

基于“4R”危机管理理论精准构建本科教学实验室安全管理规范

张旦旦 韩金娥 李会*

江南大学生命科学与健康工程学院，中国·江苏 无锡 214122

摘要：本科教学实验室是高校人才培养的重要基地，其安全管理水平直接关系到师生的生命财产安全与教学秩序的稳定。本文引入公共管理领域的“4R”危机管理理论，将其“缩减、预备、反应、恢复”四个阶段与实验室安全管理的具体实践相结合，构建一个贯穿实验教学全程的、系统化、精准化的本科教学实验室安全管理规范框架。该框架旨在实现安全管理从事后处置向事前预防、从被动响应向主动精准的转变，为完善高效教学实验安全文化建设、提升实验室本质安全水平提供理论参考和实践路径。

关键词：4R 理论；本科教学实验室；安全管理规范；精准构建

Precise Construction of Safety Management Regulations for Undergraduate Teaching Laboratories Based on the "4R" Crisis Management Theory

Zhang Dandan, Han Jin'e, Li Hui*

School of Life Science and Health Engineering, Jiangnan University, China Jiangsu Wuxi 214122

Abstract: As a crucial base for talent cultivation in higher education, the undergraduate teaching laboratory's safety management level directly impacts the life and property safety of teachers and students, as well as the stability of teaching order. This paper introduces the "4R" crisis management theory from the field of public administration and integrates its four stages—reduction, readiness, response, and recovery—with the specific practices of laboratory safety management. By doing so, it constructs a systematic and precise framework for safety management regulations in undergraduate teaching laboratories, covering the entire process of experimental teaching. This framework aims to shift safety management from post-incident handling to pre-incident prevention, and from passive response to proactive precision, thereby providing theoretical reference and practical pathways for enhancing the safety culture in teaching experiments and improving the intrinsic safety level of laboratories.

Keywords: 4R theory; Undergraduate teaching laboratories; Safety management regulatory; Precise construction

0 引言

实验室是高校开展实践教学和从事科学研究的重要场所，近年来，高校实验室安全事故时有发生，造成了人员伤亡、设备损坏、环境污染等不良后果，安全形势日趋复杂和严峻^[1]。相比科研实验室，本科教学实验室具有实验室类型多、实验开展体量大、仪器设备和材料种类繁多、使用频率高、实验参与人员多而密集等特点^[2,3]，且本科教学服务的学生都是没有经过完全训练的“实验室新手”，他们对实验室安全管理规范的认知有限，对实验室存在的安全隐患感知薄弱，对安全事故的应急处理更是无所适从，因此，本科教学实验室安全管理的复杂性甚至高于一般的科研实验室，本科教学实验室开展个性化和精准化的实验室安全管理建设，让“规范”抬头可见，让“新手”有据可依，是保障本科实验教学安全管理的重要基础。

“4R”危机管理理论由美国危机管理专家罗伯特·希斯提出，它将危机管理过程划分为四个关键环节：缩减（Reduction）、预备（Readiness）、反应（Response）、恢复（Recovery）。该理论提供了一个全面、动态的危机管理框架，为高校实验室安全管理及事故危机公关提供借鉴^[4]。本文以该理论为基础，根据实验教学进程将实验室管理模块化，探索本科教学实验室安全管理规范的精准构建路径。

1 高校本科教学实验室安全管理存在的主要问题

1.1 安全准入培训缺乏持续性和针对性

自2019年教育部发布《关于加强高校实验室安全工作的意见》后，实验室的安全教育和安全准入体系的构建成为了各高校的研究重点，形成了发放实验室安全知识手

册、组织专家安全讲座、签订安全责任书、构建在线学习与考试系统等重要举措和成果，满足实验室安全教育与准入考核的基本需求^[5,6]。然而以上举措在实施过程中多独立于实验教学课程，通常以集中性培训的方式开展，以考核通过为最终目的，而学生则以“应试”的姿态应付考核，即便获得了准入资格，面对即将进入的实验室，大部分学生仍没有多少敬畏之心，一方面是“纸上谈兵”谈完就忘，尤其见于每年一次或仅入学一次的安全培训；另一方面是集中性的安全培训缺乏针对性，学习效果低下，牛娟^[7]等在调研中发现有相当一部分学生认为培训没有涉及实验中遇到的问题，大部分学生的“无畏”通常源于“无知”。因此安全准入培训应该是基于当下实验的有针对性的持续教育。

