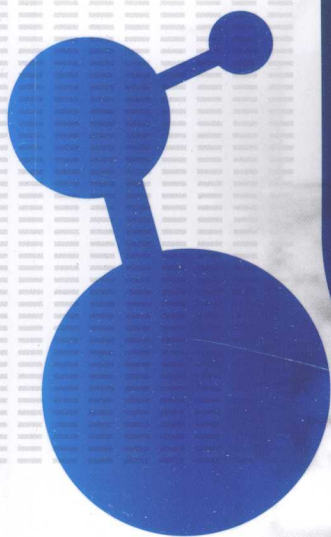




中国石油和化学工业行业规划教材

高职高专化工技术类



化工安全技术与 职业健康

HUAGONG ANQUAN JISHU YU ZHIYE JIANKANG

孙玉叶 主编 王瑾 副主编 杨永杰 主审

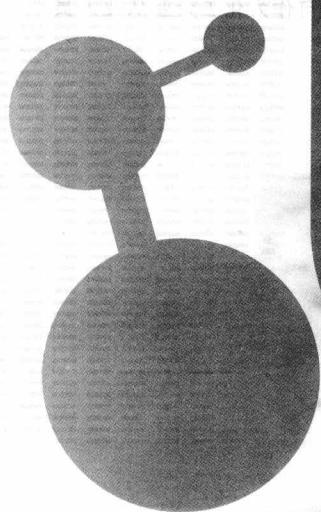


化学工业出版社



中国石油和化学工业行业规划教材

高职高专化工技术类



化工安全技术与 职业健康

HUAGONG ANQUAN JISHU YU ZHIYE JIANKANG

孙玉叶 主编 王瑾 副主编 杨永杰 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材在全面分析了化工安全生产特点及化工职业健康要求的基础上,共分四个部分组织相关编写内容:其中第一部分总论概述了化工生产与职业健康安全的关系,并简略介绍了危险化学品安全基础知识,为后续章节的学习打下了坚实的基础;第二部分是化工安全技术篇,内容包括化工生产防火防爆、化工特种设备安全、电气及静电安全技术,从化工安全技术层面分析了化工安全生产存在的问题,并有针对性地提出安全对策措施;第三部分是化工职业健康篇,内容包括职业健康监护及化工职业卫生技术,从职业健康层面分析了化工生产过程中各职业有害因素对从业人员健康的影响,并有针对性地提出了防护技术措施;第四部分是化工安全生产意识、能力拓展篇,从化工安全检修、危险化学品事故应急救援及化工企业安全生产管理方面进一步提高化工从业人员的安全生产意识与能力。

全书精选了上百个化工生产事故案例并结合具体的化工安全生产知识进行分析,能有效地提高学习者的安全生产意识,从而激发学习者主动提高安全生产能力,以真正实现“要我安全”到“我要安全”的转变。

本书适合作为高职高专化工技术类专业(应用化工生产技术、有机化工生产技术、精细化工生产技术、高聚物生产技术、生物化工技术、制药技术、化工装备技术等)教材,也可作为化工企业从业人员的安全生产知识培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

化工安全技术与职业健康/孙玉叶主编. —北京:化学工业出版社, 2009.9

中国石油和化学工业行业规划教材. 高职高专化工技术类

ISBN 978-7-122-06206-2

I. 化… II. 孙… III. ①化学工业-安全技术-高等学校:技术学院-教材②化学工业-职业病-健康教育-高等学校:技术学院-教材 IV. TQ086 R135

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 119904 号

责任编辑: 窦 臻 提 岩
责任校对: 郑 捷

装帧设计: 尹琳琳

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: 北京白帆印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 419 千字 2009 年 9 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: 28.00 元

版权所有 违者必究

中国石油和化学工业行业规划教材 * 高职高专化工技术类 编审委员会名单

主 任：陈炳和 常州工程职业技术学院

委 员：（按姓氏笔画排列）

丁志平 南京化工职业技术学院

于兰平 天津渤海职业技术学院

王绍良 湖南化工职业技术学院

吉 飞 常州工程职业技术学院

朱东方 河南工业大学化学工业职业学院

任耀生 中国化工教育协会

杨永杰 天津渤海职业技术学院

杨宗伟 四川化工职业技术学院

陈炳和 常州工程职业技术学院

金万祥 徐州工业职业技术学院

洪 霄 常州工业职业技术学院

秦建华 扬州工业职业技术学院

袁红兰 贵州工业职业技术学院

曹克广 承德石油高等专科学校

程桂花 河北化工医药职业技术学院

潘正安 化学工业出版社

序

2006年11月教育部颁布了《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)文件,文件中明确了课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。文件要求各高等职业院校应积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容;要建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量;要改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生能力的培养;要加强教材建设,与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材,并确保优质教材进课堂。

