

# 基于熵权TOPSIS的江苏劳动力素质评价及时空演化

程林 包耀东

(南通理工学院商学院, 江苏 南通 226000)

**【摘要】**选取2005—2016年数据,运用熵权TOPSIS法对江苏劳动力素质水平进行综合评价。结果表明:江苏劳动力素质评价投入指标比例先扬后抑,而产出指标先抑后扬;二级指标中,科研机构人员数量、专利授权量、科研机构数量等5个指标历年权重占比较高;劳动力素质水平总体苏南地区较高,苏北地区最低;同时,苏南地区和苏中部分城市劳动力素质水平呈明显上升趋势,而苏北地区劳动力素质水平排名具有下降趋势。最后从科技创新及区域联动引领方面提出建议。

**【关键词】**劳动力素质;综合评价;熵权TOPSIS;江苏

**【中图分类号】**F241 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-131X(2018)04-0034-05

劳动力是社会经济发展的根本支撑和首要资源,其中高素质劳动力是科技创新和产业升级的第一推动力。随着国家社会经济水平的不断提升,产业升级换代需要与之相匹配的劳动力素质,即对较高素质劳动力提出了更高的要求。在国家“互联网+”行动计划、“中国制造2025”等战略背景下,较高素质劳动力的供求得到国家、地方政府以及相关产业的高度重视。其实,自舒尔茨提出人力资本理念以来,许多学者用人力资本理论来解释经济增长和发展动力等问题,人力资本已经成为经济现象分析中举足轻重的因素<sup>[1]</sup>。因此,通过对劳动力素质的评估以衡量我国同发达国家(地区)的差距,以及为深化改革、保持经济增长、推动科技创新、产业转型升级提供与之匹配的高素质劳动力,是一项紧迫而持久的战略任务。

江苏是经济大省,承担着推动全国经济发展与增长的重要使命,其在推进产业结构升级和城市化的进程中,集聚着大量高素质劳动力。但由于地域广阔,苏北和苏南经济发展差距较大,劳动力素质水平参差不齐,在一定程度上阻碍了整体经济的发展。因此,对江苏劳动力素质现状进行评估,分析苏南、苏北及苏中的劳动力素质水平差异,对于推动江苏经济可持续发展及产业结构优化升级具有重要的经济意义。

## 一、劳动力素质评价体系构架

劳动力素质是指劳动者思想素质、智力素质和体力素质的总称<sup>[2]</sup>。关于劳动力素质的评价体系,恩格尔曼提出用劳动力质量指数来反映劳动力素质水平的高低。但是仅用劳动者工资收入来衡量劳动力素质而忽略其他经济因素显然是不全面的。因此袁利金提出用劳动者的文化教育素质、劳动技能素质和生理体能素质3个准则层指标对劳动力素质进行综合评价,并在每个准则层中设置4个指标,共12个指标来建立劳动力素质评价体系<sup>[3]</sup>。从劳动力素质水平是一个国家、地区或某个历史时期的社会经济、科学技术和文化水平的集中体现的角度来看,劳动力素质影响产业结构的3种机制表现为技术进步、收入提高以及城镇化水平<sup>[4]</sup>。而且高素质人才能够有效促进技术创新,提高工人的生产效率,继而表现为更有效率的经济产出增长<sup>[5]</sup>。而高素质劳动力主要通过对教育培训的投资来实现。故本文在借鉴前人研究的基础上,结合现代社会经济发展、产业升级换代对劳动

**收稿日期:**2018-11-21

**基金项目:**江苏省“十三五”工商管理一级重点建设学科项目(SJY201609);江苏高校哲学社会科学基金项目(2017SJB1287)

**作者简介:**程林(1982-),男,江苏宿迁人,讲师,硕士,主要从事人口与经济研究。

力素质赋予的新内涵，从社会经济和科技发展重要的生产要素——劳动力的投入和产出角度<sup>[6]</sup>出发，基于可操作性原则，选取易于获取数据的指标建立劳动力素质评价体系（表1）。其中，劳动力素质投入指标是指劳动力素质作为生产要素投入社会生产和经济建设中人力、物力及财力的量。劳动力素质产出是主要衡量较高劳动力素质水平推动社会经济活动产生的经济效益的指标。劳动力素质环境指在提高劳动力素质水平和较高劳动力素质水平作用到经济发展过程中的各种影响因素的总和。

