一带一路绿色发展研究

2019
06

“一带一路”油气绿色开发与利用

——炼油和乙烯行业

OIL AND GAS GREEN DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION IN BELT AND ROAD COUNTRIES

– OIL REFINING AND ETHYLENE SECTORS

一带一路绿色发展研究项目（简称绿色带路项目）

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

NRDC 自 然 资 源 保 护 协 会 NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL

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

绿色带路项目系列报告

《《巴黎协定》背景下“一带一路”电力投资的机遇与挑战》
《“一带一路”重点区域（国家）环境影响评价体系研究报告》
《“一带一路”可再生能源发展合作路径及其促进机制研究》
《东盟国家可再生能源发展规划及重点案例国研究》
《中国高耗能行业“一带一路”绿色产能合作发展报告》
《“一带一路”电力综合资源规划研究》
《中国对外援助综合管理机构改革研究》
《中国能源气候管理机构改革研究》

更多信息和报告下载，请访问：

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

煤控研究项目系列报告

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

……

未完待续，请见封三……

"一带一路"油气绿色开发与利用

——炼油和乙烯行业

OIL AND GAS GREEN DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION IN BELT AND ROAD COUNTRIES

– OIL REFINING AND ETHYLENE SECTORS

主要编写人员

课题负责人

庞广廉

课题研究人员

李寿生　曾坚　庞广廉　王瑜　汪泽　朱润民　姚桂华

郑宝山　马湘山　吴怡　台向敏　余海舰　陈晨

课题单位

中国石油和化学工业联合会

2019 年 6 月

目录

执行摘要

石化产业是国民经济的重要支柱产业，产业关联度高、产品覆盖面广，对稳定经济增长、改善人民生活、保障国防安全具有重要意义和作用。同时石油化工属高耗能、高耗水行业，要发展就必须改变发展模式，走绿色可持续发展的道路，因此规范石化企业绿色可持续发展非常重要。在全球石化产业结构深度调整的大背景下，绿色发展已成为科技革命和产业结构优化升级的主要方向，是推进供给侧结构性改革和高质量发展的重要手段。

“一带一路”沿线国家处在工业化的关键时期，资源禀赋好、人口数量多、市场潜力大，具有发展石油和化学工业的资源优势、劳动力优势和市场优势。发展石油和化学工业能够为纺织、轻工、建筑、电子信息、汽车等下游行业提供能源和原材料，加快工业化进程，提高人们的生活水平。

近年来，我国炼油和乙烯行业持续快速发展，产业规模、技术水平和国际竞争力大幅提升，“一带一路”国际产能合作初见成效，为解决环保等生态问题以确保带路油气国际产能合作能够顺利实施并给沿线国家带来绿色可持续的发展，降低项目投资风险，造福全人类，研究建立带路炼油和乙烯行业绿色国际产能合作指引、指标体系、清洁绿色生产工艺、绿色石化产业基地和化工园区意义重大，为企业国际产能合作创造良好的发展环境，搭建政府、社会与企业良好互动协调机制，积极践行绿色低碳发展理念，建立健全带路油气绿色开发与利用配套保障机制。

一、世界炼油乙烯行业发展现状和趋势

世界炼油格局持续调整，产业集中度进一步提高，新建炼厂向大型化一体化发展，新增炼油产能绝大部分位于亚太和中东，美国炼油业受益于“页岩革命”带来的成本优势，出现明显增长态势；欧洲炼油能力在经过前几年的萎缩关停潮后已保持平稳发展；未来世界炼油工业的发展重心还将继续向具有市场优势和资源优势的地区转移。

乙烯是化学工业之母，产业链涵盖范围极广，表征了一个国家的石油化工行业实力，全球乙烯产能主要分布在亚洲、北美、中东和欧洲，全球乙烯下游消费结构中，聚乙烯

为最大下游产品，维持在 60% 左右；其次为乙二醇，占比约 17%。从未来需求增量看，聚乙烯将是乙烯下游消费中最大的支撑力量。

清洁始于设计，全球炼油和乙烯行业的节能环保、污染排放标准和要求地区差异比较大。欧盟、日本、美国等发达国家引领行业节能环保及污染排放的先进技术和标准。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先进的法律法规和标准，取得了显著的成效，在发达国家与发展中国家之间发挥了良好的衔接作用。

目前中国的油品质量标准已领先于多数发展中国家，油品质量标准整体达到世界先进水平，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%，氮氧化物和有机废气降低 8-12%，柴油车尾气颗粒物排放降低 9.1%，氮氧化物降低 4.6%。

近年来，烯烃原料多元化发展势头迅猛，行业竞争加剧，竞争态势日趋复杂，中东、北美具有低成本的竞争优势，欧美、日本、韩国等具有高端产品的竞争优势。我国烯烃产业的发展，既需要扩大能力，保证国内自给率水平，更需要提升产业的整体竞争力。

近十多年来，我国炼化工程建设企业加快“走出去”发展战略，参与国际市场竞争，已经成为国际炼化工程建设市场上不可忽视的力量；我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，具有为大型炼油、乙烯、芳烃等装置配套制造重大装备的能力，目前中国的炼化装备制造水平已经达到国际一流的水平，催化剂作为高科技高附加值产品，已经成功打入国际市场，产品远销欧洲、美洲、亚洲、非洲等国际市场。

二、带路国家炼油和乙烯产能合作分析

从供需平衡的总体情况来看，目前带路国家原油供应量普遍大于消费量，属于原油净出口地区，其中西亚、中东、中亚、俄罗斯和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。

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。

在炼厂技术改造方面，主要包括陈旧及落后装置更新、小炼厂改扩建两个方面；在产品质量标准升级方面，随着环境标准的日益严格，需要进行大量的产品升级改造工作，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，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，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。

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、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的诉求。

带路国家基本上没有自己的炼化技术，大多引进欧美技术，部分国家采用了我国的炼化技术；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；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业较为薄弱，大型转动设备、仪表、电器及催化剂依赖进口。

中国企业通过收购和投资已经获得了 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；在境外几十个国家承揽各类工程项目，业务从施工逐步向前期咨询、设计、总承包等多元化发展，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。

当前，带路沿线油气资源国为了摆脱过度依赖单一石油出口，强调发展多元化经济，特别是发展炼油石化工业吸引外国资本和技术，这为我国开展炼化工程、炼化技术出口提供了合作机遇。

三、带路炼油和乙烯绿色发展思路和指标体系

带路沿线国家正处于工业化进程之中，发挥国内炼化企业的技术资金人才优势及带路沿线国家的资源或市场优势，在资源供应优势明显或市场潜力较好的国家建设炼化工业园区；在油品贸易量大或贸易枢纽地区建设贸易仓储基地；在未来新增炼油能力较大、扩能改造需求较多的国家建设工程技术服务基地。

带路地区的投资合作面临着地缘政治、资源、市场、安全、法律等多种风险，建立重大项目的前期评估评价机制，加强对国际石油石化行业宏观走势的分析研判，加强对项目所在国的投资环境、政治风险的跟踪监测和形势预判，提高预测精准度，做好重大境外投资项目的可行性研究工作。

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与国际接轨的很高的国家和行业标准，取得了显著的成效。基于中国污染物排放标准和用能指标，炼油和乙烯带路绿色指标体系重点关注清洁生产、污染物排放和能耗指标。

炼油和乙烯绿色指标体系的构建是在明确指标体系构建目的、企业所在行业的特点、影响其绿色竞争力的因素，企业绿色竞争力评价指标体系基础上，按照竞争力指标体系构建的原则所构建的。

石化企业绿色竞争力指标体系设计的目的是衡量石化企业绿色竞争力的状况，考虑到影响绿色竞争力的因素是多方面的，因此指标体系是从多维度、多层次性展开设置的，同时考虑了通用性和可操作性，充分考虑数据的可获得性，使得评价工作方便展开。

本指标体系摘录了国标中的关键指标，做为企业走出去的指导，对于带路国家新建项目，建议依据该指标体系，结合东道国的具体需求和环境承载力，因地制宜研究制定更细化的差异化的指标；对于走出去的企业，利用该绿色指标体系作为行业自律开展海外产能合作。

四、风险分析和保障措施

带路沿线国家地缘政治复杂，经济发展水平差别大，对于发展的期望和诉求也大相径庭，石油被称之为工业的血液，是国民经济运行不可或缺的资源，受到世界各国的普遍重视，我们需要全面评估，制定风险应对机制，减少直至避免风险事件的发生。

为保障油气石化行业“一带一路”建设走深走实走稳，一是加强经济政策协调和发展战略对接，为参与国创造更大的发展空间，实现共同繁荣。二是以创新增长为驱动，进一步挖掘发展新动能，不断培育新的经济增长点。三是以发展包容为依托，进一步促进发展成果共享，积极构建人类命运共同体，让不同国家的人民都能享受到发展的红利，积极推动全球化朝着更加开放、包容、普惠、平衡、共赢的方向发展。

五、建议

带路海外产业布局是要在准确把握我国与带路沿线国家经贸合作战略的对接性、产业合作的互补性、双方企业的积极性的基础上，根据东道国的需求和环境承载力， 统筹规划、优化布局；因地制宜，尽可能采用较高的适宜的环境标准；促进采用先进、节能、环保的技术和装备；加强低碳绿色产能合作的金融支持，构建我国与带路沿线国家石化产业合作绿色、可持续、低碳的成功载体。具体建议如下：

一是坚持企业为主体的原则，引导境外园区的发展始终居于科学、理性、有序的轨道内运行；二是坚持互利共赢的方向。要在规划中突出强调合作共赢，在合作实施中要关照合作双方彼此的切身利益；三是坚持集约化发展方向。集约化发展是园区生命力所在，也是园区特色所在；四是积极争取双向政策扶持，海外园区作为两国投资合作的重要载体，符合两国的利益和意愿，通过签署双边合作协议、投资保护协定和避免双重征税协定，布局带路自贸区网络，不断提高贸易投资自由化与便利化水平，为企业构建开放稳定的营商环境，争取优惠的政策，便利的投资贸易条件，快捷的物流合作优惠，金融合作政策关注。

Executive Summary

With its high degree of industrial relevance and wide product coverage, the petrochemical industry is an important pillar industry of the national economy. Its role in stabilizing economic growth is highly significant, improving people's lives and safeguarding national defense. At the same time, as the petrochemical industry is a high water-consuming and energy-intensive industry, its development will require changes to the current development mode and take the road towards green and sustainable development. Therefore, it is essential to ensure the sustainable development of petrochemical companies. Given the context of deep adjustments to the global petrochemical industry structure, green development has become the main direction of the scientific and technological revolution and industrial structure optimization and upgrading, and is an important means to promote supply-side structural reform and high-quality development.

Most of the Belt and Road countries are in a critical period of industrialization, with good resource endowments, large populations, and huge market potential. They have resource, labor, and market advantages for developing the petroleum and chemical industries. The development of the petroleum and chemical industries not only provides energy and raw materials for textiles, light industry, construction, electronic information, automobiles and other downstream industries, but can accelerate the process of industrialization and improve people’s living standards.

In recent years, China's oil refining and ethylene industries have continued to develop rapidly, and its industrial scale, technical level, and international competitiveness have all been greatly improved. "Belt and Road" international production capacity cooperation has also achieved some initial progress. In order to achieve environmental protection and to ensure the smooth implementation of oil and gas international production capacity cooperation in BRI countries, it is important to bring green and sustainable development to these countries. This will reduce project investment risks, and will benefit all nations. It is important to study and establish guidelines for green international cooperation, to develop systematical standards, to develop clean and green production processes, and to develop green petrochemical industry bases and chemical industry parks for international production capacity cooperation in BRI countries. This will create a favorable development environment for international production capacity cooperation, establish a sound coordination mechanism between the government, society and enterprises, will actively implement green and low-carbon development, and will improve the supporting mechanisms for the green development and utilization of oil and gas in BRI countries.

I. Development Status and Future Trends of the Global Oil Refining and Ethylene Industries

As global patterns in oil refining continue to undergo adjustments, industrial concentration has been further improved, and new refineries are developing towards large-scale integration. The vast majority of new refining capacity is located in the Asia Pacific and the Middle East. The United States' refining industry, which benefites from the cost advantages brought by the shale gas revolution, has shown a significant growth trend. Europe's oil refining capacity has maintained steady growth after several years of shrinking. In the future, the development focus of the world's refining industries will continue to shift towards regions with market and resource advantages.

Ethylene is the mother of the chemical industry, and the wide range of its industrial chain represents the strength of a country's petrochemical industry. Global ethylene production capacity is mainly distributed in Asia, North America, the Middle East and Europe. Polyethylene is the largest downstream product in the global ethylene consumption chain, accounting for about 60%. The second is ethylene glycol, accounting for about 17%. In terms of future demand, polyethylene will be the largest supporting force in downstream ethylene consumption.

Clean production begins with design. Global oil refining and ethylene industries in various regions differ greatly in terms of energy conservation, environmental protection, pollution emission standards and requirements. Developed countries such as the European Union, Japan and the United States lead the industry in advanced technologies and standards for energy conservation, environmental protection and pollution emission restrictions. As a developing country with large oil refining and ethylene production capacity, China has formulated advanced laws, regulations and standards in the fields of energy conservation, environmental protection and pollution emission, and has achieved remarkable results, thus playing a positive linking role between developed and developing countries.

At present, China's oil quality standards are already ahead of those of most developing countries, and its overall oil quality standards have reached a globally advanced level. According to calculations and tests, particulate matter emissions from traditional fuel vehicles decreased by 10% as oil quality improved from National V vehicle fuel standards to National VI vehicle fuel standards, nitrogen oxide and organic waste emissions decreased by 8-12%. Particulate matter emissions from diesel vehicles decreased by 9.1%, and nitrogen oxide emissions decreased by 4.6%.

In recent years, the diversified development of olefin raw materials has been rapid. Competition in the industry has intensified, and the competitive situation has become increasingly complex. The Middle East and North America have the competitive advantage of low costs, while Europe, the United States, Japan and South Korea enjoy the competitive advantage of high-end products. The development of China's olefin industry not only requires the expansion of its capacity to ensure domestic selfsufficiency, but also requires improvements to the overall competitiveness of the industry.

