

长江经济带绿色治理效率测度与分析

——基于广义面板三阶段 DEA 模型

于丽英 刘宏筵 陈子璇¹

（上海大学 管理学院，上海 200444）

【摘要】：绿色治理作为实现国家治理体系和治理能力现代化的微观缩影，是推动经济高质量发展的关键力量。文章基于绿色治理的内涵与特征，首先从投入、产出和环境三个维度构建绿色治理评价指标体系；其次考虑系统进步性与非管理性因素对绿色治理效率产生的影响，设计基于广义面板三阶段 DEA 的评价模型；最后测度 2008—2018 年长江经济带绿色治理效率，在此基础上对投入要素展开投影分析。研究发现：长江经济带绿色治理效率呈现典型的地域与时间分布特征，长江经济带战略的制定进一步缩小了各省市间的绿色治理效率差距；但发展基础相对薄弱的地区投入冗余现象较为严重，存在“绿色治理资源诅咒”现象。据此从投入、产出及环境维度提出对策，为长江经济带绿色治理效率提升提供参考。

【关键词】：绿色治理效率 广义面板三阶段 DEA 投影分析

【中图分类号】：F205 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1007-5097（2021）06-0088-12

一、引言

十八大以来，中国经济运行保持在合理区间，综合国力显著增强，但经济体量提升的背后，非平衡发展模式引发的生态问题制约我国经济社会可持续发展^[1]，产业知识积累薄弱导致发展质量偏低且创新动能不足^[2]。破解生态环境与经济发展矛盾、驱动产业形成内生动力，关键在于绿色治理能力的提升^[3]。作为绿色治理的核心主体，地方政府须利用绿色发展与创新发展的有机结合，形成绿色治理的整合型实施机制，达成破解生态危机、补齐生态短板、实现科学新发展的目标^[4]。同时提供强有力的治理保障，从制度改革、政策完善、载体建设、政府投入等方面提高绿色治理能力^[5]。多措并举推动绿色治理合力，助力推进国家绿色治理体系和绿色治理能力现代化。纵观我国绿色治理现状，存在资源配置不合理、投入产出不匹配等问题，绿色治理能力的评估体系也有待建立。2016 年，国家发展和改革委员会正式印发《绿色发展指标体系》和《生态文明建设考核目标体系》，强调绿色发展与生态文明建设的迫切性，并引导各级政府形成正确的政绩观。随着国家治理体系和治理能力现代化战略要求的提出，绿色治理的有效评估上升到全新层面。绿色治理效率作为衡量区域绿色治理资源合理配置程度、绿色治理能力建设情况的重要标尺，对其展开研究具有重要的现实意义。

长江经济带作为我国综合实力战略支撑作用最大的区域之一，在推动绿色治理体系建设中具有重要地位。根据《长江经济带发展规划纲要》指示，长江经济带的核心战略任务之一就是“构建绿色发展轴”，形成“生态环境保护为首要、创新驱动产业升级为关键”的战略布局。长江经济带绿色治理的质量，不仅是中国经济社会转型的重要标杆，更对我国经济高质量发展起

¹**作者简介：**于丽英（1967-），女，浙江湖州人，教授，博士，研究方向：管理科学；

刘宏筵（1996-），男，江苏南通人，硕士，通信作者，研究方向：绿色治理；

陈子璇（1998-），女，河北邢台人，硕士，研究方向：知识管理。

基金项目：上海市社会科学规划项目“长三角一体化视角下绿色治理同群效应及影响因素研究”（2020BGL023）

到显著支撑和带动作用。鉴于此，本文测度长江经济带中各省市绿色治理效率，分析绿色治理效率的动态演进轨迹，为长江经济带绿色治理效率的提升提供参考。并结合国家治理体系和治理能力现代化要求，响应“五位一体”的发展布局，总结形成绿色治理的有效评价体系，为塑造绿色治理新局面、赋能绿色治理效能形成提供理论参考。

二、文献综述

首先，从内涵来看，绿色治理串联了“五位一体”总体布局的建设要求，贯彻并落实了五大发展理念。绿色治理首先反映了生态文明建设在“五位一体”总体布局中的战略地位，强调生态文明对社会发展的重要性^[6]。其次，绿色治理的根本出发点是引导社会从资源稀缺型转为环境可承载型，从以人类需求为主的单边索取型转为以环境为平等主体的双边兼顾型，推动社会可持续发展，打造环境友好型社会^[7]。此外，绿色治理培育形成了绿色文化、绿色政治，引导政治建设、文化建设在社会共识、价值观念、行为规范、政治机制等方面实现绿色转型^[8]。最后，绿色治理的落脚点则是经济建设，推进实现经济系统的平衡、协调与兼容式发展^[9]，在“五位一体”建设指导下，绿色治理与之相互渗透融合。绿色治理的推行不是以绿色规制约束企业和社会的经济效益，而是在协调、开放、共享的基础上，以绿色创新促进全社会可持续发展^[3]。绿色治理与科技创新存在协调效应的动态关系，两者相辅相成、互相促进，推动社会发展^[10]。在利益相关者压力增大、发展资源约束趋紧的背景下，绿色创新已成为绿色治理的关键行为^[11]。作为企业改革的经济型治理方向，绿色治理对绿色创新的要求不断提高，要求企业等微观主体应不断优化发展结构、突出创新发展、培育宏观主体的创新氛围，以绿色创新赋能绿色治理，最终实现社会进步^[12]。

