



油库安全丛书

油库事故理论与分析

OIL DEPOT ACCIDENT THEORY AND METHODOLOGY

朱建成 王丰 张晓伟 编著

中国石化出版社

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

内 容 提 要

本书以油库事故为研究对象,从油库事故发生前的预防管理和事故发生后的应急管理两方面进行了分析,详细介绍了油库事故的内涵及特征、油库事故的发展阶段、事故成因理论、油库事故后果分析、油库事故管理、油库事故预防、油库应急管理、油库典型事故案例、油库事故现场急救处理、油库事故调查处理等内容。内容具体实用,对指导油库事故管理工作有较大帮助。

本书可供油库业务干部学习和参考,也可作为高等院校油料类专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

油库事故理论与分析 / 朱建成,王丰,张晓伟编著.
—北京:中国石化出版社,2013.2
ISBN 978-7-5114-1951-4

I. ①油… II. ①朱… ②王… ③张… III. ①油库 - 事故分析 IV. ①TE88

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 017933 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

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 18 印张 453 千字

2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

定价:46.00 元

前言

石油是工业的血液，是最重要的能源和化工原料，随着国民经济的迅猛发展，对石油产品的需求量与日俱增。然而，由于石油及其产品具有易燃、易爆、腐蚀毒害等特性，使得其在生产、使用、储存、运输过程中存在潜在的风险，稍有不慎就会酿成事故，给国家和人民的生命财产造成破坏和损失。在过去的数十年间，世界范围内发生了多起重特大石油事故。例如：1984年墨西哥城液化石油气爆炸事故，650人丧生，数千人受伤；1989年黄岛油库特大火灾事故，大火燃烧了104个小时，烧掉原油 $3.6 \times 10^4 \text{t}$ ，烧毁油罐5座，造成的经济损失达3300万元，扑救中19人牺牲，78人受伤，灾后可估计的间接损失就达5200万元，还不包括海洋被污染后的治理费用；2007年，国内某油库发生重大油气爆炸安全事故，造成整个山洞油库毁灭性的破坏，成品油料大量外泄，直接经济损失、间接损失和善后处理工作付出的代价都非常惨重。据不完全统计，近20年间，仅我国销售系统成品油库就发生较大事故600次，致使310人死亡，630人伤残，损失油品近 $5 \times 10^4 \text{t}$ ，直接经济损失达2500万元。

近年来，随着国家石油储备油库的建设，油品储罐也向着大型化方向发展。目前我国在建和拟建的油库，尤其是国家储备库，库容大都在 $100 \times 10^4 \text{m}^3$ 的量级以上，有的甚至规划到 $2 \times 10^7 \text{m}^3$ 。现有最大的石油库已达 $1 \times 10^7 \text{m}^3$ 。对于大型石油库一旦发生火灾爆炸等突发事件，其后果将会更加严重，甚至可能是灾难性的。因此，高度重视油库事故理论和方法研究，加强油库火灾爆炸事故的定量化分析研究，总结油库事故发生和发展的规律，系统分析油库存在的泄漏、火灾、爆炸事故风险，制订预防和控制事故发生的对策，为企业及社会减灾防灾提供理论依据，具有重要的理论和实践意义。

本书以油库事故为研究对象，从油库事故发生前的预防管理和事故发生后的应急管理两个方面进行了分析，主要包括油库事故的内涵及特征、油库事故的发展阶段、事故致因理论、油库事故后果分析、油库事故管理、油库事故预防、油库应急管理、油库典型事故案例、油库事故现场急救处理、油库事故调查处理等内容。本书力求从过去事故中吸取经验教训，深刻地认识各种油库事故的孕育、发生、发展及消亡规律，采用科学的定性和定量方法，注重解决油库事故分析和管理工作中的实际问题，以提高油库事故管理水平，可供油库业务人员学习和参考，

也可作为院校相关专业的教材。

本书由中国人民解放军 66296 部队油料处朱建成、张晓伟和后勤工程学院王丰共同编著，本书的编写参阅了大量的有关书刊及论文，主要参考文献列于书后，在此对有关作者表示感谢。由于作者水平所限，书中难免存在不妥之处，欢迎读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 事故预防理论的发展	(1)
第二节 油库事故的内涵及特征	(4)
第三节 油库事故的发展阶段	(6)
第四节 油库事故模型	(7)
第二章 事故致因理论	(11)
第一节 事故致因理论的产生与发展	(11)
第二节 事故因果论	(13)
第三节 能量转移理论	(17)
第四节 人失误的事故模型	(21)
第五节 轨迹交叉理论	(29)
第六节 动态变化理论	(32)
第七节 油库事故致因机理分析	(35)
第三章 油库事故后果分析	(37)
第一节 油库事故类型及事故后果分析程序	(37)
第二节 油库泄漏事故后果分析	(38)
第三节 油库火灾事故后果分析	(44)
第四节 油库爆炸事故后果分析	(53)
第五节 油库爆炸事故后果分析实例	(60)
第四章 油库事故管理	(70)
第一节 油库事故管理的任务	(70)
第二节 油库事故现场管理	(70)
第三节 油库事故管理程序	(72)
第四节 油库事故分类与损失计算	(73)
第五节 油库事故统计分析	(76)
第六节 油库事故档案管理	(81)
第五章 油库事故预防	(83)
第一节 油库事故预防与控制的原则	(83)
第二节 油库静电事故预防	(84)
第三节 油库雷击事故预防	(96)
第四节 油库油气中毒事故预防	(105)
第五节 油库设备损坏事故预防	(111)
第六节 油库跑冒混油事故预防	(120)
第七节 油库电气火灾事故预防	(123)
第八节 油库维修作业事故预防	(129)

