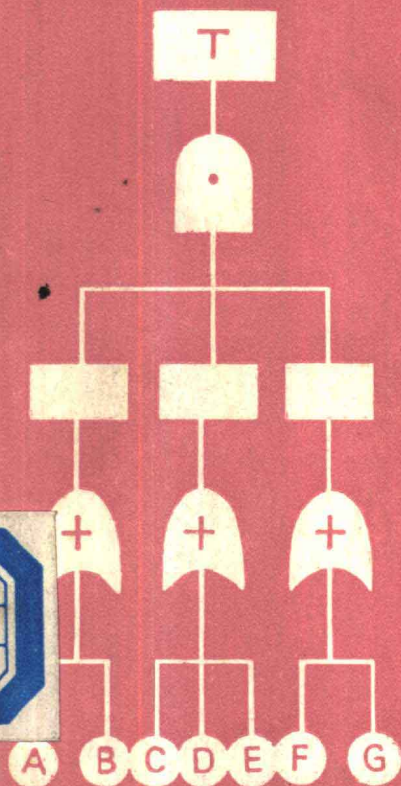


# 安全系统工程概论

曲和鼎 编著  
· 第二版 ·  
工业出版社



# 安全系统工程概论

曲和鼎 编著

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本书论述了现代安全管理的新观念和基本特点,系统阐明了安全系统工程在现代安全管理中的基本概念以及应用的要领,并以化工生产为主介绍了系统安全分析的方法、安全评价与安全管理的科学决策。

全书内容简明、实用、图文并茂,既有理论上的阐述,又紧密结合实际,是一部结合我国特点介绍安全系统工程的著作。可作为企业管理人员、设计工作者、安全工程师、安全监察员、安全监督检查员、安全管理工作者以及高等院校安全工程专业师生学习参考用书,也可作为教材。

## 安全系统工程概论

曲和鼎 编著

责任编辑: 林晨虹

封面设计: 季玉芳

\*

化学工业出版社出版发行

(北京和义里七区十六号楼)

北京印刷一厂印刷

新华书店北京发行所经销

\*

开本787×1092<sup>1/32</sup>印张7<sup>3/8</sup>插页2 字数168千字

1988年7月第1版 1988年7月北京第1次印刷

印 数 1-17,100

ISBN 7-5025-0177-0/TQ·139

定 价1.90元

## 序 言

安全系统工程是近十几年发展起来的一门新的技术、新的学科。由于这一学科具有很大的革新和开创意义，许多工业发达国家都竞相推广应用，在消除危险、防止灾害、避免损失等方面取得了很大的成效。

我国是从七十年代初开始引进这一新学科的，并且最早在化工企业中进行了应用的研究、试验和推广工作。近十年来，已先后将一些系统安全分析的方法应用于安全管理中，不仅提高了预测危险和预防灾害事故的能力，而且为化工以及其它行业实行安全科学管理，提供了有益的经验，开拓了可行的途径。

应当明确地申明，安全系统工程是系统工程的一个分支，一个专业，是应用系统工程的原理和方法，分析、评价以及消除系统的各种危险，实现系统安全的一整套管理程序和方法体系。实践表明安全系统工程是安全管理上的一项重大的创新，是解决安全问题的新武器。这一学科的开发和应用，对解决安全工程技术与管理中的一些长期没有解决的疑难问题，以及寻求现代安全管理的科学方法方面，都取得了重大进展，并为实现安全管理的科学化和现代化奠定了基础。

本书总结了近十年来的研究成果和应用经验，论述了现代安全管理的基本观念和特点，阐明了安全系统工程的主要组成部分：系统安全分析、安全评价与科学决策。力求做到简明、实用，既适合当前普及推广的需要，又考虑到广大安全工程技

术人员和管理人员的专业培训以及高等院校教学的需要。谨以此书奉献给广大的企业领导者、设计工作者、安全工程师、安全监察员、安全监督检查员、安全管理工作以及高等院校安全工程专业的师生。

