

韩世奇 韩燕晖 编著

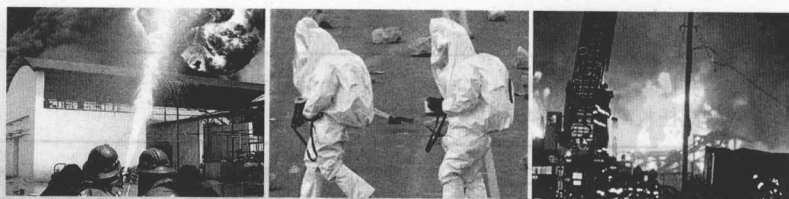
危险化学品 生产安全与 应急救援



化学工业出版社

韩世奇 韩燕晖 编著

危险化学品 生产安全与 应急救援



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍了危险化学品的生产、储存、装卸、运输以及设备运行、检修等过程的火灾爆炸和中毒窒息等危险性。作者长期从事危险化学品应急救援工作,依据大量的生产实践经验和典型事故案例,对常见危险化学品的危险性进行了理论分析、经验总结、事故处理、教训评述及其预防,提出了各类事故应急救援预案的制定。

本书可供基层政府从事安全生产监管工作的人员和危险化学品企业相关的从业人员使用。也可作为国家职业健康安全管理体系审核员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

危险化学品生产安全与应急救援/韩世奇,韩燕晖编
著. —北京:化学工业出版社,2008.5
ISBN 978-7-122-02818-1

I. 危… II. ①韩…②韩… III. ①化学品-安全生产
②化学品-危险物品管理 IV. TQ086

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第061090号

责任编辑:任惠敏
责任校对:陶燕华

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印刷:北京云浩印刷有限责任公司
装订:三河市前程装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张9¼ 字数247千字
2008年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

前 言

近年来,随着我国危险化学品生产的快速发展,有关危险化学品的各类事故也频频发生,引起了社会公众的广泛关注,各级政府对此予以高度重视。那么,究竟应当如何改善危险化学品行业当前的安全状况,又应当如何改进危险化学品行业的安全管理水平,把事故频次降下来,是危险化学品行业从业人员必须面对的严肃问题。

危险化学品行业的各类事故,造成了人员伤亡和财产损失。大家都期望,随着科学技术的进步,生产装置本质安全水平的改善,从业人员专业技术水平和安全素质的提高以及国家监管工作的强化,能尽快地把这种行业风险降到社会公众比较满意和能够接受的水平上。

由于危险化学品行业是我国国民经济的支柱产业之一,在国民经济发展中有着不可替代的作用,国家和人民对此也寄予厚望。危险化学品对于工业、农业、国防和人民生活的重要性越来越大,不可须臾离开。

从全局看,目前,我国危险化学品行业的风险还在容许的范围之内,尚没有出现不可接受的损害风险。但这不等于说,我国危险化学品行业所面临的安全生产形势不严峻,可以高枕无忧了。恰恰相反,目前,我国危险化学品行业所面临的形势相当严峻,事故发生有上升的趋势,如何在发展危险化学品行业的同时,尽量降低其可能造成的风险的损害,如何做好事故预防工作,以及一旦发生事故应该怎样进行有效地应急处置以减少事故所造成的损害,是我国危险化学品广大从业者和相关管理部门及工作人员所面临的一项极其艰巨而又重要的任务。它直接关系到我国危险化学品行业能否健康发展的第一选项和否决条件。近几年,国家相继发布了《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》等一系列法律法规和标准,对

危险化学品的生产、经营、储存、运输、使用、处置、废弃以及应急救援做了明确的规定。各地区、各部门、各从业单位都在积极贯彻和落实，取得了一些可喜的成绩。一些单位在事故预防和应急预案编制方面，方案正确，措施得当，可操作性强，成功地预防和避免了一些事故的发生。当意外事故发生后，经启动应急预案，减少了事故造成的损失，避免了次生事故的发生。而有一些单位，由于其事故预防措施没有针对性，应急预案缺乏可操作性，因此，很难达到避免事故和减少次生灾害的目的。

