

绿能出海记 2024

向绿共赢，由小及美



本篇报告所有图表来自绿动星球数据平台，

模型链接可扫码获得：



邮箱联系 haojiangbei@outlook.com 获取最新链接。

前言

贡献中国清洁能源，助推全球能源转型

在自身快速发展的同时，中国的可再生能源更对全球的电力系统清洁化起着越来越重要的助推作用。

国家能源局公布的数据显示，去年（2023年），中国国内当年风电光伏的合计新增装机容量达到 29278 万千瓦，这一数字接近全球当年风光电新增装机容量的 60%。

在中国以外地区，中国在 2021 年的联合国大会上做出了“将大力支持发展中国家能源绿色低碳发展”的承诺，更在 2023 年的第三届“一带一路”峰会上达成了《绿色金融支持“一带一路”能源转型倡议》，为中国和“一带一路”伙伴国家之间的绿色低碳能源合作方向做出进一步的明确规划。

在能源投资领域，中国企业和金融机构在过去的十年间在 67 个国家投资和建设了 268 个能源项目，总装机容量达到 111GW，总投资额达 830 亿美元，总项目的 66% 为非化石能源项目。同时，在设备出口合作方面，中国风电、光伏产品已经出口到全球 200 多个国家和地区，全球超过 80%

的光伏产品和超过 70% 的风电关键零部件来自中国。

作为全球最大的风电和光伏生产国，中国直接推动了全球可再生能源发电项目成本的大幅下降。对于**经济力量薄弱电力普及落后**的众多发展中国家而言，这意味着可再生能源更大的竞争力和向着清洁能源转型的更大动力。

这也意味着，这些发展中国家将获得更大的机会，以独立、平等、绿色、负责任的模式壮大国力。

第 28 届联合国气候变化大会上提出了全球可再生能源发电能力到 2030 年必须增至三倍的目标，这对于中国的可再生能源行业而言，不仅仅是巨大的发展机遇，也更是携手各国共同应对气候变化这一人类生存危机的责无旁贷的担当。

在这一过程中，中国和共建“一带一路”国家如何相向而行，加强政策、金融、技术、人才等各个方面的合作，使得绿色能源的合作更加精准、高效、共赢，还有诸多细节需要双方在不断的对话和实际项目中进行尝试和总结。**“一带一路”可再生能源国际合作的这一抹绿在全球继续浓厚并逐渐生根**，从供应链到生产链，从前期研发到市场培养，双手相握环环相扣，成为中国和伙伴国家加速清洁能源转型应对气候变化危机的快速可靠途径。

而这，正是此份报告的宗旨所在——基于东道国自身能源的实际需求和资源禀赋，发挥中国可再生能源的助推力量，让绿色低碳能源的合作在东道国扎根生长起来，既能满足经济发展的大体量需求，也能微小灵活、亲民惠民，实现既小而美。

作为亚洲气候行动者组织 BRIDGE（带路绿桥）项目的一个重要的组成部分，本报告为《绿能出海记 2022》的续篇，也将为以后《绿能出海记》的定期回顾和展望铺垫基础，为“一带一路”可再生能源国际合作的持续深绿化作出微薄的贡献。

摘要

全球范围内正在推进的能源转型是一项涉及政治、经济、技术、产业和贸易等多个领域的重大变革。与工业革命以来的多次能源变革不同的是，本轮变革的动力是由于人类为应对气候危机而要削减化石燃料消费，降低碳排放是本轮能源变革的目标。而在目前可以用于替代化石能源的几种低碳能源来源主要包括核能、水能、风能、太阳能和潮汐能等。而其中，受限于技术门槛和资源禀赋，能够广泛应用在世界各个地区且能实现对化石燃料大规模替代的能源种类并不多，风能和太阳能是目前最成熟的解决方案。但是，利用这两种能源仍然需要较高的技术能力和初始投入，能够成功大规模应用这两种技术的国家一般也是工业化或高收入国家。

世界大部分发展中国家仍无法承担发展风能和太阳能高昂的前置成本。世界银行发布的报告¹就指出，中低收入国家的能源转型需要经历一个“正向循环”过程。在初始阶段，政府发挥主导作用，创造有利的政策环境并配合优惠资金来启动第一批示范项目。要继续推动大规模可再生能源发展，关键在于引入私营部门，培育透明的可再生能源价格机制和融资环境，从而不断降低成本，最终实现对传统化石能源的代替。但是，如果发展中国家可以在能源转型进程中借机壮大自身经济，那么高昂的前置成本就不再是“成本”而是“机遇”。国际能源署²的报告指出，全球能源

¹ Scaling up to phase down: Financing energy transitions in the power sector. (2023). <https://doi.org/10.1596/39689>

² Energy Technology Perspectives 2023 – Analysis - IEA. (n.d.). IEA. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

转型将催生一个历史性机遇期，引发广泛的技术、产业和经济变革，推动从矿产开采、装备制造、运营管理等各个环节的大幅度发展。各国都需要根据自身禀赋来探索如何从新能源经济的机遇中受益并制定相应的产业发展战略。相比工业化国家，工业基础较差的发展中国家更应抓住本轮产业红利期发展自身，推动能源转型同时发展本国经济。因此，发展中国家在能源转型中两个关键点在于：一是通过能源发展政策引导私营部门共同建设透明的可再生能源市场从而拉低成本；另一方面则是通过产业政策推动可再生能源技术和相关价值链的发展，化成本为机遇。

然而，发展中国家目前仍严重依赖外来技术和外来资金发展能源产业，特别是技术门槛和资金门槛都较高的低碳能源产业，容易陷入发展和减排的两难境地。对于这一问题，历史排放较高的发达国家就具有责任对发展中国家进行技术和资金转移。早在 2009 年哥本哈根气候大会期间，发达国家曾承诺在 2020 年之前每年向发展中国家提供至少 1000 亿美元气候援助，该承诺也是 2015 年《巴黎协定》的一个重要组成部分。但根据经济合作与发展组织的统计，发达国家在 2021 年的援助总额仅达到 896 亿美元，虽然基于初步数据估算显示该目标可能已在 2022 年达成，这已经比承诺的时间晚了两年³。而作为世界最大发展中国家的中国，在 2021 年提出大力支持发展中国家能源绿色低碳发展，这为发展中国家下一阶段的能源转型带来希望。中国作为世界最大的发展中国家之一，曾经也是接受发达国家技术和资金援助的主要目的地。在过去二十年内，中国是世界为数不多的实现了大规模可再生能源和相关产业发展的发展中国家。中国在自身能源转型进程中与其他发展中国家有着相似的发展诉求，同时也在平衡发展和减排的两难困境中，有着鲜活的实践经验。因此，中国将如何调整在全球气候治理中的定位，发挥自身优势支持其他发展中国家走出两难困境，是全球推进能源转型的关键变量。

那么，就需要结合发展中国家的能源发展现状对中国支持发展中国家的方法和做法进行研究和解读。通过文献研究、数据洞察、利益相关方访谈和案例分析，我们对这一问题展开了详细研究。本篇报告致力于探索中国如何助力发展中国家形成可再生能源发展的“正向循环”以及中国如何发挥产业链优势支持发展中国家建设自身的绿色电力装备产业链。从报告的整体结构上看，第一章讨论了报告的研究背景，对目前发展中国家面临的缺电问题以及可再生能源发展滞后问题进行

³ Growth accelerated in the climate finance provided and mobilised in 2021 but developed countries remain short and must continue scaling up to reach the USD 100 billion goal. (2023, November 16). OECD. <https://www.oecd.org/environment/growth-accelerated-in-the-climate-finance-provided-and-mobilised-in-2021-but-developed-countries-remain-short.htm>

了讨论；第二章主要展示了 2021 年以来中国政府和绿色电力产业主体，在海外绿色能源领域的最新进展，这些进展更具宏观视角，展示了近两年的趋势变化；第三章是报告的主体章节，对世界三个典型的发展中国家区域的可再生能源发展态势进行了详细讨论，致力于全面分析中国支持其他发展中国家可再生能源发展面临的政治经济环境以及国际竞争态势，为后续章节的讨论提供基础；第四章在前述章节内容的基础上，深入分析了目前中国在海外可再生能源领域面临的痛点和难点，并分析了中国取得的主要突破；第五章是对整个前序章节问题域的查漏补缺以及提出意见和建议的章节，本章对“小而美”的可再生能源发展模式进行了分析并给出了定义，并对解决第一章提到的缺电难题提出了建议。

目录

1 研究背景：发展中国家正在遭遇能源贫困	1
2 中国支持其他发展中国家最新进展	5
2.1 政府间合作进展	5
2.2 产业出海进展	7
3 发展中国家可再生能源发展现状与中国因素	12
3.1 东南亚	14
3.2 中亚	22
3.3 撒哈拉以南非洲	27
4 中国支持发展中国家新突破	36
突破 1：咨询服务走出去——打造海外发展软实力	37
突破 2：低碳示范区落地——打通技术扩散路径	39
突破 3：绿色熊猫债发行——打通资金瓶颈	41
5 新阶段应深挖“小而美”新模式	44
5.1 “小而美”可再生能源发展模式内涵	45
5.2 “小而美”模式商业化建议	46
5.3 民间力量走出去案例	48
<hr/>	
附录 1：比较优势指数和中国贸易关系指数	50
附录 2：绿色电力装备商品清单	51
附录 3：支持可再生能源的国际气候资金	52

图表检索

图 1: 不同收入水平国家的人均可再生能源发电量 (千瓦时)	2
图 2: 2021-2023 年中国与其他发展中国家清洁能源合作关键词	6
图 3: 中国海外电力工程承包签约额 (十亿美元)	8
图 4: 中国绿色电力装备出口额 (十亿美元)	9
图 5: 中国海外可再生能源项目投资额 (十亿美元)	10
图 6: 2021-2023 年中国与东南亚清洁能源外交关键词	14
图 7: 东南亚可再生能源装机量 (GW)	16
图 8: 2021 年东南亚可再生能源供电占比 (%)	17
图 9: 东南亚待开工可再生能源项目	17
图 10: 2013-2023 年东南亚跨境可再生能源投资额 (十亿美元)	19
图 11: 2021-2023 年中国与中亚清洁能源外交关键词	21
图 12: 中亚可再生能源装机量 (GW)	22
图 13: 2021 年中亚可再生能源供电占比 (%)	23
图 14: 中亚待开工可再生能源项目	23
图 15: 2013-2023 年中亚跨境可再生能源投资额 (十亿美元)	25
图 16: 2021-2023 年中国与非洲清洁能源外交关键词	28
图 17: 撒哈拉以南非洲可再生能源装机量 (GW)	28
图 18: 2021 年撒哈拉以南非洲可再生能源供电占比 (%)	29
图 19: 撒哈拉以南非洲待开工可再生能源项目	29
图 20: 2013-2023 年撒哈拉以南非洲跨境可再生能源投资额 (十亿美元)	32
图 21: 全球输配电损失示意图	44
<hr/>	
表 1: 东南亚绿色电力装备价值链评价表	18
表 2: 2013-2023 年东南亚可再生能源国际投资者	20
表 3: 中亚绿色电力装备价值链评价表	24
表 4: 2013-2023 年中亚可再生能源项目国际投资者	26
表 5: 撒哈拉以南非洲绿色电力装备价值链评价表	31
表 6: 2013-2023 年撒哈拉以南非洲可再生能源国际投资者	33
表 7: 中国面向海外的咨询服务机构研究成果	38
表 8: 中国与其他国家合作的低碳示范区	40
表 9: 在中国发行的绿色属性熊猫债	42



1

研究背景

发展中国家正在遭遇能源贫困

发展中国家能源和电力需求还有很大增长空间，与此同时在全球气候治理和能源转型的趋势下，发展中国家继续发展化石燃料的空间已经非常狭窄。很多发展中国家修订了能源发展规划，制定了更高的可再生能源发展目标。例如越南就在过去两年中修订了第八版能源发展规划，风电和光伏比例都有所提高。但在严重依赖外部资金和技术支持的情况下，发展中国家制定的可再生能源目标如何落实还存在诸多挑战。新冠疫情发生的几年又是在是各种挑战和不利因素频发的时期，在发展中国家能源转型方兴未艾之时，缺电问题再次甚嚣尘上。

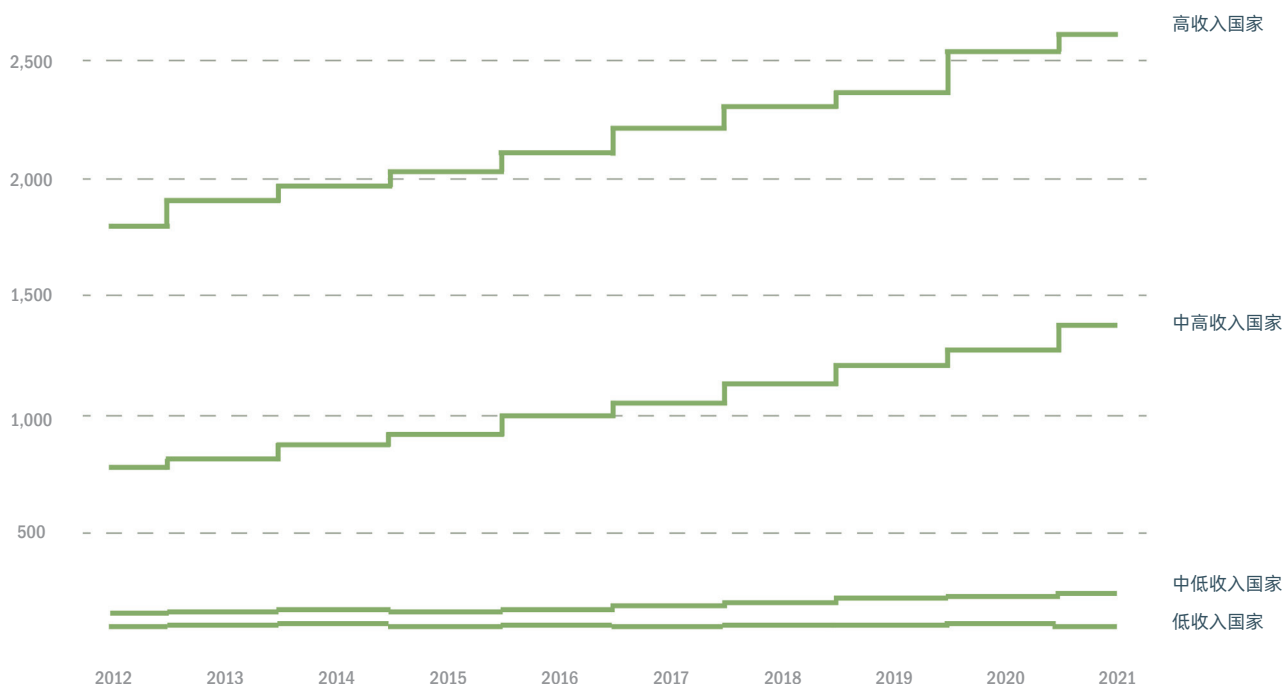


造成发展中国家缺电的原因有很多，其中包括全球能源供应紧张导致的燃料价格飙升，极端天气事件频发导致的电力中断，以及需求快速增长导致的电力供给不足。作为非洲最发达的经济体，南非自2022年以来就逐渐深陷供电危机，过去一年里累计停电超过1900小时，平均每天停电时间在5小时以上，最严重的时候一天中有10小时处于停电状态。持续

的电力短缺对南非居民的日常生活和工商业的正常运营造成了重大影响。在西亚地区，经济本就脆弱的黎巴嫩多次遭遇全国性停电。两大主要发电厂因经济原因关闭后，黎巴嫩的电力短缺加剧，大部分黎巴嫩民众每天只能得到一到两小时的电网供电，其余时间不得不依赖高昂的柴油发电机供电。东南亚地区同样也深陷电力危机。受厄尔尼诺现象影响，越南 2023 年 5 到 6 月间连续出现 40 度以上的罕见高温，导致居民用电需求猛增。同时，受高温和干旱影响，水电发电量大幅下降了四分之三，包括越南最大的水电站山罗水电站在内的 11 座水电站停止运行。频繁的停电现象冲击了越南北部工业园区，导致多家工厂数次被迫中断生产。此外，以化石燃料为主要能源来源的泰国和菲律宾等国，也因燃料供应不足而引发大规模的限电、停电事件，给居民生活和生产活动带来严重影响。

目前，大部分发展中国家的电力系统仍依赖于化石燃料发电。由于俄乌冲突对国际能源市场的冲击，石油和天然气价格一度飙升，同时还伴随能源供给的剧烈波动。发展中国家由于缺乏有效的风险应对手段，下游的电力供给波动也随之加剧，有限的外汇和财政资源被耗费于应对市场波动。若这种现象持续存在，发展中国家将可能陷入能源贫困，无法承担转向可再生资源所需的初始投资。数据显示，世界不同收入国家在可再生能源发展上存在着巨大鸿沟，而且这一差距还在不断加大。2012 年高收入国家的人均可再生能源发电量是低收入国家 16 倍，但从 2012 到 2021 的 10 年中，低收入国家人均可再生能源发电量几乎没有增长，到了 2021 年，这一差距扩大到了 23 倍。

