“融圈建链”战略下巴中市城市韧性综合评价与可持续发展路径

邓 芹[1]，钟亚雯[2]，李一凡[2]，王正全[1]

（1. 南充科技职业学院，南充 637000；2. 西南石油大学土木工程与测绘学院，成都 610500）

摘要：在区域发展战略加速推进和多重风险交织叠加的背景下，提升城市韧性已成为中小城市实现高质量发展与可持续发展的重要支撑。以巴中市为研究对象，基于社会-生态系统韧性理论，结合“融圈建链”战略实施背景，构建涵盖经济、社会、生态和基础设施 4 个维度的城市韧性评价指标体系，综合运用熵权 TOPSIS（逼近理想解排序）法、耦合协调度模型和障碍度模型，对 2018—2024 年巴中市城市韧性水平、子系统协调状态及主要制约因素进行测度分析。研究结果表明：2018—2024 年巴中市综合韧性水平总体呈持续提升态势，综合韧性得分由 0.312 提高至 0.698，经济韧性、社会韧性、生态韧性和基础设施韧性均有所改善。4 大子系统耦合协调度由 0.558 提高至 0.825，协调类型由勉强协调提升为良好协调，表明城市韧性提升过程中子系统协同水平逐步提升。但从障碍因子看，巴中市仍存在产业结构单一、产业链本地配套能力不足、公共服务供给不均、生态风险治理压力较大以及生命线设施数字化水平不足等问题。基于此，提出应从优化产业链结构、完善公共服务体系、强化生态风险治理和补齐基础设施短板等方面提升巴中市城市韧性，为内陆山地型中小城市在区域战略背景下推进可持续发展提供参考。

关键词：城市韧性；融圈建链；熵权 TOPSIS（逼近理想解排序）法；巴中市

中图分类号：F299.27 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)17－0169－09

城镇化进程在快速推进中创造了发展奇迹，同时也让城市系统变得日益复杂，城市系统正面临来自自然灾害、公共卫生事件、经济波动等多重不确定风险的严峻考验。当前背景下，“十四五”规划纲要将建设宜居、韧性、智慧城市纳入国家规划部署，党的二十大报告进一步明确提出“加快转变超大特大城市发展方式，打造宜居、韧性、智慧城市”。这些政策内容为新时期城市高质量发展指明了方向。

巴中市的发展正处于国家战略与区域布局带来的重大历史机遇之中，核心战略是积极“融入成渝地区双城经济圈”、加快“构建现代化产业体系”，通过这一核心战略破除区位制约，最终实现跨越式发展。在推进核心战略的进程中，也必然伴随着人口、资本、技术等要素的快速流动与重新集聚。这种要素的快速流动与重新集聚可能加剧经济结构的敏感性，增加社会系统的脆弱性，加大环境容量的压力，还可能加重基础设施的负荷，这些情况都会对巴中市城市系统的稳定性和安全性构成新挑战。一个核心且亟待回答的问题随之浮现：在“融圈建链”这一快速动态的发展进程中，巴中市的城市综合韧性水平到底如何，巴中市城市系统中的经济、社会、生态、基础设施 4 大核心子系统能否在发展过程中实现协同并进、均衡发展，相关人员又该通过何种方式精准识别制约巴中市城市韧性提升的关键障碍因子，并且依据这些关键障碍因子规划出一条与区域战略深度融合的可持续发展路径。

1 理论基础

最近几年，城市面临的风险在复杂性、连锁性和不确定性上日益凸显，城市韧性研究随之成为多学科交叉的热点领域，学者从不同视角开展研究，推动城市韧性领域的研究持续深化。

收稿日期：2026-05-09

基金项目：2025 年度巴中市社科规划项目（BZ25ZC074）；四川省民办教育协会 2025 年度项目（MBXH25ZD15）；中国教育后勤协会 2025 年度项目（YBKT2025078）；南充市旅游新质生产力发展研究中心课题（WLXZ2025D004）

作者简介：邓芹（1990—），女，四川南充人，硕士，讲师，研究方向为风险管理；通信作者钟亚雯（1991—），女，四川成都人，博士，讲师，研究方向为风险管理；李一凡（1993—），男，山东黄县人，硕士，讲师，研究方向为工程结构；王正全（1988—），男，重庆人，硕士，副教授，研究方向为韧性治理。

1.1 城市韧性理论及运行机理

韧性概念的演进方向从静态属性转向动态能力，这一概念的演进过程经历了工程韧性、生态韧性到社会-生态韧性的范式转变。早期的城市韧性研究承袭工程学观点，将韧性定义为系统抵抗干扰并返回初始均衡状态的能力[1]。之后，生态韧性理论提出新的认知，该理论认为系统可能存在多重均衡态，同时强调系统在保持自身结构和功能不变的前提下所能吸收的干扰程度[2]。当前主流的社会-生态韧性理论将城市看作一个复杂适应系统，该理论强调系统在受到扰动时具备学习、重组和创新的演化能力，同时追求系统在适应变化、实现转型后达到更优状态的水平[3]。韧性概念的这一演进过程，反映出城市韧性研究焦点从“抵御干扰、恢复原状”向“适应变化、实现转型”的深化。

