

化工安全技术

H
UAGONG ANQUAN JISHU

刘作华 陶长元 范兴◎主编

张外借



重庆大学出版社

化工安全技术

刘作华 陶长元 范兴◎主 编

常州大学图书馆
藏书章

重庆大学出版社

内容提要

本书介绍了化工安全技术的基本知识和危险化学品安全生产知识,阐述了化工安全设计及规范的基本内容,系统讲述了化工本质安全与过程强化、化工设备及安全诊断的基本知识,并结合国内外最新研究进展,阐述了基于大数据的化工信息与化工安全预测,并介绍了化工隐患排查与治理,以及化工安全评价等内容。

本书是一本系统性较强、内容较为全面的化工安全技术专著,可作为化工高等院校化学工程与工艺、化工机械等相关专业的教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

化工安全技术 / 刘作华,陶长元,范兴主编. -- 重庆:重庆大学出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5689-0660-9

I. ①化… II. ①刘… ②陶… ③范… III. ①化工安全—安全技术
IV. ①TQ086

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 174316 号

化工安全技术

刘作华 陶长元 范兴 主编

策划编辑:曾令维

责任编辑:文鹏 涂昀 版式设计:曾令维

责任校对:邹忌 责任印制:赵晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆市国丰印务有限责任公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:9.5 字数:237 千

2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5689-0660-9 定价:48.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

化学工业是我国国民经济的支柱产业,其主要包括无机化工、有机化工、精细化工、生物化工、能源化工、化工新材料等,为我国社会经济发展和国防建设等提供了重要的基础材料和能源,创造了高达20%的GDP,约占工业总产值的30%。化学工业在世界各国的国民经济中皆占据重要的位置,自2010年起,我国化学工业经济总量居全球第一。

化工行业离不开化工安全生产,化工安全生产和稳定运行是我国国民经济的保障,对推进《中国制造2025》至关重要。然而,化工生产工艺技术复杂,常常涉及高温、高压、低温和真空条件,具有易燃、易爆、有毒、有害等特点,容易发生泄漏、腐蚀、火灾、爆炸等生产安全事故。因此,坚持普及化工安全技术,加强对从业人员的安全教育培训,提高人们的安全技术素质,保证化工安全生产,是化工行业一项长期且十分重要的任务。

《化工安全技术》是一本系统性较强、内容较为全面的化工安全技术专著,对指导化工安全生产具有现实意义。本书内容共9章,主要介绍了化工安全设计及规范、化工本质安全与化工过程强化、化工设备及安全技术、化工安全预测、危险化学品管理与职业卫生、化工隐患排查与治理、化工安全评价等。

参与本书资料整理的有谷德银博士、邱发成博士、舒建成博士、张兴然博士、彭浩博士,以及许传林、许恢琴、张柱、杨义等硕士研究生,在此表示衷心的感谢!

本书由国家自然科学基金重点项目“利用流场结构界面失稳强化与调控流体混沌混合的机制(21636004)”、国家自然科学基金面上项目“刚柔组合搅拌器强化流体混沌混合及规律研究(21576033)”、国家科技支撑计划“低品位复杂难选锰矿高效选别与浸出新工艺(2015BAB17B01)”、重庆市科技计划项目“化工搅拌反应器安全控制与能效诊断技术研究(CSTC2015shmszx100024)”、中央直属高校经费基本科研业务费交叉学科培育项目“基于大数据的化工过程混沌强化与智能装备研究”资助,在此一并表示感谢。

