



炼油设备工程师手册

(第二版)

中国石油和石化工程研究会 编著

中国石化出版社

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

炼油设备工程师手册

(第二版)

中国石油和石化工程研究会 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本《手册》从结构特点、作用原理、使用维护、常见故障处理等方面对炼油生产中常用的设备作了论述,内容包括反应器、塔器、管式加热炉、换热设备、空气冷却器、工业泵、压缩机、电动机、工业汽轮机、脱蜡转鼓真空过滤机、套管结晶器、专用阀门、催化裂化动力回收系统、仪表与自动化、腐蚀与防护、国内外锅炉和压力容器标准体系及技术内容比较等,其中板式换热器和后三章为第二版修订时新增内容。

本《手册》结合国内外数十年的开发、操作、维护经验编撰而成,资料新,权威性和实用性都比较强,是石化设备工程师的案头必备工具书,对于工艺工程师也有很好的参考作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

炼油设备工程师手册/中国石油和石化工程研究会编著.
—2版. —北京:中国石化出版社,2009
ISBN 978-7-80229-971-9

I. 炼… II. 中… III. 石油炼制—机械设备—手册
IV. TE96-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095845 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.cn

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 62 印张 4 彩插 1519 千字

2010 年 1 月第 2 版 2010 年 1 月第 2 次印刷

定价:180.00 元

《炼油设备工程师手册》

(第二版)

编 委 会

邵祖光 刘积文 齐树柏 黎国磊
孙梦兰 王子康 王力健 白桦

编 写 人 员

黎国磊 徐碧云 黄荣臻 张荣庆
叶永恒 李文辉 刘巍 赖周平
杜道基 陈允中 高海水 孙延长
阎善道 刘惠麟 张荣克 于克敏
杨石理 解怀仁 顾望平 寿比南
邵祖光

编辑部成员

王力健 白桦 孙梦兰

第二版前言

随着我国石油与石化工业的发展和国产、进口原油性质的变化，读者对《手册》的内容提出了新的要求。为此，中国石油和石化工程研究会与中国石化出版社决定对本《手册》进行修订。新版《手册》除对原各章、节增加了技术上的新发展内容外，另外增添了板式换热器、仪表与自动化、腐蚀与防护、国内外锅炉和压力容器标准体系及技术内容比较等章、节。

《手册》(第二版)共十六章，编写人员分别为：

- 第一章 反应器 黎国磊 徐碧云 黄荣臻；
 - 第二章 塔器 张荣庆 叶永恒；
 - 第三章 管式炉 李文辉；
 - 第四章 换热设备 刘巍 赖周平；
 - 第五章 空气冷却器 刘巍；
 - 第六章 工业泵 杜道基；
 - 第七章 压缩机 陈允中；
 - 第八章 电动机 陈允中；
 - 第九章 工业汽轮机 陈允中；
 - 第十章 脱蜡转鼓真空过滤机 高海水 孙延长；
 - 第十一章 套管结晶器 阎善道；
 - 第十二章 专用阀门 刘惠麟；
 - 第十三章 催化裂化动力回收系统 张荣克 于克敏 杨石理；
 - 第十四章 仪表与自动化 解怀仁；
 - 第十五章 腐蚀与防护 顾望平；
 - 第十六章 国内外锅炉和压力容器标准体系及技术内容比较 寿比南；
- 附录 邵祖光。

本版《手册》的作者和审稿人员均是长期从事该专业的专家，在该领域中积累了丰富的知识和实践经验。《手册》内容对从事炼油设备技术工作的人员会有实用价值。

本版《手册》共用了两年多的时间才完成编著、修改补充、审校和出版，这是各位作者、编委、出版人员共同努力的结果，特向所有有关人员付出的努力和辛勤劳动表示诚挚的感谢。

第一版前言

近年来，我国的石化工业有了飞速的发展，无论在工艺、设备、电气、仪表、材料和管理等方面都取得了显著的进步，获得了甚多的新成果，达到了新的水平。为了让广大从事炼油工作的读者能了解到新近的技术水平和发展，中国石油和石化工程研究会和中国石化出版社决定编写出版《炼油设备工程师手册》。