曲和鼎

一九八七年元月

# 目 录

## 序 言

<b>第一篇 现代安全管理与安全系统工程</b> .....	1
<b>第一章 导 论</b> .....	1
<b>第二章 现代安全管理</b> .....	6
第一节 安全管理的基本任务及其在企业管理中的地位 .....	6
第二节 现代安全管理的新观念 .....	8
第三节 现代安全管理的基本特点 .....	12
<b>第三章 安全系统工程概述</b> .....	17
第一节 安全系统工程的基本概念 .....	17
第二节 安全系统工程的发展概况 .....	20
第三节 推广应用安全系统工程的经验与展望 .....	24
<b>第二篇 系统安全分析</b> .....	29
<b>第四章 安全分析与评价方法</b> .....	29
第一节 安全分析的基本类型与要素 .....	29
第二节 安全分析与评价方法简介 .....	34
<b>第五章 事故树分析</b> .....	40
第一节 什么是事故树分析 .....	40
第二节 事故树分析的基本程序与作图法 .....	43
第三节 编制事故树举例 .....	54
第四节 事故树的定性分析 .....	58
第五节 事故树的定量分析 .....	74
<b>第六章 事件树分析</b> .....	88
第一节 什么是事件树分析 .....	88
第二节 事件树分析的程序与作图法 .....	89

第三节	事件树分析应用举例	90
<b>第七章</b>	<b>安全操作研究</b>	94
第一节	什么是安全操作研究	94
第二节	基本偏差用语及其意义	96
第三节	安全操作研究分析表的编制举例	99
<b>第八章</b>	<b>故障类型及影响分析</b>	105
第一节	什么是故障类型及影响分析	105
第二节	故障类型及影响分析表的编制	109
第三节	故障类型及影响分析应用举例	111
<b>第九章</b>	<b>安全检查表</b>	117
第一节	什么是安全检查表	117
第二节	安全检查表的种类及编制方法	119
第三节	安全检查表应用举例	121
<b>第十章</b>	<b>危险预知训练</b>	139
第一节	什么是危险预知训练	139
第二节	危险预知训练举例	142
<b>第三篇</b>	<b>安全评价与决策</b>	145
<b>第十一章</b>	<b>安全评价概述</b>	145
第一节	什么是安全评价	145
第二节	安全评价的标准	150
<b>第十二章</b>	<b>生产装置与工艺过程的安全评价方法</b>	156
第一节	美国道化学公司的危险度评价法	156
第二节	日本劳动省的化工厂六阶段评价法	186
第三节	化工安全评价的进展	194
<b>第十三章</b>	<b>新建、改建、扩建工程项目的安全审核     程序与要求</b>	201
第一节	安全审核的目的与基本要求	201
第二节	安全审核的基本内容	203
[附录]	过氧化苯甲酰生产预先安全分析	206

第十四章	安全管理的科学决策 .....	213
第一节	安全决策的基本概念 .....	213
第二节	安全决策的基本程序 .....	217
第三节	安全决策的方法 .....	220



# 第一篇 现代安全管理与 安全系统工程

## 第一章 导 论

当今我们正处在社会经济和科学技术迅速发展的时代。在现代工业生产中，随着新技术、新能源和新材料的不断涌现，生产过程的大规模化和复杂化，以及各种危险物质的品种和处理量的增长，生产中防止灾害和损失的范围日益广泛，安全保障和技术难度也相应增大，而一些已经投入运行的生产装置和设备，由于陈旧和老化，它们的潜在危险也日益暴露出来，一旦发生灾害事故，不仅会招致企业和用户的重大损失，甚至波及到社会，造成社会性灾难。

近两年来，世界范围内重大灾害事故屡屡发生。例如1984年11月9日墨西哥城郊发生石油气大爆炸，大火和爆炸持续了36个小时，招致近500人死亡，7000人受伤，120万人撤离家园；1984年12月3日印度中央邦首府博帕尔近郊美国联合碳化物公司的农药厂，在一次意外事故中发生45吨甲基异氰酸酯泄漏，因中毒而死亡的人数达2347人，受重伤的人数达3~4万人；1986年1月28日，美国航天飞机“挑战者”号在起飞后73秒由于机械事故不幸爆炸，7名宇航员罹难，造成航天史上的最大悲剧；1986年4月26日，苏联基辅的切尔诺贝利核电站，由于第4号反应堆爆炸起火，大量放射性物质外溢，造成7人

