



高职高专“十一五”规划教材

HUAGONG ANQUAN JISHU GAILUN

化工安全技术概论

魏振枢 主编



化学工业出版社

受本基西... 高职高专“十一五”规划教材

化工安全技术概论

魏振枢 主编

图书在版编目(CIP)数据

化工安全技术概论 / 魏振枢主编. — 北京: 化学工业出版社, 2008.7.
 高职高专“十一五”规划教材.
 ISBN 978-7-122-03050-7

Ⅰ. 化… Ⅱ. 魏… Ⅲ. 安全技术—概论—教材. Ⅳ. TQ984
 中国版本图书馆(CIP)数据核字(2008)第004444号



化学工业出版社

· 北京 ·

本书根据化学工业生产可能遇到的安全生产技术方面的问题；根据化工安全生产概论课程的基本要求编写而成。介绍了化工安全基础知识、危险化学品安全管理、防火防爆安全技术、工业毒物与防毒技术、化工机械设备安全技术、电气安全与静电防护技术，职业危害及其预防、化工企业安全管理和化工安全系统分析与评价等。本书力求科学性、系统性、前瞻性和趣味性，编排了适量安全技术阅读材料和试题，便于教学参考。

本书为高职高专化工及相关专业的教学用书，也可作为化工技术人员和管理人员的培训用书，还可以作为安全评价师资格考试参考用书。

化工安全技术概论

魏振枢 主编

图书在版编目 (CIP) 数据

化工安全技术概论/魏振枢主编. —北京：化学工业出版社，2008.7

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-03020-7

I. 化… II. 魏… III. 化学工业-安全技术-高等学校：技术学院-教材 IV. TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 090483 号

责任编辑：王文峡
责任校对：王素芹

装帧设计：韩 飞

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 装：北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 417 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：27.00 元

版权所有 违者必究

前言



化工生产, 工艺复杂多变, 原材料及产品多为易燃易爆、有毒有害或腐蚀性物质。加之目前生产装置大型化、工艺过程连续化、控制系统自动化程度越来越高, 因此, 在整个化工生产过程中存在着潜在危险因素。这些危险因素在一定条件下可能会转化成为事故, 从而破坏正常的生产并危及人们的生命安全, 造成经济损失, 甚至造成严重的环境污染。

化工生产过程中的事故可以通过采取足够的防范措施, 使之降低或避免。如果设计时对生产安全能够周密考虑, 在厂址选择和装备布置上防止事故的扩大蔓延; 在工艺流程上采取完善的安全系统; 在设备制造和维修中精心设计, 把好材质、加工关; 在运行中进行严格管理; 在后勤支援上配备足够的医护、消防等措施以降低事故后果的严重程度, 则多数事故隐患会得到有效的预防。

在校学习的化工类专业学生应该了解和具备化工安全生产基本知识, 为此我们组织有专业知识和丰富实践经验的人员编写了这本教材。

本教材主要内容包括化工安全基础知识、危险化学品安全管理、防火防爆安全技术、工业毒物与防毒技术、化工机械设备安全技术、电气安全与静电防护技术、职业危害及其预防、化工企业安全管理和化工安全系统分析与评价等。本教材的突出特点是内容新、实用性强、重点突出, 并且与安全评价师考试大纲有机结合, 理论以“必需、够用”为度, 注重实践, 每章都有阅读材料和实例综合分析题, 便于学生学习与理解。本书备有电子教案, 可发电子邮件至 cipedu@163.com 索取。

魏振枢会同林峰、肖望东、罗超云、吕智文、左建东等共同研究确定本书的编写提纲、编写细则和编写工作分工, 并参加了部分章节的编写工作。参加本书主要编写工作的有徐绍红(第一章、第三章), 王文武(第二章、第八章), 刘冬梅(第五章), 郭林(第四章、第六章), 杨航(第三章第一节、第五章第三节、第九章), 高国卿(第二章第一节和第二节、第七章), 李靖靖(附录核实整理), 周晓莉(安全试题整理编写), 吕志元(计算方法的核实和习题的核对)。林峰、肖望东、罗超云、吕智文、左建东、王捷等对书稿进行了细致的审校并对书中的各类习题进行核实, 孔昭宁和魏蕾进行了比较详尽的校对、勘误工作, 最后由魏振枢统稿定稿。

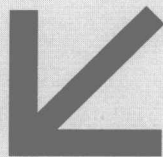
我们力争使本书知识性、规范性、系统性、实用性为一体, 能够作为高职高专及中等职业学校化工及相关专业的教材, 同时也可供化工安全技术及管理人员参考。

