

《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

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF BELT AND ROAD
OVERSEAS INVESTMENT IN THE POWER SECTOR
UNDER THE PARIS AGREEMENT

— VIETNAM, INDONESIA AND PAKISTAN



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。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，分享中国有关行业绿色低碳的技术和经验，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。



自然资源保护协会（NRDC）是一家国际公益环保组织。NRDC拥有500多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力；以及约300万会员及支持者。自1970年成立以来，NRDC一直在为保护自然资源、生态环境及公众健康而进行不懈努力。NRDC在美国、中国、印度、加拿大、墨西哥、智利、哥斯达黎加、欧盟等国家及地区开展工作，并在中国的北京、美国的纽约、华盛顿、芝加哥、洛杉矶、旧金山以及蒙大拿州的波兹曼等地有常设办公室。请登录网站了解更多详情 <http://www.nrdc.cn/>。

绿色带路项目系列报告

《“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》

更多信息和报告下载，请访问：

<http://www.nrdc.cn/work?cid=92&cook=2>

煤控研究项目系列报告

《水泥行业“十三五”煤控中期评估及后期展望》
《“十三五”时期重点部门煤控中期评估及后期展望》
《钢铁行业“十三五”煤控中期评估与后期展望》
《“十三五”电力煤控中期评估与后期展望》
《中国煤控项目“十三五”中期评估与后期展望研究报告》
《中国散煤综合治理调研报告 2018》
《中国大气污染防治回顾与展望报告 2018》
《中国现代煤化工的煤控实施与产业发展》
《煤炭行业继续深化供给侧结构性改革》
《供给侧结构性改革背景下如何实现煤炭行业的公正转型》
《气候变化风险及碳社会成本研究报告》
《中国实现全球1.5℃目标下的能源排放情景研究》
《钢铁行业供给侧结构性改革》
《推进水泥行业转型升级，实现绿色低碳发展》
《深化供给侧改革，助推实现部门积极煤控目标》
《建筑领域煤炭消费控制潜力及实施路径研究》
《持续推进电力改革 提高可再生能源消纳执行报告》
《中国散煤综合治理调研报告 2017》
《钢铁行业煤炭消费总量控制方案和政策研究》
《水泥行业煤控战略（计划）实施研究》
《中国散煤治理调研报告 2017》
《中国煤炭行业供给侧改革关键问题研究》
《城市低效燃煤总量配额交易政策建议报告》
《“去产能”政策对煤炭行业造成的就业影响研究》
《“十三五”电力行业控煤政策研究》
《煤化工产业煤炭消费量控制及其政策研究执行报告》
《建言“十三五”——中国煤炭消费总量控制规划研究报告》
《行业部门煤炭消费总量控制研究》
《煤炭消费总量控制目标的协同效应》
《城市煤炭总量控制方案政策和案例研究》
《省域温室气体总量控制与煤炭总量控制相互作用分析》
《碳排放控制与煤炭消费总量控制的约束及相互影响》
《建筑领域煤炭（电力）消费总量控制研究》
《基于煤炭消费总量控制的煤炭行业可持续发展研究》
《中国能源转型和煤炭消费总量控制下的金融政策研究》
《煤炭消费减量化对公众健康的影响和可避免成本》
《煤炭消费总量控制的就业影响》
《煤炭消费总量控制的财税政策研究》
《水泥行业煤炭消费总量控制方案及政策研究》
《电力行业煤炭消费总量控制方案和政策研究》

……

未完待续，请见封三……



《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

Opportunities and Challenges of Belt and Road
Overseas Investment in the Power Sector
under the Paris Agreement
– Vietnam, Indonesia and Pakistan

执行报告 Executive Report

课题单位

创绿研究院

创绿研究院是一个扎根本土、放眼全球的中国环境公益机构。

我们致力于全球视野下的分析和研究，促进利益相关者的跨界对话与参与，
推动气候与环境友好的公共政策的制定和执行，助力中国向着可持续的、
公平的、富有气候韧性的方向转型，降低全球生态足迹。

(www.ghub.org)

2019 年 6 月

首字母缩略词

APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation	亚洲太平洋经济合作组织
BRI	The Belt and Road Initiative	“一带一路”倡议
CAIT	Climate Analysis Indicators Tool	气候分析指标工具
CCS	Carbon Capture and Storage	碳捕集与封存
CCUS	Carbon Capture, Utilization and Storage	碳捕集、利用与封存
CPEC	China–Pakistan Economic Corridor	中巴经济走廊
EPC	Engineering Procurement Construction	工程总承包
IEA	International Energy Agency	国际能源署
IEEFA	Institute for Energy Economics & Financial Analysis	能源经济与金融分析研究所
INDC	Intended Nationally Determined Contributions	国家自主贡献预案
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	联合国政府间气候变化专门委员会
IRENA	International Renewable Energy Agency	国际可再生能源署
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources	印度尼西亚能源与矿产资源部
NDC	Nationally Determined Contributions	国家自主贡献方案
ODA	Official Development Assistance	官方发展援助
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development	经济合作与发展组织
SDGs	Sustainable Development Goals	可持续发展目标
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	联合国气候变化框架公约
WTO	World Trade Organization	世界贸易组织

目录

执行摘要	7
Executive Summary	11
1. 可持续发展目标、《巴黎协定》与“一带一路”倡议	16
1.1 可持续发展议程与全球气候治理	
1.2 “一带一路”倡议	
1.3 “一带一路”国家的气候变化脆弱性	
1.4 “一带一路”国家电力现状及投资潜力	
1.5 “一带一路”国家落实《协定》的挑战	
1.6 国家选取及分析	
2. 越南	29
2.1 国家概况与气候变化脆弱性	
2.2 电力发展现状	
2.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域	
2.4 低碳投资路径	
3. 印度尼西亚	36

3.1 国家概况与气候变化脆弱性	
3.2 电力发展现状	
3.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域	
3.4 低碳投资路径	
4. 巴基斯坦	42
4.1 国家概况与气候变化脆弱性	
4.2 电力发展现状	
4.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域	
4.4 低碳投资路径	
5. 结论	50
6. 对策建议	52
参考文献	54

执行摘要

2015 年达成的《巴黎协定》提出在本世纪末将全球平均气温较工业化前水平升高控制在 2°C 乃至 1.5°C 以内，并使全球资金流动符合温室气体低排放和气候适应型发展的路径。为落实此目标，各国制定并提交了国家自主贡献方案（NDCs），提出了国家层面及国际合作的行动方案。然而，目前各国 NDCs 的目标力度不足，无法实现《协定》的长期温控目标。为此，《协定》要求各国自 2023 年起每五年进行全球盘点（Global Stocktake），评估全球气候行动进展，为各国制定新的、更有雄心的 NDCs 提供参考。在此背景下，国际合作在推动全球经济去碳化、落实《协定》目标方面可以发挥关键作用，这包括由中国于 2013 年发起的“一带一路”倡议。中国在带路国家开展的对外投资活动是否绿色低碳，是否与沿线国家的气候目标相一致，是其与沿线国家能否结成应对气候变化“命运共同体”、实现可持续发展目标的关键。

亚洲在全球应对气候变化，实现消除贫困和可持续发展目标中发挥日益重要的作用。首先，全球最易受气候变化影响的十个国家中有六个在亚洲，包括越南和巴基斯坦。气候变化也加剧了亚洲地区因空气污染造成的健康风险。其次，亚洲多为发展中国家和欠发达国家，其电气化水平与人均用电量远低于世界平均水平，其工业化与城镇化进程使其成为未来全球碳排放增长最快的地区。随着“一带一路”倡议的实施，中国在亚洲电力部门的投资作用明显。

基于此，本研究以《协定》下国家自主贡献方案（NDCs）为切入点，聚焦亚洲地区的电力部门，以越南、印度尼西亚和巴基斯坦为案例，分析 NDCs 目标对其电力行业发展的影响，识别与气候保护目标相一致的电力投资基准线。同时，分析其采取增强行动以弥合与 2°C 目标差距的重点领域，为中国政策决策者与投资者制定与《协定》长期温控目标相一致的“一带一路”电力低碳投资规划提供参考和建议。

研究显示，越南、印度尼西亚与巴基斯坦的电力行业仍面临诸多挑战。首先，印尼与巴基斯坦面临严重的缺电问题。印尼全国用电普及率不到 75%，且主要集中在经济增长中心。巴基斯坦电力缺口较大，严重制约其经济发展。其次，越南、印尼与巴基斯坦电力行业均以新增煤电作为满足其电力需求的主要来源，这将增加其电力部门的碳排放强度。尽管三个国家可再生能源潜力较大，但其可再生能源发电仍处于起步阶段。越南可再生能源发电占比不足 1%。同时，电网基础设施不完善、传输损耗率高，也制约着印

度尼西亚与巴基斯坦电力行业的发展。作为“千岛之国”，印尼输电网络被分割成八个互相连通的网络以及 600 多个独立电网。巴基斯坦的电网线损率较高，2013 年，该国输配电线损率为 17.0%，远落后于世界平均水平。

三个国家的 NDC 均对其碳排放提出了无条件或有条件的减排目标，并提出了落实此目标的相关政策措施。越南与印尼 NDC 明确了其自身能源结构与电力结构的转型方向。越南 NDC 预计未来该国将以煤电、水电和天然气满足主要的电力需求，并逐步由可再生能源进行替代。印尼提出将通过提高能源效率，转变能源消费模式和发展可再生能源等措施落实其 NDC。巴基斯坦 NDC 仅制定了有条件的目标，即在得到 400 亿美元国际支持的前提下，到 2030 年实现温室气体排放比基准线情景减少 20% 的目标，但其并未明确各部门减排的占比。其 NDC 的基石是该国于 2014 年通过的《巴基斯坦 2025 年愿景》。该愿景提出到 2025 年新增发电装机量应达到 25GW，总装机量达到 45GW，相当于将现有装机量翻一番。

中巴经济走廊 (CPEC) 是中国“一带一路”倡议的旗舰项目和样板工程。研究显示，如果巴基斯坦未来不计划大规模淘汰现有机组，《2025 年愿景》中提出的新增装机目标将主要来自于 CPEC 以及 CPEC 之前就启动的中巴核电合作项目。从解决供电缺口的角度，该国新增产能过于侧重煤电项目。目前 CPEC 项目在建或计划建设的煤电装机超过了解决缺电燃眉之急所需的装机量，有可能面临供大于求而导致的运行小时数减少的情况。煤电项目在 CPEC 中的主导地位有可能让该国在未来 30 年 -40 年内被锁定在高碳排放的发展路径上。同时，随着未来气候政策和环境标准的提升，目前坑口电站的亚临界机组可能需要应用 CCS 技术，或者面临提前退役的风险，进而使中国投资者遭受财务与声誉损失。从能源安全的角度，新建煤电厂仍需要进口燃煤，不利于减轻该国对进口燃料的依赖。此外，水资源短缺将加剧水与煤之间的竞争，进一步增加煤电项目的风险。

增强行动领域与低碳投资路径

三个国家仍存在加速低碳转型的潜力与空间。在制定 NDCs 之后，三个国家均相应调整了国家能源或电力发展规划，加速其低碳转型。为落实 NDC 目标，2016 年 3 月越南政府批准了对《第七个越南电力发展规划（2011 年 -2020 年）》的修订。修订后的规划调低了电力需求增长预期，并鼓励利用太阳能、生物质能和地热能等可再生能源发电。在 NDC 目标提出后，印尼《国家电力发展总计划（RUKN）》，和《PLN 电力供应商业计划（RUPTL）》分别将其新能源和可再生能源占比目标从原有的 23% 提升到 25%。2019 年四月巴基斯坦提出了 2030 年包括风电、太阳能、小水电及生物质能的可再生能源发电的占比目标。

越南

越南电力系统仍有加速低碳转型的空间。首先，通过提升终端能效将减少其新增电

力需求与碳排放的规模。其次，越南可再生能源发展潜力巨大。随着可再生能源发电技术的改进和投资成本的下降，可再生能源发电能够取代煤电，成为发电的主要形式。

印度尼西亚

由于煤电技术水平较低，通过采用高效低排技术与高效的运维水平，有助于减少煤电新增装机的需求，减缓其电力行业的碳排放增长趋势。其次，可再生能源发展前景广阔，分布式可再生能源可提升其独立电网供电能力，解决缺电问题。

巴基斯坦

面对旺盛的电力需求、巨大的电力供给缺口以及落后的电网基础设施，提高发电能效，停止新建燃煤电厂以及大力发展可再生能源是其增强低碳转型的主要领域。发展可再生能源尤其是小规模可再生能源可以一方面解决缺电问题，另一方面促进其电源的多元化发展，减少对进口能源的依赖，提高国家能源安全。

总体结论

带路沿线国家气候脆弱性较高，气候变化及相关灾害影响对投资所在国电力基础设施的影响不容忽视。

越南、印尼和巴基斯坦政府在 NDC、国家电力规划及国际合作中都计划通过新增大型煤电和煤电升级改造来满足日益增加的电力需求。提升燃煤发电效率，优化技术水平是未来的趋势。此外，新建煤电项目需要将未来应用 CCS/CCUS 技术对煤电厂规模和建设场地的要求纳入考量。

越南、印尼和巴基斯坦的可再生能源发电仍处于初期阶段，但未来发展潜力巨大。越南、印尼和巴基斯坦在制定 NDC 目标后，均提升或制定了新的可再生能源发电目标。

能效提升与发展智能电网将成为趋势。通过提高能效，有助于调低到 2030 年的煤电新增装机量，减缓煤电的锁定效应。为了满足能源获取、清洁能源转型的需求，以及实现可再生能源发电占比提升的目标，发展中国家需要大力发展智能电网，推动各国实现人人享有可靠的低碳能源的目标。

报告针对“一带一路”绿色电力投资提出如下建议：

在“一带一路”倡议实施过程中，中国政策制定者与投资者应把带路投资战略与《协定》长期气候目标紧密结合起来，将气候变化的减缓和适应纳入带路合作的战略规划层面。



借鉴中国在低碳发展过程中在机制建设、政策规划、资金与技术方面积累的经验与教训，与带路沿线发展中国家共同探索可持续发展的路径，落实《协定》的长期目标，构建“绿色”丝绸之路。

一、NDCs 目标是各国落实《协定》长期目标的起点，带路倡议下对外投资规划应将各国 NDCs 作为基准线为决策提供指导。首先，带路投资需符合《协定》2° C 长期目标所需发展路径。其次，中国投资者需了解投资所在国为落实《协定》和国家自主贡献方案对电力行业发展的影响，合理评估新增发电容量，避免因气候与环境标准提升而使项目遭受财务与声誉损失。此外，中国投资者需充分识别并管理气候变化对投资所在地电力基础设施的风险，并将其纳入项目可行性评估体系。

二、对于越南、印尼和巴基斯坦这类以煤炭或油气供能为主的国家，带路电力投资应着重推进可再生能源的开发与利用，以助力投资所在国提高电力普及，促进电源的多元化发展，加强能源安全。作为可再生能源发展大国，中国应将可再生能源作为对“一带一路”电力投资的重点合作领域，推动中国战略新型产业“走出去”。对于缺电人口众多的发展中国家，发展分布式可再生能源有助于推动能源获取率，消除贫困。

三、尽管越南、印尼和巴基斯坦均计划大规模新增煤电装机，但中国带路电力投资应有选择地投资新增煤电项目，并确保采用高效低排的煤电技术，此外，新建煤电项目应将 CCS/CCUS 技术纳入可行性评估体系，最大程度控制新增煤电带来的碳排放增幅。

四、推进能效提升的投资，尤其是印尼与巴基斯坦能效提升潜力巨大，且环境与气候效益显著。中国在电力行业的节能减排方面取得了卓越的进展。在对外投资活动中，中国应将能效提升的技术推广到其他发展中国家，帮助这些国家选择更低能耗的发展路径，实现工业化、城镇化与绿色经济转型。

五、在越南、印尼和巴基斯坦因地制宜发展电网基础设施。中国分布式能源及智能电网建设的投资规模、技术创新与应用全球领先，参与对外投资的中国金融机构和企业应因地制宜地在三国推动分布式能源和以输送清洁能源为主导的智能电网。

Executive Summary

The 2015 Paris Agreement aims to keep the increase in global average temperature to well below 2°C above pre-industrial levels and to limit the increase to 1.5°C, and to make finance flows in line with a pathway towards low greenhouse gas emissions and climate-resilient development. To achieve these goals, countries have developed and submitted Nationally Determined Contributions (NDCs) and proposed plans for domestic actions and international cooperation. Starting in 2023, the Paris Agreement will require countries to conduct a Global Stocktake every five years to review progress in global climate action, which will provide reference for countries to develop new and more ambitious NDCs. International cooperation could play a critical role in promoting the decarbonization of the global economy and the implementation of the Agreement's targets. In the context of the "Belt and Road" Initiative (BRI) launched by China in 2013, green, and low-carbon foreign investments to host countries in line with their climate targets will be key for China and the host countries to successfully create a "community with a shared destiny for humankind" and achieve the Sustainable Development Goals.