绿色创新效率评价和绿色发展评价一直是研究者的关注点。肖仁桥和丁娟^[13]利用超效率 DEA 模型测度了各省市工业企业绿色创新效率，并运用空间面板模型分析绿色创新效率的空间溢出效应，发现绿色创新效率区域差异明显，呈现显著的正向溢出效应。He 等^[14]分析了珠三角制造企业的绿色发展情况，认为环境规制在一定层面上抑制了绿色创新绩效，应平衡规制手段与创新支持政策的投入力度。彭满如等^[15]基于压力—状态—响应模型构建企业绿色发展的评估体系，利用层次分析法进行权重赋值和得分计算，强调治理投资对企业绿色发展的重要性。企业等微观主体绿色创新力的提升、赋能产业与城市绿色发展，推动社会实现高质量、高效率、高水平发展^[16]。随着“五位一体”总体布局的呈现与五大发展理念的不断完善，学者们开始关注绿色治理活动，并从企业和区域层面对绿色治理进行了相关研究。李维安等^[3]构建了上市公司绿色治理评价指标体系，并实证测度企业绿色治理指数，发现企业在绿色治理中过度重视治理行为而忽略了结构机制的建设，导致绿色治理效果不佳。绿色治理视域下，企业面临环境信息披露与企业绩效提升的矛盾，随着治理成本与发展压力的叠加，企业绿色治理的难度显著增加，更需要政府、公众等多元治理主体的引导与支持^[17]。政府作为绿色治理的主体，对其绿色治理的评价则侧重于文本分析等偏定性方法^[18-19]。冉连^[20]通过对绿色治理政策文本的检视，发现绿色治理政策效果不佳，价值理性与技术理性在绿色治理中双重匮乏。关于绿色治理的影响因素，研究者认为主要包括制度因素和市场因素两方面^[21-23]。其一，绿色治理会受到外部投资政策和环境监管政策的影响，良好的绿色治理环境推动绿色政府的形成，并最终作用于企业的环境能力和技术能力；其二，绿色治理需要开放式创新活动的支持，表现为政府对资源环境外部性的敏感程度，通过开放创新市场构建政企绿色治理框架，平衡组织经济价值与绿色价值，从而实现高效绿色治理。总体来看，较高的制度质量、开放的市场体系有利于加快绿色治理进程，推动创新效率与能源效率的提升。

从现有研究来看，目前对绿色治理评估、影响因素分析及存在问题等方面的研究较为广泛，但多是对绿色治理、绿色创新的关联性分析，或将环境绩效^[24]、规制效果^[25-26]等同于绿色治理绩效，而基于绿色治理内涵的全面评估、绿色治理效率的评价则较为缺乏，同时定量研究政府绿色治理情况也相对匮乏。由此，本文构建了绿色治理效率评价体系，运用广义面板三阶段 DEA 模型对长江经济带绿色治理效率进行分析，并依据分析结果，结合长江经济带发展规划，为调整和优化绿色治理提出针对性建议。

三、评价指标体系构建

政府是绿色治理的核心主体与关键行动者，也是实现绿色内涵为价值向度、落实绿色发展新理念的关键场域^[27]。政府在绿

色治理中，通过一系列正式与非正式的结构安排、制度设计、资源投入，引导社会进行绿色创新，继而以绿色创新产生的驱动力实现社会“五位一体”新发展，做到五大发展理念并行的发展方式。

在绿色治理过程中，为了保障绿色治理体制的平稳运行，政府设置了合理且高效的绿色治理架构，以强有力的组织统筹规划落实制度，奠定社会绿色活动的基础，并提高政府在绿色活动中的参与度与影响力，进一步强化绿色政治建设。为了避免绿色活动挤占企业等主体的发展空间，政府积极探索市场化、社会化绿色治理机制，以政府投资扶持社会绿色活动，通过服务政策的研究制定、推进实施，扩大社会绿色活动受益面，并强化政府资产的营运能力，推动社会绿色活动长期有效、稳定地展开，达到绿色经济建设的转型目标。在绿色治理架构和绿色治理机制的保障下，政府充分发挥绿色治理效能，推动社会可持续发展和科学转型，形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构，进一步引领生态文明建设和绿色社会建设。同时，政府积极承担了绿色治理社会责任，处理好政府与市场的关系，提升对绿色活动的包容力，赋能社会绿色活动能力，进一步营造绿色文化氛围。而政府在绿色治理中，还会受到经济、技术及金融环境的影响，导致治理效果出现差异性。由此，本文从投入、产出和环境三个维度构建绿色治理效率评价指标体系，以对绿色治理状况作出全面、系统的评价。投入维度涵盖了绿色治理架构、绿色治理机制两方面；产出维度涵盖了绿色治理效能、绿色治理社会责任两方面；环境维度涵盖了经济、技术和金融环境三方面。

杨朝君^[28]认为，对于企业等微观主体，绿色活动表征为组织产品和服务的生态化设计、绿色产品制造和供应链过程以及组织内部环境管理。但在宏观层面，绿色活动是政府追求经济与生态效益相统一所产生的行为。结合《绿色发展指标体系》《生态文明建设考核目标体系》要求，绿色活动以绿色产业为主体，具体表征为数字信息产业、生物产业、先进制造业等高新技术产业活动。进一步地，《中国中央关于制定国民经济和社会发展的第十三个五年规划的建议》指出：推进社会治理精细化，构建全民共建共享的社会治理格局，在精细化导向与社会治理格局的基础上，围绕绿色发展任务，形成有特色、符合自身社会生态的治理体系。在上述政策文件、政府治理评价体系要求的基础上，本文构建了绿色治理效率评价模型，囊括了投入、产出和环境三个维度。

（一）投入维度

1. 绿色治理架构

绿色治理架构设计是政府从顶层层面确定社会绿色发展战略，并通过专门的行政或研发部门，为社会提供制度保障和原始绿色创新能力。绿色治理架构涵盖绿色组织建设能力与绿色组织配置能力两方面。绿色组织建设能力由地方政府或部门所属绿色研究与开发机构数指标进行表征；绿色组织配置能力由地方政府或部门在职绿色研究与开发人员数指标进行表征。

2. 绿色治理机制

绿色治理机制是从管理和运营层面分析政府的绿色治理实施情况，其涵盖了绿色投资能力、绿色服务能力、绿色运营能力三方面。绿色投资能力由地方政府或部门绿色研究与开发政府资金支出总额指标进行表征；绿色服务能力由地方政府或部门全部建成或投产绿色创新项目数指标进行表征；绿色运营能力由地方政府或部门新增绿色创新固定资产投资总额指标进行表征。

（二）产出维度

1. 绿色治理效能

绿色治理效能主要反映政府在推动社会绿色高质量发展方面的责任履行情况，直观刻画政府在与经济平衡发展中的表现，其内容涵盖了可持续发展能力、绿色转型能力两方面。可持续能力由单位 GDP 能耗指标进行表征，反映政府的资源节约型社会建设情况；绿色转型能力由科技进步水平指数、绿色创新专利成果数指标进行表征，反映政府的环境友好型社会建设情况。

