

# 医学院校实验室特种设备安全管理“4M”要素分析与优化策略研究

贾桂颖<sup>1</sup>, 台红祥<sup>2\*</sup>

(1. 天津医科大学基础医学研究中心, 天津 300070; 2. 天津医科大学实验室与资产管理处, 天津 300070)

**摘要:**为更好地推进医学院校学科建设与发展, 满足人才培养需要, 实验室中各类硬件设施建设不断完善, 其中特种设备的种类和数量也日渐增多。作为一类高风险性的专业设备, 其管理已经成为实验室安全的重要组成部分。本文就医学院校实验室特种设备安全管理中必须重视的人-机(设备)-环境-管理四个要素进行相对系统、全面的分析阐述, 并提出比较切合实际的优化管理举措, 以期对实验室特种设备安全管理提供一定参考。

**关键词:**特种设备; 压力容器; 风险分析; 实验室安全

## 0 引言

特种设备是与国民经济建设和人民群众生活密不可分、但又具较大危险性的一些重要基础设施<sup>[1]</sup>。随着经济和高等教育的飞速发展, 高校中特种设备越来越多地应用到教学、科研和实验室检测中。由于设备管理不当引发的安全事故已经成为实验室安全管理中的重大危险源之一<sup>[2]</sup>, 而事故的发生主要取决于四个要素, 通常称为“4M”要素, 即: 人(men)、机(machine)、环境(environment)、管理(management)<sup>[3]</sup>。本文结合医学院校实验室特种设备管理现状, 从实验室特种设备安全管理全过程中涉及的“4M”要素辨识入手, 通过系统分析并提出相应优化措施, 以期为实验室特种设备安全管理提供依据, 全力维护高校实验室安全形势稳定向好。

## 1 医学院校实验室中特种设备概述

特种设备是指对人身和财产安全有较大危险性的锅炉、压力容器(含气瓶)、电梯、起重机械、客运索道、场(厂)内专用机动车辆等, 以及法律、行政法规规定的其他特种设备<sup>[4]</sup>。目前实验室中涉及的特种设备主要包括气瓶、液氮罐、高压灭菌锅(器)等, 其特点和用途如下。

### 1.1 气瓶

气瓶在高校实验室中使用较多, 常用于装载易燃、易

爆、有毒和腐蚀性的危险介质, 具有一定的化学性伤害, 在移动、装卸过程中容易受到震动、撞击、日晒等外因增加瓶体爆炸的危险, 使用中如果操作不规范, 轻则导致气体向外溢散、仪器损坏, 重则造成人员伤亡, 酿成严重事故<sup>[5]</sup>。此外, 高校一般仅作为使用单位, 气瓶的充装、运输、装卸缺乏监管<sup>[6]</sup>, 给其管理带来一定挑战。

### 1.2 液氮罐

液氮罐是具有良好隔热性、用于存储和运输液氮的容器, 实验室中主要用于细胞、组织等生物活性物质的保存。氮气虽属不燃气体, 且对人体基本无害, 但使用、存储过程中若操作管理不当, 很容易造成冻伤或者缺氧。

### 1.3 高压灭菌锅(器)

高压灭菌锅(器)是广泛应用于医院以及生物学实验室中的消毒灭菌设备, 运行时涉及高温、高压危险因素, 如果安全附件腐蚀或者违规进行超压、过热操作, 会使受压元件难以承受, 可能会导致发生爆炸事故及有毒有害高温介质喷射, 波及周围工作人员和其他设备<sup>[7]</sup>。

## 2 医学院校实验室特种设备管理“4M”要素分析与优化策略

医学院校实验室中特种设备数量较多、存放地点分散且人员流动性大, 其管理具有一定的动态性、复杂性<sup>[8]</sup>。

**基金项目:**中国高等教育学会2020年“实验室管理研究”专项课题资助(2020SYB07)。

**第一作者:**贾桂颖, 硕士, 工程师, 研究方向为实验室安全教育与管理。

**\*通信作者:**台红祥, 硕士, 助理研究员, 研究方向为实验室安全。E-mail: thx221@163.com

## 2.1 人员要素

国家市场监督管理总局发布的《关于2023年全国特种设备安全状况的通告〔2024年第9号〕》<sup>[9]</sup>中显示特种设备事故发生的主要原因仍然是使用、管理不当发生事故,约占84.44%。特种设备事故的发生往往是由于使用者的一个错误操作或管理人员一时疏忽,因此特种设备管理要以人员为核心,紧抓使用和管理的每个环节。

### 2.1.1 作业人员不安全行为分析与优化方案

按照《特种设备作业人员监督管理办法》<sup>[10]</sup>规定,特种设备作业人员应取得相应的特种设备作业人员资格证书,并且严格执行特种设备有关安全管理制度及操作规范,定期参加安全教育,掌握相应的应急处置技能等。特种设备作业人员不安全使用行为在高校实验室中频频出现,例如部分学生对使用规范和细节掌握不透彻;不按要求采取必要的防护措施;为尽快完成检测项目使设备超负荷运转等,这些不安全行为都有可能酿成安全事故。

