

石油化工安全培训系列教材

压力容器 安全技术

陈凤棉 编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

石油化工安全培训系列教材

压力容器安全技术

陈凤棉 编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

压力容器安全技术/陈凤棉编. —北京: 化学工业出版社, 2004. 3

(石油化工安全培训系列教材)

ISBN 7-5025-5045-3

I. 压… II. 陈… III. 压力容器-安全技术-技术培训-教材 IV. TH49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 023147 号

石油化工安全培训系列教材

压力容器安全技术

陈凤棉 编

责任编辑: 赵丽霞 徐世峰

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 郑 捷

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京云浩印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 720 毫米×1000 毫米 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 324 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5045-3/G · 1354

定 价: 27.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

安全是生产活动得以正常进行的重要条件,对社会安定和经济发展都产生重大影响,因此也成为社会关注的焦点。由于多方面的原因,我国各类事故屡有发生,给人民的生命、财产造成重大的损失。杜绝事故隐患,防范于未然,是全社会共同的责任。石油化工企业为技术密集型企业,生产条件复杂,生产介质易燃、易爆,一旦发生事故往往是重大恶性事故。为配合石油化工企业安全技术与管理干部培训,提高安全技术与管理干部的安全素质和管理水平,保证石油化工企业的安全生产,我们组织编写了石油化工安全培训系列教材。

本套教材以石油化工企业实施的“健康、安全与环境”管理体系为主要背景,结合《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国职业病防治法》、《压力容器安全技术监督规程》、《特种设备安全监察条例》等法规条例及石油化工生产的特点编写而成,共计6本,具体是《防火防爆》,《电气安全工程》,《压力容器安全技术》,《职业卫生与职业病危害控制》,《安全系统工程》,《安全管理心理学》。其中既有安全技术、安全管理理论,又有实际生产技术措施和安全管理实例,涉及到石化企业安全生产的方方面面。

石油化工安全培训系列教材力求紧密联系生产实际,突出理论在实际中的应用,重点介绍安全生产领域近年出现的新技术、新知识、新装备、新材料、新方法、新理论及最新的有关法规。运用案例分析,深化理论知识,以达到举一反三的效果,并明确从事故中吸取的教训,以避免同类事故的重复发生。本套教材由高校安全工程专业的教师、企业中长期从事安全培训的教师、石化企业中多年从事生产技术和管理工作的专业人员等专家教授编写。

本套教材在组织编写过程中得到了华东理工大学、南京工业大学、首都经济贸易大学、中国石油化工股份有限公司及中国石油天然气股份有限公司有关专家教授的大力支持,并给予了具体帮助,在此我们向所有支持、帮助过我们的单位和个人表示衷心的感谢。

我们相信,这套教材的出版将对我国安全教育、安全生产起到积极的促进作用。同时,我们也希望广大读者和同行专家对书中不妥之处给予指正,以使本套教材日臻完善。

化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心
2004年4月

前 言

压力容器是现代化生产常用的设备之一，尤其在石油化工行业应用十分广泛，近年来炼油和石油化工业无论在国外还是国内都迅速发展，并且规模不断扩大，加工深度不断增加，所选用的适应高温、高压等特殊环境的压力容器日趋增多。石油化工企业高温、高压、易燃、易中毒、工艺复杂等生产特点决定了压力容器操作的难度远高于其他企业。因此，加强压力容器设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造七个环节的安全管理，在石油化工行业中显得尤其重要。

