

ICS 25.220

P 72

备案号: J1239-2020



# 中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3022—2019

代替 SH/T 3022—2001

---

## 石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准

**Design standard for anticorrosion coating of equipment and piping in  
petrochemical industry**

2019-12-24 发布

2020-07-01 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	2
4 基本规定	3
4.1 涂料选用原则	3
4.2 涂装要求	3
5 涂装设计	4
5.1 腐蚀性等级及防腐涂层耐久性	4
5.2 涂料的选择及其配套方案	6
5.3 表面处理等级	9
附录 A (规范性附录) 设备和管道常用防腐蚀涂料技术指标	12
附录 B (规范性附录) 设备和管道常用防腐蚀涂料的性能与用途	17
附录 C (规范性附录) 常用防腐蚀涂料配套方案	20
附录 D (资料性附录) 不同耐久性设计涂层最小总干膜厚度及最少涂层道数	22
附录 E (资料性附录) 涂料使用量的计算	23
用词说明	24
附：条文说明	25

## Contents

Foreword .....	III
1 Scope .....	1
2 Normative references .....	1
3 Terms and definitions .....	2
4 General requirements .....	3
4.1 Paint selection principle .....	3
4.2 Painting requirements .....	3
5 Painting design .....	4
5.1 Corrosion level and coating durability .....	4
5.2 The selection and scheme for coatings .....	6
5.3 Preparation grades of steel substrates .....	9
Annex A (Normative) The technical requirements for common anti-corrosion paints of equipment and piping .....	12
Annex B (Normative) Properties and application for common anti-corrosion paints of equipment and piping .....	17
Annex C (Normative) The scheme for common anti-corrosion coatings .....	20
Annex D (Informative) Different durability design coating minimum dry film thickness and minimum number of coats .....	22
Annex E (Informative) The calculation of coatings usage .....	23
Explanation of words in this standard .....	24
Add: Explanation of provisions .....	25

## 前 言

根据工业和信息化部办公厅《2017年第三批行业标准制修订计划》(工信厅科〔2017〕106号)的要求,标准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,修订本标准。

本标准共分5章和5个附录。

本标准的主要技术内容是:石油化工钢质设备和管道及其附属钢结构的外表面涂料防腐的设计要求。

本标准是在《石油化工设备和管道涂料防腐设计规范》(SH/T 3022—2011)的基础上修订而成,修订的主要内容是:

- 删除了难溶解介质、易溶解介质、难吸湿介质、易吸湿介质和挥发性有机化合物(VOC)等术语,增加了“耐久性”的术语;
- 根据现行标准修订了大气对钢材表面腐蚀程度分级,细化了大气腐蚀性等级;
- 根据修订后的腐蚀等级调整了地上防腐配套方案,并对保温及保冷层下防腐进行了修改及补充;
- 对埋地管线防腐配套进行调整,删除了石油沥青防腐涂层结构的选用方案,修订了环氧煤沥青防腐涂层和聚乙烯胶粘带防腐涂层结构的选用方案,增加了无溶剂环氧及挤压聚乙烯防腐方案,增加了埋地不锈钢设备和管道防腐涂料配套方案;
- 增加了大气环境防腐涂层耐久性的划分,同时也增加了不同耐久性设计涂层的最小总干膜厚度及最少涂层道数;
- 对常用防腐涂料综合性能进行了修订和补充,删除了沥青类、酚醛树脂类、高氯化聚乙烯类和热喷铝等涂料,增加了环氧烷基胺涂料;修改了“冷喷铝涂料”的名称;
- 适应国家环保及安全法规的要求,增加了VOC限量的指标;
- 删除了原标准中附录A,增加了附录D。

本标准由中国石油化工集团有限公司负责管理,由中国石油化工集团有限公司配管设计技术中心站负责日常管理,由中石化宁波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,请寄送至日常管理单位和主编单位。

本标准日常管理单位:中国石油化工集团有限公司配管设计技术中心站

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:010-84877282

传 真:010-64949514

本标准主编单位:中石化宁波工程有限公司

通讯地址:浙江省宁波市国家高新区院士路660号

邮政编码:315103

本标准参编单位:阿克苏诺贝尔防护涂料(苏州)有限公司

宁波大大防腐材料技术有限公司

佐敦涂料(张家港)有限公司

SH/T 3022—2019

本标准主要起草人员：王兰喜 李永红 邹 杰 陈洁净 韩雄炜 刘 军 周国新 杨 飞  
李 群 张交辉 胡江平  
本标准主要审查人员：张宝江 葛春玉 张发有 丘 平 王金富 汪建羽 张奉忠 丛 林  
蒋日生 陈永亮 岳志波 安 威 李兴林 许 丹 尤克勤 张 波  
白殿武 梁启周 文 捷 李代玉 朱留琴 吴英敏 袁 灿 文 哲  
周卫国 陈 闽

本标准于 1990 年首次发布，1999 年第 1 次修订，2011 年第 2 次修订，本次为第 3 次修订。

# 石油化工设备和管道涂料防腐设计标准

## 1 范围

本标准规定了石油化工钢质设备和管道涂料防腐设计要求。

本标准适用于石油化工钢质设备和管道及其附属钢结构的外表面涂料防腐设计。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB/T 1549 纤维玻璃化学分析方法
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1730 色漆和清漆 摆杆阻尼试验
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1733 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1735 色漆和清漆 耐热性的测定
- GB/T 1740 漆膜耐湿热测定法
- GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- GB/T 1865 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射暴露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
- GB/T 6742 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
- GB/T 7689.2 增强材料 机织物试验方法 第2部分：经、纬密度的测定
- GB/T 7689.5 增强材料 机织物试验方法 第5部分：玻璃纤维拉伸断裂强度和断裂伸长的测定
- 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 9272 色漆和清漆 通过测量干涂层密度测定涂料的不挥发物体积分数
- GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 9286 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第1部分：含水率的测定
- GB/T 9914.2 增强制品试验方法 第2部分：玻璃纤维可燃物含量的测定
- GB/T 9914.3 增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定
- GB/T 13893 色漆和清漆 耐湿性的测定 连续冷凝法
- GB/T 18370 玻璃纤维无捻粗纱布
- GB/T 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分：分类、测定和评估
- GB/T 21447 钢质管道外腐蚀控制规程
- GB/T 23257 埋地钢质管道聚乙烯防腐层
- GB 30981 建筑钢结构防腐涂料中有害物质限量

GB/T 31415 色漆和清漆 海上建筑及相关结构用防护涂料体系性能要求

GB/T 50393 钢质石油储罐防腐蚀工程技术标准

FZ/T 64033 纺粘热轧法非织造布

HG/T 2454 溶剂型聚氨酯涂料（双组分）

HG/T 3668 富锌底漆

HG/T 4337 钢质输水管道无溶剂液体环氧涂料

JG/T 25 建筑涂料涂层耐温变性试验方法

SY/T 0315 钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范

SY/T 0414 钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准

SY/T 0447 埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准

ASME D3359 标准试验方法 胶带法测量附着力（Standard Test Methods For Rating Adhesion by Tape Test）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**涂料 paint**

涂于工件表面能形成具有防止腐蚀、装饰或特殊性能（如标识、绝缘、耐磨等）的连续固态漆膜的一类液态或固态材料总称。在具体的涂料品种中可用“漆”字表示“涂料”，如防锈漆、耐酸漆等。

#### 3.2

**涂装 painting**

将涂料涂覆于基底表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程，又叫涂料施工。

#### 3.3

**涂层 coat**

一道涂覆所得到的连续膜层。

#### 3.4

**漆膜或涂膜 paint film**

涂覆一道或多道涂层所形成的连续膜层。

#### 3.5

**底漆或底层 primer coat**

涂层系统中处于中间层或面层之下的涂层，或直接涂于基底表面的涂层。

#### 3.6

**中间漆或中间层 intermediate coat**

涂层系统中处于底层和面层之间的涂层。

#### 3.7

**面漆或面层 top coat (finish coat)**

多层涂装时，涂敷于最上面的涂层。

#### 3.8

**附着物 adherent**

主要包括焊渣、焊接飞溅物、可溶性盐类、油脂、污垢、氧化皮、铁锈和旧漆涂层等。

#### 3.9

**附着力 adhesion**

涂层与基层间结合力的总和。

### 3.10

**干膜厚度 dry film thickness**

漆膜完全干燥后的厚度。

### 3.11

**耐温循环性 temperature cycling resistance**

漆膜经过冷热交替的温度变化作用后保持其原性能的能力。

### 3.12

**耐久性 durability**

防护涂料体系从涂装完工后到第一次主要维护涂装前的预期使用期限。

## 4 基本规定

### 4.1 涂料选用原则

4.1.1 涂料的选用应符合下列要求：

- a) 与被涂物的使用环境相适应；
- b) 与被涂物表面的材质相适应；
- c) 与运行工况条件相适应；
- d) 各道涂层间应具有良好的配套性和相容性；
- e) 具备施工条件；
- f) 安全可靠，经济合理。

4.1.2 涂料的选用应符合国家环保与安全法规的有关要求，并应选择固体组分高、挥发性有机化合物（VOC）含量低的环保型涂料。VOC含量、有害溶剂含量及有害重金属含量应符合附录A的规定。

