

迈向“双碳”研究系列报告

《“一带一路”资源国天然气桥接潜力指数及评价》 (I 系列-2026I02)

中国石油大学（北京）经济管理学院
碳中和与能源创新发展研究院
能源数据科学与智能决策实验室

2026 年 9 月 27 日

“一带一路”资源国天然气桥接潜力指数及评价

核心摘要

在全球能源绿色低碳转型背景下，天然气作为过渡性能源的价值日益凸显。报告立足于中国海外能源战略语境，构建天然气桥接潜力指数（NGBPI），为跨境天然气合作国别筛选与优先级排序提供决策参考。报告从资源可获性、输送可达性、合作可持续性、环境可接受性四个维度构建天然气桥接潜力指数评价体系，选取 20 个资源国 2014-2024 年面板数据，采用熵权法测算天然气桥接潜力指数，分析资源国天然气桥接潜力指数各维度指标并对其桥接潜力指数进行评价。结果表明，资源国桥接潜力呈现聚类分化格局，高潜力国家各维度发展相对均衡，而低潜力国家普遍存在短板效应，资源可获得性与输送可达性是制约部分国家长期潜力的关键变量。报告提出差异化合作优先级矩阵、需求枢纽反向牵引、风险预警与制度保障等政策建议。

1. 研究背景与目的

当前，全球正处于能源结构变革的关键时期。在《巴黎协定》框架下，各国相继提出碳中和目标，能源体系正加速从化石能源向可再生能源转型。然而，由于储能技术尚未成熟，因其波动性和间歇性，可再生能源在短时间内无法完全替代传统化石能源。天然气作为具有低碳排放和可大规模稳定供应的化石能源，成为碳中和背景下衔接传统化石能源与新能源的关键过渡能源。

《世界能源统计年鉴》数据显示，在全球能源转型过渡期内，天然气的需求规模仍保持刚性增长，2024 年全球天然气需求增幅为 1,010 亿立方米。全球约 72% 的天然气探明储量集中在中东、独联体、中亚等区域，北美、欧洲、东亚等核心消费市场的对外依存度逐年提高，跨境天然气贸易已经成为全球能源贸易的核心组成部分。近年来，俄乌冲突、中东地缘博弈、区域贸易摩擦等全球地缘政治事件频发，传统油气贸易渠道的稳定性与可控性受到巨大冲击。2022 年以来，全球天然气价格剧烈波动，欧洲天然气价格上涨了近三倍，亚洲液化天然气现货市场上涨了一倍。因此，构建多元化、多通道、可替代的天然气进口供应体系，是全球主要能源消费国保障能源安全的核心共识，这也进一步提升了天然气跨境合作的战略优先级。

“一带一路”沿线集聚二十余个具备天然气出口能力的国家，形成横跨陆上通道、海上 LNG 双通道的天然地理合作廊道，是全球天然气供应体系的核心支柱。在资源禀赋方面，俄罗斯、卡塔尔、土库曼斯坦、伊朗等沿线国家天然气储量稳居世界前列。在通道基础方面，

区域内已经建成中亚、中俄、中缅等多条跨国输气管道，卡塔尔、马来西亚、阿联酋建成了规模化 LNG 液化与出海码头，形成陆海互补的天然气输送设施基础。在区域合作方面，中国与中亚的能源合作伙伴关系、东盟能源互通计划、中国与阿拉伯国家能源合作论坛等多边框架持续落地，为沿线各国天然气联合开发、跨境管网共建、长期贸易协商提供沟通渠道。

然而，虽然具备天然气协同发展的优势，“一带一路”资源国天然气桥接潜力并未充分释放。各国资源条件、基建水平、对外合作环境差异悬殊，多重矛盾长期阻碍区域统一供气网络建设。一方面，气源释放能力不均衡，资源禀赋与外销产能严重错配。俄罗斯、卡塔尔、土库曼斯坦储量大，开采体系成熟，可稳定向外供气。而沙特、阿曼、文莱等国天然气优先保障本国使用，对外出口空间狭小，区域气源供给呈现两级分化格局。另一方面，陆上区域老旧管道损耗率偏高，多国跨境过境协商繁琐，管线扩容、新建项目推进缓慢，部分中小产气国家缺少专业化 LNG 液化工厂，仅能依靠他国中转。与此同时，地缘、政策、市场多重因素形成风险约束，多边长期供气合同谈判成本高，履约不确定性强，部分资源国天然气开发与消费的环境可接受性不足。多重因素叠加，造成天然气桥接能力层级分化，区域天然气资源难以统筹调配，“一带一路”协同合作优势无法充分释放。这一现状与中国构建多元化能源进口体系的战略目标形成落差，系统评估沿线各国桥接潜力、甄别优先合作国别成为当务之急。

本研究基于英国石油公司、国际能源署、国际燃气联盟（IGU）、

世界银行、全球能源监测组织（GEM）的公开数据，从资源可获性、输送可达性、合作可持续性、环境可接受性四个维度出发，构建“一带一路”资源国天然气桥接潜力指数评价框架。选取 2014-2024 为研究周期，对于沿线 20 个资源国的桥接潜力进行测算，得到各国各年度的综合得分，基于得分区间划分高桥接潜力、中等桥接潜力、较低桥接潜力与低桥接潜力四大梯队，依据指数测算、梯队划分结果，提出差异化的天然气合作政策建议与落地路径，为在“一带一路”框架下甄别天然气合作优先国别、优化投资布局、识别可持续合作机会提供决策参考。

2. 研究思路

2.1 天然气桥接潜力指数评价体系

“桥接”一词在能源转型语境中用以描述天然气作为过渡能源的功能定位。已有研究从不同角度探讨了天然气的过渡角色，Aguilera 等（2020）基于全球能源市场模型评估了天然气向低碳经济过渡的潜力；Ogden 等（2018）则从基础设施视角分析了天然气系统向氢能过渡的可能性。本文将这一概念引入资源国评价领域，将“天然气桥接潜力”定义为：在能源转型过渡期内，一国依托其天然气资源禀赋、输送通道、合作基础与低碳转型能力，向消费市场提供稳定、经济、可持续的天然气供应，从而在供给侧支撑消费国替代高碳能源、在需求侧衔接新能源规模化接入的综合能力。

