

“双碳”背景下美印清洁能源合作研究

张立辉

摘要: 随着全球气候危机的不断加剧,实现碳达峰和碳中和(简称“双碳”)目标已成为世界各国共同面临的重大挑战。这一目标不仅关系到全球气候变化的应对,也对各国的经济、社会和环境发展产生深远影响。美印作为全球重要的碳排放国和能源消耗大国,不仅承担着带头减少碳排放的重要责任,而且面临着能源转型的巨大压力。近年来,为应对气候变化危机,维护国家能源安全,加速产业转型和经济发展,提升与中国在全球清洁能源市场的竞争力,美国和印度积极推动在清洁能源领域的合作,表现出高层互动频率高、经济投入持续增多、技术合作不断深化,以及与美国为首的“小多边”内部清洁能源合作提升等一系列新动向。美印清洁能源合作对双边产业结构的升级、全球清洁能源产业链格局,以及国际地缘局势等方面产生了不同程度的影响。尽管美印清洁能源合作呈现明显的上升趋势,但依旧面临着战略目标和发展阶段不同、政策导向不稳定、缺乏战略互信、资金储备和投资能力不足等制约因素。中国作为美印加强清洁能源合作的重要针对国,应准确评估可能对中国产生的各种影响,提前做好战略部署,提升应对各种挑战的能力。

关键词: 气候变化;双碳;能源合作;清洁能源;产业链

收稿日期: 2024—09—20

作者简介: 张立辉(1993—),兰州大学大气科学学院博士后、兰州大学格鲁吉亚研究中心研究员,主要研究领域:南亚区域问题和气候外交问题。

基金项目: 本文系2023年度国家资助博士后研究人员计划项目:“‘双碳’背景下美印强化清洁能源合作及其局限”(项目编号:GZC20231017)和教育部人文社会科学青年基金:“‘一带一路’框架下‘全球南方’国家持续推进气候治理问题研究”(项目编号:24YJCGJW008)的阶段性成果。

美印清洁能源合作由来已久，但清洁能源合作在双边关系中的占比一直不是很高。随着国际地缘局势的变化、能源需求的增加和环境问题的日益严峻，全球能源安全面临着前所未有的挑战，清洁能源的发展与应用成为国际社会推动能源转型和实现“双碳”目标的重要措施。在全球能源格局大转型背景下，美印都有利用能源转型维护能源安全和促进经济可持续发展的战略需求，因此双方加速推动清洁能源领域的合作进程。2023 年 6 月 22 日，美国总统拜登与印度总理莫迪进行了会晤，并就相关合作领域进行深入交流，会后双方发布了一份联合声明，而加大双边清洁能源合作是声明的重要组成部分，这标志着双边清洁能源合作进入了一个新阶段。^① 清洁能源合作作为近年来美印合作的新亮点，呈现出哪些新态势？双方加强清洁能源合作的动力、前景与影响是什么？存在哪些局限？对中国造成哪些挑战？以及中国的应对之策，这些都是本文讨论的主要问题。

一、美印清洁能源的合作进程

早在 20 世纪末期，美印就在清洁能源领域有所接触，但由于科技水平及其产业格局的限制，探索的范围非常有限。进入 21 世纪后，美印清洁能源合作正式拉开了序幕，特别是“推进清洁能源伙伴关系”（Partnership to Advance Clean Energy）的启动，意味着双边清洁能源合作进入一个新阶段。莫迪上台后，更加重视可持续发展问题，双边清洁能源互动更加频繁，各种新兴合作项目相继推出。

（一）初步探索阶段（2004 年之前）

20 世纪末期，随着国际社会对环境问题和可持续发展的关注逐渐提高，美国和印度的一些学者、科研机构，以及相关企业开始关注清洁能源领域的合作。当时，全球对于清洁能源的重视程度并没有达到很高的水平，两国在该领域的交流与合作相对较少。例如，在太阳能领域，一些美国的太阳能企业向印度提供了少量的太阳能电池板或相关技术支持，用于印度的一些小型太阳能项目，然而这些项目的规模较小，影响力有限，且合作的深度和广度都不够。但是美国政府已经对印度的能源市场进行了初步的调研和考察，意识到印度作为一个发

^① “Joint Statement from the United States and India”, U.S. Embassy & Consulates in India, June 22, 2023, <https://in.usembassy.gov/joint-statement-from-the-united-states-and-india/>.

展中大国，在清洁能源领域具有潜在的市场需求和发展空间。因此，美国的一些机构与印度的相关部门和企业开始了初步的交流和合作，分享了一些提高能源效率的经验和技术。例如，当时成立的美印科技分委员会通过管理相关技术机构与印度相关机构对接，完成双边签订的合作项目，其中就包括一系列新能源领域。^① 这为两国在 20 世纪末的清洁能源相关技术交流、信息共享和项目合作探讨等提供了官方层面的平台和渠道，但同样没有形成大规模的合作，双边在清洁能源领域的具体合作项目屈指可数。不过，印度已经开始关注自身的能源可持续发展问题，美国的一些企业和研究机构也开始对印度的清洁能源市场有所行动，为后期双边清洁能源的合作与交流做好了铺垫。

（二）合作开启阶段（2005—2014 年）

2005 年，印美启动了双边能源对话，持续探索在能源领域深化合作的可能性，这为后续清洁能源合作奠定了一定的基础。^② 核能被视作美印清洁能源合作的重要领域，2006 年底，美国通过了与印度的核能合作协议，标志着双边在清洁能源合作领域的新突破；2008 年 10 月，《美印民用核能合作协议》在双方政府的积极推动下正式签署，核心目的是通过核能发电的方式缓解印度电力发展严重不足的问题，这是美印能源合作的一个重要进展，也为清洁能源合作提供了方向。^③ 2009 年，美国和印度正式启动“推进清洁能源伙伴关系”，这是两国在清洁能源领域合作的一个重要开端，该伙伴关系致力于支持清洁能源技术的研究和部署，以加速包容性的低碳增长。^④ 在此基础上，为进一步加强双方在清洁能源技术方面的研究与开发，2011 年，印美共同决定成立联合清洁能源研究与开发中心，美国能源部还承诺对该中心投入 2500 万美元，而且强制要求相关资助单位要有一定的资金配套，确保该中心能够拥有充足的研发资金。^⑤ 该中心的主要目标是通过联合两国的研发力量，推动清洁能源技术的发展，拓宽获取能源的途径并促进低碳的发展模式。2013 年 9 月印度时任总理辛格访美

① 武夷山：《浅谈美印、美苏的科技合作》，《国际科技交流》，1989 年第 11 期，第 33 页。

② “India-US Energy Dialogue”，Ministry of External Affairs of India, March 2, 2006, <https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/5996/IndiaUS+Energy+Dialogue++Fact+Sheet>.

③ 张东顺、邵萌：《美印民用核能合作及其战略互动》，《战略决策研究》，2016 年第 3 期，第 88 页。

④ “U.S.-India Partnership to Advance Clean Energy: A Progress Report”，United States Office of International Affairs, June 12, 2012, <https://www.energy.gov/node/370135>.

⑤ “Joint R&D Clean Energy Center Established by India and U.S.”，*MRS Bulletin*, Vol. 36, No. 2, 2011, p. 89.

期间，时任印度新能源和可再生能源部长法鲁克·阿卜杜拉（Farooq Abdullah）与美国能源部长欧内斯特·莫尼兹（Ernest Moniz）经过会谈后签署了谅解备忘录，决定在美印清洁能源伙伴关系框架下推出“推进清洁能源获取计划”，目的是利用商业模式为印度未得到充分服务的村庄提供清洁能源获取途径，解决印度部分地区生活能源短缺的问题。^①这一阶段双边合作主要集中在太阳能、风能等清洁能源技术的研发和推广，以及能源效率的提升等方面。例如，两国在太阳能光伏技术的研发和应用方面开展了一些合作项目，旨在为发展清洁能源提供技术支持，并对印度科研人员提供相应的培训，增强印度的创新能力。美印两国在清洁能源领域的技术交流、人才培养和项目合作为后期双边深入开展清洁能源合作提供了重要平台，对推动两国清洁能源产业的发展具有积极意义。

（三）稳步发展阶段（2014—2020 年）

2014 年，印度新任总理莫迪和美国时任总统奥巴马举行首次双边峰会，宣布加强和扩大“推进清洁能源伙伴关系”，并推出了一系列优先举措。这些举措为美印清洁能源合作提供了强大的政治支持和发展动力。^②2015 年 1 月，奥巴马总统访问印度，双方宣布在落实民用核能合作领域取得突破性进展，美国公司未来或向印度提供民用核技术，同时美印双方还就加强清洁和可再生能源领域合作达成一致，续签了美印联合清洁能源研究与开发中心的合作协议，这是一个由美印两国政府和私营部门共同资助的、价值 1.25 亿美元的项目，合作领域包括太阳能、建筑能效和先进生物燃料等。^③2016 年 6 月，美印签署加强能源安全及气候变化合作的谅解备忘录，旨在促进两国可持续发展，涵盖强化美印能源智慧城市合作关系，实现绿色化电网，促进清洁能源接入，发展空间冷却、可再生能源等节能技术，加强能源安

① “Fact Sheet: U.S.-India Energy and Climate Cooperation”，U.S. Embassy & Consulates in India, July 31, 2014, <https://in.usembassy.gov/fact-sheet-u-s-india-energy-and-climate-cooperation>.

