

构建地方高校开放实验室创新模式的实践^①

张家毅¹, 李丽枝¹, 王凤琴¹,
李园¹, 毕真², 石开云¹, 邹晓川¹

1. 重庆第二师范学院 生物与化学工程学院, 重庆 400067; 2. 重庆市急救中心 药剂科, 重庆 400010

摘要: 开放实验室是地方高校提高学生实验基本操作技能, 推进实验教学改革的重要场地。以重庆第二师范学院为例, 针对目前地方高校开放实验室建设中存在的问题, 提出了相应的对策和建议, 期望为促进我国高校开放实验室的建设和发展提供有价值的参考。

关键词: 地方高校; 开放实验室; 实践与经验; 安全管理

中图分类号: G642.423

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)07-0150-06

开放实验室是提高学生实验基本操作技能、深化实验教学改革的重要场地。在开放实验室中, 学生拥有更加自由的环境和空间, 能够主动掌控整个实验过程, 能独立分析和解决所遇到的实际问题, 将所学的理论知识融会贯通。此外, 教师在开放实验室中也能将自己的科研实验进行教学转化, 有利于进一步促进教学改革, 因此基于开放实验室促进教学改革已成为实验室工作的热点。目前, 开放实验室的内涵已经在原有实验形式上延伸为实验室开放、实验项目开放^[1-3]。新开放模式更强调实验在教学内容、教学方法和教学手段上的开放, 而不仅仅是时间和空间的开放。具有新内涵的开放实验室的构建, 有利于提升学生综合性、研究性和创造性等方面的能力, 是新形势下实验教学改革的尝试和探索, 也是高校培养创新人才的有效途径^[4]。

1 开放实验室建设的意义

1.1 有利于实现翻转课堂教学

翻转课堂首先由教师提供学习资源包(如短视频、PPT、学习任务单等), 学生在课前按照老师提供的学习资源包进行预习, 然后再回到课堂中进行面对面的交流和讨论, 从而达到预期的教学目标^[5]。通过翻转, 学生能够及时将在课堂上所学到的知识进行内化, 极大地提高了学生自主学习的能力。通过翻转, 尤其会使实验教学变得更具趣味性、启发性、科学性和先进性^[6]。在开放实验室中进行实验时, 学生自主地提出和分析问题, 然后利用网络资源设计问题方案, 最后在教师的指导下解决问题。这种以学生的强烈求知欲和好奇心为契机的方式, 不但能激发其学习兴趣, 且更符合当前社会发展对人才能力的实际需求。

1.2 有利于开发创新实验项目

高校开放实验室给学生提供了自主学习的良好平台, 是培养学生创新能力最好的实践基地。结合当前

① 收稿日期: 2018-05-29

基金项目: 重庆市基础与前沿研究项目(cstc2018jcyjAX0110); 中国化学会化学教育委员会“十三五”规划重点课题(HJ2018-0006); 重庆第二师范学院绿色合成及分析检测重点实验室项目(2016kjpt08); 重庆第二师范学院青年人才项目(160921zt); 重庆第二师范学院2018年“启智”众创空间大学生创业孵化项目; 重庆市高等教育教学改革研究项目(183119); 重庆第二师范学院教学改革研究项目(JG201838)。

作者简介: 张家毅(1997-), 男, 大学本科学生, 主要从事有机催化以及实验室安全与管理研究。

通信作者: 邹晓川, 副教授。

社会发展对人才能力的实际需求,从教学方法改革入手,培养学生的创新意识、创新思维和创新动机。学生在原有实验的基础上,通过改变反应条件、引入研究热点等形式,开发新的创新实验项目。例如在合成乙酸乙酯催化剂选择中,将当前研究热点的氧化石墨烯结合起来,开发以质子酸/氧化石墨烯或者路易斯酸/氧化石墨烯共同催化合成乙酸乙酯的创新性实验,以达到锻炼学生动手能力的目的。