管理部门要从加强安全操作培训入手,为每台设备配备详细的标准操作规程与注意事项,严格准入制度,合格者进行相应授权。在设备存放场所安装门禁和监控设施加强监督,严格奖惩制度。此外,采用多种形式进行安全文化宣传,促进师生安全意识和能力提高。

### 2.1.2 管理人员问题剖析与优化对策

特种设备管理人员主要职责有:认真宣传、贯彻国家关于特种设备管理和使用有关法律、法规和安全技术规范;制定特种设备安全管理制度和事故应急预案,并定期组织培训及演练;纠正和制止特种设备作业人员的违章行为;按期进行进行隐患排查,并督促落实定期检验和隐患治理等。

就目前而言,大多实验室安全管理人员非专业出身,虽然参加培训,取得市场监督管理委员会颁发的“特种设备安全管理负责人证”,但由于培训机构设施配备不齐,且未较好联系实际使用情况,致使管理者对常用特种设备的管理和安全技术知识了解有限。此外,特种设备的使用数量不断增加,很难做到专人专管和定期检验。

因此,应严格筛选培训机构,有针对性地开展特种设备安全培训。定期巡检中,管理人员可联合特种设备供应商,和工程师一同进行隐患排查,提高检查的准确性。定期召开特种设备安全管理员会议,提高安全监督管理水平。此外,还要积极探索现代化技术创新监督管理手段,保证特种设备安全管理工作有效落实。

## 2.2 机(设备)

### 2.2.1 设备采购环节痛点与风险应对措施

现代科技发展日新月异,特种设备种类、功能渐趋完善,生产厂家日益增多,产品质量良莠不齐,特种设备如果

在设计、制造、安装环节出现疏漏,也会导致事故的发生。

高校在特种设备采购中要做好源头管理,遴选优质设备和气体供应商,严格审查生产、销售单位专业资质材料,设备技术文件,合格证,购买、安装及维护合同等,对购置或者转入的特种设备,采用全校统一的家具设备管理系统办理入账,实现从采购、使用、检测、维修、报废的各个环节全方位管理,摸清底数,避免信息遗漏。

### 2.2.2 设备使用环节风险分析及管控举措

由于科研项目竞争激烈,实验室中普遍存在重科研、轻安全,重使用、轻维护的现象<sup>[11]</sup>,造成特种设备定期检测检验执行不到位。此外,特种设备检测也存在一定漏洞,对特种设备整体安全性的检测需要专业资质人员和专用设备,仅凭管理人员外观检查或简单操作较难发现问题。

学校应设置专项维护经费,委托有资质的单位对在用设备的安全附件、安全保护装置、仪表等装置进行定期校验、检修。与设备供应商或者维修保养机构签订合同,明确服务条款以及维修保养质量安全责任,实现对实验室特种设备运行状况定期监察、对潜在的危险及时辨识并提出相应的解决措施来规避风险,保证设备处于良好状况。

## 2.3 环境

随着科研事业迅猛发展,医学院校实验室内人员、设备数量激增,环境拥挤,实验操作、设备运行以及试剂耗材等物品摆放的安全距离无法保证,极易引发事故。很多创新性的科研项目存在一定的未知性,实验中涉及到大量易燃、氧化性、生物感染性和腐蚀性等危险化学品,致使特种设备的存放环境复杂,给其管理带来一定挑战。

学校应优化资源配置,搭建特种设备共享平台,由专人负责,专项计费,统一监督管理,避免各实验室重复购置设备,实现安全和节能,例如引入集中供气系统<sup>[6]</sup>、建立独立高压灭菌室等。优化实验室环境和条件,选择合适的装备做好安全防护,配备温度、湿度、气压等检测仪。涉及有毒有害、易燃易爆的气体使用,应设置监测报警装置,并定期对实验室通风和报警设备进行检测,按期配发个人防护用具,使实验人员免受或减少损伤。

## 2.4 管理

特种设备管理除了要以人员管理为核心,设备、环境管理为基础外,还离不开科学严格、行之有效的管理措施。

### 2.4.1 管理权责不清现状剖析与提升策略

随着学校“双一流”建设的加快,为更好服务科研项目开展,特种设备技术不断更新,而制度体系建设却未系统推进,致使特种设备管理安全责任不清。因此学校管理部门应加强制度建设,理清管理责任,化解硬件设施更新

快与管理制度落后、不完善之间的矛盾。

特种设备安全管理制度的制定要以国家相关法律法规为指南针,结合学校特种设备相关管理办法,根据各实验室内在独特性及设备使用要求,群策群力、切合实际地建立、健全各项制度,明确管理责任并签订安全责任书,约束规范师生行为,使特种设备各项安全管理措施有章可循、有制可依。使用单位的负责人和管理员在制定特种设备管理制度的同时,还要其落实进行监督与检查。同时,不断完善检查和执行中发现的问题,确保安全管理环节紧密衔接、执行到位。

