



## 高校危险化学品安全管理风险评控

王永波

(贵州大学 林学院, 贵阳 550025)

**摘要:** 高校危险化学品的风险管理和控制是高校实验室安全管理工作的重点和难点。为分析和评估危险化学品的风险因素, 从人、物、管理、环境、技术和其他共 6 个方面识别了 127 个风险因子, 并筛选出 41 个较为重要的指标, 建立了风险评价体系。考虑到各因素之间的相互影响, 提出一种基于网络层次分析法(ANP)的指标模型。结果表明, 管理因素被认为是风险管理中最重要的一级指标, 其次是人的因素。在二级指标中, 人员素质与安全意识( $C_{12}$ )被赋予最高的权重, 其次为危险化学品性质( $C_{22}$ )、法律法规( $C_{36}$ )、安全准入( $C_{32}$ )、经费保障( $C_{21}$ )等。结合权重结果, 以贵州大学林学院实验中心为例, 应用模糊综合评价法对其危化品管理进行了定量评估, 并针对关键因素提出了具体的防控建议措施。

**关键词:** 实验室安全; 风险评估; 网络层次分析法; 危险化学品

中图分类号: X921

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230607

## Risk Assessment for the Safety Management of Hazardous Chemicals in Universities

WANG Yongbo

(College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

**Abstract:** Risk management and control of hazardous chemicals in university laboratories is the key focus and challenges of safety management. To accurately assess and analyze the risk factors, a risk assessment system is established by selecting 41 indicators with more occurrences from 127 risk factors in six aspects: personnel, materials, management, environment, technology, and others. An analytic network process (ANP) based indicator model is proposed, which analyzes and determines the weight and ranking of each indicator. The results show that the factors of management are the most important in the risk management at the primary level, followed by human factors. The weight ranking of secondary indicators is as follows: personnel quality and safety awareness ( $C_{12}$ ), properties of hazardous chemicals ( $C_{22}$ ), laws and regulations ( $C_{36}$ ), safety clearance ( $C_{32}$ ), funding guarantee ( $C_{21}$ ), etc. Taking the experimental center of the Forestry College of Guizhou University as an example, the weight results are used to quantitatively evaluate its hazardous chemical management by using the fuzzy comprehensive evaluation method and specific prevention and control suggestions and measures are provided for key factors as well.

**Key words:** laboratory safety; risk assessment; ANP; hazardous chemicals

实验室安全是高校保障创新人才培养和科学研究的重要前提和基础。目前, 实验室安全管理体系相对缺失或滞后, 实验室安全问题十分严峻, 尤其是化学科研实验室安全事故频发, 导致重大人员伤亡和财产损失, 甚至对社会的安全稳定产生影响<sup>[1-3]</sup>。

危险化学品(以下简称“危化品”)通常具有易燃、易爆、腐蚀性、毒性等多重危险性特性,

是实验室安全风险最高、防控最难的一类安全因素。教育部科技司 2015—2017 年对部属高校实验室安全督查的结果显示, 化学安全隐患的数量占总数的比例超过 1/3<sup>[4]</sup>。文献 [5] 对中国高校过去 39 年的 197 起事故进行了研究, 发现在所有的安全事故的案例中, 危化品引发的事故占比最高。因此了解和控制危化品的风险因素十分重要。

本文旨在通过科学评估与分析危化品安全管

收稿日期: 2023-12-19; 修回日期: 2024-03-02

基金项目: 贵州省林学一流专业建设项目(2023 年); 贵州大学实验室开放项目(SYSKF2023-065)。

作者简介: 王永波(1983-), 男, 硕士, 实验师, 主要从事经济林栽培生理和实验室管理方面的研究。E-mail:

lukmb@163.com

理中存在的风险因素及其影响程度，以全面了解潜在的危險源并强化重点风险控制，从而为防范和遏制事故的发生提供依据和指导。

### 1 危化品安全风险评估模型

#### 1.1 建立风险评估指标体系

风险是指发生特定危害事件的可能性以及发生事件后果严重性的结合<sup>[6]</sup>。鉴于高校实验室中危化品具有多重风险属性，为更好地评估和分析，

需要首先建立一套科学的风险评估指标体系。本文综合运用事故分析、专家观点和文献研究等方法，结合贵州大学的管理实践经验，对各方面的固有危险性进行了系统分析。研究确定了包括人的因素、物的因素、管理因素、环境因素、技术因素以及其他因素在内的 6 个维度，共计 127 个安全风险因子。这些风险因素之间并不是相互独立的，而是存在相互影响和反馈关系。基于指标的高校危化品风险评价体系如图 1 所示。

