

GLOBAL CHINA INITIATIVE

中国海外电力资产数据库



Xinyue (Helen) Ma is the China Research and Project Leader at the Global Development Policy Center (GDP Center) at Boston University. Before joining the GDP Center, she worked with the New Climate Economy (NCE) Initiative at the World Resources Institute in Washington D.C., mainly supporting the NCE 2018 Global Report as well as the China-India Dialogue, especially on energy transition, electric mobility, and green finance.

XINYUE MA

波士顿大学全球发展政策研究中心（GDP中心）中国与全球发展倡议（Global China Initiative）推出了一个新的交互式数据库，追踪中国在电力部门的海外投资。根据GDP中心项目汇总的数据，中国海外电力（CGP）交互式数据库追踪、展示了中国从事全球业务的两大政策性银行及对外直接投资（FDI）融资的发电厂的发电装机容量、能源类型、位置，以及预估碳排放量等信息。

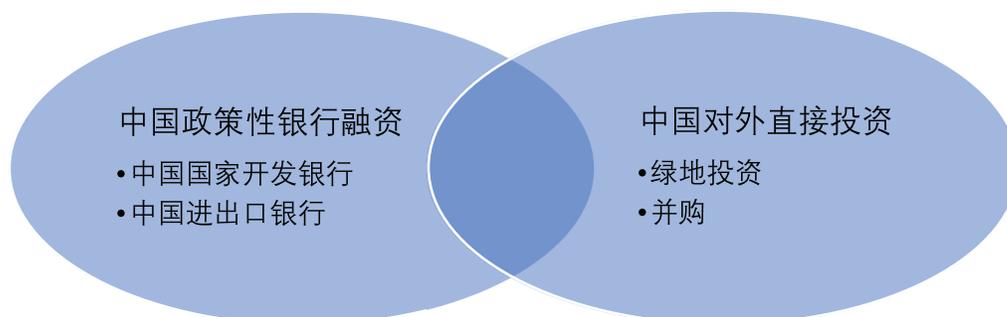
根据CGP数据库，2000至2018年中国公司及政策性银行在海外83个国家投资了777家发电厂，总发电装机容量达186.5吉瓦。其中106.2吉瓦已上线运行，其余计划未来上线运行。

以发电装机容量计算，中国投资的海外发电厂中有40%是燃煤发电厂，27%为水力发电厂，其他可再生能源发电厂占总发电装机容量的11%。CGP数据库显示，当前中国投资的化石燃料发电厂每年约排放3.14亿吨二氧化碳，约占除中国外全球电力部门年二氧化碳排放量的3.5%。假设到2030年所有建设中及计划中的化石燃料发电厂全部上线运行，每年还将增加2.11亿吨二氧化碳排放量。假设到2030年这些发电厂都不退役，其中化石燃料发电厂2018年起累计二氧化碳排放量将达到59亿吨。根据政府间气候变化专门委员会特别报告，这将消耗将海外温度上升幅度限制在1.5°C（概率为66%）的全球碳排放预算的1.3%（Rogelj等，2018年）。Li、Ma和Gallagher（2020）列出了生成这些数据的方法，并讨论了有关如何使用数据库的常见问题。这份简短的政策摘要概述了数据中揭示的迄今为止的主要趋势。

1. 中国海外电力资产数据库的范围

中国海外电力数据库涵盖了中国对外直接投资和/或政策性银行（中国国家开发银行和中国进出口银行）在海外投资和/或融资的发电厂项目信息。需要指明的是，数据库不含中国商业银行或投资基金的投资。

图1 中国海外电力数据库的范围



与这些数据相关的其他学术论文估算了中国对海外发电厂的投资规模，而中国海外电力数据库仅侧重发电厂的发电装机容量，因为准确估算全部投资仍然比较困难。

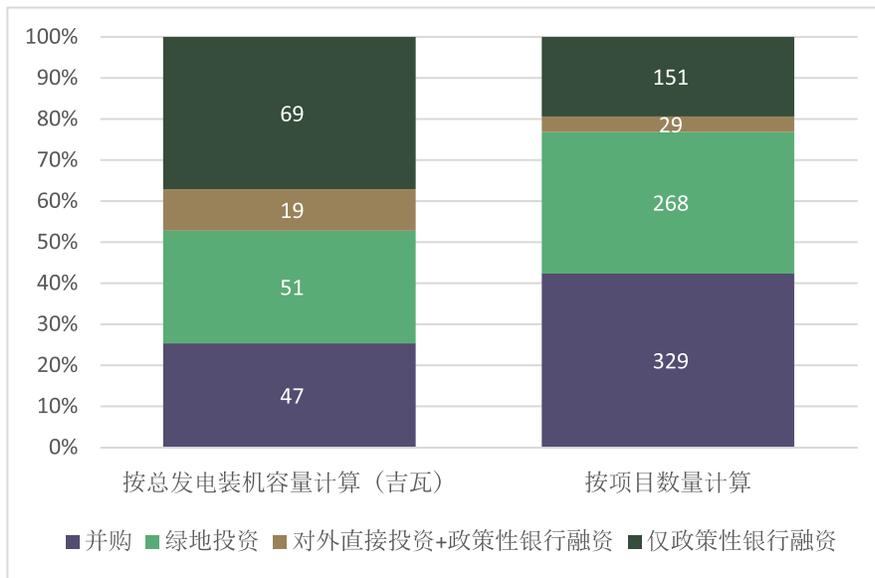
在海外电力部门的中国投资者中，国有和私营企业都是积极的参与者。我们记录了参与海外电力部门海外投资的63家中国公司，其中国有企业占主导地位。会有一些对外直接投资以贷款融资，另一些则不使用贷款。还有一些项目采用股权投资与中国或其他来源的债务融资结合的形式。我们的数据库包含中国投资者的所有权超过10%的项目。在可获得所有权信息的项目中，中国投资者的平均所有权比例约79%。

