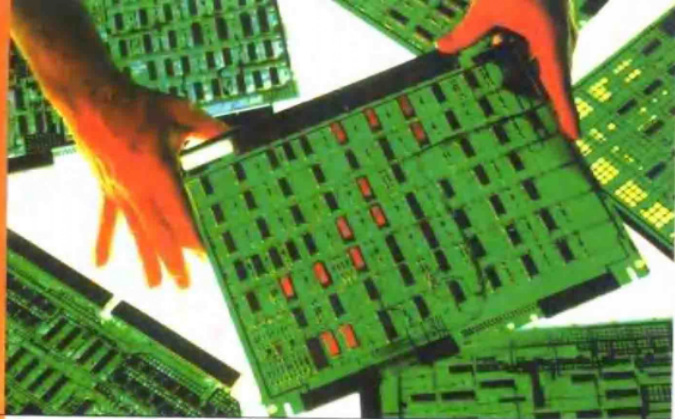


安全工程
管理丛书



安全系统工程

汪元辉 主编

天津大学出版社



数据加载失败，请稍后重试！

《安全工程管理丛书》之四

安 全 系 统 工 程

主 编 汪元辉

副主编 滕维西

编者 汪文颖

刘浩平

天津大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全系统工程/汪元辉主编. —天津: 天津大学出版社,
1999.10

ISBN 7-5618-1234-5

I. 安… II. 汪… III. 安全学-系统工程 IV. X913

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 62848 号

出 版 天津大学出版社

出版人 杨风和

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编: 300072)

电 话 发行部: 022-27403647 邮购部: 022-27402742

印 刷 天津大学印刷厂

发 行 新华书店天津发行所

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 12.125

字 数 316 千

版 次 1999 年 10 月第 1 版

印 次 1999 年 10 月第 1 次

印 数 1—5 000

定 价 17.00 元

安全工程管理丛书
编辑委员会

主 编：郭青山

副主编：陈荣金 阎祥安

杨长俊 王金波

王秉权

编 委：陈宝智 陈士俊

尹志营 滕桂兰

张立升 谢庆森

汪元辉 赵汝林

吴 英 刘弘沁

张津萍 周保群

刘浩平

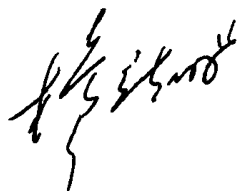
导 言

为了尽快提高我国安全管理干部和有关人员的素质与管理水平,贯彻我国“安全第一,预防为主”的指导方针,更有力地做好劳动保护和安全生产工作,保证我国国民经济的顺利发展和社会稳定,天津大学和东北大学组织有关专家学者编写了这套“安全工程管理丛书”共6册,即《安全卫生》《安全心理学》《安全人机工程》《安全系统工程》《安全检测技术》《安全管理》。这套丛书比较全面和系统地介绍了安全科学技术学科的基本体系和内容。它的正式出版,对安全科学技术的教育、普及和发展等将产生积极作用,是一件非常有意义的事情。该套丛书可作为安全管理干部继续教育的教材,也可供大专院校安全工程专业学生参考。

世界各国的科技进步与经济实践的实践证明,做好劳动保护和安全生产,必须掌握安全科学技术方面的有关知识。它既是人类进入现代文明的一种科学观与方法论,也是现代工业生产的一种实践安全管理技术。真正使安全管理在物质文明和精神文明的建设中发挥作用,保证国家的经济发展和社会安定,还需要社会各界,包括政府与民间、教育与舆论界大力推动,认识安全管理与技术的科学性及其学科体系,学习安全科学技术方面的有关知识,充分联系实际,提高人员素质和管理水平。我衷心希望读者通过学习,掌握现代安全管理的科学理论和方法,能在实践中加以创造性的应用,并不断吸收国内外先进安全管理的新知识,开拓新思想,积累新经验,在迎接21世纪即将来到的挑战中,使我们的安全管理工作进入世界先进行列而进行不懈的努力。

天津大学在安全工程管理继续教育领域的研究与实践方面,

东北大学在安全科学技术的研究和本科生的教育方面,都是国内开展较早的高等学府。他们与国外许多学术团体和工业企业有着广泛的联系,在组织有关专家、教授编写这套丛书过程中,注意了吸收先进理论与技术、理论与实践的结合,得到原国家劳动部和天津市劳动局有关领导的关注与支持以及出版部门的配合,使该套丛书得以顺利出版。我衷心希望本书的出版,将有益于广大从事和关心安全工作的领导和读者,并起到一种开拓作用;希望各行各业有关的专家学者都来关心和支持,为推动安全科学技术的发展和做好安全生产工作,为我国的改革开放和经济发展建功立业。*