图 1 | 不同收入水平国家的人均可再生能源发电量（千瓦时）



数据来源：Ember，世界银行（2023 年 11 月）

发展中国家的如何能够打破制约可再生能源发展瓶颈缩小与发达国家的差距，中国作为全球最大的发展中国家成为解题的关键变量。2021年9月，中国国家主席习近平在76届联合国大会上宣布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。2022年3月，中国国家发展和改革委员会、外交部、生态环境部、商务部四部门联合印发《关于推进共建“一带一路”绿色发展的意见》，提出中国将推动各方全面履行《联合国气候变化框架公约》以及《巴黎协定》，特别是推动能源国际合作绿色低碳转型发展。鼓励太阳能发电、风电等企业“走出去”，推动建成一批绿色能源最佳实践项目。2023年10月，中国国家主席习近平在第三届“一带一路”国际合作高峰论坛上宣布中国将持续深化绿色基建、绿色能源、绿色交通等领域合作。虽然中国自身仍是发展中国家，但在可再生能源领域，中国依托庞大的国内市场以及自身努力，已经成为全球可再生能源行业引领者。中国也正在从外交、贸易、投资、培训以及民间交流等多个方面持续推进支持其他发展中国家能源绿色低碳发展。

研究目的和方法

在过去的两年间，中国与其他发展中国家在能源领域的双边和多边合作有哪些进展？

中国企业和相关行业“走出去”又取得了哪些突破？

发展中国家可再生能源发展的挑战是什么？

中国支持其他发展中国家有什么特点？

我们希望通过本篇报告，追踪2021年以来中国支持其他发展中国家绿色低碳能源发展的最新进展；结合政策和行业的变化，综合分析中国的支持其他发展中国家取得的突破，还有哪些挑战；促进中国政策制定者、东道国政策制定者和可再生能源行业相关方之间的交流和讨论。

数据洞察是本次研究的一个重要方法，我们收集整理全球可再生能源领域的最新数据，数据来源包括国际可再生能源署、电力行业智库 Ember，世界银行、UN Comtrade 数据库、中国海关总署、fDi Markets 数据库等。在综合各方数据的基础上搭建了数据分析模型，设计计算了关键指标，为主要论点提供数据支撑。我们同时还结合文献查阅、访谈利益相关方和案例分析等方法完善研究内容，并在最后对解决当下最棘手的问题提出了一些建议。



2

中国支持其他发展中国家最新进展

2.1 政府间合作进展

为了共同应对气候变化和能源安全挑战，在全球范围内促进可持续发展，中国支持其他发展中国家在可再生能源领域出台了一系列政策文件，重点围绕能源转型与相关产业链展开。特别是，中国与东南亚、非洲和中亚等区域的能源合作取得较大进展。在 2021 年 11 月中国东盟建立对话关系 30 周年纪念峰会、中非合作论坛、2023 年 5 月中国 - 中亚峰会等多边外交活动中，中国都表示要促进能源低碳转型，加强技术和知识分享，围绕产业链开展深入合作。双边外交方面，中国与哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、南非、阿塞拜疆、古巴等国签署了可再生能源领域合作的谅解备忘录。这些都展示出了中国在可再生能源领域的国际合作意愿，以及与其他发展中国家共同推动可再生能源发展的决心。

而关于“小而美”模式的强调成为近两年较为突出的一个政策转向。中国国家主席习近平在 2021 年 11 月第三次“一带一路”建设座谈会上提出，要将小而美项目作为对外合作的优先事项。2023 年 10 月在北京举行的第三届“一带一路”国际合作高峰论坛上，中国宣布将统筹推进标志性工程和“小而美”民生项目，实施 1000 个小型民生援助项目。此前中国的对外支持更关注大型项目的影响力，但大型项目往往需要漫长的执行期，难以解决发展中国家迫在眉睫的能源需求，“小而美”的能源项目则能更快填补民生需求的空白，短周期低投入实现项目快速落地运营，同时还能产生社会效益。

中方将持续深化绿色基建、绿色能源、绿色交通等领域合作，加大对“一带一路”绿色发展国际联盟的支持，继续举办“一带一路”绿色创新大会，建设光伏产业对话交流机制和绿色低碳专家网络。落实“一带一路”绿色投资原则，到 2030 年为伙伴国开展 10 万人次培训。

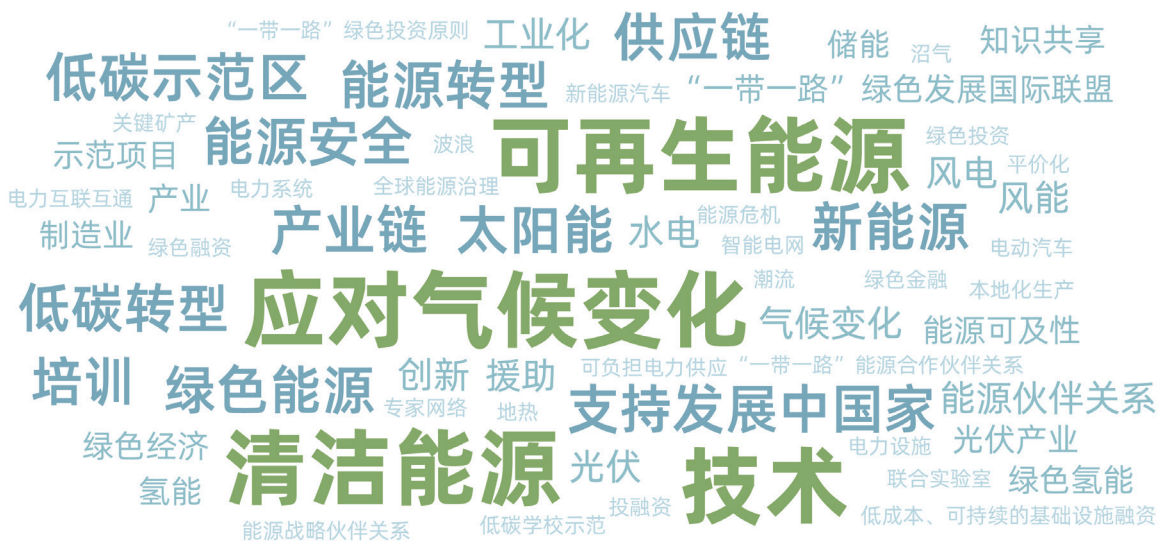
——习近平

第三届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上的主旨演讲

合作机制

中国主导建设的国际合作机制能够反映中国支持其他发展中国家的发展理念。2023 年是“一带一路”倡议十周年，在 10 月召开的第三届“一带一路”国际合作高峰论坛绿色发展高级别论坛上，绿色发展投融资合作伙伴关系正式启动，中方表示将新增约 1000 亿美元融资⁴，用于解决绿色“一带一路”建设中面临的投融资瓶颈，打造沟通合作平台并提供务实解决方案。在后续发布的《坚定不移推进共建“一带一路”高质量发展走深走实的愿景与行动—共建“一带一路”未来十年发展展望》中表示将推进共建“一带一路”绿色发展，围绕绿色能源等重点领域，建设光伏产业对话交流机制和绿色低碳专家网络，共谋绿色发展，共筑清洁美丽世界。而近两年金砖机制的历史性扩容也为能源绿色发展创造了有利契机，金砖国家领导人第十五次会晤中表明，为形成以发展中国家主导的清洁能源价值链，将大力挖掘金砖国家的清洁能源资源潜力，围绕能源转型供应链加大相互投资、联合研发、技术应用和标准推广力度。此外，区域全面经济伙伴关系协定（英文简称：RCEP）作为当前全球覆盖区域人口最多、经济体量最大的贸易协定，对于促进参与方之间在包括新能源在内的新兴领域的合作上同样发挥了关键作用。2023 年，中国对 RCEP 成员国新能源产品出口增长迅速，中国制造的新能源设备和零部件为 RCEP 各方新能源产业的发展提供了重要支持。

图 2 | 2021-2023 年中国与其他发展中国家清洁能源合作关键词



信息来源：一带一路能源合作网（2023 年 11 月）

⁴ 南华早报：中国通过“一带一路”绿色发展投融资合作伙伴关系加大全球气候治理力度。2023. http://www.brigc.net/xwzx/dtzt/lmdt/202310/t20231024_132817.html

合作平台

平台建设是合作程度提升和夯实的重要环节，中国建立了多个与清洁能源相关的海外合作平台，这些平台促进了中国与其他国家政府部门、国际组织和企业之间等多元主体的深入合作。“一带一路”能源合作伙伴关系合作网络是中国推动能源合作与交流的重要平台，聚焦电力互联互通、全球能源转型与可持续发展议题。“一带一路”绿色发展联盟吸引了来自不同国家和地区的政府、企业、研究机构等多方的参与。打造了绿色发展高级别论坛，通过开展对话交流、联合研究、能力建设和产业合作，推动绿色发展国际共识和共同行动。“一带一路”环境技术交流与转移中心是中国为推动可再生能源等清洁技术合作而设立的合作平台，致力于推动一带一路沿线国家之间的绿色技术合作与交流，开展能源技术转移、技术培训、科技创新合作等活动。这些平台的建设都为落实中国支持其他发展中国家能源绿色低碳发展提供了必要管道。

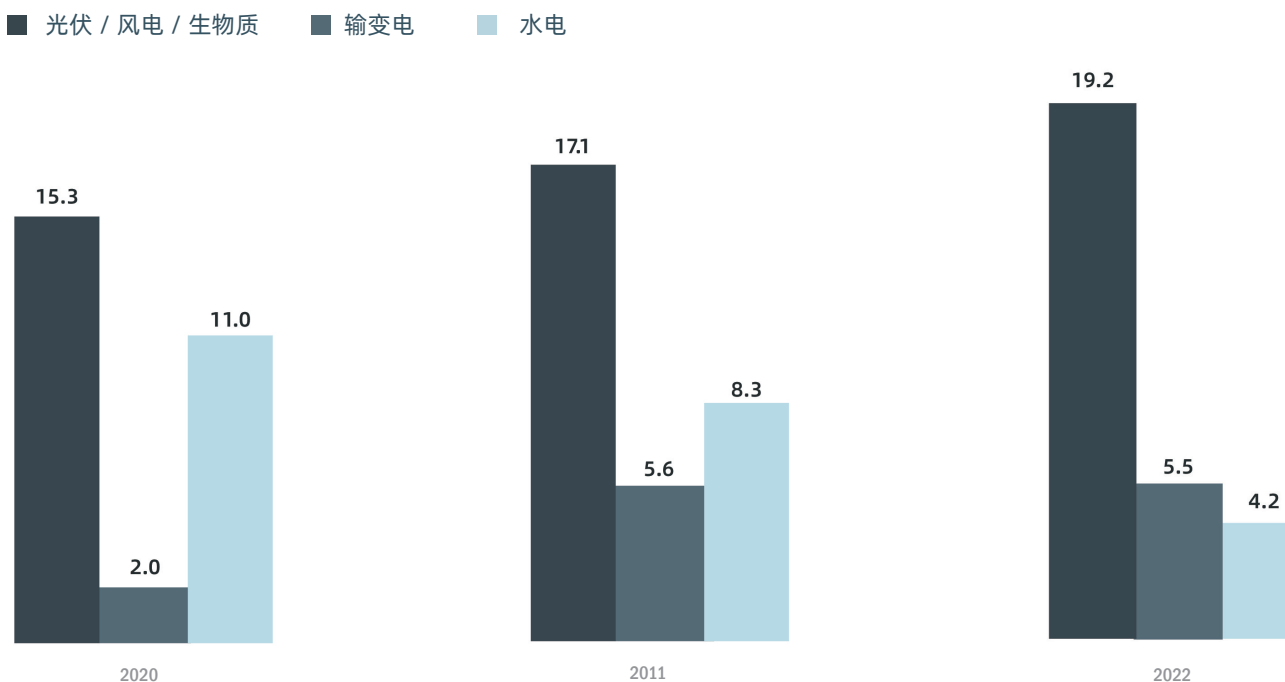
总体来看，中国在 2021 年之后明显加大了与其他发展中国家在清洁能源尤其是以风光水为主的可再生能源的合作，通过推动投融资绿色化、技术和知识分享、促进产业对话、建立绿色合作平台、聚焦民生需求等多重措施，发挥中国在帮助其他发展中国家应对气候变化和推进能源转型的独特优势。

2.2 产业出海进展

过去四十多年，伴随经济的高速增长并依托于超大规模的国内市场，中国孕育了全球规模最大、最具成本竞争力的工程建设企业和设备制造企业。随着上世纪 90 年代以来，中国企业“走出去”的步伐不断加快，中国工程建设企业国际业务营业额快速增长并屡次刷新记录。2023 年，共有 81 家中国企业入围年度“全球最大 250 家国际承包商”⁵，其中，在电力工程领域，中国电建、中国能建、国机集团、上海电气等企业上榜。随着 2021 年中国承诺不再新建海外煤电项目之后，工程承包企业也面临着转型压力。近两年，随着全球能源转型进程的加速，绿色清洁能源已经成为各国能源发展的共识，也成为中国电力工程企业在国际市场的主攻方向。根据机电进出口商会公布的数据整理发现，2021 年和 2022 年两年，可再生能源项目签约额连续增长，年化增

⁵ Engineering News-Record: ENR 2023 Top 400 Contractors 1-100. 2023. <https://www.enr.com/toplists/2023-Top-400-Contractors-1-preview>

图 3 | 中国海外电力工程承包签约额（十亿美元）



数据来源：中国机电产品进出口商会（2023年11月）

国际市场动向始终是中国能建推动能源电力“走出去”的重要风向标。当前，构建以绿色清洁能源为主导的国际能源电力合作新格局已成全球趋势，中国能建将深度融入全球价值链、产业链、供应链，加强绿色能源投资建设，携手全球各国共创可持续发展美好未来⁶。

——宋海良

中国能建党委书记、董事长

速达 13%。与此同时，输变电项目签约额也出现增长。值得注意的是，平均装机规模较大的水电项目签约额却出现明显下滑，2022 年下降幅度超过 50%。装机规模较小的绿色清洁的可再生能源无疑已经成为中国电力工程企业在新阶段的主要发展方向。

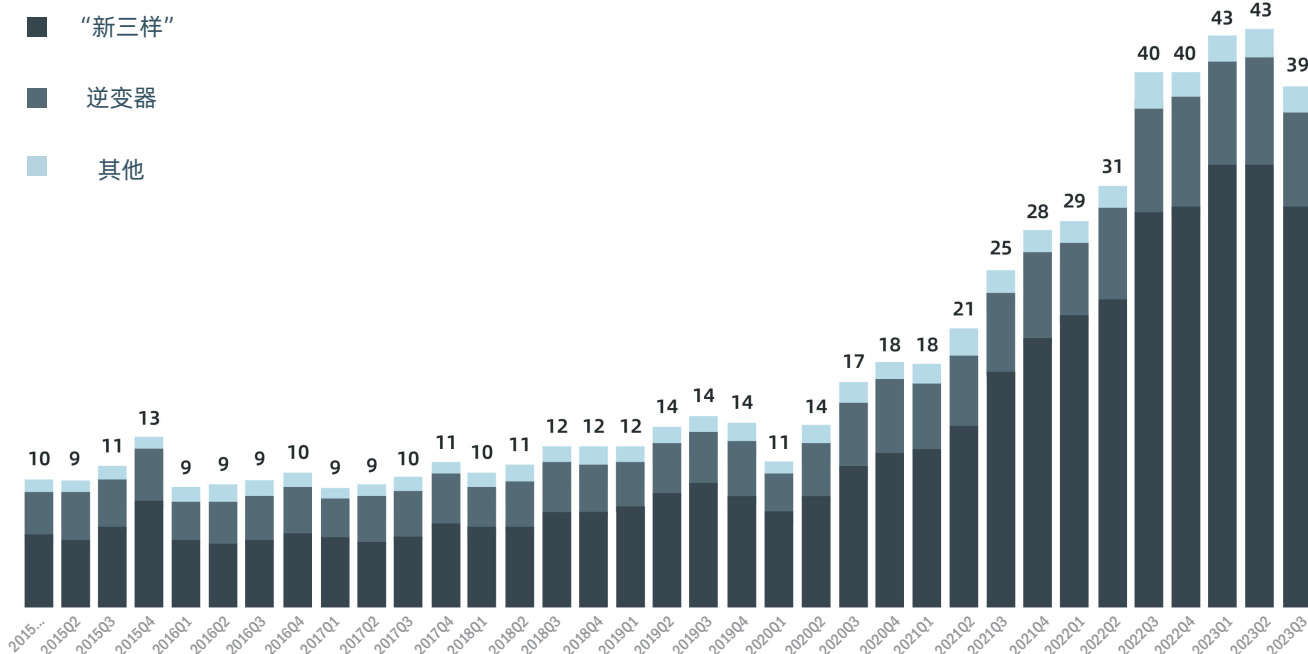
中国在电力装备领域始终坚持独立自主的发展原则，经过长期不懈的努力，在电力产业链的多个领域达到了世界领先水平，在绝大部分电力装备领域具备比较优势。特别是近二十年来，中国企业在可再生能源装备领域取得了显著进展，开始引领全球的发展潮流。据统计，2022年全球光伏组件出货量排名前10的企业中，有8家是中国企业⁷；全球风电新增装机量排名前15的企业中，有10家是中国企业⁸。此外，除了风电光伏装备之外，中国在构建以可再生能源为主的新型电力系统所需的

⁶ 中国能源报：中国能建党委书记、董事长 宋海良：全力谱写“一带一路”绿色能源崭新篇章。2023. <http://www.rmlt.com.cn/2023/1016/685085.shtml>

⁷ PV-Tech: 2022 年全球 Top10 光伏组件供应商排名。2023. https://www.pv-tech.cn/market_briefings/top-10-pv-module-suppliers-in-2022-shipped-245gw

⁸ Mackenzie, W. (2023, May 8). Global wind turbine OEMs 2022 historical market shares. Wood Mackenzie. <https://www.woodmac.com/reports/power-markets-global-wind-turbine-oems-2022-historical-market-shares-150122914/>

