

Management and Case Study of
Foreign Major Accidents

国外重大事故 管理与案例剖析

陈国华 编著

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

D523

国外重大事故 管理与案例剖析

陈国华 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

《国外重大事故管理与案例剖析》全书分为六个部分,主要从国外重大事故处置策略、事故调查体制机制及分析技术与方法、事故指标体系及指标量化方法三个方面,分析了美国、日本、澳大利亚、英国等发达国家及部分发展中国家的管理实践经验,同时还详细剖析了国外典型重大事故灾难案例,以便能更清晰地了解国外重大事故管理模式及其形成的历史背景。针对我国事故管理体系现状,从事事故预防、事故处置、事故调查及事故(目标)控制四个角度,提出了提高事故管理水平的战略措施和政策建议。

本书可供从事应急管理、事故调查与分析、安全管理的相关技术人员和管理人员使用,也可作为高等院校安全工程、应急管理及相关专业师生教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

国外重大事故管理与案例剖析 / 陈国华编著.
—北京:中国石化出版社,2010.3
ISBN 978-7-5114-0295-0

I. ①国… II. ①陈… III. ①紧急事件-公共管理-研究-国外 IV. ①D523

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 032045 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 15 印张 317 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定价:30.00 元

前言

随着科学技术的发展与工业化、现代化和城市化进程的加快，人与自然的和谐被人为改变，世界进入了经济与文化矛盾、环境与技术冲突、人类与自然牵制的时代。我国正处于工业化加速发展阶段，由于经济转轨、社会转型，相应地也迈入了“非稳定状态”的突发事件频发期，在这期间利益将重新分配，新旧观念相互碰撞，社会结构将发生剧烈变动，社会不稳定因素增加；社会转型会加剧社会冲突，产生社会的诸多不和谐，诱发各类安全生产事故的不断发生。各种重大事故诸如爆炸、火灾、泄漏中毒及交通事故等，近年来尽管有所控制，但依然对人民群众生命、财产安全构成严重威胁，不仅制约经济的可持续发展，而且容易激化社会矛盾，影响到社会的安宁与和谐。

我国在“十一五”规划中提出了“全面建设小康社会”的阶段性目标。这一目标的实现，不仅要反映在经济发展和社会消费指标上，还要反映在经济社会的协调发展及人们生活质量的根本提高上，这就需要我们更加努力地创建一个安全、健康、和谐的社会，一种安全的生产方式和康乐幸福的生活方式。为此，必须强化政府职能，保障安全生产，重视发展安全科学技术，加强事故管理，这是有效预防和控制各种意外事故和灾难的重要手段。

然而，在科学技术迅猛发展、大量高新技术广泛应用到生产生活中的知识经济时代，如果我们再像过去那样疏于对重大事故的管理，其结果将是灾难性的。从这个意义上讲，如何正确认识事故，如何对重大事故进行科学的管

理，如何对重大事故进行有效的监测预报，如何通过有效措施把重大事故的损失减小到最低限度，如何解决经济发展与社会安全之间的矛盾，是政府和企业都需要认真面对并加以研究和解决的问题。

从世界范围来看，大多数国家特别是发达国家，都把“健康、安全、环境”(Health、Safty、Environment, HSE)作为新型工业化追求的目标，将安全管理提升到防治和管理重大事故的高度，这大大促进了人们对重大事故发生发展规律及其危害的认识。但长期以来，由于受经济发展模式和生产力总体水平的影响和制约，我国安全生产基础薄弱，安全法制尚不健全，政府安全监管机制不尽完善，教育与培训相对滞后，对重大事故认识不足，使管理者长期忽视这种“事故”的巨大社会影响，无形中弱化了企业应承担的社会责任和社会意识，降低了对“重大事故”的管理力度，为企业提升安全管理水平设置了认识上的障碍。

