

# “一带一路”能源与资源行业工程科技合作探讨

王玉生<sup>1</sup>, 沈珏新<sup>1</sup>, 李俊旺<sup>2</sup>, 王珺<sup>3</sup>, 程蕾<sup>4</sup>, 黄维和<sup>5</sup>

(1. 中国石油天然气股份有限公司规划总院, 北京 100083; 2. 北京矿冶科技集团有限公司, 北京 100160;  
3. 电力规划总院有限公司, 北京 100120; 4. 煤炭工业规划设计研究院, 北京 100120;  
5. 中国石油天然气股份有限公司, 北京 100007)

**摘要:** 我国已成为世界上最大的一次能源与矿产资源消费国, 近年来能源与资源对外依存度也在逐年增加, “一带一路”沿线国家能源资源丰富多样, 与我国具有互补性, 能源与资源合作是“一带一路”建设的重要组成部分, 是将地理毗邻、资源优势转化为共同持续发展的经济增长优势的关键领域。本文梳理了我国参与“一带一路”能源与资源行业工程科技合作的基础, 分析了合作存在的问题, 研究了合作前景, 提出了加强工程科技支撑“一带一路”能源与资源合作措施, 对未来我国能源与资源领域工程科技支撑“一带一路”建设具有较好的指导作用。

**关键词:** “一带一路”; 能源与资源; 工程科技; 合作探讨

**中图分类号:** F125/G322.5 **文献标识码:** A

## Engineering Technology Cooperation in Energy and Resource Industry along the Belt and Road

Wang Yusheng<sup>1</sup>, Shen Juexin<sup>1</sup>, Li Junwang<sup>2</sup>, Wang Jun<sup>3</sup>, Cheng Lei<sup>4</sup>, Huang Weihe<sup>5</sup>

(1. PetroChina Planning & Engineering Institute, Beijing 100083, China; 2. BGRIMM Technology Group, Beijing 100160, China;  
3. China Electric Power Planning & Engineering Institute Co., Ltd., Beijing 100120, China;  
4. CCTEG Coal Industry Planning Institute, Beijing 100120, China; 5. PetroChina Company Limited, Beijing 100007, China)

**Abstract:** Recently, China has become the world's largest consumer of primary energy and mineral resources, and its import percentage of energy and resources has increased by years. The countries along the Belt and Road are rich of diverse energy resources, which complements China well. Energy and resource cooperation is an important part of the development of the Belt and Road, and is crucial in transforming geographical proximity and resource advantages into economic growth with mutual and sustainable development. This paper reviews the basis for China's participation in engineering technology cooperation in the energy and resource industries of the Belt and Road, analyzes the problems in the cooperation, studies the cooperation prospects, and proposes measures for strengthening energy and resource cooperation.

**Keywords:** the Belt and Road; energy and resources; engineering technology; cooperation proposals

收稿日期: 2019-06-17; 修回日期: 2019-07-02

通讯作者: 王玉生, 中国石油天然气股份有限公司规划总院高级工程师, 主要研究方向为电力和能源战略;

E-mail: wangyusheng@petrochina.com.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“工程科技支撑‘一带一路’建设战略研究”(2017-ZD-15)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

## 一、前言

我国已成为世界上最大的一次能源与矿产资源消费国，也是世界上最大的原油进口国和矿产资源进口国；近年来能源与资源对外依存度也在逐年增加，2018 年原油对外依存度已超过 70%，天然气对外依存度接近 43%；在矿产资源中，铜、镍等对外依存度超过 50%，铁矿石等矿种对外依存度甚至超过 75%。当前，我国经济发展步入新常态，能源资源需求增速趋缓，质量和效率问题突出，但需求总量仍将维持高位运行，保障能源资源安全仍然是国家可持续发展的重大问题。

“一带一路”贯穿亚欧非大陆，沿线国家能源资源丰富多样。据统计，“一带一路”沿线国家石油和天然气探明储量分别占全球的 55% 和 75% 以上 [1]；矿产有近 200 种，价值约为 250 万亿美元，占全球矿产资源的 60% 左右 [2,3]，也是全球战略性矿产主要供应国家 [4,5]。“一带一路”沿线国家与我国能源资源合作目前已具备良好基础，也是我国未来能源与资源进口和合作的重点区域。以先进适用的工程技术、管理经验和产融结合为战略立足点，深化双方能源与资源合作，有助于将地理毗邻、资源丰富优势转化为共同持续发展的经济增长优势。

