清华大学
Tsinghua University

2024
全球碳中和年度进展报告

清华大学碳中和研究院

2024年10月



免责声明



本报告所引材料不在任何程度和方面表达或暗示对于任何国家、地域、城市或地区的法律地位或合法性，以及其版图及边界划分的立场和观点。

报告所述观点仅代表编写团队的研究成果，不代表清华大学碳中和研究院和腾讯公司的相关工作的执行依据。本报告所载资源来源被认为是可靠的，但编写团队不保证其准确性或完整性，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。编写团队不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此相关的其他任何损失承担任何责任。


清華園

序言

气候变化背景下，全球平均温度屡创新高，极端天气气候事件频发、广发、强发、并发，对自然生态、社会生产和人类健康造成了严重威胁。气候危机愈发严峻，已成为人类面临的紧迫挑战。为了维护世界经济发展和人类社会稳定，全球范围内的碳中和目标逐渐成为共识。

《巴黎协定》要求各国采取切实行动，以实现控制全球升温幅度不高于2℃/1.5℃的目标。2023年12月，COP28进行了首次全球盘点，呼吁到2030年将全球可再生能源装机容量增长至三倍。各国在气候政策上的雄心愈加明确，致力于通过制定更高的减排目标和实施更严格的政策来应对气候变化，反映了全球气候行动的广泛共识。

清华大学碳中和研究院面向国际学术前沿，关注和解答全球碳中和进程中的重大科学问题。这本报告立足于当前越来越严峻和紧迫的气候危机，聚焦各国过去一年在碳中和政策目标和实际行动方面的显著进步，识别各国在气候目标承诺与气候行动实施之间的差距，以及如何有效弥合这一差距。

今年的报告是《全球碳中和年度进展报告》的首次年度更新，延续对各国碳中和目标、技术、资金、国际合作等维度的进展评估，对量化指标体系进一步更新和完善，基于模型评估碳中和政策的成效与影响，持续追踪碳中和的实际进展，识别各国碳中和进程面临的机遇与挑战。我们希望本次报告是充分考虑各国的发展阶段、产业结构、能源结构、资源禀赋、技术能力差距的评价，是对全球碳中和的进展，各国的努力和贡献，公平、客观、实事求是的评价。

截至2024年5月，全球已有148个国家明确提出碳中和目标，120个国家以法律或政策文件的形式确立了目标的法律地位，86个国家提出了详细的碳中和路线图。从气候目标向气候行动的焦点转移成为新趋势。但是，当前可再生能源发电等碳中和技术的发展部署，与具有雄心的碳中和目标仍有较大差距。国家间自然条件、社会经济发展阶段的差异，致使国家间携手共进、气候治理的有效落实仍然面临重重挑战。报告进一步识别已有行动和全球碳中和目标之间的执行差距，对支撑碳中和转型的法律和技术保障进行专题研究，新增了可再生能源和气候立法两个特别专题。

如何克服目标与行动之间的差距？全球2℃/1.5℃目标的实现，离不开技术、资金、立法上的完善，从而让碳中和行动成为可能，而非停留在目标雄心的空谈。这不仅是关系到全球目标的实现，也关系到如何在公平、公正、合理的环境当中来推进全球治理、国际合作，帮助

发展中国家在气候变化的背景下来实现公正转型。一方面，需要平衡各国资源禀赋、发展阶段、法律体系和技术路线的差异，充分尊重各国碳中和路径的多样性，另一方面也对国际合作提出了要求，推动向发展中国家的技术扩散和更广泛的自由贸易。

有效应对全球气候变化挑战，明确国际社会的目标，密切地合作、持续有力的行动，这是《全球碳中和年度进展报告》的价值和愿景所在。报告用数据和案例说话，坚持长期耕耘，增进决策者、企业研究机构、媒体公众对气候变化和碳中和的关注，为推动全球积极应对气候变化发挥有益的影响。从中国视角、中国理念出发，为全球治理提供中国方案，贡献中国智慧。

这些价值与理念不仅是中国的，也是全球的。期待本次报告能够帮助弥合碳中和目标与行动之间的关键差距，提出加速全球气候治理、实现公正转型与可持续发展的政策建议，为促进全球生态文明建设、加强应对气候变化国际合作、共建人与自然生命共同体贡献力量。



刘燕华

国家气候变化专家委员会
名誉主任

科技部原副部长



贺克斌

中国工程院院士

清华大学碳中和研究院
院长



李高

全国人大环资委委员

国家发展改革委、生态环境部原司长

清华大学
Tsinghua University

致谢

本项目的顺利完成需感谢以下研究团队日以继夜的辛勤努力。

清华大学

王　灿　蔡闻佳　张诗卉　安康欣　沈鉴翔　甄紫涵　李明煜
董馨阳　张尚辰　范淑婷　戴静怡　关钰生　夏成琪　钟函颖
宫再佐　孙晋婕　张天翼　叶文鑫　梁嵩润　程浩生　李　捷
苏　杨　廖维一　洪聪恺　李钰凯　曹　媛　史　欣

中国石油大学(北京)

郑馨竺　高艺荧　任　悦　张　玲

腾讯

许　浩　吕学都　傅剑锋　林珊珊　仝玉娟　周滢垭　郭丰庆
邓泽岚　王映潼

感谢专家陈敏鹏、刘强、刘文玲、马爱民、孙桢(以上排名按姓氏拼音排序)在本报告撰写过程中提供的宝贵意见，感谢马仲琪在数据收集方面提供的支持，感谢腾讯SSV碳中和实验室提供的技术支持。

此外，如果需要进一步探讨本报告相关议题，敬请联系清华大学王灿教授(canwang@tsinghua.edu.cn)。

执行摘要

在全球平均温度纪录屡创新高，极端天气事件强度、频度、广度不断增加的背景下，积极应对气候变化并实现低碳转型已成为全球共同的目标。截至2024年5月，全球已有148个国家明确提出碳中和承诺；《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）的所有198个缔约方均已出台了应对气候变化的相关法律。2023年12月，《公约》第二十八次缔约方大会（COP28）进行了首次全球盘点，呼吁到2030年将全球可再生能源装机容量增长至三倍。同时，以大语言模型为代表的AI技术也为低碳转型带来了新的机遇和挑战。

今年的报告是《全球碳中和年度进展报告》的首次年度更新。去年报告对截至2023年9月的全球碳中和目标、政策与行动进展进行了全面分析，涵盖了目标、技术、资金、国际合作等多个维度，评估了各国碳中和转型的成效，并总结了不同类型国家的转型特点。在此基础上，报告综合了来自国际机构、行业和区域统计年鉴、行业报告、政府网站、专利数据库、科研数据库、多边机构数据库等多种来源的统计和文本数据，构建目标、技术、气候投融资和国际合作四大维度共计17项一级指标，55项二级指标，170项三级指标（附表1）的数据库，全面系统追踪各国碳中和行动的进展。去年的数据库已在报告网站上公开（https://www.cntracker.tsinghua.edu.cn），今年的数据更新也将在报告正式发布后公开。项目组也欢迎相关人士积极参与数据库的建设，共同助力公开、透明、一致的碳中和行动追踪。

在数据收集的基础上，本报告针对全球碳中和目标与实际成效的执行差距开展了一系列基于模型的深入分析。这些为指标体系提供了重要数据来源，也为专题研究奠



定了科学基础，进一步丰富了碳中和进展的评估维度。例如，在目标制定方面，除了考察目标类型、年份和覆盖范围外，本报告通过模型评估了各国碳中和目标的减排力度，判断其是否符合全球2°C/1.5°C目标的要求。通过分析排放、人口、GDP等历史和预测数据，模型预测了各国未来的排放路径，并结合责任能力、人均主义、国家主义等共1542种公平分配方案，评估各国目标下的减排路径是否符合全球气候目标要求，并量化其雄心指数。此外，本报告对可再生能源进行了专题研究，利用Richardz模型和MCMC贝叶斯推断方法预测了各国2030年可再生能源装机容量；通过投入产出模型评估了光伏等可再生能源发电产品关税上调对全球贸易的影响；基于学习曲线模型分析了低碳技术创新的外溢效应；基于投入产出模型评估了发展中国家接受国外可再生能源领域直接投资的社会和经济效益。

为了量化各国碳中和进展，本报告延续了去年报告的“目标-政策-行动-成效”的指标体系，基于模型评估、数据挖掘与更新、专题评估等方式更新了指标数据库，系统追踪各国碳中和的最新进展，识别碳中和目标与减排成效之间的执行差距，分析各国面临的机遇与挑战，并提出加速全球气候治理、实现公正转型和可持续发展的政策建议(图1)。报告对上述数据库中的各项指标进行归一化处理

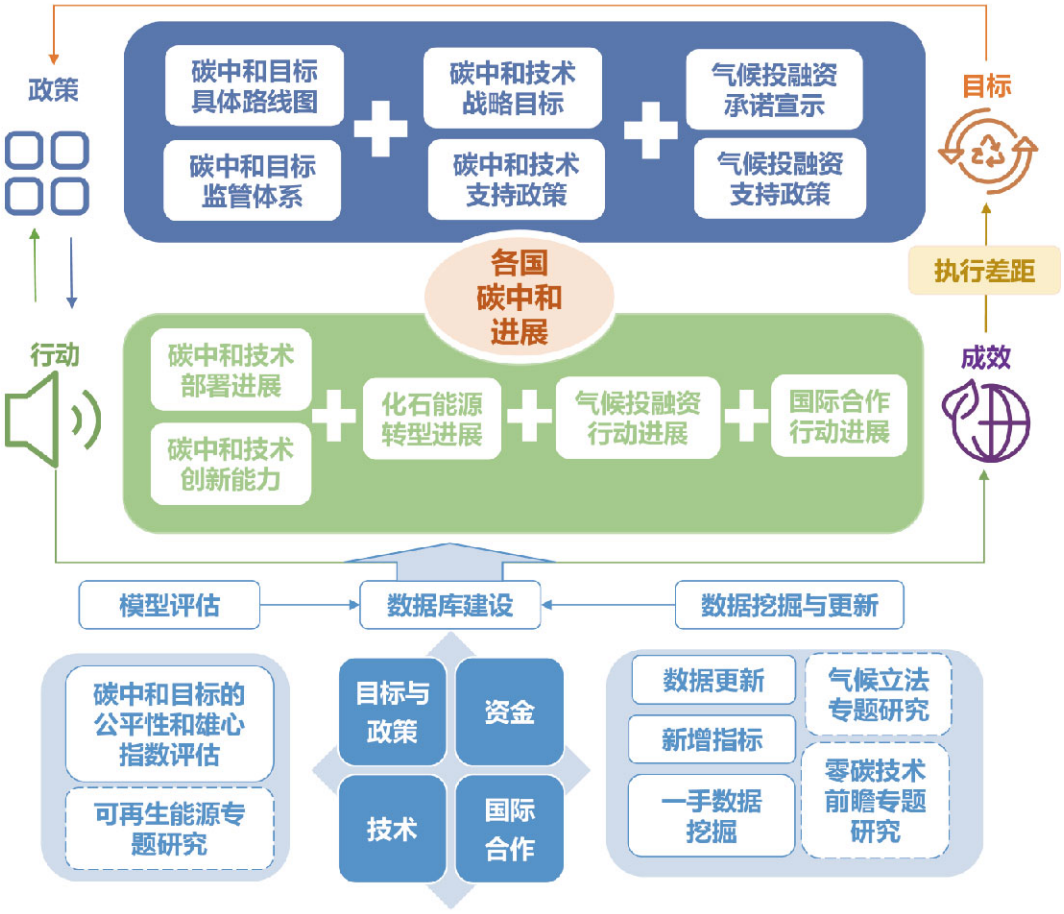


图1. 本报告的分析框架

和加权汇总，形成四项百分制评分，分别反映各国在目标制定、政策设计、零碳行动和减排成效方面的表现。其中，目标类指标分数满分代表最理想的状况；政策和行动类指标分数满分代表目前全球最领先国家的进展；成效类指标分数满分代表考虑各国减碳难度差异后全球碳减排进度或速度最领先国家的进展（表1）。

