



中国环境与发展国际合作委员会
专题政策研究报告

碳达峰、碳中和政策措施与实施路径

2022年5月

专题政策研究项目组成员*

联合组长（按姓氏字母顺序）：

外方组长：

韩佩东 国合会委员，儿童投资基金会（英国）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 第十三届全国人大常委，中国科学院科技战略咨询研究院研究员

核心专家（按姓氏字母顺序）：

外方核心专家：

马瑟尔 国合会委员，国际太阳能联盟总干事
斯特恩勋爵 英国伦敦政治经济学院格兰瑟姆气候变化与环境研究所所长
托 妮 巴西气候与社会研究院执行院长
图比亚纳 欧洲气候基金会首席执行官

中方核心专家：

谭显春 中国科学院科技战略咨询研究院发展所副所长、研究员
王金照 国务院发展研究中心产业经济研究部部长、研究员
徐华清 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心主任
张海滨 北京大学国际关系学院副院长、教授

咨询专家（按姓氏字母顺序）：

外方咨询专家：

巴布纳 国合会特邀顾问，自然资源保护协会总裁兼首席执行官
德贝克 欧洲大学研究所欧洲投资银行气候变化政策和国际碳市场主席，欧盟委员会气候行动司前总司长
费尔南德斯 墨西哥气候行动执行主任
费舍尔 德国国际合作机构中德气候变化、环境与自然资源合作领域主任
加拉格爾 美国塔夫茨大学弗莱彻学院教务长、能源与环境政策教授、气候政策实验室及国际环境与资源政策研究中心主任
格拉布 英国伦敦大学学院可持续资源研究所能源与气候变化教授
韩国义 瑞典斯德哥尔摩国际环境研究院高级研究员
何 豪 美国能源创新首席执行官
何秀珍 挪威南森研究所高级研究员
约 佐 澳大利亚国立大学克劳福德公共政策学院气候与能源政策中心主任、教授
凯 特 美国塔夫茨大学弗莱彻学院系主任
李永怡 国合会特邀顾问，国合会绿色能源、投资和贸易工作组联合主席，英国皇家国际事务研究所霍夫曼可持续资源经济中心研究主任、执行主任
雷红鹏 儿童投资基金会（英国）气候变化项目主任、中国首席代表

梅迪纳	儿童投资基金会（英国）气候变化执行主任
帕兹托	卡内基气候治理倡议执行主任、高级研究员
辛普森	碳排放信息披露项目首席执行官
桑 顿	欧洲环保协会创始人、首席执行官
温克勒	南非开普敦大学能源研究中心教授
扎尔克	美国治理与可持续发展研究所创始人、总裁

中方咨询专家

贺克斌	国合会特邀顾问，中国工程院院士，清华大学环境学院教授
康艳兵	国家节能中心副主任
王 溥	中国科学院科技战略咨询研究院副研究员

协调员：

顾佰和	中国科学院科技战略咨询研究院副研究员
辛嘉楠	能源基金会气候变化国际事务主管

其他参与人员：

刘 强	儿童投资基金会（英国）中国项目总监
赵 笑	儿童投资基金会（英国）
董 钺	能源基金会
才婧婧	能源基金会
张笑寒	能源基金会
赵文博	能源基金会
王 琛	中国科学院大学中丹学院
刘宇炫	中国科学院科技战略咨询研究院
盛煜辉	中国科学院大学公共管理学院
刘 靖	中国科学院科技战略咨询研究院

*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

目 录

执行摘要	I
前言	IV
第一章 COP26 谈判进展盘点与趋势展望	1
一、COP26 在新的发展背景下开启	1
二、COP26 取得的进展和成果	2
三、后 COP26 趋势和展望	4
四、中国将通过切实行动积极维护和参与气候治理	6
第二章 新形势下的能源绿色低碳转型路径和政策保障	8
一、新一轮能源危机成因分析与发展形势研判	8
二、中国能源绿色低碳转型的现实挑战与建议	15
第三章 加强国际合作推动“一带一路”国家能源低碳转型	22
一、“一带一路”国家能源低碳转型的现状	22
二、“一带一路”国家能源低碳转型的规划	25
三、“一带一路”国家在能源低碳转型过程中面临的风险与挑战	27
四、“一带一路”国家能源低碳转型的合作建议	30
第四章 性别主流化分析	32
一、充分发挥女性在气候工作中的参与者和推动者角色，增强女性的气候领导力 ..	32
二、推动公正转型，确保女性平等参与就业市场，实现低碳能源转型和促进性别平等 的双赢局面	34
三、加强海外绿色投资和援助中的社会影响考量，开展性别平等的国际合作，发挥中 国在全球气候治理中的引领作用	35
第五章 政策建议	36
一、协同推进稳增长和绿色发展，为中国经济增长注入新动能	36

二、在保障能源安全的前提下，加速能源系统低碳化进程	36
三、综合应用法律、经济和行政手段，建立高效、协调的碳达峰碳中和政策体系和体制机制	36
四、引导海外绿色投资，加强国际低碳技术合作和贸易往来，维护供应链稳定 ...	37
五、加强国际气候合作，促进全球气候治理取得务实平衡进展	37
致谢	39
参考文献	40

执行摘要

“碳达峰、碳中和政策措施与实施路径”专题政策研究项目为中国环境与发展国际合作委员会（简称国合会）“全球环境治理与生态文明”课题 2021—2022 年下设专题之一。本专题的研究重点包括 COP26 的谈判进展盘点与趋势展望、新形势下的能源低碳转型路径和政策保障，以及加强国际合作推动“一带一路”国家的能源低碳转型进程。

COP26 成功举办并通过了《格拉斯哥气候协定》，巩固了在未来十年全球致力于加速气候行动的共识，在减煤、甲烷治理、停止毁林等方面达成一定的突破性共识，提振了全球对气候治理的信心，激发了全球能源低碳转型的热潮。但 2021 年初从欧洲发端并弥漫全球的新一轮能源危机严重威胁了全球多国的能源安全，对本应迅速升温的全球能源低碳转型进程带来一定负面影响。与此同时，随着 2022 年初俄乌地缘政治冲突的爆发，未来全球能源格局以及能源低碳转型的趋势存在更多不确定性。在危机与转型并存的新形势下，全球各国都应识别并有效应对能源低碳转型中的挑战，并通过加强国际能源合作，共同推进全球能源低碳转型进程。

本报告首先系统回顾了 COP26 取得的进展和成果，展望气候谈判未来走势，总结中国在参与全球气候治理过程中所做出的积极行动和贡献。进而，报告聚焦全球能源转型进程，分析了新一轮能源危机的成因以及俄乌冲突对全球未来能源格局的影响，研判未来全球能源转型趋势。在此基础上，报告结合中国国情，分析了中国能源绿色低碳转型的现实挑战，并就中国如何合理有序地推动能源绿色低碳转型进程提出建议。报告还梳理了“一带一路”国家能源低碳转型的现状、规划和挑战，就加强“一带一路”国家能源低碳转型领域的合作提出相关建议。此外，报告在性别平等视角下分析碳中和目标可能面临的挑战，最终提出落实中国碳中和愿景与目标、推动气候国际合作的政策建议。

本专题的研究主要有以下发现和结论：

（一）COP26 谈判进展盘点与趋势展望

在各方共同努力下，COP26 达成了平衡、包容的一揽子成果，为历时 6 年的《巴黎协定》实施细则谈判画上了句号。可以说，COP26 是继巴黎协定实施后全球气候治理的又一重要里程碑。同时，《格拉斯哥气候协议》巩固了未来十年全球致力于加速气候行动的共识，在减煤、甲烷治理、停止毁林等方面达成了一定的突破性共识。

在后 COP26 时代，我们仍需要采取切实行动，落实《巴黎协定》及《格拉斯哥气候协议》的各项成果。一是创新路径加速二氧化碳减排，继续在资金、技术、适应、合作等重要议题上争取突破；二是国际合作与竞争不能危害应对气候变化，碳定价、资金机制的具体实施应避免加剧国际冲突；三是各国应携手处理好能源安全、减碳与发展的关系，相互借鉴成功经验，探索合理有效的解决方案；四是提升适应气候变化能力，强化应对气候变化，包括生物多样性等多领域的协同治理，促进各国实现包括气候在内的可持续发展目标。中国将继续维护现有气候治理多边机制和进程，持续采取切实行动应对气候变化，促进自身全面绿色转型及全球碳中和合作，为全球气候治理贡献建设性力量。

（二）新一轮能源危机的成因分析和能源低碳转型未来趋势研判

新一轮能源危机的成因：一是疫情、垄断等因素造成传统能源供给紧缩，难以满足持续增长的能源需求。传统能源的产能受疫情、垄断等因素影响，均明显低于疫情发生前水平，与高涨的能源需求形成鲜明矛盾，全球能源供需严重失衡。二是主要经济体实施的经济刺激政策激发了全球通货膨胀，加剧能源价格大幅上涨。美国等主要经济体施行经济刺激政策，促使大量货币进入国内市场，引起国内通货膨胀并基于其货币的主导地位向全球扩散，最终引发全球性的通货膨胀，催生能源价格进一步上涨。三是可再生能源发电受极端天气影响未达预期，难以满足高速增长的电力需求。

能源低碳转型的未来趋势：一是妥善处理好中长期能源低碳转型趋势与近中期能源供给安全需求。能源危机只是转型过程中的短期波动，各国应保持战略定力，继续坚持能源绿色低碳转型的主流趋势，但近中期需适度投资传统能源，保证能源安全。二是妥善处理长期能源转型过程中出现的短期波动，避免引发全球性通胀风险。短期能源需求上升与能源绿色转型目标构成矛盾，易引发能源供需失衡的短期波动。应妥善处理此类波动，避免其波及金融领域，避免引发通货膨胀。三是未来极端天气将成为转型进程中能源安全的重要考量因素。未来，极端天气事件将频繁发生，不仅会对能源供需平衡造成不利影响，还可能影响全球能源基础设施的供给效率。四是以新能源技术为核心的供应链体系将成为未来能源转型中各国关注的焦点。新能源技术已成为全球能源转型的战略支撑，各国将加紧构建以新能源技术为核心的供应链，从而加速能源绿色转型进程。

（三）中国能源绿色低碳转型的现实挑战与相关建议

中国能源绿色低碳转型的现实挑战：一是经济的高速发展需要能源的安全保障。近中期，中国中高速的经济发展将带来持续上涨的能源需求，仍需依赖煤炭予以满足，这与减煤降碳的硬性目标形成矛盾，转型过程中的能源安全面临严峻考验。二是中国煤电机组普遍年轻，提前退役面临较高资产搁浅风险。煤电机组的逐步退役为中国减煤的主要方向，但其普遍服役年限较短，远未达到退役年龄，提前退役将产生巨额搁浅资产，易引发利益冲突和金融风险。三是中国煤炭与工业产业之间的高度关联性加大了减煤的难度。中国的减煤进程不是简单地对煤炭产能和消费的严格把控，而是一项与产业结构转型密切相关的系统工程，需要合理处理，保证煤炭与相关产业的协调发展。四是减煤进程可能带来社会公正问题。中国的减煤退煤可能会产生煤炭以及相关产业的职工安置问题和企业补贴问题，以及区域差异问题。

中国能源绿色低碳转型的建议：总体上，要立足于以煤为主的基本国情，坚持先立后破，稳中求进，在确保能源安全的前提下合理有序地推进能源绿色低碳进程。一是要妥善处理好未来能源低碳转型进程中的能源需求，确保新增能源需求主要由可再生能源来满足。二是通过技术、市场等手段切实加强煤电灵活性改造的进程，逐步促进煤电主体地位由可再生能源发电替代，并向基础性、保障性地位的转型。三是系统规划整条产业链上的能源转型进程，避免上下游产业转型步伐脱钩脱节。四是实现能源绿色低碳转型过程中的公平公正，多策并举推动煤炭生产地区经济多元化，同时要完善煤炭从业人员再就业安置机制。

（四）“一带一路”国家能源低碳转型的挑战与合作建议

“一带一路”国家能源消费以化石能源为主，且增长迅速，能源低碳转型迫在眉睫，但面临诸多挑战。在减煤方面：一是“一带一路”国家对煤电的依存度较高，转型过程中可能引

发能源安全风险。二是化石能源退出面临的资产搁浅成本高，可能会影响宏观经济发展，引发经济系统风险。三是化石能源的退出将会给传统行业带来冲击，引发公正转型的挑战，甚至引发更多的社会问题。在可再生能源发展方面：一是可再生能源发展目标缺乏雄心，不足以支撑能源绿色低碳转型进程。二是可再生能源政策扶持力度不够，缺乏相关的政策扶持，限制了可再生能源的发展。三是资金不足制约了“一带一路”国家可再生能源的发展。四是可再生能源技术不足，关键核心技术研发能力弱，尚不能支撑能源绿色低碳转型。五是标准不统一阻碍了“一带一路”国家可再生能源国际合作。

加强“一带一路”国家能源低碳转型的合作建议：一是“一带一路”国家应基于各国国情采取渐进式的能源低碳转型战略。二是开展“一带一路”国家清洁能源技术国际合作。在明确清洁能源技术需求的基础上，通过分享技术经验、提供技术合作方案等方式，有效提升“一带一路”国家的可再生能源技术水平。三是完善海外投资负面清单制度，开发适用的绿色投融资工具，探索“一带一路”碳市场链接机制，深化推动“一带一路”国家绿色投融资合作。四是加强转型过程中的公正普惠意识，积极促进“一带一路”国家的能源公正转型。五是，加强“一带一路”倡议与国际相关合作倡议的深入对接，发挥多方合力和协同效应，共同推动“一带一路”国家的能源低碳转型进程。

（五）在气候和能源转型工作中加强性别主流化的必要性和建议

性别平等是人类的基本权利，男性和女性在政治、经济、社会和家庭中应受到平等的对待，在减缓和适应气候变化方面同样应如此。若无法在气候变化工作中考虑性别平等并采取相应的保障措施，将会限制女性在其中的充分参与与贡献，而当女性的视角和需要无法得到充分表达和体现时，相应的解决方案也会欠缺性别平等的考虑，甚至进一步加重性别不平等的情况。同时，在制定气候政策时，除了女性领导力和女性视角，也需要考虑女性面临的现状，如暴力、医疗需求、较弱的经济弹性以及无偿的家务劳动等，避免单一视角对女性处境的忽视。保障性别平等与可持续发展可实现协同效应。

性别平等是中国的基本国策之一。然而，在环境和气候领域中，中国表现出的性别意识尚不够突出，与国际社会性别与环境两个领域齐头并进的发展趋势尚存差距。加强环境和气候领域的性别平等考虑和措施，将会促进中国实现性别平等、为保障可持续发展提供倍增效应，同时将极大地提升中国在国际社会中的形象。

在气候工作中加强性别主流化的建议：一是充分发挥女性在气候工作中的参与者和推动者角色，增强女性的气候领导力。二是推动公正转型，确保女性平等参与就业市场，实现低碳能源转型和促进性别平等的双赢局面。三是加强海外绿色投资和援助中的社会影响考量，开展性别平等的国际合作，发挥中国在全球气候治理中的引领作用。

（六）推动中国落实碳达峰碳中和的政策建议

一是协同推进稳增长和绿色发展，为中国经济增长注入新动能。二是在保障能源安全的前提下，加速能源系统低碳化进程。三是综合应用法律、经济和行政手段，建立高效、协调的碳达峰碳中和政策体系和体制机制。四是引导海外绿色投资，加强国际低碳技术合作和贸易往来，维护供应链稳定。五是加强国际气候合作，促进全球气候治理取得务实平衡进展。

前言

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布了中国的碳达峰、碳中和目标愿景。2021年9月21日，习近平主席在第七十六届联合国大会一般性辩论上承诺中国将大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，不再新建境外煤电项目。中国当前应对气候变化的中远期目标已经确定，也正在通过各部门和地方的政策行动积极落实。但碳达峰碳中和不是单一的政策行动，涉及经济社会的系统性变革。中国在转型过程中将面临诸多挑战和不确定性，而如何有序推动能源低碳转型成为若干关键问题中最受关注的一个。

然而，能源低碳转型并非易事，面临多重挑战。一方面，中国是世界最大的煤炭消费国，要在不到30年内淘汰大部分煤炭消费，并为剩余小部分煤炭消费配备相应的负碳技术，将是一项巨大的挑战。另一方面，能源低碳转型不仅是能源环境问题，也涉及经济、社会等方方面面。因此，在能源低碳转型过程中，需统筹考虑能源安全、经济发展、社会民生等诸多因素，这将进一步加大转型难度。同时，在当前新一轮全球能源危机背景下，如何在短期内保持国内减煤力度，中国与国际社会如何在兼顾可持续发展目标的前提下保障海外退煤并推动发展中国家能源绿色转型，也需进一步探讨。

在此背景下，本年度，“碳达峰、碳中和政策措施与实施路径”专题政策研究课题组系统回顾COP26在关键领域取得的积极进展和成果，并对后COP26趋势进行展望。进而聚焦全球能源转型进程，分析新一轮能源危机的成因以及俄乌冲突对全球未来能源格局的影响，并据此研判未来全球能源低碳转型的趋势走向。在此基础上，课题组分析了中国能源绿色低碳转型的现实挑战，提出中国有序推动能源绿色低碳转型进程的建议。梳理了“一带一路”国家能源低碳转型的现状、规划和挑战，就加强“一带一路”国家在能源低碳转型领域的合作提出相关建议。最终，基于以上分析，课题组提出了落实中国碳中和愿景与目标、推动气候国际合作的政策建议。

本报告共分为五章：第一章盘点了COP26的谈判进展并对其未来趋势进行展望；第二章分析了新一轮能源危机的成因与俄乌冲突对未来全球能源格局的影响，研判全球能源低碳转型未来发展趋势，进一步分析中国能源低碳转型的现实挑战，并提出了相关的转型建议；第三章回顾并总结了“一带一路”国家的能源低碳转型现状、规划和风险与挑战，给出了加强“一带一路”国家能源低碳转型的合作建议；第四章在性别平等的视角下分析了能源低碳转型进程中的机遇与风险；第五章提出了推动中国落实碳达峰碳中和的政策建议。

第一章 COP26 谈判进展盘点与趋势展望

全球气候变化在国际议程中的重要性不断提升，尽管受新冠肺炎疫情（简称疫情）及短期恢复行为影响，但各国在积极履行国际公约、强化气候目标和务实行动方面具有基本共识。在此背景下，《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方大会（简称 COP26）延迟一年在英国格拉斯哥召开，取得了预期成果。本文通过观察、研讨和分析，对 COP26 成效开展了系统评估，并对 COP26 后的气候谈判走势进行了研判。总体来看，在各方共同努力下，COP26 达成了平衡、包容的一揽子成果，为历时 6 年的《巴黎协定》实施细则谈判画上了句号。可以说，COP26 是继《巴黎协定》实施后全球气候治理的又一重要里程碑。同时，《格拉斯哥气候协定》（Glasgow Climate Pact）巩固了未来十年全球致力于加速气候行动的共识，在减煤、甲烷治理、停止毁林等方面达成一定的突破性共识。在后 COP26 时代，我们仍需要采取切实行动，落实《巴黎协定》及《格拉斯哥气候协定》各项成果，创新路径加速二氧化碳减排，继续在资金、技术、适应、合作等重要议题上争取突破，避免国际冲突加剧，携手处理好能源安全、减碳与发展的关系，促进各国实现包括气候在内的可持续发展目标。中国将继续维护现有气候治理多边机制和进程，持续采取切实行动应对气候变化，促进自身全面绿色转型及全球碳中和合作，为全球气候治理贡献建设性力量。

