



基于物联网技术建设高校基础化学实验室 安全准入系统的实践

余孟玲¹, 蔡涵鹏²

(1. 成都理工大学 基础化学实验教学示范中心, 成都 610059; 2. 电子科技大学 资源与环境学院, 成都 611731)

摘要: 针对高校基础化学实验室安全管理面临的信息化不足, 实验人员安全意识不够, 以及实验室安全投入经费有限等难题, 该文以人的管理为核心, 基于物联网技术构建了一种高效、便捷、灵活、低成本的高校基础化学实验室安全准入系统。该系统由实验室安全准入考试、实验室门禁和实验室实操演练 3 个子系统构成。在该实验室安全准入系统的运行中, 以通关模式促进安全知识灵活主动学习, 以物联网技术支撑门禁自动实时打卡, 以线上和线下结合方式完成实操演练环节中的高效便捷安全技能训练, 全面保障基础化学实验室消防安全和环保安全。经过两年的实践应用表明, 该系统实现了高校基础化学实验室安全教育从被动考核到主动学习的转变, 使实验室安全管理与教育从量变提升到质变。

关键词: 基础化学; 实验室安全; 准入系统; 通关模式; 实操演练

中图分类号: G642.0; X92; O6

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20230580](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20230580)

Practice of Building a Security Access System for Basic Chemistry Laboratories in Colleges and Universities Based on the IoT Technology

YU Mengling¹, CAI Hanpeng²

(1. Basic Chemistry Experiment Teaching Demonstration Center, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. College of Resource and Environment, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: In view of the problems faced by the safety management of basic chemistry laboratories in colleges and universities, such as insufficient informatization, insufficient safety awareness of laboratory personnel, and limited investment in laboratory safety, this paper takes human management as the core and builds an efficient, convenient, flexible and low-cost security access system for basic chemistry laboratories in colleges and universities based on the Internet of Things (IoT) technology. The laboratory safety access system consists of three subsystems, namely, laboratory safety access test, laboratory access control and laboratory practice drill. In the operation of the laboratory's security access system, the customs clearance mode is used to promote flexible and active learning of security knowledge, the IoT technology is used to support automatic real-time check-in for access control, and the combination of online and offline methods is used to complete the efficient and safe training, fully ensuring the fire safety and environmental safety of the basic chemistry laboratory. Through two years of practical application, the implementation of the system has realized the transformation of basic chemistry laboratory safety education in colleges and universities from passive assessment to active learning, and has achieved an improvement of laboratory safety management and education from the quantitative change to the qualitative change.

Key words: basic chemistry; laboratory safety; access system; clearance mode; practical exercise

自 2015 年起, 教育部每年开展高校实验室安全专项检查, 2019 年印发了《教育部关于加强高校实验室安全工作的意见》(教技函〔2019〕36 号), 专项指导高校实验室安全工作。该意见强调高校

需要按照“全员、全面、全程”的要求, 强化师生安全意识, 提高师生安全技能, 实现“要我安全”到“我要安全”的转变, 做到安全教育的“入脑入心”, 达到“教育一个学生、带动一个

收稿日期: 2023-12-01; 修回日期: 2024-03-25

基金项目: 中国高等教育学会教育科学研究项目重点项目(23SYS0211); 成都理工大学 2023 年中青年骨干教师资助计划(10912-SJGG2023-06258)。

作者简介: 余孟玲(1990-), 女, 硕士, 实验师, 主要从事实验室安全管理和环境地球化学方面的研究。E-mail: yumengling15@cdut.edu.cn

