



• 燃气企业管理 •

# 员工安全心理影响因素多层递阶解释结构模型

蒋云

(南京华润燃气有限公司, 江苏 南京 211100)

**摘要:** 为了探究燃气企业一线员工安全心理水平的影响因素,研究各影响因素之间的相互关系及其对个体安全心理水平的影响等级,立足个体、组织管理、作业条件和其他因素4个层面,选取19个影响因素,采用决策试验和评价实验法(DEMATEL)和解释结构模型法(ISM)构建燃气企业一线员工安全心理水平影响因素的多层递阶解释结构模型。研究表明,表层影响因素为性格特质、生理疲劳、行为认知能力、行动能力、工作满意度、作业时间、作业性质、作业环境、作业强度、作业设备和家庭环境,浅层影响因素为组织公平、组织支持、安全文化氛围,中层影响因素为制度体系和管理者素质,深层影响因素为安全教育培训和安全管理,根源层影响因素为员工参与。

**关键词:** 燃气企业员工; 安全心理; DEMATEL法; ISM法; 多层递阶解释结构模型

**中图分类号:** TU996.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4416(2020)09-0B22-07

**DOI:**10.13608/j.cnki.1000-4416.2020.09.015

## 1 概述

燃气经营企业安全管理水平直接决定整个燃气供应过程的稳定性和安全性。燃气企业的一线班组是企业安全生产环节的重要组成部分,强化安全管理,对于保障燃气公司安全运行和用户稳定供气至关重要。众所周知,多数事故的发生与人的活动密切相关,人的活动违反客观规律是大多数事故的发生的主导因素。Larsson等人<sup>[1]</sup>通过对建筑工人安全行为习惯研究分析,认为建筑工人心理气候与其安全行为存在直接或间接关系,个体的行为模式受个体心理所支配。

截至目前,国内外很多专家学者从安全心理学的角度对不安全行为的发生机理进行了一系列研究,并已取得了一定的研究成果<sup>[1-12]</sup>。目前国内外专家学者对安全心理水平影响因素的研究主要集中在对个体的认知能力、价值观和价值判断能力、传记特征、企业生产任务性质及组织特征等方面,他们侧

重于采用结构方程模型法、层次分析法、心理测量表法等建立心理安全水平测量体系,而且多数研究针对矿山、建筑等。田云祥等人<sup>[2]</sup>对城镇燃气风险管理中人的不安全行为进行了分析,但缺乏有效的统计,仅停留在行为表现层面,对个体的心理因素触发机制未进行深入探讨。目前对燃气行业一线人员的安全心理影响因素之间的相互关系及其对个体安全心理的重要性的研究几乎是空白。

鉴于此,本文将结合已有研究成果,结合专家咨询和现场调查,对现有的心理安全水平影响因素进行提炼和补充,然后集成决策试验和评价实验法(DEMATEL)和解释结构模型法(ISM)构建燃气企业一线人员安全心理水平影响因素分析模型,研究各影响因素之间的相互作用模式及其对个体安全心理水平的影响程度。通过多层递阶结构模型,得出各因素间的层次结构关系,确定各因素的相对重要度,为燃气企业防范一线员工不安全行为发生提供一定理论依据。

作者简介:蒋云,男,助理工程师,硕士,主要从事燃气安全管理工作。

收稿日期:2020-02-09; 修回日期:2020-05-19

## 2 一线员工的不安全行为统计分析

在燃气企业运营过程中,各级员工的不安全行为均会对企业稳定运行产生风险或导致事故发生,尤以生产一线员工的影响程度最为显著,主要表现在燃气输送、设备维护、保养及检修等操作环节中。

表1 南京A城市燃气公司2017—2019年一线员工不安全行为统计

项目	劳动防护用品不正确穿戴	设备操作未按操作手册规范操作	用手代替工具操作	工具及材料等物件存放不当	攀登或滞留于不安全位置
出现频次	176	46	37	72	23
项目	应急处置工作不当	安全消防等设施维护保养不当	有防爆区禁止的行为	使用有缺陷或失效的设备设施及工具	工作不在状态
出现频次	27	89	81	29	113

