 刘斌.油气田企业推进CCUS技术应用面临的挑战及对策[J].石油科技论坛,2022,41(04):34-42
- ³⁸ 《全国碳市场发展报告2024》,生态环境部
- ³⁹ Guiru Hua, Shuli Zhou, Shiyun Zhang, Junqiu Wang, Industry policy, investor sentiment, and cross-industry capital flow: Evidence from Chinese listed companies' cross-industry M&As, Research in International Business and Finance
- ⁴⁰ UNESCO, 2019, Gender equality in the sustainable energy transition
- ⁴¹ <https://sc.macromicro.me/charts/99946/world-market-cap-to-gdp>
- ⁴² 2023年中国股权投资机构ESG研究报告及榜单发布,清科Zero2IPO
- ⁴³ 根据中国人民银行每年“金融机构信贷投向”整理
- ⁴⁴ IEA. Innovation needs in the Sustainable Development Scenario
- ⁴⁵ 清华大学国家金融研究院.绿色金融支持绿色科技创新研究.2019
- ⁴⁶ 中金研究院.产业追赶的“举国体制”:来自发达国家的经验.2022
- ⁴⁷ Gmpers, P. A. Optimal investment, monitoring, and the staging of venture capital. In Venture Capital (pp. 285-313). Routledge, 2022
- ⁴⁸ Massoud, N., Song, K., & Tran, N, Lender effects on gains from mergers and acquisitions. Journal of Banking & Finance, 2024
- ⁴⁹ 中金研究院、中金公司研究部:《第十六章 创新金融:并非资本市场的独角戏》,《创新:不灭的火炬》,中信出版社, 2021
- ⁵⁰ https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5323101.htm

- ⁵¹ https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_14822822
- ⁵² Emanuele Colonnelli, Bo Li, and Ernest Liu. Investing with the Government: A Field Experiment in China. *Journal of Political Economy*, 2024
- ⁵³ World Bank, 《How can green public procurement contribute to a more sustainable future》. 2023.09, <https://blogs.worldbank.org/en/governance/how-can-green-public-procurement-contribute-more-sustainable-future>
- ⁵⁴ NRDC, 《通过绿色采购政策提高对低碳水泥的市场需求》
- ⁵⁵ Building the Bridge, Grattan Institute, July 2012
- ⁵⁶ <https://www.pilotauctionfacility.org/content/about-paf>
- ⁵⁷ <https://new.qq.com/rain/a/20220125A02PW00>
- ⁵⁸ <https://news.sjtu.edu.cn/mtjj/20240527/197978.html>
- ⁵⁹ <https://www.ces.org.cn/xhtml/report/24071017-1.htm>
- ⁶⁰ <https://www.mec.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202103/W020210330371577301435.pdf>
- ⁶¹ <https://www.occ.treas.gov/publications-and-resources/publications/community-affairs/community-developments-insights/pub-insights-sep-2015.pdf>
- ⁶² <https://www.reuters.com/article/business/more-banks-set-to-join-financing-for-blackstone-s-thomson-reuters-buyout-idUSKCN1GD5WX/>
- ⁶³ Meeuwis M. Wealth fluctuations and risk preferences: Evidence from US investor portfolios[J]. Available at SSRN 3653324, 2020.
- ⁶⁴ Begenau J, Liang P, Siriwardane E. The Rise of Alternatives[J]. 2024.
- ⁶⁵ Investment Company Institute (ICI) and Securities Industry and Financial Markets Association (SIFMA). Equity and bond ownership in America, 2008[J]. 2008.
- ⁶⁶ Chemmanur T J, Loutskina E, Tian X. Corporate venture capital, value creation, and innovation[J]. *The Review of Financial Studies*, 2014, 27(8): 2434-2473.

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“环境与气候可持续投资创新机制课题”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、生态环境部副部长赵英民先生、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、生态环境部对外合作与交流中心副主任、国合会助理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张慧勇先生、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。