西北地区省会城市生态福利绩效测算及其经济效应分析

齐 玥，张爱儒

（青海大学财经学院，西宁 810016）

摘要：生态福利绩效(EWP)是协调生态保护、经济发展与民生改善三者关系的重要切入点，其提升对于实现区域可持续发展具有深远意义。运用纳入非期望产出的超效率SBM模型，定量测度2009—2023年中国西北地区5个省会城市(西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐)的生态福利绩效，并通过构建面板回归模型，探究其对经济增长与经济韧性的双维经济效应。研究结果表明：研究期内，西北5个省会城市的生态福利绩效均值为0.894，总体呈现上升趋势，但城市间的生态福利绩效波动幅度存在差异；5市生态福利绩效的提升呈现出差异化双维经济效应，具体表现为对经济增长产生促进作用，而对经济韧性形成削弱效应；双维经济效应呈现显著异质性特征，生态福利绩效基础薄弱且波动剧烈的城市(兰州、银川、乌鲁木齐)，其生态福利绩效提升对经济增长的促进作用与对经济韧性的削弱作用均显著；在高稳定型城市(西安、西宁)，上述效应的作用方向保持一致，但统计显著性水平有所降低。

关键词：生态福利绩效(EWP)；经济增长；经济韧性；经济效应；西北地区

中图分类号：F290 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)03－0184－10

自改革开放以来，中国经济总量实现了前所未有的历史性飞跃，取得了举世瞩目的辉煌成就。然而，在这高速发展的经济奇迹背后，却隐藏着生态系统持续退化、自然资源过度消耗以及环境污染不断加剧的沉重代价[1]。尤其是近年来，随着中国经济步入新的发展阶段，“高投入、高耗能、高排放”的传统发展模式所带来的后遗症愈发凸显，严重阻碍了经济社会的可持续发展和民生福祉的进一步提升[2-4]。现阶段中国所需的发展，不再仅仅是经济体量的简单扩张，而是追求人与自然和谐共生的绿色高质量发展，同时也是最终能让人民群众切实受益的发展模式。因此，如何有效协调生态保护、经济发展与民生改善三者之间的关系，即在实现经济高质量发展的过程中，确保在生态门槛内持续提升民生福祉，是中国当前亟须攻克的关键难题。生态福利绩效(ecological well-being performance，EWP)，即单位生态资源消耗转化为福利水平的效率[5]，作为涵盖生态环境投入与民生福祉产出的综合评价指标，无疑是破解经济、生态与福利三者关系难题的重要切入点。

生态福利绩效研究的起源可追溯至Daly[6]提出的稳态经济理论。Daly认为，通过测算单位自然资源消耗所带来的福利水平提升，即利用服务和吞吐量的比值，能够有效评估各国的可持续发展状况。然而，他当时并未提供适用于实践且便于量化对比的操作性指标，导致这一概念长期未能广泛应用[7]。直至1990年，联合国开发计划署发布了人类发展指数[8]，以及1992年Rees[9]提出的生态足迹概念，这些进展为Daly所提概念的测度提供了可操作性，从而推动了其进一步发展。生态经济的效率，即生态经济发展绩效，可定量表述为人类所获得的客观或主观福利与生态足迹之间的比值。在此基础上，诸大建[10]进一步引申，提出并界定了生态福利绩效，即福利的价值量与生态资源消耗的实物量比值，反映单位资源投入所带来的福利提升程度，并采用人类发展指数与生态足迹的比值进行测度。自2012年生态文明建设被纳入中国特色社会主义事业的全局规划后，生态福利绩效概念逐渐引起国内学者的重点关注。目前，国内生态福利绩效研究主要围绕以下3个方面展开：①概念界定与指标测度。学界已就生态福利绩效反映单位生态资源消耗转化为福利水平效率的内涵达成共识。在

收稿日期：2025-08-16

基金项目：青海省哲学社会科学重点基金(23ZD003)

作者简介：齐玥(1999—)，女，山东梁山人，硕士研究生，研究方向为区域经济发展；通信作者张爱儒(1969—)，男，甘肃景泰人，博士，教授，研究方向为中国区域经济关系与区域发展。

测度方法上,早期研究主要采用比值法,通过人类福利指标与生态消耗指标的比值来量化生态福利绩效[11-12]。近年来,研究则倾向于使用随机前沿分析[13-14]、数据包络法[15-17]等方法,从资源消耗、福利产出和环境污染等多个维度选取投入产出指标,基于投入产出视角的相对效率评价法来评估生态福利绩效。②时空演变与区域差异。国内学者普遍倾向于从国家[18-19]、省份[20-22]及城市[23-25]等不同地理学尺度入手,探究生态福利绩效的区域差异、时空分异特征及其空间收敛性。早期研究主要聚焦于国家、省份等大中地理尺度,而近年来城市尺度研究逐渐增多。学者们或基于城市类型[26]、或针对不同流域段的城市[27]、或从城市群视角[28]等展开深入探讨。③影响因素及作用机制。学者们针对生态福利绩效的影响机制进行了广泛研究,发现经济发展、数字经济、投资水平、产业结构、政府能力、城镇化等因素在不同程度和方向上对生态福利绩效产生显著影响[29-33]。

梳理相关文献不难发现,尽管当前生态福利绩效已取得较为丰硕的研究成果,但仍存在一定的拓展空间。①现有研究多集中于探索影响生态福利绩效的因素,却极少关注其变化可能引发的反馈效应。这种单向归因的研究割裂,导致生态福利绩效的实践应用缺乏实证支撑,削弱了其政策参考价值。②少数研究关注到生态福利绩效变化所带来的反馈效应,尤其在经济领域。例如,朱媛媛等[29]的研究表明,长江中游城市群生态福利绩效的提升在研究期间显著抑制了经济增长,并且这种经济效应呈现出明显的阶段性特征。然而,此类研究仍存在一定的局限性,主要在于过度集中于经济增长的"量"反馈,将生态福利绩效的经济效应简化为单一的经济增长维度。西北地区作为国家重要的生态安全屏障和能源资源基地,面临生态系统极度脆弱与区域发展相对滞后并存的核心矛盾,这严重制约了可持续发展目标的实现。在国家深入推进区域协调发展战略、构建西部大开发新格局以及实施高质量发展战略的背景下,如何兼顾筑牢生态安全屏障、促进区域经济高质量发展和持续改善民生福祉,已成为国家赋予西北地区的重大战略任务。因此,深入探究西北地区的生态福利绩效及其经济效应至关重要。这不仅关乎破解当地"保护与发展"的两难困境,更是服务国家战略亟须解决的关键问题。

