

## 高校化学实验室危险化学品的绿色管理探究

季书豫, 袁进, 王浩, 郝京诚\*

山东大学化学与化工学院, 济南 250100

**摘要:** 高校化学实验室与危险化学品的接触是不可避免的, 由于各种原因很容易造成安全事故、身体伤害和财产损失。因此, 高校危险化学品已成为实验室最严重的安全隐患之一, 目前也是高校院系考核最为关键的考核指标。本文通过近年国内高等学校化学实验室事故, 特别结合近年来山东大学在化学实验室危险化学品管理方面的工作实践, 根据化学实验室的特点和存在问题, 提出了“绿色管理”理念, 为高校化学实验室危险化学品的管理提供参考, 并从中得到启迪。

**关键词:** 化学实验室; 危险化学品; 绿色管理; 实验室安全

**中图分类号:** G64; O6

## Green Management of Hazardous Chemicals in Laboratories of Universities

Shuyu Ji, Jin Yuan, Hao Wang, Jingcheng Hao \*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China.

**Abstract:** Chemical laboratories are inevitably exposed to hazardous chemicals, which can easily cause safety accidents, making personal injury and property damage. Therefore, hazardous chemicals have become one of the most serious hidden dangers in laboratories of universities. Combined with the work practice of management for hazardous chemicals in laboratories, especially from the practice of Shandong University, we put forward the concept of “green management” on hazardous chemicals based on the characteristics and existing problems of chemical laboratories. The idea of “green management” could provide examples as the management of hazardous chemicals in laboratories of universities.

**Key Words:** Chemistry laboratory; Hazardous chemicals; Green management; Laboratory safety

### 1 引言

根据国务院《危险化学品安全管理条例》中的定义, 危险化学品指具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质, 对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品<sup>[1]</sup>。近年来, 高校实验室安全事故频发, 化学实验室危险化学品的安全问题再一次引起了社会的广泛关注。为什么高校实验室会成为安全隐患遍布的高危场所? 其中, 高校化学实验室在化学危险品管理过程中存在的危险性已经成为主要原因之一。因此, 高校实验室的安全管理工作尤其是危险化学品的安全管理面临着更多的挑战, 如何有效保障化学实验室的安全已经成为一项亟待解决的问题, 已经成为学校考核的

关键。

针对高校化学实验室危险化学品的管理，目前达成了基本的共识。对于危险化学品的管理必须以相关的法律法规作为依据，严格规范化管理，如国务院 2002 年 1 月 26 日发布的《危险化学品安全管理条例》、公安部 2019 年 5 月 22 日通过的《易制爆危险化学品治安管理办法》等管理条例和办法<sup>[2]</sup>。但在以国家法律法规为指导管理的基础上，仍需要不断融合先进的理念，提出更加适合我国高等学校化学实验室的管理条例和办法，以避免由于实验室化学品而造成安全隐患。美国著名的安全工程师海因里希曾指出“三 E 对策”，即 Enforcement (强制)、Education (教育) 和 Engineering (工程技术)<sup>[3]</sup>，提出需要结合法律基础和先进理念并适应高等学校化学实验室的安全隐患治理的理念，不断提出新的管理理论，优化化学实验室危险化学品的管理。目前，还没有一个全面、系统、新颖的高等学校危险化学品管理理论来指导高校避免安全隐患的实践。因此，本文在对我国高等学校化学实验室的特点以及危险化学品管理现状进行分析的基础上，提出了“绿色管理”的新理念，这与中国共产党十八届五中全会以来，提出并不断贯彻的“绿色发展”相契合。目的是针对管理上存在的问题提出新的管理办法和建议，以“绿色管理”理论为参考，丰富和补充当前高校化学实验室危险化学品的管理条例，保证危险化学品使用的安全性，助推我国高校世界一流建设。

## 2 高校化学实验室危险化学品使用特点和潜在风险

近年来高校实验室安全事故频出，高校实验室安全再一次引起公众的广泛关注。我们对近五年来，国内外部分网络报道发生的实验室安全事故进行了汇总，如表 1 所示。同时我们也对相关报道事故发生的原因进行了详细分析，从中发现目前高校化学实验室危化品、实验室安全的特点，以及存在的潜在风险。除了一部分由于电路老化导致化学安全事故问题外，绝大多数的高校实验室事故发生的原因是操作危险化学品如锂块、高锰酸钾等过程中，造成的不可挽回的伤害，使多人受伤甚至丧命。由此可见，危险化学品的管理应该成为高校化学实验室安全管理重中之重，必须有绿色化的管理条例和办法。