1.3 有利于提高设备利用率

提高设备利用率服务于教学和科研是大学开放实验改革的必然趋势。开展开放性实验,既锻炼了学生解决问题的能力,也有利于提高设备利用率,避免闲置。例如有机化学实验受限于教学学时,无法在规定时间内对样品进行分析、验证。而开放实验室使得学生能够在课后自主使用阿贝折射仪、旋光仪等仪器对液体物质的折光率、旋光度进行测定,甚至还可以使用红外光谱仪对物质进行定性分析。

2 新建本科院校开放实验室存在的问题

近年来,开放实验室在促进人才培养、实验教学改革、科学研究以及大学生创新创业项目等方面均取得了令人满意的成绩。然而,新建本科院校受制于诸多因素,实验室开放并不乐观^[7-10]。目前新建本科院校开放实验室存在保障机制、管理人员、开放情况以及实验室安全等4方面的问题。

2.1 开放实验室的保障机制不健全

开放实验室的高效性与健全且行之有效的管理制度息息相关。实验室开放不仅是时间和空间开放的问题,还有一种全新的实验教学管理模式。它需要健全相应管理制度、重新配置实验室资源、优化实验队伍,进而形成高效、有序、科学的实验室开放机制。但就目前大多高校而言,其体制相对滞后,尚未成熟。开放实验室的各项规章制度不健全,严重影响了创新型人才培养的质量。一方面,开放式实验教学形式上灵活多变,但通常与正常教学实验共享实验室资源,因此,很难计算开放实验的经费投入量。另一方面,伴随着实验室的开放,对于实验材料的消耗、设备的维修维护、管理人员的绩效报酬等都需要相应的预算作为支撑,但遗憾的是开放实验一般很少设置专项经费,而现有的实验室运转经费已不能满足实验室开放的需要。这直接降低了实验教师和实验人员参与开放实验教学工作的积极性,严重影响了实验室开放的效果。

2.2 开放实验室的管理人员积极性欠缺

目前,我国新建本科院校实验室正处于一个投资力度大、建设速度快的发展时期。虽然实验室建设工作取得了一些可喜的成绩,但是很多高校普遍存在不惜重金引进先进技术、采购各种贵重精密仪器,而忽略实验队伍建设的问题;普遍存在实验队伍人员严重不足且日常工作琐碎繁杂等现象(比如实验台帐的管理、实验设备的维护、耗材的购买、水电线路的正常保证);甚至存在一人同时承担数项平行工作的现象。其次,开放实验室管理人员日常工作难以量化,不像专任教师能够承担横、纵向科研项目,不像行政人员有机会晋升管理干部,他们甚至退休后的待遇都比同级教师低;另外,高校很少为实验员提供参观学习、培训进修以及参加相关会议的机会。这就造成了实验室管理人员的积极性极其低下的现状。

2.3 开放实验室的开放程度不够

首先,新建本科院校存在实验场地紧张,教学资源有限等客观问题。实验室不仅要承担正常的教学任务,还要承担教师的科学研究。因此,开放时间就会受到挤压、变更,最后导致学生进入开放实验室热情不高。其次,开放实验室只能针对部分大学生开放,如开展毕业论文(设计)的大四学生、开展创新创业项目的学生以及极少量参与教师科研的学生。最后,开放实验室开放的实验内容范围窄,内容单一,面向学生开放的基本技能训练、科学研究、兴趣培养的实验比较少,不能满足大部分学生对实验的要求,造成学生参与开放性实验的积极性严重不足。

2.4 开放实验室存在安全隐患

“三圆环事故致因理论”认为^[11]:人的不安全行为是引发事故的直接原因,即使是物的不安全状态,但物也是由人支配操纵的。据不完全统计,在实验室意外事故中,由于人为因素造成的事故比例高达88%。开放实验室,人员流动频繁,有从事科研的老师、实验室管理人员、本科学生,甚至劳务派遣员工。由于个体本身之间存在的差异、在日常生活中受到的影响因素各不相同,造成在对待开放实验室安全意识和心理状态时产生偏差。

开放实验室的安全问题导致了高校不愿意开放实验室，也是大多数高校面临的一种窘状。显然，由于存在安全隐患就不开放实验室，这种想法是不科学的。所谓，“两手都要抓，两手都要硬”。我们既要加大开放力度，又要狠抓安全问题，才能最大程度地消除安全隐患。

