

doi:10.3969/j.issn.1000-7695.2013.01.004

# 提升科技竞争力 助推城市经济发展

——我国15个副省级城市2011年科技竞争力比较研究

倪芝青, 林 晔

(杭州市科技信息研究院, 浙江杭州 310001)

**摘要:** 根据城市科技竞争力的基本概念及内涵, 参照国家有关科技竞争力评价指标体系, 遵循科学性、全面均衡性、可操作性、规范化原则构建指标体系。通过对城市综合竞争力的排序, 结合各城市科技竞争力增长指数测算分析, 对我国15个副省级城市进行2011年科技竞争力评价研究, 为提升科技竞争力、加强科技对经济转型升级的支撑作用, 进一步推动创新型城市建设提供决策依据。通过规模和水平结合反映城市科技竞争力的现状, 是论文的创新点。

**关键词:** 副省级城市; 科技竞争力; 指标体系; 增长指数; 评价

**中图分类号:** F120.3; F204

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7695 (2013) 01-0019-04

## Promote Science & Technology Competitiveness, further Push the Development of City's Economic

—Compare Research on S&T Competitiveness of 15 Vice-province Cities in 2011

NI Zhiqing, LIN Ye

(Hangzhou Institute of S&T Information Research, Hangzhou 310001, China)

**Abstract:** The article based on the basic conception and connotation of urban science&technology competitiveness, by reference to related national S&T competitiveness index systems, follows the principles of scientificity, comprehensiveness, maneuverability and standardization, and established evaluation index system. By ranking the overall competitiveness and integrating with the analysis of growth index calculation for science & technology competitiveness, the paper studies on science & technology competitiveness and development of the 15 vice-province cities in 2011, and provides reference for decision-making to promote science & technology competitiveness, strengthen the role of Science & technology in support of economic transformation and upgrading, and to further push on the construction of innovative city. To dynamically reflect the S&T competitiveness level of the 15 vice-provincial cities is the main innovative point of the article.

**Key words:** vice-province cities; S&T competitiveness; index system; growth index; evaluation

科技竞争力是一个国家(地区)科技资源与投入、自主创新能力、科技发展水平与潜力、产业科技竞争力形成的综合区域竞争优势体现。城市科技竞争力是城市在科技发展、潜力及其体制制度方面,在相应的竞争环境中,与其他相应的城市相比而言所具有的吸纳科技资源和促进城市经济与社会发展的能力。

论文对2011年我国深圳、广州、南京、杭州等15个副省级城市科技竞争力进行深入研究分析,以期各城市贯彻落实科学发展观,加强科技对经济转型升级的支撑作用,进一步推动创新型城市建设提供决策依据。

### 1 指标体系设定

对科技竞争力评价指标体系的构建,至今尚未

有一个权威说法。本文参考国家科技部《全国科技进步统计监测报告》和《中国科技发展研究报告2000》,从科技投入水平(包括科技人力投入水平、科技财力投入水平)、科技产出水平(包括专利产出水平、科技产业化产出水平)、科技与经济和社会协调发展程度(包括经济增长、环境资源)、科技潜力(高教基础、信息化水平)以及制度因素(如管理水平、科技体制和科技环境水平、知识产权保护水平等)多方面评价科技竞争力水平。

科技投入是科技发展的基础和前提,它通过科技活动这一实践阶段来反映科技产出;科技产出是衡量科技活动成败的重要标志;科技与经济发展协调程度则从宏观角度出发,反映了地区科技进步及

收稿日期:2012-04-12, 修回日期:2012-07-23

其可持续发展状况；科技潜力是科技创新的重要保障，是科技竞争力不断提高的重要前提。这四个方面综合起来可以反映科学技术发展全过程的竞争力水平。

基于制度因素难以定量衡量的特性，本文的评价指标体系中暂没有考虑这方面的因素。论文以科技指标为主、以经济和社会发展指标为辅，按照科学性、均衡性、可操作和规范化原则，通过对科技投入、科技产出、科技与经济和社会协调发展程度、科技潜力四个方面的考核，以德尔菲法确定指标权重，形成一套较为完整的科技竞争力综合评价体系，如表 1 所示。