一、COP26 在新的发展背景下开启

在疫情影响下，原定于 2020 年召开的 COP26 被推迟到 2021 年在英国格拉斯哥举行。疫情的暴发触发了国际社会的深刻反思，加深了人们对非传统安全问题的认识。2021 年 8 月 9 日，IPCC 发布了第六次评估报告（AR6）第一工作组报告，观测数据显示，2011—2020 年平均温升相比工业化前（1850—1900 年）增高了 1.09℃，而在未来几十年里，所有地区的气候变化都将进一步加剧（IPCC, 2021）。疫情虽然在短期内降低了很多国家的碳排放，但长期来看，趋势不可持续，疫情后可能面临碳排放反弹（Ray et al., 2022）。新的全球能源危机也阻碍了疫后经济绿色复苏（IEA, 2021）。在此背景下，COP26 延迟一年召开，克服了重重困难，本身意义特殊，体现出各国在积极履行国际公约、强化气候目标和务实行动方面具有基本共识。

作为美国重返《巴黎协定》后召开的首次缔约方会议，COP26 受到各方高度关注。COP26 力求从减缓、适应、资金和合作四个方向实现气候目标，具体而言：一是全球应对气候变化的力度仍旧不足，现有各国 NDC 加总仍难以实现 2℃ 目标，何况履行过程还存在不确定性（UNEP, 2021a: Emission gap report 2021. UNEP & UNEP DTU Partnership）；二是适应问题愈加受到关注，发展中国家十分关心适应基础设施的建设，如何提升《昆明宣言》中提出的生物多样性与气候变化应对协同治理也很重要；三是气候治理能力建设方面仍旧不足，尤其是广受诟病的气候资金承诺仍旧面临较大缺口；四是《巴黎协定》的实施细则谈判仍未完成，需要尽快推进，使《巴黎协定》得以全面实施。本次会议召开前，主办方进行了大量的沟通，围绕上述四方面问题设置谈判的核心目标和议程。可以说，COP26 在全球气候治理的关键领域妥当地设置了议题，在会议中推动各领域取得重要进展。

二、COP26 取得的进展和成果

《联合国气候变化框架公约》下的缔约方会议是全球气候治理机制的重要环节。在 COP26 会议举办前，主办国进行了大量的沟通，努力推动相关主体在全球气候治理的关键议题上取得共识¹，为会议的有效召开奠定了基础。在 COP26 的举办过程中，主办方通过设置议题等，积极创造机会和搭建平台，使多元利益相关方针对特定议题开展充分讨论，并最终在退煤、减少毁林、甲烷减排等议题上达成一系列共识。正如 COP26 世界领导人峰会主席总结（COP26 WORLD LEADERS SUMMIT – PRESIDENCY SUMMARY）中所说的那样，COP26 启动十年加速气候行动，确保《巴黎协定》发挥作用，并在关键领域取得进展。

（一）COP26 通过大量事前沟通形成议题，吸取了《巴黎协定》在促进国际合作方面的经验，为形成共识奠定了基础

各利益相关方在 COP26 正式举办前就围绕各自关心的多项议题开展密切磋商，如中、美、欧在 COP26 举办前和举办中通过密切双边气候磋商，增进对各自立场和对全球气候治理关键问题的理解，促进共识的形成。主办国在大量会前沟通的基础上，最终在四大方面设置了一系列雄心勃勃的目标：确保本世纪中叶前实现全球净零排放及本世纪内全球温升控制在 1.5°C 内，具体方式包括退煤、减少毁林、加速电动汽车发展和促进可再生能源投资等；适应保护社区和自然栖息地，具体方式包括生态系统保护和恢复、适应投资等；充分调动资金，确保发达国家实现 1000 亿美元的气候融资承诺，并促进国际金融机构积极参与全球气候进程；携手共进，具体方式包括《巴黎规定》的共同编制与定稿、多机构的行动和合作等。

（二）COP26 坚持了《巴黎协定》的目标、原则和政策导向，实现了雄心目标与务实行动的平衡，为后续全球气候治理奠定了制度和能力基础

COP26 是继《巴黎协定》实施后全球气候治理的又一重要里程碑，会议在包括减缓、适应、资金、技术转让和能力建设各方面均取得一定共识和进展。在 COP26 召开之前，156 个国家结合本国国情提出或者更新了 NDC 目标，其中 93 个国家提出了更具雄心的减排目标。在 COP26 会议期间，泰国、以色列、越南、尼日利亚、印度等国纷纷提出碳中和目标。《格拉斯哥气候协定》重申了将全球温升控制在 2°C 以内，努力争取控制在 1.5°C 以内的目标，强调实现 1.5°C 目标需要强化减排力度。各国携手启动十年加速气候行动，行胜于言成为重要趋势，包括提振雄心、扩大资金供给、强化公私合作、开展全球盘点。COP26 为历时 6 年的《巴黎协定》实施细则谈判画上了句号。包括实施细则第 6、13 条等在内的议题形成务实平衡的结果：形成

¹ COP26 President concludes constructive discussions with China on climate action, <https://www.gov.uk/government/news/cop26-president-concludes-constructive-discussions-with-china-on-climate-action>

全球碳市场的建设框架，在第 6.4 条的交易中征收 5% 的收益分成并调入适应基金，避免重复计算，确认清洁发展机制的过渡机制，确定第 13 条增进透明度的制度框架。

（三）COP26 最终在多个缔约方关切的关键议题（如减排目标、退煤、停止毁林、甲烷、气候资金等）上达成突破性共识，形成了一系列全球应对气候变化的新取向

《格拉斯哥气候协定》强调 1.5°C 目标需要全球 2030 年二氧化碳排放水平比 2010 年降低 45%，确认 2022 年开始全球盘点；首次提出逐步减少有增无减的煤电，要求减少未加装减碳设施的煤电厂，淘汰低效化石燃料补贴；虽然有再次落空的风险但仍提出了更有雄心的气候资金目标，要求 2024 年完成 2025 年后新的资金量化目标审议，督促 2025 年向发展中国家提供的适应资金在 2019 年基础上翻倍；决定建立并立刻启动“格拉斯哥-沙姆沙伊赫全球适应目标两年工作计划”，决定尽快启动向发展中国家应对和减轻损失与损害提供技术协助的圣地亚哥网络，同时决定就损失与损害资金机制问题开展“格拉斯哥对话”。除《格拉斯哥气候协定》外，在《全球煤炭向清洁能源转型声明》（Global Coal to Clean Power Transition Statement）中，有 23 个国家首次承诺停止使用煤炭。超过 120 个国家签署《格拉斯哥森林和土地使用领导人宣言》，目标是到 2030 年制止和扭转森林丧失和土地退化，提供资金并使 75% 的森林商品供应链可持续发展。超过 100 个国家签署《全球甲烷减排承诺》，承诺到 2030 年减排 30% 的甲烷，虽然中国没有签署该承诺，但在《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》（U.S.-China Joint Glasgow Declaration on Enhancing Climate Action in the 2020s）中提出要开展甲烷减排工作。

（四）会议为多元相关主体积极参与相关议题创造机会，有效促进利益相关方和行动者参与全球治理

在 COP26 召开之前和召开期间，大量企业主体、行业协会、金融机构等非政府主体和行为者都积极参与到相关行业减碳治理的讨论中，为有关行业减碳目标共识的形成创造条件。COP26 最终在多个重点行业取得减碳共识，包括：相关方在《关于加速向 100% 零排放汽车和货车过渡的宣言》中提出推动 2035 年在领先市场、2040 年在全球新出售的汽车和货车是净零排放的；在中型和重型车辆领域，相关方也签署了相似的谅解备忘录，提出 2030 年在售车辆中净零排放车辆占比达到 30%，2040 年达到 100%；英、美、法等 23 国组成的国际航空气候雄心联盟在《国际航空气候宣言》中提出航空业到 2050 年实现二氧化碳净零排放的承诺；多边发展银行在《关于自然、人类和地球的联合声明》中承诺将在政策、分析、评估、建议、投资和业务等方面推动自然问题主流化。

可见，COP26 设置了一系列响应多元主体关切的治理议题，在《巴黎协定》涉及的减缓、适应、资金、技术、能力建设等关键问题的应对方面均取得进展。在会议召开之前和召开期间，主题日、领导人峰会、部长级会议、谈判磋商等为不同议题下相关主体参与气候治理创造条件和机会，促进议题得到充分讨论并形成共识。最终，会议形成一系列的气候治理机制：完成之前几届缔约方大会一直未能完成的《巴黎协定》实施细则谈判，首次提及减少煤炭，确保实现 1.5°C 温升目标仍具可能性，进一步明确全球盘点和透明度等保障机制，强化现有

气候治理的范围和力度（UNEP，2021b）。可以说，COP26 成功维护和践行了《巴黎协定》的基本原则和目标，延续了基于《联合国气候变化框架公约》的国际应对气候变化多边治理体系的有效性，推动了全球气候治理进程，是继《巴黎协定》通过后全球气候治理的又一重要里程碑。

三、后 COP26 趋势和展望

疫情仍在肆虐，国际地缘政治环境更加复杂甚至不断恶化，但气候变化逐步影响到整个社会经济系统，我们的气候治理需要更具韧性的全球性系统思维和变革（D’Orazio，2021）。缔约方大会能有效推动各国取得共识，但仍有大量分歧和问题需要各国齐心协力。具体表现为：在具体行动的实施方面仍旧欠缺，对“硬骨头”议题的合作仍旧不足，应对气候变化甚至可能加剧冲突，各国仍未摆脱对化石能源的依赖，能源安全与能源贫困并存，应对气候变化与其他领域的协同仍然不足。为此，各国应采取务实心态，抓紧取得建设性共识并采取切实行动。

（一）采取切实行动积极应对气候危机应成为主流，多元主体应积极、系统地参与气候治理

提升气候雄心固然重要，但是行动远比目标珍贵（Jonathan，2021）。各国应持开放态度，广泛探讨提振全球气候雄心、非二氧化碳温室气体治理和气候协同治理等多元化议题。但《巴黎协定》目标的实现需要行胜于言，各国急需采取切实行动进行落实（Xinhua，2021）。发达国家尤其需要履行气候行动目标和落实气候资金承诺，避免目标再次落空（Roberts et al.，2021），同时避免应对气候变化的法律的不确定性。切实的行动离不开社会各界和多元主体的积极参与。各国需要基于国情提升多元主体参与气候治理的积极性，以建立绿色生产和消费体系，积极探寻推动多元主体积极参与经济社会转型的最佳实践，并为发展中国家应对气候变化提供经验参考。

（二）全球气候合作要争取在应对气候变化实施路径及核心减排议题上取得积极进展

未来气候合作的议程不能回避困难，应将合作重心聚焦于关键议题和关键环节。当前的气候合作呈现出两对容易和困难的关系：一是各相关方在应对气候变化的实施路径和具体行动方面的议题难以形成共识，包括资金、技术等，但是与此同时，更倾向于在应对气候变化的雄心方面达成共识；二是在应对气候变化中核心的二氧化碳减排方面的议题难以形成共识，而更倾向于在甲烷减排和遏制毁林等非二氧化碳减排方面达成共识。此外，如果以中国为代表的制造业大国为减排一刀切式地限制能源密集型产业及其产品发展，那么全世界将面临的巨大挑战是如何满足对相关产品的需求，以及如何和由谁投入更先进、更节能、更低价的技术生产这些产品。必须承认各相关议题都能为应对气候变化做出重要贡献，但只提振雄心而不明确实施路径，只推动非二氧化碳减排议题而不攻坚二氧化碳减排议题，将难以形成切实有效的气候治理方法，接下来各方应强化在“硬骨头”议题方面的沟通和合作。

（三）国际合作与竞争不能危害应对气候变化，碳定价、资金机制的具体实施应

避免加剧国际冲突

气候变化始终是危及人类生存的重大威胁，尽管国际政治经济形势中的对抗日益增强，但促进国际政治经济合作确实有利于应对气候变化（Paroussos et al., 2019）。各国应采取负责任的行动，加强沟通合作，避免误判，确保竞争和合作都对应对气候变化有利而非有害。在全球碳定价机制的建设过程中，各国应充分尊重彼此国情差异，以带动贸易和金融系统的绿色低碳结构性转变为目标设置碳定价、资金机制，而非设置绿色壁垒。一刀切地推进碳定价、资金机制以及产品标准，容易损害发展中国家利益，打击其参与应对气候变化的意愿（Eicke et al., 2021）。各国应携手加强对碳定价、资金机制变化的衔接和实施机制设计，统筹考虑各国转型差异，尽量避免更多冲突和不确定性，避免破坏气候变化国际合作。

（四）虽然不同国家的能源转型阶段不同，但各国都应携手处理好能源安全、减碳与发展的关系

由于发展阶段和资源禀赋不同，各国能源低碳转型的时间安排和转型路径并不完全相同（Amir Safari, 2019）。但毫无疑问，无论发达国家还是发展中国家，其能源低碳转型过程都不会一帆风顺。始于 2021 年上半年的新一轮全球能源危机导致天然气、煤炭等为代表的化石能源价格飞涨，可能显著影响各国政府在能源安全和应对气候变化方面的政策路径选择（Brenda, 2021; ALEX et al., 2021），为全球能源低碳转型带来了新的不确定性，也充分证明了能源低碳转型的艰巨性和复杂性。虽然各国转型阶段和路径都可能存在基于国情的差异，但兼顾能源安全、减碳与发展是各国面临的共同挑战，其解决方案和技术路线有相互借鉴的空间。成功退煤需要新的发展模式和政策措施，需要作出大量努力（Kalkuhl et al., 2019; Cui et al., 2021），欧美国家需要同步解决石油和天然气退出的问题。发达国家有责任与发展中国家携手探索退煤和退气的能源低碳化工作，为全球应对气候变化和深化气候合作创造空间（Miyamoto and Takeuchi, 2019）。

（五）提升适应气候变化能力，强化应对气候变化，包括生物多样性等多领域的协同治理

随着气候危险程度提升，各国携手强化适应能力的必要性在提升，应努力实现减缓与适应的平衡。适应能力的提升绕不开资金问题，COP26 中发达国家提升了资金支持方面的雄心，但是极可能再次落空，从而影响全球气候治理大局。在气候资金问题上，发展中国家对气候资金中适应的比例提升诉求日益强烈（Chapagain et al., 2020）。COP26 中增加了对遏制毁林、可持续供应链、生物多样性保护等相关议题的探讨，推动了多领域议题的协同。未来气候和环境多边进程的一个重要方向是促进包括气候在内的可持续发展目标取得积极进展，期待《生物多样性公约》缔约方大会第 15 次会议（简称 CBD COP15）第二段会议中能加强对气候变化协同治理的讨论。《联合国气候变化框架公约》第 27 次缔约方大会（简称 COP27）将由发展中国家埃及举办，届时适应气候变化、降低损失损害等问题将成为讨论的重点，而沙姆沙伊赫也是《生物多样性公约》缔约方大会第 14 次会议（简称 CBD COP14）的主办地，预计沙姆沙伊赫将成为生物多样性与应对气候变化协同治理的交汇点，期待在 COP27 中生物

多样性和应对气候变化的协同取得更大进展。

四、中国将通过切实行动积极维护和参与气候治理

正如习近平主席向 COP26 世界领导人峰会发表书面致辞中强调的“以实则治”，中国认为全球应对气候变化需要行胜于言。中国已经将“双碳”目标纳入国家总体战略“五位一体”总体布局，将坚定不移地努力完成“双碳”目标，促进自身全面绿色转型。在 COP26 前夕，中国相继发布《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》²《2030 年前碳达峰行动方案》³《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书，提交《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》和《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》，明确了 2030 年前实现碳达峰及 2060 前实现碳中和的总体思路和路线图 (Sun, 2022)。当前中国正在加紧完善“1+N”政策体系，最终形成覆盖全国和地方、各领域和行业的涉及碳达峰和碳中和两个阶段的政策措施体系。“1+N”政策体系将为中国“双碳”目标的实现提供目标、路径、政策的全方位支持，最终形成中国的碳达峰和碳中和解决方案 (Liu, 2021; CAS-SDG, 2021)。

中国坚定支持和维护气候治理多边机制和进程，重视与国际社会携手应对全球气候危机，促进全球碳中和合作。在 COP26 召开前和召开过程中与《联合国气候变化框架公约》秘书处、主席国英国及美国、欧盟等缔约方密切磋商。中国一如既往地支持和维护《联合国气候变化框架公约》及《巴黎协定》，坚持《巴黎协定》的目标、原则和政策导向，实现雄心目标与务实行动的平衡，愿在应对气候变化合作中发挥积极作用，并采取系统性方案应对气候变化。同时，中国已经承诺不再新建境外煤电项目，大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，未来中国将积极开展绿色“一带一路”和南南合作，帮助发展中国家应对气候变化。

中国重视继承《巴黎协定》的成功经验，通过双边合作促进多边治理进程，中美的双边气候合作在格拉斯哥取得突破。中国和美国在 2021 年开展了密集的气候会谈与沟通交流，为在 COP26 期间发布《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》奠定了基础。在 2021 年 4 月《中美应对气候危机联合声明》基础上，中美在强化行动、合作推动 COP26 成功、积极落实联合声明、建立“21 世纪 20 年代强化气候行动工作组”四方面达成了重要共识，发布了《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》，加速中美气候合作落地并有利于促进各相关方形成对《格拉斯哥气候协定》的共识。中国将继续积极与欧盟、美国以及其他经济体通过双边机制开展气候合作对话并取得一系列积极成果。

中国将继续发力气候协同治理效益，促进气候治理与其他议题结合。中国注重气候变化与经济社会系统转型相结合，加快形成有利于节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局，推动经济社会发展的全面绿色转型，坚持降碳、减污、扩绿、增长协同推进。气候与环境的协同治理也是重点，中国将继续推动减污降碳协同增效，同时注重应

² Full Text: Working Guidance For Carbon Dioxide Peaking And Carbon Neutrality In Full And Faithful Implementation Of The New Development Philosophy, http://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202110/25/content_WS61760047c6d0df57f98e3c21.html

³ Full Text: Action Plan for Carbon Dioxide Peaking Before 2030, http://english.www.gov.cn/policies/latestreleases/202110/27/content_WS6178a47ec6d0df57f98e3dfb.html

对气候变化与生物多样性治理相结合，支持推动 COP15 第二段会议在应对气候变化方面取得协同效益。

第二章 新形势下的能源绿色低碳转型路径和政策保障

COP26 的成功举办提振了全球对气候治理的信心，能源绿色低碳转型进程本应在 2021 年迅速升温，但却受新一轮全球能源危机的影响而面临严峻挑战。2021 年，全球能源市场剧烈动荡，传统能源价格大幅上涨引发了新一轮全球能源危机，并在 2022 年俄乌地缘政治冲突的刺激下进一步加剧，多国能源安全受到严重威胁，全球经济复苏和能源绿色低碳转型进程也面临新的挑战。在危机与转型并存的新形势下，如何在确保能源安全的前提下继续有序推进全球能源绿色低碳转型进程？本章将分析本轮全球能源危机的成因，并对未来能源转型的趋势进行研判，提出中国下一步有序推动能源绿色低碳转型的建议。

一、新一轮能源危机成因分析与形势研判

（一）能源危机从欧洲发端，多国经济发展与社会安全受到巨大负面影响

2021 年，全球天然气、煤炭、石油三大传统能源价格飞速上涨，能源危机从欧洲发端最终弥漫全球。2021 年下半年以来，欧洲天然气价格呈现迅猛上涨的态势，并不断突破历史新高，引发欧洲能源危机。以荷兰 TTF 天然气期货价格为例，2021 年全年，TTF 期货最低价与最高价分别为 3 月 3 日的 15.485 欧元/兆瓦时和 12 月 21 日的 187.785 欧元/兆瓦时，高低价相差约 12.13 倍（见图 2-1）。天然气价格的大幅上涨激发了煤炭、石油的替代需求，并同样以价格大幅上涨的形势呈现。纽卡斯尔煤炭期货 2021 年全年的最高价与最低价相差约 3.4 倍，布伦特原油期货 2021 年全年的最高价与最低价相差约 1.715 倍（见图 2-1）。三大传统能源价格的大幅上涨随着全球贸易链向世界各地扩散，最终引发全球能源危机。

