

高校实验室气瓶的安全使用和管理探究

杨白雪*

(四川大学实验室及设备管理处, 成都 610065)

摘要: 随着高校科研活动的日益频繁, 实验室气瓶兼具特种设备和危险化学品两种危险特性, 因此, 其安全使用与管理显得尤为重要。本文分析了当前高校实验室气瓶管理存在的主要问题, 随后从气瓶使用人员角度提出加强气瓶使用人员的安全教育与培训、制定和完善气瓶使用操作规程、规范气瓶的安全检查的改进措施; 从管理者角度提出审核供应商资质, 规范源头管理; 开展分级分类监管, 落实定期检验制度; 采用信息化手段提高管理效率; 加大安全文化宣传力度, 建立标杆实验室的管理策略, 旨在提高实验室气瓶使用的安全性, 为实验室气瓶安全管理工作提供参考。

关键词: 高校实验室; 气瓶; 安全管理

Exploration of safe use and management of gas bottles in university laboratories

YANG Bai-Xue*

(Department of Laboratory and Equipment Management of Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT: With the increasing frequency of scientific research activities in universities, laboratory gas cylinders have both special equipment and hazardous chemicals, making their safe use and management particularly important. This article first analyzes the main problems in the current management of gas cylinders in university laboratories, and then proposes improvement measures from the perspective of gas cylinder users to strengthen safety education and training for gas cylinder users, develop and improve operating procedures for gas cylinder use, and standardize the safety inspection of gas cylinders; propose to audit supplier qualifications from the perspective of managers and standardize source management; carry out graded and classified supervision, and implement a regular inspection system; using information technology to improve management efficiency; intensify the promotion of safety culture and establish a management strategy for benchmark laboratories, aiming to improve the safety of laboratory gas cylinder use and provide reference for laboratory gas cylinder safety management.

KEY WORDS: university laboratories; gas cylinders; security management

0 引言

随着国务院新一轮建设一流大学和一流学科的战略规划, 各高校对实验教学和科研工作提出了新的要求。确保实验室的安全稳定运行是确保教学、科研工作顺利开展的基本

保障。气瓶作为高校实验室最常见的储气装置, 广泛应用于化学试验、生物培养、材料分析、机械加工等多个领域。气瓶具有危险化学品及特种设备的双重危险性, 属于重大危险源^[1]: 充装气体种类多, 涉及易燃易爆、有毒、腐蚀、窒息

*通信作者: 杨白雪, 博士, 研究方向: 主要从事实验室安全管理工作研究。E-mail: plybx@163.com

*Corresponding author: YANG Bai-Xue, Ph.D, Department of Laboratory and Equipment Management of Sichuan University, Chengdu 610065, China. E-mail: plybx@163.com

等危险特性；气瓶使用人员多、用气场所多、安全隐患多、缺乏有效的定期检验机制；给高校的气瓶安全使用和管理带来巨大挑战。根据国家质检总局发布的统计资料，在2009-2019年发生的气瓶事故总计166起，造成的死亡人数在各类特种设备事故中占据首位^[2]。高校实验室气瓶的安全使用和管理状况直接关系到师生的人身安全和学校的正常运行，因此，加强高校实验室气瓶的安全使用和管理，对于提高实验室安全管理水平发挥着举足轻重的作用。

本文通过分析当前高校实验室气瓶使用管理中存在的主要问题，结合高校实验室气瓶的管理经验和国家相关法律法规的要求，分别从使用者和管理者角度，提出了高校实验室气瓶安全使用改进措施及高校实验室气瓶管理策略。

1 当前高校实验室气瓶使用管理存在的主要问题

1.1 管理机制不健全，源头管控不力

近些年来，我国高校对实验室气瓶安全管理工作日益重视，并出台相应的使用和管理制度。但是，很多师生对气瓶的安全使用及管理缺乏必要的安全管理意识和相应的法制观念，认为安全管理工作是麻烦，安全管理工作者在工作中不可避免会遇到一些阻碍^[2]。部分实验室气瓶的使用管理存在职责界定不清等问题，导致无人负责或多人负责却无人真正监管的局面，难以将管理制度落实到位。师生在用气采购过程中，只关心气体质量是否满足实验需求，缺乏对气瓶本身的安全知识，在采购过程中未能严格把关气瓶的质量，不能有效筛选出合格的供应商，或者导致不符合安全标准的气瓶进入实验室^[3-4]。