家庭、影响整个社会”的目的^[1-2]。高校基础化学教学实验室是高校开展化学相关专业实验教学的主要阵地,也是支撑相关科学研究工作的重要场所。与其它专业的实验室相比较,高校基础化学教学实验室具有覆盖学科范围广,教学任务重,实验人数多,易制毒、易制爆危化品种类和数量繁多,涉及仪器设备和材料种类多,潜在安全隐患与风险复杂^[3]等特点。尽管各级教育主管部门越来越重视高校基础化学教学实验室安全工作,目前总体形势向好,但实验室安全事故仍时有发生,新类型的风险仍在增加^[4]。2018年南京某大学教学实验室因乙醚挥发气体聚集遇火爆燃,导致现场多名师生受伤。2021年广州某高校药学院由于烧瓶内的未知白色固体成分信息的缺失和实验室处置不明化学品操作规程信息的缺失,引发了博士生的误判和误操作,造成实验室安全事故的发生^[5]。海恩法则表明:发生1次重大安全事故,其后有29次小事故,300次发生事故的征兆和1000次事故隐患^[6]。零事故是实验室安全管理的目标,要实现这个目标,首先需要有效管控人的不安全行为^[7]。

2021年教育部要求教育管理信息化,推进教育治理现代化的进程^[8]。面对如此压力和困境,为实现安全责任层层压实、安全隐患人人重视,采用物联网技术,优化高校基础化学实验室安全准入系统,强化实验室安全管理非常必要^[9]。物联网技术通过信息传感器、全球定位系统等各种装置与技术,实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理^[10]。通过物联网技术,可以优化高校基础化学实验室安全准入系统,使得实验室管理人员可以用更加精细和动态的方式进一步加强高校实验室安全管理,实现实验室安全管理的高效和精准化^[11]。

基于上述分析,本文以人的管理为核心,安全教育“入脑入心”为目标,将以物联网技术为核心的信息化手段融入到基础化学实验室安全管理中,实现包括以通关模式促进安全知识灵活主动学习,以物联网技术支撑门禁自动实时打卡,以线上和线下结合方式完成实操演练环节中的高效、便捷、安全技能训练3个子系统组成的高校基础化学实验室安全准入系统。构建的基础化学实验室安全准入系统具有高效、便捷、灵活、低成本特点。该系统的实施可实现师生从被动学习到主动参与,真正做到强化师生安全意识,严守

实验室安全第一关,加强实验室安全保障。

1 高校基础化学实验室安全准入的现状和问题

高校实验室管理的核心是对人的管理,以人为核心进行管理,才能最终实现实验室的安全^[12]。综合性大学参与基础化学实验的学生基数大、流动性强,实验室环境危险属性复杂,危险源种类多^[13]。基本上理工科的学生都会涉及基础化学实验课程,特别是“新工科”背景下,对大学生实践操作能力有着更高的要求。各高校实验室纷纷开发创新实验室准入系统,如文献^[14]以对人的认证为核心,通过安全分析报告的形式实施实验室安全准入;文献^[2]提出从条件准入、人员准入等5个方面构建实验室全口径准入系统。经过广泛调研、查阅资料、综合分析,目前各高校实验室安全准入系统依然存在以下问题。

1.1 安全教育形式多样,信息化不足

根据教育部要求,各高校都应有自己的实验室安全准入制度,安全教育形式也多种多样。如清华大学通过安全分析报告的形式集中安全管理的多个核心要素,从而实现主动安全管理的目标^[14];浙江理工大学组织新生开展实验室安全准入考试,对考试合格者颁发证书,作为实验室安全准入重要依据^[15];浙江中医药大学建设“一人一档”的动态实验室安全技术培训个人电子档案库^[16]。但由于信息化不足,实验室安全准入制度实施的灵活度差、执行效率低,尤其是面对基础化学实验室每年参与实验的师生涉及学科专业类型多、学生数量大、流动频繁等难题,严格实施实验室安全准入制度,查验师生安全合格证或评估师生安全意识和能力是一项非常困难的事情。因此将物联网技术等现代信息化手段应用到高校基础化学实验室安全准入系统建设中,才能实现将实验室安全教育与实验室准入制度信息化落地。

1.2 基础化学实验室危险系数高,实验人员安全意识不够

化学实验是理工科低年级学生参与的相较于其他实验课程危险系数更大、危险源更复杂的实践课程。基础化学实验室除了基础的安全知识外,还会涉及危险化学品、压力气瓶、高温高压、化学反应等各种危险源。学校每年会组织多种多样的安全讲座和培训,但参与基础化学实验的师生基数大、流动性强、学科背景不同,师生

