

职业安全管理

刘 宏 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

职业安全管理/刘宏编著. —北京: 化学工业出版社,
2004. 5
ISBN 7-5025-5567-6

I. 职… II. 刘… III. ①劳动保护-劳动管理②劳动卫生-卫生管理 IV. X9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 039071 号

职业安全管理

刘 宏 编著

责任编辑: 陈 丽 刘俊之

文字编辑: 麻雪丽

责任校对: 陶燕华

封面设计: 蒋艳君

*

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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

北京云浩印刷有限责任公司装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 12¼ 字数 325 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5567-6/X·474

定 价: 30.00 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

前 言

“安全第一，预防为主”是中国职业安全健康工作的基本方针和指导原则。要切实做好安全工作，管理是关键。

本书以安全系统工程为基础，总结了近几年国内外的研究成果和经验，比较系统地介绍了职业安全管理的主要内容，有助于企业分析、评价生产过程中的危险因素，采取有效措施，预防事故的发生。

本书主要论述了安全系统工程的研究对象与内容、系统安全分析与系统安全评价、危险因素及其辨识；职业安全健康法规体系与职业安全健康管理制度以及职业安全健康标准；职业安全健康管理体系的特点与作用、体系标准要素及体系的建立与保持等内容，并重点阐述了系统安全分析与系统安全评价的各类方法、安全技术措施以及应急计划。

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，对几种常用的危险辨识与评价方法，注重可操作性，并给出了一些应用实例。

全书由刘宏编写，邱少贤审阅。

由于编者水平有限，书中不妥之处，敬请读者批评指正。

编著者

2004年2月

目 录

第一章 安全系统工程概述	1
第一节 概述	1
一、系统及系统工程	3
二、可靠性、可靠度和可靠性工程的概念	5
三、安全系统工程及其发展过程	5
第二节 安全系统工程的研究对象和研究内容	8
一、安全系统工程的研究对象	8
二、安全系统工程的研究内容	9
三、安全系统工程的方法论	11
第三节 系统安全分析	12
一、系统安全分析的内容和方法	12
二、系统安全分析方法的选择	14
第四节 系统安全评价	16
一、风险与安全评价的定义	17
二、安全标准	17
三、安全评价原理	20
四、安全评价方法分类	25
五、安全评价程序	29
第五节 危险因素及其辨识	30
一、危险因素与危害因素的产生	30
二、危险因素与危害因素的分类	34
三、危险辨识	38
四、危险辨识注意事项	58
五、危险辨识的结果	59

第二章 危险辨识与安全评价方法	60
第一节 安全检查表	60
一、安全检查表及其特点	60
二、安全检查表的类型	61
三、安全检查表的编制	63
四、应用实例	65
第二节 预先危险性分析	72
一、预先危险性分析的基本含义	72
二、分析程序	73
三、应用实例	75
第三节 故障类型和影响分析	84
一、故障类型和影响分析及其特点	84
二、故障类型	85
三、分析程序	87
四、故障类型和影响、致命度分析	89
五、应用实例	90
第四节 危险性与可操作性研究	91
一、危险性与可操作性研究及其特点	91
二、基本概念和术语	92
三、分析程序	94
四、应用实例	95
第五节 事件树分析	97
一、事件树及其功用	97
二、分析程序	98
三、应用实例	99
第六节 事故树分析	103
一、事故树分析的基本概念	103
二、分析程序	105
三、事故树的符号及其意义	106
四、事故树的编制	110