本书可作为高等院校化学工程与工艺、化工机械等相关专业高年级本科生、研究生的教材和参考书,也可供从事化工生产的技术人员和管理人员作为培训用书及参考资料。

由于编写时间仓促,且限于作者学识水平,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者
2017年3月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 化学工业发展概况	1
1.2 化工生产的特点	3
1.3 化学工业发展伴生的新危险	3
1.4 化学工业发展对安全的新要求	4
1.5 化学工业发展对工程伦理的新要求	5
第2章 化工安全设计及规范	7
2.1 安全设计概述	7
2.1.1 安全设计的概念	7
2.1.2 安全设计的背景	7
2.1.3 应用《导则》《办法》规范设计	8
2.2 厂址选择与总平面布置	9
2.2.1 厂址的安全选择	9
2.2.2 总平面布置	9
2.3 功能分区布置	10
2.3.1 厂区布置	10
2.3.2 管道布置	10
2.3.3 车间布置	11
2.3.4 设备布置	12
2.4 建筑物的安全设计	15
2.4.1 生产及储存的火灾危险性分类	15
2.4.2 建筑物的耐火等级	15
2.4.3 建筑物的防火结构	15
2.4.4 安全疏散设计的基本原则	16
2.5 化工过程安全设计	16
2.5.1 工艺过程的安全设计	16
2.5.2 工艺流程的安全设计	17
2.5.3 工艺装置的安全设计	17
2.5.4 过程物料的安全评价	18
2.5.5 工艺设计安全校核	19
2.6 优化化工安全设计的作用——预防化工事故发生	20

第3章 化工本质安全与化工过程强化	21
3.1 化工本质安全概述	21
3.1.1 本质安全化理念的产生与发展	21
3.1.2 本质安全化评价方法及指标体系	22
3.2 本质安全化设计策略	23
3.2.1 设计原则与等级	23
3.2.2 本质安全化的化工过程设计策略	24
3.3 本质安全化的化工过程设计方法	25
3.3.1 化工过程多稳态及其稳定性的量化表征	25
3.3.2 化工过程中的奇异点及相应的设计方法	26
3.4 石油化工装置本质安全设计	29
3.4.1 本质安全的设计原则	29
3.4.2 本质安全的设计程序	31
3.4.3 本质安全措施的设计方法	33
3.5 化工过程强化	34
3.5.1 过程优化	34
3.5.2 化工过程强化的根源——工艺过程研究	35
3.5.3 化工过程强化的重要手段——数值模拟研究	36
3.5.4 化工过程强化方法上的支持——计算机软件设备	37
3.6 过程强化的本质安全	37
3.6.1 过程安全的保护层	37
3.6.2 过程强化的本质安全策略	38
3.6.3 过程强化对被动和主动保护层的益处	39
3.7 化工本质安全与化工过程强化间相互联系	39
第4章 化工设备安全技术	40
4.1 化工设备概述	40
4.1.1 化工设备的特点和分类	40
4.1.2 化工安全管理的重要性	41
4.1.3 化学工业对化工设备安全要求	42
4.2 化工设备故障和故障特性	42
4.2.1 设备故障	42
4.2.2 化工设备的故障特性	42
4.2.3 化工设备故障发生规律分析	43
4.3 设备监测与故障诊断技术	44
4.3.1 监测诊断系统的方式	44
4.3.2 设备监测诊断技术	45
4.3.3 设备监测与故障诊断技术的发展	46

4.3.4	设备监测与故障诊断技术在化工设备维护中的应用	46
4.4	化工机械设备状态的诊断	47
4.4.1	化工机械设备状态诊断的作用	47
4.4.2	化工机械设备状态诊断主要技术	48
4.4.3	化工机械设备状态诊断方法	49
4.5	化工设备腐蚀与防护	49
4.5.1	化工设备腐蚀分类	49
4.5.2	金属腐蚀形态及腐蚀类型	50
4.5.3	金属电化学腐蚀	51
4.5.4	化工设备腐蚀影响因素分析	53
4.5.5	现代化工设备的腐蚀防护技术应用	54
第5章	化工安全预测	55
5.1	化工安全的 CFD 预测	55
5.1.1	CFD 在化学工程中的应用	55
5.1.2	集气站高含硫天然气泄漏 CFD 预测	57
5.1.3	池火灾的 CFD 预测	58
5.2	大数据时代的化工安全预测	59
5.2.1	大数据给安全生产带来的变革	60
5.2.2	大数据 + 互联网给安全生产带来的变革	60
第6章	危险化学品管理与职业卫生	62
6.1	危险化学品	62
6.1.1	危险化学品的定义	62
6.1.2	危险化学品的分类	62
6.2	危险化学品的管理规定	63
6.2.1	总则中相关规定	64
6.2.2	生产、储存安全的有关规定	65
6.2.3	使用安全的有关规定	66
6.2.4	经营安全的有关规定	67
6.2.5	运输安全的有关规定	68
6.2.6	危险化学品登记与事故应急救援的有关规定	69
6.2.7	有关法律责任的规定	70
6.3	化学品危害预防与控制的基本原则	74
6.3.1	操作控制	74
6.3.2	管理控制	74
6.4	危害化学品生产的职业卫生要求	74
6.4.1	从业职责	74
6.4.2	工作程序	75

