



"一带一路"绿色发展研究项目(简称绿色带路项目)

绿色发展是"一带一路"的重要内涵,目的是保护公众健康,保护环境,应对气候变化,支持社会和经济的可持续、绿色低碳和包容性发展。自然资源保护协会(NRDC)自 2016 年启动了一带一路绿色发展研究项目(简称绿色带路项目),研究和制定中国与"一带一路"国家在相关重点行业产能合作中的低碳发展方案、政策措施、实施路径和相关机制;建立绿色金融产能合作中的投资机制,分享中国有关行业低碳绿色的技术和经验,促进"一带一路"沿线国家绿色发展和应对气候变化目标的实现;并作为发起机构之一建立了"一带一路绿色发展平台",促进"一带一路"绿色发展研究和信息的分享。合作伙伴包括各有关行业国家核心智库、行业协会、大学等。



国家应对气候变化战略研究和国际合作中心是直属于生态环境部的正司级事业单位,是我国应对气候变化的国家级战略研究机构和国际合作交流窗口,也是为我国应对气候变化领域的战略目标设计、政策制定、国际气候变化谈判和合作提供决策支撑的主要单位之一。国家气候战略中心职责包括组织开展应对气候变化政策、法规、战略、规划等方面研究;承担国内履约、统计核算与考核、碳排放权交易管理、国际谈判、对外合作与交流等方面的技术支持工作;开展应对气候变化智库对话、宣传、能力建设和咨询服务;承担清洁发展机制项目管理工作;承办生态环境部交办的其他事项。



自然资源保护协会(NRDC)是一家国际公益环保组织,成立于 I970年。NRDC拥有 600 多名员工,以科学、法律、政策方面 的专家为主力。NRDC 自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作,中国项目现有成员 30 多名。NRDC 主要通过开展政策研究,介绍和展示最佳实践,以及提供专业支持等方式,促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。请访问网站了解更多详情 http://www.nrdc.cn/



清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心以解决与经济和金融相关的实际问题为导向,以服务相关经济与金融决策为目标,努力成为金融领域的重要智库,并在推动经济和金融领域的国际交流中发挥积极作用。研究中心当前和未来几年的研究重点包括环境与气候风险分析、绿色金融政策、"一带一路"绿色化、绿色普惠金融、信用风险管理、ESG 投资等。

绿色带路项目系列报告

《强化金融机构在"一带一路"投资中的气候风险管理》《政策性银行"一带一路"绿色投融资标准和规范研究》

《推动绿色"一带一路"发展的绿色金融政策研究》

《"一带一路"油气绿色开发与利用》

《《巴黎协定》背景下"一带一路"电力投资的机遇与挑战》

《"一带一路"重点区域(国家)环境影响评价体系研究报告》

《"一带一路"可再生能源发展合作路径及其促进机制研究》

《东盟国家可再生能源发展规划及重点案例国研究》

《中国高耗能行业"一带一路"绿色产能合作发展报告》

《"一带一路"电力综合资源规划研究》

《中国对外援助综合管理机构改革研究》

《中国能源气候管理机构改革研究》

更多报告详见网站 http://www.nrdc.cn/

"一带一路"绿色发展研究项目

强化金融机构在"一带一路"投资中的 气候风险管理

课题组组长

马 骏 北京绿色金融与可持续发展研究院院长

柴麒敏 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心战略规划部主任、清华大学现代管理研究中心兼职研究员

课题组成员

孙天印 清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心环境和气候风险组负责人

邵丹青 清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心研究人员

祝 韵 清华大学国家金融研究院金融与发展研究中心研究人员

傅 莎 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原副研究员

祁 悦 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原副研究员

温新元 国家应对气候变化战略研究和国际合作中心原中级经济师

目录

执	行摘要	1
1.	"一带一路"国家投资潜力巨大,但面临显著气候风险	4
	1.1 "一带一路" 国家国情概况	
	1.2 "一带一路" 投资对全球气候影响显著	
	1.3 全球应对气候变化引发高碳资产搁浅风险	
2.	金融机构面临气候风险的来源和传导机制	8
	2.1 金融机构面临气候风险的风险来源	
	2.2 气候风险导致金融风险的传导机制	
	2.3 气候风险的量化分析	
3.	"一带一路"国家的气候物理风险及其对投资的影响	16
	3.1 "一带一路" 重点区域的气候物理风险	
	3.2 "一带一路" 关键行业与部门的气候物理风险	
	3.3 金融机构投资活动面临的气候物理风险影响	
4.	"一带一路"国家的气候转型风险及其对投资的影响	28
	4.1 "一带一路" 国家的温室气体排放情况	

	4.2 "一带一路" 国家应对气候变化的政策和目标	
	4.3 基于BRIAM模型的"一带一路"气候转型风险分析	
	4.4 气候转型风险或将导致高碳企业财务指标恶化和估值下降	
5.	案例研究——巴基斯坦电力行业气候转型风险分析	44
	5.1 巴基斯坦能源和电力行业概况	
	5.2 巴基斯坦电力行业面临的气候转型风险	
	5.3 巴基斯坦电力部门投资的气候转型风险压力测试	
	5.4 金融机构针对巴基斯坦电力部门应选择低碳投资路径	
6.	如何强化"一带一路"投资中的气候风险管理	58
	6.1 对政府部门的建议	
	6.2 对金融机构的建议	
参	考文献	63
致	谢	64

执行摘要

由于处于不同的发展阶段及资源禀赋等条件,许多"一带一路"国家的生产方式仍较为粗放,能源强度和碳排放强度高。虽然除中国以外的"一带一路"经济体目前在全球温室气体排放中的比重并不高,但如果这些经济体不尽快转型为低碳发展模式,就有可能成为未来全球温室气体排放的主要增长源。此外,许多"一带一路"国家的生态环境脆弱,对气候变化的影响十分敏感。无论是出于应对气候变化的责任,还是自身可持续发展的需要,"一带一路"国家都迫切需要进行经济社会的绿色低碳转型,在促进经济增长的同时,大幅降低碳排放强度,提高抵御气候变化风险的能力。

包括中国投资者在内的各国投资者在"一带一路"国家进行投资活动时,除了传统的金融风险,还面临显著的气候变化相关风险(以下简称"气候风险")。金融机构面临的气候风险来源可分为两大类:物理风险和转型风险。物理风险是指气候事件(如极端天气事件)导致的风险,以及气候事件引发的生态系统平衡大范围改变(如海平面上升、土壤质量下降或海洋生态失衡)导致的风险。转型风险是指由社会各界应对气候变化的努力而导致的风险,包括但不限于公共政策、技术变化、投资者情绪和颠覆性的商业模式创新。

1. "一带一路"投资面临的气候物理风险

一方面,气候变化导致"一带一路"地区极端天气和自然灾害的频率和强度上升,对金融机构在当地的办公场所设施及人员造成直接的损害;另一方面,气候变化导致当地生态环境和自然资源分布发生改变,给能源和农林业及其上下游产业等"一带一路"国家的重要产业造成不确定性,若企业没有预见到此类风险并采取缓释措施,则在风险发生时将遭受巨大损失,而这种损失将通过金融机构提供的投资服务传导到金融系统。

本报告基于"一带一路"国家的区位条件、人口、基础设施等国情信息和文献研究,描述了"一带一路"国家气候物理风险的概况,并对受物理风险影响较大的重点区域(东南亚、南亚和撒哈拉以南非洲)及重点部门(可再生能源、农林业和城市)进行了具体分析。"一带一路"各区域的主要物理风险类型及受影响的主要行业如下表所示。

区域	主要物理风险类型	受影响的主要行业
中亚	干旱 / 水资源短缺,	种植业,可再生能源
南亚,东南亚	洪涝,水资源短缺,干旱,珊瑚礁系统破坏, 海平面上升,飓风	水稻,渔业,工业和基础 设施,旅游业
西亚, 北非	热浪,干旱 / 水资源短缺	种植业,可再生能源
撒哈拉以南非洲	淡水资源短缺,粮食减产,灌溉需求增加	农业
欧洲	干旱,海平面上升	可再生能源,农业,工业 和基础设施
拉丁美洲	半干旱地区水资源短缺,城市洪涝	种植业,工业和基础设施
太平洋岛国及大洋洲	气温升高导致珊瑚礁生态系统消亡,海平 面上升,洪水,热浪,森林火灾	工业和基础设施,林业, 渔业,旅游业

2. "一带一路"投资面临的气候转型风险

"一带一路"各国均加入了《巴黎协定》,其中几乎所有国家都制定并提交了国家自主贡献(NDC),且已经或计划出台《本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》及相关低碳转型政策,涉及碳市场、碳税、能源转型等。各国的低碳转型政策、绿色技术发展(新能源技术、绿色交通技术等)及公众偏好的改变将在很大程度上改变能源、交通、建筑、制造业等行业的经营环境和供求关系,进而影响相关企业的营收、成本、盈利、偿债能力和资产估值。在许多高碳行业,气候转型因素会导致企业偿债能力与估值的恶化,并引发金融机构的不良贷款或投资损失。

本报告对"一带一路"投资的气候转型风险进行了初步的量化分析。首先,课题组应用"一带一路"综合评估模型(BRIAM)分析了在照常(BAU)情景、国家自主贡献(NDC)情景和全球2℃温升目标(2DS)情景这三个情景下,"一带一路"国家的碳排放、能源结构、电力系统、碳价及其对相关投资的影响。研究结果表明,在NDC和2DS情景下,"一带一路"国家的非化石能源在一次能源消费中的占比将大幅提升,能源结构呈现深度脱碳特征。"一带一路"能源供给部门的总投资变化并不大,但投资结构发生了显著的变化,在低碳能源及其配套新型基础设施领域的绿色投资占比大大提高,而化石能源领域的投资将急剧下降。能源结构的绿色化将导致传统化石能源企业的需求下降,新能源企业的需求上升。此外,随着越来越多的"一带一路"国家宣布碳中和政策并启动碳交易机制,这些国家的碳价将显著上升,这将增加高碳企业的成本,进而影响其财务状况,为投资者带来潜在风险。

为了更直观地理解"一带一路"国家的气候政策与低碳转型对高碳企业的影响,课

题组针对部分"一带一路"国家高碳排放行业(马来西亚的煤电、巴基斯坦的水泥、南非和俄罗斯的钢铁)的代表性企业,在照常情景、NDC和2DS三种气候变化政策情景下面临的转型风险进行了财务压力测试(2020-2030年)。压力测试结果表明,相较于照常情景,在NDC情景和2DS情景下,代表性企业的偿债能力、流动性和盈利能力等财务指标全面恶化,企业估值和利润下降;由于2DS情景对碳排放的要求更为严格,企业的财务指标和估值在2DS情景下恶化更为严重,部分案例企业的估值下跌超过70%。因此,持有这类资产的金融机构若不采取任何风险缓释措施,将面临较高的贷款违约和资产减值风险。

为进一步量化气候转型风险给银行类金融机构带来的潜在损失,课题组以巴基斯坦的电力行业为例,通过基于情景分析的压力测试量化了巴基斯坦煤电贷款面临的违约风险。结果表明,在考虑了煤电需求下降、碳价上升、新能源价格竞争和融资成本上升等冲击的情况下,在 2020-2030 年间,气候转型风险可能导致巴基斯坦典型煤电企业贷款违约概率从 2020 年的 1% 上升至 2030 年的 35% 左右。

3. 如何强化"一带一路"投资中的气候风险管理

"一带一路"的许多投资面临着气候物理风险,许多高碳领域的投资面临严峻的气候转型风险。但是,许多参与"一带一路"投资的金融机构还没有充分意识到这些风险,因此还未采取足够措施量化和防范气候风险。为了推动金融机构更好地进行"一带一路"投资气候风险管理,本报告分别从政府部门与金融机构两个角度提出了针对性建议。

对政府部门的建议:建议参与"一带一路"投资的金融机构所在国政府及监管部门(1)明确提出关于金融机构与企业开展气候风险分析并进行相关信息披露的政策要求,建立气候信息披露制度;(2)建设"一带一路"气候数据平台;(3)鼓励金融机构和研究机构针对"一带一路"国家的气候相关风险开展研究;(4)增加主权担保机构对低碳投资的担保并减少对高碳投资的担保;(5)建立"一带一路"绿色项目库;(6)制定"一带一路"绿色资产与棕色资产分类标准;(7)结合"一带一路"国家碳中和目标,推动金融机构加强气候风险管理。

对金融机构的建议:建议参与"一带一路"投资的金融机构(1)制定"一带一路"绿色投资战略;(2)加强"一带一路"投资的气候风险分析,包括压力测试和情景分析;(3)将气候风险纳入机构的国别风险管理体系与投资决策流程,将资金更多地配置到气候风险较低的行业;(4)加强气候相关信息披露;(5)发挥政策性银行的引领示范作用。

"一带一路"国家投资潜力巨大,但面临显著气候风险

截至 2021 年 1 月,"一带一路"倡议覆盖 141 个国家(含中国)¹,涉及全球超过 61.05%的人口(2019年)和 38.45%左右的经济量(按 2019年国内生产总值计算),无论是对中国还是对全世界都具有重大而深远的影响。2018年,亚洲开发银行对亚洲每年基础设施投资建设需求进行了测算估计,预计投资需求为 8000 亿美元,这其中很大一部分都是在亚洲的"一带一路"国家。

同时,"一带一路"沿线国家和地区生态环境敏感脆弱,生物多样性易受外界干扰而降低,而大多数人口依靠对气候变化高度敏感的农业、林业和渔业维持生计,易受气候变化影响。有些投资企业对当地包括环境影响评价在内的环境社会管理制度认识不够,投资中对环境社会责任履行不足,面临许多环境方面的指责与批评,企业承受经济损失的同时,也令为这些企业和项目提供投资服务的金融机构承担风险。

因此,在不断拓展和深化与沿线国家合作的进程中,金融机构识别、度量与管理气候变化导致的社会与经济风险是一个不容忽视的重大问题。

1.1"一带一路"国家国情概况

"一带一路"国家人口多、经济体量大、发展水平参差不齐,但经济增速快、潜力大,能源强度和碳排放强度高,是未来全球能源消费和温室气体排放的主要增长源,很多"一带一路"国家生态环境脆弱、基础设施建设水平不高,对气候变化的影响十分敏感。

社会经济发展。根据 Wind 数据库的数据计算,"一带一路"沿线国家 2019 年人口总计 46.85 亿,占全球的 61.05%(不含中国为 42.84%);国民生产总值约为 33.72 万亿美元,占全球的 38.45%(不含中国为 22.09%)。沿线国家经济发展水平差异较大,大多数是发展中国家和经济转型国家,约 41% 的国家人均 GDP 低于世界平均水平。沿线国家 2019 年人均国民生产总值仅为 7197 美元 (不包含中国为 5894 美元),发展模式粗放,产业结构中农业和工业占比相对较高。另一方面,"一带一路"沿线也是目前全球最具经济活力和发展潜力的区域。

资源环境绩效。"一带一路"沿线是自然资源的集中生产区和消费区。中科院科技政策与管理科学研究所对 38 个"一带一路"沿线国家资源环境绩效进行了评估,结果显示,"一带一路"沿线国家单位 GDP 能耗、原木消耗比世界平均水平高出 50% 以上,

