



“一带一路”绿色发展国际联盟  
2020年政策研究专题报告

# “一带一路” 碳市场机制研究

---

2020年12月



2019年4月,中外合作伙伴在第二届“一带一路”国际合作高峰论坛期间共同启动“一带一路”绿色发展国际联盟(简称绿色联盟)。绿色联盟旨在建设政策对话和沟通平台、环境知识和信息平台、绿色技术交流和转让平台,促进实现“一带一路”绿色发展国际共识、合作和行动。

国际社会积极合作应对气候变化,碳定价机制快速发展。研究“一带一路”主要国家及地区建立碳市场的意义与可行性具有现实意义。本研究详细调研了全球碳市场发展现状和“一带一路”主要国家及地区现状;基于世界银行提出的碳定价机制所需FASTER原则,选取6大指标对“一带一路”主要国家及地区建立碳市场的可行性开展定性分析;基于中国-全球能源经济模型对“一带一路”主要国家及地区实施碳市场对GDP、居民福利、产业发展等影响开展量化分析;并提出具有针对性的政策建议。

“一带一路”绿色发展国际联盟秘书处 乔宇杰女士  
电话:+86-10-82268647  
传真:+86-10-82200535  
地址:中国北京西城区后英房胡同5号  
邮编:100035  
网址:<http://www.brigc.net/>  
电子邮件:[brigg@fecomee.org.cn](mailto:brigg@fecomee.org.cn)  
[briggsecretariat@163.com](mailto:briggsecretariat@163.com)





## 研究团队\*

张希良	清华大学能源环境经济研究所所长，教授
张建宇	美国环保协会副总裁，北京代表处首席代表
周丽	清华大学能源环境经济研究所，副研究员
赵小鹭	美国环保协会北京代表处，高级主管
黄晓丹	清华大学 博士生
梁珩	清华大学 博士生

\* 研究团队的成员以其个人身份参加研究工作，报告中表达的观点不代表其所在单位及“一带一路”绿色发展国际联盟观点。



# 目录

研究团队*	I
执行摘要	IV
一、引言	1
(一) 研究背景	1
(二) 应对气候变化与碳市场	1
二、中国与国际碳市场发展现状	4
(一) 中国国家碳市场发展阶段与现状	4
(二) 国际碳市场发展情况	7
(三) 国际碳市场合作发展现状	15
三、“一带一路”主要国家及地区的社会经济发展和排放现状	18
(一) 中国	18
(二) 东南亚	19
(三) 俄罗斯	21
(四) 韩国	22
(五) 中东	23
(六) 南非	25
(七) 非洲(除南非外)	26
(八) 多国电力与碳排放对比	28
(九) 小结	34
四、“一带一路”主要国家及地区节能减排相关政策及碳定价机制现状	36
五、“一带一路”主要国家及地区实施碳市场的可行性分析	44
(一) 决定实施碳市场可行性的关键因素	45
(二) 公共部门行政能力和质量	46
(三) 企业信息披露程度	48
(四) 市场完备程度	49
(五) 法治程度	51
(六) 政府意愿	52
(七) 企业参与积极性	55
(八) 小结	56
六、“一带一路”主要国家及地区实施碳市场影响的量化分析	59
(一) 全球能源经济模型 C-GEM 4.0	59



(二) 情景设计.....	62
(三) 情景假设.....	64
(四) 结果分析.....	66
(五) 小结.....	78
七、结论与政策建议.....	79
参考文献.....	82



## 执行摘要

面对全球气候变化空前紧迫的形势，国际社会积极合作应对气候变化，以碳市场为代表的碳定价机制快速发展。研究“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）建立碳市场的意义与可行性具有现实意义。

首先，本研究详细调研梳理了中国与国际碳市场发展现状，并对“一带一路”主要国家及地区社会经济发展和排放现状、节能减排相关政策及碳定价机制进行了调研。

其次，本研究对“一带一路”主要国家及地区建立碳市场的可行性开展定性分析。世界银行提出了建立成功的碳定价机制所需的 FASTER 六大原则，包括公平、政策和目标的一致性、稳定性和可预测性、透明度、效率和成本效益、可靠性和环境完整性。本研究选择以“世界银行”发布的国家政策和制度评估的公共部门和机构集群平均值、营商便利指数、企业信息披露程度指数，“全球正义项目”发布的法治指数，各国所发布政策文件是否提及国内国际碳市场和“全球环境信息研究中心”发布的企业参与情况六项指标展开分析。结果显示，中国、韩国、欧盟和美国具有成熟的建立国内碳市场的条件；俄罗斯、东南亚地区、南非具有较为成熟的建立国内碳市场的条件；中东和非洲建立国内碳市场可行性较小。

最后，本研究对“一带一路”主要国家及地区实施碳市场影响开展量化分析。以 2020-2035 年为目标年，设计参考情景、无链接碳市场情景、“一带一路”主要国家碳市场链接情景和“一带一路”主要国家与欧美碳市场链接情景共四种情景，利用中国-全球能源经济模型进行模拟分析。以碳价反映各国边际减排成本，在实现 NDC 减排承诺目标时，各国的碳减排成本不同。通过区域碳市场链接有助于降低全球总体减排成本，但对各国 GDP、居民福利、产业发展产生非对称影响。建立碳市场链接也有利于在更大范围内降低“一带一路”国家整体减排成本。

研究建议：1) 中国的绿色低碳转型亟需加快全国统一碳市场建设进程；2) “一带一路”国家应与中国携手走低碳发展道路，率先在电力部门建立碳市场；3) 中国应对“一带一路”地区煤电项目谨慎投资并加强环境管理；4) 设立碳市场基金支持“一带一路”国家建立碳市场；5) 深入推动“一带一路”国家关于碳交易市场的广度合作交流，加快应对气候变化与碳市场相关学科专业的建设和人才培养；6) 在中国全国碳市场运行相对成熟后，逐步探索不同类型的“一带一路”碳市场链接方式和合作方式。



## 一、引言

### （一）研究背景

2013年9月和10月，中国国家主席习近平在出访哈萨克斯坦和印度尼西亚时先后提出共建“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的重大倡议。6年多来，共建“一带一路”倡议（BRI）得到了越来越多国家和国际组织的积极响应，受到国际社会广泛关注，影响力日益扩大。截至2020年1月底，中国已经同138个国家和30个国际组织签署200份共建“一带一路”合作文件。

自“一带一路”倡议实施以来，已启动了能源、道路和铁路基础设施、减贫等项目<sup>[1]</sup>。由于其重要的战略地位和创新的国际合作模式，“一带一路”建设已经引起了世界关注<sup>[2][3]</sup>。“一带一路”沿线多为发展中国家和新兴经济体，生态环境复杂，经济发展对资源的依赖程度较高，普遍面临着工业化、城市化带来的发展与环境保护的矛盾<sup>[4]</sup>。Rauf<sup>[5]</sup>对47个“一带一路”共建国家的实证分析表明，能源消费、金融发展、固定资本形成总额、城市化和国内生产总值会显著增加二氧化碳排放量。而大量的碳排放会威胁到“一带一路”国家的经济可持续发展，可能导致环境恶化<sup>[6][1]</sup>。为了有效应对气候变化并实现经济环境可持续发展，要把“一带一路”建设成绿色之路<sup>1</sup>，要让绿色环保成为“一带一路”建设底色<sup>2</sup>。

### （二）应对气候变化与碳市场

当前，以全球变暖、海平面上升和极端天气事件频发等为主要特征的气候系统变化加剧，成为人类生存和发展面临的最大挑战之一。政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）第五次评估报告指出，“人类活动产生的温室气体排放以及其他人类活动因素极有可能是造成观测到的20世纪中叶以来气候变暖的主要原因”，并且认为“持续的温室气体排放将会导致气候系统所有组成进一步变暖并出现长期变化，会增加对人类和生态系统造成严

---

<sup>1</sup> 在2018年9月举办的中非合作论坛北京峰会上，习近平主席指出：“中国愿同国际合作伙伴共建‘一带一路’。我们要通过这个国际合作新平台，增添共同发展新动力，把‘一带一路’建设成为和平之路、繁荣之路、开放之路、绿色之路、创新之路、文明之路。”（人民网：

<http://theory.people.com.cn/n1/2019/0429/c40531-31057598.html>）

<sup>2</sup> 在4月19日举行的第二届“一带一路”国际合作高峰论坛中外媒体吹风会上，国务委员兼外交部长王毅在谈及高质量共建“一带一路”的着力点时，尤其强调“让绿色环保成为基本底色”。（人民日报海外网：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1631467201735290860&wfr=spider&for=pc>）



重、普遍和不可逆影响的可能性”<sup>[7]</sup>。尽管已经采取了很多措施，全球温室气体排放仍升至前所未有的水平。国际能源署（International Energy Agency, IEA）数据表明，2018 年全球化石燃料燃烧二氧化碳排放达 332.4 亿吨，约是 1971 年水平的 2.4 倍<sup>[8]</sup>。

国际社会一直积极合作应对气候变化，全球气候治理是关系各国发展空间和竞争力的焦点议题。2015 年 12 月达成、2016 年 11 月生效的《巴黎协定》，开启了全球合作应对气候变化新阶段。《巴黎协定》达成了“把全球平均气温较工业化前水平升高幅度控制在 2°C 之内，并努力控制在 1.5°C 之内”的目标共识，在“共同但有区别责任”原则、公平原则和各自能力原则下，确立了 2020 年后以各国国家自主贡献（Nationally Determined Contribution, NDC）为基础的“自下而上”的全球应对气候变化新机制<sup>[9, 10]</sup>。同时，《巴黎协定》引入了“以全球盘点为核心，以 5 年为周期”的更新机制，针对全球减排进展与长期减排目标的差距，促进各方强化减排力度和加强国际合作<sup>[11]</sup>。《巴黎协定》作为一个全面平衡、具有法律约束力的国际协议，为 2020 年后全球应对气候变化制定了行动框架，使国际社会重拾应对气候变化的信心，全球气候治理进入新阶段<sup>[12]</sup>。虽然美国特朗普政府于 2017 年 6 月宣布退出《巴黎协定》，但全球合作应对气候变化的大势没有改变。截至 2020 年 3 月，全球 197 个缔约方中已有 189 个缔约国批准了《巴黎协定》<sup>[13]</sup>，美国很多州也结盟表示积极履行《巴黎协定》的要求<sup>[14]</sup>。

以碳市场为代表的碳定价机制，在跨国、国家、地区层面快速发展，成为促进绿色低碳发展的最重要政策工具。《巴黎协定》的第六条，也鼓励采用国际碳市场等国际合作方式帮助各国实现 NDC 减排承诺目标<sup>[15]</sup>。截至 2019 年，已有超过 46 个国家签署了 58 份碳定价倡议（计划实施或已实施碳市场或碳税），其覆盖的排放量占全球温室气体排放总量的 20%，达到 11GtCO<sub>2</sub>e<sup>[16]</sup>。在日益严峻的气候变化形势下，碳排放空间的稀缺性更加明显，利用碳交易市场机制实现碳排放生产要素的有效配置，成为全球应对气候变化、国际低碳发展合作与竞争的重要环节。

中国一直是全球应对气候变化事业的积极参与者。一方面，中国积极推动国内的绿色低碳转型。2020 年 9 月，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话强调，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。另一方面，中国也从资金、技术等方面积极支持其他国家的应对气候变化工作。





2011年以来，中国政府累计安排超过7亿元人民币（约1亿美元），通过开展节能低碳项目、组织能力建设活动等帮助其他发展中国家应对气候变化。在此背景下，有必要研究“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）建立碳市场的意义与可行性，为我国推动“一带一路”国家应对气候变化工作提供技术支撑。

在此背景下，有必要研究“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）建立碳市场的意义与可行性，为我国推动“一带一路”国家应对气候变化工作提供支撑。总报告由七章组成，研究内容及结构详见图1；本摘要报告将梳理总结“一带一路”主要国家及地区的社会经济发展和排放现状、定性及定量分析“一带一路”主要国家及地区建立碳市场的可行性。

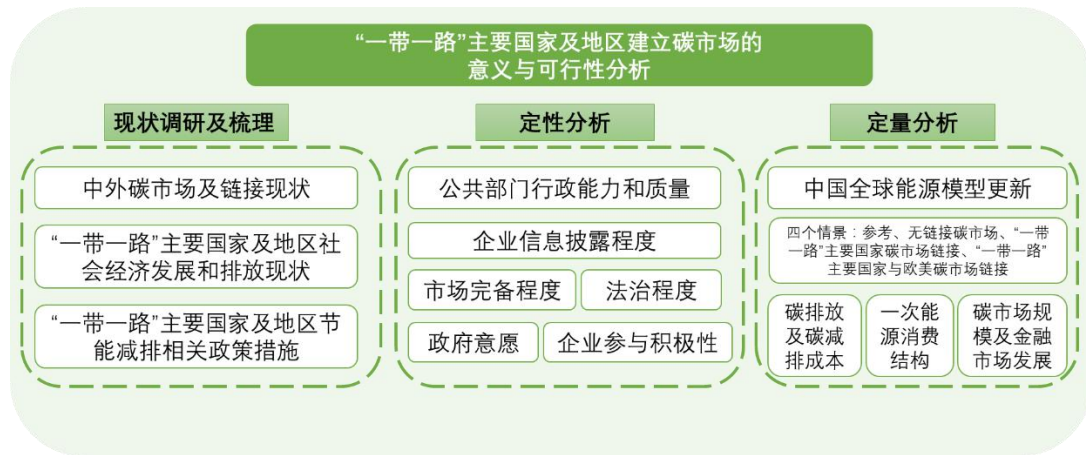


图 1. 研究内容及结构

本报告由七章组成。其中，第二章将概述碳排放交易体系，梳理中国与国际碳市场发展情况，介绍现有国际碳市场链接合作的情况；第三章将详细介绍“一带一路”主要国家及地区的社会经济发展和排放现状，第四章将仔细梳理“一带一路”主要国家及地区节能减排相关政策措施，第五章将从公共部门行政能力和质量、企业信息披露程度、市场完备程度、法治程度、政府意愿和企业参与积极性六个角度对一带一路主要国家及地区进行建立碳市场的可行性的定性分析，第六章应用 C-GEM 模型对“一带一路”主要国家及地区实施国内与国际碳市场的影响进行量化分析，最后一章将总结论文的主要研究结论，提出相关政策建议。



## 二、中国与国际碳市场发展现状

碳排放交易体系（Emissions Trading System, ETS）是一种基于市场的节能减排政策工具，能够以最小全局减排成本实现减排目标<sup>[17]</sup>。ETS 遵循“总量控制与配额交易”原则。“总量控制”指的是政府需要根据温室气体减排目标为企业提前设定所允许的碳排放上限。“配额交易”指的是纳入 ETS 企业的一方需要从市场上购买一定的碳排放配额，来弥补政府为其设定的排放限额，否则将面临高额的罚款；另一方在市场上出售多余的排放配额从而获得配额收益<sup>[18]</sup>。碳交易能够向市场传递长期的价格信号，有助于企业更好地进行低碳技术的规划和投资，帮助其向绿色低碳方向加快转型。

### （一）中国国家碳市场发展阶段与现状

中国是全球最大的能源消费与温室气体排放国，在节能减排方面面临着巨大的挑战。同时，中国经济发展进入新常态，资源约束和环境污染等问题愈发严重，制约着中国经济社会的可持续发展。国际上，全球温室气体排放的持续升高和极端气候事件频发也给中国带来了巨大的减排压力。

面对国内外双重的压力和挑战，近年来，中国政府在减少能源消费与降低二氧化碳排放方面做出了积极努力，在“十一五”和“十二五”期间均制定了严格的节能减排约束性目标。《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出“到 2010 年单位 GDP 能源消耗相较 2005 年降低 20%”<sup>[21]</sup>；2009 年哥本哈根气候大会前夕，中国提出“到 2020 年单位 GDP 二氧化碳排放相比 2005 年降低 40~45%，非化石能源占比达到 15%”<sup>[22]</sup>；《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》提出“到 2015 年单位 GDP 能源消耗相较 2010 年降低 16%，单位 GDP 二氧化碳排放相较 2010 年降低 17%”<sup>[23]</sup>；2014 年，中美两国共同发表《中美气候变化联合声明》<sup>[24]</sup>，中国提出“到 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值并努力尽早达峰，同时非化石能源占比 2030 年达到 20%”<sup>[24]</sup>；2015 年，中国提交国家自主贡献方案（Intended Nationally Determined Contributions, INDCs）并进一步承诺“到 2030 年单位 GDP 二氧化碳排放相比 2005 年降低 60~65%”<sup>[22]</sup>。

为此，中国在节能和提高能效、优化能源结构以及开展低碳试点等方面采取了一系列的政策措施，并逐渐由主要采用命令控制型的政策转向更多利用基于市场的政策工具，开始积极探索利用碳市场来帮助中国实现国内碳排放约束目标和国际减排承诺。“逐步建立碳排放交易市场”在“十二五”规划中被首次提出。在 2011



年3月发布的《国民经济与社会发展第十二个五年规划纲要》中进一步明确要建立完善温室气体排放统计核算制度，逐步建立碳排放交易市场。2011年下半年，“开展碳排放交易试点，建立自愿减排机制，推进碳排放权交易市场建设”被正式提出，并确定了首批开展试点的五市二省：北京、上海、天津、重庆、广东、湖北和深圳，以期积累实践经验，为建设和实施全国碳排放交易体系建立基础。2013年，党的十八届三中全会通过《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》，建设全国碳市场成为全面深化改革的重点任务之一，标志着全国碳市场设计工作正式启动。2013年6月，深圳碳交易试点正式启动，成为国内首个碳排放交易平台。随着2014年6月重庆碳交易试点的启动，七个地区试点交易平台在一年内先后开启，全国碳排放交易体系建设的准备工作也陆续展开。2014年12月，国家发展和改革委员会发布《碳排放权交易管理暂行办法》，为全国碳排放交易体系的建立奠定了法规基础。2015年9月，中美两国发表《中美元首气候变化联合声明》，宣布中国将于2017年启动全国碳排放交易体系。有关中国国内碳市场建设的相关政策见表1。

表1. 中国碳市场相关政策

时间	相关政策	相关内容
2010.07	《国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》 <sup>[26]</sup>	研究运用市场机制推动控制温室气体排放目标的落实
2010.10	《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》 <sup>[27]</sup>	建立和完善主要污染物和碳排放交易制度
2011.03	《国民经济与社会发展第十二个五年规划纲要》 <sup>[28]</sup>	建立完善温室气体排放统计核算制度，逐步建立碳排放交易市场
2011.08	《“十二五”节能减排综合性工作方案》 <sup>[29]</sup>	开展碳排放交易试点，建立自愿减排机制，推进碳排放权交易市场建设
2011.10	《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》 <sup>[30]</sup>	明确提出北京、广东等五市二省开展碳排放权交易试点工作



2011. 11	《中国应对气候变化的政策与行动（2011）》 <sup>[31]</sup>	逐步建立碳排放交易市场，包括逐步建立跨省区的碳排放权交易体系
2011. 12	《“十二五”控制温室气体排放工作方案》 <sup>[32]</sup>	探索建立碳排放交易市场
2012. 06	《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》 <sup>[33]</sup>	明确自愿减排交易的交易产品、交易场所、新方法申请程序等认定程序
2013. 11	《上海市碳排放管理试行办法》 <sup>[34]</sup>	上海市碳排放交易的地方法规
2014. 01	《广东省碳排放管理试行办法》 <sup>[35]</sup>	广东省碳排放交易的地方法规
2014. 03	《深圳市碳排放权交易管理暂行办法》 <sup>[36]</sup>	深圳市碳排放交易的地方法规
2014. 04	《重庆市碳排放权交易管理暂行办法》 <sup>[37]</sup>	重庆市碳排放交易的地方法规
2014. 04	《湖北省碳排放权管理和交易暂行办法》 <sup>[38]</sup>	湖北省碳排放交易的地方法规
2014. 07	《北京市碳排放权交易管理办法（试行）》 <sup>[39]</sup>	北京市碳排放交易的地方法规
2014. 12	《碳排放权交易管理暂行办法》 <sup>[40]</sup>	对主管部门、覆盖范围、总量设定、配额分配等关键要素做出规定
2015. 09	《中美元首气候变化联合声明》 <sup>[25]</sup>	宣布于 2017 年启动全国碳排放交易体系
2016. 01	《关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》 <sup>[41]</sup>	部署全国碳排放权交易市场启动前的重点准备工作
2017. 12	《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》 <sup>[42]</sup>	发电行业率先启动全国碳排放交易体系，提出碳市场建设三阶段



在充分借鉴国外碳排放交易体系机制设计和实际运行的经验教训的基础上，中国七个碳排放交易体系试点结合各地区自身经济发展水平、行业分布特点、统计核算基础等实际条件，分别建立了各自体系的法律基础、明确了体系的覆盖范围、设定了体系的排放配额总量、制定了配额分配方法、建立了排放数据核算报告和核查体系，在实践中发现问题，解决问题，不断完善体系的设计和运行。

2017年12月，中国全国碳排放交易体系正式启动，超过欧盟碳排放交易体系，成为全球最大的碳交易市场。中国政府发布了《全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业）》，以发电行业为突破口，预计将覆盖1700家以上企业，覆盖超过30亿吨的二氧化碳排放，未来将逐步纳入石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸和航空等行业能源消费在1万吨标准煤以上或者二氧化碳排放2.6万吨以上的重点排放单位<sup>[42]</sup>。

2018年以来，应对气候变化部门转隶，碳市场建设工作的主管部门由发展改革委员会变为中国生态环境部应对气候变化司，此后中国应对气候变化工作与生态环境保护工作加快融合，碳交易法律基础、制度规则、数据管理、基础设施、能力建设等各项工作全面推进。2019年10月，生态环境部组织了碳市场配额分配和管理系列培训，在往期培训课程基础上特别增设了配额分配方案解读、交易和注册登记系统操作、重点排放单位履约等内容的讲解，并组织企业开展配额试算和碳交易模拟。

## （二）国际碳市场发展情况

截至2020年4月，全球已经有28个正在运行的碳市场体系<sup>3</sup>，包括：1个超国家机构、7个国家、28个城市、省和州。其中欧盟作为超国家机构，其EU ETS所覆盖的国家数量为31个。另外，有3个司法管辖区正在计划实施碳市场：中国、德国和弗吉尼亚州。除此之外，还有17个不同级别的政府正在考虑实施碳市场，作为其气候政策的重要组成部分，包括日本、越南、印度尼西亚、中国台湾、土耳其、乌克兰、智利、巴西圣保罗和里约热内卢、黑山共和国、哥伦比亚、加拿大马尼托巴省、安大略省和新不伦瑞克省、美国俄勒冈州和宾夕法尼亚州，以及交通气候联盟TCI（美国九大州与华盛顿特区）等。

---

<sup>3</sup> World bank. [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)



全球碳市场在过去十几年中进展迅速。自 2005 年欧盟碳排放交易体系启动以来，ETS 所覆盖的温室气体排放量从 2005 年 21 亿吨二氧化碳当量增长到目前的 90 亿吨二氧化碳当量左右，占全球排放的比重从 5% 增长到 17%，增长了 2 倍左右<sup>[43]</sup>。

从覆盖的行业和温室气体种类来看，不同体系覆盖的范围存在较大的差异。覆盖行业最多的体系涉及电力、工业、建筑、交通、航空、废弃物和林业部门，覆盖行业最少的体系只涉及电力或者只涉及工业部门。所有体系均涵盖 CO<sub>2</sub>，但有的体系涵盖的气体种类最多达到七种（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs、SF<sub>6</sub> 和 NF<sub>3</sub>）。国外主要碳市场机制设计特点见表 2。

#### （1）欧盟碳排放交易体系<sup>[44]</sup>

EU ETS 于 2005 年正式启动，是全球首个温室气体排放交易体系，也是截至 2020 年全球最大的碳市场，是欧盟气候变化的核心政策工具。该体系覆盖了欧盟 27 个国家、挪威、冰岛、列支敦士登和英国（2020 年底前仍参与）的 11000 个主要排放设施的温室气体排放，约占欧盟温室气体排放的 45%。值得注意的是，英国在 2020 年 1 月 31 日脱离欧盟后，实际上也退出了 EU ETS。然而，在 2020 年底之前的过渡期内，英国仍参与欧盟排放交易机制，因此，英国设施将继续面临 2019 年和 2020 年排放量的合规义务。2020 年 2 月初，欧盟委员会（European Commission）公布了一项谈判授权，开始与英国就英国脱欧后关系的协议展开谈判。该授权鼓励各方考虑将英国国家 ETS 与欧盟 ETS 联系起来。联系需要基于欧盟内部达成一致的条件，以确保公平竞争环境和欧盟 ETS 的完整性。

EU ETS 已经经历了两个阶段：第一阶段 2005-2007 年，第二阶段 2008-2012 年，目前已经进入了第三阶段（2013-2020 年），当前也正在为第四阶段（2021-2030 年）做修订。EU ETS 在四个阶段对参与国家、覆盖行业、总量设定、分配方法等机制设计方面的规定均有不同，通常针对上一阶段出现的问题不断进行调整和修订。

在参与国家方面，EU ETS 在第一阶段只包括 25 个成员国，进入第二阶段时包括了 27 个成员国并且纳入了冰岛、挪威和列支敦士登，由于克罗地亚在 2013 年加入欧盟因此第三阶段在第二阶段的基础上又增加了一个成员国。

在覆盖的行业和气体种类上，第一阶段只覆盖来自电厂和能源密集型行业的二氧化碳排放；第二阶段增加了硝酸生产过程中产生的一氧化二氮排放；第三阶



段包括电力和热力部门、能源密集型工业部门和航空业的二氧化碳排放，硝酸、己二酸、乙醛酸和乙二醛生产工业的一氧化二氮排放以及铝生产工业的全氟化碳排放。当然，不同类型的行业有不同的纳入门槛。体系所覆盖行业的减排目标为2020年比2005年降低21%，2030年比2005年降低43%。

在总量设定方面，第一阶段和第二阶段欧盟成员国通过国家分配计划（National Allocation Plans, NAP）为各自的控排企业确定配额，各成员国的NAP汇总得到欧盟整体的排放总量。尽管欧盟会对各国提交的NAP进行审核，但是仍然有不少国家高估了排放水平，为企业分配的配额超过了实际排放量，导致市场上配额价格过低。第三阶段采用欧盟范围内单一的排放配额上限，代替了过往体系的NAP，实现总量控制过程的集中管理。第三阶段设定2013年的排放总量上限为20.8亿吨二氧化碳当量，2013-2020年排放限额每年线性降低1.74%。为提振市场信心并稳定市场预期，欧盟委员会提议在第四阶段将线性减量因子上调至2.2%，并在2030年后仍然延续该下降趋势。