该定义包含四个层次的能力内涵：资源桥接能力，资源国具备可观的产量规模和充足储量接替空间；通道桥接能力，依托跨境管道与

LNG 基础设施实现气源的物理输送与灵活调配；制度桥接能力，在复杂地缘环境下维持合作关系的连续性与适应性；环境桥接能力，消费端的清洁替代效应与生产端的低碳开发水平。

在天然气安全与跨境合作的多维评价方法上，孙慧等（2026）对现有天然气安全评价指标体系进行了系统综述，将天然气安全提炼为国内生产、资源进口、市场需求、价格水平、基础设施、经济社会环境六个维度；周云亨等（2020）从资源可利用性、经济可承受性、贸易可获得性、环境可接受性，构建了天然气安全综合评价指标体系；张珺、谭金萍（2020）在“一带一路”能源投资背景下构建了涵盖 6 大维度、26 项指标的天然气投资风险评价体系，并量化分析了中国在沿线 31 个国家的天然气投资风险。本文借鉴亚太能源研究中心提出的“4A”能源安全框架，该框架包含可获得性、可及性、可承受性、可接受性四个维度，结合天然气“桥接中转”的研究特征，构建资源可获性、输送可达性、合作可持续性、环境可接受性四维框架。

在资源可获性维度，Stern（2002）指出资源国的产量规模与储量接替能力直接决定了其出口弹性；张珺、谭金萍（2020）将储产比作为衡量气源供给潜力的核心指标。本维度选用天然气产量和储产比两项指标，分别反映当前天然气的供给强度与资源的长期可持续性。

在输送可达性维度，Victor、Jaffe、Hayes（2006）系统比较了管道气与 LNG 的地缘政治属性差异，指出管道气因固定线路与高沉没成本形成“绑定基础设施”，而 LNG 贸易更具市场弹性。本维度选用跨境管道设计输气能力与 LNG 液化产能及接收产能两项指标，分别

评估两种通道的约束。

在合作可持续性维度，Kalyuzhnova、Nygaard（2008）发现资源丰富转型经济体的能源治理呈现“经济民族主义”趋势，政策连续性成为合作的关键变量；陈继勇、李知睿（2018）证实地缘政治风险是阻碍“一带一路”投资落地的核心约束。本维度选用政治稳定性指数与 FDI 净流入占 GDP 比重两项指标。

在环境可接受维度，肖建忠、魏思宇（2024）指出天然气清洁替代率是衡量其桥接正当性的关键消费端指标；IEA（2023）全球甲烷追踪报告强调，放空燃烧与甲烷泄漏是侵蚀天然气清洁属性的关键上游环节。在此维度引入天然气对化石能源清洁替代率与天然气放空燃烧率两项指标，前者衡量天然气替代煤炭和石油的深度，后者衡量上游开发过程中的碳泄漏水平，共同构成环境可接受性的测度基础。

综上，本文构建的“一带一路”资源国天然气桥接潜力指数评价体系如表 1 所示。

表 1 “一带一路”资源国天然气桥接潜力指数评价体系

目标层	准则层	要素层
天然气桥接潜力指数	资源可获性	天然气产量（十亿立方米） 储产比
	输送可达性	跨境管道设计输气能力(十亿立方米/年)
		LNG 液化产能+接收产能（MTPA）
	合作可持续性	政治稳定性与无暴力恐怖指数 外国直接投资净流入占 GDP
	环境可接受性	天然气对化石能源清洁替代率

2.2 资源国与时间跨度选取

基于“一带一路”倡议的空间范围与天然气资源分布特征，本文选取 20 个沿线国家作为样本，时间跨度为 2014-2024，覆盖了“一带一路”倡议提出以来的完整周期。

资源国样本选取遵循资源禀赋、通道关联和区域覆盖三项原则。资源禀赋原则、通道关联原则参考已有油气跨境评价相关研究的样本筛选思路，同时结合天然气桥接潜力的研究内涵，本文纳入区域覆盖原则，兼顾亚非主要天然气产区，保证样本地理代表性。

资源禀赋原则是指所选取资源国需具备一定规模的天然气储量和产量，或在“一带一路”天然气贸易网络当中扮演资源供给、过境输送或区域消费枢纽角色；通道关联原则是指所选资源国与沿线消费市场之间存在已建、在建或规划中的管道或 LNG 贸易关系；区域覆盖原则是指资源国的选取尽可能覆盖“一带一路”沿线主要区域，以此确保研究结果的区域代表性。基于以上所述原则，本文选取涵盖中亚、西亚、东南亚、北非、南亚等区域的 20 个国家，如表 2 所示。

表 2 资源国选取

区域	包含国家
中亚	土库曼斯坦、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦
独联体	俄罗斯、阿塞拜疆
西亚	伊朗、卡塔尔、阿拉伯联合酋长国、沙特阿拉伯、伊拉克、科威特、阿曼
东南亚	缅甸、印度尼西亚、马来西亚、文莱、泰国
北非	阿尔及利亚

南亚	巴基斯坦
东亚	中国

2014-2024 年的时间跨度选取完整覆盖“一带一路”倡议从提议到深化实施的关键阶段，能够捕捉天然气合作政策效应的时序演变；且该时间段涵盖了全球能源市场的多重外部冲击，包括 2014 年油价暴跌、2020 年新冠疫情冲击、2022 年俄乌冲突等，为评估不同外部环境下的桥接潜力变化提供了数据支撑。

2.3 研究方法

在指标赋权方法上，现有研究主要采用层次分析法、德尔菲法、熵权法、主成分分析等。层次分析法和德菲尔法能融入专家经验，但存在较大的主观随意性，且难以处理长时序面板数据；主成分分析要求指标间具有较强相关性，且对样本量较为敏感。相较而言，熵权法进行客观赋权，依据指标数据自身离散程度计算权重，能够有效克服主观偏差。

