

ICS 75.200

P 72

备案号: J1515-2013

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3096—2012

代替 SH/T 3096—2001, SH/T 3129—2002

高硫原油加工装置  
设备和管道设计选材导则

Material selection guideline for design of equipment and piping  
in units processing sulfur crude oils



2012-11-07 发布

2013-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 选材原则 .....	1
5 一般规定 .....	1
6 高硫原油加工装置设备和管道设计选材 .....	2
6.1 原油蒸馏装置 .....	2
6.2 催化裂化装置 .....	6
6.3 延迟焦化装置 .....	9
6.4 加氢裂化装置 .....	11
6.5 加氢精制装置 .....	15
6.6 气体脱硫装置 .....	19
6.7 硫磺回收装置 .....	19
6.8 溶剂再生装置 .....	21
附录 A (资料性附录) 腐蚀曲线图表 .....	23
附录 B (资料性附录) 部分金属材料的牌号对照 .....	34
本导则用词说明 .....	35
附：条文说明 .....	37

## Contents

Foreword .....	III
1 Scope .....	1
2 Normative references .....	1
3 Terms and definitions .....	1
4 Material selection principle .....	1
5 General provisions .....	1
6 Material selection for design of equipment and piping in units processing sour crude oils .....	2
6.1 Crude distillation unit .....	2
6.2 Catalytic cracking unit .....	6
6.3 Delayed coking unit .....	9
6.4 Hydrocracking unit .....	11
6.5 Hydrofining unit .....	15
6.6 Gas desulfurization unit .....	19
6.7 Sulfur recovery unit .....	19
6.8 Solvent Regeneration unit .....	21
Annex A (Informative) Corrosion curve graphs and table .....	23
Annex B (Informative) part of metal grades comparison .....	34
Explanation of wording in this guideline .....	35
Add: Explanation of articles .....	37

## 前 言

根据国家发展和改革委员会办公厅《2008年行业标准计划》(发改办工业[2008]1242号)的要求, 导则编制组经广泛调查研究, 认真总结实践经验, 参考有关国际标准和国外先进标准, 并在广泛征求意见的基础上, 修订本导则。

本导则共分6章和2个附录。

本导则的主要技术内容是: 高硫原油加工装置设备和管道设计选材。

本导则是在 SH/T 3096—2001《加工高硫原油重点装置主要设备设计选材导则》和 SH/T 3129—2002《加工高硫原油重点装置主要管道设计选材导则》的基础上合并修订而成, 修订的主要技术内容是:

- SH/T 3096—2001 和 SH/T 3129—2002 进行合并, 编制 SH/T 3096—2012《高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则》。
- 增加了“加氢精制、气体脱硫、硫磺回收及溶剂再生装置主要设备和管道推荐用材表”。
- 腐蚀曲线图表增加了“碳钢在碱液中的使用温度与浓度极限图”、“各种金属材料的高温氧化年腐蚀率表”和“部分金属材料牌号对照表”。

本导则由中国石油化工集团公司负责管理, 由中国石油化工集团公司设备设计技术中心站负责日常管理, 由中石化洛阳工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议, 请寄送日常管理单位和主编单位。

本导则日常管理单位: 中国石油化工集团公司设备设计技术中心站

通讯地址: 北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码: 100101

电 话: 010-84877513

传 真: 010-84878856

本导则主编单位: 中石化洛阳工程有限公司

通讯地址: 河南省洛阳市中州西路 27 号

邮政编码: 471003

本导则参编单位: 中国石油化工股份有限公司茂名分公司

本导则主要起草人员: 陈崇刚 张国信 顾月章 朱华兴 李苏秦 张大船 朱 玫 张林清  
赵建新 顾望平 柴向东

本导则主要审查人员: 仇恩沧 黎国磊 周家祥 张迎恺 葛春玉 王金富 赵 勇 张德姜  
张发友 柯松林 张宝江 汪建羽 李永红 麦郁穗 蔡隆展 刘小辉  
董绍平 陆卫东 崔新安

本导则 1998 年首次发布, 2001 年第 1 次修订, 本次为第 2 次修订。



# 高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则

## 1 范围

本导则规定了高硫原油加工装置设备和管道的材料选用原则。

本导则适用于石油化工加工高硫原油且以硫腐蚀为主的新建和改、扩建工程项目重点装置主要设备和管道的设计选材。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本导则的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本导则。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本导则。

GB 264—1983 石油产品酸值测定方法

GB 9948 石油裂化用无缝钢管

SH/T 3037 炼油厂加热炉炉管壁厚计算

SH/T 3074 石油化工钢制压力容器

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本导则。

### 3.1

**高硫低酸原油 high sulfide and low acid content crude oil**

总硫含量（质量分数）大于或等于 1.0%，且按照 GB 264—1983 规定的方法测定的酸值小于 0.5mgKOH/g 的原油。

### 3.2

**设备主材 main equipment materials**

与工艺介质直接接触的容器壳体、换热器壳体和管子、空冷器管箱壳体和管子、加热炉炉管及设备内构件的塔盘、填料等材料。

### 3.3

**管道主材 main piping materials**

管道组成件中与工艺介质直接接触的管子材料。

## 4 选材原则

4.1 设备和管道选材是在生产装置合理采用工艺防腐措施，且达到规定的工艺技术指标并加强现场腐蚀监测和生产管理的基础上确定的。

4.2 设备和管道材料应根据设备和管道的操作温度、操作压力、介质特性等条件，以及材料的加工工艺性能、焊接性能等因素进行选用。

4.3 在执行本导则时应根据不同工艺的特点和不同原油的腐蚀性选择不同的材料，力求选材经济、合理。

## 5 一般规定

5.1 设计选材应以装置正常操作条件下介质中的含硫量为依据，并应考虑最苛刻操作条件下可能

达到的最大含硫量对设备和管道的腐蚀所产生的影响。

5.2 设备的设计寿命应符合 SH/T 3074 的规定；炉管的设计寿命应符合 SH/T 3037 的规定；管道的设计寿命宜为 10 年~15 年。

5.3 选择设备主材、加热炉炉管和管道主材时，应根据材料的腐蚀速率和设计寿命确定腐蚀裕量，且应符合下列规定，否则应选用耐蚀性能更好的材料：

- a) 设备：腐蚀裕量小于或等于 6.0mm；
- b) 加热炉炉管：碳钢腐蚀裕量小于或等于 3.0mm、铬钼钢腐蚀裕量小于或等于 2.0mm、高合金钢腐蚀裕量小于或等于 1.5mm；
- c) 管道：碳钢和铬钼钢腐蚀裕量小于或等于 6.0mm，高合金钢和有色金属腐蚀裕量小于或等于 1.5mm。

5.4 在选用设备和管道材料时，尚应根据介质的状态、流速、流态以及是否处于相变部位等因素，对设备和管道局部部位的材料和结构设计进行特殊处理，采取必要的防腐蚀措施。

5.5 对于与设备和管道直接焊接的元件，不宜选用异种钢；在可能引起严重电偶腐蚀的环境下，不应选用异种钢。

5.6 当下游加工过程对物料的铁离子或其他成分有特殊要求时，应根据需要调整设备和管道的设计选材。

5.7 卷制钢管用复合材料的各项性能应按压力容器用材料制造和验收。

5.8 设备壳体（包括复合钢板的基层）采用的碳钢应是碳素钢或碳锰钢。

5.9 与壳体直接相焊的塔盘固定件等材料应与壳体材料（或复合钢板的复层材料）相一致。

5.10 各种钢在高温硫中的腐蚀速率参见附录 A 图 A.1。

5.11 在高温临氢环境下操作的设备和管道参照附录 A 图 A.2 进行选材。

5.12 在高温氢气和硫化氢环境下操作的设备和管道腐蚀速率应根据所用材料、操作温度和硫化氢含量参照附录 A 图 A.3 确定。

5.13 碳钢在碱液中的使用温度、浓度极限和热处理要求参见附录 A 图 A.4。

5.14 金属材料的高温氧化腐蚀率参见附录 A 表 A.5。

5.15 部分金属材料的牌号对照参见附录 B。

## 6 高硫原油加工装置设备和管道设计选材

### 6.1 原油蒸馏装置

6.1.1 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要设备推荐用材见表 6.1.1。

6.1.2 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要管道推荐用材见表 6.1.2。

表 6.1.1 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
塔器	闪蒸塔	壳体	碳钢	介质温度 < 240℃
			碳钢+06Cr13	介质温度 ≥ 240℃
	初馏塔	顶封头	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1) <sup>a)</sup>	
		筒体、底封头	碳钢	介质温度 < 240℃
			碳钢+06Cr13	介质温度 ≥ 240℃
		塔盘	06Cr13	



表 6.1.1 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
塔器	常压塔	顶封头、顶部筒体	碳钢+NCu30 <sup>a、b</sup>	含顶部 4 层~5 层塔盘以上塔体
		其他筒体、底封头	碳钢+06Cr13 <sup>c</sup>	介质温度≤350℃
			碳钢+022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃
		塔盘	NCu30 <sup>a、b</sup>	顶部 4 层~5 层塔盘
			06Cr13	介质温度≤350℃
			022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃
	022Cr19Ni10 <sup>d</sup>			
	填料	022Cr19Ni10 <sup>d</sup>		
		碳钢	介质温度<240℃	
	壳体	碳钢+06Cr13	介质温度 240℃~350℃	
		碳钢+022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃	
	减压塔	塔盘	06Cr13	介质温度≤350℃
			022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃
		壳体	碳钢+06Cr13 <sup>c</sup>	介质温度≤350℃
碳钢+022Cr19Ni10 <sup>d</sup>			介质温度>350℃	
塔盘		06Cr13	介质温度≤350℃	
		022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃	
填料	022Cr19Ni10 <sup>d、e</sup>			
容器	电脱盐罐	壳体	碳钢	
	塔顶油气回流罐、塔顶油气分离器	壳体	碳钢 <sup>f</sup>	可内涂防腐涂料
		壳体	碳钢	油气温度<240℃
	其他容器	壳体	碳钢+06Cr13 <sup>g</sup>	介质温度 240℃~350℃
		壳体	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>d</sup>	介质温度>350℃
空冷器	初馏塔顶空冷器、常压塔顶空冷器、减压抽空空冷器	进口温度高于露点	管箱 碳钢+022Cr23Ni5Mo3N 或碳钢+022Cr25Ni7Mo4N <sup>h</sup>	
		管子	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N <sup>h</sup>	
		其他	管箱 碳钢 <sup>f</sup>	
	产品空冷器	管箱	碳钢	
		管子	碳钢	可内涂防腐涂料

表 6.1.1 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位		设备主材推荐材料	备注	
换热器	初馏塔顶冷却器、 常压塔顶冷却器、 减压抽空冷却器	进口温度 高于露点	壳体	碳钢+022Cr23Ni5Mo3N 或碳钢+022Cr25Ni7Mo4N <sup>h</sup>	指油气侧	
			管子	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N <sup>h</sup>		
		其他	壳体	碳钢 <sup>f</sup>	指油气侧	
			管子	碳钢 <sup>f、i</sup>	油气侧可涂防腐涂料	
	其他油气 换热器、 其他油气冷却器	壳体		碳钢	油气温度<240℃	
				碳钢+06Cr13 <sup>g</sup>	介质温度 240℃~350℃	
		管子		碳钢 <sup>i</sup>	油气温度<240℃	
				022Cr19Ni10 <sup>d、j</sup>	油气温度≥240℃	
	加热炉	常压炉	炉管	对流段	碳钢	管壁温度<240℃
				辐射段	1Cr5Mo	
辐射段			1Cr5Mo/1Cr9Mo			
减压炉		炉管	对流段	1Cr5Mo		
			辐射段	1Cr9Mo		
				06Cr18Ni11Ti	出口几排炉管, 由 腐蚀速率的计算确定	

- <sup>a</sup> 当能确保初馏塔或常压塔的塔顶为热回流, 塔顶温度在介质的露点以上时, 初馏塔的顶封头可采用碳钢, 常压塔的顶封头和顶部筒体可采用碳钢+06Cr13 (06Cr13A1) 复合板, 顶部塔盘可采用 06Cr13。
- <sup>b</sup> 常压塔顶封头和顶部筒体复合板的复层及顶部塔盘也可采用双相钢(022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N)、钛材或 06Cr13 (06Cr13A1), 当采用氨作缓蚀剂且常压塔顶为冷回流时, 不宜采用 NCu30 (N04400) 合金, 宜采用 N08367 (A1-6XN) 替代。
- <sup>c</sup> 对于常压塔(顶封头和顶部筒体除外)和减压塔的塔体, 当介质温度小于 240℃且腐蚀不严重时可采用碳钢。
- <sup>d</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代。
- <sup>e</sup> 常压渣油馏分中的酸值大于 0.3mgKOH/g 时, 减压塔下部 1 段~2 段的规整填料可升级至 06Cr17Ni12Mo2 或 022Cr17Ni12Mo2。
- <sup>f</sup> 湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。
- <sup>g</sup> 当介质温度小于 288℃且馏分中的硫含量小于 2%时, 容器或换热器的壳体可采用碳钢, 但应根据腐蚀速率和设计寿命确定腐蚀裕量。
- <sup>h</sup> 塔顶空冷器或冷却器的管子可采用钛材替代双相钢(022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N); 管板的耐腐蚀性能应与管子匹配; 管箱的其他构件可根据结构特点采用双相钢(钛材)或其复合材料, 也可采用碳钢, 但应加大腐蚀裕量。
- <sup>i</sup> 对于水冷却器, 水侧可涂防腐涂料。
- <sup>j</sup> 介质温度为 240℃~350℃的换热器管子也可根据需要采用碳钢渗铝管或 1Cr5Mo 钢管, 管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之匹配。