综上所述,在全面权衡数据可获取性、省会城市的典型性与代表性基础上,选取西北地区省会城市作为研究对象。采用超效率 SBM 模型对 2009—2023 年的生态福利绩效水平进行测度,并运用面板回归模型实证分析生态福利绩效对经济增长及经济韧性的影响效应。研究旨在明晰该地区生态福利绩效的经济效应特征,科学揭示其内在规律,拓展相关研究视野,进而为因地制宜地推动西北地区经济高质量发展、生态文明建设及区域协调发展提供决策参考。

1　研究区概况

西北地区作为中国地理特征鲜明的单元,涵盖陕西、甘肃、青海、宁夏及新疆。该区域深居内陆、山脉阻隔的地理条件,形成降水稀少、日照强、空气干燥的干旱半干旱气候。受此气候制约,区域自然植被以荒漠草原为主,森林覆盖率偏低,环境容量有限且生态系统抗干扰能力薄弱。与此同时,西北地区拥有极为丰富的能源矿产资源,是国家重要的战略资源接续基地,且作为多民族聚居区,承载着深厚的丝路文化底蕴,地域文化特色显著。但受自然条件限制、基础设施短板及历史发展基础等因素影响,区域经济发展水平长期滞后于东部沿海地区,形成"生态承载力薄弱与经济发展滞后"的突出矛盾。作为国家生态安全屏障核心区与能源战略基地,西北地区的生态状况直接关乎全国生态格局稳定,经济发展则紧密关联多民族群体福祉,这种"生态-经济"的特殊关系,使得研究该区域的生态福利绩效及其经济效应具有重要的理论与现实意义。

西北 5 个省会城市(西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐)是各省域政治、经济、文化及生态治理核心,亦是区域发展的核心引擎。依据 5 个城市的《2023 年国民经济和社会发展统计公报》及国家统计局发布的《2023 国民经济和社会发展统计公报》的相关区域数据,经计算,2023 年 5 市地区生产总值合计达 2.4 万亿元,约占西北地区经济总量的 1/3;常住人口总量 2 697.72 万人,占区域总人口比重超 1/4,其经济规模与人口集聚度凸显了在区域发展中的枢纽作用。因此,从研究视角看,这些省会城市既是省域生态治理与福利供给的"核心窗口",也是探究"生态福利绩效测度及其经济效应"的关键载体。其生态福利绩效变化对经济增长、经济韧性的影响更具代表性,是剖析"生态-经济"互动关系的理想样本。

2　数据与方法

2.1　生态福利绩效评价方法

2.1.1　评价指标体系

生态福利绩效评价指标体系的构建,需紧扣

“以最小生态要素投入获取最大化社会福利”这一核心内涵[10]。基于此，在借鉴已有成果[24-31]的基础上，紧密结合社会福利的核心内容与社会经济活动过程，遵循科学性、系统性及数据可获取性原则，对指标体系进行拓展与完善。在投入方面，遵循主流范式，主要选取表征关键自然资源消耗的具体指标，涵盖土地、水资源和能源资源等要素。在产出方面，期望产出聚焦于全面衡量民生福祉改善，从经济状况、社会服务与环境质量 3 个维度出发，纳入相应指标进行考量；非期望产出则主要关注环境因素，以废水、废气及固体废弃物排放等环境污染指标进行表征，见表 1。

表 1　生态福利绩效评价指标体系

类别	一级指标	二级指标	三级指标	单位
投入	生态投入	能源消耗	人均能源消费量	吨标准煤/人
		水资源消耗	人均用水量	t/人
		土地消耗	人均建成区面积	m^2/人
产出	非期望产出	环境污染	人均工业废水排放量	t/人
			人均工业废气排放量	m^3/人
			人均工业固体废物产生量	t/人
			人均城市污水排放量	t/人
	期望产出	经济福利	城镇居民可支配收入	元
			农村居民可支配收入	元
		社会福利	每万人卫生机构床位数	张/万人
			每万人中小学生在校数	人/万人
		环境福利	建成区绿化覆盖率	%
			人均公园绿地面积	m^2/人

2.1.2　测度方法

近年来，以数据包络分析（data envelopment analysis，DEA）及其衍生模型为代表的非参数前沿分析法，因其能够有效处理多投入、多产出系统的效率评估问题，被广泛应用于生态福利绩效研究[34]。然而，传统 DEA 模型主要从径向角度测算效率，常忽略投入与产出的松弛问题，导致效率测度结果存在偏差。为克服这一局限，Tone[35]提出了非径向的 SBM 模型，其优势在于同时考虑了松弛变量以及期望与非期望产出的综合影响，显著提升了效率评估的准确性。尽管如此，SBM 模型在评估时可能产生多个决策单元同时处于有效前沿的情况，难以对其进行有效区分和排序。针对传统 DEA 和 SBM 模型的排序难题，Tone[36]进一步发展了超效率 SBM 模型。该模型作为 SBM 的进阶版本，不仅有效消除了非期望产出可能带来的“松弛影响”，更重要的是能解决多个有效单元无法排序的困境，还能在有效单元间进一步评价其相对效率高低。相较于传统 DEA 模型，超效率 SBM 模型的这些特性使其在生态福利绩效这类包含期望产出与非期望产出的多维度效率测度中更具优势。因此，采用 Super-SBM 模型测度生态福利绩效，其计算公式如下：

$$\rho^{*}=\min\frac{\frac{1}{m}\sum_{r=1}^{m}\frac{\bar{x}_r}{x_{rp}}}{\frac{1}{s_1+s_2}\left(\sum_{s=1}^{s_1}\frac{\bar{y}_s}{y_{sp}}+\sum_{t=1}^{s_2}\frac{\bar{z}_t}{z_{tp}}\right)}$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}\bar{x}_r\geqslant\sum\limits_{q=1,q\neq p}^{n}\beta_q x_{rq}, & r=1,2,\cdots,m\\ \bar{y}_s\leqslant\sum\limits_{q=1,q\neq p}^{n}\beta_q y_{sq}, & s=1,2,\cdots,s_1\\ \bar{z_t}\geqslant\sum\limits_{q=1,q\neq p}^{n}\beta_q z_{tq}, & t=1,2,\cdots,s_2\\ \bar{x}_r\geqslant x_{rp},\quad \bar{y}_s\leqslant y_{sp},\ \bar{z_t}\geqslant z_{tp},\\ \beta_q\geqslant 0, & q=1,2,\cdots,n\end{cases}\tag{1}$$

