

基于因子分析的浙江城市科技竞争力评价分析

陈达¹, 袁志明²

(1. 江西理工大学经济管理学院, 江西赣州 341000;

2. 嘉兴学院商学院, 浙江嘉兴 314001)

【摘要】以 2009《浙江科技统计年鉴》《浙江统计年鉴》数据资料为依据, 运用因子分析法, 构建了浙江城市科技竞争力指标体系及评价模型, 对浙江各地区科技竞争力存在的问题加以分析探讨, 并对研究结果提出了相关的对策。

【关键词】浙江; 城市; 因子分析; 科技竞争力; 指标体系; 对策

【中图分类号】F299. 275. 5 **【文献标识码】** A **【文章编号】**1008-6781 (2012) 02-0092-05

科技竞争力是指在一定的科技支撑环境下, 一个国家或地区通过研究与开发、技术创新等活动, 反映出的科技投入、产出、科技与经济一体化程度, 以及科技潜力的综合水平。同时, 科技竞争力也是衡量地区内科学技术对社会和经济发展推动作用的一个重要依据。^[1]其作用主要体现在: 第一, 科学技术是第一生产力, 科技竞争力是增强区域经济实力的核心; 第二, 产业竞争力与科技竞争力有着密切的关系, 产业竞争力的增强取决于科技竞争力; 第三, 提升科技竞争力有利于人力资源的开发和国民综合素质的提高; 第四, 增强科技竞争力是可持续发展的重要推动力量。^[2]本文运用因子分析法, 构建了浙江科技竞争力评价模型及评价指标体系, 结合相关的数据资料, 对浙江城市科技竞争力存在的问题加以分析探讨, 拟为相关部门制定科技政策和发展规划提供科学的决策依据。

一、科技竞争力评价指标

(一) 评价指标设计的原则

1. 系统性原则。^[3]科技竞争力评价指标的设计需要从系统整体出发, 全面、科学、准确地描述反映现阶段地方科技竞争力的水平和特征。根据系统论的方法, 将科技竞争力指标设计作为一个系统, 并分为多层次的子系统, 共同影响决定区域科技竞争力高低, 把评价目标与指标联成一个有机整体。

2. 准确性原则。为了充分发挥指标体系的职能作用, 必须要求数据来源真实可靠、数据处理准确无误、评价指标符合实际, 这就要求我们在科技竞争力指标体系设计时, 充分考虑已有资料来源的限制及收集资料渠道的真实可靠程度, 在指标设计上尽量将误差控制在最小范围内, 以确保科技竞争力评价体系指标数值的准确性和权威性。

收稿日期: 2011-09-17

基金项目: 浙江省科技计划软科学研究项目 (2010C35003)

作者简介: 陈达 (1985-), 男, 山东济南人, 江西理工大学经济管理学院硕士研究生, 研究方向为技术经济评价; 通讯作者: 袁志明 (1963-), 男, 浙江嘉兴人, 嘉兴学院科技处处长, 教授, 主要从事管理学研究。

网络出版时间: 2011-12-13 13:47 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/33.1273.Z.20111213.1347.009.html?uid=>

3. 可行性原则。科技竞争力评价指标的可行性包括两个方面:一是指标体系的设置应尽可能使指标明确易懂、简繁适中,数据易于采集、计算,数据要进行标准化、规范化处理,方便各项指标的定量处理;二是整个评价体系的评价方法和相应的各项指标的计算方法要简便、科学,易于操作,能运用科学的方法保证评价结果的有效性和可信度。

4. 可比性原则。科技竞争力评价指标的选择应做到含义清楚明确,口径一致,同时应注意指标的内容、口径、计算方法在纵向和横向上的可比及指标体系内部各子系统之间的协调与衔接,以使指标体系易于进行动态比较和横向比较分析。

5. 动态性原则。对科技竞争力的评价是一个主观对客观的认识过程,评价结果本身是一个不断变化动态的过程。因此,确定的指标体系应该充分考虑系统的动态变化,针对不同阶段区域科技竞争力,应适时地修订指标体系,制定不同的评价标准,并对实施过程进行有效监测,以免出现工作差错。

(二)评价指标设计的程序

从已成功建立的一些经济和社会评价指标体系来看,一般都经历了事前调查研究→拟定指标体系基本框架→形成较为完善指标体系→选择对象进行测评→对指标体系进行修改和完善等几个发展过程,才逐渐得到认可和得以广泛应用。^[4]科技竞争力指标体系的建立同样也需要经过调查与论证、构建指标体系、试评与完善 3 个步骤。