2. 中国海外发电投资与融资的特点

根据我们的数据库，中国公司和银行在海外83个国家投资了777家发电厂，总发电装机容量达186.5吉瓦。其中，106.2吉瓦的发电装机容量已上线运行，接近除中国外全球总发电装机容量的2%（国际能源署，2019年a）。另有80.3吉瓦的发电装机容量尚未建成或仍在计划中，按各国政府已承诺的政策计算，约占到2030年需增加的发电装机容量的1%（同上，2019年）。

按发电装机容量计算，中国对外直接投资和政策性银行支持的项目相当。但按项目数量计算，81%的项目由对外直接投资支持，23%的项目获得中国政策性银行的债务投资，其中4%的项目同时得到对外直接投资和中国政策性银行的支持。这表明，政策性银行投资的单个项目的平均发电装机容量超过对外直接投资（图2）。

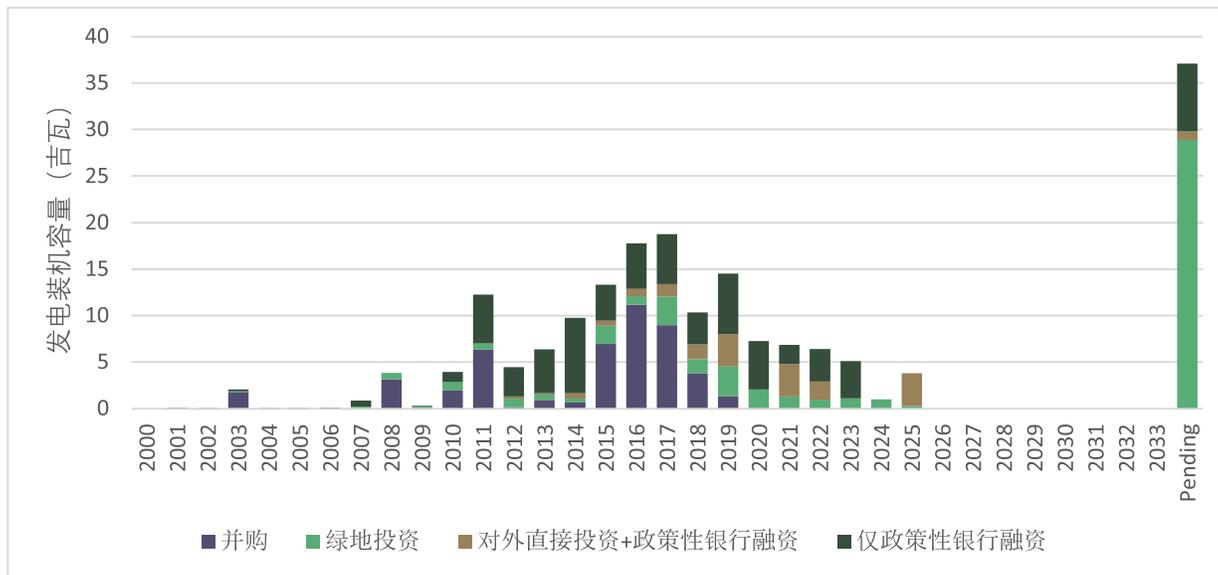
图2 中国投资和融资海外发电厂的交易类型



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

图3显示了电站的投产年份。如图所示，自2008年起，越来越多中国投资的发电厂上线运行，2017年达到顶峰；尽管目前增速放缓，但每年仍有新的电站投产。由于数据库中除并购项目使用了交易年份，其他电站上线运行的年份并不反映交易时间，且大部分绿地投资仍在规划当中，因此大部分绿地项目的投产年份显示为待定。尽管2016年以来并购交易增速放缓，但政策性银行融资的项目和绿地投资项目仍在稳步上线运行。

