区域实践

攀枝花资源型城市旅游产业链供应链的韧性评价

李泽欣，钟佳怡

（成都工业学院管理工程学院，成都 611730）

摘要：资源型城市旅游业的发展对于推动城市经济转型与可持续发展至关重要。在当下竞争激烈的市场环境中，提升韧性是推动其迈向高质量发展的重要支撑。目前缺乏对资源型城市旅游产业链供应链韧性的系统分析。鉴于此，首先对资源型城市旅游产业链与供应链韧性的影响因素进行分析，然后利用灰色关联分析法对攀枝花、成都、阿坝、雅安和自贡的韧性水平进行评价，最后得到攀枝花需依托现有优势补齐短板，以提升其韧性。

关键词：供应链产业链；韧性；灰色关联分析

中图分类号：C93 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)04－0171－10

在全球经济格局深刻调整、国内经济转型升级持续推进的大背景下，资源型城市正面临前所未有的挑战与机遇。长期以来，资源型城市依赖自然资源的开采与加工实现经济增长，但这种单一的经济结构使得城市在资源枯竭、市场波动等因素冲击下，经济稳定性受到严重威胁。旅游业作为新兴的绿色产业，具有资源消耗低、关联度高、带动性强等特点，成为资源型城市实现产业转型、培育新经济增长点的重要选择。旅游产业链供应链作为旅游业发展的核心支撑，其韧性直接关系资源型城市旅游产业的可持续发展。在面对诸如自然灾害、公共卫生事件、市场需求突变等不确定性因素时，韧性较强的旅游产业链供应链能够迅速调整和恢复，保障旅游服务的正常供给，减少经济损失。因此，关注资源型城市旅游产业链供应链韧性具有重要的现实意义。

攀枝花作为典型的资源型城市，大力推动旅游产业发展以实现经济转型。凭借独特的阳光资源、丰富的矿产遗迹以及多元的民族文化，攀枝花的旅游业发展势头良好。然而，在旅游产业链供应链韧性建设方面，攀枝花仍面临诸多严峻挑战。例如，旅游产业链较短，附加值较低；旅游产品单以康养、阳光为卖点，缺乏吸引力，难以满足多样化的市场需求；旅游基础设施和公共服务体系有待完善，在应对突发情况时保障能力不足等。这些问题严重制约了攀枝花旅游产业的可持续发展。

然而，目前关于资源型城市旅游产业链供应链韧性的研究尚处于起步阶段，其内涵尚未得到清晰界定，影响因素也缺乏系统分析。同时，不同资源型城市在旅游产业发展方面存在较大差异，如何结合具体城市特点，对其旅游产业链供应链韧性进行科学评价并提出针对性的提升路径，是当前亟待解决的问题。鉴于此，本文剖析资源型城市旅游产业链供应链韧性的内涵，探寻影响其韧性的关键因素，并以攀枝花市为例，对其旅游产业链供应链韧性现状进行全面评估，进而提出针对性的提升路径，为攀枝花及其他资源型城市的旅游产业高质量发展提供有益参考。

1 资源型城市旅游产业链供应链韧性内涵

目前针对资源型城市旅游产业链供应链韧性并无明确定义，参考学者们对产业链、供应链及其韧性的研究，结合资源型城市特点，探讨旅游产业链供应链韧性的内涵，以找准提升旅游产业链供应链韧性的主要路径。

产业链的思想最初可追溯到亚当·斯密提出的“工业生产是一系列基于分工的迂回的链条”[1]。不少学者提出产业链是中国提出的经济学概念。吴金明和邵昶[2]提出产业链是基于产业上游到下游各

收稿日期：2025-07-30

基金项目：四川省哲学社会科学重点研究基地四川旅游发展研究中心资助（LY24-14）；成都工业学院校级项目（2024ZR013）

作者简介：李泽欣（1992—），女，山西临汾人，硕士，讲师，研究方向为韧性评价、系统优化；钟佳怡（2004—），女，四川德阳人，研究方向为系统优化。

环节的由供需链、企业链、空间链和价值链四个维度有机集合而形成的链条。对于旅游产业链，邓小海等[3]认为旅游产业链是在一定的区域内，以竞争力强的旅游企业为核心，围绕满足旅游者食、住、行、游、购、娱六大需求而形成的所有企业的集合。在此基础上，张功让和王伟伟[4]认为还包括为旅游者提供间接服务的关联部门，如水电、邮政、通信、医疗、卫生、金融等。供应链的研究较为成熟，Tapper和Font[5]认为，旅游供应链是一个能提供一切旅游服务或产品的各种机构的综合体。李万立和李平[6]指出，旅游供应链以旅游景点为核心，形成包含旅游产品设计、生产、组合、销售、最终支持游客到旅游地游览并进行各种形式消费的组织和企业在内的整体网链结构。

韧性一词源自拉丁语“resilio”，《牛津英语词典》将韧性定义为恢复或反弹的能力。Christopher和Peck[7]将供应链韧性定义为供应链在受到干扰后恢复原状或进入更理想状态的能力。Helena和Susana[8]、Melnyk等[9]强调其被动响应特征，认为供应链的韧性更多地表现为在供应链中断后被动地恢复或适应，并将其定义为供应链在发生中断之后能够快速响应并重新恢复正常运营的能力。与此不同的是，部分学者开始着重强调供应链在遭遇不确定环境时所具备的主动适应与恢复能力。Strigini[10]、Walker和Salt[11]提出韧性是指系统从不利的环境中不断调整自身以主动适应新需求或新情况。Neboh和Mbhele[12]指出供应链韧性指供应链面对突发事件能够快速响应并从中恢复和适应的能力，即供应链遇到风险时不断链，系统仍能持续运行的能力。产业链在面对不确定环境时，应具备主动抵抗风险、积极应对挑战的能力，而非仅仅局限于破坏发生后的恢复与适应。例如，段浩[13]认为产业链韧性是指产业链各环节在应对内外部风险与挑战时表现出的维持自身系统稳定、防止断裂和抗冲击的能力；其具体表现为在应对外部急性冲击或长期压力过程中，产业链为了保持链条间的运转通畅而不断适应、调整、抵抗、恢复和发展的能力[14-17]。在资源型城市转型过程中，创新能力是推动产业结构升级与实现路径突破的关键动力[18]。在数字化转型背景下，数字经济显著促进城市韧性提升[19]，技术创新应成为韧性提升的核心驱动力[20]。资源型城市转型发展的过程中，Meerow等[21]通过文献计量方法，从城市经济社会发展、基础设施建设、环境可持续性等系统平衡视角重新定义了城市韧性，提出可持续发展的重要性。陆明等[22]在资源型城市韧性评价研究中提出，应重视生态韧性与可持续发展能力，强调良好的生态环境作为城市系统稳定运行的重要保护屏障，在应对资源枯竭与环境退化风险中发挥基础性支撑作用。

