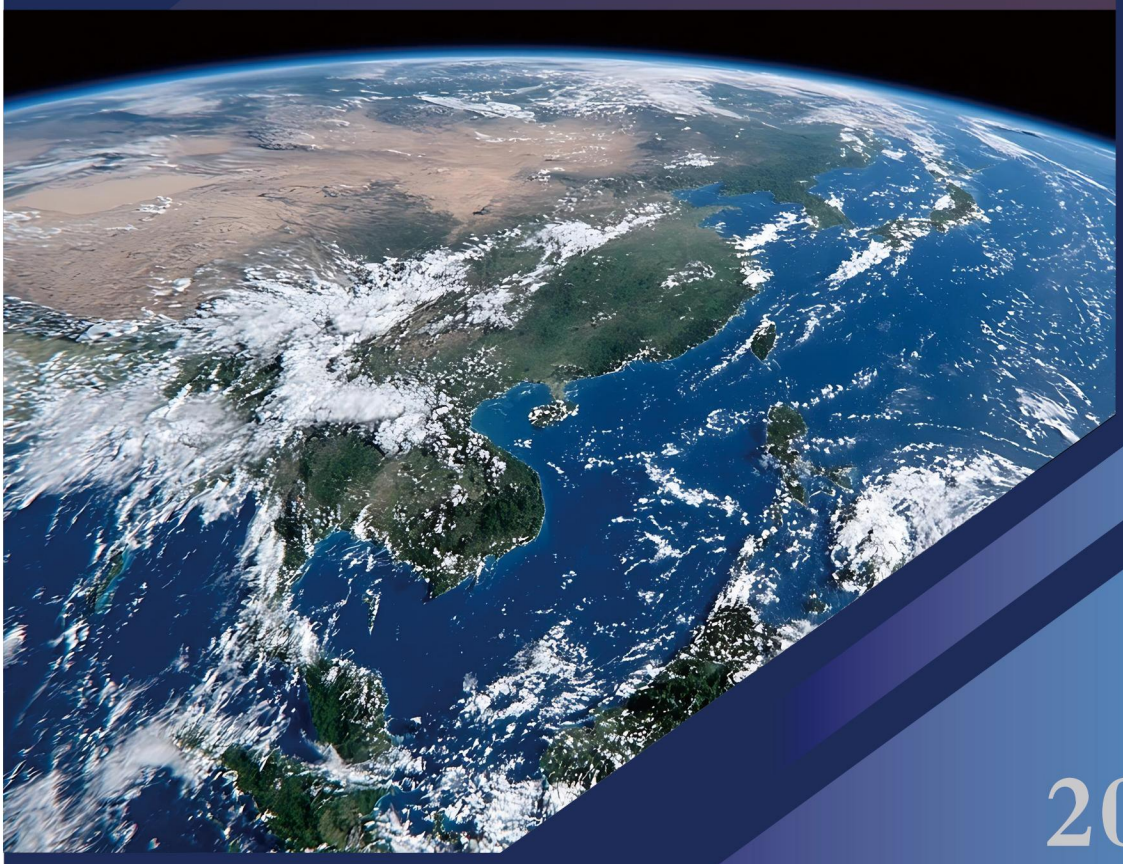
中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

新一轮国家自主贡献目标的实施路径、重点领域和政策措施



2026

中国环境与发展国际合作委员会

专题政策研究报告

新一轮国家自主贡献目标的实施路径、重点领域和政策措施

2026 年 7 月

* 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，研究成果不代表其所在单位观点，亦不代表国合会观点。

专题政策研究项目组成员

外方组长：

韩佩东	国合会委员，儿童投资基金会首席执行官
邹　骥	国合会特邀顾问，能源基金会首席执行官兼中国区总裁

中方组长：

王　毅	国合会委员，中国科学院科技战略咨询研究院研究员
李　政	清华大学气候变化与可持续发展研究院院长、教授

核心专家（按姓氏字母顺序）：

外方：

德尔贝克	国合会委员，欧洲投资银行气候政策和国际碳市场首任主席，欧盟委员会气候行动总司前总司长
凯　特	英国气候事务特别代表
潘　兴	国合会委员，伦敦政治经济学院（LSE）全球可持续发展学院院长、教授
托　尼	国合会委员，巴西环境与气候部气候秘书长变化国务秘书，COP30首席执行官
图比亚娜	国合会委员，欧洲气候基金会首席执行官

中方：

吕文斌	国家发展和改革委员会能源研究所所长
王金照	中国国际发展知识中心常务副主任
徐华清	国家应对气候变化战略研究和国际合作中心首席科学家
张海滨	北京大学国际关系学院副院长

咨询专家（按姓氏字母顺序）：

外方：

董　珂	大自然保护协会（TNC）中国参与全球事务总监
理查德	治理与可持续发展研究所（IGSD）高级法律顾问
费尔南德斯	墨西哥气候倡议组织（ICM）执行主任
郭江汶	英国皇家国际事务研究所(Chatham House)高级研究员，中英气候政策对话项目负责人
韩国义	斯德哥尔摩环境研究所（SEI）高级研究员
何　豪	国合会委员，能源创新智库荣誉创始人
何秀珍	挪威弗雷德弗南森研究所研究教授
内特·赫尔特曼	马里兰大学全球可持续发展中心创始主任
约　佐	澳大利亚国立大学克劳福德公共政策学院环境经济学教授
李永怡	国合会特邀顾问，英国皇家国际事务研究所未来项目研究主任、霍夫曼可持续特聘研究员、可持续促进咨询委员会主席
雷红鹏	国合会特邀顾问，联合国环境规划署气候变化司副司长
刘　强	儿童投资基金会全球气候项目主任、中国区首席代表
刘鸿鹏	联合国亚洲及太平洋经济社会委员会（UNESCAP）能源司司长

卢思骋	红杉气候基金会项目总监
马　贝	第三代环境保护主义（E3G）创始主任兼联合首席执行官
凯瑟琳·麦肯纳	气候与自然解决方案机构创始人兼首席执行官、加拿大环境与气候变化部前部长
梅迪纳	儿童投资基金会首席公益生态官、气候变化项目执行主任
梁锦慧	国合会特邀顾问，世界经济论坛执行董事
帕斯特	卡内基气候地球工程治理倡议（C2G2）执行主任、高级研究员
阿图尔·伦格·梅茨格	德国观察董事会副主席，欧盟委员会气候行动总司前司长
桑德洛	哥伦比亚大学全球能源政策中心创始研究员
西蒙·夏普	S-curve 经济研究所执行主任，联合国气候变化高级别倡导者团队经济学主任
孙晓璞	治理与可持续发展研究所（IGSD）高级顾问
阿代尔·特纳勋爵	能源转型委员会联合主席
王立德	加州大学洛杉矶分校（UCLA）法学院法学教授
温克勒	南非开普敦大学经济学院教授

中方（按姓氏字母顺序）：

贝多广	中国人民大学中国普惠金融研究院院长
曹　莉	国际货币基金组织上海中心副主任
贺克斌	国合会委员，中国工程院院士，清华大学环境学院教授
鞠建东	清华大学五道口金融学院紫光讲席教授
康艳兵	国家发展和改革委员会能源研究所副所长
李俊峰	红杉中国投资合伙人、红杉碳中和研究院院长
李琼慧	国网能源研究院资深专家
谭显春	中国科学院科技战略咨询研究院碳中和战略研究中心副主任、研究员
滕　飞	清华大学能源环境经济研究所教授、副所长
王凤春	全国人民代表大会环境与资源保护委员会法案室原一级巡视员
王　溥	中国科学院科技战略咨询研究院研究员
王　遥	中央财经大学绿色金融国际研究院院长
徐晋涛	北京大学博雅特聘教授、国家发展研究院教授
杨　雷	北京大学能源研究院副院长

协调员：

辛嘉楠	能源基金会总裁办公室主任
李　楠	儿童投资基金会气候项目主任
顾佰和	中国科学院科技战略咨询研究院研究员
杨　秀	清华大学智库中心副主任

其他参与人员：

赵　笑	儿童投资基金会
祁　悦	儿童投资基金会
田　川	儿童投资基金会
张慧勇	能源基金会
孟　琦	能源基金会

才婧婧	能源基金会
彭丽楠	能源基金会
余　多	能源基金会
张　璇	中国科学院科技战略咨询研究院
于东晖	中国科学院科技战略咨询研究院
陈　卓	中国科学院科技战略咨询研究院
刘子津	中国科学院科技战略咨询研究院
宋　洋	清华大学气候变化与可持续发展研究院

执行摘要

本年度专题研究围绕新一轮国家自主贡献（NDC）目标的实施路径、重点领域和政策措施展开，立足当前全球气候治理和能源转型的新形势，研判全球气候治理发展趋势，分析中国在全球气候治理中的定位和作用，研究中国新一轮国家自主贡献目标与“十五五”规划、2035 年 NDC 目标衔接的实施路径，探索能源体系、产业体系、技术创新和制度改革等重点领域任务，为中国推进碳达峰碳中和、提升绿色低碳转型质量以及参与全球气候治理合作提供决策参考。

当前，全球气候治理面临更加复杂的国际环境。一方面，气候风险持续加剧，全球温升、极端天气事件等气候变化影响不断显现，气候风险已经与粮食安全、能源安全、产业链稳定、金融安全和社会公平等问题相互交织。另一方面，地缘政治冲突、能源价格波动、产业竞争、贸易摩擦和财政约束等因素正在影响各国气候政策优先级，多边气候治理面临政治动能不足、资金落实不力和责任追究不严等挑战。与此同时，全球低碳转型内生动力仍在增强，光伏、风电、储能等清洁能源技术及电动汽车不断发展，清洁能源投资持续增长，低碳转型正在成为推动经济增长、技术创新和产业升级的重要方向。但是，电网接入、市场机制、绿色金融、碳排放数据、关键材料供应和国际规则协调等问题仍制约全球低碳转型进程。

“十五五”时期是中国实现碳达峰、推进碳排放双控制度体系建设、形成达峰后排放稳中有降趋势的关键阶段，也是中国更新和落实新一轮国家自主贡献目标、推动经济社会发展全面绿色转型的重要窗口期。近年来，中国已基本构建了“双碳”政策体系，在可再生能源、绿色低碳产业、碳市场和绿色金融等领域取得积极进展。但与此同时，中国绿色低碳转型仍面临新能源产业发展模式优化、新型电力系统建设、碳排放管理制度完善以及国际绿色贸易规则变化应对等挑战，需要进一步统筹能源转型、碳排放治理、产业政策、市场机制、财政金融和国际合作，形成更加系统的实施路径。

报告包括以下几个方面的内容：一是研判全球气候治理和能源转型新形势，分析全球气候治理体系变化、绿色低碳产业竞争以及中国发挥建设性引领作用面临的机遇与挑战；二是围绕中国新一轮国家自主贡献目标与“十五五”规划、2035 年目标衔接，研究能源体系、产业体系、技术创新和制度改革的实施路径；三是关注能源转型过程中的性别主流化问题，提出推动女性参与绿色行业发展的相关建议；四是结合国内外形势变化，提出推动中国落实新一轮国家自主贡献目标、推进绿色低碳转型以及加强全球气候治理合作的政策建议。

报告主要发现和结论如下：

一是全球气候风险持续加剧，气候治理的政治优先级有所下降，但全球低碳转型仍保持发展动力。气候变化影响不断显现，全球气候治理面临政治动能不足、资金落实不力和责任追究不严等挑战。同时，清洁能源技术不断发展，全球清洁能源投资持续增长，可再生能源正在成为新增电力供给的重要来源。未来，全球气候治理需要进一步加强政策执行能力，推动气候目标与经济发展、能源安全和空气质量改善等目标协同。

二是全球低碳转型正在从技术发展阶段进入系统调整阶段。风电、光伏、储能、智能电网、虚拟电厂、需求侧响应和终端电气化等新技术新模式正在推动能源体系变革。但是，电网建设、市场机制、绿色金融、关键材料供应和供应链协调等仍是影响转型质量和速度的重要因素。

三是中国在全球气候治理中面临更高期待，需要进一步发挥建设性引领作用。中国在可再生能源发展、绿色低碳产业、能源转型实践和南南合作等方面积累了重要经验。面对全球气候治理缺口扩大、绿色产业竞争加剧以及全球南方绿色转型需求增长等挑战，中国需要进一步推动自身实践经验转化为国际合作方案。

四是落实新一轮国家自主贡献目标需要加强能源、产业和制度体系协同。中国绿色低碳转型不仅需要推动能源结构调整，还需要完善碳排放管理制度、推动绿色产业发展、加强技术创新和健全财政金融政策体系，为后续减排创造条件。

五是能源转型过程中需要进一步推进性别主流化。绿色低碳转型将带来产业结构和就业结构变化，应关注女性在绿色行业中的参与机会，加强能力建设，促进性别平等目标与气候治理进程相结合。

基于以上分析，报告提出以下政策建议：

一是加强中国在全球气候治理和低碳转型中的建设性引领作用，主动贡献全球气候公共产品，逐步提升中国的全球气候领导力。中国应继续维护以《联合国气候变化框架公约》及《巴黎协定》为核心的多边气候治理体系，加强与欧盟、英国、巴西以及其他伙伴的沟通合作，推动全球气候治理进程。同时，中国应加强全球气候科学、早期预警能力建设，以及非二氧化碳温室气体和短寿命气候污染物治理合作。

二是推动新一轮国家自主贡献目标与“十五五”规划有效衔接，加快能源体系和绿色低碳产业转型。中国应推动可再生能源发展，加强新型电力系统建设，促进绿色低碳产业发展，推动能源系统向更加低碳、高效和安全的方向转型。

三是完善“双碳”制度体系和市场激励机制，为碳达峰后的排放下降提供制度基础。中国应进一步完善气候变化相关法律法规体系，加强碳排放统计核算、监测报告核查和数据管理；强化碳市场作用，协同推进绿色财税、产业政策和相关市场机制改革，以绿色需求和有效投资支撑长期转型。

四是推动开放、包容、互利的全球绿色低碳合作。中国应加强绿色低碳技术和产业合作，支持发展中国家绿色转型，加强清洁能源、绿色基础设施和相关能力建设合作，推动形成更多务实的合作成果。

五是推动气候治理中的性别平等。中国应加强女性在绿色行业和气候治理领域的参与和能力建设，推动性别平等议题在气候治理进程中进一步落实。

关键词：全球气候治理 国家自主贡献目标 “十五五”规划 绿色低碳转型 能源转型 “双碳”目标 气候治理协同效益 南-北-南合作 南南合作

目 录

一、引言.....1

二、加强中国在全球气候治理和低碳转型中的引领作用.....2

（一）全球气候治理形势研判：全球气候风险持续加剧，但政治与制度动能放缓，气候治理须从“目标驱动”转向“收益驱动”和“执行驱动”.2

（二）全球气候治理期待上升与绿色竞争加剧，中国国际气候领导力面临更高要求.....7

（三）中国可以在全球气候治理和低碳转型中发挥建设性引领作用.....9

三、中国落实新一轮 NDC 目标和“十五五”规划的路径与政策.....18

（一）新一轮 NDC 目标和“十五五”规划的潜在影响 18

（二）新一轮 NDC 目标的实施路径与面临的挑战 23

（三）深化制度与政策改革.....26

四、气候变化中性别主流化的路径分析.....29

（一）能源安全议题优先化挤压性别平等议程空间.....30

（二）女性在气候治理关键领域的影响力仍然有限.....30

（三）能源转型的利益分配存在性别不平等问题.....30

（四）发展中国家绿色转型中的性别包容性挑战.....31

（五）能源转型中性别主流化的路径建议.....32

五、政策建议.....33

（一）建设以可再生能源为主体的新型能源体系，将能源转型与经济社会发展更好结合.....33

（二）完善碳排放双控制度，推动刚性约束与市场灵活性机制协同发力.....34

（三）重塑气候国际合作路径，以务实联合行动支持全球绿色转型....35

新一轮国家自主贡献目标的实施路径、重点领域和政策措施

一、引言

应对气候变化仍是全球可持续发展和国际合作的重要议题，但当前全球气候治理已进入更加复杂的阶段。一方面，气候变化带来的物理影响持续加剧，全球温升、海洋热含量、海平面上升、冰川退缩和极端天气事件都在不断突破历史极值，气候风险已经从长期环境风险转化为影响粮食安全、能源安全、产业链稳定、金融安全和社会公平的系统性风险。另一方面，地缘政治冲突、能源价格波动、产业竞争、贸易摩擦和财政约束正在改变各国政策优先级，气候议题与经济安全、产业安全和供应链安全更加紧密交织，多边气候治理面临政治动能不足、资金落实不力和责任追究不严等挑战。

与此同时，全球低碳转型的内生动力仍在增强。光伏、风电、储能、电动汽车等清洁能源技术成本持续下降，清洁能源投资规模已经超过化石能源投资，可再生能源正在成为新增电力供给的重要来源。特别是以可再生能源、新型储能、智能电网、虚拟电厂、需求侧响应和终端电气化为代表的新型能源体系，正在重塑能源安全和产业竞争力的内涵。低碳转型不再只是减排约束，也正在成为推动经济增长、技术创新、产业升级和就业结构优化的重要动力。但是，清洁能源投资增长并不代表制度动能自然增强，电网接入、市场机制、绿色金融、碳排放数据、关键材料供应、国际规则协调等问题仍是制约转型质量和速度的关键瓶颈。确保各方公平获取技术创新成果和新兴经济机遇，也是提升转型成效、增强转型包容性的重要条件。

“十五五”时期是中国实现碳达峰、推进碳排放双控制度体系建设、形成达峰后排放稳中有降趋势的关键阶段，也是中国更新和落实新一轮国家自主贡献目标、推动经济社会发展全面绿色转型的重要窗口期。与此同时，扩大对甲烷、氧化亚氮、含氟气体等非二氧化碳温室气体的管控力度，对实现中国全社会层面的气候目标至关重要。这类污染物在能源、工业、农业和废弃物领域具备可观的近远期减排潜力。中国已基本构建完成碳达峰、碳中和“1+N”政策体系[1]，可再生能源装机规模、绿色低碳产业、碳市场建设和绿色金融发展取得显著进展。截至 2025 年底，中国可再生能源总装机容量约 2340 吉瓦，占比提升至 60%左右；风电、光伏合计装机容量由 2020 年的 530 吉瓦增至 1840 吉瓦，历史性超过火电。此外，新型储能、虚拟电厂、车网互动、源网荷储协同等新技术新模式也加快发展。这些进展为中国建立以非化石能源为主体的新型能源体系、推动绿色低碳产业成为经济增长新动能奠定了基础。

同时，中国绿色低碳转型也面临新的阶段性挑战。新能源产业局部存在产能扩张快于应用场景释放、价格竞争加剧和利润率下降等问题；新型电力系统建设仍受电网调度、市场机制、长时储能、容量补偿和辅助服务机制制约；碳排放管理制度全面转向碳排放双控，然而，碳排放统计核算、监测报告核查、地方考核、基于总量控制的碳市场管理和数据法治化管理能力仍需提升；在国际层面，绿色贸易壁垒、供应链安全化、关键矿产竞争和技术规则分化也对中国绿色产业国际合作提出更高要求。这些问题决定了中国下一阶段的气候政策不能仅依靠目标设定，而需要把能源转型、碳排放治理、产业政策、市场机制、财政金融和国际合作统筹起来，形成更加系统的实施路径。

本报告围绕新一轮国家自主贡献目标的实施路径、重点领域和政策措施展开研究：首先，研判全球气候治理和能源转型的新形势，分析中国在全球气候治理中发挥建设性引领作用面临的机遇与挑战；其次，围绕中国新一轮 NDC 目标与“十五五”规划及 2035 年目标的衔接，梳理能源体系、产业体系、技术创新和制度改革的实施路径；再次，聚焦能源转型过程中的性别主流化问题，提出加强女性参与绿色行业能力建设的路径；最后，结合当前国内外形势，提出面向“十五五”规划、新一轮 NDC 目标落实和全球气候治理合作的

[1] “1+N”政策体系是中国“双碳”顶层政策框架，“1”指“双碳”工作总纲领文件，“N”代表分领域、分行业、分地区的系列配套实施方案与保障政策。

政策建议。报告旨在为中国稳妥推进“双碳”目标、提升绿色低碳转型质量、发挥全球气候治理中的建设性作用提供决策参考。

二、加强中国在全球气候治理和低碳转型中的引领作用

（一）全球气候治理形势研判：全球气候风险持续加剧，但政治与制度动能放缓，气候治理须从“目标驱动”转向“收益驱动”和“执行驱动”

1. 气候变化带来的物理影响持续加剧，但气候议题的政治优先级却持续下降

根据世界气象组织（WMO）2025 年 3 月发布的《2024 年全球气候状况报告》，2024 年已成为有记录以来最热的年份，全球平均近地表温度比工业化前时期（1850—1900 年）高出 1.55±0.13℃。这是 175 年观测历史中首个日历年均温升突破 1.5℃阈值的年份。欧盟哥白尼气候变化服务（C3S）的独立数据同样确认了这一里程碑式的突破。需要指出的是，单年温升短暂超过 1.5℃并不等同于《巴黎协定》所指的长期越界，然而，这一事件释放出强烈的警示信号：长期变暖趋势正以超出预期的速度逼近不可逆临界点。

2024 年以来，极端天气事件的频率、强度和影响范围均创下新纪录。世界气象组织预计 2026 年可能形成强厄尔尼诺，带来高温、洪水和干旱等连锁影响。

高温影响非常显著。2026 年，以欧洲国家为代表的多个国家和地区遭遇异常偏早且强度突出的热浪侵袭。5 月下旬，西欧出现罕见早发高温，法国西部、英格兰和威尔士等地日平均气温较常年高出 10℃以上，葡萄牙、英国、爱尔兰等国均创下 5 月最高气温纪录，法国也经历了有记录以来 5 月单日最高气温。6 月下旬，欧洲热浪进一步增强并向中东欧、南欧和巴尔干地区扩展，多国发布高温红色预警，德国、荷兰、奥地利、匈牙利等地刷新国家或地区高温纪录，部分地区气温超过 40℃。高温直接冲击能源系统稳定性，法国因河流水温升高、冷却水使用受限，被迫削减核电出力。法国电力公司（EDF）数据显示，法国核电出力一度减少约 4.1 吉瓦，相当于当时总电力需求的约 7%，并临时关闭两个核反应堆，以满足保护河流生态的环境监管要求[1]。这些情况表明，气候风险已不仅影响能源需求侧，还会削弱传统稳定电源的供给能力。

洪涝灾害同样频发。2026 年初，南部非洲强降雨和气旋引发大范围洪涝，莫桑比克、马达加斯加、南非和赞比亚等国约 150 万人受影响，300 多人死亡，17 万人以上流离失所[2]。7 月，受热带风暴和持续强降雨影响，中国南方的广西等地发生严重洪灾，造成数十人死亡和大规模人员转移[3]。

干旱问题也令人忧虑。亚马孙河流域在 2024 年经历了百年不遇的严重干旱，主要支流水位降至历史最低点，严重影响航运、渔业和沿岸社区生计。南部非洲多国遭遇连续数年的农业干旱，粮食安全面临严峻威胁。

世界天气归因组织（WWA）的分析表明，上述绝大多数极端事件的发生概率和强度都因人为气候变化而显著增加。

气候临界点的风险正在从学术讨论走向现实关切。2025 年 10 月发布的《2025 年全球临界点报告》（Global Tipping Points Report 2025）指出，全球珊瑚礁生态系统已正式越过其气候临界点——第四次全球白化事件覆盖了全球绝大部分珊瑚礁区域，大堡礁等标志性生态系统的生存面临根本性威胁。这是地球气候系统中第一个被科学确认已经越过临界点的关键要素[2]。与此同时，其他临界点也在加速逼近：格陵兰冰盖和西南极冰盖的不稳定消融正在加速，若完全崩塌将导致海平面上升数米甚至十余米；亚马孙雨林的部分区域已从碳汇转为碳源，森林退化与气候变暖之间形成危险的反馈循环；大西洋经向翻转环流（AMOC）减弱的趋势得到多项观测研究的确认，一旦崩溃将彻底改变欧洲和非洲的气候

[2] 参见：https://www.who.int/publications/m/item/public-health-situation-analysis---flooding-across-southeast-africa。

[3] 参见：https://news.southcn.com/node_47a8059d6c/3eee5293c0.shtml。

模式。这些临界点之间存在级联触发的风险——一个系统的崩溃可能增加其他系统被突破的概率。这种“临界点复合风险”意味着气候行动的窗口期可能比此前预估的更加紧迫。

然而，与物理风险持续上升相反，气候议题在国际政治议程中的优先级正在下降。美国气候政策周期性摇摆削弱了多边制度的稳定预期，也使国际社会对主要排放经济体履约连续性产生更强疑虑。欧盟虽然继续坚持 2050 年气候中和方向，但近年来政策重心明显转向竞争力、战略自主、能源价格和工业韧性，气候政策越来越需要服从产业承受能力、就业影响和供应链安全目标。换言之，欧美等主要经济体并未否认气候风险，却越来越倾向于把气候目标嵌入本国（地区）经济安全和产业竞争框架。