1.2 仪器设备操作和安全培训缺乏

本科教学实验从基础到专业层层递进，随着实验的复杂程度的提升，所用仪器设备的复杂性和危险性亦是不断提高。部分学生在经过基础设备的培训之后，对复杂或危险系数较大的设备失了敬畏之心，然而某些设备看似简单却有较大的安全隐患，例如，高温烘箱内物品堆放过密易燃引发火灾，超低温冰箱徒手取放样品容易冻伤，压片机的冲头操作不当会压断手指，高压蒸汽灭菌锅有爆炸、烫伤的风险等，甚至是最简单常用的移液器都有因溶剂进腔体造成配件腐蚀损坏的现象。学生若不能完全掌握仪器操作规程和注意事项，更甚者操作时自己琢磨，很容易引发设备损坏乃至安全事故。仪器设备作为实验室的关键一环，理应纳入实验室安全管理系统，实现规范化管理和进阶式培训指导。

1.3 实验安全的主动防范意识不强

实验教学中的安全风险具有双重性，既包括火灾、烫伤、化学灼伤等显性事故，也涉及危化品所具致癌性、神经毒性、环境污染等具有长潜伏期的隐性危害，后者虽不“立竿见影”，却最为常见且易被忽视。以本校管理现状为例，学校专门设立了危化品管理小程序，每瓶危化品均应贴有专属二维码，便于危化品的实名实时出入库管理，然而常有未及时入库或扫码结果与实际储量不符的危化品，实际执行程度依赖于学校安全检查的频率，说明师生们常有“怕麻烦”的心理，在危化品安全管理和使用上的主动意识均不强。更是常见学生对实验室张贴的安全标识视而不见，如在警示带标示的污染区内，不带手套、不做个人防护措施直接开展实验，甚至将手机、书、笔等个人物品放置其中。这些现象源于师生“不出事就是安全”的侥幸

心理，说明实验室安全文化建设刻不容缓，亟需强化师生安全意识，形成师生“主动参与、乐于参与、不断创新”的安全管理氛围^[8]。

2 4R 理论在本科教学实验室安全管理中的探索和应用

希斯的4R理论注重于流程化的过程管理，强调对整个危机产生过程中不同时间点实施不同策略^[9]，结合本科教学进程，将本科教学实验室安全管理划分为缩减、预备、反应、恢复四个阶段（图1），详细规划各阶段工作重点，精准构建安全管理框架，最大程度降低安全事故发生率，保障师生实验安全。

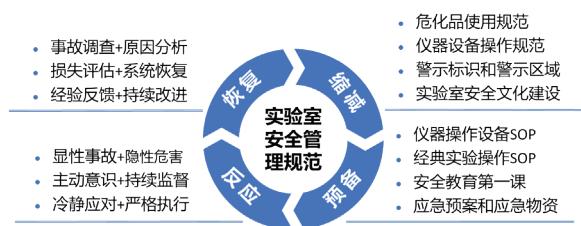


图1 基于4R理论的本科教学实验室安全管理规范框架

2.1 缩减阶段：源头预防，减少事故源

此阶段是安全管理的基石，目标是“防患于未然”。建立周期性（如每学期一次）和动态性（新开实验前必须进行）的危险源辨识与风险评估制度，明确目标实验室的库存危化品、仪器设备和警示区域，加强实验室安全文化建设。一是建立该实验室危化品目录，尤其是化学合成类实验室，危化品数量众多，管控难度大，通过查阅资料建立并核实各类化学品的使用和处置方式，特别标注危化品的毒性、使用注意事项、倾倒/沾染时的应急处理措施等，并张贴于实验室显眼位置，形成危化品使用规范。二是建立该实验室仪器设备目录，大小设备均制订操作规范，特别标注该设备可能存在的安全隐患、规避方式及应急处理措施等，对于部分复杂设备制作操作视频以便于学生课前预习。三是排查实验室所有警示标识和警示区域，明确警示区域的危险源、危害程度和防护要求，并张贴上墙，时刻提醒实验者实验安全的重要性，起到特别提醒的作用。四是通过实验室安全文化建设，来弥补制度建设所带来的“不准”“不能”“禁止”等生硬的条条框框，通过文化熏陶、规范操作、文化引领等举措，使学生逐渐具备安全意识，具备处理完全事故的第一反应能力，更有助于实验教学安全有序运行。