3 对策和建议

以重庆第二师范学院(本文简称“我校”)为例，简单阐述开放实验室取得的一些实践经验，分享在地方本科院校推进应用型人才培养方面的经验和途径，最终期望为促进我国高校开放实验室的建设和发展提供有价值的参考。

3.1 建立健全开放实验室保障机制

制定和落实开放实验室管理总则、完善开放实验室仪器设备管理办法等规章制度、强化开放实验室管理细则，是确保开放实验室顺利开展的前提。为促进开放实验室的顺利开放，保障学生能够完成开放性实验、大学生创业创新项目和大学生本科毕业论文等实验。二级学院需单独设立实验室专项基金，用于实验试剂、玻璃仪器等耗材的补充、常规仪器设备的维护和管理人员的工作补贴等。

另外，为提高实验员和学生的积极性，建立健全特定的鼓舞激励制度势在必行。该制度可以在物质或精神上满足他们的一定需求，以使他们全身心地投入到开放实验室建设中来。从而使老师有热心、学生有热情。他们更愿意走进实验室，爱上实验室，那么新时代下的具有创造性、创新性和综合性的全面能力的人才便是水到渠成。

3.2 加强实验室人员队伍建设

设立实验教师岗位，改善实验技术人员教学地位，将其提升到教学主体地位。开放实验教学由专业能力强的教师主讲，专业能力强的老师主讲之后，给学生布置课题任务，接着主讲教师和实验教师协同指导；鼓励实验技术人员参与科研项目、申报实验教改项目、开展实验教学课程设计和实验教学改革；丰富实验技术人员的理论知识，如继续深造、参加培训或会议等，从而提升他们的实验技能和管理水平，提高其对实验室工作的归属感和成就感。例如我校实验室一贯重视中青年人才的成长与培养(实验员与专业教师一视同仁)，通过多种途径提升教学科研业务能力和综合素质，促进个人发展和学校发展。重视中青年教师的学科专业能力，支持中青年教师参加培训和深造，如攻读博士学位，到国(境)外知名大学、研究机构等作访问学者，参加“双师双能”活动素质能力提升等，鼓励并支持到与专业相关的各大企业进行实践。锻炼期间，学校绩效不变。积极鼓励和支持年轻教师申请国家项目，对于有培育价值的项目，学校给予丰厚前期启动经费资助，作为项目培育基金。此外，我校开放实验室推广师生二级管理模式^[12]。一方面解决了目前开放实验室实验管理人员不足的问题，另一方面也加强了学生的参与感、融入感，使得学生的综合素质得到了全面发展和提高。

3.3 完善开放实验室过程管理

3.3.1 丰富开放实验的内容

开放实验内容(表 1)原则上以有利于发散学生思维、培养学生创造性思维的设计性、综合性的实验为主，从内容上主要包括趣味性实验、基础实验、综合设计实验以及研究创新性实验，对于每一类实验都有建议的目标人群，并以不同的实验作为支撑载体。开放的最终目的是最大程度的调动所有学生参与到开放实验室中来^[13]。

表 1 开放实验内容、适合人群以及具体形式

实验内容	适合人群	具体形式
趣味性	全校学生	以选修课的形式设定一些趣味性实验吸引学生的关注度，激发探索热情，主要由实验管理人员负责实施。
基础性	基础较差的学生	建议其在开放实验室进行基本操作训练，由高年级勤工俭学学生负责日常管理与考核。
综合设计性	综合能力强的学生	针对教学大纲以外的内容，或者教学预实验或者教学改革实验。
研究创新性	立志于考取研究生的学生	在老师指导下完成大学生挑战杯、创新创业比赛，及教师横向/纵向科研项目。

3.3.2 确定开放时间,建立网络提前预约制度

开放时间由实验室管理人员对学生公布,让学生知道实验室什么时候开放、什么时候有条件进行实验,避免与教学时间或正在进行实验的学生发生时间上的冲突。因而可建立网上预约制度,便于学生查看和老师管理。要进行实验活动的学生提前在开放实验室的平台上查看时间,提出申请。例如我校在每学期结束前由有资质担任实验指导的教师向实验中心提出开放项目,由实验中心组织,经学院学术委员会、教学委员会共同评审后,于次学期初公布具体实施方案,院学生会学习部负责报名事宜。大致流程为:发布申报指南—申报课题—公布结果—师生互选—开展实施—阶段总结—验收成果。

