

# Research on the Optimization and Practice of Laboratory Safety Standardization Construction Management in Scientific Research Institutions

Sihua Cui Wei Mai Jinqian Feng Chunlei Zhou Zhiwei Huo

China Petroleum Exploration and Development Research Institute, Beijing, 100083, China

## Abstract

In the context of rapid technological advancement, laboratories have become pivotal platforms for scientific research and technological innovation, with their importance becoming increasingly evident. However, laboratory operations involving hazardous material handling and complex equipment operation necessitate robust safety risk prevention as a critical prerequisite for smooth research progress. This study focuses on the laboratory of the Exploration and Development Research Institute, conducting a systematic investigation into its current status of safety standardization. It thoroughly analyzes existing deficiencies in the management system and proposes targeted improvement measures across six dimensions: institutional refinement, risk control, personnel training, chemical management, and 6S management. Through two years of implementation, these measures have effectively enhanced laboratory safety management. The research findings provide practical experience and theoretical references for standardization initiatives in similar research institutions across China.

## Keywords

scientific research laboratory; safety standardization; management optimization; risk prevention and control; 6S management

# 科研机构实验室安全标准化建设管理优化与实践研究

崔思华 买炜 冯进千 周春蕾 霍志伟

中国石油勘探开发研究院, 中国·北京 100083

## 摘要

在当代科技飞速发展的背景下, 实验室作为科学研究与技术创新的核心载体, 其重要性日益凸显。然而, 实验室运营过程中涉及危险品操作、复杂设备运行等环节, 安全风险防控已成为科研工作顺利推进的关键前提。本文以勘探开发研究院实验室为研究对象, 通过系统调研其安全标准化建设现状, 深入剖析当前管理体系中存在的短板与不足。在此基础上, 从制度完善、风险管控、人员培训、化学品管理及6S管理等维度, 构建了一套针对性的提升方案, 并通过两年的实践落地, 有效改善了实验室安全管理水平。研究成果可为国内同类科研院所实验室标准化建设提供可借鉴的实践经验与理论参考。

## 关键词

科研实验室; 安全标准化; 管理优化; 风险防控; 6S管理

## 1 引言

勘探开发研究院作为服务全球石油天然气勘探开发领域的综合性研究平台, 承担着全球油气业务战略规划研究、油气勘探开发核心技术研发、生产技术支持及高层次人才培养等重要使命, 业务范围覆盖油气勘探、油气田开发、油气井工程、信息化与标准化建设、新能源勘探开发及技术培训等多个领域。为支撑高水平科研工作, 研究院已建成较为完善的实验室体系, 其中包括提高采收率国家重点实验室、国

家能源 CO<sub>2</sub> 驱油与封存技术研发(实验)中心等多个国家级重点实验室, 配备了大量高精度仪器设备。随着科研任务的不断加重与实验规模的持续扩大, 实验室安全管理面临更高挑战<sup>[1]</sup>。为此, 研究院启动实验室标准化建设专项工作, 通过现状调研、问题梳理、方案制定与落地实施, 逐步构建实验室标准化管理长效机制, 旨在提升安全管理效能, 保障科研工作高质量推进。

## 2 实验室安全标准化建设现状调研与问题分析

### 2.1 调研范围与内容设计

考虑到实验室类型多样、风险点分布广泛的特点, 本次调研覆盖国家级重点实验室、公司级重点实验室及常规实验区域, 重点围绕高风险环节开展全面排查, 具体调研内容涵盖以下维度:

**【作者简介】**崔思华(1971-), 男, 中国黑龙江讷河人, 博士, 正高级工程师, 从事油气勘探开发、新能源、安全环保等方向研究。

(1) 管理体系层面：包括实验室 HSE（健康、安全、环境）管理模式与组织架构、安全管理制度及操作规程的完整性与适用性、风险分级防控机制的建立与执行情况；

(2) 人员能力层面：实验室人员的安全意识、安全知识掌握程度、应急处置技能及培训参与情况；

(3) 设施设备层面：报警系统、通排风装置、气瓶安全柜、应急冲洗装置、防爆防静电设施、消防设施及电气设备的运行状态与维护情况，各类实验仪器的安全管理与操作规范执行情况，玻璃容器及其他实验器具的使用与存放合规性；

