

第一章 实验室安全概述

实验室是高等学校进行教学实践和开展科学研究的重要基地,也是学校对学生全面实施综合素质教育,培养学生实验技能、知识创新和科技创新能力的必备场所。随着学校的发展,招生规模扩大,进入实验室的师生人数及时间在不断增加,再加上这几年来,实验室安全事故引发人员伤亡和财产损失的事件时有发生,为我们敲响了警钟,使人们不得不对实验室安全予以高度的关注和重视,增强实验室安全常识已迫在眉睫。

为保障实验室安全稳定,维护广大师生员工的健康和生命安全,防止公共安全事故发生,创造稳定、和谐的实验室环境,所有进入实验室的人员必须充分认识实验室安全工作的意义,增强安全意识,具备一定的安全常识,了解在实验室工作中可能遇到的主要危害、事故,以及掌握其规避与排除的方法,营造良好的实验室安全、环保氛围,防范和减少实验室安全隐患,确保实验室工作的顺利进行。

本章从实验室安全面临的问题入手,阐述了实验室安全事故发生的原由、表现形式以及危害类型,实验室安全管理的特点和要求,实验室安全工作的重要意义提出了加强实验室安全工作的有关对策。通过对本课程的学习,广大师生了解实验室常见的安全问题和安全基本知识,能够分析一般实验过程中存在的危险因素,具备检查和发现实验隐患的能力,熟悉应采取的防范措施,掌握实验室初始火灾扑救、安全逃生、现场急救等技能。

第一节 实验室安全的重要性

一、实验室安全工作面临的问题

随着我国高等教育事业的快速发展,国家对实验室建设的投入大幅度增加,实验室建设无论是从数量上还是从质量上都达到了前所未有的程度。但是,随着高校办学规模和招生数量的不断扩大,对高校实验室资源的开放性、共享性要求也越来越高。进入实验室的人员多、流动性大,实验室安全工作面临的问题也越来越多,实验室安全事故时有发生。如火灾事故、中毒事故、伤人事故和环境污染事故等。

实验室安全事故是指在实验过程中发生的,与人们的愿望相违背的,使实验操作发生阻碍、失控、暂时停止或永久停止,并造成人员伤害或财产损失的意外事件。在实验过程中,人们总会遇到各种来自不同方面的不安全因素的干扰,如果忽视了对不安全因素的防范或对其控制不力,就会发生实验室安全事故。

实验室安全事故主要由“硬”、“软”两个方面的问题造成。硬件方面主要是指实验室安全设施和装备;软件方面主要是指对实验室安全工作的思想认识、安全管理制度的建设及规范操作。

（一）硬件建设方面的问题

1. 规划设计考虑不周，造成安全隐患

由于规划设计人员对各类实验室的功能要求缺乏一定程度的了解，尤其是对些特殊实验室的特殊要求知之甚少，因此在实验室建设的规划设计中对设施和装备的安全要求考虑不周，工程设计上存在漏洞，包括人与机械、作业环境之间配合不当等，造成了安全隐患。

2. 基础设施陈旧，线路老化，防火能力低，火灾隐患多

目前，在我国高校内尚有部分实验室用房属于砖木结构，其供电线路老化而用电负荷又大量增加，私拉乱接线路的问题也相当严重，造成不少火灾隐患。此外，一些高校建筑的走廊和室内吊顶采用了泡沫塑料板等易燃材料，这些材料遇火即燃，且会产生大量有毒气体，易使人窒息死亡。

3. 乱设防护门窗，堵塞安全通道

近年来，高校实验室内贵重实验仪器设备大量增加，为防止这些设备被盗或失窃。不少实验室、计算机房普遍加装钢筋护窗，增设全封闭的金属门，有的甚至将双向通道走廊的一头封闭，改为单向通道走廊。一旦发生意外，因通道严重受阻。逃生不畅，后果不堪设想。