## 二、“一带一路”能源与资源行业工程科技合作基础

经过多年的探索、发展与积累，我国能源和资源行业在工程技术领域均具备一定的技术优势，这些工程技术深度契合了“一带一路”国家能源和矿产资源开发技术多样化和差异化需求，有效支撑了我国与“一带一路”国家能源和资源的产能合作。

油气产业形成了拥有自主知识产权的复杂油气田勘探开发技术、高钢级管材与复杂地表管道建设技术、炼化技术与装备优势技术。陆上油气地质理论与成熟探区精细评价、岩性地层、深层油气勘探评价技术，老油田精细水驱、化学驱油碳酸盐岩油气开采、地面工程，高钢级、高压、大口径油气管道安全输送技术，管道自动焊接、非开挖穿越、复杂地貌机械化施工等技术在促进

中亚、非洲和中东地区等陆上和老油气田开发上发挥了较大作用。

煤炭行业在煤炭勘探、开发、利用及深加工等方面的技术和装备制造技术快速发展。地面地震技术、井下地震技术、井下钻探技术、大直径反井钻井关键技术及装备、冻结法凿井等特殊凿井技术、矿井设计、放顶煤开采技术、巷道支护、装备配套及井工开采装备、燃煤工业锅炉、燃煤发电等技术有效促进了我国和南亚、东南亚及中亚地区重点国家的煤炭开发合作。

电力行业的水电装备制造能力、水电施工水平和远距离大规模输电技术优势明显，能够满足在沿线开展输变电合作的技术和工程要求。在新能源发电方面，我国新能源技术发展快速，风机、光伏电池板制造能力快速增强，为我国可再生能源走出去奠定了坚实的基础。目前“一带一路”沿线的亚洲、非洲等国家人均装机和用电量明显低于世界平均水平，存在较大电力缺口，发电市场需求旺盛，电力工程技术合作潜力广阔。

矿产行业在矿产资源勘查领域技术体系齐全，采矿工艺技术和装备总体水平具有较强优势；选矿装备近年来发展迅速，特别是在装备的自动化和大型化方面有了长足进展，各种大规格破碎、磨矿设备和耐磨材料已得到推广应用，磁选、重选设备和复合力场分离设备已研制开发出工业产品并推广应用；在冶金装备方面，中国研制出多种具有自主知识产权的大型冶炼设备，并在国内外成功应用。

在政府推动和企业运作下，经过二十多年的发展，中国企业在对外能源资源合作中取得了卓越的成绩，我国能源与资源行业目前在“一带一路”合作领域涉及资源勘探开发加工、能源通道建设、技术装备、工程服务以及贸易等领域；截至 2018 年年底，油气行业在“一带一路”23 个国家执行 100 余个油气项目，基本覆盖油气全产业链合作，2018 年油气权益产量当量已超过  $1 \times 10^8$  t；煤炭行业在区域内 9 个国家执行 30 余个项目，合作主要涉及资源开发、技术装备、工程服务以及贸易领域；电力行业在区域内的合作项目数量超过 500 个，以工程技术服务为主；矿产行业在区域内的合作项目数量约为 50 个，以投资铁矿石、铜、金、镍、铅、

锌等矿山为主。能源与资源对外合作过程中，我国企业国际化程度和经营水平不断提高，同时也为“一带一路”国家和全球市场提供稳定的能源与资源供应作出了重要贡献。

### 三、我国能源与资源行业工程科技合作存在的问题

“一带一路”沿线多为大国博弈之地，存在较大的地缘政治和金融风险；另外，我国能源与资源行业工程科技能力与发达国家相比仍然存在差距，存在技术研发和外部技术引进的广泛需求，并且在“一带一路”国家能源与资源未来工程科技合作领域仍存在一些问题，具体表现在以下几个方面。

#### （一）科技创新能力不足，合作研发项目缺乏

我国实际的科技能力与发达国家相比仍然有限，因此，真正能与国外合作研发的项目为数不多。在油气领域中海洋深水、页岩油气等技术薄弱；在煤炭领域中大部分物探技术与装备，开采装备的制造工艺、材料、装配、密封技术、机加工精度、自动化技术等，煤炭提质加工技术等还比较落后，难以适应项目大型化、高端化的需要。