此手册的作者和审稿人均是长期从事该专业的高级工程师和专家，在该领域中积累了丰富的专业理论知识和实践经验。本册手内容对从事炼油设备工作的技术人员非常具有实用价值。

本手册共十三章，编写人员分别为：

第一章 反应器 黎国磊 徐碧云 黄荣臻；

第二章 塔器 张荣庆；

第三章 管式炉 李文辉；

第四章 热交换器 刘巍；

第五章 空气冷却器 刘巍；

第六章 工业泵 杜道基；

第七章 压缩机 陈允中；

第八章 电动机 陈允中；

第九章 汽轮机 陈允中；

第十章 脱蜡转鼓真空过滤机 高海水 孙延长；

第十一章 套管结晶器 阎善道；

第十二章 专用阀门 刘惠麟；

第十三章 催化裂化能量回收系统 张荣克 于克敏 杨石理；

附录 邵祖光。

此手册仅用了一年多时间就完成了全部章节的编写、审校和出版，这与各位作者、编委、出版人员的共同努力是分不开的，在此特向所有为《炼油设备工程师》手册付出辛勤劳动的同志们表示最诚挚的感谢。

目 录

第一章 反应器	(1)
1.1 加氢反应器	(1)
1.1.1 加氢反应器的分类	(1)
1.1.2 加氢反应器技术进步与演变	(3)
1.1.3 加氢反应器结构特征	(7)
1.1.4 加氢反应器内件设置	(10)
1.1.5 加氢反应器的主要损伤形式、原因与材料选用	(13)
1.1.6 加氢反应器制造过程的监控要点	(35)
1.1.7 加氢反应器使用中的安全管理与保护	(37)
1.1.8 热壁加氢反应器的在役检验	(40)
1.2 重整反应器	(43)
1.2.1 重整反应器的分类	(43)
1.2.2 结构形式	(44)
1.2.3 材料选择	(48)
1.2.4 设计计算	(49)
1.2.5 故障分析	(49)
1.3 催化裂化装置反应——再生系统	(52)
1.3.1 反应(沉降)器与再生器的相对位置形式	(52)
1.3.2 反应(沉降)器的形式及特点	(54)
1.3.3 再生器的结构形式及特征	(61)
1.3.4 沉降器与再生器同轴的结构特点	(67)
1.3.5 带隔热耐磨衬里设备壁厚的决定	(67)
1.3.6 烟气的走向形式	(68)
1.3.7 材料选用原则	(68)
1.3.8 反应—再生系统波纹管膨胀节	(69)
1.3.9 衬里	(71)
参考文献	(72)
第二章 塔器	(73)
2.1 塔器的分类及发展概况	(73)
2.1.1 板式塔	(73)
2.1.2 填料塔	(75)
2.1.3 塔器的选型	(76)
2.2 常用塔板形式	(78)
2.2.1 常用塔板的技术指标	(78)

2.2.2	圆泡帽	(79)
2.2.3	F1 型浮阀	(80)
2.2.4	其他新型塔板	(82)
2.2.5	浮阀结构参数对性能的影响	(84)
2.3	塔板连接件	(86)
2.3.1	卡子	(86)
2.3.2	双面可拆连接件	(88)
2.3.3	楔卡	(88)
2.4	塔板的制造与安装	(91)
2.4.1	技术要求	(91)
2.4.2	安装与试验	(92)
2.5	板式塔操作常见故障分析	(93)
2.6	现代塔填料	(94)
2.6.1	散装填料	(94)
2.6.2	规整填料	(96)
2.7	填料塔内构件	(99)
2.7.1	填料支承板	(99)
2.7.2	床层限位器	(100)
2.7.3	液体分布器	(100)
2.7.4	液体再分布器	(105)
2.7.5	集油箱	(105)
2.8	填料的制造与安装	(105)
2.8.1	填料的制造与验收	(105)
2.8.2	填料的安装	(106)
2.9	填料塔操作故障分析	(106)
2.10	金属丝网除沫器	(107)
2.10.1	丝网规格	(107)
2.10.2	金属丝网除沫器	(108)
2.11	塔内件常用材料	(109)
2.11.1	塔内件常用钢材	(109)
2.11.2	渗铝钢	(109)
	参考文献	(111)

第三章	管式炉	(114)
3.1	基础知识	(114)
3.1.1	工作原理	(114)
3.1.2	炼油管式炉的主要特点	(114)
3.1.3	分类	(114)
3.1.4	设计所需的数据、资料 and 标准	(116)
3.1.5	污染及其防治	(117)
3.2	炉型及结构	(120)

