

# 基于指标一致性的技术创新能力和效率的测度及比较研究

陈启伟 冯志军

哈尔滨工程大学 经济管理学院 黑龙江 哈尔滨 150001

**摘要**以黑龙江省装备制造业各个行业作为研究对象,构建一套指标体系,运用因子分析定权法对其技术创新能力和效率进行测度及比较。结果表明,黑龙江省装备制造业不同行业技术创新能力和效率的演化趋势差别较大,且同一行业技术创新能力演化趋势的稳定性优于效率演化趋势。整体上,大部分行业技术创新能力与效率之间的协调性较差,其技术创新能力的获取基本上是以牺牲效率为代价的。

**关键词**装备制造业 技术创新能力 技术创新效率 因子分析定权法

**中图分类号** F426.3 文献标识码 A 文章编号 1001-7348(2010)16-0000-00

## 引言

技术创新能力和效率是技术创新水平的两个决定因素。二者既有联系,又有区别。前者强调的是利用各种创新资源创造新知识,并把知识或已有知识以新的方式转化为现实的、有经济价值的商品或服务,以实现其市场价值。从这个意义上说,技术创新能力就是实现这种转化的能力或水平。与技术创新能力不同的是,技术创新效率则是实现这种转化的效率,即将各种创新资源转化为市场需要的商品或服务的效率。直观而言,效率强调的是转化的速度,转化的相对量比和相对质比。

总体而言,国内对技术创新的研究沿着数量或绝对量、技术创新能力、质量改善或创新结构优化、技术创新效率、绝对量与质量相互制约影响、协调性的研究演化路径。而将二者结合起来研究还处于探索阶段。本文选取黑龙江省装备制造业各个行业为研究对象,通过对其技术创新能力和效率进行测度分析,探讨各行业技术创新能力和效率的演化趋势,同时评价各行业技术创新过程的内部协调状况。

## 实证研究

### 评价指标体系的建立

技术创新能力研究一直是我国学术界关注的热点。在产业技术创新能力评价指标研究上,不同的学者在指标

选择过程中往往由于研究角度和关注重点的不同而选择了不同的指标体系。

本文认为,黑龙江省装备制造业技术创新能力评价指标体系应该包括以下几方面的基本内容:技术创新资源投入能力,它的存量形式是一种潜在能力;技术创新研究开发能力,它是一种运用能力;技术创新经济转化能力,即能力效果,它是行业和企业开展技术创新的最终动力。本文构建的技术创新能力评价指标体系如表1所示。

本文从指标一致性的角度,研究技术创新能力和效率的协调关系。为此,在设计技术创新效率评价指标时,具体指标与技术创新能力保持一致。在此基础上,结合技术创新效率的内涵,从投入产出角度设计评价指标体系,即将技术创新能力指标划分为投入指标和产出指标。具体指标体系见表2。

### 评价方法的选择

确定评价指标的权重是整个评价过程的关键环节。传统的评价方法在这方面各有其缺点。模糊数学具有主观性过强的缺陷,导致评价结果的说服力降低。层次模型对各指标权重的确定完全来自客观数据,但却由于客观性过强而使评价结果不符合实际情况。

本文拟采用因子分析定权法。它是以因子分析为前提和基础的一种确定原始指标权重的方法。所得到的权重值是指标体系中各个指标的权重,而不是传统因子分析中得到的公因子或主成分的权重。因子分析定权法的权重来自客观数据,并且由于它以因子分析为基础,而因子分析过程本身在因子个数的确定、提取时已经体现了评价者

收稿日期:2010-06-10

基金项目:黑龙江省社科基金项目(10551001);黑龙江省攻关软科学项目(10551001)

作者简介:陈启伟,男,黑龙江哈尔滨人,哈尔滨工程大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向为科技管理和创新管理;冯志军,男,湖北黄石人,哈尔滨工程大学经济管理学院博士研究生,研究方向为技术创新管理。

表 1 黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率评价指标体系

Table with 3 columns: 准则层 (Criteria Layer), 因子层 (Factor Layer), 准则层 (Criteria Layer). It lists various indicators for technological innovation and efficiency in the equipment manufacturing industry of Heilongjiang.