1999.3

* 本文作者杨新成同志现任天津市常务副市长、天津大学兼职教授

序 言

“安全第一,预防为主”是我国发展经济、保护职工健康的一贯方针。国务院对安全工作也曾明确指示:“安全生产是全国一切经济部门,特别是生产企业的头等大事。要采取一切可能的措施,保障国家和职工群众生命财产的安全,严防事故发生。”这就为安全生产与劳动保护工作指明了方向。在有关领导部门、科研单位和从事安全科学研究的专家们的共同努力下,经过四十多年的研讨、交流、实践和发展,我国的安全科学技术已初步形成了体系。1992年11月,由国家技术监督局正式发布的中华人民共和国国家标准GB/T—13745—92(学科分类与代码),将“安全科学技术”(代码为620)确立为一级学科(其中有5个二级学科和27个三级学科),并于1993年7月正式实行。这是我国安全科学发展史上的重要一页,并充分说明了它的科学性和国家对安全工作的重视。

在现代工业生产中,新产品、新技术、新工艺、新材料的不断出现,生产过程的大规模化、自动化和复杂化,以及各种有毒有害物质品种和数量的增多,对安全生产提出了更高、更严的要求。在这种形势下,安全生产已被提高到事关全局性的战略地位。实践证明,只要主管部门及产业领域认真对待人类面临的生产不安全因素,学习和掌握以劳动保护与控制事故为目的的新理论、新技术、新方法,就可以达到安全生产、保护职工的安全与健康、维护国家财产、促进社会生产力飞跃发展的目的。

要切实做好安全工作,管理是关键。从事劳动保护和安全的管理人员,除应具备有关生产管理的技术和知识外,还必须掌握安全科学技术的知识(如安全管理、安全系统工程、安全人机工程、安

全卫生、安全心理学以及安全法律等知识)。但是,长期以来,不少人对安全工作缺乏足够的认识,没有把安全当作一门科学来对待,因而就难以预防事故的发生,出了事故只能头痛医头,脚痛医脚。目前,安全管理队伍存在着数量不足、素质不高、与当前技术发展的要求不相适应的状况。为了大量培养安全工程管理专业人才,提高在职干部的素质,天津大学成人教育学院与东北大学在多次举办“安全技术与管理”继续教育培训班和多年进行安全工程专业教学的基础上,在原国家劳动部有关领导和天津市委员会干部培训中心的支持下,组织有关专家教授,编纂了一套(6册)继续工程教育用“安全工程管理丛书”。这套丛书包括:

1.《安全卫生》。该书以卫生学和管理学的观点,介绍人体解剖学及生理防御功能的知识以及工业企业生产过程中造成的各种职业病的危害及其预防、治疗和急救措施。

2.《安全心理学》。该书以生产中人的安全问题为主线,从心理学观点出发,并吸收行为科学、生理学等多种学科的成果,系统地阐明了影响人在生产过程中的安全的各种心理因素以及外因对职工安全的心理影响机制,探讨了对职工进行安全教育的心理学手段与方法。

3.《安全系统工程》。该书从系统论和可靠性观点出发,应用工程学原理阐述了安全系统工程在现代安全科学管理中的基本概念及应用方法以及安全评价与决策。

4.《安全人机工程》。该书从安全出发,应用人机工程学的基本理论与方法,研究人的心理、生理及行为的特点,分析事故,从人机关系中寻找预防事故、提高人机可靠性的措施。

5.《安全检测技术》。该书从安全角度出发,系统地介绍了一些检测方法,如对有毒有害气体、流体、粉尘、振动、噪声的检测以及设备故障诊断等。对有关动态检测所必需的理论基础和应用微机进行安全检测也作了适当介绍。

6.《安全管理》。该书从管理学的观点出发,应用安全工程的理论与方法,阐述了安全管理学的基本概念和理论,探讨了安全管理制度、安全技术措施及现代安全管理等内容。

本套丛书还应有一本对事故发生前的影响因素作出预判断为内容的《安全监控技术》,对导致这些问题的原因进行分析,及早采取必要的措施,以防事故发生。安全监控技术的内容如:安全预警监控的意义及其参数选取;安全预警监控系统的分类与设计;安全预警监控系统评价与保护对策等等。但是,由于这是一个新兴的技术,我们掌握资料不多,水平有限,无能力编写成册,所以使用本套丛书培训干部时,可请有关专家编写补充教材。有关安全与劳动保护法律、法规、标准等内容的培训,可便于了解国家安全法制内容,培养干部安全法制观念。但是,由于我国的法制还不够健全,而且经常有新的法律、法规出台,所以使用本套丛书培训时,可组织有关专家进行安全法规讲座。

