

前 言

本标准是根据住房城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169号)的要求,由中石化广州工程有限公司、中石油大庆油田工程有限公司会同有关参编单位对《钢质石油储罐防腐蚀工程技术规范》GB 50393—2008进行修订而成。

本标准在修订过程中,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本标准共分7章和8个附录,主要内容包括总则、术语、基本规定、设计、施工、交工验收、运行维护等。

本标准修订的主要技术内容是:

1. 明确了防腐蚀工程实施过程中各方的职责与工作内容;
2. 根据腐蚀环境、腐蚀等级及设计寿命的要求,明确了防腐蚀方案;
3. 对第四章内容进行了重新编排,增加了罐底板边缘防护的有关内容;
4. 按可追溯性原则对施工环节的要求进行了修订与补充;
5. 结合国内涂料生产企业的实际情况,对常用涂料的主要性能指标进行了规定;
6. 给出了不同腐蚀等级下的常用防腐蚀方案;
7. 对于油品储罐在介质环境下的防腐蚀方案进行了明确。

本标准由住房城乡建设部负责管理,中国石油化工集团公司负责日常管理,中石化广州工程有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请寄送中石化广州工程有限

公司(通信地址:广东省广州市天河区体育西路 191 号中石化大厦;邮政编码:510620)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主编单位:中石化广州工程有限公司

中石油大庆油田工程有限公司

参编单位:中石化宁波工程有限公司

中国石油集团工程技术研究院

青岛双瑞海洋环境工程股份有限公司

中国石化股份有限公司广州分公司

北京碧海舟腐蚀防护工业股份有限公司

中国石油管道局工程有限公司设计分公司

中国石化青岛安全工程研究院

中国石化管道储运有限公司管道科学研究院

中国石化华东管道设计研究院

主要起草人:胡庆均 张荣兰 缪平 沈美菊 林竹

李威力 窦宏强 赖广森 曾彦华 彭云超

邱志刚 陈学江 李宏斌 赵予川 张国信

赵永明 王虎太

主要审查人:陈光章 周家祥 解红军 罗锋 韦振光

韩文礼 刘小辉 吴尚兵 武铜柱 俞群

曾小军 路宝玺 刘玲莉 陈洪源 陈中华

赵常英 成杰 黄春蓉 李浩 白树彬

李依璇 俞海洲 李荣俊 庄燕群 徐笑纤

余飞

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(6)
3.1	职责	(6)
3.2	防腐蚀工程的设计寿命	(6)
3.3	腐蚀等级	(7)
3.4	其他	(7)
4	设 计	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	涂料涂层	(10)
4.3	金属涂层	(11)
4.4	罐底板边缘防护	(11)
4.5	阴极保护	(12)
5	施 工	(17)
5.1	一般规定	(17)
5.2	表面处理	(17)
5.3	涂料涂层	(18)
5.4	金属涂层	(20)
5.5	边缘底板防护	(20)
5.6	阴极保护	(20)
5.7	过程检查与施工质量控制	(22)
6	交工验收	(25)
7	运行维护	(27)
7.1	一般要求	(27)

7.2 涂层	(27)
7.3 阴极保护	(28)
附录 A 常用涂料性能指标	(30)
附录 B 不同腐蚀等级下常用防腐蚀方案	(40)
附录 C 介质环境油品储罐常用防腐蚀方案	(47)
附录 D 阴极保护	(50)
附录 E 阴极保护电位的测试	(68)
附录 F 磨料和表面处理	(70)
附录 G 露点温度值查对表	(74)
附录 H 涂装质量检验规则及方法	(76)
本标准用词说明	(79)
引用标准名录	(80)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(6)
3.1	Responsibilities	(6)
3.2	Design life of anti-corrosion engineering	(6)
3.3	Corrosion grades	(7)
3.4	Other requirements	(7)
4	Design	(9)
4.1	General requirements	(9)
4.2	Paint coating	(10)
4.3	Metallic coating	(11)
4.4	Annular plate protection	(11)
4.5	Cathodic protection	(12)
5	Construction	(17)
5.1	General requirements	(17)
5.2	Surface preparation	(17)
5.3	Paint coating	(18)
5.4	Metallic coating	(20)
5.5	Annular plate protection	(20)
5.6	Cathodic protection	(20)
5.7	Process inspection and quality control	(22)
6	Acceptance	(25)
7	Operation and maintenance	(27)
7.1	General requirements	(27)

7.2	Coating	(27)
7.3	Cathodic protection	(28)
Appendix A	Performance index of common paint	(30)
Appendix B	Common anti-corrosion plan under different grades	(40)
Appendix C	Common anti-corrosion plan for petroleum storage tanks under oil immersed conditions	(47)
Appendix D	Cathodic protection	(50)
Appendix E	Testing for cathodic protection potential	(68)
Appendix F	Abrasive and surface preparation	(70)
Appendix G	Dew temperature table	(74)
Appendix H	Rules and methods of coating quality inspection	(76)
	Explanation of wording in this standard	(79)
	List of quoted standards	(80)

1 总 则

1.0.1 为了规范钢质石油储罐(以下简称“储罐”)防腐蚀工程的设计、施工、验收、运行维护与管理,做到安全环保、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于钢质石油储罐的防腐蚀工程。

1.0.3 钢质石油储罐防腐蚀工程除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

2 术 语

- 2.0.1 钢质石油储罐** steel petroleum storage tanks
用于储存石油及石油产品的钢质容器,在本标准中指立式圆筒形焊接储罐。
- 2.0.2 腐蚀环境** corrosion conditions
造成储罐金属构件腐蚀的环境。
- 2.0.3 大气环境腐蚀** atmospheric corrosion
主要由环境大气中的腐蚀性介质引起的腐蚀。
- 2.0.4 介质环境腐蚀** immersed corrosion
主要由储罐内介质引起的腐蚀。
- 2.0.5 业主** owner
储罐的最终用户或使用者。
- 2.0.6 设计方** designer
完成储罐防腐蚀设计文件的单位。
- 2.0.7 施工方** constructor
实施储罐防腐蚀施工的单位。
- 2.0.8 供应商** supplier
提供储罐防腐蚀工程所需材料的单位。
- 2.0.9 防腐蚀设计文件** documents for anti-corrosion design
储罐各部位的腐蚀环境确认、腐蚀等级划分、防腐措施等全过程文件的总称(以下简称“设计文件”)。
- 2.0.10 防腐蚀工程** anti-corrosion engineering
储罐防腐蚀设计、施工、质量检验、验收等工作的总称。
- 2.0.11 基底** substrate
需要涂覆的基体材料表面。

2.0.12 表面处理 surface preparation

涂装前,除去基底表面附着物、氧化物或其他提高表面粗糙度的措施。

2.0.13 喷射处理 blasting

利用高速固体颗粒流的连续冲击作用清理和粗化工件表面的方法。

2.0.14 磨料 abrasive

喷射处理介质中的固体颗粒。

2.0.15 水喷射 hydro-jet cleaning

用水压力在 70MPa~170MPa 的高压水或大于 170MPa 的超高压水连续不断地作用在被清洗表面,使其附着物脱落的方法。

2.0.16 氧化皮 mill scale

钢材在制作或热处理过程中表面形成的氧化膜层。

2.0.17 涂层 coating

为使金属表面与周围环境隔离,以达到防腐蚀或装饰的目的,涂敷在金属表面的保护层。

2.0.18 湿膜厚度 wet film thickness; WFT

涂层在被涂物表面未固化的涂膜厚度。

2.0.19 干膜厚度 dry film thickness; DFT

涂层在被涂物表面固化后所形成的涂膜厚度。

2.0.20 挥发性有机化合物 volatile organic compound; VOC

在所处的大气温度和压力下,可以自然挥发的任何有机液体或固体。

2.0.21 导静电型防腐蚀涂料 static conductive anticorrosion coating

涂层的表面电阻率在 $1 \times 10^8 \Omega \sim 1 \times 10^{11} \Omega$ 范围内的防腐蚀涂料。

2.0.22 水性涂料 waterborne coating

用水作溶剂或分散介质的涂料。

- 2.0.23** 无溶剂涂料 solventfree coating
挥发性溶剂的质量百分比小于或等于 2% 的涂料。
- 2.0.24** 漏点 holiday
涂层表面的针孔或漏涂点。
- 2.0.25** 表面电阻率 surface resistivity
单位面积内的表面电阻, Ω 。
- 2.0.26** 阴极保护 cathodic protection
通过阴极极化控制电化学腐蚀的方法, 包括牺牲阳极法和外加电流法。
- 2.0.27** 牺牲阳极 sacrificial anode
靠自身腐蚀为被保护体提供阴极保护电流的电极。
- 2.0.28** 辅助阳极 auxiliary anode
在外加电流阴极保护下, 与外部电源正极直接相连, 向被保护体提供阴极保护电流的电极。
- 2.0.29** 线性阳极 linear anode
采用碳粉预包装阳极芯材, 并与之成为一体化线性结构的辅助阳极。
- 2.0.30** 网状阳极 grid-anode
由混合金属氧化物钛与钛金属连接片垂直交叉焊接构成的辅助阳极, 该阳极呈网格状埋设于储罐底部。
- 2.0.31** 参比电极 reference electrode
在测量电位时用以作为参照, 具有稳定开路电位的电极。
- 2.0.32** 填充料 backfill
为改善埋地电极的工作条件, 填塞在电极四周的材料。
- 2.0.33** 保护电位 protective potential
金属达到有效保护所需要的电位。
- 2.0.34** 保护电流密度 protective current density
金属达到有效保护所需要的电流密度。
- 2.0.35** IR 降 IR drop

电流在参比电极与被保护设施之间电解质上产生的电压降。

2.0.36 极化电位 polarized potential

不含 IR 降所实测的储罐对电解质的电位。

2.0.37 通电电位 on potential

通电时测得的储罐对电解质电位。

2.0.38 断电电位 instant-off potential

断电瞬间时测得的储罐对电解质电位。

2.0.39 开路电位 open circuit potential

在无外加电流下金属达到稳定腐蚀状态时所测得的电位。

2.0.40 测试桩 test post

布置在储罐附近,用于测量阴极保护参数的装置。

2.0.41 防腐蚀施工技术方案 anti-corrosion construction plan

依据防腐蚀施工组织设计要求,对防腐蚀工程施工编制的具体作业文件,包括施工工艺、资源、工期、HSE 和质量等要求(以下简称“施工技术方案”)。

2.0.42 防腐蚀施工技术文件 anti-corrosion construction documents

防腐蚀施工组织设计、施工技术方案、施工作业指导书等用以指导工程施工管理、施工作业的文件总称(以下简称“施工技术文件”)。

2.0.43 隐蔽工程 concealed work

被后一工序覆盖的部位或被后续作业覆盖的工序。

2.0.44 设计寿命 design life

防腐蚀工程在设定的条件下预期可安全应用的年限,亦称预期耐久性。

3 基本规定

3.1 职 责

3.1.1 业主应向设计方和施工方提供储罐结构尺寸、储存介质及其组分等主体工程的有关资料,并提供储罐所安装地区的大气环境数据以及储罐防腐蚀工程的设计寿命要求。

3.1.2 设计方应根据业主提供的资料,确定储罐各部位的腐蚀环境和等级,并在此基础上完成储罐的设计文件。当业主提供资料不全时,设计方应与业主沟通获得有关资料,或按有关标准的要求形成有关文件,但须得到业主的确认。

3.1.3 施工方应根据设计文件的要求,编制相关的施工技术文件并组织防腐蚀工程的实施,确保防腐蚀工程质量满足设计文件的要求。

3.1.4 供应商应根据设计文件的要求提供合格的材料,并提供该材料详细施工指导说明书。

3.2 防腐蚀工程的设计寿命

3.2.1 防腐蚀工程的设计寿命应由业主在合同中进行说明。

3.2.2 当业主在合同中没有进行说明时,应按下列原则确定,但应得到业主的书面确认:

- 1 不易进行检修部位的设计寿命宜与主体工程一致;
- 2 储存介质腐蚀环境下的设计寿命不应低于主体工程检修周期;
- 3 当采用金属涂层保护时,涂层的设计寿命不宜低于 10 年;
- 4 大气腐蚀环境下的设计寿命可按低(L)、中(M)、高(H)三级考虑,低(L)指寿命 2 年~5 年,中(M)指寿命 5 年~15 年,高

(H)指寿命 15 年以上；

5 外加电流阴极保护的设计寿命不宜小于 20 年，罐内牺牲阳极设计寿命不宜小于 10 年。

3.3 腐蚀等级

3.3.1 大气环境腐蚀等级可按储罐金属在大气环境下暴露第一年的均匀腐蚀速率 v_1 (mm/a) 分为四个等级，应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 大气环境腐蚀等级

