

全国各地区科技教育竞争力综合评价

王琴¹ 张桂英² 张为民³ 庄金梅⁴

(1 中国科学院科技政策与管理科学研究所,北京 100080; 2 河北省廊坊师范学院,廊坊 065000;
3 河北省廊坊市卫生学校,廊坊 065000; 4 河北省廊坊市统计局,廊坊 065000)

【摘要】 科技与教育的竞争力直接反映一个地区的综合竞争能力。本文讨论了区域科技与教育竞争力综合评价的重要性,构建了我国各地区科技与教育竞争力综合评价指标体系;采用因子分析法,根据2004年国家统计局对各个省级地区的统计数据,建立了相应的综合评价模型,对当年31个省级地区的科技与教育竞争力进行了主因子评分和排序;最后,针对各个地区科技与教育竞争力评分和排序结果,进行了主因子结构综合评价,并分四类对不同类别的地区提出了进一步提升其科技与教育竞争力的建议和对策^[1]。

【关键词】 科技与教育产业; 竞争力; 因子分析法; 综合评价; 对策建议

【中图分类号】 G40-03

The Comprehensive Evaluation Study on the Science & Education Competitiveness of Regions of China

WANG Qin ZHANG Guiying ZHANG Weimin ZHUANG Jinmei

【Abstract】 The position and role of the service in the national economy become more and more important. The competitiveness of Science & Education of a region reflects directly the overall competitive ability and development level of its Science & Education. Based upon the overview on the research related to Science & Education competitiveness, the roles of the comprehensive evaluation on the Science & Education competitiveness of the regions of China are discussed. An evaluation index system for the competitiveness is proposed. A corresponding comprehensive evaluation model is developed by using factor analysis and national statistical data in 2004. By running the model, the main factor scores and ranking for the competitiveness of Science & Education of 31 regions are given. Finally, the study analyses comprehensively main factor structure for the respective Science & Education based on competitiveness ranking, and puts forward some suggestions and countermeasures for the four different type regions to enhance their competitiveness.

【Key words】 science & education; competitiveness; factor analysis; comprehensive evaluation; countermeasure suggestion

我国各个地区的教育竞争力是不一样的,对全国各地区的科技教育竞争力作个综合评价,以及对全国各地区从教育上作一个分类,可以更好地了解我国教育发展的综合现状及各个地区之间的差距。我国科技教育发展竞争力研究已到了实质性的阶段。而此项研究,对于解决我国东部发达地区与中西部地区科技教育共同发展的理论具有重要的理论价值和实践意义。

为了对全国各地区(不包括港澳台地区)的科技教育水平进行宏观和微观的分析,我们选择了反映科技教育的8个主要指标:学校数(不包括科研院所

的高等院校) X_1 、教学与科研人员 X_2 、拨入经费 X_3 、支出经费 X_4 、科技机构 X_5 、科技项目 X_6 、国际科技交流 X_7 、科技进步奖 X_8 。这些指标的值取自《2004年高等学校科技统计资料》(因教育部公开的数据有一定的滞后性,因而采用的数据只能截止到此),具体指标值见表1。

1 用聚类分析方法进行宏观分析

根据表1的数据,进行标准化处理后,对各地区用离差平方和法,进行系统聚类分析,用SPSS软件处理,输出树形图如下^[3]:

系统聚类图左端数码为样本编号,顶端的数码为聚类标度。当距离 $5 \leq D \leq 15$ 时,可将全国 31 个地区分成四类。从树形聚类图可看出,沿海地区的浙江、江苏、上海、广东、山东以及四川、陕西、湖北、辽宁为一类,海南、青海、宁夏、西藏、内蒙古、贵州、新疆为一类,北京单独为一类,其余的地区为一类(见图 1)。

表 1 全国各地区科技教育水平主要指标^[2]