自文件颁布以来,在我国掀起了新一轮高职高专教育教学改革热潮,以工作过程系统化重构高职高专课程体系,以项目化课程教学法改革传统学科传授教学法,取得了丰硕的成果。学生学习的兴趣、学习动力、自觉性、主动性、自信心、主体性和专业能力、自学能力、创新能力、团队合作能力、与人交流能力、计划策划能力、信息获取与加工能力等都得到明显提高,学生对复杂专业知识的把握情况也显著改善。项目化课程教学改革完全符合教育部的十六号文件精神。项目化课程教学改革遵循的八大原则更是体现了当今先进的高等职业教育观念。这八大原则是:①课程教学应进行整体教学设计;②课程内容是职业活动导向、工作过程导向,而不是学科知识的逻辑推演导向;③课程教学突出能力目标,而不仅仅是突出知识目标;④课程内容的载体主要是项目和任务,而不是语言、文字、图形、公式;⑤能力的训练过程必须精心设计,反复训练,而不是在讲完系统的知识之后,举几个知识的应用例子;⑥学生是课程教学过程中的主体;⑦课程的内容和教学过程应当“做、学、教”一体化,“实践、知识、理论”一体化;⑧注意在课程教学中渗透八大职业核心能力(外语应用能力、与人合作能力、与人交流能力、信息处理能力、数字应用能力、解决问题能力、自我学习和创新革新能力)的培养。

全国化工高等职业教育教学指导委员会(简称全国化工高职教指委)化工技术类专业委员会于2002年组织全国石油与化工各职业院校教师编写了第一套高职高专化工技术类专业规划教材,解决了当时高职院校化工技术类专业无教材的困难。然而,随着科学技术的进步,产业结构的调整,劳动效率的提高,信息技术的应用,劳动密集型生产已向资本密集型和技术密集型转变。特别是近年来的项目化课程教学改革的开展,原来的教材已不适应高等职业教育教学改革的需要。为此,全国化工高职教指委化工技术类专业委员会于2008年9月在常州工程职业技术学院启动了第二轮规划教材编写工作。教指委根据教育部教高[2006]16号文件的精神,吸收了先进的高职高专教育教学改革理念,进行了企业调研、座谈,针对岗位(群),聘请企业职业专家进行工

作任务分析,进而确定典型工作任务,组织课程专家按照职业成长规律和认知规律,用工作过程系统化的开发方法,重构化工技术类专业课程体系,制定课程标准,进行了教学情境设计,聘请企业一线技术专家作为教材编写的顾问和副主审,在全国石油和化工高职高专院校公开征集编写思路,组织高职教育领域的课程专家对应征的编写方案进行答辩,最终在全国范围内选拔出从事石油与化工职业教育的优秀骨干教师编写本套教材。

本套新教材的特点:

1. 体现工学结合的内涵要求;
2. 基本体现化工生产的工作过程;
3. 突出能力目标,重在培养学生的做事能力,强调知识的应用;
4. 便于项目化和任务驱动教学法的实施;
5. 注意培养学生的八大职业核心能力;
6. 反映当今的新技术、新材料、新设备和新工艺。

本轮建设的全套教材能满足化工技术类专业主干课程教学需求,能满足各个化工技术类专业方向课程教学需要,也能满足全国石油与化工高职院校根据地方经济发展和支柱产业需求设置的化工技术类专业选修课程教学要求。

本轮化工技术类专业的教材编写工作得到了许多化工生产一线企业行业专家、高等职业院校的领导和教育教学专家的指导,在此向所有对高等职业教育改革给予热情支持的人士表示衷心的感谢!

我们所做的工作仅是探索和创新的开始,还有许多的课题有待进一步研究,我们期待各界专家和读者提出宝贵意见!