Over the past decade, China's refining and chemical engineering construction enterprises have accelerated their development strategy of "going global" and have participated in international market competition. They have become a force that cannot be ignored in the international refining and chemical engineering construction market. China's petrochemical equipment manufacturing enterprises have mastered the manufacturing technology required for special equipment for the refining and chemical industries and have accumulated rich experience. They have the ability to manufacture major equipment for large-scale refining, ethylene production, aromatics devices and so on. At present, China's refining and chemical equipment manufacturing has reached the international first-class level. As a high-tech and high-value-added product, catalysts have successfully entered the international market, and the products are exported to international markets such as Europe, America, Asia, Africa.

II. Analysis on Cooperation Between Oil Refining and Ethylene Production Capacity in Countries along the “Belt and Road”

Judging from the overall balance of supply and demand, the crude oil supply in BRI countries is generally larger than consumption. This leads to a net export area of crude oil. West Asia, the Middle East, Central Asia, Russia and Mongolia are the main net exporting regions, and Southeast Asia, South Asia and Central and Eastern Europe are the main net importing regions.

In general, the oil refining industry in BRI countries has developed rapidly. These countries often have a large refining capacity, small refinery scale, and development is uneven across various countries. The overall utilization rate of refineries in these regions is lower than the world average. Some regions and countries have outdated refining facilities, low technical levels, an illogical oil product structure, and product quality standards that must be improved, all of which suggests a large cooperation space for upgrading and reforming refineries.

There are two main aspects to refinery technological transformation: the renewal of obsolete and backward equipment and the reconstruction and expansion of small refineries. In terms of upgrading product quality standards, as environmental standards grow increasingly stringent, a great amount of product upgrading and transformation work is required. In 2017, demand for refined oil in 42 of the 64 BRI countries exceeded domestic supply, and imports were needed to fill the supply and demand gap. Those countries with large gaps in the supply and demand of refined oil are mainly concentrated in Southeast Asia. Indonesia has the largest gap, with 37.8% of refined oil consumption depending on imports, which amount to 20.13 million tons, followed by Vietnam and Egypt, with gaps of 10.85 million tons and 10.59 million tons respectively.

Petrochemical industry development in BRI countries is uneven. Most countries in regions such as the Middle East, South Asia, Southeast Asia, Central Asia and Russia have structural problems such as relatively simple products, large quantities of medium and low-grade products, few high-end added-value products, weak comprehensive processing capacity, short industrial chains, and insufficient deep processing and fine processing. Thus there is a demand for petrochemical capacity cooperation.

Many Belt and Road countries haven't developed their own refining technologies. Most of them have imported European and American technologies, and some have adopted China's refining technology. The refining and chemical engineering construction capacity of BRI countries is relatively weak and the service level is limited. Restricted by the refining and chemical industry structure and by the smaller market demand in BRI countries, most of these countries have relatively backward refining and chemical equipment manufacturing industries, and they rely on import of large rotating equipment, instruments, electrical appliances and catalysts.

Chinese enterprises have acquired 13 overseas refining projects through acquisitions and investments. Distributed throughout Central Asia, Africa, the Asia Pacific, Europe and the Middle East, they contribute a total refining capacity of 73.6 million tons/year and an equity capacity of 51.67 million tons/year. By contracting various projects in dozens of overseas countries, their business has gradually diversified from construction to preliminary consultation, design and EPC. With the growing overseas business, steadily increasing competitiveness on the international market, and increasing capacity to execute projects, the brand influence of these Chinese companies is becoming increasingly apparent.

Currently, in order to eliminate excessive dependence on single oil exports, BRI countries with oil and gas resources should emphasize the development of diversified economies, especially the development of the refining and petrochemical industries to attract foreign capital and technology. This provides an opportunity for cooperation with China to develop refining and chemical engineering technology exports.

III. Belt and Road Oil Refining and Ethylene Green Development Streategies and Standards

As countries along the BRI are in the process of industrialization, they should be given full play to the advantages of domestic refining and chemical enterprises in terms of technology, capital, talent, and the resources or market advantages, and refining and chemical industrial parks should be built in countries with obvious resource supply advantages or better market potential. Trade storage bases could be built in areas with large volumes of trade, and new national construction engineering and technical service bases should be built with large refining capacity and large demand for capacity expansion and transformation in the future.

Investment cooperation in the BRI region is faced with various risks, including geopolitics, resource, market, security, legal, etc. Therefore, it is necessary to establish a pre-assessment and evaluation mechanism for major projects, to strengthen analysis and judgment from a macro perspective on the international petroleum and petrochemical industries, to enhance tracking and monitoring of the investment environment and political risks in countries where the projects are located, to improve forecasting accuracy, and to ensure strong feasibility studies are conducted for major overseas investment projects.

As a developing country with a large oil refining and ethylene production capacity, China has set high national and industry standards in terms of energy conservation, environmental protection and pollution emission restrictions. These standards are in line with international standards and have achieved remarkable results. Based on China's pollutant emission standards and energy consumption indicators, the core aspects of the green development of oil refining and ethylene production lie in cleaner production, pollutant emission restrictions, and energy consumption reductions.

The construction of the green standards for oil refining and ethylene production is based on the definition of the purpose of the standards, the characteristics of the industry that the enterprises belong to, and the factors affecting its green competitiveness. Based on the evaluation standards for an enterprise’s green competitiveness, it is constructed in accordance with the principles of the competitiveness standards.

The purpose of designing the green competitiveness standards for petrochemical enterprises is to measure these enterprises’ status on green competitiveness. Considering the multi-faceted factors affecting green competitiveness, the standard is both multi-dimensional and multi-level. At the same time, versatility and operability are taken into account and the availability of data is also considered, ensuring the convenient operation of evaluation work.

This green standard extracts some key indicators from the national standard and serves as a guide for enterprises to go global. For newly-built projects in BRI countries, it is recommended to use the green standard, combined with the specific needs and the environmental carrying capacity of the host country, to study and formulte more detailed indexes according to local conditions. For enterprises going global, the green standards can serve as a guide for the industry to carry out overseas capacity cooperation.

IV. Risk Analysis and Safeguard Measures

BRI countries are characterized by complex geopolitics, large differences in economic development levels, and varied expectations and demands for development. Oil is known as the blood of industry and is an indispensable resource for national economic activity. It is universally valued by all countries in the world. Therefore, we need to conduct a comprehensive assessment and to develop a risk response mechanism so as to mitigate or even entirely avoid the occurrence of risk events.

In order to ensure the solid, and stable development the oil and gas industries within the "Belt and Road Initiative", the following measures shall be taken. Firstly, strengthen the coordination of economic policies and the connection of development strategies so as to create greater development space for participating countries and to realize common prosperity. Secondly, driven by innovation and growth, tap into new growth drivers and continuously foster new economic growth points. Thirdly, relying on development and tolerance, promote the sharing of development achievements, actively build a common community so that people in different countries can benefit from the dividends of development, and promote globalization and society's movement in a more open, tolerant, inclusive, balanced, and mutually beneficial direction.

V. Recommendations

The layout of overseas industries should be established on the basis of accurately grasping China's economic and trade cooperation strategies with BRI countries, the complementarity of industrial cooperation, and the enthusiasm of enterprises on both sides. Overall planning and layout optimization should be based on the needs of the host country and the local environment's carrying capacity. Measures should be adjusted to local conditions and higher and appropriate environmental standards should be adopted whenever possible. The adoption of advanced, energy-saving and environmentally-friendly technologies and equipment should be promoted and financial support for strengthening green and low-carbon production capacity cooperation should be increased. Lastly a successful carrier of green, sustainable and low-carbon cooperation between China and the petrochemical industries of BRI countries should be developed.

First, adhere to the principle of enterprises as the mainstay of development, and guide the development of overseas industrial parks so that they operate in a scientific, rational, and orderly manner. Second, adhere to the principle of mutual benefits. We should highlight win-win cooperation in our planning and address the key interests of both sides in the implementation of cooperation. Third, continue to pursue intensive development. Intensive development is the central characteristic as well as the life force of industrial parks, Fourth, actively strive for two-way policy support. As an important carrier of investment cooperation between the two countries, overseas industrial parks conform to the interests and wishes of both countries. Through signing bilateral cooperation agreements, investment protection agreements and double taxation avoidance agreements, we can establish a network of free trade areas, continuously improve the level of trade and investment liberalization and facilitation, build an open and stable business environment for enterprises, and strive for preferential policies, convenient investment and trade conditions, rapid preferential logistics cooperation, and focused financial cooperation policies.

1

项目背景和意义

1.1 项目背景

绿色可持续发展已在世界范围内被大多数国家所认可并已成为当今世界各国解决经济发展和环境污染矛盾的重要途径，我国也大力推行绿色可持续发展战略；为逐步提高各领域、各行业用水效率，提升全民节水意识，国家发展改革委、水利部近日联合印发《国家节水行动方案》，即到 2020 年，节水政策法规、市场机制、标准体系趋于完善，万元国内生产总值用水量、万元工业增加值用水量较 2015 年分别降低 23% 和 20%，工业节水减排，推动绿色发展，至 2035 年中国的水资源节约和循环利用达到世界先进水平。

石化企业属高耗能、高耗水行业，要发展就必须改变发展模式，走绿色可持续发展的道路，因此规范石化企业绿色可持续发展非常重要。在全球石化产业结构深度调整的大背景下，绿色发展已成为科技革命和产业结构优化升级的主要方向，是推进供给侧结构性改革和高质量发展的重要手段。石化联合会配合发改委和工信部研究制定了《促进石化产业绿色发展指导意见》，并向全行业发布了《石化行业绿色发展行动计划》。

"一带一路"沿线国家处在工业化的关键时期，资源禀赋好、人口数量多、市场潜力大，具有发展石油和化学工业的资源优势、劳动力优势和市场优势。发展石油和化学工业能够为纺织、轻工、建筑、电子信息、汽车等下游行业提供能源和原材料，进一步激发需求，加快工业化进程，提高人们的生活水平。中国是最大的发展中国家，中国与"一带一路"沿线国家发展石油和化学工业可以互相借鉴，实现优势互补，共同进步，为推进石化领域国际产能合作提供了重要机遇。

石化产业是国民经济的重要支柱产业，产业关联度高、产品覆盖面广，对稳定经济增长、改善人民生活、保障国防安全具有重要作用。近年来，我国石化产业绿色发展取得积极成效，清洁油品、清洁绿色生产工艺应用逐步扩大，绿色石化产业基地和化工园区建设有序推进，但行业绿色指标体系标准尚未建立，绿色产品评价标准依然缺失。

"生态优先、绿色发展"逐渐成为提升我国制造业核心竞争力的关键要素，对石化产业绿色发展提出了新要求，也带来了新契机。当前，全球石化产业进入深刻调整期，发达国家不断提高绿色壁垒，逐步限制高排放、高环境风险产品的生产与使用，对我国石化产业参与国际竞争提出了更大挑战。面对新情况、新形势，石化产业迫切需要加强科学规划、政策引领，形成绿色发展方式，提升绿色发展水平，借助带路产能合作的新契机，全面推动油气石化产业绿色发展和生态环境保护协同共进。

近年来，我国炼油和乙烯行业持续快速发展，产业规模、技术水平和国际竞争力大幅提升，在世界上具有重要地位，"一带一路"国际产能合作初见成效，为抓住有利时机，推进国际产能合作，实现经济提质增效升级，彻底解决环保等生态问题以确保带路油气国际产能合作能够顺利实施并给沿线国家带来绿色可持续的发展，降低项目投资风险，造福全人类，对此发起了《"一带一路"油气绿色开发与利用 – 炼油和乙烯行业》课题，

旨在研究和建立带路油气绿色开发与利用炼油和乙烯行业绿色国际产能合作指引和指标体系。

1.2 研究意义

本课题研究的主要目的是达成炼油和乙烯行业绿色开发与利用的共识，研究建立绿色开发和利用的指标体系；目标是为企业国际产能合作创造良好的发展环境，搭建政府、社会与企业良好互动协调机制，积极践行绿色低碳发展新理念，建立健全带路油气绿色开发与利用配套保障机制。

1、针对炼油和乙烯行业国际国内现状，从推进能源消费、供给、技术和体制革命四个方面入手，通过深入开展绿色国际产能合作，全面提升油气、石化、化工、装备制造和技术服务领域发展水平和竞争力，构建清洁低碳、安全高效的现代管理体系。

2、借鉴发达国家的油气石化治理方案和体系，持续完善石化产业绿色发展标准，绿色产品、绿色工厂、绿色园区标准，绿色评价工作全面深入开展；充分发挥金融机构、行业协会和社会组织的力量，全面提高油气石化国际产能合作质量和水平，为全球经济社会稳定增长提供综合服务和指导意见。

3、对优化带路石油化工产业布局、加快结构升级、提高行业竞争力具有重要意义，研究推动国内企业到带路沿线国家投资建厂，生产大宗石化产品，既可以获得带路沿线国家的资源优势、成本优势带动带路国家共同发展，又能在国内发展战略性新兴产业，形成国内国外合理的产业梯次布局，提升石油化工产业的国际竞争力。

4、对支撑政府有关部门决策和企业制定实施“走出去”战略、方案等具有重要意义。课题研究提出的产能合作重点国别、重点项目和保障措施等，将作为政策建议提交政府有关部门，为政府部门决策提供支持，为企业开展国际产能合作提供指导意见。

5、提高石化产业资源能源利用效率和清洁生产水平，持续降低单位工业增加值能耗、二氧化碳排放量、用水量，化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等主要污染物及有毒有害特征污染物排放强度。

2

世界炼油乙烯行业发展现状和趋势

据国际能源署 2018 年 1 月 19 日发布的《石油市场报告》全球数据统计，2017 年石油需求量为 9780 万桶 / 日，比 2016 年增长 160 万桶 / 日，增幅 1.6%；世界不同地区主要油品的供需情况见下表 2-1。

表 2-1 2018 年世界主要油品供需平衡，单位：万桶 / 日

地区	汽油			柴油			航空煤油			石脑油			重质燃料油		
	供给	需求	供 - 需	供给	需求	供 - 需	供给	需求	供 - 需	供给	需求	供 - 需	供给	需求	供 - 需
北美	967	987	-20	582	442	140	180	170	10	28	33	-5	51	34	17
欧洲	297	204	93	541	671	-130	112	142	-30	102	107	-5	135	114	21
亚太	711	699	12	982	902	70	308	265	43	358	490	-132	184	275	-91
中亚 - 俄罗斯	127	112	15	231	104	127	31	25	6	52	12	40	125	28	97
非洲	45	114	-69	64	167	-103	22	32	-10	30	11	19	48	41	7
拉美	153	257	-104	194	273	-79	36	41	-5	21	27	-6	113	86	27
中东	153	179	-26	249	213	36	95	53	42	89	17	72	172	145	27
全球	2453	2553	-100	2834	2772	62	783	728	55	680	699	-19	828	723	105