图 4 | 中国绿色电力装备出口额（十亿美元）



数据来源：中国海关总署（2023年11月）

关键装备⁹（简称：绿色电力装备）也具备了较明显优势。根据中国海关总署的数据整理发现，2021年以来，中国出口的绿色电力装备数量大幅增长，其中光伏、锂电池和纯电动车成为了外贸出口的“新三样”。

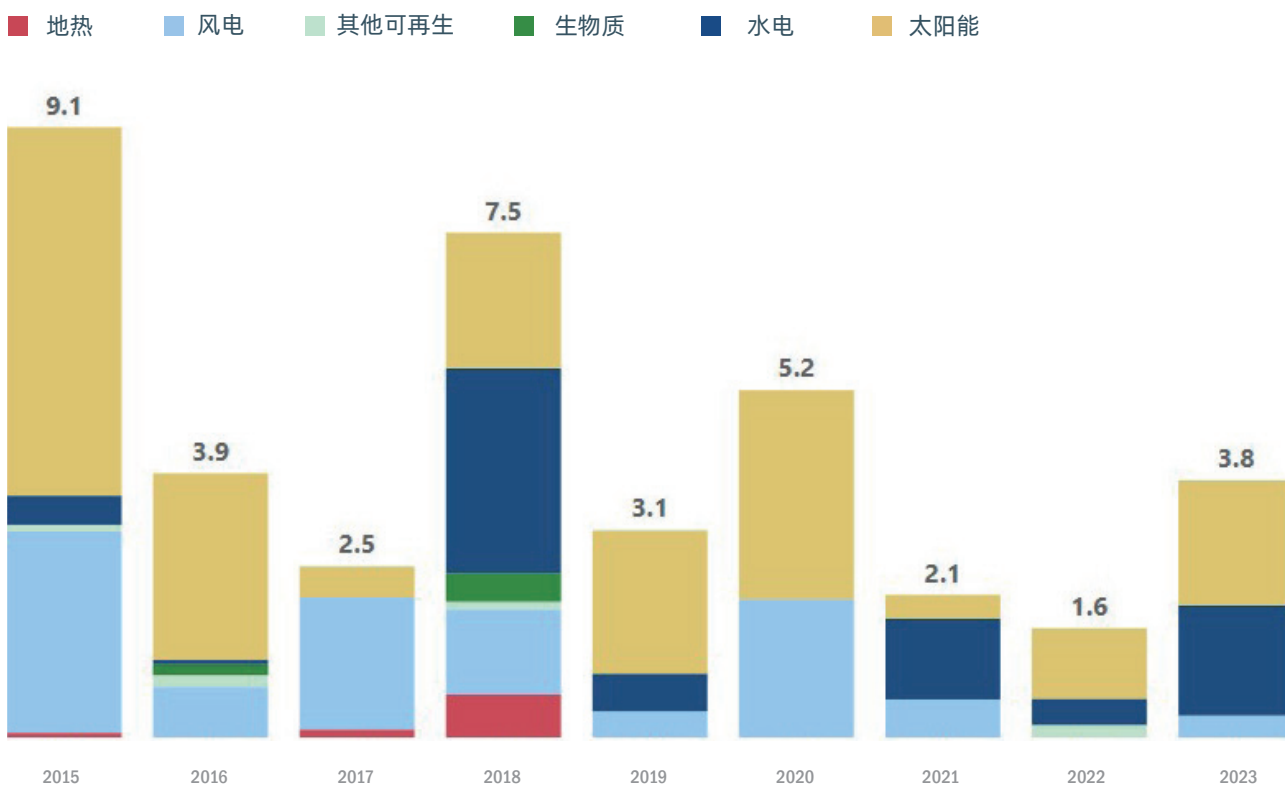
中国企业对海外可再生能源投资一直处在较大波动状态。而在过去的三年中，受新冠疫情、全球安全局势恶化和债务危机爆发等不利因素影响，企业跨境投资受到很大冲击。在这一背景下，疫情三年中国企业海外可再生能源投资也进入了一个相对低谷期。然而，进入2023年，中国企业的海外可再生能源投资活动明显恢复。数据显示，截至2023年第三季度，中国企业海外可再生能源项目投资签约额达到了38亿美元，超过了过去两年的总和。这些投资项目全部位于一带一路国家，涉及的投资者包括中国南方电网、中国电建、中国能建、正信光伏、中广核等企业。投资的可再生能源项目中光伏项目最多，占比将近一半。在后疫情时代，中国企业正在快速恢复在其他发展中国家的可再生能源的投资。

今年上半年，“新三样”产品，即电动载人汽车、锂电池、太阳能电池合计出口增长61.6%，拉动整体出口增长1.8个百分点，绿色产业动能充沛¹⁰。

——吕大良
海关总署新闻发言人
统计分析司司长

⁹ 详细装备清单见附录2
¹⁰ 光明日报：从“新三样”领跑看外贸韧性和动能。2023. https://news.gmw.cn/2023-08/10/content_36756804.htm

图 5 | 中国海外可再生能源项目投资额（十亿美元）



数据来源：fDi Markets（2023年11月）

共建“一带一路”倡议提出10年来，中国已与100多个国家和地区开展绿色能源项目合作，中国在共建“一带一路”国家的绿色低碳能源投资已经超过传统能源¹¹。

——魏晓威

国家能源局国际合作司司长

总的来说，2021年以来中国能源行业出海发展已进入一个快速转折期。在此期间，电力工程承包企业的主营业务转型，设备制造企业的出口规模大幅扩张。随着疫情的结束，海外投资也迅速恢复。产业主体已经全面转向以可再生能源为主的发展方向，这一转变与中国对外政策的调整相呼应，共同为全球发展中国家能源绿色低碳发展提供支持。

¹¹ 新华财经：中国在共建“一带一路”国家的绿色低碳能源投资已超传统能源。2023. https://www.cnfin.com/dz-lb/detail/20231030/3956301_1.html



3

发展中国家可再生能源发展现状 与中国因素

为了综合分析发展中国家可再生能源发展特点以及中国在当地的影响因素，我们选取了最具代表性的三个区域并从区域整体视角进行分析，分别是东南亚、中亚以及撒哈拉以南非洲。我们的选择依据如下：首先，这些地区集中了众多中低收入国家，能源发展在技术和资金方面对外部的依赖程度较高；其次，这些区域内的国家在能源发展模式上存在一定的相似性，具有类似的资源禀赋和产业结构，区域内国家间经贸关系密切，能源发展的相互依存性也较高，以区域为视角分析能够抓住主要矛盾；最后，这三个区域国家都是“一带一路”倡议的积极参与方，与中国有着密切的经贸交往，中国因素对当地可再生能源发展起着关键作用。

在结构上，本章首先阐述了中国与这些地区在能源合作方面的进展。读者可以在这一部分了解中国与该区域合作的主要方向和合作形式。随后，本章对该区域过去十年可再生能源装机量的变化，近期的可再生能源发电占比，以及待开工的可再生能源项目进行了梳理，以反映区域可再生能源发展历史、现状和未来。在完成以上较为宏观分析的基础上，本章继续深入分析了该区域绿色电力装备价值链，对价值链上的不同环节的比较优势指数以及与中国贸易关系指数进行了设计和计算，旨在评估该区域产业发展现状以及中国的影响力。最后，报告分析了区域内的国际可再生能源投资者情况，着重介绍了中国投资者的企业背景和投资取向，以评价中国企业在该区域可再生能源投资取向和竞争力。

总的来说，本章通过综合分析典型区域的可再生能源发展的政治经济环境、发展路径、产业链现状、以及外商投资情况，并在每个部分对中国因素进行重点分析，目的是能够综合还原出中国对当地可再生能源发展影响，为后续章节的讨论提供基础。



专栏 1 | 比较优势指数和中国贸易关系指数

比较优势指数

比较优势指数是衡量一国产品或产业在国际市场竞争力的指标。它旨在定量地描述一个国家内各个产业（产品组）相对出口的表现。通过比较优势指数可以判定一国的哪些产业更具出口竞争力，从而揭示一国在国际贸易中的比较优势。

比较优势指数 $ij = (X_{ij} / X_{tj}) \div (X_{iW} / X_{tW})$

X_{ij} = 国家 j 出口产品 i 的出口值

X_{tj} = 表示国家 j 的总出口值

X_{iW} = 表示世界出口产品 i 的出口值

X_{tW} = 表示世界总出口值

为简化理解，比较优势指数转化为 5 分评价表，转换标准见附录 1

中国贸易关系指数

中国贸易关系指数是衡量一国产品或产业在与中国贸易关系程度的指标。它旨在定量地描述一个国家或区域内各个产业（产品组）对中国的进出口相对对世界的进出口的表现。通过中国贸易关系指数可以判定一国家或区域那些产业与中国的贸易关系更加紧密。

中国贸易关系指数 $ij = (IC_{ij} + EC_{ij}) \div (I_{ij} + E_{ij})$

IC_{ij} = 国家 j 向中国进口产品 i 的进口值

EC_{ij} = 表示国家 j 向中国出口产品 i 的出口值

I_{ij} = 国家 j 向世界进口产品 i 的进口值

E_{ij} = 国家 j 向世界出口产品 i 的出口值

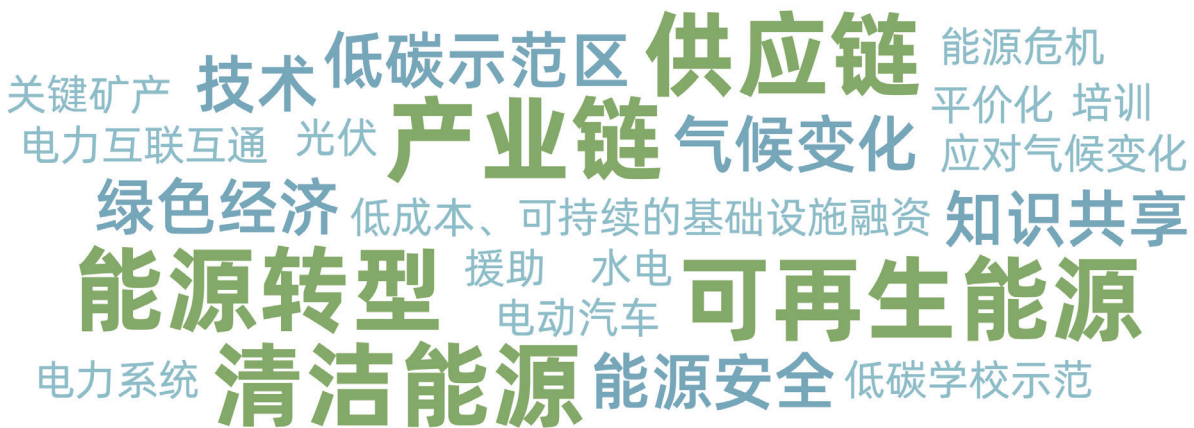
为简化理解，与中国贸易关联度转化为 5 分评价表，转换标准见附录 1

3.1 东南亚

中国与东南亚能源合作进展

中国与东南亚（又称：东南亚国家联盟，简称：东盟）在各类清洁能源领域的合作发展迅猛，正逐渐形成中国 - 东盟能源深度合作的全面战略合作伙伴关系。其中中国与泰国、柬埔寨、老挝、缅甸、越南等东盟五国建立的次级区域合作机制澜沧江 - 湄公河对话合作机制发挥了重要作用。2021年6月发布的《关于加强澜沧江 - 湄公河国家可持续发展合作的联合声明》，提出支持加强水利基础设施建设¹²。2022年7月澜沧江 - 湄公河合作第七次外长会上，强调要加强跨部门和部门内环境政策交流，共建澜湄绿色、低碳与可持续基础设施知识共享平台，加强应对气候变化、生物多样性保护、清洁能源转型和可持续基础设施能力建设，并且同意加强共建生物循环绿色经济模式，推广技术和创新解决方案。中国 - 东盟建立对话关系30周年纪念峰会上，双方也明确表示要共同推动区域能源转型，探讨建立清洁能源合作中心，加强可再生能源技术分享，加强绿色金融和绿色投资合作。2022年生效的区域全面经济伙伴关系协定作为推动中国与东盟贸易全面深入推进的协定，在清洁能源领域方面表现尤为突出，为相关清洁能源产业链建设提供了全新机遇。

图 6 | 2021-2023 年中国与东南亚清洁能源外交关键词



信息来源：一带一路能源合作网（2023年11月）

¹² 新华社：关于加强澜沧江 - 湄公河国家可持续发展合作的联合声明。2021. https://www.gov.cn/xinwen/2021-06/09/content_5616341.html

该协定一方面可以推动清洁能源供应链的深度整合，促进各国发挥比较优势，降低区域可再生能源发展综合成本。此外，该协定通过简化签证和工作许可等管制措施，实现区域内相关专业技术人员的流动和技能培训，促进可再生能源技术在东南亚的转移和扩散。

在此基础上，中国与东盟国家围绕可再生能源供应链和产业链展开了深入合作。在政府间合作方面，已经建成中柬低碳示范区和中老低碳示范区。产业链合作同样成果显著，东盟国家是中国光伏制造企业出海的主要目的地，中国光伏制造企业海外工厂落户泰国、马来西亚、越南、柬埔寨等国，形成超过 40GW 的组件产能¹³。中国企业对东盟光伏产业链的布局，已经带动该区域成长为仅次于中国的全球光伏制造中心，共享全球新能源发展红利。

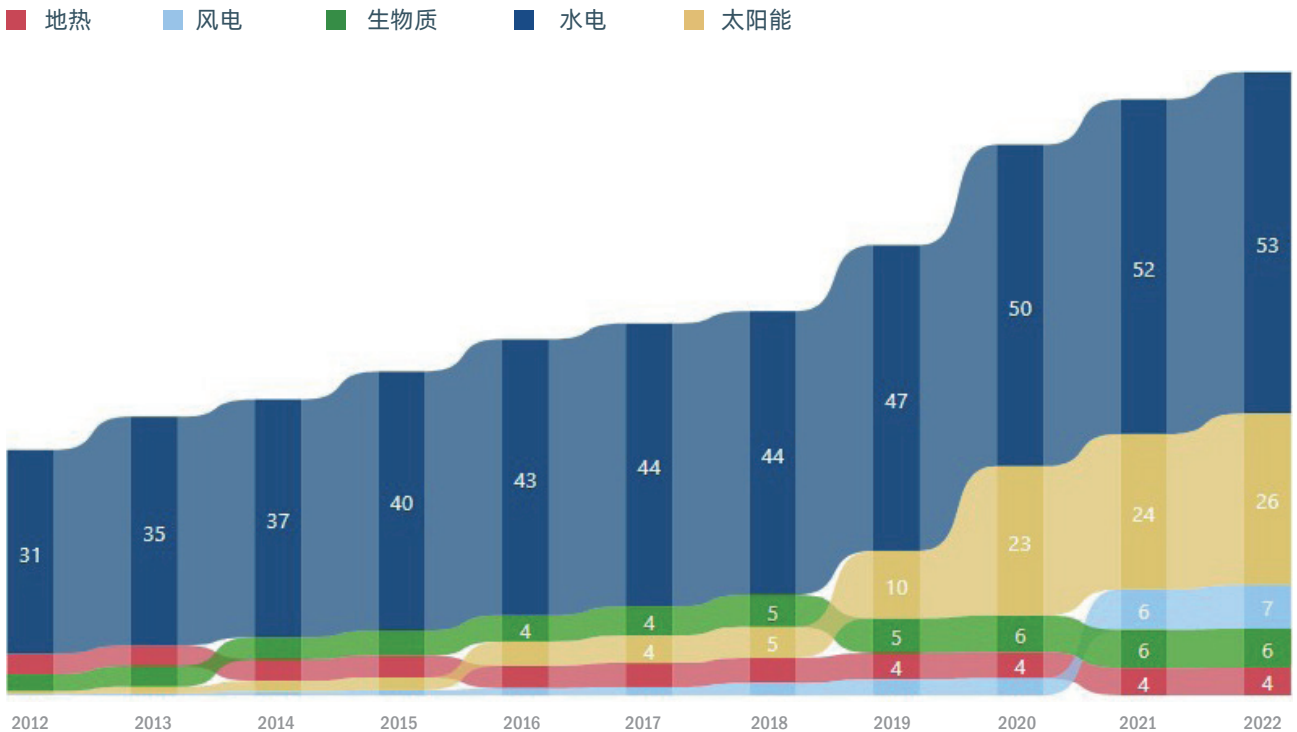


¹³ 根据公开信息整理

东南亚可再生能源发展

东南亚国家作为全球发展最迅速的新兴经济体之一，近十年来电力需求增长迅猛，同时可再生能源也得到了快速发展。水电装机量在过去十年间保持稳定的增长趋势，每年新增装机容量超过2GW。自2018年以来，太阳能发电进入了快速发展阶段，每年新增装机容量超过5GW。2020年之后，风电发展也取得突破，两年时间已经新增7GW装机。截至2021年末，东南亚区域整体可再生能源发电占比达到25%，人均可再生电力430度/年。虽与世界平均水平（29%）还存在一定差距，但如果保持现有的发展态势，很快就能取得突破。分国家看，可再生能源禀赋较好的地区，如老挝，更容易开展大规模可再生能源投入和发展。而在化石资源丰富的国家，比如印尼和泰国转型进程则较慢。东南亚的可再生能源项目开发成熟度较好，有待开工的项目容量高达216GW，超过现有装机容量的两倍。其中风电项目的数量最多，其次分别为水电和太阳能项目，地热和生物质项目也有一定规模。在目前太阳能项目增速放缓的趋势下，风电将成为区域下一阶段发展的重点方向。

图 7 | 东南亚可再生能源装机量 (GW)



数据来源：国际可再生能源署（2023年11月）

图 8 | 2021 年东南亚可再生能源供电占比 (%)