五、布尔代数基础	115
六、事故树的定性分析	118
七、事故树的定量分析	131
八、基本事件的重要度分析	146
九、应用实例	153
第七节 作业条件危险性评价	157
一、评价步骤	157
二、赋分标准	158
三、应用实例	160
第八节 火灾爆炸危险指数评价法	161
一、美国道化学公司火灾爆炸指数评价法	161
二、英国帝国化学公司蒙德评价法	171
三、日本劳动省化工企业六阶段评价法	181
第三章 职业安全健康法规概述	187
第一节 职业安全健康法律法规体系	187
一、职业安全健康法的表现形式	187
二、中国职业安全健康法律、法规及标准体系	188
第二节 中国职业安全健康方针与管理体制	192
一、中国职业安全健康方针	192
二、中国职业安全健康管理体制	193
第三节 职业安全健康管理制度	194
一、安全生产责任制	194
二、职业安全健康措施计划制度	203
三、职业安全健康教育制度	204
四、职业安全健康检查制度	208
五、伤亡事故和职业病统计报告和处理制度	208
六、职业安全健康监察制度	212
七、“三同时”制度	212
八、职业安全健康（劳动安全卫生）预评价制度	213
第四节 女职工和未成年工的职业安全健康	214

一、女职工和未成年工特殊保护的意義	214
二、女职工禁忌从事的劳动	215
三、女职工的其他劳动保护	217
四、未成年工劳动保护的内容	219
第五节 职业安全健康标准	219
一、标准的概念	220
二、职业安全健康标准的级别	221
第四章 职业安全健康管理体系	224
第一节 职业安全健康管理体系标准产生的背景与发展趋势	224
一、职业安全健康管理体系标准产生的背景	224
二、职业安全健康管理体系标准的产生与发展	226
第二节 职业安全健康管理体系的特点	229
一、系统性	229
二、先进性	230
三、持续改进	230
四、预防性	230
五、全员参与、全过程控制	231
第三节 实施职业安全健康管理体系标准的作用	231
第四节 职业安全健康管理体系要素	233
一、职业安全健康管理体系标准的基本术语	233
二、职业安全健康管理体系的基本要素	239
三、职业安全健康管理体系标准要素间的联系	258
第五节 职业安全健康管理体系的建立与保持	263
一、领导的决策与准备	264
二、制定计划	265
三、初始状态评审	265
四、体系策划和设计	268
五、编写体系文件	269
六、职业安全健康管理体系的运行与保持	277

七、职业安全健康管理体系的内部审核	280
八、管理评审	286
第六节 职业安全健康管理体系认证的获得	289
一、职业安全健康管理体系认证的申请及受理	289
二、纠正措施跟踪验证	293
三、认证后监督及复评	296
第五章 安全技术措施	301
第一节 安全技术措施的基本原则	301
一、能量与屏蔽	301
二、安全技术措施的基本原则	304
第二节 预防事故的安全技术措施	306
一、根除和限制危险因素	306
二、隔离与屏蔽	307
三、故障-安全设计	309
四、减少故障与失误	310
五、警告	312
第三节 避免和减少事故损失的安全技术措施	315
一、隔离	315
二、个体防护	316
三、接受微小损失	317
四、避难与援救	317
第四节 人、机、环境匹配	318
一、显示器的人机学设计	318
二、操纵器的人机学设计	319
三、人、机功能分配的一般原则	321
四、生产作业环境的人机学要求	322
第五节 作业现场的安全管理	324
一、安全合理的作业现场布置	324
二、安全点检	325
三、作业服装	326

第六章 应急计划	328
第一节 概述	328
一、应急计划的目的	328
二、危险辨识与评价	329
第二节 现场应急计划	330
一、现场应急计划及其制定程序	330
二、报警和联络	332
三、组织机构及其责任	333
四、紧急情况控制中心	334
五、现场应急措施	335
六、应急计划的演习	336
七、计划的评估和修订	336
第三节 厂外应急计划	336
一、厂外应急计划的内容	337
二、各部门职责	338
三、厂外应急计划的演练	340
第四节 企业应急计划实例	341
一、应急计划制定的几个关键问题	341
二、××化学工业股份有限公司化肥厂应急计划	341
附录 1 物质系数和特性表	349
附录 2 中国主要职业安全健康法律法规目录	359
附录 3 职业安全健康管理体系审核规范	364
参考文献	373

