

企业应急管理与预案编制系列读本

应急管理 与 预案编制

Ying Ji Guan Li Yu Yu An Bian Zhi

主编 任彦斌 副主编 董涛

化工生产事故

政策标准精炼、工作实操指导
企业应急管理、宣教培训必备手册



企业应急管理与预案编制系列读本

化工生产事故 应急管理与预案编制

企业应急管理与预案编制系列读本编委会 编

主 编 任彦斌

副主编 董 涛

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工生产事故应急管理与预案编制/《企业应急管理与预案编制系列读本》编委会编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2015
(企业应急管理与预案编制系列读本)

ISBN 978-7-5167-1790-5

I. ①化… II. ①企… III. ①化工生产-工伤事故-处理-方案制定 IV. ①TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 086337 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

880 毫米×1230 毫米 32 开本 8.125 印张 200 千字

2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

定价: 25.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

丛书编委会名单

佟瑞鹏 杨 勇 任彦斌 王一波 杨晗玉
翁兰香 曹炳文 刘亚飞 秦荣中 刘 欣
徐孟环 秦 伟 王海欣 王 斌 李春旭
万海燕 王文军 郑毛景 杜志托 张 磊
李 阳 董 涛 王 岩

本书主编 任彦斌

副主编 董 涛

内 容 提 要

本书为“企业应急管理与预案编制系列读本”之一，根据新修订的安全生产法要求，紧扣化工企业生产安全事故应急预案编制方法这一中心，全面介绍事故应急管理和技术处置知识，旨在提高化工企业的应急能力，规范应急的操作程序和指导应急预案编制。

本书主要内容包括概述，化工企业应急工作体系，化工企业应急救援预案编制，应急预案教育、培训和演练，化工企业事故应急响应，化工企业应急预案示例。

本书可作为安全生产监督管理人员、行业安全生产监督管理人员、企业安全生产管理人员、企业应急管理和工作人员、其他与应急活动有关的专业技术人员读本，还可作为企业从业人员知识普及用书。

前言

Preface

我国最新修订的《安全生产法》与《职业病防治法》均明确规定，各级政府与部门、各类行业与生产经营单位要制定生产安全事故应急救援预案，建立应急救援体系。《安全生产“十二五”规划》（国办发〔2011〕47号）中也再次明确要求：要“推进应急管理体制机制建设，健全省、市、重点县及中央企业安全生产应急管理体系，完善生产安全事故应急救援协调联动工作机制”。建立生产安全事故应急救援体系，提高应对重特大事故的能力，是加强安全生产工作、保障人民群众生命财产安全的现实需要。对提高政府预防和处置突发事件的能力，全面履行政府职能，构建社会主义和谐社会具有十分重要的意义。

随着我国经济飞速发展，能源和其他生产资料需求明显加快，各类生产型企业和一些新兴科技产业规模越来越大，一旦发生事故，很可能造成重大的人员伤亡和财产损失。我国的安全生产方针是“安全第一、预防为主、综合治理”，加强生产安全管理，提高安全生产技术，做好事故的预防工作，可以避免和减少生产安全事故的发生。但同时，应引起企业高度重视的问题是一旦发生事故，企业应如何应对，如何采取迅速、准确、有效的应急救援措施来减少事故发生后造成的人员伤亡和经济损失。目前，我国正处于经济转型期，安全生产形势日益严峻，企业迫切需要加快应急工作进程，加强应急救援体系的建设。该项工作已成为衡量和评价企业安全的重要指标之一。事故应急救援是一项系统性和综合性的工作，既涉及科学、技术、管理，又涉及政策、法规和标准。

为了提高生产经营企业应对突发事件的能力，我们特组织有关行业、企业主管部门及高校与科研院所的专家，编写出版了“企业应急管理与预案编制系列读本”。本系列读本紧扣行业企业生产安全事故应急管理和预案编制工作这一中心，将事故应急工作中的行政管理和技术处置知识有机结合，指导企业提高生产安全事故现场应急能力与技术水平，规范应急操作程序。系列读本突出实用性、可操作性、简明扼要的特点，以期成为一部企业应急管理和工作人员平时学习、战时必备的实用手册。各读本在编写中注重理论联系实际，将国家有关法律法规和政策、相关专业机构和人员的职责、应急工作的程序与各类生产安全事故的处置有机结合，充分体现“预防为主、快速反应、职责明确、程序规范、科学指导、相互协调”的原则。