从运行机理看，城市韧性并非单一的抗灾能力，而是城市经济、社会、生态与工程技术系统在风险扰动下维持功能、吸收冲击、快速恢复并实现适应转型的综合能力[4-5]。其作用过程主要包括风险识别、吸收缓冲、恢复适应和学习转型4个环节，即通过识别产业依赖、人口流动、地质灾害、生态约束及生命线设施脆弱点，明确城市系统风险来源。依托财政支撑、公共服务、生态屏障和基础设施冗余降低冲击损失。通过应急救援、就业培训、供应链替代和设施抢修提升恢复效率。并将风险应对经验转化为产业升级、治理数字化和生态价值实现能力。

巴中市处于山地城市、革命老区、秦巴山区生态屏障和“融圈建链”区域战略叠加背景下，其韧性建设既要面对地质灾害、极端天气、生态约束等自然风险，也要面对产业结构单一、人口外流与回流并存、公共服务供给不足、区域交通联通不足等发展风险。因此，巴中市城市韧性评价不应仅关注经济投入和发展水平，还应纳入风险暴露、应急响应、系统冗余和转型能力等内容。

1.2 城市韧性与可持续发展的关系

城市韧性与可持续发展具有“安全底盘-发展质量-长期转型”的内在关系。可持续发展强调经济、社会、环境三者之间的协调统一，而城市韧性强调在不确定风险冲击下维持这种协调关系的能力。换言之，可持续发展回答城市应当朝什么方向发展，城市韧性则回答城市在风险扰动中如何持续发展、稳定发展和高质量发展。没有韧性作为支撑，经济增长、社会改善和生态保护容易在突发冲击或长期压力下出现失衡。而没有可持续发展目标的引导，韧性建设也可能停留在单纯防灾减灾或工程加固层面，难以形成长期转型能力。

对于巴中市而言，“融圈建链”能够带来产业资本、交通通道、市场空间和区域协作机会，但也可能带来产业外部依赖增强、公共服务承载压力上升、生态环境容量受压和基础设施负荷加重等新问题。韧性建设的作用，就是在发展提速过程中防止单一子系统过快扩张导致系统失衡，通过产业多元化、公共服务均衡化、生态安全屏障建设和生命线工程冗余配置，把短期增长转化为可持续的长期发展能力。由此，现将城市韧性视为巴中市实现高质量发展和可持续发展的支撑性能力，并将经济、社会、生态和基础设施4个子系统之间的协调状态纳入研究框架。

1.3 相关研究述评与研究切入点

在城市韧性评价研究领域，国内外学者已构建较为成熟的体系。在评价维度上，主要有两种思路：①基于城市系统构成要素构建指标体系，如张明斗和冯晓青[6]从经济、社会、生态、基础设施4个子系统对中国城市韧性进行综合评价，孙阳等[7]也基于此框架对长三角城市群进行实证研究。②借鉴PSR（pressure-state-response，压力-状态-响应）模型，从过程视角构建评价框架，如嵇娟等[8]基于此模型对江苏省城市洪涝韧性进行评价。在评价方法上，熵权法[9]、TOPSIS（逼近理想解排序）法[10]、耦合协调模型等客观赋权与综合评价方法被广泛应用[11]，GIS（geographic information system，地理信息系统）空间分析技术为揭示韧性的空间分异特征提供了有力工具[12]。在研究尺度上，现有成果多集中于宏观或中观层面，如对全国地级市[13]、长江经济带[14]、黄河流域等区域的研究[15]，或对特定省份的探讨[16]。

在韧性建设路径研究方面，学者的探索从基于韧性城市特征开展规划与设计工作开始[17]，接着从风险治理的全过程着手，提升系统应对风险的能力，如将“治未病”理念融入韧性城市建设[18]，最后强调信息技术的赋能作用，通过建设智慧韧性城市[19]或者构建综合管理平台[20]，提升韧性城市治理效能。

现有研究为本文提供了坚实的理论与方法基础，但仍存在一些薄弱环节。在研究对象上，现有研究多聚焦于大城市、城市群或省级单元，对内陆中小城市关注不足，其独特的发展条件、资源约束

和风险暴露度尚未得到充分探讨。在研究情境上,多数研究将城市视为相对静态的系统,缺乏与国家重大区域发展战略这一强烈外部驱动因素的动态关联分析,战略实施对城市各子系统韧性的影响及二者间的互动机制尚待深入剖析。在理论应用上,针对特定战略背景下城市韧性如何支撑可持续发展的内在逻辑和路径研究仍较为缺乏。因此,研究选取巴中市这一典型内陆中小城市作为研究对象,将其置于“融圈建链”这一重大战略背景下,探索战略驱动下城市韧性的演化规律及其对可持续发展的支撑路径。