### 4.2 涂装要求

4.2.1 碳素钢和低合金钢的设备、管道及其附属钢结构表面应涂漆。

4.2.2 除设计文件另有规定外，下列情况不应涂漆：

- a) 不锈钢表面（埋地设备和管道除外）；
- b) 镀锌表面（镀锌管道标志色漆除外）；
- c) 已精加工的表面；
- d) 涂塑或涂示温漆的表面；
- e) 铭牌、标志板或标签。

4.2.3 下列情况应在施工现场涂漆：

- a) 在施工现场组装的设备、管道及其附属钢结构；
- b) 在制造厂已涂底漆，需在施工现场修整和涂中间漆和（或）面漆的设备、管道及其附属钢结构；
- c) 在制造厂已涂面漆，需在施工现场对损坏的部位进行补漆的设备、管道及其附属钢结构。

4.2.4 除设计文件另有规定外，制造厂制造的管件宜涂装临时保护作用的透明防锈清漆，法兰宜涂临时保护作用的防锈油。在施工现场应对涂有临时防护层的管件和法兰进行表面处理后，与管道一起进行涂漆。

4.2.5 地上设备和管道的涂料选用和配套方案应符合本标准第5.2.1条的规定。

4.2.6 有温度交替变化的绝热设备和管道应选用大于温度波动范围，且耐温变循环性能好，不易开裂的涂料。

- 4.2.7 带衬里的设备和管道应按金属壁温选择涂料。
- 4.2.8 用于局部保温、防烫保温的设备和管道的涂料应按保温设备和管道的防腐要求选用。
- 4.2.9 用于奥氏体不锈钢材料的涂料不应含铅和硫等有害物质，氯离子的含量应小于30mg/kg。
- 4.2.10 地上设备和管道防腐涂层的使用寿命应与装置的检修周期相适应，且不宜少于5年。
- 4.2.11 埋地设备和管道应按防腐等级进行防腐涂装。涂料配套方案应符合本标准第5.2.2条的规定。
- 4.2.12 在制造厂制造的设备及其附属钢结构应按设计文件要求涂漆。
- 4.2.13 涂刷的涂料名称、道数、各层干膜厚度及干膜总厚度、钢材表面处理等级等内容应在设计文件中规定。
- 4.2.14 修补用涂料应与原使用涂料种类相同或相匹配。

## 5 涂装设计

### 5.1 腐蚀性等级及防腐涂层耐久性

#### 5.1.1 大气对钢材表面腐蚀性等级可按下列规定划分：

- 大气环境腐蚀性分级应符合表5.1.1-1的规定，腐蚀性环境示例参见表5.1.1-2；
- 对于腐蚀性气体、酸雾、颗粒物浓度过高的局部环境或有飞溅、液体渗出的部位，腐蚀性等级宜提高1级~2级。

表 5.1.1-1 大气环境腐蚀性分级

腐蚀性等级	碳钢（经过第一年暴露后）	
	单位面积质量损失 $r_{\text{corr}}$ g/m <sup>2</sup>	厚度损失 $\delta_{\text{corr}}$ μm
C1 很低	$r_{\text{corr}} \leq 10$	$\delta_{\text{corr}} \leq 1.3$
C2 低	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$	$1.3 < \delta_{\text{corr}} \leq 25$
C3 中等	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$	$25 < \delta_{\text{corr}} \leq 50$
C4 高	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$	$50 < \delta_{\text{corr}} \leq 80$
C5 很高	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1500$	$80 < \delta_{\text{corr}} \leq 200$
CX 极高	$1500 < r_{\text{corr}} \leq 5500$	$200 < \delta_{\text{corr}} \leq 700$

表 5.1.1-2 腐蚀性环境示例

腐蚀性等级	典型环境	
	室外	室内
C1 很低	干燥或寒冷地区污染非常低且潮湿时间非常短的大气环境，如某些沙漠、北极中央或南极中央	低湿度和无污染的加热空间，如办公室、学校、博物馆

表 5.1.1-2 (续)

腐蚀性等级	典型环境	
	室外	室内
C2 低	温带地区低度污染( $\text{SO}_2 \leq 5\mu\text{g}/\text{m}^3$ )的大气环境, 如乡村、小镇; 干燥或寒冷地区, 潮湿时间短的大气环境, 如沙漠、亚北极地区	温度和相对湿度变化的不加热空间。低频率冷凝和低污染, 如储藏室、体育馆
C3 中等	温带地区中度污染 ( $5\mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 或氯化物有一定作用的大气环境, 如污染的城市地区、低氯化物沉积的沿海地区; 亚热带和热带地区低度污染的大气环境	中度频率冷凝和中度污染的生产场所, 如食品加工厂、洗衣店、酿酒厂、乳品厂
C4 高	温带地区重度污染 ( $30\mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 90\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 或氯化物有重大作用的大气环境, 如污染的城市地区、工业区、没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区; 亚热带和热带地区中度污染的大气环境	高频率冷凝和高污染的生产空间, 如化工厂、游泳池
C5 很高	温带和亚热带地区超重污染 ( $90\mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 250\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 和/或氯化物有重大作用的大气环境, 如工业地区、沿海地区、海岸线遮蔽位置	非常高频率的冷凝和/或高污染的生产空间, 如矿山、工业用洞穴、亚热带和热带地区的不通风工作间
CX 极高	亚热带和热带地区 (潮湿时间非常长) 极重污染 ( $\text{SO}_2 > 250\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 包括间接和直接因素和/或氯化物有强烈作用的大气环境, 如极端工业地区、海岸与近海地区及偶尔与盐雾接触的地区	几乎永久性冷凝或长时间暴露于极端潮湿和/或高污染的生产空间, 如湿热地区有室外污染物 (包括空气中氯化物和促进腐蚀物质) 渗透的不通风工作间

5.1.2 土壤对钢材表面腐蚀程度分类应符合下列规定:

- 土壤腐蚀性程度及防腐蚀等级的划分应符合表5.1.2的规定;
- 当表5.1.2中土壤腐蚀指标的任何一项超过规定值时, 防腐蚀等级应提高1级;
- 埋地管道穿越铁路、道路或沟渠的穿越段, 防腐蚀等级应为特加强级;
- 埋地管道改变埋设深度的弯管处, 防腐蚀等级应为特加强级。

表 5.1.2 土壤腐蚀性程度及防腐蚀等级划分

腐蚀性程度	酸碱度 pH	氧化还原电位 $E$ mV	视电阻率 $R$ $\Omega \cdot \text{m}$	极化电流密度 $J$ $\text{mA}/\text{cm}^2$	质量损失 $r_{\text{corr}}$ g	防腐蚀等级
微	$\text{pH} > 5.5$	$E > 400$	$R > 100$	$J < 0.02$	$r_{\text{corr}} < 1$	普通级
弱	$4.5 < \text{pH} \leq 5.5$	$200 < E \leq 400$	$50 < R \leq 100$	$0.02 \leq J < 0.05$	$1 \leq r_{\text{corr}} < 2$	
中	$3.5 < \text{pH} \leq 4.5$	$100 < E \leq 200$	$20 < R \leq 50$	$0.05 \leq J < 0.20$	$2 \leq r_{\text{corr}} < 3$	加强级
强	$\text{pH} \leq 3.5$	$E \leq 100$	$R \leq 20$	$J \geq 0.20$	$r_{\text{corr}} \geq 3$	特加强级

注: 土壤对钢材表面的腐蚀性评价, 取各项指标中防腐蚀等级中最高者。

5.1.3 大气环境防腐涂层耐久性的划分可按表5.1.3的规定确定。对维护困难的设备、管道及其附属钢结构, 防腐涂层的耐久性应提高1级。

表 5.1.3 大气环境防腐涂层耐久性划分

防腐涂层耐久性	年限 $a$ 年
低 (L)	$a \leq 7$
中 (M)	$7 < a \leq 15$
高 (H)	$15 < a \leq 25$
极高 (VH)	$a > 25$

## 5.2 涂料的选择及其配套方案

5.2.1 地上设备和管道防腐蚀涂料的选择及其配套方案的设计可按下列要求确定：

- 设备和管道常用防腐蚀涂料的综合性能可按表5.2.1的规定确定；
- 设备和管道常用防腐蚀涂料的性能与用途可按附录B选用；
- 当选用中等耐久性涂层设计时，地上设备和管道常用防腐蚀涂料的配套方案可按附录C选用；
- 当选用中等以外耐久性涂层设计时，涂料的配套方案可按附录C进行调整，涂膜最小总干膜厚度可按附录D选用。

表 5.2.1 常用防腐蚀涂料综合性能

涂料用途	涂料种类和性能 <sup>a</sup>										
	醇酸树脂涂料	环氧磷酸锌涂料	环氧富锌涂料	无机富锌涂料	环氧树脂涂料	环氧烷基胺涂料	环氧酚醛树脂涂料	聚氨酯涂料	聚硅氧烷涂料	有机硅涂料	惰性无机共聚物涂料
一般防腐	√	√	√	△	√	√	√	√	△	△	△
耐化工大气	○	√	√	√	√	√	√	√	√	○	√
耐无机酸	酸性气体	○	○	○	○	√	√	√	√	○	○
	酸雾	×	○	○	○	○	○	√	○	√	○
耐有机酸酸雾及飞沫	×	○	○	○	○	○	√	○	√	×	○
耐碱性	×	○	○	×	√	√	√	○	√	√	○
耐盐类	○	√	√	√	√	√	√	√	√	○	√
耐油	汽油、煤油等	×	○	√	√	√	√	√	√	×	√
	机油	○	○	√	√	√	√	√	√	○	√
耐溶剂	烃类溶剂	×	○	○	√	√	√	√	√	○	○
	酯、酮类溶剂	×	×	×	√	×	×	○	×	○	○
	氯化溶剂	×	×	×	○	○	○	√	○	√	×
耐潮湿	○	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
耐水	×	○	○	○	√	√	√	○	√	○	√
耐温, °C	常温	√	√	√	√	√	√	√	√	△	△
	$60 < T \leq 120$	○	√	√	√	√	√	√	√	△	△
	$120 < T \leq 150$	×	×	○	√	×	√	√	×	×	√
	$150 < T \leq 230$	×	×	×	√	×	○ <sup>b</sup>	√ <sup>c</sup>	×	×	√