本套丛书在编写过程中，听取了不少专家的宝贵意见和建议。在此对有关单位专家表示衷心的感谢！本套丛书难免存在疏漏之处，敬请批评指正，以便今后补充完善。

目 录

CONTENTS

第一章 概述

- 第一节 化工企业事故的特点和危害 1
- 第二节 化工企业事故的致因和发生机理 5
- 第三节 化学事故应急救援概述 10

第二章 化工企业应急工作体系

- 第一节 应急指挥体系 15
- 第二节 事故单位应急机构体系 19
- 第三节 事故救援人员防护体系 23
- 第四节 应急救援保障体系 35

第三章 化工企业应急预案编制

- 第一节 事故应急预案概述 50
- 第二节 应急预案的体系框架和核心要素 80
- 第三节 应急预案编制的方法与步骤 84

第四章 应急教育、培训和演练

第一节 教育与培训	99
第二节 应急训练及演练	111

第五章 化工企业事故应急响应

第一节 事故应急响应工作程序	138
第二节 安全事故分级	155
第三节 事故应急行动	162
第四节 事故现场清除与净化	192
第五节 应急评估分析	200
第六节 应急恢复与善后	206

第六章 化工企业应急预案示例

第一节 某市树脂厂液氯泄漏事故应急救援预案	219
第二节 中国石化某分公司化工事业部《加氢装置丙烯罐 TK8100D 泄漏事故应急救援预案》	225
第三节 某石油化工厂剧毒化学品事故专项预案	235

附录 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 (GB/T 29639—2013)	242
--	-----

第一章

概述

第一节 化工企业事故的特点和危害

一、化工安全形势严峻

随着化学工业的发展，化工生产在工业和居民日常生活中都占有十分重要的位置。但是由于化学工业生产过程中使用大量易燃、易爆、有毒及强腐蚀性原料，在生产、储存、运输过程中所发生的爆炸、火灾、中毒、放射等事故也越来越多，造成的危害也越来越大。这些物质的储存相当集中。由于所用原料及生产工艺和产品的特殊性，化工企业极易发生事故及重大事故。随着化学工业迅速发展，我国发生化学事故的频率也不断升高，较为严重的化学事故数量逐年增加，特别是近几年不断地发生化学危险品泄漏、爆炸事故，造成了大量的人员伤亡和严重的经济损失及政治影响。

2005年11月13日，位于吉林省吉林市中石油吉林石化公司101厂的一化工车间发生连续爆炸，发生爆炸的是该厂苯胺装置硝化单元，T-102塔发生堵塞，循环不畅，因处理不当，发生爆炸。由于爆炸威力很大，致使该厂周围的建筑物都受到不同程度的影响。在此次事故中，据不完全统计，受伤的人数在百人以上，有6人失踪，2人重伤，因为爆炸物有毒，所以居住在事发地点的约4万名居民也被撤离现场。不仅如此，有毒物质的泄漏还对松花江流域造成

了严重的污染。

近年来，随着我国化工产业的快速发展，化工企业数量大大增加，多种经济成分大量涌现，进出口贸易额增长。然而，与之对应的是大多数企业规模较小，装备相对落后，产生了大量的事故隐患和不安定因素，特别是有些地方和企业为获取局部和短期的经济效益，忽视安全生产，导致化学事故频繁发生。

二、事故的特点

化工产品的应用已经渗透到人们生产生活的各个领域，而生产化工产品的原料、中间体甚至产品本身，绝大多数都是易燃、易爆或有毒的，生产过程大多在高温、高压、高速、有毒等严酷的条件下进行。化工生产事故的特征基本上是由生产的原料特性、生产的产品或中间体特性、加工工艺方法、生产规模等因素决定的。