在配额分配方面，第一阶段几乎所有的配额都是以祖父法免费发放的，个别成员国采用拍卖或者基准法发放；第二阶段与第一阶段类似，仍然以祖父法免费分配为主，少数国家如英国、德国等采用本国的基准法，拍卖比例略有提高，为3%左右。第三阶段，拍卖将成为更为普遍的分配方式，拍卖比例将提高到57%左右，剩余的配额仍然采用免费分配方式。

## （2）区域温室气体倡议（RGGI）<sup>[45]</sup>

区域温室气体倡议（Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI）是美国第一个强制温室气体减排的碳市场，覆盖美国东北部和大西洋中部十个州的电力部门。康涅狄克州、特拉华州、缅因州、新罕布什尔州、纽约州、新泽西州和佛蒙特州于2005年底最早签署谅解备忘录，宣布实施该联合减排行动。2007年，马萨诸塞州、马里兰州和罗德岛州相继加入RGGI。新泽西州在2011年12月退出该计划后，于2020年1月重新加入RGGI。弗吉尼亚州计划在2021年初与RGGI连接，宾夕法尼亚州计划最早在2022年前连接到RGGI。

RGGI只针对25MW以上的电力企业进行减排约束，涉及的温室气体只包括二氧化碳，覆盖该地区95%左右的电力排放。RGGI计划将2018年的电力排放相比2009年降低10%，2020年降低15%。



RGGI 最初将 2009-2014 年的排放配额设定在 1.50 亿吨二氧化碳（1.65 亿短吨<sup>4</sup>），并规定 2015 年到 2018 年二氧化碳排放每年下降 2.5%。但是 2012 年，新泽西州退出以后，排放下降了 40%以上。因此，2014 年的配额上限修订为 8260 万吨二氧化碳（9100 万短吨），并且以每年 2.5%的速度线性下降，到 2020 年下降到 7075 万吨二氧化碳（7800 万短吨）左右。

RGGI 目前已经进入第四阶段（2018-2020 年），前三期分别是：第一阶段 2009-2011 年，第二阶段 2012-2014 年，第三阶段 2015-2017 年。早期企业可以获得免费的排放配额，但是从第二阶段开始，免费发放的配额逐渐减少，大部分配额都将以拍卖售出。

### （3）美国加州总量控制与交易体系<sup>[46]</sup>

美国加州总量控制与交易体系发起于 2012 年，于 2013 年正式开始履约期，并于 2014 年与加拿大魁北克碳市场实现链接，于 2018 年与加拿大安大略省实现链接，为全球碳市场之间的国际合作做出了良好示范。

加州碳市场覆盖了该地区约 85%的温室气体排放，涉及的减排部门主要有钢铁、水泥、热电联产、制氢、玻璃、石油和天然气等大型工业设施，电力生产设施以及与建筑、交通相关的部门。覆盖的温室气体种类包括 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、SF<sub>6</sub>、HFCs、PFCs、NF<sub>3</sub> 和其他氟化物。

2017 年，加州立法机构成功将实施周期延长至 2030 年，以帮助加州实现其气候目标。每期设定的排放总量如下：2013 年 1.63 亿吨二氧化碳当量，2014 年 1.60 亿吨二氧化碳当量，2015 年因纳入新行业总量增加到 3.95 亿吨二氧化碳当量，2016 年 3.82 亿吨二氧化碳当量，2017 年 3.70 亿吨二氧化碳当量，2018 年 3.58 亿吨二氧化碳当量，2019 年 3.46 亿吨二氧化碳当量，2020 年 3.34 亿吨二氧化碳当量。

### （4）韩国碳排放交易机制<sup>[46]</sup>

韩国碳排放交易机制于 2015 年 1 月 1 日正式启动，是东亚地区首个全国范围的总量控制与交易体系。韩国碳市场第一阶段为 2015-2017 年，第二阶段为 2018-2020 年，之后每五年为一个阶段，并且每一个阶段都会制定相应的政策规

---

<sup>4</sup> 短吨是英美单位制中的重量单位，1 短吨=0.907 吨。





划和目标。韩国碳市场覆盖了约 68% 的全国排放，不仅囊括了《京都议定书》中的六种温室气体的直接排放： $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、HFCs、PFCs、 $\text{SF}_6$ ，还包括电力消费的间接排放。覆盖的行业来自钢铁、水泥、石化、炼油、电力、建筑、废弃物和航空部门的 23 个子部门。企业的纳入门槛为 12.5 万吨二氧化碳以上，设施的门槛为 2.5 万吨二氧化碳以上。韩国碳市场对第一阶段设定的排放总量为：2015 年 5.73 亿吨二氧化碳当量，2016 年 5.62 亿吨二氧化碳当量，2015 年 5.51 亿吨二氧化碳当量。碳市场配额将从免费分配开始，第一阶段 100% 免费分配，计划第二阶段（2018-2020 年）97% 的配额免费分配，剩下 3% 进行拍卖，计划第三阶段（2021-2025 年）少于 90% 的配额免费分配，大于 10% 的配额进行拍卖。



表 2. 国际上主要碳市场比较

国家/地区	覆盖行业	覆盖气体	排放总量	配额分配	抵消限制
欧盟 <sup>[44]</sup>	电力、工业、航空	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub>	第一/二阶段：根据各成员国 NAP 总量进行加总； 第三/四阶段：适用欧盟统一的总量设定。	第一/二阶段：祖父法免费分配为主，拍卖极少； 第三/四阶段：免费与拍卖混合，拍卖比例逐渐增大，免费配额以基准法分配。	第一阶段无合格抵消信用； 第二和第三阶段可用 ERU 和 CER，限制在 2008-2020 年间减排总量（16 亿吨当量）50% 以下。
瑞士 <sup>[47]</sup>	工业	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、PFCs	2008-2012：自愿减排； 2013-2020：2012 年 563 万吨，之后每年下降 1.74%，到 2020 年 490 万吨。	免费与拍卖混合，免费配额以基准法分配。	大部分项目限于源自最不发达国家或其他国家的信用，或源自 ERU 机制 2013 年 1 月 1 日之前所实现的减排量。
美国加州 <sup>[46]</sup>	电力、工业、建筑业、交通	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub>	2013：1.63 亿吨； 2014：1.60 亿吨，以 2% 左右的速度呈线性下降； 2015：3.95 亿吨；	免费与拍卖混合，拍卖比例较大并不断增加； 免费分配：基于产出的分配法（OBA），基于长期采购计划（电力行业），	抵消信用数量总体上限制在覆盖实体履约义务总量的 8% 以下； 基于行业的抵消信用数量 2017 年之前限制在履约义务总量的 2%



加拿大魁北克省 <sup>[47]</sup>	电力、工业、建筑、交通	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub>	2015-2020: 以每年3%左右的速率下降。 2013-2014: 2320万吨(每年); 2015: 6530万吨; 2016: 6319万吨; 2017: 6108万吨; 2018: 5896万吨; 2019: 5685万吨; 2020: 5474万吨。	基于历史数据(天然气行业)。 免费与拍卖混合,绝大多数配额以拍卖方式分配,并随时间推移不断增加;免费配额以基准法分配。	以下,2018-2020年之间限制在4%以下。 抵消信用(国内和国际)数量限制在各企业履约总量的8%以下。
区域温室气体倡议 <sup>[45]</sup>	电力	CO <sub>2</sub>	2009: 1.50亿吨(1.65亿短吨); 2014: 8260万吨(9100万短吨), 2012年倡议改革方案对总量进行了修订,以每年2.5%的速率线性下降。	拍卖。	最高为各个企业履约义务总量的3.3%,不过迄今为止该体系尚未产生抵消信用。
新西兰 <sup>[43]</sup>	电力、工业、建筑、航空、废物、林业	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub>	2008-2015: 依照京都议定书总量执行,不设国内碳排放交易体系总量。	免费与拍卖混合,但拍卖比例很小;免费配额以基准法分配。	不接受: 来自核项目的CER和ERU; 长期CER; 临时CER等。
韩国 <sup>[46]</sup>	电力、工业、建筑	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、N <sub>2</sub> O、HFCs、	2015年: 5.73亿吨,到2017年总量下降约2%。	免费分配,祖父法(应用于大多数行业),基准法	限制比例低于10%; 国际抵消信用数量最高



	建筑、交通、航空、废弃物	PFCS、SF <sub>6</sub>		(应用于水泥业、炼油业、国内航空业)。	占比 50%。
日本琦玉 <sup>[43]</sup>	工业、建筑	CO <sub>2</sub>	2011-2014: 先在设施层面设定总量,然后加总成为整个琦玉范围的总量,每个财政年度较基准年减排 6~8%; 2015-2019: 较基准年减排 15~20%。	免费分配, 祖父法。	总体上对抵消信用的使用不设限。
日本东京 <sup>[43]</sup>	工业、建筑	CO <sub>2</sub>	2010-2014: 先在设施层面设定总量,然后加总成为整个东京范围的总量,每个财政年度较基准年减排 6~8%; 2015-2019: 较基准年减排 15~17%。	免费分配, 祖父法。	总体上对抵消信用的使用不设限。



### （三）国际碳市场合作发展现状

温室气体减排行动不仅需要各个国家付出相应的努力，还需要国际间的减排合作以提升减排效率。随着全球各大洲碳市场版图的不断扩大，许多国家对实施碳市场链接这种合作形式表现出越来越大的兴趣，碳市场之间的链接成为未来国际碳减排合作的一种可能趋势。

碳市场之间的链接主要有三种类型：单向链接、双向链接和间接链接，其中单向和双向链接属于直接链接<sup>[48]</sup>。如图 2 所示，单向链接指的是碳市场 A 的控排实体可以购买碳市场 B 的排放配额，但是碳市场 B 的控排实体不能购买碳市场 A 的排放配额用于履约；而双向链接则允许碳市场 A 和碳市场 B 的控排实体能够互相购买对方的碳配额；间接链接关系中，碳市场 A 和碳市场 B 均与体系 C 产生联系，从而间接链接，体系 C 可以是同一类型的碳抵消项目。

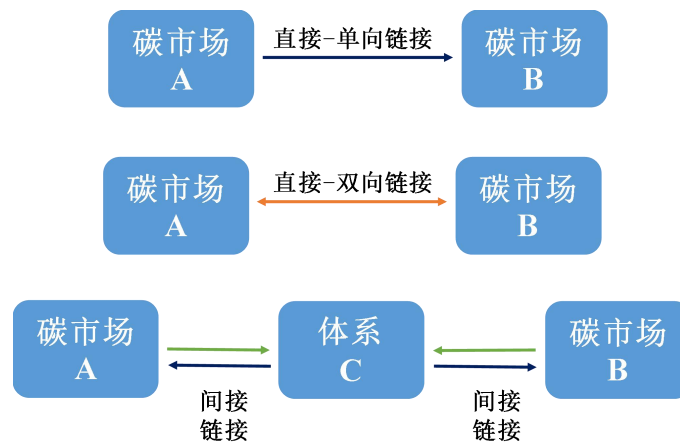


图 2. 碳市场链接类型

现实中多个司法管辖区正在就碳市场链接开展合作，国际碳市场上也已实现了多个不同类型链接的实例（见图 3）。挪威于 2005 年建立了国内碳排放交易体系，并与 EU ETS 建立了单向链接，即挪威的控排实体可以购买欧盟的排放配额，但是欧盟的控排实体不能反向购买挪威的排放配额，2008 年挪威、冰岛和列支敦士登被纳入 EU ETS。日本东京与埼玉县的碳排放交易体系于 2011 年实现了双向链接，两者具有类似的体系设计特点。美国加利福尼亚州和与加拿大魁北克省的碳市场于 2014 年实现了双向链接，是目前国际上最成功的链接案例。在加州和魁北克省碳市场发展之初，就拟议最终链接各自的体系，双方从设计到执行都采用相似的政策与框架，并按照既定的计划完成了整合。2018 年 1 月 1 日，加拿大安



注：连接线的邻近程度和强度表示合作水平的高低，而气泡大小大致对应各自市场容量的大小。

理论上，全球碳市场链接能够最大程度地降低全球总体减排成本。全球碳市场越早建立，节约的减排成本越多，短期内提高减排雄心的可能性也越大<sup>[49]</sup>。《巴黎协定》第六条认可了各国可以选择国际合作的方式实现他们的 NDC 目标。



### 三、“一带一路”主要国家及地区的社会经济发展和排放现状

“一带一路”国家处于不同发展阶段，只有有效识别其社会经济发展和排放现状，才能合理预测其未来发展方向，并分析建立碳市场对其社会经济与排放的影响。本章将从 GDP、人口、产业结构、城市化进程、能源强度<sup>5</sup>等维度，介绍中国和“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）从 2000 年至今的社会经济发展、能源消费和排放现状，并对中国和“一带一路”主要国家及地区、美国、欧盟的人均耗电量及清洁电力占比、电力普及度和二氧化碳排放强度进行对比。

#### （一）中国

中国面积约为 967.4 万平方千米，GDP 近 20 年来飞速发展，从 2000 年的 2.4 万亿美元不断增长至 2018 年的 11.6 万亿美元，年均 GDP 增长率达 9.2%；GDP 增速自 2000 年以来不断上升，到 2007 年达峰（14.2%），而后增速减缓至 2018 年的 6.6%。中国人口从 2000 年的 12.6 亿人逐渐增长至 2018 年的 13.9 亿人，年均人口增速逐渐放缓，从 2001 年的 0.7% 逐渐放缓至 2018 年的 0.5%。中国从 2000 年起进入快速城镇化阶段，城镇人口占总人口的比例从 2000 年的 36% 快速增长至 2018 年的 59%，但相对于发达国家仍有一定的差距。

在产业结构方面，农业增加值占三大产业增加值从 2000 年的 15% 逐渐下降至 2018 年的 7%；工业增加值占比从 2000 年的 46% 增加值 2006 年的 48% 后，逐渐下降至 2018 年的 41%；服务业增加值占比则由 2000 年的 40% 逐渐增加至 2018 年的 52%；2013 年中国服务业增加值占比首次超过工业，而后持续保持。

在能源强度方面，中国单位 GDP 所消耗的能源从 2000 年的 0.48 千克油当量/美元不断下降至 2014 年的 0.34 千克油当量/美元，2000-2014 年年均能源强度下降率为 2.3%；其中 2003-2004 年能源强度有所上升，其他年份能源强度不断下降。

---

<sup>5</sup> 各国 GDP、人口、产业增加值比例、城镇人口比例、能源消费量、二氧化碳排放、可再生能源电力比例等指标皆引用世界银行发布的数据，其网站为 <https://data.worldbank.org/indicator>。



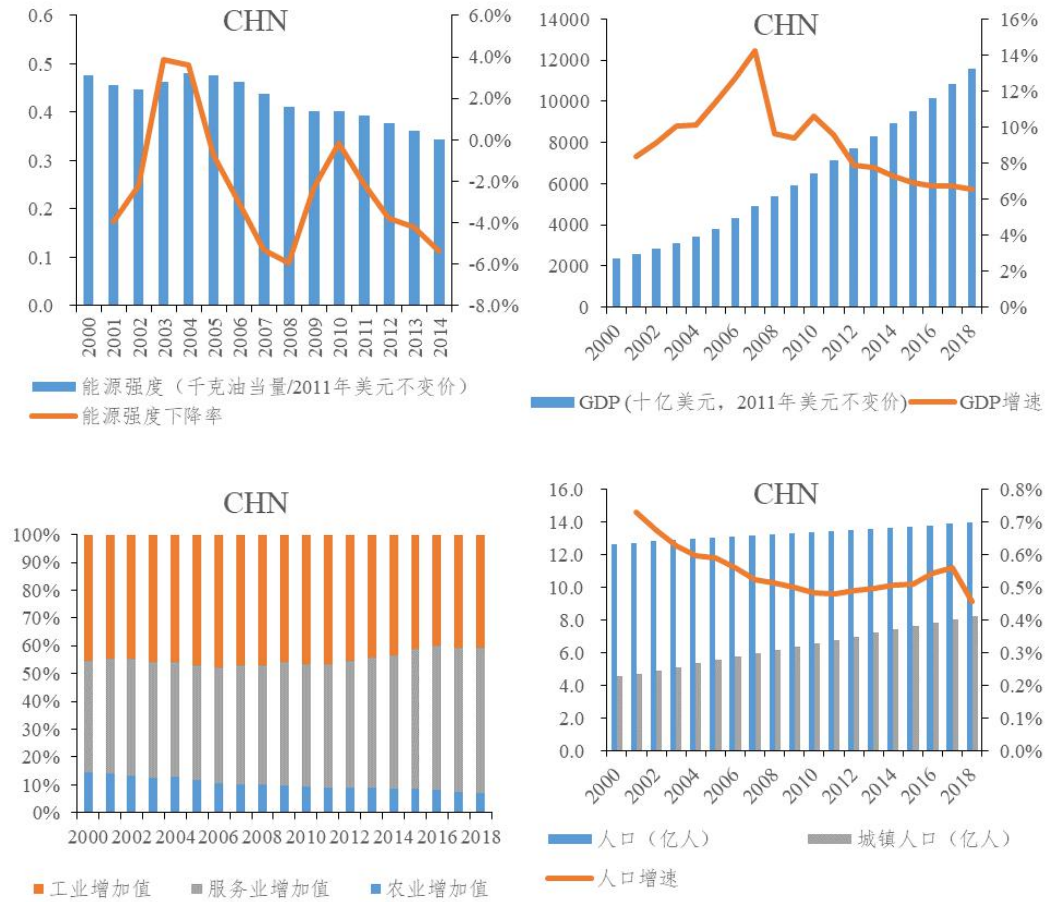


图4. 中国 GDP、人口、三产比例与能源强度图

## (二) 东南亚

东南亚 (SEA) 位于亚洲东南部, 面积约 457 万平方千米。东南亚共有 11 个国家且皆与中国签署了共建“一带一路”合作文件: 越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸、马来西亚、新加坡、印度尼西亚、文莱、菲律宾、东帝汶。越南、老挝、缅甸与中国陆上接壤, 除东帝汶外, 皆是东盟成员。东南亚地区国内生产总值(GDP)自 2000 年的 1.3 万亿美元 (2011 年不变价) 起快速增长至 2018 年的 3.2 万亿美元, 年均 GDP 增速为 5.1%; 自 2011 年以来, 其年均 GDP 增速在 5% 左右。其人口总量从 2000 年的 5.3 亿增长至 2018 年的 6.6 亿人, 人口年均增速从 1.4% 逐渐下降至 1.1%; 其城镇人口随着城镇化进程的推进与人口增加不断增长, 城镇人口占总人口比例从 2000 年的 38% 提升至 2018 年的 49%。



在产业结构方面，东南亚地区农业增加值占比变化较小，从2000年的12%逐渐减少至2018年的10%；工业增加值占比逐渐下降，从2000年的44%逐渐下降至2018年的39%；服务业的增加值占比由44%逐渐提升至51%。

在能源强度方面，单位GDP所消耗的能源从2000年的0.30千克油当量/美元不断下降至2014年的0.18千克油当量/美元，2000-2014年年均能源强度下降率为3.5%；其中2004-2005年、2013-2014年的能源强度下降最快，受2009年金融危机影响该年能源强度反常上升。

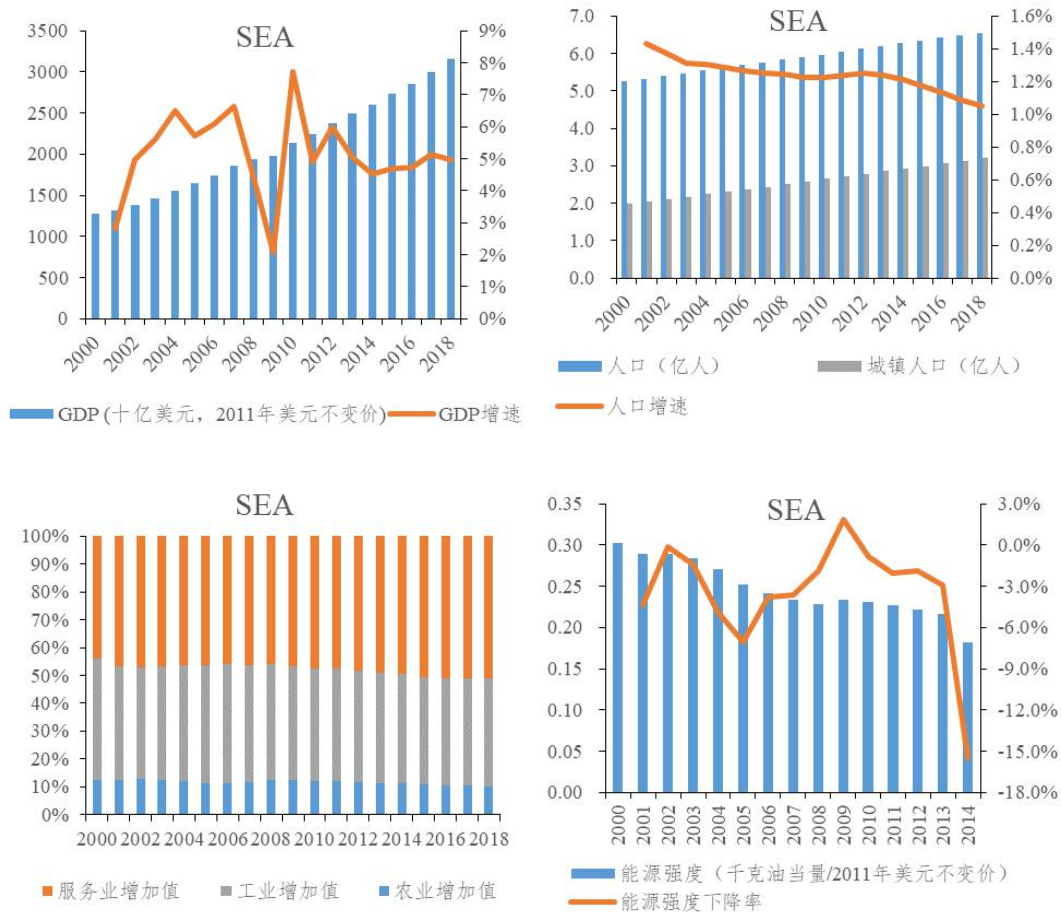


图 5. 东南亚地区 GDP、人口、三产比例与能源强度图



### （三）俄罗斯

俄罗斯（RUS）位于欧亚大陆北部，地跨欧亚两大洲，国土面积为 1709.82 万平方公里，于 2015 年 5 月 8 日与中国在莫斯科发表《中华人民共和国与俄罗斯联邦关于丝绸之路经济带建设和欧亚经济联盟建设对接合作的联合声明》。俄罗斯在 2000-2018 年的年均 GDP 增长率为 3.4%，从 2000 年的 1 万亿美元（2011 年美元不变价）增长至 2018 年的 1.8 万亿美元。而在 GDP 增长过程中，由于国际油价下跌以及西方对俄实行经济制裁[17]，俄罗斯在 2009 年和 2015 年经历过两次下滑：2009 年 GDP 同比上一年下降 7.8%，2015 年 GDP 增速从 2014 年的 4.2% 下降为 -0.1%。由于生育率低，俄罗斯人口总量从 2000 年的 1.47 亿缓慢减少至 2018 年的 1.44 亿人，人口年均增速为 -0.1%；随着提高孕妇和新生儿的福利待遇等人口政策的出台，俄罗斯负增长率逐渐缩小，到 2009 年开始进入人口正增长阶段，2009 年以来人口年均增速为 0.1%。俄罗斯城镇化水平较高，2000 年城镇人口占总人口比例已达到 73%，2018 年为 74%。

在产业结构方面，俄罗斯农业增加值占比一直较小，且从 2000 年的 6% 逐渐下降至 2018 年的 3%；工业增加值占比在 2005 年达峰后（47%）逐渐下降至 2018 年的 43%；服务业自 2000 年起一直是俄罗斯增加值最高的行业，占比基本超过 50%，2000 年占比为 50%，2018 年占比 54%；2016 年服务业增加值占比达 57%，是近二十年来占比最高的年份，也是工业增加值占（39%）比最低的年份。

在能源强度方面，俄罗斯单位 GDP 所消耗的能源从 2000 年的 0.61 千克油当量/美元不断下降至 2007 年的 0.42 千克油当量/美元，年均能源强度下降率达 5.2%。而后进入平台期，2007-2014 年间年均能源强度下降率仅为 0.9%，2014 年为 0.39 千克油当量/美元。

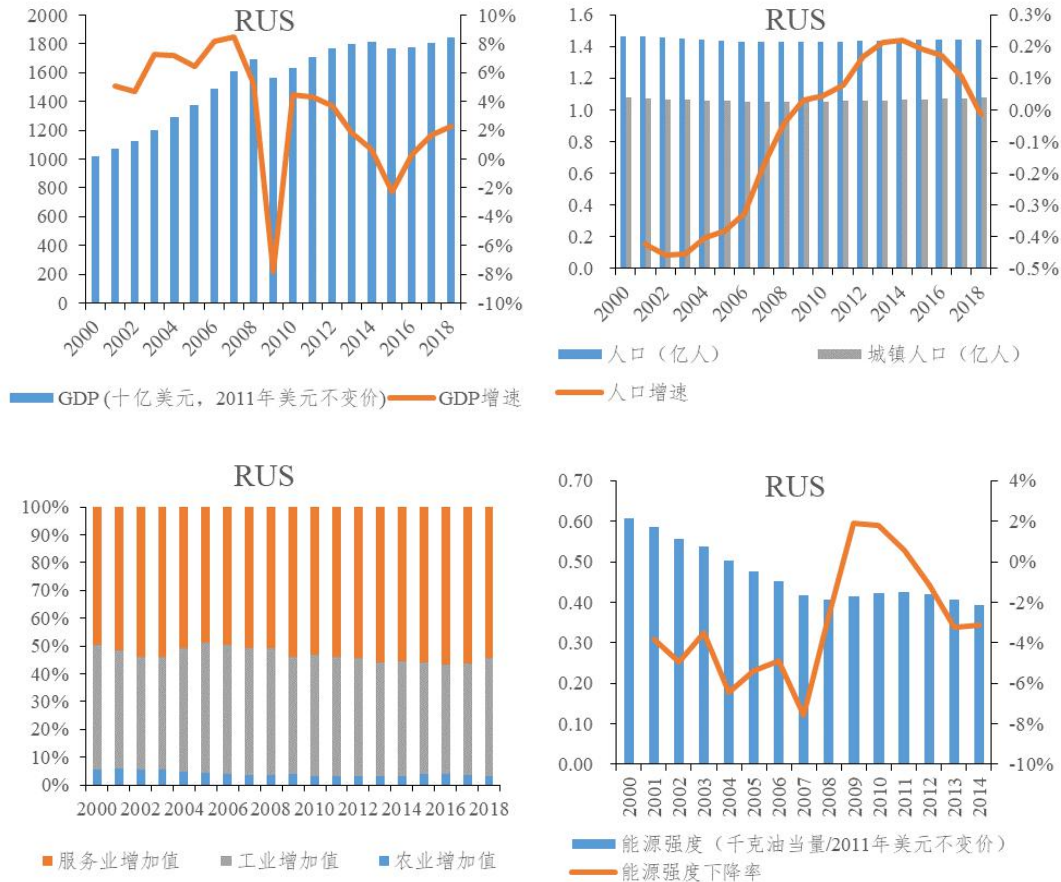


图 6. 俄罗斯 GDP、人口、三产比例与能源强度图

#### (四) 韩国

韩国 (KOR) 位于东亚朝鲜半岛南部, 总面积约 10 万平方公里 (占朝鲜半岛面积的 45%)。2015 年 10 月 31 日, 在李克强总理和朴槿惠前总统见证下, 双方签署了《关于在丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路建设以及欧亚倡议方面开展合作的谅解备忘录》, 以及其他一系列文件。中韩两国同为世界重要经济体, 互为重要投资经贸合作伙伴。中国是韩国第一大贸易伙伴、第二大海外投资对象国, 韩国是中国第三大贸易伙伴和外资来源国。从 2000 年起, 韩国年均 GDP 增长率为 3.8%, 从 2000 年的 0.76 万亿美元增长至 2018 年 1.5 万亿美元; 进入 2012 年以来, 韩国 GDP 增速保持在 3% 左右。韩国人口总量从 2000 年的 0.47 亿逐渐增长至 2018 年的 0.51 亿人, 年均增长率为 0.5%。其城镇化程度从 2000 年起一直处于较高水平, 城镇人口占全国人口的比例, 在 2000 年为 79.6%, 在 2018 年为 81.5%。