Asia plays an increasingly important role in addressing global climate change and in achieving poverty eradication and sustainable development goals. First, six of the ten countries most affected by climate change are in Asia, including Vietnam and Pakistan. Climate change has also exacerbated air pollution in Asian countries, creating more public health risks. Second, most Asian countries are still "developing" and "underdeveloped" countries. In these countries, electrification levels and per capita electricity consumption are still far below the world's average. At the same time, industrialization and urbanization also makes Asia the fastest growing region for global carbon emissions. Chinese investment through the Belt and Road Initiative in the Asian power sector is thus increasingly significant in scope.

This study examines the impact of NDCs on the development of the power industry. By using Vietnam, Indonesia, and Pakistan as examples, it aims to identify power investment baselines consistent with climate goals. This study also analyzes key areas for action to bridge the gap for reaching the 2°C target and provides a reference for Chinese policymakers and investors to formulate a low-carbon power investment plan consistent with long-term climate goals under the Paris Agreement for Belt and Road investments.

The study finds that the power sectors of Vietnam, Indonesia and Pakistan still face challenges. Firstly, Indonesia and Pakistan are facing serious power shortages. The national electrification level is less than 75%, mainly concentrating in regions with high economic growth rate. Serious power shortage in Pakistan has become a major bottleneck of its economic development. Secondly, Vietnam, Indonesia and Pakistan rely on coal power as the main source of increased capacity to meet their increasing power demand, which may increase the carbon intensity of the power sector. Thirdly, despite the huge potential of renewable energy resources, Vietnam, Indonesia and Pakistan are still in the early stage of developing renewable energies. Namely, renewable energy accounts for less than 1% of the total power generation. Lastly, power grid infrastructure still needs improvement with high transmission loss rate, which hinders the power sectors' development. As an archipelago country, grid network in Indonesia is divided into eight interconnected networks and more than 600 independent grids. Pakistan has high transmission loss rate. In 2013, the transmission and distribution loss rate is 17%, far behind the world's average.

Three nations' NDCs have all set non-conditional or conditional carbon emission reduction targets, with policies and measures to implement these targets. Vietnam and Indonesia have demonstrated plans for energy transition and power development. Vietnam's NDC estimates that the country will meet its major power needs through coal, hydropower, and natural gas in the near future, with these sources to be gradually replaced by renewable energy. Indonesia plans to implement its NDC through improving energy efficiency, transforming energy consumption patterns, and development of renewable energy. The Pakistan NDC has only set a conditional target of a 20% reduction in its 2030 projected greenhouse gas emissions compared with BAU, in the condition of receiving international support of US\$40 billion. Pakistan does not clarify the proportion of responsibility from each sector. The cornerstone of its NDC is the Pakistan 2025 Vision, adopted in 2014. The Vision proposes that by 2025, installed capacity of new power generation should reach 25GW and total installed capacity will reach 45GW, which is equivalent to doubling its existing installed capacity.

The China-Pakistan Economic Corridor (CPEC) is the flagship project for the Belt and Road Initiative. If Pakistan does not intend to phase out existing units in the future, the new targets proposed in the Vision 2025 will be mainly reached from installations that are part of the CPEC as well as China-Pakistan nuclear power cooperation projects which were initiated before CPEC. From the perspective of solving the power supply gap, new capacity in the country is too focused on coal-fired power projects. At present, the installed coal power capacity of CPEC projects under construction or planned to be built exceeds the installed capacity needed to solve the urgent shortage of electricity, which may lead to reduced operating hours caused by oversupply. The dominance of coal-fired power projects in the CPEC could lock Pakistan into a path of high-carbon emissions for the next 30-40 years. At the same time, with the improvement of future climate policies and environmental standards, the subcritical units may need to apply CCS technology or face early retirement, which would cause Chinese investors to suffer financial and reputational losses. From the perspective of energy security, new coal-

fired power plants will still need to import coal, and so are not conducive to reducing the country's dependence on imported energy. Lastly, water shortages will exacerbate competition between water and coal, further increasing the risk of coal-fired projects.

Opportunities for enhanced low-carbon transition

Three nations have potential for accelerated low carbon transition. After submitting their NDCs, Vietnam, Indonesia and Pakistan all adjusted their national energy development plan, to accelerate the low carbon transition of the power sector. Vietnam approved a revision of the PDP VII (2011-2020) in March, 2016. The revised plan lowered electricity demand growth expectations and encouraged the use of renewable energy sources such as solar, biomass, and geothermal energy to generate electricity. Indonesia's National Electricity Development Master Plan (RUKN), and the PLN Power Supply Business Plan (RUPTL) have both increased their new energy and renewable energy targets in the total energy mix by 2025 from 23% to 25%. In April, 2019, Pakistan also raised its 2030 targets for renewable energy generation which includes wind power, solar power, small hydro-power, and biomass.

Vietnam

The Vietnamese power system still has room to accelerate its low-carbon transformation. First, by increasing energy efficiency it will reduce the scale of its new power demand and its carbon emissions. Second, Vietnam has great potential for renewable energy development. With the improvement of renewable energy power generation technology and the decline of investment costs, renewable energy power generation could replace coal power and become the main form of power generation.

Indonesia

Due to the low level of current coal-fired power technology, the adoption of high-efficiency low-emissions technology and efficient operation and maintenance levels will help reduce the demand for new installed coal power capacity and will slow down carbon emissions growth in the power sector. Additionally, the development prospects for renewable energy are broad, and distributed renewable energy can improve the power supply capacity of its independent power grid and solve power shortage problems.

Pakistan

Faced with strong electricity demand, a significant power supply gap, and backward grid infrastructure, the main focus areas for a low-carbon transformation for Pakistan are improving power generation efficiency, stopping the construction of new coal-fired power plants, and developing renewable energy. The development of renewable energy, especially small-scale renewable energy, could help solve the problem of power

shortages, promote the diversified development of power sources, reduce dependence on imported energy, and improve national energy security.

Conclusion

Countries along the Belt and Road are highly vulnerable to climate change, and the impacts of climate change and related natural disasters on the power infrastructure of host countries cannot be ignored when making investment decisions.

The governments of Vietnam, Indonesia, and Pakistan, in their NDCs, national power planning, and international cooperation, all plan to meet the increasing demand for electricity through the addition of large-scale coal-fired power plants and plant upgrades. Improving the efficiency of coal-fired power generation and optimizing technical levels will be trends in the future. In addition, new power projects need to take into account the size and site requirements for future application of CCS/CCUS technology.

Renewable energy generation in Vietnam, Indonesia, and Pakistan is still in the primary stage, but its future development potential is significant. After developing their NDCs, Vietnam, Indonesia, and Pakistan all upgraded or developed new renewable energy generation targets.

Energy efficiency improvements and smart grids are the trends of the future. Improving energy efficiency will help reduce the installed capacity of coal-fired power by 2030 and will mitigate the lock-in effects of coal power. In order to meet the needs of energy access, a clean energy transformation, and the goal of increasing the share of renewables in energy generation, developing countries must develop smart grids to promote clean, low-carbon energy for all.

This report makes the following recommendations for Belt and Road green power investment:

In the implementation of the Belt and Road Initiative, investment strategy should be closely aligned with the long-term climate goals outlined in the Paris Agreement, and the mitigation and adaptation of climate change should be included in the strategic planning of all BRI cooperation. Based on China’s experience and lessons in mechanism building, policy planning, finance, and technology development for low-carbon development, China should work with developing countries along the BRI to explore the path of sustainable development, implement the long-term goals of the Paris Agreement, and build a “Green” Silk Road.

1. As NDC targets are the starting point for countries to implement the long-term goals of the Paris Agreement, investment planning of the BRI should use NDCs as a baseline for decision making. First, BRI investments should be in line with the development path required for the 2°C goals of the Agreement. Second, Chinese

investors need to understand the impacts that the country's implementation of the Paris Agreement and their NDC could have on the development of the power industry. They must evaluate new generating capacity to avoid financial and reputation losses due to climate and environmental standards. In addition, Chinese investors need to fully identify and manage the risks of climate change to the local power infrastructure that they invest in, and incorporate these risks in the project feasibility assessment system.

2. For countries mainly relying on coal, oil, and gas for power supply, such as Vietnam, Indonesia, and Pakistan, investment planning and strategies should focus on promoting the development and utilization of renewable energy, which could help increase electrification, promote the diversified development of power sources, and strengthen energy security. As a major developer of renewable energy, China should regard renewable energy as a key cooperation area for Belt and Road power investment and promote the “going global” of China's strategic new industries. For developing countries with a large population lacking electricity, the development of distributed renewable energy can help promote energy access and eliminate poverty.
3. Although Vietnam, Indonesia, and Pakistan are planning to increase their coal-fired power capacity at a large scale, China's BRI investment should be selective about new coal projects, ensuring the use of high-efficiency, low-emissions technologies. In addition, new projects should incorporate CCS/CCUS technology into the feasibility assessment to minimize increases in carbon emissions from any new coal-fired plants.
4. Investments in improving energy efficiency, especially in Indonesia and Pakistan, have the greatest potential for energy efficiency improvement, and with significant the environmental and climate benefits are significant. China has made remarkable progresses in energy conservation and emissions reduction in the power sector. In the course of foreign investment, technology and energy efficiency improvements should be extended to developing countries to help them achieve industrialization, urbanization, and a green economy with lower energy consumption.
5. China should help develop grid infrastructure in Vietnam, Indonesia, and Pakistan based on country-specific situations. China leads the world in the scale of investment, technological innovation, and application in the construction of distributed energy and smart grids. Financial institutions and enterprises participating in out-bound investment should promote distributed energy and smart grids that are driven by clean energy.

1

可持续发展目标、《巴黎协定》与“一带一路”倡议

面对气候变化这一全球挑战，人类已经成为“应对气候变化命运共同体”。“一带一路”倡议旨在推动各国打造互利共赢的“利益共同体”和共同发展繁荣的“命运共同体”。两者高层目标是一致的，因此带路倡议在实际执行过程中需要通过统筹 2030 可持续发展议程与《巴黎协定》长期目标的结合。

1.1 可持续发展议程与全球气候治理

2015 年联合国可持续发展峰会上通过《变革我们的世界：2030 年可持续发展议程》（简称《议程》）。《议程》提出了需要全球合作，在 2030 年实现的 17 个可持续发展目标 (SDGs)。《议程》指出应对气候变化是消除极端贫困与不平等，实现可持续发展的必要条件。SDGs 中有多个与气候变化相关的目标，例如目标 7 是确保人人获得可负担的、可靠的和可持续的现代能源。目标 13 是采取紧急行动应对气候变化及其影响。具体目标包括加强对气候相关的灾害与自然灾害的韧性及适应力；将气候变化措施纳入国家政策、战略和规划中；改善对于气候变化减缓、适应、影响减缓与早期预警的教育、宣传方面的机制与人力资源能力建设；落实发达国家对《公约》做出的到 2020 年每年动员 1000 亿美元的资金支持发展中国家应对气候变化；推动最不发达国家和小岛屿发展中国家关于气候变化相关规划与管理的能力提升的机制，惠及妇女，青年与当地及边缘社区。

2015 年 12 月巴黎气候大会通过的《巴黎协定》（简称《协定》）提出，在本世纪内控制全球平均气温比工业化前水平升高幅度不超过 2℃，努力限制在 1.5℃ 以内；并首次要求资本流动要符合低碳和气候适应型发展的路径。各国分别根据自己的国情制定了国家自主贡献方案（NDC），作为各国落实《协定》长期目标的主要行动方案。《议程》和《协定》共同勾勒了 2030 年全球经济向兼顾气候与环境友好，以包容性增长消除贫困与不平等的绿色可持续方向转型的图景。

2016 年《协定》正式生效后，自主贡献预案（INDCs）成为方案（NDCs），各缔约方需要着手执行 2030 年 NDC 目标以及《协定》2℃ 温控目标。实现《协定》目标仍面临诸多挑战。一方面并不是所有缔约方都提交了 NDCs；另一方面，现有 NDCs 目标汇总尚不足以实现《协定》2℃ 温控目标，更不用提更有雄心的 1.5℃ 温控目标。IPCC 第五次评估报告指出，如果全球有大于 66% 的可能实现 2℃ 温控目标，那么自 2011 年以来的全球累计碳排放不应超过 1000Gt CO₂。根据现有 NDCs 的累计效果，到 2025 年全球将消耗掉 1000Gt CO₂ 碳排放预算的 54%，而到 2030 年将消耗掉该碳排放预算的 75%。

以 NDCs 为核心内容的《协定》开启了“自下而上”的全球气候治理模式。在此模式下，

弥合减排差距，实现 2℃ 温控目标需要每个国家在有效的国内行动与国际合作的基础上，不断提升行动目标。各国需要在 2020 年再次提交或更新其 NDC 计划。2018 年正式启动的塔拉诺阿对话（Talanoa Dialogue），供各缔约方盘点落实《协定》这一集体目标的初步进展，此对话进程将为各国制定新的 NDC 提供参考。具体时间表详见表 1.1.1。