② “FACT SHEET: The United States and India – Moving Forward Together on Climate Change, Clean Energy, Energy Security and the Environment”，Ministry of External Affairs of India, June 7, 2016, <https://in.usembassy.gov/fact-sheet-united-states-india-moving-forward-together-climate-change-clean-energy-energy-security-environment/>.

③ “U.S.-India Energy & Climate, Environment, Science & Technology, and Health Cooperation”，U.S. Department of State, September 22, 2015, <https://2009-2017.state.gov/r/pa/prs/ps/2015/09/247173.htm>.

全和清洁能源融资等。^① 2016年8月，美国能源部和印度科技部共同承诺在未来5年内每年投入150万美元，用于支持智能电网和储能技术的联合研究。这一项目旨在通过公私合作的方式，在未来5年内实现3000万美元的研究投资。^②

2017年特朗普上台后，并没有减缓与印度在清洁能源领域的合作，而是根据战略需要，有序推进与印度在清洁能源领域的互动。2018年4月，在美国时任总统特朗普和印度总理莫迪的共同推动下，美印战略能源伙伴关系（U.S.-India Strategic Energy Partnership）正式成立，这为两国在清洁能源等能源领域的合作搭建了一个重要的政府间合作平台。^③ 2020年7月，美国能源部长丹·布鲁耶特（Dan Brouillette）和印度石油与天然气部长、钢铁部长达曼德拉·普拉丹（Dharmendra Pradhan）共同主持了美印战略能源伙伴关系部长级云会议，强调了在智能电网和储能方面的清洁能源研究，并宣布了用于发电和制氢的先进煤炭技术的新领域研究，包括碳的捕获、利用和存储。^④ 双方还成立了一个公私合营的氢能工作组，旨在资助和推广可再生能源和化石燃料生产氢气的技术，并降低部署成本以提高能源安全性和适用性。这一时期，美印在清洁能源领域的合作稳步推进，合作范围逐渐扩大到智能电网、储能技术等新兴领域。

二、美印加速清洁能源合作的背景

近年来，随着全球气候变化和能源危机的加速，世界各国都极力推动产业转型，以实现“双碳”目标和可持续发展，美印清洁能源合作也在这一大的历史背景下进入快速发展的新阶段。同时，随着全球产业结构的加速升级，美印看到清洁能源产业的巨大市场潜力，以及中国在清洁能源领域的快速发展让其感到巨大的战略危机，进一步加

① “Joint Statement: The United States and India: Enduring Global Partners in the 21st Century”, The White House, June 7, 2016, <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2016/06/07/joint-statement-united-states-and-india-enduring-global-partners-21st>.

② “US-India Partnership Announces USD\$30 Million Expansion to Advance Clean Energy Research”, *MRS Bulletin*, Vol. 41, No. 10, 2016, pp. 727-728.

③ “India-US Strategy Energy Partnership Joint Statement”, Press Information Bureau, April 17, 2018, <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1529335>.

④ “U.S.-India Strategy Energy Partnership Joint Statement”, U.S. Department of Energy, July 17, 2020, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2020/07/f76/US-India%20SEP%20Joint%20Statement_Issued%20July%2017%202020.pdf.

损失已经超过 1650 亿美元，同时有近 500 人因此丧生；根据该机构公布的数据，在过去 7 年中，损失超过 10 亿美元的自然灾害超过 120 次，造成不低于 5000 人的伤亡，使美国的直接经济损失超过 1 万亿美元。^① 2024 年以来，美国更是受到冬季暴风、飓风灾害及暴雨洪涝的频繁袭击，气候变化对其造成的社会经济损失正在不断增加。

印度更是深受各种极端气候灾害的威胁。根据 2023 年 4 月剑桥大学研究团队发表在《PLOS 气候》杂志上的研究报告，热浪已致印度停电、灰尘和空气污染事件增加，并加速了印度北部的冰川融化，严重影响了印度人民的生活。由于气候危机导致热浪发生的概率更加频繁，而且强度和致死率都不断增强，其影响预计会越来越严重。据统计自 1992 年以来，印度已有超过 24000 人因热浪而死亡；根据预测到 2050 年，热浪将影响超过 3 亿人，到 2100 年将降低近 6 亿印度人的生活质量，但印度政府对其短期影响没有给予足够的关注，也未出台有效应对热浪的计划。^② 极端的热浪将导致印度大面积农作物死亡或减产，加之基础设施匮乏，印度越来越难以招架台风、洪水和海平面上升等危机。从实际来看，造成气候变化的主要原因是对化石能源的开发与利用。随着气候危机不断加深，美印加强在清洁能源领域的合作，有效减少温室气体的排放，降低全球气温的上升速度，提升两国预防和应对气候变化的能力，实现经济的可持续发展。

（二）能源转型成为全球范围的主要趋势

全球变暖导致极端气候事件频发，各国要实现各自的减排承诺，必须从传统高碳能源向清洁能源转型。与此同时，随着世界各国能源消耗量不断提升，传统能源资源如石油、天然气、煤炭等因过度开采而不断减少，无法有效提供充足的供应，全球面临着严峻的能源危机。美印为实现可持续发展，相继做出了各自的减排承诺和推动能源转型的战略计划。拜登政府承诺到 2030 年大幅减少温室气体的排放量，并在 21 世纪中叶前达到碳中和目标。^③ 这一目标是奥巴马政府减排目

① Adam B. Smith, “2022 U.S. Billion-dollar Weather and Climate Disasters in Historical Context”, *Climate*, January 10, 2023, <https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2022-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>.

② Ramit Debnath, Ronita Bardhan and Michelle L. Bell, “Lethal Heatwaves are Challenging India’s Sustainable Development”, *Plos Clima*, Vol. 2, No. 4, 2023.

③ “US Sets Target to Reduce Emissions by 50-52% Below 2005 Levels in 2030”, *SDG Knowledge Hub*, April 28, 2021, <https://sdg.iisd.org/news/us-sets-target-to-reduce-emissions-by-50-52-below-2005-levels-in-2030/>.

标的两倍，显示了拜登政府在气候行动上的决心。印度作为全球第三大温室气体排放国，也在应对气候变化方面做出了承诺。在 2021 年的联合国气候变化大会（COP26）上，印度总理莫迪表示将在 2070 年前实现净零排放，并在 2030 年前实现一半以上的发电量来自清洁能源。^①在此背景下，美印必然大力推动清洁能源发展，这不仅关系到实现“双碳”目标的重要承诺，更对双边经济可持续发展和国际影响力有着显著影响。

近年来，美印大力发展清洁能源，诸多新兴清洁能源技术被相继攻破，其对传统能源的替代作用正在不断增强，传统能源消费增长总体有所放缓，且在能源消费中的占比也不断呈下降趋势。在可预测的未来，清洁能源和可再生能源在美印及全球能源消费量中的占比将逐步上升。但就目前而言，美印仍是全球传统能源消费大国，其中美国能源消费量位居全球第二，石油消耗全球第一。根据美国能源信息署发布的《月度能源评论》，2022 年美国能源消费量为 100.4 万亿英热，比 2021 年增长 3%，其中 21% 的能源消耗来自可再生能源和核能等非化石能源，与 2020 年持平，而石油、天然气和煤炭等在内的化石能源消费量仍占美国能源消费总量的 79%。^②2023 年这一数据依旧保持高位。在过去的几十年里，美国一直对传统能源有着极高的使用率。未来，随着传统能源的减少和实现“双碳”目标的紧迫性，以及推动经济可持续发展的内在诉求，美国可能不断减少对传统化石能源的依赖，这就要求加速发展清洁能源以维护国家能源安全。当然，美国的政策受政党政治的影响较大，比如特朗普重新上台以后，可能对清洁能源政策有一定的影响。但从根本而言，美国不断推进与印度在清洁能源领域的合作有利于占领印度庞大的市场，布局全球清洁能源产业链，巩固自己在全产业链的霸主地位，因此推动能源转型的主要趋势不会改变。

印度对传统能源的依赖度极高，据统计其 70% 的能源需求靠化石燃料来满足，其中 44% 依靠煤炭、25% 依靠天然气，同时是全球石油和天然气进口大国，碳排放总量位于世界第三，占全球总排放的 6.8%，仅次于美国和中国。^③根据国际能源署公布的数据，到 2040 年，由于

^① “National Statement by PM at COP26 Summit in Glasgow”, Prime Minister of India, November 1, 2021, https://www.pmindia.gov.in/en/news_updates/national-statement-by-pm-at-cop26-summit-in-glasgow/.