从上述统计结果来看,劳动防护用品不正确穿戴、工具及材料等物件存放不当、安全消防等设施维护保养不当、有防爆区禁止的行为及工作不在状态属于员工常见的不安全行为,与员工个体的安全心理水平关系紧密。

## 3 人员安全心理水平影响因素

因燃气行业从业人员不安全行为发生机制研究较少,笔者对其他行业个体安全心理的研究文献进行分析,结合燃气行业特点,归纳出4方面影响因素。

### 3.1 个体因素

梁振东等人<sup>[3]</sup>在分析个体特征因素对不安全行为和不安全意向的影响时,指出人格特质、自我效能、事故体验、工作满意度和安全知识因素与不安全行为有着显著关系。Bergheim等人<sup>[4]</sup>通过研究分析个体心理资本、个体工作满意度和个体安全认知之间的关系时,指出工作满意度介导了心理资本与安全认知。邢娟娟<sup>[5]</sup>通过对北京某煤矿5年内工伤事故分析,得出矿工的生理疲劳会使个体心理麻木,反应迟缓,失误概率增加以及预警能力下降,进而增加事故发生的频率。曹庆仁等人<sup>[6]</sup>从矿工认知心理的角度分析认为,矿工的不安全心理主要受个体的记忆状态、行为认知能力、价值观及价值判断能力和个体的行动能力等因素调控。

### 3.2 组织管理因素

薛韦一等人<sup>[7]</sup>分析了组织管理因素对矿工安全心理的影响,指出组织公平和组织支持两个因素显著影响矿工不安全心理水平。黄芹芹等人<sup>[8]</sup>在对建筑工人习惯性不安全行为的干预机制进行研究时,认为从安全氛围、安全教育培训、安全文化3方

以南京A城市燃气公司2017—2019年一线员工(抢维修工、加气站加气工和运行工、工程管理员、巡线工、通气点火工、厂站操作工等)行为观察统计结果为数据分析源,从劳动防护用品不正确穿戴等10个方面进行统计,具体结果见表1。

面进行干预,可以有效降低建筑工人不安全心理水平,进而提高员工安全行为水平。宁维卫等人<sup>[9]</sup>在对铁路交通一线员工安全心理的直接和间接影响指标进行探讨时,指出组织支持、社会支持、组织机制和组织风格等对员工心理有着直接或间接作用。

### 3.3 作业条件因素

邵辉等人<sup>[10]</sup>在对作业因素如何影响作业人员安全心理进行分析时,认为作业性质、作业强度、作业环境、作业时间均会影响作业人员的安全心理水平。Garcia-Herrero等人<sup>[11]</sup>以生理状况和心理状况为中介变量分析作业生产条件与安全事故之间的关系,指出机械设备应用情况和个人与生产设备之间的舒适度等因素会影响作业人员安全心理水平。

### 3.4 其他因素

梁伟刚<sup>[12]</sup>在进行员工安全心理预警分析时,指出家人不和、亲人支持等家庭因素对员工安全心理影响显著。佟瑞鹏等人<sup>[13]</sup>在研究组织安全行为对个体安全行为影响机理时,指出安全监督检查对个体的工作态度、意志、情绪等方面作用影响大,间接影响不安全行为的发生。Dedobbeleer等人<sup>[14]</sup>在对Brown和Holmes的建筑工人3因素安全氛围模型进行检验时,强调了管理层安全承诺和工人安全事务参与对安全氛围的影响。

