

· 国外实验室 ·

# 英国高校机械类实验室安全管理模式及借鉴

费景洲, 曹云鹏, 王洋, 路勇, 杨仁, 高峰

(哈尔滨工程大学 船舶动力技术国家级实验教学示范中心, 哈尔滨 150001)

**摘要:** 高校教学实验安全工作直接关系广大师生的生命财产安全和社会的安全稳定, 借鉴国外高校的先进经验有助于提升国内高校的实验室安全管理水平。以英国哈德斯菲尔德大学为例, 结合伯明翰大学、曼彻斯特大学实验室的管理模式, 介绍英国高校在实验室安全管理队伍建设、安全风险评估与管控、实验室安全常态化管理等方面的做法, 从安全优先的管理理念、常态化制度化的安全管理工作、高水平专业化的实验技师队伍等 3 个方面分析总结英国高校机械类实验室的管理经验。国内高校可以结合自身特点, 从细节做法和管理模式两个层面, 学习和借鉴英国高校的先进做法。

**关键词:** 英国高校; 实验室安全; 常态化管理; 专业化实验技师队伍

中图分类号: G 642.0 文献标志码: A 文章编号: 1006 - 7167(2020) 02 - 0245 - 04



## Research and Enlightenment of Safety Management of Mechanical Laboratory in British Universities

FEI Jingzhou, CAO Yunpeng, WANG Yang, LU Yong, YANG Ren, GAO Feng

(Marine Power Technology National Demonstration Center for Experimental Education, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** The safety of teaching experiment in colleges is directly related to the safety of life and property of human and the stability of society. Learning from the advanced experiences of foreign colleges can help to improve the safety management level of laboratories in domestic colleges. Some practices in the safety management of laboratories in the UK have been introduced, including the construction of experimental safety management teams, safety risk assessment and control, laboratory safety normalization management, based on the actual situation of the laboratories in University of Huddersfield, University of Birmingham and University of Manchester. Advanced management experiences are analyzed and summarized on the safety management of mechanical laboratories in UK universities from three aspects: safety priority management concept, normalized & institutionalized safety management work and high-level professional team of experimental technicians. Domestic universities can learn from the advanced practices of British universities in the levels of details and overall.

**Key words:** British universities; laboratory safety; normal management; professional laboratory technicians

收稿日期: 2019-04-14

基金项目: 国家留学基金委公派出国资助项目(2017-3192); 黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGZ20170052、SJGZ20170054、SJGY20170537、SJGZ20180086)

作者简介: 费景洲(1976-), 男, 黑龙江讷河人, 博士, 副教授, 实验教学中心主任, 研究方向为实验教学与管理。

Tel.: 0451-82519307; E-mail: feijingzhou@hrbeu.edu.cn

## 0 引言

高校教学实验安全工作直接关系广大师生的生命财产安全, 关系学校和社会的安全稳定。近年来, 高校安全管理工作取得了较大成绩, 但 2018 年发布的教育部高校实验室安全 3 年督查表明, 高校实验室在安全理念、管理体系、管理机制等方面, 仍存在一系列问

题<sup>[1-2]</sup>。实验室安全事故的有关数据资料表明,国内高校实验室安全事故频发,实验室安全管理工作有待于进一步加强<sup>[3-7]</sup>。学习和借鉴发达国家在实验室安全管理方面的先进经验,对比分析我们的缺点和不足,对提高国内高校实验室安全管理水平,减少安全事故,具有重要意义<sup>[8-16]</sup>。

2018年,笔者在英国哈德斯菲尔德大学的机械效率与性能研究中心(以下简称 CEPE)开展为期 1 年的访学工作,对 CEPE 的安全管理有深入的了解。CEPE 是欧洲高校最大的机械故障诊断研究中心,拥有柴油机故障诊断、压气机故障诊断、轴承故障诊断、风机故障诊断、电机故障诊断等方面的实验台架 10 多台套,同时 CEPE 还配有各类加工车床、数字加工中心等各类大型机械加工设备,安全管理风险很高;CEPE 承担了欧盟多个政府和公司的研究项目,每年有来自多个国家的博士生和访问学者在 CEPE 开展研究工作,人员流动性很大。实验室大型机械加工设备多、实验台操作风险高、科研人员流动性大等各种不利因素,给实验室安全管理带来各种挑战。CEPE 在实验室安全管理方面采取了一些行之有效的做法,确保 CEPE 能够安全高效地完成各项研究工作。国内高校实验室,尤其是机械类专业高校,在实验室安全管理方面,也面临类似问题,CEPE 的一些做法,值得国内高校借鉴。

