



《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

简报
Briefing paper

2018年9月26日
September 26, 2018

气候变化是全人类共同面对的最严峻的挑战之一，2016 年生效的《巴黎协定》（简称《协定》）是联合国气候治理机制框架的最新成果。为落实《协定》，各国分别制定并提交了自己的国家自主贡献（NDCs），即国家基于当前的责任和能力所提出的气候行动目标。目前，落实《协定》面临的挑战之一是国家提交的 NDCs 目标总和并不足以实现《协定》提出的将全球平均温升控制在与工业化以前水平相比 2°C 以内的长期气候目标。据报告显示，从碳预算的角度看，即使现在的 NDCs 全部得到落实，到 2030 年，2°C 目标下的碳预算将被消耗 80%，1.5°C 目标下的碳预算就将被完全耗尽¹。为弥合减排差距，《联合国气候变化框架公约》缔约方会议将在 2023 年起每五年进行一次全球总结，对各国气候行动进展进行盘点，为进一步提高其行动目标提供参考。以 NDCs 为核心内容的《协定》采取的是“自下而上”的气候治理模式。

在此背景下，气候变化是环境问题，更是发展问题。任何经济发展的决定都会对气候保护的成果产生影响。因此，实现《协定》目标需要每个国家充分发挥气候行动力，采取更积极有效的国内行动与国际间合作，引导资金流向气候友好型领域，实现全球经济去碳化。而自下而上的国家及区域性的经济合作和金融治理机制为落实本国的气候融资目标发挥着关键作用。这其中就包括由中国于 2013 年发起，旨在与各国共同推动区域经济发展的“一带一路”倡议。

“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，只是角度有所不同。面对全球性的气候问题，人类已经成了普遍的“命运共同体”，而应对气候变化带来的新一轮发展机遇也能催生新的“利益共同体”。“一带一路”背景下，中国在“带路”国家展开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所在。对于投资所在国而言，如果所吸引的投资项目继续采用高碳强度的陈旧产业技术，或者建

¹ 联合国环境规划署：《联合国环境综合报告：2017 排放差距报告》，2017 年，见 <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/22070>。

设服务于高碳强度产业基础设施,有可能导致其被锁定在一条与全球气候保护目标相违背的高碳路径上;对于投资者而言,如果项目所在国因低碳发展或环境治理需要而不断提升相关技术标准,或通过碳市场、财税等手段将环境外部成本内化,这些高碳项目的盈利性以及利润率可能因此受到影响,有些甚至成为搁浅资产。反之,在全球低碳能源转型大趋势下,投资所在国如能提供可再生能源发展的市场环境,可使本国在满足可持续的能源供给的同时,实现清洁、低碳能源的跨越式发展;投资者优先投资低碳技术与项目,将有助于其在新兴市场获得绿色商机。

鉴于此,本研究以《协定》下国家自主贡献方案(NDCs)为主要考量因素,聚焦亚洲地区重点国家的电力行业,分析该国在落实NDCs的电力发展趋势,以识别与气候保护目标相一致的电力投资的基线。同时,研究探索各国比NDCs目标更进取的增强行动领域,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》2°C温控目标相一致的“一带一路”电力投资规划提供参考和建议。

研究发现,带路沿线发展中国家的NDCs文件在目标与内容上差异较大,这反映出未来通过全球总结(Global Stocktake)机制进一步提升NDCs雄心是非常有必要的。带路沿线65个发展中国家大体可分为三类国家:

1) 在NDCs提出了明确目标的国家; 2) 在提出无条件实现的NDCs目标之外,还提出了在得到充分国际支持的情况下可以达到的更高的目标的国家; 3) NDCs中无明确减缓目标,且仅说明了需要国际支持,但未说明资金、技术与能力建设的具体需求的国家。

其中,前两类国家很有可能在2023年全球总结后进一步提升其NDCs气候目标,而对于后一类国家,其NDCs目标或许会受国内机制、治理能力以及国际支持不到位等因素的影响而无法贯彻。对于前两类国家,推动“带路”倡议建设需要将其未来逐步收紧气候政策与标准的可能性纳入前期规划和投资决策的考量。投资者则可制定“带路”项目投资的长远策略,避免因政策目标提升而使项目运营周期和盈利性受到影响。中国在与这类国家进行“带路”投资合作时,