表1 劳动力素质评价指标体系

目标层	准则层	指标层
劳动力 素质综 合评价	劳动力 素质投入	每万人受高等教育占比(C <sub>1</sub> )/%
		经费投入占比(C <sub>2</sub> )/%
		科研机构数量(C <sub>3</sub> )/个
	劳动力 素质产出	科研人员数量(C <sub>4</sub> )/人
		经济增长率(C <sub>5</sub> )/%
		产业结构高级化水平(C <sub>6</sub> )/%
		劳动生产率(C <sub>7</sub> )/(元/人)
	劳动力 素质环境	专利申请授权数量(C <sub>8</sub> )/个
		平均寿命(C <sub>9</sub> )/年
		中青年劳动力占比(C <sub>10</sub> )/%
		在岗职工平均工资(C <sub>11</sub> )/元
		城镇化水平(C <sub>12</sub> )/%
		平均受教育年限(C <sub>13</sub> )/年

## 二、江苏劳动力素质综合评价

### （一）数据来源及处理

本文选取2005—2016年江苏统计年鉴及各地级市统计年鉴相关数据为数据来源，其中每万人受高等教育人数占比用年鉴中大专及以上学历受教育程度人数占总人数（抽查人数）的比例表示；经费投入占比由统计年鉴中一般公共预算支出中教育、科学技术及文化体育经费支出总额占地区GDP的比例代替，因2011年数据缺失，该年指标选取2010年和2012年平均数；产业结构高级化水平是产业结构升级变量指标，借鉴于春晖等学者的做法，用第三产业与第二产业增加值之比表示；作为劳动力技能素质，劳动生产率用地区生产总值与从业人员数量之比表示<sup>[7]</sup>。由于个别指标存在少量的数据缺失，本文通过相关政府部门发布的经济发展公报及研究报告予以补充。其中，由于县级以上独立科研单位数量体量较小，并且相关数据不全，故本文以规模以上工业企业创办科研机构数量代替科研机构数量指标。另外，部分数据缺失年份，皆以前后年份的科研机构数量占规模以上工业企业数占比，推算当年规模以上工业企业创办科研机构数量。

### （二）综合评价方法及评价步骤

由于层次分析法、综合模糊评价法等主要依靠评价专家对评价对象的主观印象、经验等进行综合评价的方式相对主观，因此本文利用2005—2016年的面板数据，采用熵权与TOPSIS模型相结合的方法对江苏劳动力素质进行评价，结果

$$Y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{1j}, \dots, x_{mj})}{\max(x_{1j}, \dots, x_{mj}) - \min(x_{1j}, \dots, x_{mj})}$$

较为客观、简洁。由于不同的指标量纲不同，无法直接进行比较计算。本文统一采用进行处理，其中  $x_{ij}$  表示第  $i$  年的第  $j$  个指标的指标值， $Y_{ij}$  表示标准化处理得到的规则化数据。归一化处理得到计算指标为

$$Q_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^m Y_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

计算第  $j$  项指标的熵值

$$S_j = - \sum_{i=1}^m Q_{ij} \times \frac{\ln Q_{ij}}{\ln m}$$

其中，当  $Q_{ij} \rightarrow 0$ ，则  $\lim_{Q_{ij} \rightarrow 0} Q_{ij} \ln Q_{ij} = 0$ ， $S_j$  的取值范围为  $[0, 1]$ 。计算各指标的差异性系数  $P_j = 1 - S_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )，可见  $P_j$  的取值范围为  $[0, 1]$ ，差异性系数越大，说明指标在评价指标中的重要性越大，反之亦然。

确定各指标的权重

$$\omega_j = \frac{P_j}{\sum_{j=1}^m P_j} \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

计算加权矩阵

$$R = (r_{ij})_{m \times n}, r_{ij} = \omega_j \times Q_{ij} \\ (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$$

确定最优解和最劣解

$$H_j^+ = \max(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{nj}) \\ H_j^- = \min(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{nj})$$

从中可以看出，指标的最优解和最劣解之间差值越大，表示指标的差异程度较大，其熵值就越小，而其在整个指标体系中占的权重越大；反之，熵值越大，权重就越小。

计算各方案与最优解和最劣解的欧式距离

$$\text{sep}_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H_j^+ - r_{ij})^2}$$

$$\text{sep}_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (H_j^- - r_{ij})^2}$$