## 1 英国高校的安全管理

### 1.1 高水平的实验技师队伍

CEPE 现有实验技师 8 人,5 人负责加工中心的各类机械加工设备,3 人负责大型实验台的操作、维护、改造等工作。这些技师基本上都具有 10 年以上的机械加工经验,在机械设备管理、零部件加工、精密仪器调试、实验台维修改造等方面,具有很高的技术水平,这支高水平的实验技师队伍,在实验室安全管理中发挥着核心作用。

加工中心的所有设备,都是技师在维护和管理。这些专业人员,在设备操作、设备维护、加工技术、安全管理等方面,水平高、经验丰富,能及时排除设备故障、消除设备安全隐患,有效避免各类机械加工类事故发生;实验室的大型实验台架,开展实验时科研人员不能操作,必须由指定的技师专人操作。这些专业技师在 CEPE 工作多年,对操作规程、设备性能、安全防范措施、事故应急预案等各项内容了如指掌,能有效地避免因为违规操作、误操作、实验操作处置不当、设备带病作业等原因造成的各类安全事故;大型实验台的维修改造由技师负责。在 CEPE,科研人员提出实验台改造设想后,会与实验技师讨论具体方案的可行性,方案确定后,主要由技师负责实验台的改造工作。专业技师在设备调试、传感器安装、设备加工改造等方面,比

一般的科研人员具有更好的专业技能和经验,由他们来负责实验台的改造工作,更专业、安全。

高水平的技师队伍,能解决实验室大型机械加工设备多、实验台操作风险高、科研人员流动性大等各种不利因素带来的安全挑战,保障实验台维修、设备改造等各项工作的安全高效开展。CEPE 对实验技师非常重视,把他们视为实验室安全管理的核心力量。

### 1.2 按照风险评估等级确定实验操作人员权限

CEPE 各类旋转机械设备、往复机械实验设备众多。为了降低实验操作风险、提高实验效率,对各个实验台进行风险评估,按照实验操作风险程度,确定实验风险等级和实验操作人员权限。低风险可以由科研人员操作,高风险的则必须由指定的技师操作,其他人不能操作实验设备。

CEPE 各类小型实验台架,如轴承故障诊断、电机故障诊断、风机故障诊断实验台等,实验操作风险低。科研人员,包括博士生和访问学者,在通过安全培训的前提下,可以操作实验设备,开展实验研究。

大型的操作风险程度高的实验台,实验台操作由 CEPE 的技师负责。需要开展实验时,技师会配合科研人员完成相应的实验内容,但科研人员不能在设备间里面操作实验台设备。比如柴油机故障诊断实验台,在柴油机不启动时,科研人员可以进入设备间里面查看实验台状况。柴油机启动时,只能由技师进行操作,科研人员不允许操作柴油机设备,也不允许进入实验设备间查看设备状况。柴油机停机后,科研人员才能进入设备间。

### 1.3 安全风险定期评估

CEPE 定期对实验室安全进行风险评估,形成简明扼要的评估报告表,打印好后放在实验室健康及安全通知栏内,供人阅读取用。评估报告表分为前言和主体两部分内容,前言部分主要标明评估实验室地点、评估人、评估时间、评估标准等信息。主体部分主要包括风险类型、健康和安全方面的风险、受影响人群、管控风险采取的有效措施、其他措施等信息。CEPE 对各项风险进行风险评估,下面给出电力、机械设备和实验室环境风险等 3 个类型的风险评估例子。

(1) 例子 A—风险类型。电力(三相感应电机、低压电)。健康和安全方面的风险:地板上的电缆可能被破坏或切断。受影响人群:操作者或者其他任何接触者。管控风险采取的有效措施:① 高压电缆装入铠装护套;② 使用前检查损毁程度;③ 低压电专供仪器使用;④ 检查电器安装是否到位;⑤ 学生只允许使用指定设备;⑥ 学生接受机械封闭实验台操作方面的指导。其他措施:对插头和电缆进行目视检查,有损坏迹象立即更换。