表 1 近五年国内外主要高校实验室事故汇总

| 事故发生时间      | 事故发生地点                | 事故原因                    | 事故造成危害         |
|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------|
| 2014年12月4日  | 常州工程学院合一楼化工系顶楼实验室     | 玻璃瓶蒸馏过程中爆炸              | 无人员伤亡          |
| 2015年4月5日   | 中国矿业大学化工学院            | 甲烷混合气体钢瓶发生爆炸            | 5人受伤，1人抢救无效死亡  |
| 2015年6月17日  | 苏州大学物理楼二楼             | 处理锂块时发生爆炸               | 无人员伤亡          |
| 2015年12月18日 | 清华大学化学系何添楼            | 氢气泄露，高温引发爆炸             | 一名博士后当场死亡      |
| 2016年1月10日  | 北京化工大学科技大厦            | 冰箱电线短路引发自燃              | 无人员伤亡          |
| 2016年9月21日  | 东华大学化学化工与生物工程学院       | 进行氧化石墨烯实验，加入高锰酸钾未称量引发爆炸 | 两名学生重伤，一名学生受轻伤 |
| 2018年11月11日 | 南京中医药大学翰林学院           | 进行萃取实验爆燃                | 有多名师生受伤        |
| 2018年12月26日 | 北京交通大学市政与环境工程实验室      | 进行垃圾渗滤液污水处理科研实验发生爆炸     | 三名研究生不幸遇难      |
| 2019年2月27日  | 南京工业大学                | 实验室火灾，具体原因不明            | 无伤亡            |
| 2018年12月6日  | 印度班加罗尔                | 高压氢气瓶爆炸                 | 研究员在爆炸中丧生      |
| 2018年       | 宾夕法尼亚州艾克斯顿Frontage实验室 | 接触氰化钾中毒                 | 工人死亡           |

根据事故发生原因以及本学校实验室的特点，我们总结了目前化学实验室危险化学品管理的特点和潜在风险，如图 1 所示：(1) 可能接触化学危险品的人员多。高校化学实验室综合性和研究性

实验数量不断增加, 承载着繁重的实验教学和科研任务。以本实验室为例, 目前我们实验室承担的主要实验项目包括高中生(中学生英才计划)、本科生(本科生创新实验、本科生毕业设计)以及硕士研究生、博士研究生和博士后的课题研究。因此进入实验室的人员不仅人数众多还具有很大的流动性, 这大大增加了接触危险化学品的几率。一旦存在使用不当, 极易引起火灾和爆炸事故。(2) 危险化学品种类多, 几乎涵盖了所有的危险化学品种类(易燃易爆、有毒有害、易挥发、生物毒性等等), 使用频次高; 同时高校化学实验室科研灵活性较强, 使用危险化学品具有使用频率高、种类多、周期短的特点, 尽管单次的危险化学品使用量可能较少, 但是危险化学品流动性极大, 给危险化学品的管理造成很多困难。(3) 化学实验操作的危险性。由于在实验操作的过程中通常需要高温或高压等操作, 而危险化学品通常具有易燃、易爆等特点, 极易引起危险化学品的爆炸, 从而引发危险。除此之外, 一些特殊实验, 如动物实验等还存在生物类危险化学品, 可能对人体造成损伤, 因此实验操作的准确性对于化学实验室安全极为重要。(4) 化学危险品监管难度大。合理的监管是规避风险的重要手段, 但正是由于上述提到的几点原因, 接触人员多、危险化学品多、操作存在风险等等, 极大地增加了危险化学品监管的难度。此外, 危险化学品管理的环节琐碎, 从采购、使用、储存以及废液处理等等, 任何一个环节出了问题都有可能危险的发生。



图1 高校化学实验室特点及潜在风险示意图

### 3 高校化学实验室危险化学品管理的现状和问题(以山东大学为例)

#### 3.1 安全意识薄弱

目前山东大学对于研究生的安全教育主要分为安全教育讲座、发放《山东大学实验室安全教育手册》和进行“实验室安全教育与考试系统”的在线学习和在线考试, 这在一定程度上提高了师生对于化学实验室安全的重视程度。但是还存在一些问题。首先, 安全培训覆盖不够全面, 对于本科生等还没有具体落实。其次, 培训内容不够具体和细致, 培训通常从大的方面出发, 主要讲解实验室安全的重要性, 但是对于一些具体的可能引发危险的操作, 以及常见危险化学品的性质等并没有介绍和讲解, 使得大家在危险化学品的使用问题上还存在盲区。可以将危险化学品的相关物理化学性质以及使用注意事项等汇总装订成册, 并统一制作危险化学品的 MSDS (危险化学品安全周知卡)<sup>[4]</sup>, 以供大家查阅学习, 熟练掌握需用试剂的具体物理化学性质。最后, 培训内容不够丰富和全面, 例如, 并不涉及对于危险事故发生的应急措施培训, 当事故发生时, 有效的应急处理可以将伤害降到最低。因此, 可以定期组织一些事故的应急演练, 加强对于事故的应急处理能力。