多边气候治理的效率和效果也受到更大质疑。COP 进程仍是全球气候治理主渠道，但围绕资金落实、适应指标、损失损害、技术转让和透明度问责的谈判进展相对缓慢，部分国家新一轮NDC提交和更新进度不足，削弱了国际社会对2035年目标路径的信心。COP31前后，全球气候治理将面对一个更尖锐的问题：如果气候风险加速上升，而政治动力不足、资金落实不力、执行问责不严，多边制度如何重新证明其有效性？因此，气候治理不能只靠目标共识维持动能，而必须用更具体的资金、技术、产业和发展收益重新建立政治可行性。

这也意味着，未来应对气候变化的关键不是“提高雄心”，而是重新解释气候行动与经济社会利益之间的关系。COP30 决议中也强调将工作重点转向落实[3]。过去，气候治理常以长期减排责任和全球公共品为叙事主线；现在，面对高通胀、能源价格波动、债务压力和产业竞争加剧的现实，各国政府更需要证明气候政策能够带来能源成本下降、就业增长、产业升级、健康改善和灾害损失降低。若气候议题不能与这些短中期收益明确关联，其政治优先级就会继续被安全、增长和财政议题挤压。因此，气候治理的下一阶段必须从“目标驱动”转向“收益驱动”和“执行驱动”。

2. 清洁能源投资创新高，但全球低碳转型制度动能显著放缓

全球清洁能源投资和技术部署仍在扩张，这是当前气候治理中最确定的积极变量。国际能源署（IEA）发布的《全球能源回顾 2026》显示，2025 年全球能源投资达到 3.3 万亿美元，其中 2.3 万亿美元投向清洁能源；可再生能源和核电合计贡献全球约 42%的发电量，新增可再生能源装机容量接近 800 吉瓦[4]。IEA 发布的《2026 年世界能源投资报告》指出，2026 年全球能源投资将达到 3.4 万亿美元，其中约 2.2 万亿美元将流向电网、储能、可再生能源、核能、电气化和低排放能源领域，占总投资规模近三分之二。相比之下，石油投资连续第三年下降[5]。这些数据说明，低碳转型的产业和技术基础并未逆转，清洁能源仍是全球能源投资和制造业竞争的重要方向。

根据国际可再生能源署（IRENA）数据，从 2010 年到 2024 年，全球公用事业级光伏总安装成本下降 87%，平准化度电成本（LCOE）降至 0.043 美元/千瓦时，比最低成本的化石燃料替代方案便宜 41%；陆上风电总安装成本下降 55%，其 LCOE 降至 0.034 美元/千瓦时，已成为全球最便宜的新建电源之一，比化石燃料发电便宜 53%；海上风电 LCOE 下降 62%。2024 年，91%新建公用事业级可再生能源发电项目成本低于最便宜的新建化石燃料替代方案[6]（见图 2-1）。储能价格的下降速度也超出了市场预期。Ember 的报告指出，2025 年固定储能电池组价格已在 2024 年的基础上再次下降 45%，创下历史新低。储能成本的大幅下降赋予了电网极强的时移调度能力。IRENA 的报告表明，全天候风光储系统正具备超越化石能源的成本竞争力：通过适度的风光产能超配配合电池储能，新建的绿电资产在满足高可靠性要求的情况下，其全天候供电成本已经具备优势。中国 2024 年投产的绝大多数公用事业级光伏项目，其全天候光储成本已经降至 0.1 美元/千瓦时以下。在 99%的可靠性目标下，部分光储项目的最低成本仅为 0.046 美元/千瓦时，这一价格已经比新建煤电和气电的供电成本还要低。IRENA 预测，到 2030 年，全球优质风光资源区的光储全天候电力成本将再下降约 30%，这意味着，未来的全球电力系统完全可以依托越来越廉价的全天候风光储集群，实现对传统化石能源的高质量、低成本替代。

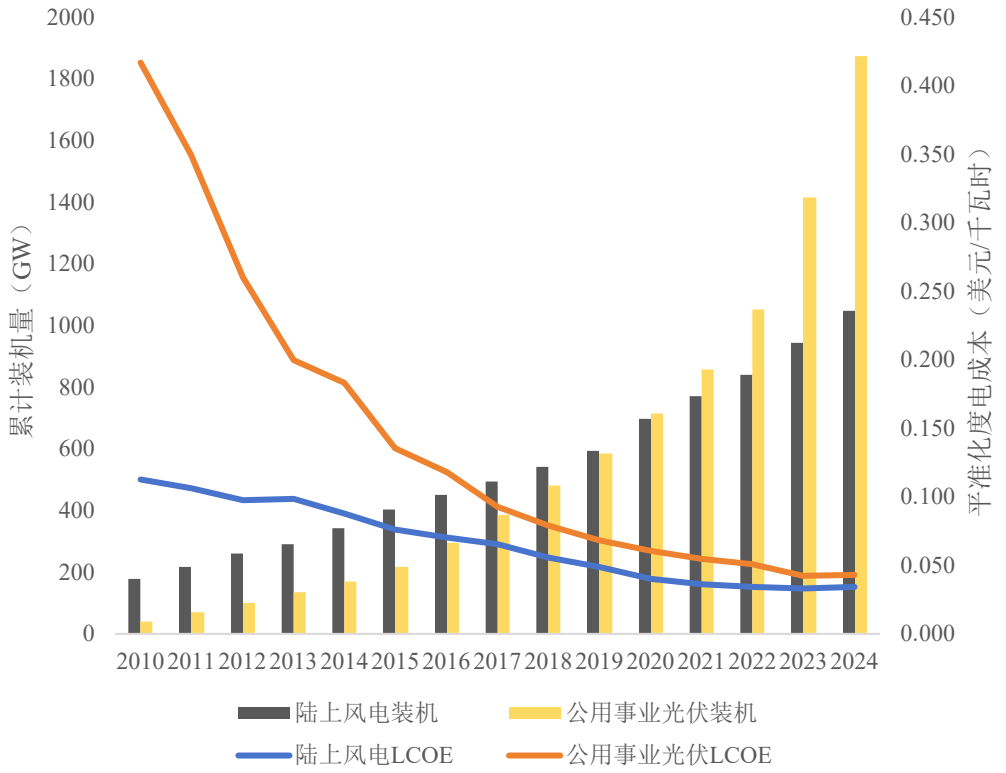


图 2-1 2010—2024 年陆上风电和公用事业级光伏累计装机容量和平准化度电成本（单位：吉瓦、美元/千瓦时）

数据来源：根据 IRENA（2025）相关报告总结。[7]

但是，投资增长和成本下降并没有同步带来制度动能增强。世界经济论坛指出，2026 年全球能源转型总体进展几乎停滞，转型准备度（或“转型支撑条件”，Transition readiness）[4]十多年来首次下降，其中金融与投资维度下降 1.8%，监管与政治承诺维度下降 1.2%，创新维度下降 1.1%，基础设施维度也出现小幅回落[4][5]。这说明全球低碳转型正在出现“技术和资本仍在前进、制度和政治支持放缓”的错配。一方面，清洁能源已具备越来越强的成本竞争力；另一方面，电网接入、许可审批、长期融资、跨境供应链和政策稳定性成为更突出约束。全球超过 2500 吉瓦的可再生能源、储能和大规模新增负荷项目仍在等待电网接入[4]，表明清洁能源装机容量增长不能自动转化为系统性减排成果。

这种背离使全球转型进入新的瓶颈阶段。过去十年，政策讨论主要围绕“清洁能源能否比化石能源更便宜”；未来十年，关键问题将转向“清洁能源能否在电网、市场、金融和产业规则中被大规模、稳定、公平地吸收”。因此，低碳转型不是简单的技术替代过程，而是需要电力系统、金融体系、贸易规则、产业政策和社会分配机制同步调整。

制度动能放缓是多重叠加的结果：高利率和通胀提高了项目资本成本，尤其使新兴经济体和发展中国家的清洁能源项目更难获得长期低成本融资；电网和许可审批滞后，使大量可再生能源项目无法及时并网；财政补贴空间收缩和政治周期变化叠加，削弱了政策连续性；绿色产业面临贸易壁垒、投资审查和本地化要求，又进一步加剧了跨境供应链不确定性。

[4] 支撑能源转型持续推进的政策、金融、创新、基础设施和人力资本等基础条件。

[5] 上述数值为世界经济论坛能源转型指数（ETI）覆盖的 120 个国家相应维度平均得分的同比变化。各维度由多项指标综合衡量：金融与投资维度包括信用评级、私人部门信贷、外资限制和清洁能源投资；监管与政治承诺维度包括能源监管、净零承诺、政策稳定性和碳价；创新维度包括创新环境、研发投入和环境技术扩散；基础设施维度包括可再生能源建设、交通和数字基础设施、AI 准备度及关键矿产供应链暴露。各指标经最小-最大法标准化为 0～100 分后逐层汇总；全球平均为各国得分的简单平均，不按人口或 GDP 加权。

与此同时，当前能源转型在全球呈现更明显的不均衡特征，只有约 24%的经济体的能源系统在安全、可负担性和可持续性三方面同步改善[4]。这一判断揭示了全球转型的结构性难题：如果清洁能源投资只集中在少数融资条件较好、制度能力较强的经济体，全球总投资额即使创新高，也难以自动形成普遍转型。换言之，清洁能源投资增长是必要条件，但不是充分条件；只有当电网、市场机制、财政政策、金融工具和社会承受力同步改善，投资才能真正转化为减排、能源安全和发展收益。

事实上，当前全球并非缺少资本，而是缺少能够进入发展中国家绿色项目的有效融资机制。许多发展中国家绿色项目面临融资成本过高问题，其融资成本往往达到发达国家同类项目的数倍。IEA 研究显示[8]，融资成本已成为决定可再生能源项目经济性的关键因素。2022 年，非洲可再生能源项目中，60%～90%的融资成本来自国家层面的风险溢价（发达国家仅为 10%），而非能源技术本身。汇率不稳、主权信用不佳、担保机制不足、政策和监管不确定，以及本地金融市场不成熟等，共同推高了绿色项目融资成本。

长期来看，气候资金缺口与投资机会并存。气候融资的重心应从“承诺更多资金”转向“降低资金落地成本”。全球新能源、绿色基础设施和气候适应领域蕴含巨大投资需求，亟须通过完善风险分担机制、推广混合融资、深化多边开发银行改革、创新绿色担保机制等方式，提高项目可融资性，撬动更多商业资本进入发展中国家市场。赞比亚 Scaling Solar 项目表明，主权担保、政治风险保险和优惠融资等风险缓释工具可以显著降低融资成本并吸引私人资本进入[9]。因此，未来全球气候治理需要双管齐下：一方面继续敦促发达国家履行资金承诺、确保多边资金及时到位；另一方面，推动气候融资从依赖有限公共资金转向撬动大规模市场资本。

近年来，中国已成为全球清洁能源技术创新和产业化的重要推动力量，并依托共建“一带一路”等合作机制，推动光伏、风电、储能、电动汽车等技术和产业能力不断向全球市场拓展。例如，在阿联酋，中国企业参与建设的穆罕默德·本·拉希德·阿勒马克图姆太阳能园区（Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park）采用中国光伏企业提供的组件和技术，中国丝路基金参与项目投资，推动当地大规模太阳能开发[10]；在巴基斯坦，中国企业参与建设的卡洛特水电站是“一带一路”绿色能源合作的重要项目，该项目由中国三峡集团旗下公司参与投资开发，总装机容量 720 兆瓦，于 2022 年建成投运[11]，为巴基斯坦提供稳定清洁电力，并成为中国水电技术和绿色基础设施合作走向海外的代表案例。中国正在通过扩大绿色低碳技术合作和海外清洁能源投资，为发展中国家降低转型成本、提升项目可融资性提供重要支撑。

3. 贸易、产业链和技术竞争正在重塑气候治理，气候议题更加“经济安全化”

气候治理正在从相对独立的减排议程，演变为贸易、产业链和技术竞争深度交织的经济安全议程。随着低碳转型进入产业化阶段，减排目标与产业竞争力、供应链自主权、技术领先地位日益深度绑定，使气候政策工具从碳定价、排放标准等传统环境规制，扩展至贸易壁垒、产业补贴、出口管制等具有经济安全属性的手段。

欧盟碳边境调节机制（CBAM）自 2026 年 1 月 1 日起正式实施，将碳成本因素直接纳入进口产品的跨境贸易合规框架，使碳排放信息、碳价格和贸易规则之间形成更加直接的制度联系。《欧盟电池法规》《净零工业法案》《关键原材料法案》等政策也把碳足迹、供应链尽责、本地制造和战略原材料安全纳入气候政策框架。这些规则一方面推动低碳化，另一方面也提高出口企业的合规成本，使碳数据、产品碳足迹、第三方核证和供应链追溯能力成为新的国际竞争门槛。

同时，绿色产业链竞争正在强化关税和投资审查工具。2024 年，美国宣布提高对中国电动汽车、太阳能电池、锂电池、关键矿产、钢铝和半导体等产品的 301 关税，其中电动汽车提高至 100%，太阳能电池提高至 50%，锂电池和电池零部件提高至 25%[12]。欧盟也于 2024 年对中国电动汽车加征反补贴税，相关税率覆盖比亚迪、吉利、上汽以及在华生产的外资品牌等不同主体，最高税率达 35.3%[13]。这些措施表明，绿色低碳产品虽然服务于全球减排，但其跨境流动越来越多地受到本国（地区）产业安全、就业、供应链韧性和战略自主目标的约束。与此同时，相关政策互动也呈现双向强化趋势。面对部分经济体加强出口管制、投资审查和绿色产业保护措施的挑战，中国亦通过完善出口管制制度、加强关键资源管理以及运用多边贸易争端解决机制等方式回应外部政策变化。例如，中国于 2025

年起对部分中重稀土相关物项实施出口管制，并针对欧盟电动汽车反补贴终裁措施向世界贸易组织提起诉讼。

因此，气候治理的竞争焦点正在从“谁承诺更多减排目标”转向“谁定义低碳产品、低碳供应链和绿色投资的规则”。这对中国构成双重影响：一方面，中国绿色产业的规模化能力显著降低了全球低碳技术成本，为全球减排提供了现实支撑；另一方面，正因为这种产业优势突出，中国也更容易成为贸易救济、供应链审查和规则排斥的对象。

从治理角度看，气候议题经济安全化还会改变谈判对象和政策工具。过去，气候谈判主要由环境部门主导，工具以排放目标、碳市场、资金承诺和技术转让为主；现在，财政、贸易、产业、能源、外交和安全部门都深度介入，工具也扩展到关税、补贴、采购规则、投资审查、出口管制、数据规则和关键矿产协议。这种变化使气候治理更贴近经济现实，但也更容易被短期产业利益绑架。中国参与国际规则塑造时，需要综合考虑气候变化、产业发展、贸易和金融等要素，才能在复杂议程中提出兼具减排效果和经济可行性的方案。

需要强调的是，绿色低碳技术的安全风险总体不同于化石能源依赖。光伏组件、电池、风电设备和电动汽车一旦部署，就会转化为本地能源资产和减排能力，并不天然形成持续的燃料进口依赖。真正需要管理的是数据安全、供应链透明度、关键矿产来源、劳动者权益和环境社会风险等具体问题，而不是把低碳技术整体安全化。国际合作仍然有广阔空间，关键在于以透明标准、碳数据互认、供应链尽责和本地化利益共享等手段管理风险，而不是以泛安全化方式抬高全球转型成本。

因此，未来中国参与全球气候治理，不能只强调自身减排和产业贡献，还需要在碳核算、产品标准、绿色金融分类、供应链尽责和本地化合作机制等方面形成更具国际可接受性的制度框架，从而更充分彰显中国产业贡献的减排价值，回应国际社会对环境影响、供应链风险和利益分配的关切，并降低中国绿色产品和技术参与全球市场时面临的规则摩擦。

4. 地缘冲突重塑能源安全定义，全球正站在能源转型的三岔路口

中东局势持续紧张、俄乌冲突延宕、关键海上通道封锁带来能源价格波动，油气供应、价格稳定、战略储备和运输通道安全重新成为各方政策的重要关切。霍尔木兹海峡等能源运输通道一旦出现扰动，油气价格、保险成本和供应稳定性都会受到影响，高度依赖进口化石燃料的经济体更容易承受通胀和财政压力。在这种压力下，部分经济体可能延缓煤油气退出，强调本国（地区）化石能源供应、传统电源兜底和短期能源价格稳定，从而在短期内弱化气候目标的约束力。

在此背景下，能源安全内涵正在发生变化。能源安全已不再只是燃料供应问题，而是涵盖电网、矿产、基础设施以及可靠性和韧性的综合体系[4]。这意味着，能源安全不再只是“能不能买到油气”，也包括“能不能低成本、稳定、安全地运行高比例清洁能源系统”。一方面，风电、光伏、储能和需求响应资源一旦本地化部署，具有降低进口燃料依赖、增强系统韧性的长期安全属性，但前提是电网、储能、调节资源和数字化运维能力能够同步跟上。另一方面，清洁能源系统同样依赖电网、储能、关键矿产、逆变器、电池、数字系统和跨境供应链的供应安全。

当前，全球正站在能源转型的三岔路口。第一条路径是重新强化化石能源供给保障。在地缘冲突、价格波动和供应链不确定性上升的背景下，一些经济体重新强调油气和本土资源开发的重要性，试图通过扩大内部化石能源供给、锁定长期油气合同、强化资源控制来缓解能源安全焦虑。这一路径在短期内可能有助于稳定供应和降低政治风险，但也会强化高碳基础设施锁定效应，推高未来减排成本，并使能源系统继续暴露于国际燃料价格波动和地缘冲突冲击之下。第二条路径是把清洁能源作为降低化石燃料依赖、提升能源自主水平和增强系统韧性的公共产品，通过开放贸易、技术合作和融资支持降低全球转型门槛。在这一路径下，风电、光伏、储能、电网、需求响应和能效提升不仅是减排工具，也是增强能源安全的重要手段；清洁技术的规模化扩散、成本下降和跨区域协作，有助于减少对进口化石燃料的结构性依赖，并提升发展中国家获得可负担、可信赖、可持续能源服务的能力。第三条路径是把清洁技术、关键矿产、电池和电网设备纳入地缘竞争工具箱，强化供应链壁垒、投资审查和技术封锁。这种做法可能在一定程度上提升本土制造能力和供应

链安全，但也可能造成市场分割、成本上升、技术扩散放缓和全球南北转型差距扩大。当前全球实际走向正在三者之间摇摆：一方面，清洁能源技术快速扩散，风电、光伏、电池和电动汽车进入规模化发展阶段，能源转型的经济性和安全属性更加突出；另一方面，围绕电池、光伏、关键矿产和电动汽车的产业政策竞争同步加剧，绿色贸易摩擦和供应链重组正在成为新的结构性变量。在此背景下，未来全球能源安全的关键，在于能否在保障供应链韧性、维护开放合作和加快低碳转型之间形成新的平衡。

（二）全球气候治理期待上升与绿色竞争加剧，中国国际气候领导力面临更高要求

在全球气候治理缺口扩大、清洁技术竞争加剧和全球南方转型需求上升的背景下，中国需要在全球气候治理中发挥更大作用。这种作用不是简单地扩大国际声势，而是要把中国在绿色低碳技术、工程建设、产业链组织、能源转型政策和南南合作中的实践能力，转化为更可理解、可合作、可融资、可复制的国际方案。但是，中国发挥更大作用并不意味着外部环境自然改善。相反，随着中国绿色产业优势持续增强、全球治理赤字不断加剧、主要经济体对产业安全愈发敏感，中国面临的国际期待、规则约束和舆论压力同步上升。

1. 全球气候治理赤字加剧，中国面临的国际期待显著提升

联合国环境规划署（UNEP）数据显示，即使全面落实现有国家自主贡献，本世纪全球温升仍可能达到 2.3～2.5℃，这与《巴黎协定》设定的目标仍有明显差距；若要在 2035 年前重回 1.5℃温控路径，全球排放需较 2019 年水平下降 55%[14]。这意味着未来国际社会不仅需要更多减排承诺，更需要能够降低转型成本、扩大清洁技术供给、改善融资可得性和支持发展中国家能力建设的实际方案。在美国气候政策摇摆、部分发达经济体财政空间收缩、全球气候资金承诺落实不足的情况下，中国作为最大的发展中国家、主要排放国、清洁能源制造中心和全球南方重要合作伙伴，必然承受更高外部期待。

这种期待具有双重性。一方面，国际社会希望中国继续推进国内低碳转型，提出更清晰的中长期减排路径，稳定全球气候治理预期；另一方面，许多发展中国家也期待中国提供更低成本的技术、设备、工程和融资合作，帮助其绕开高碳锁定路径。中国如果只强调国内贡献，可能不足以改善全球治理赤字；如果在外部合作中过度承担成本，又会面临国内发展阶段、产业安全和风险管理约束。因此，中国需要在“负责任大国”“发展中国家伙伴”和“绿色产业强国”三重身份之间建立更清晰的政策边界，既主动提供建设性公共产品，又避免被动承担不对等的责任。

这一挑战的实质，是中国需要把自身定位从“参与者”进一步转向“方案提供者”。国际社会对中国的期待，既包括国内能源转型的稳定性，也包括中国能否为全球南方提供低成本技术、基础设施经验和绿色金融工具。但是，中国仍处于发展转型过程中，国内产业升级、能源安全、区域发展和就业稳定也需要平衡。因此，中国对外提供公共产品必须坚持共同但有区别的责任原则，在能力可及、风险可控和互利共赢的前提下，稳步扩大自身贡献。

2. 绿色产业优势正在遭遇贸易规则和地缘政治约束

中国在光伏、电池、电动汽车、风电和储能等领域已形成显著的规模、成本、供应链和工程化优势，这一优势大幅降低了全球低碳转型的整体成本。数据显示，2023 年，除热泵外，清洁能源供应链各环节前五大生产国的产能合计占比均超过了 80%，其中在光伏和电池领域，仅产能最大国家（中国）的占比就超过了 80%，清洁能源的生产端在客观上呈现出十分明显的供应链集中性[1]（见图 2-2）。然而，正是这种集中性引发了多国对经济与能源安全风险的担忧，也使“产能过剩”成为欧美等经济体对中国绿色产业提出新一轮政策质疑的借口，相关领域的贸易壁垒与摩擦由此显著增多。

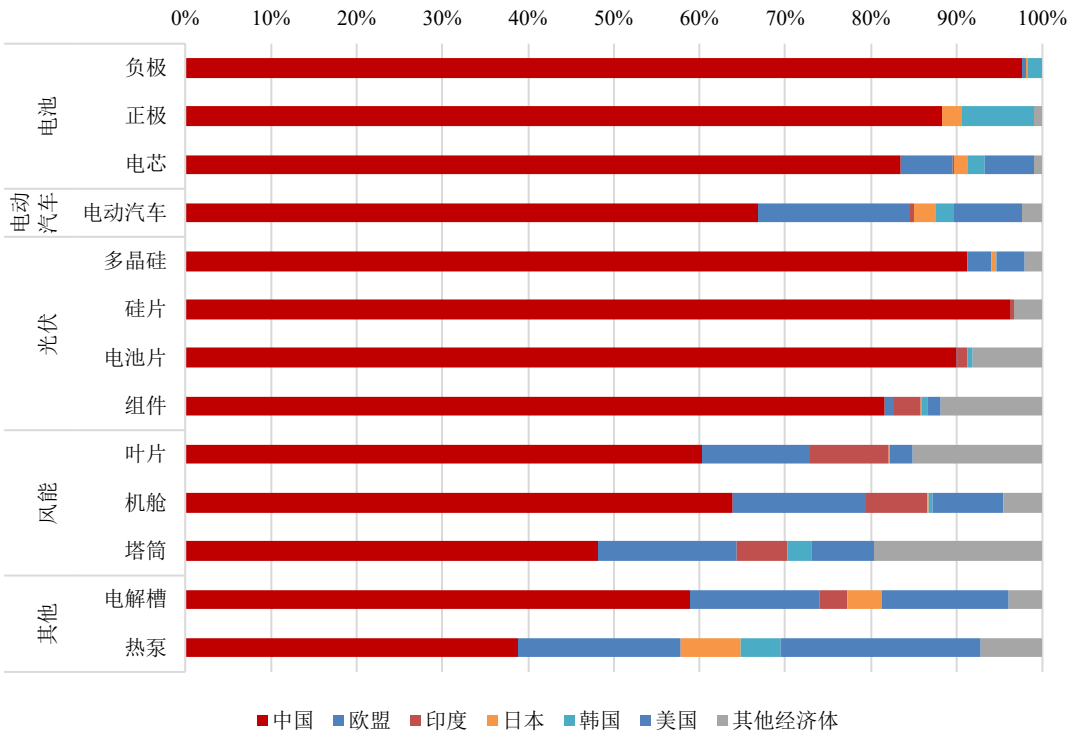


图 2-2 2023 年清洁能源供应链各环节产能占比

数据来源：根据 IEA（2024）相关报告总结。

主要经济体正将绿色产业纳入产业安全与地缘竞争框架，通过关税、反补贴调查、本地含量要求、外商投资审查、供应链尽责调查和碳边境规则等多重手段，重塑市场进入条件。欧盟在电动汽车反补贴调查中认为，中国电动汽车价值链受益于不公平补贴，并对欧盟生产商构成经济损害威胁，最终决定自 2024 年 10 月起对从中国进口的纯电动汽车征收反补贴税。美国也曾将光伏、电动汽车和锂电池列为所谓“产能过剩”的重点领域，认为中国相关投资和出口会对全球价格、企业竞争和就业造成冲击。这些规则相互叠加，使中国企业面临的已不再是单一维度的贸易摩擦，而是由市场准入、碳数据披露、原产地认定、投资安全审查和本地化责任要求共同构成的新型制度性壁垒。