式中：ρ^{*}为生态福利绩效的超效率值，表示决策单元相对于效率前沿的相对效率水平；m 为投入指标个数；s_1为期望产出指标个数；s_2为非期望产出指标个数；n 为决策单元总数；x_{rp}为第 p 个决策单元的第 r 项投入；y_{sp}为第 p 个决策单元的第 s 项期望产出；z_{tp}为第 r 个决策 p 单元的第 t 项非期望产出；$\bar{x}_r$、$\bar{y}_s$、$\bar{z}_t$分别为投入、期望产出和非期望产出的投影值（松弛量），表示达到效率前沿所需的最优值；β_q为第 q 个决策单元的权重系数。

2.2　经济效应模型构建

2.2.1　模型设定

已有研究表明，经济增长与生态福利绩效之间存在复杂的非线性关系。诸大建和张帅[18]通过国际比较发现，人均 GDP 与生态福利绩效呈现出倒“U”型特征。Balestra 等[37]的研究进一步指出，生态福利绩效并非随经济发展持续提升，而是存在“福利门槛效应”，即在经济增长初期可能促进生态福利绩效提升，但达到一定水平后反而可能产生抑制效应。赵林等[31]针对环渤海地区的研究则显示，该区域的经济增长目前仍处于倒“U”型曲线的左侧，对生态福利绩效提升具有促进作用。由此可见，受地理环境、资源禀赋、经济基础等区域差异的影响，经济增长与生态福利绩效之间的动态关系在不同地区表现出显著的差异性。

与此同时，一个关键问题亟待验证：地区生态福利绩效水平的变化是否能够有效驱动城市经济

韧性的提升？尽管直接相关的研究尚不多见，但两者在内涵上存在深层次的关联。城市经济韧性是指城市经济系统在遭受扰动或破坏后恢复到扰动前状态的能力[8]，其核心在于经济的可持续发展能力。这与生态福利绩效所追求的“以最小生态代价换取最大人类福利”的可持续发展衡量维度高度契合。鉴于西北地区生态脆弱性与经济滞后性并存，深入探索其生态福利绩效变化对城市经济韧性的影响机制，对于推动该区域可持续发展具有重要的理论和现实意义。

因此，为探究西北地区省会城市生态福利绩效在经济增长与经济韧性两个维度的经济效应，研究构建面板回归模型，并分别设定 lnGDP（经济增长）与 ER（经济韧性）作为被解释变量。模型设定如下：

$$\ln GDP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EWP_{it} + \sum_{k=2}^{K} \alpha_k X_{it}^{(k)} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$ER_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 EWP_{it} + \sum_{k=2}^{K} \gamma_k X_{it}^{(k)} + \mu_i + \xi_{it} \quad (3)$$

式中：i 为城市个体；t 为时间（年份）；GDP_{it} 为城市 i 在年份 t 的地区生产总值；ER_{it} 为城市 i 在年份 t 的经济韧性水平；EWP_{it} 为城市 i 在年份 t 的生态福利绩效；X_{it} 为控制变量；α_0、γ_0 为常数项；α_1、γ_1、γ_R 为回归系数；μ_i 为城市固定效应；ε_{it}、ξ_{it} 为随机误差项。

2.2.2　变量说明

1）被解释变量

被解释变量分别为：①经济增长（lnGDP）以城市地区生产总值（GDP）作为经济增长的核心表征指标，反映城市经济规模扩张水平。考虑到 GDP 绝对数值较大易导致数据异方差问题，故对原始 GDP 数据进行自然对数处理，记为 lnGDP。②经济韧性（ER）。借鉴已有研究成果[38-41]，在将经济韧性定义为城市在面临外部冲击时，维持或恢复经济稳定发展的能力基础上，通过对比“冲击发生前”与“冲击发生后”城市生产总值的变化幅度，量化评估西北 5 省会城市的经济韧性水平，记为 ER。具体计算公式如下：

$$R_{it} = \frac{(Y_i^t - Y_i^{t-k})/Y_i^{t-k} - (Y_E^t - Y_E^{t-k})/Y_E^{t-k}}{|(Y_E^t - Y_E^{t-k})/Y_E^{t-k}|} \quad (4)$$

$$ER_{it} = R_{it} - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} R_{it} \quad (5)$$

式中：R_{it} 为城市 i 第 t 年的相对经济韧性；Y_i^t 和 Y_i^{t-k} 分别为 i 城市 t 年和 $t-k$ 年的经济产出，$(Y_i^t - Y_i^{t-k})/Y_i^{t-k} = \Delta Y_i^t$，$\Delta Y_i^t$ 为 i 城市 t 年的经济产出变化量；Y_E^t 和 Y_E^{t-k} 分别为全国 t 年和 $t-k$ 年的经济产出，$(Y_E^t - Y_E^{t-k})/Y_E^{t-k} = \Delta E$，$\Delta E$ 为预期全国经济产出变化量；ER_{it} 为标准化后的城市经济韧性；n 为城市总数量。最终采取标准化后的城市经济韧性。