第一,调查与论证。构建科技竞争力指标体系是一项较为复杂的工程,涉及面较广,因此需要进行深入调查、研究和论证,选择哪些核心指标、评价模型如何选择等,最终形成构建科技竞争力指标体系的基本思路。

第二,构建指标体系。在进行充分调研和借鉴国内外有关经验启示的基础上,拟定出指标体系的基本框架,并进行讨论分析、不断磨合完善,逐步形成较为完善的指标体系,同时编制指标体系说明。

第三,试评与完善。指标体系确定后,可先选择一些对象进行试评,找出指标体系存在的问题和原因,然后进一步对指标体系进行修改和完善,直至形成科学、全面、准确的评价方案,再逐步进行推广运用。

表 1 科技竞争力水平评价指标体系

一级指标	二级指标	单位
科技投入	X_1 : 科研人员数量	人
	X_2 : 每百万人拥有科学家和工程师数量	人
	X_3 : 科技经费投入占 GDP 比例	%
	X_4 : R&D 经费占 GDP 的比例	%
科技产出	X_5 : 专利授予量	件
	X_6 : 每万人专利授予量	件
	X_7 : 技术市场成交额	万元
	X_8 : 人均 GDP	元
科技发展潜力	X_9 : 高校在校生人数	人
	X_{10} : 图书馆藏书量	千册

(三)评价指标设计的内容

遵循科技竞争力指标设计的原则和程序,科技竞争力评价指标体系由科技投入、科技产出和科技发展潜力3个一级指标,10个二级指标构成,具体见表1。

1. 科技投入指标。国际上通常用科技活动的人力资源以及经费投入等指标来衡量一个国家和地区的科技投入情况。^[5]通过这样一组指标可以比较完整地说明科技投入与科技活动之间的相互关系,从而能够比较清晰地显示科技发展的进程。为此,科技投入指标下,具体又可分成科研人员数量、每百万人拥有科学家和工程师数量、科技经费投入占GDP比例、R&D经费占GDP的比例等4个具体二级指标加以说明。

2. 科技产出指标。为易于进行统计和计量分析,方便国内外比较研究,科技产出指标一般可分成专利授予量、每万人专利授予量、技术市场成交额、人均GDP等4个具体的二级指标。

3. 科技发展潜力指标。该类指标用于反映区域未来科技发展的潜力,本文选取了高校在校生人数、图书馆藏书量两个指标作为二级指标。

二、科技竞争力评价指标测度

目前,国内外关于多指标综合评价的方法很多,如主成分分析法、回归分析法、模糊曲线法等。^[6]本文采用的因子分析法是目前应用得比较多且较成熟的多元统计方法,它是将多个指标重新组合成一组相互独立的几个综合指标,并能反映原指标主要信息的方法。采取这种方法既可以用于简化指标又可以用于对样本进行评价。^[7]科技竞争力水平评价正是对多个样本进行分析和评价,因此本文采用因子分析法对浙江科技竞争力状况进行测评。

指标体系下含有 p 个指标构成 p 维随机向量 $(X_1, X_2, \dots, X_p)'$, 其相关矩阵为 R , 特征根为 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$, 因子载荷矩阵为 A , 各因子得分为 $F_1, F_2, \dots, F_m$ 。由 $B=R^{-1}A$ 得到每个因子的得分