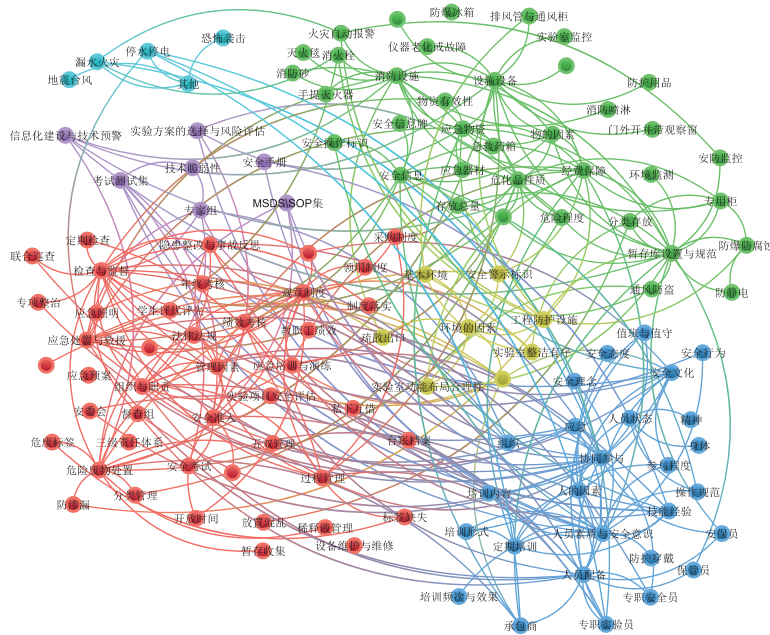


图 1 高校危化品风险评价指标体系

针对高校实验室危化品安全风险问题，图 1 中各因素对系统完整性和低耦合性的不同影响进行分析。通过筛选和过滤风险因素，并按层次进行分解，建立了一个包含 6 个一类指标和 41 个二类指标的网络层次结构，具体内容如表 1 所示。

#### 1.2 ANP 算法步骤

ANP 是文献 [7] 于 1996 年在层次分析法的基础上提出的用于复杂系统的决策方法。典型的 ANP 结构是由控制层和网络层两部分组成。应用 ANP 一般包括以下 4 个步骤。

##### 1) 构建判断矩阵

一个比较组中元素重要性判断是通过两两比较判断绝对数值。采用 1~9 基本标度法：1-同等重要，3-稍微重要，5-明显重要，7-非常重要，9-极端重要，2、4、6、8 分别为介于上述两个相邻判断的中值，可使用小数来进行更精细的

区分。将这些判断值输入矩阵，如设定控制层中相对于目标 A 的控制准则元素有  $B_1, B_2, \dots, B_N$ 。网络层次中有  $G_1, G_2, \dots, G_N$  个元素组， $G_i$  元素组中有元素  $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$  ( $i = 1, 2, \dots, N_i$ )， $G_j$  中的元素  $e_{jh}$  ( $h = 1, 2, \dots, N_j$ ) 的重要性通过两两比较获得。

##### 2) 计算权重向量矩阵

判断矩阵中各相关矩阵通过特征根法，得到排序向量：

$$\left( w_{i1}^{(j1)}, w_{i2}^{(j2)}, \dots, w_{in_i}^{(jn_i)} \right)^T$$

构造出超矩阵的子矩阵。

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} w_{i1}^{(j1)} & w_{i1}^{(j2)} & \dots & w_{i1}^{(jn_j)} \\ w_{i2}^{(j1)} & w_{i2}^{(j2)} & \dots & w_{i2}^{(jn_j)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{in_i}^{(j1)} & w_{in_i}^{(j2)} & \dots & w_{in_i}^{(jn_j)} \end{bmatrix} \quad (1)$$

