

区域科普能力评价指标体系构建与分析

张慧君, 郑念

摘要:构建了区域科普能力评价指标体系,利用主成分分析方法,根据2011年科普相关的数据,对全国各省市自治区的科普能力进行综合评价及排名,并分析东中西部地区在科普能力排名上的现状,为我国各地区科普工作提供了理论依据。

关键词:科普;区域科普能力;主成分分析

中图分类号:F123.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2014)02-0126-06

1 研究背景

大凡科技发达的国家,都有繁荣的科普事业,往往体现在以下几个方面:科学家对科普事业的热情,公众参与科普事业的热情,教育制度的配合,政府资金的投入等。科学普及被认为是提高公民科学素养、创建创新型国家的重要途径。为了提高公民科学素养,进行科学传播与科学教育。国务院2006年2月6日发布的《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020)》,在纲要的推动下,我国科普事业发展迅速,公民科学素养显著提升,但是同时,还存在一些急需解决的问题。各地区经济社会发展以及科普工作的发展都不尽相同,本文用实证的方法,对各地区科普能力进行测度,可以找出各地区科普工作中存在的问题,加快我国科普事业的发展。

2 区域科普能力评价指标体系的构建

2.1 指标体系的构建

《关于加强国家科普能力建设的若干意见》中,将国家科普能力定义为“一个国家向公众提供科普产品和服务的总和实力”。所以本文中将区域科普能力定义为“一个区域向公众提供科普产品和服务的综合实力。”陈昭锋认为科普能力的概念内涵是在科普经费供应充分,人员配置合理和基础设施有效运转的情况下,在组织管理正常和政策不断优化的条件下,可能提供的科普创作和科普活动等科普产品或服务^[1]。

区域科普能力评价研究主要包括评价指标体系的建立和评价技术创新能力方法的选择。《中国科普统计》从五个部分分别统计科普:科普人员、科普场地、科普经费、科普传媒和科普活动。由于考虑到数据的可操作性、易得性,本文选取对应的5个一级指标,20项二级指标对2011年我国30个省市(由于西藏数据缺失过多,故不做研究)区域科普能力进行实证分析,具体评价指标体系见表1。

2.2 实证分析

本文主要运用主成分分析法来评价我国区域科普能力的状况。主成分分析法的基本思想是构造原始变量的适当的线性组合,以产生一系列互不相关的新变量,从中选出少量几个新变量并使它们含有足够多的原始变量带有的信息,从而使得这几个新变量代替原始变量分析问题和解决问题成为可能。这种方法的优点是其权重的确定是基于数据分析而得到的指标之间的内在结构关系,不受人为主观因素的影响。

首先,进行KMO & Bartlett's球形检验(见表2),KMO统计量的值越接近1,说明变量越适合做因子分析。一般来说,检验结果KMO统计量大于0.6,可以运用主成分分析法对原始数据进行分析。这里的KMO值达到0.658,比较适合做因子分析。

收稿日期:2013-12-09

作者简介:张慧君(1986—),女,江苏泰州人,中国科普研究所博士后,研究方向:科普人才评价、知识管理;郑念(1963—),男,安徽黄山人,中国科普研究所研究员,研究方向:科技传播理论与实践、科学理性与反伪破迷、科普监测评估,中国技术经济学会会员登记号:1030100674S。

表 1 区域科普能力评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	单位	代码
区域科普能力	科普人员(Y_1)	每万人拥有科普专职人员数	人/万人	X_1
		每万人拥有科普兼职人员数	人/万人	X_2
		每万人拥有科普志愿者人员数	人/万人	X_3
	科普场馆(Y_2)	每百万人拥有科技馆数量	个/百万人	X_4
		每百万人科学技术博物馆数量	个/百万人	X_5
		每百万人社区科普活动室数量	个/百万人	X_6
		每百万人农村科普活动场地数量	个/百万人	X_7
		每百万人科普画廊数量	个/百万人	X_8
	科普经费(Y_3)	年度科普经费筹集额占地区 GDP 的比例	%	X_9
		科普专项经费	万元	X_{10}
		科技活动周经费	万元	X_{11}
		科普场馆支出	万元	X_{12}
	科普媒体(Y_4)	科普图书出版总册数	册	X_{13}
		科普期刊出版总册数	册	X_{14}
		科普音像制品出版总册数	册	X_{15}
		科普网站数量	个	X_{16}
	科普活动能力(Y_5)	科普展览举办次数	次	X_{17}
		科普讲座举办次数	次	X_{18}
		科技夏令营举办次数	次	X_{19}
		重大科普活动次数	次	X_{20}

