 安全工程师专业培训教材编审委员会 审定

中国劳动保护科学技术学会 编

安全工程师专业

—— 安全生产技术基础

培训教材 (上)



海洋出版社

安全工程师专业培训系列教材编写委员会

安全工程师专业培训教材

(上)

安全生产技术基础

中国劳动保护科学技术学会 编

海洋出版社

2001年·北京

内 容 简 介

《安全生产技术基础》系“安全工程师专业培训教材”之一。该书由安全技术、职业健康与工业卫生两部分组成。其主要内容有：系统安全的概念、机械安全设计与安全装置、机械操作、手工操作、登高装置、运输安全、危险物质的分类、化学品安全、电气及电气设备、消防、建筑安全、拆除；职业健康与工业卫生概述、人体反应，有害物质进入人体的路径，劳动卫生标准，作业环境监测、环境工程控制、噪声及其影响、测量与控制，个人防护用品，辐射，人机工程。“安全工程师专业培训系列教材”得到了国家安全生产监督管理局的指导和支 持，通过了国家安全生产监督管理局组织的全国知名的院士、专家、学者审定，由“安全工程师专业培训系列教材”编委会批准，经国家安全生产监督管理局领导同意，正式出版发行。《安全生产技术基础》是我国首次编辑出版的安全工程师专业培训的基础教材之一，适用于从事安全生产、劳动保护、职业安全卫生及环境保护的安全工程师、劳动安全工程专业技术人员、职业卫生工程专业技术人员、特种设备安全工程专业技术人员、安全检测检验专业技术人员、安全系统工程专业技术人员、安全生产监督管理者、安全生产监察人员、职业安全卫生管理体系认证机构与咨询机构的执业人员、安全工程专业师生、安全科研人员、安全评价师、安全技师以及与安全科学技术有关的技术人员，也可作为安全工程、职业卫生工程、安全管理工程等有关人员的继续教育的读本。

图书在版编目(CIP)数据

安全生产技术基础/中国劳动保护科学技术学会编. —北京:海洋出版社,2001.11

安全工程师专业培训教材

ISBN 7-5027-5435-0

I. 安… II. 中… III. 安全生产-安全技术-技术培训-教材 IV. X93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 084857 号

《安全工程师专业培训教材》编审委员会

- 顾 问** 马大猷 中国科学院、中国工程院两院资深院士, 中国劳动保护科学技术学会顾问
- 周国泰 中国工程院院士, 中国劳动保护科学技术学会常务理事
- 何凤生 中国工程院院士
- 钟群鹏 中国工程院院士
- 主 任** 闪淳昌 国家安全生产监督管理局副局长, 中国劳动保护科学技术学会常务理事
- 副主任** 程映雪 中国劳动科学研究院名誉院长, 教授级高工, 中国劳动保护科学技术学会代理理事长
- 委 员** 路德信 国家安全生产监督管理局人事培训司司长
- 吴晓煜 国家安全生产监督管理局政策法规司司长
- 任树奎 国家安全生产监督管理局安全监督管理三司司长
- 黄玉治 国家安全生产监督管理局人事培训司副司长
- 阎永顺 国家安全生产监督管理局人事培训司巡视员
- 王省身 中国矿业大学教授、博士生导师, 中国劳动保护科学技术学会常务理事
- 陈宝智 东北大学资源工程学院院长, 教授、博士生导师, 中国劳动保护科学技术学会理事
- 冯长根 北京理工大学副校长, 教授、博士生导师, 中国科学技术协会书记处书记
- 李 斌 国家安全生产监督管理局人事培训司处长

《安全工程师专业培训教材》编写委员会

主 编 向衍荪 国家经贸委安全科学技术研究中心副主任, 中国劳动保护科学技术学会秘书长, 常务理事, 研究员

副主编 徐德蜀 中国劳动保护科学技术学会副秘书长、理事, 《中国安全科学学报》主编, 研究员

汪国华 国家经贸委安全科学技术研究中心检测部主任, 高级工程师, 中国劳动保护科学技术学会管理专业委员会秘书长

成 员 罗 云 中国地质大学(北京)工程技术学院院长, 教授、博士生导师, 中国劳动保护科学技术学会地勘安全分会副理事长

宋大成 国家经贸委安全科学技术研究中心研究员

杨书宏 国家经贸委职业安全培训中心主任, 高级工程师

陈 全 北京新世纪质量体系认证中心副总经理, 高级工程师、博士

张兴凯 首都经贸大学安全工程系教授、博士

郭晓宏 首都经贸大学安全工程系副教授、硕士

前 言

完善的安全生产法规、有效的安全生产法制是预防意外事故、保障安全生产的基本管理对策。在人类长期的安全生产实践中,已充分地证实了通过安全生产法规的制订与实施,会对企业的安全生产保障发挥重大作用。