表1 高校危化品风险指标

一级指标	二级指标	指标说明
G <sub>1</sub> (人的因素)	C <sub>11</sub> 人员配备	专职安全员、实验员、保管员、安保员、危废处理员等
	C <sub>12</sub> 人员素质与安全意识	具备正确防护穿戴、技能和操作规范
	C <sub>13</sub> 定期培训	定期开展培训,注重培训内容和效果
	C <sub>14</sub> 人员状态	实验操作时具有良好的身体和精神状态
	C <sub>15</sub> 协同参与	构建涵盖多部门多专业的组织体系,实现重要环节的协同参与
	C <sub>16</sub> 值班与值守	确保安全值日、值班和实验过程值守
	C <sub>17</sub> 安全文化	全员负责的安全态度、安全理念和安全行为习惯等
G <sub>2</sub> (物的因素)	C <sub>21</sub> 经费保障	提供足够的专项经费保障
	C <sub>22</sub> 危化品性质	了解化学品的危险程度、存放时间和存放总量
	C <sub>23</sub> 安全设施与个人防护装备	安全设施设备配置符合要求并确保功能性,个人防护装备穿戴正确
	C <sub>24</sub> 暂存库设置与规范	应符合(GA 1511—2018)要求
	C <sub>25</sub> 消防设施	应符合(JY/T 0616—2023)要求
	C <sub>26</sub> 应急物资	准备应急器材、急救药箱等物资,并保证其有效性
	C <sub>27</sub> 安全信息载体	提供安全信息牌和安全操作标识等
G <sub>3</sub> (管理因素)	C <sub>31</sub> 组织与职责	建立各级安全组织,明确安全职责和任务
	C <sub>32</sub> 安全准入	实施安全考试、项目安全评估等措施
	C <sub>33</sub> 规章制度	制定和落实采购、领用、安全举报等规章制度
	C <sub>34</sub> 过程管理	建立台账、实施五双管理,规范存放、借用和稀释液管理
	C <sub>35</sub> 危险废物处置	实行分类管理、标签、收集等措施
	C <sub>36</sub> 法律法规	了解和遵守相关的法律法规
	C <sub>37</sub> 绩效考核	纳入绩效考核、年终考核、学生评优
	C <sub>38</sub> 隐患整改与事故反思	及时发现和整改安全隐患,进行事故反思和总结
	C <sub>39</sub> 应急培训与演练	人员熟悉应急程序和使用应急器材
	C <sub>30</sub> 应急处置与救援	制定应急预案、设置指示标识,提高处置能力
G <sub>4</sub> (技术因素)	C <sub>41</sub> 信息化建设	采用信息化管理、完善技术预警功能
	C <sub>42</sub> 实验方案与风险评估	选择替代方案,确保风险评估科学、规范
	C <sub>43</sub> MSDS/SOP集	标准操作规程(SOP)和安全技术说明书(MSDS)齐全
	C <sub>44</sub> 专家组	组建专家组,负责实验室安全技术问题的咨询和指导
	C <sub>45</sub> 考试测试集	建立实验室安全考试试题库
	C <sub>46</sub> 安全手册	编制实用、详细的实验室安全手册
G <sub>5</sub> (环境因素)	C <sub>51</sub> 基本环境	温湿度、洁净度、仪器等情况良好
	C <sub>52</sub> 实验室功能布局	危险实验室不设置在教学楼、宿舍,水、电、气等布局科学
	C <sub>53</sub> 工程防护设施	特殊实验室建设结构具备一定的强度和稳定性
	C <sub>54</sub> 实验室整洁有序	保持实验室整洁有序
	C <sub>55</sub> 安全警示标识	设置安全警示标识,包括警示标志、安全标牌等
	C <sub>56</sub> 疏散出口	设置符合要求的疏散出口,并确保疏散通道畅通
	C <sub>57</sub> 消防通道	保持消防通道畅通
G <sub>6</sub> (其他)	C <sub>61</sub> 停水停电	影响实验、设备、储存条件
	C <sub>62</sub> 漏水起火	导致危化品泄漏、爆炸或燃烧
	C <sub>63</sub> 地震台风	引起建筑设备受损,增加危化品泄漏、污染的风险
	C <sub>64</sub> 恐怖袭击	导致实验室危化品被盗取、恶意使用或故意破坏

