

“十二五”国家重点图书出版规划项目

Petrochemical Equipment Design Handbook

石油化工设备 设计手册 (上册)

主 编 刘家明

副 主 编 赖周平 张迎恺 蒋荣兴

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

“十二五”国家重点图书出版规划项目

石油化工设备设计手册

(上册)

刘家明 主 编
赖周平 张迎恺 蒋荣兴 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本手册为“十二五”国家重点图书出版规划项目。手册编写人员，都是石油化工设备设计领域的专家，具有较高的理论水准和丰富的实践经验，代表了当前国内石化设备设计的最高水平。

手册共分九篇，包括基础知识、材料与焊接、压力容器、塔器、换热器、空冷器、储罐、分离设备和电脱盐设备等。手册的内容反映了我国石油化工设备设计的最新进展，具有科学性、先进性和实用性。本手册是一部大型工具书，也是一部技术专著，总结了我国石油化工设备设计的理论和实践经验，具有较高的理论水平和专业实践经验。

本手册的读者对象主要是从事石油化工设备设计和管理的工程技术人员，同时也可作为高等院校石油化工专业及相关专业师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

石油化工设备设计手册 / 刘家明主编. —北京:
中国石化出版社, 2012. 3
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1220 - 1

I. 石… II. 刘… III. ①石油化工设备 - 设计 -
手册 IV. ①TE960. 2 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 196918 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式
或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 158.5 印张 4024 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价: 498.00 元(上、下册)

序

随着我国石油化工事业的迅猛发展，我国石油化工设备技术也取得了巨大进步，出现了大量新工艺、新技术、新材料和新设备。为适应石油化工装备技术的发展，中国石化出版社适时提出《石油化工设备设计手册》编撰意见，中国石化工程建设有限公司承担了此手册的编写工作，中石化洛阳石化工程公司、中国石化茂名分公司的专家参加了编写工作。

石油化工设备是完成石油化工工艺过程的物质基础，操作条件苛刻、种类繁多、科技含量高、涉及面广，包括高耸入云的塔器、高压反应器、高效换热器、容器，以及大型储罐等。中国石化工程建设有限公司在近六十年的石油化工设备设计过程中，不但满足了国内石油化工工业发展的需要，而且还培养了一大批从事石油化工设备设计的专门人才，在实践中积累了丰富的经验，形成了一整套石油化工设备设计的程序、理论和方法。

中国石化集团公司副总工程师、中石化工程(集团)股份有限公司总经理刘家明同志主编的《石油化工设备设计手册》是一部大型工具书，全书包括基础理论知识、材料选用、各种单元设备的设计原理、设计方法和实例，集中体现了我国石油化工设备领域几十年的科研成果和经验积累。

《石油化工设备设计手册》的出版发行是值得庆贺的事情。编撰出版这一大型工具书，为规范本行业的设计方法，对本行业的设备设计将有很大指导意义，对石油化工设备技术水平和管理水平的提高也必将起到重要的促进作用，也为我国广大从事石油化工设备设计和管理的科技人员，以及石油化工院校师生提供了一部很有价值的工具书。

在《石油化工设备设计手册》即将付印之际，对为该手册编撰工作付出辛勤劳动的专家们表示衷心的祝贺和感谢。



2012年12月

前 言

改革开放 30 多年来，我国石油化工工业得到了迅猛的发展。截至 2011 年底，我国的炼油加工能力达到了 5.7 亿吨/年，乙烯生产能力达到了 1500 万吨/年，炼油、乙烯能力均已位居世界第二位。作为石油化工的基础，石油化工设备技术得到了迅速的发展，石油化工设备设计、制造技术接近了世界先进水平。为了总结石油化工设备的设计经验，推进这一行业的技术进步，在中国石化出版社的组织下，2003 年 3 月在中国石化工程建设有限公司召开了编写启动会议。时任中国石化股份有限公司高级副总裁王天普同志亲临现场作了重要讲话，提出《石油化工设备设计手册》的编写和出版是集团公司的一份重要的知识产权，要全面总结我国石油化工设备设计的理论和实践，并要求全体参编人员发扬石油行业吃苦耐劳和勇于奉献精神，克服困难，尽早完成任务。中国石化工程建设有限公司按天普同志的指示，要求参编人员细致严谨，认真总结，高标准、高质量完成任务，同时实现本手册顾问徐承恩院士提出的“体现最新的科技进步、最新的技术发展，集权威性和实用性于一体”的目标。

