

高等院校「十五」安全工程专业规划教材



# 化工过程安全

HUAGONG GUOCHENG ANQUAN

田震 编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等院校“十一五”安全工程专业规划教材

# 化工过程安全

田震 编

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本教材系统地阐述了现代化工过程安全的基本原理、方法与应用,重点针对化工安全设计、工艺过程安全、化工基本单元操作与运行安全、化学品储存运输过程安全等有关化工安全生产的理论及实践做了较为系统的阐述,介绍了化工过程动力学、化学热力学、化学反应工程学的有关化工安全基础理论和知识,以及反映化工安全领域新理论和新技术。

本书的内容选取接近工程实际,具有很强的综合性和实践性,既可作为高等学校安全工程、化学工程与工艺、应用化学等专业的教材,亦可作为企业安全管理人员、安全评价人员、危险化学品从业人员培训教材或参考资料。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

化工过程安全 / 田震编. —北京: 国防工业出版社,  
2007. 6

高等院校“十一五”安全工程专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 118 - 05175 - 9

I. 化... II. 田... III. 化工过程—安全工程—高等学校—  
教材 IV. TQ02 TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 068787 号

\*

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 13 $\frac{1}{2}$  字数 299 千字

2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

《高等院校“十一五”安全工程专业规划教材》  
编委会

主 编 陈国华

副主编 马小明

编 委 陈国华 马小明 田 震 丁 峰

狄建华 甄 亮 刘定福 姜立春

陈小董 方观贤 黄石茂

## 总 序

安全生产作为保护和发展社会生产力、促进社会和经济全面协调可持续发展的基本保障,是社会、政治文明与进步的重要标志和全面建设社会主义和谐社会、小康社会的本质内涵。胡锦涛总书记在党的十六届五中全会上指出:“把安全发展作为一个重要理念纳入社会主义现代化建设的总体战略,是我们党对科学发展观认识的深化。”为贯彻“安全发展”的理念和指导原则,就要融入国家、地方、部门和行业、企业的发展战略和中长期规划;要坚持标本兼治,重在治本。因此,在科技发展和工业化时期,为遏制重特大安全事故,探寻和采取治本之策成为关键。一方面,要综合运用经济手段、法律手段和必要的行政手段,建立安全生产长效机制;另一方面,要从发展规划、行业管理、安全投入、科技进步、教育培训、安全立法、激励约束、企业管理、监管体制、社会监督以及追究事故责任、查处违法违纪等方面着手,解决影响制约安全生产的历史性、深层次问题,筑牢保护人民群众生命财产安全的保障工程。


唱响安全发展,以安全生产基础理论研究为突破口,加强安全生产理论创新,对加强安全生产尤为重要。安全专业的高等教育是培养安全类人才的主要途径,是安全发展的基础,也是搞好安全工作的重要保证。安全类专业的学生在现在以及将来相当一段时间内,必将成为搞好企事业单位安全生产和安全管理不可或缺的重要力量。我国安全工程专业本科教育从20世纪50年代开始,至今已经具有相当规模,目前全国设置“安全工程”专业教育的院校有近100所。1999年华南理工大学在华南地区率先成立了安全科学与工程研究所,2000年招生培养首届安全工程专业本科生,2003年招生培养首届安全工程硕士研究生,已成为广东省安全工程专业学历教育的重要基地。安全科学与工程研究所组织骨干教师,根据安全工程专业人才的培养目标及对其知识体系的要求,并结合他们多年的科研实践和教学经验,编写“高等院校‘十一五’安全工程专业规划教材”。通过学习本套教材,反映本教材以安全科学的哲学思想、系统科学的方法论为基础,以安全工程技术基础及体系为主线,以启发学生的科学思维和创新思维为原则,从工程系统安全的角度确定安全工程专业教材所涵盖的主要内容,从不同的研究领域和角度反映安全科技最

新成果及其发展趋势,形成安全工程科学的总体思维,为从事安全工程技术及管理工作奠定坚实的基础。

“高等院校‘十一五’安全工程专业规划教材”全套教材包括《风险工程学》、《危险化学品安全管理与定量风险评价》、《安全管理信息系统》、《企业安全管理》、《化工过程安全》、《安全控制原理与测试技术》、《事故调查分析与应急救援》、《火灾爆炸预防》、《机械及电气安全》、《职业病预防》等,涵盖了安全工程技术的多个领域,并结合大量的工程应用案例进行讲解,突出了教材的实用性,尤其在石油化工、机械电气、安全管理等方面具有鲜明的特色。本套系列规划教材可供高等院校安全工程专业不同层次的学生使用,亦可供涉足安全领域的监管人员和教研人员参考。