	X ₁ 学校数 (所)	X ₂ 教学与 科研人员 (人)	X ₃ 拨入 经费 (千元)	X ₄ 支出 经费 (千元)	X ₅ 科技 机构 (个)	X ₆ 科技 项目 (项)	X ₇ 国际科 技交流 (人)	X ₈ 科技 进步奖 (项)
北京市	41	67138	4831019	4377789	470	16488	4637	21125
天津市	23	30788	781977	770731	142	6131	802	6933
河北省	59	48802	775948	763140	255	6782	382	7164
山西省	40	26526	481282	507136	128	4242	358	4600
内蒙古自治区	30	17724	143096	141692	64	2594	114	2708
辽宁省	82	70275	1916640	1871392	555	8081	1238	9319
吉林省	50	42806	619327	502598	136	3733	505	4238
黑龙江省	43	50367	1656388	1541124	240	7834	907	8741
上海市	30	58142	3541266	3494753	374	13534	2082	15616
江苏省	67	72501	3509063	3275826	683	17066	1560	18626
浙江省	70	43377	2181228	1821080	680	14727	1609	16336
安徽省	54	33862	1291498	1283537	198	7257	695	7952
福建省	38	22203	337317	349192	292	6893	191	7084
江西省	48	26674	303962	322527	144	4152	410	4562
山东省	73	56704	1060328	988043	438	8659	1348	10007
河南省	68	46596	385902	392895	214	4648	340	4988
湖北省	71	52890	1783878	1642604	341	12256	806	13062
湖南省	50	40973	1206385	1184620	344	7774	1072	8846
广东省	68	51738	1337642	1403107	539	13012	862	13874
广西壮族自治区	36	24066	397132	378642	184	4276	442	4718
海南省	10	4318	34074	52526	16	798	50	848
重庆市	29	22864	658604	584688	245	4579	674	5253
四川省	49	41007	1311151	1340921	386	11392	677	12069
贵州省	34	14944	93712	105169	78	2082	184	2266
云南省	38	24170	287962	305011	142	3694	344	4038
西藏	6	996	4470	4420	6	44	70	114
陕西省	56	41375	2044018	1781751	395	10325	606	10931
甘肃省	36	15440	335701	329177	213	3179	286	3465
青海省	8	6186	36104	46678	30	192	60	252
宁夏回族自治区	13	7412	37054	23116	25	984	31	1015
新疆维吾尔自治区	22	17010	54476	69012	28	1140	422	1562

2 用主成分分析进行微观研究

根据表 1 中的的数据,利用 SPSS 软件可得到指标 X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₆、X₇ 的相关矩阵 R 及特征值(见表 2)、贡献率和累积贡献率^[4](见表 3)。

因子分析是从众多的原始变量中构造出少数几个具有代表意义的因子变量,这里面有一个潜在的要求,即原有变量之间要具有比较强的相关性。如果原有变量之间不存在较强的相关关系,那么就无法从中综合出能反映某些变量共同特性的少数公共因子变量来。因此,需要对原有变量作相关分析,

最重要的方法就是计算变量之间的相关系数矩阵(见表 2)。从表中可以看出,除了少数几个相关系数小于 0.5,其余的变量之间的相关系数均大于 0.5,适合作因子分析。

由表 2 可知,变量相关矩阵 R 有两个最大的特征根,它们一起解释了总方差的 93.967%,这说明前两个主成分已提供了原始数据的足够信息。于是,取前两个主成分分别作为第一主成分和第二主成分。