应用法律和法制的手段保证企业的安全生产,是人类在生产实践中获得的真知。从中世纪起,人类生产从畜牧农耕地向使用机械工具的矿业转移,从此开始发生人为意外事故。随着工业社会的不断发展,由于生产技术的规模和速度的不断扩大,矿山塌陷、瓦斯爆炸、锅炉爆炸、机械伤害等工业伤亡事故出现恶化趋势。在工业革命初期,安全技术比较落后的状况下,人们就想到用立法的办法来控制日益严重的工业事故。最早人类的安全生产立法,可追溯到13世纪德国政府颁布的《矿工保护法》,1802年英国政府最初制订的工厂法《保护学徒的身心健康法》。这些法规都是为劳动保护而设,制定了学徒的劳动时间、矿工的劳动保护、工厂的室温、照明、通风换气等工业卫生标准。进入20世纪,人类的安全生产立法有了重大发展,1919年第一届国际劳工大会就制定了有关工时、妇女、儿童劳动保护的一系列国际公约。中国最早的劳动安全相关法规,是从1922年5月1日在广州召开的第一次劳动大会提出的《劳动法大纲》为标志,其主要内容是要求资本家合理地规定工时、工资及提供劳动保护条件等。

工业社会发展的很长一段时期,人类的安全立法是个别的、分散的,是事后而为之,就事论事。进入20世纪,人类的劳动安全法规才有了长足进步,尤其自20世纪70年代以来,安全立法的原则旨在重在预防,体现出超前性、预防性和系统性。

在立法的目标体系方面:安全生产的目标,不仅包含防止生产过程中的人身死伤,还包括避免劳动过程的危害(职业病)以及财产的损失。

在立法的行业体系方面:针对不同行业的生产特点,世界各国建立了自己不同行业的安全法规系统。

在立法的层次体系方面:20世纪已建立了最为广泛的国际通用安全法规(ISO标准、ILO法规等);各国的国家安全法规;世界范围及本国的行业安全法规(石油、核工业等)、地区性安全法规(欧盟、亚太等)等。

在立法的功能体系方面:有建议性法规,如ISO国际标准;强制性法规,一般各国制定的国内安全法规均属此类;承担不同法律功能的法规,如法律、技术标准、行政法规、管理规章等。

21世纪,人类的安全立法必将体现出:从孤立走向整体,从分散发展为体系;安全立法的任务突出预防,体现出超前性和预防性;安全立法的目标体系更

趋明确,不仅包含防止生产过程的人员死伤,还包括避免劳动过程的危害(职业病)以及财产损失、信誉的毁坏;安全立法的层次体系更为全面,国际通用安全法规(ISO标准、ILO法规等)、各国的国家安全法规、世界范围及本国的行业安全法规(石油、核工业等)、地区安全法规(欧盟、亚太等)等得到全面的发展;安全立法的功能体系更为合理,发展承担不同法律功能的安全生产法规,如法律类、技术标准类、行政法规类、管理规章类等,各守其责,发挥各自的功能和作用。


在21世纪,我国的“安全生产法”、“职业卫生法”等一系列有关安全方面的法律法规将会不断地得以颁布和实施。人们期待着一个安全生产法制完善与健全的新时代。

本套教材系统地阐述了安全生产法律的基本理论,详尽地介绍了企业安全生产法制管理的制度、程序和方法,从法理、法源、法制、守法、执法等方面进行了综合论述。

本套教材是安全工程师系统了解和学习安全生产法律知识及掌握安全生产法制管理方法的教材。对于从事职业安全卫生管理的专业技术人员和企业管理人员,甚至大专院校安全工程专业的师生通过本书学习安全生产法律理论、知识、案例和规范,也是有益的和必要的。