的主观意识和具体评价问题的需要因此因子分析定权法同时具备了客观和主观的特性近年来受到越来越多的学者关注逐渐被运用到产业技术创新能力和效率的测度与研究上

设有 P 个指标 X\_{ij} 个因子 f\_m 在 X\_j 上的负荷为 a\_{ij} 指标 X\_k 的权重 W\_k 的计算可表述如下

Mathematical formulas for calculating weights W\_k based on factor loadings a\_{ij} and variances c\_k.

这里 W\_k 是将 f\_i 在各变量上负荷的绝对值进行归一化处理而得相当于用这组变量评价各因子时的权重 c\_k 是由评价各因子时 X\_k 的权重平方相加而得 W\_k 是对 c\_k 归一化处理而得

3.1 样本数据的收集与确定

通过对黑龙江省统计年鉴黑龙江省统计局门户网站黑龙江省科技厅门户网站等收集到黑龙江省装备制造业各个行业 2008-2012 年相关整合处理得到相关指标值数据口径为黑龙江省装备制造业各个子行业中的大中型企业

3.2 统计运算分析

3.2.1 指标权重的确定

用 SPSS 对指标体系的原始数据标准化后进行计算在样本数据标准化的基础上采用 SPSS 样本测度和巴特利特球体检验对各变量之间的相关性进行检验

根据运算结果可得因子分析负荷阵如表 2

根据因子分析负荷阵按照因子分析定权法的原理计

算指标的权重如表 3 所示

3.2.2 技术创新能力的测度

为消除量纲和数量级的影响首先对各指标原始数据进行无量纲化具体计算公式如根

Formula for normalizing data: X\_{ij} = (X\_{ij} - X\_{min}) / (X\_{max} - X\_{min})

其中 X\_{max}, X\_{min} 分别表示各行业该指标中的最大值和最小值 X\_{ij} 分别代表该指标的实际值和无量纲化的标准值根据求得的各个评价指标的权重将每个单元的指标值进行加权求和得到其各行业各年的技术创新能力得分表 4

表 2 因子分析负荷阵以及各评价指标的权重

Table with 4 columns: 评价指标 (Indicator), 权重 (Weight), and two columns for loadings. It lists indicators like R&D expenditure ratio and their weights and loadings on factors.

表 3 黑龙江省装备制造业各个行业的技术创新能力得分

Table with 8 columns: 单元 (Unit), 得分 (Score), 单元 (Unit), 得分 (Score), 单元 (Unit), 得分 (Score), 单元 (Unit), 得分 (Score). It shows innovation capability scores for various units in the equipment manufacturing industry.

3.2.3 技术创新效率的测度

效率评价的基本思想是产出与投入比表 5 的指标体系可以划分为投入与产出两类指标一个指标归类为创新资源投入指标后一个归类为创新产出指标

Formula for efficiency: E\_i = O\_i / I\_i

Formula for composite index: I\_i = lambda\_1 I\_{i1} + lambda\_2 I\_{i2} + lambda\_3 I\_{i3} + lambda\_4 I\_{i4} + lambda\_5 I\_{i5}

O\_i 为 i 行业技术创新产出综合指标值 I\_{ij} 为 i 行业的项技术创新产出的无量纲化指标值 I\_{ij} 为 i 行业技术创新投入综合指标值 I\_{ij} 为 i 行业技术创新投入无量纲化指标值

表中各个指标的权重根据以上因子分析定权法所得的各指标权重得出黑龙江省装备制造业各个行业技术创新效率值。表 1 再对各行业每年的得分平均就是行业的技术创新效率值。

表 1 黑龙江省装备制造业各个行业的技术创新效率值

单元	得分	单元	得分	单元	得分	单元	得分
H <sub>1</sub>	0.32	H <sub>2</sub>	0.31	H <sub>3</sub>	0.32	H <sub>4</sub>	0.32
H <sub>5</sub>	0.31	H <sub>6</sub>	0.31	H <sub>7</sub>	0.31	H <sub>8</sub>	0.31
H <sub>9</sub>	0.31	H <sub>10</sub>	0.31	H <sub>11</sub>	0.31	H <sub>12</sub>	0.31
H <sub>13</sub>	0.31	H <sub>14</sub>	0.31	H <sub>15</sub>	0.31	H <sub>16</sub>	0.31
H <sub>17</sub>	0.31	H <sub>18</sub>	0.31	H <sub>19</sub>	0.31	H <sub>20</sub>	0.31
H <sub>21</sub>	0.31	H <sub>22</sub>	0.31	H <sub>23</sub>	0.31	H <sub>24</sub>	0.31
H <sub>25</sub>	0.31	H <sub>26</sub>	0.31	H <sub>27</sub>	0.31	H <sub>28</sub>	0.31
H <sub>29</sub>	0.31	H <sub>30</sub>	0.31	H <sub>31</sub>	0.31	H <sub>32</sub>	0.31