3.2.1 炉型	(120)
3.2.2 炉型选择原则	(121)
3.2.3 结构	(121)
3.3 材料选择	(125)
3.3.1 炉管及其连接件	(125)
3.3.2 炉管支承件	(133)
3.3.3 炉管及其连接件和支承件常用材料标准	(133)
3.3.4 钢结构选材	(133)
3.3.5 炉衬材料选择	(134)
3.4 设计计算	(142)
3.4.1 燃料和燃烧计算	(142)
3.4.2 热平衡和热效率计算	(155)
3.4.3 辐射室传热计算	(159)
3.4.4 对流室传热计算	(163)
3.4.5 管内水力学计算	(163)
3.4.6 管外水力学计算	(164)
3.4.7 加热型管式炉工艺计算计算机程序简介	(164)
3.4.8 重要特性参数及其取值	(165)
3.4.9 炉管壁厚计算	(167)
3.5 操作、故障分析及检维修	(170)
3.5.1 操作	(171)
3.5.2 故障或事故分析及处理	(173)
3.5.3 维护	(176)
3.5.4 检修	(177)
参考文献	(179)
第四章 换热设备	(180)
4.1 管壳式换热器基本类型与结构特点	(180)
4.1.1 浮头式换热器和冷凝器	(180)
4.1.2 固定管板式换热器	(185)
4.1.3 U形管式换热器	(190)
4.2 管壳式换热器几种强化传热设备及管件	(193)
4.2.1 折流杆换热器	(194)
4.2.2 双弓形板换热器	(195)
4.2.3 螺旋折流板换热器	(196)
4.2.4 高效传热管型	(198)
4.3 换热器传热状况的估算	(207)
4.3.1 传热方程及算图	(207)
4.3.2 热负荷与有效平均温差	(207)
4.3.3 总传热系数及经验值	(212)
4.4 换热器中流动引起振动的分析	(213)

4.4.1	流动诱发振动基本原理	(213)
4.4.2	影响管子振动的参数	(213)
4.4.3	振动预测方法与分析	(215)
4.4.4	流动诱发振动问题可能的解决方法	(217)
4.5	板式换热器	(247)
4.5.1	板式换热器的发展	(247)
4.5.2	板式换热器的特点	(248)
4.5.3	板式换热器的结构型式	(249)
4.5.4	材料	(253)
4.5.5	设计	(255)
4.5.6	板式换热器的应用	(258)
	参考文献	(265)
第五章 空气冷却器		(267)
5.1	基本类型与总体设计	(267)
5.1.1	基本类型	(267)
5.1.2	空冷器总体设计	(277)
5.2	现场设备的传热与空气阻力估算	(279)
5.2.1	热负荷	(279)
5.2.2	经验总传热系数	(279)
5.2.3	有效平均温差	(281)
5.2.4	计算传热面积 A_R	(286)
5.2.5	管外空气侧的阻力	(286)
5.2.6	自然通风的传热系数和阻力	(286)
5.3	风机功率和风筒高度	(287)
5.3.1	强制通风时的风机功率	(287)
5.3.2	自然通风的风筒高度计算	(290)
5.4	板式空气冷却器	(291)
	参考文献	(292)
第六章 工业泵		(307)
6.1	分类	(307)
6.1.1	按工作原理分类	(307)
6.1.2	按工作元件的运动方式分类	(307)
6.1.3	炼油厂常用离心泵的分类	(309)
6.1.4	炼油厂各类泵的应用范围	(310)
6.1.5	炼油厂用泵的形式选择	(312)
6.2	结构形式	(313)
6.2.1	容积式泵	(313)
6.2.2	动力式泵	(322)
6.2.3	离心泵主要部件的结构	(330)

