
苏州市制造业创新能力分析及提升路径研究

杨慧

(常州工学院经济与管理学院, 江苏常州 213031)

【摘要】基于“中国制造 2025”的视角,我国对制造业创新发展的需求极为迫切。以苏州市制造业为分析对象,搜集苏州市 2010—2015 年的统计数据,从创新投入、创新产出、创新环境三个维度,选取多个指标,构建了苏州市制造业创新能力的评价指标体系,采用密切值法对苏州市制造业创新能力进行评价分析。

【关键词】创新能力评价;密切值法;“中国制造 2025”;创新投入

【中图分类号】F2 **【文献标识码】**A **【doi】**10.19311/j.cnki.1672-3198.2018.10.002

1 引言

制造业是国民经济的主体,是生产力水平的集中体现,强有力的制造业是国家和民族强盛的保障。改革开放以来,我国制造业发展极为迅速,现在已经建立了一套完整的产业体系。2015 年我国国务院发布了“中国制造 2025”这一全面推进实施制造强国战略规划,对制造业做出极高评价:制造业是“立国之本、兴国之器、强国之基”。中国制造业发展面临很多挑战,如从业人口减少带来的劳动力成本增加、劳动力生产效率低下。因此,中国要想从一个制造业大国发展为制造业强国,必须认识到技术创新是制造业从低端向高端发展的重要影响因素。各地区必须加大在科技创新方面的投入,培养具有科技创新能力的人才来提高技术创新能力,以创新来提高自己的竞争力,促进制造业经济的发展。

“中国制造 2025”颁布之后,各地学者对多个区域的制造业创新能力进行研究。袁鹏等人采用了 SSA 模型法对南京制造业竞争力动态进行分析;朱雪珍采用了层次分析法,建立了多层次评价指标体系对苏州市创新能力进行了实证分析;刘蕾等人采用了密切值法,在创新投入能力、创新实施能力、创新产出能力、创新管理能力、销售能力这五大层次建立了十八个二级指标对云南某企业技术创新能力评价;谢吉亮等人使用因子分析和聚类分析法评估了长三角地区 16 个中小型企业的技术创新能力。张峥、聂思采用因子分析法对中国制造业 29 个细分产业的技术创新能力进行了实证研究;高亦陈、刘兰对制造业投入产出现状分析,研究创新驱动背景下我国制造业自主创新能力;颜秀金应用主成分分析法和回归分析法对泉州市制造业技术创新能力进行评价。这些研究成果对我国制造业创新阶段起到了非常重要的作用。

但是,从之前的研究来看,针对苏州市制造业创新能力的研究并不多。然而,苏州市处于经济发展迅速的长三角地区,更需要对制造业创新能力做出评价分析,以提升制造业创新能力,所以本文以苏州市制造业创新能力为对象进行评价。

基金项目:2017 年国家级大学生创新创业训练计划项目(201711055001);2017 年省级大学生创新创业训练计划立项项目(201711055010Z)。

作者简介:杨慧(1997—),女,汉族,江苏淮安人,常州工学院学生,研究方向:“中国制造 2025”下制造业创新发展。

2 密切值法模型

对制造业创新能力的评价方法有许多，例如层次分析法、因子分析法、主成分分析法、密切值法等。层次分析法在评价时需要加权分析，是基于人的主观看法，缺乏客观性。而密切值法计算灵活简便，结果直观明了，所以本文选择密切值法对苏州市创新能力进行分析。

密切值法首先计算出待评价对象各项指标的“最优点”和“最劣点”，然后比较待评价对象的各项指标的“最优点”和“最劣点”之间的欧氏距离，由此得出评价对象影响苏州市制造业创新能力的因素是多层次的，对象的“密切值”。具体分析评价步骤如下：只有构建合理的创新能力评价指标体系，才能对苏州

(1) 建立原始数据指标矩阵。

设有 n 个评价对象，每个评价对象有 m 个评价指标，将原始数据写成指标矩阵 b_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$)。

$$b_{ij} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \cdots & b_{nm} \end{bmatrix}$$

