

双一流背景下高校实验室安全文化的研究与实践

屈 泳, 王三华

南昌大学数学与计算机学院, 江西 南昌

收稿日期: 2025年10月6日; 录用日期: 2025年10月28日; 发布日期: 2025年11月6日

摘 要

从分析高校实验室安全文化建设的内外部环境等因素入手, 运用ANP-SWOT模型分析方法, 设计高校实验室安全文化建设的分析模型, 利用网络层次分析法确定相关因素影响权重, 进行高校实验室安全文化建设方案的评估与优选, 提高实验室人员的安全文化素养和技能, 营造良好的实验室安全文化氛围, 促进实验室安全文化建设, 保障实验室安全稳定的运行。

关键词

实验室安全, 安全文化建设, SWOT态势分析法, ANP网络层次分析法

Research and Practice of University Laboratory Safety Culture under the Background of Double First-Rate

Yong Qu, Sanhua Wang

School of Mathematics and Computer Sciences, Nanchang University, Nanchang Jiangxi

Received: October 6, 2025; accepted: October 28, 2025; published: November 6, 2025

Abstract

Starting from analyzing the internal and external environmental factors of the safety culture construction of university laboratories, the ANP-SWOT model analysis method is applied to design the analysis model of the safety culture construction of university laboratories. The analytic hierarchy process is used to determine the influence weight of relevant factors, and the evaluation and optimization of the construction of the safety culture of university laboratories are carried out to improve

the safety culture literacy and skills of laboratory personnel, create a good laboratory safety culture atmosphere, promote the construction of laboratory safety, and ensure the safe and stable operation of laboratories.

Keywords

Laboratory Safety, Safety Culture Construction, SWOT Analysis, ANP Network Analytic Hierarchy Process

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

作为学生进行实验学习和实践操作的主要场所, 高校实验室除了承担实验教学与科学研究的实验操作工作之外, 还承担了大量的创新创业等实践教育工作[1], 实验室建设也是高校双一流建设的重要环节。随着高校实验教学及创新创业教育等的广泛开展, 实验教学课程数量及实验室开放运行日趋繁忙, 高校实验室安全问题日益凸显, 该类问题已经成为影响高等学校安全稳定的重要环节。为此, 教育部每年都要开展各类实验室安全检查工作, 促使各个高等教育学校重视实验室安全管理工作。高校实验室安全文化建设是在分析实验室安全问题的基础上, 构建和谐稳定的实验室运行环境, 提高实验室安全氛围, 提升实验室安全管理工作水平, 促进实验室安全文化素养的形成[2] [3]。

2. 实验室安全文化建设的意义

文化是人类精神财富和物质财富的总称, 安全文化和其他文化一样, 是人类文明的产物。安全文化作为文化在安全生产方面的体现, 安全文化就是安全理念、安全意识以及在其指导下的各项行为的总称, 主要包括安全观念、行为安全、系统安全、工艺安全等。安全文化是由国际核安全咨询小组于 1986 年首次提出, 经过几十年的发展与推广, 安全文化已经广泛地应用于石油化工、矿山开采、交通运输及大学实验室等多个领域。而实验室安全文化则是安全文化在实验室安全管理上的体现与延伸, 高校实验室安全文化建设应以实验室安全稳定运行理念为宗旨, 注重实验室安全管理文化知识学习氛围的营造, 注重实验安全知识和技能的培养, 提高师生安全素养, 增强师生安全知识和技能, 自觉遵守实验室安全管理规章制度, 在实验室内部树立“以人为本、安全第一、防范于先”的实验室安全观念及良好的安全文化氛围, 并通过师生的安全行为传播, 逐步促进全校安全文化生态的形成, 由此可见, 实验室安全文化建设的意义“功在当代, 利在千秋” [4]。