第九节 油库自然灾害事故预防	(138)
第六章 油库应急管理	(140)
第一节 油库应急管理概述	(140)
第二节 油库应急预案	(143)
第三节 油库事故应急处置方法	(163)
第四节 油库应急救援装备	(171)
第七章 油库典型事故案例	(184)
第一节 油库静电事故案例	(184)
第二节 油库雷击事故案例	(191)
第三节 油库油气中毒事故案例	(198)
第四节 油库设备损坏事故案例	(200)
第五节 油库跑冒混油事故案例	(203)
第六节 油库电气火灾事故案例	(207)
第七节 油库维修作业事故案例	(210)
第八节 油库自然灾害事故案例	(213)
第八章 油库事故现场急救处理	(216)
第一节 现场急救概述	(216)
第二节 现场对伤员急救前的检查	(218)
第三节 外伤现场急救处理	(219)
第四节 触电现场急救处理	(219)
第五节 火焰烧伤现场急救处理	(223)
第六节 化学烧伤现场急救处理	(224)
第七节 中毒现场急救处理	(225)
第八节 高处跌落摔伤的现场急救处理	(226)
第九节 中暑现场急救处理	(226)
第九章 油库事故调查处理	(228)
第一节 油库事故调查与分析	(228)
第二节 油库事故处理	(239)
第三节 油库事故调查报告	(241)
附录一 企业职工伤亡事故调查分析规则(GB 6442—86)	(248)
附录二 企业职工伤亡事故分类标准(GB 6441—86)	(251)
附录三 企业职工伤亡事故经济损失统计标准(GB 6721—86)	(261)
附录四 油库事故管理规定(摘要)	(264)
附录五 生产安全事故报告和调查处理条例	(268)
附录六 火灾事故调查规定	(274)
参考文献	(280)

第一章 概 论

第一节 事故预防理论的发展

人类防范事故风险的安全科学已经历了漫长的岁月，从事后型的“亡羊补牢”到预防型的本质安全；从单因素的就事论事到系统安全工程；从事故致因理论到安全科学原理，工业安全科学的理论体系在不断发展和完善。安全科学理论体系的发展经历了具有代表性的三个阶段：从工业社会到20世纪50年代主要发展了事故学理论；20世纪50~80年代发展了危险分析与风险控制理论；20世纪90年代以来，现代的安全科学原理初见端倪，目前还在不断地发展和完善之中。

一、事故学理论

1. 认识论

事故学理论的基本出发点是事故，以事故为研究的对象和认识的目标，在认识论上主要是经验论与事后型的安全哲学，是建立在事故与灾难的经历上来认识安全，是一种逆式思路（从事故后果到原因事件）。方法论的主要特征在于被动与滞后，是“亡羊补牢”的模式，突出表现为一种头痛医头、脚痛医脚、就事论事的对策方式。

2. 理论系统

基于以事故为研究对象的认识，形成和发展了事故学的理论体系。

（1）事故分类学。按管理要求的分类法，如加害物分类法、事故程度分类法、损失工日分类法、伤害程度与部位分类法等；按预防需要的分类法：如致因物分类法、原因体系分类法、时间规律分类法、空间特征分类法等。

（2）事故模型论。因果连锁模型（多米诺骨牌模型）、综合模型、轨迹交叉模型、人为失误模型、生物节律模型、事故突变模型等。

（3）事故致因理论。事故频发倾向论、能量意外释放论、能量转移理论、两类危险源理论等。

（4）事故预测理论。线性回归理论、趋势外推理论、规范反馈理论、灾变预测法、灰色预测法等。

（5）事故预防理论。“三E”对策理论、事后型对策等。

3. 方法与特征

在上述思想认识的基础上，事故学理论的主要导出方法是事故分析（调查、处理、报告等）、事故规律的研究、事后型管理模式、四不放过的原则（即事故原因分析不清不放过、责任人没有受到处理不放过、整改措施不落实不放过、有关责任人和群众没有受到教育不放过）、建立在事故统计学上的致因理论研究、事后整改对策、事故赔偿机制与事故保险制度等。