他山之石,可以攻玉。安全是21世纪的主题,作为培养安全类专门人才的高等院校任重而道远。本套系列规划教材的出版发行,必将为我国安全工程专业的教学发展起到良好的推动作用,对安全生产工作切实转到坚持原则、突出重点、狠抓教育、完善制度、强化监督、深入整治、落实责任的安全发展轨道也有裨益,为提高我国安全生产管理水平和推动国民经济持续安全稳定发展做出新的探索。

广东省安全生产监督管理局局长



2007年3月于广州

# 前 言

化工行业是国民经济的基础工业,同时又是潜在危险性较大的行业。目前我国的化工安全形势比较严峻,各类事故和职业危害频繁发生,已成为制约化学工业健康发展的重要问题。本教材立足于现代化工过程的实际和安全发展需要,结合最新的化工安全领域的法规、标准,在收集大量实用的新资料的基础上编写的。

本教材在介绍现代化工过程安全的基本原理、方法与应用的基础上,围绕化工生产过程中的介质、工艺、设备的危险性和安全技术问题,重点阐述了化工安全设计、工艺过程安全、化工基本单元操作与运行安全、化学品储存运输过程的安全技术。全书的编写注重基础性和实用性,力求重点突出、精炼简洁。

化工安全教材内容涉及多个学科,受编者水平所限,书中的错误与不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者  
2007年3月

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 化学工业的危险因素	1
1.1.1 化工行业的发展概况	1
1.1.2 化工生产的特点	1
1.1.3 化学工业发展伴随的危险	3
1.2 化工企业重大危险源类别	4
1.3 化学工业事故原因统计	7
第 2 章 化工过程安全原理	10
2.1 化学物质及其危险概述	10
2.1.1 危险化学品分类及各类化学品的特性	10
2.1.2 影响化学品危险性的主要因素	14
2.1.3 化学品固有危险性评估	16
2.2 液体闪点及其变化规律	16
2.2.1 液体闪点的概述	16
2.2.2 单一同系物可燃液体闪点的变化规律	17
2.2.3 混合液体的闪点的变化规律	17
2.3 爆炸极限及预测	19
2.3.1 爆炸极限理论	19
2.3.2 影响爆炸极限的因素	20
2.3.3 爆炸温度极限	23
2.3.4 爆炸危险度	23
2.3.5 爆炸极限的预测	23
2.4 反应性化学物质的危险性及其评估方法	25
2.4.1 反应性化学物质热危险性	25
2.4.2 物质不稳定性的结构因素	26
2.4.3 反应物质的氧平衡值	27
2.4.4 最大爆炸压强预测法	27
2.5 化学反应的热效应	29
2.5.1 化学反应的反应热	29
2.5.2 化学反应热的计算	30



2.5.3	化学反应量热	32
2.5.4	化学反应的方向和自发过程	36
2.6	化学反应速率	37
2.6.1	化学反应速率及其表示方法	37
2.6.2	反应速率的浓度效应和反应级数	37
2.6.3	反应速率的温度效应和反应活化能	38
2.7	常用工业反应器类型及特点	41
2.7.1	常用工业反应器类型	41
2.7.2	反应器的操作方式	45
2.7.3	反应器内的物理传递过程特点	46
2.7.4	工业化学反应动力学	48
<b>第3章</b>	<b>化工安全设计</b>	<b>49</b>
3.1	化工建设项目选址	49
3.1.1	自然条件的影响	49
3.1.2	与周边环境的相互影响	50
3.2	厂区总平面安全布置	51
3.2.1	厂区功能分区	51
3.2.2	厂内交通路线的规划	52
3.2.3	化工装置安全布置	53
3.3	化工过程安全设计	55
3.3.1	工艺过程的安全设计	55
3.3.2	工艺流程安全设计	55
3.3.3	仪表及自控安全对策措施	56
3.3.4	设备防火、防爆设计	57
3.3.5	工艺管线的安全设计	57
3.4	化工生产厂房的安全设计	59
3.4.1	生产的火灾危险性分类	59
3.4.2	厂房设计安全要求	60
3.5	化学品仓库安全设计	63
3.5.1	储存物品的火灾危险性分类	63
3.5.2	库房设计安全要求	63
3.6	化学品储罐区安全设计	64
3.6.1	化学品储罐安全布置	64
3.6.2	化学品储罐防火堤安全设计	65
3.7	化工厂公用工程安全设计	65
3.7.1	化工厂用水安全设计	65
3.7.2	工厂配电安全设计	67
3.7.3	辅助气体设施安全设计	70