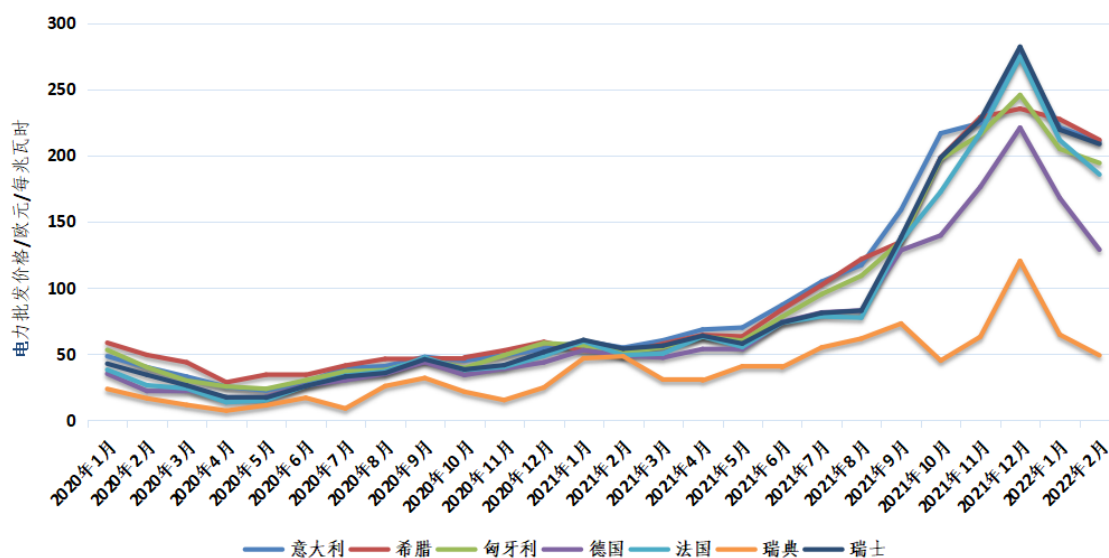


图 2-1 2021 年全球代表性天然气、煤炭、石油价格情况

数据来源：investing.com

全球能源危机对多国经济发展和社会安全造成了严重的负面影响。从 2021 年初开

始，欧洲多国电价受天然气价格影响呈高速上涨趋势，直至年末电力成本上涨约 500%（见图 2-2），金属、化肥、食品等行业均因高昂的电力成本而大幅减产甚至倒闭，能源商品面临 23% 的通胀率，近 3500 万人面临能源贫困问题而无法保证基本的供电供暖需求。2021 年 9 月，由于国内外煤价高企，中国燃煤电厂经营亏损严重，电煤存量大幅下降，最终引发了一场全国性的“电荒”事件，全国 20 多个省份发生限电现象（见表 2-1）。据统计，2021 年全国煤电企业电煤采购成本额外增加 6000 亿元左右，全年累计亏损面达到 80% 左右（中国电力企业联合会，2021）。印度在 2021 年 10 月受全球煤价大幅上涨的影响，国内燃煤电厂存煤量大幅下降，多地区出现停电现象。依据印度中央电力局的数据，2021 年 9 月底，印度 135 家燃煤电厂中，有 16 家的存煤量为 0，超过一半的电厂库存不足 3 天，超过 80% 的电厂库存不足一周。据《环球时报》报道，2021 年 10 月的前 12 天，印度的电力供应短缺达到约 7.5 亿千瓦时，拉贾斯坦邦、旁遮普邦和北方邦等北部地区，以及贾坎德邦和比哈尔邦等东部地区的电力供应缺口为 2.3%~14.7%。

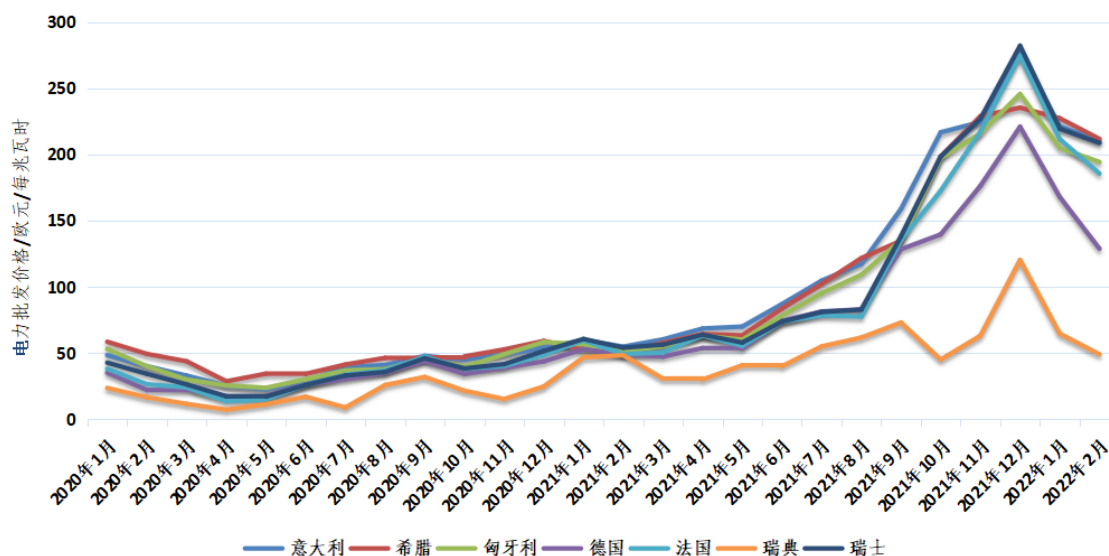


图 2-2 2020—2022 年欧洲主要国家的每月平均电力批发价格情况

数据来源：statista

表 2-1 2021 年中国多省份限电情况

省份	时间	限电政策
江苏	9月15日	部分地区实行限电，暂定 15 天，要求拉电；工业拉电，生活用电保留，办公室空调停用，路灯控制减半
	9月19日	企业分级停电限产，1096 家企业“开二停二”，143 家企业全部停产
广东	9月16日	每周“开二停五”，分五级有序用电，错峰日保安负荷保留在总负荷的 15% 以下
	9月26日	倡议空调制冷温度不高于 26℃，办公场所 3 层以下停止使用电梯
山东	9月15日	日照市发布紧急预警，电力供应缺口大，停电时间可能持续至 9 月底
	9月13日	枣庄市发布通知，需求响应优先，有序用电保底
	9月12—18日	淄博厂区限电政策不断升级，限电时间从 16:00—20:00 最终调整为 7:30—24:00
陕西	9月13日	本年度已投产“两高”项目在上月产量基础上限产 60%，其他“两高”企业

		降低生产线运行负荷、停运矿热炉限产，确保9月份限产50%，调控时间为9—12月
广西	9月	电解铝企业自9月开始月度用电负荷在1—6月平均月度用电负荷基础上全时段压减35%。要求工商企业有序用电，主动错峰避峰用电
云南	9月11日	加强重点行业生产管控，限产范围涉及钢铁、水泥、电解铝、煤电等行业，确保绿色铝企业9—12月月均产量不高于8月份产量
贵州	9月10日	根据省内电力缺口规模分4个等级进行预警，并启动相应级别响应。不同于其他省份因能耗双控而实施的限电限产，贵州省出台的是基于电力资源可能出现紧张状况的预警措施
内蒙古	8月31日	建议8—12月有序用电压限负荷
新疆	8月25日	昌吉州严管电解铝产能产量，自8月份开始，全区5家企业月产量合计不得超过23.8万吨
青海	8月20日	部分电解铝企业收到国家电网西宁供电公司的限电预警通知，其中提到企业需要提前做好有序用电准备，具体限电时间及方案尚未通知
宁夏	7月12日	高耗能产业如水泥、电石、钛合金等停限产一个月
四川	8月5日	暂停非必要生产、照明、办公负荷
河南	8月9日	部分加工企业限电三周以上。郑州、洛阳部分铝加工企业接到通知，大型工业企业视情况限电50%，10千伏以下工业企业全部停产
重庆	9月26日	全市执行有序用电方案，配合压减电力负荷
辽宁	9月10—22日	共启动6轮III级（负荷缺口5%~10%）和3轮IV级（负荷缺口5%及以下）有序用电措施，范围限制在部分工业企业
	9月23—25日	电力供应缺口提升至严重级别，为防止全电网崩溃，执行“电网事故拉闸限电”措施，范围扩大到居民和非实施有序用电措施企业
	9月26日	省工业和信息化厅召开全省电力保障工作会议，要求最大可能避免出现拉闸限电情况
黑龙江	9月24日	9月10日起与辽宁、吉林及蒙东地区同时启动有序用电，由于部分用电企业没有严格执行，造成9月23日紧急拉闸限电，就做好有序用电做出明确要求，拒不执行将被追责
	9月26日	除中央大街商圈、秋林商圈以及全部生鲜超市以外，全市商业企业一律避峰用电，每日16时起闭店
吉林	9月23日	按照东北电网指令，16时37分采取限电措施，全省九个市区均执行限电，延边地区部分用户停电
	9月26日	吉林市新北水务有限公司发布公告，将不定期、不定时、无计划、无通知停电限电，此种情况将持续到2022年3月份，停电、停水变为常态。9月27日，该公司回应称“措辞不当，内容不准确”
湖南	9月22日	发布湖南电网安全橙色预警，将用电负荷控制在2600万千瓦以下
安徽	9月22日	启动全省有序用电方案，优先安排高耗能、高排放企业避峰让电，主动关停景观照明和亮化工程
浙江	9月21日	印染厂、污水处理厂、化工厂等高能耗企业将在9月21—30日关停，其中印纺企业聚集地绍兴市柯桥区相关企业将停产

数据来源：中国各省份发展改革部门、能源部门、电网企业等

（二）新一轮能源危机成因分析

1. 疫情、垄断等因素造成传统能源供给紧缩，难以满足持续增长的能源需求

受疫情、垄断等因素的影响，全球传统能源供给能力受到限制而持续紧缩。一方面，疫情延续对全球复工复产造成负面影响，传统能源产能尽管在 2021 年呈现回升的态势，煤炭和石油产量分别同比增长 4.5% 和 1.3%⁴，但依旧明显低于疫情发生前水平（IEA，2021）；另一方面，垄断组织为了维护自身垄断利益而严格把控传统能源的供给。以石油为例，在 2021 年全球石油供不应求的形势下，全球最大的石油垄断组织欧佩克+一直维持 40 万桶/日的谨慎增产计划，以求把国际石油价格控制在能够维持整个联盟共同利益的区间。

传统能源供给受限与需求持续增长形成鲜明矛盾，全球能源供需严重失衡。2021 年，全球天然气、煤炭、石油需求分别同比增长 3.2%、4.5% 和 6%（IEA，2021），除石油外，煤炭和天然气的需求都高于疫情发生前水平。不断上涨的传统能源需求与持续紧缩的传统能源供给之间形成尖锐矛盾，传统能源供给缺口逐步扩大，能源供需平衡被打破，供不应求的能源态势导致能源价格飞速上涨，最终引发了新一轮的全球能源危机。

2. 主要经济体实施的经济刺激政策激发了全球通货膨胀，加剧能源价格大幅上涨

美国等主要经济体施行经济刺激政策，促使大量货币进入市场，引起国内通货膨胀。2021 年，以美国为首的世界主要经济体为了对抗经济下行压力，实现疫后经济复苏，颁布了一系列经济刺激政策，其中以美联储无限量化宽松货币政策以及拜登政府的各项经济刺激法案最具代表性，总支出规模达数万亿美元。这直接导致美元货币超发现象的发生，大量美元进入美国国内市场，推动消费需求上升。然而，由于美国国内产业链恢复有限以及劳动力短缺，其生产力无法满足上涨的消费需求，导致市场供需矛盾加剧，推升了终端消费价格，最终引发国内通货膨胀。

美国国内通货膨胀随着其货币的主导地位向全球扩散，催生能源价格进一步大幅上涨。基于美元在国际货币中的主导地位，美国国内市场的大量资金会流向世界市场寻找投资回报，造成美元的流动性泛滥。类似地，大量的美元进入国际市场推升了全球的消费需求，而受疫情持续的负面影响，全球产业链的复苏进度明显落后于需求的增长速度，供给与需求之间的错配引起了全球性的通货膨胀，其形式体现为终端产品价格的上涨。由于能源具有商品属性，其价格自然也会面临大幅的上涨。

3. 可再生能源发电受极端天气影响未达预期，难以满足高速增长的电力需求

极端天气会对可再生能源发电造成一定程度的负面影响，导致其发电能力未达预期。2021

⁴ OGJ: 2021 年全球石油产量增长 1.3%。 <https://new.qq.com/omn/20220216/20220216A0965W00.html>

年，由于超高压天气、干旱等极端天气的发生频次明显高于往年水平，可再生能源发电的出力程度下降，未达预期水平，以水电和风电最具代表性。2021年，全球水电发电量保持2020年的水平，结束了自2001年以来的增长，主要原因是受干旱条件的影响，巴西、美国、中国和土耳其等国的水力发电量明显下降（IEA，2021）。欧洲受超高压天气的影响，2021年整体风力明显不足，欧盟全年风力发电量同比下降3%，这是30多年来首次下降（IEA，2021）。根据国际能源署（IEA）的预测，如果2021年没有极端天气的发生，全球可再生能源发电量将同比增长近9%（IEA，2021）。

在极端天气影响下，可再生能源仍保持较高的增幅，但全球电力需求增长更为迅速，电力供需矛盾十分突出。2021年，全球可再生能源发电量同比增长6%，比2020年高出500太瓦时，创下历史新高（IEA，2021；IEA，2022）。但全球电力需求以更高的速度增长，相比于2020年，增幅达到了1538太瓦时，是可再生能源发电增幅的3倍多（IEA，2021）。可在再生能源发电难以满足高速上涨的电力需求，导致全球电力供需矛盾逐渐激化，电力供给缺口的存在激发了各国对传统能源发电的替代需求。在传统能源产能持续紧缩的背景下，传统能源供不应求、价格大幅上涨的局面逐渐显现，全球各国用能压力逐步加剧，最终引发全球能源危机。

（三）俄乌冲突对未来全球能源格局的影响

2022年2月24日，俄罗斯总统普京宣布对乌克兰顿巴斯地区开展“特别军事行动”，俄乌军事冲突正式爆发，欧美国家相继对俄罗斯展开能源、金融等方面的制裁。俄罗斯作为全球重要的能源出口国，在全球（尤其是欧洲）能源供给方面发挥着举足轻重的作用，长期以来其在欧洲天然气和石油进口量中的占比分别为35%和25%左右（见图2-3和图2-4）。因此，俄乌冲突的爆发将会引发全球能源市场的动荡，对全球能源供给形势以及未来全球能源格局将会造成不小的影响。

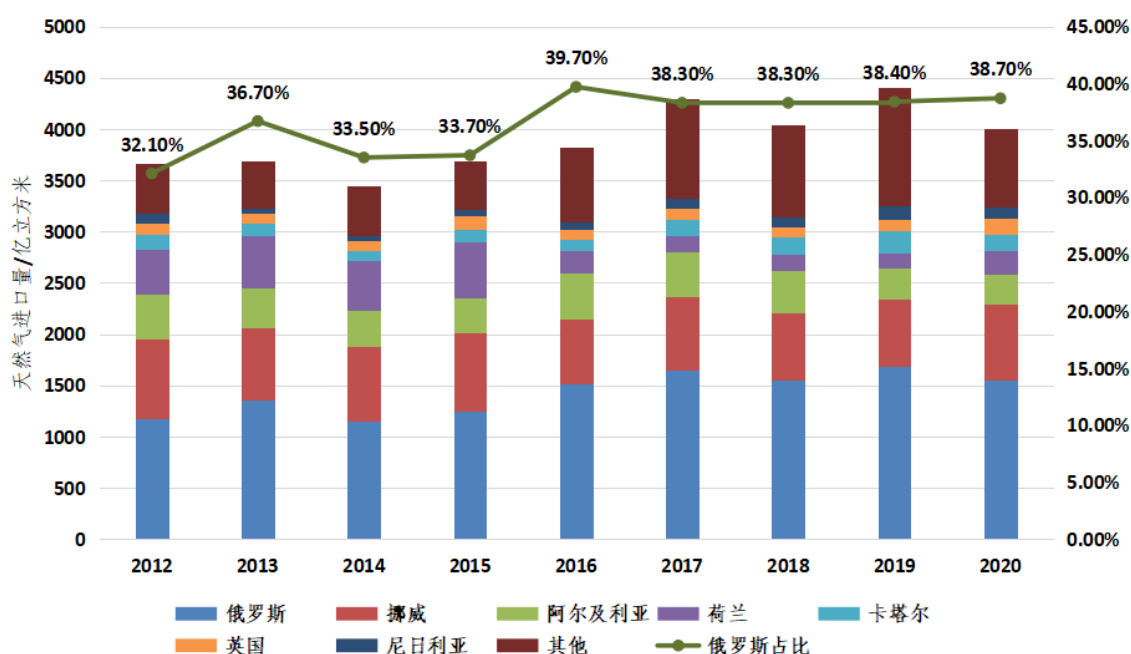


图 2-3 2012—2020 年欧洲天然气进口量及进口国分布情况

数据来源：Eurostat

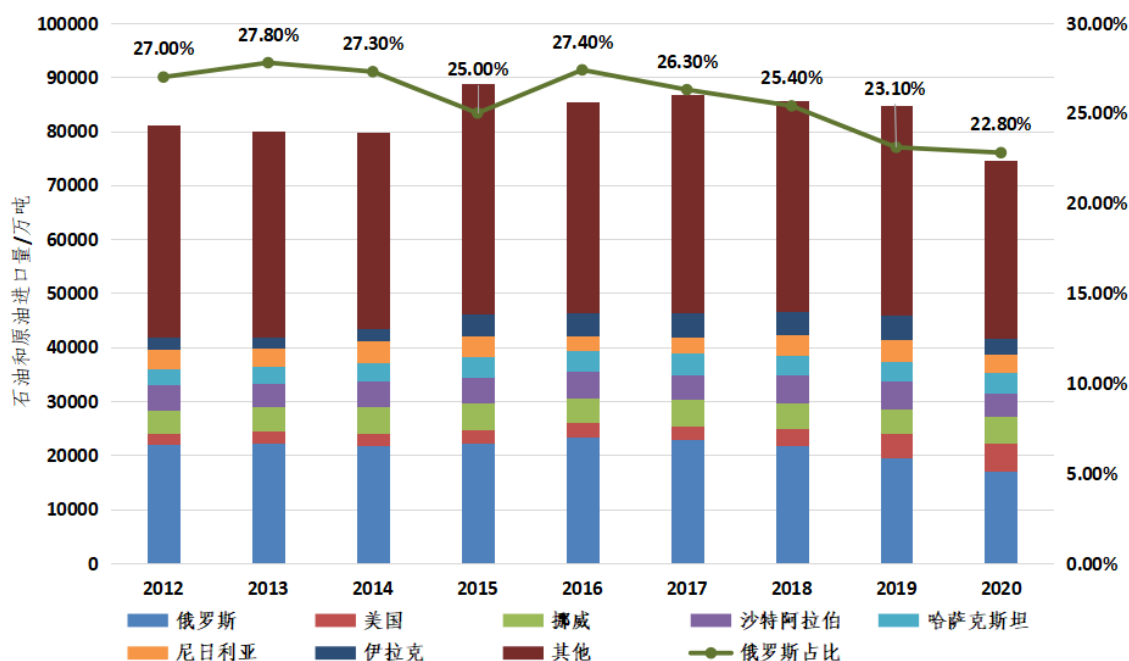


图 2-4 2012—2020 年欧洲石油进口量及进口国分布情况

数据来源：Eurostat

短期来看，俄乌冲突进一步推动了能源价格的上涨，尤其是油气价格，但是否会继续上涨并加剧全球能源危机还需谨慎判断。2 月 24 日冲突爆发的当天，布伦特原油期货价格和纽约原油期货价格双双突破每桶 100 美元大关，创下历史新高，并随后继续上涨。俄乌冲突引发能源价格大幅上涨的原因有两方面：一是俄罗斯是全球能源市场中重要的出口大国，美欧各国对俄罗斯的制裁会直接或间接影响俄罗斯对全球能源的供给，导致全球能源供应紧张，推动价格上涨；二是油气是具有战略属性的特殊商品，与地缘政治关系紧密，地缘政治冲突的爆发会加大市场对油气的生产与供给的担忧，进而导致油气价格快速上涨。但是，俄乌冲突引发的能源价格大幅上涨更多是市场避险情绪推动，对能源出口国尤其是俄罗斯的产量和运输供应的影响有限，未来能源价格的走势将由俄乌冲突局势决定。如果局势继续发酵，能源价格可能继续走高；如果局势放缓，能源价格可能触顶并稳步下降。