综上所述，从行业发展和构建和谐社会的要求来看，加强危险化学品的事故预防和应急救援工作，已成为今后相当长的时期内危险化学品行业亟待强化的重要任务。做好此项工作，除了提高认识，落实责任外，提高全行业的专业技术水平和事故防范能力，完善和修订相应的行业标准，成了特别关键的一个环节，原化学工业部、石油工业部、国家石油和化学工业局做了很多卓有成效的工作，对行业的健康发展起到了很大的促进作用，打下了很好的基础，而在上述部、局撤销后，这方面的工作有所削弱，很多行业协会虽然也在积极探索这方面的工作，但由于资金和人力资源等诸多方面原因，工作的开展还差强人意。第一作者自大学毕业分配到工厂工作后，从最基层的操作工人干起，历经工段长、车间值班主任、车间主管安全和生产的领导、公司部室领导等职，直到担任集团公司负责生产的高级管理人员，前后历经四十年，在这期间，对危险化学品的生产、储存、运输、使用等环节，对化工生产、检修、基本建设等工作，对化工、发电、供热、机电安装、机械加工、港口装卸、铁路运输、公路运输、海上运输等专业，都积累了较多的实践经验，有一定的基础理论知识。

1996年，原化学工业部和国家经贸委联合发文，在全国成立了8个化学事故应急救援抢救中心。依托一些大企业的职工医院或国防院开展化学事故的应急救援工作，其工作侧重点是伤员的救治。作者受命担任大连中心的主任，嗣后又被聘为“国家经贸委大连化学事故应急救援抢救中心”主任，参加了多起社会应急救援工作，在化学事故应急救援抢救的实践中，感到政府对应急救援机构的要

求，不仅仅是对伤员的救治，更重要的是在事故发生后，尽快把伤员救出，尽快查明事故原因，尽快采取措施，把灾害损失降到最低。作者在深深感到肩上担子沉重的同时，更感到自己的专业知识水平与责任不符。因此，在繁杂的本职工作之余，挤出时间阅读了大量的有关危险化学品书籍，从最简单的《化工生产流程图解》读起，逐渐深入，积累了一些专业知识，水平有了一定提高，为后来成功地组织几起危险化学品事故应急救援提供了专业技术支持。在危险化学品事故应急救援的实践中，取得了第一手的实践经验，并有了较多的心得和感悟。面对当前危险化学品行业的安全形势，作为一个“老化工”应当为改变当前的安全状况尽一份心，出一份力。本书第二作者在求学期间先后攻读了法学本科和公共管理/行政管理研究生专业，获法学学士和公共管理/行政管理硕士学位。其早在学生时期，就对公共危机方面的管理，产生了浓厚的兴趣，收集了大量的相关资料，并做了深入的研究。在震惊中外的吉林“11.13 双苯爆炸”事故发生之前，其就在《化工管理》杂志上发表了“石化企业安全危机管理问题多”一文，指出了当时危险化学品行业在安全管理上存在的问题。发出了警报。吉林“11.13”事故发生后，促使其对危机防范与救助进行了深入研究，最终写出了“城市公共危机防范与救助研究”一文，也成为我们编写这本书的另一推动力。

在编写这本书前，我们查阅了大量的书刊，从主观上想改变过去的一些专业书籍编写中的学院式路子。因此，很多问题没有过多地在理论上进行深入探讨，想尽量多地介绍一些案例，尽量多地探讨一些实际问题，以便广大读者能举一反三。本书力求更多地提供一些在实际工作中需要的方法和数据，使之真正成为危险化学品行业从业者手中一本有价值的参考书，以便对他们的工作有所帮助。但是，由于我们自己的知识水平有限，其中难免有谬误之处，敬祈各位读者斧正和谅解。

作者
2008.4

目 录

第一章 概论	1
一、危险化学品企业特点	1
二、安全生产在危险化学品生产中的重要地位	2
第二章 火灾爆炸危险性分析与事故预防	4
第一节 火灾与爆炸事故控制基础	4
一、火灾和爆炸事故的特点与产生的原因	5
二、防止火灾爆炸的基本原理与措施	6
三、电气防火与防爆	14
第二节 几种常见的危险化学品生产过程的火灾爆炸危险性分析	16
一、生产装置安全分析综述	16
二、硝化过程火灾爆炸危险性分析及事故预防	19
三、氧化反应的火灾爆炸危险性分析与事故预防	26
四、氯化反应火灾爆炸危险性分析及事故预防	30
五、电解的火灾爆炸危险性分析及预防措施	37
六、聚合反应的火灾爆炸危险性分析及事故预防	43
七、苯胺生产过程火灾爆炸危险性分析与事故预防	46
八、煤系沥青延迟焦化装置火灾爆炸危险性分析及预防措施	52
九、合成氨生产过程的火灾爆炸危险性分析及事故预防	56
第三节 危险化学品作业场所的防火防爆	73
一、储存危险化学品的火灾爆炸危险性分析与预防	73
二、包装的危险性分析	87

