

Research Policy of Enterprise Work Safety Multilevel Supervision by Fuzzy Comprehensive Evaluation

Xin Huang¹, Ying Nie²

¹Nantong Safety Inspection Detachment, Nantong Jiangsu

²College of Chemical and Biological Engineering, Nantong Vocational University, Nantong Jiangsu

Email: 841237805@qq.com

Received: Nov. 8th, 2018; accepted: Nov. 22nd, 2018; published: Nov. 29th, 2018

Abstract

The promotion of safety work administration by different levels helps with the management method of various intensity and frequency. Based on the method, the management can improve the weak work enterprise, enhance the better work enterprise, and consolidate and broaden enlarge the best enterprise, which is meaningful in stable amendment guarantee for safety. The research result indicates that in the analysis of evaluating indicator weight process, the analytic hierarchy method is the scientific method with small amount of error. The safety supervision by quantified and qualified fuzzy comprehensive evaluation method, avoids the subjective arbitrariness by supervisory staff, which makes the evaluation results shows the real station. This research demonstrated reference and attention in guiding and carrying out work safety in enterprises.

Keywords

Work Safety, Classification, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Comprehensive Evaluation

企业安全生产分级监管模糊综合评价策略研究

黄鑫¹, 聂莹²

¹南通市安全生产监督管理局监察支队, 江苏 南通

²南通职业大学化学与生物工程学院, 江苏 南通

Email: 841237805@qq.com

收稿日期: 2018年11月8日; 录用日期: 2018年11月22日; 发布日期: 2018年11月29日

摘要

通过推行企业分级监管, 实施不同强度、不同频次的差异化监管方法, 达到重点整治差的、提高中间的、巩固和扩大好的企业的目的, 提高企业安全生产基础工作水平, 促进全市安全生产形势持续稳定好转。研究表明, 在分析各评价指标的权重时, 层次分析方法具有科学的、误差较小的检验手段; 通过采用多层次的量化与定型化相结合的模糊综合评价方法对工矿商贸企业的日常安全生产监督检查, 避免了工作人员的主观随意性, 使得评价结果更符合实际情况。此研究对指导和落实企业安全生产主体责任具有一定的参考作用和借鉴意义。

关键词

安全生产, 分级, 层次分析法, 模糊综合评价

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着城市企业迅猛发展, 生产安全状况不佳、伤亡事故频发、职业危害严重等安全生产伤亡事故及职业危害屡见不鲜[1] [2]。为了实现企业安全生产, 首先要全面推动企业安全生产标准化工作, 通过企业自查、持续改进来提高安全管理水平, 减少员工在生产活动中受到伤害和职业病的危害的可能性, 从而实现岗位达标、专业达标和企业达标的目标[3]。在企业自评的基础上, 通过有资质的评价机构进行复评, 再由政府安全生产监督管理部门进行核准, 即安全生产监督管理行为, 可以合理规范企业的生产经营活动和从业人员的安全生产行为, 保证企业及时发现问题、合理纠正问题, 促进企业的安全管理水平的不断提高, 使企业安全生产状况得以持续改进[4]。

一个城市的工矿商贸企业涉及很多个行业, 这些行业中影响企业危险程度的因素多种多样。企业涉及规模、种类、性质都不一样, 采用专项的评价方式, 例如化工行业道化学火灾爆炸指数法、机械工厂危险等级划分及计算方法、商贸公共建筑古斯塔夫火灾危险度法等, 并不能满足企业综合评价等级划分的要求。

目前国内外常用的安全评价方法主要包括: 1) 指标的分类和筛选方法, 例如主成分分析方法; 2) 指标权重的确定, 例如层次分析法(AHP)、多指标综合法等; 3) 完成指标的自学习, 例如回归条件异方差模型(ARCH) [3]。与其它方法相比较, 层次分析法不容易受评判人员的素质、水平、学历、权威等因素的干扰, 且检验手段科学, 误差较小的特点, 此方法可以较好的从低层次开始, 在同层次上进行重要性比较, 再逐步过渡到高层次, 增强了可比性。为了防止指标两两比较所带来的不一致状况, 可通过最大特征值来验证一致性。层次分析法将一个复杂的目标问题作为一个系统, 即这个复杂的目标问题可以分解为多个目标, 这些分目标具有一定的层次关系, 通过设定指标实现复杂的目标问题, 对设定的指标进行模糊量化, 用定量的方法计算出实现复杂目标问题的最优方案和最佳途径[5] [6] [7] [8]。层级分析法主要应用在不确定情况下及具有数个评估准则的决策问题上, 由不同层面给予层级分解, 并透过量化的运算, 找到脉络后加以综合评估[9]。