事故学的理论对于研究事故规律、认识事故的本质，从而对指导预防事故有重要的意

义，在长期的事故预防与保障人类安全生产和生活过程中发挥了重要的作用，是人类安全活动实践的重要理论依据。但是，一方面由于现代工业固有的安全性在不断提高，事故频率逐步降低，建立在统计学上的事故理论随着样本的局限使理论本身的发展受到限制，同时由于现代工业对系统安全性要求不断提高，直接从事事故本身出发的研究思路 and 对策，仅停留在事故学的研究上的理论效果已不能满足新的要求。

二、危险分析与风险控制理论

1. 认识论

以危险和隐患作为研究对象，其理论基础是对事故因果性的认识，以及对危险和隐患事件链过程的确认。建立了事件链的概念，有了事故系统的超前意识流和动态认识论，确认了人、机、环境、管理事故综合要素，主张工程技术硬手段与教育、管理软手段综合措施，提出超前防范和预先评价的概念和思路。

2. 理论系统

由于研究对象和目标体系的转变，危险分析与风险控制理论发展了如下理论体系。

(1) 系统分析理论。故障树分析理论(FTA)、事件树分析理论(ETA)、安全检查表技术(SCL)、故障及类型影响分析理论(FMFA)等。

(2) 安全评价理论。安全系统综合评价理论、安全模糊综合评价理论、安全灰色系统评价理论等。

(3) 风险分析理论。风险辨识理论、风险评价理论、风险控制理论等。

(4) 系统可靠性理论。人机可靠性理论、系统可靠性理论等。

(5) 隐患控制理论。重大危险源理论、重大隐患控制理论、无隐患管理理论等。

3. 方法和特征

由于有了对事故的超前认识，这一理论体系提出了比早期事故学理论更为有效的方法和对策，如预期型管理模式；危险分析、危险评价、危险控制的基本方法过程；推行安全预评价的系统安全工程；四负责的综合责任制；管理中的“五同时”原则；企业安全生产的动态“四查工程”等科学检查制度等。危险分析与风险控制理论指导下的方法，体现了超前预防、系统综合、主动对策等特征。

危险分析及隐患控制理论从事故的因果性出发，着眼于事故前期事件的控制，对实现超前和预期型的安全对策、提高事故预防的效果有着显著的意义和作用。但是，这一层次的理论在安全科学理论体系上还缺乏系统性、完整性和综合性。

三、安全科学原理

1. 认识论

以安全系统作为研究对象，建立了人-物-能量-信息的安全系统要素体系，提出系统自组织的思路，确立了系统本质安全的目标。通过安全系统论、安全控制论、安全信息论、安全协同科学、安全行为科学、安全环境科学、安全文化建设等科学理论研究，提出在本质安全化认识论基础上的全面、系统、综合地发展安全科学理论。

2. 理论系统

安全原理的理论系统还在发展和完善之中，目前已有的初步体系有如下几种。

(1) 安全哲学原理。从历史学和思维学的角度研究实现人类安全生产和安全生存的认识

论和方法论。如有了这样的归纳：远古人类的安全认识论是宿命论的，方法论是被动承受型的；近代人类的安全认识提高到了经验的水平；现代随着工业社会的发展和技术的进步，人类的安全认识论进入了系统论阶段，从而在方法论上能够推行安全生产与安全生活的综合型对策，甚至能够超前预防。有了正确的安全哲学思想的指导，人类现代生产与生活的安全才能获得高水平的保障。

(2) 安全系统论原理。从安全系统的动态特性出发，研究人、社会、环境、技术、经济等因素构成的安全大协调系统。建立生命保障、健康、财产安全、环保、信誉的目标体系。在认识了事故系统人—机—环境—管理四要素的基础上，更强调从建设安全系统的角度出发，认识安全系统的要素：人——人的安全素质(心理与生理、安全能力、文化素质)；物——设备与环境的安全可靠性(设计安全性、制造安全性、使用安全性)；能量——生产过程中能的安全作用(能的有效控制)；信息——充分可靠的安全信息流(管理效能的充分发挥)是安全的基础保障。从安全系统的角度来认识安全原理更具有理性的意义，更具科学性原则。

(3) 安全控制论原理。安全控制是最终实现人类安全生产和安全生存的根本措施。安全控制论提出了一系列有效的控制原则。安全控制论要求从本质上来认识事故(而不是从形式或后果)，即事故的本质是能量不正常转移，由此推出了高效实现系统安全的方法和对策。

(4) 安全信息论原理。安全信息是安全活动所依赖的资源。安全信息原理研究安全信息定义、类型，研究安全信息的获取、处理、存储、传输等技术。

(5) 安全经济学原理。从安全经济学的角度，研究安全的减损效益(减少人员伤亡、职业病负担、事故经济损失、环境危害等)，研究安全的增值效益，即研究安全的“贡献率”，用安全经济学理论指导安全系统的优化。