第一章 安全系统工程概述

第一节 概 述

安全系统工程，是以安全学和系统科学为理论基础，以安全工程、系统工程、可靠性工程等的手段，对系统风险进行分析、评价、控制，研究、解决生产过程中的安全问题，预防伤亡事故和经济损失的发生，以期实现系统及其全过程安全目标的科学技术。

安全系统工程是现代科技发展的必然产物，是安全科学学科的重要分支。

众所周知，安全问题是随着生产的产生而产生，随着生产的发展而发展的。18世纪工业革命以来，由于使用了蒸汽机，每年锅炉爆炸造成数千人的伤亡。20世纪上半叶，工业规模不断扩大，煤矿、水运、堤坝、土建、化工等工程往往一次发生数百人甚至上千人的重大伤亡事故。生产条件的恶化，工伤事故和职业病日益严重，引起了人们的广泛关注。国际劳工组织（ILO）于1919年成立，开始组织国际范围内预防事故的情报交流和制定工业安全卫生法规，从而安全技术逐步形成了一个综合性学科。

二次世界大战以后，工业技术水平日益提高，生产规模不断扩大，核能、航天等尖端工业，以及大型石油、化工、冶金等重工业的出现，导致事故越来越频繁，公害越来越严重。事故和公害发生后，企业损失巨大，舆论强烈不满，从而成为很大的社会问题。例如，1976年意大利塞维索工厂二噁英泄漏事故，造成30多人伤亡，迫使22万人紧急疏散；1984年12月2日深夜，印度中央邦博帕尔市郊一家属于美国联合碳化物公司的农药厂发生甲基异氰酸盐泄漏的恶性中毒事故，造成2500多人死亡，20余万人中毒，67

万人的身体健康受到危害的严重后果。1993年8月5日深圳清水河化学危险品仓库火灾爆炸事故造成15人死亡，100多人受伤，损失2亿多元；1997年6月27日北京东方化工厂火灾爆炸事故造成8人死亡，直接经济损失1亿多元。

经过多年的实践，人们总结出对付事故的两种办法。

其一是事故发生后吸取经验，进行预防的方法，也有人称为“问题出发型”方法。例如从事故后果查找原因，采取措施防止事故重复发生。通常所采取的各种组织和技术措施，如设立专职机构，制定立法标准，进行监督检查和宣传教育等，以及防尘排毒、防火防爆、应用安全防护设备和个人防护用具等，都属此类。这就是所说的传统安全工作方法。

另一个是用系统工程控制事故的方法，也有人称为“问题发现型”方法。这种方法是从系统内部出发，研究各构成部分存在的安全联系，检查可能发生事故的危险性及其发生途径，通过重新设计或变更操作来减少或消除危险性，把发生事故的可能降低到最小限度。这就是20世纪60年代起逐步发展起来的安全系统工程方法。

传统安全工作法虽然为防止伤亡事故做出了并正在做出重大的贡献，但也存在一些问题。如安全工作总是跟在生产后面跑。说是防患于未然，实际上很难做到。也就是说，事故预防工作总跟不上技术的进步。产生这种情况的主要原因如下。

一是安全的属性问题，由于安全是依附于生产而存在的，生产中如果不发生事故，则往往引不起人们的注意，看不到安全工作的作用，觉得搞不搞安全也没有什么了不起，不仅企业领导人甚至工人本身也有这种思想。

