城市韧性与经济发展水平的协调度时空演化分析

——以安徽省为例

吴 澎，郑娅楠

（安徽大学商学院，合肥 230601）

摘要： 基于2015—2023年安徽省16个地级市面板数据，构建“经济-社会-生态-设施”四维韧性评价体系；结合经济发展实力、潜力与活力指标，运用CRITIC权重模型和协调度模型，实证分析两者协调性的时空特征。结果显示：城市韧性与经济发展协调度呈现“合肥-芜湖双核引领，皖北洼地”的梯度分布，核心城市（合肥、芜湖）辐射效应显著，但边缘地区（如宿州、亳州）协调度滞后；全省协调度普遍偏低，70%城市处于初级协调阶段，尚未形成高度协调的均衡发展格局；2015—2023年，安徽省城市韧性与经济发展协调度整体呈上升趋势，但不同城市提升速度差异较大；安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平处于转型发展期，整体处于从“初级协调”向“中级协调”集体过渡的转型期，是量变到质变的关键阶段。

关键词： 城市韧性；经济发展水平；协调度；CRITIC

中图分类号： F127；F062.2 **文献标志码：** A **文章编号：** 1671－1807(2026)04－0240－09

近年来，随着中国城镇化进程的加速推进，城市面临的自然灾害、公共卫生事件、经济波动等风险因素日益复杂，城市韧性成为城市可持续发展的核心议题之一。经济实力差异导致城市抗风险能力分化：发达城市凭借动态响应机制与智慧治理能快速恢复，而经济薄弱城市常因预警滞后和资源匮乏陷入困境。在此背景下，探索通过经济高质量发展培育基础设施冗余、优化资源配置来提升韧性具有重要意义。

党的二十大报告明确提出“提高城市规划、建设、治理水平，加快转变超大特大城市发展方式，实施城市更新行动，加强城市基础设施建设，打造宜居、韧性、智慧城市”的总体要求，2023年中央经济工作会议进一步强调“增强城市安全韧性，提高防灾减灾救灾能力”，为新时代城市高质量发展指明了方向。2024年《安徽省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确提出，“强化城市风险防控，提升城市韧性水平”。安徽省作为长三角一体化和中部崛起战略的重要交汇点，在区域协调发展格局中发挥关键作用。然而，省内16个地级市在经济发展和城市韧性建设上存在显著差异，合肥、芜湖等通过创新驱动实现高协同，而部分皖北、皖西城市受经济基础薄弱制约。在此背景下，探究安徽省城市韧性与经济发展水平的协调性，对于优化区域发展布局、构建安全韧性型城市具有重要的理论价值和现实意义。

1 文献综述

当前，关于城市韧性与经济发展水平的协调度的研究已在学术界引起广泛讨论。范雨婷和张杰[1]研究了中国城市经济韧性的时空演化过程和特征，检验了数字经济发展对城市经济韧性的影响效应。钱丽等[2]采用综合评价模型、耦合协调度模型、障碍度模型、面板Tobit模型等方法，考察长三角三省一市数字经济与城市韧性的发展水平、协调关系以及影响因子。王胜兰[3]基于地级市面板数据，测度城市韧性与网络安全水平，并以国家信息消费试点示范城市政策作为准自然实验进行实证分析。曹玉昆和陈雨荷[4]运用耦合协调模型、脱钩模型对黑龙江省的两系统之间耦合协调度与脱钩指数进行测度。黄继磊[5]以中原城市群城市为研究对象，通过建立城市韧性与数字经济发展水平评价体系，利用熵值法对中原城市群耦合协调度进行分析，探究中原城市群城市韧性与数字经济之间的动态耦合关系。徐柳怡[6]借助SFIC分析框架，将数字经济嵌入城市韧性的研究中。程建华和陈冉[7]通过构建城市韧性与区域经济发展水平评价指标体系，利用熵值法对长三角城市群进行耦合协调分析，测度城市韧性与区域经济发展耦合协调水平。

收稿日期： 2025-09-10

基金项目： 安徽省哲学社会科学规划项目（AHSKQ2020D10）

作者简介： 吴澎（1990—），男，安徽宿州人，博士，副教授，硕士研究生导师，研究方向为决策评价；郑娅楠（2004—），女，安徽阜阳人，研究方向为决策评价。

方永胜和曹雨桐[8]构建面板固定效应模型、中介效应模型,实证检验数字经济发展对城市经济韧性的影响效应及其机理。

目前,国内学者在城市韧性评价[9-10]、经济发展协调[11-12]等领域已有丰富研究,但针对国内中部省份城市,尤其是安徽省域尺度的韧性-经济协同机制的实证分析仍较为欠缺。为此,本文基于2015—2023年安徽省16个地级市的面板数据,构建"经济-社会-生态-设施"四维韧性评价体系,结合经济发展实力、潜力与活力指标,运用CRITIC权重模型和耦合协调度模型,系统分析两者的时空分异特征及影响因素,以期为安徽省分类推进韧性城市建设、促进区域高质量协调发展提供科学依据。

2　研究区域、指标体系构建及研究方法

2.1　研究区域与数据来源

安徽省地处中国华东地区,长江三角洲腹地,是连接东部沿海与中西部内陆的重要枢纽。全省总面积为14.01万km^2,辖合肥、芜湖、蚌埠、马鞍山等16个地级市。作为长三角向西辐射的第一门户,省内呈现"三山三水二分田"的地貌格局,这种自然基底深刻影响着区域发展格局。

本文以安徽省16个地级市为研究对象,对16市的韧性度与经济发展水平进行综合测算,并着重探究二者内在的协调关系。数据主要来源于安徽省统计局发布的2015—2023年统计年鉴。对于缺失数据,采用线性回归和移动平均方法进行补全。

