



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX-XXXX

湿法脱硫系统耐蚀材料全生命周期 技术要求

Technical requirements for life cycle of corrosion-resistant materials
in wet desulfurization system

征求意见稿

2020. 11. 1

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 总则..... 2

5 腐蚀源..... 3

6 耐蚀材料分类及适用范围..... 3

 6.1 分类..... 3

 6.2 适用范围..... 3

7 设计选用一般规定..... 4

8 技术性能要求..... 5

 8.1 涂层类耐蚀材料..... 5

 8.2 纤维增强塑料..... 6

 8.3 橡胶类耐蚀材料..... 8

 8.4 金属类耐蚀材料..... 9

9 试验方法..... 9

 9.1 涂层类耐蚀材料..... 9

 9.2 纤维增强塑料..... 10

 9.3 橡胶类耐蚀材料..... 10

 9.4 金属耐蚀材料..... 11

10 标识、包装、运输和贮存..... 11

 10.1 标识..... 11

 10.2 包装..... 11

 10.3 运输..... 11

 10.4 贮存..... 11

11 材料检验..... 11

 11.1 出厂检验..... 11

 11.2 进场复检..... 12

 11.3 型式试验..... 12

12 施工（修复）技术要求..... 12

 12.1 施工准备、材料配比..... 12

 12.2 操作..... 13

12.3	验收.....	13
12.4	养护.....	13
13	运行技术要求.....	14
14	失效.....	15

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国工业防腐蚀技术协会提出。

本文件由全国耐蚀标准化技术委员会归口。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件起草单位： 中国大唐集团科学技术研究院有限公司火力发电技术研究院、中蚀国际腐蚀控制工程技术研究院（北京）有限公司、大庆庆鲁朗润科技有限公司、上海富晨化工有限公司、浙江顺豪新材料有限公司、----

本文件主要起草人： ----

湿法脱硫系统耐蚀材料全生命周期技术要求

1 范围

本文件根据湿法脱硫系统的腐蚀源、规定了耐蚀材料分类及适用范围、材料选用一般规定、技术性能、试验方法、标识、包装、运输和贮存、材料检验、施工（修复）技术、运行技术、失效等要求。

本文件适用于湿法脱硫系统耐蚀材料全生命周期的技术管理活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法
- GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量允许偏差
- GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
- GB/T 1448 纤维增强塑料压缩性能试验方法
- GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法
- GB/T 1634.1 塑料 负荷变形温度的测定 第1部分：通用试验方法
- GB/T 1690 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法
- GB/T 1768 色漆和清漆耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 2406.2 塑料 用氧指数法测定燃烧行为 第2部分 室温试验
- GB/T 2481.1 固结磨具用磨料 粒度组成的检测和标记 第1部分：粗磨粒F4~F220
- GB/T 2572 纤维增强塑料平均线膨胀系数试验方法
- GB/T 2577 玻璃纤维增强塑料树脂含量试验方法
- GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 3854 纤维增强塑料巴氏（巴柯尔）硬度试验方法
- GB/T 4202 玻璃纤维产品代号
- GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 7760 硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法
- GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 13148 不锈钢复合钢板焊接技术要求
- GB/T 13491 涂料产品包装通则
- GB/T 13657 双酚A型环氧树脂
- GB/T 15007 耐蚀合金牌号
- GB/T 17470 玻璃纤维短切原丝毡和连续原丝毡
- GB/T 18241.1 橡胶衬里 第1部分 设备防腐衬里

GB/T 18369	玻璃纤维无捻粗纱
GB/T 18370	玻璃纤维无捻粗纱布
GB/T 26733	玻璃纤维湿法毡
GB/T 26735	玻璃纤维增强热固性树脂喷淋管
GB/T 26752	聚丙烯腈基碳纤维
GB/T 30021	经编碳纤维增强材料
GB/T 33314	腐蚀控制工程生命周期 通用要求
GB/T 35499	呋喃树脂耐蚀作业质量技术规范
GB/T 36208	工业烟气排放系统防腐衬里技术要求及评价方法
GB/T 37187	脱硫烟囱用防腐蚀材料技术要求
GB 50212	建筑防腐蚀工程施工规范
GB/T50590	乙烯基酯树脂防腐蚀工程技术规范
GB 50726	工业设备及管道防腐蚀工程施工规范
GB 50727	工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
GB 51160	纤维增强塑料设备和管道工程技术规范
JC 935	玻璃纤维工业用玻璃球
YB/T 5353	耐蚀合金热轧板