参考以上有关韧性的概念，本文将资源型城市旅游产业链供应链韧性定义为，在资源型城市中，以旅游景点为核心形成的综合体，既直接为游客提供从设计、生产、组合到销售的一站式服务，又广泛覆盖水电供应、邮政通信、医疗保障、卫生服务以及金融支持等各类间接服务领域。在其面对外部环境变化和不确定性，如自然灾害、经济周期波动、社会科技发展等因素时，旅游产业链供应链各个环节能有效适应和应对，保持稳定运作，并迅速恢复到正常状态甚至更佳状态的能力。

2 旅游产业链供应链韧性的影响因素

既有研究文献一般认为产业链韧性是经济韧性的延伸，产业链韧性同样具有经济韧性在应对内外冲击时展现的抵抗能力、恢复能力、再组织能力和更新能力等特征[18,23]。基于资源型城市可持续发展的特征，考虑到不确定性和复杂因素对旅游产业链供应链发展的影响，本文从可持续发展能力、抵御能力、适应能力、恢复能力、创新能力这五个维度出发，构建资源型城市旅游产业链和供应链韧性评价指标体系。

(1)可持续发展能力：是指对不确定性、压力和冲击的敏感程度，以及其抵抗这些变化的能力，以实现更长期的可持续发展。生态环境风险较高可能会降低旅游目的地的吸引力，影响游客的旅游体验，从而对旅游产业链供应链的可持续发展造成负面影响[24-25]。绿化综合指数通常用于衡量一个地区的环境绿化程度和生态质量，一个地区的绿化程度越高，说明该地区的环境质量越好，这为旅游产业链供应链的发展提供了良好的基础[26]。

(2)抵御能力：是指系统或组织抵抗外部压力、冲击或不确定性的能力。这包括防范和减轻潜在风险的能力。包括四个子指标财政自给率、旅游资源丰富度、旅游经济发展指数、城镇化率[27-28]。财政自给率反映地方财政的自主程度和自给自足能力。一个地区的财政自给率的高低决定其对旅游产业链供应链的支持力度反映其应对风险和冲击的能力。随着城镇化率的提高，人们的生活水平和消费观念也在逐步提升，这为旅游产业链供应链的发展提供更广阔的市场和机遇。旅游经济发展指

数越高,说明该地区的旅游经济越发达,具备更强的市场竞争力。这有助于提高其抵御外部冲击的能力。旅游资源的丰富度直接影响旅游产业链供应链的多样性。拥有多样化的旅游资源,可以吸引不同类型的游客,满足不同的旅游需求,使旅游产业链供应链更加稳定和有弹性。

(3)适应能力:是指在面对在外部干扰时调整和适应的能力,包括对新情况的灵活性和对不确定性的适应性,包括地方经济基础指数、旅游设施指数、旅游从业人口[24-25]三个子指标。地方经济基础指数反映一个地区经济发展的整体水平和质量,一个地区的经济基础越雄厚,通常意味着该地区的综合实力和发展潜力更大,能够为旅游业的发展提供更好的支撑和保障;旅游设施指数反映一个地区旅游产业链供应链利用其设施的完善程度和旅游服务的质量水平来提高其适应外界干扰的能力;旅游从业人口通过旅游业的发展状况和就业情况更好地反映其应对市场变化和竞争压力的能力。

(4)恢复能力:是指在遭受损害、压力或危机后迅速回复到正常状态的能力。它强调在面对不可避免的困难时,快速、有效地从中恢复。社会经济更新通常涉及经济结构调整、技术创新、市场改革等方面,这些因素都可能会对旅游产业链供应链的发展提供新的机遇和动力。消费潜力的释放可以促进旅游产业链供应链的增长,提高其市场竞争力[29-30]。

(5)创新能力:是指在面对变革时,通过新的、独特的方式应对问题、寻找新发展路径的能力。强调创造性和前瞻性的思维。专利申请数量可以反映一个地区的创新能力,较高的专利申请数量可能表明该地区的创新能力较强,而较高的创新能力有助于旅游业实现更高效的市场营销和服务,降低成本并提高盈利能力,增强旅游业的抗风险能力[24,31]。

3 攀枝花旅游产业链供应链韧性现状评价

3.1 攀枝花旅游产业链供应链韧性评价

灰色关联分析的核心思想是通过比较生成序列曲线的几何模式相似性来评判因素间关系的紧密程度[32-33]。模式相似度越高,表明因素之间的关联性越强。这一方法有助于识别对韧性影响最大和最小的因素,从而为制定更具针对性的提升策略提供依据。本文采用灰色关联分析法,对攀枝花旅游产业链供应链的韧性现状展开分析。从四川省资源型城市列表中选取 4 个地市:自贡市、攀枝花市、雅安市、阿坝藏族羌族自治州,并选择发展成熟的成都市作为对比进行评价分析。评价分析的步骤如下。