目前，我们虽然对“重大事故”进行了界定，但从安全生产监督管理的角度来说，至今尚未形成系统的重大事故管理规范；从理论研究层面看，至今没有关于重大事故本体研究的确切定义和研究内容，更没有明确的重大事故等级评价标准；从管理实践层面看，无论是企业还是安全生产监督管理部门，都没有形成有关重大事故明确的管理对象和管理目标，更没有形成重大事故管理绩效的评价标准和监测预报体系。

因此，对重大事故管理进行系统的研究，首先需要借鉴和吸收国外的先进技术方法及实践经验，阐明什么是重大事故，如何对重大事故进行管理等问题，这有助于推进重大事故灾害研究理论体系的形成，并为建立通用的事故管理体系奠定实践基础，最大限度地减少科学技术及经济发展带来的负面效应，减少事故对经济社会发展的影响。

在这种背景下，我们在广泛查阅国内外相关文献的基础上，通过整理、归纳、总结和分析，经过近两年的努力，编写了这本《国外重大事故管理与案例剖析》，分别从事故处置、事故调查、事故指标体系及量化方法、典型事故案例等方面，对不同的国家和地区进行了较为深入的研究、总结和分析。其主要目的在于系统介绍国外在事故管理方面的先进经验，以对提升我国重大事故管理水平、降低事故高发期风险起到抛砖引玉的作用，希望能够对政府和企业的重大事故管理提供启发，推动这一领域的快速发展。本书的编写得到了广东省安全生产专项资金项目和中澳天然气技术伙伴关系基金项

目资助，广东省安全生产监督管理局规划科技处专门组织专家对书稿进行了认真评审；本书编写过程中，研究生张华文、张玲、孙金凤、湛孔星、段伟利付出了辛勤的劳动；在编写过程中也参考了国内外相关专著、教材和文献资料，在此谨致以衷心的感谢。

由于编写时间仓促，编者的水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 事故管理概述	(1)
1.1.1 事故与重大事故	(1)
1.1.2 事故管理的概念	(2)
1.1.3 事故管理的基本任务	(3)
1.2 国外事故管理发展	(3)
1.2.1 早期的工业事故及其控制与管理	(3)
1.2.2 现代事故管理技术及其发展趋势	(5)
1.3 国外重大事故机理理论研究概况	(6)
1.3.1 重大事故形成机理	(6)
1.3.2 重大事故演化与扩散机理	(7)
1.3.3 重大事故影响机理	(7)
第二章 国外重大事故应急管理	(9)
2.1 美国重大事故应急体系	(10)
2.1.1 法制体系及组织体系	(10)
2.1.2 重大事故响应体系	(13)
2.1.3 事故处置流程及策略	(14)
2.1.4 事故应急处置特点	(15)
2.2 英国重大事故应急管理	(16)
2.2.1 管理法规	(16)
2.2.2 重大事故紧急应对体系	(18)
2.2.3 事故处置流程	(20)
2.2.4 事故处置特点	(21)
2.3 澳大利亚重大事故应急系统	(22)
2.3.1 应急管理体制	(22)
2.3.2 应急系统职能	(23)
2.3.3 事故灾害处置的理念和原则	(24)
2.4 日本事故灾害应对机制	(24)