长期来看，俄乌冲突可能会影响全球气候进程和能源格局。首先，俄乌冲突可能会重构传统能源贸易格局。一方面，由于欧美国家对俄罗斯油气进口的大幅限制，俄罗斯将会为其冗余的油气寻找替代的出口源，中国将会是俄罗斯天然气出口未来潜在的主要增量方向；另一方面，欧洲出于短期内对油气进口的硬性需求，将会寻找替代俄罗斯的进口源，海湾地区的油气供给以及美国、卡塔尔等国的液化天然气将是其保证能源供给的稳定来源。其次，俄乌冲突可能会加速可再生能源布局。欧盟委员会 2022 年 3 月 8 日发布了名为《欧洲廉价、安全、可持续能源联合行动》的能源独立计划，充分展示了欧洲通过加速可再生能源发展以摆脱对俄能源依赖的决心。俄乌冲突很可能成为欧洲加速能源绿色转型的催化剂，促使欧洲加快对其境内可再生能源技术与企业的投资，加速欧洲境内以新能源技术为基础的能源产业链的形成，从而确保其能源未来。届时，全球可再生能源布局将会加速形成，并且全球以新

能源技术为基础的能源产业链结构将会发生重大变化，可能重心会逐步向欧洲偏移，使欧洲处于能源转型进程领先地位。

（四）能源转型未来趋势判断

1. 妥善处理好中长期能源低碳转型趋势与近中期能源供给安全需求

能源危机只是转型过程中的短期波动，各国应保持战略定力，继续坚持能源绿色低碳转型的主流趋势。目前，可再生能源的增长速度和投资力度仍无法支持全球如期实现气候目标。为推动全球在 2050 年实现净零排放的目标，可再生能源发电量需要在 2021—2030 年间以近 12% 的平均速度增长，几乎是 2011—2020 年的两倍；同时，全球清洁能源投资也仍远低于避免气候变化严重影响所需的水平，其投资数额需要在本世纪 20 年代翻一番，以保持温度远低于 2℃ 的上升。如果要实现《巴黎协定》规定的 1.5℃ 温升目标，投资数额需要增加两倍以上（IEA, 2021）。因此，各国仍需坚定转型定力并付出更大的努力，促进可再生能源高速发展并逐步取代传统化石能源，从而建立多元化、清洁化、低碳化的能源结构。

能源转型不是一蹴而就的，近中期需适度投资传统能源，以保证能源安全。目前，化石能源满足了全球 80% 以上的能源需求⁵，即便在 2050 年净零排放情景中，石油和天然气需求也将占全球能源需求的 35% 左右（IEA, 2021）。供热供暖、石油化工等行业在短期内难以找到有效替代传统化石能源的清洁产业原料，可再生能源在这些行业整个工艺流程中的贡献度非常有限。因此，在近中期能源转型进程中，要适度投资传统能源，以满足短期内的传统能源需求，确保能源供给安全。

2. 妥善处理长期能源转型过程中出现的短期波动，避免引发全球性通胀风险

短期能源需求上升与能源绿色转型目标构成矛盾，转型过程中易出现能源供需失衡的短期波动。长期来看，全球能源绿色转型趋势要求逐步减少化石能源产能，由高速发展的可再生能源取代，但短期内可再生能源产能不足，能源需求上升，仍对化石能源有一定程度的依赖，二者之间的矛盾易引发转型过程中的能源供需短期失衡问题。同时，诸如疫情、垄断、地缘政治冲突等外部负面因素会对全球能源供应稳定性造成一定影响，进一步引发短期能源供需失衡问题。

能源供需失衡促使能源价格大幅上涨，易波及金融领域，可能引发全球性通货膨胀。目前，大部分能源以商品的形式在全球贸易市场上流通，能源供需失衡将引发能源价格大幅上涨，这种上涨趋势会从工业生产传导至全球经济的各个部门，对终端产品的总产出和消费都有明显的抑制效应（赵岩青，2020）。同时，目前全球能源商品普遍金融产业化，与金融领域关系紧密。能源价格的大幅上涨会导致金融领域出现过度投机、恶意炒作的现象，催生能源商品价格泡沫，导致能源价格远远偏离其内在价值对应的价格，从而增加金融市场波动的风险，对实体经济造成一定冲击，进一步引发通货膨胀。

⁵ 数据来源于 U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/international/data/world>

3. 未来，极端天气将成为转型进程中能源安全的重要考量因素

未来，极端天气事件将频繁发生，对能源供需平衡造成不利影响。受人类活动和温室气体排放的影响，极端天气事件在未来将会更加频繁（IPCC，2021），能源供给与需求两端都会因此受到影响。一方面，目前可再生能源技术受自然条件的限制存在较大程度的间歇性和波动性，同时相关的储能技术发展尚不完善，风力骤减、干旱等极端天气的发生会造成可再生能源出力程度的大幅下降。例如，欧盟和英国在2021年夏秋季受欧洲北海整体风力骤减的影响，1—9月风力发电量分别同比下降17%和25%；巴西在2021年受严重干旱的影响，约30座水电站因蓄水量不足而无法有效发电。另一方面，极端天气的发生将推升能源需求，增加能源供给压力。2021年，推动全球电力需求暴涨的主要因素除经济快速复苏外，比2020年更为极端的天气（如更为寒冷的冬季）也是其中之一（IEA，2022）。此外，全球能源基础设施尚未表现出足够的气候韧性和适应性，极端天气频发将会严重影响其能源供给效率。

4. 以新能源技术为核心的供应链体系将成为未来能源转型中各国关注的焦点

新能源技术已成为全球能源转型的战略支撑，构建以新能源技术为核心的供应链将加速能源绿色转型进程。近年来，随着新能源技术的大力发展，全球能源开始了从资源依赖向技术依赖转移的新征程，能源绿色转型进程中越来越凸显新能源技术的关键核心作用。因此，加快构建以新能源技术为核心的供应链体系，将成为未来各国能源转型的重要方向。一方面，形成完整的以新能源技术为核心的供应链体系可以提升绿色能源供给能力，减少对传统化石能源的依赖，加速能源转型进程，以更早地构建出绿色、低碳、高效的能源体系，从而实现各国的气候目标；另一方面，新能源技术已经成为新一轮科技革命和产业变革竞争的制高点，部分国家已经或正在出台相关的政策和法案，以求引导其海外新能源产业回流至本国，从而加紧构建本国境内以新能源技术为核心的供应链体系。

二、中国能源绿色低碳转型的现实挑战与建议

（一）中国一次能源结构以煤为主，对煤炭的高度依赖性突出减煤的必要性

中国煤炭资源丰富，煤炭在其一次能源生产和消费中长期占据主体地位，占比虽然逐年下降但仍超一半。2020年，中国原煤产量占一次能源生产总量的67.6%，煤炭消费量占能源消费总量的56.8%（见图2-5和图2-6），煤炭供给与需求之间的平衡与稳定关乎中国能源安全和经济发展。中国的电源结构也以煤电为主，发电量与电煤供给量息息相关。2021年上半年，中国原煤产量增速比同期煤电发电量增速低8.7%，煤炭进口量也因全球煤炭价格飞速上涨而同比下降19.7%（中国电力企业联合会，2021）。国内煤炭供需关系的严重失衡引发了煤炭价格的大幅上涨，煤电企业燃料成本迅速增加，而燃料成本无法通过有效的价格传导机制传递到需求侧，导致煤电产业整体供应不足，而气电和可再生能源发电等又难以弥补煤电出力不足产生的电力缺口，最终引发了多省份限电事件。

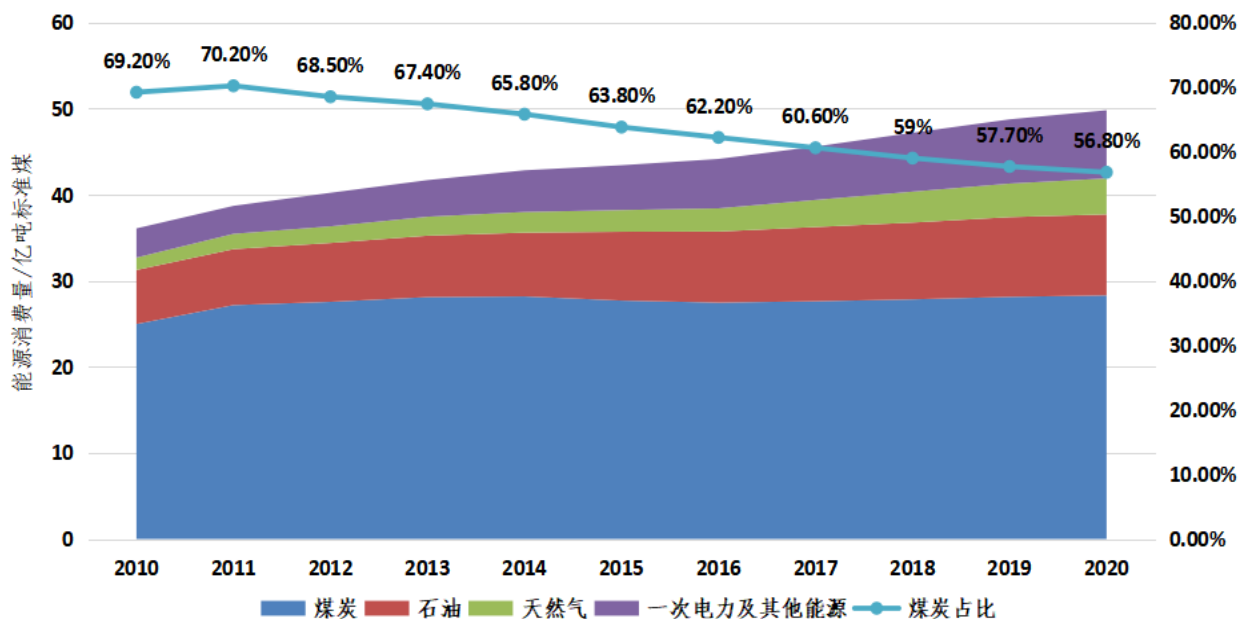


图 2-5 中国一次能源生产总量和构成情况

数据来源：国家统计局

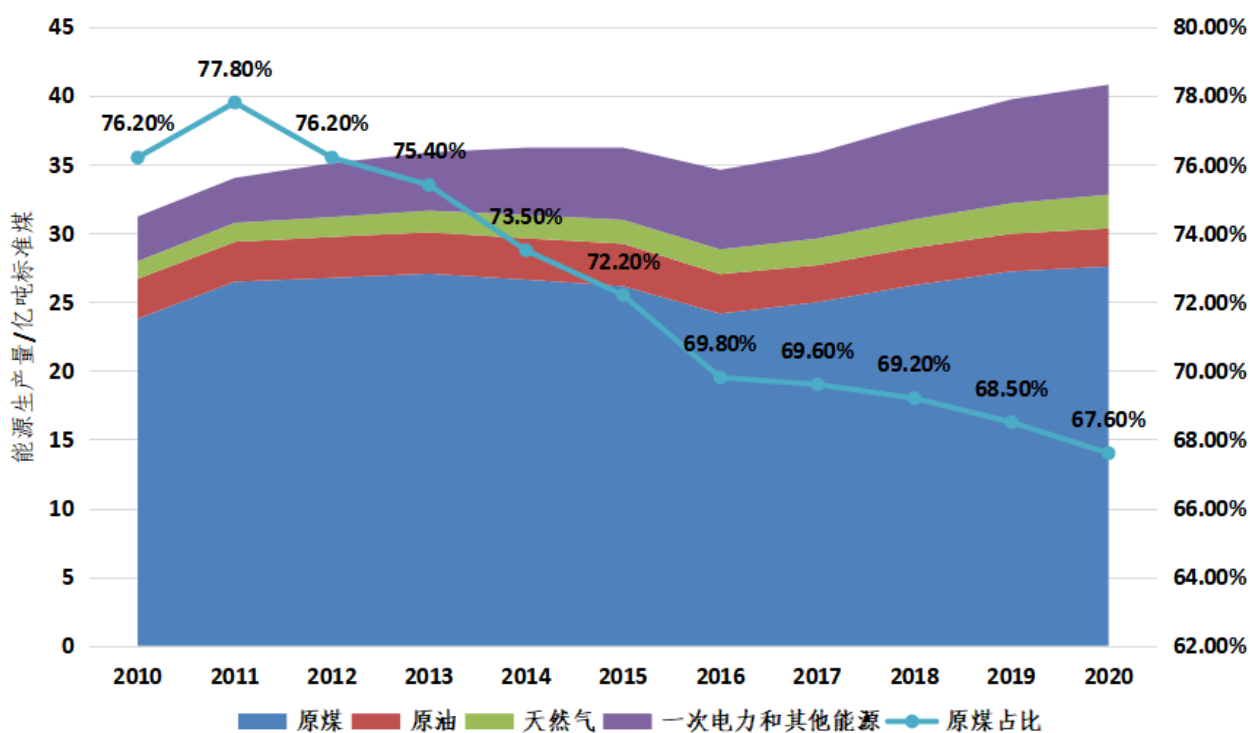


图 2-6 中国一次能源消费总量和构成情况

数据来源：国家统计局

当前，中国要立足以煤为主的基本国情，切实推动能源系统的绿色低碳转型，构建多元化、清洁化、高效化的能源结构，从而展现出足够的能源韧性，切实保证能源安全，从根本

上避免多省份限电等能源危机的发生。

（二）中国明确提出控煤减煤承诺，并出台相关政策

在“双碳”目标的基础上，中国政府立足于以煤为主的基本国情，明确提出控煤减煤承诺，构建碳达峰碳中和“1+N”政策体系以完善顶层设计，推行新形势下的能源生产和消费革命战略，并出台相关政策，明确煤电、重点用煤行业、散煤等领域的发展方向，从而促进控煤减煤工作能够在能源转型的大趋势下有效落实与推进（见专栏1和专栏2）。

专栏1 中国在国际会议上提出的控煤减煤承诺

- 2021年4月22日，在领导人气候峰会上，中国国家主席习近平表示，中国承诺将严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长、“十五五”时期逐步减少。
- 2021年9月21日，在第76届联合国大会一般性辩论上，中国进一步扩大减煤承诺范围，提出不再新建境外煤电项目，支持发展中国家能源绿色低碳发展。

专栏2 中国基于控煤减煤承诺出台的相关政策文件

- 2021年6月19日，在首届“共同行动助力碳达峰碳中和”高层论坛上，中国明确指出正在制定碳达峰碳中和“1+N”的政策体系，将控制和减少煤炭等化石能源使用。
- 2021年10月24日，国务院发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（下简称《意见》），《意见》是碳达峰碳中和“1+N”政策体系中关于“1”的核心文件。《意见》指出，要加快煤炭减量步伐，煤电方面要严控装机规模，同时加快现役煤电机组的节能升级和灵活性改造；散煤方面要逐步减少直至禁止煤炭散烧。
- 2021年10月26日，国务院发布了《2030年前碳达峰行动方案》，此文件是碳达峰碳中和“1+N”政策体系中关于“N”的核心文件。文件指出要推进煤炭消费替代和转型升级，并对《意见》中有关减煤的内容进行额外补充。煤电方面，增加了要有序淘汰落后产能，积极推进供热改造，推动煤电向基础保障性和系统调节性电源并重转型部分内容；散煤方面，增加了大力推动煤炭清洁利用，多措并举、积极有序推进散煤替代部分内容。
- 2022年1月24日，国务院发布了《“十四五”节能减排综合工作方案》，针对煤电行业如何减煤退煤又做了进一步指示。文件指出，要推广大型燃煤电厂热电联产改造，对存量煤电机组要进行节煤降耗改造、供热改造、灵活性改造的“三改联动”。
- 2022年2月24日，国家能源局发布了对政协委员《关于“碳中和”目标下煤电产业高质量发展的提案》的答复复文摘要，摘要对煤电产业的功能定位、优化方向以及系统价值三个方面进行了明确且详细的阐述。
- 2022年3月22日，国务院副总理韩正主持召开煤炭清洁高效利用工作专题座谈会。韩正指出，要从国情实际出发推进煤炭清洁高效利用，切实发挥煤炭的兜底保障作用，切实保证国家能源安全。针对煤炭清洁高效生产和洗选、重点用煤行业的节能降耗改造以及散煤的治理，要统筹规划、整合资源、发挥合力。
- 2022年1月29日，国家发展改革委、国家能源局发布了《“十四五”现代能源体系规划》，文件从能源的生产、绿色转型、发展布局等多方面进行具体阐述和部署，提及了大力发展煤炭清洁高效利用、加强煤炭智能化绿色开采等前沿技术攻关、提高煤炭消费区域治理水平等有关减煤降碳的内容。

（三）中国近中期能源低碳转型的现实挑战

1. 经济高速发展需要能源的安全保障

近中期，中国经济的高速发展带来持续上涨的能源需求，仍需依赖煤炭予以满足。近年来，随着中国经济的快速增长，中国的人均一次能源消费量也在逐步提升（见图 2-7）。当前，中国经济发展进入新常态，能源需求进入中低速增长期，但能源刚性需求将长期存在，人均能源消费水平将不断提高并向发达国家靠拢（国家发展和改革委员会，2017）。立足中国以煤炭为主的基本国情，即便煤炭在一次能源消费结构中的占比逐渐下降，但在当前和未来一段时间仍将占据主体地位（中国煤炭工业协会，2020）。

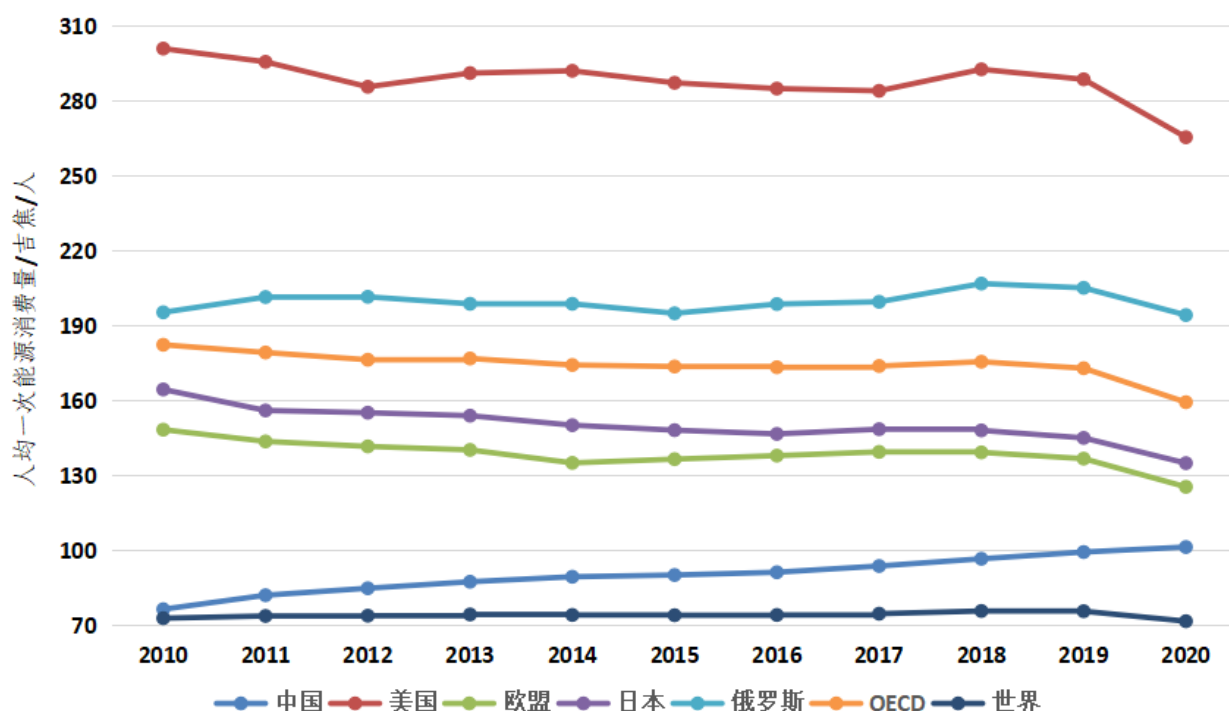


图 2-7 2010—2020 年全球人均一次能源消费情况

数据来源：《BP 世界能源统计年鉴 2021》

在“双碳”目标的背景下，中国能源结构的绿色低碳转型已成既定趋势，这客观要求中国大力控制并减少未来的煤炭消费总量，促使煤炭由能源主体地位逐步向基础性、保障性地位转型。落实破立并举，保持清洁能源的可靠替代与煤炭的逐步退出之间的协调一致，确保中国能源供给安全，将是中国减煤进程中的一大挑战。