2.2　指标体系构建

城市韧性与经济发展水平之间存在复杂且紧密的互动关系,二者相互依存、相互影响,呈现交互耦合的动态特征,共同构成城市可持续发展的核心支撑。为了能够准确评价安徽省16个城市间城市韧性与经济发展水平之间的协调关系,借鉴已有刘江艳和曾忠平[13]的做法,并结合安徽省的实际情况,从经济、社会、生态和基础设施四个维度选取了14个指标。经济韧性指标选取"人均GDP""人均地方财政收入"等指标,反映了城市的经济基础和抗风险能力;社会韧性指标体现了社会稳定和人力资源,通过"人口自然增长率""城镇化率"等指标衡量社会结构与稳定性;生态韧性指标采用"建成区绿地覆盖率""污水处理率"等指标,体现城市生态环境的承载与恢复能力;基础设施韧性通过"人均医疗机构床位数""道路网密度"等指标,评估城市硬件设施的支撑能力。对于城市经济发展水平的测度基于《中国城市竞争力报告》中的内容,主要从经济发展实力、潜力和活力三大层面予以考虑,共选取8个指标构建城市经济发展水平的评价指标体系,确保指标体系的系统性与可比性。所有指标均基于数据的可得性、代表性及与城市韧性、经济发展内涵的高度相关性进行筛选,并通过文献梳理与专家咨询初步验证其合理性。二者结合共同构成城市韧性与经济发展水平协调性测度的综合体系,如表1所示。

2.3　研究方法

2.3.1　数据标准化处理

对城市韧性与经济发展水平的指标采取无量纲化的方式进行处理。本文收集的城市韧性与经济发展水平的指标皆为正向指标。

正向指标:

$$a_{ij}=\frac{x_{ij}-\min x_{ij}}{\max x_{ij}-\min x_{ij}} \tag{1}$$

式中:a_{ij}为各指标采取无量纲化处理的结果;x_{ij}为城市韧性与经济发展水平指标的具体数值。

2.3.2　城市韧性度与城市经济发展水平计算

为了避免主观因素干扰产生计算误差,最大限度地避免人为主观偏好对评价结果的干扰,确保结论完全由数据本身驱动且具备良好的可重复性,采用CRITIC权重法对安徽省16个城市的城市韧性度、经济发展水平进行综合测算,该方法通过量化指标间的对比强度和冲突性(基于标准差和相关系数)客观分配权重,适用于多指标决策分析。本文数据分析依托SPSSAU在线统计分析平台完成,该平台集成CRITIC权重模块,支持自动化计算指标标准差、相关系数矩阵及最终权重值,确保计算过程的可重复性。最终得到城市韧性度与经济发展水平的各指标权重以及综合得分,如表1所示。

结合各指标权重,城市韧性度和经济发展水平的计算公式为

$$V_i=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}w_j \tag{2}$$

$$U_i=\sum_{j=1}^{n}\tilde{a}_{ij}\tilde{w}_j \tag{3}$$

式中:V_i为城市韧性度;U_i为城市经济发水平;w_j为城市韧性各指标权重;$\tilde{w}_j$为经济发展水平各指标权重;a_{ij}为城市韧性各指标无量纲化后的结果;$\tilde{a}_{ij}$为经济发展水平各指标无量纲化后的结果。

城市韧性度和经济发展水平计算结果如表2和表3所示。为验证可靠性,利用SPSSAU内置的蒙特卡洛模拟对CRITIC权重进行了1 000次随机扰动测试,结果显示最终综合评价得分的变异系数均小于0.05,表明计算的权重分配稳定性良好。

表 1　城市韧性度及经济发展水平评价指标体系

目标层	准则层	权重	指标层	权重
城市韧性	经济韧性	0.254 3	人均 GDP/(元·人$^{-1}$)	0.065 2
			人均地方财政收入/(元·人$^{-1}$)	0.073 0
			第三产业占 GDP 比例/%	0.064 0
			全社会固定资产投资额/万元	0.052 1
	社会韧性	0.291 5	人口自然增长率/%	0.117 2
			在岗职工平均工资/(元·人$^{-1}$)	0.064 0
			城镇化率/%	0.064 4
			社会消费品零售总额/万元	0.045 9
	生态韧性	0.130 3	建成区绿地覆盖率/%	0.063 9
			污水处理率/%	0.066 4
	基础设施韧性	0.323 9	人均医疗机构床位数/张	0.034 1
			医疗机构数/个	0.070 4
			中小学学校数量/个	0.097 0
			道路网密度/(km·km^{-2})	0.122 4
经济发展水平	经济发展实力	0.206 9	人均地区生产总值/(元·人$^{-1}$)	0.102 4
			地方财政一般预算内收入/万元	0.104 5
	经济发展潜力	0.368 1	固定资产投资总额/万元	0.099 4
			城乡居民储蓄年末余额/万元	0.085 0
			非农从业人员占比/%	0.183 7
	经济发展活力	0.42 5	职工平均工资/元	0.225 5
			当年实际使用外资金额/万美元	0.106 4
			社会消费品零售总额/万元	0.093 1

2.3.3　协调度模型

耦合协调度模型是用于量化系统间相互作用与协调发展水平的经典方法，通过耦合度和协调度揭示多系统的动态关系[14]。城市韧性与经济发展水平之间存在显著的相互依存与关联：一方面，经济发展为韧性建设提供资源和技术支撑；另一方面，城市韧性通过降低灾害风险、保障社会稳定，为经济持续增长创造必要条件。为量化二者的协调性，构建城市韧性与经济发展的综合评价体系，采用耦合协调度模型分析其交互作用。一般采用如下模型进行测算。

$$C=\frac{\sqrt{UV}}{U+V} \tag{4}$$

式中：C 为耦合度值；U 为城市经济发展水平。

进一步，可以建立以下模型详细测算安徽省各城市间城市韧性与经济发展水平的协调度。

$$T=\alpha U+\beta V \tag{5}$$

$$D=\sqrt{CT} \tag{6}$$

式中：T 为综合协调指数；D 为协调度值；α 为经济发展水平的重要性；β 为城市韧性的重要性。本文将 α 和 β 都设定为 0.5。D 的最终测算指数反映二者之间的关系，结果越大，说明城市韧性与经济发展水平之间的协调发展水准越高；反之，结果越小，表明二者之间的协调发展水准越低。为能够直接反映城市韧性与经济发展水平之间的协调关系，采用张明斗和冯晓青[15]的结果对两个系统的协调度值进行了基本分类。