安全意识和安全技能参差不齐。实验室管理人员负责的面广、工作量大,长期处于繁忙状态容易产生倦怠意识,从而忽视实验室安全问题^[17]。江苏省高校实验室安全技能大赛充分反映出高校在化学实验室的管理中,实验人员安全意识和技能都还有较大的提升空间^[18]。可见需要探索一种高效、灵活的高校基础化学实验室安全准入方式,才能有效地提升实验人员的安全意识。

1.3 高校管理部门对安全的重视程度高,但实际投入不足

教育部于 2017 年要求高等学校在开展教学的实验室建立安全准入制度。2022 年高等学校实验室安全检查项目表中要求:学校和学院要有相应的准入管理和制度,在重要场地安装门禁和监控设施,设备运转正常,与实验室准入制度匹配^[19]。

高校的安全教育和管理工作,因认识和重视程度不同,容易形成“说起来非常重要、忙起来暂时不要、干起来要往后靠、出事才知真重要”的现实困境^[20]。高校管理部门需要既在思想上重视实验室安全管理,又在资金保障、机构设置、人员安排等方面提供充分的支持和保障。省属高校在有限资金前提下,探索出一种低成本、灵活、高效的高校基础化学实验室安全准入系统,才能为实现实验室安全管理目标奠定坚实的基础^[21]。

