

山东半岛城市群创新能力评价研究

李世泰 赵亚萍 张 喆

(鲁东大学 地理与规划学院, 山东 烟台 264010)

摘要: 在深入剖析城市创新能力内涵的基础上, 构建了创新型城市的要素结构模型, 并从创新资源、创新载体、创新制度、创新环境、创新绩效5个方面构建了城市创新能力评价指标体系, 同时系统阐述了一级指标的内涵, 对每个二级指标选取了相应的统计指标来衡量; 采用了因子赋权评价法和系统聚类分析法对山东半岛城市群创新能力进行评价, 对其空间分异特征进行了深入分析, 得出如下结论: 山东半岛城市群的创新能力发展水平空间差异悬殊, 其中, 济南、青岛在5个方面都具有明显优势, 烟台、潍坊、淄博居其次, 东营、威海则较弱, 日照各方面能力都明显偏低。在此基础上, 提出了提升山东半岛城市群整体创新能力的措施。

关键词: 城市群; 创新能力; 评价方法; 山东半岛

中图分类号: F290

文献标志码: A

文章编号: 1003-2363(2012)04-0064-05

“创新驱动型”发展模式是现代城市实现跨越式发展的主攻方向, 自20世纪末以来, 创新型城市一直是纽约、伦敦、东京等国际大都市的主要发展目标, 随着2006年我国建设创新型国家战略的明确提出, 我国也相继开展了创建国家创新型城市试点工作, 但创新型城市的建设离不开城市创新能力评价体系。目前, 测度宏观层面的创新能力的指标体系已经比较成熟, 但中观和微观尺度创新能力测度, 尤其是城市创新能力的测度还没有一套完善的指标体系。为了更加科学合理评价城市创新能力, 本研究围绕城市创新能力的5个要素, 确定了城市创新能力的评价指标体系, 并采用了针对性和可操作性强的研究方法, 以山东半岛城市群为研究对象, 探讨了该区域城市创新能力及各创新要素的空间差异。这不仅对推动我国城市创新更好更快地发展、加速区域经济发展有积极意义, 而且在知识经济下将为山东半岛城市群创新发展战略的制定与实施提供重要的参考。

1 城市创新能力

城市创新能力是指创新主体在优越的创新环境下, 通过对技术、知识等创新资源要素进行集聚和重组, 创造出新技术和新知识, 然后在企业的孵化作用下, 将其转化成生产力并制造出产品的能力。城市创新能力是创新型城市的核心, 是城市科技发展潜力的综合反映, 也是衡量创新型城市建设的一个重要尺度。一个城市创新能力的大小是多种创新要素综合联动和反馈效应的结果, 中国城市经济学会提出, 一个城市创新能力的大小取决于创新资源、创新机构、创新机制、创新环境四大创新要素, 这4个创新要素的优劣程度及组合状况最

终体现在创新绩效上, 而创新绩效又是衡量一个城市创新水平高低的重要标准^[1-4]。据此, 本研究构建了创新型城市的要素结构模型(图1)。(1)创新资源。创新资源是一个城市组织创新活动的物质基础, 在一定程度上反映了城市创新能力发展的空间及其趋势。具体而言, 创新资源应包含人力资源、经费资源和知识资源。(2)创新载体。创新载体是创新活动得以实现的社会组织机构, 它是将人力、资金、物质等创新资源合理搭配, 最终实现要素向成果和品牌转化的活动承载物。它主要包括企业、科研机构 and 高等院校等, 其中, 高等院校和科研院所是自主创新的源头, 是新技术的实验基地。企业为了在激烈的市场竞争中更有控制力和影响力, 便设立了一些研发机构, 这也是新技术的孵化基地、中试基地, 待技术成熟后即可投入规模化生产。因此, 科研院所和企业之间便形成了实验基地—中试基地—产业化基地的完整创新链条。(3)创新制度。完善的创新制度是城市开展创新活动的支点和根本保障, 在相关制度的激励下, 创新载体能够有效整合和系统化配置创新资源, 促进城市创新效用的最大化和最优化, 从根本上保证创新活动持续有效地开展。创新制度的好坏主要体现在当地政府对创新的重视程度、企业对开发新产品的积极性和金融机构支持创新活动的力度等。(4)创新环境。创新环境是创新活动的内在驱动力, 是衡量城市经济发展水平和基础设施完善程度的能力。优越的创新环境能够促进创新主体最大限度地调用创新要素进行创新活动, 激发全体市民参与创新的积极性, 提高创新成效, 协调和整合城市的各种创新功能, 为创新型城市的建设和发展提供可靠保障。创新环境可进一步分解成软环境、硬环境和产学研合作环境。(5)创新绩效。创新绩效是创新活动的体现物, 是创新主体通过运作创新资源向社会提供的知识成果、技术产出以及对经济增长的贡献率等。创新绩效不仅指科研成果的数量, 还包括科研成果的转化能力, 主要体现在高新技术产业的发展情况方面。

