

ICS 75.200

CCS P 72

C I E S C

团 体 标 准

T/CIESC XXXX—202X

石油化工设备和管道绝热层下腐蚀

第 2 部分：腐蚀控制技术规范

Corrosion under insulation of petrochemical equipment and pipelines

Part 2: Corrosion control technical specification

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国化工学会 发布

# 目 次

前 言 .....	1
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 防腐涂层选用与要求.....	3
4.1 绝热层下防腐涂层配套.....	3
4.2 绝热层下防腐涂料及指标要求.....	3
4.3 涂装施工控制.....	4
4.4 质量验收.....	6
5 绝热材料选用与要求.....	6
5.1 一般要求.....	6
5.2 憎水性.....	6
5.3 腐蚀性.....	8
6 绝热结构设计要求.....	8
6.1 一般要求.....	8
6.2 设备绝热结构.....	7
6.3 管道绝热结构.....	9
6.4 异型件.....	142
6.5 小接管.....	142
7 绝热质量控制.....	164
7.1 绝热材料.....	164
7.2 施工过程控制.....	174
7.3 质量验收.....	185
8 运行检查与维护.....	19
附录 A（规范性） 绝热层下防腐涂层循环腐蚀试验方法 .....	209
参考文献.....	27

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

请注意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。

本文件由中国化工学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 石油化工设备和管道绝热层下腐蚀

## 第2部分：腐蚀控制技术规范

警示：本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

### 1 范围

本文件规定了石油化工企业设备和管道绝热层下腐蚀控制的技术要求，涵盖了防腐涂层选用与要求、绝热材料选用与要求、绝热结构设计要求、绝热质量控制、运行检查与维护等内容。

本文件适用于石油化工企业新建装置、在役装置、停用装置等所有被绝热层覆盖设备和管道的绝热层下腐蚀控制，天然气、煤化工及石油工程可参照使用。

### 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 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法

GB/T 2408 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 8923.2 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第2部分：已涂覆过的钢材表面局部清除原有涂层后的处理等级

GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10299 绝热材料憎水性试验方法

GB/T 10699 硅酸钙绝热制品

GB/T 11007 电导率仪试验方法

GB/T 13288.1 涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第1部分：用于评定喷射清理后钢材表面粗糙度的ISO表面粗糙度比较样块的技术要求和定义

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 17393 覆盖奥氏体不锈钢用绝热材料规范

GB/T 30789.2 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第2部分：起泡等级的评定

GB/T 30789.3 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第3部分:生锈等级的评定

GB/T 30789.4 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第4部分:开裂等级的评定

GB/T 30789.5 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第5部分:剥落等级的评定

GB/T 30789.8 色漆和清漆 涂层老化的评价 缺陷的数量和大小以及外观均匀变化程度的标识 第8部分:划痕或其它人工缺陷周边剥离和腐蚀等级的评定

GB/T 30790.6-2014 色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第6部分:实验室性能测试方法

GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范

GB/T 50185 工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准

GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范

GB 50645 石油化工绝热工程施工质量验收规范

JC/T 618 绝热材料中可溶出氯化物、氟化物、硅酸盐和钠离子的化学分析方法

JC/T 884 金属板用建筑密封胶

JG/T 25 建筑涂料涂层耐温变性试验方法

SH/T 3010 石油化工设备和管道绝热工程设计规范

SH/T 3522 石油化工绝热工程施工技术规程

SY/T 7350-2016 低温管道与设备防腐保冷技术规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**绝热层下腐蚀** corrosion under insulation (CUI)

操作温度 $-12^{\circ}\text{C}\sim 175^{\circ}\text{C}$ 时,碳钢及低合金钢管道、设备和结构部件因绝热层中滞留电解质而导致的外部腐蚀。奥氏体和双相不锈钢在绝热状态下的外部应力腐蚀开裂也归类为CUI。

#### 3.2

**绝热层下防腐涂层** corrosion-resistant coating under thermal insulation layer

用于防止设备或管道在绝热层覆盖下发生腐蚀的防护涂层。

#### 3.3

**横式循环腐蚀试验** horizontal pipe cyclic corrosion test

将涂层涂覆在方形钢管上,通过方管内部循环导热油控制温度,模拟绝热层下腐蚀环境,经42d的试验后,依据腐蚀程度判定涂层是否通过试验。

#### 3.4

**竖立式循环腐蚀试验** vertical pipe cycling corrosion testing

将涂层涂覆在圆形钢管上，外部包覆绝热材料后整体放置于电加热板上，模拟绝热层下腐蚀环境，钢管经加热后形成温度梯度，经42d的试验后，依据涂层失效程度判定其极限使用温度。

## 4 防腐涂层选用与要求

### 4.1 绝热层下防腐涂层配套

4.1.1 绝热层下防腐涂层配套体系设计应符合表1的要求，当采用其他涂料产品时应满足相关标准及本文件的规定。

4.1.2 绝热层下防腐涂层配套体系性能应符合表2的要求。

4.1.3 绝热层下防腐涂层耐循环腐蚀性能测试方法见附录A。

表 1 常用绝热层下防腐涂层配套体系设计方案

操作温度 /°C	涂层配套		最小干膜厚度/ $\mu\text{m}$	最小总干膜厚度/ $\mu\text{m}$
-12~120	底漆	环氧漆	100	200
	面漆	环氧漆	100	
-12~175	底漆	环氧酚醛漆	100	200
	面漆	环氧酚醛漆	100	
	底漆	环氧烷基胺漆	100	200
	面漆	环氧烷基胺漆	100	
	底漆	玻璃鳞片增强环氧酚醛漆	100	200
	面漆	玻璃鳞片增强环氧酚醛漆	100	
双温工况 <sup>a</sup>	底漆	耐低温环氧漆	100	200
	面漆	耐低温环氧漆	100	

<sup>a</sup>双温工况即长期运行温度为环境温度，间歇运行在低温的工况。

表 2 常用绝热层下防腐涂层配套体系性能要求

序号	项目	指标要求	测试方法
1	附着力/MPa	$\geq 5$	GB/T 5210
2	耐温变循环（温度范围商定）	5次循环，通过	JG/T 25
3	耐水性	720h，通过	GB/T 30648.2
4	耐冷凝水	720h，通过	GB/T 13893
5	耐中性盐雾	720h，通过	GB/T 10125
6	耐循环腐蚀试验	多相横置式循环腐蚀试验，通过 竖立式循环腐蚀试验，通过	附录 A

### 4.2 绝热层下防腐涂料及指标要求

4.2.1 绝热层下防腐涂料性能应满足表3和表4的要求。

4.2.2 防腐涂料产品质量证明文件应包括产品质量合格证或材料检测报告，买方有要求时涂料产品供应商应提供原始红外光谱图。

4.2.3 买方有要求或对涂料质量存疑时，应由具备检验资质的第三方检测单位进行检验，性能应符合表3和表4的规定。

表3 绝热层下防腐涂层性能要求

序号	项目		技术指标				测试方法
			环氧酚醛漆	玻璃鳞片增强 环氧酚醛漆	环氧烷基胺 漆	环氧漆	
1	容器中状态		搅拌均匀后 无硬块，呈 均匀状态	搅拌均匀后无硬 块，呈均匀状态： 粉料呈微小均匀 粉末状态	搅拌均匀后 无硬块，呈均 匀状态	搅拌均匀后 无硬块，呈 均匀状态	目测
2	体积固体分/%	≥	60	70	60	70	GB/T 9272
3	附着力(拉开法)/MPa	≥	8	8	8	5	GB/T 5210
4	弯曲性/mm	≤	2	2	2	2	GB/T 6742
5	干燥时 间/h	表干 ≤	4	4	4	2 <sup>a</sup>	GB/T 1728
		实干 ≤	10	24	6	24	
6	耐热性/℃(168h,无皱皮、 起泡、开裂等现象)		205±5	250±5	205±5	120±5	GB/T 1735
7	耐温变循环性(5个循环)		通过	通过	通过	通过	JG/T 25
8	耐盐雾性/h		1440, 通过	1440, 通过	1440, 通过	1440, 通过	GB/T 10125
9	耐冷凝水/h		720, 通过	720, 通过	720, 通过	720, 通过	GB/T 13893
10	耐湿热/h		1440, 通过	1440, 通过	1440, 通过	1440, 通过	GB/T 1740
11	循环腐蚀试验		通过	通过	通过	通过	附录 A

<sup>a</sup>无溶剂环氧类表干时间≤6h。

表4 耐低温环氧涂层性能

序号	项目		指标	测试方法
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度(A、B组分混合后)/μm	≤	100	GB/T 1724
3	体积固体分/% ≥		60	GB/T 1725
4	干燥时间/h	表干时间	≤ 4	GB/T 1728
		实干时间	≤ 24	
5	贮存稳定性(A组分)(50℃ ±1℃), 30d	沉降程度(级)	≤ 6	GB/T 6753.3
		黏度变化(级)	≤ 4	
6	适用期(25℃,黏度值最大增加100%,250g样品)/h		≤ 2	GB/T 1723
7	附着力(拉开法)/MPa		≥ 5	GB/T 5210
8	柔韧性/级		1	GB/T 1731
9	冲击性/cm		50	GB/T 1732
10	电气强度/(MV/m)		≥ 25	GB/T 1408.1