(2) 例子 B—风险类型。旋转部件。健康和安全

方面的风险:缠绕。受影响人群:操作者。管控风险采取的有效措施:①防护设施到位;②不要穿宽大的衣服;③检查防护罩。其他措施:开机前检查保护装置。

(3)例子C—风险类型。地面积油、地面积水、地面堆积线缆及零部件。健康和安全管理方面的风险:滑倒、绊倒、摔倒。受影响人群:操作者。管控风险采取的有效措施:①地面积油及时清理;②地面积水及时清理;③尽可能齐整电缆;④操作者培训;⑤紧急医疗包可用。其他措施:由实验技师及时清理废弃物。

#### 1.4 标准化的安全防护设备

每个实验室都配备了标准化的防护设备,包括健康及安全通知栏和防护设备。

健康及安全通知栏里面详细介绍了实验室可能造成的伤害及相应的防护措施。栏内有火灾报警器位置和火警电话、火灾疏散的紧急方案、各个区域的火灾疏散负责人、火灾疏散逃生平面图等信息;有紧急医疗电话栏(固定电话和手机号码),列出了3到5个附近紧急医疗站的位置和负责人姓名,标明了校园内用于心脏病紧急救援的心脏除颤器位置;通知栏内还有实验室噪声水平和听力保护的相关知识内容,给出环境噪声水平超过80 db时的具体防护方法;此外,栏内还有皮肤伤害及防护等方面的知识内容。

防护设备主要包括紧急医疗包、眼睛冲洗包、镜头清洁站、耳塞盒、安全帽和工作服。紧急医疗包分固定式和移动式两种,固定式紧急医疗包放在实验室的指定外置上,移动式紧急医疗包则存放在实验室供紧急状态时使用。一般的固定式紧急医疗包内有无菌敷料、消毒眼垫、三角绷带、无菌黏合敷料、安全别针、一次性手套、医疗废物袋等物品。学校健康与安全管理文件规定固定紧急医疗包每学期(英国高校一年分三个学期)要检查一次。包内有上述医疗用品数量清单,每次检查后需要在清单上面签字。眼睛冲洗包内装有3瓶500 ml装的生理盐水,供紧急状况时冲洗眼睛使用。镜头清洁站有抽取式纸巾、镜片清洗液、镜子等物品,主要是供清洗护目眼镜使用(机械加工操作时要求佩戴护目眼镜)。耳塞盒内有各种尺寸的一次性耳塞,供工作人员在防范噪声伤害时使用。安全帽和工作服的数量由各个实验室根据工作人员数量、外来人员数量设定。

#### 1.5 严格管控加班实验和单人实验

加班和单人实验会带来较大的安全风险,CEPE对加班实验和单人实验有着严格的管控。开展加班实验或者单人实验要通过审批,具体包括如下三个步骤:

(1)接受风险评估。申请人要填写安全评估表,表格可以从网站上下载或者到校区安全协调员办公室领取。申请人填好表格后,需要找自己的导师或者主管签字,再把签字后的表格通过e-mail发给安全协调

员办公室。

(2)学校授权。签署上述表格的导师或者主管需要学校授权后才具备批准权。学院会讨论确定具有审批权的导师或者主管名单,然后由学院院长授权给他们,负责加班实验和单人实验的审批管理。

(3)进入、占用和腾出房间的程序。加班实验和单人实验人员,进出实验区时,需要在实验室的技术安全管理中心登记。实验人员只能在授权的区域停留,一旦发生安全事故,需要立即联系安全主管;若警报响起,应立即离开工作区,到安全汇集点,待安全管理人员确认后,才能重新返回工作区。

#### 1.6 其他实验室安全方面的一些做法

其他方面的一些常规性的做法,对实验室安全也非常重要,限于篇幅,这里只作简要介绍。

(1)强制性的实验台安全防护。CEPE的各种高速旋转的机械设备,要求必须配备好旋转部件防护罩,才能启动实验设备。实验台旁有监控摄像头,如果发现没有做好防护就开展实验会被学校处罚。

(2)门禁卡授权管理。CEPE各个实验室都需要刷卡进入,每间实验室按照不同是实验风险设置实验室各个房间的门禁卡权限,老师和学生只能进入授权的实验室。学生入校注册,不同身份授予不同权限,工作中若需要进入新的实验室,需要申请新的门禁权限。

(3)安全培训。在CEPE的访学人员和博士生,入校报道后要先进行安全培训,通过考试后才能进入实验室开展工作。安全教育包括消防安全和一般实验安全两部分内容,以网上自学为主,有安全培训PPT,可以反复学习,然后在线答题考试。