本文选取熵权法进行指数构建。首先采用极差标准法对所有指标进行标准化处理，将原始数据统一映射区间 (0, 1)，消除量纲影响。其次，依据指标数据的离散程度进行客观赋权，在获得各指标权重后，采用加权线性合成法计算出各国各年度的天然气桥接潜力综合指数。具体计算步骤如下：

①对数据进行标准化处理，正向指标计算公式为： $x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$ ，负向指标计算公式为： $x'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$ 。②计算各指标的信息熵，计算公式为： $e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij})$ ，其中 $k = \frac{1}{\ln(n)}$ ， $p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}}$ ， n 为样本数量。

③计算差异系数，计算公式为： $g_j = 1 - e_j$ ，根据差异系数得出指标权重，公式为： $w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j}$ ，其中 $m = 8$ 。④根据权重计算出各国各年度综合得分，计算公式为： $S_i = \sum_{j=1}^m w_j \times x'_{ij}$ 。

3. 主要研究结果

3.1 资源可获性分析

资源可获性是天然气跨境桥接的底层基础，衡量资源国天然气产能规模、储量保障能力与可外销气源释放空间，决定了一国能否为跨区域供气提供稳定的气源支撑。本维度选取产量和储产比两项指标，产量反映一国当前的开采规模和供给强度，是衡量短期出口能力与国际市场参与度的核心变量；储产比则表征已探明天然气储量对当前年产量的支撑年限，是国际上衡量资源长期可持续性的经典参数。

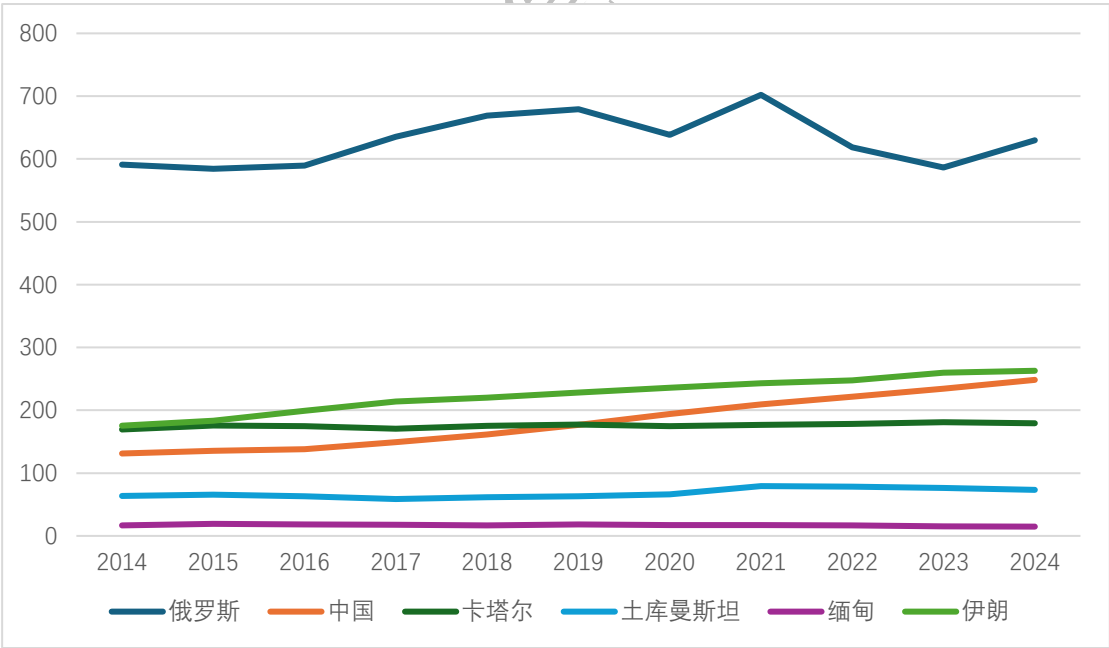


图 1 典型国家天然气产量时序演变

图 1 展示了六个典型国家 2014-2024 年的产量演变轨迹。由图 1 可知，中国的增长最为突出，从 131.2 增长至 248.4，十年间接近翻倍，

主要得益于页岩气与煤层气的规模化开发，使其产量由“中等规模”逐渐上升为“大规模”。俄罗斯产量在 2021 年达到峰值后逐步回落，反映出欧洲市场需求收缩与制裁环境下的产能缩减。土库曼斯坦和伊朗的产量逐年稳步上升，缅甸则从 16.5 降至 14.8，产量呈现衰减趋势。

