

高等学校实验室 环境健康与安全

EHS

主 编 路建美 黄志斌



南京大学出版社

013062731

G642.423
06

高等学校实验室 环境健康与安全

EHS

主 编 路建美 黄志斌
副主编 陈永清 宋卫平 谢志余
张友九 查伟忠 陆新华



北航

C1670329



南京大学出版社

G642.423

06

187530810

图书在版编目(CIP)数据

高等学校实验室环境健康与安全 / 路建美, 黄志斌主编.
—南京: 南京大学出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-305-11614-8

I. ①高… II. ①路… ②黄… III. ①高等学校—实
验室—安全管理—研究 IV. ①G642.423

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 126886 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出 版 人 左 健

书 名 高等学校实验室环境健康与安全
主 编 路建美 黄志斌
责任编辑 陈济平 蔡文彬 编辑热线 025-83686531

照 排 江苏南大印刷厂
印 刷 常州市武进第三印刷有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 14.5 字数 253 千
版 次 2013 年 6 月第 1 版 2013 年 6 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-11614-8
定 价 27.00 元

发行热线 025-83594756
电子邮件 Press@NjupCo.com
Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究
* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

江苏出版集团

前言

高等学校实验室是人才培养、科学研究和社会服务的重要基地,是培养学生动手操作技能、创新思维能力不可或缺的实践场所。近年来,我国高等教育事业得到迅速发展,高校实验室的作用和地位愈加凸现,在实验室中开展的教学和科研活动更加频繁,从事实验和研究的人员日益增多,人员结构愈加复杂。随着科学技术的快速发展和科学研究的不断深入,边缘学科、交叉学科、多学科协同合作的趋势愈加明显,这些都是将来科学技术发展的必然趋势。实验所涉及的内容和范围将不再纯粹是某单一学科的内容,而是更多涉及多种学科的内容交叉并存。

目前,有的高校还没有意识到环境(Environment)、健康(Health)、安全(Safety)(简称EHS)对于高校可持续发展的重要性。高校实验室不是简单的大楼加仪器,一流大学的实验室不单单是拥有一流的设备就能造就的。高校实验室的建设和管理是一个系统工程,它与人才培养的质量和科研成果的水平密切相关。

EHS管理体系是建立环境、健康、安全的组织机构及其职责、程序、过程和资源构成的三位一体的管理体系,是先进的文化体系,它更加注重以人为本、防范在先,将风险降到最低。高校推行EHS必须做到全员参与,注重对全体师生员工的教育和培训。

长期以来,苏州大学一直对实验室的EHS管理体系建设高度重视,在强调“以人为本”、“防患未然”的同时,多次派出实验室工作一线的管理人员和工作人员赴新加坡、香港、澳大利亚、加拿大等国家和地区的高校就实验室环境、健康、安全等方面的管理和措施进行专题的调研和培训,取得了显著的效果。学校已经基本建立了实验室安全文化建设、实验室管理、安全培训、考核等方面的制度,很多实验室的环境、健康与安全建设已经形成常态化。新生(含本科生和研究生)入学以及新教师进校后必须经过专门的安全培训,考核合格后方可进入实验室工作。在苏州大学校园中业已形成较为浓郁的安全文化氛围,为保护生态环境、师生员工的身心健康和生命财产的安全提供了保障。

为使广大师生能更好地形成良好的环境、健康和安全理念,养成良好的行

为习惯,我们在原有培训讲义的基础上,编写了这本《高等学校实验室环境健康与安全》。本书分为两个部分:第一部分为理念篇,结合大学实验室的实际情况,从安全文化建设、EHS管理体系的推行、实验室中存在的环境和职业健康隐患等方面进行总体介绍;第二部分为技术篇,根据实验室中常见事故类型及各类实验室的安全防护要求,涉及使用激光、特种设备、大型精密分析仪器的实验室的特殊要求以及实验室用电安全技术要求等进行介绍。在每章中,简要介绍有关的安全知识、安全技能、安全防护、安全规范、安全装备的配置、实验废弃物的安全处置、实验室常见安全事故的应急处理等方面内容。尽可能贴近实际,有很强的针对性和可操作性。

