

高校实验室危险化学品安全检查表的设计

战永佳¹, 颜忠诚¹, 蓝叶芬¹, 刘海燕¹, 顾兴海²

(1.首都师范大学 国有资产管理处, 北京 100048; 2.首都师范大学 化学系, 北京 100048)

摘要: 危险化学品的管理是高校实验室安全管理重点。现有的危险化学品安全管理规范和管理手段主要适用于工矿企业, 针对高校实验室设计的危险化学品管理工具目前较为欠缺。该文依托新出台的北京市地方标准, 结合高校管理工作实际, 设计了高校管理部门适用的实验室危险化学品安全检查表, 以满足安全检查过程中对于量化评估的需要。

关键词: 危险化学品; 安全检查表; 管理规范; 安全生产标准化

中图分类号: X921; G642.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2020)07-0268-04

Design of safety checklist for hazardous chemicals in university laboratory

ZHAN Yongjia¹, YAN Zhongcheng¹, LAN Yefen¹, LIU Haiyan¹, GU Xinghai²

(1. Management Office of State-owned Assets, Capital Normal University, Beijing 100048, China;
2. Chemistry Department, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract: The management of hazardous chemicals is the key issue of the laboratory safety management in colleges and universities. The existing safety management standards and management methods for hazardous chemicals are mainly applicable to industrial and mining enterprises. Currently, the management tools for hazardous chemicals designed for university laboratories are relatively lacking. Based on the newly issued local standards by Beijing government and the university management practice, this paper designs a safety checklist for hazardous chemicals in laboratories suitable for the management departments of colleges and universities to meet the needs of quantitative assessment in the process of safety inspection.

Key words: hazardous chemicals; safety checklist; management standards; safety production standardization

危险化学品(简称“危化品”)的安全管理是高校实验室安全保障工作的重要组成部分^[1]。近年来,高校和科研院所与危化品有关的安全事故时有发生,造成了无法挽回的人员伤亡和财产损失。国家和各省市政府主管部门高度重视高校实验室危化品的管理工作,不断出台相关政策,规范高校实验室危化品的安全使用。但是,高校实验室的危化品管理是一项复杂的系统工程,除了政府部门的重视和政策的保障外,建立标准化管理体系,用科学、量化的方法进行精细化管理在当前显得更为重要。

安全检查表^[2](safety checklist)是企业实行安全生产标准化^[3]常用的管理方法。管理人员使用包含评价要素的结构化表格,通过评分快速识别被检查对象在生产(实验)活动各方面存在的安全风险。近年来,这一管理工具在各行业安全管理领域被广泛采用^[4-6]。然而,现有的安全检查表主要应用在生产、经营或医疗领域,针对高校实验室安全管理设计的安全检查表比较欠缺,只有零星探索和尝试^[7-8]。高校危化品的主管部门一般是实验室与设备管理处、保卫处等,但这些部门在日常安全检查中,由于缺少量化的评价标准,管理的科学性和权威性受到一定的制约。

针对上述问题,本研究参照北京市新出台的地方标准,结合高校实验室管理工作实际,设计了一套适于高校使用的实验室危险化学品管理安全检查表。该

收稿日期: 2020-01-02

作者简介: 战永佳(1982—),男,北京,博士,助理研究员,主要研究方向为高校实验室建设与管理,实验室安全管理。

E-mail: zhanyj@cnu.edu.cn

安全检查表的指标体系涵盖对实验室危化品管理进行评价的各项要素, 并使用层次分析法确定分项分值, 可作为高校管理部门开展安全检查的实用工具。

1 安全检查表指标体系的设计

1.1 实验室危险化学品安全管理规范

《北京市地方标准——实验室危险化学品安全管理规范(第2部分:普通高等学校)》(DB11/T 1191.2—2018)^[9](简称《地标》)是国内首个针对高校实验室的危化品安全管理规范。该标准规定了高校实验室危化品管理在组织、制度、人员培训、安全设施、采购管理、储存管理、使用管理、危险废物管理和应急管理方面的管理规范要求, 明确了如“高校实验室危化品存量上限”“必备安全设施清单”“管理人员上岗培训时长”等关键性的量化管理指标。此《地标》由北京市安全生产监督管理局、北京市教育委员会起草制定, 于2018年10月1日正式实施。