表 1 科技竞争力综合评价指标体系的构成

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重
科技投入	0.3	科技财力投入	0.5	R&D 经费支出总量	0.3
				R&D 经费支出占当年 GDP 的比重	0.3
				地方财政科技支出	0.2
				地方财政科技支出占本级地方财政支出比重	0.2
		科技人力投入	0.5	专业技术人员总数	0.3
				每万人口专业技术人员数	0.3
科技产出	0.4	专利产出	0.5	从事科技活动人员	0.2
				科技活动人员占从业人员的比重	0.2
				专利授权量	0.2
				每十万人专利授权量	0.2
		科技产业化产出	0.5	发明专利授权量	0.3
				每十万人发明专利授权量	0.3
科技与经济和社会协调发展程度	0.15	经济增长	0.4	高新技术产业产值	0.25
				高新技术产业占工业总产值的比重	0.25
				高技术产品出口额	0.25
		环境资源	0.6	高技术产品出口额占出口总额比重	0.25
				人均 GDP	0.5
				地区生产总值 (GDP)	0.5
科技潜力	0.15	高教基础	0.6	工业废水排放达标率	0.5
				万元 GDP 综合能耗	0.5
		信息化水平	0.4	高等学校在校学生数	0.3
				地方财政教育经费支出	0.35
				地方财政教育经费占地方财政比重	0.35
				互联网用户数	0.5
万人互联网用户数	0.5				

## 2 指标体系测评

### 2.1 科技竞争力测算

采用主成分分析法对科技竞争力进行测算。

(1) 主成分分析的数学模型：

$$F_1 = a_{11}ZX_1 + a_{21}ZX_2 + \dots + a_{p1}ZX_p$$

$$F_2 = a_{12}ZX_1 + a_{22}ZX_2 + \dots + a_{p2}ZX_p$$

$$F_p = a_{1m}ZX_1 + a_{2m}ZX_2 + \dots + a_{pm}ZX_p$$

其中  $a_{1i}$ ,  $a_{2i}$ ,  $\dots$ ,  $a_{pi}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) 为  $X$  的协方差阵  $\Sigma$  的特征值相对应的特征向量,  $ZX_1$ ,  $ZX_2$ ,  $\dots$ ,  $ZX_p$  是原始变量经过标准化处理的值

(因为存在指标量纲不同的影响, 原始数据首先须标准化)。

由于主成分分析法在对指标权重赋值上有缺陷, 课题组采用了主客观赋权相结合的办法, 即首先根据专家的经验判断, 对指标变量在实际评估中的重要程度进行打分, 分别赋予权数, 并根据确定的权数对标准化的样本矩阵进行处理, 得到一个新的数据表, 再对新形成矩阵中的指标数据进行主成分分析, 最终确定各指标的权重。这种方法从评估本身的意义对系统中重要变量赋予更大的权数, 使得在求主成分及确定指标权重时, 这些指标得到更多的重视, 从而使确定的指标权重更为理想。

(2) 主成分提取。课题组运用 SPSS 统计软件, 得到 5 个主成分, 其特征值分别为 12.322、3.220、2.180、1.958、1.739, 分别解释了总体方差的 49.288%、12.881%、8.721%、7.832%、6.954%, 共解释总信息的 85.676%, 可以认为这 5 个因子基本反映了原 25 个变量的绝大部分信息。

表 2 主成分的提取

Component (因子序号)	Initial Eigenvalues (初始特征值)		
	Total (特征值)	% of Variance (特征值占方差的百分数)	Cumulative % (特征值占方差百分数的累加值)
1	12.322	49.288	49.288
2	3.220	12.881	62.169
3	2.180	8.721	70.890
4	1.958	7.832	78.722
5	1.739	6.954	85.676