为减少石油和石化行业带来的风险，自20世纪80年代起，一些发达国家的企业在质量管理标准化成功经验的启发下，提出并建立了健康、安全和环境的管理体系，并在世界各大石油公司中很快发展，这一标准得到世界上主要石油公司的认可，成为石油和天然气工业各公司进入国际市场的入场券。因此在石油和石化行业制定和执行健康、安全和环境管理体系标准成为国际竞争和国内石油化工企业自身管理的需要，也会成为中国石油化工工业与国际接轨，树立中国石油化工企业的良好形象，并使作业队伍能顺利进入国际市场的重要法宝。为帮助安全管理人员全面地掌握压力容器七个环节所涉及诸多工作中存在的风险和危害，以达到采取有效措施，防止压力容器事故发生，提高压力容器安全管理和安全技术人员水平的目的。本书从分析压力容器七个环节所涉及作业存在的风险谈起，结合发生风险的原因和防范措施的落实，编写了容器的基本知识、压力容器的材料选择、压力容器的安全装置、压力容器的破裂爆炸分析与估计、压力容器的定期检验、压力容器的安全运行和压力容器的破坏事故处理等几个部分内容。本书是编者从事十几年安全技术和管理知识培训的经验总结，同时参阅了邱清宇、吴粤棠、钱逸、李志宪、黄梓友等诸位老师的研究成果和著作，并在北京市锅炉压力容器安全委员会委员、教授级高级工程师尹士安老师的指导下完成的。谨此对各位老师的帮助表示感谢。

由于作者水平有限，书中不妥和错误之处，真切地希望各位专家、老师和读者批评指正。

编者

2004年1月于北京

内 容 提 要

本书是《石油化工安全培训系列教材》之一。以石油化工企业实施的“健康、安全与环境”管理体系为主要背景，在对压力容器从设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造等七个环节中存在的风险进行分析的基础上，结合《安全生产法》、《压力容器安全技术监督规程》、《特种设备安全监察条例》及石油化工生产的特点，运用案例分析的形式，深化理论知识，编入了容器的基础知识、安全技术要求及事故的发生和预防等相关的内容。

本教材可作为石油化工企业安全技术和管理人员、压力容器操作人员、设备管理等层次人员的培训或自学读物。也可供石油、石化企业从事编制有关压力容器“健康、安全和环境”管理体系程序性文件的领导和职工参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 压力容器安全管理的重要性	3
第二节 压力容器事故率高的原因	16
第三节 压力容器安全管理的法规与标准	20
一、国内外压力容器安全监督主要机构简介	21
二、压力容器安全监督管理方法	22
第四节 容器的基本知识	25
一、容器的压力来源	26
二、容器的基本要求	28
三、容器的分类	30
四、容器的应力理论	32
五、容器的基本结构	39
六、容器的主要技术参数	51
七、容器设计、制造、安装安全管理	53
八、容器的安全状况等级划分	58
第五节 容器管理案例	59
一、容器结构设计不合理,造成蒸煮锅爆炸	59
二、美国利浦石油公司大爆炸事故分析	60
思考题	63
第二章 容器的常用材料及力学基础知识	64
第一节 容器所用材料存在的风险	64
第二节 容器用钢的基本知识	65
一、钢的分类	65
二、钢的元素组成	66
三、石油化工设备常用的钢种	68
四、石油化工设备对钢的要求	72
第三节 容器用钢的主要力学性能指标	74
一、金属材料常用的力学性能指标	74
二、典型容器受载分析	77

第四节 石油化工用压力容器选材料有误发生事故	79
一、宁夏化工厂甲醇水分离罐选材不当,造成脆爆裂	79
二、关于宁夏化工厂甲醇水分离罐爆炸分析报告(结论及 建议部分)	81
思考题	82
第三章 压力容器的安全装置	83
第一节 压力容器超压的原因	83
第二节 压力容器的泄漏	86
一、泄漏产生的原因	86
二、泄漏处理措施	87
三、泄漏的预防	88
第三节 压力容器的安全防护装置	88
一、安全泄压装置的类型及其特点	89
二、压力容器的安全泄放量	93
三、安全阀	99
四、爆破片	105
五、压力表	111
六、液面计	116
七、温度计	118
八、放空管	118
第四节 压力容器的超压与泄漏事故案例	119
一、安全阀失灵,反应釜爆炸	119
二、意大利萨维索事故	122
思考题	128
第四章 压力容器的破裂爆炸分析与估计	129
第一节 压力容器的破裂形式分析	129
一、压力容器破裂形式分类	129
二、压力容器的常见缺陷	136
三、压力容器破裂形式鉴别	141
四、压力容器的破裂预防	155
第二节 压力容器的爆炸危害	160
一、压力容器的爆破原因分析	160
二、压力容器的爆破能量估算	161