表1. 各国碳中和进展指数量化标准

指标类型	分数	分数含义和示例
目标	100	最理想的状况：e.g. 碳中和承诺覆盖全部的温室气体；达峰年份和碳中和年份差距为10年及以下
	0	无碳中和承诺
政策	100	目前最佳实践国家的进展：e.g. 各类碳中和技术均有出台支持政策；有气候相关金融风险评估和披露制度
	0	无碳中和政策
行动	100	目前最佳实践国家的进展：e.g. 单位碳排放量的电动汽车保有量全球第一；单位碳排放量的CCUS项目数全球第一；人均绿色债券发行量全球第一
	0	无碳中和行动
成效	100	考虑各国降碳难度差异以后的最佳实践国家的进展：e.g. 历史最高碳强度是全球平均水平3倍的国家碳强度下降幅度超过80%；碳强度的年平均下降速度满足碳中和目标的需求
	0	碳强度不变或上升

相比于去年的报告，今年的报告有以下三点创新：一是改进指标体系（指标体系见附表1），新增了1项二级指标（指标1.3.3碳中和目标的法律行动），7项三级指标（指标1.3.3下属的碳中和目标的法律状态，指标1.4.4下属的农业行业碳中和目标、废弃物行业碳中和目标，指标1.5.1下属的碳中和目标雄心指数，指标3.2.1下属的各国财政预算分别用于减缓、适应行动的规模，指标4.2.1绿色贸易壁垒数量），完善了对目标、资金和国际合作维度的进展评估；二是基于AI等新兴技术挖掘一手数据，改进或替代了部分指标（指标1.1，指标1.3.3，指标1.4.3，指标3.2.1，指标3.1.1，指标3.1.3）使用的数据库，增加了进展追踪的准确性；三是对支撑碳中和转型的法律和技术保障进行专题研究，新增了可再生能源、关键零碳技术前瞻和气候立法（详见附录）三个特别专题。报告网站首页新增了一个基于大语言模型的智能问答模块（碳中和GPT），对报告文本和数据库进行深度知识挖掘，生成定制化的全球碳中和进展问答内容，能够更好地满足不同类型读者的多样化需求。



今年的报告旨在回答以下几个关键问题：

01 全球碳中和的目标、政策与行动在过去一年有哪些新进展和新动向？

02 全球碳中和成效如何？实现全球碳中和目标还存在哪些行动差距？

03 可再生能源和其他关键零碳技术的发展是否足以支撑全球碳中和目标的实现？
相关技术的推广和部署面临哪些新的机遇和挑战？

04 各国在碳中和行动中的立法进展如何？
是否通过强有力的气候立法与政策落实来支撑其碳中和承诺？

05 如何进一步缩小各国在碳中和目标与实际行动之间的执行差距，推动国际合作、技术创新和气候投融资，促进全球碳中和进程和公正转型？



报告的主要发现如下：

01 全球碳中和进程从目标设置迈向执行时代。截至2024年5月，全球已有151个国家提出碳中和目标，其中120个国家以法律或政策文件的形式确立了目标的法律地位，86个国家提出了详细的碳中和路线图。

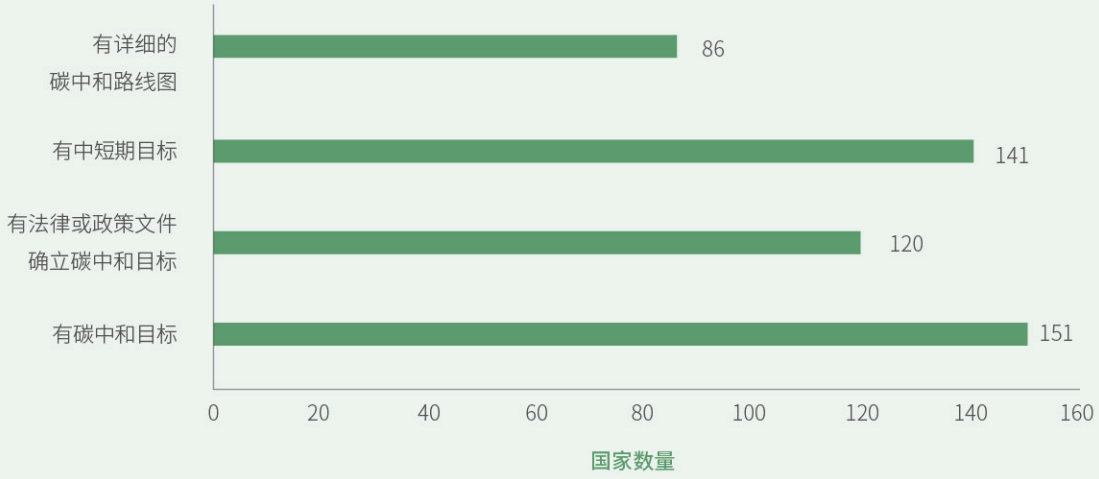


图2. 全球碳中和目标及其支撑体系

◎ 全球碳中和目标的覆盖范围逐渐扩大，并开始进入执行阶段。

从2023年6月至2024年5月，全球提出碳中和目标的国家数由133增至151个[1]，新增目标均来自发展中国家。在尚未设立碳中和目标的国家中，超过90%已经设定了碳减排目标，预计在下一轮国家自主贡献（NDC）更新中将有更多国家提出碳中和目标，表明全球设立碳中和目标已成为不可逆转的趋势。120个国家已将碳中和目标纳入法律或政策文件，发展中国家在政策文件方面的贡献尤为显著。

151个
全球提出碳中和目标的国家数

[1]148个国家明确设立了碳中和目标，另外2个国家（荷兰和挪威）虽然设定的是相较基准年减少95%的减排目标，但剩余的排放量将通过碳抵消机制抵消。因此，本报告基于“行胜于言”的原则，认为这些目标实质上也是为了实现碳中和，将这两个国家纳入碳中和国家行列。此外，不丹已经宣布实现负碳，并设定了负碳目标。

◎ 区域和城市层面的碳中和目标更加雄心勃勃。

全球已有655个城市或地区提出碳中和目标。去年新增99个城市或地区提出碳中和目标，目标的覆盖面继续扩大。过去一年有103个城市或地区更新了其目标，且近半数在目标类型、年份或约束力上有更大雄心。77.1%更新目标的城市和地区设立了更加雄心勃勃的碳中和目标。

655个

全球提出碳中和目标的城市或地区数量

◎ 气候立法对碳中和目标的支持愈加重要。

全球已有35个国家将碳中和目标写入法律，所有《公约》缔约方均已出台应对气候变化的相关法律。气候诉讼主要集中在高收入国家。而在可再生能源立法方面，发展中国家表现突出，其中中低收入国家，尤其是东南亚地区，出台的相关法律最多。国际气候谈判和主要国家的承诺对气候立法具有显著推动作用，《巴黎协定》后的2016年，以及中国“双碳”承诺、欧洲绿色新政和美国重返《巴黎协定》后的2021年，成为全球气候立法的两个高峰期（专栏1）。

35个

全球将碳中和目标写入法律国家



◎ 部分国家和地区出现政策退步。

更新碳中和目标的地区和城市中有19.4%存在目标退步，其中有11个（55%）位于发达国家，退步地区和城市主要集中在南亚和欧洲。英国政府将新汽油和柴油汽车停售日期从2030年推迟到2035年。墨西哥政府取消支持可再生能源的政策，转而优先考虑化石燃料。德国推迟供暖系统完全使用温室气体中性能源运行的实施时间。部分发达国家退出国际气候金融合作倡议。

19.4%
更新碳中和目标的地区和城市在目标退步

◎ 经模型评估，已提出净零排放目标的151个国家中，几乎所有国家均符合低于2°C的全球温升目标的需求力度。

报告通过模型评估各国碳中和目标的力度，判断其是否在2°C/1.5°C目标下的全球排放空间内，并对各国目标在不同公平原则下满足1.5°C目标要求的雄心指数[2]进行了量化评估。发展中国家在历史责任与减排能力原则下的雄心指数较高，表明它们尽管面临有限的减排能力，仍展现出较强的减排意愿。而发达国家在历史责任与减排能力原则下的雄心指数较低，在国家主义和分阶段公平原则下雄心指数较高，说明其减排目标与历史责任和国家实力不匹配，更关注自身利益和发展战略。

151个
净零排放目标符合2°C温升目标的力度需求的国家数量



[2]雄心指数指各国的排放路径在4类不同原则下符合该原则1.5°C目标下排放空间分配的概率。雄心指数的范围为0-1，1表示满足该原则下1.5度目标内所有分配方案。



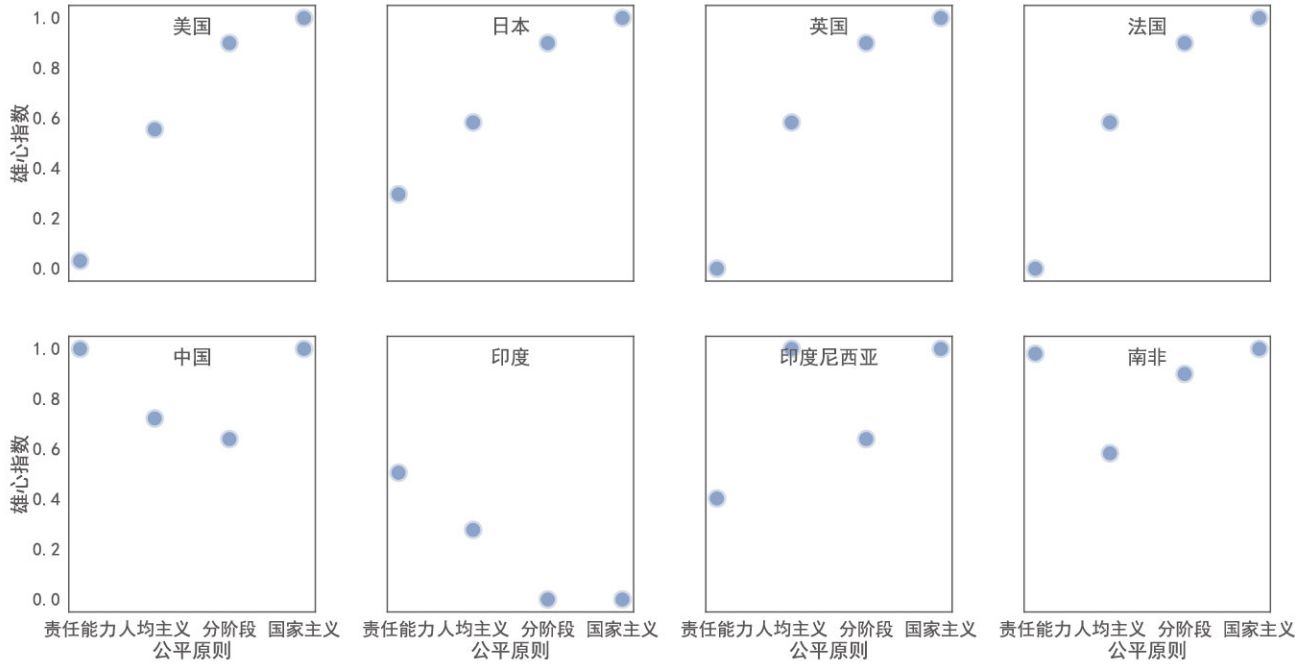


图3. 主要国家在不同类型公平原则下满足1.5℃目标要求的雄心指数



专栏1 各国碳中和目标的法律保障

截至2024年6月，全球已颁布了超过3600条气候相关法律，覆盖了《公约》下的全部198个缔约方。由图4a可知过去20年内，每年颁布的气候相关法律数量逐步增长。在《巴黎协定》的影响下，2016年内颁布的气候相关法律数量超过220条，达到第一个高峰，相关增长主要来自行政法规。2020-2021年间，在中国“双碳”承诺、欧洲绿色新政、美国重返《巴黎协定》等因素的共同推动下，全球气候行动加速，相关法律、行政法规数量显著增长。2021年内颁布的气候相关法律数量超过300条，达到第二个高峰。