第7章 化工隐患排查与治理	77
7.1 化工生产企业事故隐患排查治理相关规章	77
7.1.1 安全生产事故隐患治理暂行规定	77
7.1.2 危险化学品企业事故隐患排查治理实施导则	82
7.2 化工生产企业安全检查	89
7.2.1 安全检查规定	89
7.2.2 化工生产企业安全检查要求	90
7.2.3 化工生产企业安全检查相关事项	91
7.3 化工生产企业事故隐患治理	93
7.3.1 事故隐患治理方法	93
7.3.2 事故隐患治理项目管理规定	95
第8章 化工安全评价	98
8.1 安全评价概述	98
8.1.1 安全评价的概念及其分类	98
8.1.2 安全评价的目的	99
8.1.3 安全评价的内容和程序	100
8.2 国内化工企业的生产特点及安全现状	100
8.2.1 安全文化欠缺	100
8.2.2 相关法律、法规引用不规范	100
8.2.3 片面注重系统整体配套安全设施的设计	101
8.2.4 国内的化工企业安全现状	101
8.3 常用化工安全评价方法	102
8.3.1 定性安全评价方法	102
8.3.2 概率危险性评价方法	103
8.3.3 危险指数评价方法	104
8.3.4 化工企业六阶段安全评价法	105
8.4 系统安全工程与安全评价	106
8.4.1 系统安全及系统安全工程	106
8.4.2 基于系统安全工程思想的安全评价	106
8.5 工厂技术安全概念	107
8.5.1 紧急泄压系统的设计	107
8.5.2 两相泄压的基本原理	108
第9章 化工安全应急预案与应急救援	110
9.1 化工安全应急预案	110
9.1.1 危险性分析	111
9.1.2 组织机构及职责	113
9.1.3 预防与预警	115
9.1.4 应急响应	117

9.1.5	后期处置	119
9.1.6	保障措施	120
9.2	危险化学品事故应急救援	120
9.2.1	危险化学品事故应急救援的基本任务	121
9.2.2	危险化学品事故应急救援的基本形式	121
9.2.3	危险化学品事故应急救援的组织与实施	121
9.3	化工安全事故应急处理	122
9.3.1	火灾事故的应急处理	122
9.3.2	爆炸事故的应急处理	123
9.3.3	泄漏事故的应急处理	125
9.3.4	中毒事故的应急处理	126
9.4	危险化学品事故现场急救技术	128
9.4.1	现场救护伤情判断	128
9.4.2	止血术	128
9.4.3	心肺复苏术	129
9.4.4	包扎术	130
	附录	133
	参考文献	134

第 1 章

绪 论

化学工业作为国民经济的基础和支柱产业,在国民经济中占有极其重要的地位。当今世界,化工产品涉及国民经济、国防建设、资源开发和人类衣食住行的各个方面,对解决人类社会所面临的人口、资源、能源和环境的可持续发展等重大问题,起到了十分重要的作用。化工是工业革命的助手、农业发展的支柱、国防建设的利器、战胜疾病的工具、改善生活的手段。

化工生产过程工艺复杂,操作要求十分严格,一般都是在高温、高压下进行,并且大多数物料具有易燃、易爆、有毒、有害和腐蚀性强等特点,这极大地增加了事故发生的可能性和事故后果的严重程度。与其他工业相比,化学工业本身面临着不可忽视的安全与环境污染等重要问题。作为未来化工及相关行业的从业者和与化学工业生产直接相关的人员,了解化工安全基本问题,掌握化工安全基础知识,树立化工安全生产意识,显得尤为重要。

1.1 化学工业发展概况

现代化学工业始于 18 世纪的法国,随后传入英国。19 世纪,以煤为基础原料的有机化学工业在德国迅速发展起来。但那时煤化学工业的规模并不十分巨大,主要着眼于各种化学产品的开发。所以,当时化工过程开发主要是由工业化学家率领,机械工程师参加进行的。技术人员的专业也是按其从事的生产产品分类的,如染料、化肥、炸药等。直到 19 世纪末,化学工业萌芽阶段的工程问题,才是采用化学加机械的方式解决的。

