

全球清洁能源合作伙伴关系下的中欧技术合作*

余珮 郝瑞雪 孙永平

内容提要:在中国推动建立全球清洁能源合作伙伴关系和欧洲提出对华“去风险化”的背景下,中欧作为气候变化与清洁能源领域的重要合作伙伴,机遇与挑战并存。围绕如何推进中欧清洁能源技术合作,本文基于共同需求、双边关系、合作基础和合作经济性四个方面,构建了合作潜力评估框架。根据测算,中国与欧洲国家的合作状况可分为“保持合作”“挖掘潜力”“增强互信”“开展接触”四种情景。根据欧洲各国总体及其不同领域的清洁能源技术实力水平,中国可选择“引进来”或“走出去”的合作模式,并优先在各国相对优势的领域与其开展合作。结合合作情景、合作模式与代表性技术领域的综合评估结果,可以看出:中欧海上风电光伏制氢项目的合作潜力较大,可采取“引进来”的方式,与法国、德国、荷兰等属于“保持合作”或“增强互信”情景的国家开展合作;中国新能源汽车具有赴欧投资建厂的合作潜力,可采取“走出去”的方式,与匈牙利、土耳其、葡萄牙等属于“挖掘潜力”情景的国家开展合作;国际热核聚变实验堆计划建设工程和中英碳捕集、利用与封存技术合作因受双边关系和合作经济性的影响而有所滞缓,可在增强国家互信的基础上,分别与法国探索联合技术研发、与英国开展“引进来”合作。

关键词:全球清洁能源合作伙伴关系 中欧清洁能源技术合作 合作潜力 情景分析

一 引言

2022年6月,习近平主席提出中国将继续落实联合国2030年可持续发展议程,推动建立全球清洁能源合作伙伴关系,指出要“深化清洁能源合作”“挖掘能源技术创

* 本文系国家社会科学基金重大项目“积极参与和引领应对气候变化国际合作研究”(项目批准号:21ZDA089)的阶段性成果。感谢匿名评审专家的宝贵意见,文责自负。

新潜力”,即中国要积极开展清洁能源技术国际合作、融入全球清洁能源技术创新网络。^① 欧洲是清洁能源的倡导者和先行者,自2005年签署《中欧气候变化联合宣言》以来,中欧在能源效率、清洁能源、低碳交通、低碳城市等诸多领域展开合作,在应对气候变化与清洁能源合作领域奠定了坚实的合作基础。德国总理朔尔茨2022年11月访华和法国总统马克龙2023年4月访华时均表示,将与中国携手应对气候变化、生物多样性保护等全球性挑战。2023年7月,第四次中欧环境与气候高层对话继续强调,要聚焦重点领域深化务实合作,在可再生能源、绿色低碳技术等方面深挖合作潜力,打造更多新的合作增长点。因此,在当前全球气候持续变暖和欧洲能源危机的背景下,中国与欧洲的发展战略具有较大的利益契合点,存在较强的共同诉求与合作意愿。

然而,随着近期美欧关系的变化和影响,欧洲国家对华态度复杂性和认知矛盾性日益凸显,中欧在清洁能源领域逐渐形成竞合并存的发展态势。^② 2023年,欧盟陆续出台《绿色协议工业计划》《净零工业法案》《关键原材料法案》《欧洲经济安全战略》等一系列政策文件,其意图在于确保清洁技术领先、关键原材料供应安全、增强欧盟绿色产业的竞争力和韧性,以实现对华“去风险化”。面对这一绿色领域的竞合态势,如何稳健地推进和落实中欧清洁能源领域的合作成为关注的焦点。对此,本文基于国际技术合作潜力评估框架,通过定量测算与典型案例相结合的方式,回答以下问题:从合作潜力来看,中国应优先与哪些欧洲国家开展清洁能源技术合作?在优先合作的国家中,应该以何种模式、在哪些具体技术领域开展合作?综合考虑合作情景、模式与技术领域,中欧合作中有哪些成功经验、困难和相应的解决途径?探究和解析以上问题,对于落实中欧清洁能源技术合作、推动中国与欧洲国家建立清洁能源合作伙伴关系、实现全球气候治理目标具有重要的现实意义。

与本文所涉领域相关的研究主要有两个方面:一个是分析中欧在气候变化或清洁能源领域的合作;另一个是探讨国际合作或国际技术合作的驱动因素。围绕第一个话题,既有研究发现,中国与欧盟在气候变化领域的合作经历了从初期的单向援助到逐渐形成多层次、跨领域和制度化的全方位合作的历程。^③ 中欧气候关系以能源领域的合作为源头,随着中欧气候变化领域合作的推进,中欧能源关系也经历了从单方面学

^① 外交部:《全球清洁能源合作伙伴关系概念文件》,2022年9月28日, http://russiaembassy.fmprc.gov.cn/ziliao_674904/zt_674979/dnzt_674981/qtzt/qqfzey/zywj/202209/P020220928604657820389.pdf。

^② 李昕蕾、郝俊逸:《碳中和态势下中欧清洁能源绿色竞合与中国应对》,载《国际展望》,2023年第2期,第116-136页。

^③ 金玲:《中欧气候变化伙伴关系十年:走向全方位务实合作》,载《国际问题研究》,2015年第5期,第38-50页。

习阶段到关注中国能源需求增长对欧洲能源安全影响阶段,再到中欧气候变化伙伴关系确立阶段的转变,^①能源安全与气候变化逐渐成为中欧能源合作的基石。在此背景下,中欧可考虑在“一带一路”倡议下推进清洁能源技术与经贸合作,^②挖掘碳定价和绿色债券等领域的合作契机。此外,中国与欧盟成员国或中东欧特定对象国,^③在特定清洁能源领域^④的双边合作也备受关注。聚焦国际清洁能源合作的驱动因素这一主题,早期文献注重对西方主流国际合作理论的解读与探讨。^⑤近年来,部分学者开始结合中国国际合作的实践经验提出新的国际合作理论框架。^⑥全球气候治理合作和技术合作的驱动因素与之相通,合作意愿、合作能力、合作便利条件等因素均会影响国际合作的产生与发展。^⑦还有部分学者基于知识联盟理论、接近性理论、技术差距理论等框架探究国际技术合作的影响因素。

综上所述,既有研究从不同视角分析了中欧气候变化和清洁能源领域合作,但多采用定性分析,且较少关注欧洲各国与中国合作的差异性。同时,前期研究对国际合作和国际技术合作的驱动因素分析已较为深入,为本文的理论框架构建提供了充实的基础。因此,本文尝试构建中欧清洁能源技术合作潜力评估框架,定量测算中国与欧洲各国的合作潜力,并进行情景分析;在此基础上,探究中国与不同欧洲国家合作的差异性模式和优先合作领域,并选取典型案例进行佐证。本研究的边际贡献主要体现在三个方面:第一,构建了国际技术合作潜力评估框架,并将其应用于中欧清洁能源合作领域,拓展了国际技术合作理论框架研究及其应用领域;第二,聚焦中欧清洁能源技术合作这一细分领域,深入研究中国与欧洲国家差异性合作潜力、合作模式及合作领域等具体问题;第三,与现有研究多采用定性分析不同,本文在构建量化指标体系测算合作潜力的基础上,结合多个典型案例进行佐证分析,为落实中欧合作提供借鉴与参考。

① 张晓慧:《中欧能源合作的未来——基于能源安全与气候变化的分析》,载《国际经济合作》,2012年第3期,第11-16页。

② 张超:《“一带一路”倡议与中欧能源合作:机遇和挑战》,载《国际论坛》,2018年第3期,第16-21页。

③ 郭关玉、戴修殿:《中德可再生能源合作:基础、机制和问题》,载《中国地质大学学报(社会科学版)》,2012年第4期,第13-18页。

④ 李雪威、李鹏羽:《中欧氢能竞争与合作新态势及中国应对》,载《德国研究》,2022年第5期,第4-24页。

⑤ 宋秀琚:《西方主流国际关系理论对“国际合作理论”的不同解读》,载《国际论坛》,2005年第5期,第52-57页。

⑥ 肖晞、宋国新:《共同利益、身份认同与国际合作:一个理论分析框架》,载《社会科学研究》,2020年第4期,第125-133页;王俊生:《整体性合作理论与中国周边合作》,载《中共中央党校(国家行政学院)学报》,2020年第4期,第69-78页。

⑦ 薄燕:《合作意愿与合作能力——一种分析中国参与全球气候变化治理的新框架》,载《世界经济与政治》,2013年第1期,第135-155页;陈宝明:《国际科技创新合作格局的一种分析框架与其应用》,载《全球科技经济瞭望》,2022年第7期,第15-20页。