4. 安全资金投入不足，安全设施陈旧落后

高校对实验室安全的资金投入严重不足，主要表现为：

(1) 消防设施配备不足，不少现有设施因陈旧而无法使用。按规定，实验室应配备固定式灭火系统或移动式消防器具，但因资金缺乏而未配备或配备数量不足。已配备的消防设施又因维护不到位，致使其功能丧失，甚至于一些高校因供水压力不足而造成高层实验室缺乏消防用水。

(2) 实验室用房紧张。一些需要分开存放的物品不能做到分开存放，而且一些设备的安全操作距离也不够。

(3) 环保设施不能满足要求。一些可能产生有毒气体的实验室未配备通风系统。仅用排气扇代替；一些应经过处理方能排放的废水，因设施不完善而放任自流；一些固体废物没有按照国家标准进行处置，作为一般垃圾外运，对社会安全造成隐患。

(4) 缺乏应急动力供应系统。一些实验室设备在使用时不能突然停电，否则会造成设备损坏甚至报废，但因资金缺乏而未配备应急供电系统或双环路供电系统。

(5) 不少学校因为资金问题而没有建立现代化的实验室监控系统，无法有效地做好“四防”（防火、防盗、防破坏、防自然灾害）工作。

（二）软件管理方面的问题

1. 安全观念落后，安全意识不强

在高校中，无论是领导层还是基层都不同程度地存在着重教学科研、轻安全环保的思想，存在着安全工作有投入、无产出，只要现场工作人员注意就出不了大事的麻痹意识。其根本原因就是以人为本的理念尚未真正深入人心，尚未真正认识到实验室安全工

作对保障学校发展, 创建平安校园, 构建和谐社会的重要意义。

2. 安全建设审核制度不完善

在实验室的建设工程设计或改造项目中, 对安全功能进行审核的程序和制度还不完善, 以至某些工程完成之后仍存在着安全隐患。

3. 安全管理体制不顺, 安全责任不明

(1) 部分高校缺乏全校性实验室安全工作的专门组织体系, 难以建立对整个学校实验室安全工作实行全面管理的领导体制, 没有落实法定代表人是单位安全第一责任人的要求。

(2) 部分院(系)没有专人负责实验室的安全工作, 没有配备实验室安全员, 无法层层落实管理职责, 安全责任不明确。

(3) 职能部门缺少专门的科室和专业的技术人员。很难实现对实验室安全进行专业管理, 与院(系)的实验室安全管理之间缺乏有效的衔接。

4. 制度不严, 检查不力, 奖罚不明

目前, 不少学校的实验室安全管理存在现有制度不严、执行落实不细、检查督促不力、奖罚不明的问题。实验室的安全管理不仅要建章立制, 更重要的是要落实检查。

另外, 对实验室安全事故的处理流于形式, 往往是大事化小、小事化了, 同时也没有对实验室安全工作做得好的单位给予鼓励或奖励。

5. 不重视安全教育和培训, 相关制度不完善

目前, 大多数高校都没有专门的实验室安全教育和培训制度, 是否对实验室人员进行专门的安全教育和培训主要取决于实验室负责人对安全的认识和态度, 而没有相关的制度予以保障。如何加强对实验室安全工作的认识, 加大对实验技术人员的安全培训力度, 以及对学生开展这方面的教育已成为实验室安全工作的当务之急, 应该列入学校的日常工作之中。

在实际工作过程中, 实验室安全事故的发生往往是由于实验室人员和学生对安全防护的认知不足, 凭经验, 或平时的不良习惯(贪图方便、轻视、不按规定、懒惰等), 或疲劳疏忽, 或遇紧急危机时处理能力不足等造成。因此, 加强对实验室人员和学生的安全教育和培训就显得十分重要。

二、实验室安全工作的重要性

高校实验室中各种潜在的不安全因素变异性大, 危害种类繁多。一旦发生实验室安全事故, 将造成人员伤亡、仪器设备损毁、教学科研停滞, 使师生员工的家庭以及社会、国家蒙受重大的损失, 甚至还可能连带发生其他刑事或民事的官司或赔偿。

