

# 以科研的态度和方法来全面研究实验室安全

## ——述评 Nature Chemistry 期刊发文《学术实验室安全研究的回顾与评论》

黄开胜<sup>1</sup>, 艾德生<sup>1</sup>, 江 轶<sup>1,2</sup>, 吴 丹<sup>2</sup>

(1. 清华大学 实验室管理处, 北京 100084; 2. 清华大学 生命科学学院, 北京 100084)

**摘 要:** 2019 年 11 月 18 日, Nature Chemistry 上发表综述文章, 认为目前对学术实验室安全的研究未成体系, 缺乏关于安全态度和行为变化的必要数据, 呼吁应开展系统性的调研以明确实验室安全教育和管理所存在的核心问题。该文从以上文章所指出问题的角度, 梳理了实验室安全体系及世界一流大学常规做法; 从安全理论和方法论两个视角分析了当前体系下, 应对新时代的高校实验室安全挑战的着眼点和着手点; 对比清华大学及哈佛大学等高校, 深入探讨从加强行为安全与实现多学科共同参与这两个方向上着手的可行性。

**关键词:** 实验室安全; 行为安全; 多学科共同参与

**中图分类号:** G482; X923 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2020)01-0003-07



## Comprehensive research on laboratory safety with scientific research attitude and method: Comments on “A review and critique of academic lab safety research” article in Nature Chemistry journal

HUANG Kaisheng<sup>1</sup>, AI Desheng<sup>1</sup>, JIANG Yi<sup>1,2</sup>, WU Dan<sup>2</sup>

(1. Office of Laboratory Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. School of Life Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** A review article published in Nature Chemistry on Nov. 18, 2019, holds that the current research on the safety of academic laboratories is not systematic, and there is the lack of necessary data on the change of safety attitude and behavior, and it calls for the systematic research to clarify the core problems of laboratory safety education and management. From the viewpoint of the problems pointed out in the above article, this paper discusses the laboratory safety system and the world's first-class universities' conventional practices, and from the perspective of safety theory and methodology, it analyzes the focusing points and starting points of the current safety system to deal with the new era challenges for university laboratory safety. In comparison between Tsinghua University and Harvard University, etc., this paper talks about the feasibility of strengthening behavioral safety and realizing multi-disciplinary participation.

**Key words:** laboratory safety; behavioral safety; multi-disciplinary participation

近年来, 国内高校实验室危险事故时有发生, 安全状况不容忽视。12·26 北京交通大学实验室爆炸事故的发生更是让高校化学品及实验室安全再次成为关

注点, 教育部重申高校要加强实验室安全方面的管理<sup>[1]</sup>。之前很多管理者和学者从不同角度提出了实验室安全体系的相关理念、方法<sup>[2-6]</sup>。时至今日, 我国绝大部分高校都建设了比较完备的实验室安全管理体系和培训监管体系, 各级管理人员和广大实验室师生也都对于实验室安全工作的重要性有了基本的认识: 实验室中的任何一个隐患, 任何一个小的疏忽, 都有可能酿成大的事故, 造成难以估量的损失。

