

# 基于主成分分析法的科技进步测评实证研究

## ——以陕西省为例

史晓燕,张优智

(西安石油大学 经济管理学院,陕西 西安 710065)

**摘 要:**随着科技进步在经济增长和社会发展中的作用越来越重要,要求人们用科学的方法评价科技进步所取得的社会经济效益。在建立科技进步评价指标体系的基础上,利用主成分分析法对包括陕西在内的全国内地30个省、市、区科技竞争力进行排序,分析陕西在科技发展水平方面与全国整体水平及其它发达省市的差距,为陕西制定有关科技政策提供依据。

**关键词:**科技进步;科技竞争力;主成分分析法;测评方法

中图分类号:G302

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)22-0147-05

当今世界,科技进步日新月异,综合国力竞争日趋激烈,科学技术已经成为一个国家和地区发展的决定性因素<sup>[1]</sup>。随着科技进步对社会经济影响力的不断增大,要求人们用科学的方法测定科技进步所取得的社会经济效益,评价科技进步在经济增长和社会发展中的作用。陕西是科教大省,也是经济相对落后的穷省,科教兴陕一直是也应该是陕西的一个重大发展战略,这就决定了科技进步在陕西经济社会持续发展中的核心地位。因此,建立科技进步评价指标体系,采取科学的综合评价方法,测定在科技竞争力方面,陕西在全国范围内处于什么位置,对于陕西有关科技政策的制定以及陕西社会经济发展有着重要的现实意义。

## 1 科技进步评价指标体系的建立

科学的指标选择是多指标综合评价的首要问题。而目前评价指标体系构建与优化的理论没有引起研究者足够的重视,人们构建指标时往往仅从“科学性、合理性、可比性”等一些抽象的原则出发,轻易地就提出一套指标体系,由此而进行的综合评价及得出的评价结果的科学性及准确性就值得商榷<sup>[2]</sup>。要建立科技进步评价指标体系,首先必须明确科技进步的含义。对科技进步可以从广义和狭义两个方面理解:狭义的科技进步只包括自然科学的技术进步;广义的科技进步既包括自然科学的技术进步,又包括政策、管理等社会科学的技术进步<sup>[3]</sup>。本文立足于广义的科技进步建立了一套综合性的科技进步统计评价指标体系,涉及工业、农业、人才、环保、邮电等社会活动的许多方

面,不仅体现了科技投入、产出、成果转化,而且也反映了科技进步促进经济社会发展,整个指标体系为三阶层框架结构,其基本内容包括5个模块、13个子项、30个指标,简称“5.13.30”体系。

## 2 科技进步的综合测评方法

### 2.1 主成分分析方法简介

主成分分析方法是一种综合评价方法。这种方法是通过对计算各个候选指标在各个样本之间的相对差距,以此作为指标选择的依据,将各个样本之间具有相对较大差距的那些指标抽取出来,作为构建综合评估指标体系的元素,而将样本之间差距不大的那些指标加以排除,从而构建一个综合评价函数。这样,既排除了在指标选择和权数确定时主观因素的影响,又消除了指标间重叠信息的影响,使得定量分析涉及的变量较少,而得到的信息量又较多,从而更容易抓住主要矛盾,并且综合评价结果唯一、客观、合理,是实际中应用较多,效果较好的方法<sup>[4]</sup>。因此,本文将采用主成分分析法分析陕西科技发展水平与全国整体科技发展水平及其它发达省市科技发展水平的差距。

### 2.2 主成分分析的基本操作步骤

(1)对原始数据进行标准化处理。将各样品指标值 $x_{ij}$

按  $x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j}$  式转换成标准化指标 $x_{ij}^*$ ,其中 $\bar{x}_j$ 和 $S_j$ 分别为

$x_{ij}$ 的均值和标准差。 $x_{ij}^*$ 的均值为0,方差为1。

收稿日期:2009-06-25

基金项目:陕西省软科学研究计划项目(2006KR17)

作者简介:史晓燕(1962-),女,陕西渭南人,西安石油大学经济管理学院副教授,研究方向为统计分析与经济管理;张优智(1977-),男,陕西西安人,西安石油大学经济管理学院讲师,博士研究生,研究方向为产业经济学。