(4)消防演练。CEPE非常重视消防安全演练,消防警报一响,所有人必须立即离开工作场所,到户外安全疏散点汇合。学校会经常性地开展消防演练,导师一般也会提醒新来的学生,在消防警报响起时,要立即离开实验室。

## 2 对国内高校的启示

上述CEPE在实验室安全管理方面的一些细节性的做法,国内高校可以根据实验室的安全管理特点,有针对性地吸收采纳借鉴。从整体层面看,国内高校在以下几个方面,与英国高校相比,存在较大差距。

### 2.1 安全优先的管理理念

从英国哈德斯菲尔德大学、伯明翰大学、曼彻斯特大学等几所高校的实验室调研情况来看,英国高校在安全管理上,较好地贯彻了“安全优先”的理念,把安全工作放在学校各项工作的前面,如在开展科研工作之前,先要通过学校的安全考试;实验台防护设施没有做好之前,不能开展实验;没有申报审批不能开展安全风险大的实验;实验室安全设施建设优先于其他设施

建设等。

在消防安全演练方面,则进一步体现了英国学校“安全优先”的理念,一些学校为此甚至牺牲时间和效率。CEPE 经常会开展消防演习,消防警报响起,所有人员都要停止工作,到指定的户外消防聚集点汇合,有时候这样的消防演练1个月就要开展1~2次。同实验室一样,学校的教学楼也经常搞消防演习,火灾警报一响,教学楼里正在上课的老师和学生,都要按照规定的逃生路线,疏散到教学楼外面的空地上。在校园里,时常会看到几百上千人从教学楼里出来,到操场上汇集,等警报消除了,再回到教室里继续上课。

国内高校对安全工作的重视程度与国外高校还有一定差距,好多高校实验室安全工作是“事故推动”,即出了事故才真正重视<sup>[1]</sup>。只有真正的重视安全工作,把安全工作放在各项工作首位,才能有效避免各类安全事故发生。

## 2.2 常态化、制度化的安全管理工作

经过多年的发展完善,英国高校的实验室安全管理措施非常成熟,安全管理工作呈现出常态化、制度化的特点。高校实验室配备的各种防护设施,都处于完好状态。紧急医疗包内的各项医疗用品,有专人定期检查,确保各项用品完好可用,一旦有人使用过,很快就会补齐;实验室配备的眼睛冲洗液,均在有效期内,一旦临近期限,就会被替换掉;各种规格的一次性保护耳塞,完整齐备。学校其他方面的各项安全管理制度、审批制度,在日常工作中得到很好贯彻落实。

常态化、制度化的安全管理背后,突显英国高校和英国社会对安全工作的重视。高校安全管理工作是全社会安全管理工作的缩影。英国法律对员工的安全保护非常严格。高校和其他用人单位一样,一旦因为自身原因导致出现安全事故,尤其是出现人身伤害事故,学校将会面临严厉的处罚和巨额的赔偿。

国内由于体制机制等各方面原因,各级安全管理部门,通常用“通知”来代替规范化、制度化、常规化的管理,高校存在着很多应付上级机关的“流于形式”的做法<sup>[1-2]</sup>。没有常态化、制度化的安全管理长效机制做保证,高校实验室安全工作就会面临很大风险。

## 2.3 高水平、专业化的实验技师队伍

英国高校对实验技师队伍非常重视,把他们视为实验室安全管理的核心力量。通过建立高水平、专业化的实验技师队伍,解决实验室大型机械加工设备多、实验台操作风险高、科研人员流动性大等各种不利因素带来的安全挑战,保障实验台维修、设备改造等各项工作的安全高效开展。同时通过实验技师队伍,落实各项安全管理制度、管理安全设施、开展各项日常安全管理工作。

国内高校,缺少这样的实验技师队伍,实验室也很

少有技师岗位编制,好多高风险的实验工作通常都是科研人员自己完成。实验台设备维修、改造等工作,经常是老师和学生自己动手。由于缺乏相应的专业知识和训练,在零部件加工、设备安装调试过程中,容易发生各类安全事故;国内高校实验室,因为违规操作、误操作、实验操作处置不当等原因造成的各类安全事故,已经发生多起,有些甚至造成重大人员伤亡。实验室里的一些高风险的实验项目,经常是一个老师带领几个学生开展,实验过程往往缺少专业人员的监控;日常的各项安全管理规定,因为缺少专门的安全技术管理人员去监督、检查、落实,容易变得形同虚设。