三、压力容器的爆炸冲击波及其作用·····	163
四、压力容器爆炸产物的体积·····	165
第三节 压力容器的爆炸事故案例·····	167
一、液化气泄漏,产生恶性爆燃·····	167
二、事故原因·····	167
思考题·····	168
第五章 压力容器的定期检验 ·····	169
第一节 定期检验方法·····	169
一、宏观检查·····	170
二、无损探伤检验·····	171
第二节 外部检验·····	177
一、外部检查的重点·····	177
二、外部常见缺陷种类及检验重点·····	178
第三节 内外部检验·····	182
一、压力容器内外部检验的周期·····	182
二、压力容器内外部检验的重点和内容·····	184
三、压力容器的常见缺陷·····	185
四、缺陷的消除·····	186
五、缺陷消除过程中的事故及安全措施·····	194
第四节 耐压试验·····	198
一、耐压试验的应用场合·····	198
二、耐压试验的安全要求·····	198
三、气压试验安全要求·····	199
四、判定压力试验合格的条件·····	199
五、压力容器的气密性试验·····	200
六、压力容器的试验压力·····	200
七、压力容器试压现场的风险分析及其消除措施·····	203
八、无法进行内外部检验或耐压试验压力容器的处理·····	205
第五节 压力容器检验过程中的安全监督·····	205
一、压力容器检修工作的特点与应注意事项·····	206
二、压力容器检验前的准备工作·····	206
第六节 压力容器检验中的事故案例·····	209
一、缺陷不处理,酿成大事故·····	209
二、违章检修,氨水罐爆炸·····	210

思考题	213
第六章 压力容器的安全运行	214
第一节 压力容器的平稳操作	214
一、压力容器安全操作的基本要求	215
二、压力容器操作人员的要求	215
三、生产工艺指标的合理控制	216
四、落实压力容器正常投运	218
五、加强压力容器的维护, 确保完好	219
六、加强通风排气, 防止可燃气体积聚	219
七、采用自动控制和安全防护装置	219
八、使用惰性气体保护	219
九、压力容器停止运行的注意事项	219
第二节 防止压力容器超压运行	221
第三节 压力容器运行期间的检查工作	222
一、压力容器运行期间要检查的内容	223
二、塔类压力容器运行检查举例	224
第四节 压力容器紧急停止运行	225
一、压力容器紧急停止运行的条件	225
二、压力容器紧急停止运行的操作步骤	225
第五节 压力容器使用的正规化管理	226
一、压力容器的使用管理	226
二、压力容器安全管理的主要内容	229
三、压力容器的维护	229
第六节 压力容器违章操作发生爆炸事故的案例	230
思考题	233
第七章 压力容器破坏事故处理	234
第一节 事故处理的基本原则和内容	235
一、压力容器事故的分类	235
二、压力容器事故处理的基本原则	236
第二节 事故现场紧急处理	243
一、切断电源、妥善处理物料	243
二、现场保护与记录	244
第三节 事故的检验与鉴定	244

一、事故现场检查·····	245
二、压力容器事故的技术检验与鉴定·····	245
第四节 事故的综合分析·····	246
一、事故原因分析·····	247
二、事故调查报告·····	248
三、事故经济损失·····	248
四、事故的综合分析·····	249
第五节 锅炉压力容器事故分析实例·····	252
思考题·····	270
主要参考文献 ·····	271

第一章 绪 论



学习目标

1. 了解压力容器的基本结构；
2. 掌握压力容器的工艺参数要求；
3. 掌握压力容器设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造等七个环节安全监督管理的内容。

