

# 京津冀生态韧性测度及提升策略研究

楚茹霞 郑祖婷

华北理工大学

DOI:10.12238/eep.v7i7.2177

**[摘要]** 本文以京津冀地区为研究对象,构建了生态韧性评估模型,采用熵权法进行分析。发现该区域生态韧性整体较低,空间差异显著。本文提出了提升生态韧性的策略,包括加强保护修复、优化产业结构、提高资源效率、加强环境治理等。为京津冀生态可持续发展提供科学依据和决策支持。

**[关键词]** 京津冀; 生态韧性; 熵权法; 提升策略

**中图分类号:** F062.2 **文献标识码:** A

## Study on Ecological Resilience Measurement and Promotion Strategy of Beijing-Tianjin-Hebei Province

Ruxia Chu Zuting Zheng

North China University of Science and Technology

**[Abstract]** This paper takes Beijing-Tianjin-Hebei region as the research object, constructs an ecological resilience evaluation model, and analyzes it by entropy weight method. It is found that the ecological resilience of this area is low as a whole, and the spatial difference is significant. This paper puts forward some strategies to improve ecological resilience, including strengthening protection and restoration, optimizing industrial structure, improving resource efficiency and strengthening environmental governance. Provide scientific basis and decision support for the ecological sustainable development of Beijing-Tianjin-Hebei.

**[Key words]** Beijing-Tianjin-Hebei; Ecological resilience; Entropy weight method; Promotion strategy

### 引言

随着城市化加速,京津冀成为国家高质量发展核心区域。虽经济成就显著,但面临生态挑战,如水资源匮乏、空气污染、土地资源紧张,影响居民生活和持续发展。与长三角、珠三角比,京津冀在生态环境建设上仍有短板和弱项<sup>[1]</sup>。

“韧性”(Resilience)的定义是“恢复到初始状态的能力”<sup>[1]</sup>。在20世纪80年代,Holling首次在系统生态学领域提出了“韧性”这一新概念,该概念被用来描述生态系统在稳定状态下的多种特性<sup>[2]</sup>。随着研究领域拓展,韧性概念已纳入经济学。城市韧性研究框架正在建立,但京津冀地区量化研究较少。深入分析该区域生态环境,评价生态韧性,提出提升策略,对保障生态稳定、防范风险、维护平衡、促进发展有重要意义。

### 1 理论基础及文献综述

“韧性”源于拉丁语“resilio”,指系统对外部干扰的稳定性和恢复力。加拿大生态学家Holling在《生态系统的韧性和稳定性》中首次将韧性引入系统生态学,定义为“生态系统在受干扰后能恢复稳定状态”<sup>[3]</sup>。韧性思维逐渐扩展到人类生态学,并在城市和社会领域得到应用。

20世纪90年代,韧性成为城市研究新方向。学者深入研究城市韧性和生态韧性,两者研究不断推进。城市韧性研究指出,合

理规划、基础设施建设和社区参与可提升城市适应与恢复能力。而生态韧性研究发现,保护生态多样性、建立生态廊道<sup>[4]</sup>等措施有助于增强生态系统的稳定性和恢复能力。城市规划广泛应用生态韧性理念,包括保护恢复自然生态系统、采用绿色基础设施、鼓励居民参与生态建设,以增强城市适应能力。

生态韧性指生态系统应对外界压力、干扰或变化时展现的适应、恢复和发展能力,强调弹性、稳定性和应对能力。目前学术界对生态韧性概念尚未达成共识,其指标体系构建也存在差异。国际上的研究主要从生态系统的可持续发展和服务<sup>[5]</sup>、城市的社会生态等多个角度进行深入探讨<sup>[6]</sup>;然而,在国内,大部分研究主要是通过构建一个多维度的指标体系来对生态韧性进行定量的分析。有学者从规模、密度和形态<sup>[7]</sup>三方面构建指标体系,讨论新型城镇化浪潮下的城市发展研究内容不断深入与扩展,从单一领域逐渐向多学科交叉融合发展。

### 2 京津冀生态韧性测度

#### 2.1 指标体系构建

目前关于生态韧性的评估体系尚未统一,参考王松茂等<sup>[8]</sup>研究,本文从“抵抗-吸收-转型”3个能力维度的10个指标构建京津冀生态韧性评价指标体系,

其中,抵抗能力指生态系统抵御外界干扰和压力的能力,即

在对外部冲击时保持其基本结构和功能的稳定。选取森林覆盖率、人均水资源总量表征京津冀生态系统的稳定程度和环境承载能力；选取人均生产总值来表征面对生态污染时，城市可改造的资金能力和风险适应强度。