数据来源:科普相关统计数据来自《中国科普研究 2012 年版》^[2],人口和 GDP 数据来自《中国统计年鉴 2012》^[3]。

表 2 KMO & Bartlett's 球形检验

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.658
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	591.943
	df	190
	Sig.	0.000

其次,对整理好的数据运用 SPSS18.0 软件作主成分分析,计算得到标准化数据的特征值、方差贡献率以及累计方差贡献率。从表 3 可知:提取了特征值大于 1 的 5 个主成分,其累计方差贡献率达到 80.703%,基本上保留了原来变量的信息,而因子由

20 个减少为 5 个,故提取了 5 个主成分,达到了降维与化简的目的。

表 3 完全变量解释

成分	特征值	方差贡献率 /%	累计方差 贡献率/%
F_1	6.784	33.919	33.919
F_2	4.395	21.977	55.896
F_3	2.627	13.133	69.029
F_4	1.330	6.652	75.681
F_5	1.004	5.022	80.703

然后,计算主成分载荷矩阵及其特征向量,结果见表 4 所示。

表 4 主成分载荷矩阵及特征向量

指标	主成分载荷矩阵					主成分特征向量				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
X_1	0.185	-0.322	0.279	0.586	0.491	0.027	-0.073	0.106	0.440	0.489
X_2	0.258	0.166	0.684	0.212	0.378	0.038	0.038	0.260	0.159	0.376
X_3	0.156	0.362	0.756	-0.080	-0.024	0.023	0.082	0.288	-0.060	-0.024
X_4	0.606	-0.201	-0.056	0.339	-0.482	0.089	-0.046	-0.021	0.255	-0.479
X_5	0.837	-0.135	0.117	0.049	-0.243	0.123	-0.031	0.045	0.037	-0.242
X_6	0.393	0.426	0.588	0.264	-0.299	0.058	0.097	0.224	0.198	-0.298
X_7	-0.426	0.322	0.131	0.459	-0.147	-0.063	0.073	0.050	0.345	-0.146
X_8	0.509	0.545	0.346	-0.296	-0.077	0.075	0.124	0.132	-0.222	-0.076

指标	主成分载荷矩阵					主成分特征向量				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
X_9	0.881	0.097	-0.325	-0.096	0.184	0.130	0.022	-0.124	-0.072	0.183
X_{10}	0.906	-0.192	-0.208	0.084	0.143	0.133	-0.044	-0.079	0.063	0.142
X_{11}	0.750	-0.027	0.334	0.044	-0.167	0.110	-0.006	0.127	0.033	-0.166
X_{12}	0.851	-0.303	-0.144	0.075	-0.036	0.125	-0.069	-0.055	0.056	-0.035
X_{13}	0.880	-0.286	-0.177	0.110	0.194	0.130	-0.065	-0.067	0.083	0.194
X_{14}	0.796	-0.356	-0.179	-0.119	0.043	0.117	-0.081	-0.068	-0.090	0.042
X_{15}	-0.125	0.674	-0.390	0.443	-0.100	-0.018	0.153	-0.148	0.333	-0.100
X_{16}	0.155	0.614	-0.605	0.288	-0.061	0.023	0.140	-0.231	0.216	-0.060
X_{17}	0.118	0.895	0.107	-0.112	0.196	0.017	0.204	0.041	-0.084	0.195
X_{18}	0.593	0.711	-0.184	-0.075	0.114	0.087	0.162	-0.070	-0.056	0.113
X_{19}	0.543	0.565	0.005	-0.315	-0.036	0.080	0.129	0.002	-0.237	-0.036
X_{20}	-0.069	0.829	-0.319	0.064	0.150	-0.010	0.189	-0.122	0.048	0.150