(6) 安全管理学原理。安全管理最基本的原理首先是管理组织学的原理，即安全组织机构合理设置、安全机构职能的科学分工、安全管理体制协调高效、管理能力自组织发展、安全决策和事故预防决策的有效和高效。其次是专业人员保障系统的原理，即遵循专业人员的资格保证机制：通过发展学历教育和设置安全工程师职称系列的单列，对安全专业人员提出具体严格的任职要求；建立兼职人员网络系统：企业内部从上到下(班组)设置全面、系统、有效的安全管理组织网络等。三是投资保障机制，研究安全投资结构的关系，正确认识预防型投入与事后整改型投入的关系，要研究和掌握安全措施投资政策和立法，讲求谁需要、谁受益、谁投资的原则，建立国家、企业、个人协调的投资保障系统等。

(7) 安全工程技术原理。随着技术和环境的不同，发展相适应的硬技术原理，如机电安全原理、防火原理、防爆原理、防毒原理等。

目前还在发展中的安全理论有：安全仿真实论、安全专家系统理论、系统灾变理论、本质安全化理论、安全文化理论、安全决策理论等。

3. 方法与特征

自组织思想和本质安全化的认识，要求从系统的本质入手，要求主动、协调、综合、全面的方法论。具体表现为：从人与机器和环境的本质安全入手，人的本质安全指不但要解决人的知识、技能、意识素质，还要从人的观念、伦理、情感、态度、认知、品德等人文素质入手，从而提出安全文化建设的思路；物和环境的本质安全化就是要采用先进的安全科学技术，推广自组织、自适应、自动控制与闭锁的安全技术；研究人、物、能量、信息的安全系统论、安全控制论和安全信息论等现代工业安全原理；技术项目中要遵循安全措施与技术设

施同时设计、施工、投产的“三同时”原则；企业在考虑经济发展、进行机制转换和技术改造时，安全生产方面要同时规划、发展、实施，即所谓“三同步”的原则；还有三点控制工程、定置管理、四全管理、三治工程等超前预防型安全活动；推行安全目标管理、无隐患管理、安全经济分析、危险预知活动、事故判定技术、行为安全观察等安全系统科学方法。

第二节 油库事故的内涵及特征

一、油库事故的内涵

事故是指人们在进行有目的的活动过程中，突然发生的与人的希望和意志相反的事件。事故是不正常事件的总称，是事故隐患转化的结果。它并不是人们的愿望，而是意外的事件，随着劳动生产过程而存在，随着劳动生产过程的延续而发生和发展。

安全与事故是两个截然不同的概念。安全是系统发展存在过程的状态的描述量，与事故有本质的区别。任何系统的运行过程均可看作是一个随机过程，事故是这一随机过程的所有样本实现总体中的一类子样本。因此，安全不同于事故，即未发生事故的系统不一定肯定是安全的，而发生了事故的系统不一定不安全。另一方面，安全和事故也不是完全对立的，系统事故的发生只能是其不安全的必要条件，而非充分条件，系统运行的安全与否，只能用系统运行的安全程度来表示。

人们是通过评价事故发生概率的大小和事故一旦发生其后果的严重程度两个方面来评价事故的危险性的。事故发生的概率是时间长度或样本个数趋近无限大的情况下，系统发生事故次数与系统正常工作次数的比值。事故后果严重度是事故发生后其后果带来的损失大小的度量。事故后果带来的损失包括人员生命健康方面的损失、财产损失、生产损失或环境方面的损失等可见损失，以及受伤害者本人、亲友、同事等遭受的心理冲击和事故造成的不良社会影响等无形的损失。由于无形的损失主要取决于可见损失，因此事故后果严重度也可以用可见损失的大小来相对比较。通常，以伤害的严重程度来描述人员生命健康方面的损失；以损失价值的金额数来表示事故造成的财物损失或生产损失。

油库事故是指人们在油库进行有目的的活动过程中，突然发生违反人们意愿、并可能使有目的的活动发生暂时性或永久性中止，同时造成人员伤亡或者财产损失的意外事件。油库事故管理就是对危险和事故进行调查、分析、统计、报告、处理等一系列工作的总称。是一项涉及面广，政策性、技术性、综合性很强的管理活动。它对于确保稳定、实现安全管理都具有极其重要的意义。油库事故管理是油库管理的重要内容，是一项贯穿于油库全员、全过程、全方位的安管理工作。做好油库安全工作一定要重视油库事故管理，重视油库事故规律的研究。通过对油库事故形成过程及内在规律的研究，分析研究危险和事故的本质因素，确定事故发生的内在原因及激发因素，有利于针对性地采取安全防护措施，防止或减少事故的发生。

二、油库事故的特征

事物都具有其自身所固有的发生或发展规律。油品有其本身所固有的理化性质和变化规律，油库人员思想有其随外界环境而变化的规律，油库设施设备也有其构造和性能的差异而表现出来的不同的运行规律。油库事故的发生具有一定的规律性，即油库事故的发生总是由于内因根据和外因条件的作用，是有序的而不是杂乱无章的一系列事件的组合，是集中的而