3　安徽省各城市韧性与经济发展水平的时空差异分析

3.1　城市韧性的时空差异分析

通过对数据的综合测算，能够得到 2015—2023 年安徽省 16 个城市的韧性度基本水平，结果如表 2 所示。结合孙阳等[16]的结果，对城市韧性度进行了基本分类，并划分等级。

3.1.1　城市韧性的时间差异分析

从时间演变趋势来看，2015—2023 年期间安徽省城市韧性度呈现出动态变化特征。整体上，安徽省各城市韧性度均值呈现稳步上升的趋势，均值从 0.346 9 增至 0.449 3，这充分表明在这九年的发展历程中，安徽省城市应对各类冲击与压力的综合能力在不断增强。

前期（2015—2017 年）增长态势相对平缓。2015 年城市韧性度均值为 0.346 9，2016 年略微下降至 0.343 8，2017 年回升至 0.380 5。这一阶段增长幅度较小，以皖北地区部分城市为例，阜阳在这期间城市韧性度从 0.341 4 到 0.400 2，增长较为缓慢，主要原因是政策措施尚在初期探索，基础设施和制度优化的成效尚未充分显现。

中期（2018—2019 年）增长速度显著加快。2018 年均值达到 0.389 8，2019 年更是攀升至 0.424 4。

表 2　2015—2023 年安徽省城市韧性度

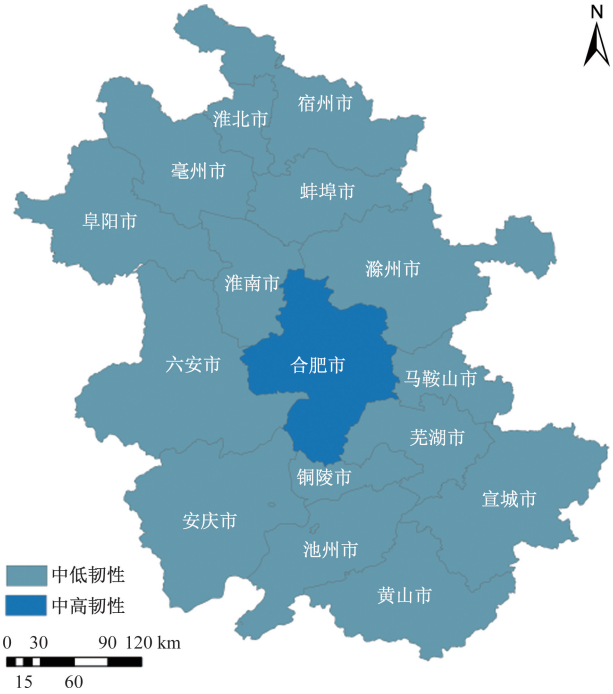
城市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	均值
合肥	0.478 9	0.515 9	0.518 3	0.562 9	0.643 2	0.650 1	0.632 5	0.662 4	0.659 3	0.591 5
芜湖	0.336 7	0.357 7	0.412 5	0.433 6	0.484 3	0.486 4	0.505 6	0.522 5	0.538 1	0.453 1
蚌埠	0.368 8	0.370 0	0.433 2	0.404 4	0.445 4	0.443 7	0.426 4	0.438 0	0.452 5	0.420 3
淮南	0.321 2	0.314 6	0.383 8	0.375 6	0.429 9	0.409 7	0.380 6	0.419 8	0.378 5	0.379 3
马鞍山	0.311 2	0.328 3	0.366 2	0.370 1	0.410 9	0.428 2	0.453 2	0.497 3	0.510 7	0.408 5
淮北	0.384 9	0.354 0	0.364 9	0.356 9	0.409 2	0.395 7	0.404 5	0.393 7	0.442 1	0.389 5
铜陵	0.315 9	0.352 3	0.350 8	0.365 9	0.389 3	0.396 5	0.421 8	0.420 8	0.439 9	0.383 7
安庆	0.402 9	0.359 0	0.348 7	0.350 5	0.379 4	0.357 8	0.427 3	0.432 4	0.443 1	0.389 0
黄山	0.336 5	0.342 7	0.430 9	0.470 8	0.457 3	0.461 0	0.451 8	0.446 6	0.464 5	0.429 1
滁州	0.262 1	0.287 2	0.316 9	0.332 3	0.387 0	0.381 3	0.380 9	0.400 6	0.416 1	0.351 6
阜阳	0.341 4	0.316 3	0.400 2	0.436 1	0.442 9	0.434 0	0.411 1	0.446 9	0.467 2	0.410 7
宿州	0.372 4	0.346 9	0.394 3	0.392 1	0.377 9	0.386 1	0.371 1	0.394 3	0.405 8	0.382 3
六安	0.313 6	0.270 6	0.336 4	0.320 2	0.377 6	0.372 6	0.337 4	0.343 2	0.348 6	0.335 6
亳州	0.405 0	0.375 5	0.335 5	0.350 1	0.374 8	0.374 9	0.363 0	0.355 6	0.365 6	0.366 7
池州	0.341 1	0.340 3	0.385 4	0.391 8	0.410 8	0.422 6	0.426 6	0.436 5	0.448 0	0.400 3
宣城	0.258 2	0.270 2	0.309 3	0.323 5	0.370 1	0.379 8	0.384 5	0.393 7	0.409 0	0.344 2
均值	0.346 9	0.343 8	0.380 5	0.389 8	0.424 4	0.423 8	0.423 6	0.437 8	0.449 3	0.402 2

