

# 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性评价与韧性重构策略

□ 田 健, 宿 荣, 曾穗平

**【摘要】**大运河天津段沿岸乡村在城镇化发展冲击和文化保护、生态管控等强约束的共同作用下,呈现“三生”系统低协同性、资源易破坏性、发展强制约性等脆弱性特征,掣肘乡村振兴战略的实施。文章通过构建“三生”统筹视域下的乡村系统脆弱性评价模型,剖析大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性分异格局与驱动机制,并提出针对性的韧性重构策略。研究表明:大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性呈现“距离递增+块状集聚”的分布特征,近郊生态脆弱性强于远郊,与生活脆弱性“中心低、外围高”的空间格局相异;乡村“三生”脆弱性主要来源于生活高脆弱性,设施保障、生态供给、文化传承方面的因素影响最为显著。基于乡村“三生”脆弱性格局,文章提出业态复兴、生活兴旺、生态提升、统筹协调、综合整治5种韧性重构策略,并以规划指标变更、公共服务配置标准优化、用地结构调整的形式落实到空间规划,为大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性精准识别与长效治理提供理论依据和技术支持。

**【关键词】**乡村;“三生”统筹;大运河;脆弱性;韧性

**【文章编号】**1006-0022(2022)10-0117-07 **【中图分类号】**TU982.29 **【文献标识码】**B

**【引文格式】**田健,宿荣,曾穗平.大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性评价与韧性重构策略[J].规划师,2022(10):117-123.

## Vulnerability Assessment and Resilience Reconstruction of Rural Production-living-ecological Areas Along the Grand Canal, Tianjin Section/Tian Jian, Su Rong, Zeng Suiping

**Abstract** Under the joint impacts of urbanization, cultural protection, and ecological control, the "production-living-ecological" system of the villages along the Grand Canal is vulnerable with characteristics of low coordination and resource destruction under strong development constraints. Constructing the vulnerability evaluation model, the paper takes Tianjin section of the Grand Canal as an example, studies the differentiation pattern and driving mechanism of vulnerability of the villages along the canal, and proposes targeted resilience reconstruction strategies. The conclusions are as follows: (1) The "production-living-ecological" vulnerability of rural areas along the Tianjin section of the Grand Canal presents the distribution characteristics of "increasing distance + lumpy agglomeration", and the ecological vulnerability in the inner suburbs is larger than that in the outer suburbs, which is different from the spatial pattern of "low in the center and high in the outer suburbs". (2) The comprehensive vulnerability of rural areas along the Grand Canal mainly comes from the high vulnerability of life, and the facilities guarantee, ecological supply and cultural inheritance are the core factors. (3) Based on the vulnerability pattern of the production-living-ecological system, five resilience reconstruction strategies are proposed, including business revival, life prosperity, ecological improvement, overall planning and coordination, and comprehensive renovation. The strategies are implemented in spatial planning by way of planning index change, public service configuration standard optimization and land use structure adjustment, providing theoretical basis and technical support for precise identification and long-term management of rural vulnerability along the Grand Canal.

**Key words** Village, Production-living-ecological integration, The Grand Canal, Vulnerability, Resilience

### 0 引言

大运河自古以来就是我国南北经济发展命脉,沿线城镇分布密集,城镇建设与扩张对乡村造成强烈冲击,破坏乡村生态格局、冲击特色文化资源、吸引劳动力外

流。2019年国务院出台的《大运河文化保护传承利用规划纲要》(以下简称《规划纲要》),对大运河及沿岸地区提出经济发展、文化保护、生态建设的多重目标,但实施过程中出现重保护、轻发展的问题,大运河天津段沿岸乡村呈现出发展强制约性、环境高复杂性、

**【基金项目】**“十三五”国家重点研发计划项目(2018YFD1100300)。

**【作者简介】**田健,博士,注册城乡规划师,天津大学建筑学院副研究员,同济大学建筑与城市规划学院博士后。

宿荣,天津城建大学建筑学院硕士研究生。

曾穗平,通讯作者,博士,注册城乡规划师,天津城建大学建筑学院副教授、副院长。

资源易破坏性、“三生”系统低协同性的典型脆弱性特征。如何精准识别大运河天津段沿岸乡村发展的脆弱性并提出长效治理策略，成为事关城乡融合与乡村振兴战略实施的关键问题。

脆弱性源于对自然灾害和贫困的研究<sup>[1]</sup>，最早由Burton等人在研究自然灾害时提出<sup>[2]</sup>，之后相继引入地理和人文社会科学。随着人类活动与自然环境之间的相互作用愈发显著，脆弱性的研究也逐渐延伸至人—地关系及社会—经济—生态耦合系统<sup>[3]</sup>。当前，脆弱性研究主要集中在致因分析、形成机理和作用影响方面，强调对“三生”系统“致脆”因子进行识别，进而提出相应的调控路径，从而降低乡村“三生”脆弱性。研究方法从归纳研究、统计分析等定性研究逐步走向以VSD评估框架、综合指数法、BP神经网络

为代表的定量研究<sup>[4-6]</sup>，表现为多元化、多角度、精细化和综合化<sup>[7]</sup>。研究视角主要集中在城市自然灾害、水资源和生态系统等方面，而针对乡村“三生”脆弱性的研究起步较晚，且主要关注扶贫攻坚和乡村振兴战略下的农户生计、人居环境、景观格局<sup>[8-10]</sup>，探讨乡村“三生”脆弱性的研究较为少见，不利于脆弱性的系统识别与整体治理。同时，韧性作为一种系统属性，强调通过提升系统积极应对、长期适应和创造性学习的能力，逐步降低乡村“三生”脆弱性，契合乡村“三生”脆弱性的长效治理需求。以往针对城乡空间脆弱性与韧性的研究多是孤立进行的，忽视了二者相互交织和彼此嵌入的关系。基于此，本文从“三生”统筹视角切入，识别多类型乡村“三生”脆弱性的空间分异特征与形成机理，并将韧性理念融贯于