2）核心解释变量：生态福利绩效（EWP）

该变量旨在衡量区域生态投入与民生福利产出的匹配效率，其测算过程严格遵循本研究构建的综合评价指标体系，并采用超效率 SBM 模型进行量化分析。

3）控制变量

参考李成宇等[7]、李在军和胡美娟[24]、朱媛媛等[29]、赵林等[31]相关研究成果，引入 5 个可能干扰核心变量关系的控制变量，具体如下：①工业化水平（X_2），以“工业增加值占地区生产总值的比重”表征，反映城市工业化发展深度。工业化进程既可能通过工业规模扩张推动经济增长。同时，工业结构的合理性也会作用于城市经济韧性，如单一重化工业结构可能降低抗风险能力。②政府调控能力（X_3），以“财政支出占地区生产总值的比值”度量，体现政府对“生态-经济”系统的干预与资源配置能力。政府可通过产业扶持、基础设施投资推动经济增长，还可借助转移支付、应急政策增强经济韧性，其调控强度会直接影响核心变量间的关联。③城镇化水平（X_4），通过“常住人口城镇化率”测度，捕捉人口集聚带来的双重效应。一方面，人口集聚可形成经济规模效应，促进产业协同与消费升级，助力经济增长；另一方面，城镇化水平也会关联经济韧性，如高城镇化水平往往意味着高基础设施完善度，从而提升经济抗波动能力。④城市创新水平（X_5），以“发明专利申请量（对数化处理）”表征，反映技术创新活力。创新可通过技术突破推动产业升级，助力经济增长与经济韧性提升。为缓解原始数据偏态分布问题，对发明专利申请量进行对数化处理后纳入模型。⑤城市投资水平（X_6），以“人均固定资产投资额（对数化处理）”反映资本深化程度。物质资本积累既可能通过产业投资、基建建设直接推动经济增长；同时，合理的资本配置可增强经济韧性，避免因单一领域投资过度导致的风险集中，故将其作为控制变量。

2.3　数据来源

数据采集范围为 2009—2023 年，覆盖西北地区 5 个省份及 5 个省会城市，核心数据源包括《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》国家级权

威年鉴，以及各省份、省会城市发布的地方统计年鉴、国民经济与社会发展统计公报、环境统计公报、水资源公报等官方公开资料，确保数据源头的权威性与时效性。

需特别说明的是，各省会城市“综合能源消费量（折合标准煤）”指标数据，优先采用省、市级统计年鉴中的直接统计值。针对部分年份存在的数据缺失问题，为保障研究数据集的连续性与完整性，通过“单位 GDP 能耗及其变化率”构建估算模型进行数据补全，补全过程严格遵循统计核算逻辑，确保补充数据的合理性与可靠性。

3　结果与分析

3.1　生态福利绩效测算结果

基于考虑非期望产出的超效率 SBM 模型，并借助 MATLAB 软件进行测算，获得 2009—2023 年西北地区 5 个省会城市的生态福利绩效数据，结果如表 2、图 1 所示。

表 2　2009—2023 年西北地区 5 个省会城市生态福利绩效（EWP）测算结果

年份	西安	兰州	西宁	银川	乌鲁木齐	均值
2009	1.037	0.385	1.015	1.010	0.353	0.760
2010	1.005	0.467	1.005	1.009	0.439	0.785
2011	1.008	0.482	1.008	1.000	0.377	0.775
2012	1.003	0.605	1.011	0.621	0.388	0.726
2013	1.008	0.498	0.799	1.001	0.435	0.748
2014	1.021	0.475	1.003	1.005	0.501	0.801
2015	0.825	0.484	1.005	1.001	0.588	0.781
2016	1.010	1.009	0.480	1.003	0.639	0.828
2017	1.006	1.008	1.019	1.007	0.678	0.944
2018	0.815	0.793	1.008	1.001	0.626	0.848
2019	1.007	0.887	1.011	0.723	0.686	0.863
2020	1.087	0.834	1.005	0.508	1.001	0.887
2021	1.024	0.882	1.032	0.692	1.005	0.927
2022	1.001	1.010	1.010	1.002	1.002	1.005
2023	1.027	1.013	1.037	1.007	1.056	1.028
均值	0.992	0.722	0.963	0.906	0.652	0.894
标准差	0.073	0.242	0.145	0.174	0.252	0.094

3.1.1　整体测算结果：区域共性与阶段特征

从区域整体来看，2009—2023 年西北 5 个省会城市生态福利绩效呈现“基数偏低、稳步提升、后期趋优”的共性趋势。一是整体未达最优但持续改善，研究期内 5 市绩效均值均未超过 1，但整体均值从 2009 年的 0.68 升至 2023 年的 1.12，15 年间增幅达 64.7%，反映西北省会城市在“生态保护-福利提升”协同效率上的持续进步；二是后期实现全域突破，2022—2023 年 5 市绩效值均突破 1 并稳定在最优区间，这与“十四五”期间西北地区“生态优先、绿色发展”战略的落地见效直接相关，体现区域生态福利绩效提升的政策驱动性。

