

江苏省金融集聚、区域创新和生态效率时空耦合协调

庞庆华 周末沫 李铭珍¹

(河海大学 商学院, 江苏 常州 213022)

【摘要】: 文章以江苏省金融集聚、区域创新和生态效率的时空耦合协调关系作为研究对象, 选取 2007-2017 年江苏省数据, 利用区位熵和熵权法测算金融集聚和区域创新能力, 使用超效率 DEA 模型对生态效率进行度量, 将空间权重加入耦合协调模型中, 对江苏省的金融集聚—区域创新—生态效率系统的耦合协调度进行测算并分析其空间演化过程。研究表明, 江苏省的耦合度和协调度在不同地区存在很大差异, 且江苏省金融集聚、区域创新和生态效率三元系统的耦合协调度在不断提高, 需要强化江苏省内区域之间的合作联动意识。

【关键词】: 空间耦合 金融集聚 区域创新 生态效率

【中图分类号】: F127 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1007-5097 (2020) 05-0033-09

一、引言

2014 年习近平总书记亲临江苏视察并发表重要讲话, 提出了“努力建设经济强、百姓富、环境美、社会文明程度高的新江苏”的殷切期望, 为江苏发展指明了努力方向和工作重点。同时, 江苏省第十三次党代会做出了“聚力创新、聚焦富民, 高水平全面建成小康社会”的部署。这些都对江苏省在提高经济发展水平、增强金融影响力、加强生态文明建设和大力发展创新几个方面提出了要求。因此, 本文从系统耦合的角度出发, 分析江苏省金融集聚、区域创新与生态效率的协同发展状况, 提出江苏省三元系统协同发展的对策与建议, 为实现江苏省可持续发展以及“强富美高”发展要求提供有价值的参考。

目前国内外学者对区域活动中区域创新、生态效率、金融集聚和经济发展之间的关系等几个关键要素进行了研究^[1,2,3,4,5]。关于金融集聚对生态效率和区域创新的影响研究发现: 金融集聚存在溢出效应, 且对生态效率和技术创新起着至关重要的作用^[6,7]; 金融对创新存在直接影响, 并且随着制度环境的不断完善对创新的促进作用越加明显^[8,9,10]; 但是, 金融集聚对不同地区的创新能力的促进作用存在差异, 经济发达地区的作用更加明显, 经济欠发达地区有可能存在反向抑制作用^[11], 金融集聚对生态效率的影响也存在着类似的情况。针对区域创新与生态效率关系的研究则表明: 生态效应存在溢出效应, 区域创新能力的提高是生态效率提升的重要途径^[12]; 尤其是创新的期望产出部分, 即区域绿色技术创新对提高生态效率有着显著的作用^[13]。学者们进一步探索金融集聚与生态效率、区域创新与生态效率之间的关系发现: 金融集聚和区域创新都能够提高生态效率, 并且金融集聚的促进作用要高于区域创新对生态效率的促进作用^[14]; 金融集聚是通过促进区域创新和产业结构升级, 进而间接促进生态效率

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目“基于计算实验的多级供应链碳减排行为分析与协调机制研究”(19YJAZH068); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目“碳限额与交易机制下的供应链低碳运营及协调机制研究”(2018B25414)

作者简介: 庞庆华 (1977), 男, 山东菏泽人, 教授, 博士, 研究方向: 管理科学理论与方法;
周末沫 (1996), 女, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向: 社会经济统计;
李铭珍 (1994), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 研究方向: 金融统计分析。

的提高^[15]。此外，还有不少人选择从系统的角度来研究这几个因素的耦合协调发展情况：目前多数区域的科技创新与金融创新的耦合度已经显著提高^[16]；但是金融集聚和生态效率的耦合情况大都呈现出了金融集聚滞后型的状态，金融资源的利用率不高，对生态效率的支撑度不足^[17]。

从现有研究来看，已经从由单方面考虑因果关系发展到将不同因素纳入同一系统来考虑，也取得了诸多研究成果。但由于金融集聚这样的因素往往具有空间溢出性，如何把空间效应纳入系统的研究中是一个难点。现有的文献主要关注金融集聚、区域创新和生态效率三者之间或者两两之间的因果关系，没有将三者纳入同一个系统中从系统的角度研究它们之间的相互作用，并且，在讨论金融集聚以及生态效率时没有考虑空间溢出效应的影响。因此，本文的主要工作一方面是将金融集聚、区域创新和生态效率纳入同一个系统中考虑它们之间协调发展情况；另一方面是将空间权重纳入江苏省的金融集聚—区域创新—生态效率的发展系统中，充分考虑空间效应的影响，使得计算的耦合协调度更精准。通过探究江苏省的系统协调发展情况，揭示金融集聚—区域创新—生态效率系统的发展模式，为实现江苏省的系统协调发展提供有益的参考。

二、指标选取

（一）金融集聚评价指标

区位熵是学者们最常选用的用来衡量金融集聚的指标，其计算公式如下：

$$U_{1mn} = \frac{X_{mn}/X_n}{X_m/X} \quad (1)$$

其中， X_{mn} 表示 n 地区金融机构人民币存款余额数； X_n 表示地区 n 的经济增长水平（GDP）； X_m 表示江苏省 13 个地级市的金融机构人民币存款余额之和； X 表示江苏省 13 个地级市的经济增长水平（GDP）。 U_{1mn} 数值越大，表示该地区的金融集聚水平越高。