腐蚀等级	均匀腐蚀速率 v_1 (mm/a)	腐蚀程度
I	$v_1 < 0.025$	无腐蚀
II	$0.025 \leq v_1 < 0.050$	轻腐蚀
III	$0.050 \leq v_1 < 0.200$	中腐蚀
IV	$v_1 \geq 0.200$	强腐蚀

3.3.2 介质环境腐蚀等级可按介质对储罐金属的均匀腐蚀速率 v_1 (mm/a) 和点蚀腐蚀速率 v_2 (mm/a) 分为四个等级，应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 介质环境腐蚀等级

腐蚀等级	均匀腐蚀速率 v_1 (mm/a)	点蚀腐蚀速率 v_2 (mm/a)	腐蚀程度
I	$v_1 < 0.025$	$v_2 < 0.130$	无腐蚀
II	$0.025 \leq v_1 < 0.130$	$0.130 \leq v_2 < 0.200$	轻腐蚀
III	$0.130 \leq v_1 < 0.250$	$0.200 \leq v_2 < 0.380$	中腐蚀
IV	$v_1 \geq 0.250$	$v_2 \geq 0.380$	强腐蚀

注：以 v_1 和 v_2 两者中的较严重结果确定腐蚀程度和腐蚀等级。

3.4 其他

3.4.1 储罐的防腐蚀工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投用。

3.4.2 防腐蚀工程的施工除应符合本标准的规定外，尚应符合设

计文件的规定,当需要变更设计或材料代用时,应征得设计方书面确认。

3.4.3 防腐蚀工程所用材料应具有产品质量证明文件。产品质量证明文件应至少包括下列内容:

- 1 产品质量合格证和材料检测报告;
- 2 质量技术指标和检测方法。

3.4.4 储罐防腐蚀工程应经验收,并在养护期满后投用。闲置期间宜采取必要的保护措施。

3.4.5 防腐蚀工程所涉及的有关工业卫生、安全、劳动保护和环境保护应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160、《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》GB 7692、《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514、《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 和《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 和《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691 中的规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 储罐防腐方案可采用涂层方案,或涂层和阴极保护联合方案。涂层方案包括涂料涂层和金属涂层两类。

4.1.2 腐蚀等级为Ⅰ级时,金属表面可不进行防腐防护,其他腐蚀等级宜采用涂层进行防腐防护。

4.1.3 当储罐金属腐蚀等级或防腐涂料的耐腐蚀性能不能确定时,防腐方案可通过试验确定。

4.1.4 土壤腐蚀性较强区域的储罐、重要程度较高的储罐罐底外表面宜采用涂层和阴极保护联合方案。

4.1.5 当采用牺牲阳极和涂层联合方案时,被保护部位的防腐涂料表面电阻率不应低于 $1 \times 10^{13} \Omega$ 。

4.1.6 介质为易燃易爆且在操作过程中易产生静电荷累积,在没有导静电措施时,与介质接触部位的防腐涂层应采用表面电阻率为 $1 \times 10^8 \Omega \sim 1 \times 10^{11} \Omega$ 的浅色非碳系防静电型防腐涂料。

4.1.7 浮盘浮舱内部涂装的防腐涂料应采用水性或无溶剂涂料。

4.1.8 当采用涂层和阴极保护联合方案时,涂层的耐阴极剥离性能应符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 的规定。

4.1.9 防腐涂层的选用应符合下列规定:

- 1 与储罐表面的材质相适应;
- 2 与储罐的使用环境、储存介质相适应;
- 3 与储罐金属表面温度相适应;
- 4 各道涂层间具有良好的配套性和相容性;

- 5 具备施工适应性；
- 6 安全环保、经济合理。

4.2 涂料涂层

4.2.1 涂料应符合下列规定：

1 宜选用无溶剂、水性涂料、高固体份涂料，涂料中挥发性有机化合物(VOC)含量应小于 420g/L，常用涂料性能应符合本标准附录 A 的规定；

2 有害重金属铅(Pb)、镉(Cd)、六价铬(Cr^{6+})、汞(Hg)含量应符合现行国家标准《建筑钢结构防腐涂料中有害物质限量》GB 30981 的规定；

3 底漆、中间漆、面漆、固化剂、稀释剂等应互相匹配。

4.2.2 防腐蚀涂料可按成膜树脂分为醇酸、酚醛环氧、环氧、聚氨酯、氟碳、聚硅氧烷等。

4.2.3 大气腐蚀环境下按照涂料性能、使用温度范围的不同，可采用醇酸、丙烯酸聚氨酯、氟碳、聚硅氧烷、环氧、环氧富锌等涂料。

4.2.4 大气环境防腐蚀方案应符合下列规定：

1 直接受日光照射的储罐表面涂层应采用耐候型涂料；

2 储罐保温层下的防腐蚀涂层可不采用耐候型涂料；

3 储存轻质油品或易挥发有机溶剂介质储罐的防腐宜采用热反射隔热涂料，总干膜厚度不宜小于 250 μm ，热反射隔热涂料和涂层性能指标应符合本标准附录表 A.0.14 的规定；

4 洞穴等封闭空间内储罐的腐蚀等级应比相应的大气环境提高一级；

5 在碱性环境中，不宜采用酚醛漆和醇酸漆涂料；

6 不同腐蚀等级下常用防腐蚀方案应符合本标准附录 B 的规定。

4.2.5 介质腐蚀环境下按照涂料性能、使用温度及耐介质性能的不同，可采用玻璃鳞片、环氧、酚醛环氧、无机富锌等涂料。

4.2.6 介质环境防腐蚀方案应符合下列规定：

- 1 宜采用高固体份、无溶剂、水性涂料；
- 2 航空燃料类的储罐内表面应采用不含有锌、铜、镉成分的防静电涂料；
- 3 有机溶剂类储罐防腐蚀涂层不应与介质相容；
- 4 中间产品储罐宜采用无溶剂环氧、酚醛环氧、水性环氧、无机富锌等涂料；
- 5 不同腐蚀等级下常用防腐蚀方案应符合本标准附录 B 的规定；
- 6 介质环境油品储罐常用防腐蚀方案应符合本标准附录 C 的规定。

4.2.7 储罐加热器应根据用途、加热介质的温度、储罐内介质选择防腐蚀涂料。

4.2.8 储罐底板外表面防腐蚀方案应符合表 4.2.8 的规定。

表 4.2.8 储罐底板外表面防腐蚀方案

涂料种类	使用温度 ($^{\circ}\text{C}$)	腐蚀等级 II	腐蚀等级 III	腐蚀等级 IV
		干膜厚度(μm) /道数	干膜厚度(μm) /道数	干膜厚度(μm) /道数
环氧涂料	≤ 80	$\geq 200/2\sim 3$	$\geq 250/2\sim 4$	$\geq 300/2\sim 5$
酚醛环氧涂料	≤ 200	$\geq 200/2\sim 3$	$\geq 250/2\sim 4$	$\geq 300/2\sim 5$

4.3 金属涂层

4.3.1 储罐表面采用锌、铝及其合金等金属热喷涂层外加封闭涂层保护时,其设计应符合现行国家标准《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T 9793 的有关规定。

4.3.2 金属涂层厚度不宜小于 $180\mu\text{m}$,金属涂层应选择配套的封闭涂层,封闭涂层厚度不宜小于 $60\mu\text{m}$ 。

4.4 罐底板边缘防护

4.4.1 储罐罐底板边缘宜进行防护,防护区域(图 4.4.1)应包括

以下部位：壁板底部向上 150mm、边缘板罐外伸出部分、储罐基础上表面外露部分 200mm 或储罐基础上表面全部外露部分和储罐基础侧壁顶部 100mm。

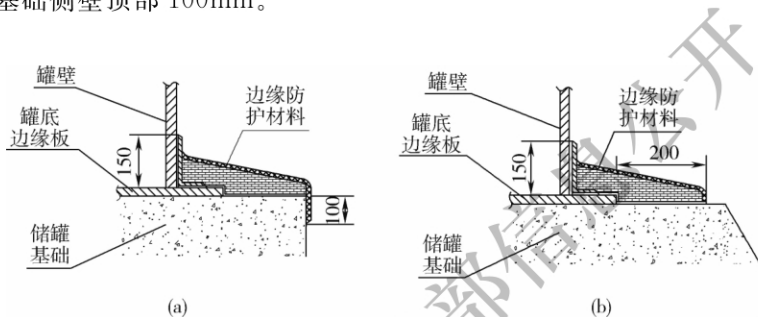


图 4.4.1 储罐罐底板边缘防护区域示意图

4.4.2 罐底板边缘防护结构应能有效防水,并应能抵抗储罐底板边缘与基础的变形不协调。

4.4.3 排水斜坡斜度应大于 1:10。

4.4.4 边缘底板防护材料应符合下列规定：

1 在高温和低温环境时应保持良好的防水、防紫外线、高粘接性、防腐蚀性能、耐候性、弹性和密封性能；

2 使用温度范围内应能有效地阻止水、氧、微生物及腐蚀介质进入储罐底部边缘板与混凝土基础之间的缝隙,不渗透、不泄漏,并能长期保持密封性能；

3 使用温度范围内应避免老化、固化产生的开裂、泄漏等造成的防水失效；

4 应符合安全环保规定。

4.5 阴极保护

4.5.1 阴极保护应符合下列规定：

1 储罐内壁需采用阴极保护时,宜采用牺牲阳极保护；

2 储罐罐底外壁宜采用外加电流阴极保护；

3 多座储罐联合阴极保护或储罐与埋地管道联合阴极保护时,宜采用外加电流阴极保护;

4 内径大于或等于 30m 的储罐宜设置独立的阴极保护系统;

5 内径小于 30m 的储罐可采用联合阴极保护,每座储罐均宜安装可调节保护电流大小的装置或设施;

6 被保护的储罐可根据需要设置绝缘装置,储罐底板采用近阳极外加电流保护时,储罐可不与连接管道电绝缘;

7 阴极保护用材料、设备及计算还应符合本标准附录 D 的规定。

4.5.2 储罐内部阴极保护电位(CSE)应在 $-1100\text{mV}\sim-850\text{mV}$ 范围内。介质温度高于 60°C 或介质中 H_2S 含量不小于 50ppm 时,阴极保护电位(CSE)应在 $-1100\text{mV}\sim-950\text{mV}$ 范围内,阴极保护电位的测试应符合本标准附录 E 的规定。

4.5.3 储罐内部阴极保护设计应考虑下列因素:

1 储罐结构、液体进出口位置及尺寸、内部构件、储罐设计寿命及检修周期等;

2 操作温度、介质收发频率、罐底沉降水液位及沉降水性质;

3 防腐蚀涂层结构、现状及预期状况;

4 阳极材质、布置、驱动电位、发生电流量、使用寿命、安装及更换。

4.5.4 储罐内部阴极保护电流密度的选取应符合下列规定:

1 储罐内部涂装防腐蚀涂层时,阴极保护电流密度宜取 $10\text{mA}/\text{m}^2\sim30\text{mA}/\text{m}^2$;

2 储罐内部无防腐蚀涂层时,阴极保护电流密度宜取 $50\text{mA}/\text{m}^2\sim400\text{mA}/\text{m}^2$;

3 介质中含有 H_2S 、 O_2 等去极化剂或操作温度较高时,应提高保护电流密度。

4.5.5 储罐内部阴极保护宜采用铝合金牺牲阳极,牺牲阳极应符

合本标准附录 D.1 的规定。

4.5.6 储罐内部阴极保护设计计算应符合本标准附录 D.6 的规定。

4.5.7 储罐内部牺牲阳极的设置应符合下列规定：

- 1 阳极应均匀设置；
- 2 阳极下表面与罐底板上表面的距离宜为 50mm~100mm；
- 3 阳极与罐底板可采用焊接连接或螺栓连接，采用焊接连接时应避开罐底板焊缝区，焊接部位应在焊后采取防腐蚀措施；
- 4 在储罐周边及罐底排水口等腐蚀严重部位宜增加牺牲阳极数量。

4.5.8 新建储罐如采用海水试压，罐内应采取临时性牺牲阳极保护措施，牺牲阳极可采用铝合金阳极或镁合金阳极，设计中阴极保护电流密度可取 $100\text{mA}/\text{m}^2$ 。

4.5.9 储罐外部阴极保护设计时，罐底外表面阴极保护电位 (CSE) 应在 $-1200\text{mV}\sim-850\text{mV}$ 范围内，或者罐/地极化电位偏移不小于 100mV 。保护电位测试时，罐内介质的液位应超过储罐最高操作液位高度的一半。

