

# 绿色发展背景下中国碳生产率的 时空演变和系统优化研究

LÜSE FAZHAN BEIJING XIA ZHONGGUO TANSHENGCHANLÜ DE  
SHIKONG YANBIAN HE XITONG YOUHUA YANJIU

张成 史丹 王群伟 著



人 民 出 版 社

# 绿色发展背景下中国碳生产率的 时空演变和系统优化研究

张成 史丹 王群伟 著

 人 民 出 版 社

责任编辑:孟令堃

策划编辑:王艾鑫

装帧设计:朱晓东

### 图书在版编目(CIP)数据

绿色发展背景下中国碳生产率的时空演变和系统优化研究/张成, 史丹,王群伟 著.—北京:人民出版社,2019.3

ISBN 978-7-01-019806-4

I.①绿… II.①张… ②史… ③王… III.①绿色经济-低碳经济-经济发展-研究-中国 IV.①F124.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 217555 号

### 绿色发展背景下中国碳生产率的时空演变和系统优化研究

LÜSE FAZHAN BEIJING XIA ZHONGGUO TANSHENGCHANLÜ DE  
SHIKONG YANBIAN HE XITONG YOUHUA YANJIU

张成 史丹 王群伟 著

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店经销

2019 年 3 月第 1 版 2019 年 3 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:14.5

字数:208 千字

ISBN 978-7-01-019806-4 定价:45.00 元

邮购地址:100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话:(010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印刷质量问题,我社负责调换。

服务电话:(010)65250042

本书由国家社科基金项目“中国碳生产率的估算、预测及任务分解研究”的最终成果(项目批准号:12CJY008;鉴定等级获评“优秀”),以及国家自然科学基金(批准号:71841015、71703065)、教育部人文社会科学研究青年基金项目(批准号:17YJC790195)的阶段性成果构成。此外,本书还受到江苏现代服务业协同创新中心的资助。

# 序

工业化进程中的中国经历了40年的快速发展，也显露出愈来愈尖锐的具有压缩型、复合型、结构型特征的生态环境问题。特别是地区和行业不平衡、不协调的现实使得缓解环境和气候问题更为艰巨与迫切。

面临“黑色困惑”的中国下一步如何走？出路在哪里？“既要绿水青山，也要金山银山”是中国的追求。“两山论”落到实处就要求刻不容缓地转变发展方式，调整产业结构，以能源革命为基础，实现绿色发展，取得经济与环境的双赢。

绿色发展以一种新的经济增长方式重塑经济，实现高质量、高效益的发展。它限制的是粗放、奢华式发展，限制的是不合理需求。走绿色发展之路，既是为了应对气候变化，更是为了国家和人类的可持续发展。“十三五”是推进绿色发展的关键期，须把握时机抓紧做好几方面大事：

一是改革观念，转变发展方式。在科学发展观和生态文明理念的指导下，使经济在环境容量下发展，扭转粗放比拼GDP的冲动，使经济回归至客观的“潜在增长率”。二是调整、优化产业结构。传统产业需要升级，要去除由房地产拉动的高耗能产业引致的后遗症，同时要大力发展创新驱动的新兴产业（包括智能制造产业、环保产业、可再生资源循环利用产业等）和新型服务业。三是推进能源革命。能源生产革命就是要告别黑色、高碳，转向绿色、低碳；能源消费革命就是要告别粗放、低效，转向节约、高效。要通过供需双侧的努力创建一个高效、洁净、低碳、安全的新型能源体系。四是新型城镇化将低碳作为考核指标。遵循“环境优先”原

则；推动农村能源形态的进步；设计和推进分布式低碳能源网络的发展；促使城乡固废资源化利用产业的发展。五是构建全国性碳交易市场。在前期碳交易试点的基础上，尽快形成全国统一的碳交易体系。

本书在正视中国经济发展和环境问题现状的基础上，基于绿色发展这一演变方向，着重研究了碳生产率的相关问题。碳生产率实际上是碳强度的倒数，在目前能源结构的现实情况下，研究这一概念及其数量的变化是有意义的，它可以将上述绿色发展的五件大事均内化于心、外化于文。特别是面向正在构建之中的全国性碳交易市场，本书对省际碳生产率的提升路径给出了清晰定位，并结合哥本哈根会议承诺和国民经济规划目标展开了深入探讨；基于“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，本书围绕最大化提升碳生产率这一绿色发展诉求，提出了行业产出结构的优化方向与调整程度，精准定位了补短板领域和去产能行业。这些研究发现能够在理论上推进能源环境经济与管理方向的相关研究工作，同时在实践中为政府优化产业政策、助推绿色发展进程提供有价值的参考。

