

济南市科技创新发展指数研究

陈媛 王颖莉

(济南市科学技术信息研究所, 山东济南 250001)

摘要: 以济南加快打造区域性科技创新中心为出发点, 收集2008—2014年度科技创新与经济发展相关数据, 通过相关性分析和鉴别力分析相结合的方法筛选指标, 构建济南市科技创新发展指数体系, 采用灰关联分析方法确定指标权重, 对济南市近年来科技创新发展情况进行评价。最后结合指标得分对济南市科技创新能力的年度性变化趋势与特点进行剖析, 为区域性科技创新中心建设提供决策参考。

关键词: 科技创新发展指数; 相关性分析; 鉴别力分析; 灰关联分析; 济南市

中图分类号: F204

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2017.04.011

Study on Ji'nan's Science and Technology Innovation Index

CHEN Yuan, WANG Yingli

(Ji'nan Science and Technology Information Institute, Ji'nan 250001)

Abstract: Based on the practice of constructing regional science and technology innovation center, this article selects data of year 2008-2014, screens index by Correlation analysis and discrimination analysis, constructs Ji'nan's science and technology innovation index system, confirms index weight by grey relation analysis and evaluates situation for Ji'nan's science and technology innovation development. Finally it carries on anatomy to annual vary trend and feature for Ji'nan's science and technology innovation ability, to provide decision-making reference for construction of region S&T innovation center.

Keywords: science and technology innovation index, correlation analysis, discrimination analysis, grey relation analysis, Ji'nan

1 引言

近年来, 济南市不断加大科技投入力度, 强化创新载体建设, 在科技产出方面取得了一定的成效。2008—2014年, 济南市R&D经费投入从57.66亿元增长到120.54亿元, 增长了1.09倍; 地方财政科技支出从4.51亿元增长到9.43亿元, 同样增长了1.09倍; 万名从业人口中R&D活动全时人员从72.66人年增长到121.33人年, 增长了66.98%; 高新技术企业从159家增长到514

家, 增长了2.23倍; 高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重从37.33%提高到41.58%, 提高了4.25个百分点; 万人发明专利拥有量从1.95件增长到12.51件, 增长了5.42倍; 技术合同交易额从17.35亿元增长到37.29亿元, 增长了1.15倍。

随着科技投入的增加, 济南市科技产出水平不断提升, 整体科技创新能力有了很大提高。那么, 近年来济南市科技创新能力的年度性变化趋势如何? 创新资源、创新载体和创新绩效分别具

作者简介: 陈媛(1983—), 女, 济南市科学技术信息研究所经济师, 研究方向: 科技统计与数据分析(通讯作者); 王颖莉(1968—), 女, 济南市科学技术信息研究所副研究员, 研究方向: 科技统计与数据分析。

收稿时间: 2017年4月10日。

有什么特点？针对这些问题，本文尝试开展济南市科技创新发展指数研究，收集 2008—2014 年度济南市科技创新与经济发展相关数据，采用相关性分析和鉴别力分析相结合的方法构建科技创新发展指数体系，应用灰关联分析方法确定指标权重，通过实证分析，连续、动态地跟踪和度量济南市科技创新发展情况，科学、客观地评价济南市科技创新发展成效，以期为区域性科技创新中心建设提供决策参考。

2 指数体系与数据来源

本文对 2008—2014 年度济南市科技创新相关数据进行分析。基于目前研究现状和现有研究成果，借鉴国内学者构建的区域科技创新能力评价指标体系，包括李晶慧等^[1]构建的河南省科技创新能力评价指标体系、林萍等^[2]针对新疆构建的区域科技创新能力评价指标体系、陈国宏等^[3]基于指标相关性分析和指标判别能力分析建立的区域科技创新能力评价指标体系、程东祥等^[4]构建的科技创新型城市评价指标体系以及姜文仙^[5]构建的广东省区域科技创新能力评价体系，参考 2007 年发布的《济南市创新型城市建设综合评价指标体系（试行）》以及 2016 年发布的《济南市区域性科技创新中心建设指标体系》，初步构建了济南市科技创新发展指数体系，包括 5 个一级指标：创新人才、研发经费、创新载体、科技成果、结构优化，24 个二级指标，见表 1 所示。在此基础上，用相关性分析和鉴别力分析相结合的方法筛选指标^[6]。