表 6.1.2 加工高硫低酸原油蒸馏装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐材料	备注
初馏塔	塔顶油气管道	碳钢	
	塔底油管道	碳钢	介质温度 $<240^{\circ}\text{C}$
		1Cr5Mo	介质温度 $\geq 240^{\circ}\text{C}$
初馏塔顶分液罐	罐顶不凝气管道	碳钢	
	罐底污水管道	碳钢	
常压塔	塔顶油气管道	碳钢/碳钢+06Cr13	湿硫化氢腐蚀环境
	塔底渣油管道	1Cr5Mo <sup>a</sup>	
减压塔	塔顶油气管道	碳钢/碳钢+06Cr13	湿硫化氢腐蚀环境
	塔底渣油管道	1Cr5Mo/022Cr19Ni10 <sup>a、b</sup>	
常压塔顶分液罐、 减压塔顶分液罐	罐顶不凝气管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
	罐底污水管道	碳钢	
常压炉进口	介质温度 $\geq 240^{\circ}\text{C}$ 工艺管道	1Cr5Mo	
常压炉出口	转油线高速段	1Cr5Mo/022Cr19Ni10 <sup>a、b</sup>	
	转油线低速段	1Cr5Mo/022Cr19Ni10 <sup>a、b</sup>	
		碳钢+022Cr19Ni10	
减压炉进口	介质温度 $\geq 240^{\circ}\text{C}$ 工艺管道	1Cr5Mo	
减压炉出口	转油线高速段	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
	转油线低速段	1Cr5Mo/022Cr19Ni10	
		碳钢+022Cr19Ni10	
其他	介质温度 $<240^{\circ}\text{C}$ 含硫油品、油气管道	碳钢	
	240 $\leq$ 介质温度 $<288^{\circ}\text{C}$ 含硫油品、油气管道	碳钢/1Cr5Mo	
	介质温度 $\geq 288^{\circ}\text{C}$ 含硫油品、油气管道	1Cr5Mo <sup>a</sup>	
<sup>a</sup> 介质温度大于或等于 $288^{\circ}\text{C}$ 时,宜根据操作条件和同类装置管道腐蚀状况,从1Cr5Mo、022Cr19Ni10或06Cr19Ni10中选用合适的材料。 <sup>b</sup> 采用022Cr19Ni10时,可由06Cr19Ni10或06Cr18Ni11Ti替代。			



## 6.2 催化裂化装置

6.2.1 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要设备推荐用材见表 6.2.1。

6.2.2 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要管道推荐用材见表 6.2.2。

表 6.2.1 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
反应再生系统设备	提升管反应器、反应沉降器、待生斜管等	壳体	碳钢	内衬隔热耐磨衬里
		旋风分离器壳体	15CrMoR	
		料腿、拉杆	碳钢	
		翼阀	15CrMoR	
		汽提段壳体	15CrMoR	无内衬里
		一般内构件	碳钢	内衬隔热耐磨衬里
	再生器、三旋、再生斜管等	壳体	碳钢 <sup>a</sup>	内衬隔热耐磨衬里
		内构件	07Cr19Ni10 <sup>b、c</sup>	
		壳体	碳钢 <sup>a</sup>	内衬隔热耐磨衬里
	外取热器（催化剂冷却器）	蒸发管	15CrMo <sup>d</sup>	指基管，含内取热器
		过热管	1Cr5Mo <sup>d</sup>	
		其他内构件	07Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
		塔器	催化分馏塔	顶封头、顶部筒体
其他筒体、底封头 <sup>e</sup>	碳钢+06Cr13 <sup>f</sup>			介质温度 ≤ 350℃
	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>g</sup>			介质温度 > 350℃
塔盘	06Cr13			介质温度 ≤ 350℃
	022Cr19Ni10 <sup>g</sup>		介质温度 > 350℃	
汽提塔	壳体		碳钢	介质温度 < 240℃
	壳体		碳钢+06Cr13	介质温度 ≥ 240℃
	塔盘		06Cr13	
吸收塔、解吸塔	壳体		碳钢+06Cr13（06Cr13A1）	
	塔盘		06Cr13	
再吸收塔	壳体		碳钢 <sup>h</sup>	
	塔盘		06Cr13	
稳定塔	顶封头、顶部筒体		碳钢+06Cr13（06Cr13A1）	含顶部 4 层~5 层塔盘以上塔体
	其他筒体、底封头	碳钢 <sup>h</sup>		
	塔盘	06Cr13		



表 6.2.1 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
容器	塔顶油气回流罐、塔顶油气分离器、压缩富气分离器	壳体	碳钢 <sup>h</sup>	可内涂防腐涂料
	其他容器	壳体	碳钢 碳钢+06Cr13 <sup>i</sup>	油气温度<240℃ 油气温度≥240℃
空冷器	塔顶油气空冷器、压缩富气空冷器	管箱	碳钢 <sup>h</sup>	采用碳钢时可内涂防腐涂料
		管子	碳钢 <sup>h, j</sup>	
	其他空冷器	管箱	碳钢 <sup>k</sup>	
		管子	碳钢	
换热器	塔顶油气冷却器、压缩富气冷却器	壳体	碳钢 <sup>h</sup>	指油气侧
		管子	碳钢 <sup>h, j, l</sup>	采用碳钢时油气侧可涂防腐涂料
	油浆蒸汽发生器、油浆冷却器	壳体	碳钢	
		管子	碳钢 <sup>l</sup>	
	解吸塔底重沸器	壳体	碳钢	
		管子	022Cr19Ni10 <sup>g</sup>	
	稳定塔底重沸器、其他油气换热器、其他油气冷却器	壳体	碳钢 <sup>k</sup>	油气温度<240℃
		管子	碳钢+06Cr13 <sup>i</sup>	油气温度≥240℃
			碳钢 <sup>l</sup>	油气温度<240℃
			022Cr19Ni10 <sup>g, m</sup>	油气温度≥240℃
余热锅炉	对流段	管束	碳钢	
			15CrMo、12Cr1MoVG 或 1Cr5Mo	
	辐射段	省煤器	碳钢	
		09CrCuSb		
<p><sup>a</sup> 当考虑再生烟气应力腐蚀开裂时应采用 Q245R。</p> <p><sup>b</sup> 再生器、三旋和外取热器等设备的内构件应考虑高温氧化腐蚀，参见附录 A 表 A.5。</p> <p><sup>c</sup> 当再生器的操作温度大于 750℃ 时，其重要内构件（集气室壳体、旋风分离器壳体及吊挂等）的材质也可采用 06Cr25Ni20。</p> <p><sup>d</sup> 内外取热器的蒸发管可根据管壁温度和结构特点选择 15CrMo 或碳钢等钢管，过热管可根据管壁温度和结构特点选择 15CrMo、12Cr1MoVG、1Cr5Mo 或 1Cr9Mo 等钢管。</p> <p><sup>e</sup> 催化分馏塔的油气入口温度一般在 500℃~550℃ 左右，如结构上不能确保油气入口附近设备壳体的壁温不超过 450℃，则该部位附近的设备壳体应采用 15CrMoR（采用复合板时指基层）或不锈钢。</p> <p><sup>f</sup> 对于催化分馏塔的塔体（顶封头和顶部筒体除外），当介质温度小于 240℃ 且腐蚀不严重时可采用碳钢。</p> <p><sup>g</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代。</p>				

表 6.2.1 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
<sup>h</sup>	H <sub>2</sub> O+H <sub>2</sub> S+CO <sub>2</sub> +HCN 腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。			
<sup>i</sup>	当介质温度小于 288℃且馏分中的硫含量小于 2%时, 容器或换热器的壳体可采用碳钢, 但应根据腐蚀速率和设计寿命确定腐蚀裕量。			
<sup>j</sup>	对于催化分馏塔顶油气和压缩富气的空冷器或换热器(冷却器), 当腐蚀严重时管子可采用 022Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti, 空冷器管箱或换热器(冷却器)管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之相匹配。			
<sup>k</sup>	当介质为吸收塔或解吸塔中段油、再吸收塔塔底油(富吸收油)时, 与此介质接触的空冷器管箱或换热器壳体应考虑 H <sub>2</sub> O+H <sub>2</sub> S+CO <sub>2</sub> +HCN 腐蚀。			
<sup>l</sup>	对于水冷却器, 管束采用碳钢时水侧可涂防腐涂料。			
<sup>m</sup>	介质温度为 240℃~350℃的换热器管子也可根据需要采用碳钢渗铝管(含催化剂颗粒的介质除外)或 1Cr5Mo 钢管, 管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之相匹配。			

表 6.2.2 加工高硫低酸原油催化裂化装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐用材	备注
原料系统	进料管道	碳钢	
反应系统	冷壁壳体油气管道	碳钢	内衬隔热耐磨衬里
	热壁壳体油气管道	15CrMo	
再生系统	冷壁壳体烟气管道	碳钢 <sup>a</sup>	内衬隔热耐磨衬里
	热壁壳体烟气管道	07Cr19Ni10/07Cr17Ni12Mo2	
	波纹管膨胀节	NS1402/NS3306	
分馏系统	塔顶油气管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
	塔侧回炼油管道	碳钢	介质温度<288℃
		1Cr5Mo	介质温度≥288℃
	油浆管道(至反应器)	1Cr5Mo	
	循环油浆线	蒸汽发生器前	1Cr5Mo
蒸汽发生器后		碳钢	介质温度<288℃
		1Cr5Mo	介质温度≥288℃
吸收稳定系统	塔顶冷凝管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
富气压缩机系统	进出口管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
其他	介质温度<288℃ 含硫油品油气管道	碳钢	
	288℃≤介质温度<340℃ 含硫油品油气管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>b</sup>	
	介质温度≥340℃ 含硫油品油气管道	1Cr5Mo	
<sup>a</sup> 应考虑再生烟气应力腐蚀开裂的防范措施。			
<sup>b</sup> 可根据操作条件计算腐蚀裕量, 从碳钢、1Cr5Mo 中选用合适的材料。			



## 6.3 延迟焦化装置

6.3.1 加工高硫低酸原油延迟焦化装置主要设备推荐用材见表 6.3.1。

6.3.2 加工高硫低酸原油延迟焦化装置主要管道推荐用材见表 6.3.2。

表 6.3.1 加工高硫低酸原油延迟焦化装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
塔器	焦炭塔	上部壳体	铬钼钢+06Cr13	由顶部到泡沫层底面以下 1500mm~2000mm 处
		下部壳体	铬钼钢	
	焦化分馏塔	顶封头、顶部筒体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	含顶部 4 层~5 层塔盘以上塔体
		其他筒体、底封头	碳钢+06Cr13 <sup>a</sup>	介质温度≤350℃
			碳钢+022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	介质温度>350℃
		塔盘	06Cr13	介质温度≤350℃
	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>		介质温度>350℃	
	蜡油汽提塔	壳体	碳钢	介质温度<240℃
			碳钢+06Cr13	介质温度 240℃~350℃
			碳钢+022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	介质温度>350℃
		塔盘	06Cr13	介质温度≤350℃
	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>		介质温度>350℃	
	接触冷却塔 (放空塔)	壳体	碳钢+06Cr13	
		塔盘(挡板)	06Cr13	
	吸收塔、解吸塔	壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	
		塔盘	06Cr13	
	再吸收塔	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	
塔盘		06Cr13		
稳定塔	顶封头、顶部筒体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	含顶部 4 层~5 层塔盘以上塔体	
	其他筒体、底封头	碳钢 <sup>c</sup>		
	塔盘	06Cr13		
容器	塔顶油气回流罐、 塔顶油气分离器、 压缩富气分离器	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	可内涂防腐涂料
	其他容器	壳体	碳钢	油气温度<240℃
			碳钢+06Cr13 <sup>d</sup>	油气温度≥240℃
储罐	壳体	碳钢	可内涂防腐涂料	

表 6.3.1 加工高硫低酸原油延迟焦化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
空冷器	塔顶油气空冷器、压缩富气空冷器	管箱	碳钢 <sup>c</sup>	
		管子	碳钢 <sup>c、e</sup>	采用碳钢时可内涂防腐涂料
	其他空冷器	管箱	碳钢 <sup>f</sup>	
		管子	碳钢	
换热器	塔顶油气冷却器、压缩富气冷却器	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	指油气侧
		管子	碳钢 <sup>c、e、g</sup>	采用碳钢时油气侧可涂防腐涂料
	解吸塔底重沸器	壳体	碳钢	
		管子	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
	其他油气换热器、其他油气冷却器	壳体	碳钢 <sup>f</sup>	油气温度 < 240℃
			碳钢+06Cr13 <sup>d</sup>	介质温度 240℃~350℃
		管子	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	介质温度 > 350℃
			碳钢 <sup>g</sup>	油气温度 < 240℃
加热炉	炉管	对流段	1Cr5Mo	
		辐射段	1Cr9Mo	
<p><sup>a</sup> 对于焦化分馏塔的塔体 (顶封头和顶部筒体除外), 当介质温度小于 240℃且腐蚀不严重时可采用碳钢。</p> <p><sup>b</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代。</p> <p><sup>c</sup> 湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。</p> <p><sup>d</sup> 当介质温度小于 288℃且馏分中的硫含量小于 2%时, 容器或换热器的壳体可采用碳钢, 但应根据腐蚀速率和设计寿命确定腐蚀裕量。</p> <p><sup>e</sup> 对于焦化分馏塔顶油气和压缩富气的空冷器或换热器 (冷却器), 当腐蚀严重时管子可采用 022Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti, 空冷器管箱或换热器 (冷却器) 管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之相匹配。</p> <p><sup>f</sup> 当介质为吸收塔或解吸塔中段油、再吸收塔塔底油 (富吸收油) 时, 与此介质接触的空冷器管箱或换热器壳体应考虑湿硫化氢腐蚀。</p> <p><sup>g</sup> 对于水冷却器, 管束采用碳钢时水侧可涂防腐涂料。</p> <p><sup>h</sup> 介质温度为 240℃~350℃的换热器管子也可根据需要采用碳钢渗铝管或 1Cr5Mo 钢管, 管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之匹配。</p>				