在新发展理念的引领下，中国经济将加速向绿色低碳的经济模式转型升级，绿色、低碳、高效也将成为中国经济发展的必然选择。需要清醒认识到，绿色发展的转型具有长期性、复杂性和艰巨性，但方向和路径是清晰的，我们需要以战略眼光和国际视野，全国上下付出坚持不懈的努力。本书三位作者为提升我国碳生产率水平、破解绿色发展的不平衡问题做出了有益的尝试。感谢他们有意义的研究工作。

杜祥琬

# 前 言

改革开放以来，我国经济快速发展，用40年的时间完成了工业发达国家近百年才完成的工业化进程。但是，资源短缺、环境污染、生态恶化等问题越发严峻。解决资源环境问题已成为关系到人民福祉和中华民族可持续发展的战略问题。早在2005年，时任浙江省委书记的习近平同志在浙江湖州安吉考察时，首次提出了“绿水青山就是金山银山”的科学论断，后来，他又进一步阐述了绿水青山与金山银山之间三个发展阶段的问题。习近平同志的“两山论”重要思想，充分体现了马克思主义的辩证观点，系统剖析了经济与生态在演进过程中的相互关系，深刻揭示了经济社会发展的基本规律。只有理论上正确才能有正确的发展路线和方针。党的十八大以来，党中央、国务院高度重视生态环境问题，采取了一些措施，生态环境恶化趋势得到明显的遏止。2015年，针对中国经济新常态，从破解发展难题、厚植发展优势出发，党中央明确提出了“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念和“四个全面”生态文明建设的总体方案，形成了比较系统的绿色发展的顶层设计。在党的十九大报告中，习近平总书记再次强调了坚持人与自然和谐共生的理念。近年来中国经济出现明显的质量改善、结构优化、环境友好的发展趋势，但离国际先进水平还有差距。中国经济要想实现绿色发展，核心就是要实现“二氧化碳减排和经济增长”共赢，而“碳生产率”指标则成为连接经济增长和环境保护的重要桥梁。

回顾过去几年，中国碳生产率推进效果虽然能够徘徊于哥本哈根会议

承诺和国民经济规划的阶段性目标左右，但有两个事实不容忽视：一是碳生产率成绩背后的艰辛不言而喻，且在一定程度上“受惠”于GDP增速的持续放缓和“拉闸限电”突击式措施：一方面，由于GDP二氧化碳弹性小于1，GDP增速放缓无形中有利于碳生产率提升；另一方面，中国大多数省份在“十二五”期间表示告别了“十一五”期间的“拉闸限电”突击式节能减排措施，其实背后依然准备了限电预案，因GDP增速放缓释放了能源压力，而未需施行。随着中国未来经济的逐步复苏和节能减排措施的日趋正规，势必会对哥本哈根会议承诺和“十三五”国民经济规划目标的完成带来更大的挑战，严峻的现实促使中国需要尽快完善相应的减排措施，促使碳生产率进一步提升。二是虽然全国的碳生产率水平趋于降低，但在地区和行业层面呈现了显著的不平衡现象，且不平衡现象有日益加剧的趋势。碳生产率的不平衡，或者说绿色发展的不平衡，已经成为制约中国经济健康发展、不利于现代化经济体系建设的关键影响因素之一。

鉴于碳生产率的重要地位，学术界开始越发重视围绕“碳生产率”指标展开相关研究，但研究总量仍然相对较少，针对碳生产率的地区和行业不平衡现象，未能充分剖析碳生产率的演变特征、内在机制，进而形成完整的逻辑体系，并充分挖掘其潜在运用价值。

本书基于绿色发展这一背景，主要研究了以下三类问题：①使用随机前沿生产函数模型、多种收敛模型、改进后的Tapio脱钩指数模型和追赶脱钩指数模型，系统评估了中国各省份碳生产率的时空演变规律及其内在动力源泉；②使用差分自回归移动平均模型、向量自回归模型、超效率SBM模型、曼奎斯特指数、随机前沿成本函数模型，既对中国碳生产率的发展轨迹进行了预测，也对碳生产率的潜在改进空间进行了评估，并分析了究竟是什么因素导致了潜在改进空间的存在；③使用随机前沿生产函数模型、双重差分方法和非线性规划技术，从区域和行业的双重维度勾勒出了碳生产率的优化路径。在区域层面上，基于全国性碳交易市场的构建，对省际碳生产率的提升路径做了清晰定位，并结合哥本哈根会议承诺和国民经济规划目标展开了深入探讨。在行业层面上，基于五大发展理念

