



## 基于 CMA 认证构建实验室安全体系研究

王 贞<sup>1</sup>, 熊祖钊<sup>1</sup>, 道维丽<sup>2</sup>

(1. 武汉科技大学 分析测试中心, 武汉 430081; 2. 精河县归国华侨联合会 新疆博尔塔拉蒙古自治州 833300)

**摘要:** 分析测试中心作为公共科研与教学服务的实验室平台, 存在着人员流动大、测试量多、安全风险高的特点, 测试中心的安全管理对于学校和社会的稳定至关重要。基于 CMA 认证中实验室安全标准及要求, 依托高校大型仪器设备共享平台, 围绕实验室安全管理机制、实验室标准化工作、安全教育和准入制度等方面开展了一系列工作, 以此来优化测试中心的安全管理体系, 保障了实验室稳定高效且安全的运行, 为实验室安全建设提供一些参考与借鉴。

**关键词:** CMA 认证; 分析测试中心; 实验室; 安全管理

中图分类号: 482.0

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230375

## Research on Building a Laboratory Safety System Based on CMA Certification

WANG Zhen<sup>1</sup>, XIONG Zuzhao<sup>1</sup>, DAO Weili<sup>2</sup>

(1. Analytical and Testing Center, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China;

2. Federation of Returned Overseas Chinese in Jinghe Country, Bortala Mongolian Autonomous Prefecture of Xinjiang 833300, China)

**Abstract:** As a laboratory platform for public scientific research and teaching services, the analytical and testing center has the characteristics of large personnel flow, large amount of testing and high security risk. The security management of center is crucial to the stability of school and society. Based on the standards and requirements in CMA (China Mandatory Approval) certification, and relying on the sharing platform of large instruments and equipment in universities, a series of work has been carried out around laboratory safety management mechanism, laboratory standardization work, safety education and access system. In this way, the safety management system of the analytical and testing center is optimized, and the stable and efficient operation of the laboratory is ensured, which provide references for construction of laboratory safety.

**Key words:** CMA certification; analytical and testing center; laboratory; safety management

实验是人类科学技术进步的必要手段, 实验室作为基础实验及教学的重要区域, 其安全体系直接关系到实验人员的人身安全和实验平台的硬件安全, 安全稳定的实验室环境是我国科研水平稳步提高的必要条件之一<sup>[1]</sup>。学校面对快速发展的现状, 通过对实验设备和人才队伍进行资源整合, 组建直属分析检验检测中心, 响应科技部大型科研仪器开放共享的号召, 也最大限度地发挥高校实验仪器的价值<sup>[2]</sup>。不同学科之间的交叉融合是在“新工科”背景下的必然趋势, 实验室资源的对外开放性和实验仪器的共享性需进一步增强, 更多的新型实验室出现在跨领域中。因此,

与实验室密切相关的科研工作者整体上呈现出数量更多、流动性更大、知识层次更多样化的特点<sup>[3]</sup>, 由此导致的相关安全隐患也随之大量增加。

武汉科技大学设有包括工、理、管、哲、医等在内的 70 多个本科及研究生专业, 是一所典型的理工综合性省属大学, 武汉科技大学分析测试中心(以下简称“中心”)是学校直属实验室平台, 为学校师生的实验和科研工作提供服务。目前, 中心下设 3 个分析平台, 涉及微观、物性和化学, 拥有 30 余台套高端精密科学仪器, 设备总价值达 4500 余万元, 实验室面积约 1600 m<sup>2</sup>, 安全风险系数也较高。中心于 2021 年启动 CMA 认

收稿日期: 2023-08-16; 修回日期: 2024-04-13

基金项目: 2022 年湖北省高等学校省级教学研究项目(2022235)。

作者简介: 王贞(1987-), 女, 博士, 实验师, 主要从事显微分析及实验室管理方面的研究。E-mail:

wangzhen@wust.edu.cn

证工作，并对相关技术人员进行专业培训，于 2022 年进行 CMA 认证许可和检验检测机构资质认定。基于 CMA 认证的标准和要求，中心围绕实验室安全管理机制、实验室标准化工作、安全教育和准入制度等方面开展了一系列工作，以保障实验室安全有效运行。武汉科技大学基于 CMA 认证安全体系构建如图 1 所示。