通过两指标的整理，整体刻画政府执政区域经济优化、低碳节能、科技驱动情况，即绿色治理的最终效能。

2. 绿色治理社会责任

绿色治理社会责任主要衡量了政府为社会群体和阶层提供高质量的绿色创新公共服务情况，直观刻画政府对公众绿色创新个性化、多样化需求的满足情况，其内容涵盖绿色市场能力、绿色活动与包容能力两个维度。绿色市场能力由新产品销售收入指标进行表征；绿色活动与包容能力由绿色创新研发活动比率、绿色创新研发投入比率指标进行表征。

（三）环境维度

环境维度中，外部环境指标是指对绿色治理效率存在实质性影响，但又非政府可以主观控制，且各样本值存在差异性的外部因素。一般情况下，绿色治理的成果需要借助市场来释放经济效益，很大程度上会受到经济环境与技术环境的影响，因此绿色治理也会受经济与技术环境的作用。本文选取地区国内生产总值、技术市场成交额反映绿色治理的经济环境与技术环境。此外，绿色治理存在高投入性、高风险性特点，外部资本的支持、投资率的提升将有助于绿色治理工作的展开，对绿色治理具有重要促进作用，本文选取资本形成率探讨绿色治理的金融环境。

四、评价模型设计

三阶段 DEA 模型最早由 Fried^[29]等人提出，较传统 DEA 相比，三阶段 DEA 模型利用随机前沿模型（SFA）有效剔除了外部环境因素、随机误差与管理噪声对最终效率的影响，从而保障了效率值的真实性、精准性。随着三阶段 DEA 模型的成熟，DEA 与 SFA 模型虽分属于不同体系的测算方法，但基于多阶段的数据处理、回归分析，调整了投入产出的实际情况，使 DEA 模型的计算结果更接近于实际效率值。但三阶段 DEA 模型仍遵循了传统 DEA 模型的计算逻辑，以默认的参照对象作为“卓越单元集合”，导致其在处理面板数据下的多期效率评价时，无法解决系统整体进步性对最终效率的影响。针对多期效率评价，诸多学者构建并优化了 dynamic-DEA 模型^[30-31]，并通过 Malmquist 指数解决了面板数据评价问题^[32]，但该方法存在几何平均形式不符合传递性的问题，并且无法实现任意参考集的动态评价。而广义 DEA 模型实现了参考系的自主选择，通过“移动因子”的引入剔除了系统进步性对效率值的内在影响^[33-34]。基于长江经济带的绿色治理一直在发展与优化中，绿色治理效率也由此受到系统进步性与外部环境、随机误差、管理噪声等非管理性因素的影响，本文结合广义 DEA 模型与三阶段 DEA 模型^[35-36]，构建基于广义面板三阶段 DEA 的绿色治理效率评价模型，如图 1 所示。

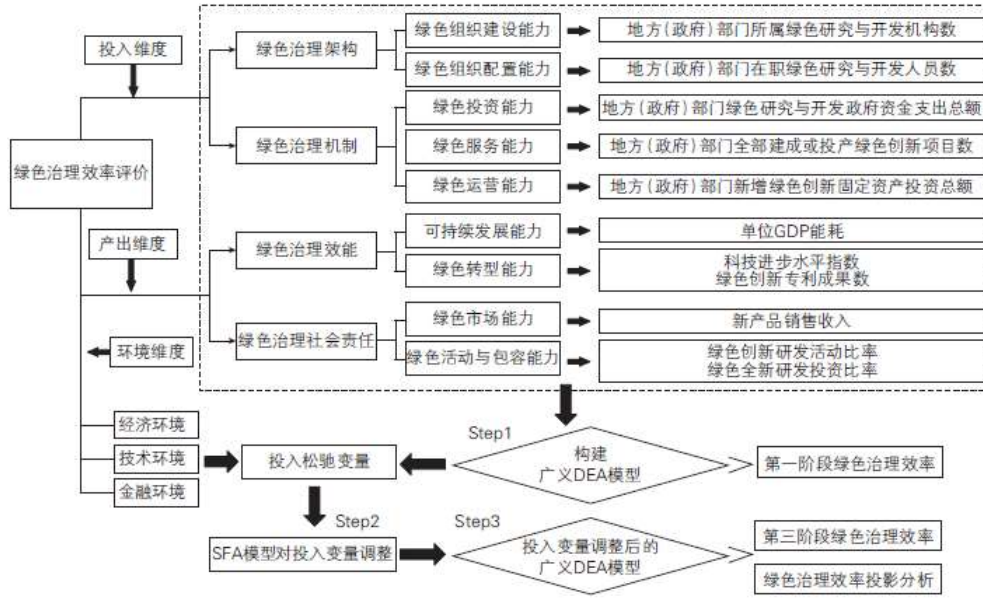


图 1 绿色治理效率评价模型

评价模型具体分三个步骤：

(1) 构建广义 DEA 模型。绿色治理投入存在着可控性，且大部分决策单元（DMU）难以处于最优规模状态，故本文选用投入导向型的规模收益可变模型，即广义 BBC-DEA 模型。设决策单元数（DMU）为 n ，每个决策单元存在 t 个时间段，共形成潜在的 $n \cdot t$ 个样本单元（SU），即 $n \cdot t = nt$ 。模型具体可表示为：

$$\begin{aligned} \min & \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ip}^- + \sum_{r=1}^s S_{rp}^+ \right) \right] \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \lambda_j + S_{ip}^- = \theta_p x_{ip}, i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n d \bar{y}_{rj} \lambda_j - S_{rp}^+ = y_{rp}, r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, S_{ip}^- \geq 0, S_{rp}^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中：每个决策单元存在 m 个投入与 s 个产出，第 p 个决策单元的第 i 项投入为 x_{ip} ，第 r 项产出为 y_{rp} ；第 j 个样本单元的第 i 项投入为 $\bar{x}_{ij}$ ，第 r 项产出为 $\bar{y}_{rj}$ ； θ_p 为待评价决策单元的效率值； S_{ip}^- 与 S_{rp}^+ 分别为投入指标、产出指标的松弛变量； d 为刻画系统进步性的移动因子； ε 为非阿基米德无穷小量； λ_j 为权重变量。