构建出了产业结构的系统性优化模型，围绕最大化提升碳生产率这一绿色发展诉求，提出制造业各行业产出结构的优化方向与调整程度，精准定位补短板领域、清晰梳理去产能行业，并为优化调整后的产出规模配套适宜的投入要素。

本书的创新和特色之处主要在于以下五个方面：

(1) 从区域竞争效应和模仿效应的视角，构建了碳生产率的追赶脱钩指数模型。考虑到中国省际的竞争效应和模仿效应，本书构建了追赶脱钩指数模型，提取了上海、北京、广东、江苏和浙江5个省（市）在碳生产率和经济增长方面的信息，将其构建成“经济水平和增长模式”双优的模范省，重点研究其他追赶省在力图缩小与模范省在经济增长上的差距时，遵循了怎样的碳生产率发展路径。

(2) 从全要素生产率信息和要素替代的视角，构建了碳生产率动力源泉的分解方法。为了更科学地对碳生产率的增长率进行因素分解，本书构建了改进的随机前沿模型，将中国各省份基于单要素的碳生产率波动分解成技术进步变化率、技术效率变化率、随机偏差变化率、规模效率变化率、资本能源替代效应变化率、劳动能源替代效应变化率和能源结构效应变化率七种效应，分解时不仅考虑了能源结构变动的影响，还充分利用了全要素框架下的生产率信息，重点探讨资本、劳动和能源三要素之间的替代效应对碳生产率波动的影响。

(3) 从二氧化碳减排和GDP提升的双重视角，探索了碳生产率潜在改进空间的分解方法。鲜见有文献从二氧化碳减排和GDP提升的双重角度深入探讨过碳生产率的改进空间问题，而且现有文献也并未明确地回答到底是什么因素导致了潜在改进空间的存在。本书在从二氧化碳减排和GDP提升的双重角度估算出碳生产率潜在改进空间的基础上，将碳生产率潜在改进空间分解成CO<sub>2</sub>外部环境改进率、CO<sub>2</sub>内部管理改进率和CO<sub>2</sub>随机偏差改进率、GDP外部环境改进率、GDP内部管理改进率和GDP随机偏差改进率六个分解变量。其中，外部环境效应考察的是各省份在经济环境、政治环境、技术环境、国际环境和要素环境上的先天应有

状态，内部管理效应考察的则是各省份运用先天外部环境的能力。

(4) 从能源动力同质性和能源排放异质性的角度，定位了省际碳生产率的提升路径。在区域层面上，基于全国性碳交易市场的构建，对省际碳生产率的提升路径做了清晰定位。在具体分析时，与现有文献采取的减排成本函数思路不同，本书注重遵循能源的二重性特征（动力同质性、排放异质性），从生产函数角度进行研究；在情景分析中，本书不仅分国情无约束和国情有约束情景模拟分析了碳交易背景下的碳生产率潜在直接优化目标，而且在充分利用国际碳交易市场信息的基础上识别出碳交易的“波特假说”间接成效，进而模拟分析了碳交易背景下的碳生产率潜在综合优化目标。

(5) 从产出结构优化和要素结构配套的视角，研究了五大发展理念下产业结构的系统性优化问题。在行业层面上，基于五大发展理念构建出了产业结构的系统性优化模型，围绕最大化提升碳生产率这一绿色发展诉求，提出制造业各行业产出结构的优化方向与调整程度，并为优化调整后的产出规模配套适宜的投入要素。在构建产业结构的系统性优化模型时，考虑的因素更为全面、科学，兼顾了需求和供给的相关信息，特别是对“供给侧”中技术水平贡献度指标和“需求侧”中进出口潜力指标的考虑是现有文献鲜有涉及的；克服了现有文献分析产出结构优化和要素结构优化上的“两张皮”现象，将产出结构优化分析和要素投入联动配套进行了有机结合；在研究要素结构的联动配套时，本书遵循继承与批判的思路，不仅依靠提取历史信息对要素结构进行了初步配套，而且针对潜在的资本产能过剩问题，对资本要素的配置进行了更为深入的分析。