表 1.1.1 落实《协定》的进程总览

2015 年	协定通过	提交 INDCs
2016 年	协定签订仪式	协定的批准工作
	11 月 4 日生效	
2018 年 10 月	IPCC 1.5℃ 特别报告发布	
2018 年	塔拉诺阿对话启动。COP24 开始讨论 1.5℃ 长期目标	
2019 年底	可持续发展与气候首脑峰会	
2020 年	提交新的 NDCs 或更新的 NDCs*	
2023 年	COP29 首轮全球盘点来推动第三次 NDC，“承诺和评议”循环正式启动	
2025 年	COP31 基于全球盘点确定第三轮 NDC	
2028 年	第二轮全球盘点	
2030 年	COP36 基于第二轮全球盘点确定第四轮 NDC	
长期目标	将全球平均升温幅度控制在 2℃ 或 1.5℃ 以下	

* 由于各国 NDC 的目标年不同，制定了到 2025 年 NDCs 目标的国家需要在 2020 年提交新一轮的 NDCs，而制定了到 2030 年 NDCs 目标的国家需要在 2025 年更新现有 NDCs

NDCs 由各国自主确定，其关键要素涵盖减排目标、重点减排和适应领域、实现 NDCs 目标的政策措施和手段等。各国 NDC 的内容和形式差异较大。以目标的形式而言，包括无条件目标和有条件目标，即在得到充分的国际支持的情况下可以实现的目标，以及以行动承诺为形式的行动目标。根据世界资源研究所气候分析指标工具（CAIT）数据，截至 2016 年 2 月 24 日，共有 161 个缔约方提出了国家自主贡献目标。在减缓气候变化目标中，126 个缔约方的 NDCs 包含了温室气体排放目标，12 个 NDCs 提供了非温室气体排放目标，还有 23 个 NDCs 包含了行动目标。

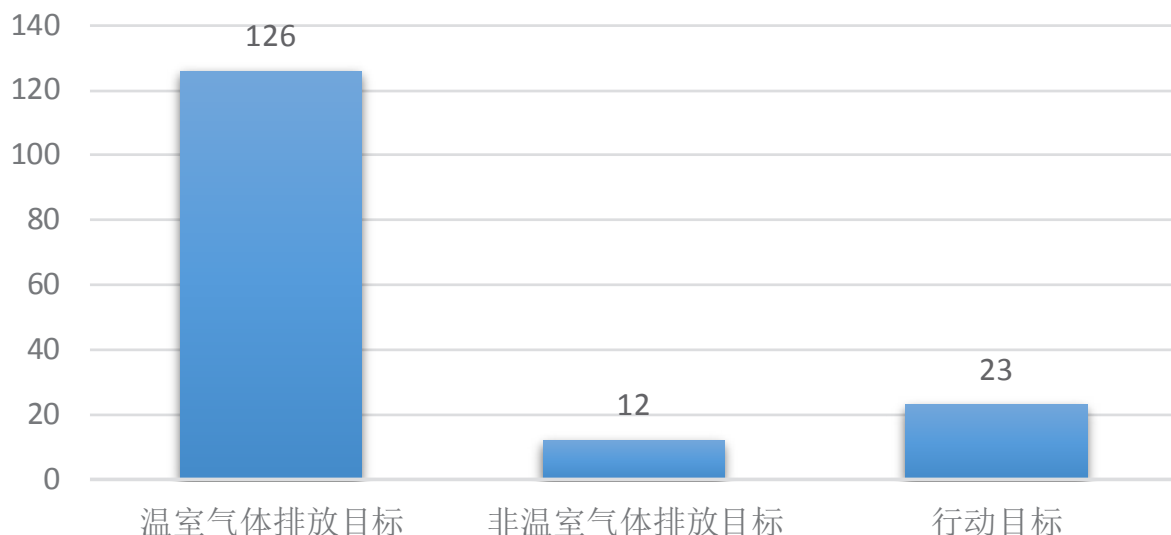


图 1.1.1: NDCs 中减缓气候变化目标类别

数据根据世界资源研究所 CAIT 整理所得（截至 2016 年 2 月 24 日）

1.2 “一带一路”倡议

“一带一路”倡议由中国发起，基于“新丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的战略构想，强调打造互利共赢的“利益共同体”和共同发展繁荣的“命运共同体”，是中国实行全方位对外开放的重大举措。中国提出与各国携手打造“绿色、健康、智力、和平的”丝绸之路。基础设施合作是“一带一路”的重要组成部分，其优先投资领域包括交通基础设施的关键通道、关键节点和重点工程、口岸基础设施和港口，以及能源基础设施建设、油气运输通道、跨境电力输电通道、电网升级等。其带动的基础设施投资合作在推动经济发展的同时，对于碳排放与气候变化应对的影响也不容忽视。2015 年国家发展改革委、外交部、商务部联合发布了《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》（以下简称《愿景》）。《愿景》提出，强化基础设施绿色低碳化建设和运营管理，在建设中充分考虑气候变化影响；在投资贸易中突出生态文明理念，加强生态环境、生物多样性和应对气候变化合作，共建绿色丝绸之路。

“一带一路”倡议与《协定》开启的全球气候治理制度在建设“利益共同体”和“命运共同体”的顶层目标上是一致的。面对气候变化这一全球性挑战，人类已经成了“应对气候变化命运共同体”；而应对气候变化所带动的新一轮低碳发展机遇也催生出新的“利

益共同体”。但是，在实际建设带路倡议过程中，仍面临诸多挑战。比如，带路倡议的沿线国家多为发展中国家和生态脆弱地区，同时面对减贫实现经济发展与应对气候变化影响的双重挑战。带路沿线发展中国家在人口增长、经济腾飞与城镇化进程过程中将面临巨大的基础设施发展需求。带路倡议下的海外投资可以帮助所在国满足对基础设施发展的需求。与此同时，带路倡议优先和重点合作领域多为电力、交通等基础设施建设与产能合作。若没有有效引导与统筹，可能会给所在国实现气候与环境保护目标的努力带来负面影响。采用高碳强度陈旧技术的工业设施，或者服务于高碳强度产业基础设施都有可能把相关国家锁定在一条与全球气候保护的大目标相违背的高碳道路上。对于海外投资者而言，如果项目所在国政府在几年后因为气候或环境目标提升了技术标准或者改变了政策优惠条件，项目的盈利性和运营周期都可能会受到打击。同时，通过“一带一路”，中国也可以放大《协定》所带来的新一轮的工业化的机遇，加速清洁能源的产业规模和技术水平的升级。

NDCs 显示了每个国家在气候减缓与适应行动、所需成本、以及外部资金与技术支持需求等方面的差异。但各国 NDCs 并未从行业投资的角度提出具体技术与资金需求。信息充分的 NDCs 涵盖了国家气候行动计划以及行业计划，为制定气候友好型行业投资计划与路线图提供了参考，有助于带路投资识别气候与环境风险与机遇。信息不充分的 NDCs 也侧面体现出该国在政策与技术层面需要支持，以识别该国落实气候目标所需的行动框架及投资重点。

作为《协定》的积极促成者和签署国，中国有责任确保其政府行为与《协定》的目标相一致。“一带一路”倡议的建设需要将气候变化应对纳入带路合作的战略规划层面。将经济与气候领域的发展目标相结合，确保投资战略与《协定》长期气候目标相匹配。通过政策性金融机构的投资，撬动私人部门的资金流向低碳与气候友好型领域。基于自身低碳发展进程中在机制建设、政策规划、资金与技术方面积累的经验与教训，中国可以帮助沿线发展中国家探索一条可持续发展道路，构建“绿色”丝绸之路，共同落实《协定》长期气候目标。

2015 年 11 月 19 日，在《中国应对气候变化的政策与行动 2015 年度报告》的新闻发布会上，中国气候变化事务特别代表解振华表示，“一带一路”的合作将来可能会越来越和应对气候变化的措施相结合，中国开展基础设施建设的国际援助中，需要考虑和加强低碳的要求，包括中国在内的一些国家重视和发展绿色金融也是在经济合作中纳入绿色低碳的要求，在与发展中国家的合作中需考虑提高适应能力的问题。2017 年 5 月 14 至 15 日，中国在北京主办“一带一路”国际合作高峰论坛，承诺将扩大丝路基金、南南合作援助基金等资金规模，并倡议建立“一带一路”绿色发展国际联盟，为相关国家应对气候变化提供援助。会前，中国环境保护部等四部委联合发布了《关于推进绿色“一带一路”建设的指导意见》，对绿色“一带一路”建设的目标、顶层设计等做出战略性的规划和指导，推进绿色投资、绿色贸易和绿色金融体系发展，为绿色“一带一路”建设提供政策支持。2018 年 11 月 30 日，中国金融学会绿色金融专业委员会与“伦敦金融城绿色金融倡议”在会议期间共同发布了《“一带一路”绿色投资原则》。该原则在

现有责任投资倡议基础上，将低碳和可持续发展议题纳入带路倡议，以提升投资环境和社会风险管理水平，进而推动带路投资的绿色化。2019年4月25日至27日，中国在北京主办了第二届“一带一路”国际合作高峰论坛，期间提出在共建“一带一路”过程中，要始终从发展的视角看问题，将可持续发展理念融入项目选择、实施、管理的方方面面，并同有关国家一道，实施“一带一路”应对气候变化南南合作计划。

1.3 “一带一路”国家的气候变化脆弱性

气候变化的影响遍及全球，其中气候脆弱地区及贫困人口首当其冲。德国观察研究显示，1996年到2015年间，全球最易受气候变化影响的十个国家，有六个在亚洲地区，分别是缅甸（2）、菲律宾（5）、孟加拉（6）、巴基斯坦（7）、越南（8）和泰国（10）。气候变化脆弱性排名前三的国家均遭受了史无前例的灾害。比如，2008年，热带风暴“纳尔吉斯”侵袭缅甸，造成大量人员伤亡。约240万人受灾，其中约14万人丧生或失踪。

表 1.3.1: 长期气候风险指数 (CRI): 1996-2015 年间 10 个最易受气候变化影响的国家 (年平均数)

CRI 1996-2015 (1995-2014)	国家	气候风险指数	死亡人数	死亡人数 / 十万人	总损失 / 百万美元 (购买力平价)	极端天气数量 (1996-2015)
1 (1)	洪都拉斯	11.33	301.9	4.36	568.04	61
2 (2)	缅甸	14.17	7145.85	14.71	1300.74	41
3 (3)	海地	18.17	253.25	2.71	221.92	63
4 (4)	尼加拉瓜	19.17	162.9	2.94	234.79	44
5 (4)	菲律宾	21.33	861.55	1	2761.53	283
6 (6)	孟加拉国	25	679.05	0.48	2283.38	185
7 (8)	巴基斯坦	30.5	504.75	0.32	3823.17	133
8 (7)	越南	31.33	339.75	0.41	2119.37	206
9 (10)	危地马拉	33.83	97.25	0.75	401.54	75
10 (9)	泰国	34.83	140	0.22	7574.62	136

来源：德国观察，《全球气候风险指数 2017》



气候变化也加剧了空气污染的健康风险。根据耶鲁大学和哥伦比亚大学共同发布的 2018 年《环境表现指数（EPI）》，空气质量恶化是公众健康面临的最大的环境威胁。报告显示，全球环境表现排名垫底的五个国家中三个来自亚洲，包括印度、孟加拉和尼泊尔。两个来自非洲，分别是布隆迪和刚果共和国。环境表现指标评分较低主要表明该国在许多领域均需提高国家可持续发展能力，尤其是改善空气质量、生物多样性保护和温室气体减排。以亚洲排名垫底的国家之一印度为例，仅其一个国家就有 100 个城市没有达到中央污染控制委员会的空气质量标准。

1.4 “一带一路”国家电力现状及投资潜力

“一带一路”沿线多为发展中和欠发达国家，电气化水平和人均用电量远低于世界平均水平，亚洲地区尤甚。总体而言，带路沿线中东欧及中亚、中东人均用电量相对较高。南亚最低，目前该地区仍有 5 亿人口目前缺少电力供应。根据世界银行统计数据，2016 年带路沿线国家人均用电量为 1453kWh/ 年，其中南亚人均用电量仅为 752kWh/ 年，远低于 2828kWh/ 年的世界平均水平和带路沿线人均用电量。同时，虽然东南亚缺电人口从 2000 年以来已经下降了三分之二，但仍有 1.2 亿人口生活在没有电力的环境中，占世界人口的 20%。此外，如何以可承受的价格满足不断增长的电力需求是这些区域的国家需要考量的首要问题。据 IEA 预测，2016 ~ 2040 年间带路沿线电力投资规模约达 6.11 万亿美元，占世界的 31%，其中南亚电力投资规模最大，为 2.83 万亿美元，其次是东南亚。

带路沿线是未来 25 年内全世界电力需求增速最快的地区之一，其中南亚增速最快，中东欧及中亚增速较慢。根据 IEA 的预测，2016 ~ 2040 年，带路沿线国家电力需求年均增长率预计为 3.2%，在世界各区域中仅次于非洲的 4.0%，高于世界 2.0% 的整体增幅。南亚、东南亚增速分别达到 4.5% 和 3.8%，中东欧及中亚增速仅为 1.2%。预计 2016 ~ 2040 年带路沿线电力投资规模约 6.11 万亿美元，占世界比例为 31%。其中南亚电力投资规模最大，预估为 2.83 万亿美元；其后依次为东南亚、中东欧及中亚、中东。带路沿线是全球电力投资规模最大的地区，预计新增投资规模高于北美、西欧、非洲、拉美等世界其他地区，也高于同期中国电力投资规模。

亚洲是未来全球碳排放增长最快的地区。在快速的经济与人口增长驱动下，在过去 25 年里，仅东南亚国家的能源需求就翻了一番，而且此增速将会保持到 2040 年。东南亚地区的电力需求到 2040 年将增至三倍，成为该地区能源消费的主要贡献者。为了减少当地污染，并减缓温室气体排放，东南亚电厂亟需应用更加清洁高效的技术。研究指出，

为保障能源需求，到 2040 年东南亚地区能源供给基础设施建设、国内能源市场改革以及更加完善的政策框架所需的累积投资将高达 2.5 万亿美元。

带路沿线国家的电力系统规模和电力结构差异很大，对于煤电投资的需求和技术标准差异化明显。例如，越南和印度尼西亚等煤电大国对于大容量、高参数的先进煤电机组需求很大，但对于泰国、蒙古国、土库曼斯坦等电力系统规模较小的国家来说，高效率、清洁的小机组即可满足当地需求。

中国“走出去”的电力企业对外投资形式主要为对外直接投资、对外工程承包与电力设备和技术出口。2015 年，我国直接对外投资的 68 例重点电力项目涉及输变电、火电、水电、新能源、矿产资源等多个领域，其中 3000 万美元以上投资项目，输变电项目共 4 例，火电项目 5 例，水电项目 7 例，风电项目 3 例，其他类型 4 例。从地区来看，2015 年电力投资主要分布在南美洲、亚洲、欧洲、非洲等地区，其中巴西有 8 例，越南、老挝与香港地区各有 2 例，法国、巴基斯坦、俄罗斯、印尼、加拿大、南非、缅甸、纳米比亚和以色列等地均有 1 例。对外承包项目领域主要集中在火电站、输变电、水电站、市政工程等能源与基础设施项目。2015 年，中国电力企业主要以总工程承包（EPC）模式开展传统燃煤电厂及核能、风电的清洁能源等项目。同时，电力设备和技术出口规模增长较快。设备出口及技术服务地区主要集中在亚洲、非洲、欧洲、南美洲等地。2015 年，我国电力设备和技术出口金额为 136.59 亿美元，同比增加约 153%。

