

高校实验室安全管理评价体系研究

王斌

无锡商业职业技术学院，江苏无锡，214153；

摘要：高校实验室作为实践教学与科研创新的核心载体，其安全管理的水平直接关系到师生生命安全、教学科研质量与社会稳定。本文阐述了实验室安全管理现状，分析实验室安全管理存在的风险认知不足、评估体系缺失等问题，构建了包含风险识别、指标构建、模型应用的多层次评价体系，并进一步提出实验室安全管理的优化建议，为提升实验室安全管理成效提供理论与实践参考。

关键词：实验室；安全管理；评价体系

DOI：10.69979/3041-0673.26.02.060

高校实验室是理论知识转化为实践能力的重要场所，在高校的教学、科研和社会服务等方面发挥着不可替代的核心作用。从教学层面而言，实验室是学生将理论知识应用于实践的重要平台，不仅能够深化对专业理论的理解，更能培养创新思维与动手能力。在科研层面，实验室是学术成果产出的基础平台。前沿科学研究都依赖实验室的精密设备与可控环境。同时，实验室的设备水平直接影响学科建设高度，先进的科研设备能够吸引优秀的科研人才，提升学科的竞争力和影响力。除了上述的教学和科研功能之外，实验室还具有重要技术转化的功能。实验室作为连接科研与产业的桥梁，实现从学术研究到产业化生产的过渡，助力地方经济发展，因此实验室安全管理至关重要^[1]。

1 实验室安全管理的现实紧迫性

近年来，国内外高校实验室事故频发。从化学试剂泄漏导致的中毒事件，到高压设备故障引发的爆炸事故，这些悲剧不仅造成了无法挽回的人员伤亡和巨大的财产损失，还严重影响了高校正常的教学科研秩序，在社会上引起广泛关注与担忧。深入分析多起事故背后的原因，发现当前高校实验室安全管理存在诸多深层次问题：一是对风险因素的认知存在盲区，随着科研领域不断拓展，对基因编辑生物安全、人工智能设备电磁辐射等新型风险缺乏系统梳理与研究，无法提前预警潜在威胁；二是管理标准落后于学科发展，现行安全管理规范难以满足交叉学科实验室复杂场景的安全需求，对于不同学科融合带来的风险叠加问题，缺乏有效的应对方案；三是评估手段科学性不足，过度依赖传统定性评价，忽视对风险概率、后果严重程度的量化分析，导致安全隐患无法精准识别与分级管控。因此，加强高校实验室安全管理，构建科学全面的安全管理评价体系，已成为保障

实验室功能有效发挥、守护科研人员生命财产安全的必然要求。

2 高校实验室安全管理现状与问题

2.1 管理体系的主要痛点

2.1.1 风险识别碎片化

大多数高校在实验室安全管理中，仅针对化学试剂、高压电等显性风险制定了相应的预案和管理措施，而但是就一些新型风险缺乏足够的重视和系统梳理。当下科技的不断发展，高校实验室的研究领域日益多元，新兴技术带来了新的安全风险，对这些新型风险系统研究和识别的工作缺乏，导致高校在实验室安全管理中存在隐患排查盲区，很难及时发现和消除潜在的安全风险。

2.1.2 评估指标模糊化

现有高校实验室安全评估指标多依赖“定期检查”“台账完备”等定性描述，缺乏对风险概率、后果严重程度等的量化分析。在危化品管理方面，虽然规定了危化品的储存要求，但对于危化品储存间距是否符合标准、通风系统故障概率等关键数据缺乏明确的量化指标，导致在实际评估中难以准确判断实验室的安全状况。这种模糊化的评估指标无法为实验室安全管理提供科学、准确的决策依据，也不利于对实验室安全风险进行有效的监控和预警。

2.1.3 责任落实形式化

尽管多数高校建立了“校—院—实验室”三级管理体系，但在实际执行过程中存在“重文件轻执行”的现象。安全培训往往流于形式，培训内容缺乏针对性和实用性，培训方式单一，难以提高实验人员的安全意识和操作技能；这种责任落实形式化的问题，使得高校实验室安全管理的各项制度和措施无法得到有效执行，安全管理工作难以取得实效。

2.2 问题根源分析

2.2.1 认知偏差

部分高校将实验室安全仅视为后勤保障,忽视它对教学科研的基础性支撑作用,在资源投入方面严重不足。比如实验室的通风系统、消防设施、安全防护设备等老化、损坏,无法满足安全管理的要求。再比如对智能预警系统这些先进技术的应用缺乏积极性,使得实验室安全管理难以实现智能化、信息化。这种认知偏差就会导致高校在实验室安全管理方面的重视程度不够,在资源配置上也不合理,极大地影响了实验室安全管理水平的提升。