二是由于工业技术不断进步和发展，人们对新技术中许多潜在性的危险因素还认识不清，没有意识到发生事故后的严重后果。

三是安全产生的经济效益是间接的，看不见，摸不着，只有发生事故后产生了负效益才感觉出它的存在，这就减少了人们对它进行深入研究的兴趣。

这些因素导致了传统安全工作方法的局限性，主要表现为以下

几点。

(1) 凭经验和直感处理生产中的安全问题多，而由表及里的深入分析、发现潜在的事故危险性少，难于彻底改善安全面貌。

(2) 定性的即“安全”或“不安全”的概念多，而定量的概念少。如生产的安全性多大？事故发生的可能性有多少？有多大的严重后果？都无法回答，不能给人以实质性的概念。

(3) 由于没有系统性，所以解决安全问题时总是片断地和零碎地进行，头痛医头、脚痛医脚，而系统地、全面地解决问题少。

(4) 没有肯定的目标值。生产任务有目标，有奋斗的方向，而安全问题没有目标值，究竟做到什么程度才算安全问题解决得好？才能控制重大事故？心中无数，有很大的盲目性。

总之，传统安全工作方法的主要缺点是没有客观地反映事故的规律，因此越来越不能适应生产发展的需要。

多少年来，人们特别是安全工作者总想找到一个办法，能够事先预测到事故发生的可能性，掌握事故发生的规律，作出定性和定量的评价，以便能在设计、施工、运行、管理中对发生事故的危险性加以辨识，并且能够根据对危险性的评价结果，提出相应的安全措施，达到控制事故的目的。安全系统工程学就是为了达到这个目标而发展起来的。

一、系统及系统工程

1. 系统及其特性

系统就是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体。系统可划分为：自然系统、人工系统、复合系统；封闭系统、开放系统；静态系统、动态系统；实体系统、概念系统；宏观系统、微观系统；软件系统、硬件系统；简单系统、复杂系统等。不管系统如何划分，系统均具有以下特性。

(1) 整体性 系统的观点是一种整体的观点，一种综合的思想方法。系统至少是由两个或两个以上的要素（元件或子系统）组成的整体。构成系统的各要素虽然具有不同的性能，但它们通过综合、统一（而不是简单的拼凑）形成的整体就具备了新的特定功

能，系统作为一个整体才能发挥其应有功能。换句话说，即使每个要素并不都很完善，但它们可以综合、统一成为具有良好功能的系统；反之，即使每个要素是良好的，而构成整体后并不具备某种良好的功能，也不能称之为完善的系统。

(2) 相关性 构成系统的各要素之间、要素与子系统之间、系统与环境之间都存在着相互联系、相互依赖、相互作用的特殊关系，通过这些关系，使系统有机地联系在一起，发挥其特定功能。如计算机系统，就是由各种运算、贮存、控制、输入输出等各个硬件和操作系统、软件包等子系统之间通过特定的关系有机地结合在一起而形成的具有特定功能的计算机系统。

(3) 目的性 任何系统都是为完成某种任务或实现某种目的而发挥其特定功能的，没有目标就不能称之为系统。要达到系统的既定目标，就必须赋予系统规定的功能，这就需要在系统的整个生命周期，即系统的规划、设计、试验、制造和使用等阶段，对系统采取最优规划、最优设计、最优控制、最优管理等优化措施。

(4) 有序性 系统有序性主要表现在系统空间结构的层次性和系统发展的时间顺序性。系统可以分成若干子系统和更小的子系统，这种系统的分割形式表现为系统空间结构的层次性。

此外，系统的生命过程也是有序的，它总是要经历孕育、诞生、发展、成熟、衰老、消亡的过程，这一过程表现为系统发展的有序性。

因此，系统的分析、评价、管理都应考虑系统的有序性。

(5) 环境适应性 任何一个系统都处于一定的环境之中。一方面，系统从环境中获取必要的物质、能量和信息，经过系统的加工、处理和转化，产生新的物质、能量和信息，然后再提供给环境。另一方面，环境也会对系统产生干扰或限制，即约束条件。环境特性的变化往往能够引起系统特性的变化，系统要实现预定的目标或功能，必须能够适应外部环境的变化。研究系统时，必须重视环境对系统的影响。

2. 系统工程

系统工程是 20 世纪 50 年代发展起来的一门新兴科学，它是以系统为研究对象，以现代科学技术为研究手段，以系统最佳化为研究目标的科学技术。它是发展很快、应用很广的一门管理科学，它的广泛应用为管理学的发展，为各行各业、各个领域管理现代化提供了基本理论和方法。