(4) 化学品管理层面：化学品采购、验收、储存、使用、废弃处置等全流程管理的规范性，危险化学品台账建立与更新情况；

(5) 职业健康与环境层面：职业健康防护措施的落实情况、实验废气排放达标情况、废固液分类回收与处置合规性；

(5) 应急管理层面：应急预案的完整性与可操作性、应急演练的开展频率与效果、应急资源的储备与调配能力<sup>[2]</sup>。

## 2.2 调研结果与核心问题剖析

通过现场核查、资料查阅、人员访谈及抽样测试等方式，结合数据统计与分析，发现当前实验室安全标准化建设存在以下突出问题：

### 2.2.1 管理制度体系不完善，应急机制不健全

部分实验室安全管理制度存在“照搬套用”现象，未结合自身实验类型与风险特点进行个性化修订，导致制度与实际操作脱节；应急处置措施过于笼统，缺乏针对化学品泄漏、火灾、设备故障等具体场景的详细操作流程；应急演练开展频率低，且多以“桌面推演”为主，未涉及实战操作，实验室人员对紧急情况下的疏散路线、应急设备使用方法不熟悉，应急处置能力薄弱。

### 2.2.2 风险辨识不全面，防控责任不明确

风险辨识工作多集中于明显的高危环节（如易燃易爆化学品储存），对实验过程中潜在的交叉风险（如不同化学品混合反应、设备长期运行后的老化风险）排查不到位；风险评估方法单一，未结合实验频次、人员操作熟练度等因素进行动态评估；风险防控责任未细化到具体岗位与个人，存在“多头管理”或“无人负责”的现象，导致防控措施流于形式。

### 2.2.3 人员安全培训不足，意识与技能双薄弱

安全培训缺乏系统性与针对性，多以“集中授课”为主，内容脱离实验室实际操作场景，且未根据不同岗位的风险差异制定分层培训计划；培训考核机制不严格，部分人员仅通过“签到打卡”完成培训，未真正掌握安全知识与技能；实验室人员“重科研、轻安全”的观念普遍存在，主动排查安全隐患的意识不足，违规操作现象时有发生。

### 2.2.4 化学品全流程管理存在漏洞

化学品采购环节未严格执行“按需采购”原则，部分实验室存在过量采购导致化学品长期积压过期的情况；验收

环节未对化学品的纯度、稳定性及安全技术说明书（SDS）进行全面核查；储存环节存在不同类别化学品混放、标识不清、台账与实际库存不符等问题；废弃化学品处置不及时，部分废固液未按规范分类存放，存在环境污染与安全风险<sup>[3]</sup>。

### 2.2.5 6S 管理落实不到位，现场规范程度低

实验室“整理、整顿、清洁、清扫、素养、安全”的 6S 管理要求未全面落实，实验区域存在“物品随意堆放、通道堵塞”的现象，未实现定置摆放；安全标识不规范，部分标识老化模糊、位置不当，缺少针对特殊风险区域（如辐射区、高压设备区）的醒目警示标志；实验室卫生清洁存在“重表面、轻死角”的问题，仪器设备长期使用后未及时维护清洁，增加了设备故障与安全事故风险。

## 3 实验室安全标准化建设提升方案与实施措施

针对调研发现的问题，结合实验室实际需求与行业标准，从“制度、风险、人员、化学品、现场管理”五大维度制定提升方案，并分阶段推进实施，具体措施如下：

### 3.1 构建完善的管理制度体系，强化应急管理能力

#### 3.1.1 制度体系重构与优化

按照“全面覆盖、分类管控、贴合实际”的原则，修订并完善实验室安全管理制度体系，具体包括：

**基础管理制度：**制定《实验室安全管理实施细则》，明确实验室安全管理的总体目标、组织架构与职责分工；修订《实验室人员安全行为规范》，细化不同岗位的安全操作要求；

**专项管理制度：**针对高风险环节，制定《危险化学品安全管理办法》《高压设备操作规程》《辐射安全管理规定》等专项制度，明确全流程管理要求；

**支撑管理制度：**建立《实验室仪器设备维护保养规程》《实验废弃物分类处置管理办法》《实验室安全考核评价办法》等，为安全管理提供保障。

制度修订过程中，充分征求实验室管理人员、一线实验人员及安全专家的意见，确保制度的科学性与可操作性，并定期根据法规更新、实验内容调整等情况进行动态修订<sup>[4]</sup>。