### 黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率的比较分析

#### 技术创新能力和效率演化趋势及比较

根据技术创新能力的测度结果绘制黑龙江省装备制造业各个行业技术创新能力的发展演化曲线图。图 3 反映各行业技术创新能力演化趋势可以划分为以下几类。

逐步上升型：金属制品业、通用设备制造业、专用设备制造业、电气机械及器材制造业。这个行业的技术创新能力随着时间的变化逐渐提高。这一趋势有望延续。

相对停滞增长型：交通运输设备制造业。这个行业的技术创新能力值一直围绕 0.3 上下小幅波动。除 2004 年技术创新能力得分出现异动外，表明该行业的技术创新能力近年来处于一种相对停滞状态。

震荡型：通信设备、计算机及其它电子设备制造业、仪器仪表及文化办公机械制造业。是能力值波动较大的几个行业。它们的技术创新能力值呈现先上升再下降然后上升的剧烈波动趋势。

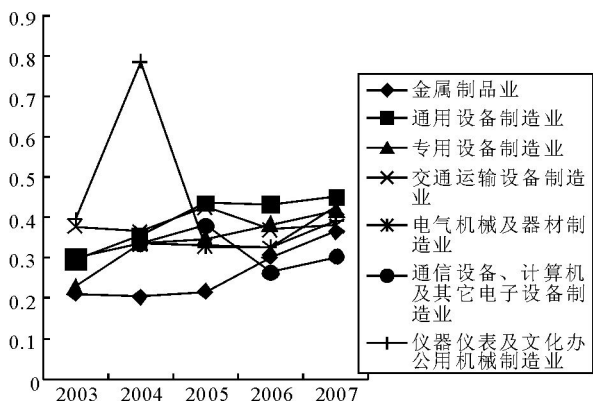


图 3 黑龙江省装备制造业 2003 年-2007 年各行业的技术创新能力演化趋势

根据技术创新效率的测度结果绘制黑龙江省装备制造业各个行业技术创新效率的发展演化曲线图。图 4 反映各行业技术创新效率演化趋势可以划分为以下几类。

折字型：交通运输设备制造业、金属制品业在

2003-2007 年之间，其技术创新效率呈现折字型。效率值在 2003 年开始逐步下降，直到降为谷底后，再逐步开始上升。

折字型：如通用设备制造业。其技术创新效率值在 2003 年的由 0.31 迅速提高到波峰值 0.43。随后就进入逐渐下滑的趋势。表明该行业对创新资源的利用越来越趋向于低效。

右上升型：如专用设备制造业。该行业技术创新效率的演化状况是非常理想的。随着时间的变化，效率值一直保持上升的趋势。这一趋势有望延续。

震荡型：电气机械及器材制造业、通信设备、计算机及其它电子设备制造业、仪器仪表及文化办公机械制造业。是效率值波动较大的几个行业。其技术创新效率演化缺乏稳定性。

比较黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率的演化趋势图。图 4 显示不同行业的技术创新能力和效率的演化趋势差别较大。其中几个行业的技术创新能力演化大致可以分为三类。其中绝大部分行业呈稳定增长趋势和相对停滞增长趋势。通信设备、计算机及其它电子设备制造业、仪器仪表及文化办公机械制造业呈现剧烈波动趋势。而对于技术创新效率，几个行业整体上呈现多样化的变动趋势。显示出各行业的技术创新从创新质量上、创新结构上影响技术创新水平是缺乏可控性的。而比较不同行业的技术创新能力和效率演化趋势可知，同一行业技术创新能力演化趋势的稳定性和趋势性优于或明显于效率演化趋势。