表1 科技进步评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
科技投入	人力投入	1、从事科技活动人员的比重 2、从事 R&D 活动人员占全部科技活动人员的比重
	财力投入	3、全社会 R&D 支出占 GDP 的比重 4、政府科技拨款占财政支出的比重 5、企业 R&D 经费支出占销售收入的比重 6、科技与技改贷款占银行贷款余额的比重
科技产出	物力投入	7、科研与综合技术服务业新增固定资产占全社会新增固定资产的比重 8、工业微电子控制生产设备原值所占的比重
	科技贡献	9、工业科技进步贡献率 10、农业科技进步贡献率
成果转化	科技成果	11、专利批准数增长率 12、发明专利的比重 13、省级以上科技成果增长率
	技术创新	14、科技成果转化应用率 15、主要农作物优良品种覆盖率 16、工业新产品率
经济发展	高技术产业化	17、工业高技术产品率 18、工业高技术产品销售收入的比重
	经济增长	19、人均 GDP 20、GDP 增长率
社会效益	结构优化	21、第三产业贡献率 22、工业出口产品率 23、民营科技企业技工贸总收入增长率
	效益提高	24、全社会劳动生产率 25、农业投入产出率 26、工业投入产出率 27、万元工业产值能耗
社会进步	人口素质	28、人才密度指数
	环境保护	29、三废综合治理率 30、人均计费邮电业务总量

(2)求各标准化指标 $x_j^*$ 的两两相关系数 $r_{ij}$ ,并写出相关系数矩阵 $R=[r_{ij}]m^*m$ 。

$$\text{其中: } r_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_{in} x_{ij} \quad (i, j=1, 2, \dots, m)$$

(3)求相关矩阵 $R$ 的特征根 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, m)$ ,将其由大到小排列。 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$ ,称 $\alpha_i = \frac{\lambda_i}{m}$ 为第 $i$ 个主

成分 $z_i$ 的贡献率; $\frac{\sum_{i=1}^p \lambda_i}{m}$ 为前 $p$ 个主成分 $z_1, z_2, \dots, z_p$ 的累积贡献率。

按预定的累积贡献率,通常累积贡献率达到85%以上为宜,确定主成分个数 $p (p \leq m)$ ,求出 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, p)$ 对应的贡献率、累积贡献率和特征向量。

(4)求各主成分 $z_i$ 与标准化指标 $x_j^*$ 对应的系数关系。

(5)求各例样品在 $p$ 个主成分的得分 $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ 。

(6)求各样品综合得分 $Z$ ,并排列名次。

### 3 基于主成分分析法的科技进步测评实证研究

#### 3.1 原始数据

应该说明的是,最优的指标体系应该选取“5.13.30”指标体系,但是由于数据可得性的原因,本文主要选取科技投入与科技产出中的9个指标来研究陕西科技进步状况,亦能很好地说明问题。虽是次优选择,但也符合一般文献的做法。

#### 3.2 主成分分析

在SPSS14.0中输入正确数据后,先对9个指标进行标准化处理,再利用SPSS中的factor命令对数据进行主成分分析<sup>[5]</sup>,由于前两个主成分累计贡献率(见表4为93.949%  $\geq 85%$ ,所以提取的主成分个数为两个,主成分系数矩阵见表5。

根据表4和5,把主成分系数矩阵中的每列系数矩阵除以其相应的特征根后,才能得到主成分函数的表达式(其中为标准化后的数据)<sup>[6]</sup>:

$$F_1 = 0.354 9 \times z_{x_1} + 0.369 6 \times z_{x_2} + 0.366 9 \times z_{x_3} + 0.371 8 \times z_{x_4} + 0.281 7 \times z_{x_5} + 0.339 2 \times z_{x_6} + 0.319 6 \times z_{x_7} + 0.305 7 \times z_{x_8} + 0.272 7 \times z_{x_9}$$

$$F_2 = -0.135 \times z_{x_1} + 0.041 9 \times z_{x_2} - 0.011 \times z_{x_3} + 0.024 8 \times z_{x_4} + 0.532 2 \times z_{x_5} + 0.024 \times z_{x_6} - 0.433 \times z_{x_7} - 0.461 \times z_{x_8} + 0.544 2 \times z_{x_9}$$