由于水平所限, 书中疏漏之处, 万望广大读者不吝赐教。

编者

2008年6月

目录



148	野区四森燃	二
23	崖类随森燃	三
27	第一章 概论	1
27	第一节 化工生产的特点与安全生产	1
27	一、化工生产的特点	1
28	二、安全生产管理原理	2
34	三、安全生产方针	4
34	四、化工安全生产的重要性	4
34	五、化工安全技术研究内容	5
34	第二节 化学工业的安全与危险	6
34	一、安全与危险	7
34	二、化工生产中的危险因素	8
34	三、化工生产中的重大危险源	12
34	第三节 事故应急救援预案	15
34	一、建立事故应急救援体系的必要性	15
34	二、事故应急救援的基本任务	15
34	三、化学事故应急救援预案的制订	16
34	第四节 案例分析与讨论	19
34	一、广东省某烟花厂爆炸事故	19
34	二、某化工厂急性硫化氢中毒事故	20
34	复习思考题	21
34	第二章 危险化学品安全管理	23
34	第一节 危险化学品的分类	23
34	一、危险化学品概念	23
34	二、危险化学品分类	23
34	第二节 危险化学品生产单位安全要求	25
34	一、危险化学品生产企业必备条件	25
34	二、通用管理制度	26
34	三、特殊管理制度	26
34	第三节 危险化学品的储存、运输、包装安全要求	26
34	一、危险化学品储存的安全要求	26
34	二、危险化学品运输的安全要求	28
34	三、危险化学品包装的安全要求	29

第四节	案例分析与讨论	29
一、	广东省某市危险化学品爆炸事件	29
二、	某市酚中毒事件	30
复习思考题		31
第三章	防火防爆安全技术	33
第一节	燃烧的基础知识	33
一、	燃烧概述	33
二、	燃烧的过程	34
三、	燃烧的类型	35
第二节	爆炸的基础知识	37
一、	爆炸概述	37
二、	爆炸的类型	37
三、	爆炸极限	38
四、	粉尘爆炸	41
第三节	防火防爆的基本技术措施	42
一、	化工生产中火灾与爆炸的危险性分析	42
二、	点火源控制	44
三、	消除导致燃爆的物质条件	45
四、	工艺参数的安全控制	46
第四节	燃爆扩散及蔓延的控制	48
一、	隔离、露天布置、远距离操纵	49
二、	防火与防爆安全装置	49
第五节	消防安全技术	51
一、	灭火的基本原理和方法	51
二、	灭火剂	52
三、	灭火器材和消防给水设施	54
第六节	常见火灾的扑救	56
一、	生产装置初起火灾的扑救	56
二、	易燃、可燃液体初起火灾的扑救	57
三、	电气火灾的扑救	57
四、	人身着火的扑救	58
第七节	案例分析与讨论	58
一、	黑龙江省某亚麻厂粉尘爆炸事故	58
二、	金陵石化公司某炼油厂油罐燃烧事故	59
复习思考题		60
第四章	工业毒物与防毒技术	62
第一节	毒物的毒性评价与分级	62
一、	毒性物质概述	62
二、	毒性评价与分级	62
三、	空气中有害物质的容许浓度	65

511	第二节 工业毒物的危害	67
611	一、工业毒物侵入人体的途径	67
111	二、毒物的毒理作用	68
	三、工业毒物对人体的危害	69
110	四、工业毒物的火灾危险性	71
011	第三节 工业毒物防治技术	71
110	一、依法加强管理	71
110	二、采取有效的技术措施	72
711	三、做好个人防护	73
117	第四节 毒物中毒的现场救护	74
118	一、职业接触毒物危害程度分级	74
119	二、毒物中毒与现场急救	75
151	第五节 案例分析与讨论	75
152	一、某农药公司甲酯气中毒事故	75
153	二、印度博帕尔农药厂毒气泄漏事故	76
153	复习思考题	77
153	第五章 化工机械设备安全技术	79
154	第一节 通用机械安全技术概论	79
154	一、机械产生的危险	79
251	二、机械安全通用技术	80
159	三、安全防护措施	81
158	第二节 工业锅炉安全技术	82
158	一、锅炉安全的重要性	82
159	二、锅炉基本参数与分类	82
130	三、锅炉安全装置	83
131	四、锅炉安全运行与管理	86
	五、锅炉常见事故及处理措施	87
133	第三节 压力容器安全技术	89
133	一、压力容器的特点	89
133	二、压力容器的分类	89
134	三、压力容器安全装置	90
134	四、压力容器的安全运行与管理	92
132	第四节 气瓶和管道安全技术	94
132	一、气瓶的安全使用	94
132	二、压力管道安全技术	98
136	第五节 化工设备检修安全技术	101
139	一、化工设备检修特点	101
141	二、安全检修管理	101
143	三、装置的安全停车与处理	102
143	四、安全检修中的特殊作业	104
144	五、化工检修的安全验收	110
143	第六节 案例分析与讨论	111
143	一、浙江某电化厂液氯钢瓶爆炸事故	111