2 基础化学实验室安全准入系统的设计

本次设计和建设的基础化学实验室安全准入系统由 3 大子系统构成,即实验室安全准入考试子系统、实验室门禁子系统、实验室实操演练子系统,如图 1 所示。

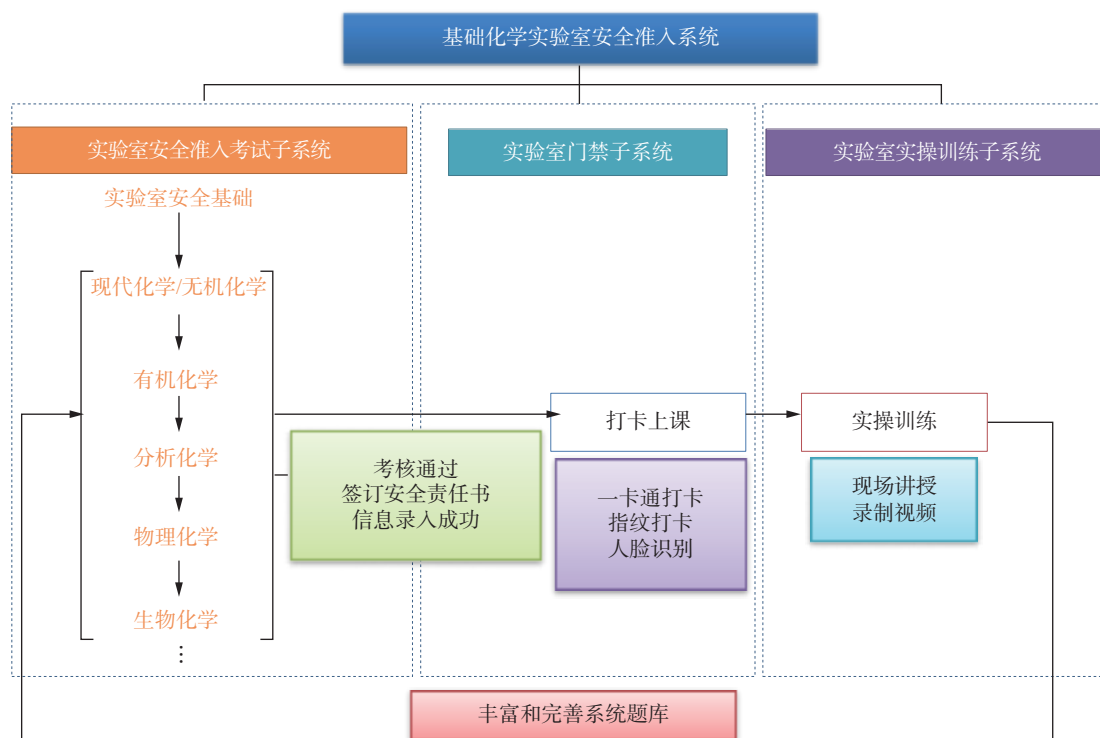


图 1 基础化学实验室安全准入系统

2.1 实验室安全准入考试子系统

基础化学实验室安全准入考试子系统构成如图 2 所示。该子系统包含实验室安全学习库和实验室安全考试系统两部分,学习库和考试系统都按基础知识和课程划分模块。考试系统中考核题目与知识库中知识点相对应,包括必修模块和选修模块,其中基础化学实验室安全基础知识为必修模块,课程模块根据实验课程安排进行选修。实验室安全基础知识包含实验室水电、消防、进

出实验室着装、实验室不能饮食等常规基础知识。课程安全知识库模块分为现代化学、普通化学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、生物化学等。不同的实验课程使用的仪器不同,危险化学品不同,危险废弃物处理方法不同。通过分阶段、分模块学习让学生在有限的时间内,快速高效掌握必备的实验室安全知识,达到学有所用、有的放矢的目的,养成在做实验前了解实验所涉及的危险源以及相应的应急措施的

习惯,学会评估实验可行性和安全性。

师生可随时随地在网上完成安全知识的学习和考核,方便快捷。同时基础化学实验室安全准入考试子系统设置反馈机制和时限机制。师生在完成实验室安全准入考试的学习和考核时,可以根据自己的学习和实验室体验,对考试系统中的问题进行反馈和评价,如可标注最实用的问题,最容易忽略的问题,最有用问题,需要调整的问题,需要新增的问题等。凡是参与反馈的学生都可以在考核和课堂表现中进行加分激励,以此来充分调动师生积极性,主动参与实验室安全管理,实现系统更新迭代。基础化学实验室安全准入考试系统中的时限机制,是指每次基础化学实验室安全准入考试通过后的有效时长,如一次实验室安全准入考试通过后,有效期为一个学期。时限机制用于保证学习过的安全知识不遗忘,增强了实验室安全教育入脑入心。

2.2 实验室门禁子系统

实验室门禁子系统是基础化学实验室安全准入系统的核心和关键部分。本文建设的门禁子系统如图3所示。该子系统可以根据高校的经费情况选择使用一卡通打卡、指纹打卡或者人脸识别打卡。通过物联网技术,将准入考试子系统与门禁子系统进行关联,实现门禁系统自动识别考核结果、门禁权限及时更新的功能。实验室门禁子

系统设置预警机制和预案机制。未参与考核的人员若进入实验室,系统会自动启动预警机制,发出报警信息,提醒老师和学生需要进行实验室安全的学习和考核,以及通知实验室管理人员加强监督和管理。师生离开实验室时也需要进行打卡,以此形成数据信息闭环,记录学生做实验的时长,可为相关实验内容的优化和时间合理安排提供精准的科学依据。实验室门禁子系统预案机制是将实验室所有房间的密码或钥匙进行备案登记,一份交由实验室统一管理,一份上交保卫处统一管理,以备突发事故紧急调用,每次启用事后必须登记。学校职能部门和学院对门禁系统具有统一管理和赋权职能,便于实验室安全检查、临时借用和实时监督等,所有赋权人员必须通过相应考核才能打卡进入实验室。