因为第一主成分( $F_1$ )在科技活动人员、科技活动经费筹集、科技经费内部支出、R&D经费内部支出、地方财政科技拨款占地方财政支出的比重上的权重均大于0.9,反映的是科技投入规模,也就是科技投入规模竞争力;而第二主成分( $F_2$ )在专利申请受理数、专利申请授权数、技术市场成交额上的权重均大于0.5,反映的是科技产出效率,也就是科技产出效率竞争力。利用综合主成分公式: $F = 0.787 66 \times F_1 + 0.151 83 \times F_2$ ,可以得到全国内地30省、市、区(西藏除外)

同时通过表6,也可以根据主成分结果,将2006年内地30个省、市、区科技进步综合得分水平在等距 $d = (6.69 + 1.96) / 5 = 1.73$ 下分为五类地区。

第一类地区:综合主成分取值范围为(4.96, 6.69],包括的省、市、区有1个,具体为:北京(科技进步水平高地区)。

第二类地区:综合主成分取值范围为(3.23, 4.96],包括的省、市、区有3个,具体为:广东、江苏、上海(科技进步水平较高地区)。

第三类地区:综合主成分取值范围为(1.50, 3.23],包括的省、市、区有2个,具体为:浙江、山东(科技进步水平中等地区)。

第四类地区:综合主成分取值范围为(-0.23, 1.50],包括的省市有5个,具体为:辽宁、天津、四川、湖北、陕西,其中西部有2个省份(科技进步水平较低地区)。

第五类地区:综合主成分取值范围为[-1.96, -0.23],包括的省市主要是广大的中西部省市,有河南、福建、

表2 全国2006年30省(市、自治区)科技投入与科技产出关键指标

地 区	科技活动 人员(人)	科技活动经 费筹集(万 元)	科技经费内 部支出(万 元)	R&D 经费 内部支出 (万元)	R&D 经费支 出占 GDP 的 比重(%)	地方财政科技拨 款占地方财政支 出的比重(%)	专利申请受 理数(件)	专利申请授 权数(件)	技术市场成 交额(万元)
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
全 国	4 131 542	61 967 083	57 572 683	30 030 966	1.42	2.22	470 342	223 860	18 181 813
北 京	382 757	8 725 338	7 367 795	4 329 877	5.50	4.66	26 555	11 238	6 973 256
天 津	99 054	1 973 122	1 858 140	952 370	2.18	2.79	13 299	4 159	588 624
河 北	130 502	1 375 302	1 339 779	766 640	0.66	1.14	7 220	4 131	156 099
山 西	121 768	1 280 206	1 211 166	363 388	0.76	0.88	2 824	1 421	59 213
内 蒙 古	39 858	426 247	423 033	164 860	0.34	0.97	1 946	978	107 127
辽 宁	186 023	2 298 615	2 233 376	1 357 857	1.47	2.43	17 052	7 399	806 494
吉 林	82 017	1 047 155	926 236	409 212	0.96	1.18	4 578	2 319	153 666
黑 龙 江	109 397	1 060 902	884 771	570 294	0.92	1.40	6 535	3 622	156 934
上 海	200 681	4 862 193	4 364 363	2 588 386	2.50	5.23	36 042	16 602	3 095 095
江 苏	381 127	7 140 438	6 916 159	3 460 695	1.60	2.70	53 267	19 352	688 297
浙 江	310 526	4 760 863	4 078 467	2 240 315	1.42	4.29	52 980	30 968	399 618
安 徽	96 713	1 619 619	1 612 738	593 365	0.97	0.94	4 679	2 235	184 921
福 建	101 100	1 602 641	1 413 178	674 333	0.89	2.11	10 351	6 412	113 187
江 西	71 484	701 077	623 099	377 619	0.81	0.86	3 171	1 536	93 135
山 东	285 381	4 417 623	4 582 264	2 341 299	1.06	2.24	38 284	15 937	232 005
河 南	177 272	1 799 904	1 786 457	798 419	0.64	1.22	11 538	5 242	237 288
湖 北	170 151	1 901 988	1 803 161	944 297	1.25	1.55	14 576	4 734	444 427
湖 南	130 239	1 337 231	1 252 655	536 174	0.71	1.34	10 249	5 608	455 281
广 东	368 805	5 610 917	5 419 172	3 130 433	1.19	4.08	90 886	43 516	1 070 257
广 西	58 630	494 103	457 710	182 403	0.38	1.27	2 784	1 442	9 423
海 南	9 053	109 906	100 184	21 044	0.20	0.86	538	248	8 535
重 庆	75 623	818 213	824 629	369 140	1.06	1.26	6 471	4 590	553 479
四 川	194 841	2 737 973	2 503 733	1 078 405	1.25	1.08	13 109	7 138	259 323
贵 州	35 957	319 394	304 753	145 113	0.64	1.25	2 674	1 337	5 361
云 南	53 371	560 986	496 350	209 187	0.52	1.27	3 085	1 637	82 747
陕 西	145 091	1 810 233	1 759 286	1 013 558	2.24	1.25	5 717	2 473	179 485
甘 肃	57 975	577 504	491 820	239 530	1.05	0.83	1 460	832	214 534
青 海	10 476	111 391	100 441	33 412	0.52	0.68	325	97	24 665
宁 夏	13 070	132 540	140 106	49 749	0.70	1.01	671	290	5 349
新 疆	28 475	340 031	281 812	84 760	0.28	1.01	2 256	1 187	76 084