但是, 与日益提升的实验室安全管理、推陈出新的实验室安全技术设施, 以及对于实验室安全重视度

收稿日期: 2019-11-30

作者简介: 黄开胜 (1970—), 男, 广东丰顺, 博士, 实验室管理处处长, 主要从事实验室建设与资产管理及高等教育管理研究。

E-mail: huangks@tsinghua.edu.cn

通信作者: 江轶 (1977—), 女, 湖北武汉, 博士, 生命科学学院高级工程师, 实验室管理处生物安全办公室主任, 主要从事实验室安全建设与管理。

E-mail: yj\_yijiang@tsinghua.edu.cn

的大幅提升相悖,实验室安全事故发生的频率和程度不降反升。然而这一悖论并非我国独有,2019年11月18日,加拿大温莎大学 A. Dana Ménard 和 John F. Trant 在 *Nature Chemistry* 上发表综述文章,以科研的严谨逻辑对世界范围内的学术界实验室安全研究进行了回顾与评论:“过去的十年里,世界各地的学术实验室发生了几起备受瞩目的事故,造成了重大伤亡。这些事件所产生的后果就是要求对学术实验室的安全研究和政策要进行反思和重新审查。然而,目前对学术实验室安全的研究仍未成熟,没有收集到关于安全态度和行为变化的必要数据。本文从多因素的角度,包括对实验室事故发生的研究、造成实验室事故的原因、安全培训研究的现状、进行安全研究和实施更安全的实验室实践的文化障碍,批判性地调查了学术化学安全研究的状态。报告结论指出了必须解决的研究问题,以最大限度地减少未来严重的学术实验室事件,并强调了实验室安全工作所需要的来自领导层级的投入和支持”<sup>[7]</sup>。文章基于该领域数据的整理所描述出的发展和现状,归纳分析后呼吁,为了解决目前的问题,需要构建一个科学的实验室安全研究体系,在此体系所提供的可靠数据之上再来制定基于证据的政策。文章从科学研究的角度分析了目前实验室安全研究体系存在的根本性问题,并且指明了如何收集可靠数据加以分析,如何在人文学科(特别是心理学和社会学)的支持下使政策和规范更有针对性。

Ménard 和 Trant 的文章有数据、有实例,分析总结了前人大量的研究成果,纵横开阖。然而 Ménard 和 Trant 并未提出解决方案或计划、建议,本文将就此在管理和实施层面做进一步总结和探索。

## 1 当前实验室安全工作存在的根本性问题

目前,实验室安全工作很大程度上依然处于以事故教训推动工作的状态,不仅实际工作中存在突击和零散的问题,更重要的是由于缺乏系统性的调查分析和设计布置,整体工作缺乏科学性和全局性。Ménard 和 Trant 以加州大学洛杉矶分校 Sangji 女士的惨案及后续处理为例,认为:“Sangji 去世 10 多年后的今天,可以说,没有证据表明在实验室安全的学术研究领域,有任何彻底的、根本性的变化,或者有重大的范式转变。由于这是一个备受关注的案例,并且最初被认为是学术实验室安全的一个转折点,因此,我们将回到这个例子来加以说明。我们想强调的是,安全并不是 Harran 实验室或加州大学洛杉矶分校独有的问题。导致 Sangji 死亡的故障是系统性的,完全可能发生在许多机构的许多研究小组中。遗憾的是,这个问题比任

何单一案例都要严重得多。这篇综述的目的是批判性地调查化学实验室安全研究的现状,讨论开展和实施这项研究成果的障碍,并呼吁重新审查和承诺学术化学在事故研究和预防中的作用”<sup>[7]</sup>。

在学科交叉融合的今天,实验室安全工作不应还处于在知识层面仅依据专业(如化学安全、生物安全、辐射安全)技术,在管理体系上还依赖经验和常识,而应该在数据收集、问题分析、统计解读、方案制定和具体落实等各个环节上,广泛采用理工文的科技成果(如统计、建模、个人心理学和社会心理学),广纳英才,做出新的全盘构建。Ménard 和 Trant 从以下 5 个方面对目前情况的紧迫性进行了描述,对相关研究的漏洞和弊端进行了剖析。

### 1.1 应研究实验室事故的类型和频率

一方面,目前缺乏对于事故的统计和分析:“据我们所知,还没有研究人员、大学、监管机构或专业组织对每年发生的学术实验室事故进行过统计。目前还没有关于学术实验室事故类型或发生频率的全面数据集”“数据的缺乏严重阻碍了对事故的理解、采取措施预防事故、减少事故发生的频率和严重性或制定基于证据的安全指南的任何努力”<sup>[7]</sup>。

另外一方面,如果仅仅针对事故进行统计,就会漏掉隐患和危险这些潜在的问题:“对实验室伤害的研究并不能告诉我们总的事故发生率。没有受伤的‘惊险脱身’比受伤的事故要普遍得多,除非财产损失非常严重,否则很少有报道。此外,真实的事故发生率可能比目前掌握的更高,因为有一些证据表明,漏报是科学上的一个重大问题”<sup>[7]</sup>。

### 1.2 应研究实验室事故的原因

造成实验室事故的因素可分为以下 5 类:“所使用的材料或设备相关的风险,技能相关的风险,研究人员的知识和选择,进行的研究实验室和研究员的特性和品质,产生危险因素的院系或机构的水平”<sup>[7]</sup>。