#### 3.2 安全设施不规范

安全设施的规范性对于危险化学品的管理至关重要。目前学校已经意识到了这一问题, 已经为

每个实验室配备了专门的防爆柜和药品柜,对于新实验室的建设也考虑了更多的安全管理因素。但是对于老旧实验室的改造还很不足。例如本校的化学2楼由于建设的年代比较早,导致一些实验室安全设施陈旧,包括电路、通风设备的实验设施存在很大的问题,不能及时修复和更换,使实验室存在很多的安全隐患,如有害气体浓度过高,电线老化如引发火星可能会引起危险化学品的爆炸等等。除此之外,由于个别实验室经费有限,实验室添置的基本防护设备和安全设备不能满足实验要求,这极大地增加了大家在使用危险化学品过程中的危险性。

### 3.3 安全制度不完善

制度是规范行为的重要保证。为了保证实验室的实验安全,学校已经制定了各项实验室安全管理制度,如《山东大学实验室安全基本要求》《山东大学实验室安全个人须知》《山东大学危险化学品安全管理办法》《化学与化工学院实验室安全管理规定》等,从个人要求、安全巡查制度以及安全管理处罚规定等各个方面对于实验室安全做出了要求。对于危险化学品的管理和处理也采取了相关举措,如2019年3月29日发布了集中处理过期试剂、废旧钢瓶和报废设备的通知。但也还存在一些问题,例如有一些制度不能落到实处,安全隐患并没有消除。以过期试剂为例,相关负责公司进行了一部分处理,但是对于一些历史遗留问题如标签不完整的试剂等等一直没有找到好的处理方法。在多次统计实验室安全隐患问题后也没有相关单位来解决相应问题,存在只找问题但不解决的情况。除此之外,随着时间流逝,实验设备的更新等问题可能会使旧的规章制度不再适合实验室安全管理的要求等。因此,学院和实验室都应对安全制度定期更新、不断完善。图2是对目前实验室危险化学品管理现状和问题的总结。



图2 实验室危险化学品管理现状和问题示意图

## 4 高校化学实验室危险化学品的绿色管理理念

基于目前本校化学实验室危险化学品的管理现状和问题,我们提出了新的绿色管理的理念。绿色管理理念融汇到危险化学品的各个环节,从采购源头到废液处理,我们将其分为三个部分:绿色采购、绿色使用、绿色处理。

绿色采购是从源头上实现对高校危险化学品的绿色管理。目前山东大学已经启用了山东大学仪器耗材管理平台,对于化学品尤其是危险化学品实行凭证采购,其中剧毒化学品、易制毒化学品必须上报资产管理与实验室管理部审核,并报公安处备案,严格要求购买流程。需要以此为基础规范库存管理,做到对危险化学品按需采购、按量使用,最大程度减少危险化学品的使用。

绿色使用是指在使用过程中对人和环境的影响降到最低。对于使用危险化学品进行实验的学生,都要提前接受专业技能和安全知识的培训(包括进入实验室的所有人员),培训合格的人员佩戴合格证。相关人员在使用前需要详细了解危险化学品的相关物理化学性质,尽量采用无毒物质代替。在使用危险化学品进行实验的过程中,必须穿戴个人防护护具(护目镜、实验服、口罩、防毒面具、手套等)。使用危险化学品时必须根据要求在指定地点使用,如通风橱内取用等等,保证危险化学品在

使用过程中做到绿色环保, 将对人体和环境的危害降到最低。

由于危险化学品的危害性, 需要指定的具有处理资质的相关单位处理, 这里体现的是绿色处理过程的重要性。在危险化学品使用完毕后, 要分类收集到合适的回收容器中, 坚决不能随意处理, 更不能直接倒入下水道, 直接丢弃等等。对于废弃危险化学品的处理要做到不对环境和设备造成危害。

可以说绿色管理的理念贯穿危险化学品采购、使用和处理的全过程, 我们要做到绿色实验、绿色科研, 为高校化学实验室危险化学品的管理与使用营造绿色环境。

## 5 结语

高校化学实验室是人才孕育的摇篮, 是科研的主战场, 安全问题不容忽视。我们应该从个人做起, 从个体、实验室, 到学院, 再到学校。大家应该将绿色管理的理念融入高校危险化学品的每个环节, 绷紧实验安全这根弦。在提高自己科研能力的同时做到绿色实验、绿色科研。

## 参 考 文 献

- [1] 吴莹, 卜建, 李壮. 产业与科技论坛, **2015**, 14 (18), 233.
- [2] 唐继垒. 生物化工, **2018**, 4 (4), 94.
- [3] 李育佳, 章文伟, 章福平, 韩峰, 刘斌. 实验技术与管理, **2019**, 36 (7), 233.
- [4] 侯荣, 冯玉如. 广东化工, **2019**, 46 (12), 173.