3. 实验室安全文化建设方法概述

目前, 关于安全文化建设的研究, 高危行业的研究成果较多, 而在高等学校实验室安全文化建设上缺少必要的研究, 大部分关于高等学校实验室安全文化的研究都是以定性研究为主, 缺乏定性与定量研究的结合。ANP-SWOT 综合分析模型具有定性与定量结合的优点[5], 网络层次分析法(ANP)作为层次分析法(AHP)的扩展, 将 AHP 的运算规则进行扩展和发挥, 它通过分析决策过程中各因素群之间依赖关系及反馈关系, 解决了各类关系的层次问题, 理清了决策层中的各级层次关系, 另外还考虑到了不同层次因素组及其组内因素间具有的关联或反馈关系[6]; Swot (态势分析)作为一种广泛应用于项目制定和分析

的方法,运用矩阵排列模型、系统分析方法和思路,通过挖掘研究对象的内外部环境因素,配合各种环境因素的分析,得出一系列相应的结论[7]。阳富强等人提出了 ANP-SWOT 综合分析模型,为大学校园安全文化建设提供了较好的借鉴与实施经验。将 ANP-SWOT 模型运用到实验室安全文化建设中,对实验室安全文化建设的备选方案进行分析,从实验室内外整体环境出发,综合考虑高校实验室安全所涉及的相关因素,确认高校实验室安全管理工作中的隐患及威胁,结合实验室安全管理规范选择科学合理的高校实验室安全文化方案建设,并改进和优化所选的高校实验室安全文化建设方案[8]。

4. 实验室安全文化建设的 SWOT 分析

1971 年哈佛商学院学者安德鲁斯(Andrews)在《企业战略概念》(*The Concept of Corporate Strategy*)一书中首次提出 SWOT 分析方法用于确定分析与研究对象企业发展所面临的优势和劣势(内部环境因素)以及威胁和机会(外部影响因素) [9]。SWOT 分析法作为分析实验室内外安全环境的有效工具,通过分析内部环境的优势和劣势以及外部环境的机遇和威胁,选择最佳的实验室安全文化建设方案并进行优化处理 [10]。

4.1. 内部因素分析

正确把握高校实验室安全文化建设的内部制约因素和外部发展环境,是 ANP-SWOT 模型的实验室安全文化建设分析的基础,以高校实验室安全文化建设为出发点,向高校实验室安全管理及安全工程的专家学者进行访谈咨询,对影响实验室安全文化建设的内外部环境因素进行有效识别和分析。

4.1.1. 内部优势因素分析

(1) 具有多样化的实验室安全教育形式,实验室的安全文化教育以各类实验室安全知识学习、实验室安全意识培养及安全防护技能普及为主。可以采用形式多样、内容丰富的实验室安全教育及推广手段,提升实验室安全知识及技能的掌握程度,如采取实验室安全在线课程、实验室安全知识讲座、实验室安全知识竞赛及实验室安全教育视频直播等形式,让学生学习实验室安全操作规范、安全防护技能等安全知识及意识,营造良好的实验室安全氛围。

(2) 拥有较为齐全的实验室安全防护设施。针对实验室安全防护设施,各个高校都进行了较大的资金投入,除了基本的消防及用水用电等安全措施外,很多高校还安装了视频监控系统、化学药品分类装置、压力容器实时监控报警装置及废弃物排放回收专用设施等。这些设施的添加及完善从物质资源上保障了实验室安全文化的建设,形成物防、人防、技防相结合的实验室安全防护保障体系。

(3) 实验室安全管理执行力度不断加强,实验室安全管理的最大黑洞是缺乏强力执行实验室安全监督检查机制。因此,实验室安全管理除了要加强安全监督检查工作之外,还要不断地加大执行力度,不定期进行安全整改工作督查,消除一切潜在的安全实验室隐患及危险源。

(4) 拥有多级联动的校院实验室安全管理组织结构,针对实验室安全管理,很多高校都配备了专门的实验室安全管理及监督队伍,构成了多级多层的校院实验室安全管理组织结构,充分发挥实验室技术人员及实验指导教师的力量,同时与学校校园安全相关联,加强与学校安保、消防、安全监督、综合治理等部门的工作联系,形成了点、线、面的多级联动的实验室安全监督体系。

