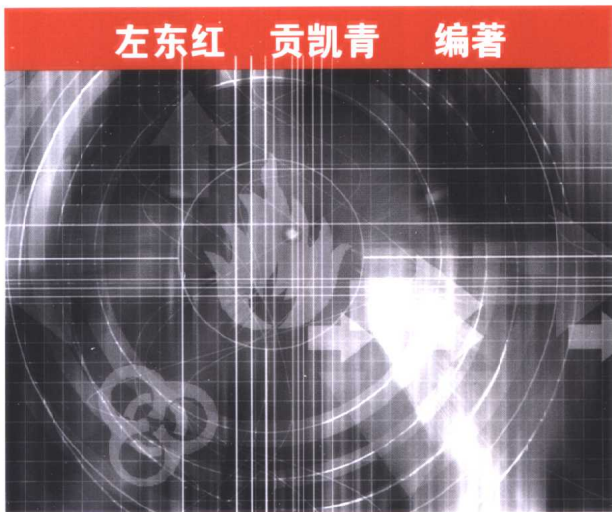


现代生产安全技术丛书

安全系统工程

左东红 贡凯青 编著



Chemical Industry Press



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

现代生产安全技术丛书

安全系统工程

左东红 贡凯青 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

安全系统工程/左东红, 贡凯青编著. —北京: 化学工业出版社, 2004. 4

(现代生产安全技术丛书)

ISBN 7-5025-5427-0

I. 安… II. ①左…②贡… III. 安全工程: 系统工程 IV. X913. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 025412 号

现代生产安全技术丛书

安全系统工程

左东红 贡凯青 编著

责任编辑: 郭乃铎 杜进祥

文字编辑: 王金生

责任校对: 李 林

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河海波装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 10½ 字数 240 千字

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5427-0/X·433

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

安全生产在全面建设小康社会，实现可持续发展战略方面有着重要的地位和作用。搞好安全生产，保障人民群众的生命和财产安全，体现了最广大人民群众的根本利益，反映了先进生产力的发展要求和先进文化的前进方向，是企业生存和发展的基本要求。

我国正处于计划经济转型为市场经济的发展初期，由于工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高，同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，造成当前安全生产形势相当严峻，重大特大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面若不能有效地控制，将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

随着社会主义市场经济体制的进一步完善和国民经济持续快速发展，推动了工业现代化的进程，工业安全与事故的预防和控制工作将面临新的挑战。以公有制为主体、多种经济成分共同发展的经济模式，使工业安全的监管对象多元化，监管的难度增大；矿山、建筑、危险化学品等行业高速发展，西部大开发和东北等老工业基地的调整改造等战略的实施，数以亿计的农民工进入劳动力市场，涌向工矿企业，使工业安全面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”等现象，使工业安全的形势更加严峻。

如此严峻的安全生产新形势、新情况、新问题，是摆在安全生产及安全科技工作者面前的重大课题，如何有效地预防与控制工业中的各种安全生产的风险，从被动防范事故向控制源

头、往本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变，把职业安全健康工作作为以人为本、珍惜生命、保护大众的安全健康工作来抓，这是安全生产工作的出发点和归宿。为此，我们组织有关专家、学者、企业安全管理干部和技术人员，编写了这套《现代生产安全技术丛书》，旨在从企业安全生产的基础工作做起，结合企业生产安全的实用技术，为我国工业生产的安全工作尽一点微薄之力。

本套丛书的主要特点是，从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出解决安全问题的方法和措施，理论联系实际，注重理论性，更强调实用性，推荐给读者的方法，能有效地解决生产过程中的实际问题。书中大量引用企业在具体安全工作中的常见典型实例，验证了书中安全方法的可行性，使读者易于理解并在实践中运用。丛书中也大量引用了有关专家、学者的研究成果，在此表示衷心的感谢。

组织和编写这套《现代生产安全技术丛书》，工作量比较大，且时间仓促，加上作者水平的限制，书中定会存在不少欠缺之处，望广大读者不吝赐教。本丛书的编写和出版，得到了化学工业出版社安全科学与工程出版中心有关人员的指导和帮助，在此一并致谢。

崔政斌 徐德蜀

2004 年 2 月

前 言

安全系统工程是近四十年迅速发展起来的一个新兴学科。它是以机械、设备、原材料、人和环境等综合系统为研究对象，最终以保护人和生产资料的安全为目的，以系统工程的理论和方针为指导，辅之以概率论、信息论、图论、集合论和电子计算机技术，研究各种安全问题的综合性学科。安全系统工程起始于人们对系统可靠性的研究，后扩大到许多领域的安全性评价、安全分析和安全管理等方面，并取得了显著的成效。实践证明，安全系统工程为企业安全管理技术人员提供了先进的管理理论、科学的管理技术、严谨的管理方法，是企业对安全生产进行科学分析和管理的有力技术武器。学习和应用安全系统工程是提高企业安全管理水平、培养安全技术干部的重要措施。

