

基于层次分析—模糊综合评价法的医学 高校实验室安全评价体系的研究

王雪宁, 万丹丹*

(南京医科大学康达学院, 连云港 222000)

摘要: 医学高校实验室的安全会受到多种因素的影响, 并且当前已呈现出安全隐患增多的趋势。本文充分结合各个学者关于高校实验室安全评价体系研究的相关成果, 建立了一种基于层次分析—模糊综合评价法的医学高校实验室安全评价体系。并通过该评价体系对某高校实验室进行安全评价来对该评价方式的科学性进行分析, 结果表明, 通过该评价体系能够得到更加客观的安全评价结果。

关键词: 医学高校; 实验室; 安全评价; 层次分析-模糊综合评价模型

Research on laboratory safety evaluation system of medical universities based on hierarchical analysis-fuzzy comprehensive evaluation method

WANG Xue-Ning, WAN Dan-Dan*

(Kanda College of Nanjing Medical University, Lianyungang 222000, China)

ABSTRACT: Since the safety of medical university laboratories is affected by many factors and shows a trend of increasing installation hazards, this paper establishes a medical university laboratory safety evaluation system based on hierarchical analysis-fuzzy comprehensive evaluation method by combining the results of various scholars on the research of laboratory safety evaluation system in colleges and universities. And through the evaluation system of a college laboratory safety evaluation to the evaluation of the scientific analysis, the results show that through the evaluation system can get more objective safety evaluation results.

KEY WORDS: medical college; laboratory; safety evaluation; hierarchical analysis-fuzzy comprehensive evaluation model

0 引言

高校实验室一直以来都是科学研究的重要基地, 是培养人才的摇篮, 对高校科研有着非常重要的意义。但是, 近年来高校实验室安全事故频发, 造成了严重的人员伤亡和财产损失。因此, 建立一套完善的高校实验室安全评价体系具有非常重要的作用。由于高校实验室具有设备多样化、环境复杂化等特点, 传统的安全评价方式无法得到较为客观的安全评价结果。本文基于层次分析-模糊综合评价

模型来建立了一种对实验室安全环境进行评价的方式, 可以有效实现对高校实验室进行客观的安全评价, 有效降低实验室发生安全事故的概率, 从而降低高校实验室的财产损失, 减少人员伤亡^[1-4]。

1 医学高校实验室评价指标体系的建立

在层次分析-模糊综合评价模型中, 评价指标会对安全评价的结果和精度产生较大的影响, 所以评价指标是保证

基金项目: 2022年度高校哲学社会科学研究一般项目(2022SJYB1867); 南京医科大学康达学院2021年教育研究课题(KD2021JYYJZD011)
Fund: Supported by 2022 general project of philosophy and social science research in universities (2022SJYB1867); 2021 education research project of Kangda College of Nanjing Medical University (KD2021JYYJZD011)

*通信作者: 万丹丹, 硕士, 实验师, 研究方向: 实验室管理。E-mail: haoyan202307@163.com

*Corresponding author: WAN Dan-Dan, Mater, Experimentalist, Kanda College of Nanjing Medical University, Lianyungang 222000, China. E-mail: haoyan202307@163.com

安全评价客观性的关键。同时,由于医学高校实验室是一个较为复杂的系统,这个系统中还包含了多个子系统,并且每个子系统中会包含多个因素。而且,每一层系统中的相关因素之间会存在相互影响的情况。所以在进行医学高校实验室安全评价的过程中需要将评价系统构建成为一个多因素多层次的评价方式^[5-8]。本文在进行医学高校实验室安全评价指标体系的过程中,充分按照实际性原则来对医

学高校实验室中所包含的环境实际存在的因素以及更具众多高校实验室安全评价中的环境影响指标来对医学高校实验室的安全评价指标进行确定。同时在进行医学高校实验室安全评价指标的确定过程中严格按照科学性、全面性以及可行性的原则最终确定了一个由9个一级安全评价指标和24个二级安全评价指标所构成的医学高校安全评价指标体系,如表1所示^[9-12]。

表1 基于层次分析-模糊综合评价模型的医学高校实验室安全评价指标

Table 1 Laboratory safety evaluation indexes of medical universities based on hierarchical analysis-fuzzy comprehensive evaluation model