本丛书可作为国家及地方劳动保护与安全主管部门、工矿企业、交通运输等单位从事此项工作的广大人员继续工程教育和岗位培训用教材,也可作为大专院校安全技术与管理专业的教科书或教学参考书,并可作为有关的技术人员、管理人员和工人学习安全生产有关知识的自学参考书。

本套丛书由天津大学成人教育学院策划并组织编写。

郭青山

1998.10

前 言

安全系统工程是近年来发展起来的一门新的学科,它是应用系统工程的原理和方法,分析、评价生产过程中的不安全因素,预先采取措施,防止重大事故发生,实现系统安全的一整套管理程序和方法体系。

我国从 70 年代开始研究和运用这一新的学科,80 年代在有关部门和企业中广泛地推广应用。实践证明,这种方法不仅改变了传统安全管理工作的被动局面,通过对固有危险和潜在危险的预测、诊断、分析和研究,找出事故发生的原因、规律和预防灾害事故的措施,使事故不发生或少发生,而且为企业实行安全管理科学化和现代化奠定了基础。

本书总结了近几年国内外的研究成果和应用经验,比较系统地介绍了安全系统工程学科的主要内容:系统安全分析、可靠性、重大事故后果分析、安全评价和科学决策。为了适应广大安全工程技术人员和管理人员的需要,本书力求做到简明、实用,而且在一些常用的分析方法中注意了可操作性。

本书由汪元辉编写第一、九、十、十一章,滕桂兰编写第四、五、六、七章及附录,汪文颖编写第二、三、八、十二章,由刘洁平统稿、抄写,汪元辉主编、滕桂兰副主编。本书在编写过程中得到天津市津联劳动卫生工程所的王援湘、许长增同志的大力支持,在此表示感谢。由于时间仓促,并限于编者水平,书中不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

1998. 10

目 录

第一章 安全系统工程概论	(1)
第一节 安全系统工程的基本概念.....	(1)
一、安全技术寓于生产技术之中	(1)
二、系统与系统工程	(2)
三、安全与系统安全	(5)
四、安全系统工程	(6)
第二节 安全系统工程发展概况.....	(7)
第三节 安全系统工程的内容.....	(8)
一、系统安全分析	(9)
二、安全评价	(9)
三、安全措施	(10)
四、安全系统工程的优点	(10)
第四节 人-机-环境系统	(11)
一、问题的提出	(11)
二、安全性分析	(12)
第二章 危险性预先分析	(15)
第一节 概述	(15)
一、危险性预先分析的基本含义	(15)
二、危险性预先分析内容与主要优点	(15)
第二节 危险性预先分析的步骤	(16)
一、分析的一般步骤	(16)
二、危险性预先分析应注意的问题.....	(18)
第三节 危险性识别	(19)

第四节 危险性等级	(24)
一、危险性等级的划分	(24)
二、危险性等级的确定方法	(24)
第五节 危险性控制	(25)
一、防止能量的破坏性作用	(26)
二、降低损失程度的措施	(27)
三、防止人的失误	(27)
第六节 分析举例	(27)
第三章 安全检查表	(30)
第一节 概述	(30)
一、安全检查表的定义	(30)
二、安全检查表的功用	(31)
三、安全检查表的种类	(31)
第二节 安全检查表的编制	(33)
一、编制安全检查表的依据	(33)
二、安全检查表的格式	(34)
三、编制安全检查表的程序与方法	(34)
四、编制安全检查表应注意的问题	(36)
第三节 安全检查表举例	(37)
一、金属切削机床设计安全检查表	(37)
二、变配电站安全检查表	(41)
三、电焊岗位安全检查表	(44)
四、专用工具安全检查表	(44)
第四章 可靠性问题	(46)
第一节 概述	(46)
一、可靠性、安全性和风险性	(46)
二、可靠度、维修度和有效度	(47)
三、用时间计量可靠度、维修度和有效度	(48)

