

# 水质检测实验室安全管理体系的思考与探索

苏建成

上海市青浦区水文勘测队 上海 201799

**【摘要】**：以风险管理为核心，以水质检测实验室的安全管理展开系统论述。基于“安全第一、预防为主”原则，构建包括组织架构、制度体系、风险评估、人员培训、应急响应等在内的安全管理框架。重点阐述了危险化学品管理、仪器设备、实验操作、野外采样等关键环节的安全控制措施，并强调通过安全文化建设和应急演练实现持续改进，旨在提升实验室整体安全水平，保障人员、财产、环境等安全。

**【关键词】**：安全管理；危险源辨识；应急预案；安全文化；风险评估；应急演练

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.071

## 1 绪论

### 1.1 加强实验室安全管理的重要性

加强实验室安全管理目的是保障生命安全、守护数据质量、规避环境风险、提升管理效能等。保障生命安全，避免实验人员接触致癌物（某些有机化合物）、致病微生物、爆炸物导致的伤亡事故，守护数据质量，防止样本污染、仪器故障、操作失误引发的数据偏差，确保水质评价科学性，规避环境风险，杜绝危化品泄漏、生物制剂扩散、重金属废水直排造成的二次污染，提升管理效能，做好本地服务，打好污染防治攻坚战，筑牢水美的人居环境。

### 1.2 实验室安全管理过程中的潜在风险

地表水检测实验室作为水质监测的核心枢纽，承担着从采样到数据输出的全流程任务，但其运行面临多重安全风险，风险类型包括化学风险、生物风险、物理风险、人为操作风险等特殊风险等内容。化学风险有强酸、强碱、有机溶剂、重金属标准物质泄漏、爆炸（如硼氢化钾分解），生物风险有病原微生物（如水体中的肠道致病菌、病毒）暴露风险，物理风险有高压气瓶爆炸、高温设备烫伤、离心机机械伤害，人为操作风险有违规操作、防护缺失、应急能力不足，特殊风险有地表水样本复杂性（未知污染物、突发污染事件样本的高危险性）。

### 1.3 旨在建立一套适用于水质检测实验室的安全管理体系

为保障水质检测过程全流程安全，建立实验室的安全管理体系，内容包括：安全管理体系的构建、安全管理制度的制定，危险源辨识与控制、关键环节管理、应急管理、文化建设和保障措施等。

## 2 安全管理体系构建

### 2.1 核心理念与原则

以风险管理为核心。安全第一，预防为主，全员参与，责任到人，遵守法规，持续改进为原则。

### 2.2 核心要素与组织框架

为了营造一个安全有效、秩序良好的实验室环境，达到“科

学、规范、安全、高效”的目的，设有合理的安全管理体系。单位主要领导是实验室安全第一责任人，实行分管领导下的分工负责制；根据“谁主管、谁负责，谁使用、谁负责”的原则，落实分级负责制。

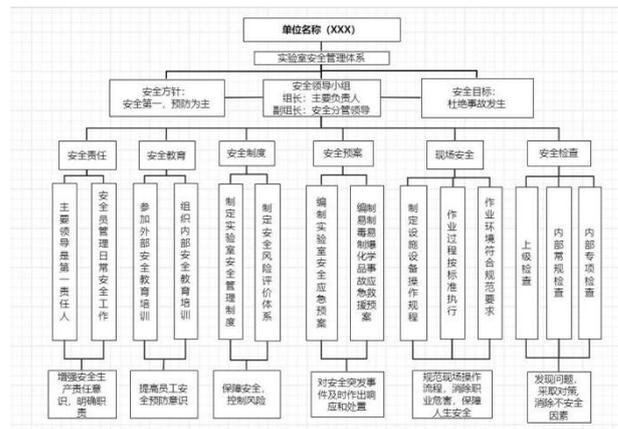


图1 安全管理体系组织框架

### 2.3 安全管理制度

根据实验室特点和检测指标性质，制定了安全管理制度、安全应急预案、易制毒易制爆安全应急预案、危险源辨识和评价体系、仪器安全操作规程等制度。

### 2.4 风险评估与管控机制

建立了危险源辨识与风险评价体系（LEC法）。制定并落实有效的风险控制措施。

### 2.5 人员培训与能力建设

制定系统的安全培训计划，培训内容覆盖安全法规、安全管理制度、风险识别、操作规程、应急处置、个人防护等。

### 2.6 安全检查与隐患排查治理

日常与专项安全检查制度，检查内容包括设施设备、化学品储存、操作流程、个人防护、消防设施、应急设备等，检查发现隐患及时记录、整改、复核，完成闭环管理。

## 2.7 应急准备与响应

针对不同风险如化学品泄漏、火灾、生物污染、人员伤害、设备故障等，制定有详细的应急预案，配备必要的应急设施和物资，包括洗眼器、喷淋装置、灭火器、吸附试剂、急救箱、生物安全应急箱等。