(2) 建立标准化矩阵。

由于待评价对象的评价指标较多，且指标的单位不同，为了更好地比较评价，需要对指标进行规范化处理，由公式(1)得出规范化标准矩阵 r_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$)。

$$r_{ij} = \frac{b_{ij}}{\left(\sum_{k=1}^n b_{kj}^2\right)^{1/2}}$$

$$r_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

(3) 确定“最优点”和“最劣点”。

根据公式(2)、(3)可以计算出最优点以及最劣点：

$$A^+ = (r_1^+, r_2^+, r_m^+)$$

$$A^- = (r_1^-, r_2^-, r_m^-)$$

$$\text{其中, } r_j^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \{r_{ij}\} \quad (2)$$

$$r_j^- = \min_{1 \leq i \leq n} \{r_{ij}\} \quad (3)$$

(4) 计算欧式距离。

根据公式(4)、(5)计算各评价对象到“最优点”与“最劣点”的距离。

$$d_i^+ = \left[\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_j^+)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

$$d_i^- = \left[\sum_{j=1}^m (r_{ij} - r_j^-)^2 \right]^{1/2} \quad (5)$$

其中, $i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$ 。

(5) 计算各评价对象的密切值并排序。

根据公式(6)计算各评价对象的“密切值”，并据此排出优劣顺序。密切值为：

$$C_i = \frac{d_i^+}{d^+} - \frac{d_i^-}{d^-} \quad (6)$$

其中, $i=1,2,\dots,n$ 。

$$d^+ = \min_{1 \leq i \leq n} \{d_i^+\}, d^- = \max_{1 \leq i \leq n} \{d_i^-\}$$

密切值 C_i 越小时, 与“最优点”越密切, 与“最劣点”越疏远, 即质量越高。 $C_i=0$ 时, 质量最佳, 即为“最优点”。

3 评价指标的选择

影响苏州市制造业创新能力的因素是多层次的, 只有构建合理的创新能力评价指标体系, 才能对苏州市制造业创新能力有一个准确的反映。本文从创新投入、创新产出、创新环境三个维度构建苏州市创新能力评价指标体系, 在单个维度选取多个三级评价指标, 通过数据进一步分析研究。指标选择需要贯彻客观性、可行性、动态性及简明性的原则, 注重实现创新能力与未来发展的潜力相结合、总量指标和人均指标相结合, 达到科学、客观的反映被评价城市的制造业创新能力。评价指标见表 1 所示。

创新投入维度。创新投入是指参与创新活动的人力资源、资金资源、信息资源、自然资源。城市制造业创新能力的提升来源于创新的投入, 创新能力提高需要将资源进行更有效的运用, 本文选择了工业用电量占比以及工业能源消耗量两个能源的投入作为评价指标; 人力资源是创新活动的主体, 是最为重要的一部分, 本文选择了专业技术人员数作为评价的一项指标; 同时, 资金以及行业信息是创新发展的保障, 可以使人力资源发挥更大的作用, 本文选择了城市科学技术、教育财政支出占比作为评价指标。

表 1 苏州市制造业创新能力评价指标

一级指标	二级指标	三级指标
苏州市 制造业 创新 能力	创新投入	工业用电量占社会总用电量比率 (%)
		能源消耗量 (百万吨标准煤)
		教育、科学技术财政占比 (%)
	创新产出	专业技术人员数 (百人)
		工业用电量占社会总用电量比率 (%)
		出口比例 (%)
		新增就业人数 (万人)
		实用新型专利授权量比率 (%)
	创新环境	科研机构数 (个)
		高新技术企业数 (百个)

创新产出维度。创新产出是指创新活动带来的社会及经济方面的效益, 是城市创新能力评价体系中的重要部分。有效的创新活动会促进城市的经济繁荣和人民生活水平的提高, 本文选取工业总产值占比、出口比率来进行评价; 同时经济的增长又促

进城市创新建设以及就业，本文选择了实用新型专利授权量比率、新增就业人数这两个作为创新产出的评价指标。

创新环境维度。创新环境是创新活动得以开展的基本保障，直接决定了城市创新建设的整体效率，包括基础设施、服务创新等。本文选取了科研机构数以及高新技术企业作为营造苏州市制造业创新环境的评价指标。

4 苏州市制造业创新能力评价分析

苏州市位于江苏省南部，是江苏省经济发展的重要的区域。近年来，苏州凭借其独特的地理、人才优势，制造业发展极为迅速。本文查阅苏州市 2010 至 2015 年的统计年鉴，依据创新投入、创新产出、创新环境三维度十四个指标的数据，列出苏州市制造业创新能力指标原始数据表，见表 2 所示。