应通过识别其重点行业落实 NDCs 的基准线，引导对外投资活动法律合规的同时，也符合当地国家为落实 NDCs 目标而制定的行业发展战略，以及未来弥合与 2°C 目标之间差距的要求。

目前，亚洲地区在面临着应对气候变化与实现电气化的双重挑战。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。气候变化也加剧了因空气污染造成的健康风险，全球环境表现排名垫底的五个国家中三个来自亚洲。其次，“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。南亚仍有 5 亿人口目前缺少电力供应，东南亚缺仍有 1.2 亿人口生活在没有电力的环境中，占世界人口的 20%。因此，以可承受的价格满足不断增长的电力需求，同时控制碳排放增速，是亚洲国家需要考量的问题。随着中国“一带一路”倡议的推进，中国在亚洲地区的对外投资活动日益增加，中国投资活动的环境与气候风险管理对于投资所在国落实其气候与可持续发展目标来说也十分重要。本研究从电力现状、NDCs 与国家电力规划及增强行动的领域三个层面，对包括越南、印度尼西亚、巴基斯坦在内的三个亚洲重点国家分析如下：

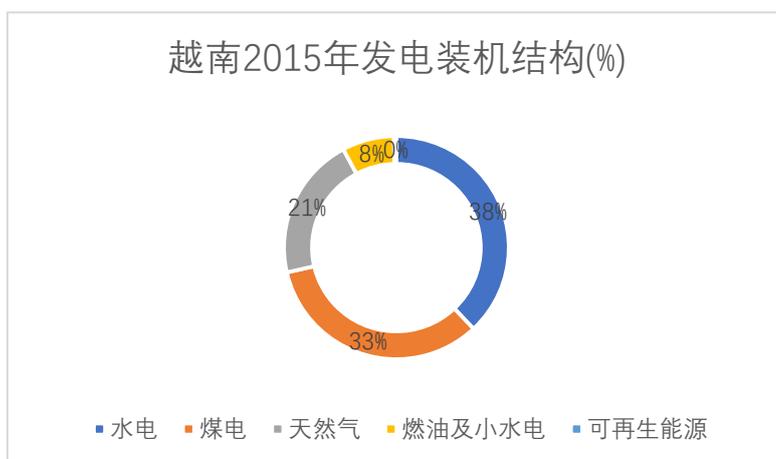
越南

电力发展现状

作为全球受气候变化及其相关影响最严重的国家之一，越南面临的主要挑战之一是如何确保以可持续的方式实现经济腾飞，同时避免加剧环境恶化与气候变化带来的负面影响。该国能源资源丰富，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 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。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%。

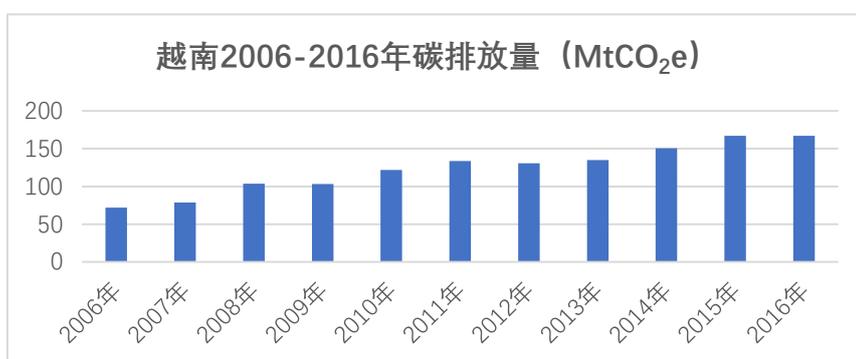
图 1：越南 2015 年发电装机结构（%）



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 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%²。

图 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 英国石油公司：《世界能源数据 2017》，2017。

