

王伟,孙雷.区域创新系统与产业转型耦合协调度分析——以铜陵市为例[J].地理科学,2016,36(2):204-212.[Wang Wei, Sun Lei. Coupled Analysis Regional Innovation System and Resource City Industrial Transformation:A Case Study of Tongling City. Scientia Geographica Sinica,2016,36(2):204-212.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2016.02.006

区域创新系统与产业转型耦合协调度分析 ——以铜陵市为例

王伟,孙雷

(安徽师范大学国土资源与旅游学院,安徽 芜湖 241002)

摘要:从人地系统的视角考察区域创新系统与资源型城市转型之间的内涵关系,揭示二者之间相互耦合协调的作用机制。通过构建评价指标体系,采用熵值赋权法并运用耦合协调度模型对2008~2013年铜陵市区域创新系统与资源型城市转型发展指数、耦合协调度进行测度、评价和分析。研究表明,在产业转型政策实施和区域创新系统建设条件下,铜陵市区域创新系统与资源型城市转型指数均呈增长趋势;二者的耦合协调度由低度水平跨越式上升至高度水平,呈现非线性的演变特征。并根据研究结论,提出了相关建议。

关键词:区域创新系统;资源型城市产业转型;耦合协调度;铜陵

中图分类号:F129.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2016)02-0204-09

20世纪90年代初,吴传钧先生将系统论思想引入到了地理学研究中,并提出人地系统是由地理环境和人类活动2个子系统交错构成的复杂的、开放的巨系统^[1]。陆大道院士认为研究人地系统要树立综合和系统的观念、地域和层次观念^[2]。张平宇提出矿业城市人地系统是由矿业城市特有的社会经济活动与地理环境相互作用、相互影响构成的一种动态结构,包括社会、经济和生态环境3个子系统^[3]。在人地系统中人类活动结构在人类需求结构拉动下的创新是人地关系地域系统发展的主动因。主要创新领域为与生产力结构相联系的技术创新和与调控结构相联系的制度创新、管理创新等^[4]。现代创新理论更重视创新的社会性、非线性、复杂性、地理性、网络性、系统性和动态性^[5]。20世纪80年代以来,以Rosenber与Lundvall为代表的大量研究表明,创新是一个复杂的非线性过程,是社会经济活动众多参与者和众多环节相互作用的结果;创新不仅产生于企业层面而且也发生于区域层面、国家层面甚至全球层面^[6,7]。1992年,Cooke首次提出了区域创新系统的概念,他认为在地理上相互分工与关联的企业、研究机构和大学等构成的区域性组织系

统,且这种系统支持并产生创新^[8];系统内的主体要素、功能要素和环境要素等诸要素间通过相互联系,相互作用,按照一定组合形式,构成创新主体、创新资源、创新扩散和创新环境4个子系统共存的层次结构;具有产品创新与成果转化、激活中小企业、改造传统产业、发展高新技术产业、推进制度与机制创新等系统功能^[9]。

资源型城市产业系统形成发展基于对自然资源的开采、加工和利用,不仅包括产业本身还涵盖与产业相关的区域资源环境,具有产业单一性、资源依赖性、环境脆弱性等特征。产业部门依靠与区域人口、科技、资源、生态和市场等系统外部环境进行人才、技术、信息、物资等能量的输入输出来维系自身发展。不同产业部门之间生产要素的质量、收益率、增速、产品需求弹性、需求扩张、人口迁移水平以及在系统中的地位作用都存在差异,系统呈现非平衡性。资源型城市产业能否实现转型,本质上是系统能否形成新的有序稳定的耗散结构。这就要依赖于随机涨落,因为涨落导致有序,而随机涨落的产生是由各种外源触发和内源激化所决定的。涨落因子会随着外界环境和

收稿日期:2015-01-10; **修订日期:**2015-03-21

基金项目:国家自然科学基金项目(41271545)资助。[Foundation: National Nature Sciences Foundation of China(41271545).]

作者简介:王伟(1981-),男,安徽怀远人,助理研究员,博士研究生,主要从事经济地理学研究。E-mail:wangwei0562@126.com

系统自身变化,转化为拉力、推力、压力、支撑力等各种动力,这些涨落因子的协同作用,共同决定着产业系统的状态和演化方向。一般当系统处于功能性成长阶段时,主导系统发展的主要是与技术创新相连的生产力结构的变化,它也是率先发生的变化^[10]。技术创新全面作用于资源型城市产业系统使其在生产技术、管理手段、产业结构、资源配置、生态保护等各方面发生相应变化,不断形成涨落,并在其系统内部非线性和反馈作用下,产生巨涨落,使产业系统结构失稳,形成新的稳定有序结构并不断演替,最终完成转型过程。德国鲁尔、美国休斯敦、日本九州等国外资源型城市产业转型成功的实践证明,传统产业的升级换代和高新技术产业的发展,均是依靠技术创新驱动来实现的。因此,资源型城市产业转型要获得有力的创新驱动,就需要构建与之相互耦合,协调互促的区域创新系统。