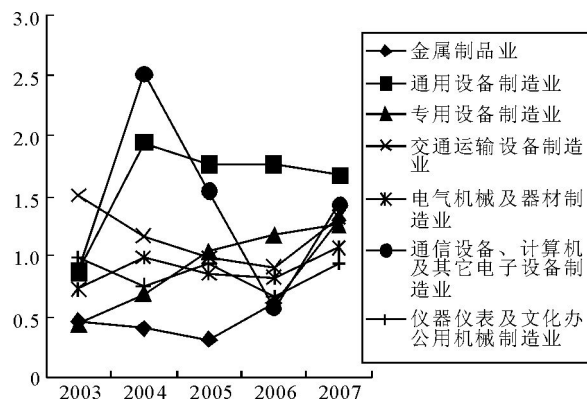


图 4 黑龙江省装备制造业 2003 年-2007 年各行业的技术创新效率演化趋势

#### 黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率发展的协调性分析

技术创新能力是一种能力的量，是一种量或规模上的综合。而技术创新效率是创新产出与创新投入的比值，是一种质或结构上的反映。技术创新能力主要是从技术创新的数量规模上影响黑龙江省装备制造业。而效率主要是从质量改善上对黑龙江省装备制造业发挥作用。

结合前面对黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率的实证研究结果，根据各行业的技术创新能力、技术创新效率及技术创新水平排名，得出各行业技术创新内部的协调性。

具体而言金属制品业的技术创新协调性排名和交通运输设备制造业的技术创新能力和效率的排名最为一致在十个行业中处于创新协调地位通用设备制造业专用设备制造业电气机械及器材制造业这十个行业的技术创新能力和效率排名相差为属于技术创新协调性中等水平通信设备计算机及其它电子设备制造业和仪器仪表及文化办公用机械制造业的技术创新协调性较差这个行业技术创新能力和效率排名相差分别为和从以上分析可知黑龙江省装备制造业的大部分行业技术创新能力与效率发展是不协调的表明当前黑龙江省装备制造业技术创新资源配置比例失当技术创新资源投入与产出之间存在较大的不匹配性创新产出的规模相对偏小制约了技术创新效率的提高从而影响了技术创新能力的增强甚至部分行业技术创新能力的获取基本上是以牺牲效率为代价的

表 黑龙江省装备制造业技术创新能力和效率的得分及排名

行业	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>5</sub>	H <sub>6</sub>	H <sub>7</sub>
技术创新能力得分	0.45	0.42	0.48	0.41	0.46	0.43	0.47
技术创新能力排名	6	7	5	8	4	3	2
技术创新效率得分	0.38	0.40	0.35	0.39	0.37	0.36	0.38
技术创新效率排名	6	4	8	5	7	3	2
整体协调性	好	中	中	好	中	较差	较差

### 研究展望

本文从指标一致性的角度对投入产出对黑龙江省装备制造业十个行业的技术创新能力与效率进行了测度研究并对二者 2007—2015 年的演化过程趋势及二者的整体协调情况进行了分析上述研究仍然存在如下问题

有待于作进一步的研究第一在对技术创新投入效率的测算中未有考虑创新资源投入与创新产出效益的时滞虽然有关创新投入产出时滞的问题已有相关研究成果但本文中应用的难点在于装备制造业十个行业的异质性决定的时滞差别因此如果能够找到更为有效合理的创新投入产出的时间延迟理论依据和测算方法将对以后的研究工作更具现实意义和理论意义第二通过实证分析分析了黑龙江省装备制造业十个行业发展中的技术创新过程不协调性但未能针对不同行业技术创新过程的时滞增长和提高质量提高情况提出有针对性的对策随着对技术创新能力与效率的更为深入的研究后将提出对二者发展更为行之有效的对策建议

### 参考文献

吴友军. 产业技术创新能力评价指标体系研究[J]. 商业研究, 2008(10): 145-148.

王章豹, 陈林. 基于主成分分析的装备制造业行业技术创新能力评价研究[J]. 工业技术经济, 2010(10): 12-15.

柳喜花. 中国装备制造业技术创新能力研究[J]. 沿海企业与科技, 2008(10): 12-15.

马庆国. 管理统计[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

黄永兴, 张国庆. 安徽省高技术产业技术创新效率研究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2008(10): 12-15.

黄鲁成, 张红彩. 北京制造业行业的技术创新效率评价研究[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2008(10): 12-15.

王凯, 马庆国. 基于因子分析权重的中国制造业技术创新能力研究[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2008(10): 12-15.

责任编辑 高建平