70	二、山西某县锅炉爆炸事故	112
70	三、违章操作事故案例	113
80	复习思考题	113
90		
117	第六章 电气安全与静电防护技术	116
117	第一节 电气事故概述	116
117	一、电气事故特点	116
117	二、电气事故类型	116
117	第二节 触电保护技术	117
117	一、触电事故对人类造成的伤害	117
117	二、触电的形式与原因	118
117	三、触电防护措施	119
117	四、触电的急救	121
117	第三节 静电的危害与消除	122
117	一、静电的产生	122
117	二、静电的危害	122
117	三、防止静电的途径	123
117	四、人体防静电措施	123
117	第四节 雷电危害及其防护	124
117	一、雷电的分类与危害	124
117	二、常用防雷装置	125
117	三、建筑物及人体防雷措施	126
117	第五节 案例分析与讨论	128
117	一、湖北某化工公司触电事故	128
117	二、河北某县化工厂雷击火灾事故	129
117	三、广西雷击事故	130
117	复习思考题	131
117		
117	第七章 职业危害及其预防	133
117	第一节 概述	133
117	一、职业卫生	133
117	二、职业危害因素	134
117	三、职业病和法定职业病	134
117	四、职业卫生的三级预防原则	135
117	第二节 职业危害和职业病	135
117	一、粉尘与尘肺	135
117	二、生产性毒物及职业中毒	136
117	三、物理性职业危害因素	139
117	四、职业性致癌因素和职业癌	142
117	五、职业性传染病	142
117	六、其他职业病	143
117	七、女工的职业卫生	143
117	第三节 职业危害的管理及防护	143
117	一、加强作业场所的监测	143

181	二、职业卫生管理	144
181	三、职业危害的防护	144
181	四、个体防护用品	147
181	第四节 案例分析与讨论	149
181	一、空压机噪声致病事件	149
181	二、某鞋厂苯和甲苯中毒事件	150
181	复习思考题	150
181	第八章 化工企业安全管理	152
181	第一节 化工企业安全管理体系概述	152
181	一、职业安全健康管理体系的提出	152
181	二、职业安全健康管理体系的作用	153
181	三、职业安全健康管理体系的特征	154
181	第二节 职业安全健康管理体系内容	155
181	一、方针	156
181	二、组织	156
181	三、计划与实施	158
181	四、检查与评价	160
181	五、改进措施	161
181	第三节 职业安全健康管理体系建立步骤	162
181	一、学习与培训	162
181	二、制订计划	162
181	三、初始评审(现状调查)	162
181	四、OSHMS 设计	163
181	第四节 职业安全健康管理体系认证	163
181	一、职业安全健康管理体系审核类型	163
181	二、职业安全健康管理体系认证程序	165
181	第五节 健康、安全与环境管理体系	167
181	一、HSE 管理体系的概念及形成	167
181	二、HSE 管理体系的作用	168
181	三、HSE 管理体系的基本结构	168
181	四、HSE 管理体系认证审核概述	170
181	第六节 安全、健康、环境等质量管理体系的整合	172
181	一、HSE、OSHMS 的组合	172
181	二、OHSAS 与 ISO 9000、ISO 14000 的区别与联系	174
181	三、文件的整合	174
181	第七节 管理体系认证阅读材料	175
181	一、某质量检测部门的 OSHMS 认证	175
181	二、“安全金字塔”与细节管理	177
181	复习思考题	179
181	第九章 化工安全系统分析与评价	181
181	第一节 安全系统工程简述	181
181	一、系统与安全	181

141	二、安全系统工程基本程序和方法	182
141	三、安全系统工程特点	183
141	第二节 安全评价概述	183
141	一、安全评价的目的、意义和内容	184
141	二、安全评价方法	184
151	第三节 案例分析与讨论	195
151	一、对某公司 10kt/a 聚碳酸酯项目安全预评价	195
151	二、加油站安全评价检查表（消防设施部分）	196
151	复习思考题	196
151	附录	199
151	附录一 危险化学品安全管理条例	199
151	附录二 工作场所空气中有毒物质容许浓度（GB Z2—2002）	209
151	附录三 安全模拟试题	219
151	附录四 相关网站	242
151	参考文献	243
161		四
161		五
161		章三第
161		一
161		二
161		三
161		四
161		章四第
161		一
161		二
161		章五第
161		一
161		二
161		三
170		四
171		章六第
171		一
171		二
171		三
171		章七第
171		一
171		二
171		章八第
181		章九第
181		章一第
181		一

