



教育部高职高专规划教材

化工设备

邢晓林 主编
潘传九 主审

-43



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

化 工 设 备

邢晓林 主编

潘传九 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化工设备/邢晓林主编. —北京: 化学工业出版社,
2005.5
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7011-X

I. 化… II. 邢… III. 化工设备-高等学校: 技术
学院-教材 IV. TQ05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 040028 号

教育部高职高专规划教材

化 工 设 备

邢晓林 主编

潘传九 主审

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 项 激

责任校对: 顾淑云 宋 玮

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(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

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 387 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7011-X

定 价: 25.00 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

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

高等职业教育是中国高等教育的重要组成部分,近年来在国家大力推进职业技术教育改革和加强教育结构调整的基础上得到了较快发展。特别是第四次全国职业教育工作会议召开,进一步确立了职业教育在社会主义现代化建设中的重要地位,同时也让广大教育工作者明确了高等职业教育实施人才培养工作的目标和任务。为了更好适应高等职业教育发展的需要,配合化工高职高专化工机械类专业的建设和教学改革,在全国化工教学指导委员会的精心组织和指导下,在研究有关教材建设意见和建议,以及广泛吸收相关教材优点和总结有关院校教学改革经验的基础上,经过一定时间的努力,编写了这本供高职院校化工机械及设备维修专业使用的专业课教材。

本书是根据全国化工教学指导委员会提出的关于化工机械类专业人才培养目标和新制定的教学计划要求进行编写的。全书以专业教学的针对性、实用性和先进性为指导思想,以培养生产第一线应用型技术人才为目标,紧紧围绕职业能力训练的教学需要构建知识体系和组织教学内容。本书在结构和编写层次上淡化了理论性强的学科内容和比较复杂的设计计算内容,对一些必备的知识点,设法通过最常用或学生最熟悉的途径予以解决,并由此加强对学习者解决问题能力的训练;其次是更加突出典型化工设备及主要零部件的结构、特点、功能、原理等方面的内容,重点引导学习者对现有规范、标准的认识和理解。另外,在教材编写中,结合本专业所要求的相关知识,注意与其他课程的合理衔接,始终体现实用和够用的编写特点。

为了便于教学,本书结合实际应用问题,选配了适量的例题、分析题、问答题和计算题。考虑到各院校不同层次的教学要求,对部分理论性分析的内容用小字排出,并在该内容前加注“*”号,供各学校在教学中选用。

本书第一、第二、第五章由邢晓林编写,第三、第四章由滕文锐编写,第六章由胡昆芳编写,第七、第八、第九章由段辉琴编写。本书由邢晓林主编,潘传九主审。

本书在编写过程中得到了有关领导和兄弟院校的指导和支持,特别是参加本书审稿的专家、同行以及出版社的有关同志,在充分肯定的同时,提出了许多建设性意见,对书稿编写质量的提高起到了很大作用。在此对各位领导以及所有对本书编写及出版工作给予大力支持和帮助的同志表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,虽经努力,书中疏漏甚至错误在所难免,敬请各位读者指正。

编 者

2005年5月

内 容 提 要

本书根据高等职业教育的培养目标,围绕职业能力训练的教学需要,以专业教学的针对性、实用性和先进性为指导思想,以应用为主构建教材体系。主要介绍了化工设备的应用、要求、材料和典型壳体的受力分析,内压、外压和厚壁容器,法兰连接、开孔与补强、人(手)孔、支座、接管与视镜和安全附件,换热器、塔设备、反应设备等。书中每章结束后附有一定数量的训练习题。