1.2 管理者专业性不强，缺乏应有的安全操作知识

许多高校的气瓶管理人员多为教师兼职并非安全管理专业出身，对气瓶的特性、充装气体的安全风险、安全技术要求等了解不够，无法及时发现和处理安全隐患^[5]。另外，我国的气体安全管理相关的法律法规和国家标准比较分散，如《气瓶安全监察规定》《特种设备安全监察条例》《危险化学品安全管理条例》《气瓶颜色标签》《气瓶警示标签》等，兼具特种设备和危化品管理等领域，使得各高校在落实

气瓶安全管理上难度颇大。针对高校师生开展的实验室气瓶安全培训缺乏系统性和针对性，培训讲座覆盖面较窄，导致师生缺乏相应的知识和技能，对气瓶相关的法律法规不了解不熟悉，未能及时掌握相应的安全操作规程和注意事项。

1.3 气瓶及安全附件的定期检验与维护不到位

有很大部分的师生不会注意气瓶的定检钢印，导致某些实验室部分气瓶超期服役，更有瓶身出现裂纹或阀门损坏的气瓶未经检验而正常使用，这些不安全的状态都将增加气瓶发生爆炸的危险^[6]。气瓶所附带的安全附件如压力表、安全阀的需要定期校验、专人维护，由于师生不了解定检周期，没有专职人员进行有效的指导和监督，导致维护质量不高，影响了气瓶及其安全附件的使用寿命和安全性能。

1.4 气瓶种类多、分布分散，难以动态监管

高校往往设置多个校区，其实验室跨校区、跨学院、跨楼层，气瓶分散在化工、化学、材料、生物、物理等多个专业领域的实验室，分布广泛，学校对气瓶的监管难度较大。由于不同种类的充装气体危险性质不同，如易燃易爆、有毒、腐蚀、窒息等，需采取适当的安全措施来预防事故的发生，并确保在储存、使用或运输这些气体时的安全性。传统的管理方式难以实现对气瓶的实时监控和动态管理，无法及时掌握气瓶的状态和使用情况。

2 高校实验室气瓶安全使用改进措施

2.1 加强气瓶使用人员的安全教育与培训

气瓶安全知识的缺乏是导致实验室事故的原因之一。气瓶的危险来源于气瓶本身自带的高压特性和充装具有不同化学安全特性的压缩气体，使得气瓶在不安全状态下，同时具备物理伤害和化学伤害^[3]。加强实验室气瓶安全培训，提高实验室气瓶使用人员对气瓶危险性的辨识能力，强化对风险的应对能力。院校两级可借助气体供应商对气瓶使用安全的专业性优势，组织针对校级、院级的气瓶安全知识讲座或气瓶安全知识专题培训；也可组织相关使用人员去气体公司实地参观，结合使用气瓶时的具体安全问题，近距离沟通交流解决。学校还可针对新入校本科生、研究生、实验

室安全管理人员设置准入门槛, 开设气瓶安全课程, 同时, 将学校气瓶安全使用常常出现或需引起注意的问题纳入实验室安全教育考试题库, 普及气瓶安全操作知识、常见气体的使用注意事项和应急处置措施, 提高气瓶使用人员的安全操作能力和随机应变能力。对于已经进校使用气瓶的师生要做好防遗忘安全教育, 可设置专门的气瓶使用安全问答群, 师生只要有疑问, 供应商等气瓶安全专业人员线上解答; 对老生所在实验室进行定期抽查, 出现气瓶使用不合规的现象时, 师生需要“回炉重造”重修气瓶安全管理相关课程。

2.2 制定和完善气瓶使用操作规程

为了确保高校实验室气瓶的安全管理, 提高使用人员对气瓶安全的重视程度, 气瓶所在实验室应制定和完善本实验室气瓶使用操作规程。各个实验室涉及的气体种类各异, 操作规程应同时满足气体和气瓶两种属性的安全要求。该规程应明确规定气瓶的正确使用方法, 包括气瓶的搬运、存放、连接和断开等操作步骤。同时, 还应详细说明气瓶的检查和维护要求, 以及在紧急情况下的应急处理措施。此外, 操作规程应涵盖对气瓶操作人员的培训和资质要求, 以确保他们具备安全使用气瓶的知识和技能。操作规程应放置在实验室显眼的位置, 方便使用人员翻阅和学习。