步骤 1:确定供应链韧性的策略和属性。

确定资源型城市旅游产业链供应链韧性的指标,如表 1 所示,策略和属性对应其一、二级指标。

步骤 2:估计评分的语言矩阵。

由旅游产业链供应链专家对评价指标体系中各个指标和因素在不同时期的表现进行评价,使用从 EP(“极差”)到 EG(“极好”)的语言刻度。这些刻度依次表示“极差”“很差”“差”“中等差”“一般”“中等好”“好”“很好”和“极好”。对应每个刻度的权重也是在从 EL(“极低”)到 EH(“极高”)的语言刻度上进行评估的,分别表示“极低”“很低”“中低”“低”“中”“中高”“高”“很高”和“极高”。评价语言刻度如表 2 所示。共邀请来自高校、企业、政府 8 位专家进行访谈,对 2023 年各城市的评价指标进行评价,运用肯德尔和谐系数(Kendall's W)对专家评分结果进行一致性检验[34],该系数的取值范围为[0,1],数值越接近 1,表明专家意见的一致性程度越高。检验结果如表 2 所示,肯德尔和谐系数值较高,且通过了显著性检验($P<0.05$),说明各位专家的评分结果具有较高的一致性,评价结果具有较高的可信度。最终形成评价结果如表 3～表 5 所示,对应的权重值如表 6 和表 7 所示。

表 1 资源型城市旅游产业链供应链韧性评价指标体系

一级指标	二级指标
可持续发展能力(A)	生态环境风险(A_1)
	绿化综合指数(A_2)
抵御能力(B)	财政自给率(B_1)
	旅游资源丰富度(B_2)
	旅游经济发展指数(B_3)
	城镇化率(B_4)
适应能力(C)	地方经济基础指数(C_1)
	旅游设施指数(C_2)
	旅游从业人口(C_3)
恢复能力(D)	社会经济更新(D_1)
	消费潜力(D_2)
创新能力(E)	专利申请数量(E_1)

表 2 评价语言刻度

语言刻度	语言标签	灰色值	语言刻度	语言标签	权重值
极差	EP	[0.0,0.2]	极低	EL	[1,2]
很差	VP	[0.1,0.3]	很低	VL	[2,3]
差	P	[0.2,0.4]	低	L	[3,4]
中等差	MP	[0.3,0.5]	中等低	ML	[4,5]
一般	F	[0.4,0.6]	中	M	[5,6]
中等好	MG	[0.5,0.7]	中等高	MH	[6,7]
好	G	[0.6,0.8]	高	H	[7,8]
很好	VG	[0.7,0.9]	很高	VH	[8,9]
极好	EG	[0.8,1.0]	极高	EH	[9,10]

表 3　专家一致性检验结果

一级指标	肯德尔和谐系数	二级指标	肯德尔和谐系数
可持续发展能力(A)	0.976 3	生态环境风险(A_1)	0.978 1
		绿化综合指数(A_2)	0.884 4
抵御能力(B)	0.950 0	财政自给率(B_1)	0.985 4
		旅游资源丰富度(B_2)	0.750 0
		旅游经济发展指数(B_3)	0.864 2
		城镇化率(B_4)	0.956 2
适应能力(C)	0.902 4	地方经济基础指数(C_1)	0.978 1
		旅游设施指数(C_2)	0.925 1
		旅游从业人口(C_3)	0.911 5
恢复能力(D)	0.923 6	社会经济更新(D_1)	0.893 0
		消费潜力(D_2)	0.866 7
创新能力(E)	0.948 6	专利申请数量(E_1)	0.950 0

表 4　专家对各一级指标表现评价结果

一级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
可持续发展能力	MG	F	P	MP	VG
抵御能力	MG	G	F	MP	G
适应能力	F	MG	MG	F	G
恢复能力	MG	F	MG	G	MG
创新能力	P	P	VG	MP	G

表 5　专家对各二级指标表现评价结果

一级指标	二级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
可持续发展能力	生态环境风险	G	VP	F	P	MG
	绿化综合指数	MG	G	VP	G	VG
抵御能力	财政自给率	F	MG	VG	VP	G
	旅游资源丰富度	G	G	P	G	P
	旅游经济发展指数	MG	G	P	P	VG
	城镇化率	MG	VG	G	MG	G
适应能力	地方经济基础指数	VG	G	F	P	MP
	旅游设施指数	VP	MG	G	MG	VG
	旅游从业人口	P	MG	G	MG	G
恢复能力	社会经济更新	MG	MG	G	VG	MP
	消费潜力	MG	F	F	F	G
创新能力	旅游专业院校情况	P	P	VG	MP	G

表 6　专家对各指标权重评价结果

一级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
可持续发展能力	L	L	H	L	VH
抵御能力	MH	MH	M	M	H
适应能力	VH	M	H	VH	MH
恢复能力	H	L	MH	L	MH
创新能力	MH	L	H	ML	VH

步骤 3:将评分矩阵转换为灰色关联矩阵。

将评估的语言刻度转换为具有上限和下限的相关灰色刻度。假设 $x_i(j)$为第 i 个指标在第 j 个周期的评分,$i=1,2,\cdots,s;j=1,2,\cdots,n;y_k(j)$为第 j 个周期评分的第 k 个属性,$k=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n$。$x_i(j)$、$y_k(j)$对应的灰色值为

$$\otimes x_i(j)=[x_i(j),\overline{x}_i(j)] \quad (1)$$

$$\otimes y_k(j)=[y_k(j),\overline{y}_k(j)] \quad (2)$$

式中:$x_i(j)$、$\overline{x}_i(j)$分别为 $x_i(j)$所对应灰色刻度的下限和上限;$y_k(j)$、$\overline{y}_k(j)$分别为 $y_k(j)$所对应灰色刻度的下限和上限。

评分矩阵的灰色值如表 8 和表 9 所示。

步骤 4:将权重矩阵转换为灰色关联矩阵。

假设 $w_i(j)$为第 i 个策略在第 j 个周期分配的权重;$i=1,2,\cdots,s;j=1,2,\cdots,n;v_k(j)$为第 j 个周期分配的第 k 个属性的权重;$k=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n$。$w_i(j)$和 $v_k(j)$对应的灰色权重分别为

$$\otimes w_i(j)=[w_i(j),\overline{w}_i(j)] \quad (3)$$

$$\otimes v_k(j)=[v_k(j),\overline{v}_k(j)] \quad (4)$$

式中:$w_i(j)$、$\overline{w}_i(j)$分别为 $w_i(j)$所对应灰色刻度的下限和上限;$v_k(j)$、$\overline{v}_k(j)$分别为 $v_k(j)$所对灰色刻度的下限和上限。