4.5.10 储罐罐底外表面阴极保护系统设计时，应根据下列条件选择合适的阴极保护方案：

- 1 被保护储罐的规格及数量；
- 2 所需保护电流；
- 3 土壤电阻率、化学成分、含氧量、pH 值等土壤地质条件；
- 4 对邻近金属构筑物的干扰；
- 5 罐区未来发展规划；
- 6 阴极保护系统设备材料、安装、运行、维护等综合费用。

4.5.11 储罐罐底外表面阴极保护电流密度裸钢部分宜取 $10\text{mA}/\text{m}^2\sim 20\text{mA}/\text{m}^2$ ，有防腐蚀涂层部分应降低。当储罐的操作温度较高时，可提高阴极保护电流密度。

4.5.12 储罐外部牺牲阳极阴极保护设计应符合下列规定：

- 1 牺牲阳极宜采用镁阳极或锌阳极；
- 2 镁阳极应采用标准镁合金材料或高电位镁合金材料,适用于土壤电阻率低于 $150\Omega \cdot \text{m}$ 的环境；
- 3 锌阳极应采用高纯锌或锌合金材料,适用于土壤电阻率低于 $15\Omega \cdot \text{m}$ 且阳极敷设区域的土壤温度不超过 49°C 的环境;当土壤中含有碳酸盐、碳酸氢盐或硝酸盐时,则不宜选用锌阳极；
- 4 牺牲阳极应均匀敷设在罐周或罐底,罐周边牺牲阳极应敷设在冻土层以下,避开接地极；
- 5 储罐基础采取防渗结构时,牺牲阳极应敷设在罐底与防渗结构之间。

4.5.13 储罐外部外加电流阴极保护设计应符合下列规定：

- 1 辅助阳极应依据土壤性质、阳极与环境的适应性和经济性等选择；
- 2 大型储罐或储罐设置防渗结构时,辅助阳极宜采用近阳极地床,辅助阳极应敷设在罐底与防渗结构之间；
- 3 地下岩层较浅时辅助阳极宜采用浅埋阳极地床,当土壤电阻率随着深度的增加而快速增加时,阳极地床宜水平敷设；
- 4 多座储罐联合阴极保护或储罐与埋地管道联合阴极保护时,辅助阳极可采用深井阳极地床、浅埋阳极地床或其相结合的方式。

4.5.14 采用外加电流阴极保护时,新建阴极保护系统应避免干扰已建阴极保护系统运行和对邻近构筑物产生杂散电流干扰。

4.5.15 当阴极保护系统运行对周围金属构筑物所造成的干扰影响超过 $+100\text{mV}$ 时,应采取干扰防护措施,可重新布置阳极位置、改变阴极通电点或为被干扰物设置防护设施。

4.5.16 外加电流阴极保护电源设备可选用恒电位仪或整流器。在爆炸危险环境内使用的电气设备应符合现行国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058 的规定。电源设备直流输出电压不宜超过 50V ,输出电流宜留有 $30\% \sim 50\%$ 裕量。

4.5.17 阴极保护系统应设置测试设施,并应符合下列规定:

1 罐底中心点应埋设参比电极,罐底其他位置应根据储罐直径大小埋设参比电极;

2 参比电极的位置应靠近罐底板,并远离阳极,不得接触阳极。

3 参比电极宜采用长效硫酸铜电极和锌参比电极的双电极;

4 罐周应设 1 个~4 个测试装置。

4.5.18 储罐罐底外表面阴极保护设计计算应符合本标准附录 D.6 的规定。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 施工方应按业主提供的设计文件编制详细的施工技术文件,并应得到业主或其委托方的书面批准。

5.1.2 储罐防腐蚀施工应具备下列条件:

1 防腐蚀施工企业应具有相应资质,并应具有健全的质量管理体系和责任制度;

2 防腐蚀施工技术文件应进行技术交底,作业人员应经过技术培训和安全教育;

3 防护设施应安全可靠,原材料、施工机具和施工设施应齐全,施工用水、电、气应能满足现场连续施工的要求。

5.1.3 涂料应存放在通风、干燥的仓库内,应防止日光直射,并应隔离火源,远离热源。

5.1.4 在防腐蚀工程施工前应进行检查验收,并办理工序交接手续。

5.2 表 面 处 理

5.2.1 储罐及其附件表面处理可采用喷射除锈、手动和动力工具除锈等方法。

5.2.2 表面处理前应对待涂表面进行预检,清除待涂表面残留盐分、油脂、化学品和其他污染物等有害物。

5.2.3 磨料应符合本标准附录 F.1 的规定。

5.2.4 表面喷射处理后,应采用洁净的压缩空气吹扫或真空吸尘器清理所有待涂的表面,并应及时实施底漆涂装。

5.2.5 表面处理后至实施底漆涂装前,钢材表面温度应至少比露

点温度高出 3℃,露点温度宜按本标准附录 G 取值,储罐内空气相对湿度不宜高于 80%。

5.2.6 经处理后的表面应符合下列规定:

1 采用喷射处理后的表面除锈等级应符合现行国家标准《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 8923.1 的规定,当采用涂料涂层时,表面除锈等级为 Sa2 1/2 级或 Sa3 级,当采用金属涂层时,表面除锈等级为 Sa3 级;手工或动力工具处理的局部钢表面应符合现行国家标准《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 8923.1 中 St3 级的要求;

2 灰尘等级应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 中 2 级或 2 级以上的要求;

3 表面可溶性氯化物残留量不应高于 $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$,其中罐内液体浸润的区域不宜高于 $3\mu\text{g}/\text{cm}^2$;

4 表面粗糙度应满足设计文件和所用涂料的要求。

5.2.7 表面清洁度和表面粗糙度应按本标准附录 F.2 的规定进行测定。

5.2.8 储罐表面只有在喷射处理无法到达的区域可采用动力或手工工具进行处理。

5.2.9 干法喷射处理工艺应符合下列规定:

- 1 压缩空气流应经过脱水脱油处理;
- 2 喷砂枪气流的出口压力宜为 0.5MPa~0.8MPa;
- 3 循环使用的磨料宜设置专门回收装置。

5.3 涂料涂层

5.3.1 涂装作业环境应符合下列规定:

1 环境温度宜为 5℃~45℃,待涂表面温度应在露点温度以上 3℃,且待涂表面应干燥清洁;

2 环境最大相对湿度不应超过 80%;

3 有特殊要求的产品,应满足涂料供应商要求;

4 当施工环境通风较差时,应采取强制通风;

5 如在涂装过程中出现不利的天气条件,应停止施工。

5.3.2 涂装前应按下列规定对涂装表面进行检查和清理:

1 应全面检查待涂表面和焊缝处,如有不合格项应以适当的方式进行处理;

2 可采用洁净的压缩空气吹扫,也可采用真空吸尘器清理待涂的钢表面;

3 检查待涂表面的表面清洁度和表面粗糙度是否达到要求。

5.3.3 涂料的配制和涂装施工应符合下列规定:

1 金属表面处理后,宜在 4h 内涂底漆,当发现返锈或污染时,应重新进行表面处理;

2 双组分或多组分涂料的配制应按涂料施工指导说明书进行,并配置专用搅拌器搅拌均匀;

3 涂装间隔时间应按涂料施工指导说明书的要求,在规定时间内涂敷底漆、中间漆和面漆;

4 涂层厚度应均匀,不应漏涂或误涂;

5 焊接接头和边角部位宜进行预涂装;

6 应对每道涂层的厚度进行检测。

5.3.4 涂装前应进行试涂,试涂合格后可进行正式涂装。

5.3.5 辊涂或刷涂时,层间应纵横交错,每层宜往复进行。

5.3.6 上道涂层受到污染时,应在污染面清理干净且涂层修复后进行下道施工。

5.3.7 涂层完工后,应避免损伤涂层,如有损伤宜按原工艺修复。

5.3.8 喷涂宜采用高压无气喷涂。

5.4 金属涂层

5.4.1 金属涂层施工应符合现行国家标准《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T 9793 的规定。

5.4.2 当采用涂料涂层封闭施工时,应符合本标准第 5.3 节规定。

5.5 边缘底板防护

5.5.1 施工环境应满足相应材料要求,充水试验合格后可进行施工。

5.5.2 施工应符合下列规定:

- 1 防护范围内应干燥、洁净;
- 2 防护层表面应平整、无气泡,两层之间及搭接处无开裂;
- 3 防护层之间、防护层与金属间、防护层与基础间应粘贴牢固;
- 4 防护层外表面应留有适当的坡度。

5.6 阴极保护

5.6.1 罐内牺牲阳极的施工应符合下列规定:

1 阳极宜在涂装之前安装,并应在涂装过程中采取可靠措施保护阳极;

- 2 应按设计文件确定阳极分布的位置并划线;
- 3 应采用双边连续焊。

5.6.2 罐外牺牲阳极的施工应符合下列规定:

1 施工时应确保填料混合均匀并完整的包覆阳极;

2 电缆与储罐底板、电缆与牺牲阳极钢芯宜焊接连接,所有焊接处应防腐绝缘。

5.6.3 外加电流阴极保护工程的施工应符合下列规定:

1 辅助阳极施工过程中应确保阳极电缆及接头密封完整无破损;

2 电源设备的安装应满足所选设备的功能要求,不得将电源的正、负极接反;

3 电缆与储罐连接宜采用铜焊或铝热焊接,埋地电缆敷设时应留有余量;

4 焊后应对焊点部位进行防腐。

5.6.4 浅埋阳极地床的施工应符合下列规定:

1 浅埋阳极施工前应对阳极进行检查,不应有损伤和裂纹,接头密封完整牢固,电缆应完整无损坏,每根阳极电缆长度均应满足安装位置尺寸的要求,并留有余量;

2 每根阳极电缆宜直接引入接线箱;

3 阳极安装后,在保护系统断电状态下应测试阳极组的接地电阻,并做好测试记录;

4 阳极电缆宜敷设至接线箱处并通过套管引入箱内。

5.6.5 深井阳极地床的施工应符合下列规定:

1 阳极井钻孔应竖直,表面光滑,存在井孔塌陷的情况下宜采用套管保护,保护套管安装应在阳极安装前进行;

2 阳极可采用地面组装整体吊装或采用井口分段组装的安装方式;

3 电缆导管或排气管的连接可采用粘接或热熔接方式;

4 现场泵送碳填料前,填料宜在净水中预浸,也可使用润湿剂润湿;碳填料应由深井底部向上逐步填充;

5 闭孔深阳极井口装置安装应留有通气孔防止气体聚集;开孔深阳极井口装置安装应防止地面流体进入。

5.6.6 线性阳极地床的施工应符合下列规定:

1 线性阳极施工前应进行外观、尺寸、电导通性检查;

2 可采用同心圆环或蛇形敷设;

3 线性阳极电缆引出线的长度应满足储罐底板的沉降要求;

4 在砂垫层的回填密实处理过程中,不应使用振捣棒等容易造成线性阳极损坏的工具和措施;

5 线性阳极通过水泥圈梁时应使用穿线管引出圈梁并至地下埋设。

5.6.7 网状阳极地床的施工应符合下列规定：

- 1 网状阳极施工前应对阳极带和连接片进行外观、尺寸、电导通性检查；
- 2 阳极带和连接片应采用相互垂直敷设焊接，组成阳极网；
- 3 在敷设网状阳极时，阳极网应采用多点供入电流；
- 4 在砂垫层的回填密实处理过程中，不应使用振捣棒等容易造成阳极网损坏的工具和措施；
- 5 每个混合金属氧化物阳极带之间或阳极带与导电钛片之间的交叉点采用点焊时，点焊数不应少于 3 个；
- 6 阳极馈入点与导电钛片的点焊长度不应小于 10cm，点焊数不应少于 4 个。

5.6.8 阴极保护电缆的安装应符合下列规定：

- 1 电缆与储罐的连接宜采用铜焊或铝热焊接方式连接；
- 2 电缆应进行及时有效标识，防止混乱；
- 3 应在所有接线端子等位置对电缆挂牌或贴牌标识，所有标识应牢固、耐用、不褪色。

5.6.9 参比电极的安装应符合下列规定：

- 1 铜/硫酸铜参比电极在安装前应用水浸泡；
- 2 在后续施工中不得对参比电极造成损伤。

5.7 过程检查与施工质量控制

5.7.1 原材料的检查与控制应符合下列规定：

- 1 原材料应具有产品质量合格证及检测报告等产品质量证明文件，其性能指标应符合设计文件和产品技术文件的规定；
- 2 对原材料质量有疑义时，应现场见证取样，并提交复验。