大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性治理的全过程，以期实现乡村“三生”脆弱性的精准与长效治理目标，有效促进大运河天津段沿岸乡村振兴战略的实施。

## 1 乡村“三生”脆弱性机理与研究框架

乡村“三生”脆弱性是乡村地域脆弱性的综合体现，可以定义为乡村暴露于内外双重扰动下，由于系统自身结构的敏感性及其缺乏韧性应对能力导致的“三生”功能受损，进而将扰动转换为负面影响或受损状态。乡村发展受系统内外部共同作用影响：在系统外部，城镇化与工业化发展挤压了乡村的生产、生活和生态空间，资本与劳动力等要素向城镇单向流动削弱了乡村的内生动力，文化及生态保护等空间资源管控限制了乡村的发展空间；在系统内部，乡村资源相对匮乏、产业类型单一、设施配置不足、治理水平较低，严重制约了乡村发展。在系统内外共同作用下，乡村“三生”系统的平衡与稳态逐渐被打破，具体表现为生产提质难（产业品质不高、三产联动不足）、生活不宜居（人口外流、设施错配、用地空废、文化衰败）和生态易破坏（水土环境污染化、景观格局破碎化）。

大运河天津段沿岸乡村由于地处城镇密集发展带，受城镇发展冲击和生态管控、文化保护约束作用显著，乡村“三生”脆弱性更为突出和典型：生产发展同质低效、生活设施供给不足、生态环境不可持续，文化资源被破坏和缺乏活化利用则加剧了“三生”脆弱性。因此，本文首先建构大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性评价体系，精准识别乡村“三生”脆弱性的空间分异特征及影响因素，从而针对性地提出增强乡村“三生”系统协调性、适应性和组织性的韧性治理策略，通过提升乡村地域系统面临内外扰动的适应与转型能力，降低脆弱性，并将研究成果以变更规划指标、优化设施配置标准、调整土地利用结构的形式纳入空间规划编制内容，

