

DOI: 10.5846/stxb201809152008

杨屹,樊明东.中国丝绸之路经济带沿线省份生态足迹时空差异及公平性分析.生态学报,2019,39(14): - .

Yang Y, Fan M D. Analysis of spatial and temporal differences and equity of ecological footprints of provinces along the Silk Road Economic Belt in China. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(14): - .

中国丝绸之路经济带沿线省份生态足迹时空差异及公平性分析

杨 屹*, 樊明东

西安理工大学经济与管理学院, 西安 710054

摘要:评价区域自然资源的公平分配程度是权衡社会经济系统与生态系统可持续发展之间关系的基础。在测算 2005—2016 年我国丝绸之路经济带沿线省份生态足迹的基础上,分析生态承载力、生态压力指数及足迹深度、足迹广度的时空差异特征,采用基尼系数、经济贡献系数与生态承载系数构建生态足迹的公平性评价模型。结果表明,沿线省份人均生态足迹增长趋势存在较大差异,新疆、宁夏、青海等省份增长较为显著,甘肃、陕西、广西、云南、重庆、四川等省份增长相对较小。结果显示,西北省份较西南省份生态足迹增长较快,但人均生态承载力未发生显著变化。沿线省份生态压力指数均呈缓慢上升的趋势,但差异性正逐步扩大。足迹深度呈缓慢增长的趋势,均大于 1,足迹广度变化平缓。经济贡献基尼系数和生态承载基尼系数分别置于[0.15, 0.23]和[0.23, 0.30]区间,均低于“0.4 的警戒线”。其中,陕西、四川和重庆属于“高经济贡献、低生态承载贡献”的省份,青海、云南和甘肃属于“低经济贡献、高生态承载贡献”的省份,新疆、广西和宁夏属于“低经济贡献、低生态承载贡献”的省份。为此,提出对不同经济贡献与生态承载贡献的省份制定适宜的生态建设与环境保护政策,加强空间管控能力,推动重点开发区的区域一体化和合作协同发展,促进省际间产业协作,利用双(多)边合作机制,提高区域自然资源的配置水平。

关键词:生态足迹;生态承载力;基尼系数;经济贡献系数;中国丝绸之路经济带

Analysis of spatial and temporal differences and equity of ecological footprints of provinces along the Silk Road Economic Belt in China

YANG Yi*, FAN Mingdong

School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China

Abstract: Evaluating the degree of equitable distribution of regional natural resources is the basis for balancing the relationship between socio-economic systems and the sustainable development of ecosystems. Based on the ecological footprint of the Provinces along the Silk Road Economic Belt in China from 2005 to 2016, the spatial and temporal differences in the ecological carrying capacity, the ecological footprint pressure index, and the ecological footprint depth and size were analyzed. The Gini coefficient, economic contribution coefficient, and the carrying capacity contribution coefficient were used to construct a fairness evaluation model for the ecological footprint. The results showed that the per capita ecological footprint growth trends of the provinces along the belt were quite different. The per capita ecological footprint of Xinjiang, Ningxia, and Qinghai provinces were significantly increased, while the increase seen for the Gansu, Shaanxi, Guangxi, Yunnan, Chongqing, and Sichuan provinces were not significant. Compared with the southwest provinces, the northwest provinces' ecological footprint increased faster, but the per capita ecological carrying capacity hardly changed. The ecological footprint pressure index of the provinces along the belt showed a slow rise, and the difference

基金项目:国家社会科学基金西部项目(15XJL009);西安市科技计划项目(2017109SF/RK003-(5))

收稿日期:2018-09-15; **网络出版日期:**2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yangyi_nwpu@163.com

in the ecological pressure showed a gradual expansion. The ecological footprint depth was greater than 1 with a slow growth trend, while the ecological footprint size had changed a little. The economic contribution Gini coefficient and the ecological carrying capacity Gini coefficient ranged from [0.15, 0.23] and [0.23, 0.30], respectively, which were both lower than the "0.4 warning line". Among the studied Provinces, Shaanxi, Sichuan, and Chongqing were identified as provinces with a "high economic contribution and low ecological support contribution". Qinghai, Yunnan, and Gansu were provinces with a "low economic contribution and high ecological support contribution". Xinjiang, Guangxi, and Ningxia were provinces with a "low economic contribution and low ecological support contribution". To achieve a balance between the socio-economic systems and the sustainable development of ecosystems, appropriate policies on ecological construction and environmental protection should be proposed for provinces with different economic contributions and ecological carrying capacities. Further, spatial management and control capabilities should be strengthened, regional integration and cooperative development of key developing district promoted, inter-provincial industrial collaboration advanced, bilateral or multilateral cooperation mechanisms used, and the allocation of regional natural resource should be improved.

Key Words: ecological footprint; ecological carrying capacity; Gini coefficient; economic contribution coefficient; Silk Road Economic Belt in China

随着经济增长与自然资源消耗的关系越来越紧密,社会经济发展带来的生态环境问题也越加凸显^[1]。保持生态与经济的相对协调关系对提升区域的可持续发展水平尤为重要^[2]。全球经济一体化与国际贸易合作不断升级加快,各个国家或地区对自然资源的需求持续增长,资源短缺愈加严重,对社会经济发展的制约也更加突出^[3]。在保证人类经济活动与行为对生态环境影响最小化的前提下,实现可持续发展已经成为社会各界的共识。生态足迹作为衡量区域可持续发展水平的重要方法^[4-5],通过将特定区域范围内消费的自然资源与产生的废弃物按照一定换算比例折算为可测量的生物生产性土地面积,用以评价人类活动对生态环境产生的压力^[6-7]。Chu 等研究结果显示,工业化发展与新型城镇化建设导致资源的过度使用,造成了区域生态压力逐年提高^[8]。Luo 等采用生态足迹方法测算了 2005—2014 年我国中西部地区生态压力差异性,认为农业发达的中部地区生态压力较大,西部虽然生态压力较小,但能源化工基地较多,生态压力不容忽视^[9]。Wang 等总结了我国 31 个省份生态足迹空间差异的分布特征,指出高生态足迹的省份分布在人口稠密的东部沿海地区,而低生态足迹的省份分布在地广人稀的西部地区^[10]。此外,从生态足迹账户构成来看,工业 CO₂ 排放量持续增长是导致生态足迹增加的直接原因^[11]。我国自然资源在时空分布上是不均衡的,不同的社会经济发展水平、技术水平也影响着自然资源消耗与生态环境的变化^[12-13]。由于生态环境容量约束下经济增长的不对称,因此,提出一种判断区域生态足迹与经济增长是否公平的方法成为迫切的工作^[14]。基尼系数能够用于评价区域资源配置及公平性^[15-16]。Druckman 等构建区域基尼系数以测度资源消费公平性,增强了对区域资源不均衡的理解^[17]。Shu 等从区域经济基础和生态承载力的差异入手,构建了反映时空差异的基尼系数^[18]。Galvin 等提出经济不平等会影响家庭资源消费的水平^[19]。Chen 等采用基尼系数分析了我国水资源使用的公平性问题^[20]。杨屹等采用生态资源基尼系数分析了关中平原城市群自然资本占用与经济增长之间的配置问题^[21]。钟晓青等从环境效益与经济增长的角度重新定义了资源环境基尼系数,认为广东省内“排污权”分配差异较大是导致不公平问题的主要原因^[22]。还有一些学者采用基尼系数探讨了不同区域的碳排放公平性问题^[23]。Liang 等采用基尼系数评价了区域间差异及不公平程度,探讨了集群效应和碳排放对区域经济发展的敏感性^[24]。Chen 等采用基尼系数探讨了 1997—2014 年中国能源消费产生的 CO₂ 排放空间不平等的问题^[25]。王少剑等采用基尼系数表达了 1992—2013 年我国城市碳排放差异的程度,指出区域人均碳排放不断增长,而差异性逐渐缩小^[26]。此外,基尼系数还被用来评价不同区域的生态足迹公平性问题。陈东景等采用基尼系数分析了 1996—2005 年全球 136 个国家的人均生态足迹不均等程度^[27],但并未从经济贡献和生态承载的差异视角展开公平性分析,而这一视角恰恰是评价区域自然资源的公平分配程度和配置格局的关键,其