由表 4 可知,各指标在此 5 个主成分上的负荷不表 5。
具有明显倾向性,因此接下来进行因子旋转,结果见

表 5 因子旋转后主成分载荷矩阵及特征向量

指标	主成分载荷矩阵					主成分特征向量				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
X_1	0.180	-0.147	-0.029	0.862	0.050	0.035	0.076	-0.056	0.655	-0.104
X_2	0.040	-0.091	0.633	0.576	-0.084	-0.011	-0.014	0.180	0.417	-0.176
X_3	-0.145	-0.112	0.829	0.113	0.028	-0.074	-0.101	0.280	0.021	0.005
X_4	0.523	-0.011	0.024	-0.008	0.695	0.011	0.022	-0.033	-0.101	0.541
X_5	0.732	-0.099	0.312	-0.019	0.389	0.073	-0.046	0.065	-0.095	0.240
X_6	0.031	0.131	0.768	0.139	0.461	-0.090	0.006	0.217	0.020	0.368
X_7	-0.569	0.286	0.040	0.212	0.285	-0.142	0.126	-0.004	0.160	0.301
X_8	0.258	0.196	0.783	-0.218	-0.053	0.015	-0.041	0.236	-0.181	-0.058
X_9	0.905	0.303	0.124	-0.041	-0.089	0.178	0.084	-0.031	0.021	-0.177
X_{10}	0.943	0.071	0.036	0.148	0.095	0.167	0.050	-0.055	0.118	-0.054
X_{11}	0.577	-0.127	0.498	0.071	0.319	0.043	-0.064	0.133	-0.031	0.181
X_{12}	0.882	-0.072	0.017	0.070	0.238	0.137	-0.001	-0.042	0.018	0.085
X_{13}	0.939	-0.007	-0.006	0.222	0.079	0.170	0.038	-0.064	0.170	-0.080
X_{14}	0.883	-0.156	-0.023	-0.026	0.057	0.160	-0.044	-0.038	-0.042	-0.062
X_{15}	-0.233	0.853	-0.060	0.020	0.204	-0.061	0.293	-0.095	0.106	0.238
X_{16}	0.117	0.893	-0.128	-0.114	0.118	0.019	0.294	-0.129	0.024	0.140
X_{17}	-0.105	0.644	0.604	-0.070	-0.288	-0.011	0.132	0.150	0.037	-0.218
X_{18}	0.440	0.691	0.451	-0.136	-0.126	0.080	0.162	0.068	-0.017	-0.130
X_{19}	0.383	0.385	0.552	-0.317	-0.123	0.060	0.028	0.143	-0.209	-0.110
X_{20}	-0.169	0.845	0.153	-0.102	-0.213	-0.008	0.238	-0.012	0.055	-0.123

可以看出因子 1 在科普经费方面具有较大载荷,命名 F_1 为科普经费能力;因子 2 在媒体方面具有较大载荷,命名 F_2 为科普媒体实力;因子 3 在科普活动方面具有较大载荷,命名 F_3 为科普活动能力;因子 4 在科普人才方面具有较大载荷,命名 F_4 为科普人才能力;因子 5 在在科普场馆方面具有较大载荷,命名 F_5 为科普硬件环境。

