

· 供热企业管理 ·

# 基于解释结构模型的供热企业经营风险结构

高夏宇<sup>1</sup>, 臧海瑞<sup>2</sup>, 高恩华<sup>3</sup>

(1. 天津工业大学 管理学院, 天津 300387; 2. 中国电力工程顾问集团华北电力设计院工程有限公司 发电工程事业部, 北京 100120; 3. 中国能源建设集团天津电力建设公司, 天津 300451)

**摘要:** 基于解释结构模型, 建立供热企业经营风险要素和要素之间的二元关系, 确定了源头风险要素、过程风险要素、最终风险要素, 有助于供热企业对经营风险要素的科学管理控制。

**关键词:** 供热企业; 经营风险; 解释结构模型

**中图分类号:** TU995    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1000-4416(2014)04-0A22-05



**作者简介:** 高夏宇(1985 - ), 男, 山西永济人, 工程师, 硕士生, 研究方向为工程造价与项目投资。

## 1 概述

热费是供热企业通过一定的供热设施, 向用户供热, 并保持相对恒定的室内温度所形成的供热商品价值的货币体现<sup>[1]</sup>。热价通常由政府指导制定, 不由市场自由竞争形成, 只能由政府模拟市场机制对热价进行管理。在这种情况下, 供热企业经营不仅要应对微观风险(如生产运行、维护、煤价波动等), 还将面临宏观风险(如政策定价、负荷的调整、管网扩建等)。因此, 研究供热企业的经营风险非常必要, 这不仅是为了满足企业内部管理的需要, 也

是在新的市场环境下的必然选择。

目前, 在研究供热企业的经营风险时, 往往只考虑到政府定价、供热方式以及供热企业的固定资产投资等方面的因素, 而鲜有系统考虑在多种因素下的经营风险<sup>[2-3]</sup>。特别是近年来, 许多地方政府提出了“上大压小”及“煤改气”计划。在这种情况下, 原有建设贷款尚未还清, 又产生了新的大笔建设贷款, 给供热企业的经营带来更大压力。因此, 很有必要系统且深入研究供热企业的经营风险。本文采用解释结构模型(Interpretative Structural Model, ISM), 对供热企业经营风险的层次与关系结构进行探讨。

ISM 是 Warfield 于 1973 年为分析复杂的社会经济系统结构问题而开发的一种方法<sup>[4]</sup>, 是一种以定性分析为主的模型, 既可分析要素(在研究供热企业经营风险时, 要素表现为经营风险要素)的选择是否合理, 也可以分析要素及其相互关系对系统总体的影响。通过筛选经营风险要素, 确立风险要素之间的二元关系(根据系统的性质和研究目的, 所约定的一种需要讨论的存在于系统中的两个要素之间的关系, 通常表现为影响关系)建立邻接矩阵, 然后建立可达矩阵及级位划分, 进而建立骨架矩阵, 最终绘制出多级递阶有向图, 从而对供热企业经营风险要素有层次地归纳划分, 提高企业经营管理者对

收稿日期: 2013-05-07; 修回日期: 2013-05-30

存在风险的认识深度,便于企业在管理中进行有序的差异化管理。

## 2 经营风险要素及二元关系

### 2.1 经营风险要素

供热企业的经营风险要素来源于多方面,因此构成了一个多因素系统。采用ISM分析研究供热企业经营风险的第一步是确定风险要素,笔者将供热企业的经营风险分解为17个风险要素。

① 热价  $S_1$ 。热价对供热企业的收入、利润产生直接影响。目前,供热企业普遍采用单一热价结算热费方式<sup>[5]</sup>。

② 供热量  $S_2$ 。供热量决定了供热机组的运行效率,也决定了供热机组能否达到最佳运行状态<sup>[6]</sup>。

③ 政策法规  $S_3$ 。企业的健康发展离不开良好的政策法规环境,热价定价模式、企业税金以及供热企业成本的分摊原则等相关政策法规将直接影响供热企业的成本和利润水平。政策法规对节能技术的支持力度,对恶意欠费者的处罚力度等都会对供热企业的经营产生影响。