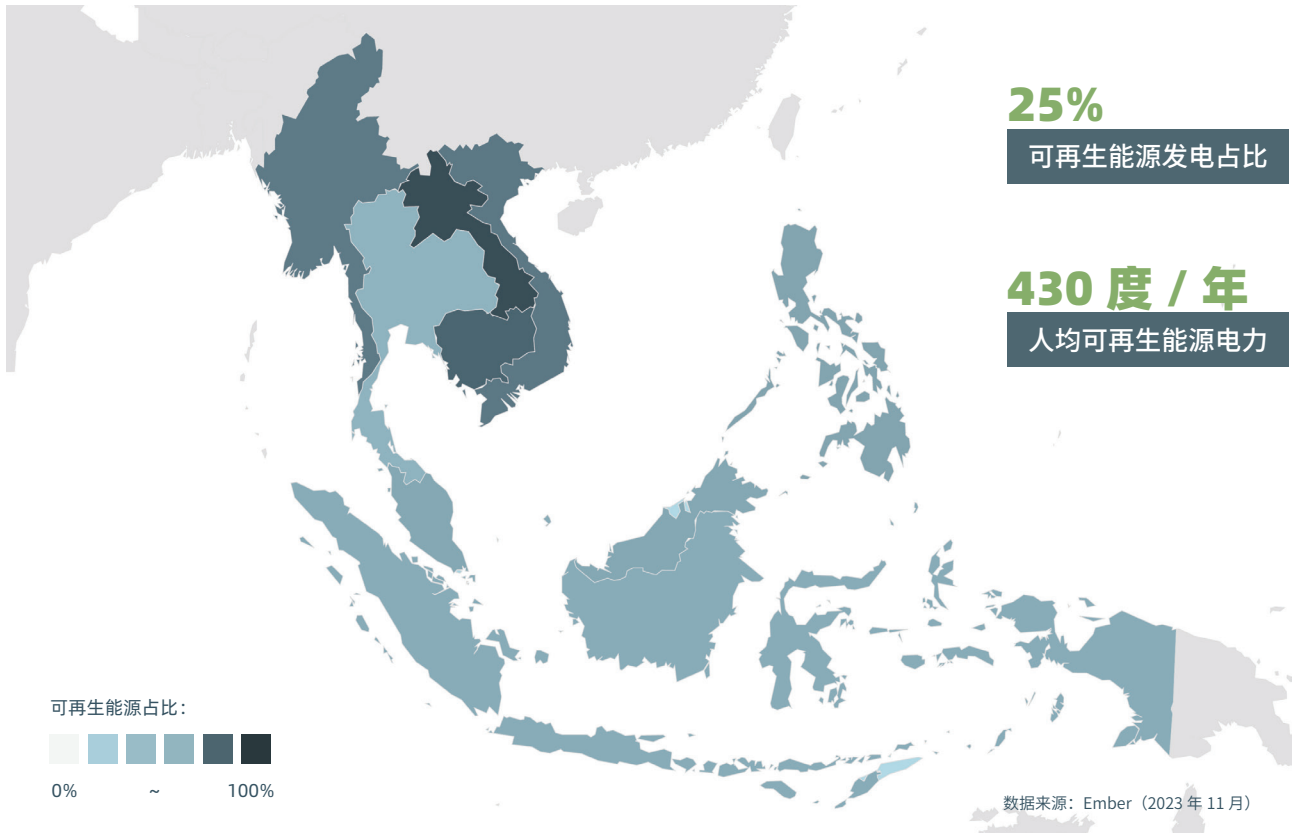
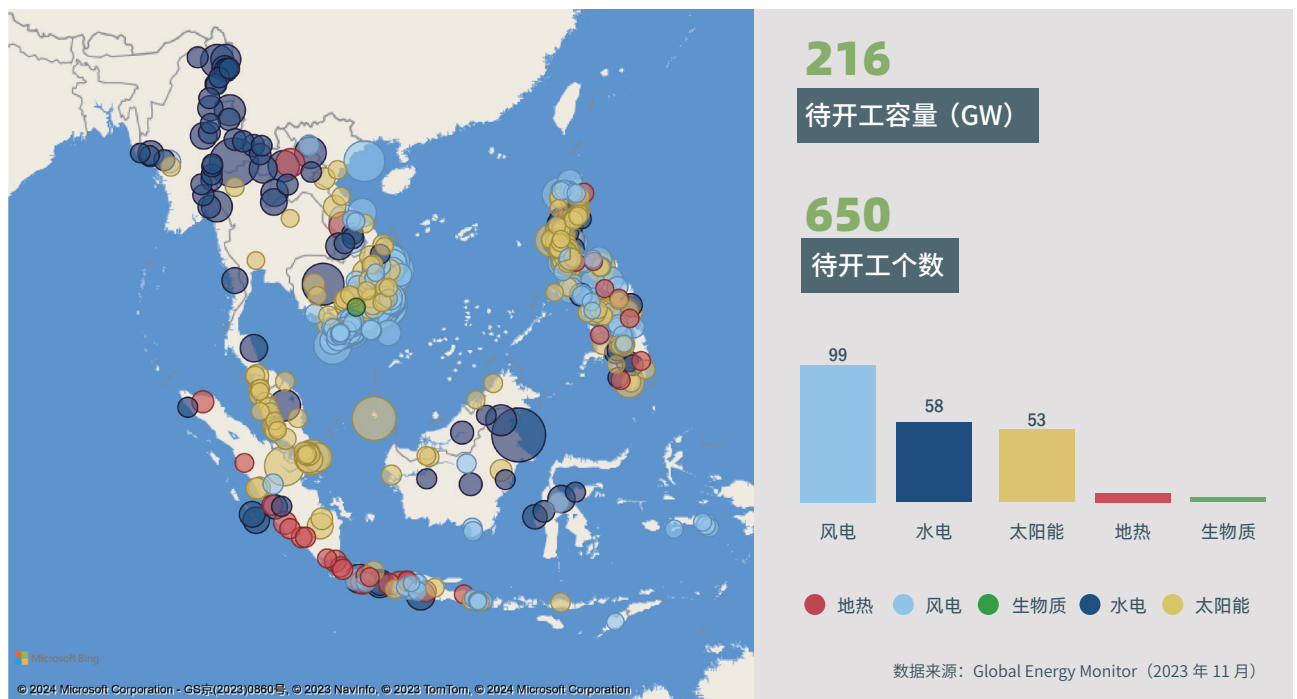


图 9 | 东南亚待开工可再生能源项目



东南亚绿色电力装备价值链

东南亚国家在绿色电力装备价值链的多个环节具有明显的比较优势，包括关键矿产领域的镍、铜和钴等上游资源，以及绿色电力装备领域领域的太阳能、逆变器、输变电装备和锂电池等产业。这种较强的比较优势在发展中国家内非常罕见，是东南亚国家能源转型的有力支撑条件。东南亚国家与中国在绿色电力装备价值链的多个环节有着紧密的联系。中国是东南亚关键矿产出口的主要目的地，同时该区域风电、锂电池、水电装备也主要从中国进口。可以看出，中国技术和中国设备是支持东南亚可再生能源发展的重要力量。

表 1 | 东南亚绿色电力装备价值链评价表

产业链环节	比较优势 (由 0-5 评分)	对中国的贸易关系	与中国的贸易相关性 (由 0-5 评分)
铜	● ● ● ○ ○	净出口	● ● ○ ○ ○
锂	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
钴	● ○ ○ ○ ○	净出口	● ● ● ● ○
镍	● ○ ○ ○ ○	净出口	● ● ● ● ●
风机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ● ○
光伏	● ● ● ○ ○	净进口	● ○ ○ ○ ○
逆变器	● ● ● ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
水轮机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○
锂电池	● ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○
变电设备	● ● ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
输电设备	● ● ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
纯电动车	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
热泵	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
电解器	● ● ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○

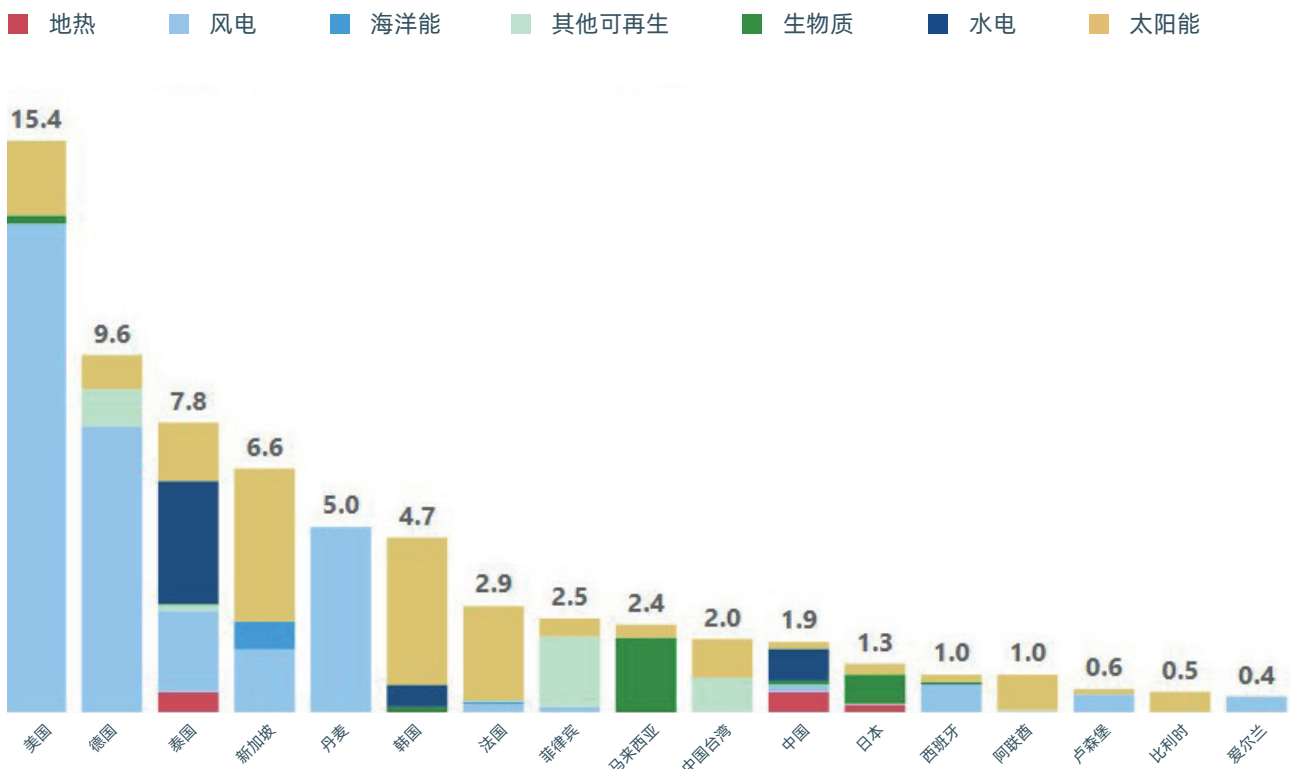
数据来源：UN Comtrade 数据库（2023 年 11 月）

东南亚区域跨境可再生能源投资者

东南亚地区的可再生能源投资来源国排名前五位的分别是：美国、德国、泰国、新加坡、和丹麦。总体上看，除了来自区域外的国际投资者，东南亚区域内国家间的相互投资活动频繁，其中泰国投资者在越南、柬埔寨、老挝等地都有大量可再生能源项目投资。

中国投资者投资水电项目最多，其他还涉及风电、光伏、地热、生物质等多个领域。中国的投资者包括电力运营商中国长江三峡集团和中国广核集团，工程承包企业葛洲坝集团和中国电力工程，以及专注固废领域的中国光大集团等。这些企业在可再生能源领域具有丰富的管理经验和较强的技术实力。中国投资者在项目数量上与其他国际投资者仍有一定差距，一般仅开展 1 到 2 个项目，在该区域还没有形成规模优势。

图 10 | 2013-2023 年东南亚跨境可再生能源投资额（十亿美元）



数据来源：fDi Markets（2023 年 11 月），2023 年数据截止到第三季度

表 2 | 2013-2023 年东南亚可再生能源国际投资者

企业	国家	项目开展个数 (2013-2023)	项目类别
全球			
WPD	德国	9	风电, 其他可再生
AC Energy	菲律宾	8	风电, 光伏, 其他可再生
Enfinity	比利时	8	光伏
Total Energies	法国	7	光伏
BayWa	德国	6	风电, 光伏
Electricity Generating Public Company	泰国	5	地热, 水电, 其他可再生
BlueFloat Energy	西班牙	4	风电
Mainstream Renewable Power	爱尔兰	4	风电
Scatec AS	挪威	4	光伏
Super Energy Corporation	泰国	4	光伏
中国			
中国长江三峡集团公司	中国	2	风电, 水电
中国光大集团	中国	1	生物质
中国广核集团	中国	1	光伏
中国葛洲坝集团	中国	1	水电
中国国家电气工程有限公司	中国	1	水电

数据来源：fDi Markets, 2023 年数据截止到第三季度

3.2 中亚

中国与中亚能源合作进展

中亚是中国能源安全战略和对外能源合作的重要地区，后疫情时代双方合作进一步深化，尤其在乌克兰冲突后合作态势更加凸显。处于中俄关键地缘战略位置的中亚五国也急需提高自身的地缘安全维护能源贸易稳定，基于地缘战略互补需求，中国与中亚在能源领域合作尤其是清洁能源合作快速推进。2021年5月，“中国+中亚五国”外长第二次会晤期间，共同指出在保护环境安全、实现可持续发展、应对气候变化方面开展协作，鼓励企业利用可再生能源，推动绿色经济发展。2022年6月，“中国+中亚五国”外长第三次会晤在努尔苏丹举行，发布的《“中国+中亚五国”外长会晤联合声明》中表示，支持制定“绿色丝绸之路”路线图，加强可替代能源和专业人员培训领域投资与技术合作，实施绿色技术领域的地区计划和项目。2022年9月发表的《上海合作组织成员国元首理事会撒马尔罕宣言》提出支持更广泛地应用各种低成本和环境友好技术，减少环境污染，促进能源安全，推动向能源高效型经济转变。2023年5月，首届中国—中亚峰会上发表的《中国-中亚峰会西安宣言》强调，要加强水力、太阳能、风能等可再生能源合作。

在此基础上，中国企业在中亚地区的可再生能源项目投资热度明显高于世界其他地区。2023年更是双方合作关键年，在5月召开的首届中国-中亚峰会期间已有中国企业与哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国签约可再生能源项目，7月中国南方电网又与乌兹别克斯坦签署抽水蓄能电站投资协议。中亚已经成为中国企业投资可再生能源的热土。

图 11 | 2021-2023 年中国与中亚清洁能源外交关键词

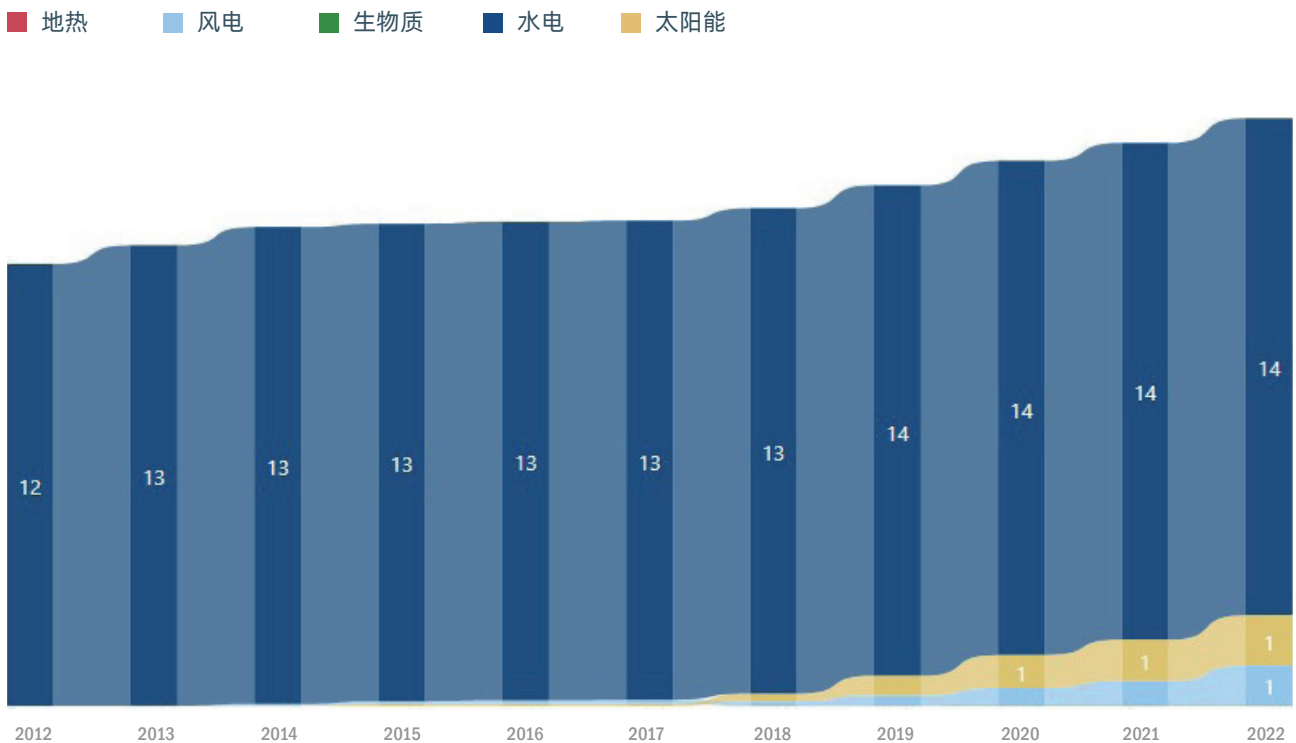
低碳转型 应对气候变化 产业链
 新能源 绿色能源 技术 能源伙伴关系
 培训 风电 可再生能源 光伏 水电