编者的初衷,一方面使读者通过阅读本书,对实验室的环境、健康与安全的理念和相关知识有全面的了解,培养良好的安全意识,养成良好的安全操作习惯;另一方面,当实验室工作人员在遇到具体的问题时,通过查阅本书的相关章节,能够很快找到解决途径。通过多年的实践,我们认为对新入学的研究生、本科生以及新进校的老师进行实验室环境、健康和安全教育,不仅对保证广大师生的职业健康和安全很有帮助,而且能很好地提升学生的安全意识和素养,在校园形成浓郁的安全文化氛围,广大师生也能终生受益。

本书既可作为大学本科生、研究生新生入学进行安全教育的培训教材,也可作为在实验室工作的广大高校教师以及科研院所的研究人员的参考资料。

参加本书编写的人员都是长期工作在实验室管理和实践岗位的技术骨干,主编路建美教授现任苏州大学副校长,长年分管实验室建设和安全工作,在实验室管理方面有先进的理念和丰富的经验。黄志斌为苏州大学材料与化学化工学部副主任,长年分管实验室建设与安全工作。陈永清为苏州大学实验室与设备管理处处长;宋卫平为苏州大学实验室与设备管理处技术安全科科长;谢志余为苏州大学工程训练中心主任;张友九为苏州大学医学部放射医学与防护学院实验中心主任;查伟忠为苏州大学计算机科学与技术学院实验中心主任;陆新华为苏州大学材料与化学化工学部测试中心主任。

本书初稿第1章和第2章由路建美、黄志斌和陈永清编写,第3章由宋卫平和黄志斌编写,第4、5章由黄志斌编写,第6章由宋卫平编写,第7章由谢志余编写,第8章由谢志余、宋卫平、陆新华、黄志斌编写,第9、10章由张友九编写,第11、12章由查伟忠和陆新华编写。全书由路建美和黄志斌统稿。

在本书的编写过程中,阅读和参考了大量的有关实验室环境、健康、安全方面的有关法律法规、国家标准、论文著作以及很多境外大学的实验室安全手册等,借鉴了众多境外高校实验室安全管理方面的先进经验和做法,听取了有

关学者、专家和安全工作人员的意见,在书中无法完全详尽列出,在此一并表示衷心的感谢。苏州大学实验室安全管理专家阙浩泉高工对全书进行了审阅并提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编写的时间比较仓促,加之编者水平有限,书中定有不当之处,敬请各位读者批评指正,我们将根据广大读者的意见和建议对本书作进一步的完善。

编 者

2013年5月于苏州大学独墅湖校区

目 录

第一部分 理念篇

第 1 章 高校安全文化建设与 EHS 管理体系构建	1
1.1 高校安全文化建设	1
1.1.1 安全文化的概念	2
1.1.2 安全文化的本质	2
1.1.3 安全文化的基本功能	3
1.1.4 高校安全文化建设的意义	4
1.2 中外高校 EHS 管理体系比较	5
1.2.1 部分境外高校的 EHS 实施情况	5
1.2.2 内地高校实验室安全管理体系组织架构和职能	9
1.3 国内高校 EHS 管理体系的建立和推行	10
第 2 章 高校实验室建设与管理中的 EHS 理念	13
2.1 高校实验室规划中的 EHS 理念	13
2.2 实验室建设和改造中的 EHS 理念	14
2.2.1 新建实验室设计过程中的 EHS 理念	15
2.2.2 老实验室改造过程中的 EHS 理念	19
2.3 实验室管理中的 EHS 理念	20
第 3 章 实验室环境与职业健康	22
3.1 实验室污染物的种类及对人体健康的危害	22
3.1.1 空气中的颗粒物	22
3.1.2 无机污染物	23
3.1.3 重金属污染物	23