19 世纪末 20 世纪初,石油的开采和大规模石油炼厂的兴建为石油化学工业的发展和化学工程技术的产生奠定了基础。同以煤为基础原料的煤化学工业相比,炼油业的化学背景不那么复杂多样化。因此,有可能也有必要进行工业过程本身的研究,以适应大规模生产的需要。这就是在美国产生的以“单元操作”为主要标志的现代化学工业的背景。

1888 年,美国麻省理工学院开设了世界上最早的化学工程专业,接着,宾夕法尼亚大学、土伦大学和密执安大学也先后设置了化学工程专业。那个时期化学工程教育的基本内容是工业化学和机械工程。1915 年 12 月麻省理工学院的委员 A. D. Little 首次正式提出了单元操作(Unit Operation)的概念。20 世纪 20 年代石油化学工业的崛起推动了各种单元操作的研究。

20 世纪 30 年代以后,化学机械从纯机械时代进入以单元操作为基础的化工机械时期。

20世纪40年代,因战争需要,流化床催化裂化制取高级航空燃料油、丁苯橡胶的乳液聚合以及曼哈顿工程这三项重大工程同时在美国出现。前两项是用20世纪30年代逐级放大的方法完成的,放大比例一般不超过50:1。但是,因曼哈顿工程时间紧迫和放射性的危害,必须采用较高的放大比例,达1 000:1或更高一些。这就要求更加坚实的理论基础,以更加严谨的数学形式表达单元操作的理论。

曼哈顿工程的成功,大大促进了单元操作在化学工业中的应用。20世纪50年代中期提出了传递过程原理,把化学工业中的单元操作进一步解析为3种基本操作过程,即动量传递、热量传递和质量传递以及三者之间的联系。同时,在反应过程中把化学反应与上述3种传递过程一并研究,用数学模型描述过程。电子计算机的应用以及化工系统工程学的兴起,化学工业发展进入更加理性、更加科学化的时期。

20世纪60年代初,新型高效催化剂的发明,新型高级装置材料的出现,以及大型离心压缩机的研究成功,开始了化工装置大型化的进程,把化学工业推向一个新的高度。此后,化学工业过程开发周期已能缩短至4~5年,放大倍数达500~20 000倍。化学工业过程开发是指把化学实验室的研究结果转变为工业化生产的全过程。它包括实验室研究、模试、中试、设计、技术经济评价和试生产等内容。化学工业过程开发的核心内容是放大,且可以用电子计算机进行数学模拟放大。化学工程基础研究的进展和放大经验的积累,已使过程开发能够按照科学的方法进行。中间试验不再是盲目地、逐级地,而是有目的地进行,不仅只是收集或产生关联数据的场所,而且也是检验数学模型和设计计算结果的场所。

现代的技术进步一日千里。20世纪最后几十年的发明和发现,比过去两千年的总和还要多,化学工业也是如此。在这几十年中,化学工业在世界范围取得了长足进展。化学工业在很大程度上满足了农业对化肥和农药的需要。随着化学工业的发展,天然纤维已丧失了传统的主宰地位,人类对纤维的需要有近三分之二是由合成纤维提供的。塑料和合成橡胶渗透到国民经济的所有部门,在材料工业中已占据主导地位。医药合成不仅在数量上而且在品种和质量上都有了较大发展。化学工业的发展速度已显著超过国民经济的平均发展速度,化工产值在国民生产总值中所占的比例不断增加,化学工业已发展成为国民经济的支柱产业。

20世纪70年代后,现代化学工程技术渗入了各个加工领域,生产技术面貌发生了显著变化。化学工业还同时面临来自能源、原料和环保三大方面的挑战,进入一个新的更为高级的发展阶段。

在原料和能源供应日趋紧张的条件下,化学工业正在通过技术进步尽量减少其对原料和能源的消耗;为了满足整个社会日益增长的能源需求,化学工业正在努力提供新的技术手段,用化学的方法为人类提供更多更新的能源;为了自身的发展,化学工业正在开辟新的原料来源,为以后的发展奠定丰富的原料基础;随着电子计算机的发展和应用,化学工业正在进入高度自动化的阶段;一些高新技术,如激光、模拟酶的应用,正在使化学工业生产的效率显著提高,技术面貌发生根本性的变化。由于有了更新的技术手段,化学工业对环境的污染进一步得到控制,并将为改善人类的生存条件做出新的贡献。