不仅有助于拓宽生态经济学与生态管理学的学科视野,也有利于提出优化区域生态容量的对策与建议。

自然资源的配置与利用问题产生于资源的稀缺性,前者解决的是如何分配资源的问题,后者解决的是如何更好地利用资源的问题。自然资源配置的不公平会导致生态环境治理政策的失灵,加剧区域之间的环境污染转移问题,带来新型的“生态贫困”,不利于区域的可持续发展。丝绸之路经济带的构建对沿线省份社会经济发展与区域合作带来了重大机遇。沿线省份正处于高速发展和城市化进程的重要时期,经济结构的调整 and 产业结构的转型升级更加迫切。实现社会经济与生态环境系统和谐可持续发展,是关系到我国丝绸之路经济带发展的重大课题。沿线省份的生态环境保护合作正在不断受到国内外的关注,已经成为丝绸之路经济带建设与发展的重要议题之一。因此,围绕我国丝绸之路经济带沿线省份(以下简称为沿线省份)生态足迹时空差异与公平性评价两个主题,通过测算 2005—2016 年沿线省份的人均生态足迹、人均生态承载力、生态压力指数来评价区域生态足迹时空差异的动态变化,以足迹深度、足迹广度来评价沿线省份自然资本存量与流量的利用水平,并引入基尼系数,构建经济贡献系数和生态承载系数,评价生态足迹与生态承载力、经济增长之间的公平性,这不但能够加强对沿线省份空间管控需求的理解,而且对建立健全生态环境监测预警长效机制、开展区域生态治理也具有重要的现实意义。

1 数据来源及研究方法

1.1 样本区域

我国丝绸之路经济带沿线省份位于我国中西部地区(图 1),是连接欧亚经济圈的重要经济走廊,涵盖新疆、甘肃、青海、宁夏、陕西的西北 5 省(自治区)和广西、云南、重庆、四川的西南 4 省(直辖市、自治区)。沿线省份总面积约 $425.45 \times 10^4 \text{ km}^2$, 占我国国土的 44.32%。2016 年,沿线省份人口总数约 3.17×10^8 人, 占我国总人口数的 22.96%, GDP 为 125771.93×10^8 元, 占我国 GDP 的 16.91%。沿线省份地貌形态复杂,新疆、青海、甘肃、宁夏的土地类型以沙漠和戈壁滩为主,地表植被稀疏,水资源短缺,生态环境脆弱。如,新疆荒漠化土地面积占自治区国土面积的 64.31%,是我国分布最广、最大的荒漠化地区。甘肃荒漠化土地面积占全省国土面积的 45.8%,分布在中部、北部及黄河以东。沿线省份资源丰富,新疆的石油、天然气、煤炭等预测储量分别占全国的 30%、34%、40%,风能和太阳能发电装机容量位于全国首位。青海已发现油田 19 个,天然气储量占全国总量的 3.31%,太阳能占全国集中并网光伏电站的 30%。甘肃石油可采储量为 6×10^8 吨,天然气探明储量 $31.57 \times 10^4 \text{ m}^3$,煤炭预测储量为 1428×10^8 吨。陕西北部以黄土高原为主,生态环境较差,关中与陕南以平原及山脉为主,生态环境相对较好。重庆、四川、云南、广西等省份是长江中下游的天然生态屏障保护区,生态地位高,是生态平衡的关键点,森林面积覆盖率较高。四川省土地类型多样,以山地和高原为主,2016 年全省林地与草地面积占总面积的 69.2%,境内水资源丰富,总计 $3489.7 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2016 年云南省林地面积为 $2607.11 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占全省国土面积的 68%,建有 162 个自然保护区,植物种类丰富,素有“天然花园”之称,土壤资源也较为丰富,红壤面积占全省国土面积的 50%。云南省水资源丰富,82.5%的水能资源均源于金沙江、澜沧江和怒江三大水系。广西山地丘陵性盆地面积占全省国土面积的 69.7%,森林覆盖率 62.28%,建有 77 个自然保护区,总面积 $1.35 \times 10^4 \text{ km}^2$,人工林面积、植被生态质量和植被生态改善水平位居全国前列。整体上,沿线省份生态系统格局相对稳定,自然生态系统质量持续改善,生态保护和生态恢复成效明显。但随着经济与人口规模的扩大,受资源开发、工业建设和城镇用地扩张影响,使得生态空间被挤占等问题严重,产业发展的资源依赖性比较强,能源消耗呈现高耗能、高污染的特性,能耗基数过高问题依然突出。

1.2 数据来源

选取沿线 9 个省份为数据样本区域。生物资源、化石能源、污染排放等生态足迹账户的数据均来自沿线省份《统计年鉴(2006—2017)》。需要说明的是:

第一,生物资源账户包括农产品、林产品、草产品及水产品等子账户。沿线省份农业种植差异大,如,新疆苜蓿、甜菜为特色农产品,产量较高,而广西糖料为特色农产品。为增强沿线省份生态足迹的可比性,修正了

相关账户的科目。

第二,化石能源账户包括煤炭、石油、天然气及水电核能等子账户。从沿线省份《统计年鉴(2006—2017)》中获取的能源消费总量均以万吨标准煤为计量单位。计算过程中,使用以省份为单位的总能源消费量可避免一次能源与二次能源的重复计算。根据《中国能源统计年鉴》“各种能源折标准煤参考系数”可知,每百万焦耳的热量消耗 0.3412 kg 标准煤,换算出每吨标准煤产生 29.308 GJ 的热量,即,折算系数 k_i 为 29.308。