## 1 实验室安全机制构建的主要难点

### 1.1 实验人员自主安全观念有待加强

实验人员是参与实验的主体，仪器的使用和维护均离不开实验人员，实验室安全的首要任务

就在于人的管理，实验室危险行为的发生与人员的操作不规范直接相关。目前部分高校对于实验人员的安全管理还停留于外部环境对人员“要我安全”约束状态上，实验人员只是被动的遵守，尚未自觉内化为“我要安全”的自主意识。一些师生的实验室安全意识亟待加强，安全意识比较淡薄，在主观思想上没有引起足够的重视，认为实验室安全工作的成果无法进行量化，实验室安全事故的概率极低，因此在实际行为中可能会采用消极的状态来应付检查，不重视平时的安全教育，在实验过程中一味追求效率，这也是导致实验过程中违规操作频繁的原因之一<sup>[4]</sup>。

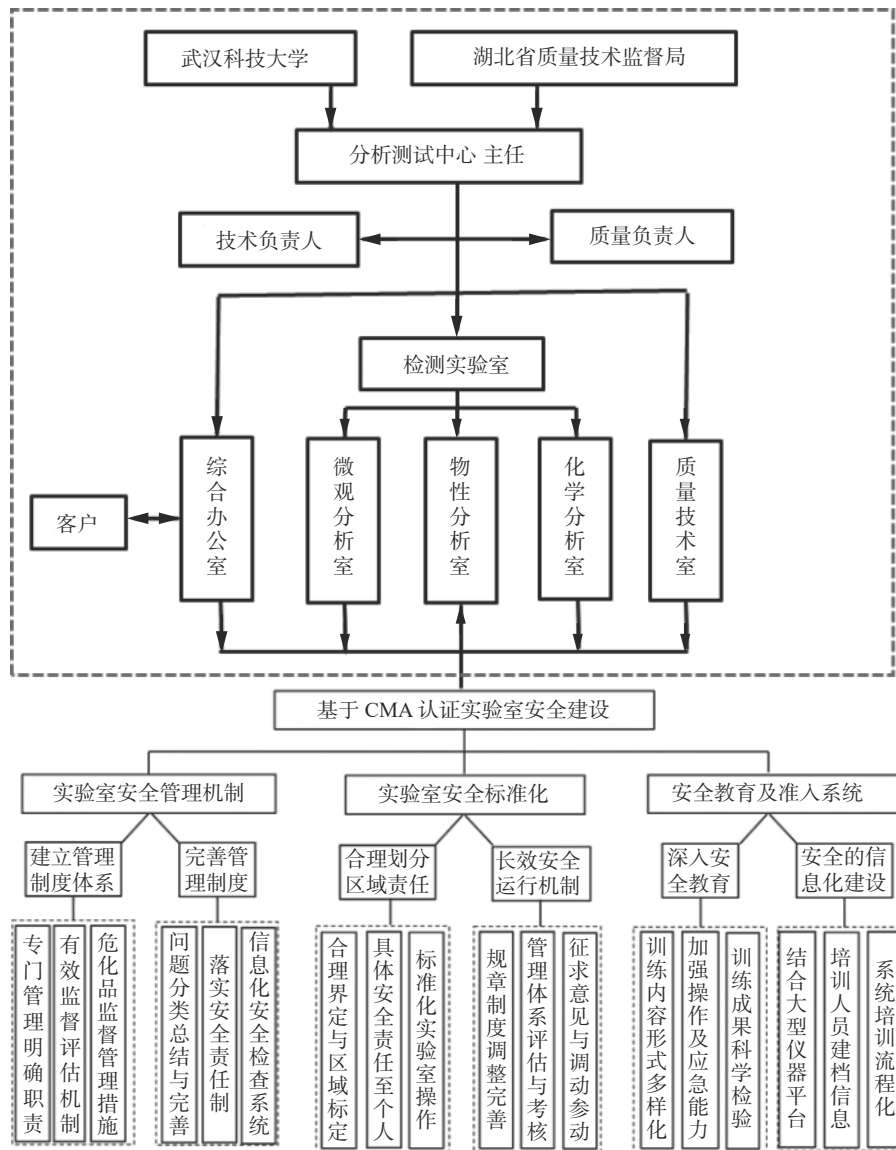


图 1 武汉科技大学基于 CMA 认证安全体系构建图

### 1.2 实验室安全制度建设有待加强

由于实验室的专业化特点，不同实验室的安全

全隐患点不同，对应的安全管理涉及防火、防盗、防水、防毒、防辐射等多个方面，因此设计

一套行之有效的安全管理制度较为重要,这也是实验室能够稳定安全运行的必要条件之一。随着实验仪器的不断升级,前期的实验室安全管理制度可能与目前实验仪器的实际状态不相适应,出现未被实验室人员关注到的安全盲点,安全管理制度建设在以下两个方面有待加强。