1. 火灾爆炸中毒事故多且后果严重

很多化工原料的易燃性、反应性和毒性确定了火灾爆炸及中毒事故的频繁发生，反应釜、压力容器的爆炸及反应物的燃烧传播速度超过音速而爆轰，都会引起破坏力极强的冲击波 [冲击波超压达 0.2 atm (0.02 兆帕) 时会使砖木结构建筑部分倒塌，墙壁崩裂。如果是室内爆炸，受反射超压作用一般要增大几倍压力，任何坚固的建筑都承受不了这样大的压力]。据估算，50 吨的易燃液体泄漏，将形成直径 700 米的气团，爆轰状态下热辐射强度将达 14 W/cm^2 ，而人能承受的安全辐射强度仅为 0.5 W/cm^2 ，同时，爆轰会造成缺氧，使人窒息死亡。如果生产流程管线的压缩（或液化）气体有毒，其泄漏的危害性就更大。1984 年，印度博帕尔农药生产泄漏事故直接污染面积达数十平方公里，造成 2 000 多人死亡，其后果之惨痛世界罕见。

2. 正常生产过程中火灾事故多

据化工生产安全部门统计，正常生产活动时发生事故造成死亡

的占因工死亡总数约 66.7%，而非正常生产活动时仅占 12%。化工生产中伴随有许多副反应。正常的生产应在平衡状态下进行，有些生产处于危险边缘（如在临界状态或爆炸极限附近进行生产），如乙烯制环氧乙烷，甲醇氧化制甲醛，生产条件稍有波动，就有可能发生严重事故。1998 年 4 月 8 日石家庄电镀一厂化工车间发生火灾，死 6 人，伤 14 人，直接损失 500 余万元。火灾系操作人员关闭二氧化硫进气阀，致使纳氏泵内形成爆混气受泵高温作用引起爆炸。

3. 设备材质及先天缺陷

化工生产的设备一般都是在严酷的条件下工作。生产原料的腐蚀作用、生产压力的波动、生产流程中机械振动引起的设备疲劳性损坏以及高温深冷等工作条件对设备材质性能的影响，都会诱发管道设备、压力容器的破损，从而引起泄漏和爆炸。另外，化工生产设备中不合理的设计、加工工艺的缺陷等，经过生产运行的疲劳性催化，就更容易使设备破裂、破损。1998 年 3 月 5 日西安煤气公司液化气储罐发生爆炸，死 11 人，重伤 30 人。事故系 11 号罐排污阀上部法兰密封失效造成泄漏引起。

4. 化工设备运行一定时期都会进入事故多发期

任何化工设备、装置在生产运行中受生产条件影响及本身材质、性能的限制都有一定的使用寿命，特别是化工生产中的许多关键性设备如高负荷的塔槽、压力容器、反应釜、经常开启的阀门等，运行一段时间后，常会发生事故。由于设备陈旧，20 世纪 70 年代初期，石油化工、合成化学工厂事故频繁发生，火灾、爆炸事故不断。经过多年的努力，采取了安全措施，才有效减少了事故发生次数。近年来，我国相当一部分化工企业生产经营不景气，维护管理不到位，不少企业的设备有带病作业的情况，企业重视生产经营，轻视安全管理。一旦设备进入故障的多发期，事故将很难控制。

三、事故的危害

1. 对人体健康的危害

化工企业生产安全事故的发生，往往会造成有毒化学品的泄漏或释放，而在诸多的危险化学品当中，有许多化学品具有一定的毒性。毒物可通过呼吸道、消化道和皮肤进入人体。在工业生产中，毒物主要是通过呼吸道和皮肤进入人体内。

有毒物质对人体健康的危害主要是引起中毒。职业中毒按其发病过程分为急性中毒、慢性中毒和亚急性中毒 3 种。毒物一次短时间内大量进入人体可引起急性中毒，少量毒物长期进入人体可引起慢性中毒，介于两者之间的称为亚急性中毒。由于接触的毒物不同，中毒后出现的症状也不相同。

除此之外，化学品灼伤也是化工生产中常见的职业性伤害，是化学物质对皮肤、黏膜刺激、腐蚀及化学反应热引起的急性损害，常见的致伤物有溴素、硫酸、盐酸等。某些化学物质在致伤的同时，可经过皮肤、黏膜被人体吸收而引起中毒。

2. 火灾及爆炸危险

近年来，我国化工系统发生的各类事故中，火灾和爆炸导致的人员死亡数量为各类事故之首，此外，事故导致的直接经济损失也十分巨大。例如，1992 年北京东方化工厂油罐区发生特大火灾爆炸，在较短的时间内，整个罐区一片火海，死亡 9 人，伤 37 人，直接经济损失达亿元以上，事故原因是化学品发生火灾，引起爆炸。