(2) SFA 模型对投入变量调整。从模型（1）计算得到的效率值受到外部环境、随机误差和管理噪声等非管理性因素的影响，为进一步消除效率值的偏差，本文通过 SFA 回归优化投入变量，剔除投入松弛变量中存在的无效数据。

首先对投入松弛变量建立 SFA 回归模型^[37]：

$$S_{ij}^- = f^i(Z_j; \beta_i) + v_{ij} + u_{ij}, \quad (2)$$

其中： S_{ij}^- 为第 j 个样本单元第 i 项投入的松弛变量； K 为环境变量个数，则 $Z_j = [Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{Kj}]$ 为环境变量； β_i 表示环境变量待估参数向量； v_{ij} 为随机干扰， u_{ij} 为管理噪声，两者相互独立。

其次通过 SFA 回归模型对原始投入进行纠偏调整，调整公式为：

$$x_{ij}^A = x_{ij} + [\max_i f^i(Z_j; \hat{\beta}_i) - f^i(Z_j; \hat{\beta}_i)] + [\max_i v_{ij} - v_{ij}], \quad (3)$$

其中： x_{ij}^A 为调整后的投入值； $\max_i f^i(Z_j; \hat{\beta}_i) - f^i(Z_j; \hat{\beta}_i)$ 为环境因素的调整； $\max_i v_{ij} - v_{ij}$ 为随机干扰的调整。

(3) 投入变量调整后的广义 DEA 模型。通过公式 (3) 调整的投入变量与原始产出数据再代入模型 (1) 进行计算，得到调整后的长江经济带绿色治理效率值 θ_j ，该效率剔除了系统进步性及非管理性因素的影响，并基于效率前沿面的分析得到最优投入，通过实际投入与最优投入的比对，可得投入冗余值，进而实现投影分析。通过投影分析，可以明确各决策单元与最优情况的差距，得到各投入变量的冗余情况与改进方向。

第 j 个样本单元第 i 项最优投入值 $\hat{x}_{ij}$ 可通过 DEA 投影公式得到：

$$\hat{x}_{ij} = \theta_j \bar{x}_{ij} - S_{ij}^-, \quad (4)$$

基于公式 (4)，第 j 个样本单元第 i 项投入的冗余值 Δx_{ij} 计算公式为：

$$\Delta x_{ij} = \bar{x}_{ij} - \hat{x}_{ij} = (1 - \theta_j) \bar{x}_{ij} + S_{ij}^- \quad (5)$$

五、实证分析

(一) 数据来源

本文选取 2008—2018 年长江经济带 11 省市绿色治理的投入、产出和环境指标数据，数据主要来源于 2009—2019 年《中国科技统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》《中国统计年鉴》、各省市统计年鉴、EPS 数据平台、国家知识产权局专利检索及分析系统等。另外，为进一步突出绿色治理指标体系中的“绿色”含义，考虑绿色创新是绿色治理的外在表现，绿色创新又是指推动社会可持续发展的高新技术^[38]，因此结合绿色治理与绿色创新内涵，对各原始数据进行了二次清洗工作。投入指标中，以地方（政府）部门在高技术产业、传统产业高新技术改造过程中的直属研究与开发机构数、在职研究与开发人员数、研究与开发政府资金支出总额、全部建成或投产创新项目数、新增创新固定资产投资总额作实际应用，从而准确阐释“绿色”内涵。产出指标中，基于国家知识产权局专利检索及分析系统的“绿色”“高技术”主题词搜索，一一复核得到绿色创新专利成果数指标；科技进步水平指数由科技部的科技进步统计监测结果获取，该指标的计算体系与本文评价体系各指标间不存在重复、冲突问题，进一步保证了本研究的科学性、有效性。

（二）基于广义 DEA 模型的长江经济带绿色治理效率分析

广义 DEA 模型下的绿色治理效率是在考虑社会经济增速、绿色治理环境改善的基础上,分析投入利用情况。本文采用 Matlab 软件对长江经济带各省市绿色治理投入产出指标进行测算,计算方法主要基于模型(1),将各省市 2008 年情况设定为参考系,设定移动因子 d 为 $d=1+0.05(\text{year}-2008)$,将不同地区投入产出指标代入约束项,求解效率值。

1. 基于时间维度的分析

绿色治理效率经历了高一低一高的变化趋势。除小部分波动外,各省市在 2008—2015 年的绿色治理效率大体呈显著下降趋势,2015 年整体效率均值仅为 2008 年的 76.47%。在保持每年产出 5%基础增值的前提下,整体效率均值实际收缩幅度超过 64.23%。而 2015 年之后,各省市绿色治理效率呈现波动回升状态,整体效率均值从 2015 年的 0.621 提升至 2018 年的 0.656,涨幅达 5.6%。效率值之所以呈现“U”型变化,主要源于内生和外生两层原因。

从内生视角来看,2015 年 10 月十八届五中全会首次提出绿色创新为主的五大发展理念,标志着绿色治理正式进入国家发展全局的核心位置。而在此之前,各省市主要以可持续发展、科学发展为目标引领,着重从理念上构建绿色创新和绿色治理的经济、社会和生态系统^[39],对绿色治理的实质性投入尚浅。但由于社会绿色转型速度加快、粗放经济模式逐步扭转、创新引领趋势逐步加强,整体经济质量、社会创新氛围等产出指标明显利好,这就使绿色治理以“低投入、高产出”的姿态获得了较高运作效率。随着时间增加,绿色治理投入逐步增加,但产出指标进入边际效用递减状态,绿色治理效率随之降低。而在 2015 年之后,各省市正式实施绿色治理发展战略,通过补贴在内的多项管理方式推进区域绿色发展^[40]。随着绿色治理投入体系的优化以及社会绿色创新质量的提升,绿色治理效率得以回升。

从外生视角来看,2008—2015 年我国国内生产总值处于高速增长阶段,但增长速率逐步放缓,其背后暗含国内经济增长动力放缓、国外经济形势日趋复杂等问题,在这些外因叠加作用下,各省市绿色治理效率也逐步降低。而 2015 年以后,我国经济正式进入新常态,经济发展条件和环境已经发生诸多重大转变。在深刻认知中国经济增长阶段变化规律后,各省市都在加快发展方式的转变。围绕低速高质的增长目标、优化经济结构的行动目标、推动 GDP 增长成为再生型增长方式的战略目标,各省市通过宏观政策的改进推动社会进行绿色发展,以适应未来经济新常态这一基本稳定面。在此背景下,各省市的绿色治理效率得以显著提升。