安全管理伴随着工业生产的发展而得到发展，国内外一些大的以石油、石油炼制产品或天然气作原料，采用不同工艺，生产燃料、成品油以及各种化工原料、中间体和化工产品等物质的工业，称为石油化学工业（简称：石化行业）。石油化学工业包括炼油、石油化工、化纤和化肥四大行业。近年来，通过 1988 年帕玻尔·阿尔法平台爆炸事故和 1989 年瓦尔兹油轮触礁溢油事故，促使在石油化学工业范围内建立健康、安全与环境一体化管理的模式。在国内石油、石化行业开始实施的安全、健康与环境一体化的管理模式即“HSE 管理”。

安全、健康与环境一体化管理模式的“HSE 管理”体系运行的主线是风险控制，而基础是危害辨识和风险评价。为了控制风险，首先要对用人单位所有作业活动中存在的危害加以识别，然后评价每种危害的危险程度，依据法规要求和组织方针确定不可承受的风险，而后针对不可承受的风险予以控制；制定目标和管理方案；落实运行控制；准备紧急应变；加强培训、提高风险意识，通过监控机制发现问题并予以纠正。

危险辨识、风险评价和风险控制策划工作是体系的基础、保障和动力，主要包括以下六步内容：划分作业活动；辨识危害（辨识与各项业务活动有关的主要危害）；确定风险（判断现有的或计划控制措施适当的情况下，对与各项危害有关的风险和程序做出主观评价，并给出风险的分级）；确定风险是否可承受（判断现有的或计划的措施是否足以把风险控制在可承受的水平）；制定风险控制措施计划；评审措施计划的充分性。此项工作是否能圆满完成，对于体系的建立和运行至关重要。

危害辨识是分析识别可能造成人员伤亡、疾病、财产损失、工作环境破坏的根源或状态的存在并确定其性质的过程。在进行危害辨识的过程中通常将能使人伤亡，对物造成突发性损坏；或影响人的身体健康导致疾病，对物造成慢性损坏的因素按照对人体不利作用的特点和效果分为危险因素（强调突发性和瞬间作用）和危害因素（强调在一定时间范围内的积累作用）。人的不安全行为和物的不安全状态是导致事故发生的直接原因，是管理缺欠、控制不力、缺乏知识，对存在的危险估计错误，或其他个人因素等基本原因的表征。

危害辨识过程中，应坚持“横向到边、纵向到底、不留死角”的原则，危害辨识的主要范围是对以下方面存在的危险、危害因素进行辨识与分析。

(1) 厂址及环境条件 从厂址的工程地质、地形、自然灾害、周围环境、气象条件、资源交通、抢险救灾支持条件等方面进行分析。

(2) 厂区平面布局 总图：功能分区（生产、管理、辅助生产、生活区）布置；高温、有害物质、噪声、辐射、易燃、易爆、危险品设施布置；工艺流程布置；建筑物、构筑物布置；风向、安全距离、卫生防护距离等。

(3) 建筑物与设施 建（构）筑物结构、防火、防爆、朝向、采光、运输（操作、安全、运输、检修）、通道、开门、生产卫生设施。

(4) 物料 生产工艺过程物料（毒性、腐蚀性、燃爆性）温度、压力、速度、作业及控制条件、事故及失控状态。

(5) 生产设备、装置

① 化工设备、装置：高温、低温、腐蚀、高压、振动、关键部位的备用设备、控制、操作、检修和故障、失误时的紧急异常情况。

② 机械设备：运动零部件和工件、操作条件、检修作业、误运转和误操作。

③ 电气设备：断电、触电、火灾、爆炸、误运转和误操作，静电、雷电。

④ 危险性较大设备、高处作业设备。

⑤ 特殊单体设备、装置；锅炉房、乙炔站、氧气站、石油库、危险品库等。

(6) 粉尘、毒物、噪声、振动、辐射、高温、低温等有害作业部位

(7) 管理设施、事故应急救援设施和辅助生产、生活卫生设施

(8) 劳动组织、生理、心理因素、人机工程学因素等

压力容器从设计、制造、安装、使用到检验、修理和改造七个环节潜在的不安全因素是多方面的、复杂的，大体上可概括为物的不安全状态、人的不安全行为和安全管理上的欠缺等三大类。