随着社会的进步, 人们逐步认识到人的生命是无价的, 是人的不同需求中最为基本而又最为重要的一个需求。实验室安全工作的目的就是要建立一个安全的教学和研究的实验环境, 减少实验过程中发生灾害的风险, 确保师生员工的健康及安全, 从而满足人性安全感的基本需要。

无论从实验室的使用功能，还是从实验室的自身发展来看，我们都应该强调把实验室的安全防范作为实验室管理的基础。“隐患险于明火，防范胜于救灾，责任重于泰山”，因此。做好高校实验室安全工作的意义重大：(1)它是贯彻以人为本的理念，培养创新人才的需要；(2)它是高等教育事业又快又好、健康、持续发展的需要；(3)它是维护国家和人民利益，维护好自身健康与安全的需要；(4)它是创建平安校园、构建和谐社会的需要。

三、实验室安全工作的中心任务和对策

实验室安全工作的中心任务是防止实验室发生人员伤亡事故和财产损失事故。实验室安全工作的对策主要有以下几点：

(一) 加强安全教育，加大宣传力度，营造安全文化氛围

事故的发生有着偶然性和突发性的特点，安全意识的淡薄，安全素质的欠缺，安全行为的背离是导致事故发生的直接原因。因此，加强安全教育，加大宣传力度，营造浓厚的安全氛围是确保实验室安全的重要措施之一。要充分利用各种载体和安全宣传阵地，广泛开展安全教育活动，大力倡导安全文化，在不断创建安全文化建设的活动中，树立安全的价值观念，安全的责任意识，树立“我懂安全、我要安全、我保安全”的思想意识，形成人人重视安全，人人具备安全技能的良好氛围。此外，还要加强对实验室人力资源的管理和人员素质的培养。开展安全教育、安全技能培训、安全保健、安全知识竞赛和安全维护等。

(二) 以人为本，把安全管理落到实处

人既是管理的主体，又是管理的客体，每个人都在一定的管理层面上行使各自的权利、职责和义务。人是安全工作的决定性因素，以人为本抓安全，才能抓到安全工作的实质。按照科学的人力资源管理理论，每个人都有自身的能量，都能发挥各自的积极性、能动性和创造性，只有充分调动人的积极性，激发人的内在潜力，使每个人主动参与安全管理，形成全员参与、齐抓共管、人人要安全、人人管安全的共识，才能确保安全管理的稳定性和有效性。

(三) 建立长效机制，促使安全管理制度化、规范化、标准化

建立长效机制是实验室安全管理的关键环节，是引导实验室安全发展的客观要求。建立长效机制，一是要建立和完善实验室安全管理的各项规章制度。二是要构建学校、职能处室、学院、实验室和实验技术人员、实验者的安全管理网络体系，使实验室安全管理横向到边，纵向到底，一层抓一层，一环连一环，层层相促，环环相扣。三是要加强制度的落实与执行力度。制度是安全保障的基础，严格执行制度才是确保安全的关键。在安全管理中要加大监督、监控、检查、整改和责任追究的力度；在执行层面上要运作规范，依法按章办事，工作落实到点到位。四是要尽快制定实验室安全运行、安全条件以及安全操作的标准化文件，同时制定以实验室安全运行为目标的实验室安全管

理全过程的各项详细的、可操作的管理标准，并在管理中严格贯彻和执行。

（四）加大对实验室安全的投入，提高安全设施的科技含量

实验室的安全防护硬件设施和仪器设备的安全运行状态是保证实验室安全的重要条件。

一些实验室安全事故的发生往往是由于安全设施的欠缺或仪器设备运行状态不良所造成的。因此，增加实验室安全投入，加强实验室安全设施的建设和仪器设备的管理，可以将实验室安全事故消灭于萌芽状态。安全经济观认为，预防性安全投入是最经济、最可行的措施之一，是确保实验室安全的重要手段。

（五）依法制定和完善规章制度，加大执法力度

随着时代的进步，科技水平的提高，人们法律意识的不断增强，以及世界有关专门组织的实验室标准的制定出台，各个高校必须认真审视原先制定的实验室规章制度，摒弃与法律和有关标准相违背的条款，吸纳新的标准和规定。同时，政府主管部门应加大对实验室安全的执法力度。