最后计算综合评价指数

$$C_i = \frac{\text{sep}_i^-}{\text{sep}_i^+ + \text{sep}_i^-} \quad (C_i \in [0, 1])$$

### (三) 江苏劳动力素质综合评价计算结果及分析

根据上述公式及分析步骤，计算 2005—2016 年指标权重（表 2）及各地级市劳动力素质综合得分（表 3）。

表 2 2015—2016 年江苏劳动力素质评价指标权重  $w_j$

指标	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
$C_1$	0.074	0.074	0.072	0.071	0.073	0.071	0.066	0.068	0.069	0.072	0.078	0.080
$C_2$	0.066	0.073	0.091*	0.086	0.101*	0.124*	0.010	0.096	0.083	0.106*	0.102*	0.080
$C_3$	0.120*	0.103*	0.101*	0.090	0.095	0.124*	0.123*	0.102*	0.110*	0.096	0.081	0.074
$C_4$	0.213*	0.195*	0.231*	0.182*	0.075	0.090	0.102*	0.122*	0.115*	0.115*	0.111*	0.115*
$C_5$	0.056	0.048	0.056	0.044	0.053	0.039	0.062	0.049	0.024	0.024	0.033	0.035
$C_6$	0.090*	0.112*	0.065	0.118*	0.147*	0.039	0.043	0.042	0.041	0.058	0.050	0.066
$C_7$	0.074	0.070	0.066	0.064	0.065	0.067	0.064	0.070	0.070	0.069	0.071	0.072
$C_8$	0.057	0.072	0.080	0.110*	0.149*	0.145*	0.154*	0.158*	0.174*	0.129*	0.127*	0.112*
$C_9$	0.043	0.040	0.036	0.034	0.037	0.037	0.037	0.044	0.054	0.072	0.081	0.069
$C_{10}$	0.061	0.063	0.062	0.064	0.068	0.080	0.065	0.060	0.055	0.053	0.053	0.050
$C_{11}$	0.057	0.053	0.045	0.041	0.042	0.050	0.049	0.053	0.073	0.072	0.075	0.107*
$C_{12}$	0.048	0.049	0.047	0.047	0.046	0.073	0.068	0.068	0.067	0.068	0.073	0.077
$C_{13}$	0.040	0.048	0.048	0.049	0.052	0.061	0.068	0.068	0.067	0.068	0.064	0.063

注：\* 表示该指标在对应年份排名前 3。

表 3 2005—2016 年江苏省各地级市劳动力素质水平得分

城市(波动)	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
南京(1)	0.480	0.473	0.385	0.494	0.537	0.477	0.448	0.495	0.490	0.539	0.576	0.637
无锡(-2)	0.692**	0.656**	0.688**	0.595**	0.433	0.587	0.461	0.527	0.555	0.525	0.533	0.566
徐州(5)	0.148	0.158	0.149	0.185	0.202	0.209	0.251	0.235	0.221	0.234	0.256	0.276
常州(0)	0.352	0.376	0.353	0.330	0.331	0.357	0.316	0.346	0.372	0.403	0.416	0.444
苏州(1)	0.691	0.479	0.405	0.462	0.639**	0.640**	0.671**	0.699**	0.746**	0.688**	0.676**	0.702**
南通(4)	0.200	0.215	0.234	0.196	0.233	0.332	0.307	0.337	0.344	0.360	0.404	0.397
连云港(-2)	0.255	0.162	0.182	0.209	0.228	0.228	0.215	0.236	0.200	0.253	0.272	0.265
淮安(-6)	0.266	0.178	0.162	0.199	0.229	0.251	0.240	0.236	0.183	0.221	0.243	0.241
盐城(-4)	0.256	0.208	0.200	0.202	0.242	0.299	0.205	0.202	0.171	0.209	0.250	0.248
扬州(4)	0.193	0.206	0.197	0.194	0.188	0.214	0.189	0.211	0.229	0.260	0.268	0.295
镇江(-2)	0.240	0.247	0.245	0.240	0.267	0.300	0.263	0.281	0.287	0.334	0.350	0.361
泰州(0)	0.157	0.194	0.195	0.145	0.166	0.197	0.172	0.169	0.161	0.185	0.209	0.239
宿迁(-3)	0.198	0.233	0.249	0.253	0.294	0.331	0.299	0.270	0.233	0.298	0.293	0.236