二 中欧清洁能源技术合作的驱动机制

就国际合作研究而言,新现实主义、新制度主义和建构主义三大理论构成了西方主流合作思想,并分别衍生出霸权合作论、制度合作论和文化合作论,各自强调“权力结构”“国际制度”和“文化认同”是国际合作产生和维持的关键因素。然而,上述理论产生于特定的历史时期,对于当前国际合作动因的解析有一定的局限性,难以对现实中复杂的国际合作进行较全面的诠释。诸多学者尝试在此基础上构建国际合作理论框架,本文也参考既有的国际合作与国际技术合作理论,归纳出国际技术合作产生与发展的四个驱动因素。

首先,共同利益及其协调是国家间技术合作的根本基础。国际合作源于国家间的合作需求,而合作需求源自对共同利益的追求。^① 共同利益是指国家间互动中产生利益趋同的一面,共同收益与共同威胁则是共同利益的一体两面,分别指对经济政治等收益的需求和应对共同挑战和威胁的需求,它们同时作用于国际合作的整个过程。^② 全球化进程的推进使得国际社会中国际间的利益连接更为紧密,共同收益能正向推进国际合作,这是国际合作的主要动力。然而,随着新冠疫情、地缘冲突、经济危机、气候危机和能源危机等问题逐渐演变成国际危机,应对共同挑战和抵御共同威胁也愈发成为国际合作的重要内容。^③ 当国与国之间共同利益的基础不断扩大,国家间合作的意愿也将更加强烈。

其次,良好的双边关系是国家间技术合作的前提条件。双边关系是国际社会中国家交往与联系的主要载体,其作为国家互动的主要行为模式影响着国家的对外政策。^④ 同处于一个国际体系的各国会面临相同的国际问题,当国家间具有类似观点且得到国内政治意识的认同时,共识便得以产生,表现为国际社会成员对某一国家及其外交行为的认可与接受。^⑤ 国家间共识的变化会影响各国之间的合作行动,成为开展国际合作、化解冲突与矛盾、减少国际合作干扰性因素的关键,而共识程度的高低则体现为国家间双边关系的亲密度和信任度。信任理论指出,信任影响合作双方的心理情

^① 门洪华、俞钦文:《第三方市场合作:理论建构、历史演进与中国路径》,载《当代亚太》,2020年第6期,第4-40页。

^② 刘笑阳:《国家间共同利益:概念与机理》,载《世界经济与政治》,2017年第6期,第102-121页。

^③ 施卫萍、王会花:《国际合作理论的中国创新:多文明国际合作理论》,载《社会主义研究》,2022年第4期,第157-164页。

^④ 王峥:《国际关系中的双边关系及其结构特征探析》,载《国际观察》,2018年第4期,第104-123页。

^⑤ 门洪华、俞钦文:《第三方市场合作:理论建构、历史演进与中国路径》,第4-40页。

感,信任的降低将使合作双方感知到更多的合作风险和更低的预期收益,进而抑制参与者进行技术交流的意愿。^①因此,良好的双边关系将减少安全疑虑,加强国家间技术合作的意愿,推动合作的实现、维持与深化。

再次,合作基础保障国家间技术合作的可行性。与一般国际合作相比,国际技术合作更受到可行性的影响,即在合作意愿强烈的前提下,合作还需落实到行动层面。^②可行性包含两层含义,即操作可行性与经济可行性。具有国际技术合作经验的国家在过往的合作过程中会逐步完善法律、制度和规范,加强配套基础设施的建设,以及专业人才的培养,能够为合作的继续开展提供支撑条件。而与已有合作基础的国家开展技术合作,在制度安排和具体实施等方面将更为顺畅,操作可行性更高,合作所需的成本投入较低,有利于国际技术合作的开展。

最后,合作经济性是国家间技术合作关注的重点。依据比较优势和资源禀赋理论,当建立合作的效益大于不合作的效益时,理性的经济行为体为追求效益最大化,会根据自身的资源禀赋与具有资源互补性的行为体展开经济技术合作。^③在决定是否开展国际技术合作时,国家需要考虑合作所得的经济政治收益与成本之比,如果认为合作所需成本过高,或者预期收益不足以弥补成本,就会放弃合作。而在合作中,特别是合作初期,共同研发技术、专利转让等资源提供越充分,就越能保证参与技术合作各国的预期收益,有助于推进合作的建立与发展。因此,合作经济性成为国家考虑开展国际技术合作的重要因素。

三 中欧清洁能源技术合作潜力评估指标体系与计算说明

(一) 指标体系构建

根据对中欧清洁能源技术合作驱动机制的分析,本文认为,合作潜力由双边合作意愿与合作可行性共同决定。其中,合作意愿包括共同需求与双边关系,两者分别反映欧洲各国开展技术合作以发展清洁能源的需求,以及与中国关系的良好程度;合作可行性包括合作基础与合作经济性,两者分别体现国家间清洁能源领域的合作经验,以及中国从双边合作中获得知识资源或市场进入等效益的可能性。在结合清洁能源

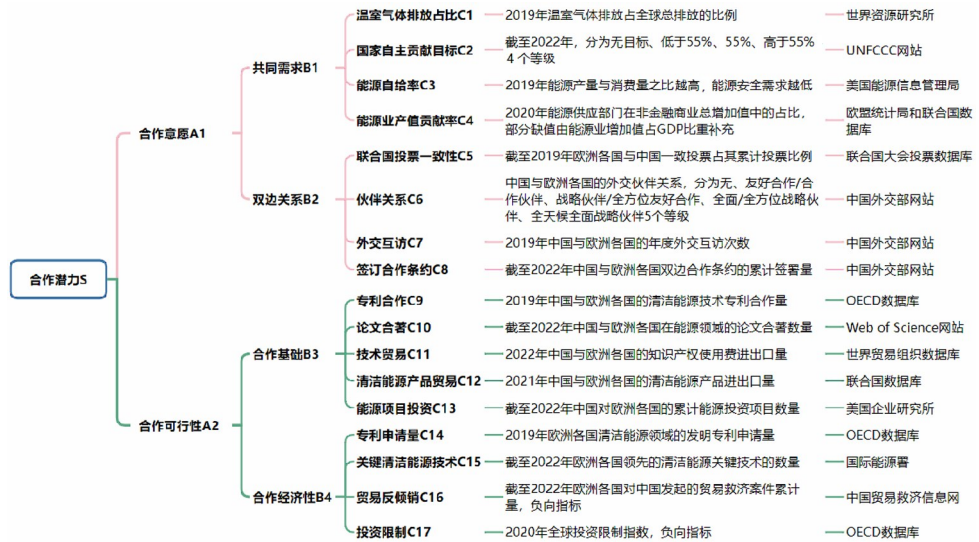
^① 甘静娴、戚湧、田琛:《企业跨国技术合作中的知识交流冲突、领地行为与知识产权能力》,载《管理科学》,2020年第1期,第54-74页。

^② 陈宝明:《国际科技创新合作格局的一种分析框架与其应用》,第15-20页。

^③ Paul Weirich, *Collective Rationality: Equilibrium in Cooperative Games*, Oxford University Press, 2010, pp.140-146.

技术自身特性和考虑数据可得性的基础上,本文搜集指标测算合作潜力,为中国选择优先合作的欧洲国家及合作模式、领域等方面提供依据。构建的指标体系见图 1,包括 2 个一级指标、4 个二级指标和 17 个三级指标。

图 1 中欧清洁能源技术合作潜力评估指标体系及其说明



注:图由作者自制。

(1) 共同需求。国际能源署(IEA)发布的《2023年能源技术展望报告》聚焦以实现能源安全、经济发展和环境可持续性为目的的清洁能源技术和革新。^①中国2030年前碳达峰、2060年前碳中和目标的实现,很大程度上有赖于清洁能源的发展,同时,中国还把发展清洁能源作为促进经济复苏的重要抓手。与中国具有共同需求的欧洲国家将更加关注中欧清洁能源技术合作。因此,此维度包含了温室气体排放占比和国家自主贡献目标(两者反映应对气候变化的需求)、能源自给率(反映保障能源安全的需求)、能源业产值贡献率(反映发展清洁能源以促进经济复苏的需求)四个指标。

(2) 双边关系。双边关系特指双边政治关系,是引导和制约国家间往来的首要因素,可以通过两国之间签订的政治性协议和政治交往活动来体现。参考乔翠霞等学者

^① IEA, “Energy Technology Perspectives 2023,” January 2023, <https://www.iea.org/topics/energy-technology-perspectives>.