2　巴中市城市韧性评价指标体系的构建与评价

2.1　研究区概况

巴中市位于四川省东北部,是成都、重庆、西安3大城市的几何中心,也是联结“一带一路”、长江经济带的重要节点。巴中市总面积1.23万km^2,属于典型盆周山区地势,呈现北高南低特点,森林覆盖率高,是秦巴山片区重要生态屏障、长江上游水源涵养地。巴中市作为革命老区、秦巴山区、原川陕苏区“三区叠加”的地市,曾长期面临经济社会发展滞后,城镇化率低,人均GDP低于全国、全省平均水平等问题,巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接、生态保护与经济发展协同共进的压力巨大。巴中市“融圈建链”战略目标是融入成渝地区双城经济圈,让巴中市成为该经济圈的北向门户枢纽、绿色产品供给地、产业协作配套基地、生态康养后花园,同时围绕自身资源禀赋构建现代化产业体系,重点发展能源化工、先进材料、食品饮料产业。这一战略的实施给巴中市各子系统韧性带来新挑战,经济韧性面临外部依赖性风险、社会韧性面临公共服务供给压力、生态韧性面临工业发展环境压力、基础设施韧性面临区域互联互通和数字化升级需求。

2.2　评价指标体系构建

2.2.1　评价指标的选取

为科学、全面地评价“融圈建链”战略下巴中市的城市韧性水平,构建的指标体系遵循科学性、系统性、代表性、可操作性、动态性与战略性5大原则。

借鉴曹利军和王华东[21]关于可持续发展评价指标体系建立的原则与方法,并参考国内城市韧性四维评价框架[6-7],将经济韧性、社会韧性、生态韧性和基础设施韧性4个维度确定为准则层。结合巴中市实际,通过频数统计和理论分析等方法筛选城市韧性评价指标。首先,在中国知网以“城市韧性评价”为关键词搜索相关文献,统计各指标出现频率。然后选择使用频率较高的指标。最后,依据城市韧性的概念及特征,结合国内外权威期刊文献,在决策层面上,遵循指标选取的合理性、系统性、代表性和可操作性原则,结合巴中市近年来遭受各种风险的实际情况,每个维度选取6个指标,共选取24个指标,用于测量巴中市的韧性建设水平。同时,紧密结合“融圈建链”战略内涵,增设或强化“高新技术产业产值占规上工业产值比重”“产业结构多样化指数”“地质灾害隐患点治理率”“每万人应急救援和社区志愿服务人员数”“单位GDP工业废水排放量”“互联网宽带/5G覆盖率”等特色指标,以更精准地反映战略实施带来的动态变化与挑战。结合巴中山地地貌、生态屏障、产业建链和区域融入特征,构建的城市韧性评价指标体系见表1。

2.2.2　数据来源

采用2013—2024年的年度数据,数据来源包括《巴中市统计年鉴》《四川省统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》《巴中市国民经济和社会发展统计公报》《巴中市环境状况公报》、EPS数据平台,各级政府工作报告、相关部门的公开数据。对于个别年份缺失值,优先采用相邻年份线性插值。对于风险类指标中无法直接获得的指标,采用政府公报中含义相近且连续公开的代理指标,并在结果解释中保持谨慎,避免将评价结果直接等同于严格的因果效应。

2.3　城市韧性评价

2.3.1　评价方法

收集并整理了巴中市城市韧性评价指标体系的相关数据,综合运用熵权TOPSIS法、耦合协调度模型和障碍度模型,对2018—2024年巴中市的城市韧性水平及其影响因素进行测度分析。首先,采用熵权TOPSIS法测算综合韧性及各维度韧性水平。然后运用耦合协调度模型考察经济、社会、生态与基础设施韧性子系统的协同发展状态。最后,借助障碍度模型识别制约城市韧性提升的关键因素。具体步骤如下。

(1)依据所构建的评价指标体系,建立原始矩阵,选取m个年份、n个评价指标,其中X_{ij}表示第i年的第j项评价指标的数值,有:

$$\boldsymbol{X}=(X_{ij})_{m\times n},\ i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n \tag{1}$$

表 1　巴中市城市韧性评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位	指标含义	属性
城市韧性综合评价指数	经济韧性	人均地区生产总值	元	经济承载能力与恢复资源基础	正向
		地方一般公共预算收入	亿元	政府风险调控与公共投入能力	正向
		第三产业增加值占 GDP 比重	%	产业结构高级化与抗波动能力	正向
		产业结构多样化指数	—	产业单一化风险的反向表征	正向
		高新技术产业产值占规上工业产值比重	%	产业创新与转型能力	正向
		产业链招商项目到位资金占比	%	“建链”成效与产业协作能力	正向
	社会韧性	每千人拥有医疗卫生机构床位数	张	公共卫生服务保障能力	正向
		基本养老保险参保率	%	社会保障覆盖与兜底能力	正向
		常住人口城镇化率	%	人口承载与城乡融合水平	正向
		每万人拥有职业技能培训次数	次	劳动力适应产业变化的能力	正向
		城镇登记失业率	%	就业风险暴露与社会稳定压力	负向
		每万人应急救援和社区志愿服务人员数	人	基层应急响应与互助能力	正向
	生态韧性	森林覆盖率	%	生态屏障与碳汇能力	正向
		空气质量优良天数比率	%	大气环境质量	正向
		单位 GDP 工业废水排放量	t/万元	工业污染治理效率与绿色发展压力	负向
		污水处理厂集中处理率	%	水环境治理能力	正向
		地质灾害隐患点治理率	%	山地灾害风险治理能力	正向
		自然灾害直接经济损失占 GDP 比重	%	灾害冲击强度与风险暴露	负向
	基础设施韧性	人均城市道路面积	m^2	城市内部交通承载能力	正向
		高速公路与铁路网密度	$km/100km^2$	区域联通与应急通达能力	正向
		城市供水普及率	%	基本生活保障能力	正向
		互联网宽带/5G 覆盖率	%	数字基础设施与信息响应能力	正向
		排水管道密度	km/km^2	城市防涝与雨洪排放能力	正向
		每万人拥有应急避难场所面积	m^2	应急避险与救灾保障能力	正向