本书主要作为高等职业技术学院化工机械类专业的教材或相关专业的教学参考书,也可供从事化工机械及设备设计、制造和管理工作的工程技术人员和社会读者参考。

目 录

第一章 化工设备概述	1
第一节 化工设备及其应用	1
第二节 化工设备的特点	3
第三节 化工设备的基本要求	4
第四节 压力容器及其分类	6
一、压力容器结构	6
二、压力容器分类	7
第五节 压力容器常用材料	10
一、压力容器用钢的基本要求	10
二、压力容器常用钢材简介	11
三、压力容器用钢的选用原则	15
第六节 压力容器常用规范简介	16
一、国外主要规范标准	16
二、国内主要规范标准	17
第七节 本课程的性质及任务	20
第八节 学习本课程的方法和教学建议	20
习题	20
第二章 化工设备强度计算基础	22
第一节 典型回转薄壳应力分析	22
一、回转薄壳的形成及几何特性	22
二、承受气压回转薄壳的受力分析	24
三、承受液体压力直立圆筒形壳体的受力分析	30
第二节 边缘应力	32
一、边缘应力的产生	32
二、边缘应力的特性	33
三、边缘应力的影响及处理	34
第三节 厚壁圆筒应力分析	34
一、单层厚壁圆筒弹性应力计算	35
二、单层厚壁圆筒温差应力计算	38
* 三、厚壁圆筒弹塑性应力	40
习题	41
第三章 内压薄壁容器	43
第一节 内压薄壁壳体强度计算	43
一、内压圆筒	43
二、内压球形壳体	45
三、容器最小厚度	46

四、各类厚度的相互关系	46
第二节 设计参数的确定	47
一、压力参数	47
二、设计温度 t	48
三、许用应力 $[\sigma]^t$	49
四、焊接接头系数 φ	49
五、厚度附加量 C	59
六、压力容器的公称直径、公称压力	61
第三节 内压封头结构和计算	63
一、凸形封头	63
二、锥形封头	66
三、平盖	72
第四节 压力试验	76
一、液压试验	76
二、气压试验	78
三、气密性试验	78
习题	79
第四章 外压力容器	80
第一节 外压容器的稳定性	80
一、外压容器的失稳	80
二、外压薄壁圆筒临界压力计算	81
三、临界长度与计算长度	82
第二节 外压圆筒与外压球壳的图算法	84
一、算图中的符号说明	84
二、外压圆筒的图算法	85
三、外压球壳的图算法	91
第三节 外压圆筒的加强圈计算	92
一、加强圈结构及其要求	92
二、加强圈的图算法	94
第四节 外压封头计算	98
一、外压凸形封头	98
二、外压锥形封头	98
三、压力试验	100
第五节 轴向受压圆筒	100
一、轴向受压圆筒稳定性概念	101
二、临界压应力的计算	101
习题	101
第五章 厚壁容器	103
第一节 厚壁容器的结构和选材	104
一、厚壁容器结构特点	104
二、厚壁容器选材要求	105

第二节 厚壁容器的筒体结构形式	106
一、单层圆筒结构	106
二、多层圆筒结构	107
第三节 厚壁圆筒的强度计算	112
一、厚壁圆筒弹性失效准则及强度计算	112
二、中国现行规范中的厚壁圆筒计算	115
* 三、厚壁圆筒当量综合应力校核	117
第四节 厚壁圆筒的自增强	118
一、自增强圆筒的应用特点	118
二、自增强处理的方法	119
第五节 厚壁容器的主要零部件	120
一、平盖计算	120
二、筒体端部	122
习题	123
第六章 化工设备主要零部件	124
第一节 法兰连接	124
一、法兰的分类	124
二、法兰连接的密封	126
三、压力容器法兰标准及选用	128
四、管法兰标准及选用	135
第二节 开孔与补强	138
一、开孔附近的应力集中	138
二、对压力容器开孔的限制	139
三、补强结构	140
* 四、等面积补强计算	141
五、标准补强圈及其选用	143
六、人孔和手孔	146
七、接管	149
第三节 支座	150
一、鞍式支座	151
二、裙式支座	156
三、支承式支座	157
四、耳式支座	160
第四节 安全附件	164
一、视镜	164
二、安全阀	166
三、爆破片装置	169
习题	170
第七章 换热设备	172
第一节 换热设备的应用	172
第二节 换热设备分类	173