可再生能源在中国电力对外投资中的比例逐渐上升，中国已成为世界可再生能源投资的引领者。2015 年，除了大水电项目，中国的电力企业海内外可再生能源投资总额达 1029 亿美元，比 2014 年增长 14%，占全球投资总额的三分之一以上。据彭博新能源财经（BNEF）数据显示，可再生能源和清洁能源创新项目在 2017 年度获得 3335 亿美元的投资，比 2016 年上涨了 3%。其中一半投资用于太阳能项目，40% 来自中国。过去几年，随着可再生能源成本的下降，以及国际社会和在地国对低碳能源的重视程度提高，国内企业的投资逐步向可再生能源领域倾斜，其投资规模从 2012 年的 250 迅速增长到 2015 年的 1546MW，涨幅近六倍。根据美国的能源经济和金融分析研究所的数据，在海外清洁能源项目领域，中国电力企业 2016 年投资的高于 10 亿美元的项目价值总和为 320 亿美元，2017 年再次创下历史新高，达 440 亿美元。在带路框架下，中国出口的太阳能设备总额已达 80 亿美元，超过美国和德国，成为世界第一大环境商品和服务出口国。

中国煤电对外投资项目集中在南亚和东南亚。据统计¹，截止 2016 年底，中国在“一带一路”沿线二十多个国家以各种方式参建的煤电项目超过 240 个，总装机达到 250GW。从地理分布来看，南亚和东南亚是中国煤电海外投资项目的重点地区，特别是印度、印度尼西亚、巴基斯坦、老挝等国家。尽管这些国家在逐步提高在建和新建火电厂的平均能效，但一半以上的已建和在建设项目采用效率较低的亚临界机组。

1 数据来源：Coal Swarm、Global Coal Plant Tracker

1.5 “一带一路”国家落实《协定》的挑战

挑战一：能源需求的持续增长

带路沿线发展中国家实现《协定》的最大挑战来自于其能源需求的持续上涨。这种增长源自于经济发展、人民生活水平提高的根本需要。在城市化和人口增长的驱动下，全球能源需求增长的重心正在向发展中经济体转移。到 2040 年，全球新增人口的 75% 都将出现在亚太地区和非洲，人口的增长将直接带动能源需求的增加。同时，发展中经济体的城镇化进程仍将持续推进。世界总人口中城市人口的比例将从 2010 年的 50% 增长到 2040 年的 60% 以上，新增城市人口仍将主要来自于发展中经济体。城市人口在居住、商业方面的能源消耗将显著高于农村人口。根据埃克森－美孚公司的测算，非经合组织国家和经合组织（OECD）国家的能源消费总量在 2005 年基本持平，但是到 2040 年，前者的能源需求将是后者的两倍以上。其中，亚洲的增长将最为显著，根据 IEA 的预测，2013-2035 年，仅东南亚地区的能源需求就将增长 80%。如何在能源发展的速度和可持续发展、在近期成本和长远成本做出平衡是每个国家的决策者所面临的挑战，特别是当国家还面临相当比例的能源缺口的时候，在其中作出权衡会更加困难。

挑战二：政策障碍

带路沿线国家也都是《协定》的缔约方，承诺了采取积极的、力所能及的行动在国内开展应对气候变化的工作。但是推进能效改进和能源替代需要采取创新的政策组合，例如可再生能源上网电价、碳排放权交易市场、碳税等。下表初步统计了部分带路沿线国家的清洁能源相关政策，可以看到有些政策在一些国家已经开始实施，甚至可能已经有了成功经验，但另一些国家则刚刚开始准备尝试。对于这些刚开始尝试的国家，其立法机构通过法律手段支持这些政策的意愿、行政部门政策实施的资源、规制排放的能力都可能出现欠缺，需要逐步培养公众对此议题的关注、积聚政治动力、建设管理能力以及试错的过程。

表 1.5.1：“一带一路”部分沿线国家清洁能源支持性政策（2016 年）

“一带一路”不同 区域国家		国家 清洁 能源 目标	清洁能源规制性政策							清洁能源财政激励和公共融资政策				
			固定 电价 上网 FIT	清洁 能源 配额 制 RPS	净计 量/ 净计 费	绿色 交通 规制	绿色 热力 规制	可交 易的 REC	清洁 能源 项目 招标	资金 补贴, 贷款, 退费	投资 生产 免税 优惠	销售、 能耗增 值税等 税费减 免	能源生 产	公共 投资, 贷款 或专 款优 惠
	中国	R	R	●		●	●		●	●	●	●	●	●
中亚	哈萨克斯坦	●	●					●		●				
	塔吉克斯坦	●	●									●		●
	乌兹别克斯坦								●					
东北亚	俄罗斯	●	●					R	●					
	蒙古	R	●						●			●		
	日本	R	R					●	●	●		R		●
	韩国	●		●	●	R	●	●		●	●	●		●
东南亚	新加坡	R			●				●					●
	马来西亚	●	R	●		R						●		●
	泰国	R	R			R						●	●	●
	印度尼西亚	R	●	●		R			●	●	●	●		●
	缅甸	R										●		
	菲律宾	●	R	●	●	●			●	●	●	●	●	●
南亚	斯里兰卡	●	●	●	●	●				●		●	●	●
	印度	R	●	●	R	R	●	●	●	●	●	R	●	●
	孟加拉国	R							●	●		●		●
	巴基斯坦	●	R		●	●		●		●		R		
中东	伊朗	●	●								●		●	●
	约旦	R	●		●	●	●		●			●		●
	黎巴嫩	R			●							●		●
非洲	加纳	R	●	●	●	●		●		●		●		●
	阿尔及利亚	R	●						●	●			●	●
	安哥拉					●								●
	南非	●		●		R	●		●	●		●		●
	肯尼亚	●	●		●		●		●			●	●	●

注：●包括国家和地方层面的政策；R 政策修订过（一项或多项此类政策）

来源：李昕蕾根据 REN21 报告《可再生能源全球状况报告 2016》整理



挑战三：资金障碍

能效提升和清洁能源替代的技术应用和政策实施都需要资金的保障。能源转型需要公共资金的参与来撬动私营部门的投资，尤其是在前期市场和技术都不够成熟的时候更需要公共资金的支持。此类项目往往回报周期较长，对于减贫和发展任务艰巨的国家而言，可用于控制碳排放的资金十分有限，特别是目前国际资金市场流动性开始趋紧²。而美联储加息预期的升温加剧了新兴市场和发展中国家货币贬值与资金外流，金融市场对于初期投资高、回报稳定但是不高的清洁能源项目并不友好。

其他诸如人力资源、技术上的挑战，本质上还是资金和政策的挑战，这里不再赘述。

总而言之，《协定》的目标要求各国在当前的 NDCs 基础上提升国家行动的雄心，包括 带路倡议沿线国家在内的发展中国家将在未来的全球减排行动中扮演重要角色。然而，这些国家国情各异，发展阶段不同，在落实和提升 NDCs 上面临着巨大挑战，同时《协定》也要求国际社会帮助这些国家共同应对这些挑战。带路作为一个地区性的发展倡议，可以在这方面发挥积极的作用。对于带路倡议投资者而言，生态环境风险是其项目投资风险管控的重点。带路沿线国家地形复杂、水土流失较为严重，生态环境敏感。气候变化给海外投资项目增加了新的难题。这需要投资者与金融机构在知识、政策和资金上加强建设，并加深彼此的交流与合作。

1.6 国家选取及分析

实现《协定》长期目标是所有缔约方的共同责任，NDCs 是一个国家落实《协定》的起点，这些目标需要在未来全球盘点的结果的推动下逐步提升，以弥合与 2℃ 目标之间的减排差距。投资者应充分考虑全球应对气候变化对资本配置与流通带来的挑战。2℃ 温控目标下，投资者与金融机构需要对气候风险与碳风险信息加以识别、披露和管理。作为温室气体排放的重要来源，各国电力发展规划将因《协定》及 NDCs 目标而有所改变和调整。因此，在带路倡议落实过程中，需充分了解并识别所在国面临的气候变化脆弱性以及气候变化目标对电力投资的影响。这样，一方面避免项目因所在国气候变化政策与标准的提升而遭受财务与声誉损失的风险；另一方面可确保海外投资有助于所在国实现其气候友好型的可持续发展目标，建设绿色丝绸之路。

2 历史数据显示，1954-1981 年美联储有效联邦基金利率从近乎零上升到两位数以上，1981-2015 又从 19% 左右下降到零利率附近，2015 年起美元利率可能正进入新一轮上升周期，国际融资成本因此上升。

为了帮助中国政策制定者与投资者在带路沿线开展电力投资时充分了解并识别所在国的气候风险，及其气候目标对电力投资的主要影响，避免在实际投资过程中因气候风险和政策而面临搁浅资产风险，本研究的研究方式如下：

鉴于亚洲地区的人口增长、城镇化与工业化进程、碳排放增长趋势以及气候变化脆弱性，亚洲地区的发展路径对于全球低碳发展进程至关重要。此外，中国作为发展中国家在低碳转型过程中的经验与教训对于同处于发展阶段的亚洲发展中国家有一定参考与借鉴意义。基于以上考虑，研究将聚焦亚洲地区。鉴于亚洲发展中国家在经济发展阶段、资源禀赋、能源结构、电力结构、气候变化脆弱性、NDCs 目标及中国海外投资规模有一定差异，本研究将选取三个国家作为案例进行分析，为未来进一步研究带路倡议下开展气候友好型的电力投资提供参考。越南与印度尼西亚正处于经济快速发展阶段，其电力需求不断增加。同时，中国与巴基斯坦合作的“中巴经济走廊”是带路倡议的样板项目。三个国家 NDCs 内容与国家电力发展情况差异较大，但均是气候变化脆弱性极高的发展中国家，面临着应对气候变化与实现经济增长的双重挑战。基于以上因素，报告选取越南、印尼和巴基斯坦作为案例分析。

由于 NDCs 中包含了目标、政策、措施、行业行动等内容，本研究将以三国 NDCs 作为分析并识别带路投资基准线的主要切入点。采用总体评估和案例分析、定性和定量分析相结合的方法。根据三个国家 NDCs 关键要素，了解其有条件与无条件 NDCs 目标、主要行动与行业政策、所需技术、资金与能力建设支持。分析 NDCs 目标与措施以及主要电力规划对于其电力发展的影响，识别带路电力投资的机遇与挑战。如果在 NDCs 之外，三个国家有目标更高的清洁电力发展规划，本研究也将此更高的目标纳入该国电力发展趋势的分析考量中。由于 NDCs 由国家自主决定，本研究将根据所选国家的具体国情，自下而上地分析该国 NDCs 与电力发展规划对中国带路电力投资的影响。

对于明确设立了温室气体减排目标的国家，识别符合 NDCs 目标的 2030 电力发展趋势以及电力投资基准线，包括煤电装机容量上限、可再生能源新增装机容量以及能效提升潜力。

对于 NDCs 目标不够明确，且需要国际支持的国家，研究将基于目前电力发展规划或新增装机项目，评估其现有电力发展趋势与 NDCs 目标的一致性，识别潜在风险与机遇。

对于在 NDCs 中仅提出了在国际支持下可实现的更高的气候目标的国家，研究将识别其落实更高目标所需的资金技术，分析进一步加强碳约束的可能性及其对中国电力投资的影响。

同时，研究通过分析该国 加速电力转型的潜在领域，识别中国带路电力海外投资的优先领域，促进中国带路电力投资与《协定》目标相匹配。由于各国 NDCs 目标与要素各不相同，增强行动的分析将从煤电技术升级、电源替代、可再生能源发展及能效提升等指标来识别增强行动的潜在领域。由于各国实际情况不同，因此各国案例分析将识别与其资源禀赋、政策、资金等国情最相关的优先领域。

基于此研究，报告将为带路倡议绿色投资规划提供政策建议，并针对不同国家的国情提出具体的带路电力投资的优先领域，供决策者、投资者与金融机构参考。

本研究的数据主要来自于三个国家的 NDCs 文本、其国家能源经济数据报告，如印尼能源与矿产资源部（MEMR）发布的能源经济数据 2017 报告，以及国际机构发布的年度行业报告，如 IRENA 国别可再生能源发展展望报告、IEA 世界能源展望、BP 能源展望、2030 年展望研究、ADB 报告及世界银行统计数据等。鉴于巴基斯坦的数据可得性的限制，其案例的数据以该国国内研究报告为来源。

2

越南

2.1 国家概况与气候变化脆弱性

越南面临的一个主要挑战是如何确保以可持续的方式实现经济腾飞，避免加剧环境恶化与气候变化带来的负面影响。越南的工业化、城镇化与农业的集约化进程给当地空气、土壤和水资源造成了危害，同时能源与交通行业带来的深远变化也进一步导致温室气体排放增加和气候变化适应力减弱。

越南是全球受气候变化及其相关灾害影响最严重的国家之一，主要体现在极端与反常的天气事件，比如不断升高的气温、强台风、暴雨、洪水、干旱以及海平面上升等。从 1958 年到 2007 年，越南年均气温上升了 0.5-0.7℃，极端气候事件的频率与强度也在增加。根据 2012 年发布的越南气候变化情景预测，到 2100 年，越南年平均气温将升高 2-3℃；降雨量将继续在雨季增多，在旱季减少。海平面上升幅度将达到 78-100cm。越南因气候变化已经遭受了超过其韧性与现有能力的损失与损害。过去 30 年来，每年约 500 人因自然灾害而死亡和失踪，数千人因此受伤；每年经济损失约占越南 GDP 的 1.5%。极端暴雨、洪水及海平面上升也会对电力运行、输配电系统、油井设备，以及油气管道等造成不利影响。此外，由于异常的降雨，水电站蓄水池无法有效调节水位，进而威胁到低地地区。降雨与暴雨会导致泥石流，损毁堤坝和水电站系统，造成大范围的环境影响。

2.2 电力发展现状

越南能源资源丰富，一次能源消费结构以化石燃料为主，可再生能源占比很小。过去十年来，该国经济持续的增长拉动了电力需求的上升。越南电力集团（EVN）数据显示，2015 年其全国发电量达到 1643.1 亿 kWh，而人均用电量达到 1,565kWh，是 2010 年水平的 1.6 倍。该国电力装机结构主要以水电为主，近几年随着水电资源已开发得比较完全，其新增电力需求主要由新增煤电来供应，使煤电成为其第二大电力来源，可再生能源发展仍处于初期阶段。如下图 2.2.1 所示，以 2015 年为例，该国发电装机达到 38.55GW，其中水电占比 38%，煤电 33.5%，天然气 20.7%，除小水电之外的可再生能源仅占 0.4%，剩余装机来自石油和小水电。越南电力市场仍主要以国有企业为主，越南电力集团及其持股公司拥有全国总装机量的 61.2%，其余由国内独立电力生产商（IPPs）及外国投资者的 BOT 项目所有。其中中国对越南投资的煤电项目也逐渐增加，2015 年有 1.24GW 的煤电项目投入运营，截至 2018 年 4 月有 1.2GW 的煤电项目投