相关性分析的目的是剔除重复性指标，消除指标反映的信息重复对评价结果的影响，简化指标体系。根据公式计算相关系数 R_{ij} ：

$$R_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{ki} - \bar{X}_i)(X_{kj} - \bar{X}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ki} - \bar{X}_i)^2 (X_{kj} - \bar{X}_j)^2}}$$

在式中， R_{ij} 为第 i 指标与第 j 指标的相关性系数， X_{ki} 为第 k 年第 i 指标值， X_{kj} 为第 k 年第 j 指标

值。 $\bar{X}_i$ 为第 i 指标各年平均值， $\bar{X}_j$ 为第 j 指标各年平均值。设定一个临界值 M ($0 < M < 1$)，若 $|R_{ij}| > M$ ，则删除一个评价指标；若 $|R_{ij}| < M$ ，则同时保留 i 、 j 两个评价指标。本文针对每个一级指标所辖的二级指标，两两进行相关性分析，设定临界值 $= 0.9$ ，进行指标筛选。

鉴别力分析的目的是筛选出能明显区分评价对象特征的指标，剔除对评价对象特征区分不明显的指标。依据评价指标反映理论，通常把指标的特征曲线的斜率作为评价指标的鉴别力参数，为方便计算，在实际中通常用变差系数来描述评价指标的鉴别力。根据变差系数的计算公式 $Cv_i = \frac{S_i}{\bar{X}_i}$ 计算得到鉴别力系数。在式中， Cv_i 为第 i 指标的变差系数， $\bar{X}_i$ 为第 i 指标各年平均值， S_i 为第 i 指标的标准差。该系数越大，说明指标的鉴别力越强，反之则越弱。根据计算结果，删除 $Cv_i < 0.01$ 的评价指标。本文选用 Spss 19.0 软件进行相关性分析和鉴别力计算，最终确定济南市科技创新发展指数体系，包括 5 个一级指标和 18 个二级指标，如表 2 所示。

3 评价指标权重

本文采用灰关联分析法确定指标权重。灰色系统理论是 1982 年由华中理工大学邓聚龙教授提出的。灰关联分析通过量化分析寻找系统中各因素间的主要关系，找出影响目标值的关键因素，关联度是两个系统或两个因素间关联性大小的量度^[7]。钱玲飞等^[8]采用灰关联分析法确定了情报学学科创新力动态影响因素的权重，并对基于灰色关联度的权重计算结果进行了定性分析，证明了其合理性。灰关联分析法确定权重的步骤见参考文献[9]。

选择济南市 2008—2014 年度地区生产总值作为参考序列 x_0 ，各二级评价指标 2008—2014 年度数据作为比较序列 x_1 、 x_2 、 $\cdots$ 、 x_{18} ，对参考数列和比较数列进行“初值法”标准化处理，根

表1 济南市科技创新发展指数体系初选指标及原始数据(2008—2014年)

