



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”绿色发展研究

绿色发展是“一带一路”的重要内涵，目的是保护公众身体健康，维护环境生态系统和应对气候变化，保卫人类和生物赖以生存的环境，支持社会和经济的可持续、绿色低碳和包容性发展。国际公益环保组织自然资源保护协会（NRDC）自2016年启动了“一带一路”绿色发展研究（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；提供绿色金融支持绿色产能合作的机制和指南，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支持建立了“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/>。

绿色带路系列报告

- 《“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>

煤控项目系列报告

- 《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°C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》
- 《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/>

中国高耗能行业 “一带一路”绿色产能合作发展报告

报告编写

陶文娣，自然资源保护协会

课题单位

中国钢铁工业协会

中国水泥协会

中国煤炭加工利用协会

中国石油和化学工业联合会

煤炭科学研究总院

2018年12月



摘要

“一带一路”沿线国家和地区（包含部分欧盟成员国）覆盖近 50 亿人口，经济总量约为 39 万亿美元，分别达到全球总量的 70% 和 52%。这些地区普遍基础设施较为落后，据估算每年所需要的基础设施投资需求超过 1.5 万亿美元。基础设施合作是“一带一路”合作的优先领域和重点，势必带动沿线各国对水泥、钢铁、玻璃需求和能源消耗的极大增长。部分沿线国家上述高耗能行业工业基础较弱，产能存在很大不足。

中国相关高耗能行业在规模、技术水平、节能环保、国际竞争力等方面均具有突出的优势，相较而言作为“先进产能”，与带路沿线国家有巨大的合作对接空间。在相关行业进行产能合作，不仅能大力支持沿线国家有关行业发展和基础设施建设，还将带动当地经济发展和就业。但在同时，带路沿线国家人口密集，经济发展和社会差异大，宗教和文化习俗迥异，生态脆弱，环境管理基础弱，面临较高的生态环境和气候风险。高耗能行业由于环境影响较为突出、碳排放较高、投资较大，具有“锁定效应”。环境和气候风险也将带来较大的项目风险和金融风险，甚至会给中国高耗能行业乃至“一带一路”合作发展的形象和声誉造成负面影响。因此，在推动相关行业带路产能合作发展的同时，促进这些行业绿色低碳的合作显得尤为重要。

本报告对相关行业“一带一路”走出去的现状进行了梳理，分析了“一带一路”沿线相关产能的需求，并参照国内外先进的污染物排放、能耗、水耗、碳排放等方面的标准和要求，首次提出有关行业“一带一路”走出去的自愿的“绿色产能合作指标体系”。为促进“一带一路”绿色发展和联合国可持续发展的目标实现，我们建议有关行业（1）分析带路重点地区和国家的实际需求，做好提前规划、调研并科学布局；（2）识别中国有关行业的比较优势，支持和倡导优势领域和绿色产能合作，反对中国相关产业政策和结构调整目录中规定的落后装备走出去；（3）建议该指标体系作为行业自律的原则、金融机构绿色投融资的依据以及政府制定有关政策的参考。指导企业走出去的基本原则和参考依据。同时，有关机构还要深入研究不同国家和地区、不同资源条件、不同工况、不同需求下的差异化指标，秉持实事求是的原则，制定有关行业在有关地区实际开展绿色产能合作的指南。

ABSTRACT

The countries along the Belt and Road, including certain EU member states, have a combined population of nearly 5 billion people, with a total economic output of approximately \$39 trillion USD, reaching 70% and 52% of the global totals respectively. In general, the infrastructure in these areas is relatively outdated, and it is estimated that the annual infrastructure investment needs for these regions is over \$1.5 trillion USD. As such, cooperation on infrastructure is a top priority and focus for the Belt and Road Initiative (BRI), and this will drive great demand for cement, steel, and glass, as well as significant energy consumption growth in BRI countries. Noticeably, in many of these countries, the industrial base for these high energy-consuming industries is weak, and production capacity is very low.

Chinese industry has outstanding advantages in terms of scale, technological sophistication, energy conservation and environmental protection, and international competitiveness. Given these advantages, there is significant room for cooperation with BRI countries. This capacity building cooperation will greatly support the development of relevant industries and infrastructure in BRI countries, driving local economic development and employment. At the same time, many BRI countries are densely populated, with significant economic and social variance, different religious belief and cultural traditions, a fragile ecology, and a weak foundation for environmental management, creating significant risk to the environment. Additionally, investment in high-energy consuming industries can have a “lock in effect,” due to significant environmental impacts and high carbon emissions. Environmental risks bring greater project and financial risks, affecting the image and reputation of Chinese industry, and the BRI’s cooperation and development efforts as a whole. Therefore, when promoting the development of production capacity in relevant industries, it is vital to consider the question of how to promote green, low-carbon cooperation in BRI countries.

This report assesses the progresses of BRI’s cooperation in related industries,

analyzes the demand for production capacity along the Belt and Road, and discusses advanced pollutant emissions, energy consumption, water consumption, and carbon emissions standards and regulations at home and abroad. The report also introduces, for the first time, the voluntary “Green Capacity Cooperation Index System” for the BRI cooperation.

In order to promote green Belt and Road development and the realization of the United Nation’s Sustainable Development Goals, we suggest that the relevant industries 1) Realistically analyze the needs of key areas and countries, including advanced planning based on research and science; 2) Identify the comparative advantages of relevant industries in China, support and advocate for cooperation in these advantageous areas and in green production capacity, and oppose the use of outdated equipment specified in China’s relevant industrial policy and structural adjustment catalogue; 3) Recommend that the indicator system be used as the basis for industry self-governance, serving as the principles for green investment and financing for financial institutions, and references for the related policies and regulations’ development . Additionally, relevant industries should further study the variance of indicators in different countries and regions, with different resource conditions, working conditions, and different needs. Those related institutions, including research institutes, industry associations, financial institutions and policy-making departments should adhere to the principle of seeking truth from fact, formulating guidelines for green production capacity cooperation with the relevant industries in BRI countries.

目录

前言	6
1. 高耗能行业“一带一路”机遇和潜力	7
1.1 高耗能行业带路发展的机遇和潜力	8
1.2 高耗能行业带路绿色产能合作发展的基础	10
1.3 高耗能行业带路合作的内容和区域	14
2. 高耗能行业“一带一路”绿色产能合作发展的总体要求	16
2.1 高耗能行业带路绿色产能合作发展的重要性	17
2.2 高耗能行业带路绿色产能合作发展的政策要求	20
2.3 高耗能行业带路绿色产能合作发展的总体原则和要求	22
3. 钢铁行业“一带一路”绿色产能合作发展分析	25
3.1 钢铁带路产能合作发展的需求和潜力	26
3.2 钢铁带路合作现状	33
3.3 钢铁带路绿色产能合作发展指标体系	39
4. 水泥行业“一带一路”绿色产能合作发展分析	49
4.1 水泥带路产能合作发展的需求和潜力	50
4.2 水泥带路合作现状	51



4.3 水泥带路绿色产能合作发展指标体系	58
5. 煤化工行业“一带一路”绿色产能合作发展分析	61
5.1 煤化工带路产能合作发展的需求和环境	62
5.2 化肥带路合作现状	64
5.3 煤制化肥带路绿色产能合作发展指标体系	65
6. 煤炭行业“一带一路”绿色产能合作发展分析	72
6.1 煤炭带路产能合作发展的需求和潜力	73
6.2 煤炭带路合作现状	79
6.3 煤炭带路绿色产能合作发展指标体系	83
7. 炼油和乙烯行业“一带一路”绿色产能合作发展分析	87
7.1 炼油和乙烯带路产能合作需求和潜力	88
7.2 炼油和乙烯带路合作现状	100
7.3 炼油和乙烯带路绿色产能合作发展指标体系	103
8. 高耗能行业绿色产能合作发展建议	116
参考文献	121

前言

绿色产能合作发展的目的是要保护公众身体健康、维护环境生态系统和应对气候变化、保卫人类和生物赖以生存的环境，支持社会和经济的可持续、绿色低碳和包容性发展。

2015年9月，联合国可持续发展峰会提出《2030年可持续发展议程》。在17个可持续发展目标中约有一半与环境和自然资源的可持续性有关，包括贫困、健康、能源、气候变化、可持续消费和生产等。在169个具体目标中，超过86个目标涉及环境的可持续性。巴黎气候变化协议是全世界应对气候变化的里程碑，对有关国家减少碳排放应对气候变化提出了新要求。

中国已将生态文明建设的五位一体发展战略提到了国家战略的高度。2015年10月，中国“十三五”规划提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念。其中绿色发展是重要指导原则。2016年6月，中国国家主席习近平提出打造“绿色、健康、智力、和平”的丝绸之路，“绿色”丝绸之路排在最前面。2017年年初，习近平主席在达沃斯和日内瓦相继发表两场重要演讲，提出要共同构建人类命运共同体，实现共赢共享，其中绿色发展是重要内涵。中国一直以来积极采取行动，推动应对气候变化进程。由此可见，“一带一路”的目标、内容和路径与联合国《2030可持续发展议程》和《巴黎协定》是高度一致的。

“一带一路”目前合作重点是基础设施建设。能源和高耗能行业是为经济发展提供支撑的基础产业。未来相当长一段时间内互联互通仍将是基础设施建设的重点，公路、铁路、港口、机场等建设保持旺盛的需求，同时能源、电力、高耗能行业也是各国优先发展领域。中国在有关行业领域的优势将在支持有关区域基础设施建设和相关行业发展中将发挥重要作用。鉴于带路沿线地区生态环境较为脆弱，核心城市人口密集，环境管理基础较弱，碳排放增长快等因素，在支持这些区域能源基础设施建设和高耗能行业发展的同时，中国应充分发挥行业领先和节能环保等方面的优势，促进相关行业的“绿色低碳”的产能合作和发展。这需要企业的自觉、行业的自律、投资的引导，政府的规范，也亟需为此制定相关的指引和指标作为行业自律、投融资机构绿色投资和政府有关政策制定的参考。

1

高耗能行业“一带一路” 机遇和潜力

1.1 高耗能行业带路发展的机遇和潜力

目前，带路沿线国家和地区（包含欧盟成员国）覆盖近 50 亿人口，经济总量为 39 万亿美元，分别占到全球总量约 70% 和 52%^[1]。这些国家和地区普遍基础设施落后，相关指标如人均公路里程、人均铁路里程等远低于发达国家和中国。基础设施不足构成许多沿线国家发展的瓶颈。许多沿线国家处于城市化和工业化的中期，有巨大的基础设施需求，也有一定的负担能力。据 OECD 预测，未来 20 年全球基础设施投资需求达到 55 万亿美元，根据这个测算和带路国家占全球人口和 GDP 比重估计，带路地区每年所需要的基础设施投资需求会达到 1.5 万亿美元左右，而年度总投资需求则将在 5 万亿美元左右^[2]。其中，亚太地区将是基础设施投资的核心区域。据亚行最新估算，到 2030 年，亚太地区每年的基础设施投资需求超过 1.5 万亿美元。若将气候变化减缓及适应成本考虑在内，每年投资需求超过 1.7 万亿美元^[3]。

东南亚地区是基础设施合作的热门和重点区域。近年来，东南亚多数国家制定了基础设施发展计划，《印尼政府 2015—2019 年中期建设发展规划》将基础设施建设作为优先发展重点，已准备了 313 万亿盾（约合 231.9 亿美元）建设资金。泰国已经颁布了基础设施发展规划（2015—2022），这将拉动 750 亿美元的大市场。老挝道路交通发展水平落后于其他东盟国家，老挝计划大规模升级国内道路基础设施，并将此作为一项长期计划，总投资额近 60 亿美元。新加坡推出了轨道交通建设计划，扩展地铁网络、高速公路系统。此外，港口、机场等基础设施的整修、重建、搬迁等也提上议事日程。马来西亚鼓励中国企业前来投资设厂，参与地铁、高速公路、建筑、水电、航运建设。带路倡议为中国和东南亚带来许多机遇和合作空间。东南亚加快基础设施和互联互通建设，将有助于推动亚太地区实施基础设施互联互通的规划和项目。^[4]

东南亚基础设施建设的重点，包括铁路、公路和港口等。**铁路方面**，东南亚国家铁路的现状堪忧，大部分铁路设施陈旧，在运行中常伴随着各类故障甚至事故，铁路建设因而成为东南亚地区的热点项目类型。印尼雅万高铁项目开工，中老铁路进入实施阶段，中泰铁路已经启动，马来西亚将金马士至新山的双轨电动火车铁道交由中国铁路总公司承建。柬埔寨经济近年出现良好发展势头，基础设施建设加快进行。柬埔寨正计划推动泛亚铁路柬埔寨境内缺失段的建设工程，并期待加快与中国实现铁路互联互通。**公路方面**，金边至海滨城市西哈努克的高速公路，中俄黑河大桥、中巴喀喇昆仑公路升级改造二期、巴基斯坦卡拉奇至白沙瓦高速公路等一批具有标志性意义的重大项目顺利开工^{[4][5]}。**港口方面**，伴随着中国带路倡议的提出，东南亚地区正在进行一场港口基础设施的升级竞赛，创造出巨大的基础设施投资机遇。2014 年，印尼总统佐科一上台便提出规模庞大的计划，宣布在 2020 年前升级 24 座港口，将印尼建成亚太地区的海运中心。丹戎不碌港拓建工

程已经启动，预计吞吐能力将提升 75%，满足未来 5—10 年需求，可竞争地区性中心港口地位。菲律宾马尼拉港 2014 年筹资 3.4 亿美元，启动港口及周边设施升级工程。马来西亚投资 4.3 亿美元升级丹戎帕拉帕斯港。新加坡更是提出高达 80 亿美元的新港口建设规划，预计到 2020 年将该国港口吞吐能力扩大一倍。此外，泰国计划升级林查班港，越南计划在海防附近新建港口服务电子产业出口，缅甸计划在迪拉瓦经济特区新建港口。东南亚地区港口建设竞速，也是对接中国周边“产能合作发展”战略的重要契机。马来西亚 6 个港口已和中国的 10 个港口共同建立港口联盟，双方将加强信息的共享、人力资源培训、港口基础设施建设、技术分享、航线开通、日程的协调和港口港务等方面的合作。中新、中印尼、中缅等港口合作项目正在顺利推进中。^[4]

由于基建的快速发展，目前带路沿线各国对水泥、钢铁、玻璃有着极大的需求。以东南亚为例，东南亚各国水泥需求量每年的增长率大约为 8%。然而，当地相关产能的发展并不充分，柬埔寨的水泥供应严重不足，国内仅有 1 家水泥厂，年产量不足 100 万吨。缅甸水泥的产能只能满足其国内市场需求的一半左右。虽然印尼石灰石的储量比较丰富，但由于国内水泥需求量的不断增长，水泥产量远远满足不了印尼市场需求。印尼每年水泥缺口达 800 万吨需要进口^[6]。钢铁方面，以印尼为例，印尼是全世界钢材消费量最大的国家，超过了中国、印度和土耳其，过去 6 年钢材消费量年均增长率为 10% 以上。但印尼本土产能无法满足其国内的巨大需求，钢铁自给率约为 65%，尤为缺少高端钢材。玻璃是周期性商品，和房地产市场的调整波动关联程度很强，东南亚玻璃需求每年增长速度超过 4%。一方面由经济增长推动，另一方面由节能及安全等领域的立法和规范推动^[6]。因此，中国企业在东南亚水泥、钢铁、玻璃等高耗能行业产能合作发展方面有较大发展空间^[4]。

2016 年中国对于重点地区的投资显示了制造业、采矿业和能源等高耗能行业的重要地位。东盟是中国投资最大的重点地区之一。从 2016 年中国对东盟投资存量的行业分布情况看，制造业 131.5 亿美元，占 18.4%，是中国对东盟投资存量最大的行业，其中投资额上十亿美元的国家有：印度尼西亚（28.9 亿美元）、越南（24.8 亿美元）、泰国（21.2 亿美元）、新加坡（20.5 亿美元）和马来西亚（12.4 亿美元）。采矿业 101.7 亿美元，占 14.2%，主要分布在新加坡、印度尼西亚、缅甸、老挝等。电力/热力/燃气及水的生产供应业 91.2 亿美元，占 12.7%，主要分布在新加坡、缅甸、印度尼西亚、老挝、柬埔寨等国家^[7]。未来在经济建设快速发展的东盟、非洲等地区，基础设施建设相关的高耗能行业的投资潜力也很大。

中国承包商会 2018 年发布的《基础设施发展指数报告》表明，现在基础设施发展处于十年来的高峰，势头良好。中国在基础设施竞争力居于全球领先地位，具有供给的优势。根据世界经济论坛的评估，中国在交通领域、能源基础设施建设的优势尤其明显。交通基础设施竞争力评分达到 5.1，远远超过沿线 3.78 的平均水平^[8]。目前中国在基础设施建设、港口运营、设备制造等领域具备强大的管理与技术优势，在高速铁路技术、桥梁隧道建设的技术程度处于世界领先地位。带路倡议和合作推进将促进中国产能、技术、装备、服务和工程建设企业在更大范围和更高层次上“走出去”，为高耗能行业带路合

作提供了重要的机遇。

经济发展需要能源基础产业的大力支撑，因此也将带动煤炭、炼化和乙烯等行业的发展和扩张。

表 1.1 带路主要高耗能产业需求预测

行业	年份	预测需求	新增需求
钢铁	2030	9.67 亿吨	5.95 亿吨（2015,3.72 亿吨）
水泥	2035~2040	12 亿吨 / 年 ^[10]	2 亿吨（当前 10 亿吨）
炼油能力	2020	24.5 亿吨 / 年 ^[11]	1.72 亿吨（2017, 22.78 亿吨）
乙烯能力	2027	8510 万吨 / 年 ^[11]	2591 万吨（2017, 5919 万吨）

1.2 高耗能行业带路绿色产能合作发展的基础

近年来，中国高耗能行业具备了相当的产业规模、技术水平和国际竞争力，形成了有比较优势的先进产能，与带路沿线国家有巨大的合作对接空间。

首先，中国相关领域的技术水平和装备较为先进。水泥行业：中国是世界水泥生产消费第一大国，水泥年产量占全球的 50% 以上。水泥装备技术水平和管理水平已达到世界先进水平。十二五期间，中国水泥技术装备以技术创新带动产业升级，在加快技术改造、提高自主研发能力和加快产业结构调整上做文章，组织实施了日产万吨水泥装备国产化项目，中国水泥技术装备水平达到了世界一流水平。中国自主研发的国产设备大大降低了水泥项目投资，原来建设一条日产 4000 吨生产线要投资约十几亿元人民币，现在只需要投资约 4-6 亿元人民币，增强了在国际市场的竞争力。在国外承接的水泥工程项目已达到约 200 条以上，中国水泥技术和装备正在引领世界水泥工业发展。

钢铁：中国钢铁企业主体装备总体达到国际先进水平，已拥有一批 3000 立方米以上高炉、5 米级宽厚板轧机、2 米级热连轧机和冷连轧机等世界最先进的现代化冶金装备；重点大中型钢铁企业 1000 立方米及以上高炉占炼铁总产能 72%，100 吨及以上转炉（电炉）占炼钢总产能 65%。高效低成本冶炼技术、新一代控轧控冷技术、一贯制生产管理



技术等一批关键共性技术广泛应用，新一代可循环钢铁流程在新建成企业中得到应用。

煤炭：中国煤炭地质勘查与地质保障技术处于国际领先水平，相关装备制造水平实现了与美国等先进国家同步；特殊地层矿井建设技术在冻结深度与直径、钻井深度与直径、反井钻井深度与直径、地面预注浆深度与材料等方面均达到了世界最高水平，整体技术居国际领先地位；特厚煤层大采高综放开采装备、7m 以上超大采高长壁开采装备、复杂薄煤层自动化综采技术及装备等相继取得重大成功，已经实现成套装备顺槽集中控制的自动化开采；大型煤气化技术、煤炭直接液化技术、煤炭间接液化技术、煤制烯烃技术、煤制乙二醇技术、燃煤发电超低排放技术、清洁高效煤粉工业锅炉技术等一大批煤炭清洁高效利用技术取得突破，达到国际先进或领先水平；具备了引领带路煤炭发展和国际产能合作发展的技术与装备基础。

炼化和乙烯：中国拥有现代化炼油厂全流程技术，已具备依靠自有技术建设单系列千万吨级炼厂的能力。已开发形成了较高水平的渣油加氢、催化裂化、催化重整、加氢精制等系列炼油技术，其中催化裂化技术整体达到世界领先水平，形成了世界先进水平的国 V 油品系列生产技术，催化裂化催化剂和加氢催化剂已成功进入国际市场。自主开发生产的高档汽油机油、高档柴油机油达到世界先进水平，应用于全球各种品牌的汽车，长城系列润滑油成功用于“天宫一号”、“神舟”、“嫦娥”等航天工程。中国已形成了具有自主知识产权的石油化工主体技术。着眼于国家重大战略需求，中国陆续突破大型乙烯、大型芳烃、系列大型基本有机原料、三大合成材料等技术，率先突破了煤化工等技术，持续研发储备生物化工等前沿技术。通过自主创新和合作开发，中国具备了依托自有技术建设百万吨级乙烯 / 芳烃装置的能力。以自主知识产权技术为主设计建设了大庆、天津、镇海、武汉大型乙烯装置。

第二，高耗能行业发展节能环保和绿色制造富有成效。水泥行业，十二五期间，（1）新型粉磨（无介质粉磨）技术、高效烧成技术（包括高效燃烧器、第四代冷却机等）、燃料替代技术、水泥窑氮氧化物减排等技术装备以及高性能保温耐火材料工艺技术取得重大突破并得到推广应用；水泥行业大型化生产工艺技术装备的国产化水平进一步提升。到 2017 年，新型干法水泥熟料产能比重达到 98% 以上，比 2011 年提高 14%。（2）大力推广了粉磨新技术、高效烧成系统技术、大型高效袋式除尘技术等，中国全国水泥生产平均可比熟料综合能耗达到小于 114 千克标准煤 / 吨，水泥综合能耗达到小于 93 千克标准煤 / 吨。大型水泥熟料生产线安装脱硫脱硝综合治理设施和大型高效袋式除尘设施等，主要污染物排放浓度及强度明显下降，实施脱硝水泥熟料生产线产能占比达 90% 以上。行业余热利用水平进一步提高，水泥余热发电设施普及率达到 80% 以上，吨熟料余热发电量得到进一步提高。（3）环保和绿色发展，全国已有 20 多个省份建成或正在推进建设水泥窑协同处置城市垃圾、污泥、危险废弃物等安全无害化处理和资源化综合利用示范线。依托新型干法水泥窑技改建成或正在建设协同处置生活垃圾、城市污泥、产业危险废弃物的水泥熟料生产线已有 100 多条。绿色建材生产与使用行动方案和实施细则已经形成。绿色水泥工厂评价的标准体系，绿色水泥生产、使用体系开始建立^[12]。

钢铁：以干熄焦、干法除尘、烧结脱硫、能源管控中心为代表的节能减排技术在

行业广泛应用。节能减排取得明显提升。吨钢综合能耗逐年下降，吨钢主要污染物排放逐年减少，中国钢铁工业能源消耗总量和大气污染物排放总量进入下降阶段。2015 年与 2010 年相比，中国钢铁工业协会主要会员企业平均吨钢能耗从 605 千克标准煤降至 572 千克标煤，吨钢耗水量从 4.1 立方米降至 3.25 立方米，吨钢二氧化硫排放量从 1.63 千克降至 0.74 千克，吨钢烟粉尘排放量由 1.19 千克下降到 0.81 千克，吨钢耗新水量由 4.10 吨下降到 3.25 吨，吨钢化学需氧量从 70 克降低到 22 克^[13]。

煤炭：积极推行煤炭绿色开采，在煤矿设计、建设、生产等环节，严格执行环保标准，采用先进环保理念和技术装备，减轻对生态环境影响。实施粉尘综合治理，降低粉尘排放。因地制宜推广充填开采、保水开采、煤与瓦斯共采、矸石不升井等绿色开采技术。全面推进矿区损毁土地复垦和植被恢复。推进采煤沉陷区综合治理，探索利用采煤沉陷区、废弃煤矿工业场地及周边地区，发展风电、光伏、现代农业、林业等产业^[14]。

炼油和乙烯：2013 年 12 月 31 日，工业和信息化部发布《关于石化和化学工业节能减排的指导意见》，要求炼油行业 2015 年底前淘汰 200 万吨/年及以下的常减压装置（青海格尔木、新疆泽普装置除外），2017 年原油加工综合能耗降到 83 千克标煤/吨（相当于 58 千克标油/吨），比 2012 年下降 9.8%，提高能源资源利用效率、降低污染物产生和排放强度。目前中国的油品质量标准已领先于多数发展中国家，部分省市地区已达到发达国家水平。自 2017 年 1 月 1 日起，全国范围内执行国 V 车用汽柴油标准，北京市执行京 VI 汽柴油标准；2017 年 9 月底前，“2+26”城市率先供应国 6 车用汽柴油，并禁止销售普通柴油。国 VI 车用汽柴油标准全面实施后，主要技术指标将达到欧 VI 标准，部分指标甚至优于欧 VI 标准，届时我国油品质量标准整体将达世界先进水平，根据测算和检测，油品从国 5 提高到国 6 汽油车尾气颗粒物排放降低 10%，柴油车降低 9.1%；汽油车氮氧化物和有机废气排放降低 8-12%，柴油车的氮氧化物排放降低 4.6%。

第三，企业走出去初具规模，积累了经验。水泥：截至 2017 年底统计，中国在海外投资建设的水泥生产线共计有 230 条（含在建），熟料设计年产能 2600 多万吨，水泥产能近 3820 万吨，估算总投资规模达 300 亿元以上。中国企业在海外投资建设投产的水泥熟料生产线共计 12 条，合计熟料设计年产能 1172 万吨，水泥年产能 1850 万吨（含粉磨产能）；在建生产线有 11 条，合计熟料设计年产能 1400 万吨，水泥年产能 2000 万吨。

钢铁：中国钢铁企业从上世纪 90 年代开始走出去。海外项目投资目的地主要是印度、印度尼西亚、老挝、马来西亚、美国、意大利、南非、巴西等国家，走出去的驱动因素包括全球布局的需要、优势产能过剩转移、产业转型升级、接近市场、回避反倾销惩罚、回避原矿石出口禁令等。中国钢铁海外投资的项目特点是，单独工序钢铁项目多，全流程项目少。2006 年~2014 年中国各类企业海外铁矿权益投资累计超过 250 亿美元，参与了 35 个大型海外铁矿项目的勘探、设计和建设。

煤炭：据初步统计，截至 2014 年，中国在海外的煤炭资源开发项目有 65 个，涉及投资金额 70 多亿美元，控制的煤炭资源量在 400 亿吨以上。其中，正式投产的项目有 11 个，



煤炭资源量为 55 亿吨，年产 5000 万吨以上。中国煤炭企业主要通过收购煤矿项目，参与资源勘探、工程总承包、装备出口等方式参与带路倡议。

炼油和乙烯：截至 2017 年底，中国企业通过收购等手段共获得 13 个海外炼化项目，分布在、中亚、非洲、亚太、欧洲、中东地区，总炼油能力达到 7360 万吨 / 年，权益能力达到 5167 万吨 / 年。中国石化炼化工程公司加大“走出去”步伐，截止 2016 年，在境外十几个国家承揽各类项目共承揽约 120 个项目，累计合同总金额约 150 亿美元。公司境外主要市场集中在中东、中亚等。业务从施工逐步向前期咨询、设计、EPC 等多元化发展，境外业务呈增长上升态势。

第四，中国高耗能行业走出去具备规划、资金、技术、人员等多方面的综合优势。

资金方面，根据商务部《中国对外直接投资统计公报》，2016 年，中对外直接投资快速发展，对外投资流量再创历史新高，达到 1961.5 亿美元，增长 34.7%，继续保持全球第二位，占全球的比重首超一成，成为国际投资大国 [7]。2017 年，中国企业共对带路沿线的 59 个国家非金融类直接投资 143.6 亿美元。对带路沿线国家实施并购 62 起，投资额 88 亿美元，同比增长 32.5%。同时，中国建立了多种资金机制支持带路投资。由中国倡建的亚投行成立于 2015 年 12 月，三年年来成员总数增至 93 个，已超越亚洲开发银行（67 个）、美洲开发银行（48 个）和欧洲复兴开发银行（66 个）等区域性多边开发银行，成为仅次于世界银行这一全球性多边开发银行的多边开发机构。截止 2018 年 12 月 20 日，已累计批准项目投资逾 75 亿美元，撬动 350 亿美元总投资。在东亚、东南亚、南亚、中亚、西亚、非洲等六个地区 13 个国家，覆盖了交通、能源、电信、城市发展等多领域，带动各类公共和私营资本近 400 亿美元进入相关基础投资项目。2017 年，丝路基金宣布将新增 1000 亿元人民币，国家开发银行、进出口银行也将分别为带路有关合作提供 2500 亿元和 1300 亿元等值人民币的专项贷款，继续为带路国家建设提供资金支持。

工程承包方面：在带路的倡议强劲推动下中国对外承包工程业务整体发展势头良好，根据商务部的统计，今年 1-10 月份，会员企业又新签合同额 1843 亿美元，同比增长了 11.3%，完成营业额 1187 亿美元，同比增长 3.5%。其中，特别是在带路传统的沿线 65 个国家，会员企业占据全球业务额的 50% 以上，占据了半壁江山。会员企业新签合同额、完成营业额分别占全球总量的 55.4% 和 48.5%。^[15]

工业园区建设方面，中国自 1979 年设立第一个工业区（蛇口）以来，经过 30 多年的发展，已建成和在各类工业园区超过 7000 个。工业园区作是促进经济发展合力调整产业布局的重要方式和促进经济增长的重要驱动，同时也是能源消耗大户和污染排放集中区。中国先后开展了循环经济园、低碳经济园区的试点示范和推广工作，取得了巨大的成效，积累了经验和教训。工业园区建设也是行业带路走出去的重要经验和主要形式，中国应发挥在规划、建设、产业布局、节能减排、污染治理等工业园区建设管理多方面的经验，建设带路低碳绿色园区，促进相关行业可持续发展。

综上，各行业先进的技术能力、人员能力、项目管理能力，加之中国雄厚的资金能力、

强大的工程承包，以及丰富的产业园区建设经验，在一带一路走出去的过程中得到整合和优势结合，为中国相关行业绿色产能合作发展奠定了坚实的基础。

1.3 高耗能行业带路合作的内容和区域

经过各行业多年以来走出去的努力和发展，相关高耗能行业走出去已有较大规模，涵盖多个方面。

表 1.2 高耗能行业带路合作内容

行业	合作内容
钢铁	直接投资（铁矿和钢铁厂）、工程承包、装备贸易和技术合作
水泥	成套水泥技术装备工程总承包、外投资建设水泥生产线
煤炭	投资开发海外资源、技术装备输出、资源勘探国际合作、承包工程及劳务输出
煤化工	零散的技术输出和投资，未来煤制甲醇和煤制化肥有潜力
炼化和乙烯	投资海外炼化项目、前期咨询、设计、EPC

表 1.3 高耗能行业带路合作的重点区域和重点国家

行业	重点区域	重点国家
钢铁	东盟	铁矿：澳大利亚、马来西亚、沙特阿拉伯、哈萨克斯坦、蒙古、俄罗斯、土耳其、印度尼西亚、印度、吉尔吉斯斯坦
		钢铁：马来西亚、沙特、泰国、哈萨克斯坦、印尼、菲律宾、越南
水泥	东南亚和中亚	印尼、老挝、柬埔寨、尼泊尔、缅甸、俄罗斯、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦、赞比亚、南非、莫桑比克、蒙古
煤炭	煤炭资源丰富且有较大需求地区	俄罗斯、印度、蒙古、印度尼西亚、南非、乌克兰、土耳其、波兰
化肥	亚太、南美、欧洲、北美、中东和非洲	印度、泰国、菲律宾、越南、印尼；巴西、阿根廷、哥伦比亚和墨西哥
炼化和乙烯	中东、南亚、东南亚、中亚	印尼、马来西亚、印度、伊朗