“安全工程师专业培训教材”共分3册,由中国劳动保护科学技术学会主持编写,《安全生产技术基础》由向衍荪研究员执笔;《安全管理》由向衍荪研究员、宋大成研究员、杨书宏高级工程师、陈全高级工程师执笔;《安全生产法律基础与应用》由罗云教授、徐德蜀研究员、汪国华高级工程师、郭晓宏副教授执笔。

中国劳动保护科学技术学会

代理事长 

二〇〇一年十月六日

目 次

第一部分 安全技术	(1)
1 系统安全的概念	(1)
1.1 工业设计的安全要求	(2)
1.2 工业标准的安全内容	(3)
1.3 安全性设计方法	(3)
1.3.1 能量控制	(3)
1.3.2 固有安全设计	(3)
1.3.3 隔离	(3)
1.3.4 闭锁、锁定及连锁	(4)
1.3.5 故障安全设计	(4)
1.3.6 故障最少设计	(4)
1.3.7 安全系数法	(4)
1.3.8 警示装置	(4)
1.3.9 标志	(4)
1.3.10 损伤抑制	(4)
1.3.11 逃逸、救生和救援	(4)
1.3.12 薄弱环节设计	(5)
1.4 系统全寿命期概念	(5)
1.5 安全性分析	(5)
1.6 系统使用说明	(5)
1.7 制造商的责任	(5)
1.8 复习要点	(6)
2 机械安全设计和安全装置	(7)
2.1 引言	(7)
2.2 风险评估	(7)
2.3 预防机械事故的方法	(7)
2.3.1 实现机械安全的方法	(7)
2.3.2 保护操作者和有关人员安全的措施	(7)
2.4 安全设计	(8)
2.4.1 本质安全	(8)
2.4.2 控制装置的选择	(8)
2.4.3 失效安全	(8)

2.4.4	维护及隔离方法	(8)
2.4.5	定位安全	(8)
2.4.6	机器布置	(9)
2.5	机械安全装置及机械伤害	(9)
2.5.1	机械防护装置	(9)
2.5.2	机械伤害	(9)
2.6	使用机械安全装置来消除危险的方法	(9)
2.7	人机工程与机械安全装置的设计	(10)
2.8	机械安全装置的类型	(10)
2.8.1	固定安全装置	(10)
2.8.2	连锁安全装置	(10)
2.8.3	控制安全装置	(10)
2.8.4	自动安全装置	(10)
2.8.5	隔离安全装置	(10)
2.8.6	可调安全装置	(11)
2.8.7	自动调节安全装置	(11)
2.8.8	跳闸安全装置	(11)
2.8.9	双手控制安全装置	(11)
2.9	安全防护装置的选择	(11)
2.10	复习要点	(12)
3	机械操作	(13)
3.1	引言	(13)
3.2	起重机械	(13)
3.2.1	违章操作及其类型	(13)
3.2.2	危害的消除	(13)
3.3	工业载重车辆	(14)
3.3.1	可能出现的问题	(14)
3.3.2	危害的消除	(14)
3.4	传送设备	(15)
3.4.1	可能出现的问题	(15)
3.4.2	危害的消除	(15)
3.5	复习要点	(15)
4	手工操作	(17)
4.1	引言	(17)
4.2	手工操作导致的伤害	(17)
4.2.1	椎间盘损伤	(17)
4.2.2	韧带或筋损伤	(17)