三、装卸运输的危险性分析	91
四、几种常见的危险化学品装卸、运输、储存的危险性 分析与事故预防	104
五、危险化学品生产、储存场所的防火防爆	114
第四节 国内危险化学品生产企业火灾爆炸事故案例 简析	122
第三章 企业设备安全管理与检修	129
第一节 锅炉、压力容器及压力管道	129
一、锅炉	129
二、压力容器	132
三、压力容器爆炸事故及预防	134
四、压力管道	135
第二节 设备安全技术管理	137
一、设备设计	137
二、设备进厂管理	138
三、设备安全运行	138
第三节 检修的分类及特点	139
一、检修的分类	139
二、危险化学品行业检修的特点	139
第四节 安全检修要求与事故预防	140
一、检修前准备	141
二、检修实施	143
三、抽加盲板、置换和清洗作业	144
四、检修的试车及验收	152
第五节 检修动火与动土作业	154
一、检修动火	154
二、动土作业	158
第六节 有限空间和高处作业	160
一、有限空间作业	160

二、高处作业·····	165
第七节 企业大修更新项目安全管理实例介绍·····	167
一、起重·····	169
二、置换、清洗安全措施·····	169
三、高空作业和有限空间作业安全·····	170
四、防火防爆措施·····	170
第四章 中毒危险性分析及其预防·····	173
第一节 中毒的原因与途径·····	173
一、中毒的原因·····	173
二、工业毒物侵入途径及其危害·····	177
第二节 几种常见的危险化学品中毒及其预防处理·····	183
一、苯·····	183
二、液氨·····	186
三、硫化氢·····	189
四、一氧化碳·····	192
五、氰化物·····	194
六、铅及其化合物·····	199
第五章 危险化学品事故应急救援·····	202
第一节 我国危险化学品事故应急救援现状·····	202
一、危险化学品事故应急救援工作特点·····	202
二、危险化学品事故应急救援体系建设的历史沿革·····	203
三、建立一个有效的系统的应急体系·····	206
第二节 危险化学品事故应急救援预案·····	209
一、危险化学品事故应急救援预案的编制·····	209
二、危险化学品事故应急预案的编制和演练存在的 问题·····	238
三、危险化学品事故应急救援专项预案介绍·····	249
四、危险化学品泄漏事故应急处置预案原则要求·····	263
第三节 危险化学品事故应急救援实例·····	274

601	一、辽宁省××市“12.27”三木化工厂硫化氢中毒	二
161	事故.....	274
081	二、辽宁省××市“6.12”金州区红亮化工厂四氯	
101	化硅中毒事故.....	276
031	三、辽宁省××市“9.2”液氨槽车翻车事故的成功	三
171	处置.....	281
	第四节 企业安全管理工作要点.....	285
	参考文献.....	294

第一章

概 论

一、危险化学品企业特点

1. 危险化学品定义

按照《危险化学品安全管理条例》规定，危险化学品包括：爆炸品、压缩气体和液化气体、可燃液体、可燃固体、自燃物品和遇湿可燃物品、氧化剂和有机过氧化物、有毒品和腐蚀品等。是否属于危险化学品由下列方式确定：

① 国家标准 GB 12268—1990《危险货物品名表》中公布的品种；

② 剧毒化学品目录（由国务院经济贸易综合管理部门会同国务院公安、环境保护、卫生、质检、交通部门确定并公布）中的品种；

③ 未列入前述的品名表和目录的其他危险化学品，由前款所列部门确定并公布的品种。

2. 危险化学品企业生产特点

（1）生产过程中使用的原料、中间产品、产品和副产品，其中70%以上具有易燃易爆、有毒有害和有腐蚀性。在危险化学品生产中，一种主要产品，因其使用原料不同，可以采用不同的工艺路线来生产，可以联产和副产其他多种产品，如合成氨生产，可以使用固态原料（如焦炭、煤粉、型煤、石油焦等），也可以使用液态原料（如渣油、石脑油、重质原油、水煤浆等），

还可以使用气态原料（如天然气、油田气、焦炉气、煤层气等）。而其后续工序，几乎每一个工艺生产单元都会有若干种不同的工艺方法，采用不同的工艺路线，其过程的危险性会有所不同，其联产品可以是甲醇，也可以是烃类，其副产品可以有二氧化碳，也可以有民用煤气。上述事实表明，危险化学品具有生产方法的多样性和产品、副产品的多样性。

（2）装置规模大型化。采用大型生产装置可以降低单位产品的建设投资和运行成本，提高劳动生产率，降低物质能源消耗。以合成氨生产为例，20 世纪 50 年代其最大规模为 6 万吨/年，60 年代初期达到了 10 万吨/年以上，60 年代末期，达到了 30 万吨/年，到了 70 年代，则达到了 50 万吨/年以上。