收稿日期: 2011-08-11; 修回日期: 2012-05-25

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2011DL001 ZR2010DL004)

作者简介: 李世泰(1966-), 男, 山东龙口人, 教授, 硕士, 主要从事区域发展与城乡规划研究。(E-mail) ltsd@163.com.



图 1 创新型城市要素结构模型

Fig. 1 The structure model of keys of city innovation ability

2 城市创新能力评价指标体系与方法

2.1 评价指标体系

评价指标包括绝对指标和相对指标,其中,绝对指标体现了一个城市创新能力的总量规模,但因城市规模

大小的不同会造成一定的偏差,而相对指标可以在一定范围内弥补绝对指标的不足,因此,为了更加科学合理地评价城市创新能力,本研究综合考虑绝对指标和相对指标。从影响城市创新能力的 5 个因素出发,结合国内外已有的研究^[5-11],依据科学性、可比性、前瞻性、可操作性、系统综合性等原则,建立起城市创新能力评价指标体系(表 1)。该体系包括 5 个一级指标、12 个二级指标,并对每个二级指标选取相应的统计指标来衡量。

2.2 评价方法

在对象间横向比较评价研究中,常采用多指标综合评价法,它主要包括因子分析法、专家评价法和模糊综合评价法等。其中,专家评价法和模糊综合评价法多采用相关研究领域的专业人士综合打分来确定权重,带有相当程度的主观性,使综合排名结果不具有唯一性和客观性。因子分析法克服了以上弊端,综合因子的权重是

表 1 城市创新能力评价指标体系

Tab. 1 Evaluation index system of city innovation ability

一级指标	二级指标	统计指标
创新资源	人力资源	每万名劳动力中 R&D 人员数/人;高等院校在校学生数/万人
	经费资源	全社会研究开发费占 GDP 的比例%;教育经费占 GDP 的比例%;企业科技活动经费支出/万元;企业技术研发经费占产品销售收入的比重%;科技活动经费筹集总额/万元
	知识资源	人均公共图书馆藏书量/册;高中以上人口受教育程度%;人均财政性教育经费支出/元
创新载体	企业	设有开发机构的企业所占比重/%
	科研机构	普通高等院校/所;科研机构、实验室数量/个
创新制度	激励政策	地方财政科技拨款占地方财政支出比重%;企业开发新产品用款占经费支出比重%;金融机构贷款/万元
创新环境	软环境	外商直接投资累计额/万美元;人均国内生产总值/万元;人均可支配收入/万元;城镇登记失业率/%
	硬环境	每 100 名居民互联网用户数/户;建成区绿化覆盖率/%
	产学研合作环境	高校和科研机构 R&D 经费中来自企业的比重/%
创新绩效	知识积累	图书、杂志出版种数/种;每 10 万人国内发明专利申请量/件;取得的省级以上的科技成果/项
	技术产出与转化水平	科技进步贡献率%;驰名商标量/件;新产品产值比重/%
	经济增长	经济增长率%;高新技术产业产值增长率%;高新技术产业总产值占工业总产值的比重%;高新技术产业总产值/万元;现代服务业产值占 GDP 比重%;万元 GDP 综合能耗/(t 标准煤·(万元) ⁻¹)