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

湿法脱硫系统 Wet desulfurization system

燃烧后烟气脱除二氧化硫和其它酸性气体的一种工艺系统，特点是吸收剂和脱硫产物均为湿态。
本文件湿法脱硫系统包括从原烟气进入吸收塔到净烟气进入烟囱前的所有设备总和。

3.2

耐蚀材料全生命周期 Life cycle of corrosion-resistant materials

耐腐蚀材料从设计选型到施工、验收、运行、维护、失效的整个过程。

3.3

复合涂层 composite coating

由多种涂层组合在一起的耐蚀涂层体系。

3.4

失效 Failure

材料或部件失去规定的功能的现象。

4 总则

4.1 为了规范湿法脱硫系统耐蚀材料的技术管理，提高湿法脱硫系统耐蚀材料应用的安全性和可靠性，

- 加强湿法脱硫耐蚀材料全生命周期过程的质量控制，根据国家、行业有关标准，以及试验和实际应用效果制定本文件。
- 4.2 本文件所列材料并未包含全部湿法脱硫耐蚀材料，其它耐蚀材料执行相应的国家和行业标准。
- 4.3 湿法脱硫系统耐蚀材料全生命周期包括但不限于本文件所列内容，其它按 GB/T 33314 通用要求执行。
- 4.4 湿法脱硫系统耐蚀材料全生命周期技术除符合本文件要求外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

5 腐蚀源

- 5.1 运行工况对腐蚀源影响因素有：运行温度、压力、湿度、氧量、浆液 PH 值、固含量、流速等。
- 5.2 工艺条件对腐蚀源影响因素有：环境条件、烟气中腐蚀物（SO₂、SO₃、NO_x、HCl、HF、NH₃）、工艺水质（pH、Cl⁻、COD 等）、吸收剂种类和品质（碱性、氧化性、盐分、氯离子、粒径等）。
- 5.3 根据耐蚀材料在脱硫系统中部位和接触介质的情况，分析工艺条件和运行工况的具体类型、变化范围，辨识确定准确的腐蚀源。

6 耐蚀材料分类及适用范围

6.1 分类

脱硫系统耐蚀材料分为金属耐蚀材料和非金属耐蚀材料。金属耐蚀材料有镍铬钼钨耐蚀合金、双相铬镍钼不锈钢、奥氏体镍铬钼不锈钢等；非金属类耐蚀材料有涂层类耐蚀材料、纤维增强塑料、橡胶类耐蚀材料以及陶瓷、塑料等。

6.2 适用范围

6.2.1 金属耐蚀材料适用范围见表 1

表 1 金属耐蚀材料适用范围

序号	材料类别	材料牌号	适用部件	适用介质和工况条件
1	奥氏体镍铬钼不锈钢	022Cr17Ni14Mo2 (UNS S31603, 316L)	挡板门贴衬、转机过流部件、换热器	适用脱硫系统一般耐蚀介质和工况，在高氯离子和高氧化性酸中耐蚀性较弱。
2	双相铬镍钼不锈钢	022Cr22Ni5Mo3N (UNS S32205, 2205) 022Cr25Ni7Mo4N (UNS S32750, 2507)	塔内构件、重要转机过流部件、换热器、氨法脱硫蒸发器、结晶器	适用于湿法脱硫各种介质和工况。在海水、高氯离子条件下具有优良的抗腐蚀性能。
3	镍铬钼钨耐蚀合金	1.4529* (UNSN08926) C276* (UNS N10276)	吸收塔入口干湿界面贴衬、吸收塔内滤网、氧化风管、搅拌器轴、叶轮、塔内构件、浆液阀门门饼、耐蚀挡板门贴衬	适用于湿法脱硫各种腐蚀介质和工况，在中低pH值含有氯和氟的强酸环境中。具有高耐腐蚀能力。
注：*为欧洲牌号；UNS为美国标准				

6.2.2 非金属耐蚀材料适用范围见表 2

表 2 非金属耐蚀材料适用范围

序号	材料类别	材料名称	适用部位	适用介质和工况条件
1	涂层类耐蚀材料	树脂玻璃鳞片	吸收塔、烟道、浆液箱罐内壁，混凝土槽内壁	低温鳞片低于 100℃，高温鳞片低于 160℃。适用脱硫系统各种介质，具有优良的抗腐蚀介质渗透性，不适用强氧化性环境。
2	纤维增强塑料	玻璃钢	吸收塔喷淋管道、浆液管道、加强防腐区表面复合，箱罐，混凝土槽内壁	乙烯基树脂玻璃钢介质温度范围-20℃～80℃。适用于脱硫系统各种介质。抗渗透性和层间强度较弱。
3	橡胶衬里耐蚀材料	氯化丁基橡胶板、氯丁橡胶、丁苯橡胶	吸收塔衬胶、衬胶管道、旋流器内衬、浆液箱罐内衬	使用温度范围-50℃～100℃，适用于盐酸、硫酸的酸性环境，不适用强氧化性环境。
4	陶瓷	碳化硅、三氧化二铝材料	吸收塔浆液喷嘴、浆液调整门阀芯、耐磨区玻璃鳞片或玻璃钢添加材料	高耐磨性、耐腐蚀性，适用脱硫系统各种介质和工况
5	塑料	聚丙烯	除雾器、管道	温度-55℃～80℃，耐一般脱硫介质酸、碱液腐蚀。耐低温冲击性差。