表 6.3.2 加工高硫低酸原油延迟焦化装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐材料	备注
分馏塔	塔顶油气管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
分馏塔底	塔底重油至加热炉管道	1Cr5Mo	
	循环油管道	1Cr5Mo	
焦炭塔	塔底高温进料管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo	
	塔顶高温油气管道	1Cr5Mo/15CrMoR+06Cr13	
加热炉	进口管道	1Cr5Mo	
	出口管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo	
分馏塔顶油气分液罐	罐顶冷凝管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
吸收稳定各塔	塔顶冷凝管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
其他	介质温度 < 288℃ 含硫油品油气管道	碳钢	
	288℃ ≤ 介质温度 < 340℃ 含硫油品油气管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>a</sup>	
	介质温度 ≥ 340℃ 含硫油品油气管道	1Cr5Mo	
<sup>a</sup> 可根据操作条件计算腐蚀裕量, 从碳钢、1Cr5Mo 中选用合适的材料。			

## 6.4 加氢裂化装置

6.4.1 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要设备推荐用材见表 6.4.1。

6.4.2 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要管道推荐用材见表 6.4.2。

6.4.3 渣油加氢、加氢处理装置可参照加氢裂化装置设备和管道选材原则执行。

表 6.4.1 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
反应器	加氢反应器	壳体	2.25Cr-1Mo	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
			2.25Cr-1Mo-0.25V	
			3Cr-1Mo-0.25V	
			1.25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
		复层	双层堆焊 TP309L+TP347	
		单层堆焊 TP347		
		内构件	06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb	

表 6.4.1 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
塔器	脱硫化氢汽提塔	壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	进料口以上壳体及以下 1m 范围壳体
			碳钢	其他壳体
	分馏塔	塔盘	06Cr13	
		壳体	碳钢 <sup>b</sup>	
	脱乙烷塔	塔盘	碳钢	
			06Cr13	介质温度 $\geq 288^{\circ}\text{C}$
		壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	顶部 5 层塔盘以上塔体
			碳钢	其他塔体
	脱丁烷塔	塔盘	06Cr13	顶部 5 层塔盘
			碳钢	其他塔盘
		壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	进料段以上塔体
			碳钢	其他塔体
	溶剂再生塔	塔盘	06Cr13	进料段以上塔盘
		壳体	碳钢	其他塔盘
	循环氢脱硫塔	壳体	碳钢+022Cr19Ni10	
		塔盘	06Cr19Ni10	
其他塔	壳体	抗 HIC 钢 <sup>c</sup>		
	塔盘	06Cr13		
容器	热高压分离器	壳体	2.25Cr-1Mo	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
			1.25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
		堆焊层 <sup>d</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347	
			单层堆焊 TP347	
	冷高压分离器	内构件	06Cr18Ni11Ti	
		壳体	抗 HIC 钢 <sup>c</sup>	
		金属丝网	06Cr13	
	热低压分离器	壳体	022Cr17Ni12Mo2 <sup>i</sup>	
			15CrMoR	腐蚀裕量 $\leq 6\text{mm}$
		内构件	15CrMoR+022Cr19Ni10 <sup>i</sup>	
			022Cr19Ni10 <sup>i</sup>	
	冷低压分离器	金属丝网	022Cr17Ni12Mo2 <sup>i</sup>	
		壳体	抗 HIC 钢	
		内构件	06Cr13	
	塔顶回流罐	金属丝网	022Cr17Ni12Mo2 <sup>i</sup>	
		壳体	碳钢 <sup>e</sup>	可内涂防腐涂料
其他容器	壳体	碳钢		

表 6.4.1 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注	
空冷器	反应流出物空冷器	管箱	NS1402	当管子采用 022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N 时, 管箱可采用抗 HIC 钢; 当管子采用 NS1402 时, 管箱应采用 NS1402 板材或复合材料	
			022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N		
			15CrMoR		
		管子	抗 HIC 钢		
			NS1402		
			022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N		
	脱硫化氢汽提塔顶空冷器	管箱	碳钢 <sup>e</sup>	可内涂防腐涂料	
		管子	碳钢 <sup>e</sup>		
	再生塔顶空冷器	管箱	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>i</sup>		
		管子	022Cr19Ni10 或 022Cr17Ni12Mo2		
其他中低压空冷器	管箱	碳钢			
	管子	碳钢			
换热器	反应流出物/原料油, 氢气或馏出物换热器	壳体	管程	碳钢	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
			壳程	15CrMoR	
				1. 25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
			2. 25Cr-1Mo		
		复层 <sup>d</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347		
			单层堆焊 06Cr18Ni11Ti/TP347		
	管子 <sup>g</sup>	06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb			
	热高分气/原料油, 氢气或低分油换热器	壳体	管程	碳钢	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
				壳程	
			复层 <sup>d</sup>		
				2. 25Cr-1Mo	
		管子 <sup>g</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347		
			单层堆焊 06Cr18Ni11Ti/TP347		
	热低分气/冷低分液换热器	壳体	管程	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>i</sup>	指热低分气侧
				15CrMoR	
		管子 <sup>g</sup>	壳程	碳钢	指冷低分液侧
			15CrMo		
脱硫化氢/脱乙烷塔顶冷凝器再生塔顶冷凝器	壳体	碳钢 <sup>e</sup>	指油气侧, 可涂防腐涂料		
	管子	碳钢 <sup>e, h</sup>			
其他换热器	壳体	碳钢			
	管子	碳钢			



表 6.4.1 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
加 热 炉	反应进料加热炉 分馏塔进料炉	炉管	TP321H	
			TP347H	
			1Cr5Mo <sup>f</sup>	
<p><sup>a</sup> 1.25Cr-0.5Mo 壳体名义厚度应控制在 80mm 以内。</p> <p><sup>b</sup> 根据装置具体工艺流程和实际生产运行情况,其下段壳体可选择碳钢+06Cr18Ni11Ti 复合材料。</p> <p><sup>c</sup> 湿硫化氢腐蚀更严重时,壳体可选择碳钢+022Cr19Ni10 复合材料。</p> <p><sup>d</sup> 应根据选用的壳体材料按照附录 A 图 A.3 计算壳体的腐蚀裕量。</p> <p><sup>e</sup> 湿硫化氢腐蚀环境,采用碳钢腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。</p> <p><sup>f</sup> 根据装置具体工艺流程和实际生产情况,也可选择 06Cr18Ni11Ti。</p> <p><sup>g</sup> 如果本台换热器上游管道设置注水点,管子材料宜选用 NS1402 (N08825)、022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N、15CrMo/14Cr1Mo。</p> <p><sup>h</sup> 对于水冷却器,水侧可涂防腐涂料。</p> <p><sup>i</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代,采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。</p>				

表 6.4.2 加工高硫低酸原油加氢裂化装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐用材	备注
原料线 <sup>a</sup>	介质温度 $\geq 240^{\circ}\text{C}$ 的原料油管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>b</sup>	
	介质温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ 的循环氢管道	1.25Cr-0.5Mo/2.25Cr-1Mo/ TP321/TP347 <sup>c</sup>	
	介质温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ 的混氢管道	1.25Cr-0.5Mo/2.25Cr-1Mo/ 5Cr-0.5Mo/TP321/TP347 <sup>c</sup>	
加氢反应器	进料管道	TP321/TP347 <sup>c</sup>	
	反应流出物系统管道	1Cr-0.5Mo/1.25Cr-0.5Mo <sup>c</sup> / 2.25Cr-1Mo/5Cr-0.5Mo/ TP321/TP347	
空冷器至高压分离器	管道	碳钢	可加大腐蚀裕量 或选用合适的耐蚀 材料
脱乙烷、丁烷塔	塔顶油气管道、塔底循环油管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环 境(塔顶)
分馏塔	塔底循环油管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>b</sup>	
	进料管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>d</sup>	
<p><sup>a</sup> 系指原料油经过原料油泵、混氢后经换热器一直到加热炉进口之前的管道系统。</p> <p><sup>b</sup> 介质温度大于或等于<math>240^{\circ}\text{C}</math>时,可根据操作条件从碳钢、1Cr5Mo 中计算腐蚀余量选用合适的材料。</p> <p><sup>c</sup> 高温氢气和硫化氢共同存在腐蚀环境下的选材: ——对于介质温度大于或等于<math>200^{\circ}\text{C}</math>的含有氢气与硫化氢的管道,应考虑高温氢腐蚀以及氢加硫化氢腐蚀,按附录 A 图 A.2、图 A.3 进行选材; ——所选材料的腐蚀速率不宜超过<math>0.25\text{mm/a}</math>; ——当选用铬钼钢时,应考虑材料可能发生的回火脆性问题。</p> <p><sup>d</sup> 根据装置具体工艺流程和实际生产情况,可选择 06Cr18Ni11Ti。</p>			



## 6.5 加氢精制装置

6.5.1 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要设备推荐用材见表 6.5.1。

6.5.2 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要管道推荐用材见表 6.5.2。

表 6.5.1 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
反应器	加氢反应器	壳体	2.25Cr-1Mo	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
			2.25Cr-1Mo-0.25V	
			3Cr-1Mo-0.25V	
		复层	1.25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
			双层堆焊 TP309L+TP347	
单层堆焊 TP347				
内构件	06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb			
塔器	脱硫化氢汽提塔	壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	进料口以上壳体及以下 1m 范围壳体
			碳钢	其他壳体
		塔盘	06Cr13	
	分馏塔	壳体	碳钢 <sup>b</sup>	
			塔盘	碳钢
		塔盘	06Cr13	介质温度 ≥ 288℃
	脱乙烷塔	壳体	碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	顶部 5 层塔盘以上塔体
			碳钢	其他塔体
		塔盘	06Cr13	顶部 5 层塔盘
	脱丁烷塔	壳体	碳钢	其他塔盘
			碳钢+06Cr13 (06Cr13A1)	进料段以上塔体
		塔盘	06Cr13	其他塔体
	溶剂再生塔	壳体	碳钢	进料段以上塔盘
			塔盘	碳钢
	循环氢脱硫塔	壳体	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>c</sup>	
塔盘			022Cr19Ni10 <sup>c</sup>	
其他塔	壳体	抗 HIC 钢 <sup>d</sup>		
		塔盘	06Cr13	
其他塔	壳体	碳钢		
		塔盘	碳钢	

表 6.5.1 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
容器	热高压分离器	壳体	2.25Cr-1Mo	根据操作条件参照附录 A 图 A.2 选材
			1.25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
			15CrMoR	
		堆焊层 <sup>c</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347	
			单层堆焊 TP347	
	内构件	06Cr18Ni11Ti		
	冷高压分离器	壳体	抗 HIC 钢 <sup>d</sup>	
		内构件	06Cr13	
		金属丝网	022Cr17Ni12Mo2 <sup>e</sup>	
	热低压分离器	壳体	15CrMoR	腐蚀裕量≤6mm
			15CrMoR+022Cr19Ni10 <sup>e</sup>	
		内构件	022Cr19Ni10 <sup>e</sup>	
		金属丝网	022Cr17Ni12Mo2 <sup>e</sup>	
	冷低压分离器	壳体	抗 HIC 钢	
		内构件	06Cr13	
金属丝网		022Cr17Ni12Mo2 <sup>e</sup>		
塔顶回流罐	壳体	碳钢 <sup>f</sup>	可内涂防腐涂料	
其他容器	壳体	碳钢		
空冷器	反应流出物空冷器	管箱	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N	当管子采用 022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N, 管箱可采用抗 HIC 钢
			15CrMoR	
			抗 HIC 钢	
		管子	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N	
			15CrMo	
	脱硫化氢汽提塔顶空冷器	管箱	碳钢 <sup>f</sup>	可内涂防腐涂料
		管子	碳钢 <sup>f</sup>	
	再生塔顶空冷器	管箱	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>e</sup>	
		管子	022Cr19Ni10 或 022Cr17Ni12Mo2 <sup>e</sup>	
	其他中低压空冷器	管箱	碳钢	
管子		碳钢		