的分析,^①本文纳入伙伴关系、签订合作条约、外交互访、联合国投票一致性四个具有代表性的衡量双边关系的指标。其中,伙伴关系和签订合作条约是反映双边关系的直接制度安排、外交互访是国家间政治往来的直接表现形式、联合国投票一致性反映各国的外交政策偏好与对国际问题看法的一致性。

(3)合作基础。中欧清洁能源技术合作基于成果产出的视角,可以分为专利合作、论文合著、技术贸易合作等。^②在数据可得的前提下,本文纳入中欧清洁能源专利合作、能源领域论文合著、技术贸易、清洁能源产品贸易、能源项目投资五个指标,从不同维度衡量中欧合作基础。

(4)合作经济性。除了满足各国的共同需求或共同目标外,技术合作在短期内需要产生合理的经济回报,才能使合作得以持续。因此,本文参考欧盟选定国际科技合作对象国家的标准,^③从知识资源的可获得性和市场进入的可能性两个方面,考察中国在与欧洲国家开展清洁能源技术合作中获得收益的可能性。具体来说,纳入清洁能源专利申请量、关键清洁能源技术、贸易反倾销、投资限制四个指标,前两者分别从数量和质量两个角度衡量欧洲各国的清洁能源技术创新实力,后者则衡量欧洲各国的市场开放水平。

(二)评估计算步骤

鉴于部分欧洲国家数据缺失严重,本文结合数据可得性及对象国与中国的外交关系,对欧洲国家进行初步筛选,删去梵蒂冈、立陶宛、法罗群岛、列支敦士登、摩纳哥、圣马力诺、安道尔,最终剩余39个欧洲国家作为合作对象国进行分析。各三级指标的具体计算方式和数据来源见图1。为确保指标的可比性,本文采用两个公式对各三级指标进行极差标准化处理。

$$X' = (X - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (1)$$

$$X' = (X_{max} - X) / (X_{max} - X_{min}) \quad (2)$$

其中, X 为各三级指标的原始值, X_{max} 和 X_{min} 表示该指标下的最大值和最小值, X' 为该指标的标准化得分。公式(1)适用于正向指标,即数值越大则合作潜力越高;公

^① 乔翠霞、宋彩霞、王晨光:《双边关系、制度质量与中国技术引进》,载《中南财经政法大学学报》,2021年第5期,第144-156页。

^② 邓美薇:《“三重变局”背景下中日科技合作的新变化与新挑战》,载《科技管理研究》,2022年第8期,第42-51页。

^③ European Commission, “Enhancing and Focusing EU International Cooperation in Research and Innovation: A Strategic Approach,” September 14, 2012, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0497&from=en>.

式(2)适用于负向指标,即数值越大则合作潜力越低。为了减少标准化过程中偏态数据分布的潜在影响,将指标数据的上下5分位数作为其最大值和最小值进行计算。

进行标准化处理之后,本文采用线性加权法得到中国与欧洲各国清洁能源技术合作潜力的总得分与各级指标得分,分数越高说明合作潜力越高,计算如下:

$$B1 = W_{C1}C1 + W_{C2}C2 + W_{C3}C3 + W_{C4}C4,$$

$$B2 = W_{C5}C5 + W_{C6}C6 + W_{C7}C7 + W_{C8}C8,$$

$$B3 = W_{C9}C9 + W_{C10}C10 + W_{C11}C11 + W_{C12}C12 + W_{C13}C13,$$

$$B4 = W_{C14}C14 + W_{C15}C15 + W_{C16}C16 + W_{C17}C17 \quad (3)$$

$$A1 = W_{B1}B1 + W_{B2}B2, \quad A2 = W_{B3}B3 + W_{B4}B4 \quad (4)$$

$$S = W_{A1}A1 + W_{A2}A2 \quad (5)$$

其中, $C1-C17$ 表示三级指标, $B1-B4$ 表示二级指标, $A1-A2$ 表示一级指标, S 表示各国与中国合作潜力总得分, W 表示相应指标权重。先根据公式(3)由相应三级指标加权合成各二级指标 $B1-B4$,再根据公式(4)由相应二级指标加权得到一级指标 $A1-A2$,最后根据公式(5)加权得到总得分 S 。本文认为各级指标的下属指标均从不同方面提供了上级指标的相关信息,具有相同的重要性,因而采用等权重赋值。^①一级指标的权重 W_{A1} 和 W_{A2} 为 $1/2=0.5$,二级指标的权重 $W_{B1}-W_{B4}$ 为 $0.5/2=0.25$,三级指标的权重 $W_{C1}-W_{C8}$ 及 $W_{C14}-W_{C17}$ 为 $0.25/4=0.0625$ 、 $W_{C9}-W_{C13}$ 为 $0.25/5=0.05$ 。各级指标包括总得分的取值范围均为 $[0,1]$ 。

四 中欧清洁能源技术合作潜力的情景分析

(一) 总体趋势

基于构建的指标体系,本文测算得出中国与各欧洲国家清洁能源技术合作潜力的总得分与各级指标得分,表1给出各国合作潜力总得分及相应排名。整体上看,约半数国家得分在0.3以下,说明中国与欧洲国家在清洁能源领域的合作潜力还有待开发。中国更多地和技术领先的美国、日本、德国等国家开展技术合作、学习其先进技术经验,而与其他欧洲国家接触较少。从合作潜力的差异来看,最值分别为0.755与0.193,其显著差距反映出中欧合作针对不同类型国家制定差异化策略的必要性。

^① 马茹、罗晖、王宏伟、王铁成:《中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究》,载《中国软科学》,2019年第7期,第60-67页。

此外,从国家所属集团来看,欧盟与非欧盟国家的合作潜力平均得分分别为 0.341 和 0.337,前者略高。中国与欧盟是应对气候变化的重要合作伙伴,具有良好的清洁能源合作基础,未来开展合作的潜力也相对更高。值得关注的是,在欧盟对华政策日益复杂化的背景下,中国可以寻求与英国、瑞士、塞尔维亚、土耳其等非欧盟国家的合作契机。近年来,“一带一路”倡议也成为中国与欧洲国家重要的合作平台,据此划分,带路国家与非带路国家的合作潜力平均得分分别为 0.306 和 0.406。由于欧洲的带路国家多属于非发达经济体,清洁能源技术基础薄弱,导致与中国在此领域的合作经验相对较少,目前开展合作的可行性及潜力较低。基于合作收益的考量,现阶段清洁能源领域合作多发生在技术领先的发达国家和新兴经济体之间。中国未来需要关注其他发展中国家的清洁能源需求,挖掘与非欧盟国家、带路国家的合作机遇,支持联合国可持续发展第 7 项目标,即为所有人提供廉价和清洁的能源,这也是中国推进全球清洁能源合作伙伴关系网、构建人类命运共同体发展理念的体现。

表 1 中国与欧洲国家清洁能源技术合作潜力及所属情景

排序	国家	总得分	所属情景	欧盟国家	带路国家	排序	国家	总得分	所属情景	欧盟国家	带路国家
1	德国	0.755	保持合作	√		21	捷克	0.292	开展接触	√	√
2	英国	0.648	保持合作			22	保加利亚	0.291	挖掘潜力	√	√
3	法国	0.625	保持合作	√		23	克罗地亚	0.286	挖掘潜力	√	√
4	意大利	0.539	保持合作	√	√	24	比利时	0.284	开展接触	√	
5	荷兰	0.470	增强互信	√		25	奥地利	0.282	开展接触	√	√
6	波兰	0.467	保持合作	√	√	26	塞浦路斯	0.281	挖掘潜力	√	√
7	瑞士	0.420	增强互信			27	阿尔巴尼亚	0.269	开展接触		√
8	塞尔维亚	0.410	保持合作		√	28	挪威	0.268	增强互信		

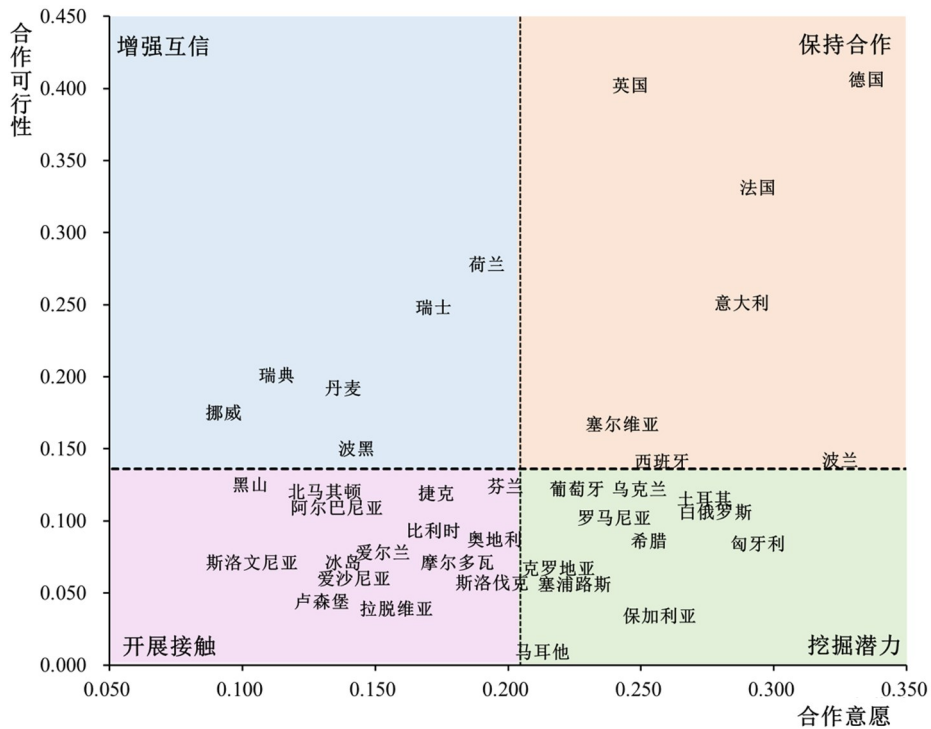
9	西班牙	0.399	保持合作	√		29	摩尔多瓦	0.252	开展接触		√
10	土耳其	0.389	挖掘潜力		√	30	北马其顿	0.251	开展接触		√
11	白俄罗斯	0.384	挖掘潜力		√	31	斯洛伐克	0.251	开展接触	√	√
12	匈牙利	0.378	挖掘潜力	√	√	32	爱尔兰	0.231	开展接触	√	
13	乌克兰	0.354	挖掘潜力		√	33	黑山	0.228	开展接触		√
14	葡萄牙	0.348	挖掘潜力	√	√	34	马耳他	0.222	挖掘潜力	√	√
15	罗马尼亚	0.342	挖掘潜力	√	√	35	拉脱维亚	0.216	开展接触	√	√
16	希腊	0.339	挖掘潜力	√	√	36	冰岛	0.209	开展接触		
17	丹麦	0.330	增强互信	√		37	爱沙尼亚	0.202	开展接触	√	√
18	芬兰	0.323	开展接触	√		38	斯洛文尼亚	0.199	开展接触	√	√
19	瑞典	0.314	增强互信	√		39	卢森堡	0.193	开展接触	√	√
20	波黑	0.293	增强互信		√						