表4 耐低温环氧涂层性能（续）

序号	项目		指标	测试方法
11	体积电阻率( $\Omega \cdot m$ )	$\geq$	$1 \times 10^{13}$	GB/T 1410
12	温变循环试验(-196℃, 10次循环)	外观	无开裂	SY/T 7350-2016 附录A
		附着力/MPa	$\geq$ 5, 且不小于常温实测值的50%	
		附着力/级	1	
		冲击性/cm	50	
		弯曲性/mm	$\leq$ 2	

### 4.3 涂装施工控制

#### 4.3.1 施工前准备

4.3.1.1 防腐工程施工承包商应具备相应的施工资质。

4.3.1.2 施工前, 施工承包商应编制施工技术方案。施工技术方案应包括工程概况、工作范围、编制依据、涂层配套方案、表面处理、涂料的检验与混合、涂装施工、质量检查控制点、交工验收、施工安全技术要求、应急预案等内容。

4.3.1.3 涂装施工设备及工具、检验检测仪器应在检定或校准有效期内。

#### 4.3.2 施工环境

4.3.2.1 涂装施工前, 应检测环境温度、相对湿度、底材表面温度、环境露点温度、风力等级等, 并填写施工环境监测记录。

4.3.2.2 涂装施工环境宜为温度 $5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于85%, 且底材表面温度应高于环境露点温度不小于 $3^{\circ}\text{C}$ 。

4.3.2.3 当环境条件不能满足施工要求时, 应采取除湿、通风及加热措施, 否则不得进行露天施工。

#### 4.3.3 表面处理

4.3.3.1 表面清理之前, 应清除焊渣、飞溅等附着物, 清洗表面可见的油脂和其他污物。

4.3.3.2 新建工程表面处理要求: ①未涂覆钢材锈蚀等级的判断和表面处理等级要求参照GB/T 8923.1执行, 碳钢或低合金钢表面处理等级达到Sa2.5, 表面粗糙度宜为 $40 \mu\text{m} \sim 75 \mu\text{m}$ ; 不锈钢表面处理等级达到Sa1, 表面粗糙度宜为 $20 \mu\text{m} \sim 45 \mu\text{m}$ 。表面粗糙度应不大于涂层总干膜厚度的1/3。

4.3.3.3 维护工程表面处理要求:

a) 结合安全要求、清理难易程度、工作效率等影响因素, 确定表面处理方式或组合;

b) 当采用动力工具清理时, 难以彻底清理的旧可以保留, 应对保留的旧涂层应进行附着力检测, 检测结果应不低于3MPa(拉开法)或不高于2级(划叉法);

c) 已涂覆钢材表面处理等级参照GB/T 8923.2执行。

4.3.3.4 表面处理完成后, 应对表面处理效果进行检查, 并填写检查记录表。

4.3.3.5 若选定的表面处理方法未能达到要求的处理等级, 或者处理过的表面状况已经在涂覆涂层体系之前发生了变化(如受到污染或返锈), 则应重复相关的工艺操作, 以达到要求的处理等级。

4.3.3.6 表面除锈后应在4小时内进行涂装。

#### 4.3.4 施工过程要求

4.3.4.1 涂刷每道漆之前, 应针对所有边缘处、角落、缝隙处和焊缝处等部位进行预涂, 并进行现场验证、记录。

4.3.4.2 应严格遵守涂料供应商在产品说明书中给出或技术规格书中要求的各道涂层之间的涂装时间间隔以及最后一道涂层涂装完成后到投入使用的时间要求。超过最大间隔时间, 应将前一道涂层用适当目数的砂纸拉毛后再进行涂装, 以保证涂层间的附着力。

4.3.4.3 每一道工序的质量检验合格后方可进行下一道工序的施工，不得有起泡、分离起皮、皱皮、漏涂等现象，并填写道间检查记录表。

#### 4.4 质量验收

4.4.1 绝热层下防腐涂层施工完成后应进行外观、干膜厚度和附着力验收，验收合格后可进行后续绝热施工。

4.4.2 外观检查：采用目视检查的方法进行涂层外观检查，检查内容主要包括漏涂、皱皮、针孔、起泡、剥落和裂纹等缺陷。

4.4.3 干膜厚度的要求

4.4.3.1 宜使用符合GB/T 13452.2要求的电磁涂层测厚仪进行总干膜厚度检测。

4.4.3.2 涂层厚度应遵循“90/10”原则，即涂层厚度小于设计规定厚度的测点数，不应大于10%，且测点处实测厚度不应小于设计规定厚度的90%。为了避免涂层过厚，最大干膜厚度不宜超过规定干膜厚度的3倍。

4.4.4 附着力的测试及处理

4.4.4.1 宜采用拉开法进行附着力测试，具体实施方法参照GB/T 5210执行。

4.4.4.2 新建防腐工程涂层配套体系附着力不低于5MPa，维修工程涂层配套体系附着力不低于3MPa。

4.4.4.3 不锈钢表面涂层附着力可采用GB/T 9286规定的划格法进行检查，检测结果应小于或等于2级。

4.4.4.4 附着力测试结束后应立即对测试部位进行修补。

### 5 绝热材料选用与要求

#### 5.1 一般要求

5.1.1 绝热材料及其制品应有质量证明文件，主要性能应满足GB 50264、SH/T 3010等的要求。

5.1.2 严禁使用石棉及其制品。

5.1.3 保温设备及管道应选择不低于GB 8624中规定的A2级材料。保冷设备及管道应选择不低于GB 8624中规定的B级材料，且氧指数不应小于30%。

5.1.4 绝热材料除应满足对应绝热材料相关的标准规定的性能要求外，还应进行绝热材料腐蚀性测试，确保腐蚀性满足要求。

#### 5.2 憎水性

5.2.1 保温宜选用憎水率大于98%的憎水型保温材料；除气凝胶外，保冷宜选用闭孔型材料及其制品，气凝胶应单面覆防透气铝膜。

5.2.2 绝热材料憎水性采用GB/T 10299规定的方法进行测试。

5.2.3 岩棉制品有防水要求时质量吸湿率不得大于1.0%；硅酸铝棉制品有防水要求时质量吸湿率不得大于4.0%；硅酸钙制品质量含水率不得大于7.5%。

#### 5.3 腐蚀性

5.3.1 绝热材料采样和绝热材料浸出液制备应符合JC/T 618的规定。

5.3.2 绝热材料浸出液电导率检测参照GB/T 11007执行，其浸出液pH值应不低于7，电导率宜不超过100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

5.3.3 用于覆盖奥氏体不锈钢的绝热材料应符合GB/T 17393的规定，憎水材料需经热处理至亲水后测试浸出液Cl<sup>-</sup>浓度，且氯离子含量不应超过25  $\mu\text{g}/\text{g}$ 。

## 6 绝热结构设计要求

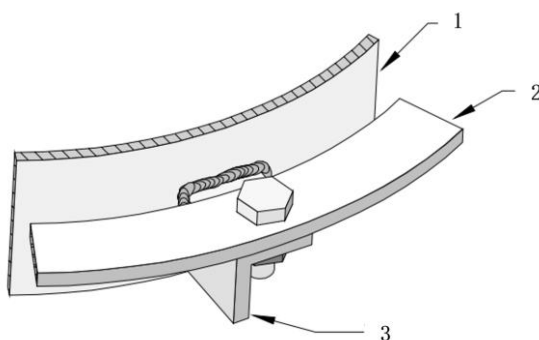
### 6.1 一般要求

- 6.1.1 绝热结构的设计除满足本文件的要求外，还应满足 GB 50264、SH/T 3010 和 SH/T 3522 的要求。
- 6.1.2 保温结构应由保温层和保护层组成，保冷结构应由防腐涂层、保冷层、防潮层和保护层组成。
- 6.1.3 绝热结构应有一定的机械强度，对于振动的设备及管道绝热结构应采取加固措施。
- 6.1.4 对于经常维修的部位宜采用可拆卸式绝热结构。

### 6.2 设备绝热结构

#### 6.2.1 支撑圈

- 6.2.1.1 如图1所示，容器壳体上桶型绝热支撑圈不宜与容器壁接触，以减少水的积聚。

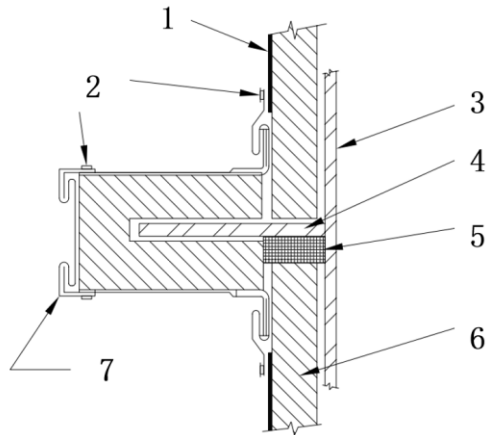


标引序号说明：

- 1——容器壳体；  
2——扁钢；  
3——焊接支架。

图1 容器壳体绝热支撑圈

- 6.2.1.2 保温时，加强圈宽度未超过保温层厚度时应加设同质或软质保温材料填塞；加强圈宽度超过保温层时，超出部位应做成保温盒，在空间允许的情况下，支撑圈处保温厚度应与本体一致；在空间不足的情况下，应使用纳米气凝胶等新型绝热材料以满足保温要求。
- 6.2.1.3 保冷时，加强圈均应进行保冷施工，在空间允许的情况下，支撑圈处保冷厚度应与本体一致。
- 6.2.1.4 保冷时，支撑圈与平台连接的支架应进行保冷处理。
- 6.2.1.5 支撑圈处保温结构如图2所示，保温盒宜采用咬接方式，按照顺水方式与设备本体保护层搭接不小于50mm。