信息来源：一带一路能源合作网（2023年11月）

中亚可再生能源发展

中亚五国可再生能源发展相对缓慢。过去 10 年，区域内的水电开发陷入瓶颈，十年新增容量仅 2GW。2018 年之后，太阳能和风电迎来发展期，风光装机容量陆续突破 1GW。2021 年，中亚国家可再生能源发电占比为 21%，不到世界平均水平（29%），人均可再生能源电力 627 度。区域内可再生电力的集中度较高，主要是来自塔吉克斯坦和吉尔吉斯斯坦两国的水电。区域内可再生能源潜力仍待深入挖掘，目前待开工项目容量 15GW，水电最多，其次为风电和太阳能，风光项目大多位于哈萨克斯坦和乌兹别克斯坦两国。未来，通过区域内电力基础设施升级整合分布不均的水电和风光电，是区域能源转型重点突破方向。

图 12 | 中亚可再生能源装机量 (GW)



数据来源：国际可再生能源署

图 13 | 2021 年中亚可再生能源供电占比 (%)

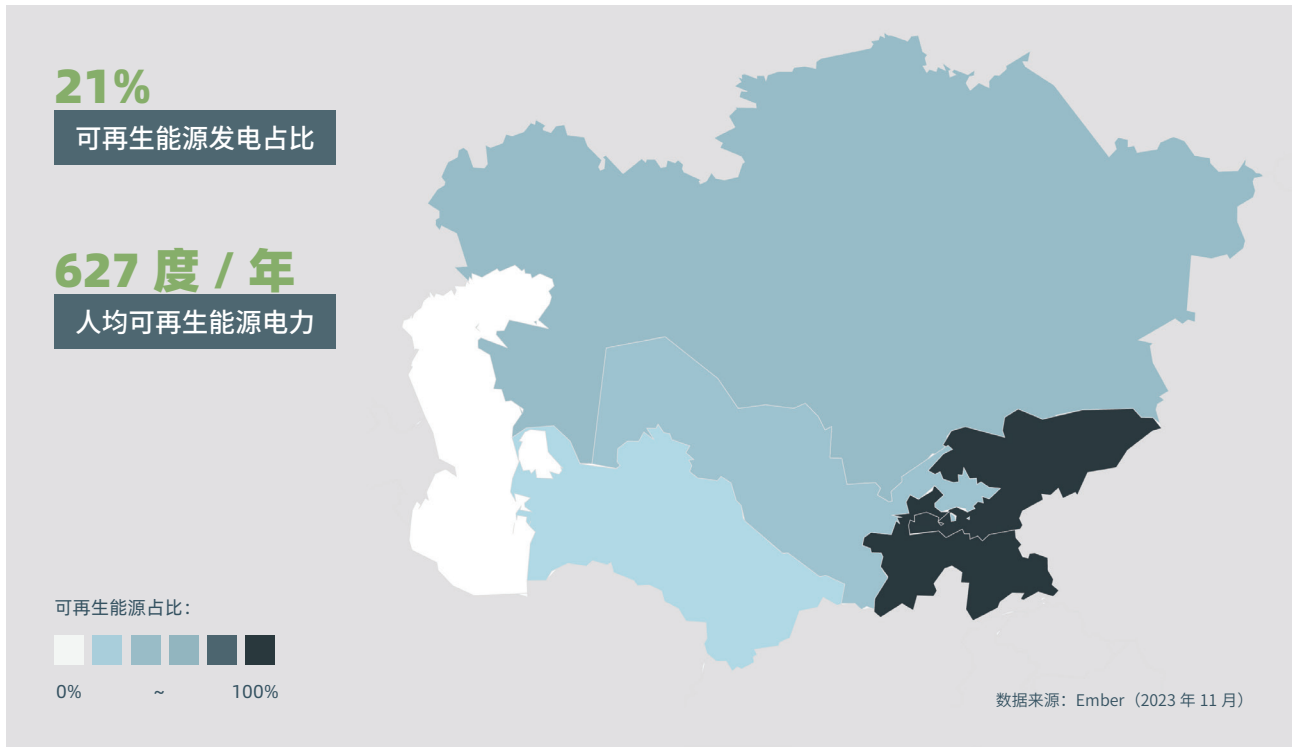
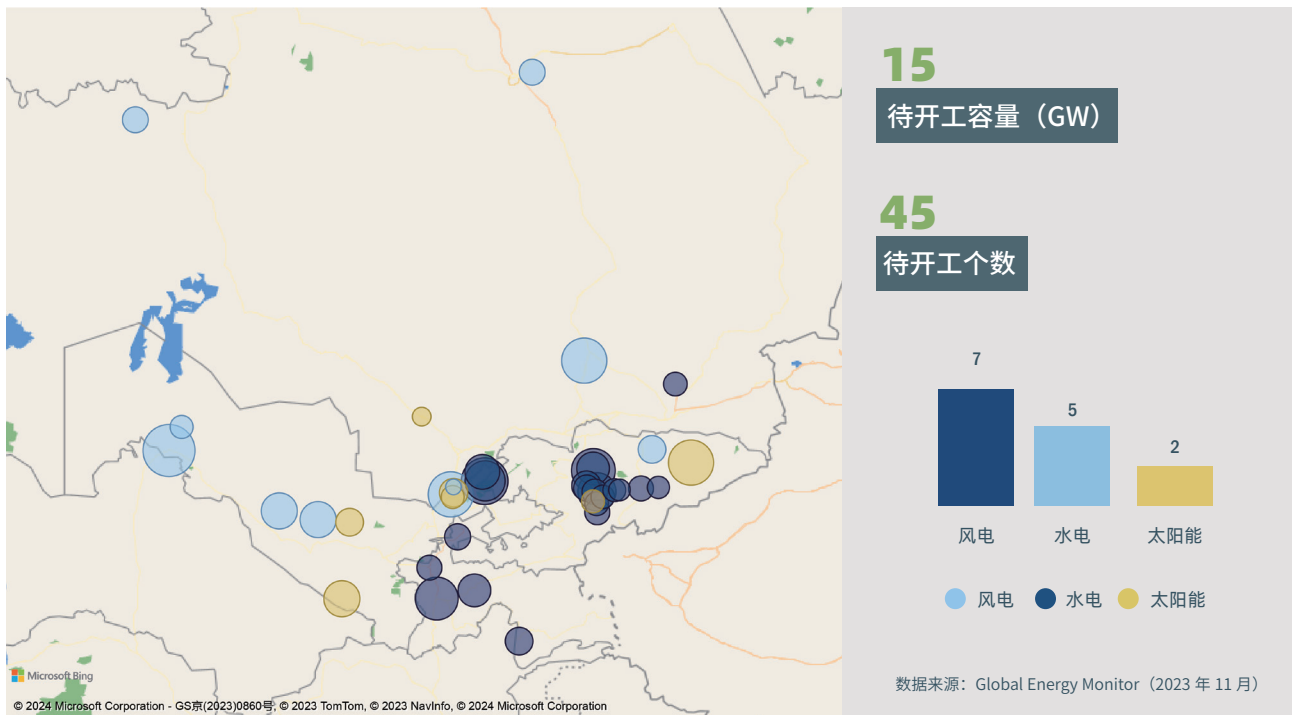


图 14 | 中亚待开工可再生能源项目



中亚绿色电力装备价值链

中亚地区绿色电力装备价值链上具有比较优势的领域主要集中在上游的关键矿产领域，是铜和锂的净出口国。而在设备领域，中亚地区除了在变电装备领域具备一定比较优势以外，其他领域发展都相对滞后。中亚地区的可再生能源发展所需设备主要依赖进口。该区域与中国在价值链的多个环节的关系都非常紧密。中国是中亚地区关键矿产的主要出口目的地，中亚所需绿色电力装备主要来自中国，其中太阳能设备几乎全部从中国进口，其他还需大量从中国进口的装备有水轮机、锂电池和电解器。可以看出，中亚地区可再生能源发展十分依赖中国技术和设备。

表 3 | 中亚绿色电力装备价值链评价表

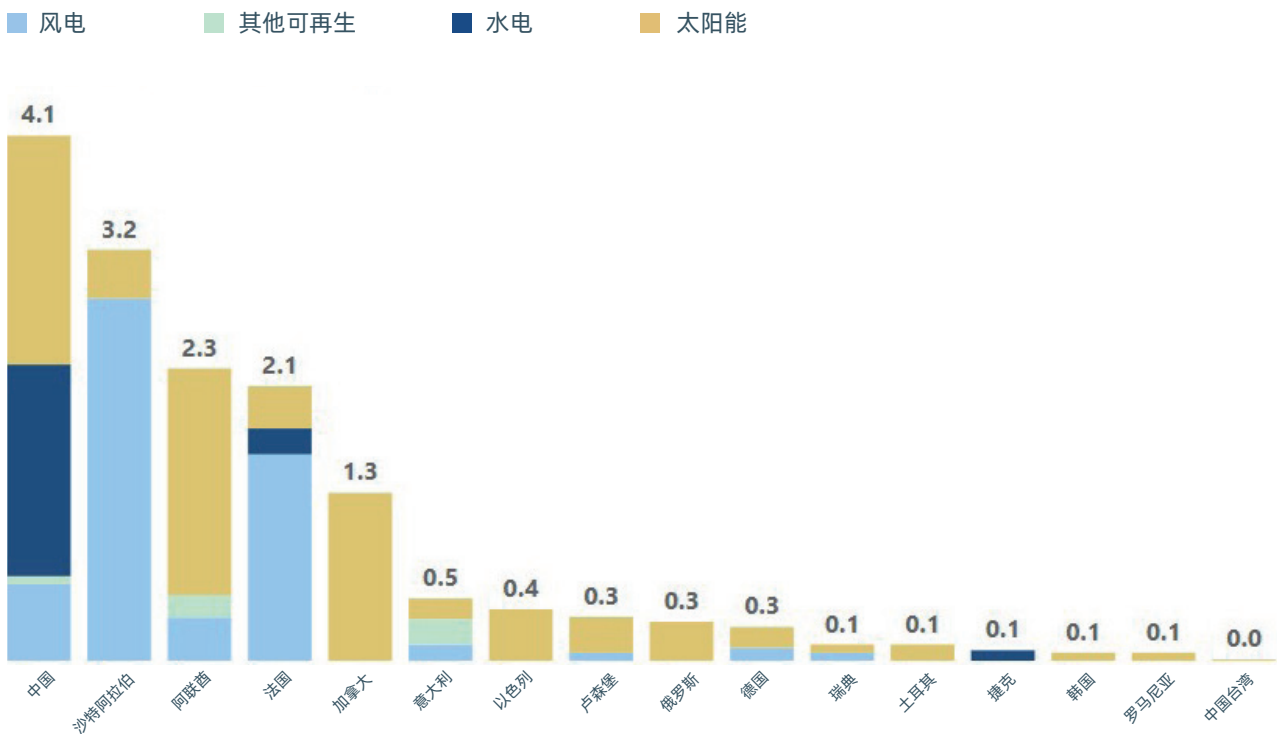
产业链环节	比较优势 (由 0-5 评分)	对中国的贸易关系	与中国的贸易相关性 (由 0-5 评分)
铜	● ● ● ○ ○	净出口	● ● ● ● ○
锂	● ○ ○ ○ ○	净进口	○ ○ ○ ○ ○
钴	○ ○ ○ ○ ○	净出口	○ ○ ○ ○ ○
镍	○ ○ ○ ○ ○	净出口	● ● ● ● ●
风机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
光伏	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ● ●
逆变器	● ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
水轮机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○
锂电池	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ● ○
变电设备	● ● ● ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
输电设备	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ○ ○ ○ ○
纯电动车	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
热泵	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
电解器	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○

数据来源：UN Comtrade 数据库（2023 年 11 月）

中亚区域跨境可再生能源投资者

中国是中亚地区可再生能源第一大投资来源国，前五大投资来源国还包括沙特阿拉伯、阿联酋、法国、加拿大。总体上看，除中国以外，来自西亚和欧洲的投资者是中亚地区可再生能源项目的投资主力。2023年中国企业对中亚地区的可再生能源项目投资热度明显升温，包括中国南方电网、正信光电、中国电建等企业都在中亚地区都有所斩获。虽然总体上看中国企业的增长势头很猛，但从单个企业来看，仍远不及区域内最大的可再生能源投资商 Masdar 和 ACWA Power，两家公司分别来自阿联酋和沙特阿拉伯，在中亚地区布局较早，已经形成一定规模优势，是中国企业的有力竞争者。

图 15 | 2013-2023 年中亚跨境可再生能源投资额（十亿美元）



数据来源：fDi Markets（2023 年 11 月），2023 年数据截止到第三季度

表 4 | 2013-2023 年中亚可再生能源项目国际投资者

企业	国家	项目开展个数 (2013-2023)	项目类别
全球			
Masdar	阿联酋	10	风电, 光伏, 其他可再生
ACWA Power	沙特阿拉伯	6	风电, 光伏
SkyPower	加拿大	6	光伏
Hevel	俄罗斯	5	光伏
Eren Groupe	卢森堡	4	风电, 光伏
Eni SpA	意大利	3	风电, 其他可再生
Svevind	瑞典	2	风电, 光伏
Voltaia	法国	2	风电, 光伏
Arm Wind	意大利	1	光伏
Building Energy	意大利	1	其他可再生
中国			
中国南方电网	中国	3	水电
东方日升	中国	3	光伏
江苏振发控股集团有限公司	中国	2	风电, 光伏
中国电建	中国	2	光伏
中国国电集团	中国	1	风电
数据来源: fDi Markets (2023 年 11 月), 2023 年数据截止到第三季度			

3.3 撒哈拉以南非洲

中国与撒哈拉以南非洲能源合作进展

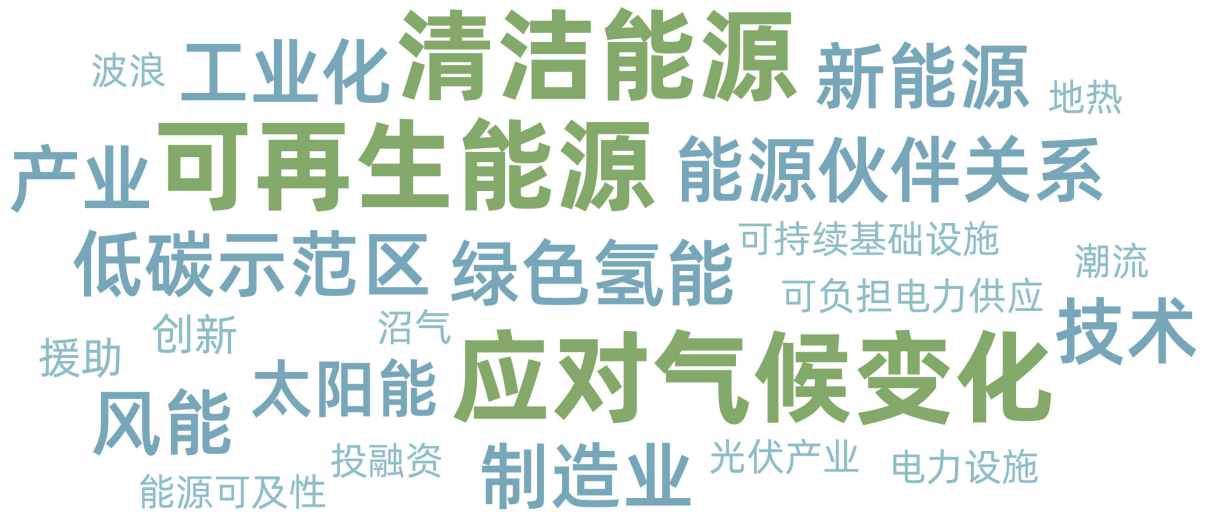
撒哈拉以南非洲一直是“能源贫困”的重灾区。根据预测，到 2030 年，全球仍将有 6.6 亿无电人口，其中大部分生活在撒哈拉以南非洲地区¹⁴。撒哈拉以南非洲区域内尽管拥有丰富的可再生能源资源，但当地各国普遍薄弱的工业基础根本无力支撑项目建设，因而中国的援助与合作成为重要战略选择。2021 年，中非合作论坛第八届部长级会议将绿色发展工程纳入双方共同实施的“九项工程”。中国宣布将为非洲援助实施 10 个绿色环保和应对气候变化项目，支持“非洲绿色长城”建设，在非洲建设低碳示范区和适应气候变化示范区。2021 年 11 月，中非合作论坛明确提出，要倡导绿色低碳理念，积极发展太阳能、风能等可再生能源，并通过《达喀尔宣言》《中非合作 2035 年愿景》《中非应对气候变化合作宣言》及《达喀尔行动计划（2022-2024）》等成果性文件，旨在支持非洲提高清洁能源利用比例，通过分布式供电技术为非洲偏远地区提供稳定、可负担的电力供应。2023 年 8 月，习近平发表题为《携手推进现代化事业，共创中非美好未来》的主旨讲话，发起“支持非洲工业化倡议”，调动中国对非合作资源和企业的积极性，支持非洲发展制造业，实现工业化和经济多元化。

中国支持撒哈拉以南非洲能源发展的方式除了各项大型项目建设之外，还在当地建设了一批“小而美”的分布式用能项目。例如中国援助阿布贾的太阳能交通信号灯项目，实现所有路口无人值守。中国向塞舌尔援助了太阳能照明工程、科普用光伏车棚、离网光伏储能系统、学校光伏系统和电动自行车等物资，并与塞舌尔共同编制低碳示范区方案。这些项目致力于推动撒哈拉以南非洲国家尽快摆脱“能源贫困”。