## 3) 建立 ANP 的超矩阵

$w_{ij}$ 的列向量是 $G_i$ 中元素对 $G_j$ 中元素的影响程度排列向量,当一个因素对其他因素无影响

时,其影响程度为0。运用以上步骤,同理可得其他元素组之间的重要度矩阵,构成超级矩阵:

$$\begin{matrix}
 & & G_1 & & G_2 & & \cdots & & G_N \\
 & & e_{11}e_{12}\cdots e_{1n_1} & & e_{21}e_{22}\cdots e_{2n_2} & & \cdots & & e_{N1}e_{N2}\cdots e_{Nn_N} \\
 & G_1 & e_{11} & & & & & & \\
 & & e_{12} & & & & & & \\
 & & \vdots & & & & & & \\
 & & e_{1n_1} & & & & & & \\
 & G_2 & e_{21} & & & & & & \\
 & & e_{22} & & & & & & \\
 & & \vdots & & & & & & \\
 & & e_{2n_2} & & & & & & \\
 & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots & & \\
 & & e_{N1} & & & & & & \\
 & G_N & e_{N2} & & & & & & \\
 & & \vdots & & & & & & \\
 & & e_{Nn_N} & & & & & & 
 \end{matrix}
 \begin{bmatrix}
 w_{11} & & & w_{12} & & & & & w_{1N} \\
 & & & & & & & & \\
 & & & & & & & & \\
 w_{21} & & & w_{22} & & & & & w_{2N} \\
 & & & & & & & & \\
 \vdots & & & \vdots & & & & & \vdots \\
 & & & & & & & & \\
 w_{N1} & & & w_{N2} & & & & & w_{NN}
 \end{bmatrix}
 \quad (2)$$

4) 构造加权超矩阵

以上超级矩阵 $w$ 不是归一化的， $w$ 超矩阵的子矩阵 $w_{ij}$ 是归一化的。把元素层的每一个元素组作为一个整体，以 $B_N$ 作为准则，对元素组 $G_i$ 和 $G_j$ 进行重要度比较，得出一个归一化权重排序向量 $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})^T$ 。 $a_{ij}$ 表示元素层中第 $i$ 个元素组对第 $j$ 个元素组的影响权重值。构造加权超矩阵 $\bar{w}=a_{ij}w_{ij}$ ， $i, j = 1, 2, \dots, n$ ，其列和为 1。因元素之间存在相互影响，为确定某元素在系统中的总排序，需要累计超矩阵对初始排序 $t$ 步的影响，若 $t \rightarrow \infty$ 的极限存在， $\bar{w}^\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} \bar{w}^t$ 。

1.3 基于 ANP 的指标权重

确定高校实验室危化品安全风险因素评价指标体系后，采用调查问卷的方式收集专家意见，以了解风险因素之间的影响关系。

建立因素之间的相互关系和两两比较的判断矩阵，是进行下一步分析关键和基础。使用 Super Decisions(以下简称 SD)软件，将各因素的相互影响关系构建 ANP 模型，如图 2 所示。图中单箭头方向表示  $C_i$  元素对的  $C_j$  元素有影响，双向箭头表示不同元素组的元素相互影响，元素组上方的循环箭头表示元素组内部的元素相互影响。与层次分析法不同的是，网络层次分析法既可以选择元素集也可以选择元素作为父节点，从而在此新模型中进行比较。将准则层中的各因素和有相互影响的各因素，分别作为准则和次准则，两两比较结果以调查问卷的形式输入 SD 软件中，校验一致性。其结果不一致性(Inconsistency)值应小于 0.1。