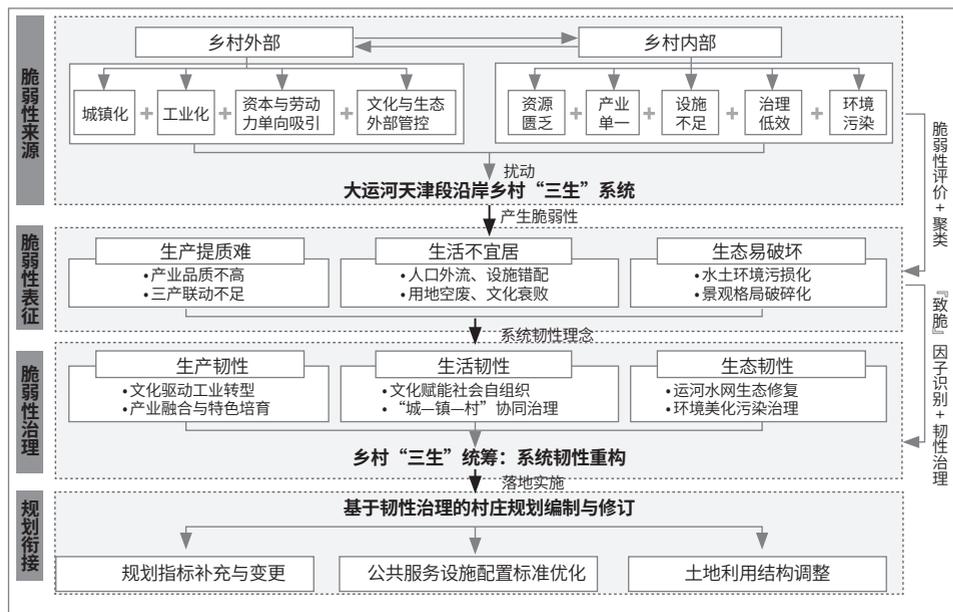


图1 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性机理及韧性治理研究框架图

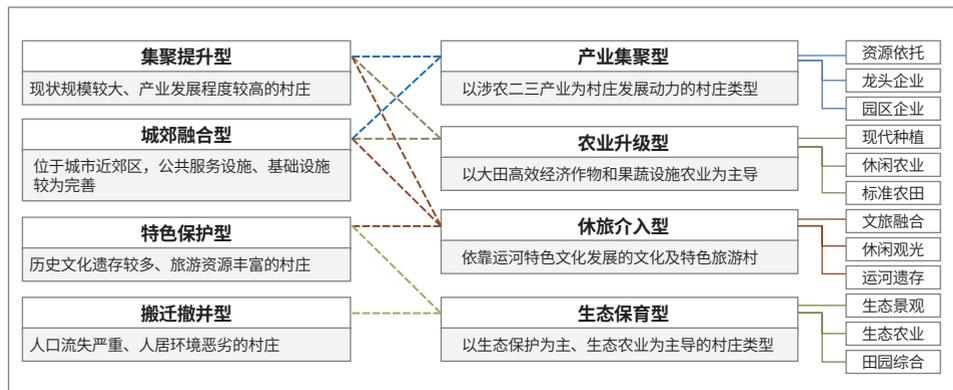


图2 大运河天津段沿岸乡村类型划分依据示意图

促进乡村韧性重构策略落地实施，为全面落实乡村振兴战略提供技术支持与实践方法(图1)。

## 2 研究范围与研究方法

### 2.1 研究范围

大运河天津段全长约为190 km，沿岸乡村在天津中心城区、静海城区、武清城区及多个镇区扩张的冲击下，面临环境污染、产业低效、设施错配、文化衰败等威胁，迫切需要对其脆弱性进行系统、科学的评价并提出韧性治理措施，化解乡村发展风险，实现运河沿岸乡村的可持续发展。按照《规划纲要》，大运河有水河段两岸各2 km范围被划定为核心监控区，该区域保护与发展冲突强烈，乡村“三生”脆弱性最为典型。因此，本文选取大运河天津段沿岸各2 km范围内(除城区外的大运河核心监控区)共计269个行政村单元作为研究对象，以村域为单元开展乡村“三生”脆弱性测度与韧性规划响应研究，以期为大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性治理和高质量、可持续发展提供技术支持与典型范例。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 乡村“三生”脆弱性指标评价体系

根据乡村“三生”脆弱性的内涵、研究思路及大运河天津段沿岸乡村的现实特征，结合学界已有指标体系研究成果<sup>[11-15]</sup>，本文构建乡村“三生”脆弱性评价指标体系(表1)。生产脆弱性主要从经济增长绩效和产业发展活力两个维度出发，选取村集体年收入、商业设施数量等指标表征乡村生产脆弱性强度。将生活脆弱性解构为人口承载、设施保障、生活宜居和文化传承4个维度，需要特别指出的是，文化保护与传承和村民的生活方式息息相关，也深刻影响着乡村的社会风气、价值认同与情感归属，故此处将文化传承功能纳入生活脆弱性的表征范畴。生态脆弱性涉及生态供给、

表1 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性评价指标体系

目标层	指标层	指标说明	维度	指向	数据来源	
生产脆弱性	经济 增长 绩效	村集体年收入 / 万元	表征整体经济发展绩效	敏感性	-	村域调研数据
	居民人均可支配收入 (元 / 人)	表征个体“抗脆”承压能力	敏感性	-	村域调研数据	
生活脆弱性	产业 发展 活力	外包土地比例 / %	表征产业的多样性	适应能力	+	村域调研数据
	商业设施数量 / 个	表征个体收入的多样性	适应能力	+	POI数据	
生态脆弱性	人口 承载	人口密度 (人 / 平方千米)	表征单位面积人口承压能力	敏感性	-	村域调研数据
	流出人口 / 人	表征社会身份转变响应	敏感性	+	村域调研数据	
设施保障	外来人口 / 人	表征区域发展吸引力	敏感性	+	村域调研数据	
	1 km 医院、诊所等卫生设施数量 / 所	表征医疗卫生设施“承压”能力	适应能力	+	POI数据	
生活宜居	1 km 范围内中小学数量 / 所	表征区域教育水平	适应能力	+	POI数据	
	1 km 范围内公共厕所数量 / 个	表征基础设施“抗脆”能力	适应能力	+	POI数据	
文化传承	1 km 范围内公交站数量 / 个	表征对外交通便捷性	适应能力	+	POI数据	
	公路网密度 (km / km <sup>2</sup> )	表征交通承载能力	暴露度	-	GSI矢量数据	
生态胁迫	距离最近高速出入口的距离 / km	距离对外交通联系能力	暴露度	-	村域调研数据	
	1 km 范围内公园、广场等开放空间个数 / 个	表征生活宜居水平	适应能力	+	POI数据	
生态供给	村落历史文化要素吸引力	表征历史文化发展潜力	适应能力	+	村域调研数据	
	1 km 范围内展览馆、科技馆、美术馆、博物馆数量 / 个	表征文化遗产与保护状态	适应能力	+	POI数据	
生态脆弱性	生态胁迫	农药、化肥施用强度	表征人类活动造成的农业环境污染	暴露度	+	调研数据和矢量数据
	城镇建设用地区占比 / %	表征城镇建设造成的生态承载压力	暴露度	+	村域调研数据	
生态脆弱性	生态供给	景观破碎度指数 (Num / 100 hm <sup>2</sup> )	表征景观分割破碎程度	敏感性	+	GSI矢量数据
	森林覆盖率 / %	表征区域森林覆盖状况	暴露度	-	GSI矢量数据	
	水域面积占比 / %	表征区域水资源状况	暴露度	-	GSI矢量数据	

生态胁迫两个维度，选取森林覆盖率、水域面积占比等指标表征生态脆弱性。

#### 2.2.2 综合指数法

研究采用综合指数法计算大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性，首先通过数据标准化处理消除量纲影响，计算指标权重；其次运用综合评价模型计算乡村“三生”脆弱性数值；最后进行乡村“三生”脆弱性的分级判定。

(1) 综合评价模型。暴露度对乡村“三生”脆弱性具有正向作用，即暴露度越大脆弱性越高；适应力对于乡村“三生”脆

弱性具有负向作用，即适应力越强，乡村“三生”脆弱性越低；而敏感性作为系统自身结构的反映与乡村“三生”脆弱性具有乘数关系，本文用SVI、EI、SI、AI分别代表乡村“三生”脆弱性指数、暴露度指数、敏感性指数和适应力指数，评价模型如下：

$$SVI = EI + SI - AI \quad \text{公式(1)}$$

其中SVI、EI、SI、AI的计算方式如下：

$$SVI/EI/SI/AI = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij} \quad \text{公式(2)}$$