能源部门相关的法律数量始终在各部门中居于首位，累计颁布的法律数量已经超过了1800条。图4b表明，在2015年前，全球气候行动以“保护”为主，环境和AFOLU（农业、林业及土地利用）部门相关的立法数量仅次于能源部门。《巴黎协定》通过后，交通、工业、建筑部门每年颁布的法律数量相较往年平均水平增加了40-60%。2023年颁布的法律中，首次出现了交通部门相关法律数量超过上述两部门的情况。英国、德国、瑞典等西欧发达国家的气候法律中，与能源、工业、交通和建筑部门相关的法律占比可达80%，相较大多数发展中国家高出5-20%。巴西、越南、印度等富雨林国家颁布的气候法律中，与AFOLU、环境相关的法律占比明显较高，两者合计接近50%。

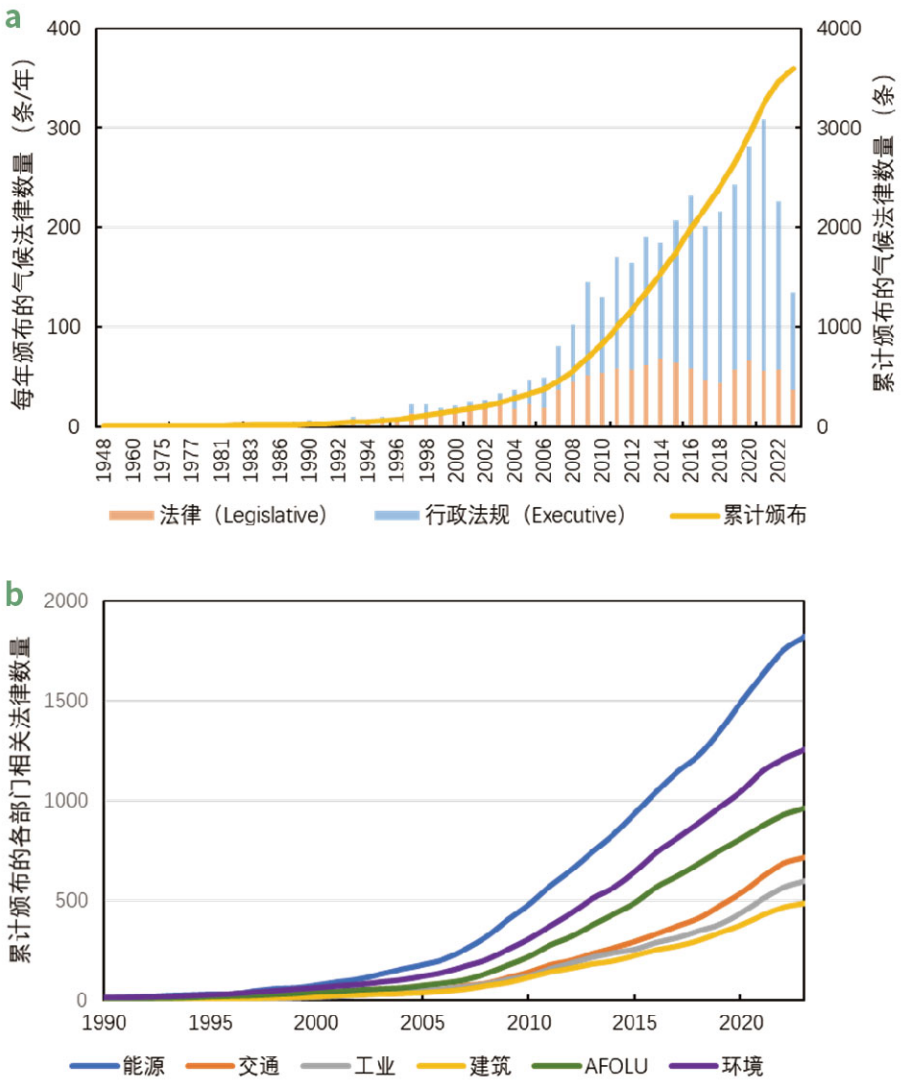
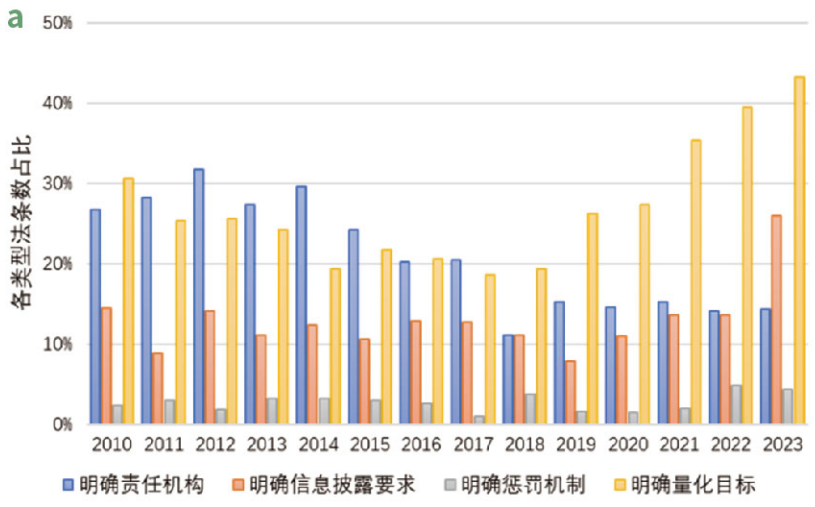


图4. a.每年/累计颁布的气候相关法律数 b. 各部门已颁布的气候法律数量（累计量）

专栏1 各国碳中和目标的法律保障

《巴黎协定》通过后，各国的气候立法重点迅速转向落实层面，每年颁布的行政法规数量显著增长。由图4可知，2016年间颁布的行政法规数量超过150条，相较往年平均水平高出25%。明确量化目标和信息披露要求的法条占比迅速增加，2018年至今，每年颁布的气候相关法律中，明确量化目标的法条占比从20%逐步增长至40-50%。明确信息披露的法条占比也从2018年的不足10%增长到目前的25%左右。



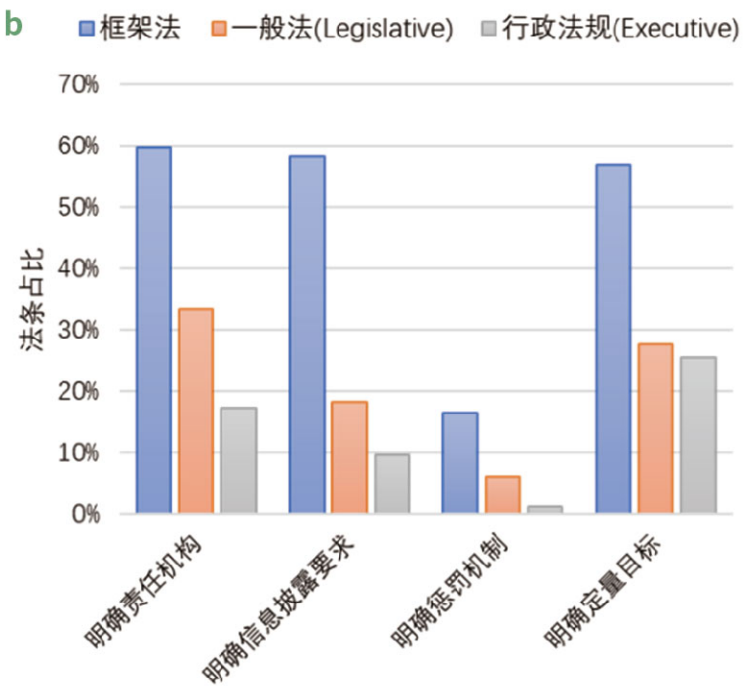


图5. a. 2010-2023年间，各类型法条数与当年颁布的总法条数之比
b. 各类型法条在框架法、一般法、行政法规中的占比

目前，全球已经有57个国家颁布了65部气候变化框架法，主要集中在西欧和美洲地区。其中发达国家占比接近70%，仅有19个发展中国家颁布了气候变化框架法。中国、美国、印度等国还均未颁布框架法。约有50-60%的气候变化框架法明确了责任机构、信息披露要求以及定量目标等内容。





02 作为支撑碳中和转型的核心技术，全球当前可再生能源发展速度不足以实现3倍增长目标。若各国延续2000-2023年的历史增长趋势，全球2030年装机容量仅能达到2022年水平的1.7-2.7倍。2023年全球可再生能源的快速扩张趋势有望提高实现三倍目标的概率。

◎ **全球可再生能源发展的目标雄心持续提升，近2/3的国家已经提出相关目标。**

截至2023年末，全球已有133个国家提出了可再生能源发电目标，相较2022年增加23个。其中，设定100%可再生能源发电目标的国家从2022年的30个增至37个，主要新增国为厄瓜多尔、尼泊尔、图瓦卢等发展中国家。

133个

国家已经提出了可再生能源发电目标

◎ **若延续2000-2023的历史增长趋势，2030年全球可再生能源装机容量只能达到2022年的1.7-2.7倍，实现三倍可再生能源目标的概率极低。**

实现2030年三倍可再生能源目标要求届时全球可再生能源装机容量达到1.1万GW。倘若延续过去20年的增长趋势，2030年全球可再生能源装机容量仅能达到5800-9200GW，是2022年的1.7-2.7倍。可再生能源装机排名前六的国家中，仅有中国2030年可再生能源装机可达到当前水平的3.5倍，其余国家（美国、巴西、印度、德国和日本）则难以超过2.5倍。

1.7-2.7倍

预计2030年全球可再生能源装机容量相对于2022年的倍数

◎ **考虑到光伏和风电等可再生能源在2023年的增速远超历史均值，如果未来能加强产业扶持政策和技术进步水平，有望提高实现三倍可再生能源目标的概率。**

过去一年，全球可再生能源新增装机量同比增长14%。截至2023年末，全球可再生能源装机容量已经达到3870GW，占全球电力总装机的43%左右。其中，光伏和风电大幅增加，新增装机量分别为346GW和116GW，同比增长32%和13%。在未来产业政策不断出台、技术进步持续加速的背景下，不断提升的可再生能源装机速度有望增加实现三倍可再生能源目标的概率。

14%

2023年全球可再生能源新增装机量的年同比增长率



◎ 基于历史增长趋势，各国的可再生能源发展可被分为三种类型：爆发增长型、稳定增长型和缓慢增长型。

爆发增长型国家，如中国、美国和印尼，近三年风电和光伏的年均增长率达30-60%，有望到2030年达到当前装机容量的3倍以上，其增长的主要驱动力是以上网电价为代表的产业补贴政策和技术进步带来的可再生能源成本下降。稳定增长型国家，如德国、希腊等欧洲发达国家和部分OECD成员国，风电和光伏的年均增长率为5-15%。这些国家在2010年前后迅速部署了可再生能源，装机容量曾一度占据全球总量的近70%，但2015-2020年因产业政策减弱导致增速放缓。近年来，在产业政策和技术进步推动下，部分国家恢复了增长趋势，但若不采取更有力的措施，预计2030年装机容量仅能达到当前水平的1.3-2倍。缓慢增长型国家主要集中在非洲和拉丁美洲的部分欠发达地区，其可再生能源部署仅占全球总量的20%左右，且呈现出增长不连续、不稳定的特点。以非洲为例，2023年光伏装机增长率仅为5%，远低于其他各洲的平均水平（约为20-40%）。