资料来源:根据《陕西科技统计年鉴(2007)》、《陕西统计年鉴(2007)》和《中国统计年鉴(2007)》运算整理而得。其中专利申请受理数和授权数指的是国内3种专利,包括发明、实用新型、外观设计。

表3 相关系数矩阵

相关系数	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
$x_1$	1	0.952	0.962	0.950	0.614	0.756	0.857	0.816	0.551
$x_2$	0.952	1	0.995	0.993	0.757	0.837	0.796	0.743	0.725
$x_3$	0.962	0.995	1	0.992	0.713	0.816	0.822	0.760	0.673
$x_4$	0.950	0.993	0.992	1	0.752	0.857	0.822	0.766	0.724
$x_5$	0.614	0.757	0.713	0.752	1	0.696	0.330	0.287	0.908
$x_6$	0.756	0.837	0.816	0.857	0.696	1	0.772	0.769	0.702
$x_7$	0.857	0.796	0.822	0.822	0.330	0.772	1	0.983	0.316
$x_8$	0.816	0.743	0.760	0.766	0.287	0.769	0.983	1	0.283
$x_9$	0.551	0.725	0.673	0.724	0.908	0.702	0.316	0.283	1

表4 主成分列表

主成分序号	特征根	贡献率	累计贡献率
1	7.089	78.766	78.766
2	1.366	15.183	93.949
3	0.339	3.764	97.713
4	0.091	1.008	98.722
5	0.070	0.773	99.495
6	0.032	0.361	99.856
7	0.009	0.100	99.955
8	0.003	0.036	99.992
9	0.001	0.008	100.000

表5 主成分系数矩阵(即主成分在各个指标上的权重)

	第1主成分	第2主成分
科技活动人员	0.945	-0.158
科技活动经费筹集	0.984	0.049
科技经费内部支出	0.977	-0.013
R&D经费内部支出	0.990	0.029
R&D经费支出占GDP的比重	0.750	0.622
地方财政科技拨款占地方财政支出的比重	0.903	0.028
专利申请受理数	0.851	-0.506
专利申请授权数	0.814	-0.539
技术市场成交额	0.726	0.636

湖南、河北、安徽、黑龙江、重庆、吉林、山西、江西、甘肃、云南、广西、贵州、内蒙古、新疆、宁夏、青海、海南, 包括的省市区有19个, 其中西部有9个省份(科技进步水平低地区)。

综上所述, 可见2006年内陆30个省、市、区科技进步综合得分陕西居第11名, 而这一排名与陕西教育大省、科教大省的地位很不相同。这充分说明陕西科技竞争力较弱, 科技水平不高, 科技进步缓慢。