1.2 指标体系的设计

在《地标》的基础上, 本研究设计了适用于高校实验室危化品管理的安全检查表。安全检查表的指标体系在《地标》9个方面要求的基础上, 将相似项整合, 共划分一级指标5项, 分别是: 组织机构(A1)、规章制度(A2)、人员培训(A3)、安全设施(A4)和过程管理(A5)。其中, 前4项一级指标与《地标》前4个方面的管理要求对应一致; 过程管理(A5)将《地标》后5个方面(采购、储存、使用、危废、应急管理)管理要求整合, 统称为“过程管理”一级指标。

在划分一级指标的基础上, 针对每项一级指标进行节点风险分析, 参照《地标》规定, 共提取出二级指标共16项。其中, “组织机构”(A1)层的二级指标2项, 包括对院系设置安全管理机构的要求和对实验室配备安全管理员的要求; “规章制度”(A2)层的二级指标2项, 包括对院系建立制度体系的要求和对实验室编制安全操作规程的要求; “人员培训”(A3)层的二级指标2项, 包括对院系管理人员培训的要求和对实验人员培训的要求; “安全设施”(A4)层的二级指标5项, 包括对建筑设计、储存设施、消防器材、应急装备和防护用品方面的要求; “过程管理”(A5)层的二级指标5项, 包括对危化品采购、储存、使用、应急处理和危险废物处置全过程管理的要求。在二级指标的基础上, 结合工作实际给出了每项二级指标对应的检查要素。检查要素是对指标内容的进一步详细说明, 可量化评价。能否达到检查要素的要求是检查者对指标进行打分的重要依据。针对每一个检查要素还列出了推荐的评估方式, 如查阅文件、访谈、现场检查、问卷调查等。

2 指标权重的确定

在划分指标体系后, 本研究采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)确定安全检查表各指标的权重。在现代管理学中, 层次分析法能将指标间错综复杂、模糊不清的相互关系转化成数学模型进行定量分析, 因而在安全评价领域被广泛使用^[10-11]。

2.1 建立判断矩阵

根据作者所在高校相关领域专家的综合意见, 对一级、二级指标进行逐层逐项的两两比较, 用Satty^[12]提出的1—9标度法构建判断矩阵, 比较各级不同指标间的相对重要性, 得到公式(1)~(6):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1/5 & 1/3 & 1/7 \\ 1 & 1 & 1/3 & 1/3 & 1/7 \\ 5 & 3 & 1 & 3 & 1/7 \\ 3 & 3 & 1/3 & 1 & 1/5 \\ 7 & 7 & 7 & 5 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$A1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$A2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$A3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$A4 = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 5 & 1/3 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \\ 3 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$A5 = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

2.2 方根法求解

利用方根法求解判断各矩阵的特征值及其特征向量, 将对应的特征向量经归一化处理, 得到各指标的权重向量, 其1—9阶正互反矩阵的平均随机一致性指标如表1所示。

表1 1—9阶正互反矩阵的平均随机一致性指标

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
平均随机一致性指标	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46

2.3 一致性检验

首先, 计算最大特征值(λ_{\max}), 并根据公式(7)计算出一致性指标(consistency index, CI)。之后, 查找平均随机一致性指标表(见表1)得到矩阵阶数

(n)对应的平均随机一致性指标(random index, RI)。最后,根据公式(8)计算出一致性比率(consistent ratio, CR)。若 $CR < 0.1$,说明求得的判断矩阵和指标权重是合理的。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (8)$$