参加编撰的人员都是本行业的专家，具有较高的理论水平和丰富的实践经验。经过认真的撰写、多次的讨论、评审，手册最终圆满完稿。

手册共分九篇，包括基础知识、材料、压力容器、塔器、换热器、空冷器、储罐、分离设备和电脱盐设备等。手册的内容反映了我国石油化工设备设计的最新进展，具有科学性、先进性和实用性，代表了当前国内的最高水平。这是一部大型工具书，也是一部技术专著，总结了我国石油化工设备设计的理论和实践经验，具有较高的理论水平和专业实践经验，对提高专业人员的专业设计水平将会起到积极的作用。手册的读者对象主要是从事石油化工设备设计和管理的工程技术人员，同时也可作为在校石油化工专业师生的参考资料。

手册的编写过程由于工作繁忙，加之内容繁杂，虽经多次审查，难免会有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

中国石化集团公司王天普总经理在百忙之中为本手册作序，为此我代表编写人员表示衷心的感谢。同时也对大力支持本手册编写的中石化洛阳石化工程公司和中国石化股份有限公司茂名分公司致谢。



2012 年 12 月

《石油化工设备设计手册》 编委会名单

主 任：王天普

副 主 任：刘家明 王子康 赖周平

顾 问：徐承恩

编 委：时铭显 顾望平 黎国磊 仇恩沧 李世玉 张迎恺
蒋荣兴 王胜杰 冯清晓 戴宗惠 李秀清

主 编：刘家明

副 主 编：赖周平 张迎恺 蒋荣兴

参编人员：(以姓氏笔画为序)

仇恩沧 王胜杰 刘宗良 孙家孔 齐 青 张玉国
张迎恺 张学智 张荣克 李世玉 李秀清 李 群
杨一凡 杨丽坤 苟家福 段 瑞 逢金娥 顾一天
顾望平 高莉萍 高朝德 龚 宏 斯新中 蒋荣兴
赖周平 戴宗惠

编 辑 部：王力健 白 桦 应江宁

目 录

(上册)

第一篇 基础资料

第一章 符 号

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1.1 汉语拼音字母····· (3) | 1.4 数学符号 ····· (4) |
| 1.2 拉丁字母 ····· (3) | 1.5 化学元素符号····· (10) |
| 1.3 希腊字母 ····· (4) | |

第二章 气象和地震资料

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2.1 我国主要城市石油化工常用气象资料····· (12) | 2.5 我国各地基本雪压值····· (16) |
| 2.2 大气压力、温度与海拔高度的关系····· (15) | 2.6 全国月平均最低气温低于或等于-20℃和-10℃的地区····· (17) |
| 2.3 风力级别与风速的关系····· (15) | 2.7 中国地震烈度表····· (17) |
| 2.4 在10m高处我国各地基本风压值 ····· (16) | 2.8 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组····· (20) |

第三章 常用介质及材料的特性

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3.1 固体材料的物理性能····· (34) | 性质 ····· (46) |
| 3.2 液体材料的物理性能····· (35) | 3.13 钢与其他材料的滑动摩擦系数 ····· (49) |
| 3.3 气体材料的物理性能····· (35) | 3.14 松散物料的堆密度和安息角 ····· (50) |
| 3.4 常用气体的物理-化学常数····· (36) | 3.15 常见物料的物性系数 ····· (52) |
| 3.5 常压下几种气体的热物理性质····· (37) | 3.16 钢材的弹性模量 ····· (52) |
| 3.6 干空气的热物理性质····· (38) | 3.17 材料的弹性模量和泊松比 ····· (53) |
| 3.7 几种保温、耐火材料的热导率与温度的关系····· (39) | 3.18 不同温度下金属材料的平均线膨胀系数 ····· (54) |
| 3.8 金属的密度、比定压热容和热导率····· (40) | 3.19 非金属材料的线膨胀系数 ····· (55) |
| 3.9 摩擦副材料的摩擦系数····· (42) | 3.20 常用金属材料的硬度 ····· (55) |
| 3.10 油品的性质 ····· (43) | 3.21 压力容器化学介质毒性危害和爆炸危险程度分类 ····· (56) |
| 3.11 水和水蒸气的性质 ····· (43) | |
| 3.12 炼油化工厂常见介质的主要理化 | |

第四章 法定计量单位

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 4.1 中华人民共和国法定计量单位的构成····· (80) | 4.5 可与SI单位并用的我国法定计量单位····· (82) |
| 4.2 SI基本单位 ····· (80) | 4.6 物理量单位及其换算关系····· (83) |
| 4.3 SI导出单位 ····· (80) | |
| 4.4 SI单位的倍数单位 ····· (81) | |