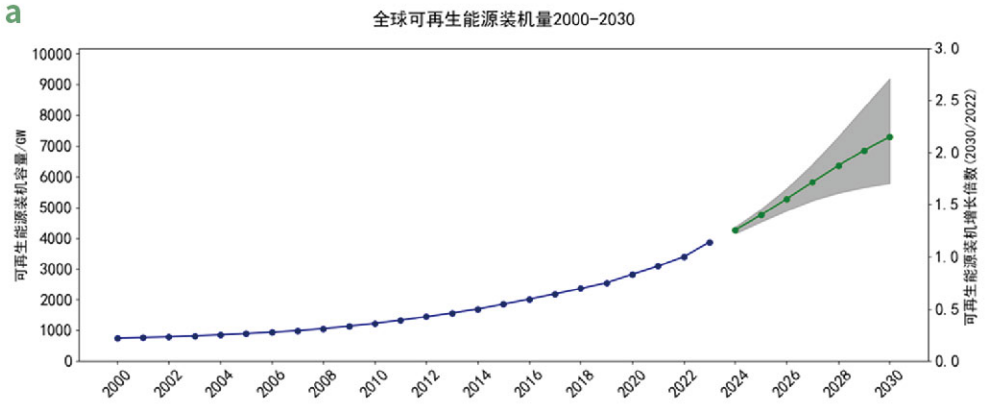


◎ 实现全球三倍可再生能源目标需要国际社会的共同努力和各国因地制宜的措施。

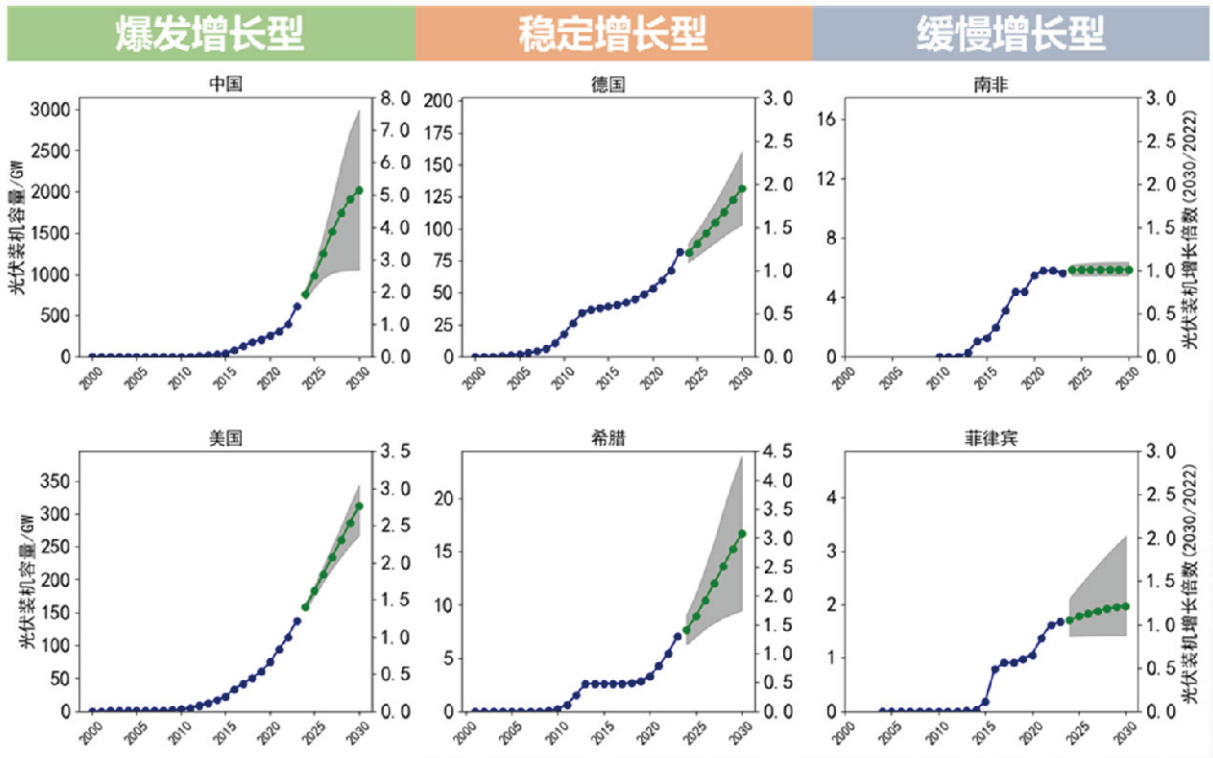
爆发增长型国家应继续通过技术创新和政策优化，维持现有的高增长率。稳定增长型国家需加强政策干预，特别是重新引入产业激励措施，如补贴和税收优惠，同时推动国际合作和融资机制，吸引私人资本投入。缓慢增长型国家则亟需国际社会的资金支持、技术转让和政策援助，尤其是在非洲和拉丁美洲。多边机构和国际气候基金应加大对这些地区的投资，推动全球合作，确保全球可再生能源目标的实现。



a



b



c

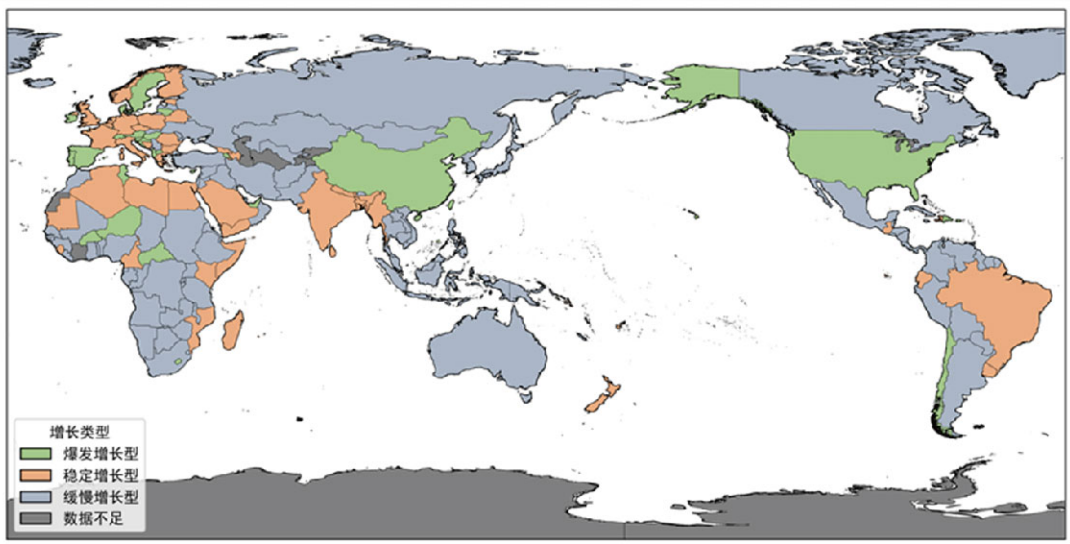


图6. a.全球可再生能源装机增长历史趋势(2000-2023)和未来预估(2024-2030)
b.典型国家光伏装机增长历史趋势和未来预估 c. 各国未来光伏装机增长类型



03 **以可再生能源发电、电动汽车和绿氢为代表的零碳技术加速部署，但距实现气候目标所需的部署规模仍存在较大差距。2023年全球电动汽车销量、绿氢项目数和CCUS项目数分别增长约30%、40%和110%；但绿氢、CCUS等技术的目标雄心和规划产能仍然需要提升一倍以上才有可能实现全球净零排放目标。**

◎ **多个发展中国家新提出了雄心勃勃的零碳技术发展目标，2023年全球电动轻型乘用车销量增长30%以上，绿氢和CCUS项目数分别增长约40%和110%。**

2023年，提出电动汽车占比目标、绿氢部署产能目标的国家分别新增23个和15个，其中大部分是发展中国家。同时，近30个国家提出了雄心勃勃的100%零排放汽车销量或禁售燃油乘用车目标，60多个国家提出了国家级氢能战略，相较2022年增加22个。2023年，全球电动轻型乘用车销量和保有量分别超过1300万辆和3960万辆，较2022年分别增长了30%和50%。全球已规划的绿氢项目数超过了1800个，相较2022年增加500余个。已正式投产的

23个
提出电动汽车占比目标的国家新增数量

绿氢产能接近20万吨/年，是2022年的4倍。中国已投产和获得最终投资的绿氢项目中，超过90%的项目应用于交通、工业等难减排部门，其中包括当前全球规模最大（260MW）的新疆库车绿氢项目。德国、西班牙等西欧国家的绿氢项目呈现出规模小、多元化的特点，约30%的项目应用于电力、建筑等新兴领域，接近40%的项目同时具备多种下游应用。已规划的CCUS项目从2022年的162个增长至2023年的350个，合计的捕集规模达到3.61亿吨/年，相比2022年增长49.8%。美国CCUS项目应用较为多样，在钢铁、水泥、化工等难减排部门均有涉及。丹麦、挪威等北欧国家对BECCS技术更加青睐，约30-40%的CCUS项目与生物质发电和制热相关。

15个

提出绿氢部署产能目标的国家新增数量

◎ **全球零碳技术的部署具有明显的区域集中性，中国、美国和欧盟三个经济体在多个零碳技术领域合计占据了全球70-90%的部署份额。**

可再生能源方面，中国、美国和欧盟分别占据了全球可再生能源总装机容量的40%、11%和12%。电动汽车和绿氢技术的部署中，中国、美国和欧盟合计贡献了全球近90%的电动汽车保有量和绿氢产能。其中，中国占据了上述两种技术全球份额的50-65%。生物燃料和CCS技术方面，发达国家的生物燃料总产量和CCS项目数量分别占到全球总量的60-70%，美国在相关技术中处于主导地位。相比之下，除中国之外的其他发展中国家在多项技术部署中所占比例不足30%。占据技术领先地位的国家需要进一步加强技术转移与合作，提供资金支持和能力建设，推动零碳技术的全球普及和公平竞争。

70-90%

中美欧盟在主要零碳技术领域的全球部署份额

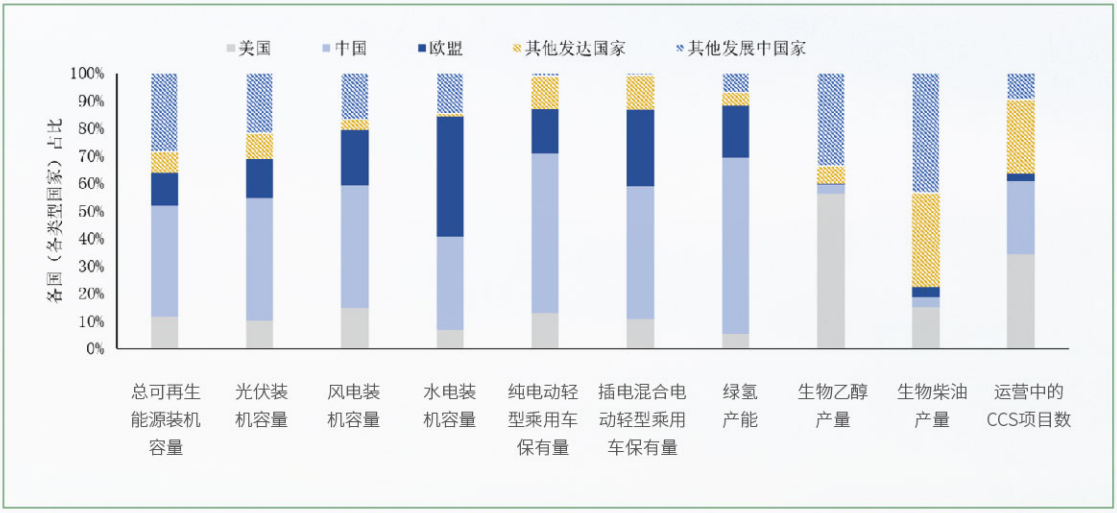


图7. 各主要碳中和技术的全球主要国家部署占比

◎ 全球已颁布的绿氢产能目标仅能满足全球2050年净零排放目标需求的一半，即使当前已公布的项目全部实现落地，2030年全球绿氢产能和CCS捕获量也仅能满足净零排放目标需求的40-50%。

根据国际能源署的预测[3]，在全球2050年净零排放目标下，到2030年，全球绿氢产能需达到5000-5500万吨/年，二氧化碳的捕获和封存量也均需要达到10亿吨/年。本报告的统计数据显示，各国目前已公布的2030年绿氢产能目标合计约为2700万吨/年，仅满足NZE目标需求的一半。同时，仅有美国、日本等少数国家提出了具体的CCS捕获能力目标。在实际部署方面，当前已投产的绿氢产能、CCS捕获量和封存量仅实现了NZE目标下2030年需求量的0.4%、4.9%和6.5%。倘若当前已公布的项目全部实现落地，预计2030年全球绿氢的实际产能和CCS捕获量将分别达到2700万吨/年和4.3亿吨CO_2/年，可以满足NZE目标对应需求的40-50%。尽管如此，由于仅有不足15%的项目获得了最终投资决定，上述潜在产能仍然具有高度不确定性。全球各国需要加速相关技术部署，提升项目的实际落地率。