## 2.8 组织应急演练

不定期开展安全应急演练，包括制定安全应急演练计划，制作演练脚本，对演练中计划的事件开展演练，事后总结不足，深入分析原因，采取纠正和预防措施并及时对应急预案进行修订，适应当前的安全管理制度。

## 2.9 记录与文件管理

规范安全管理活动记录，对培训、检查、演练、事故、维护等记录进行保存和管理。

# 3 安全管理制度的制定

## 3.1 实验室安全管理制度

根据相关法律、法规、条例等，制定符合本实验室的安全管理制度，一是现场安全管理，包括设施设备、压缩气体、仪器设备、玻璃器皿、实验室用房、仓库用房、应急监测车等。二是作业安全管理，包括无人船作业、应急监测车作业、易燃易爆易腐蚀作业、玻璃器皿作业、野外采样等。三是危险化学品安全管理，包括贮存、使用要求、废弃物处置等。四是作业环境安全管理，包括消防、安全保卫、交通等。五是职业健康管理，包括岗位职业健康防范措施、岗位职业健康应急措施等。六是警示标志管理，包括标志类型、张贴方式、环境区域等。

## 3.2 实验室安全应急预案

预案的制定，内容包括三个专项子预案，分别是火灾控制与人员疏散应急专项预案（从灾情报告、报警程序，应急疏散程序，火灾扑救程序，烧伤急救处理开展应急处置），危险化学品事故应急专项预案（从危险目标和危险种类的确定、灾情报告、报警程序、实验室化学品泄漏处置程序、实验室化学品火灾处置程序、实验室化学品爆炸处置程序、人员紧急疏散、撤离、受伤人员现场救护、医院救治开展应急处置），触电事故应急专项预案（从应急措施点、触电解脱方法、现场急救方法开展应急处置）。

## 3.3 实验室易制毒易制爆安全应急预案

预案的制定，内容包括目的、种类及分布、特性及处理措施、领导小组人员与职责、事故应急救援执行程序等；主要涉及的易制毒易制爆化学品包括氯仿、盐酸、硫酸、丙酮、硝酸、硼氢化钾，化学品特性及处理措施主要从危害性、急救措施、消防措施、泄漏应急处理、使用注意事项、储存方法等方面进行阐述。

# 4 风险评估与管控

## 4.1 实验室安全风险重点

首先是实验室区域划分，包括理化分析室、样品处理室、仪器分析室、气瓶室、仓库区域等，根据实验室安全风险的特点，制定相应的控制措施，风险控制突出重点，提高来自高风险区域的风险级别（如危化品仓库、压缩气体储存室等），然后根据相应的要求制定相应的措施，如检测时穿戴实验服、手套、护目镜，必要时佩戴防护口罩或防毒面具等，所有挥发性、有毒化学品前处理在通风橱内进行等。

## 4.2 危险源识别与控制

实验室危险辨识与控制是一项预防为主的系统性工作，将潜在风险在造成伤害和损失之前予以识别、评估并采取有效措施的主动管理过程，目的是实现人的安全、物的安稳、检测的安心、环境的安宁，为检测工作提供可靠的基础保障。本实验室危险源识别与评价办法采用的是LEC评价法，是对具有潜在危险性作业环境中的危险源进行半定量的安全评价方法，主要的过程或活动包括：马弗炉、电炉、高压锅、烘箱等高温设备的使用，玻璃器皿的使用及清洗，试剂使用管理，固液废储存处理，压缩气体室，消防设施、灭火器选型，通风设施，安全通道和安全门，配电设施，劳动防护，采样过程和其它等内容；通过分析评价每个过程或活动的危险等级和危害程度，制定相应的控制措施，每年还要定期对危险源进行更新评价，并对控制措施进行补充和完善。

# 5 安全管理关键环节实践

## 5.1 危险化学品安全

一是管理职责方面，单位主要领导是第一责任人，水质组组长负责安全管理工作，安全员负责具体工作开展，确保监管到位，责任到人；二是管理措施，储存环节，实行了分类、分项存放，易制爆化学品存放在防爆柜内，易制毒化学品单独保管，使用环节，从购进、入库、领用、使用准确记录，种类、数量台账及时更新，使用人严格遵守各项安全生产制度和操作规程，严格落实安全防护措施。