资料来源：中国石油集团经济技术研究院和 IHS

从全球原油的生产供应情况来看，2017 年原油的供应量达到了 9770 万桶 / 日，较 2016 年增加 60 万桶 / 日，增长 0.6%，石油市场基本面由 2016 年的供应过剩 70 万桶 / 日下降到 10 万桶 / 日，供需基本面趋向平衡。预计未来几年以美国为代表的非欧佩克国家原油产量将持续上升，美国已超越沙特成为世界最大的产油国，原油供应宽松局面将继续，全球原油需求仍将持续攀升，新增需求中，70% 以上将来自亚洲国家。

石油供需基本面的宽松直接反映到原油价格的变化上。自 2014 年下半年开始，国际油价呈断崖式下跌，2016 年初曾达到 26 美元 / 桶的谷底价。2017 年，由于欧佩克减产达到预期目的，国际油价呈“V”形走势开始波动上涨，布伦特和 WTI 原油期货均价分别达到 54.7 美元 / 桶和 50.9 美元 / 桶，比上年分别上涨 21.3% 和 17%。由于地缘政治的不确定性和全球原油供应的增长，国际油价持续增长动力不足，预计原油价格将在 50 ～ 70 美元 / 桶范围内波动。

炼油格局持续调整，产业集中度进一步提高，新建炼厂向大型化一体化发展，全球

经济的缓慢增长和石油需求的增速放缓，导致近年来全球炼油能力的增长进入平台期。2017 年全球炼油能力达到 45.8 亿吨 / 年，几乎与 2016 年的 45.79 亿吨 / 年持平。

新增炼油能力绝大部分位于亚太、中东。亚太地区，虽然日本等发达国家的炼油能力在下降，但是中国、印度等新兴经济体在炼油能力因需求增长而继续上升；美国炼油业受益于“页岩革命”带来的成本优势，出现明显增长态势；欧洲炼油能力在经过前几年的萎缩关停潮后已保持平稳发展；中东以沙特为代表的产油国继续推进产业链向下游延伸战略，炼油能力在快速增长中。

未来世界炼油工业的发展重心还将继续向具有市场优势和资源优势的地区转移。据《烃加工》杂志统计，目前全球在建拟建炼油厂改造及产品升级项目约 739 个，新增炼油主要集中在中东、中国和其他亚太地区，其中亚太地区 215 个，占第一位，中东地区 171 个。这些项目集中在非常规原油加工、渣油改质以及生产更高标准的清洁燃料领域。预计到 2021 年全球新增总能力 3 亿吨 / 年，预计到 2020 年全球炼油能力将达 49 亿吨 / 年左右。

乙烯是化学工业之母，产业链涵盖范围极广，表征了一个国家的石油化工行业实力。宏观经济和投资行为的周期性变化，造成了乙烯行业的周期性，具体主要通过行业投资、开工以及盈利能力三个方面体现。从世界石化工业历史的发展规律来看，石化市场具有明显的周期性且周期波动与经济的紧密程度更大。

全球范围内，亚洲、北美、中东和欧洲是乙烯产能分布的主要区域。2017 年，全球乙烯产能合计 1.71 亿吨，主要分布区域包括亚洲、北美、中东和欧洲。

乙烯市场产量巨大，但全球贸易量却很小，主要是以下游衍生物的形式进行全球流通。2017 年，全球范围内年乙烯产量合计约 1.54 亿吨，但是贸易量却约为 400 万吨，乙烯的全球流通大部分是以下游衍生品的形态实现的。

全球乙烯下游消费结构中，聚乙烯为最大下游产品，长期看将长时间维持在 60% 左右的比例；其次为乙二醇，占比约 17%。从未来需求增量看，聚乙烯将是乙烯下游消费中最大的支撑力量。中国的乙烯消费结构与全球类似，聚乙烯也是最大的消费领域，占比总消费量的 60%，其次为乙二醇，占比 14%。

乙烯因为其在现代化工领域用途广泛，是产量和需求量最大的化学产品之一，需求持续增长，行业仍处于规模快速扩张的阶段。

当前，乙烯产品占石化产品的 75% 以上，乙烯工业被称为石油化工产业的核心，在国民经济中占有重要地位，乙烯产量是衡量一个国家石油化工发展水平的重要标志。2018 年我国聚乙烯产能 1844 万吨，进口 1402.5 万吨，表观消费量 2781.6 万吨，对外依存度 50.4%。

石油和化工产品市场供需情况是决定炼油和乙烯产业发展的根本因素。随着世界经济的缓慢复苏，石油需求增长放缓，世界石油市场供需基本面保持宽松。

2.1 世界炼油和乙烯行业发展现状和展望

1. 世界炼油和乙烯行业发展现状

（1）世界炼油发展现状

世界炼油工业继续向规模化大型化发展，产业集中度进一步提高。2017 年全球共有炼厂 650 座，炼厂平均规模达 754 万吨 / 年，与 2010 年相比，炼厂数量减少了 7%，但平均规模提高了 12%。

2017 年规模在 2000 万吨 / 年以上的炼厂达到 30 座，其中有 20 座位于亚洲和中东。部分新建项目的能力向 3000 万吨 / 年以上发展。

从全球范围看，规模化、基地园区化、一体化是炼化产业发展的必然趋势，目前已经形成美国墨西哥湾沿岸、日本东京湾、新加坡裕廊岛、沙特朱拜勒和延布石化工业园等一批世界级炼化基地。其中，美国墨西哥湾沿岸是全球最大的炼化工业基地，炼油能力为 4.6 亿吨 / 年，占美国炼油总能力的 52%；乙烯总产能超过 2700 万吨 / 年，占美国乙烯总能力的 95%。

二十一世纪以来，中国通过学习借鉴发达国家经验，加强对石油化工产业布局的统一规划，推动产业集聚发展，十三五期间将重点建设上海漕泾、浙江宁波、广东惠州、福建古雷、大连长兴岛、河北曹妃甸、江苏连云港七大石化基地及一批重点规划的炼化项目。

（2）世界乙烯发展现状

2017 年，世界乙烯需求增加约 560 万吨 / 年，高于 2016 年的 520 万吨 / 年，需求总量达 1.58 亿吨 / 年。受世界经济全面复苏的推动，全球乙烯消费增速高达 4.2%，创下近年高位，印度、北美及东北亚是世界乙烯消费增长的主要地区。印度和北美的乙烯消费增速分别达到 20% 和 5.7%，这两地新建乙烯项目下游配套装置投产极大地拉动了乙烯消费增长，印度聚乙烯产量增长 21%，北美聚乙烯产量增长 3%。受供应短期大幅增长的影响，两地出口规模显著增加，印度聚乙烯出口规模增长 152%，北美聚乙烯出口增长 5.6%。这些产品相当一部分进入东北亚地区，特别是中国市场，极大地推动了该地区乙烯及下游衍生物消费的增长。

受石化项目效益总体向好和需求旺盛的双轮驱动，2017 年世界乙烯产能继续增长，新增乙烯产能主要来自美国、印度和中国，2017 年世界新增乙烯产能 725 万吨 / 年，总产能达到 1.71 亿吨 / 年，增速达到 4.3%，随着北美页岩气开发，廉价乙烷大量进入市场，2017 年，全球以石脑油为原料生产乙烯的比例从 2016 年的 56% 下降到 53% 左右，乙烷的比例从 17% 上升至 20% 左右，据 IHS 预计，随着北美新增产能的释放，到 2020 年，在全球乙烯供应中，乙烷路线占比将在 40% 左右。

全球乙烯市场供应依然偏紧，乙烯需求继续增长，连续 4 年保持增长态势。乙烯装置开工率稳中略升。2017 年，全球乙烯装置开工率继续保持高位，乙烯装置平均开工率为 91%，高于 2016 年的 89.6%，东北亚地区日本和韩国的装置开工率在 93% 左右，东南亚地区约为 96%。

2. 世界炼油和乙烯行业展望

炼油石化一体化将进入成熟发展阶段，其特点表现在“ 集群化、大型化、一体化和园区化”等四个方面。对于企业而言 , 则由单一企业内部优化向区域经济整体优化发展。

（1）世界炼油行业展望

① 油品质量标准持续提高

随着对环境要求的不断提高，世界各国对油品的质量与环保要求更趋严格。主要国家和地区的油品质量升级步伐加快。欧洲油品质量标准始终引领全球，从 2014 年在欧盟开始执行欧 VI 标准，汽油和柴油的硫含量不大于 10 μ g/g。预计到 2025 年，除非洲、中东、拉美、东南亚部分地区外，全球大部分地区的汽油硫含量均要降至 10 μ g/g 及以下。

2000 年以来，中国车用汽柴油质量升级速度不断加快，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，欧盟和中国汽油规格比较见表 2-2。欧盟和中国柴油规格比较见表 2-3。

表 2-2 欧盟和我国汽油标准主要指标对比

项目	欧盟汽油指标					国内汽油指标				
	欧 II	欧 III	欧 IV	欧 V	欧 VI	2005 国二	2010 国三	2014 国四	2018 国五	2019 国六
硫含量 /ppm ≯	500	150	50	10	10	500	150	50	10	10
苯含量 /%，(v/v) ≯	5	1	1	1	1	2.5	1.0	1	1	0.8
芳烃含量 /%（v/v）≯	/	42	35	35	35	40	40	35	40	35
烯烃含量 /%（v/v）≯	/	18	18	18	18	30	30	18	24	18
氧含量 /%（质量分数）≯	2.5	2.7	2.3	2.7	3.7/2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7

资料来源：国标、中国石油集团经济技术研究院和 IHS

表 2-3 欧盟和我国柴油标准主要指标对比

项目	欧盟柴油指标					国内柴油指标				
	欧 II	欧 III	欧 IV	欧 V	欧 VI	2003 国二	2009 国三	2014 国四	2018 国五	2019 国六
硫含量 /ppm ≯	500	350	50	10	10	500	350	50	10	10
密度（15 ℃，国内为 20℃，kg/m3	820-860	820-845	820-825	820-845	820-845	820-860	810-850	810-850	810-850	810-845
十六烷值 ≮	49	51	51	51	51	49	49	49	51	51
95% 馏出温度 /℃ ≯	370	360	360	360	360	365	365	365	365	365
多环芳烃 /%（质量分数）≯	/	11	11	8	8	/	11	11	11	7

资料来源：国标、中国石油集团经济技术研究院和 IHS

② 成品油需求持续稳定增长，产能利用率提高

油品需求增长强劲助推世界原油加工量创历史新高，2017 年世界石油需求增长了 160 万桶 / 日，达到 9730 万桶 / 日。

2017 年，全球炼厂原油加工量达 8058 万桶 / 日，同比增长 1.8%。经合组织欧洲和北美国家及中国是新增原油加工量的主要来源。

世界各主要地区炼厂平均开工率有不同程度提高。日本和韩国的炼厂平均开工率大幅提升至 92.7%；经合组织西欧国家升至 88%，创历史新高。

③ 炼油能力持续稳定增长，行业格局转移

世界炼油能力将继续保持稳定增长，新增产能主要集中在亚太和中东。2018 年，净增约 4500 万吨 / 年，其中新增能力约 7000 万吨 / 年，关闭能力 2500 万吨 / 年左右。

④ 原油加工灵活性不断改善

受油品质量标准的不断提高和加工原油来源多样化的驱动，炼油装置复杂程度不断提高，催化裂化、加氢裂化、重整、焦化与加氢处理等二次加工能力不断提升，原油加工适应性和灵活性不断增强。

⑤ 带路沿线国家炼油能力建设稳步推进

印度大举扩建炼油能力，提高油品质量；中东正建设大型炼化设施，确保满足全球最严格燃油标准的优质产品生产；东欧、俄罗斯和其他独联体国家正在或将大力进行炼厂升级等建设。

西欧和日本炼油行业持续结构调整，继续关闭小型炼厂，许多欧洲炼油商计划投资提高加工原料的灵活性和产品收率以保持竞争力，但受到法规严苛、需求下降、产品结构不平衡及其他现代化炼厂竞争等挑战，欧洲炼油业仍负重前行。

（2）世界乙烯行业展望

据 IHS 预测，2017–2025 年全球将新增乙烯产能为 6280 万吨 / 年，中美两国将引领全球乙烯产能增长，美国新增产能约 1200 万吨，中国则很有可能会有超过 2000 万吨的产能增长，约占全球新增产能的 51%。而近年来产能增长较快的中东地区增速明显下降，2016–2025 年中东地区新增产能为 850 万吨 / 年，年均增速仅为 2.6%，远低于前 10 年两位数的增长，预计到 2025 年全球乙烯产能将达到 2.27 亿吨 / 年，预计 2025 ~ 2030 年全球还将新增加乙烯产能 5000 万吨 / 年。

从需求看，随着全球经济的逐步恢复，特别是“一路一带”建设带来的全球经济的逐步融合将拉动全球乙烯需求的稳定增长，预计到 2025 年全球乙烯需求将达到 1.99 亿吨，2016–2025 年年均增长将达到 3.4%，明显高于 2010–2015 年年均增长 3.0% 的水平，2025 年全球乙烯供需预测见图 2–4。