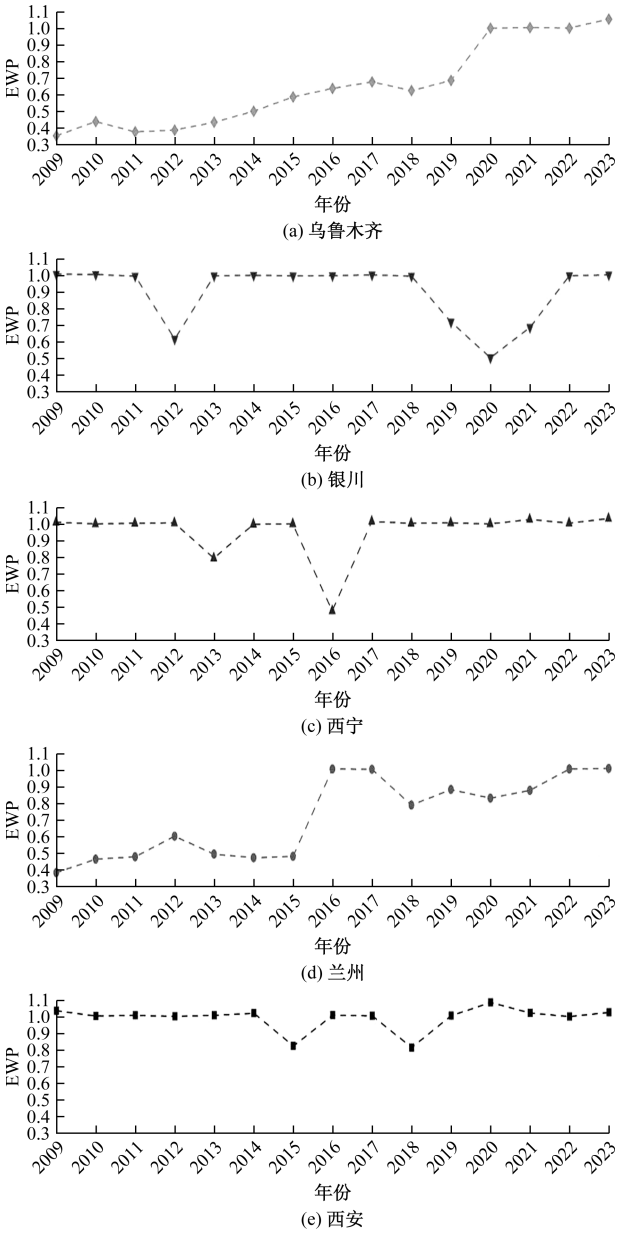


图 1　2009—2023 年西北地区 5 个省会城市生态福利绩效（EWP）时间演变趋势

3.1.2　城市间比较分析：差异分化与类型特征

结合西北 5 省省会城市的资源禀赋、产业结构及发展阶段，可将其生态福利绩效表现划分为 3 类，差异成因与区域特征高度关联。

（1）稳定优效型：西安、西宁——依托基础优势实现“生态-福利”协同。西安与西宁的生态福利绩效在研究期内始终处于区域领先水平，均值分别达 0.992、0.963，且 15 年中有 13 年绩效值大于 1。从区域视角看，二者的稳定优势源于两类差异化基础：西安作为西北唯一的国家中心城市，依托科教

资源密集、产业结构转型早的优势,在“经济增长-污染减排”平衡上表现突出,生态福利绩效的稳定性与经济韧性高度匹配;西宁则凭借青藏高原独特的生态基底,长期将生态保护纳入城市发展刚性约束,尽管经济规模相对较小,但“低污染、高生态价值”的发展模式使其生态福利绩效天然具备优势,成为西北“生态优先型”城市的典型代表。

(2)波动追赶型:兰州、银川——受资源依赖与转型阵痛制约。兰州与银川的生态福利绩效呈现“提升缓慢、波动剧烈”的特征,是西北资源型城市“生态-经济”转型困境的集中体现。兰州作为传统重工业基地,2009—2015 年绩效均值低于 0.5,核心原因在于该阶段重工业“高耗能、高污染”的生产模式与黄河上游生态保护要求的矛盾突出,工业废水、废气排放等非期望产出居高不下,而生态治理投入不足,导致绩效持续低迷;2016 年后绩效跃升至 1.009 并进入波动上升阶段,实则是 2015 年《甘肃省“十三五”生态环境保护规划》实施后,兰州关停高污染企业、推进工业技改的直接成果,反映资源型城市转型“政策驱动型”的区域特点。

银川的绩效波动则与西北干旱半干旱地区“水资源约束+产业结构单一”的双重压力相关。2012 年(骤降至 0.621)、2020 年(跌至 0.508)的两次大幅下滑,分别对应 2012 年宁夏农业灌溉用水激增、2020 年疫情冲击下煤化工产业(银川主导产业)停产减产;直至 2022 年宁夏推进“水资源刚性约束制度”与“煤化工绿色技改”后,绩效才重新回升至 1 以上,凸显西北干旱地区“水资源-生态-经济”联动的脆弱性。

(3)后发跃升型:乌鲁木齐——依托战略红利实现“弯道超车”。乌鲁木齐的生态福利绩效从研究初期的 5 市末位(2009 年 0.48)持续攀升至后期稳定超 1,是西北边疆城市“后发优势”与国家战略赋能的典型案例。2009—2019 年,乌鲁木齐受“资源依赖型”经济结构(以石油、煤炭开采及初加工为主)制约,生态福利绩效长期偏低;2020 年后的突破则与两大区域战略直接相关。一是“一带一路”核心区建设推动物流、商贸等低污染产业发展,降低对高耗能产业的依赖;二是新疆“新能源基地”建设(光伏、风电等清洁能源替代传统化石能源)减少能源消耗类非期望产出,双重红利下绩效首次突破 1 并稳定在最优区间,反映西北边疆城市“战略驱动型”生态福利提升的独特路径。

3.2　生态福利绩效的经济效应分析

为规避伪回归问题,首先对数据开展单位根检验。结果显示,被解释变量与核心解释变量均为平稳序列,有效排除了非平稳序列引发的伪回归风险。随后,为确定适配于西北地区省会城市生态福利绩效经济效应探究的面板模型类型,先进行 F 检验。检验结果明确拒绝原假设,证明混合回归模型不适用,故予以排除。在此基础上进一步开展 Hausman 检验,所有模型在 10% 显著性水平下均显著拒绝原假设,统计层面支持选择固定效应模型而非随机效应模型。

需要说明的是,参考朱媛媛等[29]的做法,最终选择固定个体(城市)效应而未固定时间效应,关键原因在于研究场景的异质性特征与研究目标的适配性。一方面,西北地区省会城市在资源禀赋、政策定位、地理条件等方面存在显著且稳定的个体差异,这类差异会直接影响生态福利绩效的经济效应,固定个体效应可有效控制该类不可观测的城市固有特征,避免估计偏误;另一方面,考察期内,西北地区省会城市在生态环保政策、经济发展规划等时间维度的共性冲击较少,且核心解释变量的时间波动已通过控制变量部分捕捉,若额外固定时间效应,反而可能因自由度减少导致估计效率下降,不符合“精简且有效”的模型设定原则。最后,为保障参数估计有效性,进行多重共线性检验。结果显示,所有自变量的方差膨胀因子(VIF)均小于经验阈值 10,表明解释变量间无严重多重共线性问题。综上,本研究最终采用个体固定效应面板回归模型开展后续分析。

根据设定的式(2)和式(3),运用固定效应模型估算西北地区省会城市生态福利绩效对经济增长和经济韧性的影响效应,实证结果汇总于表 3。模型 1 的拟合优度 $R^2=0.894$,显示出模型对经济增长变动的解释力较强,拟合效果良好;而模型 2 的 $R^2=0.197$,拟合效果相对一般,提示城市经济韧性可能受到更多模型外复杂因素的影响,但模型仍具有一定统计意义。

核心变量效应分析表明,生态福利绩效对经济增长的回归系数为 0.225,且在 5%水平上显著,说明生态福利绩效提升对当地经济发展具有显著的促进作用。这一正向结果与既有研究[18]相吻合,支持研究区在研究期内可能处于生态福利绩效与经济增长倒“U”型曲线左半段(上升阶段)的论断,意味着西北地区省会城市提升生态福利绩效在研究阶段能协同推动经济增长。然而,生态福利绩效对经济韧性的回归系数为−0.658,同样在 5%水平上