4.2.3	肌肉或神经损伤·····	(17)
4.2.4	疝气·····	(18)
4.2.5	挫伤、擦伤及割伤·····	(18)
4.3	手工操作过程中的伤害·····	(18)
4.4	手工操作的评价·····	(18)
4.4.1	对任务评估·····	(18)
4.4.2	全面评价及4个关联要素·····	(19)
4.5	降低伤害的风险·····	(20)
4.5.1	使用辅助机械·····	(20)
4.5.2	调整、改进任务·····	(20)
4.5.3	从载荷方面减少伤害风险·····	(20)
4.5.4	改善工作环境·····	(20)
4.5.5	对工作人员的选择·····	(20)
4.6	手工操作的训练·····	(21)
4.6.1	训练及培训的内容·····	(21)
4.6.2	提举重物的安全原则·····	(21)
4.6.3	学员须知的其他因素·····	(21)
4.7	复习要点·····	(22)
5	登高装置·····	(23)
5.1	引言·····	(23)
5.2	总原则·····	(23)
5.3	梯子和活动架·····	(24)
5.3.1	梯子·····	(24)
5.3.2	活梯(梯凳)·····	(24)
5.3.3	活动架·····	(24)
5.4	通用脚手架·····	(25)
5.4.1	主要类型·····	(25)
5.4.2	安装及使用需注意的关键问题·····	(25)
5.5	塔式脚手架·····	(25)
5.5.1	结构及安装·····	(25)
5.5.2	安装及使用需注意的关键问题·····	(25)
5.6	吊笼及吊椅·····	(26)
5.6.1	吊笼及吊椅的特点·····	(26)
5.6.2	安装及使用需注意的关键问题·····	(26)
5.7	升降工作平台·····	(27)
5.7.1	平台的结构·····	(27)
5.7.2	安装及使用时的注意事项·····	(27)
5.8	有动力自动工作平台及其使用要则·····	(27)

5.9 复习要点·····	(28)
6 运输安全 ·····	(29)
6.1 引言·····	(29)
6.2 运输事故的原因·····	(29)
6.3 运输事故的预防·····	(29)
6.4 驾驶员的选择、培训和管理·····	(29)
6.5 外来驾驶人员的管理·····	(30)
6.6 作业场所的交通管制·····	(30)
6.7 运输事故调查·····	(30)
6.8 车辆的维护·····	(31)
6.8.1 车辆检查表包含的项目·····	(31)
6.8.2 保障人员安全与健康的条件下车辆维修应注意的问题·····	(31)
6.9 运载危险货物·····	(31)
6.10 复习要点·····	(32)
7 危险物质的分类 ·····	(33)
7.1 引言·····	(33)
7.2 分类·····	(33)
7.3 标签·····	(33)
7.4 复习要点·····	(34)
8 化学品安全 ·····	(35)
8.1 引言·····	(35)
8.2 化学品安全的规划·····	(35)
8.2.1 危害识别·····	(35)
8.2.2 风险评估·····	(35)
8.2.3 风险控制·····	(36)
8.2.4 作业人员的培训·····	(36)
8.2.5 有效性的监视·····	(36)
8.2.6 记录保存·····	(36)
8.3 风险控制·····	(36)
8.3.1 工厂设计·····	(36)
8.3.2 作业安全系数·····	(36)
8.3.3 运输·····	(36)
8.3.4 储存·····	(37)
8.3.5 废料处理·····	(37)
8.3.6 应急步骤·····	(37)
8.4 复习要点·····	(37)

9 电气及电气设备	(38)
9.1 引言.....	(38)
9.2 电气故障的原因.....	(38)
9.3 电气事故的预防.....	(38)
9.4 电气设备事故的预防.....	(39)
9.5 电击的处理.....	(39)
9.5.1 电伤害者的辨别.....	(39)
9.5.2 脱离触电.....	(40)
9.5.3 处理.....	(40)
9.5.4 急救.....	(40)
9.5.5 恢复姿态.....	(40)
9.5.6 烧伤处理及其注意事项.....	(40)
9.5.7 电击的处理.....	(41)
9.6 复习要点.....	(41)
10 消防	(42)
10.1 引言	(42)
10.2 火灾的类别	(42)
10.2.1 四大类火灾	(42)
10.2.2 电气着火	(42)
10.3 防火	(43)
10.4 结构及设计预防	(43)
10.4.1 消除火源	(43)
10.4.2 控制燃料	(43)
10.4.3 火灾监测及报警方法	(43)
10.4.4 灭火	(44)
10.4.5 标识及培训	(44)
10.4.6 着火时的逃生方法	(44)
10.4.7 逃生方法的选择	(44)
10.4.8 被保护的厅室及楼梯	(45)
10.4.9 逃生通道的宽度及能力	(45)
10.4.10 其他逃生方法.....	(45)
10.4.11 雇员及其他人员的注意事项.....	(46)
10.5 复习要点	(46)
11 建筑安全	(48)
11.1 建筑安全与卫生概述	(48)
11.2 事故原因	(49)