在产业结构方面，韩国农业增加值占比小，2000 年仅占 4%，而后逐渐下降至 2018 年的 2%；工业增加值自 2000 年以来相对稳定，一直保持在 44%左右；服务业占比变化较小，从 2000 年的 52%逐渐增加至 2018 年的 54%。在能源强度方面，韩国单位 GDP 所消耗的能源相对较低，2000 年为 0.25 千克油当量/美元，而后不断下降至 2007 年的 0.21 千克油当量/美元并保持相对稳定，2000-2007 年均能源强度下降率达 2.4%，2007-2014 年均能源强度下降率仅为 0.4%。

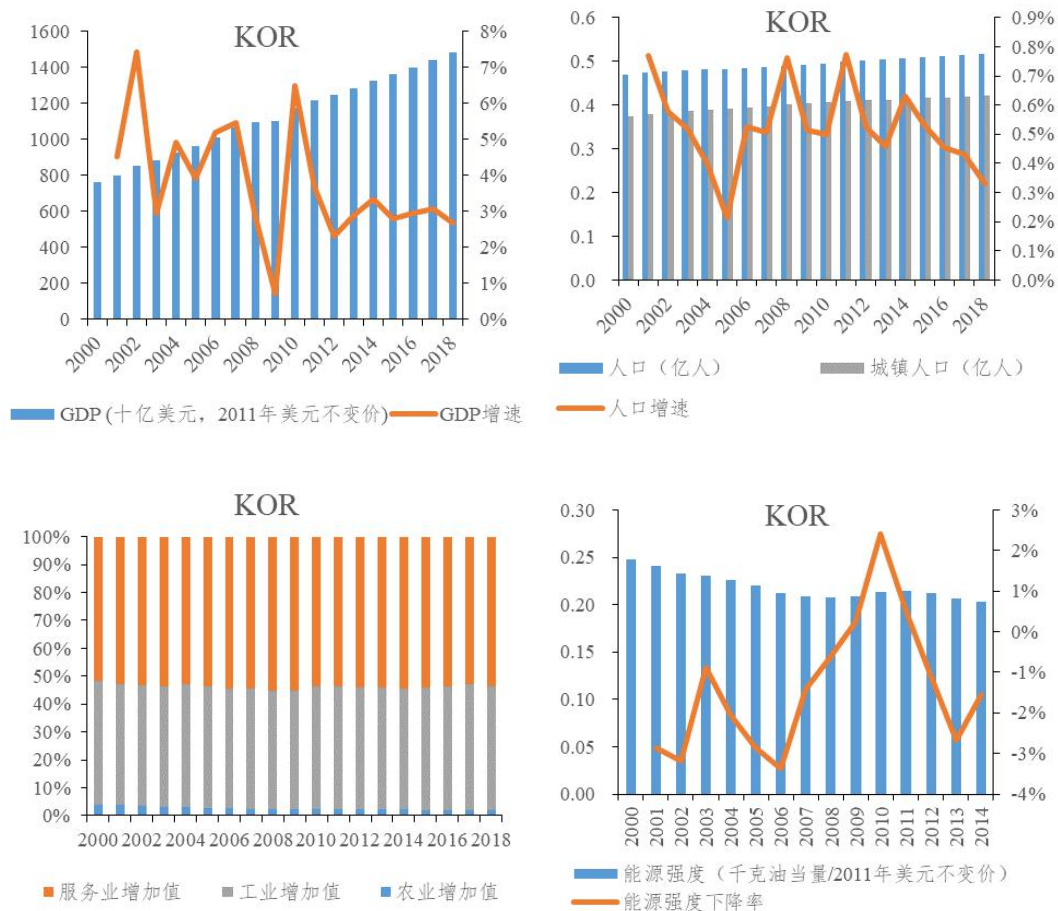


图 7. 韩国 GDP、人口、三产比例与能源强度图

### (五) 中东

本研究的中东地区 (MES) 特指西亚国家，包括阿联酋、伊朗、沙特阿拉伯、伊拉克、黎巴嫩、也门、巴林、科威特、阿曼、卡塔尔、巴勒斯坦、叙利亚、以色列、约旦 14 个国家，其中前十个国家且皆与中国签署了共建“一带一路”合作文件。从 2000 年起，中东地区年均 GDP 增长率为 3.7%，从 2000 年的 1.5 万亿美



元增长至 2018 年 2.9 万亿美元。中东地区人口增速较高，2000-2018 年间年均人口增速达 2.2%，其增速在 2008 年达峰；人口总量从 2000 年的 1.7 亿人快速增长至 2018 年的 2.5 亿人。其城镇化水平较高，2000 年城镇人口占该地区人口的 65%，后逐渐增长至 2018 年的 73%。

在产业结构方面，中东地区农业增加值占比小，2000 年仅占 5%，而后逐渐下降至 2018 年的 1%。工业增加值除 2015-2017 年外，在三产中占比最大，其比例自 2000 年的 53% 逐渐增加至 2008 年的 59%，而后逐渐减少至 2014 年的 50%；2015-2017 年工业增加值占比陡降为 40% 左右，一定程度上是因为 2014 年底中东石油大量增产，试图用低油价逼垮美国页岩油，导致布伦特原油价格一路暴跌，在 2015 年末和 2016 年初跌到了 25 美元水平，而油气产业的增加值约占中东地区工业增加值的 56%，故而油价暴跌一定程度上导致工业增加值占比骤降；2018 年工业增加值返升至 58%。服务业占比从 2000 年的 42% 逐渐增加至 2016 年的 57%，而后恢复至 2018 年的 41%。

在能源强度方面，中东地区单位 GDP 所消耗的能源相对较低，近二十年能源强度保持在 0.21-0.23 千克油当量/美元，年均能源强度下降率为 0.1%。2000 年为 0.21 千克油当量/美元，而后上升至 2003 年的 0.23 千克油当量/美元，2004 年回到 0.22 千克油当量/美元并保持近十年，2014 年下降至 0.21 千克油当量/美元。

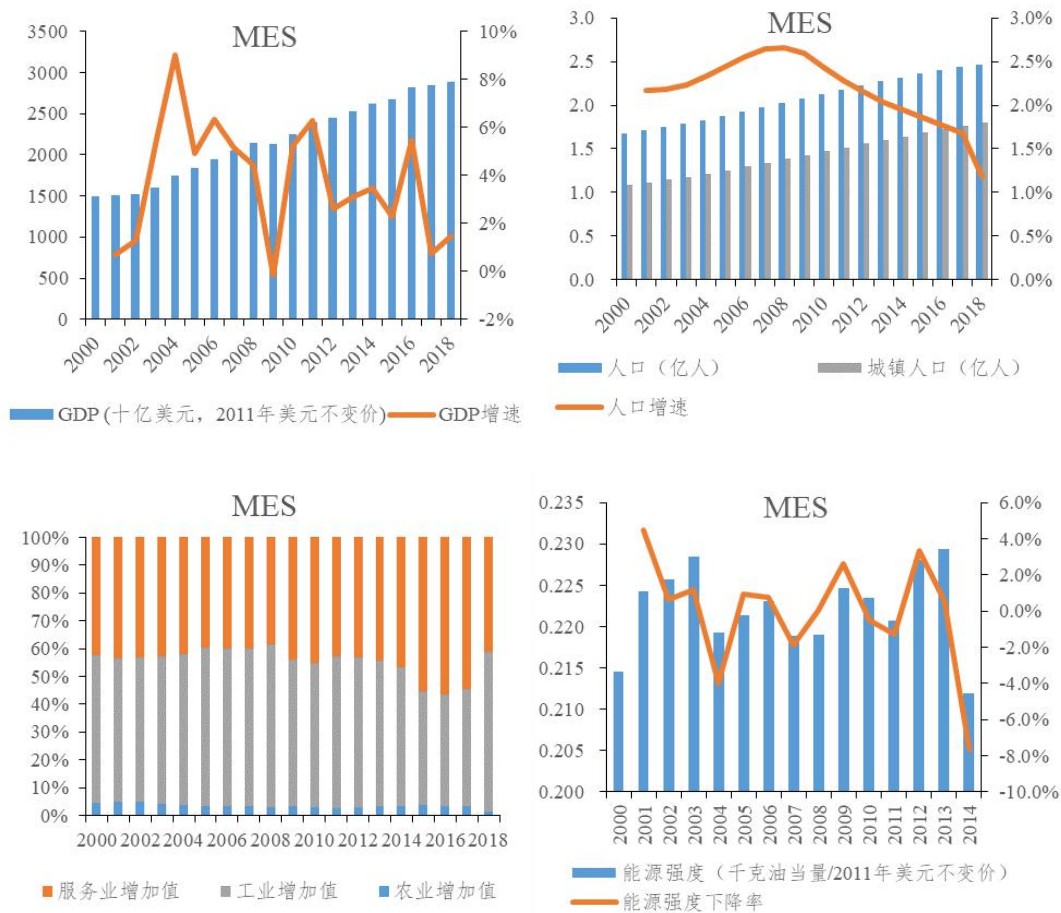


图 8. 中东地区 GDP、人口、三产比例与能源强度图

## (六) 南非

南非 (ZAF) 地处南半球, 位于非洲大陆的最南端, 陆地面积为 121.9 万平方公里, 其东、南、西三面被印度洋和大西洋环抱, 并已于 2015 年 12 月和中国签订“一带一路”政府间合作备忘录。从 2000 年起, 南非年均 GDP 增长率为 2.7%, 从 2000 年的 2.86 千亿美元增长至 2018 年 4.6 千亿美元, 2009 年受金融危机的影响, 经济下滑, 此后年均 GDP 增速为 1.9%。南非地区人口增速相对稳定, 基本保持在 1.4% 左右; 其人口从 2000 年的 0.4 亿人逐渐增长至 2018 年的 0.6 亿人。城镇人口占比从 2000 年的 57% 逐渐增长至 2018 年的 66%。

在产业结构方面, 南非的三产结构自 2000 年起相对稳定。其农业增加值占比小, 2000 年仅占 3%, 而后逐渐下降至 2018 年的 2%; 工业增加值比例在 37% 左右, 2000 年为 38%, 2018 年为 37%; 服务业占比从 2000 年的 59% 逐渐增加至 2009



年的 61%，而后一直保持。在能源强度方面，南非单位 GDP 所消耗的能源从 2000 年的 0.38 千克油当量/美元逐渐下降至 2014 年的 0.33 千克油当量/美元，年均能源强度下降率为 1%。

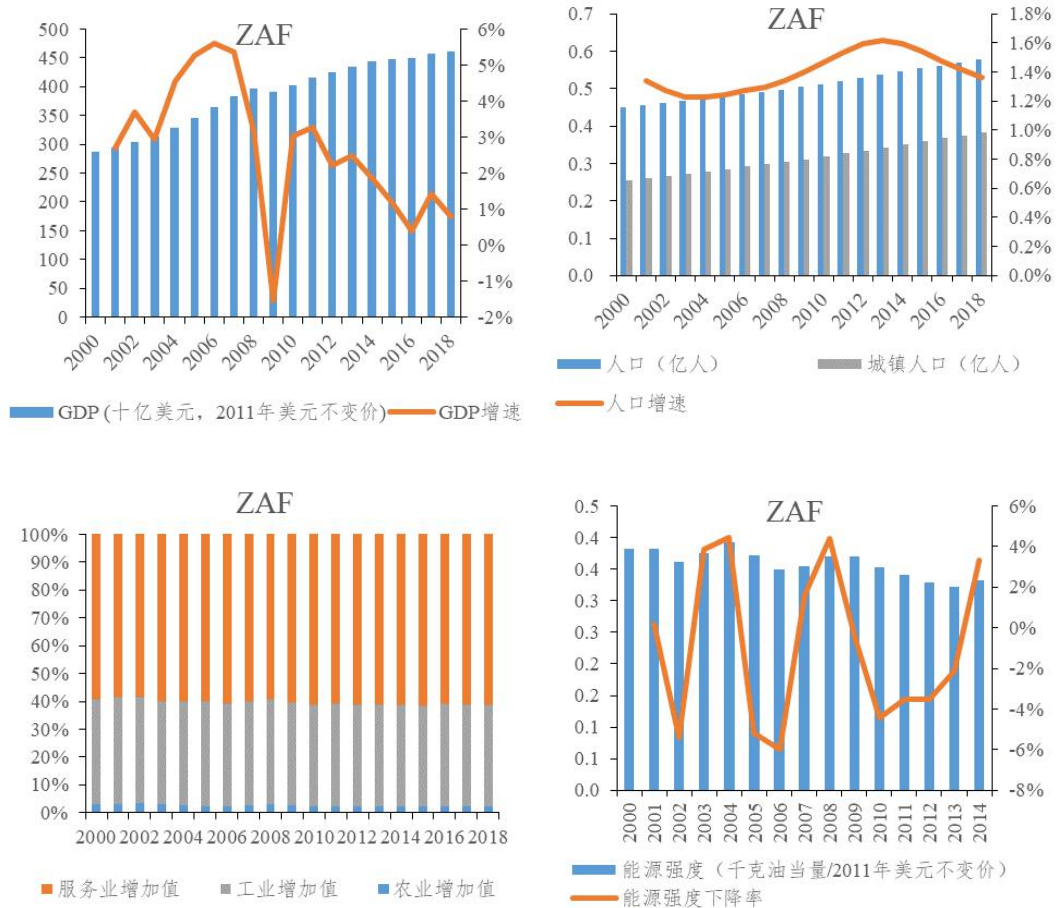


图 9. 南非 GDP、人口、三产比例与能源强度图

### (七) 非洲 (除南非外)

非洲 (AFR)，位于东半球西部，面积大约为 3020 万平方公里 (土地面积)，占全球总陆地面积的 20.4%，是世界第二大洲，同时也是人口第二大洲 (约 12 亿)。除南非外的非洲，共有包括埃及、尼日利亚、阿尔及利亚等 55 个国家，其中有 43 个国家已与中国签署“一带一路”合作文件。从 2000 年起，非洲地区年均 GDP 增长率为 4.6%，从 2000 年的 0.98 万亿美元增长至 2018 年 2.2 万亿美元；2000-2010 年非洲地区 GDP 增速较快，达年均 5.6%；2010-2011 年受金融危机余波影响，GDP 增速放缓，为 1%；2011 年以后 GDP 增速相对于上一个十年有所放缓，在





年均 3.8% 左右。非洲地区人口从 2000 年的 7.6 亿人快速增长至 2018 年的 12 亿人，年均人口增速为 2.6%，城镇人口的比例从 2000 年的 34% 逐渐增长至 2018 年的 42%。

在产业结构方面，非洲农业增加值占较大，2000 年为 18%，先增加至 2002 年的 21%，而后逐渐下降至 2018 年的 16%；工业增加值比例从 2000-2008 年在 40%-43% 之间波动，逐渐下降至 2016 年的 32% 后，2018 年回升至 40%；服务业占比从 2000 年的 39% 逐渐增长至 2015 年的 50% 而后逐渐下降为 2018 年的 43%。在能源强度方面，非洲地区由于工业相对欠发达，经济由农业与服务业主导，能源消费量较低，单位 GDP 所消耗的能源相对较低，2000 年为 0.23 千克油当量/美元，且此后 5 年能源强度基本稳定，年均能源强度下降率为 0.3%；2007 年起能源强度逐渐下降至 2014 年的 0.16 千克油当量/美元，年均能源强度下降率达 4.3%。

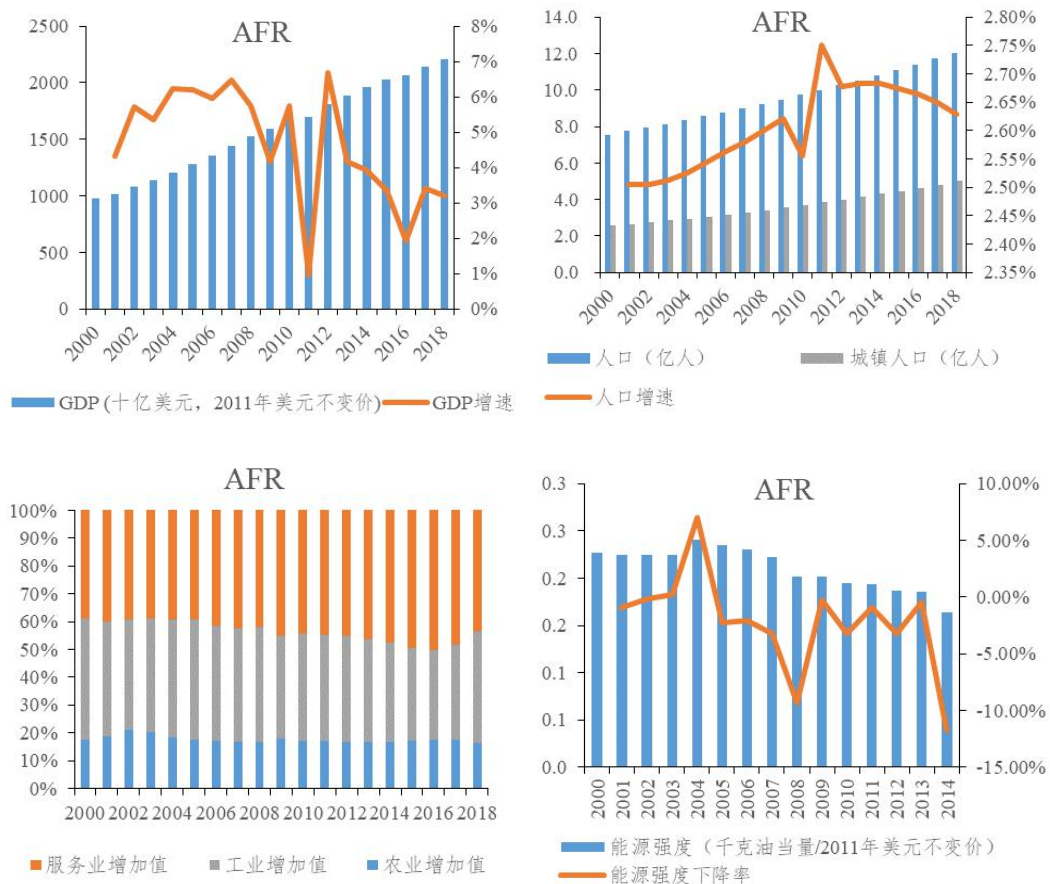


图 10. 非洲（除南非外）GDP、人口、三产比例与能源强度图



### (八) 多国电力与碳排放对比

通过对比中国、“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）和欧盟、美国的各国电力获得比例、获得电力所需时间和人均电力消费量等指标，可以有效识别该国或该地区的电力普及度和未来电力需求增长空间；通过对比电力中可再生能源比例和该国碳排放指标，可以有效识别该国或该地区电力清洁程度与未来减排空间。

根据世界银行发布的电力获得比例<sup>6</sup>指标，美国、韩国和俄罗斯自 2000 年起已实现电力的完全普及，该国 100%的人口可以获得电力；中国次之，2000 年 97%的人口可以获得电力，该比例逐年上升，到 2013 年实现 100%电力普及。欧盟该项指标保持稳定，自 2000 年至今，一直保持在 94%。南非 2000 年相对于其他国家，获得电力的人口比例较高，达 72%，而后增长速度相对缓慢，2018 年为 84%。东南亚地区近二十年也处于电力快速普及期，从 2000 年的 54%快速增长至 2018 年的 93%。中东地区在 2000-2007 年电力快速普及，从 46%的人口获得率快速提高至 89%，而后进入平台期，缓慢增长至 2018 年的 91%。非洲地区电力普及程度相对较低，2000 年仅为 24%，2018 年该值翻番达 49%，但仍需继续提升。

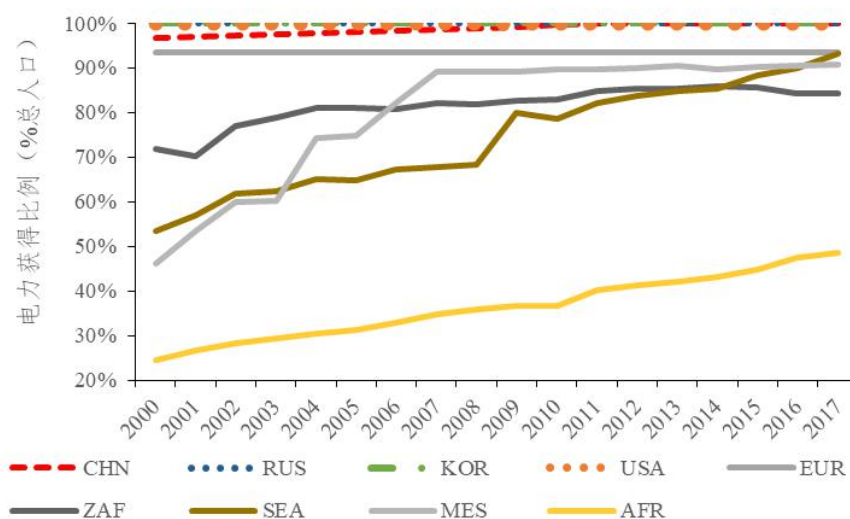


图 11. 各国电力获得比例图

<sup>6</sup> 引用世界银行“Access to electricity (% of population)”指标，网址为：  
<https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS>



获得电力所需时间是指获得永久电力连接所需天数<sup>7</sup>，该指标记录电力公司和专家统计推断的完成电力连接所需实际时间的中位数，而非法律要求时间。该指标一定程度反映了电网技术和电力管理体制的完备性。根据世界银行的统计，中国在 2013-2017 年获得电力所需时间较长，需要 143 天，近两年快速下降，2018 年仅需 34 天，2019 年仅需 32 天。韩国获得电力所需时间最短，2013 年仅需 18 天，2019 年仅需 13 天。中东地区获得电力所需时间较短，2013 年仅需 69 天，后缓慢下降至 2019 年的 54 天。东南亚地区获得电力所需时间随年份变化的曲线与中东地区接近，2013 年需 79 天，后缓慢下降至 2019 年的 58 天。欧盟与美国获得电力所需时间接近，美国在 2013-2019 年获得电力所需时间皆为 90 天，欧盟 2013 年为 96 天，2019 年下降为 82 天。非洲获得电力所需时间较长，2013 年为 114 天，2019 年为 95 天。俄罗斯获得电力所需时间下降幅度大，从 2017 年的 175 天快速下降至 2019 年的 41 天。南非地区在 2013-2016 年下降幅度大，从 226 天下降至 2016 年的 109 天，而后一直保持，相比于其他国家或地区所需时间最长。

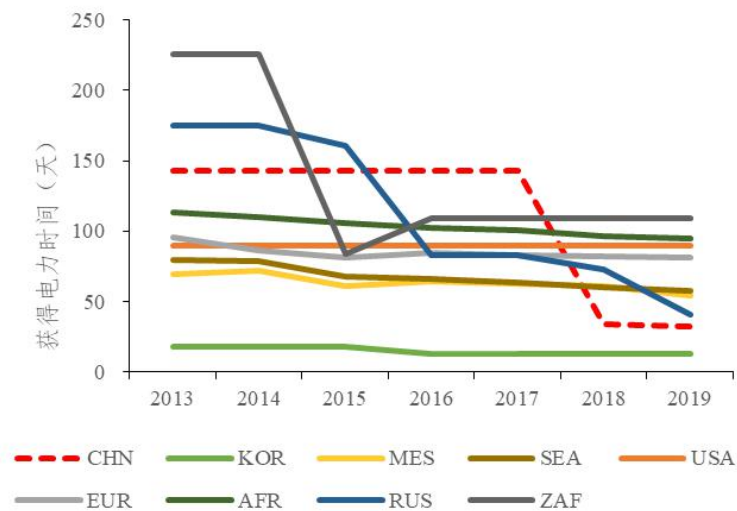


图 12. 电力获得所需时间图

对于人均电力消费量，美国在各国中消费量最大，2000-2009 年美国每年人均电力消费量相对稳定，平均 13480 kWh；2010 年以后缓慢下降至 2014 年的 12994 kWh。欧盟的人均电力消费量约是美国的一半，2000 年为 6082 kWh，后缓慢增

<sup>7</sup> 该指标引用世界银行发布的数据“Time required to get electricity (days)”，网站为：<https://data.worldbank.org/indicator/IC.ELC.TIME>



长至 2008 年的 6627 kWh，达峰后缓慢下降至 2014 年的 6160 kWh。韩国人均电力消费量快速增长，从 2000 年的 5907 kWh 快速增长至 2014 年的 10497kWh。俄罗斯人均用电量从 2000 年的 5198 kWh 逐渐增长至 2008 年的 6400 kWh，而后保持相对稳定并与欧盟的人均用电量相近，2014 年用电量为 6603 kWh。南非人均用电量整体波动不大，从 2000 年的 4580 kWh 逐渐增长至 2007 年的 4852 kWh 后，缓慢下降至 2014 年的 4198 kWh。中东地区人均用电量平稳增长，其用电量从 2000 年的 2507 kWh 缓慢增长至 2014 年的 4017 kWh。中国人均电力消费量增长较快，2000 年中国人均用电量为 993 kWh，后快速至 2014 年的 2937 kWh，与南非和中东地区相近。东南亚地区与非洲地区的人均用电量低，东南亚地区 2000 年人均用电量为 643 kWh，2014 年人均用电量翻番，为 1267 kWh；非洲地区人均用电量增长缓慢，2000 年为 248 kWh，2014 年仅为 375 kWh。