#### 3.1.2 岗位职责清单化管理

以“谁主管、谁负责”“谁操作、谁负责”为原则，制定实验室各级人员的《岗位安全生产责任清单》，将安全职责细化为具体工作任务，并明确任务的执行标准：管理层（实验室主任、区域负责人）主要负责组织制定管理制度、审批风险防控方案、监督培训与演练开展、协调解决安全隐患整改；技术岗（实验员、仪器操作员）主要负责严格执行操作规程、开展日常风险排查、规范使用化学品与仪器设备、参与应急演练；保障岗（设备维护员、安全员）主要负责设备定期维护、安全设施检查、应急资源储备、安全培训辅助。

同时，建立“痕迹化管理”机制，要求各级人员对职责范围内的工作进行记录（如设备维护记录、风险排查台账），确保工作可追溯、责任可落实。

#### 3.1.3 应急管理机制实战化升级

应急预案精细化。针对化学品泄漏、火灾、触电、人

员受伤等常见场景，制定《实验室专项应急预案》，明确应急组织机构（指挥组、救援组、疏散组、通讯组）的职责分工、应急响应流程（报警、处置、救援、善后）、应急资源清单（消防器材、急救药品、防护装备的存放位置与使用方法），并在实验室显眼位置张贴应急预案流程图；

应急演练常态化。制定年度应急演练计划，每季度至少开展一次实战演练，演练场景涵盖单一事故与复合事故（如“化学品泄漏+火灾”），演练前组织专项培训，演练中安排专人记录关键环节（如响应时间、处置步骤、人员配合情况），演练后召开复盘会议，分析存在的问题并制定改进措施；

应急资源保障化。每月检查应急设备与物资的完好性，确保消防灭火器、应急洗眼器、急救箱等设备正常运行，补充过期或消耗的应急物资，并建立应急资源台账，明确管理责任人。

## 3.2 建立全流程风险管控机制，实现风险闭环管理

### 3.2.1 风险辨识全面化与动态化

辨识范围全覆盖。采用“现场排查+头脑风暴+专家评审”的方式，对实验区域、设备、人员、化学品、操作流程等进行全方位风险辨识，重点关注“人机料法环”各环节的潜在风险，形成《实验室风险辨识清单》。辨识方法科学化。结合实验室特点，采用“风险矩阵法”（从风险发生概率与影响程度两个维度）对风险进行分级，将风险划分为“低、一般、较大、重大”四个等级，并标注风险类型（如火灾、中毒、设备故障）。辨识更新常态化。当实验室新增实验项目、更换设备、调整人员或法规标准更新时，及时开展补充风险辨识，每年对风险清单进行一次全面复审，确保风险辨识的时效性。

### 3.2.2 风险防控分级化与责任化

根据风险等级制定差异化的防控措施，建立“分层管控、逐级负责”的风险防控体系：低风险（如常规玻璃容器使用）由实验人员负责防控，通过岗位培训、操作规程交底实现风险管控；一般风险（如普通化学品储存）由实验室区域负责人负责防控，建立定期检查机制，确保储存条件合规、台账清晰；较大风险（如高压设备运行、易燃易爆化学品使用）由实验室主任牵头防控，制定专项防控方案，配备专人监护，定期开展设备检测与维护；重大风险（如辐射实验、剧毒化学品操作）由各所、中心直接管控，实行“双人双锁”管理，严格审批实验流程，全程监督操作过程<sup>[5]</sup>。

同时，明确各级防控责任的“首责人”，建立风险防控台账，记录防控措施的执行情况与整改结果，实现“风险识别—措施制定—执行监督—效果评估—持续改进”的闭环管理。

### 3.2.3 风险监控智能化与可视化

引入实验室安全智能监控系统，在高风险区域（如化学品储存间、高压设备区）安装温湿度传感器、气体泄漏报警器、视频监控设备，实时监测环境参数与操作行为；建立实验室安全管理平台，将风险清单、防控措施、检查记录等

数据录入系统，实现风险信息的可视化展示与动态更新；当监测到异常情况（如气体浓度超标、设备温度异常）时，系统自动触发报警，并推送预警信息至相关责任人，确保风险及时发现与处置。

