

中国生态福利绩效时空格局演变 及其驱动效应分析

王圣云^{1,2}, 段练成²

(1. 南昌大学中国中部经济社会发展研究中心, 南昌 330047; 2. 南昌大学经济管理学院, 南昌 330031)

摘要:生态福利绩效是提升人类福祉的生态效率,分析生态福利绩效的时空格局与驱动效应有助于揭示中国人类福祉提升的生态效率地区差异及其原因。论文基于主客观综合福祉视角,对中国生态福利绩效的时空格局演变进行分析,运用对数平均迪氏指数法(LMDI)和随机前沿分析法(SFA)深入揭示中国生态福利绩效变化的驱动效应以及经济增长效应的决定因素。结果表明:① 2006—2018年中国生态福利绩效变化主要依赖经济增长效应驱动,但由于环境福祉效应与社会福祉效应的掣肘,中国生态福利绩效整体上从3.052降至2.641。在经济增长效应的决定因素中,技术进步发挥着最主要的促进作用。② 中国南方省份与北方省份生态福利绩效的平均值差距由2006年的0.762扩大至2018年的1.005,表现出“南高北低”的空间分异特征。南方地区的经济增长效应值远高于北方地区,是中国生态福利绩效南北差异扩大的主要原因。③ 中国生态福利绩效变化整体显现为经济增长驱动模式,仅北京、天津、上海为“经济增长+环境福祉改善”驱动模式。南北区域及东中西三大区域经济增长效应的决定因素存在明显的区域异质性。研究结果可为推进中国生态福利绩效区域协调发展提供参考建议。

关键词:生态福利绩效;综合福祉指数;生态足迹;LMDI方法;SFA方法

改革开放40多年来,中国经济发展取得举世瞩目的成就,但同时也面临低福祉增长以及突出的资源消耗和环境污染问题^[1],这不仅影响中国经济发展质量,而且制约着中国区域协调发展新格局构建。一方面,随着发展观由以经济增长为核心逐步转向“以人民为中心”,发展目标也从经济主导逐步转向人民福祉提升^[2];另一方面,中国各地区在可持续发展进程中,由于经济增长和福祉改善的驱动作用,造成其生态福利绩效存在明显的区域差异^[3]。因此,准确测度中国生态福利绩效水平,揭示中国生态福利绩效变化的时空格局演变特征及其驱动效应,对推进中国生态文明建设、促进新时期区域可持续协调发展具有重要意义。

生态福利绩效与生态效率的主要区别在于,前者是提升人类福祉的生态效率^[4],后者一般指的是经济产出对应的生态效率^[5]。从最早提出生态效率概念的Daly^[6]的观点来看,生态效率本质上衡量的是单位自然消耗带来的福祉产出。可见,基于福祉产出的角度,生态效率就是生态福利绩效,只不过在经济主导发展观下,GDP常被视为福祉产出的替代指标。传统生态效率向生态福利绩效转变,这是经济主导发展观向人本发展观转变背景下生态效率主流研究范式的嬗变^[7-8]。此外,本文认为生态福利绩效也可理解为生态福利产出的效率,即生态福利在效率上的延伸。需要指出的是,这种研究下的生态福利是指人类从生态系统中直接获取或享

收稿日期:2022-09-13;修订日期:2022-11-11。

基金项目:国家自然科学基金项目(42061026);江西省社会科学规划重点项目(21JL01);江西省文化名家暨“四个一批”人才工程资助项目(0220001401)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 42061026; Key Project of Jiangxi Social Science Planning, No. 21JL01; Jiangxi Cultural Masters and "Four Batch" Talent Project Funding Project, No. 0220001401.]

第一作者简介:王圣云(1977—),男,山西河曲人,博士,研究员,博士生导师,主要研究方向为福祉地理与区域经济。

E-mail: wangshengyun@163.com

引用格式:王圣云,段练成. 中国生态福利绩效时空格局演变及其驱动效应分析[J]. 地理科学进展, 2023, 42(4): 617-628. [Wang Shengyun, Duan Liancheng. Evolution of spatio-temporal patterns of ecological well-being performance in China and its driving effects. Progress in Geography, 2023, 42(4): 617-628.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.04.001

有的终端产品和服务,其关注的焦点是提升生态福利的效率,这与本文生态福利绩效的内涵有着明显的不同。

在生态福利绩效的测度方法上,现有研究主要运用效率模型法或比值法^[9-10]。诸大建等^[11]最早将生态福利绩效定量表示为人类发展指数与生态足迹的比值;臧漫丹等^[12]用出生时预期寿命与人均生态足迹的比值测度了1996—2007年G20国家的生态福利绩效;Common^[13]应用生活满意度与预期寿命的乘积构建了快乐生活寿命指数,并应用快乐生活寿命指数与生态足迹指数的比值测度了143个国家的可持续发展水平;龙亮军^[14]将主观满意度纳入评价指标体系,基于两阶段Super-NSBM(Super-efficiency Network SBM)模型测度了中国35个主要城市的生态福利绩效,研究表明主观和客观的综合评价能更真实地反映居民福利水平。随着测度方法与指标选取日渐丰富,生态福利绩效的时空格局演变特征与驱动效应逐渐成为学者研究关注的重点。邓远建等^[15]发现2004—2017年中国生态福利绩效整体水平明显降低,在空间上呈现出东部最高、中部次之、西部最低的空间梯度递减格局;方时蛟等^[3]研究表明,2005—2016年中国生态福利绩效呈上升下降交替演变趋势,表现出从东部到中部再到西部依次递减的空间格局;冯吉芳等^[16]运用对数平均迪氏指数法(logarithmic mean divisia index, LMDI)探究中国生态福利绩效的驱动效应,发现服务效应对生态福利绩效表现为抑制作用,而技术效应表现为促进作用;刘国平等^[17]采用LMDI法将中国碳排放福利绩效分解为技术效应和服务效应,结果表明技术效应是主要推动力,而服务效应表现为抑制作用。还有一些学者对中国生态福利绩效变化的驱动效应进一步分解,探讨了经济增长效应的驱动力变化。如王圣云等^[4]将生态福利绩效分解为经济增长的生态效率与经济增长的福利效应,应用DEA-ML(data envelopment analysis-Malmquist Lenberger)指数模型进一步分解经济增长的生态效率,研究表明技术进步是中国经济增长最重要的驱动因素,其次是规模效率变化;钟水映等^[18]将绿色发展福利分解为福利脱钩指数与绿色经济效率,运用DEA方法和Malmquist指数进一步分解绿色经济效率,发现规模效率变动一直是影响中国经济增长的关键因素。