#### 4 基于主成分分析法的陕西科技进步比较分析

按照上面的分类, 陕西属于科技进步水平较低地区。同时, 从表7可以看出, 陕西科技进步水平的第1主成分(科技投入规模竞争力) 得分为-0.25, 在统计的30个省市中排名第11, 与全国排名第1的北京相差7.89; 第2主成分(科技产出效率竞争力) 得分为0.8, 在统计的30个省市中排名第3, 而与全国排名第1的北京相差3.6; 科技进步综合水平得

表6 2006年内陆30个省、市、区科技竞争力的排序

名次	省份	第一主成分		第二主成分		科技进步综合水平(F)
		科技投入规模竞争力(F <sub>1</sub> )	省份	科技产出效率竞争力(F <sub>2</sub> )	省份	
1	北京	7.64	北京	4.4	北京	6.69
2	广东	5.75	上海	0.9	广东	4.04
3	江苏	4.75	陕西	0.8	江苏	3.55
4	上海	4.11	天津	0.78	上海	3.38
5	浙江	3.88	甘肃	0.41	浙江	2.76
6	山东	2.48	重庆	0.26	山东	1.76
7	辽宁	0.73	宁夏	0.23	辽宁	0.6
8	天津	0.29	吉林	0.19	天津	0.34
9	四川	0.18	安徽	0.19	四川	0.12
10	湖北	-0.1	辽宁	0.16	湖北	-0.07
11	陕西	-0.25	江西	0.15	陕西	-0.08
12	河南	-0.49	青海	0.15	河南	-0.43
13	福建	-0.57	贵州	0.08	福建	-0.47
14	湖南	-0.81	山西	0.07	湖南	-0.66
15	河北	-0.94	湖北	0.06	河北	-0.76
16	安徽	-1.07	黑龙江	0.04	安徽	-0.81
17	黑龙江	-1.09	云南	0.01	黑龙江	-0.85
18	重庆	-1.2	内蒙古	-0.01	重庆	-0.91
19	吉林	-1.34	海南	-0.03	吉林	-1.03
20	山西	-1.35	新疆	-0.06	山西	-1.05
21	江西	-1.69	广西	-0.09	江西	-1.31
22	甘肃	-1.79	四川	-0.13	甘肃	-1.35
23	云南	-1.82	湖南	-0.15	云南	-1.43
24	广西	-1.9	河北	-0.16	广西	-1.51
25	贵州	-1.98	福建	-0.17	贵州	-1.55
26	内蒙古	-2.08	河南	-0.33	内蒙古	-1.64
27	新疆	-2.19	山东	-1.22	新疆	-1.73
28	宁夏	-2.26	江苏	-1.27	宁夏	-1.74
29	青海	-2.43	浙江	-1.97	青海	-1.89
30	海南	-2.48	广东	-3.26	海南	-1.96

资料来源: 根据主成分分析法运算得出。

分为-0.08, 在统计的30个省市中排名第11, 与全国排名第1的北京相差6.77。

综上所述, 就科技投入规模竞争力而言, 陕西与全国排名第一的省市差距还是很大的; 而就科技产出效率竞争力而言, 因为广东、浙江、江苏等省份科技活动人员多、科研单位数多, 而R&D经费支出占GDP的比重并不高(2006年R&D经费支出占GDP的比重全国平均水平为1.42%, 江

表7 陕西与全国科技综合竞争力主成分得分的比较分析

	科技投入规模竞争力(F <sub>1</sub> )			科技产出效率竞争力(F <sub>2</sub> )			科技进步综合水平(F)		
	省份	得分	全国排名	省份	得分	全国排名	省份	得分	全国排名
全国排名第一省市	北京	7.64	1	北京	4.4	1	北京	北京	1
陕西状况	陕西	-0.25	11	陕西	0.8	3	陕西	-0.08	11
陕西与全国排名第一省市的差值		7.89			3.6			0.2	