（二）区域创新评价指标

关于区域创新的衡量，学者们有着不同的角度与方法，目前主要采用的方式有两种：第一种是选择专利申请量或者授权量来替代；另一种是通过构建指标体系来衡量。考虑选择单一变量来替代区域创新这个指标会有不全面、不完整的问题，本研究将通过构建指标体系来衡量区域创新，该指标体系主要从创新投入、创新产出和创新环境三大部分对区域创新进行测度。在创新投入方面，选择了科技活动人员数、R&D 投入、研究和实验人员全时当量三个指标；创新产出则用专利授权数作为代表；创新环境考虑到目前大多数的创新是教育机构和研究机构产生，因此使用教育从业人数、普通高等学校与科研机构数量、教育与研发支出来衡量。

在指标体系的基础上，采用线性加权法对区域创新予以测算，计算公式如下：

$$U_{2mn} = \sum_{i=1}^B w_{ij} Q'_{ij} \quad (2)$$

其中， U_{2mn} 是区域创新的综合评价指数； w_{ij} 为第 i 个系统第 j 项指标的权重，通过熵权法获得； Q'_{ij} 为第 i 个系统第 j 项指标标准值，通过运用极差标准化方法计算得到。

（三）生态效率评价指标

在生态效率的测度方面，主要的方法有 DEA 效率测量随机前沿的 SFA 方法和构建指标体系运用的加权法计算。在参考前人研究的基础上，本研究将通过建立一个投入产出的生态效率指标体系，运用 DEA 方法来计算江苏省的生态效率指数。生态效率指标体系包括环境影响类、资源消耗类与产出类三个部分，其中环境影响类与资源消耗类属于投入，产出类属于产出。环境影响类选择了工业二氧化硫排放量、工业烟（粉）尘排放量和工业废水排放量来计算；资源消耗类选择劳动投入、用水量和全社会用电量来计算，劳动投入用就业人数来衡量；产出类选择 GDP 和建城区绿化面积作为代表，GDP 以 2007 年为基期进行了平减处理。

本文选择 2007-2017 年江苏省 13 个城市的面板数据为样本，实证考察江苏省金融集聚、区域创新和生态效率的协调发展。数据来源于 2007-2018 年《中国统计年鉴》、各个城市历年统计公报、2007-2018 年《中国城市统计年鉴》以及各个城市历年统计年鉴，其中涉及货币的指标均以 1978 年为基期进行了平减处理。

三、空间耦合协调度模型构建

（一）空间耦合模型

借鉴何宜庆的研究成果^[18, 19, 20]，考虑金融集聚和生态效率空间因素的影响，构建耦合度函数如下：

$$C = \sqrt[3]{\frac{U_1 U_2^w U_3^w}{(U_1 + U_2^w + U_3^w)^3}} \quad (3)$$

其中， U_1 为区域创新综合评价指数； $U_p^w = U_p^{\delta} + (U_p^{\delta})^{\delta}$ 为金融集聚（生态效率）的空间溢出项，表示地区 p 金融集聚（生态效率）受相邻地区金融集聚（生态效率）发展程度的影响，是相邻地区金融集聚（生态效率）的地理加权平均， δ 表示 U_p 和 U_p^{δ} 的相对重要程度。 U_p^{δ} 的计算公式如下：

$$U_p^{\delta} = \sum_j W_{ij} u_j \quad (4)$$

其中， W_{ij} 为空间权重矩阵，采用 0-1 矩阵； u_j 为功效贡献程度。

（二）空间耦合协调度函数构建

耦合度 C 作为反应金融集聚、区域创新和生态效率三元系统的耦合程度的重要指标，对判断三元系统的空间耦合作用的强度与广度以及展示系统发展的秩序具有重要的意义。但是金融集聚、区域创新和生态效率三元系统存在着交错、不平衡和动态变化的特点，耦合度只能判定系统之间相互作用的强弱程度，无法描述系统间的协调发展程度。因此，需要在耦合度模型的基础上建立协调度模型，从而客观地反映江苏省的金融集聚—区域创新—生态效率之间的协调发展关系。模型如下：

$$D = \sqrt{C \times T} = \sqrt{C \times (aU_1 + bU_2^w + cU_3^w)} \quad (5)$$

其中，D 表示综合反映金融集聚—区域创新—生态效率这个总系统的耦合协调度；a、b、c 为三个待定参数，反映三个子系统对总系统贡献的重要程度，取 $a=b=c=1/3$ 。

参照以往研究^[21]，并结合实际的研究特征，可以将耦合度与耦合协调度分为四个发展阶段，见表 1 所列。

表 1 耦合度与耦合协调度的判别标准与划分类型

耦合度 C		耦合协调度 D	
取值范围	所处阶段	取值范围	所处阶段
$0 < C \leq 0.2$	低水平耦合阶段	$0 < D \leq 0.2$	低度协调耦合 I
$0.2 < C \leq 0.5$	拮抗阶段	$0.2 < D \leq 0.5$	中度协调耦合 II
$0.5 < C \leq 0.8$	磨合阶段	$0.5 < D \leq 0.8$	良性协调耦合 III
$0.8 < C \leq 0.1$	高水平耦合阶段	$0.8 < D \leq 0.1$	高度协调耦合 IV

再根据金融集聚的区位熵、区域创新指数和生态效率指数发展度之间的差异，将江苏省三元系统的空间耦合协调度细分为四类，即创新滞后型、金融滞后型、生态滞后型和协调发展型，见表 2 所列。