注:表由作者自制。

(二) 合作潜力的情景探讨

根据总体趋势分析,中国与欧洲各国的清洁能源技术合作潜力存在明显差异,本文尝试进一步探究其背后的原因,即合作存在何种有利或制约条件,以及中国应采取的相应策略。具体来看,首先分别求得二级指标合作意愿与合作可行性的均值 0.203、0.136,其次根据高于或低于各自均值的情况,划分“保持合作”“挖掘潜力”“增强互信”“开展接触”四种情景,构建如图 2 所示的坐标系,欧洲各国根据得分位于不同情景区域(见表 1 和图 2)。

图2 合作潜力的分情景讨论



注:图由作者自制。

(1) 保持合作

德国、英国、法国、意大利、波兰、塞尔维亚、西班牙等国家属于此情景,在合作意愿与合作可行性方面得分较高,合作潜力排名靠前(见表1)。上述国家出于气候减排、能源安全、经济绿色转型等目的,具有更强的开展清洁能源技术合作的需求,愿意与中国开展合作。并且,以上国家多数与中国有良好的清洁能源合作基础,未来合作的可行性更高。对此,中国可以重点关注这类国家,在原有基础上继续推进合作,实现双方的清洁能源发展目标。

(2) 挖掘潜力

土耳其、白俄罗斯、匈牙利、乌克兰、葡萄牙等国家属于此情景,通常具有很强的合作意愿,但受限于相对较低的合作可行性。此类国家与中国的双边关系紧密,在全球变暖与能源危机等背景下,对清洁能源的需求增加,因而与中国开展清洁能源技术合作的意愿明显。然而,受限于其相对较低的技术实力和合作往来的便捷性问题,过往

合作落地较少、合作可行性较低。随着数字技术的发展和應用,以及中欧班列的开通运行,双边合作往来的可行性提高,中国可以考虑与之加强清洁能源技术合作、挖掘合作潜力。

(3) 增强互信

荷兰、瑞士、丹麦、瑞典、波黑、挪威等国家属于此情景。这些国家经济技术实力较强,中国在双边合作中获取知识资源的可能性也更高。然而,由于其应对气候变化的压力较低、与中国双边关系有所恶化等原因,目前合作意愿不强。例如,瑞典在对华态度上属于准则派,在双边关系中大张旗鼓地推行人权外交,^①导致中瑞关系积累了一些消极因素。根据本文测算,瑞典在双边关系上得分 0.033,远低于平均值 0.093。因此,中国与此类国家开展清洁能源技术合作,需要加强双边认同与信任,并选取具有较高意愿的特定领域开展合作。

(4) 开展接触

芬兰、捷克、比利时、奥地利、阿尔巴尼亚等国家属于此类情景,与中国开展清洁能源技术合作的意愿与可行性均较低。以得分排名最后的卢森堡为例,虽在共同需求和合作经济性方面得分接近平均值,但在双边关系和合作基础方面得分明显偏低。欧洲国家普遍比较重视清洁能源发展,但部分国家与中国来往较少,导致双边关系发展与合作落地的可能性都较低。因此,与此类国家的清洁能源技术合作可考虑后置,当前可在“一带一路”倡议等框架下加强接触,通过其他易达成合作的领域增强彼此了解、奠定合作基础。

五 合作模式与优先合作领域

(一) 基于技术实力差异性的合作模式

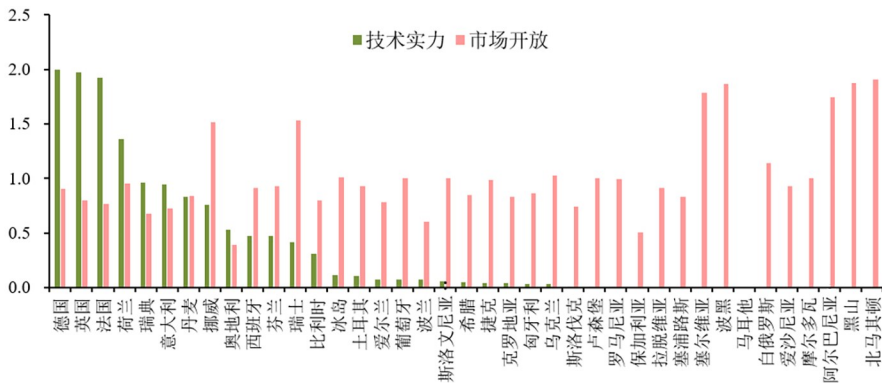
合作潜力情景分析表明,欧洲国家存在多样性、复杂性和发展不平衡性,即使与中国合作潜力较高的国家也存在差异性特征。因此,有必要结合各国整体与不同领域的技术实力来进一步分析中国与其合作的具体路径。

从合作模式看,随着中国清洁能源技术实力的增强,中欧合作从初期的单向援助合作逐渐转向双向输出模式。在二级指标合作经济性中,本文纳入欧洲各国的清洁能源技术实力与市场开放水平,分别反映中国通过合作获得知识资源或市场进入的可能

^① 严骁骁、余建华:《北欧国家对华政策调整及其影响》,载《现代国际关系》,2023年第5期,第54-72页。

性。从各国的得分来看,高技术实力国家与高市场开放国家通常是错位的(见图3),因而,可以考虑根据欧洲国家的整体技术实力差异,选取侧重于“引进来”或“走出去”的技术合作模式。

图3 欧洲国家的技术实力与市场开放得分



注:图由作者自制。

本文将合作潜力排名前20的国家划分为高合作潜力国,后19个国家划分为低合作潜力国,同时根据技术实力指标分布,以0.3为界限划分出高技术实力与低技术实力国。高合作潜力国包括德国、英国、法国、意大利、荷兰、瑞士、西班牙、丹麦、芬兰、瑞典10个高技术实力国家,以及波兰、塞尔维亚、土耳其、白俄罗斯、匈牙利、乌克兰、葡萄牙、罗马尼亚、希腊、波黑10个低技术实力国家。对于合作潜力高且技术实力高的国家,中国应积极寻求在清洁能源技术创新领域的务实合作,侧重通过共同研发、联合实验室、人才流动等模式向此类国家学习、吸收其先进技术,推进关键技术装备的“引进来”。例如,丹麦是世界风电技术的领先者,依托其成熟的技术与经验,中丹双方在风电开发项目和推动可再生能源政策制定方面开展了大量合作,丹麦—中国能源伙伴计划第三阶段(2020—2025年)预计就中丹清洁供暖项目和优质海上风电项目开展合作。^①对于合作潜力高但技术实力低的国家,中国需扮演好帮助者和输出者的角色,依托清洁能源产品、服务及工程项目的国际合作,推动中国高效低成本可再生能源发电、先进核能发电、清洁灵活燃煤发电等清洁能源技术装备与标准“走出去”。例如,中国与土耳其清洁能源合作较少,主要以中国风电技术设备出口和项目工程承包形式