1.2 化工生产的特点

1) 涉及物料多,危险程度高

化工生产所需物料、半成品或成品种类繁多,且绝大多数存在易燃、易爆、剧毒、腐蚀性强等问题。这就给化工生产、运输、储存等提出了特殊的要求。

2) 生产工艺条件苛刻

有些化学反应在高温、高压条件下进行,有的则在低温、高真空度下进行,有些则在无水环境中进行。如由轻柴油裂解制乙烯,进而生产聚乙烯的生产过程中,轻柴油在裂解炉中的裂解温度为 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$,裂解气要在深冷($-96\text{ }^{\circ}\text{C}$)条件下进行分离得到纯度为99.99%的乙烯,而乙烯气体需在 294 MPa 压力下聚合,制得聚乙烯树脂。

3) 生产规模大型化

化工生产逐渐采用大型装置,这是降低基本建设、过程生产和过程管理成本,提高劳动生产效率,提高市场竞争力的迫切要求。以化肥生产为例,20世纪50年代合成氨的最大规模为6万吨/年,60年代初为12万吨/年,60年代末为30万吨/年,70年代发展到50万吨/年以上。乙烯装置的生产能力也从20世纪50年代的10万吨/年发展到70年代后的60万吨/年。当然并不是化工生产装置越大越好,这还涉及技术经济的综合效益问题,例如,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。这样的大规模生产装置,日常操作维护技术要求高,程序性强,一旦发生操作失误,后果不堪设想,需要操作维护人员具有极强的责任心。

4) 生产方式日趋自动化

随着先进生产技术的采用,化工生产方式从过去的手工操作、间断生产逐步转变为高度自动化、连续化生产;生产设备由敞开式发展为封闭式;生产控制由多点现场操作观察演变为集中控制,由计算机遥控监测。

化工企业生产的上述特点对安全生产提出了更高更专业的要求,尤其要预防重大火灾、爆炸等事故的发生,保护国家财产和职工生命安全。因此,努力提高设备的安全化程度,积极推进现代化管理,强化安全管理责任制,提高化工企业职工的安全意识和技术素质十分必要。

1.3 化学工业发展伴生的新危险

随着化学工业的发展,涉及的化学物质的种类和数量显著增加。很多化工物料的易燃性、反应性和毒性本身决定了化学工业生产事故的多发性和严重性。反应器、压力容器的爆炸以及燃烧传播速度超过声速的爆轰,都会产生破坏力极强的冲击波,冲击波将导致周围厂房建筑物的倒塌,生产装置、储运设施的破坏以及人员的伤亡。如果是室内爆炸,极易引发二次或二次以上的爆炸,爆炸压力叠加,可造成更为严重的后果。多数化工物料对人体有害,设备密封不严,特别是在间歇操作中泄漏的情况很多,容易造成操作人员的急性或慢性中毒。据我国化工部门统计,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、砷化物这 16 种化学物质造成中毒、窒息的死亡人数占中毒死亡总人数的 87.6%，而这些物质在一般化工厂中是常见的。在生产、使用、储运过程中操作或管理不当，这些危险化学物质就会发生火灾、爆炸、中毒和灼伤等安全生产事故。

随着化学工业的发展，化工生产呈现设备多样化、复杂化以及过程连接管道化的特点。如果管线破裂或设备损坏，会造成大量易燃气体或液体瞬间泄放，迅速蒸发形成蒸气云团，与空气混合达到爆炸下限。云团随风飘移，飞至居民区遇明火爆炸，会造成难以想象的灾难。据估计，50 吨的易燃液体泄漏、蒸发将会形成直径为 700 m 的云团，在其覆盖下的居民，将会被爆炸的火球或扩散的火焰灼伤，火球或火焰的辐射强度将远远超过人所能承受的程度，同时还会因缺乏氧气而使人窒息致死。

化工装置的大型化使大量化学物质都处于工艺过程或贮存状态，一些密度比空气大的液化气体如氨、氯等，在设备或管道破裂处会以 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 呈锥形扩散，在扩散宽度 100 m 左右时，人才容易察觉迅速逃离，但在距离较远而毒气尚未稀释到安全值时，人则很难逃离并导致中毒，毒气影响宽度可达 1 000 m，甚至更宽。