第一章 概论

第一节 化工生产的特点与安全生产

化学工业的迅速崛起，有力地促进了国民经济的发展。现如今，人们的“衣食住行用”都离不开化工产品。同时，化工产品被广泛应用于农业、国防、轻工、纺织、建筑等行业中。当前，国防工业和尖端科学技术中许多不可缺少的原材料都要依靠化学工业。因此，化学工业对提高人们的生活水平，促进其他工业的迅速发展起到了十分重要的作用。

与此同时，随着新技术、新产品的不断开发和利用，潜在的危险因素随之增加。尤其是由于化工产品具有易燃易爆、有毒有害、腐蚀性强等特点，化学工业危险性较之其他行业要大得多，发生事故的可能性也要更大一些，产生的后果也往往比较严重。因此，化工生产要特别重视安全问题，要从保护人身安全和健康出发，深入研究事故发生的客观规律，努力探讨控制危险的有效措施，防止各类事故的发生。

一、化工生产的特点

1. 化工生产物料多数具有潜在的危险性

随着化学工业的发展，涉及的化学物质种类和数量越来越多，很多化工物料具有易燃易爆性、腐蚀性、反应性和毒性。如操作不当或设备发生故障外泄时，或者空气（或氧气）混入系统时，容易发生燃烧爆炸事故，造成操作人员的人身伤亡，这就决定了化学工业生产事故具有多发性和严重性。这就对生产中所涉及的原材料、燃料、中间产品和成品的储存和运输提出了许多特殊的要求。根据中国化工部门统计，因一氧化碳、硫化氢、氮气、氮氧化物、氨、苯、二氧化碳、二氧化硫、光气、氯化钡、氯气、甲烷、氯乙烯、磷、苯酚、砷化物等 16 种化学物质造成中毒、窒息的死亡人数占中毒和窒息死亡总人数的 87.6%，而这些物质在一般化工厂中是常见的。

2. 化工生产工艺过程复杂，工艺条件苛刻

化工生产过程复杂，对整个工艺条件要求苛刻。很多反应是在高温、高压下进行的，而有些反应则是在低温、高真空条件下进行的，稍有不慎就会因未能满足条件而发生事故。如果反应器、压力容器发生爆炸或者燃烧产生的传播速度超过声速的爆轰，就会产生破坏力极强的冲击波，导致周围厂房、建筑物倒塌，生产装置、储运设备破坏以及人员伤亡。如果是室内爆炸，极易引发二次或多次爆炸，爆炸压力叠加，可能造成更为严重的后果。

3. 化工生产规模大型化、生产过程连续性强

化工生产规模的大型化是近几十年来一个明显的发展趋势。大型化就是把各种生产过程有机地联合在一起，输入输出都是在管道中进行，许多装置互相连接，形成一条很长的生产线，以求降低单位产品的投资和成本，提高经济效益。这样的生产形式在基建投资、经济效益和提高产品质量方面具有明显的优势。中国的炼油装置最大规模已经达到年产 800 万

吨, 乙烯装置已经建成年产能力 45 万吨, 并扩大到年产 70 万吨的更大规模。与此同时, 化工装置的大型化造成储存危险物料的量增多, 并且物料处于工艺过程中, 增加了外泄的危险性, 因此发生事故造成的后果往往会更严重。

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, 某一环节发生故障就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非常多。例如某厂年产 30 万吨乙烯装置含有裂解炉、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, 这些设备如维修保养不良, 很容易引起事故的发生。

4. 化工生产过程的自动化程度高

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, 因此现代化工生产过程已经不能再用人工作业, 必须采用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 DCS (distributed control system) 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、管理, 从而有效地提高了控制的可靠性。与此同时, 如果对控制系统和仪器仪表维护不好, 致使其性能下降, 就有可能因检测或控制失效而发生事故。

二、安全生产管理原理

安全生产是为了使生产过程在符合物质条件和工作秩序下进行, 防止发生人身伤亡和财产损失等生产事故, 消除或控制危险、有害因素, 保障人身安全与健康, 使设备和设施免受损坏, 使环境免遭破坏的总称。

安全生产管理是管理的重要组成部分, 是安全科学的一个分支。所谓安全生产管理, 就是针对人们生产过程的安全问题, 运用有效的资源, 发挥人们的智慧, 通过人们的努力, 进行有关决策、计划、组织和控制等活动, 实现生产过程中人与机器设备、物料、环境的和谐, 达到安全生产的目标。

安全生产管理的目标是, 减少和控制危害, 减少和控制事故, 尽量避免生产过程中由于事故所造成的人身伤害、财产损失、环境污染以及其他损失。安全生产管理包括安全生产法制管理、行政管理、监督检查、工艺技术管理、设备设施管理、作业环境和条件管理等。