式中， $W_j$ 和 $X_{ij}$ 分别为各维度指标

表2 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性指数统计

脆弱性类型	均值	最大值	最小值	样本比例
高脆弱性	0.268	0.309	0.251	7.4
较高脆弱性	0.231	0.245	0.219	46.8
中脆弱性	0.206	0.218	0.194	24.9
较低脆弱性	0.178	0.192	0.157	12.3
低脆弱性	0.125	0.150	0.035	8.6

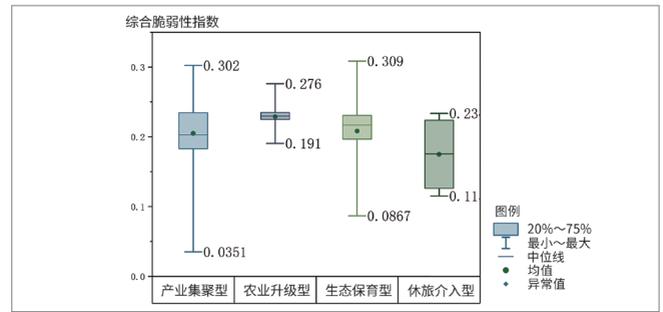


图4 大运河天津段沿岸不同类型村庄的综合脆弱性分异分析图

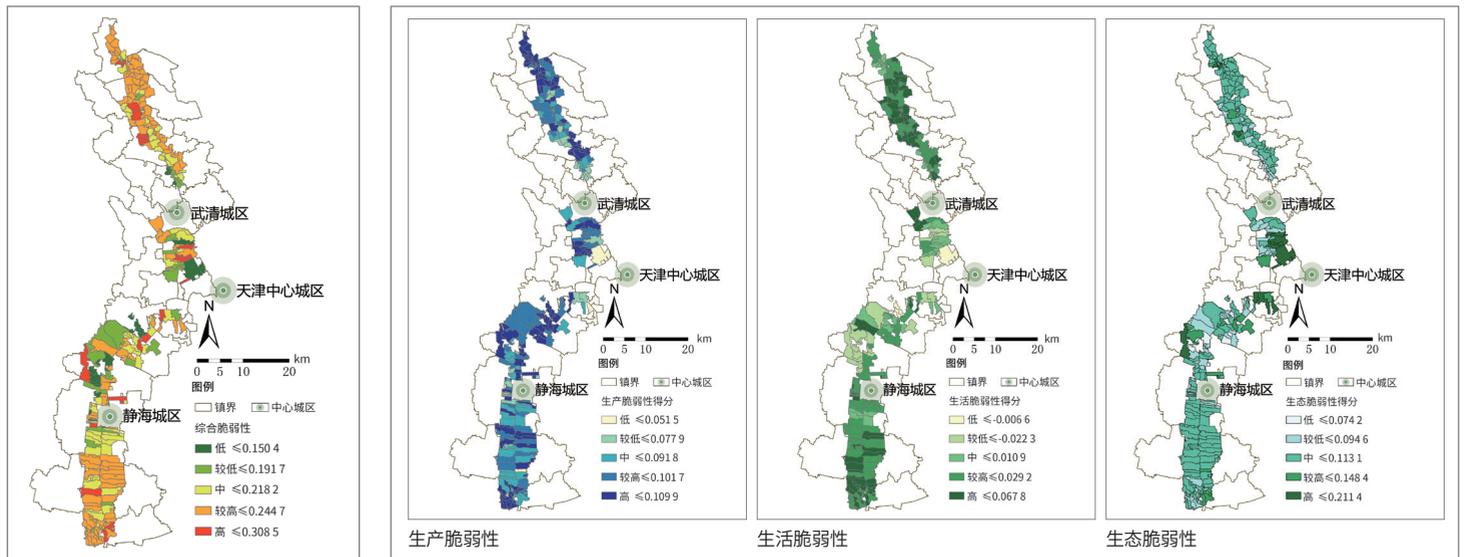


图3 大运河天津段沿岸乡村综合脆弱性空间分布图

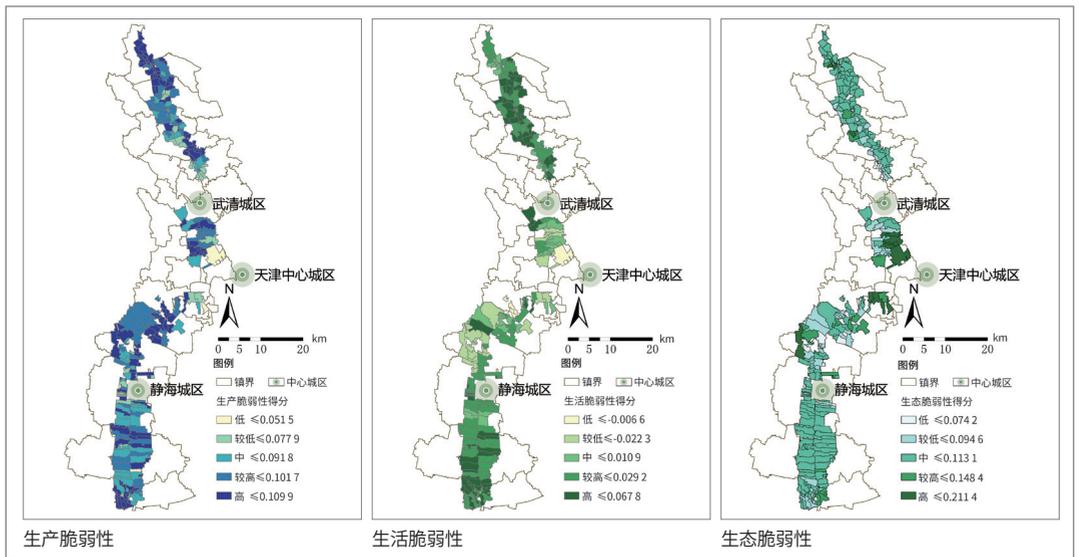


图5 大运河天津段沿岸乡村“三生”子系统脆弱性空间分布图

的权重与标准化值； $n$ 为各维度指标数量，取值区间为(0, 1)。

(2) 乡村“三生”脆弱性的判定与分级。通过计算得到乡村生产脆弱性指数、生活脆弱性指数、生态脆弱性指数，根据自然断点法将其分为5级，即高脆弱性、较高脆弱性、中脆弱性、较低脆弱性、低脆弱性。

### 2.2.3 因子贡献度模型

本文采用因子贡献度模型测算乡村“三生”脆弱性的主要贡献因子<sup>[16]</sup>，为韧性治理研究提供科学依据。

$$C_j = \frac{F_j \times I_j}{\sum_{j=1}^m (F_j \times I_j)} \quad \text{公式(3)}$$

$$F_j = W_r \times W_j \quad \text{公式(4)}$$

$$U_r = \sum_{j=1}^m C_j \quad \text{公式(5)}$$

式中， $C_j$ 表示单指标对乡村“三生”脆弱性的贡献度； $F_j$ 代表单项指标所在要素层权重； $I_j$ 为指标隶属度； $U_r$ 表示各要素层对脆弱性的贡献度； $W_r$ 表示各要素层的权重； $W_j$ 代表各单项指标权重。

素层的权重； $W_j$ 代表各单项指标权重。

## 3 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性的空间分异与聚类规律

### 3.1 村庄样本特征

大运河天津段沿岸乡村类型丰富，村庄职能、产业类型、公共服务设施配置、社会结构呈现多元化格局。本文基于乡村振兴战略提出的4种乡村类型，结合大运河天津段沿岸乡村聚落空间重构动力特征，将大运河天津段沿岸乡村划分为产业集聚型、农业升级型、休旅介入型、生态保育型4种类型(图2)。