④ 宏观经济波动  $S_4$ 。宏观经济的波动(如经济增长、经济危机等)将在终端用户的规模上给供热企业带来影响。

⑤ 区域内供热规模  $S_5$ 。目前我国的城镇供热采用的是特许经营方式,在一定的区域内供热规模决定了该供热企业的供热量及经营收入。

⑥ 区域城市化规模  $S_6$ 。区域城市化规模决定了终端用户数量,也会给供热企业经营带来风险。

⑦ 煤炭价格波动  $S_7$ 。我国现有城镇集中供热项目(热电联供、区域供热锅炉房)绝大多数采用燃煤供热机组,对于供热企业,煤炭成本可占到运行成本的70%左右<sup>[2]</sup>。因此,煤炭价格的波动给供热企业的运营及财务状况带来直接影响。

⑧ 财务状况  $S_8$ 。企业的最终风险就是企业的财务风险,所有的风险最终都将体现在现金流的变化上。

⑨ 固定资产投资  $S_9$ 。固定资产投资作为企业一次性投资,直接影响到企业的财务状况、资产收益率、资本负债率、运营成本、利润等经济指标。

⑩ 设备选型  $S_{10}$ 。在供热企业的投资建设中,选用设备的质量、供货渠道等一系列问题将会给供热企业带来风险。

⑪ 优化调度  $S_{11}$ 。优化调度可以降低供热企业的运行风险及生产成本。

⑫ 信息收集  $S_{12}$ 。在供热过程中,供热企业获取信息(气象参数等)的准确性将对供热企业的运营产生影响。

⑬ 燃料管理  $S_{13}$ 。燃料的采购调度和仓储管理会给供热企业的运营带来风险。按GB 50041—2008《锅炉房设计规范》规定,煤场储煤量宜符合以下要求:火车和船舶运煤,宜按10~25 d的锅炉房最大耗煤量计算;汽车运煤,宜按5~10 d的锅炉房最大耗煤量计算。GB 50660—2011《大中型火电厂设计规范》第7.3.1条对不同运输方式、运距、供煤矿点数量、煤种及品质、燃煤供需关系等条件下的储煤设施设计容积进行了规定。

⑭ 运营成本  $S_{14}$ 。运营成本的控制在供热企业的运营产生影响。

⑮ 供热机组规模  $S_{15}$ 。我国集中供热的主要技术特征为<sup>[7]</sup>: a. 建设和发展服从城市整体规划和城市供热专项规划,使得集中供热更具有科学性和合理性。b. 在集中供热方式中,热电联供逐渐成为主导,符合我国可持续发展的能源战略要求。c. 热源向大型化、高参数方向发展,追求高效率、低污染和高效益。上述特征对供热机组规模提出了更高的要求 and 远期的规划预留规模,并对换热系统的设计以及其他辅助设备选型产生直接影响。

⑯ 配套费  $S_{16}$ 。配套费是市政基础设施建设资金的补充,收取情况将对供热企业的投资规模及融资比例(主要影响贷款规模)产生直接影响。由于各城市经济发展水平不同,配套费标准也不同。目前,供热企业基本处于微利甚至无利的运营状况,配套费作为供热企业基础设施投资的启动资金对供热企业有着重要意义。热源及热网的规模取决于最终用户数量,并决定了配套费总额<sup>[8]</sup>。

⑰ 热费的收取状况  $S_{17}$ 。热费是供热企业的主要收益,收取状况会直接影响供热企业的现金流,进而对供热企业的财务状况产生影响。

### 2.2 二元关系

二元关系表达了某个风险要素对其他风险要素的影响,也是建立邻接矩阵的基础。通常情况下,二元关系具有传递性,若风险要素  $S_i$  与  $S_j$  有某种二元关系,  $S_j$  与  $S_k$  有某种二元关系,则  $S_i$  与  $S_k$  有传递性二元关系。传递性二元关系反映两个风险要素的间