一、直接接触式	173
二、蓄热式	173
三、间壁式	173
第三节 管壳式换热器分类	178
第四节 管壳式换热器主要结构	181
一、换热管与管板的连接结构	181
二、壳体与管板的连接	184
三、折流板与挡板	185
四、管箱与接管	187
五、膨胀节	188
第五节 管壳式换热器标准及其选用	189
一、管壳式换热器标准简介	189
二、换热设备的选用	190
习题	191
第八章 塔设备	193
第一节 塔设备应用	193
一、塔设备的应用	193
二、塔设备的分类和结构	194
第二节 板式塔	195
一、板式塔分类	195
二、板式塔的结构	199
第三节 填料塔	208
一、填料塔的总体结构	208
二、填料塔主要零部件	208
习题	214
第九章 反应设备	215
第一节 概述	215
一、反应设备应用及分类	215
二、常见反应设备的特点	215
三、搅拌反应器总体结构	218
第二节 搅拌反应器的罐体	218
一、罐体尺寸确定	219
二、传热结构	220
三、筒体和夹套壁厚确定	223
四、顶盖和工艺接管	223
第三节 搅拌装置	224
一、搅拌器形式和选择	224
二、搅拌器附件	228
三、搅拌器功率	229
第四节 搅拌反应器的传动装置	231
一、电动机选用	231

二、减速器类型和选用	231
三、联轴器类型和选用	232
四、机座和底座设计	234
五、搅拌轴	235
第五节 搅拌反应器的轴封	237
一、填料密封	237
二、机械密封	239
习题	240
参考文献	241

第一章

化工设备概述

【学习目标】 了解化工设备的概念、应用特点及其基本要求；学习压力容器的分类、组成和常用材料的使用原则；初步认识压力容器的常用规范。

第一节 化工设备及其应用

任何一种石油、化工产品，都是人们利用一定的生产技术和按照特定的工艺要求，将原料经过一系列物理或化学加工处理后得到的。这一系列加工处理的步骤称为化工生产过程。

在生产实践中，要实现某种化工生产就需要有相应的机器和设备。例如，对物料进行混合、分离、加热和化学反应等操作，就需要有混合搅拌设备、分离设备、传热和反应设备；对流体进行输送，就需要有管道、阀门和储存设备等。因此，化工机器及设备是实现化工生产的重要工具，没有相应的机器和设备，任何化工生产过程都将无法实现。

下面列举两个典型实例，说明化工设备在生产中的应用。

1. 天然气部分氧化法制氢

如图 1-1 所示，是合成氨厂以天然气（甲烷）、氧气或富氧空气为原料，利用甲烷燃烧以及甲烷转化反应生成氢和一氧化碳，作为合成氨原料气的工艺流程。具体过程是：天然气

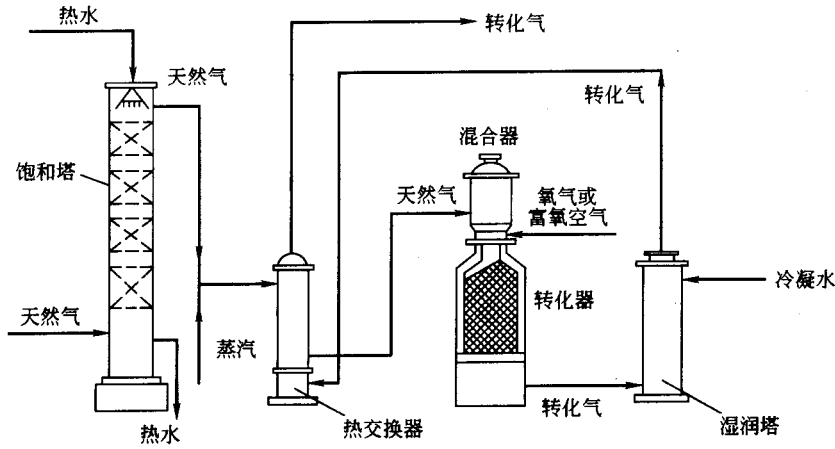


图 1-1 天然气部分氧化法制氢生产流程

在 0.16~0.17MPa 压力下进入饱和塔，在塔中加入热水，用热水预热天然气并使天然气饱和和水蒸气。饱和后的天然气再加入转化所需的蒸汽，经热交换器（换热器）与转化气换热后进入混合器。接下来与空气充分混合进入转化器，并在 800~850℃ 温度和催化剂作用下完成以下转化反应，即