与此同时，出于产业安全考量，中国企业必须严格遵守关键低碳技术（如先进光伏硅片、锂电池制造技术）的出口管制及境外投资审查相关规定。内外双重限制使得中国企业跨国布局的难度与合规要求显著提高。

上述约束迫使中国绿色产业国际化从“产品出海”转向“能力嵌入”。以电池产业为例，全球电池产业并未终结全球化进程，而是进入以本地化、规则化和伙伴化为核心的新阶段；中国企业下一轮国际化的关键，不再只是产品出口，更在于把能力嵌入当地、把关系建在实处、把价值留在本土。这表明，中国企业需要进一步关注东道国就业、技术扩散、环境社会治理（ESG）、供应链本地化、碳足迹管理和利益共享机制等关键议题。否则，低成本优势可能被外部舆论渲染为“产能冲击”或“依赖风险”，反而削弱中国绿色产业对全球转型的正面贡献。

从企业实践看，外部约束已经改变了出海决策的核心变量。过去企业主要比较土地、劳动力、物流和市场规模；现在还必须同时评估原产地规则、补贴资格、碳足迹核算、外资持股限制、数据合规、关键技术出口管制，以及东道国的政治接受度和监管环境。绿色产业国际化不再是单纯的商业扩张，而是提升产业能力、改善规则适配和增强公共沟通的综合工程。中国若不能及时构建更高水平的合规、ESG 和本地价值创造能力，就可能在拥有技术优势的同时被规则门槛压缩市场空间。

3. 中国实践与国际认知之间仍存在落差，叙事能力有待加强

中国在可再生能源大规模部署、电力系统消纳、电动汽车普及、绿色金融体系构建、碳市场建设、产业链降本和南南合作等方面积累了大量实践经验，但这些经验在国际传播中往往被简化为“制造优势”“政府补贴”或“产能过剩”。在国际气候治理中，规则影响力不仅取决于事实本身，也取决于能否把事实转化为国际社会能够理解、验证和采用的概念、指标、案例和制度语言。当前，中国的实践很多还停留在项目、企业和部门层面，尚未充分转化为系统化的国际知识产品和规则倡议。

叙事能力不足，将在政策层面产生切实影响。第一，国际社会容易低估中国绿色产业对全球减排和成本下降的贡献，而过度渲染补贴、产能和安全风险。第二，中国在全球南方合作中的项目经验，如果缺少透明的环境社会影响评估、碳减排核算、就业和本地能力建设指标，容易被竞争性叙事解释为资源获取或市场扩张。第三，中国国内转型中的复杂经验，如煤电角色调整、新能源消纳、电力市场改革、地方产业转型和绿色金融风险管理，如果不能用可比较的国际语言表达，就难以进入全球规则讨论议程。未来，中国需要把“做了什么”进一步转化为“为什么有效、如何复制、风险如何管理、对伙伴方有什么长期价值”，让实践经验成为可传播、可验证、可合作的治理方案。

（三）中国可以在全球气候治理和低碳转型中发挥建设性引领作用

中国持续优化应对气候变化顶层设计，对新阶段气候行动的目标方向、重点任务和国际定位作出系统部署，为中国在全球气候治理中发挥建设性引领作用奠定了重要基础。《碳达峰碳中和的中国行动》白皮书提到，当前中国“绿色低碳产业发展优势不断强化”，且“数字化绿色化进程协同加速”，并指出中国将“坚定维护多边主义、推动国际合作，以中国理念和实践引领全球气候治理新格局”。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要（2026—2030 年）》（以下简称“十五五”规划纲要）指出，中国将“积极参与和引领全球气候治理，坚持共同但有区别的责任原则，全面落实联合国气候变化框架公约及其巴黎协定，深化气候变化南南合作”。《国家应对气候变化“十五五”规划》进一步对中国“积极参与和引领全球气候治理”做出部署。从上述战略部署可以看出，中国未来在全球气候治理中的引领作用不仅体现在自身持续提高气候行动力度、推动高质量落实国家自主贡献目标，也体现在维护和完善多边气候治理体系、促进全球南方绿色低碳发展、推动绿色技术创新与国际合作、加强新兴领域治理规则探索等方面。

1. 在多边框架下推动联合领导力建设，保持全球气候治理动能

美国再次退出《巴黎协定》后，全球气候治理面临领导力缺位、政策预期波动和国际合作信心下降等挑战。但从国际制度层面看，《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）及《巴黎协定》仍是当前全球气候治理最具合法性和包容性、参与度最广的核心制度平台，是推动全球气候行动的主战场。尽管部分国家内部局势变化可能影响其气候政策连续性，但全球绝大多数国家仍通过 UNFCCC 框架推进国家自主贡献（NDC）更新、全球盘点（GST）、气候融资和适应行动等关键议程。在此背景下，中国应继续坚定维护以 UNFCCC 为核心的多边气候治理体系，推动构建更加稳定、包容和务实的联合领导格局，确保全球气候治理进程不因个别国家政策变化而偏离方向。

中欧和中英合作是当前维持全球气候治理动能的重要基础。欧盟、英国与中国均已提出长期气候目标，在新能源发展、绿色产业培育、碳市场建设、绿色金融和气候适应等领域拥有广泛共同利益。近年来，中欧环境与气候高层对话机制、中英气候合作机制持续发挥沟通协调作用，为推动全球气候议程提供了重要支撑。然而，当前中欧之间在电动汽车、光伏产品等领域的经贸摩擦有所增加，地缘政治因素也给气候合作带来不确定性。对此，中国应坚持将气候变化作为合作而非竞争议题，推动双方在应对气候变化、绿色技术创新、绿色贸易和产业投资等领域求同存异，探索建立更加稳定的绿色经贸合作机制，实现气候目标与经济发展的协同共赢。

与此同时，全球气候治理离不开坚实的科学支撑。当前，美国削减国际气候科学合作投入并退出部分国际合作机制，可能对全球气候观测、数据共享和科学评估体系产生负面

影响。在此背景下，中国应继续坚定支持政府间气候变化专门委员会（IPCC）的工作，维护全球气候科学合作体系的稳定性和权威性。2025 年，IPCC 第 62 次全会在杭州召开，中国与法国联合承办 IPCC 第七次评估周期（AR7）第一工作组（WGI）技术支持组（TSU），为全球气候科学评估提供了重要公共产品和制度支持。未来，中国可进一步加强与巴西、南非、印度、埃及等全球南方国家的科研合作[6]，支持发展中国家科学家参与国际气候评估和联合研究，提高全球南方在气候科学知识生产中的参与度和代表性。此外，面对美国相关科研数据和国际合作资源可能减少带来的缺口，中国可联合欧盟、英国以及全球南方国家，加强全球气候观测网络建设、数据共享平台搭建和联合研究计划实施，提升全球气候数据体系的开放性、连续性和韧性，避免全球气候评估体系过度依赖少数国家。

COP31 将于 2026 年 11 月在土耳其安塔利亚召开，全球气候治理将进入推动落实《巴黎协定》目标和加快行动实施的新阶段。COP31 将重点围绕“实施、融资和公正转型”等议题展开，着力推动各方将既有承诺转化为具体行动，加强气候融资、能源转型和电气化、能力建设与多方伙伴合作。当前，美国气候政策不确定性上升、地缘政治冲突持续以及全球经济增长放缓等因素给国际合作带来新的挑战，更需要主要经济体和广大发展中国家共同维护多边进程稳定运行。中国应积极支持主办方办会，加强与欧盟、英国、澳大利亚、土耳其、巴西及全球南方国家的沟通协调，推动各方围绕融资落实、气候变化适应、公正转型、气候与贸易协同、能力建设等关键议题凝聚共识，为 COP31 取得务实成果、保持全球气候治理进程连续性发挥建设性作用。

2. 支持全球南方绿色低碳转型，推动构建更加公平包容的全球转型伙伴关系

随着全球能源转型深入推进，越来越多全球南方国家开始将绿色低碳发展视为促进经济增长、提升能源安全和推动产业升级的重要机遇。部分全球南方国家拥有丰富的太阳能、风能、水能以及关键矿产资源。非洲拥有丰富的可再生能源资源，太阳能、风能和水能资源量分别占全球的 40%、32%和 12%[15]，据 IRENA 估计，非洲可再生能源潜力是 2040 年预计电力需求的 1000 倍[16]；撒哈拉东部部分地区年晴朗日照时长超 4000 小时（占全年白昼时长的 91%以上），是开发太阳能发电的理想地区[17]。在矿产领域，全球约 55%的已知钴储量集中在刚果（金）[18]，智利、阿根廷和玻利维亚组成的“锂三角”地区拥有全球超过 50%的锂储量[19]，印度尼西亚（以下简称印尼）拥有全球最大的镍储量，约占全球总储量的 42%。因此，从资源禀赋看，全球南方有条件成为未来全球绿色增长的重要引擎。

尽管如此，许多发展中国家在绿色转型过程中仍面临融资成本高企、基础设施薄弱、产业链配套不足、技术能力有限以及气候风险加剧等多重挑战。与此同时，部分国家长期停留在原材料出口环节，难以分享能源转型带来的产业增值收益。在全球贸易保护主义抬头和地缘政治竞争加剧背景下，全球南方国家实现绿色转型更加需要稳定的资金、技术、市场和能力建设支持。因此，推动构建更加公平包容的全球绿色转型伙伴关系，帮助发展中国家将资源优势转化为发展优势，已成为全球气候治理的重要任务。此类伙伴关系还应充分考虑建立相应机制，支持女性及其他在转型进程中处于边缘地位的群体有意义地参与转型进程，并公平获取融资、技能、技术、就业和企业发展等方面的机会。

在此背景下，三方和多方合作模式具有广阔的前景。中国拥有完整的新能源产业链、丰富的基础设施建设经验和较强的工程实施能力；欧洲国家、韩国、海湾国家等以及多边开发银行在绿色金融、风险管理和能力建设方面具有优势；全球南方国家则拥有丰富资源和广阔市场空间。三方或多方合作可以将产业、资金、技术和制度优势有效结合，为发展中国家提供更加系统化的绿色转型解决方案。同时，多方参与机制也有助于提高项目透明度和国际认可度，降低单一国家投资面临的政治风险和经营风险，实现利益共享、风险共担，增强绿色转型合作的可持续性。

区域合作平台在推动气候变化与绿色发展合作方面也可以发挥重要作用。例如，在中非合作论坛框架下，绿色发展已成为双方合作的重要内容。2024 年中非合作论坛北京峰会提出实施中非“绿色发展伙伴行动”，涵盖清洁能源、绿色基础设施、气候适应和生态保护等领域。近年来，中国企业已在南非、埃及、肯尼亚等国参与建设一批风电、光伏和储能项目，为当地能源转型和工业发展提供支撑。又如，在中国-东盟合作框架下，双方持续

[6] 这些国家分别能够代表拉丁美洲、非洲南部、南亚和北非等区域，在全球南方合作和国际气候治理中具有较强影响力，同时具备一定的气候科学研究和国际合作基础。

深化绿色发展合作，发布《关于加强中国-东盟共同的可持续发展联合声明》等成果文件，并在新能源汽车、光伏、绿色电力和低碳产业链等领域开展务实合作。中国与东盟国家还积极推进绿色“一带一路”建设，加强清洁能源投资和绿色基础设施互联互通。通过中非合作论坛、中国-东盟合作机制以及高质量共建“一带一路”等平台，中国已将绿色低碳发展打造成为与全球南方合作的重要内容，为推动区域绿色转型和可持续发展发挥了积极作用。

在关键矿产领域，许多南方矿产资源国虽享有天然的矿产资源禀赋，却常面临资金短缺、加工冶炼技术滞后、人才短缺以及配套基础设施薄弱等发展困境，而中国在矿产绿色精炼、低碳装备制造以及高能效供应链整合方面具备显著的系统性优势，因此，以“绿色低碳、发展和安全”为核心理念，深化中国与南方国家在矿产领域的互利合作，通过南-北-南合作构建从南方国家视角出发的、更具包容性的全球能源转型和关键矿产合作伙伴关系，不仅能协助其实现资源的本地化增值与绿色工业化，也能为全球能源供应链实现安全、稳定与包容转型提供强有力的韧性保障。与此同时，关键矿产开发不应以牺牲既有的气候和生态保护成果为代价。钴、锂和镍的开采与加工可能对热带森林、泥炭地、生物多样性、水资源，以及原住民的生计和当地社区的权益造成重大影响。因此，中国与全球南方伙伴应在关键矿产供应链全过程中加强环境和社会保障合作，包括开展严格的环境与社会影响评估、保护高生态价值区域、提升供应链透明度和可追溯性、实施负责任的矿山管理、与受影响社区开展有意义的协商，并建立公平的利益分享机制。

专栏 1：中国和印尼镍产业链合作现状和未来合作机遇

印尼拥有丰富的矿产资源，其镍资源储量居全球第一，2025 年已探明储量为 5500 万吨，占全球总储量约 42%[20]。为利用此资源优势并打破传统的“资源诅咒”，印尼政府在矿业领域正积极推行“下游化”（Downstreaming）战略，通过行政手段（如原矿出口禁令）强制要求资源在本土进行深加工，从而实现提升产品附加值、创造就业并带动国家整体工业化的目标。2024 年，印尼总统普拉博沃访华期间，两国签署了《中华人民共和国和印度尼西亚共和国关于推进全面战略伙伴关系和中印尼命运共同体建设的联合声明》及多项双边合作备忘录（MOU），双方将新能源汽车、锂电池及绿色矿产开发确立为双边经贸合作的新动能[21]。

目前，印尼已成为全球最大的镍生产与加工中心之一。2024 年，印尼初级镍产量占全球初级镍生产总量的 46%，已超过中国[22]。依托中资企业的先进技术与工程实力，双方合作正快速向高附加值的电池材料及制造端迈进，使得印尼初步具备了“镍冶炼加工—电池材料”的产业链雏形。中国贝特瑞（BTR）在肯德尔工业园建设了中国境外规模最大的负极材料工厂[23]；华友钴业和格林美实现了“红土镍矿—前驱体—三元正极材料”的一体化生产[24]，[25]。此外，宁德时代（CATL）联合印尼电池公司（IBC）及 Antam 启动印尼镍资源和电池产业链项目，规划建设覆盖镍矿开采及冶炼、电池材料、电芯制造及回收的一体化体系[26]。

整体来看，印尼已逐步从单纯资源输出国转向区域性新能源制造中心，但其电池与电动汽车产业仍处于“外资驱动型成长阶段”，本土企业在核心技术、电芯制造、高端材料及品牌整车领域的能力仍相对有限，要实现镍产业进一步的“下游化”仍面临一系列挑战。一是印尼国内新能源汽车市场规模仍相对有限，充电基础设施、供应链配套及技术人才体系尚不完善。二是印尼 2027 年开始执行逐步收紧的电动汽车本地化率（TKDN）政策[7]，[27]，可能在短期内推高跨国企业的合规与供应链建设成本，不利于外资在印尼布局下游产业链；而过度依赖外部技术和资本，又容易制约本国产业的技术吸收与自主可控能力。三是印尼镍冶炼行业仍面临高碳排放锁定困境。虽然镍是发展可再生能源的关键矿产，但印尼镍冶炼主要采用高碳排的火法（RKEF）工艺且主要依赖自备煤电发电。2023 年，镍产业已成为印尼最大的工业碳排放来源，占全国能源及工业过程与产品使用（IPPU）排放量的 22%[28]。四是印尼面临欧美的绿色壁垒与原产地合规限制，包括欧盟的《欧盟电池法规》、碳边境调节机制以及美国对“受关注外国实体”

[7] 根据印尼第 79/2023 号总统令，2026 年前电动乘用车（四轮及以上）国产化率门槛保持在 40%，2027 年提升至 60%，2030 年提升至 80%。

（FEOC）的严格界定[29]，对印尼生产的镍及下游产品设置了严苛的准入壁垒。五是政策调整对外商投资形成多方面压力。印尼对资源民族主义的强化（如收紧采矿配额、拟议提高特许权税及调整镍矿石价格机制等[30]）在地缘政治冲突背景下，导致湿法镍加工企业成本大幅上升，挤压了其利润空间，对镍矿企业的生产和投资稳定性造成一定扰动。

在全球新能源汽车竞争日趋激烈、技术路线快速变化的背景下，印尼要实现从资源优势向产业竞争优势的转化，需要加强国际合作。中国作为深度参与印尼镍产业链的主要合作伙伴，双方产业具有独特的互补性和战略合作机遇。一是“市场换发展”推动下游化。中国车企（如五菱、比亚迪等）可完善在印尼本土的整车制造与本土供应链布局，通过高性价比产品共同培育印尼乃至东盟的新能源汽车消费和充电基建生态。二是通过技术赋能促进镍产业绿色转型。借助中国清洁技术和产能优势，围绕清洁能源（光伏、风能、生物质能）发电替代自备煤电，以及先进湿法冶炼（HPAL）技术、干式尾矿堆存技术等领域开展绿色技术输出，协助印尼矿山与冶炼园区实现降碳增效，以应对欧盟绿色贸易措施，满足下游客户的绿色供应链需求。三是构建全球南方伙伴关系。在金砖国家、二十国集团、中国-东盟合作等框架下，倡导构建多边、开放的“全球南方关键矿产安全与包容性伙伴关系”，共同编制符合全球南方国情且能对接国际标准的绿色镍生产标准和 ESG 指标体系。

此外，环境和社会保障也应成为下一阶段中印尼镍产业合作的重要组成部分。镍矿开采和加工的快速扩张需要同步加强对森林、泥炭地、沿海地区及其他生态敏感区域的保护，并在适当情况下加强对当地社区和原住民权益的保障。中印尼企业应进一步完善环境与社会影响评估、供应链可追溯、负责任采矿、矿山修复、水资源和废弃物管理，以及地方就业、社区协商和利益分享机制，从而确保镍产业发展，同时促进印尼的经济发展，增强长期气候和生态韧性。

此外，围绕甲烷等短寿命温室气体治理打造新的南南合作增长点，具有广阔前景。2025 年，中国提交的新一轮国家自主贡献目标（NDC）首次提出覆盖全经济范围和所有温室气体种类，标志着中国气候治理从以二氧化碳减排为主向全温室气体协同治理迈进，也为中国与全球南方国家开展新的气候合作指明了方向。根据联合国环境规划署（UNEP）和气候与清洁空气联盟（CCAC）发布的《全球甲烷评估》报告，利用现有技术和措施，到 2030 年全球人为甲烷排放有望减少 45%，到 2040 年可避免约 0.3℃的全球温升。而且，现有甲烷减排措施中约一半具有负成本特征，即通过回收利用甲烷获得的收益即可覆盖治理成本。因此，对于许多发展中国家而言，甲烷治理不仅是减排措施，也是一项具有经济回报的发展机遇。深度削减二氧化碳排放有助于实现长期气候稳定，而快速推进甲烷减排则能带来立竿见影、切实可见的协同效益：包括改善空气质量与公众健康、提升作物产量、保障粮食安全、提高矿山安全水平、增强资源利用效率以及提升气候韧性。

中国已在甲烷治理领域积累了较丰富经验。2023 年发布的《甲烷排放控制行动方案》系统部署了能源、废弃物和农业领域甲烷减排工作。在能源领域，中国形成了较成熟的煤层气开发利用模式；在废弃物领域，垃圾填埋气回收已广泛应用于发电和燃气供给；在农业领域，也探索形成了畜禽粪污资源化利用、水稻减排等技术路径。应通过联合示范项目、地方能力建设以及适配需求的监测、报告与核查（MRV）体系，因地制宜采用上述方案。评估进展时，不仅要考量温室气体减排吨数，还应衡量实实在在的社会经济效益，包括：资源韧性，节能增效与农业生产力提升；公共福祉收益，改善健康状况、削减本地污染；创造经济机遇，增加就业岗位、推动绿色产业发展。

与此同时，含氟温室气体（含氟气体，包括氢氟碳化物 HFCs）治理也将成为未来合作的重要方向。随着东南亚、非洲、中东等地区制冷需求快速增长，制冷设备选择将直接影响未来数十年的温室气体排放路径。中国已成为全球最大的房间空调器等热舒适技术产品的生产和出口国，2024 年空调出口规模达到 8742 万台[31]。中国可依托自身制造业产能，在南南合作框架下推广高效设备，采用低全球变暖潜能值（GWP）过渡性制冷剂[32]；在技术与安全条件允许的场景，可使用超低 GWP 制冷剂。合作领域可包括制冷能效国际标准互认、产品检测认证、技术人员培训、泄漏防控、制冷剂回收再利用，以及安全运维和废

弃处置规范。通过上述举措，能够助力《基加利修正案》落地实施，缓解制冷需求增长给电网带来的压力，并让气候脆弱地区更多获得可负担的制冷服务。

含氟气体相关行动可依托现有区域及多边平台推进，包括中国 — 东盟合作机制、中非合作论坛（FOCAC）、中国-拉共体论坛（中国-CELAC）、“一带一路” 倡议以及金砖国家机制；同时联动联合国环境规划署（UNEP）、气候与清洁空气联盟（CCAC）、联合国粮农组织（FAO），以及有意参与的多边开发银行和其他捐助伙伴。开展联合研究、能力建设项目与技术联合示范项目，有助于将技术层面的减排潜力转化为可规模化推广、具备市场落地条件的解决方案。通过将减排行动与产业升级、能源与粮食安全、公共健康、本地就业创造相结合，非二氧化碳温室气体减排，尤其是各类短寿命气候污染物的管控，有望成为中国参与全球气候治理与国际合作的高影响力支柱。

3. 加强多边框架之外的多层次合作，与多边体制下的治理形成合力

UNFCCC 外机制作为全球气候治理的重要组成部分，当前正在发挥越来越重要的作用。中国积极参与并在优势领域主动引领新机制的建设。在碳市场、绿色金融、气候预警系统、气候友好技术和产能等关键议题上，中国有能力和潜力通过 UNFCCC 外渠道，动员多主体力量参与全球气候治理，与 UNFCCC 主渠道形成合力，推动全球气候治理从“承诺”向“务实行动”转型。

中美气候合作仍具有重要战略价值。虽然美国联邦政府再次退出《巴黎协定》，但美国部分州、市、企业、高校和社会组织仍在积极推进低碳转型。例如，加利福尼亚州政府继续实施积极的减排政策，大量美国企业仍将绿色转型视为增强竞争力的重要机遇。因此，中国应继续维护中美气候合作的社会基础和民间网络，通过省州合作机制、企业合作平台、高校与科研机构交流以及非政府组织对话等渠道，保持双方在清洁能源、绿色技术、气候适应和碳市场等领域的务实合作。同时，中国应进一步发挥学术合作和科技交流在推动气候科学研究、技术创新和人才培养方面的作用，支持中美高校、科研机构和专家学者开展长期稳定的交流合作，为未来气候合作提供知识支撑和技术基础。此外，中国还可探索中美企业与第三方国家共同参与的多边合作模式，通过联合投资、技术合作和产业协同等方式，实现利益共享、风险共担，在降低地缘政治风险的同时扩大绿色合作成果，为未来中美恢复官方气候合作保留空间和基础。

COP30 期间，中方积极响应东道国巴西的倡议，于 2025 年 11 月 7 日与其他 10 个参与方 [8]共同签署并通过了《开放合规碳市场联盟宣言》（Declaration on the Open Coalition on Compliance Carbon Markets），释放出深度参与多层次、议题化气候多边合作的强烈信号。巴西在联盟成立后的前两年担任主席，中国和欧盟担任联合主席。2026 年 5 月，欧盟、巴西和中国正式启动“开放合规碳市场联盟”。该联盟旨在提升全球碳市场的有效性、透明度和完整性，补充现有的国际碳定价平台，其工作将集中于健全监测、报告和核查（MRV）系统，制定可靠的碳核算方法，以及利用高可信度的抵消机制确保环境完整性[33]。其远期目标是推动不同区域合规碳市场（compliance carbon markets）的“互操作性”（Interoperability）与标准兼容、统一核算标准、促进碳信用额的跨境互认、规范国际碳交易、支持各国自主贡献目标实现[34]、减少监管冲突，以及缓解地缘政治紧张与单边贸易措施（如欧盟 CBAM）带来的全球贸易摩擦，为跨国碳信用流转和绿色投资开辟通道。截至目前，包括中国、欧盟、巴西、英国、加拿大、德国、法国、新西兰、新加坡、挪威等在内的 18 个参与方 [9]已正式加入[35]。联盟秘书处计划于 2026 年 9 月 15 日在中国武汉举行的中国碳市场大会上举行正式成立仪式，并通过首期工作方案[36]。这是中国首次在由发达国家与发展中国家共同发起的、涉及国际碳规则的高级别联盟中出任联合主席国，表明中国正加快推进建设更加有效、更有活力、更具国际影响力的碳市场，并且愿同国际社会分享绿色低碳发展和碳市场建设实践，同各方一道将联盟打造成开放包容、务实高效的国际碳市场合作平台，为推进全球气候治理作出积极贡献[37]。