## 3.3 构建分层分类培训体系，提升人员安全素养

### 3.3.1 培训计划精准化制定

基于“岗位风险差异化”原则，制定分层分类的安全培训计划，新员工入职培训涵盖实验室安全管理制度、基础安全知识（如化学品安全、消防器材使用）、应急处置流程等内容，培训时长不少于8学时，考核合格后方可进入实验区域；在岗人员按岗位风险等级制定培训频次，低风险岗位每半年培训1次，一般风险岗位每季度培训1次，较大及以上风险岗位每月培训1次，培训内容聚焦岗位操作中的风险点与防控措施；针对应急处置、危险化学品操作、特殊仪器使用等专项内容，开展“一对一”实操培训，确保人员掌握关键技能。

### 3.3.2 培训方式多元化创新

打破传统“单向授课”模式，采用多种培训方式提升效果。在模拟实验场景中开展化学品泄漏处置、消防器材使用、应急救援等实操训练，让人员在“动手操作”中掌握技能；收集国内外实验室安全事故案例，通过视频讲解、现场还原等方式，分析事故原因与教训，增强人员安全意识；搭建线上培训平台，上传安全知识手册、操作视频等资料，方便人员随时学习；线下组织小组讨论、专家答疑，解决实际工作中的安全问题；安排安全专员在实验现场进行“手把手”指导，及时纠正违规操作，讲解安全注意事项，实现“培训—实践—反馈”的实时衔接。

### 3.3.3 培训效果闭环化评估

建立“培训—考核—反馈—改进”的效果评估机制。采用理论考试（考查安全知识）、实操考核（考查技能掌握程度）、情景测试（考查应急处置能力）相结合的方式，全面评估培训效果，将培训考核结果与人员绩效、岗位资格挂钩，考核不合格者暂停实验操作资格，需重新参加培训并通过考核后方可上岗；培训结束后，通过问卷调查、人员访谈等方式收集对培训内容、方式的意见与建议，及时调整培训计划，提升培训针对性与实效性。

## 3.4 强化化学品全流程管理，筑牢安全防线

### 3.4.1 采购验收

建立合格供应商名录，对化学品供应商的资质（营业执照、危险化学品经营许可证）、产品质量、售后服务进行审核，筛选优质供应商并定期评估更新。实验室根据实验计划提交采购申请，明确化学品的名称、规格、数量、用途及使用期限，由实验室主任审核后报院级管理部门审批，严禁过量采购。核查安全技术说明书（SDS），采购前要求供应商提供完整的SDS，重点核查化学品的理化性质、危险性、安全操作方法及应急处置措施，确保采购人员与使用人员充分了解化学品风险。化学品到货后，由实验室指定的验收人员（至少2人）对照采购订单与SDS进行核查，检查化学

品的包装是否完好、标识是否清晰、规格与数量是否一致。根据化学品的性质（如酸、碱、氧化剂、还原剂、易燃易爆品）划分储存区域，使用专用储存柜（如防爆柜、防腐柜、低温冰箱），不同类别化学品之间保持安全距离，标识清晰，严禁混放，台账动态管理。

#### 3.4.2 领用使用

实验人员领用化学品时，需在台账中记录领用时间、数量、用途及归还时间，领用危险化学品需经实验室主任审批。实验前需确认通风、防护等设施正常，穿戴合适的个人防护装备（如防护服、护目镜、防毒面具），严格按照操作规程进行实验，严禁超量使用、混用化学品；在危险化学品使用区域安装视频监控与气体检测装置，安排专人巡查，及时发现并纠正违规操作；实验结束后，及时清理剩余化学品（按规定退回储存柜或标记待处置），清洗实验器具，做好使用记录。

#### 3.4.3 废弃处置

在实验区域设置专用的废弃化学品回收容器，按“废酸、废碱、废有机溶剂、废固废”等类别分类存放，容器张贴清晰标识，严禁混装；建立废弃化学品处置台账，记录废弃化学品的产生时间、类别、数量、处置方式及去向；与具备资质的危废处置单位签订合作协议，定期将废弃化学品交由其处置，索要处置凭证，确保处置过程符合环保法规要求，严禁私自倾倒或丢弃。