第二节 实验室常见安全事故的成因、表现形式及危害类型

任何事物的发生和发展都有其规律可循。实验室安全事故的发生也有其因果性、潜在性、再现性、偶然性和必然性的特点。实验室安全事故总是给人们带来意想不到的损失，人们可以根据事故发生后残留的事故信息，经过分析、判断、推理，得出事故发生的原由及其过程，并从中学到防范实验室安全事故发生的相关知识。预防安全事故的再次发生。为此，必须要研究清楚实验室安全事故的起因、表现形式以及危害类型，从而探讨各种消除、控制事故发生的方法。

一、实验室安全事故的成因

在实验室安全事故的发生和预防中，人为因素占据了主要地位。安全意识淡薄是导致实验室安全事故发生的重要原因。通常个人不安全行为和失误导致的事故占了很大的比重，据台湾慈济大学实验室安全卫生教育训练教材介绍，实验室安全事故中人为因素引起的事故比例为98%。因此，人在事故的发生和预防中起着决定性的作用。一般而言，高校实验室安全事故发生的主要原因有：人员操作不慎，使用不当和粗心大意；仪器设备或各种管线年久失修、老化损坏；不可抗力的自然灾害；恶意侵害行为(如计算机被病毒感染、计算机遭黑客攻击等)；监控管理不力(设备被窃、泄密等)。

二、实验室安全事故的表现形式

实验室安全事故的表现形式主要有：火灾、爆炸、毒害、机电伤人及设备损坏等。

（一）火灾性事故

火灾性事故的发生具有普遍性。几乎所有的实验室都可能发生。酿成这类事故的直接原因是：①忘记关电源，或在实验过程中，人离开实验室的时间较长。致使设备或用电器具通电时间过长，温度过高，引起着火；②操作不慎或使用不当，使火源接触易燃物质，引起着火；③供电线路老化、超负荷运行，导致线路发热，引起着火；④乱扔烟头，接触易燃物质。引起着火。

（二）爆炸性事故

爆炸性事故多发生在具有易燃易爆物品和压力容器的实验室。酿成这类事故的直接原因是：①违反操作规程，引燃易燃物品，进而导致爆炸；②设备老化，存在故障或缺陷。造成易燃、易爆物品泄漏，遇火花而引起爆炸。

（三）毒害性事故

毒害性事故多发生在具有化学药品和剧毒物质的化学化工实验室和具有毒气排放的实验室。酿成这类事故的直接原因是：①违反操作规程，将食物带进有毒物品的实验室。造成误食中毒；②设备、设施老化，存在故障或缺陷，造成有毒物质泄漏或有毒气体排放不出，酿成中毒；③管理不善。造成有毒物品散落流失，引起环境污染；④废水排放管路受阻或失修。造成有毒废水未经处理而流出，引起环境污染。

（四）机电伤人性事故

机电伤人性事故多发生在有高速旋转或冲击运动的机械实验室，或要带电作业的电气实验室和一些有高温产生的实验室。酿成这类事故的直接原因是：①操作不当或缺少防护，造成挤压、甩脱和碰撞伤人；②违反操作规程或因设备、设施老化而存在故障或缺陷，造成漏电，触电或电弧火花伤人，③使用不当，造成高温气体、液体伤人。