2.2.2 标准滞后

现行的高校实验室安全管理规范大多针对传统实验室场景制定,随着学科交叉融合的不断深入,新型交叉学科实验室不断出现,这些实验室的风险特点与传统实验室存在着较大地差异,现行的管理规范很难对这些风险进行准确界定和有效管理。标准滞后问题使得高校在实验室安全管理中缺乏科学的依据和指导,增大了安全管理的难度。

2.2.3 技术手段落后

现在大多数高校实验室依旧采用人工巡检的方式进行安全管理,缺乏现代化监控系统、大数据分析工具的应用。人工巡检的缺点非常明显,比如效率低、主观性强、易出现疏漏,很难实现对实验室安全风险的实时监测和预警。现代化监测技术滞后制约了高校实验室安全管理水平的提升,无法满足实验室安全管理的需求。

3 实验室安全管理评价体系的构建

3.1 体系构建原则

3.1.1 科学性

采用层次分析法与模糊评价模型,结合实验室的类型,建立差异化指标。不同类型的实验室具有不同的风险特点和安全管理需求,所以我们在构建评价体系时,需要充分地考虑各个实验室的类型差异,制定具有针对性的评价指标。再通过采用科学的分析方法和建立差异化指标,确保评价体系能够准确反映实验室的安全状况,进而为安全管理决策提供科学依据^[2]。

3.1.2 系统性

涵盖“人一机一物一环一管”全要素,包括人员操作规范、设备维护状态、危化品管理、环境监控、制度执行等维度。只有全面考虑这些要素,建立系统性的评价体系,才能实现对实验室安全管理的全面、准确评估。通过对五个全要素的综合评价,能够及时发现实验

室安全管理中存在的问题,采取有效的措施加以改进。

3.1.3 可操作性

评价指标需兼具量化标准与定性描述,便于实地评估。评价体系的指标应具有明确的定义和标准,能够在实际评估中进行准确的判断和测量。量化指标能够通过具体的数据进行量化分析,使评估结果更加客观、准确;而定性指标则能够对一些难以量化的因素进行准确地描述和评价,从而使得评价体系更加全面、完整。

3.2 核心指标体系设计

3.2.1 一级指标

(1)人员安全管理:包括实验人员培训考核率、准入资格认证、操作违规记录等。实验人员培训考核率反映了实验室对人员培训的重视程度和培训效果,通过定期组织安全培训和考核,能够提高实验人员的安全知识和操作技能;准入资格认证是确保实验人员具备相应专业知识和操作能力的重要手段;操作违规记录能够及时发现实验人员在操作过程中存在的违规行为。

(2)设备与环境安全:设备定期检修率、设备完好率、安全系统运行状态等。设备定期检修率能够反映设备的维护保养情况,通过定期检修能够及时发现和排除设备故障;安全系统运行状态对实验室的环境安全和消防安全至关重要,能够及时排出实验室中的有害气体和粉尘,能够在火灾发生时及时进行灭火和救援。

(3)危险源管控:危化品从采购到废弃全流程管理、生物样本溯源登记、辐射源屏蔽措施等。在危化品管理方面,要建立健全危化品采购、储存、使用、废弃的全流程管理制度;生物样本溯源登记能够实现对生物样本的全程跟踪和管理,防止丢失、泄露和滥用;辐射源屏蔽措施能够有效减少辐射对人体的伤害。

(4)管理制度执行:安全责任制落实情况、应急预案有效性、日常检查台账完整性等。全责任制落实情况能够明确各级管理人员和实验人员的安全职责;定期对应急预案进行演练和修订,提高应急预案的实用性和可操作性;日常检查台账完整性能够记录实验室日常安全检查的情况,为安全管理决策提供依据。

(5)应急处置能力:应急物资配备率、演练频率、事故响应时间等。应急物资配备率反映了实验室应急物资的储备情况;演练频率能够提高实验人员的应急反应能力和协同作战能力;事故响应时间则体现了实验室在事故发生时的快速反应能力,及时的响应能够为事故的救援和处置争取宝贵的时间^[3]。