NDC 及增强情景下的比较

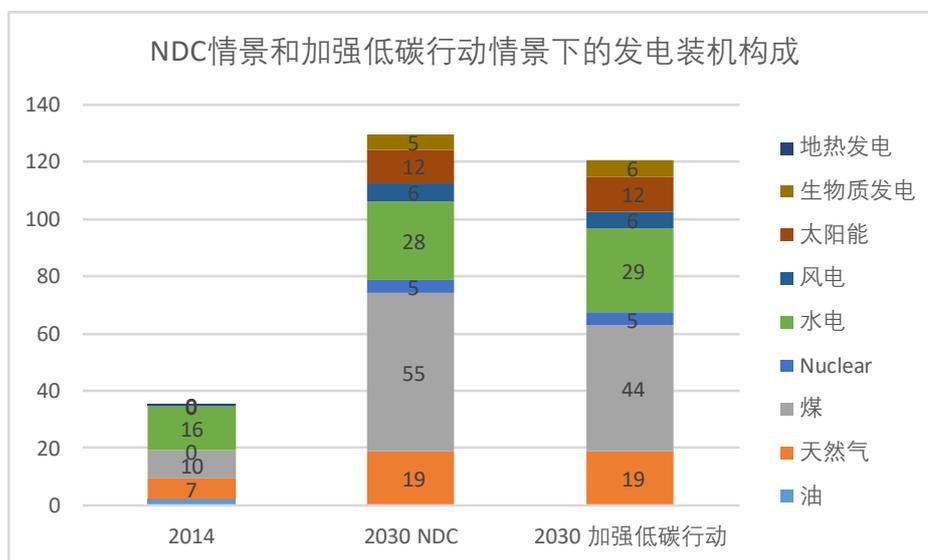
越南 NDC 目标及《第七个越南电力发展规划》是规制其电力发展的主要政策文件。在其 NDC 中, 越南承诺到 2030 年温室气体排放比基准线情景减少 8%, 与 2010 年相比, 单位国内生产总值的碳排放强度将下降 20%; 如果得到国际资金和技术的支持, 其相较于基准线情景的温室气体减排目标可以提高到 25%, 单位国内生产总值碳排放强度比 2010 年下降 30%。在 NDC 中, 越南计划采取加强政府的引领作用; 改善能源利用的有效性与效率, 减少能源消费总量; 促进可再生能源的发展与应用; 以及增强国际合作等措施。越南 NDC 预测未来将以煤电、水电和天然气满足主要的能源需求, 并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。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 3 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 3：2014-2030 年 NDC 情景和增强行动情景下越南的发电装机容量结构 (GW)

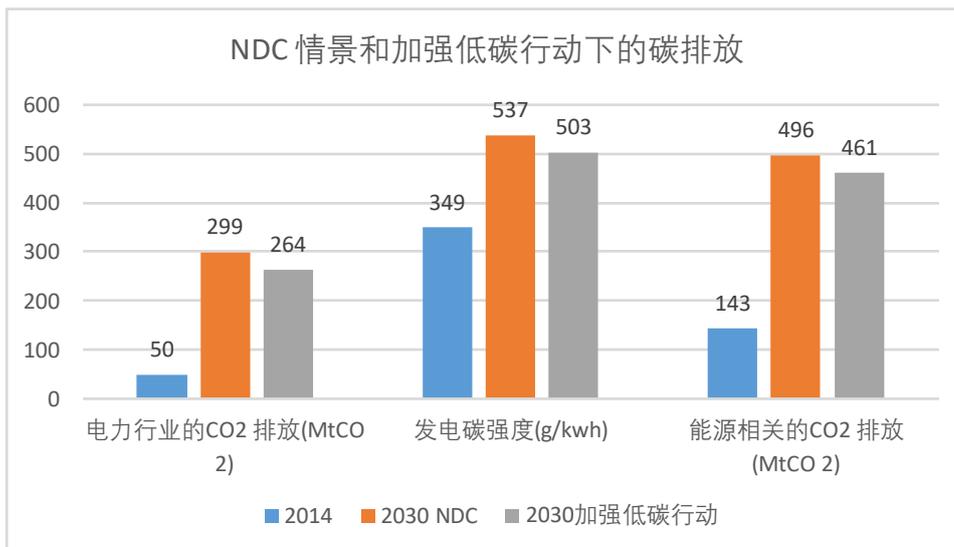


资料来源：根据亚开行³、IEA 报告数据整理获得

落实《巴黎协定》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 4 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 4：2014-2030 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)