物的不安全状态包括：设备、工具上缺少安全装置，或有缺陷；设备、装置、机器、工程设施、厂房等，在设计、制造、施工及安装方面有缺陷，或维

护不经常,检修不及时;原材料或产品的性质带有不安全因素。如易燃、易爆、有毒等;工艺过程;操作方法上有缺陷,以及防护用品缺乏或有缺陷等。

人的不安全行为,主要表现为人与物的异常接触。其产生原因包括:缺乏安全意识,技术素质差,劳动中异常的心理或生理状态,以及自然条件或环境条件的影响等。

管理上的欠缺包括:缺乏必要的安全规章制度,或不健全;缺乏对工人进行安全操作培训与指导,或对工人执行与遵守安全操作规程缺乏必要的督促与检查;对现场工作缺乏检查指导,或在检查指导上出现错误;以及劳动组织不合理等。

除此之外,对自然灾害及蓄意破坏也应予以足够的重视。这两个不安全因素所引发的事故虽然很少,但它们造成的破坏性却极大,同时也会影响到社会安定。

石油化工行业的压力容器在石油化工生产中起着重要的作用,然而也存在着诸多危险状态及危险因素,因此通过学习压力容器结构的基本知识,了解压力容器在设计、制造、安装、使用、检验、修理和改造七个环节中可能潜在的危险性,以便通过设计、技术和管理等来消除或尽量减少这些危险状态及危险因素,真正实现安全、健康和环境协调发展的目的。

第一节 压力容器安全管理的重要性

压力容器是指盛装气体或者液体,具有一定压力的密闭设备,从广义上来讲,所有承受压力载荷的容器都应该算压力容器。但是,石油化工生产中承受压力的容器成千上万,其中部分容器比较容易发生事故,而且事故的影响比较大。所以不可能也没有必要把所有的承压容器都由专门的特殊设备管理机构进行管理,中国针对压力容器的安全管理问题,于2003年3月11日颁布中华人民共和国国务院令[373]号《特种设备安全监察条例》,简称《条例》。《条例》中规定,最高工作压力大于或者等于0.1MPa(表压),且压力与容积的乘积大于或等于2.5MPa·L的气体、液化气体和最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体的固定式容器、移动式容器;盛装工作压力大于或者等于0.2MPa(表压),且压力与容积的乘积大于或等于1.0MPa·L的气体、液化气体和标准沸点等于或低于60℃液体的气瓶;氧舱等均属于压力容器。它们既是工业生产中的常用设备,又是一种容易发生恶性事故的特殊设备。尤其是石化行业物料的易燃易爆性、毒性、腐蚀性,生产的高温高压和连续性等特点,决定了石化行业的压力容器更容易发生事故。压力容器运行状况的好坏,将直接影响化工生产的连续性、稳定性和安全性,而且生产的特殊性使压力容

器产生各种不安全因素。因此，确保化工容器的安全运行，保证安全生产，加强石化行业压力容器的安全管理是必不可少的一项重要工作。

压力容器是石油化工行业实现化肥、化工、炼油等正常生产必不可少的重要设备，几乎每一个工艺过程都离不开压力容器，在化工生产所有的装备中约占 80%，它广泛用于传质、传热、化学反应和物料贮存等方面。而且随着石油化学工业的迅速发展，压力容器的安全问题显得越来越重要，从下列几套典型的石油化工企业的重要装置的设备组成能够发现压力容器的不安全性，可能直接导致石油化工企业的多套装置停工，造成极大的影响，因此成为石油化工企业安全、健康和环境管理（即 HSE 管理）体系建立和实施过程中不可忽视的危险因素。