对以上因素的统计和分析,目前基本处于空白状态:“职业安全领域的研究人员认为,当多个个人和系统故障同时出现时(即事故的‘瑞士奶酪’模型),事故最有可能发生。尽管有如此强烈的需求,但这些案例研究和针对试剂的研究并没有带来更全面、更深入的学术交流或更广泛的事故原因调查。从根本上说,案例研究是一套轶事集,在具体情况和具体材料中可能提供有用的信息,但不足以作为制定更广泛的基于证据的安全政策和程序的基础。案例研究在建立证据基础方面发挥了重要作用,但它们通常是更广泛分析的出发点,而不是学术实验室安全领域迄今为止的终点。事实上,这些出版物中的大部分都出现在了《化

学健康与安全》杂志上, 尽管它是美国化学学会下属部门的旗舰出版物, 但在 SciFinder 中并没有被完全收录。这样的考虑使得这项工作即使对那些积极寻找它的科学家也很难找到”<sup>[7]</sup>。

### 1.3 应研究安全的态度和行为习惯

在此方向上进行的已有的一些研究往往基于受访人员的主观认为, 其统计结果有偏差, 存在方法上的漏洞: “目前还不清楚那些重视安全并相信自己工作场所安全的人在实验室实际操作中是否真正做出了安全的选择。到目前为止, 还没有关于安全态度和安全措施之间关系的研究” “从方法论的角度来看, 这些研究中单独使用的自我报告数据并非完全可靠, 结果很可能是不准确的, 因为社会赞许性偏见会影响参与者的反应 (即受访者倾向于以一种被他人认为是好的方式来回答问题)”<sup>[7]</sup>。

在这样的数据库之上, 与心理学相关的更为精细的分析就无从谈起: “如果没有适当的数据, 我们就不能确定个人防护装备的使用与事故频率和/或严重程度之间的关系。或许, 表面上的保护措施会鼓励冒险行为。例如, 研究表明, 使用自行车头盔与发生事故的风险增加有关, 当餐馆提供卡路里计数时, 消费者往往会选择更高的卡路里, 而海滩游客往往选择在海滩上的指定安全区域之外游泳。使用个人防护装备可能会鼓励研究人员冒更大的风险, 从而增加实验室事故的发生率或严重性”<sup>[7]</sup>。

“学术实验室安全的评论家已经注意到了人为因素的作用, 并评论了它们在安全行为中的重要性”<sup>[7]</sup>。然而, 由于缺乏基于大数据统计结果的支持, 实验室人员往往会对实验室安全情况做出错误的乐观判断 (个人偏见), 这很大程度上影响到了个人防护设备的使用以及其他安全相关的行为习惯: “考虑到个人偏见可能造成的影响, 如果不能更好地理解安全决策的心理, 确保信息和培训的完美获取 (例如 Bretherick 的手册、美国化学学会的指导方针、部门政策和实验室政策) 和设备的可用性, 则不大可能做出改进。对许多研究人员来说这些资源目前是可行的, 但并没有被使用”<sup>[7]</sup>。

在规章制度的制定中, 工作人员对风险感知与安全态度和行为之间的关系应该被充分考虑进去。 “然而, 到目前为止, 安全工作的中坚力量是自然科学家和工程师, 他们的研究专长不是社会科学方法论, 他们可能不熟悉重要的和相关的心理结构 (社会愿望的回应)。正如文中所指出的, 这篇综述文章所调查的各项研究都存在一些缺陷, 这些缺陷损害了其研究结果在政策方面的有效性、可靠性和概括性”<sup>[7]</sup>。

此外, 对于人为因素的过分强调反而会造成误区: “将导致或加剧事故的行为归咎于受害者, 以 Sangji 为例。尽管许多评论都集中在她的衬衫着火时, 她并没有想到要去实验室淋浴, 但事实上, 在事故发生后帮助她的两位博士后也都没有想到要这么做; 在医疗紧急情况下, 个人反应不当的倾向是一种有据可查的现象, 但在实验室安全政策的制定中却没有考虑到这一点。或者, 正如 Hill 和 Finster 所说, ‘人们很容易责怪个人, 却不考虑为什么这个人会这样做’”<sup>[7]</sup>。这一误区一方面蒙蔽了政策制定者, 没有能够从心理学层面把相关因素纳入决策过程; 另外一方面, 严重影响了安全文化: “指责受害者的倾向往往导致人们认为事件后的调查是惩罚性的, 而不是学习经验, 从而增加了对安全政策和程序的消极态度, 毒害了几代学生, 并增加了漏报率”<sup>[7]</sup>。