³ 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》，2017 年。



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《巴黎协定》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。

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 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%。

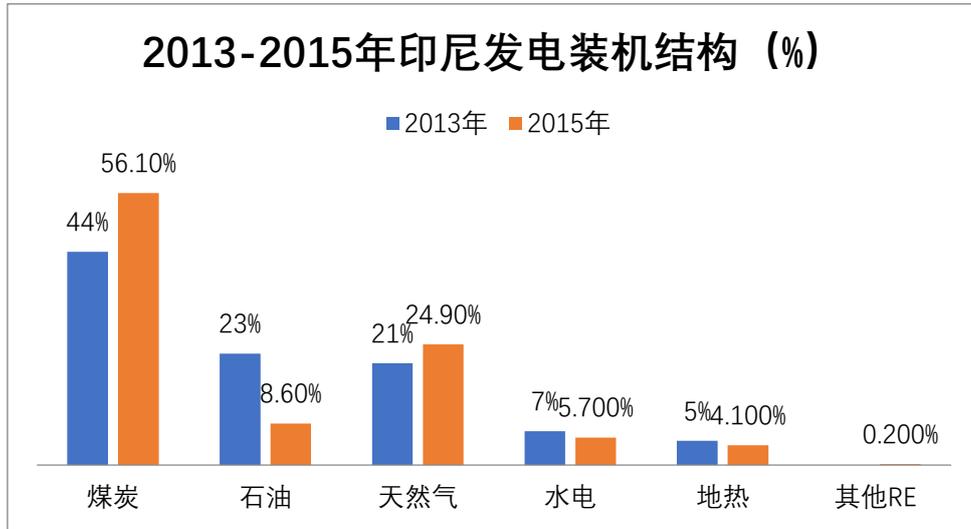
印度尼西亚

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，印度尼西亚（简称印尼）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。如下图 5 所示，该国 2015 年总发电量的 56.1%来自于煤电，24.9%天然气，和 8.6%石油⁴。其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。

图 5：2013-2015 年印尼发电装机结构



来源：根据亚投行、《印尼能源部门评估》数据整理获得

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%。

NDC 及增强情景下的比较

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：

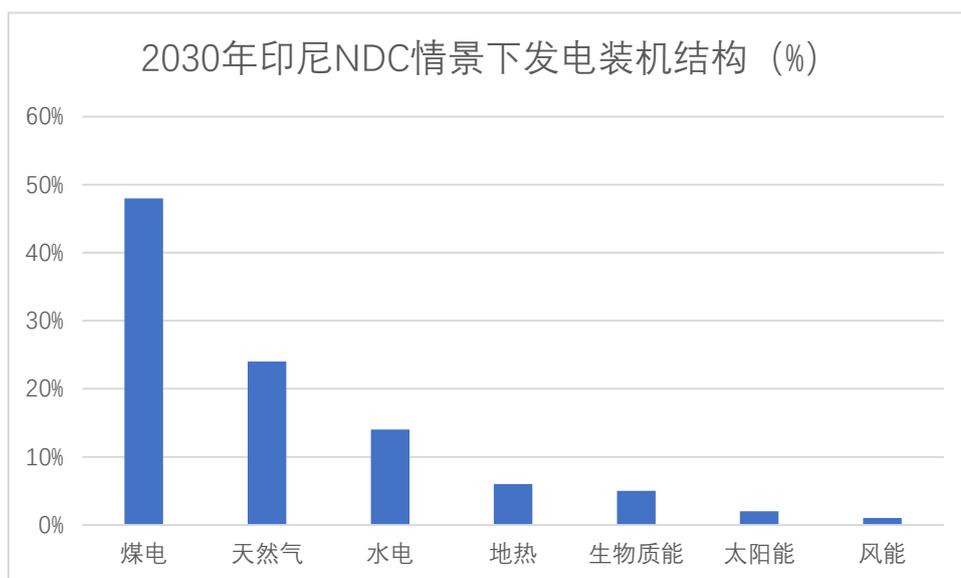
- 无条件目标：与 BAU 情景相比，到 2030 年减排 29%。
- 有条件目标：如果得到充分的国际支持，到 2030 年比 BAU 情景减排 41%。