[3]IEA (2023), Global Hydrogen Review 2023, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023, Licence: CC BY 4.0
IEA (2023), Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach, Licence: CC BY 4.0



04 尽管披露气候资金需求的国家比例有所上升，但全球气候投融资进展依旧迟缓。

◎ 2023年，全球开展气候金融风险评估与信息披露的国家数缓中有升。

从2022年到2023年，在已向UNFCCC提交（或更新）NDC的190多个国家中，提及气候投融资的国家数量保持在177个；在长期温室气体低排放发展战略（LTS）中披露气候资金需求信息的国家数量从16个上升到28个。开展气候相关金融风险评估的国家则从162个增加到197个，新增的35个国家中34个为发展中国家。目前，大多数国家尚未在国家预算中全面披露气候行动支出，仅有三十多个国家提供了可查的披露信息。新西兰和南非在信息披露方面表现最为领先。

177个

NDC中提及气候投融资的国家数量

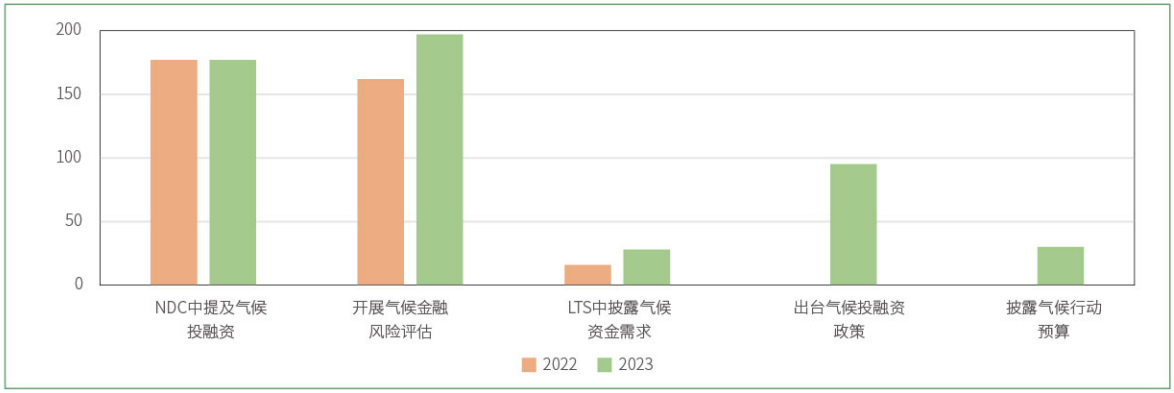


图 8. 不同气候投融资信息披露的国家或地区数量(2022 vs. 2023)

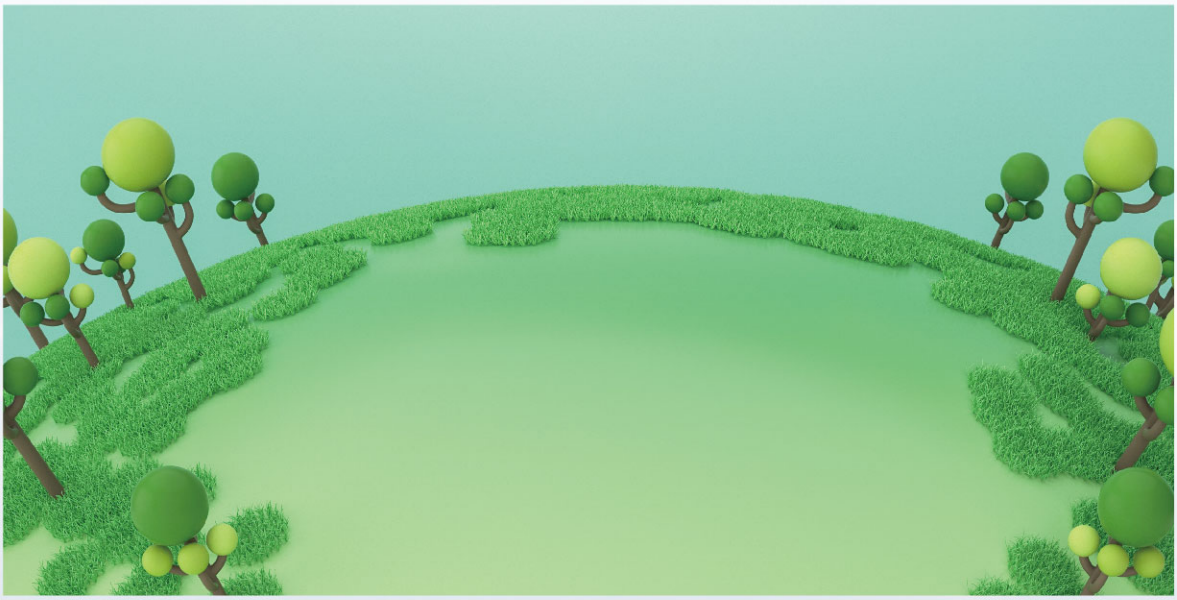
(注:前3项指标信息来源为各国向UNFCCC提交的NDC文件;后2项指标来自各国公开文件信息,为2023年更新的数据,暂无2022年数据可供对比)

◎ 各国气候投融资政策出台持续疲软,全球支撑碳中和目标实现的碳定价力度不足。

目前,全球仅有95个国家出台了气候投融资政策。作为目前发展相对成熟的气候投融资政策工具,过去一年全球各国的碳定价机制提升了覆盖范围,且碳价水平有所提升。从2022到2023年,全球碳定价机制的数量从72个增加至73个,5个国家或地区新引入了碳定价机制,同时有4个碳定价机制被废除。目前的碳定价机制已覆盖全球23.11%的温室气体排放。2023年全

73个

全球的碳定价机制数量



球加权平均碳价为14.2USD/tCO2e，相比2022年上升0.7USD/tCO2e，全球碳价最高的区域为乌拉圭和欧盟。根据世界银行的估计，在全球73个碳定价机制中，仅有7个（10%）碳价高于实现2°C目标所需的水平（63-127 USD/tCO2e）[4]。

◎ 全球气候投融资需求与实际投资规模存在巨大差距，发展中国家的资金缺口尤为突出。

根据IPCC第六次评估报告[5]，全球实现碳中和目标所需的年均减缓投资高达2.3至4.5万亿美元。要达到2°C目标，全球气候资金规模需增加3至5倍，最不发达国家的需求更为紧迫，需增加4至7倍。将气候行动纳入国家财政预算对国家气候治理具有重要意义，但目前各国的相关预算规模仍然偏低，且有部分国家的预算并未完全落实。在已披露气候财政预算的国家中，部分发达国家积极投资气候行动，如法国和德国气候行动投资占财政总预算的比例达到了8%和10%；多米尼加、伯利兹等小岛屿发展中国家的资金规模相对较小但占比表现较好。尽管可再生能源投资在全球呈上升趋势，但超过90%的资金仍集中在欧洲、北美、东亚和太平洋地区，最不发达国家仅获得不到1%的全球可再生能源投资[6]。以非洲为代表的最不发达国家部署碳中和技术的融资成本仍显著高于发达国家，存在严重的需求和能力错配现象（专栏2）。为有效支持发展中国家的碳中和行动和推动全球公正转型，制定新的气候融资集体量化目标（NCQG）将成为即将到来的COP大会的关键议题之一。

3-5倍

要达到2°C目标，全球气候资金规模需增加的倍数

[4]World Bank. 2023. State and Trends of Carbon Pricing 2023. Washington, DC: World Bank. doi: 10.1596/978-1-4648-2006-9.

[5]Kreibiehl S., T. Yong Jung, S. Battiston, P. E. Carvajal, C. Clapp, D. Dasgupta, N. Dube, R. Jachnik, K. Morita, N. Samargandi, M. Williams,. Investment and finance. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [R]. Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022.

[6]IRENA and CPI (2023), Global landscape of renewable energy finance, 2023, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi



05 **碳中和领域的国际合作虽然在规模上有所扩展，但在质量和资金落实上仍存在显著不足，部分国家出台的政策甚至阻碍了碳中和技术在全球的有效扩散。**

◎ **国际技术转让项目数量上升，但直接技术支持的比例急剧下降。**

根据历次全球气候技术转让评估双年报的数据，最近一次双年报数据中披露的项目总数相比上一次增长了45%，但提供直接技术支持的项目比例从上一次评估的50%下降到20%。目前披露的国际技术转让项目已完全被软性支持（能力建设、培训等）主导，项目质量、披露程度以及成效评估均需加强。对于经济增长和能源转型均处于起步阶段的部分非洲国家，有效的可再生能源技术转让项目能够帮助其迅速渡过发展起步期，协同实现低碳转型、经济增长和就业保障（专栏2）。

20%

最近一次双年报更新项目中直接技术支持的比例

◎ **发达国家承诺的国际气候资金出资规模有所增加，但仍无法满足1000亿美元的出资目标。**

发达国家的气候资金出资承诺有所增加，预计到2025年发达国家每年将提供947亿美元的国际气候资金，现有承诺仍无法完成1000亿美元的出资目标。从出资方式和内容来看，仅有1/4为直接捐赠，剩余的贷款中甚至以非优惠性贷款为主，且直接的气候净援助（CSNA）仅占资金总量的1/4（每年约200亿美元）[7]。分国家来看，日本、法国、德国、英国、意大利等在出资承诺上的表现较好。

947亿

发达国家每年将提供国际气候资金

◎ **部分国家上调关键可再生能源产品关税，可能阻碍低成本碳中和技术的全球扩散，并增加全球碳中和行动的成本。**

外国直接投资（FDI）对可再生能源的加速部署起着重要作用。根据《世界投资报告》的估计，各国可再生能源投资中，国际项目融资占比达到55%，在最不发达国家这一比例甚至超过75%[8]。2010-2021年期间，可再生能源FDI为柬埔寨、巴基斯坦、阿联酋、赞比亚、乌干达、刚果（金）、安哥拉、尼日利亚、几内亚和老挝等国带来了相当于投资成本1.09-1.67倍的直接和间接经济产出，并创造了超过20万个就业岗位。然而，部分国家大幅提高可再生能源关键组件进口关税，不仅提高了碳中和技术转让的成本门槛，还放缓了技术成本的下降。国际贸易是促进发展中国家技术扩散的重要手段，每年可为这些国家节省数百亿美元的装机成本，推动可再生能源的大规模部署，加速全球公正转型。

55%

各国可再生能源投资中，国际项目融资占比



[7]Zagema, B., Kowalzig, J., Walsh, L., Hattle, A., Roy, C., Dejgaard, H.P., 2023. Climate Finance Shadow Report 2023. https://doi.org/10.21201/2023.621500

[8]UNCTAD (2024). World Investment Report 2024: Investment facilitation and digital government. (United Nations publication. Sales No. E24.II.D.11. Geneva)

专栏2 国际技术与资金支持助力发展中国家实现碳中和与公正转型

可再生能源技术是实现碳中和最为关键的技术之一，在全球范围内都有巨大的部署需求。虽然目前可再生能源已成为成本最低的发电方式，但其在发展中国家的融资成本仍显著高于发达国家（图9）。对于经济增长和能源转型均处于起步阶段的最不发达国家，其巨大的资金缺口已成为实施碳中和行动的重要障碍。