表 3　西北地区省会城市生态福利绩效(EWP)的经济效应回归结果

变量	模型 1	模型 2
	lnGDP	ER
EWP	0.225**(2.28)	−0.658**(−2.26)
X_2	−1.257***(−3.38)	1.960*(1.78)
X_3	−0.520(−0.97)	−3.689**(−2.33)
X_4	2.337***(3.87)	−0.462(−0.26)
X_5	0.371***(7.75)	0.997(0.68)
X_6	−0.070(−0.82)	0.389(1.54)
常数项	13.274***(18.01)	−3.704*(−1.70)
样本数	75	75
R^2	0.894	0.197

注：***、**、*分别表示 $P<0.01$、$P<0.05$、$P<0.1$；括号内为 t 值。

显著，揭示出生态福利绩效水平的提升对城市经济韧性产生了统计显著的负向影响(即抑制效应)。这暗示在资源环境约束趋紧的背景下，西北地区省会城市提升生态福利绩效可能短期内对城市应对外部冲击与恢复的能力构成挑战，需关注其转型成本或路径依赖问题。

为验证基准回归结果的可靠性，实施如下稳健性检验：①调整样本期以排除首尾可能的异常波动。将研究时段从 2009—2023 年调整为 2010—2022 年，以消除全球金融危机后效期初与最新统计年末数据可能的不稳定性。②针对经济增长模型，更换被解释变量。将衡量指标由生产总值替换为人均生产总值，以排除城市规模带来的潜在偏差，更精确地识别生态福利绩效对经济发展效率的影响。表 4 汇报了检验结果。可以看出，在改变样本期和变量测度方法后，核心解释变量生态福利绩效的系数符号和显著性水平均与表 3的基准回归结果高度一致，这表明本文的基本结论具有一定稳健性。

表 4　西北地区省会城市生态福利绩效(EWP)的经济效应回归稳健性检验结果

替换解释变量	模型 1	模型 2
	lnPGDP	ER
EWP	0.126*(1.87)	−1.003***(−2.98)
X_2	−1.010***(−3.66)	0.414(0.30)
X_3	−0.126(−0.36)	−2.573(−1.46)
X_4	2.050***(3.97)	0.163(0.06)
X_5	0.201***(5.58)	0.072(0.40)
X_6	0.050(0.90)	0.239(0.86)
常数项	7.484***(14.87)	−1.947(−0.77)
样本数	65	65
R^2	0.476	0.046

注：***、**、*分别表示 $P<0.01$、$P<0.05$、$P<0.1$；括号内为 t 值。

3.3　生态福利绩效的经济效应异质性分析

为进一步深入探究西北地区城市生态福利绩效变化对经济增长与经济韧性的影响，依据生态福利绩效水平及其波动性，将 5 个省会城市划分为高稳定组(西安、西宁)和波动组(兰州、银川、乌鲁木齐)。具体而言，高稳定组城市在研究期内生态福利绩效均值大于 0.95 且标准差小于 0.15，呈现出高水平、低波动的特征；波动组则生态福利绩效均值小于 0.95 且标准差大于 0.15，表现为低水平、高波动的特征。

表 5 的回归结果显示，两组城市生态福利绩效对经济增长的影响系数均为正，验证了研究期间生态福利绩效提升对西北省会城市经济增长的促进作用。然而，高稳定组的正向系数未通过统计显著性检验，而波动组的正向系数在 10%水平上显著。这表明在生态福利绩效基础薄弱且波动剧烈的城市中，其提升对经济增长的促进效应更为显著。究其原因，波动组生态福利绩效的提升往往源于资源利用效率或环境治理的实质性改善，能更直接地释放增长潜力；而高稳定组生态福利绩效已处于高稳定平台，其边际提升的带动作用相对有限或在统计上不易捕捉。

与此同时，两组城市的生态经济增长对经济韧性的影响系数均为负，但存在显著的组间差异。高稳定组的负向系数未通过显著性检验，而波动组的负向系数在 5%水平上显著，揭示出剧烈的生态福利绩效波动与城市经济韧性之间存在显著的负向关

表 5　西北地区省会城市生态福利绩效(EWP)的经济效应异质性分析结果

变量	InGDP		ER	
	高稳定组	波动组	高稳定组	波动组
EWP	0.010 (0.03)	0.218* (2.00)	−0.500 (−0.57)	−0.792** (−2.11)
X_2	−1.498* (−2.04)	−1.403*** (−2.91)	3.975** (2.11)	−0.035 (−0.02)
X_3	0.409 (0.29)	−1.152* (−2.02)	−4.390 (−1.22)	−3.432* (−1.75)
X_4	3.453* (1.96)	1.803*** (3.03)	−4.710 (−1.04)	0.275 (0.13)
X_5	0.428** (2.78)	0.353*** (7.78)	0.351 (0.88)	−0.015 (−0.10)
X_6	−0.371 (−1.47)	0.002 (0.03)	0.691 (1.07)	0.302 (1.04)
常数项	15.288*** (7.55)	13.232*** (−17.27)	−5.900 (−1.13)	−2.109 (−0.80)
样本数	30	45	30	45
R^2	0.864	0.929	0.300	0.202

注：***、**、*分别表示 $P<0.01$、$P<0.05$、$P<0.1$；括号内为 t 值。

联。深入分析表明,这种关联可能源于两方面:①剧烈的生态福利绩效波动反映了资源利用与环境治理的系统性不稳定,导致经济发展规划与政策执行受阻,削弱了经济系统应对外部冲击的能力;②生态福利绩效的剧烈波动暴露了城市在应对生态环境挑战方面的策略缺失,引发频发的生态环境问题,进而对经济系统的恢复力构成持续性负面影响。

4　结论与讨论

4.1　结论与启示

通过构建生态福利绩效评价指标体系,并采用考虑非期望产出的超效率 SBM 模型,测度了2009—2023 年西北地区 5 个省会城市(西安、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐)的生态福利绩效。在此基础上,进一步构建面板回归模型,深入探究了该区域核心城市生态福利绩效变化对经济增长与经济韧性产生的双维经济效应及其异质性特征。主要研究结论如下。