4.1.2. 内部劣势因素分析

(1) 实验室安全防护技能与实际脱离,安全知识更新缓慢,现在的实验室安全知识学习主要以培训及讲座等形式进行,很多突发事件的应急处理等还只有理论和说明知识,缺乏实践演练及应对处理操作实践。

(2) 实验室日常安全管理工作滞后,由于长期的重业绩轻管理思想的影响,高校实验室安全管理不到

位, 日常安全管理工作滞后等现象, 特别是实验室日常安全检查工作落实不力, 缺乏有效的实验室安全管理监督检查机制。

(3) 实验室工作人员安全意识淡漠, 安全知识和安全技能低下, 由于实验室安全管理工作与实验室工作人员业绩没有关联, 造成实验室工作人员缺乏实验室安全知识及安全技能学习的动力, 安全意识淡漠, 安全素养不高, 实验室缺乏良好的安全氛围。

4.2. 外部因素分析

4.2.1. 外部环境机会因素分析

(1) 实验室建设发展支持。从国家和学校层面对实验室建设也日趋重视, 随着双一流大学建设的加快, 各个学校的建设速度也不断加快, 特别是实验室建设上, 进入到飞速发展和快速建设的阶段, 实验室的环境及安全设施建设的提升, 从物质基础上保障了实验室安全文化的建设。

(2) 推广“互联网+”模式。互联网等信息技术的推广及普及促进了高校教学管理工作的发展, 将“互联网+”的新模式运用于实验室安全文化建设中, 推动互联网、VR/AR 及人工智能等先进的科学技术与实验室安全文化建设相融合, 构建“互联网 + 实验室安全文化”新模式, 以实现实验室安全文化理论知识全方位、多渠道的传播[11]。

4.2.2. 外部环境威胁因素分析

(1) 实验室人员流动性大, 实验室承担着实验教学及实验研究工作, 同时还负责大量的创新创业教育实践活动, 特别是几年来实践实训教学工作的推广, 实验室人员进出的数量越来越多, 人员流动性的增加, 势必给实验室安全管理带来很大的压力[12]。

(2) 实验室设备仪器更新频繁, 随着科学技术水平的提升, 实验室的设备和仪器不断更新, 特别是一些特种设备仪器的添加, 对实验技术人员操作技能及安全管理知识的要求也不断地提升。

(3) 实验室工作人员整体素质有待提高, 高校实验室工作人员普遍存在学历低、技能低等问题, 只能承担技能要求较低的日常管理工作, 缺乏实验室安全管理方面的专业知识和技能, 无法达到双一流大学的实验室安全管理工作的要求。

5. ANP-SWOT 模型构建及应用

5.1. ANP-SWOT 模型构建步骤

ANP(网络层次分析法, Analytic Network Process)作为决策问题的解决方法, 突破了原有方法需要大量数据支持的弊端, 只需依靠专家评分即可进行依赖与反馈关系的分析[13]。在实验室安全文化建设中, 运用 ANP-SWOT 综合分析模型, 分析实验室安全文化建设的优势、劣势、机遇和威胁之间的相互关系和反馈关系[14], 提出加强实验室安全文化建设的对策, 并通过以下步骤进行模型的构建。

(1) 首先是识别实验室内外环境影响因素, 通过 SWOT 模型识别实验室安全文化建设过程中各类环境影响因素, 采用矩阵分析设计出可行性方案, 构建如图 1 所示的实验室安全文化的 ANP-SWOT 网络层次结构。

(2) 在确定了 ANP-SWOT 模型之后, 运用 1~9 的标度法设计影响因素相对重要度量化标准评价价值, 再通过实验室安全领域专家评判数值, 得到评价判断矩阵 I :

$$I = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} & \cdots & I_{1m} \\ I_{21} & I_{22} & \cdots & I_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I_{n1} & I_{n2} & \cdots & I_{nm} \end{bmatrix}$$