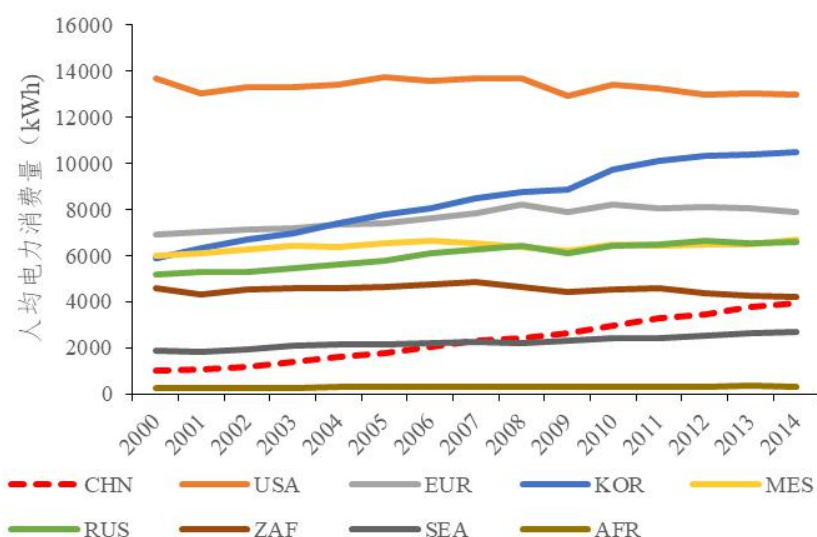


图 13. 各国人均电力消费量图

对于各国电力产出中可再生能源的占比，非洲最高，达近 30%，其中水电占绝大部分，2010 年水电占可再生能源发电量的 95%，2018 年占 82%；考虑到非洲目前人均用电量极低，未来用电量可能会大幅增加，单靠水电难以满足日益增长的电力需求，非洲地区未来的电力清洁发展路径值得进一步探索。

欧盟近年来可再生电力发展迅猛，2000 年达 19%，2000-2006 年该比例相对稳定，2007 年以后快速提升，到 2014 年达 33%后保持至 2018，处于世界领先水平。2018 年，风电、水电、生物质电力和太阳能电力依次是欧盟发电量最大的可



再生能源，其发电量占可再生能源电力总产出的 99%。随着欧盟绿色新政的进一步开展和欧盟 2050 年温室气体净零排放目标的实现，未来欧盟可再生能源占比将大幅提升。

2000-2005 年，俄罗斯可再生电力占比在 20%左右波动，而后缓慢下降至 2008 年的 16%并保持相对稳定，近两年可再生占比逐渐提升，2018 年占比 17.8%。水电目前在俄罗斯可再生能源中占主体地位，2010 年 98%的可再生能源电力来自水电，2018 年水电占可再生电力总产出的 97.8%。

中国的可再生电力占比虽有波动，但总体朝增加的方向发展，2000 年可再生能源占比为 17%，2014 年占 23%，2018 年占 26%。近年来，非水可再生能源快速发展，2010 年仅占可再生能源发电量的 10%，2018 年增长至 35%，其中增长最快的依次是风电、太阳能发电和生物质发电。

东南亚地区可再生能源占比先降后升，2000 年占比为 17%，而后逐渐下降至 2004 年的 14%并保持至 2010 年，2011 年起开始上升，到 2014 年占 18%，2018 年占 23.6%。水电在东南亚的可再生能源中占主体地位，2018 年达 75%；地热发电与生物质发电是东南亚主要的非水可再生发电形式，2018 年两者之和占废水可再生电力的 83%。

美国早年可再生能源占比相对较低，2000 年为 8%，而后一直保持相对稳定，2008 年开始逐渐增长至 2014 年的 14%，2018 年增长至 17%。美国可再生能源电力中，近十年非水可再生能源占比不断上升，从 2010 年的 42%逐渐提升至 2018 年的 61%。2018 年风电在非水可再生能源中占比最大，达 278TWh，太阳能发电与生物质发电次之，分别为 84TWh 和 79TWh。

2000 年至今，中东、南非、韩国的可再生能源占比极小，在 2%左右。中东地区 2000 年的可再生能源占比为 2%，后缓慢上升至 2006 年的 4%，随后占比开始下降，长期在 1%-2%之间徘徊，2018 年占比为 2%；其主要的可再生能源形式为水电，2018 年占可再生能源总发电量的 80%。南非可再生能源占比长期徘徊在 0-1%之间，2015 年增加至 2%后开始进入增长期，2018 年达 4.6%；2018 年风电和太阳能发电占可再生能源发电的 83%。韩国从 2000 年到 2012 年，可再生能源占比长期处于 1%，自 2013 年以来增加至 2%。

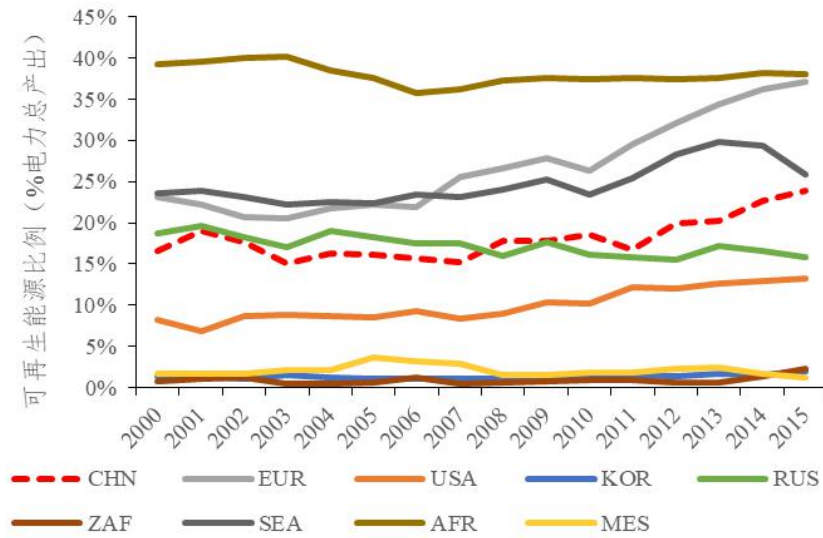


图 14. 各国可再生能源电力比例图

从 1751 年至今，美国累计碳排放量<sup>8</sup>最大，达 3759 亿吨；欧盟次之，为 2040 亿吨；中国排第三，1747 亿吨，约是美国的一半；而后依次是中东地区（534 亿吨）、俄罗斯（384 亿吨）、东南亚地区（292 亿吨）、非洲地区（210 亿吨）、南非（184 亿吨）及韩国（140 亿吨）。

2000 年以来，中国碳排放快速增长，从 2000 年的 34 亿吨快速增长至 2011 年的 97 亿吨，而后增长较为缓慢，2014 年为 103 亿吨。美国与欧盟碳排放开始下降，美国从 2000 年的 57 亿吨逐渐下降至 2014 年的 53 亿吨，欧盟从 2000 年的 38 亿吨逐渐下降至 2014 年的 32 亿吨。俄罗斯碳排放在 2000-2005 年保持不变，为 16 亿吨，而后逐渐增加至 2011 年的 18 亿吨并持续至 2013 年，2014 年回落至 17 亿吨。中东地区碳排放翻番，从 2000 年的 11 亿吨逐渐增加至 2014 年的 21 亿吨。韩国碳排放量较小，从 2000 年的 4 亿吨逐渐增加值 2014 年的 6 亿吨。东南亚地区的碳排放从 2000 年的 8 亿吨逐渐增加值 2012 年的 15 亿吨后逐渐回落至 14 亿吨。南非地区的碳排放量与韩国相当，从 2000 年的 4 亿吨逐渐增加值 2014

<sup>8</sup> 1751-2014 年各国排放数据引用自美国橡树岭国家实验室二氧化碳信息分析中心所发布数据，网站为：

[https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/ftp/ndp030/nation.1751\\_2014.ems](https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/ftp/ndp030/nation.1751_2014.ems)



年的 5 亿吨。除南非外非洲地区碳排放量较小，从 2000 年的 5 亿吨逐渐增加值 2014 年的 8 亿吨。

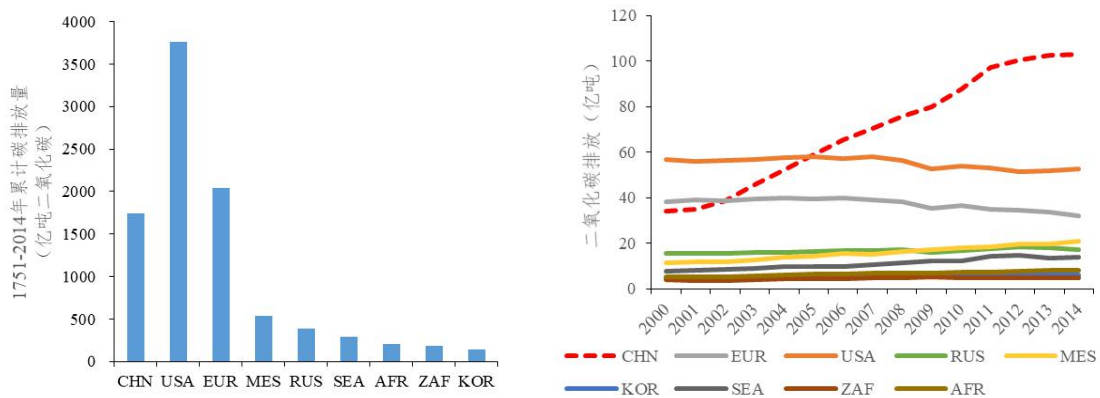


图 15. 各国累计排放与逐年排放图

对于碳强度，作为世界工厂的中国单位 GDP 所排放的二氧化碳较高，2000 年为 1.42kgCO<sub>2</sub>/美元（2011 年不变价），于 2003 年超过俄罗斯后在 2005 年达峰（1.54 kgCO<sub>2</sub>/美元），此后开始逐渐下降，2014 年下降至 1.15 kgCO<sub>2</sub>/美元，与南非相当。俄罗斯近年来碳强度下降较快，从 2000 年的 1.53 kgCO<sub>2</sub>/美元不断下降至 2007 年的 1.03 kgCO<sub>2</sub>/美元，此后碳强度维持在在 1 kgCO<sub>2</sub>/美元左右。南非的碳强度在波动中下降，逐渐从 2000 年的 1.32 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐下降至 1.11 kgCO<sub>2</sub>/美元。中东地区的碳强度在波动中上升，从 2000 年的 0.76 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐增加至 2014 年的 0.8 kgCO<sub>2</sub>/美元。东南亚地区的碳强度自 2000 年至 2012 年都在 0.6 kgCO<sub>2</sub>/美元左右波动，2013-2014 年逐渐下降至 0.53 kgCO<sub>2</sub>/美元。韩国碳强度从 2000 年 0.59 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐下降为 2014 年的 0.44 kgCO<sub>2</sub>/美元；非洲地区碳强度则从 2000 年 0.52 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐下降为 2014 年的 0.42 kgCO<sub>2</sub>/美元。欧美碳强度相对于其他国家较低，美国从 2000 年 0.42 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐下降为 2014 年的 0.3 kgCO<sub>2</sub>/美元，欧盟从 2000 年 0.23 kgCO<sub>2</sub>/美元逐渐下降为 2014 年的 0.16 kgCO<sub>2</sub>/美元。

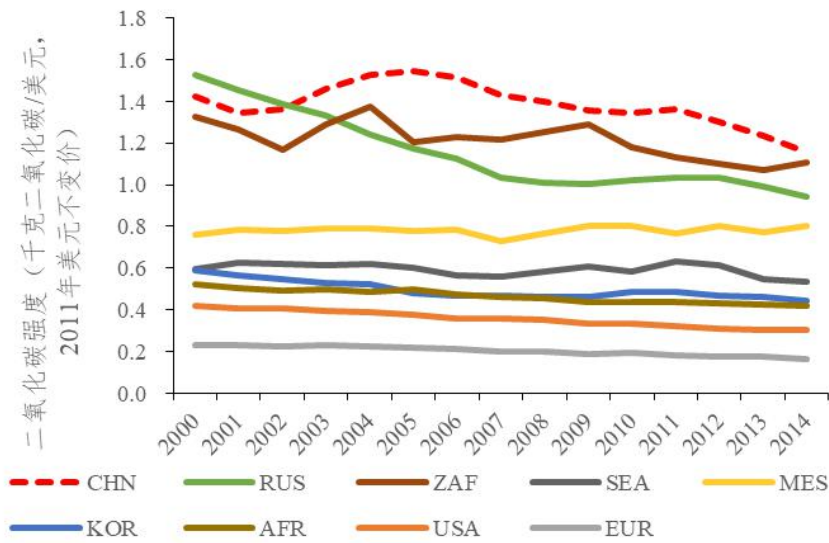


图 16. 各国碳强度图

### (九) 小结

本章对中国和“一带一路”主要国家及地区（东南亚、俄罗斯、韩国、中东、非洲、南非）从 2000 年至今的 GDP、人口、产业结构、城市化进程、能源强度等维度出发，梳理了这些国家及地区的社会经济发展、能源消费和排放趋势和现状，并对中国和“一带一路”主要国家及地区、美国、欧盟的人均耗电量及清洁电力占比、电力普及度和二氧化碳排放强度进行对比。为了更直观了解各国现状，表 3 总结了反映“一带一路”主要国家 2018 年社会发展与能源排放现状的多个指标。可以看到，在经济总量、人口上，中国体量最大；韩国的城镇人口比例最高，达 82%，非洲最低，为 42%；南非服务业增加值占比最高，达 61%，非洲其他地区占比最低，为 43%；韩国工业增加值占比最高，达 44%，南非占比最低，为 37%；俄罗斯能源强度最高，达 0.39 千克标油/美元，非洲地区最低，为 0.15 千克标油/美元；南非碳强度最高，达 0.95 千克二氧化碳当量/美元，非洲其他地区最低，为 0.36 千克二氧化碳当量/美元；韩国人均电力消费量最高，达 10900 kWh，非洲最低，仅为 673 kWh；中国可再生能源电力占发电量比例最高，达 26%，总发电量中有 8% 的电力来自风电和太阳能发电，中东地区可再生电力比例最低，仅为 2%；中国近 18 年 GDP 增速和近 5 年 GDP 增速皆领先于其他“一带一路”国家，分别高达 9.2% 和 6.7%，俄罗斯和南非近五年 GDP 增速较为缓慢，分别为 0.4% 和 0.9%。





表 3. “一带一路”主要国家及地区 2018 年社会发展与能源排放现状

	中国	东南亚	俄罗斯	韩国	中东	南非	非洲(除南非外)
2018 年 GDP (万亿美元)	<b>11.6</b>	3.2	1.8	1.5	2.9	0.5	2.2
2018 年人口 (亿)	<b>13.9</b>	6.6	1.4	0.5	2.5	0.6	12
2018 年城镇人口占比	59%	49%	74%	<b>82%</b>	73%	66%	42%
2018 年服务业增加值占比	52%	51%	54%	54%	58%	<b>61%</b>	43%
2018 年工业增加值占比	41%	39%	43%	<b>44%</b>	41%	37%	41%
2018 年能源强度 (kgoe/\$)	0.25	0.17	<b>0.39</b>	0.21	0.26	0.27	0.15
2018 年碳强度(kgCO <sub>2</sub> /美元)	0.91	0.51	0.92	0.49	0.76	<b>0.95</b>	0.36
2018 年人均电力消费量 (kWh)	5120	1598	7495	<b>10900</b>	4763	4420	673
2018 年可再生能源电力比例	<b>26%</b> (风光 8%)	24% (水电 18%, 风 光 1%)	18% (水电 17%)	21% (生物 质及垃 圾 17%, 风光 3%)	2%	5%	19% (水电 16%)
2000-2018 年均 GDP 增速	<b>9.2%</b>	5.1%	3.4%	3.8%	3.7%	2.7%	4.6%
2014-2018 年均 GDP 增速	<b>6.7%</b>	4.9%	0.4%	2.9%	2.5%	0.9%	3.0%



## 四、“一带一路”主要国家及地区节能减排相关政策及碳定价机制现状

《联合国气候变化框架公约》第 21 次气候变化大会通过的《巴黎协定》确定了“将全球平均温升控制在工业革命前的 2°C 以内并努力限制在 1.5°C 以内”<sup>[15]</sup>的全球应对气候变化长期目标，确立了全球应对气候变化的新机制。各国将以国家自主贡献为基础，开展各自的减排行动，实现“自下而上”的减排。本章主要对“一带一路”主要国家及地区提出的国家自主贡献及碳定价机制<sup>[53][54]</sup>进行介绍。

中国、俄罗斯、南非和韩国皆提出了该国到 2030 年的无条件减排目标，但未提出有条件目标（见表 4）。其中，中国的目标属于碳强度减排目标，俄罗斯与南非属于绝对量减排目标，韩国则提出了相对于照常发展情景（Business As Usual, BAU）的减排目标。

对于碳定价机制，中国与南非提出并已利用国内碳定价机制促进减排，韩国自 2015 年起建立国内碳市场且提出将建立国际碳定价机制。

自 2013 年起，中国已在北京、深圳等 8 个城市或省份推行碳市场（ETS）试点，覆盖 3Gt 二氧化碳当量的碳排放，约占本国碳排放的 33%，约占全球碳排放的 5.9%，并提出将于 2020 年底前推行全国碳市场。截至 2019 年，深圳与重庆地区碳价约为 1 美元/吨（二氧化碳当量），天津和福建试点碳价约为 2 美元/吨，广东省碳价约为 3 美元/吨，上海与湖北试点碳价约为 4 美元/吨，北京碳价约为 11 美元/吨。

南非自 2019 年 6 月 1 日起针对化石燃料实施碳税政策，是非洲第一个启用碳税政策的国家，覆盖 0.4Gt 二氧化碳当量的碳排放，约占本国碳排放的 80%，约占全球碳排放的 0.8%，2019 年碳税价格约为 R120/吨二氧化碳当量（8 美元/吨），直到 2022 年，碳税率的增加被表述为消费价格通胀率每年增加 2%。2022 年后，预计只有通胀调整。2020 年，碳税率为 R127/吨，约为 9 美元/吨（2020 年 2 月 1 日美元名义价格）。

韩国碳市场于 2015 年开始推行，是东亚第一个运行全国碳市场的国家。其碳市场已于 2018 年 1 月 1 日进入第二阶段，将于 2020 年 10 月 1 日前生效，涵盖工业、电力、航空、建筑、垃圾等部门，覆盖 548Mt 二氧化碳当量的碳排放，约占



本国碳排放的 70%，约占全球碳排放的 0.9%，碳价为 22 美元/吨（2019 年 4 月 1 日美元名义价格）。

表 4. “一带一路”主要国家自主贡献减排承诺目标

国家	无条件目标	有条件目标	提出利用碳定价机制	无条件目标性质
中国	到 2030 年，碳强度比 2005 年水平降低 60-65%	-	国内	碳强度减排
俄罗斯	与 1990 年相比，到 2030 年将碳排放降低 25-30%	-	无	绝对量减排
南非	南非的排放量将在 2020 年至 2025 年之间达到峰值，在大约 10 年内保持平稳，此后绝对值将下降	-	国内	绝对量减排
韩国	到 2030 年低于 BAU 37%	-	国际和国内	相对 BAU 减排

东南亚地区（见表 5）除菲律宾外皆提出了无条件的 NDC 方案，其中新加坡与马来西亚提出了无条件的碳强度减排目标，柬埔寨、印度尼西亚、泰国、越南等 4 国则提出了无条件的相对于照常发展情景（BAU）的减排目标，菲律宾则提出了有条件的相对于 BAU 的减排目标；文莱、老挝、缅甸、东帝汶等 4 国则提出部分部门措施或目标。

对于碳定价机制，新加坡已实施碳税政策并提出将利用国际碳定价机制促进减排；泰国、柬埔寨、印度尼西亚、越南和老挝等 5 国提出将利用国际碳定价机制促进减排。

新加坡自 2019 年 1 月 1 日开始，针对年温室气体排放量超过 25 ktCO<sub>2e</sub> 的所有设施实施碳税政策，涵盖工业与电力部门，覆盖 40 MtCO<sub>2e</sub> 的碳排放，约占本国碳排放的 80%，约占全球碳排放的 0.08%。在头五年，碳税税率将定为 5 新元/吨二氧化碳当量(4 美元/吨二氧化碳当量)。政府将在 2023 年之前审查税率，并计划在 2030 年之前将其提高到 10-15 新元/吨（7-11 美元/吨）。



表 5. 东南亚地区各国自主贡献减排承诺目标

国家	无条件目标	有条件目标	提出利用碳定价机制	无条件目标性质
新加坡	到 2030 年将减少 36% 的碳强度	-	国际	碳强度减排
马来西亚	与 2005 年相比，到 2030 年将 GDP 排放强度降低 35%	额外的 10% 是有条件的	无	碳强度减排
柬埔寨	到 2030 年低于 BAU 20%	额外的 10% 需要国际支持	国际	相对 BAU 减排
印度尼西亚	到 2030 年低于 BAU 29%	额外的 12% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
泰国	到 2030 年低于 BAU 20%	额外的 5% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
越南	到 2030 年低于 BAU 8%	另有 17% 受制于国际合作和合作机制	国际	相对 BAU 减排
菲律宾	-	到 2030 年低于 BAU 70%	无	有条件目标为相对 BAU 减排
文莱	NDC 设定三个部门目标	-	无	部分措施或目标
老挝	NDC 制定了一些部门措施	-	国际	部分措施或目标
缅甸	NDC 制定了一些部门措施	-	无	部分措施或目标
东帝汶	没有排放目标，而是概述了各个部门要开展的活动	-	无	部分措施或目标

中东地区（见表 6）除阿曼、叙利亚、巴勒斯坦外皆提出了无条件的 NDC 方案，其中沙特阿拉伯与以色列提出了无条件的绝对量减排目标，伊朗、伊拉克、黎巴嫩、也门、约旦等 5 国则提出了无条件的相对于照常发展情景（BAU）的减排目标，阿联酋、巴林、科威特、卡塔尔等 4 国提出了部分部门措施或目标；阿



曼提出了有条件的相对于 BAU 的减排目标；叙利亚、巴勒斯坦暂未提出本国的 NDC 方案。仅约旦提出将利用国际碳定价机制进行减排。

表 6. 中东地区各国自主贡献减排承诺目标

国家	无条件目标	有条件目标	提出利用碳定价机制	无条件目标性质
沙特阿拉伯	NDC 力求实现到 2030 年每年避免高达 1.3 亿吨二氧化碳的减排目标		无	绝对量减排
以色列	到 2030 年低于 2005 年水平 26%		无	绝对量减排
伊朗	到 2030 年低于 BAU 4%(无条件)	额外的 8%是有条件的	无	相对 BAU 减排
伊拉克	到 2035 年低于 BAU 1%	额外的 13%是有条件的	无	相对 BAU 减排
黎巴嫩	到 2030 年低于 BAU 15% (无条件)	额外的 15%是有条件的	无	相对 BAU 减排
也门	到 2030 年低于 BAU 1%(无条件)	额外的 13%是有条件的	无	相对 BAU 减排
约旦	到 2030 年低于 BAU 1.5%	额外的 12.5%是有条件的	国际	相对 BAU 减排
阿联酋	NDC 制定了多项部门措施, 其中包括到 2021 年达到 24%的清洁能源目标	-	无	部分措施或目标
巴林	NDC 列出了一些部门措施, 没有设定目标	-	无	部分措施或目标
科威特	NDC 列出了一些措施	-	无	部分措施或目标
卡塔尔	NDC 列出了一些部门措施, 没有设定目标	-	无	部分措施或目标
阿曼	-	到 2030 年低于 BAU2%	无	部分措施或目标



非洲地区（除南非外）（见表 7）包括刚果民主共和国、中非共和国和尼日利亚在内的 29 个国家或地区提出了无条件的 NDC 方案，其中刚果民主共和国等 7 个国家提出了无条件的绝对量减排目标，突尼斯提出了碳强度减排目标，阿尔及利亚、中非共和国、尼日利亚等 17 个国家提出了无条件的相对于照常发展情景（BAU）的减排目标，贝宁、佛得角、马拉维、索马里提出了部分部门措施或目标。

刚果共和国、埃塞俄比亚等 18 个非洲国家或地区（见表 7）只提出有条件的 NDC 方案，其中刚果共和国、津巴布韦等 12 个国家提出了相对于照常发展情景（BAU）的减排目标，莫桑比克、塞拉利昂、圣托美和普林西比等 3 国提出了绝对量减排目标，苏丹和几内亚比绍提出了部分部门措施或目标，卢旺达提出计划利用国际碳市场机制进行减排，但未提出正式的 NDC 方案，利比亚等 7 国暂未提出 NDC 方案。

对于碳定价机制，博茨瓦纳、喀麦隆等 30 个国家提出将利用国际碳定价机制促进减排，加蓬则提出将考虑建立国内碳定价机制。

表 7. 非洲地区（除南非外）各国自主贡献减排承诺目标  
（已提出无条件目标）

国家	无条件目标	有条件目标	提出利用碳定价机制	无条件目标性质
博茨瓦纳	到 2030 年比 2010 年下降 15%	-	国际	绝对量减排
喀麦隆	到 2035 年比 2010 年水平低 32%	-	国际	绝对量减排
乍得共和国	比 2010 年的水平低 18.2%	额外的 52.8% 是有条件的	国际	绝对量减排
刚果民主共和国	到 2030 年比 2000 年水平低 17%	-	无	绝对量减排
吉布提	到 2030 年比 2010 年水平低 40%	额外的 20% 是有条件的	无	绝对量减排
赤道几内亚	2030 年比 2010 年的水平低 20%		国际	绝对量减排



冈比亚	相对于 2010 年的水平，2025 年减排 44.4%，2030 年减排 45.4%	-	国际	绝对量减排
突尼斯	碳强度到 2030 年减少 13%	额外的 28%是有条件的	国际	碳强度减排
阿尔及利亚	到 2030 年低于 BAU 的 7%	有条件额外减排 15%	无	相对 BAU 减排
安哥拉	到 2030 年比 BAU 水平减排 35%是无条件的	额外的 15%是有条件的	无	相对 BAU 减排
布基纳法索	到 2030 年比 BAU 水平减排 6.6%	额外的 5%是有条件的	国际	相对 BAU 减排
布隆迪	到 2030 年比 BAU 水平减排 3%是无条件的	额外的 17%是有条件的	无	相对 BAU 减排
中非共和国	到 2030 年比 BAU 低 5%	-	国际	相对 BAU 减排
厄立特里亚	到 2030 年比 BAU 水平减排 39.2%是无条件的	额外的 41.6%是有条件的	-	相对 BAU 减排
加蓬	与参考情景相比，到 2025 年至少减排 50%	-	国内	相对 BAU 减排
加纳	2030 年前比 BAU 水平减排 15%	额外的 30%是有条件的	国际	相对 BAU 减排
莱索托	到 2030 年无条件的目标是 BAU 基准的 10%	额外的 25%是有条件的	国际	相对 BAU 减排
毛里塔尼亚	到 2030 年比 BAU 低 22.3%	额外的 65.7%是有条件的	无	相对 BAU 减排
摩洛哥	到 2030 年比 BAU 减少 17%，其中 4%来自 AFOLU 行动；如果没有 AFOLU 的行动，减排目标是 13%	额外减少 25%（21%没有 AFOLU）是有条件的	国际	相对 BAU 减排
纳米比亚	到 2030 年比 BAU 水平减少 79%	额外的 10%是有条件的	国际	相对 BAU 减排