第五章 常用单位换算

5.1 SI、CGS 制与重力制单位对照	(96)	5.28 lbf/in ² 与 kPa 换算	(105)
5.2 长度单位换算	(96)	5.29 碳钢及合金钢硬度与强度换算值	(106)
5.3 面积与地积单位换算	(96)	5.30 国外洛氏—维氏—肖氏—布氏	
5.4 体积单位换算	(97)	硬度对照	(108)
5.5 质量单位换算	(97)	5.31 运动黏度(厘斯)与恩氏黏度	
5.6 市制单位换算	(97)	(条件度)对照	(111)
5.7 密度单位换算	(98)	5.32 浓度换算	(112)
5.8 波美度与密度换算	(98)	5.33 相对密度、波美和 API 度换算	(112)
5.9 速度单位换算	(98)	5.34 水的硬度换算	(112)
5.10 角速度单位换算	(99)	5.35 体积流率换算	(113)
5.11 力单位换算	(99)	5.36 质量流率换算	(114)
5.12 力矩与转矩单位换算	(99)	5.37 传热速度单位换算	(114)
5.13 压力与应力单位换算	(100)	5.38 扩散系数单位换算	(115)
5.14 功、能与热量单位换算	(100)	5.39 表面张力单位换算	(115)
5.15 功率单位换算	(101)	5.40 单位面积流量速度单位换算	(115)
5.16 比能单位换算	(101)	5.41 比体积单位换算	(115)
5.17 比热容与比熵单位换算	(101)	5.42 相对密度 $\gamma_{15.6}^{15.6}$ 与 γ_4^{20} 换算	(116)
5.18 传热系数单位换算	(102)	5.43 英寸与毫米对照	(116)
5.19 热导率单位换算	(102)	5.44 毫米与小英寸对照	(118)
5.20 动力黏度单位换算	(102)	5.45 英尺与米对照	(118)
5.21 运动黏度单位换算	(103)	5.46 英尺—英寸与毫米对照	(119)
5.22 平面角单位换算	(103)	5.47 平方英寸与平方厘米对照	(119)
5.23 温度换算公式	(103)	5.48 立方英寸与立方厘米对照	(120)
5.24 分数英寸、小数英寸与毫米对照	(104)	5.49 英寸 ⁴ 与厘米 ⁴ 对照	(121)
5.25 弧度与度对照	(104)	5.50 磅力/英尺与千克力/米对照	(122)
5.26 分、秒与小角度对照	(105)	5.51 磅力·英尺与千克力·米对照	(122)
5.27 度与度(百分制)对照	(105)	5.52 单位质量的能量单位换算	(123)

第六章 常用几何体特性

6.1 常用几何体的面积、体积及重心位置 ..	(124)	6.2 常用几何体截面的力学特性	(126)
-------------------------	-------	------------------------	-------

第七章 螺纹零件结构要素

7.1 紧固件 外螺纹零件的末端	(133)	基本尺寸	(147)
7.2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、 倒角	(135)	7.10 管螺纹 切削内、外螺纹前的毛坯	
7.3 普通螺纹的直径与螺距	(136)	尺寸	(149)
7.4 普通螺纹	(138)	7.11 扳手空间	(151)
7.5 英制螺纹	(140)	7.12 对边和对角宽度尺寸	(153)
7.6 55°非螺纹密封的管螺纹	(141)	7.13 普通螺纹 内、外螺纹余留长度, 钻孔	
7.7 55°密封管螺纹	(143)	余留深度, 螺栓突出螺母的末端	
7.8 米制密封螺纹	(146)	长度	(156)
7.9 美国国家标准锥管螺纹(NPT)		7.14 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度、	
		攻丝深度和钻孔深度	(157)

第八章 常用紧固件及管件

- 8.1 紧固件..... (158) 8.3 管嘴及管塞..... (216)
8.2 管件..... (185)

第九章 常用计算公式

- 9.1 代数公式..... (222) 及转角计算 (262)
9.2 几何图形..... (228) 9.13 格栅板强度计算 (272)
9.3 三角函数..... (233) 9.14 吊架强度与刚度计算 (273)
9.4 椭圆..... (234) 9.15 角钢支腿地脚螺栓节圆直径计算 (275)
9.5 半径 R 为 1 的弓形弧长、矢高、
弦长和面积..... (238) 9.16 法兰螺栓的温度应力 (275)
9.6 水平圆筒的局部容积..... (243) 9.17 塔盘的强度计算 (276)
9.7 椭圆形封头和球形容器的局部容积..... (247) 9.18 受冲击载荷梁的计算 (278)
9.8 接管插入筒体的最小长度 L_{\min} (252) 9.19 等断面立柱受压缩时的静力
称定性计算 (278)
9.9 底裙至封头切线的距离..... (253) 9.20 材料力学基本公式 (282)
9.10 开口与壳体相交处的最小尺寸 (254) 9.21 强度理论及其相当应力表达式 (284)
9.11 加强圈惯性矩的计算及举例 (255) 9.22 杆件计算的基本公式 (285)
9.12 受静载荷载梁的反力、弯矩、挠度 9.23 曲梁中性层曲率半径 (286)

第十章 常用国内外标准

- 10.1 外国标准 (289) 10.2 中国标准 (295)