根据 NDC 目标，印尼到 2030 年照常情景碳排放为每年 2869MtCO_{2e}。其中每年 1669 MtCO_{2e} 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，到 2030 年，印尼发电量将达到 819TWh，主要有煤电和天然气来供应。

如图 6 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 6： 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《巴黎协定》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。

低碳投资路径

基于以上分析，鉴于 NDC 目标将于 2023 年其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。最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，使其拥有丰富的太阳能、生物质能及地热能资源。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。

巴基斯坦

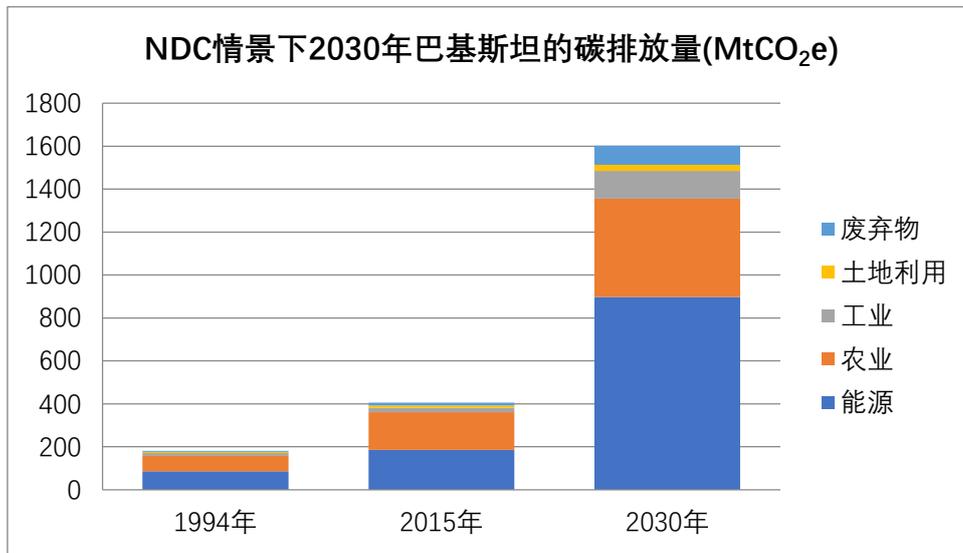
电力发展现状

巴基斯坦是最易受气候变化影响的国家之一。据德国观察发布的《2016 年全球气候变化风险报告》，该国在全球受气候变化影响程度最大的国家中排名第四。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。世界银行评估，巴基斯坦卫生事业每年因空气污染而产生支出约为 4.96-5.20 亿美元（620-650 亿卢比）。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。巴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。

NDC 及增强情景下的比较

巴基斯坦于 2015 年提交了 NDC，与多数国家的 NDCs 不同，巴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 2025 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 7 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%。

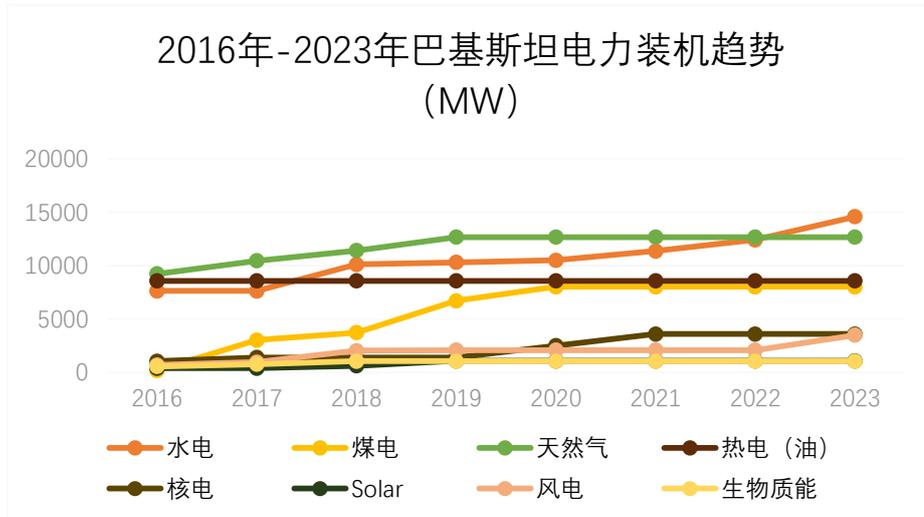
图 7：NDC 情景下 2030 年巴基斯坦各部门碳排放量 (MtCO₂e)