3.7.4	工厂通风安全设计	70
3.8	其他安全防护设计	74
3.8.1	化工消防设计	74
3.8.2	化工装置防静电设计	75
3.8.3	化工装置防雷设计	75
<b>第4章</b>	<b>化工工艺过程安全</b>	<b>77</b>
4.1	化工工艺基本知识	77
4.1.1	化工工艺流程规范代号	77
4.1.2	化工工艺过程安全概述	80
4.2	化工工艺过程危险性分析	81
4.2.1	化学反应过程的危险性分析	81
4.2.2	操作过程的危险性分析	82
4.2.3	非正常操作的安全问题	82
4.3	化工工艺过程本质安全化设计技术	83
4.3.1	化工工艺过程开发的步骤	83
4.3.2	化工过程安全保护层次	84
4.3.3	本质安全化设计技术概述	84
4.3.4	化工开发过程中实现本质安全的机会	85
4.4	典型化学反应的危险性分析及安全控制	87
4.5	化工物料安全控制	95
4.5.1	物料信息概况	95
4.5.2	化工过程物料安全控制措施	95
4.6	点火源的控制	98
4.7	化工工艺参数的安全控制	102
4.7.1	化学反应温度的安全控制	102
4.7.2	压力的控制	103
4.7.3	液位的安全控制	104
4.7.4	加料控制	104
4.7.5	物料成分的控制	106
4.7.6	过反应的控制	106
4.7.7	公用工程的安全控制	107
4.7.8	安全控制系统	107
4.8	化工工艺过程应急措施	108
4.8.1	化工工艺异常的处理	108
4.8.2	限制火灾爆炸扩散蔓延的措施	109
4.8.3	物料泄压排放	111

<b>第 5 章 化工单元操作和运行安全</b> .....	113
5.1 化工工艺操作安全技术.....	113
5.1.1 化工单元操作安全技术 .....	113
5.1.2 化工工艺指标的安全操作与控制 .....	121
5.2 泵操作安全.....	121
5.2.1 离心泵操作安全 .....	121
5.2.2 往复泵操作安全 .....	123
5.3 压缩机操作安全.....	124
5.3.1 压缩机操作危险性分析 .....	125
5.3.2 压缩机操作安全要求 .....	125
5.3.3 压缩机故障处理 .....	126
5.4 管道运行安全.....	129
5.4.1 概述 .....	129
5.4.2 管道运行事故原因分析 .....	129
5.4.3 管道泄漏与爆炸事故的预防措施 .....	130
5.4.4 高压管道检验 .....	132
5.5 压力容器的运行安全.....	133
5.5.1 压力容器概述 .....	133
5.5.2 压力容器安全运行要求 .....	134
5.5.3 压力容器的安全操作 .....	135
5.6 压力容器安全装置.....	136
5.6.1 安全泄压装置 .....	136
5.6.2 计量装置 .....	140
5.6.3 报警装置 .....	143
5.6.4 联锁装置 .....	143
5.7 化工检修作业安全.....	144
5.7.1 化工装置检修安全概述 .....	144
5.7.2 化工装置停车安全措施 .....	144
5.7.3 化工装置检修作业安全 .....	148
5.7.4 开车作业安全 .....	149
<b>第 6 章 危险化学品的包装、储存和运输安全</b> .....	152
6.1 危险化学品包装的安全技术.....	152
6.1.1 影响危险品包装的因素 .....	152
6.1.2 危险化学品的分类 .....	153
6.1.3 危险化学品的安全试验 .....	153
6.1.4 危险化学品包装容器的安全要求 .....	154
6.1.5 危险化学品包装安全的基本要求 .....	155