以上所有计算过程使用 R 语言的 PMR 软件包^[13]完成。本研究最终得到的各级指标权重值和一致性检验结果见表 2。

表 2 安全检查表各级指标权重值和一致性检验结果

目标层	λ_{\max}	CR	一级指标层	权重	二级指标层	权重	λ_{\max}	CR		
A	5.4014	0.0896	A1	0.0517	A1.1	0.5	5.2218	0.0495		
					A1.2	0.5				
			A2	0.5731	A2.1	0.5				
					A2.2	0.5				
			A3	0.1904	A3.1	0.5				
					A3.2	0.5				
			A4	0.1185	A4.1	0.0535				
					A4.2	0.4214				
					A4.3	0.2715				
					A4.4	0.1268				
					A4.5	0.1268				
			A5	0.5820	A5.1	0.0909				
					A5.2	0.2727				
					A5.3	0.2727			5.0000	0.000
					A5.4	0.0909				
A5.5	0.2727									

表 2 显示,目标层和一级指标层各权重的一致性比率(CR)值均小于 0.1,说明由层次分析法获得的安全检查表指标权重是合理的。

3 安全检查表的使用

将层次分析法确定的各级指标权重按百分制进行

换算并按四舍五入原则取整,最终确定高校实验室危险化学品安全检查表(见表 3)。此表包括一级指标 5 项、二级指标 16 项。安全检查表总分 100 分,60 分以上为合格,85 分以上为优秀。

在使用中,学校管理部门可用此表对各实验室的危化品的安全管理情况进行量化评价。由于本表的指

表 3 高校实验室危险化学品安全检查表

一级指标	二级指标	分值/分
组织机构 (A1/5 分)	1.1 院系设立管理机构或指定专职人员负责本部门危化品的安全管理工作	2.5
	1.2 各实验室有专职或兼职人员负责危化品的日常管理工作	2.5
规章制度 (A2/6 分)	2.1 院系根据学科特点制定危化品安全管理制度	3
	2.2 实验室编制相应实验和设备的安全操作规程	3
人员培训 (A3/20 分)	3.1 院系和实验室安全管理人员每年接受安全培训,具备危化品管理知识和能力	10
	3.2 开展实验操作的教职工、学生和其他实验人员遵守实验室安全准入制度,进入实验室前接受危化品相关安全知识培训和考核	10
安全设施 (A4/11 分)	4.1 建筑设计:实验室设计符合《科学实验建筑设计规范》(JGJ 91),有关安全卫生设计符合《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571)的规定	1
	4.2 储存设施:实验室内设立危化品专用储存设施,设施摆放符合规范	5
	4.3 消防器材:实验室根据《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140)配备与危化品火灾相适应的消防器材,灭火设备摆放在明显位置,便于取用	3
	4.4 应急装备:根据实验性质配备必要的应急处理设施(淋洗器、洗眼器等);实验室应在方便取用地点设置急救箱或急救包	1
	4.5 防护用品:实验室根据职业健康危害因素为师生和其他实验人员配备符合《个体防护装备配备基本要求》(GB/T 29510)的个人防护用品	1

续表

一级指标	二级指标	分值/分
过程管理 (A5/58分)	5.1 采购管理: 实验室采购过程符合法律法规要求, 并保留采购记录	5
	5.2 储存管理: 危化品的储存符合法律法规和各项国家(地方)标准要求	16
	5.3 使用管理: 所有实验人员在使用危化品(含气瓶)时须遵守发放、领取、退回管理制度, 严格执行《安全操作规程》, 发生事故时能按照《现场应急处置方案》快速处理	16
	5.4 应急处置管理: 实验室具有危化品现场应急处置的机制和能力	5
	5.5 危险废物管理: 实验室危险废物管理须符合 GB 18597、GB/T 31190 的相关规定	16
总分:		100

标体系和《地标》规定的管理要求严格对应, 检查人员可根据明确的管理规范对各指标进行评分。在评估形式上, 按检查要素的性质, 采用查阅文件、图纸、问卷调查、访谈、现场检查等方法进行评价, 并尽量减少评价过程中的人为主观因素影响。检查人员应在备注栏做好检查记录。如果记录内容较多, 可另附支撑材料。