表 6.5.1 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位		设备主材推荐材料	备注
换热器	反应流出物/原料油, 氢气或馏出物换热器	壳体	管程、壳程	碳钢	根据操作条件参照附录 A 图 A. 2 选材
				15CrMoR	
				1. 25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
				2. 25Cr-1Mo	
		复层 <sup>d</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347		
			单层堆焊 06Cr18Ni11Ti/TP347		
	管子		06Cr18Ni11Ti		
	热高分气/原料油, 氢气或低分油换热器 (热高分气水冷器)	壳体	管程、壳程	碳钢	根据操作条件参照附录 A 图 A. 2 选材
				15CrMoR	
				1. 25Cr-0.5Mo <sup>a</sup>	
				2. 25Cr-1Mo	
		复层 <sup>d</sup>	双层堆焊 TP309L+TP347		
			单层堆焊 06Cr18Ni11Ti/TP347		
		管子 <sup>g</sup>		NS1402	
				022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N	
	06Cr18Ni11Ti				
	15CrMo/14Cr1Mo				
	热低分气/冷低分液换热器	壳体	管程	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>c</sup>	指热低分气侧
			壳程	15CrMoR	
		管子	15CrMo		
脱硫化氢/脱乙烷塔顶冷凝器 再生塔顶冷凝器	壳体	碳钢 <sup>f</sup>		指油气侧, 可内涂防腐涂料	
	管子	碳钢 <sup>f, h</sup>			
其他换热器	壳体	碳钢			
	管子	碳钢			
加热炉	反应进料加热炉	炉管		TP321H	
				TP347H	
	分馏塔进料炉	炉管		碳钢	管壁温度 ≤ 300℃
				1Cr5Mo <sup>i</sup>	

<sup>a</sup> 1. 25Cr-0.5Mo 壳体名义厚度应控制在 80mm 以内。

<sup>b</sup> 根据装置具体工艺流程和实际生产运行情况, 其下段壳体可选择碳钢+06Cr18Ni11Ti 复合材料。

<sup>c</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代, 采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。

表 6.5.1 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
d	湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时壳体可选择碳钢+022Cr19Ni10 复合材料。			
e	应根据选用的壳体材料按照附录 A 图 A.3 计算壳体的腐蚀裕量。			
f	湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。			
g	根据装置具体工艺流程和实际生产情况, 也可选择 06Cr18Ni11Ti。			
h	对于水冷却器, 水侧可涂防腐涂料。			
i	如果本台换热器上游管道设置注水点, 管子材料宜选用 NS1402(N08825)、022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N 和 15CrMo/14Cr1Mo。			

表 6.5.2 加工高硫低酸原油加氢精制装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	推荐用材	备注
原料线 <sup>a</sup>	介质温度 $\geq 240^\circ\text{C}$ 的原料油管道	碳钢/1Cr5Mo <sup>b</sup>	
	介质温度 $\geq 200^\circ\text{C}$ 的循环氢管道	15CrMo/1Cr-0.5Mo/1.25Cr-0.5Mo/ 2.25Cr-1Mo/06Cr18Ni11Ti/ TP321/TP347 <sup>c</sup>	
	混氢管道	碳钢/15CrMo/1Cr-0.5Mo/ 1.25Cr-0.5Mo/2.25Cr-1Mo/ 5Cr-0.5Mo/06Cr18Ni11Ti / TP321/TP347 <sup>c</sup>	
加氢反应器	进料管道	06Cr18Ni11Ti/TP321/TP347	
	反应流出物系统管道	15CrMo/1Cr-0.5Mo/ 1.25Cr-0.5Mo/ 2.25Cr-1Mo/5Cr-0.5Mo/ 06Cr18Ni11Ti/TP321/TP347 <sup>c</sup>	
热高压分离器罐顶	热高分管道至换热器	15CrMo/1.25Cr-0.5Mo/ 5Cr-0.5Mo/TP321 <sup>c</sup>	
	空冷器后至冷高分管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
脱硫化氢汽提塔顶空冷器	冷凝管道	碳钢	湿硫化氢腐蚀环境
脱硫化氢汽提塔顶回流罐	罐顶冷凝管道	碳钢/022Cr19Ni10/ 022Cr17Ni12Mo2 <sup>d</sup>	湿硫化氢腐蚀环境
	罐底循环管道	碳钢	

<sup>a</sup> 装置的原料应包括原料油和氢气(循环氢)两种。根据工艺的不同, 应注意原料加热系统有炉前混氢和炉后混氢之分。

<sup>b</sup> 介质温度大于或等于  $240^\circ\text{C}$  时, 可根据操作条件从碳钢、1Cr5Mo 中计算腐蚀余量选用合适的材料。

<sup>c</sup> 高温氢气和硫化氢共同存在腐蚀环境下的选材:

——对于介质温度大于或等于  $200^\circ\text{C}$  的含有氢气与硫化氢的管道, 应考虑高温氢腐蚀以及氢加硫化氢腐蚀, 按附录 A 图 A.2、图 A.3 进行选材;

——所选材料的腐蚀速率不宜超过  $0.25\text{mm/a}$ ;

——当选用铬钼钢时, 应考虑材料可能发生的回火脆性问题。

<sup>d</sup> 当所选材料的均匀腐蚀速率大于  $0.25\text{mm/a}$  时, 宜考虑提高材料等级, 选择碳钢、022Cr19Ni10、022Cr17Ni12Mo2 应根据生产的实际情况确定。



## 6.6 气体脱硫装置

6.6.1 气体脱硫装置主要设备推荐用材见表 6.6.1。

6.6.2 气体脱硫装置管道材料均选用碳钢，并根据工艺操作条件考虑湿硫化氢腐蚀环境的影响。

表 6.6.1 气体脱硫装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
塔器	干气脱硫塔、液化石油气脱硫抽提塔	壳体	碳钢 <sup>a</sup>	
		塔盘	06Cr13	
		填料（金属）	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
	液化石油气脱硫醇抽提塔、液化石油气砂滤塔、氧化塔 <sup>d</sup>	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	
		塔盘	06Cr13	
		填料（金属）	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
容器	干气分液罐、液化石油气缓冲罐、胺液回收器	壳体	碳钢 <sup>a</sup>	
		壳体	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
	二硫化物分离罐	填料（金属）	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	
	其他容器	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	
换热器	干气冷却器	壳体	碳钢 <sup>a</sup>	
		管子	碳钢 <sup>a、c</sup>	
	碱液加热器、碱液冷却器	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	
		管子	碳钢 <sup>c</sup>	
<sup>a</sup> 湿硫化氢腐蚀环境，腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。 <sup>b</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代。 <sup>c</sup> 当介质为碱液时，碳钢设备应注意碱应力腐蚀破坏，参见附录 A 图 A.4。 <sup>d</sup> 当氧化塔顶部设分离段时，分离段的壳体应采用碳钢+022Cr19Ni10 复合板，内构件应采用 022Cr19Ni10。 <sup>e</sup> 对于水冷却器，水侧可涂防腐涂料。				

## 6.7 硫磺回收装置

6.7.1 硫磺回收装置主要设备推荐用材见表 6.7.1。

6.7.2 硫磺回收装置管道材料均选用碳钢，并根据工艺操作条件考虑湿硫化氢腐蚀环境的影响。

表 6.7.1 硫磺回收装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
反应器	反应器	壳体	碳钢	内衬隔热耐酸衬里
		内构件	06Cr13 <sup>a</sup>	
塔器	急冷塔	壳体	碳钢+022Cr17Ni12Mo2 <sup>b</sup>	
		塔盘	022Cr17Ni12Mo2 <sup>b</sup>	
	尾气吸收塔	壳体	碳钢 <sup>c</sup>	
		塔盘	06Cr13	
		填料（金属）	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	

表 6.7.1 硫磺回收装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注	
容器	酸性气分液罐	壳体	碳钢 <sup>c</sup>		
	硫池	槽体	碳钢	内衬隔热耐酸衬里	
		加热器	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>		
	其他容器	壳体	碳钢		
空冷器	急冷水空冷器	管箱	碳钢+022Cr17Ni12Mo2 <sup>b, d</sup>		
		管子	022Cr17Ni12Mo2 <sup>b, d</sup>		
	其他空冷器	管箱	碳钢		
		管子	碳钢		
换热器	硫冷凝器	壳体	碳钢		
		管子	碳钢		
			09CrCuSb	介质温度低于露点温度	
	过程气加热器	壳体	碳钢		
			碳钢+06Cr13	指过程气侧, 介质温度 $\geq 310^{\circ}\text{C}$	
		管子	碳钢		
	急冷水冷却器	管子	022Cr19Ni10 <sup>b</sup>	指过程气侧, 介质温度 $\geq 310^{\circ}\text{C}$	
			碳钢+022Cr17Ni12Mo2 <sup>b, d</sup>	指急冷水侧	
	其他换热器	壳体	碳钢		
		管子	碳钢		
加热炉	酸性气燃烧炉	壳体	碳钢	内衬耐火耐酸衬里	
		内构件	不锈钢、铬镍合金		
	尾气加热炉、尾气焚烧炉	壳体	碳钢	内衬耐火耐酸衬里	
		内构件	不锈钢		
废热锅炉	燃烧炉废热锅炉	壳体	管程	碳钢	内衬耐火耐酸衬里
			壳程	碳钢	
		管子	碳钢	入口加保护套管	
	尾气废热锅炉、焚烧炉废热锅炉	壳体	管程	碳钢	内衬耐火耐酸衬里
			壳程	碳钢	
		管子	碳钢		
	中压蒸汽过热器	壳体	碳钢	内衬耐火耐酸衬里	
		管子	12Cr1MoVG		
汽包	壳体、内构件	碳钢			
烟囱		壳体	碳钢	内衬耐火耐酸衬里, 上部应考虑耐稀硫酸腐蚀的材料	

表 6.7.1 硫磺回收装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
	<sup>a</sup> 反应器内构件根据需要也可采用 06Cr19Ni10、022Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 等材料。 <sup>b</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代, 采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。 <sup>c</sup> 湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。 <sup>d</sup> 急冷水注氨后的空冷器或冷却器可采用碳钢。			

## 6.8 溶剂再生装置

6.8.1 溶剂再生装置主要设备推荐用材见表 6.8.1。

6.8.2 溶剂再生装置主要管道推荐用材见表 6.8.2。当管道选用碳钢时, 应根据工艺操作条件考虑湿硫化氢腐蚀环境的影响。

表 6.8.1 溶剂再生装置主要设备推荐用材

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注	
塔器	再生塔	壳体	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>a</sup>		
		塔盘	022Cr19Ni10 <sup>a</sup>		
容器	富液闪蒸罐、酸性气分液罐	壳体	碳钢 <sup>b</sup>		
	其他容器	壳体	碳钢		
空冷器	再生塔顶空冷器	管箱	碳钢+022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>		
		管子	022Cr17Ni14Mo2 <sup>a</sup>		
	贫液空冷器	管箱	碳钢 <sup>c</sup>		
		管子	碳钢		
冷换设备	贫富液换热器	壳体	贫液侧	碳钢 <sup>c</sup>	
			富液侧	碳钢 <sup>b</sup>	
		管子	碳钢+022Cr19Ni10 <sup>a</sup>	富液温度≥90℃	
			022Cr19Ni10 <sup>a</sup>	富液温度≥90℃	
	贫液冷却器	壳体	碳钢 <sup>c</sup>		
		管子	碳钢 <sup>d</sup>		
	再生塔顶冷却器	壳体	热侧	碳钢 <sup>b</sup>	入口介质温度低于露点
			冷侧	碳钢+022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>	
		管子	022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>		
	重沸器	壳体	管程	碳钢	
壳程			碳钢+022Cr19Ni10 <sup>a、c</sup>		
管子		022Cr19Ni10 <sup>a、c</sup>			



表 6.8.1 溶剂再生装置主要设备推荐用材 (续)

类别	设备名称	设备部位	设备主材推荐材料	备注
<p><sup>a</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代, 采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。</p> <p><sup>b</sup> 湿硫化氢腐蚀环境, 腐蚀严重时可采用抗 HIC 钢。</p> <p><sup>c</sup> 当操作温度达到一定值 (如 MDEA 溶液: 82℃) 时应注意胺液的应力腐蚀开裂。</p> <p><sup>d</sup> 对于水冷却器, 水侧可涂防腐涂料。</p> <p><sup>e</sup> 对于重沸器, 当腐蚀严重时管子可采用 022Cr17Ni12Mo2, 壳程壳体及其他构件的耐腐蚀性能应与之匹配。</p>				

表 6.8.2 溶剂再生装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	推荐用材	备注
富液闪蒸罐	入口富溶剂管道	碳钢	
	出口富溶剂管道	碳钢	
溶剂再生塔	入口富溶剂管道	碳钢/022Cr19Ni10/ 022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>	
	塔顶酸性气管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>	
	塔底贫溶剂管道	碳钢	
再生塔顶空冷器	进口管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>	
	出口管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 <sup>a</sup>	
塔底重沸器	进口管道	碳钢	
	出口管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 <sup>a, b</sup>	
贫液空冷器	进出口管道	碳钢	
酸性气分液罐	进出口管道	碳钢	
<p><sup>a</sup> 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代, 采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。</p> <p><sup>b</sup> 当塔底重沸器结构形式有挥发空间时, 出口管道可选用碳钢。</p>			



附录 A  
(资料性附录)  
腐蚀曲线图表

- A.1 各种钢在高温硫中的腐蚀速率与温度的关系及腐蚀速率系数见图 A.1。  
A.2 临氢作业用钢防止脱碳和微裂的操作极限见图 A.2。  
A.3 高温氢气和硫化氢共存时油品中各种钢材的腐蚀曲线见图 A.3。  
A.4 碳钢在碱液中的使用温度与浓度极限见图 A.4。  
A.5 金属材料的高温氧化年腐蚀率见表 A.5。