设 F₁、F₂ 分别代表第一、第二主成分,则

$$Z_1 = 0.11 X_1 + 0.588 X_2 + 0.933 X_3 + 0.93 X_4 + 0.555 X_5 + 0.753 X_6 + 0.932 X_7 + 0.807 X_8$$

$$Z_2 = 0.974 X_1 + 0.743 X_2 + 0.331 X_3 + 0.335 X_4 + 0.77 X_5 + 0.611 X_6 + 0.159 X_7 + 0.56 X_8$$

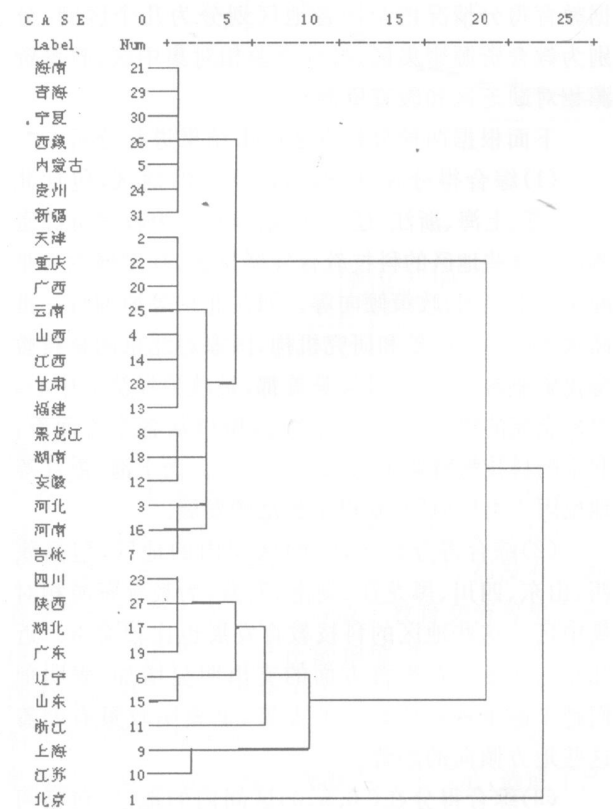


图 1 地区聚类图

其中 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、 X_5 、 X_6 、 X_7 、 X_8 分别是指学校数、教学与科研人员、拨入经费、支出经费、科技机构、科技项目、国际科技交流、科技进步奖。

式中 $ZX_j (j = 1, 2, \dots, 7)$ 是 X_{ij} 的标准化指标,即 $ZX_j = (X_{ij} - X_j) / S_j$, 其中, X_j 表示为 X_{ij} 的平均值, S_j 表示为 X_{ij} 的标准差。从式中可看出,第一主成分 Z_1 主要依赖 X_3 拨入经费、 X_4 支出经费、 X_6 科技项目、 X_7 国际科技交流、 X_8 科技进步奖;第二主成分 Z_2 主要依赖 X_1 学校数、 X_2 教学与科研人员、 X_5 科技机构。

主成分 Z_1 和 Z_2 分别从不同方面反映了不同地区科技教育发展的总体水平,虽然主成分 Z_1 、 Z_2 综合原信息的能力较强,但是还是不能直观地看出各个大学的综合经济实力的强弱。为此,构造出综合评价模型(设 F 表示 Z_1 、 Z_2 因子的综合得分):

$$Z = 0.5611 Z_1 + 0.3785 Z_2$$
 (其中 0.5611 和 0.3785 分别为第一、第二主成分的方差贡献率)

利用 SPSS 软件创建公式,整理得表 5^[5]。

按综合得分,得到了全国各地区的科技教育综合排名。从表 5 可以看出,科技教育发展状况最强的前几名是北京、江苏、上海、浙江;相比最差的是宁夏、海南、青海、西藏。这个评价结果是综合各指标

表 2 因子分析相关性矩阵

Correlation Matrix								
	学校数	教学与研究人员	拨入经费	支出经费	科研机构	科研项目	国际科技交流	科技项目奖
Correlation 学校数	1.000	0.805	0.429	0.772	0.649	0.303	0.616	
教学与研究人员	0.805	1.000	0.805	0.813	0.831	0.848	0.687	0.852
拨入经费	0.429	0.805	1.000	0.997	0.761	0.896	0.901	0.928
支出经费	0.429	0.813	0.997	1.000	0.759	0.897	0.892	0.927
科研机构	0.772	0.831	0.761	0.759	1.000	0.910	0.621	0.895
科研项目	0.649	0.848	0.896	0.897	0.910	1.000	0.749	0.994
国际科技交流	0.303	0.687	0.901	0.892	0.621	0.749	1.000	0.815
科技项目奖	0.616	0.852	0.928	0.927	0.895	0.994	0.815	1.000