尼日尔	相比于 BAU 水平，到 2020 年减排 2.5%，到 2030 年减排 3.5%	额外的 2020 年的 22.5% 和 2030 年的 31.1% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
尼日利亚	2030 年前比 BAU 水平无条件减少 20%	额外的 25% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
塞内加尔	2030 年前比 BAU 水平无条件减少 5%	额外的 16% 是有条件的	无	相对 BAU 减排
多哥	到 2030 年比 BAU 水平减排 11.14%	额外的 20% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
赞比亚	到 2030 年相比于 BAU 水平减排 25%	额外的 22% 是有条件的	国际	相对 BAU 减排
贝宁	NDC 提出了每个部门的无条件目标：总体 3.63%，能源 1.98%，农业 5.8% 和土地利用变化及森林 23.4%	NDC 为每个部门设定了有条件的目标：总体 12.55%，能源 9.53%，农业 25.3% 和土地利用变化及森林 76.6%	无	部分措施或目标
佛得角	到 2025 年 30% 的可再生能源目标	在国际支持下，到 2025 年可再生能源将达到 100%	国际	部分措施或目标
马拉维	NDC 制定了一些部门措施	NDC 制定了一些部门措施	无	部分措施或目标
索马里	NDC 列出了一些部门措施	-	无	部分措施或目标





表 8. 非洲地区（除南非外）各国自主贡献减排承诺目标  
（未提出无条件目标）

国家	有条件目标	提出利用碳定价机制	有条件目标性质
刚果共和国	到 2025 年低于 BAU 水平 48%，到 2030 年低于 55%	无	相对 BAU 减排
埃塞俄比亚	与 BAU 预测相比，到 2030 年将减少到 64%	国际	相对 BAU 减排
几内	到 2030 年比 BAU 减少 13%	国际	相对 BAU 减排
利比里亚	到 2030 年比 BAU 水平减少 15%	国际	相对 BAU 减排
肯尼亚	到 2030 年比 BAU 减排 30%	国际	相对 BAU 减排
马达加斯加	到 2030 年比 BAU 减少 14% 是有条件的	无	相对 BAU 减排
毛里求斯	到 2030 年比 BAU 水平减少 30%	无	相对 BAU 减排
马里	相比于 BAU，农业减排 9%，能源减排 31%，森林和土地使用变化减排 21%	国际	相对 BAU 减排
塞舌尔	相比于 BAU 水平，2025 年减排 21.4%，2030 年减排 29%	无	相对 BAU 减排
坦桑尼亚	到 2030 年，比 BAU 排放量低 10-20%	无	相对 BAU 减排
乌干达	到 2030 年比 BAU 减排 22%	国际	相对 BAU 减排
津巴布韦	到 2030 年碳强度将低于 BAU 水平的 33%	国际	相对 BAU 减排



莫桑比克	到 2030 年减少 76.5 MTCO <sub>2</sub> e	国际	绝对量减排
塞拉利昂	到 2035 年排放量不会超过 7.58 MtCO <sub>2</sub> ，到 2050 年实现碳中和	国际	绝对量减排
圣托美和普林西比	2030 年比 2005 年排放水平减少 24%	国际	绝对量减排
几内亚比绍	根据 2006 年的数据，几内亚比绍是温室气体的绝对汇区，因此没有提出温室气体减排目标。不过，它将执行新的政策，打击该国的森林砍伐。	国际	部分措施或目标
苏丹	NDC 制定了一些部门措施	国际	部分措施或目标
卢旺达	减排量估算正在进行中	国际	-
利比亚、西撒哈拉、埃斯瓦蒂尼、圣赫勒拿、科摩罗、马约特、科特迪瓦			-

## 五、“一带一路”主要国家及地区实施碳市场的可行性分析

碳排放交易体系是指以控制温室气体排放为目的，以温室气体排放配额或温室气体减排信用为标的物的交易体系。与传统的实物商品市场不同，碳排放权的交易看不见摸不着，是人为建立起来的政策性市场，其设计初衷是为了在特定范围内合理分配碳排放权资源，降低温室气体减排的成本。因此，碳市场作为政策性市场，既需要强有力的国家行政体系来保障政策的稳定、透明和连贯性，也需要企业排放用能等信息能够有效披露以保证数据的可靠性，同时还需要相对完善的市场环境来保证交易秩序和价格形成。

本章首先通过分析碳排放交易体系的工作原理和参与主体，识别影响碳市场运行的各环节关键因素；之后通过对数据的调研和筛选，选择能够反映上述关键



因素的具体指标，对各国现状进行评级，识别哪些国家目前具有建立碳市场或进行碳市场链接的能力。

### （一）决定实施碳市场可行性的关键因素

世界银行梳理的建立成功的碳定价机制所需的FASTER六大原则，包括公平、政策和目标的一致性、稳定性和可预测性、透明度、效率和成本效益、可靠性和环境完整性。

其中，“公平”是指：政策应体现“谁污染谁付费”的原则，以实现成本和收益的公平分配，避免给弱势群体带来不相称的负担。

“政策和目标的一致性”主要指：成功的碳定价政策是一系列措施的一部分，这些措施有助于促进竞争和开放，确保低碳替代品的平等机会，并与更广泛的气候和非气候政策相互作用。

“稳定性和可预测性”是指：成功的碳定价是稳定政策框架的一部分，该框架提供了一致、可信和强有力的投资信号，其强度应随着时间的推移而增强。

“透明度”是指政策的制定和实施是明确的。这意味着政策制定过程中需要与受影响的利益相关者就政策的基本原理进行公开对话，并将他们的反馈意见纳入政策设计和实施中；同时需要建立独立和公开的审查制度，以及强有力的监测和核查制度，并报告业绩，建立公众对碳定价努力的信任。

“效率和成本效益”是指：成功的碳定价提高了经济效率，降低了减排成本。这意味着该国应该具有相对完善的市场环境，以确保碳市场可以形成有效的碳价，提高经济效率降低减排成本，提供一致可信和强有力的投资信号。

“可靠性和环境完整性”是指成功的碳定价方案可以显著减少对环境有害的行为。这就需要公共部门具有一定的透明度，有行政问责的正常渠道，较低的腐败程度，以保证政策制定的公平性；同时也需要公共部门具有良好的公共管理质量，以制定与减排目标一致的可靠的系列措施；此外也需要公共部门能够基于规则进行治理，以保证政策的落实和环境完整性。

综上所述，分析一带一路主要国家及地区进行建立碳市场的可行性，可以从法治程度、政府意愿、公共部门（政府）行政能力和质量、企业参与积极性、市场完备程度和企业信息披露程度六个指标（简称“政企市法”）进行定性分析。

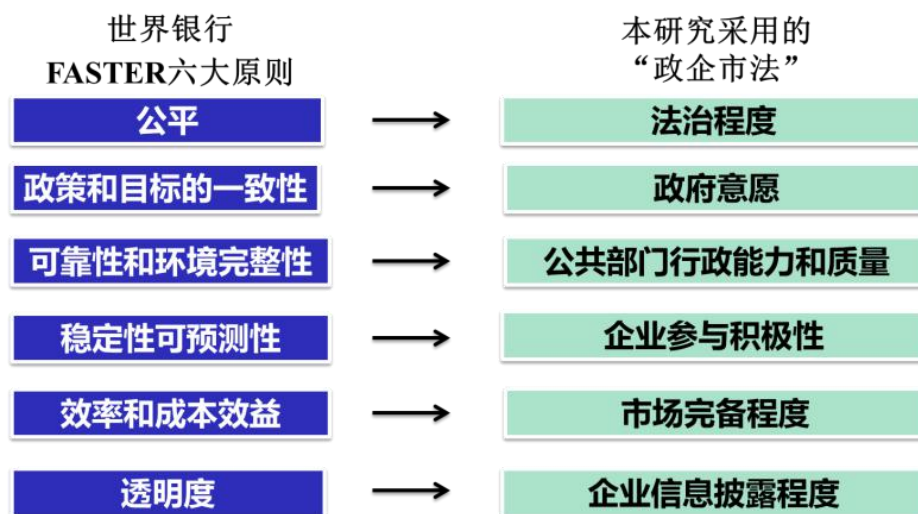


图 17. 建立成功碳市场的必要条件——“政企市法”

## （二）公共部门行政能力和质量

公共部门行政能力和质量的评估主要参考世界银行发布的 2005 年至 2018 年的国家政策和制度评估（CPIA）公共部门和机构集群平均值<sup>9</sup>（数值范围：1-6，数值越高代表能力与质量越好）。

对于国家政策和制度评估（CPIA）标准，主要涉及四大方面：公共部门管理和机构、经济管理、结构政策、社会融合和公平政策。其中，公共部门管理和机构集群平均值针对以下指标进行评估：1）公共部门的透明度、问责性和腐败度；2）公共管理质量；3）财产权和基于规则的治理；4）预算和金融管理质量；5）收入动员效率。因此，CPIA 公共部门和机构集群平均值能够一定程度上评价相应国家或地区公共部门的廉洁程度、行政效率、对财产权的尊重程度、基于规则进行治理的程度，和管理预算和金融的能力。

<sup>9</sup> <https://data.worldbank.org.cn/indicator/IQ.CPA.PUBS.XQ?view=chart>

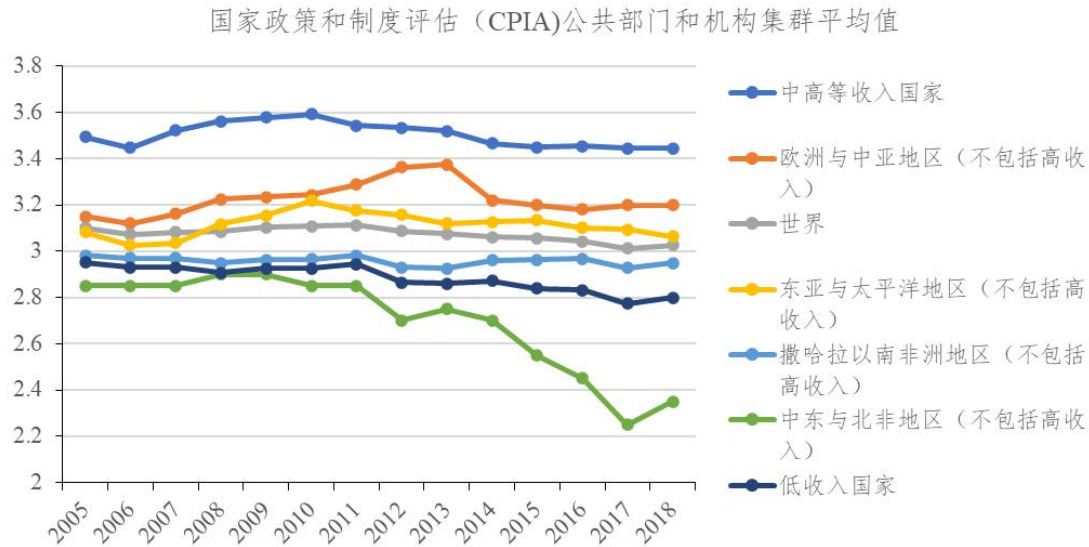


图 18. 国家政策和制度评估 (CPIA) 公共部门和机构集群平均值

由图 18 可知，2005 年至 2018 年间，国家政策和制度评估 (CPIA) 公共部门和机构集群的世界平均值大约保持在 3.1 到 3.0 间，2010 年到 2017 年呈现较为平缓的下降趋势，2018 年略有回升。中高等收入国家的平均值在 2015 年至 2018 年间基本稳定在 3.4 以上，低收入国家的平均值则基本稳定在 2.8 左右。在不考虑高收入国家的情况下，欧洲与中亚地区的平均值基本稳定在 3.2 左右，东亚与太平洋地区的平均值则稳定在 3.1 上下，均高于世界平均水平。南非地区的平均值自 2005 年至 2018 年表现较为平稳，保持在 2.9 左右，高于低收入国家的平均值。中东与北非地区的平均值在 2005 年至 2011 年间保持在 2.8 以上接近低收入国家的平均值，然而在 2012 至 2017 年间呈现明显的下降趋势，在 2017 达到最低为 2.2，2018 年略有回升接近 2.4。

上述数据显示，在不包括高收入国家的情况下，欧洲与中亚地区以及东亚与太平洋地区具有相对较强的公共部门行政能力和较高的行政质量，处于世界平均水平以上；因此，从行政能力和质量上来评价，具有较强的推行碳交易市场的条件。南非地区的公共部门行政能力和质量接近世界平均水平，具备一定的推行碳交易市场的能力。而中东与北非地区的平均水平则持续低于低收入国家的平均水平，且近年来呈现明显的下降趋势，从公共部门行政能力和质量这一角度来看，推行碳交易市场的困难较大。



### （三） 企业信息披露程度

为了保证碳排放等数据的透明可靠，需要受监管的参与者即排放单位能够尽可能披露其企业信息，故而采用世界银行发布的“企业信息披露程度指数”<sup>10</sup>进行衡量。该指数用于衡量通过披露所有权状况和财务等信息而使投资者获得保护的程 度；范围为 0-10，数值越大表明披露程度越高。下图展示了中国、“一带一路”主要国家及地区和欧盟、美国的 2019 年企业信息披露程度指数。



图 19. 2019 年主要国家及地区企业信息披露程度指数

2019 年，中国的企业信息披露程度最高，该指数为 10；其次是韩国和南非共和国，企业信息披露程度指数为 8；美国与东南亚地区企业信息披露程度接近，为 7.4；紧随其后依次是欧盟、中东地区和俄罗斯，企业信息披露程度指数为 6；非洲地区的信息披露程度较差，指数为 5。欧盟拥有世界上最大的碳排放交易市场，可以认为企业信息披露程度高于或接近欧盟的企业和国家都拥有足够的企业信息披露能力以保障碳市场的数据透明化和可靠性。因此在数据信息披露层面，除已建立碳市场的中国和韩国外，南非、东南亚、中东和俄罗斯等“一带一路”国家及地区具备建立碳市场的能力。

<sup>10</sup> <https://data.worldbank.org.cn/indicator/IC.BUS.DISC.XQ>



其中，东南亚地区的新加坡、印度尼西亚、马来西亚、泰国的信息披露指数皆为 10，与中国相同；菲律宾信息披露指数为 9，越南为 7，柬埔寨和老挝为 6。可以认为东南亚地区以上 7 国的企业信息透明度程度相对较高，具备开展碳交易市场的信息披露能力。

对于中东地区，阿联酋信息披露指数为 10，沙特阿拉伯和黎巴嫩为 9，阿富汗为 8，伊朗、叙利亚、以色列披露指数为 7，也门为 6。可以认为，中东地区以上 8 国的企业信息透明度程度相对较高，具备开展碳交易市场的信息披露能力。

对于非洲，肯尼亚信息披露指数为 10，摩洛哥为 9，埃及、津巴布韦、布隆迪、吉布提、卢旺达为 8，毛里求斯等 22 个国家信息披露指数为 7，突尼斯等 3 个国家指数为 3，可以认为，非洲有 32 国的企业信息透明度程度相对较高。

#### （四）市场完备程度

世界银行的“营商便利指数”<sup>11</sup>反映了一个国家或区域营商的便利性、效率、成本和市场环境的公平性。营商便利指数从 1 到 190 为经济体排名，第一位为最佳；排名越高，表示法规环境越有利于营商，市场越完备。该指数对世界银行营商环境项目所涉及的十个专题中的国家百分比排名的简单平均值进行排名，10 个专题分别为：开办企业、办理建筑许可、获得电力、登记财产、获得信贷、保护中小投资者、纳税、跨境贸易、执行合同、办理破产。图 20 展示了主要国家及地区 2019 年的营商便利指数。

---

<sup>11</sup> <https://data.worldbank.org.cn/indicator/IC.BUS.EASE.XQ?view=chart>



2019年营商便利指数

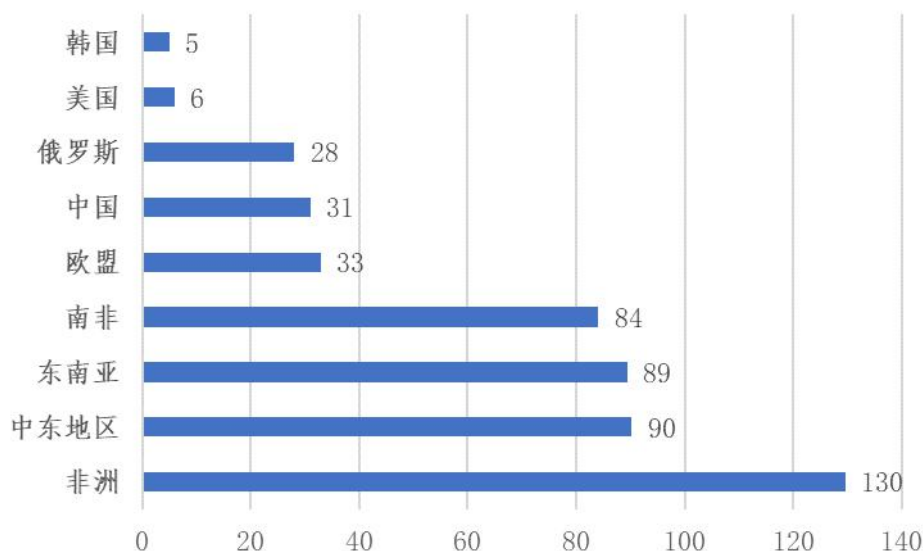


图 20. 2019 年主要国家及地区营商便利指数

2019 年，韩国的营商便利指数为 5，美国为 6，俄罗斯为 28，中国为 31，欧盟为 33；可以认为韩国、俄罗斯和中国是具备最有利于营商环境的“一带一路”国家，具备相对最为完善的市场条件。南非排名为 84 名，东南亚和中东地区紧随其后，平均值分别为 89 和 90 名，在世界平均水平之上；非洲其他国家（不包括南非）的平均值为 130。

对于东南亚地区，新加坡营商便利指数为 2，马来西亚为 12，泰国为 21，皆领先于中国；文莱营商便利指数为 66，越南为 71，印度尼西亚为 73，皆在世界平均水平之上；菲律宾为 95，与世界平均水平相当。可以认为东南亚地区以上 7 国具有相对完善的市场条件。

对于中东地区，阿联酋营商便利指数为 16，以色列为 35，巴林为 43，沙特阿拉伯为 62，阿曼为 68，约旦为 75，卡塔尔为 77，科威特为 83，以上八国营商便利程度皆在世界水平之上。

对于非洲地区，毛里求斯营商便利指数为 13，卢旺达为 38，摩洛哥为 53，肯尼亚为 56，突尼斯 78，赞比亚为 85，以上六国营商便利程度皆在世界水平之上。





综上所述，韩国、中国和俄罗斯具备更完善的市场条件，南非、东南亚和中东地区次之，非洲其他国家的市场条件相对较弱一些。从市场条件上来看，除已建立碳市场的中国和韩国外，俄罗斯、南非、东南亚地区的7个国家、中东地区的9个国家和非洲的6个国家建立碳市场的难度相对较低，而在非洲其他地区、东南亚和中东剩余地区实施碳交易市场相对较为困难。

## （五）法治程度

碳市场的建立需要良好的国家法律环境和法治状况，因此本节采用全球正义项目<sup>12</sup>公布的2020年全球法治指数进行衡量。法治指数考量八个方面的情况，包括对政府权力的制约、对腐败的监察、政府开放程度、基本权利、秩序与安全、监管执法、民事正义和刑事正义。在定量评估的方法基础上，法治指数详细和全面说明各国在实践中遵守法治的程度，并由此综合评定排名表，得分1最好，0最差。

由图21可知，中国的法治指数在0.48-0.5区间波动，比中东地区、东南亚地区略低，略高于俄罗斯和非洲地区，以上各国或区域同属0.45-0.55区间，法治程度接近；南非法治指数在0.58-0.59区间波动，法治程度较高；欧盟、韩国和美国的法治指数接近，在0.72-0.75区间波动，可以认为这三个国家法治程度高。

对于东南亚地区，2020年法治指数超过0.45的国家，根据得分由高到低分别是新加坡（0.79）、马来西亚（0.58）、印度尼西亚（0.53）、泰国（0.51）、越南（0.49）和菲律宾（0.47），可以认为以上地区的法治程度较好。

对于中东地区，2020年法治指数由高到低分别是阿联酋（0.65）、约旦（0.57）、黎巴嫩（0.45）、伊朗（0.43），其中伊朗2016-2019年法治指数皆高于0.45，可以认为以上国家的法治程度较好。

---

<sup>12</sup> 全球正义项目（World Justice Project）成立于2006年，由美国律师协会联合国际律师协会、泛美律师协会、泛太平洋律师协会等律师组织发起，总部设在美国首都华盛顿，其宗旨是“致力促进全球法治”，并推出法治指数（Rule of Law Index），以此评估各国在法治建设及遵守法律方面的情况，该指数每年编制一次。全球正义项目每年公布的法治指数是得到世界各国响应、作为衡量一国法治状况的重要“量化”标准和趋于完善的评估体系。

<https://worldjusticeproject.org/our-work/research-and-data/wjp-rule-law-index-2019/current-historical-data>



对于非洲，2020年法治指数超过0.45的国家得分由高到低分别是纳米比亚、卢旺达、毛里求斯、博茨瓦纳、加纳、塞内加尔、突尼斯、马拉维、布基纳法索、摩洛哥、贝宁、阿尔及利亚、坦桑尼亚、科特迪瓦、赞比亚、利比里亚、多哥、塞拉利昂、肯尼亚、尼日尔，可以认为以上20个国家的法治程度较好。

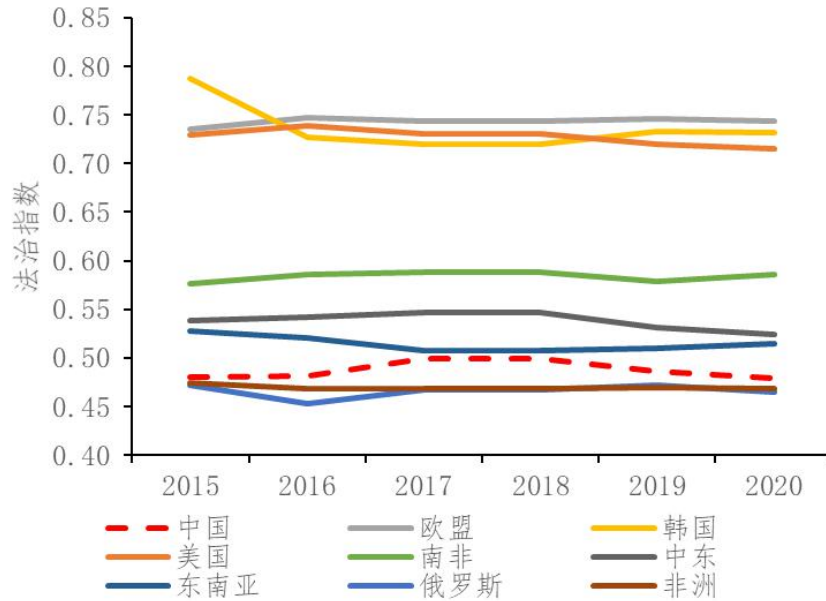


图 21. 2015-2020 年主要国家及地区法治指数<sup>13</sup>

综上所述，韩国、南非、中东地区部分国家、东南亚地区部分国家、中国、俄罗斯和非洲地区部分国家皆具备建立碳市场必要的基础法治程度。

### (六) 政府意愿

碳市场的建立除了需要有良好的公共部门行政能力和质量、企业信息披露程度和市场完备程度等客观条件外，政府意愿也非常关键。目前，碳定价政策工具主要包括碳市场和碳税，对于已实施碳市场的国家，可以认为该政府建立碳市场的意愿强烈；对于计划实施碳市场的国家，可以认为该政府建立碳市场的意愿较强。对于计划或已实施碳税政策进行碳定价的国家，虽然没有实施碳市场，但是

<sup>13</sup> 注：由于全球正义项目中东地区仅针对阿联酋、约旦、黎巴嫩、伊朗进行评估，本图中东地区特指以上四个国家；由于全球正义项目非洲地区仅针对赞比亚、坦桑尼亚等 33 个国家进行评估，故本图非洲地区特指以上 33 个国家。



对碳定价行为是认可并支持的；若未来国内减排压力增大，该国有较大可能通过国际碳市场链接进行减排，从而调整国内的碳税政策，转而实行碳市场以与国际市场统一，因而可以认为该国政府建立碳市场的意愿适中。对于暂未在其 NDC 方案中提及碳市场或碳税等碳定价政策工具的国家，可以认为该国政府建立碳市场的意愿较弱。

中国自 2013 年起陆续推行了七个碳排放交易体系试点，并于 2015 年中美两国发表《中美元首气候变化联合声明》<sup>[25]</sup>中，宣布中国将于 2017 年启动全国碳排放交易体系；于 2016 年发布的《“十三五”控制温室气体排放工作方案》<sup>[57]</sup>中宣布，到 2020 年力争建成制度完善、交易活跃、监管严格、公开透明的全国碳排放权交易市场。由此可见，中国具有建立碳市场的强烈政府意愿。

韩国自 2015 年起建立了国内碳市场，目前已进入碳市场第二阶段，其建立国内碳市场的政府意愿不言而喻。根据韩国提交的国家自主贡献（NDC）方案，韩国提出“将根据相关规则 and 标准，部分利用国际市场机制的碳信用来实现其 2030 年减排目标”；由此可知，韩国具有参与建立国际碳市场链接的意愿。

南非目前采用碳税政策对碳排放进行定价，对碳定价政策工具具有一定的认可和理解。根据其提交的 NDC 方案，南非正在制定的政策工具包括碳税、部门预期减排成果、公司层面的碳预算，以及针对特定 GHG 污染物和排放者的监管标准和控制措施。2019 年，南非的碳税价格约为 8 美元/吨二氧化碳当量，若未来随着碳排放约束增强，国内企业减排压力增大，认可碳定价政策工具的南非有可能参与国际碳市场链接，从而调整国内的碳税政策，转而实行碳市场以与国际市场统一，因而可以认为南非政府建立碳市场的意愿适中。