安全问题历来是党和国家十分重视的问题。随着国民经济的发展，也日益被人们所关注。目前，安全系统工程已经成为安全科学的一个分支，其应用范围在不断扩大，并在我国安全评价中介组织中得到了大量的实际应用，取得了良好的成效。

本书根据安全系统工程理论，从人、机、原材料、环境等方面，全面阐述安全系统工程所应包含的内容，本着通俗易懂的原则，尽可能结合实际，就系统、系统工程、安全系统工程、人机体系、管理体系、安全评价、事故预防等方面进行了探讨，同时对引起人为失误和差错的原因进行了简单介绍。本书旨在为广大基层安全管理技术人员提供一些学习的资料，为提高他们的安全管理、事故分析水平做出一些贡献，并为有志于安全系统工程的探索者提供一点思路。

本书是在许多同志的关心和帮助下编写的，由于作者水平有限，编写时间仓促，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2004. 03. 09

内 容 提 要

安全系统工程是近四十年迅速发展起来的一个新兴学科。它是以机械、设备、原材料、人和环境等综合系统为研究对象，最终以保护人和生产资料的安全为目的。

本书共分八章，力求通过安全系统工程，从人、机、原材料、环境等方面，全面阐述安全系统工程所应包含的内容，本着通俗易懂的原则，尽可能结合实际，就系统、系统工程、安全系统工程、人机体系、管理体系、安全评价、事故预防等方面进行了探讨。同时对引起人为失误和差错的原因概括地进行简要介绍。

本书可供各类企业安全管理干部和安全技术人员，安全科研部门和教学单位有关人员参考，也可作为操作人员的安全培训用书。

目 录

第一章 安全系统工程概论	1
第一节 系统工程简介	1
一、系统的定义	1
二、系统的分类	2
三、系统的特征	4
四、系统学原理	5
五、系统方法的地位和作用	10
第二节 系统工程的产生和发展	12
一、系统工程的产生及其发展	12
二、系统工程的定义、分类和特征	15
三、系统工程的基本观点	17
第三节 系统分析的基本概念	19
一、系统分析的概念	20
二、系统分析的特点	21
三、系统分析的原则	21
四、系统分析的方法和工具	22
五、系统分析的应用范围	23
六、系统分析的要素	24
七、系统分析的步骤	26
第四节 安全系统工程	29
一、安全系统工程简介	29
二、安全系统工程发展概况	30
三、安全系统工程的内容	31
四、安全系统工程的特点	33

五、安全系统工程分析方法在工业中的应用	34
六、安全工程的分析方法	36
第五节 安全分析应该遵循的基本原则	37
第二章 事故树分析方法	39
第一节 事故树的基本概念	39
一、事故树的基本概念	40
二、事故树的用途	41
第二节 事故树的符号及意义	44
一、事件符号	45
二、逻辑符号	45
三、转移符号	47
第三节 事故树的绘制	48
一、绘制事故树的原则	48
二、事故树绘制步骤	48
三、事故树的绘制过程及实例	50
第四节 事故树的定性分析	53
一、布尔代数基础知识	53
二、布尔代数的化简	55
三、最小割集的求法	57
四、最小经集的求法	62
五、结构重要度分析	66
第五节 定性分析实例	67
一、汽油混合气体爆炸事故介绍	68
二、确定顶上事件	69
三、绘制事故树	69
四、定性分析	69
五、预防事故发生的措施	73
第六节 事故树的定量分析	74

一、概率论基础知识	75
二、基本事件故障率和人的失误率	78
三、顶上事件发生概率的计算	80
四、概率重要度分析和临界重要度分析	84
第三章 事故预防	88
第一节 事故致因理论	89
一、轨迹交叉理论	90
二、海因里希连锁反应论（多米诺骨牌效应模型）	90
三、事故原点理论	90
四、心理动力理论	91
五、扰动起源事故理论	91
六、事故倾向理论	92
七、能量观点理论	92
八、系统安全观点理论	93
第二节 安全技术对策措施	93
一、防止人失误和不安全行为的措施	93
二、防止物的不安状态（能量和危险物质的意外释放） 的安全技术措施	95
第三节 重大事故的应急救援	98
一、事故应急救援的基本任务	99
二、事故应急救援的基本形式	99
三、事故应急救援的组织与实施	100
四、事故应急救援预案的编制	102
五、重大事故应急救援预案示例	103
第四章 心理学与生理学	117
第一节 心理学	118
一、心理学简介	118
二、安全心理学	119

三、心理状况对安全的影响	120
第二节 生理学	125
一、生理学简介	125
二、生理状况对安全的影响	126
第三节 生物节律及其计算方法	127
一、生物节律简介	127
二、生物节律的计算方法	129
三、生物节律的计算实例	129
四、应用状况	130
第四节 改善不安全行为的措施	131
第五章 安全人机工程简介	133
第一节 人机系统	133
一、人机系统的概念	133
二、人和机器的特征性能比较	136
第二节 安全人机工程学	137
一、安全人机工程学概念	137
二、安全人机工程学的内容	139
三、安全人机工程学研究问题的步骤	140
第三节 人的差错	140
一、人的偏差的分类	141
二、人的操作的可靠度	142
第四节 机器的可靠性	142
第五节 人在操作中的特性	143
一、人的姿势	143
二、四肢的作业范围	144
三、人体动作的频率	146
四、人的操纵力	146
五、人的体质特性	146