一级指标	二级指标	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
创新人才	每万人口在校大学生数/人	1006	1048	1064	1057	1085	1190	1134
	每万人口普通高校专任教师数/人	41.59	42.43	46.28	48.87	48.67	48.09	48.17
	万名从业人口中R&D活动全时人员/人年	72.66	80.77	89.35	98.66	99.72	108.93	121.33
	万名从业人口中科技项目参加人员折合全时当年/人年	86.22	88.53	81.45	94.59	96.76	103.47	113.63
研发经费	R&D经费内部支出占GDP的比重/%	1.92	2.03	2.08	2.17	2.06	2.13	2.09
	基础研究投入占R&D投入的比重/%	2.77	4.38	5.25	5.61	6.30	7.01	6.72
	地方财政科技支出占地方财政支出的比重/%	2.04	2.02	1.84	1.90	2.17	2.10	1.65
	企业R&D投入占企业主营业务收入比重/%	1.19	1.27	1.31	1.63	1.63	1.63	1.62
	企业享受研发经费加计扣除政策税收减免优惠额/亿元	5.03	4.16	7.54	8.41	10.49	12.6	13.82
	高新技术企业和技术先进型服务企业享受所得税减免优惠额/亿元	2.46	4.34	6.59	5.57	7.69	7.85	9.97
创新载体	高新技术企业/家	159	234	291	352	392	462	514
	技术先进型服务企业/家	0	4	6	12	13	18	19
	国家级企业技术中心/家	11	11	13	15	18	21	23
	省级以上工程技术研究中心/家	72	79	103	122	140	140	143
科技成果	发明专利授权量/件	481	832	1260	1623	2123	2168	2609
	万人有效发明专利拥有量/件	1.95	3.00	4.61	6.32	8.39	10.24	12.51
	中国驰(著)名商标累计拥有量/个	172	207	228	250	302	350	385
	国家、行业、地方标准累计拥有量/个	1687	2112	2530	2963	3420	3863	4327
	技术合同交易额/亿元	17.35	13.84	17.70	24.8	26.37	29.05	37.29
结构优化	第三产业增加值占地区生产总值比重/%	50.5	51.5	52.6	53.1	54.4	55.3	56.4
	现代服务业增加值占全部第三产业比重/%	44.1	44.2	44.6	46.9	48.6	49.4	50.2
	高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重/%	37.33	39.51	41.54	38.66	39.55	40.56	41.58
	企业新产品产值占工业总产值比重/%	18.99	19.62	24.95	22.75	23.69	24.75	23.14
	企业中有R&D活动企业所占比重/%	7.49	10.11	11.78	14.68	15.36	20.40	23.24
地区生产总值/亿元		3006.8	3340.9	3910.5	4406.3	4803.7	5230.2	5770.6

据公式 $\xi_{oi} = \frac{\Delta \min + \rho \Delta \max}{\Delta oi(k) + \rho \Delta \max}$ 计算各比较数列与参考数列在各个时刻的关联系数。在式中, ξ_{oi} 为各比较数列与参考数列在各时刻的关联系数; $\Delta \min$ 为两级最小差, $\Delta \max$ 为两级最大差; $\Delta oi(k)$ 为各比较数列曲线上的每一个点与参考数列曲线上的每一个点的绝对差值; ρ 为分辨系

数, 取 $\rho=0.5$ 。通过该方程式计算各关联系数后, 取各比较数列关联系数的平均值, 即为各比较序列相对于参考序列的灰色关联度, 再进行归一化处理, 以此作为各二级评价指标的权重, 见表3所示。

4 科技创新发展指数测算

采用“占比法”^[10]对表2的原始数据进行标

表2 济南市科技创新发展指数体系及原始数据（2008—2014年）

一级指标	二级指标	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
创新人才	每万人口在校大学生数/人	1006	1048	1064	1057	1085	1190	1134
	每万人口普通高校专任教师数/人	41.59	42.43	46.28	48.87	48.67	48.09	48.17
	万名从业人口中R&D活动全时人员/人年	72.66	80.77	89.35	98.66	99.72	108.93	121.33
	万名从业人口中科技项目参加人员折合全时当年/人年	86.22	88.53	81.45	94.59	96.76	103.47	113.63
研发经费	R&D经费内部支出占GDP的比重/%	1.92	2.03	2.08	2.17	2.06	2.13	2.09
	基础研究投入占R&D投入的比重/%	2.77	4.38	5.25	5.61	6.30	7.01	6.72
	地方财政科技支出占地方财政支出的比重/%	2.04	2.02	1.84	1.90	2.17	2.10	1.65
	企业R&D投入占企业主营业务收入比重/%	1.19	1.27	1.31	1.63	1.63	1.63	1.62
	企业享受研发经费加计扣除政策税收减免优惠额/亿元	5.03	4.16	7.54	8.41	10.49	12.6	13.82
创新载体	高新技术企业家数/家	159	234	291	352	392	462	514
	国家级企业技术中心/家	11	11	13	15	18	21	23
	省级以上工程技术研究中心/家	72	79	103	122	140	140	143
科技成果	发明专利授权量/件	481	832	1260	1623	2123	2168	2609
	技术合同交易额/亿元	17.35	13.84	17.70	24.8	26.37	29.05	37.29
结构优化	第三产业增加值占地区生产总值比重/%	50.5	51.5	52.6	53.1	54.4	55.3	56.4
	高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重/%	37.33	39.51	41.54	38.66	39.55	40.56	41.58
	企业新产品产值占工业总产值比重/%	18.99	19.62	24.95	22.75	23.69	24.75	23.14
	企业中有R&D活动企业所占比重/%	7.49	10.11	11.78	14.68	15.36	20.40	23.24
地区生产总值/亿元		3006.8	3340.9	3910.5	4406.3	4803.7	5230.2	5770.6

