

本科院校新农科交叉学科实验室安全管理模式探索

刘颖, 谢青, 张睿, 王燕燕, 饶刚顺, 薛迎斌
广东海洋大学滨海农业学院农学系, 广东湛江

摘要: 新农科学科交叉实验室, 宛如一个知识的熔炉, 多个学科在此交汇融合, 课程、仪器与人员等诸般要素亦相互衔接。伴随着新农科建设的逐步推进以及学科交叉实验室的渐次开放, 实验室所潜藏的安全风险亦会与时俱增。故而, 及时对这些隐患予以防范与控制, 便成为新农科交叉学科实验室安全管理领域亟待解决的关键要务。本文先是剖析了新农科交叉学科实验室安全管理的特征, 继而探究了当前新农科学科交叉实验室安全管理的痛点所在, 进而提出了实验室闭环式安全管理的方法, 以及构建新农科学科交叉实验室安全管理体的具体举措。为本科院校新农科交叉学科实验室安全管理提供了新的思路和方法。

关键词: 新农科; 交叉学科; 实验室安全管理

Exploration on Safety Management Mode of New Agricultural Interdisciplinary Laboratory in Undergraduate Universities

Ying Liu, Qing Xie, Rui Zhang, Yanyan Wang, Gangshun Rao, Yingbin Xue

Department of Agronomy, College of Coastal Agricultural Sciences, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong

Abstract: The new agricultural interdisciplinary laboratory is like a melting pot of knowledge, where multiple disciplines converge and elements such as curriculum, equipment and personnel are interconnected. With the gradual advancement of the construction of new agricultural science and the gradual opening of interdisciplinary laboratories, the hidden safety risks of laboratories will increase with the time. Therefore, timely prevention and control of these hidden dangers has become the key task to be solved in the field of new agricultural interdisciplinary laboratory safety management. This paper first analyzes the characteristics of new agricultural interdisciplinary laboratory safety management, and then explores the current pain points of new agricultural interdisciplinary laboratory safety management, and then puts forward the method of closed-loop laboratory safety management, and the concrete measures to build a new agricultural interdisciplinary laboratory safety management system. It provides a new idea and method for the safety management of new agricultural interdisciplinary laboratory in undergraduate colleges.

Keywords: New Agricultural Science; Interdisciplinary; Laboratory Safety Management

新农科建设是我们国家从农业大国向农业强国转变的必经之路，也是我国农业类本科高校在新时期的重要任务和要求[1]。建设新农科需要制定新的农科教育目标，合理安排新农科的各个专业，加快建设多学科交叉的实验室，利用信息学、生物学、工程学和农学等方面的技术来改善当前的农科各个专业，加强农科专业和理工科、人文社科类专业的深度融合[2]。新农科学科交叉实验室是我国农业类院校可开展人才培养、科学研究的重要场所，该实验室具有多学科交叉、成果共享、功能全面等的特征，在实验室人员训练、仪器保养、实验技能、安全管理水平等方面都有着极高的标准和要求。随着我国新农科建设的逐步推进以及交叉学科实验室的开放程度增加，如何快速、准确的找到并发现实验室存在的安全隐患，并及时对这些隐患进行预防和控制是对新农科学科交叉实验室进行安全管理所要面临的主要问题。

1. 新农科学科交叉实验室的主要特点

建设新农科学科交叉实验室的主体是农业类本科院校，该实验室涉及农学、工学、理学、管理学和法学等领域，其中很多学科的实验都存在安全问题，这些问题主要出自实验仪器、室内设施、试剂和耗材、生物材料以及水电等。为了加快新农科建设的步伐，可以构建交叉融合多学科的实验室，但是将这类学科交叉实验室完全对外开放又容易产生很多潜在的安全问题。例如，在2001至2022年期间，我国大学实验室共发生安全事故100多起，导致将近20人丧生，将近150人受到各类伤害[3]。新农科交叉学科实验室的安全管理有如下特征。

1.1 多个实验学科交汇融合

新农科实验室会有很多个学科进行交汇融合，不同学科的仪器设备、实验内容、教师和学生、操作方法等都会融合和交叉。实验室中很多仪器操作繁琐，步骤很多，同时还会经常使用一些特殊设备和有毒有害试剂。一旦实验操作人员对实验流程不够熟悉，或者实验步骤本身还存在

缺陷，就很容易造成实验室的安全事故，导致各种意外的发生。

1.2 实验操作人员学习背景各不相同

不同学科和专业的实验课程和科研项目都会在新农科交叉学科实验室进行。来实验室开展实验操作的老师和学生的学习背景不同，所属学科也不一样，有些人归属于农科，有些人归属于理工科，甚至有些归属于人文学科。由于实验操作人员的学习背景相差甚远，大家对每个实验的原理和步骤的理解程度和熟练程度各不相同。此外，实验操作人员学历层次（本科、硕士、博士）也不一样，大家对于实验室安全管理的重视程度也不一样，少数师生没能严格遵守实验室的安全管理制度，甚至都没有规范的进行各项实验操作。