最后将转化气通过热交换器冷却到 400~420℃，送往下一工段处理。该流程使用的饱和塔、换热器和转化器，就是完成天然气转化过程所必需的重要设备。

2. 重质油加氢裂化

重质油加氢裂化是现代炼油工业中比较重要的转化过程。它是在催化剂和氢气存在的条件下，使重质油通过裂化反应转化为汽油、煤油和柴油等轻质油品的加工工艺。图 1-2 所示为重柴油在一定温度（400℃）、压力（10~15MPa）和氢气作用下制取汽油和煤油的工艺流程。具体过程是：原料油、循环油和氢气混合后经加热进入反应器，反应后的生成物和氢气自反应器下部排出，经换热、冷却后送入高压分离器；自高压分离器下部排出的生成油经减压后再送入低压分离器；最后，由低压分离器分出来的液体产物经加热后送入分馏塔，分离出气体、汽油、煤油等。

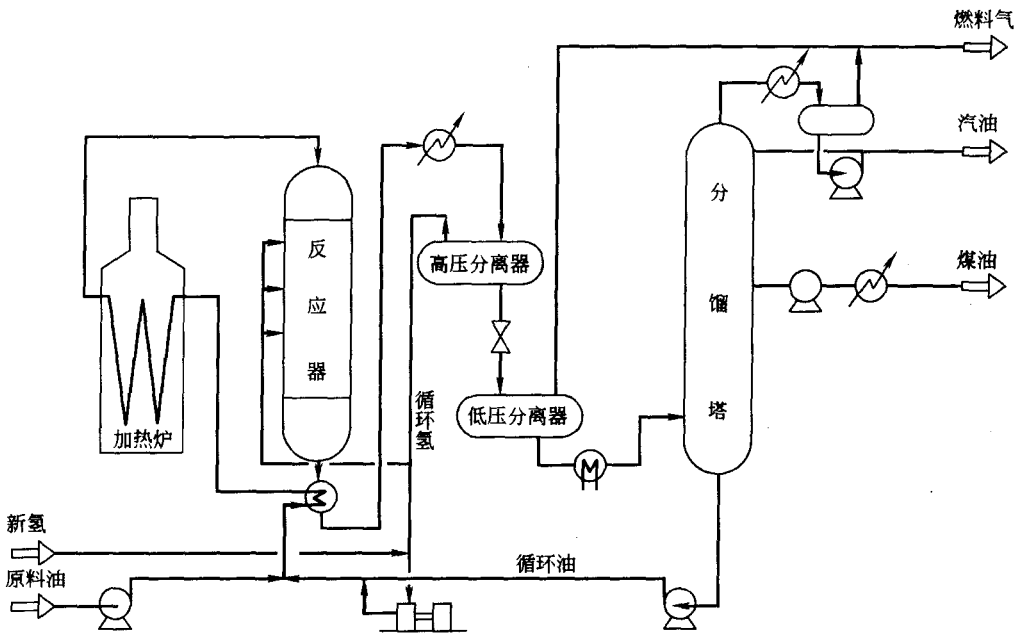


图 1-2 加氢精制重柴油工艺流程

由高压分离器分出的含氢气体（纯度约 75%）可作为循环氢，经氢压缩机压缩后在系统中循环使用。由低压分离器分出的含氢干气体可作为燃料气使用。

从上述工艺流程可看出，加氢反应器、分离器和分馏塔是整个转化过程的主要设备。其中加氢反应器是加氢裂化过程的关键设备。

化工设备不仅应用于化工、石油和石油化工，而且在轻工、制药、食品、环境、生物、能源、冶金、交通等领域也有着广泛的应用。化工设备与国家经济建设有着密切的关系，对国民经济的发展起着非常重要的作用。

第二节 化工设备的特点

从上述实例看出,任何化工设备都是为满足一定生产工艺条件而提出的,而化工设备的新设计、新材料和新制造技术的应用,则是按照化工生产过程要求的不断变化而发展起来的。因此,服务于这类生产工艺过程的设备,与通常的产业机械设备相比,有着以下显著特点。

1. 功能原理多样化

化工设备及技术与“化工过程”的原理密不可分。设备的设计、制造及运行在很大程度上依赖于设备内部进行的各种物理或化学过程以及设备外部所处的环境条件,或者说“化工生产过程”是“化工设备”的前提。由此,化工生产过程的介质特性、工艺条件、操作方法以及生产能力的差异,也就决定了人们必须根据设备的功能、条件、使用寿命、安全质量以及环境保护等要求,采用不同的材料、结构和制造工艺对其进行单独设计。从而,使得在工业领域中所使用的化工设备的功能原理、结构特征多种多样,并且设备的类型也比较繁多。例如,换热设备的传热过程,根据工艺条件的要求不同,可以利用加热器或冷却器实现无相变传热,也可以采用冷凝器或重沸器实现有相变的传热。