3.1.4	有机污染物	23
3.1.5	电磁辐射与电离辐射	24
3.1.6	生物性污染	24
3.2	实验室污染控制与防治	25
3.2.1	通风	25
3.2.2	吸附	26
3.3	职业健康安全管理体系(OHSMS)	27
3.3.1	职业健康安全管理体系的运行模式	27
3.3.2	OHSMS 术语和定义	28
3.3.3	职业健康安全管理体系要求	30
3.3.4	OHSMS 标准要素之间的关系	30
3.3.5	建立职业健康安全管理体系的步骤	31
3.3.6	职业健康安全管理体系的特征	32
3.3.7	高校职业健康与安全所包含的权利与责任	33
3.3.8	高校职业健康与安全政策	35
3.4	高校绿色实验室的建立	36
3.4.1	绿色化学的概念	36
3.4.2	绿色化学的意义	36
3.4.3	绿色化学的核心	37
3.4.4	绿色化学的基本原则	37
3.4.5	绿色实验室的建立与推行	38
3.4.6	纳米材料的安全性	39

第二部分 技术篇

第4章	实验室安全事故的类型与个体防护装备	41
4.1	实验室常见安全事故的类型	41
4.1.1	火灾事故	41
4.1.2	爆炸事故	42
4.1.3	辐射事故	43
4.1.4	生物安全事故	43
4.1.5	机电伤人和烫(冻)伤事故	44

4.1.6	危险化学品人身毒害事故	44
4.1.7	环境污染事故	45
4.1.8	设备损坏事故	45
4.1.9	设备或技术被盗事故	45
4.1.10	漏(跑)水事故	45
4.2	个体防护装备	46
4.2.1	个体防护装备的种类	46
4.2.2	个体防护装备的配备原则	49
4.2.3	个体防护装备的配备步骤	50
4.3	实验室安全标志	50
4.4	实验室健康与安全的四不伤害原则	52
4.4.1	不伤害自己	52
4.4.2	不伤害他人	52
4.4.3	不被他人伤害	53
4.4.4	保护他人不受伤害	53
4.5	实验室安全必备的素养和能力	54
4.6	事故案例	55
第5章 化学实验室的环境、健康与安全		56
5.1	危险化学品分类与危险	56
5.1.1	危险货物的分类	56
5.1.2	危险化学品的定义	56
5.1.3	化学品的分类与危险	56
5.1.4	危险货物的标签	59
5.1.5	化学品安全技术说明书(SDS)	62
5.1.6	国家重点监管的危险化学品	67
5.1.7	常见危险气体的爆炸极限	70
5.1.8	常见的易爆混合物	71
5.2	剧毒化学品的管理	72
5.2.1	剧毒化学品的定义	72
5.2.2	化学品毒性分级	72
5.2.3	常见毒物的危害程度级别	73
5.2.4	化学品造成人体中毒的途径	73

5.2.5	加强剧毒品管理的重要意义	74
5.2.6	剧毒化学品的安全管理	74
5.3	化学实验室的基本安全装备	76
5.3.1	实验室建筑结构及内部设计	76
5.3.2	实验室主要安全装备的配备	79
5.4	化学实验室安全规范	82
5.5	化学实验室废弃物的安全处置	83
5.5.1	化学实验室废弃物的无害化处理	83
5.5.2	实验室废弃物的分类收集与处理	85
5.6	化学实验室一般事故的应急救援	86
5.6.1	常见有毒化学品的中毒症状和急救方法	86
5.6.2	烧、烫伤事故应急措施	89
5.6.3	割伤或刺伤	89
5.6.4	腐蚀物品灼伤急救	90
5.6.5	眼睛灼伤急救	91
5.6.6	电击急救	91
5.6.7	化学药品中毒应急处理方法	92
第6章	生物实验室的环境、健康与安全	93
6.1	实验室生物安全基本概念	93
6.2	微生物的危害等级与生物安全水平	94
6.2.1	微生物的危害等级	94
6.2.2	生物安全水平	95
6.3	生物安全实验室	96
6.3.1	一级和二级生物安全水平实验室	97
6.3.2	动物实验设施(ABSL-1~ABSL-2)	100
6.4	实验室生物安全操作规程	101
6.4.1	实验室中样品的安全操作	102
6.4.2	防护设备和仪器的使用	102
6.4.3	感染性物质防护技术	105
6.5	感染控制和应急程序	107
6.5.1	实验室感染控制	108
6.5.2	微生物实验室应急程序	108