### 1.4 应研究安全培训的效果

对于本科生而言, 安全培训宜不落窠臼, 应以更有意义的方式纳入学生的课程之中, 以免 “许多大学生会错误地认为, 安全培训是一种制度规定的麻烦。由于设计的原因, 风险通常是最小的, 而且信息是断章取义的, 可能会显得过于严格甚至愚蠢”<sup>[7]</sup>。由于缺乏对于大范围、长时间、有对照组人群的培训结果的追踪统计和分析, “目前还不清楚哪些安全培训干预措施能够增加知识, 提高记忆力, 提高对安全规则的遵守程度, 降低事故发生率或提高实验室安全检查的效果”<sup>[7]</sup>, 也就很难有针对性地更新培训课程, 或是设计更科学的培训体系。

对于实验室研究人员而言, 尽管已有一些降低风险的策略 (如建立化学安全库, 及时通报安全事故和隐患, 通过海报进行宣传等), 然而 “如何进行安全调查, 如何从事故中吸取教训以及如何设计危险分析系统”<sup>[7]</sup>并没有被充分地思考和研究。

即使忽略以上这些调研工作的缺乏所必然导致的培训设计内容和形式上的不合理、不科学, 目前已有的培训还存在以下问题: ①及时性不够, “在学术环境中, 70%的研究人员接受了安全培训, 但只有 26%的人在开始实验后 30 天内接受了培训 (开始工作和接受适当培训之间的平均差距没有报道, 但肯定令人担忧)”; ②缺乏重要环节: “这种培训通常是由环境卫生和安全官员进行的, 只有 35%的参与者表示他们从课题负责人处获得了额外的培训”; ③重要内容遗漏: “在一个 85 人参与的小规模研究中, 47%的参与者不知道多长时间需要在实验室进行安全检查, 35%没有访问数据或关于他们的实验室是否安全和是否符合法定要求的记录, 9%不知道如何处理紧急火灾或泄漏等。此



外,这里还有一个问题,就是这些结果反映了参与者的自我认知,即他们觉得自己能够处理火灾或泄漏,而不是对他们处理能力的客观评估”“另一项研究发现,25%的研究人员没有接受过与他们工作相关的特定危险的培训”“一项研究表明,只有10%的学生、博士后、教职员认为,安全培训使他们能够帮助他人,并在他人从事不安全行为时进行干预”<sup>[7]</sup>。

统计数据表明“研究人员报告称他们在实验室感觉是安全的,认为实验室风险水平低以及他们的机构保持着良好的安全文化”,对于这种客观伤害数据和主观安全感之间的矛盾,Ménard 和 Trant 给出的解释是:“危险的做法和对安全漫不经心的态度在学术界是如此常态化,以至于该领域的低标准对内部人士来说既不麻烦,也不明显”<sup>[7]</sup>。

### 1.5 应研究实验室安全的障碍

无论是对于实验室安全知识的提升,还是启动和实施综合安全规划,最大的阻力来自课题负责人。一方面“受伤、事故和脱险‘只是工作的一部分’的信念在整个行业中仍然很普遍,而且很流行”<sup>[7]</sup>;另外一方面“‘学术自由’的问题经常被作为反对安全措施的理由提出。一项研究发现,15%的研究人员认为安全法规妨碍了生产力,23%的人认为它们阻碍了科学发现的过程”<sup>[7]</sup>。

有建议提出:“应该通过将事故报告、实验室调查和安全政策遵守情况纳入晋升和终身职位以及部门资源分配的考虑范围,从而确保顽固不化的课题负责人遵守规定”“记录不佳的课题负责人,应被拒绝提供资助和奖金”<sup>[7]</sup>。

针对上文所涉及的痼疾,Ménard 和 Trant 呼吁应该有行动上的改变:

(1)为了制定基于证据的政策,需要准确的数据:“数据应该不仅包含导致死亡或住院的重大事故,还应该包括任何险情”“我们需要知道事故漏报的问题有多大,以及与漏报有关的因素有哪些”<sup>[7]</sup>。

(2)关于实验室事故原因也应该有科学的统计:“事故发生的方式、地点、时间和对象”“是什么导致了个人、实验室、院系和机构层面的事故”“对受害者、他们的朋友和家人、他们的同事、同学、教职员以及更广泛的学术文化和机构社区的影响”<sup>[7]</sup>。