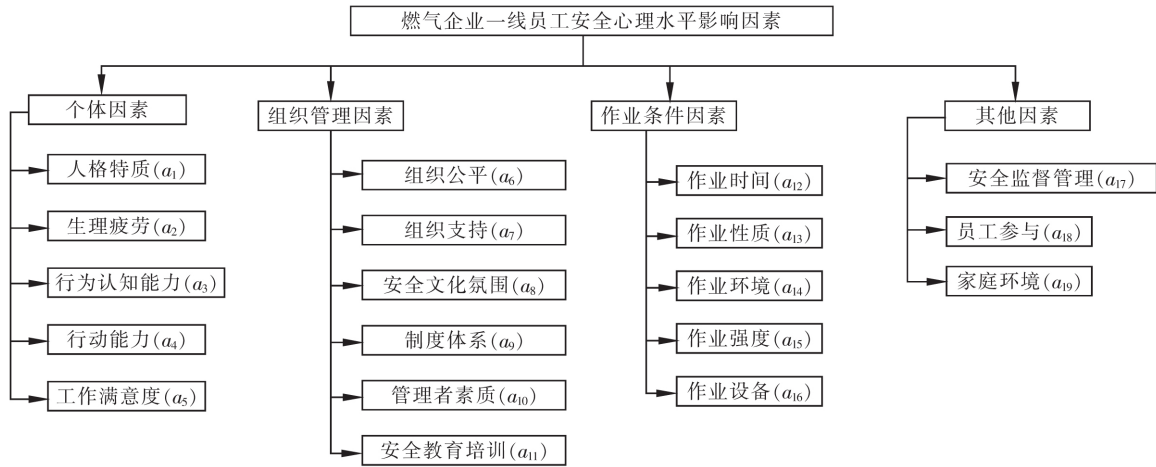
### 3.5 安全心理水平影响因素的选取

结合燃气行业特点,初步选取人格特质、自我效能、事故体验、工作满意度、安全知识、生理疲劳、个体的记忆状态、行为认知能力、价值观及价值判断能力和个体的行动能力等10个因素作为影响燃气企业一线人员安全心理水平的个体因素。选取组织公平、组织支持、制度体系、安全文化氛围、管理者素质

和安全教育培训这 6 个因素作为影响燃气企业一线人员安全心理水平的组织管理因素。选取作业时间、作业性质、作业环境、作业强度和作业设备等 5 个因素作为影响燃气企业一线人员安全心理水平的作业条件因素。选取安全监督管理、员工参与和家庭环境等 3 个因素作为影响燃气企业一线人员安全心理水平的其他因素。

根据体系的完整性、层次明晰性、实时性、科学

性的原则,笔者随机抽取 5 名南京 A 城市燃气公司的安全管理人员和 50 名一线员工(包括抢维修工 10 人、加气工 5 人、工程管理员 10 人、巡线工 10 人、通气点火工 5 人、厂站操作工 10 人)进行调研访谈,对初步选取出的燃气企业一线员工安全心理水平影响因素进行考察,最终从个体、组织管理、作业条件和其他因素等 4 个方面精炼出 19 个具有较强代表性的影响因素,见图 1。



#### 4 安全心理影响因素 DEMATEL - ISM 模型

##### 4.1 模型介绍

决策试验和评价实验法( DEMATEL 法)通过对复杂系统中的各要素的逻辑关系分析,确定直接影响矩阵,得出复杂系统中因素与因素之间的影响和该因素被其他因素的影响程度,进而确定出所研究系统中各因素的中心度与原因度情况,最后判定该因素是否属于原因因素或者结果因素<sup>[15]</sup>。

解释结构模型法( ISM 法)首先把一个复杂的系统划分成若干子系统,再通过人所积累的经验和知识,并借助计算机技术,将原先复杂的系统构建成一个多层递阶解释结构模型<sup>[16]</sup>。

DEMATEL 法和 ISM 法均是对某个复杂系统进行分析与决策的重要方法,在实际运用过程中较为常见。本文依据 DEMATEL 法和 ISM 法存在的共性,对 DEMATEL 法和 ISM 法进行系统集成,可有效降低单独运用 ISM 法在计算系统可达矩阵时的复杂度和计算工作量,使得系统影响因素的分析过程更加直观明了<sup>[17]</sup>。具体分析过程见图 2。

##### 4.2 直接影响矩阵 X 的确定

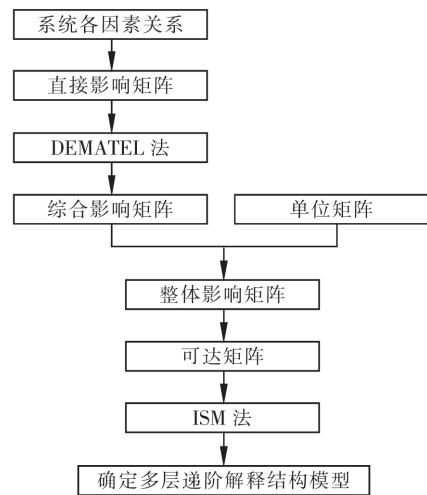


图 2 集成 DEMATEL/ISM 法的分析过程

邀请南京某燃气公司安全管理领域 10 名专家,运用德尔菲法( Delphi )对 19 个一线人员安全心理水平影响因素之间的直接影响关系和影响程度进行量化判断。将一线人员安全心理水平影响因素体系中的各因素记为  $a_i (i = 1, 2, \dots, 19)$ ,并将 19 个因素组成的集合记为  $A$ 。