经过 ANP 各步骤计算后，各指标权重结果如表 2 所示。根据表 2 结果可知，在一级指标中，管理的因素( $G_3$ )>人的因素( $G_1$ )>物的因素( $G_2$ )>环境的因素( $G_5$ )>技术脆弱性( $G_4$ )>其他( $G_6$ )。其中管理因素权重为 0.283 300，人的因素权重为 0.248 572，这两个因素权重和为 0.531 872，这一结果符合实际，表明在高校危化品安全管理实践中，必须要重视管理因素和人的因素这两个核心准则。此外，物的因素权重为 0.216 970，说明需要加强各种安全设施和设备的建设。在二级指标中，人员素质与安全意识( $C_{12}$ )是主要风险因素，权重为 0.104 135；其次是危化品性质( $C_{22}$ )和法律法规( $C_{36}$ )，权重分别为 0.060 068 和 0.057 367。为控制这些风险因素，高校应定期举办专项培训，以提升人员的操作技能、安全意识、应急处理能力，以及他们对相关规程和安全操作方法的熟练掌握能力。这一举措对于预防事故和减少事故危害至关重要。

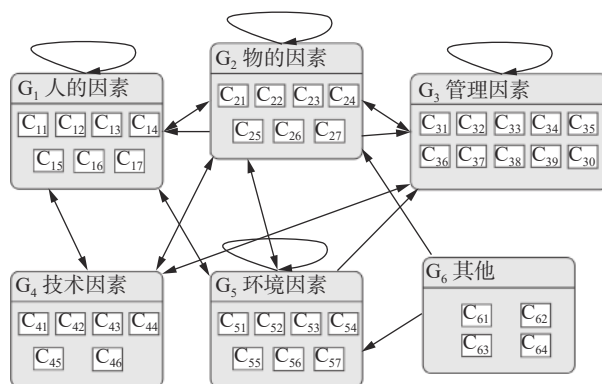


图 2 危化品风险评价 ANP 模型

表2 各指标的权重占比

一级指标	权重	二级指标	相对权重	全局权重	排序
G <sub>1</sub>	0.248572	C <sub>11</sub>	0.124399	0.030922	
		C <sub>12</sub>	0.418933	0.104135	1
		C <sub>13</sub>	0.144188	0.035841	10
		C <sub>14</sub>	0.066085	0.016427	
		C <sub>15</sub>	0.029521	0.007338	
		C <sub>16</sub>	0.026717	0.006641	
		C <sub>17</sub>	0.190158	0.047268	6
G <sub>2</sub>	0.216970	C <sub>21</sub>	0.223754	0.048548	5
		C <sub>22</sub>	0.276849	0.060068	2
		C <sub>23</sub>	0.121464	0.026354	
		C <sub>24</sub>	0.091980	0.019957	
		C <sub>25</sub>	0.185602	0.040270	8
		C <sub>26</sub>	0.045292	0.009827	
		C <sub>27</sub>	0.055058	0.011946	
G <sub>3</sub>	0.283300	C <sub>31</sub>	0.022640	0.006414	
		C <sub>32</sub>	0.187907	0.053234	4
		C <sub>33</sub>	0.136527	0.038678	9
		C <sub>34</sub>	0.071147	0.020156	
		C <sub>35</sub>	0.054691	0.015494	
		C <sub>36</sub>	0.202496	0.057367	3
		C <sub>37</sub>	0.043869	0.012428	
		C <sub>38</sub>	0.091430	0.025902	
		C <sub>39</sub>	0.112481	0.031866	
		C <sub>30</sub>	0.076813	0.021761	
G <sub>4</sub>	0.113794	C <sub>41</sub>	0.354852	0.040380	7
		C <sub>42</sub>	0.247069	0.028115	
		C <sub>43</sub>	0.156274	0.017783	
		C <sub>44</sub>	0.067622	0.007695	
		C <sub>45</sub>	0.137397	0.015635	
		C <sub>46</sub>	0.036786	0.004186	
G <sub>5</sub>	0.116844	C <sub>51</sub>	0.040344	0.004714	
		C <sub>52</sub>	0.269137	0.031447	
		C <sub>53</sub>	0.118063	0.013795	
		C <sub>54</sub>	0.242657	0.028353	
		C <sub>55</sub>	0.035252	0.004119	
		C <sub>56</sub>	0.152023	0.017763	
		C <sub>57</sub>	0.142523	0.016653	
G <sub>6</sub>	0.020520	C <sub>61</sub>	0.048830	0.001002	
		C <sub>62</sub>	0.884308	0.018146	
		C <sub>63</sub>	0.031823	0.000653	
		C <sub>64</sub>	0.035039	0.000719	