[8] 在 2025 年 11 月 7 日召开的贝伦气候峰会上，由巴西提出的开放合规碳市场联盟获得了 11 个参与方的支持，巴西、中国、欧盟、英国、加拿大、智利、德国、墨西哥、亚美尼亚、赞比亚和法国都认可了这份文件。

[9] 目前的参与方包括巴西、中国、欧盟、英国、加拿大、智利、德国、墨西哥、亚美尼亚、赞比亚、法国、卢旺达、安道尔、几内亚、新西兰、摩纳哥、新加坡和挪威。

在气候预警方面，COP29 期间，中国举办“加强早期预警，共筑气候适应的未来”高级别会议，中方发布了《早期预警促进气候变化适应中国行动方案（2025—2027）》[38]。后续在 UNFCCC 渠道外，中国也积极通过“南南合作”落实此机制，向气候脆弱地区（如非洲、东南亚、南亚、太平洋岛国等）开放“风云”气象卫星数据并援建云端气象灾害预警平台，将“全民早期预警”的全球倡议转化为实体基建项目[39]。

在绿色工业领域，2025 年 11 月二十国集团峰会期间，中国和南非宣布启动“支持非洲现代化合作倡议”（Initiative on Cooperation Supporting Modernization in Africa），创造性地将清洁能源消纳与非洲本土的可持续采矿（Sustainable Mining）、清洁低碳制造等工业化进程深度融合，紧密对接非盟《2063 年议程》（Agenda 2063）[40]。在热带雨林保护方面，COP30 期间，中国与其他 50 余个国家共同签署通过了由巴西发起的“永远的热带雨林基金”（TFFF）宣言[41]，表示对热带雨林国家主权及生态系统服务价值的支持。此类参与不仅可以支持热带森林保护，也能够向国际社会和相关绿色供应链释放积极信号。

在金融领域，中资金融机构与行业协会正通过与国际倡议、标准的深度对标与共建，推动全球产业链低碳转型。2024 年 11 月，中国人民银行（PBOC）与欧盟金融稳定、金融服务和资本市场联盟总司（FISMA）以及新加坡金融管理局（MAS）共同首创并推出《多边可持续金融共同分类目录》（Multi-jurisdiction Common Ground Taxonomy，M-CGT），成功实现了中国、欧盟、新加坡及东盟绿色分类标准的系统性互认与对接[42]，并且为其他地区制定绿色分类标准提供参考，以提高互操作性[43]。此外，中英联合发起的《“一带一路”绿色投资原则》（GIP）已成为 UNFCCC 外非正式多边金融治理的杰出样本。自 2018 年启动以来，GIP 持续扩大其成员规模，目前包括来自中国、英国、欧盟以及多个新兴市场的 50 多个成员机构，共同管理着超过 40 万亿美元资产[44]。

在企业层面，中国企业及行业组织正从国际多边倡议的“被动参与者”向“主动贡献者和发起者”转变。2026 年亚洲气候组织行动峰会期间，气候组织（Climate Group）正式发布了《RE100 中国实施指南》（RE100 China Guidebook），该指南将晶科能源（Jinko Solar）、隆基绿能（LONGi）、远景能源等中国企业作为全球绿电消纳的行业标杆案例向全球推广。此外，气候组织（Climate Group）和中国电力规划设计总院（EPPEI）也正式启动了 RE100 Ready（China）IDZ 倡议，旨在支持参与的工业开发区（IDZ）探索采用可再生能源电力和进行绿色产业转型的可扩展方法[45]。2025—2026 年间，中国企业与智库通过“中非清洁能源伙伴关系”（China-Africa Renewable Energy Partnership）协同中国及非洲多国的行业协会——如中国能源研究会可再生能源专业委员会（CREIA）及其非洲伙伴，共同设立“可再生能源中心项目”（Renewables Center Program），在非洲多国（包括肯尼亚、卢旺达和埃塞俄比亚）落地分布式光伏、摩托车充电站等试点[46]。

未来，中国可在绿色低碳技术、气候适应等优势领域更具建设性地调动多主体力量，引领国际进程，深化“南南合作”和三方市场合作，赋能全球南方伙伴国建立自主的气候减缓与适应能力，充分调动企业、行业协会、NGO 等非政府主体活力，加强多边机制建设和多层次合作，共同推动全球气候治理迈向落实。

4. 与合作伙伴共同推动绿色产品技术投资和贸易，为加速全球低碳进程作出贡献

以规模巨大的国内市场为依托，以全球领先的技术投资为牵引，中国已经形成成本较低、产业链较完整的清洁能源技术体系。中国连续多年成为全球最大的清洁能源技术需求方和重要投资方（见图 2-3 和图 2-4），在光伏、风电、电池、电动汽车、热泵和电解槽等领域形成了规模化制造和工程化落地优势。绿色产品技术合作的核心意义，不仅在于能帮助中国扩大出口，更在于能通过更低成本、更成熟技术和更完整供应链，降低全球转型门槛，帮助更多国家以可承受成本获得低碳发展路径。

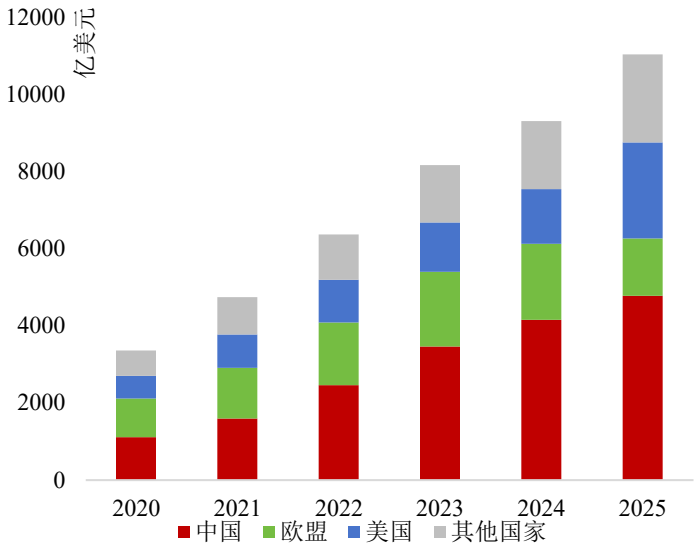


图 2-3 2020—2025 年主要经济体光伏、风电、电池、电动汽车、热泵和电解槽的内部市场需求规模

数据来源：根据 IEA（2026）相关报告总结。

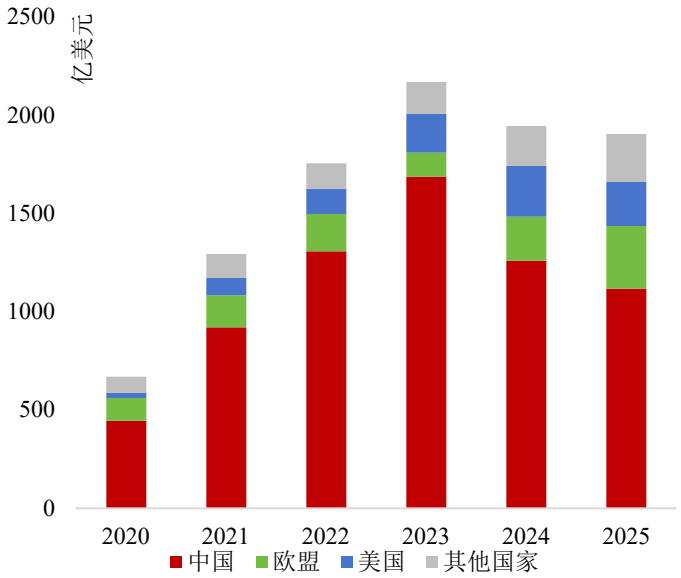


图 2-4 2020—2025 年主要经济体对光伏、风电、电池、电动汽车、热泵和电解槽的年度投资额

数据来源：根据 IEA（2026）相关报告总结。

但在绿色产业被经济安全化的背景下，中国也需要转变合作方式。未来，更可持续的模式是与东道国共同推动本地制造、促进本地就业、完善碳足迹管理、建立回收体系、开展技术培训并构建供应链韧性机制。通过这种方式，中国的产业优势能够转化为伙伴国可感知的发展收益，也更有助于缓解贸易摩擦，降低投资审查风险。

实际上，中国已经在新能源产业对外合作中，逐渐实现从“产品输出”到“能力嵌入”的升级。相关报告显示，自 2023 年以来，中国在绿色低碳技术领域的直接对外投资已经超过了 1800 亿美元[47]，投资布局贯穿上游材料开采加工、中游设备制造和下游发电设施等多个环节。东南亚国家将新能源制造作为推进工业升级和参与全球绿色产业链的重要战略选择，中国企业的投资与合作在此基础上加快了产业集聚，推动该地区成长为全球第二大光伏生产基地。中国企业在印尼的投资不仅涵盖镍矿开采、前体材料加工，还延伸至下游电池生产环节。宁德时代投资超过 60 亿美元的电池工厂将于 2026 年底开始正式运行[48]。与此同时，中国的海外清洁能源投资并不局限于东南亚、巴西等发展中国家和地区，也延伸至欧盟等发达经济体，成为其清洁能源技术领域的重要投资方。例如，比亚迪公司在匈牙

利投资超过 45 亿美元建设的电动汽车工厂设计年产量高达 20 万辆汽车，预计最高可以为当地提供超过 1 万个就业岗位[49]。

这种升级尤其需要处理好“低成本扩散”和“本地价值创造”的关系。过去，中国企业凭借规模制造能力显著降低了全球光伏、电池和电动汽车成本；未来，东道国更关注的将是绿色产业能否给当地带来税收、就业、技术和供应链能力提升。中国可以通过合资、技术授权、联合研发、供应商培育、职业教育和回收网络建设，帮助合作伙伴把绿色产品消费市场转化为绿色产业生态，从而压缩保护主义叙事的空间。

与此同时，中国有必要增强气候领域的叙事能力，增进国际社会的理解和信任，减少投资和贸易过程中的摩擦。但强化叙事能力并不简单等同于加强宣传，而是要形成更扎实的知识产品和评估体系。中国可围绕新能源消纳、电力市场改革、绿色金融、低碳园区建设、南南合作项目和企业出海案例，建立面向国际社会的案例库和方法学体系；用减排量、成本降幅、融资撬动规模、就业人数、本地采购占比、技能培训成效和环境社会影响等指标阐释项目价值；并通过第三方评估、英文报告发布、多边平台传播和国际智库合作提高可信度。只有把实践转化为可验证的公共知识，中国经验才能更有效地纳入国际规则讨论。

专栏 2：全球电池产业区域化背景下的中欧合作新路径

全球电池产业正在从单纯全球化扩张进入区域化、规则化和伙伴化并行的新阶段。研究指出，未来十年新型电池需求将增至 7.9 太瓦时，实现超过 4 倍增长，其中动力电池约占 76%，储能电池约占 22%，磷酸铁锂电池（LFP）和镍锰钴酸锂电池（NMC）路线仍将长期占据主导地位。这意味着，电池产业并不会因贸易摩擦而停止全球扩散，真正变化的是扩散方式：主要市场越来越要求本地制造、可持续材料、碳足迹披露、供应链尽责、回收体系和就业贡献。对中国而言，电池产业的国际化重点不再只是成本和产能，而是能否把成熟技术、制造经验、供应链协同和工程化能力转化为当地可接受的合作方案。

美国和欧盟正在形成不同的政策路径。美国更强调关税、税收抵免资格限制、本土产能扶持和对华关联供应链的排除，其政策逻辑更接近“脱钩”或称之为“排除式本地化”。相比之下，欧盟虽然也在提高门槛，强化本地化要求，但其核心仍是提升产业韧性、降低外部依赖、补足本地能力，而非彻底关闭合作大门。也正因此，欧盟不是最容易进入的市场，却最可能成为新一轮高质量国际合作的试验场。

中欧之间具有战略一致性和能力互补性。双方都面临能源转型压力，也都设定了明确的气候目标；欧盟拥有市场、制度、标准、整车产业基础和高端创新能力，中国则具备成熟技术、工程化能力、产业协同、成本控制和规模化落地优势。因此，中欧最具现实意义的合作，不是传统贸易互补，而是更深层次的能力互补与合作嵌入：欧盟提供规则、市场和应用场景，中国提供效率、制造能力和产业化能力。

过去几年，欧盟电动化和电池产业更多依靠政策自上而下推动，而非市场需求自然拉动。随着市场接受度、成本承受力和产业成熟度均低于预期，原先激进的转型路径也开始回调。这一点在企业端已充分显现。电动化进程放缓后，车企纷纷下调目标，投资、采购和产能布局转向谨慎。这意味着，政策可以指明方向并提供保护，但决定项目成败的，仍是技术成熟度、成本竞争力和供应链执行能力。欧盟真正需要的，不是进一步加码政策力度，而是借助市场力量寻找更务实、可持续的产业路径。而中国企业也需要从产品出口思维转向本地化经营思维，在治理结构、知识产权制度、数据合规体系、ESG 透明度、工会关系和人才培养等方面适配欧盟规则。

从企业实践来看，中欧企业已经在围绕电池产业链主动寻找更务实的商业解决方案，重点聚焦创新能力、供应安全和成本优势三类核心需求。大众通过战略性股权投资获取先进电池技术，2020 年投资 11 亿欧元收购国轩高科约 26%的股份，并将其作为萨尔茨吉特电芯工厂的技术合作伙伴；同时，大众依托 PowerCo 建设集中化内部电池平台和欧盟超级工厂网络，目标实现 50%的内部电池供应，并通过统一电芯战略和与优美科合资成立 IONWAY，推进正极材料和前驱体本地化。Stellantis 则通过与宁德时代合作建设约 50 吉瓦时的 LFP 超级工厂，引入成熟 LFP 技术，并通过与 Vulcan 签署锂供应协议、追加投资强化合作关系，将关键电池投入品锚定在欧盟；同时，Stellantis 也尝试通过与 Orano 合作布局电池回收领域，以降低材料成本。整体来看，欧盟企业正从“政策

驱动”转向“市场和产业能力驱动”，通过股权投资、合资建厂、本地采购、关键材料整合和循环经济等方式补齐电池产业链短板，这些实践启发政策制定者贴近市场现实。

面向未来，中欧电池产业合作应从“产品出口”升级为“能力嵌入”，形成互利共赢的伙伴关系模式。第一，建立利益共享和治理赋能机制，在股权结构、董事会安排、知识产权使用、利润分配和本地采购等方面形成清晰规则。第二，推动真正的本土化领导，赋予欧盟本地团队在市场执行、供应商管理、客户关系维护和合规沟通中的实质性决策权。第三，开展技术转移与本土创新，把中国在磷酸铁锂电池（LFP）和电芯制造、材料体系、装备调试和产能爬坡方面的经验，与欧盟在标准、软件、整车平台、回收和高端研发方面的能力结合起来。第四，把人才培养和企业文化融合作为合作核心，通过职业培训、供应商能力建设和产教合作，使合作项目成为欧盟本地技能积累和产业升级的平台。若双方能够在本地价值创造、标准互认、技术协同和循环经济上形成可复制经验，中欧电池合作将为保护主义上升背景下维持低碳技术扩散提供新的制度样本。

5. 探索人工智能（AI）赋能新型能源体系建设的最佳实践

AI 数据中心的扩张、电动汽车的普及以及建筑和工业领域的电气化转型，正共同推动电力成为终端能源供应的核心。尤其值得关注的是，生成式 AI 数据中心正迅速崛起为全球电力需求增长最快的新引擎。IEA 发布的《能源与 AI》报告指出，2024 年全球数据中心用电量约为 415 太瓦时（约占全球电力总需求的 1.5%），预计到 2030 年将增长一倍以上，达到 945 太瓦时以上，占全球电力总需求的近 3%。在此过程中，AI 服务器用电量贡献了数据中心用电量净增量的一半，而传统服务器仅占约 20%。2024—2030 年，数据中心用电量预计将以每年约 15%的复合增长率攀升，其增速超过所有其他行业总用电量增速的四倍[50]。

AI 与电气化进程首先将引发大规模电力需求增长，并进一步加剧部分负荷集中区域的电网接入压力。AI 数据中心、电动汽车、建筑和工业电气化正在共同推动终端能源需求向电力侧集中，其中 AI 数据中心具有负荷规模大、增长速度快、供电可靠性要求高、空间布局集中的特点。根据能源基金会的数据，2025 年中国数据中心用电量约为 237 太瓦时，占全社会用电量的 2.3%；其中智算类设施已成为用电主体，占比约 64%。在 AI 加速发展的背景下，未来数据中心用电需求将持续增长：以 2035 年为例，基准情景下约为 550 太瓦时，高速渗透情景下约为 810 太瓦时，占全社会用电比重将由 2025 年的约 2.3%升至 3.6%～5.3%。国家能源局也指出，2025 年中国算力中心总用电量达 1700 亿千瓦时，占全社会用电量的 1.6%，且全国一体化算力网络八大枢纽节点算力用电已成为增量主力，近三年平均增长率约 39.5%，远高于全社会用电量平均增速。这意味着，AI 带来的新增电力需求并不会均匀分布，而是可能集中接入原本电力供给已经较为紧张的城市群、产业园区和算力枢纽电网，从而进一步加大局部配网扩容、主网接入、备用容量、电能质量保障和绿色电力供给压力。如何在满足 AI 驱动的高速电力需求增长的同时，避免新增负荷挤占电网承载空间、推高系统运行成本，甚至倒逼化石能源回潮，将成为未来五年能源气候政策面临的核心考验之一。

但与此同时，AI 也为能源系统优化带来了重要技术创新机遇。AI 可为新型电力系统提供关键的智能决策支撑，通过精准预测电力负荷与可再生能源发电出力，可显著优化系统的运行效率和稳定性。AI 数据中心负荷本身也展现出任务可调度性和跨区域工作负载的灵活性，这种资源弹性调度能够带来巨大的成本、电力和环境效益，并有效提升可再生能源的消纳能力。相关研究表明，将数据中心视为可灵活调度的电力负荷，而不是传统意义上的固定峰值负荷，有助于缓解并网瓶颈、降低系统运行成本和网络拥塞；在不同位置、灵活性范围和电网负荷条件下，AI 数据中心负荷灵活性可使电网投资和运行成本下降 3%～21%[51]。AI 正深度赋能新型能源系统，通过优化能源生产、降低运营成本、高效整合可再生能源等方式，显著提升整体运行效率，同时在预测性维护、电网稳定性和安全管理方面提供强大保障。

中国在新能源装机规模、数字基础设施、电网调度和 AI 应用落地方面具有组合优势，可以率先探索“AI+能源”的系统性实践。2026 年 5 月 26 日，中国国家能源局发布了 51 个“人工智能+”能源高价值场景[52]，表明 AI 正在系统性地重塑中国能源行业的生产经营模式。中国致力于实现算电协同的绿色发展，并在多个环节探索 AI 赋能能源系统具体实践：首先，在基础设施层面，中国积极利用 AI 系统与自然资源压降数据中心能耗。例如，青海

部分数据中心结合高原气候、分布式光伏与储能，实现了全年 314 天的自然冷却，其电能利用效率（PUE）已成功降至 1.2 以下[53]；而中国移动位于广东韶关的数据中心则依托间接蒸发冷却空调与 AI 全过程调优系统，在华南高温高湿气候下依然将 PUE 控制在 1.25 以下[54]。这些新建算力设施的能效表现已经优于 Google、Microsoft 等国际领先企业的同类设施。其次，在系统级运行与调度层面，中国正将人工智能大模型深度融入电网的核心业务。在负荷预测与协同调度环节，山东滨州的新型独立储能电站搭载了 AI 交易智能体，能够精准预测日前负荷与实时电价，峰谷价差预测准确率高达 95%。依托多时空尺度的气象预报与 AI 多周期算法模型，电网实现了对风光出力的高精度预测以及配电网层面的“源网荷储”协同调控，极大提升了绿电的消纳比例[55]。此外，在系统安全运维环节，基于视觉大模型、声纹检测与无人装备（无人机、机器人）联动技术的广泛应用，中国正全面推进高压输电线路设备缺陷诊断及风光场站的预测性维护，全方位保障了庞大能源网络的安全与稳定运行[56]。根据《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，到 2025 年底，中国数据中心可再生能源利用率年均增长 10%，国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%。

中国在这一领域不仅有应用场景，也已具备国际科学组织能力。清华大学牵头发起的“碳中和与能源智联”国际大科学计划培育项目，围绕全球碳流监测、能源智联、数字孪生和低碳、零碳、负碳关键技术，探索以 AI 优化能源系统决策的新路径，体现出中国在“AI+能源+碳中和”交叉领域的实践基础和发展潜力。

作为在全球新能源装机规模与 AI 应用落地方面均具备显著优势的国家，中国同时在新能源和 AI 方面发挥带头作用，率先探索 AI 赋能新型能源体系建设的最佳实践。2026 年 4 月，国家发展改革委等部门发布《关于促进人工智能与能源双向赋能的行动方案》，要求“扎实推进算力设施绿电消费占比统计以及碳排放核算工作，加强绿电直连政策指引，持续提升算力设施能效碳效，构建绿电供给、高效用能、碳排放管控协同的全链条绿色低碳发展体系”。中国正积极推动 AI 成为普惠性全球公共产品，旨在为全球南方国家创造参与“AI+能源”实践的机会[57]。具体而言，传统大电网基础设施薄弱的发展中国家，可以借助轻量化 AI 技术，结合微电网与分布式可再生能源实现电力系统升级。同时，这些国家也可以依托自身优越的可再生资源禀赋，利用 AI 赋能智慧农业、绿色工业等高价值场景。通过打造包容性的合作框架，发展中国家将能够深度参与这场数字与能源的全球变革。

三、中国落实新一轮 NDC 目标和“十五五”规划的路径与政策

2025 年 9 月，中国国家主席习近平在联合国气候变化峰会上宣布中国新一轮国家自主贡献（NDC）目标。11 月 3 日，中国正式向《联合国气候变化框架公约》秘书处提交《2035 年中国国家自主贡献报告》。这是中国首次提出覆盖全经济范围、全部温室气体的绝对量净排放下降目标，标志着碳排放管控从以强度控制为主转向总量与强度并重、并逐步过渡到总量控制的重大跨越。2026 年 3 月发布的“十五五”规划纲要明确，以碳达峰碳中和为牵引，协同推进降碳、减污、扩绿、增长。新一轮 NDC 目标与“十五五”规划相互衔接、彼此支撑，共同构成未来五至十年中国绿色低碳转型的行动总纲。本章在评估新一轮 NDC 目标对宏观经济潜在影响的基础上，系统梳理落实目标的重点领域和关键技术路径。

（一）新一轮 NDC 目标和“十五五”规划的潜在影响

新一轮 NDC 目标可概括为“1+3+3”目标体系：一是总量目标，即到 2035 年全经济范围温室气体净排放量比峰值下降 7%～10%，力争做得更好，并首次将甲烷、氧化亚氮、含氟气体等非二氧化碳温室气体纳入总量控制范围；二是三项量化指标进一步提升，非化石能源消费占能源消费总量比重达到 30%以上，风电和太阳能发电总装机容量达到 2020 年的 6 倍以上，力争达到 36 亿千瓦，森林蓄积量达到 240 亿立方米以上；三是三项新增定性指标，即新能源汽车成为新销售车辆的主流、全国碳排放权交易市场覆盖主要高排放行业、气候适应型社会基本建成。绝对量减排约束的提出，意味着碳排放与经济发展从“相对脱钩”迈向“绝对脱钩”，将对宏观经济与产业结构产生深远的结构性影响。

1. 有助于推动新动能，促进经济社会绿色发展

2035 年人均国内生产总值（GDP）达到中等发达国家水平是中国基本实现社会主义现代化的重要指标之一，对应 GDP 需从 2020 年的约 100 万亿元提升至 2035 年的约 200 万亿元，要求“十五五”期间年均增速保持在 5%左右，“十六五”期间维持在 4%左右，未来十年整体年均增长率约 4.7%[58]。在此宏观背景下，减排目标既是发展约束，也将带来新的经济增长动能，促进经济社会高质量发展。新一轮 NDC 目标的实现路径不仅不会对中长期经济增长形成“挤出”，相反将成为最重要的增长极[59]。