(1)西北 5 个省会城市的生态福利绩效呈现出总体跃升与内部差异并存的态势。研究期内,5 个城市的生态福利绩效总体均值为 0.894,尚未达到有效前沿。其中,西安与西宁表现最为优异且稳定;兰州与银川提升缓慢且波动显著;乌鲁木齐则实现了后发赶超。值得注意的是,5 市的生态福利绩效均呈上升趋势,至 2022—2023 年全部突破 1,标志着 5 个省会城市的生态福利绩效整体进入有效状态。

(2)生态福利绩效的提升产生了显著的双维经济效应。研究表明,西北 5 省会城市生态福利绩效的提升对经济增长具有一定的促进作用,但同时也显著削弱了经济韧性。

(3)西北省会城市生态福利绩效的经济效应呈现出显著的异质性特征。在区域内生态福利绩效水平高且稳定的城市,其提升引发的经济增长促进效应和经济韧性削弱效应相对较弱;而在生态福利绩效基础薄弱且波动剧烈的城市,其提升对经济增长的促进效应与经济韧性的削弱效应则更为显著。

基于上述结论,得到如下启示。

(1)西北地区要差异化推进生态福利绩效提升,根据城市生态福利绩效基础与特征分类施策。对绩效优异稳定的城市,侧重巩固优势并总结经验,通过搭建交流平台向其他城市推广成熟模式;对绩效提升缓慢、波动较大的城市,聚焦产业结构优化与资源约束破解,加大生态治理与产业转型支持力度,减少外部冲击对绩效的影响;对后发赶超型城市,延续有效转型政策,强化生态保护与产业发展的政策衔接,提升绩效稳定性。

(2)西北地区未来可平衡双维经济效应,针对生态福利绩效“促增长、弱韧性”的矛盾,构建短期与长期结合的调节机制。短期通过省级层面统筹资源,对生态转型期城市给予适当扶持,缓解转型成本对经济韧性的冲击;长期注重培育兼顾生态效益与抗风险能力的产业,将生态韧性纳入经济发展评价体系,引导城市在提升生态绩效的同时,增强经济应对外部波动的能力。

(3)西北地区应化解效应异质性,强化区域协同与分类指导。建立区域生态福利发展协作机制,推动城市间经验共享与互助合作,缩小区域内效应差异;根据城市绩效水平设定差异化调控目标,对高绩效城市侧重效应平衡优化,避免资源浪费;对低绩效城市注重适度引导,通过渐进式转型降低效应波动,推动区域整体生态经济协调发展。

4.2　进一步讨论

(1)关于城市生态福利绩效的测度。超效率 SBM 模型测度的生态福利绩效本质上属于一个相对评价概念,其评价结果在很大程度上取决于所选取的参照组。现有研究在评估西北地区城市生态福利绩效时,通常将其置于全国及流域城市群的宏观尺度中进行对比。在此全国尺度下,西北各城市的生态福利绩效有效或无效状态,是通过与全国其他城市,尤其是发展水平和资源禀赋差异显著的东部发达城市的比较得出的。这种视角在国家层面或黄河流域等宏观框架下提供了有价值的全局定位和基准参照,但也在一定程度上忽视了针对西北区域内部精细化比较与诊断的需求。

因此,专门立足于西北地区尺度,排除宏观尺度干扰因素,尤其是与异质性过强区域比较带来的“标杆污染”,聚焦于该区域 5 个省会城市的生态福利绩效测度。在此区域内部评价体系下,各城市的生态福利绩效状态有效或无效均严格基于与其他 4 个省会城市的相互比较来确定。从而探究在相似自然约束和发展阶段下,西北各省会城市利用资源创造生态福利的效率差异。这不仅丰富了研究视角,更为识别区域内部的“优等生”与“追赶者”提供了更为公平、更具可比性的标尺。

(2)关于生态福利绩效的经济效应研究。现有研究表明,生态福利绩效的变化可能引发经济领域的反馈效应[29],然而,大多数相关研究仅聚焦于单

一的经济增长维度[42]。研究的边际贡献在于：拓展了经济反馈效应的内涵维度，将生态福利绩效的经济效应探讨从单纯的经济增长扩展至经济增长与经济韧性双重效应；专注于特定区域，以西北地区为立足点，深入探究其省会城市的生态福利绩效反馈特性。研究发现，西北地区生态福利绩效的提升既引发了经济增长的促进效应，又伴随着经济韧性的削弱效应。其中，西北地区生态福利绩效提升引发的经济增长促进效应与已有研究相互印证[18,42]，而经济韧性的削弱效应则为研究生态福利绩效的经济效应提供了新的研究切入点。

研究仍存在一定的提升空间：①研究尺度方面，虽然立足西北地区视角测度区域内城市生态福利绩效对精准促进区域可持续发展意义重大，但受限于数据可得性，仅基于典型性和代表性选取了各省会城市进行分析，未能涵括西北地区所有城市，这在一定程度上制约了对区域内生态福利绩效水平的全面评估与精细化识别，未来研究将重点考虑拓展城市覆盖范围以弥补此局限；②指标体系方面，当前构建的生态福利绩效评价体系虽力求科学合理，但在指标选取的全面性、时效性以及与西北地区特殊生态经济背景的契合度上仍有持续优化与动态完善的空间，这也是后续研究深化的方向。

参考文献

[1] 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.

[2] 夏美君，李健，闫永蚕. 京津冀城市群生态福利绩效时空格局及演进特征[J]. 生态环境学报，2023，32(4)：814-824.

[3] 李清，贾庆洲，汪福庆. 中国包容性绿色发展协同演进及空间收敛性分析[J]. 生态经济，2024，40(10)：156-164.

[4] 曹玉昆，陈雨荷. 区域经济高质量发展与生态环境保护耦合协调：以黑龙江省为例[J]. 科技和产业，2025，25(15)：202-210.

[5] 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.

[6] DALY H E. The economics of the steady state[J]. The American Economic Review，1974，64(2)：15-23.

[7] 李成宇，张士强，张伟，等. 中国省际生态福利绩效测算及影响因素研究[J]. 地理科学，2019，39(12)：1875-1883.

[8] UNDP. Human development report 1990：Concept and measurement of human development[M]. Oxford：Oxford University Press，1990：15-18.

[9] REES W E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity：what urban economics leaves out[J]. Environment and Urbanization，1992，4(2)：121-130.