由文献评述可知,现有研究围绕生态福利绩效

积累了较为丰硕的成果,但仍有如下拓展空间:①随着“以人民为中心”的发展思想日益深入,幸福感已成为测度福祉水平不可或缺的主观维度,采用主客观综合指标衡量福祉是生态福利绩效测度的研究趋势^[13,19],但目前基于主客观综合福祉视角的生态福利绩效定量研究成果尚不多见;②已有生态福利绩效的时空格局演变研究多关注中国东中西三大区域以及省级区域的差异^[3,15],但对中国南北区域之间的生态福利绩效差异鲜有揭示;③现有生态福利绩效的驱动效应研究不仅忽视了人地关系和谐背景下主观幸福感因素带来的环境福祉效应及其变化,而且对中国生态福利绩效区域差异的原因,即驱动效应的区域异质性也缺乏探讨,同时,对经济增长效应的决定因素研究尚不充分,在变量选取和研究方法方面还有待改进^[20]。

为此,本文基于综合福祉指数构建生态福利绩效评价模型,对中国生态福利绩效的时空格局演变进行分析,然后运用LMDI方法和随机前沿分析法(stochastic frontier analysis, SFA),深入揭示经济增长与福祉改善对中国生态福利绩效变化的驱动效应及其区域异质性,探寻经济增长效应的决定因素,以期因地制宜优化中国生态福利绩效空间结构和驱动效应、推进生态文明建设、促进中国新时期区域协调发展提供建议。

1 研究方法 with 数据

1.1 研究方法

1.1.1 基于综合福祉指数的生态福利绩效评价模型

参考相关文献^[11,13],将生态福利绩效(EWP)定义为单位自然消耗带来的福祉水平提升,并用综合福祉指数与人均生态足迹指数的比值表示:

$$EWP = \frac{CWI}{EFI} = \frac{HDI \times RHI}{EFI} \quad (1)$$

式中: HDI 为人类发展指数; RHI 为居民幸福感指数; CWI 代表综合福祉指数,是 HDI 与 RHI 的乘积,衡量主客观综合福祉水平; EFI 为人均生态足迹指数。

HDI 是 0~1 之间的无量纲值,为保证各指标量纲一致,居民幸福感指数与人均生态足迹指数均由居民幸福感与人均生态足迹标准化处理^[4]后得到:

$$RHI = \frac{RH}{\max(RH)}, \max(RH) \neq 0 \quad (2)$$

$$EFI = \frac{EF}{\max(EF)}, \max(EF) \neq 0 \quad (3)$$

式中: RH、EF 分别为居民幸福感和人均生态足迹, $\max(RH)$ 、 $\max(EF)$ 分别为居民幸福感和人均生态足迹的最大值。

1.1.2 生态福利绩效变化的驱动效应模型

运用 Kaya 恒等式将生态福利绩效分解为:

$$EWP = \frac{HDI \times RHI}{EFI} = GDP \times \frac{RHI}{EFI} \times \frac{HDI}{GDP} \quad (4)$$

$$= G \times E \times S$$

式中: $G=GDP$, 为经济总产出, 反映经济增长效应; $E=RHI/EFI$, 为单位人均生态足迹指数对应的居民幸福感指数, 反映环境福祉效应; $S=HDI/GDP$, 为单位经济产出对应的人类发展指数, 反映社会福祉效应。

LMDI 方法能有效消除拉氏指数分解法所产生的残差, 且具有全分解、易使用、结果唯一性等优点^[21]。根据 LMDI 模型, 从基期到 t 年生态福利绩效的变化值称为总效应 ΔEWP , 由经济增长效应 (G_{eff})、环境福祉效应 (E_{eff})、社会福祉效应 (S_{eff}) 3 个部分组成:

$$\Delta EWP = EWP_t - EWP_0 = G_{eff} + E_{eff} + S_{eff} \quad (5)$$

$$G_{eff} = \sum \frac{EWP_t - EWP_0}{\ln EWP_t - \ln EWP_0} \times \ln \frac{GDP_t}{GDP_0} \quad (6)$$

$$E_{eff} = \sum \frac{EWP_t - EWP_0}{\ln EWP_t - \ln EWP_0} \times \ln \frac{RHI_t/EFI_t}{RHI_0/EFI_0} \quad (7)$$

$$S_{eff} = \sum \frac{EWP_t - EWP_0}{\ln EWP_t - \ln EWP_0} \times \ln \frac{HDI_t/GDP_t}{HDI_0/GDP_0} \quad (8)$$

式中: 变量下角 t 和 0 分别表示 t 年和基期。

若驱动效应 G_{eff} 、 E_{eff} 与 S_{eff} 为正值, 分别表示由于经济增长、环境福祉改善和社会福祉改善促进了生态福利绩效提升, 表现为增量效应; 反之, 则表现为减量效应。

1.1.3 经济增长效应的决定因素分解模型

将基期到 t 年的经济增长速度 $\% \Delta GDP$ 表示为:

$$\% \Delta GDP = (GDP_t - GDP_0) / GDP_0 \quad (9)$$

在此基础上, 可以将经济增长效应进一步表示为:

$$G_{eff} = \sum \frac{EWP_t - EWP_0}{\ln EWP_t - \ln EWP_0} \times \ln \frac{GDP_t}{GDP_0}$$

$$= \sum \frac{EWP_t - EWP_0}{\ln EWP_t - \ln EWP_0} \times \ln \left(1 + \frac{\% \Delta GDP}{\% \Delta EF} \times \% \Delta EF \right) \quad (10)$$

式中: $\% \Delta EF$ 表示人均生态足迹的增长速度。

式(10)反映出经济增长效应与人均生态足迹以及经济产出的关系, 实现相同经济产出的人均生态足迹越低, 经济增长效应越强, 越有助于驱动生态福利绩效提升。因此, 根据 Battese 等^[22]的随机前沿生产函数, 构建经济增长效应的决定因素分解模型:

$$\ln GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln EF_{it} + (v_{it} - u_{it}) \quad (11)$$

$$m_{it} = \delta_0 + \sum \delta_i z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

式中: K 、 L 、 EF 分别为资本投入、劳动投入和人均生态足迹。 $v_{it} - u_{it}$ 为误差项, 包括 v_{it} 和 u_{it} 两个部分: v_{it} 为随机扰动项, 服从 $N(0, \sigma_v^2)$ 分布, 与 u_{it} 相互独立; u_{it} 为技术非效率项, 服从非负断尾正态分布 $N(m_{it}, \sigma_u^2)$ 。 z_{it} 为技术非效率项的影响因素, δ_i 、 ε_{it} 分别为回归系数和随机误差。 β_0 、 δ_0 均为常数项。

1.2 变量选取与指标说明

计算人类发展指数采用联合国开发计划署提出的方法, 即健康指数、教育指数和收入指数的算术平均数。其中, 健康指数通过平均预期寿命指标计算而成, 由于缺少各省市非普查年份数据, 2010 年以前的平均预期寿命使用第五次全国人口普查数据, 2010 年及以后则使用第六次全国人口普查数据。教育指数由成人识字率与综合毛入学率加权平均计算而成, 权重分别为 2/3 和 1/3。成人识字率用 15~64 岁能读写人口占 15~64 岁总人口的比重估算, 综合毛入学率用 6 岁以上在校生总人数占 6~24 岁总人口的比重估算。6 岁以上在校生总人数为本科、专科、普通高中、初中、中等职业学校、小学和特殊教育(包括特殊教育学校、特设特教班、随班就读和送教上门等)的在校生人数之和。收入指数由按美元购买力平价因子调整后的人均 GDP 计算而成。