通过量化各影响因素之间的相互影响程度,建

立直接影响矩阵  $X$ , 见表 2。  $x_{ij} = 3$  表示  $a_i$  对  $a_j$  存在“强”的影响关系,  $x_{ij} = 2$  表示  $a_i$  对  $a_j$  存在“中”的影响关系,  $x_{ij} = 1$  表示  $a_i$  对  $a_j$  存在“弱”的影响关系,  $x_{ij} = 0$  表示  $a_i$  对  $a_j$  不存在直接影响关系。

表 2 安全心理水平影响因素直接影响矩阵  $X$

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_1$	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
$a_2$	0	0	3	3	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
$a_3$	0	0	0	3	0	2	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
$a_4$	0	2	3	0	0	3	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
$a_5$	2	0	0	0	0	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
$a_6$	2	0	0	3	0	0	3	3	3	0	2	0	0	2	2	3	0	0	0
$a_7$	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	3
$a_8$	3	0	3	3	2	3	3	0	2	3	3	2	0	3	0	3	2	0	2
$a_9$	3	0	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	2	0	0	2	0	2
$a_{10}$	3	1	2	2	2	3	3	3	3	0	2	0	0	3	0	0	0	0	1
$a_{11}$	2	0	3	3	0	3	3	3	3	1	0	0	3	3	0	3	0	0	2
$a_{12}$	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
$a_{13}$	0	3	2	2	0	2	2	2	0	0	1	2	0	2	0	2	0	0	0
$a_{14}$	0	3	2	2	0	2	2	2	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0
$a_{15}$	0	3	2	2	0	2	2	2	2	0	1	3	0	2	0	2	0	0	0
$a_{16}$	0	0	2	3	0	1	1	1	1	0	0	3	2	2	2	0	0	0	0
$a_{17}$	2	0	0	0	2	3	3	3	3	0	3	0	0	3	1	2	0	2	2
$a_{18}$	3	0	2	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	0	1
$a_{19}$	3	0	2	2	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3 综合影响矩阵  $T$  的确定

对获得的直接影响矩阵  $X$ , 用式 (1) 进行规范化处理<sup>[17]</sup>, 得到规范化处理后的直接影响矩阵  $G$ 。

$$G = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq 19} \sum_{j=1}^{19} x_{ij}} X \quad (1)$$

式中  $G$ ——规范化处理后的直接影响矩阵

$x_{ij}$ ——直接影响矩阵  $X$  中的元素

$X$ ——直接影响矩阵

综合影响矩阵  $T$  可在矩阵  $G$  的基础上由式 (2) 可得<sup>[17]</sup>, 一线人员安全心理水平影响因素综合影响矩阵  $T$  见表 3。

$$T = G(I - G)^{-1} \quad (2)$$

式中  $T$ ——综合影响矩阵

$I$ ——单位矩阵

综合影响矩阵  $T$  通过 MATLAB 7.0 软件计算得到, 见表 3。

表 3 安全心理水平影响因素综合影响矩阵  $T$

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_1$	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.07
$a_2$	0.01	0.01	0.08	0.08	0.00	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.07	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
$a_3$	0.01	0.01	0.02	0.08	0.01	0.06	0.01	0.05	0.05	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
$a_4$	0.01	0.05	0.08	0.03	0.01	0.08	0.02	0.06	0.05	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
$a_5$	0.06	0.01	0.02	0.02	0.02	0.06	0.08	0.06	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.06
$a_6$	0.06	0.02	0.04	0.10	0.02	0.04	0.10	0.10	0.09	0.02	0.06	0.03	0.01	0.07	0.05	0.08	0.01	0.00	0.02
$a_7$	0.10	0.09	0.12	0.13	0.09	0.12	0.06	0.12	0.11	0.08	0.10	0.10	0.07	0.10	0.07	0.10	0.05	0.00	0.09
$a_8$	0.10	0.02	0.11	0.11	0.07	0.11	0.10	0.05	0.08	0.08	0.09	0.07	0.02	0.09	0.02	0.09	0.05	0.00	0.07