3.3.3 加大开放力度

开放实验室不仅仅针对本院系本专业的开放,还可以跨专业、跨院系、跨学校开放,使实验室资源最大限度共享,以促进各个专业、各个领域的知识交流。近年来,我校在开放力度方面有所加强,例如在寒暑假期间,对有意愿进行实验的学生均能满足其要求。目前,我校正在与西南大学共同培养应用型、创新型的研究生,西南大学的研究生提出申请、在获得我校批准后即可进入我校实验室进行实验探究,带领我校本科生一起查阅文献、设计和修订实验方案等,一方面增加了我校本科生参与科研的热情,另一方面实现了我校的实验资源共享,提高了设备利用率。

3.4 加强开放实验室安全管理

3.4.1 加强人的安全意识的培训与养成

加大安全意识宣传的力度,做到在进行实验活动的同时始终把安全第一的理念放在首位。理论教师在理论教学的时候强调安全、实验指导老师在指导实验时传输安全意识;院系定期举行安全意识养成的会议培训、团日活动,争取使学生们经常讨论交流安全、心中时刻牢记安全。为加强学生的安全意识培养,学院可以根据实际情况定期举行安全知识竞赛,对于竞赛取得优异成绩的学生加以奖励,以期使学生安全意识养成的学习氛围愈加浓厚;对于即将进入实验室的学生进行安全知识测试,实验室安全规范培训,测试合格者方可进入实验室进行实验活动。对于我校的大一学生,实验室安全规范课程设定为专业必修课,学生必须在期末考试中取得一定分数才能获得该课程的学分,否则只有重修该课程达到合格才能进行下一阶段的学习。

3.4.2 落实安全责任承担

安全问题不仅是开放实验室存在的问题,它几乎是大多数机构都存在的问题,而且也几乎是各个高校时常强调的问题。开放实验室的安全问题不同于其他机构组织,实验室的安全问题是“不可逆的、严重的,甚至是毁灭性的、致命的”。如果一旦出现问题,大家都想方设法的为自己开脱,或者是相互包庇,那么归根结底,都是由于安全责任界定模糊的缘故,因此,要严格界定安全责任范围,落实安全责任分配。只有提高了实验室管理人员的安全责任意识,安全问题的现状才能得到改善。为了防止实验室安全事故的发生,可以设置相关监管制度。例如在开展日常教学性开放实验时,可根据实验人数安排相关老师或高年级学生监管。一方面可以对实验过程突发事件进行有效的处理,另一方面也促使学生重视实验安全问题,提升实验操作技能。

3.4.3 加强危险品的安全管理

对于实验室涉及的危险气体配置专业的气瓶柜,并对其进行固定、检测、报警和通风,以确保用气安全。对于易燃易爆品放置于专业的防爆柜中,以在火灾等危害发生时提供有效的安全救援,赢得宝贵的逃生时间;对于有毒有害品存储于毒害品柜中,严格执行有害品的“五双管理”,确保不被盗窃、不私自领取、安全存储;对于易腐蚀品,存于耐腐蚀的药品柜中,确保柜体不被腐蚀、锈蚀。易燃易爆品、有毒有害品、强酸与强碱腐蚀品、氧化剂与还原剂、固体与液体(同一种物质,液体可在下方)等都依据规范分开存放,做好不同的安全标识,从源头管好危险品,确保安全。图1是常见的危化品安全柜。

3.4.4 设立实验室门禁系统

开放实验室安装门禁系统,具有安全性高、使用方便、记录能力强的特点。想进入实验室的学生需要向实验室管理员提出申请,待审核通过方可在一卡通上授权,通过刷卡进入实验室。而对于一些自身素质特别高、实际操作和科研能力强的学生,可由指导老师推荐,直接进入实验室。这样便使得实验记录有了可追溯性,而

那些自身素质欠缺、操作能力有待提高、安全意识薄弱的学生在进行实验活动的过程中便会谨慎操作、提高安全防范意识、对自己和实验室负责。如此,实验安全以及实验管理问题都能得到很好的改善。