四、可靠性尺度的作用	(51)
第二节 可靠度函数与故障率	(51)
一、可靠度函数	(51)
二、故障率曲线	(55)
第三节 系统可靠度计算	(61)
一、串联系统	(61)
二、并联系统	(62)
三、计算举例	(64)
第四节 可靠性设计的基本概念	(66)
一、引言	(66)
二、可靠性设计的基本程序	(69)
三、可靠性设计方法	(70)
第五节 人的可靠性分析	(80)
一、引言	(80)
二、应力	(81)
三、人为差错	(83)
四、人为差错率预测方法	(90)
五、防止引起操作人员差错的措施	(90)
第五章 故障模式及影响分析	(93)
第一节 概述	(93)
一、分析方法的特点	(94)
二、故障模式及影响分析的目的和要求	(94)
第二节 故障的基本概念	(95)
一、故障	(95)
二、故障模式、原因、机理及效应	(97)
第三节 故障模式及影响分析的分析步骤	(102)
一、故障模式及影响分析的分析步骤	(102)
二、程序的说明	(103)

第四节 致命度分析·····	(110)
一、什么是致命度分析·····	(110)
二、致命度分析的目的·····	(110)
三、致命度指数的计算·····	(111)
四、致命度分析表格·····	(112)
第五节 故障模式及影响分析表格与举例·····	(112)
第六章 事故树分析·····	(118)
第一节 概述·····	(118)
一、事故树分析方法的特点·····	(118)
二、事故树分析的程序·····	(119)
第二节 事故树的建造·····	(121)
一、事故树的符号及其意义·····	(121)
二、故障事件的分类·····	(125)
三、事故树建造的启发性指导原则·····	(130)
四、建造事故树的注意事项·····	(131)
五、事故树的建造方法·····	(133)
第三节 事故树的数学描述·····	(137)
一、事故树的结构函数·····	(137)
二、单调关联系统·····	(143)
三、可靠性框图与事故树的对应关系·····	(144)
第四节 事故树的定性分析·····	(146)
一、利用布尔代数化简事故树·····	(146)
二、最小割集与最小径集·····	(149)
第五节 事故树的定量分析·····	(160)
一、引言·····	(160)
二、直接分步算法·····	(160)
三、利用最小割集计算顶上事件发生的概率·····	(162)
四、利用最小径集计算顶上事件发生的概率·····	(166)

五、化相交集为不交集合展开法求顶上事件发生的概率	··· (169)
六、顶上事件发生概率的近似计算	····· (173)
第六节 重要度分析	····· (176)
一、结构重要度	····· (176)
二、概率重要度	····· (183)
三、临界重要度	····· (185)
第七节 事故树分析应用举例	····· (186)
一、蒸汽锅炉缺水爆炸事故树分析	····· (186)
二、木工平刨伤手事故树分析	····· (191)
第七章 事件树分析	····· (198)
第一节 概述	····· (198)
一、事件树分析的含义	····· (198)
二、事件树分析的功用	····· (198)
第二节 事件树的建造	····· (199)
一、事件树分析原理	····· (199)
二、事件树分析的程序	····· (200)
三、事件树的建造	····· (200)
第三节 应用举例	····· (205)
一、人为差错的事件树分析	····· (205)
二、火灾事故过程的事件树分析	····· (206)
三、有备用设备系统的事件树分析	····· (207)
第八章 可操作性研究	····· (210)
第一节 概述	····· (210)
一、可操作性研究的基本概念	····· (210)
二、可操作性研究的特点	····· (211)
第二节 基本原理	····· (211)
一、基本原理	····· (211)
二、引导词及其意义	····· (212)

第三节 分析步骤.....	(213)
第四节 应用举例.....	(215)
第九章 系统安全分析的其他方法及小结.....	(218)
第一节 原因-后果分析	(218)
一、概述	(218)
二、因果图及其建造过程	(218)
三、分析与评价	(220)
第二节 共同原因故障分析.....	(225)
一、概述	(225)
二、共同原因和基本事件	(226)
第三节 系统安全分析方法小结.....	(227)
一、系统安全分析方法分类.....	(228)
二、各种分析方法的特点及适用范围	(229)
三、方法选用的几点看法	(232)
第十章 重大事故后果分析.....	(233)
第一节 泄漏.....	(233)
一、泄漏情况分析	(234)
二、泄漏量的计算	(237)
三、泄漏后的扩散	(241)
第二节 火灾.....	(248)
一、池火	(248)
二、喷射火	(250)
三、火球和爆燃	(251)
四、固体火灾	(252)
五、突发火	(252)
六、火灾损失	(252)
第三节 爆炸.....	(253)
一、简述	(253)