这一时期,以合肥、芜湖为代表的城市在基础设施建设、生态环境保护、社会治理创新等方面加大了投入力度,一系列政策措施开始落地见效,有力地推动了城市韧性的快速提升。

后期(2020—2023 年)增长出现波动。2020 年均值为 0.423 8,2021 年略微下降至 0.423 6,随后 2022 年回升至 0.437 8,2023 年进一步增长至 0.449 3。这一阶段增长的不稳定性,以黄山等旅游城市受到疫情冲击为例,2020 年旅游业受疫情影响严重,城市韧性度增长受阻。一方面是受到外部环境如新冠疫情等突发事件的强烈冲击,城市在应对公共卫生危机的同时,原有的城市韧性提升节奏被打乱;另一方面,也反映出城市韧性提升进入到一个更为复杂的阶段,极端天气、产业转型等因素使城市面临新挑战。

3.1.2　城市韧性空间差异分析

从空间分布格局来看,安徽省城市韧性度存在显著的城市间差异,如图 1 所示。2015—2023 年城市韧性度均值最高的合肥市达到 0.591 5,处于中高韧性阶段;最低的滁州市仅为 0.351 6,处于中低韧性阶段。合肥市作为安徽省会,在经济实力、科技资源、政策支持等多方面具有得天独厚的优势。在科技创新方面,合肥集聚了众多科研机构和高新技术企业,为城市应对各类风险提供了技术支撑;在基础设施建设方面,大量资金投入交通、能源等关键领域,提升了城市的抗灾能力。相比之下,滁州市在资源集聚和经济发展水平等方面相对薄弱,在提升城市韧性的投入和举措上相对不足,导致城市韧性提升步伐相对缓慢。



审图号:GS(2024)0650 号

图 1　2015—2023 年城市韧性度空间分布

从区域分布特征来看,呈现不均衡的态势。皖中地区凭借合肥市的引领作用,城市韧性水平相对突出。合肥不仅自身城市韧性度高,还通过产业辐射、技术溢出等效应,带动周边城市在经济发展、科技创新、交通枢纽建设等方面的协同发展,进而提升整个皖中地区的城市韧性。皖南和皖北地区内部城市韧性度差异较大。在皖南地区,芜湖市城市韧性度均值为 0.453 1,处于较高水平,而宣城市仅为 0.344 2。芜湖市良好的产业基础,尤其是工业和

服务业的协同发展，为城市韧性提升提供了坚实支撑；而宣城市在产业结构、资源整合等方面存在不足，限制了城市韧性的提升。在皖北地区，阜阳市（0.410 7）和亳州市（0.366 7）也存在明显差异。这种区域内部的差异表明，皖南和皖北地区内部城市在资源禀赋、产业结构等方面存在显著不同，导致城市韧性发展不均衡。部分城市资源丰富、产业结构合理，能够有效提升城市韧性；而部分城市由于资源匮乏、产业结构单一，在提升城市韧性方面面临较大挑战。

3.2　城市经济发展水平的时空差异分析

通过对数据的综合测算，能够得到2015—2023年安徽省16个城市的经济发展水平，结果如表3所示。结合相关研究，根据廖重斌[14]的内容对城市经济发展水平进行等级划分。

3.2.1　城市经济发展水平的时间差异分析

从时间发展趋势来看，安徽省城市经济发展水平呈现出显著的阶段性变化特征。总体而言，2015—2023年期间各城市经济发展水平均值稳步上升，由0.123 9增长至0.388 6，安徽省在这一时期内经济发展取得了进步，城市经济实力不断增强。

前期（2015—2017年），增长态势相对平缓。2015年城市经济发展水平均值为0.123 9，2016年上升至0.160 2，2017年进一步增长到0.174 6。以蚌埠市为例，其经济发展水平从2015年的0.070 5到2017年的0.119 2增长幅度有限。这一阶段全省经济处于逐步积累和调整的过程，产业结构尚未得到全面优化，新兴产业发展尚在起步阶段，导致经济增长动力相对不足，增长速度较为缓慢。

中期（2018—2019年），增长速度有所加快。2018年均值达到0.218 7，2019年提升至0.238 9。合肥市在此期间表现突出，经济发展水平从2018年的0.582 9增长到2019年的0.639 1。这得益于合肥在科技创新领域的持续投入，众多高新技术企业的蓬勃发展，以及产业集群效应的逐步显现，带动了经济快速增长。同时，全省范围内产业结构调整初见成效，部分城市加快淘汰落后产能，积极培育新兴产业，为经济增长注入了新动力。

后期（2020—2023年），增长趋势更为明显。2020—2023年均值从0.306 2到0.388 6。合肥市更是进入了经济发展高水平阶段。芜湖市在2020—2023年间经济发展水平提升显著，从0.529 7增长到0.545 6，这主要归因于芜湖不断深化产业升级，汽车及零部件、电子电器等主导产业竞争力持续增强，同时大力发展现代服务业，促进了经济多元化发展。然而，这一阶段增长也面临着新的挑战，如外部市场环境的不确定性增加、疫情等突发事件对经济的冲击等，但安徽省通过积极的政策调控和产业转型，依然保持了经济发展水平的稳步提升。

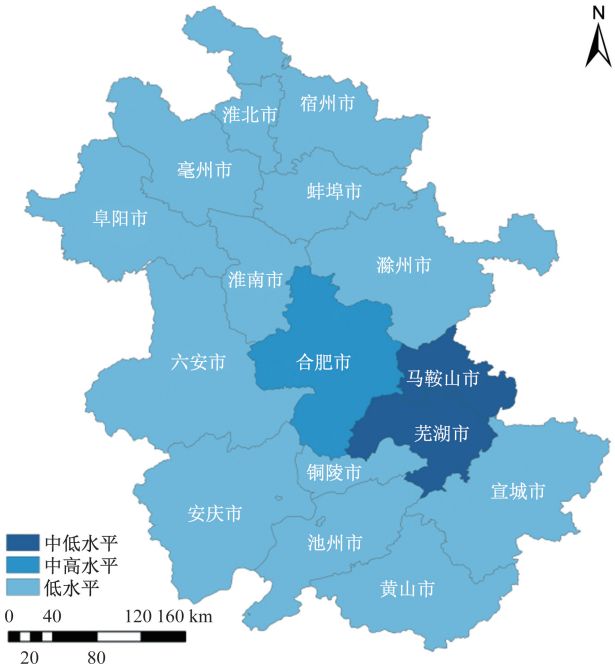
3.2.2　城市经济发展水平的空间差异分析

从空间维度看，安徽省城市经济发展水平呈现明显的不均衡分布特征，如图2所示。2015—2023年经济发展水平均值最高的合肥市达到0.653 8，处于中高水平；最低的亳州市仅为0.166 8，处于低水平，两者差距巨大。