2. 基于地域维度的分析

我国长江经济带的绿色治理效率呈现空间集聚效应。在 2016 年《长江经济带发展规划纲要》正式印发之前,各省市绿色治理效率呈现区域内部差距小、跨区域差距较大的典型特征。随着长江经济带战略的设立,苏浙沪、中部地区、成渝城市群及云贵地区逐步消除区域间壁垒,绿色治理效率差距大幅收缩,最大效率差值从 2008 年的 0.373 收窄为 2018 年的 0.218,填补了近 41.6%的差距。这表明,长江经济带战略有利于减少各省市间的绿色治理差距,实现区域共同进步、做到高效绿色治理。依据效率值与各省市地理位置分布,长江经济带绿色治理效率大体上可分为以下四类:

第一类为治理成熟型,以苏浙沪区域为主。其绿色治理效率常年位居前三名,是长江经济带中绿色创新最活跃、绿色治理最有效的地区。

第二类为治理发达型,以成渝地区为主。成渝城市群作为中国第四大经济圈,较早进行了环境保护与可持续发展的一体化规划,因此整体绿色治理效率也较高,是长江经济带中绿色创新较活跃、绿色治理较稳定的地区。

第三类为治理发展型,以中部地区(安徽、江西、湖北、湖南)为主。其绿色治理效率处于中游水平,但近年来增长幅度

逐步加大。在国家战略支撑下，中部地区的融合式发展使其绿色治理潜力逐步挖掘并转换为治理效率，中部地区正成为长江经济带中绿色创新最具活力、绿色治理发展较快的地区。

第四类为治理起步型，以云贵地区为主。其绿色治理效率相对较低，但发展势头良好，是长江经济带中绿色创新潜力较大、绿色治理资源有待开发的关键地区。

（三）基于 SFA 模型的长江经济带绿色治理投入变量调整分析

为了剔除投入变量中的随机干扰与管理噪声，避免外部环境对绿色治理效率产生影响。本文利用 SFA 模型分析环境变量对投入松弛变量的作用情况，通过公式（2）生成投入松弛变量的 SFA 回归结果，进一步将回归系数代入公式（3）中对原始投入变量进行调整。

可见，各环境变量对所有投入松弛变量均通过 t 值检验，表明环境变量对绿色治理投入冗余存在显著影响。回归模型中 γ 值接近于 1，表明外部环境与管理噪声主导了绿色治理效率，随机误差的影响并不显著。

从经济环境来看，其对绿色组织建设能力、绿色组织配置能力、绿色投资能力松弛变量的回归系数为负，表明区域经济越发达，机构设立、人员引进、资金支出的投入冗余少，相应的绿色能力得以充分体现。但经济环境对绿色服务能力、绿色运营能力松弛变量的回归系数为正，说明随着经济水平的提高，部分绿色创新项目与新增固定资产存在着投入冗余问题，且冗余趋势愈发严重，绿色服务能力与绿色运营能力有所闲置。地区经济环境越好，对绿色研究机构、人员及资金支出的需求亦越大，此时政府相应的投入被快速吸收，投入冗余逐步缩减。但绿色创新项目与固定资产投资则需要长期运营，且须针对性地布局，这要求政府制定长期且有效的规划。短时间内因经济环境改善而大量批复项目、扩大固定资产投资，则会产生冗余问题，反而抑制了绿色治理效率的提升。

从技术环境来看，其对各投入松弛变量的回归系数均为负，表明技术市场活跃度越高、绿色治理市场体系越发成熟，绿色治理中的能力冗余则越低，从而有效提高了绿色治理效率。因此，绿色治理的最终目标仍是市场，市场的宽度及广度决定了绿色治理成果、创新成果的消化率，间接决定了投入资源的有效利用程度。

从金融环境来看，其对绿色组织建设能力、绿色组织配置能力松弛变量的回归系数为正。一方面，随着外部投资环境的改善及大量资本的涌入，政府绿色机构与人员积极性会下降，从而形成一定程度的组织配置冗余；另一方面，外部资本推动了社会绿色机构及人员的增加，导致组织建设能力有所冗余，抑制了绿色治理效率提升。金融环境对绿色投资能力、绿色服务能力、绿色运营能力松弛变量的回归系数为负，表明外部资本的活跃在一定程度上可以扩大社会对政府项目建设、固定资产投资的支持力度，绿色投资能力、绿色服务能力和绿色运营能力得以充分展现，从而提高绿色治理效率。

（四）调整后的长江经济带绿色治理分析

1. 调整后的长江经济带绿色治理效率分析

调整后的绿色治理效率是在考虑社会经济增速、绿色治理环境改善的基础上，进一步剔除外部环境因素的影响，分析投入利用情况。本文利用 Matlab 软件对公式（3）调整后的投入指标与原始产出指标进行测算，计算方法仍基于模型（1），最终求解得到调整后的长江经济带绿色治理效率。

可见，剔除社会进步与非管理性因素所产生的影响后，湖北、重庆的绿色治理效率均值有所上升，其余各省市绿色治理效率均值有所减小，且样本间的波动趋于平缓。这表明绿色治理对外部因素的敏感度较高，外部因素会抬高绿色治理水平。这意

味着，对于外部环境相对落后、建设基础相对薄弱的地区而言，若要实现绿色治理效率的提升以及绿色发展的“弯道超车”，应首先调整外部环境，培育绿色发展的环境基础，继而带动绿色治理能力的提升。而对于外部环境条件相对优渥的地区而言，则须正视自身的绿色治理能力，一方面要有效利用外部环境支持提升绿色治理效率，另一方面则应重视纯绿色治理效率，避免被外部因素抬高的绿色治理水平束缚了发展视野。