7 材料选用一般规定

- 7.1 材料的设计选用在分析脱硫系统使用部位腐蚀源的情况下，应满足脱硫工艺要求和安全性，充分考虑耐腐耐磨抗老化等要求，以经济、环保、使用寿命长为原则，优先选用先进成熟的技术、工艺、材料。
- 7.2 当金属材料为承压部件，内衬非金属防腐材料部件时，应充分考虑金属和非金属材料之间的粘接强度。
- 7.3 湿法脱硫系统接触氨的设备材料禁用含有铜的金属。
- 7.4 脱硫吸收塔入口干湿界面宜选用镍铬钼钨耐蚀合金。
- 7.5 浆液阀门阀板材质宜选用耐蚀性能较高的镍铬钼钨合金材料。
- 7.6 浆液管道材料可采用碳钢衬胶、纤维增强塑料等非金属管道。应根据管道外部环境温度、介质腐蚀和保温伴热等情况，结合使用寿命、经济性、维修方便性进行选择。
- 7.7 浆液转机的过流部件可选用合金金属材料、碳钢外包橡胶或陶瓷材料等，应根据介质腐蚀性、运行时间和检修周期选用性价比高、寿命长的材料。
- 7.8 湿法脱硫系统非金属耐蚀材料使用树脂宜使用乙烯基酯树脂。
- 7.9 合金耐蚀材料现场焊接应按照材料厂家的要求选用焊材。
- 7.10 脱硫吸收塔、箱罐以及管道衬里橡胶，宜选用丁基橡胶。橡胶衬里的粘接剂应由橡胶衬里胶板方提供，并提供配方比例、性能指标和工艺要求。
- 7.11 吸收塔内浆液管道可选用金属或非金属管道，金属管道宜选用合金等级至少为 1.4529 或等同材料，非金属浆液喷淋管宜选用玻璃纤维增强热固性树脂喷淋管，喷淋管的厚度由直径、压力等级、支撑间距、外部载荷、耐磨要求计算决定，喷淋管的安全系数不小于 6.3。
- 7.12 玻璃鳞片要求有阻燃性能时，设计提出玻璃鳞片树脂阻燃性能和氧指数要求。

- 7.13 喷嘴宜选用反应烧结碳化硅喷嘴，脱硫系统复合非金属耐磨添加料宜选用碳化硅材料。
- 7.14 金属耐蚀材料的选择一般根据材料年腐蚀速率和腐蚀裕量，结合部件的寿命、检修周期和经济性合理选择。
- 7.15 选用新型耐蚀材料技术时，应通过试验验证满足技术要求方可使用。

8 技术性能要求

8.1 涂层类耐蚀材料

- 8.1.1 底涂层的性能应符合表 3 规定。

表 3 底涂层性能要求

序 号	项 目	试验条件	单 位	指 标
1	涂层外观			无开裂、无起泡、无剥落
2	附着力（砼基层）		MPa	≥ 5 或砼基破坏
3	附着力（钢基层）		MPa	≥ 8.0
4	耐热性	150℃，1h	—	无开裂、无起泡、无剥落
5	耐酸性	50℃，20% H ₂ SO ₄ 溶液，14d	—	无开裂、无起泡、无剥落

- 8.1.2 复合涂层性能应符合表 4 规定。

表 4 复合涂层的性能要求

序号	项目	试验条件	单位	指标
1	涂膜外观		/	无开裂、无起泡、无剥落
2	耐磨性	1000g/1000转	mg	≤ 80
3	耐热性	150℃，1h	/	无开裂、无起泡、无剥落
4	耐热老化	150℃，30d	/	无开裂、无起泡、无剥落
5	耐混合酸	80℃，2%H ₂ SO ₄ +0.1%HCl+0.1%HNO ₃ +0.1%H ₃ F，14d	/	无开裂、无起泡、无剥落
6	耐酸性	50℃，20% H ₂ SO ₄ ，14d	/	无开裂、无起泡、无剥落
7	耐水性	常温，自来水，30d	/	无开裂、无起泡、无剥落
8	耐急热急冷性 循环20次		次	无开裂、无起泡、无剥落
注1：耐老化性指标按设计要求或由供需双方协商确定。				
注2：耐急冷急热性指标由供需双方协商确定。				

- 8.1.3 玻璃鳞片胶泥和涂料的性能要求

- 8.1.3.1 玻璃鳞片胶泥和涂料的质量应符合表 5 规定。

表 5 玻璃鳞片胶泥料和玻璃鳞片涂料的质量

项 目	玻璃鳞片胶泥	玻璃鳞片涂料
在容器中状态	在搅拌混合物时，应无结块、无杂质	
施工工艺性	刮抹无障碍、不流挂	喷、滚、刷涂无障碍、不流挂
密度（g/cm ³ ）	1.30~1.55	1.10~1.40

表干时间（25℃，min）	乙烯基酯树脂和双酚 A 型不饱和聚酯树脂类	≤60，不粘手、不变形	≤90，不粘手、不变形
	环氧树脂类	≤180，不粘手、不变形	≤240，不粘手、不变形