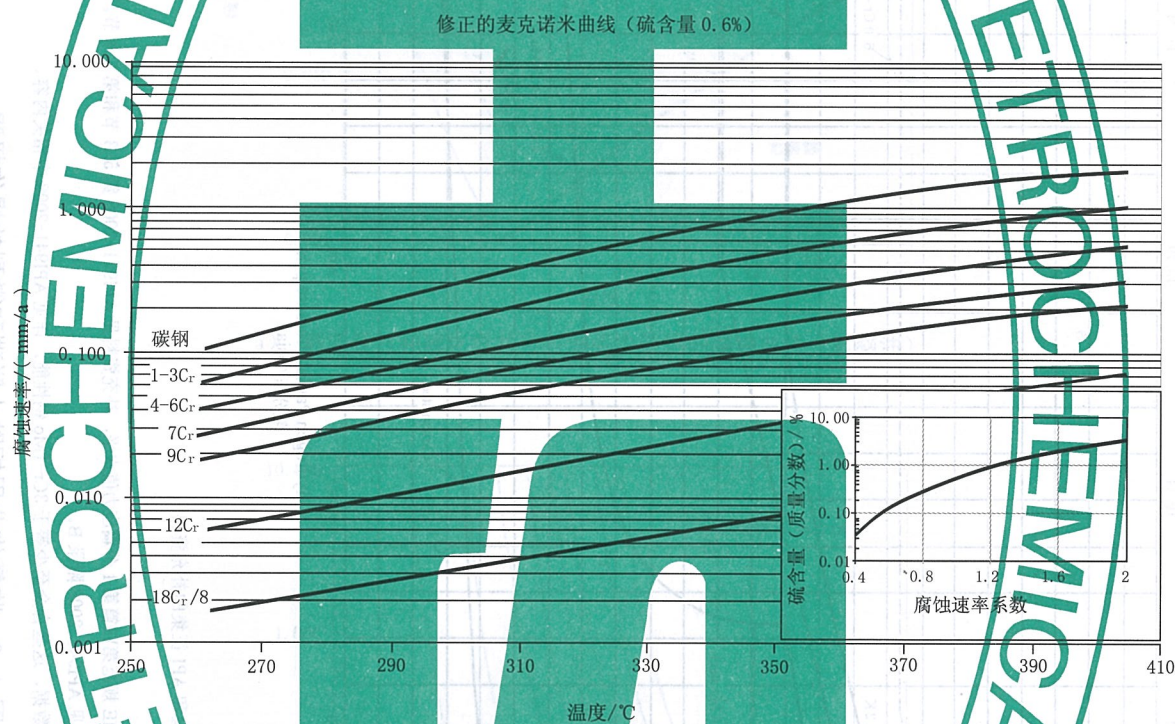
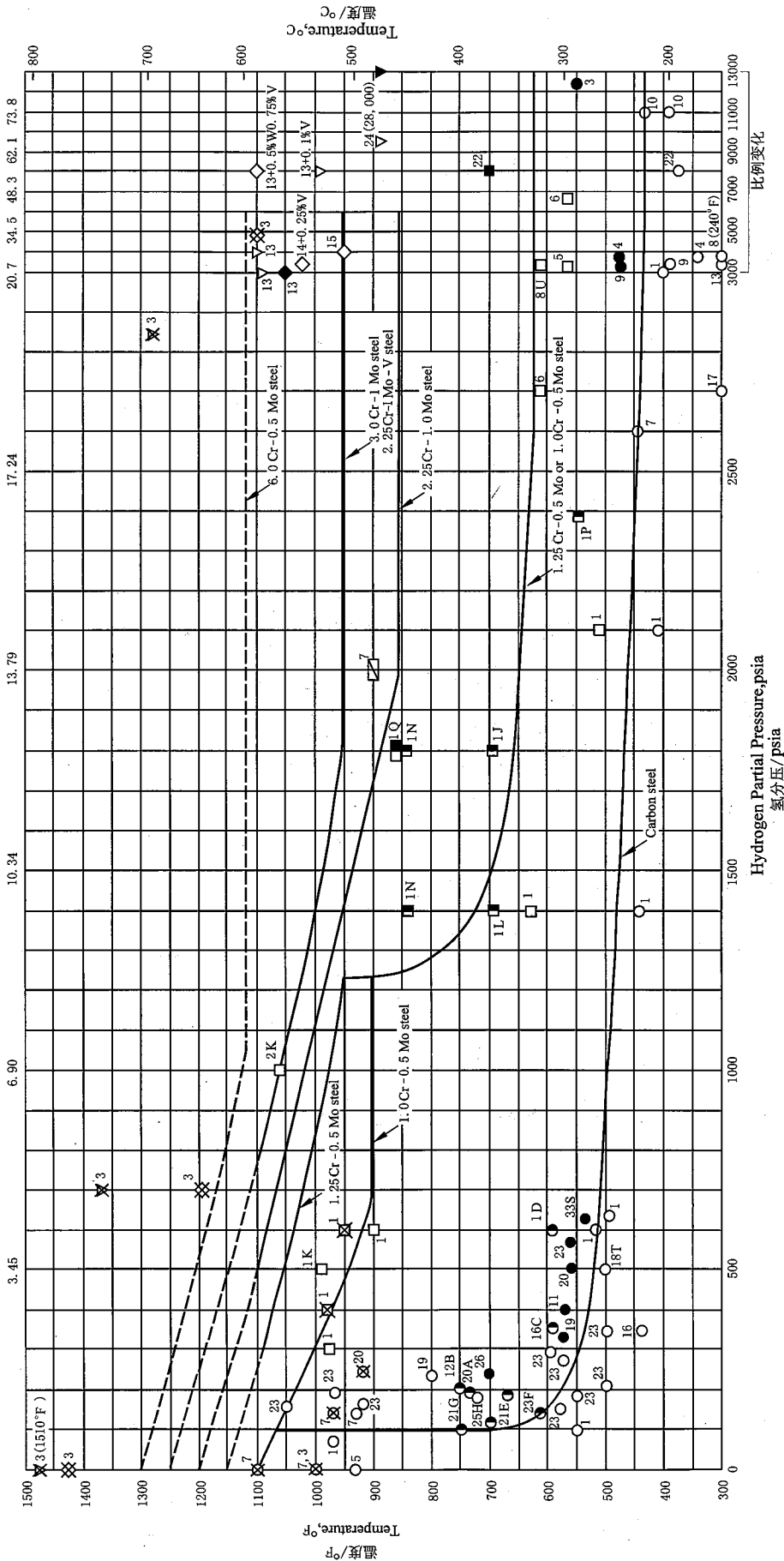


图 A.1 各种钢在高温硫中的腐蚀速率与温度的关系及腐蚀速率系数

氢分压 (绝) / MPa  
Hydrogen Partial Pressure, MPa Absolute

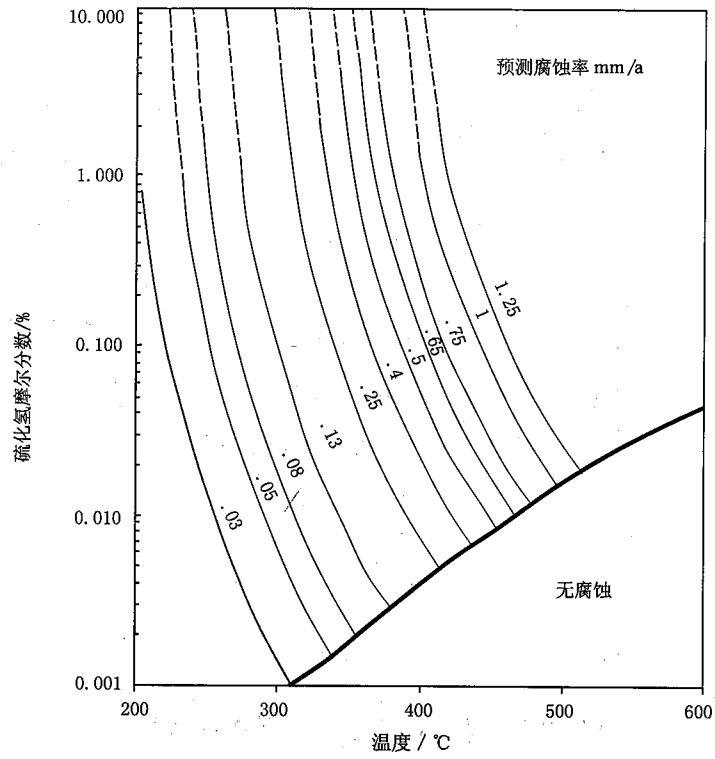


图例	表面脱碳	内部脱碳	安全	内部脱碳和微裂纹	表面脱碳	见API 941
Carbon steel	○	□	○	⊗	◊	◊
1.0Cr-0.5Mo	□	□	□	◊	◊	◊
2.25Cr-1.0Mo	□	□	□	◊	◊	◊
3.0Cr-1Mo	□	□	□	◊	◊	◊
2.25Cr-1Mo-V	□	□	□	◊	◊	◊
6.0Cr-0.5Mo	□	□	□	◊	◊	◊
13+0.5%W, 0.75%V	□	□	□	◊	◊	◊
13+0.25%V	□	□	□	◊	◊	◊
13+0.1%V	□	□	□	◊	◊	◊
24(28,000)	□	□	□	◊	◊	◊

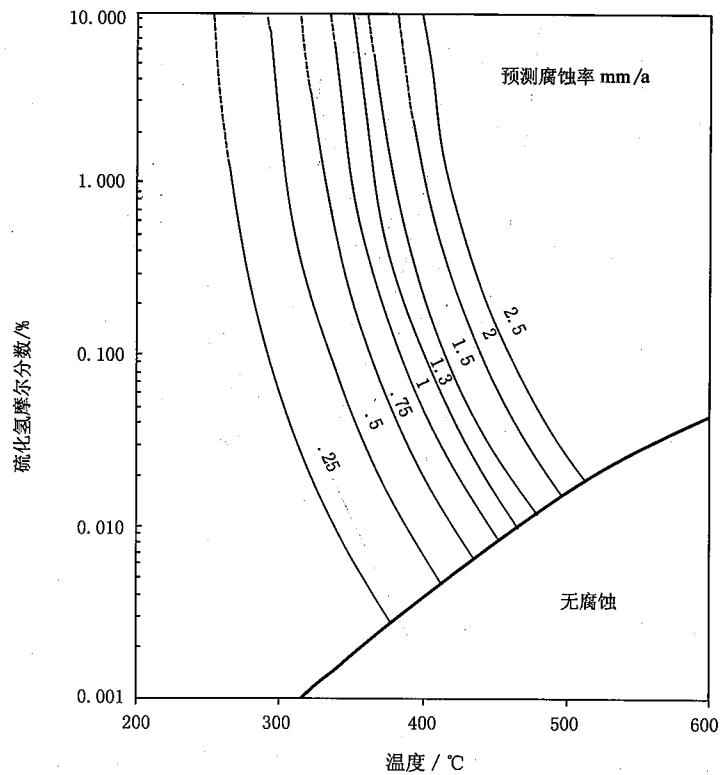
注1: 本曲线给出的极限是基于 G.A.Nelson 最初收集的操作经验和 API 征集的补充资料。  
 注2: 奥氏体不锈钢在任何温度条件下或氢压下不会脱碳。  
 注3: 本曲线给出的极限是基于铸钢及退火钢和正火钢采用 ASME 规范第 VIII 篇第 1 分篇应力值水平, 补充资料见 API 941-2008 第 5.3 节和第 5.4 节。  
 注4: 曾报道 1.25Cr-1MoV 钢在安全范围内发生若干裂纹, 详见 API 941-2008 附录 B。  
 注5: 包括 2.25Cr-1MoV 级钢是建立在 10 000h 实验室的试验数据, 这些合金至少等于 3Cr-1Mo 钢性能, 详见 API 941-2008 中相关内容。