全国化工高等职业教育教学指导委员会
化工技术类专业委员会

2009年6月

前言

随着工业化进程的迅猛发展,生产规模不断扩大,各种化学化工的新材料、新产品、新技术、新工艺和新设备给人民群众的生活带来了极大的便利,但随之而来的化工生产事故特别是危险化学品事故也不断发生,给人民的生命、财产安全和生活环境构成了重大的威胁。为避免或减少事故发生,降低事故损失,化工从业人员应该在掌握各自专业知识与技能的基础上,熟悉化工生产安全及职业卫生相关知识,具备初步的化工生产危险有害因素辨识分析能力,以提高安全生产意识与能力。切实贯彻“安全第一,预防为主,综合治理”的安全生产方针。

本书根据《安全生产法》、《危险化学品安全管理条例》、《特种设备安全监察条例》等法律法规要求,并结合化工生产易燃易爆、中毒、腐蚀及生产设施多是特种设备等生产特点,组织相关编写内容,并精选了大量化工生产事故案例穿插在相应知识点处,以全面提高化工从业人员的安全生产意识与能力。

本书是由具有企业安全生产管理经验的国家注册安全工程师孙玉叶及具有丰富教学经验的高职学院教师王瑾、钱爱玲、张桃先、孙浩等同志集体讨论分工执笔,完稿后又经天津渤海职业技术学院杨永杰教授及国家注册安全工程师(高级工程师)王宏俊反复审校、编写人员反复修改而后完成的一部集体著作。其中常州工程职业技术学院孙玉叶编写了第一章、第二章、第十章,太原科技大学化学与生物工程学院钱爱玲编写了第三章,武汉软件工程职业学院张桃先编写了第四章,贵州科技工程职业学院王瑾编写了第五章、第六章、第七章,天津渤海职业技术学院孙浩编写了第八章、第九章。本书在编写过程中还得到全国化工高职教育教学指导委员会化工技术类专业委员会陈炳和主任的指导与帮助,在此表示感谢。

本书立足化工行业安全生产与职业卫生特点,从化工安全技术、化工职业健康、危险化学品事故应急救援及化工企业安全生产管理等方面组织编写内容,并在每章开头提出学习本章应达到的知识目标与能力目标,在每章末尾附以应知应会训练题,具体实用,可操作性强。本书既可作为高职高专化工类专业的教材,又可作为化工企业从业人员的安全生产知识培训教材。

在编写过程中,虽然各编审都花了很多精力,但由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者提出建议及修改意见。

编者

2009年6月

目 录

第一部分 总论

1

第一章 化工生产与职业健康安全	1
第一节 现代化工生产与安全	1
一、化工生产的特点	2
二、化工生产安全	4
三、化工生产事故类型及特点	5
四、职业健康安全在化工生产中的地位和作用	8
第二节 化工职业健康安全管理有关法律法规及标准	10
一、安全生产法律法规体系	10
二、职业安全健康标准体系	12
三、危险化学品安全生产相关法律法规及标准	13
[应知应会题]	14
第二章 危险化学品安全基础知识	16
第一节 危险化学品分类及特性	16
第二节 危险化学品危险性分析	18
一、危险化学品固有危险性	18
二、危险化学品过程危险性	20
第三节 危险化学品的管理控制	22
一、登记注册	22
二、分类管理	22
三、安全标签	23
四、安全技术说明书	26
五、安全教育	29
[应知应会题]	29

第二部分 化工安全技术篇

31

第三章 防火防爆技术	31
第一节 燃烧与爆炸基础知识	32
一、燃烧基础知识	32
二、爆炸基础知识	36
第二节 火灾的形成及其预防原理	40
一、火灾产生的原因	40
二、火灾事故的发展过程	42
三、火灾事故的特点	43
四、火灾发生的条件	46
五、生产过程火灾爆炸危险性分类	46