接联系,将  $S_j$  与  $S_k$  的传递步数计为传递次数。若  $S_i$  与  $S_j$  有某种二元关系,反过来  $S_j$  与  $S_i$  也有该种二元关系,这种二元关系称为强连接关系,具有强连接关系的风险要素间存在替换性。各风险要素的二元关系见表1。

表1 各风险要素的二元关系

风险要素	受影响风险要素	风险要素	受影响风险要素
$S_1$	$S_8, S_{14}$	$S_{10}$	$S_2, S_{11}, S_{15}$
$S_2$	$S_5, S_{11}, S_{13}, S_{14}$	$S_{11}$	$S_{13}, S_{14}$
$S_3$	$S_1, S_{16}$	$S_{12}$	$S_2$
$S_4$	$S_3, S_6, S_7$	$S_{13}$	$S_{11}, S_{14}$
$S_5$	$S_2, S_{14}$	$S_{14}$	$S_{11}, S_{13}$
$S_6$	$S_2, S_4, S_9, S_{10}, S_{16}$	$S_{15}$	$S_2$
$S_7$	$S_8, S_{13}, S_{14}$	$S_{16}$	$S_8, S_9$
$S_8$	—	$S_{17}$	$S_{14}$
$S_9$	$S_{10}, S_{15}$	—	—

### 3 解释结构模型

#### ① 邻接矩阵

根据各风险要素间的二元关系,构建邻接矩阵。邻接矩阵  $A$  是表示风险要素二元关系的方阵,表达式为:

$$A = (a_{ij})_{n \times n}$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, S_i \text{ 对 } S_j \text{ 有二元关系} \\ 0, S_i \text{ 对 } S_j \text{ 没有二元关系} \end{cases}$$

式中  $A$ ——邻接矩阵

$a_{ij}$ ——邻接矩阵元素

$n$ ——风险要素数量

邻接矩阵(采用表格形式表达)见表2。

#### ② 可达矩阵及级位划分

可达矩阵  $M$  表示风险要素之间任意次传递性二元关系或有向图上两个节点(风险要素)之间通过任意长的路径可到达的情况的方阵。有向图是由节点和连接各节点的有向弧组成的,可用于表达系统结构。用节点表示各风险要素,用有向弧表示各风险要素的二元关系。从风险要素  $S_i$  到  $S_j$  的有向弧数量称为节点间的通路长度,即风险要素  $S_i$  与  $S_j$  间二元传递次数,成强连接关系的风险要素具有双向回路。

可达矩阵  $M$  的表达式为:

$$M = (A + I)^r$$

式中  $M$ ——可达矩阵

$I$ —— $n \times n$  阶单位矩阵

$r$ ——最大传递次数

表2 邻接矩阵

风险要素	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$	$S_{12}$	$S_{13}$	$S_{14}$	$S_{15}$	$S_{16}$	$S_{17}$
$S_1$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$S_2$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
$S_3$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
$S_4$	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_5$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$S_6$	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
$S_7$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
$S_8$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_9$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
$S_{10}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
$S_{11}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
$S_{12}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
$S_{14}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
$S_{15}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{16}$	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{17}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

单位矩阵  $I$  为与邻接矩阵  $A$  同阶次的单位矩阵 (其主对角线元素均为 1, 其余元素均为 0)。运用布尔矩阵运算法则进行运算后, 得到与邻接矩阵  $A$  同阶次的可达矩阵  $M$ , 具体计算方法见文献[9]。

将可达矩阵  $M$  分割成关于给定二元关系的相互独立的区域, 然后进行区域内的级位划分, 即确定风险要素集合所处层次地位的过程, 也是建立多级递阶有向图的关键。参照文献[9], 得到级位由高到低的风险要素集合为:

- $L_1 = \{S_8\}$
- $L_2 = \{S_{11}, S_{13}, S_{14}, S_{16}\}$
- $L_3 = \{S_1, S_2, S_5, S_7, S_{17}\}$
- $L_4 = \{S_3, S_{10}, S_{12}, S_{15}\}$
- $L_5 = \{S_9\}$
- $L_6 = \{S_4, S_6\}$