¹ 根据中国"一带一路"官网已与中国签订"一带一路"合作文件的国家一览整理: https://www.yidaiyilu.gov.cn/info/iList.jsp?cat_id=10037

单位 GDP 钢材消耗、水泥消耗、有色金属消耗、水耗等是世界平均水平的 2 倍或 2 倍以上。"一带一路"沿线国家提供了全球 57.9% 的石油,54.2% 的天然气和 70.5% 的煤炭,同时也消耗大量的一次能源以及钢材、水泥、有色金属、原木等初级生产原料。

基础设施现状。"一带一路"倡议覆盖的很多发展中国家虽然资源丰富,但基础设施落后,特别是发电量和建设资金较为短缺²;由于地区战略互有冲撞、地缘政治复杂、协调难度大、经济和合同风险多等原因,沿线部分国家基础设施建设几乎停滞,互联互通状况不容乐观;沿线各国当前低迷的经济形势和建设资金短缺问题制约了大部分国家的基础设施开发。

1.2"一带一路"投资对全球气候影响显著

在目前的技术条件下,全球范围内经济增长与温室气体排放仍未"脱钩",大多数"一带一路"沿线国家仍有大量基础设施建设需求,处在工业化初级阶段,产业结构相对"高碳",发展经济和改善民生势必伴随温室气体排放。此外,"一带一路"沿线国家能源禀赋中化石能源占主导地位,优先利用本地优势资源具有经济性和便利性。

根据清华大学金融与发展研究中心和 Vivid Economics 合作的一项研究评估 ³,到 2030 年,"一带一路"倡议下由中国投资撬动的对 17 个典型"一带一路"国家的新增年度投资总额达 2.45 万亿美元。"一带一路"国家下一步发展阶段具有高度依赖能源的特征,未来十年基础设施投资将决定能源需求增长如何影响温室气体排放的增长趋势:如果"一带一路"国家继续沿用传统发展模式("照常情景"),而全球其他国家及地区均实现"2 度温升情景"目标所要求的减排,到 2050 年,"一带一路"国家的碳排放总量在全球碳排放总量中的占比将高达 66%,届时全球碳排放总量将是"2 度温升情景"允许的碳排放总量的 2 倍;且即便在"历史最佳情景"下,"一带一路"国家的碳减排仍不足以实现"2 度温升情景"发展目标,到 2050 年,其碳排放总量将比"2 度温升情景"下的碳排放预算高出 17%。

² 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所 . "一带一路"战略 : 互联互通共同发展——能源基础设施建设与亚太区域能源市场一体化 [J]. 国际石油经济 , 2015(8) : 15-23.

³ 清华大学金融与发展研究中心, Vivid economics. Decarbonizing the Belt and Road Initiative: A Green Finance Roadmap, 2019. https://www.vivideconomics.com/casestudy/decarbonizing-the-belt-and-road-initiative-a-green-finance-roadmap/

1.3 全球应对气候变化引发高碳资产搁浅风险

在应对气候变化的背景下,气候政策的出台和碳价工具的应用引发了人们对高碳排放型技术"锁定效应"的担忧。气候政策、资源限制、社会行为规范演变、技术进步和环境诉讼案件增多等因素可能会削弱化石能源公司的价值或盈利能力,从而改变其财务估值。

"搁浅资产"一词被用于描述因市场形势变化而失去其应有价值的投资或资产。资产搁浅的原因通常与法律法规的变化有关,社会和市场规范的变化、新技术突破也有可能导致资产成为不良资产或废弃资产。搁浅资产项目的财务收入无法达到预期,投资者为避免损失应加强对此问题的重视。在各国政府应对气候变化的背景下,投资者应重视高碳资产成为搁浅资产的风险并采取相应措施。例如,根据华北电力大学的分析⁴,吉林省煤电机组受到产能过剩、非化石能源替代、能效与环保改造和碳市场等因素的影响而而临不同程度的搁浅风险。

"一带一路"投资也面临类似的资产搁浅风险。"一带一路"国家所在的区域受到气候变化影响大,极端事件、降水量及模式的改变、海平面上升等对人民生活和社会经济发展都有显著的影响,因此应对气候变化也是沿线各国的重要关切。在联合国框架下,大多数"一带一路"国家都提交了"国家自主贡献目标"(NDC),提出了到2030年应对气候变化的目标和行动。气候变化已经成为"一带一路"投资中不可回避的话题,因此越是适应气候变化及其应对措施的投资组合就越能避免成为搁浅资产。

⁴ 袁家海,周景宏.吉林煤电搁浅资产:风险与政策建议(研究报告),2017.

金融机构面临气候风险的来源和传导机制

环境和气候因素越来越被认为是威胁全球经济可持续发展的重要风险因素之一。据世界经济论坛发布的《2021 年全球风险报告》,在按照发生概率排名的全球风险中,极端天气、气候应对行动失败、人为环境破坏和生物多样性丧失高居第一、二、三和五位;在按影响力排名的全球风险中,气候应对行动失败、生物多样性丧失、自然资源危机、人为环境破坏和极端天气则高居第二、四、五、六和八位5。世界经济论坛前几年的《全球风险报告》也都将环境和气候相关风险列为重大风险。一些大型的保险公司、资产管理公司和银行现在也将这些环境和气候相关风险作为财务损失的潜在因素以及造成市场波动和潜在金融系统不稳定的来源。

气候变化相关的风险(以下简称"气候风险")作为上述风险中的一类,若没有被适当地纳入金融决策,将对包括银行、机构投资者和保险机构等在内的金融机构造成显著影响。风险管理对于金融机构的有效运营和稳定来说是至关重要的,所有的资本都是根据风险调整后的预期收益进行配置。对于气候风险理解不足将阻碍金融机构在绿色转型的背景下参与全球的可持续增长。如果气候风险被低估,则资本会被过度配置到高风险领域。

在金融部门面临的环境风险分析方面,在全球被广泛参考的研究成果是 G20 绿色金融研究小组(G20 Green Finance Study Group)以及央行与监管机构绿色金融网络(Central Banks and Supervisors Network for Greening the Financial System,NGFS)的相关研究 ⁶⁷⁸⁹¹⁰。鉴于气候风险属于环境风险中的一类,本报告主要参考 G20 绿色金融研究小组和 NGFS 的相关研究,在其理论框架之下,专门针对金融机构在"一带一路"投资中面临的气候风险进行识别和分析,并据此提出相关建议。

2.1 金融机构面临气候风险的风险 来源

⁵ 世界经济论坛,《2021年全球风险报告》.http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf

⁶ G20 Green Finance Study Group. Environmental Risk Analysis by Financial Institutions, 2016.

⁷ G20 Green Finance Study Group. Enhancing Environmental Risk Assessment in Financial Decision—making, 2017.

⁸ NGFS.Macroeconomic and financial stability implications of climate change, 2019.

⁹ NGFS.Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions,2020. https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/overview_of_environmental_risk_analysis_by_financial_institutions.pdf

¹⁰ NGFS.Case Studies of Environmental Risk Analysis Methodologies,2020. https://www.ngfs.net/sites/default/files/medias/documents/case_studies_of_environmental_risk_analysis_methodologies.pdf

据 G20 绿色金融研究小组和 NGFS 的相关研究,金融机构面临的气候风险来源分为两大类: **物理风险**和**转型风险**。

物理风险是指气候事件(如极端天气事件)导致的风险,以及气候事件引发的生态系统平衡大范围改变(如海平面上升、土壤质量下降或海洋生态失衡)导致的风险。

转型风险是指由社会各界应对气候变化的努力而导致的风险,包括但不限于公共政策、技术变化、公众情绪和颠覆性商业模式创新。

气候物理风险与转型风险的典型风险来源如表 2-1 所示。

表 2-1: 气候风险的风险来源(不完全列举)

气候风险分类	风险来源	风险来源列举
	极端天气事件	热带台风、洪水、暴风雪、热浪、干旱
物理风险	海平面上升	慢性海平面上升
	水资源短缺	干旱、水供应不足
	公共政策改变	能源转型政策、碳税、碳市场政策、要求建筑物达到绿色 标准的政策、鼓励新能源汽车的政策、鼓励节能的政策
转型风险	技术进步	清洁能源技术、清洁交通技术、其他绿色技术
	公众情绪	消费者偏好改变、投资者偏好改变
	商业模式创新	垂直农业改变了传统农业

资料来源: NGFS.Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions,2020.

2.2 气候风险导致金融风险的传导机制

金融机构的风险管理一般在监管机构的风险监管政策下进行,其风险分析和管理框架一般将金融风险分为信用风险、流动性风险、市场风险、操作风险和承保风险等。气

候风险并不是上述几种风险之外新的风险类别,而应被融入金融机构主流的风险管理体系。理解气候风险导致金融风险的传导机制,对于气候风险被充分纳入金融机构的风险管理体系至关重要。

在一些情况下,金融机构会直接暴露于气候风险之中(例如办公场所位于沿海地区受到海平面上升的威胁)。除此之外,金融机构的气候风险暴露一般是间接的,来源于其客户和投资标的的气候风险暴露(如图 2-1 所示)。气候物理风险和转型风险的部分具体案例及其对经济社会系统造成的影响如表 2-2 所示。



图 2-1: 气候风险导致金融风险的传导路径

资料来源: NGFS.Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions,2020.

表 2-2: 气候物理风险和转型风险的部分具体案例及其影响

气候风险类型	具体风险来源	具体案例/对经济社会系统的影响
	2000年年	NBER 的一项研究显示,飓风对美国经济将造成长期影响,在 20 年内将导致 GDP 就照常情景下降 7.4%。
		Blackrock 的一项研究显示,更高频率和强度的飓风将导致固定资产的风险暴露到 2050 年上升至 275%。
	米米	Zurich Group 的一项研究显示,51% 的供应链在 2010 年受到了洪水等极端天气的影响,49% 的企业由此生产率遭受损失,导致成本上升 38%、收入下降 32%。
	<u>9</u>	据美国媒体 Vox 报道,2019 年欧洲的热浪造成了 30,000 人的直接与间接死亡以及 130 亿欧元的经济损失。
物理风险	以於	Deryugina 和 Hsiang 的一项研究显示,更加频繁的高温天气会导致工人的生产率下降 28% 并导致 GDP 下降 0.12%。
	一	UC Davis 的一项研究显示,加州仅在 2015 年由于干旱导致的经济损失就高达 27 亿美元,减少了 21,000 个就业岗位(主要集中在农业部门),同时导致渔业产出下降了 60-95%。
	十手 / 小粒联	Global Risk Insights 一项研究显示,超过 41% 的全球人口生活的地区正面临水压力,若无政策干预,到 2025 年这一数字将上升至66%。
	海平面上升	一些研究表明,在巴黎协定 2DS 情景下,到 2050 年海平面将上升 50 厘米,在更高碳排放的情景下,则可能上升 1.5-2 米。若全球没有采取有力措施,到 2100 年可能有 6.4 亿人暴露在海水泛滥的风险中,同时全球经济将损失 14 万亿美元。
		据 Carbon Tax Center 的数据,一些国家已经实施碳税(智利,日本和南非),一些国家采取碳交易机制(欧洲和中国)。
	能源转型政策	国际能源署预计,在 2 度情景下,到 2040 年碳价将升至 150 美元 / 吨。
		挪威、印度、法国和英国宣布了各自的燃油车退出计划,退出时间分别为 2025 年、2030 年、2040 年和 2040 年。
		彭博新能源财经的研究表明, 自 2010 年以来, 光伏和风电的成本已分别下降 89% 和 40%, 并将在未来进一步下降。这将导致到 2050 年, 风电和光伏预计将提供全球电力的三分之二, 而煤电比重则从当前的 27% 降至 12%。
转型风险	技术进步	据国际能源署 IEA 发布的《世界能源展望 2020》,2019 年建成的公用事业规模的太阳能项目,在美国、欧洲、中国和印度等世界最大的市场中,电站在整个生命周期内的平均发电成本为每兆瓦 35 美元到 55 美元之间。而在 2015 年,太阳能发电的全球平均水平成本还要每兆瓦时 100 美元。预计太阳能发电的成本在未来会进一步下降。相比之下,煤电的成本目前在每兆瓦时 55 美元到 150 美元之间,跟十多年来的价格大致相当。
		Acumen Consulting 预计电动车市场的年均增长率将继续维持在 25%,到 2026 年市场规模将达 5670 亿美元。彭博预计到 2040 年, 57% 的乘用车将是电动车,减油量可达 1370 万桶 / 天。
	岩石牛型电机	MIT 的一项研究显示,电子购物可降低环境影响,商品物流被优化,同时大幅降低消费者的交通。
	向工作大大の利	宜家声称电子商务帮助其降低了消费者往返商店的交通,占其碳排放的 14%,同时提高了商品物流与存储的效率。

2.3 气候风险的量化分析

自 2016 年 G20 绿色金融研究小组开展初步分析以来,一些领先的金融机构和公共部门已经开始采取行动推动金融部门对气候风险的理解、增加方法学的可靠性并将风险分析的结果纳入投资决策。但不论是单个资产、资产组合还是金融系统层面,气候风险的量化分析在方法学、模型和工具方面仍亟待完善。

2020 年 9 月,NGFS 发布了两份报告——《金融机构环境风险分析综述》和《环境风险分析方法案例集》,对全球范围内银行、资管和保险公司在环境风险分析(ERA)方面的先进实践进行了梳理和讨论。其中气候风险分析的相关内容如表 2-3 所示。

表 2-3: 气候风险量化分析案例

风险类型	业子/门绵	金融风险	区域	模型	机构/作者	优点	缺点
	房地产	信用风险	欧洲	CAT 模型	427 (穆迪的子公司)	风险因素覆盖广	从气候风险到金融风险的传导不完整
	房地产	信用风险	田田田	CAT 模型,PD 模型, LGD 模型	孙天印和马骏(清华 大学)	对风险因素和金融影响的深入分析	数据要求高,风险因素覆盖少
物理风险	多部门	市场风险	不特定	宏观经济计量模型, CAT, 估值模型	Acclimatise, Vivid Economics	考虑了宏观经济、供应链、 行业和金融的多重影响渠道	对多部门的数据和专业要求高
	房地产	市场风险,承 保责任风险	英国, 北美, 亚洲	CAT 模型,估值模型	ClimateWise, CISL	对风险因素的深入分析	数据要求高, 风险因素覆盖少, 对间接影响的分析有限
	房地产	承保责任风险	美国	CAT 模型	RMS	对风险因素的大量建模	数据和专业要求高
	不特定	承保责任风险	黑	CAT 模型	Swiss Re	基于对保险部门方法学的梳 理以分析气候风险	数据和专业要求高