俄罗斯 2014 年曾表示正在考虑建设国内碳交易市场，但是近年来对建立碳市场或实施碳税政策的相关表态和政策文件较少，可以认为该国政府建立碳市场的意愿适中。

东南亚地区总体上具有较强的建立碳市场和参与国际碳链接的政府意愿。其中，新加坡政府自 2019 年 1 月 1 日起实施碳排放税。碳税将适用于年温室气体排放量为 25000tCO<sub>2</sub>e 或以上的所有设施（无免税）。碳税收入将有助于支持应对气候变化的举措。在碳税的最初实施过程中，企业将不被允许使用国际信用抵免其碳税责任，但新加坡仍愿意将其碳税框架与其他具有高度环境完整性的碳定价管



辖区联系起来<sup>[53]</sup>。由此可见，新加坡建立碳市场的政府意愿适中，具有参与建立国际碳市场链接的意愿。

泰国政府正在评估各种类型的碳定价举措。作为这一进程的一部分，泰国启动了一个由两个阶段组成的自愿 ETS。第一阶段，即 2015-2017 年期间，正在测试 MRV 机制。第二阶段将于 2018-2020 年进行，是一个涵盖各个工业部门的 ETS 试点，旨在测试登记和分配系统。由此可见，泰国具有较强的建立碳市场的政府意愿。

印度尼西亚正在努力为电力和工业部门制定国内 ETS，作为帮助实现国家 NDC 和促进低碳可持续发展的政策机制之一。根据 2018 年第 77 号总统令，印度尼西亚将设立一个公共服务机构，负责管理环境基金和机制，包括其 ETS。目前，印尼旨在先在电力部门实施自愿国内交易机制，而后实施强制性国内交易机制。印度尼西亚正在为试点 ETS 制定技术和监管框架，包括操作和程序指南；试点经验将用于指导强制性 ETS。由此可见，印度尼西亚具有较强的建立碳市场的政府意愿。

2012 年，越南国家绿色增长战略获得批准，其中包括与国际碳市场挂钩的条例。越南正在分析适用于该国的碳定价方法，并为钢铁和垃圾行业制定试点碳配额计划，该计划可能在 2020 年后启动。越南也在考虑从 2020 年开始在垃圾处理部门针对碳排放使用基于市场的工具。由此可见，越南建立碳市场的政府意愿较强，具有参与建立国际碳市场链接的意愿。

根据世界银行发布的统计结果<sup>[54]</sup>，柬埔寨和老挝均提出将利用国际碳定价机制促进减排，可以认为这两个国家具有参与建立国际碳市场链接的意愿。

中东地区仅约旦在 NDC 方案中提出将利用国际碳定价机制进行减排；可以认为中东地区参与建立碳市场和建立国际碳市场链接的意愿较弱。但是随着沙特阿拉伯在 2020 年主办 20 国集团（G20）峰会，以及国有石油公司阿美石油公司（Aramco）计划在环保主义浪潮日益高涨和放弃化石燃料的情况下上市，气候变化的影响已成为沙特阿拉伯的优先事项<sup>[57]</sup>。沙特阿拉伯能源部长在 2019 年 10 月的利雅得会议<sup>[58]</sup>上表示，沙特阿拉伯正在计划建立国内碳市场并将尽快公布方案，可以认为沙特阿拉伯具有较强的建立碳市场的意愿。



除南非外非洲地区，包括博茨瓦纳、喀麦隆在内的 30 个国家提出将利用国际碳定价机制促进减排，加蓬则提出将考虑建立国内碳定价机制，可以认为非洲地区参与建立国际碳市场链接的意愿较强。

欧盟碳市场于 2005 年正式启动，是全球首个温室气体排放交易体系，也是截至 2020 年全球最大的碳市场，因此具有建立碳市场的强烈政府意愿。此外，欧盟还在继续寻求国际合作。2018 年 4 月，欧盟委员会与中国生态环境部举行了首次政策对话，重申继续就中国国家碳市场方面开展双边合作。在 2018 年 9 月举行的全球气候行动峰会上，欧盟和加州一致认为，欧盟和加州的官员将加快交流频率，包括就结盟原则和碳定价在向变革性技术发出近、长期投资信号方面的作用等问题进行交流，解决经济竞争力问题，最大限度地提高公共利益。由此可见，欧盟具有参与国际碳市场链接的意愿。

尽管美国政府宣布退出《巴黎协定》，但美国社会在应对气候变化方面还是有很大的积极因素<sup>14</sup>。美国目前已有 11 个州建立了区域级别的碳市场，包括区域温室气体倡议（RGGI）<sup>[45]</sup>和美国加州总量控制与交易体系<sup>[46]</sup>，可以认为在州政府层面，美国具有一定的建立碳市场的政府意愿。此外，美国加利福尼亚州和与加拿大魁北克省的碳市场于 2014 年实现了双向链接，是目前国际上最成功的链接案例，由此可见，美国州政府层面具有参与国际碳市场链接的意愿。

### （七）企业参与积极性

企业参与积极性的度量采用 CDP 网址<sup>15</sup>公布的各国企业披露其在应对气候变化领域表现的数量。CDP 全球环境信息研究中心是一家总部位于伦敦的国际非营利组织，其致力于推动企业和政府减少温室气体排放，保护水和森林资源。CDP 与全球超过 525 家、总资产达 96 万亿美元的机构投资者以及 125 个采购企业合作，通过投资者和买家的力量以激励企业披露和管理其环境表现。2019 年，超过 8400

---

<sup>14</sup> 中国气候变化事务特别代表解振华先生在 2018 联合国气候变化大会会上表示，“目前，应对气候变化所彰显的人类要走绿色低碳发展之路的潮流是不可阻挡的。尽管美国政府宣布退出《巴黎协定》，但美国社会在应对气候变化方面还是有很大的积极因素。”

新华社。“中国会始终坚定地、积极地应对气候变化，落实《巴黎协定》”——中国应对气候变化工作取得积极进展。<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1618181459853616610&wfr=spider&for=pc>

<sup>15</sup> <https://www.cdp.net/en/companies/companies-scores>



家公司通过 CDP 披露其环境影响，所披露公司的总资产占全球市值的 50% 以上，通过 CDP 披露使他们能够遵循气候变化相关财务信息披露（TCFD）的建议。

2019 年，全球 90 多个国家的 8400 多家公司通过 CDP 披露了其环境表现<sup>[61]</sup>，其中包括 8361 家公司披露其在应对气候变化领域的表现。在中国，CDP 共邀请了近 1800 家公司，其中约 1100 家公司回复了 CDP 问卷，包括 48 家受投资者邀请的上市公司和 1038 家供应商。

2019 年数据显示，中国有 482 家企业通过 CDP 披露其在应对气候领域的环境表现，美国有 960 家左右，韩国有 222 家企业，南非有 107 家企业，俄罗斯有 62 家企业。在欧盟，德国有 200 多家企业参加，法国有约 260 家企业参加，意大利有 90 家企业，比利时有 66 家。目前 CDR 披露的东南亚国家有新加坡、印度尼西亚、马来西亚、泰国和菲律宾 5 个国家，各国企业披露情况如下：新加坡有 38 家企业通过 CDP 披露其在应对气候领域的环境表现，印度尼西亚有 50 家，马来西亚有 48 家，泰国有 46 家，菲律宾有 25 家。中东地区中，阿联酋有 12 家企业通过 CDP 披露其在应对气候领域的环境表现，以色列有 13 家，沙特阿拉伯有 8 家，伊朗有 1 家。对于除南非外非洲地区，阿尔及利亚有 1 家企业通过 CDP 披露其在应对气候领域的环境表现，埃及有 7 家，加蓬 1 家，肯尼亚 2 家，尼日利亚 2 家。

由此可见，在企业参与积极性方面，中国、韩国、南非、俄罗斯、东南亚地区、美国和欧盟的企业在应对气候变化领域的参与积极性较高，中东地区和非洲地区的企业参与积极性一般。

## （八）小结

本章依据碳交易市场的五大工作原理，通过世界银行发布的至 2019 年的各个国家的相关评估数据和各国所提交的国家自主贡献方案（NDC），选取了五项主要数据，国家政策和制度评估（CPIA）公共部门和机构集群平均值、企业信息披露程度指数、营商便利指数、法治指数、国内国际碳定价政策发布情况、以及“CDP 全球环境信息研究中心”发布的企业参与情况，从公共部门行政能力和质量、企业信息披露程度、市场完备程度、法治程度、政府意愿和企业参与积极性六个角度，对“一带一路”主要国家及地区建立碳交易市场的可行性进行了定性分析，并与中国、欧盟和美国进行对比。为了方便指标间的对比，本研究对各国上述四个



指标规整化为 1-4 分（见表 9），其中 1 分代表程度较弱，2 分代表程度适中，3 分代表程度较强，4 分代表程度强。

表 9. 主要国家及地区碳市场可行性指数

	公共部门行政能力和质量	企业信息披露程度	市场完备程度	法治程度	政府意愿		企业参与积极性	平均分
					建立国内碳市场意愿	所发布政策文件是否提及国际碳市场链接		
中国	4	4	4	3	4	-	3	3.7
韩国	4	4	4	4	4	是	3	3.8
俄罗斯	4	3	4	3	2	-	3	3.2
南非	4	4	3	3	2	-	3	3.2
东南亚地区	4	4	3	3	3	新加坡、泰国、印度尼西亚、越南、老挝、柬埔寨共 6 国提及	3	3.3
中东地区	2	3	3	3	1	仅约旦提及	2	2.3
剩余非洲	3	2	1	3	2	包括博茨瓦纳、喀麦隆在内的 30 个国家提及	2	2.2
美国	4	3	4	4	3	是	4	3.7
欧盟	4	3	4	4	4	是	3	3.7

从数据显示，中国、韩国、欧盟和美国具有成熟的建立国内碳市场的条件，且韩国和欧盟已有明确的建立国际碳市场的意愿；俄罗斯、东南亚地区、南非具有较为成熟的建立国内碳市场的条件，建立国内碳市场的可行性较大；中东和非洲建立国内碳市场的可行性较小。

对于东南亚地区，新加坡、马来西亚、泰国、印度尼西亚、越南具有较为成熟的建立国内碳市场的条件，近期建立国内碳市场的可行性较大。



对于中东地区，阿联酋、以色列和沙特阿拉伯具备建立国内碳市场的客观条件，其中沙特阿拉伯具有较强的建立碳市场的意愿，所以沙特阿拉伯近期建立碳市场的可行性较大。

对于非洲地区，卢旺达、摩洛哥、肯尼亚和突尼斯具有较强的建立碳市场的客观条件和主观意愿，故而这四个国家近期建立碳市场的可行性较大。





## 六、“一带一路”主要国家及地区实施碳市场影响的量化分析

### （一）全球能源经济模型 C-GEM 4.0

为模拟市场机制下的碳排放权交易机制与定价规则，本研究采用全球能源经济模型 4.0（China in Global Energy Model, C-GEM 4.0）作为分析工具对“一带一路”主要国家及地区实施碳市场及其影响作出评估。中国-全球能源模型 4.0（C-GEM 4.0）是在 C-GEM 1.0 版本-C-GEM 3.0 版本基础上构建的。C-GEM 是一个全球多区域、多部门、可计算一般均衡（Computable General Equilibrium, CGE）模型，由清华大学和麻省理工学院基于中国能源与气候项目（China Energy and Climate Project, CECP）合作开发。该模型主要用于模拟能源与气候政策对于经济、产业、贸易、能源以及二氧化碳排放的影响<sup>[57]</sup>。

C-GEM 是一般均衡理论的模型化表达，可以有效地表述经济系统与能源系统之间的关联关系与相互影响。图 22 展示了 C-GEM 模型的基本结构，表现了经济与能源系统中要素、商品和服务的流动情况。如图所示，生产者通过要素投入和中间产品投入，在一定的技术条件下生产出国内最终产品，其中一部分成为国内供给进入国内产品市场满足国内需求，另一部分出口到国际市场。国内商品总需求除了来自国内供给，还有一部分来自进口。居民和政府等消费者通过要素出售和税收最终获得可支配收入，在满足自身消费的同时，将一部分收入分配为储蓄，并进而作为投资，最终共同满足国内总需求。能源投入作为中间投入的一部分、碳排放权也作为一种稀缺投入要素进入生产环节，从而将经济系统和能源系统有机联系起来。在完全竞争市场假设下，生产者在生产技术一定的条件下，通过成本最小化追求利润最大化；消费者在收入水平一定的条件下，通过偏好选择实现其效用最大化；国内产品和进出口商品在总产出水平一定的条件下，通过价格机制实现销售收益最大化；要素的供给和需求在生产过程中实现其最优化配置。

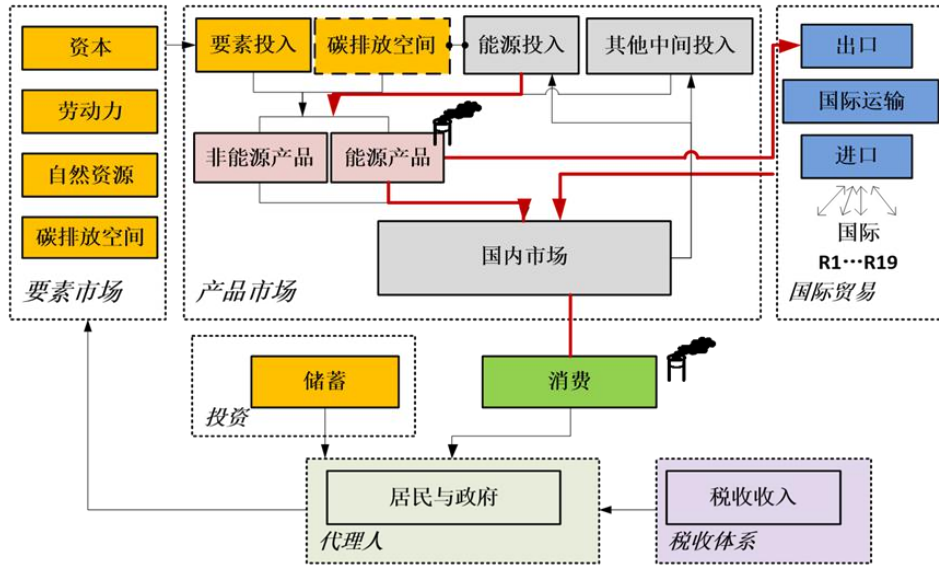


图 22. C-GEM 基本结构示意图<sup>[57]</sup>

C-GEM4.0 中，除原油外，不同来源地的商品和服务通过 Armington 假设<sup>[62]</sup>来区分，国内供给与进口通过 CES 函数聚合形成国内商品总供给。模型采用新古典主义宏观闭合，内生决定所有产品和要素的价格。模型以通用数学建模系统（General Algebraic Modeling System, GAMS）为开发平台<sup>[63]</sup>，使用一般均衡数学规划系统（Mathematical Programming System General Equilibrium, MPSGE）进行编译，并通过 PATH 求解器求解<sup>[64]-[67]</sup>。

C-GEM 4.0 涵盖全球 17 个区域与 19 个经济部门，在开发过程中注重对中国及“一带一路”主要国家及地区的经济特性表述，尤其对“一带一路”主要国家及地区能耗较高的工业部门细节与对能源系统低碳化转型十分重要的多种能源技术做出详细刻画。

C-GEM 4.0 采用 GTAP 10 数据库作为基础数据库嵌套在模型内部，GTAP 10 数据库为当前最新版本的全球贸易分析项目数据库，涵盖了全球 141 个国家和地区 65 个产业部门的经济、能源与双边贸易数据，并刻画了各部门的投入产出关系；同时，该数据库也涵盖了与各经济部门相对应的细分品种的能源消费实物量数据<sup>[68]</sup>，数据对应年份均为 2014 年。故而，模型以 2014 年为基年，并根据世界银行、国际能源署与中国统计局发布的相关数据将模型主要国家及地区的能源经济数据校核至 2018 年，随后从 2020 年起以 5 年为一个周期运行到 2035 年。C-GEM 4.0 根据“一带一路”战略合作重点，按照各个国家及地区的经济体制相似度、贸易与



利益集团以及地缘政治关系等因素，对全球区域进行了合并精简，最终形成全球 17 个区域（如表 10 所示）。

C-GEM 4.0 模型在 GTAP 数据库 65 个生产部门的基础上，兼顾中国官方能源与经济统计数据的部门分类，根据研究重点，将 65 个生产部门合并为 19 个生产部门及 2 个消费部门，部门分类及说明见表 11。

表 10. CGEM4.0 区域划分

“一带一路”战略重点经济体		其他经济体	
国家/地区	符号	国家/地区	符号
中国 <sup>16</sup>	CHN	美国	USA
东南亚地区 <sup>17</sup>	SEA	欧盟	EUR
俄罗斯	RUS	日本	JPN
韩国	KOR	加拿大	CAN
中东 <sup>18</sup>	MES	澳洲	ANZ
印度	IND	巴西	BRA
南非	ZAF	墨西哥	MEX
非洲其他地区	AFR	亚洲及欧洲其他地区	RAE
		拉丁美洲其他地区	LAM

<sup>16</sup> 本研究“中国”分区特指中国大陆；

<sup>17</sup> 东南亚地区包括新加坡、马来西亚、柬埔寨、印度尼西亚、泰国、越南、菲律宾、文莱、老挝、缅甸、东帝汶等 11 个国家；

<sup>18</sup> 中东地区包括沙特阿拉伯、以色列、伊朗、伊拉克、黎巴嫩、也门、约旦、阿联酋、巴林、科威特、卡塔尔、阿曼、叙利亚、巴勒斯坦等 13 个国家和地区。



表 11. CGEM4.0 区域划分

种类	部门	描述
农业部门	农业 (AGR)	农林牧渔业
能源生产部门	煤炭 (COAL) 原油 (OIL) 天然气 (GAS)	煤炭开采和洗选业 石油开采业 天然气开采业
高耗能部门	成品油 (ROIL) 电力 (ELEC) 非金属 (NMM) 钢铁 (I_S) 有色金属 (NFM) 化工 (CRP)	石油加工业 电力、热力生产与供应业 非金属矿物制品业 黑色金属冶炼及压延业 有色金属冶炼及压延业 化学原料与制品、化学纤维等制造业
其他工业部门	食品加工业 (FOOD) 采矿业 (MINE) 电力装备制造业 (EEQ) 交通装备制造业 (TEQ) 服装制造业 (TWL) 其他工业 (OTHR)	食品、烟酒、烟草等制造业 矿物采选业 电力装备制造业 交通装备制造业 纺织、皮革、毛皮等加工制造业 其他工业
建筑部门	建筑业 (CNS)	建筑制造业
服务部门	交通运输业 (TRAN) 公共服务业 (SER)	交通运输业 商业和公共服务业等其他服务业
消费部门	政府消费 (GOV) 家庭消费 (HH)	政府消费 居民消费

## (二) 情景设计

由于当前全球已经建立的国家以及地区层面碳市场数量较少，不同国家及碳市场之间实现链接形成跨区域碳市场的案例更少，可供研究的碳市场规模和覆盖



范围都较小，影响效果十分有限，无法明确辨识“一带一路”国家国内国际碳市场得以大规模实施以后在经济、产业、国际贸易以及能源结构等方面可能产生的重要影响。因此对“一带一路”碳市场影响的定量分析不能完全依据当前国际碳市场的发展阶段，而需要在当前全球碳市场发展现状的基础上，结合各国低碳减排政策，作出未来碳市场发展的不同情境假设，来定量分析“一带一路”国家碳市场对不同参与主体、覆盖行业、国际贸易以及能源经济等方面的影响。这些情景假定并不代表对未来“一带一路”碳市场发展趋势的判断，而是基于研究目的所作出的针对性设计，目的是在当前“一带一路”碳市场发展尚处于初级阶段的条件下，对“一带一路”国内国际碳市场的影响作出初步识别和探索性研究。考虑到当前“一带一路”主要排放国家与区域国别碳市场的建设进度，以及各国承诺减排目标与政策途径的年限，本文以第三章所梳理的已作出明确减排目标与减排途径的国家作为研究对象，以2020年、2025年、2030年和2035年作为研究目标年，设计以下四种情景：

(1) 参考情景 (REF)。考虑中国、韩国、俄罗斯、南非、东南亚、美国、欧盟等国家或地区在各自减排路径中不采取第三章所梳理的碳税与碳市场政策措施，而只采用其他节能与新能源政策实施减排的情景。该情景为其他包含碳市场政策的参考情景。

(2) 无链接碳市场情景 (NDC)。假定各国在实施节能与新能源减排措施的基础上，通过建立国家层面的碳市场以实现各国2020-2030年承诺减排目标，2035年各国碳约束假设延续各国2020-2030年的碳强度约束。由于美国退出巴黎协定，未提交NDC方案，本研究以IEA发布的《2019年世界能源展望》对美国承诺政策情景下的碳排放量预测作为美国的减排目标。该情景实质是根据各国2020年和2030年承诺的减排目标作为排放配额总量的设计依据，为各国搭建国家层面的独立碳市场，作为跨区域链接碳市场情景影响分析的比较依据。

(3) “一带一路”主要国家碳市场链接情景 (BRI)。根据第四章的分析，中国、韩国、俄罗斯、南非、东南亚是均具备建立碳交易市场条件的“一带一路”国家或地区。故此情景假定在SEP情景的基础上，2025年上述5个“一带一路”主要国家或地区的碳市场进一步实现双向交易链接，各国各年份初始碳配额为NDC情景下的碳排放量。该情景的设计是在理想情况下，对未来广泛参与下多市场主体碳市场的发展与影响作出分析。



(4) “一带一路”主要国家与欧美碳市场链接情景 (EUS)。目前欧盟已建立世界上最大的碳排放交易市场, 美国包括加州、马萨诸塞州在内的次国家行政区域已开始实行碳市场, 欧盟和美国作为碳排放大国, 且碳减排成本较高, 参与 BRI 碳市场, 将有助于促进各国减排的效益最大化。故而此情景假定在 BRI 情景的基础上, 2025 年欧盟与美国与上述 5 个“一带一路”主要国家或地区的碳市场进一步实现双向交易链接, 各国各年份初始碳配额为 NDC 情景下的碳排放量。在此情景下, 各国的碳交易市场可以认为是绝对量市场。

### (三) 情景假设

C-GEM 模型中未来人口增长预测采用联合国秘书处经济和社会事务部 (UNDESA) 发布的《2019 世界人口展望》<sup>[69]</sup>的中等人口情景假设。UNDESA 人口司每两年会对全球各区域人口现状与增长趋势做出评估与预测, 并以《世界人口展望》的形式对外发布, 被联合国以及其他国际组织、研究机构和媒体广泛应用。本研究所采用的《2019 世界人口展望》是 UNDESA 最新发布的人口预测报告, 报告对全球 233 个国家和地区从 2010 年到 2100 年的人口发展趋势做出预测。

C-GEM 模型中对于未来经济增长的假定主要来自对其他经济发展研究的总结和分析。通过对世界银行 (World Bank, WB)<sup>[70]</sup>、联合国 (United Nations, UN)<sup>[71]</sup>、经济合作与发展组织 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD)<sup>[72][73]</sup>、国际货币基金组织 (International Monetary Fund, IMF)<sup>[74]</sup>和欧盟 (European Union, EU)<sup>[75]</sup>等国际机构对“一带一路”主要国家及地区和欧美未来经济增速的预测调研, 本研究设定各国在无链接碳市场 (NDC) 情景下的未来经济增速如表 12 所示, 各国碳强度及其下降率如表 13 所示。



	2014-2018	2019-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035
中国	6.7%	4.5%	5.8%	4.8%	3.8%
美国	2.4%	1.1%	1.9%	1.9%	2.0%
欧盟	2.2%	1.1%	1.5%	1.4%	1.3%
韩国	2.9%	1.4%	2.8%	2.4%	2.0%
俄罗斯	0.4%	1.3%	2.0%	2.0%	2.0%
南非	0.9%	0.5%	2.1%	2.1%	2.9%
东南亚	4.9%	4.8%	5.0%	4.6%	4.0%

表 12. “一带一路”主要国家或地区及欧美 GDP 增速假设

表 13. “一带一路”主要国家或地区及欧美 NDC 情景下

碳强度 (kgCO<sub>2</sub>/美元, 2011 年不变价) 及其下降率假设

	2014	2018	2020	2025	2030	2035	2020-2030 碳强度 下降率
中国	1.17	0.92	0.86	0.70	0.57	0.46	-4.1%
美国	0.29	0.26	0.25	0.22	0.19	0.16	-3.0%
欧盟	0.17	0.15	0.15	0.12	0.09	0.08	-4.3%
韩国	0.48	0.49	0.45	0.35	0.27	0.24	-4.9%
俄罗斯	0.85	0.92	0.89	0.80	0.71	0.63	-2.2%
南非	1.03	0.95	0.95	0.87	0.74	0.64	-2.4%
东南亚	0.53	0.51	0.50	0.48	0.42	0.39	-1.7%



## （四）结果分析

### 1. 各国当前政策下碳排放及碳减排成本

为进一步分析“一带一路”主要国家及地区建立国内国际碳市场的影响，需对其未来实现 NDC 目标（美国为当前政策目标）时的碳排放路径（包括工业过程排放和化石能源燃烧排放）与碳减排成本进行有效识别。图 23 展示了 NDC 情景下各国的碳排放路径。未来中国的碳排放将于 2030 年达峰，为 121 亿吨 CO<sub>2</sub>，其中化石能源燃烧排放达 108 亿吨；而后碳排放总量减少至 117 亿吨，其中化石能源燃烧排放减少至 106 亿吨。美国将于 2020 年碳排放达峰，为 50 亿吨（化石能源燃烧排放为 48 亿吨），而后逐渐减少至 2035 年的 42 亿吨（化石能源燃烧排放为 41 亿吨）。欧盟自 2014 年起碳排放不断下降，从 2014 年的 33 亿吨逐渐减少至 2035 年的 20 亿吨，其中化石能源燃烧排放从 2014 年的 31 亿吨逐渐减少至 2035 年的 18.8 亿吨。东南亚地区的碳排放从 2014 年的 14 亿吨逐渐增加至 2035 年的 26 亿吨，其中化石能源燃烧排放从 2014 年的 12.6 亿吨逐渐增加至 2035 年的 24 亿吨。韩国碳排放总量已达峰，从 2018 年的 7.3 亿吨缓慢下降至 2035 年的 5.2 亿吨，其中化石能源燃烧排放从 2014 年的 6.8 亿吨逐渐增加至 2035 年的 4.8 亿吨。南非碳排放将于 2025 年达峰，为 4.5 亿吨，而后缓慢下降至 2035 年的 4.2 亿吨，其中化石能源燃烧排放从 2020 年的 4.2 亿吨增加至 2025 年的 4.3 亿吨后，缓慢下降至 2035 年的 4 亿吨。

