



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3129—2012

代替 SH/T 3096—2001, SH/T 3129—2002

高酸原油加工装置 设备和管道设计选材导则

Material selection guideline for design of equipment and piping
in units processing acid 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2

6 高酸原油加工装置设备和管道设计选材3

 6.1 原油蒸馏装置3

 6.2 延迟焦化装置7

 6.3 加氢裂化装置11

 6.4 加氢精制装置12

附录 A (资料性附录) 腐蚀曲线图表15

附录 B (资料性附录) 部分金属材料的牌号对照26

本导则用词说明27

附：条文说明 29

Contents

Foreword	III
1 Scope.....	1
2 Normative references.....	1
3 Terms and definitions.....	1
4 Material selection principle	1
5 General provisions.....	2
6 Material selection for design of equipment and piping in units processing sour crude oils	3
6.1 Crude distillation unit	3
6.2 Delayed coking unit	7
6.3 Hydrocracking unit	11
6.4 Hydrofining unit	12
Annex A (Informative) Corrosion curve graphs and table	15
Annex B (Informative) Part of metal grades comparison	26
Explanation of wording in this guideline.....	27
Add: Explanation of articles	29

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:高酸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 3129—2012《高酸原油加工装置设备和管道设计选材导则》。
- 取消了“流化催化裂化装置主要设备的推荐用材表”,增加了“加氢精制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”、“金属材料的高温氧化年腐蚀率表”和“部分金属材料的牌号对照表”。

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 葛春玉 张迎恺 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。

高酸原油加工装置设备和管道设计选材导则

1 范围

本导则规定了高酸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酸原油且以酸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 石油产品酸值测定法

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

SH/T 3096 高硫原油加工装置设备和管道设计选材导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本导则。

3.1

酸值 total acid number (TAN)

中和 1 克石油产品所需的氢氧化钾毫克数。

3.2

高酸高硫原油 high acid number and high sulfide content crude oil

按 GB 264—1983 规定的方法测定的原油酸值大于或等于 0.5mgKOH/g，且总硫含量（质量分数）大于或等于 1.0% 的原油。

3.3

高酸低硫原油 high acid number and low sulfide content crude oil

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

3.4

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。

3.5

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原油中的酸值和含硫量为依据,并应考虑操作条件下可能达到的最大酸值、酸与硫的组合共同作用以及介质流动状态、流体速度等对设备和管道腐蚀所产生的影响。

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 对于原油蒸馏装置的设备和管道、延迟焦化装置焦炭塔之前的设备和管道以及加氢裂化、加氢精制和渣油加氢装置原料油侧的管道按照以下要求进行选材:

- a) 介质温度小于 240℃时,宜选用碳钢;
- b) 介质温度大于或等于 240℃且小于 288℃、介质为液相且流速小于 3m/s 时,宜选用 1Cr5Mo 或 022Cr19Ni10 (包括 06Cr18Ni11Ti、06Cr19Ni10 等);流速大于或等于 3m/s 或介质为气液两相时,宜选用 022Cr19Ni10 (包括 06Cr18Ni11Ti、06Cr19Ni10 等);
- c) 介质温度大于或等于 288℃且流速小于 30m/s 时,宜选用 022Cr19Ni10 (包括 06Cr18Ni11Ti、06Cr19Ni10 等) 或 022Cr17Ni12Mo2 (包括 06Cr17Ni12Mo2);
- d) 介质的温度大于或等于 240℃且流速大于或等于 30m/s 时,宜选用 022Cr17Ni12Mo2 (包括 06Cr17Ni12Mo2, 材料的 Mo 含量不小于 2.5%) 或 022Cr19Ni13Mo3 (包括 06Cr19Ni13Mo3)。

5.6 催化裂化、硫磺回收、气体脱硫和溶剂再生等装置的设备和管道的设计选材可按 SH/T 3096 的推荐选用。

5.7 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。

5.8 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。

5.9 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。

5.10 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。

5.11 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。

5.12 各种钢在高温硫中的腐蚀速率参见附录 A 图 A.1。

5.13 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。

5.14 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。

5.15 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。

5.16 金属材料的高温氧化腐蚀率参见附录 A 表 A.5。

5.17 部分金属材料的牌号对照参见附录 B。

6 高酸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 加工高酸低硫和高酸高硫原油蒸馏装置主要设备推荐用材见表 6.1.1。

6.1.2 加工高酸低硫和高酸高硫原油蒸馏装置主要管道推荐用材见表 6.1.2。

表 6.1.1 加工高酸低硫和高酸高硫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+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 ≥ 240℃
	初馏塔	顶封头	碳钢+06Cr13 (06Cr13Al) ^b	
		筒体、底封头	碳钢	介质温度 < 240℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 ≥ 240℃
		塔盘	06Cr13	介质温度 < 240℃
			022Cr19Ni10 ^a	介质温度 ≥ 240℃
	常压塔	顶封头、顶部筒体	碳钢+NCu30 ^{b, c}	含顶部 4 层~5 层塔盘以上塔体
		其他筒体、底封头	碳钢+06Cr13 ^d	介质温度 < 240℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
			碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度 ≥ 288℃
		塔盘	NCu30 ^{b, c}	顶部 4 层~5 层塔盘
			06Cr13	介质温度 < 240℃
			022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
			022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度 ≥ 288℃
		填料	022Cr19Ni10 ^{a, e}	介质温度 < 288℃
			022Cr17Ni12Mo2 ^{a, e}	介质温度 ≥ 288℃
塔 器	常压汽提塔 减压汽提塔	壳体	碳钢	介质温度 < 240℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
			碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度 ≥ 288℃
		塔盘	06Cr13	介质温度 < 240℃
			022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
			022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度 ≥ 288℃

表 6.1.1 加工高酸低硫和高酸高硫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	减压塔	壳体		碳钢+06Cr13 ^d	介质温度<240℃
				碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
				碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度≥288℃
		塔盘		06Cr13	介质温度<240℃
				022Cr19Ni10 ^a	介质温度≥240℃
				022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度≥288℃
		集油箱、分配器、 填料支撑等 其他内构件		06Cr13	介质温度<240℃
				022Cr19Ni10 ^{a, e}	介质温度 240℃~288℃
				022Cr17Ni12Mo2 ^{a, e}	介质温度≥288℃
		填料		022Cr19Ni10 ^a	介质温度<240℃
				022Cr17Ni12Mo2 ^{a, e}	介质温度 240℃~288℃
				022Cr19Ni13Mo3 ^a	介质温度≥288℃
容 器	电脱盐罐			碳钢	
	塔顶油气回流罐、 塔顶油气分离器	壳体		碳钢 ^f	可内涂防腐涂料
	容器	壳体		碳钢	介质温度<240℃
				碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
				碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度≥288℃
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 ^g	
			管子	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N ^g	
		其他	管箱	碳钢 ^f	
			管子	碳钢 ^f	可内涂防腐涂料
	产品空冷器	管箱		碳钢	
		管子		碳钢	
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 ^g	指油气侧
			管子	022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N ^g	
		其他	壳体	碳钢 ^f	指油气侧
			管子	碳钢 ^{h, f}	油气侧可涂防腐涂料

表 6.1.1 加工高酸低硫和高酸高硫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	其他油气换热器、 其他油气冷却器	壳体		碳钢	介质温度<240℃
				碳钢+022Cr19Ni10 ^a	介质温度 240℃~288℃
				碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^a	介质温度≥288℃
		管子		碳钢 ^b	油气温度<240℃
				022Cr19Ni10 ^{a, i}	油气温度 240℃~288℃
				022Cr17Ni12Mo2 ^{a, i}	油气温度≥288℃
加 热 炉	常压炉	炉管	对流段	1Cr5Mo	
				06Cr18Ni10Ti	
		辐射段		022Cr17Ni12Mo2 ^j	
	减压炉	炉管	对流段	06Cr18Ni11Ti	
			辐射段	022Cr17Ni12Mo2 ^j	

- ^a 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代,采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代,采用 022Cr19Ni13Mo3 时可由 06Cr19Ni13Mo3 替代。
- ^b 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 (06Cr13Al) 复合板,顶部塔盘可采用 06Cr13。
- ^c 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 (06Cr13Al),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。
- ^d 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。
- ^e 腐蚀严重时介质温度为 240℃~288℃ 的常压塔填料和减压塔填料支撑构件可采用 06Cr17Ni12Mo2 或 022Cr17Ni12Mo2,介质温度大于或等于 288℃ 的常压塔填料和减压塔填料支撑构件及介质温度为 240℃~288℃ 的减压塔填料可采用 06Cr19Ni13Mo3 或 022Cr19Ni13Mo3。
- ^f 湿硫化氢腐蚀环境,腐蚀严重可采用抗 HIC 钢。
- ^g 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。
- ^h 对于水冷却器,水侧可涂防腐涂料。
- ⁱ 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,但不应降低管板及其他构件的耐腐蚀性能。
- ^j 流速大于或等于 30m/s 的常压炉和减压炉炉管采用 022Cr17Ni12Mo2 时,材料中的钼含量应不小于 2.5%,或采用 022Cr19Ni13Mo3。