国外学者Cooke Hommel Farag Fritsch等关于资源型城市进行的创新研究主要集中在对传统产业基地重建模式以及创新体系或创新模式进行了比较和实证研究,包括对国外资源型城市(地区)转型成功经验的研究。国内一些学者主要从不同侧面对资源型城市(地区)创新体系存在的问题、对策以及评价等做了研究。而从人地关系地域系统视角,借鉴系统动力学、协同学的理论方法,通过定性定量,理论与实证相结合的综合分析,从机理层面揭示创新系统与资源型城市产业转型相互影响和作用研究尚不多见。本文选取了有色型资源型城市铜陵作为研究对象,主要考虑是,铜作为有色金属具有高强高导电性、高耐腐蚀耐磨性、可镀性等性能特征,较于其他矿物资源,对国民经济发展更具有材料基础性、应用广泛性、战略储备性,同时还具有商品金融性、产业链条长、可回收再生等产业特征。因此,铜陵作为有色型资源枯竭城市与煤炭型、石油型、森工型相比,其产业转型更应主要采取产业深化和产业延伸的转型模式而不是产业替代或产业更新模式。这就需要建立与之相适应且高度耦合协调的区域创新系统来支撑驱动传统产业的改造升级和主导产业延伸壮大。

1 区域创新系统与资源型城市产业转型的耦合协调分析

在资源枯竭的约束力、克服环境负效应的压力、效益追逐和竞争的技术驱动力、市场需求的拉

动力等综合作用力下,区域创新系统与资源型城市产业转型通过以企业为主体的要素关联、技术创新的功能关联和物质制度的环境关联,在远离平衡态下,人才、信息、技术、资金、技术、物质等资源要素双向循环流动,在动态反馈过程中,二者相互影响、相互作用、在功能层面和环境层面实现耦合协调,如图1所示。

1.1 功能层面

区域创新系统在科技投入增加和产业创新环境建立条件下,人才、技术、资金等创新资源要素,在企业、政府、研究机构和中介机构各主体要素协同作用下有序流动,通过知识创新创造、知识流动扩散和知识转化应用等过程进行技术创新,解决关键技术、优化生产工艺、提高资源利用率和加工深度,增加产品附加值,研发新兴产品,增加市场需求,改变市场需求结构,促进产业结构调整;资源型城市产业发展为了克服资源枯竭的约束力、环境负效应的倒逼力,增加产业综合竞争力,会继续增加对创新资源要素的需求和投入,将对区域创新系统产生正反馈叠加效应,导致区域创新主体结构 and 运行机制更加合理化,创新主体粘性增强,创新效率提升,并且对区域外创新资源要素产生虹吸效应,形成更加强大的创新场,加快技术的创造、应用与扩散,推动技术不断进步。区域创新系统在这种循环催化和非线性耦合协同作用下,会自组织有序地朝着高级方向演进。

1.2 环境层面

在资源型城市产业在发展过程中,资源大量消耗,面临枯竭,边际成本加速上升,产生的大量废气、污水和固废等工业污染物,导致大气、水体、土壤等生态环境遭到破坏,城市历史遗留问题加剧,区域竞争优势减弱,致使人才、资金等要素向区域外流失,创新要素不活跃、联系弱,创新活动下降、效率低下,导致创新系统钝化。而当在区域创新系统的正反馈作用下,产业附加值和利润实现增长,产业经济效益得到提高,进而城市在民生改善和生态环境建设上投入增加。同时,由于产业技术的进步使得资源利用率提高、能耗降低、各类污染物排放减少,生态环境得到改善,区域竞争优势实现再生,人才、资金等要素重向区域集聚。