表 2 协调发展类型划分

U1、U2、U3 关系	协调发展类型
$U2 - U1 \geq 0, U3 - U1 \geq 0$	创新滞后型 A
$U1 - U2 \geq 0, U1 - U2 \geq 0$	金融滞后型 B
$U1 - U3 \geq 0, U2 - U3 \geq 0$	生态滞后型 C
$U1 = U2 = U3$	协调发展型 D

四、江苏省金融集聚、区域创新与生态效率特征分析

（一）金融集聚特征分析

运用区位熵公式，计算出江苏省各城市的区位熵指数，结果见表 3 所列。

表 3 2007-2017 年江苏省各市区位熵

地区	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
南京	1.786	1.797	1.830	1.749	1.710	1.655	1.612	1.629	1.776	1.701	1.690
无锡	0.929	0.973	1.028	1.046	1.026	1.005	0.993	1.029	0.995	0.990	0.977
徐州	0.701	0.692	0.646	0.635	0.632	0.619	0.626	0.616	0.595	0.611	0.580
常州	1.009	1.035	1.063	1.060	1.031	1.043	1.041	0.983	0.941	0.956	0.928

苏州	1.040	1.006	1.006	1.043	1.067	1.086	1.101	1.110	1.088	1.080	1.112
南通	0.947	0.955	0.972	0.994	1.016	1.020	1.042	1.052	1.048	1.060	1.043
连云港	0.860	0.858	0.762	0.739	0.731	0.693	0.670	0.672	0.657	0.680	0.730
淮安	0.646	0.613	0.592	0.608	0.584	0.578	0.571	0.582	0.566	0.650	0.725
盐城	0.655	0.656	0.610	0.607	0.631	0.639	0.658	0.686	0.691	0.742	0.798
扬州	0.801	0.797	0.792	0.773	0.807	0.834	0.844	0.823	0.783	0.779	0.755
镇江	0.711	0.725	0.759	0.786	0.793	0.801	0.804	0.775	0.756	0.793	0.805
泰州	0.786	0.813	0.807	0.803	0.806	0.829	0.843	0.836	0.803	0.831	0.780
宿迁	0.550	0.552	0.522	0.540	0.569	0.595	0.619	0.590	0.571	0.607	0.603

运用区位熵指数能够对江苏省各个城市的金融集聚情况进行很好的量化，表 3 的结果显示，区位熵方法比较合理、能有效地对金融集聚做出定量评价。从时间维度上看，江苏省各个城市的金融集聚指数都有一定的波动，苏南和苏中地区的大部分城市在波动后出现了金融集聚度的降低，苏北的多数地区在波动后则是金融集聚度升高。从地区角度看，南京市一直是金融集聚水平最高的地区，远超后面的几个城市，紧随其后的苏州、无锡、常州三个城市的金融集聚指数也在一个比较高的水平，并且互相之间差距不大。此外，南通也有着较高的金融集聚指数，其余地区的金融集聚水平略低于以上城市。但从整体来看，江苏省各个城市之间的金融集聚差异不是很大，发展比较均衡。

（二）区域创新特征分析

在区域创新指标体系的基础上，使用熵权法可以计算出江苏省各个城市在 2007-2017 年的区域创新情况，结果见表 4 所列。

表 4 2007-2017 年江苏省区域创新指数

地区	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
南京	9.680	10.111	9.915	10.157	10.512	10.575	10.466	11.150	11.087	10.923	11.146
无锡	9.101	9.295	9.351	9.720	10.067	9.594	9.512	10.077	10.035	9.829	10.216
徐州	8.661	8.534	8.970	9.292	9.753	9.728	9.664	10.241	10.071	9.883	10.421
常州	8.638	8.723	8.862	9.189	9.552	9.464	9.438	10.104	9.949	9.733	10.162
苏州	9.318	9.412	9.720	9.984	10.357	10.304	10.408	10.967	10.800	10.608	11.262
南通	8.671	8.701	9.031	9.353	9.718	9.646	9.760	10.355	10.233	10.010	10.575
连云港	7.862	7.837	8.272	8.562	8.985	8.987	8.981	9.635	9.460	9.214	9.839
淮安	7.994	7.999	8.294	8.580	8.988	8.994	9.082	9.762	9.608	9.337	9.962
盐城	8.323	8.121	8.645	8.906	9.330	9.315	9.246	9.891	9.812	9.626	9.873
扬州	8.302	8.323	8.555	8.850	9.227	9.242	9.341	10.034	9.834	9.605	10.269
镇江	8.237	8.241	8.527	8.788	9.168	9.176	9.079	9.759	9.552	9.385	9.941

从时间的维度观察计算得到的区域创新指数，可以发现，2007-2017 年江苏省 13 个城市在区域创新能力总体上都呈现出不断上升的趋势，在 2011 年之前区域创新能力大幅度提高，2011 年之后创新能力的提升有所减缓且呈现阶梯式增长。从地区角度来看，南京和苏州的区域创新能力处于第一梯队，高于其他城市；宿迁市的区域创新能力处于第三梯队，低于大多数城市；剩下的 10 个城市处于第二梯队。整体看来，江苏省各个城市的区域创新能力发展趋势基本一致，地区之间的差异比较小。并且江苏省区域创新的总体发展趋势基本上是整体不断上升中存在一些波动。可以发现，从 2007 年开始，江苏省的整体区域创新一直

呈现出上升的态势，在 2011 年之前是稳步增长，2011 年后则表现为波动上升。

（三）生态效率特征分析

在生态效率指标体系的基础上，使用 DEA-SOLVER 软件，运用 SBM 中的非定向模型 SBM-O-V 模型来测算生态效率，最终得到 2007-2017 年江苏省 13 个城市的生态效率指数，见表 5 所列。