减排目标将通过供给侧硬约束和需求侧拉动两条路径，加速产业结构向低碳化、高端化、服务化跃迁。**在能源领域**，新一轮 NDC 目标提出新型电力系统和新型能源体系建设取得实质性成效，这意味着推动能源结构从以化石能源为主体向以非化石能源为主体的历史性转变。这不仅仅是能源供应的变化，也是整个基础设施的升级，拉动光伏、风电、新型储能、智能电网等相关产业需求持续释放。截至 2025 年，中国非化石能源装机容量占比突破 60%[10]，清洁能源增长动能强劲。能源与清洁空气研究中心（CREA）的研究表明，在高目标情景下，到 2035 年中国清洁能源产业规模有望实现倍增，总贡献值可达 15 万亿元人民币。在**工业领域**，新一轮 NDC 目标提出绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，绿色发展成为新型工业化的普遍形态。截至 2026 年 3 月，中国累计培育 8336 家绿色工厂，产值占规模以上制造业总产值比重达 22%[11]；“十四五”期间，钢铁行业深化供给侧结构性改革，累计压减粗钢产量超过 1 亿吨，截至 2025 年底，全国累计完成约 9.4 亿吨粗钢产能的超低排放改造 [12]。2026 年，国家发展改革委等部门印发《关于开展重点行业节能降碳改造攻坚三年行动的通知》，明确以钢铁、电解铝、水泥、平板玻璃、炼油、乙烯、合成氨、甲醇、煤电共 9 个行业为重点，利用三年时间全面实施节能降碳改造，推动企业能效碳效水平“应提尽提”，行业绿色低碳发展水平明显提升。2026 年 7 月发布的《工业绿色低碳发展“十五五”规划》部署了深入实施工业领域碳达峰行动、提升产业绿色价值创造能力、提升绿色装备产品供给能力、提升绿色低碳科技创新能力、提升智能化绿色化融合发展能力、健全工业资源循环利用体系、健全绿色制造和服务体系等七方面重点任务，这一明确的政策信号，既是倒逼产业升级的硬约束，也是激活绿色增长的新引擎。展望“十五五”，工业绿色制造体系将持续完善，高端低碳材料、节能装备、碳服务等细分产业增加值占比稳步提升，传统重化工业向原料低碳化、流程智能化、产品高端化转型，工业结构向价值链高端攀升。**在建筑领域，新一轮** NDC 目标提出智能建造与建筑工业化协同发展取得显著进展。截至 2024 年底，全国新建绿色建筑面积占城镇新建建筑面积比例超过 97%，累计建成节能建筑面积占城镇既有建筑面积比例超 66%。光伏建筑一体化（BIPV）技术已投入规模化应用。2025 年，北方农村地区累计完成散煤替代 4100 万户左右[60]。未来，基于超低能耗、近零能耗建筑的建设和存量建筑节能改造需求，高性能保温材料、节能门窗、高效空调热泵系统、工业余热回收用于区域供暖技术、电厨炊设备等高效节能电器，以及分布式能源等实现低碳建筑供暖和建筑一体化光伏（BIPV）的相关材料、设备、技术与集成服务产业将获得广阔市场空间。**在交通领域，新一轮** NDC 目标提出民航运输力争实现碳中性增长，现代化综合交通运输体系基本建成，新能源汽车成为新销售车辆的主流。这将通过运输结构调整、新能源汽车推广等政策形成引导，带动新能源汽车全产业链、充换电基建、电气化交通等产业扩容。2025 年，铁路、水路货运量分别同比增长 2.0%、3.2%[61]，集装箱铁水联运量同比增长 13.9%[62]，铁路电气化率从 2012 年的 52.3%上升至 2025 年的 72.1%[63]。新能源汽车快速增长，2025 年中国新能源汽车销量占新车销量的比重首次超过 50%，产量和销量均突破 1600 万辆（全球占比超 70%），新能源公交车占比达 82.7%，2025 年 12 月新能源重卡共计销售 4.53 万辆，同比增长 198%[64]。配套基建逐步完善，截至 2024 年，全国高速公路服务区累计建成充电桩 3.5 万台，覆盖率达到 98%[65]。到 2035 年，新能源汽车将成为市场主流，智能网联、绿色物流、

[10] 数据来源于国家能源局相关文章，参见：https://www.nea.gov.cn/20250314/45683b548044490b9f111ad735e98af8/c.html。

[11] 数据来源于工业和信息化部相关文章，参见：https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/gzdt/art/2026/art_ff5ed4e183784b8b9f4354b21ab70d71.html。

[12] 数据来源生态环境部相关文章，参见：https://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/202601/t20260127_1142657.shtml。

出行服务等产业增加值占比进一步提升，交通产业向高端智能装备制造、服务运营方向转型。综上所述，绿色低碳产业已从政策目标转变为不可忽视的宏观增长变量，既是减排工具，也是投资、制造业和出口竞争的重要动能。

新版国家自主贡献覆盖全部温室气体，由此释放的国内发展红利将不限于能源领域的二氧化碳减排范畴[66][67]。针对性开展甲烷减排，能够提升煤矿安全水平、减少能源资源浪费并完善废弃物管理。与此同时，在管控黑碳（烟尘）的协同下削减甲烷排放，可进一步改善空气质量，降低对流层（近地面）臭氧对农作物产量造成的损害。在农业领域，精准氮素管理既能管控氧化亚氮排放，又可降低农业投入成本、减少面源污染。制冷行业向新一代制冷系统转型，有助于削减用电峰值负荷，同时赋能中国制造业。此外，工业领域氧化亚氮与含氟气体的减排，能够拉动监测设备、催化剂、温室气体销毁技术、制冷剂回收、工程服务以及排放核查等商业市场发展。上述多领域综合效益共同表明，新版国家自主贡献可成为促进公众健康、粮食与能源安全、产业升级以及高质量发展的战略助推器。

从投资与消费结构来看，碳约束将引导资源向高附加值环节集聚。根据清华大学研究测算，为实现碳中和，中国在 2020—2060 年间共需投资 140 万亿～260 万亿元 [13]。从短中期看，自“双碳”目标提出以来，几十万亿元规模的绿色低碳投资已形成强大的产业资本沉淀和市场预期[68]。在消费端，新能源汽车、超低能耗建筑、零碳热源、绿色家电、绿色食品等终端绿色消费需求快速扩张，将带动中国消费结构从“传统耐用品+地产链”驱动模式，向“绿色消费品+服务消费”驱动模式跃迁。从对稳增长和扩内需的贡献看，绿色投资具有链条长、带动性强、与新型城镇化和现代化产业体系建设高度契合的特点。以新型电力系统为例，根据清华大学研究测算，2020—2060 年电力部门累计投资需求约 73.8 万亿元，其中电源、电网、储能投资占比约为 55%、35%、10%。这些投资在“十五五”期间逐步释放，既能在短期内对冲外需波动、稳定经济增长，又能在中长期培育出技术经济性成熟的新兴产业，实现“减污降碳、增长获利”的良性循环。若将屋顶光伏、户用储能、园区微网、热泵、电动汽车等资源有效聚合，可在不显著增加集中式系统风险的前提下，形成新的绿色消费和绿色投资空间。

从就业来看，由于传统高耗能行业增加值占比趋于下降，而新能源、新型储能、节能环保、绿色技术服务等战略性新兴产业增加值占比快速上升，就业结构相应由高碳岗位向绿色岗位转移。光伏、风电、储能、新能源汽车、绿氢、绿色建造、碳捕集利用与封存（CCUS）、碳管理与碳金融服务等领域将创造大量高质量就业岗位。IEA 的相关研究显示，到 2030 年，加快国内行动将使中国清洁能源供应领域的就业岗位增加 360 万个，而在化石燃料供应和化石燃料电厂领域减少的就业岗位为 230 万个[69]。中国科学院的多情景模拟研究进一步指出，在面向 2035 年的深化转型路径下，仅风电、光伏两大行业相较常规转型情景即可分别新增 187 万个、300 万个就业岗位，而煤炭开采与煤电行业合计减少约 71 万个就业岗位，绿色产业的就业创造效应显著高于传统高碳行业的就业收缩规模[70]。联合国开发计划署（UNDP）的长期趋势预测显示，相比于 2020 年，2060 年中国风电、光伏发电领域就业规模将分别实现翻倍、四倍增长，电力部门整体就业岗位较 2020 年增加 68%；新能源汽车、新型储能、绿氢、CCUS 等新兴技术赛道，以及绿色建造、碳服务等衍生领域，将成为中长期就业岗位增量的核心承载方向[71]。2024 年，人力资源社会保障部已将碳排放管理员等 137 个职业纳入国家绿色职业分类；“十四五”时期“双碳”领域人才需求已达百万量级。但受制于高校对口专业设置滞后、社会化培训体系尚不完善，当前国内“双碳”领域专业人才仅 10 万余人，远无法满足市场需求。其中，绿色金融评估、碳资产管理、CCUS 项目运维等兼具专业技术与行业经验的复合型高端人才，短缺程度更为显著[72]。在区域分布上，山西、内蒙古、陕西、宁夏、新疆等传统能源富集地区，将面临公正转型的紧迫任务，需要在转型规划、再就业培训、社会保障等方面给予政策性支持，同步防范化石能源资产搁浅、区域性失业等转型风险，稳步推动公正转型。

2. 有助于从根本上提高能源系统韧性，但转型过程中也面临不同层面的能源安全挑战

面向碳中和的新型能源系统，是中国实现长期能源安全的根本方向。截至 2025 年底，中国可再生能源总装机容量达到 23.4 亿千瓦，占总装机容量比重提升至 60%左右，风电、

[13] 数据来源于本研究模型测算结果。

光伏合计装机容量由 2020 年的 5.3 亿千瓦增至 18.4 亿千瓦[14]，历史性超过火电，本土清洁电力供应能力显著增强。到2030 年，中国能源相关碳排放将达峰并“稳中有降”，2035 年比峰值下降 7%～10%甚至更多，单位 GDP 碳排放将比 2005 年下降 75%以上，非化石能源在能源消费总量中的比重达到 30%以上。面向碳中和目标，到 2060 年非化石能源在一次能源消费中的占比需跃升至 80%以上。风电、光伏发电将从补充能源跃升为主体能源，使能源供给从资源依赖转向技术依赖，把丰富的风光资源转化为新的资源禀赋，这将大幅降低中国对国外油气的依赖，摆脱地缘政治制约，成为实现长远能源安全的必由之路。

值得注意的是，能源低碳转型并不能一蹴而就，在实现“双碳”目标过程中，将面临不同层面的能源安全挑战。一是战略安全风险。中国原油、天然气对外依存度仍处高位，地缘政治冲突一旦引发能源价格剧烈波动，将对经济运行形成冲击，而中东地缘政治冲突加剧能源供应波动，霍尔木兹海峡局势紧张使硫黄、氦气、石脑油等关键材料供应趋紧，可能波及太阳能电池板、电池等设备生产，能源和关键材料供应面临战略安全风险。二是运行安全风险。能源体系基本面平衡受国内产能布局、供应弹性、政策调控和市场调度等影响，存在运行安全风险。三是应急安全风险。能源体系稳定运行受极端天气、紧急事件影响，存在应急安全风险。

因此，在油气供应安全受到地缘政治与进口依赖约束的背景下，能源体系需要同时应对近周期稳定与长周期低碳转型的双重目标，即“煤炭/煤电存量体系持续发挥安全支撑作用，增量投资逐步向可再生能源和电网灵活性等方向转移”。随着可再生能源成本下降、电气化加速和技术进步，能源安全、气候变化、经济增长与空气质量之间已经形成协同共振，在部分领域中，传统意义上难以兼顾的“能源不可能三角”正在被打破。

从存量体系看，煤电仍是当前中国电力系统中最成熟稳定、最具调节能力的支撑电源。在能源系统转型过程中，煤炭的主要作用转变为保障电力系统稳定性、支撑新能源消纳，并在极端气象条件下保障电力安全运行。“十五五”时期，煤电定位正在从“主体电源”向“调节性电源”和“保障性电源”转变。截至 2024 年底，全国煤电装机容量为 11.95 亿千瓦，占全部发电装机容量的 35.7%，到 2025 年底，煤电装机容量占比降至 32.4%，反映出电源结构的清洁化转型趋势。2025 年，中国夏季高峰负荷达 15 亿千瓦[15]，煤电在保供中的作用依然重要。特别是在极端天气频发、AI 数据中心等新型负荷快速增长背景下，电力系统对稳定性和灵活性的要求显著提高。但“稳存量”并不意味着继续大规模扩张传统煤电，而是要稳住现有煤电基础规模，提升煤电灵活性改造水平，推动煤电由主体电源向基础保障性与系统调节性电源转型。未来，煤电的核心功能将更多体现为保障能源安全、支撑新能源消纳和维持电力系统稳定运行。这一转型需兼顾能源安全、经济性与低碳目标。当前，中国现役煤电机组平均运行年限约 17 年，设计寿命约 30 年，大部分机组仍有 10～15 年运行周期，若大规模提前退役，将产生高额资产减值和沉没成本，还可能影响能源系统平稳转型。这些机组应按设备寿命周期和系统调节需求有序退出，在完成固定资产折旧并实现合理投资回报的同时，为新型能源体系建设争取时间窗口。对现役煤电，应分类推进灵活性改造、容量补偿和有序退役；对新增煤电，应从严论证必要性，并与新能源消纳、系统调节和碳排放约束相绑定，防止以能源安全名义形成新的高碳锁定。

表 3-1 中国煤电与可再生能源关键数据对比

指标	2021 年	2024 年	2025 年
煤电装机容量	11.0 亿千瓦	11.95 亿千瓦	12.59 亿千瓦
煤电装机容量占比	47%	35.7%	32.4%
煤电发电量	5.34 万亿千瓦时	5.43 万亿千瓦时	5.55 万亿千瓦时
煤电发电量占比	约 60%	54.8%	51.1%

[14] 数据来源于国家能源局相关文章，参见：https://www.nea.gov.cn/20260130/503483f133e44016a66ddd6fad8ab695/c.html。

[15] 数据来源于中国政府网相关文章，参见：https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202507/content_7032424.htm。

指标	2021 年	2024 年	2025 年
煤电利用小时数	4586 小时	4628 小时	—
火电利用小时数	4448 小时	4400 小时	—
发电设备平均利用小时数	3817 小时	3442 小时	3119 小时
可再生能源发电量	2.48 万亿千瓦时	—	3.99 万亿千瓦时
可再生能源发电量占比	29.7%	—	38.3%

中国的油气资源约束更加突出。2025 年，中国原油产量约 2.16 亿吨 [16]，原油进口量约 5.78 亿吨 [17]，进口金额接近 3000 亿美元 [17]，进口依赖度约 70%。2025 年，中国天然气产量 2620.6 亿立方米，进口量 1765 亿立方米，进口金额约 567.4 亿美元 [17]，进口依赖度约为 40%。在全球能源格局重塑背景下，单纯依赖扩大油气进口难以从根本上解决能源安全问题。未来，中国油气发展需要坚持“保障战略用途、减少燃料依赖”的结构优化方向，把有限资源更多用于化工原料、航空航运、工业高温等难以替代领域，重点保障化工原料需求。一方面，要持续加强国内油气勘探开发，提高国内生产能力；另一方面，要加快交通和建筑领域的燃料替代。

近年来，中国风电、光伏进入高速增长阶段。2025 年，中国的风光装机容量占比超过 47%，历史性超过火电；风光发电量在总发电量中的占比约为 22%，新能源消纳、电网调节与系统灵活性仍需进一步提升。根据能源基金会研究测算，若风电和光伏保持当前增长趋势，到 2030 年，风光装机容量占比有望接近 60%，发电量占比有望接近 40%，年发电量有望超过 5 万亿千瓦时。新能源增量的持续扩大，将逐步带动整体能源结构优化，实现“以增量替代存量”的平稳转型路径。

因此，“扩增量”不仅意味着扩大风电、光伏装机规模，更意味着以增量突破带动整个能源结构优化，包括大规模发展储能、推进源网荷储一体化、提升需求侧响应能力，以及推动虚拟电厂等灵活性资源发挥更大作用。特别是在 AI 数据中心快速扩张背景下，新能源与储能协同发展，将成为满足新增电力需求、降低化石能源依赖、保障长期能源韧性的关键路径。

3. 有助于促进绿色低碳技术的加速迭代

新一轮 NDC 目标将推动绿色低碳技术的创新突破与规模化应用，使绿色技术创新成为新的全要素生产率来源。

一是新能源装机规模需在十年内翻番。截至 2024 年底，中国风电、太阳能发电累计并网装机容量约 14 亿千瓦，提前 6 年多完成 2030 年 12 亿千瓦的国际承诺。若要实现 2035 年风光装机容量达 36 亿千瓦的目标，2025—2035 年需要新增并网装机容量约 22 亿千瓦，年均不低于 2 亿千瓦，其中风电年均新增装机容量不少于 1 亿千瓦[73]。

二是新型电力系统装备与服务市场显著扩张。包括特高压输电、柔性直流、构网型储能、虚拟电厂、电网数字化升级、源网荷储协同等技术装备需求加速释放。2025 年底，全国已建成投运新型储能装机规模达到 1.36 亿千瓦/3.51 亿千瓦时，与“十三五”末相比增长超 40 倍；虚拟电厂理论调节能力超 1600 万千瓦，车网互动聚合资源超 1900 万千瓦[74]。2025 年 3 月，国家发展改革委、国家能源局印发《关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见》，首次将虚拟电厂明确为“新型经营主体”，提出到 2027 年全国虚拟电厂调节能力达 2000 万千瓦以上、到 2030 年达 5000 万千瓦以上，推动收益模式由补贴驱动转向现货、辅助服务和需求响应等市场化多元收益。上海、深圳等地已形成聚合商业建筑、充换电设施、储能等多类资源的示范运营主体。

[16] 数据来源于国家统计局相关文章，参见：https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202601/t20260119_1962322.html。

[17] 数据来源于华经情报网相关文章，参见：https://www.huaon.com/channel/tradedata/1144105.html。

三是终端电气化与低碳工艺装备市场快速崛起。建筑领域，2024 年，全国建筑用电在建筑终端能耗中的占比超过 55%[75]；《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》进一步提出，到 2025 年新建超低能耗、近零能耗建筑面积较 2023 年增加 0.2 亿平方米以上，光储直柔、高效热泵、电厨炊等技术装备市场进入快速发展阶段。工业领域，电窑炉、电锅炉、短流程电炉炼钢、氢冶金、CCUS 集成系统、绿色低碳工艺装备形成新增市场，《工业和信息化部等七部门关于加快推动制造业绿色化发展的指导意见》明确提出，推进钢铁、有色、建材、石化化工等重点行业绿色低碳改造，加快推广电气化、氢能冶金、CCUS 等先进低碳技术和装备，绿色制造装备需求持续释放。交通领域，新能源汽车、充换电基础设施、可持续航空燃料（SAF）、绿色船用燃料等市场加速扩张。2025 年，中国新能源汽车产销量分别达到 1662.6 万辆和 1649 万辆，同比分别增长 29.0%和 28.2%，连续 11 年位居全球第一；新能源汽车新车销量占汽车新车总销量的 47.9%，新能源汽车国内销量占比首次突破 50%，达到 50.8%，持续带动充换电基础设施及绿色交通装备市场快速增长。

四是适应气候变化。面对气候变化带来的极端天气多发、生态系统受损、农业生产波动等风险，提升气候韧性也成为技术创新的重要方向，将推动气候风险监测预警、灾害应急防控、生态系统修复、农业气候适应性育种、海岸防护等领域的技术研发与应用落地，同步拓展广阔的市场空间。

总体而言，新一轮 NDC 目标带来的新型能源系统建设、非二氧化碳温室气体减排、气候变化适应等转型需求，将促进绿色低碳可持续技术加速迭代，推动关键核心技术加快突破。

（二）新一轮 NDC 目标的实施路径与面临的挑战

1. 长期转型路径与重点领域

面向碳中和的长期低碳转型路径应分为三个阶段，递进实现深度脱碳。

第一个阶段是碳排放达峰期（当前—2030 年）：能源相关碳排放在 2025 年后进入峰值平台期，2030 年前实现碳排放的稳中有降。到 2030 年，单位 GDP 碳排放比 2005 年下降 65%以上，实现经济增长与碳排放的绝对脱钩，在确保到 2035 年 GDP 比 2020 年翻一番的情况下，碳排放持续稳定下降。这一时期是关键的转型期和窗口期，应尽早明确碳中和战略的顶层设计和实施路径，全面部署 2030 年前的高质量达峰行动，促进有条件的省、市、地区、高耗能行业率先达峰，凝聚全社会共识，并做好前瞻性、包容性的政策、技术、资金部署。

第二个阶段是深度减排期（2030—2050 年）：碳达峰后将加速全口径范围温室气体减排，努力争取 2050 年实现碳排放比峰值年份显著下降 80%以上，降至约 20 亿吨，与届时世界人均碳排放（1.0～1.5 吨）水平相当；非二氧化碳温室气体大幅减排，较峰值下降 50%左右，为 2060 年前实现碳中和奠定坚实基础。预计这一时期，城镇化进程趋于稳定，经济将进入中低速增长阶段（年均增长率为 3.5%左右），能源结构低碳化进程将进一步加快，零排放和负排放技术进入大规模应用阶段，年均温室气体减排量（折算为二氧化碳当量）将达到 4 亿～5 亿吨。这一时期需要全经济范围各个部门协同发力，稳步推动覆盖全社会各类群体、兼顾男女平等的公平公正转型，防范转型可能出现的化石能源资产搁浅、就业下降和经济下滑等各类风险。

第三个阶段是碳排放中和期（2050—2060 年）：实现二氧化碳进一步深度减排，加速非二氧化碳温室气体减排，力争 2060 年前实现全部温室气体碳中和。实现全部温室气体碳中和，除能源相关的二氧化碳减排外，还包括工业生产过程的二氧化碳减排、非二氧化碳温室气体减排，同时要考虑碳捕集与封存（CCS）和生物质能结合碳捕集与封存（BECCS）的负碳捕集量和农林业碳汇的增加量，实现负排放与剩余温室气体排放的抵消。

为进一步明确以上路径的分部门、分时间节点的能源消费与碳排放情况，清华大学采取自上而下和自下而上相结合的方式，对中国当前到 2060 年的碳中和路径开展研究，并提出了面向碳中和的核心路径。

（1）能源体系深度脱碳

非化石能源在一次能源消费中的占比需从当前水平提升至 2060 年的 80%以上。风电、光伏发电将从补充能源跃升为主体能源，总装机容量预计达到百亿千瓦级别。同时，核电、

水电稳步发展，生物质能、地热能等实现多元化利用。电力系统向高比例可再生能源、高灵活性转型，需大规模储能、智能电网、源网荷储协同等作为支撑。该情景下，煤炭的主要作用是保障电力系统稳定性、支撑新能源消纳，并平衡电力保供、供热需求，以及在极端气象气候条件下保障电力运行安全。

（2）终端用能清洁高效

实现终端能源低碳消费，需要在大力节能的同时，加强电力在终端能源消费中对化石能源的替代。不断提升电力在一次能源消费中的比例，为可再生能源电力快速发展提供空间。

工业领域：一是深化工业供给侧结构性改革，大力普及先进节能技术和设备，稳步提升工业电气化水平和清洁能源利用水平，积极发展以氢能、生物质燃料等作为燃料或原料的革命性工艺路线；二是对于仍使用化石燃料的工艺流程，应用工业 CCUS 技术；三是借助智能制造和大数据精细化管理等手段，提高综合效率；四是积极发展循环经济，提高废钢、废有色金属等再生资源利用水平，同时加强钢铁、水泥等高耗能、高排放行业产能优化和需求侧管理，降低原生资源路线工业产品需求和产量。

交通领域：一是发展集约化与智能化交通，优化交通运输结构，提升技术水平和能耗效率；二是合理控制汽车保有量，规模应不超过 6 亿辆；三是加快电动化和氢能应用，大幅替代现有的交通成品油消费，铁路客货运实现电气化，船舶停靠港口期间船上作业接近实现全面电动化，新能源汽车在乘用车保有量中的占比提高到 90%以上；四是在航空航海交通中大量推广生物燃料和氢基燃料。

建筑领域：一是控制建筑规模，优化区域布局与建筑设计；二是提升建筑运行终端能耗电气化水平，城镇全面实现电气化，农村以电气化为主，辅以生物质高效利用，推动光伏建筑一体化等技术；三是发展低品位余热利用技术，充分利用余热为建筑供暖；四是通过提高技术水平降低整体能源消耗。

（3）非二氧化碳温室气体深度减排

“十五五” 时期，中国应健全甲烷、氧化亚氮以及含氟温室气体的监测、报告与核查（MRV）体系，建立可靠的分行业排放基准与减排阶段性目标，为落地实施提供支撑。战略重点需聚焦主要非二氧化碳排放源：管控煤矿、油气开采、畜禽养殖、水稻种植、垃圾填埋场及污水处理领域的甲烷排放；削减己二酸、硝酸、己内酰胺生产设施的氧化亚氮排放，同时提升农业氮素利用效率；在设备全生命周期内管控含氟气体，覆盖生产、运维直至报废回收环节。落实上述重点任务需要综合运用多种 MRV 手段，包括企业设施申报、地面监测、卫星遥感以及大气观测（即 “自上而下” 大气反演法），以此完善排放清单、精准定位主要排放源。与此同时，政策制定者应将强制性排放标准、环境影响评价（EIA）机制、产品碳足迹政策、绿色金融以及市场化激励措施统筹纳入常态化行业监管。归根结底，非二氧化碳减排政策设计必须系统评估短期协同效益 —— 尤其是空气质量、公众健康、粮食与能源安全、产业升级和高质量发展等方面，同时兼顾气候减排效益。