表 6.1.2 加工高酸低硫和高酸高硫原油蒸馏装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐用材	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℃
		1Cr5Mo ^a	介质温度≥240℃
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	
	塔底渣油管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
减压塔	塔顶油气管道	碳钢/碳钢+06Cr13	
	塔底渣油管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
常压塔顶分液罐、 减压塔顶分液罐	罐顶不凝气管道	碳钢	
	罐底污水管道	碳钢	
常压炉进口	介质温度≥240℃工艺管道	1Cr5Mo/022Cr19Ni10/ 022Cr17Ni12Mo2 ^{a, c}	
常压炉出口	转油线高速段	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
	转油线低速段	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
		碳钢+022Cr19Ni10/ 碳钢+022Cr17Ni12Mo2 ^{b, c}	
减压炉进口	工艺管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
减压炉出口	转油线高速段	022Cr17Ni12Mo2/022Cr19Ni13Mo3 ^b	
	转油线低速段	022Cr17Ni12Mo2/022Cr19Ni13Mo3 ^b	
		碳钢+022Cr17Ni12Mo2/ 碳钢+022Cr19Ni13Mo3 ^b	
其他	介质温度<240℃含酸油品、 油气管道	碳钢	
	240℃≤介质温度<288℃含 酸油品、油气管道	1Cr5Mo/022Cr19Ni10 ^{a, c}	
	介质温度≥288℃含酸油品、 油气管道	022Cr19Ni10/022Cr17Ni12Mo2 ^{b, c, c}	
<p>^a 介质温度大于或等于240℃小于288℃时,可根据操作条件从1Cr5Mo、022Cr19Ni10中计算腐蚀余量选用合适的材料,但在此温度范围内如果流速大于或等于30m/s时,宜选用022Cr17Ni12Mo2且材料的Mo含量不小于2.5%,或选用022Cr19Ni13Mo3。</p> <p>^b 介质温度大于或等于288℃时,可根据操作条件从022Cr19Ni10、022Cr17Ni12Mo2中计算腐蚀余量选用合适的材料,但在此温度范围内如果流速大于或等于30m/s时,宜选用022Cr17Ni12Mo2且材料的Mo含量不小于2.5%,或选用022Cr19Ni13Mo3。</p> <p>^c 采用022Cr19Ni10时可由06Cr18Ni11Ti替代;采用022Cr17Ni12Mo2时可由06Cr17Ni12Mo2替代,采用022Cr19Ni13Mo3可由06Cr19Ni13Mo3替代。</p>			

6.2 延迟焦化装置

6.2.1 加工高酸低硫和高酸高硫原油延迟焦化装置主要设备推荐用材分别见表 6.2.1-1 和表 6.2.1-2。

表 6.2.1-1 加工高酸低硫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	壳体	铬钼钢	
	焦化分馏塔	顶封头、顶部筒体	碳钢+06Cr13 (06Cr13Al)	含顶部4层~5层塔盘以上塔体
		其他筒体、底封头	碳钢	
		塔盘	06Cr13	
	蜡油汽提塔、接触 冷却塔(放空塔)	壳体	碳钢	
		塔盘	06Cr13	
容 器	吸收塔、解吸塔、 再吸收塔、稳定塔	壳体	碳钢 ^a	
		塔盘	06Cr13	
	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 ^a	可内涂防腐涂料
	原料油缓冲罐、加 热炉进料缓冲罐	壳体	碳钢	油气温度<240℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^b	油气温度≥240℃
	其他容器	壳体	碳钢	
空 冷 器	塔顶油气空冷器、 压缩富气空冷器	管箱	碳钢 ^a	
		管子	碳钢 ^a	可内涂防腐涂料
	一般空冷器	管箱	碳钢 ^c	
		管子	碳钢	
换 热 器	原料油换热器	壳体	原料油侧 碳钢	原料油温度<240℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^{b, d}	原料油温度≥240℃
		管箱 (指原料油侧)	馏分油 (油 ^e)侧 碳钢	
			碳钢 022Cr19Ni10 ^{b, d, e}	原料油温度<240℃ 原料油温度≥240℃
	塔顶油气冷却器、 压缩富气冷却器	壳体	碳钢 ^a	指油气侧
		管子	碳钢 ^{a, f}	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 ^c	
		管子	碳钢 ^{a, f}	
加 热 炉	炉管	对流段	1Cr5Mo	
			06Cr18Ni11Ti	
		辐射段	1Cr9Mo/06Cr18Ni11Ti	
			07Cr17Ni12Mo2 ^g	

表 6.2.1-1 加工高酸低硫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
<p>^a 湿硫化氢腐蚀环境，腐蚀严重可采用抗 HIC 钢。</p> <p>^b 采用 022Cr19Ni10 不锈钢可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代，采用 022Cr17Ni12Mo2 可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。</p> <p>^c 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>^d 当原料油的温度为 240℃～288℃且酸值（TAN 值）小于 1.5mgKOH/g 时，换热器管子也可采用 1Cr5Mo 钢管，壳体采用碳钢+06Cr13 复合板；温度大于或等于 288℃且酸值（TAN 值）大于或等于 1.5mgKOH/g 时，换热器管子也可采用 022Cr17Ni12Mo2 钢管，壳体采用碳钢+022Cr17Ni12Mo2 复合板。</p> <p>^e 介质温度为 240℃～350℃的换热器管子也可采用碳钢渗铝管，管板及其他构件的耐腐蚀性能应与之匹配。</p> <p>^f 对于水冷却器，水侧可涂防腐涂料。</p> <p>^g 流速大于或等于 30m/s 的炉管采用 07Cr17Ni12Mo2 时，材料中的钼含量应不小于 2.5%。</p>				

表 6.2.1-2 加工高酸高硫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	铬钼钢+06Cr13	由顶部到泡沫层底面以下 1 500mm～2 000mm 处
		下部	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 ^a	介质温度≤350℃
			碳钢+022Cr19Ni10 ^b	介质温度>350℃
		塔盘	06Cr13	介质温度≤350℃
			022Cr19Ni10 ^b	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 ^b	介质温度>350℃
		塔盘	06Cr13	介质温度≤350℃
			022Cr19Ni10 ^b	介质温度>350℃
	接触冷却塔 （放空塔）	壳体	碳钢+06Cr13	
		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 ^c	
		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 ^c	
		塔盘	06Cr13	

表 6.2.1-2 加工高酸高硫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
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 ^c	可内涂防腐涂料
	原料油缓冲罐、加 热炉进料缓冲罐	壳体		碳钢	介质温度<240℃
				碳钢+022Cr19Ni10 ^b	介质温度≥240℃
	其他容器	壳体		碳钢	油气温度<240℃
				碳钢+06Cr13 ^d	油气温度≥240℃
	储罐	壳体		碳钢	可内涂防腐涂料
空 冷 器	塔顶油气空冷器、 压缩富气空冷器	管箱		碳钢 ^c	
		管子		碳钢 ^{c, e}	采用碳钢时可内涂防腐涂料
	一般空冷器	管箱		碳钢 ^f	
		管子		碳钢	
换 热 器	原料油换热器	壳体	原料油侧	碳钢	原料油温度<240℃
				碳钢+022Cr19Ni10 ^{b, g}	原料油温度≥240℃
			馏分油 (油气)侧	碳钢	介质温度<240℃
				碳钢+06Cr13 ^d	介质温度 240℃~350℃
		管子	原料油侧	碳钢+022Cr19Ni10 ^b	介质温度>350℃
				碳钢	原料油温度<240℃
			馏分油 (油气)侧	022Cr19Ni10 ^{b, g, h}	原料油温度≥240℃
				碳钢	油气温度<240℃
	塔顶油气冷却器、 压缩富气冷却器	壳体		022Cr19Ni10 ^{b, i}	油气温度≥240℃
		管子		碳钢 ^e	指油气侧
	解吸塔底重沸器	壳体		碳钢 ^{e, j}	采用碳钢时油气侧可涂防腐涂料
		管子		碳钢	
	其他油气换热器、 其他油气冷却器	壳体		022Cr19Ni10 ^b	
				碳钢 ^f	油气温度<240℃
				碳钢+06Cr13 ^d	介质温度 240℃~350℃
		管子		碳钢+022Cr19Ni10 ^b	介质温度>350℃
				碳钢 ^j	油气温度<240℃
				022Cr19Ni10 ^{b, i}	油气温度≥240℃
加 热 炉	炉管	对流段		1Cr5Mo	
				06Cr18Ni11Ti	
		辐射段		1Cr9Mo 或 06Cr18Ni11Ti	
				022Cr17Ni12Mo2 ^k	