第十一章 其他

- 11.1 管材最小弯曲半径 (310) 的界限 (315)
11.2 板材最小弯曲半径 (311) 11.6 型钢、钢板与钢丝 (316)
11.3 常用线规号与公称直径对照 (312) 11.7 常用钢管特性 (356)
11.4 各种线规对照 (313) 11.8 噪声的允许标准 (357)
11.5 铁路整体运输, 分片、分段运输

第二篇 金属材料

第一章 基础知识

- 1.1 热处理常用的临界温度符号及说明 ... (361) 1.7 钢铁材料的一般热处理 (435)
1.2 常用名词和物理、化学数据 (361) 1.8 钢材的品种及常用规格 (437)
1.3 钢的分类 (387) 1.9 钢的生产 (440)
1.4 钢铁产品牌号的表示方法 (397) 1.10 钢材的标记及交货状态..... (447)
1.5 钢铁材料的基本组织 (418) 1.11 钢的成品化学成分允许偏差..... (450)
1.6 合金元素在钢中的作用 (419)

第二章 金属材料的性能

- 2.1 金属材料的物理性能 (453) 2.3 金属材料的力学性能 (470)
2.2 金属材料的工艺性能 (461) 2.4 金属材料的高温性能 (482)

- 2.5 金属材料的断裂力学性能 (490) 2.7 金属材料的腐蚀性能 (518)
 2.6 金属材料的疲劳性能 (501)

第三章 碳素结构钢和低合金钢

- 3.1 碳素结构钢 (529) 3.3 低合金钢 (538)
 3.2 优质碳素结构钢 (532)

第四章 不锈钢和耐蚀合金

- 4.1 不锈钢和耐蚀合金的化学成分及性能特点 (559) 4.2 不锈钢和耐蚀合金的选用 (585)

第五章 压力容器用钢

- 5.1 压力容器用钢板 (598) 5.4 螺旋(含螺栓)和螺母用钢 (711)
 5.2 压力容器用钢管 (644) 5.5 铸钢 (716)
 5.3 承压设备用锻钢 (695)

第六章 非铁金属材料

- 6.1 非铁金属及其合金产品代号表示方法 (721) 6.3 钛及其合金 (727)
 6.2 铝及其合金 (723) 6.4 铜及其合金 (742)
 6.5 镍、钴及其合金 (765)

第七章 材料的测试与分析

- 7.1 材料测试的意义和测试的基本内容 ... (785) 7.4 常规力学性能试验 (810)
 7.2 化学分析 (790) 7.5 无损检测 (825)
 7.3 金相分析 (794)

第八章 金属材料的焊接

- 8.1 焊接方法简介 (840) 8.9 铜及铜合金的焊接 (964)
 8.2 碳钢(非合金钢)的焊接 (846) 8.10 异种金属的焊接 (967)
 8.3 低合金钢的焊接 (856) 附录 A 部分特殊焊条(熔敷金属)的化学成分和力学性能(供参考) (972)
 8.4 不锈钢的焊接 (880) 附录 2B 各国不锈钢和耐热钢牌号对照 ... (974)
 8.5 耐热钢的焊接 (899) 附录 2C 部分不锈钢和耐热钢的物理性能参数 (981)
 8.6 异种钢的焊接 (933)
 8.7 铝及铝合金的焊接 (951)
 8.8 钛及钛合金的焊接 (958)

第三篇 石油化工装置设备的腐蚀与防护

第一章 石油化工设备常见的腐蚀损伤和失效机理

- 1.1 概述 (991) 1.3 炼油工业中的典型腐蚀环境 (1048)
 1.2 常见的腐蚀/损伤类型 (994)

第二章 石油化工装置设备的材料选择和防腐措施

- 2.1 概述 (1056) 2.3 延迟焦化装置 (1065)
 2.2 常减压蒸馏装置 (1058) 2.4 催化裂化装置(FCC) (1072)

2.5 催化重整装置	(1081)	2.9 硫磺回收装置	(1111)
2.6 制氢装置	(1089)	2.10 酸水汽提装置	(1116)
2.7 加氢裂化和加氢精制装置	(1093)	2.11 乙烯装置	(1119)
2.8 氢氟酸(HF)烷基化装置	(1104)		

第三章 腐蚀监控

3.1 腐蚀监控的主要任务	(1124)	3.4 腐蚀监控方法的选择	(1126)
3.2 腐蚀监控技术应该满足的几项要求	(1124)	3.5 监测位置的选择	(1126)
3.3 腐蚀监控技术	(1124)		

第四篇 压力容器

第一章 概述

1.1 压力容器类别及压力等级、品种的划分	(1129)	1.4 容器的主要规范	(1133)
1.2 《容规》的适用范围	(1131)	1.5 我国容器的设计管理	(1135)
1.3 对容器的基本要求	(1132)	1.6 容器应力的分类	(1137)