第三,由于沿线省份《统计年鉴(2006—2016)》《国土资源公报(2006—2016)》以及地方统计局、国土资源局的官方网站公布的相关土地类型数据的完备性和连续性不足,考虑到我国每 10 年开展一次国土资源调查,因此,在计算生态承载力的过程中,对缺失的土地数据采用已公布年份的数据进行替代。

第四,根据 2017 年全球生态足迹网(Global Footprint Network)发布的《Working Guidebook to the National Footprint Accounts》得到不同类型土地面积的均衡因子与产量因子(表 1),并将煤炭、石油及天然气归属化石能源地,水电归属建设用地。

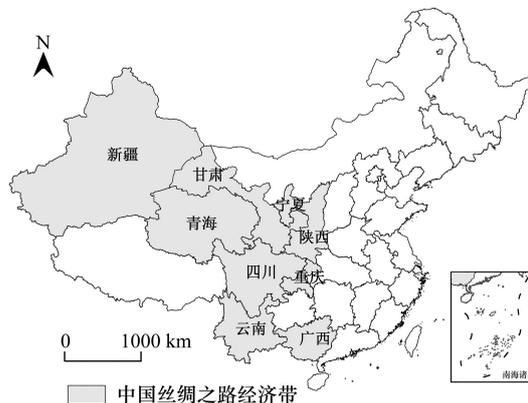


图 1 中国丝绸之路经济带沿线省份的区位

Fig.1 Location of provinces along the Silk Road Economic Belt in China

表 1 不同类型土地的均衡因子和产量因子

Table 1 Equivalence factors and production factors for different types of land

土地类型 Type of land	耕地 Farm land	林地 Forest land	草地 Grass land	水域 Water area	建设用地 Construction	化石能源土地 Fuel land
均衡因子 Equivalence factor	2.52	1.28	0.43	0.35	2.52	1.28
产量因子 Production factor	1.32	2.55	1.93	1.00	1.32	—

1.3 生态足迹的时空差异指标计算

生态足迹(Ecological Footprint, EF)是从资源消耗角度定量分析区域可持续发展水平的^[6],为不同自然资本提供了统一的度量基础^[28]。采用“产量因子”和“均衡因子”将区域内资源消费转化为可提供给这种资源消费所需要的生物生产性土地面积,在保障人类生存与经济发展的基础上判断生产消费活动是否处在生态承载力范围之内^[29]。计算生态足迹有两个假设条件,第一,不同土地作用类型、空间布局单一及功能互相排斥^[30]。第二,生物生产性土地指具有生态生产能力的地表空间。生态足迹的计算公式为:

$$EF = N \times ef = N \times \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \times r_i}{A_i} \quad (1)$$

式中, EF 为生态足迹, N 为区域人口数量, ef 为人均生态足迹, Q_i 为第 i 种商品的消费量。 r_i 为第 i 种土地类型的均衡因子。 A_i 为第 i 种消费商品的全球平均生产能力, i 为不同消费商品的类别。

生态承载力(Ecological Carrying Capacity, EC)是指能够提供给人类的生物生产性土地的面积总和^[31]。生态承载力的计算公式为:

$$EC = N \times ec = N \times \sum_{j=1}^n A_j \times r_j \times y_j \quad (2)$$

式中, EC 为生态承载力, N 为区域人口数量, ec 为人均生态承载力, A_j 为第 j 种土地类型的面积。 r_j 、 y_j 分别为第 j 种土地类型的均衡因子和产量因子。

生态压力指数(Ecological Pressure Index, EPI)以“经济—资源—生态”循环系统为基础,反映人类活动中

自然资源消费对生态系统产生的干扰强度^[11]。生态压力指数的计算公式为:

$$EPI = \frac{EF}{EC} \quad (3)$$

式中, $EPI < 1$ 时, 说明人类活动对生态系统的干扰强度未达到系统反馈阈值, 即生态压力较小, 生态系统处于平衡状态。 $EPI > 1$ 时, 则说明生态系统面临生态安全的风险^[32]。

1.4 三维生态足迹时空指标的计算

生态足迹是表示人类自然资源消费对生态环境产生的压力, 但却不能准确衡量人类活动对自然资本需求的具体类型。 Niccolucci 等通过生态足迹深度与生态足迹广度构建出三维生态足迹模型^[33]。 足迹深度表示人类活动对自然界中以物质形态存在的自然资本总量的消耗程度, 即人类活动对资本存量的利用水平。 足迹广度表示自然界中可提供给人类的自然资本产出量的占用大小, 即人类活动对资本流量的利用水平^[34], 生态足迹深度与生态足迹广度的计算公式为^[35]:

$$EF_{\text{depth}} = 1 + \frac{ED}{EC} = 1 + \frac{\sum ED_i}{EC} = 1 + \frac{\sum \max(EF_i - EC_i, 0)}{EC} \quad (4)$$

$$EF_{\text{size}} = \frac{EF}{EF_{\text{depth}}} \quad (5)$$

式中, EF_{depth} 为足迹深度, EF_{size} 为足迹广度, EF_i 为第 i 类土地的生态足迹, EC_i 为第 i 类土地的生态承载力, ED 为生态盈余 (赤字), 指生态承载力 EC 与生态足迹 EF 之差, 则 ED_i 为第 i 类土地的生态赤字。 一般情况下, 人类活动消耗首先从自然资本流量开始。 当资本流量的占用开始减少时, 便逐渐转向资本存量的消耗。 在自然资本消耗不变的情况下, 资本流量消耗减少时, 资本存量消耗会逐渐增加。

1.5 生态足迹的公平性评价指标计算

基尼系数 (Gini Coefficient) 通常是用来衡量一个国家或特定区域的居民收入分配差异。 为评价沿线省份生态足迹与经济增长之间的匹配程度, 应用几何法求解洛伦兹曲线图形的梯形面积来确定经济贡献基尼系数与生态承载基尼系数^[36]。 基尼系数的计算公式为:

$$G = 1 - \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i-1})(Y_i + Y_{i-1}) \quad (6)$$

式中, X_i 为排序后第 i 个省份公平性评价指标的累计百分比, Y_i 为第 i 个省份的生态足迹累计百分比。 当 $i=1$ 时, $(X_{i-1}, Y_{i-1}) = (0, 0)$ 。 基尼系数的取值在 $[0, 1]$ 之间。 基尼系数越小, 表明空间均衡程度越高, 反之则越低。 经济学中, 将收入分配的公平程度划分为 5 个区间, 但应用到自然资源公平性评价中则没有确切的定义^[21]。 检索联合国统计司 (United Nations Statistics Division)、欧盟统计局 (Eurostat) 等官方网站, 未找到区间划分的依据。 因此, 仅取“0.4 为基尼系数的警戒线”^[37]。