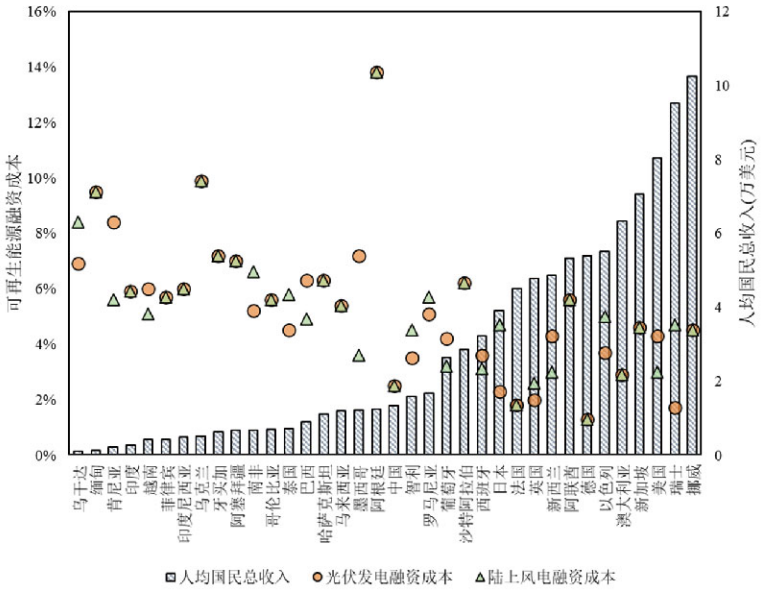


图9. 光伏和风电的平均融资成本（2021年）[9]占比以及人均国民总收入（2023年）的国家分布[10]

[9] IRENA (2023), The cost of financing for renewable power, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

[10]数据来自世界银行

有效的可再生能源技术转让项目（以太阳能光伏为例）能够帮助全球最不发达国家迅速渡过发展起步期，协同实现低碳转型、经济增长和就业保障。目前全球最不发达的萨赫勒国家[11]正面临能源严重短缺、输配电基础设施投资不足、高度依赖化石燃料、缺乏商业环境吸引私营部门投资可再生能源的严峻挑战。从2019年开始，非洲发展银行（AfDB）资助了“沙漠变能源倡议”（Desert to Power initiative，DtP）项目，该项目目标是到2030年在11个萨赫勒国家通过公共、私人投资实现10 GW的并网和离网太阳能发电项目建设，并向其中的布基纳法索等5个国家投资30亿美元。2022年非洲开发银行批准了两个沙漠发电投资项目、一个技术援助计划和一个沙漠发电融资机制，总额约为7.2亿美元[12]。其中，布基纳法索的光伏部署进展尤为突出，DtP对该国进行了三个投资项目（资助超过3亿美元），并确定了到2025和2030年分别增加168兆瓦和819兆瓦太阳能发电装机容量的目标。尽管2017年以前该国电网还没有光伏发电量且该国在国别分类里依然属于“低碳成长者”，但在DtP等项目的支持下已进入光伏爆发增长型国家行列，国际技术和资金合作能有效地提升碳减排成效并给当地带来经济和就业增长。



[11]萨赫勒国家包括：布基纳法索、乍得、吉布提、厄立特里亚、埃塞俄比亚、马里、毛里塔尼亚、尼日尔、尼日利亚、塞内加尔和苏丹

[12]https://www.afdb.org/en/topics-and-sectors/initiatives-partnerships/desert-power-initiative

专栏2 国际技术与资金支持助力发展中国家实现碳中和与公正转型

绝大多数太平洋地区的岛国都属于光伏缓慢增长型国家，尽管有些岛国已经建设了一些集中式光伏电厂，但其仍然面临着开发可再生能源资源和提供电力服务的成本高、电气化率低和配电网能力低等方面的严峻挑战（图10）。印度政府积极地支持了一个名为“Solarisation of Head of State Residences in the Pacific”的项目，该项目将太阳能光伏系统安装在太平洋岛国发展论坛（PIDF）成员国[13]的行政住宅或其它重要的公共建筑上，以尽可能地促进这些国家的光伏发电增长。该项目提供硬性技术和资金的支持，现场用户将接受日常操作和维护光伏系统的培训。该项目从2019年开始至今总共提供了278万美元的支持[14]，展现了国际南南合作在有效提升太平洋地区岛国的碳减排行动和能力方面的潜力。

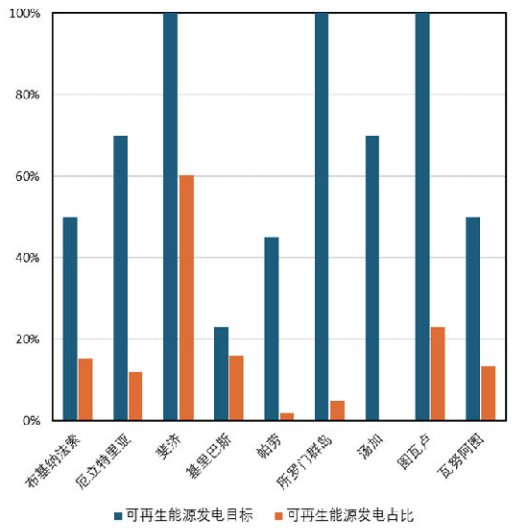


图10. 部分非洲和太平洋岛国可再生能源发电占比的目标和现状

[13]PIDF成员国包括：密克罗尼西亚联邦、斐济、基里巴斯、马绍尔群岛、瑙鲁、帕劳、所罗门群岛、东帝汶、汤加、图瓦卢和瓦努阿图）

[14]https://www.undp.org/pacific/projects/solarisation-head-state-residences-pacific



06 各国在碳中和目标方面进展显著，逐步接近领先国家，但在政策、行动和成效上仍存在较大差距。

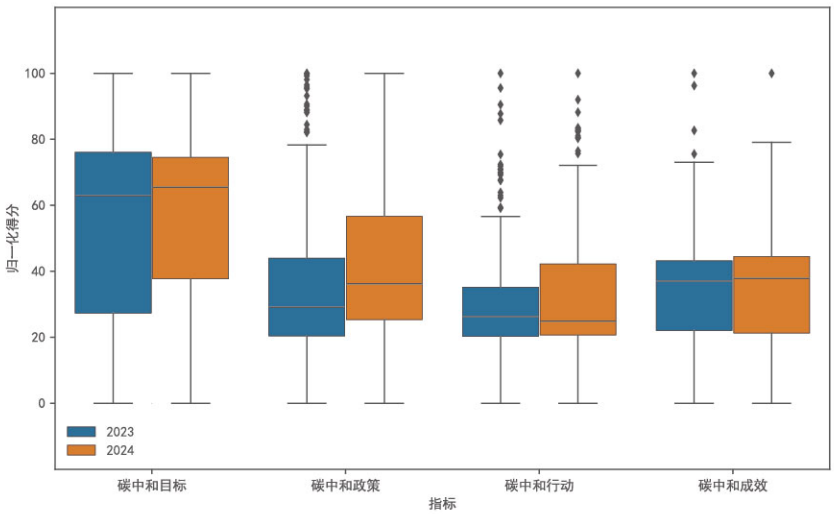


图11. 2024和2023年全球碳中和目标、政策、行动和成效得分分布

◎ 经量化评分，各国碳中和目标正在接近最佳实践，但政策、行动和成效仍需大幅提升。

本报告对各国的碳中和目标、政策、行动和成效基于指标打分和归一化处理（0表示无进展，100表示最佳实践），进行评分。结果显示，各国目标得分中位数为65，政策为36，行动为25，成效为38（图11）。

65
各国目标得分中位数

◎ 发展中国家新增目标和发达国家目标覆盖范围的提升推动全球进步。

发展中国家新增碳中和目标，发达国家扩大目标覆盖范围，使全球碳中和目标得分提高（去年中位数为61）。19个发展中国家新增目标显著缩小了全球差距。发达国家在目标类型和覆盖范围上得分较高，但在力度和公平性方面落后，而发展中国家表现出相反的趋势。

19个
发展中国家新增目标
显著缩小了全球差距

◎ 各国碳中和政策进步显著，但行动进展不均，尤其在气候投融资和技术创新方面差距较大。

拥有完整碳中和政策体系的国家从去年的55个增加至72个，其中38个为发展中国家。例如，肯尼亚出台了国家级的可持续金融战略、多个城市的碳中和规划、并拥有较为完整的法律监管体系。然而，气候投融资政策仍是制约各国完善碳中和政策的主要瓶颈，全球有119个国家尚未出台相关政策。各国在化石能源转型和零碳技术部署方面差距较小，而在碳中和技术创新能力和气候投融资行动进展上国别差距较大。尽管碳中和技术已在178个国家广泛部署，但仅47个国家具备创新能力，其中大部分国家位于欧洲和北美。全球尚未形成有效的投融资路径实践，132个国家在气候投融资方面的进展为0。

119个
全球尚未出台气候
投融资政策的国家数量

◎ 全球碳排放与经济增长逐渐脱钩，但各国的脱碳进度差异明显。

目前，83%的国家已实现碳排放强度下降，46%的国家下降速度符合其碳中和目标要求。12个国家碳排放强度已较峰值下降超过75%，56个国家下降幅度超过50%，但仍有51个国家的下降幅度不足25%。部分亚洲和非洲发展中国家的碳排放强度仍在上升，未来可能成为新的碳排放热点。

83%
83%的国家已实现碳排放
强度下降



07 各国碳中和目标-成效得分并不完全“言行一致”，超过1/4的国家目标-成效阵营分类发生变化，减排成效提升主要来自于行动进展。

◎ 各国碳中和目标-成效得分并非完全正相关，脱碳进展并不总是与目标一致。

本报告沿用了去年的分类标准，将所有国家根据其目标和成效得分是否处于全球前50%划分为四个阵营：目标和成效均在前50%的“气候能力者”，目标在后50%但成效在前50%的“低调减排者”，目标在前50%但成效在后50%的“转型蓄势者”，以及目标和成效均在后50%的“低碳成长者”。