## 5.2 仪器设备安全

制定仪器设备的操作规程，规范管理与明确责任，作为操作人员的培训和考核依据，确保其具备胜任能力，为设备的使用记录、状态监控和问题追溯提供管理依据。规范操作步骤，预防因误操作引发的设备损坏、人员伤害或环境事故，明确设备使用环境要求和安全警示，保证性能与数据准确性，提供标准化的操作流程，确保设备在预设的最佳参数下工作，从而获得可靠、一致、可追溯的实验数据结果，减少人为操作差异带来的误差，提高结果的复现性。提高使用效率，使操作人员能快速、正确地掌握设备使用方法，减少摸索时间，提升工作效率，明确操作权限和流程，避免因不当使用导致的停机。

制定仪器设备的维护规程,保持仪器的最佳状态,通过定期维护,及时发现并消除潜在故障隐患,防患于未然,并保持设备的精度、稳定性和可靠性,使其性能满足要求,延长设备使用寿命,科学的保养能显著减缓设备老化、磨损和劣化过程,降低整体寿命周期成本,保障连续性与降低风险,减少计划外故障和突发性停机,确保检测活动的连续性和计划性。通过定期安全检查,持续保障人员与环境安全,建立维护档案与决策支持,规范维护记录,形成完整的设备生命周期档案,为故障诊断、性能评估、维修决策及设备更新换代提供数据支持,便于进行成本分析和制定合理的维护预算。

### 5.3 实验操作过程安全

严格执行标准操作规程,每个检测指标都有对应的标准方法或者作业指导书,相关检测人员在检测前严格根据标准方法或者作业指导书进行操作,操作过程中涉及到的酸碱试剂使用或者有毒有害气体产生,配备有个人防护装备。

### 5.4 实验室环境安全

配备了通风系统和新风系统的有效性保障与维护,配备了消防设施,设置有独立的消防气瓶间,每月有专门的运维保养公司参加检查与维护,确保消防系统安全有效运行,根据相关安全标识标准,制定了实验室全警示标识,并张贴在需要警示的地方。

### 5.5 野外采样安全

野外水质采样存在溺水的风险,固定剂使用不当易灼伤与腐蚀皮肤,为防止潜在的危险意外发生,将风险降低到最低限度,做了相关的采样安全管理工作,保障采样过程中生命财产安全。

采样前充分了解当天的气象条件,了解湖、库、河流、污水排放口监测点位的基本情况;到各监测点位采集水样时,采样人员必须两人以上。采样人员到达现场后应观察采样点平台、周围环境是否安全,是否符合采样要求,在确保安全的情况下方可采样。桥上作业时放置警示标志,采样车辆必要时拉

响警报,人员采样过程中专人负责观察过往车辆。需要乘船采样的,检查缆绳安全可靠,船上配备救生圈、联络通讯设备;采样过程中穿戴救生衣。样品采集完成后,对样品添加固定剂,并按照化学药品试剂的安全操作规程进行样品固定。

## 6 安全文化建设与保障措施

### 6.1 实施安全教育培训

每年年初制定实验室安全培训计划,内容包括目的、形式、计划、预期效果等,重点学习制度安全、危化品安全、作业过程安全、仪器设备使用安全、野外采样安全等内容。每季度开展一次的安全教育培训,培训方式通过会议、现场方式开展学习,通过实验室安全培训,让职工在实验过程能够清楚的知道存在哪些安全隐患,可能会发生的哪些事故,危险出现时应该怎么去处理,做到安全风险可控。

### 6.2 保障措施

首先是经费保障,单位财政预算确保了安全设施、防护用品、培训、应急物资、废弃物处置等费用投入,资源保障包括配备了相关的安全管理人员并具有相应的技能和证书,外部协作包括与消防、环保、医疗等部门保持联系,发生特殊情况能及时获取专业支持和帮助。

## 7 案例分析与应用(安全演练的实施)

首先是制定实验室安全应急演练方案,方案内容包括目的、作用、原则、时间和地点、内容、人员安排、流程、总结评价、要求等内容。重点环节是演练的内容和流程,第一阶段,腐蚀性液体泄漏,发生灼伤伤害过程模拟;第二阶段,电源漏电,发生触电事故模拟;第三阶段,发生火灾时的逃生模拟。演练脚本的制定,包括内容、起始时间、演练项目及内容、演练人员安排、演练动作解说词、人物及对白的设计等。应用效果评估,应急演练结束后,根据演练的实际情况、演练进行总结,详细说明在演练过程中发现的问题,对不符合项提出纠正和预防措施,完善应急救援预案。

## 参考文献:

- [1] 许丽梅.水质检测实验室安全管理现状与对策[J].电脑校园,2021(11):7055-7057
- [2] 王宏宇,张琪雨,吴孟李,等.水质检测实验室的安全中控系统与监测流程管理[J].化工管理,2024(31):69-73.