1.3 在实验室可以开展很多的创新活动

很多老师和学生都可以在新农科学科交叉实验室进行创新性、探索性的科研活动。科研活动和实验教学是相互促进的关系，实验教学可以为科研活动提供便利，科研活动又可以反哺实验教学，有利于创新性实验活动的实施。然而，在开展创新实验活动的时候需要加倍小心，因为实验流程、操作、周期、成果等都是不确定因素，因而很容易导致安全事故的发生。

2. 当前新农科学科交叉实验室安全管理的痛点问题

新农科学科交叉实验室涵盖的专业较多，在其中会开展较多的创新性研究活动，同时有毒有害试剂和耗材的频率逐渐增加，最后会造成新农科学科交叉实验室的发生事故的概率增大，将会给实验室的安全建设带来极大的难度。有数据表明，在2001至2022年度我国本科高校发生的实验室安全灾害事件中，有大约41%是发生火灾，有大约30%是发生爆炸事故，还有15%是中毒事件，以及7%是毒性气体和触电事故，这些事故中都造成了大量的人员伤亡[4]。因此，合理制定配套的实验室安全管理办法，摸索一条符合本校实情的安

全管理道路。

2.1 实验室安全责任制度有待完善

我国大部分本科高校非常重视新农科交叉学科实验室安全责任制度建设[5]。各个高校从风险评估、协同管理、应急方案、安全巡查、生化安全、责任落实、实验动物管制、有毒有害试剂耗材审批、实验废品回收等方面都出台了学校安全管理办法，但是很多二级学院、学科、科研团队及实验室都没有详细的管理措施和奖惩制度，造成安全管理制度落实困难，尤其是对实行、监督、奖励和惩罚等重要环节无明确要求。随着新农科交叉学科实验室的逐渐开放，很多不是本实验室的人员也会进来开展各项实验，但是目前绝大多数实验室都没有对应的安全管理办法。随着使用实验室的老师和学生人数逐渐增多，使用频率逐渐增加，造成管理实验室的工作任务显著增多，但是实验室的管理人员数量却并没有增加，长此以往容易导致安全事故频发。

2.2 缺乏实验室安全建设的专项经费

由于缺乏实验室安全建设的专项经费，导致无法对每一位实验室管理人员开展充分的安全培训，造成他们还缺乏安全责任意识和必要的安全技术。实验室的安全保护建设不合理，有水电设备老化、分布不科学、负荷过载的情况。还有实验室的面积太小，仪器放置不规范，灭火、换气等设备损坏；对有毒有害试剂和耗材监督管理不到位，对实验废弃物的处理不科学、不及时。因为开展实验室安全文化建设的经费不够，与实验室安全建设相关的宣传资料无法更新，相关的教育活动无法举行。

2.3 多学科汇集产生更多的实验室安全隐患

由于很多学科会汇集在新农科学科交叉实验室，导致出现实验操作技术难度增大、设备运行环境变差、日常应急处置难度增加、仪器超负荷运行、容纳的人员过多等问题。因此，新农科学科交叉实验室危险系数逐渐增加，如果对实验的监督管

理和有效防护不及时到位，就容易导致很多实验室安全事故发生。

3. 实验室安全管理的理论基础

为了解决前面提及的痛点问题，实验室安全管理可以采用闭环管理的方法。所谓闭环管理的方法就是通过计划、实行、调控、改进等环节对实验室进行循环往复的闭环管理，再管理过程中再根据实际情况进行调整和改进，最后达到提高实验室安全管理的工作效率。这种闭环管理模式适合在实验室安全管理过程中进行应用和推广，逐步完成检查、记录、改进等步骤。

3.1 闭环管理模式的基本概念

闭环管理模式是以Plan（计划）、Do（实行）、Check（调控）、Act（改进）几个步骤进行循环，简称PDCA [6]。这种模式最早是由美国知名专家根据开展质量管理的需求而建立[7]。闭环管理模式按照“计划—实行—调控—反馈—改进”这五个步骤构建了的封闭性的循环系统。每个步骤都是相互联系，又与整体密不可分的一部分，利用找到的问题和反馈的资讯，进行不断的优化和调整，最后使得管理逐渐变得高效和规范。