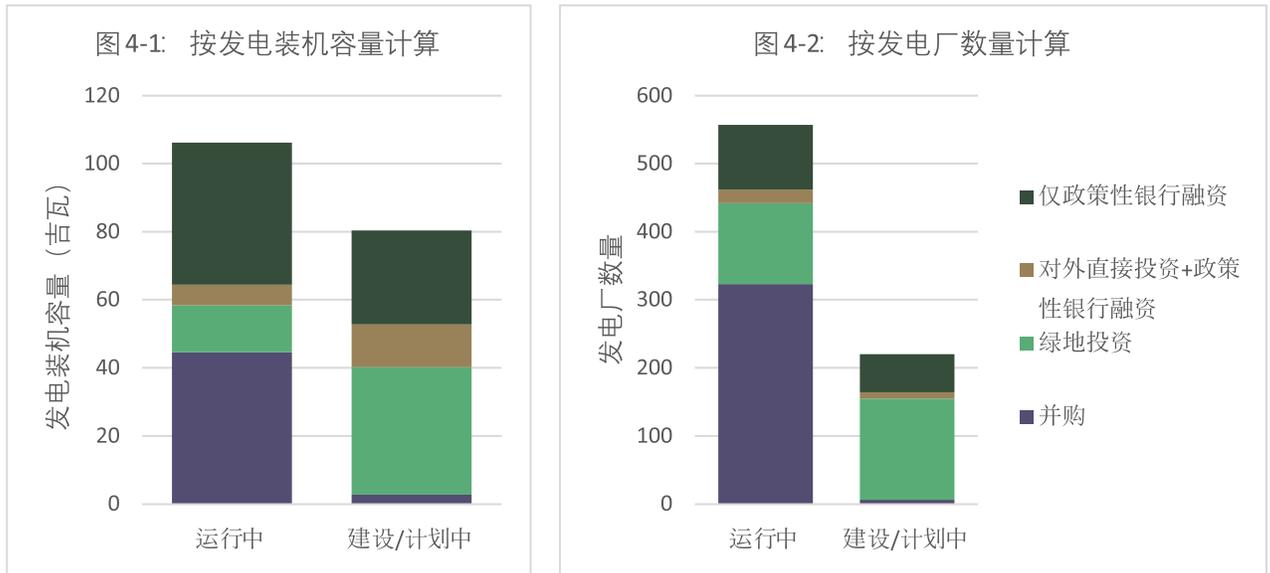
图3历年中国投资和融资海外发电厂的交易类型



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

从图4中可以看出，按发电装机容量计算，目前由中国投资的正在运行的发电厂中，绝大部分由政策性银行融资（45%）或由中国投资者并购（42%），19%为绿地投资，6%同时涉及政策性银行融资和对外直接绿地投资（图4-1）。但按发电厂数量计算，仅21%由中国投资的正在运行的发电厂由政策性银行融资，对外直接投资的项目占比大得多（图4-2），这是由于政策性银行支持的项目的规模通常超过对外直接投资。此外，按发电装机容量计算，正在建设和规划中的绿地投资项目几乎是目前正在运行的项目的三倍，且平均而言，其规模将超过已经上线运行的项目，但相较政策性银行融资的尚未开始投产的项目，规模仍然较小。

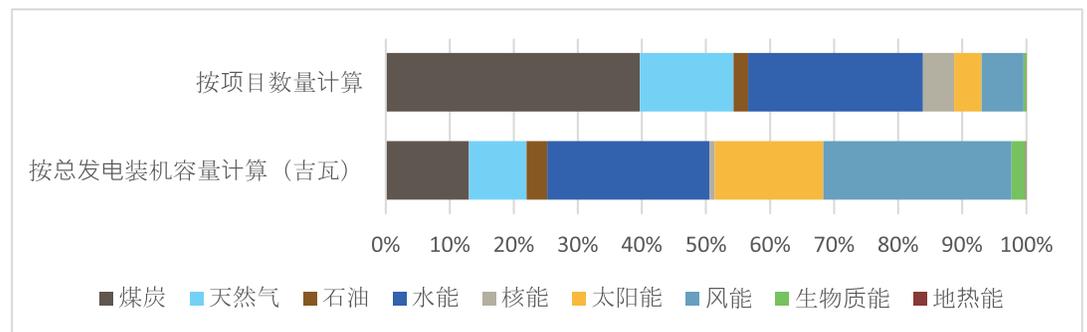
图4 中国投资和融资海外发电厂的交易类型：运行中的和建设/计划中的发电厂



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

由中国投资和融资的海外发电厂的能源来源方面，按发电装机容量计算，40%为燃煤发电，27%为水力发电，其他可再生能源仅占总发电装机容量的11%。按项目数量计算，风力发电、水力发电和太阳能发电项目分别占项目总数的29%、25%和17%（图5）。由于可再生能源项目的规模通常较煤炭和天然气项目小得多，因此这一反差不足为奇。