风险类型	北子/门绵	金融风险		模型	机构/作者	优点	缺点
	石油, 天然 气	信用风险	不特定	IAM,PD 模型	Oliver Wyman	清晰的影响传导机制	缺少系统性风险分析
	不特定	信用风险,市 场风险	欧洲和中国	IAM,PD 模型,定价模型	WU, UZH	清晰的影响传导机制,金融 产品覆盖广	数据和专业要求高,缺少宏观经济影 响分析
	火电,石油	信用风险	囲	能源部门模型,IAM, PD 模型	马骏和孙天印(清华 大学)	纳入了宏观、行业和微观的 多个因素	多部门数据和专业的要求高, 宏观经 济反馈回路不完整
	电力,矿业, 饮料	信用风险	小	TEV 模型,金融比率	Henrik Ohlsen, Michael Ridley	对不同行业基于地理位置的 水的影子价格进行评估	金融风险分析不完整
	房地产,基础设施	市场风险	全	宏观经济计量模型, IAM,估值模型	Vivid Economics	自上而下与自下而上方法相 结合	对多部门数据和专业要求高
	电力,钢铁	市场风险	全球	IAM,估值模型	Nicole Rottmer, PwC Germany	清晰的影响传导机制,资产 适应措施覆盖广	对多部门数据和专业要求高,缺少宏观反馈回路
转型风险	煤炭及相关 基础设施	市场风险	華	能源部门模型,财务 报告预测模型	Climate Policy Initiative	考虑了基于所有权和资本结 构的网络化风险	对多部门数据和专业要求高
	煤炭,基础 设施	市场风险	非	投入产出模型	AFD	考虑了单一冲击的层叠影响	需要详细的投入产出表
	多部门	市场风险	田田	CAMP 模型,碳因素 回归模型	中央财经大学	突出了碳价和股价之间的相 关性	对因果关系的简化假设,缺少反馈机制
	化石能源, 其他碳密集 行业	信用风险,市 场风险	全球	自行研发的情景模型, 估值模型,PD 模型	2 Degrees Initiative	创新性地构建了"无序传导 情景"	情景的前提假设过于简化,数据和专 业要求高
	电力,能源, 交通,基础设施	市场风险	美国,欧洲, 印度	能源部门模型,估值 模型	ClimateWise, CISL	影响传导机制清晰	缺少宏观经济反馈机制
	必 ご	市场风险和机遇	茶	IAM,CAT 模型, Merton 模型, DCF 模型	CarbonDelta(MSCl 子 公司)	对风险预防和适应措施进行 了分析	只考虑了成本因素,对传统气候风险 和气候变化风险的区分不清楚

资料来源:NGFS.Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions,2020.

"一带一路"国家的气候物理风险及其对投资的影响

在气候变化的背景下,"一带一路"沿线国家极端天气气候事件频发,且事件的强度增强,对沿线国家人民的生命财产安全、基础设施建设和生态环境等产生严重影响。 2018 年,GermanWatch 发布的报告 ¹¹ 中公布了 1997 年 - 2016 年各国"气候风险指数"(CRI)评估结果,尽管该指数仅考虑了极端气候事件及其社会经济影响,而未虑海平面上升、海温升高、海水酸化以及冰川融化等缓发事件的影响,从其结果中也可以看出很多"一带一路"国家在全球范围内受到气候变化影响最为严重(如图 3-1 所示)。

中国国家气候中心发布的《应对气候变化报告 (2017):坚定推动〈巴黎协定〉》¹² 提到,"一带一路"沿线主要国家的气候风险水平普遍偏高,南亚和东南亚地区尤为突出,对沿线国家的人民生命财产安全、基础设施建设和生态环境等产生了深远影响。温室气体持续排放会造成气候进一步变暖,对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆转影响的几率也会增加。

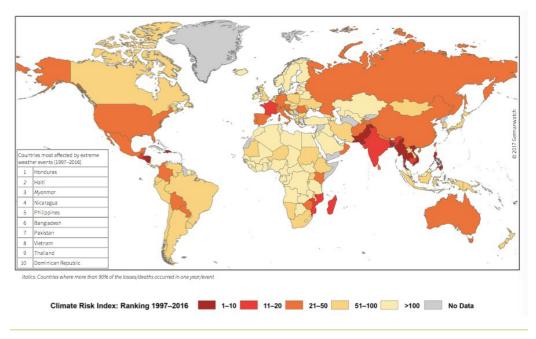


图 3-1: 全球气候风险指数(1997-2016)世界地图 ¹³

¹¹ Germanwatch. Global climate risk index 2018 - Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2016 and 1997 to 2016,2018.

^{12 《}应对气候变化报告 (2017): 坚定推动 < 巴黎协定 > 》,王伟光,刘雅鸣主编,社会科学文献出版社,2017 年 11 月。

¹³ 来源: GermanWatch

3.1"一带一路"重点区域的气候物理风险

"一带一路"倡议主要覆盖亚洲(东南亚、南亚、中亚)、非洲、欧洲等地区,沿线国家的区域分布以及 IPCC 第五次评估报告识别的区域主要气候风险类型如表 3-2 所示。不同地区对于气候变化的敏感性也显著不同。综合考虑区域的投资潜力与气候物理风险,本部分针对东南亚、南亚和撒哈拉以南非洲地区的气候物理风险进行了具体分析。

表 3-2: "一带一路"国家区域分布及主要气候物理风险类型

区域	国家	主要气候物理风险类型
亚中	哈萨克斯坦,乌兹别克斯坦,塔吉克斯坦,土库曼斯坦,吉尔 吉斯斯坦,阿富汗	粮食安全风险加剧; 工昌区水淬酒运牲.
亚隼	巴基斯坦,印度,尼泊尔,孟加拉国,不丹,马尔代夫,斯里 兰卡	+ 产小以
东南亚	文莱,柬埔寨,印度尼西亚,老挝,马拉西亚,缅甸,菲律宾, 新加坡,泰国,越南	高温导致的人口死亡人数增加; 干旱将加剧水资源和食物短缺;
东北亚	蒙古,韩国,朝鲜	加剧水源疾病和传染病, 加剧会验,不见笔和略弱性,
母亚北非	阿尔及利亚, 巴林, 埃及, 伊朗, 伊拉克, 以色列, 约旦, 科威特,黎巴嫩, 利比亚, 摩洛哥, 阿曼, 巴勒斯坦, 卡塔尔, 沙特阿拉伯,南苏丹, 苏丹, 叙利亚, 突尼斯, 阿联酋, 也门	加超强退化; 珊瑚礁退化; 山顶积雪融化。
撒哈拉以南非洲	安哥拉,布隆迪,喀麦隆,佛得角,乍得,刚果,科特迪瓦,吉布提,加蓬,甘比亚,加纳,几内亚,肯尼亚,马达加斯加,毛里塔尼亚,莫桑比克,纳米比亚,尼日利亚,卢旺达,塞内加尔,塞古尔,塞拉利昂,索马里,南非,坦桑尼亚,多哥,乌干达,赞比亚,津巴布韦	生物分布改变,野生动物由于疾病和物种灭绝受到严重的影响; 水资源压力加剧,未来水资源需求增长,而过度开发和退化将减少供给,降水模式改变也将影响水资源 获得量; 珊瑚礁退化,生态系统和渔业蓄积量退化; 降水减少、温度升高导致作物生产力降低导致粮食短缺; 降水减少、温度升高导致作物生产力降低导致粮食短缺; 温度和降水变化对畜牧业产生负面影响,导致高温和水资源短缺,病虫害、疾病的影响加剧,对家畜和 农村地区产生负面影响; 水源疾病的传播模式改变和加剧; 营养不良将对人体产生终生影响。

区域	国家	主要气候物理风险类型
欧洲	乌克兰, 保加利亚, 亚美尼亚, 阿尔巴尼亚, 阿塞拜疆, 白俄罗斯,波黑, 格鲁吉亚, 马其顿,摩尔多瓦, 黑山, 俄罗斯, 塞尔维亚,奥地利, 保加利亚, 克罗地亚, 捷克, 爱沙尼亚, 希腊, 匈牙利,拉脱维亚, 立陶宛, 波兰, 立陶宛, 斯洛伐克, 斯洛文尼亚,土耳其	由于城镇化和海平面上升,洪水造成的经济损失加剧,受其影响的人群范围扩大; 由于地表水资源减少,以及灌溉、能源、工业、家庭等水资源需求增加导致水资源短缺; 高温导致的经济损失加剧,受其影响的人群范围扩大,影响健康、福利、生产力、粮食生产和空气质量。
拉丁美洲	安提瓜和巴布达,玻利维亚,哥斯达黎加,格林纳达,圭亚那,巴拿马,苏里南,特立尼达和多巴哥,乌拉圭,委内瑞拉	半干旱地区水资源短缺; 冰川融化; 极端降水时间导致的城市洪水; 珊瑚礁白化; 粮食产量和质量下降; 传染病扩散。
太平洋岛国及大洋鲨	纽埃,巴布亚新几内亚,东帝汶,新西兰	生计不能维持; 温升导致的珊瑚礁生态系统减少和消亡;珊瑚礁生态系统组成的显著改变; 损失山地生态系统和一些本地物种; 海平面上升威胁小岛屿国家低海拔的区域; 洪水频率和强度提高对基础设施和居住区产生损害; 部分地区水资源短缺; 高温热浪导致疾病、死亡和基础设施破坏; 野火对生态系统、居住区以及生命造成威胁和损害; 破坏沿海地区基础设施和低海拔生态系统;
资料来源:课题组根据	资料来源:课题组根据 IPCC 第五次评估报告整理。	

3.1.1 东南亚地区

东南亚是当今世界经济发展最有活力和潜力的地区之一。东南亚地区除新加坡以外的其余国家经济均较落后,但在未来新的世界政治、经济格局中,东南亚的战略地位将愈发重要。新加坡的经济以服务业、金融业、科技业、航运业、物流业、旅游业为主,并积极发展高科技和教育。越南、菲律宾和印尼经济相对落后,经济偏重旅游业、基础制造业、农渔业。泰国、越南、缅甸是世界上重要的稻米(水稻)出口国。印度尼西亚是重要的石油出口国,出产石油较多的还有马来西亚和文莱。泰国、马来西亚等国的锡产量居世界前列。印度尼西亚、泰国、马来西亚都是橡胶生产大国。

东南亚地区面临的主要气候物理风险是温度、降水、蒸散、海平面变化等引致的自然生态系统改变、资源分布变化、健康和财产的直接损失等,IPCC 第五次评估报告对东南亚地区面临的气候物理风险进行了梳理(如表 3-3 所示)。

表 3-3: 东南亚地区气候物理风险

风险	2DS 情景	NDC 情景
淡水资源短缺(主要河流干涸)	++	+++
珊瑚礁系统破坏	+++	++++
水稻减产	++	+++
渔业和水产品减产	+	++++
冲积平原受损	+++	++++
沿海地区受损	+++	++++
生命和财产损失	++++	+++++
工业和基础设施破坏	++	+++
传染性疾病扩散	++	+++
影响生计并导致贫困	+++	++++
经济损失	+++	++++

来源: IPCC AR5 第二工作组报告第 24 章,"+"的数量代表风险的严重程度。

3.1.2 南亚地区

南亚次大陆包含了超过 20% 的世界人口,使它成为了世上人口最多和最密集的地域,同时也是继非洲之后全球最贫穷的地区之一。南亚国家大部分以农业为主要经济部门,能源资源以煤为主,例如印度有世界上第四大蕴藏量的煤炭。

南亚地区面临的主要气候物理风险与东南亚类似,由于其地形、气候和人口分布特征,南亚地区面临的水资源短缺、干旱等风险则更为严峻。

表 3-4: 南亚地区气候物理风险

风险	2DS 情景	NDC 情景
淡水资源短缺(主要河流干涸)	++	++++
物种和生物资源分布改变	+	+++
珊瑚礁系统破坏	+++	++++
水稻减产	++	+++
小麦减产	+	++
耕地减少	++	++++
灌溉需求增加	++	+++
病虫害增加	+	++
冲积平原受损	+++	++++
沿海地区受损	+++	++++
生命和财产损失	++++	+++++
工业和基础设施破坏	++	+++
洪水的健康影响增加	+	++
水传播疾病	+	++
传染性疾病扩散	++	+++
影响生计并导致贫困	+++	++++
经济损失	+++	++++

来源: IPCC AR5 第二工作组报告第 24 章, "+"的数量代表风险的严重程度。

3.1.3 撒哈拉以南非洲

撒哈拉以南非洲是世界上最贫穷的区域,其中有31个国家被联合国列为最不发达国家¹⁴,面临严峻的社会经济发展挑战。农业领域发展较慢,粮食不能自给,但在热带经济作物、畜牧业、森林领域有一定的优势;工业领域以采矿业为主,制造业落后,主要是出口矿产或农产原料等初级产品,工业制成品主要依赖进口,在国际贸易中处于相对不利的地位。

在 2DS 情景和 NDC 情景下,撒哈拉以南非洲都面临降水显著减少的风险,对于本身就缺少水资源的撒哈拉以南非洲来说降水变化带来的挑战十分突出。撒哈拉以南非洲生态系统脆弱、基础设施建设水平较低,自然生态系统和社会经济系统容易受气候变化影响,特别是农业领域,粮食安全问题将进一步加剧,部分适宜种植经济作物的区域面积将不断减少,人民生计和经济都将受到威胁。

表 3-5: 撒哈拉以南非洲气候物理风险

风险	2DS 情景	NDC 情景
淡水资源短缺	+++	+++++
物种和生物资源分布改变	++	++
粮食减产	+++	++++
耕地减少	++	+++
灌溉需求增加	+++	++++
病虫害增加	+	+++
生命和财产损失	++	+++
基础设施破坏	+	++
健康风险增加	+++	++++
影响生计并加剧贫困	++	++++
经济损失	++	+++

来源: IPCC AR5 第二工作组报告第 24 章, "+"的数量代表风险的严重程度。

¹⁴ United Nations "List of Least Developed Countries (as of 11 February 2021)" . https://www.un.org/development/desa/dpad/least-developed-country-category.html

3.2"一带一路"关键行业与部门的气候物理风险

对于生产部门和行业来说,气候变化可能显著影响其必需自然资源的可获得性以及主要产品的产出效率,并对生产设施和工具造成破坏。本节针对"一带一路"国家的关键行业与部门(能源、农林业和城市)面临的气候物理风险进行了分析。

3.2.1 能源部门

"一带一路"沿线很多发展中国家仍面临能源短缺的问题,发展可再生能源既是让"一带一路"国家的人民获得清洁的、可负担的能源的必然选择,也是全球共同应对气候变化的关键手段。"一带一路"国家可再生资源丰富,各国对于发展可再生能源亦雄心勃勃,例如土耳其30%的电力来自水电,印度可再生能源发电装机容量已经达到5.5亿干瓦。

中国在"一带一路"建设中也对可再生能源进行了大量投资,在哈萨克斯坦、巴基斯坦、老挝、泰国、尼泊尔等国都有在建、完成和运行的可再生能源项目。然而,长期来看,气候变化将给可再生能源项目带来不确定性,风险不容忽视。

可再生能源部门面临的最大的气候物理风险在于**改变可再生能源资源的存量、可获得性和分布**。气候变化对于自然系统的影响是全球层面的,随着全球温升加剧,热量、降水和大气环流都可能随之发生显著的改变,水电、太阳能、风能、生物质能的资源丰度和分布都将受到直接的影响。