第二章 压力容器用钢

2.1 名词术语	(1143)	2.2 容器对钢材性能的基本要求	(1146)
----------------	--------	------------------------	--------

第三章 内压薄壁容器的设计计算

3.1 符号和术语	(1148)	3.3 各种内压封头的特点及其强度计算	(1157)
3.2 内压薄壁圆筒和球壳	(1154)		

第四章 外压容器

4.1 定义及符号说明	(1175)	4.4 外压圆筒和封头稳定性的图表 计算法	(1181)
4.2 临界应力概念	(1176)	4.5 加强圈的设计	(1185)
4.3 圆筒和凸形封头外压稳定性计算	(1178)		

第五章 压力容器的疲劳设计

5.1 概述	(1189)	5.3 延长疲劳寿命的设计考虑	(1196)
5.2 疲劳分析设计	(1193)	5.4 计算例题	(1197)

第六章 开孔及开孔补强

6.1 符号说明	(1199)	6.4 开孔补强的结构形式	(1204)
6.2 开孔边缘处的应力集中	(1200)	6.5 单个开孔的等面积补强法	(1209)
6.3 开孔补强设计准则和补强方法	(1202)		

第七章 法兰连接的设计计算

7.1 螺栓法兰连接的工作原理	(1213)	7.4 法兰密封面的形式	(1217)
7.2 影响密封的主要因素	(1214)	7.5 垫片的种类	(1217)
7.3 法兰分类	(1214)	7.6 螺栓法兰连接的设计内容	(1218)

- 7.7 垫片的选择 (1219) 7.9 法兰强度计算 (1224)
7.8 螺栓设计 (1223)

第八章 塔式容器

- 8.1 概述 (1232) 8.3 板式塔盘 (1250)
8.2 塔式容器的强度和稳定性 (1232) 8.4 常用塔填料及填料塔内件 (1258)

第九章 卧式容器

- 9.1 概述 (1275) 9.3 圈式支座 (1290)
9.2 鞍座支承的卧式容器 (1276)

第十章 压力容器的耐压试验

- 10.1 耐压试验的目的 (1291) 10.4 气压试验 (1294)
10.2 耐压试验的通用要求 (1291) 10.5 气液组合压力试验 (1294)
10.3 液压试验 (1293)

第十一章 几种大型压力容器

- 11.1 加氢反应器 (1295) 11.5 环管反应器 (1331)
11.2 重整反应器 (1306) 11.6 二甲苯塔 (1335)
11.3 催化裂化反应沉降器与再生器 (1309) 11.7 环氧乙烷反应器 (1337)
11.4 焦炭塔 (1321) 11.8 乙烯装置大型塔器 (1341)

第十二章 压力容器的涂敷与运输包装

- 12.1 涂敷的一般要求 (1350) 12.4 运输包装 (1358)
12.2 涂料 (1351) 12.5 铁路运输的相关规定 (1363)
12.3 涂敷施工 (1354) 12.6 集装箱的尺寸 (1371)

附录 A 敞口矩形容器的设计

- A.1 符号说明 (1373) A.8 横向加固型(D型) (1382)
A.2 结构设计 (1374) A.9 垂直和横向联合加固型(E型) (1384)
A.3 设计控制方式 (1375) A.10 拉杆加固型(F型) (1384)
A.4 A型、B型、C型、D型设计中的
统一公式 (1378) A.11 带双向水平联杆垂直加固型
(G型) (1385)
A.5 不加固型(A型) (1378) A.12 顶板 (1387)
A.6 顶边加固型(B型) (1379) A.13 底板 (1389)
A.7 垂直加固型(C型) (1380)

(下册)

第五篇 换热器

第一章 概述

- 1.1 换热器的分类 (1393) 1.3 其他型式换热器的结构特点 (1405)
1.2 管壳式换热器的结构特点 (1396)

第二章 管壳式换热器的传热计算

- | | | | |
|--------------------------|--------|-------------------------|--------|
| 2.1 术语 | (1412) | 2.6 重沸器 | (1450) |
| 2.2 流体的流动状态 | (1415) | 2.7 套管换热器 | (1464) |
| 2.3 传热设计基本准则 | (1416) | 2.8 螺旋板换热器设计计算方法 | (1472) |
| 2.4 无相变管壳式换热器的传热计算 | (1420) | 2.9 强化管壳式换热器传热的途径 | (1483) |
| 2.5 冷凝器的设计 | (1431) | | |