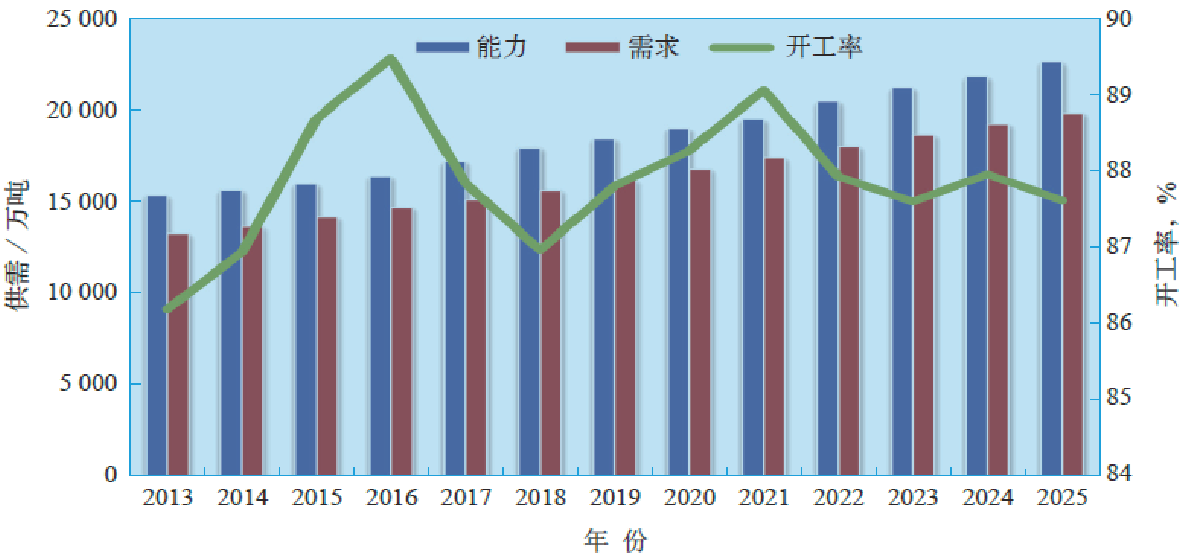

图 2-4 2025 年全球乙烯供需预测

资料来源：中国石油集团经济技术研究院和 IHS

① 世界乙烯原料轻质化趋势明显

世界乙烯能力将持续增长，乙烯原料多元化、轻质化趋势明显，越来越多的乙烯装置将使用 LPG、乙烷、丙烷和丁烷等轻质原料，以提高乙烯工业的竞争力。

中国煤化工主要集中在西北煤炭资源丰富的地区，但由于煤制烯烃投资强度高，水资源和碳排放的问题，将影响进一步的大规模发展，项目上马的不确定性较高。

② 行业规模效应持续改善

乙烯行业规模效应十分明显，往往单套规模大一倍，能耗即可降低 25%，环保处理能力也会显著提升，还可有效降低单位投资和加工费。随着工业设计、装备制造等行业和技术的快速发展，世界最大单套乙烯装置能力已显著加大，先进装置大型化的趋势更加突出。

③ 乙烯新技术将有突破

原油直接制乙烯技术已经实现工业化，大大缩短了加工流程，有效降低了单位投资和加工成本，能耗和三废排放也将明显降低；甲烷直接制乙烯技术正在酝酿工业化突破，中试装置已经建成，该技术的工业化也将大大降低乙烯的成本、三废排放和能耗，节能减排效果显著。

2.2 世界炼油和乙烯行业节能减排降绿色发展现状和分析

清洁始于设计，节能环保及降低污染排放是现代工业化进程中逐渐积累起来的问题，很少有工业化国家避免了这一问题，很多正处在工业化发展进程中的国家正面临这一问题的困扰。

受发展进程、知识和技术能力、认知水平、成本承受能力等多方面的影响，全球炼油和乙烯行业的节能环保、污染排放标准和要求地区差异比较大。

欧盟、日本、美国等发达国家引领了全球行业节能环保及污染排放的先进技术和标准。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法规、采取了措施，取得了显著的成效，在发达国家与不发达国家之间发挥了良好的衔接作用。

1. 炼油和乙烯行业节能减排降碳现状

（1）中国炼油和乙烯行业节能减排降碳现状

为推进石油和化工行业绿色发展和转型升级，持续提升能源利用效率，充分挖掘重点耗能产品节能潜力，推动企业节能降耗工作，国务院发布了《中国制造 2025》(国发〔2015〕28 号)、国家发展改革委等七部委发布了《关于印发能效“领跑者”制度实施方案的通知》(发改环资 [2014]3001 号)，工业和信息化部、国家发展改革委、质检总局等三部委发布了《高耗能行业能效“领跑者”制度实施细则》(工信部联节〔2015〕407 号)等的要求，大大推进了石油和化工行业节能降耗减排工作，为中国石油和化学工业可持续发展奠定了基础。

① 炼油和乙烯单位产品能源消耗限额规定

2013 年 12 月 18 日，国家质检总局和国家标准化委员会发布《炼油单位产品能源消耗限额》（GB30251—2013），2014 年 9 月 1 日正式实施。

该标准强制性规定现有炼油企业炼油单位产品能耗限定值指标采用单位能量因数能耗，其值≤ 11.5 千克标油 /（吨 · 能量因数）；新建炼油企业炼油单位产品能耗准入值指标包括炼油（单位）综合能耗和单位能量因数能耗，其值是炼油（单位）综合能耗≤ 63 千克标油 / 吨，单位能量因数能耗≤ 8 千克标油 /（吨 · 能量因数），目前包括节能评估和环保的清洁生产分析均采用此标准。

乙烯装置采用 GB30250-2013 《乙烯装置单位产品能源消耗限额》中规定的折算

系数，目前包括节能评估和环保的清洁生产分析均采用此标准。

② 行业制订了节能减排指导意见

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。

③ 能源发展战略行动计划

2014 年 6 月 7 日，国务院办公厅发布了《能源发展战略行动计划 (2014—2020 年)》，明确要求推行“一挂双控”措施，即将能源消费与经济增长挂钩，对高耗能产业和产能过剩行业实行能源消费总量控制强约束，现有产能能效要限期达标，新增产能必须符合国家先进能效标准，严格控制能源消费过快增长。

④ 修订实施新的环境保护法

2014 年 4 月，第十二届全国人大常委会第八次会议通过《中华人民共和国环境保护法 (2014 年修订)》，自 2015 年 1 月 1 日起施行。新环境保护法明确规定，国家建立健全环境监测制度、建立健全生态保护补偿制度、实行重点污染物排放总量控制制度，对地方政府实行环境保护目标责任制和考核评价制度，生产企业依法实行排污许可管理制度。

⑤ 水污染防治行动计划

2015 年 4 月，国务院正式发布《水污染防治行动计划》(国发 [2015]17 号) 。对炼油行业的重点要求：一是在 2016 年底前，全部取缔不符合国家产业政策的、严重污染水环境的小型炼油厂；二是在 2017 年底前，经济开发区、工业园区等工业集聚区应按规定建成污水集中处理设施，并安装自动在线监控装置，京津冀、长三角、珠三角等区域提前一年完成；三是长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河七大重点流域干流沿岸，要严格控制石油加工等项目环境风险，合理布局生产装置及危险化学品仓储等设施;四是炼油等重点行业新建、改建、扩建项目用水要达到行业先进水平；五是完善高耗水行业取用水定额标准，到 2020 年，石油石化等高耗水行业达到先进定额标准。

⑥ 制订落实行业节能减排工作方案

2016 年 12 月 20 日，国务院印发《“十三五”节能减排综合工作方案》(国发〔2016〕74 号) ，明确规定：“强化节能环保标准约束，严格行业规范、准入管理和节能审查，对电力、钢铁、建材、有色、化工、石油石化、船舶、煤炭、印染、造纸、制革、染料、焦化、电镀等行业中，环保、能耗、安全等不达标或生产、使用淘汰类产品的企业和产能，要依法依规有序退出”。

“到 2020 年，工业能源利用效率和清洁化水平显著提高，规模以上工业企业单位

增加值能耗比 2015 年降低 18% 以上，电力、钢铁、有色、建材、石油石化、化工等重点耗能行业能源利用效率达到或接近世界先进水平。推进新一代信息技术与制造技术融合发展，提升工业生产效率和能耗效率。”

⑦ 持续提高成品油油品质量

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 5 车用汽柴油标准，北京市执行京 6 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 6 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 排放降低情况见表 2-5。

表 2-5 油品从国 5 提高到国排放降低比例

国 5- 国 6	汽油车	柴油车
尾气颗粒物降低，%	10	9.1
氮氧化物和有机废气降低，%	8-12	
氮氧化物，%		4.6

资料来源：中国石油集团经济技术研究院和 IHS

（2）欧盟炼油乙烯行业节能环保及污染排放现状

① 欧盟排放交易机制（EU-ETS）

依据《欧盟 2003 年 87 号指令》，欧盟排放交易机制于 2005 年 1 月 1 日正式成立，目的是将环境“成本化”，借助市场的力量将环境转化为一种有偿使用的生产要素，通过建立排放配额 (EUA) 交易市场，有效地配置环境资源、鼓励节能减排技术发展，实现在气候环境受到保障下的企业经营成本最小化。

② 能源效率法令

欧盟委员会发布的《能源效率法令》要求欧盟各成员国对其境内的炼厂效率进行评估。如果评估表明“炼厂实际能源效率水平与最佳可行技术能效水平之间有显著差异”，将“要求炼厂提升能效水平”或“将采用最佳可行技术作为未来批准新建项目的前置条件”。

③ 建立大气污染源最佳可行技术（BAT）

《工业排放法令》为欧洲所有工业装置设定了“最佳可行技术”标准。欧盟的固定源污染控制主要是实施污染预防与控制指令（IPPC 指令），建立协调一致的、一体化的工业污染防治系统。指令要求成员国建立并制订排放限值，推广基于最佳可行技术（BAT）的许可制度；欧盟依据 IPPC 制订了一些行业的最佳可行技术参考文件，要求企业优先达到文件规定的排放限值，以此作为发放排污许可证的依据，同时也要满足欧盟其他相关指令的最低要求。

（3）日本炼油和乙烯行业节能环保及污染排放现状

① 建立健全法律法规，严格规定污染物排放标准

为有效治理日趋严重的环境污染，1962 年日本通过了《煤烟控制法》，1967 年制定了《公害对策基本法》，1968 年通过了《大气污染防治法》，随后多次对《大气污染防治法》进行修订，严格限制硫氧化物、煤烟、挥发性有机化合物、粉尘以及其他有害污染物质的排放，依法推进大气污染治理。

日本《大气污染防治法》和地方条例中明确规定了事前申报审查和排放申报审查制度。事前申报审查制度是指企业新建改建可能排放大气污染物的设施前，必须向政府环保部门进行事前申报，申报内容包括设施型号、构造、使用方法及可能排放的大气污染物种类、数量、浓度、污染物处理方法等。

② 建立大气环境监测网，实时公布监测信息

大气污染的实时监测是把握大气环境质量、有效治理大气污染、实现全民监管的重要依据。日本实施两级大气质量监测体制。国家级大气监测网由 9 个国家大气环境测定所和 10 个国家汽车交通环境测定所组成，负责全国范围内的大气环境监测管理和技术开发。地方大气污染监测网目前由 1549 个一般环境大气测定局和 438 个汽车尾气排放测定局组成。

为使公众及时了解大气污染情况，实现共同监管，日本环境省在 2003 年设立了“大气污染物质广域监视系统”网站，由全国 47 个都道府县每小时提供一次二氧化氮、浮游粒子、二氧化硫、光化学氧化物、一氧化碳、非甲烷碳氢化物的监测数据，实时在网站公布。

2. 绿色低碳对炼油和乙烯行业的影响

环保将继续成为全球性的热点关注议题，各国都将承担环保的重要责任。近一百年来，全球经济的飞速增长也带来了全球温室气体及其他排放物快速成倍增长并频频突破历史纪录。

预计到 2030 年，二氧化碳密度将会从 383ppm 上升到 460ppm。抑制排放的机会有 70% 都集中在发展中国家，而发达国家则承担经济援助、帮助发展中国家转型的责任。

可持续发展成为未来不可逆转的趋势，而愈发严格的绿色发展政策规范将对传统高排放、高污染行业带来严峻挑战。

3. 绿色可持续发展的进程具有阶段性和区域性

受各国不同的环境保护政策发展历程和执行力度的不同，以及民众的环保意识驱动力的不同，绿色可持续发展的进程具有阶段性和区域性的特点。

欧洲国家和美国等发达国家的环境政策历史已经有五十年左右，并且经历了多个阶段的演变，发达国家民众的环保意识随着环保政策的广泛推行以及在公共活动的全面覆盖而增强。

相比发达国家，包括中国在内的发展中国家的环保进程依然处于比较初期的阶段，相应的民众环保意识也相对薄弱，环保法律法规持续更新提高。

2.3 中国炼油行业发展现状及能力水平分析

1. 中国炼油行业供需分析

2017 年，中国原油加工能力近 8 亿吨 / 年，新增原油一次加工能力 2300 万吨 / 年，淘汰落后产能 2355 万吨 / 年，原油一次加工能力与上年基本持平，全年原油加工量 5.68 亿吨，同比增长 4.9%，开工率仅为 71%，远低于全球平均 80% 的开工率。

全年成品油产量 34617 吨，同比增长 6.9%，成品油消费量 30661 万吨，同比增长 5.9%，其中汽油同比增长 10.2%，柴油同比增长 2.0%。消费柴汽比从最高点的 2.3 降至目前的 1.37。

未来，中国炼油产业在“新常态”下继续发展，产业如何做优做强，面临诸多机遇和挑战，产业发展趋势主要包括以下几个方面：炼油产能过剩形势依然严峻；装置向大型化、炼化一体化、产业集群化发展；成品油需求结构变化，柴汽比进一步降低；油品质量升级加快，安全环保要求日趋严格；产业转型升级与结构调整步伐加快；市场化竞争更趋激烈等。

2. 原油对外依存度持续提高

从资源禀赋看，我国原油剩余可采储量增长缓慢，近年来年均增长 1-2%。储采比在 11-12 之间，远低于世界平均 53.3 的水平。同时我国原油需求还会继续增长，进口量将继续增长。

目前我国跨境陆路管道的架构已经形成，管道进口油气资源增多，陆路进口渠道更加多元化，未来我国将继续推进原油进口来源地的多元化，稳定中东地区的长期供应，同时加大新的资源渠道开拓，加强与非洲、拉美和周边俄罗斯等国家的能源合作。

资源国对通过资源进一步加强炼油和乙烯下游合作的意愿越来越强烈，为炼油和乙烯产能合作提供了基础。

3. 炼油产能增长过快，产能过剩

中国现有炼油能力达 8 亿吨 / 年，过剩 2.1 亿吨 / 年，预计 2020 年全国一次加工能力将维持在 8 亿吨 / 年左右，届时过剩能力将缩小至 1.5 亿吨 / 年左右，但是产能过剩形势依旧严峻，企业通过走出去积极参与带路产能合作能有效利用过剩产能。