根据方差贡献率大小确定的,避免了人为确定权重的主观性。除此之外,因子赋权在剔除指标间相关性的基础上,还能够保留原始指标的主要信息,从而使问题简单明晰,结果客观合理。为了使问题更具有针对性,本研究还选用聚类分析法,将山东半岛城市群的 8 个城市进行分层聚类,划分出城市创新能力的强弱类型,为提出下一阶段创新型城市建设的主要任务和战略措施提供理论基础。此外,因子分析法和聚类分析法的整个过程都可以用 SPSS 软件方便快捷地进行,可操作性强。

3 山东半岛城市群创新能力的评价

3.1 数据来源

鉴于评价对象的可比性以及数据的可获取性,本研究根据上面建立的城市创新能力评价指标体系,选取山东半岛城市群 2008 年的指标数据作为分析对象。指标数据来源于以下 3 个方面:(1)《2008 年山东统计年鉴》

和济南、青岛、烟台、威海、东营、淄博、潍坊、日照 8 个城市的《2008 年统计年鉴》;第五次人口普查公告数据;国家商标网和国家专利网公布的相关数据。(2)将直接获取的数据进一步计算处理得到如下数据:每万名劳动力中 R&D 人员数、全社会研究开发占 GDP 的比例、教育经费占 GDP 比例、企业技术研发经费占产品销售收入的比重、人均财政性教育经费支出、地方财政科技拨款占地方财政支出比重、企业开发新产品用款占经费支出比重、高校和科研机构 R&D 经费中来自企业的比重、科技进步贡献率、新产品产值比重、高新技术产业产值增长率、高新技术产业总产值占工业总产值的比重等。(3)对一些无法获取的数据通过一定的方法估算取得。例如,缺少烟台市取得的科技成果数量,可根据对烟台的了解及其科研机构、高等院校的情况,再利用其他地市的数据即可大致估算出烟台取得的科技成果数量。由于本研究选取的样本数据量纲不同,为了方便后面的实

证分析,消除量纲的不良影响,对原始变量用标准差标准化进行无量纲处理。通过下列公式实现,即:

$$y_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_k}{\sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_k)^2}}$$

式中: i 表示第 i 城市; k 表示第 k 个指标; m 表示样本个数; y_{ik} 表示第 i 城市第 k 个指标的无量纲化数据; x_{ik} 表示第 i 城市第 k 个指标的原始样本数据; \bar{x}_k 表示第 k 个指标在 8 个城市中的平均值。根据上述公式,得到一组平均值为 0、标准差为 1 的无量纲数据。

3.2 山东半岛城市群创新能力计算分析

标准化后的数据通过相关性检验后,采用 SPSS16.0 统计软件对变量进行因子分析。通过碎石图(图 2)可知,前 4 个公因子的特征值较大,均超过 1,其后各因子的特征值锐减。前 4 个特征值的方差贡献率分别为 49.231%、17.984%、12.676%、8.326%,累计贡献率达到了 88.218%,因此,只需提取前 4 个公因子便可涵盖原有信息量的 88.218%,这样既保留了原始指标的主要信息,又简化了问题,使评价研究过程客观合理。根据每个指标在 4 个公因子上的权重(表 2)和 4 个公因子的方差贡献率,便可求出每个指标在城市创新能力评价指

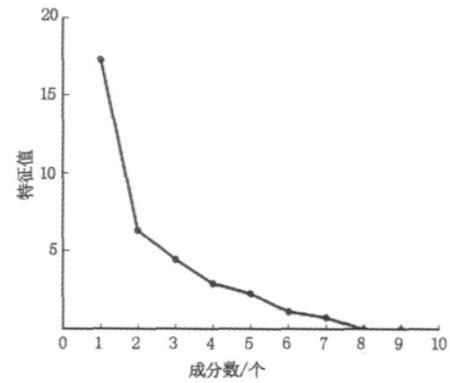


图 2 碎石图

Fig. 2 The diagram of spall

标体系中的权重。计算公式为:

$$\eta_i = 0.49231\eta_{i1} + 0.17984\eta_{i2} + 0.12676\eta_{i3} + 0.8326\eta_{i4}$$