1.5.1 经济贡献系数的计算

以纵轴表示沿线省份占整体区域生态足迹总量的累积百分比, 横轴表示沿线省份占整体区域 GDP 总量的累积百分比, 其意义在于以沿线省份 GDP 为基础, 反映一定比例的自然资源占用需要贡献相应比例的 GDP, 描述生态足迹与经济增长之间的匹配程度。 通过绘制洛伦兹曲线描述沿线省份生态足迹与 GDP 的实际分配曲线。 需要说明的是, 若某个省份的生态足迹比例大于 GDP 的贡献率, 则认为该省份经济贡献较低。 反之, 则认为经济贡献较高。 通过计算经济贡献系数 (Economy Contributive Coefficient, ECC) 评价沿线省份生态足迹与经济增长的公平性。 经济贡献系数的计算公式为:

$$ECC = \frac{EF_i / GDP_i}{EF_{\text{total}} / GDP_{\text{total}}} \quad (7)$$

式中, EF_i 和 EF_{total} 分别为第 i 个沿线省份和整体区域的生态足迹, GDP_i 和 GDP_{total} 分别为第 i 个沿线省份和整体区域的 GDP。 $ECC < 1$, 表明该省份具有较高的经济贡献和较低的生态足迹。 若 $ECC > 1$, 表明该省份具有较低的经济贡献和较高的生态足迹。

1.5.2 生态承载系数的计算

以纵轴表示沿线省份占整体区域生态足迹总量的累积百分比,横轴表示沿线省份占整体区域生态承载力总量的累积百分比,其意义在于以沿线省份生态承载力为基础,反映一定比例的自然资源占用需要贡献相应比例的生态承载力,描述了生态足迹与生态承载力之间的匹配程度。通过绘制洛伦兹曲线描述沿线省份生态足迹与生态承载力的实际分配曲线。若某个省份生态足迹比例大于生态承载力的比例,则认为该省份生态承载贡献较低。反之,则认为生态承载贡献较高。通过计算生态承载系数(Ecological Support Coefficient, ESC)评价沿线省份生态足迹与生态承载力的公平性。生态承载系数的计算公式为:

$$ESC = \frac{EF_i}{EF_{total}} / \frac{EC_i}{EC_{total}} \quad (8)$$

式中, EC_i 、 EC_{total} 分别为沿线省份和整体区域的生态承载力。ESC<1,表明该省份具有较高的生态承载力,具有正的外部性。若ESC>1,表明生态承载力较低,有负的外部性。

2 结果分析

2.1 生态足迹的时空差异分析

根据公式(1)计算2005—2016年沿线省份的人均生态足迹(表2)。结果显示,沿线省份人均生态足迹持

表2 2005—2016年中国丝绸之路经济带沿线省份人均生态足迹、人均生态承载力和生态压力指数的动态变化

Table 2 Dynamic changes of ef , ec and EPI of provinces along the Silk Road Economic Belt in China from 2005 to 2016

指标 Index	省份 Province	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
人均生态足迹/(hm^2 /人) Per capita ecological footprint (ef)	新疆	5.750	5.618	5.486	4.996	5.194	5.182	5.799	6.566	7.568	7.941	7.930	8.287
	甘肃	1.889	2.046	2.089	2.167	2.199	2.375	2.665	2.768	2.828	2.913	2.910	2.891
	宁夏	4.617	5.038	5.335	5.471	5.612	6.204	6.986	7.076	7.338	7.501	7.771	7.601
	陕西	2.050	2.061	2.193	2.349	2.418	2.593	2.692	2.855	2.957	3.089	3.187	3.109
	青海	2.624	2.795	3.064	3.241	3.284	3.241	5.155	5.484	5.635	5.640	6.276	6.455
	广西	2.844	2.691	2.946	3.029	3.053	3.073	3.077	3.205	3.368	3.244	3.145	3.105
	云南	1.811	1.986	1.862	1.880	1.969	2.432	2.702	2.879	2.896	2.872	2.832	2.825
	重庆	2.062	2.037	2.145	2.200	2.278	2.379	2.535	2.570	2.730	2.750	2.769	2.690
	四川	2.242	2.054	2.176	2.260	2.336	2.539	2.535	2.641	2.725	2.683	2.693	2.693
人均生态承载力/(hm^2 /人) Per capita ecological carrying capacity (ec)	新疆	3.538	3.474	3.402	3.347	3.303	3.269	3.229	3.194	3.149	3.102	3.022	2.974
	甘肃	1.606	1.605	1.604	1.602	1.600	1.597	1.601	1.593	1.784	1.780	1.775	1.768
	宁夏	1.193	1.178	1.166	1.154	1.140	1.149	1.149	1.137	1.124	1.275	1.263	1.249
	陕西	1.226	1.226	1.223	1.221	1.279	1.263	1.288	1.285	1.283	1.280	1.274	1.267
	青海	7.167	7.108	7.058	7.024	6.986	6.909	6.852	7.621	7.560	7.487	7.423	7.360
	广西	0.981	0.978	0.972	0.963	1.064	1.052	1.045	1.038	1.033	0.985	0.979	0.969
	云南	1.994	1.980	1.966	1.954	1.942	1.929	1.916	1.905	1.894	1.820	1.810	1.800
	重庆	0.630	0.628	0.627	0.623	0.618	0.613	0.684	0.678	0.673	0.669	0.664	0.657
	四川	1.059	1.065	1.070	1.069	1.063	1.082	1.080	1.077	1.073	1.068	1.060	1.053
生态压力指数 Ecological pressure index (EPI)	新疆	1.625	1.617	1.613	1.493	1.572	1.585	1.796	2.056	2.403	2.560	2.624	2.787
	甘肃	1.176	1.274	1.302	1.352	1.375	1.487	1.664	1.738	1.585	1.636	1.640	1.636
	宁夏	3.870	4.276	4.577	4.742	4.924	5.399	6.083	6.226	6.526	5.885	6.156	6.084
	陕西	1.672	1.681	1.793	1.924	1.891	2.053	2.090	2.221	2.305	2.413	2.501	2.454
	青海	0.366	0.393	0.434	0.461	0.470	0.469	0.752	0.720	0.745	0.753	0.845	0.877
	广西	2.900	2.751	3.030	3.144	2.868	2.922	2.944	3.087	3.259	3.294	3.213	3.205
	云南	0.908	1.003	0.947	0.962	1.014	1.261	1.410	1.511	1.529	1.578	1.564	1.569
	重庆	3.272	3.241	3.418	3.534	3.685	3.883	3.708	3.794	4.057	4.112	4.168	4.091
	四川	2.117	1.929	2.033	2.114	2.198	2.348	2.347	2.452	2.540	2.511	2.540	2.558