表3　2015—2023年安徽省各城市经济发展水平

城市	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	均值
合肥	0.438 5	0.483 2	0.511 4	0.582 9	0.639 1	0.706 5	0.766 8	0.853 2	0.902 8	0.653 8
芜湖	0.246 3	0.290 0	0.302 5	0.332 1	0.369 5	0.529 7	0.490 3	0.491 7	0.545 6	0.399 7
蚌埠	0.070 5	0.107 0	0.119 2	0.155 4	0.178 9	0.245 2	0.276 8	0.282 7	0.320 6	0.195 1
淮南	0.116 8	0.167 7	0.174 3	0.226 4	0.234 7	0.247 7	0.282 4	0.297 0	0.319 1	0.229 6
马鞍山	0.174 4	0.205 5	0.241 7	0.303 0	0.313 3	0.389 8	0.453 8	0.440 7	0.467 2	0.332 2
淮北	0.114 8	0.133 3	0.136 1	0.169 6	0.179 7	0.218 6	0.244 4	0.264 4	0.295 3	0.195 1
铜陵	0.091 7	0.157 6	0.163 9	0.199 9	0.202 8	0.287 0	0.341 1	0.357 5	0.381 7	0.242 6
安庆	0.102 4	0.135 4	0.138 6	0.182 4	0.196 2	0.268 5	0.316 8	0.328 6	0.357 2	0.225 1
黄山	0.088 1	0.108 3	0.126 6	0.159 8	0.167 3	0.225 5	0.261 9	0.271 3	0.289 8	0.188 7
滁州	0.114 9	0.149 4	0.160 6	0.209 8	0.229 7	0.295 7	0.342 2	0.357 0	0.388 3	0.249 7
阜阳	0.101 0	0.134 2	0.144 0	0.187 9	0.223 6	0.259 8	0.271 6	0.301 8	0.343 3	0.218 6
宿州	0.055 8	0.081 6	0.099 6	0.148 2	0.168 2	0.184 8	0.221 9	0.234 5	0.262 7	0.161 9
六安	0.077 4	0.114 1	0.132 9	0.183 5	0.195 6	0.280 3	0.323 6	0.328 5	0.353 3	0.221 0
亳州	0.029 7	0.084 4	0.098 9	0.141 7	0.156 3	0.196 7	0.239 6	0.255 9	0.297 9	0.166 8
池州	0.056 2	0.072 6	0.094 2	0.127 1	0.155 3	0.255 5	0.305 6	0.301 5	0.325 3	0.188 1
宣城	0.103 7	0.138 4	0.149 9	0.190 2	0.213 1	0.307 7	0.334 0	0.334 2	0.368 0	0.237 7
均值	0.123 9	0.160 2	0.174 6	0.218 7	0.238 9	0.306 2	0.342 0	0.356 3	0.388 6	0.256 6

从区域分布来看,皖中地区的经济发展水平相对较高。合肥作为皖中地区的核心城市,对周边城市产生了较强的辐射带动作用。马鞍山、滁州等城市受益于合肥的产业外溢和技术扩散,经济发展水平也得到了一定程度的提升。皖南地区的芜湖市经济发展水平也较为突出,均值达到 0.399 7,芜湖市依托良好的产业基础和区位优势,在制造业和现代服务业方面发展迅速。然而,皖南地区的黄山市经济发展水平相对较低,均值为 0.188 7,主要是由于其产业结构相对单一,过度依赖旅游业,在面对外部环境变化时经济发展的抗风险能力较弱。皖北地区整体经济发展水平相对滞后。宿州、亳州等城市经济发展水平均值较低,主要原因在于这些地区产业结构以传统农业和资源依赖型产业为主,产业附加值低,科技创新能力不足,基础设施和公共服务相对薄弱,在吸引投资和人才方面面临较大困难,制约了经济的快速发展。



审图号:GS(2024)0650 号

图 2　经济发展水平空间分布

4　安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平的协调性测度

4.1　城市韧性与经济发展水平协调度时序变化

根据城市韧性度与经济发展水平的综合得分,利用协调度模型,计算 2015—2023 年安徽省 16 个城市的城市韧性与经济发展水平的协调度,结果如表 4 所示。

从图 3 和表 4 可以看出,2015—2023 年期间,安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平的协调度整体呈现上升趋势。合肥市在这期间的协调度始终处于领先地位,且增长较为稳定,反映其在城市建设与经济发展方面的良性互动。芜湖、马鞍山等城市的协调度也相对较高,表明这些城市在资源配置、基础设施建设以及经济结构调整等方面取得了一定成效,能够较好地兼顾城市韧性提升与经济发展。一方面,随着安徽省整体经济的快速发展,各地在基础设施建设、科技创新投入、公共服务提升等方面的资源不断增加,为城市韧性与经济发展的协调共进提供了物质基础;另一方面,政策引导在城市发展中起到关键作用,各地政府逐渐重视城市韧性建设,出台相关政策促进产业升级、生态保护和社会治理,使得城市在经济发展的同时,韧性也得到提升。