5.7.2 表面处理的检查与控制应符合下列规定：

- 1 基底经表面处理后应全面检查，合格后方可办理隐蔽工程验收，经确认后方可进行施工；
- 2 处理后的表面应符合本标准第 5.2.6 条的规定，检查方法

应符合本标准附录 F.2 的规定；

3 处理后的表面不符合规定时，应重新处理直至符合规定。

5.7.3 涂装过程中的质量检查应符合下列规定：

1 每道涂层的外观应平整、颜色一致，无漏涂、泛锈、气泡、流挂、皱皮、咬底、剥落、开裂等缺陷；

2 每道湿膜厚度或金属涂层厚度应符合设计文件规定；

3 涂装间隔时间应符合涂料施工指导说明书及设计文件的规定。

5.7.4 涂装完成且漆膜实干后，涂装质量的检查除应符合本标准附录 H 的规定外，还应符合下列规定：

1 外观应符合本标准第 5.7.3 条第 1 款的规定；

2 涂层厚度检测应符合本标准附录 H.3 的规定；

3 涂层应无漏点，绝缘型涂层检测时宜采用电火花检漏仪，当涂层厚度小于 200 μm ，可采用低压检漏仪检测；导静电涂层应采用低压检漏仪检测；

4 导静电型防腐蚀涂料涂层表面电阻率宜采用表面电阻测定仪进行检测。

5.7.5 涂层最终质量检查应包括下列内容：

1 涂层固化后，应及时检验外观、厚度、漏点和附着力；

2 涂层应全部目测检查，表面应平整、光滑，不得有发黏、脱皮、气泡、斑痕等缺陷；如有缺陷，则根据缺陷情况进行修补或复涂，修补使用的涂料和厚度应与原涂层相同；

3 涂层厚度检测应符合本标准附录 H.3 的规定；

4 漏点检测应符合本标准第 5.7.4 条第 3 款的规定；

5 不同的涂装方案的涂层附着力检测可采用附着力试板验证，附着力试板的制作、检测应符合本标准附录 H.5 的规定，当业主要求时或对试板检测结果有异议时，可在实际涂层部位进行附着力检测，检验部位和数量由业主、施工方协商。

5.7.6 金属涂层工程施工质量的检查应符合下列规定：

1 表面处理后表面除锈等级应符合本标准第 5.2.6 条的规定,表面清洁度和粗糙度应符合本标准附录 F.2 的规定;

2 当表面处理不合格时,应对不合格区域重新预处理;

3 金属涂层厚度应符合设计文件规定,厚度、附着力等检测应符合现行国家标准《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T 9793 的规定;

4 金属涂层外观应均匀一致,无起泡或底材裸露的斑点等缺陷。

5.7.7 罐底板边缘防护施工质量检查应符合下列规定:

1 储罐罐底板边缘防护区域应符合本标准第 4.4.1 条的规定;

2 排水斜坡斜度应符合本标准第 4.4.3 条的规定。

5.7.8 阴极保护工程施工质量检查应包括下列内容:

1 罐内牺牲阳极的安装位置、焊接质量;

2 罐外牺牲阳极的安装位置、接地电阻、断电电位、通电电位;

3 罐外周边辅助阳极的安装位置、接地电阻、焦炭用量和通电电位;

4 罐底辅助阳极的安装位置、接地电阻和通电电位,罐底网状辅助阳极馈入点之间的电连续性;

5 罐底参比电极的安装位置;

6 电缆连接电阻和标识。

5.7.9 检查应有记录,记录应至少包括检查项目、检查方法、检查位置、检查结果、检查时间及检查人员等。

5.7.10 检查发现的不合格项,应及时进行整改,整改前应制订相应的整改方案。整改方案应至少包括不合格项产生的原因、整改范围、工具(装)要求、安全作业注意事项、作业人员要求、具体整改工艺等内容;整改过程中应做好整改实施记录;整改后应进行检查并做好检查记录。

5.7.11 施工工序应有记录,记录应至少包括施工内容、施工时间、气象条件、施工工具、作业人员、该工序需执行的作业指导书等内容。

6 交工验收

6.0.1 储罐防腐蚀工程交工验收应由业主组织相关单位按本标准有关条款进行,未经验收,不得投入生产使用。

6.0.2 储罐防腐蚀工程交工验收内容应符合下列规定:

- 1 施工范围和-content应符合合同规定;
- 2 工程质量应符合设计文件及本标准的规定;
- 3 应具有完整的施工技术方案、施工记录及质量检查、检验和检测记录。

6.0.3 阴极保护系统在启动前,应对储罐原始参数进行测量,测量应符合下列规定:

- 1 罐内采用牺牲阳极阴极保护系统时,可采用便携式参比电极对罐内沉积水部位的保护电位进行测量;
- 2 罐外阴极保护的测量应至少包括罐底外表面的自然电位、牺牲阳极接地电阻或辅助阳极的接地电阻、与储罐相连的埋地管线的自然电位、与储罐相邻的其他地下金属结构物的自然电位等内容;当有电绝缘装置时,应对其绝缘性能进行检验。

6.0.4 储罐防腐蚀工程验收资料应至少包括下列内容:

- 1 设计文件和设计变更文件;
- 2 施工技术文件和施工记录;
- 3 原材料质量证明文件;
- 4 原材料检验报告;
- 5 隐蔽工程验收记录;
- 6 表面清洁度、粗糙度、干膜厚度、漏点、附着力检测等施工质量检查与控制记录;

- 7 施工过程中出现的有关技术问题的处理记录；
- 8 整改位置、原因、方法、数量及检查结果等整改记录；
- 9 业主要求的其他资料。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

7 运行维护

7.1 一般要求

7.1.1 业主应建立储罐的防腐蚀管理档案,档案应至少包括下列内容:

- 1 交工验收资料;
- 2 检查与维护与维修记录等。

7.1.2 储罐贮存介质改变时,应确认防腐蚀方案的适用性。

7.1.3 储罐运行过程中,应进行日常检查与维护 and 定期全面检查与维护。

7.1 涂 层

7.2.1 储罐涂层交工验收并投用后,不宜进行焊接等动火作业。

7.2.2 储罐运行过程中,应对易积水的部位定期排水并做记录。

7.2.3 日常检查与维护应符合下列规定:

- 1 应检查储罐外部防腐层使用情况,应至少包括粉化、褪色、龟裂、起皮和脱落等内容;当发现涂层损伤严重时,应对储罐的腐蚀程度进行检查并修复防腐蚀涂层,涂层修复方案宜采用储罐原防腐蚀方案;

- 2 应及时清除浮顶储罐浮顶上的雨雪,并应定期清扫浮顶污物,保持中央排水系统畅通;

- 3 当存在积水时,应检查储罐平台、加强圈、抗风圈等部位和呼吸阀、通气孔等附件的腐蚀情况,并应对积水严重的部位或附件做好记录并及时消除积水。

7.2.4 定期全面检查与维护应符合下列规定:

- 1 宜与储罐主体的检查与维护同时进行;

2 应对不易进行日常检查的部位重点检查；

3 在清罐、开罐检查或其他原因开罐期间，应对有内防腐涂层的储罐进行全面检查，并根据检查结果确定是否需要对外涂层进行修复或重新防腐；

4 储罐防腐涂层的局部维修宜采用与原涂层相同或匹配的材料。

7.2.5 清罐作业不应损伤涂层，蒸罐时罐内温度宜低于 75℃。

7.2.6 检查应有记录，记录应至少包括检查项目、检查方法、检查位置、检查结果、检查日期及检查人员等内容。

7.2.7 维护、维修记录应至少包括维护、维修项目、部位、日期及人员等内容。

7.2.8 定期全面检查与维护的记录应归入储罐的防腐管理档案。

7.3 阴极保护

7.3.1 储罐运行过程中，阴极保护系统的运行维护应符合下列规定：

1 应定期进行电参数测量和检验，验证是否满足设计要求；

2 应测试保护电位、保护电流、相互干扰影响、接地电池或其他防护装置的性能；

3 在储罐维修期间，阴极保护系统如果停止运行应及时重新启动。

7.3.2 开罐时应检查罐内牺牲阳极的溶解情况，阳极与储罐的接触点是否完好等，根据检查情况确定牺牲阳极是否要重新安装或更换。

7.3.3 阴极保护的运行管理应符合下列规定：

1 罐外牺牲阳极可每年进行一次综合测试，日常管理可每月测量保护电位；

2 外加电流阴极保护系统的保护电位应至少每月测试一次；

3 如发现保护参数异常或故障,应立即进行检测,并重新调整参数;

4 所有测试应详细记录,并对当天的气象参数、储罐液位进行记录;

5 对于故障和异常现象发生时,除详细测试外还应拍照留档,条件允许时应录像;

6 测试记录及相关资料应归入储罐的防腐蚀管理档案,这些资料和记录应至少包括关键的控制部位、测试点位置、定期检测记录以及维修记录等内容。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 A 常用涂料性能指标

A.0.1 涂料和涂层性能测试指标中未注明温度和常温应为 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

A.0.2 无溶剂环氧涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 无溶剂环氧涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块	目测
2	固体含量(%)		≥ 98	SY/T 0457
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 4	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	
4	电气强度(MV/m)		≥ 25	GB/T 1408.1
5	附着力(MPa)		≥ 10	GB/T 5210
6	抗 3° 弯曲		无裂纹	SY/T 0442
7	抗冲击(8J)		无针孔	SY/T 0442
8	耐热水性($90^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$, 48h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1733
9	耐汽油性(常温, 720h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	SY/T 0319
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
11	耐化 学介 质性	5% H_2SO_4 (常温, 720h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH (常温, 720h)		
		5% NaCl (常温, 720h)		

注:耐热水性、耐汽油性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 $250\mu\text{m} \sim 350\mu\text{m}$ 。

A.0.3 溶剂型环氧涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.3 的规定。

表 A.0.3 溶剂型环氧涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标		试验方法
			大气环境	介质环境	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块		目测
2	不挥发物含量(%)		≥80		GB/T 1725
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤4		GB/T 1728
		实干时间(h)	≤24		
4	电气强度(MV/m)		≥25		GB/T 1408.1
5	附着力(MPa)		≥8		GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1		GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50		GB/T 1732
8	耐热水性(90℃~100℃,48h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1733
9	耐汽油性(常温,720h)		—		SY/T 0319
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1771
11	耐化 学介 质性	5% H ₂ SO ₄ (常温)	168h 不起泡、 不生锈、不开 裂、不脱落	720h 不起泡、 不生锈、不开 裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH(常温)			
		5% NaCl(常温)			

注:1 耐热水性、耐汽油性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为
250μm~350μm;

2 当该涂料仅用于中间漆时,可不测试耐化学介质性。

A.0.4 水性环氧涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.4 的规定。

表 A.0.4 水性环氧涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标		试验方法
			大气环境	介质环境	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块		目测
2	不挥发物含量(%)		≥50		GB/T 1725
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤4		GB/T 1728
		实干时间(h)	≤24		
4	电气强度(MV/m)		≥25		GB/T 1408.1

续表 A.0.4

序号	项 目		指 标		试验方法
			大气环境	介质环境	
5	附着力(MPa)		≥5		GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1		GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50		GB/T 1732
8	耐热水性(90℃~100℃,48h)		—	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1733
9	耐汽油性(常温,720h)		—	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	SY/T 0319
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1771
11	耐化学介质性	5% H ₂ SO ₄ (常温)	168h 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	720h 不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH(常温)			
		5% NaCl(常温)			

注:耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 250 μ m~350 μ m。

A.0.5 酚醛环氧涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.5 的规定。

表 A.0.5 酚醛环氧涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标		试验方法
			大气环境	介质环境	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块		目测
2	不挥发物含量(%)		≥80		GB/T 1725
3	干燥时间	表干时间(h)	≤4		GB/T 1728
		实干时间(h)	≤24		
4	电气强度(MV/m)		≥25		GB/T 1408.1
5	附着力(MPa)		≥8		GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1		GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50		GB/T 1732
8	耐高温高压性(120℃自来水,0.25MPa,168h)		—	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	SY/T 0319
9	耐汽油性(60℃±2℃,720h)		—	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	SY/T 0319

续表 A.0.5

序号	项 目		指 标		试验方法
			大气环境	介质环境	
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1771
11	耐化学介 质性	5% H ₂ SO ₄ (60℃ ± 2℃ , 720h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 9274 甲法
		5% NaOH (60℃ ± 2℃ , 720h)			
		5% NaCl (60℃ ± 2℃ , 720h)			

注:1 耐汽油性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 250 μ m~350 μ m;