注: 差值是指陕西与西部排名第一省份和全国排名第一省份主成分得分之差。

表8 2006年陕西与全国科技活动主要指标的对比

科技指标	省份			陕西占全国 比重(%)	北京占全国 比重(%)
	陕西	北京	全国		
单位数(人)	4 875	15 403	313 730	1.55	4.91
科技活动经费筹集合计(万元)	1 810 233	8 725 338	61 967 083	2.92	14.08
科技经费内部支出(万元)	1 759 286	7 367 795	57 572 683	3.06	12.80
科技经费外部支出(万元)	93 464	667 488	3 984 210	2.35	16.75
R&D 人员折合全时人员(人年)	59 458	168 398	1 502 472	3.96	11.21
R&D 经费内部支出(万元)	1 013 558	4 329 877	30 030 966	3.38	14.42
项目/课题数(项)	27 802	85 483	724 151	3.84	11.80
R&D 经费支出占 GDP 的比重(%)	2.24	5.50	1.42	—	—
地方财政科技拨款占地方财政支出的比重(%)	1.25	4.66	2.22	—	—
专利申请受理数(件)	5 717	26 555	470 342	1.22	5.65
专利申请授权数(件)	2 473	11 238	223 860	1.10	5.02
技术市场成交额(万元)	179 485	6 973 256	18 181 813	0.99	38.35

资料来源:根据《陕西科技统计年鉴(2007)》、《陕西统计年鉴(2007)》和《中国统计年鉴(2007)》运算整理而得。其中全时人员指报告年内从事R&D活动的时间占全年工作时间90%及以上的人员。

苏为1.60%,浙江为1.42%,广东为1.19%,广东还低于全国平均水平,而同时期的北京为5.50%,天津为2.18%,陕西为2.24%),这就很好地解释了虽然在科技投入整体规模上,江苏、浙江、广东等省份具有绝对优势,但是由于陕西等省份科技活动人员相对少、科技单位数也少,因此,在自身财力允许的投入范围内,科技产出效率竞争力( $F_2$ )反而较强。但科技综合竞争力( $F$ )江苏、浙江、广东等省份明显强于西部地区,说明我国科技竞争力水平的提升,还是更多地依赖投入规模,而不是依靠投入效率,具有粗放式科技进步的特征。

表8描述了陕西、北京与全国科技活动主要指标的对比情况。2006年陕西科技单位数只有4 875个,北京为15 403个,全国是313 730个,陕西只占全国的1.55%;2006年陕西技术市场成交额为179 485万元,北京为6 973 256万元,全国是18 181 813万元,陕西只占全国的0.99%,而同时期北京占全国的比重为38.35%。可见,陕西不管在科技投入整体规模上,还是在科技产出绝对量方面,均远远落后于全国排名前列的北京。

## 5 结论

通过实证分析,可以看出:从总体上看,陕西科技活动具有一定的科技投入规模竞争力、科技产出效率竞争力和科技发展水平,说明陕西科技活动有一定的发展基础。但是陕西科技进步水平综合得分排名在全国只居第11位,同时陕西的科技进步综合水平得分为负值,说明陕西的科技

发展水平低于全国的整体科技发展水平。这显然与陕西教育大省、科教大省的地位很不相称。因此,陕西科技活动今后不仅要在科技经费投入方面加大力度,主要是加大科技财力投入的力度,从投入体制上使得经费投入制度化,而且在产学研方面要紧密合作和衔接,使得高校和科研机构的研究成果具有应用推广价值,研发方向一切以市场需求为导向;陕西要进行技术创新,提升科研水平,完善科技创新机制,提高创新能力,实现技术创新组织形式由单兵独战向企业技术创新集群转变,高技术企业实现产值的增长方式从粗放型向集约型转型,从而提高陕西科技活动的发展水平。同时要促进陕西的科技进步,需要改善政策环境,加大科技投入。只有这样,才能进一步增加科技活动产出。

### 参考文献:

- [1] 李荣平. 基于灰色关联度方法的科技进步效果评价与分析[J]. 改革与战略, 2007(10):33.
- [2] 仇国阳. 区域科技监测指标体系的优化与重构[J]. 科学与科学技术管理, 2006(9):137.
- [3] 杨毅. 基于元评价的科技进步综合评价指标分类研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2007(3):78-81.
- [4] 刘玉玫. 经济全球化程度的量化研究[J]. 统计研究, 2003(12):13-17.
- [5] 王芳. 主成分分析与因子分析的异同比较及应用[J]. 统计教育, 2003(5):14-17.
- [6] 林海明. 主成分分析与因子分析的异同和SPSS软件[J]. 统计研究, 2005(3):65-68.

(责任编辑:高建平)