8.1.3.2 玻璃鳞片衬里制成品的性能应符合表 6 的规定

表 6 玻璃鳞片衬里的性能要求

序号	项 目	试验条件	单 位	指 标		
				乙烯基 酯树脂 类	双酚 A 型 不饱和 聚酯树 脂类	环氧树 脂类
1	拉伸强度	23℃±2℃	MPa	≥25.0	≥23.0	≥25.0
2	弯曲强度	23℃±2℃	MPa	≥40.0		
3	巴氏硬度	23℃±2℃	度	≥40		
4	耐磨性	cs-17w, 1000g, 500r;	g	≤0.050		
5	粘接 ^力	23℃±2℃	MPa	≥6		
6	线膨胀系数	室温~70℃	1/K	≤3.0*10 ⁻⁵		
7	耐酸性	50℃，20% H ₂ SO ₄ 溶液，14d	/	无开裂、无起泡、无剥离		
8	阻燃性能（OI）	23℃±2℃		≥32		
9	冷热交替试验	设计使用温度（30min）～室温的水（10min）循环 10 次		无裂缝、剥离		
注 1：当有阻燃性能要求时，采用氧指数（OI）指标。						
注 2：玻璃鳞片涂料不要求线膨胀系数。						
注 3：当有耐磨要求时，填料采用碳化硅。						

8.2 纤维增强塑料

8.2.1 纤维增强塑料衬里

8.2.1.1 纤维增强塑料衬里适用于腐蚀介质下设备及管道表面防护，可与涂料衬里、玻璃鳞片衬里复合使用，也可用于砖板衬里的隔离层。

8.2.1.2 纤维增强塑料衬里包括底涂层、中间层、纤维增强层、面涂层。

8.2.1.3 纤维增强塑料衬里采用的树脂应包括环氧树脂、乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂、呋喃树脂和酚醛树脂，其质量应符合下列规定：

- a. 环氧树脂质量应符合 GB/T13657 的有关规定；
- b. 乙烯基酯树脂质量应符合 GB/T50590 的有关规定；
- c. 双酚 A 型和间苯型不饱和聚脂树脂质量应符合 GB/T8237 的有关规定；
- d. 呋喃树脂质量应符合 GB50212 和 GB/T 35499 的有关规定；

8.2.1.4 树脂常温下使用的固化剂应符合下列规定：

a. 环氧树脂固化剂应优先选用低毒固化剂，也可采用乙二胺等胺类固化剂，其性能应满足环氧树脂使用工况；

b. 乙烯基酯树脂、双酚 A 型和间苯型不饱和聚酯树脂固化剂应包括引发剂和促进剂，其配套使用方法应符合 GB50212 的有关规定；

c. 呋喃树脂固化剂应为酸性固化剂，已添加到胶料粉、纤维增强塑料粉和胶泥粉中，其性能应满足呋喃树脂使用工况；

8.2.1.5 纤维增强塑料衬里采用的增强材料应包括玻璃纤维、合成纤维、碳纤维及其织物等，增强材料的选型除应符合 GB 51160 的有关规定，且增强材料表面处理采用的偶联剂应与树脂匹配。

8.2.1.6 玻璃纤维增强材料应符合下列规定：

a. 宜采用 C、E、E-CR 型玻璃纤维增强材料，其化学成分应符合 JC 935 的有关规定，分类代码应符合 GB/T 4202 的有关规定。不得使用陶土坩埚生产的玻璃纤维增强材料；