表 5.2.1 (续)

涂料用途		涂料种类和性能 <sup>a</sup>											
		醇酸树脂涂料	环氧磷酸锌涂料	环氧富锌涂料	无机富锌涂料	环氧树脂涂料	环氧烷基胺涂料	环氧酚醛树脂涂料	聚氨酯涂料	聚硅氧烷涂料	有机硅涂料	惰性无机共聚物涂料	
耐温, °C	230 < T ≤ 400	×	×	×	√	×	×	×	×	×	×	√	√
	400 < T ≤ 600	×	×	×	○ <sup>c</sup>	×	×	×	×	×	×	○ <sup>d</sup>	√
	600 < T ≤ 650	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○ <sup>d</sup>	√
耐候性		×	○	×	√	×	×	×	√	√	√	√	○
耐温循环性, °C	-45~120	×	○	○	×	√	√	√	√	○	○	○	√
	-45~150	×	×	○	×	×	√	√	×	○	○	○	√
	-196~230	×	×	×	×	×	○ <sup>b</sup>	√ <sup>e</sup>	×	×	×	×	√
	-196~650	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	√
防腐性能		○	√	√	√	√	√	√	√	√	○	○	√
附着力		○	√	√	○	√	√	√	√	√	○	○	√

<sup>a</sup> 表中“√”表示性能较好,宜选用;“○”表示性能一般,可选用;“×”表示性能较差,不宜选用;“△”表示由于价格或施工等原因,不宜选用。

<sup>b</sup> 产品最高使用温度宜小于或等于 205°C,产品经特殊改性后最高使用温度可达到 250°C。

<sup>c</sup> 面漆采用有机硅铝粉耐热涂料时,无机富锌涂料的最高使用温度可达到 540°C。

<sup>d</sup> 有机硅铝粉耐热漆最高使用温度宜小于或等于 600°C;有机硅耐热漆可耐温至 400°C。

<sup>e</sup> 环氧酚醛树脂涂料的最高使用温度宜小于或等于 205°C。

## 5.2.2 埋地设备和管道防腐涂料的选择与涂料配套方案的设计可按下列要求确定:

- a) 设备和管道防腐等级应符合本标准第5.1.2条的规定。
- b) 设备和管道常用防腐涂料的性能与用途可按附录B确定。
- c) 防腐涂层结构的选用方案应符合下列规定:
  - 1) 环氧煤沥青防腐涂层结构应符合表 5.2.2-1 的要求;
  - 2) 厚浆型环氧防腐涂层结构应符合表 5.2.2-2 的要求;
  - 3) 无溶剂型环氧防腐涂层结构应符合表 5.2.2-3 的要求;
  - 4) 聚烯烃胶粘带防腐层结构应符合表 5.2.2-4 的要求;
  - 5) 挤压聚乙烯防腐层结构应符合表 5.2.2-5 的要求。
- d) 埋地不锈钢设备和管道防腐涂料配套方案应符合表5.2.2-6的要求。
- e) 当采用阴极保护防腐方案时,储罐防腐应符合现行国家标准GB/T 50393的规定,管道防腐应符合现行国家标准GB/T 21447的规定。
- f) 玻璃纤维无捻粗纱布(玻璃布)应采用干燥、网状平纹、两边封边、带芯轴的无碱玻璃布卷。采用丙纶无纺布作防腐层加强时,宜选用(80±5)g/m<sup>2</sup>的材料。玻璃布和丙纶无纺布的具体性能指标可按附录A确定。玻璃布和丙纶无纺布宽度可按表5.2.2-7的规定选用。

表 5.2.2-1 环氧煤沥青防腐涂层结构

编号	防腐等级	防腐涂层结构		涂层总厚度 mm
		溶剂型	无溶剂型	
MP-1	普通级	底漆+多层面漆	单层或多层	≥0.4
MJ-1a	加强级	底漆+多层面漆	单层或多层	≥0.6
MJ-1b		底漆+多层面漆+纤维增强材料+多层面漆	多层涂料+纤维增强材料+单层或多层涂料	
MT-1	特加强级	底漆+多层面漆+纤维增强材料+多层面漆	多层涂料+纤维增强材料+单层或多层涂料	≥0.8

注 1: 环氧煤沥青的底漆和面漆可为“底面合一”型涂料。  
注 2: 纤维增强材料可采用玻璃布或丙纶无纺布, 纤维增强材料一道, 层间搭接 10%~55%。  
注 3: 环氧煤沥青涂料的使用温度不应超过 80℃。

表 5.2.2-2 厚浆型环氧防腐涂层结构

编号	防腐等级	底漆种类	底漆厚度 mm	面漆种类	面漆厚度 mm	涂层总厚度 mm
MP-2	普通级	厚浆型环氧漆	0.2	厚浆型环氧漆	0.2	≥0.4
MP-3		环氧玻璃鳞片漆	0.2	环氧玻璃鳞片漆	0.2	≥0.4
MJ-2	加强级	厚浆型环氧漆	0.3	厚浆型环氧防腐漆	0.3	≥0.6
MJ-3		环氧玻璃鳞片漆	0.3	环氧玻璃鳞片漆	0.3	≥0.6
MT-2	特加强级	厚浆型环氧漆	0.4	厚浆型环氧防腐漆	0.4	≥0.8
MT-3		环氧玻璃鳞片漆	0.4	环氧玻璃鳞片漆	0.4	≥0.8

表 5.2.2-3 无溶剂型环氧防腐涂层结构

编号	防腐等级	底漆种类	底漆厚度 mm	面漆种类	面漆厚度 mm	涂层总厚度 mm
MP-4	普通级	无溶剂环氧漆	0.2	无溶剂环氧漆	0.2	≥0.4
MJ-4	加强级	无溶剂环氧漆	0.3	无溶剂环氧漆	0.3	≥0.6
MT-4	特加强级	无溶剂环氧漆	0.4	无溶剂环氧漆	0.4	≥0.8

表 5.2.2-4 聚烯烃胶粘带防腐层结构

编号	防腐等级	防腐结构	防腐层总厚度 mm
MP-5	普通级	底漆+胶带	≥0.7
MJ-5a	加强级	底漆+内带+外带	≥1.2
MJ-5b		底漆+厚胶型胶粘带	
MT-5a	特加强级	底漆+内带+外带	≥2.0
MT-5b		底漆+厚胶型胶粘带	

注 1: 聚乙烯胶粘带防腐层可采用底漆、内带和外带组成的复合防腐层结构, 也可采用底漆和厚胶型组成的防腐层结构。  
注 2: 聚丙烯胶粘带防腐层应由底漆和厚胶型聚丙烯胶粘带组成。  
注 3: 底漆应由胶带厂家配套提供。  
注 4: 聚烯烃胶粘带防腐涂层的使用温度应为-5℃~70℃。

表 5.2.2-5 挤压聚乙烯防腐层结构

编号	防腐结构			防腐层总厚度 mm	适用钢管公称直径DN mm
	环氧涂层 <sup>a</sup> μm	胶粘剂层 μm	聚乙烯层 mm		
M-6	≥120	≥170	≥1.51	≥1.8	DN≤100
			≥1.71	≥2.0	100<DN≤250
			≥1.91	≥2.2	250<DN<500
	≥150		≥2.18	≥2.5	500≤DN<800
			≥2.68	≥3.0	800≤DN≤1200
			≥2.98	≥3.3	DN>1200
注 1: 常温型 (N) 挤压聚乙烯防腐层的使用温度不应高于 60℃; 高温型 (H) 挤压聚乙烯防腐层的使用温度不应高于 80℃。					
注 2: 适用于各类防腐蚀等级。					
<sup>a</sup> DN500及以下的管道可采用两层结构的聚乙烯防腐层, 即胶粘剂层+聚乙烯层。					

表 5.2.2-6 埋地不锈钢设备和管道防腐蚀涂料配套方案

编号	适用温度 ℃	被涂漆 表面材质	涂层 构成	涂料名称	推荐道数	涂层最小干膜 厚度 μm	涂层最小总干 膜厚度 μm
MB-1	-20~120	不锈钢	底漆	低表面处理环 氧树脂漆	2	200	400
			面漆	低表面处理环 氧树脂漆	2	200	
MB-2	-50~205	不锈钢	底漆	环氧酚醛漆	2	200	400
			面漆	环氧酚醛漆	2	200	