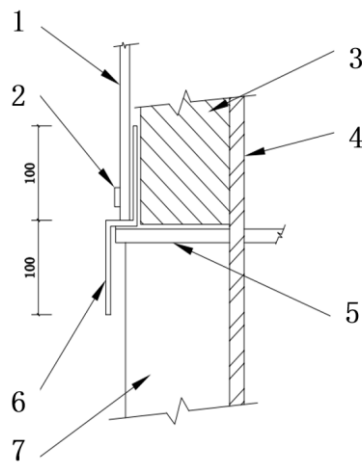


标引序号说明:

- 1——保护层;
- 2——钢带;
- 3——容器壳体;
- 4——容器加强圈;
- 5——膨胀缝;
- 6——保温层;
- 7——咬接。

图2 支撑圈处保温结构

6.2.1.6 如图3,垂直容器底部支撑圈应设置挡水板,将挡水板的下部边缘偏折到支撑圈外沿,进而保护绝热层和防火层,防止进水,挡水板上半部分伸入容器保护层内不低于100mm,下半部分长度不低于100mm。



标引序号说明:

- 1——保护层;
- 2——钢带;
- 3——保温层;
- 4——裙座;
- 5——保温支持;
- 6——挡水板;
- 7——防火披覆。

图3 支撑圈处保温结构

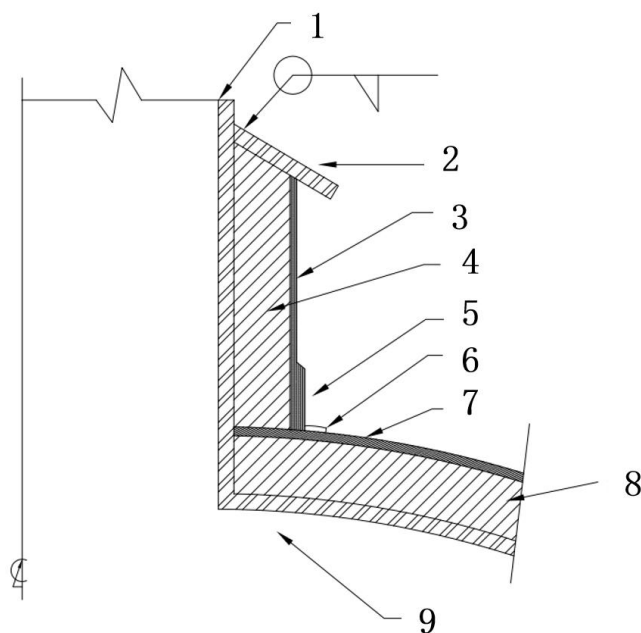
## 6.2.2 容器顶部出口管道

6.2.2.1 容器顶部应按照伞状做绝热处理，中心处绝热厚度应高于边缘，以便于顺水。

6.2.2.2 当管道与设备直接相连，管道底部保护层与设备顶部保护层搭接尺寸不小于50mm。

6.2.2.3 当管道与设备通过法兰相连，法兰盒上部与管道保护层搭接尺寸不小于50mm；法兰盒侧边宜与设备顶部保护层直接搭接，尺寸不小于50mm。

6.2.2.4 如图4，容器顶部出口管道宜在顶部四周焊接一圈延伸出绝热层的挡水檐。



标引序号说明：

- 1——管口；
- 2——焊接密封管帽；
- 3——保护层；
- 4、8——绝热层；
- 5——钢带；
- 6——挡水板；
- 7——金属芯；
- 9——封头。

图4 顶部出口管道挡水檐

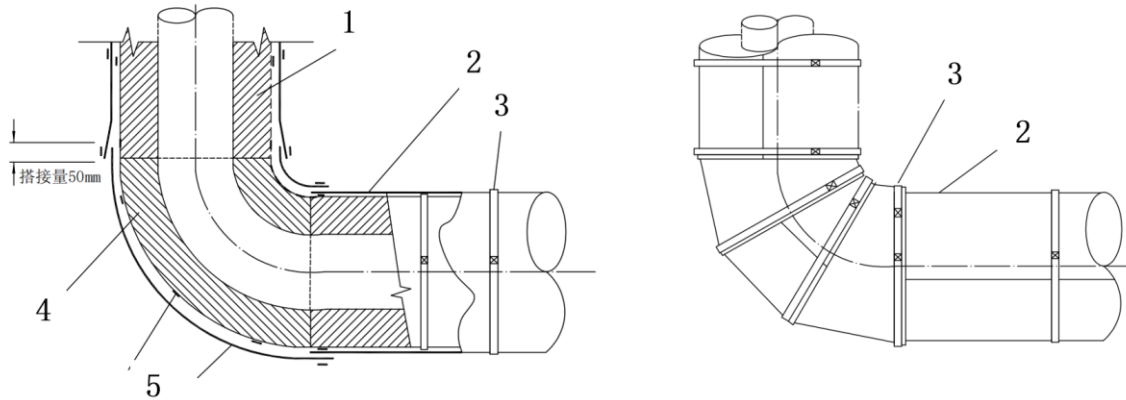
## 6.3 管道绝热结构

### 6.3.1 弯头

6.3.1.1 保温管道弯头宜采用预制化管壳类保温材料，保冷管道弯头宜采用预制化管壳类保冷材料。

6.3.1.2 应尽可能使用模压成品或者预制成型的保温弯头，弯头保护层虾米腰结构要求如图5所示。

6.3.1.3 绝热后外径小于200mm的弯头，其金属保护层宜采用成型弯头；当采用分片式的虾米腰弯头时，应不少于3片片数。



标引序号说明:

- 1——保温层;
- 2——保护层;
- 3——钢带;
- 4——模压或预制的两弯头中间用粘接剂;
- 5——钢带或钢丝, 至少3根。

图5 弯头保护层虾米腰结构要求

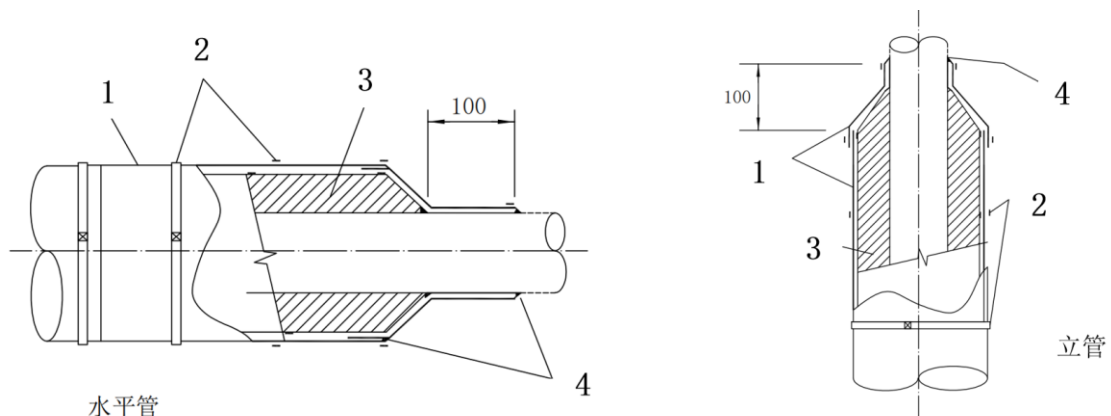
6.3.1.4 保温后外径大于250mm及振动部位管道的虾米腰弯头保护层,应在弯头保护层外圆部位内衬铝条背带。

### 6.3.2 管道保温末端

6.3.2.1 管道保温末端保护层安装如图6所示,所有的保温末端应设置一个金属挡水圈。金属挡水圈应采用与临近的管子保温保护层相同的材料制作。

6.3.2.2 水平管道末端保温层斜切45°,端部保护层向内翻折45°形成锥形防水结构,保护层贴近管壁部分长度不低于100mm,缝隙处抹密封胶密封。

6.3.2.3 立管处理方式类似于水平管道,但需特别注意密封结构应具备良好的排水性能,防止雨水滞留。



标引序号说明:

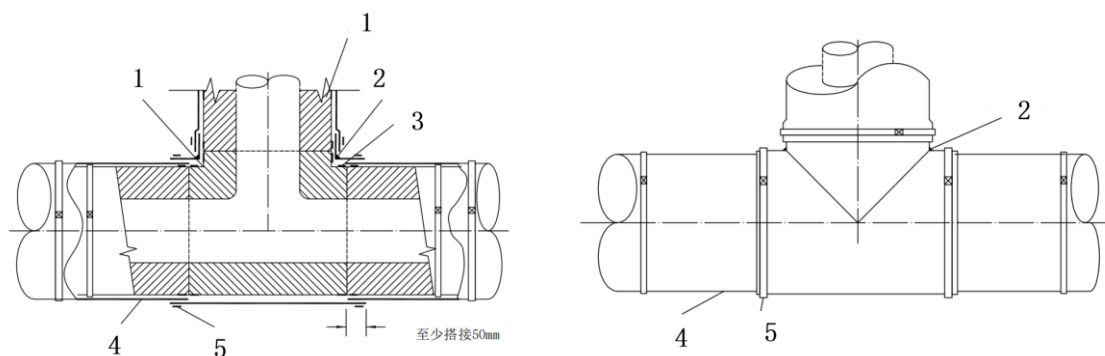
- 1——保护层;
- 2——钢带;
- 3——保温层;
- 4——抹密封胶。

图6 管道保温末端保护层安装示意图

### 6.3.3 管道三通

6.3.3.1 管道三通处金属保护层应按绝热后实际尺寸展开下料，按顺水要求搭接或插接，形成接缝用防水胶泥或密封胶密封，保护层安装如图7和图8所示。搭接或插接施工应符合下列规定：

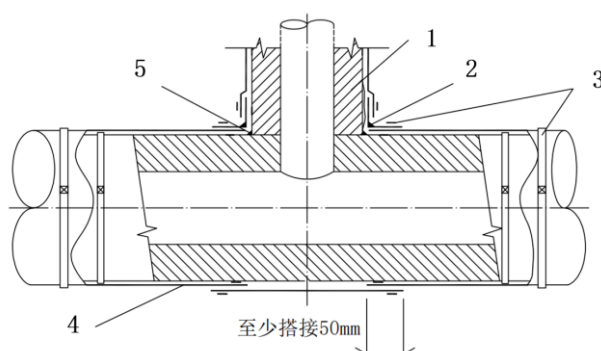
- a) 水平支管与垂直主管相交时，水平支管保护层应先施工，垂直主管应按支管保护层外径开口，水平支管保护层应插入垂直主管保护层开口内；
- b) 垂直支管与水平主管在水平管下部相交时，垂直支管保护层应先施工，水平主管保护层应按支管保护层外径开口，垂直支管保护层应插入水平主管开口内，上端口宜向外折边不应小于10mm；
- c) 垂直支管与水平主管上部相交时，水平主管保护层应先施工，垂直支管端部应按马鞍形剪口与水平主管对接；
- d) 水平支管与水平主管在水平面相交时，支管保护层应先施工，主管保护层应按支管保护层外径开口，支管保护层应插入主管保护层开口内。



标引序号说明：

- 1——保温层；
- 2——抹密封胶；
- 3——至少3根钢带或钢丝；
- 4——保护层；
- 5——钢带。

图7 等径管道三通保护层安装示意图



标引序号说明：

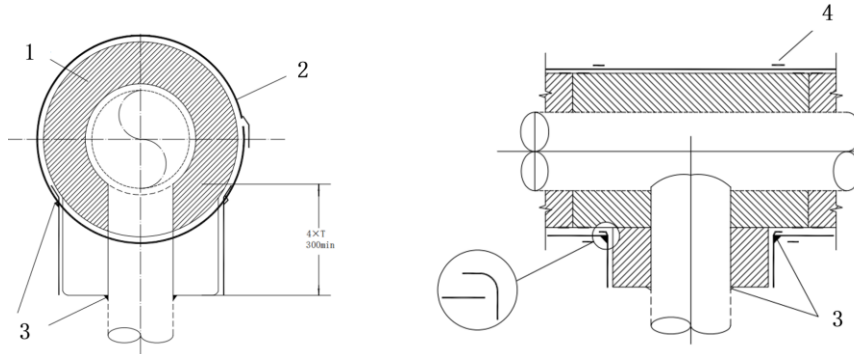
- 1——保温层；
- 2——抹密封胶；
- 3——钢带；
- 4——保护层；
- 5——抹玛蹄脂。

图8 不等径管道三通保护层安装示意图

### 6.3.4 管子\弯头支腿

6.3.4.1 管子\弯头支腿处的保温层应向下延伸至保温层厚度的4倍，保护层搭接处的缝隙应抹密封剂密封，保护层结构具体如图9所示。

6.3.4.2 支腿保护层应先施工，水平主管保护层应按支腿保护层外径开口，支腿保护层应插入水平主管开口内，上端口宜向外折边不应小于10mm。



标引序号说明：

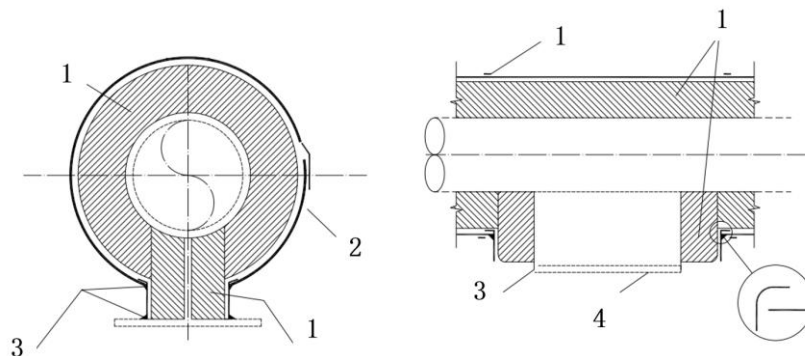
- 1——保温层；
- 2——保护层；
- 3——抹密封胶；
- 4——钢带。

图9 管子\弯头支腿处保护层安装示意图

### 6.3.5 管托、管吊架

6.3.5.1 宜采用隔热一体式管托。

6.3.5.2 当采用非隔热管托时，管托保护层结构应如图10所示。



标引序号说明：

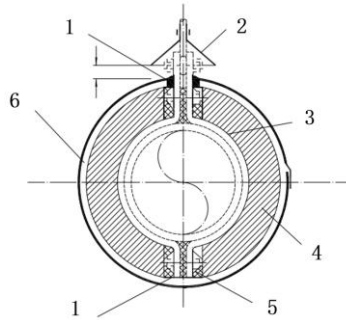
- 1——保温层；
- 2——保护层；
- 3——抹密封胶；
- 4——管托。

图10 管托保护层安装示意图

6.3.5.3 当隔热管托绝热厚度与管道本体厚度不一致时，宜设置圆盒状保护层防雨罩，断开处保护层宜加工成圆环片，与直管道保护层搭接不小于50mm。

6.3.5.4 当采用非隔热管托时，管托宜参照法兰处做绝热处理，与直管道保护层搭接不小于50mm。

6.3.5.5 管吊架保护层结构应如图11所示。



标引序号说明：

- 1——抹密封胶；
- 2——保温后用保护层材料制作遮雨罩；
- 3——管子抱箍；
- 4——保温层（可替换结构）；
- 5——用散棉塞紧；
- 6——保护层。

图 11 管吊架保护层安装示意图

### 6.3.6 穿墙部位

6.3.6.1 穿墙部位管道绝热层宜采用管壳结构，并优先施工。

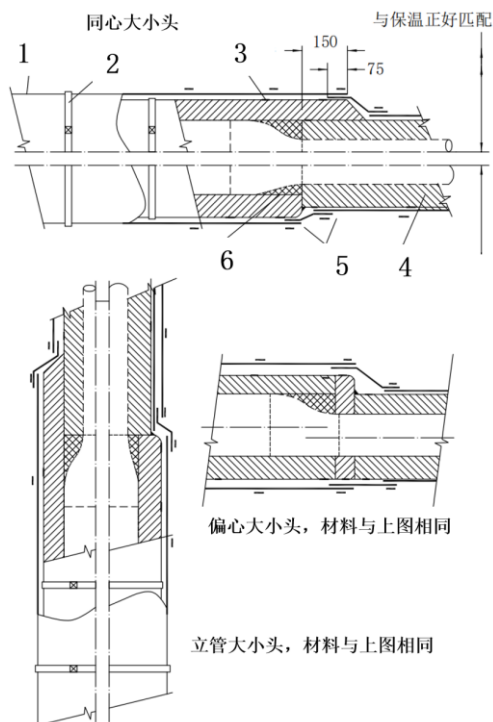
6.3.6.2 穿墙部位管道绝热厚度小于直管道部位时，断开处保护层宜加工成圆环片并与直管道保护层咬接，圆环片与穿墙部位管道保护层搭接尺寸不小于50mm。

### 6.3.7 大小头

6.3.7.1 大小头保护层结构如图12所示，应根据变径管件的实际尺寸和角度，通过锥形体展开图进行精确放样、剪切和制作。制作的护壳应是锥形筒体，以完全包覆保温层，且两端直径需分别与大小口径管道的保护层直径相匹配。