（4）负排放技术规模化应用

通过大规模部署 CCUS 技术处理难以完全避免的排放（如部分工业过程、生物质能源利用伴生排放），并通过生态保护修复、可持续森林管理、土壤固碳、生物质能结合碳捕集与封存（BECCS）等途径持续提升碳汇能力，实现碳中和目标。

2. 与“十五五”及 2035 年目标衔接的分部门转型路线图

绿色低碳转型应沿碳达峰攻坚期（当前—2030 年）—稳中降碳与深度融合期（2030—2035 年）—深度脱碳攻坚期（2035—2050 年）—碳中和决胜期（2050—2060 年）递进推进。本研究结合清华大学研究和有关文献，明确各阶段关键节点、技术突破方向与产业化节奏。

（1）工业部门

为实现到 2030 年碳排放达峰，到 2035 年重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，绿色发展成为新型工业化普遍形态的目标，中国需要深化工业供给侧结构性改革，普及先进节能技术和设备，稳步提升电气化和清洁能源利用水平。

中长期来看，随着现有技术的减排潜力相对收窄，中国需要在以下几个方向发力：一是加强工业能源技术创新和工艺革新；二是广泛推广电能替代，将电气化率从 2020 年的 25%左右提高到 2060 年的 55%左右；三是积极发展以氢能、生物燃料等作为燃料或原料的革命

性工艺路线，并对于仍使用化石燃料的工艺加装工业碳捕集（CCS）设备设施；四是通过智能制造和大数据精细化管理等手段提高综合效率；五是积极发展循环经济，降低原生资源路线的工业产品产量。

（2）建筑部门

到 2030 年，要实现单位建筑面积直接碳排放降低 3%，中国应合理引导居民生活方式与用能行为模式，还应优化布局和稳健发展各项建筑技术，并稳步推进电气化。在建筑部门碳达峰之后需要更加严格控制建筑面积，引导居民生活方式与行为方式低碳化，持续提升建筑性能与设备能效，推进建筑光伏一体化建设，因地制宜加大热泵在建筑领域的推广应用，以及通过大幅提高电气化率等方式，合理控制人均建筑能耗需求。到 2035 年，智能建造与建筑工业化协同发展取得显著进展，为实现 2050 年近零排放奠定基础。

（3）交通部门

到 2030 年，中国将不断提升低碳交通工具和低碳出行方式比例，新能源汽车保有量占比力争达到 30%，且达峰后将持续加快电动化和氢能应用。到 2035 年，民航运输力争实现碳中性增长，现代化综合交通运输体系基本建成，新能源汽车成为新销售车辆的主流。到 2050—2060 年，力争实现极低排放。具体而言，一是发展集约化与智能化交通，优化交通运输结构，提升技术水平和能耗效率；二是合理控制汽车保有量；三是加快电动化和氢能应用，大幅替代现有的交通成品油消费，铁路客货运实现电气化，船舶停靠港口期间船上作业接近实现全面电动化；四是在航空航海交通中大量推广生物燃料和氢基燃料。

（4）能源部门

在大力节能和优化能源结构的同时，加强电力在终端能源结构中对化石能源的替代。能源系统低碳转型需要立足我国国情和资源禀赋，坚决贯彻“先立后破”的发展理念，加快推进化石能源与新能源融合发展。到 2030 年，初步建成清洁低碳安全高效的新型能源体系，煤炭和石油消费达峰，非化石能源消费比重达到 25%，风电和太阳能发电装机容量占比超过 50%并成为主体，非化石能源发电量比重达到 50%并成为电量主体；加快坚强韧性、绿色低碳、集成融合、智能高效的新型能源基础设施体系建设，初步建成新型电力系统。到 2035 年，新型电力系统和新型能源体系建设取得实质性成效。面向碳中和，建成以非化石能源为主体的清洁能源体系，由能源大国转变为能源强国。

3. 面临的挑战

（1）产业内卷化仍然存在

光伏、储能等领域出现“高增长、低收益、产能过剩”的内卷化苗头，单纯压产能难以根治。近年来，“内卷式”竞争在多个行业中普遍存在，其表现形式包括价格战、产品同质化、技术创新不足等。光伏、新型储能、新能源汽车等主流赛道产能扩张速度显著快于国内应用场景释放节奏，叠加地方产业招商竞争引发的同质化布局，行业呈现“高增长、低收益”态势。例如，在汽车行业，近年来“内卷式”竞争表现得尤为明显。2025 年，中国汽车行业的利润率仅为 4.1%，同比下降了 5%，2026 年前五个月进一步下降至 3.4%；随着新能源汽车的快速发展，传统燃油车企业也纷纷加入竞争，导致市场整体价格战频发，企业利润空间被压缩。在光伏、锂电池、钢铁等行业，“内卷式”竞争普遍存在。这不仅影响了企业的盈利能力，也给整个行业的健康发展带来了挑战，导致资源浪费和创新活力下降。

（2）新型电力系统建设面临制度和技术双重瓶颈

新型电力系统建设是绿色低碳转型继续推进的关键。光伏和储能成本快速下降，使“能源不可能三角”（清洁、经济、安全）出现被打破的可能，但现行电网体制、市场机制、容量补偿、辅助服务、绿电直连、分布式能源消纳等仍是制度性瓶颈。构建多元可靠的电力平衡与安全稳定体系，需要规模化部署新型储能和抽水蓄能，培育需求侧响应和虚拟电厂，推动跨区域电力资源优化调配，完善现货市场、辅助服务和容量机制，为新能源持续扩张提供制度支撑。

光伏和储能成本快速下降，但高比例可再生能源并网对电力系统的调节能力、稳定性和安全性提出前所未有的挑战。一是长时储能和极端天气条件下的电力保供能力不足，当前储能技术主要为短时储能，跨季节长周期储能技术尚不成熟，难以应对连续阴雨天或极

端天气造成的可再生能源出力骤降。二是电力市场机制不完善，容量市场、辅助服务市场和电力现货市场衔接不畅，绿电直连和隔墙售电制度瓶颈尚未突破，分布式能源的市场主体地位不明确。三是随着煤电机组占比下降，电网的惯量支撑和电压稳定面临新挑战，需加快同步调相机、虚拟同步发电机（VSG）和先进逆变控制等替代技术部署。四是跨省跨区电力调度仍按“以省为主”的模式运行，难以匹配新能源大基地跨区域消纳需求，区域优化调度和统一灵活性资源池尚未形成[76]。

（3）技术创新供给不足成为重要约束

一方面，颠覆性脱碳技术成熟度偏低：长时储能、绿氢制备与储运、碳捕集利用与封存（CCUS）、先进核电等技术仍处于示范验证阶段，规模化应用的经济性不足，降本速度慢于预期，难以支撑工业、电力等领域的深度减排需求。另一方面，终端脱碳技术存在明显短板：工业流程再造、建筑超低能耗技术、高效电气化设备等领域的核心零部件与高端控制系统仍存在进口依赖，自主可控能力不足；数字化、智能化调控技术与电力系统、用能终端的适配性有待提升，极端天气下新能源功率预测与系统调度的精度仍需加强。此外，绿色技术与数字技术、材料技术的跨领域融合创新不足，难以充分释放技术协同减排潜力。

（4）国际合作与竞争并存

全球气候治理格局与绿色贸易规则的演变，为低碳转型的国际合作带来多重挑战。一是发达经济体与发展中经济体在发展本地产业和保障供应链安全的双重需求推动下，推出了一系列贸易与产业政策以推动供应链的本土化重构，对光伏、新能源汽车等产业的国际贸易形成压力，中国的光伏、风电等产业已遭遇贸易受阻、投资不畅等问题，叠加核心技术瓶颈与市场需求波动，相关产业在内外夹击下步入深度调整期。二是技术合作面临地缘政治阻碍，高端脱碳技术、核心装备的跨国技术转让与联合研发受限，部分关键技术引进渠道收窄。三是全球绿色标准规则不统一，碳足迹核算、绿色产品认证、碳排放计量等领域的国际互认机制缺失，既增加了企业的合规成本，也制约了绿色产业链的全球协同。四是全球气候治理碎片化趋势显现，多边气候合作行动力不足，国际气候资金与技术支持的供给缺口较大，难以支撑全球范围的协同转型。

（5）关键材料供应成为转型的风险点

新能源与低碳产业的快速扩张，使得关键矿产与核心材料的供给安全成为转型的重要风险点。一是战略资源对外依存度高，锂、钴、镍等动力电池与储能关键矿产资源对外依存度处于高位，全球矿产资源分布集中、地缘政治冲突加剧等因素导致供应链波动风险显著上升[77]。二是高端材料自主供给能力不足，高端质子交换膜、高端储能电极材料、高端光伏银浆等核心材料仍依赖进口，深加工与高端制造能力短板制约产业链附加值提升。三是新兴技术材料供给保障不足，绿氢、CCUS、长时储能等新兴赛道所需的铂族金属、特种催化材料等产能规模有限，供应链体系尚未成熟，难以匹配产业规模化发展节奏。四是关键材料的循环回收体系不完善，二次资源利用率偏低，进一步加剧了供给压力。

（三）深化制度与政策改革

碳中和是广泛而深刻的经济社会系统性变革。要实现这一目标，必须围绕能源体系和发展方式绿色低碳转型，加快推进系统性制度重构，通过深化改革破除体制机制障碍，完善激励约束机制，充分调动各类市场主体自主转型的积极性，构建稳定可预期的制度保障。

1. 以碳排放总量和强度双控制度体系为抓手，锚定目标实现与全社会参与

“十五五”时期是全面实施碳排放总量和强度双控制度的第一个五年规划期。2023 年，中央全面深化改革委员会第二次会议审议通过《关于推动能耗双控逐步转向碳排放双控的意见》；2024 年 8 月，国务院办公厅印发《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》，提出“十五五”时期实施以强度控制为主、总量控制为辅的碳排放双控制度，碳达峰后实施以总量控制为主、强度控制为辅的碳排放双控制度，并部署了地方碳考核、行业碳管控、企业碳管理、项目碳评价、产品碳足迹“五碳并举”的全链条管控体系。在考核层面，2026 年 4 月，中共中央办公厅、国务院办公厅发布《碳达峰碳中和综合评价考核办法》，设置碳排放总量、碳排放强度降低、煤炭消费总量、石油消费总量、非化石能源消费占比五项控制指标，以及节能、工业、城乡建设、交通运输、公共机构、碳排放权交易和森林

蓄积量等九项支撑指标，实行党政同责、一岗双责，将考核结果与地方党政领导班子综合考核评价、选拔任用挂钩，使“双碳”工作从“软任务”变为“硬约束”。

总体而言，碳排放双控制度体系将在落实国家层面总体控制目标的基础上，推动目标向地方、行业和重点企业分解下沉，健全目标责任考核评价机制，强化对地方低碳发展的硬约束。同时，该体系锚定可再生能源发展的中长期目标，推动化石能源有序减量替代，在保障能源安全的前提下逐步降低对化石能源的依赖，引导各地根据自身资源禀赋和产业基础优化能源结构，兼顾转型节奏与发展需求，推动经济社会包容、平稳有序地向绿色低碳方向转型。

从落地情况看，碳排放双控制度体系仍存在三方面堵点：一是配套政策体系不完善，地方碳考核细则、行业碳排放监测预警机制等关键配套出台滞后，全国碳市场配额总量尚未与全国碳排放总量目标有效衔接。二是碳排放底数不清、核算基础薄弱，工业过程、农林牧渔、废弃物处理等非能源碳排放缺乏常态化统计，存在底数不清、边界不明、因子不全等问题。现行能源统计的“工厂法”将建筑、交通用能并入所属行业，相关能耗难以拆分，且因统计调查方法差异，各省份能耗数据之和长期高于全国总量，给目标向地方分解带来困难。三是管理体制调整后人员队伍和能力建设滞后，碳核算、碳监测等专业能力储备不足，各地市、区县普遍存在“无专门机构、无专职人员、无专项经费”问题，跨部门协同机制不畅。

2. 深化绿色低碳发展的市场机制

市场机制是推动减污降碳的重要力量，应统筹协调碳排放权交易市场、温室气体自愿减排交易市场、绿证市场、绿电市场等，形成“行政管控＋市场激励”双重机制。新一轮 NDC 目标首次提出绝对量减排目标，推动全国碳市场进入从“强度控制”向“总量控制”转型的关键阶段：前两轮 NDC 目标以强度下降为核心，碳市场相应采用基于强度的配额分配，减排约束相对柔性；而绝对量目标要求碳市场逐步设定与国家排放总量下降目标相适配的年度“绝对总量”控制目标，并通过范围拓展、机制升级，把全国减排总量分解为行业、企业的刚性约束[78]。

按“成熟一个、纳入一个”的原则，碳市场扩容遵循清晰的时间表：2025 年 3 月生态环境部印发工作方案，首次将钢铁、水泥、铝冶炼三个行业纳入全国碳市场；2027 年实现工业领域主要排放行业全覆盖、对总量相对稳定行业优先实施配额总量控制；2030 年基本建成以配额总量控制为基础、免费和有偿分配相结合的碳市场；2035 年覆盖主要高排放行业，建成具有国际影响力的碳市场体系。首轮扩容呈现“三个多元化”：覆盖范围由发电行业约 2200 家、约 50 亿吨（占全国约 40%）扩展至四大类约 3500 家、约 80 亿吨（占全国约 60%）；管控对象由二氧化碳扩展至二氧化碳、四氟化碳、六氟乙烷；管控活动由能源活动排放拓展至兼顾工业过程排放。截至 2026 年 7 月 14 日，全国碳市场碳排放配额累计成交量达 9.24 亿吨，累计成交额突破 622 亿元；全国温室气体自愿减排（CCER）市场自 2024 年 1 月启动，2025 年 3 月完成首批核证减排量登记，截至 2025 年 9 月底累计成交减排量 318.41 万吨、成交额 2.67 亿元，碳市场已成为中国碳定价的主要方式[79]。值得注意的是，扩容方案仅管控重点行业直接排放，避免与电力消耗间接排放重复计算，这一口径与欧盟碳市场（EU ETS）基本一致，为中外碳市场互联互通、配额互认以及对接碳边境调节机制（CBAM）创造了条件。

扩容也带来从单一行业向跨行业、跨气体、跨机制治理的系统性挑战：一是数据准确性与监测、报告、核查（MRV）体系风险，工业过程排放监测难度大、新增气体核算方法学不成熟、监管能力不足，将导致数据失真，并削弱总量目标的执行刚性；二是行业差异与配额分配公平性难题，不同行业工艺路线、减排潜力和历史数据质量参差不齐，易出现配额结构性失衡；三是市场流动性与价格波动风险，潮汐现象、碳价剧烈波动和区域供需失衡会干扰企业减排预期；四是企业转型与合规成本压力，新纳入企业面临监测设备升级、核算体系建设和低碳改造的资金负担。

3. 完善相关的价税财经政策、法律体系及监管机制

（1）碳定价、税收、财政与绿色金融工具的协同

应系统梳理碳定价、税收激励、财政补贴及绿色金融工具的协同作用，精准支持拉动绿色需求的投资，培育未来 5～10 年技术经济性相对成熟、市场潜力巨大的技术和产业领

域。据中国人民大学王克教授课题组测算，2024—2025 年“两新”政策[18]当期共计贡献 20903 万吨碳减排量、8871 万吨标准煤节能量，同时带动共计约 7 万亿元直接消费与设备投资，拉动 GDP 约 5.72 万亿元。绿色金融体系也已形成较大规模：截至 2025 年末，中国绿色贷款余额约 44.8 万亿元，绿色债券余额超过 2.4 万亿元；截至 2025 年二季度末，碳减排支持工具累计引导金融机构发放碳减排贷款超过 1.38 万亿元[19]。下一步应推动有偿配额机制改革，设立低碳技术专项基金，将碳收益重点投向氢能、电气化、CCUS 等领域；发展绿色公共采购，填平绿色溢价，培育绿色市场需求；同时，将性别响应纳入相关政策设计和监测机制，评估包括女性主导企业在内的不同群体公平获得融资、投资和企业发展机会的情况。

（2）转型金融与绿色金融的落地：临汾、宁波案例

转型金融是支持高碳行业有序低碳转型的重要工具。转型金融和绿色金融是支持地方绿色低碳转型的重要工具。当前，地方转型金融实践面临四重制约：一是区域目标设置缺乏协同，多数煤炭主产区尚未建立空气质量（或低碳转型）目标与产业转型、能源替代、就业安置的统筹机制，导致“减量”与“增量”脱节；二是低碳资产缺乏，高碳地区绿色金融基础设施薄弱，转型金融标准缺失，金融机构难以识别可信转型主体，面临“假转型”漂绿风险；三是地方金融机构专业能力不足，缺乏针对转型项目的评估模型和风险管理工具；四是高碳企业转型规划能力薄弱，缺乏明确的目标和路径。

临汾作为典型的煤炭资源型城市，绿色低碳转型面临产业结构偏重、高碳行业改造资金需求大、金融机构“识绿”“识转型”能力不足等挑战。其核心做法是以空气质量改善和低碳转型目标为牵引，系统梳理钢铁、焦化、清洁供热、绿色交通等重点领域项目，形成低碳资产清单，并探索“标准+诊断+金融”的转型金融机制。在标准层面，中国人民银行山西省分行联合七部门制定焦化及有色行业转型金融支持目录，为金融机构提供项目识别依据；在诊断层面，山西省节能中心组建专家团队，为焦化、有色行业开展系统性节能诊断，识别技术改造空间；在金融层面，临汾协同兴业银行太原分行及兴业碳金融研究院推出前置转型金融服务，变“被动授信”为“主动赋能”，为煤化工企业技术升级项目授信 9.6 亿元，预计年减排二氧化碳 26.61 万吨，直接安置就业 300 余人，带动周边就业 2000 余人。

地方层面的混合融资创新面临撬动效应不足、项目筛选困难、风险分担欠缺三重挑战。在亚洲开发银行与能源基金会支持下，宁波通过“慈善赠款+多边开发机构主权贷款+地方商业银行转贷+政府专项债”等方式，为绿色低碳项目提供长期、低成本资金支持，并同步开展地方政府、商业银行和中小微企业的气候融资能力建设。项目重点支持环境与社会风险管理体系建设、ESG 和可持续信息披露能力提升、绿色项目库和气候融资平台建设，帮助金融机构更好地识别低碳技术、节能改造和中小企业绿色转型项目。宁波实践表明，绿色金融不仅要解决“资金从哪里来”的问题，也要通过能力建设、风险管理和项目开发机制，提升绿色项目的可融资性和可持续性。

（3）法律体系与监管机制

应推进应对气候变化领域的法治化建设，建立涵盖目标设定、监督问责的制度闭环。《中华人民共和国生态环境法典》已就“应对气候变化”设置专章，《中华人民共和国湿地保护法》《中华人民共和国能源法》相继出台，《碳排放权交易管理暂行条例》正式生效。下一步，应加快推进《中华人民共和国应对气候变化法》等专门性立法进程，适时修订《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国电力法》《中华人民共和国煤炭法》《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国循环经济促进法》等配套法律，构建“法典气候专章+气候专门立法+专项条例+地方立法”的全方位法治体系，并健全行政执法与刑事司法衔接机制，完善气候公益诉讼制度[79]。在监管机制方面，应健全数据核查、溯源、惩戒机制，将碳数据造假纳入社会信用体系与行政执法体系；完善能评、环评与碳评价协同推进机制，将碳排放评价全面纳入固定资产投资项目节能审查和环境影响评价全流程，从源头把控项目碳排放增量，为绿色低碳转型提供刚性制度保障。

4. 完善煤炭煤电转型的配套制度、扶持政策及风险防控机制

[18] “两新”政策是指大规模设备更新和消费品以旧换新政策。

[19] 数据来源于中国人民银行。

当前，中国正处在从“能耗双控”向“碳排放双控”全面转型的关键时期。煤炭和煤电的平稳退出作为这一转型中最具挑战性的议题，仍面临多重深层次矛盾，亟须通过系统性的制度与政策改革来化解风险、确保公正转型。

煤炭和煤电转型面临多重困难。煤电虽仍是保障电力安全的基石，但其在电力供给侧地位持续弱化，定位正从“主体电源”向“调节性电源”转变。煤电转型面临以下困难：一是部分地区仍高度依赖煤电保供，特别是在冬季供热和极端天气情景下，煤电兜底功能短期内难以完全替代。二是煤炭主产区（如山西、内蒙古、陕西等）经济结构高度依赖煤炭产业，转型将带来区域性就业岗位减少和财政收入减少等社会经济风险，需要在转型规划、再就业培训、社会保障等方面给予政策性支持。三是煤电资产搁浅风险不仅涉及金融层面的价值重估，更直接关联区域性就业安置、社会保障与民生稳定等深层社会问题。

针对上述挑战，应重点推进以下方面工作：

第一，健全煤电有序退出的市场化保障机制。加快建立和完善容量市场机制，明确煤电作为“调节性、保障性”电源的容量补偿价格，使其在利用小时数下降的背景下获得合理收益，稳定其保供预期。同时，应推动现货市场、辅助服务市场与容量市场的有效衔接，通过市场信号引导煤电功能有序转型，而非“一刀切”式停产，避免造成系统性保供缺口。

第二，设立“公正转型”专项资金，强化对资源型地区的财政金融支持。借鉴国际经验，例如，欧盟通过专门的财政拨款支持受影响严重的高碳地区，使得这些地区在过渡期内获得更多资金，推动经济多元化发展和加强就业再培训。中央财政应设立针对煤炭主产区的转型专项资金，主要用于弥补地方因产业收缩造成的税收损失，并定向支持失业人员的再就业培训和社会保障接续。同时，优化转移支付制度，将转型需求作为地方债额度分配的重要考量因素，并通过绿色金融、转型债券等工具撬动社会资本，参与当地绿色产业与接续替代产业培育。此外，公正转型规划应评估转型对不同性别群体在就业、照护、收入和社会保障等方面产生的差异化影响，并确保女性实质性参与地方转型进程。

第三，创新金融工具，系统性地化解煤电资产搁浅风险。将煤电资产处置与公正转型深度结合。一方面，鼓励金融机构发展“转型金融”产品，如可持续发展挂钩贷款、低碳转型债券，将融资成本与企业减碳目标挂钩，激励存量煤电资产绿色化。另一方面，探索设立煤电资产“搁浅资产处置基金”，通过参股、重组或资产证券化等方式，削弱煤电资产价值重估对金融系统的冲击。同时，将资产处置方案与员工安置计划挂钩，确保金融风险化解过程不影响民生稳定。

第四，完善碳排放双控制度，实施区域差异化管理。将碳排放强度、总量要求与区域资源禀赋、产业特征、功能定位结合，对煤炭主产区设置合理的缓冲期与考核条件，科学实施区域差异化考核机制和地方弹性履约机制。

第五，加快推进电力市场建设，完善中长期市场、现货市场、辅助服务市场和容量市场之间的协同机制。充分发挥市场价格对资源配置和灵活性资源投资的引导作用，推动储能、需求响应、虚拟电厂、分布式能源等新型主体公平参与电力市场，形成体现灵活性价值、容量价值和环境价值的价格机制。持续推进输配电价改革和跨省跨区电力交易机制建设，提高新能源跨区域优化配置能力，为煤电逐步由主体电源向调节保障电源转型创造更加完善的市场环境。

四、气候变化中性别主流化的路径分析

在上述各项政策领域中，中国应确保新一轮 NDC 目标的实施既具有经济效率和环境成效，也具有社会包容性。其中，能源安全和能源可负担性、女性参与气候治理、女性获得新兴绿色就业机会，以及女性参与气候相关投资和国际合作等问题，与绿色低碳转型的质量和包容性密切相关。对于中国而言，这意味着新一轮 NDC 目标的实施不仅应关注减排、技术转型和经济效率，也应关注女性能否平等参与转型、从转型中受益并为转型作出贡献。

（一）能源安全议题优先化挤压性别平等议程空间

自 2026 年 2 月底以来，伊朗冲突引发国际油气价格大幅上涨并持续波动，带动电力、燃气、燃油等各类民生用能成本上涨，并通过通胀和生活成本渠道向社会经济层面传导[80]，对性别平等议程产生多重影响。

从微观家庭层面看，能源价格传导至家庭支出，将压缩女性教育、就业及参与公共事务的机会。在多数国家家庭支出结构中，能源是仅次于食品和住房的重要支出项，2022 年能源危机高峰期，全球家庭能源账单曾同比上涨 16%[81]。能源涨价可能倒逼部分低收入家庭回归木柴、木炭等传统生物质燃料[82]，进一步加重女性和女童在燃料获取、烹饪及家庭照护中的劳动负担[83]。能源价格上涨还将持续传导至食品、日化品等生活必需品，持续放大全球性别不平等差距。在生活成本上升时，家庭往往通过压缩外部服务支出、增加家庭内部照护劳动供给等方式缓解其经济压力。这些额外劳动通常主要由女性承担 [20]，直接加剧女性“时间贫困”[21]，极大限制了其教育深造、就业增收和参与公共事务的机会。

从宏观治理层面看，受能源供应趋紧、价格波动影响，各国政策重心向短期能源安全与供应稳定倾斜，气候治理的战略优先级随之下降，导致气候治理中的社会公平与性别平等议题进一步面临边缘化风险，性别响应型政策设计、性别数据监测以及女性赋权相关项目的推进可能被延后，女性发展需求进一步被弱化。