表 2 苏州市创新能力指标原始数据表

指标		数据					
		各年度指标原始数据					
二级指标	三级指标	2010	2011	2012	2013	2014	2015
创新投入	1. 工业用电量占社会总用电量比率（%）	83.51	83.61	82.58	59	82.33	81.89
	2. 能源消耗量（百万吨标准煤）	70.8	74.5	77.1	5	82.8	82.2
	3. 教育、科学技术财政占比（%）	14.49	15.95	16.71	17.09	20.48	20.02
	4. 专业技术人员数（百人）	37.9	38.6	57.0	62.7	63.1	61.0
创新产出	5. 工业总产值占地区生产总值比重（%）	53.2	51.8	50.4	48.1	46.2	44.8
	6. 出口比例（%）	55.8	55.6	57.1	56.8	58.2	59.4
	7. 新增就业人数（万人）	16.7	17.3	16.8	17.5	17.2	17.0
	8. 实用新型专利授权量比率（%）	16.5	18.4	22.0	36.8	58.5	57.7
创新环境	9. 科研机构数（个）	66	70	75	80	80	78
	10. 高新技术企业数（百个）	9.8	13.5	18.6	24.2	29.5	34.8

（1）以年度为评价对象 n ，各评价指标为 m ，根据公式（1）对原始数据进行处理，列出苏州市创新能力规范化矩阵表，见表 3 所示。

根据表 3 中数据，由公式（2）、（3）可计算出最优点和最劣点：

最优点： $A^+ = \{0.41, 0.43, 0.48, 0.47, 0.44, 0.42, 0.42, 0.61, 0.44, 0.61\}$

最劣点： $A^- = \{0.40, 0.37, 0.34, 0.28, 0.37, 0.40, 0.39, 0.17, 0.36, 0.17\}$

依据公式（4）、（5）计算出欧氏距离：

$$d_{2010}^+ = 0.674, d_{2011}^+ = 0.609, d_{2012}^+ = 0.485, d_{2013}^+ = 0.312, d_{2014}^+ = 0.117, d_{2015}^+ = 0.078$$

$$d_{2010}^- = 0.071, d_{2011}^- = 0.102, d_{2012}^- = 0.246, d_{2013}^- = 0.398, d_{2014}^- = 0.613, d_{2015}^- = 0.658$$

由上述数据可知 $d^+ = 0.078$, $d^- = 0.658$

依据公式（6）计算出各年度密切值：

$$C_{2010} = 8.533, C_{2011} = 7.653, C_{2012} = 5.844, C_{2013} = 3.395, C_{2014} = 0.568, C_{2015} = 0$$

由对年份分析评价下所求的密切值可知，2015 年苏州市创新能力为最佳，2010 年的创新能力较差，在 2010 至 2015 这一阶段苏州市的创新能力逐渐增强。年份作为评价对象，可以显现出从 2010 至 2015 年以来，国家鼓励创新发展的政策与措施增多，使得苏州市制造业创新能力逐年增强、发展迅速。

（2）以分指标为评价对象 n ，各年度为 m ，依据公式（1）对原数据矩阵进行规范化数据处理，列出规范化数据矩阵表，见表 4 所示。

表 3 苏州市创新能力指标规范化矩阵

指标		数据	规范化				
维度	分指标	2010	2011	2012	2013	2014	2015
创新投入	1. 工业用电量占社会总用电量比率（%）	0.41	0.41	0.41	0.40	0.41	0.40
	2. 能源消耗量（百万吨标准煤）	0.37	0.39	0.40	0.43	0.43	0.43
	3. 教育、科学技术财政占比（%）	0.34	0.37	0.39	0.40	0.48	0.46
	4. 专业技术人员数（百人）	0.28	0.29	0.43	0.47	0.47	0.46
创新产出	5. 工业总产值占地区生产总值比重（%）	0.44	0.43	0.42	0.40	0.38	0.37
	6. 出口比例（%）	0.40	0.40	0.41	0.41	0.42	0.42
	7. 新增就业人数（万人）	0.39	0.42	0.40	0.42	0.41	0.41
	8. 实用新型专利授权量比率（%）	0.17	0.19	0.23	0.38	0.61	0.60
创新环境	9. 科研机构数（个）	0.36	0.38	0.41	0.44	0.44	0.42
	10. 高新技术企业数（百个）	0.17	0.23	0.33	0.42	0.51	0.61