本书的部分研究内容已经在国内外期刊上陆续发表，并被多次转载和大量引用以及获得多项学术奖励。比如，本书的第三章是根据发表在 *Energy Policy* 和《中国人口·资源与环境》的文章改编而成；第四章改编自发表在《中国工业经济》上的文章，且该文被人大复印资料《区域与城市经济》全文转载，并获江苏省哲学社会科学界第六届学术大会优秀论文一等奖、江苏省第十四届哲学社会科学优秀成果三等奖；第六章改编自发表

在《资源科学》上的文章，且该文被人大复印资料《生态环境与保护》全文转载；第七章是根据发表在 *Applied Energy* 和《财贸经济》上的文章改编而成，并获江苏省哲学社会科学界第十届学术大会优秀论文一等奖；第八章改编自发表在《经济研究》上的文章，且该文被人大复印资料《产业经济》全文转载，并获中国首届产业经济博士后论坛优秀成果奖。

本书能够出版，离不开课题组成员的辛勤付出。本书的具体分工：第一章由史丹和张成撰写，第二章由张成和周波撰写，第三章由张成、王群伟和王建科撰写，第四章由张成、蔡万焕和于同申撰写，第五章由张成和周波撰写，第六章由张成、史丹和王俊杰撰写，第七章由张成、王群伟、史丹、李鹏飞、杨璐撰写，第八章由史丹和张成撰写。

此外，对本书中参考和引用的文献资料，作者都做了标注，但若有遗漏，在此表示歉意。同时，由于时间和水平有限，诚恳希望读者给予批评指正，以利于我们不断完善和进步。

本书作者

2018年2月28日

# 目 录

前 言 .....	1
第一章 中国经济绿色发展的理论与实践 .....	1
第一节 中国经济发展面临着环境约束 .....	1
第二节 绿色发展理论指导下的相关政策体系 .....	6
第三节 绿色发展的理论起源与演进 .....	9
第四节 中国经济绿色发展的关键路径:能源转型与碳排放权交易 .....	13
第五节 衡量经济绿色发展程度的指标:碳生产率 .....	17
第二章 中国碳生产率水平的估算 .....	20
第一节 碳生产率的传统估算可以改进 .....	20
第二节 估算方法与数据说明 .....	21
第三节 中国碳生产率水平的估算结果及其分析 .....	22
第四节 主要结论 .....	29
第三章 中国碳生产率波动的因素分解 .....	35
第一节 碳生产率波动的动力源泉:全要素生产率和要素替代 .....	35
第二节 分解方法与数据说明 .....	41
第三节 中国碳生产率波动的分解结果及其分析 .....	44
第四节 主要结论与政策含义 .....	55
第四章 中国碳生产率与经济增长的动态关系:基于收敛及脱钩指数的 分析 .....	57
第一节 从经济趋同到碳生产率趋同 .....	57

第二节	验证方法与数据说明	60
第三节	中国碳生产率与经济增长的动态关系刻画及其分析	65
第四节	主要结论与政策含义	79
第五章	中国碳生产率的发展轨迹预测	84
第一节	碳生产率的演变趋势与哥本哈根会议承诺	84
第二节	预测方法与数据说明	85
第三节	中国碳生产率发展轨迹的预测结果及其分析	88
第四节	主要结论与政策含义	89
第六章	中国碳生产率的潜在水平评估:基于外部环境和内部管理的视角	91
第一节	碳生产率潜在水平评估的视角选择	91
第二节	评估方法与数据说明	94
第三节	中国碳生产率潜在水平的评估结果及其分解	100
第四节	主要结论与政策含义	112
第七章	用全国性碳交易市场的构建推进省际碳生产率的优化	116
第一节	全国性碳交易市场的中国实践	116
第二节	文献回顾	119
第三节	研究方法与数据说明	140
第四节	全国性碳交易市场的潜在成效及其分析	146
第五节	主要结论与政策含义	163
第八章	用产业结构的系统性优化推进行业碳生产率的优化	166
第一节	产业结构的系统性优化是建设现代化经济体系的重要路径	166
第二节	理论阐述:产业结构的系统性优化	168
第三节	分析方法与数据说明	171
第四节	产业结构的系统性优化结果及其分析	177
第五节	主要结论与政策含义	191
第九章	供给侧结构性改革是中国经济绿色发展的新动力	193
参考文献		197