准化处理：以第*i*项指标第*j*年度计为 a_{ij} ，建立原始数据矩阵A，即 $A=(a_{ij})_{18 \times 7}$ ，另以 $b_{ij}=(a_{ij}/\sum_{j=1}^7 a_{ij}) \times 100$ 建立无量纲化标准矩阵B。表2的数据经标准化处理后，与表3对应指标权重进行加权计算，得到济南市2008—2014年度科技创新发展指数值，见表4所示。

由表4可以看出，2008—2014年，济南市科技创新工作成效显著。科技创新发展指数值从2008年的10.79增长到2014年的17.68，年均增长1.15，这表明7年来济南市科技创新发展水平不断提高。分项指标的测度，创新人才、创新载体、科技成果和结构优化指数得分均呈逐年增长态势，其中创新载体得分从1.50增长到3.44，年均增长0.32，增势劲猛；科技成果得分年均增长0.24，结构优化得分年均增长0.19，创新人才得分年均增长0.15，增势较为平稳。仅研发经费得

分在2014年出现下降，但总体仍呈现上涨趋势，年均增长0.25。由得分增长情况可以看出，在5个一级指标中，创新载体发展最快；科技成果发展速度优于结构优化速度；创新人才发展速度最慢；研发经费增速尚可，但在最近年份出现负增长。这说明，近年来济南市创新载体建设日趋完善，为科技创新发展提供了良好的载体和平台。与此同时，创新人才投入增长较慢，研发经费投入没有建立稳定增长机制，从而制约了科技创新发展的速度；科技成果落地转化需要一定的时间和过程，从而导致结构优化速度滞后于科技成果发展速度，科技创新的优越性没有充分发挥出来，需引起重视。

5 结语及对策建议

本研究设计构建了济南市科技创新发展指数体系，对济南市2008—2014年科技创新发展情

表3 济南市科技创新发展指数体系评价指标权重

一级指标	二级指标	指标权重
创新人才	每万人口在校大学生数	0.056
	每年人口普通高校专任教师数	0.057
	万名从业人口中R&D活动全时人员	0.062
	万名从业人口中科技项目参加人员折合全时当年	0.056
研发经费	R&D经费内部支出占GDP的比重	0.056
	基础研究投入占R&D投入的比重	0.052
	地方财政科技支出占地方财政支出的比重	0.053
	企业R&D投入占企业主营业务收入比重	0.060
	企业享受研发经费加计扣除政策税收减免优惠额	0.055
创新载体	高新技术企业	0.049
	国家级企业技术中心	0.063
	省级以上工程技术研究中心	0.062
科技成果	发明专利授权量	0.037
	技术合同交易额	0.062
结构优化	第三产业增加值占地区生产总值比重	0.055
	高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重	0.056
	企业新产品产值占工业总产值比重	0.059
	企业中有R&D活动企业所占比重	0.053

表4 2008—2014年济南市科技创新发展指数值

一级指标	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
创新人才	2.86	3.00	3.10	3.34	3.38	3.59	3.75
研发经费	3.05	3.27	3.66	4.03	4.37	4.66	4.53
创新载体	1.50	1.70	2.11	2.50	2.89	3.20	3.44
科技成果	0.80	0.80	1.07	1.46	1.68	1.80	2.25
结构优化	2.58	2.79	3.13	3.15	3.26	3.59	3.71
总指数得分	10.79	11.56	13.07	14.48	15.58	16.84	17.68

况进行评价,计算总体科技创新能力以及创新人才、研发经费、创新载体、科技成果和结构优化等单项指标的指数得分,并分析了年度性变化趋势。评价结果可为打造区域性科技创新中心和建设现代济南市提供参考。

5.1 存在的问题

研究表明,2008—2014年,济南市科技创新能力逐年提升,创新载体建设取得长足发展,但创新人员投入不足,研发经费投入没有形成稳定增长机制,成果转化过程较慢。具体问题表现在以下几个方面。