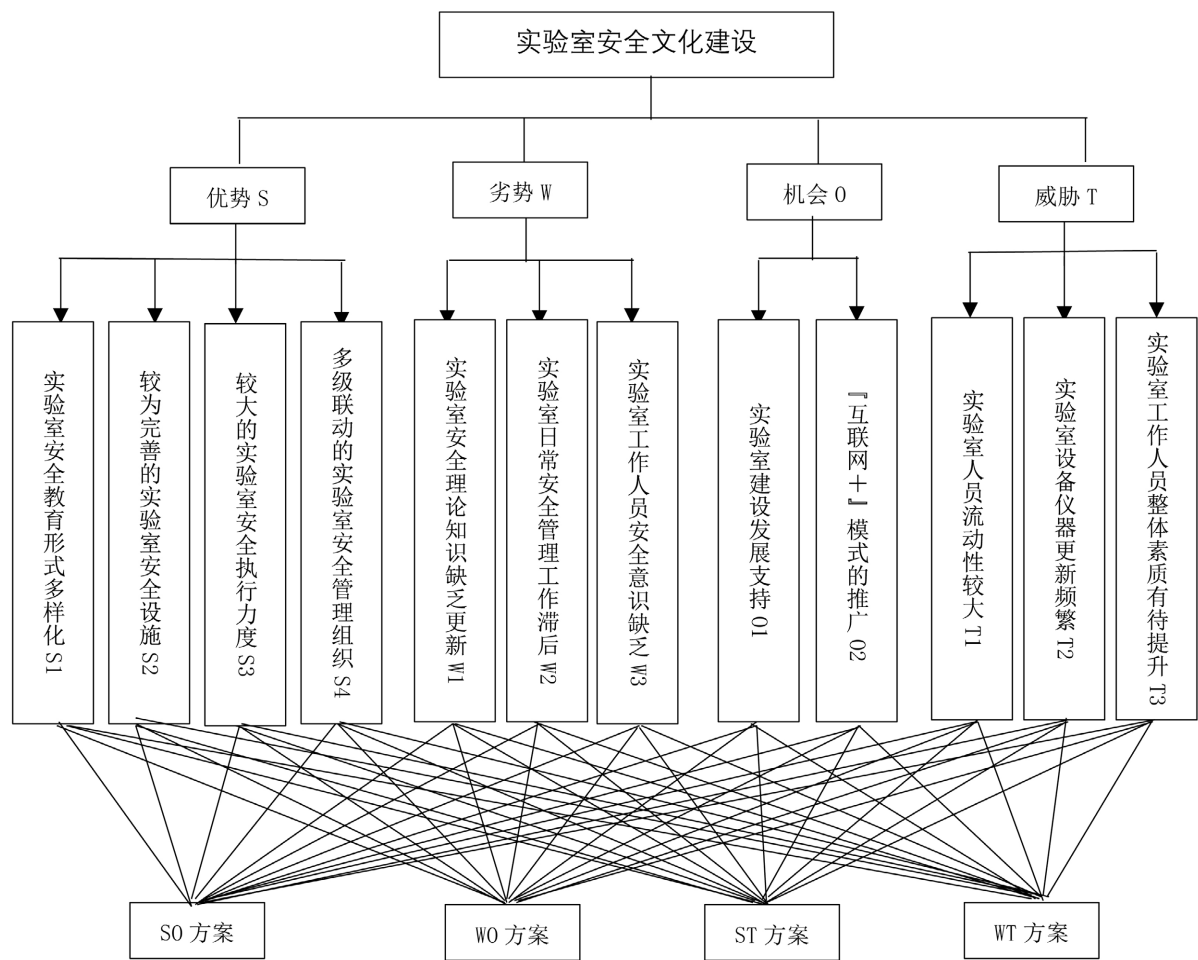


Figure 1. ANP-SWOT network hierarchy chart of laboratory safety culture construction