死亡，35人重伤，229人受到严重的核辐射，核污染席卷了斯堪的那半岛和东欧，而且波及到了西欧。这些震惊世界的惨祸，在社会上引起强烈的反响，对安全的呼声日益高涨。安全，作为现代科学技术和工业发展中的一个重大课题，越来越引起广泛的关注。

技术革命的发展不仅改变着产业结构和企业面貌，也对企业的安全工作提出了新的更高的要求，而高技术工业及新兴产业群的出现，与之相应的安全工程技术也有待进一步开发，如果对生产中固有的和潜在的危险以及可能出现的各种风险考虑不周，防范不当，措施不力，一旦发生事故，造成重大损失，就可能引起企业经营的恶性循环甚至导致破产。因此所有企业都应把保障安全作为经营的根本方针。而在实现现代化的进程中，安全管理也不断地经受着冲击和挑战，当今所面临的重要课题，就是如何应用现代科学知识和工程技术去研究、分析、评价、控制以及消除生产领域里的各种危险，有效地防止灾害事故。

我国的安全工作，在党和政府制定的一系列方针政策指引下，取得了很大的成就和进展，但是从管理方面看，基本上沿袭了五十年代的一套办法，从1950~1984年间的事故统计来看，伤亡和损失十分惊人，特别是近两年来，出现伤亡事故上升，重大伤亡事故不断发生，职业病严重发展的局面。事实表明，继续沿用落后的已成为习惯的经验性管理方法，已经不能有效地控制和大幅度降低灾害事故。要改变安全工作上的因循守旧、无所建树的局面，必须从领导的思想观念和组织管理上解决如何适应客观的发展规律和形势需要的问题，从总体上、长远上、根本上提出解决安全问题的指导思想并作出科学决策，才可能避免在安全工作上发生失误，而且还要自觉学习与应用现代化

的管理思想和方法，逐步建立适合我国国情，具有我国特色，切合实际的安全管理的科学体系。

传统的安全管理，基本是凭经验和感性认识去分析和处理生产中的各类安全问题，它主要解决已经发生的或者是即将发生的事故或隐患问题，对安全的评价只有“安全”或“不安全”的定性估计，当生产中没有出现事故时，又往往把安全工作搁在一边，而且一旦发生事故，又手足无措，追悔莫及，常常处于被动的地位。由此看来，安全管理要改革，以适应实现四化的要求，适应新技术革命的要求，这是肯定无疑的，现在是改什么和怎样改的问题，这是当前应该认真研究并立即着手解决的重要课题。

我们做安全工作，就是要实现两个长远的目标，一是把事故降下来，或者说把各种产业的死亡事故率和损失率降到社会容许的水平以及降到国外同产业的损失率水平；二是不断改善并创造一个安全文明的生产条件和作业环境，把企业建设成为没有灾害、没有污染的现代社会主义的生产场所。回顾近三十年来，我国在安全工作方面所提出的安全第一、预防为主、三同时、五同时、各级安全生产责任制等等，都是十分重要的，需要坚持实行的方针和原则，现在的问题是怎样把这些原则，通过科学的组织管理方法付诸实施，在新形势下更好地加以贯彻和体现。

安全工作必须科学化，必须跟上现代科学技术突飞猛进的步伐，综合应用现代多门类学科知识和技术，从系统的观念出发研究和解决安全问题。

安全系统工程作为解决安全问题的新方法、新武器，在我国得到了广泛的重视。近几年来已有一些研究所、高等院校和企业积极投入了这一学科的研究工作，并正在大力推广应用。

许多试行单位的经验表明,安全系统工程是能够为企业管理者、安全工作者和工人所接受的,并且收到了良好的效果。

需要指出的是,安全系统工程是在传统安全管理基础上的发展和完善,对于大多数从事安全技术和管理人员来说,他们熟悉生产,有实践经验,在接受和应用上都有便利的条件,而掌握安全系统工程的方法,对提高安全技术和管理水平,搞好安全生产,提供了崭新的知识和科学手段。因此从解决实际的安全问题出发,综合应用各门类的知识和技术,就可以在传统安全技术与管理的基础上,不断推进安全工程技术的进步,并从根本上改变安全工作的面貌。