（二）女性在气候治理关键领域的影响力仍然有限

根据 2025 年 UNFCCC 国家自主贡献综合报告，89%的缔约方提供了与性别相关的信息，80%的缔约方表示将在 NDC 实施过程中考虑性别因素；其中，73%的缔约方提及了与性别相关的政策和法律框架，66%的缔约方报告将采用性别分析、性别指标、性别分列数据、性别响应型预算等具体工具和方法，将性别因素纳入 NDC 实施过程，58%的缔约方强调，应为性别相关行动提供能力建设、资金和技术支持。[84]，[22]。

但是，政策文本和制度框架层面的进展，并未完全转化为女性在气候治理决策过程中的平等参与和影响力提升。在 COP30/CMP20/CMA7 期间，女性在缔约方代表团总人数中的占比为 43.6%，在代表团团长和副团长中的占比为 36.5%，可见女性在气候治理核心决策层中的参与仍明显不足。缔约方报告同时指出，女性代表比例与年龄呈显著负相关，随着年龄增长，女性占比明显下降。与此同时，女性在不同议题和治理领域中的参与程度也存在明显差异。在气候资金、市场机制、技术治理等涉及关键资源分配的机构中，女性代表比例普遍偏低。例如，适应基金董事会、清洁发展机制执行理事会和技术执行委员会中的女性占比分别仅为 31%、20%和 32%。这反映出全球气候多边治理的核心层级依然存在结构性失衡，女性在减排、融资、技术与能源治理等关键议题中的代表性仍相对不足。[85]

（三）能源转型的利益分配存在性别不平等问题

绿色转型涉及就业替代、能源可及和融资重构等问题，女性能否公平参与不仅是社会公平问题，也关系到转型政策的有效性和可持续性。在能源转型进程中，就业与资源分配领域的性别不平等问题依旧显著。IEA 指出，女性仅占全球能源行业劳动力总数的 20%，行业就业扩容 [23]并未带来性别结构优化，核心原因在于能源行业新增就业岗位主要集中于焊接、电工、线路施工等传统上由男性主导的技术工种，而女性在相关技术工种中的占比

[20] 国际劳工组织数据显示，女性承担全球约 76.2%的无偿照护劳动时间，是男性的三倍以上；全球因照护责任而退出劳动力市场的女性人数达 7.08 亿。

[21] 时间贫困指个人因承担过多有偿劳动和无偿照护劳动，缺乏足够自主支配时间用于教育、就业、休息和社会参与的状态。

[22] 2024 年数据分别为 81.5%、48%、63%、41%、36%。

[23] IEA 数据显示，自 2019 年以来，能源行业累计新增就业岗位 540 万个，约占同期全球新增就业岗位的 2.4%。其中，电力行业首次超过化石能源供应行业，成为全球最大的能源就业领域。2019—2024 年间，电力行业新增就业岗位约 390 万个，占能源行业全部新增就业岗位的近四分之三。其中，光伏产业贡献了约一半新增就业岗位，核电、电网和储能合计贡献了约四分之一新增就业岗位。

通常低于 5%[86]。其中，绿色能源产业方面，女性在全球可再生能源全职就业岗位中的占比为 32%，虽高于传统化石能源行业，但仍远低于全球劳动力市场平均水平 [24]。与此同时，女性在绿色能源产业技术与决策岗位中的占比较低，在 STEM（Science Technology Engineering and Mathematics）技术岗位、中等技能施工岗位、企业高管及董事会核心岗位中的占比分别仅为 28%、22%、19%。

女性在绿色能源产业中的参与不足，并非主要源于技能或意愿缺失，而是长期受到教育机会不均、职业培训壁垒、职场性别偏见以及照护责任分配失衡等结构性因素制约。随着全球可再生能源产业规模持续扩大，IRENA 预计到 2030 年全球可再生能源就业岗位将达到 3000 万个。若缺乏包容性的就业扶持与技能培训政策，绿色能源转型所带来的大规模就业红利将难以公平惠及女性，反而会进一步固化能源领域的性别分层与收入不平等问题[87]。

中国在推动绿色低碳发展的同时，持续将性别平等内化为国家发展议程的制度优势。“十五五”规划纲要[88]明确提出“坚持男女平等基本国策，保障妇女依法平等参与经济社会发展、平等行使民主权利、平等享有改革发展成果”，“保障妇女平等受教育权利和就业权益，依法保障农村妇女集体经济组织成员权和土地承包经营权，支持妇女参与基层治理”。2026 年 APEC 妇女与经济论坛在上海举行，以“推动妇女经济赋权，促进亚太共同繁荣”为主题，强调把握新一轮科技革命和产业变革机遇，以科技创新为妇女经济赋权创造条件。与此同时，妇女在生态环境保护和绿色发展实践中的作用持续增强。2025 年 9 月发布的《新时代中国推进妇女全面发展的实践与成就》白皮书[89]指出：广大妇女积极参与到推进工业绿色发展、转变农业生产方式、提升服务业绿色化水平的实践中。2024 年，全国绿色经济领域妇女创业者参投企业达 44.5 万户，占 27.4%，覆盖清洁能源、有机农业、生态保护等细分市场。

然而，中国可再生能源行业就业结构中的性别比例仍有较大改善空间。根据部分中国新能源上市企业近年来披露的 ESG 报告，女性员工占比普遍处于 20%～26%[25]区间，低于 IRENA 统计的 32%的行业平均水平。尤其是在研发、工程技术、生产制造等 STEM 相关岗位以及高级管理层岗位中，女性代表性仍相对不足。近年来，部分企业已开始在 ESG 报告中披露更细化的性别统计数据，例如按照年龄结构、职级层级（普通员工、中层管理人员、高级管理人员）以及技术岗位、管理岗位等维度披露员工构成情况，并对女性管理人员和技术人才培养情况进行说明，这反映出企业在性别信息披露方面取得积极进展。但是，当前中国新能源行业尚缺乏统一、系统的性别就业统计体系，现有数据主要来源于大型上市企业，覆盖范围多集中于产业链上游制造环节，对于下游运营服务商、中小企业及非上市企业的就业情况反映有限。因此，行业整体性别结构仍有待进一步研究，相关统计监测体系尚需完善。

（四）发展中国家绿色转型中的性别包容性挑战

发展中国家面临日益突出的能源安全与绿色转型压力，但由于自身技术、资金、政策工具和制度能力不足，其转型进程在很大程度上仍依赖国际气候治理、投资和援助机制推动。近年来，随着国际气候公约和国际援助方案逐渐将性别平等纳入其气候合作机制的考量范畴，通过多边银行机制将性别因素嵌入气候投融资规则和评价体系，该进程推动发展中国家开始将性别视角纳入能源替代、气候投融资、绿色低碳供应链和气候适应等领域，通过政策更新、技能培训和创业支持促进女性更多参与绿色转型，实现更具包容性的公正转型。

例如，国际绿色金融与援助体系正通过将性别平等目标与气候行动深度融合，有效推动性别包容性融资升级。国际金融公司（IFC）研究显示，企业管理层中女性占比每提高 1%，企业二氧化碳减排表现会相应改善，但现实中全球能源行业女性创始人占比仍仅约 7%，女性企业家获得的投资资本也明显偏低[90]。在此背景下，IFC 于 2025 年推出面向东南亚、南亚、中亚等地区的“She Wins Climate”项目，重点提升女性气候创业者的投资可得性和融资能力，其核心并非简单补助，而是帮助女性主导的新能源与气候科技企业撬动后

[24] 国际劳工组织数据显示，2025 年，女性约占全球劳动力总数的 40%。

[25] 数据来源于宁德时代、隆基绿能、晶科能源、通威股份、天合光能等企业最新 ESG 报告。

续可持续的风险投资和气候基金支持[91]。与此同时，2025 年亚投行与吉宝集团合作筹集 15 亿美元，用于亚太地区可再生能源和数字基础设施项目，并将部分资金导向女性主导的中小企业，以提升其在绿色能源产业链中的参与度和主导性，确保女性在气候变化应对中获得同样的权益和权力[92]。

然而，性别主流化安排在发展中国家仍主要停留在政策或原则层面。东盟国家在气候变化和能源转型领域已普遍将性别平等纳入政策框架和战略文件，但从政策承诺到项目实施之间仍存在明显落差，真正落地的项目多为零散且关注点较为分散的示范性实践，模式恐难以被复制和系统性推广[93]，对区域性别平等格局的整体带动作用仍较有限。中国海外新能源和基础设施项目已有将女性就业、技能培训和本地妇女参与纳入实施安排的探索。但这些做法更多体现为项目层面的社会效益安排，其社会影响仅限于本地区域，尚未形成系统性的性别平等和包容框架。例如，中国电建在菲律宾圣马塞利诺建成菲律宾最大的光伏发电项目，该项目通过岗位适配吸纳本地女性就业，践行性别响应型用工模式[94]，有效赋能菲律宾乡村经济，提升当地能源可及性；但项目当地女性雇员规模仅 100 人，对所在区域性别平等的带动作用有限，且女性在企业运营、供应链采购和项目治理中的制度化嵌入仍然不足。

（五）能源转型中性别主流化的路径建议

基于以上分析，本研究认为，在当前地缘政治与气候治理背景下，性别响应型气候政策不应仅将女性视为脆弱群体，还应进一步提升女性参与绿色产业并发挥影响力的能力。女性不只是气候行动的受益者，也应被更多地视为主导者、投资者、创业者和推动者。具体建议包括：

一是在能源安全优先化背景下，应坚持推动性别平等贯穿全球气候治理议程。具体措施包括：在能源价格冲击背景下，强化对女性及女性主导家庭的社会保护机制，将性别视角纳入能源补贴、能源贫困缓解等政策保障设计中；加速全球气候议题性别主流化趋势，重点关注 NDC 实施过程中的性别平等议题，并将女性在气候治理核心决策层的占比纳入指标体系，提升女性在核心议题工作组的参与比例；依托多边机制和国际合作平台，面向女性开展相关技术培训，提升女性转型适应能力，拓宽女性进入高技能绿色岗位的渠道。

二是进一步强化性别平等在中国“双碳”政策及“十五五”绿色转型相关规划中的约束力与执行力，将妇女发展指标明确嵌入相关政策。在碳市场、绿色金融及产业转型政策中，可探索引入性别响应型政策工具。在地方执行层面，推动性别响应型措施与乡村振兴、能源转型与生态治理协同设计，确保农村女性在清洁能源、生态补偿与绿色农业中的制度性受益权。在新能源、储能、光伏及绿色制造等重点行业建立女性职业发展支持体系，包括技能培训补贴、岗位转化支持及女性技术人才专项培养计划，提升女性在高技能岗位中的占比。在绿色创业与供应链体系中，应强化对女性创业者的金融与政策支持，扩大绿色信贷、担保机制与创业孵化平台对女性创业者的覆盖。

三是中国和欧盟可联合第三方，共同推进性别响应型气候融资与公正转型合作。自 2020 年起，中欧气候对话已持续聚焦公正转型议题，并重点关注性别平等、绿色就业、公平分配等内容。立足现有合作基础，双方可从多维度深化协作：一是在面向发展中国家的气候融资中融入性别平等指标，加大对女性创业者的绿色金融扶持；二是输出双方成熟的性别友好型绿色产业技术培训体系，助力当地女性提升专业能力与转型适应水平；三是联合出台海外投资社会影响指导规则，在绿色投资与援助项目中落实全面社会评估，常态化开展性别主流化分析；四是依托绿色贸易与低碳供应链合作，为女性主导的新能源中小微企业打通全球市场渠道，配套提供技术、标准与融资对接支持。

五、政策建议

（一）建设以可再生能源为主体的新型能源体系，将能源转型与经济社会发展更好结合

一是将新型能源体系建设作为“十五五”时期统筹稳增长、扩内需、保安全和降碳的综合性抓手。推动能源结构优化同步实现气候变化减缓、空气质量改善等多重政策目标，深化减污降碳协同增效。围绕可再生能源基地、新型电力系统、储能和调节性资源、终端电气化、绿色交通和工业用能替代等领域，建立分级重大项目储备库，将减排贡献、用能成本、产业带动、就业吸纳和公平机会获取作为筛选标准。通过预算内投资、政策性金融、绿色债券、转型金融和基础设施领域不动产投资信托基金（REITs）等工具，稳定长期投资预期，引导绿色低碳投资转化为国内需求增长、基础设施更新和产业升级。此外，建议建立面向主要煤炭产区和其他资源依赖型地区的公正转型专项基金，重点支持经济多元化、劳动者再培训和再就业、社会保障以及高碳资产有序处置。

二是建立存量能源安全和增量绿色替代协同推进机制。当前，全球能源体系正处于新旧能源并行发展的转型阶段，低排放能源快速增长并未同步带来化石能源投资有序退出，能源安全仍深刻影响投资决策。中国应在保障能源安全的同时落实新一轮 NDC 目标和“十五五”规划目标，统筹处理好存量与增量、短期与长期、运行安全与战略安全之间的关系。对煤炭特别是煤电，应推动其功能定位从主体电源和基础负荷供应，逐步转向调峰备用、容量支撑、应急保障和系统安全服务，防止以能源安全名义形成高碳锁定。对现役煤电机组，应分类推进灵活性改造、容量补偿和有序退役；对新增煤电项目，应从严论证必要性，并与新能源消纳、系统调节和碳排放约束绑定；对新增用能需求，应优先通过非化石能源开发、需求侧管理和能效提升予以满足，规模化部署新型储能、抽水蓄能，培育需求侧响应、虚拟电厂，作为煤电基础负荷与兜底保供的经济可靠替代，推动能源安全基础逐步转向本土可再生能源、坚强灵活电网、储能体系和多元化调节资源。

三是构建高比例新能源条件下安全稳定、收益合理、成本可承受的新型电力系统。应把低成本供电作为电力转型的重要约束条件，防止系统成本不透明、调节成本分摊不合理和电网投资低效推高实体经济用能成本。围绕大规模新能源接入和就地消纳，统筹推进输电通道、配电网升级、虚拟电厂、储能和需求侧响应。加快电力市场改革，完善中长期交易、现货市场、辅助服务、容量机制，推动绿电绿证和碳市场衔接，让调节能力、可靠容量和需求响应获得合理收益。对地方和电网企业，应建立以系统成本、供电可靠性、非化石能源消纳率和终端电价稳定性为核心的评价指标。

四是将能源技术政策从单一技术部署转向系统集成创新，形成一批可复制、可推广的工程化解决方案。在技术布局层面，应从单项设备补贴和单一装机容量目标，转向以系统价值为导向的技术组合，重点支持长时储能、智能电网、柔性直流、虚拟电厂、车网互动、可调负荷、绿氢耦合等方向。面向“十五五”和 2035 年前的高比例新能源系统，应把 AI 作为提升系统效率和韧性的关键工具，重点用于新能源功率预测、电力气象预报、源网荷储协同调度、需求响应聚合、储能优化配置、电网风险预警和中长期规划仿真。同时，应将数据中心等新增用电负荷纳入新型能源体系规划，推动算力布局、绿电供应、储能配置和余热利用协同，防止 AI 用电负荷增长加重局部电网压力。在治理方式层面，应打通能源、电力、工业、交通、建筑和数据中心等部门的数据和规划边界，建设跨部门能源数据平台，制定 AI 应用标准，推动新型能源体系从“建得多”转向“用得好、成本低、韧性强”。此外，应加快提升工业、建筑、交通和终端用能设备领域的能源效率，强化强制性能效标准，推进节能改造，完善能源效率提升的市场化激励机制，并加强能源效率技术和标准方面的国际合作。

（二）完善碳排放双控制度，推动刚性约束与市场灵活性机制协同发力

一是围绕碳排放双控制度落实，建立刚性约束与灵活履约相配合的操作机制。《碳达峰碳中和综合评价考核办法》已经发布，将为压实地方和部门责任、推动能耗双控向碳排放双控转变发挥重要作用。在落实过程中，需要注意防范制度刚性的负面影响。建议在国家总体目标和区域发展差异基础上，建立省际碳排放配额交易和调剂机制，并考虑与碳市场的对接，形成“基础责任刚性落实、边际缺口市场解决、交易收益用于低碳转型”的制度安排。对能源资源输出地、产业转移承接地和清洁能源消纳地，应建立差异化核算、转移承接和利益补偿规则，避免简单依据行政边界分摊碳约束指标。省际调剂收益应重点用于煤电灵活性改造、工业节能降碳、经济后发地区绿色转型和就业安置，防止调剂机制成为高碳项目扩张空间。

二是加快全国碳市场从强度约束向总量约束过渡，逐步形成覆盖重点排放行业的总量控制和配额递减机制。首先应建立电力行业与碳排放总量的连接机制，在此基础上，有序扩大到钢铁、水泥、有色、石化、化工、建材等重点行业，明确行业碳排放总量上限、配额分配方法和逐年收紧路径。对排放趋于平稳的行业，按总量控制要求制定配额分配方案，配额分配应从以免费分配为主逐步转向免费分配与有偿分配（如拍卖）相结合，并建立市场稳定储备和价格异常波动调节机制。扩大自愿减排方法学覆盖范围，发挥自愿减排市场补充激励作用，支撑包括可再生能源在内的新兴低碳技术发展。促进形成碳总量约束下的碳价机制，释放明确的市场信号，引导社会资本支持碳减排行动。同时，应完善碳市场与绿证交易、绿电交易、温室气体自愿减排交易和用能权交易的衔接机制，统一核算边界和抵扣规则，避免重复核算、重复收益和政策信号冲突，厘清绿色电力消费、可再生能源消纳和企业履约成本之间的关系。

三是以法治化方式加强碳排放数据和信息管理，夯实碳排放双控、碳市场和绿色财税政策的共同基础。应推动气候变化领域基础性立法，并结合气候治理需求，加快完善与低碳转型相关的法律法规体系，推动修订《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国可再生能源法》《中华人民共和国电力法》《中华人民共和国煤炭法》《中华人民共和国循环经济促进法》等相关法律，进一步强化能源转型、资源利用、碳排放管理和绿色发展的制度衔接。在此基础上，应制定或完善碳排放统计核算、企业排放报告、第三方核查、数据质量监管、信息披露和数据更正等制度规则，明确政府部门、排放单位、核查机构、交易机构和数据服务机构的责任边界。对重点行业和重点企业，应建立覆盖活动数据、排放因子、能源消费、绿电使用、产品碳足迹和配额履约的数字化台账，推动部门间数据共享和跨区域可追溯。碳排放数据的公开披露、企业报送、核查确认和后续修改，都应严格依据法定程序和技术规范进行，做到修改有依据、过程有留痕、结果可复核、责任可追溯，不能因部门口径变化、地方管理需要或企业履约压力而随意调整。对虚报、瞒报、篡改数据行为和核查失职行为，应完善行政处罚、信用惩戒、市场禁入和法律责任追究机制，使碳排放数据真正成为可监管、可核查、可交易、可问责的公共治理基础。

四是加快绿色财税制度改革，推进财政金融政策与绿色低碳产业政策、能源安全政策、环境保护与气候变化政策协同发力。应围绕蕴含未来新质生产力和待开发强大新市场需求的新领域，加快鼓励技术升级，加速增长动能转换。通过设立较高目标引领市场预期，推动财政资金、税收优惠、政府采购、转移支付和专项基金重点向高比例风光新型电力系统及配套的配网、微网、储能、虚拟电厂建设和运营倾斜，同时覆盖节能降碳、低碳技术改造、零碳园区、绿色交通和低碳建筑等领域，逐步退出对高耗能、高排放项目的隐性补贴。同时，完善政策绩效评估和审计机制，定期评估不同政策工具的实施效果、协同程度及对绿色低碳转型目标的支撑作用，推动政策措施之间形成更有效的衔接和协调。相关财政金融工具还应注重支持机会的公平获取，在适用场景中纳入性别响应标准，确保女性主导企业及绿色转型从业人员能够平等获得相关支持。探索将碳市场拍卖收入、省际配额交易收益和环境税费收入，用于支持重点行业深度减排、欠发达地区转型、低收入群体能源负担缓解和劳动者再培训。在条件成熟时，可研究碳税、资源税、消费税、环保税与碳市场之间的协调机制，形成“排放有成本、减排有收益、转型有支持”的绿色财税框架。同时，

应加快完善转型金融支持体系，总结推广地方转型金融试点经验，推动建立覆盖重点行业的转型活动目录和分类标准，为金融机构识别、支持和评估低碳转型项目提供统一依据。

五是通过扩大绿色需求和完善市场机制，健全绿色低碳市场体系，坚持供给侧、需求侧同步治理，推动重点绿色产业从低价竞争转向高质量发展。当前，部分绿色产业的“内卷”由供给扩张过快、地方政府竞争、应用场景释放不足、市场机制不完善、低价劣质产能挤压优质产能等多重因素导致。应通过扩大优质绿色产品的国内应用场景，完善电价、容量电价和碳价形成机制，支持终端用户使用绿电和储能，提升绿色产品和服务的市场价值。支持企业从单一产品出口转向装备、服务、运营和系统解决方案出口，通过标准、碳足迹、绿色认证和国际合作提升优质产能溢价，将内卷压力转化为产业升级动力。

六是加强碳核算和碳市场发展的专业人才与服务体系建设。针对碳核算、碳监测、碳核查、碳交易、碳资产管理和绿色金融等领域不断增长的人才需求，应扩大相关高校专业教育、职业资格认证和继续教育的范围，推动气候科学、工程、经济、金融和法律等领域的跨学科人才培养，并针对青年人才和转向绿色职业的劳动者建立有针对性的培训和就业支持机制。鼓励公共和私营机构发展高质量专业服务和国际培训项目，逐步弥补“双碳”专业人才的供需缺口。

（三）重塑气候国际合作路径，以务实联合行动支持全球绿色转型

一是中国应在全球气候治理中发挥建设性引领作用，并探索国际合作和气候领导力的新模式。当前，全球气候治理的重心正在从目标承诺转向行动落实，中国也应更加突出落实能力、解决方案供给能力和国际合作组织能力，包括支持土耳其、埃塞俄比亚先后主办 COP 大会，在全球气候治理进程中发挥全球南方的领导力作用。面对全球减排缺口和资金缺口，中国可以把绿色技术、产业链能力、发展融资工具、政策经验和多边外交资源结合起来，为各方提供可负担、可融资、可复制的转型方案。下一步，中国应在联合国、二十国集团、金砖国家、中非、中国-拉美和加勒比及中国-东盟等多边和双边平台下，深入与非洲、东南亚、拉美地区合作，并加强与欧盟、英国、巴西等合作伙伴的协同，探索第三方市场合作和联合领导力实践，在技术转移、低碳供应链、绿色标准、项目融资和本地能力建设等方面形成一批可操作、可示范、可推广的合作项目。通过统筹具体问题解决、项目落地和合作联盟建设，中国可以在步入“落实时代”的全球气候治理中，塑造更加务实、开放和建设性的大国领导力。

二是加强全球气候科学合作、早期预警能力建设和非二氧化碳温室气体治理合作，提升中国对全球气候治理公共产品的贡献能力。气候科学基础、气候监测数据、风险评估和早期预警系统是支撑全球气候行动和适应决策的重要基础。中国应依托《联合国气候变化框架公约》、世界气象组织、政府间气候变化专门委员会等全球治理网络，以及区域和南南合作平台，加强气候科学研究、数据共享、情景分析、风险评估和技术培训方面的国际合作，支持发展中国家提升气候监测、预警和适应能力。同时，应进一步加强短寿命气候污染物的科学研究、减排技术交流和政策协同，推动其与温室气体减排、空气质量改善、健康保护、粮食安全、本地就业和经济发展目标形成协同效应。推动以行动和效益为导向的非二氧化碳温室气体、清洁空气与可持续制冷国际合作。中国可依托自身产业规模、工程技术积累、标准化经验以及数字化监测能力，在有关国家和地区开展技术培训、联合研究与示范项目，进一步强化在全球气候治理能力建设和国际气候公共产品供给领域的重要作用。

三是以投资、贸易、技术和产业政策的组合工具支持全球南方绿色发展。绿色产品贸易和投资已经进入以本地化、规则化和伙伴化为核心特征的新阶段。对南方国家，应优先支持其培育本地化绿色产业能力、稳定本土市场需求，覆盖可再生能源开发、智能电网、储能、电动交通、绿色建筑、高效制冷、能效提升、绿色农业和工业低碳化等领域。在项目设计层面，应把降低用能成本、创造当地就业、完善产业配套、增进民生福祉和增强气候韧性作为基本要求，同时保障女性及其他弱势群体平等参与，公平获取本地就业、技能培训及企业发展机会，推动企业从“走出去”转向与当地伙伴共建供应链、服务体系和培训体系。在贸易政策层面，可探索搭建绿色产品自由贸易走廊、推进绿色标准互认、深化

低碳供应链合作和制定可持续进口标准，减少保护主义对全球低碳技术扩散的阻碍，推动绿色贸易更好地服务全球低碳转型。

四是更加充分发挥气候资金和发展性金融的作用，推动资金支持模式从单一资金拨付转向降低风险、撬动投资和培育项目能力。中国可依托南南合作框架，统筹政策性银行、开发性金融机构、股权投资基金（如丝路基金）、援外资金，以及出口信用保险和担保机构，为发展中国家的清洁能源发展、适应能力建设、生态系统修复、绿色交通和低碳工业园区建设提供优惠融资、风险分担和项目前期支持。同时，应加强与多边开发银行、区域开发银行、国际气候基金和欧洲发展金融机构的协同，采用混合融资、汇率和政治风险担保、结果导向融资、可持续发展挂钩贷款等金融工具，关注女性参与、融资获取和收益分享，有效降低发展中国家绿色项目融资成本，帮助其在维持债务可持续性的前提下扩大气候投资规模。

五是推动多元主体参与气候治理，重点强化企业主体作用。应进一步引导企业、金融机构、行业协会、科研机构和社会组织等多元主体积极参与气候治理，形成政府引导、市场驱动、社会协同的行动格局。其中，企业不应仅作为气候政策的被动执行主体，更应成为气候治理和绿色低碳转型的重要推动力量，既是能源消费、产业投资和技术创新的主体，也是培育绿色供应链、绿色贸易和低碳产品市场的重要力量。应支持企业将气候目标纳入发展战略和投资决策，建立科学的碳排放核算和信息披露机制；鼓励行业龙头企业带动产业链上下游开展节能降碳、绿色采购和清洁能源替代；同时，完善绿色金融、转型金融、公共采购和标准认证等政策工具，为企业低碳技术创新、商业模式探索和国际合作提供更稳定的制度环境。在此基础上，确保女性专家、女性主导机构及其他弱势群体在各类对话、协商和合作机制中实现有效参与并发挥领导作用。

六是增强气候领域的叙事能力，增进国际社会理解和信任，降低投资和贸易过程中的摩擦。可围绕新能源消纳、电力市场改革、绿色金融、低碳园区建设、南南合作项目和企业出海案例，建立面向国际社会的案例库和方法学体系；依托减排量、成本降幅、融资撬动规模、就业人数、本地采购占比、技能培训成效和环境社会影响等指标阐释项目价值；并通过第三方评估、英文报告发布、多边平台传播和国际智库合作提高可信度。

参考文献

[1]中国核电网. 热浪压低法国核电出力，电价升至数月高位[EB/OL]. （2026-06-25）[2026-07-01]. https://www.cnnpn.cn/article/55265.html.