不是分散的外在表现形式。从油库管理工作的本质特征来看，油库事故发生的特征主要体现在以下五个方面。

1. 多因素性

一般来说事故是多重因素决定的，即事故是多种因素共同促成的结果，单一因素难以形成事故。在确认事故时，要从多种因素的分析中找到事故的原因，才能为事故的确认提供依据，才能确定事故的性质。油库事故往往是在进行油料储运、收发、加注或设备设施维修等作业过程中发生的，而人员和物资两个系列又是在一定的自然、社会和管理环境中运动的，因此，除了人员和物资之外，还应着重研究自然环境、社会环境、管理环境以及油库人—机系统结合下的作业方式或作业程序等方面的问题。

2. 因果性

任何事故都是由事故隐患转化的结果，即事故隐患的存在是事故发生的原因所在。事故隐患是伴随着劳动生产过程而存在的不易被人发现的潜在危险性或事故可能性。事故隐患是由物质危险因素和生产管理缺陷二者的集合。危险因素是指生产过程中物质条件所固有的危险性质及其潜在的破坏能量。管理缺陷是指人在生产过程中的错误指令和错误操作。危险因素是发生事故的物质基础，只是存在发生事故的可能性；管理缺陷是事故发生的激发条件，它作用于危险因素，便导致事故发生，若在事故中仍有管理缺陷继续起作用，则会进一步导致事故的发展和扩大。

物质危险因素与生产管理缺陷具有相辅相成的关系：没有危险因素存在，即使生产管理上有缺陷也不会导致发生事故；仅有危险因素存在，生产管理上完善无缺陷也不会导致事故发生。危险因素的存在只表明有发生事故的可能，而且事故的严重程度与危险因素的大小成正比；管理缺陷的存在只表明具备了发生事故的激发条件，而且事故的发生频率与管理缺陷的多少和作用时间成正比。只有同时存在着危险因素和管理缺陷，并且管理缺陷作用于危险因素，才构成事故隐患，事故隐患受到激发就转化为事故。实际事故统计也说明了这一问题：如错误指令和错误操作次数越多，发生事故的次数和就越大，犯错误的时间越长，则发生事故的可能性也越大。

3. 偶然性

从主观愿望上来说，人们都不愿意发生事故，而事故往往发生在人们意想不到的地点和时刻。人们在从事生产和管理等各项活动中，往往是由于某一事件的出乎意料发生（如人的行为过失、设备故障没有发现、突然而来的外界干扰等）而发生事故，如果知道某一事故发生的时间、地点（部位）和受损害的严重后果，人们就会千方百计地阻止事故的发生。因此，一般来说事故都带有偶然性。油库管理过程中的事故发生是偶然的、随机的现象，并具有一定的统计规律性。这种统计规律性的内涵除体现在油库管理人员自身外，往往还与储存油品、设备设施、管理条件、外界环境等因素有密切的关系。我们在确定事故原因时，往往要在偶然中找必然，注重研究油库事故的统计规律，总结事故的教训。

4. 紧急性

不少事故从发生到结束的速度很快，允许组织和个人作出反应的时间很短，这就要求人们平时制定事故预案，积累应急对策，加强应急救援训练，提高油库人员的应急反应能力和应急救援水平，尽量减少人员的伤亡和财产损失。如油罐的爆炸事故在瞬间发生，形成燃烧发展也很迅速，扑救相当困难。

5. 隐蔽性

事故尚未发生之前，一切似乎处于正常或平静状态，实际上可能事故正处于孕育状态或生长状态，这就是事故的隐蔽性。一旦事故暴露于世，事故也就发生了。因此，油库管理者必须正确认识事故的隐蔽性，要在平静中查隐患，在正常中找危险，从而消除事故孕育或生长的环境，将事故消灭在萌芽状态。

6. 危害性

事故发生的后果是否造成损害，是确认事故的重要依据。一般来说，发生了的事故的后果，都要带来一定的不应有的损失（如人员伤亡、财产损失等）或产生不良的社会影响。但并不是造成损失的不良社会影响的事件都是事故。确认是不是事故的损害，要依据国家及行业部门等具有权威性的管理部门制定的有关标准、文件，按规定的事事故损失指标进行确认，并区分事故等级。

任何事故都会在一定程度上给个人、集体和社会带来身体、经济和社会效益方面的损失和危害，乃至夺去人的生命，威胁企业的生存和影响社会的安定。如黄岛事故造成许多人伤亡，烧毁大量的油品和设备等危害。油库事故危害性大小可用事故频率、千人负伤率、严重率和损失率等指标来判断：事故频率是指单位时间内发生事故的次数；千人负伤率表示统计期内每千人负伤的人数，统计期一般以年、几年或季度来确定；严重率是指一次事故的严重程度，包括一次事故中的人员伤亡、经济损失及劳动力损失；损失率是指单位时间内事故引起的损失。这四个指标都同事故的危害程度成正比关系。