从表 5 可以看出，2007 年江苏省各城市之间的生态效率指数有着较大的差异，宿迁、连云港、南京和苏州有着较高的生态效率，而常州、淮安、扬州和泰州的生态效率指数与南京等城市差距明显，甚至呈现倍数关系。但到了 2017 年，江苏省各个城市之间的生态效率差异大幅度缩小，各个城市之间的生态效率指数趋于接近。从地区的维度看，宿迁、连云港、徐州和盐城的生态效率指数出现了下滑，其中宿迁和连云港的下滑幅度较大；除这四个城市外其他地区都有着不同程度的生态效率指数增长，其中淮安、常州以及南京有较大涨幅。但从整体来看，生态效率指数在 11 年间一直处于波动的状态，并没有稳定的上升或者下降。

表 5 2007-2017 年江苏省生态效率指数

地区	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
南京	2.15	1.97	1.96	1.92	1.90	1.83	1.81	1.86	1.88	2.42	1.42
无锡	1.09	1.05	1.11	1.10	1.10	1.12	1.10	1.09	1.07	1.09	1.05
徐州	1.18	1.18	1.27	1.25	1.17	1.08	1.57	1.07	1.08	1.10	1.18
常州	0.39	0.38	1.08	1.03	1.04	1.08	1.03	1.08	1.10	1.09	0.68
苏州	1.13	1.19	1.18	1.19	1.18	1.14	1.15	1.18	1.16	1.14	1.29
南通	1.06	1.05	1.06	1.08	1.05	1.10	1.02	1.08	1.07	1.11	1.05
连云港	1.35	1.21	1.33	1.42	1.49	1.74	1.82	1.46	1.59	1.56	1.89
淮安	0.57	0.52	0.74	0.47	0.41	0.41	0.47	1.04	1.08	1.19	0.81
盐城	1.14	1.21	1.18	1.18	1.18	1.16	1.22	1.35	1.07	1.09	1.15
扬州	1.00	1.01	1.04	1.13	1.17	1.16	1.06	1.18	1.05	1.08	1.15
镇江	1.06	1.05	1.06	1.01	0.49	0.61	1.03	1.08	1.06	1.10	1.05
泰州	1.07	1.03	1.06	1.07	1.07	1.19	1.18	1.17	1.28	1.28	1.18
宿迁	1.70	1.93	2.01	1.48	1.32	1.26	1.23	1.35	1.34	1.29	1.31

五、空间耦合协调度及演变分析

（一）空间耦合协调度分析

结合区位熵、区域创新指数和生态效率指数，可以计算得到江苏省 13 个城市 2007-2017 年金融集聚—区域创新—生态效率系统耦合发展的情况，结果见表 6 所列。

表 6 江苏省金融集聚—区域创新—生态效率系统耦合度

地区	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
南京	0.332	0.331	0.328	0.332	0.333	0.330	0.326	0.330	0.330	0.333	0.331

无锡	0.318	0.322	0.306	0.325	0.329	0.333	0.328	0.317	0.321	0.302	0.316
徐州	0.203	0.202	0.170	0.129	0.129	0.134	0.119	0.072	0.073	0.072	0.046
常州	0.130	0.131	0.327	0.331	0.332	0.329	0.321	0.325	0.328	0.323	0.344
苏州	0.323	0.325	0.316	0.323	0.326	0.327	0.318	0.325	0.326	0.306	0.323
南通	0.328	0.330	0.316	0.328	0.331	0.331	0.305	0.318	0.319	0.307	0.309
连云港	0.268	0.278	0.283	0.263	0.258	0.253	0.244	0.271	0.271	0.279	0.263
淮安	0.324	0.320	0.170	0.172	0.307	0.181	0.176	0.317	0.314	0.318	0.308
盐城	0.301	0.284	0.302	0.296	0.285	0.308	0.309	0.285	0.289	0.333	0.294
扬州	0.330	0.326	0.333	0.323	0.303	0.322	0.331	0.323	0.321	0.331	0.325
镇江	0.327	0.326	0.333	0.333	0.147	0.261	0.322	0.319	0.319	0.322	0.306
泰州	0.316	0.308	0.323	0.315	0.289	0.298	0.297	0.252	0.271	0.295	0.238
宿迁	0.047	0.046	0.046	0.079	0.080	0.115	0.124	0.110	0.107	0.147	0.153

从表 6 可以看出,江苏省 13 个城市三元系统的耦合度在 2007-2017 年的变化波动不大,整体都处在耦合的拮抗阶段。在这一阶段,江苏省区域创新能力不断提高,但是金融集聚使得经济快速增长,从而给生态环境带来了压力,生态效率面临极大的挑战。如果进入到磨合阶段的话,经济增长不再主要依靠资源的消耗或者可以达到少消耗资源获得经济发展的状态,此时的生态效率就能够获得提升,而使江苏省的三重耦合系统达到一种相对良性的耦合状态。

在耦合度的基础上,进一步计算出江苏省金融集聚—区域创新—生态效率系统协调度,并进行耦合协调阶段分类。江苏省金融集聚—区域创新—生态效率系统的协调度见表 7 所列。