2. 外部壳体多是压力容器

对于处理如气体、液体和粉体等这样一些流体材料为主的化工设备,通常都是在一定温度和压力条件下工作的。尽管它们服务对象不同,形式多样,功能原理和内外结构各异,但一般都是由限制其工作空间且能承受一定温度和压力载荷的外壳(筒体和端部)和必要的内件所组成。从强度和刚度分析,这个能够承受压力载荷的外壳体即是压力容器,如图 1-3~图 1-5 所示。

压力容器及整个设备通常是在高温、高压、高真空、低温、强腐蚀的条件下操作,相对

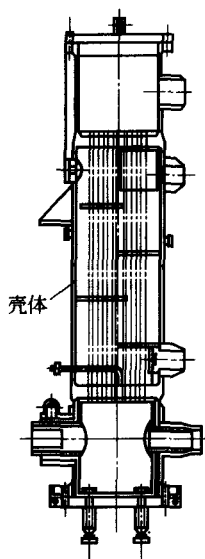


图 1-3 立式余热锅炉

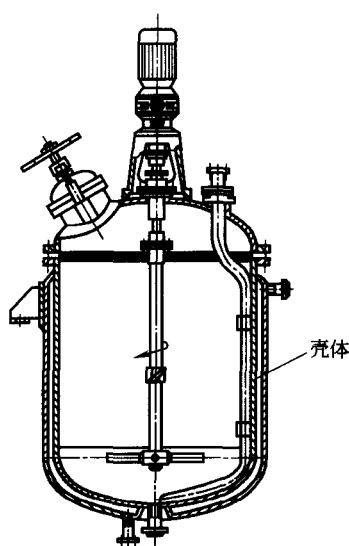


图 1-4 搅拌反应釜

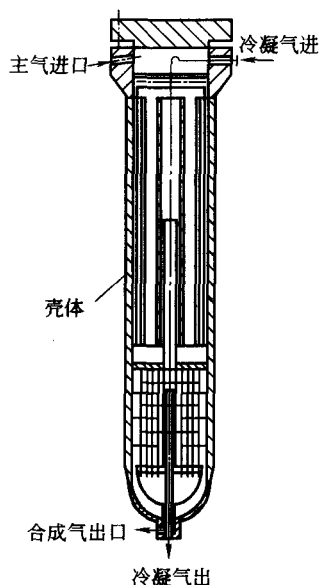


图 1-5 氨合成塔

其他行业来讲，工艺条件更为苛刻和恶劣，如果在设计、选材、制造、检验和使用维护中稍有疏忽，一旦发生安全事故，其后果不堪设想。因此，国家劳动部门把这类设备作为受安全监察的一种特殊设备，并在技术上进行了严格、系统和强制性的管理。例如，制定了GB 150—1998《钢制压力容器》、JB 4732—1995《钢制压力容器——分析设计标准》、GB 151—1999《管壳式换热器》、《压力容器安全技术监察规程》、《超高压容器安全监察规程》等一系列强制性或推荐性的规范标准和技术法规，对压力容器的设计、材料、制造、安装、检验、使用和维修提出了相应的要求；同时，为确保压力容器及设备的安全可靠，实施了持证设计、制造和检验制度。

3. 化—机—电技术紧密结合

随着现代工业技术的发展，对物料、压力、温度等参数实施精确可靠控制，以及对设备运行状况进行适时监测，已是化工设备高效、安全、可靠运行的保证。为此，生产过程中的成套设备都是将化工过程、机械设备及控制技术等三个方面紧密结合在一起，实现“化—机—电”技术的一体化，对设备操作过程进行控制。这不仅是化工设备在应用上的一个突出特点，也是设备应用水平不断提高的一个发展方向。例如，换热器出口温度的控制，除了化工设备的正常运行外，需要结合自动控制技术，按照图 1-6 所示的自动控制方案，通过改变载热体流量或调节工艺介质自身流量来改变换热器的热负荷，最终保证工艺介质在换热器出口处的温度为一稳定值。