一级安全评价指标	二级安全评价指标	一级安全评价指标	二级安全评价指标
组织体系	安全责任体系	水电安全	符合安全用电标准
	经费保障		用水安全
安全制度	制度执行	化学安全	化学试剂存放
	学校安全管理制度		剧毒品管理
安全教育	培训周期计划	化学安全	易制毒品等特殊药品管理
	活动组织和实施		实验室气体管理
	安全演练和考核		化学废弃物处理
	安全宣传		其他化学安全
实验室环境管理	卫生环境	仪器设备安全	设备安全定期检查
	实验室有关场所安全		实验者素质考察
应急设施	应急设备	个人防护与其他	正确使用防护用品
	通风系统		其他

2 医学高校实验室安全评价模型的建立

在进行层次分析-模糊综合评价模型的建立过程中那个需要按照建立评价指标体系→各个评价指标的权重获取→评价集合建立→模糊算子选择→综合隶属度计算→综合得分的步骤来进行^[13-15]。

2.1 确定安全评价指标权重

安全评价指标权重的确定可以采用德尔菲法、定性定量分析相结合的层次分析法等多种方式。充分结合医学实验室安全评价过程中评价指标存在多层次和多因素的特点,在本次安全评价指标权重的确定中选择了专家打分的安全评价指标权重确定的方式。同时在进行安全评价指标的权重确定后,需要通过层次分析法来对每一层评价指标的相对重要性进行定量表示,然后通过数学方式来对全部元素进行相对重要性次序的权系数进行确定。首先通过对评价指标和评价因素进行确定来进行判断矩阵的构造,通过判断矩阵元素的值来对人们对各个元素的相对重要性进行反应,并通过1~9以及它的倒数的标度法来进行表示,如果相互比较的因素的重要性能够通过实际意义的比值来进行表示的情况下,就以在判断矩阵中通过这个实际比值来进行表示,从而就可以得到判断矩阵: $S = (r_{ij})_{n \times m}$ 。然后通过计算机软件来对判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} ,和对

应的特征向量A进行计算,并通过该特征向量来对各个评价因素的重要程度进行排序,从而来实现对权系数的分配。最后还需要对判断矩阵的一致性进行检验,需要计算一致

性指标 $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$,来得到平均随机一致性指标RI。在

计算过程中,通过随机方式来进行构造一个500个样本的矩阵,通过随机标度以及其倒数来对样本矩阵中的三角各项进行填满处理,并是主对角线的各项数值保持为1,在对应转置位置向采用对应位置的随机倒数。然后通过随机样本矩阵进行计算来对一致性指标值进行确定。从而就可以通过CI值的平均值来得到平均随机一致性指标值RI。如果得到一致性指标值CI与平均随机一致性指标值RI之间的比值小于0.10,则可以认为该层次分析排序的结果具有较高的一致性,从而确定通过该方式分配的权系数合理。如果比值不小于0.10,则需要对判断矩阵中的元素值进行调整,来对权系数的值进行重新分配。

2.2 建立评价集合

首先,评价集合是评价主体对评价对象进行评价结果所形成的集合。所以这里通过目标集合 $S = (s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$ 来表示n个被评价对象所组成的集合;其次,需要通过因素集合 $U = (u_1, u_2, u_3, \dots, u_n)$ 来表示各个评价因素所形成的集合;第三,充分结合事物评价

的优胜劣汰方式, 通过评语集合 $V = (v_1, v_2, v_3, \dots, v_n)$ 来表示优胜劣汰等级所形成的集合; 然后通过层次分析法来对各个安全指标的权重进行确定, 得到评价指标权重集合 $W = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n)$ 。这样就可以通过评价矩阵 R 来进行评价集合的表示, 如公式(1)所示。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}, (0 \leq r_{ij} \leq 1) \quad (1)$$

式中: r_{ij} 表示多个评价主体对某个评价对象在第 i 个评价因素做出的第 j 等级的评价; $i = 1, 2, 3, \dots, n$ 表示评价指标; $j = 1, 2, 3, \dots, m$ 表示评价等级。

这样就可以通过层次分析-模糊综合评价模型来进行综合隶属度向量的计算, 得到公式(2)。

$$\mu = W \cdot R \quad (2)$$

2.3 隶属度计算

在进行各个评价指标的隶属度计算过程中, 本文采用了等比重法来对单因素隶属度进行确定, 并直接通过专家打分的方式来对被评价因素进行评价打分, 从而根据 5 个隶属度等级中的人数频率来对该影响因素的隶属度进行确定。