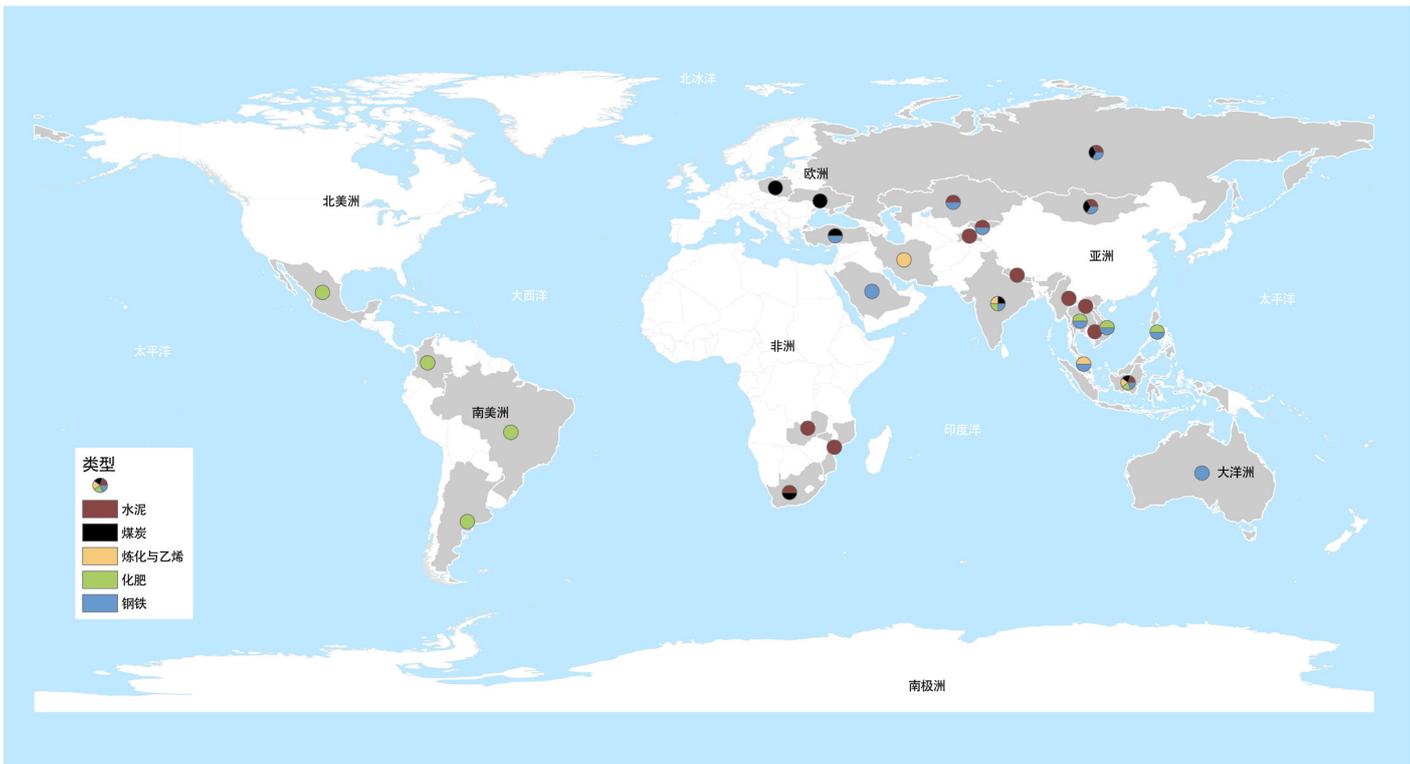


图 1.1 高耗能行业带路产能合作发展重点国家

工业园区建设是中国工业和经济发展重要经验之一，集成化的方式更加能够发挥企业互补、有效管理的优势。截至 2018 年 9 月，我国企业在 46 个国家在建初具规模的 113 家合作区，累计投资 366.3 亿美元。高耗能行业项目一般能源消耗量大、资金投入多、项目规模大，项目与园区建设得到共同推进，成为高耗能行业带路建设的重要方式。

2

高耗能行业“一带一路”绿色
产能合作发展的总体要求

2.1 高耗能行业带路绿色产能合作发展的重要性

带路绿色低碳发展是带路国家应对气候变化、履行《巴黎协定》目标的必然要求。2015年带路沿线国家二氧化碳排放量占全球比例达到60.6%（不包含中国为31.1%）。沿线国家单位GDP二氧化碳排放量也相对较高，2015年为0.93吨CO₂/千美元（不包含中国为0.77吨CO₂/千美元），约为世界平均水平（0.48吨CO₂/千美元）的1.94倍，经济发展呈现出高碳特征^[16]。其能源消耗和二氧化碳排放量将保持快速上升的态势，特别是在经济增长速度较快的东南亚和南亚地区碳排放将更快增长。目前，包括中国在内的190多个国家提交了国家自主贡献方案（NDC），但与《巴黎协定》2摄氏度的温控目标相比较，存在着110—135亿吨二氧化碳当量（GtCO₂e）的排放差距。各国还需要更大努力才能实现全球碳减排目标^[17]。高耗能行业是全球碳排放的大头，必须控制高耗能行业的碳排放，才有可能实现全球碳减排目标。

带路沿线国家整体环境脆弱，人口密集，经济发展中的环境保护问题十分迫切。带路沿线国家，地域面积达到全球40%左右，人口约占全球70%。带路沿线国家经济发展和社会差异大，生态脆弱，环境管理基础弱，生态风险高。境内年水资源量只有世界的35.7%，但年水资源开采量占世界的66.5%，同时使用了世界60%以上的化肥，对水资源和水环境的压力高于世界平均水平^[18]。沿线国家单位GDP能耗、原木消耗高出世界平均水平的一半以上，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，沿线许多国家的工业集中城市空气污染问题突出。高耗能行业环境影响较为突出，在带路产能合作发展中，更要关注到相关行业的环境影响，保护好当地环境。

带路绿色发展要求是项目成功实施的重要保障。带路国家范围大，情况各异，对于带路倡议和发展，当地有很多关于环境污染、气候变化、生态和社区影响的担忧。环境风险影响项目实施和收益。如果没有考量环境保护、及时对投资行为进行约束，就可能对当地生态环境造成难以估量的影响。比如巴拉普库利亚煤矿开采就造成地面坍塌、水资源污染等一系列问题。如果不能采用先进的低碳技术，企业和行业的碳排放水平则有可能居高不下，使得当地国无法实现其国家承诺减排目标任务。同时，项目如果没有考虑到生态环境影响，当东道国政府认定已经发生的环境污染事故严重影响当地生态环境和居民生存时，企业会被采取强制措施暂停生产，所造成达产延误必然给企业带来直接的经济损失。例如，首钢集团在秘鲁的Hierro铁矿，经营20年里因违反当地环保法规先后受到过四次巨额罚款。美国雪佛龙公司也曾因环境污染被投资地厄瓜多尔开出高达95亿美元的罚单。除此之外，由于跨国诉讼时间长，成本高，企业一旦进入司法程序，所需支出的诉讼费用同样不菲。诉讼过程中的前期调查、因果关系证明都涉及高新科技

知识和方法的综合运用，其所需费用往往数目巨大。

此外，环境风险影响资金收益并带来金融风险。高耗能行业投资项目，大部分项目投资额十分巨大。一旦项目因为环境等方面的风险被延缓、叫停或者受到各种影响，资金回收和债务风险则非常严峻。同时，目前带路国家环境法律和管理体系存在着巨大的差异，如果采用降低的环境标准，随着当地经济社会发展，环境管理加严，治理所需的成本会更高，甚至超出组织或者企业的承受范围。碳排放管理的法制法规的不确定性，可能会造成行业的风险。对于投资者，将增加投资风险和不确定性，导致银行负债风险上升，甚至变成给银行真正带来问题的“沉没资产”。

除去上述造成具体财产损失的直接风险之外，中国走出去企业还可能因环境污染问题而对企业自身乃至整个国家在东道国的投资部署和海外声誉产生不利影响，进而间接损害走出去企业的长远发展。中国海外投资已经历过诸多此类事故，2010年中国投资建成的苏丹麦洛维水电站大坝在当地环境影响评估不合格，导致中国进出口银行和中水电受到多方指责，在这种舆论影响下，此后多年中国企业在世界修建水电站的行为都被认为缺乏社会与环境成本考虑。

表 2.1 典型高耗能行业的环境影响

行业	主要环境影响和风险
钢铁	<ul style="list-style-type: none"> • 铁矿开采可能造成生态环境破坏、水污染等 • 钢铁企业生成的废渣如果不进行有效利用，将会污染堆存场地的土地和周边环境 • 生产会产生大量的二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、硫化氢等大气污染物，夹带的大量灰尘也影响空气质量 • 钢铁厂外排的废水夹带大量的油污和有机物造成江河湖泊水体污染
水泥	<ul style="list-style-type: none"> • 每生产一吨水泥熟料需要 1.2 ~ 1.3t 的石灰石，所以水泥生产需要开采大量的石灰石作原料，石灰石矿区的开发建设将对生态环境造成一定程度的破坏和影响 • 水泥生产时产生粉尘和烟尘。烟尘中一般含有硫、氮、碳的氧化物等有毒气体和粉尘 • 生产水泥所产生的碳排放物约占全球人为二氧化碳排放物的 5%
煤炭	<ul style="list-style-type: none"> • 对于土地资源的破坏和环境污染的恶化：露天开采直接挖掘泥土，占用了大量的土地并且挖掘堆积的残杂物对土地会造成进一步的影响，破坏植被和土壤成分 • 开采出来的矸石山压占土地，而且随着时间的推移，经过风化和雨水冲刷的煤矸石会慢慢的向周边扩散，污染周边的生态环境 • 煤矿井下大量外抽，矿井上底承载能力下降，可能会导致地层错动，地表下沉 • 矿井内存在大量的污水废水，可能污染水源，破坏水质 • 煤矿的开采会排放大量的矿井瓦斯，煤矸石的自燃以及开采工程中的烟尘，外加上运输过程中的二次扬尘都会影响大气环境
煤化工	<ul style="list-style-type: none"> • 现代煤化工项目单位水耗较大、规模体量大，百万吨级煤制油项目耗水约 600 ~ 700 万吨 / 年 • 废水排放，部分工艺含酚氨废水很难处理。部分区域缺乏纳污水体，高浓度盐水难以处理 • 大气污染物和废渣排放 • 煤直接液化 5.8tCO₂/t 产品、煤间接液化 6.1tCO₂/t 产品、煤制烯烃 11.1tCO₂/t 产品、煤制天然气 4.8tCO₂/ 千标方产品 • 典型煤化工项目单位产品原料煤耗分别为：煤直接液化 3.23t、煤间接液化 3.01t、煤制烯烃 5.12t、煤制天然气 1.85t/ 千标方
炼化和乙烯	<ul style="list-style-type: none"> • 项目建设和营运对所在区域生态环境和动物植物的影响 • 大量用水对水环境的影响 • 多种大气污染物对大气环境的影响 • 废水排放可能产生的水污染 • 施工和营运的噪声影响

2.2 高耗能行业带路绿色产能合作发展的政策要求

带路倡议提出以来，绿色是其中重要内涵。为促进绿色合作的落实和实施，中国有关政府部门已出台一系列相关政策规划和倡议，提出要求和意见，其中包括环境保护原则准则标准，严格控制污染物及温室气体排放和高效绿色发展，以及发展绿色投资等。

表 2.2 带路绿色产能合作发展的政策要求

日期	名称	主要内容
2013/2/18	商务部环境保护部，《对外投资合作环境保护指南》	<p>提出企业对外投资和经营应遵循的环境保护的基本原则，比如^[19]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 企业应当秉承环境友好、资源节约的理念，发展低碳、绿色经济，实施可持续发展战略，实现自身盈利和环境保护“双赢”。 • 企业应当按照东道国环境保护法律法规和标准的要求，建设和运行污染防治设施，开展污染防治工作，废气、废水、固体废物或其他污染物的排放应当符合东道国污染物排放标准规定。 • 鼓励企业开展清洁生产，推进循环利用，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放。 • 鼓励企业研究和借鉴国际组织、多边金融机构采用的有关环境保护的原则、标准和惯例。
2017/5/8	环境保护部、外交部、国家发展改革委、商务部，《关于推进绿色带路建设的指导意见》	<p>提出促进绿色带路建设的具体的保障措施，包括具体工作^[20]：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 了解项目所在地的生态环境状况和相关环保要求，识别生态环境敏感区和脆弱区，开展综合生态环境影响评估，合理布局产能合作发展项目；加强环境应急预警领域的合作交流，提升生态环境风险防范能力 • 制定基础设施建设的环保标准和规范，加大对带路沿线重大基础设施建设项目的生态环保服务与支持，推广绿色交通、绿色建筑、清洁能源等行业的节能环保标准和实践，推动水、大气、土壤、生物多样性等领域环境保护，促进环境基础设施建设，提升绿色化、低碳化建设和运营水平。 • 推动制定和落实防范投融资项目生态环保风险的政策和措施，加强对外投资的环境管理，促进企业主动承担环境社会责任，严格保护生物多样性和生态环境；推动中国金融机构、中国参与发起的多边开发机构以及相关企业采用环境风险管理的自愿原则，支持绿色带路建设；积极推动绿色产业发展和生态环保合作项目落地。



2017/5/15	环境保护部,《带路生态环境保护合作规划》	带路生态环保合作划了几个重点:构建生态环保合作平台,促进国际产能合作发展与基础设施建设的绿色化,推动可持续生产与消费、发展绿色贸易,开展生态环保项目和活动等。对企业和行业也提出了一些具体的倡议和要求,比如 ^[21] : <ul style="list-style-type: none"> • 推动企业自觉遵守当地环保法规和标准规范,履行企业环境责任。推动有关行业协会和商会建立企业海外投资生态环境行为准则。 • 引导企业开发使用低碳、节能、环保的材料与技术工艺,推进循环利用,减少在生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放。 • 强化产业园区的环境管理。
2017/5/16	国家发改委、国家能源局,《推动丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路能源合作愿景与行动》	提出带路能源合作的原则和重点,其中包括绿色发展的内容 ^[22] : <ul style="list-style-type: none"> • 坚持绿色发展。高度重视能源发展中的环境保护问题,积极推进清洁能源开发利用,严格控制污染物及温室气体排放,提高能源利用效率,推动各国能源绿色高效发展。 • 推动人人享有可持续能源。落实《2030年可持续发展议程》和气候变化《巴黎协定》,推动实现各国人人能够享有负担得起、可靠和可持续的现代能源服务,促进各国清洁能源投资和开发利用,积极开展能效领域的国际合作。
2017/9/5	绿金委、中国投资协会、中国银行业协会、中国证券投资基金业协会、中国保险资产管理业协会、中国信托业协会、环境保护部环境保护对外合作中心,《中国对外投资环境风险管理倡议》	在风险识别、管理体制、信息披露、专业支持方面提出了倡议,提出要重点关注高耗能行业的环境影响提倡较高的环保标准尽可能管理有关风险,要求金融机构在投资决策和项目管理中充分考虑有关因素并建立环境风险管理的内部流程和机制,有关列举如下 ^[23] : <ul style="list-style-type: none"> • 鼓励对外投资的金融机构和企业根据项目的行业特点,充分了解中国、项目所在国以及国际通行的环境标准并尽可能采用其中的最高标准,深入开展项目环境尽职调查;高度重视采矿、火电、基建、钢铁、水泥、建材、化工、纺织印染等项目可能带来的环境影响;利用环境风险分析工具,充分识别和评估所投资项目对大气、水、土壤和森林等环境要素的潜在影响,有效管理这些风险。 • 参与对外投资的银行应借鉴国际可持续原则,参与对外投资的机构投资者应借鉴联合国责任投资原则,在投资决策和项目实施过程中充分考虑环境、社会、治理(ESG)因素,建立健全管理环境风险的内部流程和机制。

2.3 高耗能行业带路绿色产能合作发展的总体原则和要求

2.3.1 行业和企业绿色产能合作发展的原则

在带路倡议实施中，中国企业遵循绿色发展原则的重要性主要体现在两方面。首先，这是中国和带路沿线国家的共同要求，中国提出“命运共同体”的理念，以及“生态文明”，在带路沿线就要保护公众身体健康、保护生态环境和气候，促进绿色低碳发展。其次，带路沿线国家的生态环境十分脆弱，对绿色低碳发展发展有迫切要求，部分地区对绿色发展的诉求比中国更高、更严格、表达的更明确。因此中国企业走出去，也必须满足当地的绿色低碳发展的需求。具体而言，我们建议有关行业和企业绿色产能合作发展遵循如下原则：

1. 研究区域和国家需求和市场状况，统筹考虑资源环境承载能力，加强科学规划，坚持优化布局。
2. 了解项目所在国以及国际通行的环境标准并尽可能采用其中的最高标准，深入开展项目环境尽职调查；高度重视项目可能带来的环境影响；利用环境风险分析工具，充分识别和评估所投资项目对大气、水、土壤和森林等环境要素的潜在影响，有效管理这些风险。
3. 识别生态环境敏感区和脆弱区，开展综合生态环境影响评估，合理布局产能合作发展项目；加强环境应急预警领域的合作交流，提升生态环境风险防范能力，为带路建设提供生态环境安全保障。
4. 制定基础设施建设和相关行业产能合作发展的绿色标准和规范，推广相关行业节能环保低碳标准和实践，推动水、大气、土壤、生物多样性等领域环境保护，提升绿色化、低碳化建设和运营水平。
5. 支持和鼓励绿色节能环保的先进技术和装备走出去，避免输出中国相关产业政策和结构调整目录中落后的技术和装备。
6. 借助项目环评、设定环境标准和排放限值等环境管理手段，严格控制生产中各种大气污染物、水污染物和其他污染物的排放，通过节能环保技术和管理手段尽可能减少环境影响和能源消耗，减少碳排放。
7. 加强对外投资的环境管理，促进绿色金融体系发展：推动制定和落实防范投融资项目生态环保风险的政策和措施，加强对外投资的环境管理，促进企业主动承担

环境社会责任，严格保护生物多样性和生态气候环境；推动中国金融机构、中国参与发起的多边开发机构以及相关企业采用环境风险管理的自愿原则，支持绿色带路建设；积极推动绿色产业发展和生态环保合作项目落地。

8. 推进绿色贸易发展，促进可持续生产和消费：研究制定政策措施和相关标准规范，促进绿色贸易发展。将环保要求融入自由贸易协定，做好环境与贸易相关协定谈判和实施。加强绿色供应链管理，推进绿色生产、绿色采购和绿色消费，加强绿色供应链国际合作与示范，带动产业链上下游采取节能环保措施，以市场手段降低生态环境影响。
9. 加强政策沟通和民心相通。加强与沿线国家或地区生态环保战略和规划对接，加强生态文明和绿色发展理念、法律法规、政策标准、技术实践的交流，支持环保社会组织与沿线国家相关机构建立合作伙伴关系，共建共促绿色带路，促进民心相通。

2.3.2 促进高耗能行业带路绿色投资

促进带路绿色发展，绿色金融机制可以发挥重要作用。第一，资本有责任作为参与方维护全球气候和生态环境安全，为此，需要相关的方法、机制和程序以控制投资带来的环境生态和气候风险；第二，带路清洁能源开发利用和绿色产能合作发展具有巨大的可持续发展潜力，是带路投资增长的重点方向之一，需要利用和拓展绿色金融工具和机制，促进资本流向清洁低碳绿色的领域。要求金融机构：

1. 研究高耗能行业的环境和气候风险，开发项目环境和气候风险评估工具，加强环境和气候风险管理，促进绿色投资。
2. 借鉴国际可持续原则，参与对外投资的机构投资者应借鉴联合国责任投资原则，在投资决策和项目实施过程中充分考虑环境、社会、治理（ESG）因素，建立健全管理环境风险的内部流程和机制。
3. 对外投资金融机构应按照环境风险高低进行分类管理，开展环境影响尽职调查，作为信贷和投资决策的重要依据；基于环境尽职调查发现的主要风险点，与被投资企业共同改进方案；在贷后和投资后持续跟踪改进方案的落实情况，以及客户环境社会绩效。
4. 鼓励参与对外投资的金融机构和企业强化 ESG 信息披露，主动与环保组织合作，利用信息披露要求改善项目评估和内部管理流程。
5. 加强在对外投资项目决策过程中逐步完善对项目环境效益与成本的定量评估。金融机构和企业应定量测算对外投资项目的环境效益，包括项目的各类污染排放量和能耗、水耗等指标，为决策提供科学依据；针对不同类型项目环境效益和成本的体现特征，采用有针对性的评价指标和评价方法；环境效益、成本的测算基准

和标准的选择要考虑项目所在国技术水平以及环境基础条件等因素，以保证环境效益成本定量评估的适用性，同时尽可能参照国际先进标准。

6. 金融机构在参与对外投资重大项目的机构在决策和实施过程中，应充分利用第三方专业力量，帮助评估和管理环境所面临的环境和社会风险。
7. 对外投资项目，特别是中长期基础设施项目，应充分利用绿色融资工具。对外投资机构应积极采用绿色债券、绿色资产 ABS、YieldCo、碳收益抵押融资等绿色融资工具以及绿色产业基金为项目筹集资金，支持绿色金融市场和绿色金融产品的发展，强化绿色融资工具所要求的环境信息披露和内部流程，发挥第三方机构（如绿色评级、绿色指数、绿色认证机构等）在绿色融资过程中对强化项目环境风险管理的倒逼机制。
8. 鼓励在环境高风险领域的对外投资企业积极使用环境责任保险作为环境风险管理的工具，充分发挥保险公司在监督企业降低环境风险、减少环境事故方面的作用。
9. 在基础设施等大型对外投资项目的设计、项目招标、原材料和设备采购的过程中，应该采用绿色供应链管理方法，推动原材料和设备及服务提供商进行绿色化运营。鼓励对外投资机构在基础设施等大型对外投资项目的可行性研究、立项、设计、建设和运营等环节，落实绿色供应链管理要求。

3

钢铁行业“一带一路”
绿色产能合作发展分析

3.1 钢铁带路产能合作发展的需求和潜力

3.1.1 重点地区钢铁需求

带路沿线主要国家钢铁生产成本较高、生产规模与中国相比较为落后。但是未来基础设施投资大，能源、高铁、核电等装备制造会带来大量钢铁需求。据估计，每亿元铁路基本建设投资大约能够拉动钢材需求 0.33 万吨，建设带路沿线国家涉及高铁 2.6 万公里，需要消耗约 8580 万吨钢材，此外，能源产业链建设也将会带来大量油气管钢材需求。

冶金工业规划研究院对 2020 年和 2030 年带路沿线地区的钢铁需求进行了预测。分区域情况如下：**亚洲**，是全球经济最为活跃的地区，印度、东盟等地区处于工业化发展阶段，未来经济发展潜力很大，人均钢材消费量处于快速上升期，钢铁消费需求将有较快增长。**中东**，根据国际钢铁协会统计的 2005 年~2016 年中东地区国家的人均钢材消费量，结合中东地区国家经济发展情况及重大地缘政治事件产生的影响，未来中东地区钢材消费量处于增长趋势，有较大增长空间。然而，自然资源配置的不均衡、宗教的纷争、大国的角力及重大地缘事件的发生导致该地区各国经济发展严重分化，这些不稳定因素将影响到中东地区整体发展潜力的释放，所以也有一定不确定性。**独联体**，大部分国家属发展中国家，经济增长主要以资源出口为主，经济基础相对较弱，人均钢材消费量偏低。根据 IMF 在 2018 年 4 月发布的《世界经济展望》，预计该地区的未来经济增长将维持在 2% 左右，结合国际钢铁协会统计的各国人均消费量变化及联合国发布的《世界人口展望（2017 版）》中关于人口变化情况预测，未来独联体钢材消费量处于增长趋势，增长幅度不大。**欧洲**，从世界银行和欧委会的预测数据来看，至 2020 年，欧洲经济将保持增长，但下行风险有所增加，增速放缓。总体判断，2020-2030 年，欧洲经济整体或将保持低位增长态势。一带一路中东欧国家人均钢材消费量基本处于高位水平，因此判断至 2030 年，欧洲地区钢材消费不会出现大幅增长，钢材消费量将保持稳定增长幅度不大^[27]。

表 3.1 带路沿线各地区钢铁需求预测

序号	地区	人均钢材消费量预测 (kg)		人口总量预测 (万人)		钢材消费总量预测 (万吨)	
		2020 年	2030 年	2020 年	2030 年	2020 年	2030 年
1	亚洲地区	89	169	299507	330438	26510	55799
2	独联体地区	203	250	29158	29405	5925	7358
3	中东欧地区	313	357	68559	66120	21459	23605
4	中东地区	249	334	25766	29861	6412	9971
	合计	143	212	422990	455824	60306	96733

表 3.2 重点地区的钢铁需求分析

地区	需求分析	合作案例
东盟	<p>随着东盟经济活力的恢复，预计东盟钢铁需求未来较长时间内仍将保持较快增长；钢铁工业基础相对落后，总体上没有形成完整的工业体系（如炼铁、炼钢、轧钢能力不配套），大量改扩建和新建项目上马，冶金原辅材料和技术装备基本上依赖进口，带来技术输出和投资合作的历史机遇。</p>	<p>首钢马来西亚东钢 300 万吨综合钢厂项目，150 万吨已建成投产，首钢占股 40%；宝钢泰国宝力钢管项目，20 万吨无缝钢管，已建成，宝钢占股 51%；印尼青山工业园区，160 万吨镍铁、200 万吨不锈钢冶炼和热轧，建设中；越南台塑河静综合钢厂项目，产能 2185 万吨，一期 707 万吨已建成，中冶承担 60% 工程量。</p>
欧亚经济联盟	<p>按照国际钢协数据，阿塞拜疆、白俄罗斯、俄罗斯、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、摩尔多瓦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌克兰、乌兹别克斯坦、亚美尼亚、立陶宛、拉脱维亚等 14 个欧亚国家中只有俄罗斯、乌克兰、白俄罗斯、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦和摩尔多瓦有钢产量统计，2013 年合计粗钢产量 1.05 亿吨，其中俄罗斯、乌克兰、哈萨克斯坦产量分别为 6885.6 万吨、3277.1 万吨和 347.7 万吨，占该地区总产量的 90% 多。按照中国海关数据，2014 年中国对上述国家出口 219 万吨^[1]。随着欧亚国家经济的发展，未来钢铁产能合作发展前景非常广阔。</p>	<p>2015 年 3 月 27 日，在两国总理的见证下，中冶集团、马钢与哈萨克斯坦的 FERRUM 钢铁公司签署了三方合作备忘录。中冶集团将以 EPC 总包方式，将马钢 140 万吨优质富余钢铁产能直接转移到哈国。另外，中冶集团与哈国 ERG 集团建年产 180 万吨直接还原热压铁矿厂，与哈国 KKR 公司建设铸造生产线和 15 万吨不锈钢生产线 EP 总承包项目，均已签署了合作备忘录。中冶集团下属吉林机电设备公司参与了哈萨克斯坦卡拉干达综合冶金厂项目，双方已经签署了工程设计合同，正在进行下一步 EPC 的谈判。</p>

中东

按照国际钢协数据，该区域 17 个国家中只有伊朗、卡塔尔、沙特、阿联酋、埃及和土耳其等 6 个国家有钢产量统计。这 6 个国家粗钢产量约 6800 多万吨，但其中土耳其就占了一半还多，除去土耳其人均钢产量在 100 公斤多一点，远低于世界平均水平，增长潜力很大。按照中国海关统计，2014 年中国对中东国家出口钢材阿盟钢材出口 1173 万吨^[1]。按地区口径，中东是中国第二大出口市场。中东地区拥有近 4 亿人口的大市场，基础设施建设规模需求巨大，推进工业化潜力巨大，为中国企业参与其产能合作发展提供了潜在的良好机遇

印度

2014 年，印度粗钢产量 7500 万吨，粗钢表观消费量 7630 万吨，是世界第四大产钢国和第三大钢铁市场。但由于人口基数庞大，印度人均粗钢表观消费量只有 60 公斤左右，不仅远低于中国的 515 公斤，离世界平均水平 225 公斤也相距甚远。2014 年，印度是中国第四大钢材出口目的国，全年对印出口钢材 379.81 万吨，同比增长 130.70%，占中国钢材出口总量的 4.05%。印度也是中国冶金技术装备、耐火材料、铁合金及钢材主要出口市场之一。印度经济有望在未来 10 年甚至更长的时间内保持 7% 以上的高速增长，这将带来巨大的钢铁需求。按照印度国家钢铁政策要求，印度将通过吸引国内和国外投资，到 2025 财年使其粗钢产能达到 3 亿吨。

巴基斯坦

巴基斯坦现有 350 多家钢铁企业，合计产能约 600 万 t/a，但实际产能利用率仅约 50%，主要集中在分布在拉合尔市、卡拉奇市和古吉拉瓦拉市附近。钢铁企业普遍存在规模小、生产技术设备落后，产品种类少、质量低的问题。目前巴基斯坦钢铁企业主要生产冷轧卷、镀锌卷、螺纹钢及很少一部分型材和线材，由于生产技术落后，仅有 10% 的产品质量能真正达到国际标准，几乎所有的高端产品都依赖进口。

近十年，巴基斯坦粗钢人均表观消费量总体上呈上升趋势。由于 2005 年发生 7.8 级地震，灾后重建拉动了 2007 年粗钢人均表观消费量达到了 20.3kg；此后因 2008-2010 年经济不景气，钢材人均表观消费量一度下滑；直到 2011 年以后，随着国际贷款及经济援助的陆续到位，新建基础设施项目再次拉动了钢铁消费量的快速增长。

作为发展中国家，巴基斯坦的粗钢人均表观消费量与世界平均粗钢人均表观消费量相比，还存在巨大差距。2016 年巴基斯坦人均表观消费量为 42.0kg，与世界平均水平 222.7kg 相差悬殊，在国家排名中处于低等水平，还存在很大的增长空间，并将保持较长时间的持续增长。

3.1.2 钢铁投资潜力地区

1. 矿山项目投资

资源条件决定着钢铁项目投资的可行性，主要资源包括铁矿、煤炭、焦煤、辅料矿（石灰石、白云石、萤石）等，首要是铁矿石资源。按照代表性、重要性、可获得性及可量化性原则，选取影响一国铁矿开发潜力的 4 个主要指标即资源储量、生产规模（即产量）、铁矿消费量和铁矿出口量，并将 4 个核心指标进行无量纲化即标准化，然后进行加权。基于此分析，在沿线 71 个国家中确定前 31 名的国家，得出资源开发潜力指数（表 3.3）。在此基础上，再结合这些国家的宏观环境、基础设施水平、劳动力等非资源禀赋因素，并赋予不同的权重，同时参考世界经济论坛发布的竞争力报告，在已确定的 31 个国家中，最终得出应重点关注的 10 个国家的铁矿投资项目（表 3.4）^[26]。