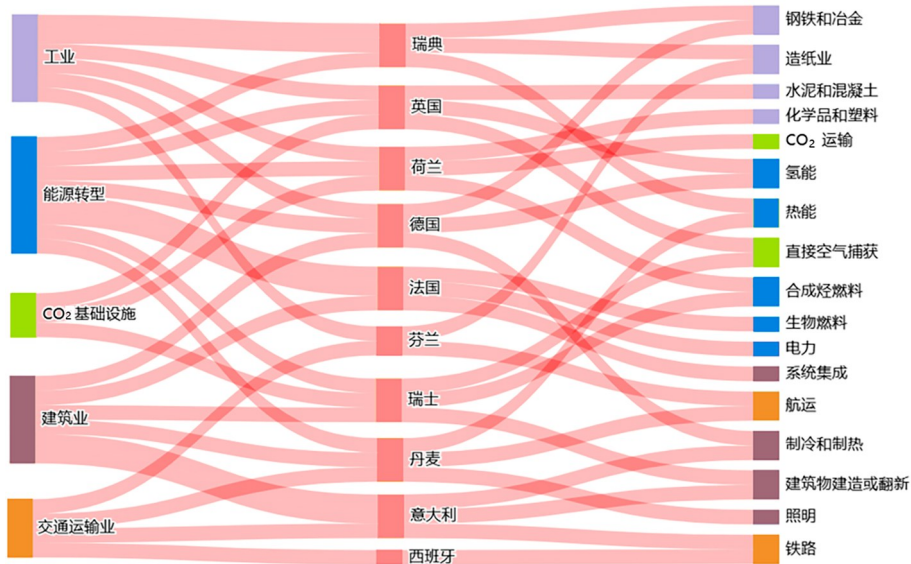
^① 商务部:《中丹两国国家电网签署新合作协议》,2022年3月28日, <http://dk.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202203/20220303297607.shtml>。

为主,随着土耳其清洁能源市场的起步和发展,中国企业进入土耳其清洁能源市场具有较大潜力。^①

(二) 优先合作的技术领域

在合作潜力高且整体技术实力高的 10 个国家中,各国表现突出的清洁能源技术领域也存在差异性,中国可优先在对象国具备优势的技术领域开展技术引进合作。合作技术领域的判断主要基于三级指标中的关键清洁能源技术,该指标来自 IEA 构建的涵盖 500 多项实现全球净零排放所需关键清洁能源技术的数据库。^② 按照行业领域,该数据库将关键清洁能源技术分为能源转型、工业、建筑业、交通运输业和 CO₂ 基础设施 5 个一级技术领域和 25 个二级技术领域,不同领域技术的研发重心具有很强的聚焦性。^③ 此外,该数据库列出每项关键清洁能源技术上领先国家的名单,从中可以看出各国在不同技术领域领先的技术数量及排名。

图 4 中国与欧洲各国优先合作的技术领域图



注:图由作者自制。

^① 中央财经大学绿色金融国际研究院:《中国与“一带一路”国家土耳其的清洁能源合作及投融资》,2019年3月27日, <http://iigf.cufe.edu.cn/info/1012/1141.htm>。

^② IEA, “ETP Clean Energy Technology Guide,” <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide?>

^③ 王超、孙福全、许晔:《碳中和背景下全球关键清洁能源技术发展现状》,载《科学学研究》,2023年第9期,第1604-1614页。

如图4所示,各国领先的技术领域存在明显差异,中国可优先选择与对象国在特定领域开展合作。具体而言,在工业方面,可与瑞典、英国、荷兰、德国、芬兰开展合作,并优先选择其领先的细分技术领域,如德国的钢铁和冶金领域、英国的水泥和混凝土领域、芬兰的造纸业领域等;能源转型方面,能源制备行业可向瑞典、英国、荷兰、德国、法国等多数国家就具体领域开展技术合作,如氢能、热能、合成烃燃料等领域;在CO₂基础设施方面,可与英国、荷兰、瑞士就直接空气捕获和CO₂运输技术开展合作;建筑业方面,可选择与意大利、丹麦、瑞士、法国和德国在系统集成、建筑物建造或翻新等具体领域开展技术合作;在交通运输业方面,可优先与芬兰、丹麦、意大利和西班牙在相应技术领域开展合作。

六 中欧清洁能源技术合作的典型案例

共同需求、双边关系、合作基础与合作经济性是影响中欧清洁能源技术合作潜力与情景的关键因素。在中国积极推动建立全球清洁能源合作伙伴关系的背景下,围绕上述四个因素,通过案例深入分析中欧在代表性清洁能源技术领域开展合作的进程、机遇与挑战,对于明确双边合作路径、加强合作深度具有积极的指导意义。围绕清洁能源制备、利用与末端处理等技术环节,本文选取海上风电光伏制氢项目、国际热核聚变实验堆计划(ITER)建设工程、中国新能源汽车赴欧投资建厂,以及中英碳捕集、利用与封存(CCUS)合作四个典型案例,对前文的测算评估结果进行佐证。

(一)海上风电光伏制氢项目

氢能由于燃烧时不会排放温室气体,只会产生对环境无害的水,因此,被认为是21世纪最具发展潜力的清洁能源。氢能受到中欧双方的高度重视,被视为实现自身气候治理目标的重要路径,有望成为打造中欧绿色合作伙伴关系新的增长点。在2019年公布《欧洲绿色协议》的背景下,欧盟于2020年7月出台《欧盟氢能战略》,将利用可再生能源制氢(绿氢)视为交通、运输、化工、冶炼等行业低碳转型的终极方案。^①俄乌冲突发生后,欧盟将发展氢能作为能源转型战略的重要内容,并在“重新赋能欧盟”(REPowerEU)计划中提出,到2030年实现自产和进口可再生氢各1000万吨/

^① European Commission, "Hydrogen Strategy for A Climate Neutral Europe," July 8, 2020, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/865942/EU_Hydrogen_Strategy.pdf.

年的目标。^①为此,欧盟委员会于2023年3月发布“欧洲氢能银行”计划,旨在挖掘自身市场潜力,为绿氢产业保持全球领先优势提供更好的政策和市场环境。^②中国氢能发展起步较晚,在“十四五”规划前,主要从能源结构入手对氢能产业进行宏观引导,之后,开始推动关键技术装备攻关、探索氢能的多场景高效利用。^③2022年3月,中国发布支持氢能发展的《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》,明确了氢的能源属性和作为战略性新兴产业的重点方向,向外界释放出积极信号。

作为氢能发展的两支引领力量,中欧在绿氢生产阶段存在技术互补性,具有深入合作的潜力。虽然中国已成为全球最大的制氢国之一,但仍以煤炭、天然气等化石能源衍生的“灰氢”为主,可再生能源制氢(绿氢)占比不到0.1%,并且成本较高,存在“灰氢”变“绿氢”的巨大需求。^④海上风电、海上光伏制氢方案的提出,不仅可以解决海上“风光”发电消纳问题、提高风光利用率,也能为电解水制氢提供清洁、持续和低成本电能。因此,海上风电光伏制氢成为当前清洁能源技术研究的重点方向,国内外均在探索可行的技术方案和商业化方案。中国于2018年发布的《清洁能源消纳计划(2018—2020年)》已提出探索将可再生能源富余电力转化为热能、冷能、氢能,实现可再生能源多途径、就近高效利用。欧洲是海上风电光伏等可再生能源制氢的积极推动者,在概念理论、项目实践上都处于世界前列。与之相比,中国仍处于探索阶段,缺乏成熟的示范项目经验和商业模式,还有诸多技术难题、经济性问题有待解决。因此,中国可以充分借鉴欧洲海上风电光伏制氢项目开发的经验。对于欧方而言,中国具有广阔的氢能市场与丰富的应用场景,在绿氢制备、储运、应用等方面与中国加强政策对接与项目合作,能够实现欧洲优势技术的向外输出,也可为中欧联合突破绿氢关键技术提供巨大的空间和动力。而且,随着氢能产业的发展,中国绿氢的核心装备产能大幅提升,能够与欧洲绿氢产业链企业对接、降低绿氢成本,推动实现欧洲的氢能目标。

在共同的氢能发展需求和优势互补带来的合作经济性背景下,中欧在海上风电、海上光伏发电、氢能、储能等领域开展了大量的技术研发合作与示范项目合作。2023年4月6日,法国总统马克龙访华期间,在中法企业家委员会第五次会议上,双方36家企业签署了制造业、绿色、新能源、创新等领域的18项合作协议,其中《国家能源集

① European Commission, “REPowerEU: Joint European Action for More Affordable, Secure and Sustainable Energy,” March 8, 2022, https://energy.ec.europa.eu/system/files/2022-03/REPowerEU_Communication_with_Annexes_EN.pdf.