火灾与爆炸都会带来生产设施的重大破坏和人员伤亡，但两者的发展过程明显不同。火灾是在起火后，火场逐渐蔓延扩大，随着时间的延续，损失数量迅速增长。而爆炸则是猝不及防的，在很短的时间内爆炸过程已经结束。设备损坏，厂房倒塌，人员伤亡也将在瞬间发生。

爆炸通常伴随发热、发光、压力上升、真空和电离现象，具有

很大的破坏作用，它与爆炸物的数量和性质、爆炸的条件以及爆炸位置等因素有关，爆炸发生后也很容易引起火灾。

3. 环境污染危害

在危险化学品的生产、使用过程中，由于操作失误或处理不当等因素，不仅会损害人类健康，而且还会对生态环境造成污染。有毒有害的化学品主要是通过以下途径进入生态环境：

(1) 在化学品的生产和使用过程中，化学污染物以废水、废气和废渣的形式排放到环境中。

(2) 在化学品的生产和使用过程中，由于操作失误或发生突发性事故，导致大量有毒有害物质外泄进入环境中。

进入环境中的有毒有害化学物质会对生态环境造成严重危害或潜在危害。化工企业生产及生产安全事故释放的有毒有害化学品对人类生态环境的危害，是我国环境保护工作中急待解决的重要问题。

第二节 化工企业事故的致因和发生机理

一、事故致因

1. 化工企业生产安全事故致因

化工企业生产安全事故产生的原因是复杂的，有历史的原因，也有大自然及人类社会活动产生的破坏性作用，可归结为：

(1) 技术因素。主要是在化工生产过程中违背客观规律，包括以下几点：

1) 工厂库房选址不当，与居民生活区混在一起，或由于历史原因，库址原来是人口稀疏地区，现已成为人口众多的居民密集区。

2) 化工厂设备陈旧落后，生产工艺流程设计不合理，又未能及

时更新生产设施，改进工艺流程，或缺乏维护检修。

3) 生产管理混乱，缺少科学的规章制度或根本就没有执行规章制度。如深圳“8·5”大爆炸，除了行政部门没有按国家法规审定建库库址外，该仓库严重违禁——氧化剂和还原剂混存，是酿成此次灾害性化学事故的直接原因。据统计，技术因素发生的化学事故率达50%以上。

(2) 火灾因素。人们不遵守有关安全规定或操作规程，违章操作，甚至不经岗位培训就到有毒有害化学物品的岗位上操作，或生产时蛮干，导致起火、爆炸，直接酿成或次生为化学事故。

(3) 自然因素。有两种情况：一种是由于强烈地震、海啸、火山爆发、龙卷风、雷击及太阳黑子周期性的爆炸，引起地球环流变化，造成大型化工企业设施损坏，有毒化学物品外泄，导致燃烧、爆炸，酿成灾害性化学事故。此类灾害由不可抗拒的自然力引起，目前尚无法预报。另一种是由于台风、潮汐、洪水、山体滑坡、泥石流等自然因素引起，目前已能预报。

(4) 战争因素。战争使战争区域（战场）的化工设施遭到破坏，大量化工原料、产品外泄，发生燃烧、爆炸，酿成灾害性化学事故。海湾战争是最明显的例子。

(5) 人为因素。有两种情况：一种是在生产过程中，由于人们违反安全生产法律、法规和技术标准导致的生产安全事故；另一种是恐怖分子、极端分子、黑社会团体出于某些政治目的，对企业生产进行破坏。

2. 化工企业中燃烧爆炸和中毒窒息的主要致因

根据国内50多年典型重大危险化学品伤害事故案例资料分析，结果表明其危害性集中在燃烧爆炸和中毒窒息两个方面，其原因大致归纳为以下几类：

(1) 燃烧爆炸

1) 火药爆炸。火药本质不安全，无安全距离，破坏隔离防爆设

施，储存量大，存放地点不妥，无避雷装置，静电放电，高温引爆等安全措施不落实，没有粘贴危险货物专用标签，安全素质差，缺乏安全知识，不了解物质的理化特性，采取错误的操作方式，摩擦碰撞，物料混装，比例超标，销毁危险品防护不周，未远离公共场所等。违章操作，冒险蛮干，用电池和小灯泡检查雷管线，超载、敲打、操作规程不当，未打开料阀等。非法生产，无安全规范和设施，存在大量事故隐患。