2. 中国煤电机组普遍年轻，提前退役面临较高资产搁浅风险

中国电力部门煤炭消耗巨大，煤电机组退役为其减煤的主要方向。电力行业是中国煤炭消费占比最高的行业。截至 2021 年底，中国全口径煤电发电量 5.03 万亿千瓦时，占总发电

量比重为 60.0%（中国电力企业联合会，2022）。由于煤电具有高碳锁定效应，中国煤电 2018 年之后的锁定排放为 1023（439~1473）亿吨二氧化碳，会在未来积累大量的碳排放（张小丽等，2020）。因此，煤电机组逐步退役将成为中国电力部门减煤降碳的主要规划方向。

但是，中国目前的煤电机组普遍服役年限较短，远未达到退役年龄，提前退役将产生巨额搁浅资产，易引发利益冲突和金融风险。2020 年，中国现役煤电机组平均服役年限仅为 11 年，其中服役小于 15 年的煤电机组超过 75%（见图 2-8）（清华大学碳中和研究院，2021），远低于 30 年的平均设计寿命。在煤电机组提前退役的情景下，其剩余寿命期的资产将沦为巨额的搁浅资产，金额规模达数万亿元，这将会使煤电企业面临巨大的投资亏损，引发企业与政府间的利益冲突，激发煤电投资者对减煤措施的强烈抵触。同时，由于燃煤电厂需要相当高的前期资本投入，通常需要金融机构的参与，巨额的搁浅资产还会对相关金融机构的资产质量造成不良影响，造成信贷违约风险，甚至可能引起宏观经济危机，影响金融稳定（中国人民大学双碳研究院，2022）。

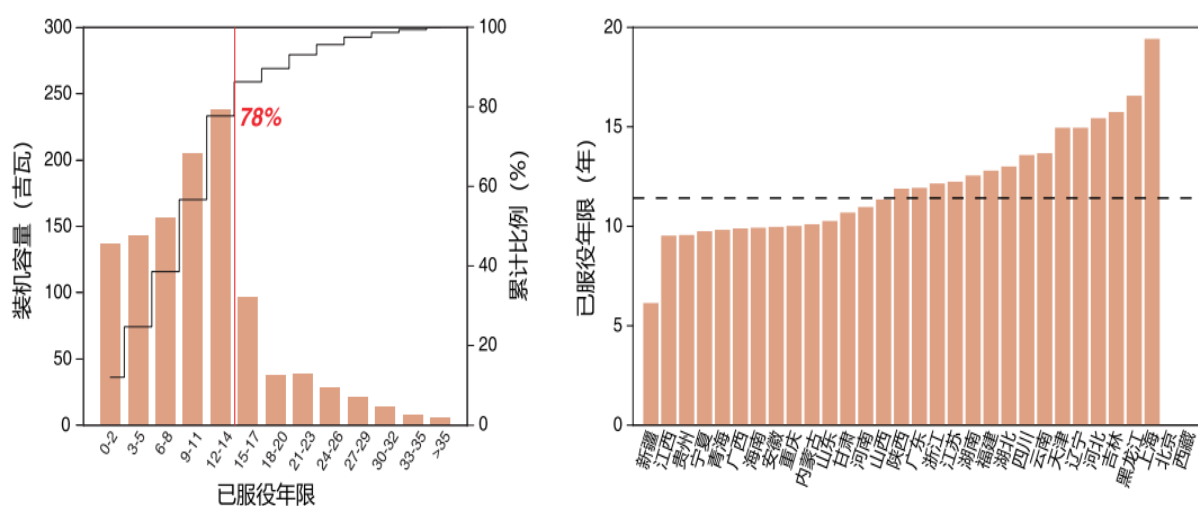


图 2-8 2020 年中国现役煤电装机容量服役年限分布和各省平均服役年限（右图黑色虚线代表全国平均服役年限）

数据来源：《全球能源基础设施排放数据库》

3. 中国煤炭与工业产业之间的高度关联性加大了减煤的难度

煤炭产业是中国重要的基础产业，与电力、钢铁、建材、化工等重工业关联紧密。2020 年，中国上述四大产业累计煤炭消费量分别为 21.9 亿吨、7.3 亿吨、4.9 亿吨和 2.9 亿吨⁶。基于煤炭与工业之间的高度产业关联性，中国的减煤进程不是简单地对煤炭产能和消费进行严格把控，而是一项与产业结构转型密切相关的系统工程。煤炭产业的生产减量不光要满足减煤进程的客观要求，还要与其下游主要用户的煤炭消费减量保证一定程度的协调关系，在保证下游产业经济竞争力的同时，还要促进工业结构的绿色转型升级。目前，虽然工业领域

⁶ 能源局：今年煤炭消费比重降到 56% 以下。 http://fjlib.net/zt/fjstsgjcx/jjsd/202104/t20210425_451104.htm

的一些绿色生产制造技术大幅发展，如氢能炼钢、电解制氢等，衍生出了一系列的绿色工业产品，但这些技术面临成本较高、技术尚不成熟等问题，无法较大程度地替代工业领域的煤炭消费，并且衍生出的绿色产品尚未开发出足够的市场份额，无法为工业企业带来足够的市场利润，从而保持竞争力。因此，中国煤炭与工业产业之间的高度关联性加大了减煤的难度，对中国的减煤进程提出了更高的要求。

4. 减煤进程可能带来社会公正问题

退煤会产生煤炭以及相关产业的职工安置问题和企业补贴问题。“十三五”期间，中国煤炭行业退出落后产能 10 亿吨，安置职工约 100 万人（中国煤炭工业协会，2021）。这些劳动力普遍技能较为单一、竞争力较弱、转型适应能力差，对其他产业企业的吸引力较小，通过对其进行转业培训以实现吸收安置的空间较小。在“双碳”目标背景下，中国煤矿数量将不断减少，将冗余劳动力安置到接续矿井或以服务外包的形式在外承揽工程的传统方法实施难度不断加大。同时，退煤进程不可避免地对煤炭和煤电企业造成冲击，导致一部分煤炭和煤电企业提前退出。

中国煤炭资源及相关产业分布不均匀，退煤产生的区域差异问题需要引起重视。中国煤炭资源分布不均。在内蒙古、山西等煤炭资源富集地区，煤炭产业通常是其经济发展的重要支柱，对地方的财政收入、就业和社会稳定至关重要。通常情况下，煤炭资源型地区由于对于煤炭产业的过渡依赖，其煤炭替代产业发展较晚，技术水平和成本不占优势，目前仍未形成气候。因此，煤炭资源型地区的经济发展会比其他地区更易受到影响，并且该地区会面临更大程度的产业结构、地方财政和就业结构调整压力（张莹，2018）。

（四）中国能源绿色低碳转型的建议

总体上来看，中国要立足于以煤炭为主的基本国情，在确保能源安全的前提下合理有序地推进能源绿色低碳进程。要坚持全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险的原则，坚持先立后破、稳中求进，传统能源的逐步退出要建立在新能源安全可靠的基础上⁷。一方面，要切实推动煤炭消费替代和转型升级，合理加快煤炭减量步伐（国务院，2021），成功实现中国煤炭由发挥主体能源作用向发挥兜底能源作用的转变。另一方面，要大力发展可再生能源，切实提高可再生能源在一次能源结构中的占比，快速向清洁、可靠、高效的绿色现代能源体系过渡。

要妥善处理好未来能源低碳转型进程中的能源需求，确保新增能源需求主要由可再生能源来满足。中国中高速增长的经济增长将面临持续上涨的能源需求，这将带来大量的投资机会。应在稳增长投资项目中优先安排可再生能源投资项目，通过政策手段积极引导资金流向可再生能源领域，促进可再生能源技术创新，加速构建以可再生能源为主体的“源、网、荷、储、

⁷ 中央经济工作会议举行 习近平李克强作重要讲话。 http://www.gov.cn/xinwen/2021-12/10/content_5659796.htm

用”一体化能源系统，提高可再生能源的供给能力，满足经济发展带来的不断上涨的能源需求，煤炭等传统化石能源作为备用能源只起到弥补少量能源需求缺口的作用，切实实现中国经济发展与能源转型之间的良性协同效应。

通过技术、市场等手段切实加强煤电灵活性改造的进程，逐步促进煤电主体地位由可再生能源发电替代，并向基础性、保障性地位的转型。一方面，应积极通过技术创新切实增强煤电机组的调峰能力，提高火电的灵活性和调节性，这不仅可以促进煤电在可再生能源发电迅猛增长的基础上有序减量，还有望保障大部分煤电机组运行至较为合理的年限（20 或 30 年）后平稳退出，有效避免煤电机组提早退役产生的资产搁浅风险。另一方面，要通过电力市场辅助服务补偿与交易等政策充分体现煤电机组的容量价值和调节服务价值，使煤电企业获得同值的收益，从而引导更多的煤电机组进行灵活性改造，充分发挥煤电机组的容量效应，有效弥补可再生能源发电的间歇性、波动性问题，切实提升可再生能源的消纳能力。

系统规划整条产业链上的能源转型进程，避免上下游产业转型步伐脱钩脱节。能源转型是一项涉及整条产业链上所有产业的系统工程。煤炭产业的退煤减量要与下游高耗煤产业节煤降耗、能效提升、绿色燃料替代和绿色工艺革新，以及可再生能源产业的产能扩张保持协同与一致。各产业间的转型进程要相辅相成、相互促进，避免由于转型步伐不一致对整条产业链造成负面影响。应在保持各产业核心竞争力接续发展的条件下，切实推动并实现全产业的高质量绿色转型。

要实现能源绿色低碳转型过程中的公平公正。一是要多策并举推动煤炭生产地区经济多元化，提高受影响地区“造血功能”。应考虑煤炭资产再利用，例如废弃矿井进行 CCUS、储能储氢、冷链冷藏等；利用煤炭产区基础设施优势，结合具体区位因素和营商环境背景，实现地方经济多元化，例如发展仓储物流中心、新型工业园区、旅游服务等产业；推动煤炭产业与新兴战略产业组合，特别是新能源、能效相关的产业，最小化煤炭产业沉没资产，识别价值转移的机会。二是要完善煤炭从业人员再就业安置机制。应根据受教育程度、年龄、所在地经济发展水平等因素，更精准地识别面临再就业问题人群的不同需求，解决就业安置问题。对于当地安置困难的地区，要加强再就业培训机构尤其是跨区域再就业服务平台的建设；对于经济特别困难、病弱残疾的职工要重点支持，确保社保、医疗、养老等保底机制；为受教育程度低、转业困难的人群优先提供电商、社区服务等就业机会；考虑利用煤炭行业税收和利润，并与中央转移支付相结合，面向再就业安置人员建立专项帮扶基金。三是应通过政策引导为煤炭及在转型过程中受到负面冲击的相关企业提供资金援助，弥补其经济损失。

第三章 加强国际合作推动“一带一路”国家能源低碳转型

一、“一带一路”国家能源低碳转型的现状

(一) “一带一路”国家经济、能源、排放现状

“一带一路”国家人口基数巨大，经济发展水平也相对较低。2018年，“一带一路”国家人口占世界总人口的64%，而国内生产总值在世界总GDP中占比仅为39%，与其超过六成的庞大人口基数形成了强烈的反差（见图3-1）。IMF数据清楚地说明，“一带一路”地区经济增长前景远超过北美洲或欧洲，即使把“一带一路”地区预测增速减半，其增速也不会低于北美洲或欧洲，这意味着未来一段时间内，“一带一路”地区将成为拉动世界经济增长的重要引擎⁸。

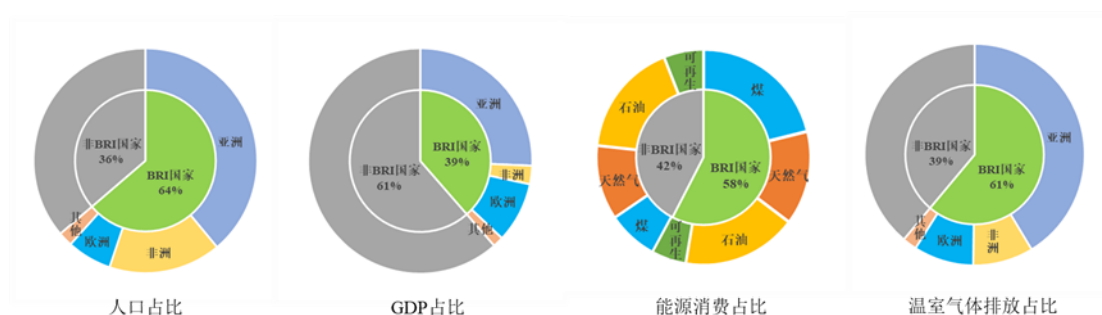


图 3.1 “一带一路”国家经济社会和能源排放现状⁹

“一带一路”国家能源消费总量较高，以化石能源为主，能源低碳转型迫在眉睫。2018年，“一带一路”国家和地区能源消费量占全球总量的58%，且主要以化石能源为主（见图3-1）。需要注意的是，煤炭在“一带一路”国家能源消费结构中权重很高。2018年，“一带一路”国家煤炭消费量占世界煤炭消费总量的73.6%，天然气、石油和可再生能源的消费量基本与非“一带一路”国家持平（分别占世界总能耗的56.6%、50.5%、46.7%）。其中除去中国，亚洲“一带一路”国家能源消费结构主要为天然气与石油，分别占世界能源消费的24%与20%；非洲“一带一路”国家年能源消费量不高，但很平均，各类能源消费平均占世界能源消费的3%左右，石油占比最高，为4.2%；欧洲“一带一路”国家消费的主要能源是天然气，占世界天然气消费总量的19%左右。“一带一路”国家可再生能源消费量只占到能源消费总量的9%。2018年，“一带一路”国家温室气体排放占全球温室气体排放总量的61%（见图3-1）。如果“一带一路”国家不改变传统的高化石能源依赖的经济增长路径，在当前其迅猛的经济增势之下，未来必将会成为潜在的高碳锁定区域。

(二) “一带一路”国家能源投资合作现状

⁸ 新浪财经，2017。一带一路将成为拉动世界经济增长的主要引擎。

<http://finance.sina.cn/zl/2017-05-15/zl-ifyfeivp5713360.d.html?from=wap>

⁹ 人口数据来源于 United Nations 的 World Population Prospects；GDP 数据来源于 World Bank；能源数据来源于 Energy Information Administration；碳排放数据来源于 Our World in Data。

中国是“一带一路”国家最大的贸易伙伴，能源是中国参与“一带一路”国家投资建设的最主要领域。海关总署数据显示，2021年中国对“一带一路”国家的货物贸易总额为11.6万亿元，较上年增长23.6%，创下新高。¹⁰其中需要注意的是，2020年中国与东盟进出口额为4.74万亿元，同比增长7%，双方首次互为第一大贸易伙伴¹¹。2021年，中国通过金融投资和合同合作参与“一带一路”144个国家总额约为595亿美元（投资额约139亿美元，合同额约456亿美元）的项目建设。其中，能源合作是中国对“一带一路”国家投资建设的最主要部分，2021年占到了投资建设总额的37.44%（见图3-2）（Green Finance & Development Center, 2022）。

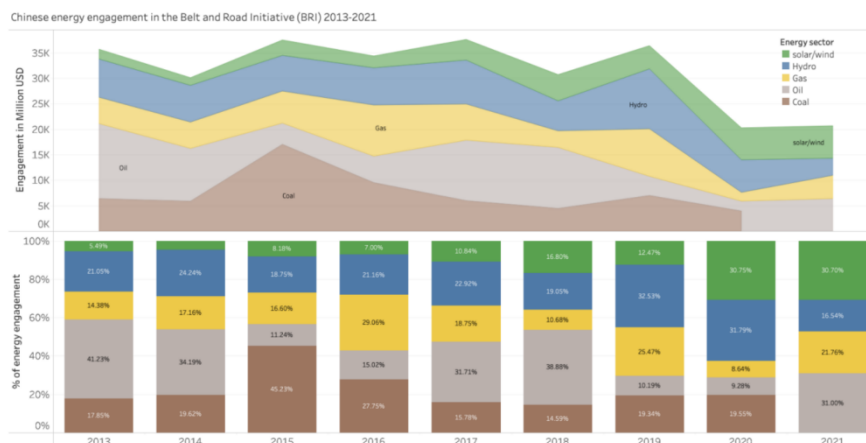


图 3-2 2013—2021 年中国参与“一带一路”国家投资建设的部门占比

来源: China's Investments in the Belt and Road Initiative (BRI) in 2021

中国参与“一带一路”国家能源部门的投资建设逐渐趋于清洁化，可再生能源投资已成为主体部分。自 2017 年以来，中国对“一带一路”国家的可再生能源投资力度逐渐加大。2020 年，来自中国的可再生能源投资占比达到了 56%，成为了中国对“一带一路”国家能源投资的主体部分。2021 年，中国国家主席习近平在第 76 届联合国大会一般性辩论中承诺中国将不再新建境外煤电项目。2021 年，中国在“一带一路”国家的可再生能源投资建设总额约为 100 亿美元，主要集中在太阳能和风能（31%）以及水电（17%）等领域（见图 3-3）。

¹⁰ 人民日报海外版，2022。共建“一带一路”顺应经济全球化潮流（热点对话）。

http://paper.people.com.cn/rmrbhwb/html/2022-02/26/content_25905068.htm

¹¹ 对外经济，2021。中国东盟首次互为第一大贸易伙伴。

http://shanghaibiz.sh-itc.net/article/dwjyiw/202101/1508062_1.html

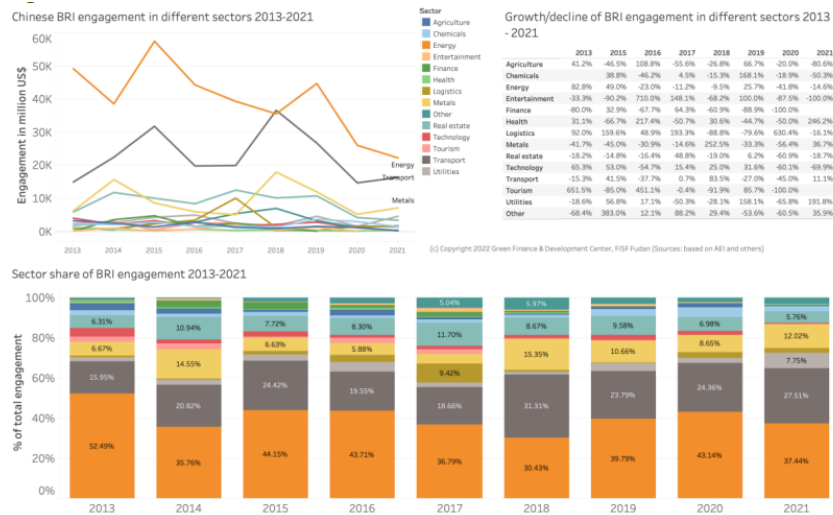


图 3-3 2013-2021 年中国对“一带一路”国家分品种的能源合作情况

来源: China's Investments in the Belt and Road Initiative (BRI) in 2021

(三) 中国与“一带一路”国家能源投资建设的合作机制

借助“一带一路”能源部长会议、能源合作伙伴关系等对话机制和平台，凝聚能源领域的发展、合作和治理共识。能源合作是共建“一带一路”的重点领域，2018年10月18日，首届“一带一路”能源部长会议上，中国与17个国家共同发布《建立“一带一路”能源合作伙伴关系部长联合宣言》。2019年3月和4月，中国与伙伴关系成员国先后举办了两次富有成效的磋商会，就伙伴关系的成立方式、合作原则和务实行动达成了共识。2019年4月25日，在第二届“一带一路”高峰论坛期间，30个国家在北京共同成立伙伴关系。伙伴关系成为首个由中国政府发起的政府间能源类多边机制，为成员国解决能源发展面临的问题，带动更高质量、更高水平、更可持续的能源领域务实合作提供了新平台。2019年12月，首届“一带一路”能源合作伙伴关系论坛在北京召开，聚焦清洁能源合作，旨在高质量推动“一带一路”能源合作走深走实，实现绿色发展，促进能源合作示范项目的落地。2020年12月，第二届“一带一路”能源合作伙伴关系论坛在北京召开，以“绿色能源投资推动经济包容性复苏”为主题，聚焦疫情后全球能源转型与绿色发展，推动“一带一路”国家经济包容性复苏，实现可持续发展目标。¹²2021年10月18日，第二届“一带一路”能源部长会议举行了扩员仪式和合作网络成立仪式、通过了《“一带一路”能源合作伙伴关系章程》、发布了《“一带一路”绿色能源合作青岛倡议》和能源国际合作最佳实践。