表 6.2.1-2 加工高酸高硫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
<p>^a 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>^b 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代。</p> <p>^c 湿硫化氢腐蚀环境，如果腐蚀严重可采用抗 HIC 钢。</p> <p>^d 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取足够的腐蚀裕量。</p> <p>^e 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>^f 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>^g 当原料油的温度为 240℃~288℃且酸值（TAN 值）小于 1.5mgKOH/g 时，换热器管子也可采用 1Cr5Mo 钢管，壳体采用碳钢+06Cr13 复合板；温度大于或等于 288℃且酸值（TAN 值）大于或等于 1.5mgKOH/g 时，换热器管子也可采用 022Cr17Ni12Mo2 钢管，壳体采用碳钢+022Cr17Ni12Mo2 复合板。</p> <p>^h 介质温度为 240℃~350℃的换热器管子也可采用碳钢渗铝管，但不应降低管板及其他构件的耐腐蚀性能。</p> <p>ⁱ 介质温度为 240℃~350℃的换热器管子也可采用碳钢渗铝管或 1Cr5Mo 钢管，但不应降低管板及其他构件的耐腐蚀性能。</p> <p>^j 对于水冷却器，管子采用碳钢时水侧可涂防腐涂料。</p> <p>^k 流速大于或等于 30m/s 的炉管采用 022Cr17Ni12Mo2 时，材料中的钼含量应不小于 2.5%。</p>				

6.2.2 加工高酸低硫和高酸高硫原油延迟焦化装置主要管道推荐用材见表 6.2.2。

6.2.3 加工高酸低硫和高酸高硫原油延迟焦化装置设备和管道的推荐用材与装置的流程有关，表 6.2.1-1、表 6.2.1-2 和表 6.2.2 中的推荐用材是基于经换热流程加热的原料油与焦化分馏塔底油在加热炉进料缓冲罐中混合，然后进入加热炉进一步加热，再进入焦炭塔进行反应。如果原料油先进焦化分馏塔，然后进加热炉工艺流程，其相关设备、加热炉炉管和管道的材料选择可根据本导则有关原则确定。

表 6.2.2 加工高酸低硫和高酸高硫延迟焦化装置主要管道推荐用材

管道位置	管道名称	管道主材推荐用材	备注
焦化分馏塔	塔顶油气管道	碳钢	
焦化分馏塔底	重油至加热炉管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo/022Cr19Ni10 ^{a, c}	
	循环油管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo/022Cr19Ni10 ^{a, c}	
焦炭塔	塔底高温进料管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo/022Cr19Ni10 ^{a, c}	
	塔顶高温油气管道	1Cr5Mo/15CrMoR+06Cr13	
加热炉	进口管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo/022Cr19Ni10/ 022Cr17Ni12Mo2 ^{a, b, c}	
	出口管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo ^a	
焦化分馏塔顶油气分液罐	罐顶冷凝管道	碳钢	
吸收稳定各塔	塔顶冷凝管道	碳钢	

表 6.2.2 加工高酸低硫和高酸高硫延迟焦化装置主要管道推荐用材（续）

管道位置	管道名称	管道主材推荐用材	备注
其他	介质温度<240℃ 含酸油品油气管道	碳钢	
	240℃≤介质温度<288℃ 含酸油品油气管道	1Cr5Mo/1Cr9Mo ^a	
	介质温度≥288℃ 含酸油品油气管道	1Cr9Mo/022Cr19Ni10/ 022Cr17Ni12Mo2 ^{b, c}	
<p>^a 介质温度大于或等于 240℃ 小于 288℃ 时, 可根据操作条件从 1Cr5Mo、1Cr9Mo、022Cr19Ni10 中计算腐蚀余量选用合适的材料, 但在此温度范围内如果流速大于或等于 30m/s 时, 宜选用 022Cr17Ni14Mo2。</p> <p>^b 介质温度大于或等于 288℃ 时, 可根据操作条件从 1Cr9Mo、022Cr19Ni10、022Cr17Ni14Mo2 中计算腐蚀余量选用合适的材料, 但在此温度范围内如果流速超过 30m/s 时, 宜选用 022Cr17Ni14Mo2。</p> <p>^c 采用 022Cr19Ni10 时可由 06Cr19Ni10 或 06Cr18Ni11Ti 替代, 采用 022Cr17Ni12Mo2 时可由 06Cr17Ni12Mo2 替代。</p>			

6.3 加氢裂化装置

6.3.1 加工高酸低硫和高酸高硫原油加氢裂化装置主要设备推荐用材见表 6.3.1, 表 6.3.1 未规定的设备主材可按照 SH/T 3096 的推荐选用。

6.3.2 加工高酸低硫和高酸高硫原油加氢裂化装置主要管道主材推荐用材见 SH/T 3096, 且应符合下列要求:

- a) 原料油侧的管道选材应符合本导则 5.5 条的要求;
- b) 注氢点以前的管道应考虑环烷酸的腐蚀。

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

表 6.3.1 加工高酸低硫和高酸高硫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 ^a	
			双层堆焊 TP309L+TP347 或 TP309L+316L	
			单层堆焊 TP347	
		内件	022Cr17Ni12Mo2 或 06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb	

表 6.3.1 加工高酸低硫和高酸高硫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
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 ^a	
				2.25Cr-1Mo	
		复层 ^b	单层堆焊 316L 或 TP347		
			堆焊层 TP309L+TP347		
			堆焊层 TP309L+316L		
		管子 ^c		06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb 或 022Cr17Ni14Mo2	
	热高分气/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 ^a	
				2.25Cr-1Mo	
		复层 ^b	单层堆焊 316L 或 TP347		
			堆焊层 TP309L+TP347		
			堆焊层 TP309L+316L		
		管子 ^c		NS1402	
				022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N	
				06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb 或 022Cr17Ni14Mo2	
				15CrMo/14Cr1Mo	
加 热 炉	反应进料加热炉	炉管	TP321H 或 TP347H		
	分馏塔进料炉	炉管	碳钢	炉管壁温≤300℃	
			1Cr5Mo ^d		
^a 1.25Cr-1Mo 壳体名义厚度应控制在小于或等于 80mm 以内。 ^b 应根据选用的壳体材料参照附录 A 图 A.3 计算壳体的腐蚀裕量。 ^c 注氢点以前的设备选材应考虑环烷酸的腐蚀。 ^d 根据具体工艺流程和实际生产情况，也可选用 06Cr18Ni11Ti。					

6.4 加氢精制装置

6.4.1 加工高酸低硫和高酸高硫原油加氢精制装置主要设备推荐用材见表 6.4.1，表 6.4.1 未规定的设备主材可按照 SH/T 3096 的推荐选用。

6.4.2 加工高酸低硫和高酸高硫原油加氢精制装置主要管道推荐用材见 SH/T 3096，且应符合下列要求：

- a) 原料油侧的管道选材应符合本导则 5.5 条的要求；

h) 注氢点以前的管道应考虑环烷酸的腐蚀。

表 6.4.1 加工高酸低硫和高酸高硫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 曲线选材
				2. 25Cr-1Mo-0. 25V	
				3Cr-1Mo-0. 25V	
				1. 25Cr-0. 5Mo ^a	
		复层		双层堆焊 TP309L+TP347 或 TP309L+316L 单层堆焊 TP347 或 TP316L	
内件		06Cr18Ni11Ti 或 022Cr17Ni12Mo2			
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 曲线选材
				15CrMoR	
				1. 25Cr-0. 5Mo ^a	
				2. 25Cr-1Mo	
		复层 ^b	单层堆焊 316L 或 TP347		
			堆焊层 TP309L+TP347		
			堆焊层 TP309L+316L		
		管子 ^c		06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb 或 022Cr17Ni12Mo2	
	热高分气/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 曲线选材
				15CrMoR	
				1. 25Cr-0. 5Mo ^a	
				2. 25Cr-1Mo	
		复层 ^b	单层堆焊 316L 或 TP347		
			堆焊层 TP309L+TP347		
			堆焊层 TP309L+316L		
		管子 ^c		NS1402	
				022Cr23Ni5Mo3N 或 022Cr25Ni7Mo4N	
06Cr18Ni11Ti 或 06Cr18Ni11Nb 或 022Cr17Ni12Mo2					
15CrMo/14Cr1Mo					

表 6.4.1 加工高酸低硫和高酸高硫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
加 热 炉	反应进料加热炉	炉管	TP316H	炉管壁温≤300℃
			TP321H 或 TP347H	
	分馏塔进料炉	炉管	碳钢	
			1Cr5Mo ^d	
<p>^a 1. 25Cr-1Mo 壳体名义厚度应控制在小于或等于 80mm 以内。</p> <p>^b 应根据选用的壳体材料参照附录 A 图 A. 3 计算壳体的腐蚀裕量。</p> <p>^c 对注氢点以前的设备选材应考虑环烷酸的腐蚀。</p> <p>^d 根据具体工艺流程和实际生产情况，也可选用 06Cr18Ni11Ti。</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。