6.1.6	危险化学品的包装标志及安全标签 .....	156
6.1.7	危险化学品的包装标志及安全标签的使用 .....	157
6.2	危险化学品的储存安全 .....	159
6.2.1	危险化学品储存事故原因 .....	159
6.2.2	危险化学品储存安全 .....	159
6.3	危险化学品运输安全 .....	161
6.3.1	危险化学品运输的一般要求 .....	161
6.3.2	危险化学品道路运输相关方安全职责 .....	162
6.3.3	危险货物公路运输安全要求 .....	163
6.3.4	铁路运输安全 .....	164
6.3.5	水路运输安全 .....	166
<b>第7章</b>	<b>化工过程有害因素预防措施 .....</b>	<b>168</b>
7.1	预防中毒、窒息的安全技术措施 .....	168
7.1.1	预防中毒的对策措施 .....	168
7.1.2	缺氧窒息预防 .....	170
7.2	防尘对策措施 .....	170
7.2.1	除尘机理 .....	170
7.2.2	除尘措施 .....	171
7.3	噪声控制措施 .....	173
7.4	振动控制措施 .....	176
7.5	辐射防护措施 .....	176
7.6	高、低温作业安全防护 .....	178
7.6.1	高温作业的防护措施 .....	178
7.6.2	低温、冷水作业防护措施 .....	179
<b>附录一</b>	<b>危险化学品安全管理条例 .....</b>	<b>180</b>
<b>附录二</b>	<b>危险化学品建设项目安全许可实施办法 .....</b>	<b>193</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>201</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 化学工业的危险因素

### 1.1.1 化工行业的发展概况

化工行业是国民经济的基础工业。目前,中国石油和化学工业从石油、天然气等矿产资源的勘探开发到石油化工、天然气化工、煤化工、盐化工、国防化工、化肥、纯碱、氯碱、电石、无机盐、基本有机原料、农药、染料、涂料、新领域精细化工、橡胶加工、新材料等,已经形成具有 20 多个行业、可生产 4 万多种品种、门类比较齐全、品种大体配套并有一定国际竞争能力的工业体系。截至 2006 年 10 月底,我国在危险化学品生产、储存、经营、使用、运输等五个环节共有从业单位 37 万多,其中生产企业有 25000 多个,从业人员 500 多万人。

近十多年,我国化工企业发展迅速,区域化工产业带已初步形成。据不完全统计,省级以上人民政府批准建设的新建化工园区达 60 多家。如依托长江水系形成长江经济带和长江三角洲地区,上游有重庆长寿化工园、四川西部化工城,下游有南京、无锡、常州、镇江、南通、泰兴、常熟、扬子江和苏州工业园,以及上海化学工业区;依托珠江水系的珠江经济带和泛珠三角地区,主要有广东湛江、茂名、广州、惠州、深圳、珠海等;沿海地区的化工园区,如环杭州湾地区形成精细化工园区,山东半岛和环渤海地区的青岛、齐鲁、天津、沧州、大连和福州湄州湾的泉港、厦门、莆田等均建立了化工园区;一批具有特色的内陆地区化工园区正在崛起,如内蒙古包头、鄂尔多斯和巴盟化工园区、陕西的煤化工神华工业园、青海西宁经济技术开发区、新疆独山子、乌鲁木齐、克拉玛依、库车和塔里木五大园区和贵州正在形成的依托铝、钛、锰、磷、煤炭、石油以及天然气资源的贵阳-遵义产业带等。

化学工业是我国的主要支柱产业之一,做好危险化学品的安全生产和管理,促进化学工业持续、稳定、健康发展,对国家和人民具有十分重要的意义。

### 1.1.2 化工生产的特点

无论是化学工业还是冶金、石油炼制和能源加工等工业过程,均采用化学方法将原料加工成为有用的产品。化工生产过程如图 1-1 所示,可分为以下三个组成部分:

(1) 原料的预处理。按化学反应的要求,将原料进行处理,例如,提纯原料,除去对反应有害的杂质;加热原料使达到反应要求温度;几种原料的配料混合,以适应反应浓度要求等等。这些预处理操作一般属于物理过程。

(2) 化学反应。是将一种或几种物质转化为所需的物质;或从一组混合物中脱除某一组份,如汽车尾气中脱除烃和氮的氧化物,使气体净化达到排放标准等等。这些属于化学过程。