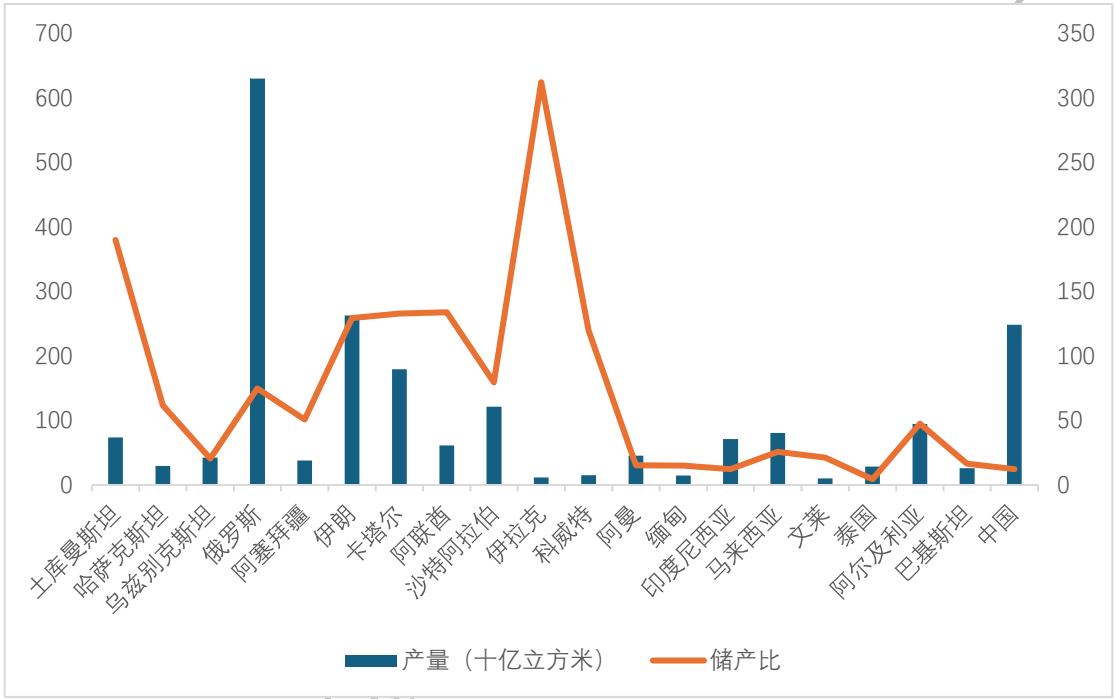


图 2 2024 年样本国天然气产量与储产比对比

对所选资源国的 2024 年的产量和储产比进行对比分析，如图 2 所示。2024 年 20 个样本国的产量分布呈现显著集中特征，俄罗斯以 629.9 十亿立方米的产量位居首位，中国、伊朗、卡塔尔紧随其后，四国合计产量占所选样本国总产量的 60% 以上。土库曼斯坦、沙特阿拉伯与阿尔及利亚构成第二梯队，而缅甸、巴基斯坦与文莱的产量规模相对有限。从储产比来看，土库曼斯坦、卡塔尔、阿联酋与伊朗维持在较高水平，天然气资源长期安全边际充足；而中国、印度尼西亚

与泰国的储产比显著偏低，其中泰国的储产比已经降至 5 年以下，资源接替压力突出。

综合资源可获性维度的分析，可以得出，俄罗斯、伊朗、卡塔尔与土库曼斯坦构成了“一带一路”天然气资源供给的核心圈层，其高产量与高储产比为长期桥接合作提供了坚实的资源基础；中国产量规模虽然位于样本国家第二，但储产比显著偏低，国内需求的持续扩张使其呈现“大产量，低盈余”的紧平衡状态；缅甸、巴基斯坦、泰国等资源有限的国家，其桥接潜力应关注过境通道或消费市场的功能定位。

3.2 输送可达性分析

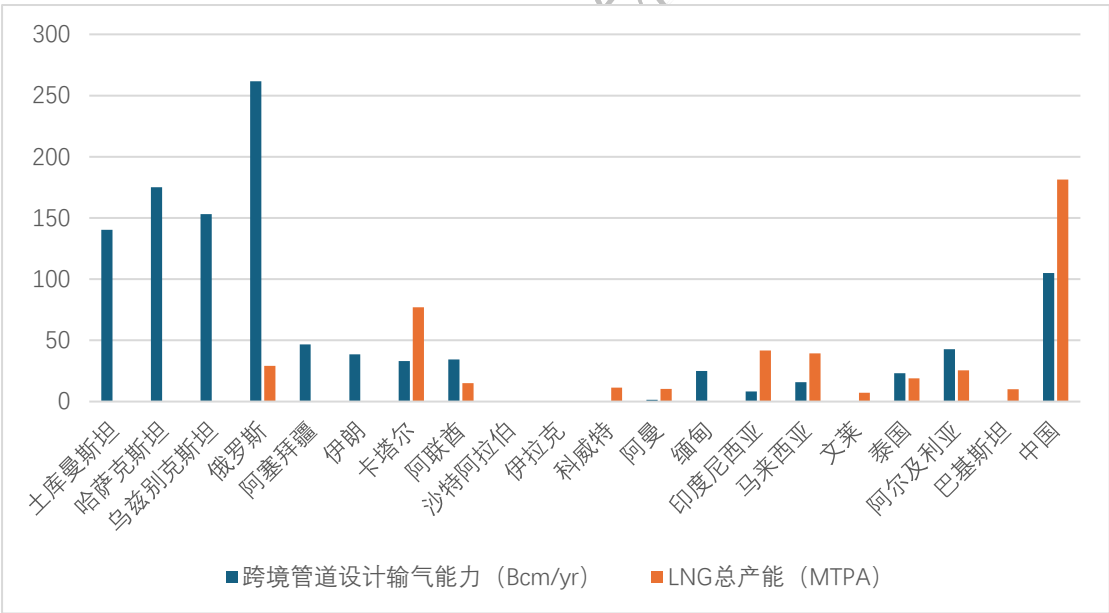


图 3 2024 年样本国跨境管道设计输气能力与 LNG 总产能

输送可达性是天然气跨境桥接的硬件支撑，衡量资源国陆上跨境管道和海上 LNG 液化与转运设施的承载能力，决定了气源能否通过跨境基础设施进行跨境输送，是连接气源地和消费市场的关键环

节。本维度选取跨境管道设计输气能力、LNG 总产能两项指标。跨境管道设计输气能力衡量既有管道对天然气跨境管道输送的运力上限，管道气因固定线路、长期合同与高沉没成本，拥有较强的“绑定效应”，需要气源国、过境国、消费国深度的协调。LNG 液化产能与接收产能反映资源国通过液化天然气的方式参与区域及市场的规模，LNG 贸易由于路径可变、合同期限短，更具市场弹性。将二者纳入评估框架，可捕捉天然气贸易方式的桥接瓶颈。

对 2024 年样本国的跨境管道设计输气能力与 LNG 总产能进行分析，如图 3 所示。所选取样本国的输送通道能力呈现显著的“陆海分化”特征。在跨境管道设计输气能力方面，俄罗斯位居首位，但较 2021 年出现了显著下降，这一变化与俄乌冲突后部分管道的运力调整和炸毁直接相关。中亚三国的管道能力在样本期间保持稳定，中亚-中国 A/B/C 线持续稳定运行。