安全生产管理的基本对象是企业的员工, 涉及企业中的所有人员、设备设施、物料、环境、财务、信息等各个方面。安全生产管理的内容包括: 安全生产管理机构 and 安全生产管理人员、安全生产责任制、安全生产管理规章制度、安全生产策划、安全培训教育、安全生产档案等。安全生产管理的原理主要有以下几个方面。

1. 系统原理

(1) 含义 所谓“系统”, 它是由相互作用、相互依存的若干组成部分 (子系统), 按照特定功能有机组织起来的综合整体。系统原理是指人们在从事管理工作时, 运用系统的理论、观点和方法, 对管理活动进行充分的系统分析, 以达到管理的优化目标, 即运用系统论的观点、理论和方法来认识和处理管理中出现的问题。

(2) 运用系统原理的原则

① 动态相关性原则。动态相关性原则告诉我们, 构成管理系统的各要素是运动和发展, 它们相互联系又相互制约。显然, 如果管理系统的各要素都处于静止状态, 就不会发生事故。

② 整分合原则。高效的现代安全生产管理必须在整体规划下明确分工, 在分工基础上有效综合, 这就是整分合原则。运用该原则, 要求企业管理者在制订整体目标和进行宏观决

策时,必须将安全生产纳入其中,在考虑资金、人员和体系时,都必须将安全生产作为一项重要内容考虑。

③ 反馈原则。反馈是控制过程中对控制机构的反作用。成功、高效的管理,离不开灵活、准确、快速的反馈。企业生产的内部条件和外部环境在不断变化,所以必须及时捕获、反馈各种安全生产信息,以便及时采取行动。

④ 封闭原则。在任何一个管理系统内部,管理手段、管理过程等必须构成一个连续封闭的回路,才能形成有效的管理活动,这就是封闭原则。封闭原则说明在企业安全生产中,各管理机构之间、各种管理制度和方法之间,必须具有紧密的联系,形成相互制约的回路,才能有效。

2. 人本原理

(1) 含义 在管理中必须把人的因素放在首位,体现以人为本的指导思想,这就是人本原理。以人为本有两层含义:一是一切管理活动都是以人为本展开的,人既是管理的主体,又是管理的客体,每个人都处在一定的管理层面上,离开人就无所谓管理;二是管理活动中,作为管理对象的要素和管理系统的各个环节,都是需要人掌管、运作、推动和实施的。

(2) 运用人本原理的原则

① 动力原则。推动管理活动的基本力量是人,管理必须有能够激发人的工作能力的动力,这就是动力原则。对于管理系统,有3种动力,即物质动力、精神动力和信息动力。

② 能级原则。现代管理认为,单位和个人都具有一定的能量,并且可按照能量的大小顺序排列,形成管理的能级,就像原子中电子的能级一样。在管理系统中,建立一套合理能级,根据单位和个人能量的大小安排其工作,发挥不同能级的能量,保证结构的稳定性和管理的有效性,这就是能级原则。

③ 激励原则。管理中的激励就是利用某种外部诱因的刺激,调动人的积极性和创造性。以科学的手段,激发人的内在潜力,使其充分发挥积极性、主动性和创造性,这就是激励原则。人的工作动力来源于内在动力、外部压力和工作吸引力。

3. 预防原理

(1) 含义 安全生产管理工作应该做到预防为主,通过有效的管理和技术手段,减少和防止人的不安全行为和物的不安全状态,这就是预防原理。

(2) 运用预防原理的原则

① 偶然损失原则。事故后果以及后果的严重程度,都是随机的、难以预测的。反复发生的同类事故,并不一定产生完全相同的后果,这就是事故损失的偶然性。偶然损失原则告诉人们,无论事故损失的大小,都必须做好预防工作。

② 因果关系原则。事故的发生是许多因素互为因果连续发生的最终结果,只要诱发事故的因素存在,发生事故是必然的,只是时间或迟或早而已,这就是因果关系原则。

③ 3E原则。造成人的不安全行为和物的不安全状态的原因可归结为4个方面:技术原因、教育原因、身体和态度原因以及管理原因。针对这4方面的原因,可以采取3种防止对策,即工程技术(engineering)对策、教育(education)对策和法制(enforcement)对策,即所谓3E原则。

④ 本质安全化原则。本质安全化原则是指从一开始和从本质上实现安全化,从根本上消除事故发生的可能性,从而达到预防事故发生的目的。本质安全化原则不仅可以应用于设备、设施,还可以应用于建设项目。