相应的权重矩阵的灰色值如表 10 和表 11 所示。

步骤 5:计算灰色加权评分矩阵。

用$\otimes \tilde{x}_i(j)$和$\otimes \tilde{y}_k(j)$表示 $x_i(j)$和 $y_k(j)$的加权评分,则

表 7　专家对各指标权重评价结果

一级指标	二级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
可持续发展能力	生态环境风险	VL	ML	VH	L	VH
	绿化综合指数	ML	L	H	H	VH
抵御能力	财政自给率	MH	L	MH	L	H
	旅游资源丰富度	ML	MH	ML	H	H
	旅游经济发展指数	H	MH	M	H	H
	城镇化率	MH	M	M	M	MH
适应能力	地方经济基础指数	VH	M	ML	VH	M
	旅游设施指数	VH	H	H	VH	M
	旅游从业人口	M	ML	H	H	MH
恢复能力	社会经济更新	H	L	H	L	L
	消费潜力	MH	L	MH	L	H
创新能力	旅游专业院校情况	MH	L	H	ML	VH

表 8　一级指标评分矩阵的灰色值

一级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
可持续发展能力	0.5	0.7	0.4	0.6	0.1	0.3	0.3	0.5	0.7	0.9
抵御能力	0.5	0.7	0.6	0.8	0.4	0.6	0.3	0.5	0.6	0.8
适应能力	0.4	0.6	0.5	0.7	0.5	0.7	0.4	0.6	0.6	0.8
恢复能力	0.5	0.7	0.4	0.6	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.7
创新能力	0.2	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	0.3	0.5	0.6	0.8

$$\otimes\tilde{x}_i(j)=[\otimes x_i(j)\times\otimes w_i(j)] \tag{5}$$

$$\begin{aligned}\otimes\tilde{x}_i(j)=\{&(\min[\underline{\otimes}x_i(j)\times\underline{\otimes}w_i(j),\\&\overline{\otimes}x_i(j)\times\underline{\otimes}w_i(j),\underline{\otimes}x_i(j)\times\\&\overline{\otimes}w_i(j),\overline{\otimes}x_i(j)\times\overline{\otimes}w_i(j)],\\&\max[\underline{\otimes}x_i(j)\times\underline{\otimes}w_i(j),\overline{\otimes}x_i(j)\times\\&\underline{\otimes}w_i(j),\underline{\otimes}x_i(j)\times\overline{\otimes}w_i(j),\\&\overline{\otimes}x_i(j)\times\overline{\otimes}w_i(j)]\}\end{aligned} \tag{6}$$

同理,

$$\otimes\tilde{y}_k(j)=[\otimes y_k(j)\times\otimes v_k(j)] \tag{7}$$

则灰色加权评分矩阵为

$$\tilde{\boldsymbol{Y}}=[\otimes\tilde{y}_{kj}] \tag{8}$$

$$\tilde{\boldsymbol{X}}=[\otimes\tilde{x}_{ij}] \tag{9}$$

最终矩阵如表 12 和表 13 所示。

步骤 6:灰色值的白化。

对策略和属性的加权评分进行白化。

表 9　二级指标评分矩阵的灰色值

二级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
生态环境风险	0.6	0.8	0.1	0.3	0.4	0.6	0.2	0.4	0.5	0.7
绿化综合指数	0.5	0.7	0.6	0.8	0.1	0.3	0.6	0.8	0.7	0.9
财政自给率	0.4	0.6	0.5	0.7	0.6	0.8	0.1	0.3	0.7	0.9
旅游资源丰富度	0.6	0.8	0.6	0.8	0.2	0.4	0.6	0.8	0.2	0.4
旅游经济发展指数	0.5	0.7	0.6	0.8	0.2	0.4	0.2	0.4	0.7	0.9
城镇化率	0.5	0.7	0.6	0.8	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7	0.9
地方经济基础指数	0.7	0.9	0.6	0.8	0.4	0.6	0.2	0.4	0.3	0.5
旅游设施指数	0.1	0.3	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.7	0.7	0.9
旅游从业人口	0.2	0.4	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.7	0.6	0.8
社会经济更新	0.5	0.7	0.5	0.7	0.6	0.8	0.7	0.9	0.3	0.5
消费潜力	0.5	0.7	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.6	0.8
旅游专业院校情况	0.2	0.4	0.2	0.4	0.6	0.8	0.3	0.5	0.6	0.8

表 10　一级指标权重矩阵的灰色值

一级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
可持续发展能力	4	5	3	4	7	8	3	4	8	9
抵御能力	6	7	6	7	4	5	5	6	7	8
适应能力	8	9	5	6	7	8	8	9	6	7
恢复能力	7	8	3	4	6	7	3	4	6	7
创新能力	6	7	3	4	7	8	3	4	8	9

表 11　二级指标权重矩阵的灰色值

二级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
生态环境风险	2	3	4	5	8	9	3	4	8	9
绿化综合指数	4	5	3	4	7	8	7	8	8	9
财政自给率	6	7	3	4	6	7	3	4	7	8
旅游资源丰富度	4	5	6	7	4	5	7	8	7	8
旅游经济发展指数	7	8	6	7	5	6	7	8	7	8
城镇化率	6	7	5	6	5	6	5	6	7	8
地方经济基础指数	8	9	5	6	4	5	8	9	5	6
旅游设施指数	8	9	7	8	7	8	8	9	5	6
旅游从业人口	5	6	4	5	7	8	7	8	6	7
社会经济更新	7	8	3	4	7	8	3	4	3	4
消费潜力	6	7	3	4	6	7	3	4	7	8
旅游专业院校情况	6	7	3	4	7	8	4	5	8	9