表 4 规范化数据矩阵表

指标		数据		规范化			
维度	分指标	2010	2011	2012	2013	2014	2015
创新投入	1. 工业用电量占社会总用电量比率（%）	0.53	0.52	0.49	0.46	0.44	0.44
	2. 能源消耗量（百万吨标准煤）	0.45	0.46	0.45	0.46	0.45	0.45
	3. 教育、科学技术财政占比（%）	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
	4. 专业技术人员数（百人）	0.24	0.24	0.34	0.35	0.34	0.33
创新产出	5. 工业总产值占地区生产总值比重（%）	0.34	0.32	0.30	0.27	0.25	0.24
	6. 出口比例（%）	0.36	0.35	0.34	0.32	0.31	0.32
	7. 新增就业人数（万人）	0.11	0.11	0.09	0.10	0.09	0.09
	8. 实用新型专利授权量比率（%）	0.11	0.11	0.13	0.21	0.31	0.31
创新环境	9. 科研机构数（个）	0.42	0.44	0.44	0.45	0.43	0.42
	10. 高新技术企业数（百个）	0.09	0.09	0.11	0.14	0.16	0.19

依据公式（2）、（3）计算出“最优点”和“最弱点”：

最优点： $A^+ = \{0.53, 0.52, 0.49, 0.46, 0.45, 0.45\}$

最弱点： $A^- = \{0.09, 0.09, 0.09, 0.10, 0.09, 0.09\}$

依据公式（4）、（5）计算出欧氏距离：

$$\begin{aligned}
 & d_1^+ = 0.014, d_2^+ = 0.108, d_3^+ = 0.948, d_4^+ = 0.473, \\
 & d_5^+ = 0.482, d_6^+ = 0.369, d_7^+ = 0.945, d_8^+ = 0.759, d_9^+ = 0.150, \\
 & d_{10}^+ = 0.882, d_1^- = 0.956, d_2^- = 0.886, d_3^- = 0.028, d_4^- = 0.539, \\
 & d_5^- = 0.486, d_6^- = 0.594, d_7^- = 0.028, d_8^- = 0.334, d_9^- = 0.837, \\
 & d_{10}^- = 0.130
 \end{aligned}$$

由上述数据可知 $d^+ = 0.014$, $d^- = 0.956$

依据公式（6）计算出各年度密切值：

$C_1 = 0$, $C_2 = 6.788$, $C_3 = 67.684$, $C_4 = 33.222$, $C_5 = 33.920$

$C_6 = 25.73$, $C_7 = 67.47$, $C_8 = 53.86$, $C_9 = 9.8$, $C_{10} = 62.86$

通过对各年度密切值的对比可知，在创新投入方面，苏州市逐年增加制造业的能源投入比例，对制造业创新发展有着重要作用。在创新产出方面，出口比例逐年增加，展现了制造业创新发展带来的较好效益。在创新环境方面，科研机构的研究发展对制造业创新也发挥较好的引导作用。但苏州市实用新型专利授权比率占比较少，新增就业人数不断减少，还需要采取一些措施来提高制造业创新发展的能力。

5 结语

苏州市针对制造业创新能力现状应制定一些奖励政策，鼓励市民发挥自己的才能，勇于构想一些实用新型的产品。苏州市有独特的文化环境，苏州大学、苏州科技大学等高校培养了大批优秀人才。政府需要对产业创新进行引导，以增加苏州市的就业岗位，提高就业率，同时完善就业薪酬安排制度，使得高校优秀毕业生愿意留在苏州。在现有经济发展的基础之下，辅助独特的人才培养环境，让制造业创新能力进一步提升。对外贸易的发展、“一带一路”的提出，苏州市应该抓住机会，优化对外贸易结构，增强制造业创新发展。

参考文献

- [1] 袁鹏, 陈圻, 胡荣. 南京制造业竞争力动态比较分析[J]. 南京航空航天大学学报, 2007, 06 (2) .
- [2] 朱雪珍. 苏州市创新能力实证分析[J]. 科技进步与对策, 2010, (16) .
- [3] 刘蕾, 胡宏, 刘芳. 基于密切值法的企业技术创新能力评价[J]. 经济问题探索, 2011, (2) .
- [4] 谢吉亮, 彭灿. 长三角地区中小企业技术创新能力的因子分析与聚类分析[J]. 技术经济, 2012, (2) .
- [5] 张峥, 聂思. 中国制造业创新能力实证研究[J]. 技术创新与管理, 2015, (1) .
- [6] 高亦陈, 刘兰. 创新驱动背景下我国制造业自主创新能力提升研究[J]. 科技创业月刊, 2017, (4) .
- [7] 颜秀金. 泉州市制造业技术创新能力评价及提升路径[J]. 泉州师范学院学报, 2017, 15 (2) .
- [8] 苏州市统计局官方网站苏州市统计年鉴[Z].