第7章 机械加工类实验室的健康、安全与防护	110
7.1 机械加工安全术语和定义	110
7.2 机械防护的安全距离	111
7.2.1 人体可及范围	111
7.2.2 安全距离	111
7.2.3 安全距离数值	113
7.3 机床存在的危险因素及安全防护	114
7.3.1 机械部分	114
7.3.2 电气系统	117
7.3.3 控制系统	117
7.3.4 安全标志和安全色	119
7.3.5 异常温度	119
7.3.6 噪声	120
7.3.7 辐射	120
7.3.8 物质和材料	120
7.3.9 照明	121
7.3.10 液压系统	121
7.3.11 气动系统	121
7.3.12 测量、调整、清理和维护	122
7.3.13 警告信息	122
7.4 公用砂轮机的安全使用与维护	122
7.4.1 砂轮机的安全使用	122
7.4.2 砂轮机的维护	123
7.5 机械加工车间事故的预防	124
7.5.1 机床布置要求	124
7.5.2 防护装置要求	124
7.5.3 保险装置要求	124
7.6 热加工安全技术	125
7.6.1 金属冶炼安全技术	125
7.6.2 铸造安全技术	126
7.6.3 锻造安全技术	127
7.6.4 热处理安全技术	128

7.6.5 电焊作业的安全技术及管理	131
7.7 机械类实验室安全事故应急救援预案制度	133
7.7.1 火灾事故应急处理救援预案	134
7.7.2 人身伤害事故应急处理救援预案	134
7.7.3 设备事故应急处理救援预案	134
第8章 特种设备的安全使用与维护	136
8.1 特种设备的使用	136
8.1.1 特种设备的使用要求	136
8.1.2 特种设备的使用管理	136
8.1.3 特种设备操作人员和档案管理	137
8.2 实验室需要办理使用登记的特种设备	137
8.3 实验室压缩气瓶的安全使用	139
8.3.1 高压气瓶的颜色和标志	139
8.3.2 气瓶安装及使用管理	140
8.3.3 压缩气体的安全管理	141
8.3.4 氧气、乙炔等设备的安全使用	141
8.3.5 气体减压阀的安全使用	142
8.3.6 常用气体的使用安全	144
8.4 起重设备的安全使用	150
第9章 电离辐射安全与防护	152
9.1 电离辐射源	152
9.1.1 放射性核素	152
9.1.2 X射线装置	155
9.1.3 中子源	155
9.2 电离辐射的危害	156
9.2.1 辐射生物学基础	156
9.2.2 影响辐射生物学作用的因素	157
9.2.3 辐射生物学效应	157
9.3 辐射防护	158
9.3.1 辐射防护要求	158
9.3.2 辐射防护方法	160