(2)运用差值标准化技术对指标数据加以处理,使各指标数值均处于 0 到 1 的区间范围内,以此来消除因不同量纲计算所产生的影响。

正向指标:

$$A_{ij}=\frac{X_{ij}-\min(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})}{\max(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})-\min(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})} \tag{2}$$

负向指标:

$$A_{ij}=\frac{\max(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})-X_{ij}}{\max(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})-\min(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})} \tag{3}$$

式中:A_{ij} 为第 i 年的第 j 项指标在标准化之后的数值;$\min(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})$ 为第 j 项指标中的最小值;$\max(X_{1j},X_{2j},\cdots,X_{mj})$ 为第 j 项指标中的最大值。

(3)借助熵值法对标准化后的指标数据展开处理,进而确定各指标的信息熵值,也就是明确各指标所对应的权重。首先,计算第 i 年的第 j 项指标所占比重 P_{ij}。

$$P_{ij}=A_{ij}/\sum_{i=1}^{m}A_{ij} \tag{4}$$

再计算第 j 项指标的熵值 e_j。

$$e_j=\frac{1}{\ln m}\sum_{i=1}^{m}(P_{ij}\ln P_{ij}) \tag{5}$$

最后计算第 j 项指标的权重 w_j。

$$w_j=\frac{1-e_j}{n-\sum_{j=1}^{n}e_j} \tag{6}$$

(4)根据各指标的权重,通过 TOPSIS 模型计算出整体的城市综合韧性得分以及不同维度的韧性得分。先确定正、负理想解,即由每列元素的最大值、最小值构成,分别记为 z^+、z^-,有:

$$z^+=[\max(z_{11},z_{21},\cdots,z_{m1}),\max(z_{12},z_{22},\cdots,z_{m2}),\cdots,\max(z_{1n},z_{2n},\cdots,z_{mn})]=(z_1^+,z_2^+,\cdots,z_n^+) \tag{7}$$

$$z^-=[\min(z_{11},z_{21},\cdots,z_{m1}),\min(z_{12},z_{22},\cdots,z_{m2}),\cdots,\min(z_{1n},z_{2n},\cdots,z_{mn})]=(z_1^-,z_2^-,\cdots,z_n^-) \tag{8}$$

式中:z_{ij} 为第 i 年中第 j 项指标标准化后的数值与指标权重的乘积。再结合熵值法确定的指标权重计算各指标与正、负理想解的欧氏距离 D_i^+、D_i^-。

$$D_i^+=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}w_j(z_j^+-z_{ij})^2} \tag{9}$$

$$D_i^-=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}w_j(z_j^--z_{ij})^2} \tag{10}$$

计算指标与理想解的贴近程度 C_i,也就是综合韧性得分。

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \tag{11}$$

根据 C_i 的大小进行排序,C_i 的数值越大,表明城市的综合韧性得分越高,即城市的韧性水平越高。

(5)耦合协调度模型。为检验经济、社会、生态与基础设施 4 个子系统的协同发展水平,引入耦合协调度模型。设 4 个子系统韧性水平分别为 U_1、U_2、U_3、U_4,则耦合度 C、综合发展指数 T 和耦合协调度 D 分别表示为

$$C = \left[\frac{U_1U_2U_3U_4}{\left(\frac{U_1+U_2+U_3+U_4}{4}\right)^4}\right]^{\frac{1}{4}} \tag{12}$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \gamma U_3 + \delta U_4 \tag{13}$$

$$D = \sqrt{CT} \tag{14}$$

式中:α、β、γ、δ 分别为各子系统权重,鉴于 4 个子系统对城市韧性均具有基础性作用,取 $\alpha=\beta=\gamma=\delta=0.25$。$D$ 值越大,表明子系统间协调发展水平越高。

(6)障碍度模型。为进一步识别制约巴中市城市韧性提升的关键短板,采用障碍度模型进行诊断。设第 j 项指标权重为 w_j,标准化值为 y_{ij},则其偏离度为 $1-y_{ij}$,障碍度 O_{ij} 表示为

$$O_{ij} = \frac{w_j(1-y_{ij})}{\sum_{j=1}^{m} w_j(1-y_{ij})} \times 100\% \tag{15}$$

障碍度越高,说明该指标对当年城市韧性提升的制约作用越明显。该方法可与熵权 TOPSIS 评价结果相互补充,从而避免仅依据综合得分变化对韧性提升做简单归因。

2.3.2　评价结果与分析

依据构建的评价指标体系,运用上述研究方法,对 2018—2024 年巴中市城市韧性评价的各项指标数据,按照式(1)～式(11)依次开展分步计算。通过计算,确定各指标的理想解和欧氏距离,再依据各指标权重,计算出各指标与正理想解的贴近度,最终得出 2018—2024 年巴中市城市综合韧性得分,以及不同维度的韧性得分。评价的具体结果如表 2 和图 1 所示。