续增加,增长速度存在差异。新疆、宁夏、青海等省份人均生态足迹较高,分别由 2005 年的 5.750、4.617、2.624 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增长至 2016 年的 8.287、7.601、6.455 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均增长率分别为 3.38%、4.64%、8.53%。人均生态足迹各类账户中化石能源消耗比重较大。其中,青海省 2010—2011 年人均生态足迹增长较快,这是由于工业生产过程中产生的固体废物增长量较大。甘肃、陕西、广西、云南、重庆、四川等省份人均生态足迹相对较低,分别由 2005 年的 1.889、2.050、2.844、1.811、2.062、2.242 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增长至 2016 年的 2.891、3.109、3.105、2.825、2.690、2.693 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均增长率分别为 3.94%、3.86%、0.80%、4.13%、2.45%、1.68%,均表现为上升趋势。从生态足迹各类账户构成来看,广西、云南、四川等省份的生物资源账户占比最多,陕西、重庆、甘肃等省份的化石能源账户占比最多。

根据公式(2)计算 2005—2016 年沿线省份的人均生态承载力(表 2)。结果显示,沿线省份人均生态承载力变动幅度较小,新疆、广西、云南、四川等省份人均生态承载力呈缓慢下降的趋势,分别从 2005 年的 3.538、0.981、1.994、1.059 $\text{hm}^2/\text{人}$ 下降至 2016 年的 2.974、0.969、1.800、1.053 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均下降率分别为 1.57%、0.11%、0.93%、0.06%。甘肃、宁夏、陕西、青海、重庆等省份人均生态承载力呈缓慢增加的趋势,分别从 2005 年的 1.606、1.193、1.226、7.167、0.630 $\text{hm}^2/\text{人}$ 增长至 2016 年的 1.768、1.249、1.267、7.360、0.657 $\text{hm}^2/\text{人}$,年均增长率分别为 0.88%、0.42%、0.30%、0.24%、0.39%。总体来看,青海人均生态承载力最高,重庆人均生态承载力最低。

根据公式(3)计算 2005—2016 年沿线省份的生态压力指数(表 2)。宁夏、广西、重庆、四川等省份生态压力指数从 2005 年的 3.870、2.900、3.272、2.117 分别增长至 2016 年的 6.084、3.205、4.091、2.558,分别增长了 0.572 倍、0.105 倍、0.250 倍、0.208 倍。相比之下,新疆、甘肃、陕西、青海、云南等省份的生态压力指数较小,从 2005 年的 1.625、1.176、1.672、0.366、0.908 分别增长至 2016 年的 2.787、1.636、2.454、0.877、1.569,分别增长了 0.715 倍、0.390 倍、0.468 倍、1.395 倍、0.729 倍。沿线省份生态压力指数呈增长的趋势,生态超载逐年加重,生态环境压力凸显。

2.2 自然资本存量消耗与流量占用的动态变化关系

根据公式(4)和(5)分别计算沿线省份的足迹深度和足迹广度(表 3)。结果显示,2005—2016 年沿线省

表 3 2005—2016 年中国丝绸之路经济带沿线省份足迹深度与足迹广度的动态变化

Table 3 Dynamic changes of EF_{depth} and EF_{size} of provinces along the Silk Road Economic Belt in China from 2005 to 2016

指标 Index	省份 Province	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
足迹深度 Ecological footprint depth (EF_{depth})	新疆	2.214	2.176	2.164	2.113	2.193	2.192	2.401	2.651	2.983	3.125	3.178	3.328
	甘肃	1.831	1.895	1.942	1.967	1.966	2.051	2.211	2.245	2.121	2.152	2.143	2.062
	宁夏	4.177	4.548	4.866	4.992	5.156	5.611	6.293	6.437	6.719	6.143	6.404	6.319
	陕西	2.338	2.361	2.466	2.576	2.544	2.705	2.731	2.859	2.942	3.047	3.130	3.082
	青海	1.252	1.281	1.319	1.342	1.346	1.336	1.616	1.592	1.614	1.619	1.706	1.734
	广西	3.560	3.410	3.688	3.798	3.543	3.588	3.605	3.746	3.915	3.953	3.860	3.850
	云南	1.633	1.724	1.665	1.676	1.728	1.970	2.113	2.213	2.224	2.280	2.263	2.266
	重庆	3.806	3.782	3.944	4.062	4.207	4.398	4.248	4.331	4.590	4.635	4.689	4.601
	四川	2.717	2.527	2.628	2.705	2.790	2.939	2.925	3.030	3.116	3.093	3.116	3.122
足迹广度/ $(\text{hm}^2/\text{人})$ Ecological footprint size (EF_{size})	新疆	0.385	0.387	0.395	0.423	0.422	0.423	0.414	0.404	0.394	0.393	0.401	0.402
	甘肃	0.969	0.926	0.929	0.908	0.894	0.864	0.830	0.811	0.750	0.739	0.736	0.713
	宁夏	0.905	0.903	0.912	0.912	0.919	0.905	0.901	0.910	0.916	0.819	0.824	0.831
	陕西	1.141	1.145	1.125	1.097	1.052	1.043	1.014	1.001	0.995	0.986	0.982	0.991
	青海	0.477	0.458	0.431	0.414	0.410	0.412	0.314	0.290	0.286	0.287	0.272	0.269
	广西	1.252	1.267	1.252	1.254	1.161	1.167	1.171	1.169	1.162	1.219	1.227	1.240
	云南	0.902	0.868	0.895	0.892	0.877	0.810	0.782	0.769	0.768	0.794	0.799	0.802
	重庆	1.846	1.857	1.839	1.846	1.847	1.849	1.676	1.685	1.681	1.685	1.693	1.710
	四川	1.212	1.230	1.208	1.197	1.194	1.157	1.154	1.147	1.143	1.153	1.157	1.159

份足迹深度呈缓慢增长的趋势,均大于1,表明沿线省份对自然资源消费的需求大于自然资本产出,资本存量逐渐被消耗。足迹深度最大的省份为宁夏,最小的省份为青海。其中,2005—2016年宁夏足迹深度呈先增加后减少的趋势,2013年达到6.719,这意味着宁夏过度消耗资本存量,资源压力逐渐增加。沿线省份足迹广度变化平缓,甘肃、宁夏、陕西、青海、广西、云南、重庆、四川等省份均呈下降趋势,表明这些省份资本流量的占用逐渐减少,而新疆资本流量占用呈增加趋势。