通过项目投资、工程建设等方式，以务实行动推动“一带一路”国家能源基础设施建设，并逐渐实现低碳转型。能源项目是中巴经济走廊的重中之重，也是进展最快、成果最为显著的领域，截至2020年2月，中巴经济走廊内已有12个能源项目商业运行或开工建设，总装机容量724万千瓦，总投资约124亿美元，2018—2019财年中巴经济走廊项目实际发电量为

¹² 一带一路能源合作网，2021。“一带一路”能源合作伙伴关系2周年特别报道。

<http://obor.nea.gov.cn/pictureDetails.html?id=2957>

177.28 亿千瓦时，占巴基斯坦国家电网（NTDC）总发电量的 14.5%，可为 3300 余万人提供电力服务，并提供了超过 1 万个就业岗位¹³。中国与东盟能源合作的重点也在由传统的化石能源转向可再生能源的投资建设，2017 年，国家发展改革委、国家能源局制定的《推动“一带一路”能源合作愿景与行动》指出，中国将积极实施中国-东盟清洁能源能力建设，新能源投资项目逐渐增多，可再生能源的合作成为了重点领域（孟婵，2019）。中国是非洲可持续发展的坚定支持者，双方已在中非合作论坛框架内实施上百个清洁能源和绿色发展项目。

在“城市外交”理念的指导下，中国地方政府积极与“一带一路”重要能源城市互结友好城市，加强地方级别的高层互访和对话。新疆、陕西、宁夏和甘肃等省市与“一带一路”诸多重要的能源城市缔结了友好城市合作协议，如新疆研究制定了参与中哈、中塔合作及中蒙俄经济走廊建设的实施方案，累计缔结国际友好城市 45 对。中国新疆与巴基斯坦各级地方政府建立 7 对友好城市关系，是中国与巴基斯坦建立友好城市关系数量最多的省份。新疆金风科技股份有限公司也成为走进巴基斯坦的第一批中国风电制造商，截至目前，该公司已在巴基斯坦投运 7 个风电项目，每年可为当地提供绿色电力超过 15 亿度。

多项资金融通工程为中国与“一带一路”国家的能源合作提供了稳固的融资平台。亚洲基础设施投资银行、丝路基金等重点金融机构能够为“一带一路”地区提供长期、稳定、风险可控的金融支持。截至 2020 年年底，亚洲基础设施投资银行共有与气候相关的投资项目 47 个，投融资金额合计 88.9 亿美元，占总规模的 40%，主要投向能源领域。该银行提出，到 2023 年 7 月 1 日所有投资项目将实现与《巴黎协定》相关目标完全保持一致，将不断增加应对气候变化方面的融资比重，计划在 2025 年实现气候融资占比 50% 的目标。预计到 2030 年，其累计气候融资总额将达到 500 亿美元。与此同时，中国支持鼓励政策性、开发性金融机构参与“一带一路”的金融合作。国家开发银行通过提供大额长期的融资服务，逐步助力合作国清洁能源产业的发展。据统计，截至 2018 年末，其支持的“一带一路”清洁能源项目累计发放贷款 64 亿美元，其中，提供的可再生能源贷款涵盖风电、太阳能等多个新能源利用领域（中国循环经济协会可再生能源专业委员会，2020）。中国进出口银行在厄瓜多尔米纳斯·圣弗朗西斯科水电站项目已于 2021 年 4 月完成最终验收移交，按照规划每年可提供 12.91 亿度清洁电力，截至目前，项目已累计发电逾 14 亿度，为当地创造超 2000 个就业岗位，可满足约 120 万居民的生活用电需求和 2000 户生产型企业的商业用电需求，为厄瓜多尔社会经济复苏提供了重要绿色能源保障。

二、“一带一路”国家能源低碳转型的规划

“一带一路”国家努力提高国家自主贡献以实现气候目标，并通过制定相关退煤减煤、可再生能源发展目标加速全球能源绿色低碳转型进程。随着全球气候进程的不断向前推进，以中国为首的“一带一路”国家积极完善并努力提升自身的国家自主贡献（NDC），以求通过驱动自身的积极减排，实现《巴黎协定》中至本世纪中叶全球温升控制在 1.5℃ 和 2℃ 以内的目标。同时，伴随着全球能源绿色低碳转型的浪潮，“一带一路”国家也通过设立和制定相关能源战略目标和规划，加快能源系统退煤脱碳的步伐，大力发展可再生能源，提高和加强

¹³ 一带一路能源合作网，2020. 中巴能源合作. <https://obor.nea.gov.cn/pictureDetails.html?id=2567>

其在能源结构中的比重和地位，着力推动清洁、低碳、高效的绿色能源体系的有序构建和形成。

（一）“一带一路”国家的国家自主贡献（NDC）情况

大部分“一带一路”国家在国家自主贡献（NDC）中设立明确量化的排放强度减排目标，并且大部分国家都提出了碳中和或净零排放的目标。截至目前，除也门、利比亚外，其他 147 个“一带一路”国家都向《联合国气候变化框架公约》秘书处提交了各自的国家自主贡献（NDC）文件。表 3-1 展现了“一带一路”各国在各自国家自主贡献（NDC）中提出的减缓气候变化目标的情况，主要包括五类。在“一带一路”国家中，提出相对基准情景减排目标和相对基准年的量化排放强度减排目标的国家最多，占“一带一路”国家的 69%。提出绝对量减排的国家仅有 5 个，另有 6 个国家以能源强度降低作为减排目标。此外，还有 21% 的国家没有提出量化的减缓目标，取而代之的是一系列减排行动。到目前为止，国际上已有 128 个国家提出了碳中和或净零排放的目标¹⁴，这其中包括 93 个“一带一路”国家，占比高达 73%，这充分说明“一带一路”国家正在努力积极提高自身的减排贡献。

表 3-1 “一带一路”国家的国家自主贡献（NDC）中减排目标类型

减排目标类型	具体国家
相对基准情景减排	文莱、柬埔寨、基里巴斯、菲律宾、所罗门群岛、泰国、越南、印度尼西亚、伊朗、伊拉克、黎巴嫩、格鲁吉亚、萨尔瓦多、约旦、巴勒斯坦、吉尔吉斯斯坦、蒙古、阿富汗、孟加拉国、斯里兰卡、马尔代夫、韩国、布隆迪、科摩罗、吉布提、埃塞俄比亚、肯尼亚、马达加斯加、乌干达、贝宁、科特迪瓦、喀麦隆、刚果（布）、加纳、马里、几内亚比绍、中非、尼日尔、尼日利亚、塞内加尔、塞拉利昂、乍得、多哥、安哥拉、莱索托、坦桑尼亚、津巴布韦、阿尔及利亚、摩洛哥、阿尔巴尼亚、波黑、北马其顿、土耳其、委内瑞拉、秘鲁、巴巴多斯、哥斯达黎加、格林纳达、牙买加、巴拿马、特立尼达和多巴哥（61）
相对基准年减排	库克群岛、密克罗尼西亚联邦、塞舌尔、阿塞拜疆、哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、加蓬、冈比亚、赤道几内亚、毛里塔尼亚、赞比亚、突尼斯、保加利亚、塞浦路斯、捷克、爱沙尼亚、匈牙利、立陶宛、拉脱维亚、马耳他、波兰、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、奥地利、希腊、意大利、卢森堡、葡萄牙、白俄罗斯、摩尔多瓦、乌克兰、克罗地亚、黑山、塞尔维亚、俄罗斯、多米尼克、以色列、土库曼斯坦、厄立特里亚、多米尼加、新西兰、博茨瓦纳（43）
能源强度减排	中国、马来西亚、新加坡、乌兹别克斯坦、智利、乌拉圭（6）
绝对量减排	阿曼、亚美尼亚、几内亚、纳米比亚、南非（5）
政策行动	斐济、老挝、缅甸、纽埃、巴布亚新几内亚、东帝汶、汤

¹⁴ Net Zero Tracker. <https://zerotracker.net/>

	加、瓦努阿图、萨摩亚、阿联酋、巴林、科威特、卡塔尔、沙特阿拉伯、尼泊尔、巴基斯坦、卢旺达、苏丹、索马里、佛得角、利比里亚、莫桑比克、埃及、圭亚那、苏里南、玻利维亚、厄瓜多尔、叙利亚、安提瓜和巴布达、古巴、刚果(金)、南苏丹 (32)
无 NDC	也门、利比亚 (2)
已实现碳中和目标	不丹 (1)

备注：标红国家为已提出碳中和或净零排放目标的国家

（二）“一带一路”国家的减煤或退煤规划和目标

COP26 形成了《格拉斯哥气候协定》，首次对各国逐步减少未加装减排设施的煤电厂提出明确要求。此外，70 多个国家和组织还签署了《全球煤炭向清洁能源转型声明》(Global Coal to Clean Power Transition Statement)，这其中包含 32 个“一带一路”国家。这充分说明了“一带一路”国家正在积极参与并努力提高自身贡献，推动全球从煤炭到可再生能源的过渡。但是，目前大部分“一带一路”国家由于自身的能源需求和经济发展的需要，短时间内还无法完全摆脱对煤炭的依赖，其减煤进程还需稳步有序推进。

截至 2021 年年中，全球已有 21 个国家承诺在固定的时间框架内全面逐步淘汰煤炭，但主要都是 G20 和欧盟成员国等发达国家 (IEA, 2021)。附表 1 列举了部分“一带一路”国家的退煤、减煤规划、目标以及与其相关的政策文件。其中，只有意大利、葡萄牙、希腊、匈牙利和斯洛文尼亚等欧洲国家明确提出了完全退煤（淘汰煤电）的目标时间，其余国家大都通过政策文件、会议承诺等形式确定减煤目标，并且大部分都集中在煤电领域，少有针对全面退煤制定的目标和规划。

（三）“一带一路”国家的可再生能源发展规划和目标

“一带一路”国家普遍开始重视可再生能源的发展，并在国家计划和政策中建立明确量化的可再生能源发展目标，但面临诸多问题和挑战。随着可再生能源技术的不断创新和普及，以及成本的不断下降，“一带一路”国家已经逐步重视可再生能源发展的部署和规划，并且在相关计划、政策甚至法律文件中得到体现。附表 2 列举了部分“一带一路”国家的可再生能源发展目标或规划，绝大部分国家都提出了明确量化的可再生能源发展目标。但是，“一带一路”国家大多为发展中国家，其可再生能源发展面临多方面的问题和挑战，各国仍需高度重视这些问题和挑战，保证可再生能源的健康发展。以东盟为例，经济发展带来的高速增长需求导致东盟各国普遍对传统化石能源仍有较强的依赖，传统能源逐步削减和退出的短期、长期系统计划尚不明晰。同时，即便东盟的可再生能源成本在显著下降，但相对于传统化石能源仍不占成本竞争优势，除新加坡、文莱、马来西亚、泰国外，东盟其他各国普遍经济发展水平较低，未来通过国内投融资满足可再生能源增长的财政压力较大，需要国际社会在资金方面给予强有力的支持。并且，东盟各国薄弱的电网基础设施也给可再生能源消纳并网带来了不小的困难。

三、“一带一路”国家在能源低碳转型过程中面临的风险与挑战

（一）“一带一路”国家在减少煤炭等化石能源使用、实现能源低碳转型过程中面临能源安全风险、资产搁浅、公正转型等诸多挑战

“一带一路”国家“弃煤”是大势所趋，越来越多的国家给出停建煤电项目的时间表。中国、日本、韩国是世界上排名前三的境外燃煤项目融资国，目前都已承诺不再兴建海外煤电项目。面对煤电融资等宏观环境的变化，规划开工的新增煤电项目将越来越少，“一带一路”国家（特别是电力需求巨大而煤电等传统化石能源依存度又较高的国家）面临诸多转型风险与挑战。

总体上，“一带一路”国家对煤电的依存度较高，如果不能有序平稳推动绿色低碳转型，可能会引发能源安全风险。《BP 世界能源统计年鉴》数据显示，截至 2020 年底，全球共有 79 个国家的燃煤发电厂还处于运行状态，“一带一路”沿线国家有 37 个¹⁵。“一带一路”沿线国家中煤电占比较大的区域主要集中在亚洲地区，印度尼西亚、马来西亚、越南以及哈萨克斯坦等国家的煤电占比都在一半以上。南非煤炭发电占电力供应总量的 85% 以上。同时，从终端电力消费来看，能源转型后电气化水平将大幅提升，即使全社会能源消费量相同，全社会用电量也将显著增加，倒逼电源侧提供更多电量，电力系统的发电装机规模和发电量都将显著增加，煤电的加速退出将进一步加大能源供需之间的不匹配，加剧能源供应安全风险。

化石能源退出面临的资产搁浅成本高，可能会影响宏观经济发展。传统化石能源逐步退出、实现绿色低碳能源转型过程将打破原有能源投资、生产、消费格局，重塑产业链、供应链，导致市场供需发生错配或衔接错位，造成资产搁浅风险，还可能引发经济系统风险。全球化石能源及相关企业市值约 18 万亿美元，占市场总规模的 1/4；相关可交易债券额约 8 万亿美元，占市场总规模的 1/2（吕建中，2021）。据估计，2℃ 目标下全球 59% 左右的煤炭储备将成为搁浅资产，而 1.5℃ 目标下该比例将上升至 84%（中央财经大学绿色金融国际研究院，2021）。金融智库 Carbon Tracker 发布报告指出，全球目前在建或在计划阶段的煤电项目达到 499 吉瓦，可能使 6380 亿美元资产搁浅，其中东南亚计划或在建的煤电厂总共达到 78 吉瓦，面临风险的煤电投资达 1240 亿美元（Carbon Tracker，2021）。中国目前煤电设备整体偏“年轻”，平均机龄仅为 12 年，据估计，中国煤炭搁浅资产规模可能达到 3 万~7 万亿元（钟正生、张璐，2021）。同时，传统化石能源企业盈利能力大幅下降，造成资产价格崩溃，可能出现巨额债务违约。

化石能源的退出将会给传统行业带来冲击，引发公正转型的挑战。化石能源行业的逐步减少与退出，将给煤炭等传统化石能源企业和从业人员带来冲击，造成社会影响。尽管随着可再生能源行业的快速发展，新的就业岗位不断出现，但就业创造与就业损失间存在着时间、空间和技能的不匹配。传统化石能源产业受影响，就业群体难以完全在新创造的就业岗位中找到适合位置。中国目前煤炭行业就业规模是 260 万人左右，根据测算，在不同的情景下，包括政策和环境因素，2030 年整个煤炭行业的就业规模还要减半，甚至可能减到 100 万人左右。从长期来看，到 2050 年整个煤炭行业从业人员可能减少到 20 万人¹⁶。南非在相当长的时间内极度依赖煤炭，煤炭发电量占南非电力供应总量的 85% 以上，且约 40 万人口的就业直接

¹⁵ “一带一路”煤电项目的挑战. <https://new.qq.com/omn/20211022/20211022A09DC400.html>

¹⁶ 中国能源网，2020. 煤电和煤炭转型的就业影响.

与煤炭行业相关（周正韵，2022）。另外，能源供需缺口增大及能源成本提高导致能源价格提升，在传导至下游时形成通胀，会给低收入人群带来更大的经济压力，引发更多社会问题。

（二）“一带一路”国家在发展可再生能源过程中面临的挑战

“一带一路”国家大部分拥有丰富的太阳能、风能、水能、地热能及生物质能资源。但大多数“一带一路”国家可再生能源开发利用水平不高，在推进可再生能源发展进程中面临诸如政策、资金、技术、环境等多方面的发展障碍。

可再生能源发展目标缺乏雄心。很多“一带一路”国家设立的可再生能源发展目标还不足以支撑能源绿色低碳转型。东盟在 2016—2025 年合作行动计划中提出，到 2025 年可再生能源在一次能源供给结构中的占比达到 23%，而越南规划到 2030 年可再生能源装机容量仅占总装机容量的 21%，文莱计划到 2035 年可再生能源装机容量仅占电力总装机容量的 10%，均低于东盟总体目标。非洲最大经济体尼日利亚设定了 2025 年可再生能源占能源消费 10% 的目标，而非洲第二大经济体南非还未设立明确目标。另外，面对经济复苏压力，多国将扶持化石能源作为复苏计划的主要内容。

可再生能源政策扶持力度不够。可再生能源发展需要相关政策扶持，如价格补贴和电网建设承诺，但较多“一带一路”国家由于缺乏相关的政策扶持，限制了可再生能源的发展。关于可再生能源的市场消纳和价格政策框架不健全，影响了“一带一路”国家可再生能源项目的“可融资性”。上网电价政策激励偏低或频繁变动使得可再生能源发展缺乏竞争力，而另一部分国家较高的上网电价导致特定类型的电源建设申请激增，超额配置又导致相关激励政策被迫终止。另外，大多数东盟国家仍然缺乏完全透明的可再生能源发展土地许可程序，获取、保留和转让土地使用权的程序复杂，漫长的土地购置期和昂贵的购置费用也导致项目开发延误和成本超支（严兴煜、高艺，2020）。项目许可过程繁琐、漫长，短期内政策多变及可再生能源发电并网指导方针不明确，导致行业投资效率较低，也使得东南亚太阳能和风能开发成本仍然高于许多其他地区。

资金不足制约了“一带一路”国家可再生能源的发展。国际能源署发布的《世界能源展望 2020》报告指出，2021 年，撒哈拉以南非洲地区仅太阳能产业的投资需求就达 60 亿美元，存在较大的资金缺口。越南规划和批准了多项可再生能源项目，但由于资金不足，转化率非常低。大多数项目通过国际银行获得资金，当地银行仅通过提供担保的方式参与项目投资。目前，越南仅能为 1000~2000 兆瓦装机容量的可再生能源项目提供资金，尚有 10 吉瓦装机容量的可再生能源项目资金尚未解决（创绿研究院，2020）。由于财政紧张，没有资金更新现有火电厂的设备，这些国家只能维持能源发展现状。另外，投融资困难也制约着“一带一路”国家的可再生能源发展。一些“一带一路”国家债务水平高或购电方实力较弱，可再生能源项目往往难争取到东道国的主权担保，增加了融资成本（清华大学绿色金融发展研究中心、创绿研究院，2020）。