1.4 化学工业发展对安全的新要求

化工装置大型化，在基建投资和经济效益方面的优势是无可争辩的。但是，大型化是把各种生产过程有机地结合在一起，输入输出都是在管道中进行的。许多装置互相连接，形成一条很长的生产线。规模巨大、结构复杂，不再有独立运转的装置，装置间互相作用、互相制约。这样就存在许多薄弱环节，使系统变得比较脆弱。为了确保生产装置的正常运转并达到规定目标的产品，装置的可靠性研究变得越来越重要。所谓可靠性，是指系统设备、元件在规定的条件下和预定的时间内完成规定功能的概率。可靠性研究采用较多的是概率统计方法。化工装置可靠性研究，需要完善数学工具，建立化工装置和生产的模拟系统。概率与数理统计方法以及系统工程学方法将更多地渗入化工安全研究领域。

化工装置大型化，加工能力显著增大，大量化学物质都处在工艺过程中，增加了物料外泄的危险性。化工生产中的物料，多半本身就是毒性源，一旦外泄就会造成重大事故，给生命和财产带来巨大灾难。这就需要对过程物料和装置结构材料进行更为详尽地考察，对可能的危险作出准确的评估并采取恰当的对策，对化工装置的制造加工工艺也提出了更高的要求。化工安全设计在化工设计中变得更加重要。

化工装置大型化，必然带来生产的连续化和操作的集中化，以及全流程的自动控制。省掉了中间储存环节，生产的弹性大大减弱。生产线上每一环节的故障都会对全局产生严重影响。对工艺设备的处理能力和工艺过程的参数，要求更加严格，对控制系统和人员配置的可靠性也提出了更高的要求。

新材料的合成、新工艺和新技术的采用，可能会带来新的危险性。面对从未试验过的新的工艺和新的操作，更加需要辨识危险，对危险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。对危险进行辨识和评价的安全评价技术的重要性也越来越突出。

1.5 化学工业发展对工程伦理的新要求

作为工程的一支,化学工程具有区别于一般工程的特点:

- ①化学工程潜在风险大。
- ②化学工程对人的影响更直接。
- ③化学工程的监控难度大。

基于化学工程的以上特点,化学工程伦理规范的构建就尤为重要。化学工程理论是工程理论的一部分,将科学技术转化为生产力的化学工程,不仅是一种技术的应用行为,同时也应该被视作一种社会实践活动。因此,化学工程伦理规范的构建应从技术和社会实践两方面来考虑。

1) 技术方面

(1) 降低化学原料的威胁

首先,化学工程中使用的原材料,大多数都带有危险标记,对人们的健康具有一定的威胁。甚至,一些化学原料无色无味,可以使人在不察觉的情况下吸入或接触到,并对人体造成伤害。危险化学原料具有醒目的危险标志是十分必要的。

其次,危险化学品在生产、贮存、使用、经营和运输过程中都应得到妥善处理。有些危险化学品,可以通过冷藏压缩,密封保存等技术手段来降低和消除对人体和环境的危害。运用专业的技术降低化学原料的威胁刻不容缓。

(2) 保证生产过程的规范和安全

化学材料的生产过程涉及很多环节,每个环节都可能具有潜在的危害。保证整个生产线都达到科学工艺的要求能够减少工程事故的发生及其对环境的危害。

首先,通过对相关技术人员的培训,使其了解生产过程环节的危害,使其在每个生产过程中的操作都符合相应的规范,对一些故障能够妥善处理。

其次,运用技术手段对每个生产环节可能出现的危险进行预防和控制,要有完备科学的三废处理设备,保证生产过程的规范和安全。

(3) 治理和修复化学工程对环境的危害

化学工程对环境的污染应该做到预防为主,防治结合,综合治理。但是,有些化学工程对环境的危害,运用目前的技术手段不可避免。或由于种种原因,对环境的污染已经造成,都可以运用相关技术,采取有效措施,对污染后的环境进行治理和修复。

第一,必须对环境污染工程进行详细分析,找出污染源,确定污染物,最终制订相应措施对环境进行治理和修复。

第二,修复过程中采取的方式方法,应该充分考虑周边公共建筑和相关人群的敏感度等因素,建设修复设施不得对场地及周围环境造成新的破坏。

2) 社会实践方面

(1) 在借鉴国外成功经验的同时,结合中国的具体情况

对于化学工程伦理规范的构建和制订,国外的研究比国内要早,因此很多成功经验值得学习和借鉴。

但是,国外的研究现状不完全适用于中国国情。在国外,工程伦理的研究主要针对工程师的伦理分析,因为国外的工程运行体制是以工程师作为工程责任的独立主体。而在国内,工程师侧重的是技术层面,工程从论证到实施及运行,分别由不同的主体承担责任,工程师很难做到独立承担。