六、人的疲劳类型与疲劳的产生	147
七、人的错觉	149
第六节 安全人机系统中的设计问题	150
一、振动环境问题	150
二、显示器	151
三、手的运动特点的影响	155
四、脚踏板控制器的设计	155
五、照度与事故的关系	155
六、色调对心理状态的影响	156
七、环境温度和湿度对心理状态的影响	157
八、疲劳的影响	157
九、人机的匹配及功能分配	158
十、事故发生前人的心理状态	159
第六章 安全评价	161
第一节 安全评价概述	161
一、安全评价的由来	161
二、安全评价的定义	162
三、安全评价的分类	163
四、安全评价的法律要求	165
五、安全评价的目的和作用	166
六、安全评价方法	169
第二节 危险、危害因素及辨识	170
一、危险、危害因素的分类	171
二、危害辨识的主要内容	172
三、重大危险源及其辨识	173
四、危害辨识方法	178
五、危害辨识注意事项	179
六、危害辨识、风险评价和风险控制的基本步骤	179

第三节 事件树分析	181
一、事件树分析方法简介	182
二、事件树分析的步骤	183
三、事件树分析应用举例	184
第四节 危险性预先分析	186
一、危险性预先分析的内容	187
二、预先危险分析需要的资料	188
三、危险性分析	188
四、危险性预先分析的步骤	189
五、危险性的辨识	189
六、危险性的控制	190
七、危险性预先分析举例	191
第五节 故障类型和影响分析	193
一、故障类型和影响分析步骤	194
二、故障等级	197
三、故障类型影响分析举例	200
四、故障类型影响致命度分析法的用途	201
第六节 安全检查表	203
一、安全检查表简介	203
二、编制安全检查表主要依据	205
三、安全检查表的类型	205
四、安全检查表的内容要求	207
五、安全检查表的格式	211
六、安全检查表的特点	211
七、安全检查表编制举例	212
第七节 危险指数评价方法简介	215
一、危险指数评价方法的特点	215
二、危险指数评价程序	216

三、危险指数评价举例	217
第八节 安全评价方法选择	220
一、安全评价方法的选择	221
二、各种安全评价方法的比较	222
第七章 安全预测与安全决策	226
第一节 安全预测简介	226
一、安全预测含义	226
二、安全预测的发展	227
第二节 安全预测方法	229
第三节 决策的科学性	231
一、安全决策含义和发展	231
二、安全决策的作用和目的	232
三、决策的科学化	233
四、如何进行科学的决策	235
第四节 安全决策方案的拟定	237
一、安全决策的原则	237
二、系统安全决策的过程	239
三、追踪决策	242
第五节 安全决策分析方法	243
一、风险型决策分析	243
二、非确定型决策分析	245
三、决策树分析法	246
四、潜在问题的分析与防范	248
五、影响决策效果的因素分析	251
六、提高安全决策效果的途径	251
第六节 决策的稳定性和决策风险	251
一、敏感性分析	252
二、效用理论	253

三、决策风险	257
第八章 安全生产管理	260
第一节 安全生产管理概述	260
一、安全生产管理的理念	260
二、安全生产管理的内容和方法	264
第二节 安全生产管理机构 and 安全生产目标责任制	
管理	265
一、企业安全生产管理机构	265
二、安全生产目标管理	267
三、安全生产责任制	269
第三节 安全培训教育	271
一、安全生产教育目的	272
二、企业主要负责人的安全教育	272
三、企业职工的安全教育	273
四、安全教育的形式和种类	274
第四节 安全检查	278
一、安全检查的内容	278
二、安全检查的方法	279
第五节 特种设备的安全管理	280
一、特种设备的种类	281
二、特种设备使用规定	282
三、特种设备的特殊管理	283
第六节 检修和危险作业	284
一、动火作业（用火）	285
二、设备内作业	286
三、电气检修作业	287
四、高处作业	287
第七节 危险化学品安全生产管理	287

一、危险化学品安全管理的法律规定	288
二、危险化学品的概念及分类	289
三、危险化学品的储存及运输装卸要求	291
四、危险化学品仓库、储罐区安全生产管理	293
第八节 职业卫生管理	296
一、职业病及其分类	296
二、职业卫生管理	298
第九节 劳动防护用品管理	301
一、劳动防护用品的作用	301
二、劳动防护用品的范畴和特点	302
三、劳动防护用品管理	303
第十节 事故管理	304
一、事故分类	305
二、事故报告制度	307
三、事故调查处理	308
四、伤亡事故的统计分析	308
第十一节 职业安全健康管理体系	309
一、我国职业安全健康管理体系的实施规范	309
二、职业安全健康管理体系的内容	311
三、企业建立并保持职业安全健康管理体系应注意的 问题	315
主要参考文献	318