续表 3

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_9$	0.10	0.02	0.10	0.11	0.09	0.11	0.10	0.10	0.04	0.08	0.09	0.03	0.01	0.07	0.01	0.03	0.05	0.00	0.07
$a_{10}$	0.09	0.04	0.08	0.08	0.06	0.10	0.09	0.10	0.09	0.02	0.07	0.02	0.01	0.09	0.01	0.03	0.01	0.00	0.05
$a_{11}$	0.07	0.02	0.10	0.11	0.02	0.10	0.10	0.10	0.09	0.04	0.03	0.03	0.07	0.09	0.01	0.09	0.01	0.00	0.06
$a_{12}$	0.01	0.06	0.07	0.08	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
$a_{13}$	0.01	0.07	0.07	0.07	0.01	0.06	0.06	0.06	0.02	0.01	0.03	0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.00	0.01
$a_{14}$	0.01	0.07	0.07	0.07	0.01	0.06	0.06	0.06	0.02	0.01	0.03	0.06	0.01	0.02	0.01	0.06	0.01	0.00	0.01
$a_{15}$	0.02	0.08	0.07	0.08	0.01	0.07	0.06	0.07	0.06	0.01	0.04	0.08	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01	0.00	0.02
$a_{16}$	0.01	0.02	0.07	0.09	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01	0.01	0.08	0.04	0.05	0.04	0.02	0.00	0.00	0.01
$a_{17}$	0.08	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.10	0.10	0.10	0.02	0.09	0.03	0.02	0.10	0.04	0.07	0.01	0.04	0.07
$a_{18}$	0.10	0.03	0.10	0.11	0.07	0.12	0.11	0.12	0.11	0.04	0.10	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10	0.05	0.00	0.06
$a_{19}$	0.07	0.01	0.05	0.05	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01

4.4 整体影响矩阵  $H$  的确定

在实际分析计算中,综合影响矩阵  $T$  只考虑了不同因素之间的相互影响关系和其被影响的程度,而忽略因素本身的影响,所以需要采用整体影响矩阵  $H$  来表征系统中所有因素的整体影响关系。整体影响矩阵  $H$  的计算公式见式(3)<sup>[17]</sup>:

$$H = I + T \tag{3}$$

式中  $H$ ——整体影响矩阵

4.5 可达矩阵  $K$  的确定

给定阈值  $\lambda$ ,根据整体影响矩阵  $H$  便可确定可

达矩阵  $K$ ,由式(4)和式(5)确定可达矩阵  $K$  中元素  $k_{ij}$ 取值<sup>[17]</sup>。

若  $h_{ij} \geq \lambda$ ,则  $k_{ij} = 1$  ( $i = 1 \sim 19$   $j = 1 \sim 19$ ) (4)

若  $h_{ij} < \lambda$ ,则  $k_{ij} = 0$  ( $i = 1 \sim 19$   $j = 1 \sim 19$ ) (5)

式中  $h_{ij}$ ——整体影响矩阵  $H$  中的元素

$k_{ij}$ ——可达矩阵  $K$  中的元素

阈值根据应用领域的具体实际情况而定,此处,经过多次取值后,最终确定阈值取 0.10。求得的可达矩阵见表 4。可达矩阵中  $k_{ij} = 1$  代表  $a_i$  对  $a_j$  有影响关系  $k_{ij} = 0$  代表  $a_i$  对  $a_j$  无影响关系。

表 4 安全心理水平影响因素可达矩阵  $K$

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_1$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_2$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_3$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_4$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_6$	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_7$	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
$a_8$	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_9$	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_{10}$	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_{11}$	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$a_{12}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$a_{13}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$a_{14}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
$a_{15}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
$a_{16}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0