重学历、轻能力的用人体制是造成国内高校实验室缺少高素质实验技师的重要原因。国内高校现在招聘实验技术人员,一般都要求应聘者具有硕士学历。高学历实验技术人员,往往缺乏机床加工、设备操作等方面的实践技能,一些具备高水平机械加工能力的实验技师,常会被学历门槛挡住。此外,国内高校普遍不重视实验技术人员,在岗位、待遇、晋升等方面,与正常教学科研编制教师存在较大差距。没有良好的用人环境,高校难以建设高水平、专业化的实验技师队伍。

## 3 结 语

英国高校在实验室安全管理方面的做法与经验,国内高校可以从两个层面上学习借鉴。在细节层面上,国内高校,尤其是机械类专业高校,可以根据自身实验室管理的特点,结合实际中存在的安全管理问题,对照英国高校的一些具体做法,有针对性地借鉴、吸收、采纳;在总体层面上,参考借鉴英国高校在安全管理理念、安全工作常态化管理、高水平实验技师队伍建设等方面的先进做法,有助于国内高校改进安全管理方法、提高安全管理水平、减少各类安全事故。

## 参考文献(References):

- [1] 冯建跃,杜奕,张新祥,等.高校实验室安全三年督查总结\_回顾与思考[J].实验技术与管理,2018,35(7):1-4.
- [2] 杜奕,冯建跃,张新祥,等.高校实验室安全三年督查总结\_从安全督查看高校实验室安全管理现状[J].实验技术与管理,2018,35(7):5-11.
- [3] 赵明,宋秀庆,祝永卫.新形势下高校实验室安全管理现状与策略研究[J].实验技术与管理,2018,35(11):6-8.
- [4] 秦锋,黄强,袁久洪.高校实验室安全事件的原因浅析与管理对策[J].实验室研究与探索,2017,36(3):302-305.
- [5] 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.
- [6] 徐红岩,曾令宇,陆召军.地方高校科研实验室安全管理现状分析与对策[J].实验室研究与探索,2017,36(12):282-285.
- [7] 冯涛,杨韬.加强高校实验室安全工作的几点思考[J].实验室研究与探索,2017,36(2):293-296.

(下转第284页)

型实验仪器的使用效率,而且能够提升平台工作人员的积极性<sup>[14]</sup>。平台本身也会在筹建之初预留一部分的筹建资金,并且在购置国产大型实验设备退税方面以及设备测试和服务方面收取少量费用,将这些部分的资金用来补充设备的维修维护费用。剩余部分可以用来帮助优秀研发项目解决资金不足的问题。

### 3.4 建立一支高技术实验技术队伍

多学科资源共享实验室中的大型实验仪器的开放运行,需要拥有高技术水平的专家指导大型仪器的操作。平台需要建设技术队伍,为高校教学、企业研发、科研院所研究时提供设备使用培训<sup>[15]</sup>及测试结果分析。针对大型实验设备的种类和学科,应招对应的研究层次和学历,以及相应的专业技术职称的人才来分配大型设备的培训岗位。与此同时需要对在岗仪器操作培训岗位的人员进行定期的技能考核,建立完善的晋升制度,开展大型实验设备技术普及课程,强化岗位意识,提高培训人员的技术水平。

### 3.5 大型试验仪器开放服务所得合理分配

被列入多学科资源共享实验室中的大型实验仪器,需要建立合理、透明的测试、服务收费制度,通过多学科资源共享实验室中的大型实验仪器在服务过程中所获得的收入应当为平台所有,平台应建立统一的专项费用账户,由平台财务机构统一核算,集中管理。其收入分配方法见表1。

表1 多学科资源共享实验室大型仪器开放平台收入分配

用户分类	大型实验仪器服务收入分配比例
多学大型仪器所有者	所得服务费用的80%用于平台大型实验仪器的日常维护,10%用于大型实验仪器的管理费,5%交给设备所在单位的研发部门。5%归入平台大型实验仪器的维修检查基金
高校实验室研究所	所得服务费的60%用于大型实验仪器的维护、耗材、配套设施的完善。20%用于支付相关岗位的支出。10%用于购置大型试验仪器基金的补充。10%用于管理费(含税金)支出
企业研发层	