1. 石化企业的典型生产工艺过程

(1) 催化裂化装置工艺过程 催化裂化是以蜡油为主要原料，硅酸铝为催化剂，以生产高辛烷值汽油、柴油和化工原料为主要目的的炼油二次加工重要装置。

该装置由反应、分馏、吸收稳定（见图 1-1）、气体分馏（见图 1-2）等四个工艺过程组成。原料首先进入原料油缓冲罐，再与回炼油一起送入加热炉，经过反应器，反应产物经顶部的旋风分离器充分回收催化剂后，引入分馏塔。反应油气进入分馏塔，分割出粗汽油、轻柴油、重柴油、回炼油等组分。其中回炼油进入回炼油罐，与原料油一起送入加热炉进行回炼。轻柴油、重柴油经汽提、换热、冷却后送出装置作为成品。粗汽油与气体自分馏塔顶部馏出，经冷凝冷却后进入油气分离器，分离出的部分气体及部分轻汽油，经气体压缩进入吸收解吸塔。经吸收塔后的塔顶气体进入再吸收塔，用轻柴油再吸收一次，

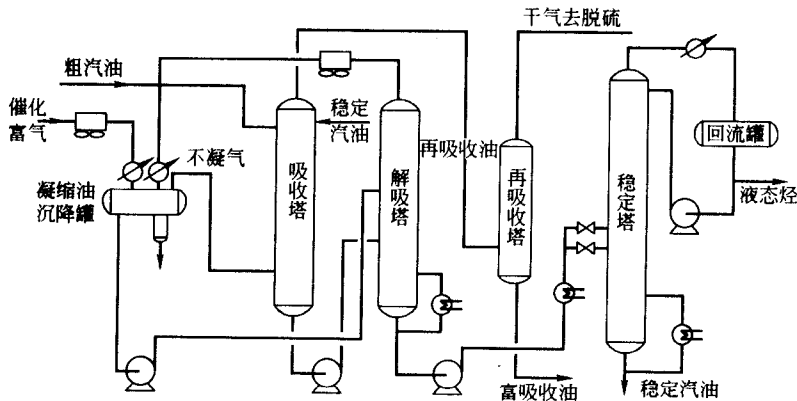


图 1-1 吸收稳定系统典型流程示意

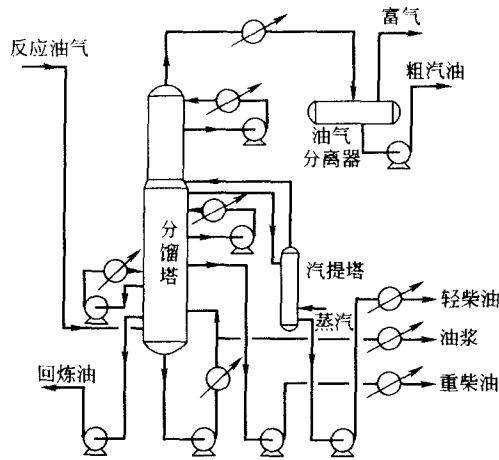


图 1-2 分馏系统典型流程示意

然后成为干气自再吸收塔顶逸出。塔底富油用泵送入稳定塔除去气态烃与液态烃，液态烃一部分作为塔顶回流，一部分经碱洗、水洗后去气体分馏。进入气体分馏的液态烃，分别经脱丙烷塔、脱丙烯塔、脱丁烷塔、脱戊烷塔得到丙烷、丙烯、1-丁烯、2-丁烯、戊烷馏分，经冷却后送出装置。

上述催化裂化装置工艺过程中所需要的二级吸收塔（压力为 0.6~0.7MPa）、稳定塔（压力为 1.0~1.1MPa）、脱丙烷塔（压力为 1.8~1.9MPa）、脱丙烯塔（压力为 1.75~1.85MPa）、脱丁烷塔（压力为 0.7~0.8MPa）与脱戊烷塔（压力为 0.6~0.7MPa）等均是压力容器，是炼油装置不可缺少的重要装置。