③ 提取骨架矩阵

提取骨架矩阵是通过可达矩阵  $M$  的简约和

简出, 建立最小实现矩阵即骨架矩阵。检查各级位风险要素集合中的强连接关系风险要素: 第 2 级位风险要素集合的  $S_{11}, S_{13}, S_{14}$  相互构成强连接关系, 对级位风险要素集合进行缩减处理, 先去除  $S_{13}, S_{14}$ ; 第 3 级风险要素集合的  $S_2, S_5$  相互构成强连接关系, 先去除  $S_5$ ; 第 6 级风险要素集合  $S_4, S_6$  相互构成强连接关系, 先去除  $S_6$ 。参照文献[9], 得到经简化后具有最少风险要素的骨架矩阵, 当构建多级递阶有向图时再将之前去除的  $S_{13}, S_{14}, S_5, S_6$  加入, 以保证多级递阶有向图的完整性。

④ 多级递阶有向图

根据已提取的骨架矩阵可绘制出供热企业经营风险要素的多级递阶有向图 (见图 1)。绘图过程分为以下 3 个步骤: 第一步, 由上至下逐级排列风险要素; 第二步, 在同级中加入被之前去除风险要素以及表征它们之间二元关系的有向弧; 第三步, 按骨架矩阵所受的二元关系, 用有向弧连接成有向图。

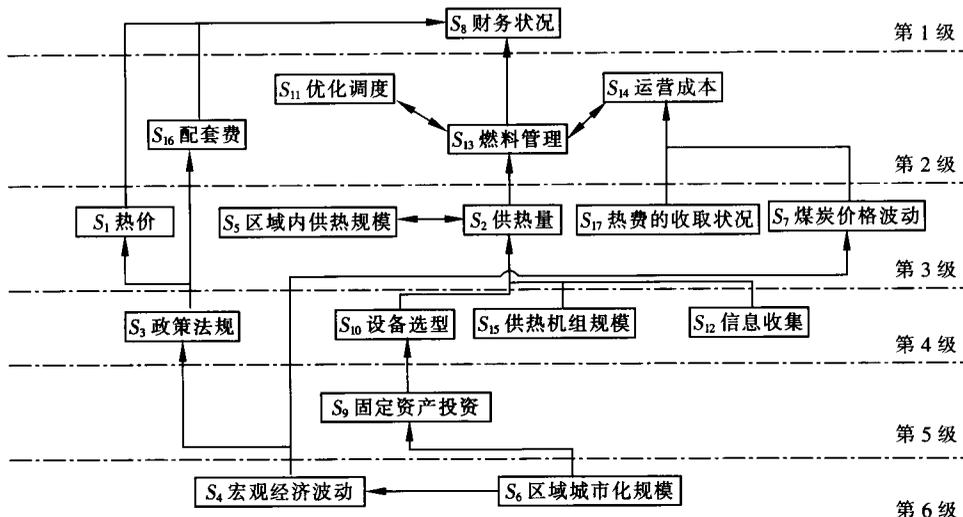


图 1 供热企业经营风险要素的多级递阶有向图

⑤ 风险排序

由图 1 可知, 宏观经济波动、区域城市化规模是所有单向箭头的源头, 可定义为源头风险要素。财务状况位于第 1 级, 可定义为最终风险要素。对财务状况产生直接影响的风险要素, 如热价、配套费、燃料管理等, 这些风险要素可确定为直接过程风险要素, 其他风险要素确定为间接过程风险要素。源头风险要素对最终风险要素的影响是最间接的, 直接过程风险要素对最终风险要素的影响最直接。

多级递阶有向图有利于政府职能部门、供热企业经营管理者对相关的风险要素进行管理和识别。

在运营过程中, 若发现某个风险要素存在问题, 可参照多级递阶有向图找到导致或诱发问题的风险要素, 在理论上提高了供热企业内部风险管控的科学性和程序化。

4 结语

采用 ISM 对供热企业经营风险要素进行多级递阶划分, 便于供热企业管理者对企业存在的风险进行甄别和梳理, 提高管理的精准度。供热企业通过对下级风险的预控能够降低对上级风险的影响, 有利于供热企业的健康发展。