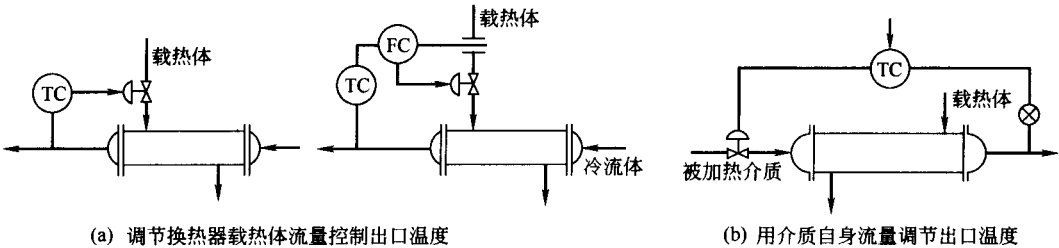


图 1-6 换热器出口温度自动控制方案

4. 设备结构大型化

随着先进生产工艺的提出以及设计、制造和检测水平的不断提高，许多行业对使用大型、高负荷化工设备的需求日趋增加。尤其是大规模专业化、成套化生产带来的经济效益，使得设备结构大型化的特征更加明显。例如，使用中的乙烯换热器的最大直径已经达到 2.4m；石化炼油工业中使用的高压加氢反应器，由于国外解决了抗氢材料及一系列制造技术问题，现在可以制造直径 6m、壁厚 450mm、质量达 1200t 的大型热壁高压容器。中国目前设备最大壁厚也可以达到 200mm，质量达 560t。

第三节 化工设备的基本要求

与普通机械设备相比，对于处理如气体、液体和粉体等流体材料为主的化工设备，其所处的工艺条件和生产过程都比较复杂。尤其在化学工业、石油化工等部门使用的设备，多数情况下是在高温、低温、高压、高真空、强腐蚀、易燃、易爆、有毒的苛刻条件下操作，加之生产过程具有连续性和自动化程度高的特点，这就要求在役设备既要安全可靠地运

行，又要满足工艺过程要求，同时还应具有较高的经济技术指标以及易于操作和维护的特点。

1. 安全可靠要求

生产过程苛刻的操作条件决定了设备必须可靠运行。为了保证其安全运行，防止事故发生，化工设备应该具有足够的能力来承受使用寿命内可能遇到的各种外来载荷。具体讲，就是要求所使用的设备具有足够的强度、韧性和刚度，以及良好的密封性和耐腐蚀性。

化工设备是由不同材料制造而成的，其安全性与材料本身的强度密切相关。在相同设计条件下，提高材料强度无疑可以保证设备具有较高的安全性。但满足强度要求并非是选用材料的强度级别越高越好，而是要选择合适的材料。无原则地选用高强度材料，结果只会导致材料和制造成本的提高以及设备抗脆断能力的降低。另外，除了保证所有零部件选用的材料具有足够的强度外，还要考虑设备各零部件之间的连接结构形式。因为化工设备多数是以焊接方式进行连接的，其应力集中现象比较严重，存在缺陷的可能性也较大，是设备比较薄弱的环节，所以，化工设备的设计和制造必须足够重视。

由于材料、焊接和使用等方面的原因，化工设备不可避免地会出现各种各样的缺陷，如裂纹、气孔、夹渣等。如果在选材时充分考虑材料在破坏前吸收变形能量的能力水平（即材料的韧性），并注意材料强度和韧性的合理搭配，最大限度地降低化工设备对缺陷的敏感程度，对于保证设备的安全运行也是一个非常有效的措施。

刚度是保证化工设备安全运行的又一个重要方面。因为，有时设备的失效不是因为强度不够，而是由于设备在不发生破坏的情况下突然丧失其原有形状，致使设备失去应有的功能。因此，“失稳”是化工设备常见的一种失效形式。对这一类设备的设计应该确保具有足够抵抗过度变形的能力，即抗失稳能力。例如，外压容器和真空容器的壁厚设计，就是通过建立稳定条件来确定的。

密封性是化工设备在正常操作条件下阻止介质泄漏的能力。根据化工生产对安全所提出的要求，如果化工设备不具备良好的密封性能，那么，易燃、易爆、有毒介质就有可能在其内部的腔体间发生泄漏或直接泄漏到周围环境，这不仅使生产及设备受到损失，污染环境，而且可能对操作人员的安全构成威胁，甚至可能引起爆炸等事故。因此，良好的密封性是化工设备安全操作的必要条件。