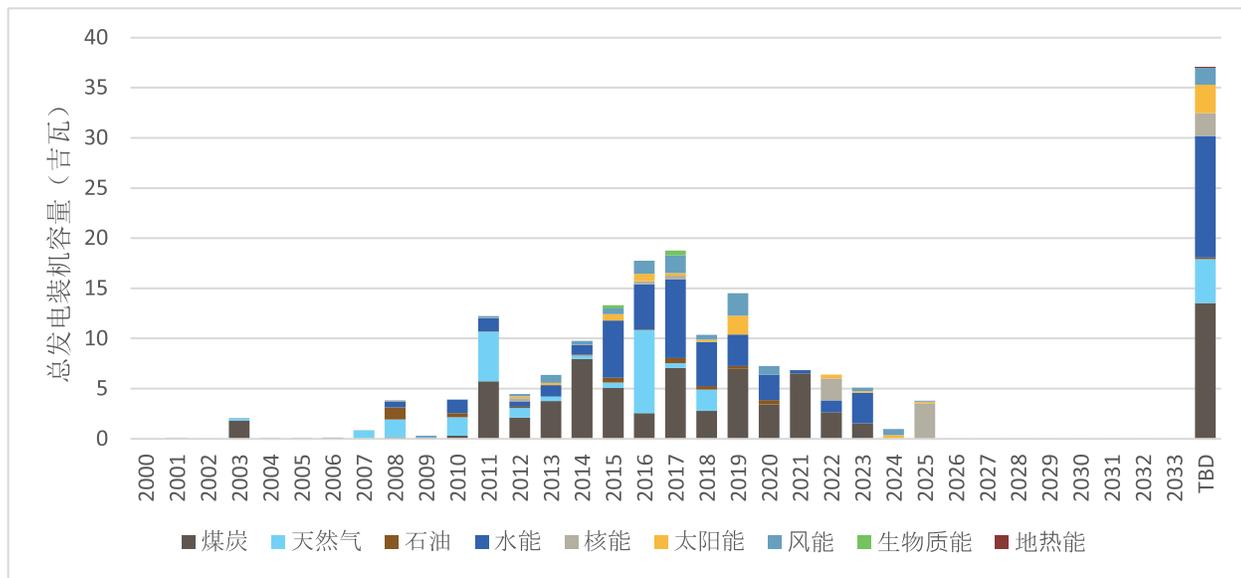
图5 中国投资和融资的海外发电厂的能源来源分布



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

如图6所示，过去十年间，可再生能源的年装机容量不断增加，其中许多项目仍在开发或规划当中。但在运行中和规划中的项目中，化石燃料项目都仍占很大一部分。

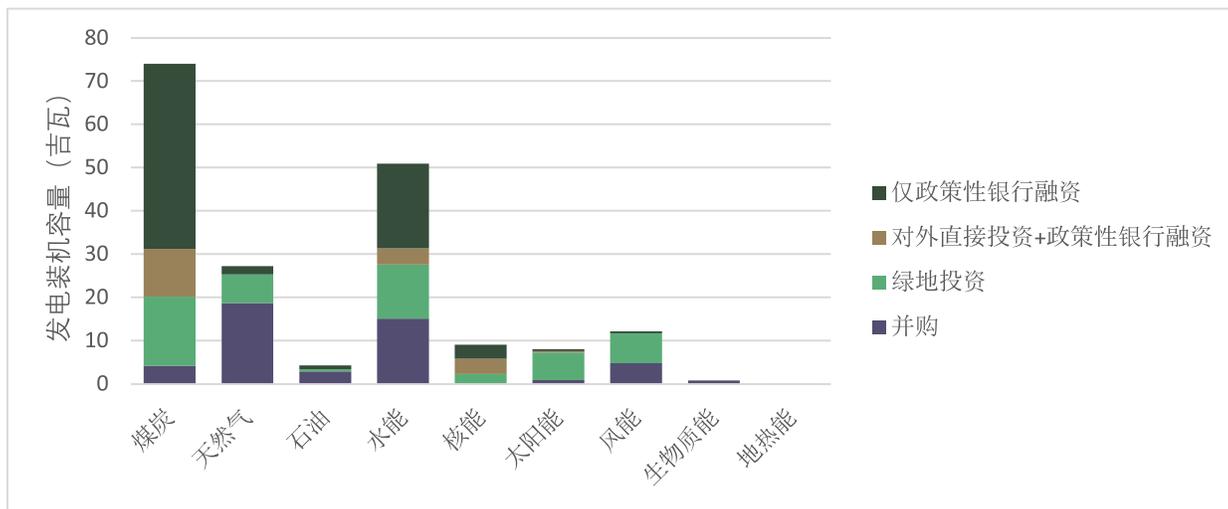
图6历年中国投资和融资的海外发电厂的能源类型



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

如图7所示，在中国投资和融资的海外发电项目中，中国政策性银行贡献了73%的煤电装机容量，以及近一半的水电发电装机容量。而对燃气电厂和其他可再生能源发电项目的中国海外投资绝大部分为对外直接投资。

图7中国海外发电投资各交易类型的燃料类型分布



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

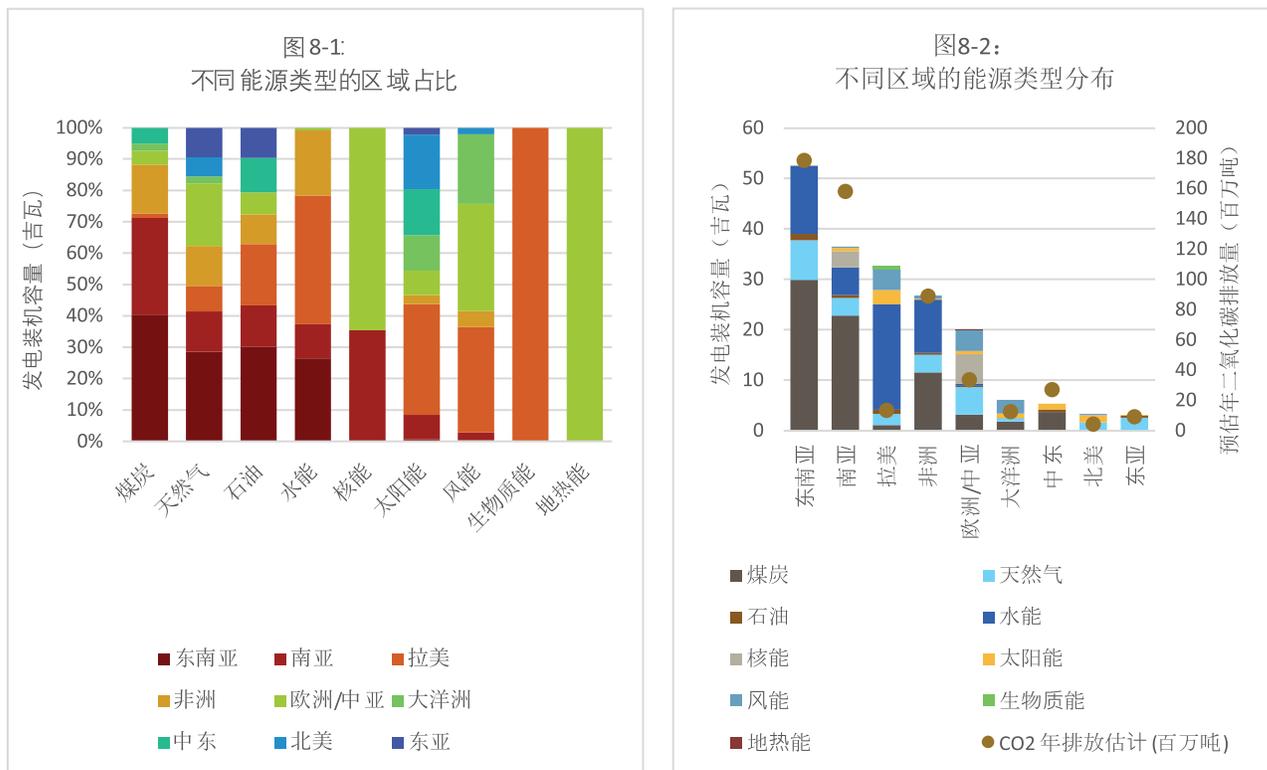
在能源来源方面，中国投资在不同地区也呈现出截然不同的模式，通常与这些地区的天然能源优势相符¹。煤炭发电投资主要集中在东南亚（40%）、南亚（31%）和非洲（16%）。这些地区也获得了大量水电投资²，但拉美获得的水电投资最多（41%）。拉美还是获得其他可