第三节 燃烧爆炸的预防	47
一、预防燃烧(火灾)爆炸的一般原则	47
二、点火源的控制	48
三、对火灾爆炸危险物质的处理	49
四、工艺参数的安全控制	51
五、自动控制与安全保险装置	54
六、限制火灾爆炸蔓延的措施	55
第四节 灭火与灭火措施	57
一、火灾与灭火	57
二、灭火剂	58
三、灭火器	60
四、灭火系统	61
五、火灾自动报警系统	63
〔应知应会题〕	64
第四章 化工特种设备安全技术	66
第一节 压力容器安全技术	67
一、压力容器及其分类	67
二、压力容器的安全附件	68
三、压力容器的使用管理	70
四、压力容器的定期检验	72
第二节 气瓶安全技术	74
一、气瓶的定义与分类	74
二、气瓶安全附件	75
三、气瓶的漆色及标志	76
四、气瓶的充装与储运	76
五、气瓶的安全使用	78
六、气瓶的定期检验	78
第三节 压力管道安全技术	79
一、压力管道概述	79
二、压力管道安装	79
三、压力管道的腐蚀与防护	80
四、压力管道质量检验及监督检验	80
五、在用压力管道的定期检验	81
六、压力管道的维护与检修	82
七、在用压力管道安全管理与事故分析	83
第四节 锅炉安全技术	85
一、锅炉基础知识	85
二、锅炉安全附件	85
三、锅炉运行	87
四、锅炉给水	89
五、锅炉常见事故及预防措施	90
〔应知应会题〕	90
第五章 电气及静电安全技术	93
第一节 电气安全技术	93
一、触电事故与急救	93
二、触电防护技术	95
三、电气防火防爆	101

第二节 防静电技术	104
一、工业静电的产生	104
二、静电的特性与危害	107
三、防静电措施	109
第三节 防雷技术	113
一、雷电现象及危害	113
二、雷电的分类	114
三、防雷措施	114
〔应知应会题〕	117

第三部分 化工职业健康篇

119

第六章 职业健康监护	119
第一节 职业健康概述	119
一、职业病及其致害因素	120
二、职业病预防	121
第二节 个体防护用品及选用	123
一、个体防护用品及分类	123
二、个体防护用品的选用	126
〔应知应会题〕	128
第七章 化工职业卫生技术	129
第一节 防尘技术	129
一、生产性粉尘及其危害	129
二、防尘措施	132
第二节 防毒技术	135
一、工业毒物及其危害	135
二、防毒措施	139
第三节 其他职业危害及防控	141
一、噪声危害及控制	141
二、辐射危害及预防	144
三、高温、低温作业危害及防护	147
第四节 灼伤及其防治	148
一、灼伤及其分类	148
二、化学灼伤的现场急救	149
三、化学灼伤的预防措施	150
〔应知应会题〕	151

第四部分 化工安全生产意识、能力拓展篇

153

第八章 化工安全检修	153
第一节 化工安全检修的分类与特点	154
一、化工装置检修的分类	154
二、化工装置检修的特点	154
第二节 化工安全检修的一般要求	155
一、化工检修的准备	155
二、化工检修的实施	157
三、抽堵盲板、置换与清洗等作业安全	158
四、化工检修的验收	161

第三节 化工检修作业安全	163
一、动火作业	163
二、动土作业	165
三、密闭空间作业	167
四、高处作业	168
五、电气作业	171
〔应知应会题〕	173
第九章 危险化学品事故应急救援	175
第一节 危险化学品事故	175
一、危险化学品事故类型	175
二、危险化学品事故特点	177
第二节 危险化学品事故应急救援概述	178
一、危险化学品事故应急救援的基本原则	178
二、危险化学品事故应急救援的基本任务	179
三、危险化学品事故应急救援的基本形式	179
四、应急救援工作的特点与基本要求	179
第三节 典型危险化学品事故应急处置	180
一、火灾事故	180
二、爆炸事故	181
三、泄漏事故	183
四、中毒窒息事故	184
五、化学烧伤事故	185
六、环境污染事故	187
第四节 急救救护及事故现场救护技术	188
一、心肺复苏术	188
二、止血术	190
三、包扎术	193
四、固定术	196
五、搬运	200
〔应知应会题〕	202
第十章 企业安全管理概述	204
第一节 企业安全管理组织机构	205
一、企业安全管理组织机构构成	205
二、企业安全管理组织机构职责	206
第二节 企业安全生产规章制度	208
一、安全生产规章制度概述	208
二、安全生产责任制	210
三、安全生产教育培训制度	212
四、安全生产检查制度	215
五、安全生产奖惩制度	218
六、生产安全事故管理制度	219
七、设备设施安全管理制度	221
八、危险作业审批制度	224
九、安全操作规程	226
第三节 作业环境安全管理	226
一、作业环境安全管理概述	227
二、作业环境的布设	229