居民幸福感的测量方法一般是通过问卷调查对受访者自我报告的幸福程度进行基数赋值^[23], 本文中的居民幸福感来自中国综合社会调查 (CGSS) 与中国家庭追踪调查 (CFPS) 数据集。在 CFPS 问卷中, 受访者需要对“您觉得自己有多幸福”进行 0~10 分回答, 而在 CGSS 问卷中, 受访者需要对“您觉得您的生活是否幸福”进行“非常幸福、幸福、一般、不幸福、非常不幸福”五级打分, 为使 2 个数据集有

更好可比性,对 CGSS 的数据也同样进行了10分制的赋值换算处理。

人均生态足迹的核算需要考虑人类对耕地、林地、草地、渔业用地、建设用地和化石燃料用地等6种类型土地的需求面积,采用 Wackernagel 等^[24]提出的综合法:

$$EF = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^6 \lambda_i EF_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^6 \lambda_i \left(\sum_{j=1}^n P_{ij} / Y_{ij} \right) \quad (13)$$

式中: λ_i 、 EF_i 分别为第 i 类土地的等价因子和需求面积(hm^2), N 为总人口, P_{ij} 、 Y_{ij} 分别为第 i 类土地第 j 种消费项目的消费量(kg)和全球平均产量(kg/hm^2)。耕地足迹部分项目的消费量数据难以获取,而中国主要粮食自给率一直在95%以上,参考史丹等^[25]的做法,耕地足迹使用谷物、豆类、薯类、油料、棉花、烟叶、麻类和糖料的产量计算;林地足迹用干鲜瓜果类消费量计算;草地足迹用猪肉、牛羊肉、奶类、禽蛋的消费量计算;建筑用地足迹用电力消费量计算;渔业用地足迹用水产品消费量计算;化石燃料用地足迹采用煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油和天然气等8种能源产品的消费量计算。

经济增长效应的决定因素分解模型中,经济总产出以2005年为不变价的GDP表示;资本投入以物质资本存量表示,采用张军等^[26]的方法计算;劳动投入以就业人数表示。同时,结合现有文献^[3,27],技术非效率项的影响变量选取如下:①城镇化水平(City),用年末城镇人口占总人口比重衡量;②能源消费结构(Encs),以煤炭消费量占总能源消费比重表征;③技术进步(Tec),用研发支出占GDP比重衡量;④产业结构(Indus),以第二产业增加值占GDP比重表征;⑤对外开放(Open),用货物进出口总额占GDP比重表示;⑥外商直接投资(Fdi),用外商直接投资额占GDP比重表示。

1.3 数据来源

由于CFPS在2012年后仅公布偶数年的调查数据,且各省市能源产品消费数据的最新年份为2019年,西藏的能源产品消费数据获取受限,选取2006—2018年除西藏、香港、澳门、台湾外的30个省(市、自治区)为研究对象。南北区域划分采用经济地理划分标准^[28],东中西三大区域划分采用学界一般通行做法^[29]。美元购买力平价因子来自世界银行^[30]。2012年及以前的居民幸福感来自CGSS数据集,2012年以后的居民幸福感来自CFPS数据

集。各种土地类型的等价因子来源于史丹等^[25]的研究。各省市年龄段人口数据来自2007—2019年《中国人口和就业统计年鉴》以及《中国2010年人口普查资料》,其他数据均来源于2007—2019年《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》和各省市统计年鉴。

2 结果分析

2.1 中国生态福利绩效的时空格局演变分析

2.1.1 中国生态福利绩效的时序演进

利用式(1)对2006—2018年中国生态福利绩效进行了测算,结果见图1。

由图1可知,2006—2018年中国生态福利绩效整体呈下降趋势,EWP从2006年的3.052降至2018年的2.641。尤其是2008—2012年,受全球经济危机冲击,在“高投入、高消耗、高污染”的传统发展模式^[31]下,人均生态足迹指数增速加快,EWP出现较大幅度降低。具体来看,2006—2018年中国人均生态足迹指数呈明显增加态势。化石燃料用地足迹是中国生态足迹的最主要组成部分^[32],长期以来煤炭一直是中国的主体能源,这使得中国人均生态足迹指数居高不下,即使在2014年后增速放缓,其年均增速也达到了3.088%。中国人类福祉水平有所提升,但综合福祉指数的年均增速仅为1.877%,远低于人均生态足迹指数的增速。其中,中国人类发展指数稳步提升,从2006年的0.747升至2018年的0.850,中国迈入高人类发展水平梯队。中国居民幸福感指数则是波动提升,从2006年的0.787升至2018年的0.865,年均增速仅0.791%,这与何晓斌等^[33]的测算结果相近。