系统工程是组织管理系统的规划、设计、制造、试验和使用的科学方法，是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。这个定义表示：①系统工程属工程技术范畴，主要是组织管理各类工程的方法论，即组织管理工程；②系统工程是解决系统整体及其全过程优化问题的工程技术；③系统工程对所有系统都具有普遍适用性。

日本工业标准（JIS）对系统工程的定义为：“系统工程是为了更好地达到系统目标，而对系统的构成要素、组织结构、信息流动和控制机构等进行分析与设计的技术”。

二、可靠性、可靠度和可靠性工程的概念

可靠性是指系统在规定的条件下和规定的时间内完成规定功能的能力。这里，规定的条件都是设计规定的，规定的功能也是设计赋予的。

可靠度是衡量系统可靠性的标准，它是指系统在规定的时间内完成规定功能的概率。相反，系统在规定的条件下和规定的时间内不能完成规定功能的概率就是系统的不可靠度。

可靠性工程就是研究系统可靠性的工程技术。可靠性工程要解决的是如何提高系统可靠度，使系统在其寿命周期内正常运行，圆满完成其规定功能的问题。

就系统规定的功能而言，系统整体功能除了应具备加工产品、提供服务等功能外，还必须具有保障人员、设备、财产、环境不受损害的安全功能。系统可靠性与系统安全性是两个既有区别又有联系的功能，与它们相对应的是分支学科或分支系统。

三、安全系统工程及其发展过程

1. 安全系统工程的定义

安全系统工程是采用系统工程的基本原理和方法，预先识别、

分析系统存在的危险因素，评价并控制系统风险，使系统安全性达到预期目标的工程技术。

对该定义可以从以下几个方面理解。

(1) 安全系统工程的理论基础是安全科学和系统科学。它是工矿企业劳动安全卫生领域的系统工程。

(2) 安全系统工程追求的是整个系统的安全和系统全过程的安全。

(3) 安全系统工程的重点是系统危险因素的识别、分析，系统风险评价和系统安全决策与事故控制。

(4) 安全系统工程要达到的预期安全目标是将系统风险控制在人们能够容忍的限度以内，也就是在现有经济技术条件下，最经济、最有效地控制事故，使系统风险在安全指标以下。

安全工程中采用了系统工程的方法，就可以对系统中的薄弱环节加以补偿、对不协调的部分加以调整，对事故危险源给以控制或消除，因此就可能消除事故的根源并使安全状态达到最佳化。

2. 安全系统工程的发展过程

事故给人类带来无数灾难，严重地制约了经济发展和社会进步，甚至对人类生存构成巨大威胁。然而，事故的影响也并非都是消极的。事故与其他事物一样，也有积极的一面。首先，事故具有鲜明的反面教育作用，它向人们展示了破坏的恶果，教育人们必须按照科学规律办事。其次，事故是一种特殊的科学实验。一个系统发生事故，说明该系统存在这样那样的不安全、不可靠的问题，从而以事故的形式弥补了设计时应做而没做，或想做而没敢做的实验。人们通过对事故的调查、分析，找出事故原因，研究并采取有效控制事故的措施，改变系统工艺、设备，从而提高了系统的性能，发展了专业技术。第三，事故也是诞生新的科学技术的催化剂。事故的强大负面效应对人类产生巨大的冲击作用，从而激发人类以更大的决心和更大的力量研究事故。通过对事故信息、资料的收集、整理、分析、研究，即充分开发利用“事故资源”，一个崭新的自然科学学科就在人们这种不懈努力与艰苦卓绝的斗争中诞生