三、作业环境的定置管理	230
四、安全标志装置及其布设	235
第四节 安全文化建设	237
一、企业安全文化概述	237
二、企业安全文化建设模式	238
三、企业安全文化的建设与实践	239
[应知应会题]	243

参考文献

第一部分

总 论

第一章

化工生产与职业健康安全

学习目标

知识目标:

1. 了解化工生产的特点及化工生产的安全形势。
2. 熟悉化工生产事故类型及特点。
3. 深刻理解职业健康安全在化工生产中的地位与作用。
4. 熟悉化工职业健康安全管理相关法律法规及标准。

能力目标:

1. 能认清化工安全生产的形势，确立正确的学习态度。
2. 能从已发生的化工生产事故案例中汲取经验教训。
3. 能检索与应用危险化学品相关法律法规及标准。

第一节 现代化工生产与安全

到 20 世纪末，我国已能生产各种化学产品四万余种（品种、规格），现在国内的一些主要化工产品产量已位于世界前列，如化肥、染料产量位居世界第一；农药、纯碱产量居世界第二；硫酸、烧碱居世界第三；合成橡胶、乙烯产量居世界第四；原油加工能力居世界第四。石油和化学工业已经成为国内工业的支柱产业之一。现代化工也与农业、国防、轻工、纺织、建筑、医药等密切相关。随着经济的发展与科学的进步，石油和化学工业还将会快速发展。化工产品会越来越多，目前已有 3000 余种化学品列入危险货物品名编号，这些危险化学品具有易燃性、易爆性、强氧化性、腐蚀性、毒害性，其中有些品种属剧毒化学品。

一、化工生产的特点

随着石油化学工业的迅速发展,安全生产问题愈来愈突出。石油化工生产从安全的角度分析,不同于冶金、机械制造、基本建设、纺织和交通运输等部门,有其突出的特点。具体表现在以下几方面。

1. 化工产品和生产方法的多样化

化工生产所用的原料、半成品、成品种类繁多,绝大部分是易燃、易爆、有毒、腐蚀性危险化学用品。而化工生产中一种主要产品可以联产或副产几种其他产品,同时,又需要多种原料和中间体来配套。同一种产品往往可以使用不同的原料和采用不同的方法制得,如苯的主要来源有四个:炼厂副产、石脑油铂重整、裂解制乙烯时的副产以及甲苯经脱烷基制取苯。而用同一种原料采用不同的生产方法,可得到不同的产品,如从化工基本原料乙烯开始,可以生产出多种化工产品。

2. 生产规模的大型化

近20年来,国际上化工生产采用大型生产装置是一个明显趋势。世界各国出现了以炼石脑油和天然气凝析液为原料,采用烃类裂解技术制造乙烯的大型石化工厂,生产乙烯的装置也由20世纪50年代的10千吨级跃升为100~300千吨级。我国已建成了许多年产30万吨以上的合成氨的大型化肥装置,目前新建的乙烯装置和合成氨装置大都稳定在30万~45万吨/年的规模。

从安全角度考虑,大型化会带来重大的潜在危险性。

(1) 能量大增加了能量外泄的危险性 生产过程温度越高,设备内外压力差越大,对设备强度要求就越高,也就越难以保证。原材料、半成品甚至产品在加工过程中外泄的可能性就会增大。一旦大量外泄,就会在很大范围燃烧爆炸或产生易爆的蒸气云团或毒气云,给人民生命财产带来巨大的灾难。1984年印度博帕尔发生的异氰酸甲酯泄漏所造成的中毒事故,就是震惊世界的化学灾害事故。

(2) 生产相互依赖、相互制约性大增 为了提高经济效益,把各种生产有机地联合起来,一个厂的产品就是另外一个厂的原料,输入输出只是在管道中进行,多数装置直接接合,形成直线连接,不仅规模变大而且更为复杂,装置间的相互作用强了,独立运转成为不可能。直线连接又容易形成许多薄弱环节,使系统变得非常脆弱。

(3) 生产弹性减弱 放弃了中间储存设备,使弹性生产能力日益减弱。过去化工生产往往在工序或车间之间设置一定的储存能力,以调节生产的平衡,大型化必然带来连续化和自动控制操作,不可能也不必要再设置中间储存能力,但也因此导致生产弹性的减弱。