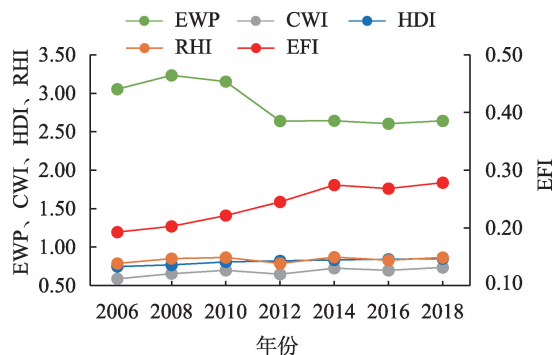


图1 2006—2018年中国生态福利绩效的时序演进趋势

Fig.1 Temporal evolution of EWP in China during 2006–2018

2.1.2 中国生态福利绩效的空间格局

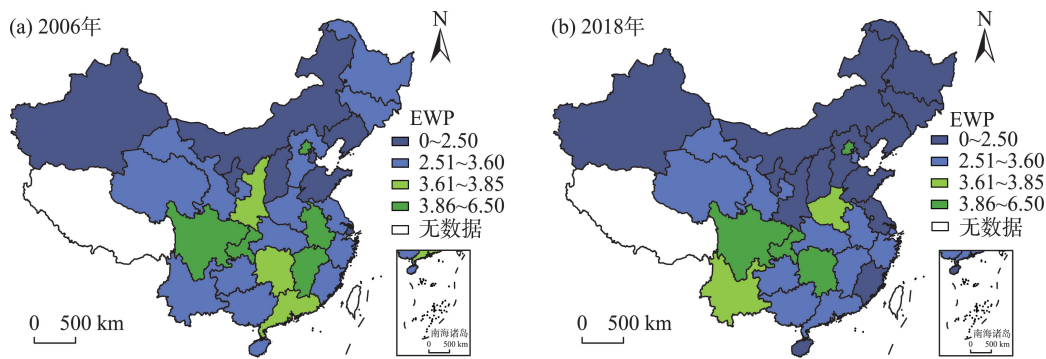
从空间格局演变来看,2006年中国南方省份的生态福利绩效整体高于北方,生态福利绩效排名前5的省份中有4个南方省份,而北方大多数省份生态福利绩效较低,内蒙古、山西、宁夏、辽宁、山东、新疆等省份的生态福利绩效排名处在全国靠后位置(图2)。2018年,中国生态福利绩效整体降低的态势明显,30个省份中仅有10个省份生态福利绩效有所提升,其中8个都位于南方。尤其是四川、重庆和湖南,生态福利绩效一直保持在较高水平,年均增速分别为0.78%、0.59%、0.45%。而宁夏、内蒙古、山西、新疆、黑龙江以及陕西等北方省份,生态福利绩效分别年均降低7.99%、4.01%、2.42%、

6.05%、2.67%、4.05%。可见,中国生态福利绩效的南北差异不断扩大,呈现出“南高北低”的空间分异特征,这与刘煜等^[34]的研究结论一致。

2.2 中国生态福利绩效变化的驱动效应分析

2.2.1 全国层面

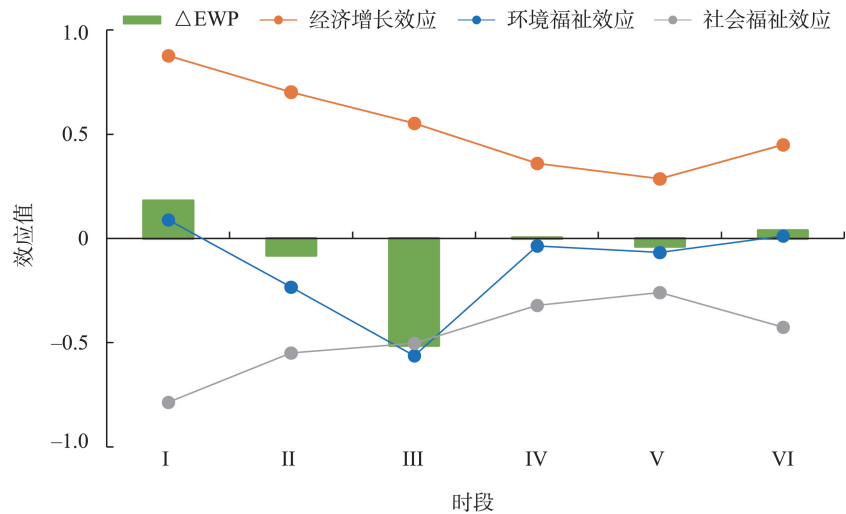
应用LMDI方法对2006—2018年中国生态福利绩效变化的驱动效应进行分解,结果如图3所示。由图3可知,2006—2018年中国生态福利绩效变化的经济增长效应一直表现为增量效应,而环境福祉效应与社会福祉效应基本上表现为减量效应,3种驱动效应共同导致了生态福利绩效的整体降低趋势。具体来看,2006—2008年中国生态福利绩效提升了0.181,这主要归功于经济增长效应与



注:该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2020)4619号标准地图制作,底图无修改。下同。

图2 2006年和2018年中国生态福利绩效的空间格局对比

Fig.2 Comparison of the spatial pattern of China's EWP in 2006 and 2018



注:时段I、II、III、IV、V和VI分别表示2006—2008、2008—2010、2010—2012、2012—2014、2014—2016和2016—2018年。图4同。

图3 2006—2018年中国生态福利绩效变化的驱动效应

Fig.3 Driving effects of EWP changes in China during 2006–2018

环境福祉效应的共同驱动,但社会福祉效应对中国生态福利绩效起到了抑制作用,说明人类发展水平的提高滞后于经济发展阻碍了这段时期生态福利绩效提升。2008—2016年,中国生态福利绩效大幅下降,由3.233跌至2.604,这一时期经济增长效应对中国生态福利绩效变化仍表现为促增作用,但环境福祉效应却表现为促减作用,与社会福祉效应共同掣肘中国生态福利绩效提升。2016—2018年,中国生态福利绩效由2.604提升至2.641,这一变化依赖经济增长与环境福祉改善实现,但社会福祉效应对生态福利绩效变化依然表现为制约作用,即人类发展水平提高滞后于经济增长的局面仍旧未变。

从分效应来看,经济增长效应是2008—2016年间唯一的增量效应,说明中国生态福利绩效变化主要依赖经济增长效应驱动,但随着中国经济由高速增长阶段迈向高质量发展阶段,经济增速放缓,经济增长效应呈式微态势。环境福祉效应仅在2006—2008、2016—2018年间表现为积极的增量效应,其余年份均表现为减量效应,这意味着单位自然消耗的主观幸福感效应偏低制约着中国生态福利绩效提升。尤其是2008—2012年,环境福祉效应的促减作用愈发凸显,即居民幸福感在提升过程中实际上付出了更大的生态代价。2012年后,随着党的十八大明确指出大力推进生态文明建设,中国绿

色发展成效显著,居民幸福感持续提高,环境福祉效应的抑制作用趋于减弱,从2016年开始与经济增长效应“双轮”驱动中国生态福利绩效提升。此外,社会福祉效应对中国生态福利绩效变化一直表现为减量效应,且效应值最低,说明中国生态福利绩效提升主要受到低福祉增长的制约。中国仍需加大在基础设施、医疗卫生等民生领域的公共服务投入,以促成人类发展指数与经济发展水平同步提高。但可以看出,社会福祉效应的抑制作用也呈减弱趋势,这表明中国经济增速放缓之后,随着全面小康社会建成,“重经济发展、轻福祉增长”的传统发展模式已出现转变。

2.2.2 区域层面

按照同样的方法,计算了2006—2018年南北区域及东中西三大区域生态福利绩效变化的驱动效应。由图4可以看出,南北区域及东中西三大区域的生态福利绩效变化整体上均显现为经济增长驱动模式,与全国生态福利绩效变化的驱动模式一致。在环境福祉效应与社会福祉效应的双重制约下,南方地区与北方地区的生态福利绩效均呈下降趋势,但南方地区的经济增长效应值明显更高,生态福利绩效从2006年的3.341降至2018年的3.281。而北方地区却由于经济增长动能乏力,生态福利绩效从2006年的2.579降至2018年的2.276,