在 LNG 总产能方面，中国以 181.35 百万吨/年的接收产能位居首位，从 2014 年的 84.88 百万吨/年增长至 181.35 百万吨/年，增长超过了一倍，是增幅最大的指标项，反映出中国作为亚太地区最大 LNG 进口国的基础设施扩张力度。卡塔尔液化产能常年稳定在 77.1 百万吨/年，与马来西亚、印度尼西亚共同构成亚太区 LNG 供应国。俄罗斯液化产能从 2014 的 9.6 百万吨/年增至 29.16 百万吨/年，使其从传统管道气出口国向“管道+LNG”双驱动转型，但 2022 年以后增速明显停滞。

从区域模式看，中亚国家呈现“强管道、零 LNG”的单一通道特

征，其输送可达性高度依赖与中国市场的管道网络，通道多元化不足。西亚国家中，卡塔尔、阿联酋与阿曼以 LNG 出口为主，管道出口能力相对有限；沙特阿拉伯与科威特因缺乏跨境管道与 LNG 产能不足，输送可达性潜力较低。东南亚国家中，印度尼西亚与马来西亚实现了管道与 LNG 双轨布局，而缅甸与文莱受限于单一通道。阿尔及利亚面向欧洲的跨境管道与 LNG 产能并存，但向亚太地区的输送受地理位置制约。

输送可达性维度的分析表明，基础设施是区分桥接潜力的关键因素，部分资源国天然气资源丰富，但因管道或者 LNG 产能难以释放出口潜力；LNG 灵活性优势在 2022 年以后凸显，俄罗斯数据表明，在管道气出口受阻时，用 LNG 产能代替可增强其供应韧性；中亚国家的管道锁定是合作稳定的基石，但也是通道多元化的瓶颈。

3.3 合作可持续性分析

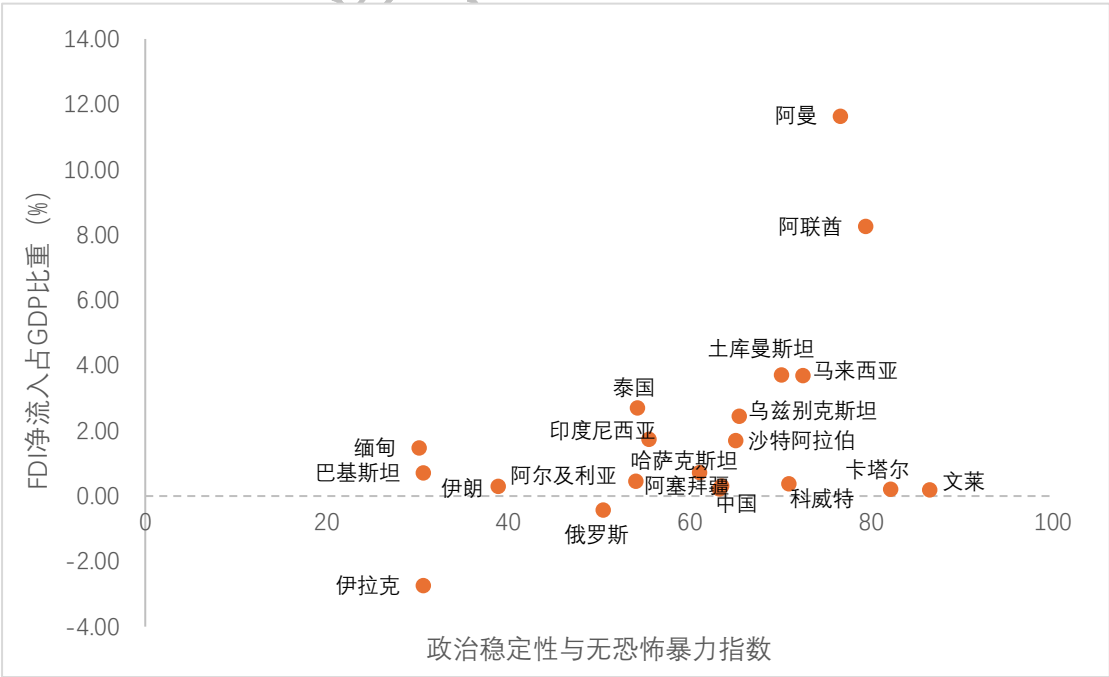


图 4 2024 年样本国政治稳定性与 FDI 净流入占 GDP 比重

合作可持续性天然气跨境桥接长期保障，衡量资源国的地缘环境稳定性、对外开放水平，决定了天然气跨境合作能否长期稳定落地，是规避跨国合作政治、经济、政策风险的核心维度。本维度选取政治稳定性指数、FDI 净流入占 GDP 比重两项指标，政治稳定性与无暴力恐怖指数来源于世界银行全球治理指标（WGI），综合反映政府治理有效性、政治环境稳定程度与内部安全状况，FDI 净流入占 GDP 比重则衡量国际资本对资源国经济环境与投资政策的信心，间接表征能源基础设施融资的可得性。

2024 年样本国政治稳定性与 FDI 净流入占 GDP 比重散点图如图 4 所示。样本国在政治稳定性与 FDI 净流入占比的二维空间呈现明显的聚类分化。第一象限“高稳定、高投资”国家包括阿曼、阿联酋和马来西亚，这些国家由于其相对稳定的治理环境与积极开放的政策，合作可持续性最为稳健；第二象限“高稳定、低投资”国家以卡塔尔和文莱为代表，其政治稳定性高，但 FDI 净流入占比低，反映出小规模经济体在能源项目饱和后对外资的吸引力下降，并非制度风险所导致。

第三象限“低稳定、低投资”国家包括伊拉克、缅甸与伊朗，这些国家面临安全局势不稳、政治动荡或制裁约束，国际资本流入持续低迷。其中，缅甸从 2014 年的 46.24 降至 2024 年的 30.19，2021 年政局变动后内部冲突对合作环境形成了根本性破坏。俄罗斯政治稳定性处于中等水平，但其 FDI 净流入占比为-0.43，制裁环境下的资本外流对其能源合作的融资能力造成严峻挑战。第四象限“低稳定、高投