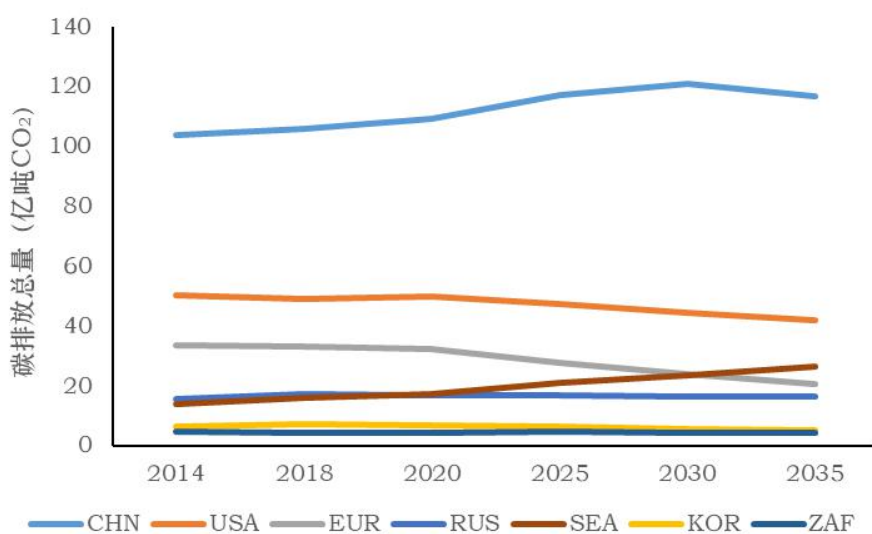


图 23. NDC 情景下各国 2014-2035 年的碳排放轨迹



由图 24 可知，在 NDC 情景下，未来各主要国家的碳减排边际成本随着碳排约束的趋严而提高。中国的碳减排边际成本从 2020 年的 6.8 美元/吨不断提升至 2025 年的 11.1 美元/吨，再增长至 2030 年的 14.3 美元/吨，2035 年为 20 美元/吨。东南亚地区与俄罗斯的经济体量、碳强度下降率目标和碳减排成本，皆小于中国。东南亚地区碳减排边际成本从 2020 年的 3.3 美元/吨逐渐增长 2035 年的 15.3 美元/吨。俄罗斯与东南亚地区减排成本相近，碳减排边际成本从 2020 年的 3.4 美元/吨逐渐增加至 2030 年的 12.5 美元/吨，再增长至 2035 年的 15.5 美元/吨。南非共和国虽然碳强度高于中国，但可再生能源技术发展和能效进步较缓慢，其碳减排成本高于中国，2020 年为 12 美元/吨，2035 年为 24.2 美元/吨。韩国、欧盟及美国的碳减排成本较高，其中韩国从 2020 年的 20.2 美元/吨逐渐增长至 50.2 美元/吨；欧盟虽然碳强度低于美国，但可再生能源等低碳技术发展优于美国，碳减排成本稍低于美国，从 2020 年的 24.2 美元/吨不断提高至 2035 年的 60.2 美元/吨；美国则由 2020 年的 28.4 美元/吨不断提升至 2035 年的 64.8 美元/吨。

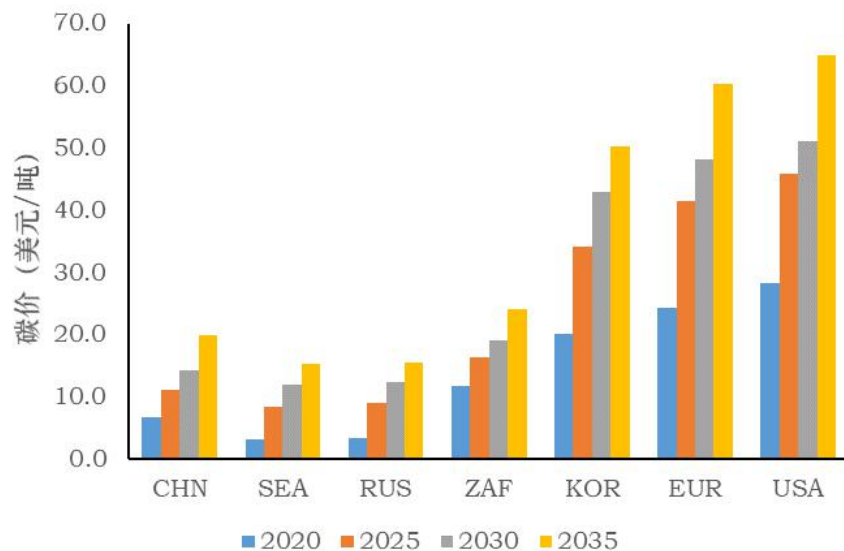


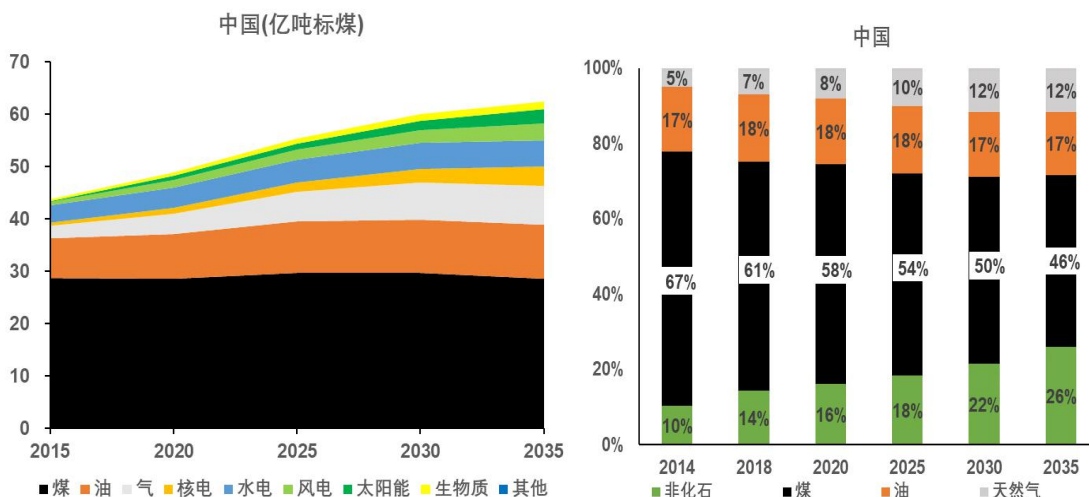
图 24. NDC 情景下各国 2020-2035 年的碳减排成本



## 2. 各国当前政策下一次能源消费结构

### 中国

中国在 NDC 情景下，自 2014-2035 年一次能源消费总量不断提升，从 2014 年的 42.8 亿吨标煤不断增长至 2030 年 60 亿吨，而后再增长至 62.5 亿吨。其中煤



炭在中国能源结构中占主导地位，其消费量于 2030 年达峰，其占一次能源消费总量的比例自 2014 年起不断下降，从 2014 年的 67%不断减少至 2035 年的 46%；油品增长相对缓慢，其占比由 2014 年的 17%增长至 2018 年的 18%，而后保持相对稳定至 2025 年，2030-2035 年将为 17%；天然气增长速度较快，其占比从 2014 年的 5%不断增长至 2035 年的 12%；非化石能源未来增长较快，从 2014 年的 10%逐年增长至 2035 年的 26%。

图 25. NDC 情景下中国一次能源消费量及结构

### 俄罗斯

俄罗斯在 NDC 情景下，一次能源消费总量自 2014 年的 10 亿吨增长至 2018 年的 11 亿吨后保持相对稳定至 2030 年，而后随着能效的提升消费量下降至 10.8 亿吨。天然气在俄罗斯能源结构中占主导地位，其消费量于 2030 年达峰，为 6.04 亿吨，其占比从 2014 年的 53%不断增长至 2030 年的 55%，而后下降至 2035 年的 53%；油品消费量在 2018-2025 年间基本稳定在 2.3 亿吨，而后逐渐下降至 2035 年的 2.22 亿吨，其占比在 2018-2035 年间基本稳定在 21%；煤炭消费量自 2018



年的 1.68 亿吨起逐年下降至 2035 年的 1.41 亿吨，其占一次能源消费总量的比例在 2014-2020 年间基本稳定在 15%，而后逐渐下降至 2035 年的 13%；非化石能源在 2020-2035 年间以核电与水电为主且增长相对缓慢，其占比从 2014 年的 11% 逐年增长至 2035 年的 14%。

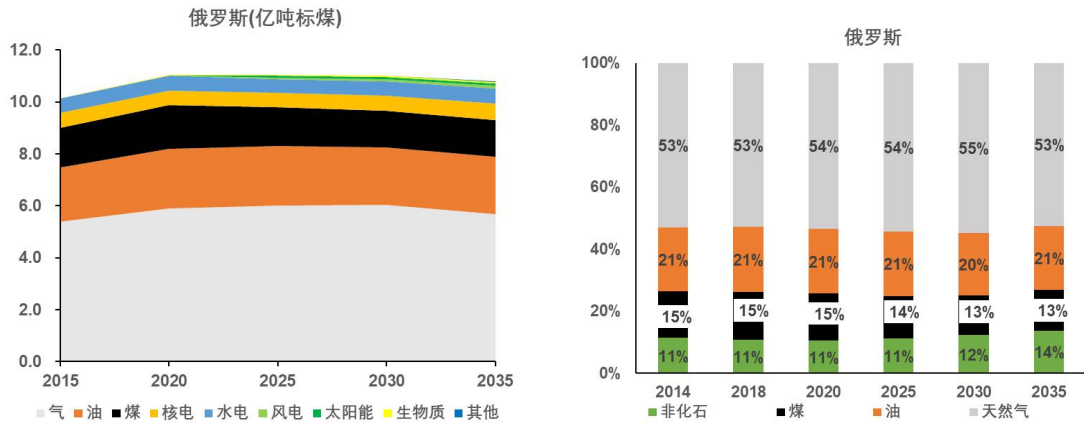


图 26. NDC 情景下俄罗斯一次能源消费量及结构

## 东南亚地区

目前东南亚地区的一次能源消费以较为落后的传统生物质能利用为主（本研究不纳入统计），根据该地区政策，传统生物质能利用未来将会被较为先进的能源技术所替代。不考虑以传统方式利用的生物质能，东南亚地区的一次能源消费总量将从 2014 年的 6.9 亿吨翻番至 2035 年的 13.3 亿吨。油品消费量在东南亚地区一次能源消费中占主要地位，从 2014 年的 3 亿吨增长至 2035 年的 4.9 亿吨，其占一次能源消费总量的比例在 2014-2020 年维持在 43%，而后逐渐下降至 2035 年的 35%。天然气消费量从 2014 年的 2 亿吨增长至 2035 年的 3.1 亿吨，其占比从 2014 年的 28% 逐渐下降至 2035 年的 22%；煤消费量从 2014 年的 1.4 亿吨逐渐增加至 2035 年的 3.6 亿吨，其占比从 2014 年的 21% 逐渐增长至 2035 年的 27%；东南亚地区的非化石能源利用以水电为主，其消费量从 2014 年的 0.4 亿吨逐渐增长至 0.9 亿吨，非化石能源占比从 2014 年的 7% 逐年增长至 2035 年的 13%。

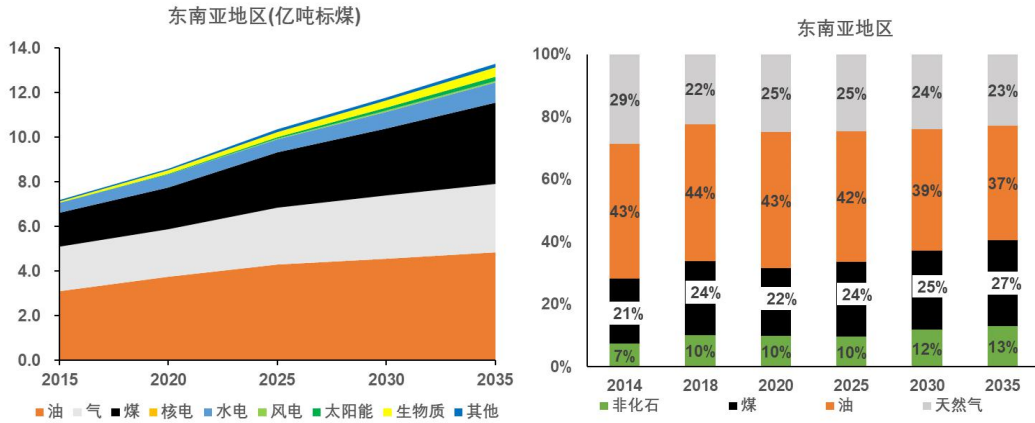


图 27. NDC 情景下东南亚地区一次能源消费量及结构

### 韩国

韩国的一次能源总量将于 2020 年-2025 年间达峰后，逐渐下降至 2035 年的 4.2 亿吨标煤。韩国能源结构中油品占主导地位，在一次能源消费量中比例从 2018 年的 48% 逐渐下降至 42%；煤炭的占比未来将进一步下降，从 2018 年 26% 的占比不断降低至 2035 年的 15%。天然气与非化石能源作为清洁能源，其占比将不断提升，天然气的占比从 2018 年的 15% 逐渐增长至 2035 年的 20%；非化石能源的供给未来将随着太阳能、生物质能等可再生能源的大发展而提高，其占比由 2018 年的 11% 快速增长至 2035 年的 23%。

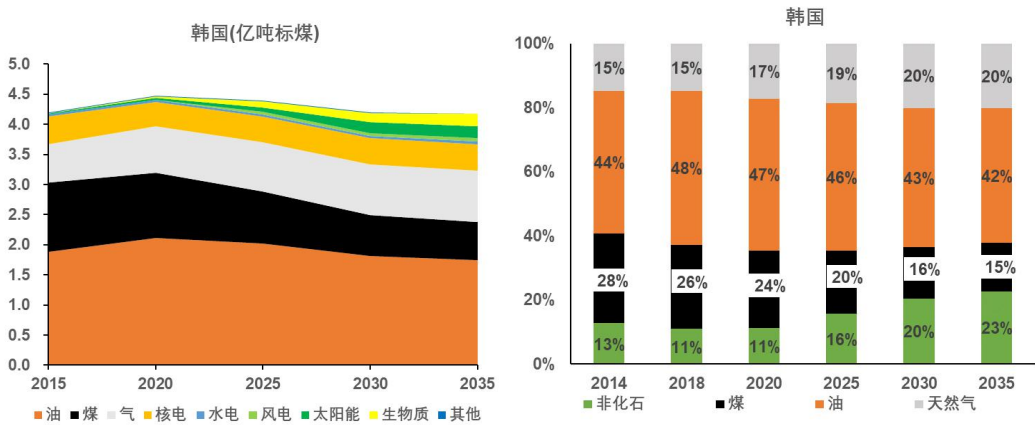


图 28. NDC 情景下韩国一次能源消费量及结构



## 南非

南非共和国受 2019 年暴乱和 2020 年疫情的影响，一次能源消费量较 2014 年有所下降，从 2014 年的 1.88 亿吨下降至 2020 年的 1.8 亿吨标煤，随着未来经济的复苏与发展，2025 年提升至 1.85 亿吨，2030 年以后随着节能技术的推广，总能耗逐渐下降至 2035 年的 1.77 亿吨。南非的一次能源消费结构以煤炭为主，但其消费类未来不断下降，由 2014 年的 1.46 亿吨逐渐减少至 2035 年的 1.1 亿吨，其占比由 2014 年的 78% 逐渐下降至 2035 年的 62%；油品增长较为缓慢，由 2014 年的 0.32 亿吨下降至 2018 年的 0.26 亿吨，而后逐渐增长至 2035 年的 0.4 亿吨，其占比由 2014 年的 17% 下降至 15%，而后逐渐增加值 23%；天然气占比较小，由 2014 年的 2% 逐渐增加至 2035 年的 5%；非化石能源占比增速较快，从 2014 年的 3% 不断提高至 2035 年的 10%，其中核电一直占主要位置，为 0.04 亿吨标煤左右，未来风光增幅较快，2035 年风光发电量为 0.08 亿吨标煤。

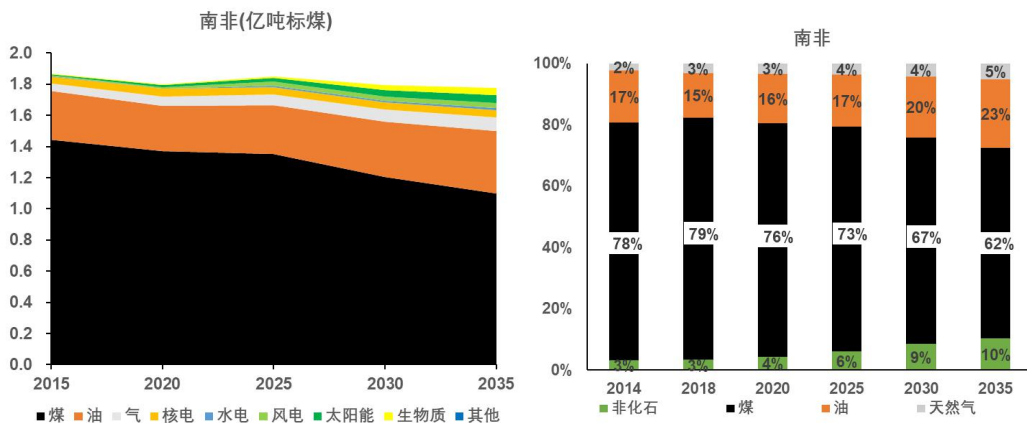


图 29. NDC 情景下南非一次能源消费量及结构

## 欧盟

欧盟一次能源消费量将于 2020 年达峰，为 22.5 亿吨标煤，而后逐渐缓慢下降至 2035 年的 18.8 亿吨。油品与天然气消费量皆于 2020 年达峰，油品 2020 年消费量为 7.6 亿吨，而后逐渐下降至 2035 年的 5.3 亿吨，其占比从 2020 年的 34% 逐渐下降至 2035 年的 28%；天然气消费量从 2020 年的 5.6 亿吨逐渐减少至 2035 年的 4.3 亿吨，其占比从 2020 年的 25% 逐渐下降至 2035 年的 23%。煤炭消费下降较快，从 2014 年的 3.9 亿吨不断下降至 2035 年的 1.4 亿吨，其占比从 2014 年的 18% 不断下降至 2035 年的 7%。欧盟的非化石能源发展水平较高，2014 年为



5.7 亿吨, 占总能耗的 26%, 而后不断提升至 2035 年的 7.9 亿吨, 占总能耗的 42%; 其中核电随着欧盟核电机组的退役和可再生电力竞争力的不断增强, 其未来发电量将不断下降, 从 2014 年的 2.8 亿吨逐渐下降至 2035 年的 1.6 亿吨; 风电未来发展较快, 从 2014 年的 0.8 亿吨不断增长至 2035 年的 2.8 亿吨。

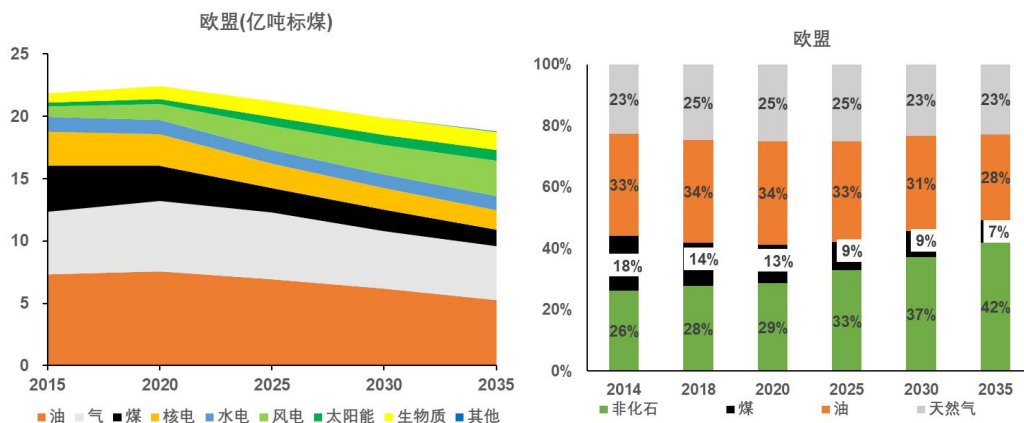


图 30. NDC 情景下欧盟一次能源消费量及结构

### 美国

美国一次能源消费量从 2014 年的 30.7 亿吨标煤增长至 2018 年的 32 亿吨, 而后保持相对稳定。美国油品消费于 2020-2025 年间达峰, 为 12 亿吨 (占总能耗的 37%), 而后逐渐下降至 2035 年的 10 亿吨 (占总能耗的 31%); 天然气消费于 2030 年达峰, 为 11.4 亿吨 (占总能耗的 36%), 而后下降至 2035 年的 11.3 亿吨 (占总能耗的 35%); 煤炭消费量则由 2014 年的 6.2 亿吨不断下降至 2035 年的 3 亿吨, 其占比由 20% 不断下降至 2035 年的 9%。非化石能源消费量由 2014 年的 4.4 亿吨, 占总能耗的 14%, 不断提升至 2035 年的 7.7 亿吨, 占总能耗的 24%; 其中核电随着核电机组的退役和可再生电力竞争力的不断增强, 其未来发电量将不断下降, 从 2014 年的 2.6 亿吨逐渐下降至 2035 年的 1.8 亿吨; 风光生物质未来发展较快, 风电从 2014 年的 0.6 亿吨不断增长至 2035 年的 2.1 亿吨, 光电从 2014 年的 0.07 亿吨不断增长至 2035 年的 1.42 亿吨, 生物质电力从 2014 年的 0.3 亿吨不断增长至 2035 年的 1.3 亿吨。

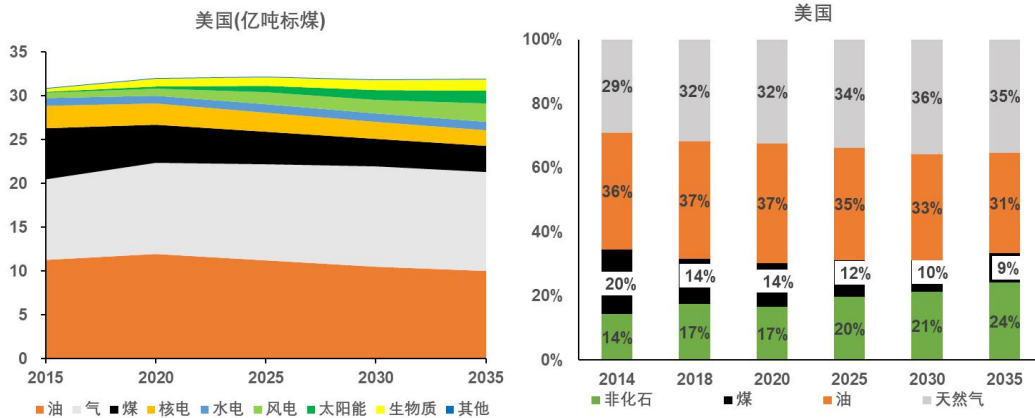


图 31. NDC 情景下美国一次能源消费量及结构

### 碳市场规模与金融市场发展

本节将重点对参考情景（REF）、无连接碳市场情景（NDC）、“一带一路”主要国家碳市场链接情景（BRI）、“一带一路”主要国家与欧美碳市场链接情景（EUS）进行比较分析，研究各情景下的碳市场与金融市场发展规模、产业行业与国际贸易影响。

无链接碳市场 NDC 情景基于各国承诺的 2025 年、2030 年减排目标计算给出各国国家层面 2025 年和 2030 年碳市场的排放配额总量，利用各国 2020-2030 年碳强度下降率顺推 2035 年的碳市场排放配额总量，并与已经采取节能措施与新能源激励政策的 REF 情景进行比较，可以得出碳市场的建立对各国减排的贡献额度，见表 10-表 13。由表可知，目前碳市场建立对各国减排贡献度逐年提高，且按程度排序依此为对中国（NDC 情景相对于 REF 情景减排 32%-40%）、韩国（NDC 情景相对于 REF 情景减排 23%-25%）、美国（NDC 情景相对于 REF 情景减排 20%-26%）、欧盟（NDC 情景相对于 REF 情景减排 18%-19%）、南非（NDC 情景相对于 REF 情景减排 12%-13%）、俄罗斯（NDC 情景相对于 REF 情景减排 9%-13%）、东南亚（NDC 情景相对于 REF 情景减排 4%-6%）。在主要“一带一路”国家共同参与下，各国的碳市场交易总量于 2025 年可能达到 1925 亿美元，于 2030 年可能达到 2533 亿美元，于 2035 年可能达到 3352 亿美元；当考虑欧盟、美国，碳市场交易总量将进一步扩大，于 2025 年可能达到 5250 亿美元，于 2030 年可能达到 5965 亿美元，于 2035 年可能达到 7302 亿美元。



从表 14–表 16 可以看出,由于各国减排目标松紧程度以及减排成本上的差异,无连接情景中各国碳市场的配额交易价格表现出较大的差异,各国碳市场之间配额价格的不同。这实质反映了各国在各自减排目标下的减排能力差异,从而从理论上证明了如果实现各国碳市场之间的跨区域连接可以为各国市场提供较大的优化空间;但在实际操作过程中,区域之间碳市场价格的巨大差异会引起连接市场之间的某一方对另一方减排强度的强弱、配额总量供给的多少以及未来形成连接碳市场后的利益转移等方面的分歧,从而增加市场连接实施的难度。

当主要“一带一路”国家或地区全部连接为统一碳市场的情况下,即 BRI 情景下,2025 年均衡排放权价格为 11.6 美元/吨,市场交易规模达到 429 MtCO<sub>2</sub>,交易金额达到 49.7 亿美元;2030 年中均衡排放权价格为 15 美元/吨,交易金额达到 55.3 亿美元;2035 年中均衡排放权价格为 20.5 美元/吨,交易金额达到 102.0 亿美元。当欧盟与美国共同参与“一带一路”碳市场,即 EUS 情景下,碳市场规模将进一步扩大,均衡排放权价格将进一步提高至 2025 年 14.4 美元/吨,2030 年 17.9 美元/吨,2035 年 24.2 美元/吨;碳市场交易金额于 2025 年可能达到 347.9 亿美元,于 2030 年可能达到 408.9 亿美元,于 2035 年可能达到 548.0 亿美元。





表 14. 2025 年无链接碳市场 NDC 情景与多国链接碳市场 BRI、EUS 情景下碳价、交易量与交易额

主要国家及地区	2025 年参考情景排放 (Mt CO <sub>2</sub> )	2025 年减排配额 (Mt CO <sub>2</sub> )	碳市场贡献减排量	2025 年 CO <sub>2</sub> 价格 (美元/吨 CO <sub>2</sub> )			2025 年全球碳市场进口规模 (MtCO <sub>2</sub> ) 及交易金额 (亿美元), +为进口	
				NDC 情景	BRI 情景	EUS 情景	BRI 情景	EUS 情景
中国	17282	11735	5547	11.1	11.6	14.4	65 (7.5)	-901 (-129.8)
俄罗斯	1839	1680	159	9.2			-125 (-14.5)	-157 (-22.6)
东南亚	2211	2112	99	8.4			-89 (-10.3)	-150 (-21.5)
韩国	808	620	188	34.1			131 (15.2)	106 (15.2)
南非	510	448	62	16.4			19 (2.2)	6 (0.8)
欧盟	3408	2784	624	41.5			-	386 (55.6)
美国	5893	4728	1165	45.9			-	710 (102.3)