表 7 江苏省金融集聚—区域创新—生态效率系统协调度

地区	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
南京	0.66	0.65	0.63	0.66	0.69	0.64	0.61	0.64	0.64	0.69	0.56
无锡	0.39	0.39	0.37	0.45	0.47	0.39	0.36	0.32	0.32	0.29	0.33
徐州	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.15	0.22	0.07	0.07	0.07	0.08
常州	0.19	0.19	0.39	0.42	0.43	0.40	0.37	0.36	0.35	0.34	0.39
苏州	0.46	0.46	0.45	0.50	0.54	0.49	0.49	0.50	0.48	0.42	0.42
南通	0.37	0.36	0.33	0.39	0.39	0.38	0.35	0.36	0.35	0.33	0.37
连云港	0.35	0.32	0.32	0.34	0.33	0.33	0.31	0.26	0.25	0.25	0.29
淮安	0.19	0.18	0.10	0.10	0.13	0.09	0.09	0.21	0.21	0.23	0.30
盐城	0.36	0.34	0.34	0.36	0.39	0.36	0.35	0.39	0.40	0.30	0.38
扬州	0.36	0.36	0.33	0.38	0.42	0.38	0.36	0.40	0.38	0.32	0.36
镇江	0.32	0.32	0.30	0.33	0.15	0.21	0.29	0.28	0.27	0.27	0.31
泰州	0.38	0.37	0.37	0.40	0.42	0.44	0.41	0.36	0.37	0.37	0.39
宿迁	0.10	0.10	0.10	0.09	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.10	0.16

根据系统间的耦合协调度以及金融集聚、区域创新和生态效率之间的关系,识别出江苏省金融集聚、区域创新和生态效率的耦合协调类型。

首先，按照耦合协调度的阶段划分，江苏省 13 个城市的耦合协调阶段主要处在：低度协调耦合阶段、中度协调耦合阶段和良性协调耦合阶段这三个阶段中。其中，南京市处于良性协调耦合的阶段，也是唯一处于良性耦合协调阶段的的城市。宿迁市和部分时期的淮安与徐州市处在低度协调耦合阶段，但是宿迁市 2007-2017 年协调度呈现上升的趋势，表明虽然宿迁的协调度低但仍在努力突破现有状态；徐州市则是在后期逐步由中度耦合协调降格为低度耦合协调，极有可能是因为其金融集聚能力和生态效率都降低导致的；而淮安市则是在经历一段时期的波动之后，实现了系统耦合协调度的稳步上升，从低度耦合协调突破至中度耦合协调阶段。整体上来看，江苏省的三元系统协调度比单纯的耦合度的情况要好，并且在协调度方面，城市之间的差异变大。

（二）耦合协调度时空演变分析

为了直观地展现江苏省金融集聚、区域创新和生态效率系统的耦合协调发展类型，使用 ArcGIS 软件将 2007-2017 年江苏省三元系统的耦合度和协调度进行可视化，得到图 1 至图 4 所示的结果。

观察可得，江苏省三元系统空间耦合度的南北地区差异很大，北方地区的城市耦合度明显低于南方地区，并且，从时间维度来看，江苏省三元系统空间耦合度大多数处于比较稳定的状态，只有淮安市、徐州市和常州市出现变化较多。其中常州市在 2007 年处于低水平的耦合阶段，处在比较差的耦合度水平，但是从 2008 年开始，常州市的耦合水平大幅度提高，进入到拮抗阶段，并且一直保持在拮抗阶段的较高水平；徐州市 2008 年之前的耦合度一直处于拮抗阶段，但从 2008 年以后一直到 2017 年都降低到低水平耦合阶段；淮安市 2008-2013 年在低水平耦合阶段不断波动，2014 年开始稳步提升耦合协调水平，达到了拮抗阶段。对比这三个城市，耦合度都是不同耦合阶段的边缘并发生耦合阶段变化，常州市的耦合度是在耦合低水平阶段与拮抗阶段之间，处于低水平耦合阶段的上游和拮抗阶段的中游；徐州和淮安也是处于拮抗阶段和低水平耦合阶段之间，但处在低水平耦合阶段的上游和拮抗阶段的下游。这三个城市在 11 年间的耦合阶段出现了波动情况，这也说明了耦合是一个复杂的、动态的、变化的过程，并不是进入了某一个耦合阶段就会一成不变。