^② U.S. Energy Information Administration, “Monthly Energy Review”, October 26, 2023, <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/>.

^③ International Trade Administration, “India - Energy - International Trade Administration”, September 8, 2022, <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/india-energy>.

印度国内经济的迅速发展,能源消耗总量将翻倍。^①乌克兰危机爆发前,印度进口石油的 2/3 主要是来自中东地区。巴以冲突后,中东地缘局势更加复杂,印度的能源进口面临更大的挑战。印度政府一方面面临着能源进口不稳定的挑战,另一方面面临着极大的减排任务。随着印度经济的持续高速发展,以及传统能源进口难度加大,必然对清洁能源有着极大的需求,而加强与美国在清洁能源的合作可以获得美国的资金和技术支持,推动国内清洁能源发展进程,减缓对传统能源的依赖,有效推动产业升级,提升维护国家能源安全的能力。

(三) 清洁能源对美印都具有巨大的经济价值

推动产业升级和经济发展是美印加强清洁能源发展的核心动力,双方已经采取了一系列措施。2022 年美国签署了《通胀削减法案》,并于 2023 年 1 月 1 日正式生效,旨在实现到 2030 年将碳排放量减少 40% 的目标,该法案的核心在于通过财政支出和补贴,推动新能源和气候相关技术的发展。^②这一法案的通过意味着清洁能源领域的市场潜力被进一步激发,势必造成国际资本在清洁能源领域的融资进一步增加。就市场而言,美国政府出台的该法案使利用清洁能源比使用化石能源成本更低,竞争能力更强,让更多大企业和投资机构有信心在利率继续上升和经济放缓的情况下向清洁能源产业投入更多资金,助力美国的产业升级和能源转型。根据美国知名数据机构 PitchBook 的报道,全球投资者在 2022 年看好清洁能源发展,直接筹集了 162 亿美元,超过了 2021 年 160 亿美元的交易价值纪录;清洁能源类初创企业私下筹集了约 475 亿美元的股本,虽低于前一年的 550 亿美元,但也远远超过了几年前的规模。^③尽管 2022 年美国市场因国内加息和市场波动导致市场整体流动性不足,但是在清洁能源领域的投资并没有受到太大的影响,投资力度放缓速度远远小于其他行业。2022 年,美国政府已在清洁能源项目上投入近 1100 亿美元,其中超过 60% 涉及外国公司参与的项目,这些外国公司主要来自韩国、

① Nidhi Verma, “India to be Largest Source of Energy Demand Growth to 2040-IEA”, Reuters, February 9, 2023, <https://www.reuters.com/article/us-india-ica-idUSKBN2A90LK>.

② “Inflation Reduction Act Guidebook”, The White House, August 16, 2022, <https://www.whitehouse.gov/cleanenergy/inflation-reduction-act-guidebook/>.

③ “Clean Energy Report”, Pitchbook, March 9, 2023, <https://pitchbook.com/news/reports/q4-2022-clean-energy-report>.

日本、中国和印度。^①这说明清洁能源在美国有很好的发展前景，而且随着全球加速能源结构的转型，国际市场已经出现了巨大的真空，这为美印加强在清洁能源领域的合作提供极大的动力。

根据彭博社新能源财经发布的报告，2019年印度被评为全球最具吸引力、世界最大和最具竞争力的清洁能源投资新兴市场。^②这意味着印度清洁能源市场有着极大的发展潜力，对国际投资者而言是一次重要的机遇。莫迪政府为了加速推动清洁能源的发展和实现产业升级，推动国家新能源和可再生能源部发布了2023—2024财年招标50吉瓦可再生能源项目的计划。根据该计划，印度在该财年前两个季度招标的可再生能源装机容量为30吉瓦，后两个季度为20吉瓦。^③印度新能源和可再生能源部表示，将在2024—2028财年每年发布50吉瓦的可再生能源项目的招标，其中包括10吉瓦以上的风力发电项目。^④这为印度吸引外资，加快清洁能源升级发挥了巨大作用。当前印度的发电能力只有400千兆瓦，据专家估计，到2030年，在清洁能源、输电线路、电网规模电池和相关配套方面的投资将超过5000亿美元，才能实现政府设定的5亿瓦目标。^⑤可以看出，印度清洁能源市场有着巨大的发展潜力，这对美国的投资而言是一次绝佳的机会，既可以完成海外投资获得巨额利益，又可以助力印度经济发展和产业升级，进一步深化双边的政治关系，从而实现双边共赢的目的。

（四）中国在全球清洁能源领域的发展让美印感到危机

随着全球对清洁能源的需求不断增加，清洁能源产业链正在逐步

① “FACT SHEET: One Year In, President Biden’s Inflation Reduction Act is Driving Historic Climate Action and Investing in America to Create Good Paying Jobs and Reduce Costs”, The White House, August 16, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/08/16/fact-sheet-one-year-in-president-bidens-inflation-reduction-act-is-driving-historic-climate-action-and-investing-in-america-to-create-good-paying-jobs-and-reduce-costs/>.

② “New Report Presents India’s Clean Energy Progress as a Model for Cleaner Economic Growth and Recovery Following COVID-19”, Bloomberg, June 26, 2020, <https://www.bloomberg.org/press/new-report-presents-indias-clean-energy-progress-as-a-model-for-cleaner-economic-growth-and-recovery-following-covid-19/>.

③ Uma Gupta, “India to Annually Tender 50 GW of Renewables Over Next 5 Years”, *PV Magazine*, April 6, 2023.

④ “Government Declares Plan to Add 50 GW of Renewable Energy Capacity Annually for Next 5 Years to Achieve the Target of 500 GW by 2030”, Ministry of New and Renewable Energy of India, April 5, 2023, <https://www.pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1913789#:~:text=The%20Government%20has%20decided%20to%20invite%20bids%20for,from%20Financial%20Year%202023-24%20till%20Financial%20Year%202027-28.>

⑤ “India’s Next Green Revolution”, *Economist*, October 20, 2022.

构建和快速发展。中国为实现产业转型和可持续发展，近年来极力推动清洁能源产业发展，实现能源产业的优化升级。2023年，国际能源机构发布了一份关于发展中国家和新兴国家市场经济体的清洁能源报告，据统计发展中国家每年向清洁能源投资7700亿美元，但是要实现《巴黎协定》的碳排放目标，到2030年，发展中国家对清洁能源的投资必须增加到2.2万亿美元至2.8万亿美元。^①中国正在以前所未有的速度部署可再生能源，在新兴和发展中经济体中，中国成为规模最大的清洁能源投资国，投资额达到5110亿美元，占全球所有发展中国家投资总额的2/3。^②根据美国新能源统计报告中公布的数据，截至2023年，中国超过美国成为全球最大的清洁能源投资国，占全球低碳支出的近一半，依靠清洁能源产生的发电量是全球清洁能源发电总量的25%。^③中国清洁能源产业的快速发展，以及在全球可再生能源领域的大量投资，使中国在全球新能源领域的影响得到显著提升。根据彭博社等外媒报道，中国正在以不可预料的速度向脱碳迈进，清洁能源产业的发展正在压倒竞争对手，占据全球的领导地位。^④

中国在清洁能源领域的努力，为全球应对气候变化和实现“双碳”目标做出了重要贡献，但是美西方国家以及印度都担心中国影响力的提升。2023年7月，美国非政府组织“全球能源监测”发布了一份报告显示，到2025年中国的风能和太阳能发电量将增加一倍；截至2023年4月，中国可再生能源增长规模在全球占比高达40%，这一增长规模是美国的3倍多、欧洲的近2倍，该机构认为中国正在进行大的战略布局，并表示中国将成为全球可再生能源的引领者。^⑤印度为了抗衡中国在清洁能源的发展，优先发展本国清洁能源，据能源智库恩伯（Ember）的数据，2023年上半年印度从中国进口的太阳能组件的数量同比下降了76%，约2.3吉瓦，而2022年同期，当地进口

① “IEA-IFC Joint Report Calls for Ramping Up Clean Energy Investments in Emerging and Developing”, International Energy Agency, June 21, 2023, <https://www.iea.org/news/iea-ifc-joint-report-calls-for-ramping-up-clean-energy-investments-in-emerging-and-developing-economies>.