2.3 生态足迹的公平性评价分析

2.3.1 时间维度评价

根据公式(6)计算2005—2016年沿线省份的经济贡献基尼系数和生态承载基尼系数(图2和图3)。结果显示,经济贡献基尼系数 G_1 和生态承载基尼系数 G_2 均处于“0.4的警戒线”下,其中,经济贡献基尼系数 G_1 呈缓慢上升的趋势,从2005年的0.15增长至2016年的0.23。生态承载基尼系数 G_2 呈现逐年下降的趋势,从2005年的0.30减少至2016年的0.23。结果显示,生态足迹与经济贡献匹配水平在沿线省份间分配较好,匹配度持续优化,能够保障生态环境容量与自然资源需求的空间均衡。

2.3.2 空间维度评价

根据公式(7)和(8)计算2005—2016年沿线省份

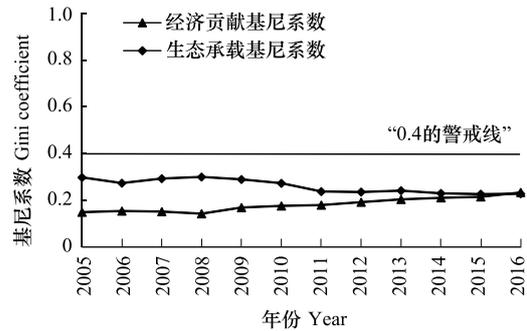


图2 2005—2016年中国丝绸之路经济带沿线省份基尼系数动态变化

Fig.2 Changes of Gini coefficient of provinces along the Silk Road Economic Belt in China from 2005 to 2016

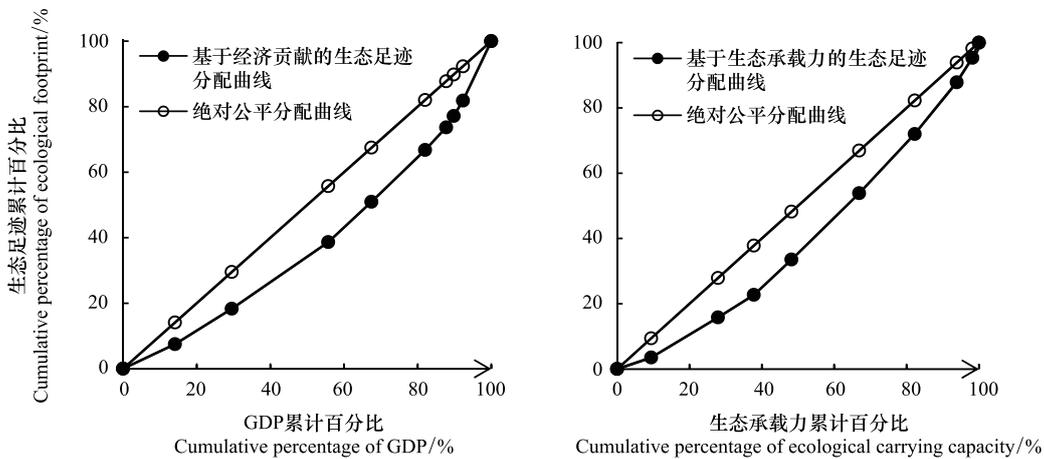


图3 2016年中国丝绸之路经济带经济贡献、生态承载洛伦兹曲线

Fig.3 Lorenz curve of economic contribution and ecological support of the Silk Road Economic Belt of China in 2016

的ESC和ECC(表4),并据此将沿线省份划分为四种类型(图4)。结果显示,2016年末,沿线省份没有“高经济贡献、高生态承载贡献”类型的省份。从ECC的角度来看,2005年的甘肃、云南和青海分别为0.890、0.856、0.968,到2016年分别增长至1.204、1.047、1.711,表明这些省份由“高经济贡献”转为“低经济贡献”,而其他省份的经济贡献均未发生跨类型变化。从ESC的角度来看,2005年的新疆为0.973,到2016年增长至1.183,表明新疆生态承载贡献由高转低。其他省份没有出现跨类型变化。

通过分析2016年沿线省份的区域类型,结果表明:(1)陕西、重庆和四川属于“高经济贡献、低生态承载贡献”类型的省份。这些省份的ESC大于1、ECC小于1,对其他省份有正的外部性,而生态贡献较低,即自然资源消费产生的生态压力与生态承载力不协调,对其他省份有负的外部性。从经济角度来看,陕西、重庆和四川的GDP总量均处于沿线省份的前五位,对整体区域的经济贡献较大,但也存在着对自然资源过度需求的问题。

题。发展水平的差异性使得经济好的省份在资源占用方面具有一定的优势。为提升这些省份的生态承载贡献,应在推进城镇化建设中,划定生态保护红线,实施生物多样性保护示范工程,并以城郊景观林、经济林、生态公益林为支撑,形成森林和城镇结合的城乡一体化生态网络格局,建设生态乡镇、生态村、生态小区。(2)甘肃、青海和云南属于“低经济贡献、高生态承载贡献”类型的省份。这些省份的 ESC 小于 1、ECC 大于 1。在生态承载范围内,经济增长还有较大空间。青海拥有三江源和环青海湖自然保护区等生态安全屏障,自然资源禀赋高,生态地位重要,因此生态承载具有较高贡献。甘肃、青海和云南的足迹深度与足迹广度均相对较低,即自然资本存量与流量的消耗较低,对其他城市生态贡献较大。(3)新疆、宁夏和广西属于“低经济贡献、

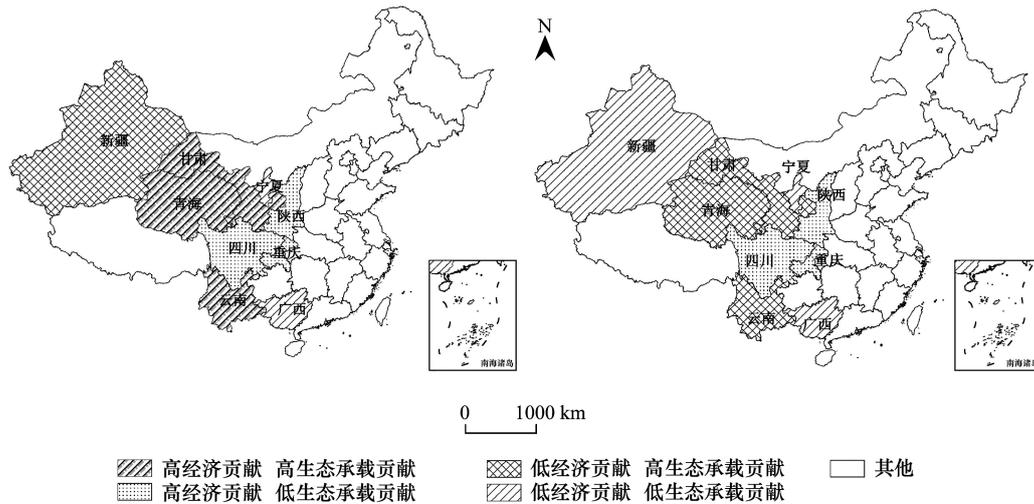


图 4 2005 和 2016 年中国丝绸之路经济带沿线省份类型变化

Fig.4 Changes in the types of provinces along the Silk Road Economic Belt in China form 2005 and 2016