续表4

因素	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$	$a_{17}$	$a_{18}$	$a_{19}$
$a_{17}$	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
$a_{18}$	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
$a_{19}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

### 4.6 建立多层递阶解释结构模型

#### ① $L_1$ 层级中因素的确定

在可达矩阵  $K$  的基础上, 根据式 (6) 确定可达集合  $R_i$  和前项集合  $S_i$  [17]。

$$R_i = \{a_j | a_j \in A, k_{ij} = 1\} \quad (i = 1 \sim 19, j = 1 \sim 19)$$

$$S_i = \{a_j | a_j \in A, k_{ji} = 1\} \quad (i = 1 \sim 19, j = 1 \sim 19)$$

(6)

式中  $R_i$  —— 可达集合

$S_i$  —— 前项集合

式 (7) 是一个判断式:

$$R_i = R_i \cap S_i \quad (7)$$

当  $i (i = 1 \sim 19)$  满足式 (7) 时, 则可认为  $a_i$  是第一层级  $L_1$  的因素。

经过计算,  $L_1$  的因素共 11 个, 包括  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{19}$ 。

#### ② $L_2$ 层级及其他层级中因素的确定

将  $L_1$  层级包括的 11 个因素所在的行和列均从可达矩阵  $K$  中划去, 其余的因素符号和下标不变, 得到一个新的矩阵。在此新矩阵的基础上, 得到新的  $R_i$  和  $S_i (i = 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18)$ 。用式 (7) 判断  $a_i$  是否属于第二层级  $L_2$ 。

经过计算,  $L_2$  的因素共 3 个, 包括  $a_6, a_7, a_8$ 。以此类推, 确定  $L_3, L_4, L_5$  层级中的因素, 对所有因素都进行了分级。

得到的一线人员安全心理水平影响因素分级见表 5。结合可达矩阵  $K$  中确定的因素之间相互影响关系, 建立一线人员安全心理水平影响因素多层递阶解释结构模型, 见图 3。

表5 一线人员安全心理水平影响因素分级

层级代号	层级中的因素	层级名称
$L_1$	$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{19}$	表层
$L_2$	$a_6, a_7, a_8$	浅层
$L_3$	$a_9, a_{10}$	中层
$L_4$	$a_{11}, a_{17}$	深层
$L_5$	$a_{18}$	根源层

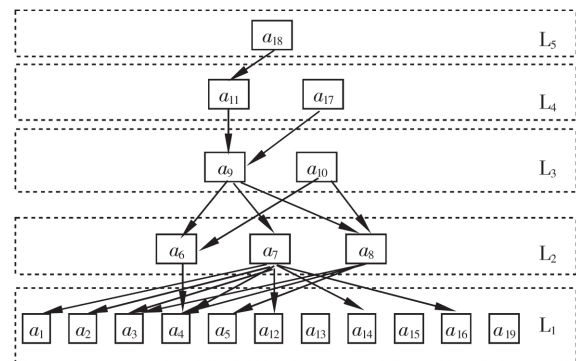


图3 燃气企业一线人员安全心理水平影响因素多层递阶解释结构模型

### 4.7 多层递阶解释结构模型分析

由图 3 可知, 企业一线人员安全心理水平影响因素体系可划分出 5 个层级, 表层影响因素有人格特质 ( $a_1$ )、生理疲劳 ( $a_2$ )、行为认知能力 ( $a_3$ )、行动能力 ( $a_4$ )、工作满意度 ( $a_5$ )、作业时间 ( $a_{12}$ )、作业性质 ( $a_{13}$ )、作业环境 ( $a_{14}$ )、作业强度 ( $a_{15}$ )、作业设备 ( $a_{16}$ ) 和家庭环境 ( $a_{19}$ )。这 11 个要素直接影响员工安全心理水平, 主要集中在个体因素和作业条件因素。组织公平 ( $a_6$ )、组织支持 ( $a_7$ )、安全文化氛围 ( $a_8$ ) 为浅层影响因素, 对表层影响因素有直接影响。制度体系 ( $a_9$ ) 和管理者素质 ( $a_{10}$ ) 为中层影响因素, 同时作用于浅层影响因素。安全教育培训 ( $a_{11}$ ) 和安全管理 ( $a_{17}$ ) 为深层影响因素, 对员工安全心理水平影响较为显著。员工参与 ( $a_{18}$ ) 为根源层影响因素, 它通过不同方式对其他因素产生直接或间接的影响。