图 1 2007 年江苏省耦合度

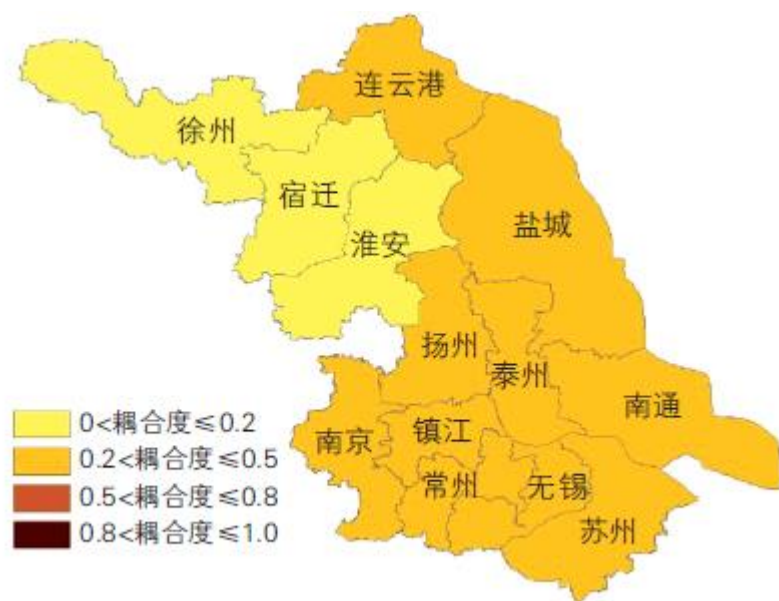


图 2 2010 年江苏省耦合度



图 3 2013 年江苏省耦合度



图 4 2017 年江苏省耦合度

同理，将江苏省三元系统的耦合协调度也用 ArcGIS 软件进行可视化处理，方便观察耦合协调度在 2007-2017 年之间的变化，结果如图 5 至图 8 所示。

对比协调度的图片，江苏省三元系统协调度的结果比耦合度高很多，苏南、苏中和苏北之间的协调度数值差异很大，所处协调度的阶段也呈现出不同的梯度，达到良性耦合协调的城市集中在苏南地区尤其是南京市；苏中地区全部位于中度协调耦合发展的阶段；苏北地区主要是宿迁市一直处于低度协调耦合阶段，淮安市后期逐步进入到中度耦合协调发展阶段，徐州市则是部分时间处于中度协调耦合阶段，初期与末期则跌落至低度耦合协调阶段。