b. 当采用玻璃纤维短切毡时，单位质量宜为（300～450）g/m²；其质量应符合 GB/T 17470 的有关规定；

c. 当采用非石蜡乳液型的无捻粗纱玻璃纤维方格平纹布时，单位质量宜为（200～400）g/m²；其质量应符合 GB/T 18370 的有关规定；

d. 当采用玻璃纤维表面毡时，单位质量宜为（30～50）g/m²；其质量应符合 GB/T 26733 的有关规定。

8.2.1.7 合成纤维及其织物应符合下列规定：

a. 当用于含氟类介质的衬里时，应采用涤纶晶格布或涤纶毡；

b. 涤纶晶格布的经纬密度，应为每（8×8）纱根数/cm²；

c. 涤纶毡单位质量宜为 30 g/m²；

d. 涤纶布使用前应进行防收缩的前处理。

8.2.1.8 碳纤维及其织物的质量应符合 GB/T26752 和 GB/T30021 的有关规定。

8.2.1.9 采用玻璃纤维增强塑料衬里，其玻璃纤维布的含胶量不应小于 45%，玻璃纤维短切毡的含胶量不应小于 65%，玻璃纤维表面毡的含胶量不应小于 85%。

8.2.1.10 玻璃纤维增强塑料衬里的制成品性能应符合表 7 的规定，当采用其他纤维增强塑料衬里时，其制成品性能应经试验确定。

表 7 玻璃纤维增强塑料制成品性能要求

项目	环氧树脂	乙烯基酯树脂	双酚 A 型不饱和聚酯树脂	间苯型不饱和聚酯树脂	呋喃树脂
拉伸强度(MPa) ≥	90/200	80/250	80/280	95/260	80/130
拉伸模量(GPa) ≥	7.5/14.5	8.0/17.0	7.5/18.0	8.0/17.0	9.0/15.0
断裂延伸率(%) ≥	1.4/1.6	1.0/2.2	1.2/2.0	1.4/2.0	1.0/1.2
弯曲强度(MPa) ≥	150/300/	130/350	130/260	150/300	150/150
弯曲模量(GPa) ≥	7.0/10.0	7.0/12.5	6.0/16.5	7.5/14.0	8.5/12.0
巴柯尔硬度 ≥	30/35	35/40	35/40	35/40	40/45
线膨胀系数(10 ⁻⁵ , 1/℃) ≤	3.0/1.9	3.5/2.0	3.5/2.0	2.5/1.8	1.8/1.0
附着力(MPa, 底涂层) ≥	6.0	5.0	5.0	5.0	4.0

8.2.2 纤维增强塑料管

纤维增强塑料喷淋管道的外形尺寸执行 GB/T 26735 的规定。纤维增强塑料管的性能要求符合表 8 的规定

表 8 纤维增强塑料管的性能要求

项目	单位	指标
环向拉伸强度	MPa	≥150
轴向拉伸强度	MPa	≥75
轴向压缩强度	MPa	≥100
轴向弯曲模量	GPa	≥13
耐磨性	g/cm2	≤0.015

8.3 橡胶类耐蚀材料

8.3.1 衬里胶板表面技术要求

橡胶板应致密、均匀、表面清洁，在高频电火花检测仪检测合格的条件下，胶板的缺陷允许范围见表 9 规定。

表 9 衬里胶板的缺陷允许范围

缺陷名称	表 面 质 量
气泡	每平方米内，深度不超过胶板厚度的允许偏差，长端直径小于 3 mm 的气泡不应超过 5 处。
表面杂质	每平方米内，深度和长度不超过胶板厚度允许偏差的杂质不应超过 5 处。
水纹	允许有不超过胶板厚度偏差的轻微痕迹，弯曲 90 度检查应无裂纹。
斑痕和凹凸不平	深度和高度不超过胶板厚度的允许偏差

8.3.2 衬里胶板的规格尺寸及偏差应符合表 10 的规定。

表 10 衬里胶板的规格尺寸及偏差

厚 度		宽度偏差 mm
公称尺寸mm	偏 差	
2、3、4、5、6	-10% ~ +15%	-10 ~+15
注：其它规格尺寸由供需双方协商确定。		

8.3.3 衬里胶板的物理性能应符合表 11 的规定。

表 11 衬里胶板的物理性能

项 目	性能指标	
	23℃	120℃×7 天热空气老化后
硬 度（邵尔 A ）/度	40~75	
拉伸强度 MPa	≥5	≥4
拉断伸长率%	≥250	≥200
衬里与金属的粘合强度 kN/m	5	4

8.3.4 衬里胶板的耐介质性能要求见表 12 规定。

表 12 衬里胶板的耐介质性能试验要求

使用耐温范围	23℃	93℃	120℃
--------	-----	-----	------

试验条件	28 天	28 天	7 天
60% H ₂ SO ₄ 质量变化 ΔW, %	±2	±10	±10
CaCl ₂ 溶液 (浓度 150g/L, 用 HCl 调节 pH 值到 4)	-2~+6	-2~+12	-2~+12
去离子水 (用 HCl 调节 pH 值到 2)	-2~+10	-2~+20	-2~+20

8.3.5 衬里的适用性应符合表 13 规定。

表 13 衬里的适用性能

试验项目	试验条件	性能要求
耐酸腐蚀性能	20% H ₂ SO ₄ 冷热循环 30 次	无裂纹、气泡、气孔和剥落现象
耐热老化性能	93℃×168h	无裂纹、气泡、气孔和剥落现象
硬度/邵尔 A	20% H ₂ SO ₄ 冷热循环 30 次	40~75
	93℃×168h	
与钢板的粘合强度 kN/m	未浸酸部分	≥ 4.0
	浸酸部分	≥ 2.0

8.4 金属类耐蚀材料

8.4.1 金属耐蚀材料复合衬板板材厚度符合设计要求，且满足≥1.2mm的要求。

8.4.2 双相铬镍钼不锈钢、奥氏体铬镍钼不锈钢化学成分应符合GB/T 15007的规定。

8.4.3 双相铬镍钼不锈钢、奥氏体铬镍钼不锈钢力学性能应符合GB/T 4237的规定。

8.4.4 镍铬钼钨耐蚀合金进口材质的化学和力学性能符合生产商相应的标准。

8.4.5 金属材料在特定工况下的腐蚀速率由供需双方商定。

9 试验方法

9.1 涂层类耐蚀材料

9.1.1 底涂层

9.1.1.1 附着力的测定按照GB/T 5210进行。

9.1.1.2 耐热性测定，将一组试样分别加热到150℃，1小时后观察并记录试样外观的裂纹、翘曲、起泡、粉化等异常情况。

9.1.1.3 耐酸性测定，将一组试样浸入50℃，20%H₂SO₄溶液中，14天后观察并记录试样外观开裂、起泡、剥落等异常现象。

9.1.2 复合涂层

9.1.2.1 耐磨性的测定，按GB/T 1768进行。

9.1.2.2 耐热性测定，按9.1.1.2进行。

9.1.2.3 耐老化性测定，将一组试样分别加热到180℃，30天后观察并记录试样外观的裂纹、翘曲、起泡、粉化等异常情况。

9.1.2.4 耐酸性的测定，按9.1.1.3进行。

9.1.2.5 耐混合酸的测定,将一组试样浸入温度为80℃的混合溶液(2% H_2SO_4 , 0.1% HCl , 0.1% HNO_3 , 0.1% HF)中, 14天后观察并记录试样外观开裂、起泡、剥落等异常现象。