(3)关于如何提升人们对于安全的态度和信念,需要对以下信息加以统计和分析:“安全的态度和信念与人口统计变量、培训和实验室经验之间的关系”“安全态度是如何形成的,如何以及何时进行干预,以便让学生们将安全视为科学中最基本的优先事项,而不是一件麻烦事”“信念和态度如何与个人防护装备使用

和风险评估方面的行为实践相关联,以及如何最好地解决差异以确保人员安全”<sup>[7]</sup>。

(4)如何使得我们的安全培训更有效果,更有效率,可以切实降低实验室事故的频率和严重程度,以下两个方面因素值得调研:“第一个重点是过程:目前在不同的机构是如何进行培训的,是否有更有效的策略来传达内容,应如何评价理解,在什么情况下保留信息”;“第二点是内容:内容应该包括什么,如何评估新情况的安全性”<sup>[7]</sup>。

(5)从安全文化的角度来说,以下问题也需要得到思考和解答:“到底有哪些障碍在阻碍学生、教师和工作人员系统地接受学习和应用安全原则”“什么样的干预、奖励和制裁才能克服这些障碍”“如何更好地理解围绕科学身份和文化的社会脚本”“如何最好地从本科一年级(或更早)开始实施有意义和有影响力的安全培训,以及如何在整个学位期间持续开展安全培训,并将其纳入研究生和博士后培训以及教师指导之中”

“如何使用适当的方法来确定培训方法的有效性,并查看可量化的结果”“如何应对学术环境中安全研究和培训的固有挑战,比如员工和学生参与培训的低出勤率”<sup>[7]</sup>。

Ménard 和 Trant 最终认为:

应该“建立学术实验室安全研究项目”,一方面可以“降低学术实验室事故的发生率和严重程度,确保实验室人员的安全和健康,确保设备、实验室和建筑物受到保护”;另外一方面,将“最终对工业产生溢出效应——训练有素、更有安全意识的学生将成为更好的工业雇员”<sup>[7]</sup>。“将安全研究作为化学研究的核心部分,包括在主要研究型大学设立安全研究终身教职职位,以及增加实验研究型教授对化学安全研究的理解和兴趣”<sup>[7]</sup>的建议值得探讨。实验室安全工作需要做出重大改变,“在 Sangji 本可以避免的悲剧性死亡发生 10 多年后,我们在理解和解决学术实验室安全问题方面还没有取得足够的进展。我们希望这项审查的 10 年后续行动将得出不同的结论”<sup>[7]</sup>。

## 2 针对目前我国高校所采用的实验室安全管理模式,开展改进工作的着眼点和着手点

当我们聚焦到我国的高校实验室安全工作情况时,一些具体问题更为令人瞩目。

高校是我国科学研究的主力军,实验室体量大,科研实验探索性强,实验室人员流动性大,危险源众多,实验室安全涉及法律、法规、部门规章多,这些特点导致了我国高校安全管理形势严峻<sup>[8]</sup>。虽然近年

来我国高校普遍加强了实验室安全管理工作,但是安全管理模式尚处在初级阶段,完整性、系统性不强<sup>[9-10]</sup>。如何在这样的形势下实现安全、高效的管理,既保证校园安全,为教学和科研助力,又不会增加师生负担,激化不必要的矛盾,是我国高校安全管理工作需要考虑的重要课题。

### 2.1 高校实验室安全工作中的问题

Ménard 和 Trant 指出的问题,在我国高校的实验室安全工作中也非常突出,以下几点尤为典型:

- (1) 课题负责人对实验室安全不重视;
- (2) 实验室层级的安全培训不具体、不系统;
- (3) 实验室安全防护技术不专业,也没有专业的队伍。

对于以上问题的研究, Ménard 和 Trant 文章做出了详尽的分析。我们在此基础上,从实际操作层面,进行分析和探索。

### 2.2 高校实验室安全体系建设

目前高校实验室安全体系可分为以下几部分:

- (1) 专门的安全管理机构,并由校级领导分管,可实施校级、院系级等多层次的管理。
- (2) 合理的安全岗位设置及安全队伍建设,分领域、分专业设岗,有充足、高水平的安全管理队伍。
- (3) 完善的各项安全规章、制度,包括管理制度、安全检查制度、风险评估制度、准入制度、安全应急制度等。
- (4) 全面的安全教育培训,包括校级、院级等不同层次,针对不同专业的培训课程。