4. 大型化、一体化、集群化趋势明显

近年来，炼厂装置大型化趋势明显，四大国有集团下属炼厂平均一次加工能力达到 820 万吨以上，全国现已建成 27 座千万吨级炼厂，合计炼油能力 3.65 亿吨 / 年，占全国总能力的 48.8%；千万吨级炼厂中，有 14 座配套建设了乙烯装置，另外，还有 4 家乙烯合资企业，炼化一体化程度稳步提升，炼化产业集聚效应明显增强，国际竞争力进一步提高。

5. 成品油需求结构变化，柴汽比进一步降低

由于长期以来我国柴油需求量较大，炼油行业随之形成了柴油供应能力较大的装置配套结构，近年来国内产业结构调整促使成品油消费结构发生较大变化，突出表现在消费柴汽比大幅降低，汽油、煤油消费仍保持快速增长，但柴油消费进入平台期，柴汽比将呈稳定下降趋势，预计到 2020 年柴汽比将进一步降至 1.2 左右，2025 年降至 1.0 左右。因而，国内成品油消费结构变化对炼厂装置结构调整提出了新要求，降低生产柴汽比任务艰巨。

6. 油品质量升级加快，安全环保要求日趋严格

近年来，环保标准要求越来越高，新《环境保护法》、《大气污染防治法》、《大气污染防止行动计划》、《水污染防止行动计划》等环保法规，对炼油行业水排放、二氧化硫排放、成品油质量升级进程等规定了具体指标和要求，将促进炼油生产过程和产品的清洁化。

在绿色低碳发展、环保法规要求日趋严格的推动下，炼厂油品质量升级步伐加快。

7. 炼油产业转型升级与结构调整步伐加快

在国内炼油产能严重过剩，成品油需求增速大幅放缓，但芳烃、烯烃等基础有机化工原料仍大量短缺的背景下，炼油产业从“燃料型”向“化工型”转型升级已是大势所趋。这种产业结构调整的趋势既是长期的，也是迫切的，炼油产业的任务将从大量生产成品油逐步转变为满足市场对高品质清洁油品需求的同时，尽可能提高烯烃、芳烃等基础化工原料产品比例，为下游高端新材料、专用化学品和精细化工产业提供更加优质的原料，从而进一步拓展炼化行业发展空间，并带动整个行业的提质增效和转型升级。

8. 市场化环境更趋公平

随着国内原油进口“两权”对非国营炼油企业逐步放开，一大批地方炼油产能得到释放，截至 2017 年底，国家已对 29 家地方炼厂发放了 9525 万吨 / 年原油使用配额，极大的缓解了地方炼油企业长期以来“吃不饱”的心病，地方炼厂开工率连续两年突破 50%，炼油市场竞争主体多元化趋势更加明显。

同时，随着国内成品油定价机制不断完善，油品市场化进程逐步加快，地方炼厂凭借价格优势和其经营的灵活性，多方位拓展油品销售渠道，成品油市场份额稳步提升，主营炼厂在此冲击下份额不断下滑，国内成品油市场竞争更加白热化。

2.4 中国乙烯行业发展现状及能力水平分析

2017 年国乙烯产能 2381 万吨 / 年，比上年增长 77 万吨 / 年，产量约为 2309 万吨，净进口量 215.1 万吨，表观消费量 2524.1 万吨，考虑到下游衍生物的进口，当量消费量约 4593 万吨，当量国内自给率约 50.3%。

2017 年我国丙烯产能约 3481 万吨 / 年，比上年增长约 142 万吨 / 年，产量约为 2806 万吨，净进口量 309.7 万吨，表观消费量 3115.7 万吨，加上下游衍生物消耗的折算，当量消费量约 3660 万吨，当量国内自给率约 76.7%。

1. 产能保持增长，原料多元化步伐加快

近年来，我国烯烃原料多元化发展势头迅猛，煤 / 甲醇制烯烃、丙烷脱氢制丙烯相继实现产业化。

与 2010 年相比，2017 年我国乙烯生产能力中，石脑油蒸汽裂解所占比例从 97.0% 降为 77.9%，而煤经甲醇制烯烃的比例从 2.0% 增长到 12.2%，外购甲醇制烯烃的比例从 0% 增长到 8.0%。

在丙烯生产能力中，石脑油蒸汽裂解所占比例从 49.7% 降为 27.8%，催化装置比例从 48.3% 降为 34.6%，煤经甲醇制烯烃从 2.0% 增长到 11.6%，外购甲醇制烯烃和丙烷脱氢产能从无到有，2017 年产能比例分别达到了 11.4% 和 14.9%。

在我国烯烃生产中，预计多种技术原料路线将长期共存，各具特点，在不同时期的原料价格、市场价格条件下，相对竞争力水平会有所不同。预计到 2025 年国内乙烯产能将达到约 4000 万吨 / 年，丙烯产能达到约 5000 万吨 / 年。

2. 消费和需求增长速度逐步放缓

随着我国经济增速的放缓，作为最重要基本有机化工原料的乙烯和丙烯，其未来的需求增速也将逐步放缓，预计 2020 年国内乙烯当量需求量将增长到 5000 万吨左右，2017~2020 年间年均需求增长率约 2.9%；预计 2025 年国内乙烯当量需求量将达到 5500 万吨，2020~2025 年间年均需求增长率 1.9%。预计到 2020 年国内丙烯当量需求量将增长到 4100 万吨左右，2017~2020 年间年均需求增长率约 3.9%；2025 年国内丙烯当量需求量将达到 4700 万吨，2020~2025 年间年均需求增长率 2.8%。

3. 行业竞争加剧，竞争态势日趋复杂

未来我国烯烃产业既面临着中东、北美低成本产品的竞争，又面临着欧美、日本、韩国等高端产品的竞争。由于多元化原料烯烃生产的快速发展，不同原料路线烯烃生产的竞争态势也更加明显。

我国烯烃产业的发展，既需要扩大能力，保证国内自给率水平，更需要提升产业的整体竞争力。提高装置平均规模、淘汰落后产能，加强炼化一体化程度，拓展轻质原料来源，缩小和中东、北美烯烃的成本差距。为减缓原油对外依存度，烯烃生产的原料多元化还应进一步发展，重点需注意多元化原料的来源及价格的可控性。

2.5 中国炼油和乙烯行业技术服务能力水平分析

1. 炼油和乙烯技术基本达到国际先进水平

我国炼油和石化工业是在自力更生、自主创新和引进消化吸收再创新相结合的基础上发展起来的，目前炼油化工技术总体达到世界先进水平，部分达到世界领先水平。

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，催化裂化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。

我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，我国具备了依托自有技术建设百万吨级乙烯和芳烃装置的能力。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。

2. 炼化工程服务能力基本达到国际先进水平

近十多年来，我国炼化工程建设企业加快“走出去”发展战略，参与国际市场竞争，

已经成为国际炼化工程市场上不可忽视的力量。

国内炼化工程服务公司已形成炼油、石油化工、煤化工领域等多元领域的工程技术研发、咨询、设计、采购、总承包、试车、开工、项目管理以及项目投融资等完整的产业链，已经具备为业主提供全过程项目服务能力，工程承包模式也正在向包含技术、资本、管理、标准、服务等内容的综合型、高附加值的工程综合服务转型。

尽管近年来我国工程承包商取得了巨大进步，但和国际工程公司相比仍存在一定差距，整体规模实力不足，同时，我国公司的国际化市场开发能力不足，在境外项目执行能力方面也存在一定差距。

3. 先进的炼化装备制造服务水平

我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，具有为大型炼油、乙烯、芳烃等装置配套制造重大装备的能力，目前中国的炼化装备制造水平普遍已经达到国际一流的水平，但仍存在两方面的差距。一是市场开拓能力还需进一步加强，二是创新驱动发展能力有待进一步提升。顺应“互联网 +”、带路、“中国制造 2025”等国家战略，发展跨境电子商务的步伐亟需加快，利用信息化手段提升国际贸易的潜力有待进一步挖掘。

4、先进的炼油和乙烯催化剂研发和生产能力

催化剂作为高科技高附加值产品，被认为是中国炼油和乙烯创立核心品牌形象的“名片”之一，为提高石化行业的竞争力和使产品能够成功打入国际市场，中国石化行业构建了研发、生产、销售、管理一体化组织机构，催化剂产品涵盖炼油催化剂、聚烯烃催化剂、基本有机原料催化剂、煤化工催化剂、环保催化剂、其他催化剂等 6 大类。在满足国内市场需求的同时，产品还远销欧洲、美洲、亚洲、非洲等国际市场，中国石化 FCC 催化剂境外客户已遍及亚洲和北美地区的十多家公司，自 2009 年实现首次出口以来，出口销售量以年均 20% 的增长速度增加， 2014 年 6 月，取得了欧盟颁发的 FCC 催化剂所含各类物质的正式注册号，获得了参与该地区 FCC 催化剂市场竞争的准入证。2017 年，经过多年对重整催化剂工艺专利许可和美国市场的调研分析，终于实现重整催化剂销售的重大突破，将重整催化剂销售到了美国市场。

3

带路国家炼油和乙烯产能合作分析

3.1 带路沿线国家炼油行业发展现状

1. 带路沿线国家原油供需现状

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 3-1 所示。

表 3-1 2017 年带路地区原油供需现状 （单位：百万吨）

地区 / 国家	供应	需求	净出口
东南亚	117.60	280.00	-103.45
南亚	42.85	246.74	-212.30
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
一带一路	2396.35	1204.70	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

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%。

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，其中西亚、中东、中亚和俄罗斯和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. 带路地区炼油产业发展现状和展望

2017 年，带路地区 64 个国家的炼油能力为 15.3 亿吨 / 年，预计 2020 年将增至 16.3 亿吨 / 年，占世界炼油能力的比例将从 2017 年的 32.3% 提高到 2020 年的 33.1%。近年来带路地区炼油能力的增长情况如表 3-2 所示。

表 3-2 2000-2020 年带路地区炼油能力（亿吨 / 年）

地区	2000 年	2010 年	2017 年	2020 年
东南亚	2.14	2.25	2.27	
南亚	1.39	2.09	2.74	
中亚	0.42	0.38	0.46	
俄罗斯 / 蒙古	2.49	2.79	3.13	
西亚 / 中东	3.85	4.35	4.95	
中东欧	1.87	1.82	1.73	
带路地区合计	12.16	13.69	15.27	16.3
世界	41.37	45.38	47.28	

数据来源：IHS 数据库

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。

在产能建设方面。多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。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。

炼厂技术改造方面，主要包括陈旧及落后装置更新、小炼厂改扩建两个方面。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。

2017-2025 年，带路地区新增炼油能力 1.4 亿吨 / 年，主要来自于科威特、印度、沙特、俄罗斯等国家，如图 3-1 所示。

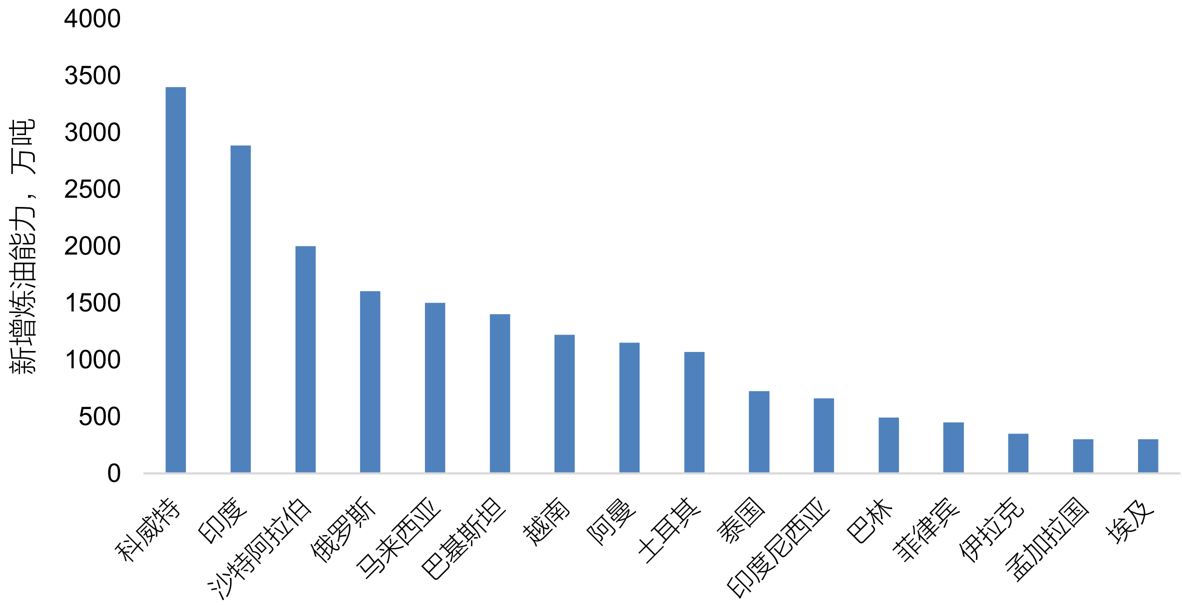

图 3-1 2017-2025 年新增炼油能力较多的国家

数据来源：IHS 数据库

产品质量标准升级方面。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 3-3。

表 3-3　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。

资料来源：中国石油集团经济技术研究院和 HIS

3. 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

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%，2030 年进一步提高至 32.4%；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%，2030 年进一步提高至 30.6%。