② “Clean Energy Investment is Extending its Lead over Fossil Fuels, Boosted by Energy Security Strengths”, International Energy Agency, May 25, 2023, <https://www.iea.org/news/clean-energy-investment-is-extending-its-lead-over-fossil-fuels-boosted-by-energy-security-strengths>.

③ Sara Schonhardt, “China Invests \$546 Billion in Clean Energy, Far Surpassing the U.S”, *Scientific American*, January 30, 2023.

④ Felicity Bradstock, “The Rise Of China’s Clean Energy Sector And Its Global Dominance”, *Oilprice*, June 3, 2023.

⑤ “Global Energy Monitor 2023”, Global Energy Monitor, July 12, 2023, <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2023/06/GEM-RTTT-China-2023-report-English.pdf>.

数量高达 9.8 吉瓦，其目的是优先发展本国清洁能源。^①在能源转型的背景下，印度成为全球唯一一个从中国进口光伏板大幅减少的国家。2023 年 8 月，美国第一太阳能公司与印度合作生产太阳能电池板，并表示不会考虑从中国采购原材料。^②可见，抵消中国在清洁能源领域不断提升的影响力，是美印加强清洁能源合作的重要外部因素。

三、“双碳”背景下美印加速清洁能源合作的进展与特征

随着全球气候危机问题的日益加剧，实现“双碳”目标成为世界各国共同应对气候变化挑战的价值追求。近年来，美印清洁能源合作发展势头强劲，双边在政治、经济和外交领域采取一系列措施，清洁能源合作呈现出更加重视可实现性、更加重视技术创新、更加重视政策协调，以及更加重视联合竞争等重要特点。

（一）美印高层推动清洁能源合作

在全球绿色产业竞争不断加剧背景下，美印对双边的清洁能源合作给予极大的政治支持，这不仅为双边合作提供了相应的制度保障，展现了美印“过硬”的政治关系，而且在全球范围释放美印重视发展清洁能源的重要信号。2022 年 10 月 7 日，美国国际事务局发布美印清洁能源战略伙伴关系部长级会议联合声明，双方重申加速公正、可持续能源转型承诺，并表示将在可再生能源的开发与利用、清洁能源产业链的拓展，以及在电力、建筑和工业部门等领域加强节能措施的合作。^③2023 年 3 月 17 日，美印正式签署有关半导体供应链和清洁能源备忘录，该备忘录是在美印商业对话重启时宣布的，清洁能

① Uma Gupta, “India Posts 76% YoY Decline in Solar Module Imports from China in H1”, *PV Magazine*, September 14, 2023.

② “US-based First Solar to Make Solar Panels in India, Says Energy Secretary: Report”, *Business Today*, July 20, 2023.

③ “U.S.-India Strategic Clean Energy Partnership Ministerial Joint Statement”, United States Office of International Affairs, October 7, 2022, <https://www.energy.gov/ia/articles/us-india-strategic-clean-energy-partnership-ministerial-joint-statement>.

源产业链的构建与发展成为重点关注对象。^① 2023年7月18日，美国能源部部长与印度石油与天然气部部长开展清洁能源战略伙伴关系（U.S.-India Strategic Clean Energy Partnership）部长级会议，双方同意通过氢工作组深化合作，扩大和加快氢能技术的部署，并在广泛的清洁能源领域开展相关工作，包括扩大储能工作，以支持印度到2030年实现500吉瓦非化石装机容量的宏伟目标。^② 频繁的高层互动反映了美印在清洁能源领域合作的共识和意愿，为双边清洁能源合作注入了新动力。

美国和印度为加强清洁能源的合作与发展，积极推动相关平台和机制的建立。2021年4月，拜登总统携手莫迪总理在气候峰会上宣布，启动“美印2030气候和清洁能源议程伙伴关系”。^③ 这说明两国都在极力推动清洁能源的发展，显示了双边共同应对气候变化的决心和意愿。此后，美印定期举行清洁能源战略伙伴关系部长级会议，商讨有关清洁能源的开发与利用问题，以加速双边清洁能源产业升级。^④ 2021年9月，美印启动了气候行动和资金动员对话机制（The Climate Action and Finance Mobilization Dialogue），这为双边清洁能源合作搭建了新平台，有力推动可再生能源的大规模整合，加速清洁能源合作进程。^⑤ 2022年10月，美国和印度成立了一个联合储能工作组，旨在支持可再生能源的大规模整合，并表示双方正在努力加速

① “Statement from U.S. Secretary of Commerce Gina Raimondo on the U.S.-India Memorandum of Understanding on Semiconductor Supply Chain and Innovation Partnership”, U.S. Department of Commerce, March 17, 2023, <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/03/statement-us-secretary-commerce-gina-raimondo-us-india-memorandum>.

② “U.S. Energy Secretary Jennifer M. Granholm Concludes Trip to India”, U.S. Department of Energy, July 25, 2023, <https://www.energy.gov/articles/us-energy-secretary-jennifer-m-granholm-concludes-trip-india>.

③ “India-US Joint Statement on Launching the ‘India-US Climate and Clean Energy Agenda 2030 Partnership’”, Ministry of External Affairs, Government of India, April 22, 2021, <https://www.mea.gov.in/bilateral-documents.htm?dtl/33821/IndiaUS+Joint+Statement+on+Launching+the+IndiaUS+Climate+and+Clean+Energy+Agenda+2030+Partnership>.

④ “U.S.-India Strategic Clean Energy Partnership Ministerial Joint Statement”, United States Office of International Affairs, October 7, 2022, <https://www.energy.gov/ia/articles/us-india-strategic-clean-energy-partnership-ministerial-joint-statement#:~:text=To%20that%20end%2C%20the%20United%20States%20and%20India,energy%20needed%20to%20support%20the%20clean%20energy%20transition>.

⑤ “India and US Launch the Climate Action and Finance Mobilization Dialogue (CAFMD)”, Press Information Bureau, September 13, 2021, <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1754590>.

清洁能源的利用部署，加快清洁能源转型。^① 2023年8月，美国能源部和印度新能源和可再生能源部在清洁能源合作伙伴关系下联合打造了美印可再生能源技术行动平台（Renewable Energy Technology Action Platform），目的是推动新兴可再生能源技术的部署和推广。^② 2024年10月，印度贸易部长与美国商务部长签署协议，加强两国在锂、钴等用于电动汽车和清洁能源的关键矿物供应链合作。^③ 这对于保障美印两国清洁能源产业的原材料供应具有重要意义，有助于稳定原材料的进口渠道，提升产业的竞争力。

（二）美印持续扩大清洁能源项目投资

“双碳”目标提出后，全球清洁能源市场需求不断扩大，美印抓住这一战略机遇，持续加大对清洁能源项目的投资。2021年12月，美国国际开发金融公司（United States International Development Finance Corporation）向美国太阳能光伏组件制造商第一太阳能公司（First Solar）提供高达5亿美元的贷款，后期又追加了6.48亿美元，用来支持在印度建设直流薄膜光伏组件生产公司，以期到2024年将其全球产能扩大至16吉瓦。^④ 这些投资可以调动美印的相关资源，以可持续和透明的方式应对气候危机，加速两国在全球清洁能源供应链的战略布局。2022年9月20日，美国全球领先投资公司科尔伯格·克拉维斯·罗伯茨集团（Kohlberg Kravis Roberts & Co. L. P.）与印度英雄集团（Hero Group）可再生能源部门英雄未来能源公司（Hero Future Energies）签署合作协议，根据协议科尔伯格·克拉维斯·罗伯茨集团和印度英雄集团将向英雄未来能源公司投资4.5亿美元，投资的重点在太阳能、风能、电池储能和绿色氢能等可再生能源领域，旨

① “India, US Launch Joint Energy Storage Task Force to Support Clean Energy Transit”, ET Government, October 8, 2022, <https://government.economictimes.indiatimes.com/news/governance/india-us-launch-joint-energy-storage-task-force-to-support-clean-energy-transition/94719644>.

② “Renewable Energy Technology Action Platform under US - India Strategic Clean Energy Partnership”, Press Information Bureau, August 30, 2023, <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1953550>.

③ “Secretary Raimondo and Minister Goyal Convene 6th U.S.-India Commercial Dialogue Meetings”, Press Information Bureau, October 4, 2024, <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2062128>.