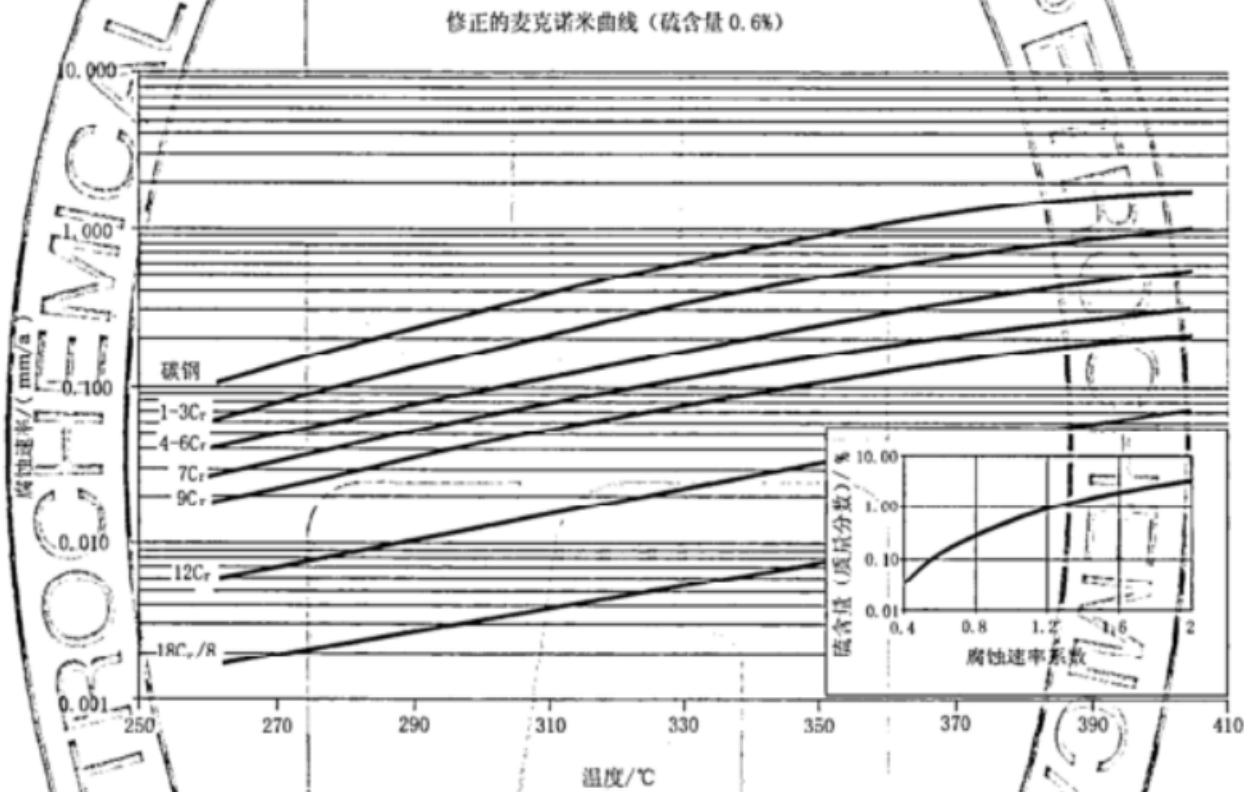
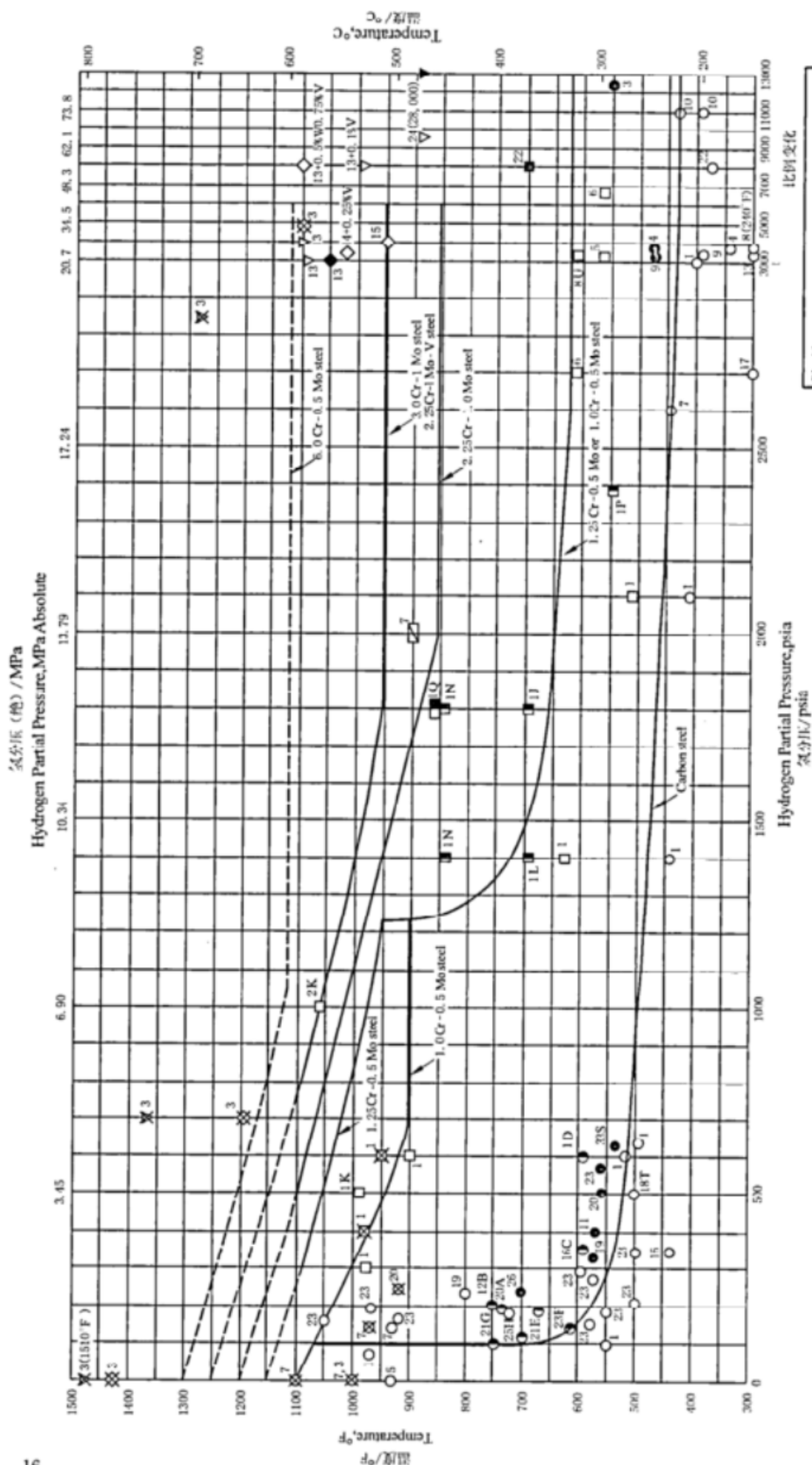
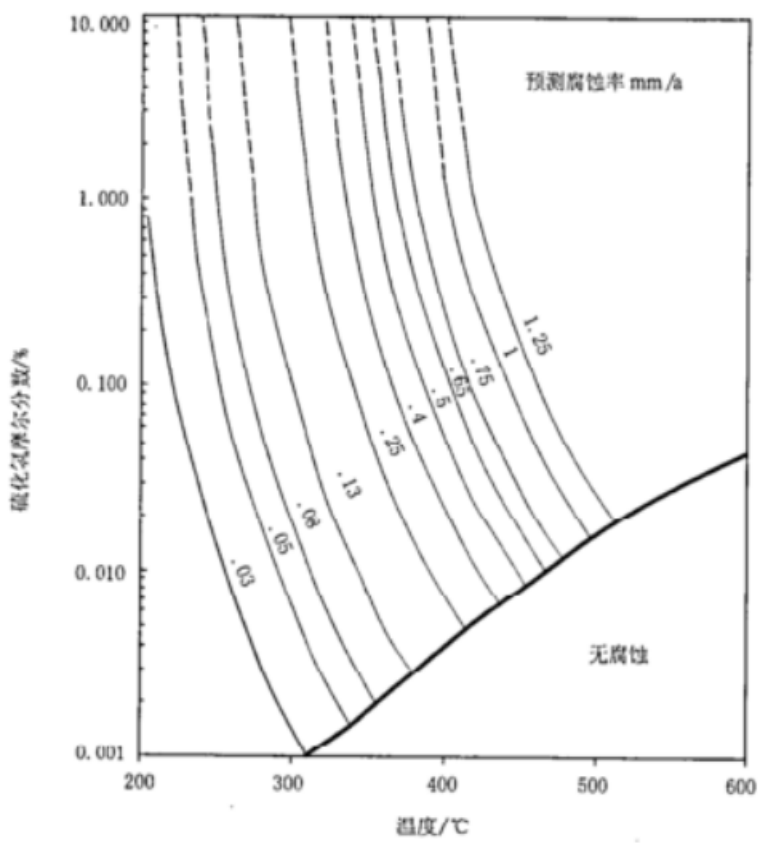