2 研究区域与数据来源

铜陵市位于长江中下游,是全国重要的有色

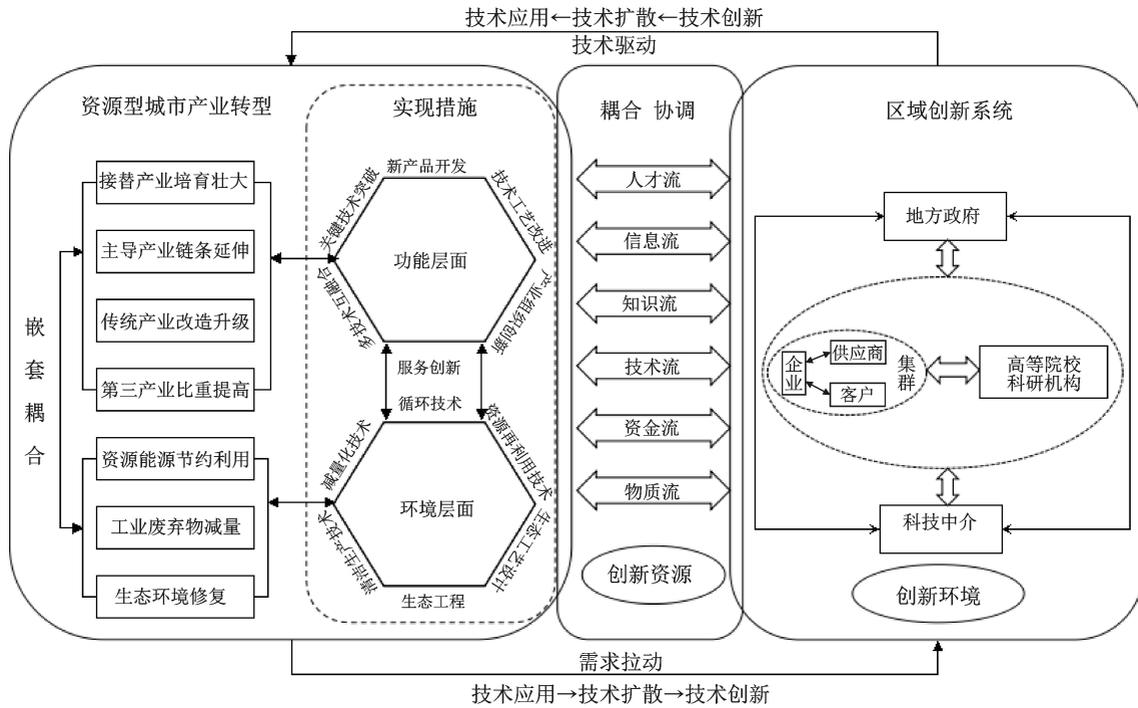


图1 区域创新系统与资源型城市产业转型相互作用机理

Fig.1 The interaction mechanism of regional innovation system and resource city industrial transformation

金属(铜)工业基地,自1949年恢复铜官山铜矿建设以来,经过半个多世纪的大规模开采,铜陵的铜矿产资源日趋枯竭,2001年以来,全市每年铜矿石产量仅约 5×10^6 t,铜精矿原料自给率约6%,2009年3月被列为国家第二批资源枯竭型城市,步入了资源型城市转型发展之路。2013年,铜陵市铜产业总产值达1287亿元,占全市工业总产值72.26%,铜产业依然是铜陵市的首位主导产业。近年来,随着城市产业转型不断推进,铜陵市的区域创新能力有所提升。2009年,铜陵被国家列为全国科技进步示范市,2013年顺利通过了科技部的考核验收。因此,本文选取铜陵市作为研究对象,从2008~2013年安徽省统计年鉴^[11]、2008~2013铜陵市统计年鉴^[12]中查找和换算,并剔除了价格因素的影响,获取相关指标及数据,来测度和评价该区域创新系统与产业转型的耦合协调度。

3 研究方法

3.1 指标体系的构建

指标体系的构建应既能够全面涵盖区域创新系统与资源型城市产业转型协调性的内涵和目标实现程度,又要能体现资源型城市产业在产业结构、生态环境等方面具有明显的脆弱性和非平衡

性特征;既要反映出创新活动和产业活动的内容、状态和静态发展水平又要能体现出二者的内在关联、相互作用和动态发展趋势。按照上述原则,在参考一些国内外研究的基础上,构建了区域创新系统(R)与资源型城市产业转型(I)评价指标体系,分为2个子系统,每个子系统中又针对系统特征和指标特点进行细化,共选取7个领域和26个代表性指标(如表1所示)。

3.2 指标数据标准化与权重确定

由于区域创新系统与资源型城市产业系统2个系统内指标量纲及指向不同,并且所选择指标的含义及其属性情况均存在差异,因此需要消除数据量纲不同、属性差异等对各指标计算结果的影响,本文采用熵值法进行客观赋权,由它得出的指标权重值比主观赋权法具有较高的可信度和精确度,此方法广泛应用在综合指标体系的评价及计算中。设有 m 个待评对象, n 项评价指标,构成评价系统初始矩阵 $X = (x_{ij})_{mn}$ 。计算方法如下:

由于各指标的量纲、数量级均有差异,所以为消除因量纲不同对评价结果的影响,首先需要对各指标进行标准化处理。

$$x'_{ij} = (x_j - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min});$$

表1 区域创新系统与资源型城市转型协调性评价指标体系
Table 1 The evaluation index system on coupling and coordination degree