在解决撒哈拉以南非洲国家工业化和制造业发展问题上，中国也发挥了巨大作用。中国在当地援建了工业园区，吸引中国企业前往非洲投资，这将为未来非洲发展自身的可再生能源产业提供必要基础。

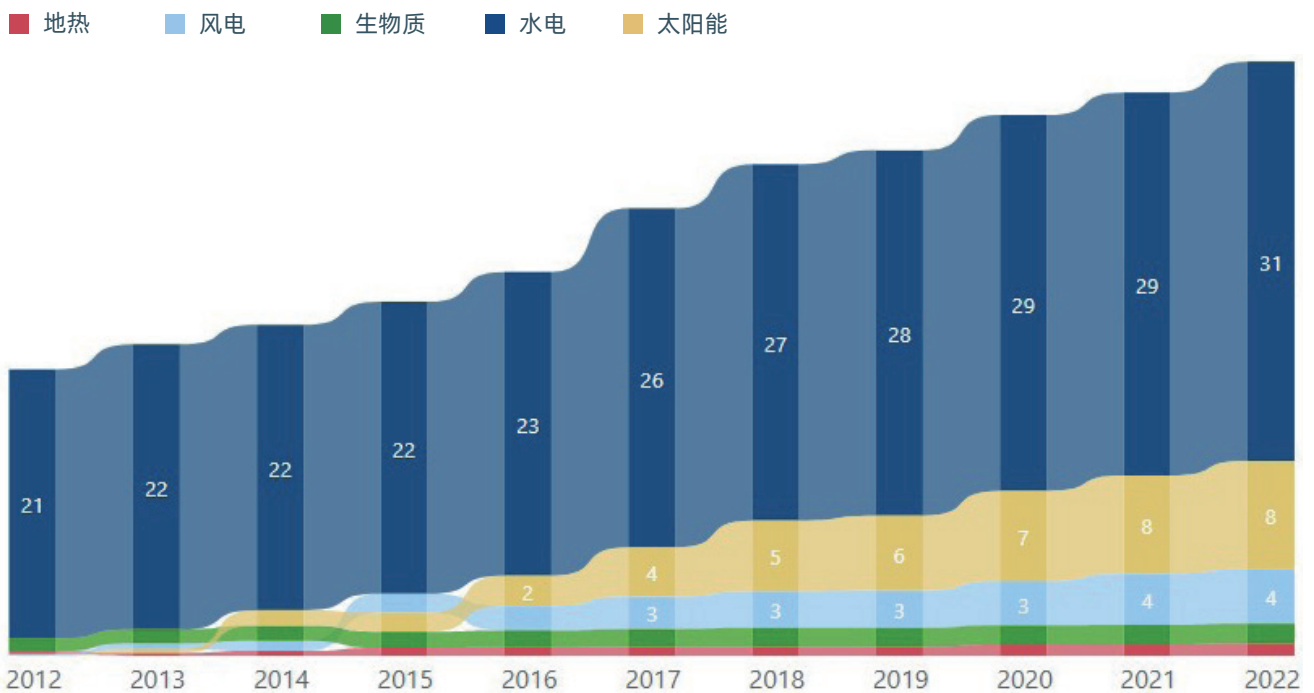
¹⁴ 新华社：中非清洁能源合作助推非洲绿色发展。 https://www.gov.cn/xinwen/2022-04/15/content_5685439.htm

图 16 | 2021-2023 年中国与非洲清洁能源外交关键词



信息来源：一带一路能源合作网（2023 年 11 月）

图 17 | 撒哈拉以南非洲可再生能源装机量 (GW)



数据来源：国际可再生能源署（2023 年 11 月）

图 18 | 2021 年撒哈拉以南非洲可再生能源供电占比 (%)

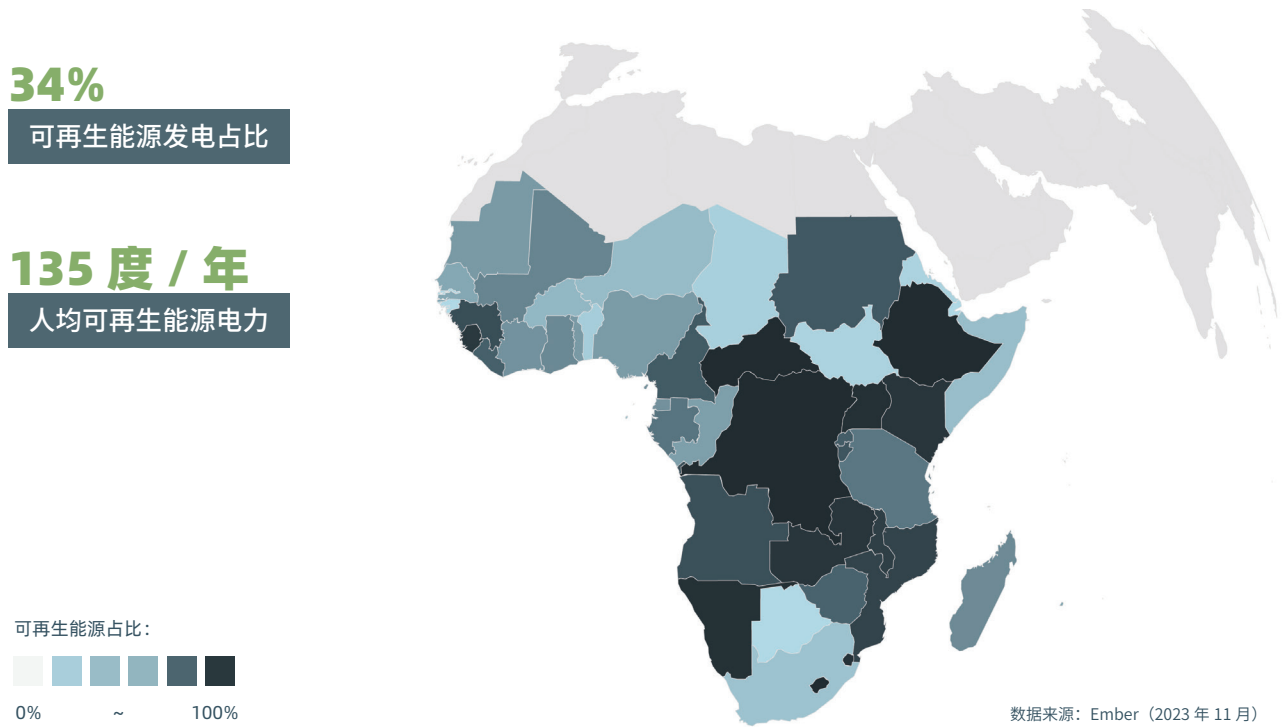
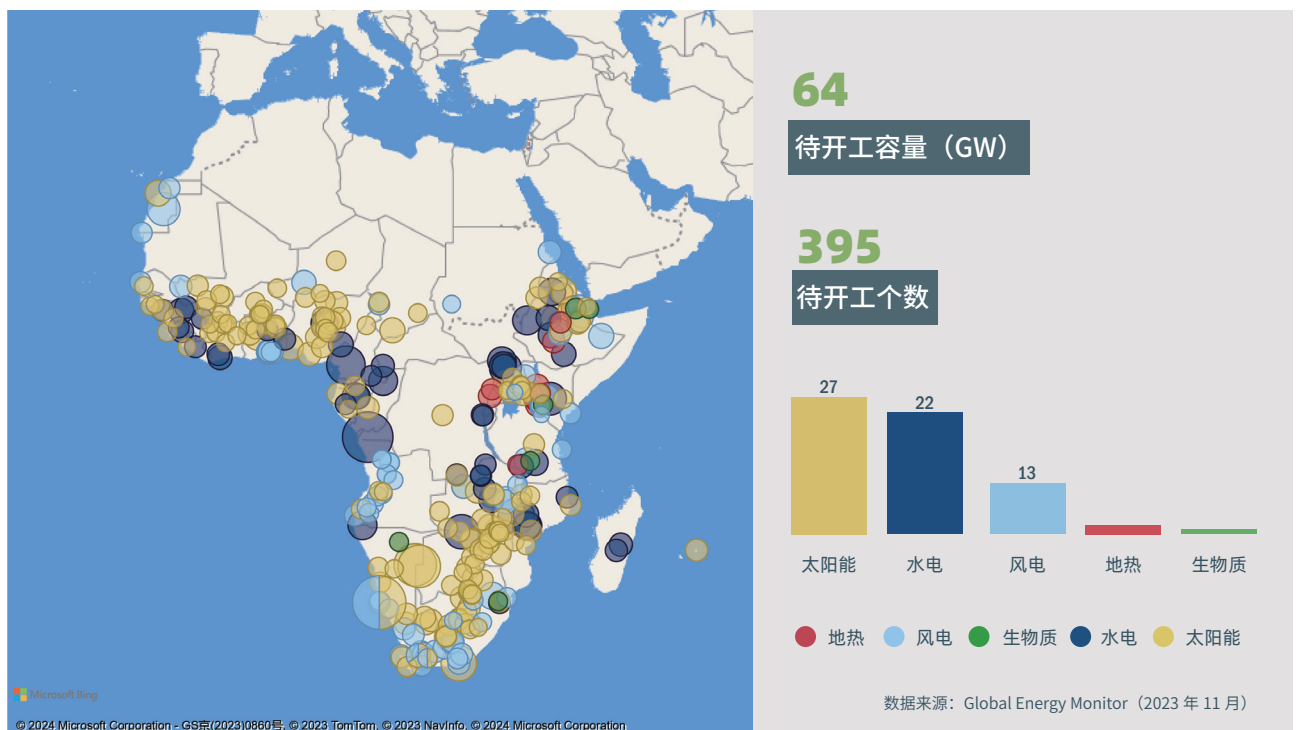


图 19 | 撒哈拉以南非洲待开工可再生能源项目



撒哈拉以南非洲可再生能源发展

撒哈拉以南非洲的电力缺口巨大，过去十年电力装机保持了较快增长势头，区域内平均每年新增 1GW 水电装机。2013 年之后，太阳能和风电迎来发展期，目前区域内已有超过 12GW 风光项目装机。2021 年，撒哈拉以南非洲国家可再生发电占比为 34%，超过世界平均水平（29%），但人均可再生电力仅 135 度，是世界人均可再生电力最低的区域。区域内保持了较好可再生能源项目开发进度，待开工项目容量有 64GW，太阳能最多，其次为水电和风电。综合来看，区域内过去几年太阳能保持了较好的发展势头且项目开发也较为成熟，未来太阳能可作为区域能源发展的重点，太阳能发电系统的高度灵活性也能较快覆盖该区域的无电人口地区。



撒哈拉以南非洲绿色电力装备价值链

撒哈拉以南非洲价值链各环节中，仅在关键矿产领域具备比较优势，是铜、钴、镍的主要出口地。绿色电力装备方面，除了输变电领域具备一定比较优势之外，其他领域几乎全是空白。因此，区域发展可再生能源严重依赖进口设备。中国与撒哈拉以南非洲在绿色电力装备价值链的多个环节关系密切，中国是该区域关键矿产的主要出口目的地，也是太阳能、风电、逆变器、锂电池等绿色电力装备的主要进口来源地。中国设备对当地能源转型起到了不可或缺的作用。

表 5 | 撒哈拉以南非洲绿色电力装备价值链评价表

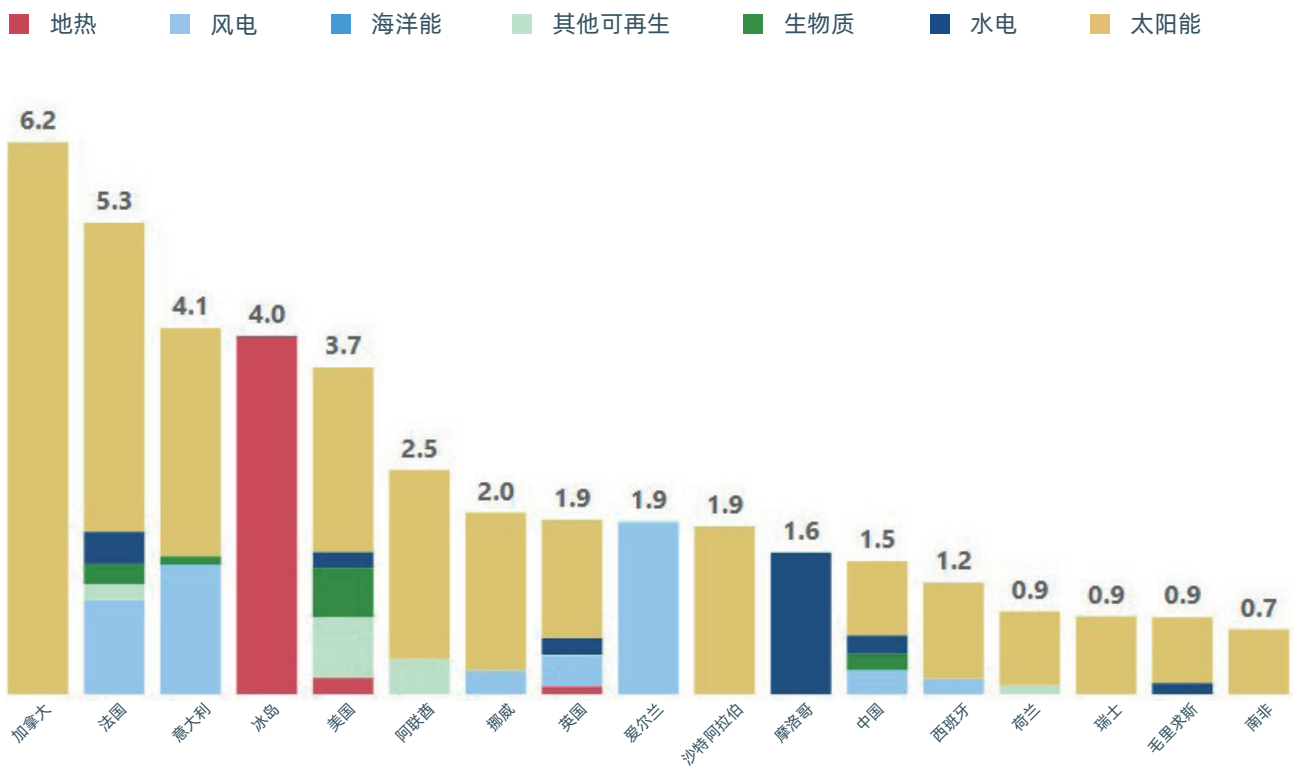
产业链环节	比较优势 (由 0-5 评分)	对中国的贸易关系	与中国的贸易相关性 (由 0-5 评分)
铜	● ● ● ○ ○	净出口	● ● ○ ○ ○
锂	○ ○ ○ ○ ○	净出口	● ● ● ● ●
钴	● ● ● ● ●	净出口	● ● ○ ○ ○
镍	● ● ● ● ●	净出口	○ ○ ○ ○ ○
风机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
光伏	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ● ○
逆变器	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○
水轮机	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○
锂电池	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ● ○
变电设备	● ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
输电设备	● ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
纯电动车	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
热泵	○ ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ○ ○ ○
电解器	● ○ ○ ○ ○	净进口	● ● ● ○ ○

数据来源：UN Comtrade 数据库

撒哈拉以南非洲跨境可再生能源投资者

撒哈拉以南非洲的可再生能源投资者主要来自西方发达国家，前五位的投资来源国分别是加拿大、法国、意大利、冰岛和美国。中国投资者共计投资 15 亿美元可再生能源项目，以光伏项目为主。中国投资者包括工程承包企业中国电建、中国能建和中国成套设备进出口总公司，电力企业龙源电力，制造业企业晓程科技等。总体上看，中国企业在非洲开展项目投资还处在探索阶段，项目数量和项目类型上看都与其他国际投资者有较大差距。

图 20 | 2013-2023 年撒哈拉以南非洲跨境可再生能源投资额（十亿美元）



数据来源：fDi Markets（2023 年 11 月），2023 年数据截止到第三季度

表 6 | 2013-2023 年撒哈拉以南非洲可再生能源国际投资者

企业	国家	项目开展个数 (2013-2023)	项目类别
全球			
Mainstream Renewable Power	挪威	17	风电, 光伏
Enel Green Power	意大利	14	风电, 光伏
Access Power MEA	阿联酋	7	光伏
Cummins	美国	6	生物质
Electricite de France	法国	6	风电, 光伏
General Electric	美国	6	光伏, 其他可再生
Gigawatt Global	荷兰	6	光伏, 其他可再生
Scatec AS	挪威	6	光伏
AMEA Power	阿联酋	5	光伏
Building Energy	意大利	5	光伏, 生物质
中国			
中国电建	中国	3	光伏
北京晓程科技股份有限公司	中国	1	光伏
中国能源建设集团	中国	1	风电
中国成套设备进出口(集团)总公司	中国	1	生物质
龙源电力	中国	1	风电

数据来源：fDi Markets（2023 年 11 月），2023 年数据截止到第三季度

2021 年以来，中国与发展中国家的能源合作已逐渐步入崭新阶段。近两年间，中国政府与三个区域间的双边及多边清洁能源外交互动频繁，除了应对气候变化、可再生能源、能源转型等全球议题之外，中国也在产业链、供应链、示范区、制造业和工业化等领域开展切实合作。针对不同区域可再生能源发展特点的合作方式也有所不同，中国与东南亚地区比较强调供应链和产业链的合作。中国与中亚可再生能源投资成果更加显著。而针对撒哈拉以南非洲面临的能源贫困问题，中国也一方面通过援助物资快速解决当下面临的用电问题，同时也在积极推进当地工业化和制造业的发展。总体上看，中国与其他发展中国家在可再生能源领域的合作广度和深度都在不断加大。