式中: η_i 是第 i 个指标的权重 $i = 1, 2, \dots, 35$; $\eta_{i1}, \eta_{i2}, \eta_{i3}, \eta_{i4}$ 是第 i 个指标在第 1, 2, 3, 4 个公因子上的权重值。然后对所得的指标权重进行归一化处理(表 2)。

利用已算出的指标归一化权重值和标准化后的无量纲数据,可以得到各城市创新能力的综合得分。计算

表 2 各项指标的权重

Tab. 2 Weights of all factors

指标	公因子				归一化权重
	1	2	3	4	
每万名劳动力中 R&D 人员数/人	0.784	0.459	0.272	0.005	0.054 077
高等院校在校学生数/人	0.271	0.933	0.110	-0.134	0.046 283
全社会研究开发费占 GDP 的比例/%	0.838	0.510	-0.011	0.128	0.055 560
教育经费占 GDP 的比例/%	0.903	0.080	0.130	0.174	0.044 889
企业科技活动经费支出/万元	0.826	0.481	0.081	0.214	0.056 890
企业技术研发经费占产品销售收入比重/%	-0.359	0	-0.843	0.381	-0.022 380
科技活动经费筹集总额/万元	0.747	0.600	0.052	0.253	0.058 361
人均公共图书馆藏书量/册	0.917	0.141	0.109	-0.106	0.042 874
高中以上人口受教育程度/%	0.206	0.716	-0.094	0.490	0.042 151
人均财政性教育经费支出/元	0.059	-0.130	-0.174	0.906	0.009 353
设有开发机构的企业所占比重/%	0.248	0.202	-0.091	0.847	0.030 137
普通高等院校/所	0.188	0.953	0.092	-0.143	0.043 216
科研机构、实验室数量/个	0.073	0.910	-0.312	-0.026	0.032 114
地方财政科技拨款占地方财政支出比重/%	0.232	0.955	0.019	0.081	0.047 538
企业开发新产品用款占经费支出比重/%	0.073	-0.199	-0.843	0.406	-0.011 940
金融机构贷款/万元	0.073	-0.037	-0.071	0.920	0.015 398
外商直接投资累计额/万美元	0.910	-0.080	-0.228	0.136	0.032 532
人均国内生产总值/万元	0.912	0.292	0.051	0.244	0.053 177
人均可支配收入/万元	0.908	0.319	-0.039	0.163	0.051 238
城镇登记失业率/%	0.473	0.298	0.646	-0.498	0.033 229
每 100 名居民互联网用户数/户	0.279	0.443	0.176	-0.298	0.026 335
建成区绿化覆盖率/%	-0.075	-0.529	-0.787	-0.148	-0.038 670
高校和科研机构 R&D 经费中来自企业的比重/%	-0.045	-0.847	0.184	-0.363	-0.037 020
图书、杂志出版种数/种	0.608	0.672	0.369	-0.059	0.055 585
每十万人国内发明专利申请量/件	0.492	0.821	0.194	0.132	0.056 764
取得的省级以上的科技成果/项	0.111	0.960	0.133	-0.134	0.041 163
科技进步贡献率/%	0.326	0.523	0.373	0.369	0.045 446
驰名商标量/件	0.661	0.655	0.082	-0.175	0.050 465

续表2

指标	公因子				归一化权重
	1	2	3	4	
新产品产值比重/%	0.656	0.277	-0.628	0.014	0.027 184
经济增长率/%	-0.253	-0.33	0.677	-0.204	-0.015 040
高新技术产业产值增长率/%	-0.506	-0.548	0.583	0.004	-0.031 850
高新技术产业总产值占工业总产值的比重/%	0.871	0.343	-0.257	-0.053	0.043 507
高新技术产业总产值/万元	0.964	-0.006	-0.109	0.080	0.038 616
现代服务业产值占GDP比重/%	0.432	0.697	-0.049	-0.421	0.036 537
万元GDP综合能耗/(t标准煤·(万元) ⁻¹)	-0.236	0.005	0.307	-0.574	-0.013 730

公式为:

$$F_j = \sum_{i=1}^{35} \eta_i x_{ij}, i = 1, 2, \dots, 35$$

式中: F_j 是第 j 个城市创新能力的综合得分 $j = 1, 2, \dots, 8$; η_i 是第 i 个指标的归一化权重 $i = 1, 2, \dots, 35$; x_{ij} 是第 j 个城市在第 i 项指标上的标准值。