④ “On DFC Financing for First Solar”, United States Agency for International Development, December 7, 2021, <https://www.usaid.gov/news-information/press-releases/dec-07-2021-dfc-financing-first-solar#:~:text=Today%2C%20the%20United%20States%20International%20Development%20Finance%20Corporation,are%20free%20from%20the%20use%20of%20forced%20labor>.

在推动双边清洁能源转型。^① 2022年9月23日，在全球清洁能源行动论坛期间举行的圆桌会议上，美国能源部副部长大卫·特克（David Turk）表示，氢是美印清洁能源合作的关键投资领域，宣布对印度氢能领域投资80亿美元。^② 2023年9月，美国国际开发公司经过与印度塔塔电力公司的子公司TP太阳能（TP Solar）的谈判，决定向其投资4.25亿美元，用于建设太阳能电池和组件生产厂。^③

相较而言，印度实现“双碳”目标面临着更大的挑战，而且综合投资能力较弱，但印度也极力加强与美国在清洁能源项目的合作投资。2021年8月10日，印度信实工业集团宣布，将与美国保尔森公司及其他投资者一道，向美国液态金属电池公司安布里（Ambri）投资1.44亿美元，用来生产储能电池、燃料电池和氢，以满足美印清洁能源市场的需求。^④ 2023年6月，印度第二大太阳能公司维克拉姆太阳能（Vikram Solar）支持的风险投资集团计划于2024年向美国太阳能供应链投资15亿美元，首批资金将用于建设科罗拉多州的一家工厂，该厂每年可生产2吉瓦的太阳能模块，目的是通过双边合作建立一个能与中国竞争的全球清洁能源生产基地。^⑤ 2023年2月17日，印度天然气管局有限公司（GAIL India）寻求与美国液化天然气出口项目的合作，入股美国液化天然气项目，提升美印的清洁能源供应能力。^⑥ 2023年6月，美印合作在印度建立了一个清洁能源安全支付机制，首期计划在印度部署1万辆印度制造的清洁能源公交车，提升印度在减少温室气体排放、改善公共基础设施和优化全球供应链等多方面的努

① Vijayalakshmi Sridhar, “KKR and Hreo Group ti Invest \$450 Million in Hero Feture Energies”, Mercomindia, September 20, 2022, <https://www.mercomindia.com/kkr-invest-450-million-hero-future-energies>.

② “Global Clean Energy Action Forum”, U.S. Department of Energy, September 23, 2022, <https://www.energy.gov/eere/wind/events/global-clean-energy-action-forum>.

③ Eddie Griffith, “US Development Finance Corporation Invests \$425 Million in Tata Power Subsidiary for Massive Solar Manufacturing Plant in India”, Energymagz, September 14, 2023, <https://energymagz.com/2023/09/14/us-development-finance-corporation-invests-425-million-in-tata-power-subsidiary-for-massive-solar-manufacturing-plant-in-india/>.

④ “Ambri Secures \$144 Million to Commercialize and Expand”, *Energy Storage Journal*, August 19, 2021.

⑤ “Group Backed by India’s Vikram Solar to Invest \$1.5 Billion in New US Factories”, Marketscreener, June 22, 2023, <https://www.marketscreener.com/news/latest/Group-backed-by-India-s-Vikram-Solar-to-invest-1-5-billion-in-new-US-factories-44168935/>.

⑥ Charles Kennedy, “India’s Largest Natural Gas Company Seeks Stake In U.S. LNG Project”, Oilprice, February 17, 2023, <https://oilprice.com/Latest-Energy-News/World-News/Indias-Largest-Natural-Gas-Company-Seeks-Stake-In-US-LNG-Project.html>.

力成效。^①加强投资是美印加速推动清洁能源合作最直接和有效的形式，双边通过项目合作的形式不仅可以获得巨大的经济利益，还可以拉近政治关系，进而增强区域与全球影响力。

（三）美印深化清洁能源技术交流

美国和印度是全球清洁能源技术研发的主要参与者，双方正在努力构建清洁能源产业链。为加速推动清洁能源技术合作，美国和印度正在启动一系列新能源和新兴可再生能源技术的研发，目的是加快在绿色氢气、风电、太阳能及其他有关清洁能源新兴技术方面的合作。储能技术的发展是美印清洁能源领域的合作重点。2022年10月，美国和印度联合成立了一个储能工作组，主要是研发用于发电和制氢的先进煤炭技术，包括碳的捕获、利用和存储，同时宣布了双边清洁能源技术合作的新动向。^②2023年7月，美国能源部技术转型办公室、爱迪生电力研究所的能源转型研究和美国电科院及长时储能委员会各方共同签订一份具有里程碑意义的协议，制定了未来清洁能源合作的重点发展方向和相关规划。^③根据储能工作组的协议，美国储能技术的发展必然为印度清洁能源转型（风能和太阳能等可再生能源）提供巨大的技术支持。近年来，美印根据“清洁能源战略伙伴关系”协议签订的任务，已经在多项清洁能源技术领域取得突破，包括清洁和可再生能源、能源效率、电池存储和交换技术、天然气水合物、先进生物燃料，以及氢气和电解槽生产等多项新兴技术，这些技术正在美印国内，尤其是印度国内进行推广和应用，极大地提升了美印清洁能源合作水平。

美国和印度还在持续加强脱碳等清洁能源技术的交流，包括加快部署零排放汽车，促进电动交通的融资，以及开发包括可持续航空燃料在内的生物燃料。2022年7月15日，印度政府设立了一个50亿美元的基金，以支持印度电动汽车技术的发展，同时美国国际开发署为其提供了技术支持，这为印度清洁能源电动汽车的发展与普及奠定了

① M. Ramesh, “Prime Minister Modi’s US Visit: \$150 Million Payment Security Fund for E-buses to be Announced”, *The Hindu Business line*, June 18, 2023.

② “India and US Launch the Climate Action and Finance Mobilization Dialogue (CAFMD)”, Press Information Bureau, September 13, 2021, <https://pib.gov.in/Pressreleaseshare.aspx?PRID=1754590>.

③ “Department of Energy and Partners Sign Landmark Agreement to Accelerate Long Duration Energy Storage”, U.S. Office of Technology Transformation, June 27, 2023, <https://www.energy.gov/technologytransitions/articles/departments-energy-and-partners-sign-landmark-agreement-accelerate>.

重要基础。^① 2023年2月8日,美国朗捷公司与印度石油公司签订了谅解备忘录,印度利用美国朗捷公司的醇基航空燃料(Alcohol-to-Jet)在印度生产大量可持续航空燃料,加速了相关清洁能源技术在印度的发展,而且双边正在尝试从战略上深化合作关系,助力双边清洁能源产业升级。^② 2023年8月启动的美印可再生能源技术行动平台已经在绿色/清洁氢能、风能、长期储能技术领域有所突破,并探索地热能、海洋/潮汐能和其他未来共同确定的新兴技术。^③ 当前,美印两国政府正在通过各种渠道加强清洁能源技术的研发和创新,建立更加紧密的技术联系,加速推动双边在清洁能源领域的合作。

(四) 美印加强与“小多边”机制的合作

美印为推动双边清洁能源合作,不仅加强双边的互动,而且开始积极利用以美国为首的多个“小多边”机制,推动“盟友圈”内部清洁能源合作。2023年9月9日,在印度首都新德里举行的“二十国集团”峰会期间,美国和印度携手多国领导宣布了一项连接“印度—中东—欧洲”的跨国铁路和港口协议,拜登在宣布这一协议时表示,该协议的重要目的是促进贸易、出口清洁能源和获得可靠的清洁能源。^④ 这一机制的出台,加速了相关国家对清洁能源的投资,吸引大规模的国际私有融资,有效降低投资成本,而且将美国在南亚、中东和欧洲的重要伙伴利用清洁能源这一纽带有机地联系起来,推动美印在全球范围内的清洁能源合作。美国还支持印度积极争取相关国家和国际组织的融资。2023年6月,在美国的支持下世界银行表示,为了帮助印度实现绿氢生产目标,已批准一笔15亿美元的贷款。^⑤ 2023年7月5日,

① Tegan Jose, “India Plans To Set Up \$5 Billion Fund For EV Adoption”, *Entrepreneur*, July 26, 2022.

② “Indian Oil Signs MOU With LanzaJet on Sustainable Aviation Fuel”, LanzaJet, February 8, 2023, <https://www.lanzajet.com/indian-oil-signs-mou-with-lanzajet-on-sustainable-aviation-fuel-saf/>.

③ “Renewable Energy Technology Action Platform under US - India Strategic Clean Energy Partnership”, Press Information Bureau, August 30, 2023, <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1953550>.