表 3.3 带路国家铁矿资源潜力指数（前 31 位）

排名	国家	资源开发潜力指数
1	澳大利亚	0.85
2	俄罗斯	0.78
3	印度	0.67
4	乌克兰	0.63
5	朝鲜	0.47
6	伊朗	0.45
7	哈萨克斯坦	0.43
8	波黑	0.38
9	印度尼西亚	0.38
10	蒙古	0.35
11	吉尔吉斯斯坦	0.34
12	土耳其	0.33
13	德国	0.33
14	越南	0.31
15	新西兰	0.29
16	阿富汗	0.26
17	亚美尼亚	0.24
18	马来西亚	0.23
19	老挝	0.23
20	巴基斯坦	0.21
21	埃及	0.19
22	也门共和国	0.18
23	巴布亚新几内亚	0.15
24	沙特阿拉伯	0.15
25	菲律宾	0.14

26	阿塞拜疆	0.13
27	塔吉克斯坦	0.13
28	白俄罗斯	0.13
29	摩尔多瓦	0.13
30	叙利亚	0.13
31	保加利亚	0.13

表 3.4 带路铁矿项目重点国家

序号	国家	投资指数
1	澳大利亚	5.42
2	马来西亚	5.12
3	沙特阿拉伯	5.01
4	哈萨克斯坦	4.6
5	蒙古	4.55
6	俄罗斯	4.53
7	土耳其	4.45
8	印度尼西亚	4.45
9	印度	4.38
10	吉尔吉斯斯坦	4.11

2. 钢铁厂投资

市场条件是钢铁项目走出去的首要条件。市场容量决定着钢铁项目的规模、选址、技术选择等。钢铁项目是材料“大进大出”项目，物流量大，物流条件决定着项目是否能顺利实施，以及项目建成后的生产和运营。原料运输，成品运输，建设材料运输等。投资环境决定着项目是否能顺利实施，如战乱、审批限制、劳动力限制等。投资环境包括政府工作效率和透明度，市场经济水平、熟练劳动力可得性、金融环境^[26]。



从项目投资目标国的市场条件、资源状况和投资环境3个方面出发，建立“一带一路”沿线国家海外投资钢铁项目评价指标体系，选定了70个国家作为钢铁领域合作的重点分析对象。根据国际钢协2017年统计年报，按照钢材消费量的大小，梳理出钢材消费量140万吨/年以上的30个国家进行重点分析。

表 3.5 2017 年钢铁消费量前 30 国

序号	国家	钢材消费量 (10 ⁴ t)	序号	国家	钢材消费量 (10 ⁴ t)
1	印度	8352	16	乌克兰	430
2	韩国	5700	17	罗马尼亚	410
3	俄罗斯	3830	18	孟加拉国	400
4	土耳其	3408	19	伊拉克	335
5	泰国	2234	20	以色列	325
6	越南	2230	21	新加坡	280
7	伊朗	2123	22	匈牙利	255
8	波兰	1317	23	白俄罗斯	250
9	印度尼西亚	1267	24	缅甸	240
10	沙特阿拉伯	1220	25	哈萨克斯坦	232
11	埃及	1168	26	斯洛伐克	224
12	马来西亚	1030	27	乌兹别克斯坦	173
13	菲律宾	968	28	阿塞拜疆	150
14	阿联酋	783	29	卡塔尔	148
15	巴基斯坦	760	30	科威特	145

从市场规模来看，2017年30个国家的市场消费量共计4.04亿吨。其中，消费量超过1000万吨的12个国家分别是印度、韩国、俄罗斯、土耳其、泰国、越南、伊朗、波兰、印度尼西亚、沙特阿拉伯、埃及、马来西亚，占30个国家市场总消费量的83.9%。市场规模最大的国家是印度，消费量为8352万吨，占市场总消费量的

20.7%；其次是韩国，消费量为 5700 万吨。

从人均粗钢消费量来看，据国际钢铁协会统计，2017 年世界钢材人均表观消费量 214.5kg，同比提升 3.2%，2011 年以来，均保持在 205-220kg 之间。亚洲平均消费 263.8kg，中东为 217.2kg，独联体国家 198.8kg，非洲为 28.1kg，其中，消费量超过 300kg/ 人的国家有阿联酋、捷克、科威特、阿曼、沙特、马来西亚和以色列等国家，消费量在 100 ~ 300kg/ 人的国家有波兰、泰国、澳大利亚、哈萨克斯坦、伊朗、黎巴嫩、约旦、克罗地亚、土库曼斯坦、阿塞拜疆、越南、老挝和伊拉克。根据发达国家发展经验，当某国人均钢材消费量超过 100kg 时，将进入工业化阶段，钢材需求激增，具有较大的钢材消费潜力。

从净进口量来看，据国际钢铁协会统计，2017 年世界钢材出口贸易量约 4.63 亿吨，占全球钢材总产量的 29.4%，2009 年钢材出口贸易占比从 35% 以上下降到 28.6%，然后一直处于 30% 左右的水平。其中，泰国、越南净进口量超过 1000 万吨，分别为 1260 万吨、1230 万吨，印度尼西亚、菲律宾、马来西亚等三个国家超过 500 万吨，分别为 870 万吨、730 万吨和 600 万吨，沙特阿拉伯、阿联酋、巴基斯坦、波兰、以色列等国家净进口量也均超过 200 万吨。

从各国投资环境看，以下国家钢铁投资项目可予以重点关注：阿联酋、马来西亚、沙特、泰国、印度尼西亚、波兰、菲律宾、印度和越南。

表 3.6 钢铁建设投资重点国家排名

序号	国家	消费量（万吨）	人均消费量（kg/人）	净进口量（万吨）	投资指数
1	阿联酋	785.9	957.5	532.5	7.46
2	马来西亚	1169	392.3	510.4	7.03
3	沙特	1370	467.3	641.7	7.01
4	泰国	2047	291.4	1436	6.35
5	印度尼西亚	1524	61.6	1164	6.23
6	波兰	1124	293.3	309.8	6.03
7	菲律宾	779.6	79.5	181.5	5.88
8	印度	8143	63.9	-268.6	5.73
9	越南	1369	151	131.3	5.66

3.2 钢铁带路合作现状

3.2.1 钢铁出口和工程承包

中国是钢铁制造大国，也是钢铁主要出口国之一。2013-2015年，中国钢铁出口增长了将近5亿吨，2016到2017年有所下降，出口70%在亚洲。目前中国与带路沿线64个国家都开展钢铁国际贸易：2014-2016年，中国向带路国家出口钢材占中国钢材出口总量比例逐年上升^[24]。据中国冶金网统计数据，2017年中国向带路沿线国家累计钢材出口量占同期中国出口总量的52.5%。

表 3.7 中国 2014-2017 年钢材的出口情况^[25]

国家 / 地区	2017		2016 出口量 (万吨)	2015 出口量 (万吨)	2014 出口量 (万吨)	2013		2013- 2017 出口 量年增长 率 (%)
	出口量 (万吨)	占比 (%)				出口 量	占比 (%)	
亚洲	53257	70.6	81944	79652	64471	42611	68.4	5.7
欧洲	6346	8.4	7650	9555	7550	5066	8.1	5.8
北美	4618	6.1	1894	3334	4512	2804	4.5	13.3
拉丁美洲	4718	6.3	7806	9574	9552	6485	10.4	-7.6
非洲	5615	7.4	8844	9437	6912	4717	7.6	4.5
大洋洲	859	1.1	836	852	793	651	1	7.2
全球总计	75413	100.0	108990	112405	93790	62340	100	4.9



图 3.1 2013-2016 年中国向带路沿线国家出口钢材情况

就分国别出口钢材来看，2017 年 64 个带路国家中，中国钢材出口最多的十个国家分别为越南、菲律宾、泰国、印度尼西亚、印度、巴基斯坦、马来西亚、缅甸、新加坡、沙特阿拉伯。根据中国冶金网统计数据，2017 年中国向这十个国家共计出口钢材 2903 万吨，占带路 64 个国家出口量的 73.3%。

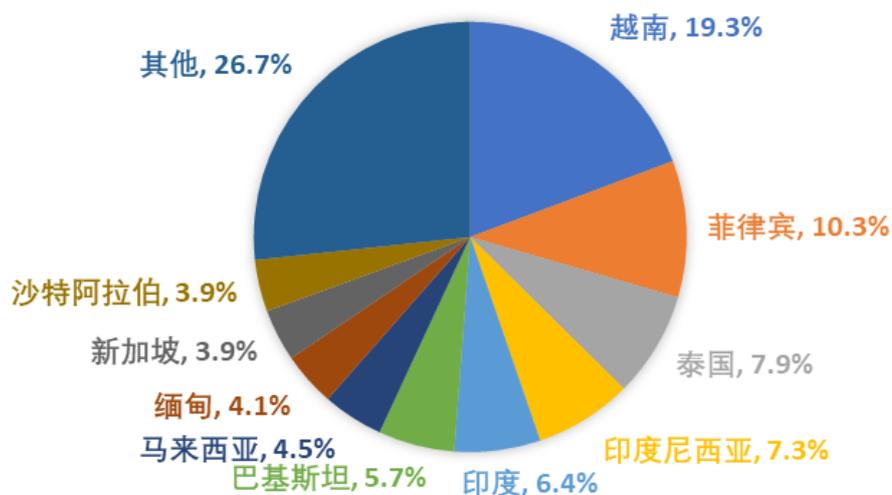


图 3.2 2017 年中国带路钢材出口国家占比

就出口钢材的种类来看，据中国冶金网统计数据显示，2017年，中国向带路沿线国家出口棒材、线材、中小型型钢、大型型钢、铁道用材、钢筋共计1011万吨，占据向其钢材总出口量的25.5%（详见图3.3）。这几类钢材均属建筑工程建设用钢，其中棒材一般广泛用于房屋、桥梁、道路等土建工程建设；钢筋和线材都属于建筑钢材类别，主要用于建筑工程中；型钢主要用于各种建筑结构和工程结构，如房梁、桥梁、输电塔、起重运输机械、船舶、车辆制造、工业炉、反应塔、容器架以及仓库货架等^[24]。

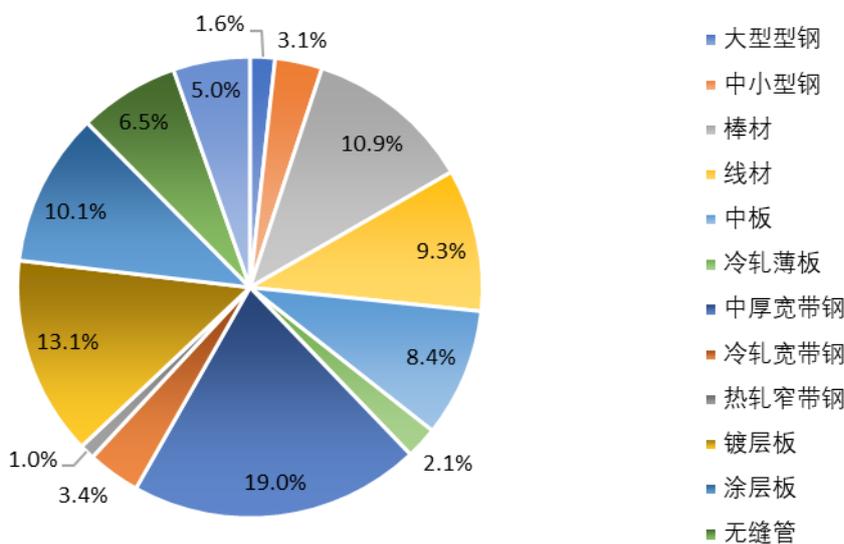


图 3.3 2017 年中国带路出口钢材种类

2017年，中国企业在“一带一路”沿线61个国家新签对外承包工程项目。新签合同7217份，合同额1443.2亿美元，占同期中国对外承包工程新签合同额的54.4%，同比增长14.5%，涉及电力工程建设、房屋建设、交通运输建设、石油化工、通讯工程建设等领域，钢铁是这些工程建设的重要原材料，带动基建工程建设用钢出口较大。

3.2.2 铁矿投资

2006年~2017年中国各类企业海外铁矿权益投资累计超过250亿美元，参与了31个大型海外铁矿项目的勘探、设计和建设。截至2017年，中方涉矿项目探明和控制储量约为970亿吨，获得规划权益矿产能合计2.77亿吨左右，占参与项目成品矿总产能5.01亿吨的55.3%。中国海外投资铁矿，在澳大利亚合作项目共13项，几乎占全部

海外项目的 50%。铁矿石品位高，资源丰富。加拿大魁北克省，主要是武钢集团公司等 5 个项目。西非主要有中国铝业等投资了几内亚西芒杜铁矿等 3 个项目。2017 年，中国海外权益矿产量 1.2 亿吨左右，仅占全年进口量的 11% 左右。近年日本海外权益进口铁矿约 7400 万吨，占其全年进口铁矿量 50% ~ 60%，与之相比，中国差距还很大^[26]。

3.2.3 钢铁厂建设

从上世纪 90 年代以来，中国海外项目投资目的地主要是印度、印度尼西亚、老挝、马来西亚、美国、意大利、南非、巴西等国家，走出去的驱动因素包括全球布局的需要、优势产能过剩转移、产业转型升级、接近市场、回避反倾销惩罚、回避原矿石出口禁令等。中国钢铁海外投资的项目特点是：单独工序钢铁项目多，全流程项目少；海外钢铁冶炼项目多配套矿山资源开发；拟投资项目多，实施困难大，搁浅多。总体情况见表 3.8 和图 3.4。

表 3.8 中国钢铁企业境外投资合作主要国别（地区）分布情况^[28]

序号	国家	境外企业总数（家）	境外投资实体企业（家）	境外办事处或贸易公司（家）
1	越南	17	12	5
2	印尼	15	9	6
3	俄罗斯	13	12	1
4	老挝	13	12	1
5	美国	13	10	3
6	印度	13	7	6
7	澳大利亚	12	10	2
8	韩国	11	7	4
9	埃塞俄比亚	8	7	1
10	马来西亚	7	6	1
11	南非	6	5	1
12	蒙古	6	5	1
13	阿联酋	6	3	3

14	尼日利亚	5	5	0
15	哈萨克斯坦	5	3	2
16	柬埔寨	5	3	2
17	伊朗	5	3	2
18	巴西	4	2	2
19	乌兹别克斯坦	3	2	1
20	喀麦隆	2	2	0
21	莫桑比克	2	2	0
22	坦桑尼亚	2	2	0

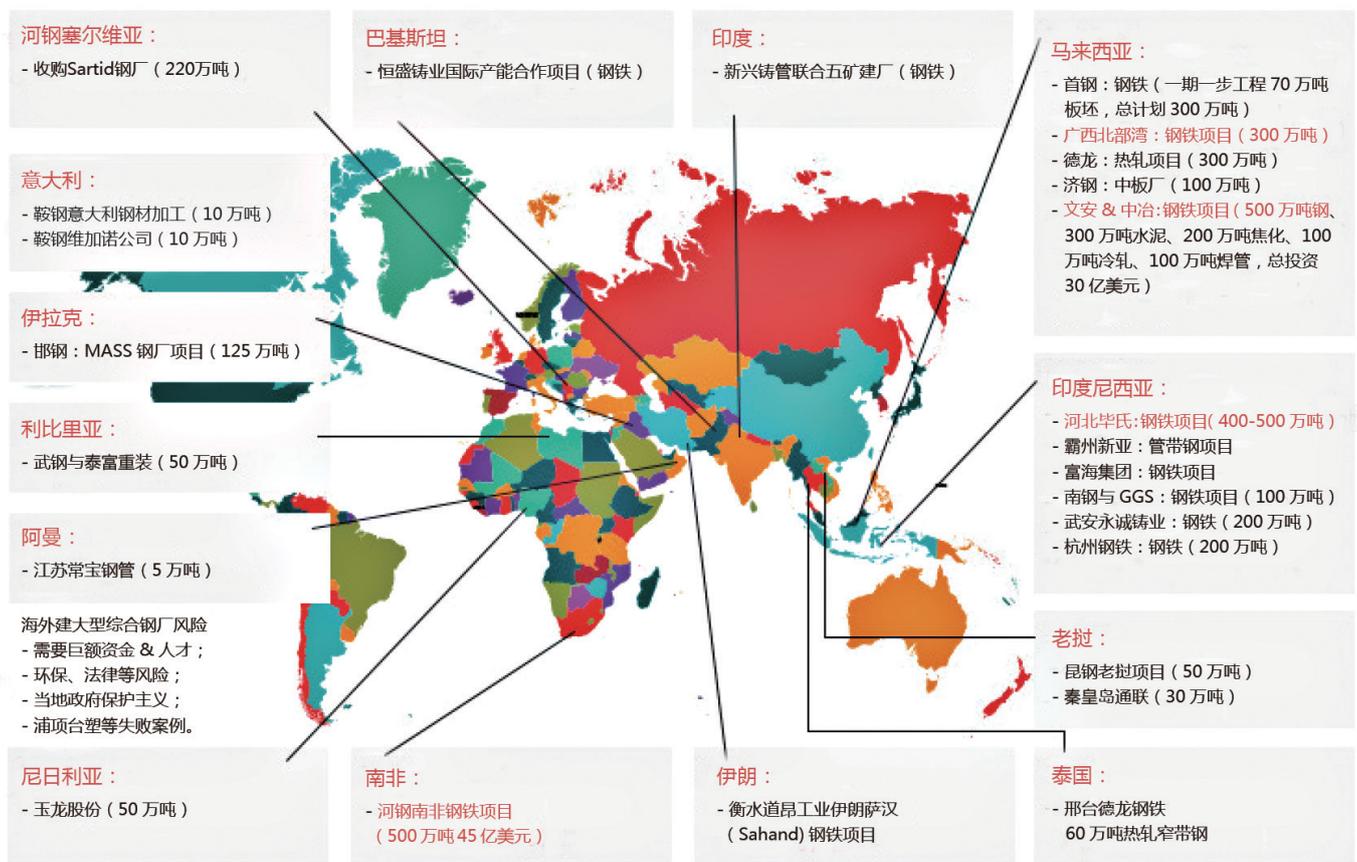


图 3.4 带路中国参与的钢铁项目

3.2.4 钢铁走出去典型项目

表 3.9 钢铁走出去典型项目

河北文钢—马来西亚 500 万吨钢铁项目	<p>2016 年 11 月 1 日，河北新武安钢铁集团文安钢铁有限公司、中冶集团全资子公司中冶海外工程有限公司，与马来西亚沙捞越州政府在北京签署了马来西亚沙捞越州钢铁工业园项目合作框架协议。河北新武安钢铁集团、中冶集团将在马来西亚共同投资建设钢铁项目。</p> <p>合作建设的新项目位于马来西亚的沙捞越州，投资总额 30 亿美元，分三期建设一个年产 500 万吨钢、300 万吨水泥、200 万吨焦炭的资源综合利用型钢铁企业^[9]。为推进这一项目尽快建成，马来西亚沙捞越州政府专门为其在沙马拉如工业园区预留了土地。文安钢铁负责人介绍说，毗邻港口的区位将大大降低这一新建钢厂的生产成本，未来产品将主要销往南亚、中东、东非等新兴市场。</p>
广西盛隆冶金 - 马中关丹园 350 万吨联合钢铁项目	<p>马中关丹产业园规划面积 12 平方公里，分期建设。一期占地面积约 6.07 平方公里，二期约 5.93 平方公里。产业园重点发展钢铁及有色金属，机械装备制造，清洁能源及可再生能源，石油化工工业，电气电子信息工业，以及以科学技术研发为主的现代服务业。</p> <p>2016 年 11 月 21 日，马来西亚 - 中国关丹产业园 350 万吨联合钢铁项目高炉工程开工，项目主体工程施工全面启动。据悉，该 350 万吨钢铁项目是马中关丹产业园的首个入园项目，由广西北部湾国际港务集团与广西盛隆冶金有限公司共同投资建设，项目采用国内现行的长流程工艺，具有较大的成本优势，是中国企业技术、服务、标准“走出去”的典型。它不仅是东南亚第一条 H 型钢生产线，也是马来西亚政府加快现代钢铁行业发展的重要安排。项目总投资 14 亿美元，可年产 350 万吨钢材，2017 年底已实现部分产能投产运营，预计年销售收入将超 19.67 亿美元^[9]。</p>
河钢 - 收购塞尔维亚斯梅代雷沃钢厂	<p>河钢塞尔维亚公司的前身是有着百年历史的斯梅代雷沃钢厂，该钢厂是塞尔维亚共和国唯一一家国有大型支柱性钢铁企业。河钢集团收购前，这家曾是塞尔维亚骄傲的百年钢厂却陷入了经营困境，生产一度停滞。</p> <p>2016 年 4 月，河钢集团以资产打包收购的方式出资 4600 万欧元收购了斯梅代雷沃钢厂，2016 年 7 月 1 日起正式接管该钢厂。2017 年，河钢塞尔维亚公司将投资 1.2 亿美元进行重点设备改造，进一步改善工艺、调整结构、提升产品竞争力。河钢塞尔维亚公司计划在 2017 年产钢 200 万吨，公司预计产值将达到 8 亿美元，实现利润 2000 万美元。预计河钢斯梅代雷沃钢厂的产值将达到塞尔维亚全年 GDP 的 1.8% 左右^[9]。同时，河钢还将投资 1.2 亿美元，对钢厂进行结构性改造，其中还包括环境保护和节能降耗的技术提升等方面，力争把河钢斯梅代雷沃钢厂早日打造成为欧洲有极强竞争力的企业和中塞两国合作共赢的典范。</p>
中冶承建东南亚最大钢厂成功投产	<p>2017 年 6 月底，由中国冶金科工集团有限公司（以下简称中冶集团）负责总体设计和多个单元设计建设的越南河静钢铁项目成功投产，中冶集团由此实现了国际千万吨级绿地钢铁系统设计和全产业链输出，带动 4000 立方米级大型高炉技术、标准和装备整体成套出口，提升了中国冶金技术和装备“走出去”的实力。高炉工程是越南河静钢厂最重要的主体工艺单元。钢厂一期建设两座 4350 立方米高炉，每座高炉年产铁水 319.7 万吨，一代炉龄 20 年，是中国对外出口的最大容量高炉。</p>



首钢马来西亚东钢项目

首钢马来西亚东钢项目位于马来西亚东部，由首钢国际贸易工程公司与马来西亚协德控股公司、东钢集团有限公司等合作方共同投资建设，首钢国际贸易工程公司拥有首钢马来西亚东钢公司 40% 的股权。作为首钢首个在海外投资建厂项目，该项目涉及到制氧、烧结、炼铁、炼钢到轧材等全流程，一期一步工程设计年产 70 万吨板坯，主要包括：简易料场、100 平方米带冷烧结机、600 立方米高炉、60 吨转炉，1 万立方米制氧厂、大板坯铸机及变电站和其它配套的公辅设施。东钢综合钢厂项目为绿地工程，建设范围包括地勘、打桩、地基处理、场地回填、厂房设备基础施工、钢结构安装、设备安装调试、自动化连锁试车直至交付生产的全部范围。一期工程完工后年产量 150 万吨，项目全部建成后计划年产能可达 300 万吨^[8]。

印尼经贸合作区青山园区不锈钢项目

2013 年 6 月投建的印尼经贸合作区青山园区，将建设成为中印尼矿产资源开发合作的标志性境外合作区，是中国印尼系列商务协议中第一个实质性启动的大项目，至 2017 年年中全部建成后，园区将形成年产 200 万吨不锈钢坯的生产能力，年销售额可达 40-50 亿美元，创造就业岗位约 12000 个，并将带动一批不锈钢深加工企业陆续入园设厂，打造双边国际产能和装备制造合作的示范区和产业合作平台。随着入园项目的陆续增加，将带动中国印尼综合工业区的发展和周边地区的经济繁荣，以实际效果提升中国企业在印尼的声望。青山钢铁在建的印尼青山公园园区，以整个不锈钢产业链为主导，辐射带动上游矿产开发、镍铁冶炼、下游不锈钢冶炼及不锈钢制品加工等整个产业集群。

伊朗 ARFA (阿尔法) 电炉炼钢连铸项目

该项目是中冶京诚工程技术有限公司与伊朗 ARFA 钢铁公司签订的伊朗 Ardakan 年产 80 万吨炼钢连铸钢铁厂 EPC 项目，该项目也是中冶京诚公司开展海外业务以来承接的最大、最完整的总承包工程，也是中国中冶集团海外业务有史以来最大的冶金总承包工程。

3.3 钢铁带路绿色产能合作发展指标体系

基于国际和中国钢铁工业的发展经验，钢铁行业带路绿色产能合作发展重点关注如下方面：1、绿色制造 2、清洁生产 3、绿色产能合作发展核心指标 4、污染物排放和能耗标准。

3.3.1 清洁生产标准体系

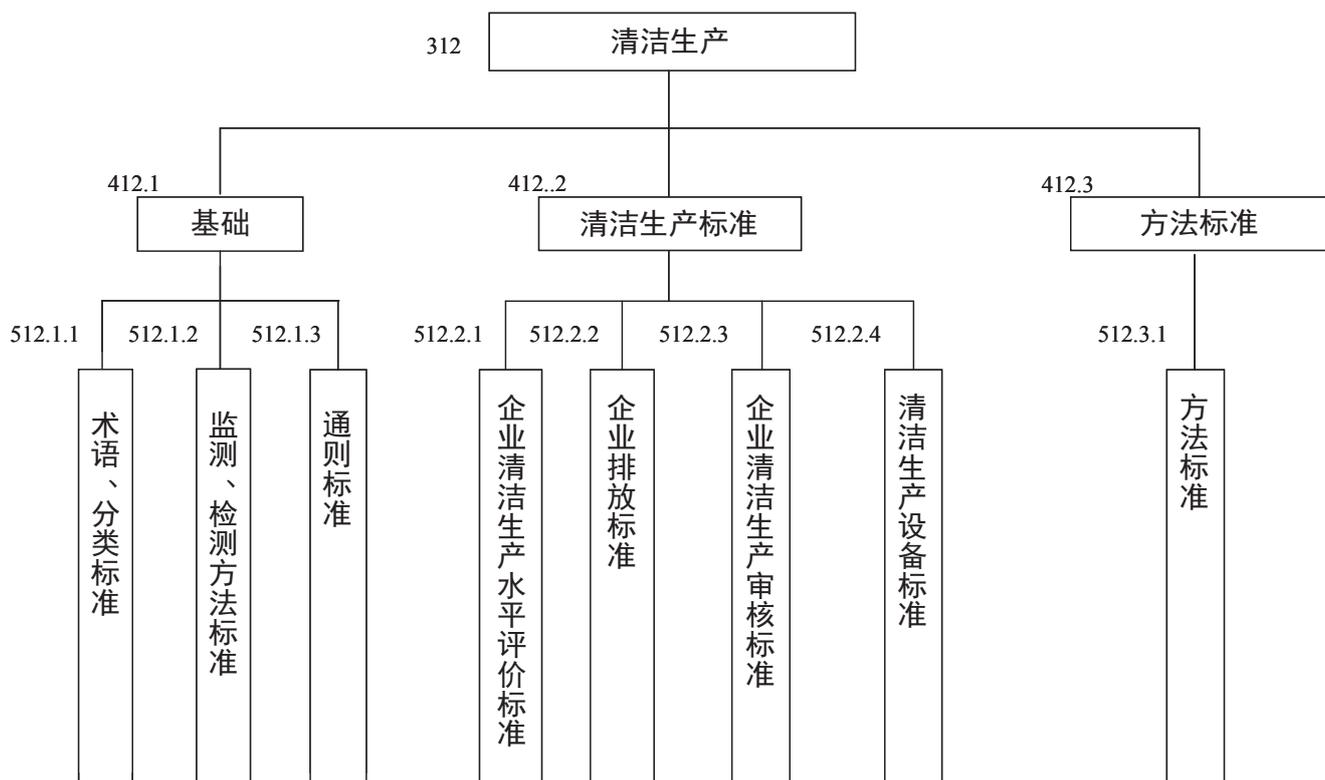


图 3.5 清洁生产专业通用标准示意图¹

1 清洁生产专业通用标准（312）说明：

清洁生产及化学分析方法标准（412）

基础标准（412.1）；清洁生产标准（412.2）；方法标准（412.3）。

清洁生产及专用试验方法标准（511）

基础标准（512.1，其中术语、分类 512.1.1，监测、检测方法标准 512.1.2，通则标准 512.1.3）；清洁生产标准

（512.2，其中企业清洁生产水平评价标准 512.2.1、企业排放标准 512.2.2、企业清洁生产审核标准 512.2.3、清洁生产设施设备标准 512.2.4）；方法标准（512.3.1）。

- YB 0301：代表清洁生产分体系项下产品生态设计方面的标准；
- YB 0302：代表清洁生产分体系项下清洁生产技术方面的标准；
- YB 0303：代表清洁生产分体系项下有害物质材料替代方面的标准；
- YB 0304：代表清洁生产分体系项下有害物质限制使用方面的标准；
- YB 0305：代表清洁生产分体系项下环保设备（产品）方面的标准；

3.3.2 绿色核心指标体系

建议在钢铁项目中，钢铁产业合作共赢的绿色核心指标主要考虑以下6个方面：（1）发展情况；（2）经济发展质量；（3）资源能源节约利用；（4）绿色建设与环境保护；（5）机制体制建设；（6）绿色文化培育。可利用表3.10的细化指标对具体项目进行评价。

表 3.10 带路钢铁绿色产能合作的核心指标

类别	指标名称	单位	备注
基本情况	1 钢产量	万吨	
	2 钢材产量	万吨	
	3 铁 / 钢比	%	
	4 合作条件下的人均产钢量	吨 / 人	
	5 合作条件下的人均产值	万 元 / 人	
	6 工厂主要冶炼设备应无钢铁产业政策和结构调整目录中规定的落后装备		
经济发展质量	7 产能规模的产值	万元	
	8 主营业务销售收入	万元	
	9 利润	万元	
	10 新产品研发费用	万元	
	11 税收	万元	
	12 就业岗位	人	

资源能源 节约利用	13	工业用水总量	万立方米
	14	工业新水消耗量	万立方米
	15	吨钢新水耗量	吨
	16	重复利用率	%
	17	非常规水资源利用量	万立方米
	18	非常规水资源利用率	%
	19	能源消费总量	吨标准煤
	20	工序能耗的先进水平	%
	21	铁矿石消耗量	万吨
	21.1	进口铁矿石消耗量	万吨
	21.2	国内铁矿石消耗量	万吨
	22	废钢消耗量	万吨
	22.1	自产废钢消耗量	万吨
	22.2	进口废钢消耗量	万吨
	23	工业固体废物产生量	万吨
	24	工业固体废物利用量	万吨
	25	工业固体废物综合利用率	%
	26	主要再生资源产生量	万吨
	27	主要再生资源利用量	万吨
	28	主要再生资源回收利用率	%



绿色建设与环境保护	29	废水处理率及达标率	%	
	30	废气处理率及达标率	%	
	31	尘泥综合回收利用率	%	
	31	主要污染物排放总量		
		①化学需氧量排放量	万吨	
		②二氧化硫排放量	万吨	
		③氨氮排放量	万吨	
		④氮氧化物排放量	万吨	
		⑤颗粒物排放量	万吨	
		⑥ CO ₂ 排放量	万吨	
	33	占地面积	万平方米	
	34	绿化率	%	
体制机制建设	35	清洁生产水平评价		
	36	“三废”综合利用产品产值	万元	
	37	“三废”综合利用产品利润	万元	
	38	环保投资	万元	
		①废水治理	万元	
		②废气治理	万元	
		③废渣治理	万元	
		④噪声治理	万元	
		39	厂区绿化率	%
		40	环境信息公报	%
绿色文化培育	41	资源节约和生态保护投入占销售收入比例	%	
	42	研究与试验发展经费占销售收入比重	%	
	43	绿色理念知识普及率	%	
	44	名牌产品个数	个	
	45	著名商标个数	个	