1) 现有的实验室安全制度处于解决某种特定单一问题的原始状态,主要精力在于“解决问题”,期望以最小的成本解决现有的安全问题,避免问题的扩大,缺乏顶层设计观念,没有从“预防问题”的角度出发,因此可能会存在一些权责不清和监管不力等问题。

2) 部分实验室安全管理制度缺乏针对性,管理制度执行力存在不足,对于部分不安全行为缺乏有效的约束。现有的安全管理制度会缺乏足够的宣传,对一些不安全行为对象追责不清晰,这也是部分实验室存在的共性问题。

### 1.3 危险化学品的全流程管理尚存疏漏

实验室的本质特点决定了在参与过程中不可避免的需要接触强酸(浓硫酸、盐酸、硝酸)、强碱(氢氧化钠、氢氧化钾)和有机溶剂(丙酮、乙醚)等多种危险的化学用品,在使用过程中如果操作不当与皮肤进行直接接触,极易造成肌肤伤害及灼伤;如果管理不当引起泄露,某些特殊试剂会因为接触或者吸入导致人员慢性中毒,形成职业病,长时间的接触则可能造成人员死亡<sup>[5-6]</sup>。危险化学实验用品的管理是目前各大高校需正面应对且任务艰巨的一项实验室安全工作,由于实验室面对的专业繁多,其对应的危化品也不尽相同,不同的危化品对应的安全管理措施细节更是相差甚远。危化品的监管流程涉及采购、运输、包装、存储、分派、使用和回收等方面,每个环节都存在不同的风险点,预防难度也较大<sup>[7-8]</sup>。特别是一些易制毒、易制爆化学品,其安全管理更是影响到社会的安全与稳定。

## 2 CMA 认证对实验室安全管理体系的规范性要求

CMA 认证是受到广大从业者认可的中国计量认证,其认证过程要求严格,需要省级及以上级别的计量行政部门参照《中华人民共和国计量法》对受检单位机构的各项实验设备的能力和稳定性进行全面评价,是一种行业接受度较高的认证体系。实验室需在“人、机、料、法、环”各

方面都要通过认证才能达到 CMA 认证评定合格标准,而实验室前期建设部分只能确保实验室有一个良好的实验环境,还需要在其他方面做好准备,才能顺利通过认证<sup>[9-11]</sup>。

### 2.1 完善的实验室安全管理机制

切实可行的实验室安全管理制度是保证实验室人员人身和财产安全的必要手段。目前部分高校实验室的安全管理意识不强,其可能原因是实验室安全措施的制定者与科研参与人员脱节,不安全行为的后果没有与规则制定者形成直接联系,由此会导致安全管理落实不力、以应付检查为目的、众多实验室违章行为频繁、管理难度大等问题<sup>[12]</sup>。CMA 认证的首要任务之一便是明确认证实验室的负责人,由其按照具体实际情况编写可行的安全管理文件,并结合检测的具体内容对实验室现场环境进行改造,保证实验室各项检测工作顺利运行。因此,建立贴合实验室实际要求的安全管理机制也是 CMA 认证的规范性要求之一。

### 2.2 实验室标准化建设

标准化建设是指在某一特定的行业体系内就某一具体事宜达成相同的处理方法或参照准则,在该行业内起到示范作用,以对相同的问题和方法达成统一。以国家相关法律和规定为基准参考,具体结合本校实验室现状,从实验组织、方案实施、过程监督、风险控制等全方位入手,有序建立本校实验室的标准化体系,从而确保实验室稳定且安全的运行<sup>[13]</sup>。

为满足国家 CMA 认证的实验室管理要求,新建的实验室环境和仪器设备的安全需要严格执行认证的各项具体要求,在创建实验室标准化工作中对不满足要求的实验室硬件进行及时改造。标准化的实验室管理体系能够有效保障师生的人身安全和财产安全,实验数据的稳定性和真实性也可以得到进一步提升。

### 2.3 提升实验室安全教育水平及准入制度

实验室人员作为实验室的服务对象,提升实验室参与人员的自主安全意识是实验室安全管理的基本保障,也是预防安全事故的重要手段。实验室安全教育应采用多种教学方式,其中首要原则是要求教师和实验员以身作则,切勿因为熟悉实验环境而产生麻痹大意思想,时刻将安全意识带入常规工作中。帮助学生贯彻实验室安全理