[10] 诸大建. 生态经济学：可持续发展的经济学和管理学[J]. 中国科学院院刊，2008(6)：520-530.

[11] 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.

[12] 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(3)：100-105.

[13] 肖黎明，张仙鹏。强可持续理念下绿色创新效率与生态福利绩效耦合协调的时空特征[J]. 自然资源学报，2019，34(2)：312-324.

[14] 徐维祥，徐志雄，刘程军. 黄河流域地级城市土地集约利用效率与生态福利绩效的耦合性分析[J]. 自然资源学报，2021，36(1)：114-130.

[15] 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.

[16] 王兆峰，王梓瑛. 长江经济带生态福利绩效空间格局演化及影响因素研究：基于超效率SBM模型[J]. 长江流域资源与环境，2021，30(12)：2822-2832.

[17] 董洁芳，张凯莉，屈学书，等. 黄河流域城市生态福利绩效测算及驱动因素研究[J]. 干旱区地理，2023，46(5)：834-845.

[18] 诸大建，张帅. 生态福利绩效及其与经济增长的关系研究[J]. 中国人口·资源与环境，2014，24(9)：59-67.

[19] 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.

[20] 肖黎明，吉荟茹. 绿色技术创新视域下中国生态福利绩效的时空演变及影响因素：基于省域尺度的数据检验[J]. 科技管理研究，2018，38(17)：243-251.

[21] 杜慧彬，黄立军，张辰，等. 中国省级生态福利绩效区域差异性分解和收敛性研究[J]. 生态经济，2019，35(3)：187-193.

[22] 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.

[23] 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.

[24] 李在军，胡美娟. 江苏省生态福利绩效时空演化及影响机制研究[J]. 世界地理研究，2023，32(3)：124-135.

[25] 张灿，袁振龙，李继霞. “双碳”目标下中国城市生态福利绩效的区域差异、动态演进和收敛性[J]. 生态经济，2025，41(4)：87-95.

[26] 张睿哲，黄新春. 生态福利绩效时空演变及驱动效应研究：以黄河流域资源型城市为例[J]. 生态经济，2024，40(9)：213-220.

[27] 杨杰，李志刚. 长江经济带城市生态福利绩效评价及空间变异性特征分析[J]. 长江流域资源与环境，2024，33(12)：2551-2561.

[28] 边靓，卢铁英，沈文昕，等. “双碳”背景下关中平原城市群生态福利绩效的时空演变及提升路径研究[J]. 水土保持研究，2025，32(4)：279-287.
[29] 朱媛媛，张瑞，顾江，等. “双碳”目标下长江中游城市群生态福利绩效变化的经济：环境效应[J]. 经济地理，2023，43(5)：89-96.
[30] 蓝以信，黄宇煞，李婵. 资源配置视角下长三角城市群生态福利绩效评价及其空间溢出效应[J]. 生态学报，2024，44(18)：8110-8125.
[31] 赵林，曹乃刚，高晓彤，等. 环渤海地区生态福利绩效水平时空特征及其影响因素[J]. 经济地理，2024，44(3)：178-188.
[32] 关哲，邵战林，潘佩佩，等. 京津冀城市群土地利用效率与生态福利绩效耦合协调及影响因素研究[J]. 地域研究与开发，2024，43(1)：16-22，30.
[33] 宋小语，赵林，张春霆，等. 数字经济对中国生态福利绩效的空间溢出效应研究[J]. 地域研究与开发，2025，44(1)：158-165.
[34] 朱媛媛，张瑞，顾江，等. “双碳”目标下长江中游城市群生态福利绩效演变及驱动机制研究[J]. 地理科学进展，2022，41(12)：2231-2243.
[35] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research，2001，130 (3)：498-509.
[36] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research，2002，143(1)：32-41.
[37] BALESTRA C，BOARINI R，TOSETTO E. What matters most to people? evidence from the OECD better life index users’ responses[J]. Social Indicators Research，2018，136(3)：907-930.
[38] REGGIANI A，DE GRAAFF T，NIJKAMP P. Resilience：an evolutionary approach to spatial economic systems[J]. Networks and Spatial Economics，2002(2)：211-229.
[39] 刘逸，纪捷韩，张一帆，等. 粤港澳大湾区经济韧性的特征与空间差异研究[J]. 地理研究，2020，39(9)：2029-2043.
[40] 华桂宏，陈雨佳. 金融集聚、科技创新与城市经济韧性[J]. 华东经济管理，2022，36(5)：48-56.
[41] 尹勇，苏欣怡，谢晓琪. 产业结构升级对市域经济韧性的空间效应[J]. 经济地理，2023，43(8)：86-92，112.
[42] 孙睿. 区域经济增长与区域生态福利绩效的双向作用机制研究[J]. 工业技术经济，2022，41(4)：143-151.

Measurement of Ecological Welfare Performance and Analysis of Its Economic Effects in Provincial Capitals of Northwest China

QI Yue，ZHANG Airu

(School of Finance and Economics，Qinghai University，Xining 810016，China)

Abstract：Ecological welfare performance(EWP) is a crucial entry point for coordinating the relationships between ecological protection，economic development，and the improvement of people’s livelihoods. Its enhancement holds profound significance for achieving regional sustainable development. This study employs the super-efficiency SBM model incorporating undesirable outputs to quantitatively measure the EWP of five provincial capitals in Northwest China (Xi’an，Lanzhou，Xining，Yinchuan，Urumqi) from 2009 to 2023. Furthermore，a panel regression model is constructed to investigate the dual-dimensional economic effects of EWP on economic growth and economic resilience. The results indicate that：During the study period，the average EWP of the five northwestern provincial capitals was 0.894，showing an overall upward trend，although the fluctuation ranges of EWP differed among the cities. The improvement of EWP in these five cities exhibits differentiated dual-dimensional economic effects，specifically promoting economic growth while having a weakening effect on economic resilience. These dual-dimensional economic effects demonstrate significant heterogeneity. In cities with a weak EWP foundation and high volatility (Lanzhou，Yinchuan，Urumqi)，the promotive effect of EWP improvement on economic growth and its weakening effect on economic resilience are both significant. In high-stability cities (Xi’an，Xining)，the direction of these effects remains consistent，but their statistical significance levels are reduced.

Keywords：ecological welfare performance(EWP)；economic growth；economic resilience；economic effects；Northwest China