调整后的长江经济带各省市绿色治理效率依旧呈现典型的地域与时间分布特征，两类特征都较好地显示了长江经济带及绿色发展理念对各省市绿色治理成效的影响。就时间而言，调整后的绿色治理效率在 2008—2014 年呈下降收缩趋势，而在 2015 年后转折上升，究其缘由：一是 2015 年前，由于绿色活动的定义不够详尽，导致相关绿色投入及产出指标在各省市统计中较为粗放，随着绿色概念的细化、统计数据的标准化，各指标规模均有不同程度的萎缩，而 2015 年后，绿色指标规模不断扩张，带动绿色治理效率的增加，某种层面上体现了绿色发展理念对绿色治理效率的推动作用；二是 2015 年后，长江经济带的出台及其相应的生态治理内容，有效规范了各省市的绿色治理活动，使之重视绿色指标的收集、归纳与整理，并就上述指标背后的现实治理强化建设，呈现出高质量发展趋势。就地域维度而言，2015 年前的各省市绿色治理效率跨度大、差距显著，随着长江经济带的聚合和功能统一，各省市间效率差距明显收窄，呈现携手共进、消化效率差距存量的良好局面。

依据效率值与各省市地理位置分布，可仍将其分为以下四类：

第一类为治理成熟型，仍为苏浙沪区域。其调整后的绿色治理效率仍然维持在较高水准，效率降幅为 2.1%，其中浙江、上海和江苏效率降幅分别为 3.8%、0.8%和 1.9%。尽管浙江效率修正幅度最大，但主要是对 2015 年前的效率进行了调低，2015 年以后的效率值不降反增，且进一步拉大了与江苏、上海的差距，成为长江经济带中绿色治理效率最卓越的地区。结合 SFA 回归不难发现，浙江民营经济较为活跃，技术市场成熟度较高且外部资本实力雄厚，从而消纳了部分投入冗余，实现效率值的提升。2015 年绿色、创新的发展理念正式提出后，浙江率先以建设生态服务型政府为目标，持续推进政府机构改革。结合自身民营经济的优势特征，积极推动市场体制机制创新变革，激活资本的生态活力，促进市场的绿色发展。市场的承载力越大，社会对政府投入的吸收与转化能力则越强，从而奠定了浙江的绿色发展领先地位。

第二类为治理发达型，仍以成渝区域为主。四川效率降幅仅为 0.6%，重庆效率增幅为 3.7%。重庆作为直辖市，其资源运用相对集中，且经济实力、技术市场及外部资本表现较优。在良好的外部环境条件下，其绿色治理表现同外部资源较差的省份相差不大，因而生产效率被“认定”为落后层次，当剔除外部影响后，其绿色治理效率迅速反弹。

第三类为治理发展型，仍为中部地区。中部地区绿色治理效率降幅达 1.3%，其中安徽效率降幅最大，达 6.7%。与浙江相似，安徽在 2015 年之前的效率大幅调低，但在 2016—2018 年，效率降幅收窄。进一步分析发现，安徽调整后的绿色治理效率在 2016—2018 年迅速变化，由 2016 年的 0.621 快速升至 2018 年 0.695，这一数值在调整前则为 2016 年的 0.648 和 2018 年的 0.692，调整后的变化幅度较调整前高出近 68.19%。这表明：一方面，安徽在近几年加大了绿色治理力度，受外部环境的影响逐步减弱；另一方面，随着 2016 年《长江三角洲城市群发展规划》的正式批准，安徽逐步融入长三角都市圈，获得了苏浙沪地区的辐射效应，绿色治理能力大幅提升。横向对比来看，安徽已成为中部地区绿色治理的标杆区域，与苏浙沪地区的差距也不断缩小。因此对于长江经济带绿色治理发展而言，打破区域屏障、利用多渠道手段实现互通互联互享，有利于整体治理效率的提升，并消除内部之间的不平衡、不稳定问题。

第四类为治理起步型，仍主要以云贵区域为主。调整投入后，云南与贵州的绿色治理效率也有所降低，绿色治理水平与其他省份仍存在较大差距，需要进一步优化投入产出规模。

2. 控制政策影响的补充检验

为了探究长江经济带战略对绿色治理的影响，本文利用空间滞后回归模型以控制政策的影响，进一步佐证长江经济带战略

与绿色治理效率的关联作用。具体公式为^[41]：

$$Y_{it} = \alpha + \rho WY_{it} + GOV_{2015} \times W_y + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it}$$

其中： Y_{it} 为地区 i 在 t 年的绿色治理效率； α 为待估系数； W 为标准化的空间权重矩阵，本节具体采用空间邻接矩阵； μ_{it} 、 η_{it} 分别为地区固定效应和年份固定效应，避免不可观测的地区异质性与经济因素带来干扰； ε_{it} 为服从均值 0 的扰动项； ρ 为滞后系数，若其显示为显著正向，则表明绿色治理存在空间互动。进一步地， GOV_{2015} 为时间虚拟变量（本文结合政策分析，认为长江经济带战略正式出台时间为 2015 年），2008—2014 年取值为 0，2015—2018 年取值为 1，通过 GOV_{2015} 与空间滞后项 W_y 的交互，明确长江经济带战略是否对绿色治理产生影响。通过滞后系数与交互项系数，总结得到长江经济带是否推动绿色治理空间互动，并基于绿色治理区域合作实现效率差距的缩小。

可见，在长江经济带战略尚未出台时，各地绿色治理的空间互动较少；而在 2015 年后，长江经济带对绿色治理效率产生正向作用，且空间互动增多，实现区域绿色合作，逐步消除绿色治理效率的空间差距。

3. 绿色治理效率投影分析

利用效率最优前沿面的投影分析可以得到绿色治理各项能力的投入冗余，通过冗余值与最优投入值的比率分析，可以得到绿色治理能力可改进幅度。计算方法主要基于式（4）和式（5）。

可见，绿色组织建设能力冗余最高，平均冗余度达 34.581%；绿色组织运营能力、绿色行政能力和绿色运营能力相对过剩，平均冗余度分别为 31.823%、31.899%、32.201%。除苏浙沪渝外，其余地区在上述四个能力中的冗余度均超过 30%，资源冗余问题进一步凸显。绿色投资能力的冗余相对较少，平均冗余度仅为 29.276%，且除安徽、云南和贵州外，其余地区的冗余度均低于 30%，表明政府资金的利用率相对较高，绿色投资能力表现尚可。