3.2 闭环管理模式对实验室安全管理的启发

实验室安全闭环式管理流程以明确的安全管理目标作为起点[8]。这个目标不仅涵盖了实验室内部人员的人身安全，还包括实验设备的安全运行、实验材料的合理使用等各个方面。接着，以安全管理路径作为环线，这路径贯穿了实验室安全管理的每一个环节，从实验前的准备工作，到实验过程中的规范操作，再到实验后的清理和检查，每一步都不可或缺。同时，安全管理考核是这一流程的重要终点。通过定期的、严格的考核，可以确保前面每一个环节的执行情况都能得到客观的评价。这种考核不仅是对现有管理措施的检验，更是对未来改进方向的重要指引。

在这一闭环管理系统中，涵盖了队伍、物资、环境、管理等核心要素。具体来说，它包括了制

度建设，比如制定实验室安全操作规范、应急预案等；机构设置，明确实验室安全管理的组织架构和职责划分；人员配备，确保每一个实验室都有足够且合格的安全管理人员；安全培训，提高实验室人员的安全意识和应急处理能力；责任分工，让每一个人都清楚自己的安全职责；检查整改，定期检查实验室的安全状况并及时整改存在的问题；成效评估，对安全管理工作进行定期评估，总结经验教训；物资设备，确保实验设备的正常运行和安全使用；环境改造，优化实验室的工作环境，降低安全风险；经费支持，为实验室安全管理提供必要的资金保障；文化营造，培养实验室人员的整体安全文化素养。

学校作为该闭环流程的统筹管理方，扮演着至关重要的角色。这一计划要结合实验室的实际需求和情况，具有明确的目标、具体可行的措施、科学的考核评价体系等。通过全面推进安全管理计划的实施，学校可以不断加强对实验室安全的管理力度。在执行过程中，学校需要严格进行安全管理考核评价。这种评价不仅要关注实验室的日常安全工作表现，还要深入评估各项安全管理制度的执行情况和效果。根据考核评价结果，学校需要及时督促相关部门或人员进行安全管理整改。通过这种不断的考核和整改，学校可以确保实验室始终处于闭环式的安全管理状态之下。

4. 建设新农科学科交叉实验室的安全管理体系

为了应对新农科实验室在发展过程中所面临的诸多安全挑战，如学科交叉融合带来的复杂管理难题、创新实验数量增多导致的安全风险上升、实验设备的高度聚集以及实验人员的密集使用，同时还有危险源多样化引发的新型安全问题，都使得实验室发生安全事故的概率增加。所谓闭环管理，涵盖从安全制度的制定、执行到监督、评估，再到改进的完整流程，通过这样的方式，切实提高安全管理工作的程序性和实效性，确保新农科实验室的安全稳定运行，为科研工作的顺利开展提供坚实保障[9]。

4.1 构建闭环管理的制度

在完善制度的同时，我们还应归并安全管理职责，优化管理机构设置。纵向来看，要整合安全管理机构，避免多头管理带来的混乱与低效；横向而言，则要调整安全机构设置，确保各环节紧密衔接，不出现管理断层，构建闭环管理的安全制度。

4.2 提升闭环式意识和素养

为了全面提升学生的综合素质，我们致力于实施闭环式素质培养。这一培养模式不仅关注知识的传授，更强调理论与实践的紧密结合，确保学生在各个阶段都能得到全面而深入的发展。在教育培训方面，我们从时间、空间和内容三个维度构建了一个完整的闭环体系。具体而言，我们分阶段实施安全教育，确保学生在不同的学习阶段都能接受到针对性的安全培训。在新生入学阶段，我们开展通用实验室安全教育，帮助学生建立基本的安全意识；在专业学习阶段，我们则根据学生的专业特点，分别开展化学实验室、金工实验室、微生物实验室等的专业实验室安全教育，确保学生在进行专业实验时能够严格遵守安全规范。针对不同的实验室，我们设计了相应的安全教育内容。在化学实验室，我们重点强调化学安全知识，教授学生如何正确处理和储存化学品，如何应对化学泄漏等紧急情况；在金工实验室，我们则注重机械安全，教授学生如何正确使用各种机械设备，如何避免机械伤害；在微生物实验室，我们则主要讲解生物安全知识，确保学生在进行微生物实验时能够严格遵守生物安全规范。为了确保安全教育内容的时效性和实用性，我们结合实验的新发展不断更新安全教育内容。此外，为了确保安全教育的有效开展，实验室要负责各项安全措施的分解落实，确保每一项安全措施都能落到实处。通过这种学校、学院、实验室三级责任闭环落实体系，我们实现了安全责任追究与师生处罚处分的有效衔接，为实验室的安全管理提供了有力保障。