#### （二）自主研发能力不强，合作质量深度不高

我国虽然已是能源消费大国，但距离能源强国还存在差距。目前我国对外合作很大一部分集中在设备出口和工程总包，而咨询服务和合作研究等重要合作形式涉及较少。

目前，国内常规设备厂商众多，产能过剩，但高端设备厂家缺乏，在产品性能和质量等方面与跨国企业具有较大差距，综合竞争能力处于弱势地位。高电压等级的直流穿墙套管、功率半导体器件等关键电力设备制造水平存在短板，严重制约我国电工产品在国际上的影响力。矿产行业采选冶装备大型化和智能化、冶炼过程一步炼铜熔池熔炼、电解过程自动剥板、高效反应器等关键设备主要依赖进口。

#### （三）产品国际化认证不够，标准规范“互认”亟待加强

我国生产的产品国际化认可度较低；我国检测

认证机构国际影响力不足，部分国家不认可我国的检测认证结果，导致我国企业“走出去”难度增加。我国在国际市场和国外公司广泛认可的作业标准、作业规范、HSE（健康、安全、环境）管理规范等也亟待强化。

### 四、我国能源与资源行业工程科技的合作前景

2015年3月，国务院发布的《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》，明确将加大煤炭、油气、金属矿产等传统能源资源勘探开发合作列为合作重点。习近平主席在第二届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上指出，共建“一带一路”顺应经济全球化的历史潮流，顺应全球治理体系变革的时代要求，顺应各国人民过上更好日子的强烈愿望。面向未来，我们要聚焦重点、深耕细作，共同绘制精谨细腻的“工笔画”，推动共建“一带一路”沿着高质量发展方向不断前进，这将为我国与“一带一路”沿线国家在能源与资源领域提供更多的支持，进一步加强双方在能源与资源领域的合作力度和深度。

“一带一路”沿线大多数是新兴市场国家，区域内能源与资源丰富，大部分国家的能源与资源发展水平较低，资源利用率偏低，与我国具有资源互补、经济互助的合作基础，合作潜力良好。在资源开发方面，中东、中亚、非洲和俄罗斯的油气，印度尼西亚、蒙古国、越南的煤炭，印度尼西亚、菲律宾的镍、铁，越南的铝土、铁，泰国、老挝的钾盐等，都是我国急需进口的大宗矿产品；在工程技术方面，沿线绝大部分发展中国家电力工业基础薄弱，人均经济指标和用电指标与世界平均水平差距甚远，未来经济社会快速发展需要大量的电力等基础设施投资，此外，沿线国家电力设备运行多年，老化现象严重，亟需更新改造；在经济方面，沿线国家大多与我国一样同属于发展中国家，拥有共同的利益诉求。我国改革开放以来的快速发展，为广大发展中国家提供了可以借鉴的发展模式，同时，也积累了资金优势、技术优势、管理优势。我国既有相对成熟的能源与资源勘查开发利用技术和融资能力，也有良好的经营管理经验和人力资源，对于双方能源与资源合作具有积极作用 [6]。工程

科技支撑我国与“一带一路”能源与资源合作是着眼推动“一带一路”国际合作进一步走深走实、行稳致远的具体举措，合作前景广阔 [7]。

## 五、加强工程科技支撑“一带一路”能源与资源合作措施

### （一）加强顶层设计，推进能源与资源行业工程科技国际合作水平

一是依托“一带一路”国际合作高峰论坛、中国国际进口博览会以及双边和多边合作组织，加大能源与资源工程科技宣传与推介，政府间加强战略对接，并制定相关的政策措施，建立完善的风险分级防控、风险预警和管理应对机制，推进风险管控从定性向定量、从静态向动态转变。二是达成多边、双边能源与资源科技国际合作和协调机制，及时协商和解决科技合作中出现的问题。三是与“一带一路”沿线国家一道探讨能源与资源科技合作优先领域和关键内容，制定相关的科技合作规划，选择一批成熟、代表性强的先进技术开展试点。四是研究建立能源与资源行业标准国际合作机制，推动中国与“一带一路”沿线国家间标准化主管机构开展标准互换互认和标准对标工作，支持我国企业与项目所在国公司开展标准化互联互通的项目合作，促进我国标准体系与所在国标准体系对接，积极推进标准互认，加强标准和产品认证领域的国际化人才培养。