### 3.2 乡村“三生”脆弱性分异与聚类

大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性分布呈现出“距离递增+块状集聚”的典型特征(图3)，综合脆弱性水平由近郊的低值区向远郊的高值区逐步过渡，各类

村庄均存在较高脆弱性情况(表2)。

具体来看，大运河天津段沿岸乡村“三生”综合脆弱性平均值为0.212，处于中脆弱性水平。高脆弱性乡村的平均指数是低脆弱性乡村平均指数的2.15倍，组间差异显著；乡村“三生”综合脆弱性最高值是最低值的8倍多，脆弱性在个体之间存在显著差异。对5个级别脆弱性的乡村数量占比进行统计，发现较高脆弱性的乡村数量最多，高脆弱性和低脆弱性的乡村数量较少，乡村“三生”综合脆弱性呈现倒“U”形分布。

高脆弱性占比最大的村庄类型为生态保育型；休旅介入型村庄中无高脆弱性村庄，低脆弱性村庄占比达到了该类型村庄数量的一半以上；农业升级型村庄中有79.4%的村庄为较高脆弱性且大部分村庄处于脆弱性高值区(图4)。综上，可以看出乡村发展动力类型对脆弱性强度的影响显著，亟需精准解译生态保育型、农业升

级型村庄“三生”脆弱性诱因并提出针对性治理策略。

### 3.3 乡村“三生”子系统脆弱性分异与聚类

大运河天津段沿岸乡村的生产、生活、生态等子系统脆弱性分别呈现以下分布特征(图5):

生产脆弱性指数分布较为分散和均衡,脆弱性的低值区主要落位于近郊区,这与近郊区产业门类齐全、经济水平较高有很大的关联性。生态保育型村庄的生产脆弱性指数均值同比最高且高值区村庄数量占比大,表明受生态管控约束和绿色经济发展机制不完善的影响,产业发展动力不足(图6)。

生活脆弱性指数呈现“中心低、外围高”的空间特征,随着与中心城区的距离增加而逐渐增强,尤其是东部和南部的远郊乡村“三生”脆弱性指数呈现高值化集聚态势,主要是因为这些区域的生活服务设施配置不足、交通不便,未来应重点优化与治理。而近郊区的生活脆弱性普遍处于较低和低值区,这是由于受城市化辐射影响较大,各类基础设施、公共服务设施相对完善。文旅介入型村庄的生活脆弱性指数处于最低水平,表明具备产业优势的村庄可以为乡村生活服务设施供给及文化建设提供较强的经济支撑。

生态脆弱性指数呈现显著的近郊大于远郊的聚类规律,高值区集中落位于近郊区村庄,这与城市化的冲击作用高度关联。随着近郊村庄各类生态空间逐渐

被城市用地挤占,在自然环境被破坏、生态格局失衡、环保意识不足等因素的共同作用下,乡村生态空间面临严重的胁迫。产业集聚型村庄的生态脆弱性最强,高值区村庄数量占比最多,这类村庄以加工制造业为主导,对生态空间的侵占最大,更容易造成区域景观格局破碎化。