6.3.7.2 锥形护壳的纵向接缝应采用咬边或卷边工艺。

6.3.7.3 锥形护壳与相邻直管段保护层的环向搭接必须顺水，搭接缝隙抹密封剂密封。



标引序号说明：

- 1——保护层；
- 2——钢带；
- 3——钢带或钢丝；
- 4——保温层；
- 5——抹密封胶；
- 6——用散棉塞紧。

图 12 大小头保护层安装示意图

## 6.4 异型件

6.4.1 阀门、法兰宜采用可拆卸式绝热盒结构。

6.4.2 膨胀节优先采用可拆卸柔性保温套。保温套需根据膨胀节的实际几何尺寸、波纹管形状和安装时的预拉伸/压缩量定制，确保紧密贴合。

### 6.4.3 液位计

6.4.3.1 液位计宜采用可拆卸式柔性绝热结构。

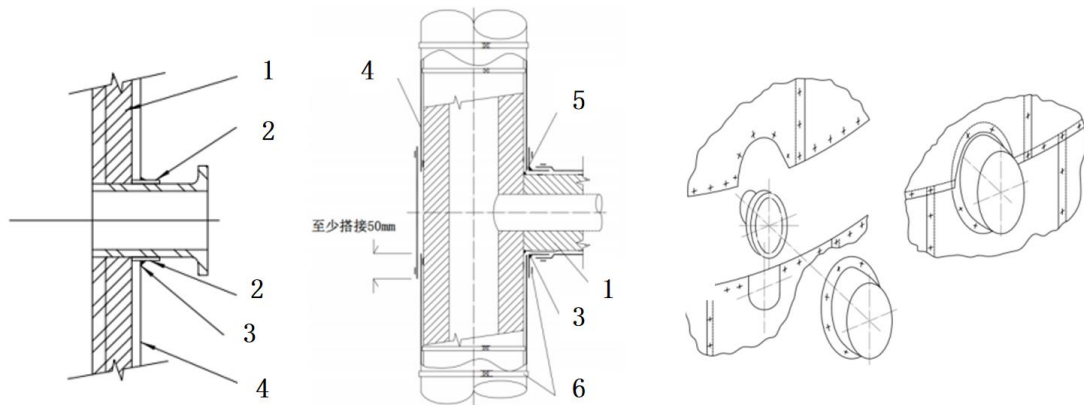
6.4.3.2 保冷时，液位计支座保冷长度不小于设备和管道本体保冷层厚度的 4 倍或敷设至非金属隔离垫块处；保冷层厚度宜为相连设备和管道本体保冷层厚度的 1/2。

## 6.5 小接管

6.5.1 小接管长度应比保温层厚度大 80mm，为法兰螺栓的拆卸留出充足的空间。

6.5.2 小接管保温层长度不得小于设备和管道本体保温层厚度的 4 倍或应敷设至小接管阀门法兰处或仪表等根部。保温层厚度宜为主体设备或管道保温层厚度的 1/2，同时应根据小接管对维持介质温度的必要性增加或减少保温层厚度。

6.5.3 水平接管保温宜参照图 13 中的结构设计：最大间隙不超过 3mm，应在末端设置挡雨圈并用高温堵缝粘合剂堵缝以防雨水侵入。



(a) 水平接管不带绝热结构

(b) 水平接管带绝热结构

(c) 水平接管绝热层示意图

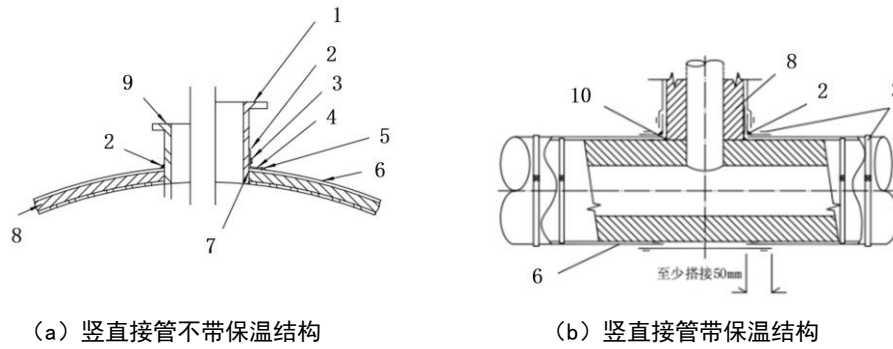
标引序号说明：

- 1——保温层；
- 2——挡水环；
- 3——抹密封胶；
- 4——保护层；
- 5——抹玛蹄脂；
- 6——钢带。

图 13 水平小接管绝热结构示意图

6.5.4 垂直小接管绝热结构设计宜参照图 13 执行，具体要求如下：

- a) 金属保护层应尽可能贴近所有的突出物，并用耐热玛蹄脂密封，如果管口温度超过玛蹄脂的耐温极限，应增加金属挡水板；
- b) 垂直管道上的保护层应按由下而上的顺序施工，接缝采用上搭下的搭接方式；
- c) 当接管高度不足 30cm 时，采用密封剂防水即可，具体做法见图 14 (a)，接管高度大于 30cm 时，应增设挡水环并用密封剂密封；
- d) 竖直接管带保温结构的设计，具体做法见图 14 (b)。

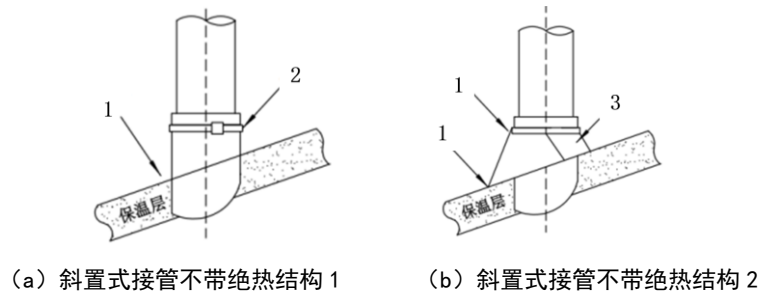


标引序号说明:

- 1——不小于12英寸;
- 2——抹密封胶;
- 3——钢带;
- 4——挡水环;
- 5——不锈钢螺钉;
- 6——保护层;
- 7——玻璃布条;
- 8——保温层;
- 9——小于12英寸;
- 10——抹玛蹄脂。

图 14 竖直小接管保温结构示意图

6.5.5 斜置式小接管的绝热结构设计参照图 15 执行。当接管高度不足 30cm 时,采用密封剂防水即可,接管高度大于 30cm 时,增设挡水环并用密封剂密封。



标引序号说明:

- 1——抹密封胶;
- 2——钢带;
- 3——螺丝或螺钉。

图 15 斜置式小接管绝热结构示意图

## 7 绝热质量控制

### 7.1 绝热材料

7.1.1 绝热材料的腐蚀性、憎水性指标应进行抽样复验,形成复验报告。

- 7.1.2 现场应设置材料库房和预制场地，避免受脏受潮后影响绝热效果和增加绝热层下腐蚀风险。
- 7.1.3 防潮层材料应具有良好的抗蒸汽渗透性、防水性和防潮性，且吸水率不应大于1.0%。
- 7.1.4 涂抹型防潮层材料，20℃粘结强度不应小于0.15MPa，其软化温度不应低于65℃，挥发物不得大于30%。
- 7.1.5 包捆型防潮层材料的拉伸强度不应低于10.0MPa，断裂伸长率不应低于10%。

## 7.2 施工过程控制

7.2.1 绝热工程施工应符合 GB 50645、GB/T 50185、GB 50126、SH/T 3522 规定，当本文件的要求高于上述标准时，应按本文件执行。

### 7.2.2 防潮层

7.2.2.1 设置防潮层的保冷层外表面，应清理干净、保持干燥，并应平整、均匀，不得有突角、凹坑或起砂现象。

7.2.2.2 防潮层接缝应紧密，无翘口、脱层和开裂；表面应平整、无空鼓和褶皱。

7.2.2.3 采用阻燃型沥青玛蹄脂或防水冷胶料复合结构时，施工应符合下列规定：

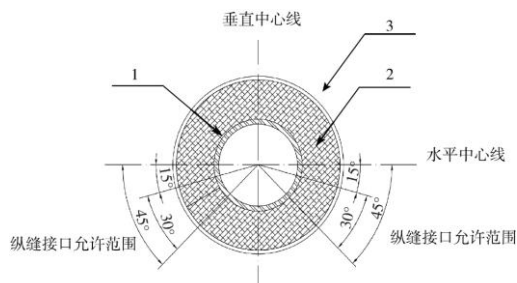
- 第一层阻燃型沥青玛蹄脂或防水冷胶料的湿膜厚度不宜小于3mm；
- 中间施工增强布；
- 第二层阻燃型沥青玛蹄脂或防水冷胶料的湿膜厚度不宜小于3mm；
- 在第一层防潮层干固后，方可涂抹第二层防潮层；
- 阻燃型沥青玛蹄脂或防水冷胶料涂抹应厚薄均匀一致，无流挂、无漏涂，防潮层各层应结合紧密、无虚粘。

7.2.2.4 防潮层采用两层或多层聚氯乙烯或聚酯薄膜等高分子弹性防水卷材时，防潮层施工应符合下列规定：

- 卷材宽度宜按增强布宽度选取；
  - 缠绕时宽度应紧密，无空鼓、翻边和褶皱，且搭接均匀；
  - 端部、尾部和搭接接头部位应固定牢靠，并密封处理；
  - 防潮层压边不应少于30mm，接头搭接不应少于100mm；
  - 多层施工时，宜反向缠绕；同向缠绕时，应压缝搭接，且搭接均匀，松紧适度。
- 7.2.2.5 支吊架、设备接管、支座等障碍开口部位应密封处理。

### 7.2.3 保护层

7.2.3.1 卧式设备和水平管道保护层纵向接缝应布置在水平中心线两侧下方 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的范围内，且缝口应朝下。



