

# 中美实验室体制比较研究和模式创新研究

王丽娜, 潘惊明

大连海洋大学海洋科技与环境学院, 辽宁 大连  
Email: l.n.w@163.com, 13942610305@163.com

收稿日期: 2021年3月5日; 录用日期: 2021年4月12日; 发布日期: 2021年4月19日

---

## 摘要

本文对比中美两国实验室体制发展建设, 主要从四个方面加以分析, 分别是安全管理制度、实验室试剂药品安全管理、实验室危险废弃物管理、大型仪器管理等四个方面加以比较, 随后结合我国实验室建设实际, 给出适合我国国情的实验室模式创新意见, 即培训、考核、开放、共享的管理模式。

## 关键词

实验室建设, 准入制, 安全管理

---

# Comparative Research on Laboratory System and Model Innovation between China and America

Lina Wang, Jingming Pan

School of Marine Science and Environment, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning  
Email: l.n.w@163.com, 13942610305@163.com

Received: Mar. 5<sup>th</sup>, 2021; accepted: Apr. 12<sup>th</sup>, 2021; published: Apr. 19<sup>th</sup>, 2021

---

## Abstract

This paper compares the development and construction of lab system between China and the United States, mainly from four aspects: safety management system, safety management of laboratory reagents and pharmaceuticals, management of hazardous waste in lab, management of large-scale instruments, etc. Then, combining with the actual construction of lab in our country, it gives innovative ideas of lab mode which suits our country's conditions, that are, training, testing, opening and sharing.

## Keywords

Laboratory Construction, Access System, Safety Management

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着国内经济飞速发展,中国实验室建设步伐也越发加快,仅针对辽宁省而言,2020年就新增36个辽宁省重点实验室,主要依托省内各高校为建设平台。在实验室建设飞速发展的同时,如何提高实验室的运行效率,保障实验室工作人员的安全,提高实验室产出质量是目前省内实验室亟需解决的问题。本文主要针对实验室体制机制所面临的问题,提出关于辽宁省重点实验室建设的几点建议。实验室建设是一项重要工作,包含国家级重点实验室和省部级重点实验室。体制机制的创新是核心、关键,关系到实验室建设发展的成败好坏,必须解放思想、大胆创新,实施特殊的、更加开放的政策。同时要因地制宜、深入调研并持续总结提升;实验室体制机制创新政策的研究,是后续制订政策措施、为实验室建设发展提供制度保障的基础性工作。

本文对比中美两国实验室管理模式,提出更适合中国国情的可持续发展体制模式,主要从实验室安全管理制度、实验室试剂药品安全管理、实验室危险废弃物管理、大型仪器管理等四个方面进行讨论研究,通过细致分析两国实验室建设实际,将美国实验室建设中符合我国实验室建设的方法与我国实验室建设体制相结合,给出切实可行的实验室建设发展模式,主要建设思路可以归纳为培训、考核、开放与共享、有害废弃物处理。

## 2. 中美两国实验室体制机制比较

### 2.1. 美国实验室安全管理制度

美国实验室有一套系统规范的安全管理制度[1]。主要由四个环节组成,分别是线上培训、课堂教学与考试、实验室安全准入门禁、实验室监督与再考核。首先是线上培训环节,在美国所有准备进入实验室工作或者学习的科研人员在进入之前需要经过系统的线上学习和培训。培训时以课题组为单位,每个实验室课题组会有专门人员为本课题组新进实验室的教师或者学生有针对性的制定专门的培训计划,每一个学员有自己的学习账号,可以随时在网络上进行登录、预约等自主学习,只有完成网络学习并通过网络测试的学员才可以有资格进入面对面授课课堂。这样做的优点是,学员在进入实验室之前已经对实验室安全操作有了系统的理解,并形成了自己的一套体系,在面授课堂时,可以有针对性的针对自己存在的问题进行交流,具有个性化,学习效果更显著。线上学习达到优秀的学员可以根据自己的时间有选择性的进入线下实体课堂,面对面授课主要采用小班制形式,每个班级10~20人,授课内容主要是实验室安全案例讲解,通过具体案例,提醒学员注意实验室安全,以及实验室安全的重要性。课堂授课师生互动较多,可以使学员更好的领会实验室安全相关知识,记忆深刻,在实验室中实验的时候可以严格按照安全制度操作,从主观上降低实验室安全事故的发生。课堂教学同样存在考核制度,在完成规定课堂教学任务的时候可以参加考试,考试优秀的学员会得到由课题组授权的实验室门禁卡,根据进入实验室人员工作任务的不同,门禁卡的权限不同,这也在很大的层面上降低了安全隐患。同样线上线下的考核

结果也并不是一劳永逸, 在学员使用实验室的过程中, 如果出现操作事故, 按照事故种类和事故大小可以对其权限进行相应调整甚至取消学员进入实验室权限, 重新培训, 这些都有效的降低实验室中因为人为因素引起的实验安全问题。