### 4 大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性影响因素分析

本文在乡村“三生”脆弱性评价的基础上,运用因子贡献度模型进一步量化各类影响因素对脆弱性的作用程度,对比分析大运河天津段沿岸乡村在系统层和准则层上的要素贡献度(表3)。从系统层贡献度来看,以生活要素为脆弱性主要贡献率的村庄数量最多,其次是生态要素和生产要素,可见生活要素是影响大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性的关键因素。

在生活要素中,设施保障的影响力远超其他要素,可见教育、医疗及交通等公共设施配置与大运河天津段沿岸乡村的脆弱性水平具有较强的相关性。同时,文化传承对于乡村“三生”脆弱性的贡献率较高,表明村庄的历史文化发展潜力、文化传承和保护状态对乡村“三生”脆弱性影响较大。大运河天津段相关历史遗存有200余处,包括河道、桥梁,以及沿岸的衙署官仓、会馆商铺、古驿馆等,杨柳青镇更是被列为国家级历史文化名镇。尽管近年来针对大运河沿岸文化保护与发展的研究日趋完善,但是

将大运河文化资源融入乡村产业发展和社会精神文明建设的机制与路径还不完善,村民对于文化的价值认同与保护的积极性不高,难以实现文化保护与村庄经济社会发展的良性互补、动态互促。

在生产要素中,经济增长绩效对于乡村“三生”脆弱性的影响显著,村集体收入的增加将会提升村庄防范与化解重大风险的能力。一方面,较高的村集体收入表明其经济结构相对稳固和经济组织更为健全,生产功能具备一定的稳定性和可持续性;另一方面,村集体经济的壮大会形成资本积累,为村庄韧性发展提供经济保障。农民人均收入的增加会提高其参与生产经营的积极性,进一步提升乡村主体的经营能力,持续改善家庭营收与资本状况,进而提升家庭结构的脆弱性缓解能力。同比来看,产业和收入渠道的多样性对于乡村“三生”脆弱性的贡献并不显著,这与大运河天津段沿岸乡村的产业门类相对同质、村民营收渠道趋同有关。

生态要素对于乡村“三生”脆弱性的贡献率仅次于生活要素,其中的生态胁迫和生态供给要素对于乡村“三生”脆弱性的贡献率基本持平并保持较高水平,森林、水系等生态资源禀赋与大运河天津段沿岸乡村的生态脆弱性呈显著负相关。近年来,大运河天津段沿岸城乡建设强度不断增加,人类活动对生态环境的影响作用愈发明显,对各类自然要素用地的分割程度有所加剧。同时,大运河的生态资源是乡村发展绿色经济、保护历史文化、改善生活环境品质的宝贵资源,生态安全格局

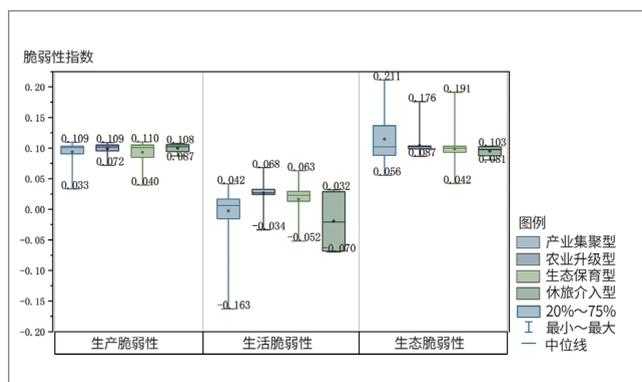


图6 大运河天津段沿岸不同类型村庄的子系统脆弱性分异示意图

表3 乡村“三生”脆弱性主要影响因素

系统层	数量 / 个	占比 / %	准则层	数量 / 个	占比 / %
生产因素	7	2.60	经济增长	19	7.1
			产业发展	7	2.6
生活因素	26	9.67	人口承载	22	8.2
			设施保障	69	25.7
			生活宜居	22	8.2
			文化传承	21	7.8
生态因素	16	5.95	生态胁迫	20	7.4
			生态供给	23	8.6

表 4 大运河天津段沿岸不同类型村庄韧性治理策略

优化目标	脆弱性主导类型	应对措施	韧性提升效果
业态复兴	生产单因素主导型	既有工业转型、创新文化遗产利用方式；布局劳动力密集型产业，吸引劳动力回流；培育重点企业与品牌，实现“村—村”联动	协调性：文化遗产与经济转型 适应性：劳动力就业需求 组织性：生产自组织 + 可持续
生活兴旺	生活单因素主导型	依托大运河资源提升乡村文化活力和内涵；结合区域格局完善乡村公共服务设施和基础设施	适应性：文化资源 + 活力建设 协调性：区域设施共享
生态提升	生态单因素主导型	实施大运河环境污染治理与水网修复；低效制造业腾退与绿色经济转型	组织性：以大运河为主线的生态治理 协调性：生态保护 + 经济发展
统筹协调	生产—生活复合主导型	“强”生产动力：文化和旅游融合发展	协调性：文化 + 旅游；生态 + 经济；公共资源 + 需求
	生产—生态复合主导型	“聚”生态潜力：发挥土地的生态价值	
	生活—生态复合主导型	“增”生活活力：公共服务设施配置与需求挂钩	
综合整治	生产—生活—生态多元主导型	强化制度引导，建立多元共治行动网络；整治废弃用地，盘活存量资源；特色价值挖掘与产业培育	组织性：村民参与治理 适应性：空间适应韧性发展