¹ 不同一次能源的地域分布见世界能源理事会，2016年，2016年全球能源来源。世界能源理事会，英国伦敦。<https://www.worldenergy.org/assets/images/imported/2016/10/World-Energy-Resources-Full-report-2016.10.03.pdf>

² 东南亚26%，非洲21%，南亚11%。

再生能源投资最多的地区，规模较小的项目数量也最多（图8-1）。相比之下，中东仅有少数以煤炭、太阳能和石油为能源的大型发电厂。中国在欧洲和中亚、大洋洲、北美和东亚的投资更多集中于天然气和其他非水电可再生能源项目，在这些地区的装机容量也相对较小（图8-2）。

图8 中国投资和融资的不同能源发电的区域分布



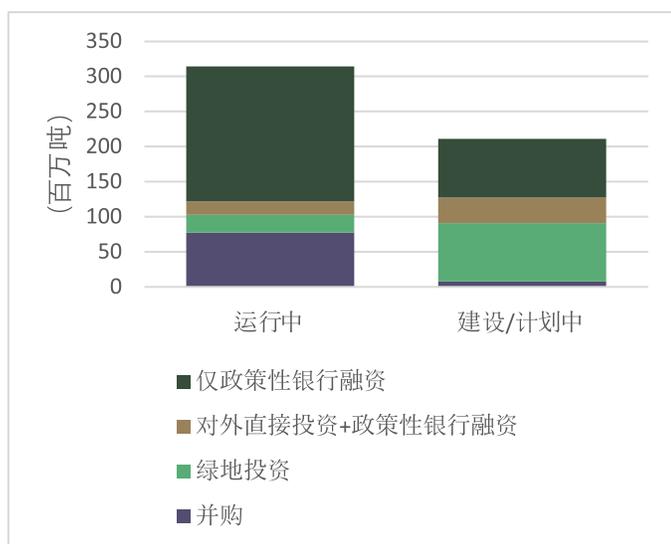
来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

化石燃料发电厂给各地区带来了不同程度的二氧化碳排放负担，影响了各国实现《巴黎协定》下国家自主贡献的能力，并加剧了全球气候变化。根据我们的粗略估计³，目前中国在海外参与投资或融资的化石燃料发电厂每年约排放3.14亿吨二氧化碳（图9），约占除中国外全球电力部门年二氧化碳排放量的3.5%（国际能源署，2019年a）。假设所有建设或规划中的化石燃料项目到2030年全部上线运行，每年还将增加2.11亿吨二氧化碳排放量（图9）。

目前正在运行的发电厂中，中国政策性银行参与融资的海外项目每年约排放2.11亿吨二氧化碳，建设或规划中的项目还将产生更多二氧化碳排放量。同时，尽管目前正在运行的发电厂中中国对外直接投资支持的（无政策性银行参与）清洁能源发电装机容量超过了化石燃料，但仍有大量建设或规划中的化石燃料发电项目收到了中国企业的投资（图9）。

³ 见中国海外电力数据库的研究方法说明。

图9中国投资和融资的海外发电厂的预估年二氧化碳排放量



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

在83个在电力部门获得中国对外直接投资和政策性银行融资的国家中，前15大投资接收国占中国投资的总发电装机容量的77%，产生的二氧化碳排放量将占中国投资的全部海外发电厂的82%（表1）。

表1按发电装机容量计获中国投资和融资的前十五大国家

接收国	发电装机容量（吉瓦）	预估年二氧化碳排放量（百万吨）
巴西	23.5	23.5
巴基斯坦	20.3	20.3
印度尼西亚	16.1	16.1
越南	13.2	13.2
南非	11.2	11.2
英国	10.1	10.1
印度	8.3	8.3
缅甸	6.2	6.2
马来西亚	6.1	6.1
澳大利亚	6.0	6.0
孟加拉国	5.5	5.5
老挝	5.0	5.0
尼日利亚	4.8	4.8
阿联酋	3.6	3.6
墨西哥	3.2	3.2
占中国海外参与投融资电站的百分比	77%	82%