入运营。在建的 2.4GW 煤电项目预计在 2020–2021 年间投入运营³。该国电网损耗率有所改善，2010 年到 2015 年间其损耗率从 10.15% 下降到 7.94%。

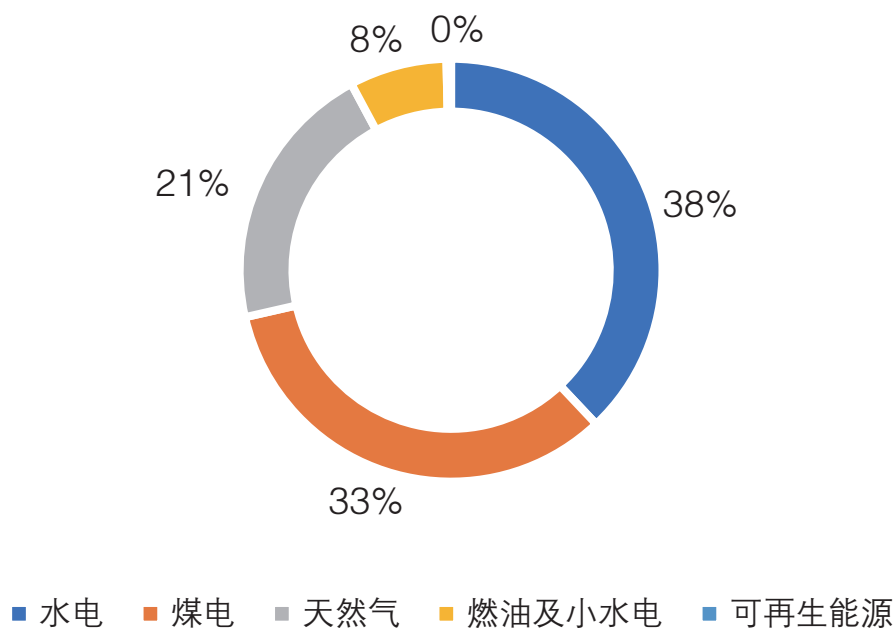


图 2.2.1：越南 2015 年发电装机结构 (%)

来源：根据 EVN 电力报告 2016 数据整理获得

随着经济稳步发展，越南的发电量及碳排放量也逐年增加。如下图 2.2.2 所示，2005–2015 年间其发电量年均增长 11.9%，二氧化碳年均增长 6.8%。

³ 数据由绿色和平海外能源投资项目组整理所得。

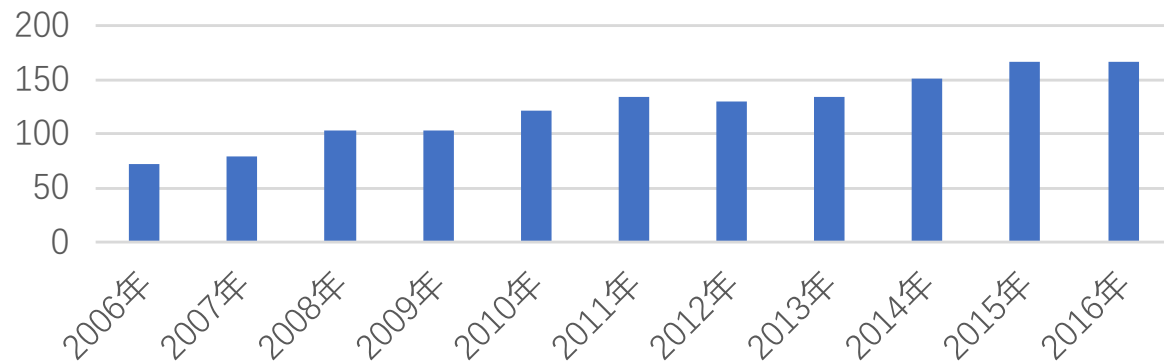


图 2.2.2：越南 2006-2016 年碳排放量 (MtCO₂e)

来源：根据《BP 世界能源数据 2017》数据整理获得

2.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域

随着人口增长、生活水平提高以及经济发展，越南能源需求将逐年增加。越南需要构建一个清洁、可负担和可靠的电力供给系统，在满足不断增加的能源需求的同时将环境影响控制到最低。越南 NDC 目标及《第七个越南电力发展规划》是规制其电力发展的主要政策文件。在其 NDC 中，越南承诺到 2030 年温室气体排放比基准线情景减少 8%，与 2010 年相比，单位国内生产总值的碳排放强度将下降 20%；如果得到国际资金和技术的支持，其相较于基准线情景的温室气体减排目标可以提高到 25%，单位国内生产总值碳排放强度比 2010 年下降 30%。在 NDC 中，越南计划采取加强政府的引领作用；改善能源利用的有效性与效率，减少能源消费总量；促进可再生能源的发展与应用；以及增强国际合作等措施。越南 NDC 预测未来将以煤电、水电和天然气满足主要的能源需求，并逐步由核电和可再生能源进行替代。为落实 NDC 目标，2016 年 3 月越南政府批准了《第七个越南电力发展规划（2011 年 - 2020 年）》的修订。修订后的规划调低了电力需求增长预期，并鼓励利用太阳能、生物质能和地热能等可再生能源发电。修订后的规划将 2016 年至 2030 年期间的国内生产总值年增长率下调了 1.5% 至 7.0%。这一调整将 2020 年和 2030 年的电力需求分别降低了 20% 和 18%。调整的电力发展规划将煤电的装机规模从原来计划的 76GW 降低到 55GW。

在 NDC 情景下，到 2030 年越南电力需求预计达到 557TWh，比 2014 年增长四倍。到 2030 年，煤电将取代水电占主导地位，其发电占比将从 2014 年的 27% 上升

到 44%。其水电和天然气发电占比将分别从 2014 年的 40%和 31%下降到 2030 年的 17%和 22%。到 2030 年，核电将提供 6%的发电量。由于燃煤发电的大幅度增加，到 2030 年，电力行业的碳排放量预计将达到 290 万吨，比 2014 年增加 5 倍。发电的碳排放强度上升至 537 gCO₂/kWh。根据亚开行估算，越南实现其电力发展规划和 NDC 情景下的电力发展目标所需的投资约为 2090 亿美元，其中煤电投资占比为 34%，可再生能源和电网分别占 30%和 26%。

研究显示，越南电力系统可以进一步深化其低碳转型。据亚开行估算，通过提高终端用户的能效，到 2030 年其电力需求约为 524TWh，这相当于减少 9GW 的新增煤电装机容量需求，此电力需求比 NDC 情景降低 6%。如下图 2.3.1 所示，电力需求下降后，通过优先缩减新增煤电产能，越南总的发电装机可下降到 121GW，可以相应减少 11GW 燃煤发电装机产能，如同时增加可再生能源投资可使其发电装机增加 3GW。在此情况下，预计 2030 年其煤电占比将从 NDC 情景的 44%降至 37%。

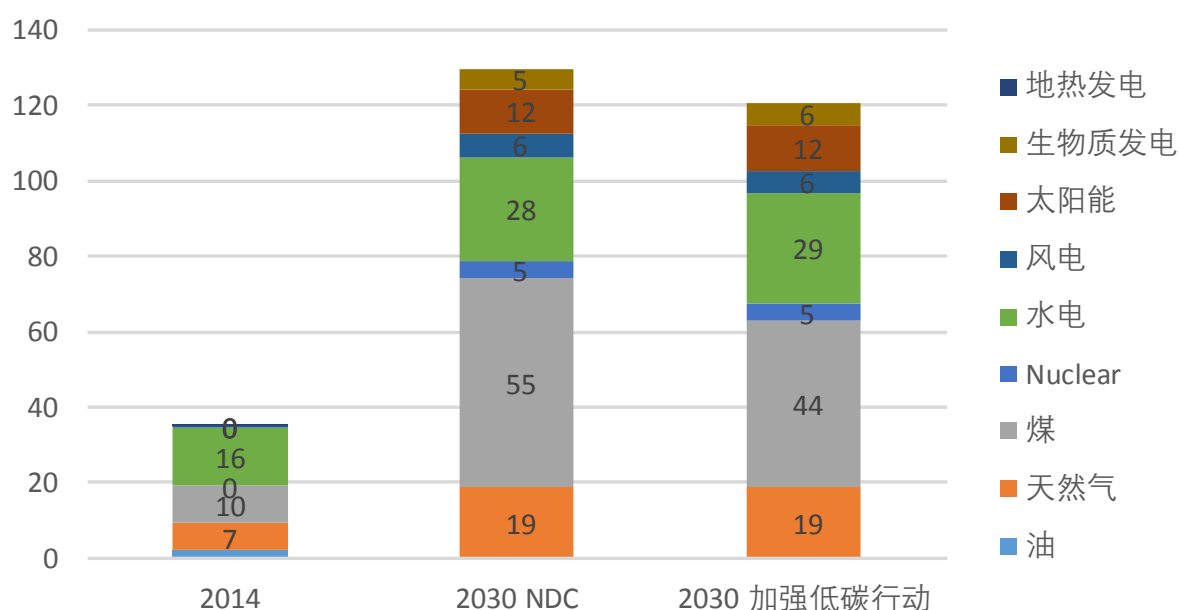


图 2.3.1：2014-2030 年 NDC 情景和增强行动情景下 越南的发电装机结构（GW）

资料来源：根据亚开行、IEA 报告数据整理获得

落实《协定》在本世纪末实现零碳排放的目标，电力部门去碳化尤为关键。从技术层面来看，鉴于到 2030 年越南仍将显著增加煤电发电装机以满足其电力需求，其新增及现有煤电装机采用高效低排技术对于控制并减少煤电厂所带来的碳排放至关重要。此外，由于新建电厂的平均寿命约为 40-50 年，新建燃煤电厂必须考虑未来应用 CCS 技

术对其规模及建设场地的要求。通过采取上述措施，越南可以进一步增强其低碳转型行动。如下图 2.3.2 估算，与 NDC 情景相比，越南通过增强低碳转型可以进一步减少 3500 万吨碳排放，其电力部门的发电碳排放强度也可以从 NDC 情景的 537gCO₂ /kWh 降低到 503gCO₂/kWh。

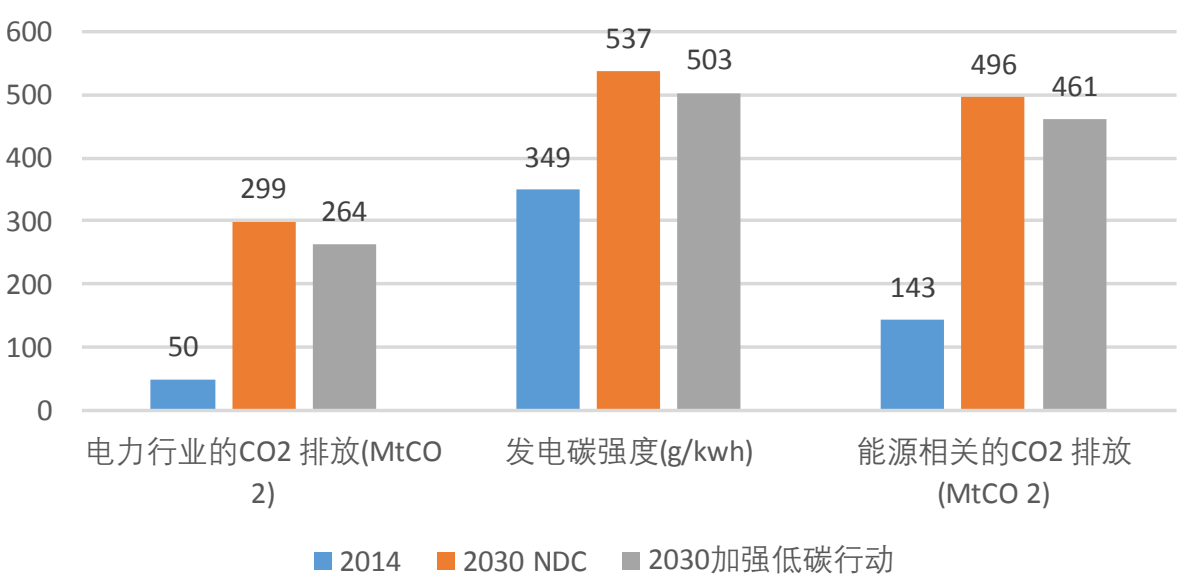


图 2.3.2：2014-2030 年 NDC 情景和增强行动情景下越南电力碳排放和发电碳强度比较（503gCO₂ /kWh）

资料来源：根据亚开行和 APERC 报告数据整理获得

基于以上分析，越南 NDC 情景下新增电力需求将主要以新增煤电为主，到 2030 年将比 2014 年水平增长 450%。考虑到《协定》长期温控目标对于全球电力系统去碳化的需求，越南新增煤电均需采用高效低排技术，并将应用 CCS 技术纳入其前期项目可行性分析。

2.4 低碳投资路径

越南电力系统仍有加速低碳转型的空间。首先，通过提升终端能效将减少其新增电力需求与碳排放的规模。越南从 2013 年开始已经在家电项目上采用能源效率标准，未来可通过应用有针对性的政策和措施来实现对不同行业和领域的能源效率的改善，例如提高照明、工业、电力运输、家电和设备，以及各个行业的能源效率和用能标准，投资改造现有老旧建筑等。

越南可再生能源发展潜力巨大。随着可再生能源发电技术的改进和投资成本的下降，可再生能源发电将会取代煤电，成为发电的主要形式，投资可再生能源有助于保证国家能源安全和电力行业的可持续发展。

通过加速低碳转型进程，越南可以节约发电端的投资需求。在预计发电总量不变的情况下，提高终端用户的能源效率可相应减少发电装机规模。与 NDC 情景相比，新增煤电投资需求将减少 180 亿美元。同时，发展可再生能源需要额外增加 50 亿美元投资。届时可再生能源装机投资将取代煤电居首位，占总投资的 35%；煤电装机投资居第二，占投资的 27%。

3

印度尼西亚

3.1 国家概况与气候变化脆弱性

印度尼西亚（简称印尼）是东南亚最大的经济体，是东盟创始国之一及二十国集团（G20）成员国。印尼人口在 2016 年超过了 2.58 亿，居世界第四位。印尼由太平洋和印度洋之间的 17508 个大小岛屿组成，是世界上最大的群岛国家。印尼超过一半的人口生活在爪哇－巴厘地区，其他人口分布在苏门答腊、苏拉威西岛、加里曼丹及 6000 多个其他小岛屿上。印尼经济发展迅速，从 2007 年到 2013 年，印尼经济年均增速保持在 4.63%–6.49% 之间，在 2014 年 GDP 增速达到了 209.16%，随后几年年均增速均保持在 5% 左右。经济发展带动的就业机会以及在卫生、教育与基础设施等公共开支的增加显著减少了贫困人口。根据印尼政府官方定义，贫困线为每月收入 21.2 美元，约合 275799 印尼卢比，预计目前约有 2760 万印尼人仍生活在贫困线以下，占全国总人口的 11.47%。对于一个人口众多、资源丰富的发展中国家，印尼未来发展潜力的一个重要驱动力来自于对能源的可持续开发与管理。根据印尼 MEMR 的预测，如果印尼以现有速率持续增长，从 2010 年到 2030 年，印尼国内能源需求每年将增加 7%，到 2030 年仅电力需求就将是 2010 年电力需求的三倍。