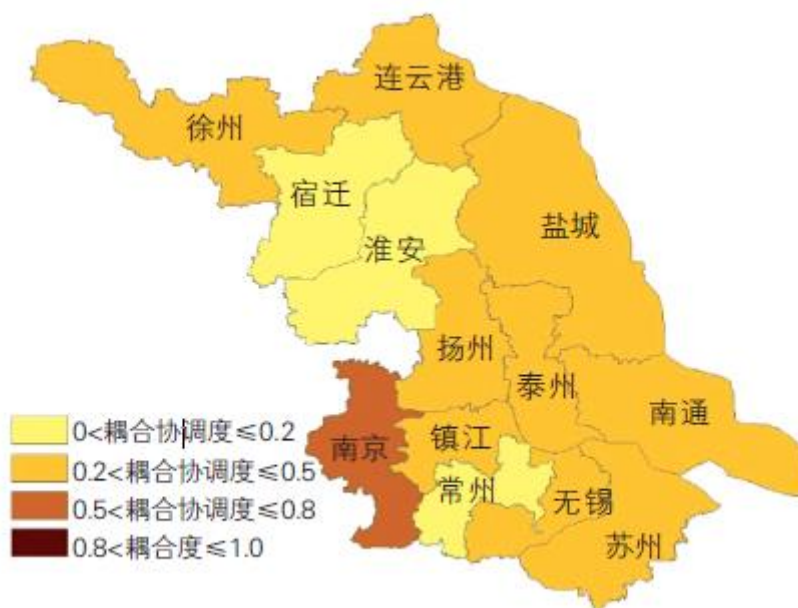


图 5 2007 年江苏省耦合协调度

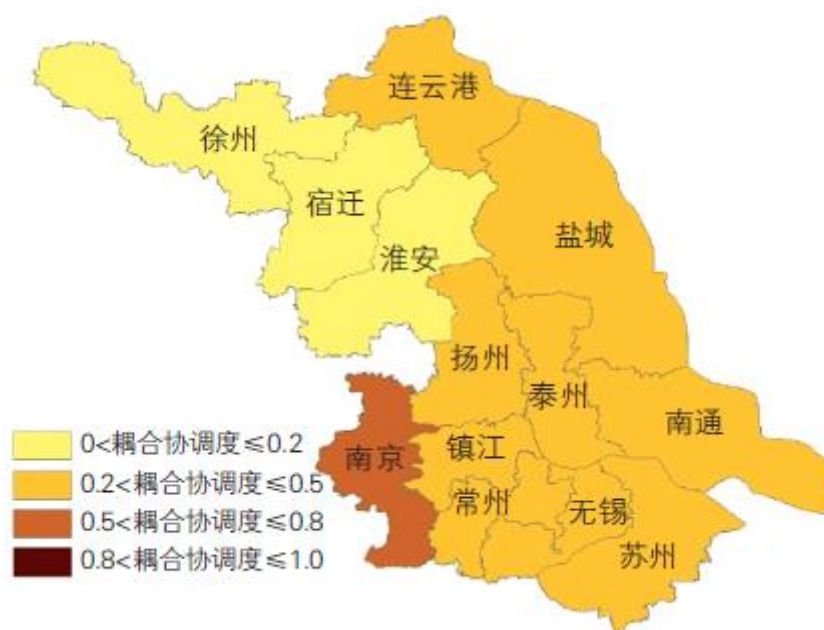


图 6 2010 年江苏省耦合协调度

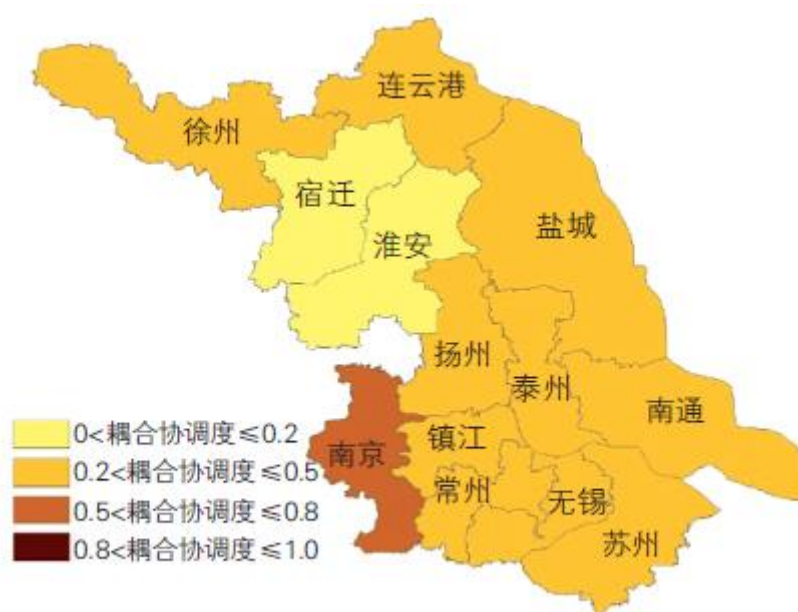


图 7 2013 年江苏省耦合协调度

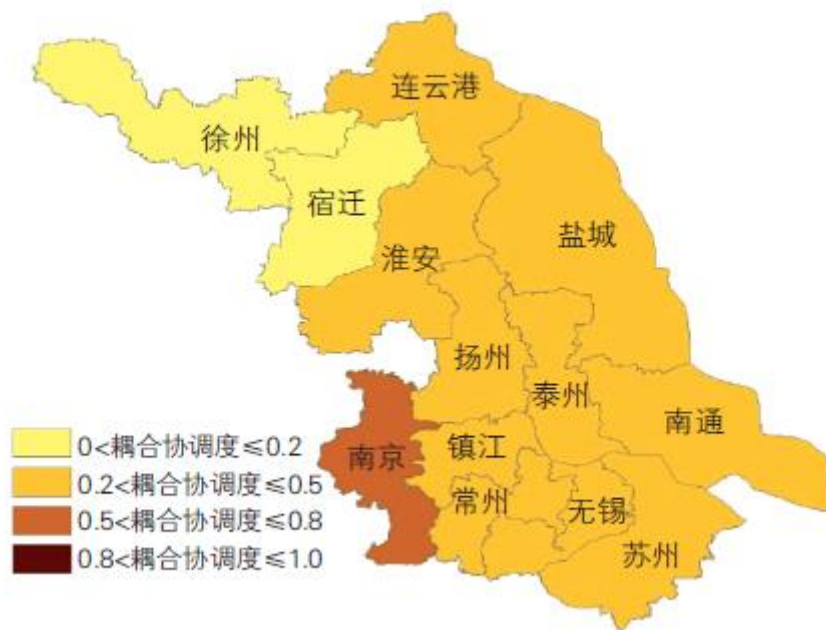


图 8 2017 年江苏省耦合协调度

观察 2007–2017 年 11 年间的变化，苏南部分城市协调度上升，其中南京达到了良性耦合协调的阶段；苏州市 2010 年、2011 年和 2014 年都达到良性耦合阶段，而后退化为中度协调耦合；常州市在 2007 年处于低度耦合协调阶段，之后发力进入中度协调耦合。总体上来看，江苏省很大一部分城市三元系统的协调度出现了先上升后降低的状况。结合之前的耦合协调度所属类型以及金融集聚、区域创新和生态效率的分指标情况，能够做如下判断：

第一，江苏省多数城市处于金融滞后型的协调阶段，部分城市在前期出现生态滞后，后期转变为金融滞后。但处于金融滞后的城市分为两种情况，一种是如宿迁等经济发展较为落后的地区，一开始就存在金融滞后现象，经济发展远远落后于生态与创新，很多地区的资源还未被开发和利用，因此三元系统的耦合度与协调度处于比较低的阶段；另一种是前期为生态滞后，后期转变为金融滞后的地区。这些地区大多早期经济相对欠发达，但之前通过过度使用生态资源，发展高能耗的产业来使经济发展，导致生态效率的下降，从而导致了系统的协调度处于低位；之后随着国家和地方政府环保意识的提升和发展理念的升华，采取了保护生态的做法，颁布了提高生态的政策规定，使得生态效率有了起色和转变；但由于前期经济发展起步晚，并没有形成区域内的经济影响力，导致了金融集聚效应不够强，在三元系统中金融的子系统没能跟上其他两个子系统的发展，故而尽管生态效率得到了提升，但是系统的耦合协调度并没有出现大幅度的改善甚至出现了下降。

第二，南京市出现了与其他城市截然相反的一种状态，长期处于生态滞后的协调类型，只在后面几年才出现了金融滞后的类型，这与南京市本身的金融影响力较高有关系。南京市作为江苏省的省会，基础设施完善，具有支持金融发展的政策和条件，一直拥有较强的金融影响力，与金融的强劲发展势头相比，南京市的工业也比较发达，导致了环境和生态出现了相对落后的状况。但随着生态文明建设的推进以及南京市政府对环境保护的日渐重视，将污染严重的企业进行转移和加强环境监管力度，使得南京的生态环境得到了明显改善。并且江苏省的其他城市如泰州、扬州和镇江等的崛起与发展，导致了南京市的金融集聚能力不再处于明显优势的地位，因此在后期南京市从生态滞后型转变为了金融滞后型。

六、结论与建议

本文将江苏省金融集聚、区域创新和生态效率三个子系统纳入同一个系统中，分析它们之间的相互作用和影响机制，认为

只有三个子系统和谐发展才能实现江苏省的协调发展。因此选择江苏省 13 个城市 2006-2017 年的数据，采用空间三重耦合方法，计算分析江苏省金融集聚、区域创新和生态效率三元系统的空间耦合协调度，主要结论如下：

一是江苏省的综合金融集聚水平先降后升，苏南地区的金融集聚度较高，苏北地区的金融集聚度相对偏低；区域创新综合指数呈现初期稳步上升后期波动上升的趋势，整体看来江苏省的区域创新保持着较好发展势头；生态效率则表现为不断波动、变中带好的整体状态。

