

# 山东省地市研发能力综合评价

王颖莉 陈媛

(济南市科学技术信息研究所, 山东济南 250001)

**摘要:** 以山东省17地市研发能力评价为出发点, 选取2014年度数据, 采用灰关联分析方法筛选指标, 构建了山东省17地市研发能力综合评价体系。采用熵权法确定指标权重, 对山东省17地市研发综合能力以及研发人员、研发经费、研发课题、研发产出等单项指标按评价价值打分且排出了名次。在此基础上提出了相应的对策建议。

**关键词:** 山东省17地市; 研发能力; 灰关联分析; 熵权法

中图分类号: F204

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2018.02.014

## Overall Evaluation of Research and Development Capability of District and City in Shandong

WANG Yingli, CHEN Yuan

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

**Abstract:** This article selects research and development data of year 2014 of 17 cities in Shandong, and adopts Grey Relation Analysis to select indicators, then constructs research and development capability evaluation index system of 17 cities in Shandong. Based on this, this article applies entropy method to calculate the weight of indicators, and calculates evaluation value of research and development comprehensive ability, research and development staff, research and development funding, research and development issues, research and development output, and ranks them. Based on this, this article gives countermeasures.

**Keywords:** 17 cities in Shandong, research and development capability, grey relation analysis, entropy method

山东省17地市科技创新发展不均衡, 东部沿海地区明显强于内部地区, 经济基础较好的地区明显强于经济薄弱地区, 对各地市研发能力进行综合评价, 充分了解和把握各地市在研发人员、研发经费、研发课题、研发产出方面的优势和劣势, 对于政府有针对性地加大扶持力度, 充分发挥研发先进市的辐射带动作用, 引导区域间合作创新和优化配置资源, 从而加快提升山东全省整体科技创新水平具有重要的现实意义。本研究将

采用灰关联分析方法筛选评价指标, 利用熵权法进行评价指标权重设计, 并结合地市研发能力现状, 提出对策建议。

### 1 数据来源与评价指标体系

研发能力既包括研发投入能力、研发产出能力, 也包括研发的环境因素, 如地区资源禀赋、良好的政策环境等。其中, 研发投入是研发体系构建的根本, 是研发活动最直接的体现, 主

**作者简介:** 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 (通讯作者); 陈媛 (1983—), 女, 硕士, 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。

**收稿时间:** 2017年8月15日。

要包括研发人员投入和研发经费投入；研发产出直接体现了研发能力，是研发能力所体现的最终价值，主要包括知识性产出和效益性产出；研发的环境因素至关重要，包括城市资源禀赋、研发基础实力和研发氛围、政府支持力度等。鉴于研发能力是一个综合指标，因此构建一套科学、客观、合理、可操作性强的综合评价体系对开展山东省17地市研发能力评价至关重要。

本文选取《2015山东统计年鉴》《2015山东科技统计年鉴》中研发方面的数据进行分析，数据年度为2014，借鉴国内学者构建的研发能力评价指标体系以及针对研发现状的研究，包括张维等<sup>[1]</sup>从科技政策与法规制定、研发经费总量等5个方面对江西省研发现状的分析；黄春芳<sup>[2]</sup>从技术创新基础能力、技术创新投入能力、技术创新产出能力3个方面入手对江西省技术创新能力的评价；李德荣等<sup>[3]</sup>基于因子分析法对我国工业企业研发能力进行的综合评价；伍应德等<sup>[4]</sup>对贵州省六盘水市研发活动经费、人员、产出等情况的分析；郜焱焱<sup>[5]</sup>对内蒙古自治区十年来研发情况的回顾与展望；涂红星<sup>[6]</sup>从研发投入能力、研发产出能力、投入产出的转化能力3个方面对高新技术企业研发能力进行的综合评价；邹善勇<sup>[7]</sup>构建的辽宁省企业研发能力评价指标体系，并运用模糊综合评价模型对辽宁省企业研发能力进行的评价。在此基础上，本文初步构建了评价体系，包括4个一级指标：研发人员情况，研发经费情况，研发课题情况，研发产出情况；19个二级指标，见表1，并采用灰关联分析方法筛选指标。