综合来看，绿色治理能力提升需要多方环境和要素的匹配、支撑，短期内快速扩大投入规模无法扭转治理效率低下的现实问题，相反，可能会带来“绿色治理资源诅咒”问题，即部分投入的冗余现象。各省市应根据冗余情况调整自身投入结构，使投入产出规模相适应。

六、结论与对策

本文运用广义面板三阶段 DEA 模型对 2008—2018 年长江经济带绿色治理效率进行分析，形成以下结论与对策：

（1）长江经济带绿色治理效率呈现典型的地域分布特征，大体上可分为四个类型：苏浙沪地区的绿色治理效率最高，为治理成熟型地区，适当调整即可达到 DEA 有效；成渝地区绿色治理效率略低于苏浙沪地区，整体治理水平较高，为治理发达型地区；中部地区绿色治理效率处于中游水平，但治理效率增长较快，为治理发展型地区；云贵地区绿色治理效率较低，需要重点提升治理水平，为治理起步型地区。长江经济带战略的制定，进一步缩小了各省市间的绿色治理效率差距；长江经济带内部城市圈的互动，强化了各城市圈间的联系，推动了绿色治理效率共同增长。跨区域协同合作、优势互补、资源共享有助于提升整体绿色治理能力，提高绿色治理资源利用率，通过区域间的投入要素流动，实现四类城市间绿色治理效率的协同提升。针对投入冗余问题，各省份、区域间可以合并共享各方能力，一方面减少资源冗余度，另一方面实现成果共享、分工互补的高效治理模式，带动绿色治理效率的提升。

此外，各省份应借助区域优势，打造绿色治理新态势。长江经济带、长三角一体化、中西部开发均为国家战略，三者互相

促进、融合。长三角绿色治理开展较早，已形成先行先试的示范作用与治理经验，借助长三角一体化的建设有助于引领长江经济带绿色治理。而中西部开发过程中，有序承接了国内外产业转型，形成了科技创新成果的转化示范区，经济发展的内生动力明显增强，依托中西部的开发有助于推动长江经济带治理。将长江经济带作为长三角一体化向纵深发展的辐射地、中西部开发向沿海沿江突破的延伸地，有助于各省市治理优势与经验的融合，并获得更多的绿色治理空间。三大战略的协同运作，可以继承和优化各自绿色治理成果，形成绿色治理新局面、新业态，大幅提升治理效率。

(2) 长江经济带绿色治理效率呈现显著的时间分布特征，表现为随时间变动的 U 型曲线，究其缘由是内生政策与外生经济环境对绿色治理效率产生显著影响。2015 年之前，各省市绿色治理效率逐步降低；2015 年之后，随着五大发展理念的确定、经济新常态形式的研判，各省市加快了绿色治理能力建设，绿色治理效率逐步回升。其中，内生视角下相关绿色政策推动绿色治理产出指标明显向好，外生视角下经济模式与新常态逐步引领绿色治理与社会发展相耦合。控制政策影响的补充检验进一步证明，2015 年后长江经济带战略的出台对绿色治理效率产生积极影响。各省市应继续强化政策建设，立足绿色治理内生政策环境变革契机，调整各项投入资源，长远布局未来发展，缩短绿色政策生效的迟滞期，从而提升政策环境对绿色治理效率的积极作用。此外，各省市须积极协调外生经济环境，明确社会发展、经济增长方式的变革内涵，推动绿色治理与社会转型的耦合协同，引导社会动能流入绿色治理体系，带动绿色治理效率的稳步增长。

(3) 剔除外部环境和社会进步等因素的影响后，各省市绿色治理效率均值呈下降趋势（湖北、重庆除外）。表明绿色治理对外部环境及社会进步的敏感度较高，依托外部环境并优化自身能力是提升绿色治理效率的关键举措。其中，地区经济环境越佳，绿色组织建设能力、绿色组织配置能力、绿色投资能力方面的冗余则越少，但绿色服务能力、绿色运营能力的冗余会增加。技术环境的活跃与市场体系的建立，有助于消除投入冗余，因此绿色治理的最终目标应是市场，市场的宽广度决定了绿色治理效率的走势。金融环境可以消化绿色投资能力、绿色服务能力及绿色运营能力的投入冗余，但会抑制绿色组织配置能力，在竞争环境中形成一定的冗余问题。绿色治理投入的投影分析表明，绿色组织建设能力冗余程度最高，且发展基础相对薄弱的地区冗余现象更为严重。各地应根据投入冗余的不同情况进行针对性地调整，合理评估环境与要素匹配情况，避免“绿色治理资源诅咒”问题的发生。

各省市须多维并进，依托外部环境赋能绿色治理。绿色治理服务于经济社会，也受到经济社会的叠加影响。经济方面，借助长江经济带的战略平台，各省市应重新调整产业空间布局，避免经济中的无序低效竞争影响绿色治理建设；技术方面，针对产业结构雷同、技术创新布局相似等问题，各省市应发挥协作精神，互相补充产业链，通过绿色治理解决产业链、价值链的断裂和延伸不顺畅问题，而不是在抢夺技术市场的过程中损耗绿色治理效率；金融方面，着力打破行政壁垒，催化制度创新和治理创新，不同省市间建设统一、开放的金融体系，推动绿色创新自由化，建设实施高效绿色治理下的创新示范区、高技术产业集聚区。

参考文献:

- [1]沈能,周晶晶.技术异质性视角下的我国绿色创新效率及关键因素作用机制研究:基于 HybridDEA 和结构化方程模型[J].管理工程学报,2018,32(4):46-53.
- [2]孙畅,郭元晞.我国高端服务业与先进制造业的动态匹配发展:空间分异及动力机制[J].经济问题探索,2020(1):178-190.
- [3]李维安,徐建,姜广省.绿色治理准则:实现人与自然的包容性发展[J].南开管理评论,2017,20(5):23-28.
- [4]翟坤周.经济绿色治理的整合型实施机制构建[J].中国特色社会主义研究,2016(4):88-95.