第三章 管壳式换热器的结构设计

- | | | | |
|-------------------------|--------|---------------------------|--------|
| 3.1 主体材料的选择 | (1488) | 3.8 换热管与管板的连接方式及其选择 | (1603) |
| 3.2 换热器的强度计算 | (1509) | 3.9 折流板的作用及其结构 | (1612) |
| 3.3 管壳式换热器的结构设计 | (1518) | 3.10 防冲板和导流筒 | (1617) |
| 3.4 高压换热器的密封结构 | (1532) | 3.11 膨胀节 | (1619) |
| 3.5 固定管板式换热器的结构设计 | (1539) | 3.12 其他零部件 | (1623) |
| 3.6 换热管在管板上的布置 | (1544) | 3.13 预防管束发生振动破坏的措施 | (1628) |
| 3.7 管板与壳体的连接 | (1602) | | |

第四章 管壳式换热器的制造、检验和验收

- | | | | |
|---------------------|--------|---------------------|--------|
| 4.1 制造要求 | (1632) | 4.3 管壳式换热器的验收 | (1644) |
| 4.2 管壳式换热器的检验 | (1641) | | |

第五章 管壳式换热器的压力试验、运输包装和安装

- | | | | |
|------------------|--------|---------------------|--------|
| 5.1 压力试验 | (1646) | 5.3 管壳式换热器的安装 | (1654) |
| 5.2 运输包装要求 | (1654) | | |

第六章 管壳式换热器的维护与检修

- | | | | |
|--------------------------|--------|----------------------------------------------|--------|
| 6.1 管壳式换热器的失效原因和形式 | (1657) | 附录 5A 浮头式换热器、冷凝器系列 U 形管式
换热器系列型式与参数 | (1663) |
| 6.2 管壳式换热器管束的修理 | (1659) | | |

第六篇 空气冷却器

第一章 概述

- | | | | |
|------------------------|--------|--------------------|--------|
| 1.1 我国空气冷却器的发展简介 | (1777) | 1.3 空气冷却器的类型 | (1779) |
| 1.2 空气冷却器的基本结构 | (1778) | | |

第二章 总体设计

- | | | | |
|----------------------|--------|------------------------------|--------|
| 2.1 总体设计应考虑的事项 | (1787) | 2.7 空冷器的防冻措施 | (1794) |
| 2.2 冷却方式 | (1787) | 2.8 空冷器的平竖面布置 | (1795) |
| 2.3 空冷器的工艺流程 | (1788) | 2.9 空冷器的空气流道密封结构
设计 | (1797) |
| 2.4 空冷器的结构型式 | (1790) | 2.10 操作平台要求 | (1798) |
| 2.5 空冷器的通风方式 | (1791) | | |
| 2.6 空冷器的调节方式 | (1791) | | |

第三章 空气冷却器的传热与流动阻力

- | | | | |
|------------------|--------|--------------------|--------|
| 3.1 热负荷的计算 | (1799) | 3.2 热交换的基本方程 | (1802) |
|------------------|--------|--------------------|--------|

3.3 管内膜传热系数	(1803)	3.8 传热平均温差	(1831)
3.4 管外膜传热系数	(1809)	3.9 传热面积	(1835)
3.5 传热热阻	(1819)	3.10 管内流体压力降	(1835)
3.6 总传热系数	(1823)	3.11 管外空气压力降	(1840)
3.7 空气出口温度	(1828)	符号说明	(1843)

第四章 空冷器管束

4.1 管束的基本结构型式及代号	(1849)	计算	(1884)
4.2 管束参数	(1851)	4.12 半圆形法兰管箱的设计计算	(1896)
4.3 翅片管型式	(1857)	4.13 可卸盖板式管箱的设计计算	(1909)
4.4 管箱结构型式	(1860)	4.14 集合管式管箱的设计计算	(1912)
4.5 翅片管与管板的连接	(1862)	4.15 开孔补强的设计	(1916)
4.6 管束材料	(1863)	符号说明	(1923)
4.7 管束支持梁的计算	(1865)	附录 A4.1 水平式空冷器管束排管 模数表	(1927)
4.8 管束定距结构	(1870)	附录 A4.2 翅片面积、风面比及综合 系数 K_f 、 K_L 查取表	(1932)
4.9 管束热补偿设计	(1873)	附录 A4.3 湿式空冷器管束设计模数表	(1933)
4.10 管箱设计的一般原则	(1875)		
4.11 丝堵式焊接矩形管箱的设计			

第五章 风机

5.1 风机结构型式和代号	(1937)	5.5 风机性能参数计算实例及说明	(1962)
5.2 风机风量调节原理和主要方法	(1943)	5.6 传动机构	(1967)
5.3 风机的叶片和特性曲线	(1948)	5.7 风机的噪声计算与控制	(1972)
5.4 风机功率	(1958)	符号说明	(1978)