#### 1.4 指标模糊综合评价

以贵州大学林学院实验中心为例，自2017年搬迁至新校区以来，学校对危化品安全设备设施的投入持续增加。学校统一招标具有资质的危化

品供应商和危废处置商，建设标准化的暂存室，改造通风排气管路，布设闭路监控，安装应急喷淋和洗眼器。此外，还采购防爆柜、气瓶柜、通风柜、应急物资柜(配应急用品)和消防物资等。这些举措的实施，显著提升了危化品的安全管理水平。

根据ANP结果，选定最重要的10个二级指标因素(C<sub>12</sub>, C<sub>22</sub>, C<sub>32</sub>, C<sub>36</sub>, C<sub>21</sub>, C<sub>17</sub>, C<sub>41</sub>, C<sub>42</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>13</sub>)组成评估集。设该评估集为 $\gamma = \{d_1, d_2, \dots, d_{10}\}$ ，邀请中级以上职称的一线管理者和专家对各因素的实际表现进行问卷调查。评价结果为 $\beta = \{h_1, h_2, \dots, h_5\}$ ， $h$ 为评价等级，设“好、较好、一般、较差、差”5个标准。将评价等次量化为：好=0.1、较好=0.3、一般=0.5、较差=0.7、差=0.9，对评估集中的指标因素进行评估，得到评估矩阵 $U$ ， $U$ 为 $\gamma$ 对 $\beta$ 的模糊关系：

$$U = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中， $s_{mn}$ 称作隶属度，可表示为：

$$s_{mn} = \frac{\text{评价第}m\text{因素为第}n\text{等次的人数}}{\text{专家人数}} \quad (m = 1, 2, \dots, 10; n = 1, 2, \dots, 5)$$

通过以上网络层次法获得的指标权重向量设为 $K = \{k_1, k_2, \dots, k_{10}\}$ 。计算模糊综合评价 $A = U \times K$ ，得到模糊子集 $A$ ，根据最大隶属原则得出10个二级指标的最终排序为人员素质与安全意识(C<sub>12</sub>)>安全准入(C<sub>32</sub>)>实验方案与风险评估(C<sub>42</sub>)>规章制度(C<sub>33</sub>)>定期培训(C<sub>13</sub>)>法律法规(C<sub>36</sub>)>危化品性质(C<sub>22</sub>)>信息化建设(C<sub>41</sub>)>安全文化(C<sub>17</sub>)>经费保障(C<sub>21</sub>)。

## 2 安全风险防控建议

### 2.1 加强安全培训，提升安全技能和意识

针对人员素质和安全意识因素，通过加强安全培训、丰富培训形式、建立反馈机制、注重培训效果等方式来提升。每学期利用专题讲座、选修课、知识竞赛、微视频、展板、现场操作培训等形式，开展1~2场涵盖规章制度、安全操作规程、应急措施、安全责任和意识等危化品专项培训。鼓励师生对培训提出建议和意见，整理和分

析反馈情况, 进而改进培训方式和内容。采用“日自查、周检查、月巡查”方式, 加强过程监测和控制<sup>[8]</sup>, 及时排查和整改风险隐患, 提高师生的实验安全风险意识。

## 2.2 基于风险识别的实验室分级分类管理

根据危化品的性质, 对化学实验室进行风险识别和量化评估, 确定风险等级临界值, 将实验室划分为高风险、中风险和低风险实验室。对不同类型和不同等级的实验室进行分级分类管理<sup>[9]</sup>, 并采用差异化的安全管理措施。高风险实验室需要执行更严格的安全规程, 包括进出控制、试剂存储, 禁止单人操作实验以及在实验室过夜等。