9.3.3 辐射防护管理	161
9.4 高等学校的辐射防护与安全管理	169
9.5 辐射事故案例分析	170
第10章 实验室激光的安全使用与防护	173
10.1 激光和激光器	174
10.1.1 激光的产生原理	174
10.1.2 激光器的构造	175
10.1.3 激光器的分类	175
10.1.4 激光的特性	176
10.2 激光和激光器安全使用与防护	177
10.2.1 激光的生物学效应	177
10.2.2 激光的损伤	178
10.2.3 激光的应用	180
10.2.4 激光的防护	180
第11章 实验室通用电气安全与防护	184
11.1 电气事故类型及危害	184
11.1.1 触电事故	184
11.1.2 电气火灾和爆炸	186
11.1.3 静电危害	187
11.1.4 电磁场危害	187
11.2 实验室电气设备安全与防护	188
11.2.1 建立正确合理的实验室电气设备使用环境	188
11.2.2 培养准确适当的危险意识和安全意识	196
11.3 实验室安全用电与应急救援	197
11.3.1 高校实验室电气事故的防止	197
11.3.2 安全用电与防护	198
11.3.3 实验室用电常见安全事故应急措施	199
第12章 大型精密分析仪器的安全使用与维护	203
12.1 大型精密分析仪器的基本构成和分类	203
12.1.1 分析仪器的基本结构	203

12.1.2	大型精密分析仪器的基本分类	204
12.2	大型精密仪器实验室的安全建设	205
12.2.1	大型精密分析仪器实验室的用电要求	205
12.2.2	大型精密分析仪器实验室的用气要求	207
12.3	磁共振波谱仪的安全使用和维护	210
12.3.1	内部区域的安全与防护	210
12.3.2	外部区域的安全与防护	212
12.3.3	深冷液体的安全使用与防护	212
12.4	X射线分析仪器的安全使用与防护	212
12.4.1	高校实验室使用的X射线分析仪器	212
12.4.2	射线防护器材的种类和应用	213
12.4.3	X射线分析仪器常用的有效防护措施	213
12.4.4	对X射线分析仪器进行有效安全管理的主要措施	214
12.5	电子束、粒子束微区分析仪的安全使用和维护	214
参考文献		216

第一部分 理念篇

第 1 章 高校安全文化建设与 EHS 管理体系构建

我国高等学校实验室的环境、健康和安全生产工作正处在一个由传统观念向高校安全文化提升的过程中。高校安全文化建设不仅要强调人的安全意识,更要强调在意识指引下“人”的行为。因此,高校安全文化建设的成果,必将使高校校园及实验室的环境、健康和安全生产工作更加深入地融入到日常的各项工作和生活中,融入到“人”的意识当中,成为师生员工的自觉行为。

环境(Environment)、健康(Health)、安全(Safety)简称 EHS。EHS 管理体系是环境管理体系(EMS)和职业健康安全管理体系(OHSMS)两体系的整合。环境、职业健康安全管理体系,简称 EHS 管理体系。建立推行 EHS 管理体系的目的就是保护环境,改进我们工作场所的健康性和安全性,改善工作条件,维护员工的合法利益。当今世界许多著名的高等学校,都在积极推行 EHS 管理体系。

1.1 高校安全文化建设

一位安全管理专家曾说过,短期安全靠运气,中期安全靠管理,长期安全靠文化。这深刻揭示了高校实验室的环境、健康和安全生产工作只有上升到文化层面,才能抓住根本、击中要害,才是最长久、最管用、最有效的真招实策。

文化是人类精神财富和物质财富的总称,安全文化和其他文化一样,是人类文明的产物。文化具有极强的渗透性、柔韧性和持久性,它像空气一样无处不在,能够以无形的观念深刻影响着有形的存在。高等学校的安全文化能为高校在人才培养、科学研究、社会服务和文化传承等活动的有序开展保驾护航。通过文化强校,可以助推中华民族复兴伟业。

安全是从人身心需要的角度提出的,是针对人以及与人身心直接或间接相关的事物而言。“无危为安,无损为全”,“安全”意味着既没有危险又尽善尽美。安全文化是人类共同财富。让工作、学习、生活和环境变得更安全、更环保、更健康、更愉快,这是人们共同追求的目标。