资”国家较为少见。

合作可持续性维度的分析揭示，海湾君主国因其相对稳定的政治环境与积极的开放政策，在合作可持续性维度上取得较高得分；制裁和冲突是合作可持续性的关键影响因素，伊朗与伊拉克数据表明，具备良好的资源禀赋，制度环境的恶化会严重影响桥接潜力；FDI 净流入占比的波动先于产量或通道能力的变化，可作为桥接潜力预警的先行指标。

3.4 环境可接受性分析

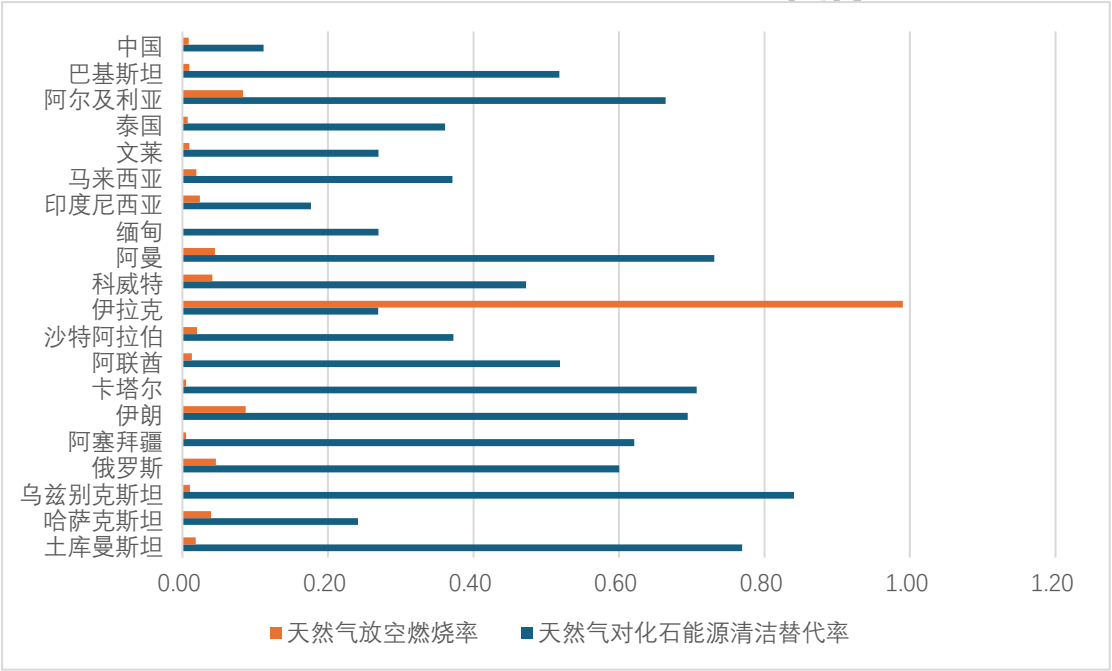


图 5 2024 年样本本国清洁替代率与放空燃烧率

环境可接受性是天然气桥接潜力正当性评价得基础，衡量资源国天然气在消费端的清洁替代贡献与生产端的碳泄露控制水平，决定了天然气跨境合作能否在能源转型背景下获得环境层面的可接受性。本维度选取天然气对化石能源清洁替代率和天然气放空燃烧率

两项指标，前者衡量资源国化石能源消费中天然气的清洁渗透度，反映天然气对煤炭、石油的结构性替代深度，后者衡量天然气开采过程中未利用而直接燃烧排放的比例，反映上游生产端的清洁度约束。

2024 年样本国天然气对化石能源清洁替代率与天然气放空燃烧率如图 5 所示。从消费端看，样本国呈现显著的结构分化格局。乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、阿曼、卡塔尔替代率较高，天然气占化石能源消费的主导地位，阿尔及利亚、阿塞拜疆、俄罗斯其替代效应略低。相比之下，哈萨克斯坦仅为 0.24，印度尼西亚为 0.18，中国为 0.11，化石能源消费仍以煤炭为主，天然气对煤炭的替代空间巨大。从时序演变来看，中国清洁替代率从 2014 的 0.06 稳步提升到 0.11，煤改气政策的持续推进正在逐步优化化石能源消费结构，而哈萨克斯坦和印度尼西亚的替代率在样本期内呈现波动下行趋势，反映出减碳进程面临结构性阻力。

从生产端来看，卡塔尔、缅甸、文莱等国维持在极低水平，生产端碳泄露控制良好，伊拉克放空燃烧率为样本国中最高值，生产过程中的放空燃烧严重侵蚀了天然气的清洁属性，阿尔及利亚放空燃烧率偏高，俄罗斯处于中等水平，生产端低碳效率略有下滑但总体可控。

综合环境可接受性维度的分析，可以得出，乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、卡塔尔与阿曼构成了天然气桥接的绿色核心圈层，其高替代率与低燃烧率为长期桥接合作提供了坚实的环境正当性；俄罗斯、伊朗、阿尔及利亚替代率处于中上水平，但燃烧率偏高，环境维度的短

板制约了其桥接潜力的进一步提升；中国替代率显著偏低，天然气尚未形成其主导性替代能源。

3.5 综合评分分析

天然气桥接潜力综合指数是使用熵权法对四维度八指标进行标准化，赋权与加权合成的综合评估结果。综合指数的取值范围为（0，1），数值越高，表明该国在对应年份的天然气桥接潜力越强。综合得分如表 3 所示。

表 3 “一带一路”资源国天然气桥接潜力综合得分

国家	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
土库曼斯坦	0.26	0.26	0.26	0.28	0.28	0.28	0.25	0.24	0.24	0.25	0.25
哈萨克斯坦	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
乌兹别克斯坦	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
俄罗斯	0.46	0.46	0.46	0.49	0.52	0.52	0.55	0.57	0.48	0.47	0.48
阿塞拜疆	0.11	0.11	0.12	0.11	0.13	0.14	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12
伊朗	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20
卡塔尔	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32
阿联酋	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18
沙特阿拉伯	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
伊拉克	0.16	0.17	0.13	0.12	0.10	0.13	0.13	0.15	0.15	0.13	0.12
科威特	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.13	0.13	0.12
阿曼	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12
缅甸	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
印度尼西亚	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13