2.4.1	应急组织体系	(25)
2.4.2	灾害应对过程管理	(25)
2.4.3	灾害救援体系	(27)
2.4.4	事故灾害应急信息化建设	(29)
2.5	俄罗斯灾害处理模式	(30)
2.5.1	应急法制体系	(30)
2.5.2	应急组织体系	(31)
2.5.3	事故灾害处置策略	(32)
2.6	国外重大事故处置特点	(33)
第三章	国外事故调查与分析技术方法	(36)
3.1	国外事故调查的起源与发展	(36)
3.1.1	早期的事故调查	(36)
3.1.2	现代事故调查的发展及趋势	(37)
3.1.3	现代事故分析技术与方法概述	(38)
3.2	美国安全生产事故调查模式	(40)
3.2.1	一般职业事故调查	(40)
3.2.2	矿山事故调查和处理	(51)
3.2.3	化学品事故调查	(61)
3.2.4	交通运输事故调查	(63)
3.2.5	建筑事故调查	(67)
3.2.6	航空航天事故调查	(69)
3.3	英国安全生产事故调查模式	(75)
3.3.1	一般职业事故调查	(75)
3.3.2	矿山事故调查与处理	(85)
3.3.3	铁路运输事故调查	(86)
3.4	澳大利亚事故调查模式	(89)
3.4.1	一般职业安全事故调查	(89)
3.4.2	铁路交通运输事故调查	(94)
3.5	日本事故调查模式	(98)
3.5.1	工矿事故调查	(98)
3.5.2	铁路交通运输事故	(99)
3.6	其他国家或地区事故调查模式	(101)
3.6.1	加拿大运输事故调查	(101)
3.6.2	瑞典事故调查	(103)
3.6.3	荷兰事故调查	(105)
3.6.4	新西兰运输事故调查	(107)
3.6.5	印度工矿事故调查	(110)

3.6.6 俄罗斯事故调查管理制度	(111)
3.6.7 中国台湾地区事故调查管理体系	(114)
3.7 国外事故调查管理机制分析	(116)
第四章 国外事故控制指标体系及其定量分析	(119)
4.1 国外事故统计指标体系	(119)
4.1.1 国际通用事故统计指标	(119)
4.1.2 部分国家和地区采用的工伤事故统计指标	(122)
4.2 国外事故控制指标体系	(123)
4.2.1 发达国家职业安全事故控制指标体系	(123)
4.2.2 新西兰道路安全事故控制指标体系	(125)
4.2.3 欧洲道路安全指标控制体系	(127)
4.3 国外事故目标控制方法	(134)
4.3.1 安全目标管理体系	(134)
4.3.2 安全目标确定方法	(135)
4.3.3 发达国家重要工业领域安全目标	(136)
4.4 安全目标设置及量化方法	(138)
4.4.1 新西兰道路安全目标制订方法	(138)
4.4.2 英国道路安全事故目标模型	(143)
4.5 国外事故控制指标特点分析	(150)
第五章 国外典型事故案例剖析	(152)
5.1 英国邦斯菲尔德油库爆炸事故	(152)
5.1.1 事故背景	(152)
5.1.2 事故处置	(153)
5.1.3 事故调查及后期处置	(155)
5.1.4 事故所带来的经验和教训	(157)
5.2 美国西沃里克车站夜总会特大火灾	(158)
5.2.1 事故背景	(158)
5.2.2 事故应急处置	(159)
5.2.3 事故调查分析	(160)
5.2.4 事故经验与教训	(161)
5.3 美国得克萨斯炼油厂爆炸事故	(162)
5.3.1 事故背景	(162)
5.3.2 事故经过	(163)
5.3.3 事故应急处置	(164)
5.3.4 事故调查	(164)
5.3.5 事故原因分析	(167)
5.3.6 事故教训及启示	(167)

5.4 美国萨格煤矿爆炸事故	(168)
5.4.1 事故背景	(168)
5.4.2 事故应急处置	(168)
5.4.3 事故调查分析与处理	(169)
5.4.4 事故经验及教训	(170)
5.5 澳大利亚朗福德天然气处理厂爆炸事故	(172)
5.5.1 事故背景	(172)
5.5.2 事故应急处置	(172)
5.5.3 事故调查分析与处理	(173)
5.5.4 事故经验及教训	(176)
5.6 美国 I-35W 州际公路大桥坍塌事故	(177)
5.6.1 事故基本情况	(177)
5.6.2 事故应急处置	(178)
5.6.3 事故调查	(181)
5.6.4 事故经验与教训	(183)
5.7 印度博帕尔化学品泄漏事故	(184)
5.7.1 事故背景	(184)
5.7.2 事故处置	(185)
5.7.3 事故调查	(187)
5.7.4 事故经验与教训	(189)
5.8 事故案例总结	(190)
第六章 国外重大事故管理经验借鉴	(192)
6.1 我国安全生产事故应急管理体系	(192)
6.2 我国事故调查管理现状	(193)
6.2.1 事故调查组织原则	(193)
6.2.2 事故调查的组织、职责	(194)
6.3 我国安全生产控制指标体系及管理现状	(195)
6.4 我国事故管理存在的问题分析	(197)
6.5 重大事故管理综合策略	(199)
6.5.1 重大事故预防策略	(199)
6.5.2 重大事故处置策略	(201)
6.5.3 重大事故调查策略	(208)
6.5.4 重大事故目标控制策略	(212)
附录 国外事故管理常用缩略语全称及中文译名	(217)
参考文献	(222)