表 5.2.2-7 玻璃布和丙纶无纺布宽度

公称直径DN mm	DN<250	250≤DN≤500	DN>500
宽度 mm	100~250	400	500

5.2.3 浸水部位腐蚀涂料的选择与涂层配套方案的设计应符合附录C的规定。

5.2.4 设备和管道常用防腐蚀涂料技术指标应符合附录A的规定。

5.2.5 涂料使用量的计算参见附录E。

### 5.3 表面处理等级

5.3.1 涂装前的钢材表面应进行表面处理, 表面处理前应先对钢材表面的锈蚀等级进行判断。金属表面锈蚀等级及处理等级应按现行国家标准GB/T 8923.1进行评定。

5.3.2 表面锈蚀等级应符合下列规定:

- A级——大面积覆盖着氧化皮而几乎没有铁锈的钢材表面;
- B级——已发生锈蚀, 并且氧化皮已开始剥落的钢材表面;
- C级——氧化皮已因锈蚀而剥落, 或者可以刮除, 并且在正常视力观察下可见轻微点蚀的钢

材表面；

d) D级——氧化皮已因锈蚀而剥落，并且在正常视力观察下可见普遍发生点蚀的钢材表面。

5.3.3 钢材表面处理等级的分级应符合表5.3.3的规定。

表 5.3.3 钢材表面处理等级

级别	清理方式	清理要求
St2	彻底的手工和动力工具清理	在不放大的情况下观察时，钢材表面应无可见的油、脂和污物，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质
St3	非常彻底的手工和动力工具清理	在不放大的情况下观察时，钢材表面应无可见的油、脂和污物，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质，除锈应比St2更为彻底，表面应具有金属底材的光泽
Sa2	彻底的喷射清理	在不放大的情况下观察时，钢材表面应无可见的油、脂和污物，并且几乎没有氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质，任何残留污染物应附着牢固
Sa2.5	非常彻底的喷射清理	在不放大的情况下观察时，钢材表面应无可见的油、脂和污物，并且没有氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质。任何污染物的残留痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑
Sa3	使钢材表面观洁净的喷射清理	在不放大的情况下观察时，钢材表面应无可见的油、脂和污物，并且应无氧化皮、铁锈、涂层和外来杂质。表面应具有均匀的金属色泽

5.3.4 地上设备和管道钢材表面的处理等级应符合表5.3.4-1的规定；埋地设备和管道钢材表面的处理等级应符合表5.3.4-2的规定。对锈蚀等级为D级的钢材表面应采用喷射清理方式。

表 5.3.4-1 地上设备和管道钢材表面的处理等级

底层涂料种类	腐蚀性等级		
	CX/C5	C4	C3
	最低处理等级		
醇酸底漆	Sa2.5	Sa2 或 St3	St3
环氧磷酸锌底漆	Sa2.5	Sa2	Sa2 或 St3
环氧酚醛底漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
环氧富锌底漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
无机富锌底漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
厚浆型环氧漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2 或 St3
环氧树脂底漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2 或 St3
耐磨环氧漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
环氧烷基胺涂料	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
有机硅耐热漆	Sa3	Sa2.5	Sa2.5
惰性无机共聚物	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
环氧云铁漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5

注 1：不便喷射清理的部位，手工和动力工具处理等级不应低于 St3 级。  
注 2：绝热层下钢材表面处理等级可参照腐蚀性等级 C4 的执行。

表 5.3.4-2 埋地设备和管道钢材表面的处理等级

底层涂料种类	腐蚀性程度		
	强	中	弱
	最低处理等级		
环氧煤沥青底漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5 或 St3
环氧酚醛树脂漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
厚浆型环氧漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
环氧玻璃鳞片漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
无溶剂环氧漆	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5
聚烯烃胶粘带	Sa2.5	Sa2 或 St3	Sa2 或 St3
挤压聚乙烯	Sa2.5	Sa2.5	Sa2.5

注：浸水部位钢材表面处理等级不应低于中等腐蚀程度的处理等级。

5.3.5 处理后的钢材表面粗糙度应满足涂料的涂装要求。



附录 A  
(规范性附录)

设备和管道常用防腐蚀涂料技术指标

A.1 富锌底漆的技术要求和测试方法应符合表A.1-1的规定，其他防腐底漆的技术要求和试验方法应符合表A.1-2的规定。

表 A.1-1 富锌底漆技术要求和测试方法

序号	项目	技术指标		测试方法
		无机富锌涂料	环氧富锌涂料	
1	容器中状态	搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态；粉料呈微小均匀粉末状态		目测
2	不挥发分含量，%	≥75	≥70	GB/T 1725
3	不挥发分中的金属锌含量，%	≥80	≥70	HG/T 3668
4	附着力（拉开法），MPa	≥3	≥6	GB/T 5210
5	干燥时间，h	表干	≤0.5	GB/T 1728
		实干	≤5	
6	耐盐雾性	1000h	400h	GB/T 1771
		划痕处单向扩蚀≤2mm，未划痕区无起泡、生锈、开裂、剥落等现象		
7	VOC，g/L	≤590	≤580	GB 30981

表 A.1-2 防腐底漆的技术要求和测试方法

序号	项目	技术指标			测试方法
		醇酸底漆	环氧树脂底漆	环氧磷酸锌底漆	
1	容器中状态	搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态			目测
2	不挥发分含量，%	≥60	≥60	≥60	GB/T 1725
3	必要的限定	单组分	双组分	双组分	—
4	附着力（拉开法），MPa	≥3	≥5	≥5	GB/T 5210
5	干燥时间，h	表干	≤2	≤2	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
6	VOC，g/L	≤550	≤500	≤500	GB 30981

A.2 环氧煤沥青涂料宜选用常温固化型的双组分涂料，性能应符合国家现行标准 SY/T 0447 的规定，且 VOC 的含量不应大于 320g/L。

A.3 厚浆型环氧漆和环氧玻璃鳞片漆的技术指标和测试方法应符合表 A.3 的规定。

表 A.3 厚浆型环氧漆和环氧玻璃鳞片漆技术指标

序号	项目		技术指标		测试方法
			厚浆型环氧漆	环氧玻璃鳞片漆	
1	容器中状态		搅拌均匀后无硬块，呈均匀状态；粉料呈微小均匀粉末状态		目测
2	不挥发分含量，%		≥80	≥80	GB/T 1725
3	干燥时间，h	表干	≤4	≤4	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
4	冲击强度，cm		≥50	—	GB/T 1732
5	弯曲性，mm		≤2	—	GB/T 6742
6	附着力，MPa		≥5	≥8	GB/T 5210
7	耐磨性（500r/1kg），g		—	≤0.06	GB/T 1768
8	VOC，g/L		≤300	≤300	GB 30981

A.4 无溶剂环氧漆和无溶剂聚氨酯漆等无溶剂液体涂料可用于管道外防腐涂层，其性能应符合表 A.4 的规定。

表 A.4 无溶剂液体涂料的技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			无溶剂环氧漆	无溶剂聚氨酯漆	
1	涂层外观		平整光滑		目测
2	不挥发份含量（混合液），%		≥98	≥98	GB/T 1725
3	干燥时（25℃），h	表干	≤4	≤4	GB/T 1728
		实干	≤24	≤24	
4	附着力（拉开法），MPa		≥8	≥6	GB/T 5210
5	耐冲击性，cm		≥50	≥50	GB/T 1732
6	耐弯曲性		2.5°涂层无裂纹	1.5°涂层无裂纹	HG/T 4337
7	耐磨性（1000r/1000g），g		≤0.1	≤0.1	GB/T 1768
8	耐水性（7天）		涂层完好		GB/T 1733
9	耐热盐水性（40℃，3%NaCl，7天）		涂层完好		GB/T 9274
10	耐酸性（5%硫酸，30天）		涂层完好		GB/T 9274
11	耐碱性（5%氢氧化钠，30天）				
12	耐盐雾性（1000h）		涂层完好		GB/T 1771
13	耐阴极剥离性（1.5V，65℃±2℃/48h），mm		≤8	≤8	SY/T 0315
14	VOC，g/L		≤60	≤60	GB 30981

注：序号1项~8项和14为抽检项目，9项~13项为型式试验项目。

A.5 环氧云铁中间漆技术要求和测试方法应符合表 A.5 的规定。

表 A.5 环氧云铁中间漆技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			环氧云铁漆		
1	在容器中的状态		搅拌后无硬块, 呈均匀状态		目测
2	不挥发分含量, %		≥80		GB/T 1725
3	干燥时间, h	表干	≤3		GB/T 1728
		实干	≤24		
4	弯曲性, mm		≤2		GB/T 6742
5	耐冲击性, cm		≥50		GB/T 1732
6	附着力, MPa		≥5		GB/T 5210
7	VOC, g/L		≤300		GB 30981

A.6 耐候面漆技术要求和测试方法应符合表 A.6 的规定。人工加速老化试验后涂覆处应不生锈、不起泡、不剥落和不开裂, 但可允许 1 级粉化、2 级变色或 2 级失光。

表 A.6 各类耐候面漆技术要求和测试方法

序号	项目		技术指标		测试方法
			醇酸磁漆	脂肪族聚氨酯面漆	
1	不挥发分含量, %		≥50	≥70	GB/T 1725
2	干燥时间, h	表干	≤8	≤2	GB/T 1728
		实干	≤18	≤24	
3	弯曲性, mm		≤3	≤2	GB/T 6742
4	耐冲击性, cm		≥40	≥50	GB/T 1732
5	耐磨性 (500r/500g), g		≤0.1	≤0.05	GB/T 1768
6	硬度		≥0.2	≥0.5	GB/T 1730 (B 法)
7	附着力, MPa		≥3	≥5	GB/T 5210
8	耐候性 (人工加速老化试验, 配套涂层), h		300, 1 级	1000, 1 级	GB/T 1865
9	VOC, g/L		≤590	≤400	GB 30981