④ “US, India, Saudi, EU Unveil Rail, Ports Deal on G20 Sidelines”, U.S. News, September 9, 2023, <https://www.usnews.com/news/world/articles/2023-09-09/us-india-saudi-eu-to-unveil-rail-ports-deal-on-g20-sidelines-white-house-official>.

⑤ “World Bank Approves \$1.5 Billion in Financing to Support India’s Low-Carbon Transition”, The World Bank, June 29, 2023, <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2023/06/29/world-bank-approves-1-5-billion-in-financing-to-support-india-s-low-carbon-transition#:~:text=The%20World%20Bank%E2%80%99s%20Board%20of%20Executive%20Directors%20today,and%20stimulating%20climate%20finance%20for%20low-carbon%20energy%20investments>.

印度积极邀请全球私营企业投资其绿氢项目，据路透社报道，印度已经讨论了一项可能的协议，每年向欧盟和新加坡供应超过1100万吨的绿色氢气，而欧盟和新加坡将加大对印度清洁能源项目的投资。^①

美印利用“四边机制”和“二十国集团”等多个平台推动清洁能源的合作与发展。2021年9月24日，美日印澳举行首次首脑面对面会谈，目的是推动“民主”阵营的团结与合作，而推进清洁能源领域合作是会谈的重要内容。^②2022年7月14日，美日印澳四边对话机制首次召开能源部长会议，四方围绕清洁能源贸易和能源采购合作机制举行了磋商，各方一致同意在新兴能源开发方面进行合作，为四国维护能源安全提供保障。^③2023年6月，为推动美印清洁能源合作的进一步发展，美国推动印度加入“矿产安全伙伴关系”（Mineral Security Partnership）组织，旨在加速全球关键能源矿产供应链的构建，助力美印电动汽车等清洁能源产业的发展。^④2023年9月12日，美国和印度联手世界多国共同宣布启动“全球生物燃料联盟”（Global Biofuel Alliance），成立该联盟的目的是促进清洁技术进步，加强对可持续生物燃料的利用，减少全球温室气体排放。^⑤可以看出，美印极力推动“小多边”内部的清洁能源合作，但就其本质而言，美国正在充分利用印度在“印太战略”中的支点国家作用，以清洁能源为契机带动美国为首的“小多边”（俱乐部式）内部的合作，巩固美国与印度及其相关盟员和伙伴的关系，其政治意义已经超过绿色合作本身。

四、“双碳”背景下美印加强 清洁能源合作的潜在影响

当前，美印两国都在积极推动清洁能源合作协议的落实及下一步

① “India in Talks to Supply Green Hydrogen to EU, Singapore: Report”, Money Control, July 5, 2023, <https://www.moneycontrol.com/news/business/india-in-talks-to-supply-10-million-tonnes-of-green-hydrogen-to-eu-10909951.html>.

② “Joint Statement from Quad Leaders”, The White House, September 24, 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/09/24/joint-statement-from-quad-leaders/>.

③ “The ‘Quad’: Cooperation Among the United States, Japan, India, and Australia”, Congressional Research Service, July 25, 2022, <https://www.everycrsreport.com/reports/IF11678.html>.

④ “Mineral Security Partnership and India”, *Clearias*, September 29, 2023.

⑤ Chitrika Grover, “G20 Gathering in India: Key Outcomes and Impact of the Summit”, *Diplomatist*, September 12, 2023, <https://diplomatist.com/2023/09/12/g20-gathering-in-india-key-outcomes-and-impact-of-the-summit/>.

计划，双边都希望实现清洁能源合作的常态化和机制化，合作展现出良好的发展势头，这将对双边、地区乃至全球的能源格局、地缘关系等产生不同程度的影响。

（一）增强双边政治关系 加速产业转型升级

美印清洁能源合作对双边的政治、经济和科技关系产生了多方面的影响。具体而言，清洁能源合作成为美印加强外交关系的新纽带。在气候变化问题受关注程度不断提升的背景下，清洁能源成为全球关注的重要议题，两国在这一领域的合作可以有效提升在国际舞台上的形象和影响力，增强彼此之间的政治互信，为其他领域的合作创造更有利条件，推动各自战略目标的实现。对于美国来说，印度作为印度洋地区的重要国家，在地区政治和经济格局中具有重要地位。通过与印度在清洁能源领域的合作，可以进一步巩固美国与印度的战略伙伴关系，增强其在印太地区的影响力。对于印度来说，与美国加强清洁能源合作可以帮助其提升在国际能源市场的地位，减少对传统能源的依赖，同时也能够获得美国在技术、资金等方面的支持。例如，美国欧米亚公司（Ohmium）在2024年9月宣布将在印度泰米尔纳德邦投资4亿卢比（约0.53亿美元）建设设备制造工厂，^①这类投资不仅体现了美国企业对印度市场的信心，也反映了其在全球范围内扩展可再生能源业务的战略选择。这符合印度追求大国地位、实现经济可持续发展的战略目标，因此印度对通过加强清洁能源合作来深化与美国的政治关系一直持积极态度。

美国在清洁能源技术、设备制造等方面具有优势。与印度加强合作后，美国的相关产品和服务有了更广阔的市场。例如，在太阳能电池板、风力发电机等设备出口方面，印度庞大的需求为美国企业带来更多订单，促进美国清洁能源产业的发展，增加出口收入。在合作过程中，随着双边交流的增加，必然会激发更多的技术创新和产业升级。例如，共同研发更高效的清洁能源技术、储能技术等，提升美印在全球清洁能源领域的竞争力。而且美印可以将一些成熟的清洁能源技术在国内和全球进行应用和推广，通过实践进一步优化和改进技术，从而刺激双边国内清洁能源的研发动力。特别是双边签署的电池关键矿物供应链合作协议，有助于美国确保锂、钴等关键矿物的供应，这些矿物对于电动汽车和清洁能源产业的发展至关重要，可有效提升供应

^① “US-based Ohmium International to Invest Rs 400 Cr in Tamil Nadu”, *Your Story*, September 1, 2024.

链抗风险能力，减少对外依赖程度，保障本国清洁能源产业的稳定发展。当然，与美国的合作可以加速印度的清洁能源转型，提高清洁能源在能源消费中的占比，减少对进口石油和煤炭等传统能源的依赖，降低能源成本，带动相关产业发展，进而推动产业升级和经济的可持续发展。

（二）加剧国际地缘局势紧张

美印在全球科技和创新方面具有一定的实力，双方的合作可以促进清洁能源技术的进一步发展，为全球清洁能源技术的发展提供新的思路和方法，一定程度上推动全球清洁能源转型进程。从市场规模看，美印都是全球重要的经济体，两国的合作可能会促使更多的国家和企业参与到清洁能源领域的竞争中，推动市场的扩大和成熟，影响全球清洁能源市场的规模和格局。同时，美印在合作过程中可能会共同制定一些清洁能源的标准和规范，这将对全球清洁能源市场的发展产生一定的引导作用。但就根本而言，推动美印清洁能源合作中的结构性战略因素的权重要高于单纯的绿色发展诉求，尽管双边在清洁能源领域的互动一定程度上对应对全球气候变化和实现“双碳”目标产生积极影响，但是具体会起到多大的作用，受美印的战略意图、地缘政治、技术进步、经济发展和国际关系等多重因素的影响。因此，美印双边的清洁能源合作必然对全球地缘局势产生一系列负面影响。

尽管美印加强清洁能源合作一定程度上能助力双边能源转型，提升应对气候变化的能力，但是美国的绿色联盟思想已经将清洁能源也安全化了，清洁能源合作逐渐成为全球大国博弈的政治工具，这将使国际清洁能源合作变得更加复杂。而且美国试图通过与印度的合作来增强其在印太地区的影响力，这对于一些与美国或印度关系不太紧密的国家来说，会给它们带来外交压力。这些国家可能面临着在美印与其他国家之间选边站的困境，影响其外交政策的独立性和自主性，这种做法必然引发其他国家的警惕和反制，导致地区地缘政治竞争加剧，影响地区的稳定和安全。例如，可能会引发与中国等国家在清洁能源领域的竞争和对抗，增加地区冲突的风险。此外，美国政府为防止关键清洁能源技术和数据流向相关国家，对美国企业出口管制更加严格，在技术上打造将中俄等竞争对手排除在外的清洁能源产业链，加速“逆全球化”现象的发生，加剧全球能源竞争，恶化国际地缘局势。