9.1.2.6 耐水性的测定,将一组试样浸入常温的自来水中, 30天后观察并记录试样外观开裂、起泡、剥落等异常现象。

9.1.2.7 耐急冷急热性的测定,按GB/T 37187附录A进行。

9.1.3 玻璃鳞片衬里

9.1.3.1 底涂层性能的测定,按9.1.1进行。

9.1.3.2 拉伸强度的测定,按GB/T 1447进行。

9.1.3.3 抗弯曲强度的测定,按GB/T 1449进行。

9.1.3.4 巴氏硬度的测定,按GB/T 3854进行。

9.1.3.5 耐磨性的测定,按GB/T 1768进行。

9.1.3.6 线膨胀系数测定,按GB/T 2572进行。

9.1.3.7 耐酸性的测定,按9.1.1.3进行。

9.1.3.8 阻燃性能(OI)的测定,按GB/T 2406.2进行。

9.1.3.9 冷热交替试验,按GB 50726有关规定进行。

9.2 纤维增强塑料

9.2.1 树脂含量按GB/T 2577测定。内外耐磨层玻璃纤维和耐磨填料含量的试验方法参照GB/T 2577,先测量出玻璃纤维和耐磨材料总重量,再经60目标准分样筛过滤,分别称出玻璃纤维和耐磨材料的重量,计算出玻璃纤维和耐磨填料的质量分数。

9.2.2 拉伸强度、拉伸模量和断裂延伸率应按现行GB/T 1447的有关规定执行。

9.2.3 巴氏硬度的测定应按现行GB/T 3854的有关规定执行

9.2.4 线膨胀系数的测定应按现行GB/T 2572的有关规定执行

9.2.5 附着力的测定应按现行GB/T 5210 有关规定执行

9.2.6 弯曲强度和弯曲模量应按现行GB/T 1449 的有关规定执行。

9.2.7 轴向压缩强度按GB/T 1448测定。

9.2.8 轴向拉伸强度按GB/T 5349测定。

9.2.9 耐磨性的测定按GB/T 26735附录B进行。

9.2.10 热变形温度测定按GB/T 1634.1进行。

9.2.11 纤维增强塑料管道的外形测试方法按GB/T 26735执行。

9.3 橡胶类耐蚀材料

9.3.1 规格尺寸的测定:厚度用厚度计测量(读数精确到0.1mm),在距胶板边缘50mm以内,沿胶板宽度方向均布测量五点,结果取算术平均值;宽度用盒尺或卷尺测量(读数精确到1mm),宽度测量由端部起取3处,各处距离不小于1m,测量结果取算术平均值。

9.3.2 硬度的测量按GB/T 531.1进行。

9.3.3 拉伸强度、断裂伸长率的测定,按GB/T 528进行,采用哑铃状I型试样。

9.3.4 粘合强度的测定,按GB/T 7760进行。

9.3.5 耐介质性能的测定,按GB/T 1690进行。

9.3.6 耐酸性能的测定,按GB/T 37187进行。

9.3.7 耐热老化性能的测定,按GB/T 3512进行。

9.4 金属耐蚀材料

- 9.4.1 外形尺寸及偏差测定，按 GB/T 709 进行。
- 9.4.2 金属材料元素的测定，按 GB/T 11170 进行。
- 9.4.3 材料力学性能的检测，按 YB/T 5353 进行。

10 标识、包装、运输和贮存

10.1 标识

10.1.1 在产品的包装上用适当方式标明产品名称、品种、等级、商标、生产厂名、厂址、联系电话。有需要的情况还应标明“防火”、“防潮”、“防雨”、“防撞”等标记。

10.1.2 产品出厂时，应出具产品合格证，应包括下列内容：

- 合格证编号；
- 生产企业名称；
- 产品名称、规格、品种、等级；
- 产品数量、生产日期、安全使用期或失效日期；
- 依据标准编号；
- 本批产品出厂检验实测项目及指标；
- 检验部门及检验人员签章。