马来西亚	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16
文莱	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08
泰国	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10	0.10
阿尔及利亚	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17
巴基斯坦	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
中国	0.28	0.28	0.29	0.31	0.36	0.37	0.37	0.37	0.38	0.44	0.47

针对各国的能源数据，采用分位数调整法，对所有年份综合评分的平均值进行排序与区间划分，将天然气桥接潜力划分为三个等级，前 20%为“高桥接潜力”，20%-50%为“中等桥接潜力”，50%-80%为“较低桥接潜力”，其余为“低桥接潜力”，结果如表 4 所示。

表 4 天然气桥接潜力分类表

分类	数值	国家
高桥接潜力	≥ 0.2	俄罗斯、卡塔尔、土库曼斯坦、中国
中等桥接潜力	0.14-0.2	哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、马来西亚、阿联酋、伊朗、阿尔及利亚
较低桥接潜力	0.1-0.14	阿塞拜疆、沙特阿拉伯、伊拉克、科威特、阿曼、印度尼西亚
低桥接潜力	< 0.1	泰国、缅甸、文莱、巴基斯坦

通过对比 2014-2024 年十一年间综合得分的变化情况与桥接潜力等级分类，识别 2014-2024 年各资源国天然气桥接潜力的动态演变，可以发现：

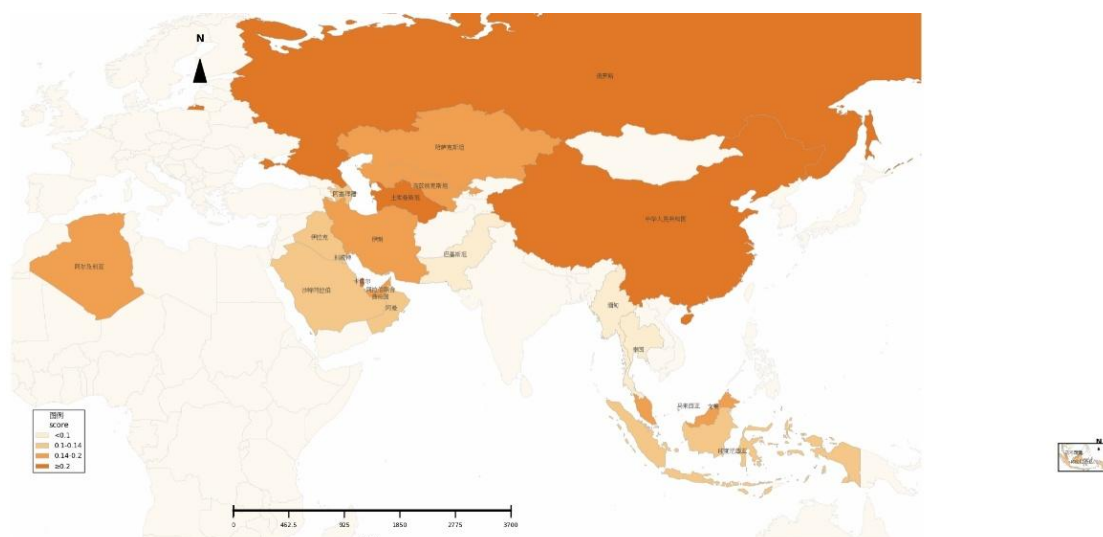
天然气桥接潜力是资源可获性、输送可达性、合作可持续性、环

境可接受性四维耦合的结果，如图 6 显示，20 国桥接潜力呈显著层级分化。高潜力国家综合得分均值超过 0.2，而低潜力国家均值不足 0.1。高潜力国家内部亦呈现分化轨迹，卡塔尔因“高资源—高通道—高制度—高环境”四维协同，十年间指数振幅不足 1%，表现出极强的稳健性；俄罗斯虽资源与通道双优，但 2022 年后因地缘冲突与制裁导致合作可持续性骤降，指数从 0.57 跌至 0.48，表明在高潜力国家中，外部制度冲击仍可造成阶段性回调。中等潜力国家则普遍受困于路径固化，哈萨克斯坦与乌兹别克斯坦指数十年间稳定在 0.19 附近，LNG 液化产能均为零，出口路径高度锁定于单一管道，缺乏通道多元化导致桥接能力难以突破。低潜力国家中，缅甸从 2014 年的 0.07 持续降至 2024 年的 0.05，内部武装冲突导致中缅管道输气量常年低于设计能力，政治稳定性骤降引发，从中等梯队跌至样本底部。

资源可获性与输送可达性决定了桥接潜力的基础层级，而合作可持续性与环境可接受性则构成潜力进一步释放的约束条件。部分国家资源禀赋突出，但因制度或环境短板被限制在中等梯队，伊朗天然气储量全球第二、储产比充足，但国际制裁、政治稳定性偏低与放空燃烧率偏高使其指数长期徘徊在 0.20 附近，难以进入高潜力梯队；伊拉克资源可获性极为突出，但政治稳定性长期低迷、放空燃烧率极高，制度与环境维度的双重短板严重抵消了资源优势。反之，部分国家制度环境稳定但资源或通道不足，亦难以突破潜力边界，泰国与巴基斯坦政治稳定性尚可，但国内需求高于产量，本质上属于天然气消费国而非供给国，桥接功能仅限于终端市场吸纳。

地缘冲突、外部制裁与政局动荡对桥接潜力的破坏具有突发性和持续性，而单一通道依赖会放大外部冲击风险。俄罗斯 2022 年后因俄乌冲突与西方制裁，跨境管道设计输气能力显著下降，FDI 净流入占比降至-0.43，指数骤降至 0.48 后持续震荡，未能恢复峰值。缅甸 2021 年政局变动后，内部冲突导致政治稳定性与 FDI 净流入同步恶化，指数从 0.07 降至 0.05，中缅管道实际输气量远低于设计能力。两国案例揭示，政治稳定性与 FDI 净流入的恶化先于产量或通道能力的物理衰减，可作为桥接潜力风险变化的先行观测信号。