印尼境内的热带森林覆盖面积居世界第三位，生物多样性十分丰富，碳吸收能力很高，且具有丰富的能源和矿产资源。作为拥有广阔沿海地区，严重依赖农业和自然资源的热带群岛国家，印尼极易受气候变化的不利影响。受气候变化引起的厄尔尼诺与拉尼娜影响，印尼全国降水的分布及频率愈发不规律；海平面上升对于印尼的沿海地区、数千个岛屿以及珊瑚礁、渔场、和红树林等海洋资源带来致命打击；印尼的许多世界濒危物种也受到气候变化的不利影响。目前 60% 的人口生活在沿海低洼城市和地区，上升的海平面将给印尼民众以及宏观经济带来严重损失。亚开行预计到 2100 年印尼因气候变化而遭受的全经济范围损失将达到 GDP 的 2.5%–7%。

印尼自然资源丰富。盛产棕榈油和橡胶，棕榈油产量居世界第一，天然橡胶产量居世界第二。石油、天然气、煤等矿产资源储量丰富。根据能源与矿产资源部（MEMR）的统计数据，2015 年印尼已探明煤炭储量约为 322.64 亿吨，已探明石油储量约为 36 亿桶，已探明天然气储量约为 97.99 万亿标准立方英尺。以目前的生产速度，石油储采比为 23 年，天然气 59 年，煤炭 146 年。印尼具备较为丰富的可再生能源资源，该国水电潜力约为 75 GW，小微水电 1,013 MW，印尼平均日照量为 4.8kWh/m²，生物质能潜能约为 32,654 MW。印尼拥有全世界 40% 的地热资源，潜能约为 28 GW。由于靠近赤道，印尼的风能储量有限，平均风速为 3–6 m/s。作为主要的纸浆、造纸和动力煤生产国以及最大的棕榈油生产国，印尼二氧化碳排放量在全球位居前列，2012 年是世界第六大碳排放国，占全球总碳排放的 4.5%。根据 2015 年第一次国家双年更新通报，印尼温室气体排放总量主要来源为土地利用改变和林业（LUCF）和泥炭火灾、能源、农业、废弃物、以及工业与生产利用。

3.2 电力发展现状

作为东南亚国家联盟创始国之一及 20 国集团成员国，印尼是东南亚最大的经济体，2002 年到 2012 年间其年均 GDP 增速约为 5.7%。作为由太平洋和印度洋之间的 17508 个岛屿组成的全球最大群岛国家，该国 2016 年人口超过 2.48 亿，居世界第四位。其境内的热带森林覆盖面积居世界第三位，生物多样性十分丰富，碳吸收能力很高，且具有丰富的能源和矿产资源，包括能源、石油和天然气。印尼可再生能源资源较丰富，尤其是其具有全球 40% 的地热资源。然而由于缺乏能力建设、环境问题、审批缓慢以及能源价格偏低等因素，该国可再生能源发展较慢。作为拥有广阔沿海地区，严重依赖农业和自然资源的热带群岛国家，该国极易受气候变化的不利影响，其未来发展潜力的一个重要驱动力是对其能源资源的可持续开发与管理。

印尼的电力部门严重依赖化石燃料，电力装机结构以煤电为主。如下图 3.2.1 所示，该国 2015 年总发电装机的 56.1% 来自于煤电，24.9% 天然气，和 8.6% 石油。过去十年里煤电的迅速增长主要由 PLN 电力供应商业计划 (RUPTL) 战略中的两个快速启动项目推动，分别被称为阶段一项目和阶段二项目。阶段一于 2006 年启动，计划新建 10GW 煤电来满足日益增长的电力需求，并逐渐由石油为主的电力结构向以煤电为主的电力结构过度。阶段一原计划于 2009 年完成，但截至 2016 年尚未实现。2009 年启动的阶段二计划到 2014 年再新增 10GW 煤电，并鼓励私营部门的参与，但由于土地获取、电网基础设施限制以及复杂的政府政策法规，阶段二也严重滞后。

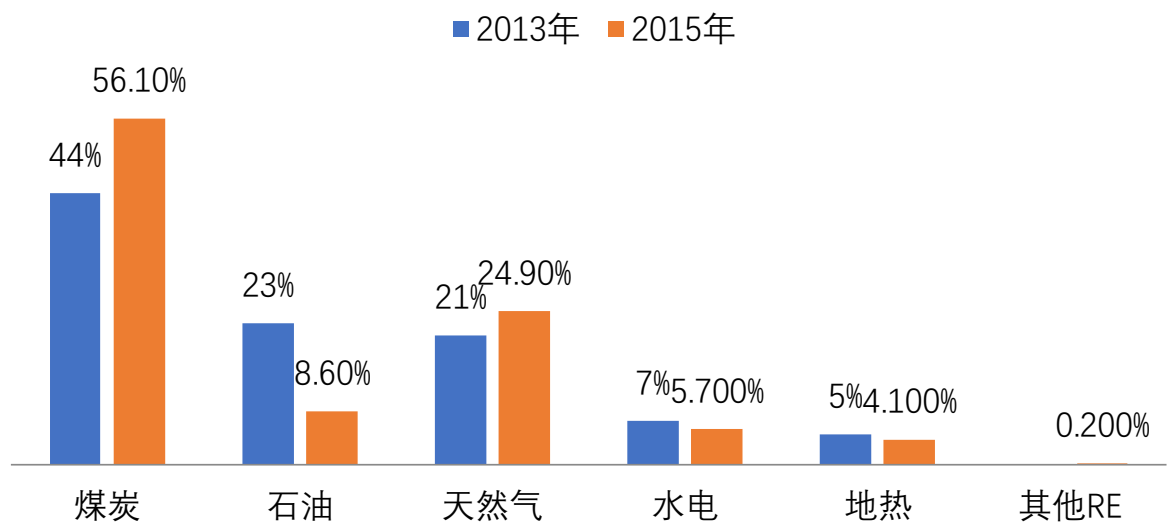


图 3.2.1：2013-2015 年印尼发电装机结构

来源：根据亚开行、《印尼能源部门评估》数据整理获得

印尼全国用电普及率不到 75%，且主要集中在其经济增长中心。作为一个群岛国家，印尼输电网络被分割成八个互相连通的网络、以及 600 多个独立电网，并由 PLN 垄断。爪哇、马都拉和巴厘岛，苏门答腊岛和加里曼丹岛是其三大电力消费中心，其中爪哇、马都拉和巴厘岛地区电力消费占全国的 80%。目前其他 600 多个独立电网的电力需求较低，不过随着国家电气化水平提高，预计其电力需求会逐步提升。为减缓对电网的压力，PLN 正优先发展可再生能源为当地电网供电。然而，资金不足以及审批流程长制约了电网系统的发展。预计电网发展与升级每年需要 15 亿美元投资，而机制设计上导致了配电领域缺乏私营投资。而且能源与矿产资源部与地方政府在促进私营部门参与配电领域的关系尚未厘清，导致无法吸引到私营投资者。

为解决国内缺电问题，印尼政府于 2015 年启动了新的电力发展项目，计划到 2019 年实现新增装机 35GW，其中 56% 为煤电，36% 为天然气，4% 为水电，2% 为地热，剩下的 2% 由其他能源提供，此外还将发展 4 万公里电网，并使全国电气化率增加到 97.4%。根据绿色和平海外能源投资项目组 2018 年整理的数据，到 2018 年 4 月，目前中国在印尼参与投资的拟建、在建以及运行中的煤电装机总量约为 9.6GW，其中参与投资运行的煤电装机量为 916MW，在建和拟建的 8.7GW 将在 2024 年前投入运行。

3.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域

印尼 2009 年已经承诺到 2020 年实现比 BAU 情景减排 26% 的目标，在 2015 年制定的 NDC 中进一步设定了到 2030 年实现的无条件目标和有条件目标，分别为：

- 无条件目标：与照常情景（BAU）情景相比，到 2020 年减排 26%，到 2030 年减排 29%。
- 有条件目标：如果得到充分的国际支持，到 2030 年比 BAU 情景减排 41%。

根据 NDC 目标，印尼到 2030 年照常情景碳排放为每年 2869MtCO₂e。其中每年 1669 MtCO₂e 为能源相关碳排放。该国将通过提高能源效率，转变能源消费模式，和发展可再生能源等措施落实其气候目标。除了 NDC 之外，印尼的电力发展主要由《国家政策规划（KEN）》，《国家电力发展总计划（RUKN）》，和《PLN 电力供应商业计划（RUPTL）》三个政策文件制定。在 NDC 目标提出后，RUKN 以及 PLN 分别将其新能源和可再生能源占比目标从原有的 23% 提升到 25%。

根据亚开行分析，在 NDC 情景下，到 2030 年，印尼发电量将达到 819TWh，主要由煤电和天然气来供应。如图 3.3.1 所示，可再生能源将占新增发电量的 30%。到 2030 年，发电装机将增加到 197GW，其中新增煤电装机量达到 66GW，新增天然气装机量达到 25GW，新增水电装机量达到 33GW，其他可再生能源占比仍然很小。

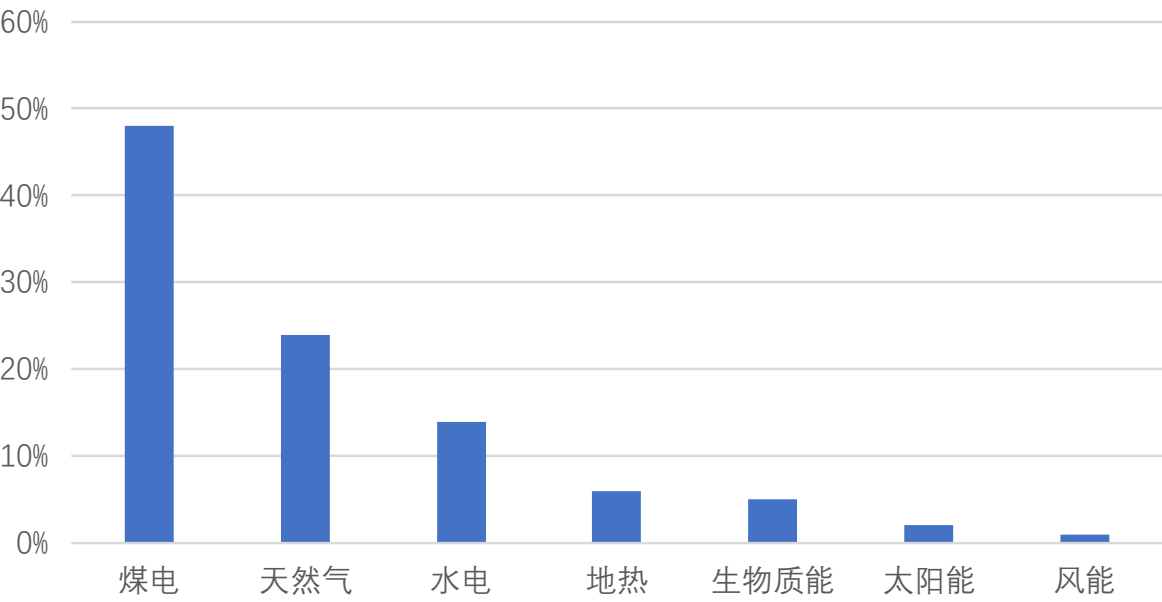


图 3.3.1：2030 年印尼 NDC 情景下发电装机结构（%）

来源：根据亚开行、印尼国家能源报告数据整理获得

根据 IEA 预测，假设现有规划中的煤电全部建成，到 2020 年，其煤电碳排放将从 2015 年的 220 MtCO₂ 增加到 410 Mt CO₂，到 2030 年达到 496 Mt CO₂。随着可再生能源装机在增加，印尼发电碳排放强度将在 2030 年后达峰并进入平台期。对于印尼而言，若要保持与《协定》减排目标相一致，印尼需要调整现有电力发展规划与政策。

通过提高煤电机组的技术水平，印尼可以一定程度上控制其新增煤电导致的碳排放增幅。根据 IEA 测算，假设在亚临界机组运行满 25 年的时候就提前将其关闭，并由超超临界机组替代，那么净减少的煤电装机量为 7.5GW。到 2040 年，大约 18GW 的亚临界机组会被淘汰。通过提前在运行 25 年后就淘汰亚临界机组并用高效低排机组进行替代，平均每年可以避免 23MtCO₂ 的温室气体排放。

通过发展可再生能源，印尼可以进一步优化其电力结构，控制其碳排放增幅。印尼 MEMR 拟定的国家电力总计划（RUKN）2015-2034 草案指出，到 2025 年，印尼可

再生能源装机容量将从 2015 年的 8.7GW 上升到 2025 年的 45GW。其中水电占比最大，新增 21GW，其中 3GW 为装机量小于 10MW 的小水电，其次分别是地热能 7.1GW，光伏 6.4GW，生物质能 5.5 GW，海洋能 3.1GW 以及风能 1.8GW。根据 IRENA 测算，仅通过大力发展可再生能源，到 2030 年电力部门每年可比照常情景减少 1.07 亿吨二氧化碳排放。

通过改善电网损耗率，印尼可缓解未来新增电力需求的增幅。印尼电网输配损耗率逐年下降，2012 年，传输损耗率约为 9%。如果损耗率进一步降低到 7%，那么每年将节省 3.9TWh 的发电量，即 445 MWh/ 小时，相当于一个中型火电站全年满负荷运行的发电量。未来十年，印尼电力市场发展规模巨大。为普及电力供给，其电力总投资需求约为 1537 亿美元；按照 70% 新增装机由独立发电商 IPP 投资来考虑，那么仅 IPP 的投资需求就超过 1000 亿美元。

3.4 低碳投资路径

基于以上分析，鉴于 NDC 目标将于 2023 年起每五年基于全球盘点的信息而逐步提升，未来印尼政府有可能会提高环境与气候标准。作为气候脆弱性最高的发展中国家之一，印尼已经根据现有 NDC 目标降低了国内电力发展规划中对于新增煤电装机的目标。随着全球应对气候变化力度的增加，印尼政府有可能随着《协定》五年全球盘点机制逐步增强其减排目标与环境标准。

印尼电力缺口较大，煤电是其满足新增电力需求的主要电源，但技术标准提升空间较大。为普及电力供给，其电力总投资需求约为 1537 亿美元。按照 70% 新增装机由独立发电商 IPP 投资来考虑，届时所需 IPP 投资超过 1000 亿美元。煤电作为满足其新增电力需求的主要电源，其应用的技术水平较低，需要获得高效低排的技术与运维经验，以控制其大力发展煤电而造成电力行业的碳排放增长趋势。

可再生能源发展前景广阔，分布式可再生能源可提升其独立电网供电能力。印尼得天独厚的地理位置，使其拥有丰富的地热能、太阳能及生物质能资源。分布式可再生能源可以有效提升为印尼 600 多个独立电网的供电能力，解决缺电问题。需要注意的是印尼配电目前仍由 PLN 垄断，且政府对于私营部门投资的促进政策尚不明确。