注: 序号1~7, 9为抽检项目, 序号8为型式试验项目。

A.7 耐热涂料的技术要求和测试方法应符合表 A.7 的规定。

表 A.7 耐热涂料技术要求和测试方法

序号	项目	技术指标					测试方法
		环氧酚醛漆	环氧烷基胺漆	丙烯酸有机硅耐热漆	有机硅耐热漆	惰性无机共聚物漆	
1	容器中状态	搅拌均匀后无硬块, 呈均匀状态					目测
2	体积固体分, %	≥60	≥60	≥35	≥40	≥60	GB/T 9272
3	划格试验 (1mm), 级	—	—	≤1	≤1	—	GB/T 9286
4	划叉附着力, 级	—	—	—	—	4A	ASTM D3359 – Method A

表 A.7 (续)

序号	项目	技术指标					测试方法
		环氧酚 醛漆	环氧烷基 胺漆	丙烯酸有机 硅耐热漆	有机硅耐 热漆	惰性无机 共聚物漆	
5	附着力(拉开法), MPa	≥5	≥5	—	—	—	GB/T 5210
6	弯曲性, mm	≤2	≤2	≤2	≤2	—	GB/T 6742
7	干燥时间, h	表干	≤4	≤4	≤2	≤2	GB/T 1728
		实干	≤10	≤6	≤4	≤6	
8	耐热性(168h, 无皱皮、起泡、开裂等 现象)	205±5℃	205±5℃	200±5℃	600±5℃ (铝粉) 400±5℃	650±5℃	GB/T 1735
9	耐温变循环性(5个循环)	通过	通过	—	—	通过	JG/T 25
10	耐盐雾性, h	1440	1440	24	24	1440	GB/T 1771
11	耐冷凝水, h	720	720	120	120	480	GB/T 13893
12	耐湿热, h	1440	1440	24	24	1440	GB/T 1740
13	循环腐蚀试验(4200h)	通过	通过	—	—	通过	GB/T 31415
14	VOC, g/L	≤300	≤420	≤550	≤550	≤420	GB 30981

A.8 玻璃布性能指标应符合表 A.8-1 的规定, 丙纶无纺布性能指标应符合表 A.8-2 的规定。

表 A.8-1 玻璃布性能指标

序号	项目	指标	试验方法
1	单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	200~300	GB/T 9914.3
2	可燃物含量, %	≤0.2	GB/T 9914.2
3	织物密度, 根/cm	经向	GB/T 7689.2
		纬向	
4	碱金属氧化物含量, %	≤0.8	GB/T 1549
5	含水率, %	≤0.2	GB/T 9914.1
6	拉伸断裂强力, N/(25mm)	经向	GB/T 7689.5
		纬向	

表 A.8-2 丙纶无纺布性能指标

序号	项目	指标	试验方法
1	单位面积质量, g/m <sup>2</sup>	≥80±5	FZ/T 64033
2	断裂强力, N/(5cm)	纵向	FZ/T 64033
		横向	
3	耐化学介质腐蚀 (常温, 7d), %	10%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	FZ/T 64033
		10%NaOH	
		10%NaCl	

注: 耐化学介质腐蚀为浸泡前后断裂强力的保持率。

- A. 9 聚烯烃胶粘带防腐层应符合国家现行标准 SY/T 0414 的要求。
- A. 10 挤压聚乙烯防腐层应符合现行国家标准 GB/T 23257 的要求。
- A. 11 聚氨酯涂料应符合国家现行标准 HG/T 2454 中溶剂型聚氨酯涂料（双组分）的要求。
- A. 12 其他未列涂料应符合相关标准的要求。
- A. 13 涂料的稀释剂应符合涂料供应商的企业标准的要求。
- A. 14 对于上述技术指标及产品标准中未规定的 VOC 含量、有害溶剂含量及有害重金属含量应符合现行国家标准 GB 30981 的规定。

附录 B  
(规范性附录)

设备和管道常用防腐蚀涂料的性能与用途

设备和管道常用防腐蚀涂料的性能与用途可按表B的规定选用。

表 B 设备和管道常用防腐蚀涂料的性能与用途

涂料种类	名称	特性	使用温度 ℃	每道最小 干膜厚度 μm	主要用途
醇酸树脂涂料	醇酸底漆	附着力良好, 防腐性能一般, 不耐溶剂或碱液腐蚀	<80	40	适用于低腐蚀性等级的大气环境, 可作防腐要求不高的防锈底漆
	醇酸磁漆	耐候性一般, 易粉化, 耐水性、耐溶剂稍差, 不耐碱液腐蚀	<80	40	适用于低腐蚀性等级的大气环境, 用于耐老化性能要求不高的场合
环氧煤沥青涂料	环氧煤沥青漆	防腐性好, 耐水性能较好, 可与阴极保护相容	-20~80	100	适用于埋地设备和管道外表面的防腐
	环氧树脂底漆	附着力良好, 防腐性好, 有一定的耐溶剂性能, 耐碱液腐蚀, 耐水性良好, 坚硬耐久, 耐候性一般, 易粉化	≤120	40	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 用于设备和管道的防腐, 也可用于一些特定的浸泡环境
环氧树脂涂料	环氧富锌底漆	附着力强, 优异的防腐性能和耐冲击性, 耐油和耐潮湿性能良好, 干燥快具有阴极保护作用	≤120	50	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 尤其适用于中等及以上腐蚀性等级的大气环境及对防腐要求较高的金属表面
	环氧磷酸锌底漆	附着力强, 干燥快, 可复涂	≤120	50	适用于中等及以下腐蚀性等级的大气环境
	环氧封闭漆	附着力强, 对底材具有优异的润湿性, 干燥快, 可复涂	≤120	25	适用于无机富锌或热喷金属涂层表面与后道涂层的连接漆, 封闭孔隙; 也可用作喷砂后的临时保护底漆, 与其他产品配套组成高性能的防腐体系

表 B (续)

涂料种类	名称	特性	使用温度 ℃	每道最小 干膜厚度 μm	主要用途
环氧树脂涂料	环氧云铁漆	附着力强, 干燥快, 坚硬耐久, 可复涂	≤120	100	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 作为高性能防腐涂料体系的中间漆, 尤其适用于现场进行最终面漆涂覆的场合
	环氧玻璃鳞片漆	优异的耐腐蚀性能、耐久性和耐磨性, 与阴极保护相兼容	≤120	200	适用于很高及以上腐蚀性等级的大气环境, 如海洋性气候下的飞溅区及化工厂
	厚浆型环氧漆	附着良好, 防腐性良好, 单道漆膜成膜厚度高, 耐水浸泡, 可与阴极保护相兼容	≤120	100	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 尤其是很高及以上腐蚀性等级的大气环境、水浸泡或埋地环境的防腐, 也可作为防腐涂层的中间漆
	耐磨环氧漆	附着良好, 防腐性良好, 耐水耐磨性、耐久性和耐候性优异, 可以在潮湿环境中固化	≤120	150	适用于浪溅区域、水位变动区域及对耐磨性要求较高的部位
	低表面处理环氧树脂漆	附着良好, 防腐性良好, 耐磨性和耐水性优异	≤120	100	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 亦适用于水浸泡、埋地环境和保温层下的防腐。用于未经或无法彻底清理的钢材表面
	环氧面漆	耐化学品飞溅、耐碱液腐蚀, 耐候性一般	≤120	50	适用于低腐蚀性等级的大气环境
	无溶剂环氧漆	附着良好, 单道漆膜成膜厚度高, 耐水性和耐磨性优异, 可与阴极保护相兼容	≤120	150	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 尤其是很高及以上腐蚀性等级、水浸泡或埋地环境的防腐
	环氧酚醛漆	防腐性能、耐化学品性能及耐温循环性能优异	-196~205	100	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 尤其适用于水浸泡、埋地、干湿交替区域或保温层下的防腐
	环氧烷基胺涂料	漆膜附着良好, 防腐、耐磨性及耐温性能优异, 温度交变工况下涂层不易开裂	-196~205	100	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 尤其适用于水浸泡、埋地、干湿交替区域或保温层下的防腐, 较环氧酚醛漆具有更优的防腐性能
	无机富锌涂料	漆膜干燥快, 防腐性能、耐磨性和耐热性能优异, 固化过程对环境温度及湿度要求较高	≤400	50	适用于各类腐蚀性等级的大气环境, 与其他中间漆、面漆组合使用构成高性能防腐体系

表 B (续)