2) 易燃气体爆炸。设备、机械、装置的不完善造成气体泄漏，达到爆炸极限，车间布局不合理，易燃气体浓度高、储存量大、人货混装，遇高温、火源、遭雷击，管道腐蚀漏气、控制阀内漏、密封垫失效，除尘器灰尘积聚摩擦产生火花，无防爆设备、储罐违章改制、焊缝不均、无坡度、无安全阀、私自减少螺钉不能承受压力致断裂引爆，焦化道生炉未安装报警与自动调节，超温超压、未排污、气体含量大、通风不足等。作业者的不安全行为，油轮油库动明火，用汽油擦洗地面，操作失误致液化气外溢，煤气炉蒸气未泄压致超压，煤渣堆产气，氧化剂与还原剂接触反应，合成氨循环槽煤气与空气混合，苯低位槽泄漏，检修用铁榔头敲打除锈，拧动压紧螺钉扣漏气，电路短路，冷却器水阀未打开，气体浓缩积聚分解，氯乙烯压力高经软水槽裂缝与空气混合，止逆阀失控或盲目拉断等。工艺缺陷，碱性炉改为酸性炉，液氧与酒精作冷却剂致高燃喷射，乙烯乙炔气储槽防氧化击发能源，稀硫酸与铁反应产生大量氢气和热量，盲目应用科研成果投产致反应爆炸等。

3) 锅炉爆炸。设备在设计、制造、安装上不合格和不合理，有的报废再使用或土锅炉、安全附件不灵不全，安全阀锈死、压力表失准、钢板苛性脆化、裂纹（碱度过高、压力加高、气压变动频繁），低周波大应力疲劳破坏等。使用者不会操作或违章操作，转炉修补水分未干、气孔小、气体膨胀，铁水凝固管内大量气体不能释放，坑内潮湿遇水，配料不当、钢丝吊断裂，炉膛爆炸（出口挡板

关闭、严重结渣、局部管壁温度过高，保护装置未投入），长时间严重缺水、爆管（结垢、汽水停滞、结冻、酸洗腐蚀）等。

4) 反应压力容器爆炸。设计结构不合理，选材不对，钢材脆化等，违章操作，超压超温，腐蚀磨损等。工艺失误，黄磷酸洗发生放热反应，研究开发无小试、中试而直接应用等。

5) 换热压力容器爆炸。主体材料不符合规定，质量低劣，盖螺栓数量减少，焊接有气孔、裂缝等。

6) 气瓶爆炸。超装、错装、混装为主要原因，液氯钢瓶内留有氯化石蜡、芳香烃起化学反应，未进行残液处理，充装过量，氧气气瓶含有乙醇、氢气相混合，丁二烯储存期过长自聚等。

(2) 中毒窒息

1) 场所狭小，气体挥发不畅通，氰酸气熏，蒸粮库未排通，易造成集体中毒；罐内作业缺乏氧气，窒息中毒；清舱搬运工中毒，清理碳化塔、保冷箱时窒息，纸浆洞作业硫化氢中毒，高炉煤气管道堵塞、焊接断裂致煤气中毒，除油池清洗、清理排水沟、油田井喷等释放硫化氢引起中毒。

2) 维修不办作业许可证，不佩戴防护用具或使用不当，检修未加盲板，管道未排尽物料，无防护措施，水封池阀操作失误，水封失效，火坑倒烟等。

3) 安全素质低，无自我保护意识，工业酒精兑水服用中毒，毒鼠强、氟乙酰胺误服中毒，污水管道内含甲烷、硫化氢窒息中毒，氨进液阀连接管踩断，无知打开二氧化碳瓶阀，致使大量气体在船舱内释放等。

4) 运输过程中发生事故，缺乏产品知识，五氧化二磷翻车，沟内遇水产生磷化氢，三氧化磷翻车外溢，硫酸二甲酯、氰化钠翻车外溢，污染水域，一甲胺罐车阀门碰断溢漏等。

5) 发生事故时大量有毒气体外溢，爆炸时释放大量有毒气体，设备管道泄漏造成有害物急速喷出、飞溅或喷淋，缺少急救知识或