气候能力者：目标高，成效高

低调减排者：目标低，成效高

转型蓄势者：目标高，成效低

低碳成长者：目标低，成效低

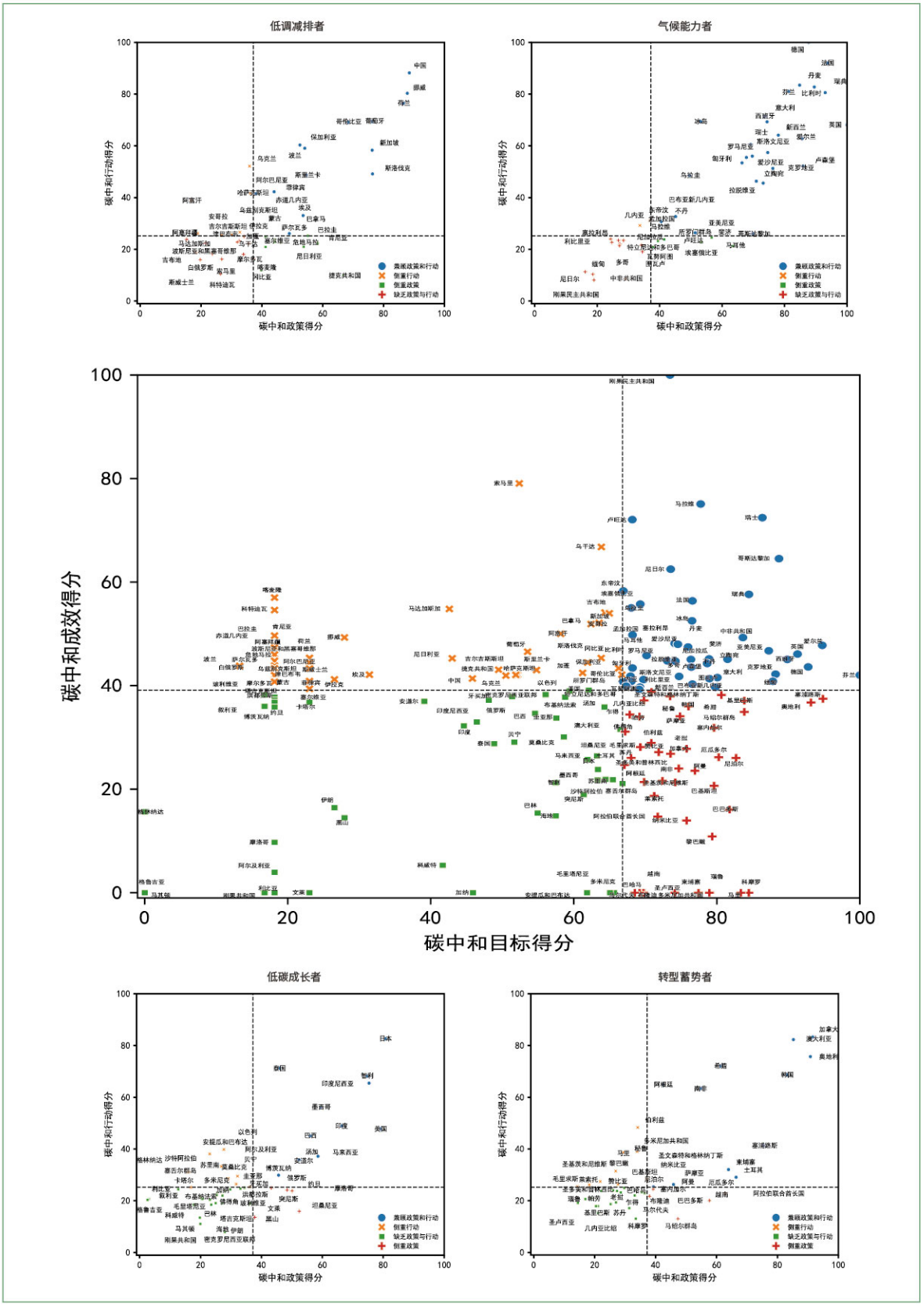


图12. 2024各国碳中和进展模式分类

◎ **有33个国家在去年和今年都保持在“气候能力者”阵营，继续引领全球碳中和进程。**

这些国家主要分为三类：一是欧洲发达国家如法国、德国、丹麦、芬兰，它们凭借全面的政策支持、技术创新和气候投融资体系，保持了领先地位，并积极参与国际气候合作；二是东欧国家如克罗地亚、罗马尼亚、匈牙利等，早在上世纪90年代就实现碳达峰，碳排放与经济发展基本脱钩，政策体系完善；三是以埃塞俄比亚、哥斯达黎加、中非共和国和卢旺达为代表的新兴发展中国家，不仅建立了碳中和政策体系，还积极布局碳中和技术，有些国家在生态保护与碳中和目标的协同发展方面表现突出。今年有13个发展中国家新加入“气候能力者”阵营。

13个

今年有13个发展中国家新加入“气候能力者”阵营

◎ **“转型蓄势者”阵营变化较大，28个国家仍处于该阵营，但离开的国家出现了两极分化：8个国家因成效提升进入“气候能力者”，9个国家则因目标降低而转为“低碳成长者”。**

稳定在该阵营的发达国家通常拥有完善的政策体系和先进的碳中和技术部署，但化石能源转型进度较慢，影响了其脱碳进程，且对国际合作的贡献较低。稳定在该阵营的发展中国家则缺乏共性的特征，政策或行动上各有滞后，主要表现为投融资支持不足或技术部署缺乏。

8个

国家从"转型蓄势者”变为"气候能力者”



◎ “低调减排者”阵营相对稳定，34个国家保持在该阵营。

很多发展中国家在碳中和目标的类型、年份和覆盖范围上较为保守，但在某些政策与行动的细分领域有亮眼表现。例如，保加利亚出台了多个企业ESG信息披露政策，在工业数字化节能、CCS和电动汽车等领域均有较多专利储备；萨尔瓦多、斯里兰卡等国家设定了100%电动汽车销售占比的目标。去年部分“低碳成长者”国家由于短期内碳强度的大幅度下降进入了“低调减排者”的阵营。



◎ 有32个国家去年和今年都处于目标与成效双低的“低碳成长者”阵营。

这些国家可以分为三类：一是石油资源丰富的国家，对化石能源高度依赖，碳排放尚未与经济发展脱钩。二是经济体量和碳排放体量均较大的国家，虽然拥有丰富的零碳技术储备或资源禀赋，且政策体系较为全面，但行动效果尚未体现在脱碳成效中。例如，美国在生物质和CCS技术的市场部署和创新能力方面全球领先，印度拥有全面的碳中和技术和政策体系，巴西在生物质资源和技术上居于全球前列。三是处于经济发展的起步阶段，经济体量和碳排放体量较小的国家，这些国家大多尚未设置碳中和目标，未进入实质性的减碳进程。



◎ 总体来看，目标提升通常伴随着政策支撑的完善，而减排成效提升主要来自于行动进展。

今年，53个国家的阵营发生了变化，主要方向包括：9个国家因目标降低从“转型蓄势者”变为“低碳成长者”，8个国家因成效提升从“转型蓄势者”变为“气候能力者”，7个国家因成效提升从“低碳成长者”变为“低调减排者”，8个国家因成效降低从“气候能力者”变为“转型蓄势者”。国家目标的提升往往也伴随着政策体系得分的提升。例如乌拉圭出台了详细的碳中和具体路线图、气候法律数量远超全球平均水平，并提出了氢能的战略目标。各国减排成效的提升主要来自于行动的进步，如新西兰出台了完善的企业ESG披露政策；埃及积极部署光伏、陆上风能等可再生能源发电技术，并在生物质替代和电动汽车相关的论文发表方面进步显著。

53个
国家的阵营发生了变化

17个
国家减排成效提升



08 **弥合全球碳中和进展与目标之间的执行差距，需要充分尊重各国碳中和路径的多样性。**

◎ **各国发展阶段不同，发展中国家面临更快的降碳节奏需求。**

在全球已经碳达峰的49个国家中，其碳达峰年份和碳中和目标年份之间平均间隔为49年；其中31个为发达国家，年份间隔为48年。而在碳排放尚未达峰的国家中（超过99%为发展中国家），其碳达峰目标和碳中和目标年份之间的平均间隔为21年。因此，发展中国家需要在达峰以后更加快速地削减碳排放，加速经济、能耗和碳排放之间的脱钩。全球要实现共同的减排目标，需充分尊重已达峰国家和尚未达峰国家在发展阶段上的差异。

49 vs. 21

已达峰和未达峰国家达峰（目标）年份和碳中和目标年份的平均间隔年数

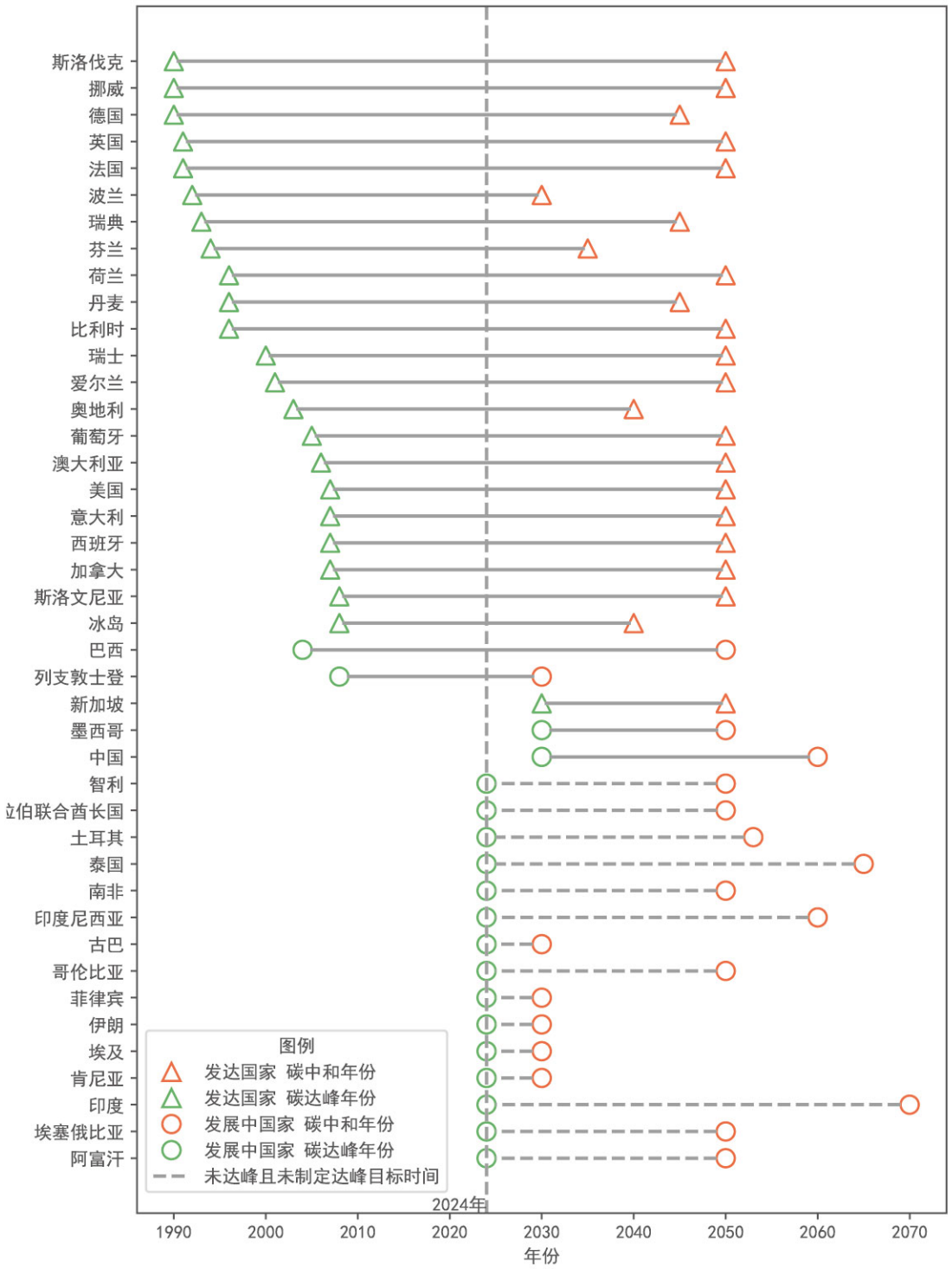


图13. 全球主要国家碳达峰（或目标）和碳中和目标年份分布

（注：虚线为碳排放尚未达峰同时没有设置达峰目标年份的国家）

◎ 单一的零碳路径无法适应各国资源禀赋、发展阶段、法律体系和技术路线的差异。

发达国家在插电混动汽车、生物柴油、CCS等技术中具有优势，依赖技术创新和经济水平；而发展中国家则在水电、生物乙醇、森林碳汇等技术上更具优势，依赖当地资源。在技术选择上，美国、中国、加拿大等大国推行多技术支持政策，欧洲国家侧重交通领域的发展，如电动汽车和可再生氢；东南亚和非洲国家则倾向于生物燃料和碳汇技术。政策上，中国和美国强制与激励政策并行，欧洲国家更依赖激励政策。



◎ 针对不同类型的国家，需要采取差异化的碳中和措施。

“气候能力者”应保持技术和政策领先，通过国际合作输出经验和技术；“转型蓄势者”需加快行动和政策落实，尤其在化石能源转型和技术创新方面；“低调减排者”应提升碳中和目标的雄心，强化政策支持；而“低碳成长者”则需尽快制定脱碳路径，加大技术引进和政策布局，争取国际资金和技术支持，走上低碳发展道路。



◎ 加强信息披露和技术与资金需求评估，促进碳减排技术和气候资金在全球的有效扩散，是加速全球碳中和进程的共性需求。

当前，技术和资金相关的数据披露不完善，尤其在前沿碳中和技术的市场渗透率和气候融资透明度方面，数据分散，难以为投资者提供明确指引，阻碍了资金流入和技术推广。发展中国家在资金流动和需求评估上也缺乏公开数据，陷入“信息不透明—需求不明—援助不足”的循环。为实现全球碳中和的公正转型并弥合目标与成效之间的差距，亟需加强碳中和技术部署、投融资和国际合作数据的收集与整合，构建透明、可信的全球数据与评价体系，完善加速全球碳中和进程的公共治理基础设施。