2.4 选择模糊算子

在数学模糊计算中, 模糊合成计算的方式特别多, 但是在进行医学高校实验室安全评价的计算中, 需要充分考虑医学高校实验室众多因素的影响, 来更加全面的对各个单一因素评价的信息进行反应, 所以在进行模糊算子的选

择中, 本文采用了加权平均型算子来作为医学高校安全评价的模糊算子。

2.5 综合隶属度向量和综合得分

通过对评价矩阵进行计算就可以得到综合隶属度向量, 从而根据综合隶属度向量就能够对实验室安全评价所属的等级进行直观的反应。但是, 由于评价因子在进行权重确定的过程中可能存在权重相差不大的情况, 这种情况会导致在进行实验室安全评级的过程中就可能出现多个实验室处于相同的安全评价等级。所以为了更好的对同一个等级的实验室的安全环境进行对比区分, 就需要在每个等级上进行不同分数的赋值处理, 从而来得到实验室安全等级评价的综合得分, 这样不仅能够较为直观的对实验室的安全等级进行反应, 同时还能有效实现对多个实验室安全评价之间的差异进行更好的反应。

3 基于层次分析-模糊综合评价的实验室安全评价体系的应用

本文以某市医科大学实验中心为例, 该医科大学市医学人才培养的重要基地, 实验室承担了该校本科、研究生的实验教学, 在进行医学人才的实践能力和创新能力培养方面有着巨大的作用。在层次分析-模糊综合评价的安全评价体系中, 将该医学实验室的评价指标设置为优秀、良好、一般和差这 4 个等级, 来实现对该医学实验室进行环境安全评分, 评价为优秀则得分为 100 分, 评价为良好得分为 85 分, 评价为一般得分为 70 分, 评价为差得分为 55 分。这样就可以通过计算来得到该医学实验室的安全系数等级, 再根据安全管理体系和权威专家的评分来得到隶属度, 从而实现对该医学实验室进行安全评价等级和综合得分的确定。隶属度表如表 2 所示。

表 2 各个评价等级的隶属度表
Table 2 Affiliation table for each evaluation level

一级指标	权重	二级指标	模糊评价矩阵	A	B	C	D	权重
组织体系	0.10	安全责任体系	R1	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50
		经费保障		0.50	0.20	0.30	0.00	0.50
安全制度	0.10	制度执行	R2	0.80	0.20	0.00	0.00	0.80
		学校安全管理制度		0.50	0.50	0.00	0.00	0.20
安全教育	0.20	培训周期计划	R3	0.30	0.40	0.30	0.00	0.30
		活动组织和实施		0.50	0.40	0.10	0.00	0.10
		安全演练和考核		0.60	0.40	0.00	0.00	0.50
		安全宣传		0.10	0.50	0.40	0.00	0.10
实验室环境管理	0.10	卫生环境	R4	0.60	0.40	0.00	0.00	0.80
		实验室有关场所安全		0.40	0.20	0.40	0.00	0.20
应急设施	0.10	应急设备	R5	0.80	0.20	0.00	0.00	0.60
		通风系统		0.80	0.10	0.10	0.00	0.40
水电安全	0.10	符合安全用电标准	R6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
		用水安全		0.80	0.20	0.00	0.00	0.50

化学安全	0.10	化学试剂存放	R7	0.90	0.10	0.00	0.00	0.15
		剧毒品管理		1.00	0.00	0.00	0.00	0.10
		易制毒品等特殊药品管理		0.80	0.20	0.00	0.00	0.15
		实验室气体管理		0.80	0.20	0.00	0.00	0.30
		化学废弃物处理		0.70	0.30	0.00	0.00	0.20
		其他化学安全		0.40	0.60	0.00	0.00	0.10
仪器设备安全	0.10	设备安全定期检查	R8	0.80	0.10	0.10	0.00	0.50
		实验者素质考察		0.50	0.50	0.00	0.00	0.50
个人防护与其他	0.10	正确使用防护用品	R9	0.90	0.10	0.00	0.00	0.60
		其他		0.30	0.30	0.40	0.00	0.40