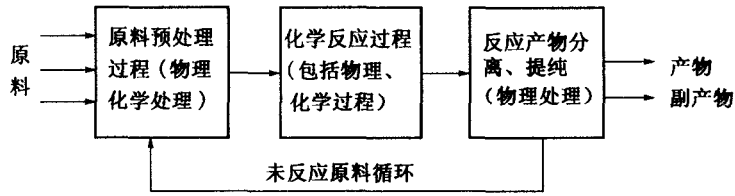


图 1-1 典型的化工生产过程

(3) 产物的分离。由于副反应的存在,生成不希望的产物;又因反应不完全或某些反应物过量,致使反应产物需要进行分离,获得符合规格的纯净产物。如蒸馏、吸收、萃取、结晶、过滤等。

化工生产过程存在着许多不安全生产因素。从安全的角度,化工生产具有以下特点:

### 1. 化工物料绝大多数具有潜在的危险性

化工生产,从原料到产品,包括工艺过程中的半成品、中间体、溶剂、添加剂、催化剂、试剂等,许多属于易燃易爆物质。在生产中一旦操作失误或物料泄漏,极易发生火灾爆炸事故。例如聚氯乙烯树脂生产使用的原料乙烯、甲苯、中间产品氯乙烯都是易燃易爆物质,在空气中达到一定的浓度,遇火源即可发生火灾爆炸事故。

化工过程中的有毒物质,种类多,数量大。许多原料和产品本身即为毒物,在生产过程中添加的一些化学性物质也多属有毒的,在生产过程中因化学反应又生成一些新的有毒性物质,如氰化物、氟化物、硫化物、氮氧化物及烃类毒物等。这些毒物有的属一般性毒物,也有许多高毒和剧毒物质。它们以气体、液体和固体三种状态存在,并随生产条件的变化而不断改变原来的状态。

化工过程还产生一些腐蚀性物质。如在生产工艺过程中使用一些强腐蚀性物质,如硫酸、硝酸、盐酸和烧碱等,它们不但对人有很强的化学性灼伤作用,而且对金属设备也有很强的腐蚀作用。另外,在生产过程中有些原料和产品本身具有较强的腐蚀作用,如原油中含有硫化物腐蚀设备管道。化学反应生成新的具有不同腐蚀性的物质,如硫化氢、氯化氢、氮氧化物等,不但大大降低设备使用寿命,还可使设备减薄、变脆,甚至承受不了设计压力而发生泄漏事故。

### 2. 生产工艺过程复杂、工艺条件苛刻

现代化工生产过程复杂,从原料到产品,一般都需要经过许多工序和复杂的加工单元,通过多次反应或分离才能完成。例如,炼油生产的催化裂化装置,从原料到产品要经过 8 个加工单元,乙烯从原料裂解出来需要 12 个化学反应和分离单元。

化工生产工艺复杂,广泛采用高温、高压、深冷、真空等工艺,有反应罐、塔、锅炉等各种各样的装置,再加上众多的管线,使工艺装置复杂化。加上许多介质强烈腐蚀性,在温度应力、交变应力等作用下,受压容器常常因此而遭受到破坏。有些反应要求的工艺条件苛刻,如丙烯和空气直接氧化生产丙烯酸的反应,物料配比在爆炸极限附近,且反应温度超过中间产物丙烯醛的自燃点,在安全控制上稍有失误就有发生爆炸的危险。

### 3. 生产规模大型化、生产过程连续性强

化工生产从原料输入到产品输出具有高度的连续性,前后单元息息相关,相互制约,某一环节发生故障常常会影响到整个生产的正常进行。由于装置规模大且工艺流程长,

因此使用设备的种类和数量都相当多。如我国年产30万t以上合成氨厂有32个,60万t以上的纯碱厂6个,30万t以上的硫酸厂36个,12万t以上的高浓度磷肥厂31个,10万t以上的烧碱厂40个。“十五”期间,化工行业还建设了一批大型装置。如上海石化20万t/a聚丙烯;云天化股份有限公司的80万t/a硫酸、30万t/a磷酸、60万t/a磷铵装置;山东万华16万t/a MDI(4,4-二苯基甲烷二异氰酸酯)装置、20万t/a甲醇低压羰基合成醋酸装置、20万t/a低压法生产甲醇、2.4万t/aTDI(甲苯二异氰酸酯)等。以年产30万t乙烯厂为例,其装置含有裂解炉、加热炉、反应器、换热器、塔、槽、泵、压缩机等设备共500多台(件),管道上千根,还有各种控制和检测仪表,这些设备如维护保养不良很容易引起事故的发生。