4. 强制原理

(1) 含义 采取强制管理的手段控制人的意愿和行为,使个人的活动、行为等受到安全

生产管理要求的约束，从而实现有效的安全生产管理，这就是强制原理。所谓强制就是绝对服从，不必经被管理者同意便可采取控制行动。

(2) 运用强制原理的原则

① 安全第一原则。安全第一就是要求在进行生产和其他工作时把安全工作放在一切工作的首要位置。当生产和其他工作与安全发生矛盾时，要以安全为主，生产和其他工作要服从于安全，这就是安全第一原则；

② 监督原则。监督原则是指在安全工作中，为了使安全生产法律法规得到落实，必须设立安全生产监督管理部门，对企业生产中的守法和执法情况进行监督。

三、安全生产方针

《中华人民共和国安全生产法》明确规定：“安全生产管理，坚持安全第一，预防为主的方针。”安全生产方针为中国安全生产确定了总原则。如何正确理解安全生产方针呢？劳动安全卫生工作贯穿于生产劳动的全过程。所谓“安全第一”，就是在劳动各个环节中，把劳动安全卫生管理作为生产劳动管理的重要组成部分；就是在生产劳动过程中，把劳动安全卫生工作，特别是劳动者的生命安全与健康放在首位，作为生产劳动顺利运行的前提和保证。对于各级领导层管理者来说，就是要牢记“以人为本”，在“计划、布置、总结、检查、评比生产工作的同时，要首先计划、布置、总结、检查、评比安全工作。”只能在保证劳动者安全与健康的前提下，去改进工艺、技术、设备；去增加产品品种、提高产量和质量；去提高产值和销售收入；去减少消耗、降低成本、增加利润。绝不能不顾安全，片面追求高产量和高产值；片面追求低消耗和低成本；片面追求利润的增加。对于广大劳动者来说，则要珍惜自己和他人的生命与健康，在进行每项工作时，都要首先考虑在工作中可能存在哪些危险因素或事故隐患，应该采取哪些措施来防止事故的发生。同时要严格遵守、执行安全操作规程，杜绝违章操作，以避免伤害自己和他人的生命和健康。绝不能“要钱不要命”，抱有麻痹、侥幸心理或莽撞行事，把自己和他人的生命和健康当儿戏。

古人说：“防患于未然”。“凡事预则立，不预则废”。做任何工作都是如此，劳动安全卫生工作当然也不例外。“预防”是实现安全生产、劳动保护的基础，它要求用人单位在整个生产劳动过程中提供符合劳动安全卫生规程和标准的劳动工具及劳动条件和环境，确保“物”处于安全状态；同时通过经常性的宣传、教育、培训提高所有成员（包括各级领导、管理者和劳动者）的安全素质，尽可能减少人的不安全行为和管理缺陷。“预防为主”就是要求把预防事故及职业危害、职业病作为劳动安全卫生工作的重点和目标，变事后处理为事前预防，从立法执法、组织管理、教育培训、技术、设备等方面，采取各种有效措施，发现和治理事故隐患，防止因为生产劳动中存在的物的不安全状态、人的不安全行为以及管理缺陷而导致事故和职业危害、职业病的发生。

四、化工安全生产的重要性

安全是人类赖以生存和发展的最基本需要之一，人们总是希望得到安全，没有伤亡、疾病和不受外界的威胁、侵略。应该说，安全是人的最基本和低层次的需要，而化学工业由于具有自身的特点，发生事故的可能性及其后果比其他行业要大，而发生了事故必将威胁着人身的安全和健康，甚至给社会带来灾难性的破坏，因此化工安全生产具有特殊的意义。安全生产的基本任务归纳起来有两条，第一是在生产过程中保护职工的安全和健康，防止工伤事故和职业性危害；第二是在生产过程中防止其他各类事故的发生，确保生产装置的连续、正常运转。

血的教训充分说明了化工生产中如果没有完善的安全防护设施和严格的安全管理,即使拥有先进的生产技术、现代化的生产设备,也会发生事故。而一旦发生事故,人民的生命和财产将遭到重大损失,生产也无法进行下去,甚至整个装置毁于一旦。因此,安全在化工生产中有着非常重要的作用,安全是化工生产的前提和关键,没有安全保障,生产就不能顺利进行。随着社会大发展,人类文明程度的提高,人们对安全的要求也越来越高,企业各级领导、管理干部、工程技术人员和操作工人都必须做到“安全第一”,把安全生产始终放在一切工作的首位;同时还必须深入研究安全管理和预防事故的科学方法,控制和消除各种危险因素,做到防患于未然。对于担负着开发新技术、新产品的工程技术人员,必须树立安全观念,认真探讨和掌握伴随生产过程而可能发生的事故及预防对策,努力为企业提供技术上先进、工艺上合理、操作上安全可靠的生产技术,把化工生产中的事故和损失降到最低限度。