来源：巴基斯坦 NDC

巴国 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。

图 8：2016-2023 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“一带一路”倡议的旗舰项目和样板工程。CPEC 投入运营及规划建设的 13.8GW 电力项目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。CPEC 发电项目装机量详见附件。

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国在未来 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。

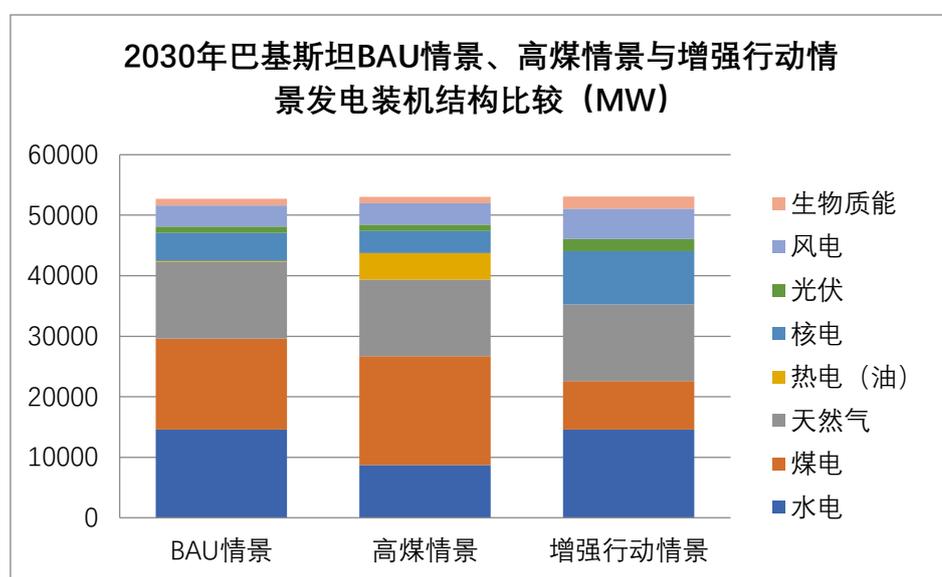
此外，从能源安全的角度，一些煤电厂依然需要从国外进口燃煤，并不有助于该国减少对进

口燃料的依赖。水与煤之间的竞争也会造成煤电项目的风险。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。