图 A.2 临氢作业用钢防止脱碳和微裂的操作极限

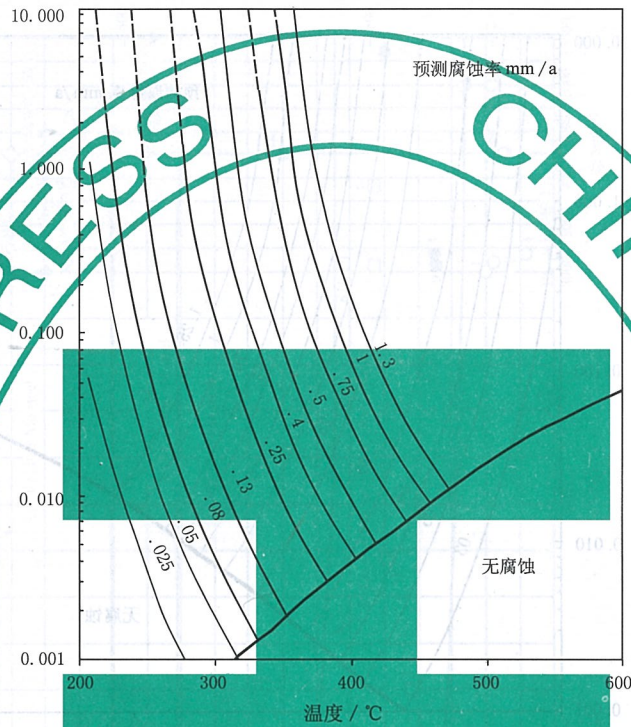




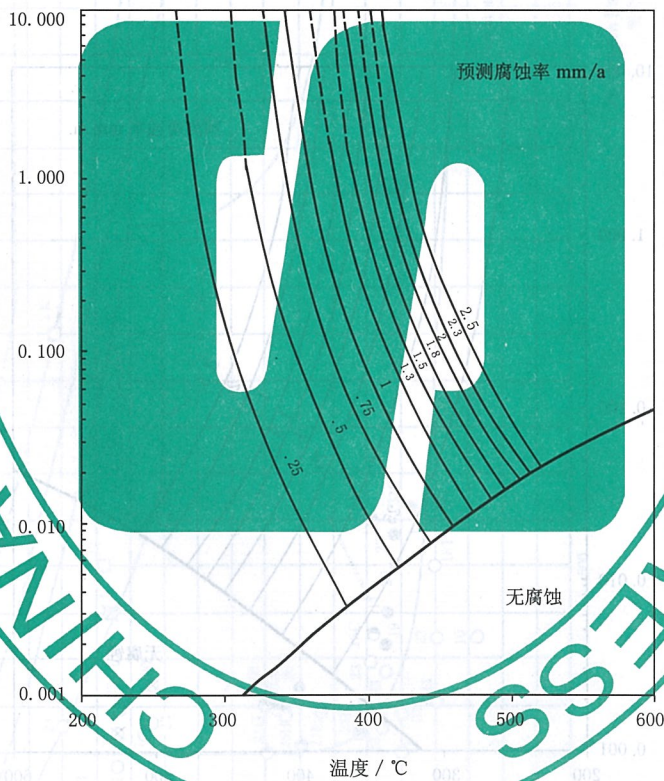
a) 高温氢气和硫化氢共存时油品中碳钢的腐蚀曲线（石脑油）



b) 高温氢气和硫化氢共存时油品中碳钢的腐蚀曲线（瓦斯油）

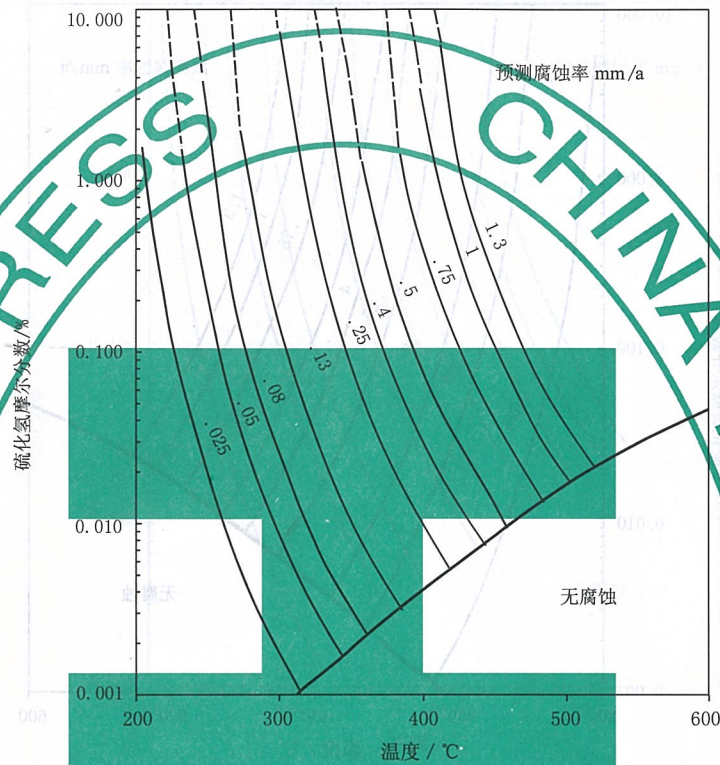


c) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 1.25Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)

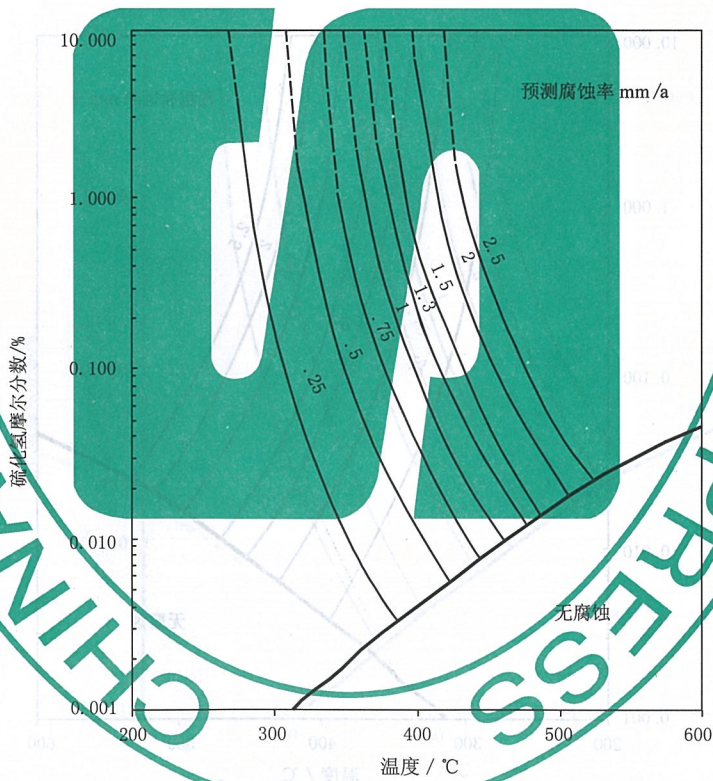


d) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 1.25Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)

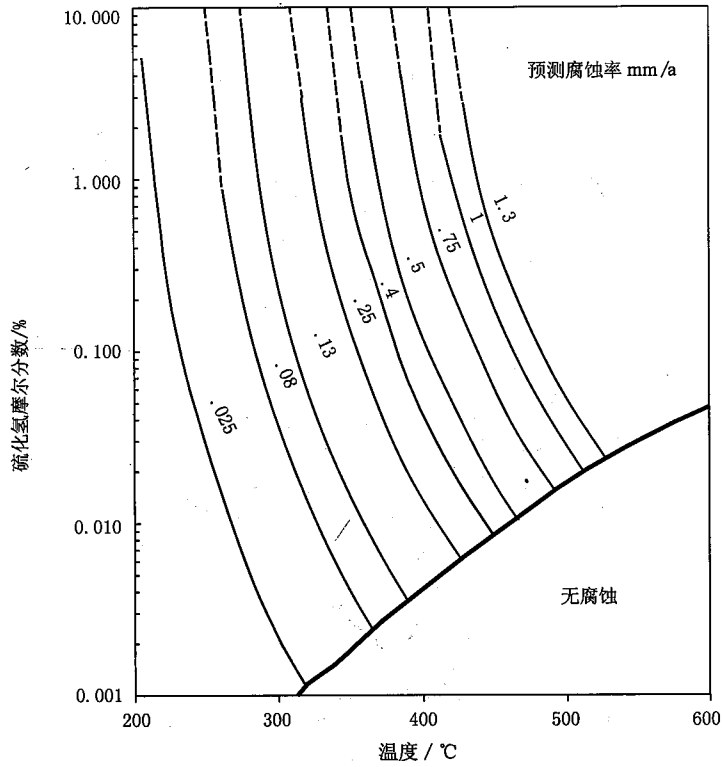




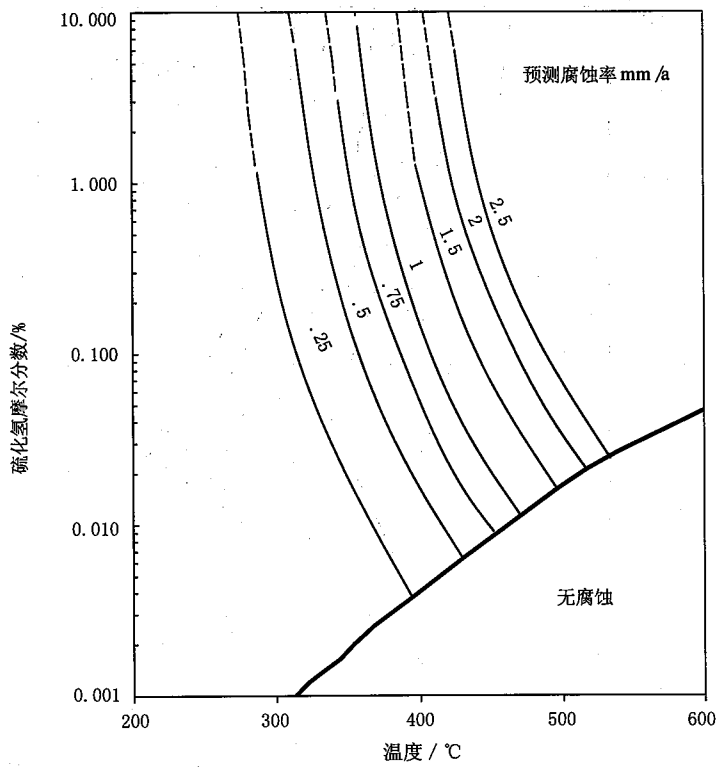
e) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 2.25Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)



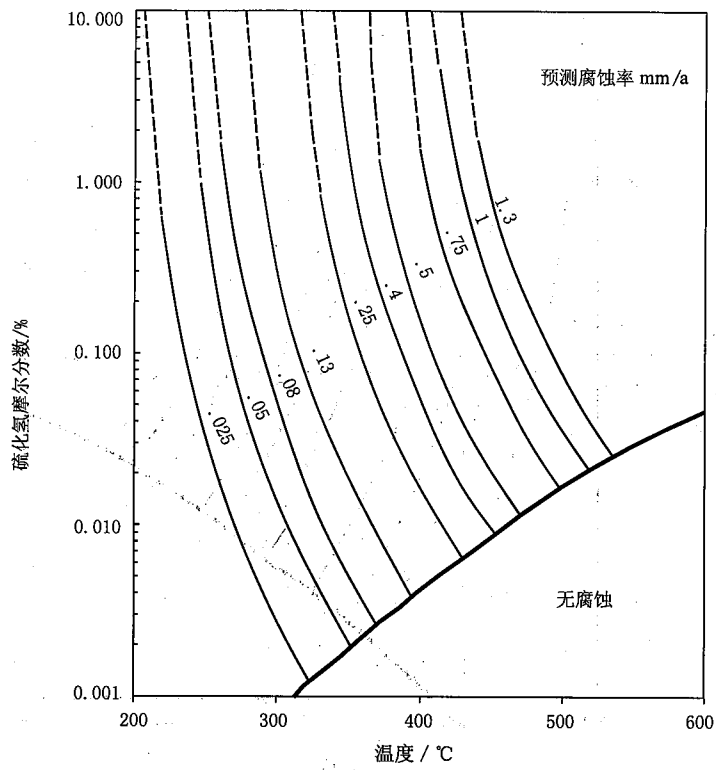
f) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 2.25Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)



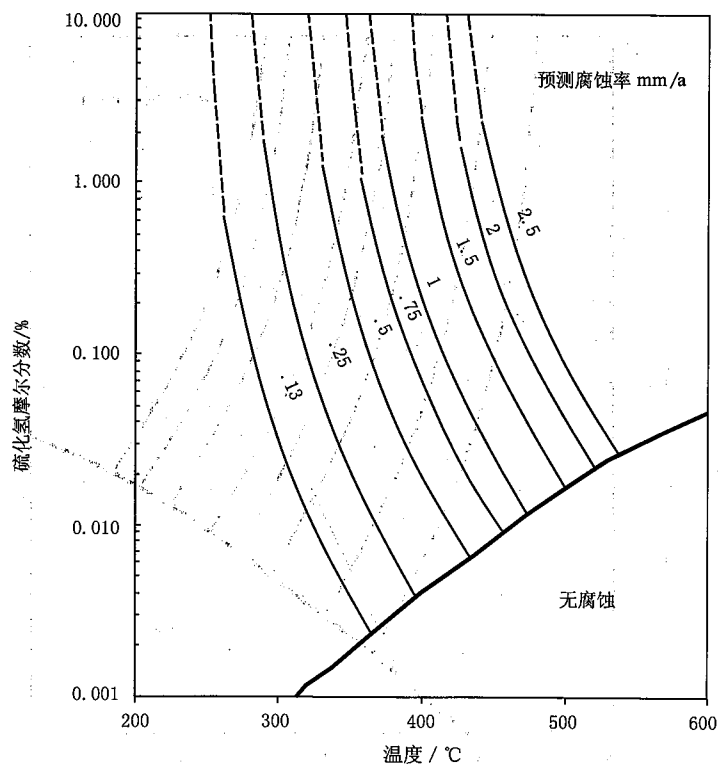
g) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 5Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)



h) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 5Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)