本文采用邓聚龙<sup>[8]</sup>的灰关联分析法，计算各评价指标与“地区生产总值同比增长”的灰色关联度，作为筛选指标的依据。选择2014年度山东省17地市“地区生产总值同比增长”作为参考序列 $x_0$ ，各评价指标数据作为比较序列 $x_1, x_2, \dots, x_{19}$ ，将参考数列和比较数列都进行初值法标准化处理，根据下面的公式计算各比较数列与参考数列在各个时刻的关联系数，然后分别计算各比较数列关联系数的平均值，得到各比较序列相对于参考序列的灰色关联度：

$$\xi_{oi} = \frac{\Delta \min + \rho \Delta \max}{\Delta oi(k) + \rho \Delta \max}$$

在式中： $\xi_{oi}$ 为各比较数列与参考数列在各时刻的关联系数； $\Delta \max$ 为两级最大差， $\Delta \min$ 为两级最小差； $\Delta oi(k)$ 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； $\rho$ 为分辨系数，取 $\rho = 0.5$ 。经计算，各评价指标与“地区生产总值同比增长”的灰色关联度见表2，删除灰色关联度小于0.9的4个指标，保留另外15个指标，作为下文综合评价的基础。

## 2 评价指标权重

熵权法是1948年由美国数学家Shannon提出的<sup>[9]</sup>，利用衡量指标变异性程度的信息熵来确定权重。采用熵权法可以确定评价指标权重。但是熵权法只适用于指标层的赋权，不适用于中间层的赋权，因此本文使用该方法确定二级指标权重，计算结果见表3。相关计算有以下3个步骤。

(1) 采用“占比法”<sup>[10]</sup>对原始数据进行标准化处理：以第*i*项指标第*j*地市计为 $a_{ij}$ ，建立原始数据矩阵*A*，即：

$$A = (a_{ij})_{15 \times 17}$$

另以：

$$b_{ij} = a_{ij} / \sum_{j=1}^{17} a_{ij}$$

建立无量纲化标准矩阵*B*。

(2) 计算第*i*指标的信息熵

$$E_i = -(\ln n)^{-1} \sum_{j=1}^n b_{ij} \ln b_{ij}$$

(3) 计算各评价指标权重

$$\omega_i = \frac{1 - E_i}{m - \sum_{i=1}^m E_i}$$

在上述公式中，*m*为评价指标数， $m = 15$ ；*n*为评价对象数， $n = 17$ 。

## 3 评价结果

由于各指标具有不同的量纲，不能直接加权合成，为消除不同指标因量纲不同而带来的不

表 1 山东省 17 地市研发能力综合评价体系初选指标及原始数据 (2014 年)

一级指标	二级指标	济南	青岛	淄博	枣庄	东营	烟台	潍坊	济宁	泰安	威海	日照	莱芜	临沂	德州	聊城	滨州	菏泽
研发人员情况	有研发活动单位数/个	660	956	391	236	129	434	496	285	264	264	68	70	372	146	125	169	170
	研发人员折全时当量/人年	46909	46174	20363	5740	12303	29983	24608	13638	16253	12917	3793	4414	13183	9204	7447	11982	5866
	研发人员中全时人员所占的比重/%	67.31	71.03	69.02	59.74	61.64	70.70	69.63	54.82	50.27	69.81	52.27	59.88	63.50	64.21	63.47	70.75	67.03
研发经费情况	研发人员中研究人员所占的比重/%	49.66	42.00	35.82	41.65	54.13	35.44	38.38	42.90	38.11	31.17	28.31	42.49	36.95	35.22	42.99	26.67	33.64
	研发经费内部支出/亿元	120.54	244.29	77.27	27.75	86.87	169.05	119.71	58.58	66.98	56.44	17.48	17.11	63.95	34.53	50.5	58.46	25.63
	研发经费支出中规模以上工业企业研发经费支出所占的比重/%	72.83	78.79	94.23	94.23	96.58	96.24	96.28	95.85	92.62	97.86	98.86	99.30	96.62	98.03	96.91	97.13	99.02
研发课题情况	研发经费支出中基础研究支出所占的比重/%	6.73	3.95	0.45	0.43	0	0.80	0.49	1.72	3.03	0.02	0	0	0.14	0.49	0.53	0.80	0.55
	研发经费支出中政府资金所占的比重/%	19.20	12.56	3.11	5.62	3.97	3.62	3.29	4.28	7.42	5.12	2.17	2.86	2.91	2.84	5.19	4.57	1.83
	研发项目(课题)数/项	18811	16022	3157	3664	1318	5487	4439	6378	2577	2115	806	626	3116	1231	1641	2446	1082
研发产出情况	研发项目(课题)参加人员折全时当量/人年	43828	40327	17903	6482	11079	27092	23442	14448	12706	11769	3337	4216	12190	8351	6822	11007	5704
	研发项目(课题)经费内部支出/亿元	101.37	192.15	64.04	28.62	68.28	155.76	104.21	54.06	50.36	49.78	16.25	14.56	54.90	29.86	42.38	52.61	22.9
	研发专利申请数/件	12196	13413	3274	1370	1985	3082	6408	2975	2502	2398	691	1097	2527	1218	1118	1383	803
研发产出情况	研发发明专利申请数/件	6234	6836	1234	485	683	1280	1751	716	1150	801	142	394	916	424	356	558	319
	研发有效发明专利数/件	7712	7784	3066	441	621	2642	2610	1475	1906	1551	304	465	2364	773	610	828	412
	研发专利所有权转让及许可数/件	159	276	70	11	32	64	207	70	103	25	3	41	33	2	3	26	16
研发产出情况	研发专利所有权转让及许可收入/万元	1680	16642	1931	1	1026	9731	45	19321	24042	4924	36	120	86	4	50	413	60
	研发形成国家或行业标准数/项	438	495	218	39	398	196	177	126	122	82	19	19	273	89	104	55	40
	研发发表科技论文/篇	26767	23293	2094	1215	2692	4862	3349	4411	6293	777	458	813	1986	1386	1641	2185	729
地区生产总值同比增长/%	研发出版科技著作/种	899	535	111	92	37	222	228	132	210	82	27	39	122	152	85	95	21
	地区生产总值同比增长/%	8.8	8.0	7.4	9.0	10.0	9.1	9.1	9.6	9.4	9.8	10.0	8.8	10.1	10.0	9.4	7.6	10.2