② 杨成玉:《从“欧洲氢银行”管窥欧盟氢能发展新战略》,载《环球》,2023年第10期。

③ 李雪威、李鹏羽:《中欧氢能竞争与合作新态势及中国应对》,载《德国研究》,2022年第5期,第4—24页。

④ 杨成玉:《从“欧洲氢银行”管窥欧盟氢能发展新战略》。

团和法国电力集团扩展合作协议》计划在江苏东台共同建设“风光氢储”绿色能源协同融合的海上综合智慧能源岛示范项目。^①除此之外,中荷共同推进海上风电输氢管道技术研发,并在广东海上风电项目中落地示范;德国西门子股份公司也与中国国家电网持续推进绿氢装置合作。中国与欧洲国家在海上风电光伏制氢方面的合作前景广阔。

然而,近年来,欧洲政府层面的对华认知进入调整期,在清洁能源领域对华保持警惕态度。自2019年《欧盟—中国战略展望》政策文件发布后,欧盟始终坚持对华“三重定位”,即中国既是欧洲在贸易、气候变化和能源安全等重大全球问题上的合作伙伴,又是市场、投资和技术等领域的竞争者,同时还是欧洲政治体制面临的制度性对手。^②受到欧盟绿色贸易保护主义有所抬头、欧美气候能源政策趋近、美欧对华多边遏制不断强化、乌克兰危机强化欧盟对中国的负面认知等因素的影响,^③欧盟在清洁能源领域强调与中国的竞合关系。这一趋势也逐渐反映在中欧的绿氢合作中,欧盟开始将中国视为发展绿氢的重要对手,警惕氢能成为下一个光伏产业。2022年6月,德国墨卡托中国研究中心(MERICs)发布报告《中国新兴的绿氢行业:政策、研发与商业如何打造新产业》^④指出,中国的电解槽产能已高达全球的三分之一,中国的绿氢供应链很可能后来居上,给目前领先的欧洲带来挑战。因此,该报告提出,欧洲政府和公司应采取预防措施,避免公司为短期利益出口技术而牺牲其长期竞争力,这无疑给中欧未来海上风电光伏制氢合作带来一定的制约和影响。欧洲整体对华的定位与态度,成为中欧氢能合作进程中的不确定因素。

总体而言,中欧在海上风电光伏制氢项目上具有较大的合作潜力,双方具有发展绿氢的共同需求、中国的广阔市场与装置制造能力和欧盟国家的领先技术形成优势互补、具有良好且持续的合作基础,但同时需要警惕政治关系的“两面性”向清洁能源技术合作领域蔓延所带来的不确定因素。在优先合作国家的选择上,可以考虑与以法国、德国为代表的绿氢技术优势突出、属于“保持合作”情景的国家开展合作,尤其是法国在后疫情时代已通过高层访华推进双边相关项目的合作;还可以挖掘与荷兰等海上风电光伏技术优势强劲但属于“增强互信”情景国家的合作机会。在合作方式上,

^① 陈虎:《中法元首见证!国家能源集团与法国电力集团签署扩展合作协议》,国家能源集团,2023年4月8日, <https://www.ceic.com/gjnyjtw/chnjtyw/202304/32d88dc4ff3943a7ab24dce7441bdc5d.shtml>。

^② 综合开发研究院:《从欧盟对华政策新动向看中欧关系发展》,2023年7月3日, <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1770364352483307714&wfr=spider&for=pc>。

^③ 李昕蕾、郝俊逸:《碳中和态势下中欧清洁能源绿色竞合与中国应对》,第116-136页。

^④ Alexander Brown and Nis Grünber, “China’s Nascent Green Hydrogen Sector: How Policy, Research and Business are Forging a New Industry,” MERICS CHINA MONITOR, June 28, 2022.

可以通过支持中欧绿氢示范项目的开发落地、民间氢能技术合作交流等形式推动欧洲先进技术“引进来”。

(二) ITER 建设工程

核聚变能够使用少量原料产生巨大电量,并且不会产生长寿命和高辐射的核废料,也不会产生温室气体,被视为理想的终极能源。为验证核聚变的科学性与技术可行性,ITER 于 1985 年提出倡议构想、1988 年开始实验堆的研究设计工作、2001 年完成设计任务。在经历了五年的谈判后,2006 年中国、欧盟、印度、日本、韩国、俄罗斯和美国七方正式启动实施 ITER 计划。2020 年 7 月,位于法国南部的 ITER 工程进入组装阶段。ITER 成员共同承担建设、运营和最终下线过程中所产生的费用,并共享运营期间所产生的研究成果。

开展核聚变技术的国际合作、参与 ITER 工程建设符合中欧双方的共同能源需求,ITER 也成为中欧双边协议对话的重要主题。相较俄罗斯、美国等主要化石能源出口国,欧洲高度依赖能源进口,尤其是当前俄乌冲突带来的能源供应短缺问题,迫使欧洲开始寻求其他的能源供应路径。可控核聚变技术作为一种高效的能源利用方式,有可能产生接近零碳排放的无限清洁能源,其所带来的能源工业革命将改变地缘政治结构,尤其是将显著改善欧洲的处境。中国积极参与 ITER 计划是基于能源长远发展的基本需求。中国国内经济发展与发电技术仍主要依赖化石燃料的进口,使其处于脆弱的“马六甲困境”,即来自中东或非洲的邮轮必须穿越马来西亚和新加坡附近的马六甲海峡,一旦发生战争,中国的主要燃料来源很容易被切断。因此,核聚变技术也将显著降低中国能源供应的脆弱性。

在能源供应关切趋同和共同参与 ITER 工程建设的背景下,中欧开展了一系列核聚变技术合作。2008 年 4 月,双方签署《和平利用核能研发协定》;2011 年 3 月,中国科技部与欧盟成立了核能研发合作指导委员会,下设核安全、核安保和保卫、核裂变协调行动和核聚变研究四个分委会,并要求双方轮流召开核聚变分委会会议。和平利用核能合作也已成为中法全面战略伙伴关系的重要组成部分。中法早在 1997 年就已签署《发展和平利用核能合作协定》,双方合作建成大亚湾核电站、岭澳核电站、台山核电站等标志性项目。而且,双方共同参与 ITER 计划,于 2017 年联合成立中法聚变联合研究中心(SIFFER),在磁约束聚变技术、联合投标、聚变科学和物理实验等方面不断加强双边合作。

然而,2023 年 6 月,《科学美国人》发布的报告《全球最大“人造太阳”项目深陷泥潭:预算失控、工期推迟》指出,ITER 项目进度明显落后,且预算明显超标,很可能成为

史上最大规模的科学项目“烂尾”工程。^① ITER项目滞缓,首先与国家间互信不足导致合作意愿减弱有关。随着国际政治格局的复杂化,世界各国之间的信任水平下降,出于民众情感外因和经济利益内因而导致的全球对可控核聚变资源的争夺,使得各国对核聚变等高风险技术管控愈加严格。因此,各国在可控核聚变领域的合作意愿降低,导致ITER项目的运作前景受到影响。在此背景下,ITER计划的七个主要投资建设方均倾向于推出各自的“人造太阳”项目,导致ITER的高投入成本难以被收回、项目目标难以实现。2023年4月12日,中国完全自主研发的全球首个全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)创造了新的世界纪录。同时,法国、德国等欧洲国家也积极推进核聚变反应堆的自主开发和商业化。除合作意愿减弱外,核聚变前沿技术的突破难度、大额资金的投入需求、科研人员的数量不足、多国合作中面临的技术信息交流障碍等客观因素,也致使ITER计划下的相关合作出现操作可行性与经济可行性的问题,最终导致该项目的停滞。

通过上文围绕合作四要素的分析可以发现,共同的能源安全需求、持续的合作历程为中欧核聚变领域的技术合作奠定良好的基础。然而,ITER项目陷入滞缓困境所反映出的国家间互信程度减弱、前沿技术的合作支持不足,也势必影响中欧在核聚变领域的合作前景。考虑到核聚变作为理想的终极能源来源和作为前沿技术仍需要诸多努力以实现其商业化,中国有必要选取具有潜力的欧洲国家重点推进双边合作。鉴于法国核能源技术领先,中法在和平利用核能领域具有坚实的合作基础,一直在持续推进核聚变的相关合作,并且在本文的测算中法国属于合作潜力较高的“保持合作”情景,因而,可以将其作为优先合作对象。在合作方式上,因为中国核聚变技术研究几乎与世界同步,甚至取得了突破性进展,与法国等欧洲国家可以基于SIFFER等平台加强该领域的人员培养交流,同时侧重联合攻关关键技术。

(三)中国新能源汽车企业赴欧投资建厂

随着全球减排紧迫性的提高和世界石油危机的加剧,各国把发展新能源汽车作为缓解石油危机、减少交通碳排放的重要方式。据欧盟委员会气候部门统计,机动车是欧盟境内CO₂排放的重要来源,约占其排放总量的12%,对环境的负面影响不容忽视。^②因此,欧洲高度重视新能源汽车发展,并制定了一系列优惠政策,以推动欧洲新能源汽车市场迅速扩大。据统计,2022年欧洲新能源汽车销售量占全球总销量的

^① Charles Seife, “World’s Largest Fusion Project Is in Big Trouble, New Documents Reveal,” June 15, 2023, <https://www.scientificamerican.com/article/worlds-largest-fusion-project-is-in-big-trouble-new-documents-reveal/>.