### （二）练好“内功”，加强能源与资源工程科技自主研发创新

一是依托国内重大能源和资源装备企业，大力培育产业竞争优势和优化产业结构，支持建设和完善一批能源和资源装备研发中心和行业共性试验和检测研发平台。重点扶持高中端设备国内制造基地、配套产业集群和装备出口基地建设，发展专业化协作，带动配套零部件制造升级和出口。二是建立“产学研用”相结合的能源与资源装备研发创新机制，并充分发挥企业、高校和科研院所等各种科技资源优势，充分利用已有或新建工程中心、国家实验室，针对深化我国“一带一路”能源与资源合作急需的工程科技开展试验研究工作。三是加强跨学科的技术创新合作，例如电力领域

新技术的开发和应用离不开关键材料的同步开发，也需要先进电子信息技术支持，需统筹协调各行业的资源联合攻关。

### （三）以重大项目合作为抓手，促进科技合作创新水平，提高合作质量

能源与资源行业在巩固现有合作成果的基础上，发挥自身比较优势，实行中方、国际同行和本地企业多方“强强联合”参与的合资合作方式，以“联合体”或者“合资公司”在当地开展投资和运营，形成项目利益方多元化的合作模式。以重大资源开发项目和相关大型工程服务项目合作为抓手，提升科技合作创新能力，提高合作质量；同时，要适应以低碳化、无碳化和智能化为特征的新一轮能源转型趋势，特别重视与国际大型公司的科技成果交流与共享。

### （四）发挥我国工程科技整体优势，开展能源与资源跨行业合作

能源与资源行业自身开展“生产—运输—加工—贸易”一体化运营合作，可以实现与合作国的深层次融合和全产业链协同高效发展。能源和资源跨行业合作可实现资源国“能源—矿产—冶金—工业园区—贸易”联动发展新模式，实现资源优势向经济优势转化，改变资源发展方式和经济发展模式，保障资源国可持续发展，同时也有助于我国企业在“一带一路”沿线国家实现高质量合作目标。

## 六、结语

“一带一路”国家能源与资源禀赋各异，与我国具有互补性，合作前景和空间较大，以工程科技支撑“一带一路”能源与资源合作符合双方国情特点和经济发展需求，不仅有利于推动双方政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通和民心相通，同时也有助于提高我国能源与资源安全保障度，促进我国和“一带一路”沿线国家经济的长远发展。

当前，“一带一路”能源与资源行业工程科技合作要把握难得一遇的发展机遇，利用沿线国家对经济发展与产能合作诉求以及双方良好的政治外交关系，通过深化能源与资源同行业合作、加强重大

项目合作、开展跨行业合作和优化战略布局等措施,构建合作共赢、互惠互利的关系,促进我国与“一带一路”沿线国家的能源与资源合作不断走深走实。

#### 参考文献

- [1] BP. BP 世界能源统计年鉴(2018) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2018.  
BP. BP statistical review of world energy (2018) [M]. Beijing: China Statistics Press, 2018.
- [2] 唐金荣, 张涛, 周平, 等. “一带一路”矿产资源分布与投资环境[J]. 地质通报, 2015, 34(10): 1918–1928.  
Tang J R, Zhang T, Zhou P, et al. An analysis of mineral resources distribution and investment climate in the ‘One Belt, One Road’ Countries [J]. Geological Bulletin of China, 2015, 34(10): 1918–1928.
- [3] 董延涛. “一带一路”矿业合作的策略与路径思考[N]. 中国矿业报, 2017-09-16(003).  
Dong Y T. Strategy and path of the “Belt and Road” mining cooperation [N]. China Mining News, 2017-09-16(003).
- [4] Graedel T E, Barr R, Chandler C, et al. Methodology of metal criticality determination [J]. Environmental Science & Technology, 2012, 46(2): 1063–1070.
- [5] Simon G, Espinoza L A T, Gandenberger C, et al. Raw material criticality in the context of classical risk assessment [J]. Resources Policy, 2015, 44: 35–46.
- [6] 刘伯恩. “一带一路”矿产资源合作: 机遇、挑战与应对措施[J]. 国土资源情报, 2015 (4): 3–7.  
Liu B E. Mining cooperation in One Belt and One Road: Opportunity, challenge and response [J]. Land and Resources Information, 2015 (4): 3–7.
- [7] 赵超, 安蓓. 习近平: 推动共建“一带一路”走深走实 [N]. 人民日报海外版, 2018-08-28(1).  
Zhao C, An B. Xi Jinping: Promoting the construction of the “Belt and Road” [N]. People’s Daily Overseas Edition, 2018-08-28(1).