### 2.3 借鉴世界一流大学经验

我们分析了多所综合性世界一流大学的实验室安全体系,它们在很多方面可以为我们建立实验室安全体系架构提供借鉴意义<sup>[11-13]</sup>。我们将其先进之处归纳如下:

- (1) 管理机构健全,职责明确。世界一流大学均设有职责明晰的实验室安全管理机构,如哈佛大学、斯坦福大学、加州大学伯克利分校、牛津大学的安全管理机构为 EH&S (Environmental Health & Safety); 麻省理工学院、剑桥大学、新加坡国立大学、香港科技大学、帝国理工学院的的安全管理机构分别为 EHS-MS (Environmental Health & Safety-Management System)、OHSS (Office of Health and Safety System)、OSHE (Office of Safety, Health and Environment)、OHSE (Office of Health, Safety & Environment) 和 HSMS (Health & Safety Management System)。

在调研的一些高校中,其中加州伯克利大学、香港科技大学和斯坦福大学以学校层面的集中管理为主,而哈佛大学、剑桥大学、牛津大学、麻省理工学

院、新加坡国立大学和南洋理工等大学则实施学校层面和院系层面的分层管理。他们的共同之处是: EH&S 相关的管理都被给予了充分重视,并由校级领导分管。

(2) 分领域、分专业设岗,安全管理队伍全面,人力充足。哈佛大学专职安全管理人员多达 67 人,麻省理工学院达 69 人,斯坦福大学达 106 人,加州大学伯克利分校达 63 人,牛津大学达 16 人、剑桥大学达 39 人。每所知名高校安全管理机构都进行了具体的岗位设置,大致可分为 9 个领域:教育培训及准入管理、安全督导,高温高压及特种设备管理,辐射安全,化学安全,生物安全,环境保护(室内空气质量、各种废弃物),职业健康(个人防护、健康监管、粉尘噪音),消防与应急,基础设施(紧急喷淋、通风安全、设计规范、监控报警)。合理的安全岗位设置是实现高效安全管理的重要保障。我们以斯坦福大学为例,具体研究其安全岗位的设置情况:

斯坦福大学 EH&S 总人数为 106 人,消防 24 人、软件开发 8 人、行政 6 人及财务 1 人也包括在其中。EH&S 机构主任是副教务长助理,向副教务长负责,再上一级是教务长,并由副校长主管,实施的是自上而下的集中管理,其中各分机构的具体职责如下:

实验室安全具体职责为:提供有针对性的健康和安全服务,以支持斯坦福大学的学术和研究实验室,该团队包括科学研究人员以及具有安全和监管专业知识的人员。该小组就化学和物理危害提供专门的实验室安全咨询,并向实验室提供指导。此外,由于校内大多数实验室都有化学和物理危害,因此该小组可能成为寻求有关生物安全和生物安保、危险废物管理、辐射安全、激光安全以及职业健康和旅行医学磋商的个人初步联络点。具体服务事项包括:化学和物理研究过程的安全咨询和审查,审查使用高毒性材料(例如有毒气体、选择毒素等)的安全程序,研究动物所用化学品的追溯,提供有关化学和物理危害的专门培训,对 EH&S 系统进行培训(如 BioRAFT, ChemTracker 和 Wastetag), DEA 受控物质或前体授权,有关实验室启用、搬迁和关闭的咨询,事故调查和后续行动,与外部机构就监管检查进行协调。

环境保护具体职责为:环境保护计划包括化学、放射性和生物废物管理、遗留受控物质处置、危险物质泄漏预防和应对、空气排放许可、剩余化学品交换和危险物质运输有关的服务。此外,环境保护的任务是管理各种环境项目,如地下储罐修复和与有害物质泄漏有关的土壤修复。具体事项有:化学/通用废物计划、放射性废物方案、医疗废物合同管理、有害物质泄漏预防和响应、环境/空气计划、风险评估和 EPA



合规管理等。

培训与宣传负责制定和实施新的课程内容和教育材料,以支持与健康和要素有关的大学行动。具体事项有:协调 EH&S 提供的培训计划,与主题专家合作开发新的安全培训课程材料,评估现有培训产品的有效性并制定改进策略,向大学社区推广 EH&S 服务,支持斯坦福社区需要通过斯坦福大学培训和注册系统(STARS)进入 EH&S 培训课程的个人,为学校院系健康与安全培训计划提供指导,将大学 EH&S 政策传达给师生员工,协调 EH&S 课程的广告和维护斯坦福大学培训和注册系统(STARS)的培训记录。