吸收能力则是生态系统从干扰中恢复的能力，它包括对资源的吸收和利用，以及对受损部分的修复。选取工业污染治理完成投资、建成区绿化覆盖率、工业固体废物综合利用率与生活垃圾无害化处理率表征生态环境的自我净化强度和工业绿色生产能力。

转型能力强调生态系统在外部环境发生重大变化时，能够进行适应性调整和转变，从而形成新的稳定状态。选取专利申请数量、选取R&D人员全时当量、每十万人在校大学生数来表征城市群科技创新和经济发展潜力。具体见表1。

## 2.2 研究方法

本文计划利用熵值法来确定各项指标的权重系数。

①数据标准化和指标赋权。为便于综合计算和比较分析，选择使用极值标准化的手段对原始数据进行标准化处理。

正向指标： $Z_{\lambda ij} = (X_{\lambda ij} - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ ，负向指标： $Z_{\lambda ij} = (X_{max} - X_{\lambda ij}) / (X_{max} - X_{min})$

表1 京津冀生态韧性评价指标权重

目标层	一级指标	二级指标	权重%
生态韧性	抵抗维度	森林覆盖率	14.88
		人均水资源总量(立方米/人)	10.79
		人均地区国民生产总值	13.05
	吸收维度	工业污染治理完成投资	18.57
		生活垃圾无害化处理率	2.6
		建成区绿化覆盖率	9.59
		工业固体废物综合利用率	9.1
	转型维度	R&D人员全时当量(人年)	3.14
		专利申请数量/件	7.5
		每十万人在校大学生数/人	10.77

式中： $\lambda=1, 2, 3$ ； $i=1, 2, 3, \dots, m$ ； $j=1, 2, 3, \dots, n$ ，分别表示年份、地区和指标； $X_{max}$ 、 $X_{min}$ 分别表示所有年份所有地区中第j指标的最大值和最小值； $Z_{\lambda ij}$ 、 $X_{\lambda ij}$ 为第 $\lambda$ 年份第i地区第j指标

的标准化值和原始值。

②计算权重。

$$W_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)}$$

$$Y = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij}$$

## 2.3 实证结果及分析

经计算得出各指标的权重及京津冀生态韧性指数，见表1。

工业污染治理投资是首要指标，其次是人均地区GDP和森林覆盖率。生活垃圾无害化处理率与建成区绿化覆盖率也重要。工业固体废物利用率、R&D人员全时当量、专利申请数与每十万人在校大学生数的权重较低。

基于上表的权重系数，可以得出以下结论：京津冀生态经济中，政府重视工业污染治理投资，投资水平高。人均GDP和森林覆盖率权重高，显示经济繁荣与生态重视。生活垃圾处理和绿化覆盖率高，显示区域进展。但工业废弃物利用率、R&D人员、专利申请及大学生数权重小，需加强。建议增加工业污染治理投资，促进经济增长与生态保护，提升生活垃圾处理及绿化水平，重视工业废弃物利用、科技创新及人才培养，实现生态经济可持续发展。

图1显示了2013年至2022年京津冀地区生态韧性指数的时间序列演变。京津冀生态韧性指数经历“升-降-升”波动，2018年达高峰后下滑，2020年显著回升。北京指数最高，河北十年间赶超天津。河北与天津差异小，均向高质量发展。但京津冀城市发展不均衡，北京韧性远超前河北与天津。两地构建韧性城市仍存挑战。

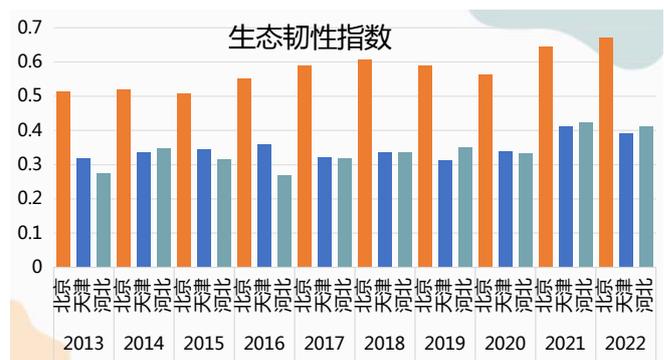


图1 京津冀生态韧性指数

从京津冀的抵抗力、吸收力和转型力指数看，天津生态抵抗力最低，经历了上升、下降、再上升的变化。可能因快速城镇化带来的问题，如人口密度高、工业污染等，导致生态系统抵抗力低。北京生态抵抗力最高，河北则呈波动上升趋势，可能与加强生态治理有关。