系统	领域层	准则层	指标层(单位)	指标性质	权重	
区域创新系统(R)	创新主体	知识应用主体强度	高新技术企业数占规模以上工业企业数比重(%)	+	0.029	
		知识创造主体强度	产学研合作高校与科研院所的数量(个)	+	0.040	
		创新基础条件强度	有研发机构的企业数占规模以上工业企业数比重(%)	+	0.020	
		创新主体联系强度	委托高校与科研院所经费占全部工业企业研发投入比重(%)	+	0.065	
	创新资源	研发经费投入强度	R&D经费占GDP比重(%)	+	0.055	
		科技人员素质强度	科技活动人员数占从业人数比重(%)	+	0.045	
		研发活动效率	万人发明专利拥有量(个)	+	0.036	
	创新扩散	技术转移水平	技术市场成交合同额(万元)	+	0.060	
		创新应用贡献率	全部工业企业新产品销售收入占产品销售收入比重(%)	+	0.054	
		技术扩散投入强度	全部工业企业消化吸收经费与引进技术经费比值(%)	+	0.043	
	创新环境	政府研发投入强度	政府资金占R&D经费内部支出比重(%)	+	0.066	
		政府研发投入政策兑现度	研发费用加计扣除减免税额(万元)	+	0.031	
			高新技术企业减免税额(万元)	+	0.024	
	资源型城市产业转型(I)	经济发展	产业规模	国内生产总值(亿元)	+	0.035
工业总产值(亿元)				+	0.040	
产业结构			第三产业贡献率(%)	+	0.033	
			高新技术产业增加值占GDP比重(%)	+	0.032	
产业质量			人均国内生产总值(元/人)	+	0.035	
			工业成本费用利润率(%)	+	0.039	
资源节约		资源利用率	工业企业全员劳动生产率(元/人)	+	0.038	
			战略性新兴产业总值占工业总产值比重(%)	+	0.037	
		能源降耗	采矿业总产值占地区工业总产值比重(%)	-	0.023	
			工业固体废物综合利用率(%)	+	0.035	
		环境保护	工业污染减排	单位国内生产总值能源消耗(标煤t/万元)	-	0.019
				单位工业增加值废水排放量(t)	-	0.026
		主要污染物(二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘)排放总量($\times 10^4$ t)	-	0.041		

$$x'_{ij} = (x_{\max} - x_j) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

式中 x_j 为第 j 项指标值, x_{\max} 为第 j 项指标的最大值, x_{\min} 为第 j 项指标的最小值, x'_{ij} 为标准值。若所用指标的值越大越好,则选用前一个公式,若所用指标的值越小越好,则选用后一个公式。

对标准化后的数据归一化处理: $y_{ij} = x'_{ij} / \sum_{i=1}^m x'_{ij}$ ($0 \leq y_{ij} \leq 1$), 建立数据的比重矩阵 $Y = (y_{ij})_{mn}$; 其次计算第 j 项指标的信息熵值: $e_j = -K \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}$ (式中, $K = 1 / \ln m$); 然后计算第 j 项指标的偏差度: $d_j = 1 - e_j$; 最后计算第 j 项指标的权重: $W_j = d_j / \sum_{i=1}^m d_j$; 根据各指标的权重, 可得第 j 项指标

最终得分 $U = \sum_{i=1}^m y_{ij} w_j$, 各指标权重处理结果见表1。

3.3 耦合协调度模型的构建

3.3.1 耦合协调度的界定

物理学中,耦合是指2个(或2个以上的)系统或运动形式通过各种相互作用而彼此影响的现象^[13],耦合度就是描述系统内子系统或要素彼此相互作用影响的程度。从协同学的角度看,系统由无序走向有序的关键在于系统内部序参量之间的协同作用,它左右着系统的特征与规律,反映这种协同作用的度量就是耦合度。耦合作用和程度决定了系统在达到临界区域时走向何种序与结构,或称决定了系统由无序走向有序的趋势^[14,15]。如果子系统耦合度较高,子系统间相互配合、相互

推进,系统运行绩效较高,系统就会从无序走向有序,保持旺盛的生命力;如果子系统间不协调、不配合,彼此间产生制约作用,系统会从有序走向无序,系统就有可能停滞甚至衰退。由此,我们认为区域创新系统与资源型城市产业转型的耦合协调是指作为资源型城市系统的2个子系统为实现系统演进目标,子系统及其耦合要素之间具有的合作、互补、同步等多种关联,并通过这些关联使系统呈现出协调结构和有序状态以及2个子系统间能量互递、催化循环、非线性相互作用,而彼此产生相互影响的大小所反映出的协调程度即为其耦合协调度,它是一个综合概念,反映的是整体“功效”。

3.3.2 协调度模型

本文采用的协调度为距离协调度,即用子系统间的特定距离表示它们是否协调。一般通过计算子系统间的相对离差系数来测度它们的协调程度,离差系数越小则表示协调度越高,反之,则越低^[16]。设 $F(R)$ 、 $F(I)$ 分别为区域创新系统发展指数和资源型城市产业转型指数,二者的相对离差系数为 d , 则

$$d = \frac{2|F(R) - F(I)|}{F(R) + F(I)} \quad (2)$$

通过变形可得, $d = \sqrt{1 - \frac{F(R) \times F(I)}{[\frac{F(R) + F(I)}{2}]^2}}$ $0 \leq d \leq 1$ (3)

d 越小,二者的协调度越高。理想的状态是当 $F(R)=F(I)$ 时(即二者处于同一发展水平), $d=0$, 离差最小,协调状态最好。但在现实的状态下, $F(R)$ 与 $F(I)$ 往往处于不同发展水平。当 $F(R) > F(I)$ 则表明区域创新系统发展较快,其对资源型城市产业转型的贡献超过了产业转型对创新系统的支撑,属于产业转型发展滞后阶段;相反,若 $F(R) < F(I)$ 则表示为区域创新系统发展滞后阶段。为了简便计算,令