2 耐高温高压性指标是否测试由用户和供应商协商确定。

A.0.6 环氧玻璃鳞片类防腐蚀涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.6 的规定。

表 A.0.6 环氧玻璃鳞片类防腐蚀涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块	目测	
2	不挥发物含量(%)		≥80	GB/T 1725	
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤4	GB/T 1728	
		实干时间(h)	≤24		
4	电气强度(MV/m)		≥25	GB/T 1408.1	
5	附着力(MPa)		≥8	GB/T 5210	
6	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731	
7	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732	
8	耐热水性(90℃~100℃,48h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1733	
9	耐汽油性(常温,720h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	SY/T 0319	
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771	
11	耐化 学介 质性	10% H ₂ SO ₄ (常温,720h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 9274 甲法
		5% NaOH (常温,720h)			
		10% NaCl (常温,720h)			

注:耐热水性、耐汽油性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 250 μ m~350 μ m。

A.0.7 导静电型防腐蚀涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.7 的规定。

表 A.0.7 导静电型防腐蚀涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标		试验方法
			溶剂型	水性	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块		目测
2	不挥发物含量(%)		≥80	≥55	GB/T 1725
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤4		GB/T 1728
		实干时间(h)	≤24		
4	表面电阻率(Ω)		10 ⁸ ~10 ¹¹		GB/T 1410
5	附着力(MPa)		≥8		GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1		GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50		GB/T 1732
8	耐热水性(90℃~100℃,48h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1733
9	耐汽油性(60℃±2℃,720h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		SY/T 0319
10	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 1771
11	耐化 学介 质性	5% H ₂ SO ₄ (常温,720h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落		GB/T 9274 甲法
		5% NaOH(常温,720h)			
		5% NaCl(常温,720h)			

注:耐热水性、耐汽油性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 250μm~350μm。

A.0.8 无机富锌涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.8 的规定。

表 A.0.8 无机富锌涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	容器中状态(组分 A,B)		锌粉:应呈微小的均匀粉末状态 液料和浆料:搅拌混合后应无硬块,呈均匀状态	目测
2	不挥发分中金属锌含量(%)		≥70	HG/T 3668
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤1	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤6	
4	附着力(MPa)		≥3	GB/T 5210

续表 A.0.8

序号	项 目		指 标	试验方法
5	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
6	耐湿热性(1000h)		一级	GB/T 1740
7	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
8	耐化学 介质性	3%NaCl (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法

注:耐湿热性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 $75\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。

A.0.9 环氧富锌涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.9 的规定。

表 A.0.9 环氧富锌涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	容器中状态		应无硬块,呈均匀状态	目测
2	不挥发物含量(%)		≥ 70	GB/T 1725
3	不挥发分中金属锌含量(%)		≥ 70	HG/T 3668
4	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 1.5	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	
5	附着力(MPa)		≥ 5	GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
8	耐湿热性(1000h)		一级	GB/T 1740
9	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
10	耐化学 介质性	3%NaCl (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法

注:耐湿热性、耐盐雾性和耐化学介质性的测试涂层厚度应为 $75\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。

A.0.10 丙烯酸聚氨酯涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.10 的规定。

表 A.0.10 丙烯酸聚氨酯涂料和涂层性能指标

序号	项 目	指 标	试验方法
1	细度(A,B组分混合后)(μm)	≤ 55	GB/T 1724
2	不挥发物含量(%)	≥ 50	GB/T 1725

续表 A.0.10

序号	项 目		指 标	试验方法
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 4	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	
4	附着力(MPa)		≥ 8	GB/T 5210
5	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
6	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
7	耐化 学介 质性	5% H ₂ SO ₄ (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH(常温,168h)		
		3% NaCl(60℃ \pm 2℃,168h)		
8	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
9	人工加速老化(1000h)		不起泡、不开裂、不脱层,允许 1级变色、1级失光和1级粉化	GB/T 1865
10	冻融循环(5个循环)(级)		合格	SY/T 0320

注:测试附着力、耐盐雾性、耐化学介质性、人工加速老化及冻融循环的涂层配套体系和厚度应按照涂料供应商提供的技术文件或设计文件确定。

A.0.11 醇酸涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.11 的规定。

表 A.0.11 醇酸涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	细度(μm)		≤ 50	GB/T 1724
2	不挥发物含量		≥ 50	GB/T 1725
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 4	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	
4	附着力(MPa)		≥ 3	GB/T 5210
5	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
6	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
7	耐水性(常温,168h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1733
8	耐盐水性(常温,168h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
9	耐盐雾性(300h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
10	人工加速老化性(200h)		不起泡、不开裂、不脱层,允许 2级变色、3级失光和1级粉化	GB/T 1865

注:测试附着力、耐盐雾性、耐化学介质性、人工加速老化及冻融循环的涂层配套体系和厚度应按照涂料供应商提供的技术文件或设计文件确定。

A. 0. 12 交联氟碳涂料和涂层性能指标应符合表 A. 0. 12 的规定。

表 A. 0. 12 交联氟碳涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	细度(A,B组分混合后)(μm)		≤ 30	GB/T 1724
2	氟含量(%)		≥ 20	HG/T 3792
3	不挥发物含量(%)		≥ 60	GB/T 1725
4	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 4	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	
5	附着力(MPa)		≥ 8	GB/T 5210
6	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
7	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
8	耐化 学介 质性	5% H_2SO_4 (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH (常温,168h)		
		3% NaCl ($60^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$,168h)		
9	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
10	人工加速老化(3000h)		不起泡、不开裂、不脱层,允许 1级变色,1级失光和1级粉化	GB/T 1865
11	冻融循环(5个循环)(级)		合格	SY/T 0320

注:测试附着力、耐盐雾性、耐化学介质性、人工加速老化和冻融循环的涂层配套体系及厚度应按照涂料供应商提供的技术文件或设计文件确定。

A. 0. 13 聚硅氧烷涂料和涂层性能指标应符合表 A. 0. 13 的规定。

表 A. 0. 13 聚硅氧烷涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	基料中硅氧键含量(全漆)(%)		≥ 15	HG/T 4755
2	不挥发物含量(%)		≥ 75	GB/T 1725
3	干燥 时间	表干时间(h)	≤ 8	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤ 24	GB/T 1728
4	附着力(MPa)		≥ 8	GB/T 5210
5	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
6	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732

续表 A.0.13

序号	项 目		指 标	试验方法
7	耐化	5% H ₂ SO ₄ (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
	学介	5% NaOH(常温,168h)		
	质性	3% NaCl(60°C±2°C,168h)		
8	耐盐雾性(1000h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
9	人工加速老化(3000h)		不起泡、不开裂、不脱层,允许 1级变色、1级失光和1级粉化	GB/T 1865
10	冻融循环(5个循环)(级)		合格	SY/T 0320

注:测试附着力、耐盐雾性、耐化学介质性、人工加速老化及冻融循环的涂层配套体系和厚度应按照涂料供应商提供的技术文件或设计文件确定。

A.0.14 热反射隔热涂料和涂层性能指标应符合表 A.0.14 的规定。

表 A.0.14 热反射隔热涂料和涂层性能指标

序号	项 目		指 标	试验方法
1	不挥发物含量(%)		≥50	GB/T 1725
2	干燥 时间	表干时间(h)	≤4	GB/T 1728
		实干时间(h)	≤24	GB/T 1728
3	附着力(MPa)		≥5	GB/T 5210
4	柔韧性(mm)		1	GB/T 1731
5	耐冲击性(cm)		50	GB/T 1732
6	太阳光 反射比	白色	≥0.80	JG/T 235
		其他色	≥0.60	
7	半球发射率		≥0.85	GB/T 2680
8	近红外光反射比		≥0.60	JG/T 235
9	耐盐雾性(720h)		不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 1771
10	人工加速老化(1000h)		不起泡、不开裂、不脱层、不粉化, 允许2级变色和1级失光	GB/T 1865
11	耐化学 介质性	5% H ₂ SO ₄ (常温,168h)	不起泡、不生锈、不开裂、不脱落	GB/T 9274 甲法
		5% NaOH(常温,168h)		

A.0.15 储罐内壁的防腐蚀工程选用热喷涂时,喷涂金属及其合金材料应符合下列规定:

- 1 喷铝时,铝的质量百分比应不小于 99.5%;
- 2 喷 AlMg5 铝合金时,其中镁的质量百分比应在 4.5%~5.6% 范围内;
- 3 喷锌时,锌的质量百分比应不小于 99.99%;
- 4 喷 ZnAl15 锌合金时,其中锌的质量百分比应在 84%~86% 范围内,铝的质量百分比应在 14%~16% 范围内,可选用不同比例的锌铝合金。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 B 不同腐蚀等级下常用防腐蚀方案

B.1 大气环境常用防腐蚀方案

B.1.1 大气环境不同腐蚀等级常用防腐蚀方案宜符合本标准第 B.1.1.2~第 B.1.4 的规定。

B.1.2 大气环境腐蚀等级 II 时常用防腐蚀方案宜符合表 B.1.2 的规定。

表 B.1.2 大气环境腐蚀等级 II 时常用防腐蚀方案

适用场合:乡村区域,低污染环境										
体系 编号	底涂层				后道涂层	涂料体系		设计寿命		
	基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)	L	M	H
1	AK	Misc.	1	40	AK	2	≥ 80	√		
2	AK	Misc.	1~2	80	AK	2~3	≥ 120	√	√	
3	AK	Misc.	1~2	80	AK、AY	2~4	≥ 160	√	√	√
4	AK	Misc.	1~2	100	—	1~2	≥ 100	√	√	
5	AY	Misc.	1~2	80	AY	2~4	≥ 160	√	√	√
6	EP	Misc.	1~2	80	EP、PUR	2~3	≥ 120	√	√	
7	EP	Misc.	1~2	80	EP、PUR	2~4	≥ 160	√	√	√
8	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	—	1	≥ 60	√	√	√
底涂层基料		类型		可水性化	后道涂层基料		类型		可水性化	
AK=醇酸		单组分		√	AK=醇酸		单组分		√	
AY=丙烯酸		单组分		√	AY=丙烯酸		单组分		√	
EP=环氧		双组分		√	EP=环氧		双组分		√	
ESI=硅酸乙酯		单组分或双组分		√	PUR=聚氨酯、 脂肪族		单组分或双组分		√	

续表 B.1.2

底涂层基料	类型	可水溶性	后道涂层基料	类型	可水溶性
PUR=聚氨酯、脂肪族	单组分或双组分	√			

注:1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定;

2 建议在硅酸乙酯底漆(ESI)上涂覆一道后续涂层作为过渡涂层;

3 底漆一栏中 Zn(R)为富锌底漆;Misc.为采用其他类型防锈颜料的底漆(指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆,以及涂料不挥发分中金属锌颜料的质量分数低于70%的底漆);

4 涂料体系一栏中 DFT 为干膜厚度。

B.1.3 大气环境腐蚀等级Ⅲ时常用防腐蚀方案宜符合表 B.1.3 的规定。

表 B.1.3 大气环境腐蚀等级Ⅲ时常用防腐蚀方案

适用场合:城市及工业大气环境,含中度硫化物、低盐分临海区域											
体系编号	底涂层				后道涂层		涂料体系		设计寿命		
	基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)	L	M	H	
1	AK	Misc.	1~2	80	AK	2~3	≥120	√			
2	AK	Misc.	1~2	80	AK	2~4	≥160	√	√		
3	AK	Misc.	1~2	80	AK	3~5	≥200	√	√	√	
4	AK	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥200	√	√	√	
5	AY	Misc.	1~2	80	AY	2~4	≥160	√	√		
6	AY	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥200	√	√	√	
7	EP	Misc.	1	80	EP,PUR	2~3	≥120	√			
8	EP	Misc.	1	80	EP,PUR	2~4	≥160	√	√		
9	EP	Misc.	1	80	EP,PUR	3~5	≥200	√	√	√	
10	EP,PUR,ESI	Zn(R)	1	60	—	1	≥60	√	√		
11	EP,PUR,ESI	Zn(R)	1	60	EP,PUR	2	≥160	√	√	√	
12	EP,PUR,ESI	Zn(R)	1	60	AY	2~3	≥160	√	√		
13	EP,PUR	Zn(R)	1	60	AY	3	≥200	√	√	√	

续表 B. 1. 3

底涂层基料	类型	可水性化	后道涂层基料	类型	可水性化
AK=醇酸	单组分	√	AK=醇酸	单组分	√
AY=丙烯酸	单组分	√	AY=丙烯酸	单组分	√
EP=环氧	双组分	√	EP=环氧	双组分	√
ESI=硅酸乙酯	单组分或双组分	√	PUR=聚氨酯、 脂肪族	单组分或双组分	√
PUR=聚氨酯、 脂肪族	单组分或双组分	√			

注:1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定;

2 建议在硅酸乙酯底漆(ESD)上涂覆一道后续涂层作为过渡涂层;

3 底漆一栏中 Zn(R)为富锌底漆;Misc.为采用其他类型防锈颜料的底漆(指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆,以及涂料不挥发分中金属锌颜料的质量分数低于70%的底漆);