表 12　一级指标灰色加权评分矩阵

一级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
可持续发展能力	2.0	3.5	1.2	2.4	0.7	2.4	0.9	2.0	5.6	8.1
抵御能力	3.0	4.9	3.6	5.6	1.6	3.0	1.5	3.0	4.2	6.4
适应能力	3.2	5.4	2.5	4.2	3.5	5.6	3.2	5.4	3.6	5.6
恢复能力	3.5	5.6	1.2	2.4	3.0	4.9	1.8	3.2	3.0	4.9
创新能力	1.2	2.8	0.6	1.6	4.2	6.4	0.9	2.0	4.8	7.2

(1)灰色矩阵的归一化处理。对每个指标进行极差归一化处理。以策略评分为例,则归一化下限为

$$\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}=\frac{\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}-\min\limits_{j}\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}}{\Delta_{\min}^{\max}} \tag{10}$$

上限为

$$\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}=\frac{\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}-\min\limits_{j}\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}}{\Delta_{\min}^{\max}} \tag{11}$$

式中:

$$\Delta_{\min}^{\max}=\max_{j}\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}-\min_{j}\underline{\otimes}\dot{x}_{ij} \tag{12}$$

同理,对属性评分定义其极差为$\theta_{\min}^{\max}=\max\limits_{j}\overline{\otimes}\dot{y}_{kj}-\min\limits_{j}\underline{\otimes}\dot{y}_{kj}$,并对其进行归一化。

(2)计算白化值$\dot{x}_{ij}$和$\dot{y}_{kj}$。

$$\dot{x}_{ij}=\frac{[\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}(1-\underline{\otimes}\dot{x}_{ij})]+(\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}\times\overline{\otimes}\dot{x}_{ij})}{1-\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}+\overline{\otimes}\dot{x}_{ij}} \tag{13}$$

$\dot{y}_{kj}$同理可得。

(3)量纲还原。将白化后的归一化值还原至原始量纲,则

$$x_{ij}=\min\underline{\otimes}\dot{x}_{ij}+\dot{x}_{ij}\times\Delta_{\min}^{\max} \tag{14}$$

$$y_{kj}=\min\underline{\otimes}\dot{y}_{kj}+\dot{y}_{kj}\times\theta_{\min}^{\max} \tag{15}$$

策略($\boldsymbol{Y}$)和属性($\boldsymbol{X}$)的白化矩阵相应地表示为

$$\boldsymbol{Y}=[y_{kj}] \tag{16}$$

$$\boldsymbol{X}=[x_{ij}] \tag{17}$$

最终矩阵如表 14 和表 15 所示。

表 13　二级指标灰色加权评分矩阵

二级指标	攀枝花		雅安		自贡		阿坝		成都	
生态环境风险	1.2	2.4	0.4	1.5	3.2	5.4	0.6	1.6	4.0	6.3
绿化综合指数	2.0	3.5	1.8	3.2	0.7	2.4	4.2	6.4	5.6	8.1
财政自给率	2.4	4.2	1.5	2.8	3.6	5.6	0.3	1.2	4.9	7.2
旅游资源丰富度	2.4	4.0	3.6	5.6	0.8	2.0	4.2	6.4	1.4	3.2
旅游经济发展指数	3.5	5.6	3.6	5.6	1.0	2.4	1.4	3.2	4.9	7.2
城镇化率	3.0	4.9	3.0	4.8	3.0	4.8	2.5	4.2	4.9	7.2
地方经济基础指数	5.6	8.1	3.0	4.8	1.6	3.0	1.6	3.6	1.5	3.0
旅游设施指数	0.8	2.7	3.5	5.6	4.2	6.4	4.0	6.3	3.5	5.4
旅游从业人口	1.0	2.4	2.0	3.5	4.2	6.4	3.5	5.6	3.6	5.6
社会经济更新	3.5	5.6	1.5	2.8	4.2	6.4	2.1	3.6	0.9	2.0
消费潜力	3.0	4.9	1.2	2.4	2.4	4.2	1.2	2.4	4.2	6.4
旅游专业院校情况	1.2	2.8	0.6	1.6	4.2	6.4	1.2	2.5	4.8	7.2

表 14　一级指标灰色值的白化

一级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
可持续发展能力	2.471 910	1.437 209	1.017 582	1.068 235	7.468 687
抵御能力	3.950 000	4.788 406	1.933 333	1.851 563	5.718 310
适应能力	4.403 774	3.102 083	4.751 923	4.403 774	4.815 686
恢复能力	4.921 538	1.457 143	4.115 873	2.282 759	4.115 873
创新能力	1.629 268	0.731 579	5.650 000	1.100 000	6.560 000

表 15　二级指标灰色值的白化

二级指标	攀枝花	雅安	自贡	阿坝	成都
生态环境风险	1.538	0.573	4.558	0.774	5.655
绿化综合指数	2.472	2.198	1.018	5.506	7.469
财政自给率	3.207	1.896	4.791	0.404	6.625
旅游资源丰富度	3.111	4.863	1.012	5.779	1.984
旅游经济发展指数	4.664	4.722	1.258	1.895	6.578
城镇化率	3.691	3.637	3.637	2.952	6.444
地方经济基础指数	7.413	3.707	1.863	2.088	1.778
旅游设施指数	1.281	4.809	5.779	5.601	4.665
旅游从业人口	1.288	2.543	5.763	4.788	4.843
社会经济更新	4.799	1.863	5.771	2.679	1.083
消费潜力	3.990	1.425	3.171	1.425	5.746
旅游专业院校情况	1.629	0.732	5.650	1.513	6.560

步骤 7:计算灰色关联的绝对矩阵(AMGI)。

设加权策略评分与加权属性评分在时间维度上的行为序列分别为

$$X_i=x_i(1),x_i(2),\cdots,x_i(n),i=1,2,\cdots,s \tag{18}$$

$$Y_k=y_k(1),y_k(2),\cdots,y_k(n),k=1,2,\cdots,m \tag{19}$$

为消除初始值影响,对上述序列进行零点标准化,得到

$$X_i^0=[0,x_i^0(1),x_i^0(2),\cdots,x_i^0(n)] \tag{20}$$

$$Y_k^0=[0,y_k^0(1),y_k^0(2),\cdots,y_k^0(n)] \tag{21}$$

则第 k 个属性与第 i 个策略之间的绝对灰色关联度为

$$\varepsilon_{ki}=\frac{1+|X_{is}|+|Y_{km}|}{1+|X_{is}|+|Y_{km}|+|X_{is}-Y_{km}|} \tag{22}$$