# 第一章 中国经济绿色发展的理论与实践

## 第一节 中国经济发展面临着环境约束

改革开放以来，中国经济获得迅猛发展，年均 GDP 增长率接近 10%。中国的工业制成品以其强劲的价格竞争优势进入世界市场，用不到三十年的时间，生产规模超越了世界上所有国家，成为名副其实的世界工厂。中国工业创造了众多世界第一，带动中国经济长达二十多年的高速增长，极大地提高了中国的国力和民族自信。但是随着工业化进程的加深，中国工业发展面临着两大问题：一是要素供给的比较优势下降，主要表现为人口红利减少，资源消耗因环境与安全方面的需求受到抑制；二是产业质量提升较慢，产品附加值低，在国内外市场中竞争优势下降。具体表现为一般性工业产品生产过剩，高端产品供给不足。由原来的领跑行业变为落后于服务业，在产业结构中的占比也逐步下降。那么，是任其滑落下去，还是转型继续加快工业发展？这是一个重大决策问题。国际经验表明，制造业是经济发展的基石、技术创新的重要载体，一些拉美国家之所以没有跨越中等收入陷阱，其重要原因是工业尤其是制造业的发展缺乏后劲，逐步丧失竞争能力。服务业在产业结构占比上升是经济发展的一般规律，但并不意味着去工业化。工业发展速度减缓，并不表明工业不重要了，而是显示工业进入了转型升级、优势再造的发展阶段。一些发达国家在经过国际金融危机之后，再次认识到工业在防止经济空心化、泡沫化中起到的作用，开展推行“再工业化”。如果我国在国内产业结构调整期，以及美国等发达国家大力推进再工业化的国际环境下，不加快工业转型发展，就有可能

重蹈拉美国家的覆辙，落入“中等收入陷阱”。

然而，中国工业如何转型、实现稳速发展？学术界有很多讨论。有相当多的专家认为工业发展减缓的原因是进入工业化后期发展阶段而形成的结构性减速，持这种观点的学者，主要是借鉴传统工业化理论和工业化过程的经验数据，以人均 GDP、产业结构等指标判断工业化水平，认为中国工业减速具有必然性。这种分析方法和结论可能有助于分析国内需求结构的变化，但却忽视了追赶型工业化与先行工业化国家的历史条件的变化与区别。这种理论观点不能支持我国实现两个一百年的奋斗目标。发展中国家在经济上追赶发达国家本质上就是快速推进工业化<sup>①</sup>，因为制造业不同于其他产业部门，制造业是可贸易的，且劳动生产率无条件收敛，这些主要特征使得制造业成为发展中经济体实现追赶的完美扶梯，过早地去工业化就相当于移走这个扶梯<sup>②</sup>。发展中国家在人均收入水平较低的条件下面就出现了工业化速度减缓现象，这就不能用发达国家的发展过程来解释。以经济增长为核心的传统经济发展模式，以及支撑这种经济增长模式的产业结构及其演进方式，具有明显的生态缺陷性<sup>③</sup>。这种生态缺陷性主要表现为，传统产业演进理论基于西方传统经济学对社会经济系统及运行机制认识的基本原理和假设，始终把自然资源、生态环境排除在经济增长的内生要素之外，理论的先天不足导致实际问题的产生。

自 20 世纪 60 年代起，随着西方生态环境问题越来越严重并广泛影响到普遍民众的生产与生活，欧美发达国家民众自发地兴起声势浩大的绿色运动，要求政府严惩造污者，关闭污染企业。后来纷纷成立环保组织，其中绿色环保组织甚至提出了“环保至上”等口号。然而，西方发达国家在治理本国环境的同时，把一些污染企业转移到发展中国家，一些国外学者也认为，20 世纪 70 年代以来，资本的积累和资本主义经济的持续增长，“主要是通过总体上对南部国家和世界范围内的穷人欠下一笔生态债来

① 韩民青：《追赶路上的难题：工业化发展与工业化拐点——关于我国经济增长动力转换的思考》，《济南大学学报（社会科学版）》2016 年第 4 期。

② 王文、孙早：《产业结构转型升级意味着去工业化吗？》，《经济学家》2017 年第 3 期。

③ 鲁雁：《基于生态理论的产业集群演化及其生态特征》，《求索》2011 年第 2 期。

完成的”，生态学马克思主义代表人物戴维·佩珀则进一步指出，正如欧美发达国家建立在许多第三世界国家“不发达”的基础上一样，今天一些发达国家的生态同样建立在更多的发展中国家被污染的基础之上。因此，发展中国家在工业化进程中会较早地出现资源与环境问题，尤其是接受工业发达国家产业转移的国家，虽然传统意义上的工业化进程有所加快，但其解决资源与环境问题的能力没有同步增长，在工业化中后期就会出现更加严重的资源与环境约束，并且成为其推进工业化、追赶工业发达国家的重大障碍。