附表1《2024全球碳中和进展评估报告》指标体系

专题	一级指标	二级指标	三级指标
目标	1.1碳中和/净零排放目标	1.1.1碳中和目标类型	目标类型
目标	1.1碳中和/净零排放目标	1.1.1碳中和目标年份	目标年份
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.1碳中和目标的行业覆盖度	是否覆盖国际航空
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.1碳中和目标的行业覆盖度	是否覆盖国际航运
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.2碳中和目标的温室气体覆盖度	温室气体覆盖度
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.3碳中和目标的消费侧排放覆盖度	是否覆盖消费侧排放
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.4碳中和目标的领土排放覆盖度	是否覆盖全领土排放
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.5碳中和目标的有效性和可靠性	独立的碳移除目标
目标	1.2碳中和目标的覆盖范围	1.2.5碳中和目标的有效性和可靠性	计划使用碳信用
目标	1.3碳中和目标的监管体系	1.3.1碳中和目标的法律完备性	目标立法状态
目标	1.3碳中和目标的监管体系	1.3.2碳中和目标的监管机制	审查与报告制度
目标	1.3碳中和目标的监管体系	1.3.2碳中和目标的监管机制	问责制度
目标	1.3碳中和目标的监管体系	1.3.3碳中和目标的法律行动	气候变化法律数量
目标	1.3碳中和目标的监管体系	1.3.3碳中和目标的法律行动	气候变化诉讼案件数量
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.1碳中和的阶段性目标	是否有中短期目标
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.1碳中和的阶段性目标	中短期目标文本
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.1碳中和的阶段性目标	中短期目标年份
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.1碳中和的阶段性目标	中短期目标类型
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.2国家级碳中和路线图	是否有详细计划
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.2国家级碳中和路线图	概述详细计划
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.3城市区域级别碳中和规划	有政策的区域占比
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.3城市区域级别碳中和规划	有政策的城市占比
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	能源供应

专题	一级指标	二级指标	三级指标
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	农业
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	交通运输
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	土地利用和林业
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	建筑业
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	废物
目标	1.4碳中和目标的具体路线图	1.4.4行业层面碳中和目标	工业
目标	1.5碳中和目标的公平性与一致性	1.5.1碳中和目标的公平性	是否提及公平
目标	1.5碳中和目标的公平性与一致性	1.5.1碳中和目标的公平性	是否明确解释公平性
目标	1.5碳中和目标的公平性与一致性	1.5.2碳中和目标与全球目标的一致性	是否满足1.5℃目标
目标	1.5碳中和目标的公平性与一致性	1.5.2碳中和目标与全球目标的一致性	是否满足2℃目标
目标	1.5碳中和目标的公平性与一致性	1.5.2碳中和目标与全球目标的一致性	碳中和目标在1.5℃目标下的雄心指数
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.1可再生能源发电战略目标	未来发电中可再生能源占比/化石燃料占比目标
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.1可再生能源发电战略目标	截至2022年底可再生氢目标
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.1可再生能源发电战略目标	截至2022年底提出过的可再生能源发电占比未来目标
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	化石燃料禁令
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	可再生能源政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	零碳政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	电力设施配额义务/RPS
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	INDC及NDC中分布式可再生能源
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	净计量/计费政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	上网电价/保费支付政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	生物燃料混合/可再生交通政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	供热相关政策

专题	一级指标	二级指标	三级指标
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	可交易REC
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	分布式可再生能源
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	INDC及NDC中分布式可再生能源
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	分布式可再生能源整合
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	行政及法律规定
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	投标政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	质量/技术框架和标准
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	公共融资
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	财政激励
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	减税政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	投资或生产税收抵免政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.2可再生能源发电支持政策	投资补贴相关政策
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	可再生水电 发电量 GWh
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	光伏发电 发电量 GWh
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	陆上风能 发电量 GWh
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	地热能 发电量 GWh
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	可再生废弃物 发电量 GWh
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	可再生水电 装机容量 MW
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	光伏发电 装机容量 MW
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	陆上风能 装机容量 MW
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	可再生废弃物 装机容量 MW
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.3可再生能源发电市场进展	地热能 装机容量 MW
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.4可再生能源发电技术创新	陆上风能发电平准化能源成本
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.4可再生能源发电技术创新	太阳能发电平准化能源成本

专题	一级指标	二级指标	三级指标
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.4可再生能源发电技术创新	海上风电平准化能源成本
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.4可再生能源发电技术创新	水力发电平准化能源成本
技术	2.1可再生能源发电技术	2.1.4可再生能源发电技术创新	生物质能发电平准化能源成本
技术	2.2电动汽车	2.2.1电动汽车战略目标	电动汽车销售量占比目标
技术	2.2电动汽车	2.2.1电动汽车战略目标	电动汽车保有量目标
技术	2.2电动汽车	2.2.1电动汽车战略目标	电动汽车保有量占比目标
技术	2.2电动汽车	2.2.2电动汽车支持政策	命令管理
技术	2.2电动汽车	2.2.2电动汽车支持政策	补贴
技术	2.2电动汽车	2.2.2电动汽车支持政策	税收减免
技术	2.2电动汽车	2.2.2电动汽车支持政策	配套措施
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	插电式混合动力汽车保有量
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	插电式混合动力汽车销售量
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	电池电动汽车保有量
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	电池动力汽车销售量
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	电动汽车存量占比
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	电动汽车销售占比
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	燃料动力电池汽车销售量
技术	2.2电动汽车	2.2.3电动汽车市场进展	燃料动力电池汽车保有量
技术	2.2电动汽车	2.2.4电动汽车技术创新	电动汽车专利数
技术	2.2电动汽车	2.2.4电动汽车技术创新	论文数
技术	2.3节能和能效提升	2.3.1节能和能效提升战略目标	2025/2030等阶段性总体节能目标
技术	2.3节能和能效提升	2.3.1节能和能效提升战略目标	阶段性工业、建筑、交通等节能目标
技术	2.3节能和能效提升	2.3.2节能和能效提升支持政策	支持政策
技术	2.3节能和能效提升	2.3.3节能和能效提升市场进展	低排放车销售份额

专题	一级指标	二级指标	三级指标
技术	2.3节能和能效提升	2.3.3节能和能效提升市场进展	热泵市场份额
技术	2.3节能和能效提升	2.3.3节能和能效提升市场进展	人均太阳能热水器安装面积
技术	2.3节能和能效提升	2.3.4节能和能效提升技术创新	工业数字化专利申请数量
技术	2.3节能和能效提升	2.3.4节能和能效提升技术创新	热泵技术专利申请数量
技术	2.3节能和能效提升	2.3.4节能和能效提升技术创新	低排放车专利申请数量
技术	2.3节能和能效提升	2.3.4节能和能效提升技术创新	专利数
技术	2.4生物质替代	2.4.1生物质战略目标	燃料乙醇混合目标年份
技术	2.4生物质替代	2.4.1生物质战略目标	燃料乙醇混合目标
技术	2.4生物质替代	2.4.1生物质战略目标	生物柴油混合目标年份
技术	2.4生物质替代	2.4.1生物质战略目标	生物柴油混合目标
技术	2.4生物质替代	2.4.2生物质支持政策	生物柴油强制执行比例
技术	2.4生物质替代	2.4.2生物质支持政策	燃料乙醇强制执行比例
技术	2.4生物质替代	2.4.3生物质市场进展	燃料乙醇生产量
技术	2.4生物质替代	2.4.3生物质市场进展	生物柴油消费量
技术	2.4生物质替代	2.4.3生物质市场进展	生物柴油生产量
技术	2.4生物质替代	2.4.3生物质市场进展	燃料乙醇消费量
技术	2.4生物质替代	2.4.4生物质技术创新	论文数量
技术	2.4生物质替代	2.4.4生物质技术创新	专利数量
技术	2.5 CCUS技术	2.5.1 CCUS技术发展战略目标	政策文件中的技术定位/发展目标
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	研发支持
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	试点项目支持
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	政府资金支持
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	税收减免/碳市场
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	纳入《巴黎协定》下的国家自主贡献

专题	一级指标	二级指标	三级指标
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	是否加入碳管理挑战(Carbon Management Challenge, CMC)
技术	2.5 CCUS技术	2.5.2 CCUS技术支持政策	法规体系建设
技术	2.5 CCUS技术	2.5.3 CCUS技术市场进展	运行中的CCUS项目数量
技术	2.5 CCUS技术	2.5.3 CCUS技术市场进展	计划中的项目数量
技术	2.5 CCUS技术	2.5.4 CCUS技术创新	专利数
技术	2.5 CCUS技术	2.5.4 CCUS技术创新	发表论文数
技术	2.6氢能技术	2.6.1氢能战略目标	电解槽装机目标年份
技术	2.6氢能技术	2.6.1氢能战略目标	电解槽装机目标
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	对清洁氢生产提供补贴
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	鼓励生产氢基衍生物
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	推进氢基础设施建设
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	推进氢能技术投资研发
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	推进国际氢能合作
技术	2.6氢能技术	2.6.2氢能支持政策	推进氢能监管、标准体系建设
技术	2.6氢能技术	2.6.3氢能市场进展	绿氢产能
技术	2.6氢能技术	2.6.3氢能市场进展	已投产绿氢项目数
技术	2.6氢能技术	2.6.4氢能技术创新	氢能专利数量
技术	2.6氢能技术	2.6.4氢能技术创新	氢能论文数量
技术	2.7碳汇技术	2.7.1碳汇技术战略发展目标	Global forest goal 1-6
技术	2.7碳汇技术	2.7.2碳汇技术支持政策	是否参与REDD+行动；年均减少碳排放量；接收扶持资金数量
技术	2.7碳汇技术	2.7.2碳汇技术支持政策	国家LULUCF信用对碳减排的贡献
技术	2.7碳汇技术	2.7.2碳汇技术支持政策	是否针对《联合国2030年森林战略计划》提供自愿国家报告；是否确定国家对全球森林目标实现的贡献
技术	2.7碳汇技术	2.7.3碳汇技术市场进展	Afforestation and reforestation CDM项目；Agriculture CDM项目
技术	2.7碳汇技术	2.7.3碳汇技术市场进展	森林碳汇量

专题	一级指标	二级指标	三级指标
技术	2.7碳汇技术	2.7.4碳汇技术创新	专利数量
技术	2.7碳汇技术	2.7.4碳汇技术创新	论文数量
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.1各国气候投融资承诺宣誓	各国LT-LEDS是否提及气候投融资
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.1各国气候投融资承诺宣誓	各国NDC是否提及气候投融资
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.1各国气候投融资承诺宣誓	各国NDC最新发布时间
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.1各国气候投融资承诺宣誓	国家LT-LEDS最新发布时间
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.2气候投融资支持政策	可持续金融政策数量
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.3各国气候相关金融风险评估与披露政策	是否开展气候相关金融风险评估
资金	3.1气候投融资政策进展	3.1.3各国气候相关金融风险评估与披露政策	是否强制披露气候相关金融风险
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.1各国财政预算用于气候行动的规模	各国财政预算用于减缓行动的规模
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.1各国财政预算用于气候行动的规模	各国财政预算用于适应行动的规模
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.2各国碳定价机制进展	各国碳定价机制进展
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.3发达国家气候资金承诺与国际气候资金落实情况	发达国家国际气候资金出资承诺
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.3发达国家气候资金承诺与国际气候资金落实情况	损失与损害资金出资承诺
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.4各国在GEF和GCF的气候融资贡献	公约下各国对绿色气候基金注资情况(GCF-1)

专题	一级指标	二级指标	三级指标
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.4各国在GEF和GCF的气候融资贡献	公约下各国对绿色气候基金注资情况(GCF-2)
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.4各国在GEF和GCF的气候融资贡献	公约下各国对绿色气候基金注资情况(GEF)
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.5各国两年期报告中通报的资金规模	发达国家两年期报告(BR)通报的资金规模
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.5各国两年期报告中通报的资金规模	发展中国家两年期更新报告(BUR)通报获得的资金规模
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.6各国参与国际气候金融合作倡议情况	各国加入GFANZ的机构数量
资金	3.2气候投融资行动进展	3.2.6各国参与国际气候金融合作倡议情况	各国签署UN PRI的机构数量
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	领域
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	支持类型
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	类别
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	关键词
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	东道国
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	受援助国
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	开始时间
国际合作	4.1国际技术合作	4.1.1国际技术转移项目	结束时间
国际合作	4.2国际合作阻碍	4.2.1绿色贸易壁垒	各国贸易壁垒数量

清华大学碳中和研究院
https://www.icon.tsinghua.edu.cn/

清华大学环境学院
https://www.env.tsinghua.edu.cn/

全球碳中和进展追踪网站
https://www.cntracker.tsinghua.edu.cn/home

全球碳中和年度进展报告下载
https://www.cntracker.tsinghua.edu.cn/report