第一章

绪 论

随着科学技术的发展和工业化、城市化进程的加快,人和自然的和谐被人为改变,世界进入了经济与文化矛盾、环境与技术冲突、人类与自然牵制的时代。这预示着 21 世纪将是灾害、事故、环境公害更为恶化的时期。早在 20 世纪后期,全球已呈现出人口爆炸、资源枯竭、环境危害、重大事故与灾害频发的态势。另一方面,21 世纪也将是高新技术不断涌现,信息化、数字化生产与生存的方式将会得以普及的时代。高新技术首先将给人们带来发展与进步、效率与效益、舒适与文明,而技术的失控也会给人类带来危害与灾难。在当今事故频发的高风险社会,人们需要更加努力地创造一个安全、健康的世界,需要创建一种安全的生产方式和康乐幸福的生活方式。为此,必须强化政府职能,保障安全生产,重视发展安全科学技术,加强事故管理,这是有效预防和控制各种意外事故和灾难的重要手段。

1.1 事故管理概述

1.1.1 事故与重大事故

(1) 事故的内涵与外延

对于事故,人们从不同的角度出发会有不同的理解。在《辞海》中,事故的定义为“意外的变故或灾祸”。在工业生产中,事故的定义有多种,目前比较规范的定义是:“事故是人们生产、生活活动过程中突然发生的、违反人们意志的、迫使活动暂时或永久停止,可能造成人员伤害、财产损失或环境污染的意外事件。”

事故具有如下基本特性:

① 普遍性。人类的生产、生活过程中总是伴随着危险,因此,发生事故的可能性普遍存在;

② 随机性。事故发生的时间、地点、形式、规模和事故后果的严重程度都是不确定的,是随机的;

③ 必然性。危险是客观存在的,而且是绝对的,不可能完全杜绝,只不过事故发生概率大小、人员伤亡的多少和财产损失的严重程度不同而已;

④ 因果相关性。事故是由系统中相互关系、相互制约的多种因素共同作用的结果。事故的原因可分为人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不良刺激作用等,这些原

因在系统中相互作用、相互影响，在一定条件下发生突变，即酿成事故；

⑤ 突变性。系统由安全状态转化为事故实际上是一种突变现象，事故一旦发生，往往十分突然，令人措手不及；

⑥ 潜伏性。事故的发生具有突变性，但在事故发生前存在一个量变过程，即系统内部相关参数的渐变过程，所以具有潜伏性。

(2) 重大事故

重大事故是相对于一般事故而言的，是指造成了重大人员伤亡或重大财产损失的事故。重大事故是为了便于事故管理提出的概念，在不同的国家、不同的时代对重大事故的规定是不一样的^[1]。