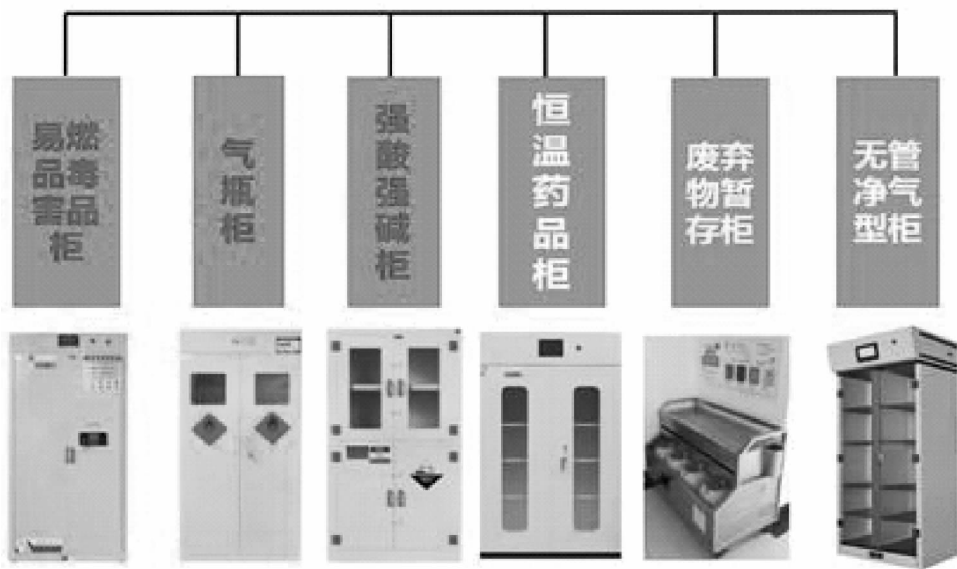


图 1 危化品安全柜

3.4.5 加强应急物资配备

实验意外难免发生,配备应急物资可以做到降低损失。例如,配置紧急喷淋装置,在实验人员发生危害时及时进行紧急喷淋处置;配备日常急救药品(急救箱),对日常实验人员的轻伤进行及时的包扎处置;配置应急器材柜,在危险化学品泄露时及时进行专业、安全、规范的处置;配备专业消防器材,针对不同的实验室,可以配置专业的消防设施,如:泡沫、干粉、二氧化碳、四氯化碳、沙箱、自动灭火装置和灭火毯等灭火器材,以便在实验室发生危险时进行专业、安全、快速的处置。此外,也可配备相应的寄包柜,便于对学生和老师的日常物品进行管理。一方面可以提高教学的质量和效率,另一方面也对师生的安全有了充分保障,日常物品也不会在实验室受到污染。

4 依托开放实验室取得的相关成果

4.1 学生的科研能力得到增强

以教师科研项目为契机,培养学生的创新实践能力。近 3 年我校大学生创新创业训练计划项目立项 21 项,其中市级 6 项、国家级 3 项,学生科研项目 38 项,有 30 余名学生发表论文(其中第一作者 13 篇),有 7 名学生参与专利发表。发表的论文包括 Scientific Reports 等国际著名刊物;食品工业科技、精细化工、化学教育(中英文)等国内学科级刊物。

以开放实验室为依托平台,指导学生参加专业技能竞赛如全国化工设计大赛、全国大学生学术作品竞赛、全国大学生数学建模竞赛等,培养了学生实践能力和工程能力。在这些活动中均取得可喜的成绩,学生连续两届获得全国化工设计大赛国家级二等奖、西南赛区一等奖和重庆市一等奖的佳绩。其中,《巴莲莲子生物碱提取物对 HepG₂ 人肝细胞的体外抗癌效果》在重庆市“挑战杯”大学生科技成果比赛中荣获重庆市一等奖;《微波辅助水 C 枣中环磷酸腺苷(cAMP)提取工艺及其抗疲劳作用研究》获重庆市三等奖。