美印清洁能源合作主要是在《印太经济框架》下进行，按照目前美印两国对发展清洁能源的支持力度，很可能影响到整个印太地区的

能源格局。当前，美印不仅通过《印太经济框架》加强双边清洁能源领域的合作，同时也支持和带动其他国家对清洁能源的投资和使用，如成员国日本、韩国和越南等。拜登政府与莫迪政府在《印太经济框架》下签订的《清洁经济协议》将为《印太经济框架》成员国向清洁经济转型提供平台，各国正在通过各种政策调动各种资源来与美印的清洁能源合作对接，加速本国能源转型，这种“抱团”方式将对地区传统能源格局和新型能源的发展产生重要影响，使地区地缘政治局势变得更加紧张。美印加强清洁能源合作的重要地缘目的是对抗中国和遏制中国在全球清洁能源市场的影响力，因此美国政府利用印度这一“跳板”，推动“俱乐部”式的小多边清洁能源外交模式，核心目的是打造联盟内部独立的清洁能源市场体系，加强以美国为首更加紧密的联盟关系。美印在地区围绕清洁能源外交打出的一套“组合拳”，必然加剧中美、中印以及相关国家在地区的对抗与分裂。

（三）拉大国际社会差距 反噬全球气候治理进程

美印清洁能源合作可能为全球提供更多的替代性能源，推动全球能源供应的多元化。随着清洁能源技术的发展和运用，太阳能、风能等可再生能源将成为重要的能源来源，这将降低国际能源市场对石油、天然气等化石能源的依赖，减少因化石能源供应不稳定而带来的风险。但是，美国正在利用与印度的合作，在全球清洁能源市场上推行贸易保护主义政策，合作范围主要集中在“盟友”内部，以维护其在全球产业链的霸主地位。比如，美国会对其他国家的清洁能源产品设置更高的贸易壁垒，如提高关税、增加非关税壁垒等，限制其进入美印市场。这将破坏全球清洁能源市场的公平竞争环境，阻碍其他国家清洁能源产业的发展。同时，为了维护自身的优势，通过限制技术的对外转移和扩散，使得其他国家难以获得先进的清洁能源技术，从而延缓全球清洁能源技术的普及和发展。可以肯定，美印加强合作后，可能会吸引更多的国际资金、技术和人才等资源向这两个国家集中。这将导致其他地区，尤其是发展中国家在清洁能源发展方面面临资源短缺的问题，进一步拉大不同地区之间的发展差距，加速国际社会的不稳定。

美印清洁能源合作主要以清洁能源项目投资、推广清洁能源技术、打造清洁能源合作平台及加强相关国家内部合作等方式开展，一定程度上能够提高能源利用效率，提升全球应对气候变化的能力。但具体操作层面而言，美印合作可能会导致一些表面上的减排成果，而实际上可能存在一些问题。比如，美国将一些高污染的产业转移到印度等

发展中国家，从而减少本国的碳排放，但这并没有从根本上解决全球的环境问题。^①这种做法对“全球南方”国家的发展而言没有任何意义，甚至产生负面影响。此外，美国具有明显的地缘政治目的，希望印度能在自己全球清洁能源战略中发挥更大的作用，以此来对抗中国在全球清洁能源的重要影响力，这种追求霸权的做法可能引起相关国家的反感，甚至导致一些国家退出全球气候治理合作，这对全球气候目标的实现无疑是一个重大打击。

（四）恶化中国市场环境 增加技术竞争压力

从市场竞争角度来看，美国的先进技术和资金注入印度市场，使印度在清洁能源技术和资金上得到加强，让印度的清洁能源企业竞争力有所提升，但这会在一定程度上影响中国在该领域的供应链地位。中国是全球动力电池第一生产国，中国企业此前在动力电池关键矿物供应链上已布局多年，美印合作可能会加大中国企业获取相关资源的难度和成本，并且在全球市场上形成新的竞争态势，对中国的相关产业发展带来挑战。例如，2024 年 5 月，美国宣布对中国太阳能电池、电动汽车等一系列商品加征关税。其中，动力电池关税从 7.5% 提升至 25%，电池零部件关税从 7.5% 提升至 25%。^②而且美印不断在国际舆论方面“污名化”中国，以近年来中国大力发展清洁能源为借口，鼓吹所谓“中国能源威胁论”或者“中国能源产业垄断论”，认为对美国经济威胁最大的是中国推动清洁能源的发展。^③他们以此为基础突出美印合作的正面形象，抹黑中国对全球清洁能源领域的巨大贡献，恶化中国在全球清洁能源产业链的竞争环境。

一方面，美印加强清洁能源合作在多个领域展开，从关键矿产供应链到可再生能源技术研发，再到战略清洁能源伙伴关系，这对全球清洁能源技术格局产生了深远影响。中国在清洁能源技术领域取得了显著成就，成为全球最重要的“玩家”之一。然而，美印合作带来的技术竞争压力不容忽视，尤其在原材料供应链不确定性和地缘政治紧

① “When some US Firms Move Production Overseas, They also Offshore Their Pollution”, *The Conversation*, May 19, 2017.

② “US Says Tariff Increases on Chinese EVs, Batteries and Chips to Start Aug.1”, U.S. News, May 22, 2024, <https://money.usnews.com/investing/news/articles/2024-05-22/us-announces-details-on-higher-china-tariffs-some-to-start-aug-1#:~:text=The%20tariffs%20are%20meant%20to%20protect%20American%20jobs,solar%20cells%20and%20cranes%2C%20the%20White%20House%20said>.

③ Anders Indset, “The U.S. Economy’s Biggest Threat? China’s Clean Energy Push”, *Dow Jones*, October 16, 2024.

张背景下，中国需要继续加速技术创新、拓宽原材料供应渠道、依靠政策支持和国际合作，以维持在全球清洁能源领域的竞争优势。另一方面，美国可能会利用自身技术优势，以及联合印度及其他“盟友”一道限制对中国的技术转让与国际合作，加大中国从外部获取相关新兴技术的难度。2023年6月，美印启动跨部门战略贸易对话，旨在解决美印合作中的出口管制问题，优化科技合作的路径，促进两国之间的技术转移。这为美国清洁能源技术向印度出口减少了政策障碍，创造了更有利的贸易条件。^①但是，美国对中国不断更新出口管制清单，将更多与清洁能源技术相关的关键零部件、原材料、技术软件等列入其中，禁止美国企业向中国出口。例如，在半导体芯片、高端材料、先进的电池管理系统技术等方面加强管制，而这些对于清洁能源技术的发展至关重要。^②特朗普再次执政后，中国可能在经济上面临更大的挑战，未来随着全球清洁能源市场竞争的白热化，中国在清洁能源技术的引进和研发上压力会持续增加。

五、“双碳”背景下美印加强清洁能源合作的制约因素

随着实现“双碳”目标的任务更加紧迫，美印作为全球主要的碳排放国家，不断加强在清洁能源领域的政治互动、经济支持、技术交流和国际合作，而且取得了一定的成果。但这并不意味着美印清洁能源合作必然会顺利地推进，双边清洁能源合作前景仍然具有诸多不确定性。具体而言，美印深化清洁能源合作存在目标差异、利益分歧、发展阶段的不同，以及第三方和国际局势的影响等一系列制约因素。

（一）面临着政策不稳定和目的不同的问题

美国作为全球科技引领者，在发展清洁能源发展方面有较长的历史和较高的水平，清洁能源政策和技术创新在全球范围内具有重要影响力。但是，受政党政治的影响，美国的清洁能源政策面临着不稳定

^① “India-US Strategic Trade Dialogue launched”, *India Abroad*, June 17, 2023, <https://www.newindiaabroad.com/english/news/india-us-strategic-trade-dialogue-launched#:~:text=The%20first%20meeting%20of%20the%20India-US%20Strategic%20Trade,India-US%20initiative%20on%20Critical%20and%20Emerging%20Technologies%20%28iCET%29>.

^② “US Introduces New Export Curbs on Advanced Technology, Including Chip-making Tools”, *CNN Business*, September 6, 2024.