表 3 特征值及贡献率

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.509	81.364	81.364	6.509	81.364	81.364	4.489	56.108	56.108
2	1.007	12.593	93.957	1.007	12.593	93.957	3.028	37.849	93.957
3	0.250	3.120	97.077						
4	0.127	1.593	98.670						
5	0.066	0.819	99.489						
6	0.039	0.488	99.977						
7	0.002	0.023	100.00						
8	-6.7E-017	-8.34E-016	100.00						

Extraction Method: Principal Component Analysis

信息而得到的,它与单个指标下的结果有可能不完全一致。

应说明一点的是,某些地区的综合评价指标得

分为负数,这是因为在进行主成分分析时,对数据作了标准化处理,把各个评价指标的平均水平当作零来处理的缘故。因此,某个地区的科技教育综合评

价得分为负数,则表示该地区科技教育水平在全国的平均水平之下。

表 4 旋转后的因子负荷矩阵
Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
学校数	0.110	0.974
教学与研究人员	0.588	0.743
拨入经费	0.933	0.331
支出经费	0.930	0.335
科研机构	0.555	0.770
科研项目	0.753	0.611
国际科技交流	0.932	0.159
科技进步奖	0.807	0.560

表 5 全国各地区科技教育竞争力因子得分及排序

各地区	Z ₁	Z ₂	Z(综合得分)	名次
北京市	3.957 17	-1.042 15	1.825 914 312	1
江苏省	1.487 71	1.398 88	1.364 230 161	2
上海市	2.347 61	-0.710 72	1.048 236 451	3
浙江省	0.663 51	1.362 9	0.888 153 111	4
辽宁省	-0.069 35	1.807 35	0.645 169 69	5
广东省	-0.012 01	1.520 78	0.568 876 419	6
湖北省	0.110 64	1.216 14	0.522 389 094	7
陕西省	0.286 5	0.632 21	0.400 046 635	8
山东省	-0.245 38	1.382 24	0.385 495 122	9
四川省	0.183 38	0.569 91	0.318 605 453	10
黑龙江	0.388 09	0.026 13	0.227 647 504	11
湖南省	0.114 95	0.329 76	0.189 312 605	12
安徽省	-0.042 14	0.193 06	0.049 428 456	13
河北省	-0.595 69	0.850 45	-0.012 346 33	14
天津市	0.222 73	-0.810 22	-0.181 694 47	15
河南省	-1.048 41	1.068 85	-0.183 703 13	16
吉林省	-0.601 29	0.225 03	-0.252 209 96	17
福建省	-0.519 28	0.083 61	-0.259 721 62	18
重庆市	-0.106 54	-0.547 43	-0.266 981 85	19
山西省	-0.483 17	-0.234 22	-0.359 758 96	20
广西	-0.446 25	-0.295 82	-0.362 358 75	21
江西省	-0.697 51	0.064 63	-0.366 910 41	22
云南省	-0.585 87	-0.266 89	-0.429 749 52	23
甘肃省	-0.591 45	-0.343 83	-0.462 002 25	24
内蒙古	-0.654 69	-0.648 45	-0.612 784 88	25
贵州省	-0.736 87	-0.569 67	-0.629 077 85	26
新疆	-0.483 86	-1.075 67	-0.678 634 94	27
宁夏	-0.515 91	-1.365 05	-0.806 148 53	28
海南省	-0.451 86	-1.527 63	-0.831 746 6	29
青海省	-0.450 33	-1.563 51	-0.844 468 7	30
西藏	-0.424 43	-1.730 68	-0.893 210 05	31