3.3.3 污染物排放和能耗限值

1. 钢铁工业大气污染物排放标准

中国环保部 2012 年发布了铁矿采选、炼焦、烧结、炼铁、炼钢、轧钢、铁合金等共 7 项大气污染物排放标准(2012 年发布,2015 年 1 月 1 日正式实施)。2018 年 1 月 16 日,环保部发布《关于京津冀大气污染传输通道城市执行大气污染物特别排放限值的公告》[公告 2018 年第 9 号],公告提出在京津冀大气污染传输通道城市执行大气污染物特别排放限值。2018 年 5 月,生态环境部发布征求《钢铁企业超低排放改造工作方案(征求意见稿)》意见的函,进一步提高钢铁企业大气污染物排放标准,排放限值规定为烧结机机头“基准氧含量 16% 的条件下,SO₂ 不超过 35mg/m³、NO_x 不超过 50mg/m³、烟尘不超过 10mg/m³。其他污染源颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、50、150mg/m³。”目前尚未出台钢铁企业超低排放最终限值要求。征求意见的钢铁企业超低排放标准已远远高于日本、欧盟等先进产钢国(地区)的污染物排放标准,基于目前国内、国际对于环境保护越来越重视,全球不断推进生态环境治理体系和治理能力现代化,对新建钢铁企业的环保要求也日趋严格。参考以上标准,建议钢铁工业国外新建项目大气污染物排放参考如下标准:

表 3.11 国外新建钢铁项目大气污染物排放标准

生产工序或设施	污染物项目	新建标准
烧结机机头	颗粒物	40
	二氧化硫	180
	氮氧化物	300
	氟化物	4
	二噁英类	0.5ng-TEQ/Nm ³
烧结机焙烧机机尾及其他生产设备	颗粒物	20
高炉出铁场	颗粒物	15
原料系统、煤粉系统、其他生产设施	颗粒物	10



热风炉	颗粒物	15
	二氧化硫	100
	氮氧化物	300
转炉（一次烟气）	颗粒物	50
混铁炉、铁水预处理、转炉二次烟气、电炉、精炼炉	颗粒物	15
电炉	二噁英类 ng I-TEQ/Nm3	0.5
连铸切割、火焰清理、石灰窑、白云石窑焙烧	颗粒物	30
钢渣处理	颗粒物	100
其他生产设施	颗粒物	15
电渣冶金	氟化物	5.0
装焦、推焦	颗粒物	30
	二氧化硫	70
精煤破碎、焦炭破碎、筛分及转运	颗粒物	15
干法熄焦	颗粒物	30
	二氧化硫	80
焦炉烟囱	颗粒物	15
	二氧化硫	30
	氮氧化物	150

2. 钢铁工业水污染物排放标准

参考中国钢铁工业水污染物排放标准，建议钢铁工业带路绿色产能合作发展借鉴如下钢铁工业水污染排放标准：

表 3.12 新建钢铁企业水污染物排放浓度限值及单位产品基准排水量

单位：mg/L(pH 值除外)

序号	污染物项目	限值						间接排放	污染物排放监控位置
		直接排放							
		钢铁联合企业	钢铁非联合企业						
			烧结(球团)	炼铁	炼钢	轧钢			
				冷轧	热轧				
1	PH 值	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9		
2	悬浮物	30	30	30	30	30	100		
3	化学需氧量(COD _{Cr})	50	50	50	50	70	50	200	
4	氨氮	5	-	5	5	5	35		
5	总氮	15	-	15	15	15	15		
6	总磷	0.5	-	-	-	0.5	2		
7	石油类	3	3	3	3	3	10	企业废水总排放口	
8	挥发酚	0.5	-	0.5	-	-	1		
9	总氰化物	0.5	-	0.5	-	0.5	0.5		
10	氟化物	10	-	-	10	10	20		
11	总铁 ^a	10	-	-	-	10	10		
12	总锌	2	-	2	0	2	4		
13	总铜	0.5	-	-	-	0.5	1		



14	总砷	0.5	0.5	-	-	0.5	0.5	车间或生产设施废水排放口
15	六价铬	0.5	-	-	-	0.5	0.5	
16	总铬	1.5	-	-	-	1.5	1.5	
17	总铅	1	1	1	-	-	1	
18	总镍	1	-	-	-	1	1	
19	总镉	0.1	-	-	-	0.1	0.1	
20	总汞	0.05	-	-	-	0.05	0.05	
钢铁联合企业 ^b				1.8				
单位产品基准排水量 (m ³ /t)	钢铁非联合企业	烧结、球团、炼铁			0.05			排水量计量位置与污染物排放监控位置相同
		炼钢			0.1			
		轧钢			1.5			

注：a. 排放废水 PH 值小于 7 时执行该限值；b. 钢铁联合企业的产品以粗钢计。

3. 钢铁工业能耗和碳排放指标

参考 2017 年中国钢铁工业能耗水平，建议钢铁工业带路绿色产能合作发展的能耗和碳排放指标如下：

表 3.13 钢铁工业带路绿色产能合作发展能耗准入值 (kgce/t)

类型	数值	先进值
全行业	880	
吨钢综合能耗	570	560
烧结工序能耗	≤50	45
球团工序能耗	≤24	15
焦化工序能耗	122	115
高炉炼铁工序能耗	≤ 370	361
转炉炼钢工序能耗	≤ -25	-30

注：各能耗指标计算以电力折标系数 0.1229kgce/kWh 为基础。

表 3.14 钢铁工业带路碳排放因子

种类	碳排放因子	单位
粗钢	1.9	吨 CO2/ 吨

4

水泥行业“一带一路”
绿色产能合作发展分析

4.1 水泥带路产能合作发展的需求和潜力

带路沿线 64 国 2013 年水泥总消费量约 8 亿吨，人均水泥消费量（暂不考虑进出口）不超过 170 千克。假设按人均水泥年消费 300 千克的低水平计算（欧美发达国家峰值后人均年消费水平稳定在 300~500 千克左右，经济上升期的发展中国家应高于该水平），以水泥总产能不超过 10 亿吨的当前水平来估算，满足沿线国家基础设施建设的水泥产能每年缺口仍在 1.7 亿~2 亿吨^[30]，如果按高值来估算，其缺口将更大。在“一带一路”的沿线地区，如印度尼西亚、越南、马来西亚和泰国是东南亚地区的水泥产销大国，未来水泥消费需求受基础设施建设带动有着极大的潜力。中亚的哈萨克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦及等 5 个国家，其经济发展水平较低，经济发展保持着快速增长态势，城镇化、工业化也处于快速发展阶段，目前水泥产量不能充分满足国内需求，不得不通过进口水泥来补充不足，未来基础设施建设、城乡建设等发展空间巨大，对水泥等原材料有极大的需求。此外，包括印度、巴基斯坦、埃及、沙特等经济发展较快人口较多的国家，水泥需求非常旺盛。表 4.1 和表 4.2 基于牛津大学与全球基础设施中心 2017 年的 2016-2040 相关国家投资需求估算^[40]，估算了有关国家 2016-2040 年水泥需求。

表 4.1 2016-2040 年东盟 9 国水泥需求²

国家	2040GDP(百万美元)	人口(百万)	2016-2040 投资需求(百万美元)	2016-2040 水泥需求(万吨)	2016-2040 年均水泥需求(万吨)
越南	679	109.925	605	31510	1313
印尼	2706	312.604	1712	19730	822
菲律宾	925	137.174	498	9727	405
孟加拉国	879	197.134	608	8143	339
泰国	679	66.152	494	7057	294
马来西亚	680	38.881	460	7005	292

2 GDP、人口和投资数据都来自牛津大学和全球基础设施中心报告（价格和汇率按照 2015 年水平），其中投资包括公路、铁路、机场、港口、电信、电力和供水 7 大类。水泥需求按行业估算后进行了加和。

柬埔寨	99	20.939	59	5673	236
缅甸	262	62.804	224	4267	178
新加坡	504	6.938	94	221	9
小计	7413	952.551	4754	93333	3889

表 4.2 2016-2040 部分重点国家水泥需求³

国家	2040GDP (百万美元)	人口 (百万)	2016-2040 投资需 求 (百万美元)	2016-2040 水泥需 求 (万吨)	2016-2040 年均水 泥需求 (万吨)
印度	7865	1634.82	4452	106498	4437
埃及	842	134.43	575	38653	1611
俄罗斯	1792	132.83	1792	19660	819
巴基斯 坦	950	278.99	480	18947	789

4.2 水泥带路合作现状

4.2.1 水泥企业走出去概况

中国水泥技术装备工程国际市场占有率达到 50% 以上，位居世界第一。在国外承接的水泥工程项目已达到 200 条生产线以上。中国水泥企业海外拓展历经四个阶段，第一个阶段是水泥、熟料产品出口阶段；第二个阶段是劳务出口、生产运行管理承包阶段；第三个阶段以水泥建设工程为主，EPC 工程总承包带动水泥大型装备、设备成套、工程总包和服务出口阶段；第四个阶段是海外投资建厂，资本技术布局阶段，以先进成熟实用的水泥技术和装备、高性价比和周到的服务赢得国际市场。

据统计，中国“十一五”、“十二五”期间，每年派出专业技术人员、熟练工人多达四万余人，为世界 60 余个国

3 GDP、人口和投资数据都来自牛津大学和全球基础设施中心报告（价格和汇率按照 2015 年水平），其中投资包括公路、铁路、机场、港口、电信、电力和供水 7 大类。水泥需求按行业估算后进行了加和。

家与地区建设了 280 余家现代化水泥厂，水泥产能高达 3.5 亿吨，其中大部分是成套水泥技术装备工程总承包 EPC（Engineering Procurement Construction）项目，对工程建设项目进行设计、采购、施工、试运行等。按水泥产能计算，已占国际市场 50% 以上份额，然而净利润却只占国际市场 7% 左右。中国企业开展水泥厂建设周期普遍比欧洲承包商少一年左右，依靠高性价比的水泥技术装备和高效率的建设周期与欧洲等老牌水泥厂商和设备供应商竞争。

针对带路沿线国家公共基础设施薄弱，近年来在基础设施建设和经济发展过程中对水泥的实际需求情况，中国水泥企业大集团主动加大了资金和技术的投入，在带路沿线国家投资建设水泥厂项目同时，带动了中国水泥大型生产技术装备出口，积极开展设备成套、工程总包、产品和劳务输出等相关业务的海外拓展，取得重大成果。

走出去规模：国内水泥产业正面临着市场需求萎缩和产能严重过剩的主要矛盾，近年越来越多的水泥企业在海外投资建厂。截至 2017 年底统计，中国在国外投资建设的水泥生产线共计有 23 条（含在建），熟料设计年产能为 2600 多万吨，水泥产能近 3850 万吨，估算总投资规模达 300 亿元以上。中国企业在海外投资建设投产的水泥熟料生产线共计 12 条，合计熟料设计年产能 1172 万吨，水泥年产能 1850 万吨（含粉磨产能）；在建生产线有 11 条，合计熟料设计年产能 1400 万吨，水泥年产能 2000 万吨。

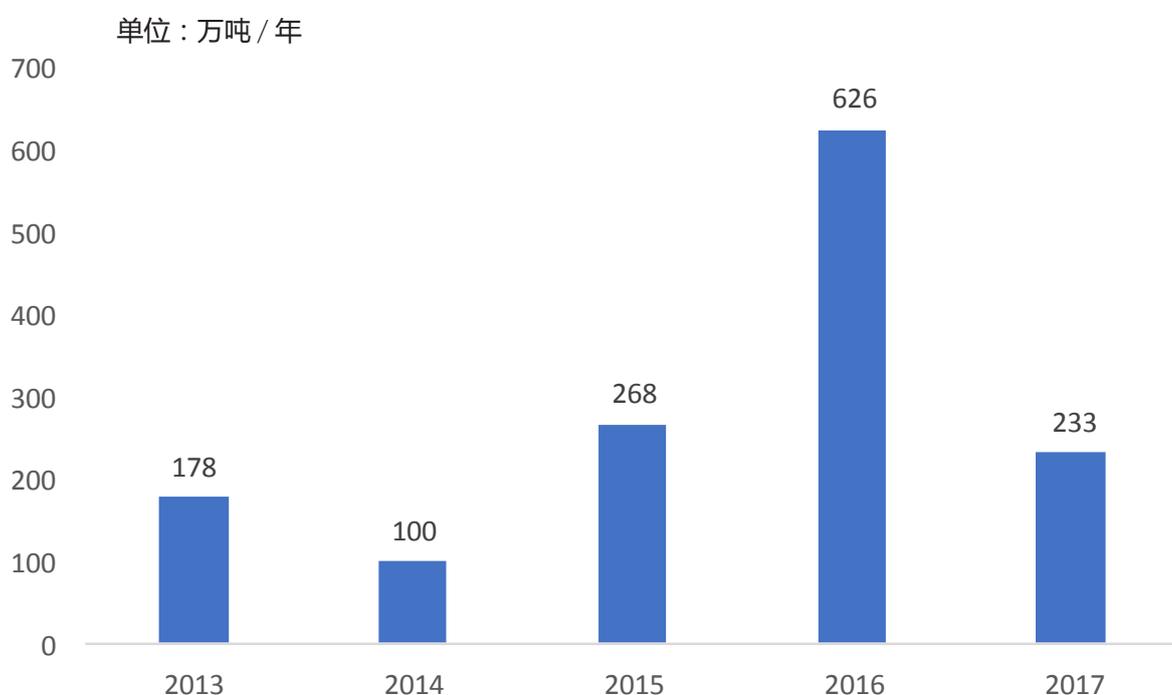


图 4.1 近年中国企业海外水泥熟料产能增长情况（已投产）^[31]



走出去企业：在海外投资建设水泥厂的中国企业有十几家，其中，水泥行业前十大集团中有五家，包括：华新水泥、海螺水泥、红狮水泥、中国建材集团、金隅冀东发展集团等。中国企业在海外市场的水泥总产能中（包括已投产和在建），84%的产能属于位列国内水泥行业前十的企业所有。中国企业在海外已投产和在建的水泥产能总计近3850万吨，海螺、华新、红狮、中国建材和金隅冀东合计达3200多万吨，大企业集团拥有资金、技术、管理和人才优势，是中国水泥产业走出去寻求国际化发展的中坚力量。

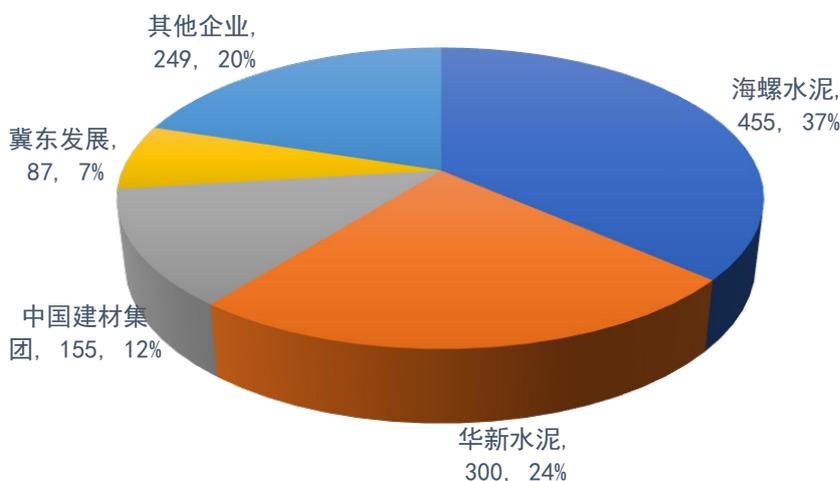


图 4.2 中国水泥企业海外水泥熟料产能（已投产）占比情况

走出去方式：中国水泥业走出去大体包括以下几方面：水泥产品（含熟料）出口、技术装备和劳务输出服务、水泥工程项目总承包（EPC 项目）、海外投资建厂进行产能布局等。水泥工程市场占有率较高，投资建设水泥厂进行水泥产能布局进入海外市场相对较晚。在国家“走出去”政策引导下，最早是在 2013 年有两条新型干法水泥熟料生产线在海外投产，一条是华新水泥的塔吉克斯坦日产 3200 吨熟料生产线，于 2013 年 8 月投产；一条是云南永发水泥公司在老挝日产 2500 吨熟料生产线，于 2013 年底投产。中国企业在海外直接投资建厂进行水泥产能布局，应该属于刚刚起步阶段，以企业自己投资（融资）建厂为主。

走出去布局：中国水泥企业在海外投资建厂进入海外水泥市场起步较晚，涉足的国家主要以亚洲地区国家为主。截至 2017 年年底，中国在海外已投产和在建的水泥熟料总产能中 80% 以上在亚洲地区。其中，主要是分布在东南亚地区，熟料产能约为 1580 万吨，占海外熟料总产能的一半以上，涉足的国家包括：印尼、老挝、柬埔寨和缅甸等；中亚地区占 14%，熟料产能约为 360 多万吨，涉足的国家有：塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦和哈萨克斯坦；南亚尼泊尔有一条大规模熟料生产线，熟料年设计产能 186 万吨，约占中国海外水泥熟料总产能的 8%。另有 10% 分布在非洲地区（赞比亚、南非和莫桑比克），

水泥熟料产能为 260 万吨；9% 分布在蒙俄地区（蒙古和俄罗斯），水泥熟料产能为 300 多万吨。中国企业在海外进行水泥产能布局的国家共有 13 个，主要有印尼、老挝、柬埔寨、尼泊尔、缅甸、俄罗斯、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦、赞比亚、南非、莫桑比克、蒙古等。

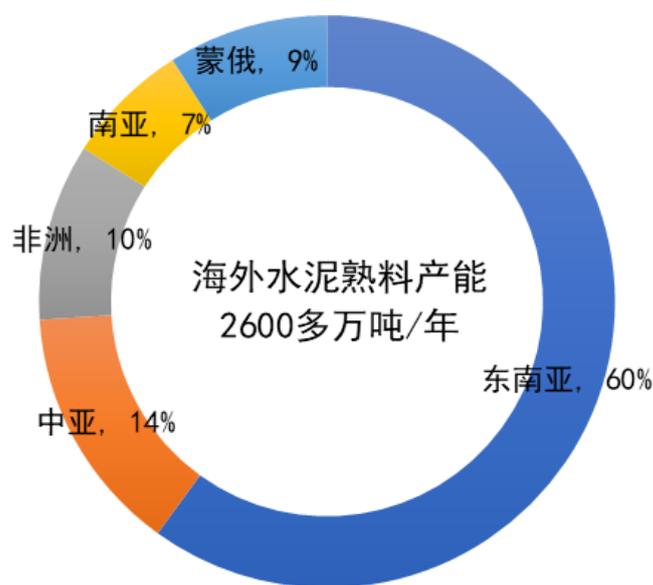


图 4.3 中国企业海外水泥熟料产能（含在建）分布区域

其中在东南亚国家的水泥产能占在海外水泥总产能的比重超过 60%。从拥有产业布局的东南亚国家来看，印尼人口最多，经济总量大且经济保持快速增长，也是水泥需求增长潜力较大的区域，为投资者普遍看好。缅甸、老挝和柬埔寨也有中国水泥企业在此建厂，规模较小。

表 4.3 东南亚中国企业水泥产业布局国家基本情况

国家 / 地区	GDP (亿美元)	人口(万人)	土地(万平方公里)	水泥产能(万吨/年)	中资企业水泥产能 (万吨/年)
印尼	9324	25600	181	9770	1310
老挝	159	675	23	700	620
柬埔寨	200	1576	17.65	570	340
缅甸	674	5288	65.3	700	220
东南亚	24700	62100	457	-	2490

注：中资企业水泥产能（含在建产能）

4.2.2 水泥走出去典型项目

1. 典型案例国家水泥合作——印尼

实施《印尼中长期发展规划》推动基础设施项目建设，房地产业快速发展，带动了国内水泥需求的大幅提升。水泥市场一度出现供应短缺现象。加上印尼本身拥有丰富的生产水泥所需的石灰石、粘土以及煤炭资源，带动了水泥业的投资热潮。据印尼水泥协会统计，2014年印尼国内水泥年产量为6000万吨，实际水泥需求量为6240万吨，需进口240万吨。据印尼工业部数据显示，2013—2017年，国内外在印尼投资水泥生产线的总金额将达到66.8亿美元。截至2017年上半年，中国在印尼已投产的水泥熟料生产线有3条，一个水泥粉磨站，水泥产能为1100多万吨，在建的熟料生产线有1条，拟建水泥项目有4个，规划项目全部建成后，中国企业在印尼的水泥产能将达到2800多万吨。

随着新建水泥生产线的陆续投产，水泥产能的增长超过了市场需求的增长，产能过剩现象也开始显现。在2014—2016年期间，印尼兴建13家新水泥厂，总产能3400万吨，但最近3年来，水泥消费量仅提高700万吨而已。2016年有6家新水泥厂运营，年总产量约1400万吨，印尼水泥总产量为9200万吨，国内水泥需求量约为6500万吨，同比增长4%左右，水泥产能发挥率仅有65%—70%。据印尼工业部预计，2017年印尼水泥产量将达到1.02亿吨，实际需求量只有7000万吨，将出现3000万吨的产能过剩。印尼水泥业协会（ASI）已正式要求政府停止发出兴建新工厂许可证，直至2019年，保护应供应过剩的国内水泥工业。

鉴此，印尼工业部将会同投资协调委员会制定更加严格的水泥投资条件，有选择性的布局全国水泥产业，如未来水泥产业只能建于爪哇岛以外，限定一个省的水泥产量不能超过该省水泥需求量的3倍，必须使用环保和低能耗技术。

2. 典型企业水泥走出去

中国建材集团下属中材国际已连续 7 年获得全球市场份额第一，是全球最大的水泥工程系统集成服务商之一，目前已在 70 多个国家和地区建设了 150 多条生产线。2016 年中国中材建设与阿尔及利亚签订承包价值 30 亿元的两条水泥生产线。中国建材集团所属企业境外在建国际工程项目分布于非洲、东南亚、中东和南亚、西亚、欧洲等国家，项目承接以总包、分包及生产运营等不同形式进行。

表 4.4 中材国际带路国家 EPC 水泥生产线项目建设情况

区域	EPC 生产线(条)	金额(亿元)	国家
西亚	36	352	沙特阿拉伯、伊拉克、阿联酋、叙利亚、阿曼、土耳其、也门
东南亚	55	259	印尼、越南、马来西亚、缅甸、老挝、泰国、菲律宾
中亚	7	35	哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦
南亚	3	23	尼泊尔、巴基斯坦
东亚	1	1.6	蒙古
欧洲	7	50	保加利亚、俄罗斯、阿尔巴尼亚
非洲	5	60	埃及
合计	114	780	24 个国家

海螺集团已先后完成对印尼、缅甸、柬埔寨、老挝等东南亚周边国家的投资考察和规划布局。目前在印尼、缅甸、柬埔寨、老挝、俄罗斯等 5 国已基本落实的项目，可形成熟料 3700 万吨、水泥 5020 万吨产能。印尼南加首条生产线已经投产、第二条生产线正在建设，西巴、南苏、北苏、孔雀港等项目已开工或开展前期工作。项目全部建成后，将连成一张大网覆盖整个印尼，在印尼水泥总产能将达到 2500 万吨，占印尼水泥市场份额的 20%-30%。缅甸在曼德勒与工业部合作的皎施日产 5000 吨生产线项目已经开工，巴安等项目正在开展前期工作。海螺计划在带路沿线国家投资 150 亿美元，力争形成 4500 万吨熟料、5000 万吨水泥产能。

红狮水泥在缅甸、印度尼西亚、尼泊尔、老挝等国家投资约 22.5 亿美元。计划在老挝、尼泊尔、印尼、缅甸等 4 个国家建设 5 个大型新型干法水泥项目。其中，老挝、尼泊尔项目主体工程已开工建设。印尼任抹红狮水泥项目是红狮集团参与带路的重要项目之一，计划建设 1 条日产 8000 吨新型干法生产线及配套 12MW 纯低温余热发电系统，总投资



3 亿美元（折合人民币约 20 亿元），年产水泥 350 万吨。

华新水泥在塔吉克斯坦现建有两条年产熟料 100 万吨的生产线，并在柬埔寨以购买股权的方式入主柬埔寨 CCC 水泥公司，未来将着力挖掘中亚、东南亚、非洲等发展中国家的增长机会，力争在“十三五”期间实现 10 个海外工厂投产运行。

金隅冀东水泥在南非、东南亚等地区布局，在南非建成投产了日产 2800 吨水泥熟料生产线，并水泥配套建设 6MW 纯低温余热发电项目，水泥设计能力为年产 110 万吨。

合肥院和北方重工共同承担的南美地区承接完整的水泥厂 EP 项目——巴西 Mare Cimento 水泥公司 Mizu 水泥厂日产 3000 吨熟料生产线投产，由合肥院负责工程设计和技术服务，并提供大部分机械设备及全部电气自动化装备，创造了巴西水泥厂建设最短工期的记录。

3. 海外产业园区建设

中国建材集团中材赞比亚建材工业园项目于 2015 年 10 月开工建设，该项目拟投资超过 5 亿美元。中材赞比亚建材工业园以循环经济产业园为发展模式，规划了多个建材项目，一期规划的建材产品包括水泥、骨料、机制砂、商品混凝土、烧结砖等几大类产品，还将适时把中国建材集团的玻璃纤维及制品等高精尖技术及产品引进赞比亚，旨在进一步加大中赞两国其他建材产品贸易，为赞比亚的基础设施建设提供优质的建筑材料和高效的集成服务。2016 年 5 月，由中材股份自主设计、自主建设、自主运营的首期日产 2500 吨熟料水泥生产线正式开工建设，与水泥生产线同步建设的商品混凝土生产线已于 2016 年底投产。中材赞比亚建材工业园将直接或间接为当地创造 3000 多个工作岗位，还将进一步促进非金属矿开采、物流运输等相关服务业的发展，将为赞比亚的经济发展、劳动就业、居民生活水平的提高给予长期的、稳定的支持。

4.3 水泥带路绿色产能合作发展指标体系

4.3.1 合理确定产能合作发展规模和环境标准

1. 生产线建设规模。应根据带路沿线国家的社会经济发展水平以及水泥市场消费情况等因素来确定水泥生产线规模。由于带路国家基本是发展中国家，经济发展水平相对落后，因此，市场消费需求容量有限。水泥厂建设单线规模应重点考虑建设 2000t/d 级、3000t/d 级、5000t/d 级规模生产线，可以满足要求。
2. 环境设计标准。根据以往在国外建厂的经验，由建设项目所在国及建设项目业主意见来确定项目采用的环境设计标准由建设项目所在国及建设项目业主意见来确定项目采用的环境设计标准。如果建设项目所在国业主要求使用本国环保标准或其他国标准，则从其标准；如果中国标准比业主提出的标准要求高，视建设条件等情况，可以考虑依据中国标准。如果该国无标准要求，则执行中国标准设计。
3. 产能合作发展模式。目前企业开展产能合作发展，多以自有资金（国内合伙人）投资建厂成立独资企业；未来也可寻求与当地企业合作投资建厂成立股份制企业；或收购当地企业股份重组企业，开展绿色产能合作发展。

4.3.2 制定绿色产能合作发展指标体系

结合国外水泥工业发展和中国在海外 EPC 项目和投资建厂的经验，可以重点从以下四个方面建立低碳绿色指标体系，作为中国海外投资建设现代化低碳绿色水泥厂的依据。（1）提高能效；（2）降低污染物排放强度；（3）减少温室气体排放；（4）在有条件基础上利用和处置固体废弃物，开展原燃料替代等。水泥厂建设绿色指标体系（含能耗指标、环境指标、工艺装备指标等）见下表。

表 4.5 水泥厂绿色建筑指标体系

类别	主要指标
工艺技术装备	规模 ≥ 日产熟料 2000 吨； 新型干法工艺技术装备； 采用 DCS 控制系统；
能源、资源	规模 ≥ 日产 5000 吨，熟料热耗 ≤ 105kg 标准煤 /t； 规模 ≥ 日产 2000 吨 ≤ 日产 5000 吨，熟料热耗 ≤ 109kg 标准煤 /t； 水泥综合能耗 ≤ 95kg 标准煤 /t； 水泥综合电耗 ≤ 90kWh/t（粉磨站企业 ≤ 36kWh/t）； 根据条件，可安装低温余热发电系统； 低品位石灰石（CaO 含量 < 46%）≥ 10%，有保障使用 30 年的石灰石矿山资源；建设绿色矿山； 根据条件，开展工业废渣（尾矿渣）综合利用； 建设能源管控中心，应用能源管理优化技术等。
碳排放	吨熟料直接二氧化碳排放指标： ≤ 0.87tCO ₂ /t 熟料
污染物	主要污染物排放标准： 粉尘 ≤ 30mg/Nm ³ ；SO ₂ ≤ 200mg/Nm ³ ；NO _x ≤ 400mg/Nm ³ 有特别要求的地区主要污染物排放标准： 粉尘 ≤ 20mg/Nm ³ ；SO ₂ ≤ 100mg/Nm ³ ；NO _x ≤ 320mg/Nm ³ 污水排放符合当地标准要求，如无当地标准，按建设方要求。否则执行中国相关标准。 生产单位水耗 ≤ 0.3t/t 水泥（含余热发电用水）
管理体系	在有条件地区开展替代原燃料的使用。建立质量管理体系、能源管理体系、职业健康与安全管理 体系、环境管理体系，普及率达 100%。积极落实和践行社会责任，与当地社会、社区和谐共处。

4.3.3 建立绿色产能合作发展的技术目录

根据当今水泥工业发展趋势以及中国水泥工业发展水平，提出应用成熟、先进、可靠的实用的技术（装备）目录（13 项），见下表。

表 4.6 水泥行业绿色产能合作发展技术目录

序号	项目名称	主要技术（装备）内容
1	高能效熟料煨烧技术	提高预热器能效，降低出口废气温度、提高入窑分解率。实现节能降耗。
2	生料立式磨粉磨技术	采用料床粉磨原理，提高粉磨效率，与传统球磨机比实现节电。
3	生料辊压机终粉磨技术	采用高压挤压料层粉碎原理，提高粉磨效率，与传统球磨机比，实现大幅节电。
4	稳流步进式熟料冷却机技术	采用液压模块传动技术，有效提升熟料冷却效率，提高热回收效率实现节能降耗。
5	高效低氮燃烧器技术	新型窑头煤粉燃烧器，减少一次供风量，低于 10%，有效提高窑头煤粉燃烧效率，降低热力氮氧化物产生。
6	水泥窑纯低温余热发电技术	利用窑头、窑尾排放的低温余热实现发电，实现余热的综合利用。
7	水泥窑无铬耐火材料综合保温技术	实现水泥窑系统耐火保温材料无铬化，去除六价铬对环境的污染。同时提升窑系统隔热保温性能，有效降低散热损失，提高窑系统能效水平，实现节能减排。
8	水泥窑窑头窑尾大型高效袋式除尘器技术	利用高性能滤料和自动控制，实现水泥窑窑头、窑尾采用大型布袋收尘器系统，可实现窑头、窑尾粉尘超低排放和没有事故排放。
9	窑尾烟气 SNCR 高效脱硝技术	为控制减少氮氧化物的排放，在分解炉内喷入尿素（氨水），实现氮氧化物生成，实现减少氮氧化物排放。
10	辊压机 +V 选粉机 + 球磨机联合粉磨技术	增加辊压机 +V 型选粉机预粉磨系统，充分发挥水泥球磨机的研磨能力，提高生产系统效率，实现节能。
11	水泥立式磨粉磨技术	采用料床粉磨技术，减少水泥过粉磨现象及提升粉磨效率实现节能。
12	煤粉立式磨粉磨技术	依据煤的性质及粉磨性能及粉磨要求，采用料床粉磨技术，减少水泥过粉磨现象及提升粉磨效率实现节能。
13	水泥生产能源管理控制优化技术	建设能源管控中心，采用能源管理优化技术软件等系统，实现管理节能。如可视化分析技术、窑尾烟气在线分析优化系统、分解炉喂煤优化控制技术等。