（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 3-2。

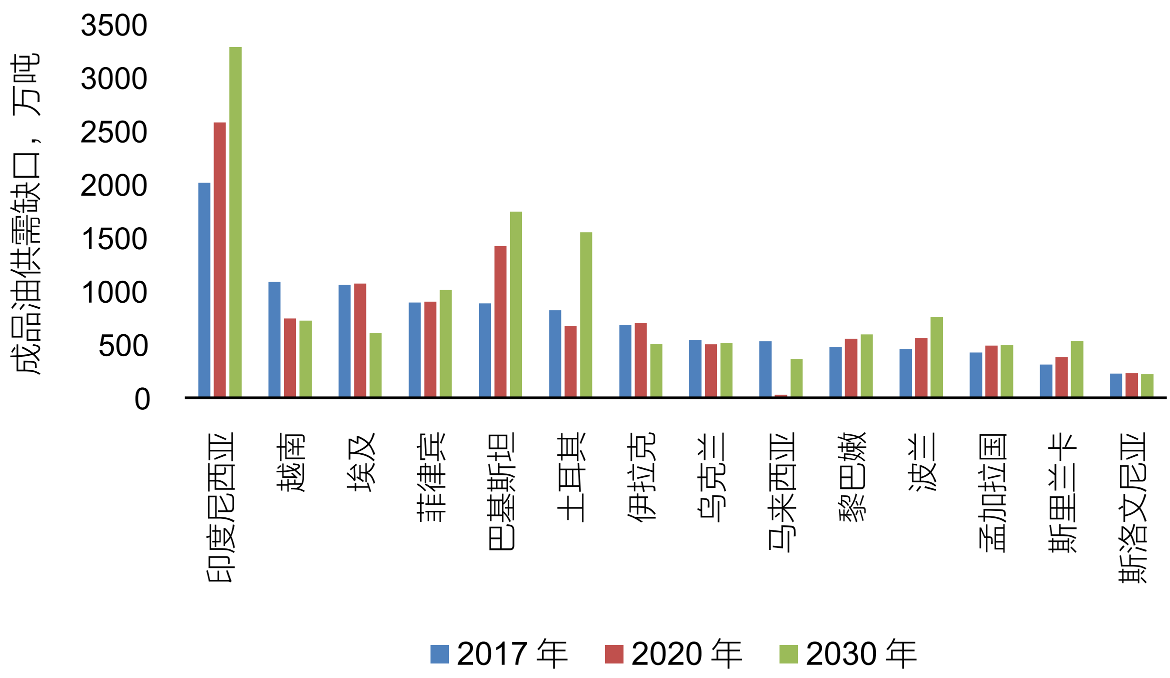

图 3-2 带路沿线国家中成品油供应缺口较大的国家

数据来源：IHS 数据库

3.2 带路国家乙烯产业发展状况

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 5919 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下表 3-4 所示。

表 3-4 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的诉求。

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。

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 吨/年，主要来自于科威特、印度、沙特、俄罗斯等国家，见图 3-3。

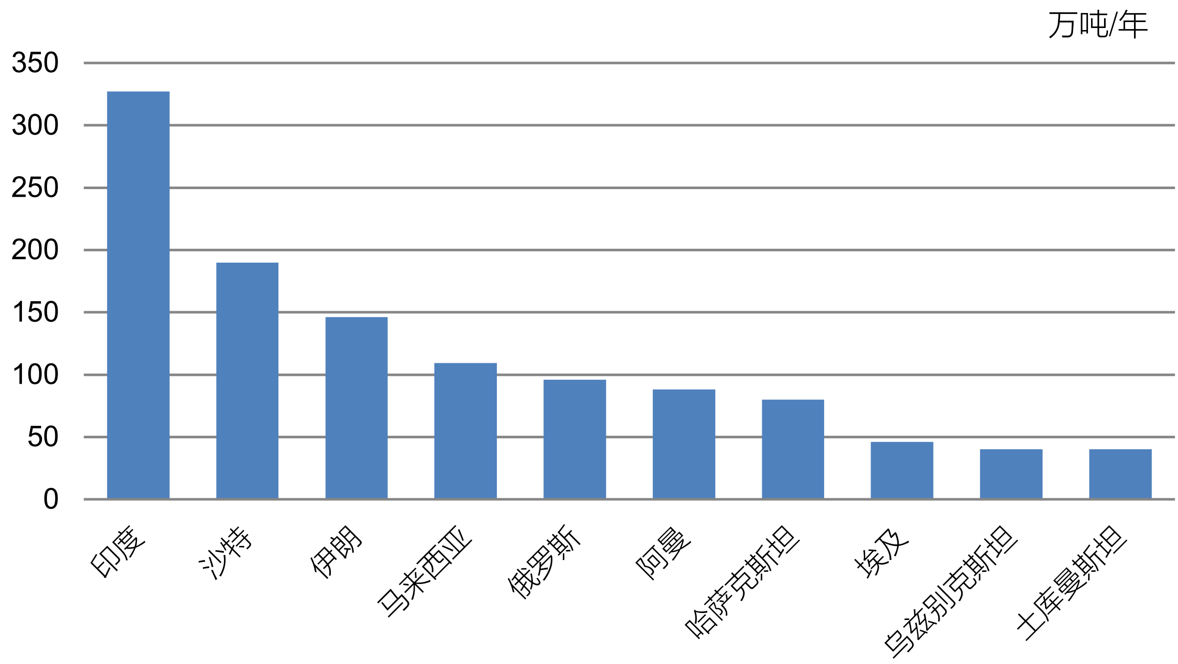

图 3-3 2017-2027 年新增乙烯能力图

数据来源：IHS 数据库

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。

3.3 带路沿线国家炼化技术和装备水平现状

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

用了我国的炼化技术。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业较为薄弱。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。

3.4 中国与带路国家炼油和乙烯产能合作现状和前景分析

1. 炼油项目合资合作成果显著

带路沿线国家是我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 3-5。

2016 年 1 月 20 日，习近平主席与萨勒曼国王亲自出席延布合资炼厂正式投产启动仪式，高度评价该项目是中沙能源长期合作的新成果，既符合沙特经济优化升级、能源产业升级的国家发展战略，也契合在带路框架内开展互利合作的发展思路。

新加坡润滑油脂项目生产规模为 8 万吨 / 年润滑油脂，厂址位于新加坡裕廊工业区，由中国石化独资建设。该项目已于 2013 年 7 月正式竣工投产，目前运营良好。

表 3-5 我国境外炼油厂分布 （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

资料来源：中国石油集团经济技术研究院和 HIS

2. 石油化工项目合资合作初见成效

西布尔拥有完善的石化产业链，在天然气化工方面拥有一定的技术优势，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。其所属的企业和工厂分布在俄罗斯 20 个行政区域，加工一半以上的俄罗斯石油伴生气， 2013 年 5 月，西布尔邀请中国石化参股该公司，并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。目前已委派董事参与西布尔公司生产经营决策管理。

3. 炼化工程服务成功进入带路国家

截止 2016 年，中国石化炼化工程公司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。

中国石油寰球工程公司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、马来西亚国家石油公司 RAPID 聚丙烯和聚乙烯项目、乌兹别克斯坦聚氯乙烯项目等。

2015 年 6 月 29 日，中国化学工程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。

4. 大型炼化装备出口增加

我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，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。

5. 典型成功企业案例分享

（1） 中石油炼化案例

中国石油一直积极推进国际化战略，以并购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），年原油加工能力为 1500 万吨，生产的产品除满足新加坡本地需求外，80% 供印度尼西亚等东南亚市场，此并购在拓展中国石油的产品市场的同时也学习借鉴了国际先进的管理理念和管理方法，为中石油的国际化绿色发展提供了宝贵的经验。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，大大提高了哈萨克斯坦的成品油自给率。在今年带路高峰论坛会议期间，中国石油又与带路国家签订了 200 亿美元的合作协议。

（2）中石化炼化案例

中国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，全部生产润滑油高端产品，产品立足于东南亚和非洲市场，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。

（3）民营企业炼化案例

民营企业也以并购和投资的方式纷纷投入带路炼化项目建设中，山东恒源石化于 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，成为地方炼厂海外首单并购，同时发起对剩余 49% 股权的要约收购。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。

恒逸文莱 PMB 炼化一体化项目是国家“一带一路”倡议在文莱的核心项目，是文莱独立以来最大的外国投资项目，也是我国企业在文莱最大的投资项目以及我国民企在海外的最大投资项目。

PMB 一期项目将建设 800 万吨 / 年常减压蒸馏装置，并配置 150 万吨 / 年芳烃联合装置，项目主要产品中，对二甲苯（PX）将运送到公司沿海 PTA 工厂自用，成品油将主要面对东南亚、澳大利亚及文莱国内市场销售。

3.5 重点国家炼油和乙烯行业现状和合作前景分析

1. 新加坡石化行业现状和运营经验分析

新加坡政局稳定，经济保持稳定发展，对外资友善，汇兑风险较低，新加坡的石化工业始于上世纪 60 年代，最初只有两家外资的炼油厂。70 年代实施石化专业区计划和“化学群”战略，将裕廊岛作为发展石化工业的专业用地，通过集中投资，在裕廊岛形成上下游产业一体化的“化工簇群”，目前，已有上百家世界领先的石油、石化和专用化学品公司进驻裕廊岛，包括法国液化空气集团、壳牌化学、巴斯夫、埃克森美孚、阿克苏诺贝尔、旭化成、大日本油墨化学品公司、杜邦、三井化学、住友化学、亨兹曼公司、帝人公司、塞拉尼斯和伊斯曼等跨国公司，员工人数超过 8000 人，总投资额超过 350 亿新元，石化工业产值达 590 亿新元，约占新加坡制造业总产值的三分之一。

裕廊岛在基础设施方面拥有一系列无缝集成的解决方案，包括服务管廊、物流和仓储，以及综合性的第三方公用设施和服务。凭借其专门的“插电式”基础设施，企业可以享受成本节约，专注于各自的核心业务，同时能够通过产品整合来构建协同效应。

整体上，裕廊石化工业园区是世界三大炼油中心之一，依托独特的地理区位，稳定的社会、政治和良好透明的市场投资环境，科学、规范、独特的企业化园区管理，将基础设施建设作为发展的着力点，以规划先行明确园区功能和产业定位，并以完备、开放式和低成本的物流优势进一步提升企业竞争力，以研发能力提升带动园区产业长效发展，实现了裕廊石化工业园区的集群化、规模化、一体化和特色化发展，并巩固了新加坡全球化工枢纽中心的地位。

裕廊岛石化工业园区的管理运营模式得到石化行业的高度评价和认可，真正做到了绿色低碳环境友好发展，已经在中国乃至全球被广泛推广。

2. 埃及油气行业运行状况及投资策略

埃及是“一带一路”沿线的重要国家，2018 年埃及人口 9568.9 万人，15-64 岁人口占比为 61.4%，劳动力充足，主要民族为东方哈姆族，人均 GDP2463.5 美元，增速 5.1%。是我国实施海外油气石化绿色产能合作战略的重要目标国，中国企业自 2013 年进入埃及油气领域以来，已经在油气上游领域站稳脚跟，与美国阿帕奇组成的合资公司成为埃及最大的油气生产商。

2016 年，尽管国际油价持续低迷，但埃及总统塞西进行经济改革的成效逐步显现，宏观环境向好，埃及宏观投资环境发生了一些新的变化，油气供需、勘探开发等方面呈现出一些新特点。

2018 年，埃及政府将油气改革开放重心放在下游领域，为炼油和乙烯行业提供了很好的产能合作和投资前景。

（1）埃及炼油乙烯行业现状及合作分析

80 年代初期埃及炼油和石化行业初步形成，在此期间，国有石油公司埃及通用石油公司（EGPC）开始投资石油和天然气及石化产品，同时也更加重视提炼，80 年代末期，EGPC 高度重视其下游投资，提出到 1992 年将炼油厂产能提高 40%。埃及公共部门对石油和天然气部门的投资中有 42%投入炼油石化领域，非常强调下游的发展。

石油部门在 2000 年进行了重组，以监督埃及不断扩大的天然气领域，埃及石化控股公司（ECHEM）成立，实施二十年总体规划，建立 14 个石化联合企业，总投资达 200 亿美元，ECHEM 的成立旨在重组石油部门，优化石油行业的增加值。

2011 年发生的“阿拉伯之春”对埃及的石化产业发展带来了不稳定的政治因素。导致很多化工厂的规划和建设被中止。这就导致埃及很多 2000 年就开始规划建设的化工项目到了 2015 年后，才被重启，埃及政府在经历了“阿拉伯之春”的风暴后，决心重新振兴石油和天然气工业。尽管最近下游行业在埃及面临挑战，但仍然拥有非洲最大的炼油能力，但其成品油产量从 2009 年到 2016 年下降了 28%。因此，埃及必须进口石油产品来弥补这一缺口。

由于国内对高分子材料和石化产品的需求强烈，埃及投资逾 75 亿美元建设两个石化总厂。埃及的 Carbon Holdings 投资 70 亿美元建立位于 AinSokhna 的 Tahrir 石化总厂。该厂计划于 2019 年完工，建成后每年可生产 150 万吨的乙烯和乙烯衍生物。一旦建成，它将成为全球最大的轻油裂解厂。

SidiKerir 石化有限公司（Sidpec）正在 AinSokhna 以北大约 270 公里处的 Port Said 新建一个投资 6 亿美元、产能约 20 万吨 / 年的石油化工总厂。预计将于 2018 年底投入使用。

埃及在带路沿线地带占据重要地理位置，是推进带路建设的重要合作伙伴。油气是埃及经济支柱产业之一。中国与埃及的两国关系良好。中石化国勘与美国阿帕奇公司在埃及开展了良好的合作，项目取得了稳定的发展。为中国油气化工企业在埃及打下了基础。

未来，在做好充分的市场和风险评估的前提下，中国带路和埃及“新首都”规划形成战略上的契合。中国企业抢先在苏伊士和红海口建设石化产能，占据国际原油和化工运输的咽喉要点工业区机遇。既满足埃及发展的需求，又使得中国企业对国际市场的影响得到增强，是多赢之局。

（2）风险分析及应对建议

埃及的政治经济形势虽然逐步向好，但仍存隐忧，增加了投资合作的风险，一是经济风险，主要风险包括腐败、现行外汇管理体制、进出口逆差等经济问题；二是社会安全形势仍然严峻。近两年来，“伊斯兰国”等极端组织在西奈半岛等地多次袭击军警，并且逐渐 深入至首都地区，还针对红海海滨等先前被认为是安全的地区发动袭击。埃及安全形势复杂且仍然严峻。

当前，埃及社会政治、安全形势仍然严峻。我国石油企业对埃及投资过程中应充分利用投资保险制度，降低政治、安全风险。可采取两种方式：一是投保中国出口信用保险公司的海外投资险，二是投保多边投资担保机构，由于埃及是 MIGA 的成员国，投资者在该机构投保的投资险约束性要强于在中国国内投保的海外投资保险，因此该项保险制度是对国内海外投资保险制度的有益补充。我国油气企业可根据自身情况选择相应的险种或保险机构。

3. 马来西亚能源石化现状和合作分析

马来西亚政局稳定，经济平稳增长，汇兑风险较低。2018 年马来西亚人口 3118.7 万人，15-64 岁人口占比 69.3%，劳动力丰富，人均 GDP11052.3 美元，增速 5.5%.