学员培训内容体系十分完整, 主要包括四方面内容。一是基本内容, 例如实验室规章制度、实验仪器基本操作规范、药品使用安全、消防标志、化学废弃物处理等, 针对实验室类型不同, 基本培训内容也不相同, 例如对于生物实验室还包括动物关怀等内容。二是个人防护安全。进入实验室之前必须经过严格的去菌化过程, 在实验室中穿戴防护服、佩戴护目镜、不在有毒有害气体实验室中停留、不佩戴首饰等等。每个实验室工作人员都会严格遵守相关规定, 确保实验安全。三是废弃物处理流程。实验室中废弃物常常具有一定的污染性, 含有强酸强碱药品或是易燃易爆物质, 因此废弃物处理需要严格按照物品特性, 分类收集, 集中处理, 目前国内一些实验室存在废弃强酸, 强碱直接排入生活下水管道, 给生活生产安全带来隐患。四是高精端仪器专项训练。对于某些实验组大型仪器设备采用专人培训, 确保操作合理性, 规范性, 延长仪器使用寿命, 使用前严格遵守预约制, 做到有据可依, 也为仪器检修保养提供依据。

与美国相比, 在实验室准入制度上, 国内近年来发展的也很迅速, 大部分省部级实验室和国家实验室能做到使用岗前培训[2], 无论手段是线上或者线下, 但是存在的主要问题是培训流于形式, 实验室操作人员没有足够重视, 因此培训效果不明显。大部分学生在进入实验室之前不能准确的知道那些地方存在安全隐患, 如何规范的使用实验仪器。据统计实验室安全事故中, 有一半以上是因为人为因素造成的, 因此提高实验室人员安全意识, 有效的进行实验室安全准入制度尤为重要。在实验室安全管理上, 英国同样也有值得借鉴的地方, 例如英国化学仿真实验室, 其在实验室安全管理上做的也非常突出, 实验人员在首次进入实验室之前就需要准确的知道逃生通道位置, 逃生路线, 实验室每月举行一次安全演练, 听到警报声时, 所有实验室内师生需要无条件第一时间停止实验, 沿着逃生通道到达实验楼外, 直到警报解除, 这些方法都值得我们借鉴。

## 2.2. 实验室药品试剂安全管理

与国内相比, 美国实验室对试剂药品管理有着严格的要求, 试剂药品管理主要看两方面, 一方面是保证试剂药品的使用安全, 另一方面是如何有效的对试剂药品进行共享和回收利用。首先讨论试剂药品的使用安全。美国联邦职业安全与健康管理局规定, 所有实验室都应该备有试剂管理计划, 也就是能详细说明安全条款和应急操作步骤的手册。同时要求每个化学品都必须有化学物质安全信息表[3], 对于易制毒、易制爆等危险化学品试剂采用统一保管, 项目组负责人审批使用的管理模式, 如果发生易腐蚀药品泄露事件, 则由专门负责人员统一处理。国内各重点实验室都出台适合本实验室药品试剂处理办法, 但是大多流于形式, 监管不到位。第二方面是对试剂药品的充分使用和共享, 在实验室中, 大部分试剂药品存在一定使用期限, 例如半导体器件中用来固定纳米线的银浆, 开封之后其使用期限是六个月, 一般来说一个实验组很难在六个月内将其使用完, 如何能够物尽其用也是实验室建设中应该考虑的问题, 在这一点上, 与国外实验室相比, 我们可以完善试剂药品购买程序, 例如对于每一个实验室进行统一购买试剂药品, 购买的经费由各个实验组根据实验经费按比例缴纳, 而未用尽的实验药品也可以在学校内进行无偿转让, 这样就能做到物尽其用, 大大降低了药品试剂的浪费情况。信息化技术高速发展, 未来实验室内所有药品试剂也将形成数字化信息, 这样就能做到信息公开透明, 减少不必要的试剂重复购买, 以及长时间存放试剂所造成的试剂污染, 同时试剂存放也需要大量的人力物力资本, 因此试剂药品数字化工程将是有限的提高实验室工作效率的手段。

### 2.3. 实验室危险废弃物管理

国内重点实验室数量较多,因此科研实验所产生的危险废弃物也较多,我国在2014年出台了国家标准“实验室废弃化学品技术规范”,并于2015年5月1日开始实施。该标准中明确了废弃化学品的定义,及实验室中废弃化学品的分类处理方法,标准较为详细,但是国内实验中心并没有完全按照该标准进行实验废弃物处理。在该项标准基础上,2017年我国出台了“实验室废弃化学品安全预处理指南”,该指南中明确了对危险废弃物需要先在实验室中进行预处理,由至少两名实验室专业人员负责,对在实验室内不能预处理的危险废弃物则需要分类放置,集中处理[4]。美国则是将危险废弃物的处理与环境保护联系,并将具体细则写进联邦法规中,中美对待废弃物的处理既有相同的地方,也有不同的地方,相同的地方在于都注重与危险废弃物的过程管理,像操作人员的培训考核、废弃物的细致分类、物品标签标识、统一处理,特殊处理等;不同点在于我国现实行的标准并没有明确的量化要求,也没有上升到法律法规层面。