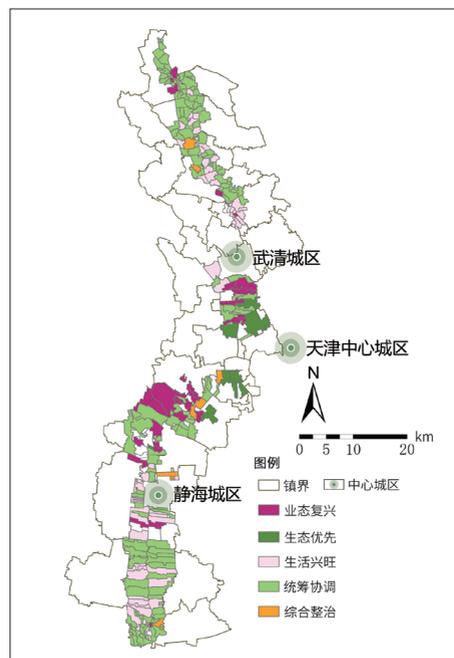


图 7 大运河天津段沿岸乡村韧性重构分类施策示意图

紧张将进一步制约乡村生产和生活系统的抗干扰能力与适应能力。

## 5 大运河天津段沿岸乡村韧性重构策略与规划衔接

### 5.1 基于脆弱性治理的乡村韧性重构策略

根据脆弱性主导要素归因法将大运河天津段沿岸乡村分为 8 种类型，按照“保护优先、聚焦重点、因材施教”原则，提出业态复兴、生活兴旺、生态提升、统筹协调、综合整治 5 种韧性重构策略，从提升系统协调性、适应性、组织性的角度，为大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性治理提供依据（表 4，图 7）。

(1) 生产单因素主导型村庄以生产脆弱为主导，分布于近郊区且以产业集聚型和生态保育型村庄为主。村庄现状发展存在创新发展动力不足、同质低效竞争、三产融合的利益连接机制不紧密等问题。因此，应在严格落实生态管控要求的基础上，鼓励既有工业转型发展，将不符合大运河保护传承要求的存量产业空间向乡村文旅、康养、休闲空间等

转型，创新大运河保护、利用、传承路径；布局劳动力密集型产业，吸引劳动力返乡创业；培育重点企业和品牌，通过龙头企业的发展带动丰富产品类型、提高产品质量、壮大自身经济。

(2) 生活单因素主导型村庄以生活脆弱为主导，主要分布于远郊区，村庄类型以生态保育型为主，以传统农业种植为主要业态。村庄发展受乡土社会解构、远郊设施供给不足等问题影响，应在严守文化与生态管控的基础上依托大运河资源提升沿岸乡村的文化活力，将其融入乡村生活情景，增强村民的价值认同和情感归属，提升乡村社会自组织能力；统筹布局乡村公共服务和基础设施，提高生活服务能力，引导存量空间转向乡村公共服务功能建设空间。

(3) 生态单因素主导型村庄位于近郊且以产业集聚型村庄为主，集聚大量的农业转移人口，工业化发展、城镇建设用地扩张、乡村环境污染是造成该地区生态脆弱的主要原因，因此应加快产业转型，发展与生态管控要求兼容的绿色经济；利用两岸闲置空地、废弃棚圈、道路两侧织补城乡蓝绿网络空间，持续亮化、美

化乡村环境；开展大运河沿线环境污染治理与水网修复工作，加强农业农村污染源控制，宣传和倡导绿色低碳生活理念。

(4) 双因素脆弱主导的村庄，主要为生产—生活复合主导型，呈块状连绵集聚分布。根据该类乡村致脆因子差异性，设计针对性的“降脆”路径：①“强”生产动力。针对产业发展缺乏动能的问题，鼓励文化和旅游融合发展，活化利用工业遗产；②“聚”生态潜力。针对环境品质不足、生态格局紧张的问题，科学划定生态空间管控边界，开发活动注重与周边生态空间有机结合；③“增”生活活力。针对村庄用地空废化问题进行村庄环境整治与土地集约节约利用，乡村公共服务设施配置与实际居住人口关联，不搞“一刀切”。通过“三生”统筹实现文化保护与村庄发展并举、环境治理和村庄建设兼顾，达到空间的高效、有序和可持续利用。

(5) 生产—生活—生态多元主导型村庄存在生产低协同性、生活高复杂性、生态易破坏等典型问题，自身结构处于易损、易脆状态的村庄，如若不能及时响应，系统内外负面效应加剧会导致乡村功能衰退、消亡。因此，村庄发展亟

需采取“外扶式+内生型”系统韧性提升策略,一是强化制度引导下的规划引领,建立政府、市场、乡村多元共治的行动者网络,通过多种治理手段、多重价值共享合理配置“三生”资源;二是优化土地利用结构,整治废弃用地,完善土地流转制度,盘活存量用地;三是根据乡村本底特征和实际发展诉求,挖掘乡村文化价值,培育特色产业,实现由被动收缩走向积极治理。

## 5.2 与空间规划衔接

本文在遵循《天津市村庄规划编制导则(试行)》的基础上,将乡村韧性重构策略与空间规划衔接,提出以下规划实施建议,为编制或修订村庄规划提供乡村“三生”脆弱性治理的指导框架。

(1) 主要指标补充与变更。森林覆盖率与景观破碎度指数等指标对大运河天津段沿岸乡村生态脆弱性具有较高贡献率,可将《天津市村庄规划编制导则(试行)》中村庄绿化覆盖率由预期性指标变更为具有管控力的约束性指标;将景观破碎度指数以预期性指标的形式纳入主要控制指标中,生态脆弱型村庄在规划期末应实现显著负增长,有效降低生态脆弱程度。