以江苏省南通市为例, 通过采用层次分析法, 选用定性与定量相结合的分析方法确定各层因素的权重值, 提出采用多层次的定量化和定性化相结合的模糊综合评价方法对企业安全生产进行综合评价, 建立基于 2 级模糊综合评价的分级监管评判模型, 以期为指导和落实企业安全生产主体责任提供参考和借鉴。

2. 危险度划分及综合权重的确定

2.1. 南通市企业现状特征

江苏省南通市企业量大面广, 工矿商贸企业涉及化工、冶金、建材、轻工、机械、电子、纺织、电力、矿山、船舶、商贸等多个行业, 这些行业中影响企业危险程度的因素(人、机、环境、管理)多种多样。对复杂系统进行安全评价, 即工矿商贸企业危险等级划分, 危险指数法有着定量方法、定性方法及半定量方法不具备的优势, 但危险指数法往往涉及到对指标的取值和权重问题, 考虑到影响危险程度的众多评价指标中, 员工素质、管理水平、周围环境因素等均具有模糊性、不确定性、难以量化, 对此可以在结合模糊数学的理论上, 采用模糊层次综合评价法来解决这一问题。

为了能够模拟一个复杂系统, 模糊综合评判法可以解决模糊的、难以量化的问题, 能够将预警系统中非确定性的指标量化处理[3]。基于专家支持度的模糊综合评价法的决策原理是对原有模糊综合评价法的改进, 是将层次分析法、专家支持度法、及模糊综合评价法有机结合起来, 形成的一种新的系统分析方法[10][11][12]。针对评价对象多因素、多层次的特点, 采用模糊综合评价法。其在解决多因素指标综合为一个或若干个指标的评价过程中具有优势。层次分析模糊综合评价法其一般分为六个步骤:

- 1) 分析系统中各因素的关系, 建立描述系统功能或特征的递阶层次结构。
- 2) 选择合理的标度, 将同层因素间对上层某因素重要性进行评价, 构造两两判断矩阵。
- 3) 解判断矩阵, 得出特征根和特征向量。
- 4) 并进行一致性检验。
- 5) 得出各层因素的综合权重。
- 6) 上述权重经矩阵计算后, 基于专家支持度法, 对各指标进行综合权重的计算。

每个专家给出利用九标度法得出的比较矩阵, 即判断矩阵。利用软件求取判断矩阵的特征值, 在考虑各专家评价权重的基础上, 得出各因素最终的权重值。结合评价因素建立层次式模糊评判模型, 得出评价结果向量, 进行归一化处理, 将结果按照大小顺序排列。多层次模糊综合评价法的使用, 全市企业客户端通过录入因素指标值, 通过软件数据库矩阵计算, 输出危险度指标, 按照划分标准, 从而确立红色、橙色、蓝色、绿色四个监管等级, 及时反馈企业危险等级。

2.2. 危险度划分指标体系的构建

南通市企业分级监管等级划分, 一般考虑企业固有危险度以及安全补偿措施, 其因素又由下级因素, 例如物质、工艺、环境、设施设备、人员、管理等构成。根据因素特点划分层次模块, 其模糊评判的数学模型见表 1。

2.3. 确定判断矩阵

在安全评价中通常采用的区分标度有 A.L. Saaty 的 1~9 标度。1~9 标度法是将思维判断数量化的一种方法, 首先在区别事物的差别时, 人们总是用相同、较强、强、很强、极端强的语言再进一步细分, 可以在相邻的两极之间插入折中的提法[6]。其次大多数人对不同事物在相同属性上的分辨能力在 5~9 级之间, 因此, 对不同事物在相同属性的区别采用 1~9 级的标度是合适的, 能够反映大多数人的判断。