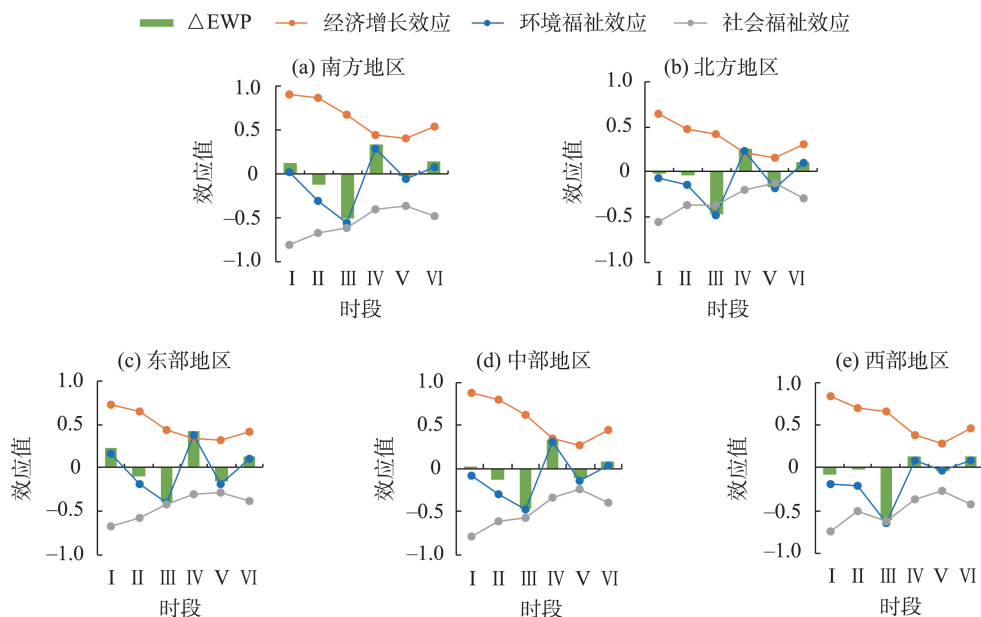


图4 2006—2018年中国南北区域及东中西三大区域生态福利绩效变化的驱动效应

Fig.4 Driving effects of EWP changes in the southern (a) and northern (b) regions and the three regions of eastern (c), central (d) and western (e) China during 2006–2018

南方省份与北方省份生态福利绩效的平均值差距也由此从0.762扩大至1.005。从东中西三大区域来看,中部和西部地区总的经济增长效应值较高,分别为3.338和3.294。然而,中部和西部地区经济增长却并未带来其人类福祉水平的同步提升,社会福祉效应明显弱于东部地区,这使其生态福利绩效在2006—2018年分别下降了0.255和0.469。东部、中部和西部地区总的环境福祉效应均表现为减量效应,分别为-0.120、-0.637、-0.944,中西部地区促减作用更为明显。东部地区经济转型升级取得明显成效,生态环境治理与生活质量改善在全国起着示范作用,环境福祉效应仅产生轻微抑制作用,加之经济增长效应的推动,其生态福利绩效在2006—2018年提高了0.159。

2.2.3 省域层面

再从省域来看(图5),四川、贵州、湖南等省份的生态福利绩效提升依靠经济增长驱动,但人类发展水平提升与经济增长的不协调问题较严重,说明应加大社会福利支出,持续优化基础设施建设,使经济发展成果更好惠及人民。北京、天津和上海的生态福利绩效提升主要得益于经济增长与环境福祉改善,社会福祉效应表现为抑制作用。安徽、江西、陕西、甘肃等省份经济取得了快速增长,但环境福

祉与社会福祉的抑制效应拉低了其生态福利绩效水平。宁夏、新疆等省份的生态福利绩效降低则归咎于经济增长动能乏力以及自然资源消耗过度,加强生态环境保护与修复、转变发展模式是其扭转生态福利绩效下降趋势的主要途径。整体来看,所有省份的经济增长效应均表现为增量效应,尤以四川、重庆、贵州、湖南和安徽最为突出,而山西、内蒙古、宁夏和新疆等省份的经济增长效应偏弱。环境福祉效应在中国绝大部分省份都表现为减量效应,但在北京、天津和上海表现为增量效应,可见,北京、天津和上海在提高资源利用效率和居民幸福感等方面具有明显优势,这成为其生态福利绩效提升的重要推力。所有省份的社会福祉效应均表现为减量效应,“低福祉增长”问题需要引起重视。比较而言,仅北京、天津、上海为“经济增长+环境福祉改善”组合驱动模式,其余省份均是依靠经济增长的驱动模式。

2.2.4 经济增长效应的决定因素分析

由上文可知,中国生态福利绩效变化主要依赖经济增长效应驱动,那么,决定经济增长效应的因素主要有哪些?为此,本文进一步应用 Frontier 4.1 软件对经济增长效应的决定因素进行估计,具体结果如表1所示。由表1可以看出, γ 值接近1,且通