6.3 材料选择	(347)
6.3.1 容积式泵的材料选择	(347)
6.3.2 离心泵的材料选择	(352)
6.4 设计计算	(364)
6.4.1 容积式泵的设计计算	(365)
6.4.2 离心泵的设计计算	(371)
6.5 故障处理	(398)
6.5.1 容积式泵的故障处理	(401)
6.5.2 离心泵的故障处理	(407)
6.5.3 故障处理的典型事例	(413)
参考文献	(415)
第七章 压缩机	(416)
7.1 炼厂常用压缩机分类、特点及气体的物理参数	(416)
7.1.1 压缩机分类	(416)
7.1.2 透平式和容积式压缩机特点	(416)
7.1.3 气体状态方程式	(417)
7.1.4 混合气体的组分	(417)
7.1.5 混合气体的物性参数	(417)
7.2 离心式压缩机	(420)
7.2.1 离心式压缩机基本结构	(421)
7.2.2 轴封	(421)
7.2.3 离心式压缩机的重要特征参数	(421)
7.2.4 离心式压缩机性能计算及选用	(422)
7.2.5 流量调节	(424)
7.2.6 防喘振	(425)
7.2.7 API 617 简介	(426)
7.2.8 沈鼓产品介绍	(433)
7.2.9 沈鼓对炼油装置的离心压缩机主导产品	(434)
7.3 轴流式压缩机	(435)
7.3.1 轴流压缩机的基本结构	(436)
7.3.2 轴流压缩机级和叶栅的主要参数	(436)
7.3.3 轴流压缩机的性能估算及选型	(438)
7.3.4 流量调节及防喘振	(439)
7.3.5 陕鼓轴流式压缩机在炼厂应用情况	(439)
7.4 往复式活塞压缩机	(443)
7.4.1 活塞压缩机几个重要参数及指示图	(443)
7.4.2 压缩机性能估算	(446)
7.4.3 活塞压缩机的无油润滑运转	(447)
7.4.4 活塞式压缩机的气流脉动	(448)
7.4.5 流量调节	(449)

7.4.6	API618 简介	(449)
7.4.7	沈鼓对炼油装置的往复式压缩机主导产品	(452)
7.5	螺杆式压缩机	(454)
7.5.1	螺杆式压缩机基本结构	(454)
7.5.2	螺杆式压缩机几个重要参数	(455)
7.5.3	螺杆压缩机的排气量、功率和排气温度计算	(456)
7.5.4	螺杆压缩机的流量调节	(457)
	参考文献	(457)
第八章	电动机	(458)
8.1	电动机的分类及型号意义	(458)
8.2	电动机的选用	(460)
8.2.1	电动机的选择项目和内容	(460)
8.2.2	电动机结构形式的选择	(460)
8.2.3	电动机在火灾危险区的选择	(461)
8.2.4	电动机防爆结构形式的选择	(462)
8.3	有关电动机的标准、规范及防爆标志	(462)
8.3.1	有关电动机的一般标准和规范	(462)
8.3.2	有关电动机的防爆标准及规范	(463)
8.4	常用电动机规格	(465)
8.5	电动机变频调速及调速电动机	(575)
8.5.1	变频调速器	(577)
8.5.2	电磁调速电动机	(578)
	参考文献	(580)
第九章	工业汽轮机	(581)
9.1	汽轮机的分类及型号表示方法	(581)
9.2	汽轮机热效率	(583)
9.3	工业汽轮机	(584)
9.3.1	工业汽轮机的分类及驱动特点	(584)
9.3.2	工业汽轮机的效率	(584)
9.3.3	工业汽轮机的调速系统	(585)
9.4	常用工业汽轮机的使用范围及原则流程	(586)
9.4.1	凝汽式工业汽轮机	(586)
9.4.2	背压式工业汽轮机	(587)
9.4.3	抽汽式工业汽轮机	(587)
9.4.4	抽汽背压式工业汽轮机	(588)
9.5	炼油厂工业汽轮机的选用原则	(588)
9.6	单级工业汽轮机	(589)
9.7	多级工业汽轮机	(590)

9.7.1 多级工业汽轮机模块化结构	(590)
9.7.2 凝汽式汽轮机选型及蒸汽耗量的初步计算	(591)
9.7.3 背压式汽轮机选型及蒸汽耗量初步计算	(596)
9.8 杭汽概况及产品石化行业的应用情况	(599)
9.8.1 杭汽概况	(599)
9.8.2 杭汽产品在石化行业的应用情况	(600)
参考文献	(602)
第十章 脱蜡转鼓真空过滤机	(603)
10.1 规格和主要性能参数	(603)
10.2 技术经济指标	(603)
10.2.1 过滤强度	(603)
10.2.2 蜡饼含油量	(603)
10.2.3 动力利用指标	(604)
10.3 结构种类及特点	(604)
10.4 主要零部件的作用、材料及技术要求	(606)
10.4.1 机壳	(606)
10.4.2 转鼓	(606)
10.4.3 分配头	(606)
10.4.4 刮刀	(607)
10.4.5 输蜡器	(607)
10.5 运输、保管及安装要求	(607)
10.5.1 脱蜡过滤机的运输	(607)
10.5.2 脱蜡过滤机的保管	(607)
10.5.3 脱蜡过滤机的主要安装要求	(607)
10.6 使用中的注意事项	(608)
10.7 常见故障及处理方法	(608)
第十一章 套管结晶器	(609)
11.1 概述	(609)
11.2 分类	(609)
11.3 技术参数	(609)
11.4 流程简介	(610)
11.5 结构	(611)
11.5.1 概述	(611)
11.5.2 传动机构	(611)
11.5.3 传动头	(613)
11.5.4 刮刀轴	(614)
11.5.5 套管组	(616)
11.5.6 链条	(619)