4 涂料体系一栏中 DFT 为干膜厚度。

B. 1. 4 大气环境腐蚀等级Ⅳ时常用防腐蚀方案宜符合表 B. 1. 4 的规定。

表 B. 1. 4 大气环境腐蚀等级Ⅳ时常用防腐蚀方案

体系 编号	底涂层				后道涂层			涂料体系			设计寿命		
	基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)	L	M	H			
适用场合:含有中等含盐度的工业和沿海区													
1	AK	Misc.	1~2	80	AK	3~5	≥ 200	√					
2	AK	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥ 200	√					
3	AK	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥ 240	√	√				
4	AY	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥ 200	√					
5	AY	Misc.	1~2	80	AY	3~5	≥ 240	√	√				
6	EP	Misc.	1~2	160	AY	2~3	≥ 200	√					
7	EP	Misc.	1~2	160	AY	2~3	≥ 280	√	√	√			
8	EP	Misc.	1	80	EP,PUR	2~3	≥ 240	√	√				
9	EP	Misc.	1	80	EP,PUR	2~3	≥ 280	√	√	√			

续表 B.1.4

体系 编号	底涂层				后道涂层	涂料体系		设计寿命		
	基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)	L	M	H
10	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	AY	2~3	≥ 160	✓		
11	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	AY	2~4	≥ 200	✓	✓	
12	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	AY	3~4	≥ 240	✓	✓	✓
13	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	2~3	≥ 160	✓		
14	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	2~3	≥ 200	✓	✓	
15	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	3~4	≥ 240	✓	✓	✓
16	ESI	Zn(R)	1	60		1	≥ 60	✓		
适用场合：高湿、高盐和恶劣大气环境的工业区										
1	EP、PUR	Misc.	1~2	120	AY	3~4	≥ 200	✓		
2	EP、PUR	Misc.	1	80	EP、PUR	3~4	≥ 320	✓	✓	✓
3	EP、PUR	Misc.	1	150	EP、PUR	2	≥ 300	✓	✓	
4	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	3~4	≥ 240	✓	✓	
5	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	3~5	≥ 320	✓	✓	✓
6	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	AY	4~5	≥ 320	✓	✓	✓
适用场合：海洋、近海，河口、高盐度临海区域										
1	EP、PUR	Misc.	1	150	EP、PUR	2	≥ 300	✓	✓	
2	EP、PUR	Misc.	1	80	EP、PUR	3~4	≥ 320	✓	✓	✓
3	EP、PUR	Misc.	1	400	—	1	≥ 400	✓	✓	
4	EP、PUR	Misc.	1	250	EP、PUR	2	≥ 500	✓	✓	✓
5	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	4	≥ 240	✓	✓	
6	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EP、PUR	4~5	≥ 320	✓	✓	✓
7	EP、PUR、ESI	Zn(R)	1	60	EPC	3~4	≥ 400	✓	✓	✓
8	EPC	Misc.	1	100	EPC	3	≥ 300	✓	✓	
底涂层基料		类型		可水性化	后道涂层基料		类型		可水性化	
AK=醇酸		单组分		✓	AK=醇酸		单组分		✓	
AY=丙烯酸		单组分		✓	AY=丙烯酸		单组分		✓	
EP=环氧		双组分		✓	EP=环氧		双组分		✓	

续表 B.1.4

底涂层基料	类型	可水性化	后道涂层基料	类型	可水性化
EPC=环氧 组合物	双组分		EPC=环氧 组合物	双组分	
ESI=硅酸乙酯	单组分或双组分	√	PUR=聚氨酯、 脂肪族	单组分或双组分	√
PUR=聚氨酯、 脂肪族	单组分或双组分	√			

- 注：1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定；
 2 建议在硅酸乙酯底漆(ESD)上涂覆一道后续涂层作为过渡涂层；
 3 底漆一栏中 Zn(R)为富锌底漆；Misc.为采用其他类型防锈颜料的底漆（指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆，以及涂料不挥发分中金属防锈颜料的质量分数低于 70%的底漆）；
 4 DFT 为干膜厚度。

B.2 介质环境常用防腐蚀方案

B.2.1 介质环境，不同腐蚀等级、设计寿命 5 年~10 年下常用防腐蚀方案宜符合本标准附录 B.2.2~B.2.4 的规定，其他设计寿命下涂层干膜厚度可适当调整。

B.2.2 介质环境下腐蚀等级 II 时常用防腐蚀方案宜符合表 B.2.2 的规定。

表 B.2.2 介质环境腐蚀等级 II 时常用防腐蚀方案

适用 温度	编号	底涂层				后道涂层	涂料体系	
		基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)
$t \leq 80^\circ\text{C}$	1	EP	Misc.	1~2	80	EP	2~5	≥ 200
	2	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 200
	3	EP	Zn(R)	1~2	80	EP	2~5	≥ 200
	4	ESI	Zn(R)	—	—	—	1~2	≥ 60
	5	EPGF	Misc.	—	—	—	1~2	≥ 200
$80^\circ\text{C} < t \leq 120^\circ\text{C}$	1	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 200

续表 B. 2. 2

	类型	可水溶性	后道涂层基料	类型	可水溶性
EP=环氧	双组分	√	EP=环氧	双组分	√
PER=酚醛环氧	双组分	√	PER=酚醛环氧	双组分	√
ESI=硅酸乙酯	双组分	√	—	—	—
EPGF=环氧 玻璃鳞片	双组分	—	—	—	—

注: 1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定;

2 更高温度范围内的防腐蚀方案需进行特殊考虑;

3 底漆一栏中 Zn(R) 为富锌底漆; Misc. 为采用其他类型防锈颜料的底漆(指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆, 以及涂料不挥发分中金属锌颜料的质量分数低于 70% 的底漆);

4 涂料体系一栏中 DFT 为干膜厚度。

B. 2. 3 介质环境腐蚀等级Ⅲ时常用防腐蚀方案宜符合表 B. 2. 3 的规定。

表 B. 2. 3 介质环境腐蚀等级Ⅲ时常用防腐蚀方案

适用温度	编号	底涂层				后道涂层		涂料体系			
		基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)			
$t \leq 80^\circ\text{C}$	1	EP	Misc.	1~2	80	EP	2~5	≥ 250			
	2	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 250			
	3	EP	Zn(R)	1~2	80	EP	2~5	≥ 250			
	4	ESI	Zn(R)	—	—	—	1~2	≥ 80			
	5	EPGF	Misc.	—	—	—	1~3	≥ 250			
$80^\circ\text{C} < t \leq 120^\circ\text{C}$	1	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 200			
底涂层基料		类型		可水溶性		后道涂层基料		类型		可水溶性	
EP=环氧		双组分		√		EP=环氧		双组分		√	
PER=酚醛环氧		双组分		√		PER=酚醛环氧		双组分		√	
ESI=硅酸乙酯		双组分		√		—		—		—	

续表 B. 2. 3

底涂层基料	类型	可水性化	后道涂层基料	类型	可水性化
EPGF=环氧 玻璃鳞片	双组分	—	—	—	—

- 注: 1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定;
 2 更高温度范围内的防腐蚀方案须进行特殊考虑;
 3 底漆一栏中 Zn(R)为富锌底漆; Misc. 为采用其他类型防锈颜料的底漆(指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆, 以及涂料不挥发分中金属锌颜料的质量分数低于 70%的底漆);
 4 涂料体系一栏中 DFT 为干膜厚度。

B. 2. 4 介质环境腐蚀等级Ⅳ时常用防腐方案宜符合表 B. 2. 4 的规定。

表 B. 2. 4 介质环境腐蚀等级Ⅳ时常用防腐方案

适用温度	编号	底涂层				后道涂层	涂料体系	
		基料	底漆	道数	DFT (μm)	基料	道数	DFT (μm)
$t \leq 80^\circ\text{C}$	1	EP	Misc.	1~2	80	EP	2~5	≥ 300
	2	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 300
	3	EP	Zn(R)	1~2	80	EP	2~5	≥ 300
	4	ESI	Zn(R)	—	—	—	1~2	≥ 100
	5	EPGF	Misc.	—	—	—	1~4	≥ 300
$80^\circ\text{C} < t \leq 100^\circ\text{C}$	1	PER	Misc.	1~2	80	PER	2~5	≥ 250
底涂层基料	类型	可水性化	后道涂层基料	类型	可水性化			
EP=环氧	双组分	√	EP=环氧	双组分	√			
PER=酚醛环氧	双组分	√	PER=酚醛环氧	双组分	√			
ESI=硅酸乙酯	双组分	√	—	—	—			
EPGF=环氧 玻璃鳞片	双组分	—	—	—	—			

- 注: 1 建议与涂料生产商共同进行相容性确定;
 2 更高温度范围内的防腐蚀方案须进行特殊考虑;
 3 底漆一栏中 Zn(R)为富锌底漆; Misc. 为采用其他类型防锈颜料的底漆(指那些含有磷酸锌颜料或其他防腐颜料的底漆, 以及涂料不挥发分中金属锌颜料的质量分数低于 70%的底漆);
 4 涂料体系一栏中 DFT 为干膜厚度。

附录 C 介质环境油品储罐常用防腐蚀方案

C.0.1 介质环境为油品时,不同腐蚀等级、设计寿命 5 年~10 年下常用防腐蚀方案宜符合本标准附录 C.0.2~C.0.4 的规定,其他设计寿命下涂层干膜厚度可适当调整。

C.0.2 常温($t \leq 80^\circ\text{C}$)原油外浮顶储罐常用防腐蚀方案宜符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 常温($t \leq 80^\circ\text{C}$)原油外浮顶储罐常用防腐蚀方案

防腐蚀部位	腐蚀等级	防腐蚀方案	干膜厚度(μm)
浮顶底板下表面、外缘板外表面、接触油品的支柱等附件	Ⅲ	环氧涂料 酚醛环氧涂料	≥ 250
罐内底板、 底板上 1.5m 高的罐壁	Ⅳ	环氧涂料 酚醛环氧涂料 环氧玻璃鳞片涂料	≥ 300

注:环氧富锌底漆与牺牲阳极阴极保护不可同时使用。

C.0.3 中间油品产品储罐常用防腐蚀方案宜符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 中间油品产品储罐常用防腐蚀方案

操作温度	防腐蚀部位	腐蚀等级	防腐蚀方案	干膜厚度(μm)	备注
常温 ($t \leq 80^\circ\text{C}$)	罐内壁	Ⅱ	环氧涂料 酚醛环氧涂料	≥ 200	
	罐内顶	Ⅲ	环氧涂料 酚醛环氧涂料	≥ 250	
	罐内底	Ⅲ	环氧涂料 酚醛环氧涂料	≥ 250	

续表 C.0.3

操作温度	防腐蚀部位	腐蚀等级	防腐蚀方案	干膜厚度 (μm)	备注
常温 ($t \leq 80^\circ\text{C}$)	碳钢制内浮盘的浮顶底板下表面、外缘板外表面、接触油品的支柱等附件、浮顶上表面及其附件	III	环氧涂料 酚醛环氧涂料	≥ 250	
高温 $80^\circ\text{C} < t \leq 120^\circ\text{C}$	罐内表面	III	酚醛环氧涂料	≥ 200	(仅限拱顶罐)
高温 $80^\circ\text{C} < t \leq 120^\circ\text{C}$	罐内表面	IV	酚醛环氧涂料	≥ 250	(仅限拱顶罐)

注:中间油品产品储罐可采用环氧富锌底漆。

C.0.4 成品油品储罐常用防腐蚀方案宜符合表 C.0.4 的规定。

表 C.0.4 成品油品储罐常用防腐蚀方案

操作温度	防腐蚀部位	腐蚀等级	防腐蚀方案	干膜厚度 (μm)	备注
常温 ($t \leq 80^\circ\text{C}$)	罐内壁	I 或 II	酚醛环氧涂料	≥ 200	I 级可不防腐
			无机富锌涂料	≥ 80	
			环氧涂料	≥ 200	
	罐内顶	II	酚醛环氧涂料	≥ 200	
			无机富锌涂料	≥ 80	
			环氧涂料	≥ 200	
		III	酚醛环氧涂料	≥ 250	
			无机富锌涂料	≥ 100	
			环氧涂料	≥ 250	
	罐内底	II	酚醛环氧涂料	≥ 200	
			无机富锌涂料	≥ 80	
			环氧涂料	≥ 200	
III		酚醛环氧涂料	≥ 250		
		无机富锌涂料	≥ 100		
		环氧涂料	≥ 250		