1.1.1 安全文化的概念

安全文化的概念由首创者国际核安全咨询组(INSAG)于1986年针对核电站的安全问题提出。1991年出版的(INSAG-4)报告即《安全文化》给出了安全文化相对狭义的定义:安全文化是存在于单位和个人中的种种素质和态度的总和。

北京市安全文化建设纲要对安全文化的定义为:安全文化是存在于组织和个人中的安全意识、安全态度、安全责任、安全知识、安全能力、安全行为方式等的总和。

从高等学校安全管理的角度,高校的安全文化是高等学校在组织和实施人才培养、科学研究、社会服务和文化传承过程中人的安全意识、安全态度、安全责任、安全知识、安全能力、安全行为方式等的总和。这里的“人”主要包括教师、职员、工人、所有研究生和本、专科学生。要说明这个问题,就要从分析安全文化的本质入手。

1.1.2 安全文化的本质

安全文化只有与人们的社会实践、生产生活中的每个环节紧密结合起来,通过安全文化的教育和熏陶,不断提高人们的安全素养,才能在预防事故发生、保障生活质量方面真正发挥作用。这就是安全文化的本质。高校安全文化的概念反映的就是这个本质。

安全文化是先进文化,是高校文化的核心部分。高校安全文化的实质是一种手段,它是要建立一整套科学而严谨的规章制度和组织体系,目的就是通过在高校内部创造一种良好的组织环境,通过各种专业或安全技能培训提高师生员工的安全意识、安全观念、安全知识、安全行为、安全技能以及有意识地培养师生员工良好的安全习惯和态度,改进高校整体安全环境,最终在大学校园内营造人人自觉关注实验室安全的文化氛围。

安全文化的核心是以人为本,这需要将高校实验室安全的责任落实到师生员工的具体工作中,通过培育师生员工共同认可的安全价值观和安全行为规范,最终实现持续改善安全状况、建立实验室安全长效管理机制的目标。真

正落实“以人为本”的理念,提高全体师生员工的综合安全素质,是抓好高校实验室安全工作的重要保证。

任何人追求人生的价值和幸福生活,都必须以生命为载体,没有了健康,没有了生命,谈这些就没有意义。所以健康和安全的每个人最为基本的生存需求。安全是头等大事,是永恒的旋律。安全文化,就是保护人的健康、珍惜人的生命以及实现人的价值的文化。

1.1.3 安全文化的基本功能

安全文化具有规范和约束人们行为的作用,其基本功能有:

1. 导向功能

安全文化的导向功能是指对社会成员安全行为的导向作用。安全文化集中反映了社会成员共同的安全价值观念和安全理念。

安全文化的导向功能,首先体现在它的超前引导方面。通过安全教育培训和安全文化氛围的影响,使安全价值观念和安全目标在全体成员中形成共识,并以此引导师生的思想和行动。其次,安全文化导向功能还体现在它对全体成员安全行为的跟踪引导。安全文化的价值观念和目标将化解为具体的行动依据和行为准则,大家可以随时对照并进行自我约束和自我控制,从而达到安全的目的。

2. 凝聚功能

每一个群体组织和每个成员都有自己的价值评判标准和行为准则,都有自己对物质和精神方面的需求。当一个单位安全文化的价值观被该单位成员认同之后,它就会成为一种黏合剂,从各方面把大家凝聚起来,形成巨大的向心力和凝聚力,这就是凝聚功能。安全文化能使全体成员在安全方面的观念目标、行为准则保持一致,形成心理认同的整体力量,表现出强大的凝聚力和向心力。

3. 激励功能

安全文化的激励功能,是指文化力能使单位成员从内心产生一种奋发进取、积极向上的效应。通过发挥人的主动性、创造性、积极性,使人产生激励作用。积极向上的安全观念和行为规范,帮助大家形成强烈的使命感和持久的驱动力,从而使大家产生认同感和归宿感。安全文化把“以人为本”视为主要的价值观念,对激励机制极为重视,调动大家的积极性,预防不安全行为的发生。