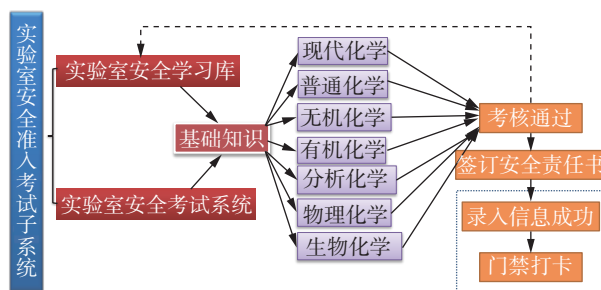


图2 基础化学实验室安全准入考试子系统

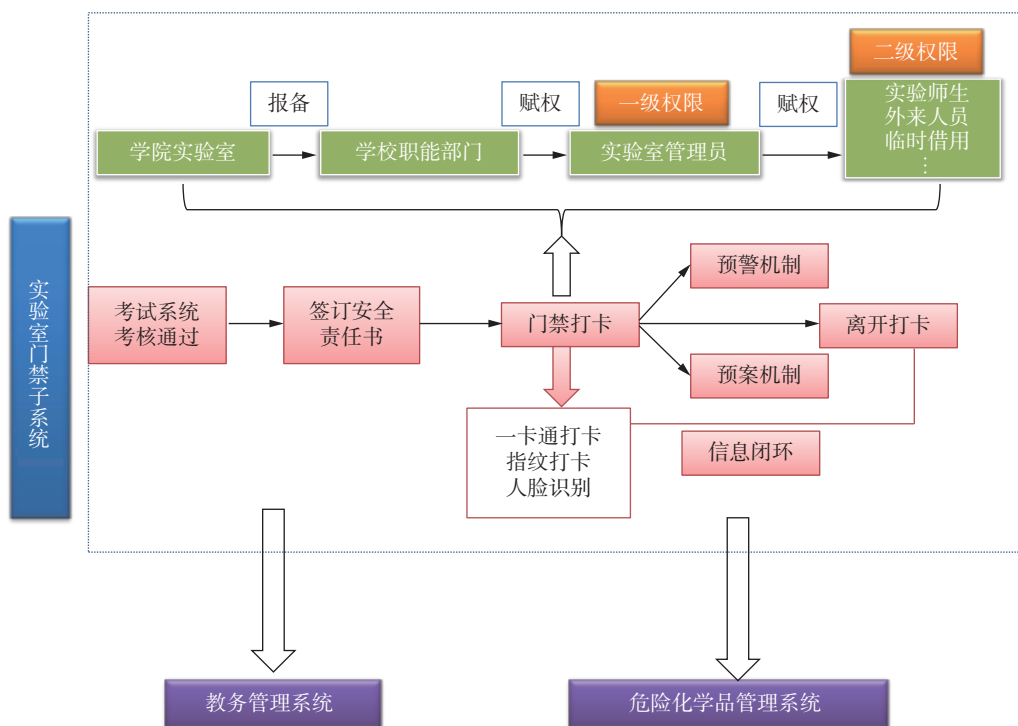


图3 基础化学实验室门禁子系统

实验室门禁子系统还与学校教务系统、实验室危险化学品管理系统^[22]关联,全过程记录学生在实验室的时间、参与课程的信息、使用危化品的情况等,加强实验室信息化管理。学生的打卡信息作为学生参与实验课程的出勤依据,既促进实验室规范化管理,也督促学生自主学习实验安全知识,有利于实验室安全教育的开展。

2.3 实验室实操演练子系统

实验室实操演练子系统是基础化学实验室安全准入系统的特色板块。该子系统分为线上和线下两部分,如图 4 所示。

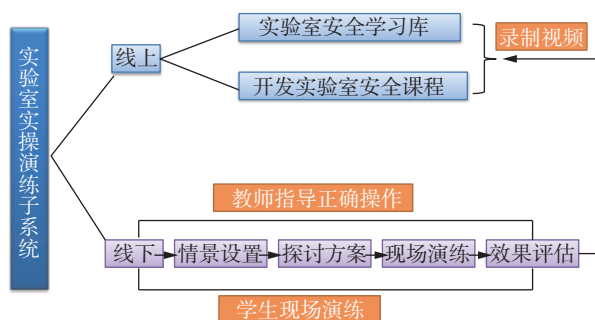


图 4 基础化学实验室实操演练子系统

线下部分由实验老师设置情景,学生讨论方案,进行现场演练,录制视频。老师全程指导,让学生真正掌握和明白实验室安全的重要性,以及如何防止和应对安全事故的发生。在此过程中,将各种案例录制成小视频,上传系统,丰富实验室实操演练系统的知识库,让学生对相关知识的了解,也为开发实验室安全教育课程积累素材。对于积极参与视频录制的学生可以在课堂表现上加,激励学生积极主动参与到实验室安全的建设中来,让学生能够身临其境,主动学习和思考。线上部分是由学生自主观看实验室实操演练系统知识库中的相关视频内容,认识和了解实际操作中的安全问题,增强安全预防意识。实验室的实操演练系统会记录线上学习的时长和学习视频的内容。记录信息不仅可用于判断学生学习的状态,也可为衡量学生平时成绩提供参考和依据。