从而根据上文所述的隶属度计算公式就可以得到一级评价指标的隶属度为： $S_1 = [0.6485, 0.2755, 0.0740, 0.0000]$ 。然后通过计算就可以得到该医学实验室的综合评分为 93.45 分，然后根据模糊数学中最大隶属度原则就可以将该医学实验室的安全环境评价为优秀。同时需要根据模糊数学中的补充原则，需要对综合隶属度大于 0.5 的进行向后一个等级的调整，所以最终得到该医学实验室的安全评价结果为良好。

4 结束语

综上所述，本文综合了各种实验室安全评价方法来构建了一种基于层次分析-模糊综合评价法的医学高校实验室安全评价体系，并通过对某医学高校实验室的安全评价来对该评价方式进行了验证。结果表明，通过基于层次分析-模糊综合评价模型的实验室安全等级评价方法能够更加客观、可靠的实现对医学高校实验室的安全等级进行评价，同时具有较为简单的操作方式。由于医学高校实验室所具备的环境因素复杂性，采用良好的安全评价方式来进行医学高校实验室的安全评价一直以来都是难点问题，通过本文所设计的安全评价模型能够准确的进行医学实验室安全等级的评价，为医学高校实验室管理体系的完善提供了良好的评价基础，能够更好的促进实验室安全管理体系的进一步完善。

参考文献

- [1] 黄浩宪, 李依帆, 唐国平. 基于层次分析-模糊综合评价法的专利价值评估分析[J]. 江苏科技信息, 2023, 40(1): 15-19.
- [2] 孙博, 肖汝诚. 基于层次分析-模糊综合评价法的桥梁火灾风险评估体系[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2015, 43(11): 1619-1625.
- [3] 宣强磊. 基于层次分析-模糊综合评价法的煤矿顶板安全评价[J]. 化工装备技术, 2023, 44(6): 11-15.
- [4] 阮久莉, 王艺博, 郭玉文. 基于层次分析-模糊综合评价法的锌冶炼行业水污染控制技术评价[J]. 环境工程技术学报, 2021, 11(5): 976-982.
- [5] 王秋波. 胡家峪铜矿区基于层次分析-模糊综合评价法的地质环境评价[J]. 有色金属(矿山部分), 2022, 74(3): 116-122.

- [6] 刘彦, 裴晓羽, 吕中杰, 等. 基于层次分析-模糊综合评价法的相控阵雷达毁伤评估[J]. 北京理工大学学报, 2016, 36(10): 996-1000.
- [7] 尚柏林, 韩欣珉, 陈亚峰, 等. 基于层次分析-模糊综合评价法的隐身飞机敏感性评估[J]. 兵器装备工程学报, 2020, 41(9): 105-110.
- [8] 沈响, 胡建, 张磊, 等. 基于层次分析-模糊综合评价法的武警总队级卫生应急救援队能力评价研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2019, 14(8): 759-763.
- [9] 张雪琳, 杨鹏, 赵敏. 老年人肌力能力评估: 基于层次分析-模糊综合评价法[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(4): 523-528.
- [10] 刘江. 基于层次分析-模糊综合评价法的和面机产品质量安全风险评估研究[J]. 标准科学, 2021, (10): 96-99.
- [11] 武鑫, 黄敬军, 缪世贤. 基于层次分析-模糊综合评价法的徐州市岩溶塌陷易发性评价[J]. 中国岩溶, 2017, 36(6): 836-841.
- [12] 申海燕, 陈妍哲, 张盈. 基于层次分析-模糊综合评价法对城市内涝风险评估研究[J]. 科技资讯, 2020, 18(2): 192-193.
- [13] 孙秀梅, 侯士奇. 基于层次分析-模糊综合评价法的新旧动能转换绩效评价研究[J]. 山东理工大学学报(社会科学版), 2019, 35(1): 9-14.
- [14] 侯毅苇, 张文良, 肖倩, 等. 基于层次分析-模糊综合评价法的高校高层次人才评价机制的研究[J]. 价值工程, 2016, 35(28): 247-248.
- [15] 赖致轩, 李昭. 基于层次分析-模糊综合评价法的水利枢纽灌区工程防汛风险评估[J]. 农业工程, 2018, 8(1): 71-77.

作者简介



王雪宁, 硕士, 实验师, 研究方向: 实验室管理。

万丹丹, 硕士, 实验师, 研究方向: 实验室管理。