表 4　2015—2023 年安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平协调度

城市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	均值
合肥	0.478 7	0.499 6	0.507 4	0.535 2	0.566 2	0.582 1	0.590 1	0.613 1	0.621 1	0.554 8
芜湖	0.379 4	0.401 3	0.420 3	0.435 6	0.459 9	0.503 8	0.498 9	0.503 4	0.520 5	0.458 1
蚌埠	0.284 0	0.315 4	0.337 0	0.354 0	0.375 7	0.406 1	0.414 4	0.419 5	0.436 4	0.371 4
淮南	0.311 2	0.338 9	0.359 6	0.381 9	0.398 5	0.399 1	0.404 9	0.420 2	0.416 8	0.381 2
马鞍山	0.341 3	0.360 4	0.385 7	0.409 2	0.423 5	0.452 0	0.476 2	0.483 8	0.494 2	0.425 1
淮北	0.324 2	0.329 5	0.333 8	0.350 7	0.368 2	0.383 5	0.396 5	0.401 6	0.425 0	0.368 1
铜陵	0.291 7	0.343 3	0.346 3	0.367 7	0.374 8	0.410 7	0.435 5	0.440 4	0.452 6	0.384 8
安庆	0.318 7	0.332 0	0.331 6	0.355 6	0.369 4	0.393 7	0.428 9	0.434 1	0.446 0	0.378 9
黄山	0.293 4	0.310 3	0.341 7	0.370 3	0.371 9	0.401 5	0.414 7	0.417 2	0.428 3	0.372 1
滁州	0.294 6	0.321 8	0.335 9	0.363 3	0.386 1	0.409 7	0.424 9	0.434 8	0.448 3	0.379 9
阜阳	0.304 7	0.321 0	0.346 5	0.378 3	0.396 7	0.409 7	0.408 7	0.428 5	0.447 5	0.382 4
宿州	0.268 4	0.290 0	0.314 8	0.347 2	0.355 0	0.365 4	0.378 8	0.389 9	0.404 0	0.346 0
六安	0.279 1	0.296 4	0.325 1	0.348 2	0.368 6	0.402 0	0.406 5	0.409 7	0.418 9	0.361 6
亳州	0.234 3	0.298 3	0.301 8	0.333 7	0.347 9	0.368 5	0.384 0	0.388 4	0.406 2	0.340 3
池州	0.263 1	0.280 4	0.308 6	0.334 0	0.355 4	0.405 3	0.424 9	0.425 9	0.436 9	0.359 4
宣城	0.286 0	0.310 9	0.328 1	0.352 2	0.374 7	0.413 4	0.423 3	0.425 9	0.440 4	0.372 8
均值	0.309 5	0.334 4	0.351 5	0.376 1	0.393 3	0.419 2	0.431 9	0.439 8	0.452 7	0.389 8

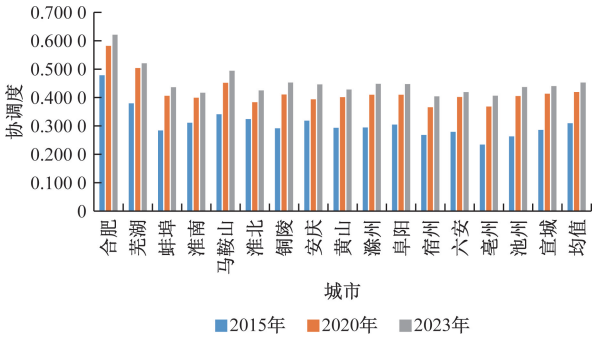


图 3　典型年份安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平的协调度变化

由表 4 和图 3 可知，2015—2023 年安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平协调度整体呈现上升的趋势，然而城市之间的差异较为显著。合肥、芜湖等经济发展水平较高的城市，协调度也相对较高。与之形成对比的是，皖北部分城市如宿州、亳州等协调度相对落后，充分体现区域发展的不平衡性。为了推动协调发展，必须强化安徽省区域合作，构建区域协同发展机制，以合肥、芜湖等城市为核心，借助产业转移、技术共享等途径，带动皖北等协调度较低地区的发展，促进资源的合理流动与共享。其次实施精准施策，针对协调度较低的城市，深入分析其发展短板。例如，亳州可依托自身中医药产业优势，加大科研投入，完善产业链，进而提升产业韧性；宿州加强基础设施建设，优化营商环境，吸引外部投资。最后发挥政策引导作用，省级政府出台差异化政策，在财政补贴、税收优惠等方面向协调度较低的城市倾斜，鼓励这些城市在生态保护、产业升级、社会治理等方面进行创新，以此提升城市韧性与经济发展的协调水平。

4.2　城市韧性与经济发展水平协调度空间变化

如图 4 所示，安徽省 16 个城市的城市韧性与经济发展水平的协调度呈现“核心-边缘分化”的布局，且协调水平仅有初级协调和勉强协调两类，整体协调水平不高，缺乏高度协调的区域，城市韧性与经济发展水平的协调性存在较大的提升空间。安徽省在未来的发展规划中，强化核心区的辐射作用，推动核心地区与边缘地区的协调联动。

(1)轻度失调(0.2＜D≤0.3)：2015 年，安徽省部分城市的协调度处于轻度失调状态，包括亳州市(0.234 3)、宿州市(0.268 4)、池州市(0.263 1)等。这些城市在经济发展初期可能过于注重经济增长速度，而忽视了城市韧性建设，如基础设施完善、生态环境保护等，导致协调度较低。但到 2016 年后，