从发展中国家自身来看，过去十年可再生能源发展主要依赖水电规模的扩张，但在部分地区，水电发展的速度已经呈现出放缓趋势。水电规模优势是解决发展中国家能源缺口的主力方案，但其开发周期漫长，环境风险较高，难以快速解决发展中国家的缺电难题。在过去的五年里部分地区的太阳能和风电行业迎来了快速发展期，其中太阳能的发展速度更为迅猛。特别是东南亚地区，由于形成了光伏产业链比较优势，极大促进自身太阳能发展。从项目开发情况看，不同区域的可再生能源发展方向和侧重点呈现出一定差异，但都有庞大的待开工项目等待技术和资金支持。

绿色电力装备方面，发展中国家则普遍比较落后。大部分发展中国家仅能出口原材料，可再生能源发展严重依赖外来技术和设备。中国与几乎所有的发展中国家在绿色电力装备价值链都有着紧密的联系，中国的设备对发展中国家的可再生能源发展不可或缺。跨境投资方面，发展中国家可再生能源项目的投资来源国主要以西方发达国家为主，中国投资者对于政治互信较好的地区的投资热度较高。虽然整体上看中国在发展中国家投资可再生能源项目规模仅次于西方发达国家，但从企业的角度看，中国企业与国际头部企业还有较大差距，在部分区域可能面临激烈竞争。



4

中国支持其他发展中国家新突破

从第三章的内容可以看出，中国国家能源绿色发展有着不可或缺的地位。中国的施工建设体系和设备制造体系规模庞大，通过构建高效的产业链和生产能力，中国为全球可再生能源的快速发展提供了坚实的后盾。然而，在海外市场如何实现产业链上下游企业之间的有效沟通和协同发展，是中国继续推动支持发展中国家能源绿色发展的关键，也是目前中国企业在开拓海外可再生能源市场的一大痛点。

另一方面，对于世界上大多数的发展中国家而言，可再生能源技术和产业发展一直是一大短板。从第三章还可以发现，发展中国家的可再生能源装备制造业发展明显滞后，无法满足本国可再生能源发展的需求，需要从中国进口绿色电力装备。而中国在与其他发展中国家的能源外交互动中也特别强调向其他发展中国家进行技术帮扶，推动可再生能源技术在这些国家应用和扩散。如何把中国的这一意愿与发展中国家的需求充分对接，也是目前的一大难点。而这一点又对于帮助发展中国家形成能源转型的自主能力意义非凡。从跨境投资的角度，尽管中国整体在海外可再生能源投资方面已经取得一定的突破，但从单个企业的角度看，可再生能源投资规模与其他国际跨境投资者在项目数量上还存在很大差距，企业的国际化水平和品牌影响力也有待进一步提升。而投资能力也是企业深入东道国市场，实现长期稳定发展的关键。

中国企业作为参与发展中国家能源市场建设的众多私营部门一员，结合自身的施工建设和设备制造能力，这将明显促进东道国可再生能源成本的下降，实现企业发展和东道国能源转型双赢。对于以上提到的这些痛点和难点，2021年以来，中国已经取得了一些突破，本章将对这些突破逐一进行讨论。

突破 1

咨询服务走出去——打造海外发展软实力

企业海外发展是一个系统工程，中国企业在施工和设备制造领域具备显著优势，构建了强大的项目交付“硬实力”。然而，相较于“硬实力”，中国在辅助项目交付的法律服务、会计服务、技术服务、冲突解决等“软实力”领域存在短板。以可再生能源发展为例，“软实力”所发挥的作用至关重要。首先，风电、光伏和储能电池等绿色电力装备的设备型号繁多，需根据不同市场的法规要求完成设备认证和产品准入。其次，可再生能源项目在地理空间上呈现出大面积散点状的分布形式，与当地物种栖息地和居民活动空间存在较大重叠，存在潜在的社会冲突风险。此外，可再生能源项目的收益保障一般基于商业性购电协议且没有主权担保，容易发生法律纠纷。可再生能源项目收益还受到电网规划和电力市场交易规则等诸多外部条件影响，需要持续跟踪所在国相关政策和市场规则的变化。为应对以上问题，需要一个强大的“软实力”支持体系。

中国政策制定部门已经就这一问题作出反应。2021年初，中国商务部等19部门联合发布了《关于促进对外设计咨询高质量发展有关工作的通知》，这为对外设计咨询服务的发展带来了机遇。在接下来的几年里，中国相关领域的企业和智库型机构已经开始采取行动，并在2023年集中发布了一批研究成果。这些成果主要覆盖了海外电力行业发展和电力系统规划等领域。这对于发挥中国大型建设企业规划先行的发展模式，串联起电力产业链上下游企业起到了积极作用。

而涉外法律服务的方面也由较大进展，由中华律师协会发起的“一带一路”律师联盟已经覆盖54个国家和地区。中国律师事务所已经在24个共建“一带一路”国家设立了63家分支机构，与5年前相比数量增长了47.5%¹⁵。而在会计服务走出去领域则进展较慢，面临较大的国际竞争压力。虽然中国会计事务所出海意愿较强，但出海模式还在探索过程中¹⁶。

¹⁵ 中国新闻网：司法部：“一带一路”律师联盟已覆盖54个国家和地区。2013. https://m.gmw.cn/2023-11/23/content_1303579803.htm

¹⁶ 中国经营网：鼓励创新允许试错 中国本土会计师事务所积极探索最佳适配的“走出去”模式。2023. <http://www.cb.com.cn/index/show/kx/cv/cv135348811551>

表 7 | 中国面向海外的咨询服务机构研究成果

发布时间	单位	研究内容
2021 年 10 月	电力规划总院	中国 - 东南亚能源合作报告
2023 年 1 月	电力规划总院	中国 - 中亚能源合作报告
2023 年 5 月	中国能建、中电工程	海外 74 国电力发展研究
2023 年 5 月	电力规划设计总院	“一带一路”国家绿色电力系统规划工具箱
2023 年 5 月	全球能源互联网发展合作组织	“一带一路”清洁能源和电力合作机制研究
2023 年 10 月	电力规划总院	乌兹别克斯坦国家电力系统规划研究 ¹⁷

专栏 2 | “一带一路”国家绿色电力系统规划工具箱

“一带一路”国家绿色电力系统规划工具箱

工具箱包含新能源发展的资源评估、经济性评估、稳定性校验和综合能源分析四大模块。新能源资源评估模块采用了经济、人口、气象、环境等多类型的专业分析法，基于层次分析法和多变量分析法，帮助“一带一路”沿线国家获得较为准确的资源开发总量、技术可开发量、开发布局、发电成本等关键信息，提出新能源开发的适宜区域和优先次序。绿色电力系统生产模拟和电力市场分析模块可对不同场景下的系统弃风弃光率、电价变化、传统机组运行方式变化等进行系统评估，并获得量化指标，为决策者提供全面参考。绿色电力系统安全稳定分析模块充分考虑新能源的物理特征和控制模型，开展覆盖电力系统多类场景的潮流计算、机电暂态分析和电磁暂态分析，识别出电力系统的薄弱环节，并有针对性地提出相关举措，保障新能源大规模并网后，绿色电力系统的安全稳定运行。综合能源系统多物理场建模仿真分析模块基于开放环境和多物理建模，可对综合能源系统的动态过程和经济性进行准确评估，形成电力规划中有关重大综合能源构成的科学认证。

¹⁷ 电力头条：电规总院承担的乌兹别克斯坦国家电力系统规划研究工作启动。2023. <https://www.chinapower.org.cn/detail/413437.html>

突破 2

低碳示范区落地——打通技术扩散路径

在全球产业分工体系中，多数发展中国家以能源和原材料供应为主。本报告第三章的研究也显示发展中国家在绿色电力装备产业链的分工中同样偏向与上游的关键矿产供应，产业结构单一，缺乏独立自主开展能源转型的内生动力。而中国在绿色技术和制造业领域恰恰具有明显优势，这也成为中国支持发展中国家的重点领域。早在 2015 年，中国就提出应对气候变化南南合作“十百千”倡议，包括在发展中国家开展 10 个低碳示范区、100 个减缓和适应气候变化项目及 1000 个应对气候变化培训名额的合作项目，成为帮助其他发展中国家的“中国方案”。其中，低碳示范区的建设对于向东道国技术转移扩散的重要平台，一方面可以展示中国技术，另外一方面可以带动东道国相关产业链的跨越式发展，特别是可以通过低碳示范区建设吸引绿色电力装备产业落户，促进东道国尽快形成低碳发展的内生动力。截止到 2023 年末，中国已经累计合作建设 4 个低碳示范区¹⁸，位于东南亚和非洲等国。示范区内都应用了已经在中国成熟发展的可再生能源技术，进展较快的示范区也已经引进了绿色电力装备产业入驻，引导当地开启绿色经济的发展之路。

低碳示范区建设是中国意愿与发展中国家需求高水平对接的平台，在落实的过程中又特别强调系统性的政府与企业合作，中老万象赛色塔综合开发区的建设是一个典型案例。该开发区作为低碳示范区，是中老两国政府推动下达成的，并由中方提供了新能源客车等设备的援助。开发区的建设单位是由云南建投集团与老挝万象市政府共同出资组建，云南建投集团是中国云南省的地方性国有企业，在产业园区建设方面有大量实践经验。开发区建成后落户的企业，就有中国光伏制造企业中润光能，计划建设 7GW 高效组件项目。可以说，低碳示范区的建设，催化了老挝的低碳产业发展，外溢效应显著。

¹⁸ 生态环境部网站：生态环境部举行 10 月例行新闻发布会。2023. http://www.scio.gov.cn/xwfb/bwxwfb/gbwfbh/sthj/b/202310/t20231030_777046.html

专栏 3 | 中老万象赛色塔综合开发区

中老万象赛色塔综合开发区

2020 年 7 月，中国生态环境部与老挝自然资源与环境部正式启动低碳示范区建设工作。两年来，中老双方团队共同努力，克服新冠疫情等不利影响，共同编制完成低碳示范区规划方案，为低碳示范区的发展目标、发展方向、主要任务、重点工程等提出建议。中方方向老方援助的 12 辆新能源客车、8 辆新能源卡车、8 辆新能源环境执法车已全部完成安装和培训并交付老方使用。新能源车交付的同时，新设立的三条固定公交线路于 25 日正式启用，助力万象市打造低碳城市。



中国援助老挝的新能源大巴 图片来源：万象赛色塔综合开发区

表 8 | 中国与其他国家合作的低碳示范区

合作国家	低碳示范区名称	建设状态	示范技术	绿色电力装备产业引进
老挝	万象赛色塔综合开发区	已建成	新能源客车、新能源卡车、光伏照明	中润光能 7GW 高效电池项目 ¹⁹
柬埔寨	西哈努克省低碳示范区	已建成	光伏发电、光伏照明、电动摩托车	Solar Long PV Tech ²⁰
塞舌尔	塞舌尔低碳示范区	建设中	光伏发电、建筑节能、光伏照明、光伏车棚、光储系统、电动自行车	-
巴布亚新几内亚	电力规划设计总院	已签约	光储系统、光伏照明	-

¹⁹ 云南省国资委：合作标杆！万象赛色塔综合开发区开创老挝多个第一。2023. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588129/c27749761/content.html>

²⁰ 中国新闻网广西：柬埔寨副首相考察西港特区建设：欢迎世界各国投资者。2023. <http://www.gx.chinanews.com.cn/dmjj/2023-09-12/detail-ihctaqaav0074646.shtml>

突破 3

绿色熊猫债发行——打通资金瓶颈

企业跨境投资可再生能源项目的典型规模一般在几十兆瓦到上百兆瓦之间，相对应的资金需求一般在几千万到上亿美元左右。对于这种体量的项目来说，虽不像传统能源项目所需的资金体量大，但依然属于资本密集型项目，项目顺利实施的依赖长期的和低成本的资金渠道。但对于中资企业来说，资金渠道一直是制约其在海外市场获取项目投资机会的主要瓶颈。中资企业的融资来源一般是中资的金融机构，有政策性银行和大型商业银行，包括中国进出口银行、国家开发银行、中国工商银行等。但融资成本较低的优惠贷款获取条件严格，审批通过难度较大。而商业银行又缺乏足够的外汇获取渠道，贷款利率居高不下，普遍比外资银行高 1%~2% 左右²¹。融资渠道的各种限制，打击了中资企业项目开发和投资积极性。除此之外，跨境可再生能源项目投资还需要考虑到汇率和汇兑风险。虽然很多国家为吸引外商投资设定了可再生能源电价用美元或欧元计价的政策，但较少采用人民币计价，这对主要用人民币开展跨境投资的中国企业来说也是一大挑战。

近两年，熊猫债市场迅猛发展带来了转机。国际多边金融机构、主权国家、以及海外发展企业纷纷发行有绿色属性的熊猫债，其中大量资金被用于支持可再生能源项目。绿色熊猫债的发行将不仅能降低发行主体投资可再生能源的资金成本，人民币投资的普及也将激发中资企业海外投资的积极性。例如，中电国际作为在香港上市的电力企业，也是其母公司国电投集团（中国五大发电集团之一）的国际清洁低碳能源投资平台，2023 年以来已经发行了两笔熊猫债，全部用于海外清洁能源项目。近两年，该企业在海外可再生能源市场非常活跃，项目覆盖哈萨克斯坦、匈牙利、孟加拉等国。

²¹ 中国发展观察：政策性开发性金融促进构建双循环新发展格局的机理与路径 . 2022. <https://cdo.developress.com/?p=13531>

表 9 | 在中国发行的绿色属性熊猫债

发行时间	发行主体	金额 / 票面利率	可持续属性	资金用途
2022 年 5 月	新开发银行	85 亿人民币 / 2.70%	-	用于为成员国的基础设施和可持续发展项目提供融资，包括可再生能源
2022 年 11 月	匈牙利	20 亿人民币 / 3.75%	绿色债券	用于匈牙利绿色债券框架下符合要求的绿色支出，包括可再生能源
2023 年 2 月	中电国际	8 亿人民币 / 3.29%	绿色债券	用于哈萨克斯坦清洁能源项目
2023 年 11 月	埃及	35 亿人民币 / -	可持续发展挂钩债券	用于支持埃及包容性增长和绿色发展目标，包括可再生能源
2023 年 11 月	中电国际	12 亿人民币 / 2.99%	绿色债券	用于境外清洁能源项目

专栏 4 | 熊猫债

熊猫债

熊猫债是指境外机构在中国发行的以人民币计价的债券。熊猫债发行人可以分为四类，外国政府、国际开发机构、境外金融机构、境外非金融企业。数据显示，截至 2023 年 11 月末，熊猫债已发行 90 只，发行额共计 1495.50 亿元，较 2022 年同期大幅增长约 76%，约是去年全年发行规模的 1.75 倍。按照熊猫债券募集资金用途的不同，可将熊猫债券分为绿色债券、“一带一路”建设债券、一般熊猫债券。绿色熊猫债券所募集资金按照《绿色债券原则》用于《绿色债券支持项目目录》下的基础设施和可持续发展项目。



5

新阶段应深挖“小而美”新模式

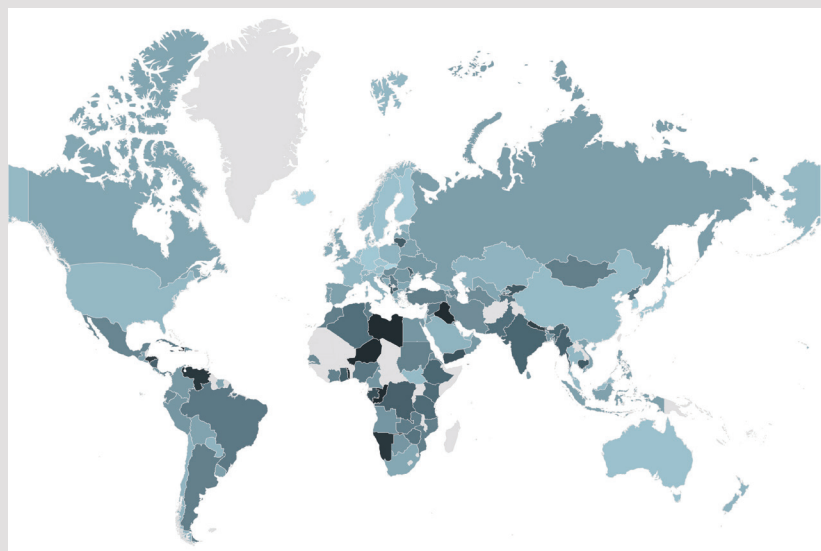
以上章节探讨并总结的可再生能源发展模式主要侧重于需要并入电网的大型项目，典型的装机规模介于几十兆瓦至几百兆瓦之间。尽管项目体量显著小于传统化石能源，但这种项目开发和投资仍属于重资产模式，需要较长的开发周期和较高的投融资门槛。对于许多面临严重电力短缺的发展中国家而言，单纯依赖建设大型项目的模式并不可行。发展大型可再生能源项目首先需要有一个运行良好且能够适应可再生能源发展需求的电网系统，特别是为应对风电光伏的高波动性特点还需要配合抽水蓄能、电网智能化等电力基础设施的升级改造。然而发展中国家的电网发展仍普遍滞后（见专栏5），短期内也缺乏技术和资金实力来推动电网设施的改善。

专栏 5 | 输配电损失

输配电损失

输配电损失是衡量电网可靠性的关键指标，通常认为损失在5%至7%是正常水平，但除了发达国家和部分工业基础较好的发展中国家能够实现这一指标，其他大部分发展中国家由于电网长期缺乏维护和管理不当等问题，导致输配电损失严重超标。例如，加纳的输配电损失高达23%，伊拉克则达到了51%。