山东半岛城市群各个城市的创新能力综合得分及8个城市在创新资源、创新载体、创新环境、创新制度和创

新绩效5个方面的各自得分结构及排名见表3,每个城市的具体情况还可以通过图3更直观地体现出来。依据表3中城市创新能力的综合得分值,用系统聚类分析法把8个城市分成4类:第一类是济南、青岛,创新能力最强;第二类是烟台、潍坊、淄博,创新能力较强;第三类是东营、威海,创新实力比较薄弱;第四类是日照,创新能力最弱。据此,可以勾画出山东半岛城市群创新能力的空间分异(图4)。

表3 城市创新能力综合评价结果

Tab.3 The result of universal evaluation of city innovation ability

城市	综合情况		创新资源		创新载体		创新制度		创新环境		创新绩效	
	得分	排名										
济南	1.438 3	1	0.415 9	2	0.171 1	1	0.105 3	1	0.203 6	2	0.542 4	1
青岛	1.412 6	2	0.525 6	1	0.072 7	2	0.038 4	2	0.309 2	1	0.466 7	2
烟台	0.201 7	3	0.140 6	3	-0.058 2	6	-0.023 6	5	0.063 4	3	0.079 5	3
潍坊	-0.106 5	4	0.097 8	4	-0.044 2	5	-0.031 6	6	-0.027 0	5	-0.101 6	5
淄博	-0.249 1	5	-0.135 8	5	-0.063 5	7	-0.012 9	4	0.018 4	4	-0.055 3	4
东营	-0.612 6	6	-0.223 7	6	0.001 9	3	0.016 9	3	-0.112 0	6	-0.295 7	7
威海	-0.737 8	7	-0.299 6	7	-0.007 0	4	-0.043 8	7	-0.218 4	7	-0.169 0	6
日照	-1.346 6	8	-0.520 9	8	-0.072 8	8	-0.048 7	8	-0.237 2	8	-0.467 0	8

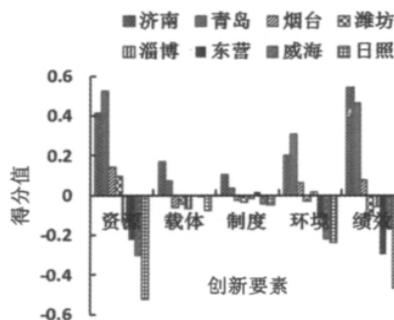


图3 山东半岛城市群各创新要素情况

Fig.3 The condition of innovation factors in urban group of Shandong Peninsula



图4 山东半岛城市群创新能力的空间分异

Fig.4 The spatial difference of innovation ability in city group of Shandong Peninsula

3.3 评价结果分析

从上面因子分析和聚类分析的结果可以看出,山东半岛城市群的城市创新能力存在明显的梯度差异,且各等级要素的趋同性明显。具体地说,济南、青岛的综合得分最高,分别是1.438 3,1.412 6,远远超过其他城市的得分,位于创新的第一等级,无论从创新资源、创新载体、创新环境、创新制度和创新绩效看都是佼佼者,处于

山东半岛城市创新活动的顶端,是山东半岛创新型城市建设的典范;第二等级的烟台、潍坊、淄博,虽然具备了建设创新型城市的基本条件,具有一定的城市创新能力,但各方面发展并不均衡,如烟台和淄博的创新载体较缺乏,潍坊的创新制度有待完善;第三等级的东营、威海城市创新力较弱,除在创新载体方面占有一定的比较优势外,其他方面均比较薄弱;第四等级日照的创新能