## 参考文献:

- [1] 刘应宗. 城市采暖供热价格管理论(上)[J]. 价格理论与实践,2001(8):38-40.
- [2] 田静. 我国集中供热企业的可持续发展研究(硕士学位论文)[D]. 济南:山东大学,2006:24-32.
- [3] 黄建春. 城市集中供热现状的经济性分析及供热系统优化方案、节能措施的研究(硕士学位论文)[D]. 西安:长安大学,2008:12-15.
- [4] WARFIELD J W. Developing interconnected matrices in structural modeling [J]. IEEE Transcript on Systems, Men and Cybernetics,1974(1):81-87.
- [5] 田雨辰,涂光备,王新毅,等. 计量供暖的热价制定及收费方案[J]. 煤气与热力,2005,25(7):22-25.
- [6] 王庆峰. 集中供热系统运行调节优化及热负荷预测方法研究(硕士学位论文)[D]. 济南:山东大学,2005:4-5.
- [7] 赵保安. 可持续发展与集中供热行业的科技创新[J]. 中国市场,2009(14):16-18.
- [8] 翟凤勇,薛小龙. 城市基础设施配套费及其测算研究[J]. 价格理论与实践,2002(10):24-25.
- [9] 汪应洛. 系统工程[M]. 4版. 北京:机械工业出版社,2008:45-66.

### Operational Risk Structure of Heat-supply Enterprises Based on Interpretative Structural Model

GAO Xiayu, ZANG Hairui, GAO Enhua

**Abstract:** Based on the interpretative structural model (ISM), the operational risk factors of heat-supply enterprises and the binary relation between the factors are established, and the source risk factor, process risk factor and final risk factor are determined, which can help heat-supply enterprises in the scientific management and control of the operational risk factors.

**Key words:** heat-supply enterprise; operational risk; interpretative structural model (ISM)

## · 信息 ·

## 长庆油田气液两相流量计达到国内领先水平

截至2014年3月6日,长庆油气工艺研究院自主研发的天然气气液两相流量计,在苏里格气田已累计应用160余套。经现场标定和权威机构测试,这种流量计计量精准,达到国内领先水平,而价格仅为国外同类产品的2%。

苏里格气田在开发建设过程中,采用井间串接工艺,产液量无法计量。为优化排水采气措施,提高采收率,需要解决单井产液量在线计量问题。国外在线多相计量技术相对成熟,但产品价格昂贵。国内技术多处于理论研究及室内试验阶段。为此,长庆油气工艺研究院瞄准高精度和低成本的方向,创新应用孔板差压脉动理论,分别建立以气、液为主的雾状流及段塞流两种两相流量计模型,设计了适合气井井况的自清洁孔板,应用计量流态自动识别与选择技术,开发了集数据采集、处理、计算、显

示于一体的智能流量变送器,自主研发出天然气气液两相流量计。

该天然气气液两相流量计计量精准、性能稳定,利用管束旋流分离计量标定装置现场标定,气相相对误差小于5%,连续、间歇产液液相相对误差分别小于10%、20%。2013年5月,天然气气液两相流量计通过了石油工业计量测试研究所实流检测,结果与现场标定一致。该天然气气液两相流量计有力支撑了气田稳产,为苏里格气田气井动态分析及工艺措施评价提供了强有力的技术手段。

(摘编自中国石油天然气集团公司网站)

[http://jfa.cnpc.com.cn/News/zxxw/cpyfw/cpzx/201403/20140311\\_C1580.shtml?COLLCC=156634406&COLLCC=625417989&](http://jfa.cnpc.com.cn/News/zxxw/cpyfw/cpzx/201403/20140311_C1580.shtml?COLLCC=156634406&COLLCC=625417989&)