-
- [5]张博, 蔡连国. 地方政府绿色治理的逻辑结构与行动路径[J]. 行政论坛, 2018, 25(6):85-91.
- [6]刘治彦. 习近平总书记的绿色治理观[J]. 人民论坛, 2017(25):68-69.
- [7]李维安, 张耀伟, 郑敏娜, 等. 中国上市公司绿色治理及其评价研究[J]. 管理世界, 2019, 35(5):126-133, 160.
- [8]史云贵, 唐迺丹. 论中国特色绿色治理文化体系的构建[J]. 行政论坛, 2019, 26(2):124-129.
- [9]王元聪, 陈辉. 从绿色发展到绿色治理: 观念嬗变、转型理据与策略甄选[J]. 四川大学学报(哲学社会科学版), 2019(3):45-52.
- [10]廖凯诚, 戴胜利, 段新. 科技创新与绿色治理协调效应评价及动态关系研究[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(16):34-43.
- [11]KONG T, FENG T W, YE C M. Article Advanced Manufacturing Technologies and Green Innovation:The Role of Internal Environmental Collaboration[J]. Sustainability, 2016, 8(10):1056-1059.
- [12]李元桢, 牛晓飞, 武立东, 等. 绿色治理与治理转型——第九届公司治理国际研讨会综述[J]. 南开管理评论, 2017, 20(5):185-192.
- [13]肖仁桥, 丁娟. 我国企业绿色创新效率及其空间溢出效应——基于两阶段价值链视角[J]. 山西财经大学学报, 2017, 39(12):45-58.
- [14]HE X, HUNG S Z, CHAU K Y, et al. A Study on the Effect of Environmental Regulation on Green Innovation Performance:A Case of Green Manufacturing Enterprise Pearl River Delta in China[J]. Ekoloji, 2019, 28:727-736.
- [15]彭满如, 金友良, 范恣. 基于雾霾治理的企业环境绩效指标构建[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2017, 23(5):114-121.
- [16]李光龙, 江鑫. 绿色发展、人才集聚与城市创新力提升——基于长三角城市群的研究[J]. 安徽大学学报(哲学社会科学版), 2020, 44(3):122-130.
- [17]陶克涛, 郭欣宇, 孙娜. 绿色治理视域下的企业环境信息披露与企业绩效关系研究——基于中国 67 家重污染上市公司的证据[J]. 中国软科学, 2020(2):108-119.
- [18]MATTIJSEN T, BUIJS A, ELANDS B, et al. The ‘Green’ and ‘Self’ in Green Self-governance—A Study of 264 Green Space Initiatives by Citizens[J]. Journal of Environmental Policy&Planning, 2018, 20(1):96-113.
- [19]斯丽娟, 王佳璐. 农村绿色发展的政策文本分析与政策绩效实证[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2018, 46(6):148-157.
- [20]冉连. 绿色治理: 变迁逻辑、政策反思与展望——基于 1978-2016 年政策文本分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2017, 19(6):9-17.
- [21]LIN R, GUI Y, XIE Z, et al. Green Governance and International Business Strategies of Emerging Economies' Multinational Enterprises:A Multiple-Case Study of Chinese Firms in Pollution-Intensive Industries[J].

Sustainability, 2019, 11(4):1013.

[22]LI W, XU J, ZHENG M. Green Governance: New Perspective from Open Innovation[J]. Sustainability, 2018, 10(11): 3845.

[23]MONSTADT J, SCHEINER S. Allocating Greenhouse Gas Emissions in the German Federal System: Regional Interests and Federal Climate Governance[J]. Energy Policy, 2014, 74:383-394.

[24]POST C, RAHMAN N, RUBOW E. Green Governance: Boards of Directors Composition and Environmental Corporate Social Responsibility[J]. Business & Society, 2011, 50(1):189-223.

[25]周源, 张晓东, 赵云, 等. 绿色治理规制下的产业发展与环境绩效[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(9):82-92.

[26]YUAN M, QIYUE Y, YAJUN P, et al. Green Product Innovation and Firm Performance: Assessing the Moderating Effect of Novelty-Centered and Efficiency-Centered Business Model Design[J]. Sustainability, 2018, 10(6):1843.

[27]史云贵, 谭小华. 县级政府绿色治理机制: 概念、要素、问题与创新[J]. 上海行政学院学报, 2018, 19(5):43-51.

[28]杨朝君, 李晓璞. 绿色 IT 战略与绿色形象——绿色 IS-绿色活动的匹配效应[J]. 软科学, 2016, 30(2):39-43, 49.

[29]FRIED H O, LOVELL C A, SCHMIDT S S, et al. Accounting for Environment Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, 17(1):157-174.

[30]CHEN C M, DALEN J V. Measuring Dynamic Efficiency: Theories and an Integrated Methodology[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 203(3):749-760.

[31]LI L B, LIU B L, LIU W L, et al. Efficiency Evaluation of the Regional High-tech Industry in China: A New Framework Based on Meta-frontier Dynamic DEA Analysis[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2017, 60(12):24-33.

[32]丁莹莹, 李拓晨, 王锐. 电子信息制造业军民融合技术创新效率及其影响因素——基于两阶段 DEA-Malmquist 指数法[J]. 系统工程, 2020, 38(2):31-39.

[33]马生昀, 马占新, 媛媛, 等. 基于带有虚拟单元聚类分析的广义 DEA 方法[J]. 数学的实践与认识, 2013, 43(21):82-87.

[34]马生昀, 马占新. 基于样本前沿面移动的广义 DEA 有效性排序[J]. 系统工程学报, 2014, 29(4):443-457.

[35]刘春艳. A 股上市银行创新能力技术缺口比率分析——基于广义 DEA 效率视角[J]. 会计与经济研究, 2018, 32(3):117-128.

[36]吕喜明. 大数据背景下互联网金融风险评价研究——基于广义 DEA 模型及 P2P 网贷视角[J]. 会计与经济研究, 2017, 31(4):91-110.

[37]罗登跃. 三阶段 DEA 模型管理无效率估计注记[J]. 统计研究, 2012, 29(4):104-107.

-
- [38]张钢, 张小军. 绿色创新研究的几个基本问题[J]. 中国科技论坛, 2013(4):12-15, 20.
- [39]丁莹. 论绿色创新系统的结构和功能[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(15):116-119.
- [40]陈永泰, 徐晗玉, 徐峰, 等. 面向企业绿色创新的政府 R&D 补贴契约设计[J]. 系统管理学报, 2019, 28(4):717-724.
- [41]邓慧慧, 赵家羚. 地方政府经济决策中的“同群效应”[J]. 中国工业经济, 2018(4):59-78.