标引序号说明：

- 水平管道；
- 绝热层；
- 金属保护层。

图 16 保护层纵向接缝位置示意图

7.2.3.2 具有防潮结构的保护层固定采用钉接或铆接时，防潮层与保护层之间应设置隔垫，螺钉或铆钉的长度不应超过5mm。

7.2.3.3 保护层有下列情况之一时，其障碍开口缝隙应涂防水胶泥、密封剂或加设密封带：

- a) 保温时，露天或潮湿环境中设备或管道易呛水部位；
- b) 保冷时，所有室内、外设备和管道障碍开口部位。

7.2.3.4 立式设备、法兰或阀门上方及下方断开处保温层可采用防水密封胶泥涂抹形成坡度为10°~20°锥形封闭层。

#### 7.2.4 密封胶

7.2.4.1 对于水和水汽易渗进绝热层的保护层部位应用密封胶嵌缝。

7.2.4.2 密封胶最低使用温度应不高于当地环境最低温度，最高使用温度应不低于保护层与裸露设备及管道部位接触的最大表面温度。

7.2.4.3 密封胶应对保护层材料、设备及管道无腐蚀。

7.2.4.4 密封胶燃烧性能应达GB/T 2048的HB级或HB40级，物理学性能应符合JC/T 884的规定。

7.2.4.5 保冷用粘接剂性能应符合GB 50264的规定，同时满足常温下粘结强度大于0.15MPa，软化温度大于65℃。

7.2.4.6 泡沫玻璃宜采用弹性粘结剂或密封胶，在-196℃时的粘结强度应大于0.05MPa。

### 7.3 质量验收

7.3.1 施工质量检查验收应按照 GB 50645 和 GB/T 50185 的规定执行。

#### 7.3.2 防潮层施工质量验收

7.3.2.1 防潮层的结构及厚度应符合设计要求，且应完整、厚度均匀，无开裂、破损现象。

7.3.2.2 防潮层表面应平整、接缝应紧密，且无翘口、脱层、空鼓、褶皱等缺陷。

7.3.2.3 胶泥类防潮层与保冷层外表面应结合紧密，无虚粘、无漏涂；涂抹应均匀一致，且胶泥与纤维布、塑料网格布等加强布应粘贴密实，涂抹后的胶泥表层应平整，无脱层、流挂、空鼓和褶皱等缺陷。

7.3.2.4 胶泥类防潮层中纤维布或塑料网格布等加强布的缠绕应紧密、搭接均匀，无褶皱、起鼓现象。加强布的环向和纵向搭接尺寸不应小于50mm，接口搭接尺寸不应小于100mm，且接头牢固。

7.3.2.5 成型卷材类防潮层施工应满足以下要求：

- a) 搭接、压接应均匀且松紧适度，表面无褶皱、起鼓、翻边现象；
- b) 环向和纵向接缝搭接尺寸不应小于50mm，接口搭接尺寸不应小于100mm；
- c) 采用缠绕法施工时宜反向缠绕，若采用同向缠绕，上、下层应做压缝处理；
- d) 采用搭接法施工时，搭接缝应顺水压接，多层施工时上、下层应做盖缝处理，盖缝尺寸不应小于50mm且压接均匀；
- e) 防潮层的端部、尾部及接头应固定牢固、稳定；
- f) 自粘型防潮层的环纵缝及搭接缝处，应无虚粘、翘口、脱层、开裂等缺陷。

7.3.2.6 管托、支吊架和设备接管、支座等开口部位的防潮层应粘贴紧密，无虚粘、翘口、脱层和开裂等缺陷，封口处应严密。

#### 7.3.3 保护层施工质量验收

7.3.3.1 设备及管道附件的保护层材质及规格应符合设计要求，并应顺水搭接、贴敷紧密、外观平整、密封性好，不得有松脱、翻边、割口、翘缝和凹坑等质量缺陷。

7.3.3.2 设备和水平管道保护层纵向接缝应布置在水平中心线两侧下方15°~45°的范围内，且缝口应朝下，相邻纵缝平行、有序错落。

7.3.3.3 保护层纵缝搭接尺寸不得小于30mm，环缝搭接尺寸不得小于50mm。

7.3.3.4 保护层的两个端头应固定，且每节保护层固定应不少于两处；采用自攻螺丝和铆钉固定时，固定的间距宜为150mm~200mm；捆扎时，捆扎间距宜为250mm~300mm。

7.3.3.5 弯头虾米腰片数量及加强筋设置应符合设计文件要求。

7.3.3.6 设备、管道及其附件金属保护层的接缝部位和管道支架穿出金属保护层的部位，应嵌填密封剂或在接缝处包缠密封带。

## 8 运行检查与维护

8.1 装置投用后应对绝热设施进行监测、日常维修和定期检修。

8.2 外观检查应采用目视法，主要检查内容包括设备、管道、阀门、弯头等存在的保护层变形、破损、老化等外观质量问题。

8.3 保温结构检查宜使用热像仪，检查内容包括内部保温结构的破损、老化等。

8.4 现场检查发现的质量问题，应进行标明位置、拍照及文字记录，并及时整改。

附录 A  
(规范性)  
绝热层下防腐涂层循环腐蚀试验方法

### A.1 多相横置式循环腐蚀试验

#### A.1.1 试样(方管)

A.1.1.1 底材为碳钢或不锈钢,按实际需求选择。

A.1.1.2 方管试样尺寸为 $400\text{mm}\times 100\text{mm}\times 100\text{mm}\times (5\sim 7)\text{mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $\times$ 厚),转角处应有一定的倒角角度,以保证涂层厚度的均匀性,方管试样示意图见图A.1。

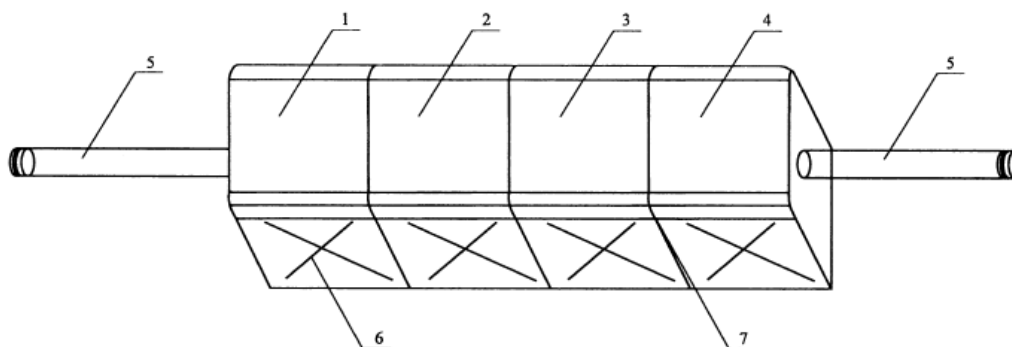
A.1.1.3 两端应有接口圆管,接口圆管尺寸为 $152\text{mm}\times 25.4\text{mm}$ (长 $\times$ 管口外径)。

A.1.1.4 试验用喷砂方管经喷砂清理后,表面清洁度应达到GB/T 8923.1中规定的Sa2.5级,表面粗糙度应达到GB/T 13288.1中规定的“中(G)”级。

A.1.1.5 将涂料各组分按产品规定的组分配比混合均匀并确保达到规定的熟化时间后涂装。

A.1.1.6 涂装要求:按相应的涂层配套体系进行制备,具体的涂装道数、涂装间隔时间、养护时间等要求由涂料供应商提供。每根方管上可施涂4个涂层体系,每套涂层体系在方管4个面的喷涂尺寸各为 $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ ,将方管划分为连续的4个区域(4个面为一个区域),每个区域长度为 $100\text{mm}$ ,分别标记1#、2#、3#、4#,先施涂1#、3#区域,后施涂2#、4#区域,不同涂层体系间可有少量涂层搭接。方管与接口管的焊接处立面应施涂与1#、4#区域相应的涂层体系。应特别注意方管转角处的施涂,不得漏涂。同一种涂层配套体系在方管上的位置不应相邻。

A.1.1.7 测试前应按照GB/T 30790.6-2014附录A中的要求对每个涂层配套体系的单个侧面进行对角线划线处理。



标引序号说明:

1, 2, 3, 4——依次对应4种涂层配套的区域;

5——接口圆管;

6——对角线划线处理;