表 4 2005—2016 年中国丝绸之路经济带沿线省份 ECC 值和 ESC 值的动态变化

Table 4 Dynamic changes of ECC and ESC of provinces along the Silk Road Economic Belt in China from 2005 to 2016

指标 Index	省份 Province	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
经济贡献系数 Economy contributive coefficient (ECC)	新疆	1.637	1.651	1.644	1.508	1.704	1.542	1.650	1.779	1.951	2.025	2.140	2.366
	甘肃	0.890	0.999	0.993	1.036	1.078	1.094	1.159	1.150	1.109	1.135	1.188	1.204
	宁夏	1.675	1.868	1.846	1.832	1.685	1.723	1.810	1.781	1.791	1.855	1.901	1.860
	陕西	0.759	0.736	0.750	0.759	0.717	0.709	0.686	0.675	0.660	0.678	0.715	0.702
	青海	0.968	1.042	1.087	1.112	1.100	1.003	1.493	1.512	1.475	1.470	1.629	1.711
	广西	1.267	1.207	1.247	1.270	1.302	1.229	1.162	1.173	1.184	1.165	1.101	1.086
	云南	0.856	0.970	0.893	0.892	0.948	1.149	1.198	1.185	1.103	1.087	1.051	1.047
	重庆	0.693	0.715	0.738	0.730	0.648	0.642	0.629	0.604	0.610	0.593	0.567	0.531
生态承载系数 Ecological support coefficient(ESC)	四川	0.920	0.848	0.848	0.875	0.878	0.881	0.827	0.814	0.805	0.787	0.784	0.776
	新疆	0.973	0.978	0.936	0.847	0.876	0.824	0.878	0.956	1.067	1.110	1.124	1.183
	甘肃	0.704	0.770	0.756	0.767	0.766	0.773	0.814	0.808	0.704	0.710	0.703	0.694
	宁夏	2.316	2.585	2.657	2.691	2.744	2.808	2.974	2.894	2.897	2.553	2.637	2.583
	陕西	1.000	1.016	1.041	1.092	1.054	1.068	1.022	1.032	1.024	1.047	1.071	1.042
	青海	0.219	0.238	0.252	0.262	0.262	0.244	0.368	0.334	0.331	0.327	0.362	0.372
	广西	1.735	1.663	1.759	1.784	1.599	1.520	1.439	1.435	1.447	1.429	1.377	1.361
	云南	0.543	0.606	0.550	0.546	0.565	0.656	0.689	0.702	0.679	0.685	0.670	0.666
重庆	1.958	1.959	1.984	2.005	2.054	2.019	1.813	1.763	1.801	1.784	1.786	1.737	
四川	1.267	1.166	1.180	1.200	1.225	1.221	1.147	1.140	1.128	1.090	1.088	1.086	

低生态承载贡献”类型的省份。这些省份的 ECC 和 ESC 均大于 1,是造成整体区域生态足迹不公平的省份。降低资源消费量、提高资源利用效率成为紧迫性的工作。新疆、宁夏的生态系统脆弱,生态环境质量不高,需加大生态自然保护区监管力度,依法保护生态环境,积极开展退耕还林还草工程、天然林资源保护工程和风沙生态环境整治等工程。

3 结论与建议

(1) 沿线省份人均生态足迹均呈上升趋势。西北省份人均生态足迹增长速度显著高于西南省份,生态足迹差异性变化趋势显著,但人均生态承载力变化幅度较小。沿线省份生态压力指数呈上升趋势,生态压力日趋增加。足迹深度呈缓慢增长的趋势,资本存量正逐渐被消耗,而足迹广度变化平缓,大多呈下降趋势,资本流量的占用逐年递减。

(2) 沿线省份的经济贡献基尼系数与生态承载基尼系数均低于“0.4 的警戒线”,但 2010—2016 年经济贡献基尼系数有明显上升的趋势。沿线省份自北向南经济贡献和生态承载贡献逐渐增大。2016 年,青海、甘肃和云南属“低经济贡献、高生态承载贡献”类型的省份,陕西、重庆和四川属“高经济贡献、低生态承载贡献”类型的省份,新疆、宁夏和广西属“低经济贡献、低生态承载贡献”类型的省份。

整体来看,我国丝绸之路经济带沿线省份生态足迹与经济增长匹配较好,表明沿线省份的经济增长中能以生态环境容量为约束条件,平衡不同省份经济规模下的自然资源需求。丝绸之路经济带的提出为沿线省份的社会经济发展和生态文明建设提供了重要的发展机遇。新疆、广西和宁夏由于人均生态足迹增长较快,环境恢复能力较弱,经济发展缓慢,因此应坚持节能减排、加强环境投资力度以及环境监测水平,提升治理能力。甘肃、青海和云南省份生态承载贡献较高,但社会经济欠发达,应在提升生态系统质量和稳定性的同时,借助独特的自然风貌与生物资源,发展绿色产业,形成区域特色经济。相比其他省份,陕西、重庆和四川经济稳步增长,但生态贡献较低,应以提高环境质量为核心,降低生态风险。

针对我国丝绸之路经济带沿线省份资源环境的一些突出问题,建议将增强空间管控能力上升到战略高度上来,从自然资源占用公平程度的角度提出管控原则和区域政策。市场没有能力纠正自然资源占用不公平及其形成的过程,必须有政府的干预,这是全球的共识。从国家近期发布的《“一带一路”生态环境保护合作规划》来看,我国政府已经高度重视到这一问题。要求沿线省份促进区域生态环境信息的共享,加强生态环境风险的评估能力,通过生态环保合作平台提供相应的政策支持、创新合作,实现不同发展模式区域的资源互利互补,促进资源互联互通。为此,建议把空间管控的着力点放在重点开发区的区域一体化和合作协同发展,要求沿线省份建立省际间合作关系,积极参与并充分利用双(多)边合作机制,制定并实施各省份生态环保行动。同时,优化提升核心地区,培育发展潜力地区,严格管控农业地区和生态地区,促进省际间产业协作,形成集聚效应,提高区域自然资源的配置水平。

需要指出的是,生态足迹的形成与发展有着深刻的国际背景和思想基础,其背后隐喻的时空规律将在沿线省份生态建设中体现出更大的应用价值。沿线省份自然资源占用的公平程度不仅受到区域自然地理、资源禀赋等的影响,而且也是社会经济发展水平、经济结构、产业结构、能源结构、运输结构、用地结构以及居民可支配收入、消费偏好等因素共同作用的结果。进一步的工作应是解释导致资源占用不公平背后的社会经济因素。

参考文献 (References):

- [1] 程国栋, 徐中民, 徐进祥. 建立中国国民幸福生活核算体系的构想. 地理学报, 2005, 60(6): 883-893.
- [2] 余春祥. 可持续发展的环境容量和资源承载力分析. 中国软科学, 2004, (2): 130-133, 129-129.
- [3] 诸大建, 张帅. 生态福利绩效及其与经济增长的关系研究. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(9): 59-67.
- [4] Rees W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 121-130.
- [5] 方恺. 足迹家族: 概念、类型、理论框架与整合模式. 生态学报, 2015, 35(6): 1647-1659.