(4) 控制集中化和自动控制,使系统复杂化 没有控制的集中和自动化也谈不上大型化。但控制设备和计算机也有一定的故障率,如果是开环控制,人是子系统的一员,人的低可靠性增大了发生事故的可能。

(5) 设备要求日益严格 工厂规模大型化以后,对工艺设备的处理能力、材质和工艺参数要求更高。如轻油裂解、蒸汽稀释裂解的裂解管壁温要求都在900℃以上,合成氨、甲醇、尿素的合成压力要求都在10MPa以上,高压聚乙烯压缩机出口压力为350MPa,高速水泵转速达2500r/min,天然气深冷分离在-120~-130℃的条件下进行,这些严酷的生产条件,给设备制造带来极大的难度,同时也增加了潜在危险性的严重程度。

(6) 大型化给社会带来威胁 工厂大型化基本上是在原有厂区上逐渐扩建的,大量职工的生活需求又使厂区与居民区越来越接近,一旦发生事故,便会对社会造成巨大影响。

3. 工艺过程的连续化和自动控制

化工生产有间歇操作和连续操作之分, 间歇操作的特点是各个操作过程都在一组或一个设备内进行, 反应状态随时间而变化, 原料的投入和产出都在同一地点, 危险性原料和产品都在岗位附近。因此, 很难达到稳定生产, 操作人员的注意力十分集中, 劳动强度也很大, 这就容易发生事故。间歇生产方式不可能大型化, 连续化和自动控制是大型化的必然结果。

连续操作的特点是各个操作程序都在同一时间内进行, 所处理的原料在工艺过程中的任何一点或设备的任何断面上, 其物理量或参数(如温度、压力、浓度、比热容、速率等)在过程的全部时间内, 都要按规定要求保持稳定。这样便形成了一个从原料输入、物理或化学处理、形成产品的连续过程, 原料不断输入, 产品不断输出, 使大型化成为可能。

连续大型化的生产很难想象能用人工控制。20 世纪 50 年代中在某些化工生产中使用负反馈的定值控制方式, 使工艺过程比较平稳, 后来随着工艺技术的发展, 逐步进入了集中控制、自动控制和计算机控制, 实现了工艺过程控制的自动化, 保证了运转条件和产品质量的稳定, 同时也提高了生产的安全性。

连续化生产的操作比起间歇操作要简单, 特别是各种物理量参数在正常运转的全部时间内是不变的; 不像间歇操作不稳定, 随时间变化经常出现波动。但连续化生产中外部或内部产生的干扰非常容易侵入系统, 影响各种参数发生偏离; 由于各子系统的输入输出是连续的, 上游的偏离量很容易传递到下游, 进而影响系统的稳定。连续化生产装置和设备之间的相互作用非常紧密, 输入输出问题也比间歇操作复杂, 所以必须实现自动控制, 才能保持稳定生产。自动控制虽然能增加运转的可靠性, 提高产品质量和安全性, 但也不是万无一失的。美国石油保险协会曾调查过炼油厂火灾爆炸事故原因, 其中因控制系统发生故障而造成的事故即达 6.1%, 所以, 即使采用自动控制手段, 也应加强管理, 搞好维护, 不可掉以轻心。

4. 间歇操作仍是众多化工企业生产的主要方式

间歇操作的特点是所有操作阶段都在同一设备或地点进行。原料、催化剂、助剂等加入反应器内, 进行加热、冷却、搅拌等操作, 使之发生化学反应。经一段时间反应完成后, 产品从反应器内全部或部分卸出, 然后再加入新原料周而复始地进行新一轮的操作。

间歇操作适于生产批量较少而品种较多的化工产品, 如染料、医药、精细化工等产品, 这种生产方式仍是化工生产的重要方式之一。有些集中控制或半自动控制的化工装置也还残留着间歇操作的部分特性。

进行间歇操作时, 由于人机接合面过于接近, 发生事故很难躲避, 岗位环境不良, 劳动强度也大。因此, 在中小型工厂中, 如何改善间歇操作的安全环境和劳动条件, 仍是当今化工安全的主攻方向。