念，熟悉实验室中的各项风险点，落实各项安全操作规程，可以有效避免实验室事故，保证学生的人身安全，并使之学有所得<sup>[14]</sup>。

实验室准入体系是一种对实验人员科研能力的综合考察，只有经过合格的安全教育和培训的人员才能进入实验室，这是实验室的基本要求与红线，任何人都不得跨越。只有熟悉了各种专业化精密实验设备的操作方法和安全隐患才能从根本上大幅度减少安全事故的发生<sup>[15]</sup>。

CMA 认证对实验室操作人员专业技能及仪器的操作管理制度都提出了明确的要求：制定可行的仪器操作规程、仪器校正制度，保证原始数据的准确性，对异议样品进行留存，便于后期进行复检或仲裁，保障检测数据的可靠性和溯源性，在维护实验室服务公信力同时保证了实验室安全。因此，提升实验室安全教育水平及准入制度是满足国家 CMA 认证采取的一种有效措施。

### 3 基于 CMA 认证构建安全体系的成效

#### 3.1 建立实验室安全管理机制

全面且具体的安全管理制度是保证实验室安全工作的必要手段之一，中心围绕以下几方面进行建设：设立了独立的实验室内部安全监管岗位，清晰优化了内部监管人员的职责范围，使监管范围能够相互协同与制约，形成稳定的实验室内部监管环境；引入了合理有效的奖罚评估机制，针对所发现的安全隐患及时进行会谈和通报，将隐患消灭于萌芽状态，对相关责任单位或人员进行考核；针对危化品建立了清晰的监督管理流程，针对易燃、易爆、有毒等危化品进行了全流程监督管理，包括购买、运输、存储、发放、使用、回收及处理等环节，严格执行国家 CMA 认证的标准及要求，做到有各项安全制度作保障，各项措施有章可循。武汉科技大学危化品管理建设体系如图 2 所示。

对于已发生的实验室安全问题，学校进行了及时分类归纳，结合同类实验室的管理制度，在第一时间对自身存在的体系问题进行了修正，结合实践不断地完善，形成了与自身实践相适应的管理制度。在优化事故处理流程的同时，结合学校日常安全检查情况，对不贴合实际的过时内容条款进行删除，同时优化安全责任体系。对不同的隐患标注责任单位或个人，在后期的巡检过程

中进行反复重点检查，同时从学校层面出发，严格执行实验室安全责任制，与各级学院及实验室定期签订责任书。

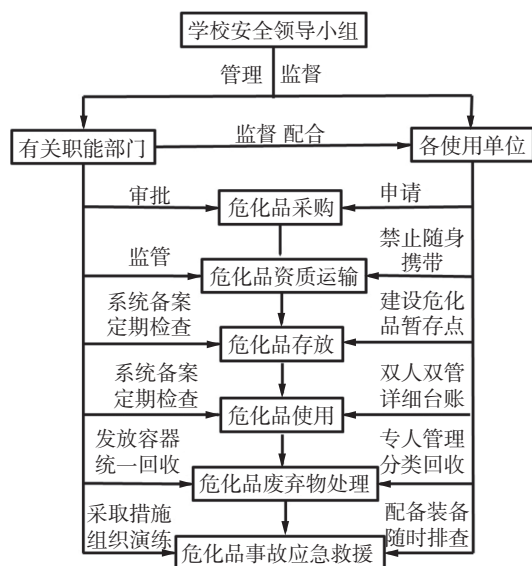


图 2 武汉科技大学危化品管理建设体系图

#### 3.2 持续加强实验室安全标准化工作

实验室安全标准化工作首先要求对实验室物品进行规范化管理，所有物品均要严格按照相关规定进行区域界定和标记，保证实验室的规范有序中心。中心严格落实实验室责任管理，对特殊实验室配置专业安全管理岗位，减少安全风险，并对安全责任进行界定，落实至具体责任人。同时，为了避免因为实验室安全管理对实验室整体的检测质量造成影响，实验室安全管理岗位专业人员需具有相应实验水平和管理经验，能够明确各类实验操作的科学规范流程，对化学药品的申请、使用、实验、回收等流程均能够进行科学规范的操作及周期性自主排查。

实验室安全标准化工作需要长效稳定的安全运行环境，但是如何保证实验室长效稳定地运行，是不少实验室无法避免的难题。实验室的各类实验行为需要根据明确的规章制度和实验室的具体情况来执行，并及时调整和优化质量管理体系。同时定期运用外部和内部审查以及安全考核制度等多种手段，有效全面地评价实验室的安全工作，针对出现的纰漏进行及时修复。