注：\*\*表示在对应年份排名第 1;括号中数据为 2016 年综合素质排名波动(以 2005 年为基准),负号表示排名下降。

### 1. 综合评价指标权重分析。从一级指标权重

数据可以看出,2005—2008 年劳动力素质投入指标权重相对较高,平均为 0.461,几乎占到指标权重的一半。而 2009 年之后,投入指标权重有所下降,处于 0.366 的平均水平;劳动力素质产出指标则相对比较平稳,2005—2008 年平均为 0.296,2009—2016 年平均为 0.313,升幅不大;劳动力素质环境指标权重有明显的提升,2005—2008 年劳动力素质环境指标权重达到 0.244,2009—2016 年该指标权重上升到 0.311。可见,2005—2008 年劳动力素质投入比较大,而后随着社会发展,劳动力素质投入指标权重有所下降,产出指标和环境指标权重上升。这一方面说明劳动力素质投入存在一定的滞后性,另一方面说明劳动力素质环境指标受到关注(表 4)。

表 4 2005—2016 年江苏省劳动力素质水平评价指标一级指标权重

指标	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	平均
劳动力素质投入	0.473	0.445	0.495	0.429	0.344	0.409	0.301	0.388	0.377	0.389	0.372	0.349	0.398
劳动力素质产出	0.277	0.302	0.267	0.336	0.414	0.290	0.323	0.319	0.309	0.280	0.281	0.285	0.307
劳动力素质环境	0.249	0.253	0.238	0.235	0.245	0.301	0.287	0.293	0.316	0.333	0.346	0.366	0.289

从二级指标权重来看,2005 年的科研机构数量 C3 和科研人员数量 C4 权重较大(分别为 0.120 和 0.213),可见科学技术研发是经济发展的驱动力,也能反映区域劳动力素质水平;而居民平均预期寿命 C9 和城镇化水平 C12 权重最低(分别为 0.043 和 0.048)。2010 年江苏劳动力素质水平主要体现在经费投入比例 C2、科研机构数量 C3、专利授权数量 C8 三个指标上,指标权重分别为 0.124、0.124 和 0.145,可见,教育投入一直是提高劳动力素质的主要途径,而经费投入的增加在一定程度上带动了劳动力素质水平的提升,专利授权数量则是经费投入、科研机构数量和劳动力素质提高的直接表现;2010 年各指标中,经济增长率和平均寿命权重最低。2016 年江苏劳动力素质综合水平指标中,科研人员数量 C4、专利授权数量 C8 及在岗职工平均工资 C11 权重较大,分别为 0.115、0.112 及 0.107,而经济增长率和中青年劳动力数量占比权重较低,可见,江苏劳动力素质在不同发展阶段具有不同的呈现方式。

从各二级指标在各年度所占比例排名前三的频率来看,科研机构人员数量(10 次)、专利授权量(9 次)、科研机构数量(7 次)、经费投入(5 次)和产业结构高级化水平(4 次)5 个指标排名靠前,一定程度上体现了江苏劳动力素质综合水平(表 2)。

### 2. 劳动力素质综合评价得分的时空演化分析。

从各地级市劳动力素质综合得分  $C_i$  可以看出，劳动力素质综合水平与最优解的距离越小而离最劣解距离越大，说明劳动力素质水平较好。2016年江苏劳动力素质综合水平排名靠前的是苏州（0.7074）、南京（0.6359）、无锡（0.5715）和常州（0.4456），主要集中在苏南经济发达地区；而淮安和宿迁两座苏北城市排名最后（表3）。

从各地级市劳动力素质综合水平排名波动看，以2005年为基准，2016年各地级市劳动力素质排名只有常州和泰州两个城市保持不变，而苏北大部分城市排名均有所下滑，其中淮安和盐城下滑幅度较大；苏中城市劳动力素质得分排名明显上升。从整体看，江苏劳动力素质水平较高的区域仍以苏南城市为主，苏州、南京、无锡、常州位居前4名；而苏北城市和部分苏中城市劳动力整体素质水平较低。

从2005年、2010年和2016年江苏劳动力素质综合水平雷达图可以看出：部分城市劳动力素质水平基本保持平稳态势或波动较小，如泰州、淮安基本保持在0.15~0.27，处于较低态势；部分城市劳动力素质综合水平上升明显，如苏州劳动力素质综合水平得分由2006年的0.479上升到2016年的0.702；南通和镇江的劳动力素质综合水平也从2006年的0.215和0.247上升到2016年的0.397和0.361，上升比较明显（图1）。