可再生能源技术不足，关键核心技术研发能力弱，尚不能支撑能源绿色低碳转型。可再生能源技术约束是“一带一路”国家可再生能源开发面临的主要障碍之一。东盟在可再生能源技术创新方面存在一定不足，相关的光伏技术、风电技术能力还较弱，制约了东盟国家可再生能源的发展。同时，当前“一带一路”沿线国家电网基础并不雄厚，沿线国家网架结构较弱，高电压等级的线路较少，并且各国电力互通互联有限，对大规模可再生能源电力并网

和输送产生一定限制（中国循环经济协会可再生能源专业委员会，2020）。例如，印度尼西亚各岛屿之间暂未形成统一电网，资源丰富但消纳能力有限的地区无法为电力需求较大的地区输送清洁的可再生能源电力，限制了可再生能源发展。

标准不统一阻碍了“一带一路”国家可再生能源国际合作。标准化是制约中国企业参与“一带一路”国家可再生能源投资的主要障碍之一。“一带一路”国家大多对中国制造的设备 and 产品设有经认证方可进口的强制性要求，对施工方面的标准只认可国际标准。因此，风电、光伏企业的海外投资首先要做产品的国际认证，并因国别不同而做不同的认证，如非洲法语区、英语区及葡语区的标准各有不同，为可再生能源国际合作带来了很大的困扰（自然资源保护协会，2019）。

四、“一带一路”国家能源低碳转型的合作建议

“一带一路”国家应基于各国国情采取渐进式的能源低碳转型战略。一是要因地制宜探索及制定化石能源退出的时间表和可再生能源发展的具体目标，为化石能源的有序退出和可再生能源的合理替代提供宏观指引。二是针对大量的存量化石能源基础设施，要加强化石能源的清洁高效利用，如推动煤炭高效燃烧发电技术、洁净燃煤技术、生物固碳和化学固碳等技术的普及应用。三是需要考虑政策间的系统性和协同性，设计一揽子的政策体系予以保障，包括资金和技术保障政策，以及电力市场价格稳定政策、可再生能源补贴扶持政策等。

开展“一带一路”国家清洁能源技术国际合作。一是明确不同“一带一路”国家清洁能源技术需求。二是根据不同国家资源条件、发展状况提供有针对性的技术合作方案。重视提供“小而美”的清洁能源项目解决方案，以“小项目”推动“大合作”。三是通过联合研发、人才联合培养等方式加强能力建设，有效提升“一带一路”区域国际可再生能源发展技术水平。四是加强对中国清洁能源技术发展经验的总结，提供有借鉴意义的技术实践，深化国际清洁能源技术合作。

深化推动“一带一路”国家绿色投融资合作。完善海外投资负面清单制度，进一步强化海外投融资政策中的气候和环境因素。因地制宜，开发适用于“一带一路”发展中国家的绿色投融资工具，鼓励绿色投融资产品服务创新，推动建立适用于“一带一路”国家的绿色投融资标准。注重通过转型金融等新兴理念和工具保障“一带一路”国家传统行业的绿色升级和转型过程中的公正公平。探索“债转自然”等债务转换方式，为深受气候变化和环境退化所困的脆弱国家提供资金，支持后疫情时代的绿色复苏。同时，支持建设“一带一路”国家碳市场，探索“一带一路”碳市场链接机制，以更低的减排成本推进绿色低碳转型。

加强转型过程中的公正普惠意识，积极促进“一带一路”国家的能源公正转型。首先，“一带一路”国家应该从整体战略体系布局，制定各国整体能源公正转型战略方案，系统规划各区域、各产业的转型目标、技术创新、人才培养等方面内容，保障所有公民共享转型过程中带来的效益和成本。其次，对于转型过程中受到负面冲击的化石能源及相关企业，应设立公正转型基金，给予相应的补贴，帮助其缓解转型带来的经济损失，同时对于具有转型潜力的企业应额外给予技术上、人才上的支持。对于转型过程中产生的冗余劳动力，应妥善安置并进行转向可持续发展行业的技能再培训，同时积极引导替代产业和新兴产业发展，创造新的就业机会，充分包容与接纳该部分群体。

加强“一带一路”倡议与国际相关合作倡议的深入对接，共同推动“一带一路”国家的能源低碳转型进程。积极推动“一带一路”倡议与欧盟“全球门户”计划（Global Gateway）以及美国“重建美好世界”倡议（Build Back Better World）等区域合作倡议在能源低碳转型方面的深入对接，实现更大范围、更宽领域、更深层次的开放合作与交流。中美欧等各方应在与“一带一路”国家的气候领域合作中增加对于能源低碳转型议题的讨论，积极分享在能源低碳转型进程中的成功经验和最佳实践，发挥各自在技术、资金、人才等方面的比较优势，形成多方协同效应，发挥多方合力，切实增强“一带一路”国家在能源基础设施、可再生能源技术等方面的能力建设，共同促进“一带一路”国家能源领域的绿色、高效转型，实现多方互利共赢。

第四章 性别主流化分析

性别平等是人类的基本权利，男性和女性在政治、经济、社会和家庭中应受到平等的对待，在减缓和适应气候变化方面同样应如此。若无法在气候变化工作中考虑性别平等并采取相应的保障措施，将会限制女性在其中的充分参与与贡献，而当女性的视角和需要无法得到充分表达和体现时，相应的解决方案也会欠缺性别平等的考虑，甚至进一步加重性别不平等的情况。同时，在制定气候政策时，除了女性领导力和女性视角，也需要考虑女性面临的现状，如暴力、医疗需求、较弱的经济弹性以及无偿的家务劳动等，避免单一视角对女性处境的忽视。保障性别平等与可持续发展可实现协同效应。

2017年，《联合国气候变化框架公约》第23次缔约方大会（COP23）上颁布了性别行动计划，邀请缔约方、下属机构成员、联合国组织、观察员和其他利益相关方参与性别行动计划的实施，推动将性别问题纳入气候行动所有的环节。2020年2月，在政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）第52次全会上，专家组通过了《性别政策和实施方案》（Gender Policy and Implementation Plan），旨在在其进程中提高性别平等，并推广性别包容的环境。《巴黎协定》同样提到了性别平等，并把它视为在采取行动应对气候变化时应考虑的诸多问题之一。在2016年提交的NDCs中，64个缔约方提到了女性或性别。当各国提交新的和更新的NDCs时，大多数完善的NDCs都提到了女性和性别，这表明大多数国家对于处理气候工作中的性别平等问题具有更强的认知和意愿¹⁷。

性别平等是中国的基本国策之一。为提升女性的地位，促进性别平等，中国注重确保女性平等地参与经济活动、就业和创业¹⁸。最新的《中国妇女发展纲要（2021—2030年）》将“女性与环境”确定为八大主题之一。然而，在环境和气候领域中，中国表现出的性别意识尚不够突出，与国际社会性别与环境两个领域齐头并进的发展趋势尚存差距。加强环境和气候领域的性别平等考虑和措施，将会促进中国实现性别平等、为保障可持续发展提供倍增效应，同时将极大地提升中国在国际社会中的形象。本章，我们提出将性别平等与中国气候行动相结合的三个主要且可行的具体工作领域。

一、充分发挥女性在气候工作中的参与者和推动者角色，增强女性的气候领导力

2021年，苏格兰政府和联合国妇女署在COP26发表了《格拉斯哥女性领导力声明》¹⁹，呼吁提高妇女和女孩在应对气候变化方面的作用。而与此同时，COP26的140位代表团

¹⁷ Quick Analysis – Gender Climate Tracker. <https://genderclimatetracker.org/gender-ndc/quick-analysis>

¹⁸ Women, U. N. "Gender Dimensions of Vulnerability to Climate Change in China." (2016).

¹⁹ Gender equality and climate change: Glasgow Women's Leadership statement.

<https://www.gov.scot/publications/glasgow-womens-leadership-statement-gender-equality-climate-change/>

长中，女性仅占 10 名。目前在全球气候和环境方面的治理体系中，女性远未达到应有的比例。2020 年，在全球范围内，各国环境部门领导人中仅有 15% 是女性²⁰，而女性雇员的比例也平均仅为三分之一²¹。在中国，生态环境部的部领导中没有女性²²。

充分发挥女性领导力对于减缓和应对气候变化非常重要。尤其是在高度依赖自然资源的农村地区，气候变化带来的影响决定着居民的生计，而女性作为农业生产和家庭劳动的主体，其对于气候变化的脆弱性较高，减缓和应对气候变化的行动对其影响也较大。女性作为受气候变化影响最显著的群体，在减缓和应对气候变化决策过程中应得到充分的代表。只有为女性赋权，才能更好地实现可持续发展，扶贫减困。

《联合国气候变化框架公约》邀请缔约方任命国家性别和气候变化联络人（National Gender & Climate Change Focal Point, NGCCFP），负责气候谈判、执行和监测工作，并给予充分支持。NGCCFP 可以通过以下这些方面，在《联合国气候变化框架公约》的支持下实现气候工作中的性别主流化²³：

- 提高代表团和/或国家对于性别和气候变化问题的认识，推动能力建设。
- 作为代表团讨论主题问题的联系人，如气候融资和社会性别问题。
- 在性别和气候变化议程项目及其他专题领域内，协调代表团对社会性别问题的立场。
- 在国家层面（如气候变化相关部门和社会性别协调部门）协调气候规划问题，将《联合国气候变化框架公约》进程与国家进程更好地联系起来。
- 参加其他组织（如妇女环境与发展组织、联合国妇女署、世界自然保护联盟等）支持《联合国气候变化框架公约》进程开展的网络和能力建设活动。
- 作为秘书处（及其他方）沟通相关事件、信息、培训等工作的联系人。
- 提高对性别敏感气候计划和动态的认识，跟踪其进展（国家数据中心、国家行动方案、国家信息通报等）。
- 在《联合国气候变化框架公约》和其他会议上，跟踪代表团关于社会性别平衡目标的进展情况。
- 倡导在代表团或集团提名的组成机构和主席团中实现社会性别平衡。

NGCCFP 可以有效增强国家的性别和气候变化能力建设，帮助国家在气候工作中纳入

²⁰性别平等共创可持续未来：为什么女性在跑赢气候变化上至关重要。

<https://www.cn.undp.org/content/china/zh/home/ourperspective/ourperspectivearticles/2022/gender-equality-today-for-a-better-tomorrow.html>

²¹ Gender Equality in Public Administration. <https://www.undp.org/publications/global-report-gender-equality-public-administration>

²² 生态环境部组织机构。 <https://www.mee.gov.cn/zjhb/>

²³ 国家性别和气候变化协调中心的能力建设和培训需求。
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/NGCCFP_WebinarPPT_ChineseSim.pdf

性别问题的考量。目前已有 94 个缔约方提名了其 NGCCFP，而中国却尚未提名，中国提名本国的 NGCCFP 可以作为推动气候工作中性别主流化的简单易行而又有效的一大步。

二、推动公正转型，确保女性平等参与就业市场，实现低碳能源转型和促进性别平等的双赢局面

“公正转型”是指经济转向可持续生产（主要是应对气候变化和保护生物多样性）时确保工人权利和生计所需的一系列社会干预措施²⁴，目前已在能源转型政策的讨论中受到普遍关注。在绿色转型中，公正转型旨在确保转型利益的分享，同时支持在经济上遭受损失的参与者——无论是国家、地区、行业、社区、工人还是消费者。值得注意的是，女性作为脆弱的群体，在转型中同样可能遭受损失。公正转型不仅需要关注淘汰行业的失业工人，同时也应关注在转型中受到影响的女性群体。

实现碳中和需要经济结构的系统性转型并将从根本上改变就业市场，既有加剧性别不平等的风险，同时又可能带来促进性别平等的机遇。例如，在煤炭等碳强度较高的传统行业中，决策者和劳动力都以男性为主，而在退煤和发展替代能源及其相关新兴产业的过程中，有机会重新改写女性在就业市场中的地位，消除能源行业中男性为主的锁定效应。根据国际劳工组织（International Labour Organization, ILO）提供的数据，如果在能源部门采取行动，到本世纪末将全球变暖控制在 2°C 以内，那么可以创造约 2400 万个就业机会，在很大程度上抵消就业损失²⁵。男性和女性都有机会平等地接触到新兴绿色产业中的新就业机会，尤其是那些尚未被公认为“男性化”的工作，包括大量的技术和高新岗位，以及减缓和适应气候变化政策和项目的相关工作²⁶。需要确保传统能源和工业部门中原有的性别不平等不会被转移到新兴的绿色经济中。若在转型过程中忽略对性别平等的考量，则有可能进一步加剧男性和女性在就业市场和免费提供家务劳动方面的不平等。

为了确保女性在新兴的相关行业中拥有均等的就业机会，这些岗位的培训需要均等地覆盖女性群体和男性群体。对于淘汰的高碳行业职工的再就业培训很重要，但若该群体以男性为主，会有在新兴行业中再次造成男性为主的锁定效应的风险，可以在培训中均等地覆盖待业的女性群体。此外，还需要开展性别平等教育，实施女性能力建构项目，并提高对女性任职绿色岗位尤其是领导岗位的认知。政策和决策制定者应确保绿色岗位的就业和能力发展政策不带有任何形式的性别歧视，同时，企业及其他机构应确保岗位招聘具有较高的包容性。

由于转型而失业的人员需要妥善安置。失业和贫困会减少女性生存和发展的空间，缺少资

²⁴ Wikipedia: Just Transition. https://en.wikipedia.org/wiki/Just_transition

²⁵ Bureau international du travail. World Employment Social Outlook 2018: Greening with Jobs. International labour office., 2018.

²⁶ Pearl-Martinez, R. "Women at the forefront of the clean energy future." Washington, DC: United States Agency for International Development (2014).

源和技术迫使她们从事更多的无偿家务劳动，同时有可能加剧家庭暴力等问题。从各个角度来说，公正转型都将对促进性别平等产生积极的影响，而在其中专门考虑女性群体则会进一步加强性别平等建设。

三、加强海外绿色投资和援助中的社会影响考量，开展性别平等的国际合作，发挥中国在全球气候治理中的引领作用

海外投资和援助不仅对东道国产生经济影响，同时也会产生显著的社会和环境影响。当前中国的海外投资和援助项目（尤其是绿色海外投资和援助项目）对环境影响已有较充分的考虑和认识，而对于社会影响的识别和管理仍在起步阶段。在性别方面，海外投资和援助项目的建设过程中应注重防止女性受到侵害，保障女性劳动者的基本权益，此外，还应考虑减轻性别间收入差异和社会地位差异。在项目中考考虑性别因素，可以促进东道国的社会发展，避免因伤害弱势群体而造成的项目风险，也有助于提高中国作为负责任大国的国际声誉。

目前，气候融资过程中很少考虑性别因素。只有 1.5% 的海外气候相关发展援助将性别平等确定为首要目标之一，三分之二的项目和方案在设计、预算编制或实施过程中没有考虑性别平等。这些援助中最终只有 0.2% 实现了妇女领导和成立了妇女组织。²⁷ 中国在该方面尚无官方政策或指南。

中国海外绿色投资和援助项目应将性别主流化纳入项目目标或者评估指标中，初期至少应保证遵循“无损害”（do-no-harm）原则，即识别和避免项目可能造成的与性别相关的负面影响，并对无法避免的影响进行补偿，如避免就业歧视、避免差别化劳动待遇、避免进一步加剧男女地位不平等以及基于性别的暴力等。进一步地，中国海外绿色投资和援助项目应主动考虑促进性别平等的贡献（do-good），如促进平等就业、同工同酬、平等的话语权和决策权，以及平等的个人发展可能性等。

²⁷ CLIMATE FINANCE SHADOW REPORT 2020.

<https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/621066/bp-climate-finance-shadow-report-2020-201020-en.pdf>

第五章 政策建议

一、协同推进稳增长和绿色发展，为中国经济增长注入新动能

一是协同推进经济增长、能源安全、环境改善和气候稳定等多重目标。以低碳能源科技革命为标志的产业革命作为协同的突破口，以绿色发展作为稳增长的助推器。不走依靠高能耗和高排放项目的“老路”，而是发挥中国的体制优势、市场体量和经济韧性优势，以及新能源装备制造优势，在传统产业的数字化升级和绿色改造、绿色低碳城镇化、绿色低碳消费和可再生能源以及新型电力系统建设等领域，切实开拓绿色投资和消费方向，推动碳中和相关投资在本世纪中叶前为经济增长提供可观的推动力（2050年面向中国碳中和的直接投资至少可达140万亿元）。

二是为绿色增长投资打通堵点，形成短期和中长期发展相衔接的新动能。短期内通过资金支持、消费政策改革等手段积极扩大绿色消费，适度超前开展新能源等领域的基础设施投资，为经济增长提供推动力。中长期明确减排阶段性目标，为投资者和技术研发者建立稳定的预期，并加速建立碳定价体系，引导投资转向减排领域。

二、在保障能源安全的前提下，加速能源系统低碳化进程

一是加速新型电力体系建设。加速在不同地区开展以可再生能源为主体的“源、网、荷、储、用”一体化能源系统的试点与应用推广。研究并解决“风光水储一体化”试点中出现的省内消纳和外送不畅、区域电网协同发展不足、价格传递机制不畅等问题。制定包括进一步降低可再生能源企业融资成本在内的相关政策，在土地划拨、IPO提前排队、定向贷款和降准等方面加大对可再生能源发展的支持，特别要在2022年稳增长的投资项目安排中优先安排可再生能源投资项目。

二是引导煤电分步有序退出。煤电在电力系统中的角色应从现在的基荷能源向调节型能源转变。在淘汰落后产能的基础上，对存量煤电进行灵活性改造，保障大部分煤电厂在运行较为合理的年限（20年或30年）后平稳退出。借鉴国际经验（如德国和英国），通过市场化机制引导煤电有序退出。建立开放的竞价上网机制，打破对煤电机组的发电小时数和电价的保障；建立电力现货市场，为电力的灵活性服务提供经济回报；完善全国碳市场建设，用较高的碳价格引导煤电退出。总之，要稳住存量，严控增量。

三是提高工业、建筑和交通等终端用能部门的绿色电气化水平。推动电炉钢、建材电窑炉的应用；在商场、办公楼、酒店等公共建筑推广应用热泵、电蓄冷空调、蓄热电锅炉等；推动充电基础设施的协调有序发展，进一步探索船舶和航空电气化低碳解决方案；加强脱碳电力系统与深度电气化终端部门之间的协同发展，包括推动智能的需求侧响应以降低电网峰值负荷成本，开展直流建筑等创新和综合解决方案试点。

三、综合应用法律、经济和行政手段，建立高效、协调的碳达峰碳中和政策体系和体制机制

一是坚持制度建设的“先立后破”，强化能耗“双控”制度的降碳导向，制定碳排放“双

控”制度的时间表和路线图。根据碳达峰碳中和目标要求倒推，形成面向碳中和的总量控制阶段性目标体系，并建立动态调节机制。碳排放目标分解要考虑区域和行业差异，并考虑区域间要素流动和产业链供应链安全，将构建碳排放“双控”制度纳入各地区和行业碳达峰碳中和行动方案。尽快选取重点地区、重点行业率先开展碳排放“双控”试点，逐步向全国、全行业推广。

二是加速推动气候立法工作，为碳中和提供法律依据。

三是统筹推进减污降碳，保障减污与降碳任务措施高度一致，重点关注大气污染物排放与二氧化碳排放“双高”的区域和行业，实现协同治理。

四是建立碳排放总量控制制度和碳交易市场制度的衔接机制，完善碳定价机制，加快碳市场与用能权市场、绿色电力市场的协调统一。

五是提升中央碳达峰碳中和工作领导小组履行职能的制度化、规范化水平和统筹协调能力，要充分认识到碳达峰碳中和与经济社会发展全方位的联系，强化各主管部门之间的沟通协调，统筹国际、国内事务，确保各项政策取向一致、步骤力度衔接。

四、引导海外绿色投资，加强国际低碳技术合作和贸易往来，维护供应链稳定

一是充分利用现有区域和多双边合作机制，加强国家、地区之间的对话交流，完善海外投资负面清单制度，进一步强化海外投融资政策中的气候和环境因素。注重通过转型金融等新兴理念和工具保障“一带一路”国家传统行业的绿色升级和转型过程的公平公正。探索“债转自然”等债务转换方式，为深受气候变化和环境退化所困的脆弱国家提供资金，支持后疫情时代的绿色复苏。