判断矩阵是层次分析法的基本信息,也是进行相对比较计算的重要依据。构造两两比较判断矩阵时,评判者要反复比较评判指标,即 A_i 与 A_j 哪个指标对上层次因素影响更大到什么程度,需要对重要程度采用一定的数值来说明,如表 2,表 3 所示。根据表 2,表 3 所示的标度数对 n 个指标 $A_1, A_2, \dots, A_n (n=1, 2, 3 \dots)$ 进行比较,可得到以下判断矩阵 A ,如表 4 所示。

在判断矩阵 $A = (a_{ij}) n \times n$ 矩阵中,元素 a_{ij} 表示元素 i 与元素 j 相对重要度之比,存在如下关系: $a_{ij} > 0; a_{ii} = 1; a_{ij} = 1/a_{ji} (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。

Table 1. The model of risk factors evaluation of enterprise
表 1. 企业危险度划分的三级模型

第一级指标	第二级指标	第三级指标	
固有危险 u_1	涉危物质 u_{11}	物质数量 u_{111}	
		单位物质能量特性 u_{112}	
	涉危环境 u_{13}	涉危工艺 u_{12}	自然环境 u_{131}
			平面布置 u_{132}
			周边环境 u_{133}
			作业环境 u_{134}
			财富密集 u_{135}
	涉危人员 u_{14}	涉危设备 u_{15}	文化程度 u_{141}
			心理状态 u_{142}
			技术能力 u_{143}
	企业管理 u_{21}	企业管理 u_{21}	人员密集 u_{144}
			设备完整性 u_{151}
			设备先进性 u_{152}
			设备可靠性 u_{153}
			安规、安操、安全责任制 u_{211}
安全、健康体系 u_{212}			
补偿措施 u_2	个人防护能力 u_{22}	安全隐患排查 u_{213}	
		工艺控制措施 u_{23}	
		安全教育培训 u_{214}	
	工艺控制措施 u_{23}	设备设施防护 u_{24}	领导履职 u_{215}
			安全投入 u_{216}
	设备设施防护 u_{24}	事故应急救援 u_{25}	事故应急预案 u_{251}
			应急资源 u_{252}
			事故演练培训 u_{253}

Table 2. The definition of importance degree
表 2. 重要度定义表

标度	含义
1	两个因素相比较,具有同等重要性
3	两个因素相比较,一个因素比另一个因素稍重要
5	两个因素相比较,一个因素比另一个因素重要
7	两个因素相比较,一个因素比另一个因素重要的多
9	两个因素相比较,一个因素比另一个因素极其重要
2, 4, 6, 8	介于上述两个相邻判断的中值

Table 3. The definition of importance degree**表 3.** 重要度定义表

标度	含义
1/3	两个因素相比较, 一个因素比另一个因素稍次要
1/5	两个因素相比较, 一个因素比另一个因素次要
1/7	两个因素相比较, 一个因素比另一个因素很次要
1/9	两个因素相比较, 一个因素比另一个因素极其次要
1/2, 1/4, 1/6, 1/8	介于上述两个相邻判断的中值

Table 4. The matrix of comparison of indicators**表 4.** 指标因素的两两比较判断矩阵

指标	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	A_{22}	...	a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
A_n			...	a_{nn}

2.4. 求最大特征值及向量

根据表 4 对评价因素进行两两比较后, 得到判断矩阵 $A = (a_{ij}) n \times n$, 需进一步计算各指标的相对权值。解判断矩阵, 得出特征根和特征向量, 并进行一致性检验。实践中通常采用计算较简单的和积法计算矩阵的特征值的近似值。

- 1) 将矩阵 A 按列归一化

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

- 2) 将每一列正规化后的判断矩阵按行相加, 即:

$$W_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}$$

- 3) 将得到的和向量正规化, 即得权重向量

$$\bar{W}_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

- 4) 计算矩阵最大特征根

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{[A\bar{W}_i]_i}{n(\bar{W}_i)_i}$$