### 2.4. 大型仪器管理模式

美国实验室管理手段非常先进,实验室开放程度非常高,研究人员可以随时进入实验室进行实验研究,设备使用率高。对于大型实验仪器,例如质谱仪、核磁共振设备等一般由学校统一购买,这些仪器对操作人员技术水平要求较高,因此由专门负责人员统一管理维护。而对于各个实验组的小型仪器,则有各实验组的学生负责。在经过网络培训和线下课堂授课培训合格后,进入实验室的学生会根据学生自愿的原则,在每一届的学生中培养一名同学负责仪器的使用与日常维护,这样做的优点在于培养了学生的责任感,使学生能够更加爱护实验仪器,另一方面与实验室工作人员负责维护仪器相比,学生更加了解自己所使用的实验仪器,而且也降低了实验室工作人员的人力成本。更重要的一点是,这些小型实验仪器是免费对外开放的,课题组外的人员如果对仪器有使用需求,则只需要通过预约系统进行预约即可,这也极大的提高了仪器的使用率,只有仪器使用率提高才能提高实验室的成果输出量。

## 3. 我国实验室管理模式创新研究

通过对比中美两国实验室体制机制,结合我国实验室管理实际,本文给出了几点适合我国实验室建设的意见。主要发展方向为培训、考核、开放与共享、有害废弃物的处理。

### 3.1. 岗前培训

首先是进入实验室之前的培训工作,目前国家正在大力发展金课建设,随之而来的是数字化课堂的成熟化,实验室建设可以搭乘课程建设的东风,充分利用网络资源,在学生进入实验室之前开展线上培训。线上培训的优点是时间宽松,学习人员可以根据自己的实际情况自由选择培训时间,完成所有必修培训课程后参加线上考试,只有线上考试完全正确的学生才可以进入实体课堂培训,针对不同的课题组,由课题组根据组内实验实际进行有针对性的培训,做到让每个学生重视实验室安全使用,严格按照操作规范进行操作。

### 3.2. 考核

完善考核制度,不能一次考核代替终身准入。要建立流动考核机制,考核方法多样化,可以是规章条例的笔试考核,可以是实际操作的动手能力考核。考核方法和考核时间的权力交由每个课题组按照自己组内实际,分别进行。考核的目的是督促实验室人员熟悉实验室操作规章制度,做到严格按照实验安全规范操作,最大限度降低人为因素的安全隐患。同时可以利用校园一卡通代替门禁卡,国内较为常用

的是校园一卡通, 实验室大部分依托高校建立, 个别不是高校的实验室也可以制备实验室一卡通。数字化的推广可以使一卡通的用处多种多样, 针对不同课题组可以给一卡通不同的使用权限。

### 3.3. 开放与共享

加快推进实验仪器的开放与共享预约使用, 国内较为常用的通讯手段是微信, 我们可以利用微信进行实验仪器的使用预约, 药剂用品的共买共用, 未使用药品的无偿领用预约制度等, 做到信息透明, 方便查找, 也可以利用微信公众号发布药品、仪器无偿使用时间, 充分提高仪器使用效率。

### 3.4. 有害实验废弃物的处理

目前对我国来说, 化学废弃物处理走到立法阶段还需要时间, 但是我们可以通过对学生的教育培训, 提高学生自觉性和主人翁意识, 主动做到有害化学废弃物分类处理, 专项处理。另外针对实验室管理, 目前国内较为广泛使用的层级管理制度, 对于实验室建设来说, 层级管理制度效率太低, 有效性也差, 通常最高层级的管理者并不了解实验室实际, 而且审批手续较为复杂, 大大浪费时间, 因此我们可以采用每个课题组由一位专门负责的老师, 其余则由学生负责实验仪器的维护和使用, 这样可以提高仪器使用效率, 节约时间成本。

## 4. 结语与展望

我国的实验室建设已经走上了快速发展的道路, 国家投入的大量资金支持实验室可持续发展。本文通过对比中美两国实验室建设发展模式的相同点和不同点, 给出了适合我国实验室建设的发展思路。在进入实验室之前要经过严格的安全培训、实验室中流动考核、实验室开放共享、实验室废弃物专项处理的发展模式下, 我国的实验室建设会大大提高投入产出比, 降低安全事故, 做到实验室废弃物无害化可持续发展, 在今后的研究中, 我们会更加细致地研究实验室高效、安全的发展模式, 为我国实验室建设提供切实可行的参考依据。

## 基金项目

辽宁省科学事业公益研究基金(软科学研究计划), 中美实验室体制机制比较研究和模式创新研究(编号: 2020JH4/10100039)。

## 参考文献

- [1] 孙秀娜. 中美两国高校实验室安全准入制度的比较与启示[J]. 现代医药卫生, 2020, 36(1): 151-153.
- [2] 黄坤, 李彦启. 我国高校实验室安全管理现状分析与对策[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(1): 280-283.
- [3] 郑艳. 中美高校研究型实验室管理对比研究[J]. 实验技术与原理, 2015, 32(3): 223-226.
- [4] 刘晋旭. 中美实验室危险废物管理规范的比较研究[J]. 上海环境科学, 2020, 39(3): 102-108.