表 2　2018—2024 年巴中市城市韧性评价结果

年份	综合韧性	经济韧性	社会韧性	生态韧性	基础设施韧性
2018	0.312	0.285	0.301	0.423	0.258
2019	0.367	0.342	0.356	0.451	0.325
2020	0.423	0.418	0.432	0.465	0.397
2021	0.502	0.523	0.487	0.478	0.521
2022	0.563	0.601	0.542	0.492	0.578
2023	0.635	0.687	0.623	0.536	0.632
2024	0.698	0.754	0.685	0.603	0.691

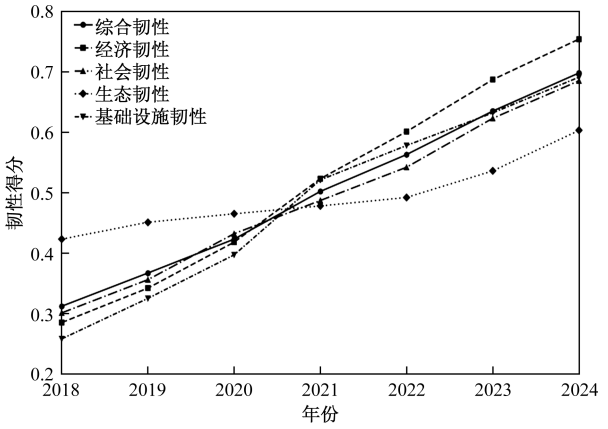


图 1　2018—2024 年巴中市城市韧性评价结果波动趋势

为进一步检验巴中市城市韧性 4 大子系统之间的协同发展状态,在综合韧性及分维度韧性测算结果的基础上,引入耦合协调度模型,按照式(12)～式(14)依次开展分步计算,对 2018—2024 年巴中市经济韧性、社会韧性、生态韧性与基础设施韧性的耦合度、综合发展指数和耦合协调度进行计算。4 大子系统耦合协调度结果见表 3。

从表 2、图 1 中可知,2018—2024 年巴中市城市综合韧性总体呈上升趋势,得分由 0.312 提高至 0.698,这一增长趋势与“融圈建链”战略的实施周期高度吻合,该结果表明“融圈建链”战略在集聚发展要素、激发经济活力、改善基础设施等方面对巴中市城市整体韧性的提升起到了关键驱动作用。虽然综合韧性得分有明显增长,但 2024 年的综合韧性得分仍未达到 0.7 的高韧性区间,巴中市的韧性建设仍处于中级阶段,还有较大提升空间。

在“融圈建链”战略推进过程中,巴中市经济、社会、生态、基础设施 4 大子系统的韧性均呈现增长态势,但 4 大子系统韧性增长的内部差异依然存在。

表 3　2018—2024 年巴中市城市韧性子系统耦合协调度结果

年份	耦合度 C	综合发展指数 T	耦合协调度 D	协调类型
2018	0.982	0.317	0.558	勉强协调
2019	0.992	0.369	0.605	初级协调
2020	0.998	0.428	0.654	初级协调
2021	0.999	0.502	0.708	中级协调
2022	0.997	0.553	0.743	中级协调
2023	0.996	0.620	0.786	中级协调
2024	0.997	0.683	0.825	良好协调

注:$D<0.50$ 为失调,$0.50\leqslant D<0.60$ 为勉强协调,$0.60\leqslant D<0.70$ 为初级协调,$0.70\leqslant D<0.80$ 为中级协调,$0.80\leqslant D<0.90$ 为良好协调,$D\geqslant 0.90$ 为优质协调。

经济韧性的增速最快，得分从 0.285 升至 0.754，主要得益于产业项目推进、财政能力增强和创新指标改善，但仍存在产业结构单一、外部市场依赖较强等风险。基础设施韧性由 0.258 提高至 0.691，反映出交通、供水、排水和数字基础设施持续完善，但县域联通、生命线设施监测和城乡数字鸿沟仍是短板。社会韧性由 0.301 提高至 0.685，说明医疗、社保、城镇化和就业培训水平有所提升，但人口集聚、老龄化和人才流失仍会削弱社会系统适应能力。生态韧性由 0.423 提高至 0.603，虽基础较好，但增速相对平缓，表明生态本底优势尚未充分转化为风险应对能力。结合表 3 可知，4 大子系统耦合度长期处于较高水平，耦合协调度由 0.558 提高至 0.825，协调类型由勉强协调提升为良好协调，说明巴中市城市韧性提升不仅表现为单一维度改善，也体现为子系统协同水平提升，但距离优质协调仍有提升空间。

为进一步揭示巴中市城市韧性提升过程中的主要制约因素，在综合韧性测度和耦合协调分析的基础上，结合障碍度模型结果及巴中市现实风险情境，对 2024 年各子系统的关键短板进行归纳诊断。障碍因子分析不仅能够识别影响韧性提升的薄弱环节，也有助于将评价结果转化为具有针对性的政策优化方向。2024 年巴中市城市韧性主要障碍因子诊断结果见表 4。