5. 生产工艺条件苛刻

采用高温、高压、深冷、真空等工艺, 可以提高单机效率和产品收率, 缩短产品生产周期, 使化工生产获得更大的经济效益。然而, 与此同时, 也对工艺操作提出更为苛刻的要求, 首先, 对设备的本质安全可靠性提出了更高的要求, 否则, 就极易因设备质量问题引发设备安全事故; 其次, 是要求操作人员必须具备较为全面的操作知识、良好的技术素质和高度的责任心; 最后, 苛刻的工艺条件要求必须具备良好的安全防护设施, 以防工艺波动、误操作等导致的事故, 而对这些苛刻条件下的生产进行防护, 无论从软件还是到硬件都不是一件很容易的事情, 而一旦不能做好, 就会发生不可估量的事故。

基于上述特点, 安全工作的疏忽常会发生事故, 而且有些事故的后果还是相当严重的, 其严重性可通过以下案例反映。

【案例 1-1】 某厂气体分馏装置在正常生产过程中,突然因管线断裂,大量丙烷气体泄出,并迅速扩散到临近装置加热炉,遇明火而发生严重爆炸着火事故,不但使本装置造成摧毁性的破坏,而且使邻近的装置乃至居民区也遭到不同程度的损失,事故中造成 85 人伤亡。

【案例 1-2】 某市煤气公司液化石油气储罐站,因一个球罐破裂跑气发生爆炸着火,又发生连锁反应,导致整个储罐区共 12 个储罐全部被摧毁,死伤 86 人。

【案例 1-3】 1984 年 11 月 19 日 5 时 40 分,墨西哥的首都近郊,国家石油公司所属的一个液化气供应中心站,发生瓦斯爆炸着火,使 54 个储罐及设施全部被摧毁,死亡 490 人,四千多人受伤,九百多人失踪,经济损失巨大。

【案例 1-4】 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 500 人。该油罐区储石油 15000t,距居民区 200m,但储罐区地势较高,火灾后,燃烧着的石油顺水流下而燃成火海。

【案例 1-5】 1998 年 10 月 18 日,尼日利亚发生严重的输油管道泄漏火灾,造成 700 人丧生,原因是数百名村民争抢流淌出来的石油,此时,摩托车驶过,引起火灾。

二、化工生产安全

目前我国正处在工业化加速发展阶段,安全生产总体稳定、趋于好转的发展态势与依然严峻的现状并存,安全发展的要求与仍然薄弱的基础条件之间矛盾突出,安全形势不容乐观。特别是危化品泄漏、火灾、爆炸等较大事故时有发生,运输和使用环节事故有上升趋势。虽然近年来,全国化工行业和危险化学品领域持续开展安全生产专项整治,安全生产形势呈现了总体平稳、趋势向好的态势。但是基于化工生产的特点,当前我国化工行业和危险化学品领域安全生产形势依然严峻。要实现化工行业和危险化学品领域安全生产形势根本好转还需下大气力。目前化工行业和危险化学品领域安全生产形势严峻,主要表现在以下三个方面。

一是化工行业和危险化学品领域“三高两低”(事故总量高,重特大事故发生频率高,安全隐患风险高,技术装备水平低,从业人员素质低)问题比较突出。主要原因是我国化工行业基础薄弱,发展起步晚,造成目前化工装置工程建设标准低或标准缺失,安全监管法律法规不健全。工程建设标准低或标准缺失,导致新建化工装置工艺、设备、自动化控制、安全设施设计的标准低,加之一些企业采购低价、劣质的设备材料,致使新建化工装置没有达到本质安全的要求,有的还存在安全距离不足的问题。如江苏盐城氟源化工有限公司临海分公司涉及氟化反应的危险化工装置,没有装备超温联锁停车装置,装置框架支撑本应使用“H”型钢却用钢管代替。2006 年 7 月 28 日试生产时反应超温引起爆炸,装置框架倒塌,造成 22 人死亡,其中大部分死者是被倒塌的框架砸死。另外,我国部分化工企业特别是中小化工企业的绝大多数管理人员和操作人员安全意识、管理能力和操作水平还不能满足安全生产的需要。