7——方管倒角。

图 A.1 方管试样结构示意图

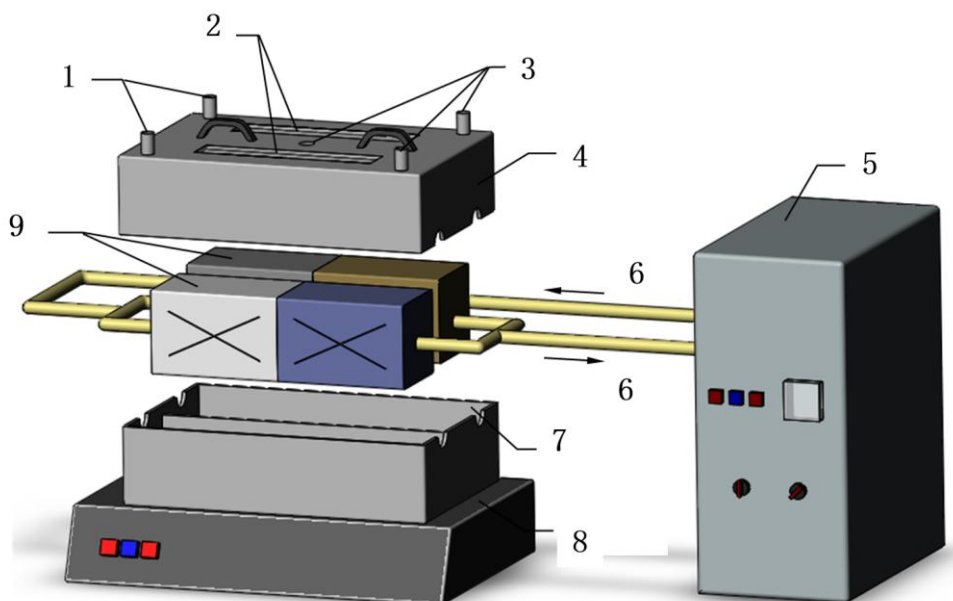
#### A.1.2 试验装置

A.1.2.1 绝热层下横式循环腐蚀试验装置包括热油循环加热器、带盖子的干/湿室、加热盘和蠕动泵等,如图A.2所示。

A.1.2.2 热油循环加热器的温度范围应为室温 $\sim 200^{\circ}\text{C}$ ,控制精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,导热油为机动车用机油或其他导热油。

A. 1. 2. 3 带盖子的干湿室主体材质为不锈钢，尺寸为500mm×300mm×170mm（长×宽×高），盖子上包括观察窗口，一个连接蠕动泵进液口，多个出气口（实现水蒸气在规定的时间内完全蒸发），盖子尺寸为500mm×300mm×170mm（长×宽×高）。

A. 1. 2. 4 加热盘的控温精度为±2℃。



标引序号说明：

- 1——进液口；
- 2——可视窗口；
- 3——排气口；
- 4——干/湿室盖子；
- 5——热油循环加热器；
- 6——导热油；
- 7——干/湿室水槽；
- 8——石墨电热板；
- 9——划线处理的方管（左右涂覆两种涂层）。

图 A. 2 横式循环腐蚀试验装置结构示意图

### A. 1. 3 试验溶液

A. 1. 3. 1 水：符合GB/T 6682规定的三级水。

A. 1. 3. 2 氯化钠溶液：称取50g氯化钠（LR），加水配置成1000g溶液（质量分数为5%）。

### A. 1. 4 试验前准备

A. 1. 4. 1 测厚：涂膜厚度的测量按GB/T 13452.2的规定进行。从单个涂层配套体系平面的四角及中间位置各取不少于2次读数，读数时距离边缘至少10mm，取10次读数的平均值；在转角的两端及中间位置各取不少于2次读数，读数时距离边缘至少10mm，取6次读数的平均值。方管的4个面及4个转角都需要进行测试。

A. 1. 4. 2 拍照：每个试样四个面，每个面进行拍照、留底。

A. 1. 4. 3 划“X”面位于侧面。

### A. 1. 5 试验步骤

A. 1. 5. 1 测试在涂覆有涂层的方管上进行，全程为6个周期，每个周期7d（设备实际工作时间为5d，余下的2d为停滞状态，取下方管清洗、拍照），总计42d，如表A.1所示。

- A. 1. 5. 2 将测试方管连接上装置，确认连接紧密、没有漏油。
- A. 1. 5. 3 接通热油循环加热器及加热盘的电源。
- A. 1. 5. 4 将蠕动泵的吸水管插入装有质量分数为5%NaCl溶液的容器中。
- A. 1. 5. 5 设定热油温度为：环氧漆120℃，其他漆175℃。
- A. 1. 5. 6 加热盘温度为100℃左右，可根据实际情况进行调整确保在4h水蒸发完全。
- A. 1. 5. 7 注水时间可根据实际情况进行调整，确保注水结束时液位位于方管1/2处。
- A. 1. 5. 8 干热时间4h，湿热时间4h，往复循环15次，总循环工作时间120h。
- A. 1. 5. 9 开启热油循环加热器中的加热装置及循环装置，开启加热盘加热，试验开始计时。
- A. 1. 5. 10 待蠕动泵注水停止后将吸水管转移到蒸馏水桶中，本周期内不再变动（注意及时向蒸馏水桶中补加蒸馏水，保证蒸馏水桶中的水量不低于5L）。
- A. 1. 5. 11 120h后热油循环加热器停止工作，关闭加热盘，关闭时间为48h。
- A. 1. 5. 12 确认电源已经断开，热油循环加热器中的热油已经降为室温。
- A. 1. 5. 13 方管及干/湿室冷却至室温后，将方管移出干/湿室，用蒸馏水清洗方管的外表面及干/湿室的内表面，去除结晶的盐和其它杂质。
- A. 1. 5. 14 方管的每个面进行拍照留底，此时一个7d的测试周期结束。
- A. 1. 5. 15 接下来的7d重复以上步骤，共进行42d。
- A. 1. 5. 16 42d的试验完成后，彻底清洗方管，并立即对腐蚀状况进行评价。

表 A. 1 168h 循环简明示意

设备名称	单周循环时间与设备状态关系			
	0h~4h	4h~8h	8h~120h	120h~168h
热油循环加热器	持续加热			关闭
加热盘	持续加热			关闭
干/湿室	干状态	氯化钠溶液	干状态/4h、湿状态/4h (干湿交替共 14 次循环)	室温状态 冲洗方管

### A. 1. 6 结果判断

A. 1. 6. 1 试验结束后彻底清洗方管，对方管顶部（冷凝面）、划线面（浸入部分和蒸汽部分）、底部和转角部分进行评价，距离方管末端10mm处的边缘和不同涂层搭接处不予评价。

A. 1. 6. 2 如涂层体系有起泡0（S0）、生锈小于等于Ri1，开裂0（S0），未划线区域剥落0（S0），划线区域剥离小于等于2mm、腐蚀小于等于2mm，则评为“通过”，如表A. 2所示。如出现涂膜病态现象，按标准GB/T 1766进行描述。

表 A. 2 涂层配套体系横式循环腐蚀试验性能判定要求

序号	部位	判定合格要求
1	划线区域	划线区域：剥离小于 2mm，腐蚀小于 3mm
2	未划线区域	起泡 0（S0）、生锈小于 Ri1、开裂 0（S0）、剥落 0（S0）

## A. 2 竖立式循环腐蚀试验

### A. 2. 1 试样（圆管）

A. 2. 1. 1 底材：碳钢、不锈钢或其他商定的底材材质。

A. 2. 1. 2 尺寸（长×圆管外径×厚度）：600mm×Φ60mm×（4~6）mm。

A. 2. 1. 3 试验用喷砂圆管经喷砂清理后，表面清洁度应达到GB/T 8923.1中规定的Sa 2.5级，表面粗糙度应达到GB/T 13288.1中规定的“中（G）”级。

A. 2. 1. 4 将涂料各组分按产品规定的组分配比混合均匀并确保达到规定的熟化时间后涂装。

A. 2. 1. 5 涂装要求：按相应的涂层配套体系进行制备，具体的涂装道数、涂装间隔时间、养护时间等要求由涂料供应商提供。应采用合适的施涂方式以保证涂层厚度均匀分布。

A. 2. 1. 6 可商定在测试前按GB/T 30790.6中附录A的要求对涂层进行划线，划线方式为在长度方向上划一条透至底材的直线。

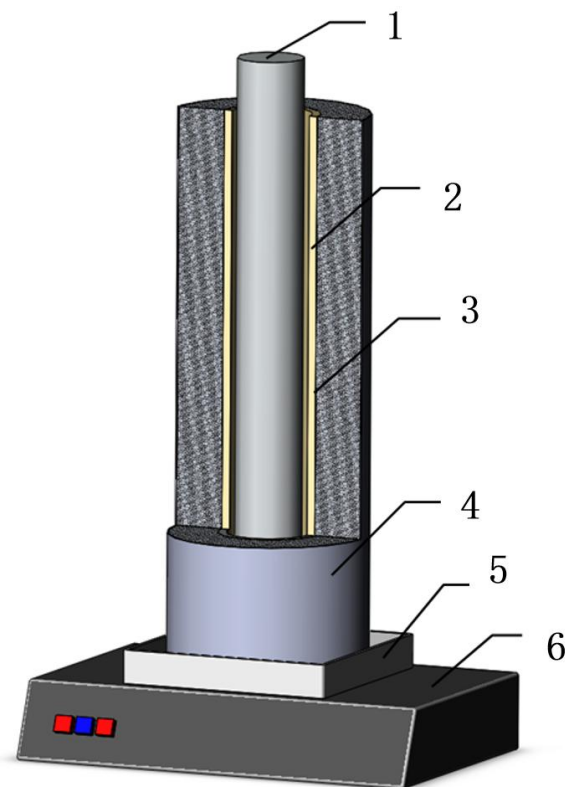
## A. 2. 2 试验装置

A. 2. 2. 1 竖立式循环腐蚀设备包括电加热板、实时温感记录仪、温感电偶、硅酸钙保温套、导热铝芯、铝箔、胶带和扣环等，如图A.3所示。

A. 2. 2. 2 电加热板的温度范围为室温~450℃，控温精度为±5℃。电加热板应能够在1h内从室温升至设定的温度。

A. 2. 2. 3 硅酸钙保温套：符合GB/T 10699的长600mm、内径60mm、厚50mm的240号无石棉管壳[ I 240G 600 × φ60 × 50 GB/T 10699]。

A. 2. 2. 4 导热铝芯：尺寸620mm × φ（47~51）mm（长 × 直径）。



标引序号说明：

1——导热铝棒；

2——涂有涂层的圆管；

3——硅酸钙保温材料；

4——铝箔；

5——导热铝盘；

6——石墨电热板

图 A. 3 竖立式循环腐蚀试验装置结构示意图

### A. 2. 3 试验溶液

A. 2. 3. 1 水：符合GB/T 6682规定的三级水。

A. 2. 3. 2 氯化钠溶液：称取10g氯化钠，加入蒸馏水配置成1000g溶液（质量分数为1%）。

### A. 2. 4 试验前准备

A. 2. 4. 1 测厚：在圆管底部圆形孔上标记4个点，连接后形成“十”字形，其在圆形孔上的角度分别为 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ ，以此4个点为起点，沿圆管长度方向上每隔50mm进行读数，共取44次读数，取其平均值。