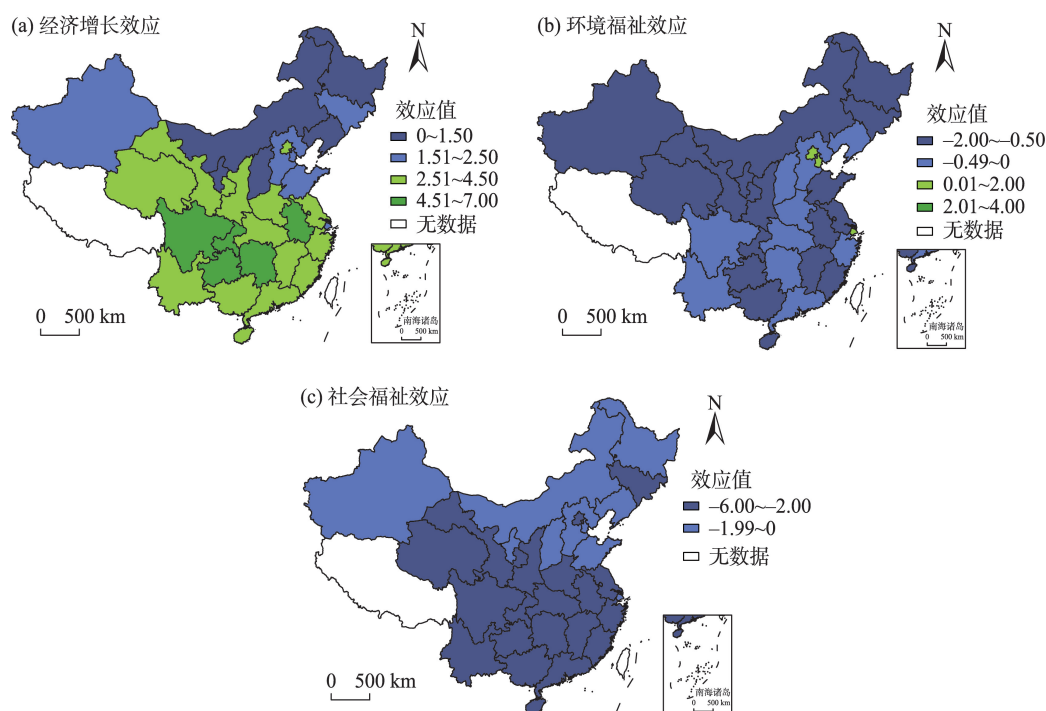


图5 中国省域生态福利绩效变化的驱动效应比较

Fig.5 Driving effects of provincial EWP changes in China

过了1%的显著性水平检验,说明技术非效率项显著存在;同时, σ^2 与LR检验高度显著,表明SFA方法具有较强的适用性。

(1) 全国结果分析。由表1中全国样本可以看出,技术进步是经济增长效应最重要的决定因素。近年来中国持续加大研发投入力度,代表研发成果的发明专利授权量大幅增长,特别是绿色专利授权量在2006—2010年内年均增长36.34%,大大提高了生产效率,使技术进步对经济增长效应发挥着十分显著的促进作用。对外开放和外商直接投资也是经济增长效应重要的决定因素,这主要与对外开放和外商直接投资能够带来先进管理经验和溢出效应,提高资源利用效率的同时刺激国内企业技术升级有关^[3,35]。城镇化水平的回归系数显著为正,对经济增长效应表现为抑制作用。中国城镇化水平从2006年的43.90%提高至2018年的59.58%,由此产生的要素集聚效应虽提高了生产效率,但伴随农村人口向城市转移,也不可避免地产生了一系列资源消耗与环境污染问题^[36],造成生态足迹升高。产业结构和能源消费结构的回归系数也显著为正。中国第二产业具有高能耗、高污染、高排放等特征^[37],而2006—2018年中国煤炭消费占能源消费总量的比重均值高达67.23%,与风能、水能等清洁能源相比,煤炭能源利用效率较低,不仅不利于“双碳”目标实现,还导致生态足迹居高不下。

(2) 区域异质性分析。南北区域层面上,技术进步回归系数在南方和北方地区均显著为负,这印证了其对经济增长效应的重要性。能源消费结构的回归系数在南方地区为负值,在北方地区却显著为正,说明北方地区能源消费结构有待优化。外商直接投资的回归系数在南方地区显著为负,但在北方地区为正值。可能的原因是北方地区引进的外商投资多表现为非环境偏向型,在节能减排与环境治理方面并未产生实质性效果。

进一步从东中西三大区域层面来看。城镇化水平的回归系数在中部地区显著为负,在东部和西部地区却显著为正。这可能是,东部地区部分城市存在“大城市病”,西部地区正处于城镇化加速推进阶段,资源消耗大,环境负担重,生态足迹增长较快,进而对经济增长效应产生抑制作用。对外开放的回归系数在东部和西部地区显著为负,但在中部地区显著为正,这可能与中部地区主要出口高耗能、高污染、低技术量、低附加值的初中级工业制品有关。能源消费结构的回归系数仅在中部地区显著为负。对此的解释是,中部地区的煤炭消费占比在三大区域中最高,但近年来中部地区能源消费结构持续优化,这使其作为生产活动的主体能源对经济增长效应表现为促进作用。外商直接投资的回归系数在中部和西部地区均为正值,特别是在西部地区通过了5%的显著性水平检验,表明“污染避难

表1 中国生态福利绩效变化的经济增长效应的决定因素回归结果

Tab.1 Regression results of determinants of economic growth effects of EWP changes in China

变量	全国样本	南方地区	北方地区	东部地区	中部地区	西部地区
β_0	-0.690*** (0.065)	-0.598*** (0.109)	1.582*** (0.243)	-1.083*** (0.109)	-0.091 (0.174)	-0.743*** (0.080)
$\ln K$	1.036*** (0.013)	1.000*** (0.019)	0.625*** (0.035)	1.065*** (0.021)	0.753*** (0.051)	0.999*** (0.016)
$\ln L$	0.031** (0.015)	0.050** (0.021)	0.436*** (0.040)	-0.002 (0.022)	0.302*** (0.074)	0.058** (0.023)
$\ln EF$	-0.156*** (0.027)	-0.140*** (0.050)	0.228*** (0.032)	-0.366*** (0.054)	-0.177*** (0.050)	-0.170*** (0.027)
δ_0	-2.039*** (0.371)	-0.348 (0.301)	0.789*** (0.257)	-2.633*** (0.433)	1.564*** (0.377)	-0.896 (0.573)
City	0.034*** (0.005)	0.008 (0.005)	0.008*** (0.003)	0.040*** (0.006)	-0.023*** (0.006)	0.014*** (0.005)
Encs	0.004** (0.002)	-0.001 (0.002)	0.003*** (0.001)	0.014*** (0.002)	-0.014*** (0.003)	-0.005 (0.004)
Tec	-0.034*** (0.005)	-0.029*** (0.006)	-0.023*** (0.002)	-0.013** (0.005)	-0.055*** (0.009)	-0.040*** (0.010)
Indus	0.021*** (0.005)	0.013*** (0.005)	0.002 (0.002)	0.010* (0.006)	0.025*** (0.004)	0.023*** (0.010)
Open	-0.008*** (0.002)	-0.004*** (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.009*** (0.001)	0.009*** (0.004)	-0.013*** (0.005)
Fdi	-0.003*** (0.001)	-0.002** (0.001)	0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.002)	0.004** (0.002)
σ^2	0.059*** (0.009)	0.024*** (0.003)	0.011*** (0.001)	0.025*** (0.004)	0.014*** (0.002)	0.036*** (0.008)
γ	0.913*** (0.024)	0.839*** (0.031)	0.999*** (0.041)	0.766*** (0.043)	0.832*** (0.249)	0.978*** (0.016)
LLF	172.5	177.9	165.2	122.3	91.9	111.3
LR 检验	220.7	155.1	259.6	125.3	122.4	89.2

注:***、**、*分别表示通过1%、5%、10%的显著性水平检验;括号内数值表示回归系数的标准误;LLF为log-likelihood function。

所”假说在西部地区成立。而东部地区环境规章制度相较严格,这在一定程度上规避非环境偏向型外资进入,有效提升了资源利用效率与污染治理能力。

3 结论及政策启示

3.1 主要结论

本文基于主客观综合福祉视角,运用 LMDI 方法和 SFA 方法分析了 2006—2018 年中国生态福利绩效变化及其驱动效应,得出以下结论:

(1) 2006—2018 年中国生态福利绩效水平整体呈下降趋势,这是由于人均生态足迹指数的增速远高于人类发展指数和居民幸福感指数的增速。

(2) 中国生态福利绩效变化主要依赖经济增长效应驱动,但驱动作用呈式微态势,而环境福祉效应与社会福祉效应呈现出抑制作用。

(3) 从空间格局来看,南方地区的经济增长效应明显强于北方地区,这使得中国生态福利绩效的南北差异不断扩大。中西部地区的环境福祉效应和社会福祉效应明显弱于东部地区。