二是“五化”(工业化、城镇化、国际化、市场化、信息化)进程加快给化工行业和危险化学品领域安全生产带来新的挑战。在工业化进程中,化工发展呈现生产装置和储存设施大型化的趋势,使安全生产工作的难度越来越大。城镇化快速发展,城镇人口密度也随之提高,发生重大危险化学品事故的风险在显著增强。另外,发达国家低端化工产品 and 工艺危险、污染重、能耗高的产品制造业向我国转移的现象十分明显,这也给危险化学品安全生产带来了新的挑战。市场化、信息化同样对如何加强和改善危险化学品安全生产、应对突发的危险化学品事故等提出了新的课题。

三是化工行业和危险化学品领域本质安全化程度不高。虽然通过实施危险化学品安全生

产许可证制度,淘汰了一批不具备安全生产条件的危险化学品生产企业,但已取证企业中相当一部分安全生产条件不够完善,安全管理水平不高,还没有达到本质安全的要求。

三、化工生产事故类型及特点

(一) 化工生产事故类型

化工生产过程中使用、接触的危险化学品种类繁多,生产工艺复杂,生产条件苛刻(高温、高压等),事故原因千变万化,事故类型也很难简单概括。化工生产中发生的故事多集中在火灾、爆炸事故及危险化学品的中毒事故等,这些事故的发生多由以下原因引起。

1. 装置内产生新的易燃物、易爆物

某些反应装置和储罐在正常情况下是安全的,如果在反应和储存过程中混进或渗入某些物质而发生化学反应产生新的易燃物、易爆物,在条件成熟时就可能发生故事。

如粗煤油中硫化氢、硫醇含量较高,就可能引起油罐腐蚀,使构件上黏附着锈垢,其成分是硫化铁、硫酸铁、氧化铁,有时还会有结晶硫黄等。由于天气突变、气温骤降,油罐的部分构件因急剧收缩和由于风压的改变而引起油罐晃动,造成构件脱落并引起冲击或摩擦产生火种导致油罐起火。

浓硫酸和碳素钢在一般情况下不发生置换反应,但若储罐内混入水变成稀硫酸,稀硫酸就会和钢罐反应放出氢气。这时在储罐上部空间就会形成爆炸性混合物,若在罐壁上动火,就会发生爆炸事故。

2. 高温下物质汽化分解

许多物质在高温下能自行分解,产生高压而引起爆炸。

用联苯醚作载热体的加热过程中,由于管道被结焦物堵塞,局部温度升高,加上控制仪表失灵未能及时发现,致使联苯醚汽化分解(在 390°C 下联苯醚能分解出氢、氧、苯等)产生高压,引起管道爆裂,使高温可燃气体冲出,遇空气燃烧。如果联苯醚加热系统混进某些低沸物,例如水,也会因其急剧汽化发生爆炸。

【案例 1-6】 某厂水解釜用联苯醚加热,由于夹套内联苯醚回流管设计不合理,高出夹套底部 15mm,在联苯炉进行水压试验后水不能放净,夹套底部积水约 20kg。当水解釜开车运行时,积水遇高温联苯醚回流液温度逐渐上升,经过 1h 左右突然汽化,夹套超压爆炸。

3. 高热物料喷出自燃

生产过程中有些反应物料的温度超过了自燃点,一旦喷出与空气接触就着火燃烧。造成物料喷出的原因很多,如设备损坏、管线泄漏、操作失误等。例如在催化裂化装置热油泵房的泵口取样时,由于取样管堵塞(被油凝住),将取样阀打开用蒸汽加热,当凝油熔化后, 400°C 左右的热油喷出立即起火。

4. 物料泄漏遇高温表面或明火

由于放空管位置安装不当,放空时油喷落到附近 250°C 高温的阀体上引起燃烧。又如热渣油带水,可产生突沸现象,渣油从罐顶喷出,沾污了设备及管线,用汽油进行洗刷时渣油被汽油溶解后渗淌到下面的高温管线上引起自燃。

【案例 1-7】 1974 年英国尼普洛公司已内酰胺工厂的一临时管线破裂,造成大量已内酰胺泄漏,在厂区上空形成大量可燃气体蒸气云,遇明火发生大爆炸,全厂毁灭。

【案例 1-8】 1973 年日本信越化学工业公司氯乙烯生产装置,由于阀门拧断,氯乙烯储罐内 0.6MPa 压力约 4t 的液体,在 2min 内全部喷出,扩散面积达 12000m^2 ,氯乙烯蒸气从