根据华北电力大学的一项研究 15, "一带一路"国家可再生能源资源分布相对较少的国家包括:巴基斯坦、文莱、捷克、匈牙利、伊朗、科威特、马拉西亚、波兰、卡塔尔、罗马尼亚、沙特阿拉伯和新加坡;可再生能源资源面临风险较高的国家包括:新加坡、捷克、匈牙利、马拉西亚、波兰、沙特阿拉伯、文莱、伊朗、以色列、黎巴嫩、科威特、卡塔尔、罗马尼亚、巴基斯坦、保加利亚、爱沙尼亚、约旦、拉脱维亚、菲律宾、斯洛文尼亚、孟加拉国、克罗地亚、亚美尼亚、斯里兰卡、摩尔多瓦、巴林、柬埔寨、阿富汗和也门。

此外,很多"一带一路"国家的化石能源占比较高,中国在这些国家仍有较多的化石能源项目。在气候物理风险方面,化石能源部门主要面临洪水、干旱、热浪和海平面

¹⁵ Yunna Wu, Jing Wang, Shaoyu Ji, Zixin Song, Renewable Energy Investment Risk Assessment for Nations along China's Belt & Road Initiative: An ANP-Cloud Model Method (under review)

上升等气候灾害对能源基础设施的破坏。不过化石能源部门面临的气候风险主要来自政策和技术等因素导致的转型风险,详情将在本报告的第4部分和第6部分进行具体分析。

3.2.2 农林业

农林业是很多"一带一路"国家的重点产业之一,同时未来大量的人口增长及相应的粮食需求将发生在"一带一路"国家,进一步增加这些国家应对气候变化的压力。

气候变化使作物生育期延长,种植制度有所调整,高纬度地区作物生育期延长,喜温作物界限北移。气候变化还导致农作物病虫害的范围和程度加重。气候变暖将改变昆虫、寄主植物和天敌之间原有的物候同步性,使病虫害的治理难度加大。气候变化还导致极端气候事件频率和强度增加,农业生产损失增大。干旱、洪涝等自然灾害加重,造成作物产量的年际变率和低产概率增加,对农业生产带来不利影响。气候变化对主要粮食作物产量的影响因作物类型和区域而异。水资源是粮食产量的重要限制因素,降水模式的改变叠加气温变化,不同区域粮食产量的变化趋势也将有所不同。

气候变化给森林生态系统和林业带来了正面和负面的双重影响。首先,森林物候期总体提前但空间差异明显。其次,植物生长期延长,森林生产力整体增加。气候变化会导致植物生长期延长,加上大气二氧化碳浓度增加形成的"施肥效应",森林生态系统的生产力总体呈增加趋势。第三,森林的空间分布有向高纬度和高海拔地区迁移的趋势。另一方面,森林火灾的风险加剧。气候变化引起的极端气候事件会导致林木大量折断和死亡,森林可燃物累积增加,从而增加森林火险,林火发生地理分布区扩大,加剧了森林火灾发生的频度和强度。与此同时,森林病虫危害加大。气候变暖和极端气候事件的增加,使森林病虫害分布区系向北扩大,森林病虫害发生期提前,世代数增加,发生周期缩短,发生范围和危害程度加大,并促进了外来入侵病虫害的扩展和危害¹⁶。一些次要的病虫或相对无害的昆虫相继成灾,促进了海拔较高地区的森林病虫害的大发生。此外,森林生物多样性下降,导致外来有害生物入侵。气候变化导致森林类型的位移和消失,使生物多样性和物种格局发生改变。一些动植物和微生物由于分布区范围的急剧缩小,处于濒危状态或存在灭绝的风险。气候变化还使物种优势度发生改变,降低一些物种的丰富度和多样性。

3.2.3 城市

很多"一带一路"国家正处在现代化和城市化的进程中,未来大量人口与经济活动将向城市聚集。城市区域在空间尺度上密度较高,同时也影响着局地环境和气候,这些影响与全球气候变化的影响叠加,进一步加剧了城市面临的风险。根据 IPCC 最新评

¹⁶ 赵铁良, 耿海东等. 气温变化对我国森林病虫害的影响 [J]. 中国森林病虫,2003.

估 ¹⁷,在 RCP2.6 情景下(相当于到世纪末升温 2℃以内的情景),许多城市群,特别是高纬度地区,到本世纪末温升将达到 2.5℃,甚至超过 4℃;在 RCP8.5 情景下(相当于到世纪末升温 4℃的情景),本世纪末大部分城市群的温升都将超过 2.5℃,一些高纬度地区的城市会经受 3.5℃的温度上升,如果再加上城市热岛效应,温升将超过 5℃。城市地区面临的主要气候变化影响包括:

干旱缺水。全球气候变化将显著影响降水模式,将可能引起或加剧城市地区的干旱。相对于农村来说,城市由于经济活动和人口密集,受灾之后产生的损失会被放大¹⁸,干旱造成河水流量下降、地下水位下降,沿海地区城市还会出现成水倒灌、影响供水¹⁹。

沿海地区洪水、海平面上升和风暴潮。受气候变化影响,不断上升的海平面、沿海和河岸侵蚀、或是结合风暴潮的洪水都可能会影响沿海地区居民的生命财产安全,破坏沿海植被以及生态系统,威胁到经济系统的良好运转,沿海的港口设施和大型石化、能源等行业尤其容易受到影响。

城市内涝。气候变化导致的短期强降雨会对城市排水系统和雨季洪水产生重大影响,城市将会面临更多的排洪问题和更频繁的下水道污水溢出问题。暴雨和风暴潮形成的洪涝将会造成城市财产的损失和公共基础设施的破坏、污染水源、破坏商业活动,乃至威胁人民的生计,同时也会增加通过水传播和与水有关的疾病的发病率。

疾病和流行病。气候变化会影响关乎人类健康的环境因素,包括空气和饮用水质量、食物安全和住所保障性等。极端温度(热和冷)也将影响健康,甚至增加死亡率。

3.3 金融机构投资活动面临的气候物理风险影响

金融机构在"一带一路"国家进行投资活动面临的气候物理风险主要包括:一方面,气候变化导致极端天气和自然灾害等事件的发生频率和强度上升,对金融机构在当地的办公场所设施及人员造成直接的损害;另一方面,气候变化导致当地生态环境和自然资源分布发生改变,给能源、农林业、城市等"一带一路"国家的重要产业和部门造成不确定性。

¹⁷ IPCC. AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014. https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/

¹⁸ 胡晓梅, 钟琦. 城市气象灾害监测的现状与发展探析. 河北工程大学学报, 2009.

¹⁹ 许凯. 我国干旱变化规律及典型引黄灌区干旱预报方法研究 [D]. 清华大学, 2015.

"一带一路"地区面临的主要气候物理风险类型及受影响行业如表 3-6 所示。

表 3-6: "一带一路"地区面临的主要气候物理风险类型及受影响行业

E-1-2		双即的44十五年出
区域	主要物理风险类型 	受影响的主要行业
中亚	干旱 / 水资源短缺,	种植业,可再生能源
南亚,东南亚	洪涝,水资源短缺,干旱,珊瑚礁 系统破坏,海平面上升,飓风	
西亚,北非	热浪,干旱 / 水资源短缺	种植业,可再生能源
撒哈拉以南非洲	淡水资源短缺,粮食减产,灌溉需 求增加	农业
欧洲	干旱,海平面上升	可再生能源,农业,工业和基础 设施
拉丁美洲	半干旱地区水资源短缺,城市洪涝	种植业, 工业和基础设施
太平洋岛国及大洋洲	气温升高导致珊瑚礁生态系统消 亡,海平面上升,洪水,热浪,森 林火灾	工业和基础设施, 林业, 渔业, 旅游业

来源:课题组根据公开资料整理



"一带一路"国家的气候转型风险及其对投资的影响

本部分评估"一带一路"国家为应对气候变化所采取的气候政策和低碳发展政策所带来的相应转型风险与机遇。分析结果表明,"一带一路"国家的气候政策,涉及能源转型、碳价或碳税等,将推动能源结构绿色化,增加高碳行业(例如煤电、钢铁、水泥)企业成本,降低其收益,从而导致企业财务状况恶化与估值下降,为持有相关资产的金融机构带来风险;同时,低碳行业(例如可再生能源)的投资需求上升,为金融机构提供绿色投资机遇。

4.1"一带一路"国家的温室气体排放情况

"一带一路"国家有全球 3/4 的人口,产出全球 1/3 的 GDP,但能源排放强度和碳排放强度却普遍较高,是未来全球能源消费和温室气体排放的主要增长源。根据国际货币基金组织的预测,"一带一路"国家到 2026 年 GDP 年均增速会在 3.5% 以上,高于全球平均增速,其中柬埔寨、缅甸、老挝和越南等东南亚国家以及印度的年均增速将超过 5%,埃塞俄比亚的年均增速将超过 8%²⁰。同时,根据国际能源署预测 ²¹,"一带一路"国家中印度和东南亚国家对煤炭的需求量将有可能大幅攀升,到 2040 年煤炭需求总量预计将超过美国;中东地区和除日、韩外的亚洲其他国家对石油需求总量将呈上升趋势,预计将超过欧美国家需求总和。

4.2"一带一路"国家应对气候变化的政策和目标

截至 2021 年 1 月, "一带一路"的 141 个国家(包括中国)都签署和批准了《巴

²⁰ 作者根据 IMF "World Economic Outlook database: April 2021" 整理得到,数据链接: https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2021/April/download-entire-database.

²¹ IEA. World Energy Outlook 2017. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017

黎协定》,其中包括了《联合国气候变化框架公约》下 20 个附件一国家(包括 15 个欧盟成员国)和 121 个非附件一国家。除利比亚外,共有 140 个国家提交了预期的国家自主贡献(INDC)或国家自主贡献(NDC)²² 目标。

"一带一路"国家根据各自的国情和能力,提出了多样化的国家自主贡献减缓目标形式。其中,大多数发达国家都设定了到 2030 年的绝对量减排目标(包括俄罗斯、乌克兰和白俄罗斯 3 个经济转轨国家)。在已提交自主贡献方案的发展中国家中,部分国家提出了包括资金、技术、能力建设在内的有条件的减排目标,部分国家提交了与照常情景相比较的相对减排目标,少部分国家提出了绝对量目标和相对的碳强度目标(包括中国),个别国家提出了碳排放达峰的时间(包括中国),另有少数国家未提出量化目标23。

需要注意的是,虽然绝大多数"一带一路"国家提出了国家自主贡献减缓目标,但超过30%的目标是有条件的,意味着这些目标的落实取决于国际社会在资金、技术、能力建设方面的支持。仅仅依赖"一带一路"国家自身资源落实这些国家自主贡献目标存在较大难度,这也凸显了国际合作以支持"一带一路"绿色低碳发展的重要性。

同时,各国为实现国家自主贡献减缓目标制定了政策和措施(表 4-1)。在电力减排领域,绝大部分"一带一路"国家都提出发展可再生能源/清洁能源以及提高能效的政策措施;在交通部门,减排行动聚焦于提高燃油经济性和机动车排放标准、促进清洁燃料和技术应用、改善路网、发展公共交通等领域;各国也基于自身情况制定了农业、林业、工业和废弃物部门的减排政策;同时也有越来越多的国家利用市场机制促进温室气体减排。

²² UNFCCC. INDCs as communicated by Parties[DB/OL]. http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx

²³ UNFCCC. NDC Registry[DB/OL]. https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx

表 4-1: "一带一路" 国家减缓气候变化的政策和行动 24

/= II	. B.H / 66 (- /)	
行业	减排政策与行动 	国家
电力	发展可再生或清洁能源	绝大部分"一带一路"沿线国家
	提高能效	纪人即为 一带一路 石线国家
交通	改善路网,加强管理	蒙古、阿联酋、约旦、泰国、马其顿
	推广新能源汽车(混合动力或电动、 使用生物燃料)	蒙古、阿联酋、印度、尼泊尔、越南、越南、文莱、阿塞拜疆
	发展公共交通、加强城市可持续交通 建设	以色列、土耳其、斯里兰卡、泰国、越南、 阿塞拜疆、马其顿
	提高燃油经济性、通过经济手段推动 清洁燃料应用等	蒙古、阿联酋、泰国、文莱、欧盟成员国
	提高能效	塔吉克斯坦、也门、巴林、土耳其
农业	加强土地管理	也门、塔吉克斯坦
	促进农业和畜牧业减排	蒙古、阿塞拜疆、新西兰
林业	增加林业碳汇	约旦、印度、尼泊尔、斯里兰卡、老挝、 阿塞拜疆、白俄罗斯、中国
	参与 REDD+ 项目	缅甸、泰国、越南
工业	促进工业节能	蒙古、土耳其、印度、斯里兰卡
	推动工业现代化	塔吉克斯坦、斯里兰卡
废弃物	加强废物管理	阿联酋、泰国、文莱、印尼、阿塞拜疆
	废弃物循环利用(如填埋气体用于发电等)	约旦、也门、印度、尼波尔、泰国、越南、 印尼
市场机制	碳交易市场	中国、韩国、哈萨克斯坦、新西兰以及欧 盟成员国

目前各国国家自主贡献的总体力度并不足以实现到本世纪末将温升控制在2℃以内的目标,实现2℃目标将进一步压缩各国未来的排放空间,加速全球的低碳转型速度,因此包括"一带一路"国家在内的全球各国都需要不断提高减排目标的力度。《巴黎协定》还设置了定期盘点机制(global stocktake),定期总结和评估《巴黎协定》的执行与进展情况,为各国更新NDC方案和加大减排政策力度提供参考。按照计划,第一次全球盘点将于2023年进行,其后每5年进行一次。

²⁴ 根据《公约》网站发布的各缔约方提交的国家自主贡献文件、国家信息通报、两年报/两年更新报等资料整理。

除了 2℃目标,《巴黎协定》还设定了在本世纪下半叶实现净零排放的全球目标。 截至 2021 年 3 月,已有包括智利、哥斯达黎加、新西兰、匈牙利、新加坡、南非、乌 克兰等在内的"一带一路"国家作出了碳中和承诺²⁵。可以预见,会有越来越多的"一带 一路"国家在未来做出碳中和承诺并出台相应的绿色低碳政策。在此背景下,相比 2℃目 标下的发展路径,1.5℃路径更符合"一带一路"国家未来的发展,金融机构也因此将面 临比 2℃路径更大的转型风险。

4.3 基于BRIAM模型的"一带一路"气候转型风险分析

本部分利用 BRIAM 模型评估了不同温升目标情景下的"一带一路"国家低碳转型需求以及对能源总量和结构、碳定价、投资等关键领域的影响。分析结果表明,在 NDC 和 2DS 情景下,与 BAU 情景相比,"一带一路"国家的能源结构、碳价及对不同能源的投资需求有显著差异,各国的气候变化政策将导致高碳行业的投资需求下降,低碳行业的投资需求上升。