五、化工安全技术研究内容

化工安全工程是涉及范围广泛、内容极为丰富的综合性专业。在过去几十年里,化工安全理论与技术随着化学工业的发展和各学科知识的不断深化,取得了较大进展。除了对火灾、爆炸、静电、辐射、噪声、职业病和职业中毒等方面的研究不断深入外,还把系统工程的理论和方法应用于安全领域,派生出来了一个新的分支,即安全系统工程学。化工装置和控制技术的可靠性研究发展很快,化工设备故障诊断技术、化工安全评价技术,以及防火、防爆和防毒的技术和手段都有了很大发展。

1. 以人为主体的安全问题研究

多数工业事故是由于人员失误造成的。在工业生产中,人的作用日益受到重视。围绕人展开的研究,如化工危险性评价、人机工程学、劳动心理学、人体测量学等方面都取得了较大进展。

(1) 化工危险性评价和安全工程 为了防止重大灾难性事故的发生,提出了要进行安全性评价,这些评价方法的核心内容是辨识和评价危险性,这些危险性如果处理不当就可能发展成为事故。安全工程的目的是采取措施,使隐患尽可能不发展成为事故。通过确定被评价对象的危险状况,制订出相应的安全措施。

(2) 人机工程学 人机工程学是应用生物学、人类学、心理学、人体测量学和工程技术科学的成就,研究人与机器的关系,使工作效率达到最佳状态。人机工程学是现代管理科学的重要组成部分,主要研究内容有以下几个方面。

① 人机协作 人的优点是对工作状况有认知能力,但容易受精神状态和情绪变化的支配。而且人易于疲劳,缺乏耐久性。机械则能持久运转,输出能量较大,但对故障和外界干扰没有自适应能力。人和机械都取其长,弃其短,密切配合,组成一个有机体,从根本上提高人机系统的安全性和可靠性,获得最佳工作效率。

② 改善工作条件 人在高温、辐射、噪声、粉尘、烟雾、昏暗、潮湿等恶劣条件下容易失误,引发事故,改善工作条件则可以保证人身安全,提高工作效率。

③ 改进机具设施 机具设施的设计应该适合人体的生理特点,这样可以减少失误行为。比如按照以上人机工程学原理设计控制室和操作程序,可以强化安全,提高工作效率。

④ 提高工作技能 对操作者进行必要的操作训练,提高其操作技能,并根据操作技能水平确定其所承担的工作。

⑤ 因人制宜 研究特殊工种对劳动者体能和心智的要求,选派适宜的人员从事特殊工作。

(3) 劳动心理学 劳动心理学是从心理学的角度研究照明、色调、音响、温度、湿度、

家庭生活与劳动者劳动效率的关系。主要内容有以下几个方面。

① 根据操作者在不同工作条件下的心理和生理变化情况,制订适宜的工作和作息制度,促进安全生产,提高劳动效率。

② 发生事故时除分析设备、工艺、原材料、保护装置等方面存在的问题外,同时考虑事故发生前后操作者的心理状态,从而可以从技术上和管理上采取防范措施。

(4) 人体测量学 人体测量学是通过人体的测量,指导工作场所安全设计、劳动负荷和作息制度的制定以及有关的安全标准的制订。它需要测定人体各部分的相关尺寸,执行器官活动所及的范围。除了生理方面的测定外,还要进行心理方面的测试。人体测量学的成果为人机工程学、安全系统工程等现代安全技术科学所采用。

2. 化工安全技术的新进展

目前,安全技术基本上已经发展成为一个独立的科学技术体系,它可以使人们对安全的认识不断深化,对实现安全生产的方法和手段日趋完善。

(1) 设备故障诊断技术和安全评价技术发展迅速 随着化学工业的发展,高压技术的应用,对压力容器的安全检测变得极为重要。无损探伤技术得到迅速发展,声发射技术和红外热成像技术在探测容器的裂纹和断裂以评价压力容器寿命方面得到了重要应用。危险性具有潜在的性质,在一定的条件下可以发展成为事故,也可以采取措施抑制其发展。安全评价技术,就是在危险性辨识的基础上,对危险性进行定性和定量评价,并根据评价结果采取优化的安全措施。

(2) 监测危险状况,消除危险因素的新技术不断出现 危险状况测试、监视和报警的新仪器不断投入使用。不少国家广泛采用了烟雾报警器、火焰监视器、感光报警器、可燃性气体监测报警仪、有毒气体浓度测定仪、噪声测定仪、电荷密度测定仪和嗅敏仪等仪器。