北京、天津与河北生态吸收力指数波动，差距不大，北京较高。原因或涉气候、产业、政策变化。气候影响生态系统吸收力；产业结构调整影响污染物排放；环境政策力度决定生态系

统保护修复力度,影响生态吸收率。

京津冀转型力指数在三个维度中最低,表明城市转型投入弱。整体看,转型力上升,北京领先,天津次之。河北转型力快速上升,与天津差距缩小,显示城市治理和转型力度增强。原因在于产业结构调整、淘汰落后产能、培育新兴产业、增加科技创新投入、推动科技成果转化、推进对外开放、加强经济合作和人才引进。

### 3 京津冀生态韧性提升策略

京津冀地区生态保护和高质量发展已成为国家重大战略,京津冀地区生态环境基础差、工业化污染严重,研究京津冀生态韧性对京津冀生态可持续发展具有重大意义。基于上述研究结论,提出如下建议:

#### 3.1 优化设施建设,推动城市生态污染治理

研究结果指出生活垃圾无害化处理率和工业废弃物综合利用权重低。需增加投入、提升技术、优化设施及运营。强化垃圾分类回收,提高资源利用率。加强宣传教育,推动政策制定,鼓励无害化处理。促进跨部门合作,建立长效机制,确保治理持续性。

#### 3.2 强化人才培育,深入推进科技创新活动

R&D人员全时当量、专利数权重小,需加快科技创新促城市转型。强化教育培训,携手高校和科研机构协同研究,推动产业升级和R&D应用。加强国际合作,吸收先进技术经验,提升成果转化效率,促进专利应用。制定激励政策,重奖R&D成果和专利申请,营造良好创新氛围。

#### 3.3 发展优势产业,推动产业多元化

从上述研究成果看,城市转型力指数低于抵抗力和吸收力指数,加速科技转型、发展优势产业和吸引高质量人才是关键。推进产业园区建设,构建产业集群,整合资源和创新能力。关注新兴行业,推动产业多样化。拓展产业链条,提升附加价值,建立健全产业生态体系,留住人才,推动城市转型。

本文通过熵值法测度京津冀生态韧性指数,并构建抵抗力-吸收力-转型力模型分析生态韧性状况。研究发现该地区生态韧性有优势也有不足。基于此,本文提出生态经济发展建议,为京津冀可持续发展提供参考,推动生态经济协同发展。

### 4 结语

综上所述,本文通过构建生态韧性评估模型,深入分析了京

津冀地区的生态韧性状况,并提出了提升策略。研究表明,该区域整体生态韧性较低,且存在显著的区域差异,北京在韧性表现上领先于河北和天津。然而,转型能力的不足尤其显著,这表明在科技创新和产业结构调整方面仍需进一步加强。为此,本文提出了优化设施建设、强化科技创新、发展优势产业等建议,旨在提升该地区的生态韧性,推动其可持续发展。本文的研究为京津冀地区生态环境保护与经济协调发展提供了科学依据和政策建议,期望为其他区域的生态韧性提升提供参考。

#### [基金项目]

2023年度河北省社会科学发展研究重点课题(20230102005)。

#### [参考文献]

- [1]梁一灿,孙钰,姜俊杰.京津冀城市群生态效率测定及提升策略研究[J].北京城市学院学报,2021,(4):9-18.
- [2]Holling C S. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4(1): 1-23.
- [3]邵亦文,徐江.城市韧性:基于国际文献综述的概念解析[J].国际城市规划,2015,30(2):48-54.
- [4]郭玉佳,刘世梁,董玉红.基于景观格局和生态系统服务的生态廊道修复成效评估指标体系[J].中国生态农业学报(中英文),2023,31(10):1525-1538.
- [5]Botequilha-Leitão A, Dí az-Varela E R. Performance based planning of complex urban social-ecological systems: The quest for sustainability through the promotion of resilience[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2020, 56: 102089.
- [6]王少剑,崔子恬,林靖杰,等.珠三角地区城镇化与生态韧性的耦合协调研究[J].地理学报,2021,76(4):973-991.
- [7]王文瑞,郭子萍,万炜,等.兰州市城市韧性时空特征研究——基于规模-密度-形态分析框架[J].兰州大学学报,2021,57(1): 39-46.
- [8]王松茂,牛金兰.山东半岛城市群生态韧性的动态演化及障碍因子分析[J].经济地理,2022,42(8):51-61.

#### 作者简介:

楚茹霞(2004--),女,汉族,山东菏泽人,本科在读。

郑祖婷(1978--),女,汉族,河北唐山人,教授,博士,研究方向:生态经济、产业创新。