$$C = \frac{F(R) \times F(I)}{[\frac{F(R) + F(I)}{2}]^2} \quad (4)$$

C 为区域创新系统和资源型城市产业转型协调度模型。从式中可知, C 越大,二者的协调度越高。

3.3.3 耦合协调度模型

鉴于资源型城市之间或每个资源型城市所处发展时期和阶段不同,地区的区域创新系统与产业系统发展都有交错、动态和不平衡的特性,有可能出现2个系统发展水平均较低,但二者却高度

协调的状态。为了科学反映区域创新系统与资源型城市产业转型之间的实际情况,就要构建系统间交互耦合的协调度模型,这样不仅可以评判2个系统之间交互耦合的协调程度,而且还能反映区域创新系统与资源型城市产业转型水平的相对高低。根据前述对耦合协调度的定义,本文借助物理学的耦合度原理,构建“区域创新系统与资源型城市产业转型耦合协调度”测度模型,以定量测度2个系统协调发展水平耦合程度大小,其公式如下:

$$L = \sqrt{CT} \quad (5)$$

$$T = \alpha F(R) + \beta F(I) \quad (6)$$

式中 L 为耦合协调度,即系统在不同发展水平下子系统的耦合协调程度; C 是区域创新系统与资源型城市产业转型的协调度; T 为2个系统整体发展的综合发展度; α 、 β 为待定参数,且设定 $\alpha + \beta = 1$ 。依据相关研究,并考虑到2个系统间的相互关系及在耦合系统中的作用,一般设定 $\alpha = \beta = 0.5$ 。通过上式可得,在实际中 $C \in (0, 1]$, $L \in (0, 1)$, 且 L 越大,说明区域创新系统与资源型城市产业转型耦合协调程度越大,反之,则越小。据此,在借鉴相关研究基础上^[17,18],设定耦合协调性等级及其划分标准见表2。

表2 区域创新系统与资源型城市产业转型耦合协调度等级及划分标准

Table 2 The classification standard of coupling and coordination degree

协调度(C)	协调关系与水平	耦合协调度(L)	耦合协调发展水平
0.8 < C ≤ 1.0	良好协调	0.8 < L < 1.0	高度耦合
0.6 < C ≤ 0.8	中度协调	0.5 < L ≤ 0.8	中度耦合
0.4 < C ≤ 0.6	初级协调	0.3 < L ≤ 0.5	低度耦合
0 < C ≤ 0.4	失调	0 < L ≤ 0.3	勉强耦合

4 结果与分析

对获得数据进行标准化处理后,按照权重进行统计,得出区域创新系统发展指数 $F(R)$ 、资源型城市产业转型指数 $F(I)$ 的值,再根据相应公式分别计算出协调度(C)和耦合协调度(L)的数值,评价结果见表3。

4.1 铜陵市区域创新系统与产业转型发展比较

1) 根据表3评价结果数据和图2表征显示,2008~2013年,区域创新系统发展指数 $F(R)$ 值,除了2010年明显下降,其他值逐年递增,整体处于上

升趋势。2008~2010年,区域创新系统发展于相对停滞,2010年 $F(R)$ 成为了研究期内的最低值,经检验是由于研发经费投入协调度、政府研发投入强度、政府政策兑现度等权重较大的指标值下降影响,导致 $F(R)$ 值下降至最低点,这反映出政府的资金投入和创新政策的实施对区域创新系统发展的影响较大。2010~2013年,铜陵市高新技术企业数量、产学研合作的大学研究机构数量、科技人员数量占从业人员比重、技术合同交易额、R&D投入占GDP比重等,这些反映创新主体、创新资源、创新扩散和创新环境的重要指标数值,均发生了稳步增长,累积序参量 $F(R)$ 值从4.7增至13.66,增幅达191%。说明铜陵市区域创新系统的主体要素更加健全、联结性不断增强,运行机制逐步完善,区域创新能力持续提升。

2) 资源型城市产业转型指数 $F(I)$ 整体也呈逐年上升趋势,反映出2009年铜陵市被列为国家资源枯竭型城市以后,城市产业转型成效逐步显现。2009年 $F(I)$ 值处于最低点,主要原因是工业总产值、第三次产业贡献率、全员劳动生产率、工业固废综合利用率、工业污染物减排等指标值波动幅度大且均处于低值水平,表明产业转型在兼顾发展规模的同时,更要加强产业技术创新与应用,通过提高劳动生产率、产品附加值来提高产业发展质量,通过提高资源利用率和降低工业污染物排放来实现对区域生态环境的保护。2009~2013年产业规模、结构、质量、产业转型、资源利用率、能源降耗、工业污染减排等指标值均逐年递增,累积序参量 $F(I)$ 值从3.33增至10.8,增幅达224%,说明铜陵市产业转型成效逐渐显现,步入转型发展的良性轨道。