3 基础化学实验室安全准入系统功能特色及实践成效

基于 2017 年《关于加强高校教学实验室安全工作的通知》中提出的相关工作要求,通过创新

举措,本次建设的基础化学实验室安全准入系统具有信息技术与安全工作深度融合、重点突出、管理精细、多方参与的特点,显著提升了基础化学实验相关人员的安全担当、安全意识和安全应急能力,具有以下特点。

3.1 多系统数据相互关联,实现功能优化和师生全覆盖

实验室安全准入系统与学校教务系统、化学品管理系统等多系统进行数据关联和功能互补,以防系统孤立、数据不闭合、使用不便等情况,如图 5 所示。实验室门禁子系统实现了学生自主学习、自动打卡,自动报警功能。既不用给学生颁发合格证书,也不用每次上课前筛查核对学生安全知识学习情况,增加了实验课堂的有效时间。本次实现的门禁子系统有效保障了学生进行实验安全知识学习的机制,也能详细记录学生的出勤情况,为实验课程期末成绩的构成提供科学、精准的评判依据。

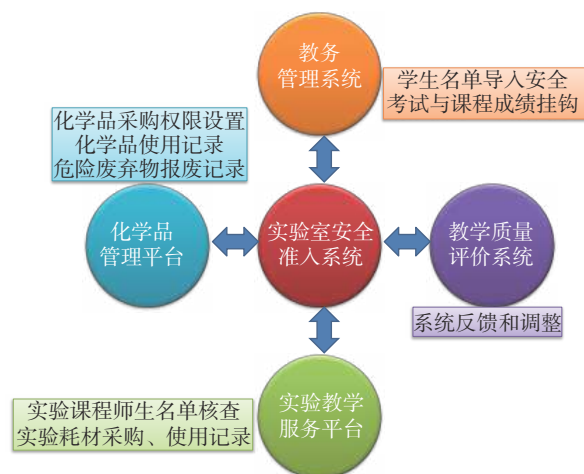


图 5 实验室安全准入系统数据关联与功能图

实验室门禁系统进行全员覆盖,包括学生、实验室管理人员、教师 and 外来人员等所有进入实验室的人员,确保齐抓共管、多方联动,教师与学生教育并重,理论与实战融合。每学期的门禁系统数据都会根据课表进行更新,促使实验室管理人员和教师及时掌握新的安全知识,以及通过反复进行学习考核,防范因为经验主义而懈怠对实验室安全管理的意识。师生员工也可以根据实验室的实际情况进行反馈,以便更新学习库和考试系统,确保系统的更新迭代,保持系统的科学性、实用性和与时俱进性。

3.2 通关模式打卡,进行进阶式学习提升

基础化学实验室危险源复杂多样,学生不可能一次学习透彻,也不能学一次就牢记于心。考试系统采用线上学习和考核,时间、地点灵活,除基础安全知识必修外,根据要求进行选修考核,每次考核确保内容精准、实效性强。基础化学实验室安全准入系统学习库和考试系统内容可以根据课程涉及的仪器、化学品、耗材等不同,进行针对性的学习和考核,既减轻师生的学

习压力,也让师生能真正学以致用、有的放矢,让实验室安全知识更加深入人心。对于化学相关专业学生,参与化学实验课程多,对安全知识的学习需要通过不断学习考核,进行通关打卡,逐步加深对化学实验室安全知识的了解,为枯燥的学习增加趣味性,也通过进阶式学习,强化安全意识和安全防范能力。基础化学实验室安全准入系统学习库和分析化学考试系统内容设计如图6所示。