3 结果分析

比较主成分分析和聚类分析的结果,我们可以

得到各地区的粗略排名情况。这两种分析得到的结果基本一致。但是聚类的结果可以进一步细化。根据教育得分情况把全国各地区划分为几个区间,分别为教育资源密集区、教育资源相对集中区、教育资源相对缺乏区和教育资源贫乏区。

下面根据两种分析方法所得结果进行分析。

(1) 综合得分在(0.8,2)区间内的地区,包括北京、江苏、上海、浙江、辽宁、广东、湖北,为教育资源密集区。这些地区的科技教育发展显著,其发展主要是源于历史原因、政策倾向等。如在北京等地拥有一批高水平的科研院校和研究机构,国家对北京的科技教育投资非常大,加上其又是首都,是政治经济的中心,对外交流的机会多出其他地方,所以从各个方面看,北京的科技教育竞争力都排在前列。而上海、浙江等地也因为类似原因,获得了长足的发展。

(2) 综合得分在(0,0.8)区间内的地区,包括陕西、山东、四川、黑龙江、湖南、安徽,为教育资源相对集中区。这些地区的科技教育发展也比较突出。近几年这些地区在教育方面的支出明显增加,表明他们越来越重视科技教育的发展,也表明政策有朝着这些地方倾向的趋势。

(3) 综合得分在(-0.5,0)区间内的地区,包括河北、天津、河南、吉林、福建、重庆、山西、广西、江西、云南、甘肃,为教育资源相对缺乏区。这些地区主要是中西部地区,因其开放度不高,高校改革进程较慢,受制于资金、政策、人才等多方面的因素,科技教育发展一般。

(4) 综合得分在(-1,0.5)区间内的地区,包括内蒙古、西藏、新疆、宁夏、贵州和海南和青海,为教育资源贫乏区。这些地区因为经济及历史的一些原因,普遍对科技教育的重视程度不够,科研人员和科研经费的匮乏也是造成他们落后的一大原因。

划分出的这些地区只是根据本指标体系得出的结果,不同的指标划分的结果应该不太一样。

从图 2 全国各地区科技教育竞争力因子得分图来分析,可以看出我国有 18 个省区的得分低于全国平均水平,这说明了我国目前各地区教育水平发展的严重不均衡。而引起这种不均衡的原因也是多方面的,其中最主要的应该是教育资源的配置不合理。如在平均线附近(0,0.5)和低于平均线区间的共有 24 个省区,这些省区的综合得分均值远远小于资源密集区的 7 个省市。