图 A.1 各种钢在高温硫中的腐蚀速率与温度的关系及腐蚀速率系数

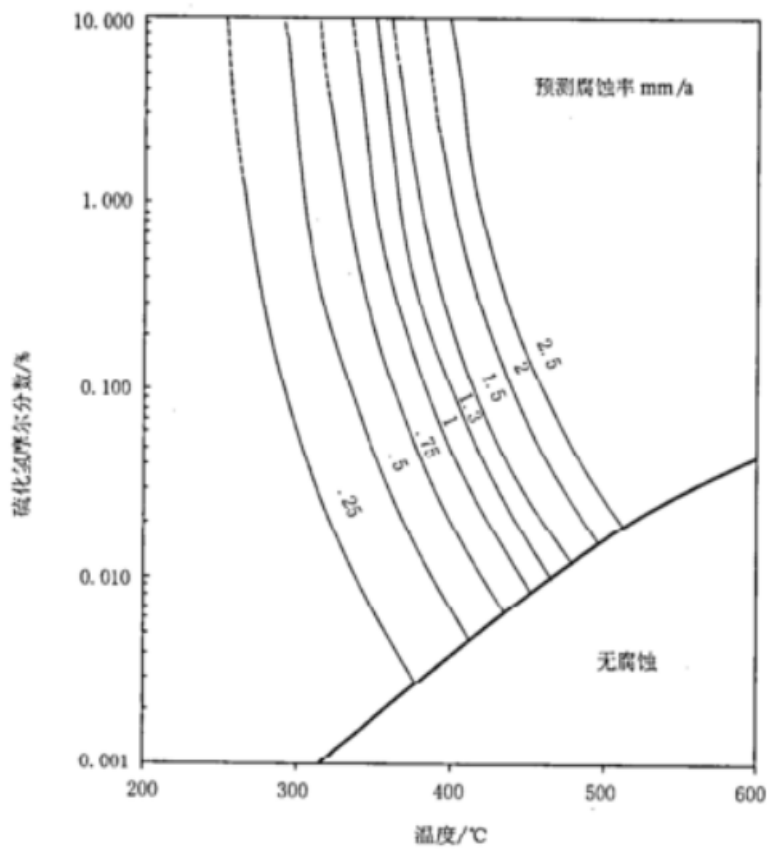


注1: 本曲线给出的极限是基于 G.A.Nelson 最初收集的实践经验 API 征集的补充资料。
注2: 奥氏体不锈钢在任何温度条件下或氢压下不会脱碳。
注3: 本曲线给出的极限是基于碳钢及退火钢和正火钢采用 ASME 规范第 VIII 卷第 1 分篇应力值水平, 补充资料见 API 941-2008 第 5.3 节和第 5.4 节。
注4: 曾报道 1.25Cr-1MoV 钢在安全范围内发生若干裂纹, 详见 API 941-2008 附录 B。
注5: 包括 2.25Cr-1MoV 钢级是建立在 10 000h 实验室的试验数据, 这些合金至少等于 3Cr-1Mo 钢性能, 详见 API 941-2008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