2.3 规范气瓶的安全检查

刘长宏等人的研究中面向实验室使用管理人员制定并下发《实验室气瓶安全隐患排查项目表》, 涵盖责任人及责任体系、气瓶制度与规范、气瓶安全附件、供应商资质、气瓶检验标志、气瓶标识、气瓶存放、气体报警装置、气体管路、倾倒隐患排查、泄露隐患排查、爆炸隐患排查等内容, 明确检查内容, 有的放矢, 严格预防“黑天鹅”和“灰犀牛”事件发生, 减少实验室气瓶带来的安全隐患^[7]。在实验室层面建立值日登记台账管理制度, 将气瓶安全隐患排查内容置于日常检查内容, 建立检查登记台账, 由房间责任人或值日人员每日对气瓶进行安全检查。

3 高校实验室气瓶管理策略

3.1 审核供应商资质, 规范源头管理

供应商资质审核是气瓶安全管理的源头, 是实现气体从采购、使用、检验和回收处置全流程安全管理的抓手和载体。

浙江大学、清华大学、中山大学、华南理工大学等高校均采用公开招标的方式, 通过遴选实验气体供应商入围, 即通过审核供应商的充装、销售、运输等方面的资质及安全服务质量, 建立实验气体供应商资质备案目录, 实现对实验气体供应商资质的规范和监管, 有效规避了无资质气体公司的气体供应、减少产品质量、运输服务等环节带来的安全隐患^[3,8-11]。

3.2 开展分级分类监管, 落实定期检验制度

建立气瓶风险防控体系。实验室安全风险可划分为一级、二级、三级、四级, 相应的安全风险程度分别为高度危险、危险、较危险、一般危险。易燃、易爆、有毒气瓶为高度危险等级, 纳入一级实验室管理, 一级管理的气瓶必须安装相应的气体检测报警器; 非有毒、非易燃、非易爆气瓶为危险等级, 纳入二级实验室管理^[12]。通过强化学校、学院和实验室安全三级检查确保实验室所用气瓶是否在有效检验期内, 如根据盛装气体种类检查核实检验有效期: 腐蚀性气体的钢瓶每2年检验1次; 氮、六氟化硫、四氟甲烷及惰性气体, 每5年检验1次; 纯度大于或者等于99.999%的高纯气体, 属于剧毒的每5年检验1次, 其他每8年检验1次; 其他气体, 每3年检验1次。在使用过程中, 发现有严重腐蚀或损伤时, 须提前进行检验^[13]。除此之外, 气瓶安全附件也应纳入定期检查范畴, 瓶阀、压力表等是否齐全、有无损坏, 有没有超出设计使用年限或者检验有效期; 气体压力显示有没有异常情况。

3.3 采用信息化手段提高管理效率

信息化是当今时代发展的大趋势, 代表着先进的生产力, 高校实验室安全管理要建立以创新驱动为引领的新理念, 构建安全可靠、创新融合、服务先进、部门协同、覆盖全程的实验室气瓶安全管理模式, 充分考虑实验室气瓶安全管理特点, 强化实验室安全管理, 提升实验室管理水平。高校实验室气瓶安全管理的重点在气瓶申购、存放和使用环节, 将“物联网”技术融入到实验室气瓶安全管理领域, 精准收集统计实验室气瓶存量信息, 实现可追溯管理, 创新管理途径和方法, 促进实验室安全管理向智能化转变, 有效提高工作效率^[1,14]。结合物防技防手段如统一安装有毒气体、易燃气体、氧气浓度报警器、紧急切断阀、排风联动装置、报警器和红外监控等设施, 通过现代网络信息技术、通信技术、传感技术和RFID技术等联合技术构建基于“物联网”的实验

室气体安全管理体系, 实验室负责人、院级管理员和校级管理员可远程实时查看实验室气体监控数据^[15]。当检测到气体泄漏后, 系统自动紧急切断阀门, 自动开启排风联动装置, 启动报警器, 并通过 GSM/GPRS 通信网络模块向系统记录的实验室负责人和学校安保人员发送实验室气体泄漏事故预警短信, 警示实验室内何种气体浓度过高, 实现实验室气体建立气瓶信息化管理系统, 实现对气瓶的实时监控和动态管理, 切实做到气瓶状态隐患早发现、早预防、早排除, 有效避免安全事故和二次伤害事故发生。