耐蚀性也是保证化工设备安全运行的一个基本要求。特别是处理化工生产中的介质，由于它们具有不同程度的腐蚀性，一方面，可能使设备的厚度减薄，使用寿命缩短；另一方面，还会在应力集中及两种材料或构件焊接处等区域造成更为严重的腐蚀，结果引起泄漏或爆炸。为此，选择合理的耐蚀材料或采用相应的防腐蚀措施，将会大大提高化工设备的使用寿命和安全性。

2. 工艺条件要求

化工设备是为工艺过程服务的，其功能要求是为满足一定的生产需要提出来的。如果功能要求不能得到满足，将会影响整个过程的生产效率。例如，图 1-1 所示流程中使用的换热器，其换热面积和一些结构尺寸都是利用给定的操作条件，通过工艺计算而得到的。由此得到的化工设备从结构和性能特点上就能保证在指定的生产工艺条件下完成指定的生产任务，即满足相应的工艺条件要求。

3. 经济合理性要求

在保证化工设备安全运行和满足工艺条件的前提下,要尽量做到经济合理。因为经济性是否合理是衡量化工设备优劣的一个重要指标。首先,从设计和使用方面来讲,除了实现生产操作外,要尽量使化工设备的生产效率最高,消耗最低。例如,反应设备就要求在单位时间内单位容积的生成物数量要多。其次,结构要合理、制造要简单。即在相同工艺条件下,为了获得较好的效果,设备可以使用不同的结构内件,并充分利用材料性能,使用简单和易于保证质量的制造方法,减少加工量,降低制造成本。除此之外,对于一些大型化工设备,还要考虑运输、安装等方面的难易程度,最大限度地降低有关费用。

4. 便于操作和维护

化工设备除了要满足工艺条件和考虑经济性能外,使设备操作简单、便于维护和控制也是一个非常重要的方面。例如,在设置阀门、平台、人(手)孔、视镜和楼梯时,位置要合适,以便操作人员很容易地进行操作和维护;又如,化工设备需要定期检验安全状态或更换易损零件,在结构设计上就应当考虑易损零件的可维护性和可修理性,使之便于清洗、装拆和维护。

5. 环境保护要求

随着工艺条件要求的提高和人们环保意识的增强,对化工设备失效的概念有了新的认识,除通常所讲的破裂、过量塑性变形、失稳和泄漏等功能性失效外,现在提出“环境失效”,如有害物质泄漏到环境中、生产过程残留无法清除的有害物质以及噪声等。因此,化工设备在设计时应考虑这些因素的影响,必要时,应在结构上增设有泄漏检测功能的装置,以满足环境保护的要求。

对化工设备提出的基本要求比较多,全部满足显然是比较困难的。但从内容上来看,主要还是化工设备的安全性、工艺性和经济性,且核心是安全性要求。由此,可以针对化工设备的具体使用情况,优先考虑主要要求,再适当兼顾次要要求。

第四节 压力容器及其分类

正如前面所提到的,不同类型的化工设备虽然其服务对象不同、操作条件各异、结构形式多样,但大多都是含有一个能承受压力且容积达到一定数值的密闭容器。按照中国《压力容器安全技术监察规程》的有关规定,若密闭容器同时具备以下条件即可视为压力容器。

(1) 最高工作压力大于或等于 0.1MPa (不含液柱压力)。

(2) 内直径(非圆形截面指断面最大尺寸)大于或等于 0.15m,且容积大于或等于 0.025m³。

(3) 介质为气体、液化气体或最高工作温度等于标准沸点的液体。

从形状来看,压力容器主要有圆筒形、球形和矩形三种。其中,矩形容器由平板焊成,但承压能力差,因此,多用作小型常压储槽。球形容器,由于制造上的原因,通常也用作有一定压力的大中型储罐。而对于圆筒形容器,由于制造容易、安装内件方便、承压能力较强,故在工业生产中应用最广。

一、压力容器结构

如图 1-7 所示圆筒形压力容器,一般可以分为筒体(筒身)、封头(端盖)、密封装置、人(手)孔、接管和支座等 6 个组成部件。其中,筒体和封头是用板、壳制造而成的具有典