可以说,现代安全管理将以安全系统工程为中心,综合应用各门类的工程技术,在传统安全管理的基础上,进一步发展和完善起来。因此,应当重视安全系统工程在实际工作中的应用和推广,使安全管理跟上现代科学技术突飞猛进的步伐和现代化管理的要求。

安全系统工程是一门新兴的交叉学科,它不仅涉及多种学科和工程技术的交叉,还包含规划、设计、管理和领导方面的交叉,也是综合考虑生产问题、安全问题、经济问题和社会问题的交叉学科。因此,为了实现系统安全的目标,就需要组织社会上各个方面的力量联合起来做,如对企业的安全评价,就可以由安全咨询或从事安全评价的专门机构承担,属于理论和技术开发问题,可以由研究机构承担,而企业则注重于管理和实施,主要是如何应用安全系统工程的原理和方法,分析、控制以及消除本企业的各种危险,保障安全生产。

我国近几年来应用安全系统工程的实践表明,只要紧密联系实际,这一门学科是能够为广大管理人员、工程技术人员和工人所接受的,是可行的,而且显示了它的应用价值和生命力。

积极开展安全系统工程的研究，并大力推广应用，必将对推进安全管理的现代化和安全工程技术的进步，保障四化建设的顺利发展，产生深远的影响。

## 第二章 现代安全管理

### 第一节 安全管理的基本任务及其 在企业管理中的地位

安全管理是企业管理的一个组成部分,它是以安全为目的,进行有关决策、计划、组织和控制方面的活动。其基本任务是发现、分析和消除生产过程中的各种危险,防止发生事故和职业病,避免各种损失,保障职工的安全与健康,从而推动企业生产的顺利发展,为提高经济效益和社会效益服务。

企业为了在经营上获得更多的收益,不仅要生产社会需要的产品,而且要按计划完成任务,这是重要的前提,其基本条件就是不发生事故,所以防止事故是企业生产活动的最基本的任务。安全部门在企业里作为防止事故的专职机构,它和生产、技术、供销等部门具有同等重要的地位。对安全管理在企业经营中的地位和重要意义必须要有充分的认识 and 正确的理解。在现代企业经营中,安全管理作为经营活动项目之一,并非要把它放在最高的超越一切的地位,但是对待安全问题也决不只是关心、同情和注意的事情。长期以来,一些企业在没有发生事故时,安全工作往往被忽视,而是事故的悲剧对安全管理产生了促进作用。在现实生产活动中有许多管理者并不是没认识到保护人的生命是重要的,并不是感觉不到有发生事故的可能,也并不希望发生事故,但是由于没有采取切实的措施和具体的行动,或者是由于缺乏资金和技术条件,而最终导致发生了灾

害事故，关键在于是否真正地依照“安全第一，预防为主”的方针实施管理和决策。所谓重视和加强安全管理，首要的是把“安全第一，预防为主”作为根本指导思想和行动准则，企业的所有人员都能保持高度的安全观念，有了这种良好的推动安全工作的精神条件，再加上采取有效的措施，进一步创造保障安全的物质条件，在企业一切活动中把安全放在优先的地位，才具备搞好安全的前提，才可能避免发生失误并在安全生产方面收到预期的效果。

推行安全管理的科学化、现代化，是当前企业管理改革的一项重要工作，也是各级经济主管部门、企业管理者和广大安全工作者的重要历史使命。现代安全管理应当在总结安全管理发展历史经验的基础上，综合应用现代管理科学和技术科学的理论和方法，去研究现代条件下管理活动的基本规律和一般方法，也就是要从实际出发，系统地回顾走过的路程，认真总结经验教训，研究新情况，集纳新经验，对不适应科学管理需要的思想观念、管理体制和管理方法进行变革，按四化对安全管理的新要求，来改进和加强安全工作。现代安全管理不是对传统安全管理的否定，而是在传统管理基础上的进一步发展、提高、健全和完善。研究和创立具有中国特色的现代安全管理，是一项重大的改革，成败的关键在于领导，尤其是领导观念的转变和按照科学的程序进行决策。对待安全管理的改革，领导者不能仅仅满足于口头号召，提醒注意，而应当带头开拓，成为安全上的改革者和科学的决策者，同时也应看到现代安全管理的对象是特定的系统安全，所以安全工作也是一项复杂的系统工程，领导者必须从宏观上进行控制、引导和组织协调，并在广泛的范围内作出科学决策。在这方面，应该依据以下的基本程序：①总结本国、本地区和本企业的历史经验并吸取和借