式中:

$$|X_{is}|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}x_i^0(l)+\frac{1}{2}x_i^0(n)\right|,i=1,2,\cdots,s \tag{23}$$

$$|Y_{km}|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}y_k^0(l)+\frac{1}{2}y_k^0(n)\right|,\quad k=1,2,\cdots,m \tag{24}$$

$$|X_{is}-Y_{km}|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}[x_i^0(l)-y_k^0(l)]+\frac{1}{2}[x_i^0(n)-y_k^0(n)]\right|,i=1,2,\cdots,s;\quad k=1,2,\cdots,m \tag{25}$$

由此构建绝对灰色关联矩阵为

$$\boldsymbol{A}=[\varepsilon_{ki}{}_{m\times s}]=\begin{bmatrix}\varepsilon_{11}&\varepsilon_{12}&\cdots&\varepsilon_{1i}\\\varepsilon_{21}&\varepsilon_{22}&\cdots&\varepsilon_{2i}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\\varepsilon_{k1}&\varepsilon_{k2}&\cdots&\varepsilon_{ki}\end{bmatrix} \tag{26}$$

矩阵如表 16 所示。

步骤 8:计算灰色关联的相对矩阵(RMGI)。

为进一步考虑序列变化趋势的相对关系,对原始序列归一化后进行零点标准化,得到

$$X_i'^0=[0,x_i'^0(1),x_i'^0(2),\cdots,x_i'^0(n)] \tag{27}$$

$$Y_k'^0=[0,y_k'^0(1),y_k'^0(2),\cdots,y_k'^0(n)) \tag{28}$$

则第 k 个属性与第 i 个策略之间的相对灰色关联度为

$$\gamma_{ki}=\frac{1+|X_{is}'|+|Y_{km}'|}{1+|X_{is}'|+|Y_{km}'|+|X_{is}'-Y_{km}'|} \tag{29}$$

式中:

$$|X_{is}'|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}x_i'^0(l)+\frac{1}{2}x_i'^0(n)\right|,\quad i=1,2,\cdots,s \tag{30}$$

$$|Y_{km}'|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}y_k'^0(l)+\frac{1}{2}y_k'^0(n)\right|,\quad k=1,2,\cdots,m \tag{31}$$

$$|X_{is}'-Y_{km}'|=\left|\sum_{l=2}^{n-1}[x_i'^0(l)-y_k'^0(l)]+\frac{1}{2}[x_i'^0(n)-y_k'^0(n)]\right|,\quad i=1,2,\cdots,s;k=1,2,\cdots,m \tag{32}$$

构建相对灰色关联矩阵为

$$\boldsymbol{B}=[\gamma_{ki}{}_{m\times s}]=\begin{bmatrix}\gamma_{11}&\gamma_{12}&\cdots&\gamma_{1i}\\\gamma_{21}&\gamma_{22}&\cdots&\gamma_{2i}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\\gamma_{k1}&\gamma_{k2}&\cdots&\gamma_{ki}\end{bmatrix} \tag{33}$$

矩阵如表 17 所示。

步骤 9:计算灰色关联的综合矩阵(SMGI)。引入综合权重系数 $\beta\in[0,1]$,得到综合灰色关联矩阵(SMGI):

$$\boldsymbol{C}=\beta\boldsymbol{A}+(1-\beta)\boldsymbol{B} \tag{34}$$

式中:元素 ρ_{ki} 反映第 k 个属性与第 i 个策略之间的综合关联强度。本文取 $\beta=0.5$,构建 SMGI 如表 18 所示。

综合灰色关联度(SMGI)是表示序列(策略和属性)之间紧密关系的数值度量。矩阵为

$$\boldsymbol{C}=[\rho_{ki}{}_{m\times s}]=\begin{bmatrix}\rho_{11}&\rho_{12}&\cdots&\rho_{1i}\\\rho_{21}&\rho_{22}&\cdots&\rho_{2i}\\\vdots&\vdots&&\vdots\\\rho_{k1}&\rho_{k2}&\cdots&\rho_{ki}\end{bmatrix} \tag{35}$$

步骤 10:计算综合韧性指数并对属性进行排序。

将所有综合灰色关联度的值求和,得到各城市旅游产业链供应链韧性指数,即综合韧性指数(SRI)。

$$\mathrm{SRI}=\frac{\sum_{i=1}^{s}\rho_{ki}}{i} \tag{36}$$

综合韧性指数如表 18 所示。

3.2 攀枝花旅游产业链供应链韧性分析

根据表 16 绘制五个城市的韧性对比如图 1 所示。

从表 18 可知,阿坝和成都的 SRI 综合得分相对较高,分别为 0.765 和 0.800,表明这两个城市的旅游产业链供应链韧性整体较强。具体而言,阿坝在生态环境风险(B_3,0.869)、社会经济更新(D_1,0.917)、消费潜力(D_2,0.867)、旅游专业院校情况(E_1,0.861)等指标上表现突出,表明其在生态保护、

表 16　灰色关联的绝对矩阵

地市	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3	B_4	C_1	C_2	C_3	D_1	D_2	E_1
攀枝花	0.746	0.720	0.849	0.920	0.667	0.772	0.553	0.565	0.582	0.647	0.670	0.659
雅安	0.876	0.836	0.728	0.890	0.756	0.678	0.581	0.599	0.626	0.725	0.760	0.742
自贡	0.662	0.645	0.972	0.776	0.610	0.913	0.535	0.543	0.554	0.597	0.612	0.604
阿坝	0.746	0.775	0.585	0.644	0.862	0.566	0.718	0.769	0.839	0.912	0.857	0.882
成都	0.846	0.887	0.619	0.703	0.991	0.593	0.655	0.691	0.742	0.932	0.999	0.965