10.2 包装

10.2.1 涂层类防腐蚀材料应按 GB/T 13491 中一级包装要求的规定进行。

10.2.2 玻璃纤维增强塑料的原材料按 GB/T 13491 中一级包装要求的规定进行。

10.2.3 橡胶板的包装应按 GB/T 18241 的规定。

10.2.4 其它耐蚀材料产品执行机电产品包装的通用要求。

10.3 运输

运输时应有防潮防雨防火措施，产品应稳固挤紧以防震动碰撞，装卸时应小心轻放，严禁抛掷、滚卸、乱摔乱撞，以免防潮包装破损、液体泄漏及磕掉边角。

10.4 贮存

产品应按不同规格、品种、类别等分别堆放。贮存于通风干燥的室内或防雨棚内，远离火源，底层宜设防潮隔层垫板。材料贮存温度和时间符合制造厂产品标识或产品技术文件规定的要求。有特殊要求的按产品说明书及有关规范执行。

11 材料检验

11.1 出厂检验

11.1.1 涂层类的材料出厂检验项目应包括各层材料的附着力、耐磨性能、耐酸性能，玻璃鳞片材料检验项目包括拉伸强度、弯曲强度、耐磨性、粘接强度。

11.1.2 耐蚀橡胶板出厂检验项目包括拉伸强度、断裂伸长率、邵氏硬度、耐酸性及电火花检测。

11.1.3 纤维增强塑料原材料包括纤维单位质量、树脂浇注体的拉伸强度、断裂伸长率、热变形温度，

添加耐磨料的目数等。

11.1.4 金属类耐蚀材料检验项目包括拉伸强度、剪切强度等。

11.1.5 复核出厂检验证书上检验项目和数据符合设计要求和国家标准。

11.2 现场复检

11.2.1 耐蚀材料进场应核对进货数量，按照设计图纸和相应标准核对产品的名称、规格、型号和技术指标。

11.2.2 按照标准要求对耐蚀材料进行随机抽检，由甲方、监理和材料供应商签字封存，送到具有检验资质的单位进行检验，复检合格方可使用。

11.2.3 其它成品耐蚀材料除厂家提供产品合格证、检验报告外，现场核对材料的正确性，另外检验外观、尺寸、配合指标符合设计要求。

11.2.4 金属材料采用光谱法核对材料元素的正确性。

11.3 型式检验

11.3.1 型式检验项目包括本标准技术要求的全部项目，有下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制、鉴定；
- b) 原料产地、配方、工艺改变，可能影响产品质量时；
- c) 正常生产时，每年进行一次型式检验；
- d) 产品停产半年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

12 施工（修复）技术要求

12.1 施工准备、材料配比

12.1.1 施工单位和人员应具有相应的施工资质。施工前应编制施工组织、技术、安全措施和专项施工方案、应急预案，并经批准。相关设计技术文件齐全，图纸已会审，施工设施齐备，原材料检验合格，安全措施布置完成。

12.1.2 耐蚀材料衬里基体表面应按照设计标准要求进行处理，表面除锈达到 Sa2.5 级，表面质量等级应符合相应标准要求。

12.1.3 双组份或多组分材料在使用前应按说明书的配比进行试配，试配的环境与作业环境应相近。作业环境变化较大，原有的配合比不能满足作业要求时，应重新试配确定配合比。

12.1.4 试配的材料应留样品，并详细记录操作的配合比，确定的配合比不得任意改变。

12.1.5 确定配合比的材料应送检，验证其性能，满足设计的要求。

12.1.6 复合涂层类各层材料应配比不同的颜色，配料容器和工具应清洁、干燥，无油污、无固化残渣。材料配制不沉淀，不分层，不结块，粘度均匀一致。

12.1.7 液体粘接剂应满足衬里施工现场的贮存和停放条件。配置好的材料应在初凝前用完，使用过程中，材料有凝固、结块现象式不得使用。

12.1.8 非金属材料施工全过程应控制环境温度和相对湿度，施工环境温度宜为 15℃～30℃，相对湿度不宜大于 80%，或基体温度高于空气露点温度 3℃ 以上。耐蚀材料、基体表面温度不应低于允许的环境温度。

12.1.9 施工场所应干燥、无尘，通风良好。

12.2 操作

- 12.2.1 作业人员施工防护用品齐全，工具及用品清洁，并防静电。
- 12.2.2 施工过程中，严禁同时进行焊接、气割、直接敲击等产生火花的作业。
- 12.2.3 内衬设备基体表面处理后应及时涂覆底层涂料，间隔时间不宜大于 4h。
- 12.2.4 耐蚀涂层施工可采用刷涂法、滚涂法、空气喷涂或高压无气喷涂、静电喷涂等方法。
- 12.2.5 衬里的复合涂层、玻璃鳞片涂层各层施工的间隔时间符合 GB 50726 的要求。
- 12.2.6 玻璃鳞片底涂料采用涂刷或滚涂，胶泥采用人工抹涂的方法，滚压作业应与施工涂抹同步进行。玻璃鳞片胶泥和涂料衬里的施工操作按 GB50726、GB50212 的有关规定执行。
- 12.2.7 橡胶衬里根据胶板不同，可采用热烙法、热帖法和压轮滚压法。胶板衬里层的接缝应采用搭接，搭接宽度应符合标准要求。钢质设备的衬胶防腐工艺和施工要求应符合 GB 50726 规范的规定，混凝土设备的衬胶防腐工艺和施工要求应符合 GB/T 36208 的规定。橡胶衬里施工执行 GB/T18241.1 标准。
- 12.2.8 玻纤增强塑料衬里应采用间断法或连续法手工糊制工艺，施工工艺符合 GB50212 的有关规定。
- 12.2.9 衬里运行过程中耐蚀材料局部修补，在破损区域所有方向上延伸不宜小于 50mm, 清理干净基体表面。
- 12.2.10 脱硫系统金属材料现场焊接宜采用自熔钨极氩弧焊，焊接前应对焊接区域进行清理，清理的宽度应达到 100mm 以上。
- 12.2.11 耐蚀金属材料复合焊接符合 GB/T 13148 的有关规定。