在全球化时代，国家与国家之间的联系日益密切，特别是在中国提出的“21 世纪海上丝绸之路”倡议的推动下，中马的能源合作逐渐深化，但合作的同时也面临着各种挑战。

马来西亚石化产业现已成为东南亚石化产业的中心和世界重要的基地之一。到 2020 年，目标是出口化学品将达 367 亿马元（115 亿美元）。

马来西亚的能源和石化产业是该国经济增长主要推动力，近年来，该产业已占马来西亚 GDP 近 20%。2010 年实施的新税收政策和投资激励措施刺激了马来西亚深水和边际油田的勘探开发活动，同时也提高了能源效率、促进了替代能源的发展使用。此类财政激励措施是该国经济转型策略的一部分，马来西亚希望，到 2020 年通过利用其资源和地理位置的优势成为亚洲顶级能源大国。

马来西亚另一战略是要将该国能源业打造成集存储、贸易、发展为一体的区域中心，并借此引入新兴技术和下游服务项目，使其有能力同亚洲其他产油国相竞争。

（1）马来西亚的地理位置优越

马来西亚由东、西两部分组成，西马来西亚紧邻马六甲海峡东岸，主要由马来西亚半岛组成，东马来西亚包括沙巴州和沙捞越州。

马来西亚紧邻南中国海，这种特殊的地理位置使其周遭海洋油气争端不断，尽管其

已与越南、文莱、泰国解决了双边问题，但其与印度尼西亚在 Celebes 盆地的归属问题上仍存分歧。

随着该国深水勘探活动逐渐向南中国海领域延伸，其与中国、越南和菲律宾也将存在潜在领土争端。近年来为提高马来西亚现有油气产量，该国引入了一系列上、下游油气项目。

（2）马来西亚油气石化发展现状

马来西亚严重依赖油气维持经济增长的情况，马来西亚是东南亚第二大石油和其他液体燃料生产商，位列印度尼西亚之后，自 2003 年以来，马来西亚的国内石油消费量逐年增加，马来西亚国家石油公司正在努力吸引新的投资，从而扭转产量下降的局面。

过去二十年来，马来西亚在炼化方面投入了大量资金，基本可以满足国内对石油产品的需求，马来西亚是主要石化产品的出口国，这些世界规模的石化厂为塑料工业提供稳定的原料供应，也为本地下游塑料加工产业的发展做出了重大贡献。

2019 年马来西亚的乙烯产量会达到 280 万吨 / 年，成为东南亚主要的乙烯生产和出口大国，见图 3-4。

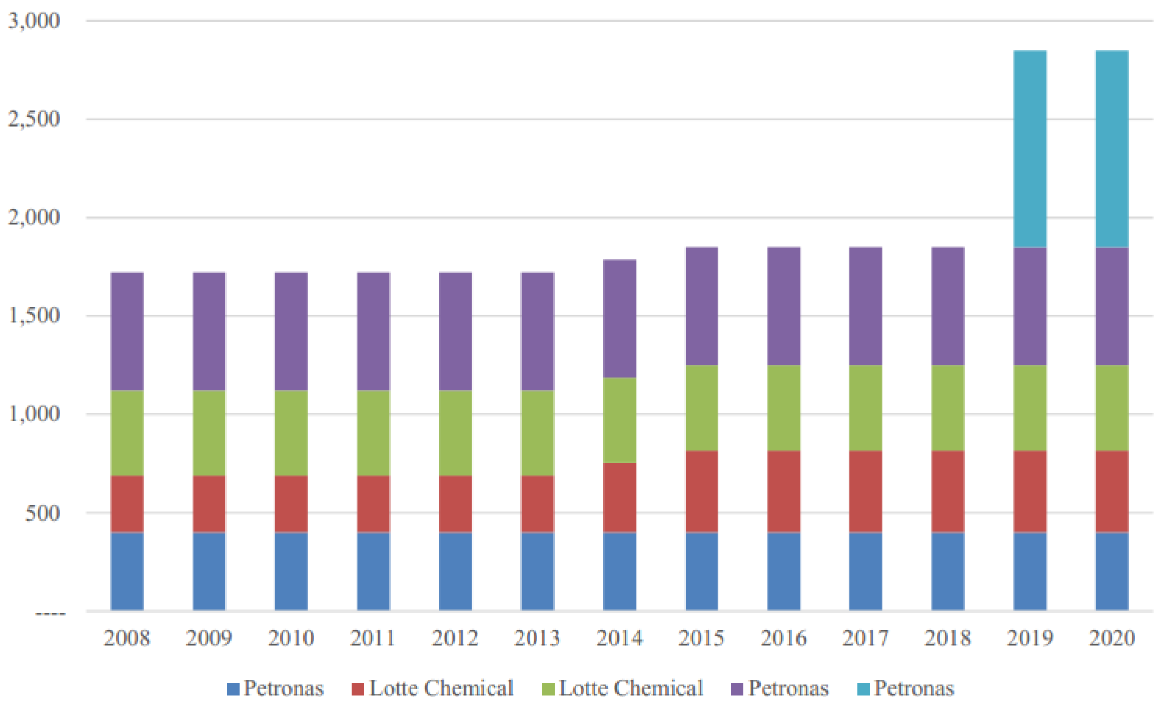

图 3-4 马来西亚乙烯供需现状和预测 （单位：千吨 ）

数据来源：马来西亚国家石化 2015 年报

（3）中马能源合作现状

随着世界能源的剧烈竞争和中国能源消费的迅速增长，中马两国政府对双边能源合作日益重视，在 1999 年 5 月两国签署的《关于未来双边合作框架的联合声明》中，两国承诺在农业、林业、矿业和木材业等领域扩大工艺和技术交流，所提到的矿业合作已包含了能源合作的内容。2005 年 12 月，两国发表的《联合公报》特别指出，双方注意到两国企业正在进行的能源合作，承诺努力推进该领域的合作，双方同意支持两国有关企业探讨在油气领域设立合资公司， 而且提出设立合资公司的合作途径。

（4）加强中马合作建议

对中国来说，地处东南亚的马来西亚具有地缘和资源的双重优势；随着中马两国贸易往来的日益密，两国的能源合作前景也值得期待，但是由于两国本身存在历史遗留的争端，加之在全球化的时代两国之间的关系不是只涉及双方当事国，越来越多的国际因素也会影响到双边关系的发展，为了增强两国之间的友好关系与政治互信，中国在马来西亚投资设厂时，尽量雇佣当地的劳工，增加马来西亚就业岗位，共同参与国际能源项目，除了在本土展开合作外，双方共同参与国际能源项目的投标，共同开发海外能源，密切两国之间的政治互信和经济贸易，实现双赢的目标。

4

炼油和乙烯与带路沿线国家的合作重点

当前，带路沿线油气资源国为了摆脱过度依赖单一石油出口，强调发展多元化经济，特别是发展炼油石化工业吸引外国资本和技术，这为我国开展炼化工程、炼化技术出口提供了合作机遇。与此同时，带路沿线地区人口大国如印度、印尼、巴基斯坦等，正处于工业化进程之中。这些国家随着国内油品需求的快速增长，亟需扩大炼油和石化工业规模，保障其国内成品油的供应。

2016 年，带路地区有 44 个国家存在成品油供需缺口，其中 10 个国家缺口超过 500 万吨，或多或少需要依靠进口弥补。带路一些国家成品油供需缺口的存在不但有利于提升我国企业的油品贸易规模，而且将推动当地炼油产业的发展，带来更多投资合作机会，同时为炼化工程服务创造发展空间。

在油气资源丰富的地区合资合作建设炼厂，不但可保证炼厂最适宜的开工负荷，同时也可在炼厂初始设计、建设和操作过程中，选择最优操作条件，获取最佳合作效益。

4.1 炼油和乙烯产能合作重点

炼油和乙烯产能合作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。

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，利用沙特延布和吉赞炼厂现有发展基础，积极打造海外大型炼化基地；在伊朗，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项目；在伊拉克，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和炼化一体化等项目。

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，首先考虑在人口众多的埃及对现有炼厂进行升级改造和新建大型炼化一体化项目，积极扩大非洲地区的油品贸易。

4.2 炼油和乙烯项目和技术合作重点

1. 炼油和乙烯重点合作的项目

加强带路沿线国家的市场开发工作，进一步拓宽业绩版图。同时，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。

2. 炼油和乙烯重点合作技术

炼油技术全部都形成自有技术，催化剂已全部实现国产，自有技术首先考虑出口东南亚、非洲等成品油市场缺口较大的国家和地区，炼油领域重点合作工艺技术包括常减压蒸馏成套技术、渣油延迟焦化技术、催化裂化工艺技术、催化汽油加氢、轻汽油醚化、连续重整、柴油加氢、加氢裂化、异构化等。

炼油领域重点合作环保新技术主要包括硫磺回收、溶剂再生、酸水汽提、挥发有机物综合治理、烟气脱硫脱硝、火炬排放系统优化技术等。

乙烯裂解已经形成自有技术，78% 的关键设备实现了国产化，乙烯领域重点合作技术包括乙烯装置工业化成套技术、裂解汽油加氢成套技术、乙烯装置能量优化技术等。

4.3 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主要有马来西亚、泰国、越南、菲律宾、埃及等；现有产能较大、质量升级改造需求较多的国家主要包括新加坡、泰国、俄罗斯、埃及、伊朗等；工程服务需求较多、制造业不发达国家主要包括印度尼西亚、菲律宾、埃及、俄罗斯等。

据俄罗斯发布的产业振兴计划，其在 2025 年前计划兴建多套大型炼化装置，目前较为可靠的有 6 套之多，投资金额接近 1000 亿美元。

4.4 炼油和乙烯行业产能合作路径

结合中国石油和化工行业发展实际，发挥带路沿线国家和地区的不同优势，综合考虑资源、市场、区位、人才、科技、安全等因素，积极推进建设以国内石油化工园区为首，中东欧石油化工园区为尾，中东、东南亚和南亚、中亚俄罗斯化工园区为中间节点，辐射非洲、北美、南美、澳大利亚的带路国际产能合作园区产业链条。

1. 建设中东石化产能合作区

加强与伊朗、阿曼、沙特等中东油气资源国合作，拟选址伊朗恰巴哈尔建设“中国 - 伊朗石化产业园”，生产制造基础石化产品及下游精细化工产品，延伸产业链，努力推进“中国 - 阿曼（杜库姆）产业园”、“中国 - 沙特吉赞产业园”的建设和项目落地，提高国际市场竞争力。

2. 建设东南亚和南亚石化产能合作基地与产能合作区

加强与斯里兰卡、缅甸、老挝、泰国、越南、印尼、马来西亚、巴基斯坦等东南亚南亚国家合作，充分利用当地钾盐、天然橡胶等资源优势以及地处中国与中东之间的重要战略通道优势，围绕我国能源资源战略大通道，建设石化产业基地和钾肥、轮胎等特色化工园区，满足国内和当地市场需求。加快建设皎漂港工业园区—打造东南亚石化产

能合作基地龙头；加快中（国）老（挝）钾肥产业园区建设——打造海外钾肥产能合作基地；建设东南亚橡胶轮胎产能合作基地；在瓜达尔港打造油气炼化一体化基地和能源通道；推进斯里兰卡汉班托塔港中斯产业基地建设。

3. 研究推进中亚俄罗斯产能合作区建设

加强与哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦等中亚国家以及俄罗斯合作，发挥我国新疆等西北地区的氯碱、现代煤化工等产业发展优势，建设基础化工产品产能合作园区，努力推进中亚化工循环经济合作园区和中亚蒲公英橡胶产业集群建设，提升在中亚等国的影响力。

4. 推进中东欧产能合作区，打造“中欧科创新城”

加强与匈牙利、波兰等中东欧国家的合作，以满足欧洲对化工新材料、生物化工、精细化工等高端化学品的需求为重点，重点推进在匈牙利的以化工新材料和生物化工为主要特色的中匈宝思德经贸合作区建设，和在波兰的以化工技术园区和人工智能中心两个部分组成的“中欧科创新城”项目。

四大国际产能合作区建设，是中国石油和化学工业推进炼油和乙烯国际产能合作的重点工作。

5

带路炼油和乙烯绿色发展思路、指标体系和建议

带路沿线地区人口大国正处于工业化进程之中。这些国家随着国内油品需求的快速增长，亟需扩大炼油和石化工业规模，保障其国内成品油的供应。与此同时，在绿色低碳发展形势的推动下，带路地区的油品质量升级步伐明显加快。为适应原油品质劣质化、交通运输燃料需求增加、成品油质量升级加快的趋势，带路地区炼油产业在提高炼油能力的同时，将炼厂建设重点转移到提高原油深度加工和清洁燃料生产方面。

5.1 带路绿色产能合作发展思路

1. 优化炼油和乙烯产业布局

发挥国内炼油企业的技术资金人才优势及带路沿线国家的资源或市场优势，在带路沿线国家建设打造以下合作基地，优化产业布局，统筹带路油气资源的供应渠道，在资源供应优势明显或市场潜力较好的国家建设炼化工业园区；在油品贸易量大或贸易枢纽地区建设贸易仓储基地；在未来新增炼油能力较大、扩能改造需求较多的国家建设工程技术服务基地。

2. 一体化合作提升综合效益

体现国内企业的上中下游一体化优势，统筹投资项目的资源、市场等因素，全面评估投资项目的总体综合效益；投资合作项目需与炼油技术、工程建设、运行管理一体化"走出去"，发挥自身比较优势，形成最佳战略方案；统筹考虑投资合作项目与石油产品的贸易、营销关系，进一步提升国内企业的国际市场运作能力，提高整体盈利能力。

3. 强化投资合作的风险控制能力

带路地区的投资合作面临着地缘政治、资源、市场、安全、法律等多种风险，因此应把风险控制放在第一位。建立重大项目的前期评估评价机制，加强对国际石油石化行业宏观走势的分析研判，加强对项目所在国的投资环境、政治风险的跟踪监测和形势预判，提高预测精准度，做好重大境外投资项目的可行性研究工作。建立投资项目建设和运营后的风险评价机制，开展重大投资项目的中期评估和后评价工作。建立高效常态化的境外投资预警机制，防范投资风险等。

4. 合作建设炼化产业园区

带路作为国家战略，其沿线国家将发展成为我国企业“建立产业联盟，建设产业园区”的重点地区。国内炼油企业需发挥炼油投资项目产业关联度高、带动力强的优势，在具有资源优势、市场发展潜力，且投资环境较好的沿线国家建设炼化产业园区，推动上下游相关企业合作建设，积极推动绿色先进的成套装备、材料、技术、标准和服务等“走出去”，推动国际化经营向中高端发展。加强上下游产业间的联盟合作，相互促进境外业务的绿色健康发展。