涂料种类	名称	特性	使用温度 ℃	每道最小 干膜厚度 μm	主要用途
有机硅耐热 涂料	丙烯酸改性有机硅 耐热漆	常温干燥, 漆膜附着力好, 耐水、耐候性和耐 久性良好	≤200	20	适用于中温及以下防腐场合
	有机硅耐热漆	常温湿气固化, 漆膜附着力好, 耐水、耐候性 和耐久性良好, 成膜厚度小, 防腐性能一般	≤400	20	适用于高温防腐场合
	有机硅铝粉耐热漆		≤600	20	
无机共聚物 涂料	惰性无机共聚物漆	常温干燥, 具有优异的防腐及耐高温能力, 并且 能够在干燥条件下或干湿交替条件下耐热冲击 或热循环	-196~650	100	适用于高温防腐场合, 尤其适用于保温层下防 腐蚀、高低温交变循环及干湿交替的场合
聚氨酯涂料	脂肪族聚氨酯面漆	高光泽, 保色性和保光性强, 物理机械性能能和 耐酸、碱、盐类腐蚀性良好, 装饰性能优异, 耐候性和耐磨性良好	≤120	40	适用于要求耐候性、耐腐蚀性兼备的各类腐蚀性 等级的大气环境
聚硅氧烷涂料	聚硅氧烷面漆	漆膜坚韧, 光泽度好, 耐久性、耐冲击性、耐 磨性、耐水性、耐候性和耐化学药品性能优异	≤120	75	适用于防腐性能要求较高并且对于涂料耐老化性 能要求很高的钢材表面
丙烯酸涂料	丙烯酸面漆	保光和保色性一般	<80	30	适用于低腐蚀性等级的大气环境, 用于耐老化性 能要求不高的场合

附录 C  
(规范性附录)  
常用防腐蚀涂料配套方案

防腐涂层耐久性为中等的常用防腐蚀涂料配套方案可按表C确定。

表 C 常用防腐蚀涂料配套方案

代号	适用温度 ℃	被涂漆 表面材质	涂层 构成	涂料名称	推荐道数 <sup>a</sup>	涂层最小干膜厚度 μm	涂层最小总干膜厚度 μm	用途	备注																																																																																																												
A-1	-20~80	碳 钢、合 金 钢	底漆	醇酸底漆	2	80	160	C3 环境下, 室内、室 外防腐	—																																																																																																												
			面漆	醇酸磁漆	2	80				A-2	-20~120	底漆	环氧磷酸锌底漆	1	50	130			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	B-1	-20~120	底漆	环氧磷酸锌底漆	1	50	190		C4 环境下, 室内、室 外防腐	—	中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	B-2	-20~120	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	190				底漆	环氧富锌底漆	1	50	C-1	-20~120	中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	230		C5 环境下, 室内、室 外防腐	—	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	D-1	-20~120	底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐	中间漆	环氧云铁漆	1	100	D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆
A-2	-20~120		底漆	环氧磷酸锌底漆	1	50	130																																																																																																														
			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80				B-1	-20~120	底漆	环氧磷酸锌底漆	1	50	190		C4 环境下, 室内、室 外防腐	—	中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	B-2	-20~120	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	190				底漆	环氧富锌底漆	1	50	C-1	-20~120	中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	230		C5 环境下, 室内、室 外防腐	—	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	D-1	-20~120	底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐	中间漆	环氧云铁漆	1	100	D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆	1	100											
B-1	-20~120		底漆	环氧磷酸锌底漆	1	50	190		C4 环境下, 室内、室 外防腐			—																																																																																																									
			中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100				B-2	-20~120		面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	190				底漆	环氧富锌底漆	1	50	C-1	-20~120	中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	230		C5 环境下, 室内、室 外防腐	—	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	D-1	-20~120	底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐	中间漆	环氧云铁漆	1	100	D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆	1	100																								
B-2	-20~120		面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	190																																																																																																														
			底漆	环氧富锌底漆	1	50				C-1	-20~120		中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	230		C5 环境下, 室内、室 外防腐	—	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	D-1	-20~120	底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐	中间漆	环氧云铁漆	1	100	D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆	1	100																																						
C-1	-20~120		中间漆	环氧云铁漆 或厚浆型环氧漆	1	100	230		C5 环境下, 室内、室 外防腐			—																																																																																																									
			面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40				D-1	-20~120		底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐	中间漆	环氧云铁漆	1	100	D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆	1	100																																																				
D-1	-20~120	底漆	环氧富锌 或无机富锌底漆	1	50	300			不适用长期露天 设备的防腐																																																																																																												
		中间漆	环氧云铁漆	1	100					D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装		底漆	厚浆型环氧漆	2	200				面漆	厚浆型环氧漆	1	100							底漆	环氧煤沥青漆	2	200							面漆	环氧煤沥青漆	1	100																																																																			
D-2	-20~80	面漆	脂肪族聚氨酯面漆	2	80	300		水下部位防腐涂装																																																																																																													
		底漆	厚浆型环氧漆	2	200																																																																																																																
			面漆	厚浆型环氧漆	1	100																																																																																																															
			底漆	环氧煤沥青漆	2	200																																																																																																															
			面漆	环氧煤沥青漆	1	100																																																																																																															

表 C (续)

代号	适用温度 ℃	被涂漆 表面材质	涂层 构成	涂料名称	推荐道数 <sup>a</sup>	涂层最小干膜厚度 μm	涂层最小总干膜厚度 μm	用途	备注								
E-1	-20~120	碳钢、合 金钢	底漆	耐磨环氧漆	2	300	450	干湿交替部位防腐	不适用长期露天 设备的防腐								
			面漆	耐磨环氧漆	1	150											
E-2	-20~120		底漆	环氧玻璃鳞片漆	2	400	600										
			面漆	环氧玻璃鳞片漆	1	200											
F-1a	-20~120			底漆	环氧云铁漆	1	100			200	保温设备和管道的防 腐	—					
				中间漆	环氧云铁漆	1	100										
F-1b	-20~120			底漆	厚浆型环氧漆	1	100			200							
				中间漆	厚浆型环氧漆	1	100										
F-2a	-101~200				底漆	环氧酚醛漆	1			100			200	保温、不保温、保冷或 冷热循环工况设备和 管道的防腐	保冷层下防腐可 仅涂底漆		
					面漆	环氧酚醛漆	1			100							
F-2b	-101~200	底漆			环氧烷基胺漆	1	100	200									
		面漆			环氧烷基胺漆	1	100										
F-3	200~400	合金钢、不 锈钢			底漆	无机富锌底漆	1	70	110	保温或不保温设备和 管道的防腐			保温层下防腐可 仅涂底漆				
					面漆	有机硅耐热漆	2	40									
F-4	400~600		底漆		有机硅铝粉耐热漆	2	40	60									
			面漆		有机硅铝粉耐热漆	1	20										
F-5	-101~650				底漆	惰性无机共聚物	1	100	200		冷热循环工况设备和 管道的防腐	—					
					面漆	惰性无机共聚物	1	100									
H-1	-20~120				底漆	环氧树脂底漆	1	40	180					用于保温或保冷材料 氯离子超标或 C5 环境 下的防腐	保温或保冷层下 防腐可仅涂底漆 及中间漆		
					中间漆	环氧云铁漆	1	100									
K-1	-20~120				面漆	脂肪族聚氨酯面漆	1	40	200								
					底漆	厚浆型环氧漆	1	100									
K-2	-196~200	面漆			厚浆型环氧漆	1	100	200									
		底漆			环氧酚醛漆	1	100										
					面漆	环氧酚醛漆	1	100									

<sup>a</sup> 推荐道数是基于采用无气喷涂施工方式确定的。

**附录 D**  
(资料性附录)

不同耐久性设计涂层最小总干膜厚度及最少涂层道数

碳钢或低合金钢在大气环境下，不同耐久性设计常用防腐涂料配套的最少涂层道数及最小总干膜厚度可参见表D。

**表 D 不同耐久性设计常用防腐涂料配套的最少涂层道数及最小总干膜厚度**

耐久性	低 (L)			中 (M)			高 (H)			极高 (VH)		
	富锌底漆	其他类型的底漆	富锌底漆	其他类型的底漆	富锌底漆	其他类型的底漆	富锌底漆	其他类型的底漆	富锌底漆	其他类型的底漆	富锌底漆	其他类型的底漆
底漆基料	硅酸乙酯/环氧/聚氨酯	醇酸/丙烯酸										
后道涂层基料	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸	环氧/聚氨酯/丙烯酸
最少涂层道数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
涂层最小总干膜厚度, μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
最少涂层道数, 道	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
涂层最小总干膜厚度, μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
最少涂层道数, 道	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
涂层最小总干膜厚度, μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
最少涂层道数, 道	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
涂层最小总干膜厚度, μm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
最少涂层道数, 道	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注 1: 富锌底漆是指形成的涂层干膜中的锌粉质量含量不低于 80% 的底漆。

注 2: 最少涂层道数是基于采用无气喷涂施工方式确定的。

附 录 E  
(资料性附录)  
涂料使用量的计算

E.1 以重量计及的涂料使用量可按公式E.1-1计算, 以体积计及的涂料使用量可按公式E.1-2计算:

$$G = \frac{CF\delta A\alpha}{10VS} \dots\dots\dots (E.1-1)$$

$$L = \frac{CF\alpha\delta}{10VS} \dots\dots\dots (E.1-2)$$

式中:

$G$ ——以重量计涂料的计算使用量, g;

$CF$ ——损耗系数;

$\delta$ ——漆膜厚度,  $\mu\text{m}$ ;

$A$ ——涂料的密度, g/L;

$\alpha$ ——涂敷面积,  $\text{m}^2$ ;

$VS$ ——涂料中固体的体积分数, %;