4.3.1 BRIAM 模型研究方法及相关假设

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心(NCSC)自主开发的"一带一路"综合评估模型(The Belt and Road Integrated Assessment Model, BRIAM)是基于通用数学建模系统(General Algebraic Modeling System)和全球贸易分析数据库(Global Trade Analysis Project Date Base)平台开发的动态混合模型系统(如图4-1 所示),主要用于评估"一带一路"沿线国家自主贡献实施、减缓和适应气候变化、可持续基础设施建设、绿色投资和贸易,可建立全球温升情景与各行业低碳转型进程、碳价、投资贸易模式转变等之间的关系,为实现应对气候变化目标的各层级政策制定提供决策支撑。

²⁵ Climate Home News. Which countries have a net zero carbon goal?,2019.https://www.climatechangenews.com/2019/06/14/countries-net-zero-climate-goal/

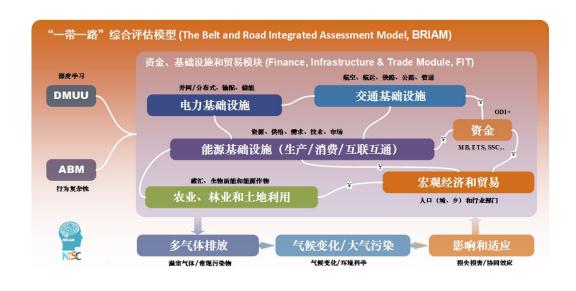


图 4-1: "一带一路"综合评估模型(BRIAM)

为分析"一带一路"区域为实现国家自主贡献目标和全球 2° 温升目标而实施的减缓气候变化政策所造成的转型风险,本研究基于 BRIAM 模型设置了三类情景,即照常情景(BAU)、国家自主贡献情景(NDC)和全球 2° 温升目标情景(2DS),具体情景定义如表 4-2 所示。

表 4-2: "一带一路"综合评估模型(BRIAM)情景设置

	 近中期政策 	 加速转型始于 	 长期目标 	实现 2 ℃的可 能性	额外政策
照常情景(BAU)	截止 2015 年 的政策	/	/	0%	/
国家自主贡献情 景(NDC)	2030 年国家 自主贡献目标	2030	/	几乎不可能	有 / 无资金 支持
全球 2℃温升目 标情景(2DS)	2020 年坎昆 目标	2020	2℃	66%	有 / 无责任 分担

4.3.2 "一带一路"区域的气候转型风险分析

本部分讨论"BAU情景""NDC情景"和"2DS情景"下"一带一路"国家能源结构、电力系统脱碳、能源供应投资、碳价和电价方面的预期,为进一步分析和量化相关金融风险提供支撑。

(1)不同的气候政策对能源结构的影响

实施能源生产和消费革命是"一带一路"国家实现国家自主贡献目标和2℃温控目标的关键领域和主要途径。实现各国自主贡献中提出的减排目标和全球2℃温控目标均依赖于能源结构调整,未来"一带一路"国家的能源消费总量会保持增长的态势,但细分能源结构将从高碳能源转向低碳能源,转型幅度依赖于减排目标的力度²⁶。

在 BAU 情景下,煤炭仍将是"一带一路"国家未来主要的能源来源,能源供应主要依赖化石能源。在 NDC 情景下,"一带一路"国家的煤炭消费虽然在 2050 年前仍有小幅增长,但增速明显下降,2050 年的非化石能源占一次能源消费比重将达 36.7%。但由于各国国家自主贡献仍主要聚焦近中期,碳捕获封存等脱碳技术的应用范围有限,2050 年仅有 9.7% 的化石能源消费耦合碳捕获封存技术。

在 2DS 情景下,"一带一路"国家"去煤化"趋势显著。2050 年"一带一路"国家非化石能源占一次能源消费比重将达 44.2%,同时 44.1% 的化石能源和 56.7% 的生物质将耦合碳捕获封存技术。受益于能源结构的调整,在 NDC 情景下,"一带一路"国家 2030 和 2050 年的单位能源碳强度分别在 2015 年的水平上降低 2.3% 和 15.4%。在 2DS 情景下,2030 和 2050 年的单位能源碳强度将分别在 2015 年的水平上降低 20.3% 和 81.2%。

根据各国自主贡献中提出的减排目标和 2℃温控目标下全球碳预算要求,基于各地 区既有的能源结构、发展阶段、资源禀赋和减排成本,不同情景下各地区能源结构如图 4-2 所示。

²⁶ 能源类型包括: 地热(Geothermal),太阳能(Solar),风电(Wind),水电(Hydro),附加碳捕集和封存设施的生物质能源(Biomass|w/ CCS),未附加碳捕集和封存设施的生物质能源(Biomass|w/o CCS),核能(Nuclear),附加碳捕集和封存设施的天然气(Gas|w/ CCS),附加碳捕集和封存设施的石油(Oil|w/ CCS),附加碳捕集和封存设施的煤炭(Coal|w/ CCS),未附加碳捕集和封存设施的天然气(Gas|w/o CCS),未附加碳捕集和封存设施的石油(Oil|w/o CCS),以及未附加碳捕集和封存设施的煤炭(Coal|w/o CCS)。

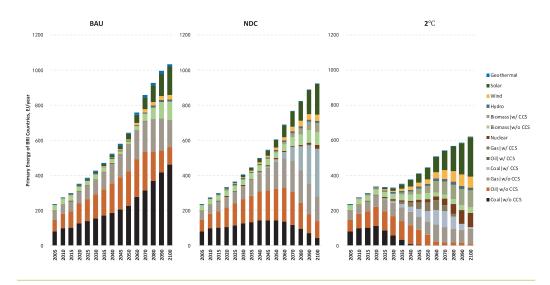


图 4-2: 不同情景下"一带一路"国家的一次能源消费结构

分区域看,"一带一路"国家中的各区域受资源禀赋影响,能源结构差异非常大。亚洲区域,印度在BAU情景和NDC情景下的煤炭(Coal)消费将有较大幅度上升,但在2DS情景下,非化石能源,特别是风能(Wind)和太阳能(Solar)的比重将大幅上升。东盟国家除BAU情景外,在NDC情景和2DS情景下均不会大力发展煤炭,但油气(Oil)比重显著高于中印两国。

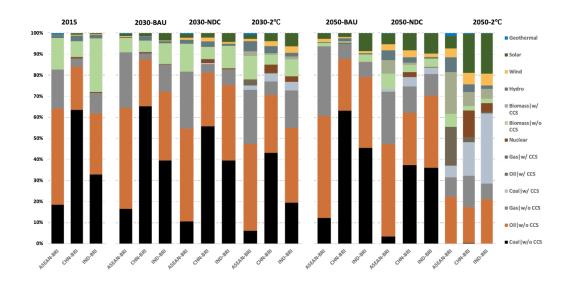


图 4-3:不同情景下中、印、东盟的一次能源消费结构变化

中东和非洲区域的情况与亚洲有较大区别。中东和北非地区是主要的油气产区,未来减排取决于碳捕获封存技术。而在撒哈拉以南非洲地区,在 BAU 情景和 NDC 情景下,煤炭消费将有较大幅度的增长,而在 2DS 情景下,这一地区将直接跳过化石能源转向可再生能源的跨越式发展,生物质 (Biomass) 将发挥重要作用。

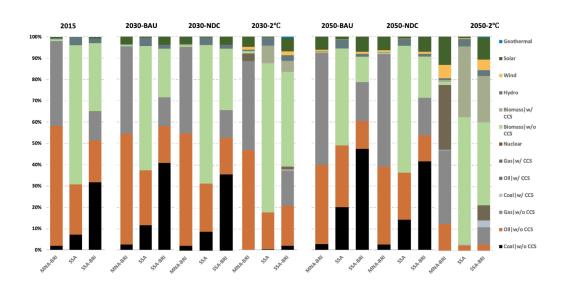


图 4-4: 不同情景下中国和非洲国家的一次能源消费结构变化

(2)不同的气候政策对电力系统脱碳的影响

电力系统脱碳对能源转型至关重要。不同情景下的装机容量需求和结构变化如图 4-5 和图 4-6。

在 BAU 情景和 NDC 情景下,"一带一路"国家的**装机需求基本保持一致,但结构** 差异较大。BAU 情景下的煤电装机将在 2060 年前保持增长,而在 NDC 情景下,煤电 装机将从 2030 年后出现下降。**NDC 情景下的可再生能源特别是太阳能和风能的装机占比也将显著增加**。天然气(Gas)的装机无论在 BAU 情景还是在 NDC 情景下均有较大幅度增长。

在 2DS 情景下,由于电气化水平提高以及风能 / 太阳能等年均利用小时较低的间歇式能源发展的影响,装机需求显著增加。同时,电源结构的转变愈发明显。煤电基本不再增长,并将在 2025 年后出现下降。天然气发电装机的增速明显放缓,并在 2060 年后出现下降。可再生能源占比明显提高。

在 NDC 情景下,2030 年和2050 年电力装机将分别达到2015 年的1.7 倍和3.1倍,非化石能源占电力装机的比重将分别达30.1%和49.8%。而在2DS 情景下,2030

年和 2050 年电力装机将分别达到 2015 年的 1.8 倍和 3.9 倍,非化石能源占电力装机的 比重将分别达 41.6% 和 71.8%。

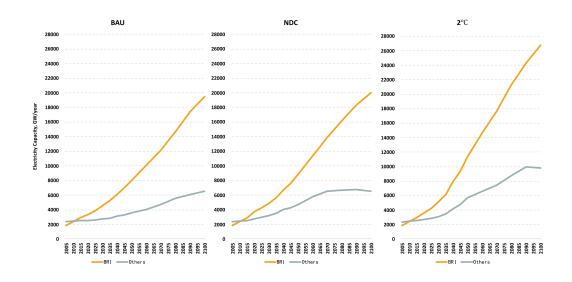


图 4-5: 不同情景下"一带一路"国家电力装机变化

不同情景下"一带一路"国家的电力装机在生物质(Biomass)、光伏(Solar)、风电(Wind)、地热(Geothermal)、水电(Hydro)、核电(Nuclear)、天然气(Gas)、石油(Oil)和煤炭(Coal)领域的具体分布如图 4-6 所示。

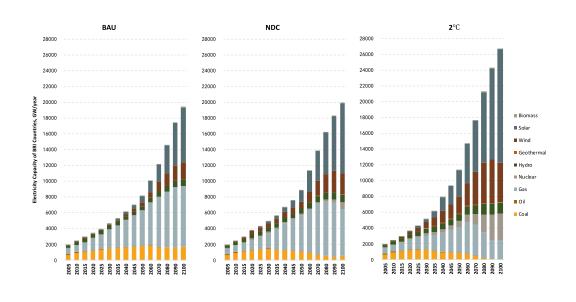


图 4-6: 不同情景下"一带一路"国家电源结构变化

(3)不同的气候政策对能源供应投资的影响

本部分评估低碳转型、能源转型和电力系统的脱碳对能源供应投资产生的影响。结果表明,与 BAU 情景相比,NDC 情景下"一带一路"国家的能源供应投资需求规模差异不大,但投资结构却有较大差异,**化石能源相关的投资需求显著下降,而非生物质可再生能源的投资需求大幅上升**。

在 2DS 情景下,随着二氧化碳排放控制目标的进一步缩紧及能源结构进一步向低碳转型,"一带一路"国家不管在投资需求还是在投资结构上都有较大变化。2050 年的投资需求将在 NDC 情景的基础上提高 20%,同时对低碳能源和配套基础设施如智能电网等的投资将大幅提高。

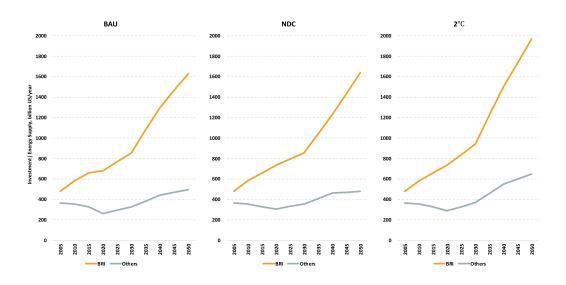


图 4-7: 不同情景下"一带一路"国家能源供给投资需求

不同情景下,"一带一路"国家能源供给投资在不同领域的分布如图 4-8 所示,包括生物质能源(Bioenergy)、核能(Nuclear)、非生物质可再生能源(Non-Biomass Renewables)、电力储存(Electricity Storage)、分布和输送(Transmission and Distribution)、二氧化碳运输和储存(CO₂ Transport and Storage)、附加碳捕集和封存设施的化石能源(Fossil w/CCS)、未附加碳捕集和封存设施的化石能源(Fossil w/O CCS)、其他能源供给(Energy Supply others)以及化石能源提取(Extraction Fossil)等领域。

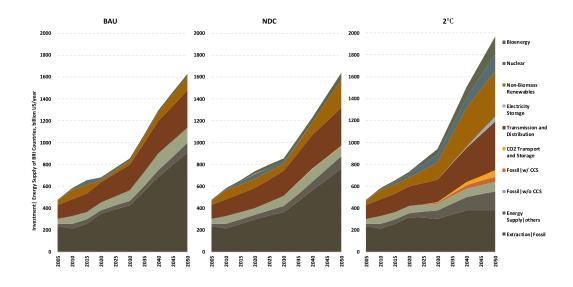


图 4-8: 不同情景下"一带一路"国家能源供给投资结构

(4)不同的气候政策对碳价的影响

"一带一路"国家的气候政策还将对碳价产生影响。从图 4-9 可以看出,**随着减排力度的增加,"一带一路"国家的碳价将显著上升。**在 NDC 情景下,2030 年和 2050 年的碳价将分别达到 22.6 美元 / 吨 CO_2 和 24.7 美元 / 吨 CO_2 。而在 2DS 情景下,由于需要实现更高的减排目标,减排成本大幅上升,2030 年和 2050 年的碳价也将相应上升至 56.6 美元 / 吨 CO_2 和 150.1 美元 / 吨 CO_2 。

碳价的变化将直接影响企业的成本和收益,并给金融机构带来相应的风险。例如,随着"一带一路"各国碳排放政策的逐步完善以及相关市场(例如碳排放权交易市场)的逐步建立,加之走高的碳价,高碳行业的企业将面临在碳排放方面越来越高的成本,对企业的盈利造成负面影响,从而为投资于这类企业的金融机构带来潜在损失。

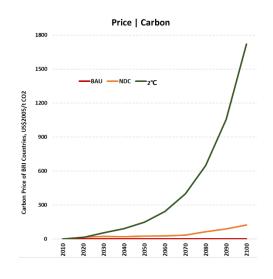


图 4-9: 不同情景下"一带一路"国家的碳价变化

4.4 气候转型风险或将导致高碳企业财务指标恶化和估值下降

为了更直观地理解"一带一路"国家的气候政策与低碳转型对高碳企业的影响,本部分针对部分"一带一路"国家高碳行业(煤电、钢铁、水泥)的企业,对其在照常情景、NDC和2DS三种气候政策情景下面临的转型风险,进行了压力测试。该情景分析覆盖标的企业分布于马来西亚、巴基斯坦、南非和俄罗斯²⁷,分析的时间跨度为2020年至2030年。其中,照常情景是指不存在碳税或其他能源结构改变的因素时,企业照常运营的情景;NDC情景是指为了达到国家自主贡献目标,国家制定了相应的碳排放额度、能源结构转型计划后,企业面临的碳价上升、需求下降²⁸的情景;2DS情景是指为了达到2度温升目标,制定了相应的碳排放额度、能源结构转型计划后,企业面临的碳价上升、需求下降的情景。

