

油田开采技术创新能力评价模型的构建及应用

段志雁, 安亚娜

(东北石油大学 经济管理学院, 黑龙江 大庆 163318)

摘要:随着油田开采的不断深入,对生产企业技术创新能力的要求越来越高。首先分析了建立油田开采技术创新能力评价模型的数学基础,然后基于信息论中熵的概念,构建了油田开采技术创新能力评价的数学模型,并分三层设立了 19 项指标体系,针对某基层单位采集了近 16 年的数据样本容量进行了分析,得出了其技术创新能力的量化值,结果符合油田企业的技术创新发展规律。

关键词:技术创新能力;评价模型;指标体系;量化;油田

中图分类号:F270.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2011)07-0062-03

技术创新能力是企业技术能力发展的核心能力。国际学界研究技术创新的历史较早,但创新能力的相关研究却起源于 20 世纪 80 年代^[1]。由于指标选择方法、指标可获得性和指标可计算性直接决定评价方法的应用范围,所以建立技术创新综合评判模型是科学合理、准确客观测度企业技术创新能力的基础。本文结合油田开采业的技术创新指标体系,建立了综合评判模型,并对某一基层单位的技术创新能力进行了量化评价。

1 油田开采技术创新能力评价建模基础

采用 n 个指标来测度和评价一个既定的目标 W ,那么这 n 个用于测度的指标就构成一个空间 A 。从数学的角度来看,空间 A 属于 n 维空间。综合评价的第一次映射,就是利用某种形式的 n 个函数 f ,将各项待测度指标的实际值 x_{ij} 转化为各项指标对应的评分值 y_{ij} ,即 $y_{ij} = f(x_{ij})$ 。即将 n 维空间 A 映射到与之相对应的空间 B 之上,数学标记为 $f:A \rightarrow B$ 。其中,空间 B 是由 n 维空间 A 变化而来,因此其自身也应该属于 n 维空间,与空间 A 所不同的是, B 空间中的每一维均无计量单位。通过某一个特定的映射 f , n 维空间 A 中的点 a_{ij} 就映射到 n 维空间 B 中的 b_{ij} 。

综合评价的第二次映射在原理上与第一次映射是相同的,但是其在形式上是利用加权平均法,将既定目标 W 的各项待测度指标值 y_{ij} 转化为一个综合标值 Z_j ,即 $Z_j = \varphi(y_{ij}, \omega_i)$ 。从数学空间角度上来看,可以理解为将 n 维空间 B 映射到空间 C 之上,亦即

$\varphi:B \rightarrow C$,但是要注意此处的空间 C 属一维空间而不再是 n 维空间。

2 油田开采技术创新能力评价模型的构建

熵是一个热力学中的基本概念,通常情况下用其来表征系统状态的一种不确定性,是热力学中测度不确定性的一种指标。熵在信息论中表征的是信息系统无序程度。具体的来讲,如果某个待研究指标的信息熵越小,这就表明该指标值的变异程度越大,即其所提供的信息量应该越大,对于在综合评价中其对应的权重值也应该越大,反之其权重也应越小。

系统可能处于几种不同的系统状态,并且出现每种状态的概率分别为 $p_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 时,系统的熵为^[2-4]:

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (1)$$

1) 选取待评价的 $K (K = 1, 2, \dots, m)$ 年份, $i (i = 1, 2, \dots, n)$ 代表评价指标,同时构造评价指标水平矩阵 X ,矩阵中 X_{ik} 表示 K 年份的 i 指标所对应的水平值。

2) 计算接近度 D_{ik}

$$D_{ik} = \begin{cases} \frac{x_{ik}}{X_i^*} & X_i^* = \max\{x_{ik}\} \\ \frac{X_i^*}{x_{ik}} & X_i^* = \min\{x_{ik}\} \end{cases} \quad (2)$$

其中, X_i^* 所表示的是评价指标中的最优值,判定标准为正指标对应的数据值越大越好,而负指标对

收稿日期:2011-04-02

作者简介:段志雁(1976—),男,黑龙江木兰人,东北石油大学数学科学与技术学院副院长,讲师,博士研究生,研究方向:石油工程项目管理;安亚娜(1980—),女,内蒙古赤峰人,东北石油大学经济管理学院讲师,研究方向:创新管理。