因此,处理化学工程伦理规范的构建问题,应该在借鉴国外成功经验的同时,结合中国的具体情况。

(2) 构建过程中要明确不同角色的不同权利和义务

一个化学工程的项目,一般涉及多个角色,不同角色在项目中有不同的分工和责任。

化学工程师应保证化学工程科学合理的论证和设计,全力参与,全程跟踪化学工程活动,同时对化学工程的每个生产环节进行监督,从而降低化学工程风险,保障化学工程伦理的规范性。

工程决策者应该根据工程中可能存在的问题和风险进行分析,制订不同的备选方案,选择合适方案,实现工程最优化。

政府部门应该在道德约束和伦理规范尚不完善的情况下,对化学工程中的每个参与者进行监督,明确他们的权利和义务,监督和管理化学工程的实施。

公众是化学工程的最直接利益相关主体,有权监督化学工程的运行和实施,捍卫自身健康和生存环境安全,并对化学工程的负影响提出正当的伦理诉求。

(3) 化学工程的伦理规范要高于一般工程

化学工程具有一般工程的特点,同时,高危险性、高污染性使化学工程与一般工程不尽相同,化学工程对环境和人类健康的影响更为迅速和直接,与公众的生存环境和自身健康息息相关。因此,化学工程的伦理规范要高于一般工程。

第一,为确保化学工程的规范和安全,化学工程伦理的制订和实施要比一般工程更加严格。

第二,对化学工程伦理的监督和执行也要高于一般工程,敢于接受社会各方面的监督,取得公众对化学工程的信任。

化学工程是工程的一个重要分支,化学工程伦理规范应该在原有工程伦理规范的理论框架下,同时结合化学工程理论来构建。通过技术了解危害,规范操作,对可能的危险进行预防和控制;同时,任何一个工程也是一种社会实践活动,那么就不应该脱离社会而独立存在,当然也应该受到社会伦理规范的约束。通过管理,结合国内的具体情况,明确不同角色的权利和义务,同时制订相应的化学工程伦理规范。

在化学工程伦理规范的构建中,技术和管理,相辅相成,缺一不可。我们应该认识到,目前关于化学工程伦理规范的研究还不完善,要建立比较完整的框架、成熟的理论,还需要更多的努力。

第 2 章

化工安全设计及规范

化工生产行业是一个危险性较大的行业。化工企业在生产上具有连续性强、易燃易爆、高温高压、有毒有害、资产和技术密集等特点,若发生事故,不仅会给国家带来巨大损失,还会危及人民群众的生命安全。现今,经济的迅速发展促使化工产业得到了较为迅速的发展。与此产业迅速发展相对应的是化工事故频频发生,化工安全设计越发引人关注。国内外,石化企业发生的灾害性事故屡见不鲜,相关监管部门已在近年提出了对其进行安全设计诊断的审查要求。

2.1 安全设计概述

2.1.1 安全设计的概念

1) 传统的安全设计

传统的安全设计是指化工装置的安全设计,以系统科学的分析为基础,定性、定量地考虑装置的危险性,同时以过去的事故等所提供的教训和资料来考虑安全措施,以防再次发生类似事故。以法令规则为第一阶段,以有关标准或规范为第二阶段,再以总结或企业经验的标准为第三阶段来制订安全措施,这种方法称为“事故的后补式”。

2) 本质安全设计

19世纪70年代,提出了本质安全的概念,化工领域开始重视本质安全设计。本质安全设计不同于传统的安全设计,前者是消除或减少设备装置中的危险源,旨在降低事故发生的可能性;后者是采用外加的保护系统对设备装置中存在的危险源进行控制,着重降低事故的严重性及其导致的后果。

2.1.2 安全设计的背景

在最近几十年,我国的一些化工企业特别是中小型化工企业早期建设的化工装置,由于经过设计或者未经具备相应资质的设计单位进行设计,导致工艺设备存在着许多缺陷或安全隐患,生产事故频发。而事故发生的原因主要是生产工艺流程不能满足安全生产的要求,主要设