如表 4-3 所示,在气候转型压力下,相较于照常情景,在 NDC 情景和 2DS 情景下,代表性企业的财务表现在偿债能力、流动性和盈利能力等方面全面恶化,且由于

²⁷ 覆盖行业和国家受限于公开数据可得性,每个行业和国家选择一个代表性企业作为例子。

²⁸ 需求下降在本案例中仅适用于煤电行业分析, 2DS 情景同理。

2DS 情景对碳排放的要求更为严格,企业的财务指标在该情景下恶化更为严重 ²⁹。

表 4-3: "一带一路"国家高碳企业转型情景压力测试案例结果 A: 财务表现恶化

国家	行业	维度	指标	情景	2020	2025	2030
	11 415	华 皮	资产 负债率				
				照常情景	0.46	0.39	0.31
				NDC 情景	0.46	0.40	0.33
		偿债能力		2DS 情景 	0.46	0.40	0.36
			利息	照常情景 ————————————————————————————————————	2.34	2.44	2.46
			保障倍数	NDC 情景	2.30	2.16	1.90
马来西	煤电			2DS 情景	2.29	1.86	0.86
<u> </u>	林屯			照常情景	2.58	4.82	7.47
		流动性	流动比率	NDC 情景	2.57	4.69	6.97
				2DS 情景	2.57	4.67	6.37
			总资产 报酬率 .	照常情景	4.2%	4.8%	4.5%
		盈利能力		NDC 情景	4.1%	4.0%	3.2%
				2DS 情景	4.0%	3.1%	0.4%
		偿债能力	资产 负债率	照常情景	0.34	0.31	0.29
				NDC 情景	0.34	0.32	0.32
				2DS 情景	0.34	0.34	0.50
			利息保障倍数	照常情景	3.17	2.67	2.66
				NDC 情景	3.06	1.95	1.03
巴基斯	水泥		MATIEN	2DS 情景	2.99	0.35 -3	-3.96
坦	小池			照常情景	1.16	1.46	1.79
		流动性	流动比率	NDC 情景	1.16	1.34	1.34
				2DS 情景	1.15	1.12	0.40
		盈利能力	34 SAT -	照常情景	3.4%	2.7%	2.4%
			总资产 报酬率	NDC 情景	3.2%	1.6%	0.1%
				2DS 情景	3.1%	-1.1%	-10.4%

²⁹ 受限于数据可得性和分析对象数量,财务指标的绝对值不一定具有行业普适性,此处不进行跨行业的横向比较,仅关注不同情景下的同年指标比较。

国家	行业	维度	指标	情景	2020	2025	2030
			资产 负债率 .	照常情景	0.25	0.19	0.15
				NDC 情景	0.25	0.19	0.17
		\\\\\ / = \\\\\ _		2DS 情景	0.25	0.21	0.35
		偿债能力		照常情景	2.63	2.63	2.63
			利息 保障倍数	NDC 情景	2.59	2.30	1.87
* #	Ł₩ Ł₩		M+IHX	2DS 情景	2.56	1.55	-0.46
南非	钢铁			照常情景	1.19	1.67	2.23
		流动性	流动比率	NDC 情景	1.18	1.58	1.87
				2DS 情景	1.18	1.40	0.94
		盈利能力	总资产 法酬率 .	照常情景	0.11	0.07	0.05
				NDC 情景	0.11	0.06	0.04
				2DS 情景	0.10	0.03	-0.06
		偿债能力	资产 负债率	照常情景	0.84	0.74	0.60
				NDC 情景	0.84	0.75	0.62
				2DS 情景	0.84	0.76	0.71
			利息保障倍数	照常情景	2.09	2.16	2.25
				NDC 情景	2.08	2.05	2.01
俄罗斯	钢铁			2DS 情景	2.07	1.83	1.26
は夕州	ክላቴス	流动性	 -1	照常情景	0.29	0.34	0.59
			流动 比率	NDC 情景	0.29	0.33	0.51
				2DS 情景	0.29	0.33	0.36
		盈利能力	总资产报酬率	照常情景	7.4%	7.2%	6.6%
				NDC 情景	7.3%	6.8%	5.9%
				2DS 情景	7.3%	5.8%	3.1%

如表 4-4 所示,在气候转型情景下,重点行业的案例企业未来十年估值下挫最高达到 72%。其中,马来西亚案例煤电企业在 2 度温升情景下,公司估值下跌超过 50%,而单独看煤电业务条线的利润变化时,其相比照常情景下降超过 170%³⁰。若企业自身不

³⁰ 表 4-4 中的估值变化结果是以公司整体情况出发,在主要高碳业务条线占比较低的情况下(见"承压业务收入占比"),冲击效果可能被其他业务条线(假设维持现状)稀释;单看承压业务条线利润变化时,马来西亚案例煤电企业的利润下降幅度最大。表中南非案例钢铁企业无承压业务条线利润对比结果的原因是照常情景时,该业务条线已处于连续亏损状态,百分比结果不具备参考意义。

进行战略调整,且持有"一带一路"国家相关行业资产的金融机构也不采取任何风险缓释措施,这些金融机构将面临较高的资产减值风险。

表 4-4: 部分"一带一路"国家高碳行业转型情景压力测试结果 B: 公司估值和利润变化 31

国家	行业	情景	估值变化	承压业务收入占比	承压业务条线利润变化
马来西亚	煤电	NDC情景	-25%		-74%
与米四亚	秌 巴	2DS情景	-58%	51%	-173%
巴基斯坦	巴基斯坦 水泥	NDC情景	-14%	38%	-27%
已奉斯坦	小池	2DS情景	-54%	38%	-96%
南非	钢铁	NDC情景	-25%	97%	/
	护状	2DS情景	-72%	97%	/
俄罗斯	钢铁	NDC情景	-5%	60%	-24%
	T/Y t/X	2DS情景	-20%	00%	-85 <mark>%</mark>

³¹ 本估值结果基于简单的自由现金流估值分析,其中估值变化为标的企业相较于照常情景减少的百分比(预测跨度为未来十年),同时假设企业在连续五年自由现金流为负时终止运营。承压业务条线利润的变化结果为十年内的总利润变化幅度(不考虑折旧、摊销等)。

案例研究——巴基斯坦电力行业气候转型风险分析32

巴基斯坦是最重要的"一带一路"国家之一,长期以来与中国的经济社会交流合作十分密切。长期以来,缺电以及对进口能源的依赖是改善巴基斯坦人民生计情况和实现工业增长的障碍之一。外资对巴基斯坦能源电力部门的投资,包括"中巴经济走廊"(CPEC),将为巴国经济提供重要的推动力。本部分以巴基斯坦的电力行业为例,分析其面临的气候转型风险,并通过基于情景分析的压力测试尝试量化金融机构在巴基斯坦进行煤电投资面临的气候转型风险。分析结果表明,金融机构在巴基斯坦的投资面临较大的气候转型风险,特别是基于情景分析的压力测试结果表明,对煤电部门的投资面临煤电企业违约率上升造成巨大财务损失的风险。巴基斯坦本国的气候政策也将推动其能源结构的绿色化转型,因此建议金融机构在巴国的电力行业采取低碳投资策略。

5.1 巴基斯坦能源和电力行业概况

巴基斯坦是连接中东油气产区、中亚和中国西北清洁能源基地、南亚负荷中心的能源陆路枢纽。然而,从能源资源禀赋来看,巴基斯坦化石能源资源贫瘠,可再生能源资源丰富,但地理位置不理想。在能源生产消费方面,巴基斯坦境内油气资源不能满足经济发展需求,一次能源供应与需求缺口较大,能源供应高度依赖进口³³。

巴基斯坦发电装机主要来自于化石燃料和水电,且发电成本较高。近年来水电和天然气发电增长进入平台期,燃油发电与核电发展较快,而风能发电刚开始起步。巴基斯坦的电力发展仍面临一些挑战。首先,其电力缺口较大,严重的缺电已成为其经济发展的一大瓶颈。其次,由于发电用的燃油大量依赖进口,导致其发电成本较高。最后,较高的电网线损率也是其电力行业发展面临的另一个重大问题。

³³ 焦敬平,李佳颖.巴基斯坦能源产业发展现状与展望,能源杂志,2019.

5.2 巴基斯坦电力行业面临的气候转型风险

基于巴基斯坦电力行业现状、发展规划以及国家自主贡献提出的减排目标,本部分对巴基斯坦电力部门的未来发展进行情景分析。结果显示,相比 BAU 情景,在 NDC 情景和 2DS 情景下,巴基斯坦的电力结构显著低碳化,煤电、气电等传统能源电力部门的投资需求下降,而光伏、水电、风电、核电、生物质发电等新能源的投资需求则大幅上升。

5.2.1 国家自主贡献情景下巴基斯坦电力行业面临的气候转型风险

巴基斯坦于 2015 年提交了 NDC, 其目标是在得到 400 亿美元国际赠款的前提下, 到 2030 年实现温室气体排放比照常情景减少 20% 的目标。根据其 NDC, 到 2030 年 其碳排放量将达到 16 亿吨二氧化碳当量 / 年,约为 2015 年排放量的三倍有余。

巴基斯坦国家自主贡献目标预计到 2025 年将向国家电网增加 25000 兆瓦的电力,并将消除当前的能源供需缺口,优化能源结构是该政策的主要目标。此外,巴基斯坦的国家自主贡献目标还提到了关于能源效率和替代能源的国家政策。同时,巴基斯坦国家自主贡献目标对于不同优先等级的能源领域减缓措施选择进行了排序,见下表所示。

表 5-1: 巴基斯坦国家自主贡献中不同优先等级的能源领域减缓措施

措施	内容
高优先级	
提高电网效率	因为输电和配电损失是目前巴基斯坦面临的重要挑战,在 2015 年这一比例 达到总发电量的 18%。因此,电网效率水平的提高不仅可以节省成本,还 可以带来显着的温室气体减排潜力。
提高煤电效率	提高计划中的煤炭项目发电效率可以减少温室气体排放。鉴于巴基斯坦煤 炭资源的计划以及显着提高煤炭在发电中的重要性,这一措施尤也为重要。
开发大规模分布 式和并网太阳能, 风能和水电	这三种可再生能源是巴基斯坦可行的三种不同的可再生能源选择。 它们作 为低碳能源的潜力及其成本效益使得值得将其纳入考虑。
低优先级	
碳捕捉技术	尽管由于实施潜力和相关高成本的不确定性,目前没有关于碳封存的计划, 但未来有利用的可能性。

根据巴基斯坦电力行业现状、发展规划以及国家自主贡献提出的减排目标,课题组对巴基斯坦电力部门未来发展进行了情景分析,结果如下。

(1)装机规模

在照常情景和国家自主贡献情景下,未来装机技术以超临界的煤电技术、天然气发电技术、核能、大型和小型水电技术以及陆上风电核光伏为主。在照常情景下,到 2050年总装机规模达到约 376GW,其中超临界的煤电将占总装机规模的 30%,光伏装机容量占比达 18.5%,天然气发电装机容量占比为 12.6%,陆上风电装机占比达 9.6%,大型水电、核能、小型水电分别占比 8.1%、7.2%和 8.1%。相比 2015年,照常情景下,随着总装机规模的增加以及现有装机的淘汰,油电发电装机占比将从 38.1%下降至1.8%。为满足国家自主贡献的减排目标,国家自主贡献情景下的可再生能源利用将进一步得到提高。伴随着可再生能源的利用,总装机规模将略高于照常情景下的规模,达到约 389 兆瓦,其中火电发电装机规模有所下降,超临界的煤电装机将控制在 83GW,占总装机规模的 21.2%,天然气发电装机为 29GW,占总装机规模比重下降至 7.7%。可再生能源发电技术的比例有所提高,光伏和陆地风电的装机规模分别为 110GW 和 46GW,分别占比 28.5%和 11.8%。

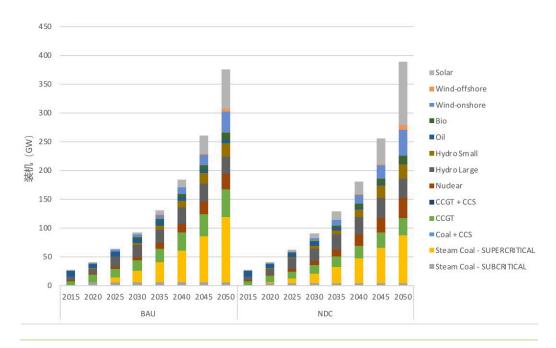


图 5-1: 照常情景和国家自主贡献情景下,巴基斯坦各类电源 34 的装机规模

³⁴ 电源类型:太阳能(Solar)、海上风电(Wind-offshore)、陆上风电(Wind-onshore)、生物质发电(Bio)、油电(Oil)、小型水电(Hydro Small)、大型水电(Hydro Large)、核电(Nuclear)、带 CCS 的燃机发电(CCGT+CCS)、燃机发电(CCGT)、带 CCS 的煤电(Coal+CCS)和超临界煤电(Steam Coal-SUPERCRITICAL)和亚临界煤电(Steam Coal-SUBCRITICAL)。

(2) 发电量

发电量方面,照常情景下伴随着新增装机的利用,煤电、核能、小型水电、光伏、陆地风电、生物质能的发电量和占比将比 2015 年有显著增加,分别增加至 37%、14%、8%、7%、5% 和 3%。与此同时,伴随着原有装机的淘汰,天然气和油电发电占比分别下降至 13% 和 2%。国家自主贡献情景下,伴随着新能源发电技术的进一步利用,化石能源发电占比显著下降,煤电、天然气、油电发电占比分别降至 28%、8% 和 1%。清洁能源发电占比有所提高,其中核电增加至 19%,大型水电占比增加至 12%,陆地风电增加至 7%,光伏增加至 12%。

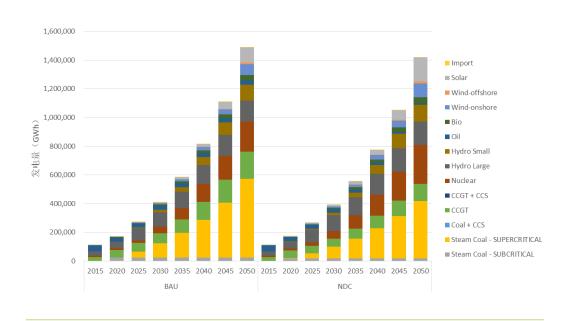


图 5-2: 照常情景和国家自主贡献情景下, 巴基斯坦各类电源的发电量

(3) 发电设施投资

根据对新增装机的规模预测以及各项发电技术的固定投资成本,本部分对未来巴基斯坦发电设施投资进行了测算。

在照常情景下,到 2050 年巴基斯坦电力行业固定投资约为 4300 亿美元,其中超临界煤电约为 630 亿美元,占 14%,天然气发电约为 220 亿美元,占 5%,核电约为 750 亿美元,占 17%,大型水电约为 421 亿美元,占 9.8%,小型水电约为 500 亿美元,占 12%,生物质发电约为 178 亿美元,占 4%,陆地风电约为 464 亿美元,占 11%,海上风电约为 166 亿美元,占 4%,光伏发电约为 950 亿美元,占 22%。