### 3.5 深化 6S 管理实践，提升现场标准化水平

6S 是将实验室场所中的人员、设备、材料、方法等生产要素进行有效的管理，针对人员的日常工作行为提出要求，倡导从小事做起，力求使每个人都养成事事“讲究”的习惯，从而达到提高整体工作质量的目的。

#### 3.5.1 整理（Seiri）

组织实验室人员对实验区域的物品进行全面梳理，按“必要”与“不必要”分类，必要物品（常用仪器、试剂）保留，不必要物品（废弃器具、过期资料）及时清理或移至指定存放区；制定“必要物品判定标准”，避免“过度保留”导致空间浪费。

#### 3.5.2 整顿（Seiton）

根据实验流程与物品使用频率，设计实验室定置图，明确仪器设备、试剂、实验器具的固定存放位置；对存放区域进行标识，确保“物归其位”；常用物品放置在实验台附近易取用的位置，不常用物品（如备用仪器）放置在远离操作区的货架上，提高实验效率。

#### 3.5.3 清扫（Seiso）

明确清扫区域、责任人、清扫频率与标准：实验台面每日清扫，地面每周清扫 2 次，仪器设备每次使用后清洁，通风管道、设备底部等卫生死角每月清扫 1 次；使用专用清洁剂与工具，确保清扫彻底，同时在清扫过程中检查设备、设施的异常情况（如仪器异响、管道泄漏），及时上报处理。

#### 3.5.4 清洁（Seiketsu）

将整理、整顿、清扫的要求转化为实验室清洁标准，明确各区域的清洁指标；建立“日检查、周评比、月总结”机制，每日由实验室安全员检查现场清洁情况，每周组织各区域负责人进行交叉评比，每月总结问题并制定改进措施，确保清洁状态持续保持。

#### 3.5.5 素养（Shitsuke）

通过常态化培训、案例分享，引导实验室人员树立“我的区域我负责”的意识；鼓励人员主动参与 6S 管理改进，对提出有效建议的人员给予表扬或物质奖励；将 6S 管理执行情况纳入人员绩效考核，对违规行为进行提醒与处罚，逐步养成规范操作、自觉维护的良好习惯。

#### 3.5.6 安全（Safety）

在 6S 管理过程中融入安全要求，如通道保持畅通、应急设备周边无遮挡、安全标识清晰可见；定期开展 6S 管理安全隐患排查，重点关注因物品摆放不当、清洁不到位引发的安全风险，及时整改隐患，确保实验环境安全。

同时，设立“6S 管理明星岗位”“6S 改进创新奖”，对在 6S 管理中表现突出的个人与区域给予荣誉表彰与物质奖励，激发人员参与积极性；将 6S 管理考核结果与人员绩效工资、岗位晋升挂钩，考核不合格者扣除部分绩效，连续 3 次不合格者暂停实验操作资格，需重新参加培训并通过考核后方可上岗，确保人员严格遵守 6S 管理要求。

## 4 结语

通过两年时间的实验室安全标准化建设提升工作，科研机构在各个方面都有所改善，管理制度体系更加完善、风险管控能力显著提升、人员安全素养全面提高，化学品管理规范有序、6S 管理成效明显。本次研究表明，实验室安全标准化建设需坚持“问题导向、系统思维、全员参与”的原则：以现场调研为基础，精准识别管理短板；以制度建设为核心，构建全流程管控体系；以人员培训为关键，提升安全素养与技能；以 6S 管理为抓手，优化现场操作环境。未来，可进一步引入智能化管理技术（如物联网监控、AI 风险预警），推动实验室安全标准化建设向“智慧化”升级，为科研工作提供更坚实的安全保障。

## 参考文献

- [1] 邱慧,林清强,朱虎. "三引四化"实验室安全管理体系的构建及应用实践[J]. 实验室科学,2025,28(3):148-153.
- [2] 孙迪.实验室安全管理的优化策略分析[J]. 实验室检测,2025,3(13):172-174.
- [3] 秦璐璐,孝大字,韩晶,等. 强化实验室安全管理,提升实验室管理水平[J].科技风,2023(19):163-165.
- [4] 马丽,赵毅力,南倩,等. 6S管理在检验检测实验室的应用分析[J]. 轻工标准与质量,2025(3):55-57.
- [5] 王贞,熊祖钊,道维丽. 基于CMA认证构建实验室安全体系研究[J].实验科学与技术,2024,22(4):137-141.