5

煤化工行业“一带一路”
绿色产能合作发展分析

5.1 煤化工带路产能合作发展的需求和环境

5.1.1 煤化工的总体需求

首先，就世界范围来看，油气供应充足。因此国际上基本还是以油为主要能源，生产化工产业也会以油气为主要原料，对煤化工的需求总体不大。煤化工的需求最大的可能来自能源结构与中国比较相似的国家，如印尼、蒙古、澳大利亚、印度等。这些国家将来可能发展煤化工的原因不尽相同，其产品可能主要用于生产氢气、油品、天然气、化肥、化学品、发电等。有的国家煤炭资源较丰富或石油焦产量大，需以此为原料，生产附加值高的产品，创造经济效益，拉动经济发展。有的国家由于缺少能源资源，进口煤炭的方式较为方便，然后在国内生产为其他能源产品，煤化工也有一定前景。即便如此，可以想见，这些国家在发展煤化工和引入煤化工技术方面会非常谨慎。原因如下：第一，国际上基本上还是以油为主要能源。第二，全球对环境问题的关注，尤其是对二氧化碳排放的重视。高昂的排碳费用和近乎苛刻的环保法规，依然令投资者对煤化工项目望而却步。第三，经济方面。上一个大型煤化工项目所需要的资金少则几十亿，多则上百亿，投资巨大。国外大部分是私营企业，项目资金来源是重要制约因素之一。

因此，综合分析国外市场需求，以及相关技术中国发展和应用的成熟度，从综合成熟度和产能考虑，煤制甲醇和煤制化肥更适合产业输出。但甲醇更主要的是作为中间体，更多还要配套下游生产，而化肥在所有国家都应该会用到，所以煤化工中煤制化肥最具有输出的优势。

5.1.2 化肥的需求

带路沿线的大多数国家和地区都是发展中国家，贫困人口多，农业仍是国民经济中最重要的部分，化肥需求量大。但受经济、装备技术等条件限制，大部分国家例如东南亚、南亚地区的化肥生产企业相对较少，不能自给，氮肥、磷复肥和钾肥都需要大量进口。而中国在肥料装备制造、肥料生产、肥料流通贸易、科学施肥等方面，已经积累了丰富的经验。

在 2016 年，全球化肥市场总值达到了 580 亿美元，预计到 2020 年将以年均 1.9% 的增速达到 620 亿美元。目前，化肥领域主要由三大营养物质构成——氮、磷、钾，其中氮肥的市值最大，占市场总容量的 59%，其次是钾肥（24%）和磷肥（17%）。氮肥市场 2020 年前尿素平均增速约为 1.1%，其他氮肥平均增速为 1.0%，钾肥和磷肥预

期增速分别为 2.8% 和 1.5%^[32]。目前，化肥最大的消费市场是中国。至 2020 年，中国预计将占全球需求的 30%，但增长力有限，年均增速仅为 1.6%。第二大市场是北美，以 0.6% 的增速在 2020 年预计将增至 3500 万吨。亚太地区（除中国与印度）和印度是第三和第四大市场，从 2016 年至 2020 年分别以 1.8% 和 0.7% 增速增长。南美预计将成为全球增长最快的化肥市场，至 2020 年将以 3.5% 的年均增速增长至 3100 万吨。^[32]

2016 年，氮肥的全球需求为 1.46 亿吨，到 2020 年预计将增长至 1.52 亿吨，增速为 1.0%。在这部分增量中，预计 43% 将来自亚太地区，29% 来自南美洲，21% 来自欧洲，7% 来自北美。对于南美洲地区，大部分需求增量来自巴西、阿根廷、哥伦比亚和墨西哥。

2016 年全球氨气产能约为 2.16 亿吨，预计到 2020 年氨气产能将增长至 2.32 亿吨。在 1600 万吨新增产能中，预计 25% 来自北美，18% 来自中东及非洲，18% 来自东欧和中亚，14% 来自亚太地区（不包括中国和印度），11% 来自中国，7% 来自印度，4% 来自南美和西欧。^[32]

2016 年，尽管中国化肥出口总量下降 21.5%，但出口到带路沿线国家的化肥却不减反增。这说明，带路沿线国家和地区对化肥产品需求量大，为中国化肥走出去创造了机遇。因此，将中国先进的化肥生产技术装置、优质产品，与需求量大、运输距离近且海运费相对较低的带路国家匹配对接，正在成为中国农化企业国际化发展的重要方向^[33]。其中几个化肥进口较多发展较快的国家值得重点关注，分别是印度、泰国、菲律宾和越南。

表 5.1 典型国家化肥消费现状和需求

国家	化肥消费现状和需求
印度	2015/2016 年度，印度尿素消费量 3063 万吨、磷酸二铵消费量 911 万吨、复合肥 882 万吨、普钙 425 万吨、氯化钾 247 万吨。2015/2016 年度，印度尿素产量为 2450 万吨、二铵和复合肥产量为 1220 万吨、硫酸铵 60 万吨、氯化氨 5 万吨。2015/2016 年度，印度进口尿素 847.4 万吨、进口磷酸二铵 600.8 万吨、进口钾肥 324.3 万吨。
泰国	泰国 2016 年进口化肥共 471 万吨，其中，尿素进口 190 万吨，同比增加 2.13%；硫氨进口 20 万吨，同比增加 51.72%；磷酸二铵进口 60 万吨，同比增加 21.74%；氯化钾进口 69 万吨，同比增加 15.24%；三元复合肥和二元复合肥进口量 130 万吨，同比减少 10.99%；其它化肥进口 3 万吨，同比减少 46.3%。在进口的尿素中，沙特阿拉伯的尿素占泰国市场的主要份额，达到总进口量的 49%，卡塔尔尿素占 22%，马来西亚尿素占 10%，科威特尿素占 8%，而从阿曼、中国、巴林以及孟加拉国进口的尿素仅占泰国尿素进口量的 11%。
菲律宾	化肥需求量为二元 / 三元复合肥 198.9 万吨，尿素 116.3 万吨，硫氨 62.5 万吨，氯化钾 83.9 万吨，硫酸钾 2.1 万吨，共需要 463.7 万吨。不少原因导致化肥需求增长缓慢：政府不能给农民提供有效的低息贷款；种植水稻和玉米的农民购买力较弱；现代化生产设备落后；水稻灌溉系统不匹配，灌溉价格过高；农业部和相关机构对农民的技术指导服务跟不上。由于政府并不给农民提供购肥补贴，因此对农民而言化肥价格较高。

越南

越南化肥生产状况 (1) 尿素截至 2013 年底, 越南国内尿素年生产约 234 万吨。其中富美 (phu my) 氮肥 80 万吨, 金瓯 (ca mau) 氮肥 80 万吨, 河北 (ha bac) 氮肥 18 万吨, 宁平 (ninh binh) 氮肥 56 万吨, 预计 2014 年底河北氮肥产出由 18 万吨提高到 50 万吨, 尿素全年产量将增至 266 万吨, 在满足国内需求的同时还能供应出口。

5.2 化肥带路合作现状

江苏华昌化工股份有限公司已连续 3 年保持中国第一大复合肥出口企业地位。为了进一步扩大国际市场份额, 输出中国肥料产业发展的经验, 华昌化工在马来西亚成立了合资公司, 致力推广以氯化铵、硫酸铵副产氮肥为主要氮源的配方肥料。同时, 华昌化工还与河南金山等骨干企业成立了专门的工作组, 到带路沿线国家和地区开展肥料示范、试验推广工作, 复制中国测土配方施肥经验。

湖北新洋丰肥业股份有限公司也是中国化肥产业走出去的急先锋, 至今已有 12 个年头, 足迹遍及亚洲、美洲、大洋洲、非洲的 30 多个国家和地区, 涵盖颗粒磷酸一铵、粉状磷酸一铵和二元复合肥等多个品种。该公司还收购了澳大利亚 Kendorwal 农场, 进军国际高端农牧业市场。伴随着带路倡议的提出和落地, 新洋丰的国际化战略也逐步明晰, 即技术国际化、产能国际化、贸易国际化和资源国际化, 迈上国际化发展的新高度。

国内新型肥料龙头企业金正大集团更是全方位走出去的典范, 在广度和深度方面都为全行业树立起标杆。近两三年间, 金正大不光在收购发达国家先进农化企业方面动作频频, 还与世界农化领域顶尖的研究机构、高校和企业开展了广泛的国际交流合作, 同时在国际标准的制定实施方面突飞猛进, 表现出加快国际化战略布局、跻身世界农化市场中心舞台的广阔胸襟和视野。除了在国内布局 10 余个基地之外, 还先后并购或参股了包括德国康朴公司在内的一批世界知名涉农企业, 在美国、澳大利亚、印度、西班牙、挪威、以色列、德国、荷兰、越南、新加坡等地设立分支机构, 并与佛罗里达大学、挪威生命科学大学等 7 所国外高校以及美国农业部 3 个试验站建立了长期合作关系。金正大的目标是建立地中海、亚太、欧洲和美洲四大中心, 基于地缘优势和产业格局, 四大中心将聚焦控释肥、硝基肥、水溶肥、液体肥、微生物肥、水肥一体化及高新技术农业设施等新技术、新品、新服务的推广应用。2017 年, 由金正大主导制定的脲醛缓释肥料国际标准正式由国际标准化组织 (ISO) 面向全球发布, 这是金正大继 2016 年主导制定控释肥料国际标准后的又一重大成果。

贵州瓮福集团, 早在 10 年前, 该集团就已在海外布局方面有所斩获, 拿下了沙特



年产能 1250 万吨磷矿选矿工程项目。从那以后，瓮福的海外布局步伐就没有停歇。在磷矿资源地，比如摩洛哥、澳大利亚、哈萨克斯坦等国，瓮福都在跟踪谋划磷化工项目。目前瓮福在磷化工相关产业链，如氟化工、硅化工、碘回收等领域都具备世界领先的核心技术，未来将以技术服务为切入点，在全球范围内寻求合作伙伴，加快走出去步伐和国际化布局发展。

盐湖股份正在抓紧组织开展刚果（布）年产能 120 万吨钾肥项目，谋划好中国钾肥走出去的大文章。

5.3 煤制化肥带路绿色产能合作发展指标体系

农业对化肥的需求是合成氨工业发展的持久推动力。世界人口不断增长给粮食供应带来压力，而施用化学肥料是农业增产的有效途径。氨水（即氨的水溶液）和液氨体本身就是一种氮肥；农业上广泛采用的尿素、硝酸铵、硫酸铵等固体氮肥，和磷酸铵、硝酸磷肥等复合肥料，都是以合成氨加工生产为主。

合成氨生产通常以各种燃料为原料，同时生产过程还需燃料供给能量，因此，合成氨是一种消耗大量能源的化工产品。

合成氨生产工艺流程：以无烟煤和焦炭为原料制取半水煤气，半水煤气经旋风除尘和水洗降温后进入气柜贮存。来自气柜的半水煤气经罗茨风机加压，并采用氨水液相催化法脱除 H₂S 后送入压缩工段，经过二级压缩送至变换工段，该工段一般采用中变串低变工艺流程，在催化剂的作用下半水煤气中的 CO 与水蒸汽反应生成 CO₂ 和 H₂，变换后的气体分别送至碳化工段和脱碳工段。进入碳化工段的气体用浓氨水吸收其中的 CO₂ 制得碳酸氢铵产品。经过脱碳的气体经变换吸附脱除 CO₂ 后与碳化后的气体混合进入精炼工段脱硫塔，经过固体脱硫后的气体返回压缩机，经压缩后送入氨合成工段制得液氨产品。

合成氨生产主要原料为：无烟煤和焦炭。生产工序包括造气、脱硫、压缩、变换、碳化、脱碳、精炼、合成等工段。工艺流程及废水排放节点见下图。

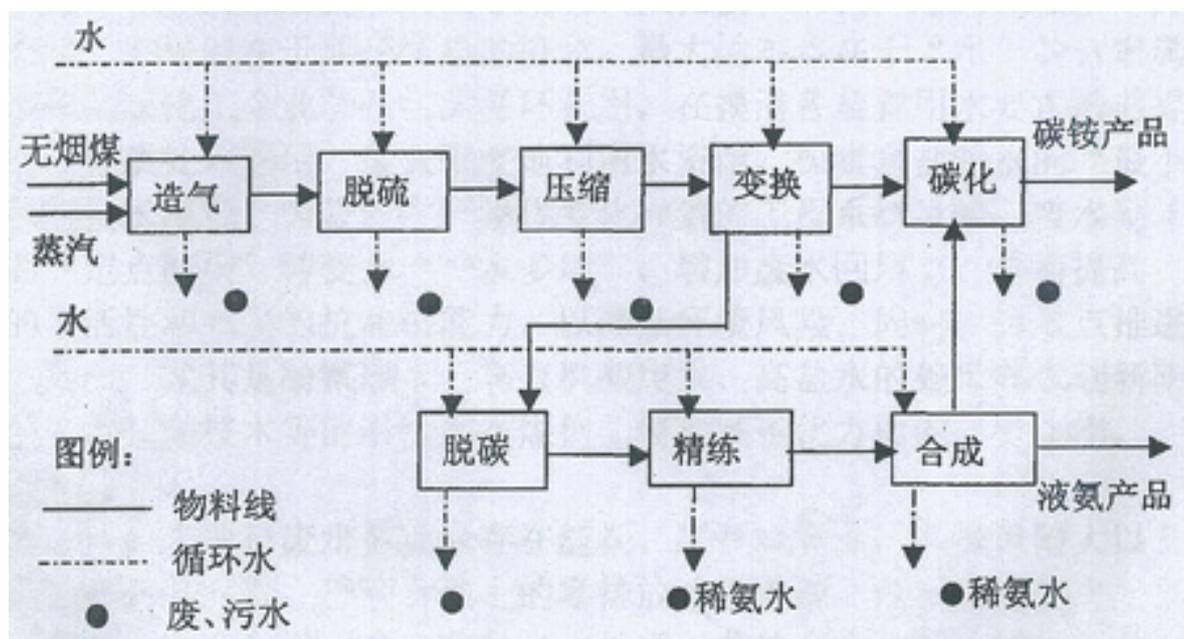


图 5.1 合成氨生产工艺流程及废水排放节点

合成氨生产企业应严格执行《合成氨工业水污染物排放标准》（GB13458）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297）、《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271）和固体废物污染防治法律法规、危险废物处理处置的有关要求，做到达标排放。企业污染物排放须达到地方污染物排放标准要求 and 主要污染物排放总量控制规定。

表 5.2 合成氨单位产品能耗限额准入值 (GB21344)

原料类型	(千克标准煤 / 吨)
优质无烟块煤	≤1500
非优质无烟块煤、焦炭、型煤	≤1800

表 5.3 吨合成氨取水量定额指标 (GB/T 18916.8 - 2006)

主要原材料	定额指标 (立方米每吨)
煤	≤27

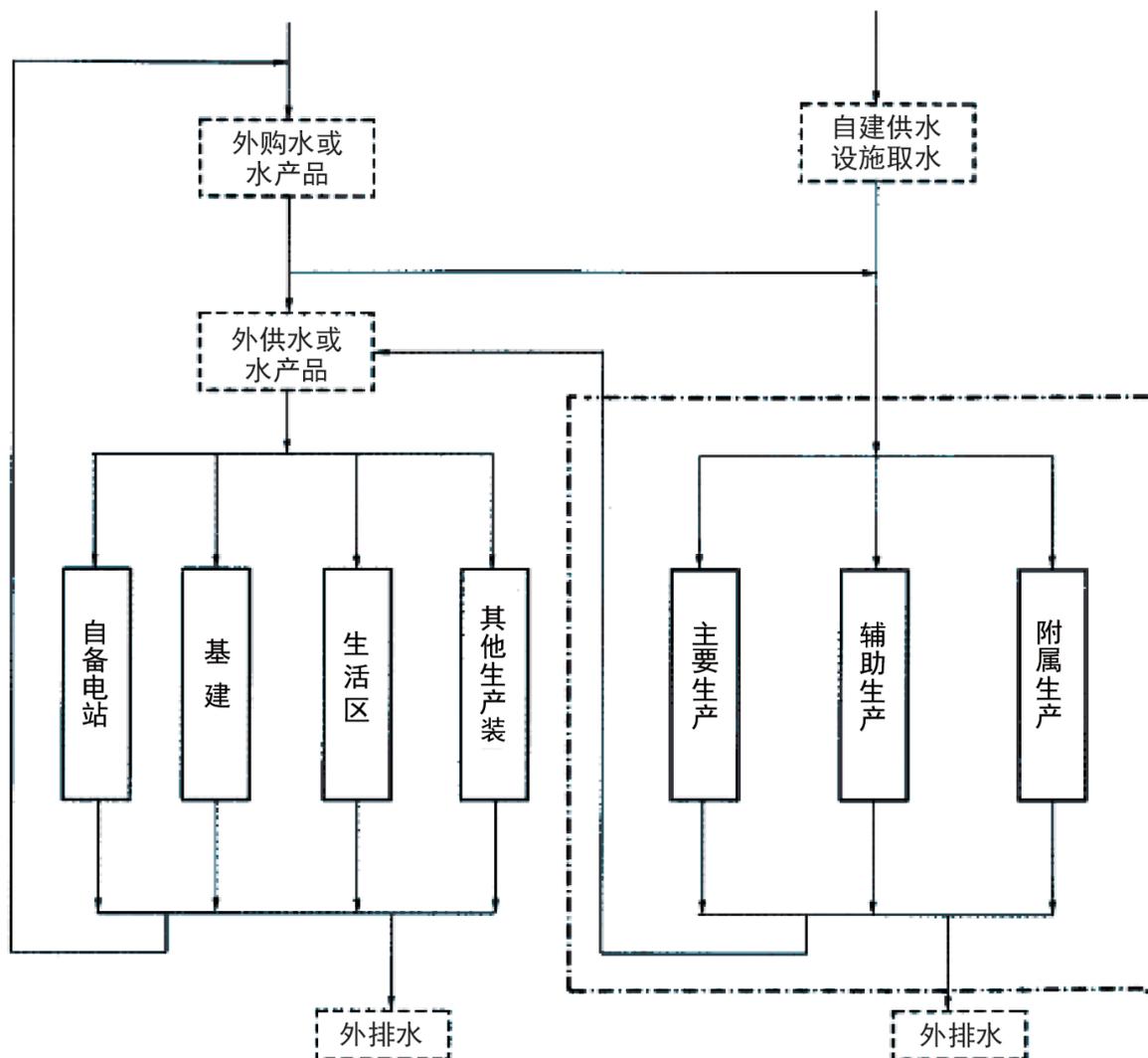


图 5.2 合成氨取水量统计范围

表 5.4 新建合成氨企业水污染物排放浓度限值及单位产品基准排水量 (GB13458-2013)
(单位: mg/L (PH 除外))

序号	污染物项目	限值		污染物排放监控位置
		直接排放	间接排放	
1	PH 值	6~9	6~9	企业废水总排放口
2	悬浮物	50	100	
3	化学需氧量 (CODCr)	80	200	
4	氨氮	25	50	
5	总氮	35	60	
6	总磷	0.5	1.5	
7	氰化物	0.2	0.2	
8	挥发酚	0.1	0.1	
9	硫化物	0.5	0.5	
10	石油类	3	3	
单位产品基准排放量(m ³ /t 氨)		10		排水量计量位置与污染物排放监控位置相同

表 5.5 不同规模的合成氨生产企业采用的清洁生产技术及其氨氮排放情况

企业规模	采用的清洁生产技术	氨氮排放值 (kg/tNH ₃)
大型	1. 合成氨工艺冷凝液汽提—离子交换—回用； 2. 尿素工艺冷凝液深度水解； 3. 炭黑废水处理技术。	0.26-0.59
中型	1. 冷却塔生物滤池处理造气废水，非氨碱源工艺脱硫； 2. 蒸馏提浓和汽提技术处理稀氨水； 3. 中、低压解析回收技术处理尿素解析液； 4. 造气废水凉水塔闭路循环、工艺冷却水闭路循环。	4.59-7.79
小型	尿素	4.85-11.9
	碳氨	1.7-3.4

表 5.6 合成氨工业废水排放及治理情况

生产工序	废水来源	主要污染物	治理措施
造气工段	洗气废水	SS、氰化物、氨氮、COD、硫化物、酚等	循环利用
脱硫工段	洗气废水废稀氨水	SS、硫化物、氨氮	少量排放 直接排放
压缩工段	设备冷却水废水	较清洁石油类	循环利用 隔油后排放
变换工段	设备冷却水废水	较清洁氨氮、SS	循环利用 直接排放
碳化工段	设备冷却水废水	较清洁氨氮、SS	循环利用 直接排放

精练工段	设备冷却水废稀氨水	较清洁氨氮	循环利用 直接排放
合成工段	设备冷却水废稀氨水	较清洁氨氮	循环利用 直接排放
甲醇工段	设备冷却水甲醇残液	较清洁 COD	循环利用 部分排放

表 5.7 某化肥项目有机废水处理的设计参数

项目	设计脱除率 /%	设计出水值 /mg·L ⁻¹
COD	95	70~100
总酚	97	5~10
挥发酚	99.9	0~0.2
氨氮	90	5~15

表 5.8 以煤为原料的氮肥行业评价指标项目、权重及基准值

序号	评价指标	权重	单位	评价基准值	
1	资源与能源消耗指标	综合能耗	21	GJ/ 吨产品	52
2		润滑油消耗量	3	千克 / 吨产品	2
3		催化剂消耗量	3	千克 / 吨产品	0.20
4		新鲜水消耗量	7	吨 / 吨产品	25
5		用电量	3	Kw·h/ 吨产品	1200
6	产品特征指标	尿素含氮量	4	%	46.2
7		尿素含水量	1	%	1.0
8		尿素缩二脲含量	1	%	0.5
9		碳铵含氮量	1	%	17.2
10		碳铵含水量	1	%	3.0

11	污染物指标	废水量	12	吨 / 吨氨	15
12		废水中氨氮	4	千克 / 吨氨	1.05
13		废水中 COD	4	千克 / 吨氨	2.25
14		废水中氰化物	1	千克 / 吨氨	0.015
15		废水中悬浮物	1	千克 / 吨氨	1.5
16		废水中石油类	1	千克 / 吨氨	0.075
17		废水中挥发酚	1	千克 / 吨氨	0.0015
18		废水中硫化物	1	千克 / 吨氨	0.0075
19		废水 PH	1		6-9
20		资源综合利用指标	废气量	3	Nm ³ / 吨产品
21	废气中氨氮		2	千克 / 吨产品	5
22	废气中氰化物		2	千克 / 吨产品	0.0001
23	废气中烟尘		2	千克 / 吨产品	0.42
24	废渣量		2	吨 / 吨产品	0.015
25	水循环利用率		4	%	90
26	污水综合利用率		4	%	70
27	含氮废气回用率		2	%	95
28	废渣综合利用率		2	%	100
29	余热利用率		2	%	80
30	环境管理与劳动安全卫生指标	职工病假	1	小时 / 百万小时	0.5
31		职业病人数	1	人 / 生产工人数	0.001
32		无伤亡事故	1	次 / 年	0.1
33		事故赔偿总额	1	事故赔偿额 / 产值	0.001

表 5.9 煤制合成氨产业输出绿色准入指标建议（基本要求）

项目	能效 (%)	煤耗 (吨标煤 / 吨产品)	水耗 (吨 / 吨产品)	氨氮排放值 (千克 / 吨氨)
煤制合成氨	≥48.0	≤1.5	≤4.5	0.26-0.59

该建议指标在国内外都处于领先水平。

6

煤炭行业“一带一路”
绿色产能合作发展分析

6.1 煤炭带路产能合作发展的需求和潜力

从 IEA 的预测来看，全球未来几年对于煤炭保持需求。带路沿线及相关国家多为新兴经济体和发展中国家主要覆盖亚洲（包括东盟、中亚等国家）、东欧和非洲部分国家，煤炭仍有较大需求。与 BP 预测未来能源消费快速增长的国家和地区存在很大程度的重合。这些国家普遍处于经济上升时期，基础建设、电力缺口巨大，煤炭需求旺盛。带路沿线国家电力市场需求巨大，除俄罗斯人均装机超过全球人均水平外，其他国家均低于、甚至远低于世界平均水平。印度、印度尼西亚、尼日利亚、巴基斯坦等国的装机总量和人均水平与中国有较大差距，电力建设市场需求重大。电力行业属于高耗煤行业，这些国家随着的电力市场开发将会进一步拉动煤炭需求，从而推动煤电一体化项目建设。

表 6.1 全球煤炭需求和产量预测（单位：百万吨标煤）

区域	煤炭需求预测		煤炭产量预测	
	2020	2022	2020	2022
经合组织国家	1213	1276	1170	1159
美洲经合组织国家	533	507	573	549
美国	488	469	527	507
欧洲经合组织国家	345	341	170	169
亚太经合组织国家	336	329	427	441
非经合组织国家	4270	4358	4312	4376
中国	2792	2787	2621	2623
印度	636	685	483	526
非洲和中东	167	170	234	236
东欧 / 欧亚	309	321	432	445
东盟	225	243	409	401
亚洲其他发展中地区	108	122	35	42

拉丁美洲	32	31	99
共计	5483	5544	5483

数据来源：IEA

根据带路沿线及相关国家的煤炭储量、生产量和消费量等条件，选择投资可能性较大的俄罗斯、印度、蒙古、印度尼西亚、南非、乌克兰、土耳其、波兰 8 个研究目标国家进行煤炭投资环境研究。

表 6.2 典型国家煤炭投资环境分析

国家	分析
俄罗斯	<p>俄罗斯是世界主要煤炭出口国之一。近几年，俄罗斯煤炭生产量不断上升。据 BP 统计，截至 2016 年底，俄罗斯煤炭探明储量为 1603.6 亿吨，占世界储量的 14.1%。但其煤炭资源地区分布极不平衡，超过四分之三以上分布在其亚洲远东地区，西伯利亚地区年产煤占全国产量 60%。欧洲部分 46.5% 的储量在俄罗斯中部；23% 的储量在克拉斯诺雅尔斯尔斯克边区。</p> <p>俄罗斯煤层气资源量大且分布集中，据美国环保局报告统计，其煤层气资源量位居世界第一，达到 66.72 万亿立方米，主要集中在 8 大煤层气盆地，大部分具有较大开发潜力。</p> <p>由于天然气价格低廉，俄罗斯现今主要依靠天然气作为能源的主要来源。但是，西伯利亚、远东地区石油、天然气匮乏，燃煤锅炉比重达 90%，在西伯利亚、远东和乌拉尔等几个大型地理经济区，煤炭仍是主要燃料。其中远东地区的滨海边区长期以来燃料供应短缺，煤炭在这些地区有着及其重要的作用。面临低价高效的天然气的竞争，俄罗斯煤炭生产从 1998 年起逐年攀升，其中出口需求成为产能增长的主要动力。</p> <p>俄罗斯的石油天然气工业长期以来在俄罗斯经济中发挥核心作用。近几年来，俄罗斯煤炭生产量不断上升，其十大煤炭企业的开采量占全俄煤炭开采总量的 77%，但煤炭工业装备陈旧、技术落后、煤矿现代化水平低。</p> <p>据 BP 统计，2016 年俄罗斯煤炭产量 1.93 亿吨，同比增长 3.43%，仅次于中国、美国、印度、澳大利亚和印尼。俄罗斯是煤炭净出口国，且煤炭出口量呈逐年递增趋势。近年来，俄出口到中国的煤炭量增长明显。未来，俄罗斯有望超越澳大利亚成为中国第二大煤炭进口来源国。但是，薄弱的基础设施建设成为目前限制俄罗斯出口的瓶颈，库兹巴斯地区的铁路运力不足、远东地区的港口吞吐能力不足是影响出口市场的主要原因。</p>



印度

据 BP 统计，截至 2016 年底，印度煤炭探明储量为 947 亿吨，占世界储量的 8.3%。印度硬煤资源多分布在东北部，褐煤资源主要分布在喜马拉雅山南麓及南部马德拉邦地区。此外，据美国环保局报告统计，该国煤层气资源量为 4.6 万亿立方米，同时拥有 11 口煤层气探井。

煤炭是印度能源保障和经济可持续发展的重要支柱。据 BP 统计，2016 年底印度煤炭产量 2.86 亿吨，占世界煤炭总产量的 7.9%，仅次于中国和美国。印度大部分煤炭资源的地质构造比较简单，煤层较厚，赋存较浅，适于露天开采。印度煤炭露天开采比重达到 81%。与世界先进采煤国家相比，印度现代化矿井建设程度较为落后，井工矿机械化程度低，印度煤炭公司井工效率仅为 0.72t/工。

印度煤炭的供给集中度极高，印度煤炭公司和印度辛格南尼公司两家公司垄断了国内 90% 以上的产量。其中印度煤炭公司的煤炭产量占全国煤炭总产量的比例达 80% 以上，在国内煤炭供给中具有统治地位，而印度辛格南尼公司则也占据了约 10% 的市场份额。

长期以来印度始终受困于供电不足的困扰。目前，该国仍有约 2.89 亿人口未能取得电力供应，约占印度总人口的 25%。从人均消费量来看，目前印度人均用电量仅为 289 千瓦时，仅相当于全球平均水平的约 1/5。近年来印度发电量增速缓慢，根据印度电力部统计，1998-2013 年间，印度电力需求缺口始终维持在 8% 左右。此外，印度计划委员会已决定将 GDP 增速维持在 8%-9% 之间，支撑该国经济增长目标需要在 2030 年扩充装机容量至 778~960GW，而印度电力部门在第十一个五年计划结束时，只完成了所定目标的 50%。因此，对于以火电为主的印度，未来煤炭在电力供应中有巨大的需求。

蒙古

据 BP 统计，截至 2016 年底，蒙古煤炭探明储量为 25.2 亿吨，占世界储量的 0.2%。蒙古煤炭资源分布在全国各地，目前共发现煤矿床 250 处，其中 99% 均为露天煤矿，吨煤的开采成本具备巨大优势。

煤炭是蒙古国的主要能源来源，在能源结构中占据主导地位。燃煤发电占总发电量的 96% 以上。蒙古国开采的煤炭大部分用于出口，煤炭全部未经洗选。蒙古国矿产基础设施落后，缺乏煤炭洗选技术和设备，国内铁路建设落后，大部分矿产地离地铁路线及远。

蒙古国主要以畜牧、旅游业为主，基本没有大规模工业，由于本国经济相对欠缺，技术手段有限，煤炭开采及自我消化能力较低。现行主要依靠吸引国外矿产公司投资合作开采为主，产出煤炭基本全部出口。蒙古矿业公司是蒙古国高品质的炼焦生产商和出口商。到目前为止，已成为蒙古国最大的优质焦煤生产商和出口商，是具有很大潜力的民营企业。全国煤炭生产企业共有 26 家，其中动力煤生产企业 4 家，地方民用煤生产企业 19 家，出口煤生产企业 13 家。

蒙古国的电力供应主要由中部、西部、东部区的电力系统组成，目前仍有 2 个省、40 多个县未接入中央电力系统。全国现有电力装机容量为 92.2 万千瓦。2010 年，蒙电力系统生产电力 36.54 亿度，生产热力 8.072 万亿大卡，蒙古国部分电力需要从俄罗斯、中国进口，煤电项目具有较大的发展空间。另外，蒙古国矿产基础设施落后，缺乏煤炭洗选技术和设备，其出口的煤炭基本未经洗选，因而在蒙古国进行洗选技术、设备，乃至开采、洗选一条龙的投资在今后具有广阔的市场空间。