续表 C.0.4

操作温度	防腐蚀部位	腐蚀等级	防腐蚀方案	干膜厚度 (μm)	备注
常温 ($t \leq 80^\circ\text{C}$)	碳钢制内浮盘的浮顶底板下表面、外缘板外表面、接触油品的支柱等附件、浮顶上表面及其附件	I 或 II	酚醛环氧涂料	≥ 200	I 级可不防腐
			无机富锌涂料	≥ 80	
			环氧涂料	≥ 200	

注：成品油品储罐可采用环氧富锌底漆。

住房和城乡建设部信息中心
住房城乡建设部信息中心
浏览专用

附录 D 阴极保护

D.1 牺牲阳极

D.1.1 铝合金牺牲阳极应符合下列规定：

1 铝阳极材料的化学成分应符合现行国家标准《铝-锌-铜系合金牺牲阳极》GB/T 4948 中 A13 与 A21 的成分规定；

2 铝合金牺牲阳极化学成分的分析方法应符合现行国家标准《铝-锌-铜系合金牺牲阳极化学分析方法》GB/T 4949 的规定；

3 原油储罐内铝合金牺牲阳极电化学性能应符合表 D.1.1 的规定。

表 D.1.1 原油储罐内铝合金牺牲阳极电化学性能

电化学性能		指标
开路电位(V)		-1.18~-1.10
工作电位(V)		-1.12~-1.05
电流效率(%)	1型	≥85
	2型	≥90
实际电容量(A·h/kg)	1型	≥2400
	2型	≥2600
消耗率[kg/(A·a)]	1型	≤3.65
	2型	≤3.37

注:1 开路电位和工作电位应相对于饱和甘汞参比电极；

2 电化性能的测试应符合现行国家标准《牺牲阳极电化性能试验方法》GB/T 17848 的规定；应采用人造海水或洁净的天然海水作为试验介质。

D.1.2 锌合金牺牲阳极应符合下列规定：

1 锌阳极材料的化学成分应符合现行国家标准《锌-铝-镉合金牺牲阳极》GB/T 4950 的规定；

2 锌阳极化学成分的分析方法应符合现行国家标准《锌-铝-

铝合金牺牲阳极化学分析方法》GB 4951 的规定；

3 锌合金牺牲阳极电化学性能应符合表 D.1.2 的规定。

表 D.1.2 锌合金牺牲阳极电化学性能

电化学性能	海水中(1mA/cm ²)	土壤中(0.03mA/cm ²)
开路电位(V)	-1.09~-1.05	≤-1.05
工作电位(V)	-1.05~-1.00	≤-1.03
实际电容量(A·h/kg)	≥780	≥530
消耗率[kg/(A·a)]	≤11.23	≤17.25
电流效率(%)	≥95	≥65
溶解性能	表面溶解均匀,腐蚀产物容易脱落	

注:1 开路电位和工作电位应相对于饱和甘汞参比电极;

2 海水介质宜采用人造海水或天然海水;土壤介质应采用潮湿土壤,且阳极周围添加填充料。

D.1.3 镁合金牺牲阳极应符合下列规定:

1 镁合金阳极的化学成分应符合现行国家标准《镁合金牺牲阳极》GB/T 17731 中 AZ63B、AZ31B 或 M1C 的成分规定;

2 镁合金阳极化学成分的分析方法应符合现行国家标准《镁及镁合金化学分析方法》GB/T 13748.1~GB/T 13748.10 的规定;

3 镁合金牺牲阳极电化学性能应符合表 D.1.3 的规定。

表 D.1.3 镁合金牺牲阳极电化学性能

电化学性能	MGAZ63B	MGAZ31B	MGM1C
开路电位(V)	-1.59~-1.49	-1.59~-1.49	-1.74~-1.69
闭路电位(V)	-1.59~-1.44	-1.49~-1.39	-1.61~-1.52
实际电容量[A·h/kg]	≥1210	≥1210	≥1100
电流效率(%)	≥55	≥55	≥50

注:1 开路电位和工作电位应相对于饱和甘汞参比电极;

2 电化学性能的测试应符合现行国家标准《镁合金牺牲阳极电化学性能测试方法》GB/T 24488 的规定;应采用人造海水或洁净的天然海水作为试验介质。

D.2 辅助阳极

D.2.1 高硅铸铁阳极应符合下列规定：

1 阳极体表面不应有孔隙、裂纹、收缩纹等，不应残留环氧树脂或塑料物等污物。

2 高硅铸铁阳极化学成分应符合表 D.2.1 的规定。

表 D.2.1 高硅铸铁阳极化学成分表

序号	类型	主要化学成分(%)					杂质含量(%)	
		Si	Mn	C	Cr	Fe	P	S
1	普通	14.25~15.25	0.5~1.5	0.80~1.05	—	余量	≤0.25	≤0.1
2	加铬	14.25~15.25	0.5~1.5	0.80~1.4	4~5	余量	≤0.25	≤0.1

注：加铬的高硅铸铁阳极适用于含 Cl⁻ 的土壤或海水中。

3 允许电流密度应为 $5\text{A}/\text{m}^2 \sim 80\text{A}/\text{m}^2$ ，消耗率应小于 $0.5\text{kg}/(\text{A} \cdot \text{a})$ 。

4 阳极引出电缆应为单芯多股绞合铜导线，截面不应小于 10mm^2 ，阳极引出线与阳极连接处应防水密封。

5 阳极引出电缆与阳极的接触电阻应小于 $0.01\ \Omega$ ，拉脱力数值应大于阳极自身重量的 1.5 倍。

D.2.2 混合金属氧化物棒阳极应符合下列规定：

1 基体材料应为一级钛(GB/T 3620 中 TA2)；氧化膜应为 IrO/TaO(氧化铱/氧化钽)；

2 允许电流密度为大于或等于 $11\text{A}/\text{m}$ ，消耗率应小于或等于 $6\text{mg}/\text{A} \cdot \text{a}$ ；

3 阳极周围应填充碳填料，填充应密实；碳填料体积质量应大于或等于 $1041\text{kg}/\text{m}^3$ ，粒径范围：98%通过 20 目筛，80%通不过 100 目筛，含碳量大于 90%；

4 阳极引出线与阳极连接处应防水密封，且应能承受水压和阳极释放气体造成的氧化降解；

5 阳极引出电缆与阳极的接触电阻应小于 $0.01\ \Omega$ ，拉脱力

数值应大于阳极自身重量的 1.5 倍。

D.2.3 混合金属氧化物线性阳极应符合下列规定：

1 阳极基体材料应为符合现行国家标准 GB/T 3620 中 TA2 的一级钛，氧化膜应为 IrO/TaO(氧化铱/氧化钽)；氧化膜厚度应大于或等于 $6\text{g}/\text{m}^2$ ；

2 组装好的阳极外径宜为 $\Phi 38\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，质量宜为 $1.4\text{kg}/\text{m} \sim 1.6\text{kg}/\text{m}$ ；最大输出线电流密度宜为 $52\text{mA}/\text{m}$ 或 $160\text{mA}/\text{m}$ 型，消耗率应小于或等于 $6\text{mg}/(\text{A} \cdot \text{a})$ ，在最大电流密度下使用寿命不应小于 25 年；

3 组装好的线性阳极所允许的最小弯曲半径应小于 150mm。

D.2.4 导电聚合物型线性阳极应符合下列规定：

1 阳极铜导线的铜芯截面积不应小于 10mm^2 ，电阻不应大于 $1.55 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$ ；导电聚合物阳极芯外部应为导电聚合物材料；

2 导电聚合物性能指标应符合表 D.2.4 的规定，其阳极直径(内含铜导线)应大于或等于 13mm；

表 D.2.4 导电聚合物性能指标

项 目	性能指标	试验方法
体积电阻率(23℃)	$1.1\Omega \cdot \text{cm} \sim 1.9\Omega \cdot \text{cm}$	GB/T 3048.3
耐化学试剂浸泡 (7d, 23℃, 质量变化率)		GB/T 11547
3% NaCl	$<1\%$	
3% Na_2SO_4	$<1\%$	
3% NaOH	$<1\%$	

3 最大额定线电流密度时的使用寿命应大于或等于 25 年；

4 组装好的阳极外径宜为 $\Phi 38\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ；质量宜为 $1.4\text{kg}/\text{m} \sim 1.6\text{kg}/\text{m}$ ；

5 组装好的线性阳极所允许的最小弯曲半径应小于 150mm。

D.2.5 混合金属氧化物(MMO)带阳极应符合下列规定：

1 混合金属氧化物带阳极表面应颜色均匀、无花斑，对折180°混合金属氧化膜无开裂、无剥落；

2 混合金属氧化物带阳极性能应符合表 D.2.5-1 的规定；

表 D.2.5-1 混合金属氧化物(MMO)带阳极性能表

氧化膜涂层材质	IrO ₂ 和 Ta ₂ O ₅
基材	Ti, GB/T 3620.1 TA1
截面尺寸	6.35mm×0.635mm
标准长度	100m 或 152m
阳极质量	16.7g/m
阳极电阻	0.1389Ω/m
阳极面积	0.014m ² /m
等量半径	2.2mm
额定输出电流	>20mA/m
消耗率	<6×10 ⁻⁶ kg/(A·a)
使用寿命	50a
电流效率	>72A·a/m ²

3 导电钛连接片应表面光亮、无油污，其化学成分和物理性能应符合表 D.2.5-2 的规定。

表 D.2.5-2 导电钛连接片化学成分和物理性能表

化学成分		物理性能	
基材	ASTM B 265 Gr I/II	截面尺寸	12.7mm×0.9mm
氮	<0.03%	电阻率	56μΩ·cm
碳	<0.08%	标准长度	100m 或 152m
氢	<0.015%	质量	51g/m
铁	<0.30%	弹性模量	1.05×10 ⁵ MPa
氧	<0.25%	抗拉强度	345MPa
杂质总量	<0.40%	屈服强度	275MPa
		延伸率	20%

D.2.6 钢铁阳极可采用废弃钢材制作，阳极的消耗率应为 8kg/(A·a)~10kg/(A·a)。

D.3 焦炭填料

D.3.1 焦炭填料应为煅烧石油焦炭。

D.3.2 焦炭填料性能指标应符合表 D.3.2 的规定。

表 D.3.2 焦炭填料性能指标

项 目	性能指标	阳极类型
碳含量	$\geq 85\%$	高硅铸铁阳极
	$\geq 90\%$	混合金属氧化物棒阳极,线性阳极
颗粒大小	$\leq 15\text{mm}$	高硅铸铁阳极
	98%通过 20 目筛, 80%通不过 100 目筛	混合金属氧化物棒阳极,线性阳极
堆积密度	$\geq 750\text{kg/m}^3$	高硅铸铁阳极
	$\geq 1041\text{kg/m}^3$	混合金属氧化物棒阳极,线性阳极
体积电阻率	$\leq 0.05\Omega \cdot \text{cm}$	

D.4 阴极保护电源设备

D.4.1 阴极保护电源设备宜选用变压整流器或恒电位仪;工作模式应为恒电流模式、恒电位模式、恒电压模式的一种或一种以上。

D.4.2 变压整流器应符合下列规定:

- 1 可靠性高;
- 2 维护保养简便;
- 3 寿命长;
- 4 环境适应性强;
- 5 输出电流、电压可调;
- 6 具有抗过载、防雷、抗干扰、故障保护等功能;
- 7 仪器电路板经防潮处理,可在湿度不大于 85%环境下长期工作;

- 8 具有通、断电功能。

D.4.3 恒电位仪应符合下列规定:

- 1 参比信号输入端的综合输入阻抗应大于或等于 $1\text{M}\Omega$;
- 2 应能长期稳定工作,电位控制精度为 $\pm 5\text{mV}$;
- 3 输出电压的可调范围(V)宜为 $1\% \sim 100\%$,输出电流的可调范围(A)宜为 $1\% \sim 100\%$;恒电位连续可调范围宜为 $-0.50\text{V} \sim -3.00\text{V}$;
- 4 流经参比电极电流不应大于 $3\mu\text{A}$;
- 5 仪器允许工作环境温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$;
- 6 输入、输出对机壳的绝缘电阻应大于 $10\text{M}\Omega$;
- 7 电源处于额定状态工作时,其电压输出纹波系数不应大于 5% ;
- 8 应具有参比电极流空、断线自动保护功能;应具有过电流及短路、过电压、过热等故障保护、报警功能;
- 9 应具有抗交流 50Hz 工频干扰功能,且在参比端子与零位接阴端子之间施加 50Hz 、 30V 干扰电压时,保护电位值的变化不应大于 5mV ;
- 10 交流电源输入端子对机壳应能承受 1500V (有效值)、 50Hz 的试验电压,试验时间 1min ,不应出现飞弧或击穿现象;
- 11 直流电源输入端子对机壳应能承受 750V (有效值)、 50Hz 的试验电压,试验时间 1min ,不应出现飞弧或击穿现象;
- 12 设备“零位接阴”端子分别与各远传接口的输出端子相互隔离,应能承受 1500V (有效值)、 50Hz 的试验电压,试验时间 1min 时,不应出现飞弧或击穿现象;
- 13 电源设备的输入、输出端应安装合适的雷电防护单元,并应符合现行国家标准《低压电涌保护器(SPD) 第 12 部分:低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则》GB/T 18802.12 的规定。