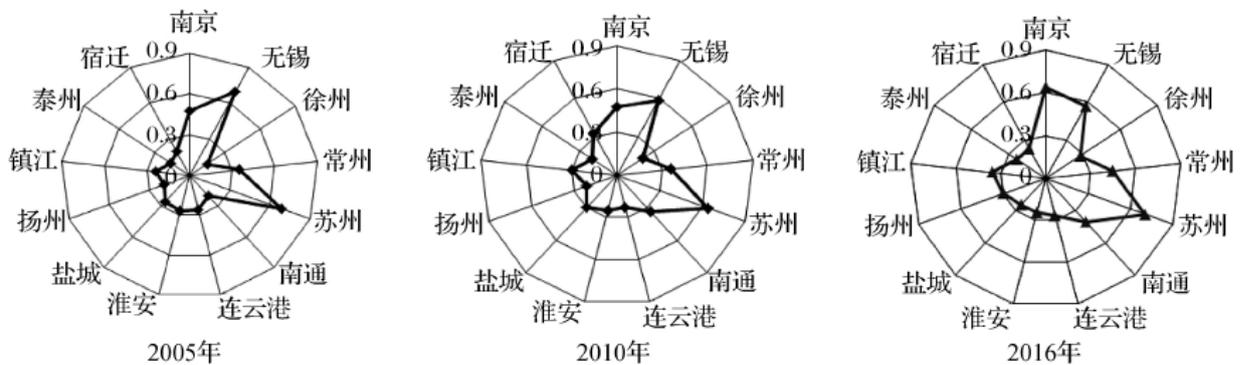


图1 2015年、2010年和2016年江苏劳动力素质综合水平

### 三、结论与建议

#### （一）结论

从劳动力素质评价指标来看，劳动力素质投入指标占比先扬后抑，产出指标先抑后扬，体现投入产出的滞后性；从二级指标权重看，江苏劳动力素质水平在科研机构人员数量、专利授权量、科研机构数量、经费投入及产业机构方面处于较高水平。

江苏劳动力素质水平较高城市主要集中在苏南经济发达地区，这些城市经济发展水平和科技发展水平促使高素质劳动力集聚，从而带动整体劳动力素质水平的提升，而苏北和部分苏中地区由于经济发展滞后及教育投资不足等原因导致劳动力素质水平不高，在省内排名靠后。

#### （二）建议

一是提高经济落后地区科技创新能力。科技是区域经济发展和创新水平的原动力，科技水平是区域地区劳动力素质水平的主要体现。提高教科研水平和效率，能够促进区域技术进步，加速区域经济增长，从而提升区域劳动力综合素质水平。

二是增强区域联动和劳动力素质集聚区空间溢出效应。从空间地理位置及经济发展水平来看，苏南、苏中与苏北地区存在

一定的差距，区域经济及科技发展联动可以促进江苏省整体经济发展和科技进步，所以三个经济区域应联动发展，充分发挥经济发达地区的引领作用，从而促进劳动力素质集聚区向落后地区溢出，带动江苏整体劳动力素质水平的提升。

#### 参考文献：

- [ 1 ] 魏峰，江永红. 劳动力素质、全要素生产率与地区经济增长 [ J ]. 人口与经济， 2 0 1 3 ( 4 ) : 3 0 - 3 8
- [ 2 ] 黄运武. 现代企业制度大辞典 [ M ]. 武汉：武汉工业大学出版社， 2 0 0 1 : 4 7
- [ 3 ] 袁利金. 劳动力素质体系及其综合评价方法研究 [ J ]. 管理工程学报， 1 9 9 4 ( 4 ) : 2 5 1 - 2 5 5
- [ 4 ] 王健. 人力资本推动产业结构升级 [ J ]. 天津大学学报， 2 0 1 3 ( 6 ) : 3 5 - 4 4
- [ 5 ] 任栋，崔雁冰. 高素质劳动力集聚对产业结构升级的影响效应 [ J ]. 公共财政研究， 2 0 1 6 ( 2 ) : 5 2 - 2 9
- [ 6 ] 张爱华. 区域创新评价指标体系构建 [ J ]. 统计与决策， 2 0 1 7 ( 2 4 ) : 5 1 - 5 3
- [ 7 ] 干春晖，郑若谷. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响 [ J ]. 经济研究， 2 0 1 1 ( 5 ) : 4 - 1 6