据 BP 统计，截至 2016 年底，印度尼西亚煤炭探明储量为 256 亿吨，约占全世界储量的 2.2%。印尼煤层厚，以露天开采为主，开采条件十分有利。印尼煤炭以相对洁净的低灰、低硫次烟煤为主，煤质较硬，低热值和高水份，挥发份少、低硫。此外，据美国环保局报告统计，该国煤层气资源量为 9.54 万亿立方米，同时拥有 1 口煤层气探井。

印尼煤炭资源分布相对集中，主要分布在加里曼丹岛和苏门答腊岛，其余地在爪哇岛、苏拉威西、马鲁古和巴布亚省也有零星分部。其中东卡里曼丹岛出产的煤品质较高、销量较好。

印尼

印度尼西亚拥有悠久的煤炭开采历史。20 世纪 70 年代，为鼓励煤炭工业发展，印尼政府要求电厂和工业用热尽可能燃用煤炭。1981 年颁布总统令鼓励外国采矿公司开采和出口煤炭。1995 年印尼成为世界贸易组织首批成员国，实行对外开放政策，煤炭工业迅速发展，煤炭产量从 1995 年到 2010 年增加了 7 倍多，其中，硬煤产量位居世界第七位，褐煤产量位居世界第二位。

印度尼西亚 70% 以上煤炭产量用于出口，是世界第一大动力煤出口国。除出口外，本国发电燃料主要依靠煤炭，但其装机总量和人均水平与中国有较大差距。为保持印尼每年的高速经济增长，政府希望至 2024 年平均每年的电力消费增速达到 8.7%，并进行了 42.9GW 的煤电装机规划，目前 7.4GW 已经在建设之中。

据 BP 统计，截至 2016 年，南非煤炭探明储量为 98.9 亿吨，占世界储量的 0.9%。出产以动力煤为主，焦煤需要进口。此外，据美国环保局报告统计，该国煤层气资源量为 1 万亿立方米。

南非

煤炭在南非国民经济中占有重要地位，并在较长时期内将作为工业基础地位，主要用于电力生产、出口和煤炭液化。随着优质煤炭资源的减少，交通便利、易开发煤炭资源的日益枯竭，未来 5-10 年内一些煤田将逐渐关闭。短期内，南非的基础设施条件难以得到改善。虽然南非有着非洲最为发达的铁路网，所有主要城市都有铁路连接，但铁路运力有限，设施维护较差，难以保证煤炭大力外运。东部沿海港口中理查德湾煤炭港口的运力趋于饱和，其他港口运力有限，近年来，南非经济疲软，短期内难以支撑基础设施的改造升级。

南非煤炭生产集中度高，煤电行业被国有公司垄断。约 85% 的煤炭生产有少数大的煤炭公司所控制，每天联营完全受制于南非国有电力公司。随着南非经济的发展，该国电力公司越来越不能满足电力需求，但其国有电力公司的垄断地位不变，因此，在南非实施煤电联营项目，必须得到南非电力公司的支持。

据 BP 统计，截至 2016 年底，乌克兰煤炭探明储量为 343.8 亿吨，约占世界储量的 3.0%。其煤炭资源的 90% 以上主要分布在顿涅茨克州、卢甘斯克州、第聂伯罗彼得罗夫斯克州。虽然煤炭资源丰富但开采难度较大，其煤炭资源埋藏较深、煤田地质条件复杂、煤矿灾害严重。据美国环保局报告统计，该国的煤层气资源量为 12 万亿立方米，同时拥有 2 口煤层气探井。

乌克兰

乌克兰是前苏联的主要产煤地，拥有悠久的煤炭工业历史，乌克兰的产业配套与基础设施情况相对较好，但对公路等基础设施的有效养护工作仍需加强。虽然，乌克兰继承了前苏联发达的交通运输网络，但仍然存在公路资金不足、无法及时养护等问题。此外，煤炭在乌克兰一次能源消费比重的 31%，国内能源主要来自于进口天然气。

近几年，乌克兰政局持续动荡，地区冲突不断，严重影响了煤炭工业的发展。乌克兰已由煤炭净出口国变为净进口国，俄罗斯向其出口的低廉煤炭和天然气造成乌克兰境内煤炭竞争力不足。

乌克兰政府为摆脱对俄能源依赖，对本国能源战略进行调整，增加煤炭消费比重，积极发展“气改煤”项目，乌克兰能源和煤炭工业部部长已签署命令，并成立工作组落实乌克兰气改煤规划协议



据 BP 统计，截至 2016 年底，土耳其煤炭探明储量为 114 亿吨，约占全世界储量的 1%。土耳其煤种主要为硬煤和褐煤，其中褐煤占探明储量的 90% 以上。宗古尔达克盆地是土耳其唯一的硬煤产地。该地区煤层埋藏深度约为 600 米，地质条件复杂，加之机械化开采水平低，矿井灾害时有发生。最大的褐煤储备基地在阿夫欣—埃尔比斯坦盆地，地处土耳其安纳托利亚东南部。土耳其褐煤质量很差，只有 6% 的褐煤的发热量超过 3000 大卡，但 90% 是露天开采，成本较低。此外，据美国环保局报告统计，该国煤层气资源量为 3 万亿立方米。

土耳其

土耳其油气资源匮乏，相比而言，煤炭成为本国的支柱能源。煤炭主要用于电力生产和钢铁行业，对国内经济贡献巨大。近年来，土能源需求快速增加，但大量依赖进口，在其一次能源消费中，进口能源约占 70%。为降低能源进口支出，土耳其开始积极推行能源多样化战略，以此来满足其经济增长的需求。据土耳其能源和自然资源部部长塔内尔·耶尔德兹表示，未来 10 年，土耳其将投资 550 亿美元大力发展电力，并鼓励使用本地煤进行火力发电。预计到 2023 年，土耳其国内电力装机总容量可达 10 万兆瓦，其中燃煤发电占比将达 10%。

据 BP 统计，截至 2016 年底，波兰煤炭探明储量为 258 亿吨，约占全世界储量的 2.2%。波兰煤炭以硬煤和褐煤为主，其中硬煤主要分布在西里西亚和卢布林地区，褐煤主要分布在波兰中部和西南部地区。此外，据美国环保局报告统计，该国煤层气资源量为 3 万亿立方米，同时拥有 50 口煤层气探井。

波兰采矿机械行业基础较好，在国际市场上有一定竞争力。波兰主要井工煤矿都已采用现代综合机械采煤法，煤炭开采安全高效。国内具有完备的矿山机械设备生产企业，产品除供本国煤矿使用外，还出口到欧盟、俄罗斯、越南等多个国家。

波兰

波兰煤矿安全管理体系健全，安全技术和水平均处于国际先进水平，目前，百万吨死亡率已控制在 0.1 以下。

煤炭占波兰一次能源消费的 60% 左右，占发电用燃料的 90% 左右。其煤炭生产除满足本国需求外，还出口到欧盟市场，是欧洲第二大硬煤生产国和出口国。

波兰经济部长亚努什·皮耶豪钦斯基在克雷尼察经济论坛开幕式期间表示，预计 2050 年之前的时间内，煤炭将一直是波兰的基础能源。面对俄罗斯、非洲、澳大利亚质优价廉煤炭资源的冲击，波兰煤炭产品正在丧失市场份额。波兰的煤炭企业要进一步降低生产成本，开发更多煤炭资源。

表 6.3 带路合作主要目标国家煤炭投资优先级

投资环境水平	国家
优先投资	——
次优投资	俄罗斯、印度、印度尼西亚
潜力投资	蒙古、波兰、南非、土耳其
暂缓投资	乌克兰

以上重点分析的 8 个国家，没有国家满足优先投资国家的评分标准。各个国家在资源、政策、经济、产业等方面的整体环境距完善的投资环境还有较大的差距。俄罗斯、印度、印度尼西亚 3 个国家的投资环境属于次级投资级别。上述国家经济发展整体较好，煤炭是其经济发展的支柱能源，且未来开发空间较好，但也有一些风险点。俄罗斯公路交通较落后，铁路和航空、水运有一定基础，但多为在前苏联时期建造，较为陈旧。印度的政治和社会治理不容乐观。政治层面，政府对外商设置了较高的门槛，审批程序复杂，行政效率低下，官员腐败猖獗；社会层面，印度部分地区存在社会治安较差，尤其西北、东北和东部地区较为严重，犯罪率颇高等问题。印度尼西亚煤质较差，煤炭需求相对较大，且缺乏有效的税收政策刺激，此外，其岛内公路交通不发达，交通干道常年较为拥堵，通讯条件普遍较差。

蒙古、波兰、南非和土耳其属于具有投资潜力的国家，但目前投资环境尚未成熟。蒙古的经济发展水平相对较低、基础设施较差，且部分政策尚不完善，政策法律上缺乏连贯性。波兰的经济发展程度相对较高，但是其在环保方面限制较为严格，并且近两年政府大力发展核能、页岩气，对煤炭资源的替代压力较大。在一段时期内，煤炭工业作为南非工业基础的地位不会改变，但该国煤炭产业高度集中，在充分评估各种风险因素的前提下，与该国有电力公司合作，通过煤电联营方式开发煤炭资源。近期土耳其东南部安全形势严峻，此外，该国在煤炭资源量、劳动力可获得性的指标方面得分较低，需要引起投资者的注意。

乌克兰属于暂缓投资国家。近年来政局稳定性相对较差，当地局部冲突不断，具有较高的投资及贸易合作风险。当前在国际金融组织和西方国家的帮助下，乌克兰的债务和金融市场逐步稳定下来，并开始按照西方标准进行全面的政治、经济、社会体系改革，可关注后续煤炭投资环境的改善。目前暂不建议在该国开展投资活动，对投资持观望态度。

结合世界能源经济发展趋势，发展实体经济，以国外煤炭相关经营实体为对象，在综合考虑研究目标国的政治、法律、经济及技术环境、资源环境、产业配套能力及基础设施、环境保护等影响因素下，2018 年以及今后一段时间，中国煤炭企业可以通过购买煤炭资源、获取煤炭勘探权或开采权等方式加强与发达国家的煤炭开发力度，从而获取稀缺煤种资源。从世界煤炭贸易格局来看，应重点关注以印度尼西亚为核心的煤炭出口国，并



将印度等潜在煤炭需求增长国设定为未来国际煤炭贸易的主要目标市场，关注南非等煤炭资源勘探程度相对较低、煤炭开发需求大、技术水平低、本国资金短缺且易于接受外来投资、经验和相关基础设施比较落后的国家和地区。获取海外资源的同时，参与全球煤炭市场贸易的分工体系，逐步扩大世界煤炭市场份额。同时，可以通过发展绿色煤电等下游产业，在当地发展煤炭绿色清洁加工利用产业等方式，带动当地上游煤炭产业发展，促进绿色贸易、绿色供应链、环境保护产品与服务等相关合作。此外，结合中国煤炭装备制造优势和煤电技术优势，向沿线及相关国家输出成熟、先进的工程服务、采掘装备和煤电技术实现从产品输出到人力提升、装备和技术输出，提升中国煤炭装备在全球市场的占有率，逐步形成工程服务与装备技术的品牌优势。

6.2 煤炭带路合作现状

6.2.1 煤炭走出去现状

为响应国家“走出去”战略号召，从上世纪 80 年代，中国煤炭企业开始跨国煤矿项目投资，到今天中国煤炭企业开始大规模、全方位的带路倡议的实施，在 30 多年间，中国煤炭企业“走出去”实现了跨越式的发展。据初步统计，截至 2014 年，中国在海外的煤炭资源开发项目有 65 个，涉及投资金额 70 多亿美元，控制的煤炭资源量在 400 亿吨以上。其中，正式投产的项目有 11 个，煤炭资源量为 55 亿吨，年产 5000 万吨以上。中国煤炭企业主要通过收购煤矿项目，参与资源勘探、工程总承包、装备出口等方式参与带路倡议。

走出去企业：企业实施带路倡议需要具备较强的资金和抵抗风险能力。因此，中国煤炭企业带路倡议的实施主体主要以大型央企、国企为主。随着带路倡议的深入推行，民营企业加大海外开发煤炭资源力度，但是企业与项目数量相对较少，国企仍是中国煤炭企业“走出去”的主要力量。

表 6.4 2017 年带路国家煤炭项目投资、工程建设表

时间	公司	金额（亿美元）
2017.03	国电投	14.8
2017.04	国机集团	2.8
2017.06	兖矿	14.8
2017.06	兖矿	7.1
2017.09	兖矿	2.3
2017.11	东方电气	2.5
2017.12	保利、国机集团	3.1

走出去区域：煤炭行业在实施带路初期，主要选取亚洲一些发展中国家，如印度、孟加拉国、菲律宾等国。近年来，随着中国煤炭科技的进步、煤炭企业自身实力的不断增强，中国煤炭企业开始将投资目标转向煤炭资源较为丰富、经济发展较好的发达国家，如澳大利亚、加拿大等国。中国煤炭企业实施带路倡议涉及的区域基本已覆盖世界主要煤炭国家和地区。

走出去方式：中国煤炭企业主要通过投资开发海外资源、技术装备输出、资源勘探国际合作、承包工程及劳务输出等方式实施带路倡议。在统计的 65 个国外煤炭投资项目中，煤炭资源开发类项目 32 个，较大规模的勘探类项目 6 个，工程承包、合同生产、技术输出类项目 2 个，涉及投资金额 70 多亿美元，煤炭资源量 400 亿吨以上。中国煤炭企业合作方式占比情况如图 6.1 所示。此外，中国煤炭企业在立足煤炭产业发展的同时，不断延伸产业链，建立多元化发展格局。例如神华集团在在蒙古投资的铁路项目，山东能源枣庄矿业在泰国投资新建橡胶项目。

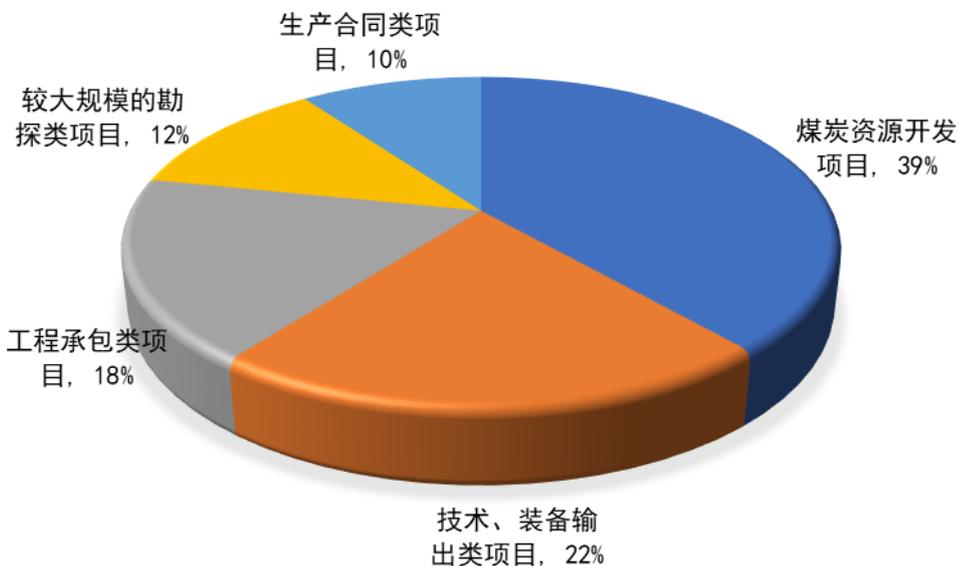


图 6.1 中国煤炭企业带路合作方式占比情况

技术输出：中国煤炭企业还将处于国际领先水平的技术和装备推广到国外的煤炭开采、利用行业中，帮助国外煤炭国家提高科技水平。郑州煤矿机械集团股份有限公司生产的液压支架由于使用情况良好、性价比较高，产品一直稳销俄罗斯市场，并在印度、土耳其等国市场得以发展，特别是其高端综采液压支架的技术优势在国际市场颇具竞争力。中煤能源集团煤矿机械装备有限公司利用自身技术装备优势，通过承担第三世界国家煤炭工业提供资金、技术、设备和项目建设的救助，帮助印度矿解决浅薄顶板条件下采用综采设备及开采工艺等难题，向美国、澳大利亚、俄罗斯、土耳其、印度、越南等国市场出口技术先进的成套设备等方式开拓海外市。神华集团根据印尼当地褐煤特点，对煤干燥技术进行改造，将几乎无法利用的劣质煤就地转化成电力，为印尼南苏地区大量劣质褐煤的利用创造了条件，对当地的示范影响意义重大。

对外工程承包：中国煤炭企业在工程承包中取得了一定成绩。2014 年，中国煤炭科工集团有限公司承担了乌兹别克斯坦共和国沙尔贡煤炭开放股份公司“90 万吨 / 年沙尔贡煤矿技术改造工程”EPC 总承包项目，成为该集团承担的第一个海外井工矿 EPC 总承包项目。沙尔贡井工矿通过技术改造升级工程，可将其年产量由 5 万吨提升至 90 万吨。2011 年，徐矿集团与中煤组成联合体中标、承包印度江基拉煤矿项目。印度尼西亚等国家通过了解徐矿集团在孟加拉巴拉库利亚煤矿取得良好业绩后，主动与徐矿集团进行工程承包、矿井管理等项目合作。

6.2.2 煤炭走出去典型案例

神华集团有限责任公司：2008年8月，神华集团利用自身绿色清洁技术取得了澳大利亚新南威尔士州沃特马克煤矿的探矿权。该项目位于新南威尔士州西北部冈尼达地区，距纽卡斯尔港282公里，探矿权区域面积195平方公里，一期规划可露天地址储量2.98亿吨。2014年，神华集团经过激烈角逐，利用自身绿色、清洁、高效的燃煤发电技术，成功竞标印尼南苏1号煤电项目。神华集团负责其2×300MW（净上网容量）独立发电厂的项目建设、拥有和运营，还将负责发电厂至电网接入点的275kV输电线路及相关设备设施的投资建设。在此前承担的印尼煤电项目中，神华集团根据印尼褐煤特点，进行了技术攻关、装备革新，成功建成了第一个采用煤干燥技术的电厂——苏电厂。

兖州煤业股份有限公司：2004年，兖州煤业出资3200万澳元成功收购了澳思达煤矿，成为中国第一家在海外投资运营的煤矿企业。此后，该公司通过收购澳大利亚新泰克控股公司、与格罗斯特合并上市等方式进行资本运作，不断成长壮大。兖州煤业澳洲公司管理或代理经营兖州煤业在澳大利亚资产。目前，该公司拥有和管理澳思达煤矿、雅若碧煤矿、艾诗顿煤矿等9个生产矿井/区，并持有纽卡斯尔基础设施集团港口27%股权、威金斯到煤炭码头5.6%股权和超洁净煤技术等资产，成为澳大利亚最大的独立煤炭上市公司，在当地所有煤炭企业中排名第六位。2011年7月，兖州煤业股份有限公司于出资2.6亿美元收购了加拿大萨奇克彻温省的19项钾矿的勘探许可权，矿权总面积5364平方公里。2011年8月在萨省萨斯卡通市设立兖煤加拿大资源有限公司，从事钾矿资源勘探与开发。兖矿集团为解决四柱式放顶煤液压支架与电液控制系统配套适应性差、不利于自动化控制等缺点，经过三年的分析、计算机模型、工业性试验和现场实测，开发出“两柱掩护式综采放顶煤液压支架”并成功向英美资源公司、德国鲁尔工业集团DBT公司等输出的综采放顶煤技术和两柱式综采放顶煤液压支架技术。

中国煤炭地质总局：中国煤炭地质总局先后承担美国、俄罗斯、澳大利亚、巴西、日本、荷兰、印度尼西亚、非洲、中东等国家和地区的资源勘探工程项目，为企业赢得了良好的国际声誉。该公司凭借在煤炭资源勘探领域的先进技术以及从美国和意大利引进的钻机，成功进驻澳大利亚煤炭勘察市场，对昆士兰州加利利益地龙腾勘查区进行煤炭地质勘察。并在澳大利亚申请设立公司。

中国中煤能源集团有限公司：中煤能源集团煤矿机械装备有限公司是中国最大的综采成套设备供应商，20世纪80年代以来，该公司利用自身技术装备优势，通过承担第三世界国家煤炭工业提供资金、技术、设备和项目建设的救助，帮助印度矿解决浅薄顶板条件下采用综采设备及开采工艺等难题，向美国、澳大利亚、俄罗斯、土耳其、印度、越南等国市场出口技术先进的成套设备等方式开拓海外市场，并取得了较好的成绩。

郑州煤矿机械集团股份有限公司：郑州煤矿机械集团股份有限公司生产的液压支架曾创造出总产量世界第一、工作阻力和最大支护高度世界第一、中国市场占有率第一等多项辉煌成绩，由于使用情况良好、性价比较高，产品一直稳销俄罗斯市场，并在印度、土耳其等国市场得以发展，特别是其高端综采液压支架的技术优势在国际市场颇具竞争力。



中国煤炭科工集团有限公司：近年来，中国煤炭科工集团有限公司贯彻执行带路倡议，积极在乌兹别克斯坦、越南、印度尼西亚、伊朗、土耳其、尼日利亚、巴基斯坦等 30 多个国家和地区开展国际合作，并利用自身优势，承担了矿井、露天矿、选煤厂、电厂、水煤浆工程等项目近四十项。2010 年 3 月，中国煤炭科工集团与乌兹别克斯坦煤炭公司（Uzbekugol）签署了安格连露天煤矿技术改造项目设备供货合同。成为第一家在乌兹别克斯坦承揽大型煤矿技术改造项目的中国企业。2011 年底，中国煤炭科工集团编制了《乌兹别克斯坦 2012 年～2030 年煤炭产业发展规划》。2012 年，中国煤炭科工集团有限公司承担了乌克兰实施梅利尼科瓦煤矿现代化技术改造项目。该集团通过技术改造，将乌兹别克斯坦安格连露天煤矿的产量由 300 万吨提升到 640 万吨。2014 年，中国煤炭科工集团有限公司承担了乌兹别克斯坦共和国沙尔贡煤炭开放股份公司“90 万吨/年沙尔贡煤矿技术改造工程”EPC 总承包项目，成为该集团承担的第一个海外井工矿 EPC 总承包项目。沙尔贡井工矿通过技术改造升级工程，可将其年产量由 5 万吨提升至 90 万吨。中国煤炭科工集团坚持以先进技术引领企业“走出去”，与中亚地区各国在煤炭领域的合作不断加强。

徐州矿务集团有限公司：1998 至 2000 年，徐州矿务集团有限公司派遣 35 人承揽印度东南煤矿公司牛空达矿和拉金达矿达产运营，并于合同约定前 30 天顺利完成任务，刷新了该矿最高日产记录，将其日最高产量提升至 6500 吨，得到印度方面的高度好评。2005 年，徐矿集团与机械进口集团有限公司组成联合体，承包了孟加拉国巴拉普利库利亚煤矿的生产经营。2011 年，徐矿集团与中煤组成联合体中标、承包印度江基拉煤矿项目。印度尼西亚等国家通过了解徐矿集团在孟加拉巴拉库利亚煤矿取得良好业绩后，主动与徐矿集团进行工程承包、矿井管理等项目合作。

6.3 煤炭带路绿色产能合作发展指标体系

建立煤炭企业带路绿色合作评价指标体系，一方面有助于中国煤炭企业获取世界主要煤炭资源国家在宏观经济、政治局势、风土人情等方面的综合信息，从宏观层面衡量各国的投资风险，正确判断适宜自身实施带路倡议的目标国家和地区，以确保投资安全。另一方面，各资源国家资源情况不同，煤炭工业、煤炭相关产业发展程度亦不相同，评价指标体系中的产业环境评估能够帮助煤炭企业分析目标国家的市场需求，从而制定适宜的投资策略，确保投资能够获益。

建立煤炭企业带路绿色合作评价指标体系，将为中国政府制定相关政策、行业协会

提供相关服务提供重要的参考指标。煤炭企业实施带路倡议时需要政府在审批程序、金融、财税、外汇管理等各方面予以持续的政策支持，对国外投资政策、产业环境的评估，能够为政府区分国别制定相应的支持政策提供一定的依据。此外，建立煤炭行业专门的带路信息服务平台为企业提供智力支持势在必行，煤炭企业带路绿色合作评价指标体系将引导信息服务平台有的放矢提供共享信息。

6.3.1 指标体系的构建原则

构建一套科学系统的煤炭企业带路绿色合作评价指标体系，是反映煤炭企业实施带路倡议所面临的客观条件优劣的重要依据。受经济、政治、产业、文化等各种因素的影响，煤炭企业带路绿色合作评价指标体系具有结构复杂、系统性强、涉及面广等特征。在现实的研究中，指标数量过少则不足以反映评价的对象系统性特征，若指标选择过多则会增加评价的难度，甚至影响评价结果的客观性。为使评价指标体系有效反应煤炭企业面临的各个国家投资环境的本质特征，增强煤炭企业海外投资环境评价的可操作性，以及对于煤炭企业实施带路倡议的引导性，在遵循科学性、层次性、可行性等一般性指标设计原则的基础上，本次设置指标体系时，坚持了以下几项原则：

- 1. 综合代表性原则：**影响和决定投资环境的因素是多方面、多角度、多层次的，涉及政治、经济、人文、资源、产业发展等多个学科领域。加之，各个国家或地区的条件不同，需侧重考察的影响因素亦不相同。因此，实现评价指标的全面覆盖不太现实。本指标体系尽可能选取了具有反应各国家或地区共性、代表性的基础指标，使评价结果具有较强的可比性。
- 2. 行业相关性原则：**煤炭企业带路绿色合作评价指标体系是针对煤炭企业实施带路倡议设计的投资环境评价体系。因此，除一般性影响投资环境的因素之外，该评价体系还根据中国煤炭企业的投资范畴，将煤炭资源、煤炭产业及其相关产业的条件纳入评价范围内，使中国煤炭企业在进行环境评估时，更具准确性和针对性。
- 3. 滚动开放性原则：**中国煤炭企业的投资范畴较广、带路倡议的实施方式多种多样。各企业选取不同的投资方式则关注的投资环境也相应的聚焦在不同的影响因素方面。为此，在具体的评价指标设置上应坚持开放式原则，根据企业的投资特点和投资区域灵活掌握，不搞一刀切和绝对化。

6.3.2 指标体系结构框架及指标设置

中国煤炭企业带路绿色合作评价指标体系是一个多角度、多层次的系统，它由相互联系的多项指标组成。本报告提出的适合中国煤炭企业进行绿色产能合作发展的国家是根据煤炭科学研究总院发布的《中国煤炭科学产能评测研究》、《中国煤炭企业海外投资评价研究》及《中国煤炭行业供给侧改革关键问题研究》报告中的指标体系整理优化



而成。该指标体系共设置绿色产能合作发展潜力、政治法律环境、经济运行及金融环境、产业环境及社会环境 5 个封闭性一级指标。并根据一级指标的组成内容，相应划分为资源数量 / 质量、开采条件、下游产业绿色发展潜力、政治稳定性、国际关系、矿业相关政策法律、经济水平、基础设施、金融服务、市场竞争强度、劳动力市场、教育水平和风俗习惯等 13 个封闭性二级指标及 36 项三级指标。指标体系见表 6.5。

表 6.5 中国煤炭企业带路带路绿色产能合作评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	权重	指标性质
绿色产能合作发 展潜力 (0.5)	资源数量 / 质量 (0.25)	煤炭可采储量	(0.11)	定量
		煤炭储采比	(0.05)	定量
		主要煤种煤质情况	(0.05)	定性
		煤层气资源储量	(0.04)	定量
	开采条件 (0.15)	煤炭绿色开采技术潜力	(0.05)	定性
		主要矿井类型	(0.05)	定性
		地质构造复杂程度	(0.05)	定性
	下游产业绿色发展潜力 (0.1)	绿色燃煤发电技术需求	(0.05)	定性
		煤化工产业绿色发展技术需求	(0.05)	定性
	政治法律环境 (0.2)	政治稳定性 (0.07)	法律体系是否健全	(0.03)
是否存在政治风险			(0.03)	定性
犯罪和暴力导致的商业成本增加			(0.01)	定量
国际关系 (0.04)		是否具有国际影响力	(0.02)	定性
		与中国的外交关系	(0.02)	定量
矿业相关 政策法律 (0.09)		是否限制外资矿业进入	(0.03)	定性
		反垄断法律的有效性	(0.02)	定量
		税收政策对刺激矿业投资的有效性	(0.02)	定性
		环保法律对矿业活动的限制程度	(0.02)	定性

经济运行与金融环境 (0.14)	经济水平 (0.045)	2016 年 GDP	(0.01)	定量	
		2015、2016 经济增速	(0.01)	定量	
		2016 年人均 GDP	(0.01)	定量	
	基础设施 (0.045)	电力供应的质量	(0.015)	定量	
		公路建设	(0.015)	定量	
		铁路建设	(0.015)	定量	
	金融服务 (0.05)	港口建设	(0.015)	定量	
		金融服务的有效性	(0.02)	定量	
		股权投资市场的融资可能性	(0.01)	定量	
		贷款渠道的畅通程度	(0.01)	定量	
	产业环境 (0.14)	市场竞争强度 (0.08)	银行的稳定性	(0.01)	定量
			是否存在煤炭市场垄断情况	(0.04)	定性
劳动力市场 (0.06)		是否存在其他能源产品对煤炭的替代压力	(0.04)	定性	
		员工培训程度	(0.02)	定量	
		劳动力的可获得性	(0.02)	定量	
社会文化 (0.02)	教育水平 (0.01)	劳动力薪酬水平	(0.02)	定量	
		高等教育入学率	(0.01)	定量	
	风俗习惯 (0.01)	融入当地民俗的难易程度	(0.01)	定性	

7

炼油和乙烯行业“一带一路”
绿色产能合作发展分析

7.1 炼油和乙烯带路产能合作需求和潜力

7.1.1 炼油带路需求和潜力

1. 带路沿线国家原油供需状况

2017年，带路64个国家的原油产量为23.96亿吨，约占全球总产量的55%；原油消费量为12.05亿吨，约占全球总需求量的27.3%。带路地区原油供需现状如下表7.1所示。预计到2020年，带路64个国家的原油需求量将增至14.3亿吨，年均增长率为4.7%。

表 7.1 2017 年带路地区原油供需情况（单位：百万吨）

地区 / 国家	供应	需求	净出口
东南亚	117.6	280	-103.45
南亚	42.85	246.74	-212.3
中亚	94.67	22.64	61.06
俄罗斯 / 蒙古	554.33	147.99	272.27
西亚 / 中东	1575.38	426.97	821.92
中东欧	11.51	80.36	-82.46
带路	2396.35	1204.7	757.05
世界	4382.39	4418.25	2117.76

数据来源：EIA、UN、IHS 数据库、BP 能源统计

从供需平衡的总体情况来看，目前带路64国原油供应量大于消费量，属于原油净出



口地区，2016 年净出口量为 7.6 亿吨。其中，西亚 / 中东、中亚和俄罗斯 / 蒙古属于净出口地区，东南亚、南亚和中东欧属于净进口地区。预计到 2020 年，各主要出口地区的净出口将继续增长，东南亚、南亚地区的净进口量将增大，中东欧地区的进口量变化较小，带路地区原油贸易流向的总体格局变化不大，净出口量将有所下降。