## 5 结论

从个体因素、组织管理因素、作业条件因素和其他因素 4 个方面精炼出 19 个影响燃气企业一线员工安全心理水平的代表性因素。

采用 DEMATEL 法和 ISM 法的集成, 构建员工安全心理水平影响因素多层递阶解释结构模型, 直观展现出各因素之间的逻辑关系。

通过多层递阶解释结构模型得到影响员工安全心理水平的表层影响因素、浅层影响因素、中层影响

因素、深层影响因素和根源层影响因素。安全教育培训( $a_{11}$ )和安全管理( $a_{17}$ )为深层影响因素,员工参与( $a_{18}$ )为根源层影响因素。首先,燃气企业在实际的安全管理工作中应当以“员工参与”为工作重点,坚持以人为本的安全管理模式,积极鼓励全员参与安全管理工作,共同发现隐患,共同治理隐患,共同为公司安全管理建言献策。其次,强化安全教育培训工作,安全教育工作旨在提高人员安全素质和安全技能水平,在日常管理工作中,班组应结合相关安全例会、班前班后会等,扎实开展好安全教育培训工作,重点对人员的应知应会进行测试,严格确保培训合格率100%。再次,柔化安全监管力度和优化安全监管的方式,让员工在监管环境下不会表现出应付态度。在建立健全安全管理规章制度、提高管理者素质、提高安全文化氛围、强化组织支持和组织公平等方面也可以进行相关改善与强化,对企业一线员工安全心理的改善具有显著意义。

通过对员工安全心理水平影响因素的系统分析,划分出各因素的层级,为燃气企业健全职工心理健康管理体系和防范员工不安全行为提供了新思路和新方向。

#### 参考文献:

- [1] LARSSON S,POUSETTE A,TORNER M. Psychological climate and safety in the construction industry - mediated influence on safety behavior[J]. Safety Science, 2008,46(3):405-412.
- [2] 田云祥,吕莉,王汉生,等. 浅谈城镇燃气风险管理中人的不安全行为分析与对策措施[J]. 城市燃气, 2007(3):31-38.
- [3] 梁振东,刘海滨. 个体特征因素对不安全行为影响的SEM研究[J]. 中国安全科学学报, 2013,23(2):27-33.
- [4] BERGHEIM K,NIELSEN M B,MEARNS K,et al. The relationship between psychological capital, job satisfaction, and safety perceptions in the maritime industry[J]. Safety Science 2015,74:27-36.
- [5] 邢娟娟. 煤矿工人体能负荷与工伤事故关系研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2005,1(4):19-21.
- [6] 曹庆仁,李爽,宋学锋. 煤矿员工的“知-能-行”不安全行为模式研究[J]. 中国安全科学学报, 2007,17(12):19-25.
- [7] 薛伟一,刘泽功. 组织管理因素对矿工不安全心理行为影响的调查研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2014,10(3):184-190.
- [8] 黄芹芹,祁神军,张云波,等. 建筑工人习惯性不安全行为干预策略的SD模型[J]. 中国安全科学学报, 2018,28(7):25-31.
- [9] 宁维卫,董洁,王雅静,等. 铁路交通一线员工安全心理素质评估初探[J]. 西南交通大学学报(社会科学版), 2015,16(2):60-66.
- [10] 邵辉,王凯全. 安全心理学[M]. 北京:化学工业出版社, 2004:102-103.
- [11] GARCIA-HERRERO S,MARISCAL M A,GARCIA-RODRIGUEZ J,et al. Working conditions,psychological/physical symptoms and occupational accidents. Bayesian network models[J]. Safety Science, 2012,50(9):1760-1774.
- [12] 梁伟刚. 员工安全心理预警管理系统技术研究与应用[J]. 中州煤炭, 2016,(12):42-46.
- [13] 佟瑞鹏,陈策. 煤矿组织安全行为对个体不安全行为的作用机理研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2015,11(12):40-45.
- [14] DEBOBBELEER N,BELAND F. A safety climate measure for construction sites[J]. Journal of Safety Research, 1991,22(2):97-103.
- [15] 张仕廉,聂李琴. 基于DEMATEL方法的建筑施工安全管理行为影响因素分析[J]. 安全与环境工程, 2017,24(12):121-125.
- [16] 宋思雨,徐克,张贝,等. 基于ISM的有限空间作业中毒事故风险分析[J]. 安全与环境工程, 2019,26(2):140-144.
- [17] 周德群,章玲. 集成DEMATEL/ISM的复杂系统层次划分研究[J]. 管理科学学报, 2008,11(2):20-26.