应急管理办公室(OEM)充当行政职能,负责创建大学可以降低脆弱性和敏感性以及应对危机和灾难的框架。OEM 致力于确保大学能够在危机或灾难事件发生后保持并维护学术探究、学习和服务的使命。

消防办公室(SUFMO)为斯坦福大学社区提供综合服务,涵盖消防安全的各个方面,致力于支持斯坦福的学术、研究和生活。通过提供消防工程、教育、维护和检查服务,创建斯坦福大学社区安全宜人的环境。

整体而言,斯坦福的 EH&S 管理细致、集中、人力投入大。

(3) 系统化、先进的管理措施。这些世界一流大学安全管理比较成体系。由于国外安全管理的法律、法规和政策比较健全,大学在进行安全管理体系的建设时有较多内容可以遵照国家相关的法律法规进行。管理体系从人员防护、物理危害减缓、环境保护预防、事故预防等方面进行构建,对生物、化学、辐射等专业方向进行管控。在针对每一个具体的管理内容,采用基于戴明环 PDCA(即计划 plan、执行 do、检查 check、处理 act)的安全管理方法,形成闭环管理。

(4) 教育培训与准入作为重要环节,通过信息化平台对人员的培训和准入进行管理,建设了大量系统、广泛的培训课程。目前牛津大学共开设培训课程 43 门,斯坦福大学共开设 74 项安全培训,哈佛大学共开设 98 门 EH&S 课程。在培训课程设计方面,则通过网络课程、面授讲座和实操训练等方式进行,并根据培训人员的工作内容不同进行相应课程的匹配。

### 3 从加强行为安全与多学科共同参与这两个方向上重点突破

目前大部分人认识到,专业技术和安全管理是两个不同的专业,“不安全动作、不安全行为的产生原因及事故致因链原理”“预防事故采取的行为控制技术”所涉及的学科领域非常广泛,包括行为安全学、人机工程学、安全心理学、安全统计学等。广义的“安全

管理”(即事故预防)既包括安全技术又包含行为控制,安全管理更多是涉及人的问题、法规制度的执行、教育的问题。近年大多数事故是由于人的不安全行为引起,更是印证了行为控制在安全管理中的极其重要性。

#### 3.1 实验室安全管理工作重点

加强行为安全应成为实验室安全工作的重要组成部分,笔者所在的清华大学在这个方面也做出了初步的探索,我们从以下方向梳理了实验室安全“以人为本”的工作重点:

(1) 安全管理组织中各角色的职责如何确定以实现在安全管理方面对各院系师生开展精准、高质量的支持与指导?

(2) 如何组织建设实验室安全管理课程体系,建立准入制度,制定一系列技术规范与标准,以便明确培训需求以及指导安全整改?

(3) 制定安全管理制度、定期进行安全检查是安全管理常用的手段,我国高校实验室安全管理情况如何?如何能激发其安全人员的积极性与主动性,实现自我管理和主动管理?

带着以上问题,我们回到 Ménard 和 Trant 文章中所提到的,需要各学科的科学家的工程师、心理学家、社会学家、统计学家、实验室安全管理人员、培训课程设计人员、教师的深度交叉,共同参与的实验室安全研究、管理体系。

#### 3.2 实验室安全管理措施

我校计划在多学科共同参与实验室安全管理方面做出探索,于校级部门专设多个实验室安全专家岗位,分小组针对全校所有学科全覆盖推行实验室安全管理和督导。具体措施包括:

(1) 调整机构设置,按照 EH&S 体系配备岗位。同时为适应应急管理部要求调整化学安全办公室为危化品办公室,强化危化品尤其是管制类试剂的安全管理要求。

(2) 按照院系学科特点和工作机制需要设置实验室安全专业岗位,分别负责实验室安全准入(包括科研项目的安全分析)和相关院系的实验室安全督导等工作。

(3) 实验室安全专业治理内容从安全扩展到实验室环境治理与职业健康,强调环保与防护意识。

实验室安全专家将按照拥有各自专业方向的博士学位的要求进行招聘,后期将接受专业培训和指导,朝着实验室安全专家的方向发展。他们在长期一线工作中将积累大量的第一手实验室安全情况和数据。此团队内部相互交融,外部借助清华的多学科优势,有望在管治结合路线上探索数据的收集和分析,充分实现实验室安全方面多学科共同参与指导,做出引领性