2. 带路地区成品油市场需求及进出口现状

(1) 带路地区成品油供需增速较快，占全球比例上升

2017-2020 年，带路沿线国家成品油产量将由 8.04 亿吨增加到 2020 年的 8.70 亿吨，年均增速达到 2.6%。成品油需求将从 2017 年的 7.22 亿吨增加到 2020 年的 8.15 亿吨，年均增速达到 4.1%，成品油过剩量有所缓解，将由 0.83 亿吨下降至 0.55 亿吨。随着带路沿线国家炼油能力的增长，其成品油产量占世界总产量的比例也相应提高，将从 2017 年的 29.1% 提高到 2020 年的 30.1%。

2020-2030 年，带路沿线国家成品油产量将由 8.70 亿吨增加到 2030 年的 10.4 亿吨，年均增速达到 1.8%。成品油需求将从 2020 年的 8.15 亿吨增加到 2030 年的 9.63 亿吨，年均增速达到 1.7%，成品油过剩量有所提升，将由 0.55 亿吨上升至 0.80 亿吨。成品油需求量的年均增速高于世界平均增速，占世界总需求的比例也将上升，将从 2017 年的 25.6% 提高到 2020 年的 27.2%。

(2) 成品油缺口国家主要集中在东南亚、南亚、西亚和中东、中东欧地区

2017 年，带路沿线 64 个国家中 42 个国家的成品油需求量超过产量，或多或少需要依靠进口来弥补供需缺口。成品油供需缺口较大的国家主要集中在东南亚地区，其中印度尼西亚缺口最大，2017 年该国成品油消费量的 37.8% 依靠进口，为 2013 万吨。其次是越南和埃及，缺口分别为 1085 万吨和 1059 万吨，详见图 7.1。

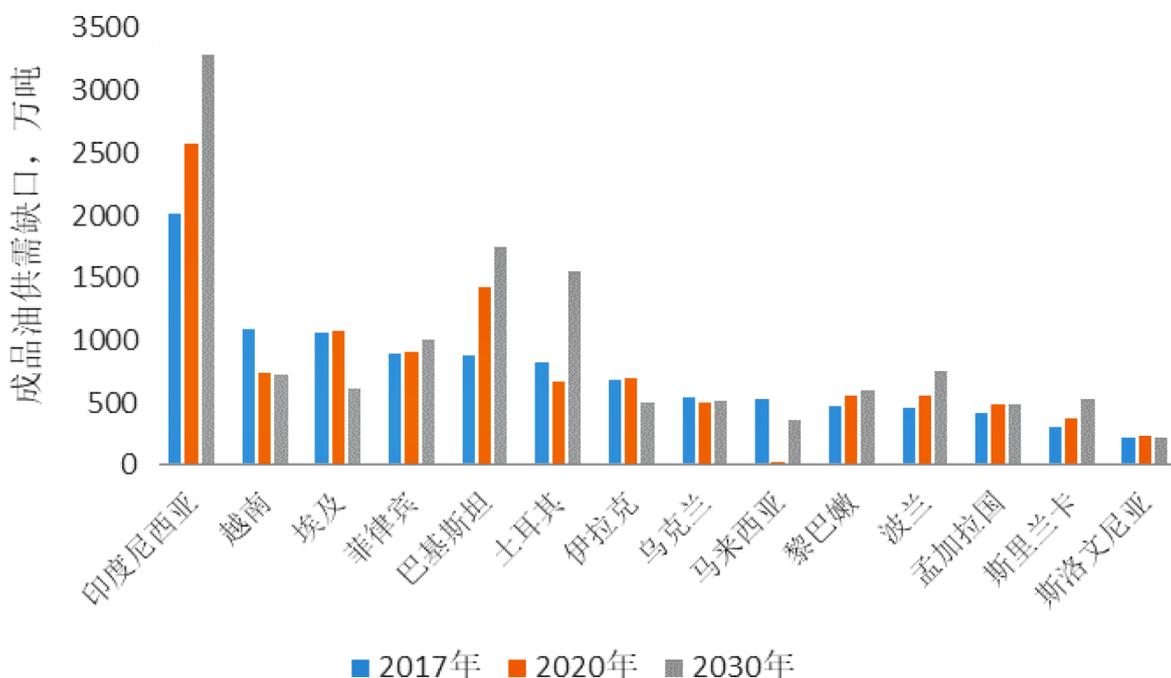


图 7.1 带路沿线国家中成品油供应缺口较大的国家^[11]

从上图可以看出，2017-2020年，印度尼西亚、巴基斯坦、波兰等国的成品油供应缺口将进一步扩大，而马来西亚、越南、土耳其等国供需缺口逐步收窄。2020-2030年，土耳其、印度尼西亚、马来西亚等国的成品油供应缺口将进一步扩大，而埃及、伊拉克、越南等国供需缺口逐步收窄。

3. 炼油产业带路发展现状和展望

总体而言，带路沿线国家炼油工业总体发展迅速，具有炼油能力较大，炼厂规模总体偏小，各国发展不均衡的特点。炼厂总体的开工率低于世界平均水平，部分地区和国家炼油设施陈旧，技术水平偏低，油品结构不合理，产品质量标准有待提高，炼厂升级改造合作空间大。

2017年，带路地区64个国家的炼油能力为22.78亿吨/年⁴，预计2020年将增至24.5亿吨/年。预计到2020年，带路64个国家的原油需求量将增至14.3亿吨，年均增长率为4.7%。国炼厂建设和升级扩能改造工作正抓紧进行中，带路炼油总能力未来仍有较大增长空间。预计到2020年，区内炼厂个数将由2013年底的433个增至454个，

4 根据中国石油化工联合会专家测算。

原油加工量将增至 20 亿吨。沙特、伊拉克、科威特、卡塔尔、阿曼、埃及、印度、越南和马来西亚等 9 个国家扩能计划在 1000 万吨以上。到 2020 年，带路千万吨级以上的炼厂将由 2013 年的 71 座增至 87 座，其炼油能力将增至 14 亿吨以上，详见表 7.2。

表 7.2 带路沿线现有千万吨炼厂

国家和地区	千万吨炼厂数量	总炼油能力 / 万吨
俄罗斯	13	20045
中亚	4	5395
中东	18	32293
南亚	8	14620
东南亚	6	11390
中国	22	27850
合计	71	116343

2017-2025 年，带路地区主要国家新增炼油能力 1.4 亿吨 / 年，主要来自于科威特、印度、沙特、俄罗斯等国，如图 7.2 所示。

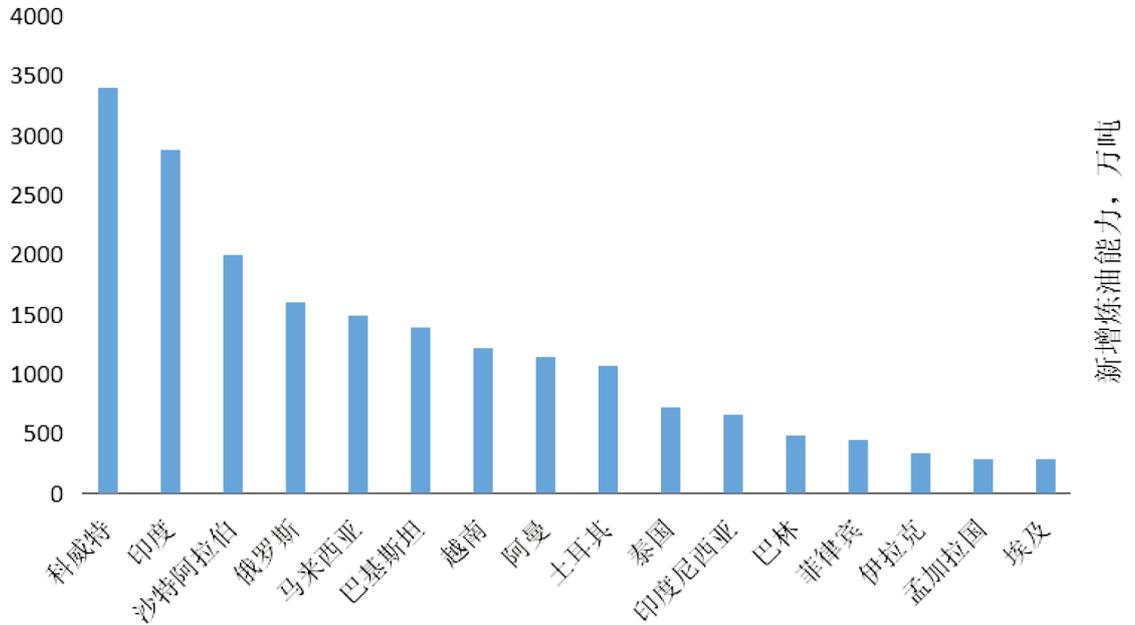


图 7.2 2017-2025 年新增炼油能力较多的国家 [11]

新增炼油能力来自于对现有炼厂的扩能改造及新建炼厂的投产，2025 年前带路沿线国家将有多座新建炼油厂建成投产，新建项目主要集中在科威特、沙特、马来西亚、巴基斯坦、阿曼、土耳其等国，见表 7.3。

表 7.3 2017-2025 年主要新建炼厂项目（万吨 / 年）

国家	地区	炼厂名称	炼厂规模, 万吨 / 年	投产时间
科威特	Kuwait	KNPC	3075	2021
沙特阿拉伯	Saudi Arabia	Saudi Arabian Oil Company	2000	2019
马来西亚	Malaysia	Petroliam Nasional Berhad (PETRONAS)	1500 (扩建)	2019
巴基斯坦	Pakistan	Pak-Arab Refinery Limited	1250 (扩建)	2023
阿曼	Oman	Oman Refineries and Petrochemicals Company LLC	1150	2023

数据来源：IHS 数据库

新建炼厂同时，已有炼厂技术改造也十分重要，主要是陈旧及落后装置更新、和小炼厂改扩建。一方面，带路超过一半的国家炼厂设施陈旧、工艺水平落后。俄罗斯、哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、阿塞拜疆和乌克兰的炼油设备主要兴建于前苏联时期，中东地区的伊拉克、阿曼、科威特和埃及的炼厂主要兴建于上世纪五六十年代，东南亚的缅甸、泰国和菲律宾的炼厂则建设于上世纪七、八十年代，这些炼厂的设备都较为陈旧、装置水平不高、深加工能力不足、综合加工能力不强、产品结构相对单一，炼厂亟需升级改造。另一方面，带路沿线国家炼厂规模总体偏小，千万吨炼厂较少，不少国家有意改造老炼厂，主要集中在中亚、中东和东南亚地区，包括俄罗斯、卡塔尔、阿联酋、沙特、科威特、马来西亚和越南等国。

同时，产品质量标准升级也迫在眉睫。带路沿线国家炼厂生产的油品标准总体低于欧美日发达国家。目前，没有一个国家可以完全达到欧 V 标准，满足产品达到欧 IV 或以上汽柴油生产标准的国家仅占整个地区的 1/4 左右。随着环境标准的日益严格，需要进行大量的产品升级工作，见表 7.4。

表 7.4 主要国家和地区炼油工业发展诉求分析

国家或地区	主要诉求和需要
俄罗斯	改造升级现有炼厂，改变单一出口原油的现状，增加高品质汽柴油产量，扩大成品油对外出口。
中亚五国	通过改扩建或新建适当增加国内炼油能力，满足国内油品需求。
印度	通过改扩建或新建继续发展国内炼油业，升级油品质量，除满足国内需求外，扩大对外成品油出口。同时对部分现有老炼厂改造升级。
沙特	通过改扩建和新建继续发展国内炼油业，升级油品质量，改变单一出口原油的现状，增加成品油对外出口，希望成为世界主要的成品油出口大国。
伊朗	希望实现已经计划多年的炼油扩能计划，从油品（尤其是汽油）的净进口转而成为出口大国，同时满足国内需求。
伊拉克	希望在局势平定以后，恢复和发展国内的炼油业，满足国内需求，减少进口。
巴基斯坦、孟加拉国、缅甸、印尼、越南、蒙古、阿富汗等	希望发展本国的炼油工业，满足国内油品需求，振兴国内经济。

7.1.2 乙烯带路需求和潜力

1. 带路地区乙烯能力现状

2017年，带路地区64个国家的乙烯能力为4836万吨/年，预计2022年将增至6784万吨/年，占世界乙烯能力的比例将从2017年的32.3%提高到2022年的32.9%。预计到2027年，带路地区64个国家的乙烯能力将增长到8510万吨/年，占世界能力的比例进一步提升到35.3%。近年来带路地区乙烯能力的增长情况如表7.5所示。

表 7.5 带路地区乙烯能力现状和预测（百万吨/年）

地区	2012年	2017年	2022年	2027年
东南亚	9.99	12.04	15.09	17.29
南亚	3.98	6.54	7.47	11.67
独联体&波罗的海	3.94	4.43	7.50	11.10
中东	28.13	33.86	35.46	42.72
中东欧	2.32	2.32	2.32	2.32
带路合计	48.36	59.19	67.84	85.10
世界	149.59	170.63	206.50	240.85

数据来源：IHS 数据库

带路沿线各国石化工业发展参差不齐，中东、南亚、东南亚、中亚以及俄罗斯等大多数国家存在产品较为单一、门类不全、大宗中低档产品为主、高档附加值产品很少、综合加工能力不强、产业链不长、深加工精加工不够等结构性问题，有进行石化产能合作发展的诉求。欧洲合作机会几乎覆盖带路全境。

中东国家石化工业依托原料优势，发展迅猛，总体较强，但核心装备主要依赖西方发达国家，产品以大宗中低档为主，高端产品很少，技术工人缺乏。伊朗、沙特、阿联酋、卡塔尔等国仍有继续新建石化产能、向下游产业链方向发展的计划，特别是乙烯、甲醇、合成材料产能建设，同时也在不断寻求海外石化产品出口市场。中国炼化技术装备具有



领先优势，并已长期进入中东市场进行建设，可进一步加强与中东各国的合作，投资设厂生产石化产品，参与中东大型石化项目建设。

东南亚各国石化工业发展参差不齐，缅甸、菲律宾、越南等石化工业发展相对落后的国家，需要建设乙烯等石化基础原料产能，以促进其国民经济和重化工业的发展；泰国、马来西亚、印尼等已有一定发展基础的国家，主要诉求是完善产业链，改善产品结构，向高端方向发展；新加坡等石化工业发达的国家，其诉求主要是寻求出口市场。

中亚国家石化工业普遍落后，有发展的需求。哈萨克斯坦、土库曼斯坦等中亚传统5国乙烯及三大合成材料产能低，有吸引外资投资建厂的需求；乌克兰、阿塞拜疆和白俄罗斯等独联体国家有一定的产能基础，但产品结构也较为单一，且主要加工低端石化产品，存在完善产品结构以及生产高附加值石化产品的诉求。

俄罗斯乙烯工业发展相对滞后，合成树脂和合成橡胶产能较大，但产品结构较为单一。根据俄2030能源战略规划，未来将大力发展石化工业，且有明确的项目规划，中国可与俄能源战略对接，通过合资合作参与建设和技术改造等多种形式加强与俄石化产能合作发展。

南亚国家除印度外，石化工业基本处于空白。印度石化工业虽具相当规模，但其发展仍相对落后。南亚各国劳动力资源丰富，具有石化工业发展意愿和发展潜力，希望扩大乙烯、三大合成材料等石化产品产能建设，吸引外资发展石化下游的轻纺、塑料加工、轮胎制造、橡胶制品加工、服装工业等产业。中国可利用资金、技术、市场等综合优势，以合资、参股等方式，积极参与该地区的石化产业合作。

带路多数国家石化工业发展明显滞后，即使是部分已有一定石化工业发展基础的俄罗斯、印度、泰国、马来西亚等国家，也普遍存在产品结构不平衡、部分产品需要大量进口的问题，这些国家都具有发展石化产品贸易的意愿和潜力。未来，贸易合作重点是石化产业发展落后的南亚地区，以及存在结构性问题的俄罗斯、中亚和东南亚地区。俄罗斯、中亚地区的贸易重点是合成树脂；南亚地区的重点是乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维；东南亚地区的重点是合成树脂和合成纤维。印度和巴基斯坦的主要石化产品消费量远低于世界平均水平，两国三大合成材料分别存在3400万吨和550万吨的进口潜力，可成为未来中国最大的石化产品贸易合作市场。

2. 带路地区新增乙烯能力分析

2017-2027年，带路地区新增乙烯能力2591万吨/年，主要来自于科威特、印度、沙特、俄罗斯等国家，见图7.3。

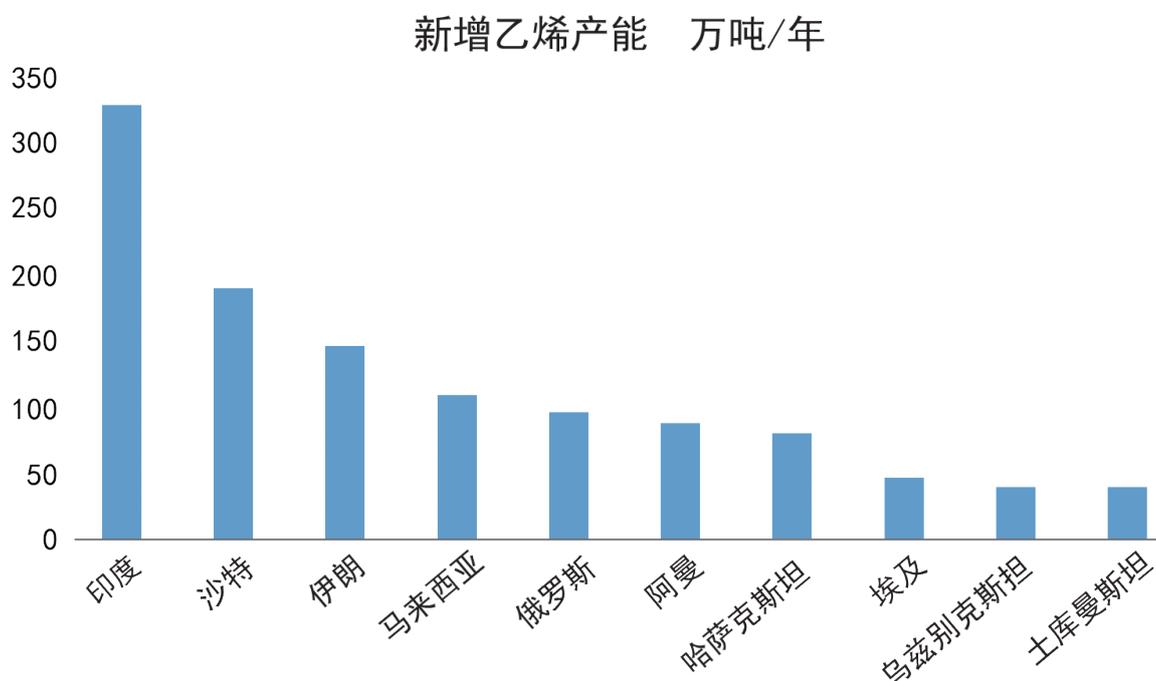


图 7.3 2017-2027 年新增乙烯能力图^[11]

新增乙烯能力来自于对现有乙烯装置的扩能改造及新建乙烯联合装置的投产，2025年前带路沿线国家将有多座新建乙烯厂建成投产，新建项目主要集中在沙特、印度、马来西亚、哈萨克斯坦等国家。

7.1.3 炼化技术和装备带路情况

1. 炼化技术及运营水平

带路国家基本上没有研发自己的炼化技术，大多数应用引进欧美技术，部分国家采用了中国的炼化技术。大部分国家的炼化工业规模小，技术基础薄弱；部分国家的炼化设备较为陈旧，其技术落后，急需升级换代。

2. 炼化工程建设服务水平

带路沿线国家自身的炼化工程建设能力比较薄弱、服务水平有限。在全球最大的250家国际工程承包商中，约有125家开展“石油石化”业务，但带路沿线国家只有14



家，其中泰国 1 家、土耳其 11 家、印度的 2 家。虽然带路沿线国家也有一些本地承包商，但与国际大公司相比，其实力相差较大。

部分国家的工程建设标准较高。中东主要产油国的大型能源公司，如沙特阿美、沙比克等公司，采用很高的技术及工程项目管理标准体系；又如科威特国家石油公司等，直接引用西方能源巨头的标准作为本公司的标准。

炼化工程服务市场基本开放。该地区吸引了欧美日韩等国较发达的工程服务公司参与建设，且长期占据着中东、欧洲、东南亚、非洲等国家 / 地区的炼化工程建设市场。

3. 炼化装备水平

带路地区大部分国家的炼厂设施老旧，工艺水平比较落后。东南亚的缅甸、泰国、菲律宾等国，其炼厂大多建于上世纪七八十年代，炼厂设备较为陈旧、深加工能力不足、综合处理能力不强的矛盾突出，亟须升级改造。

受制于带路沿线国家的炼化产业结构及较小的市场需求空间，大部分国家炼化装备制造较为薄弱。该地区制造业较发达的俄罗斯，其国内也仅具备一定的炼化装置所需的静设备制造能力，大型转动设备及机泵依赖进口，电仪控制由国际大型跨国公司本地设厂制造。

4. 炼化催化剂制备水平

目前，全球炼化催化剂技术开发及生产主要集中在欧美日等发达国家及中国，带路沿线国家基本上不生产催化剂，几乎全部依靠进口，因此带路沿线国家也是各大催化剂公司的重点目标市场。

7.1.4 炼油和乙烯带路合作重点

1. 炼化投资项目合作重点

投资重点首先是资源丰富的国家和地区，对石油、天然气及相关资源的储量、产量、净出口量进行排序分析，选择出资源优势比较明显的国家。其次是有市场优势的国家和地区，对带路沿线国家经济社会发展状况进行分析的基础上，深入分析其成品油、三大合成材料、化肥轮胎的生产及净进口情况，寻找出市场潜力较大的国家。对带路沿线国家的投资环境进行分析，选择信息化发展水平、基础设施（人均发电量、人均港口吞吐量、人均铁路里程、人均公路里程）、油品质量要求、政治稳定性、总税率和投资风险评级等指标进行分析，采用等权重得到投资环境的综合得分排序。

在资源优势明显的国家建设出口型炼化项目。在油气资源丰富的国家，加强与项目所在地国家石油公司合资合作，建设出口型炼化项目，通过优势互补的合资合作，提前锁定油气资源，以稳定的资源供应渠道获取稳定的投资收益。在市场潜力明显的国家建设内需型炼化项目。通过与资源国国家石油公司、项目所在地国家石油公司进行三方合资合作，建设大型炼化生产装置。

在中东地区，重点跟踪：（1）沙特。利用延布炼厂现有发展基础，积极打造海外大型炼化基地。（2）伊朗。考虑到伊朗天然气资源丰富，价格低廉，且长期受到欧美制裁对外部资金和技术需求迫切，可在伊朗布局天然气化工（天然气制甲醇、乙烷裂解、丙烷脱氢）等项目。（3）伊拉克。结合伊拉克国内政治局势和安全形势，条件成熟的情况下，可探讨开展炼油、天然气化工项目的投资机会。

在中亚俄罗斯，重点考虑到俄罗斯天然气储量巨大且价格有较强竞争力，同时距离中国市场较近，可在俄罗斯布局天然气化工（天然气制甲醇、乙烷裂解、丙烷脱氢）等项目。

在亚太重点考虑印尼和马来西亚，印尼国内炼油能力不足，油品缺口较大，可重点跟踪印尼炼油项目投资机会。同时，印尼煤炭资源丰富，价格长期保持低位，可探讨开展煤化工项目的机会。马来西亚具有优越的地理位置优势，有利于发展大型炼化一体化项目。

在非洲地区，利用南非炼油和销售资产收购机会，结合中国在非洲原油资源和沙特延布炼厂成品油资源，积极扩大非洲地区的油品贸易。

2. 炼油和乙烯化技术和项目合作重点

（1）炼油和乙烯重点合作的项目

积极推动中东欧、中东、东南亚、南亚等热点地区和印度、俄罗斯、伊朗、沙特、泰国、印尼等热点国家的项目开发。重点做好俄罗斯马里埃尔炼厂项目、俄罗斯 SIBUR 轻烃芳构化和 MTO 项目、俄罗斯 SCP 公司 MTO 项目、印度 IOCL 石脑油加氢脱硫项目、印度 Haldia 炼厂项目、巴基斯坦 EPRF 炼厂项目、巴基斯坦 NRL 重整项目、泰国 IRPC PX 项目、越南西贡石油石脑油改质项目、印尼普拉朱炼厂石脑油改质项目、沙特延布 60 万吨/年 PX 项目、伊朗 SOC 润滑油项目、伊朗 Entakhab MTO 项目、阿塞拜疆 SOCAR C4 利用项目、捷克 Unipetrol 石脑油改质项目等工作。

（2）乙烯装置节能环保低碳的新技术推荐

裂解炉与燃气轮机联合：在 20 世纪 70 ~ 80 年代，受能源危机的影响，Lummus、S&W 和 KBR 公司均在一些乙烯装置中将裂解炉与燃气轮机联合。在总发电量相同时，裂解炉与燃气轮机联合系统比常规系统的总燃料消耗可节省约 13%。但是燃气轮机系统由于受到燃料、投资和可靠性等，并未成为通行的做法。



提高裂解炉的热效率：随着 CO₂ 减排的需求，对裂解炉热量回收要求越来越高。通过优化裂解炉对流段的设计，并采用耐腐蚀的炉管裂解炉的排烟温度降至 80 ~ 100℃，热效率达到 95% ~ 96%。在茂名石化样板炉改造中，最终标定的热效率为 95.52%，排烟温度为 87℃。

充分回收高温裂解气余热：实际应用上为了多发生超高压蒸汽以实现节能，裂解气急冷锅炉的发展主要体现在以下几方面。①降低出口温度以增加高压蒸汽的产量：对气体原料采用二级或三级急冷，最低冷却到 250℃，对石脑油原料出口温度已降至 350℃ 左右。②改善裂解气分配，常规急冷锅炉（Schmidt 和 Borsig 型）、浴缸式急冷锅炉等采用较少换热管和增大管径的设计以减少结焦对压降的影响，提高在线烧焦效果以提高裂解炉的在线率。③减少绝热段停留时间以降低烯烃损失，如采用浴缸式、快速急冷及线性急冷锅炉。为克服线形急冷锅炉长投资高的缺点，美国 BORSIG 公司推出了 UP-DOWN 线型急冷锅炉。

新型燃烧器及供热方式：为减少大气污染，对 NO_x 排放指标越来越严格，因此低 NO_x 燃烧器应运而生，目前在以甲烷 - 氢为燃料时 NO_x 最低达到约 20mg/m³。为实现低 NO_x 排放，各燃烧器厂商均推出低能力多枪直线排列燃烧器，分级燃烧燃烧器、以及烟气再循环技术以降低 NO_x。Lummus 提出了一体化燃烧器（底部燃烧器和一个安装于炉底的附壁燃烧器组成），此外还提出了对辐射段炉管入口管和出口管采用不同供热能力的燃烧器以延长裂解炉的运行周期 [45]，以及在侧墙安装一种燃烧器以改善底部燃烧器的火焰稳定性；Technip 提出分两段供热——底部约占 55%，中部约占 45%，采用阳台式（Balcony）燃烧器（Calidus）。此外 CFD 技术被用来优化裂解炉供热和对燃烧器设计进行优化。

其他节能技术：引风机采用变频或永磁调速控制以节省电的消耗达 10% ~ 30%；采用乙烯装置的废热或余热来预热助燃空气；采用低导热性能的保温材料并采用新型耐火材料结构以使炉外壁温度达到 70℃ 以下。

（3）炼化工程服务、装备制造及催化剂出口合作重点

新建产能较多的国家：马来西亚、泰国、越南、菲律宾；现有产能较大、质量升级改造需求较多的国家：新加坡、泰国；工程服务水平较差、制造业不发达国家：印度尼西亚、菲律宾。

7.2 炼油和乙烯带路合作现状

7.2.1 炼油项目进展

带路沿线国家是中国炼油产业的合作重点地区，截至 2017 年底，中国企业通过收购等手段共获得 13 个海外炼化项目，分布在、中亚、非洲、亚太、欧洲、中东地区，总炼油能力达到 7360 万吨/年，权益能力达到 5167 万吨/年，详见表 7.6。

表 7.6 中国境外炼油厂分布（单位：万吨/年）

项目名称	国家	炼油能力	控股比例（%）	权益能力
PK 炼厂	哈萨克斯坦	600	49.72	298
SRC 炼厂	新加坡	1425	100	1425
延布炼厂	沙特阿拉伯	2000	37.5	750
喀土穆炼厂	苏丹	500	50	250
津德尔炼厂	尼日尔	100	60	60
恩贾梅纳炼厂	乍得	100	60	60
阿达尔炼厂	阿尔及利亚	60	70	42
杰莫斯炼厂	英国	1000	100	1000
拉瓦莱炼厂	法国	1000	100	1000
大阪炼厂	日本	575	49	282
合计		7360		5167

表 7.7 典型企业案例

企业	案例
中石油	目前以收购和投资的方式在带路布局了两家炼厂。第一家为新加坡炼油公司（SRC），产品除满足新加坡本地，80% 供印度尼西亚市场。第二家为奇姆肯特炼厂（PKOP），是国家带路倡议重点工程，也是哈萨克斯坦国家重点工程，项目建成后，PKOP 原油加工能力达到 600 万吨 / 年。在今年带路高峰论坛会议期间，中国石油与带路国家签订了 200 亿美元的合作协议。
中石化	中石化发挥在炼化领域的技术优势，以投资方式布局两个炼化项目：一个是与沙特阿美在沙特合资建立的延布炼厂，原油加工能力为 2000 万吨 / 年，炼油技术和装置均居世界领先，油品可满足美国和欧 V 标准，总投资近 100 亿美元，是目前中国在沙特最大的投资项目。另一个项目为润滑油新加坡公司，于 2013 年建成并运营，生产规模达到 10 万吨 / 年，全面生产润滑油高端产品，立足于东南亚和非洲市场，主要为中资企业海外工程承包、装备出口和海外建厂提供配套的全面润滑服务，成为中国石化面向亚太地区客户的生产中心、服务中心和物流中心。
山东恒源石化	2016 年 12 月 22 日以 6630 万美元收购了壳牌在壳牌马来西亚炼油有限公司（壳牌马油）中 51% 的股权，并将其正式更名为恒源马来西亚炼油有限公司，成为地炼海外首单并购，同时发起对剩余 49% 股权的要约收购。此前壳牌马油汽柴油执行欧 II 标准，且每年向马来西亚供应 40% 的油品，马来西亚供不应求的成品油市场将给拥有生产欧 V 技术优势的恒源石化带来更大的发展机遇，将实现恒源石化成品油出口，以及芳烃、LNG、丙烯等化工产品进口的双赢。作为带路重点建设项目。
浙江恒逸集团	2012 年获得文莱 PMB 石化项目，总投资约 43 亿美元，是近年来文莱最大的外国直接投资，建成后原油加工量为 800 万吨 / 年，产品以油品、对二甲苯（PX）和乙二醇（MEG）为主，油品可完全满足文莱国内市场需求，项目预计 2018 年底投产。
广东振戎	2016 年 3 月 29 日在缅甸的 500 万吨炼厂项目历时 7 年获批，该项目总投资 30 亿美元，是近年来缅甸政府批准的单体投资最大的项目，项目建成后，缅甸将首次建立起完整的现代石化体系。

7.2.1 石油化工项目进展

2013 年 5 月，中国石化与西布尔签署了合作谅解备忘录。2014 年 5 月，双方签署战略合作协议，2015 年 8 月，中石化确定参股 10%，对应投资 13.38 亿美元，2015 年 12 月完成交割。经营范围包括石油伴生气的加工，以及单体、塑料、合成橡胶的生产等。目前已委派董事参与西布尔公司生产经营决策管理。