- [6] Wackernagel M, Schulz N B, Deumling D, Linares AC, Jenkins M, Kapos V, Monfreda C, Loh J, Myers N, Norgaard R, Randers J. Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2002, 99(14): 9266-9271.
- [7] Wackernagel M, Rees W E. *Our ecological footprint; reducing human impact on the earth*. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [8] Chu X, Deng X Z, Jin G, Wang Z, Li Z H. Ecological security assessment based on ecological footprint approach in Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2017, 101: 43-51.
- [9] Luo W, Bai H T, Jing Q N, Liu T, Xu H. Urbanization-induced ecological degradation in midwestern China: An analysis based on an improved ecological footprint model. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 137: 113-125.
- [10] Wang M Q, Song Y Y, Liu J S, Wang J D. Exploring the anthropogenic driving forces of China's provincial environmental impacts. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2012, 19(5): 442-450.
- [11] 史丹, 王俊杰. 基于生态足迹的中国生态压力与生态效率测度与评价. *中国工业经济*, 2016, (5): 5-21.
- [12] 徐建华, 鲁凤, 苏方林, 卢艳. 中国区域经济差异的时空尺度分析. *地理研究*, 2005, 24(1): 57-68.
- [13] 孙东琪, 张京祥, 朱传耿, 胡毅, 周亮. 中国生态环境质量变化态势及其空间分异分析. *地理学报*, 2012, 67(12): 1599-1610.
- [14] White T J. Sharing resources: The global distribution of the ecological footprint. *Ecological Economics*, 2007, 64(2): 402-410.
- [15] Hu Z N, Chen Y Z, Yao L M, Wei C T, Li C Z. Optimal allocation of regional water resources: from a perspective of equity-efficiency tradeoff. *Resources, Conservation and Recycling*, 2016, 109: 102-113.
- [16] 孙才志, 白天骄, 韩琴. 基于基尼系数的中国灰水足迹区域与结构均衡性分析. *自然资源学报*, 2016, 31(12): 2047-2059.
- [17] Druckman A, Jackson T. Measuring resource inequalities: The concepts and methodology for an area-based Gini coefficient. *Ecological Economics*, 2008, 65(2): 242-252.
- [18] Shu H, Xiong P P. The Gini coefficient structure and its application for the evaluation of regional balance development in China. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 199: 668-686.
- [19] Galvin R, Sumikka-Blank M. Economic inequality and household energy consumption in high-income countries: a challenge for social science based energy research. *Ecological Economics*, 2018, 153: 78-88.
- [20] Chen H X, Xu X Y. Analysis of fairness of water use based on Geordie coefficient in China. *Applied Mechanics and Materials*, 2012, 212-213: 123-129.
- [21] 杨屹, 梁砺波, 张景乾. 关中城市群生态足迹演变趋势及公平性评价. *自然资源学报*, 2017, 32(8): 1360-1373.
- [22] 钟晓青, 张万明, 李萌萌. 基于生态容量的广东省资源环境基尼系数计算与分析—与张音波等商榷. *生态学报*, 2008, 28(9): 4486-4493.
- [23] Jorgenson A, Schor J, Huang X R. Income inequality and carbon emissions in the United States: a state-level analysis, 1997-2012. *Ecological Economics*, 2017, 134: 40-48.
- [24] Liang H W, Dong L, Luo X, Ren J Z, Zhang N, Gao Z Q, Zou Y. Balancing regional industrial development: analysis on regional disparity of China's industrial emissions and policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 126: 223-235.
- [25] Chen J D, Cheng S L, Song M L. Decomposing inequality in energy-related CO₂ emissions by source and source increment: The roles of production and residential consumption. *Energy Policy*, 2017, 107: 698-710.
- [26] 王少剑, 苏泳娴, 赵亚博. 中国城市能源消费碳排放的区域差异、空间溢出效应及影响因素. *地理学报*, 2018, 73(3): 415-428.
- [27] 陈东景, 马晓燕, 张绪良. 基于生态足迹的世界自然资源消费不均等程度分析. *世界地理研究*, 2009, 18(2): 146-152.
- [28] 斯葛, 汤洁, 林年丰, 王娟, 李海毅, 杜关记. 生态足迹法在松嫩平原西部可持续发展研究中的应用. *干旱区研究*, 2005, 22(4): 553-558.
- [29] 徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹方法的理论解析. *中国人口·资源与环境*, 2006, 16(6): 69-78.
- [30] 杨开忠, 杨泳, 陈洁. 生态足迹分析理论与方法. *地球科学进展*, 2000, 15(6): 630-636.
- [31] 刘某承, 王斌, 李文华. 基于生态足迹模型的中国未来发展情景分析. *资源科学*, 2010, 32(1): 163-170.
- [32] 王书华, 毛汉英, 王中静. 生态足迹研究的国内外近期进展. *自然资源学报*, 2002, 17(6): 776-782.
- [33] Niccolucci V, Bastianoni S, Tiezzi E B P, Wackernagel M, Marchettini N. How deep is the footprint? A 3D representation. *Ecological Modelling*, 2009, 220(20): 2819-2823.
- [34] Niccolucci V, Galli A, Reed A, Neri E, Wackernagel M, Bastianoni S. Towards a 3D national ecological footprint geography. *Ecological Modelling*, 2011, 222(16): 2939-2944.
- [35] 方恺, 李焕承. 基于生态足迹深度和广度的中国自然资本利用省际格局. *自然资源学报*, 2012, 27(12): 1995-2005.
- [36] Chen Y B, Tan H W, Berardi U. A data-driven approach for building energy benchmarking using the lorenz curve. *Energy and Buildings*, 2018, 169: 319-331.
- [37] 王金南, 逯元堂, 周劲松, 李勇, 曹东. 基于 GDP 的中国资源环境基尼系数分析. *中国环境科学*, 2006, 26(1): 111-115.