国际劳工组织在《预防重大事故公约》中将重大事故定义为：在重大危害设施内的一项活动过程中出现意外的突发性事故，如严重泄漏、火灾或者爆炸，其中涉及一种或多种物质，并导致对工人、公众或者环境造成即刻或延期的严重危害。重大事故就是造成重大人员伤亡或重大经济损失以及性质严重，产生重大影响事故^[2]。而《塞维索指令》对重大事故的定义是：在生产、运行过程中发生的、导致严重危及人员健康及/或环境破坏、涉及一种或一种以上危险物质的事件，如毒物泄漏、火灾和爆炸等^[3]。我国在《生产安全事故报告和调查处理条例》(国务院令第 493 号)中根据安全生产事故造成的人员伤亡或者直接经济损失对事故进行分级，其中重大事故是指造成 10 人以上 30 人以下死亡，或者 50 人以上 100 人以下重伤，或者 5000 万元以上 1 亿元以下直接经济损失的事故，超过这个级别则为特别重大事故。由于经济发展水平、人们的生活水平及对事故的认识程度、社会环境等不同，特别是随着社会的进步，人们越来越珍爱生命，也由于生产规模越来越大和城市化进程的加快，单位面积的人口密度和财产密度越来越大，因此相同危害和破坏范围事故损失越来越大，对重大事故的解释和规定也不同。

重大事故和一般事故相比，具有事故的所有基本特性，即普遍性、随机性、必然性、因果相关性、突变性和潜伏性。同时，重大事故对人类、对社会所造成的损失和危害十分巨大，所造成的社会影响十分严重，因而具有广泛的社会性。从这个意义上讲，工业上发生的重大事故(重大工业事故)决非一般意义上的“事故”，它给人类和社会所带来的危害是灾难性的，因而也可以称之为工业灾难。

1.1.2 事故管理的概念

事故管理是对事故的应急管理、调查分析、分类与统计、建档、制定预案及采取防范措施等事故发生后所采取的一系列工作与管理的总称^[4]。

做好事故管理工作，对企业、行业或地区安全生产状况做出客观、准确的评价，实现安全生产目标管理，对有效地开展事故预测、控制和预防工作都具有十分重要的意义。事故管理的目的是在调查、统计、分析的基础上，掌握事故发生过程、原因和发展规律，寻求有效的防止对策。这一目的也体现了“预防为主”的思想方针。

1.1.3 事故管理的基本任务

加强事故管理,是吸取事故教训,总结事故规律、特点,防止类似事故重复发生,是事故管理的主要范畴。事故管理的基本任务主要有以下几个方面:

(1) 事故的调查与处理

事故是人们在生活或生产活动过程中违背客观事实或科学规律所受到的惩罚,事故又是强迫人们必须接受的最真实、最现实的“科学试验”,它蕴藏着丰富的经验、教训、知识和新课题。所以,认真总结事故教训和防范事故经验,研究事故发生特点,找出事故发生、发展规律,避免类似事故再次发生,则是事故管理者的基本任务和责任。

(2) 进行事故的统计与分析

事故资料是血的教训的记录,是一个地区、一个行业和一个企业防范事故或灾难的无价之宝,收集并整理事故的有关原始资料,运用数理统计方法进行数据处理,并进行综合分析,比较评价,从而找出事故的发展规律,进行事故预测预防。

(3) 进行事故隐患治理和事故预防

根据事故发生的特点,找出事故发生的规律,进行针对性的安全检查和事故隐患治理与整改,提出安全目标和事故控制指标,从技术、管理及教育等方面,制订预防和减少事故的措施计划,并尽快地组织计划落实和完成。

(4) 进行安全教育与培训

事故管理的一个重要任务,就是以发生的事故为案例或典型,及时开展安全教育或培训,以吸取事故教训,防止类似事故再次发生,达到警钟长鸣。

(5) 进行事故应急预案的研究

“凡事预则立,不预则废。”通过大量事故的调查研究和所进行的事故管理,为全面防范事故、制定切实可行的事故应急处置预案提供借鉴或经验。

1.2 国外事故管理发展

1.2.1 早期的工业事故及其控制与管理

现代科学技术对工业发展产生了极大的推动作用。然而,由于人们在应用工业技术中出现的行为失当和管理失误造成的各种工业事故,特别是重大工业事故,带来的是巨大的人员伤亡和经济损失。