4.2 教师服务民生的意识得到提高

实验室重视对行业产业的服务功能,积极开展社会人员培训、科普宣传等活动。如 2015 年实验室成员牵头举办了“2015 版的《中国药典》药品微生物检验实际操作技术”培训,共计企业学员 60 名,对即将毕业学生进行岗前专业技能培训,对行业企业人员进行药品食品最新检验方法培训,实验室现已举办 3 届应届毕业生及社会从业人员的职业资格培训,累计培训 400 多人。

此外,开放实验室成立了“0~12 岁儿童药学服务工作室”,针对我市各级医疗机构、医药产业链及各

相关单位在儿童药学服务方面存在的短板,为其从业人员提供职前和职后的培训服务;针对我市广大家庭在儿童保健和用药方面存在的问题,有针对性地为广大人民群众提供合理用药的宣传教育服务。

5 结 语

开放实验室是培养综合素质能力全面发展的重要场所。开放实验室发展多年,并未取得预期成效,归根结底是高校给予的支持不足。在科学研究领域,我国能取得的成绩还有很大提升空间,笔者以为其根本原因还是高校的重视力度不够、开放实验室仍处于探索阶段。结合我校实际,希望以上的论述可以让广大读者对实验室的发展有比较明晰的、多方位的了解和认识,进而推动我国开放实验室的发展,为促进我国高校开放实验室的建设和发展提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] 蔡 青,曹 霞,朱占武,等. 大学物理实验中开放实验室构建的意义 [J]. 科技创新导报, 2015, 12(21): 148-149.
- [2] 张彩红,张强哲. 开放实验室创新发展模式初探 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(10): 168-170.
- [3] 谢惠波,杨 艳,陈 丽,等. 论开放实验室建设 [J]. 实验技术与管理, 2011, 28(5): 178-181.
- [4] 刘美英,金永昌,左合君,等. 建设开放实验室 培养学生的创新能力 [J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(12): 241-244.
- [5] 陈 怡,赵呈领. 基于翻转课堂模式的教学设计及应用研究 [J]. 现代教育技术, 2014, 24(2): 49-54.
- [6] 徐 姐,钟绍春,马相春. 基于翻转课堂的化学实验教学模式及支撑系统研究 [J]. 远程教育杂志, 2013, 31(5): 107-112.
- [7] 陈 敏,肖 勇,卢其明,等. 农业院校分层次化学开放实验教学 [J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(7): 188-191.
- [8] 谷祖敏,张 杨,李修伟,等. 应用化学专业开放式实验教学的实践与思考 [J]. 实验室科学, 2017, 20(1): 94-96.
- [9] 肖俊生,宋东颖,王会文,等. 开放式实验教学的必要性、问题及对策 [J]. 高等农业教育, 2017(4): 73-77.
- [10] 张宇昊,马 良. 欧洲高校教学实验室管理方法的启示与借鉴 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(12): 195-198.
- [11] 邹晓川,王 存,张 雪,等. 基于“三圆环事故致因理论”的危险化学品安全管理分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(8): 134-139.
- [12] 李勇峰,尹 雄,黄 娟,等. 基于师生二级管理的实验室开放模式建设 [J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(4): 237-239, 246.
- [13] 蔡黄菊,秦敏锐,赵华绒,等. 高校基础化学开放实验室的建设与管理 [J]. 实验科学与技术, 2015, 13(1): 180-182.

On Practice of Constructing the Innovation Mode of Open Laboratory in Local Universities

ZHANG Jia-yi¹, LI Li-zhi¹, WANG Feng-qin¹,
LI Yuan¹, BI Zhen², SHI Kai-yun¹, ZOU Xiao-chuan¹

1. College of Biological & Chemical Engineering, Chongqing University of Education, Chongqing 400067, China;

2. Department of pharmacy, Chongqing Emergency Medical Center, Chongqing 400010, China

Abstract: Open laboratory is an important place for students to improve the basic operation skills of experiment and to promote the reform of experimental teaching. Taking Chongqing University of Education as an example, this paper expounds the experiences and approaches of open laboratory in promoting the application of applied talents in local colleges and universities, and hopes to promote the experiment room construction and development to provide a valuable reference.

Key words: local universities; open laboratory; practice and experience; safety management