#### 2.4.2 安全宣传成效有限与提升方案探讨

目前高校特种设备安全培训大多针对新进实验室的师生开展,未能做到全员参与。同时,安全管理人员缺少专业实践,应急体系建设缺乏实用性,加强特种设备安全宣传及应急防控体系建设势在必行。

各级管理机构要完善学校-院系-实验室三级联动安全宣传教育体系,不仅要采用传统方式,按照“全员、全程、全方位”的要求<sup>[12]</sup>,定期开展安全培训、特种设备技能培训、开设实验室安全必修课、专题讲座等,还要依托微信、微博、AI智能等网络化平台,不断丰富和创新实验室安全文化宣传的内容和形式,帮助师生树立安全理念,使安全内化于心、外化于行。

任何设备的使用过程中均会出现故障,管理者要根据特种设备的基本特征,制定符合实际、操作性强的应急预案,并定期组织师生进行演练,聘请专家进行现场评估,提出整改建议提高突发事件应急防护处置能力。

#### 2.4.3 信息化监管效能不足与优化策略分析

医学院校科研项目开展如火如荼,很多实验在周末或者晚上开展,不能做到全时段、全方位管控,因此应充分利用信息化手段,提升监管效能。除了在特种设备存放区域设置门禁系统、视频监控系统,追溯使用者行为外,还可以引用基于物联网技术的特种设备公共信息服务平台<sup>[13]</sup>或移动办公系统<sup>[14]</sup>,通过共享整合特种设备各个环节的信息,为使用者、各级管理部门提供具有安全权限的信息服务,管理者可以实时查看、跟踪特种设备购入、维修、校验、保养等信息,使用者随时查看设备型号、工艺参数、运行状态、使用规则、应急处理等,实现全员参与监督、动态管理更新。

### 3 结束语

医学院校实验室特种设备的广泛应用为学科建设、人才培养服务的同时,也给实验室安全管理带来了挑战,对特种设备管理中每个环节涉及的危险因素进行全面辨识、

客观分析,做到未雨绸缪、防微杜渐,对维护校园安全稳定具有重要意义。作为实验室安全管理者要多角度思考、积极探索特种设备管理之道,在实践中不断练就责任担当之勇、科学管理之智、统筹兼顾之谋、组织实施之能,不断适应医学院校发展的新形势、新任务、新要求。

### 参考文献

- [1] 徐善东. 医学与医学生物学实验室安全[M]. 3版. 北京: 北京大学医学出版社, 2019.
- [2] 席艳霞, 李景妍, 马国玉. 加强高校实验室特种设备安全管理思考[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(12): 305-308.
- [3] 江书军. 基于风险的特种设备使用单位分类监管应用研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2014, 10(10): 179-184.
- [4] 中华人民共和国特种设备安全法[M]. 北京: 中国法律出版社, 2013.
- [5] 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.
- [6] 杨白雪. 高校实验室气瓶的安全使用和管理研究[J]. 实验室检测, 2024, 2(3): 43-46.
- [7] 张磊, 张雪瑶, 王姗姗, 等. 以“岗课考证”为核心的高校实验室特种设备安全管理模式研究[J]. 实验科学与技术, 2024, 1-5.
- [8] 章薇, 张银珠, 孙益, 等. 高校实验室特种设备安全管理探讨[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(1): 1-3.
- [9] 国家市场监督管理总局. 关于2023年全国特种设备安全状况的通告〔2024年第9号〕[EB/OL]. (2024-10-01) [2025-02-11]. [https://www.samr.gov.cn:8890/zw/zfxxgk/fdzdgnr/tzsbbs/art/2024/art\\_aea38293416e4af382c0136d2e73f8a2.html](https://www.samr.gov.cn:8890/zw/zfxxgk/fdzdgnr/tzsbbs/art/2024/art_aea38293416e4af382c0136d2e73f8a2.html).
- [10] 国家质量监督检验检疫总局. 特种设备作业人员监督管理办法[EB/OL]. [2025-02-11] [https://www.samr.gov.cn/tzsbj/zcfg/flfg/art/2021/art\\_bf0d08cf750b4952a76ec7909a3ae87c.html](https://www.samr.gov.cn/tzsbj/zcfg/flfg/art/2021/art_bf0d08cf750b4952a76ec7909a3ae87c.html).
- [11] 刘梓雅, 虞振飞, 刘云飞, 等. 高校实验室特种设备以及射线装置安全管理探索[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(8): 238-241.
- [12] 李乐易. “三全育人”视角下高校实验室安全分级分类信息化管理模式的探索与实践[J]. 实验室检测, 2024, 2(6): 86-89.
- [13] 吕小强. 实验室安全管理平台体系的构建[J]. 实验室检测, 2024, 2(6): 83-85.
- [14] 李存岑, 李顺荣, 徐榕, 等. 基于物联网技术的特种设备监检移动办公系统开发[J]. 中国安全生产科学技术, 2013, 9(9): 165-170.