3　巴中市城市韧性建设现状分析

巴中市是川陕革命老区、秦巴山区腹心地带的核心城市，在“融圈建链”战略驱动下，正经历从交通相对边缘、产业基础薄弱向区域协作节点和特色产业承载地转型的过程。该过程既带来产业投资、交通改善和公共服务提升，也放大了山地灾害、生态保护、人口流动、产业波动和基础设施负荷等复合风险。基于前述评价结果，综合韧性整体得分处于中等水平，且经济、社会、生态、基础设施 4 个子维度韧性的发展速度与水平存在显著差异。为深入剖析当前巴中市城市韧性建设的成效与短板，借鉴赵瑞东等[22]、容志[23]的分析框架，结合“融圈建链”战略背景，从上述 4 个维度对巴中市韧性建设现状展开探讨。

3.1　城市经济韧性：产业结构单一，抗外部冲击能力较弱

城市经济韧性是指区域经济系统在市场波动、产业政策调整、供应链中断或公共危机冲击下，维持就业、财政和产业运行稳定，并实现恢复增长的能力。巴中市经济韧性提升较快，表明“建链”战略在产业招商、项目建设和创新培育方面取得一定成效，但其结构性短板仍较明显：一是产业链纵深不足，部分项目仍以增量投资为主，本地配套网络尚不完善；二是新兴产业在研发、人才、金融和市场渠道等方面支撑不足，技术扩散与企业集聚效应尚未充分形成；三是县域产业协同不强，中心城区、产业园区与县域特色产业之间的分工联动仍需提升。

由表 5 可知，巴中市经济总量持续增长，高新技术产业产值占规上工业比重由 2022 年的 5.8% 提高至 2024 年的 18.9%，表明产业升级取得一定进展。但从韧性视角看，指标改善并不意味着结构性风险已经消除。能源化工、先进材料、食品饮料等产业仍对资源禀赋、外部市场和交通物流条件具有较强依赖，若本地配套体系不完善，产业链抗冲击能力仍将受限。同时，创新平台、技术人才和金融服务供给不足，也可能导致“项目落地较快、内生能力积累较慢”的问题。因此，经济韧性提升的关键不在于单纯扩大投资规模，而在于增强产业结构多样性、本地协作能力和企业应对市场波动的能力。

表 4　2024 年巴中市城市韧性主要障碍因子诊断

子系统	主要障碍因子	风险指向
经济韧性	产业结构多样化不足、高新技术产业占比仍偏低、产业链本地配套能力不足	经济增长对传统产业、固定资产投资和外部市场波动较敏感
社会韧性	优质医疗教育资源供给不均、职业培训与新兴产业匹配不足、基层应急队伍薄弱	人口集聚、老龄化和人才外流叠加，公共服务响应能力不足
生态韧性	地质灾害隐患、工业园区排污压力、水资源调蓄能力不足	山地城市灾害风险与生态屏障保护压力并存
基础设施韧性	对外通道与物流枢纽能级不足、排水防涝和生命线监测覆盖不足、城乡数字基础设施差距	极端天气、设施故障或供应链中断下冗余不足

表 5　2022—2024 年巴中市部分经济数据变化与增长速度

年份	地区生产总值/亿元	高新技术产业产值占规上工业比重/%	地方一般公共预算收入/亿元
2022	765.01	5.8	51.85
2023	780.28	17.2	56.07
2024	870.51	18.9	65.41

数据来源:2022—2024 年《巴中市国民经济和社会发展统计公报》。

3.2　城市社会韧性:公共服务滞后,人才支撑能力不足

城市社会韧性是指城市在转型发展或风险冲击中保障民生需求、维持社会秩序、促进社会融合并形成共同应对能力的水平。巴中市社会韧性持续提升,表明医疗、社保、就业培训和公共文化服务等方面不断改善,但“融圈建链”带来的人口流动和产业用工变化,也对社会系统适应能力提出更高要求。当前主要短板表现为:优质教育、医疗和养老资源在中心城区与县域之间分布不均,难以充分适应人口集聚与老龄化趋势。本地职业培训与产业链建设所需的技能型、复合型、数字化人才需求仍存在错位。基层社区在极端天气、公共卫生事件和安全事故中的应急组织能力仍需进一步制度化提升。

3.3　城市生态韧性:环境容量承压,绿色转型任务艰巨

城市生态韧性是指生态系统在污染、灾害和人类活动扰动下维持基本功能、自我修复并持续支撑城市发展的能力。巴中市森林覆盖率较高,是秦巴山区重要生态屏障和长江上游水源涵养地,生态本底优势明显。但生态优势并不等同于治理韧性。一方面,山地地貌使滑坡、泥石流、山洪等灾害风险较高;另一方面,能源化工、先进材料等产业发展会增加园区污染治理和环境监管压力。同时,极端高温、干旱和强降雨等气候风险也可能影响水资源调蓄、农业生产和城乡供水安全。因此,巴中市生态韧性建设应由“生态本底优势”转向“风险监测强化、治理效率提升和生态价值转化”。