2.5. 一致性检验

在计算得到 λ_{\max} 后, 需进行一致性检验, 以保持评价者对多因素评判的思想逻辑的一致性, 使各评判之间协调一致, 保证评价结论可靠。一致性指标 C.I., 计算方式为 $C.I. = (\lambda_{\max} - n)/n$ 。

完全一致时, 应存在如下的传递关系: $a_{ik} = a_{ij}a_{jk} (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$; 反之, 就是不一致。当判断完全一致时, 应该有 $\lambda_{\max} = n$, 其余特征根均为零。

当不一致时, 一般因此给出了表 5 关于平均随机一致性指标 C.R. (Consistency Ratio)来判断一致性更为合理。一般认为 $CR < 0.1$, 认为判断矩阵有满意一致性; $CR \geq 0.1$ 时, 就需要调整判断矩阵, 使其满足 $CR < 0.1$, 从而具有满意一致性。

Table 5. Consistency indicator table

表 5. n 阶平均随机一致性指标表

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C.R.	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

2.6. 综合权重

上述权重经矩阵计算后, 应基于专家支持度法, 对各指标进行综合权重的计算。专家的支持度, 是个体专家的决策结果, 对总的决策结果的贡献程度或支持程度, 体现了专家个体间对被评价问题上的差异, 是以权重的形式体现的。合成每个专家的决策结果时, 应该根据专家组中每个专家的素质、经验、能力等因素来得到专家权重, 以此采纳专家的意见。

针对工矿商贸各行业, 研究选取了工作年限、学历、研究方向以及专家对评价问题的把握度四个指标对专家组成员进行评价。指标的量化建立在对专家进行问卷调查和咨询的基础上的(表 6), 基于专家支持度法对各指标进行综合权重的计算如表 7 所示。

Table 6. The reference table of index quantification

表 6. 指标量化参考表

工作年限 n	量化值	学历	量化值	研究方向	量化值	评价问题把握度
$n < 5$	1	其他	1	不同方向	1	专家根据自己的经验判断给出一个百分数
$5 \leq n < 10$	3	学士	3	相关方向	5	
$10 \leq n < 15$	5	硕士	7	相同方向	9	
$15 \leq n < 20$	7	博士	9			
$n \geq 20$	9					

Table 7. The calculation of weighted coefficient

表 7. 综合权重计算表

因素	因素				综合权重
	权重	C_1, ω_1	C_2, ω_2	C_n, ω_n	
u_1	ω_{11}	ω_{12}	...	ω_{1n}	$v_1 = \sum_{i=1}^n \omega_i \omega_{1i}$
u_2	ω_{21}	ω_{22}	...	ω_{2n}	$v_2 = \sum_{i=1}^n \omega_i \omega_{2i}$
...
u_n	ω_{n1}	ω_{n2}	...	ω_{nn}	$v_n = \sum_{i=1}^n \omega_i \omega_{ni}$

其中, 对前三个评价指标的数值, 进行归一化处理, 统一变换到(0, 1)范围内, 可以采用线性标度变换方式; 在评价专家支持度的四个评价指标中, 工作年限的权重为 0.10, 学历的权重为 0.20, 研究领域

的贴近度的权重为 0.30, 评价把握度的权重为 0.40。

专家支持度计算过程如下:

- 1) 每个评价指标的权重为 a_i , 同时满足 $\sum_{i=1}^4 a_i = 1$
- 2) 专家数为 n , 第 j 个专家的第 i 个指标的量化值为 c_i^j (c_i^j 是归一化值)
- 3) 专家支持度 $s_j = \sum_{i=1}^4 a_i c_i^j$, $0 < s_j < 1$

对专家进行问卷调查和咨询, 根据评价专家支持度的四个评价指标权重(0.10, 0.20, 0.30, 0.40)及专家支持度建立专家支持度汇总表, 如表 8 所示。

Table 8. The support threshold table from experts

表 8. 专家支持度汇总表

专家序号	工作年限量化值	学历量化值	研究方向量化值	评价问题把握度	S_j
1	9	3	9	80%	0.787
2	9	9	9	75%	0.9
3	7	3	5	100%	0.711
4	9	1	5	80%	0.609
5	7	1	1	70%	0.413
6	5	1	1	70%	0.391