由此可以写出因子得分函数为:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 0.035X_1 - 0.011X_2 - 0.074X_3 + 0.011X_4 \\
 &+ 0.073X_5 - 0.090X_6 - 0.142X_7 + 0.015X_8 + \\
 &0.178X_9 + 0.167X_{10} + 0.043X_{11} + 0.137X_{12} + \\
 &0.170X_{13} + 0.160X_{14} - 0.061X_{15} + 0.019X_{16} - \\
 &0.011X_{17} + 0.080X_{18} + 0.060X_{19} - 0.008X_{20} \\
 F_2 &= 0.076X_1 - 0.014X_2 - 0.101X_3 + 0.022X_4
 \end{aligned}$$

$$-0.046X_5 + 0.006X_6 + 0.126X_7 - 0.041X_8 + 0.084X_9 + 0.050X_{10} - 0.064X_{11} - 0.001X_{12} + 0.038X_{13} - 0.044X_{14} + 0.293X_{15} + 0.294X_{16} + 0.132X_{17} + 0.162X_{18} + 0.028X_{19} + 0.238X_{20}$$

$$F_3 = -0.056X_1 + 0.180X_2 + 0.280X_3 - 0.033X_4 + 0.065X_5 + 0.217X_6 - 0.004X_7 + 0.236X_8 - 0.031X_9 - 0.055X_{10} + 0.133X_{11} - 0.042X_{12} - 0.064X_{13} - 0.038X_{14} - 0.095X_{15} - 0.129X_{16} + 0.150X_{17} + 0.068X_{18} + 0.143X_{19} - 0.012X_{20}$$

$$F_4 = 0.655X_1 + 0.417X_2 + 0.021X_3 - 0.101X_4 - 0.095X_5 + 0.020X_6 + 0.160X_7 - 0.181X_8 + 0.021X_9 + 0.118X_{10} - 0.031X_{11} + 0.018X_{12} + 0.170X_{13} - 0.042X_{14} + 0.106X_{15} + 0.024X_{16} +$$

$$0.037X_{17} - 0.017X_{18} - 0.209X_{19} + 0.055X_{20}$$

$$F_5 = -0.104X_1 - 0.176X_2 + 0.005X_3 + 0.541X_4 + 0.240X_5 + 0.368X_6 + 0.301X_7 - 0.058X_8 - 0.177X_9 - 0.054X_{10} + 0.181X_{11} + 0.085X_{12} - 0.080X_{13} - 0.062X_{14} + 0.238X_{15} + 0.140X_{16} - 0.218X_{17} - 0.130X_{18} - 0.110X_{19} - 0.123X_{20}$$

综合得分函数为：

$$Z = 0.420F_1 + 0.272F_2 + 0.163F_3 + 0.082F_4 + 0.062F_5$$

最后,根据以上模型,可以计算得到各单向能力以及综合能力得分,从而对各个主成分以及综合能力进行相应的排名,最终排序结果如下所示。

表6 科普经费得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
北京	4.348 44	1	青海	-0.150 55	11	吉林	-0.371 12	21
上海	2.409 31	2	江西	-0.166 12	12	宁夏	-0.380 20	22
江苏	0.778 90	3	贵州	-0.208 31	13	湖北	-0.429 20	23
重庆	0.488 24	4	广西	-0.303 63	14	辽宁	-0.453 75	24
广东	0.300 69	5	河南	-0.323 54	15	安徽	-0.487 30	25
浙江	0.290 70	6	湖南	-0.325 18	16	河北	-0.550 03	26
海南	0.076 39	7	四川	-0.335 81	17	山西	-0.588 67	27
云南	-0.045 68	黑龙江	-0.354 85	18	山东	-0.715 69	28	
福建	-0.066 69	9	陕西	-0.361 08	19	甘肃	-0.731 02	29
新疆	-0.125 31	10	内蒙古	-0.369 65	20	天津	-0.854 83	30

表7 科普媒体得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
辽宁	1.895 69	1	陕西	0.589 04	11	黑龙江	-0.581 87	21
河南	1.639 06	2	甘肃	0.434 31	12	安徽	-0.589 67	22
湖北	1.630 92	3	湖南	0.093 57	13	贵州	-0.705 93	23
四川	1.486 68	4	广东	0.059 25	14	吉林	-0.710 83	24
河北	1.106 58	5	云南	0.043 08	15	天津	-0.729 77	25
江苏	1.067 39	6	广西	-0.020 99	16	上海	-0.788 34	26
新疆	0.772 35	7	福建	-0.334 12	17	宁夏	-1.412 45	27
北京	0.756 81	8	内蒙古	-0.336 82	18	重庆	-1.437 27	28
山东	0.658 68	9	山西	-0.379 04	19	青海	-1.470 68	29
浙江	0.625 22	10	江西	-0.421 68	20	海南	-1.533 44	30