## 4 结论

多学科资源共享实验室大型仪器开放平台的构建,是国家鼓励科学研究、人才培养、社会服务以及技

术创新的基础手段,同时也是衡量我国多学科联合创新能力的一项重要指标。多学科资源共享实验室大型仪器的开放服务系统,是一项复杂的体系,这不仅是科学研究的必经之路,同时也是我国科技发展的重要基础。因此多学科资源共享实验室大型仪器开放平台建设,需要加强顶层设计,根据社会发展需求与时俱进,实时调整、完善平台管理机制和平台服务模式,努力发挥多学科资源共享实验室大型仪器开放平台的最大效益,提升我国科技发展的融合创新能力。

### 参考文献(References):

- [1] 钱猛,杨娜,刘园园,等.大型仪器平台虚拟仿真实训系统在农业与生命科学类研究生培养中的应用机制[J].高校实验室工作研究,2018(3):125-128.
- [2] 冯玉全,邢正正.高校大型科研仪器共享的现状分析与平台构建模式探究[J].云南化工,2018,45(7):253-254.
- [3] 何一萍,赖力斌,姚丽华.贵州大学大型仪器设备共享平台建设的实践与思考[J].实验技术与管理,2018,35(6):5-8.
- [4] 王文洁,张秀艳.生物医学类实验室大型仪器共享平台管理[J].中国现代教育装备,2018(7):12-14.
- [5] 王炜敏.高校大型仪器管理之探索[J].中国现代教育装备,2018(9):7-8,11.
- [6] 金忠秀,盛杰,黄芬.大型仪器共享平台促进本科生教学方式探讨[J].科教文汇(中旬刊),2018(1):89-90.
- [7] 杜云翔,李梁君.基于信息化实践的大型仪器共享激励机制研究[J].高等教育研究学报,2017,40(3):116-120.
- [8] 孙欢,韩晓敏,王佳,等.加强大型仪器设备全生命周期管理的探索与思考[J].实验室科学,2017,20(4):213-216.
- [9] 李梅,王桂荣,吴三玲,等.高校大型仪器设备网络化管理的实践与思考[J].实验技术与管理,2017,34(6):255-259.
- [10] 徐大海.中央驻津院所大型科学仪器设备共享制约因素研究[J].河北工业大学学报(社会科学版),2017,9(1):58-62.
- [11] 韩永峰,韩志校,付彩霞.高校大型仪器设备共享平台产出效率分析[J].教育教学论坛,2016(38):61-63.
- [12] 王秀红,俞沛初,李银生.提高农科类院校大型仪器设备使用效率的实践与探索[J].高校实验室工作研究,2016(2):69-71.
- [13] 刘恩岐,张建萍,唐仕荣,等.大型仪器设备开放共享管理模式的实践与探索[J].实验室研究与探索,2016,35(5):285-287.
- [14] 张黎伟,周勇义.高等学校大型科学仪器开放共享激励政策研究[J].实验技术与管理,2016,33(2):234-237,244.
- [15] 孙玉芳,苏枋,刘泽昊,等.西部地区高校提高大型仪器设备使用效益的实践与思考[J].实验技术与管理,2016,33(2):245-248.

(上接第248页)

- [8] 韩行珍,曹咏,冯蜀茗,等.中外高校实验室安全管理现状分析启示与对策[J].实验室研究与探索,2012,31(8):452-454.
- [9] 罗民,王力峰,梁斌,等.英国大学的科研组织管理模式和运行机制探究[J].实验技术与管理,2013,30(11):203-206.
- [10] 俞丹亚,樊冰,姜周曙,等.澳大利亚高校实验室安全管理工作考察与思考[J].实验技术与管理,2013,30(11):212-215.
- [11] 郑艳,张璇,陶冬冰,等.中美高校研究型实验室管理对比研究[J].实验技术与管理,2015,32(3):223-226.
- [12] 杨铭,傅楠,赵妙琴.莫纳什大学实验室安全管理经验与启

- 示[J].实验室研究与探索,2016,35(7):244-247.
- [13] 王孟禄,张镭.中外高校实验室安全管理的比较及启示[J].实验室研究与探索,2016,35(11):227-230.
- [14] 董星,徐加英.广岛大学实验室运行与安全管理经验及启示[J].实验室研究与探索,2015,34(5):282-284.
- [15] 孙文静,崔玉军.法国国立路桥学校实验室管理运行模式及启示[J].实验室研究与探索,2017,36(2):145-148.
- [16] 蓝蔚青,谢晶,陈江华,等.日本高校实验室建设与管理工作启示[J].实验室研究与探索,2017,36(8):254-258.