(4) 技术进步是经济增长效应最重要的决定因素。南北区域及东中西三大区域经济增长效应的决定因素存在明显的区域异质性。

3.2 政策启示

第一,增强福祉改善对中国生态福利绩效提升的驱动作用,扭转目前“低福祉增长”格局。各级政府要加大基础设施、医疗卫生等民生领域的公共服务投入,提供高品质、多样化的公共服务和公共产品,提升人民生活品质,增强人民幸福感,同时要引导居民树立绿色消费理念,推动经济增长、生态保护与民生福祉提升的协调发展。

第二,因地制宜制订中国生态福利绩效区域协调发展策略。社会各界要重点关注中国生态福利绩效的南北差异问题,尤其要着力提升北方地区的生态福利绩效,加快北方省市居民幸福感提升与自然资源消耗脱钩,由单纯依靠经济增长驱动向“经济增长+环境福祉改善”双轮驱动模式转变。

第三,加快绿色转型为中国生态福利绩效提升提供经济增长新动能。中国依旧要夯实技术进步对驱动中国生态福利绩效提升的经济增长效应的支撑作用;以技术进步助推产业结构升级和能源结构优化,促进中国经济高质量发展;建议基于经济

增长效应决定因素的区域异质性特征,有针对性地激活和改善中国生态福利绩效提升的经济增长动力,进而缩小中国各地区之间的生态福利绩效差距。

参考文献(References)

- [1] 魏晓旭, 赵军, 魏伟, 等. 基于县域单元的中国生态经济系统协调度及空间演化 [J]. 地理科学进展, 2014, 33(11): 1535-1545. [Wei Xiaoxu, Zhao Jun, Wei Wei, et al. Coordinated development of ecological-economic system and spatial evolution based on county unit in China. Progress in Geography, 2014, 33(11): 1535-1545.]
- [2] 王圣云, 罗玉婷, 韩亚杰, 等. 中国人类福祉地区差距演变及其影响因素: 基于人类发展指数(HDI)的分析 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(8): 1150-1158. [Wang Shengyun, Luo Yuting, Han Yajie, et al. Regional difference and determinants of human well-being in China: Based on the analysis of human development index. Progress in Geography, 2018, 37(8): 1150-1158.]
- [3] 方时姣, 肖权. 中国区域生态福利绩效水平及其空间效应研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(3): 1-10. [Fang Shijiao, Xiao Quan. Research on regional ecological well-being performance and spatial effect in China. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(3): 1-10.]
- [4] 王圣云, 韩亚杰, 任慧敏, 等. 中国省域生态福利绩效评估及其驱动效应分解 [J]. 资源科学, 2020, 42(5): 840-855. [Wang Shengyun, Han Yajie, Ren Huimin, et al. Evaluation of provincial ecological well-being performance and its driving effect decomposition in China. Resources Science, 2020, 42(5): 840-855.]
- [5] 龙亮军, 王霞. 上海市生态福利绩效评价研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(2): 84-92. [Long Liangjun, Wang Xia. A study on Shanghai's ecological well-being performance. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(2): 84-92.]
- [6] Daly H E. The world dynamics of economic growth: The economics of the steady state [J]. American Economic Review, 1974, 64(2): 15-21.
- [7] 王圣云. 中部地区人文发展的生态效率评价 [J]. 经济地理, 2011, 31(5): 827-832. [Wang Shengyun. Evaluation on eco-efficiency from human development in the central China. Economic Geography, 2011, 31(5): 827-832.]
- [8] 诸大建. 从“里约+20”看绿色经济新理念和趋势 [J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(9): 1-7. [Zhu Dajian. New concept and trend of green economy emerging from Rio + 20. China Population, Resources and Environment,

- 2012, 22(9): 1-7.]
- [9] Bian J, Ren H, Liu P. Evaluation of urban ecological well-being performance in China: A case study of 30 provincial capital cities [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 254: 120109. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120109.
- [10] Zhang S, Zhu D J, Shi Q H, et al. Which countries are more ecologically efficient in improving human well-being? An application of the index of ecological well-being performance [J]. *Resources Conservation and Recycling*, 2018, 129: 112-119.
- [11] 诸大建, 张帅. 生态福利绩效与深化可持续发展的研究 [J]. *同济大学学报(社会科学版)*, 2014, 25(5): 106-115. [Zhu Dajian, Zhang Shuai. Ecological wellbeing performance and further research on sustainable development. *Journal of Tongji University (Social Science Section)*, 2014, 25(5): 106-115.]
- [12] 臧漫丹, 诸大建, 刘国平. 生态福利绩效: 概念、内涵及G20实证 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(5): 118-124. [Zang Mandan, Zhu Dajian, Liu Guoping. Ecological well-being performance: Concept, connotation and empirical of G20. *China Population, Resources and Environment*, 2013, 23(5): 118-124.]
- [13] Common M. Measuring national economic performance without using prices [J]. *Ecological Economics*, 2007, 64 (1): 92-102.
- [14] 龙亮军. 基于两阶段Super-NSBM模型的城市生态福利绩效评价研究 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(7): 1-10. [Long Liangjun. Evaluation of urban ecological well-being performance of Chinese major cities based on two-stage super-efficiency network SBM model. *China Population, Resources and Environment*, 2019, 29(7): 1-10.]
- [15] 邓远建, 杨旭, 马强文, 等. 中国生态福利绩效水平的地区差距及收敛性 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31 (4): 132-143. [Deng Yuanjian, Yang Xu, Ma Qiangwen, et al. Regional disparity and convergence of China's ecological welfare performance level. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(4): 132-143.]
- [16] 冯吉芳, 袁健红. 中国区域生态福利绩效及其影响因素 [J]. *中国科技论坛*, 2016, 32(3): 100-105. [Feng Jifang, Yuan Jianhong. On Chinese regional ecological well-being performance and its influence factors. *Forum on Science and Technology in China*, 2016, 32(3): 100-105.]
- [17] 刘国平, 朱远. 碳排放约束下的中国省域全要素福利绩效研究 [J]. *软科学*, 2014, 28(8): 88-93. [Liu Guoping, Zhu Yuan. Total factor wellbeing performance of Chinese provincial region within the limitation of carbon emission. *Soft Science*, 2014, 28(8): 88-93.]
- [18] 钟水映, 冯英杰. 中国省际间绿色发展福利测量与评价 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(9): 196-204. [Zhong Shuiying, Feng Yingjie. Green development welfare measurement and evaluation among China's provinces. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(9): 196-204.]
- [19] Abdallah S, Thompson S, Michaelson J, et al. The happy planet index 2.0: Why good lives don't have to cost the earth [M]. London, UK: The New Economics Foundation, 2009.
- [20] 徐维祥, 徐志雄, 刘程军. 基于随机前沿分析的环境规制效率异质性研究 [J]. *地理科学*, 2021, 41(11): 1959-1968. [Xu Weixiang, Xu Zhixiong, Liu Chengjun. Heterogeneity analysis of environmental regulation efficiency based on SFA. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41 (11): 1959-1968.]
- [21] Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method? [J]. *Energy Policy*, 2004, 32(9): 1131-1139.
- [22] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data [J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325-332.
- [23] 党云晓, 张文忠, 余建辉, 等. 北京居民主观幸福感评价及影响因素研究 [J]. *地理科学进展*, 2014, 33(10): 1312-1321. [Dang Yunxiao, Zhang Wenzhong, Yu Jianhui, et al. Residents' subjective well-being and influencing factors in Beijing. *Progress in Geography*, 2014, 33 (10): 1312-1321.]
- [24] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological footprints of nations: How much nature do they use? How much nature do they have? [R]. Toronto, Canada: International Council for Local Environmental Initiatives, 1997.
- [25] 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 [J]. *中国工业经济*, 2016, 34(5): 5-21. [Shi Dan, Wang Junjie. Measurement and evaluation of China's ecological pressure and ecological efficiency based on ecological footprint. *China Industrial Economics*, 2016, 34(5): 5-21.]
- [26] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000 [J]. *经济研究*, 2004, 39(10): 35-44. [Zhang Jun, Wu Guiying, Zhang Jipeng. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000. *Economic Research Journal*, 2004, 39(10): 35-44.]
- [27] 赵林, 刘焱序, 曹乃刚, 等. 中国包容性绿色效率时空格局与溢出效应分析 [J]. *地理科学进展*, 2021, 40(3):