$$F_{j1} = b_{j1}X_1 + b_{j2}X_2 + \dots + b_{jp}X_p, j = 1, 2, \dots, m$$

科技竞争力的总得分

$$F = \omega_1 F_1 + \omega_2 F_2 + \dots + \omega_m F_m$$

$$\omega_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i}$$

其中

三、实证研究

(一)数据来源

本文以浙江省 11 个城市的科技活动为分析样本,研究数据来源于 2009《浙江科技统计年鉴》以及《浙江统计年鉴》,指标相应的数值见表 2。

表 2 浙江城市科技竞争力评价指标数据

城市	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
杭州	117 966	140. 92	4. 38	2. 56	9 831	14. 51	402 122. 00	60 414	379 857	9 907
宁波	69 082	75. 84	2. 46	1. 33	9 883	17. 40	48 823. 60	56 771	130 440	6 099
温州	34 900	26. 60	1. 78	0. 88	5 159	6. 68	6 218. 94	30 496	71 170	2 706
嘉兴	41 827	57. 94	1. 76	1. 76	3 163	9. 36	25 104. 20	43 129	36 832	4 339
湖州	14 122	32. 50	2. 34	1. 29	2 318	8. 97	5 203. 89	36 829	23 468	1 951
绍兴	37 074	51. 29	3. 14	1. 64	11 192	25. 61	4 274. 86	48 236	50 258	2 196
金华	25 403	33. 21	1. 13	1. 13	5 073	10. 99	4 808. 40	32 813	69 788	2 783
衢州	6 050	16. 04	1. 14	0. 45	574	2. 31	1 803. 69	26 076	10 211	947
舟山	3 958	21. 69	1. 56	0. 88	228	2. 36	2 349. 63	46 936	22 695	607
台州	46 201	40. 92	2. 46	1. 42	4 811	8. 38	88 298. 60	34 244	27 254	1 494
丽水	5 481	13. 33	1. 11	0. 27	692	2. 71	180. 40	22 053	35 732	1 106

(二)数据处理

运用 SPSS17.0 统计分析软件对浙江省 11 个城市 2009 年的 10 个指标值进行因子分析。

1. 根据因子特征根和贡献率确定因子。表 3 为总方差解释表,前 2 个因子的特征值都大于 1,到第 2 个因子为止,累计的方差贡献率已经达到 90. 29%,说明这两个主因子能解释原先 10 个评价指标 90. 29%的方差,也就是说这两个因子基本反映了原变量的绝大部分信息,所以就选取这两个因子。

2. 因子分析和命名。由于因子的经济意义主要由线性组合中系数较大的几个原指标的综合意义来决定,因此可以认为,经过旋转后第一因子 F1 是最为重要的影响因子。从表 4 中可以看出,F1 因子在 X1、X2、X3、X4、X5、X6、X7、X8、X9、X10 指标上载荷较大,该因子主要反映了区域科技活动的人力资源、科技经费投入情况。可以认为 F1 是科技竞争力的硬性因子。经过旋转后第二因子 F2 的贡献率为 35. 054%,是次要重要的影响因子,该因子在 X5、X6 指标上载荷较大。该因子反映了科技产出中的专利授予情况。

表 3 特征值和贡献率

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	7. 779	77. 790	77. 790	7. 779	77. 790	77. 790	5. 524	55. 236	55. 236
2	1. 250	12. 500	90. 290	1. 250	12. 500	90. 290	3. 505	35. 054	90. 290
3	0. 370	3. 697	93. 987						
4	0. 299	2. 987	96. 974						
5	0. 176	1. 759	98. 733						
6	0. 068	0. 680	99. 412						
7	0. 038	0. 379	99. 792						
8	0. 020	0. 203	99. 995						
9	0. 000	0. 004	99. 999						
10	0. 000	0. 001	100. 000						

3. 计算样本得分和综合排名。根据各因子数值以及归一化处理后的贡献值,通过 $F=0.6118F_1+0.3882F_2$,运用 Excel 工具对数据样本值进行计算,得出 11 个城市相应的因子指标值和综合排名。见表 5。

表 4 因子载荷矩阵			表 5 指标值和城市综合排名				
指标	F ₁	F ₂	城市	F ₁	F ₂	科技竞争力综合排名	名次
X ₁	0.854	0.466	杭州	2.864 87	0.223 54	1.839 506	1
X ₂	0.880	0.461	宁波	0.180 88	1.171 30	0.565 361	2
X ₃	0.691	0.609	温州	-0.212 85	-0.319 38	-0.254 200	7
X ₄	0.693	0.591	嘉兴	0.106 35	-0.021 43	0.0567 460	4
X ₅	0.369	0.883	湖州	-0.367 60	-0.092 59	-0.260 840	8
X ₆	0.119	0.979	绍兴	-0.976 16	2.250 28	0.276 344	3
X ₇	0.968	0.121	金华	-0.399 87	-0.014 51	-0.250 270	6
X ₈	0.576	0.643	衢州	-0.426 16	-1.142 89	-0.704 390	10
X ₉	0.936	0.236	舟山	-0.322 52	-0.750 32	-0.488 590	9
X ₉	0.936	0.236	台州	-0.036 74	-0.067 34	-0.048 620	5
X ₁₀	0.877	0.365	丽水	-0.410 20	-1.236 66	-0.731 030	11