表 17　灰色关联的相对矩阵

地市	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3	B_4	C_1	C_2	C_3	D_1	D_2	E_1
攀枝花	0.778	0.810	0.959	0.876	0.921	0.915	0.741	0.615	0.637	0.902	0.897	0.733
雅安	0.775	0.806	0.953	0.872	0.926	0.910	0.743	0.613	0.635	0.907	0.902	0.731
自贡	0.810	0.846	0.989	0.920	0.878	0.962	0.716	0.628	0.653	0.861	0.856	0.760
阿坝	0.704	0.727	0.836	0.775	0.934	0.803	0.829	0.584	0.600	0.955	0.961	0.671
成都	0.935	0.890	0.763	0.821	0.704	0.792	0.616	0.738	0.783	0.694	0.692	0.983

表 18　灰色关联的综合矩阵

地市	A_1	A_2	B_1	B_2	B_3	B_4	C_1	C_2	C_3	D_1	D_2	E_1	SRI
攀枝花	0.749	0.729	0.860	0.915	0.693	0.786	0.572	0.570	0.588	0.673	0.693	0.666	0.708
雅安	0.866	0.833	0.751	0.888	0.773	0.701	0.597	0.601	0.627	0.743	0.774	0.741	0.741
自贡	0.677	0.665	0.974	0.791	0.637	0.918	0.553	0.551	0.564	0.623	0.636	0.620	0.684
阿坝	0.742	0.771	0.610	0.658	0.869	0.590	0.729	0.750	0.815	0.917	0.867	0.861	0.765
成都	0.855	0.887	0.633	0.715	0.962	0.612	0.651	0.696	0.746	0.908	0.968	0.967	0.800

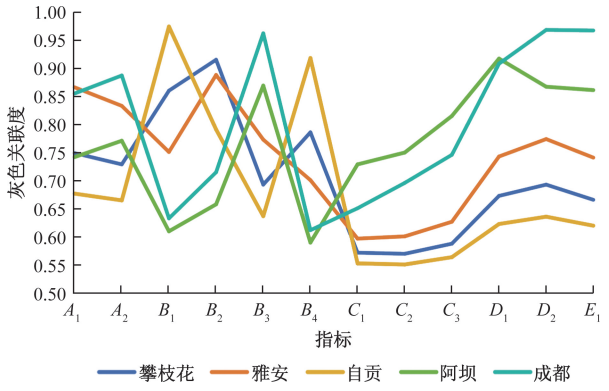


图 1　四川省五个资源型城市旅游产业链供应链韧性对比

社会经济活力、市场消费能力及旅游人才储备方面具有显著优势。成都则在旅游经济发展指数(B_4，0.962)、消费潜力(D_2，0.968)、旅游专业院校情况(E_1，0.967)等方面得分极高，体现作为中心城市在旅游经济规模、市场消费潜力和旅游专业人才培养上的强大实力，为其产业链供应链的稳定和韧性提供有力保障。

雅安的 SRI 得分为 0.741，处于中等偏上水平。其绿化综合指数(A_2，0.833)和旅游资源丰富度(B_2，0.888)表现较好，表明自然生态和旅游资源是其韧性的重要支撑，但在地方经济基础指数(C_1，0.597)、旅游设施指数(C_2，0.601)等方面存在提升空间。攀枝花(SRI，0.708)和自贡(SRI，0.684)的综合韧性相对较弱。攀枝花在财政自给率(B_1，0.860)和旅游资源丰富度(B_2，0.915)上有一定优势，但地方经济基础(C_1，0.572)、旅游设施(C_2，0.570)等指标得分较低，制约了整体韧性；自贡的财政自给率(B_1，0.974)和城镇化率(B_5，0.918)表现较强，但生态环境风险(B_3，0.637)、旅游设施(C_2，0.551)等方面的短板明显，影响了产业链供应链的整体稳定性。

综上所述，攀枝花应依托现有优势，补齐短板，提升旅游产业链供应链韧性。在巩固现有优势方面，依托财政自给率(B_1，0.860)和旅游资源丰富度(B_2，0.915)的基础，进一步深挖特色资源价值。例如，围绕“阳光康养”核心定位，借鉴瑞士达沃斯小镇将旅游资源与康养产业深度融合的经验，开发冬季避寒、慢病疗养、老年游学等细分产品，形成差异化竞争优势。同时，学习三亚政府设专项产业基金，给予入驻企业土地、税收等优惠的做法，吸引优质市场主体入驻，壮大产业规模。针对地方经济基础薄弱(C_1，0.572)的短板，构建“旅游＋”产业融合体系。以旅游业为纽带，联动农业、工业实现跨界发展：农业领域借鉴浙江莫干山挖掘农业资源，开发热带水果采摘园、康养食材特色农家乐，形成“旅游消费＋农产品销售”的闭环；工业领域借鉴德国鲁尔工业区依托钢铁工业遗产，打造工业旅游景

区,开发研学体验项目,将工业资源转化为旅游资产,调整产业结构,通过多元产业收入反哺地方经济,夯实产业链供应链的经济支撑。对于旅游设施薄弱(C_2,0.57)方面,实施“设施提质工程”。攀枝花可借鉴轻井泽和大理经验,加大交通建设投入,改善景区交通,开通旅游专线巴士;推动现有酒店升级改造,鼓励村民利用闲置房屋发展特色民宿,并统一培训服务标准;景区内增设智慧导览系统、无障碍设施,提升游客体验的便捷性与舒适度。

4 结论

本文基于韧性理论,构建资源型城市旅游产业链和供应链韧性评价指标体系,以攀枝花、成都、阿坝、雅安和自贡为研究样本,对其韧性水平进行评价,对比得出攀枝花韧性提升路径的方向。具体而言,攀枝花需依托现有“阳光康养”资源,进一步深挖特色资源价值;构建“旅游+”产业融合体系,通过多元产业收入反哺地方经济;实施“设施提质工程”,提升其产业链供应链韧性。

参考文献

[1] 亚当·斯密. 国富论[M]. 郭大力, 王亚南, 译. 南京: 译林出版社, 2011.

[2] 吴金明, 邵昶. 产业链形成机制研究——“4+4+4”模型[J]. 中国工业经济, 2006(4): 36-43.