$L$ ——按体积计涂料的计算使用量, L。

E.2 在涂装施工过程中, 涂料的实际使用量应计及施工环境、涂装方法、被涂物表面的粗糙度及涂装损失等因素。涂料损耗系数可取1.5~1.8。

E.3 涂料中固体的体积分数为100%时, 每升涂料所涂刷的面积和漆膜厚度对照表可参见表E.3-1; 涂料中固体的体积分数为80%时, 每升涂料所涂刷的面积和漆膜厚度对照表可参见表E.3-2。

表 E. 3-1  $VS$  为 100%的涂料涂刷面积和漆膜厚度对照

漆膜厚度, $\mu\text{m}$	200	175	150	125	100	90	80	75	60	50	40	30	25	20
涂刷面积, $\text{m}^2$	5	5.7	6.7	8	10	11.1	12.5	13.3	16.7	20	25	33.3	40	50

表 E. 3-2  $VS$  为 80%的涂料涂刷面积和漆膜厚度对照

漆膜厚度, $\mu\text{m}$	200	175	150	125	100	90	80	75	60	50	40	30	25	20
涂刷面积, $\text{m}^2$	4	4.6	5.3	6.4	8	8.9	10	10.7	13.3	16	20	26.7	32	40

## 用词说明

对本标准条文中要求执行严格程度不同的助动词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用的助动词为“必须”（must）；

（二）表示要准确地符合标准而应严格遵守时，用的助动词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用的助动词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在标准的界限内所允许的行动步骤时，用的助动词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。

中华人民共和国石油化工行业标准

# 石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准

SH/T 3022—2019

条文说明

2019年 北京

## 修 订 说 明

SH/T 3022—2019《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》，经工业和信息化部 2019 年 12 月 24 日以第 61 号公告批准发布。

本标准是在《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》(SH/T 3022—2011)的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国石化集团宁波工程有限公司，参编单位是赫普(中国)有限公司、阿克苏诺贝尔防护涂料(苏州)有限公司和兰州知本化工科技有限公司，主要起草人员是王兰喜、李永红、邹杰、李荣俊、李君和蒋德强。本次修订的主要技术内容是：

- 根据现行标准对大气环境的腐蚀性等级进行整体修订，细化了大气腐蚀性等级，由 3 档改为 6 档；
- 根据修订后的腐蚀等级调整了地上防腐蚀配套方案，并对保温及保冷层下防腐进行了修改及补充；
- 对埋地管线防腐配套进行调整，增加了埋地不锈钢设备和管道防腐蚀涂料配套方案；
- 增加了大气环境防腐涂层耐久性的划分，同时也增加了不同耐久性设计涂层的最小总干膜厚度及最少涂层道数；
- 对常用防腐涂料综合性能进行了修订和补充。

本标准修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国石油化工行业设备和管道外表面的防腐蚀的实践经验，同时参考了相关国际标准及国外工程公司防腐蚀的做法，并结合我国涂料行业技术水平制定本标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准》编制组按章、条顺序编制了本标准的条文说明，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标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1 范围	28
4 基本规定	28
4.1 涂料选用原则	28
4.2 涂装要求	28
5 涂装设计	28
5.1 腐蚀性等级及防腐涂层耐久性	28
5.2 防腐涂料的选择及其配套方案	29
5.3 表面处理及处理等级	30
附录 A (规范性附录) 设备和管道常用防腐涂料技术指标	31
附录 C (规范性附录) 常用防腐涂料配套方案	32
附录 D (资料性附录) 不同耐久性设计涂层最小总干膜厚度及最少涂层道数	33

# 石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计标准

## 1 范围

本标准适用于石油化工钢质设备和管道及其附属钢结构外表面防腐设计。本标准不适用于设备和管道的内表面防腐和表面色。

## 4 基本规定

### 4.1 涂料选用原则

4.1.2 为了确保涂料选择符合国家环保及安全法规的要求，同时考虑涂料向高固态方向发展的趋势，本标准增加了涂料中挥发性有机化合物（VOC）含量、有害溶剂含量及有害重金属含量的限制。

### 4.2 涂装要求

4.2.4 由于各制造厂选用的防锈底漆品种各不相同，适用温度范围也不相同，与其他涂料配套性不确定。旧漆不除或清除不干净，很可能会由于底漆耐温性差或与其他涂料配套性差，造成涂料失效或剥离。因此对管件和法兰的出厂防锈要求作出了规定。

4.2.6 对于温度交替变化的绝热设备和管道，其防腐蚀除需考虑绝热层下温度范围，还需考虑温度变化导致的内应力造成有些涂料表面开裂，以及绝热层本身吸水造成部分盐溶解形成电解质的腐蚀。

4.2.9 涂料中的氯离子对不锈钢材料会造成腐蚀，因此对用于不锈钢涂料的氯离子含量参照 HG/T 5178《保温层下金属表面用防腐涂料》进行了定量限制。

4.2.14 在选用修补涂料时要与原涂料相兼容，同时也要考虑耐温、耐腐蚀性能相接近。

## 5 涂装设计

据资料统计，造成防腐蚀涂层寿命缩短的主要原因如下，涂装设计的合理性是关系防腐寿命的主要因素之一。

- a) 清理质量不符合要求引起寿命缩短的比例占40%；
- b) 涂料配套选择不当引起寿命缩短的比例占20%；
- c) 涂层总厚度不够引起寿命缩短的比例占20%；
- d) 涂装施工时，对温度、湿度、干燥时间、涂层质量等控制不当引起寿命缩短的比例占20%。

### 5.1 腐蚀性等级及防腐涂层耐久性

5.1.1 本标准参照现行国家标准 GB/T 19292.1 中的有关规定，对大气环境的腐蚀性等级进行了分类。并根据所处腐蚀环境和工况条件对于腐蚀性环境给出示例。化工类装置的腐蚀性分级，一般情况下可确定为 C4 级，但对于西北或干燥内陆地区的大气环境腐蚀性等级可选用 C3 级，对于湿度很大的沿海地区以及高污染地区腐蚀性等级可提高至 C5 级。

在石油化工装置中，暴露在大气中的设备、管道及其附属钢结构可能接触的腐蚀性物质种类很多，它们对钢材表面的腐蚀程度与作用量、作用时间和环境条件（如温度、湿度、室内、室外等）有密切

的关系。因此，对本标准中未列入的腐蚀性物质，需由设计者根据该物质的性质和含量等情况按表中相近的物质确定类别。

#### 5.1.2 土壤对钢材表面腐蚀程度分类

- a) 影响土壤腐蚀程度的因素较复杂，如土壤的性质、湿度、透气性、含盐量、pH 值等，以及当地气候条件。在现行国家标准 GB 50021《岩土工程勘察规范》中，对土壤腐蚀程度进行了较详细的分类，本条是参考该规范并结合涂料防腐蚀的特点制定的；
- c) 由于铁路、道路及沟渠，在建造过程中改变了它们下面的土壤结构和性质，并在埋地管道上方形成局部遮盖物，影响了土壤的透气性，造成局部腐蚀加重。另外，铁路和道路在使用过程中的损坏、运输货物的泄漏，以及沟渠中物质的渗透等都会影响原有土壤的形态，将导致土壤腐蚀程度的增加，因此防腐蚀等级选用特加强级；
- d) 当改变埋地管道的埋设深度时，由于不同深度土壤的透气性不同，对应力集中的弯管处会造成严重腐蚀，因此弯管局部的防腐蚀采用特加强级。

#### 5.1.3 防腐涂层耐久性设计年限

本次标准修订参照了 ISO 12944—2017 进行大气环境耐久性设计划分。

### 5.2 防腐蚀涂料的选择及其配套方案

5.2.1 结合目前涂料工业发展和市场的需求，本标准取消了适应性不强、使用寿命较短的涂料，增加了适应性强、使用寿命较长的新型涂料；根据测试和实际工程经验的总结，还对常用防腐涂料性能和用途进行了修改及补充。

- a) 增加了环氧烷基胺涂料；
- b) 考虑到环境保护的要求及涂料业的发展趋势，删除了对环境影响较大的沥青涂料、高氯化聚乙烯涂料；
- c) 考虑到热喷铝为一种金属涂层，通常采用线材火焰喷涂和电弧喷涂的施工方法，从施工方式分类上与本标准涂料不属于一类产品，因此本次修订删除该涂料；
- d) 将原表中的“冷喷铝涂料”更名为“惰性无机共聚物涂料”；
- e) 细化了涂料耐温和耐温循环性温度范围划分，同时修订了涂料的部分使用特性；
- f) 氧酚醛树脂涂料最高可用到 230℃，结合行业制造现状，本标准推荐最高使用温度 205℃；
- g) 对于一般防腐蚀，选用价格较便宜的涂料，如醇酸等。对于环氧树脂、聚氨酯、富锌等涂料，由于它们优良的防腐性能和较高的价格，主要用于腐蚀程度较高、防腐期限较长或重要的设备和管道防腐蚀。耐高温涂料一般耐腐蚀性差，但调查收集的资料表明，高温和强腐蚀这两种情况同时出现的可能性很小。因此，本标准选用的耐高温涂料可以满足使用要求。

5.2.2 考虑到环保安全性和埋地设备和管道防腐的行业发展趋势，本标准中删除了石油沥青涂料；增加了无溶剂环氧漆及挤压聚乙烯防腐结构；为了满足设计需求，增加了不锈钢的埋地配套方案；同时修订了原有涂料的使用厚度及涂层结构。这些涂料不仅技术先进、性能优异，也有利于环保。