的问题。例如，特朗普在其第一次任期内对发展清洁能源态度消极，主动退出《巴黎协定》，而拜登政府上台后则大力推动清洁能源发展。随着2024年特朗普再次竞选获胜，未来政策的延续性如何存在不确定性。这种政策的摇摆使美国和印度在清洁能源领域的合作充满了未知数，可能成为后期影响美印清洁能源深入合作的重要因素。

美国政府极力推动与印度的清洁能源合作，一方面是希望借助印度在地区的影响力，对中国实施制衡；另一方面是为了借助印度推进美国的“印太战略”，维护美国的全球霸主地位。在此背景下，清洁能源成为美印加强合作的重要契机，不仅可以推动美国清洁能源产业的升级，而且可以助力美国布局全球清洁能源市场，削弱中国在全球清洁能源市场的影响力。印度作为一个发展中国家，同时也是一个全球能源进口大国，面临着更为紧迫的能源需求和经济挑战，其极力加强与美国的清洁能源合作主要是为了减少对传统能源的依赖，维护本国的能源安全，而且印度还将清洁能源发展视为创造就业机会和促进经济增长的重要途径。可以说，美国和印度的清洁能源合作是一个更注重政治目的，一个更注重经济目的，这必然对双边合作的具体实施和效果产生负面影响，削弱双边清洁能源的合作动力。

（二）在合作理念、技术原则和推进模式上存在差异

尽管美印在清洁能源合作上有许多共识，但绝非铁板一块，毫无分歧。美印两国在清洁能源合作上的分歧与矛盾很可能导致双边清洁能源合作倡议与协议都浮于表面。

首先，美印对清洁能源的理解和定义上存在不同的看法。美国作为全球科技的领头羊，在清洁能源定义方面更侧重于高科技含量、高能源转换效率的能源形式。例如，在太阳能领域，美国会强调高效的光伏电池技术，如单晶硅等高性能光伏材料的利用，对于风电则注重大型化、智能化的风电机组，并且美国可能会把核能（在安全可控的情况下）也作为清洁能源的重要组成部分，因为其低碳排放的特点，符合美国追求低碳化的大方向，同时也有助于实现能源独立战略。印度由于发展水平较低，其对清洁能源的理解更倾向于能在短期内大规模应用、成本较低，并且有助于能源安全和减少空气污染的能源。比如印度对生物质能的重视程度可能相对较高，因为印度农业人口众多，生物质能（如农作物秸秆等）来源广泛，可以在一定程度上解决农村能源问题。在太阳能方面，印度可能会更看重小型分布式太阳能系统，这些系统可以在电力基础设施薄弱的地区快速部署，满足基本的用电

需求。

其次，美印在清洁能源技术原则上存在显著差异。美国的清洁能源政策强调技术创新。由于美国在先进电池、先进核能、太阳能、碳捕集利用与封存、清洁航运燃料、增强型地热系统、聚变能和氢能等领域具有较强的创新能力和技术优势。因此，美国在清洁能源技术研发和应用方面，充分利用市场机制，重点向包括智能电网、储能，以及其他分布式能源等领域发展。印度的清洁能源政策则更加注重可再生能源的开发和部署，以满足其快速增长的能源需求。因此，印度在清洁能源技术研发和应用方面的重点领域包括绿色清洁氢能、风能、长期能源储存，以及探索地热能、海洋/潮汐能等新兴技术。技术原则的差异将对两国在清洁能源领域的合作深度产生重要影响。

最后，双方在推动模式上存在差异。美国发展清洁能源的方式主要依赖于市场竞争和价格机制来推动技术创新和应用。例如，美国政府通过《2022年通胀削减法案》（*Inflation Reduction Act*）计划在未来10年内通过执行15%的企业最低税率等措施增强税收执行力度等，通过政策引导和市场激励来促进清洁能源技术的发展和运用。^①印度的清洁能源市场机制则更加依赖于政府的政策支持和补贴来推动技术创新和应用。例如，印度计划提供数十亿美元的补贴，用于支持电网储能电池的生产，以加速向清洁能源的转型；印度政府批准了“国家绿色氢气使命”计划，计划拨款1974.4亿卢比（约合241亿美元）用于促进绿色氢气生产。^②运行模式的不同使得双方在合作的过程中很难找到一个平衡点。

（三）缺乏足够的战略互信导致在深入发展清洁能源合作上形成明显掣肘

近年来，随着国际局势的变化及美国“印太战略”的推进，美印的双边关系不断深化，甚至呈现出“联盟”态势，但是对于美印关系的“无限”接近，双方各自呈现出不同的观点。美国信息技术和创新基金会高级研究员戴维·莫谢拉（David Moschella）表示，美国对印度的战略依赖没有得到相应的重视，美国政府在借助印度压制中国新

① “H.R.5376 - Inflation Reduction Act of 2022”, United States Congress, September 27, 2021, <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376>.

② “Government of India Invites Proposals for Setting up Centres of Excellence for Research and Development on Green Hydrogen”, Press Information Bureau, November 7, 2024, <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2071374#:~:text=The%20National%20Green%20Hydrogen%20Mission%20was%20launched%20on,an%20inspiration%20for%20the%20global%20clean%20Energy%20transition.>

兴技术崛起的同时，要避免对印度形成新的依赖。^①印度国内对发展与美国的关系也存在多重争议，如印度观察家研究基金会安全战略与技术中心主任拉贾戈帕兰（Rajesh Rajagopalan）认为，随着世界局势的变化，美印已经建立了良好的双边关系，考虑到中国对双边的地缘挑战，印度应该放弃过去的犹豫立场，坚定地与美国站在一起。^②印度战略界对莫迪政府一味地迎合美国提出了严厉批评和质疑。印度外交官巴德拉库马尔（M.K. Bhadrakumar）表示，美国拉拢印度的目的主要出于地缘政治的考虑，并不会真正地帮助印度崛起，印度要避免卷入中美的科技竞争之中，对于与中国的关系印度应该保持谨慎。^③可见，战略互信问题是影响美印清洁能源合作深入发展的重要因素。

（四）综合投资能力、资源与供应链等也是制约美印清洁能源合作的重要变量

清洁能源项目通常需要大量的资金和投资，尽管美印两国都意识到清洁能源的重要性，但在资金和投资方面可能存在一定的限制，影响到合作项目的规模和进展。根据国际能源、环境和水委员会（Committee on Energy, Environment and Water）发布的一项研究表明，到2070年，印度将需要累计投资10.1万亿美元才能实现净零排放，这些投资将有助于印度的电力、工业和运输部门脱碳。然而，根据该研究估算，印度实现净零排放的目标，面临3.5万亿美元的巨额投资缺口，发达经济体需要以优惠融资的形式提供1.4万亿美元的投资支持，以调动外国资本来弥补这一缺口。^④近年来，印度对清洁能源投资不断呈上涨趋势，但印度为确保本土电力供应，同时加大对传统能源的开发，如在2023年4月至2024年3月之间，由于清洁能源不能满足印度的用电需求，且在短期内无法实现产业的完全转型，其对利用煤炭能源发电的需求同比增长8%。^⑤可见印度很难在追求清洁能源和发展经济之间找到平衡，也很难在短期内满足自身对清洁能源的投资需求。尽管美国在不断扩大对印度的清洁能源投资，但其对印度的

^① David Moschella, "Is India the Next Great U.S. Dependency?", *ITIF*, May 18, 2021, <https://itif.org/publications/2021/05/18/india-next-great-us-dependency/>.

^② "ICET: Strengthening the India-US Tech Agenda", *Indian Strategic Studies*, February 7, 2023.

^③ M. K. Bhadrakumar, "India Joins America's AI Battle", *The Tribune*, February 6, 2023.

^④ "India Will Require Investments Worth Over USD 10 Trillion to Achieve Net-Zero by 2070: CEEW-CEF", Committee on Energy, Environment and Water, November 18, 2021, <https://www.ceew.in/press-releases/india-will-require-investments-worth-over-usd-10-trillion-achieve-net-zero-2070-ceew>.

^⑤ "India Expects Utilities' Annual Coal Demand to Surge about 8 Per Cent after Renewables Shortfall", *Economic Times*, January 10, 2023.

投资主要是为了盈利，无法满足印度诸多实际需求，制约了美印在清洁能源领域的进一步合作。

六、结语

随着全球气候危机和能源危机的紧迫性进一步凸显，发展清洁能源成为全球能源转型的必然趋势，越来越多的国家和地区开始制定清洁能源发展战略，以实现“双碳”目标和可持续发展。近年来，中国为实现“双碳”目标付出了巨大努力，不仅加速推动了本国的能源转型速度，而且为国际社会清洁能源发展贡献了重要力量。从当前中美印清洁能源的关系看，三方在竞争与互动中曲折发展，中国在全球清洁能源产业链中的快速发展使包括美印在内的国家对中国相关清洁能源产业产生了较大的依赖。尽管美国和印度都在努力推动清洁能源本土化生产和寻找替代方案，但由于中国在技术和成本上的优势，短期内完全摆脱中国供应链的依赖并非易事。未来，美印出于地缘政治和国家发展的考量，必然持续推动清洁能源领域的合作，而且通过清洁能源合作遏制对华的态势不会逆转，对华脱钩的行动会不断增加，并且可能持续相当长的时间。对此，中国必须保持清醒的认识和客观的预判，保持自身发展的战略定力，时刻掌握美印清洁能源的合作态势，科学评估对中国造成的影响，提升自身在全球清洁能源市场综合竞争力的同时，采取有效措施应对美印在清洁能源领域对中国的各种挑战。

[责任编辑：孙喜勤]