早在中世纪时期,人类生产从畜牧农耕业向使用机械工具的矿业转移之时,一些人为的事故灾害便开始发生。18世纪,蒸汽机的发明和广泛使用标志着第一次产业革命的开始,西方开始了由农业社会向工业社会的跨越,蒸汽动力成为推动社会经济发展的引擎,但随着蒸汽锅炉应用于航海、纺织、铁路运输及工矿企业,人们遇到的安全问题开始变得复杂起来,由工业生产引发的伤亡事故不断发生。例如,由于使用了蒸汽机,

每年锅炉爆炸造成上千人死亡。随着工业社会的不断发展和生产技术的进步,一些重大恶性事故不断增多,给人类的生命安全和生存发展带来越来越大的威胁,并且产生了一些灾难性的后果。19 世纪下半叶至 20 世纪上半叶,由于工业生产规模不断扩大,煤矿、航运、化工等行业迅速发展,但伴随而来的是矿山塌陷、瓦斯爆炸、毒气泄漏、机械伤害等工业事故的凸现,毁灭性、灾难性事故已经成为人类社会进程中最值得关注的问题之一^[5]。表 1-1 列举了早期发生的部分重大事故灾难^[6]。

表 1-1 早期发生的重大事故灾难

年份	事 故	损 失
1666	英国伦敦火灾	13200 所房屋被烧毁
1769	意大利 San Nazzarra 火药爆炸事故	3000 人死亡
1772	西班牙 Zaragoza 大剧院火灾	27 人死亡
1802	西班牙 Puentes 堤坝坍塌	608 人死亡
1842	凡尔赛到巴黎铁路运输事故	60 人死亡
1858	英国伦敦码头锅炉爆炸事故	2000 人死亡
1860	美国马萨诸塞州劳伦斯市 Pemberton Mill 工厂坍塌事故	约 145 人死亡, 166 人受伤
1863	智利圣地亚哥教堂大火	2000 人死亡
1864	英国 Dale Dyke 堤坝坍塌	250 人死亡
1871	美国芝加哥火灾	250 ~ 300 人死亡, 18000 所房屋被毁
1879	苏格兰 Tay 桥坍塌	75 人死亡
1881	奥地利维也纳剧院火灾	850 人死亡
1885	法国司法宫坍塌	30 人死亡
1889	美国 South Fork 堤坝坍塌	2000 人死亡
1903	法国巴黎地铁运输事故	84 人死亡
1905	美国马萨诸塞州布拉克顿 Glover 鞋厂锅炉爆炸	58 人死亡, 150 人受伤
1906	法国 Courrières 煤矿爆炸	1099 人死亡
1907	美国匹兹堡钢铁厂爆炸	59 人死亡
1911	美国纽约三角女制衣厂火灾	164 人死亡
1912	“泰坦尼克”号沉入大西洋	1500 人死亡
1913	德国战机 LZ-18	28 人死亡
1915	苏格兰 Quintinshill Junction	227 人死亡
1917	加拿大 Halifax 码头货物爆炸事故	1200 人死亡
1921	德国巴斯夫公司位于 Oppau 的化工厂发生爆炸	561 人死亡, 约 2000 多人受伤
1942	美国波士顿椰子林夜总会特大火灾	491 人死亡
1942	中国本溪煤矿瓦斯爆炸事故	1572 人死亡
1944	美国加利福尼亚州 Port Chicago 海军军火库爆炸事故	320 人死亡
1944	美国哈特福德林肯兄弟马戏团帐篷火灾	168 人死亡, 487 人受伤

在早先安全技术比较落后的状况下,人们想到的是从立法的角度来控制日益严重的工业事故。13 世纪德国政府颁布的《矿工保护法》,是人类最早的劳动安全立法。1802 年英国政府制订了最初工厂法《保护学徒的身心健康法》,规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,并在 1844 年对其进行了修订,对机械防护措施、事故灾害报告等均做了规定。1869 年德国普鲁士制定的《一般工作灾害防止法案》,是世界上最早的工业安全标准规范。此外,美国的一些州在