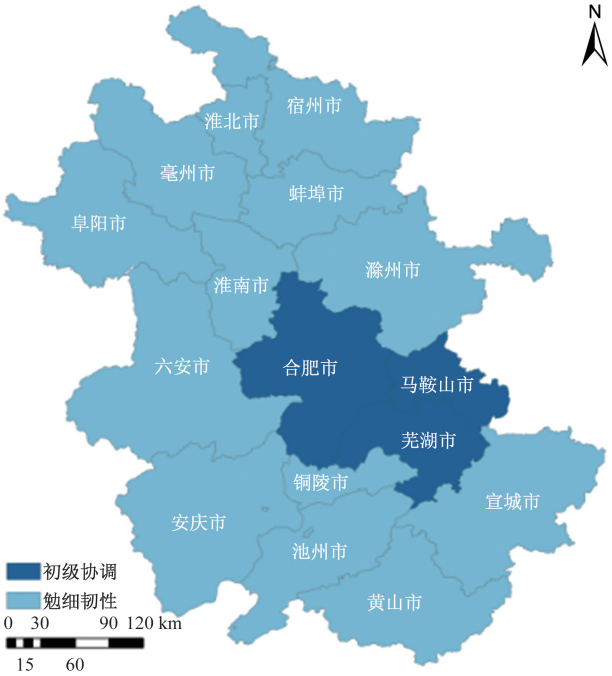


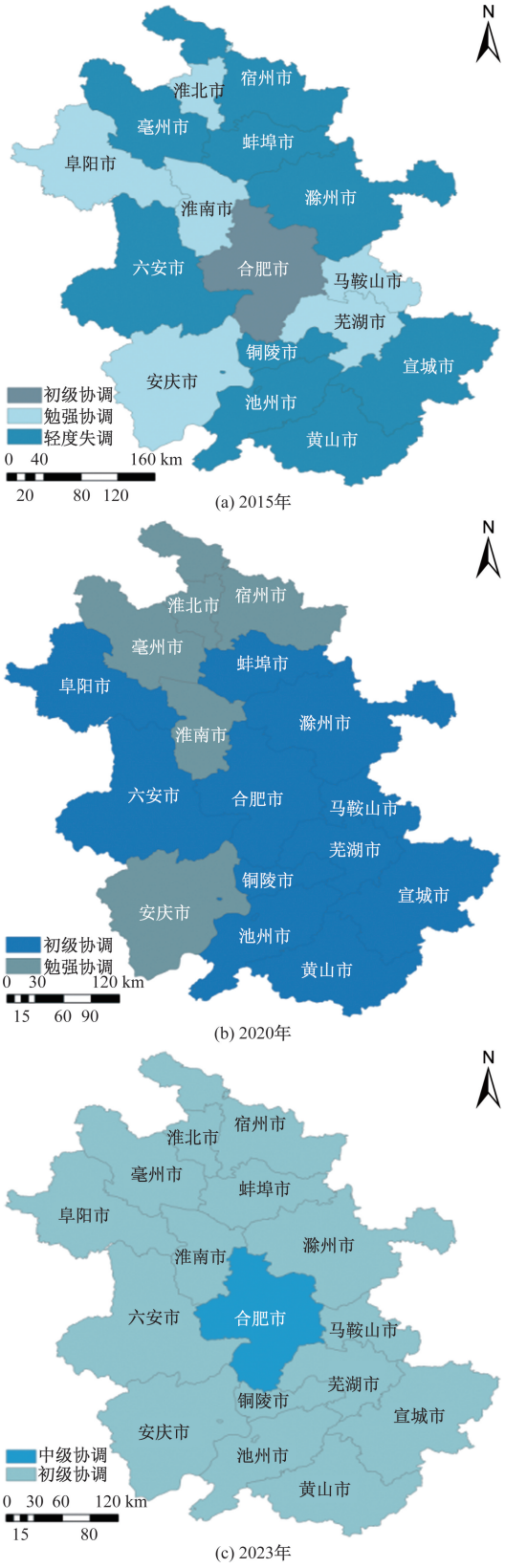
图 4　安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平协调性的空间布局

这些城市逐步优化发展策略，协调度稳步提升，至 2023 年全部进入勉强协调及以上等级，表明其在经济与韧性协同发展方面取得了一定成效。

(2)勉强协调(0.3＜D≤0.4)：2015 年，淮南市(0.311 2)、淮北市(0.324 2)、铜安庆市(0.318 7)等城市处于勉强协调等级。这些城市在后续年份中协调度持续增长，如蚌埠市从 2015 年的 0.284 0 提升至 2023 年的 0.436 4，淮南市从 0.311 2 提升至 0.416 8。尽管进步明显，但截至 2023 年，仍有部分城市(如宿州市 0.404 0，亳州市 0.406 2)刚刚突破 0.4 的初级协调门槛，说明其经济与韧性协同发展仍需加强。

(3)初级协调(0.4＜D≤0.6)：2015 年，仅合肥市(0.478 7)和芜湖市(0.379 4)接近或达到初级协调等级。到 2023 年，合肥市(0.621 1)、芜湖市(0.520 5)、马鞍山市(0.494 2)、铜陵市(0.452 6)等城市均进入初级协调阶段。其中，合肥市的协调度在 2022 年首次突破 0.6(0.613 1)，2023 年进一步提升至 0.621 1，成为安徽省首个进入中级协调的城市，表明其经济发展与城市韧性建设高度协同。

(4)中级协调(0.6＜D≤0.8)：截至 2023 年，安徽省仅合肥市(0.621 1)的协调度超过 0.6，进入中级协调等级。合肥市作为省会城市，通过产业升级、科技创新和生态保护等多方面举措，实现了经济高质量增长与城市韧性提升的良性互动。其他



审图号:GS(2024)0650 号

图 5　典型年份安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平协调性的空间布局

城市如芜湖市、马鞍山市等虽进步显著,但尚未达到中级协调水平,未来需进一步优化发展模式。

5　结论与建议

5.1　结论

本文以安徽省 16 个城市为研究对象,利用层次分析法分别测算 2015—2023 年的城市韧性与经济发展水平,并基于协调度模型,着重探讨了城市韧性与经济发展水平之间的协调性。得到了如下的结论:城市韧性与经济发展协调度呈现“合肥-芜湖双核引领,皖北洼地”的梯度分布,核心城市(合肥、芜湖)辐射效应显著,但边缘地区(如宿州、亳州)协调度滞后;全省协调度普遍偏低,70%城市处于初级协调阶段,尚未形成高度协调的均衡发展格局;2015—2023 年,安徽省城市韧性与经济发展协调度整体呈上升趋势,但不同城市提升速度差异较大;安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平处于转型发展期,整体处于从“初级协调”向“中级协调”集体过渡的转型期,是量变到质变的关键阶段。

5.2　建议

总体来看,2015—2023 年安徽省各城市的城市韧性与经济发展水平的协调度处于不断适应上升的阶段。从早期的失调状态向协调状态转变,表明安徽省各城市在经济发展的过程中提高了城市韧性与经济发展水平的协调度。