表2 各二级评价指标与“地区生产总值同比增长”的灰色关联度

一级指标	二级指标	与“地区生产总值同比增长”的灰色关联度	指标去留
研发人员情况	有研发活动单位数/个	0.91	保留
	研发人员折合全时当量/人年	0.91	保留
	研发人员中全时人员所占的比重/%	0.98	保留
	研发人员中研究人员所占的比重/%	0.96	保留
研发经费情况	研发经费内部支出/亿元	0.92	保留
	研发经费支出中规模以上工业企业研发经费支出所占的比重/%	0.96	保留
	研发经费支出中基础研究支出所占的比重/%	0.89	删去
	研发经费支出中政府资金所占的比重/%	0.90	保留
研发课题情况	研发项目(课题)数/项	0.88	删去
	研发项目(课题)参加人员折合全时当量/人年	0.91	保留
	研发项目(课题)经费内部支出/亿元	0.92	保留
研发产出情况	研发专利申请数/件	0.90	保留
	研发发明专利申请数/件	0.89	删去
	研发有效发明专利数/件	0.90	保留
	研发专利所有权转让及许可数/件	0.90	保留
	研发专利所有权转让及许可收入/万元	0.78	删去
	研发形成国家或行业标准数/项	0.91	保留
	研发发表科技论文/篇	0.90	保留
	研发出版科技著作/种	0.90	保留

表3 二级评价指标权重

一级指标	二级指标	二级指标权重
研发人员情况	有研发活动单位数/个	0.068
	研发人员折合全时当量/人年	0.068
	研发人员中全时人员所占的比重/%	0.071
	研发人员中研究人员所占的比重/%	0.071
研发经费情况	研发经费内部支出/亿元	0.068
	研发经费支出中规模以上工业企业研发经费支出所占的比重/%	0.071
	研发经费支出中政府资金所占的比重/%	0.068
研发课题情况	研发项目(课题)参加人员折合全时当量/人年	0.068
	研发项目(课题)经费内部支出/亿元	0.068
研发产出情况	研发专利申请数/件	0.065
	研发有效发明专利数/件	0.064
	研发专利所有权转让及许可数/件	0.057
	研发形成国家或行业标准数/项	0.067
	研发发表科技论文/篇	0.062
	研发出版科技著作/种	0.065

可公度性,便于进行计算和结果比较,本文采用“占比法”<sup>[10]</sup>将15个指标原始数据进行标准化处理,建立矩阵 $B'$ , $B'=B \times 100$ 。将标准化指标数据与对应指标权重进行加权计算,得到各二级指标得分,将各二级指标得分相加得到一级指标得

分,一级指标相加得到总得分。山东省17地市研发能力评价得分见表4。由表4可以看出评价得分的基本情况。

(1) 综合得分:青岛居首位,得分16.32,济南排名第二,得分15.52,远高于其他地市;