根据 5 个主成分所反映的变量信息, 分别冠名以经济科技总量因子、科技投入程度因子、科技潜力因子、教育因子、和谐发展因子。

(3) 测算结果。我国 15 个副省级城市科技竞争力单项主成分排名和综合排名如表 3、表 4 所示。

表 3 2011 年我国 15 个副省级城市科技竞争力单项主成分排名

位次	主成分 1 (经济科技总量因子)	主成分 2 (科技投入程度因子)	主成分 3 (科技潜力因子)	主成分 4 (教育因子)	主成分 5 (和谐发展因子)
1	深圳	深圳	广州	广州	成都
2	广州	成都	西安	哈尔滨	深圳
3	杭州	大连	南京	成都	宁波
4	宁波	杭州	武汉	杭州	杭州
5	南京	青岛	杭州	南京	哈尔滨
6	青岛	南京	济南	大连	长春
7	成都	宁波	宁波	青岛	青岛
8	大连	武汉	长春	沈阳	济南
9	武汉	广州	成都	武汉	沈阳
10	沈阳	厦门	沈阳	深圳	大连
11	西安	长春	青岛	西安	南京
12	哈尔滨	哈尔滨	哈尔滨	济南	厦门
13	厦门	西安	深圳	长春	西安
14	济南	济南	大连	厦门	广州
15	长春	沈阳	厦门	宁波	武汉

表 4 2011 年我国 15 个副省级城市科技竞争力综合排名

城市	位次	得分
深圳	1	6.19
广州	2	5.59
杭州	3	4.15
南京	4	3.80
宁波	5	3.74
成都	6	3.43
武汉	7	2.36
青岛	8	2.13
大连	9	2.02
西安	10	1.88
沈阳	11	1.54
哈尔滨	12	0.97
厦门	13	0.82
济南	14	0.78
长春	15	0.22

(4) 得分排名。根据 2011 年我国 15 个副省级城市科技竞争力综合得分排序所显示的差距，按每 2.0 分为一档，可以把这 15 个城市划分为四个层次：

第一层次（综合得分 5.0 分以上）的有广州、深圳，科技竞争力很强，优势明显。主成分分析显示，4 个主成分居于首位的为广州或深圳，优势非常明显。这两城市相比，广州科技工作经多年来的发展更为全面均衡；作为中国经济特区之首的深圳，则科技底蕴略嫌不足，主要体现在科技潜力方面，深圳的科技潜力因子在 15 城市中列第 13 位。2010 年度，深圳高校在校学生数排在末位，但是深圳通过构建虚拟大学园、深港创新圈以及良好的创业发展环境，吸引了大量优秀的高校毕业生到深圳。近年来，深圳的发展速度远超过广州，广州的科技竞争力排名均居首位。

第二层次（综合得分为 3.0 ~ 5.0 分）的有杭州、南京、宁波、成都，科技竞争力较强。杭州、南京属于省会城市，是所在省份的政治、经济、科技、文化中心。南京人文资源丰富，高等教育发达，科技竞争优势在科技潜力因子方面较为突出，该因子在 15 个城市中排名第 3。与南京相比，杭州科技竞争优势主要表现在政府和产业对科技的重视，在创新投入和专利产出都有明显优势。宁波的优势在于专利产出高，高新技术产品出口额亦较高。宁波 2010 年度 10 万人专利授权量位居第 1。但宁波科技基础较薄弱，R&D 活动经费占 GDP 比重较低，高校在校生数排在第 13 位。成都软件业、高新区发展较快，科技投入程度因子位居 15 城市第 2，教育因子居于第 3。成都有较好的科技基础，地方财政性教育经费支出居第 4，高校在校生数居第 5，万元 GDP 综合能耗是 15 城市中最低的。