3. 企业危险度综合模糊评价

在确定了指标体系的权值之后, 采用模糊综合评价法进行企业危险度划分。综合考虑影响企业危险度的所有因素及其程度, 并设置权重区别各因素的重要性, 通过构建数学模型, 推算出风险的各种可能性程度, 其中可能性程度值高者为风险水平的最终确定值。

3.1. 确定因素层次

将被评价的因素集 U 分为 m 个因素子集

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_m\} \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

U_i 为第一层次即最高层次中的第 i 个因素, 它由第二层次中的 n 个因素决定, 即:

$$U_i = \{u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{in}\} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

.....

其中因素值由具体的指标体系所决定, 得到模糊关系矩阵 R

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}$$

3.2. 建立权重集

根据每一层次中各个因素的重要程度, 分别赋予每个因素以相应的权重值, 则各权重集为:

第一层次

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$$

第二层次

$$A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\}$$

3.3. 建立备择集

备择集是评价者对评价对象可能作出的各种总的评价结果所组成的集合, 不论评价层次的多少, 备择集只有一个。备择集一般可表示为:

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$$

3.4. 分层综合评价

运用模糊数学运算方法, 分层作综合评判, 确定综合评价结果。

$$B = A \cdot R = (a_1, a_2, \dots, a_m) \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$$

最后进行归一化处理, 取得各家企业相应的危险度指标, 划定等级临界, 即可对其分级监管。

4. 评价模型的实际应用

4.1. 综合权重的计算

针对表 1 提到的企业危险度划分种类, 南通市安监局对评审专家进行问卷调查和咨询, 根据评价专家支持度的四个评价指标权重(0.10, 0.20, 0.30, 0.40)及专家支持度, 建立专家支持度汇总表, 如表 9 所示。

Table 9. The support threshold table from experts of Nantong

表 9. 南通市专家支持度汇总表

专家序号	工作年限量化值	学历量化值	研究方向量化值	评价问题把握度	S_j
1	9	3	9	80%	0.787
2	9	9	9	75%	0.9
3	7	3	5	100%	0.711
4	9	1	5	80%	0.609
5	7	1	1	70%	0.413
6	5	1	1	70%	0.391

Table 10. The evaluation of experts

表 10. 专家个体评价结果表

专家序号	1	2	3	4	5	6
U_1	7/8	5/6	7/8	3/4	1/3	1/6
U_2	1/8	1/6	1/8	1/4	2/3	5/6
U_{11}	36/91	12/25	5/11	1/15	8/45	3/16
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
U_{253}	25/43	6/49	25/43	25/96	9/55	16/71

专家组成员利用 AHP 法对各级因素进行评价, 每个专家对因素的评价结果如表 10 所示; 通过一致

性检验, 得到专家的个体评价判断矩阵最大特征值, 其比较矩阵的判断结果以及权重指标在可以接受的范围内。在此基础上, 基于专家支持度法对各指标进行综合权重的计算, 计算结果如表 11 所示。

Table 11. Comprehensive weight
表 11. 综合权重

指标	数值	指标	数值	指标	数值
U ₁	429/601	U ₁₁₁	3/28	U ₁₅₁	22/797
U ₂	172/601	U ₁₁₂	99/775	U ₁₅₂	17/495
U ₁₁	31/132	U ₁₃₁	1/91	U ₁₅₃	3/55
U ₁₂	63/464	U ₁₃₂	3/124	U ₂₁₁	9/916
U ₁₃	101/977	U ₁₃₃	8/613	U ₂₁₂	1/191
U ₁₄	61/474	U ₁₃₄	1/31	U ₂₁₃	1/125
U ₁₅	1/9	U ₁₃₅	17/743	U ₂₁₄	4/407
U ₂₁	38/759	U ₁₄₁	18/893	U ₂₁₅	1/144
U ₂₂	32/947	U ₁₄₂	28/979	U ₂₁₆	6/589
U ₂₃	68/915	U ₁₄₃	19/543	U ₂₅₁	17/690
U ₂₄	53/800	U ₁₄₄	4/89	U ₂₅₂	3/187
U ₂₅	9/146			U ₂₅₃	18/859