应的数据值越小越好。此时我们可以通过计算得到接近度矩阵 $D=(D_{ik})_{nm}$ 。

3)归一化处理

$$d_{ik} = D_{ik} / \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m D_{ik} \quad (3)$$

使得 $0 \leq d_{ik} \leq 1$, $\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m d_{ik} = 1$, 此时得到矩阵

$$d = (d_{ik})_{nm}$$

4)计算评价指标 i 的条件熵 E_i

$$E_i = - \sum_{k=1}^m \frac{d_{ik}}{d_i} \ln \frac{d_{ik}}{d_i} \quad (4)$$

其中 $d_i = \sum_{k=1}^m d_{ik}$

5)用 E_{\max} 对 E_i 进行归一化处理,得表示评价指标 i 的重要性的熵值:

$$e(d_i) = \frac{1}{\ln m} E_i = \frac{-1}{\ln m} \sum_{k=1}^m \frac{d_{ik}}{d_i} \ln \frac{d_{ik}}{d_i} \quad (5)$$

6)由 $e(d_i)$ 确定评价指标 i 的评价权值 Q_i

$$Q_i = \frac{1}{n - E_e} [1 - e(d_i)] \quad (6)$$

其中 $E_e = \sum_{i=1}^n e(d_i)$, 并且满足 $0 \leq Q_i \leq 1$,

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m Q_i = 1$$

7)计算决策量 S_k

$$S_k = \sum_{i=1}^n Q_i (d_i^* - d_{ik}) \quad K = 1, 2, \dots \quad (7)$$

其中 d_i^* 为矩阵 d 的第 i 行的最优值, S_k 的含义代表了年份之间的优劣程度,其判定标准是 S_k 小的年份优于大的年份,最终可以根据 S_k 的大小来对各年份中油田开采技术创新能力进行排序。

3 油田开采技术创新能力评价指标体系

表 1 油田某基层生产单位技术创新能力

年份	数值	排名	年份	数值	排名
1995	0.005 783	16	2003	0.004 892	8
1996	0.005 696	15	2004	0.004 631	7
1997	0.005 668	14	2005	0.004 337	6
1998	0.005 412	12	2006	0.003 715	5
1999	0.005 374	10	2007	0.003 243	4
2000	0.005 438	13	2008	0.001 574	2
2001	0.005 392	11	2009	0.001 699	3
2002	0.005 359	9	2010	0.001 342	1

通过表 1 可以看出,该单位整体的创新能力虽然整体上不断增强,但是在某些年份出现波动的现象。这说明时间维度并不是创新能力的唯一衡量标准,其

层次分析法是一种可以有效解决定量问题和定性问题相混合的研究方法,其突出特点在于基于一定的逻辑关系量化一些多层次问题的研究过程。在子系统的层次上进行分析,通过逐层上推的方式最终进行总体问题的综合分析或决策。采用熵权法来确定具体指标的权重,这样可以充分利用数据本身的特点,兼顾数据自身和实际经验两方面。

本设计第一层指标 1 项:技术创新能力综合值。

第二层指标 3 项:创新投入能力、创新实施能力、创新产出能力。

第三层指标 19 项,其中创新投入能力指标 7 项:即科技活动人员数,科技活动人员占从业人员比重,科学家和工程师占科技活动人员比重,科技活动经费总额,科技活动经费占产品销售额比重,科技活动人员人均科技活动经费,企业办科技机构数。创新实施能力指标 9 项:研究和发展(R&D)经费投入强度,有科研机构企业所占比例,购买国内技术经费,技术改造经费,技术引进经费,消化吸收经费,微电子控制设备占生产经营用设备原价比重、新产品开发经费占科技活动经费比重、工程技术人员比重。创新产出能力指标 3 项:新产品销售收入,新产品销售收入占产品销售收入比重,申请专利数。