5. 推进炼油和乙烯合作

能源合作是带路建设的先行产业和重要引擎，尤其是作为国民经济支柱产业的炼化产业，在带路倡议的实施中发挥着重要作用。随着中国与带路沿线国家合作的进一步深化，炼化产业将迎来新的发展机遇，有望继高铁和核电之后，成为第三张“走出去”的“中国名片”。

5.2 带路绿色产能合作的原则

加速建设带路海外产业布局的总体对策思路是要在准确把握我国与带路沿线国家经贸合作战略的对接性、产业合作的互补性、双方企业的积极性的基础上，根据东道国的需求和环境承载力，统筹规划、优化布局；因地制宜，尽可能采用较高的适宜的环境标准；促进采用先进、节能、环保的技术和装备；加强低碳绿色产能合作的金融支持。构建我国与带路沿线国家石化产业合作绿色、可持续、低碳的成功载体。

1. 明确发展方向

一是坚持统筹规划在先的方向。根据国家“走出去”整体战略的要求，坚持企业为主体的原则，引导境外园区的发展始终居于科学、理性、有序的轨道内运行。二是坚持互利共赢的方向。要在规划中突出强调合作共赢，在合作实施中要关照合作双方彼此的切身利益，三是坚持集约化发展方向。集约化发展是园区生命力所在，也是园区特色所在。为此，园区建设要坚持高起点打造、集约化发展方向，充分释放其产业对接、资源共享、风险同御的优长，彰显园区的集约效应。

2. 合理选址

选址是否得当，则意味着园区的发展是否顺利。因此，带路海外重点石化化工园区建设首先要对目标国进行深入的了解与考察，并综合经济、政治、文化、资源禀赋等各种投资合作条件进行分析评价，充分考虑合作的优势与劣势，投资的前景与风险，合理并安全地选择园区的地域布局。一是考察园区驻在国的石化产业环境，评判其石化产业发展水平与我国输出的优势产业对接程度；二是充分考察园区合作国的人才环境；三是充分考察园区驻在国的政治环境；四是充分考虑园区驻在国地缘条件，实行先周边后外延策略，优先考虑与我国接壤的一些国家和地区实行园区合作，尽可能降低园区建设的物流成本和文化沟通成本，通过周边国家园区合作的发展壮大，不断向外扩展园区发展空间。

3. 积极争取双向政策扶持

海外园区作为两国投资合作的重要载体，符合两国的利益和意愿，因此较一般经济园区容易获得双方政府的关切。国家要加强与沿线国家的政策协调，进一步凝聚发展共识，通过签署双边合作协议、投资保护协定和避免双重征税协定，布局带路自贸区网络，不断提高贸易投资自由化与便利化水平，为企业构建开放稳定的营商环境。

重点一是争取优惠的政策；二是争取便利的投资贸易条件；三是争取快捷的物流合作优惠；四是争取金融合作政策关注。

4. 注重特色培育

一是培育技术特色，二是培育品牌特色，在品牌技术、性能、信誉等品牌内在质量上和装潢设计、推介宣传等品牌外在质量上加大重点培育，形成园区的品牌特色和品牌形象。

5. 打造综合环境竞争力

一是园区要引入先进的开发规划思路，高定位、高起点建设，打造技术领先、功能多样的园区环境；二是要打造绿色化的生态环境；三是打造便利化的产业配套环境，四是打造国际化的生态制度环境。要设立一套与国际接轨的先进制度体系，消除主观意志和不规范制度的生长土壤，为国际产业投资提供适宜、优越的制度环境。

6. 彰显人文色彩

一是展现我国传统的文化风采。将我国深厚的文化与传统优势更多地推介到驻在国，进一步展现我国的仁义礼智信、以邻为伴、诚信为先等优秀文化，为园区文化建设注入鲜明的中国元素。

二是融入驻在国国别文化特色。从历史到现在，带路区域为我们展现出文化的多圈性，根据驻在国主流文化特点寻求文化触碰的交集点，赋予园区文化的本土仿生特性。

三是突出文化共通性。中国与沿线国家地缘相近，历史往来频繁，使得文化相互影响深远，成为园区合作良好的人文基础，不断放大文化相通优势，促进新的文化共识与融合，交织出崭新的园区文化，以增强文化对两地人才的吸引和人才对文化的认同。

7. 坚持本土化战略

一是注重行为的本土化。充分了解和尊重当地民风民俗，尊重驻在国法律与文化，使园区企业和个人行为符合当地规范，以消除偏见，融洽关系，扫清来自当地人文和社会的诸多障碍。

二是注重人才的本土化。园区企业要学会运用本土思维方式，根据当地经济、政治、法律、民俗等特点制定企业合作规划和管理方式，更多地培养和接纳本地员工，发挥本地员工的联通与人和优势，减少由于沟通障碍与文化差异造成的误解和摩擦。

三是注重产品的本土化。根据当地习俗与消费偏好，有针对性地开发企业产品，在产品外观、性能、包装等方面，充分融入当地元素与民族特色，并在产品的宣传与销售上，也充分尊重当地习惯与方式，是产品能顺利得到市场接纳与推崇，担负起企业对当地的社会责任，将追求对社会有利的目标融入企业战略。

5.3 带路绿色产能合作指标体系研究

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与国际接轨的很高的国家行业标准和要求，取得了显著的成效。基于中国污染物排放标准和用能指标，炼油和乙烯带路绿色指标体系重点关注清洁生产、污染物排放和能耗指标。

1. 构建原则

炼油和乙烯绿色指标体系的构建是在明确指标体系构建目的、企业所在行业的特点、影响其绿色竞争力的因素，企业绿色竞争力评价指标体系基础上，按照竞争力指标体系构建的原则所构建的，炼油和乙烯企业绿色竞争力指标体系构建应遵循以下原则：

一是目的性，石化企业绿色竞争力指标体系设计的目的是衡量石化企业绿色竞争力的状况，在设计指标体系时应紧紧围绕这个目的展开，应考虑所选用的指标与评价目的是否联系紧密，所选用的指标能突出反映企业绿色竞争力的状况。

二是全面性，在设计石化企业绿色竞争力指标体系时，应考虑到影响绿色竞争力的因素是多方面的。因此指标体系应该从多维的角度设计、反应石化企业的绿色竞争力，从而指导石化企业获得绿色竞争能力。

三是层次性，为了使指标深入浅出的反应石化企业的绿色竞争能力，指标体系的设置应该围绕其设置目的层层展开，层与层之间应该是递进关系，下一层应能更完整、具体地描述上一层；另外，同一层指标体系应该尽量避免相关性，选用的指标应该意义明确、相对独立。

四是通用性和可操作性，设计指标体系时应考虑到指标的通用性，即构建的指标体系能反映本行业大多数企业的绿色竞争力状况，要抓住本行业企业的共性。另外，建立指标体系是还应该考虑到指标的可操作性，即选用的指标应尽量与现有的石化企业的统计资料、报表兼容，充分考虑数据的可获得性。最后指标体系是为评价石化企业绿色竞争力服务的， 因此设计的指标体系应尽量简化，使得评价工作方便展开。

2. 炼油和乙烯带路绿色产能合作发展指标体系

目前，国内炼油和乙烯行业新建项目，炼油行业工业污染物排放必须执行中华人民共和国国家标准 GB31570-2015，石油化学即乙烯行业工业污染物排放必须执行中华人民共和国国家标准 GB31571-2015。

本指标体系摘录了国标中的比较关键指标，做为企业走出去的指导，对于带路国家新建项目，建议依据该指标体系，结合东道国的具体需求和环境承载力，因地制宜研究制定更细化的差异化的指标；对于走出去的企业，利用该绿色指标体系作为行业自律开展海外产能合作。

（1）污染物排放指标体系

炼油和乙烯行业污染物排放必须满足国标要求，炼油行业指标限制见表 5-1 和 5-2，乙烯行业污染物排放限制见表 5-3 和 5-4。

表 5-1 炼油大气污染物浓度限值（单位：mg/m^3）

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

表 5-2 炼油行业水污染物排放限值 （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		车间或生产设施废水排放口
21	总铅	1.0		
22	总砷	0.5		
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 5-3 乙烯行业大气污染物排放限值（单位：mg/m^3）

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 6 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 5-4 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 直接排放	限值 间接排放(1)	污染物排放监控位置
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	总鉮	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 3 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。

(2) 丙烯腈 - 腈纶、己内酰胺、环氧氯丙烷、2,6- 二叔丁基 -4- 甲基苯酚 (BHT)、精对苯二甲酸 (PTA)、间甲酚、环氧丙烷、萘系列和催化剂生产废水执行该限值。

（2）乙烯用水

参考中国国内标准，对于取水和重复利用、排水等做出如下要求。

表 5-5 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
	单位乙烯取水量	M3/t	≤6.5
	化学水制取系数	M3/m3	≤1.1（离子交换树脂工艺）
		M3/m3	≤1.25（反渗透工艺）
重负利用	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	M3/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）水回用水水量占补充水总量的百分比数值进行递减。			

（3）能耗

参考中国《炼油单位产品能源消耗限额》[34]并《关于石化和化学工业节能减排的指导意见》[35]，为带路炼油产能合作发展提供如下能耗参考指标：

表 5-6 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 [36]	≤11.5 kgoe/(t·能量因数)

表 5-7 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 [37]	≤63 kgoe/t(不适用以煤为主要制氢原料的炼冶企业)
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 5-8 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）

乙烯装置采用GB30250-2013《乙烯装置单位产品能源消耗限额》中规定限额数值。

表 5-9 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

表 5-10 污水处理单元的标准能耗 Iwi

序号	单元名称		符号	污水处理单元的标准能耗（kg/t）
1	来水提升		Iw1	0.20
2	均质调节		Iw4	0.20
3	隔油		Iw2	0.12
4	浮选	全溶气	Iw3	0.2
		回流溶气		0.11
5	生化		Iw5	0.30
6	絮凝沉淀		Iw6	0.02
7	中水活性炭吸附过滤		Iw7	0.06
8	中水回用		Iw8	0.20
9	污泥脱水及干化		Iw9	0.07

（4）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 5-11 炼油 [38] 和乙烯 [39] 的碳排放因子

	排放装置	单位：吨 CO_2/ 吨
生产排放	原油	0.227
	丁烷	0.764
	VGO 的深度催化裂化	0.603
	乙烷 / 丙烷	0.799
	混合原料	0.799
	苯 / 石脑油	0.700
	炼油装置干气	0.799
	煤制油	0.964

6

风险分析及应对

带路沿线国家地缘政治复杂，经济发展水平差别大，对于发展的期望和诉求也大相径庭，石油被称之为工业的血液，是国民经济运行不可或缺的资源，受到世界各国的普遍重视。

风险是因存在不确定性而可能使得结果不及预期。风险事件可能发生，也可能不发生，但一旦发生必然造成损失。历史事件是确定的，而未来是存在不确定性的，因此，任何对未来的决策均存在风险，只是发生的概率有大有小，一旦发生损失有高有低。但是，我们不能因为存在风险而放弃决策，放弃对未来的把握，因此，面对风险，我们需要全面评估，制定风险应对机制，减少直至避免风险事件的发生；而即使一旦发生风险事件暴露的情况，我们需要有思想准备、有应对预案，把风险事件暴露造成的损失控制在尽可能低的程度。

7

保障措施研究

为保障油气石化行业“一带一路”建设走深走实、行稳致远，一是加强经济政策协调和发展战略对接，为参与国创造更大的发展空间，进一步发挥互联互通对实体经济的辐射和带动作用，促进协同联动发展，实现共同繁荣。

二是以创新增长为驱动，进一步挖掘发展新动能。创新驱动是全球经济与中国发展新周期中各国实现互利共赢的最强动能。站在第四次世界工业革命的当口，世界经济要摆脱持续低迷，只能向创新要动力。要进一步抢抓机遇，加大创新投入，转变发展方式，不断培育新的经济增长点。要持续加强数字经济、人工智能、纳米技术、量子计算机等前沿领域合作，推动大数据、云计算、智慧城市建设，不断促进科技同产业、同金融的深度融合，建设 21 世纪的数字丝绸之路。

三是以发展包容为依托，进一步促进发展成果共享。包容发展是全球经济与中国发展新周期中各国实现互利共赢的最好诠释，积极构建人类命运共同体，让不同国家的人民都能享受到发展的红利，积极推动全球化朝着更加开放、包容、普惠、平衡、共赢的方向发展。

参考文献

[1] 《国家节水行动方案》2019 年版

[2] 《石油市场报告》全球数据

[3] 中国石油集团经济技术研究院

[4] IHS 数据

[5] 《烃加工》杂志数据 2016 年版

[6] 《石油化工设计能耗计算标准》 GB/T50441-2016, 2016 年 8 月发布，中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局联合发布

[7] 《石油化学工业污染物排放标准》GB31571-2015,2015 年 4 月发布，环境保护部、国家质量监督检验检疫总局发布

[8] 《炼油单位产品能源消耗限额》（GB30251-2013）国家质检总局、国家标准化委员会发布

[9] 《乙烯装置单位产品能源消耗限额》GB30250-2013

[10] 《关于石化和化学工业节能减排的指导意见》 2013 年 12 月工业和信息化部发布

[11] 《水污染防治行动计划》（国发 [2015]17 号）国务院发布

[12] 《"十三五"节能减排综合工作方案》（国发 [2016]74 号）

[13] 《能源效率法令》欧盟委员会发布

[14] 《大气污染防治法》日本发布

[15] EIA 数据

[16] UN 数据

[17] BP 能源数据

[18] 马来西亚国家石化 2015 年报

[19] 《关于未来双边合作框架的联合声明》1999 年 5 月中马两国政府签署

[20] 《未来十年世界石油化学工业发展趋势和中国创新发展机遇 – 跨国公司看中国石油和化学工业的未来》化学工业出版社，2014 年 11 月

[21] 《开创下一个未来：中国石油和化学工业 2030 年展望》化学工业出版社，2018 年 3 月

……

上接封二

《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/

联系我们

地址：中国北京市朝阳区东三环北路38号泰康金融大厦1706
邮编：100026
电话：+86（10）5927-0688
传真：+86（10）5927-0699
www.nrdc.cn
欢迎阅读报告，如有建议请发送至 GreeningBRI@nrdc-china.org

环保纸印刷