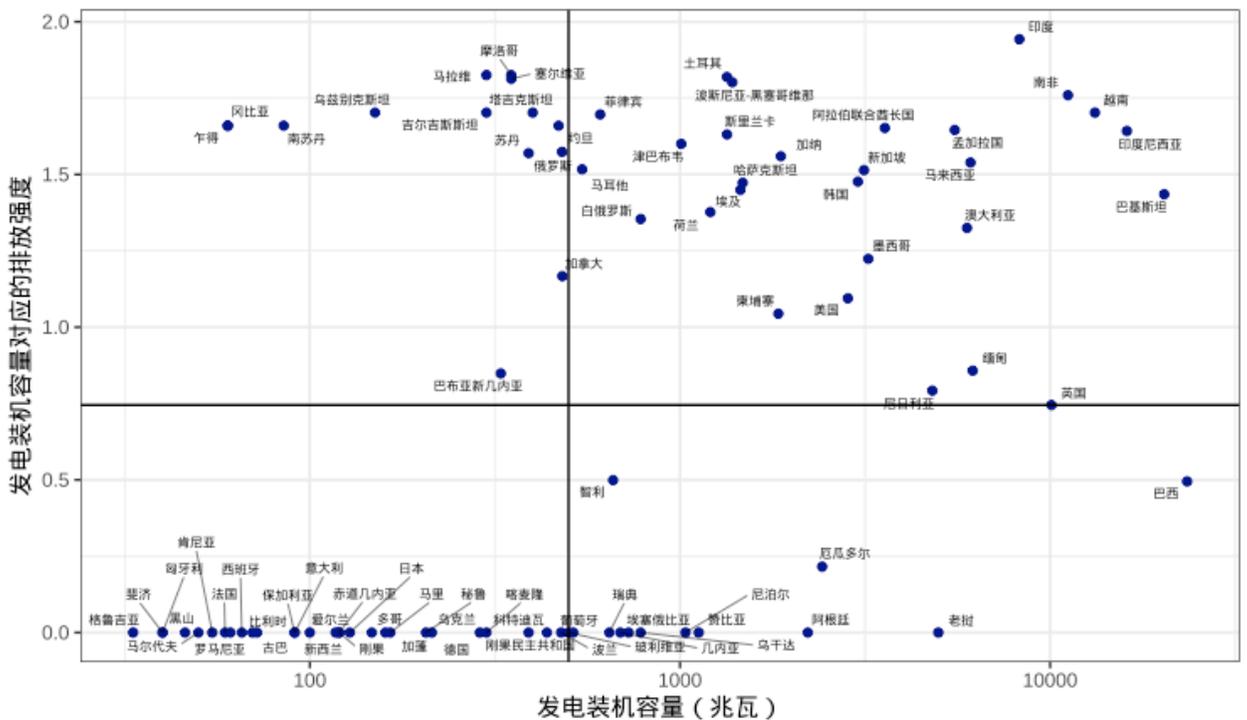
来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

巴西和英国是前十五大接收国中少数几个中国投资的发电厂排放强度较低的国家，原因是这两个国家获得的投资绝大部分投入了可再生能源和核能，中国在老挝的投资全部为水能，因此排放量很低（以“-”标注）⁴。相比之下，中国在印度、南非、越南、阿联酋等国家投资的发电厂排放强度非常高，原因是这些国家的化石燃料发电厂占很大比重。

另一方面，也有一些国家获得的投资不多，但能源来源产生的排放量较低。图10和表2按每个国家的总发电装机容量列出了中国在83个海外国家电力部门的投资与融资，以及发电装机容量对应的预估排放强度。图10和表2第三象限中列出的所有国家预估排放量均为0，尽管发电装机容量不大，但中国在这些国家投资和融资的所有项目均为可再生能源项目。

尽管天然能源优势、接收国市场空间及法规似乎都是吸引中国投资和融资可再生能源的主要因素（Kong和Gallagher，2019年），但许多可再生能源潜力巨大的国家尚未获得中国在电力部门的投资。各国政府及国际开发机构可培育发展中市场，将可持续方案置于优先地位，吸引交易类型适合其公共财政状况的可再生能源投资。