基础设施与个人防护 ① 进实验室穿实验服 ② 进实验室不能穿短裤、拖鞋等 ③ 离开实验室关水、电、门 ④ 洗眼器位置及使用方法 ⑤ 实验室喷淋装置位置及使用方法 ⋮	基础设施与个人防护 ① 医药箱的位置及物品清单 ② 玻璃仪器轻拿轻放,如果玻璃划伤处理办法 ③ 电热板、烘箱、通风橱、天平、分光光度计等常用仪器设备使用方法 ④ 烧伤的处理办法 ⑤ 水蒸气烫伤处理办法 ⋮
消防安全 ① 实验室消防疏散图 ② 灭火器、灭火毯、消防沙的位置、使用方法 ③ 线路老化、插座等发生火灾处置方法 ④ 化学品燃烧或爆炸处置方法 ⋮	消防安全 ① 无水乙醇使用注意事项 ② 化学试剂加热时注意事项 ③ 马弗炉使用方法和注意事项 ⋮
环保安全 ① 《国际化学品安全卡》学习 ② 危化品不能带离实验室 ③ 危险废弃物倒入指定的位置 ④ 生活垃圾直接倒入垃圾桶 ⋮	环保安全 ① 化学品必须要有标签,注明化学品名、浓度、配制时间、使用人 ② 盐酸、醋酸、硝酸、氨水等试剂操作必须在通风橱内进行 ③ 强酸、强碱正确配置、取用方法,如浓硫酸稀释的正确方法 ④ 硫酸、氢氧化钠等不慎灼伤皮肤处置方法 ⑤ 盐酸、硫酸等试剂瓶打翻倾倒的处置方法 ⑥ SnCl_2、FeSO_4等化学品的保存方法 ⑦ 废液收集办法,特别是含有重金属铅、铬等的废液收集 ⑧ 试剂空瓶、碎玻璃、化学固体废弃物指定收集位置 ⋮

(a) 实验室安全基础板块

(b) 分析化学实验板块

图6 基础化学实验室安全准入系统学习库和考试系统内容设计

3.3 从被动考核到主动参与,实现安全教育入脑入心

从基础化学实验室安全准入考试子系统到实验室实操演练子系统,通过实验室门禁子系统和考核激励制度,让学生从被动学习到主动参与实验室安全建设,是整个基础化学实验室安全准入系统的设计精髓。实验室实操演练子系统通过情景设置的模式,让学生深度参与到实验室安全教育中。学生通过方案探讨、现场演练等形式,理论联系实践,学会识别实验室安全隐患,实验室设备正确操作的方式,安全事故应急处理办法等。通过不断训练,形成肌肉记忆,培养学生快速反应与应对能力。如分析化学实验室经常使用的浓硝酸具有很强的氧化性、腐蚀性和挥发性,学生在取用浓硝酸的时候应佩戴防酸碱手套,在通风橱中操作。如果将浓硝酸不慎打翻,处理原理一样,但直接洒在身体的某个部位、洒在衣服上或者打翻大量的浓硝酸在地上,根据现场情况不同会有不同的处理方式。只有通过现场讲解和

操作,学生才会真正掌握安全事故的正确处置方式,保障实验室和广大师生的安全,实现安全教育意识和技能提升,做到安全教育入脑入心。

3.4 实践成效

基础化学实验室承担全校各专业相关的基础化学实验教学和化学类专业的专业基础和专业课程的实验教学任务,开设课程实验35门,常规实验项目112个,年服务本科生12000余人次,研究生5000余人次。安全准入系统自投入使用以来,实验室未发生任何安全事故。通过实验室安全检查和日常巡查发现,学生上课更加规范,信息查询便捷,实验室检查更有针对性。通过问卷,对实验师生进行了基础化学实验室安全准入系统的满意度调查,师生对系统满意度较高,普遍认为实验室安全准入系统使用高效、方便、灵活,减少了实验过程中的安全隐患。教师对系统的认可度更高,他们认为通过系统考核,学生对实验室安全的了解更加具体和规范;通过门禁打卡,学生出勤更积极,用于评估实验成绩的信息