1867 年开始就安全检查、建立安全工作机构等进行立法。1908 年美国国会通过《补偿法》，为工人因工伤亡赔偿提供法律保障。针对世界范围内的安全立法，人类进入 20 世纪才迈出了步伐，这就是 1919 年第一届国际劳工大会制定的有关工时、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可追溯到 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》，其主要内容是要求资本家合理地规定工时、工资及劳动保护等。英国、德国、美国等工业发达国家是劳动安全立法最早和较为完善的国度。除此，很多国家的安全立法一般起步于 20 世纪，即使日本这样的发达国家，到 1915 年才正式实施《工厂法》，比英国晚了近百年。

1.2.2 现代事故管理技术及其发展趋势

二战后，西方发达国家的核能、航天等尖端工业和大型石油、冶金、化工等重工业步入快速发展时期，越来越多的新工艺、新能源和新材料开始在现代工业生产中得到广泛应用，现代生产过程也逐步向规模化、复杂化和高度自动化方向发展，这些新变化一方面增加了安全工作的未知领域，另一方面，也使事故的后果更为严重。特别是 20 世纪 60、70 年代以来，由于化学工业、石油工业在世界范围内的迅速发展，灾害性爆炸事故、火灾、大范围群体中毒事故不断出现，这些灾害所带来的严重后果和社会问题远远超出了事故本身。此外，城市化建设的推进使得大量人口、产业和财富向城市区域聚集，各种自然灾害和重大事故灾难后果被放大，且随着城市人口数量和人口密度的增大，事故发生的频率也越来越高，危害后果也越来越惊人。表 1-2 列举了现代工业社会发生的部分重大事故灾难。

表 1-2 现代工业社会发生的重大事故灾难

年 份	事 故	损 失
1961	日本富士山化工厂氯气泄露事故	532 人中毒，9000 多人受到不同程度的伤害，大片农田被毁
1974	英国弗利克斯巴勒 (Flixborough) 化工厂环己烷蒸气爆炸事故	29 人死亡，109 人受伤，直接经济损失达 700 万美元
1975	荷兰国营矿业公司爆炸事故	14 人死亡，106 人受伤，大部分设备被损坏
1978	西班牙巴塞罗那市到巴来西亚市公路运输事故	150 人死亡、120 多人受伤、100 多辆汽车和 14 幢建筑物被毁
1984	墨西哥城液化石油气供应中心爆炸事故	至少 452 人死亡，3.1 万人无家可归，30 万人被疏散
1984	美国联合碳化物公司位于印度博帕尔的农药厂毒气泄漏事故	约 2500 人死亡，近 20 万人受到不同程度的伤害
1984	巴西圣保罗州库巴坦 (Cubatao) 饮料基地石油泄漏事故	500 人死亡

面对自然环境遭受破坏、空气水资源被污染、核废料扩散、生态平衡出现危机、交通事故剧增等全球性问题,人们开始从系统的角度来认识、研究一些给人类带来灾难性后果的“工业事故”,如火灾、爆炸、化学品泄漏、核泄漏等。这一时期,国外特别是工业发达国家在事故控制与管理技术方面得到了迅速发展,并在不同的历史时期体现出不同的管理模式。20世纪50~60年代建立了现代事故预防理论和方法体系;70~80年代在职业安全与健康管理体系下,强调了综合性事故管理系统,包括事故应急系统、调查机构、统计分析理论与方法、安全目标管理及事故防范体系等;进入90年代,现代事故科学管理的理论和方法体系逐步发展和完善。显然,不同的历史时期,在不同的生产技术、经济体制和安全理论指导下,表现出不同的事故管理特色。无论是人身伤亡事故,还是财产损失事故;无论是交通事故,还是生产事故,都对人类造成危害和损害。这些为人们所不期望的现象,无论从根源、过程或后果来看,都有其共同的特点和规律,人类对其进行防范和控制,也都有共同的对策和手段。