11.3	职业健康及卫生	(51)
11.4	控制建筑业工伤	(52)
11.5	复习要点	(52)
12	拆除	(54)
12.1	引言	(54)
12.2	拆除前必须完成的安全计划	(54)
12.3	拆除调查	(54)
12.4	推荐的工作方法	(55)
12.5	方法声明	(55)
12.6	拆除技术	(56)
12.7	复习要点	(56)
第二部分	职业健康与工业卫生	(57)
1	概述	(57)
1.1	职业健康与工业卫生的控制原则	(57)
1.2	职业健康与工业卫生历史沿革	(57)
1.3	健康危害	(58)
1.4	物质毒性	(58)
1.5	复习要点	(59)
2	人体反应	(60)
2.1	引言	(60)
2.2	表面防御的机理	(60)
2.3	细胞防御的机理	(61)
2.4	复习要点	(61)
3	有害物质进入人体的途径	(62)
3.1	途径	(62)
3.2	后果	(62)
3.3	复习要点	(63)
4	劳动卫生标准	(64)
4.1	引言	(64)
4.2	作业环境空气中有害物质接触限值	(64)
4.3	阈限值	(65)
4.4	复习要点	(66)

5 作业环境监测	(67)
5.1 引言.....	(67)
5.2 监测方法的选择.....	(67)
5.3 测试方法及若干定义.....	(67)
5.4 测试技术.....	(68)
5.4.1 常用的空气质量测试技术.....	(68)
5.4.2 粉尘采样.....	(69)
5.4.3 直接监测.....	(69)
5.4.4 湿度计.....	(69)
5.4.5 测试结果的解释.....	(69)
5.5 复习要点.....	(69)
6 环境工程控制	(70)
6.1 引言.....	(70)
6.2 控制措施的种类.....	(70)
6.3 控制失效.....	(71)
6.4 复习要点.....	(72)
7 噪声及其影响、测量与控制	(73)
7.1 引言.....	(73)
7.2 耳朵的工作机制.....	(73)
7.3 听力损伤的机理.....	(73)
7.4 噪声的测量.....	(74)
7.5 噪声控制.....	(75)
7.6 听力保护用具的选择.....	(75)
7.7 复习要点.....	(76)
8 个体防护用品	(77)
8.1 引言.....	(77)
8.2 使用防护用品的影响因素.....	(77)
8.3 个体防护用品的类型.....	(78)
8.3.1 听力保护.....	(78)
8.3.2 呼吸保护装置.....	(78)
8.3.3 眼睛保护.....	(79)
8.3.4 个体防护服.....	(79)
8.3.5 鞋类.....	(80)
8.3.6 皮肤保护.....	(80)
8.3.7 安全带及安全钩.....	(80)

8.4 复习要点	(81)
9 辐射	(82)
9.1 引言	(82)
9.2 电离辐射	(82)
9.3 非电离辐射	(83)
9.4 电离辐射的控制	(84)
9.5 非电离辐射的控制	(84)
9.6 辐射暴露危害的基本控制策略	(85)
9.7 复习要点	(85)
10 人机工效学	(86)
10.1 引言	(86)
10.2 人机工效学	(86)
10.3 人体测量学	(87)
10.4 “平均”个体的概念	(87)
10.5 职业培训与选择	(87)
10.6 复习要点	(88)
附录	(89)
安全检查及相关标准	(89)
主要的职业安全卫生标准	(90)
参考文献	(120)

第一部分 安全技术

1 系统安全的概念

(1) 引言

事故是指主观上不愿意出现的,导致人员伤亡、损害健康、财产损失、环境及商业机会损失的不测事件。而安全工作是指对事故控制的工作。

自工业革命以来,工业生产中的安全技术工作经过了 150 余年的发展,其间预防事故的理论与实践也有了长足的进步。然而,现代的工业系统已成为多学科(专业)成果的集合,单一阶段或单项的安全措施已难以解决整个系统的安全问题,人们认识到安全工作必须走系统分析的道路,因此系统安全性问题的研究得到了相应的发展。