表 15. 2030 年无链接碳市场 NDC 情景与多国链接碳市场 BRI、EUS 情景下碳价、交易量与交易额

主要国家及地区	2030 年参考情景排放 (MtCO <sub>2</sub> )	2030 年减排配额 (MtCO <sub>2</sub> )	碳市场贡献减排量	2030 年 CO <sub>2</sub> 价格 (美元/吨 CO <sub>2</sub> )			2030 年全球碳市场进口规模 (MtCO <sub>2</sub> ) 及交易金额 (亿美元), +为进口	
				NDC 情景	BRI 情景	EUS 情景	BRI 情景	EUS 情景
中国	18717	12089	6628	14.3	15	17.8	43 (6.4)	-867 (-155.2)
俄罗斯	1838	1645	193	12.5			-98 (-14.7)	-128 (-22.9)



东南亚	2495	2352	143	11.9			-86 (-12.9)	-147 (-26.4)
韩国	723	539	63	42.9			125 (2.4)	106 (18.9)
南非	489	426	184	19.2			16 (18.8)	5 (0.8)
欧盟	2958	2400	558	48.2	-		-	342 (61.3)
美国	5676	4448	1228	51.1	-		-	689 (123.4)

表 16. 2035 年无链接碳市场 NDC 情景与多国链接碳市场 BRI、EUS 情景下碳价、交易量与交易额

主要国家及地区	2035 年参考情景排放 (MtCO <sub>2</sub> )	2035 年减排配额 (MtCO <sub>2</sub> )	碳市场贡献减排量	2035 年 CO <sub>2</sub> 价格 (美元 / 吨 CO <sub>2</sub> )			2035 年全球碳市场进口规模 (MtCO <sub>2</sub> ) 及交易金额 (亿美元), +为进口	
				NDC 情景	BRI 情景	EUS 情景	BRI 情景	EUS 情景
中国	19415	11677	7738	20.0	20.5	24.0	126 (25.9)	-786 (-190.2)
俄罗斯	1852	1620	232	15.5			-125 (-25.5)	-153 (-36.9)
东南亚	2753	2625	128	15.4			-124 (-25.5)	-194 (-46.9)
韩国	679	516	62	50.2			111 (22.8)	92 (22.3)
南非	482	420	163	24.2			11 (2.3)	-1 (-0.2)
欧盟	2514	2038	476	60.2	-	-	293 (70.8)	
美国	5643	4200	1443	64.8	-	-	-	748 (181.1)

对于 GDP 来说, 多国碳市场合作可以促使多国形成的区域资源优化配置, 提高整体 GDP; 配额进口国通过购买碳配额而优化自身资源配置, 在链接情景下的 GDP 会有所增长; 配额出口国的 GDP 在开展碳交易后可能会受到负面影响, 是否受到负面影响取决于碳配额交易获得的收益与减排产值的变化, 如南非 2035 年 GDP 损失 0.04%, 如表 17 所示。从一带一路国家角度来说, 链接之后全球 2025 年 GDP 增长 0.04%, 2030 年 GDP 增长 0.03%, 2035 年 GDP 增长 0.04%; 其中 2030 年相对于 2035 和 2025 年, 由于一带一路各国碳价相对接近, 所以碳市场跨



国贸易量相对较小，对整体 GDP 提升较小。碳市场合作对各配额进口国 GDP 均有提升，如韩国和南非，2035 年 GDP 分别增长 0.3%和 0.03%。对中国而言，参与“一带一路”碳市场（BRI 情景）获得的收益相对较小，仅为约 0.01%，因为五国参与的碳市场均衡价格与中国 NDC 情景下的碳价接近，中国通过一带一路碳市场交易的碳配额较少，对中国经济影响较小；而当欧盟与美国参与碳区域交易，中国可以通过出售碳配额而获得 GDP 的增长，2025 年 GDP 增长 0.07%，2030 增长 0.13%，2035 年增长 0.18%。俄罗斯、东南亚和韩国是“一带一路”碳市场的主要获益者，而当欧盟与美国参与碳区域交易即 EUS 情景下，区域均衡碳价提高，俄罗斯和东南亚通过出售碳配额获得的收益增加，GDP 进一步提高，韩国则作为配额进口国，可进口的配额被挤压而 GDP 相对于 BRI 情景有所减少。

表 17. 多国链接碳市场 BRI、EUS 情景相比于 NDC 情景的各国 GDP 变化

	BRI			EUS		
	2025	2030	2035	2025	2030	2035
中国	0.02%	0.01%	0.01%	0.07%	0.13%	0.18%
俄罗斯	0.48%	0.41%	0.83%	1.40%	1.31%	1.76%
东南亚	0.17%	0.15%	0.17%	0.31%	0.25%	0.28%
韩国	0.29%	0.30%	0.29%	0.24%	0.26%	0.24%
南非	0.01%	0.01%	0.03%	0.04%	0.01%	-0.04%
欧盟	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%
美国	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%	0.01%

由表 18 可知，碳市场链接对于各国居民福利的增加具有正向的作用。俄罗斯、东南亚和韩国是一带一路碳市场中的主要获益者，当美国和欧盟加入区域碳市场，俄罗斯和东南亚地区的福利进一步提升，欧美也通过参与区域碳市场，福利得到提升。



表 18. 多国链接碳市场 BRI、EUS 情景相对于 NDC 情景的各国福利变化

	BRI			EUS		
	2025	2030	2035	2025	2030	2035
中国	0.02%	0.01%	0.01%	0.11%	0.17%	0.22%
俄罗斯	0.49%	0.41%	0.82%	1.53%	1.40%	1.85%
东南亚	0.15%	0.14%	0.14%	0.32%	0.26%	0.29%
韩国	0.22%	0.24%	0.23%	0.17%	0.18%	0.18%
南非	0.03%	0.01%	0.02%	0.08%	0.03%	0.01%
欧盟	-	-	-	0.11%	0.09%	0.09%
美国	-	-	-	0.11%	0.09%	0.09%

### (五) 小结

综上所述，建立国内碳市场，对促进“一带一路”国家和欧美国家以较低成本实现定量减排具有重要作用，目前各国的碳减排成本因各国的减排雄心力度和技术水平而有所差别。各国间进行碳市场合作，建立区域碳市场，将提升该区域各国的福利水平，并降低区域减排成本。然而，建立中国、俄罗斯、韩国、南非、东南亚地区的“一带一路”区域碳市场，由于区域均衡碳价与中国实行国内碳市场的碳价相近，故而对中国而言，碳交易量较小所获收益亦然；而俄罗斯与东南亚地区相对碳减排成本较低，韩国碳减排成本较高，这三个国家作为碳配额主要进/出口国，可以通过“一带一路”区域碳市场获得较多的福利提升与 GDP 增长。当欧盟与美国参与“一带一路”区域碳市场，中国将从碳配额进口国转变为碳配额出口国，并获得更多的 GDP 收益和福利水平提升，对俄罗斯、东南亚、欧盟和美国而言，将进一步提高其 GDP 和福利水平。虽然“一带一路”碳市场与欧盟、美国链接有利于提高欧盟和美国的 GDP 和福利水平，且欧美已有国际碳市场链接的试点，但考虑到欧盟碳市场目前只与绝对量市场链接，而“一带一路”国家中有不少提出的 NDC 减排方案是碳强度目标或 BAU 目标；若未来要邀请欧盟和美国加入“一带一路”碳市场，还应针对各国碳排放总量和配额问题进行进一步交流探讨。



## 七、结论与政策建议

建立国内碳市场能够有效促进各国的碳减排并实现总量控制。各国应积极参与国内碳市场的建立，同时已有碳市场试点运行的国家如中国、韩国应积极分享经验和政策，帮助其他国家尽快建立碳市场，实现各国碳排放总量控制。

研究显示，中国、韩国、欧盟和美国具有成熟的建立国内碳市场的条件，且韩国和欧盟已有明确的建立国际碳市场的意愿；俄罗斯、东南亚地区、南非具有较为成熟的建立国内碳市场的条件，建立国内碳市场的可行性较大；中东和非洲建立国内碳市场的可行性较小。对于东南亚地区，新加坡、马来西亚、泰国、印度尼西亚、越南具有较为成熟的建立国内碳市场的条件，近期建立国内碳市场的可行性较大。对于中东地区，阿联酋、以色列和沙特阿拉伯具备建立国内碳市场的客观条件，其中沙特阿拉伯具有较强的建立碳市场的意愿，所以沙特阿拉伯近期建立碳市场的可行性较大。对于非洲地区，卢旺达、摩洛哥、肯尼亚和突尼斯具有较强的建立碳市场的客观条件和主观意愿，故而这四个国家近期建立碳市场的可行性较大。

利用中国-全球能源模型 C-GEM 分析可知，以碳价反映各国边际减排成本，在实现 NDC 减排承诺目标时，各国的碳减排成本不同，通过区域碳市场链接有助于降低全球总体减排成本，但对各国 GDP、居民福利、产业发展产生非对称影响。其中，涵盖中国、韩国、俄罗斯、东南亚地区及南非等 5 个主要“一带一路”国家及地区的区域碳市场对中国的福利提升和 GDP 提升较小，因为这个区域碳市场的均衡碳价与中国独立的碳市场碳价接近，中国虽然是碳配额进口国，但是配额交易量较小；该区域碳市场的主要收益者为俄罗斯、东南亚地区及韩国。当欧盟、美国加入“一带一路”区域碳市场，中国将转变为碳配额出口国，且福利水平和 GDP 皆有较大的提升，同时该碳市场将有助于俄罗斯、东南亚地区的福利和 GDP 的进一步提升，同时促进欧盟和美国的经济发展，使得减排发生在效益最佳的国家和地区。因而，在建立“一带一路”碳市场链接时，建议邀请欧盟、美国等发达国家也共同参与，这样有助于降低区域减排成本，促进各国经济发展和福利提升。

由于各国碳减排成本不同，建立碳市场链接有利于在更大范围内降低“一带一路”国家整体减排成本；但应意识到与碳减排成本相当的国家建立碳链接或者是建



立均衡碳价与中国独立碳市场碳价相近的多国碳市场链接，将不利于中国优化减排成本。因此在链接设计中，应找准国际碳市场的合作对象，明确定位，以保证各国可以通过参与“一带一路”碳市场链接获益。

综上所述，本研究提出如下政策建议：

（一）中国的绿色低碳转型亟需加快全国统一的碳市场建设进程。国家主席习近平提出：应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。国务院副总理韩正强调，要深入贯彻习近平生态文明思想，围绕落实我国新的二氧化碳达峰目标与碳中和愿景，加快推进全国碳市场建设，积极参与全球气候治理。

（二）“一带一路”国家应与中国携手走低碳发展道路，率先在电力部门建立碳市场。目前中国以发电行业为突破口，率先启动全国碳排放交易体系，培养市场主体，完善市场监管，逐步扩大市场覆盖范围；且韩国、泰国、印度尼西亚、欧盟和美国等国也在电力部门优先开展碳排放交易。因此，建议帮助有志于建立碳市场的国家优先在电力部门开展碳市场试点，尤其是有中国控股电厂的“一带一路”地区，体现“一带一路”的“绿色”底色。

（三）中国应对“一带一路”地区煤电项目谨慎投资并加强环境管理。引导企业提升环保技术及排放标准，主动对标更严格的国际排放标准，防范生态环境风险。同时，构建共建国家法律法规及标准基础数据库，推动建立决策支持和政府服务体系。创新机制，推动中国海外已建煤电项目参与中国碳市场。发挥“一带一路”绿色发展国际联盟等多边合作平台作用，依托中国电力企业联合会、全球能源互联网发展合作组织等国内外专业机构，发挥联盟合作伙伴在电力发展和环保领域的优势资源和行业影响力，在“一带一路”煤电项目解决方案等方面发挥积极作用。

（四）设立碳市场基金支持“一带一路”国家建立碳市场。通过碳市场基金，培训并指导有志建立碳市场的“一带一路”国家，帮助其建立国内碳市场总体设计与管理机制，最终促使之加入“一带一路”国际碳市场。考虑到俄罗斯，东南亚地区的马来西亚、泰国、印度尼西亚、越南，中东地区的阿联酋、以色列和沙特阿拉伯，非洲地区的卢旺达、摩洛哥、肯尼亚和突尼斯具有较成熟的建立碳市场的



条件，碳市场基金设立后可优先支持以上各国开展建立碳交易市场的试点工作，并逐步推进至其他国家。

（五）深入推动“一带一路”国家关于碳交易市场的广度合作交流，加快应对气候变化与碳市场相关学科专业的建设和人才培养。通过举行“一带一路”碳市场研讨会，邀请来自“一带一路”国家政府代表、学术领域代表、企业代表参加，就建立国内国际碳市场的必要性、可行性及挑战进行探讨，增进各国对碳定价机制的理解。制定较为系统的培训计划，建立完善的人才储备体系，为各国的碳交易市场提供源源不断的优秀人才；同时帮助技术薄弱的国家及地区加快相关学科专业的建设和人才培养。

（六）在中国全国碳市场运行相对成熟后，逐步探索不同类型的“一带一路”碳市场链接方式和合作方式。在“一带一路”碳市场链接设计中，可优先建立中国、韩国、欧盟、美国碳市场双向链接；在未来其他国家国家碳市场成熟后逐渐加入其中。



## 参考文献

- [1] Laurance, F.W. China's Global Infrastructure Initiative Could Bring Environmental Catastrophe. Nexus News. Available online: <https://nexusmedianews.com/chinas-global-infrastructure-initiative-could-be-an-environmental-catastrophe-25a40e2d1000> (accessed on 2 July 2018). 2018.
- [2] Du, J., Zhang, Y.. Does one Belt one road initiative promote Chinese overseas direct investment? *China Econ. Rev* 2018: 47, 189e205.
- [3] Han, L., Han, B., Shi, X., Su, B., Lv, X., Lei, X.. Energy efficiency convergence across countries in the context of China's Belt and Road initiative. *Appl. Energy* 2018: 213, 112e122.
- [4] 张耀军. 共建绿色“一带一路”: 中国的理念与实践. 光明网. [http://www.gmw.cn/xueshu/2019-10/12/content\\_33227626.htm](http://www.gmw.cn/xueshu/2019-10/12/content_33227626.htm)
- [5] Rauf, A., Liu, X. X., Amin, W., Ozturk, I., Rehman, O. U., & Sarwar, S. Energy and Ecological Sustainability: Challenges and Panoramas in Belt and Road Initiative Countries. *Sustainability*, 2018: 10(8).
- [6] Chen, Z. L., Wang, W. J., Li, F., & Zhao, W. G.. Congestion assessment for the Belt and Road countries considering carbon emission reduction. *Journal of Cleaner Production*, 2020: 242.
- [7] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for policymakers, in *Climate Change 2013: the Physical Science Basis*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- [8] IEA (International Energy Agency). *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2019 Highlights*. IEA, Paris, 2019.
- [9] 何建坤. 中国应对全球气候变化的战略思考. *科学与社会*, 2013, 3(2): 46-57.
- [10] 何建坤. 《巴黎协定》新机制及其影响. *世界环境*, 2016(1): 16-18.
- [11] 巢清尘, 张永香, 高翔, 等. 巴黎协定——全球气候治理的新起点. *气候变化研究进展*, 2016, 12(1): 61-67.
- [12] 杜祥琬. 2°C升温上限: 气候治理迈出历史性步伐. *环境保护*, 2015(24).





- [13]UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). Paris Agreement - Status of Ratification [EB/OL]. [2020-03-16].  
<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>.
- [14]United States Climate Alliance. States united for climate action [EB/OL]. [2018-06-20]. <https://www.usclimatealliance.org>.
- [15]UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). The Paris Agreement [EB/OL]. [2017-05-05].  
<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.
- [16]WB (World Bank). Carbon Pricing Dashboard [EB/OL]. [2020-03-16].  
[https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data).
- [17]段茂盛, 庞韬. 碳排放权交易体系的基本要素. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(3): 110-117.
- [18]ICAP (International Carbon Action Partnership). 什么是碳排放权交易? [EB/OL]. [2018-01-02].  
[https://icapcarbonaction.com/zh/?option=com\\_attach&task=download&id=380](https://icapcarbonaction.com/zh/?option=com_attach&task=download&id=380).
- [19]Coase R H. The Problem of Social Cost. The Journal of Law and Economics, 1960, 3(4): 1-44.
- [20]ICAP (International Carbon Action Partnership). 碳排放交易实践手册 [EB/OL]. [2018-01-02].  
[https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_attach&task=download&id=409](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=409).
- [21]中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要. 2006.
- [22]国家发展和改革委员会. 强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献. 2015.
- [23]中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要. 2011.
- [24]中央政府门户网站. 中美气候变化联合声明[EB/OL]. 2014 [2020-08-28].  
[http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/13/content\\_2777663.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/13/content_2777663.htm)
- [25]中央政府门户网站. 中美元首气候变化联合声明[EB/OL]. 2015 [2020-08-28].  
[http://www.gov.cn/xinwen/2015-09/26/content\\_2939222.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2015-09/26/content_2939222.htm)



- [26]发改委气候司. 国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知 [EB/OL]. 2010 [2017-09-09].  
[http://www.gov.cn/zwggk/2010-08/10/content\\_1675733.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2010-08/10/content_1675733.htm).
- [27]国务院. 国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定 [EB/OL]. 2010 [2017-09-09]. [http://www.gov.cn/zwggk/2010-10/18/content\\_1724848.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2010-10/18/content_1724848.htm).
- [28]新华社. 国民经济与社会发展第十二五个五年规划纲要 [EB/OL]. 2011-03-16 [2017-09-09]. [http://www.gov.cn/2011lh/content\\_1825838.htm](http://www.gov.cn/2011lh/content_1825838.htm).
- [29]国务院. “十二五”节能减排综合性工作方案的通知 [EB/OL]. 2011-09-07 [2017-09-09]. [http://www.gov.cn/zwggk/2011-09/07/content\\_1941731.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2011-09/07/content_1941731.htm).
- [30]发改委气候司. 关于开展碳排放权交易试点工作的通知 [EB/OL]. 2011 [2017-09-09].  
[http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201201/t20120113\\_456506.html](http://www.ndrc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201201/t20120113_456506.html).
- [31]国务院. 中国应对气候变化的政策与行动(2011) [EB/OL]. 2011 [2017-09-09].  
[http://www.gov.cn/jrzg/2011-11/22/content\\_2000047.htm](http://www.gov.cn/jrzg/2011-11/22/content_2000047.htm).
- [32]国务院. “十二五”控制温室气体排放工作方案 [EB/OL]. 2011 [2017-09-09].  
[http://www.gov.cn/zwggk/2012-01/13/content\\_2043645.htm](http://www.gov.cn/zwggk/2012-01/13/content_2043645.htm).
- [33]发改委. 温室气体自愿减排交易管理暂行办法 [EB/OL]. 2012 [2017-09-09].  
[http://qhs.ndrc.gov.cn/zcfg/201206/t20120621\\_487133.html](http://qhs.ndrc.gov.cn/zcfg/201206/t20120621_487133.html).
- [34]上海市人民政府. 上海市碳排放管理试行办法 [EB/OL]. 2013 [2017-09-09].  
<http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw2319/nw2407/nw31294/u26aw37414.html>.
- [35]广东省人民政府. 广东省碳排放管理试行办法 [EB/OL]. 2014 [2017-09-09].  
[http://zwggk.gd.gov.cn/006939748/201401/t20140117\\_462131.html](http://zwggk.gd.gov.cn/006939748/201401/t20140117_462131.html).
- [36]深圳市人民政府. 深圳市碳排放权交易管理暂行办法 [EB/OL]. 2014 [2017-09-09]. <http://www.cerx.cn/jystongzhi/446.htm>.
- [37]重庆市人民政府. 重庆市碳排放权交易管理暂行办法 [EB/OL]. 2014 [2017-09-09]. <http://www.cqjnw.org/article.php?id=8318>.
- [38]湖北省人民政府. 湖北省碳排放权管理和交易暂行办法 [EB/OL]. 2014 [2017-09-09]. <http://www.tanpaifang.com/zhengcefagui/2014/042431447.html>.



- [39]北京市人民政府. 北京市碳排放权交易管理办法(试行) [EB/OL]. 2014 [2017-09-09].  
<http://www.bjsets.com.cn/article/zcfg/201407/20140700000255.shtml>.
- [40]发改委. 碳排放权交易管理暂行办法 [EB/OL]. 2014 [2017-09-09].  
[http://qhs.ndrc.gov.cn/zcfg/201412/t20141212\\_652007.html](http://qhs.ndrc.gov.cn/zcfg/201412/t20141212_652007.html).
- [41]发改委. 关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知 [EB/OL]. 2016 [2017-09-09]. [http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201601/t20160122\\_772150.html](http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201601/t20160122_772150.html).
- [42]国家发展和改革委员会. 全国碳排放权交易市场建设方案（发电行业） [EB/OL]. [2017-12-20].  
[http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201712/t20171220\\_871134.html](http://www.ndrc.gov.cn/gzdt/201712/t20171220_871134.html).
- [43]ICAP (International Carbon Action Partnership). Emissions Trading Worldwide: Status Report 2018. Berlin: ICAP. 2018.
- [44]EU (European Union). 欧盟排放交易体系 (EU ETS) [EB/OL]. [2017-05-06].  
[https://ec.europa.eu/clima/policies/ets\\_zh](https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_zh).
- [45]RGGI. Market Monitor Report for Auction 39 [EB/OL]. [2018-05-04].  
<https://www.rggi.org/auctions/market-monitor-reports>.
- [46]万方. 欧盟碳排放权交易体系研究[博士学位论文]. 吉林大学, 2015.
- [47]宁金彪, 钟青. 中国碳市场报告(2014). 社会科学文献出版社, 2014.
- [48]ICAP (International Carbon Action Partnership). On the Way to a Global Carbon Market: Linking Emissions Trading Systems [EB/OL]. 2016-05 [2017-05-05].  
[https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_attach&task=download&id=388](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=388).
- [49]WB (World Bank). State and Trends of Carbon Pricing 2016. 2016.
- [50]中华人民共和国商务部. 俄罗斯 GDP 近五年首次出现下降[EB/OL]. [2020-03-16].  
<http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyjl/k/201412/20141200854096.shtml>
- [51]蓝建学.“一带一路”倡议的基本原则、内容及其对中印关系的影响.中国国际问题研究院 [EB/OL]. [2020-03-16].  
[http://www.ciis.org.cn/2019-10/31/content\\_40942711.html](http://www.ciis.org.cn/2019-10/31/content_40942711.html)



- [52] 中华人民共和国国务院. 《2015 年政府工作报告》 [EB/OL]. [2020-03-16].  
[http://english.gov.cn/archive/publications/2015/03/05/content\\_281475066179954.html](http://english.gov.cn/archive/publications/2015/03/05/content_281475066179954.html)
- [53] WB (World Bank). Carbon Pricing Dashboard [EB/OL]. [2020-05-20].  
[https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data).
- [54] WB (World Bank). State and Trends of Carbon Pricing 2019. 2019.
- [55] 张希良、周丽等. 全国碳排放交易体系实务手册. 清华大学能源环境经济研究所. 2019.
- [56] The FASTER principles for successful carbon pricing : an approach based on initial experience (English). Washington, D.C. : World Bank Group. [EB/OL]. 2015 [2020-08-28].  
<http://documents.worldbank.org/curated/en/901041467995665361/The-FASTER-principles-for-successful-carbon-pricing-an-approach-based-on-initial-experience>
- [57] Zawya. Saudi Arabia plans to launch carbon trading scheme [EB/OL]. 2019 [2020-08-28].  
[https://www.zawya.com/mena/en/markets/story/Saudi\\_Arabia\\_plans\\_to\\_launch\\_carbon\\_trading\\_scheme-TR20191030nL8N27F5SAX1/](https://www.zawya.com/mena/en/markets/story/Saudi_Arabia_plans_to_launch_carbon_trading_scheme-TR20191030nL8N27F5SAX1/)
- [58] Carbon Pulse. Saudi Arabia plans domestic carbon trading system –minister [EB/OL]. 2019 [2020-08-28]. <https://carbon-pulse.com/85450/>
- [59] 国务院. 国务院关于印发“十三五”控制温室气体排放工作方案的通知 [EB/OL]. 2016 [2020-08-28].  
[http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/04/content\\_5128619.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/04/content_5128619.htm)
- [60] 人民网. 俄罗斯拟建国内碳交易市场[EB/OL]. 2014 [2020-08-28].  
<http://env.people.com.cn/n/2014/0317/c1010-24653062.html>
- [61] CDP. CDP China Report 2019[EB/OL]. 2020 [2020-08-28].  
<https://www.cdp.net/en/reports/archive>
- [62] Qi T, Winchester N, Zhang D, et al. The China-in-Global Energy Model. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, 2014.
- [63] Armington P S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. IMF Staff Papers, 1969, 16: 159–176.
- [64] Rosenthal E R. GAMS - a User's Guide Washington, DC, USA: GAMS Development Corporation, 2012.



- [65] Mathiesen L. Computation of Economic Equilibria by a Sequence of Linear Complementarity Problems. *Mathematical Programming Study*, 1985, 23 (OCT): 144-162.
- [66] Rutherford T F. Extension of GAMS for Complementarity Problems Arising in Applied Economic Analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1995, 19 (8): 1299-1324.
- [67] Rutherford T F. *Constant Elasticity of Substitution Functions: Some Hints and Useful Formulae* Boulder Colorado, 1995.
- [68] Rutherford T F. Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a Gams Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax. *Computational Economics*, 1999, 14 (1-2): 1-46.
- [69] Alexeeva V, Anger N. The globalization of the carbon market: Welfare and competitiveness effects of linking emissions trading schemes. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2016, 21(6): 905-930.
- [70] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects: The 2019 Revision*, 2019.
- [71] World Bank. *Global Economic Prospects. The 2019 Revision*, January 2019.
- [72] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, *Global Economic Outlook by United Nations*, June 2019.
- [73] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Economic Outlook No 106*, November 2019.
- [74] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *Economic Outlook No 103 - Long-Term Baseline Projections*, July 2018.
- [75] International Monetary Fund (IMF). *World Economic Outlook (WEO)*, April 2020. [EB/OL]. [2020-05-20].  
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2020/01/weodata/groups.htm>
- [76] European Commission. *Annual Macro-Economic Database*, Nov 2019. [EB/OL]. [2020-05-20].  
<https://cn.knoema.com/ECAMECODB2019NOV/annual-macro-economic-database-nov-2019>