图 21 | 全球输配电损失示意图



输配电损失： 2% ~ 72% 无数据

数据来源：世界银行



5.1 “小而美” 可再生能源发展模式内涵

在电网发展不足的背景下，为解决当下严重的电力短缺问题，发展中国家正在迅速推进屋顶光伏等小型可再生能源的发展，而这也明显拉动了 2020 年以来中国绿色电力装备的出口增长。中国的政策制定者也已经注意到了这一趋势，2021 年以来就提出“一带一路”的“小而美”发展新模式。2023 年，在第三届“一带一路”高峰论坛上，中国宣布将统筹推动标志性工程和“小而美”民生项目，实施 1000 个小型民生援助项目。可以预期，未来更多的小型可再生能源项目将获得来自中国官方的发展援助支持，助力发展中国家探索适合自身的能源发展之路。

“小而美”之“小”

相比大型项目较高的审批和投资门槛，小型项目可以由能源使用方自行决策安装，项目设计具有较高的灵活性，能够契合各种用能场景需求较快解决发展中国家的民生和工商业用电问题。中国出口较多的光伏板、逆变器和锂电池进行简单组合，就已经可以组成一个户用级的小型发电系统，居民自己动手就能解决用电问题。如果再有高效用能和储能技术的加持，则可以解决产业园或学校等工商业用电场景的用能需求。如果再进一步配合微电网和小型制氢技术，就能充分促进较大规模可再生能源接入，实现多负荷多种能源形式的高可靠供给，最终在主干电网发展滞后、电力市场不健全的发展中国家走出一条由需求侧推动的自下而上的能源发展之路。

“小而美”之“美”

除了技术和资金需求的“小”之外，“美”则更突出的是技能、知识、经验等软性发展要素。具体的项目的开展方式也非常多元，包括技能培训、论坛活动、创业支持等，都将发挥授人以渔的功效，惠及东道国基层民众。来自中外的中小企业、民间组织、新闻媒体等社会多元主体能够参与到项目过程中去，促进多元利益主体的观点表达，防范潜在的社会冲突风险。这些侧重软性发展要素的项目同时也将向海外传播中国自身的发展经验，深度推进中国发展理念的国际化，助力发展中国家走出一条独立自主的能源发展之路。

总的来说，“小而美”的可再生能源发展模式不仅是中国产业体系面向海外发展的查漏补缺，而且也是发展中国家解决发展与减排两难，自下而上、独立自主地推进自身能源系统建设，进而推动总体发展范式的转换的全新发展理念。中国作为世界最大的发展中国家，将是引领这一全新发展理念的核心力量。

5.2 “小而美”模式商业化建议

除了官方的发展援助之外，“小而美”的新发展模式能够形成规模更重要的是其在商业上成功，但这对于需要面向海外发展业务的各类主体来说依然是一个不愿意尝试的领域，最大的痛点是分散化的“小而美”项目存在很大的信息不对称问题，交易费用要高于大型项目。为了解决这一难题，就需要政策制定者、金融机构、工程承包企业、电力投资企业、设备制造企业、咨询服务机构、民间组织和中小企业等通力合作，对自身的经营模式进行调整，同时相互配合打通新模式的制约瓶颈。为此我们综合本篇报告的研究，对参与海外可再生能源发展的各方提出以下几点建议：

发挥金融指引作用

2023年在第三届“一带一路”峰会上中国宣布向中国国家开发银行、中国进出口银行以及丝路基金等旗舰金融机构将新增约1000亿美元的融资。旗舰金融机构一直是中国企业在海外大型基础设施项目的主要融资方，由于其资金对于这类项目或企业具有不可替代性，其融资政策也会

对项目实施产生影响。因此，旗舰金融机构应在自身的战略和经营计划中增加对“小而美”项目的支持条款，开辟专项融资渠道，设立专项基金，探索建立“小而美”项目资产金融标准。为了降低交易费用，大型金融机构可以与东道国银行建立合作关系，通过当地银行筛选分散的小型可再生能源项目和目标客户，对筛选过的项目资产包进行转贷或再融资，盘活资产流动性。这些措施都将会指引企业和项目开发主体业务开展中能更多注意到“小而美”项目机会。

发掘利用国际气候资金

联合国气候变化公约第二十八次缔约方大会继续推动了全球气候资金扩容，其中用于支持发展中国家的资金就包括“损失损害赔偿基金”、“最不发达国家基金”等。与此同时，由国际多边金融机构、国际组织和慈善基金等管理的气候类资金也在快速增长。其中，大量资金旨在推动发展中国家可再生能源的发展，其中又有部分用于专项支持微电网和分布式能源在电力短缺国家中的应用（详见附录 3）。这种类型的项目对东道国具有示范意义，能够推动一些不太成熟的技术和商业模式先行发展。为了更好开展此类项目，资金管理方应该开放出更多的项目资金申请渠道，吸引正在海外发展的中资企业和民间组织参与，共同开发出适应当地需求的模式。而对于中资企业来说，应该重视与各种国际气候资金的管理方合作，通过项目实施落地新技术和新商业模式，积累经验为未来的规模化发展奠定基础。

促进技术和商业模式创新

目前市场上比较成熟的技术解决方案和商业模式普遍基于电力设施完善的工业化国家而开发的，但这不一定契合发展中国家实际供电和用能环境。而这就需要设备制造企业开发更多的与分布式能源相结合的模块化和集成化方案，例如一体化光伏冷库、光伏直流空调、风电供热、光储一体化充电站等能够直接解决场景需求的综合性方案。

而这些方案和商业模式应基于对本地市场和业态的深入了解，咨询机构、民间组织和东道国政府应做好信息中介工作，发掘市场需求，通过更多的资金支持和订单推动上游设备制造环节创新。

支持民间力量走出去

“小而美”模式非常需要民间组织和中小企业等民间团体积极地投身到国际发展中去。这不仅可以通过加强中外在能源转型议题上的联系与沟通，企业通过与民间组织合作能够与当地社区建立友好关系，防范海外发展过程中潜在的社会冲突风险。中国“走出去”的大型企业和金融机构应多建立与民间团体的合作交流，在各类论坛、研讨会或展会等活动中为民间组织开辟交流展示空间，在项目开展过程中建立与民间组织的定期沟通。这些举措都将帮助企业更好化解海外发展风险，带来更多发展机遇。

5.3 民间力量走出去案例

中国在海外实施的“小而美”项目中，由民间力量推动的职业教育的“走出去”与“引进来”成为一大亮点。职业教育类项目的推进为探寻“小而美”的可再生能源发展新模式奠定了基础，产生了积极的社会影响。

鲁班工坊

鲁班工坊在中国地方政府与职业教育机构共同推动实施的职业教育品牌，采用中外合作办学模式在境外创建的实施学历教育和技术培训的合作机构。以新能源专业为依托建设的“鲁班工坊”已有两个，分别是印度金奈理工学院建成的印度“鲁班工坊”²²、埃及艾因夏姆斯大学建成的埃及“鲁班工坊”。随着埃及鲁班工坊建设的推进，位于苏伊士经贸合作区内的中资企业，包括汉能薄膜发电集团等积极参与埃及鲁班工坊人才培养方案的制定并提出用人标准，与鲁班工坊签订校企合作备忘录、将工厂作为学生的实训基地、利用校企协同办学推进产教融合发展，为企业培养当地技术技能人才，保障了埃及中资企业的用人需求²³。

²² 马思宁, 沈洁, 姚嵩等. 基于“鲁班工坊”建设推进新能源专业课程体系优化 [J]. 中国多媒体与网络教学学报 (中旬刊), 2020(12):60-62+65.

²³ 王娟. 埃及鲁班工坊: 打造中高职贯通体系 [J]. 中国投资 (中英文), 2021(22): 106-108.



埃及鲁班工坊内的新能源实验装置区 图片来源 / 新华社

菲律宾可再生能源新一代留学项目

项目亚洲气候行动者组织（英文简称：PACS）与其他三个机构选择了 18 名菲律宾高中毕业生前往中国酒泉接受为期三年的可再生能源工程师培训，学习光能和风能等可再生能源，课程学习结束后可至酒泉周边可再生能源发电基地实习，以进一步掌握相关技术操作。在华学习期间由酒泉职业技术学院提供全额奖学金、生活补贴和食宿。PACS 目前正在和中国其他高校磋商，未来能带领更多菲律宾和其他国家学生到中国来学习可再生能源技术。推动中国与“一带一路”伙伴国家加强绿色人才储备，共同推进气候解决方案。



菲律宾来华学习可再生能源的留学生 图片来源 / 亚洲气候行动者组织

附录

附录 1：比较优势指数和中国贸易关系指数表

比较优势指数 5 分评价表转换标准：

0 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）
1 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）
2 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）
3 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）
4 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）
5 分	比较优势指数介于 0-0.1 之间（含 0.1）

中国贸易关系指数 5 分评价表转换标准：

0 分	中国贸易关系指数介于 0%-5% 之间（含 5%）
1 分	中国贸易关系指数介于 5%-20% 之间（含 20%）
2 分	中国贸易关系指数介于 20%-40% 之间（含 40%）
3 分	中国贸易关系指数介于 40%-60% 之间（含 60%）
4 分	中国贸易关系指数介于 60%-80% 之间（含 80%）
5 分	中国贸易关系指数介于 80%-100% 之间

附录 2：绿色电力装备商品清单

贸易代码	中文解释	贸易代码	中文解释
841912	太阳能热水器	260300	铜矿砂及其精矿
854142	未装在组件内或组装成块的光电池	283691	碳酸锂
854143	已装在组件内或组装成块的光电池	284190	钴酸锂
854140	太阳能电池，2021 年含 2021 的代码	260500	钴矿砂及其精矿
850231	风力发电机组	260400	镍矿砂及其精矿
841011	水轮机及水轮， $P \leq 1000\text{kW}$		
841012	水轮机及水轮， $1000\text{kW} < P \leq 10000\text{kW}$		
841013	$P > 10000\text{kW}$ 的水轮机		
841090	水轮机及水轮的零件		
850421	液体介变压器，额定容量 $\leq 650\text{kVA}$		
850422	液体介质变压器， $650\text{kVA} <$ 额走容量 $\leq 10\text{MVA}$		
850423	液体介质变压器，额走容量 $> 10\text{MVA}$		
850431	其他变压器，额定容量 $\leq 1\text{kVA}$		
850432	其他变压器， $1\text{kVA} <$ 额走容量 $\leq 16\text{kVA}$		
850433	额定容量超过 16 千伏安，但不超过 500 千伏安的其他变压器		
850434	额定容量超过 500 千伏安的其他变压器		
850760	锂离子蓄电池		
850440	静止式变流器		
870380	仅装有驱动电动机的主要用于载人的车辆		
870240	仅装有驱动电动机的车辆		
854330	电镀、电解或电泳设备		
841861	热泵，品目 8415 所列的空气调节器除外		
271600	电力		
854460	其他电导体，额定电压 $> 1000\text{V}$		

附录 3：支持可再生能源的国际气候资金

基金名称	投向国家	项目名称	执行机构	批准年份	资金规模 百万美元
Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	India	Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	ADB	2022	0.55
Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	Multi-country (India, Myanmar, Bangladesh)	TAF: Fast tracking the Global Green Recovery Agenda through institutional support for the "OSOWG" initiative - India, Myanmar, and Bangladesh	IBRD	2022	0.65
Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	Pakistan	Scaling Up Renewable Energy Program (SREP)	ADB	2022	0.57
Pilot Program for Climate Resilience (PPCR)	Grenada	TAF: Accelerating Renewable and Energy Efficiency Development in Grenada's Electricity Sector	IBRD	2022	0.35
Pilot Program for Climate Resilience (PPCR)	Mexico	BDRP: Battery Storage Pilot to Improve Power Grid Climate Resilience	IFC	2021	4.3
Pilot Program for Climate Resilience (PPCR)	Multi-country (Kazakhstan, Uzbekistan)	TAF: Sustainable and Inclusive Green Acceleration (SAIGA) Program - Kazakhstan, Uzbekistan	EBRD	2021	1.85
Green Climate Fund (GCF-1)	India	(FP164) Green Growth Equity Fund	FMO	2021	137
Green Climate Fund (GCF-1)	Global (Ghana, Nigeria, Tunisia, Kenya, Ethiopia, Guinea)	(FP168) Leveraging Energy Access Finance (LEAF) Framework	AfDB	2021	170.9
Green Climate Fund (GCF-1)	Global (Botswana, CAR, DRC, Kenya, Congo Rep, Mali, Namibia, Uzbekistan)	(FP163) Sustainable Renewables Risk Mitigation Initiative (SRMI) Facility	World Bank	2021	280
Global Environment Facility (GEF7)	Pakistan	Combating Climate Change through the Promotion and Application of Sustainable Biomass Energy Technologies in Pakistan (PASBET)	UNDP	2021	3.44
Global Environment Facility (GEF7)	Benin	Benin National Child Project under the GEF Africa Minigrids Program	UNDP	2021	1.33
Global Environment Facility (GEF7)	Burkina Faso	National child project under the GEF Africa Minigrids Program Burkina Faso	UNDP	2021	0.92
Global Environment Facility (GEF7)	Comoros	National child project under the GEF Africa Minigrids Program Comoros	UNDP	2021	1.27
Global Environment Facility (GEF7)	Djibouti	National child project under the GEF Africa Minigrids Program Djibouti	UNDP	2021	3.07
Global Environment Facility (GEF7)	Eswatini	National child project under the GEF Africa Minigrids Program Eswatini	UNDP	2021	0.86

基金名称	投向国家	项目名称	执行机构	批准年份	资金规模 百万美元
Global Environment Facility (GEF7)	Ethiopia	National child project under the GEF Africa Mini-grids Program Ethiopia	UNDP	2021	2.89
Global Environment Facility (GEF7)	Global	Green Hydrogen Support in Developing Countries	World Bank	2022	1.7
Global Environment Facility (GEF7)	Malawi	National child project under the GEF Africa Mini-grids Program Malawi	UNDP	2021	0.4
Global Environment Facility (GEF7)	Mali	Mali national child project under the Africa Minigrids Program	UNDP	2021	1.78
Global Environment Facility (GEF7)	Niger	Niger National Child Project under the GEF Africa Minigrids Program	UNDP	2021	1.6
Global Environment Facility (GEF7)	Nigeria	National child project under the GEF Africa Mini-grids Program Nigeria	UNDP	2021	5.91
Global Environment Facility (GEF7)	Regional - Sub-Saharan Africa	GEF-7 Africa Minigrids Program II	UNDP	2022	0.87
Global Environment Facility (GEF7)	Regional - Sub-Saharan Africa	Regional Child Project under the GEF Africa Mini-grids Program	UNDP	2021	3.53
Global Environment Facility (GEF7)	Sao Tome and Principe	São Tomé and Príncipe national child project under the Africa Minigrids Program	UNDP	2021	1.97
Global Environment Facility (GEF7)	Somalia	National child project under the GEF Africa Mini-grids Program Somalia	UNDP	2022	3.28
Global Environment Facility (GEF7)	St. Kitts and Nevis	Achieving a rapid decarbonization of the energy sector in Saint Kitts and Nevis	UNDP	2021	3.32
Global Environment Facility (GEF7)	Sudan	National child project under the GEF Africa Mini-grids Program Somalia	UNDP	2022	2.64
Global Environment Facility (GEF7)	Tuvalu	Increasing Access to Renewable Energy in Tuvalu	ADB	2021	2.75
Global Environment Facility (GEF7)	Vietnam	Accelerating low-carbon circular economy through cleantech innovation towards sustainable development in Viet Nam	UNIDO	2021	1.74
Global Environment Facility (GEF7)	Zambia	Zambia National Child Project under the GEF Africa Minigrids Program	UNDP	2022	1.36
Clean Technology Fund (CTF)	Bangladesh	GESP : Electricity Distribution Modernization Program	IBRD	2022	15.35
Clean Technology Fund (CTF)	Brazil	GESP: Battery Energy Storage Systems (BESS) to Increase the Reliability of Energy Systems in Brazil	IADB	2022	16.15
Clean Technology Fund (CTF)	Colombia	GESP: Promoting the Energy Transition from Hydrocarbons to Green Hydrogen for Power Generation and Storage	IADB	2021	9.8

基金名称	投向国家	项目名称	执行机构	批准年份	资金规模 百万美元
Clean Technology Fund (CTF)	Egypt	DPSP III Futures Window: Green Hydrogen Financing Facility	EBRD	2022	30
Clean Technology Fund (CTF)	Haiti	GESP: Battery Energy Storage System to maximize the use of surplus energy from a solar photovoltaic plant located in the Caracol Industrial Park of Haiti	IADB	2022	3.15
Clean Technology Fund (CTF)	Honduras	GESP: Innovative Energy Solutions for Health Service Delivery in Honduras	IADB	2021	0.53
Clean Technology Fund (CTF)	Honduras	GESP : Green Hydrogen Production and Commercialization Assessment in Honduras	IADB	2021	0.6
Clean Technology Fund (CTF)	Indonesia	GESP : Indonesia Sustainable Least-Cost Electrification (ISLE) Project	IBRD	2021	17
Clean Technology Fund (CTF)	Maldives	GESP: Accelerating Sustainable System Development Using Renewable Energy (ASSURE) Project	ADB	2022	15
Clean Technology Fund (CTF)	South Africa	GESP: Renewable Energy Grid Integration Program	IFC	2021	30
Clean Technology Fund (CTF)	Vietnam	GESP : Renewable Energy Accelerating Change (REACH) Project	IBRD	2021	26



扫码阅读线上版本