第三层次（综合得分为 1.0 ~ 3.0 分）的有武汉、青岛、大连、西安、沈阳，科技竞争力中等。

武汉科技基础较好，科技潜力因子居 15 城市第 4 位，2010 年度在校大学生数居 15 城市之首；但和谐发展因子居末位，2010 年度工业废水排放达标率和万元 GDP 能耗分别位于第 13 和第 12 位。青岛的教育投入和高新技术产业发展方面较好，2010 年度高新技术产业总产值及其占工业总产值的比重分别居 15 城市第 2 和第 4 位，地方财政性教育经费支出及占地方财政比重分别名列第 6 和第 2 位；弱势在于科技潜力不足，2010 年度在校大学生数列于第 11 位，发明专利授权量和每 10 万人发明专利授权量更是分别居于 15 城市的第 12 位和第 14 位。大连人均 GDP 较高，地方财政科技拨款较多，高新产业发展较好，但能耗严重，居 15 城市之末，其余各项指标均在中下水平。沈阳经济总量居中，科技人才资源较为丰富。西安从 2010 年的第 8 名下滑至 2011 年的第 10 名，经济实力较弱，财政科技投入较低，2010 年度 GDP 和人均 GDP 均居末 2 位；高新产业发展较差，2010 年度高新技术产业总产值位于 15 城市之末；万元 GDP 能耗高。西安的优势主要体现在科技基础较好，科技潜力因子在 15 城市中名列第 2。

第四层次（综合得分 1.0 分以下）的有哈尔滨、厦门、济南、长春，科技竞争力较弱。2011 年厦门、济南的科技竞争力综合得分在 15 城市中排第 13、14 位，与 2010 年大致持平。长春、哈尔滨无论是经济实力还是科技投入，在 15 城市中均处于弱势。近年来，长春 R&D 人员和 R&D 投入有显著的改善。当然这几个城市的经济总量较小，在绝对量指标上得分较低，对排名也有影响。

## 2.2 科技竞争力增长指数测算

科技竞争力的主成分分析结果，描述的是 2011 年 15 个城市科技竞争力的大小，是一个规模指数；引入科技竞争力增长指数，则是描述 15 个城市 2011 较 2010 年科技竞争力的提高程度，从水平角度反映 15 个城市科技竞争力的现状，这也是论文的创新点。

科技竞争力增长指数采用线性加权综合法进行测算，其模型为：

$$ETIA = \sum_{i=1}^{n_1} \left( \sum_{j=1}^{n_2} \left( \sum_{k=1}^{n_3} P_{ijk} W_{ijk} \right) W_{ij} \right) W_i$$

$$P_{ijk} = \frac{X_{ijk}}{X_{ijkB}} \quad (\text{适用于正指标的计算})$$

$$P_{ijk} = \frac{X_{ijkB}}{X_{ijk}} \quad (\text{适用于逆指标的计算})$$

其中：ETIA 代表指标群综合评价分值，即综合科技竞争力增长指数； $n_1$  为指标群一级指标个数， $n_2$  为指标群二级指标个数， $n_3$  为三级指标个数； $X_{ijk}$  为第  $i$  个一级指标下第  $j$  项二级指标下第  $k$  项三级指标的原始数值； $X_{ijkB}$  为第  $i$  个一级指标下第  $j$  项二级指标下第  $k$  项三级指标的基准值； $W_{ijk}$  为第  $i$  个一级

指标下第  $j$  项二级指标下第  $k$  项三级指标的权重； $W_{ij}$  为第  $i$  个一级指标下第  $j$  项二级指标的权重； $W_i$  为第  $i$  个一级指标下的权重。

以 2010 年为基准值 100 测算，2011 年 15 个城市科技竞争力增长指数如表 5 所示。

表 5 2011 年我国 15 个副省级城市科技竞争力增长指数

城市	位次	科技竞争力增长指数
深圳	1	118.61
杭州	2	118.42
西安	3	118.41
沈阳	4	118.34
南京	5	118.33
宁波	6	117.75
武汉	7	117.20
大连	8	116.78
济南	9	116.36
厦门	10	115.19
青岛	11	114.77
成都	12	114.20
广州	13	114.16
哈尔滨	14	112.04
长春	15	104.87
平均指数	—	115.69