11.5.7	氨罐	(620)
11.5.8	机架	(620)
11.6	材料	(620)
11.7	安装	(621)
	参考文献	(621)
第十二章	专用阀门	(622)
12.1	专用阀门分类	(622)
12.1.1	催化裂化装置专用阀门	(622)
12.1.2	延迟焦化装置专用阀门	(622)
12.1.3	硫磺回收装置专用阀门	(623)
12.1.4	其他装置专用阀门	(623)
12.2	结构形式	(623)
12.2.1	滑阀	(623)
12.2.2	塞阀	(627)
12.2.3	高温蝶阀	(630)
12.2.4	高温三通阀	(635)
12.2.5	高温闸阀	(635)
12.2.6	阻尼单向阀	(638)
12.2.7	风动闸阀	(640)
12.2.8	除焦控制阀	(641)
12.2.9	高温四通旋塞阀和球阀	(642)
12.2.10	焦炭塔自动底盖阀	(643)
12.2.11	高温掺合阀	(644)
12.2.12	夹套切断阀	(645)
12.2.13	夹套三通阀	(645)
12.2.14	内旁通高温塞阀	(646)
12.2.15	分子筛脱蜡及PX装置回转阀	(647)
12.2.16	专用阀门的执行机构	(649)
12.3	材料选择	(658)
12.3.1	滑阀的材料选用	(658)
12.3.2	塞阀的材料选用	(659)
12.3.3	蝶阀的材料选用	(659)
12.4	设计计算	(660)
12.4.1	单动滑阀、塞阀的选型计算	(660)
12.4.2	双动滑阀的选型计算	(661)
12.4.3	蝶阀的选型计算	(661)
12.5	故障处理	(663)
12.5.1	滑阀、塞阀及高温蝶阀的故障处理	(663)
12.5.2	电液执行机构的故障处理	(664)

第十三章 催化裂化动力回收系统	(666)
13.1 FCC 动力回收系统工艺流程	(666)
13.1.1 典型的 FCC 动力回收系统工艺流程	(666)
13.1.2 FCC 动力回收机组的配置	(666)
13.2 烟气轮机	(668)
13.2.1 气动设计特点	(668)
13.2.2 烟气轮机的结构	(670)
13.2.3 主要零部件材料	(673)
13.2.4 强度准则	(676)
13.2.5 烟气轮机自控监测系统	(680)
13.2.6 叶片的冲蚀磨损与耐磨涂层	(684)
13.2.7 转子动力学	(686)
13.2.8 烟气轮机功率及效率的测定	(691)
13.3 主风机	(696)
13.3.1 主风机的类型与比较	(696)
13.3.2 国产 AV 型轴流压缩机	(696)
13.3.3 其他用于 FCC 动力回收系统的主风机	(699)
13.3.4 轴流压缩机的控制系统	(704)
13.3.5 主风机耗功和效率的测定	(707)
13.3.6 主风机常见故障与处理	(707)
13.3.7 国内外轴流压缩机主要零件材料选用 和厂内检验项目表	(707)
13.3.8 AV 型轴流压缩机拆卸与装配过程	(707)
13.4 第三级旋风分离器	(710)
13.4.1 催化裂化(FCC)装置能量回收系统对三旋的要求	(710)
13.4.2 多管三旋的结构特点	(710)
13.4.3 大直径立式分离器三旋	(714)
13.4.4 多管三旋设计要点	(716)
参考文献	(717)
第十四章 仪表与自动化	(718)
14.1 温度测量仪表	(718)
14.1.1 各类温度计的特点	(718)
14.1.2 温度测量仪表及应用	(719)
14.1.3 智能温度变送器	(719)
14.2 压力测量仪表	(721)
14.2.1 各类压力表的特点与应用场合	(721)
14.2.2 压力仪表的选择	(722)
14.2.3 CXT 型智能压力变送器	(723)
14.3 物位测量仪表	(725)
14.3.1 物位仪表的选用	(725)