1.3 国外重大事故机理理论研究概况

1.3.1 重大事故形成机理

随着社会的发展,科学技术的进步,特别是工业革命以后工业事故的频繁发生,人们在与各种工业事故斗争的实践中不断总结经验,探索事故发生的规律,相继提出了阐明事故为什么会发生,事故是怎样发生的,以及如何防止事故发生的理论。从著名的事故致因多米诺骨牌理论,到James Reason的Swiss Cheese模型,目前得到学术界和业界认可的事故致因理论大约有20多种^[7]。纵观国内外研究,事故的发生可以概括为:人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素及管理不善四个方面^[8]。那么,重大事故灾难的根源是什么?如果能找出其发生的根源,将极大简化事故防御过程。但事实恰恰相反,重大事故的发生并非由某个具体原因造成,而包括多重因素。国内外很多学者对事故灾难发生的规律进行了研究和探索,深入分析了事故发生的共同因素,总结起来,主要有人为因素、技术因素、组织因素及社会因素四类^[9],可以用表1-3所示矩阵来表示^[6]。要充分阐释一起事故灾难,往往需要综合考虑所有四类因素:操作人员的行为、技术设计因素、组织系统作用以及社会文化因素。

表1-3 重大事故致因因素的系统分析矩阵

	内部系统因素	外部系统因素
技术系统因素	技术设计因素 有缺陷的设计 有故障的设备 污染的或劣质材料/货源 有漏洞的测试程序	人为因素 人机配合不良 操作员的操作错误 认知局限 疲倦或紧张 忽视、傲慢或愚蠢

续表

	内部系统因素	外部系统因素
社会系统因素	组织系统因素 沟通失败 团体决策有误 规章制度政策制定不利 因成本压力而忽视安全	社会文化系统因素 文化价值观和惯例 组织机构机制 行政监督机制 教育系统

1.3.2 重大事故演化与扩散机理

在突发事故灾害扩散及演化方面,国外学者进行了探索性研究,包括 Turner (1976a, 1992b)提出的灾害阶段模型及在此基础上构建的前阶段模型, Ibrahim - Razi 提出的七阶段模型, Toft 和 Reynolds (1994)提出的系统失误和文化重新调整模型(SF-CRM), Shrivastava 等(1988)提出的工业危机模型,以及 Burkholder (1995)的紧急事件演进模型和 Fink (1986)提出的危机阶段模型。此外, Park (1989)等人采用四阶段模型(PPRR),对切尔诺贝利核电站事故发展过程进行了研究。Stallings 和 Quarantelli (1985)以灾害演化的时间序列为基础,对灾害发生前、中、后的影响进行了研究^[10-11](表1-4)。

表 1-4 事故灾害演进模型

模型	事故灾害种类	研究结论	研究对象与角度	演进机理
Turner 灾害阶段模型	各类灾害	依据灾害不同阶段的特点,采用不同的方法减轻灾害的后果	灾害发生后的过程,灾害社会学	不涉及
Turner 灾害前阶段模型	社会技术灾害	灾害发生前的过程	灾害发生的诱因,灾害社会学	涉及
Ibrahim-Razi 模型	事故和社会技术灾害	灾害发生的诱因分析	灾害发生的诱因和连锁效应,安全管理和灾害社会学	涉及
系统失误和文化重新调整模型	事故和社会技术灾害	面对危机的发生,人类系统需要不断调整	灾害形成的全过程,社会在不同阶段的作用,安全管理和灾害社会学	涉及
工业危机模型	危机、社会技术灾害	对灾害的诱因分析	危机发生的原因,危机管理	涉及
紧急事件演进模型	紧急事件	依据紧急事件不同阶段,需要采用不同的手段	紧急事件在发展过程中的特点,灾害社会学	不涉及
危机阶段模型	危机	在危机不同阶段,应采用不同的应对原则	危机发生的整个过程,危机管理	不涉及

1.3.3 重大事故影响机理

在安全管理学中,把事故带来的损失一般分为直接经济损失和间接经济损失。在国