更科学、更多元。基础化学实验室准入系统对不同年级学生覆盖情况不同,通过对相同专业不同年级学生进行调研发现,低年级的系统全覆盖的学生对实验室安全意识更强,对安全技能掌握更全面深入,愿意主动关注和思考实验室安全,并能将安全知识应用到生活中。经过两年的实践应用表明,基础化学实验室安全准入系统的实施使学生对实验室的安全知识从被动考核转变为主动学习,实现了实验室安全教育的入脑入心。

4 结束语

基础化学实验室安全准入系统是保障实验室安全的“第一关”。本文采用物联网技术,构建高效、便捷、灵活、低成本的集实验室安全准入考试、实验室实时打卡门禁、实验室实操演练“三位一体”的高校实验室管理系统。通过对基础化学实验室安全准入系统功能的设计和实验室管理制度的建设,让学生对实验室安全知识了解清楚透彻,主动思考,动手操作,反复演练,实现“要我安全”到“我要安全”的转变,做到安全教育的入脑入心。

参考文献

- [1] 教育部. 教育部关于加强高校实验室安全工作的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2019(5): 29-31.
- [2] 席海涛, 聂文博, 李兆阳, 等. 高校实验室安全管理全口径准入机制建设探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(4): 210-214.
- [3] 张也卉, 徐鑫, 许漪, 等. 基于 EHS 视角的高校交叉学科研究平台建设与安全管理体系[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 272-275.
- [4] 王茜, 卞佳丽, 黄泽园. 基于韧性理论的高校实验室安全管理对策研究[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(5): 312-316.
- [5] 李士明, 张家栋. 高校实验室安全信息管理的思考[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(2): 239-242.
- [6] 万健, 夏正洪, 王剑辉, 等. 基于 QAR 超限事件的民航飞行安全风险评价方法[J]. 科技导报, 2019, 37(11): 101-108.
- [7] 李士明, 王巍. 高校实验室安全信息公开的驱动力分析[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(7): 228-231.
- [8] 教育部. 教育部关于加强新时代教育管理信息化工作的通知[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2021(4): 33-37.
- [9] 段利强, 沈欣艺, 樊冰, 等. 高校实验室安全现代化治理思考[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(5): 300-304.
- [10] 吕昂. 支持故障模拟的分散式 ANN 节点实现[D]. 北京: 北京工业大学, 2020.
- [11] 田志刚, 郭子萌, 冯利利, 等. 高校实验室安全立体化管控对策研究及应用[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(5): 305-311.
- [12] 郇建萍, 王玉枝, 郭栋才, 等. 高校实验室易制爆危化品精细化管理与实践[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(4): 287-291.
- [13] 熊嘉雯, 严文锋, 方岩雄, 等. 基于“互联网+高校实验室安全”的综合管理系统构建与实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 302-307.
- [14] 崔琳, 杜奕, 陈定江, 等. 以安全准入为核心的实验室安全管理信息化系统构建及应用[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(11): 277-281.
- [15] 余建潮, 叶秉良, 陈奕丞. 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.
- [16] 陈亮, 戴灵豪, 关旻, 等. 高校实验室安全教育体系构建与实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 286-290.
- [17] 谢虎, 库天梅. 高校实验室安全快速跟踪反馈体系的设计[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 278-281.
- [18] 李均熙, 郝越, 孙雅茹. 高校实验室安全技能大赛的实践研究与展望[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(6): 210-213.
- [19] 教育部. 高等学校实验室安全检查项目表(2022 年)[EB/OL]. [2022-03-16]. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http%3A%2F%2Fwww.moe.gov.cn%2Fsrcsite%2FA03%2Fs7050%2F202204%2FW020220406339547639381.docx&wdOrigin=BROWSELINK>.
- [20] 李丁, 曹沛, 王萍, 等. 高校实验室安全管理体系构建的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(3): 274-277.
- [21] 韩光宇, 黄桂连, 赵明, 等. 增强高校实验室安全管理体系执行力的探讨[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(9): 281-284.
- [22] 余孟玲. 高校实验室危险化学品信息化管理系统构建[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(5): 164-168.

编辑 王燕