图10中国在不同国家投资和融资的发电厂的发电装机容量与排放强度



注：此处排放强度为发电装机容量对应的排放强度，数字经取对数等处理。

象限以数据库中所有项目的发电装机容量和排放强度的中位值划分。

来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

⁴ 应当认识到，尽管水力发电不会产生二氧化碳排放，但如果水电站的水库淹没了作为天然碳汇的植被，则可能导致净排放。我们的粗略估算未包含此因素。



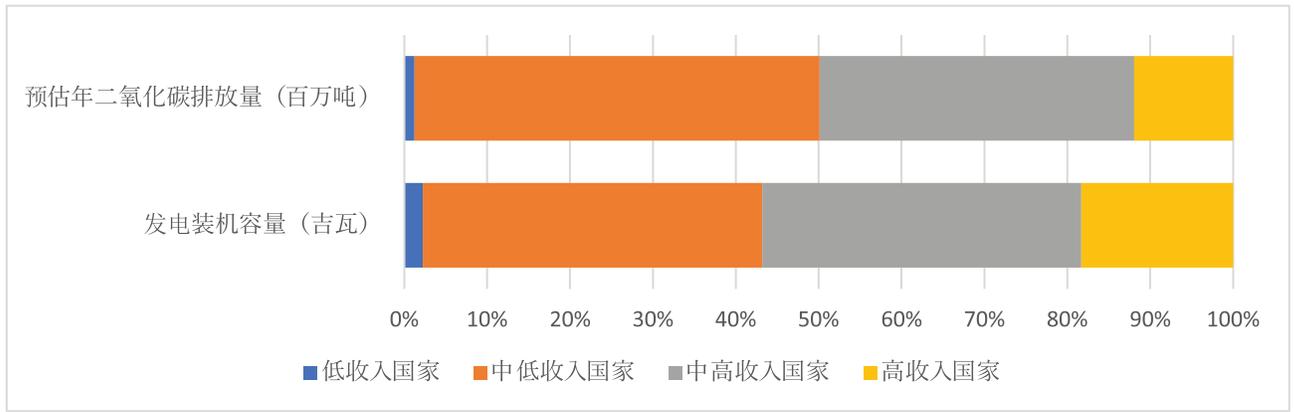
表2中国在不同国家发电投资和融资的模式（表10）

	投资较小	投资较多
可再生能源较少	冈比亚 乍得 南苏丹 乌兹别克斯坦 马拉维 吉尔吉斯斯坦 巴布亚新几内亚 摩洛哥 塞尔维亚 苏丹 塔吉克斯坦 约旦 俄国 加拿大	巴基斯坦 美国 印度尼西亚 加纳 越南 柬埔寨 南非 哈萨克斯坦 印度 埃及 缅甸 波斯尼亚和黑塞哥维那 马来西亚 斯里兰卡 澳大利亚 土耳其 孟加拉国 荷兰 尼日利亚 津巴布韦 阿联酋 白俄罗斯 墨西哥 菲律宾 新加坡 马耳他 韩国
可再生能源较多	格鲁吉亚 爱尔兰 斐济 赤道几内亚 匈牙利 刚果 黑山 日本 马尔代夫 多哥 肯尼亚 加蓬 法国 马里 罗马尼亚 秘鲁 西班牙 乌克兰 古巴 德国 比利时 喀麦隆 保加利亚 刚果民主共和国 意大利 科特迪瓦 新西兰 波兰 玻利维亚	巴西 英国 老挝 厄瓜多尔 阿根廷 赞比亚 尼泊尔 乌干达 埃塞俄比亚 几内亚 智利 瑞典 葡萄牙

来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

从图11可以看出，中国海外发电投资的大部分流向了中等收入国家，43%流向了中低收入国家和低收入国家。根据国际能源署（2019年b）的数据，2018年近90%的能源投资集中在高收入和中高收入国家和地区。这些地区往往获益于其相对发达的金融体系。尽管中低收入和低收入国家占世界人口的40%以上，但其在2018年能源投资中所占的比例不足15%（国际能源署，2019年b）。从这个角度，中国在中低收入和低收入国家的投资对于满足这些国家快速增长的需求至关重要。与此同时，这些投资需要投入清洁能源才能实现可持续发展目标，如图11所示，中国在中低收入国家的发电投资相较世界其他地区排放强度更高，高收入和低收入国家的投资组合都更加清洁了。

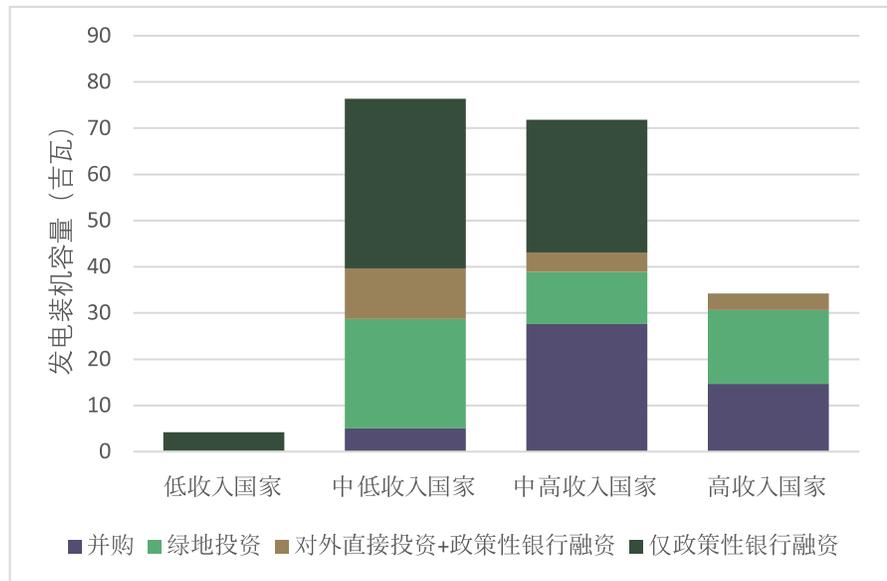
图11不同收入国家的发电装机容量与预估排放量



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心；世界银行按收入水平划分的国别分类， 2020

如图12所示，中国政策性银行是中国在低收入国家投资的主要驱动力。中国政策性银行几乎包揽了中国在低收入国家的全部投资，占中国在中低收入国家投资的发电装机容量的62%，以及中国在中高收入国家投资的发电装机容量的46%。中国政策性银行在高收入国家参与的投资相对较少，其中大多数是与对外直接绿地投资共同投资。

图12不同收入国家中国海外发电投资与融资的交易类型



来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心；世界银行按收入水平划分的国别分类， 2020

在63个参与电力部门对外直接投资的中国公司中，排名前十位的公司占总发电装机容量的77%，其投资的发电厂产生的二氧化碳排放量占中国在海外发电部门参与直接投资的总二氧化碳排放量的69%左右。除中国最大的太阳能光伏公司之一的阿特斯阳光电力以外，前十大投资公司中有9家是国有企业，这些公司也是中国最大的电力公司。

表3前十大投资海外电力部门的中国公司

中国投资公司	发电装机容量（吉瓦）	预估年二氧化碳排放量（百万吨）
中国广核集团	19.7	37.5
中国长江三峡集团公司	16.7	3.4
中国华能集团	14.4	45.3
国家电力投资集团	9.2	23.7
中国电建	7.9	15.3
国家电网	7.4	2.5
中国华电集团	5.3	22.9
神华集团	3.4	15.6
中国大唐集团	3.2	6.6
阿特斯阳光电力	3.2	-
占中国在海外发电部门参与直接投资的百分比	77%	69%

来源：中国海外电力资产数据库， 波士顿大学全球发展政策研究中心

除仅投资太阳能的阿特斯阳光电力之外，前十大公司中其余9家均投资多种能源的电站。中国长江三峡集团公司和神华集团等公司具有特定的技术侧重，其对外直接投资组合也更集中于其擅长的领域⁵。但这些公司都至少在可再生能源发电领域有一些投资，近年来这一趋势日渐明显。

与此同时，63家公司中有34家仅投资于可再生能源（包括水电），这些公司占中国对外直接投资的总发电装机容量的12%。其中一半以上是私营企业。这表明，尽管投资量不大，但更多类型的中国公司正在海外投资可再生能源。私营企业和国有企业都越来越多地涉足可再生能源，尽管其中许多仍处于初期阶段。这些可再生能源投资是否会增加并赢得更多市场空间可能取决于这些早期投资项目的经济收益。