系统的安全,是作业场所人身安全的前提。本节将叙述系统安全的一般概念,而在续后的章节中,将着重叙述作业场所中人在活动中的安全问题。

(2) 术语

系统:是指在生产活动中,其所考察的对象,它可以是一个设施、一个工艺过程,也可以是一个车间、单元,或者一个企业,也可以是一个项目。明确地界定系统、系统的外环境及系统的状态是进行安全分析的前提条件。

系统安全性:系统安全性是以系统的使用性能、时间和费用为约束条件,在寿命期的各个阶段中,用系统管理的原则和相关的专业技术,识别、评价、消除或控制系统中的危险,使系统获得好的安全性。

危害:危害是指可能导致事故的状态,是发生事故的根源。这种状态有物质状态、环境状态和人员的活动状态及其组合。

风险:由危害所导致的事发生的可能性与后果严重性的组合。

危险:不可接受的风险。

(3) 系统安全性要求

系统安全性要求是指对整个系统(包括系统硬件、软件、使用、保障及有关人员)和系统全寿命期的各阶段(包括论证、设计、研制、使用、维护及报废)的所有活动,都要贯彻安全方面的需求,逐项、全面地识别系统中存在的危害,采取保证安全的工程和管理措施,达到消除风险或者将风险控制到可以接受的水平,以防止事故的发生。

系统安全的主要功能,是采取科学和工程的方法进行符合任务要求的系统安全性分析与设计,使系统安全性的要求,从设计的源头就作为重要指标,按预先计划和措施,逐项落实到系统总体工程中去,一方面保证系统安全性;另一方面,为系统在寿命期的各个阶段的安

全评估工作提供良好的基础和前提条件。

为了做好系统安全性设计与分析工作,应考虑如下要求:

(1) 吸收已有的或类似系统及分系统的安全性运行经验、教训、数据和信息,特别是相关的行业规范、技术标准,作为安全性设计和分析的根据。

(2) 识别系统在寿命周期内的各种状态下,尤其是运行过程中存在的危害,并消除和控制与之相关危险。此项工作要有专门的文字记录,并且要让有关人员知道,这种文件可以是规范或手册、说明书。

(3) 当采用新的设计方法、新工艺、新材料和新技术,或者进行技术改造时,应寻求其在安全性方面具有最小的风险。

(4) 在论证、研制及订购系统及其分系统时,要充分考虑其安全性指标,同时要避免在使用或运行时,为改善安全性而进行改装、改造,还必须考虑到系统报废时的回收及处理方法,做到简便、无害、经济。

(5) 在设计时,要尽最大努力将安全方面的需求与其他方面的需求作整体考虑,从而达到设计上的优化。

1.1 工业设计的安全要求

通过设计来消除或控制危害,是提高系统安全水平的主要措施之一。

(1) 在进行系统安全性设计时,采用的安全措施,应该按如下顺序进行:

① 最小风险设计:首先应在设计上消除危险,若不能消除已经判定的危害,应通过选择设计方案将风险减小到规定的可接受水平;

② 采用安全装置:若不能通过最小风险设计来满足规定的要求,则应采取永久的、自动的或者其他的安全防护装置,使风险减小到可以接受的水平;

③ 采取报警装置:若最小风险设计及采用安全装置都未能有效地满足要求,则应采用报警装置来监测危险状态,并向有关人员发出报警信号;

④ 制定专用规程和培训措施:若采用以上措施即①、②、③均不能满足规定要求,则应另行制定专门的规程和相应的培训计划,以达到系统安全性要求。

(2) 在进行系统安全设计时,应做到:

① 通过设计消除已判定的危害或减少有关的风险;

② 危险的物质、零部件和危险的活动应当与其他活动、区域、人员和不相容的物品相隔离;

③ 设备的位置安排应使工作人员在操作、维护、修理或调试过程中,尽量避免危险(如危险化学品、辐射、高压电、尖锐锋利的物件等);

④ 尽量减少恶劣环境条件(如温度、压力、噪声、毒性、加速度、振动、冲击和辐射等)所导致的危险;

⑤ 系统设计时,应尽量减少在系统的使用和保障中人为差错所导致的危险;

⑥ 为把不能消除的危害所形成的风险减少到最低的程度,应考虑采取补偿措施,此类措施包括:连锁、冗余、故障安全保护设计、系统防护、灭火和个体防护、防护设备、应急规程等;