4.3 改进闭环式检查和审批

为了切实保障实验室的安全运行，我们亟需

建立一套完善的闭环式检查和审批制度，确保实验室安全工作的每一个环节都能落到实处。校级层面应每月进行一次全面检查，重点关注实验室整体安全状况及重大安全隐患的排查整改，确保每月一查必整改，形成高位推动的工作态势。院级层面则应每周进行一次细致全面的检查，实现全覆盖，及时发现并处理各类安全问题，确保实验室安全无死角。实验室层面更是要每日进行自查自纠，着重关注实验操作的规范性和细节安全，及时消除各类微小安全隐患。此外，对新开设的实验项目进行全面的安全评估和论证，确保其科学性、合理性和安全性。同时，对实验方案进行严格的修订和完善，通过试验验证其安全性和可行性，对这些新开设实验项目进行闭环式管理。

另外，在采购环节，必须严格落实安全论证制度，确保所采购的实验材料和仪器设备符合安全标准[10]。库存环节要落实安全储藏要求，采取有效的防火、防盗、防泄漏等措施。使用环节要严格落实安全使用规范，确保实验人员正确操作、安全使用。报废环节要按照相关规定进行安全处置，防止废旧设备和材料造成二次污染或安全隐患。通过全流程、全生命周期的闭环管理，确保实验室工作的每一个环节都符合安全要求。

4.4 做好闭环管理保障体系

为了确保实验室改造项目的安全性，我们必须建立一个全面的闭环管理保障体系。为了确保实验室安全管理的各项工作能够顺利开展，我们需要从多个渠道筹集资金。具体来说，可以从教学经费、学科建设经费以及科研经费中抽提一定比例的经费，用作实验室安全闭环管理的专项费用。这些费用将被用于实验室安全隐患的检查和改进、安全警示牌的树立和更新、安全宣传册的印发，安全宣传主题教育活动的开展。

5 结论

本文首先阐述了新农科学科交叉实验室的主要特点，然后直击当前新农科学科交叉实验室安全管理的痛点问题，强调建设新的安全管理体系的重要

性和迫切性。随后引入了闭环管理模式，解析了实验室安全管理的理论基础。最后依据闭环管理模式的特点和功能，建设新农科学科交叉实验室的安全管理体系。本文的研究结果可以为其他高校的新农科学科交叉实验室的安全管理提供理论基础和重要参考。来来还可以利用AI技术监测实验室环境，预测潜在风险，优化安全管理流程。通过大数据分析历史数据，建立风险模型，实现风险的早期预警。例如采用物联网（IoT）技术，通过传感器网络实时监控实验室的物理环境（如温度、湿度、气体浓度等），实现自动化的环境控制和应急响应。还有使用机器人技术，在危险操作或高风险的实验中使用机器人代替人工操作，减少人员暴露在危险环境中的机会。

致谢

本文由基金项目：2024中国农学会教育教学类第九批科研课题，面向乡村振兴的农艺与种业专业硕士培养模式研究（PCE2431）；广东海洋大学2024年实验室安全研究项目，新农科交叉学科实验室安全管理模式探索（090215802402）；粤港澳大湾区高校在线开放课程联盟2025年教育教学研究和改革项目，《基因工程原理》智慧课程改革研究（WGKM2025II058）；2024年校级教学质量工程项目，“课程思政”示范课程，南药生物技术（PX-62024007）；全国高校实验室工作研究会农业高校分会项目，作物学类科研型实验室的安全管理研究（20250217）资助。

参考文献

- [1] 郭娜, 曹亚兵, 曹喜兵, 赵振利, 范国强. 新农科背景下卓越农林人才培养模式探索与实践——以河南农业大学为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(36): 177-180.
- [2] 孙源. 新农科背景下农业高校学生专业认同提升路径研究[J]. 智慧农业导刊, 2024, 4(24): 54-57.
- [3] 余雅昕. 高校实验室安全教育的探索与实践[J]. 中国现代教育装备, 2024, (23): 36-38.
- [4] 许安琪. 高校实验室危化品管理现状与优化策略研究[J]. 中国管理信息化, 2024, 27(24): 214-216.

- [5] 李国治, 罗辉, 杨燕云, 李作森. 新农科交叉融合学科实验室安全建设研究[J]. 化工管理, 2024, (24): 114-118.
- [6] 陈坚, 龚舰. 产教融合下基于PDCA循环理论的职业院校实习管理研究[J]. 现代商贸工业, 2025, (02): 233-235.
- [7] 何淼, 赵明, 周刚, 杨金福, 韩光宇. PDCA循环模式下高校实验室安全制度可持续建设路径探究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(11): 252-256.
- [8] 兰秋华, 叶晓明, 成晓北. 高校能源类实验室安全管理工作的思考[J]. 实验室科学, 2020, 23(02): 208-210.
- [9] 刘细霞, 车婧, 冯斌, 洪文, 陈亮, 侯建军. 生物学实验中心安全闭环管理的路径构建[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(04): 126-131.
- [10] 王春雷, 石志鸿, 李越凡. 高校实验室风险管控措施分析与研究[J]. 化工管理, 2024, (30): 122-125.