A. 2. 4. 2 拍照：每个圆管试样均需要进行拍照、留底。

A. 2. 4. 3 将圆管的一端涂层（接触石墨加热板的一端）打磨至露出金属基底。

A. 2. 4. 4 将一组四个硅酸钙保温套中的两个，用手电钻沿保温套平整的一端开始钻孔，位置为距离电热板20mm、40mm、60mm、80mm、100mm、120mm、150mm、180mm、210mm、240mm、270mm、300mm、350mm、400mm、450mm、500mm和550mm。

A. 2. 4. 5 将包覆好保温套的钢管用铝箔纸包裹两圈，随后用钢带捆扎，铝箔接缝处用特氟龙高温胶带密封。

A. 2. 4. 6 将带有钻孔的保温套外的铝箔小心戳破，用作热电偶测温。

A. 2. 4. 7 随着测试的进行，圆管的温度梯度会有所变化，以试验第一个周期第一个循环管壁加热前的温度梯度为判定温度，判定温度曲线的绘制见图A. 4和图A. 5。

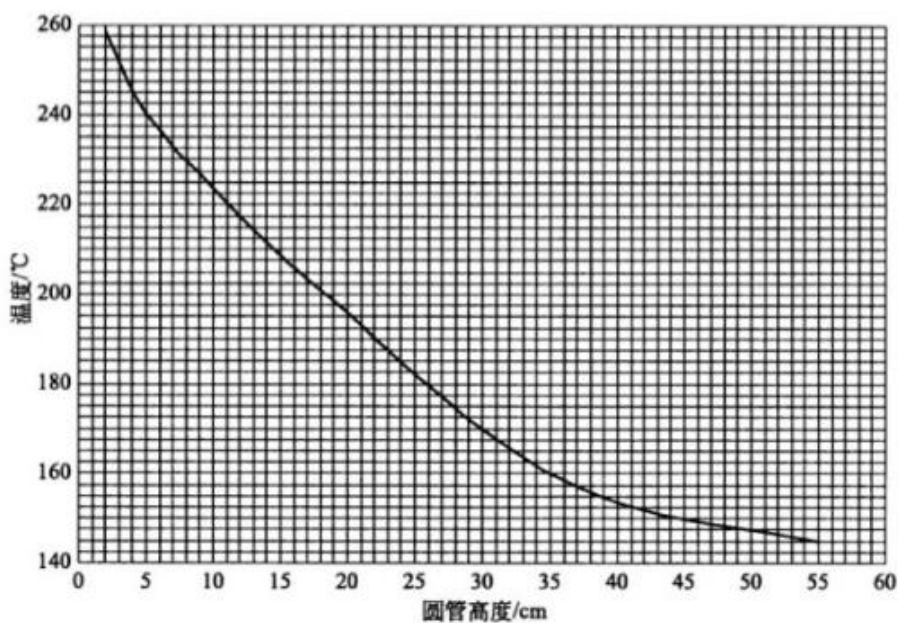


图 A. 4 热板设定温度 280°C 的判定温度曲线

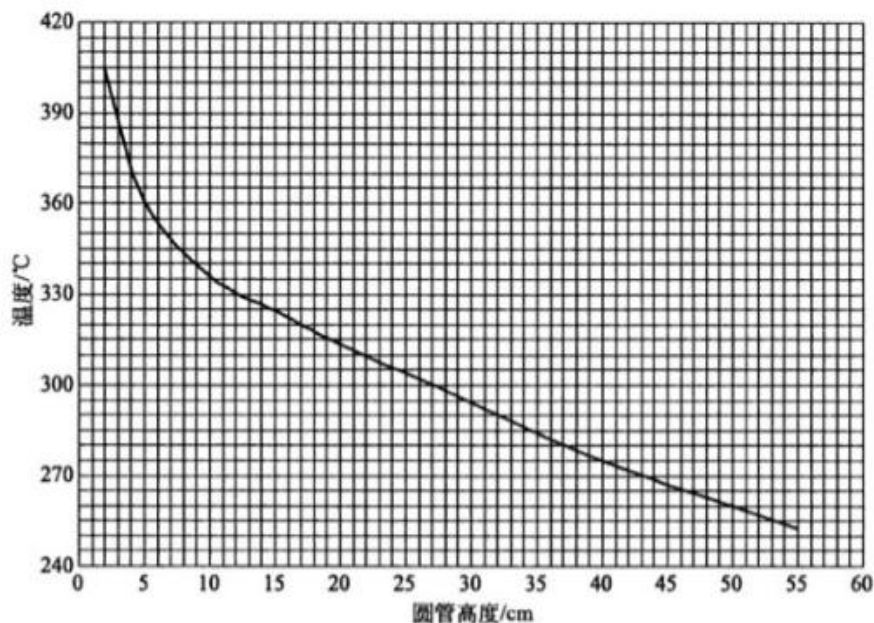


图 A.5 热板设定温度 400°C 的判定温度曲线

#### A.2.5 试验步骤

A.2.5.1 测试在包裹有保温套的圆管上进行，全程为6个周期，每个周期7d，总计42d。

A.2.5.2 将导热盘放到电加热板上，钢管磨光一端在下，将包覆好硅酸钙保温套的钢管放置在导热盘中，将导热铝棒放入钢管中。

A.2.5.3 缓慢将1L 质量分数为1% NaCl溶液倾倒在硅酸钙保温套中（切记缓慢倒入，不要让溶液沿钢管壁流出或从底部的不锈钢托盘中溢出），静置10分钟。

A.2.5.4 将热电偶分别插入17个测温孔中并用削尖的木棒固定牢固。

A.2.5.5 确认导热盘里没有多余的液体流出后，打开加热板的开关，将温度设置为环氧漆120°C，其他类油漆280°C。。

A.2.5.6 待热电偶测得的温度趋于稳定后，记录每个测温点的温度数据。

注：确保每个热电偶与圆管壁接触，记录时间通常为导热盘温度达到预设温度后6h左右，试验期间每天记录一次。

A.2.5.7 将管套加热8h后停止加热，之后在保温套中倾倒1L 质量分数为1% NaCl溶液，然后放置16h，此为一次循环。

A.2.5.8 每周进行5次循环，在第五次循环后室温放置48h，此为一个周期。

注：第五次循环后即倒入1L 质量分数为1%的NaCl溶液后放置48h，待下周期试验开始时直接开启导热盘加热。

A.2.5.9 重复以上步骤，共进行六个周期，总计42d。

A.2.5.10 试验结束后，拆除保温套彻底清洗钢管，拍照记录。

#### A.2.6 结果判断

A.2.6.1 试验结束后将硅酸钙保温套拆除，彻底清洗圆管，按GB/T 30789.2、GB/T 30789.3、GB/T 30789.4、GB/T 30789.5、GB/T 30789.8对圆管上的涂层进行评价，底部20mm以内区域及外来因素引起的破坏现象不做考虑。判定要求见表A.3。

表 A.3 涂层配套体系圆管循环腐蚀试验性能判定要求

使用温度范围/℃	热板设置温度/℃	判定合格要求	
-12~120	120 或商定	起泡 0 (S0) 生锈小于 Ri1 开裂 0 (S0) 剥落 0 (S0)	划线区域 <sup>a</sup> 剥离小于 2mm 腐蚀小于 3mm
-45~204	280 或商定		
-45~400	400		
150~540			
-45~650			
a: 正常情况下不需要进行划线试验, 可商定对涂层进行划线后试验			

### 参考文献

- [1] NACE SP0198-2017 Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials—A Systems Approach
- [2] API RP 583-2021 Corrosion Under Insulation and Fireproofing
- [3] HG/T 5178 保温层下金属表面用防腐涂料
- [4] T/ZJBMQA 003—2018 绝热工程用密封胶

---

本标准版权归中国化工学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国化工学会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。  
中国化工学会地址：北京市朝阳区安定路 33 号化信大厦 B 座 7 层  
邮政编码：100029 电话：010-64455951 传真：010-64411194  
网址：[www.ciesc.cn](http://www.ciesc.cn)