(1) 创新人员投入不足, 人才优势没有充分发挥。“创新人才”所属的4个二级指标, 仅“万名从业人口中R&D活动全时人员”在2008—2014年持续增长, 其他3个指标均波动明显。尤其“每万人口普通高校教师数”自2011年开始逐年下滑, 2014年相比2011年减少了0.7人; “万名从业人口中科技项目参加人员折合全时当年”在2010年出现严重下滑, 相比上年减少了8%。

(2) 研发经费投入力度不够, 没有形成稳定增长机制。“研发经费”所属的5个二级指标, 除“企业R&D投入占企业主营业务收入比重”逐年增长趋于稳定外, 其他4个指标均波动明显。尤其“R&D经费内部支出占GDP的比重”在2012年和2014年两次出现严重下滑; “地方财政科技支出占地方财政支出的比重”在2010年和2014年两次出现严重下滑, 甚至2014年降到了7年来的最低值。

(3) 科技成果转化较慢, 成果转化落地亟待加强。“科技成果”所属的2个二级指标, “发明专利授权量”在2008—2014年间增长了4.4倍, 但“技术合同交易额”仅增长了1.1倍, 差距十分显著。“结构优化”所属的二级指标“企业新产品产值占工业总产值比重”, 自2011年出现严重下滑和波动, 2014年尚且低于2010年1.81个百分点。

5.2 建议与措施

结合上述分析, 笔者认为, 推动济南市科技创新发展, 要从顶层设计上下功夫, 营造良好的政策环境, 同时加大创新人才和研发经费投入力度, 加快科技成果转化。下面提出3点具体建议。

(1) 优化政策环境, 构建完善的支持“大众创业、万众创新”的政策体系。进一步转变政府职能, 简政放权, 最大限度地减少政府对微观事务的管理, 以创新为导向发展社会公共事业, 营造全社会激励自主创新的市场环境; 进一步优化企业为技术创新主体的政策环境, 加强知识产权创造、应用和保护, 营造良好的产业发展知识产

权环境。

(2) 充分整合科技创新人才和经费资源, 为科技创新发展奠定坚实基础。加快建立科技人才多层次培养体系, 完善科技人才高质量引进体系, 创新科技人才市场化配置机制, 深化科技人才高效能使用机制, 营造优良的科技人才发展环境; 加大科技经费投入力度, 加快构建多元化的科技投入体系和稳定增长的长效机制, 推动政府引导性投入稳定增长、企业主体性投入持续增长和社会多渠道投入大幅增长。

(3) 加快科技成果转移转化, 整合各类科技服务资源, 形成集约化、系统化、规范化、便捷化的服务体系, 打造集成果转化、技术交易、金融服务于一体的区域性科技中介服务中心, 为各类科技成果转化项目提供优质服务, 力促科技成果转化落地。

参考文献

- [1] 李晶慧, 冯套柱, 刘洁. 河南省科技创新能力评价研究[J]. 技术与创新管理, 2013(3): 13-17.
- [2] 林萍, 聂春霞, 黄润, 等. 新疆科技创新能力评价[J]. 科技管理研究, 2014(7): 44-48.
- [3] 陈国宏, 康艺苹, 李美娟. 区域科技创新能力动态评价: 基于改进的“纵横向”拉开档次评价[J]. 技术经济, 2015(10): 17-23.
- [4] 程东祥, 诸大建, 朱虹, 等. 科技创新型城市评价模型及其实证研究[J]. 生态经济, 2016(9): 91-94.
- [5] 姜文仙. 广东省区域科技创新能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2016(8): 75-79.
- [6] 王里克. 基于相关: 鉴别力分析的区域科技创新能力评价指标体系构建[J]. 生产力研究, 2013(1): 71-74.
- [7] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005: 23-35.
- [8] 钱玲飞, 杨建琳, 张莉. 基于灰色关联度的学科创新力影响因素权重分析: 以情报学为例[J]. 图书情报工作, 2011(16): 39-43.
- [9] 郑立峰, 唐见兵. 基于灰色关联分析的系统仿真因素权重确定[J]. 计算机仿真, 2007(9): 76-78.
- [10] 焦立新, 杨靖东. 评价指标标准化处理方法的探讨[C]//管理科学与系统科学进展: 全国青年管理科学与系统科学论文集(第4卷), 1997: 761-765.