在国家自主贡献情景下,到 2050 年巴基斯坦电力行业固定投资约为 5150 亿美元,

其中超临界煤电约为 454 亿美元,占 9%,天然气发电约为 126 亿美元,占 2%,核电约为 991 亿美元,占 19%,大型水电约为 490 亿美元,占 10%,小型水电约为 520 亿美元,占 10%,生物质发电约为 200 亿美元,占 4%,陆地风电约为 600 亿美元,占 11%,海上风电约为 240 亿美元,占 4%,光伏发电约为 1500 亿美元,占 29%。

相比照常情景,在国家自主贡献情景下,巴基斯坦电力行业整体投资需求显著上升, 投资总需求约增加850亿美元,在煤电、气电的投资需求减少的同时,光伏、水电、风 电、核电、生物质发电能技术的投资需求显著上升。

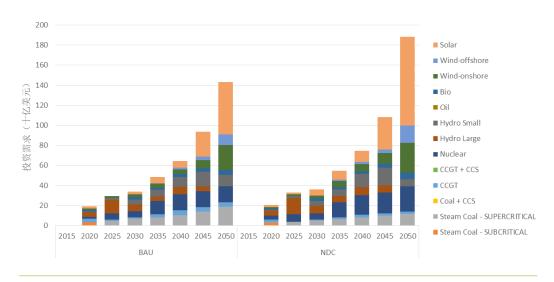


图 5-3: 照常情景和国家自主贡献情景下, 巴基斯坦电力部门分类别投资需求

5.2.2 2DS 情景下巴基斯坦电力行业面临的气候转型风险

有关研究显示,现在各国提出的国家自主贡献中的减排目标与 2℃温升仍有差距,若要实现到本世纪末不超过工业化前 2℃温升的目标,需要各国付出额外的努力。本部分根据 2℃排放预算构建了巴基斯坦 2DS 情景,并分析电力行业面临的气候转型风险。

(1) 装机规模

相比国家自主贡献情景,2DS 情景需要巴基斯坦进一步利用清洁能源,减少电力对化石能源的依赖。具体来看,总装机规模达到514GW,相比国家自主贡献情景增加125GW,其中煤电、天然气发电装机规模显著低于国家自主贡献情景下的装机规模,分别减少72GW和1.7GW,几乎淘汰油电;非化石能源电力的装机规模则有所上升,核电装机规模增加17GW,小型水电的装机规模增加2GW,生物质发电装机规模增加2.5GW,风电和光伏发电装机规模分别增加77GW和103GW。

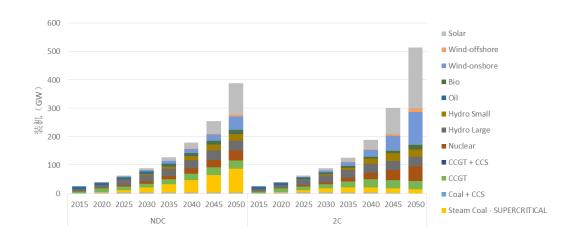


图 5-4: 国家自主贡献和 2DS 情景下, 巴基斯坦各类电源的装机规模

(2) 发电量

发电量方面,2DS 情景下,伴随着非化石能源发电新增装机的利用,化石能源发电占比将进一步下降,煤电、天然气、油电发电占比分别降至5%、7%和0%。清洁能源发电占比有所提高,其中核电增加至26%、水电占比增加至18%,风电增加至18%,光伏增加至21%

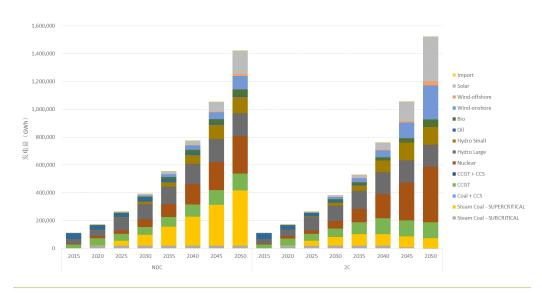


图 5-5: 国家自主贡献和 2DS 情景下, 巴基斯坦各类电源的发电量

(3) 发电设施投资

在 2DS 情景下,到 2050 年巴基斯坦电力行业固定投资约为 7824 亿美元,其中超临界煤电约为 84 亿美元,占 1.1%,天然气发电约为 117 亿美元,占 1.5%,核电约为 1480 亿美元,占 18.9%,大型水电约为 466 亿美元,占 6%,小型水电约为 568 亿美元,占 7%,生物质发电约为 241 亿美元,占 3.1%,陆地风电约为 1510 亿美元,占 19.3%,海上风电约为 450 亿美元,占 3%,光伏发电约为 2910 亿美元,占 37%。

相比国家自主贡献情景,在 2DS 情景下,巴基斯坦电力行业整体投资需求进一步上升,投资总需求约增加 2674 亿美元,煤电、气电的投资需求进一步减少的同时,光伏、水电、风电、核电、生物质发电技术的投资需求显著上升。

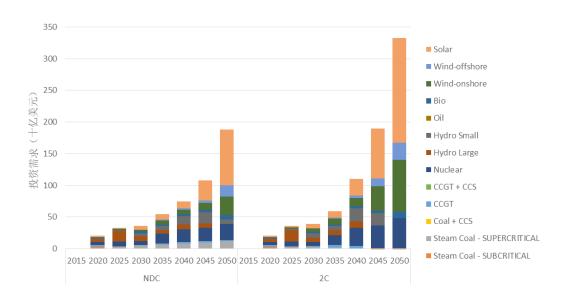


图 5-6: 国家自主贡献和 2DS 情景下, 巴基斯坦电力部门分类别投资需求

5.2.3 小结

由以上对巴基斯坦电力部门的情景分析可知,在国家自主贡献情景和 2DS 情景下,相比照常情景,**巴基斯坦电力部门的能源结构将更加清洁化**。具体来说,巴基斯坦电力部门总的投资需求会上升,但其中对于煤电和气电等传统能源电力设施的投资减少,而对于光伏、水电、风电、核电、生物质发电的投资需求显著上升。

以目前的情况来看,**实现 2DS 情景的难度较大**。但随着国际社会和各国政府对气候变化问题的日益重视,可以合理假设,巴国政府会努力兑现在《巴黎协定》框架下以国家自主贡献为主的气候政策目标。因此,前述在国家自主贡献情景下对于巴基斯坦电力部门装机量、发电量和投资需求的分析,可以在很大程度上给金融机构在巴国电力部门的投资决策提供科学的参考。

一方面,巴基斯坦的电力部门当前和未来还有很大的投资潜力,并且在应对气候变化的政策下总的投资需求更高。另一方面,在应对气候变化的政策背景(例如国家自主贡献情景)下,煤电、气电等传统能源电力部门的投资需求下降,而光伏、水电、风电、核电、生物质发电等新能源则是投资机构面临的机遇。若金融机构没有考虑到国际及巴国的气候政策对巴国电力行业的影响,则会错过参与巴国电力能源结构转型的机遇。同时,对于传统能源电力部门的过度投资极有可能导致供过于求,致使企业盈利下降甚至亏损,触发更严的监管政策和约束等不利条件,给投资者带来金融风险。

5.3 巴基斯坦电力部门投资的气候转型风险压力测试

本部分以巴基斯坦的一家历史上主要以油电为主但是近年大力投资煤电的公司为例,进行了以照常情景为对照参考的五大转型情景压力测试,观察在实现 2℃目标的碳排放情景下,气候转型风险因素对巴基斯坦火电公司未来十年内(2020-2030)的银行信贷违约率所产生的潜在影响。预测结果中持续上升的违约率显示,气候转型风险或使得巴基斯坦煤电行业的违约率上升超过 30 倍。

我们的分析主要基于六种情景假设,其中,**照常情**景指无额外因素干预的对照参考情景,在该假设下,煤电需求不会下降,不会引入碳交易和碳税机制,新能源发电成本的持续下降不会影响煤电的出售价格,煤电的融资成本不会受到上一年违约率变化的影响。即,企业会按照现有的趋势和假设发展。**2DS 情**景是考虑了因为要实现 2℃的减排目标可能会带来的煤电市场需求的变化(下降)、引入碳价机制且可能的碳价持续上升导致的运用成本的增加、新能源成本的持续下降对煤电售价的影响、违约率的持续提高抬升融资成本等风险因素的实验场景。具体来说,2DS 情景又共包含五大子情景:

- (1)**碳价冲击**情景:为了降低碳排放而引入的碳价机制和要承担的不断攀升的碳价,会迫使火电公司在超额排放二氧化碳的情况下,付出额外的费用以购买额外的碳排放权,提高运营成本;
- (2)**需求下降**情景:相对于基础情景,减排的努力会导致对煤电的需求减少,从而直接导致煤电公司的提前退役或者影响其运营时长,因而会导致营收减少;
- (3)新能源价格冲击情景:减排目标下,资本会不断地加大对新能源的投资,促进 其技术的进步,从而使得其发电成本逐年降低,当新能源发电的成本远低于煤电时,产 生的替代效应会挤压煤电市场,使其价格下降,从而影响煤电公司营收;
- (4) **碳价 + 新能源价格冲击**情景:情景(1) 碳价冲击情景和(3) 新能源价格冲击情景的结合,在此假设下煤电公司同时受碳价和新能源价格的冲击;
- (5)**需求下降+新能源价格**情景:情景(2)需求下降情景和(3)新能源价格冲击情景的结合,在此假设下煤电公司同时受煤电需求下降和新能源价格的冲击。

2DS 情景同时考虑了融资成本的变化对公司的影响。在本案例中,假设融资成本受两个因素驱动:公司上一年的违约率和棕色资产限制性政策的施行。显然,违约率的上升会使公司的再融资变得困难,需要付出更高的违约成本获得资金。而银行对煤电这样的棕色资产实施限制性政策(例如提高风险权重)可能直接提高其融资成本。

表 5-2: 巴基斯坦电力部门投资气候转型风险压力测试的情景假设

1	青景描述	照常 情景 需求	2DS 情景 需求	碳价 冲击	新能源 价格冲击	受违约率 影响的融 资成本	受棕色资产相 关政策影响的 融资成本
ļ	照常情景	٧					
2DS	碳价冲击	٧		٧		٧	٧
情 景	需求下降		٧			٧	٧
	新能源价格 冲击	٧			٧	٧	٧
	碳价 + 新能源价格 冲击	٧		٧	٧	٧	٧
	需求 + 新能源价格 冲击		٧		V	V	٧
	备注	2DS 情 为达到》 标,对原需求预 基础情 降低。	减排目 煤电的 测 ³⁵ 较	碳交易机制 导致火电 到为的碳排更 外的战出 和的成本 ³⁶ 。	未来新能源 价格 ³⁷ 的替代 效导致以外格 效导移下降、 营收降低。	违约率上 升导致的 融资成本 上升。	限制棕色资产 投资的政策抬 高煤电公司融 资成本。

在以上六大场景的假设下,运用情景测试模型得到了图 5-7 所示的违约率预测结果,以作参考。由图可见,气候转型风险可能会在未来大幅度提高巴基斯坦煤电公司的违约率。在本案例中,单个因素以新能源价格冲击为最,使违约率从 2020 年的 1% 左右上升到 2030 年的 20% 以上。如果考虑双重因素,碳价和新能源价格的双重因素冲击可能会使得违约率在 2030 年被推高到 35%。

³⁵ 需求预测数据来源: Gross electricity generation by coal in India, IEA ETP 2017.

³⁶ 碳价预测数据来源:发展中经济体的碳价预测,IEA WEO 2019.

³⁷ 新能源电力价格由风能、太阳能的价格基于市场份额加权平均而得,相关数据来源于 Gross electricity generation by wind and solar in India, IEA ETP 2017.

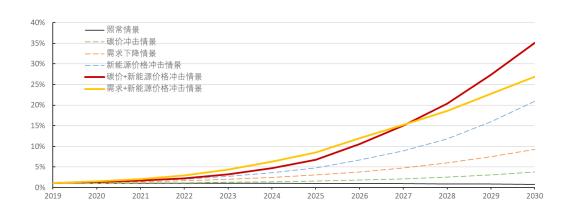


图 5-7: 案例公司在不同情景下的违约率预测结果

5.4 金融机构针对巴基斯坦电力部门应选择低碳投资路径

在 2020 年 12 月的气候雄心峰会上,巴基斯坦总理承诺巴基斯坦不再支持新建的煤电项目。目前尚不清楚该承诺意味着已有但未开工的煤电项目将被取消,还是在目前的基础上不再新建煤电项目。但无论哪种情况,该承诺都意味着巴基斯坦最新的长期电力计划(IGCEP)将被更新。据 2020 年 4 月发布的 IGCEP 规划,2030-2047 年间巴基斯坦将新增 27GW 的煤电装机,如今这一规划将被修改 ³⁸。

基于前文的分析可知,各国的投资在帮助巴基斯坦满足其发展所需的电力需求的同时,也可帮助其减缓碳排放增加的速度。考虑到早期收获之外的项目仍在讨论中,存在一些调整空间,各国投资者可以通过这些项目发挥碳排放控制的引导作用,同时也规避自己面临的气候风险。

巴基斯坦电力行业有着巨大的发展潜力、旺盛的电力需求和巨大的电力供给缺口, 为电力发展提供了动力。对于外国投资者来说,首先可以**扩大电网输配端的合作,特别 是电网基础设施的建设,降低电网的损耗**。线损率的降低具有降低电力需求的作用。

³⁸ Pakistan announces 'no new coal-fired power' – implications for coal across the Belt and Road Initiative, IEEFA, 2020 年 12 月 .https://ieefa.org/ieefa-pakistan-announces-no-new-coal-fired-power/

其次,扩大对小规模可再生能源的并网支持。以光伏为例,分布式相较于集中式最大的优点在于就近发电、就近并网、就近转换、就近使用,且规模较小,不仅能够有效提高同等规模光伏电站的发电量,同时还有效解决了电力在升压及长途运输中的损耗问题。因为可再生能源的规模上灵活性,不少可再生能源的企业规模不大,"走出去"成本较高,也缺乏融资方面的支持。建议金融机构通过制定针对"一带一路"绿色发展的绿色金融政策以及相应的绿色金融产品和服务创新,为中小企业在包括巴基斯坦在内的"一带一路"国家实施小规模的可再生能源项目提供融资支持。

最后,考虑到中巴经济走廊中包括电力部门合作在内的很多项目是基于政府的规划和两国政府部门之间的合作,建议两国的相关政府部门(例如发改委、能源局等)在进行相关合作沟通时,也充分考虑气候变化相关风险,基于巴基斯坦的资源禀赋和经济社会情况,通过电力部门投资的逐步绿色化,一方面降低中国金融机构的风险,另一方面推动巴基斯坦电力部门的绿色化转型发展。