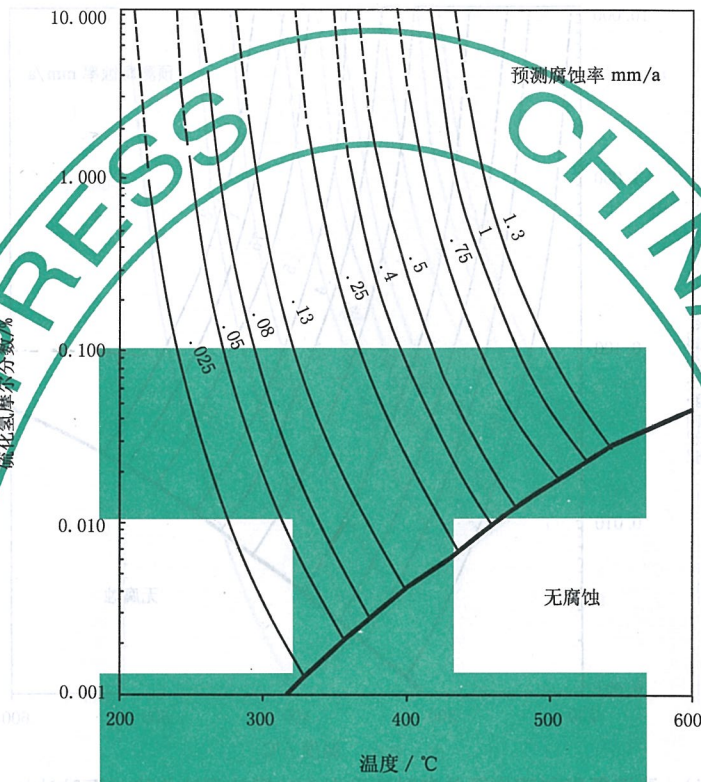


i) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 7Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)

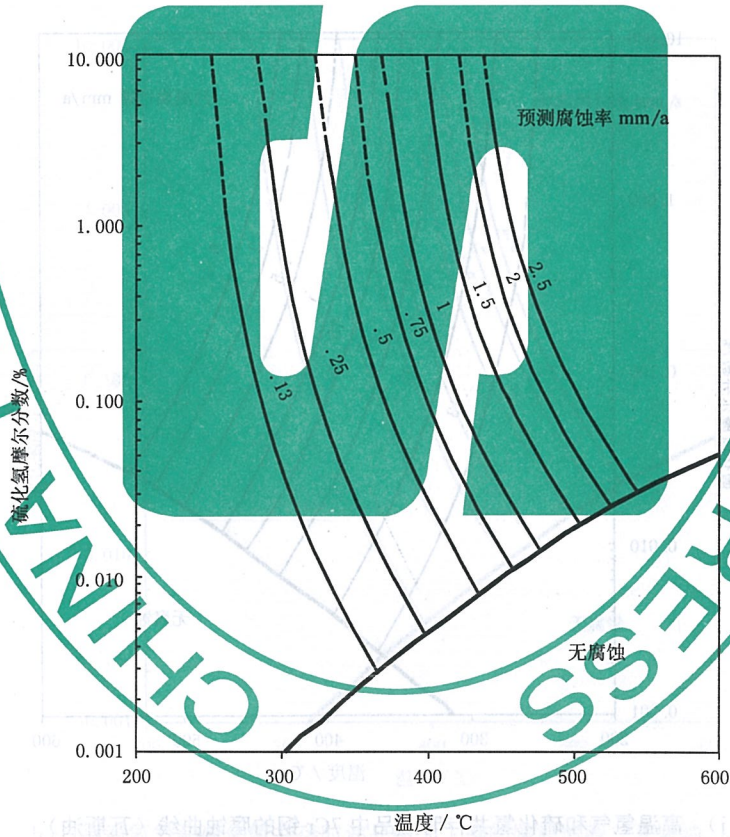


j) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 7Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)



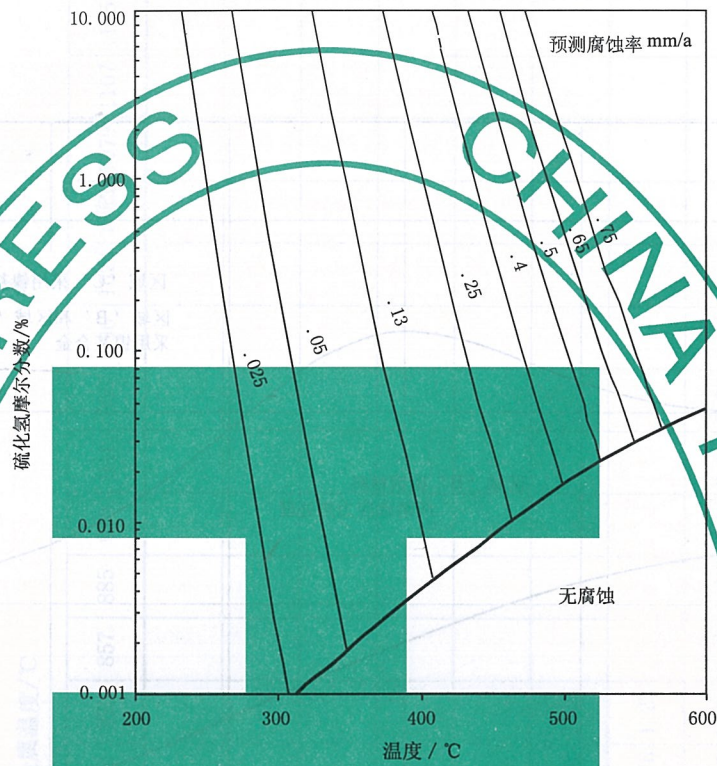


k) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 9Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)

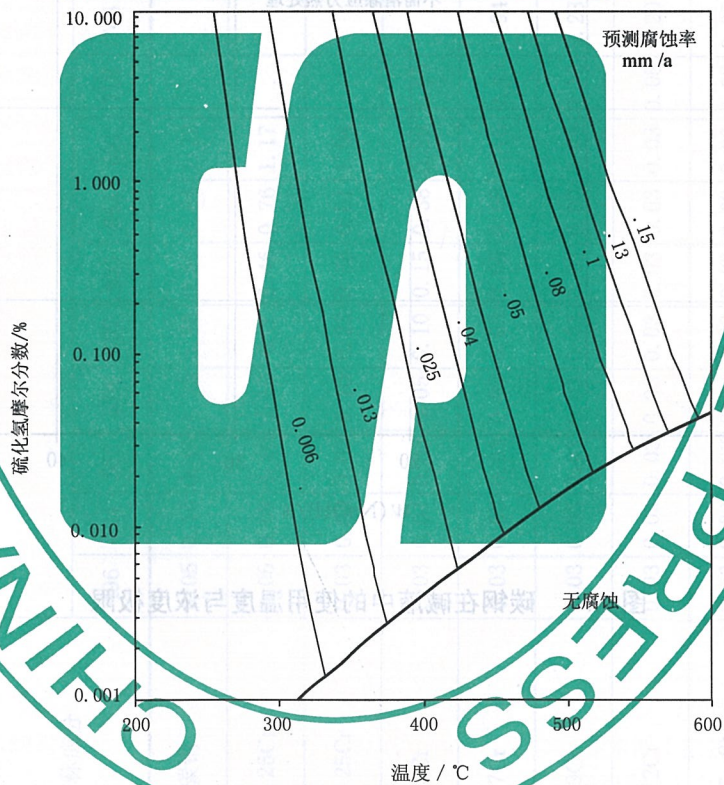


l) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 9Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)





m) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 12Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油、瓦斯油)



n) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 18Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油、瓦斯油)

图 A.3 高温氢气和硫化氢共存时油品中各种钢材的腐蚀曲线

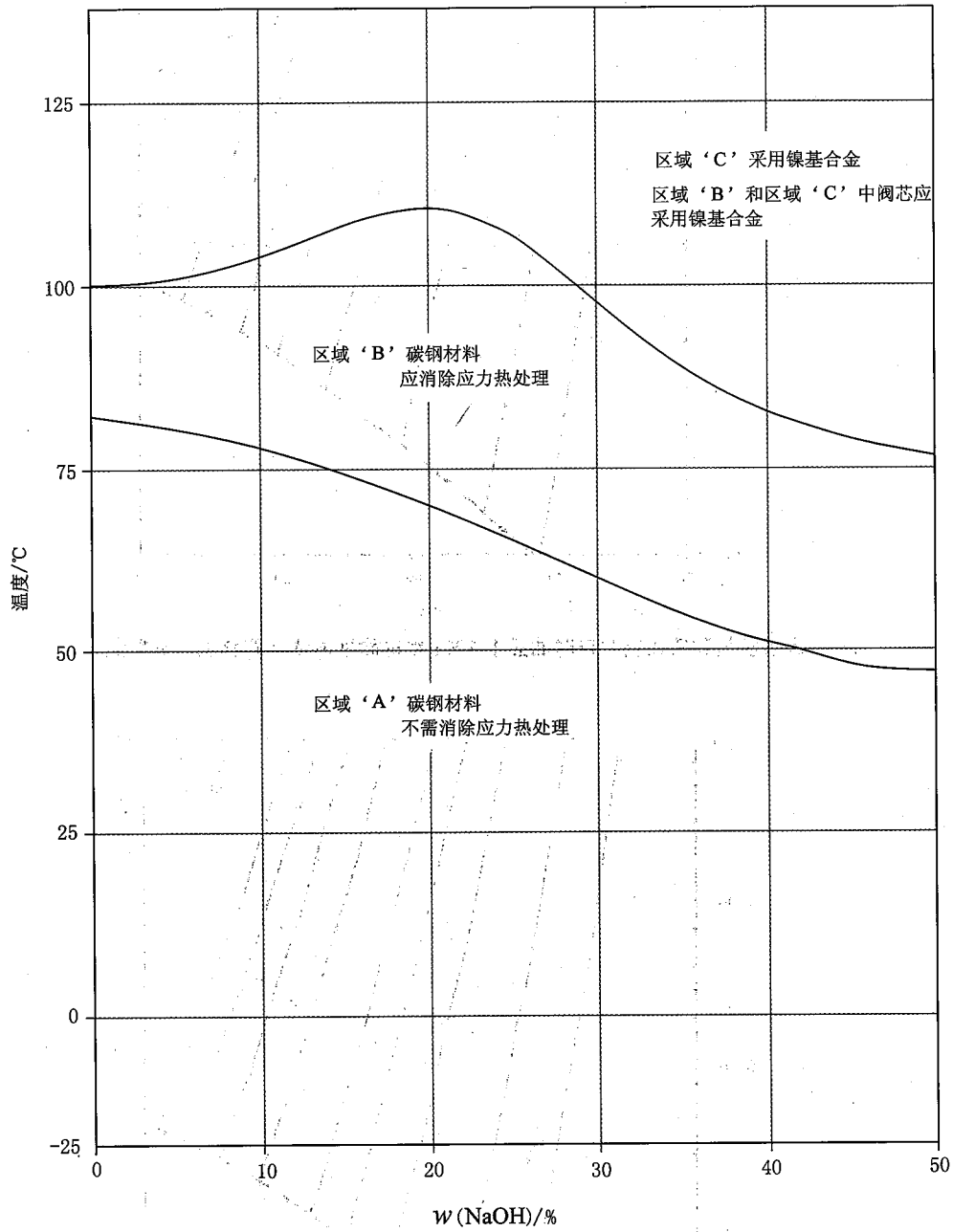


图 A.4 碳钢在碱液中的使用温度与浓度极限



表 A.5 金属材料的高温氧化年腐蚀率

单位为 mm/a

公称成分	最大金属温度/°C																								
	496	524	552	579	607	635	663	691	718	746	774	802	829	857	885	913	941	968	996	1024	1052	1079	1107	1135	
碳钢	0.05	0.10	0.15	0.23	0.36	0.56	0.84	1.22																	
1.25Cr	0.05	0.08	0.10	0.18	0.3	0.46	0.76	1.17																	
2.25Cr	0.03	0.03	0.05	0.10	0.23	0.36	0.61	1.04																	
5Cr	0.03	0.03	0.03	0.05	0.10	0.15	0.38	0.89	1.65																
7Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.15	0.43	0.94	1.52														
9Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.13	0.28	0.58	1.02	1.52												
12Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.20	0.38	0.76	1.27												
18Cr-8Ni	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.15	0.23	0.33	0.46	0.64	0.89	1.22						
23Cr-12Ni	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25	0.33	0.41	0.51	0.76	1.02	1.27			
25Cr-20Ni	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.13	0.18	0.20	0.25	0.33	0.38	0.48	0.58	0.69	0.79	
21Cr-33Ni (N08810)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.08	0.10	0.15	0.20	0.25	0.33	0.43	0.53	0.69	0.84	1.04	1.27	