2.2 预备阶段：提前学习，降低风险概率

此阶段是安全管理的缓冲，目标是“有备无患”。通过构建实验课程相关资料库、录制实验/仪器标准操作视

频、开展实验室安全专项培训、制订事故应急预案及准备应急物资等措施，完善实验室安全准入机制。一是针对经典实验操作以及重点 / 危险仪器设备录制规范操作视频，相关内容纳入实验室安全准入课程，并以课前预习的方式发布课程任务，学生必须通过在线学习、考试合格后方可获得准入资格。二是基于前期的梳理排查，综合整理教学实验室可能存在的安全风险，开展安全教育专项培训。鉴于本科教学的周期性，在实验课时范围内开展“安全教育第一课”培训，即在开课之初就将该实验室的所有安全相关事项作为重点进行宣讲，一些常见的安全问题开展演示教学，一些危险系数较大的安全问题通过虚拟仿真教学视频等进行安全培训。三是根据可能存在的安全风险，针对性的制订详细的应急预案，预案内容应具体、可操作，明确指挥体系、职责分工、处置流程和联络方式，定时开展实验教师应急处理培训。同时，建立实验室应急物资清单（如灭火器、吸附棉、急救药箱、防护装备等），规定最低储备标准和定期检查更新制度，明确应急物资的存放地点和管理责任人。

2.3 反应阶段：严格执行，快速应对事故发生

此阶段是安全管理的核心考验，目标是“临危不乱”，既要有对显性事故的快速精准应对，也要对隐性危害高度警惕、严格防范。显性事故应对多在事故发生后，而隐性危害的应对则在于每一个实验操作细节，因此，实验安全教育应贯穿教学全过程，着力激发学生的主动安全意识，降低各类事故发生率。教师需重点讲解实验规程与设备操作，强调易错环节、潜在风险及应对措施，并在实验过程中持续监督，确保规范执行。若发生安全事故，实验教师作为第一责任人须保持冷静，严格按照应急预案标准流程处置，同时结合现场实际情况迅速判断，采取及时有效的应对措施，妥善控制危险源，最大限度降低事故危害。

2.4 恢复阶段：总结分析，持续改进

此阶段是实现安全管理持续改进的关键，目标是“亡羊补牢，举一反三”。一是事故调查与原因分析：组织专业人员成立事故调查组，坚持“四不放过”原则（事故原因未查清不放过、责任人员未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受教育不放过），深入分析技术原因和管理原因。二是损失评估与系统恢复：全面评估事故造成的人员、财产和环境损失，制定详细的恢复计划，尽快恢复正常教学秩序，并对同类型实验室的安全管理体系及实施情况进行同步评估，未雨绸缪。三是经验反馈与制度修订：将事故发生前后各项处理的经验得失转化为具体的

管理改进措施，及时修订和完善安全管理制度、应急预案和操作规程，并将案例纳入安全教育内容，实现闭环管理和持续改进。

3 结语

将“4R”危机管理理论应用于本科教学实验室安全管理，是对传统管理模式的一次系统性升级。通过构建涵盖“缩减、预备、反应、恢复”四个阶段的精准化管理规范，能够实现从事后处置到事前预防、从被动响应到主动精准的转变。这一规范的执行贯穿于本科实验教学的各个阶段，不仅为实验教学提供持续的安全保障，有效预防和减少事故的发生，更能培养师生的主动防范意识和危机应变能力，为高校人才培养提供一个坚实、可靠的安全屏障。

参考文献：

- [1] 朱程, 林盛, 邓存国等. 高校实验室安全管理工作探究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(7):245–248.
- [2] 夏亚钊, 刘艳艳, 王卫华等. 高校实验室安全管理体系构建策略研究[J]. 广州化工, 2022, 50(19):299–301.
- [3] 魏杰, 张婷, 杜增智. 加强高校本科实验教学安全管理体系建设的思考[J]. 北京教育(高教), 2021, 11:93–94.
- [4] 吕杰, 逐永满. 4R 理论在高校生物学实验室安全管理中的实践[J]. 科教导刊, 2024, 18:44–46.
- [5] 姜梦琦. 高校实验室安全教育及安全准入研究进展——基于 CiteSpace 可视化分析[J]. 安全, 2025, 46(3):81–87.
- [6] 曹莹方, 陈哲. 高校实验室安全准入制度建设实践与探索[J]. 实验室科学, 2023, 26(6):167–174.
- [7] 牛娟, 李念强, 李孝峰. 地方高校实验室安全管理提升策略探索[J]. 西部学刊, 2024, 207:119–122.
- [8] 余建潮, 叶秉良, 陈奂丞. 高校实验室安全管理体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(7):300–304.
- [9] 庞然, 王东. 高校化工类实验室消防安全管理的4R 思考与探索[J]. 化工管理, 2023, 6:109–112.

基金项目：江苏省高等教育教改项目：“智能+”时代以生物制药为特色的制药工程人才培养模式研究与实践（No. 2023JSJG342）；江南大学实验室管理专项课题：基于 4R 理论的精准化实验室安全规范研究及实践（No. 2024022）。

作者简介：第一作者：张旦旦（1984-），女，高级实验师，主要从事制药工程专业实验管理与教学工作。

通讯作者：李会（1983-），女，教授，主要从事微生物与生物制药专业科学研究与教学管理工作。