3) 从二者对比来看, $F(R)$ 与 $F(I)$ 整体均呈上升态势, $F(R)$ 值大于 $F(I)$,但 $F(I)$ 的同比增幅略大于

$F(R)$,说明区域创新系统发展水平相对较高,产业转型发展相对滞后。同时也反映出区域创新系统对资源型城市产业转型的贡献作用大于产业转型对创新系统的支撑作用,两者耦合作用和发展协调性,有待于进一步提高。

4.2 区域创新系统与资源型城市产业转型耦合协调度分析

评价结果显示(图3),2008~2013年铜陵市区域创新系统与城市产业转型耦合协调度趋于上升态势。2008~2010年,耦合协调度 L 值均小于协调度 C 值,而且耦合协调度均处于低度耦合水平,2011年 L 值变化幅度最大而且达到最高值,随后缓慢下降, L 值出现阶段性变化均大于 C 值,耦合类型、协调类型均跨过了中度耦合协调水平直接进入高度良好的耦合协调阶段。具体分析如下:

1) 2008~2010年,铜陵市区域创新系统与城市产业转型之间综合呈现低度协调和低度耦合阶段,表明两个系统都处于发展的初级阶段,区域创新系统中人才、信息、知识、技术等要素不健全,体系结构不完善,创新资源的投入少,政策制度、基础条件等创新环境的建设还不能够较好地适应和促进区域创新系统的发展。同时由于技术人才缺乏、科技成果转化率低等影响因素,科技创新对城市产业转型的驱动作用不强、贡献度不高。系统间不协调、不配合,彼此间产生制约作用,出现停滞甚至衰退现象。

2) 2011年耦合协调度到达峰值并出现拐点,跨过中度水平进入高度良好的耦合协调阶段,其主要原因是:2009年铜陵市被同时列为国家资源枯竭型城市和科技进步示范市,市政府在国家政策资金的扶持和当地政府转型发展战略的实施推动下,通过制定实行产业转型政策和科技创新政策,逐年加大R&D经费投入,研发费用加计扣除

表3 区域创新系统与资源型城市产业转型耦合协调度评价结果

Table 3 The evaluation results of coupling and coordination degree between regional innovation system and resource city industrial transformation

年份	区域创新系统发展指数 $F(R)$	资源型城市产业转型指数 $F(I)$	协调度 (C)	协调类型	耦合协调度 (L)	耦合类型
2008	6.60	4.32	0.58	失调	0.36	低度耦合
2009	6.47	3.33	0.36	失调	0.20	勉强耦合
2010	4.70	6.16	0.73	初级协调	0.45	低度耦合
2011	9.63	8.91	0.92	良好协调	0.98	高度耦合
2012	11.72	9.71	0.81	良好协调	0.99	高度耦合
2013	13.66	10.80	0.80	良好协调	0.97	高度耦合

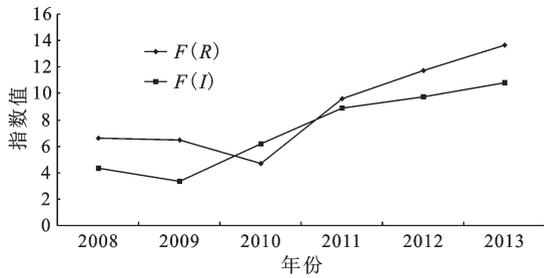


图2 铜陵市区域创新系统发展指数 $F(R)$ 与产业转型指数 $F(I)$ 变化

Fig.2 Change of regional innovation system and industrial development index in Tongling City

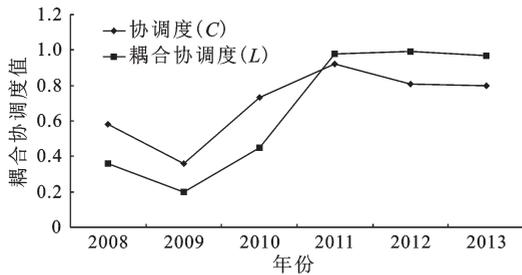


图3 铜陵市区域创新系统与产业转型耦合协调度演变

Fig.3 Evolution of coupling and coordination degree between regional innovation system and industrial transformation in Tongling City

和高新技术企业税收优惠总额大幅增加,累积2 a后创新产出效应则开始显现,符合创新投入产出滞后期为2 a左右这一国际研究规律。2011年铜陵市高新技术企业数量、发明专利拥有量、技术市场成交合同额和新产品销售收入占产品销售收入比重均大幅提高。与此同时,当年国内生产总值、第三次产业贡献率、工业成本费用利润率、全员劳动生产率、战略性新兴产业总值占工业总产值比重、工业固体废物综合利用率、主要工业污染物减量等指标值比前3 a都实现了较大增幅。无论是区域创新系统还是城市产业转型,2个系统均处在发展的临界区域,序参量从无序走向有序,经历了由量变到质变的过程,系统步入功能性成长阶段。