17 地市平均得分 5.89，青岛、济南、潍坊、烟台、淄博在均值以上。根据得分，17 地市研发能力可分为 5 个梯队：第一梯队是青岛、济南，得分 15 以上；第二梯队是潍坊、烟台，得分 7-8；第三梯队是淄博、泰安、临沂、济宁、东营，得分 5-6；第四梯队是威海、滨州、聊城、德州、枣庄，得分 3-5；第五梯队是菏泽、莱芜、日照，得分小于 3。

(2) 研发人员情况得分：青岛居首位，得分 3.26，济南排名第二，得分 2.96；17 地市：平均得分为 1.64，青岛、济南、烟台、潍坊、淄博在均值以上。根据得分，17 地市研发人员情况可分为 5 个梯队：第一梯队是青岛，得分 3 以上；第二梯队是济南、烟台、潍坊，得分 2-3；第三梯队是淄博、临沂、济宁，得分 1.5-2；第四梯队是泰安、东营、威海、枣庄、滨州、聊城、德州、菏泽、莱芜，得分 1-1.5；第五梯队是日照，得分小于 1。

(3) 研发经费情况得分：青岛居首位，得分 2.57，济南排名第二，得分 2.40；17 地市平均得分 1.22，青岛、济南、烟台、泰安、潍坊在均值以上。根据得分，17 地市研发经费情况可分为 3 个梯队：第一梯队是青岛、济南，得分 2 以上；第二梯队是烟台、泰安、潍坊、东营、威海、聊城、滨州、淄博、济宁，得分 1-2；第三梯队是枣庄、临沂、德州、莱芜、菏泽、日照，得分小于 1。

(4) 研发课题情况得分：青岛居首位，得分 2.24；17 地市平均得分 0.80，青岛、济南、烟台、潍坊、淄博在均值以上。根据得分，17 地市研发课题情况可分为 4 个梯队：第一梯队是

青岛，得分 2 以上；第二梯队是济南、烟台、潍坊，得分 1-2；第三梯队是淄博、济宁、东营、临沂、泰安、威海、滨州，得分 0.5-1；第四梯队是聊城、德州、枣庄、菏泽、莱芜、日照，得分小于 0.5。

(5) 研发产出情况得分：济南居首位，得分 8.40，青岛排名第二，得分 8.24；17 地市平均得分 2.24，济南、青岛、潍坊、烟台、泰安在均值以上。根据得分，17 地市研发产出情况可分为 4 个梯队：第一梯队是济南、青岛，得分 8 以上，远远超出其他地市；第二梯队是潍坊、烟台、泰安、淄博，得分 2-4；第三梯队是临沂、济宁、东营、威海，得分 1-2；第四梯队是滨州、德州、聊城、枣庄、莱芜、菏泽、日照，得分小于 1。

#### 4 结语与对策建议

本研究设计构建了定量分析评价体系，对山东省 17 地市研发能力进行了综合评价，对各地市研发综合能力以及研发人员、研发经费、研发课题、研发产出等单项指标按评价值打分，并排出了名次。结果表明：研发综合能力可分为 5 个梯队，各梯队研发能力悬殊，处于同一梯队的城市其研发能力相当；在 4 个分项指标研发人员、研发经费、研发课题、研发产出上的排名，与研发综合能力排名几乎一致；青岛、济南、烟台、潍坊、淄博的研发能力较为突出，其研发综合能力和 4 个分项指标得分基本都高于全省平均水平。研究中构建的评价指标体系较为粗泛，囊括的二级指标数较少，没有考虑研发投入强度、人均研发投入等因素的影响；选用 2014 年度数据

表 4 山东省 17 地市研究与试验发展能力综合评价得分

指标	地市																
	济南	青岛	淄博	枣庄	东营	烟台	潍坊	济宁	泰安	威海	日照	莱芜	临沂	德州	聊城	滨州	菏泽
研发人员情况	2.96	3.26	1.83	1.29	1.45	2.13	2.10	1.52	1.47	1.45	0.83	1.05	1.61	1.21	1.22	1.26	1.16
研发经费情况	2.40	2.57	1.06	0.99	1.18	1.59	1.30	1.05	1.32	1.11	0.69	0.75	0.98	0.83	1.08	1.08	0.71
研发课题情况	1.77	2.24	0.86	0.35	0.71	1.67	1.25	0.71	0.64	0.61	0.19	0.20	0.66	0.40	0.44	0.61	0.29
研发产出情况	8.40	8.24	2.16	0.66	1.69	2.41	3.35	1.84	2.32	1.09	0.28	0.60	1.91	0.91	0.79	0.92	0.43
综合得分	15.52	16.32	5.91	3.28	5.03	7.79	8.00	5.12	5.75	4.26	1.99	2.59	5.16	3.35	3.53	3.87	2.60