根据《2016 中国环境状况公报》，2016 年我国的环境质量虽然比上年有所改善，但问题依然严重。2016 年全国 338 个地级及以上城市中，84 个城市环境空气质量达标，占 24.9%，254 个城市环境空气质量超标，占 75.1%。其中，8 个城市的优良天数比例为 100%，169 个城市的优良天数比例在 80%~100%，137 个城市的优良天数比例在 50%~80%，24 个城市的优良天数比例低于 50%。338 个城市发生重度污染 2646 天次，严重污染 784 天次，以 PM2.5 为首要污染物的天次占重度及以上污染天数的 80.3%。浙江、上海、江西、福建的大部分地区和湖南中东部、广东中部、重庆南部、江苏南部和安徽南部少部地区是我国酸雨污染的主要地区，而这些地区也是我国工业比较发达的地区。同时，全国地表水污染问题也比较严重，2016 年，1940 个国考断面中，一类水只占 2.4%，二类水占 37.5%，三类水占 27.9%，四类水占 16.8%，五类水占 6.9%，劣六类水占 8.6%。地下水龙头 124 个监测点，水质优良级占 10.1%，良好级为 25.4%，较好级为 4.4%，较差级为 45.4%，极差级占 14.7%。主要污染物为金属和重金属污染。上海全域、江苏和浙江部分海域，海水为劣四类海水，全国近海海水质量只有少数海域是一类海水。2015 年全国 2591 个县域中，548 个生态环境质量为优，1057 个为良，702 个为一般，267 个为较差，17 个为差。

再比如，根据美国耶鲁大学和哥伦比亚大学共同发布的世界环境绩效指数（Environmental Performance Index, EPI）排名，可以看出，2008 年

我国的 EPI 得分为 65.1 分, 在 149 个国家和地区中位居第 105 位; 2010 年我国的 EPI 得分快速降低至 49.0 分, 在 163 个国家和地区中仅排第 121 名; 2016 年, 中国的 EPI 得分有所上升, 在 178 个国家和地区中排第 118 名。表 1-1 说明了 2016 年世界各国的环境绩效指数排名状况, 可以看出, 我国的 EPI 得分远远落后于欧洲各国, 而和中非、乌兹别克斯坦和印度尼西亚等国处于接近水平。

表 1-1 世界各国的环境绩效指数排名 (2016 年)<sup>①</sup>

排名	国家/地区	排名	国家/地区	排名	国家/地区	排名	国家/地区
1	瑞士	46	中国台湾	91	黎巴嫩	136	越南
2	卢森堡	47	汤加	92	阿尔及利亚	137	圭亚那
3	澳大利亚	48	亚美尼亚	93	阿根廷	138	斯威士兰
4	新加坡	49	立陶宛	94	津巴布韦	139	尼泊尔
5	捷克	50	埃及	95	乌克兰	140	肯尼亚
6	德国	51	马来西亚	96	安提瓜岛和巴布达	141	喀麦隆
7	西班牙	52	突尼斯	97	洪都拉斯	142	尼日尔
8	奥地利	53	厄瓜多尔	98	危地马拉	143	坦桑尼亚
9	瑞典	54	哥斯达黎加	99	阿曼	144	几内亚比绍
10	挪威	55	牙买加	100	博茨瓦纳	145	柬埔寨
11	荷兰	56	毛里求斯	101	乔治亚州	146	卢旺达
12	英国	57	委内瑞拉	102	多米尼加	147	格林纳达
13	丹麦	58	巴拿马	103	不丹	148	巴基斯坦
14	冰岛	59	基里巴斯	104	加蓬	149	伊拉克
15	斯洛文尼亚	60	约旦	105	巴哈马群岛	150	贝宁
16	新西兰	61	塞舌尔	106	瓦努阿图	151	加纳
17	葡萄牙	62	黑山共和国	107	波斯尼亚和黑塞哥维那	152	所罗门群岛
18	芬兰	63	阿塞拜疆	108	巴巴多斯	153	科摩罗
19	爱尔兰	64	古巴	109	土库曼斯坦	154	塔吉克斯坦

<sup>①</sup> 世界环境绩效指数 (2016 年), 见 <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/epi-environmental-performance-index-2016/data-download>。