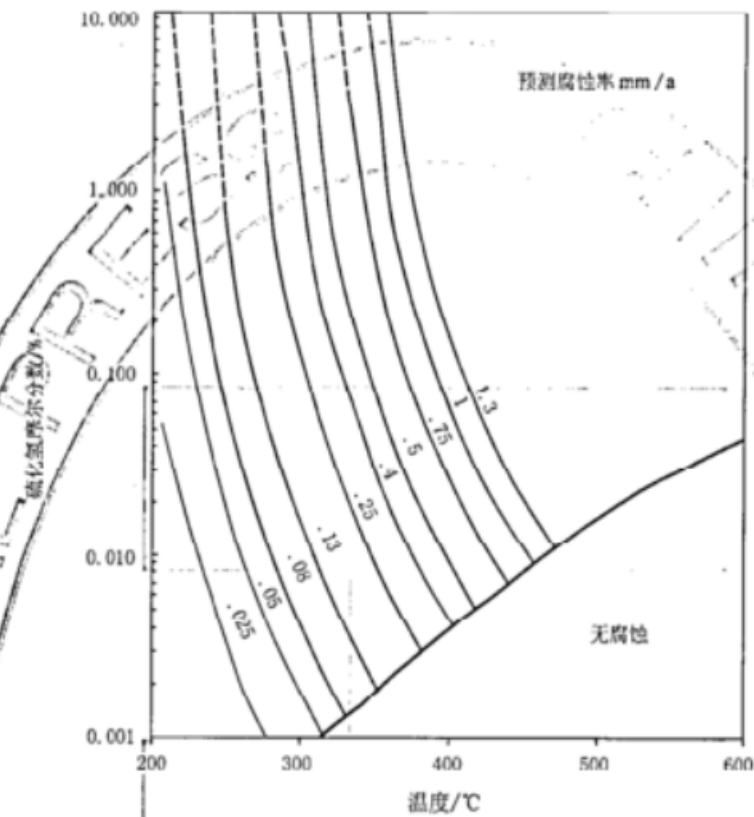
图 A.2 临氢作业用钢防止脱碳和微裂的操作极限



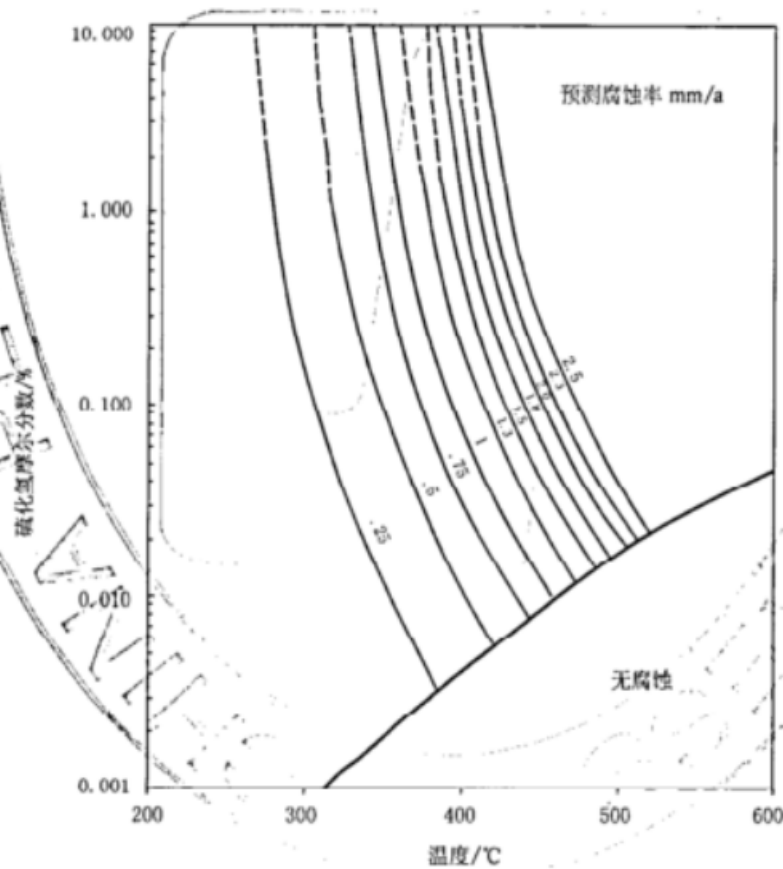
a) 高温氢气和硫化氢共存时油品中碳钢的腐蚀曲线（石脑油）



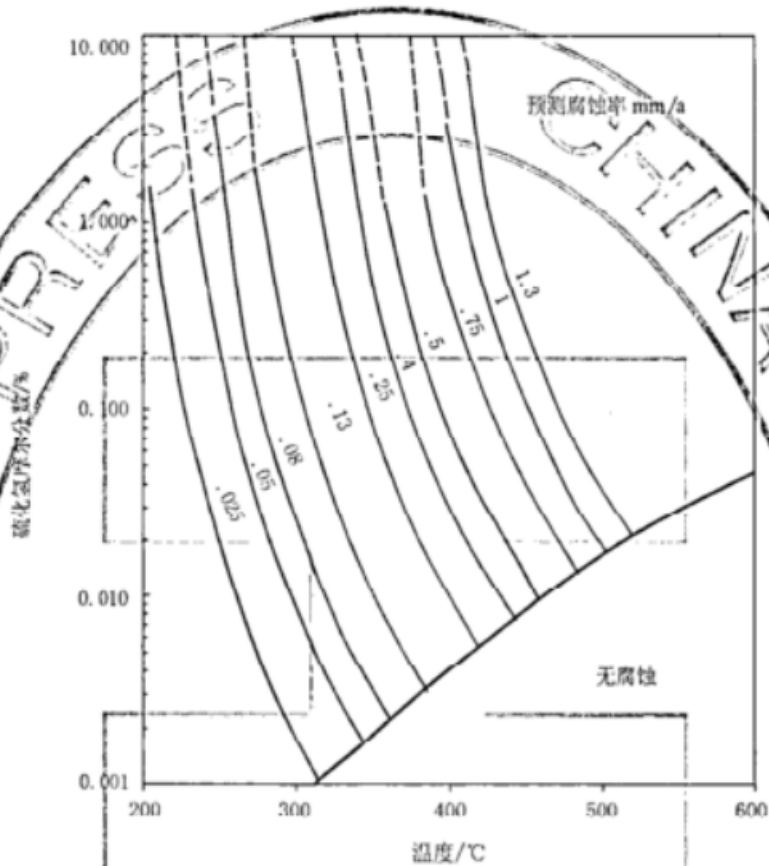
b) 高温氢气和硫化氢共存时油品中碳钢的腐蚀曲线（瓦斯油）



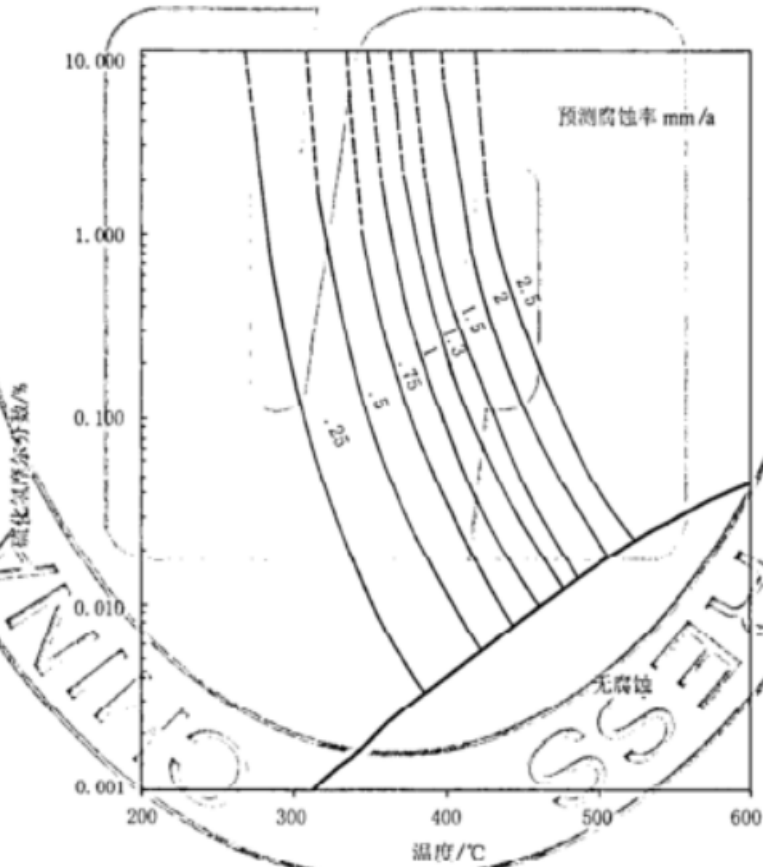
c) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 1.25Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)



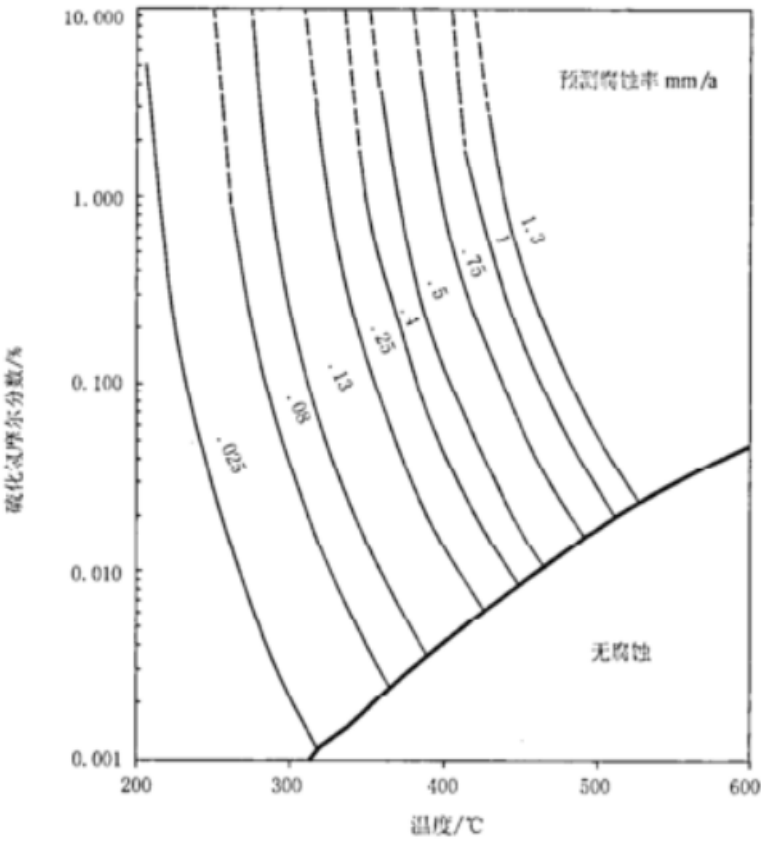
d) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 1.25Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)



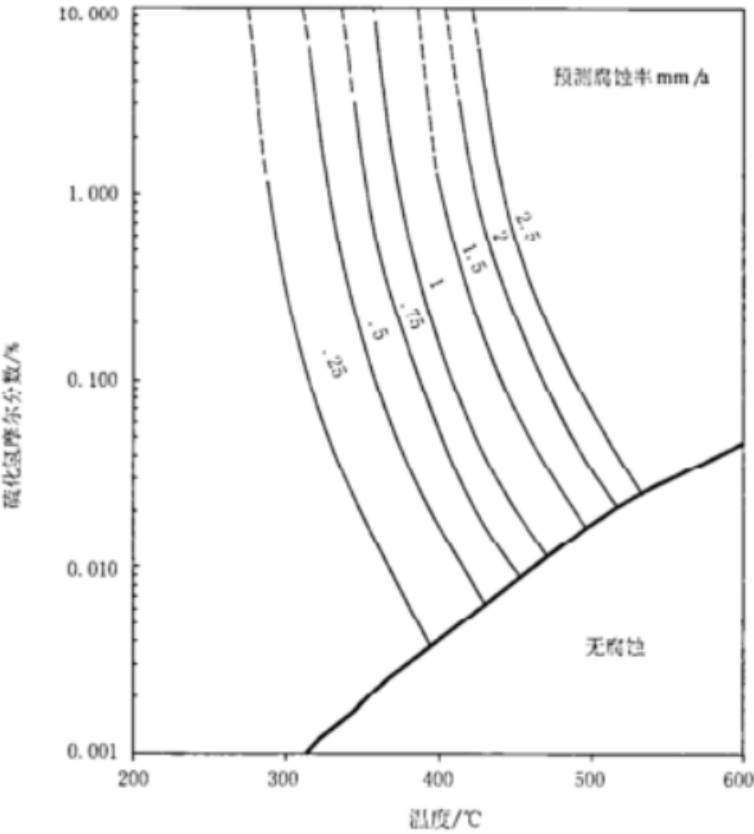
e) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 2.25Cr 钢的腐蚀曲线 (石脑油)



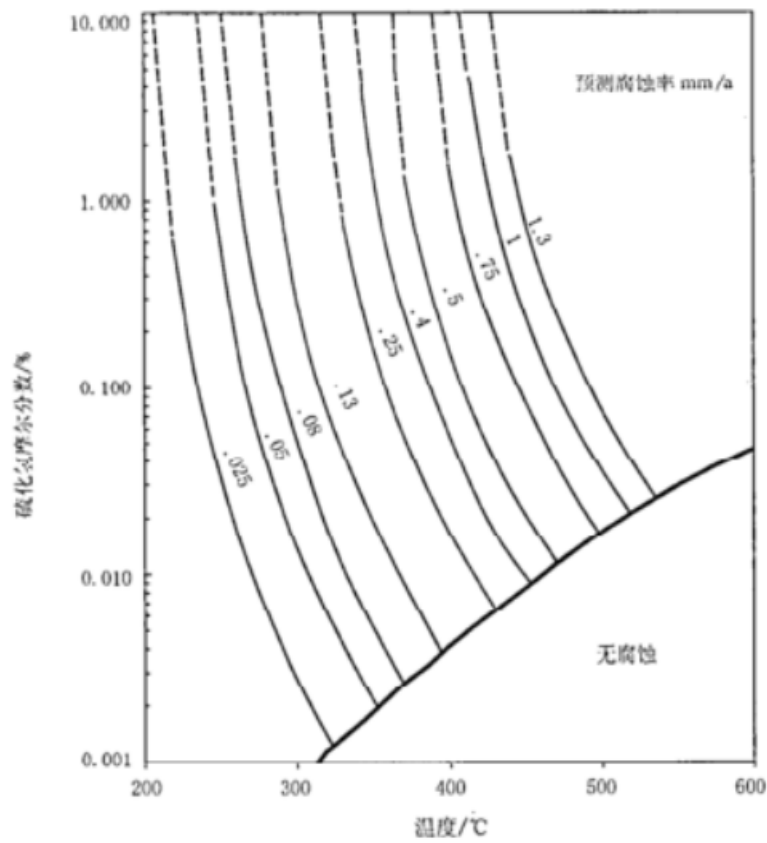
f) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 2.25Cr 钢的腐蚀曲线 (瓦斯油)