第六章 空冷器的设计步骤和计算实例

6.1 空冷器的设计条件	(1980)	6.7 干、湿联合型空冷器的设计和 计算实例	(2024)
6.2 空冷器的方案计算	(1981)	6.8 空冷器的防冻设计	(2035)
6.3 空冷器的设计计算	(1984)	6.9 炎热地区空冷器设计要点	(2053)
6.4 无相变流体空冷器设计实例	(1989)	6.10 空冷器的节能设计要点	(2054)
6.5 可凝气的冷凝设计实例	(2002)	符号说明	(2056)
6.6 湿空冷器的设计方法和计算 实例	(2009)		

第七章 构架

7.1 空冷构架设计的一般要求	(2060)	7.4 主要构件的计算与截面选择	(2075)
7.2 构架的型式与参数	(2063)	符号说明	(2081)
7.3 构架载荷的计算	(2067)		

第八章 百叶窗

8.1 用途与安装方式	(2084)	8.3 百叶窗的叶片形式和调节机构	(2086)
8.2 百叶窗的一般要求和结构	(2085)		

第九章 空气冷却器的安装、操作、维护

9.1 空冷器的安装	(2088)	9.3 空冷器的维护	(2096)
9.2 空冷器的操作	(2091)		

第十章 现场测试方法

- 10.1 热工性能测试方法····· (2098) 10.3 空冷器的噪声测试方法····· (2012)
10.2 电功率测试方法····· (2101)

第七篇 储 罐

第一章 概述

- 1.1 简介····· (2109) 1.5 石油化工企业常见物料所用的储罐····· (2114)
1.2 储罐的分类····· (2109) 1.6 石油化工企业常用立式圆筒形储罐
1.3 储罐的法规和标准····· (2112) 参数····· (2115)
1.4 油品储罐的选用原则····· (2112)

第二章 立式储罐设计的通用规定

- 2.1 简介····· (2116) 2.5 立式储罐用钢材选用时应注意
2.2 立式储罐的设计条件····· (2118) 的问题····· (2127)
2.3 立式储罐用钢材····· (2123) 2.6 储罐的抗震设计····· (2129)
2.4 立式储罐用钢材的许用应力····· (2125)

第三章 固定顶储罐

- 3.1 罐底····· (2132) 3.4 储罐的锚栓····· (2150)
3.2 罐壁····· (2136) 3.5 固定顶储罐的罐壁加强圈····· (2153)
3.3 罐顶····· (2142) 3.6 固定顶储罐的附件····· (2158)

第四章 浮顶储罐

- 4.1 简介····· (2161) 4.4 浮顶罐的罐底与罐壁····· (2166)
4.2 单盘式浮顶····· (2162) 4.5 浮顶储罐的罐壁加强圈和抗风圈····· (2167)
4.3 双盘式浮顶····· (2166) 4.6 浮顶储罐的主要附件····· (2170)

第五章 内浮顶储罐

- 5.1 简介····· (2180) 5.4 铝制内浮顶····· (2186)
5.2 钢制内浮顶····· (2181) 5.5 内浮顶储罐的设计····· (2187)
5.3 钢制内浮顶附件····· (2182)

第六章 球形储罐

- 6.1 概述····· (2189) 6.3 球形储罐的设计计算····· (2196)
6.2 球形储罐设计基准····· (2194)

第七章 气柜

- 7.1 简介····· (2205) 7.3 干式气柜····· (2205)
7.2 湿式气柜····· (2205)

第八章 低温储罐

- 8.1 简介····· (2213) 8.5 预应力混凝土外罐····· (2219)
8.2 低温储罐的主要形式及结构····· (2213) 8.6 低温储罐保冷结构及保冷材料的
8.3 设计、制造参考标准····· (2215) 选用····· (2219)
8.4 低温储罐用钢材····· (2217) 8.7 低温储罐的设计原则····· (2222)

第九章 储罐和气柜的防腐蚀

- 9.1 储罐的防腐蚀 (2224) 9.3 球罐的防腐蚀 (2229)
 9.2 气柜的防腐蚀 (2228)

第十章 储罐的建造

- 10.1 球形储罐的建造 (2230) 10.3 储罐对基础的要求 (2239)
 10.2 立式储罐的建造 (2238)

第十一章 油品储罐的日常维护

- 11.1 简介 (2242) 11.4 储罐的管理和维护工作 (2243)
 11.2 维护保养计划 (2242) 11.5 地震设防地区储罐的维护 (2245)
 11.3 检验、检查 (2243)

第八篇 分离设备

第一章 流化床用旋风分离器

- 1.1 概述 (2249) 1.4 部分国内外旋风分离器的结构尺寸
 1.2 旋风分离器工作原理 (2258) 系列 (2270)
 1.3 旋风分离器的性能计算 (2265) 1.5 旋风分离器的制造要点 (2279)