(三)结果分析

从表 5 可以看出浙江省 11 个城市的最终排名。排名第一的杭州市科技竞争力综合得分为 1.84 分,排名第二的宁波市为 0.57 分,与排名第一的杭州市得分相差较大。全省共有 4 个城市得分为正值,说明其科技竞争力水平位于平均水平之上,其他 7 个城市为负值,其中以衢州市、丽水市最低,说明两市科技综合实力最差。

1. 科技、人力资源投入方面。无论是科研人员数量还是每百万人拥有科学家和工程师数量,杭州市远高于其他城市,衢州市、舟山市和丽水市在这方面投入明显不足。全省 R&D 投入占 GDP 为 1.61%,其中杭州市达到 2.56%,其他各市与杭州市还有一定的差距。杭州市、绍兴市的科技经费投入占 GDP 比例较高,分别为 4.38%和 3.14%。

2. 科技产出方面。无论是专利授予量,还是每万人专利授予量绍兴都排在第一位,这与绍兴市企业申请专利积极性息息相关,浙江省知识产权局 2009 数据显示:2009 年全市企业、大专院校、科研院所和事业单位职务专利申请共有 2451 件,其中企业专利申请量为 2192 件,占比 89.4%。绍兴市、杭州市、宁波市专利授予数排名前三,表明 3 个市科技创新氛围比较活跃。丽水市各项指标均比较低。

3. 科技发展潜力方面。高校在校人数指标在相当程度上影响着区域专业技术人才状况与知识创新能力,是反映区域未来科技发展的重要指标。从数量上看,杭州、宁波在校人数分别为 40 万和 13 万,分别占全省在校人数的 44%和 15%;图书馆藏书量分别为 9907 千册和 6099 千册,分别占全省图书馆藏书量的 29.02%和 17.86%。这为两地未来的科技发展奠定了较好的基础。

四、增加浙江城市科技竞争力的对策

(一)加强创新型人才队伍建设

研究制定相关激励政策,充分利用各类科技平台人才集聚效应,积极面向海内外招聘具有国际化背景、跨学科知识、跨行业经验和广阔视野的自主创新领军人才,加大创新人才尤其是高层次领军人才的引进力度,着力培养一批具有战略眼光和国际视野,善于组织开展技术创新和转化重大科技成果,能够引领行业发展的具有科学家素质的企业家,具有企业家经营头脑的科学家,引导企业积极开展内部培训,进一步加大企业高技能人才的培养力度,着力培养一大批具有高技能生产一线人才。

(二)加大科技资金的投入力度

科技发展水平中科技活动的资金投入与科技竞争力高低有着紧密的联系,凡科技活动资金投入位次较前的地市,其科技竞争力较高。除杭州、绍兴之外的9个城市科技经费投入占GDP比例明显不足,尚有提升的空间,下一步要确保科技经费投入的增长幅度。同时,加强科研资金管理,优化科技资金投入结构,提高科研产出效益,促进科研投入产出良性循环。

(三)突出企业科技创新的核心地位

支持龙头骨干企业、大中型企业和企业集团建立各具特色的企业技术中心、工程中心、研发中心、院士工作站、博士后流动站等不同形式的技术开发机构,推动企业成为融合科技与经济、自主创新发展的主力军,以加速形成有利于技术创新和科技成果转化有效运行机制。积极鼓励企业与国内外高校、科研机构开展合作,共建科技创新载体,有效地促进自主创新能力和区域综合竞争实力的提高。

参考文献:

- [1]张优智. 陕西省科技竞争力实证研究[J]. 兰州石化职业技术学院学报, 2009(1):29-32.
- [2]张小军. 低碳经济背景下我国科技竞争力评价体系构建[J]. 商业时代, 2011(7):107-108.
- [3]袁志明. 环境友好型社会评价指标测度方法研究[J]. 科研管理, 2008(4):175-179.
- [4]于丽英, 冯之浚. 城市循环经济评价指标体系的设计[J]. 中国软科学, 2005(12):44-53.
- [5]李林. 国外科技竞争力评价方法述评[J]. 科技管理研究, 2009(2):85-87.
- [6]周梅华, 徐杰, 王晓珍. 地区科技服务业竞争力水平综合评价及实证研究—以江苏省13个城市为例[J]. 科技进步与对策, 2010(8):137-140.
- [7]何晓群. 现代统计分析方法与应用[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2007:350-376.