第三节 油库事故的发展阶段

事故有其发生、发展和消除的过程，研究事故的发展阶段，有助于识别和控制油库事故。事故的发展一般可归纳为四个阶段，即孕育阶段、生长阶段、损失阶段和善后阶段。

1. 孕育阶段

孕育阶段是导致事故爆发的因素逐渐积累的阶段，任何事故都有前兆，只是在显露程度上有所区别。由于处于孕育阶段的事故最容易控制甚至予以消灭，而且也可以为处理事故做好准备，以便在其爆发时控制住事故，最大限度地减少损失，所以油库安全工作的首要任务之一是尽早尽多地发现油库事故的前兆。

2. 生长阶段

在此阶段出现油库管理缺陷，不安全状态和不安全行为得以发生，事故征候大量涌现，构成了油库作业中的事故隐患，即危险因素。这些隐患就是“事故苗子”。在此阶段，事故处于萌芽和发展状态，人们已能够指出其存在，一旦条件成熟就可能导致事故。因此，加强油库检查、排除事故隐患、防止事故隐患的进一步发展，是预防和控制油库事故发生的重要措施。

3. 损失阶段

发生事故的条件已经成熟，当工作中的危险因素被某些偶然因素触发时，就要发生事故，包括肇事人的肇事、起因物的加害和环境的影响，使事故发生并扩大，造成人员伤亡和经济损失。

4. 善后阶段

善后阶段是事故已经发生且所造成的后果仍然存在的阶段，往往需要占用较长的时间。

要消除事故后果往往要花费很大的力量，例如工伤伤亡的抢救及善后处理，事故现场清理以及恢复生产等都属于善后阶段。

第四节 油库事故模型

模型是对系统本质的描述、模仿和抽象。在建立系统时，为了便于试验和预测，而设法把系统的结构形态或运动状态变成易于考察的形式，就是为表达系统实体而使用的适当的数学方程、图像或物理的形式。模型应具有现实性、适应性及简洁性。

一、油库事故模型

油库事故模型就是用图像把油库系统形成事故的本质形象描述出来，以反映油库系统形成事故的规律性。研究油库事故模型就是从根本上寻求防止油库事故的方法。

在千差万别的油库事故形态中，构成事故的具体原因可以是多种多样的，大致可分为人的因素、物的因素、管理因素、外界因素。把这些因素如何相互影响、相互作用而导致事故的过程给以形象的描述，就构成如下模型。如图 1-1 所示。

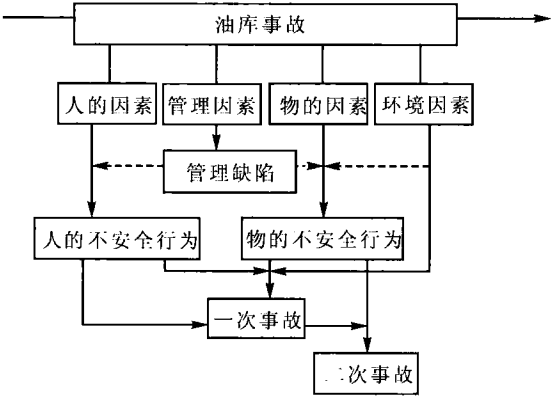


图 1-1 油库事故模型

从模型中可以看出，在工作过程中，人（指挥者、组织者、操作者）和物（劳动对象、设施、工具等）组成一个系统，在这个系统里，物质条件（即油库物资自身因素和设备、设施因素）中的危险因素是造成事故的物质基础；人的不安全行为、外界因素会激发危险因素而形成事故，而管理工作中的缺陷则是导致人的不安全行为和形成物的不安全状态的主要原因。

1. 人的因素

油库管理是一个涉及到人的作用的系统，特别是对于人作为分系统而构成的复杂系统对整个油库系统在运行过程中安全性的影响，是一个十分重要的问题。油库人员，尤其是负责油库工作的领导和业务管理人员是影响油库安全的主要因素。通过大量的油库事故分析可以发现，人员与事故的关系是通过政治思想、业务技术、身体状况和纪律素质等方面表现出来。例如，油库人员的安全知识和业务素质低下，会因盲目蛮干和违章作业而造成能量逸散导致事故；纪律松弛，会因擅离职守导致工作过程中断而引发事故；功能失调或非正常发挥，会因工作强度超过人体功能限度或无法抗拒外界环境干扰而导致事故。因此，控制人的因素是防范油库事故发生的主要任务。