第二章 翼阀

- 2.1 翼阀的作用 (2281) 2.5 翼阀静态加料实验 (2284)
 2.2 翼阀的分类及结构形式 (2281) 2.6 现场安装的一般要求 (2285)
 2.3 翼阀设计要点 (2283) 2.7 翼阀参考系列 (2285)
 2.4 翼阀的一般加工要求 (2284) 2.8 其他形式的料腿排料密封结构 (2288)

第三章 提升管末端快分系统

- 3.1 概述 (2289) 结构形式 (2291)
 3.2 目前国内常用提升管出口快分系统的
 3.3 快分系统的设计要点 (2293)

第四章 第三级旋风分离器

- 4.1 概述 (2295) 4.5 单管的制造、安装和检验基本要求 ... (2312)
 4.2 FCC 装置常用三旋的结构特点 (2296) 4.6 三旋存在的问题和改进点 (2313)
 4.3 我国三旋技术的研究和发展 (2302) 4.7 多管式旋风分离器在天然气集输工程
 4.4 三旋设计要点 (2309) 中的应用 (2315)

第五章 气液分离器

- 5.1 概述 (2319) 5.7 气液分离器的经验设计 (2335)
 5.2 气液分离器的分类和功能 (2320) 5.8 直立式气液分离器结构及尺寸的设计
 5.3 分离器设计的条件与要求 (2321) 计算 (2338)
 5.4 气液分离器的形式及其基本结构 (2321) 5.9 卧式分离器结构尺寸的设计计算 (2342)
 5.5 影响气液分离的几个问题 (2324) 5.10 丝网除沫器 (2344)
 5.6 气液分离器的内部构件 (2326) 5.11 旋流式气液分离器 (2351)

第九篇 电脱盐及其他设备

第一章 电脱盐设备

- | | | | |
|-------------------------|--------|---------------------------|--------|
| 1.1 概述 | (2357) | 1.8 绝缘吊挂 | (2372) |
| 1.2 电脱盐原理 | (2357) | 1.9 低液位安全开关和油水界面控制仪 | (2372) |
| 1.3 设计条件 | (2362) | 1.10 进料分配器 | (2374) |
| 1.4 电脱盐罐 | (2366) | 1.11 出油收集器 | (2375) |
| 1.5 电源 | (2368) | 1.12 水冲洗系统 | (2376) |
| 1.6 电极板的设计 | (2370) | 1.13 混合设备 | (2377) |
| 1.7 高压电引入棒及保护装置电气 | (2370) | 1.14 脱盐脱水技术发展趋势 | (2378) |

第二章 污水处理设备

- | | | | |
|-------------------|--------|------------------|--------|
| 2.1 概述 | (2379) | 2.5 聚结罐 | (2392) |
| 2.2 隔油罐 | (2379) | 2.6 中和罐 | (2404) |
| 2.3 调节罐、匀质罐 | (2384) | 2.7 生物活性炭罐 | (2406) |
| 2.4 气浮除油器 | (2388) | 2.8 污泥浓缩罐 | (2408) |

第三章 循环水冷却塔

- | | | | |
|----------------------|--------|--------------------------|--------|
| 3.1 概述 | (2410) | 3.4 冷却塔工艺设计计算 | (2431) |
| 3.2 冷却塔分类 | (2410) | 3.5 冷却塔部件的检验、安装及验收 | (2439) |
| 3.3 机械通风逆流式冷却塔 | (2414) | 3.6 冷却塔性能验收与测试 | (2443) |

第四章 蒸汽喷射式抽空器

- | | | | |
|--------------------------------|--------|------------------------------------------------|--------|
| 4.1 抽空器的用途 | (2449) | E 的关系表 | (2483) |
| 4.2 抽空器的结构 | (2450) | 附录 B 流量修正系数 | (2486) |
| 4.3 抽空器的工作原理和热力学理论
简述 | (2451) | 附录 C 抽空器真空系统漏入空气量的
计算和喷射系数的估算 | (2487) |
| 4.4 抽空器计算 | (2471) | 附录 D 锅炉蒸汽热力系统中蒸汽喷射泵
喷射系数 μ 计算方法简介 | (2488) |
| 4.5 抽空器优化设计简述 | (2478) | 附录 E 部分低沸点烃类和气体热力学
性质 | (2490) |
| 4.6 抽空器选材及制造要求 | (2479) | | |
| 附录 A 喷嘴出口直径计算系统 C_r 与膨胀比 | | | |

第五章 隔热耐磨混凝土衬里

- | | | | |
|--------------------|--------|-----------------------|--------|
| 5.1 混凝土衬里的分类 | (2492) | 5.4 衬里施工 | (2501) |
| 5.2 衬里混凝土的性能 | (2493) | 5.5 衬里烘炉 | (2507) |
| 5.3 衬里的设计 | (2494) | 附录 A 衬里后器壁温度的估算 | (2510) |