从数量看,北京地区的高校,占了全国高校的 3%左右,比其他三个直辖市的高校数量都多,比上

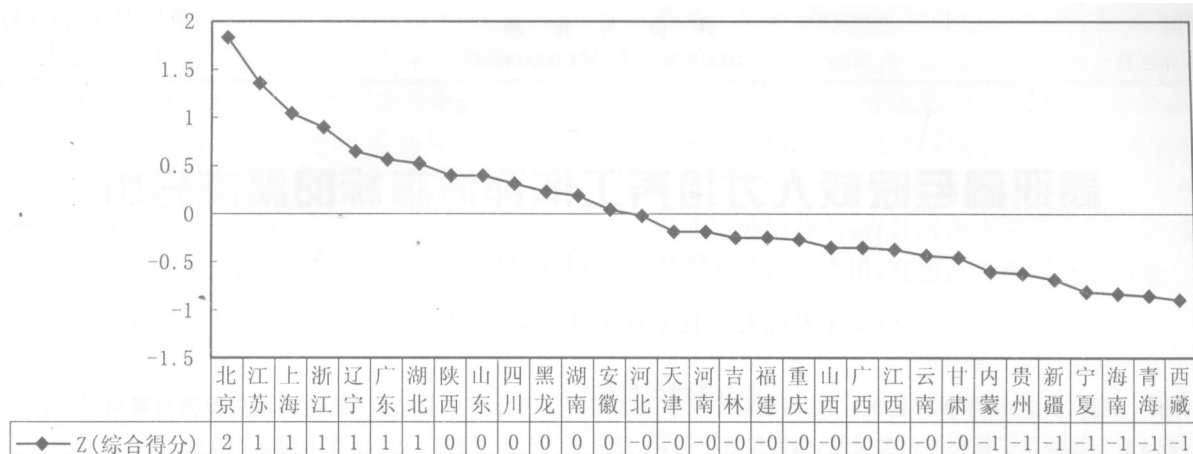


图2 全国各地区科技教育竞争力因子得分图

海市多 11 所,比天津市多 18 所,比重庆市多 12 所;从教育投资经费的角度看,北京占了 6 % 的拨入经费,上海占 5 %,而天津和重庆都只占 2 %。相比之下,西藏等地的比重就更加少,连 0.1 % 都没有。教育资源分配的不均衡直接造成了教育交流等机会的减少。可以说从投入产出的角度讲,北京等地因为国家政府投入了较多的人力和财力,所以相对来说科技教育产出都要高一些,而在中西部和西藏等少数民族聚集地,因为教育资源投入的不足,造成了产出的不足。

其实教育资源的配置不合理,是因为教育资源的投向优先顺序的明显颠倒。教育事业当中的公共投入存在着一个优先顺序如何安排的问题。本来教育总投入就不足,在这有限的投入中,优先顺序又严重颠倒。现在出现了一种反常的现象,对于国家应该大力投入资源的地方能得到的资源却很少,而本来资源就已经比较丰富的地方却得到了巨额的投入,两者十分不对称。不能否认,对于一些具有潜力的重点大学应该重点扶持,但这里面也有个“度”的问题。一旦超过了必要的度,那么这些巨额投入就会呈现出一种边际效应递减的情形。

4 政策建议

通过前面的分析可以得出我国目前各个地区之间的科技教育竞争力相差较大的主要原因是教育资源配置的不合理,而国家的政策导向又是资源配置的主要依据,因而,本文希望通过政策建议,对目前的教育资源配置、教育竞争力严重失衡的问题有所缓解。

(1) 国家改变资源配置现状,有针对性地加大对欠发达地区的投入和政策倾斜。实行分布推进的形

式,通过科研立项、联合办学、科技成果转让等提供信息、资金等,使科技教育发达地区的高等院校的科技开发向欠发达地区倾斜,帮助欠发达地区取得质的突破,促使不同地区的教育共同发展。

(2) 打破地域藩篱,加强横向协作,促进共同发展。科技教育发达地区应该向欠发达地区开放资源,接收欠发达地方的生源,推行“移民性学习”,使欠发达地区的学生通过移民等手段能平等的享受当地的资源。

(3) 科技教育欠发达的地区,首先需要观念更新,并不断挖掘自身潜力,探索提高教育质量的科学方式与途径,加快教育发展进程,提高科技教育的竞争力水平^[6]。

参考文献

- 1 2004 年全国及各地区科技进步统计监测结果. 科技统计资料汇编 2005. [2006-04-25]. <http://www.sts.org.cn/zlhb/zlhb2005.htm>
- 2 国家统计局. 2004 年高等学校科技统计资料(2004). 北京:中国统计出版社,1982-2002
- 3 王芳. 主成分分析与因子分析的异同比较及应用. 统计教育. 2003(5):14-17
- 4 何晓群. 现代统计方法与应用. 北京:中国人民大学出版社,1998
- 5 林杰斌等. SPSS11 统计分析实务设计宝典. 北京:中国铁道出版社,2002
- 6 陈敬朴. 不同地区教育共同发展战略研究的思路. 中国教育先锋网. [2004-03-11].

作者简介

王琴,中国科学院科技政策与管理科学研究所硕士研究生,研究方向:评价与管理、公共政策。