图 1. 实验室安全文化建设的 ANP-SWOT 网络层次结构图

(3) 通过公式 $BW = \lambda_{\max} W$ 计算出判断矩阵 I 的特征值, 其中 W 为判读矩阵 I 的单位特征向量, $\lambda_{\max}$ 作为判断矩阵 I 的最大特征值, 可以通过以下步骤进行计算所得。首先是得到向量 D , 此值是将判断矩阵 I 的各行元素相乘而得到。

$$D_i = \prod_{j=1}^n b_{ij} \quad (1)$$

接着取 D 的 n 次方根, 得到向量 T :

$$t_i = \sqrt[n]{d_i} \quad (2)$$

下面进行 T 值的规范化处理, 得到向量 W :

$$W_i = \frac{t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (3)$$

最后求出判断矩阵 I 的最大特征值 $\lambda_{\max}$:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(BW)_i}{nW_i} \quad (4)$$

其中 $i=1,2,3,\cdots,n$, $j=1,2,3,\cdots,n$ 。

(4) 对判断矩阵 I 的一致性结果进行检验工作, 在这里可以引入 CI 指标数据进行分析, 公式如下:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{5}$$

其中 CI 为一致性检验指标, n 为判断矩阵阶数。

(5) 使用表 1 中的平均随机指数 RI 和公式 $CR=CI/RI$, 计算一致性比率 CR。当 $Cr<0.1$ 时, 判断矩阵一致性结果良好。

Table 1. Average random one-time indicator RI value
表 1. 平均随机一次性指标 RI 取值

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	4	0.90	7	1.32
2	0	5	1.12	8	1.41
3	0.58	6	1.24	9	1.45

(6) 对判断矩阵最大特征值 $\lambda_{\max}$ 对应的向量进行汇总, 得到各种因素的权重值。并通过 Matlab 软件进行判断矩阵一致性程序设计, 设计代码如下:

```
I=[1 1/2 2 3;  
    2 1 2 3;  
    1/2 1/2 1 2;  
    1/3 1/3 1/2 1]; %判断矩阵  
if size(B,1)==size(I,2)  
    n=size(I,1);  
end  
D=ones(n,1);  
for i=1:n  
    D=D.*I(:,i);  
end  
T=D.^(1/n);  
W=T/sum(T);  
lamda=sum((I*W)./(n*W)); %最大特征值  
CI=(lamda-n)/(n-1);  
RI=[1 2 3 4 5 6 7 8 9;0 0 0.58 0.9 1.12 1.24 1.32 1.41 1.45]; %一致性指标  
if n<=9  
    CR=CI/RI(2,n);  
end  
CR  
W  
if CR<0.1
```



```
sprintf('一致性良好')
end
```

5.2. ANP-SWOT 模型构的应用

5.2.1. 构建实验室安全文化建设的 SWOT 分析矩阵

南昌大学数学与计算机学院拥有计算中心及省级重点实验室等总计 45 个实验室, 实验室种类涵盖教学实验室、教学科研实验室和科学研究实验室等多个类型, 除了大量的实验教学与科研实验工作外, 还承担了学校的大学生数学建模竞赛、程序设计竞赛及计算机等级竞赛等多项创新创业实践教育活动。实验室设备仪器种类繁多, 实验室开放时间数量较多, 实验室人员流动大, 实验室内外环境复杂, 安全管理任务繁重。为此, 在学院的实验室安全文化建设过程中, 结合该学院实验室的内外部环境因素, 从优势与机会、优势与威胁、劣势与机会、劣势与威胁四个方面; 运用 SWOT 分析方法进行分析矩阵与模型的构建, 根据实际情况设计出表 2 所示的 4 种实验室安全文化建设方案, 并邀请实验室安全管理专家对四种方案进行评价。通过专家的两两评价打分, 根据专家评价及实验室安全管理运行保障, 从中选出适用的最优化建设方案。设计合适的实验室文化建设内容, 进行相应的实验室安全文化建设, 确保实验室教师职工及学生的人身及财产安全。创造安全、清洁、有序的实验室环境, 实现“科学、规范、安全、先进的实验室”的宗旨, 提高实验室安全管理水平[15]。