3.4　城市基础设施韧性:区域联通不足,数字化短板明显

城市基础设施韧性是指交通、能源、通信、供水、排水和应急避难等生命线系统在风险冲击下保持稳定运行、冗余支撑、快速恢复和智能监测的能力。巴中市基础设施韧性提升较快,表明交通通道、市政管网和数字设施建设取得一定进展。但从区域融入和风险应对看,仍存在 3 方面短板:①对外综合交通枢纽能级不足,物流成本和运输时效制约产业链协作;②山地城市排水防涝、边坡安全和地质灾害监测压力较大;③部分县乡数字基础设施和 5G 应用场景不足,影响远程医疗、地灾预警、智慧农业和应急指挥等功能覆盖。

4　“融圈建链”战略下巴中市城市韧性提升策略

基于前文评价结果与障碍因子诊断可知,巴中市城市韧性虽呈持续提升态势,但在经济结构、社会服务、生态治理和基础设施支撑方面仍存在短板。未来应将韧性理念嵌入“融圈建链”战略实施全过程,围绕产业多元、民生保障、生态安全和设施冗余 4 个方面,提升城市系统抵御风险、适应变化和可持续发展的能力。

4.1　优化产业链结构,增强经济韧性

巴中市应从单纯扩大招商规模转向提升产业链稳定性和本地配套能力。围绕能源化工、先进材料、食品饮料等重点产业,推动上下游企业协同布局,提升本地配套率和供应链替代能力,降低对外部市场和单一产业的依赖。同时,应加快传统产业数字化、绿色化改造,支持企业建设智能工厂和数字化车间,提升生产效率与市场响应能力。针对高新技术产业基础薄弱问题,可通过产业引导基金、科技创新平台和“专精特新”企业培育,增强研发、人才和金融支撑,推动经济增长由项目驱动向产业生态驱动转变。

4.2　完善公共服务体系,提升社会韧性

社会韧性建设应以民生保障和人口适应能力提升为重点。巴中市应优化教育、医疗、养老等公共服务资源配置,推动优质资源向县域和基层社区延伸,缓解中心城区与县域之间服务供给不均衡问题。围绕“建链”产业用工需求,应建立职业技能培训与企业岗位需求联动机制,发展订单式、项目制培训,提高本地劳动力与新兴产业的匹配度。同时,应加强基层社区应急治理能力建设,完善社区网格、志愿服务、应急物资和特殊群体帮扶机制,提升在极端天气、公共卫生事件和安全事故中的快速响应能力。

4.3　强化生态风险治理,巩固生态韧性

巴中市生态本底较好,但山地灾害、园区污染和气候风险仍对生态韧性构成压力。未来应由单纯依赖生态资源优势转向提升生态治理能力,重点加强滑坡、泥石流、山洪等地质灾害隐患点监测预警,提升水资源调蓄和城乡供水安全保障水平。对

于能源化工、先进材料等重点产业园区，应完善排污在线监测、环境风险预警和应急处置机制，推动工业发展与生态保护协同推进。同时，应探索生态产品价值实现机制，发展生态康养、绿色农业和低碳产业，将生态优势转化为可持续发展优势。

4.4　补齐基础设施短板，夯实韧性支撑

基础设施韧性是城市安全运行的重要保障。巴中市应结合“融圈”要求，提升对外交通通道和区域物流枢纽能级，降低物流成本，提高产业链协作效率。针对山地城市特点，应加强排水防涝、边坡治理、桥梁隧道和地下管网等生命线工程建设，推进供水、排水、燃气、电力等设施数字化监测和风险预警，提高基础设施运行的可靠性和恢复能力。同时，应加快县乡数字基础设施补短板，拓展 5G、物联网、北斗定位等技术在地灾预警、远程医疗、智慧农业和应急指挥中的应用，构建城乡一体、智能联动的韧性基础设施体系。

5　结论

基于社会-生态系统韧性理论，阐释了城市韧性与可持续发展的内在逻辑，并将巴中市“融圈建链”战略置于风险治理与高质量发展背景下进行分析。研究发现，2018—2024 年巴中市综合韧性持续提升，经济、社会、生态和基础设施 4 大子系统协调水平明显提高，但仍存在产业结构单一、公共服务供给不均、生态风险治理压力较大和基础设施数字化水平不足等问题。未来，巴中市应将韧性建设融入产业链培育、县域公共服务优化、秦巴山区生态保护和生命线工程安全治理全过程，以提升城市系统的风险应对能力和可持续发展能力。

参考文献

[1] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems[C/OL]//Annual Meeting of the British Ecological Society. (1973-11-01)[2026-04-29]. http://www.resalliance.org/index.php? id=36.

[2] HOLLING C S. Engineering resilience versus ecological-resilience[M]. SCHULZE P C. Engineering within ecological constraints. Washington: National Academy Press, 1996: 31-48.

[3] FOLKE C, CARPENTER S R, WALKER B, et al. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability[J]. Ecology and Society, 2010, 15(4): art20. DOI: 10.5751/ES-03646-150420.

[4] MEEROW S, NEWELL J P, STULTS M. Defining urban resilience: a review[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 147: 38-49.

[5] BRUNEAU M, CHANG S E, EGUCHI R T, et al. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities[J]. Earthquake Spectra, 2003, 19(4): 733-752.