4.2. 注册计算模块

针对南通市工贸企业的安全评价, 安全生产监督管理局建立了南通市工业企业安全风险分色分类辨识管控系统, 便于在获得综合权重之后进行综合计算。

相关企业进行注册登录之后, 就可以提供具体的要素及二级要素, 例如设计的危险工艺、危险物质(剧毒品、爆炸物)、物质的性质、物质的种类和物质的量、单位物质能量特性、涉危工艺等内容, 同时进行反馈给后台计算模块。

在获得企业的具体信息之后, 进行递交, 管控系统按照 AHP-模糊综合评价方法进行具体计算, 最终向企业展示危险度分析结果, 其结果按照“红色、橙色、蓝色”进行分级, 并提出对企业的监管等级。

4.3. 注册结果验证

通过评价模型划分确立的“红色、橙色、蓝色”三个监管等级结果, 与各级安监部门历年来对辖区内工矿商贸中的典型企业的日常安全生产监督检查统计结果进行一一核对和校准, 保证模型的相对合理和准确。

5. 结语

1) 根据施工企业生产的特点结合专家经验, 通过模糊综合评价模型的求解, 得出了影响施工企业安全能力各因素的优先级系数, 能基本反映施工企业安全生产能力的实际情况。

2) 将模糊综合评价体系应用到企业安全生产管理中, 建立企业安全生产管理责任矩阵, 能够明确企业安全生产责任的各项任务及每项任务的负责人, 易于安全生产管理, 对落实企业安全生产主体责任具有重要的参考价值。

3) 通过模糊综合评价体系对各个企业的评价, 可以了解各个县、地区或者某个行业的危险程度高低, 危险工艺、危险物料进行掌握。同时可以结合动态地图, 在全市范围内, 或者某个化工园区或者工业区, 清晰的得出危险度为红色的企业所在地, 从而进行重点监控区域, 合理制定科学的疏散方式, 对企业自身和安监部门意义重大。

基金项目

南通市科技计划项目(MS22016054)。

参考文献

- [1] 宋大成. 安全生产标准化标准评述与实施指南[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [2] 段伟利, 陈国华. 企业安全生产管理责任矩阵应用[J]. 中国安全科学学报, 2010, 20(1): 118-124.
- [3] 杨涛, 党光远. 企业安全生产事故风险预警研究综述[J]. 安全与环境学报, 2014, 14(4): 123-127.
- [4] 张道斌. 企业安全生产预警预报机制建设研究[J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(9): 154-158.
- [5] 范英, 田志成, 丛国全, 夏明珠. 基于层次分析的装载机安全评价方法研究[J]. 车辆与动力技术, 2011(9): 26-31.
- [6] 张晓菊, 周智勇, 董文艺. 再生水水质安全保障体系评价模型的构建[J]. 安全与环境学报, 2009, 9(6): 108-111.
- [7] 杜从原. 基于层次分析法的水运企业安全生产标准化体系运行模式优化研究[J]. 中国水运, 2017, 17(2): 55-61.
- [8] 华光. 基于层次分析法的信息安全风险评估研究[J]. 现代计算机(专业版), 2008(9): 80-83.
- [9] 王雪妮, 王辉. 基于 AHP 层次分析法的建筑施工安全管理绩效评价模型研究[J]. 科技信息, 2013(18): 132, 134.
- [10] 荆全忠, 姜秀慧, 杨鉴淞, 周延峰. 基于层次分析法(AHP)的煤矿安全生产能力指标体系研究[J]. 中国安全科学学报, 2006(9): 74-79, 145.
- [11] 王鹏, 陈海涛, 许娟. 基于 AHP 的变电站远程操控及智能巡检生产系统风险管理研究[J]. 科技风, 2017(20): 142-143.
- [12] 徐硕, 王宇, 刘慧媛. 中国渔政管理指挥系统信息化绩效评价——基于 AHP 层次分析法和模糊综合评价法[J]. 中国农学通报, 2014, 30(32): 308-313.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2330-4677, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: jsst@hanspub.org