3) 2008~2010年 C 值均大于 L 值,说明尽管两者发展程度都不高且均属于初级阶段,但二者之间发展的协调程度要高于两者的耦合程度。反之,说明正是因为系统之间的低度耦合,才导致两

者发展共同出现相同程度的停滞,反映出二者之间关联程度大于相互影响和作用程度。2011年之后,区域创新系统与城市产业转型耦合协调度缓慢减弱但仍综合处在良好协调和高度耦合阶段,且 L 值均大于 C 值,出现相反的变化。说明政府的产业政策和创新政策的制定实施产生了关键的触发和激化效应,人才、知识、技术、资金等创新要素在涨落因子协同作用下在系统间输入输出,加速流动,完成能量互递,在其系统内部非线性和反馈作用下,形成巨涨落,使2个系统的结构失稳,并完成稳定的有序结构的形成,耦合协调度维持在较高水平的自组织状态。而根据数据分析, C 值小于 L 值的主要原因是区域创新系统在这个阶段的发展速度和程度变化大于城市的产业转型度。

5 结论与不足

1) 铜陵市区域创新系统与城市产业转型的耦合协调度演变呈现非线性特征。以2011年为拐点,2008~2010年耦合协调度整体处于低耦合失调阶段,2011~2013年耦合协调度值均大于0.8,均处于高度耦合良好协调阶段,中间跨过了中度耦合协调阶段,表现出两者耦合协调具有非线性特征。表明区域创新系统与资源型城市产业转型之间呈现非线性的相互作用机制,并通过正负反馈机制和组织与自组织产生非线性耦合协同作用。这种非线性耦合效应将导致资源型城市产业系统主体回路结构和区域创新系统主体回路结构相互转移、循环催化和嵌套耦合,促使产业系统和创新系统向高级有序结构螺旋式演进。

2) 资源型城市产业转型政策实施和创新系统建设是耦合协调度演变的重要因素。2008年以来,尤其在铜陵市被列为中国第二批资源枯竭型城市后,在国家政策资金的扶持和当地政府转型发展战略的实施推动下,通过制定实行产业转型政策,引导和支持传统产业改造升级,把战略性新兴产业作为接续产业培育壮大,大力发展循环经济,倒逼推进节能改造,强化环境污染综合整治和矿区生态修复,城市产业转型度不断提升。由于自然地理条件决定了资源型城市区域内天然性的缺乏重点大学、研究机构等优质创新资源。铜陵市利用有色工业基础强的禀赋优势,发挥国有龙头企业主体的创新优势,通过实施创新激励政策、增加研发投入,吸引区域外创新资源向区域内汇

集,完成了区域创新系统构建的初始阶段。在成为国家科技进步示范市以后,铜陵市进一步加强政策激励和创新投入,更加广泛的开展政产学研合作,通过建设创新载体和创新服务体系,加强区域创新系统建设,这个时期系统结构逐渐成熟,功能趋于完善,区域创新系统步入成长周期,呈现出有序的自组织状态。

3) 铜陵市区域创新系统与城市产业转型的耦合协调水平呈现下降态势。为了防止耦合协调度出现较大幅度的下滑。政府部门作为区域创新系统中重要主体应当发挥市场在创新资源配置中的决定性作用,通过深化科技体制改革,优化创新环境,增加创新资源投入,充分发挥企业和高校院所的创新主体作用,协同创新突破关键技术,全面发挥知识创新、技术创新、制度创新、管理创新和商业模式创新等创新系统功能,持续增强对资源型城市产业转型的创新绩效和创新驱动作用。

4) 研究理论与方法尚待进一步完善。由于区域创新系统本身运行机制、演进过程具有复杂性以及与资源型城市产业转型相互作用关系也较为复杂且具有时滞性特征,本文仅是从耦合协调角度进行了初步探讨,受资料、数据等限制,构建的指标体系及选择的研究方法还需进一步完善,并且还应注意其他视角、不同空间尺度和时间跨度的深入研究,以及制度创新对创新系统演化和产业转型的作用研究,以期更全面、系统地揭示区域创新系统与资源型城市产业转型相互作用规律。

参考文献(References):