综合考虑巴基斯坦的经济和社会发展现状,短中期内达到 2DS 情景下的电力结构难度较大,但应对气候变化和低碳转型已经成为巴国发展的重要趋势之一。因此,课题组建议金融机构以国家自主贡献情景下巴基斯坦电力行业情景分析为参考进行相关投资决策。在该情景下,巴基斯坦电力行业的整体投资需求显著上升,投资总需求约增加 850 亿美元,在煤电、气电的投资需求减少的同时,光伏、水电、风电、核电、生物质发电能技术的投资需求显著上升。

基于以上分析,课题组对金融机构投资巴基斯坦电力市场提出以下短中长期的投资 策略建议:

- 1. 短期:考虑到已建成和在建的煤电项目规模及其存在的过剩风险和气候风险,以及巴国领导人关于停止新建煤电项目的表态,建议金融机构停止投资新建煤电项目。对于拟投资的新建电力项目,了解气候变化对投资所在地的电力基础设施造成的物理风险,将其纳入项目可行性评估体系。对于在建的煤电项目,采用高效低排的煤电技术。此外,可投资电网基础设施建设,降低线损率,从而在同等的发电量下满足更大的用电需求、降低碳排放。
- 2. 中期:建议金融机构参考国家自主贡献情景下巴基斯坦电力市场结构的变化,重新评估其在巴基斯坦电力部门的投资,降低投资组合中传统能源电力项目的比例,且将 CCS(碳捕捉及封存技术)纳入考量。研究气候变化及其应对措施对巴基斯坦电力部门的物理风险和转型风险,以及新能源技术发展带来的电力成本变化,重新确定机构在巴基斯坦电力部门的投资结构,优先考虑光伏、水电、风电、核电、生物质发电等清洁能源投资。
- 3. 长期:建议金融机构自上而下地进行**气候风险管理能力建设**,将气候风险纳入机构的风险管理框架,在机构战略、投资组合和单个资产的层面都切实进行气候风险分析和管理,开发并应用相应的金融工具以降低气候风险及支持气候友好型投资。参考 2DS 情景下的巴基斯坦电力结构变化,逐步退出煤电等化石能源项

目,大力开发以光伏、水电、风电、核电、生物质发电能技术为主的清洁能源项目。同时金融机构应积极参与项目建设当地的环境保护、气候变化适应与社会扶贫活动。

如何强化"一带一路" 投资中的气候风险管理 基于前文的分析可知,金融机构在"一带一路"国家进行投资活动面临显著的气候风险(包括物理风险和转型风险),为了尽量规避相关风险造成的财务及非财务损失,金融机构应对相关风险进行科学的识别、分析和管理。然而,相关金融机构目前在气候风险管理方面的实践仍处于十分初步的阶段,且很多金融机构的气候风险管理意识仍处于空白或十分淡薄的状态。据 NGFS 发布的《金融机构环境风险分析综述》³⁹,环境与气候风险分析在金融业进行推广应用面临几大障碍,包括:金融业尚未充分了解气候风险和意识到其与金融风险的相关性;金融机构对气候风险分析的投入和能力不足;现有的气候风险分析方法学与工具数量有限且不完善;分析所需数据的质量存在问题或无法获取。

本部分分别从政府部门与金融机构两个角度,为如何更好地管理在"一带一路"国家进行投资面临的气候风险提出针对性建议。

6.1 对政府部门的建议

为了推动金融机构开展及改善在"一带一路"投资中的气候风险分析与管理,其所在国的政府及监管部门的作用是至关重要的。为此,我们提出以下几点建议:

- (1)明确提出关于金融机构与企业开展气候风险分析及相关信息披露的政策要求,建立气候信息披露制度。目前各类金融机构对气候风险的理解和关注普遍不足,导致其气候风险分析与管理能力欠缺,因此极有可能在"一带一路"投资中因气候物理风险和转型风险因素遭受损失。金融机构进行气候信息披露(例如其面临的气候风险和投资活动的碳排放数据)有利于政府和公众对其经营行为进行监督,从而倒逼金融机构改善气候风险管理。而企业在碳排放等方面的气候信息披露又是金融机构进行气候信息披露和气候风险管理的基础。建议参与"一带一路"投资的金融机构与企业所在国政府和金融监管部门明确提出气候风险分析及相关信息披露的政策要求,推动金融机构开展气候风险分析并进行相关信息披露成为半强制或强制性要求。
- (2)建设"一带一路"气候数据平台。各类气候数据(包括气候变化自然科学基础数据、"一带一路"各国气候政策、企业和项目碳排放数据等)是金融机构进行气候风险分析与管理的基础。然而目前大多数金融机构还缺乏准确、及时、有效的气候数据来源,或者不知道如何使用相关数据。各国应从政府层面大力推动气候数据平台的建设,改善本国气候数据的可得性与有效性,包括与被投资的"一带一路"国家进行合作。中

³⁹ NGFS. Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions. 2020. https://www.ngfs.net/en/overview-environmental-risk-analysis-financial-institutions

国相关政府部门可考虑牵头建设"一带一路"气候数据平台,为金融部门进行气候风险分析与管理提供基础。在这一过程中应让金融部门充分参与,了解其对于气候数据的需求,从而为金融部门提供其所需要、能够为其所用的气候数据。

- (3)鼓励金融机构和研究机构针对"一带一路"国家的气候相关风险开展研究。除了金融机构和金融监管部门自身,大学的研究机构和各类智库也是推动金融部门改善气候风险管理的重要力量。政府应鼓励和推动这些研究机构利用其在人才和研究力量方面的优势,协助金融部门解决气候风险管理面临的技术障碍和能力问题,例如气候风险分析方法论及工具的开发,"一带一路"重点投资国家与投资行业的气候风险分析,以及相关能力建设。
- (4)增加主权担保机构对低碳投资的担保并减少对高碳投资的担保。各国可利用政策性融资担保机制,增加对金融机构在"一带一路"国家低碳投资的担保并减少对其高碳投资的担保,从而鼓励本国金融机构调整其在"一带一路"区域的投资策略,推动其资产组合的绿色化。例如建议中信保减少对"一带一路"区域煤电项目的承保,更加积极地支持中国企业和金融机构在"一带一路"国家的可再生能源项目投资,包括在承保政策中明确优先支持可再生能源项目(提高承保额度、延长保险期限、放宽受理政策、适度降低费率、优化报价机制等)。
- (5)建立"一带一路"绿色项目库。目前"一带一路"沿线各国企业的气候相关信息披露程度参差不齐,大多数国家的气候信息披露机制很不完善,导致想要寻找和投资绿色低碳企业与项目的金融机构面临信息不对称的问题,无法以合理的时间与金钱成本快速找到合适的投资标的。中国可与"一带一路"沿线各国进行合作,共同建立"一带一路"绿色项目库,为想要在"一带一路"区域进行低碳投资的各国金融机构提供便利,从而推动更多的金融机构在"一带一路"进行绿色低碳投资。
- (6)制定"一带一路"绿色资产与棕色资产分类标准。"绿色资产"是有利于应对或适应气候变化的绿色低碳项目或企业,"棕色资产"是不利于应对或适应气候变化的高碳项目或企业。建议中国政府相关部门(金融监管机构),基于中国现有的和国际上较权威的绿色/棕色资产分类标准,结合"一带一路"国家的重点投资领域,与"一带一路"各国政府相关部门合作,共同制定"一带一路"绿色资产与棕色资产分类标准并纳入绿色金融标准体系,从而为金融机构在"一带一路"投资中进行气候风险管理提供指导,也有利于金融机构与企业在"一带一路"投资活动中运用绿色信贷、绿色债券等绿色金融工具及享受绿色金融激励与优惠政策。
- (7)结合"一带一路"国家碳中和目标推动金融机构加强气候风险管理。据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)测算,若实现《巴黎协定》2℃控温目标,全球必须在2050年达到二氧化碳净零排放(又称碳中和)。截止2021年2月,全球已有几十个国家和地区提出了碳中和目标,其中包括新加坡、匈牙利、葡萄牙、智利、哥斯达黎

加等部分"一带一路"国家⁴⁰,但很多"一带一路"国家尚未作出碳中和承诺。随着全球气候治理进程的推进,可以预见会有越来越多的"一带一路"国家确立碳中和目标并制定相应政策。"一带一路"国家的碳中和目标及政策将成为在"一带一路"国家进行投资的金融机构面临的重要气候转型风险因素。建议投资国政府及监管机构与被投资的"一带一路"国家相关政府部门合作,密切关注"一带一路"国家的碳中和政策,及时更新完善针对各"一带一路"国家的投资指引,指导金融机构分析"一带一路"国家碳中和政策对其不同行业投资风险与机遇的影响,加强相关气候风险管理。

6.2 对金融机构的建议

为了降低气候物理风险与转型风险导致的潜在损失,抓住绿色"一带一路"发展带来的投资机遇,在"一带一路"地区进行投资的金融机构,应提高气候风险意识和气候风险分析与管理能力,将气候风险纳入机构的整体风险管理体系与投资决策流程。为此,本报告提出以下几点建议:

- (1)制定"一带一路"绿色投资战略。将气候风险管理纳入机构的常态化流程本质上是公司治理的问题,需要金融机构高层、董事会和决策层的积极参与。例如在董事会层面设立专门的气候风险管理委员会,聘请外部专家,同时在董事会和高级管理层都指定负责人,制定"一带一路"绿色投资战略并监督政策的实施效果。
- (2)加强"一带一路"投资的气候风险分析,包括压力测试和情景分析。金融机构应针对"一带一路"气候风险分析与管理,加强与监管机构、国际组织、研究机构及同业机构的合作,通过研究项目、学习交流项目、论坛、研讨会等多种形式学习国内外的先进经验和案例,同时加强与各利益相关方在气候风险管理方面的合作,从而提高自身的气候风险分析与管理能力。建议金融机构组建专业团队,加强相关能力建设,在学习借鉴现有分析方法与工具的基础上,针对"一带一路"重点投资国家与行业,深入分析气候物理风险与转型风险,不断完善相关方法学与分析工具,从而为在"一带一路"区域进行投资提供更好的指导。
- (3)将气候风险纳入机构的国别风险管理体系与投资决策流程,将资金更多地配置 到气候风险较低的行业。金融机构应将气候风险融入机构风险管理的全流程,包括风险 识别、风险敞口、风险评估和风险缓释等,基于气候风险分析的结果,调整投资策略和 资产组合行业结构,引入行业限制以重新分配资本(包括避免资本集中于气候风险较高

⁴⁰ Greenmatters. Which Countries Have Signed Carbon Pledges? The U.N. Discredits Them, Saying "Try Harder",2021. https://www.greenmatters.com/p/countries-with-carbon-pledges

行业、将资本引向绿色低碳的投资机会),针对绿色低碳行业的融资特点开发金融产品和服务等。例如针对"一带一路"投资中关键的能源领域,建议金融机构尽快制定减少煤电项目风险敞口的计划,同时将更多的金融资源用于支持可再生能源项目。

- (4)加强气候相关信息披露。金融机构应积极主动披露自身的气候相关信息,包括投资企业和项目的碳排放信息、投资组合的气候风险暴露等。这一方面能让金融机构接受监管部门和社会公众的监督,倒逼金融机构管理好气候风险,进行绿色低碳转型;另一方面也让各利益相关方更好地了解到机构在气候风险管理方面的实践和成果,有利于政府出台相关的激励政策,以及各利益相关方更好地就应对及适应气候变化进行合作。例如,金融机构应积极支持并参考 TCFD 的披露建议进行气候信息披露,并加入中英金融机构环境信息披露试点,通过学习和实践不断提高自身的气候信息披露水平,以更好地进行气候风险分析与管理。
- (5)发挥政策性银行的引领示范作用。我国的政策性银行是国内金融机构参与"一带一路"建设的领头羊,因此在对"一带一路"进行绿色投资和管理气候风险方面也应充分发挥引领示范作用。建议政策性银行在为"一带一路"建设提供商业贷款、优惠买方信贷、援外贷款、出口信用保险、设立国别/产业基金等融资支持时,将气候风险纳入其国别风险管理体系与投资决策流程,更多地支持气候风险较低的绿色产业,逐步退出对高碳"棕色产业"的融资支持;在与国际多边开发性金融机构以及国内外商业性金融机构合作时,在气候风险分析与管理体系建设、工具开发、信息披露等方面加强交流,引导各类社会资本加强与完善气候风险管理体系。

参考文献

1. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所 . "一带一路"战略 : 互联互通共同发展——能源基础设施建设与亚太区域能源市场一体化 [J]. 国际石油经济 ,2015(8):15-23.

- 2. 清华大学金融与发展研究中心, Vivid economics. Decarbonizing the Belt and Road Initiative: A Green Finance Roadmap, 2019. https://www.vivideconomics.com/casestudy/decarbonizing-the-belt-and-road-initiative-a-green-finance-roadmap/
- 3. 袁家海,周景宏.吉林煤电搁浅资产:风险与政策建议(研究报告),2017.
- 4. 世界经济论坛,《2021年全球风险报告》. http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf
- 5. Environmental Risk Analysis by Financial Institutions, G20 Green Finance Study Group, 2016.
- 6. Enhancing Environmental Risk Assessment in Financial Decision-making,G20 Green Finance Study Group,2017.
- 7. Macroeconomic and financial stability implications of climate change,NGFS, July 2019.
- 8. Germanwatch. Global climate risk index 2018- Who Suffers Most From Extreme Weather Events? kWeather-related Loss Events in 2016 and 1997 to 2016,2018.
- 9. Yunna Wu, Jing Wang, Shaoyu Ji, Zixin Song, Renewable Energy Investment Risk Assessment for Nations along China's Belt & Road Initiative: An ANP-Cloud Model Method (under review).
- 10. 创绿研究院.《<巴黎协定>背景下"一带一路"电力投资的机遇与挑战——以越南、印度尼西亚与巴基斯坦为例》,2019.www.ghub.org/NDCReport2019
- 11. NGFS.Overview of Environmental Risk Analysis by Financial Institutions, 2020.
- 12. NGFS.Case Studies of Environmental Risk Analysis Methodologies, 2020.
- 13. 焦敬平,李佳颖.巴基斯坦能源产业发展现状与展望,能源杂志,2019.

致谢

课题组感谢自然资源保护协会(NRDC)对本项目提供的大力支持,感谢评审专家杨富强、白荣春、周凤起、胡兆光、段茂盛和安国俊对本报告提出的宝贵意见,感谢中国工商银行现代金融研究院殷红、兴业银行绿色金融部陈亚芹以及创绿研究院白韫雯和郭虹宇作为外部顾问对本报告提出的宝贵意见。课题组感谢清华大学金融与发展研究中心实习生朱绍嘉和龚教伟对本报告部分资料的搜集与整理工作所作贡献。

联系我们

地址: 中国北京市朝阳区东三环北路 38 号泰康金融大厦 1706

邮编: 100026

电话: +86 (10) 5927-0688 传真: +86 (10) 5927-0699

♠ 再生纸印刷

nrdc.cn 2021.07