发展因地制宜的电力传输基础设施系统的需求巨大。“千岛之国”需要新建满足复杂地理环境的电网基础设施，提高电力普及程度。DG Electricity 2015 年预测，仅 35GW 规划除了需要 37 亿美元用于建设 291 个电厂，还需要 109 亿美元用于建设电力传输基础设施，和 84 亿美元用于建设配电站。

4

巴基斯坦

4.1 国家概况与气候变化脆弱性

巴基斯坦国土面积和人口在南亚地区位第二，仅次于印度，在该地区具有重要地位。巴基斯坦人口在 2016 年达到 1.93 亿，GDP 达到 2836.6 亿美元。巴基斯坦经济增长速度低于南亚平均水平。

巴基斯坦是最易受气候变化影响的国家之一。在德国观察（Germanwatch）发布的《2016 年全球气候变化风险报告》中，巴基斯坦是全球受气候变化影响程度排名第四的国家。该报告指出，巴基斯坦高温的强度、频率和广度变化明显，洪水、干旱等极端天气事件大量出现，凸显气候变化对巴基斯坦影响日益严重。20 世纪末 21 世纪初，巴基斯坦经历了史上最严重的干旱天气。从 1951–2000 年的降水趋势可看出，20 世纪内巴基斯坦的年均降水增多，同时其全国境内的季风降水有了明显增加。大喜马拉雅地区经历了高达 86% 的季风降水增幅最大值，而沿海降水减幅严重，俾路支斯坦西部地区的降水也减少了。由于降水在时间和空间上的分布不均匀，降水的变化并没有改变巴基斯坦水资源缺乏的状况，巴基斯坦依然是一个干旱风险严重的国家，该国大部分区域都存在中等以上的干旱风险。

巴基斯坦经济高度依赖于农业，农业对 GDP 的贡献达 21%，作为农业国家，巴基斯坦对气候依赖性强。进退不稳定的季风给其农业生产安全构成了巨大的威胁。此外，该国对燃油的依赖也导致其面临日益严重的空气污染。由于受污染水源及空气的影响，呼吸传染疾病肆虐。世界银行评估，巴基斯坦卫生事业每年因空气污染而产生的卫生事业支出约为 4.96–5.20 亿美元（620–650 亿卢比）；由室内污染带来的卫生事业的支出和前者不相上下。据世界银行 2006 年的报告，由于环境退化给巴基斯坦每年平均带来的损失达 3650 亿卢比，相当于巴 GDP 的 6%。2015–16 财年巴环境保护预算仅为 9.36 亿卢比，其中 2500 万卢比用于应对气候变化。据巴政府 NDC 估算，巴基斯坦每年需要投入 70–140 亿美元应对气候变化。

4.2 电力发展现状

该国化石能源资源贫瘠，可再生能源资源丰富，但地理位置并不理想。目前其一次能源供应与消费缺口较大，故能源严重依赖进口。其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。2015 年，巴国发电装机总量达到 24.86GW，比 2014 年增加了 11.8%，其中 40% 来自于燃油发电、30% 水力发电和 25% 天然气发电。

该国发展电力仍面临一些挑战。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。2014-2015 年间，其用电高峰时全国用电缺口超过 5.6GW。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。2013 年，该国输配电线损率为 17.0%，远落后于世界平均水平。

从温室气体排放量上看，虽然在全球总量中占比较小，但巴基斯坦的温室气体排放自 1970 年以来一直稳定上升。2012 年，该国碳排放总量为 3.7 亿吨二氧化碳当量，占全世界总排放量的 0.69%⁴。其中化石能源燃烧消耗导致的二氧化碳排放为 1.41 亿吨（IEA），占该国温室气体排放总量的 38%。电力部门的排放量为 4752 万吨，占化石能源燃烧排放的 33.7%。

4.3 NDC、国家电力规划及增强行动领域

巴基斯坦于 2015 年提交了 NDC，与多数国家的 NDCs 不同，该国的方案中仅包含有条件目标，即在得到 400 亿美元国际支持的前提下，到 2030 年实现温室气体排放比基准线情景减少 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。为落实此目标，每年需要投入 70-140 亿美元。如下图 4.3.1 所示，其能源和农业是碳排放量增幅最大的部门，到 2030 年能源碳排放量比 2015 年水平增加近四倍。工业是增速最快的部门，到 2030 年，工业碳排放将是 2015 年水平的五倍以上。在无国际支持的照常情景下，每年二氧化碳排放增速为 9.6%。如果得到国际支持，每年二氧化碳排放增速可以从 9.6% 下降到 8.1%。

4 世界银行数据

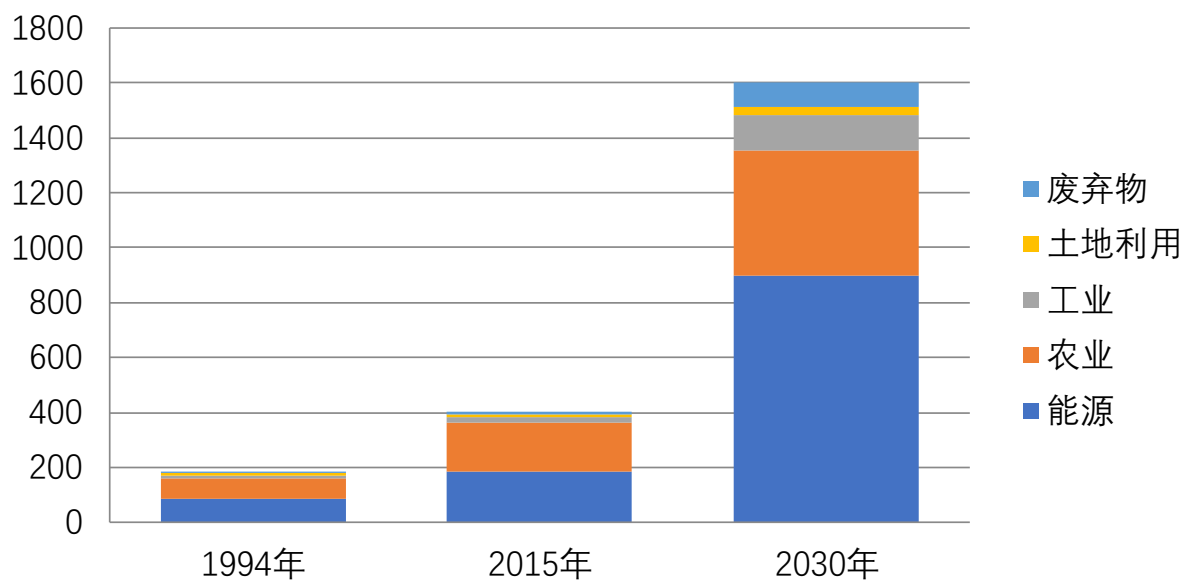


图 4.3.1：NDC 情景下 2030 年巴基斯坦各部门碳排放量（MtCO₂e）

来源：巴基斯坦 NDC

巴基斯坦 NDC 的基石是于 2014 年通过的《巴基斯坦 2025 年愿景》。该愿景提出保障该国不间断的可负担的电力，到 2025 年新增发电装机容量达到 25GW，总装机容量达到 45GW，相当于将现有装机容量翻一番。《愿景》也提出要“优化能源组合”。鉴于现有装机结构中石油和天然气占主导地位，未来新增的装机容量很可能以煤电、核电和包括水电在内的可再生能源为主。巴基斯坦原子能委员会（PAEC）曾提出在 2030 年实现核电装机达到 8.8GW 的目标⁵。

⁵ 注：还有一份未公开的，发布于 2007 的《巴基斯坦能源安全行动计划》

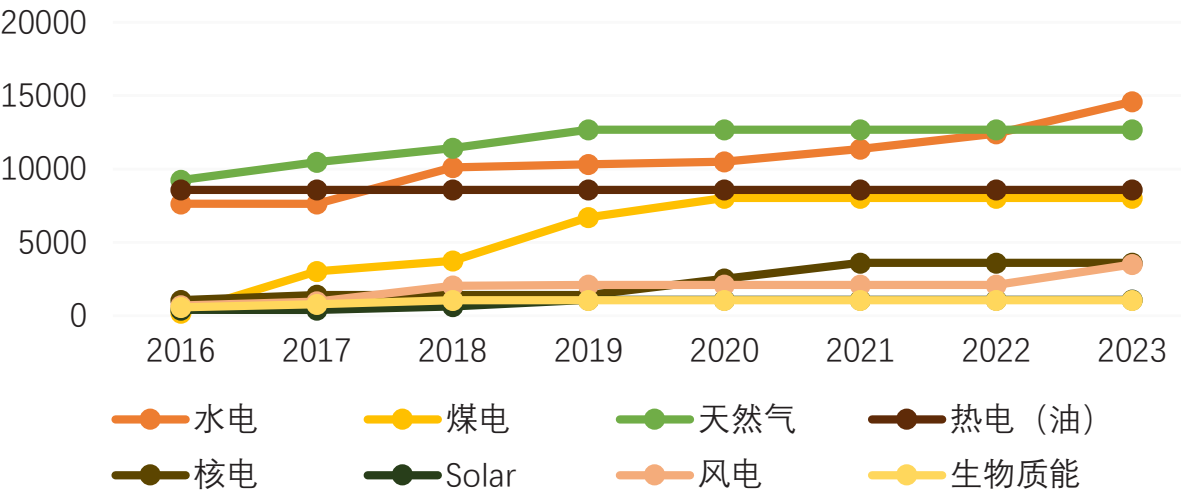


图 4.3.2：2016-2023 年巴基斯坦电力装机趋势（MW）

来源：数据根据 NEPRA 信息整理

中巴经济走廊 (CPEC) 是中国带路倡议的旗舰项目和样板工程。在 CPEC 投入运营及规划建设的 13.8GW 电力项目中，最突出的是水电和煤电。其中早期收获的项目优先发展的是煤电项目，其装机量达到 8.22GW。新增煤电装机总量中至少有 5.28GW 采用的是超临界技术。这些应用了超临界机组的项目在提升能效的同时，也可以实现更好的经济效益。早期收获项目中有 4 台亚临界机组，均属于塔尔煤矿的坑口电站。图 4.3.3 是中巴经济走廊合作中不同类型的发电项目的装机量。其中早期收获项目指 2019 年前交付的项目。

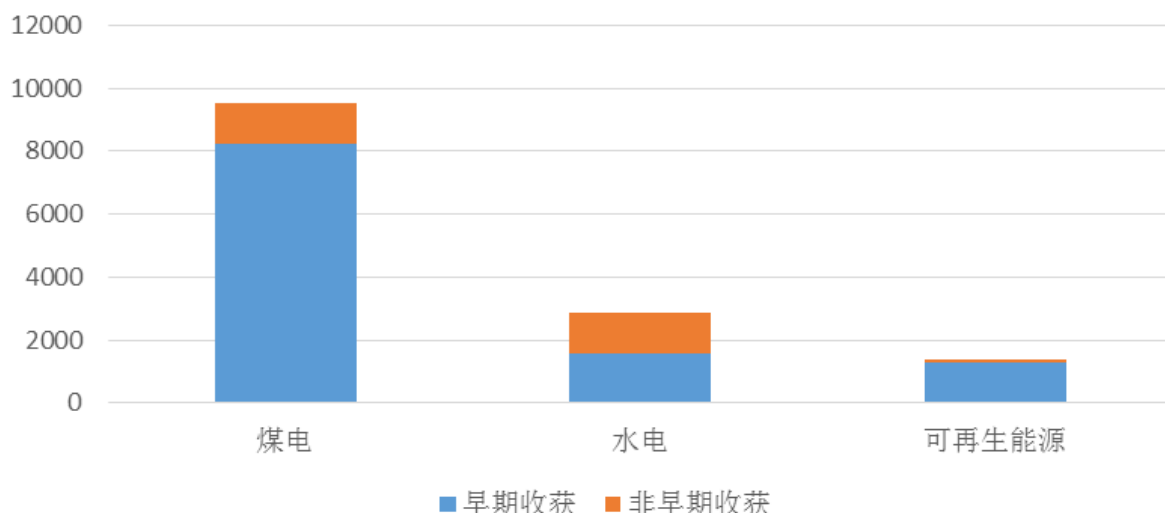


图 4.3.3 中巴经济走廊电力项目装机量 (MW)

数据来源：巴基斯坦政府中巴经济走廊网站

从解决供电缺口的角度，巴国产能增加速度偏快。如果巴国未来不计划大规模淘汰现有机组，《2025 年愿景》中提出的新增装机目标将主要来自于 CPEC 以及 CPEC 之前就启动的中巴核电合作项目。目前 CPEC 项目在建或计划建设的煤电装机超过了解决缺电燃眉之急所需的装机量，有可能面临供大于求而导致的运行小时数减少的情况。这也极大可能推迟巴国能源向兼具经济性和减排效益转型的进程。

煤电项目在 CPEC 中的主导地位有可能让巴基斯坦在未来 30 年 -40 年内被锁定在高碳排放的发展路径上。与此同时，随着气候政策和环境标准的改变，目前坑口电站的亚临界机组可能需要应用 CCS 技术，或者面临提前退役的风险，进而使中国投资者遭受财务与声誉损失。

此外，从能源安全的角度，一些煤电厂依然需要从国外进口燃煤，并不有助于该国减少对进口燃料的依赖。同时，水资源短缺导致的水与煤之间的竞争 也会给煤电项目造成风险。巴国水资源并不丰富，在气候变化的背景下水资源分布的不均可能会进一步加剧。开发耗水巨大的煤电会进一步加剧水资源供应的紧张。相对于电力供应，水资源不仅是生计的必要条件，也是社会稳定的底线。当二者发生冲突的时候，可以预期发电必然会给供水让路。

Perwez 等人于 2014 年对巴国到 2030 年的电力发展做了三个情景分析，分别是 BAU 情景、高度优先煤电的高煤情景和大规模增加可再生能源并优先水电的绿色未来情景。三种情景下，2030 年巴国的碳强度将分别是 $413\text{gCO}_2/\text{kWh}$ 、 $506\text{gCO}_2/\text{kWh}$ 和 $328\text{gCO}_2/\text{kWh}$ 。本报告基于此研究，将 CPEC 规划的电力项目纳入到该研究的情景假

设中，并在“绿色未来”情景中增加了一个条件，即假设 CPEC 不再建设新的煤电，进而将此情景作为其“增强行动”情景。纳入 CPEC 项目后，2030 年巴国三种情景下发电装机结构比较如下图 4.3.4 所示。