[6] 张明斗，冯晓青. 中国城市韧性度综合评价[J]. 城市问题，2018(10)：27-36.

[7] 孙阳，张落成，姚士谋. 基于社会生态系统视角的长三角地级城市韧性度评价[J]. 中国人口·资源与环境，2017，27(8)：151-158.

[8] 嵇娟，陈军飞，周子月. 江苏省城市洪涝韧性评价及影响因素研究[J]. 水利经济，2022，40(4)：48-54，93.

[9] 白立敏，修春亮，冯兴华，等. 中国城市韧性综合评估及其时空分异特征[J]. 世界地理研究，2019，28(6)：77-87.

[10] 陈长坤，陈以琴，施波，等. 雨洪灾害情境下城市韧性评估模型[J]. 中国安全科学学报，2018，28(4)：1-6.

[11] 周倩，刘德林. 长三角城市群城市韧性与城镇化水平耦合协调发展研究[J]. 水土保持研究，2020，27(4)：286-292.

[12] 修春亮，魏冶，王绮. 基于“规模-密度-形态”的大连市城市韧性评估[J]. 地理学报，2018，73(12)：2315-2328.

[13] 张思思，马晓钰，崔琪. 中国城市韧性的时空动态演变及影响因素分析[J]. 统计与决策，2023，39(3)：110-115.

[14] 彭翀，林樱子，吴宇彤，等. 基于“成本-能力-能效”的长江经济带城市韧性评估[J]. 长江流域资源与环境，2021，30(8)：1795-1808.

[15] 张筱娟，汤琪凤，张镇. 基于 POI 数据的重庆市主城区城市韧性空间分异特征及其影响因素识别[J]. 地域研究与开发，2022，41(6)：48-54.

[16] 孙亚南，尤晓彤. 城市韧性的水平测度及其时空演化规律：以江苏省为例[J]. 南京社会科学，2021(7)：31-40，48.

[17] AHERN J. From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world[J]. Landscape and Urban Planning, 2011, 100(4): 341-343.

[18] 李云燕，李壮，彭燕. “治未病”思想内涵及其对韧性城市建设的启示思考[J]. 城市发展研究，2021，28(1)：32-38.

[19] 徐雪松，闫月，陈晓红，等. 智慧韧性城市建设框架体系及路径研究[J]. 中国工程科学，2023，25(1)：10-19.

[20] 韩雪原，赵庆楠，路林，等. 多维融合导向的韧性提升策略：以北京城市副中心综合防灾规划为例[J]. 城市发展研究，2019，26(8)：78-83.

[21] 曹利军，王华东. 可持续发展评价指标体系建立原理与方法研究[J]. 环境科学学报，1998，18(5)：526-532.

[22] 赵瑞东，方创琳，刘海猛. 城市韧性研究进展与展望[J]. 地理科学进展，2020，39(10)：1717-1731.

[23] 容志. 城市安全风险防控体系的理论建构：基于上海世博会的启示[J]. 上海大学学报(社会科学版)，2012，29(3)：116-128.

Comprehensive Evaluation of Urban Resilience and Sustainable Development Path in Bazhong under “Rongquan Jianlian” Strategy

DENG Qin[1], ZHONG Yawen[2], LI Yifan[2], WANG Zhengquan[1]

(1. Nanchong Vocational College of Science and Technology, Nanchong 637000, China;
2. School of Civil Engineering and Geomatics, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

Abstract: Against the background of accelerated regional development strategies and intertwined multiple risks, enhancing urban resilience has become an important support for small and medium-sized cities to achieve high-quality and sustainable development. Bazhong City was selected as the case. Based on the social-ecological system resilience theory, an urban resilience evaluation index system encompassing four dimensions-economic, social, ecological, and infrastructure resilience-was constructed under the “integrating into economic circles and building industrial chains” strategy. The entropy-weighted TOPSIS(technique for order preference by similarity to ideal solution) method, coupling coordination degree model, and obstacle degree model were employed to measure and analyze the urban resilience level, subsystem coordination status, and major constraints of Bazhong City from 2018 to 2024. It is shown that the comprehensive resilience of Bazhong City has generally increased during the study period, with the resilience score rising from 0.312 to 0.698. Economic resilience, social resilience, ecological resilience, and infrastructure resilience are all found to have improved to varying degrees. The coupling coordination degree of the four subsystems is found to have increased from 0.558 to 0.825, and the coordination type has shifted from barely coordinated to well coordinated, indicating that subsystem synergy has gradually strengthened during the improvement of urban resilience. However, it is revealed by the obstacle factors that Bazhong City still faces problems such as a relatively simple industrial structure, insufficient local supporting capacity of industrial chains, uneven public service supply, considerable pressure on ecological risk governance, and inadequate digitalization of lifeline infrastructure. Accordingly, urban resilience in Bazhong City should be enhanced by optimizing the industrial chain structure, improving the public service system, strengthening ecological risk governance, and addressing infrastructure weaknesses, so that a reference is provided for sustainable development of inland mountainous small and medium-sized cities under regional strategic contexts.

Keywords: urban resilience; integrating into economic circles and building industrial chains; entropy-weighted TOPSIS(technique for order preference by similarity to ideal solution) method; Bazhong City