二是总结中国在气候变化和低碳转型领域的成功经验和最佳实践，分析在“一带一路”国家的适用性，为“一带一路”国家提供因地制宜的低碳转型经验和分类指导。

三是积极支持“一带一路”国家的低碳基础设施建设，秉持包容开放的态度，寻求与欧盟“全球门户”计划以及美国“重建美好世界”倡议的合作机会，形成协同效应，共同推动“一带一路”国家能源低碳转型。

四是推动构建全球绿色供应链和价值链。加快制定循环经济模式下的中国绿色供应链发展规划和路线图。完善绿色贸易及产品标准、认证、标识体系，在多双边贸易协定中纳入绿色大宗商品进口措施，开展大宗软性商品生产和贸易可持续性标准协调工作。

五、加强国际气候合作，促进全球气候治理取得务实平衡进展

一是促进落实《巴黎协定》，积极推动 COP26 成果的进一步落实，继续在资金、技术等重要议题上争取突破。持续采取切实行动应对气候变化，促进自身全面绿色转型及全球碳中和合作，为全球气候治理贡献建设性力量。

二是推动应对气候变化与相关多领域治理协同增效，助力落实联合国 2030 年可持续发展议程。携手处理好能源安全、减碳与发展的关系，关注能源、粮食、供应链等多重危机对全球气候治理的影响。推动全球气候治理融入全球发展倡议大局，推动全球系统性应对多重危机，防范系统性风险。

三是持续推动双多边气候对话与合作，重塑各方互信。积极推动中美“21 世纪 20 年代强化气候行动工作组”的建立和相关工作的推进，增进与欧盟的气候合作与沟通。积极开展气候 2 轨对话交流，创造开展 1.5 轨对话的机会，促进各方互信，避免误判，推动建立合理的政策衔接机制。

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“碳达峰、碳中和政策措施与实施路径”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。特别感谢国合会副主席解振华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、国合会外方首席顾问 Scott Vaughan 先生、国合会前外方首席顾问 Arthur Hanson 博士、国合会首席顾问支持专家 Knut Alfsen 博士、生态环境部国际合作司司长周国梅女士、生态环境部应对气候变化司司长李高先生，以及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、副处长刘侃女士、姚颖女士和唐华清女士，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。

参考文献

- [1] Alex G., Morgan D. B., Samantha G.. 2021 The emerging global natural gas market and the energy crisis of 2021-2022. The Brookings Institution. available from <https://www.brookings.edu/research/the-emerging-global-natural-gas-market-and-the-energy-crisis-of-2021-2022/>.
- [2] Carbon Tracker, How to waste over half a trillion dollars: The economic implications of deflationary renewable energy for coal power investments, 2021.
- [3] Chapagain, D., F. Baarsch, M. Schaeffer, and S. D'Haen, 2020: Climate change adaptation costs in developing countries: insights from existing estimates. *Clim Dev*, 12, 934-942.
- [4] Chinese Academy of Sciences' Sustainable Development Strategy Study Group (CAS-SDG), 2021: China Sustainable Development Report 2020 – Exploring pathways towards Carbon Neutrality. Beijing: Science Press (in Chinese).
- [5] Cui, R. Y., and Coauthors, 2021: A plant-by-plant strategy for high-ambition coal power phaseout in China. *Nature Communications*, 12.
- [6] D'Orazio, P., 2021: Towards a post-pandemic policy framework to manage climate-related financial risks and resilience. *Climate Policy*, 21, 1368-1382.
- [7] Eicke, L., S. Weko, M. Apergi, and A. Marian, 2021: Pulling up the carbon ladder? Decarbonization, dependence, and third-country risks from the European carbon border adjustment mechanism. *Energy Res Soc Sci*, 80, 102240.
- [8] Green Finance & Development Center, Brief: China Belt and Road Initiative(BRI) Investment Report 2021, 2022 Available from <https://greenfdc.org/brief-china-belt-and-road-initiative-bri-investment-report-2021/>.
- [9] International Energy Agency (IEA), Coal 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/coal-2021>.
- [10] International Energy Agency (IEA), Electricity Market Report - January 2022, 2022 Available from <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-january-2022>.
- [11] International Energy Agency (IEA), Global Energy Review 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>.
- [12] International Energy Agency (IEA), Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021, 2022 Available from <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>.
- [13] International Energy Agency (IEA), Phasing Out Unabated Coal: Current Status and Three

Case Studies, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/phasing-out-unabated-coal-current-status-and-three-case-studies>.

[14]International Energy Agency (IEA), Renewables 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>.

[15]International Energy Agency (IEA), Tracking Fuel Supply 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/tracking-fuel-supply-2021>.

[16]International Energy Agency (IEA), World Energy Investment 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2021>.

[17]International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook 2021, 2021 Available from <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.

[18]IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

[19]Jonathan W.: 2021China calls for concrete action not distant targets in last week of Cop26. The Guardian. Available from <https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/08/china-calls-for-concrete-action-not-distant-targets-in-last-week-of-cop26>.

[20]Kalkuhl, M., J. C. Steckel, L. Montrone, M. Jakob, J. Peters, and O. Edenhofer, 2019: Successful coal phase-out requires new models of development. *Nat Energy*, 4, 897-900.

[21]Xue, L., and Yu, H., 2017: Towards a Public Management Paradigm for Global Governance: An Analysis Based on an Issue-Actor-Mechanism Framework. *Social Sciences in China*, 38, 26-45.

[22]Liu H., 2021: The Carbon Brief Interview: Prof Wang Yi and Prof Wang Zhongying. Carbon Brief. Available from: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-interview-prof-wang-yi-and-prof-wang-zhongying>.

[23]Miyamoto, M., and K. Takeuchi, 2019: Climate agreement and technology diffusion: Impact of the Kyoto Protocol on international patent applications for renewable energy technologies. *Energy Policy*, 129, 1331-1338.

[24]Paroussos, L., A. Mandel, K. Fragkiadakis, P. Fragkos, J. Hinkel, and Z. Vrontisi, 2019: Climate clubs and the macro-economic benefits of international cooperation on climate policy. *Nature Climate Change*, 9, 542-546.

[25]Ray, R. L., V. P. Singh, S. K. Singh, B. S. Acharya, and Y. He, 2022: What is the impact of

COVID-19 pandemic on global carbon emissions? *Science of the Total Environment*, 816, 151503.

[26]Roberts, J. T., R. Weikmans, S.-A. Robinson, D. Cipler, M. Khan, and D. Falzon, 2021: Rebooting a failed promise of climate finance. *Nature Climate Change*, 11, 180-182.

[27]Safari, A., N. Das, O. Langhelle, J. Roy, and M. Assadi, 2019: Natural gas: A transition fuel for sustainable energy system transformation? *Energy Science and Engineering*, 7, 1075-1094.

[28]Sun J., 2022: One More Step Forward Along the Long Journey: On the UN Climate Change Conference in Glasgow. *FOREIGN AFFAIRS Journal*, No. 142.

[29]UNEP, 2021a: Emission gap report 2021. UNEP & UNEP DTU Partnership

[30]UNEP, 2021b: COP26 ends with agreement but falls short on climate action. UNEP, Available from <https://www.unep.org/news-and-stories/story/cop26-ends-agreement-falls-short-climate-action>.

[31]Xinhua, 2021: Interview: Cooperation, delivery crucial in tackling climate change, says head of Chinese delegation to COP26. Xinhua. Available from http://www.news.cn/english/2021-11/13/c_1310307725.htm. (in Chinese)

[32]Zhang L., 2021: Interview with cop26 experts from the Chinese delegation: The conference basically completed the set tasks. Beijing News. Available from: <https://m.bjnews.com.cn/detail/163689278814836.html>.

[33]陈晓, 车治轲. “一带一路”倡议下中国与沿线国家新能源合作的基础、模式与机制. 2018.

[34]清华大学绿色金融发展研究中心, 创绿研究院. “一带一路”国家可再生能源项目投融资模式、问题和建议. 2020.

[35]创绿研究院. 中国可再生能源对外投资机遇与挑战案例国研究——越南. 2020.

[36]吕建中. 全球加速能源转型背景下的结构性风险与应对策略. 2021.

[37]孟婵. 中国与东盟能源合作研究, 2019.

[38]清华大学碳中和研究院. 全球能源基础设施碳排放及锁定效应 2021. 2021.

[39]严兴煜, 高艺. 东南亚可再生能源发展思考. 2020.

[40]张小丽, 崔学勤, 王克, 傅莎, 邹骥. 中国煤电锁定碳排放及其对减排目标的影响. 2020.

[41]张莹. 我国煤炭转型面临的挑战与对策. 2018.

[42]赵岩青. 能源价格与经济波动——基于 DSGE 模型的分析. 2020.

-
- [43] 中国电力企业联合会. 2021 年上半年全国电力供需形势分析预测报告. 2021.
- [44] 中国电力企业联合会. 2021—2022 年度全国电力供需形势分析预测报告. 2022.
- [45] 国家发展和改革委员会. 能源生产和消费革命战略（2016-2030）. 2017.
- [46] 国务院. 2030 年前碳达峰行动方案. 2021.
- [47] 中国煤炭工业协会. 煤炭工业“十四五”结构调整指导意见. 2020.
- [48] 中国煤炭工业协会. 2020 煤炭行业发展年度报告. 2021.
- [49] 中国人民大学双碳研究院. 中国煤电转型成本分析与风险评估. 2022.
- [50] 中国循环经济协会可再生能源专业委员会. “一带一路”国家可再生能源投资趋势及建议. 2020.
- [51] 中央财经大学绿色金融国际研究院. 全球去碳化发展背景下高碳企业转型风险与转型路径. 2021.
- [52] 钟正生, 张璐. 货币政策视角下的碳中和. 2021.
- [53] 自然资源保护协会. “一带一路”可再生能源发展合作路径及其促进机制研究. 2019.
- [54] 周正韵. 助力南非能源转型 共建绿色“一带一路”. 2022.

附录

附表 1 部分“一带一路”国家的退煤、减煤目标或规划

地区	国家	政策/会议/事件/报告	退煤、减煤目标/规划
亚洲	中国	领导人气候峰会	严控煤电项目，“十四五”时期严控煤炭消费增长，“十五五”时期逐步减少
		第 76 届联合国大会一般性辩论	不再新建境外煤电项目，支持发展中国家能源绿色低碳发展
		《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	推进煤炭消费替代和转型升级，加快煤炭减量步伐
		《2030 年前碳达峰行动方案》	
	韩国	领导人气候峰会	停止为海外的燃煤电厂提供资金
		《第 9 个长期电力供需基本规划：2020—2034》（9th Basic Plan for Power Supply and Demand (BPLE) (2020—2034)）	2034 年前关闭所有燃煤电厂
		《全球煤炭向清洁能源转型声明》（Global Coal to Clean Power Transition Statement）	停止在国内新建和颁发燃煤电厂的许可证，并逐渐淘汰煤炭
	新加坡	正式加入弃用煤炭发电联盟（The Powering Past Coal Alliance）	2050 年前逐步停止使用未减排的煤炭发电，并限制对未减排煤电的直接融资
	印度尼西亚	电力供应商业计划（2021—2030）（PLN’s 2021—2030 Electricity Supply Business Plan (RUPTL)）	取消或推迟高达 15.5 吉瓦的规划新建电厂，其中仅约 2.3 吉瓦为可再生能源项目
		《全球煤炭向清洁能源转型声明》（Global Coal to Clean Power Transition Statement）	停止在国内新建和颁发燃煤电厂的许可证，并逐渐淘汰煤炭
		国家能源政策的法规 No. 79/2014	2025 年，煤炭供应在一次能源供应中占比最低为 30%，2050 年最低为 25%

	孟加拉国	《南亚及东南亚最后的燃煤电厂》(South and Southeast Asia's Last Coal Plants)	2020年11月,孟加拉国能源部制定计划,决定取消所有非在建燃煤电厂项目,将有效取消2290万千瓦计划的燃煤发电;但孟加拉国并没有承诺放弃煤炭的使用,因为可再生能源目前无法满足其庞大人口的电力需求
	越南	第八版《国家电力发展计划》(Power Development Plan 8 (PDP8))	燃煤发电量占比到2030年降至40%,到2045年进一步降至30%
		《全球煤炭向清洁能源转型声明》(Global Coal to Clean Power Transition Statement)	停止在国内新建和颁发燃煤电厂的许可证,并逐渐淘汰煤炭
	菲律宾	《繁荣与衰落 2021——追踪全球燃煤电厂开发》	2020年10月,菲律宾能源部宣布暂停尚未进入核准程序的新建燃煤电厂
	巴基斯坦	气候雄心峰会	不再新建“以煤炭为基础的电力”
欧洲	意大利	《全球煤电现状: Covid19前的基线分析》(Global Status of Coal Power —Pre-Covid19 Baseline Analysis)	2025年淘汰所有燃煤电厂
	葡萄牙		2023年淘汰所有燃煤电厂
	希腊		2030年淘汰所有燃煤电厂
	匈牙利		
	斯洛文尼亚		
	波兰	《全球煤炭向清洁能源转型声明》(Global Coal to Clean Power Transition Statement)	停止在国内新建和颁发燃煤电厂的许可证,并逐渐淘汰煤炭
		《波兰能源政策2040》(Energy Policy of Poland until 2040 (EPP2040))	2030年燃煤发电占比不超过56%
乌克兰	《全球煤炭向清洁能源转型声明》(Global Coal to Clean Power Transition Statement)	停止在国内新建和颁发燃煤电厂的许可证,并逐渐淘汰煤炭	
南美洲	智利	《无新煤电契约》(No New Coal Power Compact)	不再新建燃煤电厂
		《淘汰“有增无减”的煤炭》(Phasing out Unabated Coal)	2040年淘汰所有燃煤电厂

非洲	南非	《繁荣与衰落 2021——追踪全球燃煤电厂开发》	2020 年南非取消了 3.8 吉瓦的煤电项目
	埃及	《繁荣与衰落 2021——追踪全球燃煤电厂开发》	截至 2021 年，埃及已搁置或取消了共 15.2 吉瓦的规划新建煤电项目

附表 2 部分“一带一路”国家的可再生能源发展目标或规划

国家	政策/会议/事件	可再生能源发展目标/规划
中国	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20%左右；到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25%左右；到 2060 年，非化石能源消费比重达到 80%以上
	《2030 年前碳达峰行动方案》	
	《2022 年能源工作指导意见》	2022 年，非化石能源占能源消费总量比重提高到 17.3%左右，风电、光伏发电量占全社会用电量的比重达到 12.2%左右
	《“十四五”现代能源体系规划》	到 2025 年，非化石能源消费比重提高到 20%左右，非化石能源发电量比重达到 39%左右，常规水电装机容量达到 3.8 亿千瓦左右
韩国	《第 9 个长期电力供需基本规划：2020—2034》 (9th Basic Plan for Power Supply and Demand (BPLE) (2020-2034))	计划到 2034 年，可再生能源发电装机容量达到 40%
印度尼西亚	电力供应商业计划 (2021—2030) (PLN's 2021-2030 Electricity Supply Business Plan (RUPTL))	到 2030 年新增 40.6 吉瓦的发电装机容量，其中可再生能源项目新增 20.9 吉瓦，占比达到 51.6%。其中，可再生能源 2025 年和 2050 年在全行业总体能源结构中占比分别为至少 23%和至少 31%，2025 年和 2050 年在电力能源结构中占比分别为至少 23%和 28%
	国家能源政策的法规 No. 79/2014	2025 年，新能源和可再生能源在一次能源供应中占比至少为 23%，2050 年至少为 31%

马来西亚	《马来西亚半岛发电发展计划（2020—2030）》 (Peninsular Malaysia Generation Development Plan 2019 (2020—2030))	可再生能源发电占比到 2025 年达 20%
菲律宾	《菲律宾能源规划 2020—2040》(Philippine Energy Plan Towards a Sustainable and Clean Energy Future (2020—2040))	可再生能源到 2030 年在总发电组合中至少占 35.0%的份额，并进一步展望到 2040 年实现超过 50%的份额
	《菲律宾国家气候变化行动计划 2011—2028》 (PHILIPPINES: National Climate Change Action Plan (NCCAP) 2011—2028)	将水力发电能力从 2010 年的 3478 兆瓦增加到 2030 年的 7534 兆瓦，将风力发电能力从 2010 年的 33 兆瓦增加到 2030 年的 1018 兆瓦，将太阳能发电能力从 2010 年的 6.74 兆瓦增加到 2030 年的 85 兆瓦，将生物质能发电能力从 2010 年的 75.5 兆瓦增加到 2030 年的 93.9 兆瓦
泰国	《电力发展规划（2018—2037）》(Power Development Plan of Thailand 2018—2037)	2037 年前将可再生能源发电的占比提升至 30%，这将需要新增 56431 兆瓦的可再生能源发电装机容量
	《替代能源发展计划 2018—2037》 (Alternative Energy Development Plan 2018—2037 (AEDP 2018—2037))	到 2037 年，将可再生能源和替代能源的比例（以电力、热能和生物燃料的形式）提高 30%
越南	第八版《国家电力发展计划》(Power Development Plan 8 (PDP8))	2030 年，可再生能源在发电结构中占比达 32%，2040 年达 40.3%，2050 年达 43%
	《2030 年国家发展战略及 2045 年视角》(National	到 2030 年，可再生能源在能源结构中占比为 15%~20%，到 2045 年达 25%~30%

	Energy Development Strategy to 2030 with vision to 2045)	
意大利	《国家能源和气候综合计划》(Integrated National Energy and Climate Plan)	到 2030 年, 可再生能源占最终能源总消耗的 30%。其中, 可再生能源在电力部门占比为 55%, 在供暖部门(供暖和制冷)占比为 33.9%, 在交通部门占比为 22%
波兰	《波兰能源政策 2040》(Energy Policy of Poland until 2040 (EPP2040))	2030 年, 可再生能源在终端能源消费中占比至少达到 23%, 其中电力行业至少为 32%
葡萄牙	《国家能源和气候计划》(NECPs) (National Energy and Climate Plan of Portugal for 2021—2030)	可再生能源在整体能源消费中占比 47%, 换算约 80% 的电力来自可再生能源, 其中交通部门能源消费的 20% 来自于可再生能源
希腊	《国家能源与气候计划》(NECPs) (National Energy and Climate Plan of Greece for 2021—2030)	到 2030 年, 可再生能源在终端能源消费中占比至少为 35%。其中, 在终端电力消费中占比至少为 60%
巴拿马	《巴拿马第一 NDC》(更新提交) (Panama First NDC (Updated submission))	到 2050 年实现 30% 的电力由风能和太阳能等可再生能源生产
古巴	《古巴第一 NDC》(更新提交) (Cuba First NDC (Updated submission))	到 2030 年, 古巴电力矩阵中基于可再生能源 (RES) 的发电量将达到 24%
摩洛哥	《摩洛哥第一 NDC》(更新提交) (Morocco First NDC (Updated submission))	到 2030 年, 发电装机容量的 52% 来自可再生能源, 其中 20% 来自太阳能, 20% 来自风能, 12% 来自水力
津巴布韦	《2017 年系统开发计划》	到 2025 年, 太阳能发电规模将扩建到 300 兆瓦

	(System Development Plan 2017)	
智利	《能源契约》(Energy Compact)	到 2030 年，可再生能源在国家发电中的参与率为 40%，并在 2030 年成为世界上最大的绿色氢气出口国之一，拥有最便宜的绿色氢气
乌拉圭	《乌拉圭第一 NDC》(更新提交)(Uruguay First NDC (Updated submission))	无条件下，到 2025 年，风能、太阳能和生物质能发电装机容量分别达 1450 兆瓦、220 兆瓦和 160 兆瓦，分别占国家电网系统装机容量的 32%、5%和 4%。有条件情况下，引进蓄电技术，包括蓄电和泵送系统，到 2025 年安装 300 兆瓦，同时推广发电水源技术(小型水力发电厂)，到 2025 年装机容量为 10 兆瓦