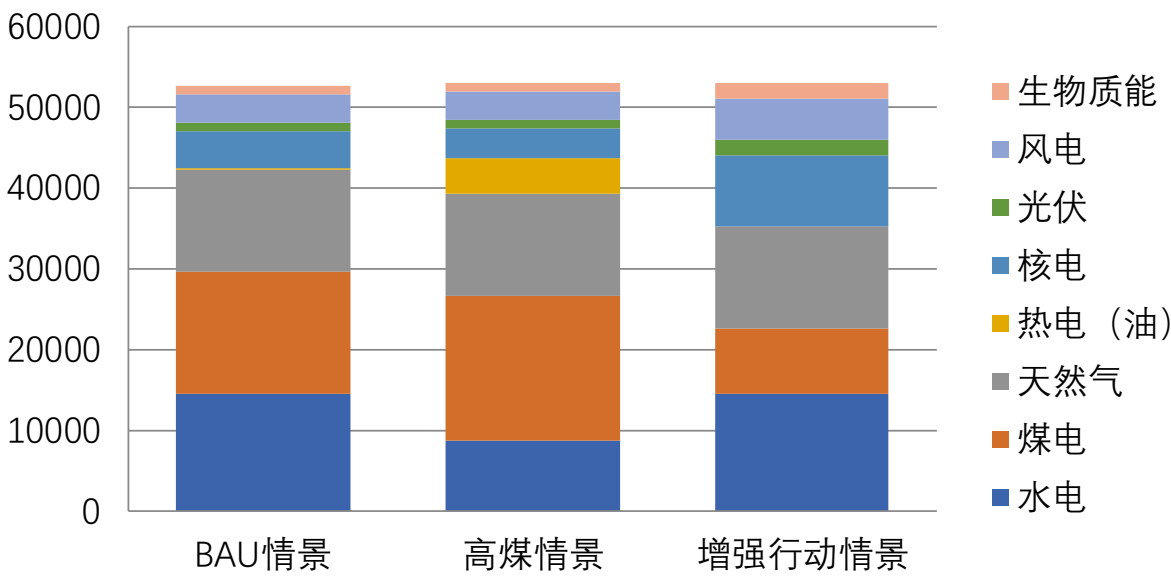


图 4.3.4：纳入 CPEP 项目后，2030 年巴基斯坦发电装机结构比较（MW）

如图 4.3.5 所示，纳入 CPEC 电力规划项目后，三个情景下 2030 年碳排放强度均高于 Perwez 等研究中 2030 年的碳强度水平。

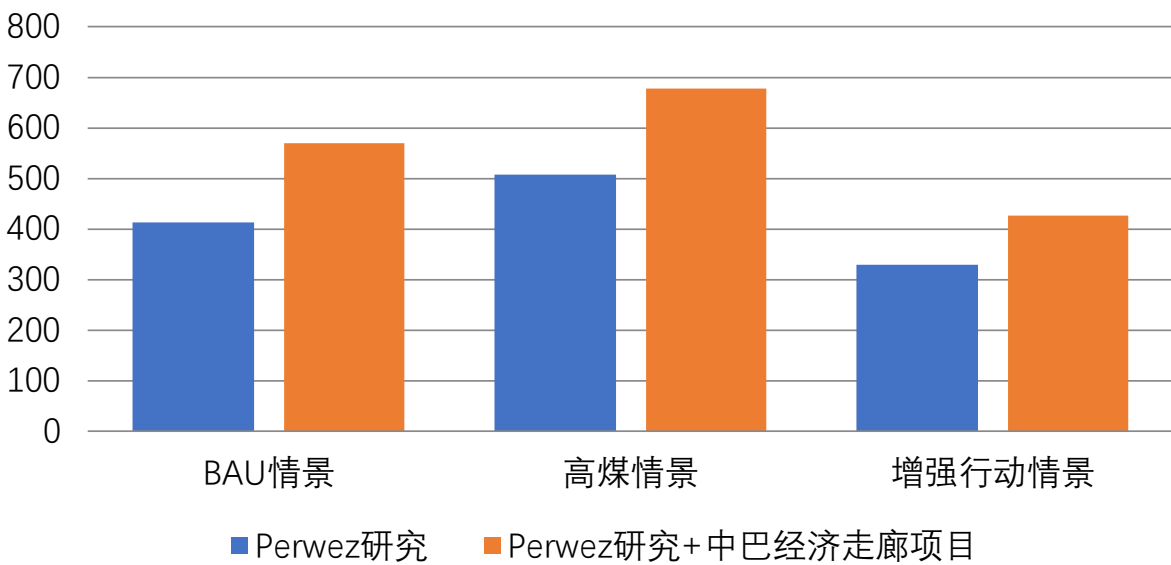


图 4.3.5：2030 年巴基斯坦碳排放强度比较（gCO₂/kWh）

从 CPEC 目前规划的发电项目来看，巴基斯坦的电力发展路径可能是高能效的高煤情景与继续开发可再生能源与核能相结合。假如该国采用高能效，并增加可再生能源替代，可以在满足其电力需求的同时减少新增碳排放量。到 2030 年，采用上述发展路径每年二氧化碳总减排量可达到 3380 万吨。

如果该国不再继续新建煤电项目，且大力发展可再生能源，就能以更低碳排放满足其经济发展所带来的新增电力需求。分析显示，增强行动情景与 BAU 情景相比，2030 年的碳排放水平相当，但增强情景的发电量比 BAU 情景高出近一半。与高煤情景相比，增强情景在满足相同发电需求的情况下，其二氧化碳排放要比高煤情景减少近一半。如果不计入油电退役和新增生物质发电机组的成本，三个情景的投资需求相差不大。这说明在同样的投资规模下产生不同的排放控制效果是可能的。

4.4 低碳投资路径

基于以上分析可以看到，巴基斯坦目前优先的发展目标是经济增长与电力普及，对于环境问题只能兼顾。目前其电力发展与电力规划目标并不协调，其电力系统需要一揽子的解决方案，包括提升装机量，改变装机结构，建设电网设施，优化电网管理方案，开展需求侧管理等。

“中巴经济走廊”目前的电力合作项目主要集中在增加装机容量方面，煤电是其新增装机的主要来源，体现了中国带路建设中电力投资的特殊情况。CPEC 在建或计划建设电力装机有助于推进其实现 2025 年电力规划目标，甚至有可能超过此目标。这体现了中国投资者对于巴基斯坦煤电的成本和未来政策风险的估计过于乐观。在可再生能源成本具有竞争力的情况下，中巴经济走廊依然包括了 9.54GW 的煤电项目，其中约 8GW 属于“早期收获”项目，这其中只有 2.6GW 是坑口电站。

由于资源禀赋和比较优势等方面的因素，CPEC 电力项目目前的技术选择有一定必然性；但考虑到项目周期，该技术选择有可能限制其他更低排放技术的广泛应用的可能性，影响巴国低碳转型的进程。中国可以发挥 CPEC 的影响力，在帮助巴基斯坦满足其发展所需的电力需求的同时，减缓其碳排放增加的速度。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，中国可以通过这些项目来发挥排放控制的引导作用。

巴基斯坦可再生能源蕴含巨大的发展潜力，但需要扩大小规模可再生能源的并网支持。巴基斯坦 2019 年四月份提出，到 2030 年，实现可再生能源发电（除大型水电之外）占比达到 30%，包括风电、太阳能、小水电及生物质能。同时，超过 50MW 的大型水电占比增加到 30%。面对旺盛的电力需求、巨大的电力供给缺口以及落后的电网基础设施，发展小规模可再生能源可以一方面解决缺电问题，另一方面促进其电源的多样化，减少对于进口能源的依赖，提高其能源安全。

5

结论

对于气候脆弱性较高的国家，气候变化及相关灾害影响对其电力基础设施的影响不容忽视。越南、印度尼西亚和巴基斯坦均受到气候变化的不利影响，气候变化及相关灾害影响对其电力基础设施的影响不容忽视。

为落实《协定》目标，亚洲发展中国家可能会制定更有雄心的国家低碳发展规划，提升相关环境标准。随着全球盘点，各国将不断提升其国家自主贡献方案的雄心，并倒逼其提升国内的环境与气候标准。这将加速其国内的清洁能源转型进程。印尼和越南政府都在不断评估并强化发展清洁能源的目标。考虑到新增煤电装机的规模以及《协定》的气候承诺，带路沿线国家有可能缩减现有煤电发展计划，选择发展更低碳的替代能源。

越南、印尼和巴基斯坦政府在 NDC、国家电力规划及国际合作中都计划通过新增大型煤电和煤电升级改造来满足日益增加的电力需求。对于新增煤电规模较大的国家，提升燃煤发电效率，优化技术水平是未来的趋势。许多发展中国家 NDCs 规划中仍大力发展煤电。但随着应对气候变化和治理空气污染力度加大，亚洲发展中国家 煤电能效标准会逐步提高。现有落后的煤电机组需要被淘汰或升级改造，新建煤电项目需要采用超超临界、超临界的高效低排的最新煤电技术，控制新增煤电带来的碳排放增幅。此外，新建煤电项目需要将未来应用 CCS/CCUS 技术对煤电厂规模和建设场地的要求纳入考量。

越南、印尼和巴基斯坦的可再生能源发电仍处于初期阶段，但未来发展潜力巨大。越南、印尼和巴基斯坦在制定 NDC 目标后，均制定了新的能源或电力发展目标，加速其低碳转型进程。

能效提升与发展智能电网将成为趋势。在 NDC 情景下，带路发展中国家电力需求增长强劲，提高用能效率潜力巨大。通过提高能效，有助于调低到 2030 年的煤电新增装机量，减少煤电的锁定效益。截至 2016 年，一共有 107 个国家在 NDCs 中列出了不同的能效提升投资。提升能效将有效控制能源消费增长规模，进而压缩新增产能规模和投资需求。为了满足能源获取、清洁能源转型的需求，以及实现可再生能源发电占比提升的目标，发展中国家需要大力发展智能电网，推动各国实现人人享有可靠的低碳能源的目标。

6

对策建议

在“一带一路”倡议实施过程中，应把带路投资战略与《协定》长期气候目标紧密结合起来，将气候变化的减缓和适应纳入带路合作的战略规划层面。基于中国在低碳发展过程中在机制建设、政策规划、资金与技术方面积累的经验与教训，与带路沿线发展中国家共同探索可持续发展的路径，落实《协定》的长期目标，构建“绿色”丝绸之路。基于以上分析，报告针对带路绿色电力投资提出如下整体建议：

- 一、各国 NDCs 目标是各国落实《协定》长期目标的起点，带路倡议下对外投资规划应将各国 NDCs 作为基准线为决策提供指导。首先，带路投资需符合《协定》2°C 长期目标所需发展路径。其次，中国投资者需了解该国为落实《协定》和国家自主贡献方案对电力行业发展的影响，合理评估新增发电容量，避免因气候与环境标准提升而使项目遭受财务与声誉损失。此外，中国投资者需充分识别并管理气候变化对投资所在地电力基础设施的风险，并将其纳入项目可行性评估体系。
- 二、对于越南、印尼和巴基斯坦这类以煤炭或油气供能为主的国家，带路投资应以大力推进可再生能源的开发与利用为主，有助于投资所在国提高电力普及，促进电源的多元化发展，加强能源安全。作为可再生能源发展大国，中国应将可再生能源作为对带路电力投资的重点合作领域，推动中国战略新型产业“走出去”。对于缺电人口众多的发展中国家，发展分布式可再生能源有助于推动能源获取率，消除贫困。
- 三、尽管越南、印尼和巴基斯坦均计划大规模新增煤电装机，但中国带路电力投资应在优先考虑可再生能源的情况下，有选择地投资新增煤电项目，并确保采用高效低排的煤电技术，且将 CCS 技术纳入考量。中国具有煤电清洁技术的优势，可以通过产能合作，采用高效低排的最新煤电技术，以更高的煤电技术标准满足其新增电力需求，最大程度控制新增煤电带来的碳排放增幅。此外，新建煤电项目需要将未来应用 CCS/CCUS 技术对煤电厂规模和建设场地的要求纳入可行性评估体系。
- 四、推进能效提升的投资，尤其是印尼能效提升潜力巨大，且环境与气候效益显著。发展中国家仍有巨大的能效提升空间，在其快速工业化和城镇化进程中，提升能效将有效控制能源消费增长规模，进而压缩新增产能规模和投资需求。中国在电力行业的节能减排方面取得了卓越的进展。在对外投资活动中，应将能效提升的技术推广到发展中国家，帮助其更低能耗的路径实现工业化、城镇化与绿色经济转型。
- 五、在越南、印尼和巴基斯坦因地制宜发展电网基础设施。发展中国家的电力输配系统仍然是制约其普及现代电力服务和电力行业发展的重要因素。中国在分布式能源及智能电网建设的投资规模、技术创新与应用在全球遥遥领先，参与对外投资的金融机构和企业应因地制宜地推动分布式能源和以输送清洁能源为主导的智能电网。

参考文献

- [1] 联合国. 可持续发展目标. 2015
- [2] 中华人民共和国商务部综合司. 推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动. 2015
- [3] 亚洲开发银行. 发展中成员国的国家自主贡献预案评估. 2016
- [4] 耶鲁大学, 哥伦比亚大学. 环境表现指数 (EPI). 2018
- [5] 国际能源署. 世界能源展望 2015. 2015
- [6] 中华人民共和国商务部. 中国对外投资合作发展报告 2016. 2016
- [7] 中国新能源海外发展联盟. “一带一路” 可再生能源发展合作路径及其促进机制研究. 2019
- [8] 能源经济与金融分析研究所. 中国可再生能源的全球扩张. 2018
- [9] 世界实时统计数据. 世界人口预测. 2017
- [10] 埃克森 - 美孚. 2040 能源展望. 2017
- [11] 李昕蕾. “一带一路” 框架下中国的清洁能源外交——契机、挑战与战略性能力建设 [J]. 国际展望. 2017(3):36-57
- [12] 创绿研究院. “一带一路” 下金融机构的海外环境与社会风险管理初探. 2016
- [13] 英国石油公司. 世界能源数据 2017. 2017
- [14] 亚洲开发银行. 国家自主贡献方案对能源部门的影响——对 ADB 及其发展中成员国. 2018
- [15] 亚洲开发银行. 印度尼西亚国别报告 2015. 2015
- [16] 印尼能源与矿产资源部 (ESDM). 2016.
- [17] 国际能源署. DG, EBTKE (2014). “新能源、可再生能源与节能战略” IEA 会议演讲稿, 2014.
- [18] 国际能源署. 减少化石燃料燃烧产生的排放.

- [19] 世界资源研究所. 水风险地图 [OL]
- [20] 世界银行. 国家碳排放数据 [OL]
- [21] Knoema. 巴基斯坦 - 由供电供热产生的二氧化碳占燃料总排放比例.
- [22] 伦敦政治经济学院. 2025 年的巴基斯坦：一个国家，一个未来 .2014
- [23] 国际能源署. 世界能源展望 2017. 2017
- [24] 国际可再生能源署. 未开发的气候行动潜力：国家自主贡献中的可再生能源. 2018
- [25] 英国石油公司. BP 世界能源展望. 2017
- [26] Perwez. U, Sohail. A, “Forecasting of Pakistan’ s Net Energy Consumption on the Basis of Energy Pathway Scenarios”, *Energy Procedia*, Vol. 61 (2014), pp. 2403–2411.

.....

上接封二

《中国能源统计系统改革的几点建议》

《2012 煤炭的真实成本》

《中国 2012 年能流图和煤流图编制及能源系统效率研究》

《煤炭使用对中国大气污染的贡献》

更多报告请访问中国煤控研究项目网站:

<http://coalcap.nrdc.cn/>

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

www.nrdc.cn

欢迎阅读报告，如有建议请发送至 GreeningBRI@nrdc-china.org



环保纸印刷