2. 管理因素

油库管理的对象是油品，完成油库管理任务的物质基础是管理人员和设施设备，所要达到的目的是确保油品的数量准确、质量完好。在这个复杂的过程中，主观和客观因素的原因所造成的管理不善，也是引发油库事故的重要因素。例如，油库禁区不禁，就会造成各种不安全因素的渗透；油库制度不健全，就会造成整个油库管理秩序的紊乱和安全工作的失控；安全措施不落实，就会使事故防范工作忙乱和被动。因此，实施全员、全过程、全方位的安全管理，是防范油库事故的重要环节。

3. 物的因素

油库所储油品因其自身的物理和化学性质所决定，在外界环境的作用下，它将在一定的时间、一定的空间和一定的环境下发生变化，这种变化将对油库工作和油库人员构成严重的威胁，有时甚至会酿成重大事故。油品之所以发生质的变化，最根本的原因在于它的内在质量与外界环境因素不相协调，内在因素不具备抗御外界因素侵蚀和干扰的能力。当外部环境的影响超过油品本身抗拒干扰的能力时，就会发生物理和化学性质的变化，而这种变化的结果就可能引发油库事故。例如，油库火源管制不严，就会造成易燃易爆油品的燃烧爆炸等。从油库管理的实践得知，油库事故的发生，更多的不在于油品本身所具有的某些影响安全的物理和化学性质，重要的是必须按照油品固有的理化性质实施科学的管理与控制。

油库物的因素除油品外，还包括各种设施设备，设施设备是完成油库管理任务的物质基础，其自身结构技术状况是否良好、与油库管理是否匹配、操作使用是否正确、检查维护是否及时，对油库安全都会构成直接的或间接的影响。一般来说，设施设备构成油库事故的原因大致有四个方面：①结构性能不合理。一是不符合设计规范，安全系数小；二是与油库工作不匹配，不适合安全作业；三是设施设备不配套，不能形成连续的作业环节。②检修保养不及时。由于各类设施设备会因长期运行而造成疲劳和损伤，如不及时检修保养就会造成隐患，积少成多就会由量变到质变而降低自身性能，引发油库事故。③运行超负荷或随意改变设施设备性能而引发油库事故。④操作使用不正确。油库操作人员如果不熟悉设施设备的性能，盲目蛮干也是导致油库事故的一个原因。随着油库管理的不断发展，及时更新改造与之配套的设施设备，是防止油库事故发生的一个重要措施。

4. 环境因素

油库工作时处处都受着各种外界环境因素的影响和制约。外界因素一般指自然因素和社会因素两大系列。自然因素包括雷击、洪灾、风灾、火灾、温湿度等，倘若对上述灾害控制不力，则有可能导致油库事故的发生。如雷击可能造成人员伤亡、着火爆炸等；温湿度过高会导致油品蒸发、质量下降、设备腐蚀加剧等。自然因素虽然是不为人们意志所逆转的，但是完全可以通过各种有效的措施加以防范，使因自然因素造成的油库事故降到最低限度。社会因素系指油库单位驻地的社情和所在地域的疫情。倘若驻地社会情况或治安情况不好，就会发生因盗窃和破坏而导致的油库事故；如果驻地疫情严重，就会对油库人员健康构成威胁，进而影响油库工作的正常运行。

二、形成油库事故的主要渠道

从事故模型可以看出，在油库管理过程中，物的不安全状态即危险因素是形成事故的物质基础，而人的不安全行为、外界因素则会激发危险因素导致事故发生。形成油库事故的主要渠道是：

第一，物的不安全状态 + 人的不安全行为 → 事故；

第二，物的不安全状态 + 外界因素 → 事故；

第三，一次事故 + 人的不安全行为 → 二次事故；

第四，人的不安全行为 → 事故。

事故发生最多的是由于人的不安全行为激发了物的不安全状态而引起的。例如油流动易产生静电，这是物的不安全性，如果作业人员采用明流、高速、瀑布式加油就可能引起静电起火，反之就可避免静电事故。物的不安全状态受外界条件的激发也易形成事故。例如，油罐被雷击爆炸起火等。

由于一次事故发展而导致的二次事故，如电工未系安全带进行带电作业，发生触电并从电线杆上摔下来造成的死亡事故。

一次事故进一步激发物的不安全状态而形成二次事故，如油罐着火爆炸无密闭门、无拦油措施而引起的火灾扩大、蔓延。

外界环境对物的影响有些是渐变的，有些是突发的。如油罐、管线腐蚀是渐变的，而雷击、山洪多属于突发的。就某种意义来讲，事故是变化和失误的连锁。因此，正确认识事故的形成过程，对采取措施防范事故的发生是十分有益的。

在这些众多类型的事故中最多的还是第一种，即由物的不安全状态和人的不安全行为共同引起的，在这个事故模型中我们不难看出，没有物的不可靠性和不安全性就没有潜在危险，没有人的不安全行为就不会触发能量逸散，把潜在危险升华为事故灾害。能量逸散的多少直接影响事故的严重程度。