附录 B  
(资料性附录)  
部分金属材料的牌号对照

表 B 部分金属材料的牌号对照

公称成分	统一数字代号 <sup>a</sup>	统一牌号 <sup>b</sup>	板材 <sup>c</sup>	管材 <sup>d</sup>	ASTM/(ASME)
12Cr-A1	S11348	06Cr13A1	06Cr13A1		405/S40500
13Cr	S41008 <sup>e</sup>	06Cr13	06Cr13		410S/S41008
18Cr-8Ni	S30408	06Cr19Ni10	06Cr19Ni10	0Cr18Ni10	304/S30400
18Cr-8Ni	S30403	022Cr19Ni10	022Cr19Ni10	00Cr19Ni10	304L/S30403
18Cr-8Ni	S30409	07Cr19Ni10	07Cr19Ni10		304H/S30409
18Cr-10Ni-Ti	S32168	06Cr18Ni11Ti	06Cr18Ni11Ti	0Cr18Ni10Ti	321/S32100
18Cr-10Ni-Nb	S34778	06Cr18Ni11Nb	06Cr18Ni11Nb	0Cr18Ni11Nb	347/S34700
16Cr-12Ni-2Mo	S31608	06Cr17Ni12Mo2	06Cr17Ni12Mo2	0Cr17Ni12Mo2	316/S31600
16Cr-12Ni-2Mo	S31603	022Cr17Ni12Mo2	022Cr17Ni12Mo2	00Cr17Ni14Mo2	316L/S31603
16Cr-12Ni-2Mo	S31609	07Cr17Ni12Mo2			316H/S31609
18Cr-13Ni-3Mo	S31708	06Cr19Ni13Mo3	06Cr19Ni13Mo3	0Cr19Ni13Mo3	317/S31700
18Cr-13Ni-3Mo	S31703	022Cr19Ni13Mo3	022Cr19Ni13Mo3	00Cr19Ni13Mo3	317L/S31703
23Cr-12Ni	S30908	06Cr23Ni13	06Cr23Ni13	0Cr23Ni13	309S/S30908
25Cr-20Ni	S31008	06Cr25Ni20	06Cr25Ni20	0Cr25Ni20	310S/S31008
22Cr-5Ni-3Mo-N	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	022Cr22Ni5Mo3N	022Cr22Ni5Mo3N	S31803
22Cr-5Ni-3Mo-N	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	022Cr23Ni5Mo3N	022Cr23Ni5Mo3N	2205/S32205
25Cr-7Ni-4Mo-N	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	022Cr25Ni7Mo4N	022Cr25Ni7Mo4N	2507/S32750
24Ni-21Cr-6Mo-Cu-N					N08367
42Ni-21.5Cr-5Mo-2.3Cu		NS1402			N08825
60Ni-22Cr-9Mo-3.5Cb		NS3306			N06625
67Ni-30Cu		NCu30	NCu30		N04400

<sup>a</sup> 国产材料的统一数字代号见 GB/T 20878—2007《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》。

<sup>b</sup> 国产材料的统一牌号见 GB/T 5235—2007《加工镍及镍合金化学成分和产品形状》、GB/T 15007—2008《耐腐蚀合金牌号》、GB/T 20878—2007《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》等标准，采用国外材料时见相应的国外标准规范。

<sup>c</sup> 板材牌号见 GB/T 3280—2007《不锈钢冷轧钢板和钢带》、GB/T 4237—2007《不锈钢热轧钢板和钢带》、GB/T 4238—2007《耐热钢钢板和钢带》、GB/T 2054—2005《镍及镍合金板》、GB 24511—2009《承压设备用不锈钢钢板和钢带》等标准。

<sup>d</sup> 管材牌号见 GB 13296—2007《锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管》、GB/T 21832—2008《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》、GB/T 21835—2008《奥氏体-铁素体型双相不锈钢无缝钢管》等标准，GB/T 12771—2008《流体输送用不锈钢焊接钢管》和 GB/T 14976—2012《流体输送用不锈钢无缝钢管》的牌号采用 GB/T 20878—2007《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》中的统一牌号。

<sup>e</sup> 在 GB 24511—2009《承压设备用不锈钢钢板和钢带》中，06Cr13 的统一数字代号为 S11306。



## 本导则用词说明

- 1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。





中华人民共和国石油化工行业标准

# 高硫原油加工装置 设备和管道设计选材导则

SH/T 3096—2012

条文说明

2012 北京

## 修 订 说 明

SH/T 3096—2012《高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则》，经工业和信息化部 2012 年 11 月 7 日以第 55 号公告批准发布。

本导则是在 SH/T 3096—2001《加工高硫原油重点装置主要设备设计选材导则》和 SH/T 3129—2002《加工高硫原油重点装置主要管道设计选材导则》的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国石化集团洛阳石油化工工程公司，参编单位是中国石油化工股份有限公司茂名分公司，主要起草人员是陈崇刚、赵建新、郑其详、徐耀康、刘洪福、陈跃双、岳进才、李苏秦、顾望平。

本导则修订过程中，编制组进行了比较详细的调查研究，总结了我国石油化工有限公司近十年来加工高硫原油大型炼油装置设计选材的实践经验，同时参考了国外先进技术法规和技术标准，对石油化工设备和管道用材料在腐蚀数据的选取、腐蚀控制方法和材料技术要求等方面提供了最新的方法和较严的控制措施。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本导则时能正确理解和执行条文规定，《高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则》编制组按章、条顺序编制了本导则的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与导则正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握导则规定的参考。

## 目 次

1 范围 .....	43
3 术语和定义 .....	43
4 选材原则 .....	43
5 一般规定 .....	43
6 高硫原油加工装置设备和管道设计选材 .....	43
6.1 原油蒸馏装置 .....	43
6.2 催化裂化装置 .....	44
6.3 延迟焦化装置 .....	44
6.4 加氢裂化装置 .....	44
6.8 溶剂再生装置 .....	44
附录 A (资料性附录) 腐蚀曲线图表 .....	45



## 高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则

### 1 范围

本导则适用范围中“加工高硫原油且以硫腐蚀为主”是指加工按本导则所定义的高硫低酸原油，且造成设备和管道的均匀腐蚀和局部腐蚀破坏的腐蚀介质是以硫或硫的化合物为主的腐蚀环境。

### 3 术语和定义

3.1 酸值采用 GB 264—1983《石油产品酸值测定方法》测定是基于加工高酸低硫原油的均匀腐蚀速率的数据均以中和法估算的。

### 4 选材原则

4.1 本条是指设备和管道选材是建立在生产装置合理采用脱盐和注水、注缓蚀剂、注胶且达到设计文件要求的前提下，而且在有条件的情况下可采用腐蚀监测等措施的基础上确定的。

### 5 一般规定

5.2 管道元件的设计寿命原则上不应低于 10 年，在考虑管道元件设计寿命时，应根据操作条件下的介质参数、材料的腐蚀速率和设计寿命确定的腐蚀裕量综合考虑，以保证材料在设计寿命期内其腐蚀裕量不超过本导则 5.3 c) 的规定。

5.4 在选用设备和管道材料时，应根据介质的状态、流速、流态以及是否处于相变部位等因素，对设备和管道局部部位的材料和结构设计进行如加大流通面积、降低流速、适当增加壁厚、增设挡板以及局部材料升级等，以防止局部产生严重腐蚀。

5.8 设备壳体采用的碳钢应是 GB 150《压力容器》、GB 713《锅炉和压力容器用钢板》等相关国家和行业标准规定的碳素钢和碳锰钢。

### 6 高硫原油加工装置设备和管道设计选材

#### 6.1 原油蒸馏装置

表 6.1.1 脚注 c：常压塔、减压塔在操作温度小于 240℃ 时，当用户在这些部位有成熟的使用经验时其塔体可采用碳钢。

表 6.1.1 脚注 f：“湿硫化氢腐蚀环境”的定义和分类参见 SH/T 3075—2009《石油化工钢制压力容器材料选用规范》附录 G。

表 6.1.1 脚注 i：管壳式水冷却器在水侧涂防腐涂料目前仍然是较好的选择，国内研制的 TH-847、TH-901 和 SHY-99 等涂料已有长期的使用经验。目前影响涂层换热器使用寿命的主要因素是在检修、开停工中采用蒸汽吹扫，高流速的蒸汽吹扫易损坏涂层，影响换热器在其后的使用。只要在采购、制造、安装、使用的各阶段采取有利于保证涂层质量、保护涂层完好的措施，就可以提高涂层换热器的使用寿命。

表 6.1.1 脚注 j：渗铝钢抗高温硫腐蚀及抗高温氧化的性能比较好，作为高温部位的塔盘材质是可行的，但用于换热管束等承压部件时，建议选用者充分考虑到由于高温渗铝过程对材料力学性能可能发生的不良影响，同时应对其制造、焊接、检验进行严格控制，以达到规定的材料力学性能要求。

## 6.2 催化裂化装置

催化分馏塔：考虑到与加工高硫原油相适应的催化裂化装置进料的硫含量较高，塔顶部的 H<sub>2</sub>S 浓度较高，腐蚀严重和下部温度较高，存在高温硫的腐蚀，本次修订将催化分馏塔材料选择进行了温度分段，顶部 4 层~5 层塔盘以上及封头采用碳钢+06Cr13(06Cr13A1)，其他部位：小于或等于 350℃，选用碳钢+06Cr13；大于 350℃，选用碳钢+022Cr19Ni10。

表 6.2.1 脚注 i：当介质温度小于 288℃且馏分油中的硫含量小于 2%时，容器和换热器的壳体可采用碳钢。这一条主要基于馏分油中硫在不同的馏分中分布是不一样的，设计者应根据工艺计算的硫含量和现场的实际腐蚀情况确定选择的材料。

换热器：根据现场实际运行情况，虽然高温油浆的硫含量比较高，但因其硫化物的分子量大，活性低，腐蚀并不严重，换热器管束材料可选用碳钢，但需注意油浆系统固体颗粒（催化剂）的磨损和堵塞；解析塔底重沸器管子腐蚀比较严重，本次修订管子材料调整为 022Cr19Ni10，其他油气换热器和重沸器按温度区域进行材料选择。

## 6.3 延迟焦化装置

当前，随着延迟焦化装置向大型化发展，焦炭塔的尺寸也不断增大。焦炭塔的选材，应充分考虑经济合理、大型化及抗低频疲劳破坏等。故本次修订焦炭塔取消了碳钢材料选项，只规定了采用铬钼钢，具体采用何种铬钼钢由设计者确定。

## 6.4 加氢裂化装置

(1) 加氢反应器：目前的加氢裂化装置反应器都采用热壁式结构，反应器基体材料的选用除应符合附录 A 的曲线外，尚应根据反应器的尺寸、重量以及运输条件等综合考虑确定，本次修订增加了 1.25Cr-0.5Mo 材料，但由于该材料壳体厚度超过 100mm 后，其低温冲击功并不稳定，因此，根据国内外对该材料的使用限制结合国内钢厂具体生产情况，该材料的使用厚度限制到 80mm 以下。加氢裂化反应器的复层目前一般采用堆焊 TP309L+TP347，进口的加氢裂化反应器的复层也有采用单层堆焊的，因此本次修订堆焊给出两种选择。

(2) 分馏塔：从近几年来加工高硫原油的加氢装置的分馏塔腐蚀情况来看，有部分用户在役使用的分馏塔其下部高温部分（超过 288℃，包括底封头）腐蚀比较严重，也有部分用户的分馏塔下部高温区域没有腐蚀，因此，本次修订在壳体材料选择上，其下部高温区域（原则上大于 288℃）可选用奥氏体复合板材料。

(3) 反应流出物空冷器：目前国内加氢裂化装置反应流出物空冷器大多采用碳钢，但近年来炼油厂加工高硫原油以来，采用碳钢材料的高压空冷器频繁出现泄漏事故，由于反应流出物空冷器操作条件比较复杂，主要产生 NH<sub>4</sub>Cl、NH<sub>4</sub>HS 腐蚀及流体的冲蚀、磨蚀，影响因素比较多，为了进一步提高反应流出物空冷器的使用安全性，本次修订建议在考虑投资的前提下，可优选高等级材料。

## 6.8 溶剂再生装置

重沸器：溶剂再生装置处理的介质中含有多种腐蚀介质时，其腐蚀性可能比单一腐蚀介质严重，因此重沸器的管束可根据实际运行情况和经验选用 022Cr19Ni10 或 022Cr17Ni12Mo2。

附录 A  
(资料性附录)  
腐蚀曲线图表

A.1 图 A.1 各种钢材在高温硫腐蚀环境中的腐蚀速率为 API RP939-C—2009《Guidelines for Avoiding Sulfidation (sulfidic) Corrosion Failures in Oil Refineries》图 B.2 修正的 McConomy 曲线, 使用此曲线时应注意该图为硫含量为 0.6% 时的腐蚀速率, 当硫含量为 0.4%~2.0% 时应乘以腐蚀速率系数。当硫含量超过 2% 时, 可参考 API RP581—2008 表 2.B.3.2M~表 2.B.3.2.10M 中高硫低酸的腐蚀速率数据。

A.2 图 A.2 取自 API RP941—2008《Steel For Hydrogen Service Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants》图 1, 其中温度取最高操作温度加 28℃, 压力取最高操作氢分压。

A.3 图 A.3 取自 API RP939-C—2009《Guidelines for Avoiding Sulfidation (sulfidic) Corrosion Failures in Oil Refineries》图 B.3~图 B.10。图中的瓦斯油 (gas oil) 为常压塔蒸馏出的 200℃~380℃ 馏分, 用作生产航空煤油、轻柴油和重柴油 (简称 VGO), 以及减压塔蒸馏出的 200℃~500℃ 馏分, 用作生产润滑油或催化裂化、加氢裂化的原料。石脑油 (naphtha) 为初馏点至 220℃ 左右的馏分, 主要用作重整和化工原料 (轻、重石脑油)。

A.4 图 A.4 取自 API RP581—2008 图 7.1M。本图来自 API RP581《Risk-Based Inspection Technology》。

A.5 表 A.5 取自 API RP581—2008 表 2.B.9.2M~表 2.B.9.3M。



中华人民共和国  
石油 化 工 行 业 标 准  
高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则  
SH/T 3096—2012

\*

中国石化出版社出版  
中国石化集团公司工程标准发行总站发行  
地址：北京市东城区安定门外大街 58 号  
邮编：100011 电话：(010) 84271850  
石化标准编辑部电话：(010) 84289937  
读者服务部电话：(010) 84289974  
<http://www.sinopec-press.com>  
E-mail: [press@sinopec.com](mailto:press@sinopec.com)  
版权专有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 3.25 字数 100 千字  
2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

\*

书号：155114·0609 定价：44.00 元  
(购买时请认明封面防伪标识)