#### 4. 生产过程自动化程度高

由于装置大型化、连续化、工艺过程复杂化和工艺参数要求苛刻,因而现代化生产过程中,人工操作已不能适应其需要,必须采取自动化程度较高的控制系统。近年来随着计算机技术的发展,化工生产中普遍采用了集散型控制系统,对生产过程的各种参数及开停车实行监视、控制和管理,从而有效地提高了控制的可靠性。但是控制系统和仪器仪表维护不好,性能下降,也可能因检测或控制失效而发生事故。

#### 5. 事故应急救援难度大

由于大量的易燃易爆物品、复杂的管线布置,增加了事故应急救援的难度;一些管线、反应装置直接阻挡了最佳的扑救线路,扑救必需迂回进行,施救难度大。

### 1.1.3 化学工业发展伴随的危险

化学工业是我国国民经济的重要支柱产业,又是潜在危险性较大的行业。由于危险化学品所固有的易燃易爆、有毒有害的特性,随着高参数、高能量、高风险的化工过程的出现,化工事故隐患越来越多,事故也更加具有灾害性、突发性和社会性,可造成严重的人员伤亡、财产损失和环境污染。如1984年11月19日,墨西哥的首都近郊一液化气供应中心站发生爆炸着火,54个储罐及设施全部被摧毁,死亡490余人,4000多人受伤,900多人失踪,经济损失巨大。1984年12月3日,印度一家农药厂,发生甲基异氰酸酯毒气泄漏事件,造成2500多人死亡,5万人双目失明,近10万人终身致残。1994年11月2日,埃及艾斯龙特市石油基地储油罐区遭雷击起火,死亡近500人。该油罐区储存石油15000t,距居民区200m,但储罐区地势较高,着火后,燃烧着的石油顺水流下而燃成火海。2001年9月21日,法国南部城市图卢兹一家制造硝酸铵化肥的化工厂发生爆炸,死亡29人,受伤2442人,离爆炸现场5km以外的房屋都受到不同程度的破坏,其原因是硝酸铵与二氯异氰尿酸钠颗粒发生固-固反应之后有三氯化氮生成,三氯化氮是一种危险且不稳定的物质,极易以爆轰方式发生分解。

近年来,我国的化工安全形势比较严峻,各类事故和职业危害频繁发生,已成为制约我国化学工业健康发展的重要问题,全国各类伤亡事故总数居高不下。2003年7月28日,河北省辛集市一家爆竹厂发生爆炸,共造成35人死亡,103人受伤。2005年11月13日,中石油吉林石化分公司某厂因故障处理不当发生爆炸事故,共造成5人死亡、1人失踪、60余人受伤。爆炸还造成约100t苯类物质流入松花江,造成了松花江江水严重污染,沿岸数百万居民的生活受到影响。2006年7月28日,江苏省射阳县盐城某化工有限公

司氯化反应器在试生产过程中发生爆炸,造成硝化、氯化两个车间厂房全部倒塌,共造成 22 人死亡,29 人受伤。

我国化工系统的一些老化工企业原来分布在离城区比较远的地方,但随着城市建设的加快,现在工厂周围大都形成了市区。据统计,这类化工企业约有 6000 余家,其周边居民的生命和财产安全受到潜在的威胁。

随着化学工业的发展,我国的炼油装置规模已达年产 800 万 t,乙烯装置扩建到年产 100 万多 t。装置的大型化有效地提高了生产效率,但规模越大,储存的危险物料量越多,潜在的危险能量也越大,事故造成的后果往往也越严重。随着化学工业的发展,超大型石化、化工生产装置、储存装置的日益增多,重大危险源的数量不断增加,在安全方面的问题和潜在威胁日益突出。

## 1.2 化工企业重大危险源类别

重大危险源,是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或储存危险物品,且危险物品的数量等于或超过临界量的场所和设施,以及其他存在危险能量等于或超过临界量的场所和设施。化工企业重大危险源的类别如下:

### 1. 储罐区(储罐)

储罐区(储罐)重大危险源是指储存表 1-1 中所列类别的危险物品,且储存量达到或超过其临界量的储罐区或单个储罐。

表 1-1 储罐区(储罐)临界量表

类别	物质特性	临界量/t	典型物质举例
易燃液体	闪点 < 28℃	20	汽油、丙烯、石脑油等
	28℃ ≤ 闪点 < 60℃	100	煤油、松节油、丁醚等
可燃气	爆炸下限 < 10%	10	乙炔、氢、液化石油气等
	爆炸下限 ≥ 10%	20	氨气等
毒性物质	剧毒品	0.001	氰化钠(溶液)、碳酰氯等
	有毒品	0.1	三氯化砷、丙烯醛等
	有害品	20	苯酚、苯腈等

储存量超过其临界量包括以下两种情况:

(1) 储罐区(储罐)内有一种危险物品的储存量达到或超过其对应的临界量;

(2) 储罐区内储存多种危险物品且每一种物品的储存量均未达到或超过其对应临界量,但满足下面的公式:

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1 \quad (1-1)$$

式中:  $q_1, q_2, \dots, q_n$  为每一种危险物品的实际储存量(t);  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  为对应危险物品的临界量(t)。

根据《化学品安全标签编写规定》(GB 15258—1999),毒性物质分级见表 1-2。



表 1-2 毒性物质分级

分 级	经口半数致死量 LD <sub>50</sub> /(mg/kg)	经皮接触 24h 半数致死量 LD <sub>50</sub> /(mg/kg)	吸入 1h 半数致死浓度 LC <sub>50</sub> /(mg/L)
剧毒品	LD <sub>50</sub> ≤ 5	LD <sub>50</sub> ≤ 40	LC <sub>50</sub> ≤ 0.5
有毒品	5 < LD <sub>50</sub> ≤ 50	40 < LD <sub>50</sub> ≤ 200	0.5 < LC <sub>50</sub> ≤ 2
有害品	(固体) 50 < LD <sub>50</sub> ≤ 500 (液体) 50 < LD <sub>50</sub> ≤ 2000	200 < LD <sub>50</sub> ≤ 1000	2 < LC <sub>50</sub> ≤ 10

## 2. 库区(库)

库区(库)重大危险源是指储存表 1-3 中所列类别的危险物品,且储存量达到或超过其临界量的库区或单个库房。

表 1-3 库区(库)临界量表

类 别	物质特性	临界量/t	典型物质举例
民用爆破器材	起爆器材*	1	雷管、导爆管等
	工业炸药	50	铵梯炸药、乳化炸药等
	爆炸危险原材料	250	硝酸铵等
烟火剂、烟花爆竹		5	黑火药、烟火药、爆竹、烟花等
易燃液体	闪点 < 28℃	20	汽油、丙烯、石脑油等
	28℃ ≤ 闪点 < 60℃	100	煤油、松节油、丁醚等
可燃气体	爆炸下限 < 10%	10	乙炔、氢、液化石油气等
	爆炸下限 ≥ 10%	20	氨气等
毒性物质	剧毒品	0.001	氰化钾、乙撑亚胺、碳酰氯等
	有毒品	0.1	三氟化砷、丙烯醛等
	有害品	20	苯酚、苯胍等

\* 起爆器材的药量,应按其产品中各类装填药的总量计算

储存量超过其临界量包括以下两种情况:

- (1) 库区(库)内有一种危险物品的储存量达到或超过其对应的临界量;
- (2) 库区(库)内储存多种危险物品且每一种物品的储存量均未达到或超过其对应临界量,但满足公式(1-1)。

## 3. 生产场所

生产场所重大危险源是指生产、使用表 1-4 中所列类别的危险物质量达到或超过临界量的设施或场所。

表 1-4 生产场所临界量表

类 别	物质特性	临界量/t	典型物质举例
民用爆破器材	起爆器材*	0.1	雷管、导爆管等
	工业炸药	5	铵梯炸药、乳化炸药等
	爆炸危险原材料	25	硝酸铵等
烟火剂、烟花爆竹		0.5	黑火药、烟火药、爆竹、烟花等