安全检查表的评定结果具有较好的客观性, 能反映被检查对象危化品管理水平并对安全隐患进行预警。若综合评定结果为不合格, 该实验室应立即停止所有涉及危化品的实验并进行整改, 待检查人员复查合格后才能恢复实验。如在检查过程中发现重大安全隐患, 应将对应指标项评为 0 分, 在备注中具体说明隐患的严重程度, 并注明要求实验室限期整改的时间。

利用安全检查表进行评价是高校管理部门落实安全生产标准化主体责任的重要工作。相对于企业的安全生产管理工作, 高等学校的实验室在管理体制和技术手段上还有一定差距, 急需规章制度建设和现代化管理手段的创新。利用安全检查表等量化管理工具, 能够进一步提升实验室安全管理水平, 保障校园的安全稳定和广大实验室工作人员的生命财产安全。

参考文献 (References)

[1] 教育部. 关于加强高校实验室安全工作的意见[EB/OL]. (2019-05-22) [2019-11-24]. <http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/>

- s3336/201905/t20190531_383962.html.
- [2] 韩其俊. 安全检查表法在安全评价中的应用及改进[J]. 石油化工安全技术, 2003(4): 13-16.
- [3] 全国安全生产标准化技术委员会. 企业安全生产标准化基本规范: GB/T 33000—2016[S]. 北京: 国家安全生产监督管理总局, 2016.
- [4] 梁淑新. 化工安全检查表的编制与应用[J]. 化工技术与开发, 2007(10): 45-46.
- [5] 牟宏霖, 许秦坤, 钟敏. 基于安全检查表法的电动车安全分析和事故对策[J]. 交通标准化, 2009(增刊1): 196-199.
- [6] 王吉善, 张振伟. “手术安全检查表”是确保手术安全的有效工具[J]. 中国卫生质量管理, 2010(2): 1, 2-3.
- [7] 冯建跃, 金海萍, 阮俊, 等. 高校实验室安全检查指标体系的研究[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(2): 1-10.
- [8] 高玉坤, 王树祎, 张英华, 等. 高校实验室气瓶安全标准化管理研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(5): 259-262.
- [9] 北京市安全生产监督管理局、北京市教育委员会. 实验室危险化学品安全管理规范(第2部分: 普通高等学校): DB11/T 1191.2-2018[S]. 北京: 北京市质量技术监督局, 2018.
- [10] 单美华, 舒志毅. 层次分析法及其应用[J]. 实验技术与管理, 1991, 8(4): 5, 75-79.
- [11] 刘桂艳, 张喜刚. 层次分析法在高校实验室压力容器安全评价中的应用[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(3): 51-54.
- [12] SAATY T L. A scaling method for priorities in hierarchical structures[J]. Journal of Mathematical Psychology, 1977(3): 234-281.
- [13] LEE P H, YU P L. An R package for analyzing and modeling ranking data[J]. BMC Medical Research Methodology, 2013(1): 65-69.

(上接第 267 页)

- [8] 陆文宣. 地方特色高校实验室安全管理工作分析[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(8): 263-266.
- [9] 刘洋, 万国良. 高校实验室危化试剂管理柜的研究设计与实现[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(8): 253-255.
- [10] 肖源, 张卯, 吴照亮. 高校实验室安全管理体系构建与实践[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(8): 286-290.
- [11] 黄凯. 构建高校实验室安全管理体系的思考与实践[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(12): 1-4.
- [12] 刘康富, 赵艳娥, 陈敬德. 高校实验室安全风险评估与监管体

- 系构建的实践与思考[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(11): 14-17.
- [13] 李伟, 朱凯, 张玉刚, 等. 大数据背景下的高校实验室安全管理[J]. 实验教学与仪器, 2019, 36(11): 73-74.
- [14] 余晓武, 范淑媛. 论高校实验室大型仪器设备的开放共享管理: 以华中科技大学材料学院公共平台实验室为例[J]. 分析仪器, 2019(4): 94-97.
- [15] 于川茗, 田晶, 李海霞. 基于独特性的大型仪器实验室安全管理体系研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(12): 260-263.
- [16] 董丽萍, 敖天其. “双一流”背景下高校教学实验室建设新思路与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(11): 26-28.