鉴国外的经验,找出管理方面的差距及失误,明确改革的方向;②从国情出发,分析现实的需要和可能,全面地研究,有选择地吸收外国的管理制度和方法;③综合研究应用各种管理的基本原则、方法及其实践成果,通过消化吸收确立必须遵循的基本原则和适用的方法;④运用现代科学技术提供的先进手段,为安全管理的决策提供科学的依据和组织实施的保障。

## 第二节 现代安全管理的新观念

推行现代安全管理的过程,也就是在安全观念和组织管理方法方面的转变、发展和进步的过程。现代安全管理的新观念,概括起来有以下几个方面。

### 1. 安全是一门科学

自古以来,人们为了生存,就要采取各种方法和手段保护自己 and 所拥有的财富,在一个比较长的历史时期里,人们对安全的认识主要出于保持安宁和防火的需要。在手工业时代,只限于家庭和小作坊,发生的伤害也是轻微的。工业革命以后,手工业方式演变为大规模的机器生产,由于劳动条件恶劣,对工人的安全极少注意,经常发生伤亡事故,当时资本家认为这是工业生产联带发生的事,是工业进步必然付出的代价,对受伤的工人也不承担任何责任。十九世纪末开始对有危害的机械设备装设了安全防护器。至二十世纪初,实行了劳动保险法以后,由于赔偿案件急剧增多,资本家为此付出了很庞大的费用,也促使企业开始寻求防范事故的方法。此后,随着生产的大规模化和复杂化,由事故造成的损失大大增加,防止损失的范围日益广泛,在为防止火灾、爆炸、工业中毒、职业病、机器破损、劳动伤害及环境污染等方面,安全作为一个独立的技术体系得到了迅速发展。近代工业安全技术主要是研究和查明生产



中所发生的各种灾害的原因、经过及为防止灾害所需的系统的科学知识和技术体系。六十年代以来，以核工业和航空航天工业为先导，广泛应用了各种科学技术的成果，形成了一门新兴的综合性的交叉学科。在科学技术的体系结构中，安全技术属于工程技术，各门安全技术的共同的理论基础就是安全科学。安全科学技术体系的建立，是现代科学技术发展的必然产物和重要成果，并为安全生产提供了强大的武器。

安全是科学而不是常识，它比常识具有更高、更普遍的概括性认识；并具有通过实证的高度合理性。以往有些人常常把事故的原因归结为由于人的疏忽引起的，因此经常提醒人们要注意安全，似乎只要注意了就可以不出事故，但是往往事与愿违，事故仍然发生，甚至发生了重大灾害性事故。经验证明，对安全问题必须从科学技术的角度出发，应用现代多种学科领域的知识和专门技术，才能有效地防止和避免事故，保障安全。

## 2. 系统安全的观念

在现代工业生产中，导致发生灾害性事故的原因是很多的，包括人、设备和环境因素，事故发生在工厂里，而原因却表现在许多方面，必须从系统的总体出发，全面地观察、分析和解决问题，才可能实现系统安全的目标。

系统安全的观念是对传统安全观念的一种突破，它的意义在于：①将原来相互隔离的一些学科之间建立起相互联系的桥梁，使存在于各学科之间的鸿沟逐渐缩小，这将促进安全工程这一交叉学科的发展；②在实现系统安全的目标下，使社会上原先处于分散的各行其是的设计、制造、生产和使用等部门及单位之间的相互联系和协作得到加强；③把安全同生产，同经济效益，同企业经营统一起来，这将有利于提高企业安全工作的地位，使安全生产真正地、实际地成为企业的命脉和经营方