（3）生产工艺控制参数采用高温、高压、超低温、负压等高工艺参数，增加了运行过程中的风险。高工艺参数的采用和高效催化剂的使用，一方面，大大提高了设备的单机效率和产品的收率，缩短了产品的生产周期；另一方面，采用高工艺参数和高效催化剂，对设备材质和制造工艺以及设备性能，提出了更加严格的要求，在装置的运行过程中，其风险性大大增加。

（4）生产过程的连续化和控制的自动化。随着技术进步，很多生产过程由间歇式操作转变为连续式生产。随着生产的连续化和装置的大型化以及工艺高参数化的采用，对生产过程控制水平提出了更高的要求，近几年来，工控机广泛地应用于生产过程控制，越来越多地取代了手工操作，大大提高了生产控制过程的自动化水平，提高了过程控制的精确性，从而提高了装置运行的安全性，降低了故障率。但是对自动化控制系统的设计、使用、维护等也提出了更高的要求。

二、安全生产在危险化学品生产中的重要地位

由于危险化学品生产具有的易燃、易爆、易中毒、高温高压，有腐蚀性的特点，决定了危险化学品生产中的危险性，与其他行业相比，危险化学品行业生产比其他一些行业生产具有更大

的危险性，因此，国家把危险化学品行业定为高危行业。

在生产过程中，稍有不慎，就会导致恶性事故的发生，因此，安全生产是危险化学品企业赖以生存的前提条件，我们在这本小册子中，将对危险化学品生产、包装、储存、装卸、运输等过程以及设备检修过程中的火灾、爆炸、中毒等危险性进行了比较深入分析，并提出了相应的预防措施及应急救援预案。

危险化学品企业事故分类：根据事故发生的原因和性质，企业的事故大体可以分为生产操作事故、火灾爆炸事故、中毒/窒息事故、设备事故、污染事故、交通事故和其他人身事故。

第二章

火灾爆炸危险性分析与事故预防

绝大部分危险化学品为易燃易爆物品。爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品，都是易燃易爆物品。氧化剂和有机过氧化物虽然本身不会燃烧，但可以助燃。而有些毒害品和腐蚀品，其本身就是易燃易爆品。在危险化学品生产和使用过程中，大都是高温高压，低温负压的非正常状态的过程，控制稍有不当，极易引起火灾爆炸事故。

我国的火灾爆炸事故，每年造成数千人死亡，直接经济损失达十多亿元，而其中危险化学品的火灾爆炸事故在所有火灾爆炸事故中占有相当大的比例。因此，加强危险化学品火灾爆炸事故的预防工作，减少其发生频次和损失，是今后相当长的时间内危险化学品安全工作的重要内容之一。

第一节 火灾与爆炸事故控制基础

危险化学品生产使用过程中，涉及到的危险化学品种类繁多，大多数为易燃易爆物质，加上工艺复杂，控制稍有不当，就会发生火灾爆炸事故，危及人身安全，造成巨大的经济损失和恶劣的社会影响。因此，必须采取积极的应对措施，有效预防火灾和爆炸事故发生。

一、火灾和爆炸事故的特点与产生的原因

(一) 产生原因

我们这里讲的主要是化学爆炸事故，而不是物理爆炸事故。火灾和爆炸事故的主要区别在于发展过程有显著不同。在通常情况下，火灾发生后，火势逐渐增大，火场逐渐蔓延，随着起火时间延续，火灾损失也急剧增长。因此，对于火灾事故，初期的扑救可以降低损失；而对其后期的扑救，主要是避免和防止事故进一步扩大，而火灾损失则不可能减少。而爆炸过程则不需要经历一个由小到大的过程，在瞬间完成爆炸过程，人员伤亡和物质损失也在瞬间造成。因此，对于火灾事故，预防和扑救都很重要；而对于爆炸事故，更应当重视事故的预防。当然，火灾和爆炸也可能同时发生，相互引发和转化，火灾可以引发爆炸，爆炸也可以引起火灾。

发生火灾时，其高温和明火可能引起易燃物质爆炸。如炸药库失火，可能引起炸药爆炸，石脑油罐车起火，可造成罐车爆炸。一些在常温下不会爆炸的物质，在火场高温的烘烤下，也可引起爆炸。在爆炸发生时，经常引起大面积火灾，如密封汽油罐爆炸后，由汽油的外抛可引发大面积火灾。

研究国内危险化学品行业发生火灾爆炸事故的案例，究其发生原因，大体可以归纳为下列几种情况。

(1) 生产设备本身的故障所造成。危险化学品一般都具有较强的腐蚀性，在生产过程中容易造成各种管、阀、塔、罐、釜、槽的腐蚀，从而导致易燃易爆物质的泄漏，当达到一定浓度时，容易引发火灾爆炸事故。