(编辑:李欣雨)

热电联产 集中供热 节约能源 保护环境

nance data of gas equipment manufacturers and gas enterprises ,the overall ideas and technical system of the anti-counterfeiting traceability of the gas pipeline network integrity are established using block chain technology ,relying on big data and Internet of Things and other contemporary information technologies. The anti-counterfeiting traceability technology system of gas pipeline network integrity based on block chain technology includes five layers: object access layer ,data interconnection layer ,data application layer ,multi-source data warehouse layer and block chain operation environment layer. The specific content ,implementation process and technical advantages of the technical system are expounded. The anti-counterfeiting traceability technology system of gas pipeline network integrity based on block chain technology has a clear hierarchical division ,strong operability ,complete data and traceability ,which can help gas enterprises improve the data analysis level and safe operation capabilities of gas pipeline network.

**Key words:** gas pipeline network integrity; block chain; anti-counterfeiting traceability; technology system

### **Gas Enterprise Management Multi-layer Hierarchical Interpretation Structure Model of Influencing Factors of Employee Safety Psychology**

JIANG Yun

**Abstract:** In order to explore the factors influencing the safety psychology of the frontline staff of gas companies ,and study the interrelationships between various influencing factors and their influence levels on individual safety psychological level ,based on the four levels of individual ,organizational management ,working conditions and other factors ,19 influencing factors were selected ,the Decision-making Trial and Evaluation Laboratory ( DEMATEL) and the Interpretation Structure Model ( ISM) were used to build a multi-layer hierarchical interpretation structure model for the factors influencing the safety psychology of frontline employees of gas staff. The research results show that the surface influencing factors are personality traits ,physiological fatigue ,behavioral cognitive ability ,action ability ,job satisfaction ,working time ,working nature ,working environment ,working intensity ,working equipment and family environment ,and the shallow influencing factors are organizational justice ,organizational

support and safety culture atmosphere ,the middle-level influencing factors are the system and the quality of managers ,the deep-level influencing factors are safety education and training and safety supervision and management ,and the root-level influencing factors are employee participation.

**Key words:** employees of gas company; safety psychology; Decision-making Trial and Evaluation Laboratory ( DEMATEL) ; Interpretation Structure Model ( ISM) ; multi-layer hierarchical interpretation structure model

### **Control of Increment in High Consequence Area of High Pressure Gas Pipeline**

GONG Zhongling

**Abstract:** The relevant definition and regional classification of high consequence areas and densely populated areas are expounded ,and the causes and consequences of gas pipeline leakage are analyzed. Taking Shenzhen natural gas high-pressure transmission and distribution system as an example ,combined with the formation characteristics and existing norms of high consequence areas ,the inventory and incremental situation of high consequence areas are analyzed. The results show that the long-distance gas pipeline can effectively control the increase in the surrounding high-consequence areas after reviewing the pressure reduction with reference to the urban gas design code.

**Key words:** high consequence area; incremental control; orange line management regulations

### **Industry Development Research Influence of Government Regulatory Policies on Development of Natural Gas in Beijing**

DING Bin ,QIAO Jia ,JIANG Xin

**Abstract:** The development history of natural gas in Beijing is explained ,and the relevant policies on atmospheric environment governance and energy structure adjustment issued by Beijing are given. The government regulatory policies for the gas industry in Beijing are sorted out from the aspects of operating license ,safety management ,price supervision ,business environment and so on ,and their correlation with the growth of natural gas consumption in Beijing is analyzed. The Beijing experience and enlightenment of government regulation in the gas industry are given.

**Key words:** natural gas; policy; government regulation; business environment; energy structure