(2) 公共服务设施配置标准优化。在满足地方标准的同时因村施策,除强制性配建要求外,可根据实际需要,适当提高生活脆弱型村庄中公共利益性较强的设施配置标准,如1 km范围内中小学及卫生院的院的数量。在设施配置要素中,1 km范围内公交站的数量与文化遗产要素中的1 km范围内展览馆、科技馆、美术馆、博物馆数量等指标要和大运河天津段沿岸乡村生活脆弱性密切相关,建议将这些指标纳入公共服务设施配置项目表中。

(3) 土地利用结构调整。针对生态脆弱型村庄,在大运河天津段两岸1 km范围内严控新增工业用地,已建成的工业用地通过功能置换逐步腾退,将其转换为符合生态管控要求的生态景观、文化体验空间。研究表明,村庄土地流转比

例越高,其农业规模化、集中化、机械化经营程度越高,产业“抗脆”能力越强,因此结合产业发展规划,对大运河天津段沿岸生产脆弱型村庄的分散耕地和集体经营性建设用地进行流转与整合,为产业转型发展提供空间载体。

## 6 结语

大运河天津段沿岸乡村在内外双重扰动下,呈现发展强制约性、环境高复杂性、资源易破坏性的典型脆弱性特征。乡村“三生”脆弱性治理方法具有单向性、局部性和被动性特征,难以系统识别和长效治理乡村“三生”脆弱性。因此,识别乡村“三生”脆弱性并提出韧性治理策略,是解决大运河天津段沿岸乡村可持续发展困境的重要路径。

本文解析了大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性的形成机理并构建了“三生”脆弱性评价指标体系,基于多源数据剖析乡村“三生”脆弱性的空间分布规律,运用因子贡献度模型解析主要“致脆”因素。研究表明,大运河天津段沿岸乡村“三生”脆弱性呈现“距离递增+块状集聚”的分布规律,设施保障、生态供给、文化传承是主要驱动因素。本文按照“保护优先、聚焦重点、因村施策”原则,提出业态复兴、生活兴旺、生态提升、统筹协调、综合整治5种韧性重构策略,通过提升系统协调性、适应性、组织性,实现乡村“三生”脆弱性的长效治理目标,为乡村“三生”脆弱性评价与治理提供了开放性框架,相关研究可根据具体乡村特征增减评价指标类型、优化补充韧性重构策略,具有可延展性与应用性。

### [参考文献]

[1] Marco A J, Elinor O. Resilience, Vulnerability and Adaptation: A Cross-cutting Theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change[J]. Global Environmental Change, 2006(3): 237-239.  
[2] Burton I. K R W. General and Theoretical:

The Environment as Hazard[J]. American Anthropologist, 1979(3): 306-307.

- [3] 杨忍, 潘瑜鑫. 中国县域乡村脆弱性空间特征与形成机制及对策[J]. 地理学报, 2021(6): 1 438-1 454.  
[4] 陈佳, 杨新军, 尹莎, 等. 基于VSD框架的半干旱地区社会—生态系统脆弱性演化与模拟[J]. 地理学报, 2016(7): 1 172-1 188.  
[5] 陈晓红, 吴广斌, 万鲁河. 基于BP的城市化与生态环境耦合脆弱性与协调性动态模拟研究——以黑龙江省东部煤电化基地为例[J]. 地理科学, 2014(11): 1 337-1 343.  
[6] 黄晓军, 王晨, 胡凯丽. 快速空间扩张下西安市边缘区社会脆弱性多尺度评估[J]. 地理学报, 2018(6): 1 002-1 017.  
[7] 杨飞, 马超, 方华军. 脆弱性研究进展: 从理论研究到综合实践[J]. 生态学报, 2019(2): 441-453.  
[8] 陈玉鑫, 刘冰, 邓祥征, 等. 乡村振兴战略背景下农村产业发展脆弱性评估——基于农户调研数据的分析[J]. 农业现代化研究, 2021(6): 996-1 005.  
[9] 曹萍, 盛业旭, 任建兰. 中国乡村人居环境脆弱性演化及影响因素[J]. 地域研究与开发, 2021(5): 7-12.  
[10] 何清清, 李月臣, 何君, 等. 重庆市景观格局脆弱性及其驱动因素研究[J]. 中国资源综合利用, 2019(6): 61-67.  
[11] 王成, 何焱洲. 重庆市乡村生产空间系统脆弱性时空分异与差异化调控[J]. 地理学报, 2020(8): 1 680-1 698.  
[12] 任国平, 刘黎明, 李洪庆, 等. 基于改进熵权 DEA-TOPSIS模型的乡村国土综合整治格局优化[J]. 地球信息科学学报, 2022(2): 280-298.  
[13] 何艳冰, 乔旭宁, 王同文, 等. 传统村落文化景观脆弱性测度及类型划分——以河南省为例[J]. 旅游科学, 2021(3): 24-41.  
[14] 于婷婷, 蒋存妍, 冷红, 等. 面向乡村地区国土空间治理的乡村脆弱性评价——理论思考、实证研究与应用展望[J]. 城市规划, 2022(3): 45-53.  
[15] 方创琳, 王岩. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征[J]. 地理学报, 2015(2): 234-247.  
[16] 徐晗. 基于熵权法的陕西省农业干旱脆弱性评价及影响因子识别[J]. 干旱地区农业研究, 2016(3): 198-205.

[收稿日期] 2022-08-07