4 油田开采技术创新能力的量化评价

样本容量来自油田某基层生产单位,首先收集了 1993—2000 年反映第三层的 19 项指标数据样本容量,然后根据按照式(1)—(2)进行计算,得到 D_{ik} ,共 $16 \times 19 = 304$ 组数据,然后按照式(3)进行归一化处理,再根据式(4)计算出 E_{ik} ,之后根据式(5)—(6)计算权重 E_i 、 $E(d_i)$ 、 E_e 和 Q_i ,最后通过式(7)计算出 S_k 值,结果如表 1 所示。

还同时受到国际环境、国内环境等多方面因素的影响,要针对具体时段的特殊环境对技术创新能力做更细致的分析。

经油田开采有关专家分析,上述规律大致符合油田生产过程中的技术创新发展规律。

5 结论

1) 基于信息论中熵的概念构建的油田开采技术创新能力评价数学模型,可以较细致的对企业技术创新能力进行量化评价。

2) 油田开采技术创新能力评价指标体系科学、全面,层次性强,便于观测。

3) 从油田某单位的量化评价结果可以看出,我国油田开采的技术创新能力在总体上呈现出不断增强

的良好趋势。

参考文献

- [1] 陈劲. 永续发展——企业技术创新透析[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 李柏洲, 苏屹. 区域科技创新能力评价体系的优化及实证分析[J]. 情报杂志, 2009(8): 80—84.
- [3] 王彪, 段禅伦, 吴昊, 宋永刚. 粗糙集与模糊集的应用及研究[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [4] 林志宏, 董学晨, 乔宏. 基于粗糙集和熵模型的电力企业融资风险评价[J]. 科技和产业, 2008(10): 67—70.

Establishment and Application of Evaluation Model of Technological Innovation Capability in Oil Field

DUAN Zhi-yan, AN Ya-na

(School of Economics and Management, Northeast Petroleum University, Daqing Heilongjiang 163318, China)

Abstract: As the deep penetration of oil field, the requirements of technological innovation capability from production enterprises have become higher and higher. Therefore, in this paper, mathematical base for establishing evaluation model of technological innovation capability has been analyzed firstly; secondly, according to the concept of entropy from information theory, mathematical model for evaluation of technological innovation capability in oil field has been established, which set up 19 index systems from three respective. Finally, 16 years' data sample size from a grassroots unit have been collected and analyzed. Quantization has been obtained; the result has met the law of development of technological innovation in oil field enterprises.

Key words: technological innovation capability; evaluation model; index system; quantization; oil field

(上接第 54 页)

- [10] 徐志强, 何立峰, 何瑞卿. 信任的作用: 基于组织中人力资源不同层次的系统分析[J]. 管理科学, 2005(1).
- [11] 梅纳尔. 对信任、信任缺乏和不信任的交易成本分析[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003: 164.
- [12] 李杰, 周勇. 国有商业银行全面薪酬管理体系的建立[J]. 管理科学, 2006.
- [13] 李凤兰, 郑晓边. 人际认知中的性别刻板印象[J]. 华中农业大学学报, 2004(4).

- [14] 张浩. 新编非权力管理艺术[M]. 北京: 蓝天出版社, 2004: 72—73.
- [15] 李红霞. 基于知识的管理激励[D]. 西安: 西安交通大学, 2005.
- [16] 刘永中. 管理培训游戏全案[M]. 广州: 广东经济出版社, 2004: 212—213.
- [17] 游昌乔. 信任: 企业管理的基石[EB/OL]. (2003-05-06). <http://www.emkt.com.cn/article/109/10943.html>.

The Staff's Confidence and a Key Strategy to Gain It

CAI Ming

(Business School of NanKai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: It is significance to build the trustful tie between the staff and the superiors. Because it is the key action to enhance the employee's loyalty and solidarity. And it is also a sound method to deal with the current situation of workers' trust vacancy. This thesis began with analyzing the current trust situation between the superiors and the employees. This thesis analyzed the definition and effect factors of the trust on the basis of the interrelated pre-study and aim to propose a key strategy to gain the staff's confidence in the managers. Thus, to build the trustful working atmosphere.

Key words: trust degree; effect factors; strategy