12.3 验收

- 12.3.1 耐蚀材料施工过程和完工后，按计划进行质量检查和验收。包括：外观检查、厚度、微孔检查、固化度、表面硬度等。验收按工序不漏项，不越级，验收资料完整。
- 12.3.2 玻璃鳞片胶泥和涂料衬里材料的验收按 GB50727 的有关规定执行。
- 12.3.3 橡胶衬里验收执行 GB/T18241.1 标准。
- 12.3.4 纤维增强塑料管验收标准执行 GB/T 26735 标准。纤维增强塑料施工验收按 GB 50727 的有关规定执行。
- 12.3.5 完工验收应提交以下资料：
 - a) 材料出厂合格证、质量检验报告；
 - b) 设计及变更文件；
 - c) 施工与安装过程文件；
 - d) 调试过程文件；
 - e) 施工安装监理文件；
 - f) 不符合项处理记录；
 - g) 完工验收申请文件。

12.4 养护

- 12.4.1 现场施工后的养护环境、时间要遵循材料施工的设计和厂家的技术要求。
- 12.4.2 衬里养护期内不得在衬里表面进行其它施工作业或踩踏。
- 12.4.3 玻璃鳞片胶泥和涂料衬里养护时间符合表 14 规定。

表 14 玻璃鳞片衬里的养护时间

类 型	乙烯基酯树脂类		
环境温度（℃）	10	20	30
养护时间（d）	≥14	≥7	≥4

12.4.4 橡胶衬里硫化后的养护时间符合表 15 的规定。

表 15 橡胶衬里的养护时间

类 型	衬胶硫化后（常温）	
硫化类型	预硫化衬里	加热硫化和自硫化衬里
养护时间（h）	≥48	≥16

12.4.5 纤维增强塑料的养护时间符合表 16 的规定。

表 16 纤维增强塑料常温固化的养护时间

树脂类型	环氧树脂	乙烯基酯树脂	不饱和聚酯树脂	呋喃树脂
养护时间（d）	≥15	≥15	≥15	≥15

13 运行技术要求

- 13.1 制定合理的脱硫系统运行规程，工况参数符合设计要求，具备有效调整、控制工况参数变化的措施，运行期间避免指标超标。
- 13.2 在线表计（PH 计、密度计、温度、压力、氧量、湿度、烟尘和二氧化硫浓度等）完好，定期对表计进行冲洗、校对和维护，保证正确反映运行工况参数。
- 13.3 脱硫系统吸收剂、浆液、工艺水、副产品等应定期进行化验监测。
- 13.4 系统运行期间定期检查设备泄漏、浆液中腐蚀材料含量、设备运行效率等情况来判断系统内部腐蚀材料的损坏情况。
- 13.5 工况条件参数和化验监测状况的变化超出耐蚀材料的适用范围时，应及时预警和调整，避免耐蚀材料发生失效影响设备的使用寿命。
- 13.6 脱硫装置不得在超过设计负荷的条件下长期运行。
- 13.7 腐蚀状况检查维修作为定期工作的一项必要内容。根据脱硫装置检修等级制定设备材料检查维修计划，对全部腐蚀区域和重点耐蚀设备部件进行检查，检查应包含耐蚀层表面、结构及配件、接口等部位。
- 13.8 检查方法可分为目测、无损测厚、硬度检测、电火花检测等，检查结果做好记录。
- 13.9 耐蚀材料表面有下列情况时，应进行维修。
- 材料有龟裂、穿孔、脱落；
 - 严重磨损、厚度减薄超过 1/2 时；
 - 表面鼓包直径大于 30mm 或表面起泡面积占比超过总面积 30%时；
 - 材料表面硬度超过标准的 20%。
- 13.10 制定合理的维修方案，维修过程和验收按本文件 12 章的技术要求执行。

14 失效

14.1 耐蚀材料出现严重腐蚀、脱落、针孔、老化，鼓泡，裂纹等损坏情况，功能不满足设计及使用要求，影响环境 and 安全性，判定为失效。

14.2 失效后可再修复且具有利用价值的部件或材料，制定相应方案，由有资质能力的专业单位进行处理。

14.3 失效后无法再利用的设备材料应报废。报废材料应评估可能产生的环境危害性，满足国家环境保护相关标准的要求下，做出相应处理。