3. 展望与建议

即使在2019年的全球投资水平上，包括在中国、美国和欧盟，发电投资的规模和构成仍然远不及将全球平均气温较工业化前水平升高幅度控制在远低于2C°的水平所需的年度投资（国际能源署，2020年）。在当前全球疫情的大背景下，国际能源署预测2020年全球总电力投资将下降约10%。在印度、非洲和东南亚等严重依赖公共资金的地区，供应短缺严重，中国投资规模也很大，今年这些地区的公共支出很可能也将大幅削减。拉美的投资预期也在不断恶化。在拉美最大的两个市场，巴西推迟了所有输电项目投资和可再生能源项目拍卖，墨西哥放缓了可再生能源电力的接入。在大多数此类国家，投资环境存在诸多风险，可能影响项目的盈利性。

尽管2020年前8个月中国对外直接投资及对外承包工程新签合同额保持平稳（商务部，2020年），但全球电力部门的投资者正面临前所未有的挑战。即便如此，电力部门仍然可能是可持续经济复苏的重要驱动力。来自中国、投资接收国以及多边机构的政策支持至关重要。

⁵ 中国长江三峡集团公司主要投资水电，神华集团主要投资煤炭发电。

根据《巴黎协定》，全球目前的已承诺政策是到2030年将年二氧化碳排放量减少4100万吨，这离全球共同的可持续发展目标还有很远。要完全达到《巴黎协定》的要求，到2030年全球需减少53.58亿吨二氧化碳排放量（国际能源署，2019年a）。继续支持化石燃料项目将破坏可持续发展的未来。中国的决策者应继续支持可持续能源，且不仅仅是通过政策性银行的海外融资。通过促进研发投入、国际合作和公平市场竞争，中国政府可在为私营企业创造增长空间方面发挥关键作用，并推动中国工业生产能力的转变。

随着可再生能源成本竞争力不断提高，以及越来越多的政府提高环境标准和可持续发展政策，化石燃料项目面临陷入搁浅的巨大风险。中国的政策性银行可引入气候目标和排放标准/碳排放的影子价格，并最终与多边开发银行的环境标准相匹配，从而逐步停止对燃煤发电项目的融资。对于中国的政策性银行和电力部门的投资者而言，在当前经济形势下，其可与国际发展金融机构开展可再生能源合作，以获得良好的金融资源和风险管理。

需要提升发电装机容量的国家则需仔细调整能源计划和应变能力。对可再生能源的政策支持以及市场法规是可再生能源投资的助推器。各国可根据市场结构及公共预算情况选择不同的投资交易类型，并向多种开发机构寻求资金支持。

参考文献

Chen, X., Gallagher, K.P. and Mauzerall, D.L., 2020. Chinese overseas development financing of electric power generation: A comparative analysis. *One Earth*, Available at <https://www.bu.edu/gdp/2020/10/08/chinese-overseas-development-financing-of-electric-power-generation-a-comparative-analysis/>.

Gallagher, K.P., Kamal, R., Jin, J., Chen, Y. and Ma, X., 2018. Energizing development finance? The benefits and risks of China's development finance in the global energy sector. *Energy Policy*, 122, pp.313-321.

IEA, 2019a. *World Energy Outlook 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://doi-org.ezproxy.bu.edu/10.1787/caf32f3b-en>.

IEA, 2019b. *World Energy Investment 2019*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2019>.

IEA, 2020, *World Energy Investment 2020*, IEA, Paris, <https://doi-org.ezproxy.bu.edu/10.1787/6f552938-en>.

Kong, B. and Gallagher, K.P., 2020. Chinese development finance for solar and wind power abroad. GCI WORKING PAPER 009 • 01/2020. https://www.bu.edu/gdp/files/2020/02/WP9-Kong-Bo-inc_abstract-1.pdf.

Li, Z., Gallagher, K.P. and Mauzerall, D.L., 2020. China's global power: Estimating Chinese foreign direct investment in the electric power sector. *Energy Policy*, 136, p.111056.

Li, Z., Ma, X., and Gallagher, K.P., 2020. China's Global Power Database Methodological Note. <https://www.bu.edu/gdp/2020/10/19/chinas-global-power-database-methodology-note/>.

Ma, X., Gallagher, K.P., Guo, Y., 2020. China's Global Energy Finance (CGEF) 2019. *GCI Policy Brief 004, February 2020*. <https://www.bu.edu/gdp/2020/02/13/chinas-global-energy-finance-cgef-2019/>.

MOFCOM, 2020. Press Release September 17, 2020. <http://www.mofcom.gov.cn/article/ae/ah/>.





GLOBAL CHINA INITIATIVE

The Global China Initiative (GCI) is a research initiative at Boston University's Global Development Policy Center. The GDP Center is a University wide center in partnership with the Frederick S. Pardee School for Global Studies. The Center's mission is to advance policy-oriented research for financial stability, human wellbeing, and environmental sustainability.

www.bu.edu/gdp

The views expressed in this Policy Brief are strictly those of the author(s) and do not represent the position of Boston University, or the Global Development Policy Center.

Rogelj, J. et al., 2018. In *Global Warming of 1.5 °C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (eds Greg Flato, Jan Fuglestedt, Rachid Mrabet, & Roberto Schaeffer) Ch. 2, (2018).

Rogelj, J., Forster, P.M., Kriegler, E. et al., 2019. Estimating and tracking the remaining carbon budget for stringent climate targets. *Nature* 571, 335-342. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1368-z>.

The World Bank, 2020. World Bank Country and Lending Groups. Available at <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>.