[2] Global Tipping Points | understanding risks & their potential impact[EB/OL]. [2026-07-01]. https://global-tipping-points.org/.

[3] UNFCCC. Global Mutirão: Uniting humanity in a global mobilization against climate change: Decision 1/CMA.7[EB/OL]. （2025-11-22）[2026-08-25]. https://unfccc.int/documents/655095.

[4] IEA. Global Energy Review 2026[R/OL]. 2026-04-20. https://iea.blob.core.windows.net/assets/df903e1c-49c6-4757-8cbf-6fbcfe7611a0/GlobalEnergyReview2026.pdf.

[5] IEA. World Energy Investment 2026[R/OL]. 2026-05-28. https://iea.blob.core.windows.net/assets/64594543-cf6e-4fd9-8238-d3cae35daf48/WorldEnergyInvestment2026.pdf.

[6] IRENA. 24/7 renewables: The economics of firm solar and wind[R/OL]. 2026-05. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2026/May/IRENA_TEC_24-7_renewables_2026.pdf.

[7] IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2024[R/OL]. 2025-07. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_TEC_RPGC_in_2024_2025.pdf.

[8] IEA, How a high cost of capital is holding back energy development in Kenya and Senegal[R/OL]. 2025-02-06. https://www.iea.org/commentaries/how-a-high-cost-of-capital-is-holding-back-energy-development-in-kenya-and-senegal.

[9] Multilateral Investment Guarantee Agency. Zambia Scaling Solar[R/OL].2024-06-28. https://www.miga.org/sites/default/files/2024-06/Zambia.pdf.

[10] Dubai Electricity and Water Authority（DEWA）. DEWA commissions second unit in the 4th phase of the Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park, adding 200MW of clean energy using parabolic basin complex technology[EB/OL]. （ 2023-10-02 ） [2026-08-05]. https://dewa.gov.ae/en/about-us/media-publications/latest-news/2023/10/dewa-commissions-second-unit.

[11] CPEC Secretariat. 720MW Karot Hydropower Project, AJK/Punjab[EB/OL]. [2026-08-05]. https://cpec.gov.pk/project-details/16.

[12] Pettinotti L，Colenbrander S，Kamninga T，et al. A fair share of climate finance? Assessing quantity, quality and alignment with gender goals[R/OL]. 2025-11. https://media.odi.org/documents/ODI-Global-Report-A-fair-share-of-climate-finance_Q1tADfl.pdf.

[13] European Commission. EU imposes duties on unfairly subsidised electric vehicles from China while discussions on price undertakings continue[EB/OL].（2024-10-29）[2026-06-29]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_5589.

[14] UNEP. Emissions Gap Report 2025: Off Target[R/OL].2025-11-04. https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2025.

[15] 黄培昭. 非洲加快发展可再生能源（国际视点）[EB/OL]. （2024-01-09）[2026-07-01]. https://paper.people.com.cn/rmrb/html/2024-01/09/nw.D110000renmrb_20240109_1-17.htm.

[16] IRENA.An African Green Deal to Deliver a Prosperous Future[EB/OL]. [2026-07-01]. https://www.irena.org/Digital-content/Digital-Story/2022/Feb/African_Green_Deal/detail.

[17] Sahara Solar. why are we called Sahara Solar?[EB/OL]. [2026-07-01]. https://www.saharasolar.com.au/more-information.

[18] African Development Bank.CRITICAL MINERAL INSIGHTS 3 Cobalt. 2025[R/OL]. https://www.afdb.org/sites/default/files/documents/publications/cobalt_factsheet_final_nov_21.pdf.

[19] Fastmarkets. The Lithium Triangle: Three countries control more than 50% of global resources[EB/OL].（2024-11-29）[2026-07-01]. https://www.fastmarkets.com/insights/the-lithium-triangle-three-countries-control-more-than-50-of-global-resources/.

[20] U.S. Geological Survey. Mineral commodity summaries 2025: nickel[R/OL]. 2025：124-125. https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-nickel.pdf.

[21] 外交部. 中华人民共和国和印度尼西亚共和国关于推进全面战略伙伴关系和中印尼命运共同体建设的联合声明（全文）[EB/OL]. （2024-11-09）[2026-06-15]. https://www.mfa.gov.cn/zyxw/202411/t20241109_11524047.shtml.

[22] Abdul Ahad Nazakat. Nickel Mining Market: Key Trends, Challenges and Outlook[EB/OL]. （2026-01-27）[2026-06-15]. https://www.azomining.com/Article.aspx?ArticleID=1926.

[23] 贝特瑞新材料. 贝特瑞参与投建的锂电池负极材料工厂在印尼投运[EB/OL]. （2024-08-08）[2026-06-15]. https://mchuneng.in-en.com/html/chunengy-39070.shtml.

[24] 浙江华友钴业股份有限公司. 华友钴业牵手特斯拉 巩固锂电一体化龙头地位[EB/OL].（2022-11-22）[2026-06-15]. https://www.huayou.com/news/press-release/48.

[25] 证券日报. 格林美：公司的 MHP、镍板、三元前驱体及正极材料等产品，在定价时均会参考公开市场金属价格[EB/OL]. （2026-03-16）[2026-06-15].

https://q.stock.sohu.com/cn/news.html?textId=989600707&type=120&tab=200&code=cn_002340&date=2026/03
16.
[26] 宁德时代. 宁德时代与印度尼西亚携手打造近 60 亿美元动力电池产业链项目[EB/OL]. （2022-04-15）[2026-09-14]. https://www.catl.com/news/6336.html.
[27] 万信达企业集团. 解码印尼 2026 电动车新政：40%本土化率落地在即，中企如何把握“后补贴时代”新机遇？[EB/OL]. （2026-03-18）[2026-06-15]. https://wxdcyy.com/archives/2072.
[28] WRI. The Ministry of National Development Planning (PPN)/Bappenas and WRI Indonesia Ensure Integration of Nickel Industry Decarbonization for Low-Carbon Development[EB/OL]. （2025-06-12）[2026-08-07]. https://wri-indonesia.org/en/news/ministry-national-development-planning-ppnbappenas-and-wri-indonesia-ensure-integration-nickel.
[29] Keith Martin，David Burton，Hilary Lefko，et al. New FEOC Guidance: Notice 2026-15[EB/OL]. （2026-02-13）[2026-06-15]. https://www.projectfinance.law/publications/new-feoc-guidance-notice-2026-15.
[30] 长江镍业网. 印尼新政！4 月 15 日起镍矿 HPM 公式大改，高品位溢价 + 伴生元素计价全面升级[EB/OL]. （2026-04-13）[2026-06-15]. https://finance.sina.com.cn/money/future/roll/2026-04-13/doc-inhuixwz9754566.shtml.
[31] 中国机电商会. 2024 年我空调产品对全球出口量额均创历史新高 [EB/OL]. （2025-02-07）[2026-06-15].
https://www.cccme.org.cn/news/details.aspx?id=FFC6219C89BD6DC9844AA33C986338FF&classid=7685F2FA1E54A7F5&xgid=F868932F64EB7AAF.
[32] HVAC & Refrigeration News. 2025 Refrigerant Market Deep Analysis: Third-Generation Refrigerants Dominate [EB/OL].（2025-12-09）[2026-09-16]. https://bao.hvacr.cn/202512_2116058.html.
[33]Climate Action. EU, Brazil and China launch open coalition to boost integrity and effectiveness of carbon markets[EB/OL]. （2026-05-07）[2026-06-14]. https://climate.ec.europa.eu/news-other-reads/news/eu-brazil-and-china-launch-open-coalition-boost-integrity-and-effectiveness-carbon-markets-2026-05-07_en.
[34] 李慧娴. Major step toward rules for global carbon market[EB/OL]. （2026-05-26）[2026-06-14]. https://www.chinadaily.com.cn/a/202605/26/WS6a159814a310d6866eb4ad2c.html.
[35] International Carbon Action Partnership. EU, Brazil, and China formally launch Open Coalition on Compliance Carbon Markets[EB/OL].（2026-05-11）[2026-06-14]. https://icapcarbonaction.com/en/news/eu-brazil-and-china-formally-launch-open-coalition-compliance-carbon-markets.
[36] 中国节能协会碳中和专业委员会. 全球碳市场联盟正式启动：中欧巴西推动“全球碳定价合作”进入新阶段[EB/OL].（2026-05-09）[2026-06-09].
https://www.163.com/dy/article/KSFSVAHF05568W0A.html.
[37] 新华网. 碳排放权交易市场开放联盟第一届高层会议在佛罗伦萨举行[EB/OL].（2026-05-08）[2026-06-14]. https://www.news.cn/world/20260508/81e99542f00a4df0a6d3db8062bb78ae/c.html.
[38] 中国科学报.《早期预警促进气候变化适应中国行动方案（2025—2027）》发布[EB/OL].（2024-11-15）[2026-06-14]. https://finance.sina.com.cn/tech/roll/2024-11-15/doc-incwatru6645157.shtml.
[39] WFP. China issues the Action Plan on Early Warning for Climate Change Adaptation (2025-2027)[EB/OL].（2025-11-17）[2026-06-08]. http://www.wfpchinacoe.net/2025-11/17/content_118181280.shtml.
[40] SHI X. “Growing by greening” and the future of China–Africa cooperation[R/OL].（2026-01-31）. https://eastasiaforum.org/2026/01/30/growing-by-greening-and-the-future-of-china-africa-cooperation/.
[41] COP30 Brasil. Over USD 5.5 billion Announced for Tropical Forest Forever Facility as 53 Countries Endorse the Historic TFFF Launch Declaration[EB/OL].（2025-11-05）[2026-06-08]. https://cop30.br/en/news-about-cop30/over-usd-5-5-billion-announced-for-tropical-forest-forever-facility-as-53-countries-endorse-the-historic-tfff-launch-declaration.
[42] Monetary Authority of Singapore. The International Platform on Sustainable Finance presents the Multi-Jurisdiction Common Ground Taxonomy to enhance interoperability of taxonomies across EU, China and Singapore[EB/OL].（2024-11-14）[2026-06-14]. https://www.mas.gov.sg/news/media-releases/2024/multi-jurisdiction-common-ground-taxonomy.
[43] COSTA M. Green taxonomy comparison aims to improve cross-border sustainable investment[EB/OL]. （2024-11-19）[2026-06-14]. https://greencentralbanking.com/2024/11/19/green-taxonomy-comparison-china-singapore-europe/.
[44] Green Investment Principles. 2025 Plenary Meeting of GIP Convened in Hong Kong. [EB/OL]. [2026-06-14]. https://www.gipbr.net/Content?id=460&type=21&m=8.
[45] Climate Group. Highlights: Climate Group Asia Action Summit 2026[EB/OL].（2026-06-05）[2026-06-14]. https://www.theclimategroup.org/our-work/news/live-blog-climate-group-asia-action-summit-2026.
[46] Dialogue Earth. The Drive to Deepen China-Africa Clean Tech Cooperation[EB/OL].（2026-05-12）[2026-06-08]. https://chinaglobalsouth.com/2026/05/12/china-expands-renewable-energy-push-across-africa/.
[47] Howe C. China funnelled $80 billion into overseas cleantech in past year, report says[EB/OL].（2025-12-08）[2026-06-08]. https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/china-funnelled-80-billion-into-overseas-cleantech-past-year-report-says-2025-12-08/.
[48] Reuters. Indonesia-China lithium battery plant operational by end-2026, official says[EB/OL].（2025-06-29）[2026-06-08]. https://www.reuters.com/world/china/indonesia-china-lithium-battery-plant-operational-by-end-2026-official-says-2025-06-29/.

[49] Cora Werwitzke. BYD begins passenger car trial production in Hungary - electrive.com[EB/OL].（2026-02-02）[2026-06-08]. https://www.electrive.com/2026/02/02/byd-begins-trial-production-of-passenger-cars-in-hungary/.

[50] IEA. Energy and AI[R/OL]. 2025-04-10. https://www.iea.org/reports/energy-and-ai.

[51] Yize Chen，Xiaogui Zheng. To Defer or To Shift? The Role of AI Data Center Flexibility on Grid Interconnection[R/OL]. 2026-04-07. https://arxiv.org/abs/2604.05376.

[52] 国家能源局. 国家能源局综合司关于发布“人工智能+”能源高价值场景清单和组织开展试点申报工作的通知[EB/OL].（2026-05-26）[2026-06-08]. https://www.nea.gov.cn/20260526/261bbb10eea24be3b7ea3a00d89b8891/c.html.

[53] 新华网 . 决胜“十四五”打好收官战丨绿色为底、算电协同——青海绿色算力产业发展观察[EB/OL].（2024）[2026-09-14]. http://www.news.cn/local/20251106/d6d41ccf6a90483789af616758d6fbda/c.html.

[54] 科技日报.“最省电”的算力如何打造？[EB/OL].（2025-10-27）[2026-06-08]. https://www.stdaily.com/web/gdxw/2025-10/27/content_421569.html.

[55] 国家能源局. 探索能源与 AI 协同发展路径 [EB/OL].（2025-09-26）[2026-06-08]. https://www.nea.gov.cn/20250926/ed1fadf772024001986312cb4f152b21/c.html.

[56] 国家发展改革委，国家能源局. 国家发展改革委 国家能源局关于推进“人工智能 +”能源高质量发展的实施意见[EB/OL].（2025-09-04）[2026-06-08]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202509/content_7040253.htm.

[57] 外交部. 全球人工智能治理倡议 [EB/OL].（2023-10-20）[2026-06-08]. https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/1179_674909/202310/t20231020_11164831.shtml.

[58] Qi Qin，Chengcheng Qiu，Danny Hartono，et al.. 中国能源与排放趋势 2025 年 6 月简报[R/OL]. 2025-06-16. https://energyandcleanair.org/wp/wp-content/uploads/2025/06/China-snapshot_2025-06_CN.pdf.

[59] 劳力麋伟，林孝蓓. 中国清洁能源产业 2035 年价值有望翻番，为现代化经济目标贡献五分之一[R/OL]. 2025-06-19. https://energyandcleanair.org/zh/publication/china-clean-energy-industry-can-double-in-value-by-2035-cn/.

[60] 北京大学能源研究院. 中国散煤综合治理研究报告 2025[R/OL]. 2025-09-18. https://www.ccetp.cn/newsinfo/10755986.html.

[61] 交通运输部规划研究院. 数据分析 | 一图读懂 2025 年综合运输服务能力[EB/OL].（2026-04-22）[2026-06-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/zGWCf-fp4kFlXQNl3OVeWg.

[62] 中国集装箱行业协会. 中国集装箱多式联运发展报告（2025—2026）[R]. 成都: 中国集装箱行业协会，2026.

[63] 中国地方铁路协会. 2025 年中国地方铁路统计公报[EB/OL].（2026-01-16）[2026-06-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/r1vYRfZCbYLNY0az1bVifg.

[64] 第一商用车网. 福田 1.3 万辆夺冠！徐工第二 解放 / 远程拼前三 换电重卡 2025 销 6.8 万辆增 1.3 倍 [EB/OL].（2026-01-24）[2026-06-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/4oL-S4Hnom6A3CL2xDfnyg.

[65] 国家能源局. 张星：持续推动充电设施高质量发展 [EB/OL].（2025-01-23）[2026-06-12]. http://www.nea.gov.cn/20250123/5764822c1e4b4ccab80aad9298887bc1/c.html.

[66] Sun, X., Wang, P., Ferris, T., Lin, H., Dreyfus, G., Gu, B., Zaelke, D., & Wang, Y. (2022). Fast action on short-lived climate pollutants and nature-based solutions to help countries meet carbon neutrality goals. Advances in Climate Change Research, 13(4), 564–577. https://doi.org/10.1016/j.accre.2022.06.003.

[67] Dreyfus, G. B., Xu, Y., Shindell, D. T., Zaelke, D., & Ramanathan, V. (2022). Mitigating climate disruption in time: A self-consistent approach for avoiding both near-term and long-term global warming. Proceedings of the National Academy of Sciences, 119. https://doi.org/10.1073/pnas.2123536119.

[68] 澎湃新闻. 中国提交 2035 气候目标，专家：几十万亿投资已落地，绿色转型绝不后退[EB/OL].（2025-11-09）[2026-06-12]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_31927343.

[69] IEA. An energy sector roadmap to carbon neutrality in China [R/OL]. 2021-09-29. https://iea.blob.core.windows.net/assets/9448bd6e-670e-4cfd-953c-32e822a80f77/AnenergysectorroadmaptocarbonneutralityinChina.pdf.

[70] 张鸿宇，黄晓丹，张达，等. 加速能源转型的经济社会效益评估[J].中国科学院院刊，2021，36（9）：1039-1048.DOI:10.16418/j.issn.1000-3045.20210813003.

[71] 北京大学能源研究院，联合国开发计划署. 走向公正转型的未来：中国绿色转型对就业的影响[R/OL].2023-08-10. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-08/paiban9gao0807_cn_zouxianggongzhengzhuanxingdeweilaizhongguolusezhuanxingduijiuyedeyingxiang.pdf.

[72] 中国能源报. 绿色转型市场人才难求 培养体系亟需提速发力 [EB/OL].（2026-05-04）[2026-06-12]. https://paper.people.com.cn/zgnyb/pc/content/202605/04/content_30155213.html.

[73] 卢陶然，李德尚玉. 中国 2035 年新 NDC 目标公布，企业应该做好什么准备？[EB/OL].（2025-09-30）[2026-06-12]. https://www.21jingji.com/article/20250930/herald/586cd5be85ccb393486ebf2509c5cdcb.html.

[74] 国家能源局市场监管司，电力规划设计总院. 2025 年度中国电力市场发展报告 [R/OL]. 2026-06-09. http://www.nea.gov.cn/20260609/2d1bf220b5a642e2b1199a015bd6cf13/c.html.

[75] 国家发展改革委环资司.“数”说节能降碳工作成效. [EB/OL]（2025-07-17）[2026-07-16]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/hjyzy/jnhnx/202507/t20250717_1399273.html.

[76] 北京大学国家发展研究院宏观与绿色金融实验室. 探索建立中国公正转型的资金支持机制——以山西省为典型案例[R/OL]. 2025-04-01. https://mgflab.nsd.pku.edu.cn/en/docs/2025-04/f21314f66c494240bedc8f4fd0b0d681.pdf.

[77] 李慧明. 中国清洁能源转型与安全保障[R/OL]. 2026-06-02. https://paper.people.com.cn/rmlt/pc/content/202606/02/content_30165622.html.

[78] 王克. 新一轮 NDC 总量目标驱动下碳市场扩容的机遇与挑战[J]. 中国电力企业管理，2026，（4）：46-48.

[79] 生态环境部. 我国提交《2035 年中国国家自主贡献报告》[EB/OL]. （2025-11-10）[2026-06-12]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/ydqhbh/qhbhlf/202511/t20251110_1132623.shtml.

[80] Adrian Tobias，Jihad Azour，Nigel Chalk，et al. How the War in the Middle East Is Affecting Energy, Trade, and Finance[R/OL]. 2026-03-30. https://www.imf.org/en/blogs/articles/2026/03/30/how-the-war-in-the-middle-east-is-affecting-energy-trade-and-finance.

[81] IEA. Household Energy Affordability[R/OL]. 2026-02-16. https://iea.blob.core.windows.net/assets/021640a1-4546-4428-8d0c-516e4e6640ca/HouseholdEnergyAffordability.pdf.

[82] IEA. Energy crisis threatens world's most vulnerable as cooking fuel shortages grow[R/OL]. 2026-05-13. https://www.iea.org/commentaries/energy-crisis-threatens-world-s-most-vulnerable-as-cooking-fuel-shortages-grow.

[83] UNDP. No time to waste: Pathways to deliver clean cooking for all: A UNDP approach and policy guide[R/OL]. 2025-02-06. Available at: https://www.undp.org/publications/no-time-waste-pathways-deliver-clean-cooking-all-undp-approach-and-policy-guide.

[84] UNFCCC. 2025 NDC Synthesis Report[R/OL]. 2025-10-28. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/2025-ndc-synthesis-report.

[85] UNFCCC. Gender Composition: Report by the Secretariat[R/OL]. 2026-08-05. https://unfccc.int/documents/659993.

[86] IEA. Energy and Gender[R/OL]. https://www.iea.org/topics/energy-and-gender.

[87] IRENA. Renewable Energy: A Gender Perspective (Second Edition). 2025-10. https://www.irena.org/Publications/2025/Oct/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective.

[88] 新华社. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要[EB/OL].（2026-03-13）[2026-06-08]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202603/content_7062633.htm.

[89] 国务院新闻办公室. 新时代中国推进妇女全面发展的实践与成就[EB/OL].（2025-09-19）[2026-06-08]. https://www.gov.cn/zhengce/202509/content_7041431.htm.

[90] Altunbas Y.，Gambacorta L.，Reghezza A.，et al. Does gender diversity in the workplace mitigate climate change?[R/OL]. 2022-02. https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2650~3b693e6009.en.pdf.

[91] IFC. She Wins Climate Program– Accelerating Women-Led Innovation for Climate Action[EB/OL].（2024-09）[2026-06-08]. https://www.ifc.org/en/what-we-do/sector-expertise/gender/gender-Inclusive-climate-investment/she-wins-climate.

[92] 中国日报网. 吉宝与亚投行合作，为亚太地区可持续基础设施投资部署高达 15 亿美元资金[EB/OL].（2025-07-21）[2026-06-08]. http://business.china.com.cn/2025-07/21/content_43179694.html.

[93] Ammar A. Malik and Noor Un Nisa. Advancing Feminist Principles in the Asia-Pacific through International Policy[R/OL]. 2026-03. https://cdn.unrisd.org/assets/library/reports/2026/advancing-feminist-principles-in-the-asia-pac_marianne-barreto-fon.pdf.

[94] 新华社. 下班回家，孩子常夸我是“超人”——中企赋能菲律宾乡村“她力量”[EB/OL].（2023-05-31）[2026-06-08]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/dwkf/202305/t20230531_1356893.html.

致 谢

非常感谢国合会设立并支持“新一轮国家自主贡献目标的实施路径、重点领域和政策措施”专题政策研究项目，为中外专家提供了一个充分讨论和交流的平台。特别感谢国合会副主席解振华先生，生态环境部副部长、国合会秘书长李高先生以及中国气候变化事务特使刘振民先生对本课题的悉心指导。感谢国合会中方首席顾问刘世锦先生，外方首席顾问 Scott Vaughan 先生，生态环境部国际合作司司长、国合会副秘书长李永红先生，以及首席顾问的支持专家组在课题实施过程中提供的咨询建议。感谢国合会秘书处刘侃女士、庞骁先生、高凌云女士、唐华清女士、穆泉女士、张奕妍女士，国合会秘书处国际支持办公室王美真女士、张妍哲女士、郑方舟先生，以及国合会秘书处和国际支持办公室相关工作人员为本课题提供的组织和协调等方面的支持。