的时效性不强,有待今后改进和完善。

现结合各地市研发现状,提出如下对策建议。

(1)就山东省而言,鉴于17地市研发能力整体发展不均衡,应统筹考虑各地市在研发方面的优势和劣势,充分发挥研发先进市的辐射带动作用,有的放矢,固强补弱。

(2)青岛、济南、烟台、潍坊、淄博等经济基础较好的城市,应通过财政直补、税收减免等方式,加大对基础研究的扶持力度,注重提升财政资金的使用效率,充分发挥财政资金的挤入效应,引导企业、高校、科研院所加强自主创新。

(3)泰安、临沂、济宁、东营、威海、滨州等城市,无论经济基础和研发水平均处于全省中游水平,应紧密结合当地优势资源,积极进行区域间合作创新,在更大区域内优化配置科技创新资源,从而提升区域内整体研发能力和创新水平。

(4)聊城、德州、枣庄、菏泽、莱芜、日照等经济基础较薄弱的城市,应加大对技术引进或基于技术引进的模仿创新活动的扶持力度;加强人才培养和引进,提高人力资本的知识水平和知识创新能力,激发高素质人才的活力和

创造力。

## 参考文献

- [1] 张维,张帆,何小云.浅析江西省研究与试验发展现状[J].当代经济,2016(11):83-85.
  - [2] 黄春芳.江西技术创新能力评价[D].南昌:江西财经大学,2016.
  - [3] 李德荣,于飞.我国工业企业研发能力综合评价研究[J].市场论坛,2013(11):53-54.
  - [4] 伍应德,骆英.资源型城市科学研究与试验发展活动现状、问题及对策:基于对贵州省六盘水市个案的分析[J].资源与产业,2013(1):21-25.
  - [5] 邵焱焱.内蒙古自治区研究与试验发展研究:自治区十年科技发展回顾与展望[J].内蒙古统计,2012(3):7-8.
  - [6] 涂红星.高新技术企业研发能力的综合评价研究[J].湖北理工学院学报(人文社会科学版),2012(5):41-44.
  - [7] 邹善勇.辽宁省企业R&D能力研究[D].大连:辽宁师范大学,2010.
  - [8] 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.
  - [9] 孙月峰,张表志,闫雅飞,等.基于熵权的城市水资源安全模糊综合评价研究[J].安全与环境学报,2014,14(1):87-91.
  - [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.
- 
- [1] (上接第74页)思考与建议[J].经济师,2014(10):9-12.DOI:10.3969/j.issn.1004-4914.2014.10.002.
  - [2] 彭华涛,王峰.财政科技投入产出效应研究[J].中国科技论坛,2010(1):5-8.DOI:10.3969/j.issn.1002-6711.2010.01.001.
  - [3] 张世慧,宋艳,王俊,等.四川省财政科技投入绩效评价体系的优化设计[J].软科学,2013,27(8):136-140,144.DOI:10.3969/j.issn.1001-8409.2013.08.029.
  - [4] 刘贵鹏.我国财政科技投入的结构和效益研究[D].北京:中央财经大学,2010.
  - [5] 凌江怀,李成,李熙.财政科技投入与经济增长的动态均衡关系研究[J].宏观经济研究,2012(6):62-68.DOI:10.3969/j.issn.1002-0241.2004.03.008.
  - [6] 张明喜.我国财政科技经费管理改革:未来的挑战[J].科技进步与对策,2014(16):118-122.DOI:10.6049/kjbydc.2014010230.
  - [7] 陈雅雯,吴松强,陶娴婷,等.江苏财政科技投入现状分析与模式设计[J].科学管理研究,2014(5):67-70.
  - [8] 胡江华.重大科技项目绩效评估管理与元规范执行成本[J].安徽农业科学,2013(12):5638-5640.DOI:10.3969/j.issn.0517-6611.2013.12.166.
  - [9] 李洋.高校科研经费绩效评价指标体系设计[J].中国集体经济,2010(33):146-147.DOI:10.3969/j.issn.1008-1283.2010.33.079.
  - [10] 段春艳,尤建新.地方政府财政科技投入绩效评价研究:以上海浦东新区为例[J].华东经济管理,2013(5):141-144.DOI:10.3969/j.issn.1007-5097.2013.05.030.