Table 2. Laboratory safety culture construction SWOT analysis matrix
表 2. 实验室安全文化建设 SWOT 分析矩阵

不同内外部影响因素组合的设计方案			
外部环境因素	优势(S) S ₁ 多样化的实验室安全教育形式 S ₂ 较为完善的实验室安全设施 S ₃ 较大的实验室安全执行力度 S ₄ 多级的实验室安全管理组织	劣势(W) W ₁ 实验室安全理论知识缺乏更新 W ₂ 实验室日常安全管理工作滞后 W ₃ 实验室工作人员安全意识缺乏	
机会(O) O ₁ 实验室建设发展支持 O ₂ “互联网+”模式的推广	SO 方案 1、通过实验室建设, 引入先进的安全管理理念和设施, 开发自身的实验室安全文化内容; 2、通过“互联网 + 安全文化”工作模式, 实现实验室安全文化多渠道多领域的传播。	WO 方案 1、采用多种形式, 更新完善实验室安全理论知识; 2、加强实验室安全教育工作, 开设实验室安全教育网络课堂; 3、建立和完善实验室安全双重预防机制, 分级分类进行实验室安全管理; 4、开展五星实验室评比等多种形式的实验室安全评优活动; 5、开展实验室安全文化月活动, 制作实验室安全文化宣传视频。	
威胁(T) T ₁ 实验室人员流动性较大 T ₂ 实验室设备仪器更新频繁 T ₃ 实验室工作人员整体素质有待提升	ST 方案 1、规范实验室开放管理制度, 健全实验室准入制; 2、加强实验室安全实施的维护, 完善实验设备仪器的使用规范; 3、加强实验室工作人员业务培训, 提升实验室工作人员综合素质。	WT 方案 1、完善实验室安全管理规章制度; 2、完善实验室公共安全管理机制, 强化管理力度; 3、构建动态、时效、安全的实验室安全预警监管机制。	

5.2.2. 构建实验室安全文化建设方案分析

(1) ANP 网络层次结构模型的构建。确定实验室安全文化建设的总目标及准则层, 其总体目标为实验

室安全文化建设的优选方案, 设计包含优势、劣势、机会与威胁 4 类因素的准则层, 再将实验室安全文化建设方案中的 12 个影响因素作为子准则层, 将 SWOT 分析矩阵得出的 4 个实验室安全文化建设备选方案, 用网络层次分析法构建如图 1 所示的实验室安全文化 ANP-SWOT 网络层次结构图。同时进行影响因子相互关系的认证, 通过相关安全管理领域专家的评判, 确定如图 2 所示的内务部子影响因素间的相互关系。

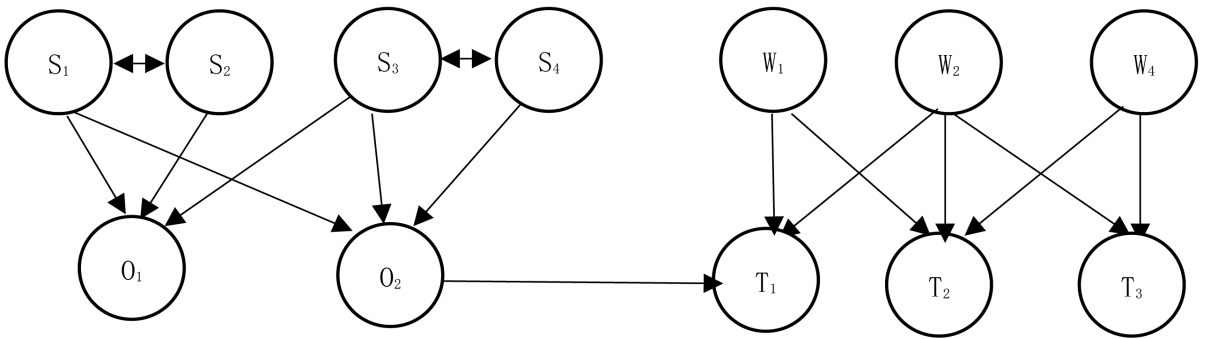


Figure 2. The relationship between internal and external factors of the environment
图 2. 内外部环境影响因素相互关系