的工作。

## 4 结语

《学术实验室安全研究的回顾与评论》基于全球性高校实验室安全事故的发生原因、安全培训研究现状以及进行安全研究和实施更安全的实验室实践的文化障碍,呼吁建立实验事故数据来研究各种因素之间的关联,鼓励把尊重安全当作学术研究的首选规则。习近平总书记在十九届中央政治局第十九次集体学习中发表重要讲话,要求充分发挥我国应急管理体系的特色和优势,积极推进我国应急管理体系和能力现代化。高校的实验室安全,要解决安全管理措施不到位、实验室安全管理体系不健全等问题,研究并探索出适合我国高校特点的实验室安全管理模式,我们正在探索和建设的强制管理与专业治理相结合的路径是一个可选的解决方案。

## 参考文献 (References)

- [1] 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)[J]. 2019.
- [2] 艾德生,黄开胜,马文川,等. 实验室安全管理模式的研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(1): 8-12.

- [3] 孙晓志,李春鸽,张社荣. 天津大学实验室安全体系的建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(9): 8-11.
- [4] 马庆,柯红岩,牛犁,等. 高校实验室安全作体系建构研究[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(12): 5-9.
- [5] 杨倩,杨惠敏,王自奎,等. 完善安全管理体系,确保高校实验室安全[J]. 高校实验室工作研究, 2017(1): 81-83.
- [6] 陈淑洁,孙广福. 云视域下的高校实验室安全体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(3): 289-293.
- [7] MENARD A D, TRANT J F. A review and critique of academic lab safety research[J]. Nature Chemistry, 2019(9), doi:10.1038/s41557-019-0375-x.
- [8] 黄开胜,艾德生. 高校实验室安全体系架构研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(9): 11-15.
- [9] 王杰. 高校实验室安全管理体系探索[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(8): 148-170.
- [10] 朱菁萍,刘红军,冯志力,等. 探索实施“一三三管理模式”提升实验室安全管理成效[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(10): 3-6.
- [11] 黎莹,胡谷平,蔡涛,等. 借鉴美国主流高校 EHS 体系建设我国的实验室安全文化[J]. 大学化学, 2015, 30(2): 15-21.
- [12] 韩方珍,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): 452-455.
- [13] 阮慧,项晓慧,李五一. 美国高校实验室安全管理给我们的启示[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(10): 4-7.

(上接第2页)

(2) 明确检查要点。第一次制定了高校教学实验室安全工作检查要点,也就是高校教学实验室安全工作检查要点(2019版),希望通过不断完善、持续迭代,建立中国特色、世界水平的高校教学实验室安全检查体系。检查要点由5个一级指标,19个二级指标和74个关注要点组成。

## 4 建立教学实验室安全研究制度

教育部制定印发《教育部高等教育司关于开展高校教学实验室安全相关课题研究的通知》(教高司函[2017]25号),启动教学实验室安全的课题研究工作,为规范化推进制度研究创造条件。

(1) 科学确定研究内容。一是要求根据不同学校、专业特色,提出教学实验室安全教育的课程结构、教学安排、教学方法、考核标准等情况,开展高校教学实验室安全教育课程体系与教学方式方法研究;二是根据《中华人民共和国突发事件应对法》和其他有关法律、法规的规定,针对高校教学实验室安全事件的

性质、特点和可能造成的社会危害,开展高校教学实验室安全整体应急预案模板体系研究;三是梳理高校教学实验室的重大危险源,开展高校教学实验室重大危险源摸排方式方法、重大危险源分布档案和相应数据库建设研究。

(2) 规范研究基本要求。明确研究工作要坚持改革思维和体制创新意识,突出问题导向和目标导向,广泛开展调查研究,既立足中国国情,着力解决高校教学实验室安全工作遇到的实际困难,又借鉴国际经验,研究提出未来中国高校教学实验室安全工作发展的相关构想。研究工作要注重成果转化,研究成果既要具有适度前瞻性,更要具有可操作性,可为高校教学实验室安全工作提供技术支撑。

新时代、新要求,加快完善现代大学制度,推进高效治理体系和治理能力现代化,高校教学实验室安全管理体系机制必须与时俱进、持续更新、不断完善,以高水平、高质量、高效率,为高等教育人才培养工作营造健康、安全的发展环境,奠定坚实基础。