#### 3.3 提升安全教育及准入制度的执行力度

中心深入开展形式多样的安全培训，丰富安全教育的训练内容和形式，以全面提高师生的安全意识和防患能力，其形式包括但不限于：

由实验室专业教师针对特种仪器制定相应的安全教育手册,方便学生熟悉安全风险点;由实验室安全管理岗位专业人员进行安全演讲和技能培训,让实验人员学习特殊情况下的求生知识;学校牵头负责开设实验室安全教育专栏,加强全校师生对安全的认知。当然,安全知识不能停留在理论阶段,需要反复地进行实际操练,将理论知识付诸实践行动中,并针对不同的事故类型建立对应的应急处置方案,定期组织安全竞赛,保持应对风险的熟练度。

中心完成了安全教育及准入系统信息化配套建设。武汉科技大学大型仪器设备共享平台如图3所示,各类学习者均可在信息化平台上完成培训,主要步骤如下:学习者必须跟课题组责任教师及设备安全负责人确定培训需求;在信息化平台上进入培训界面,选择自己的学号以及实验活动,实验活动会根据学号所属专业的研究方向显示一些默认的内容;根据实验活动选择配套的安全教育课程,并就教育培训内容进行建档;完成准入规定的培训要求,获得进一步实验培训的资格。



图3 武汉科技大学大型仪器设备共享平台

## 4 结束语

本文研究内容主要是基于国家 CMA 认证构建实验室的安全体系,并依托于地方高校实验设备共享平台对中心进行安全管理,以减少实验室安全事故,保障其稳定高效运行。

实验室在环境、设备、人员、检测方法、原料管理等方面持续进行改进,可规范实验室人员的操作行为,并通过校正来维护实验数据的真实性。以此为基础,实验室管理制度不断优化,实验室安全也得到保障,仪器使用效率及测试准确性也随之提升。

依托高校实验设备共享平台加强中心安全管理。大部分高校已建成实验仪器共享平台,借助

信息化平台将实验室安全管理制度划分为不同模块,包括安全信息展示、实验检测数据查询、综合实验方案管理和安全隐患消除等多个方面。通过信息化来有效统一协调,实现实验室安全工作全面覆盖,提高其安全管理的效率。

## 参考文献

- [1] 姚朋君, 史天贵, 刘博睿, 等. 高校实验室安全分级体系探究[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(3): 299-303.
- [2] 崔思颖, 范茁. “双一流”背景下实验室安全综合准入管理探索[J]. 实验室科学, 2023, 26(3): 198-201.
- [3] 张国宏, 熊祖钊, 周尽晖, 等. 省属高校分析测试中心设备采购的实践与思考[J]. 实验室科学, 2023, 26(4): 182-185.
- [4] 李冰洋, 黄开胜, 艾德生. 世界一流大学实验室安全管理理念及清华大学实践[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(1): 299-305.
- [5] 郑孝义, 辛颖, 雒锋, 等. “双一流”建设背景下实验室安全管理探索[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(8): 303-307.
- [6] 吴茜, 刘中华, 陈旭峰, 等. 高校实验室现场管理研究[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(1): 144-149.
- [7] 张晔, 黄勇, 居晨玉, 等. 实验室安全风险分级管理体系建设探索[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(9): 255-259.
- [8] 李重情, 马衍坤, 张树川, 等. 管理视角下高校实验室安全管控工作与双体系建设探究[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(10): 236-241.
- [9] 李犀珺. 基于 CMA 人才培养模式高职财务类课程教学改革探究[J]. 教育教学论坛, 2022(10): 87-90.
- [10] 杨舒雅, 杨在罡. 检验检测机构 CMA 资质认定评审中的薄弱环节及改进方法[J]. 中国标准化, 2022(20): 159-161.
- [11] 赵楠, 周金池. 高校检测实验室 CMA 体系管理中的若干问题及对策[J]. 山东化工, 2022, 51(23): 191-193.
- [12] 朱天菊, 任宏洋, 陈春燕, 等. 化学类实验室开放运行安全文化建设与风险控制[J]. 实验室科学, 2023, 26(2): 177-181.
- [13] 张威, 张海峰, 李昱颖, 等. 交叉学科背景下高校信息类实验室安全体系建设探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(4): 212-216.
- [14] 乔立波, 韩宗义, 落巨福, 等. 高校心理学实验室安全教育与管理的新探索[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(4): 151-155.
- [15] 吴卫, 刘宝勇, 戴亮, 等. 高校实验室人员安全素质提升体系的构建[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(2): 148-153.