- [1] 陆大道, 郭来喜. 地理学的研究核心——人地关系地域系统——论吴传钧院士的地理学思想与学术贡献[J]. 地理学报, 1998,53(2):3-11. [Lu Dadao, Guo Laixi. Man-earth area system--the core of geographical study--on the geographical thoughts and academic contributions of academician Wu Chuanjun, Acta Geographica Sinica. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(2): 3-11.]
- [2] 陆大道. 关于地理学的“人-地系统”理论研究[J]. 地理研究, 2002,21(2):135-145. [Lu Dadao. The oretical studies of man-land system as the core of geographical science. Geographical Research, 2002, 21(2): 135-145.]
- [3] 张平宇. 矿业城市人地系统脆弱性——理论·方法·实证[M]. 北京:科学出版社,2011.[Zhang Pingyu. The vulnerability of the man-land system of a mining City—theory·method·demonstration. Beijing:Science Press,2011.]
- [4] 杨青山. 对人地关系地域系统协调发展的概念性认识[J]. 经济地理, 2002,22(5):289-292. [Yang Qingshan. The conceptual recognition for the coordinat-developing mechanism of human-activity-geographical-environment reginal system. Economic Geography, 2002,22(5):289-292.]
- [5] 苗长虹, 魏也华, 吕拉昌. 新经济地理学[M]. 北京:科学出版社, 2011. [Miao Changhong, Wei Yehua, Lv Lachang. New economic geography. Beijing:Science Press,2011.]
- [6] Rosenberg N. Inside the black box:technology and economics [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- [7] Lundwall B A. Product innovation and user-producer interaction [M]. Industrial Development Research Series No.31. Aalborg: Aalborg University Press, 1985:1-39.
- [8] Cooke P N, Braczyk H J, Heidenreich M H. Regional innovation systems:the role of governance in the globalized world [M]. London: UCL Press, 1996.
- [9] 王稼琼, 绳丽惠, 陈鹏飞. 区域创新体系的功能与特征分析[J]. 中国软科学, 1999(2):54-56, 64. [Wang Jiaqiong, Sheng Lihui, Chen Pengfei. The analysis of the function and characteristic of regional innovation system, China Soft science. China Soft Science, 1999(2): 54-56, 64.]
- [10] 黄鼎成. 人与自然关系导论[M]. 武汉:湖北科学技术出版社, 1997. [Huang Dingcheng. The introduction of the relationship between human and nature. Wuhan:Hubei Science and Technology Press, 1997.]
- [11] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2008-2013. [Anhui Bureau of Statistics. Anhui Statistics Yearbook. Beijing:China Statistics Press, 2008-2013.]
- [12] 铜陵市统计局. 铜陵统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2008-2013. [Tongling Bureau of Statistics, Tongling Statistics Yearbook. Beijing:China Statistics Press, 2008-2013.]
- [13] Vefie L. The penguin dictionary of physics [M]. Beijing: foreign language press, 1996.
- [14] 吴大进, 曹力, 陈立华. 协同学原理和应用[M]. 武汉:华中理工大学出版社, 1990. [Wu Dajin, Cao Li, Chen Lihua. Principle and application of synergetics. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 1990.]
- [15] Bardram, Jakob E. Temporal coordination-on time and coordination of collaborative activities at a surgical department [J]. Computer Supported Cooperative Wbrk, 2000,9(2):157-187.
- [16] 单莹洁, 苏传华. 基于耦合协调度的区域创新系统绩效评价研究——以河北省为例[J]. 科技管理研究, 2011,31(22):66-68. [Shan Yingjie, Su Chuanhua. Evaluations study on the regional innovation system performance based on the coupling coordinative degree model——taking Hebei as an example. Science and Technology Management Research, 2011, 31(22): 66-68.]
- [17] 张旺, 周跃云, 胡光伟. 超大城市“新三化”的时空耦合协调性分析——以中国十大城市为例[J]. 地理科学, 2013,33(5): 562-569. [Zhang Wang, Zhou Yueyun, Hu Guangwei. Coupling mechanism and space-time coordination of new-approach ur-

- banization,new-approach industrialization and service industry modernization in megacity behemoths:a case study of ten cities in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(5): 562-569.]
- [18]刘艳军, 刘静, 何翠, 等. 中国区域开发强度与资源环境水平的耦合关系演化[J]. *地理研究*, 2013, 32(3): 507-517. [Liu Yanjun,

Liu Jing, He Cui, et al. Evolution of the coupling relationship between regional development strength and resource environment level in China. *Geographical Research*, 2013, 32(3): 507-517.]

Coupled Analysis Regional Innovation System and Resource City Industrial Transformation:A Case Study of Tongling City

Wang Wei, Sun Lei

(College of National Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu 241002, Anhui, China)

Abstract: This article from the perspective of the human-land system investigate the internal relation and reveal the interaction mechanism of coordination and coupling between regional innovation system and resource city industrial transformation. By building the evaluation index system, adopting the entropy method and using the coupling-coordination degree model, the development index and the coupling-coordination degree of regional innovation system and the resource city industrial transformation in 2008-2013 about Tongling are measured, evaluated and compared. The research shows that in the conditions of industrial transformation policy implementation and regional innovation system construction;the index of regional innovation system and industrial transformation are rising and the coupling-coordination degrees have risen from low level to high level over the medium stage directly, which show the characteristics of evolution to be nonlinear;In recent years the coupling-coordination level showed a downward trend. At last, according to the conclusion, the relevant suggestions are discussed to local government from updating innovation policy,increasing investment,optimizing environment,etc.And the perfect direction of research theory and method were given.

Key words: regional innovation systems; resource city industrial transformation; coupling and coordination degree; Tongling City