为了促进安徽省城市韧性与经济发展水平协调度从“初级协调”向“中级协调”转变,本文提出如下政策建议:首先,强化核心城市辐射作用,推动区域协同发展。支持合肥、芜湖牵头设立“皖江城市带协同创新基金”,重点资助合芜之间科技成果转化项目,鼓励龙头企业跨市设立研发分支机构;推动建立“合肥-芜湖产业协作示范区”,明确年度产业转移项目清单,重点引导电子信息、新能源汽车等优势产业配套环节向六安、滁州等地有序转移。其次,实施分类施策与全面优化。针对不同地区的发展特点,精准补齐短板,如为皖北地区提供财政补贴,省级财政设立“皖北韧性建设专项”,支持淮北、宿州等资源型城市发展农产品深加工、生物制造等特色产业,每年遴选 3～5 个县域开展韧性农业试点;推动皖南旅游城市产业多元化,鼓励黄山、宣城等旅游城市发展康养旅游、数字文创等新业态,对符合条件的文旅融合项目给予最高 20%的投资补贴,推动“徽文化生态保护区”与韧性社区建设相结合,提升传统村落防灾能力;同时,从经济、生态、社会三个维度优化韧性城市建设框架,将“经济-生态-社会”韧性指标纳入各市年度考核,要求各地市每

两年更新一次城市防灾应急预案，并在公共预算中明确韧性基础设施建设比例。最后，引导社会力量参与，构建多元共治的韧性提升格局。在社区层面推广“韧性网格员”制度，由街道统筹培训退役军人和志愿者参与风险排查与应急演练，2025年前实现全省城市社区覆盖率达80%；开展“韧性安徽”公众宣传活动，通过安徽卫视、政务新媒体等渠道定期发布城市风险地图与自救指南，并将韧性知识纳入中小学安全教育课程。通过上述举措，有望切实提升安徽省各城市在经济转型过程中的风险应对能力，实现高质量发展与韧性建设良性互动。

参考文献

[1] 范雨婷，张杰. 数字经济发展对城市经济韧性影响的空间效应[J]. 经济地理，2025，45(7)：46-55.

[2] 钱丽，邵真真，邵莹莹. 数字经济与城市韧性耦合协调关系及影响因子研究——以长三角为例[J]. 成都理工大学学报(社会科学版)，1-12[2025-09-01]. doi：51.1641.c.20250626.1730.006.

[3] 王胜兰. 数字经济对城市韧性的影响研究[J]. 北京经济管理职业学院学报，2025，40(2)：21-32.

[4] 曹玉昆，陈雨荷. 区域经济高质量发展与生态环境保护耦合协调——以黑龙江省为例[J]. 科技和产业，2025，25(15)：202-210.

[5] 黄继磊. 中原城市群城市韧性与数字经济发展的耦合协调研究[J]. 统计理论与实践，2025(1)：32-38.

[6] 徐柳怡. 数字经济赋能城市韧性的影响机制与提升路径[J]. 学习与实践，2024(11)：78-85.

[7] 程建华，陈冉. 长三角城市群城市韧性与区域经济发展水平耦合协调研究[J]. 金陵科技学院学报(社会科学版)，2024，38(3)：18-25.

[8] 方永胜，曹雨桐. 长三角地区数字经济发展对城市经济韧性的影响研究[J]. 合肥师范学院学报，2024，42(4)：49-54.

[9] 陈有川，张延奇，段文婷，等. 基于多源数据的省域县城韧性发展水平评价研究——以山东省为例[J]. 城市发展研究，2024，31(11)：18-23.

[10] 魏沅. 城市既有社区社会韧性评价体系构建与提升路径[J]. 规划师，2025，41(S1)：8-13.

[11] 袁媛，张靖雯，黄先开，等. 城市群经济-水资源-生态环境耦合协调评价及影响因素研究：以京津冀为例[J]. 干旱区资源与环境，2025，39(8)：13-28.

[12] 解希玮，梁锦旻，王红梅，等. 区域经济—环境系统协调发展与低碳协同研究——以京津冀地区为例[J]. 城市发展研究，2025，32(2)：40-48.

[13] 刘江艳，曾忠平. 弹性城市评价指标体系构建及其实证研究[J]. 电子政务，2014(3)：82-88.

[14] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系——以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理，1999(2)：76-82.

[15] 张明斗，冯晓青. 长三角城市群内各城市的城市韧性与经济发展水平的协调性对比研究[J]. 城市发展研究，2019，26(1)：82-91.

[16] 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.

Spatio-temporal Evolution Analysis of the Coordination Degree between Urban Resilience and Economic Development Level: A Case Study of Anhui Province

WU Peng, ZHENG Yanan

(School of Business, Anhui University, Hefei 230602, China)

Abstract: Based on the panel data of 16 prefecture-level cities in Anhui Province from 2015 to 2023, a four-dimensional resilience evaluation system covering the "economic-social-ecological-facility" dimensions was constructed. Integrating the indicators of economic development strength, potential and vitality, the CRITIC weight model and coordination degree model were applied to empirically analyze the spatiotemporal characteristics of the coordination between the four-dimensional resilience system and economic development. The results are as follows. The coordination degree between urban resilience and economic development presents a gradient distribution characterized by "dual-core leadership of Hefei-Wuhu and low-level clustering in northern Anhui". The core cities (Hefei and Wuhu) exhibit a significant radiating effect, while the coordination degree of marginal cities (such as Suzhou and Bozhou) lags behind. The overall coordination degree across the province remains generally low, with 70% of the cities in the primary coordination stage, and a balanced development pattern with high coordination has not yet been formed. During the period from 2015 to 2023, the coordination degree between urban resilience and economic development in Anhui Province shows an overall upward trend, but there are significant differences in the improvement speed among different cities. The urban resilience and economic development level of various cities in Anhui Province are in a transitional development period. Generally, they are in a collective transition stage from "primary coordination" to "intermediate coordination", which constitutes a critical phase for the transformation from quantitative change to qualitative change.

Keywords: urban resilience; economic development level; coordination degree; CRITIC