7.2.2 炼化工程服务走出去进展

中国石化炼化工程公司加大“走出去”步伐，截止 2016 年，在境外十几个国家承揽各类项目共承揽约 120 个项目，累计合同总金额约 150 亿美元。公司境外主要市场集中在中东、中亚等。业务从施工逐步向前期咨询、设计、EPC 等多元化发展，境外业务

呈增长上升态势，国际市场竞争力和项目执行能力均稳步增长，品牌影响力日益显现。

中国石油有序推进境外炼化工程业务，近年来陆续完成了哈萨克斯坦奇姆肯特炼厂升级改造一期工程投产成功、阿尔及利亚炼厂改扩建项目全面启动。近年签订的项目还包括马来西亚国家石油公司 RAPID 聚丙烯项目、乌兹别克斯坦聚氯乙烯项目等。

近年来，在带路沿线国家新签的重要项目包括：马来西亚国家石油公司 Rapid 炼厂渣油加氢 EPC 总承包项目。项目合同金额为 13.29 亿美元，主要装置为 Rapid 炼厂的核心装置常压蒸馏及渣油加氢。该项目是公司与欧美日韩国际一流工程公司同台竞技，通过公开竞标而最终战胜竞争对手取得的项目，也是公司在东南亚地区市场获得的首个大型 EPC 总承包项目。通过该项目，公司国际化品牌形象得到进一步提升。

科威特新炼厂 P1 包 EPC 总承包项目。2015 年 7 月 30 日，公司正式收到科威特国家石油公司的授标函，公司与西班牙 TR、韩国韩华组成的联合体成功获得科威特新炼厂项目 P1 包总承包项目，项目合同金额约 43 亿美元，其中公司承担份额为 40%，约 17 亿美元。公司承担其中柴油加氢及煤油加氢两套核心装置的设计工作。科威特新炼厂 P1 包项目，是公司迄今为止承接的最大的 EPC 总承包项目，是公司走国际合作之路的一个成功典范。

泰国 IRPC 公司 PP 总承包项目。2015 年 6 月 29 日，公司与泰国国家能源和石油化工公司下属的泰国石油精制石油化学企业(IRPC)正式签订 PP 项目 EPC 总承包合同，合同金额 2.2 亿美元。公司在公开竞标中战胜了日韩公司，首次进入泰国石化总承包市场，对提升公司在东南亚的影响力及市场开拓能力具有重要战略意义。

哈萨克斯坦 PKOP 奇姆肯特炼厂升级改造项目。由中国石油工程建设公司(CPECC)承建的 PKOP 炼厂项目，是中国石油集团海外承揽的规模最大的炼油项目，投资额高达 16 亿美元。该工程分为一、二期建设，包括新建异构化、石脑油分离装置以及石脑油预加氢、常压装置改造等 13 套新建和改造装置及其辅助设施，建成后，炼油能力将达到 600 万吨/年。2014 年 3 月 1 日，项目一期及其配套工程全面启动。2017 年 3 月 31 日机械竣工，5 月 31 日进油，6 月 30 日完成移交。

7.2.3 大型炼化装备出口增加

中国石化装备制造企业已掌握炼油化工特种设备制造技术并积累了丰富的经验，具备为大型炼油、乙烯、芳烃等装置配套制造重大装备的能力。近年来，中国石化对带路沿线国家出口塔器、不锈钢管等设备材料 5.1 亿美元，涉及俄罗斯、哈萨克斯坦、伊朗等 11 个国家。在马来西亚 RAPID 项目和泰国 IRPC 的 PPC 和 PPE 项目中，都有中国制造厂家的身影，如中国一重的高压分离器/塔、宁波连通的裂解炉、福斯的泵、厦门 ABB 的开关柜、泽华的塔内件等。无论是制造水平还是服务水平，都远远高于东南亚其他国家。



7.3 炼油和乙烯带路绿色产能合作 发展指标体系

中国作为发展中的炼油和乙烯产能大国，在行业节能环保和污染排放方面制定了标准和要求，取得了显著的成效。基于中国污染物排放和用能指标，制定如下炼油和乙烯带路绿色指标体系。

7.3.1 大气污染物

参考中华人民共和国国家标准《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015，环境保护部 & 国家质量监督检验检疫总局发布）和中华人民共和国国家标准《石油化学工业污染物排放标准》（GB 31571-2015，环境保护部 & 国家质量监督检验检疫总局发布），炼油行业和乙烯行业大气污染物排放限制如下。

表 7.8 炼油大气污染物排放限值（单位：mg/m³）

序号	污染物项目	工艺加热炉	催化裂化催化剂再生烟气(1)	重整催化剂再生烟气	酸性气回收装置	氧化沥青装置	废水处理有机废气收集处理装置	有机废气排放口(2)	污染物排放监控位置
1	颗粒物	20	50	-	-	-	-	-	
2	镍及其化合物	-	0.5	-	-	-	-	-	
3	二氧化硫	100	100	-	400	-	-	-	
4	氮氧化物	150	200	-	-	-	-	-	
5	硫酸雾	150 180(3)	-	-	30(4)	-	-	-	
6	氯化氢	-	-	30	-	-	-	-	车间或生产设施排气筒
7	沥青烟	-	-	-	-	20	-	-	
8	苯并(a)芘	-	-	-	-	0.0003	-	-	
9	苯	-	-	-	-	-	4	-	
10	甲苯	-	-	-	-	-	15	-	
11	二甲苯	-	-	-	-	-	20	-	
12	非甲烷总烃	-	-	-	-	-	120	去除效率 ≥95%	

注：（1）催化裂化余热锅炉吹灰时再生烟气污染物浓度最大值不应超过表中限值的 2 倍，且每次持续时间不应大于 1 小时。

（2）有机废气中若含有颗粒物、二氧化硫或氮氧化物，执行工艺加热炉相应污染物控制要求。

（3）炉膛温度 ≥850℃ 的工艺加热炉执行该限值。

（4）酸性气体回收装置生产硫酸时执行该限值。

表 7.9 乙烯大气污染物排放限值（单位：mg/m³）

序号	污染物项目	工艺加热炉	有机废气排放口			污染物排放监控位置
			废水处理有机废气收集处理装置	含卤代烃有机废气（1）	其他有机废气（1）	
1	颗粒物	20	-	-	-	车间或生产设施排气筒
2	二氧化硫	100	-	-	-	
3	氮氧化物	150 180（2）	-	-	-	
4	非甲烷总烃	-	120	去除效率 ≥95%	去除效率 ≥95%	
5	氯化氢	-	-	30	-	
6	氟化氢	-	-	5.0	-	
7	溴化氢 （3）	-	-	5.0	-	
8	氯气	-	-	5.0	-	
9	废气有机特征污染物	-	表 7.10 所列有机特征污染物及排放浓度限值			

注：（1）有机废气中若含有颗粒物、二氧化硫或氮氧化物，执行工艺加热炉相应污染物控制要求。
 （2）炉膛温度 ≥850℃的工艺加热炉执行该限值。

表 7.10 乙烯废气中有机特征污染物及排放限值（单位：mg/m³）

序号	污染物项目	排放限值	序号	污染物项目	排放限值
1	正己烷	100	33	丙烯醛	3
2	环己烷（1）	100	34	丙酮	100
3	氯甲烷（1）	20	35	2-丁酮（1）	100
4	二氯甲烷（1）	100	36	异佛尔酮（1）	50
5	三氯甲烷（1）	50	37	酚类	20
6	四氯化碳（1）	20	38	氯甲基甲醚（1）	0.05
7	1,2-二氯乙烷（1）	1	39	二氯甲基醚（1）	0.05
8	1,2-二氯丙烷（1）	100	40	氯乙酸（1）	20
9	溴甲烷（1）	20	41	丙烯酸（1）	20
10	溴乙烷（1）	1	42	邻苯二甲酸酐（1）	10
11	1,3-丁二烯（1）	1	43	马来酸酐（1）	10
12	氯乙烯（1）	1	44	乙酸乙烯酯（1）	20
13	三氯乙烯（1）	1	45	甲基丙烯酸甲酯（1）	100
14	四氯乙烯（1）	100	46	异氰酸甲酯（1）	0.5
15	氯丙烯（1）	20	47	甲苯二异氰酸酯（1）	1
16	氯丁二烯（1）	20	48	硫酸二甲酯（1）	5
17	二氯乙炔（1）	4	49	乙腈（1）	50
18	环氧乙烷（1）	0.5	50	丙烯腈	0.5
19	环氧丙烷（1）	1	51	苯胺类	20
20	环氧氯丙烷（1）	10	52	二甲基甲酰胺（1）	50
21	苯	4	53	丙烯酰胺（1）	0.5
22	甲苯	15	54	胍（联氨）（1）	0.6
23	二甲苯	20	55	甲胍（1）	0.8
24	乙苯	100	56	偏二甲胍（1）	5
25	苯乙烯	50	57	吡啶（1）	20
26	氯苯类	50	58	四氢呋喃（1）	100



27	氯萘	5	59	光气	0.5
28	硝基苯类	16	60	氰化氢	1.9
29	甲醇	50	61	二硫化碳 (1)	20
30	乙二醇 (1)	50	62	苯并 (a) 芘	0.3 µg/m
31	甲醛	5	63	多氯联苯 (1)	0.1 ng-TEQ/m ³
32	乙醛	50	64	二噁英类	0.1 ng-TEQ/m ³

表 7.11 炼油和乙烯企业边界大气污染物浓度限值 (单位: mg/m³)

序号	污染物项目	限值
1	颗粒物	1.0
2	氯化氢	0.2
3	苯并 (a) 芘	0.000008
4	苯	0.4
5	甲苯	0.8
6	二甲苯	0.8
7	非甲烷总烃	4.0

在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱,或环境容量较小、生态环境脆弱,容易发生严重大气环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区,应严格控制企业的污染排放行为,酌情执行更严格的污染物排放限值。

7.3.2 水污染物

7.12 炼油水污染物排放限值（单位：mg/L（pH 值除外））

序号	污染物项目	限值		污染物排放监控装置
		直接排放	间接排放 ⁽¹⁾	
1	pH 值	6~9	-	企业废水总排放口
2	悬浮物	70	-	
3	化学需氧量	60	-	
4	五日生化需氧量	20	-	
5	氨氮	8.0	-	
6	总氮	40	-	
7	总磷	1.0	-	
8	总有机碳	20	-	
9	石油类	5.0	20	
10	硫化物	1.0	1.0	
11	挥发酚	0.5	0.5	
12	总钒	1.0	1.0	
13	苯	0.1	0.2	
14	甲苯	0.1	0.2	
15	邻二甲苯	0.4	0.6	
16	间二甲苯	0.4	0.6	
17	对二甲苯	0.4	0.6	
18	乙苯	0.4	0.6	
19	总氰化物	0.5	0.5	



20	苯并(a)芘	0.00003	
21	总铅	1.0	
22	总砷	0.5	车间或生产设施废水排放口
23	总镍	1.0	
24	总汞	0.05	
25	烷基汞	不得检出	
加工单位原(料)油基准排水量 (m ³ /t 原油)		0.5	排水量计量位置与污染物排放监控位置相同

注：(1) 废水进入城镇污水处理厂或经由城镇污水管线排放，应达到直接排放限值；废水进入园区（包括各类工业园区、开发区、工业聚集地等）污水处理厂执行间接排放限值，未规定限值的污染物项目由企业与其园区污水处理厂根据其污水处理能力商定相关标准，并报当地环境保护主管部门备案。

表 7.13 乙烯水污染物排放限值（单位：mg/L（pH 值除外））

序号	污染物项目	限值		污染物排放监控位置
		直接排放	间接排放(1)	
1	pH 值	6.0~9.0	-	企业废水总排放
2	悬浮物	70	-	
3	化学需氧量	60 100 (2)	-	
4	五日生化需氧量	20	-	
5	氨氮	8.0	-	
6	总氮	40	-	
7	总磷	1.0	-	
8	总有机碳	20 30 (2)	-	
9	石油类	5.0	20	
10	硫化物	1.0	1.0	
11	氟化物	10	20	
12	挥发酚	0.5	0.5	
13	总钒	1.0	1.0	
14	总铜	0.5	0.5	
15	总锌	2.0	2.0	
16	总氰化物	0.5	0.5	
17	可吸附有机卤化物	1.0	5.0	



18	苯并芘	0.00003	
19	总铅	1.0	
20	总镉	0.1	
21	总砷	0.5	
22	总镍	1.0	车间或生产设施废水排放口
23	总汞	0.05	
24	烷基汞	不得查出	
25	总铬	1.5	
26	六价铬	0.5	
27	废水有机特征污染物	表 7.14 所列有机特征污染物及排放浓度限值	企业废水总排放口

注：(1) 废水进入城镇污水处理厂或经由城镇污水管线排放，应达到直接排放限值；废水进入园区（包括各类工业园区、开发区、工业聚集地等）污水处理厂执行间接排放限值，未规定限值的污染物项目由企业与其园区污水处理厂根据其污水处理能力商定相关标准，并报当地环境保护主管部门备案。

表 7.14 废水中有机特征污染物及排放限值（单位：mg/L）

序号	污染物项目	排放限值	序号	污染物项目	排放限值
1	氧二溴甲烷	1	31	异丙苯	2
2	二氧一溴甲烷	0.6	32	多环芳烃	0.02
3	二氧甲烷	0.2	33	多氯联苯	0.0002
4	1,2- 二氧乙烷	0.3	34	甲醛	1
5	三氧甲烷	0.3	35	乙醛(1)	0.5
6	1,1,1- 三氧乙烷	20	36	丙烯醛（1）	1
7	五氧丙烷	0.3	37	戊二醛	0.7
8	三溴甲烷	1	38	三氯乙醛	0.1
9	环氧氧丙烷	0.02	39	双酚 A（1）	0.1
10	氯乙烯	0.05	40	B- 萘酚（1）	1
11	1,1- 二氧乙烯	0.3	41	2,4 二氯酚	0.6
12	1,2- 二氧乙烯	0.5	42	2,4,6 三氯酚	0.6
13	三氧乙烯	0.3	43	苯甲醚（1）	0.5
14	四氧乙烯	0.1	44	丙烯腈	2
15	氯丁二烯	0.02	45	丙烯酸（1）	5
16	六氯丁二烯	0.006	46	二氯乙酸（1）	0.5
17	二溴乙烯	0.0005	47	三氯乙酸（1）	1
18	苯	0.1	48	环烷酸（1）	10
19	甲苯	0.1	49	黄原酸定酯	0.01
20	邻二甲苯	0.4	50	邻苯二甲酸二乙酯	3
21	间二甲苯	0.4	51	邻苯二甲酸二丁酯	0.1
22	对二甲苯	0.4	52	邻苯二甲酸二辛酯	0.1
23	乙苯	0.4	53	二（2- 乙基己基） 己二酸酯（1）	4
24	苯乙烯	0.2	54	苯胺类	0.5
25	硝基苯类	2	55	丙烯酯胺	0.005
26	氧苯	0.2	56	水合肼（1）	0.1
27	1,2- 二氧苯	0.4	57	吡啶	2
28	1,4- 二氧苯	0.4	58	四氯化碳	0.03
29	三氯苯	0.2	59	四乙基铅（1）	0.001
30	四氯苯	0.2	60	二噁英类	0.3ng-TEQ/L



在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或水环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重水环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染排放行为，并考虑执行更严格的水污染物排放标准。

7.3.3 乙烯用水

参考中华人民共和国国家标准《节水型企业乙烯行业》（GB/T 32164-2015, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 & 中国国家标准化管理委员会发布），对于取水和重复利用、排水等做出如下要求。

表 7.15 节水型企业技术考核指标及要求

考核内容	技术指标	单位	考核制
取水	单位乙烯取水量	M ³ /t	≤6.5
	化学水制取系数	M ³ /m ³	≤1.1（离子交换树脂工艺）
		M ³ /m ³	≤1.25（反渗透工艺）
重复利用	重复利用率	%	≥98
	循环水浓缩倍数 a	倍	≥5
	蒸汽冷凝水回收率	%	≥80
排水	单位乙烯排水量	M ³ /t	≤1.8

a 当企业的间接冷却水循环系统的补充水中含有污（废）水回用水时，讲循环水浓缩倍数指标按污（废）水回用水量占补充水总量的百分比数值进行递减。

7.3.4 能耗

参考中华人民共和国国家标准《炼油单位产品能源消耗限额》（GB30251-2013, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 & 中国国家标准化管理委员会发布）并《关于石化和化学工业节能减排的指导意见》^[34]，为带路炼油产能合作发展提供如下能耗参考指标：

表 7.16 现有炼油企业炼油单位产品能耗限定值

类别	准入值
单位能量因数能耗 ^[35]	≤11.5 kgoe/(t·能量因数)

表 7.17 新建炼油企业炼油单位产品能耗准入值

类别	准入值
炼油（单位）综合能耗 ^[36]	≤63 kgoe/t(不适用以煤为主要制氢原料的冶炼企业)
单位能量因数能耗	≤8 kgoe/ (t·能量因数)
原油加工综合能耗	83 千克标煤 / 吨 (相当于 58 千克标油 / 吨)

表 7.18 炼油单位产品能耗先进值

类别	数值
单位产品因数能耗	≤7 kgoe/ (t·能量因数)

参考中华人民共和国国家标准《乙烯装置单位产品能源消耗限额》(GB30250-2013, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 & 中国国家标准化管理委员会发布), 为带路乙烯产能合作发展提供如下能耗参考指标:

表 7.19 新建乙烯装置单位产品能耗准入值

类型	单位乙烯能耗限定值	单位双烯能耗限定值
新建乙烯装置	≤640kgoe/t	≤430kgoe/t



7.3.5 碳排放

本文参考炼厂碳排放已有研究以及国外文献，给出炼油和乙烯行业生产过程中的碳排放参考值：

表 7.20 炼油^[37]和乙烯^[38]的碳排放因子

	排放产品	单位：tCO ₂ /t
生产排放	原油	0.227
	丁烷	0.764
	冷凝液	0.759
	VGO 的深度催化裂化	0.603
	乙烷	0.964
	乙烷 / 丙烷	0.799
	混合原料	0.799
	石脑油	0.700
	苯 / 石脑油	0.700
	丙烷	0.799
	炼油装置干气	0.799
	煤制油	0.964

8

高耗能行业绿色产能
合作发展建议



1. 根据东道国的需求，因地制宜，提前规划和进行项目分析。

不同高耗能产业的资源需求和区域供应半径不同，需要充分考察和了解东道国的政治体制、经济发展程度、产业承接基础、资源状况、环境保护要求、承受能力和各类风险状况。在掌握有关信息的基础上，对区域基础设施建设驱动的高耗能产业的需求要做到心中有数，并提前规划和做好项目分析。中国企业可以根据经济发展程度和有关国家的需求，提出有针对性的产能合作计划，并采取适合当地的产能合作方式。借鉴国际上向海外产能输出的经验和教训，中国在选择产能输出的东道国时，可优先选择经济已经进入持续增长轨道的发展中国家。产业承接基础方面，要优先选择那些本国制造业发展初具规模、有相关配套设施和人才、公共服务比较健全的东道国。风险可控程度方面，要优先选择政治生态良好、社会比较稳定等风险可控的国家开展国际产能合作展。对于一些经济发展程度较低基础设施薄弱的发展中国家，可以根据当地需求和情况，发展东道国需要同时成本可以承受的劳动密集型产业。

同时，相关产品市场是相互连接的，单个国家的市场需求是有限的。因此也要考虑区域整体市场的产业布局。比如，在东盟地区建设钢铁厂的项目，不仅要考虑东道国钢铁的需求，也要考虑钢铁厂的规模和可覆盖的范围，整体布局，如果重复建设，则会造成资源浪费并影响未来销售。其他行业也类似，需要统筹考虑地方、当地国和区域市场需求和进展

基于当地需求和总体布局，中国走出去企业之间也要发挥互补和协调优势，强强联合形成合力，建议国家相关部门加强在这方面的协调并提供信息，防止中国走出去企业在海外投资过程中发生恶性竞争，造成损失和资源浪费。

2. 发挥中国有关行业规划设计、技术装备、建造施工、节能环保、人力、运营管理等多方面比较优势，行业内统筹协调，支持和倡导优势领域的合作。

企业行业在走出去之前要做好自身的准备工作，分析自己比较优势，搜集国外资料信息，知己知彼，扬长避短，充分发挥企业自身优势，并要有灵活应对的能力。报告在相关行业合作潜力和需求方面进行了初步的识别，对现有行业走出去的经验和教训做了一些归纳和总结；然而实际的情况更立体更复杂。各行业要详细分析目的国和地区的需求和市场情况，以及中国企业的优势，制定详细的方案。例如，中冶、中钢、首钢国际等依托自有核心技术、丰富的项目管理和施工经验、强大的系统集成能力，以 EPC（设计采购施工）模式赢得了一大批具有重要影响的国际钢铁项目，其中马中关丹产业园 350 万吨钢铁项目是成功的典范。项目内容包括机械化原料场、孔顶装焦炉、烧结机、高炉、石灰窑、转炉及连铸和轧钢生产线等单元，高炉工程是马中关丹产业园 350 万吨钢铁项目的核心单元，技术含量高、施工难度大、施工周期长，参与设计和建设的中冶赛迪和上海宝冶均代表中国同行业的顶尖水平，成功实施了该项目。具有竞争力的企业

发挥自身优势，才能在东道国、区域和全球范围内立于不败之地。

3. 中国有关行业产能合作发展的绿色指标体系是行业自律、指导企业开展海外投资的原则和依据，也是金融机构绿色投融资的参考。根据不同国家和地区的情况，研究制定差异化的指标十分必要。同时，需要秉持实事求是的原则，制定有关行业具体开展绿色产能合作的工作指南。

当前报告中提出了各行业的绿色指标体系，主要侧重于污染物排放、能耗、水耗和碳排放等几方面，是在分析国内外产业发展现状和指标的基础上提出的基础性的指标和要求。完整的绿色指标体系应该包括资源开采、建设、生产、运营和管理的各个环节的要求。具体到每个环节，也涉及到不同的规模、技术和工况下的标准，以及相关的包括节能环保绿色低碳技术在内的技术选择。在与带路国家开展合作的过程中，考虑到目的国当地的资源条件、自然环境和实际情况，应用起来也应该实事求是，因地制宜，进行区分。只有不断细化、符合企业情况和当地需求，这些指标才能真正受到企业支持、帮助投融资机构降低风险，成为行业指引。

在“一带一路”绿色合作发展中，需要认真考虑中国标准与国际、东道国标准衔接和协调的问题。目前来看，重点高耗能行业很多国内环保标准高于国际标准。一般来说，东道国的标准高于中国标准，遵循东道国的标准。如果东道国的标准稍低于中国标准，中国企业则应遵循中国标准，不应降低标准。如果东道国标准大大低于中国标准或者没有标准，我们提倡尽可能采用更高的标准。但带路国家很多，各国情况很复杂，还需要探讨和研究制定符合不同区域和国家情况的更为细化的标准，提供东道国经济上可承受的方案，并降低中国开展产能合作的环保风险和金融风险。

4. 深入研究所在国的环境风险，制定一揽子方案化解环保风险。

首先，在带路项目的选址问题上，应考虑中亚的温带大陆性气候、东南亚和南亚的热带季风气候特征，根据投建地的气象特征，谨慎选择场地，降低粉尘、废气对主要城市的污染，根据当地水资源情况考虑用水和水处理方案，关注生物多样性以及其他生态环境问题。其次，深入了解当地环境要求和特殊关注，并在方案中予以考虑。第三，在项目附属的环保设施投建运营上，应吸纳中国优秀的环保解决方案提供商、东道国本地企业、国际知名环保企业等多方力量，集中智慧做好环保实施工作。第四，做好环境监测和信息公开，接受社会监督，与有关利益方做好沟通。第五，做好应急方案。要严格保护生态环境和生物多样性，尽可能减少碳排放并考虑适应措施应对气候变化。



5. 积极与投融资机构沟通和合作，确保资金支持的方向和项目的绿色化和可持续，帮助金融机构降低环境和气候风险，同时为行业的优质的绿色产能合作发展提供更好的资金支持，确保项目的可持续性。

以东南亚为例，日本政府通过积极扶植，洽谈国家级工业园区，通过亚行和其他商业银行等机构提供低息贷款，为日本企业缔造了良好投资环境，日本钢铁企业则通过建设加工中心和合资工厂，为其高端制造业配套，在当地获得了大量市场份额。

借鉴国内外风险评估与管理先进技术和经验，研发风险评估标准，结合各行业的情况，形成“境外投资环境与社会风险管理指引”。金融机构应参考和借鉴上述指引，基于行业绿色指标体系，进行环境和气候风险评价并指导相关风险管理，支持企业建立环境气候和社会风险全程管理机制和能力。

保险公司可根据“走出去”企业需求特点，设计环境风险保险产品，推动企业形成环境保险责任与企业社会责任的良性互动机制。企业购买“环境保险”已成为国际上跨国公司彰显企业社会责任、承担社会责任的重要和有效途径。同时，在风险发生情况下，企业因损失发生的补偿成本会降低，进一步增加企业预估潜在环境和社会风险的意愿和承担风险的能力。

建立“走出去”企业环境和社会风险应急基金，构建突发事故应急机制和弱势群体临时保护机制。应急基金的建立，有助于树立中国“走出去”企业良好的社会责任形象。通过结合对重大事故企业的适当处罚，形成“走出去”企业管理风险，承担社会责任的良好氛围。

6. 深入重点国家，与有关企业紧密合作，研究重点国家绿色产能合作发展的成功模式，包括资金、技术、融资、项目管理等多个方面。支持和关注重点国家项目的实施，总结经验和教训，提炼一般化的原则和方法，供更广泛的国家和地区的绿色产能合作参考。

7. 工业园区是产业集聚走出去的重要方式。要特别关心工业园区的能源供应、项目建设、产业布局、污染控制和废弃物处置等方面的安排借鉴国内工业园区成功的经验、汲取教训，建设环保绿色可持续的产业园区。

在中国改革开放的成功经验中，工业园区建设发挥了重要的作用。工业园区是产业集聚和集中展示的舞台，也是产能合作发展的窗口。工业园区由于工业集聚，能耗大、污染排放高。工业园区的绿色低碳可持续发展对于整个区域的环境和可持续极为重要，也受到更集中的关注。工业园区整体规划、能源供应、基础设施建设、产业布局、污染控制和废弃物处置等对于工业园区的可持续性和环境绩效也有突出影响，基于中国发展循环经济园区、低碳园区的经验和教训，在一带一路的工业园区设计和实施中需要重点关注。好的工业园区设计，将可能更好的匹配不同的产业链条，集中展示循环经济和节能系统，实现低碳发展。



参考文献

1. 李广宇（麦肯锡中国），传承丝路精神共建“一带一路”，2015.10
2. 清华金融与发展研究所、气候中心，一带一路气候风险研究报告（初稿），2018
3. 亚行预计：到2030年亚洲基础设施需求将超过26万亿美元，2017-3-1，<http://www.myzaker.com/article/58b5b1591bc8e04a2700004d>
4. 吴崇伯，“一带一路”框架下中国与东盟产能合作研究，南洋问题研究，2016.3
5. 杨传堂、李小鹏，“一带一路”建设交通运输要先行，中国交通新闻网，2017-7-5，http://www.zgjt.com/2017-07/05/content_120027.htm
6. 徐绍史等，“一带一路”与国际产能合作行业布局研究，机械工业出版社，2017年4月第1版第1次印刷
7. 商务部，中国对外投资合作发展报告2017，2018
8. 中国发展研究基金会、中国对外承包工程商会，“一带一路”国际基础设施合作白皮书—让发展可及，2018.6，http://finance.ifeng.com/a/20180611/16339318_0.shtml
9. 王书豪，柳群义，“一带一路”沿线国家钢需求预测[J]. 中国矿业,2017,26(12):24-27
10. 通过咨询行业专家意见，按照人均300kg，满足沿线基础设施建设则最低需求保守估算，发达国家较为饱和的情况下人均水泥需求为300-500KG，一般在基础设施发展比较快的国家，人均水泥需求远高于这个数
11. 数据来源：ihsmarkit.com 数据库
12. 中国水泥协会，水泥工业“十三五”发展规划,2017-6-5

13. 工业和信息化部，关于印发钢铁工业调整升级规划（2016-2020年）的通知，2016-11-14
14. 国家发展改革委、国家能源局，关于印发煤炭工业发展“十三五”规划的通知，2016-12-22
15. 房秋晨（国际研习社），“一带一路”沿线基础设施建设市场需求旺盛，2017-12-14，http://www.sohu.com/a/210521037_115239
16. 柴麒敏、祁悦、傅莎，推动“一带一路”沿线国家共建低碳共同体，中国发展观察，2017.9-10
17. UNEP, The Emissions Gap Report 2017/2017 碳排放差距报告，2017.11
18. 董占峰、葛察忠、王金南等，“一带一路”绿色发展的战略实施框架，中国环境管理，2016.2
19. 商务部、环境保护部，对外投资合作环境保护指南，2013-2-18，<http://www.mofcom.gov.cn/article/b/bf/201302/20130200039930.shtml>
20. 环境保护部、外交部、国家发展改革委、商务部，关于推进绿色带路建设的指导意见，2017-5-8，http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201705/t20170505_413602.htm?COLLCC=174824441&
21. 环境保护部，带路生态环境保护合作规划，2017-5-15，<http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201705/W020170516330272025970.pdf?COLLCC=174825484&>
22. 国家发展和改革委员会、国家能源局，推动丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路能源合作愿景与行动，2018-5-12，http://www.nea.gov.cn/2017-05/12/c_136277473.htm
23. 中国对外投资环境风险管理倡议全文发布，2017-9-5，<http://www.tanjiaoyi.com/article-22520-1.html>
24. 王国清，“一带一路”带给钢铁业的出口机会分析，搜狐财经，2017
25. Chang-do Kim. Chinese Steel Moves along the One Belt, One Road [J]. Asian Steel Watch, 2017.3
26. 李新创，钢铁“走出去”与“一带一路”的思考[J]，国土资源情报，2015(07):3-13
27. 冶金工业规划研究院，全球钢铁需求预测工作报告，2018
28. 苏长有，对钢铁行业“一带一路”战略的思考，冶金管理，2016（1）:46-51



29. 中国联合钢铁网, <http://www.custeel.com>
30. “一带一路”给水泥业带来了哪些投资机会, 中国建材报, 2015-6-17, <http://www.dcement.com/Item/136530.aspx>
31. 数据来源: 中国水泥协会 - 数字水泥 (注: 2017 年为预计数)
32. 中国肥企如何走上“一带一路”? 农资导报, 2017-5-19, <http://www.nzdb.com.cn/hy/152615.jhtml>
33. 肥料业怎么走出去? 中国化肥网, 2017-12-08, <https://www.fert.cn/news/2017/12/08/110251558317.shtml>
34. 工业和信息化部, 关于石化和花谢工业节能减排的指导意见, 2013-12-31
35. 单位能源因数能耗: 同一统计报告期内, 炼油(单位)综合能耗与炼油能量因数的比值。
36. 炼油(单位)综合能耗: 同一统计报告期内, 炼油综合能源消耗量与原油及外购原料油加工量之和的比值。
37. 蒋庆哲、马敬昆等, 炼油厂二氧化碳排放估算与分析, 现代化工, 2013, 33 (4):1-4
38. DEHEMA/IEA/ICCA, Energy and GHG Reductions in the Chemical Industry via Catalytic Processes: ANNEXES, 2013
39. Oxford Economics, Global Infrastructure Hub, Global Infrastructure Outlook, July 2017

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

邮箱：GBRI@nrdc-china.org

www.nrdc.cn



环保纸印刷