^② 郑彬:《欧盟推动汽车业向新能源转型》,《人民日报》,2020年6月17日,第16版。

22%，是仅次于中国的第二大新能源汽车市场。^① 同样，出于减少对进口石油的依赖、减少传统燃油汽车的尾气排放、培育和壮大本土汽车产业的国际竞争力、带动全产业链发展以促进经济增长和增加就业机会、树立应对气候变化负责任的大国形象等目的，中国也在积极加大对新能源汽车产业的投资。经过二十几年的铺垫，在陆续出台的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》等一系列政策的支持下，中国新能源汽车在产业化、市场化的基础上，已经迈入规模化、全球化的高质量发展新阶段。近些年，蔚来、小鹏汽车、爱驰汽车等“造车新势力”，以及上汽、一汽、吉利等传统汽车厂商的新能源产品线纷纷进军欧洲市场，中国新能源汽车对欧洲的出口量占中国汽车总出口量的份额已从2017年的19%提高到2022年的36%，欧洲成为中国新能源汽车“出海”的重要目的地。^②

欧盟于2023年2月1日正式推出《绿色协议工业计划》，旨在提高非欧盟国家或区域公司的市场准入门槛；同年3月出台的《净零工业法案》和《关键原材料法案》草案，旨在推动包括光伏产业在内的制造业回归欧洲，同时助推欧洲绿色转型；同年6月20日发布的《欧洲经济安全战略》文件，聚焦于“去风险”、打造“更具韧性的”供应链。在此背景下，中国新能源汽车的出口将在欧洲传统汽车强国中引起保护主义势力的抬头，欧洲主要车企正努力降低对国外供应商的依赖，以实现产业链本土化。欧盟委员会贸易部门甚至考虑是否对中国电动汽车启动反倾销或反补贴调查，其中法国是“双反”调查的主要推动者，一直主张对中国向欧盟出口的电动车施加关税。

针对欧盟未来可能实行的新能源汽车进口限制政策，中国国内车企或将倒逼自己加快海外投资建厂的速度，即不限于汽车出口，而是将全产业链输出。中国通过跨国并购、建设海外生产基地等方式开拓海外市场，实现从出口向投资设厂的转变，能够有效免除不必要的关税成本，减少贸易壁垒对中国新能源汽车产业的影响，同时实现降低物流成本、贴合当地消费者需求、保证本地化生产供应等目标。这一趋势也受到欧洲国家的欢迎，纷纷采取优惠措施吸引中国新能源汽车厂商落地。法国主张施加关税也是希望推动中国新能源汽车企业为绕过关税壁垒而在法国投资设厂，以此将本国打造成为新能源汽车行业的中心。

从设厂目的地来看，中国新能源汽车企业及锂电池企业部分选择在德国、英国、法国投资设立生产基地，是因为上述经济体也是欧洲主要的新能源汽车消费市场，落地

^① 毕马威中国：《中国新能源汽车筑梦欧洲》，2023年6月12日，<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cn/pdf/zh/2023/06/china-s-new-energy-vehicles-in-europe.pdf>。

^② 同上。

于此能更好地满足当地市场需求、服务客户。除此之外,匈牙利、西班牙、葡萄牙、捷克等周边国家也成为中国新能源汽车“出海”的重要战略布局对象。以匈牙利为例,汽车制造业是该国的支柱性产业,其中约90%的产值面向出口,^①而包括德国在内的欧盟国家是其主要的出口目的地,中国车企在该国投资设厂能够较好地服务欧洲市场。而且,在外国投资与内部政策的支持下,匈牙利已具备较高的汽车制造能力和完整的汽车工业产业链,全球的二十大汽车制造厂商中,有15家在匈牙利建立整车制造工厂和汽车零部件生产基地。^②除具备承接新能源汽车建厂的能力外,匈牙利稳定友好的对华政策、独立自主的外交政策也增强了投资者的信心,可以避免其他政治干扰。具体来看,匈牙利2011年提出“向东开放”战略,随后又成为首个与中国签署“一带一路”合作谅解备忘录的欧洲国家,还是第一个设立人民币清算行、发行人民币债券的中东欧国家。在一系列积极政策的影响下,中匈双边经贸关系也日趋紧密,为新能源汽车产业合作奠定良好的基础。在此背景下,宁德时代、比亚迪、蔚来、亿纬锂能等龙头企业落户匈牙利,该国已成为世界第五大电池生产国和重要的电动车生产基地,未来更有可能成为欧洲的新能源中心。

综上所述,中欧对于新能源汽车产业的共同重视为双方在该领域的往来合作提供了机遇,奠定了合作基础。然而,鉴于近年来贸易保护主义抬头、欧洲对华“去风险化”政策力度加大,中国新能源汽车对欧出口不可避免地会受到限制,因此,可以考虑逐步推进赴欧投资设厂。在投资设厂的东道国选择上,可以考虑匈牙利、西班牙、土耳其、葡萄牙等“一带一路”沿线的欧洲国家。此类国家具有较成熟的汽车工业基础、市场准入条件较为宽松,且与中国保持友好的双边关系,在本文测算结果中多属于“挖掘潜力”情景,可以深挖与其在新能源汽车领域合作的机遇。

(四)中英CCUS合作

CCUS技术能够将CO₂从工业生产、能源利用等排放源或大气中捕集分离,并加以利用或注入地层以实现永久减排。IEA指出,要实现2070年全球净零排放,CCUS对累计碳减排的贡献占比约达15%,^③该技术日益成为各国净零排放的重要战略选择。其中,欧盟和英国高度重视CCUS在碳中和战略中的支撑作用,通过一系列“硬技术”研发示范和技术标准、法律法规、管理制度等“软环境”建设推动CCUS技术的发

^① 驻奥地利使馆经商参处:《奥地利汽车行业现状及优势技术》,2015年5月27日, <http://at.mofcom.gov.cn/article/ztdy/201505/20150500988122.shtml>。

^② 于洋:《匈牙利着力发展电动汽车产业》,《人民日报》,2023年1月3日,第17版。

^③ IEA, “Energy Technology Perspectives 2020,” September 2020, https://iea.blob.core.windows.net/assets/7f8aed40-89af-4348-be19-c8a67df0b9ea/Energy_Technology_Perspectives_2020_PDF.pdf。

展。英国于 2020 年发布《绿色工业革命十点计划》，涉及 CCUS 投资事项；2021 年发布净零战略，将 CCUS 产业集群作为英国支撑其净零目标的重要工具；2022 年发布《CCUS 投资路线图》，展现了英国对 CCUS 发展的承诺及规划路径。与此同时，CCUS 作为实现“双碳”目标的重要手段，也备受中国的重视。由于中国工业化历程较短，近二十年兴建的各类大型发电、钢铁、化工等产业装置仍处于初期运行状态，未来累计排放量需要通过 CCUS 技术进行末端处理，以实现零碳排放，因此，发展 CCUS 也是中国的战略性选择。但中国的 CCUS 研究起步较晚，2007 年《中国应对气候变化科技专项行动》开始将 CCUS 列为核心技术，2013 年发布《关于推动碳捕集、利用和封存实验示范的通知》。此后，中国的 CCUS 一直处于研发和项目示范的起步阶段。2020 年，中国提出“双碳”目标，CCUS 全产业链研发和全流程示范应用进入新阶段，项目数量和规模均明显提高。据统计，中国目前规划和运行的 CCUS 示范项目总数接近一百个，具备 CO₂ 捕集能力约 400 万吨/年、注入能力约 200 万吨/年。^① 中英双方均专注于 CCUS 的技术发展与商业化落地，在实现能源脱碳转型的过程中存在大量的合作机会。

事实上，中国的 CCUS 发展一直伴随着国际技术合作，特别是与欧盟、英国开展的技术研究和项目合作。早在 2007 年，中欧双方启动了“中欧碳捕获与封存合作行动”，12 个欧方机构和 8 个中方机构参与该行动；同年，启动了“燃煤发电二氧化碳低排放英中合作项目”；2013 年，广东省发展和改革委员会与英国能源和气候变化部签署了关于加强低碳发展合作的联合声明，随后，成立了中英（广东）CCUS 中心。该中心成为中英开展 CCUS 技术合作和示范项目合作的重要交流平台。中欧在 CCUS 领域奠定了良好的合作基础，且相关的国际技术合作仍在持续。2023 年 3 月，中欧碳减排技术研究项目支持下的全球最大的化学链燃烧示范装置在中国东方电气集团东方锅炉股份有限公司建成，成为推动化学链燃烧技术从实验室走向工业大规模脱碳的重要中试环节。

在共同关注 CCUS 发展和合作基础良好的背景下，中英双方在该领域具有较高的合作可能性，可挖掘互补性合作机会。发达的工业体系和不断强化的碳中和约束，使得英国培育出强大的 CCUS 产业和领先于全球的技术实力，逐步实现 CCUS 工业化和商业化发展，为中英两国带来重要的商业机会。中国推动建设大规模 CCUS 示范项