(2) 加氢裂化装置工艺过程 加氢裂化装置流程（见图 1-3）简述如下。原料油经过滤、脱水后进入缓冲罐，由高压泵升压后与氢气（包括循环氢与新氢气）混合后一起进入换热器与反应生成物换热至 300℃左右，然后进加热炉预热（另一种流程是原料油不进加热炉而只有循环氢进加热炉预热，在炉出口与换热后的原料油混合，这种流程可以减少炉管结焦），预热的原料油从反应器顶部进入，在反应器内反应后由底部排出，经与新鲜原料、循环氢换热后再进入空冷器冷却，冷凝下来的油和不冷凝的油气和氢气进入高压分离器，油气分离，氢气从高压分离器顶部排出，大部分进循环氢压缩机，反应生成油由底部排出降压后送至低压分离器，油、气再次分离，气体送燃料气管网，生成油送至分馏系统经分馏塔、汽提塔、脱丁烷塔等分馏后得到汽油、航煤、柴油等产品。第三种流程中分馏塔底的尾油再全部循环回到加氢裂化反应器进行裂化反应。

加氢裂化装置的操作范围如下。操作温度 380~450℃，操作压力 8~

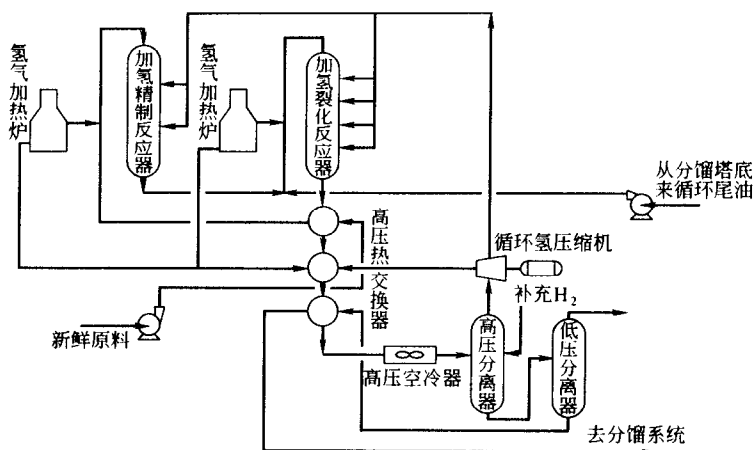


图 1-3 加氢裂化装置流程简图 (带循环尾油)

20MPa (80~200kgf/cm²), 采用的催化剂含有 Pt、Pd、W、Mo、Ni、Co 等金属氧化物作为加氢组分, 以硅酸铝、氟化氧化铝或结晶硅铝酸盐为担体。原料油经加氢、裂化、异构化等反应转化为轻质油品, 收率一般达 100% (体积), 可得到优质重整原料及高辛烷值汽油、航煤和低闪点柴油。同时产品含硫、氮、烯烃低, 安定性好。

(3) 高密度聚乙烯装置工艺过程 该装置是以乙烯为主要单体, 以丙烯或 1-丁烯为共聚单体, 采用齐格勒新一代催化剂体系进行聚合。该催化剂是在原催化剂基础上加入了镁化合物的载体, 从而提高了产量。由于参与聚合反应的催化剂量相对更少, 就无需在产品中去除催化剂, 既不影响产品质量, 又缩短了流程。

本流程与聚丙烯相同, 分为原料净化、粉末生产及粉末干燥、均化、造粒、稀释剂蒸馏、废水预处理和罐区几部分。工艺流程如图 1-4 所示。原料氧与乙烯分别经干燥与过滤后到气体混合站混合。共聚单体液态丙烯 (或 1-丁烯) 经蒸发直接进入气体混合器, 按一定比例混合后送往聚合釜。

本装置罐区送来的稀释剂经过滤后进入催化剂制备系统。催化剂则由界区外送进的四氯化钛、三乙基铝、三异丁基铝、异戊基铝分别用 N₂ 压入贮罐, 再分别经过滤后进入催化剂制备系统, 制好的催化剂送往聚合。

上述混合气体及催化剂进入反应器在 0.6~1.4MPa (表压)、84~87℃ 条件下经聚合生成高密度聚乙烯粉末悬浮在母液中。

悬浮液进入蒸汽蒸馏系统用沉降式离心机将母液分出返回催化剂制备系统, 含有母液的粉末经蒸汽蒸馏将母液送往稀释剂蒸馏, 含水的粉末送往粉末干燥器。

湿粉经流化床干燥器干燥后加入添加剂进行粉末的均化。将均化好的粉末