(2) 由于“三违”行为造成。危险化学品行业都制定有严格的工艺操作规程、安全技术规程等一整套规章制度和标准，当违反了这些规程、规章制度和标准时，就有可能引发火灾爆炸事故。

(3) 意外原因造成。当发生停电、停水等情况时，容易造成

生产工艺过程失去控制,从而导致火灾爆炸事故的发生。

(二) 危险化学品行业火灾爆炸事故的特点

(1) 火灾爆炸的危害性大。由于危险化学品行业生产过程,其原料、中间产品、产品、副产品大多数是易燃易爆物质,加上生产过程的连续性,一旦发生火灾爆炸事故,容易形成连环爆炸,其危害面广,灾害强度大,热值高,火场的热辐射强。

(2) 易形成立体燃烧。由于设备、设施、建筑物之间的相互关联和影响,以及易燃易爆物质的泄漏扩散和喷溅流淌,容易形成大面积的立体燃烧。

(3) 火势迅猛。发生火灾时,危险化学品喷发的火焰直线蔓延速度可达 $2\sim 3\text{m/s}$,最高可达 $160\sim 170\text{m/s}$,其燃烧速度快,火势迅猛。

(4) 发生火灾爆炸事故时,其易燃易爆物质以及燃烧爆炸过程的生成物大多数为有毒有害气体或蒸气,易造成扑救人员中毒伤亡。

(5) 危险化学品生产过程中接触到大量易燃易爆物质,而且采用了高温,高压,低温,负压,高流速等工艺条件,增加了生产过程中火灾爆炸的危险性。

在高温高压条件下,气体或蒸气的爆炸范围加宽,增加了爆炸的概率。由于反应物料的温度高,有的甚至超过了物料本身的自燃点,一旦发生泄漏遇空气会立即自燃。而有些工艺要求的物料配比,例如氨氢化法制硝酸过程中的氨/氧,其配比接近氨在氧气中的爆炸极限下限,如果控制不当,当即会发生爆炸。凡此种种,要求我们必须对危险化学品生产过程中的火灾爆炸危险性,采取有效的预防措施;对生产过程实施有效的控制,以防止火灾爆炸事故的发生。

二、防止火灾爆炸的基本原理与措施

引发火灾的条件是:可燃物,氧化剂和点火源同时存在,相互作用。而引发爆炸的条件是:爆炸品或是爆炸性混合物与引爆

能源同时存在，相互作用。只要有效地消除或避免了上述条件，就可以防止火灾和爆炸事故的发生。

(一) 点火源的控制

常见的点火源通常可以分为：①化学火源，如明火、化学热、受热自燃，②热火源，如高温表面、光线和射线，③机械火源，如撞击、摩擦、绝热压缩，④电火源，如电火花、静电火花、雷电火花。在存在火灾爆炸危险的生产过程中，应对各种点火源进行研究，采取措施，严格控制。

1. 明火

危险化学品生产中的明火主要指生产过程中的加热用火，维修用火及其他火源。

加热易燃液体时，应尽量避免采用明火，而采用蒸汽，过热水，中间热载体或电热等，如果确需要采用明火，则设备应严格密闭，燃烧室应与设备分开建筑或隔离，砖砌物宜包在铁壳之内，并刷白色，以便于识别是否有漏烟处。为了防止易燃物漏入燃烧室，设备应定期做强度和密闭性实验。凡是用明火加热的装置必须与有火灾爆炸危险的生产装置相隔一定距离，防止装置泄漏而引起着火。实验时不允许用明火加热易燃液体，一般宜采用油浴，在采用油浴时，要采取防止油蒸气着火的切实可靠措施。设备应定期检修，防止可燃物的泄漏。

检修动火，主要指焊接、切割、喷灯作业等，在危险化学品行业，因检修动火引起的火灾爆炸事故较多，必须严格执行有关检修动火的有关规定。对存在火灾爆炸的危险场所的储槽和管道内部，不得用蜡烛和普通电灯照明，必须采用防爆电器。工艺装置中明火设备的布置，应当按照规定与可能泄漏的可燃气体或蒸气的工艺设备及储罐区，保持足够的安全距离，并尽量布置在其上风向或侧风向。在积存有可燃气体或蒸气的管沟，下水道及其附近等地点，在没有消除危险之前，不能有明火作业。

烟囱飞火，可能引起可燃气体、易燃蒸气燃烧爆炸。因此，为了防止烟囱飞火引起周围的可燃气体或蒸气着火爆炸，炉膛内