(2)SWOT 内外部影响因素重要程度评判。评判工作以实验室安全文化建设优选设计方案为目标, 在评价原则上要遵循两两评价原则, 评价标准则采用“1~9”的标度法, 在方案评价上邀请 5 位实验室安全领域的专家进行打分评判, 对影响实验室安全的内外部 4 个环境因素进行两两评价打分, 同时将专家的评分数据进行统计归类, 再运用 AHP (层次分析法)进行分析与计算, 最后进行计算结果的一致性检查并得出影响因素权重值 W1.权重值的具体结果如表 3 所示。

Table 3. Pairwise evaluation matrix of internal and external environmental factors
表 3. 内外部环境影响因素两两评判矩阵

	内部优势(S)	内部劣势(W)	外部机会(O)	外部威胁(T)	权重 W ₁
优势(S)	1	1/2	2	3	0.292
劣势(W)	2	1	2	3	0.413
机会(O)	1/2	1/2	1	2	0.187
威胁(T)	1/3	1/3	1/2	1	0.108
CR	CR = 0.026 < 0.1				

在 ANP-SWOT 模型的依赖和反馈关系下, 依据图 2 给出的内外部环境影响因素间相互的关系, 得出表 4 所示的权重值 W₂。

(3) 实验室安全文化建设设计方案的评价及选取, 分别以各个子影响因素作为评价准则及分权重值 [16], 对备选的 4 个实验室安全文化建设方案进行评价, 再经过一致性检查, 得出 4 个设计方案的权重值 W。

$$W = \begin{bmatrix} \text{SO 方案} \\ \text{WO 方案} \\ \text{ST 方案} \\ \text{WT 方案} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.203 \\ 0.384 \\ 0.152 \\ 0.262 \end{bmatrix}$$

Table 4. Weights of the influencing factors and sub-factors
表 4. 影响因素及子影响因素权重值表

影响因素	子影响因素	总权重值 W_1	子影响因素权重值 W_2
优势(S)	S_1	0.292	0.055
	S_2		0.032
	S_3		0.130
	S_4		0.075
劣势(W)	W_1	0.413	0.122
	W_2		0.223
	W_3		0.068
机会(O)	O_1	0.187	0.062
	O_2		0.125
威胁(T)	T_1	0.108	0.059
	T_2		0.023
	T_3		0.026

在 4 个备选的实验室安全文化建设设计方案中，WO 备选方案的权重值最大，这表示该方案为实验室安全文化建设的最优化设计方案。

6. 结论与建议

高校实验室安全文化建设工作作为高校实验室安全管理工作的重要环节，是高校实验室安全稳定运行的关键因素，将高校实验室安全文化建设纳入实验室日常管理，为实验室安全管理提供强有力的支持和保障[17]。在高校实验室安全文化建设工作中，运用 ANP-SWOT 模型构建实验室安全文化评价模型，发挥 ANP 方法内部因素相互依存及反馈关系粗大的优势，结合 SWOT 方法在方案制定与分析上的特点，从优势、劣势、机遇与威胁四个方面全面地分析实验室安全文化建设过程中的内外部环境影响因素，根据分析结果计算相应影响因素权重值，通过在实际案例中进行实验室安全文化建设设计方案评价选择，分析了影响实验室安全文化的内务部环境的关键因素，运用 ANP-SWOT 模型进行实验室安全文化建设备选方案的优化设计。通过实例运用表明，拥有良好的实验室安全管理组织关系，以及实验室安全的多重预防机制的影响权重值最大，决定了高校实验室安全文化建设的效果。因此，① 在高校实验室安全文化建设的过程中，对内要建立责权明确的实验室安全管理组织关系，对外要加强与各级职能部门间的联系，形成全方位、多层次、联动型的实验室安全管理工作格局。② 在高校实验室安全文化建设过程中，还要发挥互联网及虚拟现实等信息技术的优势，大力推广“互联网 + 安全文化”理念，运用网络教学平台、线上线下混合课程、微信小程序等多种教育教学形式，开展形式多样、内容丰富的实验室安全教育教学课程，完善高校实验室安全文化体系，健全实验室安全评优考核机制，提升实验室安全管理水平，促进高校实验室安全文化建设工作的顺利进行。