科技竞争力增长指数可分为四个层次：

第一层次（118.00 以上）：深圳、杭州、西安、沈阳、南京；

第二层次（116.00 ~ 118.00）：宁波、武汉、大连、济南；

第三层次（114.00 ~ 116.00）：厦门、青岛、成都、广州；

第四层次（114.00 以下）：哈尔滨、长春。

统计显示，科技竞争力增长指数超过平均水平的城市从高到低依次有深圳、杭州、西安、沈阳、宁波、武汉、大连、济南、厦门。

### 2.3 综合科技竞争力城市间比较

2011 年，科技竞争力及科技竞争力增长指数排名综合显示：

深圳、武汉、长春的科技竞争力排名与科技竞争力增长指数排名一致。

杭州、大连、西安、沈阳、济南、厦门 6 城市科技竞争力排名落后于科技竞争力增长指数排名；按照其增长趋势，这 6 个城市的科技竞争力排名有望进一步提升，尤其难得的是杭州科技竞争力排名第三、竞争力增长排名第二，上升空间大。

广州、南京、宁波、成都、青岛、哈尔滨 6 城市科技竞争力排名超前于科技竞争力增长指数排名。

深圳始终把提高自主创新能力放在首位，构建深港创新圈，深入产学研合作，并利用其资本市场的优势大力发展高新技术产业。以深圳遥遥领先的科技竞争力而言，科技竞争力增长指数排名第 1，

非常难得，也显示了深圳相对其他城市的大幅度领先优势。

广州的科技创新能力已经发展到一个新的水平，远超过其他副省级城市，属于科技创新能力发达城市，基数较大，科技竞争力增长指数虽然靠后，但创新能力的增长量依然很大，较长时间内将继续领先于其他科技创新能力发展中城市。

2011 年杭州、南京科技竞争力分别居 15 个城市的第 3、第 4 位，科技竞争力增长指数分别处于第 2、第 5 位，显示出较强的实力和较快的发展势头。

宁波 2011 年科技竞争力位居第 5，近年来提升较快。

西安、沈阳 2011 年科技竞争力水平较弱，城市排名分别为第 10、第 11 位，但这两个城市的科技竞争力增长指数却分别处于第 3、第 4 位。

济南、厦门 2011 年科技竞争力分别排名第 14、第 13 位，科技竞争力增长指数却分别处于第 8、第 9 位，显示正在加速发展。

长春、哈尔滨科技竞争力排名在 15 个城市下游，科技竞争力增长指数也排名落后，尤其是长春，科技竞争力和增长指数均处末位，显示其科技竞争力提升迫在眉睫。

### 3 总体评价

科技的进步发展以及由此带来的产业竞争力与当地的社会经济发展有着密切的联系，一般经济越发达，其科技竞争力也比较高；反之亦然。

在所研究的 15 个城市中，增长指数较高的大都属于科技竞争力不是很强的城市，而科技创新能力发达城市如广州则增长速度不高。当然也有些城市竞争力和增长速度都不高。如何改善这一现状有待进一步研究。

#### 参考文献：

- [1] 孙志梅, 袁传宏, 张峰. 山东半岛城市群科技竞争力评价研究 [J]. 科技管理研究, 2011 (3): 88-91
- [2] 周小柯, 吉生保. 中国区域科技竞争力实证研究——基于灰色关联投影模型 [J]. 中国科技论坛, 2011 (1): 98-103
- [3] 陈秀珍. 城市科技竞争力评价体系研究——以深圳为例 [J]. 开放导报, 2011 (2): 76-80
- [4] 马元三. 区域科技统计与科技竞争力评价研究 [J]. 商业时代, 2008 (22): 10-12
- [5] 姜春林, 江诗松. 基于主成分分析的省区科技竞争力评价 [J]. 科技管理研究, 2005 (3): 65-67
- [6] 中国科技发展研究报告研究组. 中国科技发展研究报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2000

作者简介：倪芝青（1970—），女，浙江杭州人，副研究员，主要研究方向为软科学研究和情报调研。林晔（1962—），男，浙江杭州人，院长，研究员，主要研究方向为软科学研究和情报管理。