表8 科普活动能力得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
天津	3.487 85	1	山西	-0.032 43	11	吉林	-0.544 24	21
江苏	1.937 20	2	陕西	-0.200 98	12	江西	-0.552 08	22
上海	1.690 39	3	甘肃	-0.212 21	13	重庆	-0.582 52	23
安徽	1.272 45	4	湖北	-0.213 99	14	海南	-0.588 99	24
浙江	0.918 67	5	广东	-0.281 15	15	四川	-0.639 06	25
福建	0.782 81	6	青海	-0.289 58	16	广西	-0.707 96	26

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
辽宁	0.618 80	7	宁夏	-0.313 83	17	贵州	-0.736 78	27
内蒙古	0.230 49	8	山东	-0.362 71	18	黑龙江	-0.747 19	28
云南	0.096 76	9	新疆	-0.429 44	19	北京	-0.937 45	29
湖南	0.077 69	10	河南	-0.466 82	20	河北	-1.072 77	30

表 9 科普人才得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
陕西	1.920 14	1	青海	0.037 93	11	贵州	-0.621 59	21
内蒙古	1.849 22	2	辽宁	-0.068 65	12	广西	-0.752 58	22
山西	1.359 51	3	浙江	-0.109 70	13	江西	-0.845 20	23
天津	1.208 63	4	河南	-0.123 18	14	上海	-0.879 29	24
北京	1.160 34	5	海南	-0.176 47	15	河北	-0.947 03	25
新疆	0.837 58	6	湖南	-0.255 69	16	山东	-0.975 26	26
云南	0.589 07	7	吉林	-0.276 97	17	重庆	-1.068 23	27
湖北	0.584 23	8	宁夏	-0.309 28	18	黑龙江	-1.149 59	28
甘肃	0.195 57	9	安徽	-0.469 32	19	江苏	-1.172 62	29
四川	0.070 08	10	福建	-0.473 92	20	广东	-1.513 10	30

表 10 科普场馆能力得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
上海	2.230 47	1	天津	0.117 85	11	四川	-0.465 07	21
湖北	2.119 62	2	内蒙古	0.016 53	12	江西	-0.542 99	22
海南	1.585 19	3	山西	-0.010 84	13	陕西	-0.560 08	23
辽宁	1.557 88	4	黑龙江	-0.129 52	14	福建	-0.599 37	24
宁夏	1.421 89	5	北京	-0.153 68	15	重庆	-0.685 19	25
山东	0.950 83	6	青海	-0.165 05	16	河南	-0.754 04	26
河北	0.569 38	7	广西	-0.202 62	17	贵州	-0.836 75	27
甘肃	0.484 22	8	浙江	-0.301 40	18	广东	-0.961 56	28
吉林	0.383 29	9	安徽	-0.377 78	19	云南	-1.345 19	29
新疆	0.126 87	10	湖南	-0.391 09	20	江苏	-2.258 63	30

表 11 科普总能力得分及排名表

省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次	省份	F_1 得分	名次
北京	1.97	1	陕西	0.10	11	山西	-0.24	21
上海	1.14	2	云南	-0.03	13	广西	-0.32	22
江苏	0.70	3	内蒙古	-0.06	14	江西	-0.38	23
辽宁	0.52	4	福建	-0.07	15	海南	-0.40	24
浙江	0.41	5	广东	-0.09	16	重庆	-0.41	25
湖北	0.41	6	湖南	-0.14	17	吉林	-0.44	26
河南	0.18	7	河北	-0.15	18	贵州	-0.50	27
新疆	0.16	8	甘肃	-0.18	19	青海	-0.52	28
四川	0.14	9	山东	-0.20	20	黑龙江	-0.53	29
天津	0.12	10	安徽	-0.22	宁夏	-0.53	30	