^① 张贤、杨晓亮、鲁玺等：《中国二氧化碳捕集利用与封存（CCUS）年度报告（2023）》，中国 21 世纪议程管理中心，全球碳捕集与封存研究院，清华大学，2023 年 7 月 10 日，<https://www.acca21.org.cn/trs/000100170002/16690.html>。

目、寻求碳捕获技术服务,将促使英国更多的 CCUS 产业链企业参与其中,向中国出口关键技术和服 务,实现技术“引进来”。特别是欧盟和英国更加关注工业领域的脱碳研究,这也正是中国希望通过部署 CCUS 实现能源脱碳的主要领域,双方合作领域的契合度较好。同时,中英双方还可以在示范项目建设中推进技术联合研发,继续突破 CCUS 的技术瓶颈、推动成本的降低。如何建立经济可行的商业化运行模式是中国 CCUS 发展面临的主要挑战。与欧洲碳价格相比,中国碳价格明显过低,导致 CCUS 减碳的成本反而高于购买碳配额的市 场价,使得 CCUS 不具备明确的现实需求和应用场景。项目的部署大多迫于行政减排压力,部分项目建成后并未持续投入运行,而是处于停运或间歇运行的状态,严重影响中国 CCUS 的大规模部署。因此,中国可以就完善 CCUS 政策端设计,特别是就碳市场建设方面同欧盟、英国开展政策交流合作,推动碳市场成熟发展、提高碳价格,以形成有效的碳约束,为 CCUS 提供潜在的市场空间。

但不容忽视的是,中英政治上的摩擦、经济上的挑战和文化上的差异使得两国关系愈加紧张和复杂,为清洁能源领域的合作蒙上一层阴影。面对第二次世界大战后国际形势的变化,英国为保持自身在欧洲的大国地位,同美国继续保持友好的合作关系,并建立了英美“特殊关系”,在政治、经济和军事上较多地依附和追随美国。在脱欧之后,英国试图在全球范围内寻找新的定位和伙伴关系,与美国结成更为紧密的盟友关系,导致其在对华政策上受到来自美国的影响和压力,在一些问题上采取与中国对抗的立场,加剧了中英关系的紧张和不稳定。基于“中国威胁论”,英国首相苏纳克在 2022 年 11 月 28 日的外交政策演讲中声称,中国对英国的价值观和利益构成了“系统性挑战”,中英之间自 2015 年持续的“黄金时代”已终结,严峻的形势正在呈现。^① 2023 年 3 月,英国发布新版《安全、防务、发展与外交政策综合评估报告》,将中国定位为“划时代挑战”。^② 随着英国对华态度越发强硬,中英关系明显下滑,将对双边技术贸易合作产生不利影响。

总之,CCUS 技术是中英推动净零排放的共同战略选择,在共同的发展需求下,两国开展了一系列政策与技术交流活动,推进 CCUS 项目不断落地,奠定了良好的合作基础。根据合作潜力的估算结果,英国仍属于“保持合作”的第一梯队国家,但考虑到近年来中英关系愈加紧张和复杂的情况,在寻求 CCUS 领域的合作时,需要避免敏感

^① 《王子夔等:称“黄金时代”结束,英国想要怎样的中英关系?》,上海社会科学院,2022 年 12 月 5 日, <https://www.sass.org.cn/2022/1205/c1201a494631/page.htm>。

^② “Integrated Review Refresh 2023: Responding to a More Contested and Volatile World,” GOV.UK, 13 March 2023, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1145586/11857435_NS_IR_Refresh_2023_Supply_AllPages_Revision_7_WEB_PDF.pdf。

的技术转移话题,应强调中英应对气候变化的共同目标、英国 CCUS 产业链企业的在华机遇和平等友好的政策交流等,在持续接触中探索可能的商业化合作机会。

七 结论与启示

清洁能源成为应对气候变化、保障能源安全与实现经济绿色复苏的重要途径,国家间合作则是推动清洁能源技术发展、弥补技术缺口的关键。欧洲是中国应对气候变化的重要合作伙伴,也是中国构建全球清洁能源合作伙伴关系的重要对象,如何推进和落实中国与欧洲的清洁能源技术合作成为本文关注的重点。本文首先基于既有的国际合作与国际技术合作理论,构建了中欧清洁能源技术合作潜力评估框架,并定量测算了中国与欧洲各国的合作潜力;其次,基于合作意愿与合作可行性高低将欧洲各国划分为不同情景,分析各国特征,以及中国相应的对策;再次,基于欧洲各国整体及不同领域清洁能源技术的实力高低,分析了中国与欧洲各国的差异性合作模式与优先合作领域;最后,选取海上风电光伏制氢项目、ITER 建设工程、中国新能源汽车赴欧投资建厂、中英 CCUS 合作四个典型案例进行佐证分析。根据以上分析,本文得出四个结论。

第一,中欧清洁能源技术合作潜力由国家间合作意愿与合作可行性共同决定。合作意愿包含共同利益与双边关系,决定一国开展国际合作及与特定国家开展合作的意愿;合作可行性包括合作基础与合作经济性,体现合作在操作上和经济学上的可行性。

第二,根据合作潜力估算值,将欧洲国家划分为“保持合作”“挖掘潜力”“增强互信”“开展接触”四种情景。除关注德国、英国、法国等欧洲主要经济体外,中国也要挖掘与土耳其、白俄罗斯、匈牙利、乌克兰、葡萄牙等合作意愿较高但可行性较低国家的合作潜力。

第三,结合各国清洁能源技术实力,可针对性采取“引进来”或“走出去”的技术合作模式,并优先选择在对象国优势技术领域开展国际合作。对于德国、英国、法国、意大利等合作潜力大且技术实力高的国家,可侧重于推进关键技术设备“引进来”;对于波兰、塞尔维亚、土耳其、白俄罗斯、匈牙利等合作潜力大但技术实力低的国家,则可依托产品贸易、项目投资等方式推进中国先进清洁能源技术装备与标准“走出去”。

第四,案例分析表明,海上风电光伏制氢项目、中国新能源汽车赴欧设厂投资属于合作潜力较高的技术领域。前者可以侧重采取“引进来”的方式与法国、德国、荷兰等属于“保持合作”或“增强互信”情景的技术领先国家开展合作;后者可以侧重采取“走

出去”的方式与匈牙利、西班牙、土耳其、葡萄牙等多位于“挖掘潜力”情景的国家开展合作。ITER 建设工程所涉及的核聚变技术合作和中英 CCUS 合作受到双边关系或合作经济性的影响而有所滞缓,可在增强国家互信的基础上,探索联合技术研发或采取“引进来”的合作模式。

根据以上结论,针对如何落实中欧清洁能源技术合作,本文提出以下策略建议。

第一,加强中欧双方在清洁能源领域的沟通与交流,维护应对气候变化的互信基础。受地缘政治、意识形态因素等影响,以绿色贸易壁垒、绿色遏制等为特征的竞争局势恶化了中欧清洁能源技术合作环境,削弱了欧洲国家与中国合作的意愿,表现为部分国家明显偏低的合作潜力。为此,中国在与欧洲国家的交往中,可主动阐释本国的气候与能源政策,增进彼此了解;充分利用中欧环境与气候高层对话机制、中欧部长级气候变化对话、中欧能源合作平台等现有的能源机制平台,加强各层级的沟通,使清洁能源技术合作免受政治干扰;为中欧清洁能源技术合作营造良好的政治环境和公平、公开、共享的经贸投资环境,加强彼此信心,充分激发合作潜力。通过清洁能源领域的务实合作,巩固双方共识、积累互信,使之产生积极的外溢效应,从而促进中欧关系的良性互动,实现正向循环。

第二,关注与欧洲非核心经济体的清洁能源技术合作机遇,推进中国先进清洁能源技术“走出去”。欧洲是中国重要的清洁能源合作伙伴,中国既要维护、延续以往与德国、英国、法国为代表的欧洲核心经济体的合作,更要关注土耳其、白俄罗斯、匈牙利等具有高合作意愿但以往与中国合作往来较少的欧洲国家的合作,与更多国家构建清洁能源伙伴关系。对于后者,中国作为全球重要的清洁能源装备供应基地,可与之加强产品贸易、项目投资等形式的清洁能源技术合作。具体而言,中欧班列成为输送清洁能源产品的稳定通道,中国可发挥中欧班列的“绿色通道”作用,加快推进光伏组件、新能源汽车等产品进入上述国家市场。此外,中国可以借助风电和光伏等领域的技术与经验,在清洁能源项目投资、设备制造、工程施工、基础设施建设等领域推进与以中东欧国家为代表的欧洲“一带一路”国家的合作,加快其能源转型,这也是中国构建人类命运共同体发展理念的重要体现。

(作者简介:余珮,武汉理工大学经济学院教授;郝瑞雪,武汉理工大学经济学院博士研究生;孙永平,华中科技大学国家治理研究院副院长、教授,碳排放权交易省部共建协同创新中心研究员。责任编辑:蔡雅洁)