3.2.2 二级指标

在构建实验室安全管理评价体系时,每个一级指标

都会细分出多个二级指标。就拿“危险源管控”来说，它下面就包含了“危化品分类储存合规率”“生物样本双人双锁管理执行率”“辐射警示标识覆盖率”这些可量化的评估项。

“危化品分类储存合规率”指的是按照危化品的特性和危险等级，把它们分门别类存放好，符合储存标准的危化品数量，在总数量里所占的比例，这个数字能直接体现出危化品储存是否规范、安全。“双人双锁管理执行率”，说的是严格落实双人双锁制度管理的生物样本数量，在所有生物样本里的占比，这样做能大大降低样本被盗、丢失或被随意使用的风险。至于“辐射警示标识覆盖率”，指的是辐射源周边，按要求设置了合规警示标识的区域面积，在需要设置标识的总面积里的占比，有了这些醒目的标识，实验人员就能及时注意到辐射风险，提前做好防护。有了这些具体、可量化的二级指标，我们就能更全面、更细致地评估实验室在危险源管控上做得怎么样，哪里还有不足。

3.3 评价模型与方法

3.3.1 层次分析法（AHP）确定权重

(1)构建判断矩阵：邀请安全管理专家、实验室主任等具

有丰富经验和专业知识的人员，对各项指标的重要性进行打分，构建判断矩阵。在打分过程中，采用 1-9 标度法，将指标之间的相对重要性程度进行量化，通过对各级指标进行两两比较打分，构建出完整的判断矩阵。

(2)计算权重系数：构建判断矩阵后，运用数学方法对判断矩阵进行计算，得出各级指标的权重系数。在计算过程中，需要进行一致性检验，以确保判断矩阵的合理性和可靠性。通过层次分析法确定的权重系数，能够反映出各项指标在实验室安全管理评价体系中的相对重要性。

(3)模糊综合评价模型实施评估

划分评价等级：将实验室安全状态划分为“优秀、良好、一般、危险”四级，这样可以为评价结果提供明确的等级标准。在实验室实际安全评估中，可以根据实验室各项指标的得分情况，归入相应的评价等级，以便直观地了解实验室的安全状况。

建立模糊关系矩阵：对每个指标进行打分，并将打分结果转化为隶属度。比如“危化品储存合规率 90%”，根据预先设定的隶属度函数，将其对应到“良好”的隶属度为 0.8，即表示该指标在“良好”这个评价等级上。通过对所有指标进行打分和隶属度转换，建立起模

糊关系矩阵，该矩阵反映了各项指标与不同评价等级之间的关系^[4]。

综合运算：将通过层次分析法确定的权重向量与建立的模糊关系矩阵进行相乘运算，得出实验室安全综合评分及等级。通过综合运算，能够将各项指标的得分情况进行综合考虑，得出实验室的安全综合评分，再根据评分确定实验室的安全等级，从而实现对实验室安全状况的全面、准确评价。

4 实验室安全管理建议

高校实验室作为科研教学的核心阵地，安全管理工作至关重要。为切实保障师生生命财产安全，推进实验室安全管理水平提升，现提出以下针对性建议。

(1)构建动态化制度体系，压实链条责任

(2)打造多维安全教育体系，筑牢安全意识防线

(3)强化应急响应与智能监测，提升处置效能

隐患自动预警、分级推送、闭环管理，推动安全检查从人工巡查向智能防控转变。

(4)培育特色安全文化，营造全员参与氛围

5 结语

高校实验室安全管理评价体系的构建至关重要，它是应对复杂风险、保障教学科研工作稳步推进的重要抓手。科学设计评价指标并进行量化评估，能够推动安全管理从依赖经验的传统模式，向依靠数据支撑的现代化模式转变。这一体系不仅为高校实验室安全管理提供了科学方法，也有助于培养学生的安全意识，促进学科建设的规范化发展。未来，可结合智慧校园建设，将评价体系与物联网、人工智能等新技术紧密结合，从而进一步提高安全管理的精准度和预见性。

参考文献

- [1] 许春雨. 高校实验室安全定量分级体系研究[J]. 化工管理, 2024 (2): 113-116
- [2] 奚风华. 油轮溢油风险评价[D]. 武汉理工大学, 2009: 4-7
- [3] 邓吉平. 实验室危险化学品的安全管理初探[J]. 科教文汇, 2009 (19): 71-74
- [4] 吴凡. 高校教学型实验室评估体系研究[D]. 南京理工大学, 2009: 26

基金项目：2024 年江苏省高校实验室研究会课题，项目编号：GS2024BZZ41。