2.3 结果的讨论

从表 6—表 10 的各单项得分及排名情况可以看出,排名在前十名的大多数为东部地区,但是排名在后十名的省份,东中西部地区数量较为平均。从表 11 综合得分及排名来看,北京和上海的科普能力在

全国遥遥领先,排名前十名的地区,有 6 个属于东部地区,说明这些地区的区域科普能力较强;中部地区的河南和湖北以及西部地区的四川都在综合排名的前十位,这几个地方均为区域的创新龙头,说明这些龙头地区也将科普工作作为其工作的重点。而排名

最后十名的地区,有 5 个属于西部地区,4 个属于中部地区,说明这些地区区域科普较弱。

3 结论

本文用实证的方法来测度各地区科普能力,所使用方法客观、有效,因此结果上也不存在任何的倾向性。从分析中可以看出,科普经费能力因子、科普媒体实力因子以及科普活动能力因子的方差贡献率都在 10% 以上,科普经费能力因子则高达 33%,说明科普经费的投入是影响地区科普能力的最主要因素。

各地区科普能力差距较大,北京和上海在全国遥遥领先。也有一些地区,虽然经济发展较为发达,但

是在科普排名却相对靠后,比如广东和山东。总的来说,各地区科普总能力、科普经费、科普人才等能力差距较大,因此应该分地区研究科普工作重点,对于指导各地区的科普工作较为重要。

参考文献

- [1] 陈昭锋. 我国区域科普能力建设的趋势[J]. 科技与经济, 2007(4):53—56.
- [2] 科学技术部政策法规与体制改革司. 中国科普统计 2012 [M]. 北京:科学技术文献出版社,2012.
- [3] 国家统计局. 中国统计年鉴 2011[M]. 北京:中国统计出版社,2012.

The Analysis and Construction of Evaluation Index System of Regional Science Popularization Ability

ZHANG Hui-jun, ZHENG Nian

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper constructs the evaluation index system of regional science popularization ability, by using principal component analysis method, using the 2011 science related data, provinces and autonomous regions of the country's scientific capabilities for comprehensive evaluation and ranking. We analyze the present situation in the scientific capabilities rankings of the eastern and western regions, and provide a theoretical basis for science popularization in china

Key words: science population; regional science popularization ability; principal component analysis

(上接第 68 页)

- [12] WALTERS B A, PETERS S, DESS G G. Strategic alliances and joint ventures: Making them work[J]. Business Horizons, 1994, 37(4):5—10.
- [13] BROUTHERS K D, BROUTHERS L E, WILKINSON T J. Strategic alliances: Choose your partners[J]. Long Range Planning, 1995, 28(3):18—25.
- [14] LAARHOVEN P J M, PEDRYCZ W. A fuzzy extension of Satty's priority theory[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1983, 11(3):229—241.
- [15] 沈斌, 丁玉兰, 等. 网络联盟企业中合作伙伴选择的研究[J]. 同济大学学报, 1999, 27(6):663—667.
- [16] SHEU HUA CHEN, et al. An analytic hierarchy process approach with linguistic variables for selection of an R&D strategic alliance partner[J]. Computers and industrial engineering, 2010, 58(2):278—287.
- [17] YAGER R R. On a general class of fuzzy connectives[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1980, 4(3):235—242.

The Study of Partner Selection for Innovation Alliance Based on National Mega-Project

YANG Yang, WANG Jun-peng

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: To establish an innovation alliance for national mega-projects is an effective and efficient way to enhance the capability of independent innovation. Considering the members have different backgrounds, this paper proposes the organizational characteristics as the influent factors of the weight setting, the intensity of which affects the weight process. The fuzzy AHP with triangular fuzzy number and linguistic variables are applied to pair-wise comparisons to evaluate the capability of each candidate. A case study is also given to demonstrate the potential of the approach.

Key words: national mega-project; innovation alliance; partner selection; fuzzy analytic hierarchy process; organizational characteristics