3.4 加大安全文化宣传力度, 建立标杆实验室

根据现代事故致因链的行为安全“2—4模型”, 安全文化建设不强是导致事故的根本原因之一, 因此, 学校层面应健全安全文化建设^[4]。实验室安全文化建设以目标管理为导向, 提升师生文化创建能力, 增强价值追求^[16], 如校级层面可通过组织气瓶知识竞赛、海报警示标识设计大赛、IP 形象设计或表情包设计大赛、短视频大赛等安全文化宣传活动, 向师生普及气瓶安全知识, 包括实验室气瓶的正确操作方法、气瓶钢印的识别、气瓶警示标签的掌握、危险性识别和应急处理等。此举可以增强师生的安全意识, 使他们更加重视气瓶的安全使用。院级层面可根据专业制定详细的气瓶安全使用操作手册, 做好气瓶相关法律法规的宣贯工作, 让师生进一步明确气瓶使用规范。此外, 还可在全校层面建立标杆实验室, 通过在气瓶存量较大或危险性较高的院级单位各自选择一个或几个实验室作为标杆, 并给与标杆实验室经费支持, 对其气瓶管理进行规范化和标准化, 包括气瓶的存放、标识、检查、检验、维护、回收等方面。其他实验室以标杆实验室为榜样, 进行参观学习和借鉴, 加强实验室之间的合作与交流, 共享实验室气瓶的管理经验, 提升整体实验室安全管理水平。

4 结语

高校实验室气瓶的安全使用与管理是一项长期而艰巨的任务。加强气瓶的安全使用和管理, 对于保障师生的生命安全、防止事故发生具有重要意义。文章阐述了当前实验室气瓶使用管理存在的主要问题, 并从气瓶使用人员角度提出加强气瓶使用人员的安全教育与培训、制定和完善气瓶使用操作规程、规范气瓶的安全检查的改进措施; 以管理者角度

提出审核供应商资质, 规范源头管理; 开展分级分类监管, 落实定期检验制度; 采用信息化手段提高管理效率; 加大安全文化宣传力度, 建立标杆实验室的策略。气瓶安全管理是一个不断发展和完善的过程, 我们应持续关注相关领域的最新研究成果和管理经验, 从人防、技防等应用实践上不断提升, 不断探索和创新, 以适应新形势下高校实验室安全管理的需求。

参考文献

- [1] 周靓, 李若愚, 刘洋. 高校实验室高压设备(容器)安全管理[J]. 化工管理, 2024, (01): 116-121.
- [2] 林建国. 基于“物联网”的高校实验室气瓶闭环管理体系探索与研究[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2021, (5): 203-205.
- [3] 丁立, 郭英姿, 江永亨, 等. 从风险管理的角度促进实验室气瓶安全管理[J]. 实验技术与管理, 2017, (12): 264-267.
- [4] 李冰洋, 黄开胜, 艾德生, 等. 高校实验室用气安全主要问题与解决方案[J]. 实验室研究与探索, 2021, 040(006): 295-300.
- [5] 卫志美. 高校化学实验室安全工作的主要问题及解决方案[J]. 广州化工, 2021, 49(10): 222-223.
- [6] 何浏. 高校实验室气瓶管理问题分析[J]. 中国特种设备安全, 2021, (7): 51-54.
- [7] 刘长宏, 宋典达, 赵文霞, 等. 高校实验室特种设备—气瓶安全管理实践研究[J]. 中国现代教育装备, 2023, (1): 41-43.
- [8] 王业斌, 龚婕, 马强. 高校实验气体全链条闭环管理探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(8): 14-17, 21.
- [9] 程世红, 马旭旻, 白德成. 高校实验室气体钢瓶的安全管理探讨[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(4): 216-218.
- [10] 金海萍, 阮俊, 张银珠, 等. 高校实验气体定点采购管理的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(4): 276-277, 285.
- [11] 冯建跃, 闻星火, 郑春龙, 等. 高等学校实验室安全制度选编[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2016.
- [12] 林嘉城, 张苏. 基于 24 Model 的高校实验室气瓶事故分析及对策[J]. 现代职业安全, 2023, (10): 28-32.
- [13] 徐伟刚, 蔡志宇. 高压实验设备操作规程探讨[J]. 中国职业医学, 2012, 39(02): 172-174.
- [14] 张爽男, 李春鸽, 韩曼瑜. 谈高校实验室气体钢瓶安全管理方法[J]. 天津化工, 2022, 36(01): 153-156.
- [15] 宁信, 王满意, 虞俊超, 等. 高校实验气体技术安全管理的实践与成效[J]. 实验室科学, 2020, 23(06): 215-217, 221.
- [16] 寇琼洁. 应用型高校实验室文化建设发展策略研究[J]. 中国现代教育装备, 2023, (09): 53-55, 59.

作者简介

杨白雪, 博士, 研究方向: 主要从事实验室安全管理工作研究。