需求枢纽通过 LNG 接收网络与跨境管道系统可形成反向桥接能力，消费端市场与基础设施投资能够反向拉动供给国气源释放。中国作为区域需求中心，桥接潜力十一年间从 0.28 持续上升至 0.47，几乎每年保持正增长，LNG 接收产能从 84.88 百万吨/年增至 181.35 百万吨/年，增幅超过一倍。这一持续上升轨迹的驱动机制在于国内天然气消费扩张倒逼基础设施投资，LNG 接收站与页岩气开发形成“需求拉动—产能扩张—进口能力增强”的正向循环，使中国从单纯的消费国转变为具备“反向桥接”能力的需求枢纽。中国的案例表明，在天然气跨境合作中，需求侧基础设施的牵引作用能够重塑区域贸易格



局。

图 6 “一带一路”资源国天然气桥接潜力指数评价图

4. 研究结论与政策建议

本研究基于资源可获性、输送可达性、合作可持续性、环境可接受性四维指标体系，对“一带一路”沿线 20 个样本国家 2014 年-2024 年的天然气桥接潜力进行了量化评估。

研究发现，“一带一路”沿线天然气资源国桥接潜力层级分化显著，存在突出短板效应。桥接潜力是资源、通道、制度、环境四维耦合的结果，各国短板类型差异较大，不存在普适的合作模式。需求枢纽具备反向桥接牵引能力，中国作为区域需求枢纽，随着 LNG 接收、跨境管道等基础设施扩容，桥接潜力持续提升，消费端市场与硬件设施能够反向拉动供给国气源释放；地缘冲突、外部制裁、政局动荡会带来桥接潜力突发性、持续性下滑，单一通道依赖放大外部冲击风险，政治稳定性、外资流入指标可作为风险变化的先行观测信号；资源可获性、输送可达性是决定桥接潜力的核心制约，合作可持续性、环境

可接受性构成潜力进一步提升的约束，部分国家资源条件良好，但基础设施短板、制度风险、上游高碳排放问题抑制潜力释放。

基于以上研究结论，提出以下政策建议：

第一，建立差异化的资源国合作伙伴优先级矩阵。基于桥接潜力的等级划分与维度分解，合作策略应根据各国的优势来源与短板类型进行匹配。对于资源与通道双轮驱动的核心供给国，应优先锁定长期购销协议与上游股权合作，稳固核心进气通道；对于“强管道，零 LNG”的单一通道依赖性国家，应在维持管道合作的同时，推动 LNG 液化与接收设施的联合投资，提升多元通道水平；对于受制裁的国家，应保持技术交流与项目储备，建立制裁情境下的合作预案，为制度环境改善后产能释放抢占先机；在差异化布局中，应优先选择资源禀赋充裕、通道多元且生产端低碳效率较高的国家作为核心合作伙伴。

第二，构建“供给-需求”双向互动、反向牵引的桥接格局。研究发现，需求中心通过 LNG 接受网络与跨境管道系统形成反向桥接能力，已经成为重塑天然气贸易格局的重要力量。因此，依托持续扩容的 LNG 接收网络与中亚、中俄、中缅跨境管道系统，通过“长约锁量、现货调价”的组合采购策略，反向推动上游资源国释放产能与建设通道；同时，以丝路基金、亚投行及“中国-中亚”能源合作伙伴关系、“中国-海合会”能源合作论坛等多边机制为平台，为沿线国家天然气基础设施开发提供政策性融资支持，将市场需求转化为供给侧的基础设施投资动能。此外，扩大天然气对煤炭的清洁替代规模，以长期采购协议引导上游产能向低碳消费市场集中，使桥接合作真正服务

于“双碳”目标与能源安全双重战略需求。

第三,完善跨境能源合作的风险预警与制度保障机制。政治突变、制裁升级与地缘冲突对于桥接潜力的破坏具有突发性和持续性。因此,建议建立覆盖政治稳定性、制裁风险与过境安全的多维监测体系,针对关键跨境管道制定分级应急预案与替代气源调度方案;同时,可依托上海/重庆石油天然气交易中心,探索沿线资源国气源的人民币计价与结算机制,推动以人民币跨境支付替代单一国际货币体系,增强区域能源贸易的抗风险能力。风险预警也应前置到上游生产环节,对于放空燃烧率攀升或能源清洁化倒退的国家及时调整合作预期,规避环境风险。

第四,兼顾环境可接受性多维发力补齐短板。对资源充足但输送设施不足的国家,重点推动跨境管道、LNG 液化及转运设施共建合作,通过工程总承包与投融资组合模式释放出口潜力;在项目前期评估中,宜将天然气放空燃烧率、甲烷泄漏管控等环境指标纳入合作谈判的核心条款,引导合作方采用低碳开采与监测技术,实现供气保障与绿色开发的协同,降低海外投资面临的长期环境合规风险,通过技术输出提升能源标准的区域影响力。

关于作者

系列报告总协调人：王建良

本报告主笔人：



李丽红，经济学博士，副教授，产业经济学和金融硕士导师。教育部主题案例首席专家，具有国际经济、产业经济和能源金融的研究背景，研究专注于能源和保险领域。研究成果获能源软科学研究优秀成果奖，在 CSSCI、北大中文核心期刊发表高水平论文二十多篇，主编教材若干，采编教学案例入库中国管理案例共享中心和中国金融专业学位案例中心案例库。



闵昭萍，中国石油大学（北京）经济管理学院金融硕士研究生，曾在托特科学太原校区市场部等单位实习。

报告引用：李丽红、闵昭萍：“一带一路”资源国天然气桥接潜力指数及评价[R]. 中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院、2026I02、2026 年 9 月 27 日



中石大碳能院
ICED-CUPB

中国石油大学（北京）碳中和与能源创新发展研究院

Institute of Carbon Neutrality and Innovative Energy Development, China University of Petroleum,
Beijing (ICED-CUPB)

联系电话：010-89733072

邮箱：iced-cupb@cup.edu.cn

微信公众号：ICED-CUPB

地址：北京市昌平区府学路 18 号

Add: No. 18, Fuxue Rd., Changping District, Beijing, 102249, China