## 2.3 推动信息化建设, 实施闭环精细化管理

随着相关法律法规的不断完善<sup>[10]</sup>, 对高校危

化品安全管理的要求变得越来越科学化和规范化。为解决管控持续升级与日常科研教学合理需求之间的矛盾, 可以引入二维码、物联网和人工智能技术等<sup>[11-13]</sup>, 以实现高校危化品全流程的精细化和智能化管理, 从而促进管理模式的优化与创新。一种校、院、室“三级联动”+二维码的危化品安全管理模式如图 3 所示。该模式中, 校归口管理部门“抓总”, 负责危化品采购和危废处置, 确保入口关和出口关的合法合规; 院级设危化品暂存室“抓重”, 统一负责本院所有危化品的存储、发放和回收; 实验室设暂存柜“抓细”, 利用二维码等信息化技术, 精细化危化品的规范使用。三级部门相互分工、相互联动, 实现全流程闭环管理。

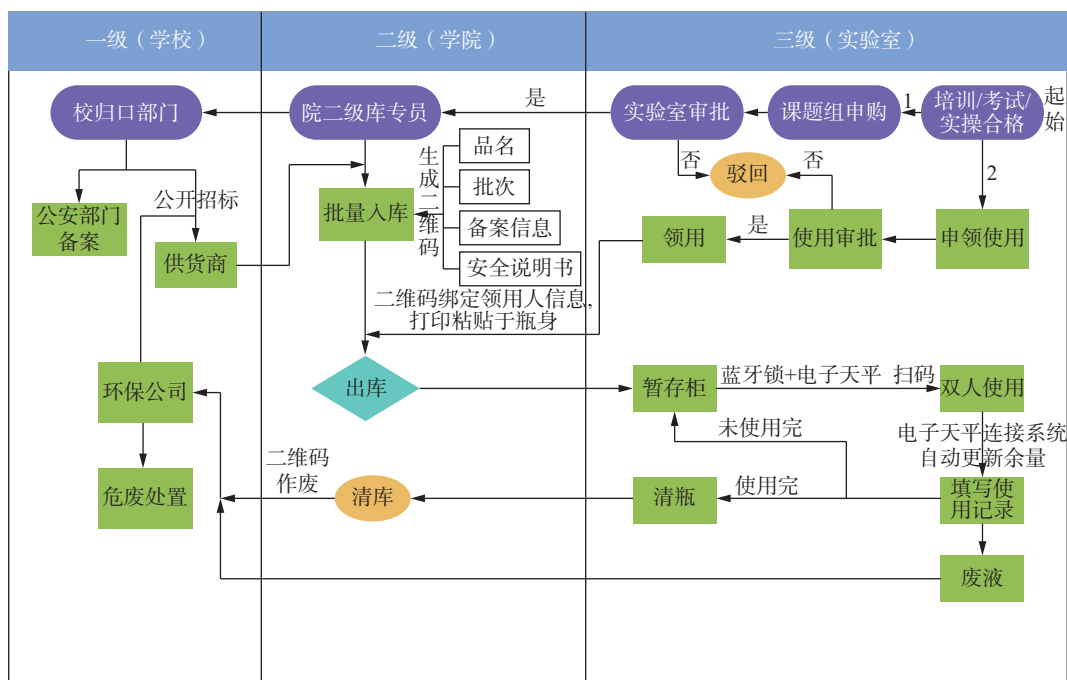


图 3 高校危化品“三级联动”+“二维码”管理流程图

## 2.4 加强设备设施专业化建设, 提高技术防范水平

结合教育部对高校实验室建设实施要求, 应加强预警和防护设施的建设, 逐步建立一套完善的技术防范系统。具体措施包括: 建强视频监控和门禁+人工智能系统, 以检测和降低安全风险行为; 建立集烟感报警、自动喷淋灭火以及疏散联动的智能消防监测系统; 在气瓶室和危化品暂存室设置气体浓度监测和预警装置; 为易燃易爆化学试剂设置防爆柜和防爆冰箱等。高校应将技术防范建设作为安全基础建设的重要组成部分, 建