1. 物的不可靠性和不安全性是形成事故的潜在危险

事故可以造成物质损失以及生产的中止；但从另一方面看，物的不安全性和不可靠性本身又是事故形成的潜在危险。

对油库工作来讲一是物资本身，二是进行物资收发、储存、运输的设备设施。物资本身的不安全决定于自身的物理、化学性质，决定于能量转换的难易程度。设备设施是否可靠、技术性能优劣又与事故能否发生密切相关。物的不安全性同时受人的行为和环境因素的影响和激化。物的不安全状态多存在一个由量变到质变的过程，例如油料挥发、油蒸气的逸散，开始量少并不会形成一个爆炸性的环境，随着时间推移，油气浓度不断增加，当达到一定浓度就有爆炸危险。物由量变到质变的过程往往给人们及早发现、及时排除提供了条件。

2. 人的不安全行为多是触发事故的直接原因

事故除了导致物质的损失或物质生产过程的停滞，而且还可能造成人员的伤亡。然而产生事故的原因又与人的不安全行为密切相关，人的不安全行为多是事故触发的直接原因。

人的不安全行为或称人的失误是人为地使系统产生故障或发生机能不良的事件，是违背设计和操作规程的错误行为，失误使那些本来应该而且可以做好的事由于不良习惯或偶然原因把事情弄糟了，并形成事故。人的失误可分两类，一类属偶然性失误，一类属习惯性失误。偶然性失误在平时找不到痕迹，失误的时机、场合以及失误的具体行为多属偶然性，一旦行为发生后悔莫及。习惯性失误多属平时作风散漫、不执行操作规程等。

人的失误或促使物质危险因素产生或直接触发危险因素而形成事故，在油库的大量事故中许多都是由于人的错误行为造成的。人的失误多具有突发性，多是一个突变的过程。人的

判断、决策的失误，人的错误行为瞬间就可导致事故，酿成大祸，造成工作终止或库毁人亡。人的失误的首要原因就是安全知识的不足。作为一个油库工作者必须懂得安全的基本知识、基本要求、基本技能、操作规程，相信科学，切忌蛮干。

综上所述，事故之所以发生主要是人的不安全行为(或失误)和物的不安全状态(或故障)两大因素作用的结果，即人、物两大系列运动轨迹相交的时间和地点就是发生事故的时空。

第二章 事故致因理论

第一节 事故致因理论的产生与发展

事故是违背人的意志而发生的意外事件。那么,事故为什么会发生?怎样预防事故?在科学技术落后的古代,人们往往把事故的发生看作是“天意”或是“命中注定”,而祈求神灵保佑。随着社会的进步,特别是工业革命以后,人们在与各种工业伤害事故的斗争实践中不断积累经验,探索伤亡事故发生及预防规律,相继提出了许多阐明事故发生机理以及如何防止事故发生的理论,这些理论被称为事故致因理论,或事故发生及预防理论。

事故致因理论是一定生产力发展水平的产物。在生产力发展的不同阶段,生产过程中存在的安全问题不同,特别是随着生产形式的变化,人在工业生产过程中的地位的变化,引起人们安全观念的变化,使新的事故致因理论相继出现。

一、早期工业安全理论

1919年英国的格林伍德(M. Greenwood)和伍兹(H. H. woods),对许多工厂里伤亡事故数据中的事故发生次数按不同的分布进行了统计检验。结果发现,工人中的某些人较其他人更容易发生事故。从这种现象出发,1939年法默(Farmer)等人提出了事故频发倾向(Accident prone)的概念。根据这种观点,少数工人具有事故频发倾向,是事故频发倾向者,他们的存在是工业事故发生的原因。如果企业中减少了事故频发倾向者,就可以减少工业事故。因此,人员选择就成了预防事故的重要措施。通过严格的生理、心理检验,从众多的求职人员中选择身体、智力、性格特征及动作特征等方面优秀的人才就业,而把企业中的所谓事故频发倾向者解雇。

几乎同一时期,1931年美国的海因里希(W. H. Heinrich)在《工业事故预防》(《Industrial Accident Prevention》)一书中,阐述了根据当时的工业安全实践总结出来的工业安全理论。该理论包括的主要内容有:

(1) 工业生产过程中人员伤亡的发生,往往是处于一系列因果连锁末端的结果;而事故常常起因于人的不安全行为或(和)机械、物质(统称物)的不安全状态。

(2) 人的不安全行为是大多数工业事故的原因。

(3) 由于不安全行为而受到了伤害的人,几乎重复了300次以上没有造成伤害的同样事故。换言之,人员在受到伤害之前,已经数百次面临来自物的方面的危险。

(4) 在工业事故中,人员受到伤害的严重程度具有随机性质。大多数情况下,人员在事故发生时可以免遭伤害。

(5) 人员产生不安全行为的主要原因有:

- ① 不正确的态度;
- ② 缺乏知识或操作不熟练;
- ③ 身体状况不佳;
- ④ 物的不安全状态及物理的不良环境。

这些原因是采取预防不安全行为产生措施的依据。