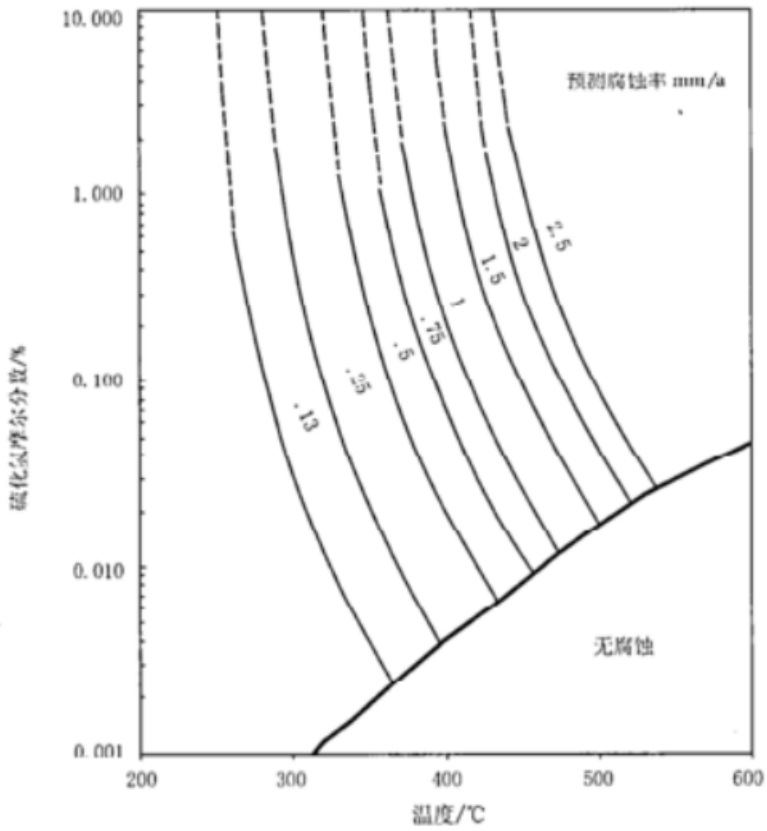
g) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 5Cr 钢的腐蚀曲线（石脑油）



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）



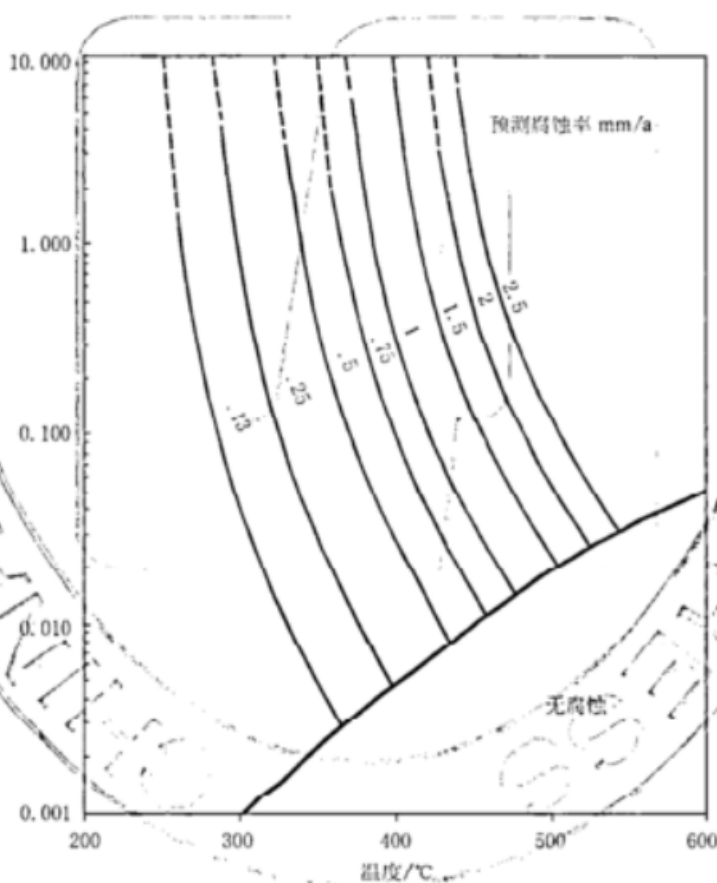
i) 高温氢气和硫化氢共存时油品中 7Cr 钢的腐蚀曲线（石脑油）



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)