二是江苏省的耦合度和协调度在不同地区存在很大差异，且江苏省金融集聚、区域创新和生态效率三元系统的耦合协调度在不断提高，南京市的耦合协调度处于领先地位，这与江苏省政府提出并贯彻落实的一系列金融、创新和生态政策密不可分。虽然江苏省三元系统的耦合协调发展取得了良好的结果，但金融集聚、区域创新和生态效率的发展任务仍然十分艰巨，不少地区还处在生态滞后型或者金融滞后型的发展阶段，对于不同地区来说需要采取不同的提高协调度的发展途径。

基于以上结论，为了进一步提升江苏省三元系统耦合协调度，缩小江苏省之间的地区差异，本文提出以下建议：

第一，强化经济发展较为滞后，生态保护较弱地区的自发展能力。此类区域应在结合本地区位优势和产业资源优势的同时，不断完善本地的投资引进环境、基础设施建设，加强政府支持，建立完善的人才引进和技术流动机制，加快经济发展和生态保护的步伐，吸纳发达地区资金、技术和人才，承接发达地区部分产业，从而更好地为本地服务，缩小与经济发达地区之间的差距。

第二，强化江苏省内区域之间的合作联动意识，充分运用金融集聚的资源配置功能，发挥金融和生态效率的空间溢出作用，让发达地区带动发展落后地区。各地区政府在制定金融发展规划、区域创新政策和生态保护措施时，应充分考虑自身各个子系统存在的溢出效应，并合理有效地利用好溢出效应，加强地区之间的合作，加快资源和要素的流动，使其在区域耦合发展中发挥重要作用。

参考文献：

- [1]CARLIN M C.Finance, Investment and Growth[J]. Journal of Financial Economics, 2003, 69(1):191-226.
- [2]ZHOU Z F, SUN L, SUN Y L. Research on Indicator System of Regional Eco-efficiency: A Case Study of Chengyang District[J]. Chinese Journal of Population Resources & Environment, 2006, 4(4):54-58.
- [3]DENG Q, SHEN J, CHEN R. Regional Financial Development Scale, Structure, Efficiency and Economic Growth: A Dynamic Analysis[J]. Management Science and Engineering, 2011, 5(3):314-321.
- [4]POPOV A, ROOSENBOOM P. Venture Capital and Patented Innovation: Evidence from Europe[J]. Economic Policy, 2012, 27(7):447-482.
- [5]ILYINAL A, SAMANIEGO R. Technology and Financial Development[J]. Journal of Money, Credit and Banking, 2011, 43(5):899-921.
- [6]吴井峰. 金融集聚与地区生态效率的空间计量实证研究[J]. 统计与决策, 2016, 32(3):149-153.
- [7]黎杰生, 胡颖. 金融集聚对技术创新的影响——来自中国省级层面的证据[J]. 金融论坛, 2017, 22(7):39-52. Vol. No.

-
- [8]徐浩, 温军, 冯涛. 制度环境、金融发展与技术创新[J]. 山西财经大学学报, 2016, 38(6):41-52.
- [9]曹霞, 张路蓬. 金融支持对技术创新的直接影响及空间溢出效应——基于中国 2003-2013 年省际空间面板杜宾模型[J]. 管理评论, 2017, 29(7):36-45.
- [10]张彩江, 李艺芳. 金融集聚对区域创新能力的影响及地区差异——基于广东省 21 个地级市的空间计量分析[J]. 科技管理研究, 2017, 37(7):12-18.
- [11]王仁祥, 白旻. 金融集聚能够提升科技创新效率么?——来自中国的经验证据[J]. 经济问题探索, 2017, 38(1):139-148.
- [12]陈林心, 何宜庆, 程家鼎. 创新、创业与生态效率提升研究——基于长江中游城市群的空间面板模型[J]. 华东经济管理, 2016, 30(10):87-94.
- [13]罗良文, 张万里. 区域绿色技术创新效率对生态效率的影响分析[J]. 湖北社会科学, 2017, 31(3):69-78.
- [14]郝立亚, 王春晓. 金融集聚与科技创新对省域低碳经济发展的溢出效应研究[J]. 经济论坛, 2017, 31(6):76-82.
- [15]何宜庆, 陈林心, 焦剑雄, 等. 金融集聚的时空差异与省域生态效率关系研究[J]. 数理统计与管理, 2017, 36(1):162-174.
- [16]王莹莹, 王仁祥. 科技创新和金融创新耦合机理及实证分析[J]. 技术经济与管理研究, 2017, 38(12):66-71.
- [17]白彩全, 黄芽保, 宋伟轩, 等. 省域金融集聚与生态效率耦合协调发展研究[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(9):1-7.
- [18]何宜庆, 陈林心, 周小刚. 长江经济带生态效率提升的空间计量分析——基于金融集聚和产业结构优化的视角[J]. 生态经济, 2016, 32(1):22-26.
- [19]何宜庆, 王耀宇, 周依仿, 等. 金融集聚、区域产业结构与生态效率耦合协调实证研究——以三大经济圈为例[J]. 经济问题探索, 2015, 36(5):131-137.
- [20]潘兴侠, 何宜庆, 胡晓峰. 区域生态效率评价及其空间计量分析[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(5):640-647.
- [21]KUOSMANEN K M. Measuring Eco-efficiency of Production with Data Envelopment Analysis[J]. Journal of Industrial Ecology, 2005, 9(4):59-72.