为方便选择，下面给出了各类埋地配套方案适用的工况：

聚烯烃胶粘带具有施工灵活、补口简捷、适用性广，厚胶型胶带防腐层整体性优于薄型胶带；数量少的大口径钢管可采用环氧煤沥青；补口、补伤、加强外防腐层材料也可考虑选粘弹体、无溶剂环氧、光固化等新材料。

高固体分环氧及无溶剂环氧涂料具有环保且易施工的特性，常温无气喷涂两道即可达到规定膜厚，现场修补容易，不需要加热设备即可完成。

玻璃布分为无碱、低碱和中碱三种，其中碱的成分主要是  $\text{Na}_2\text{O}$  和  $\text{K}_2\text{O}$ ，它们遇热或遇水水解会使玻璃布的强度降低。因此，含碱量越低，玻璃布的质量就越好，本次标准修订与 SY/T 0447 保持一致，将用于防腐蚀包覆层的玻璃布由原来中碱改为无碱，碱含量符合现行国家标准 GB/T 18370 的规

定；同时也增加了可替代玻璃布的丙纶无纺布，并在附录 A 中增加了玻璃布和丙纶无纺布的性能指标。

### 5.3 表面处理及处理等级

5.3.1 钢材表面清理质量的好坏，对涂层的防腐蚀效果和使用寿命有很大的影响。本标准主要以现行国家标准 GB/T 8923.1/ISO 9223 为依据。对于手工和动力打磨、喷砂作业，分别参照现行国家标准 GB/T 13288《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》、GB/T 18838《涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理用金属磨料的技术要求》、GB/T 17850《涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理用非金属磨料的技术要求》、GB/T 18839《涂覆涂料前钢材表面处理表面处理方法》等制定了钢材表面的锈蚀等级和处理等级。

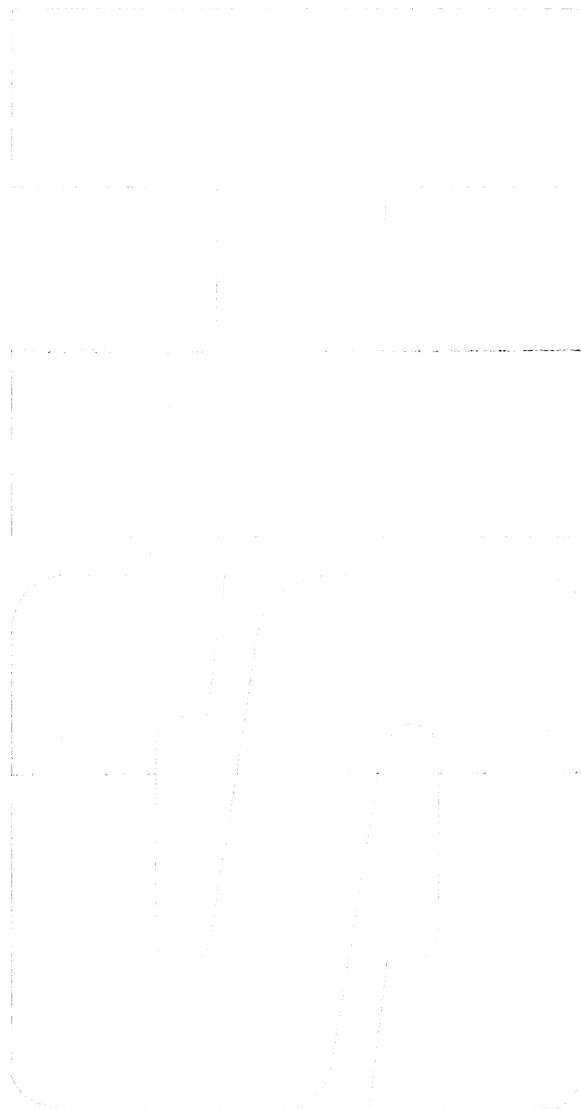
5.3.3 本条是按现行国家标准 GB/T 8923.1/ISO 9223 规定的表面处理等级划分。

5.3.4 本条对照地上及埋地常用防腐蚀涂料配套方案相应调整钢材表面处理等级，本条给出的处理等级为最低处理等级。通常对于新建项目，涂料施工前底材要求喷射表面处理，达到 Sa2.5 是较为通用的要求，具体参见油漆的产品说明书。

附录 A  
(规范性附录)

设备和管道常用防腐蚀涂料技术指标

涂料的技术指标是影响防腐蚀涂层寿命的主要因素，因此本标准给出了各类常用涂料的主要性能要求、测试标准和底漆附着力等技术指标。同一种漆做底漆、面漆、中间漆、埋地或地上防腐涂料时的性能可参照同一指标。



附 录 C  
(规范性附录)  
常用防腐蚀涂料配套方案

附录 C 仅给出耐久性设计中档年限常用防腐蚀涂料配套方案。每一种配套方案都列出了该配套系统的适用温度、被涂漆表面材质、涂层构成、涂料名称、推荐道数与涂层最小干膜厚度、涂层最小总干膜厚度、腐蚀环境及主要用途，分为以下几种情况：

- a) 原标准中常温 $\sim 120^{\circ}\text{C}$ 分为弱、中、强三种腐蚀环境，本次修订中更改为 C3、C4、C5 这几种腐蚀环境；
- b) 浸水区分为水下区和干湿交替区两种工况条件，水质分淡水、海水，但本标准均按海水水质设计涂层配套方案；
- c) 对于保温与高温工况条件，在本次标准修订中增加了惰性无机共聚物这种耐腐蚀性能优良的涂料，并将配套方案温度范围扩展到  $650^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 对于保冷设备和管道，原标准中规定有冷底子油、环氧酚醛漆或聚氨酯防腐漆这几种配套方案。由于冷底子油现场施工较复杂，不环保。因此，修订删除了冷底子油，增加了耐冷热循环性能较好的惰性无机共聚物；
- e) 环氧酚醛、环氧烷基胺漆的使用温度为 $-196^{\circ}\text{C}\sim 205^{\circ}\text{C}$ ，惰性无机共聚物漆的使用温度为 $-196^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$ 。在配套中按照被涂漆表面材质的温度限制，将部分配套的涂料适用温度下限值调整至 $-101^{\circ}\text{C}$ ；
- f) 在以往事故分析报告中，造成不锈钢应力腐蚀的因素就有保温材料中氯离子，当选用的保温材料氯离子含量超标时，需对不锈钢表面涂漆；还有一些恶劣环境污染也会造成不锈钢设备和管道腐蚀，也需考虑涂漆，因此本次标准修订对于材料为不锈钢的设备和管道，在 C5 环境下与保温工况下的涂层配套方案进行了调整；
- g) 绝热层下的设备和管道同样存在腐蚀，腐蚀主要发生在封闭、潮湿的环境中。参照 NACE SP 0198，金属壁温在 $-4^{\circ}\text{C}\sim 175^{\circ}\text{C}$ 范围腐蚀较严重，尤其富锌漆不能提供足够的抗腐蚀性，由于温度高于  $60^{\circ}\text{C}$  金属锌与铁发生极性反转，导致铁优先腐蚀。因此，在本次修订中，在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 温度范围内删除了无机富锌底漆及环氧富锌底漆，增加了几种环氧防腐涂层的配套；
- h) 推荐道数是基于采用无气喷涂施工方式，采用辊涂、刷涂或传统的空气喷涂方式一般得到的漆膜厚度较薄，要达到相同的干膜厚度则需要更多道数。

## 附录 D (资料性附录)

### 不同耐久性设计涂层最小总干膜厚度及最少涂层道数

考虑到不同项目服役期望期限的差异性，附录 D 参照 ISO 12944.5—2018 给出了低、中、高、极高这四种耐久性的涂层体系指南，包括涂料类型、推荐涂层道数及涂层最小总干膜厚度。附录 D 作为附录 C 的补充，以便于在设计选用中档耐久性以外的其他设计年限时，用户可以根据设计项目服役环境、大气环境腐蚀性等级、期望耐久性等，参考附录 D 进行涂层体系的选择和设计。

附录 D 仅适用于大气环境腐蚀性等级 C2~C5 的碳钢、合金钢的防腐涂层配套；绝热层、干湿交替、水下部位等工况下碳钢、合金钢的防腐涂层配套以及不锈钢的防腐涂层配套可参照附录 B，对涂层最小干膜厚度进行相应调整。

附录 D 中所列涂层基料与附录 C 中的涂料对应关系如下表所示。

**附录 D 中所列涂层基料与附录 C 中涂料对应关系**

序号	附录 D	附录 C	备注
	基料类型	涂料	
1	硅酸乙酯	无机富锌底漆	含锌
2	环氧	环氧富锌底漆	含锌
		环氧磷酸锌底漆	含磷酸锌
		厚浆型环氧漆	高固态、厚膜
		环氧云铁漆	含云母氧化铁
		环氧煤沥青漆	含煤焦油
		耐磨环氧漆	主要为耐磨应用
		环氧玻璃鳞片漆	含玻璃鳞片
		环氧烷基胺漆	主要为耐高温应用
		环氧酚醛漆	酚醛改性，主要为耐冷热循环及高温应用
3	醇酸	醇酸底漆	底/中涂层
		醇酸磁漆	面涂层
4	聚氨酯	脂肪族聚氨酯面漆	面涂层