了，这就是作用力与反作用力的作用机制。在科学技术发展的历史长河中，几乎每一个学科的诞生都离不开事故这种反作用力的作用。

安全系统工程也正是在这种事故的反作用下应运而生的。安全系统工程产生于 20 世纪 60 年代初期美国、英国等工业发达国家。1957 年前苏联发射了第一颗地球人造卫星之后，美国为了赶上空间优势，匆忙进行导弹技术开发，实行所谓研究、设计、施工齐头并进的方法，由于对系统的可靠性和安全性研究不足，在一年半的时间内连续发生四起重大事故，造成惨重损失，从而迫使美国空军以系统工程的基本原理和管理方法来研究导弹系统的安全性、可靠性，并于 1962 年提出了“弹道导弹系统安全工程”，制定了“武器系统安全标准”，这对以后发展多弹头导弹的成功创造了条件。1963 年提出了“系统安全程序”，到 1967 年 7 月由美国国防部确认，将该标准提格为美军标准，之后又经两次修订，成为现在的 MIL-STD-882B “系统安全程序要求”。它以标准的形式规范了美国军事系统的工程项目在招标以及研发过程中对安全性的要求和管理程序、管理方法、管理目标。

1965 年，美国波音公司和华盛顿大学在西雅图召开了安全系统工程的专门学术讨论会议，以波音公司为中心对航空工业开展了安全性、可靠性的分析和设计的研究，用在导弹和超音速飞机的安全性评价方面，取得了很好的效果。但是这个新生事物在初创时期，并不能为所有的人所接受，美国航空航天局就不够重视这个方法，以致造成了 1967 年发生的阿波罗宇航员三人被烧死的事故，受到一次惨痛的教训。

原子弹是可怕的，从而在人们的心里存在着对以放射性物质为动力的核电站的恐惧心理。因此，在社会压力下各国的政府对核电站的要求极其严格，同时在核安全方面的研究投入了巨大的人力、物力。英国在这方面的研究开始比较早，到 20 世纪 60 年代中期就已建成了系统可靠性服务所和可靠性数据库，成功开发了概率风险评价（PRA）技术，从而以概率来计算核电站系统风险大小以及是

否可以接受。1974年美国原子能委员会发表了拉斯姆逊教授的“商用核电站风险评价报告”(WASH-1400),报告收集了核电站各个部位历年发生的故障及其概率,采用了事件树和事故树的分析方法,从而成功地开发应用了系统安全分析和系统安全评价技术。该报告的科学性和对事故预测的准确性在“三□岛事件”中(核电站堆芯熔化造成放射性物质泄漏事故)得到了证实。

日本引进安全系统工程的方法虽为时稍晚,但发展很快。自从1971年科技联盟召开了“可靠性安全性学术讨论会”以来,在电子、宇航、航空、铁路、公路、原子能、化工、冶金等领域的研究工作十分活跃。日本劳动省于1976年公布的化工联合企业六步骤安全评价方法,就贯穿了安全系统工程的内容。

在中国,安全系统工程的研究、开发是从20世纪70年代末开始的。天津东方化工厂应用安全系统工程成功地解决了高度危险企业的安全生产问题,为中国各个领域学习、应用安全系统工程起了带头作用。其后是各类企业借鉴引用国外的系统安全分析方法,对现有系统进行分析。到20世纪80年代中后期,人们研究的注意力逐渐转移到系统安全评价的理论和方法方面,开发了多种系统安全评价方法,特别是企业安全评价方法,重点解决了对企业危险程度的评价和企业安全管理水平的评价。

第二节 安全系统工程的研究对象和研究内容

一、安全系统工程的研究对象

安全系统工程作为一门科学技术,有它本身的研究对象。任何一个生产系统都包括三个部分,即从事生产活动的操作人员和管理人员,生产必需的机器设备、厂房等物质条件,以及生产活动所处的环境。这三个部分构成一个“人-机-环境”系统,每一部分就是该系统的一个子系统,分别称为人子系统、机器子系统和环境子系统。安全系统工程的研究对象就是这种“人-机-环境”系统。

1. 人子系统

该子系统的安全与否涉及到人的生理和心理因素,以及规章制