增强情景

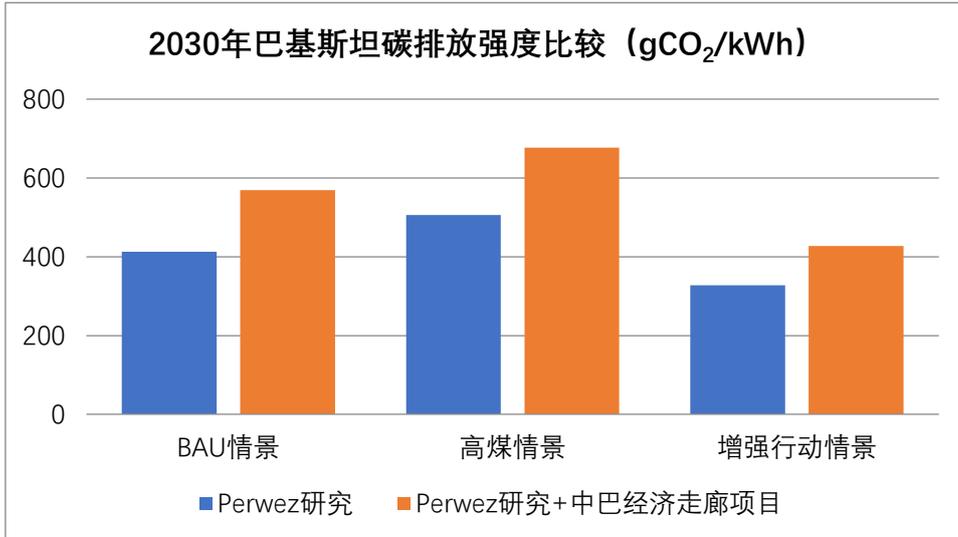
Pervez 等人于 2014 年对巴国到 2030 年的电力发展做了三个情景分析，分别是 BAU 情景、高度优先煤电的高煤情景和大规模增加可再生能源并优先水电的绿色未来情景。三种情景下，2030 年巴国的碳强度将分别是 413gCO₂/kWh、506gCO₂/kWh 和 328gCO₂/kWh。本报告基于此研究，将 CPEC 规划的电力项目纳入到该研究的情景假设中，并在“绿色未来”情景中增加了一个条件，即假设 CPEC 不再建设新的煤电，进而将此情景作为其“增强行动”情景。纳入 CPEC 项目后，2030 年巴国三种情景下发电装机结构比较如下图 9 所示。

图 9：纳入 CPEC 项目后，2030 年巴基斯坦发电装机结构比较 (MW)



如图 10 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 Pervez 等研究中 2030 年的碳强度水平。

图 10：2030 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。

如果巴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。

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“一带一路”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 13GW 左右的煤电项目，其中约 8GW 是“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，但这有可能限制其他更低排放技术的应用与发展的可能性。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。

巴基斯坦电力行业也蕴含巨大的发展潜力。旺盛的电力需求、巨大的电力供给缺口，为电力发展提供了动力。巴基斯坦电力工业具备一定基础和巨大发展空间，现有的 500 千伏超高压主网架雏形和发展电力的良好政策环境，为大规模电网升级奠定了良好基础。电力系统损耗高、进口原料导致的发电成本高，使得运行和运营管理提升空间大。

除针对各国能源发展计划所提出建议外，报告针对“一带一路”绿色电力投资提出如下整体建议：

在“一带一路”倡议实施过程中，应把带路投资战略与《巴黎协定》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《巴黎协定》的长期目标，构建“绿色”丝绸之路。

1、 各国 NDCs 目标是各国落实《巴黎协定》长期目标的起点，“带路”倡议下对外投资决

策应将各国 NDCs 作为基准线为决策提供指导。中国投资者需了解该国为落实《巴黎协定》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运营和汇报造成损失。此外，中国投资者仍需了解气候变化的发生对投资所在地电力基础设施的影响，并将其纳入项目可行性评估体系。

- 2、对于印尼和越南，可以大力推进可再生能源的开发与利用，增加电源的多元化发展以及电力普及。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”。对于以煤炭、油气供能为主的国家，发展可再生能源可以帮助其增加电力供应方式的多元化发展，加强能源安全。对于缺电人口众多的发展中国家，发展分布式能源有助于推动能源获取率，消除贫困。
- 3、尽管印尼、越南和巴基斯坦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，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考量。
- 4、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。
- 5、在越南、印尼和巴基斯坦因地制宜发展智能电网以及区域电网互联互通。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跨国电网互联互通，建设以特高压电网为网架、输送清洁能源为主导的智能电网。

注：此简报用于“一带一路”绿色发展平台第三届论坛期间参阅。全报告将于2018年10月正式发布。如需相关信息，请联系：policy@ghub.org

创绿研究院 是一个扎根本土、放眼全球的环境公益机构。

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。

本简报可免费使用和转载，请勿用于商业用途。如需使用本简报出版，请与创绿研究院确认，并寄送一份出版物以作存留。如需用于线上展示及传播，请直接使用本中心网站的该简报的原始链接/资源。本文仅代表创绿研究院的机构观点。

©创绿研究院2018

 北京市东城区甘雨胡同53号万博写字楼309室 100006

 +86 10 8447 7697

 policy@ghub.org

 www.ghub.org

 气候与金融面面观