（五）设备损坏性事故

设备损坏性事故多发生在用电加热的实验室。酿成这类事故的直接原因是：由于线路故障或雷击造成突然停电，致使被加热的介质不能按要求恢复原来状态而造成设备损坏。

三、实验室安全事故的危害类型

（一）机械危害

机械所发生的伤(灾)害，如卷人、扎伤、压伤，焊接强光、噪音、震动造成的伤害，操作错误所造成射出、弹出锐件造成的伤害，以及接地不良所造成的触电事件等。

（二）化学品危害

许多化学品具有易燃、易爆、毒性和腐蚀性的特点，容易造成火灾、爆炸及对人体的危害。

（三）电气危害

电气危害不仅包括触电事故，还包括雷电、静电、电磁场危害，各种电气火灾与爆炸以及一些危及人身安全的电气线路和设备故障等。

（四）辐射危害

辐射包括电磁波辐射和放射性辐射，因其具有高密度的能量，在实验室研究工作上具有很多用途，但其高能量的射线易造成对人体的伤害。

（五）生物危害

人们在对动物、植物、微生物等生物体的研究中，由于病原体或者毒素的丢失、泛用，转移而引发的对人类健康和赖以生存的自然环境所可能造成的不安全事故。比如：外来物种迁入导致对当地生态系统的不良改变或破坏；人为造成的环境的剧烈变化危及生物的多样性；在科学研究开发、生产和应用中，经遗传修饰的生物体和危险的病原体等可能对人类健康、生存环境造成的危害等。

（六）其他危害

一般工厂所发生的伤(灾)害，如跌倒、摔跤、坠落、碰撞、火灾、粉尘、噪声等，在实验室也同样会发生，一般小伤害均以此类居多。

第三节 实验室安全管理的特点及内容

一、实验室安全管理的特点

保障实验室的安全，最为重要的是实验室安全管理的到位。2004年中国疾病预防控制中心因为“非典”病毒管理不善而引发的4月份北京、安徽的“非典”疫情，引起了人们对实验室安全的高度关注和震撼。经卫生部调查认定，那次“非典”疫情源于实验室内感染，是一起因实验室安全管理不善，执行规章制度不严，技术人员违规操作，安全防范措施不力，导致实验室污染和工作人员感染的重大责任事故。因此，实验室安全管理的到位是防止实验室安全事故发生的关键所在。高校实验室管理的多样性、特殊性决定了实验室安全管理的特点。

（一）多样性

根据学科和专业的特点，高校一般设置规模悬殊，层次、性质不同，种类繁多的各种实验室。如生物、化学、电子、机械、放射性同位素、射线装置、网络实验室等。因此，由于实验室各自的特殊性，其安全防护的要求也不尽相同。根据不同实验室制定有针对性的、切实可行的安全技术与安全管理办法是维护实验室安全的前提条件。

（二）复杂性

实验室的安全管理不仅是对仪器设备、安全技术和环境的管理，也是对人的管理。仪器、环境、安全技术、人等方面所潜藏着的众多小安全隐患是造成事故的重要因素。

如用水、用电、用气的安全，仪器设备的操作安全，致病微生物、危险化学品、剧毒物品、放射性物质的存储与使用安全。师生员工的安全意识、行为、实验操作流程的规范与否，安全设施的技术条件等都会对实验室安全带来影响。由此可见，实验室的安全管理涉及实验室管理工作的方方面面，必须实现对整个实验室管理系统的监管和控制。

（三）综合性

实验室的安全管理是一项系统工程。实验室的安全管理、平安校园的建设。涉及面广、管理难度大、综合性强，它不仅涉及实验室内部的管理体系，还包括实验室外部的管理体系。因此，需要各级参与、层层负责、相互协调、共同合作。要全方位和全员化落实实验室安全责任制，形成一个齐抓共管的良好氛围，才能将实验室安全管理工作真正落到实处。

（四）服务性

实验室系统的安全，直接关系到师生的切身利益，关系到学校的稳定与发展，关系到平安校园的打造。安全是否得到保障取决于管理与服务职能是否得到充分的发挥。实验室的安全管理不只是单纯的管理，还得体现它的服务性。随着管理模式的转变，即由经验型管理向科学型管理转变，由单纯型管理向服务型管理转变，注重以人为本的理念，争创安全的优质服务，成为实验室安全管理的重要特征之一。管理是服务的方法和手段，服务则是管理的目的和根本。强化服务意识，坚持服务宗旨，提供优质服务，才能真正确保实验室的安全。