力最弱,而且没有具有优势的创新要素。

4 结论与建议

城市创新能力的发展水平受多方面因素影响,山东半岛城市群创新能力发展水平空间差异悬殊,其中,济南、青岛在 5 个方面都有明显优势,烟台、潍坊、淄博其次,东营、威海较弱,日照各方面能力都明显偏低。因此,要提升山东半岛城市群创新能力,就应抓住山东半岛蓝色经济区战略实施的大好机遇,确立“突出重点,携手韩日,区域统筹,政策保障”的建设思路。首先,应充分发挥济南、青岛的龙头带动作用,依托科技、人力、资源进行集成创新,集中力量发展关键环节,控制核心技术,加大技术、产业、管理、政策等的集成创新力度,将重点放在产品研发和品牌建设上;烟台、潍坊、淄博、东营、威海、日照 6 个城市应在技术引进与消化创新上下功夫,将技术引进与企业再创造结合在一起,使技术引进成为自主创新的有效途径。其次,充分发挥地缘优势,抓紧建设中日韩自由贸易先行区,通过区域内创新资源的有效整合以及区域间创新要素的自由流动,提高区域的创新辐射和吸纳能力,扩大创新辐射面,使山东半岛城市群成为我国创新资源集中、创新活动活跃之区^[12]。第三,该城市群中的 8 个城市应充分发挥各自优势,建设特色鲜明的产业集群。例如,青岛应培育以海港经济中心和工商业中心为目标的大港口特色、海洋产业特色和大旅游特色;烟台应加快发展旅游业、物流业、环保产业,向国际性、现代化、生态型的工业城区迈进;潍坊应重点发展海洋化工、机械、食品加工等综合性制造业;日照应充分利用鲁南的出海门户和亚欧大陆桥的东方桥头堡这一区位优势,大力发展临港工业和滨海旅游业。最后,为了更好更快地推进创新型城市的建设,必须在 3T 理论(技术、人才、包容)的指导下,营造以“创新”为

价值取向的支持创新、追求成功、宽容失败、崇尚竞争、开放包容的城市创新环境,加强自主知识产权的保护,为创新型城市的建设提供良好环境保障。

参考文献:

- [1] 王缉慈. 创新的空间——企业集群与区域发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001.
- [2] Michael Porter, Scott Stem. National Innovation Capacity [M]. New York: Oxford University Press, 2002: 604 - 610.
- [3] 李永胜. 创新型城市的涵义、特征及其实现途径[J]. 天府新论, 2008(1): 98 - 101.
- [4] 庄越, 曾娟. 城市技术创新原理研究[J]. 科学管理研究, 2002, 20(4): 4 - 7.
- [5] Hans-Joachim Braczyk, Philip N Cooke, Martin Heidenreich. Regional Innovation System: The Role of Governments in a Globalized World [M]. London: UCL Press, 1998: 246 - 249.
- [6] 邹缙慈. 构建创新型城市的要素分析[J]. 中国科技产业, 2005, 19(10): 13 - 15.
- [7] 石忆邵, 卜海燕. 创新型城市评价指标体系及其比较分析[J]. 中国科技论坛, 2008, 24(1): 22 - 25.
- [8] 杨华峰, 邱丹, 余艳. 创新型城市的评价指标体系[J]. 统计与决策, 2007(6): 68 - 70.
- [9] 王仁祥, 邓平. 创新型城市评价指标体系的构建[J]. 工业技术经济, 2008(1): 69 - 70.
- [10] 胡婷婷, 刘奇中. 创新型城市的建设与实践[J]. 安徽行政学院学报, 2010, 1(4): 46 - 47.
- [11] 赵斌. 创新型城市建设的发展路径[J]. 企业改革与管理, 2007(4): 38 - 39.
- [12] 李世泰. 山东半岛建设中韩自由贸易先行区的思考[J]. 世界地理研究, 2011, 20(2): 85 - 89.

Research on Evaluation of Innovation Ability in Shandong Peninsula Urban Group

Li Shitai, Zhao Yaping, Zhang Zhe

(School of Geography and Planning, Ludong University, Yantai 264010, China)

Abstract: Based on the connotation of innovative city and factors of innovation ability, the evaluation index system of city innovation ability is built from innovative resources, innovative carriers, innovative systems, innovative environment and innovative performance. Then the factor analysis and the system clustering analysis are adopted to study innovation ability in Shandong Peninsula urban group. By analyzing its spatial characteristics in depth, the countermeasures are proposed to build innovative urban agglomeration in Shandong Peninsula.

Key words: urban group; innovation ability; evaluation method; Shandong Peninsula