消除危险因素的新技术、新材料和新装置的研究不断深入。橡胶和纺织行业已有效地采用了放射性同位素静电中和剂,在烃类燃料和聚合物溶液中,抗静电添加剂已投入使用。压力、温度、流速、液位等工艺参数自动控制与超限保护装置被许多化工企业所采用。

(3) 救人灭火技术有了很大发展 许多国家在研制高效能灭火剂、灭火机和自动灭火系统等方面取得了很大进展。如美国研制成功的新灭火抢救设备“空中飞行悬挂机动系统”,具有救人救火等多种功能。法国研制的含有玻璃纤维的弹性软管,能耐 800°C 高温,当人在软管中迅速滑落时,不会灼伤,手和脸部的皮肤也不会擦伤。

(4) 预防职业危害的安全技术有了很大进步 在除尘、防毒、通风采暖、照明采光、噪声治理、振动消除、高频和射频辐射防护、放射性防护、现场急救等方面都取得了很大进展。

(5) 化工生产和化学品储运工艺安全技术、设施和器具等方面的操作规程及岗位操作方法不断规范,化工设备设计、制造和安装的安全技术规范不断趋于完善,管理水平也有了很大提高。

第二节 化学工业的安全与危险

随着技术的进步和市场的扩大,化学工业迅速发展起来,目前的产值已经占整个制造业的30%以上。在化工生产中,从原料、中间体到成品,大都具有易燃、易爆、有毒等化学

危险性。化工工艺过程复杂多样,高温、高压、深冷等不安全因素很多,因此,事故的多发性和严重性是化学工业独有的特点。

大多数化工危险都具有潜在的性质,即存在着“危险源”。危险源是指企业生产活动中客观存在的危险物质或能量超过临界值的设施、设备或场所。在一定的条件下,危险源可以发展成为“事故隐患”,而事故隐患失去控制,则转化为“事故”。因此,可以得出结论:危险失控,可导致事故;危险受控,能获得安全。所以辨识危险源成为一项重要工作。

一、安全与危险

1. 安全

安全(safety)是指在生产活动过程中,能将人员伤亡或财产损失控制在可接受水平之下的状态,安全的含义主要包括以下几个方面。

① 所研究的是生产领域的安全问题,既不涉及军事或社会意义的安全,也不涉及与疾病有关的安全;

② 安全不是瞬间的结果,而是对于某种过程状态的描述;

③ 安全是相对的,绝对安全是不存在的;

④ 构成安全问题的矛盾双方是安全与危险,而非安全与事故,因此,衡量一个生产系统是否安全,不应仅仅依靠事故指标;

⑤ 不同的时代,不同的生产领域,可接受的损失水平是不同的,因而衡量系统是否安全的标准也是不同的。

2. 危险

危险(danger)是指在生产活动过程中,人员或财产遭受损失的可能性超出了可接受范围的一种状态。危险包含了各种隐患,包含尚未为人所认识的以及虽为人们所认识但尚未为人所控制的各种潜在危险,同时,危险还包含了安全与不安全一对矛盾斗争过程中某些瞬间突变所表现出来的事故结果。危险是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的根源或状态。危险、危害因素是指能使人造成伤亡,对物造成突发性损坏,或影响人的身体健康而导致疾病,对物造成慢性损坏的因素。通常为了区别客体对人体不良作用的特点和效果,分为危险因素(有遭到损害或失败的可能,强调突发性和瞬间作用)和危害因素(使受破坏、损害,强调在一定时间范围内的积累作用)。有时对两者不加区分,统称为危险因素。客观存在的危险、有害物质和能量超过临界值的设备、设施和场所都可能成为危险因素。风险(risk)是描述系统危险程度的客观量,又称危险性(danger property)。通常人们用风险描述可能导致的事故概率和事故后果,这两个方面可以用来评价系统的风险或系统的危险性。“风险”一词在不同场合,含义有所不同。例如,在保险业务上,风险是指保险标的人或物遭受损害的可能性及其可能的损害程度;在经济领域中,风险则不仅包含损失的可能性,也包含获益的希望,又称为危机(危险和机会)。

3. 安全性

安全性(safety property)是指确保安全的程度,是衡量系统安全程度的客观量。与安全性对立的概念是风险(危险性)。假定系统的安全性为 S ,危险性为 R ,则有 $S=1-R$ 。显然, R 越小, S 越大;反之亦然。若在一定程度上消减了危险因素,就等于创造了安全。

4. 事故

事故(accident)是指造成人员死亡、伤害、职业病、财产损失或其他损失的意外事件。事故是在有目的行动过程中,由于人们受到科学知识和技术力量的限制,或者由于认识上的局限,当前还不能防止,或能防止但未有效控制而发生的违背人们意愿的突发性事件。事故