立健全配套制度, 并形成长效机制, 以有效阻遏安全风险的发生和扩散。

## 2.5 建立应急体系, 提高应急响应和处置能力

安全应急能力建设是最容易被忽视的重要环节<sup>[14]</sup>。科学的应急体系和高效的风险事故处置能力可以最大程度地减少事故对人员和财产造成的损失。首先, 应建立一支由危化品专家、消防等专业人员组成的专(兼)职应急救援队伍。其次, 建立一套科学的应急预案, 以确保在事故发生时能够迅速调动和协调各方面的资源和力量, 形成强大的应对合力; 此外, 还要加强个

人防护装备、应物资储备、应急设备和设施的配置,实施应急培训和演练,以及确保危废妥善处置。如定期开展针对化学泄漏、火灾爆炸、灼伤、中毒和窒息等不同风险类型的应急培训和演练。建设必要的紧急喷淋装置、洗眼器、紧急出口等应急设备设施,并配备适当的护目镜、防毒面具、防护服、急救箱、消防器材及其他应急物资等。

### 3 结束语

本文通过对高校实验室危化品安全管理风险因子进行研究,建立了一套有效的风险评价指标体系,考虑了人、物、环境、管理等方面的因素及其相互影响。提出了一种效果很好的建模方法,并结合实际案例进行分析和评估。通过实证分析,明确了各风险因子对安全管理影响的权重排序,为高校实验室在危化品的风险管理和控制方面提供了理论依据和实践指导。

#### 参考文献

- [1] BAI M Q, LIU Y, QI M, et al. Current status, challenges, and future directions of university laboratory safety in China[J]. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2022, 74: 104671.
- [2] 张军,王海霞. 高校及科研院所实验室危险化学品流失风险及防范策略[J]. *警学研究*, 2021(3): 61-67.
- [3] MENARD A D, TRANT J F. A review and critique of academic lab safety research[J]. *Nature Chemistry*, 2020, 12(1): 17-25.
- [4] 冯建跃,杜奕,张新祥,等. 高校实验室安全三年督查总结(I): 回顾与思考[J]. *实验技术与管理*, 2018, 35(7): 1-4.
- [5] LU Z S. Analysis of China students' laboratory accidents in the past 39 years and the laboratory management reform in the future[J]. *Education for Chemical Engineers*, 2023, 42: 54-60.
- [6] 辛晶,杨玉胜. 基于网络层次分析法的石油化工设施安全风险评估[J]. *灾害学*, 2021, 36(2): 151-154.
- [7] SAATY T L. 网络层次分析法原理及应用: 基于利益、机会、成本及风险的决策方法[M]. 鞠彦兵,刘建昌,译. 北京:北京理工大学出版社,2015.
- [8] 苏嫻,贺浪,苏莉. 地方高校实验室危化品“集中化+积分制”安全管理措施探析[J]. *实验室科学*, 2023, 26(6): 175-180.
- [9] 钟珊,张燕. 基于风险分级管控的高校实验室安全管理体系构建[J]. *武汉理工大学学报(信息与管理工程版)*, 2019, 41(4): 364-369.
- [10] 陈今浩. 基于法律意识的高校实验室安全管理工作探析: 评《化学实验室安全管理》[J]. *中国安全科学学报*, 2020, 30(7): 188.
- [11] DING J. Construction of a safety management system for university laboratories based on artificial intelligence and IoT technology[J]. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, 2022, 2022: 7914454.
- [12] LI S Y, MA H Y, ZHANG Y D, et al. Emergency evacuation risk assessment method for educational buildings based on improved extreme learning machine[J]. *Reliability Engineering & System Safety*, 2023, 238: 109454.
- [13] 曾洁,吴全旺,李莉,等. 基于区块链的高校实验室危化品管理日志系统[J]. *实验科学与技术*, 2022, 20(4): 155-160.
- [14] 光翠娥,王世强,赵建新,等. 制定高校实验室安全事故处理应急预案的原则探讨[J]. *实验室科学*, 2012, 15(5): 194-197.

编辑 钟晓