基金项目

江西省 2025 年社会科学基金课题一般项目“人工智能驱动下高校教育数据开放共享的安全风险协同治理研究”(项目编号: 25JY36D); 江西省 2025 年教育科学规划课题“教育数据安全风险动态评估体系构建与协同治理机制研究”(项目编号: 2025GYB104); 南昌大学实验室大仪开放共享和自制设备研究课

题(项目编号: NCUSSC-202524); 南昌大学研究生教学改革研究课题(项目编号: JXYJG-2025-035)。

参考文献

- [1] 汤志宏, 安行健, 王祥红, 等. 高校三级实验室安全保障体系的建立[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 256-257, 278.
- [2] 教育部. 教育部办公厅关于做好 2019 年度高等学校科研实验室安全工作的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3336/201904/t20190404_376670.html, 2019-04-04.
- [3] 罗庆华, 周良, 刘昌敏, 等. 高校实验室安全管理存在的问题及其对策[J]. 智库时代, 2019(11): 89-90.
- [4] 李兆阳, 王羽, 方东红. 高校实验室安全文化建设研究与探索[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(2): 289-292.
- [5] 宋姗姗, 王金平, 季婉婧. 基于 ANP-SWOT 模型的我国海洋科技情报领域发展战略研究[J]. 科技管理研究, 2020(22): 48-55.
- [6] 王纪洋, 张明广, 王雪栋, 等. 基于 AHP-TOPSIS 模型的危险化工工艺风险等级评价研究[J]. 安全与环境工程, 2016, 23(6): 100-105.
- [7] 宋继承, 潘建伟. 企业战略决策中 SWOT 模型的不足与改进[J]. 中南财经政法大学学报, 2010(1): 115-119.
- [8] 阳富强, 林子燚. ANP-SWOT 模型在大学校园安全文化建设中的应用[J]. 安全与环境工程, 2020, 27(5): 147-152.
- [9] Andrews, K.R. (1971) The Concept of Corporate Strategy. Dow Jones-Irwin, 13.
- [10] 孙宏才. 网络层次分析法与决策科学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011.
- [11] 张振南, 叶筱琴, 孙哲, 等. 构建实验室安全文化体系 促进平安实验室建设[J]. 中国现代教育装备, 2018(2): 25-28.
- [12] 王杰, 王士国, 任佳, 等. 新形势下高校实验室安全管理体系建设探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(7): 235-238, 252.
- [13] 范赵鹏, 张金金, 温玮, 等. 网络层次分析法(ANP)分析工具的设计与实现[J]. 计算机与数字工程, 2020, 48(1): 46-49.
- [14] 阳富强, 刘晓霞, 朱伟方. 基于区间数互反判断矩阵的企业安全培训评估指标权重确定[J]. 安全与环境工程, 2017, 24(1): 100-105, 110.
- [15] 侯德俊, 张社荣, 张磊. 依托实验室安全文化建设提升实验室安全工作水平[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(6): 9-11, 26.
- [16] 李明柱, 杨雨曦. 基于 ANP-SWOT 模型的长春市智慧社区发展研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(1): 34-37, 43.
- [17] 彭华松, 谢亚萍, 刘闯, 等. 基于安全文化建设的实验室安全管理探索[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(9): 335-338, 342.