- 382-396. [Zhao Lin, Liu Yanxu, Cao Naigang, et al. Spatiotemporal pattern and spillover effects of inclusive green efficiency in China. *Progress in Geography*, 2021, 40(3): 382-396.]
- [28] 卢现祥, 王素素. 中国要素市场化配置水平的南北差异及形成机理 [J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(11): 21-42. [Lu Xianxiang, Wang Susu. The north-south differences and formation mechanisms of China's factor market allocation level. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2021, 38(11): 21-42.]
- [29] 张思麒, 刘导波. 技术进步视角下中国产业结构高级化格局及影响因素 [J]. 经济地理, 2022, 42(5): 104-113. [Zhang Siqi, Liu Daobo. Spatial pattern and influencing factors of industrial structure advancement in China based on technological progress. *Economic Geography*, 2022, 42(5): 104-113.]
- [30] World Bank. International comparison program [EB/OL]. 2020-05-19 [2021-08-17]. <https://www.worldbank.org/en/programs/icp>.
- [31] 李科, 袁玮鸿, 罗晶, 等. 中国工业绿色增长效率的测算及其变化特征 [J]. 经济地理, 2022, 42(4): 44-53. [Li Ke, Yuan Weihong, Luo Jing, et al. Measurement and spatiotemporal characteristics of the industrial green growth efficiency in China. *Economic Geography*, 2022, 42(4): 44-53.]
- [32] 陈成忠, 林振山. 中国生态足迹和生物承载力构成比例变化分析 [J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1523-1533. [Chen Chengzhong, Lin Zhenshan. Dynamic study of component percentages of per capita ecological footprint and biocapacity in China, 1995-2015. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(12): 1523-1533.]
- [33] 何晓斌, 董寅茜. 从经济到社会——中国城镇居民主观幸福感影响因素的变迁: 2003—2017 [J]. 南京社会科学, 2021, 32(3): 54-63. [He Xiaobin, Dong Yinxin. From economic to social factors: The changing influence on Chinese urban residents' subjective well-being: 2003-2017. *Nanjing Journal of Social Sciences*, 2021, 32(3): 54-63.]
- [34] 刘煜, 刘跃军. 中国生态福利绩效测度与空间关联网特征分析 [J]. 统计与决策, 2021, 37(24): 52-57. [Liu Yu, Liu Yuejun. Measurement on China's ecological welfare performance and analysis on spatial correlation network characteristics. *Statistics & Decision*, 2021, 37(24): 52-57.]
- [35] 刘宇峰, 原志华, 郭玲霞, 等. 陕西省城市绿色增长水平时空演变特征及影响因素解析 [J]. 自然资源学报, 2022, 37(1): 200-220. [Liu Yufeng, Yuan Zhihua, Guo Lingxia, et al. Spatio-temporal characteristics of urban green growth level and its influencing factors in Shaanxi Province. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(1): 200-220.]
- [36] 刘耀彬, 袁华锡, 王喆. 文化产业集聚对绿色经济效率的影响: 基于动态面板模型的实证分析 [J]. 资源科学, 2017, 39(4): 747-755. [Liu Yaobin, Yuan Huaxi, Wang Zhe. Dynamic panel data modeling of the effects of cultural industry clusters on green economic efficiency. *Resources Science*, 2017, 39(4): 747-755.]
- [37] 邵帅, 范美婷, 杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展: 基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察 [J]. 管理世界, 2022, 38(2): 46-69, 4-10. [Shao Shuai, Fan Meiting, Yang Lili. Economic restructuring, green technical progress, and low-carbon transition development in China: An empirical investigation based on the overall technology frontier and spatial spillover effect. *Journal of Management World*, 2022, 38(2): 46-69, 4-10.]

Evolution of spatio-temporal patterns of ecological well-being performance in China and its driving effects

WANG Shengyun^{1,2}, DUAN Liancheng²

(1. Research Center of the Central China for Economic and Social Development, Nanchang University, Nanchang 330047, China;

2. School of Economics and Management, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: Ecological well-being performance (EWP) is the ecological efficiency of improving human well-being. Analyzing the spatial and temporal patterns and driving effects of EWP can help reveal regional differences in ecological efficiency of human well-being enhancement in China and its causes. This study analyzed the evolution of the spatiotemporal patterns of EWP in China based on a comprehensive subjective and objective well-being perspective, and used the Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) method and Stochastic Frontier Analysis (SFA) method to reveal the driving effects of EWP changes and the determinants of economic growth effect in China. The results show that: 1) The changes in EWP in China in 2006–2018 relied mainly on the effect of economic growth, but the overall level of EWP decreased due to the constraints of environmental well-being effect and social well-being effect. Among the determinants of the economic growth effect, technological progress played the most important role. 2) The differences between the mean values of EWP of southern and northern provinces in China had increased from 0.762 to 1.005, showing a spatial variation of high in the south and low in the north. The economic growth effect value in the south was much higher than that in the north, which was the main reason for the widening of the north-south differences in EWP in China. 3) The change in EWP in China as a whole appeared to be driven by economic growth, with only Beijing, Tianjin, and Shanghai showing a change driven by economic growth + environmental well-being improvement. There was a significant regional heterogeneity in the determinants of the economic growth effect in the southern and northern regions and in eastern, central, and western China. The results of the study can provide reference suggestions for promoting the coordinated regional development of EWP in China.

Keywords: ecological well-being performance; comprehensive well-being index; ecological footprint; LMDI method; SFA method