14.3.2	物位仪表的分类、特点及应用场合	(726)
14.3.3	雷达液位计	(728)
14.3.4	智能电容式液位计	(729)
14.4	流量仪表	(730)
14.4.1	流量仪表的特点与应用场合	(730)
14.4.2	流量仪表选型原则	(730)
14.4.3	质量流量仪表	(730)
14.4.4	电磁式涡街流量计	(732)
14.5	调节阀	(734)
14.5.1	调节阀选用	(734)
14.5.2	调节阀执行机构	(736)
14.5.3	调节阀的附件	(736)
14.5.4	几种调节阀的选用	(737)
14.6	集散控制系统(DCS)	(748)
14.6.1	概述	(748)
14.6.2	控制系统选型要点	(748)
14.6.3	石油化工对DCS的要求	(749)
14.6.4	CENTUMC3000系统	(749)
14.6.5	DeltaV系统	(753)
14.6.6	PKS控制系统	(754)
14.6.7	DCS的应用	(755)
14.7	可编程控制器(PLC)	(756)
14.7.1	概述	(756)
14.7.2	SIMATIC S系列PLC	(756)
14.7.3	安全型PLC系统	(759)
14.7.4	PLC的应用	(760)
14.8	现场总线控制系统	(760)
14.8.1	概述	(760)
14.8.2	FCS的特点	(761)
14.8.3	FCS的功能和组成	(761)
14.8.4	FCS集成的模式及应用	(762)
14.8.5	应用注意的几个问题	(763)
14.9	监督控制和数据采集系统(SCADA)	(764)
14.9.1	概述	(764)
14.9.2	SCADA系统组成和功能	(764)
14.9.3	MOSCAD型监控与数据采集系统	(764)
14.9.4	C3000过程控制器	(766)
14.9.5	SB 3000系列隔离安全栅	(768)
14.9.6	网络数据采集站——网络无纸记录仪	(770)
14.10	在线分析仪	(772)
14.10.1	在线分析仪选用	(772)

14.10.2	在线质量分析仪表	(772)
14.10.3	环境监测与水质分析仪	(772)
	参考文献	(773)
第十五章	腐蚀与防护	(774)
15.1	盐酸(HCl)腐蚀	(774)
15.1.1	蒸馏装置	(774)
15.1.2	加氢处理装置	(780)
15.1.3	催化重整装置	(780)
15.1.4	选材	(780)
15.2	高温硫腐蚀和环烷酸腐蚀	(781)
15.2.1	高温硫腐蚀	(781)
15.2.2	环烷酸腐蚀	(784)
15.2.3	预测高温硫与环烷酸腐蚀率	(788)
15.3	湿硫化氢环境下应力腐蚀开裂	(795)
15.3.1	损伤机理	(795)
15.3.2	湿硫化氢环境的定义	(795)
15.3.3	损伤类型	(797)
15.3.4	受影响的装置与部位	(799)
15.3.5	影响因素	(800)
15.3.6	评价方法	(803)
15.3.7	材料与设备的要求	(806)
15.3.8	预防与减缓	(807)
15.4	高温 H ₂ S/H ₂ 腐蚀	(807)
15.4.1	腐蚀机理与影响因素	(807)
15.4.2	腐蚀速率确定	(808)
15.4.3	特殊案例	(815)
15.5	氯化氨腐蚀	(816)
15.5.1	腐蚀机理	(816)
15.5.2	加氢装置反应流出物系统的氯化铵腐蚀	(817)
15.5.3	氯化铵腐蚀的减缓	(820)
15.6	酸性水的腐蚀	(822)
15.6.1	腐蚀机理	(822)
15.6.2	酸性水腐蚀率确定	(824)
15.6.3	加氢装置反应流出物系统中空气冷却器的腐蚀与防腐	(824)
15.6.4	材料选择	(831)
15.7	碱腐蚀	(831)
15.7.1	碱腐蚀机理	(832)
15.7.2	锅炉和蒸汽发生设备的碱腐蚀	(834)
15.7.3	腐蚀案例	(834)
15.7.4	碱腐蚀的防止与减缓	(836)