[3] 邓小海, 曾亮, 肖洪磊. 我国扶贫旅游产业链优化研究[J]. 世界地理研究, 2015, 24(3): 167-175.

[4] 张功让, 王伟伟. 论旅游产业链的构建与整合[J]. 商业时代, 2010(20): 115-116.

[5] TAPPER R, FONT X. Tourism supply chains. Report of a desk research project for the travel foundation[J]. Environment Business & Development, 2004, 2(6): 1-23.

[6] 李万立, 李平. 转型时期我国旅游供应链优化机制研究[J]. 桂林旅游高等专科学校学报, 2007(4): 600-605.

[7] CHRISTOPHER M, PECK H. Building the resilient supply chain[J]. The International Journal of Logistics Management, 2004, 15(2): 1-14.

[8] HELENA C, SUSANA G A. Agile and resilient approaches to supply chain management: influence on performance and competitiveness[J]. Logistics Research, 2012, 4(1/2): 49-62.

[9] MELNYK S A, CLOSS D J, GRIFFIS S E, et al. Understanding supply chain resilience[J]. Supply Chain Management Review, 2014, 1(1): 34-41.

[10] STRIGINI L. Fault tolerance and resilience: meanings, measures and assessment[M]. Berlin: Springer, 2012.

[11] WALKER B, SALT D. Resilience thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world[M]. Washington, USA: Island Press, 2012.

[12] NEBOH N D, MBHELE T P. Supply chain resilience and design in retail supermarkets[J]. Journal of Contemporary Management, 2020, 17(2): 51-73.

[13] 段浩. 新冠疫情对我国产业链韧性的压力测试及应对举措[J]. 中国工业和信息化, 2020(3): 94-96.

[14] 陈晓东, 刘洋, 周柯. 数字经济提升我国产业链韧性的路径研究[J]. 经济体制改革, 2022(1): 95-102.

[15] 肖兴志, 李少林. 大变局下的产业链韧性: 生成逻辑、实践关切与政策取向[J]. 改革, 2022(11): 1-14.

[16] 李胜会, 戎芳毅. 知识产权治理如何提升产业链韧性?: 基于国家知识产权示范城市政策的实证检验[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2022(5): 92-107.

[17] 高洪玮. 中国式现代化与产业链韧性: 历史逻辑、理论基础与对策建议[J]. 当代经济管理, 2023(4): 11-19.

[18] REGGIANI A, GRAAFF T D, NIJKAMP P. Resilience: an evolutionary approach to spatial economic systems[J]. Networks & Spatial Economics, 2002, 2(2): 211-229.

[19] 王静田, 付晓东. 数字经济、产业结构与城市经济韧性[J]. 区域经济评论, 2023(2): 70-78.

[20] 高明, 邵慧敏. 数字化转型情境下新质生产力赋能组织韧性提升[J]. 科技和产业, 2025, 25(17): 158-166.

[21] MEEROW S, NEWELL J P, STULTS M. Defining urban resilience: a review[J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 147: 8-49.

[22] 陆明, 谭卓琳, 王春龙. 适应性循环视角下东北资源型城市韧性测度研究及转型路径思考[J]. 现代城市研究, 2023, 38(10): 91-97.

[23] MARTIN R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks[J]. Journal of Economic Geography, 2012, 12(1): 1-32.

[24] 赵雪. 环渤海地区沿海城市旅游经济韧性评价及影响因素研究[D]. 沈阳: 辽宁师范大学, 2023.

[25] 李珊珊. 新疆旅游经济韧性水平测度及对策建议研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆财经大学, 2022.

[26] 杨秀平, 贾云婷, 翁钢民, 等. 城市旅游环境系统韧性的系统动力学研究——以兰州市为例[J]. 旅游科学, 2020, 34(2): 18.

[27] 王倩, 赵林, 于伟, 等. 中国旅游经济系统韧性的时空变化特征与影响因素分析[J]. 地理与地理信息科学, 2020, 36(6): 113-118.

[28] 麻学锋, 谭佳欣. 湘西地区交通可达性对旅游环境系统韧性的影响及空间溢出效应[J]. 地理科学, 2023, 43(2): 291-300.

[29] 王泽宇, 唐云清, 韩增林, 等. 中国沿海省份海洋船舶产业链韧性测度及其影响因素[J]. 经济地理, 2022, 42(7): 117-125.

[30] 邹建琴, 明庆忠, 韦俊峰, 等. 社会-生态耦合视角下城市旅游系统韧性时空演化及其影响因素[J]. 资源开发与市场, 2023, 39(3): 368-376.

[31] 董丽, 赵放. 数字经济驱动制造业产业链韧性提升的作用机理与实现路径[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科

学版)，2023(5)：33-42.
[32] LIN Y，LIU S. A historical introduction to grey systems theory[J]. IEEE International Conference on Systems，Man and Cybernetics，2004(3)：2403-2408.
[33] LIU S，LIN Y. Grey information：theory and practical applications[M]. London：Springer，2006.
[34] 盛明科，彭国甫. 用元评估分析政府绩效评估偏差[J]. 湘潭大学自然科学学报，2004，26(1)：136-139.

Evaluation of Tourism Industry Chain and Supply Chain Resilience in Panzhihua，a Resource-based City

Ll Zexin，ZHONG Jiayi
(School of Management Engineering，Chengdu Technological University，Chengdu 611730，China)

Abstract：The development of tourism in resource-based cities is crucial for promoting urban economic transformation and sustainable development. In today's highly competitive market environment，enhancing resilience provides a key foundation for achieving high-quality growth. Currently，there is a lack of systematic analysis on the resilience of tourism industry chains and supply chains in resource-based cities. To address this gap，these factors influencing the resilience of tourism industry and supply chains in resource-based cities were firstly analyzed. Then，using the grey relational analysis method，these resilience levels of Panzhihua，Chengdu，Aba，Ya'an and Zigong were evaluated. The results indicate that Panzhihua should leverage its existing strengths while addressing weaknesses to enhance its overall resilience.

Keywords：supply chain and industry chain；resilience；grey relational analysis