二、实验室安全管理的内容

为保证实验室工作有序进行，不同学科的实验室都有自己安全管理的内容和要求。以下所提供的是各类实验室需要考虑的主要内容，各实验室可根据自己的实际情况参考执行。

（一）建立实验室规章制度

实验室安全制度；危险化学品管理制度；生物安全管理制度；放射性安全管理制度；废弃物与排污管理制度；菌、毒种及细胞系保管制度；保密制度等。

（二）制定有关的操作规程

仪器与设备的使用；通用的检验技术与方法；专用的检验技术与方法；动物及动物室的管理；试剂及试药溶液的配制与管理等。

此外，还要建立质量保证体系，加强对仪器设备、实验室设施、实验室建筑、操作间、实验动物和档案资料等的管理，建立健全人员培训机制。

第四节 实验室安全效益

从学校大局来看，实验室安全是构建和谐，平安校园的重要组成部分：从教学、科

研角度来看,实验室安全是确保教学、科研活动正常开展的前提;从人性化的角度来看,实验室安全是维护人员生命安全和健康的根本所在;从经济学的角度来看,实验室安全是保证办学效益的基本保障。实现实验室安全和实验活动过程的安全,向安全争效益是建设平安校园的价值反映。将“安全是最大的效益”贯穿于实验室建设与管理的全过程,建立安全保障体系,才能确保实验室安全经济的稳定与发展。

一、实验室安全效益的涵义

实验室的安全效益是指以合理、科学的安全投资,提供符合实验室环境、实验活动和人员生命健康需求的安全保障所产生的效果。从安全效益的表现形式来看,安全的主要功能体现在两个方面:其一是保障人的身心健康与生命安全,减少财产的损失;其二是维护和保障系统功能(如实验室的功能)得以充分发挥。安全效益包括安全的经济效益与社会效益两个部分:

安全的经济效益是指通过安全投入所实现的安全条件,在实验过程中保障装备技术、环境与入品的能力和功能,并提高其潜能为社会经济发展带来的利益;安全的社会效益是指安全条件的实现,对国家和社会发展、学校教学科研活动的正常开展,以及家庭、个人的健康幸福所起的积极作用。

二、实验室安全效益的特点

实验室是学校开展实验教学、科学研究和生产研发的重要场所,其安全效益的特点如下:

(一) 间接性

实验室安全不是直接的物质生产活动,其安全效益通过减少事故造成的人员伤亡与财产损失来体现,并由于保护了人的生命健康以及教学、科研的技术或设备,促进了学校教学、科研的发展,在保障教学、科研活动的顺利进行中间接创造经济效益。

(二) 迟效性

安全效益的迟效性表现在安全的减损(伤亡和财产损失)作用上。安全投资的回收期长,它不是在安全措施运行之时就能体现出来的,而是在事故发生之时表现出其价值和作用。但是安全工作必须超前预防,做到防患于未然,而不是发生事故后再来亡羊补牢。

(三) 长效性

安全措施的作用和效果往往是长期的,不仅在措施的功能寿命期内有效,就是在措施失去功能之后,其效果还会持续或间接发生作用。如实验室的环保措施,防核防辐射的对策,安全教育和安全技能培训等都具有长久的效益。

(四) 多效性

实验室安全有了保障,实验活动就能有序、有效地顺利开展,确保了人员的身心健康,工作效能和效率就会提高;减少人员伤亡和财产损失,特别是安全目的实现了人的

安全与健康，这是很难直接用货币来衡量的，体现了社会和经济的效益。

（五）潜在性

安全创造的效益大多不是从其本身的功能中显现出来的，而是潜在于安全过程和安全目的的背后，安全维护了人的身心健康，使物质环境处于安全、卫生状态，充分发挥了实验室的功能和作用，推动了教学、科研工作的正常开展。从形式上分析，其所直接体现的意义并不是经济的，而是隐含在实现维护人的身心健康、生命安全和减少财产损失的目标过程中。

总之，实验室安全工作与学校的教学、科研紧密相连，与学校的每一个人息息相关，负责实验室安全工作的领导必须要具有以人为本的理念，重视对实验室建设的投入，加强对实验室安全的管理。每位师生员工则要共同合作，全力去发现实验室中存在的安全隐患，自觉遵守实验室安全规章制度，共同创造一个安全愉快的教学、科研和学习的环境。