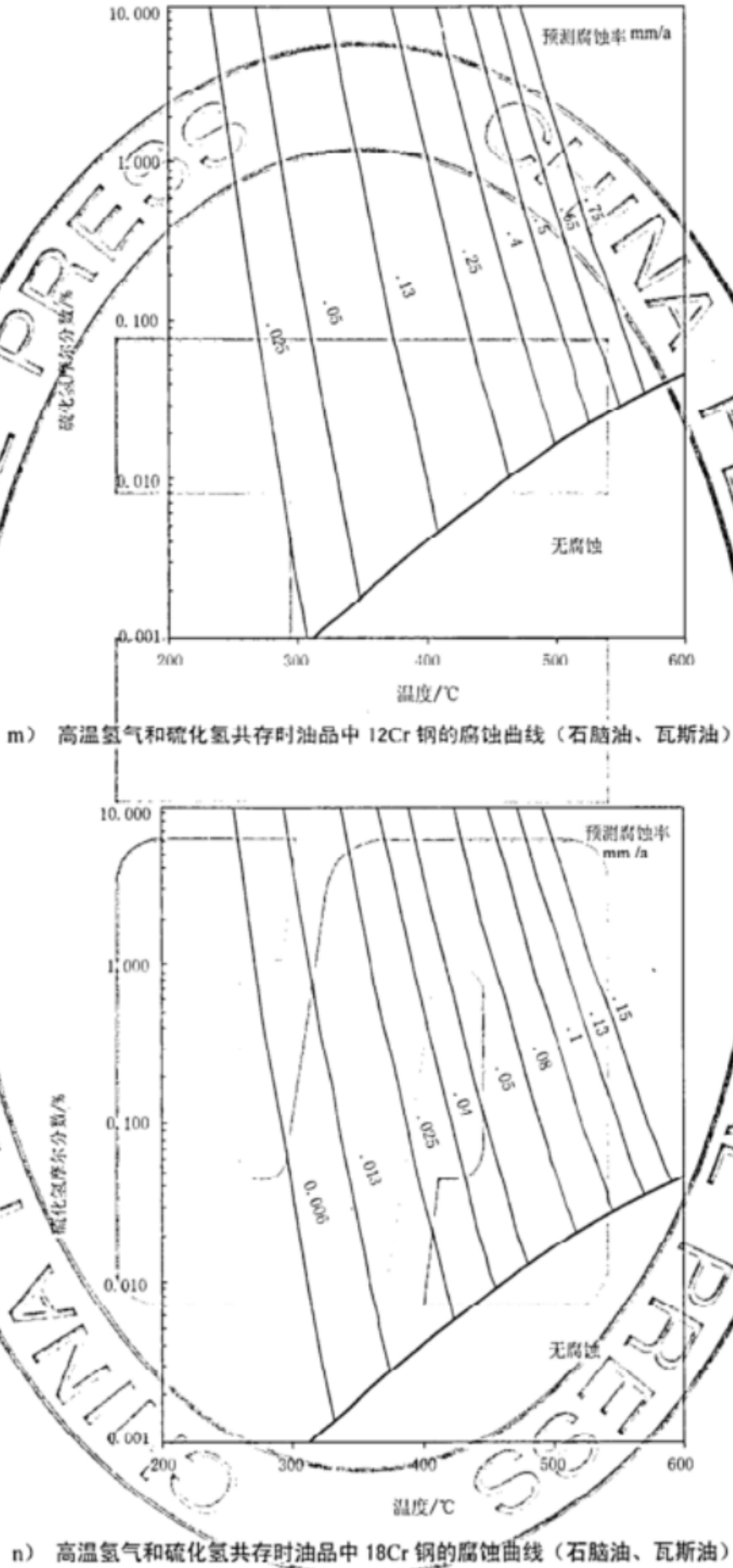


图 A.3 高温氢气和硫化氢共存时油品中各种钢材的腐蚀曲线

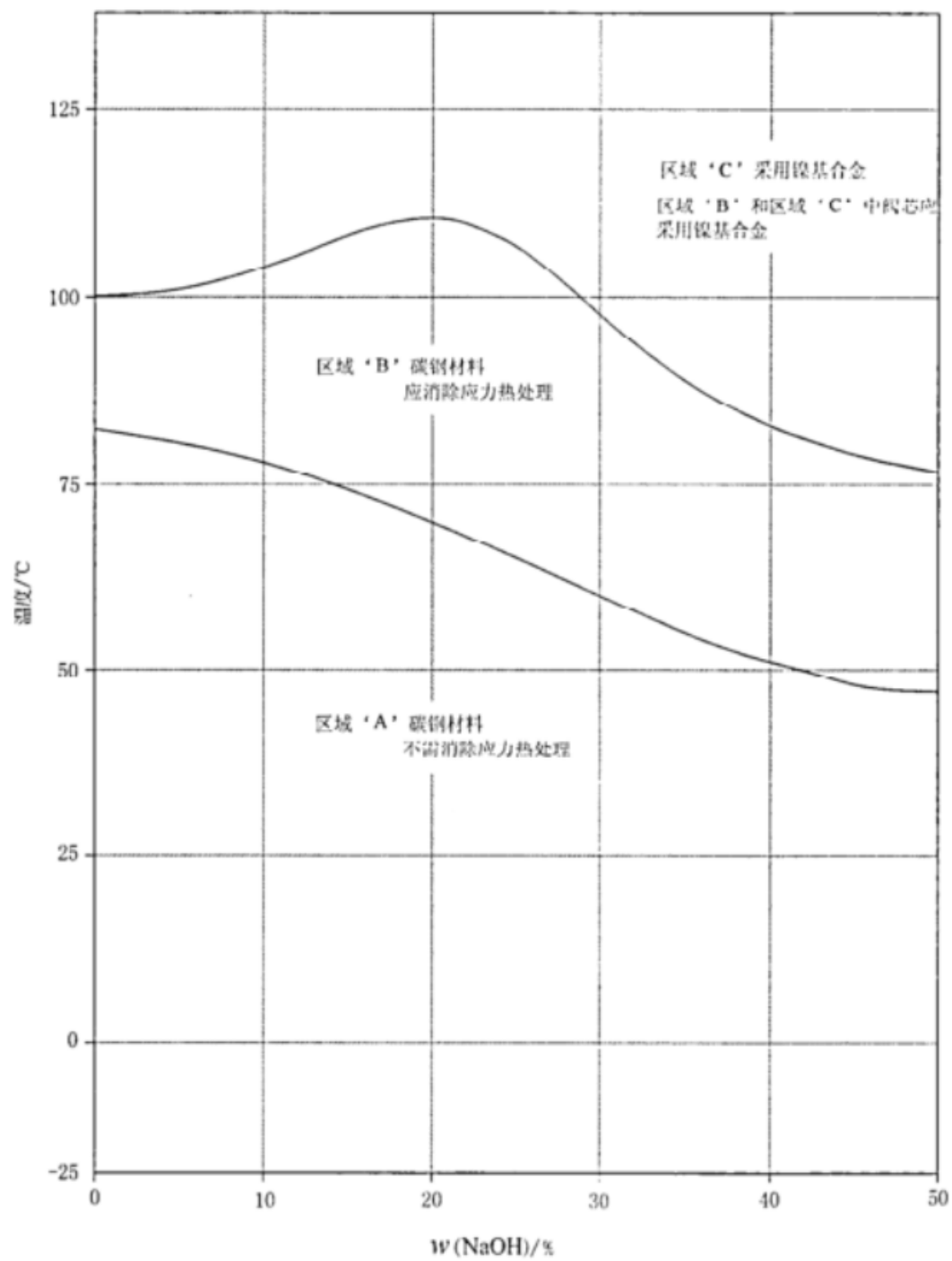


图 A.4 碳钢在碱液中的使用温度与浓度极限

表 A.5 金属材料的高温氧化年腐蚀率

公称成分	最大金属温度/℃																								单位为 mm/a
	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	0.45	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

部分金属材料的牌号对照见表 B。

表 B 部分金属材料的牌号对照

公称成分	统一数字代号 ^a	统一牌号 ^b	板材 ^c	管材 ^d	ASTM/(ASME)
12Cr-A1	S11348	06Cr13A1	06Cr13A1		405/S40500
13Cr	S41008 ^e	06Cr13	06Cr13	0Cr13	310S/S41008
18Cr-8Ni	S30408	06Cr19Ni10	06Cr19Ni10	0Cr18Ni9	304/S30400
18Cr-8Ni	S30403	022Cr19Ni10	022Cr19Ni10	00Cr18Ni10	304L/S30403
18Cr-8Ni	S30409	07Cr19Ni10	07Cr19Ni10		304H/S30409
18Cr-10Ni-1Ti	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	31803
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-3Mo-2.3Cu		NS1402			N08825
60Ni-22Cr-9Mo-3.5Cb		NS3306			N06625
67Ni-30Cu		NiCu30	NiCu30		N04400

^a 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》。

^b 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。

^c 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。

^d 管材牌号见 GB 13296—2007《锅炉、热交换器用不锈钢无缝钢管》、GB/T 14976—2002《流体输送用不锈钢无缝钢管》、GB/T 21832—2008《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》、GB/T 21833—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》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。

^e 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有限公司标准

高酸原油加工装置 设备和管道设计选材导则

SH/T 3129—2012

条 文 说 明

2012 北 京

修 订 说 明

SH/T 3129—2012《高酸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和高酸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能正确理解和执行条文规定，《高酸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35

3 术语和定义35

4 选材原则35

5 一般规定35

6 高酸原油加工装置设备和管道设计选材35

 6.1 原油蒸馏装置36

 6.2 延迟焦化装置36

 6.3~6.4 加氢装置.....36

附录 A (资料性附录) 腐蚀曲线图表37

高酸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“加工高酸原油且以酸腐蚀为主”是指加工按本导则所定义的高酸低硫、高酸高硫原油，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酸或酸的化合物为主的腐蚀环境。

3 术语和定义

3.2~3.3 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而估算的。

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、注胺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

5.1 对于高硫高酸、高酸低硫原油加工过程中产生的腐蚀形式和控制因素由于没有权威性的腐蚀数据及图表可查，本导则仅根据 API RP581—2008 中表 2. B. 3. 2M~表 2. B. 3. 10M 和有关炼油装置的实际选材经验确定。在此环境下，由于环烷酸与金属发生反应而生成的腐蚀产物能溶于油品中，因此金属的腐蚀界面上不易形成保护膜，而流动的介质会不断形成更新鲜的腐蚀界面，使得腐蚀速率较快地增加。因此，流速较高的部位或涡流区，其腐蚀速率明显增加。设计选材时应关注这些腐蚀环境的选择。

加工高硫高酸原油在低温下主要是湿硫化氢腐蚀环境，其选材的具体要求可参看 SH/T 3096 中的具体规定。

对于二次加工装置馏分油中环烷酸腐蚀起始酸值，应根据实验室确定的酸的分布和实际装置设备和管道的腐蚀数据确定，参考国外工程公司的设计经验建议馏分油中环烷酸腐蚀起始酸值（TAN 值）按 1.2~1.5 考虑。

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。

5.6 催化裂化、气体脱硫、硫磺回收和溶剂再生等装置的设备、管道和炉管在高酸高硫原油加工条件下主要是硫的腐蚀环境，因此，上述装置的选材参照 SH/T 3096。

5.10 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 高酸原油加工装置设备和管道设计选材

6.1 原油蒸馏装置

(1) 常压塔、减压塔推荐用材原则上是按温度进行分界。根据近年来国内加工高酸低硫和高酸高硫原油的选材经验以及国内引进工艺包建设的千万吨级常减压装置的选材情况, 240℃~288℃之间壳体采用碳钢加 06Cr18Ni11Ti 或 022Cr19Ni10 复合板, 大于或等于 288℃采用碳钢加 022Cr17Ni12Mo2 复合板。但对于减压塔内的规整填料由于厚度较薄、腐蚀速率较高, 材料相应提高一个等级。

(2) 常压塔、减压塔的塔顶部位选材是建立在装置采取有效的工艺防腐蚀措施(如一脱三注)、有效的现场腐蚀监测和严格的生产管理基础上的。实际选材时应根据塔顶系统的工艺防腐和电脱盐的操作效果, 采用相应的耐腐蚀材料。

(3) 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。

(4) 常压塔顶空冷器和冷却器、初馏塔顶空冷器和冷却器、减顶抽空空冷器和冷却器, 由于该部位氯离子含量较高, 管束腐蚀严重。本次修订时参照国外经验, 材料选择以双相不锈钢为主, 亦可根据市场情况选用钛材。

(5) 对于管壳式换热器, 考虑到换热器壳体具有较厚的壁厚, 本着经济合理的选材原则, 本次修订时将常压塔、减压塔(进料、侧线以及渣油)管壳式换热器壳体的材料按照温度进行了更为详细的分类, 分类原则参见本导则。并且当介质温度在 240℃~350℃时, 增加了碳钢渗铝管和 1Cr5Mo 材料选项。

(6) 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是可行的, 但用于换热管束等承压部件时, 选用者需要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 延迟焦化装置

对于延迟焦化装置, 本次修订将加工高酸高硫和高酸低硫装置的设备选材分别编制, 其原因是焦炭塔以后的高温设备主要以硫的腐蚀为主, 在设备选材上区别比较大。

由于延迟焦化装置的工艺流程不同(见本导则 6.2.3), 加热炉、焦化分馏塔等设备和管道的选材应根据具体设计流程确定。

6.3~6.4 加氢装置

加氢装置(加氢裂化、渣油加氢和加氢精制装置等)在设备、管道和加热炉炉管选材要求中应考虑注氢可减弱环烷酸腐蚀的作用, 根据国内外装置实际操作经验, 对注氢点以后的设备、管道和加热炉炉管可不考虑环烷酸的腐蚀。

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
高酸原油加工装置设备和管道设计选材导则
SH/T 3129—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

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 84 千字
2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

*

书号：155114·0610

(购买时请认明封面防伪标识)