D.4.4 阴极保护电源设备室外安装时应有防晒措施;防护等级不应低于 IP55,应采用油冷方式;位于防爆区内时,恒电位仪的防爆性能应与安装位置的防爆要求相匹配。

D.5 参比电极

D.5.1 参比电极宜选用铜/硫酸铜参比电极(CSE)或高纯锌参比电极,参比电极埋地使用时,应包裹化学填料。

D.5.2 铜/硫酸铜参比电极的性能应符合下列规定:

- 1 铜电极应采用纯度不小于 99.7%紫铜丝或紫铜棒;
- 2 应用纯度为化学纯的硫酸铜和蒸馏水或纯净水配制饱和硫酸铜溶液;
- 3 渗透膜应采用渗透率高的微孔材料,外壳应采用绝缘材料;
- 4 流过硫酸铜电极的允许电流密度应小于 $5\mu\text{A}/\text{cm}^2$;
- 5 硫酸铜电极相对于标准氢电极的电位应为 +316mV (25°C),电极电位误差不应大于 5mV;
- 6 使用温度范围应为 $0^\circ\text{C}\sim 45^\circ\text{C}$ 。

D.5.3 高纯锌参比电极的性能应符合下列规定:

- 1 高纯锌参比电极相对于硫酸铜电极 -850mV 的电位应为 +250mV(25°C);
- 2 使用温度范围应为 $0^\circ\text{C}\sim 45^\circ\text{C}$;
- 3 高纯锌参比电极中的锌电极应为高纯锌制成,高纯锌的化学成分应符合表 D.5.3 的规定。

表 D.5.3 高纯锌的化学成分

化学成分	百分比%(重量)
铝	—
镉	≤ 0.001
锌	99.995
铁	≤ 0.001
铜	≤ 0.0001
铅	≤ 0.003

D.6 阴极保护计算

D.6.1 储罐底板内表面牺牲阳极计算应符合下列规定:

1 总需求电量应按下式计算：

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D. 6. 1-1})$$

式中： $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA)；

S ——被保护的面积(m²)；

I ——阴极保护电流密度(mA/m²)，应符合本标准第4.5.4条的规定。

2 单块牺牲阳极输出电流可按下式计算：

$$I_a = \Delta E / R \quad (\text{D. 6. 1-2})$$

式中： I_a ——阳极输出电流(A)；

ΔE ——驱动电位，取0.25V；

R ——阳极的接水电阻(Ω)。

3 阳极接水电阻可按下式计算：

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \times \left(\ln \frac{4L}{r} - 1 \right) \quad (\text{D. 6. 1-3})$$

式中： R ——阳极接水电阻(Ω)；

ρ ——介质电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)；

L ——阳极长度(m)；

r ——阳极当量半径(m)。

4 阳极当量半径可按下式计算：

$$r = C / 2\pi \quad (\text{D. 6. 1-4})$$

式中： r ——阳极当量半径(m)；

C ——阳极截面周长(m)。

5 牺牲阳极块的使用数量可按下式计算：

$$n = I_{\text{总}} / I_a \quad (\text{D. 6. 1-5})$$

式中： n ——牺牲阳极块的使用数量。

6 牺牲阳极的使用寿命可按下式计算：

$$Y = \frac{W \cdot Q}{8760 \times I_m} \cdot \frac{1}{k} \quad (\text{D. 6. 1-6})$$

式中： Y ——牺牲阳极的使用寿命(a)；

W ——牺牲阳极的实际重量(kg);

Q ——牺牲阳极的实际电容量(A·h/kg);

$1/k$ ——牺牲阳极利用系数,取 0.85;

I_m ——牺牲阳极平均发生电流(A),其取值应为总电流的3/5~4/5。

D.6.2 储罐底板外表面带状镁合金阳极计算应符合下列规定:

1 总需求电量应按下式计算:

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D. 6. 2-1})$$

式中: $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA);

S ——被保护的面积(m^2);

I ——阴极保护电流密度(mA/m^2),宜符合本标准第 4.5.11 条的规定,也可通过馈电试验选取。

2 阳极输出电流可按下式计算:

$$I_a = \Delta E/R \quad (\text{D. 6. 2-2})$$

式中: I_a ——阳极输出电流(A);

ΔE ——驱动电位,取 0.65V;

R ——阳极的接地电阻(Ω)。

3 阳极接地电阻可按下式计算:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{2L}{r_1} \left[1 + \frac{\frac{L_1}{4t}}{\ln^2 \frac{L_1}{r_1}} \right] + \frac{\rho_1}{\rho} \ln \frac{r_1}{r} \right] \quad (\text{D. 6. 2-3})$$

式中: R ——阳极接地电阻(Ω);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

ρ_1 ——回填料电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

L ——阳极长度(m);

L_1 ——回填料长度,带状阳极回填料长度与阳极长度相同(m);

r ——阳极当量半径(m);

r_1 ——回填料当量半径(m);

t ——阳极埋深(m)。

4 阳极使用长度可按下式计算:

$$n = I_{\text{总}} / I_a \quad (\text{D. 6. 2-4})$$

5 阳极的使用寿命可按下式计算:

$$Y = \frac{W \cdot Q}{8760 \times I_m} \cdot \frac{1}{k} \quad (\text{D. 6. 2-5})$$

式中: W ——牺牲阳极的实际重量(kg);

Q ——牺牲阳极的实际电容量(Ah/kg);

$1/k$ ——牺牲阳极利用系数,取 0.85;

I_m ——牺牲阳极平均发生电流(A),其取值应为总电流的 3/5~4/5。

D. 6. 3 储罐周边牺牲阳极计算应符合下列规定:

1 总需求电量可按下式计算:

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D. 6. 3-1})$$

式中: $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA);

S ——被保护的面积(m^2);

I ——阴极保护电流密度(mA/m^2),阴极保护电流密度应符合本标准第 4. 5. 11 条的规定。

2 阳极接地电阻应按下列公式计算:

$$R_{\text{vH}} = \frac{\rho}{2\pi L_a} \times \left(\text{Ln} \frac{2L_a}{D} + \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{L_a}{2t} + \frac{\rho_a}{\rho} \text{Ln} \frac{D}{d} \right) \quad (\text{D. 6. 3-2})$$

$$R_{\text{vI}} = \frac{\rho}{2\pi L_a} \times \left(\text{Ln} \frac{2L_a}{D} + \frac{1}{2} \text{Ln} \frac{4t + L_a}{4t - L_a} + \frac{\rho_a}{\rho} \text{Ln} \frac{D}{d} \right) \quad (\text{D. 6. 3-3})$$

$$R_{\text{总}} = k \frac{R_{\text{v}}}{N} \quad (\text{D. 6. 3-4})$$

$$d = \frac{C}{\pi} \quad (\text{D. 6. 3-5})$$

式中: R_{vI} ——立式阳极接地电阻(Ω),当 L_a 远大于 d , t 远大于 $L_a/4$ 时使用;

R_{VH} ——水平式阳极接地电阻(Ω);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

ρ_a ——填料电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

L ——阳极长度(m);

L_a ——阳极填料层长度(m);

D ——阳极填料层直径(m);

d ——阳极等效直径(m);

C ——周长(m);

t ——阳极中心到地面间距(m);

k ——修正系数(1.1~2.5);

N ——阳极数量(支)。

3 牺牲阳极输出电流可按下列公式计算:

$$I_0 = \frac{\Delta E}{R} \quad (\text{D. 6. 3-6})$$

$$\Delta E = (E_c - e_c) - (E_a - e_a) \quad (\text{D. 6. 3-7})$$

$$R = R_a + R_c + R_w \quad (\text{D. 6. 3-8})$$

式中: I_0 ——牺牲阳极输出电流(A);

ΔE ——阳极有效电位差(V);

E_c ——阴极开路电位(V);

E_a ——阳极开路电位(V);

e_c ——阴极极化电位(V);

e_a ——阳极极化电位(V);

R ——回路总电阻(Ω);

R_a ——阳极接地电阻(Ω);

R_c ——阴极过渡电阻(Ω);

R_w ——回路导线电阻(Ω)。

4 阳极支数计算可按下式计算:

$$N = f \frac{I}{I_0} \quad (\text{D. 6. 3-9})$$

式中: N ——阳极数量(支);

I ——保护管段需要的保护电流(A);

I_0 ——牺牲阳极输出电流(A);

f ——备用系数,取2~3。

5 牺牲阳极重量可按下式计算:

$$W = \frac{Y \cdot \omega \cdot I}{0.85} \quad (\text{D.6.3-10})$$

式中: W ——阳极净质量(kg);

Y ——阳极工作寿命(a);

ω ——阳极消耗率[kg/(A·a)];

I ——阳极平均输出电流(A)。

D.6.4 储罐底板外表面网状阳极阴极保护计算应符合下列规定:

1 基本参数选取应符合下列规定:

1)设计寿命不应低于20年;

2)阳极埋深应为0.15m~0.35m;

3)回填沙的电阻率应为 $200\Omega \cdot \text{m} \sim 500\Omega \cdot \text{m}$;

4)网状阳极系列阳极片、导电片参考间距可按表D.6.4选择。

表 D.6.4 网状阳极系列阳极片、导电片参考间距

储罐直径(m)	阳极片间距(m)	导电片间距(m)
80 以上	2.0	8.0
60	1.6	6.0
40	1.4	5.0
30	1.2	4.0
20	1.0	4.0
18	1.0	4.0

2 总保护电流应按下式计算:

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D.6.4-1})$$

式中: $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA);

S ——被保护的面积(m^2);

I ——阴极保护电流密度(mA/m^2),应符合本标准第 4.5.11 条的规定。

3 所需阳极的总长度可按下式计算:

$$L = I_{\text{总}} / I_{\text{额}} \quad (\text{D. 6. 4-2})$$

式中: L ——阳极总长度(m);

$I_{\text{额}}$ ——单位阳极长度可产生的电流(mA/m)。

4 阳极接地电阻可按下式计算:

$$R_N = \frac{\rho \times Q}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L^2}{rt} - 2 \right) \quad (\text{D. 6. 4-3})$$

式中: R_N ——阳极接地电阻(Ω);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

L ——阳极片长度(m);

r ——阳极片等量半径(m);

t ——阳极网埋深(m);

Q ——电阻系数,取 1.5。

5 阳极使用寿命可按下式计算:

$$Y = \frac{W}{8760 \times I_{\text{实}} \times \omega} \quad (\text{D. 6. 4-4})$$

式中: Y ——阳极使用寿命(a);

W ——阳极表面混合金属氧化物涂层的重量(kg);

$I_{\text{实}}$ ——阳极实际发生的电流(A);

ω ——阳极片的消耗率,取 $6 \times 10^{-6} \text{kg}/(\text{A} \cdot \text{h})$ 。

6 恒电位仪容量的选择可按下列公式计算:

$$V_{\text{REC}} = 1.2 \times I_{\text{总}} \times R \quad (\text{D. 6. 4-5})$$

$$R = R_N + R_w + R_c \quad (\text{D. 6. 4-6})$$

$$R_w = \rho_{\text{cu}} \frac{L}{A_x} \quad (\text{D. 6. 4-7})$$

$$R_c = R_s / S \quad (\text{D. 6. 4-8})$$

式中: V_{REC} ——恒电位仪输出电压(V);

$I_{\text{总}}$ ——所需的总的保护电流(A);

- R ——回路总电阻(Ω);
 R_N ——阳极接地电阻(Ω);
 R_w ——导线电阻(Ω),包含阳极和阴极电缆电阻;
 R_c ——被保护体接地电阻(Ω);
 R_s ——涂层面电阻率($\Omega \cdot m^2$),涂层质量优时,取 $2 \times 10^3 \Omega \cdot m^2$;涂层质量一般或差时,取 $1 \times 10^2 \Omega \cdot m^2$;裸钢板的电阻率取 0;
 L ——导线长度(m);
 A_x ——导线截面积(m^2);
 ρ_{cu} ——铜的体积电阻率,在 $20^\circ C$ 时,一般取 $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$;
 S ——被保护体总表面积(m^2)。

D. 6. 5 储罐底板外表面线性阳极阴极保护计算应符合下列规定:

- 1 基本参数的选取应符合下列规定:
 - 1) 设计寿命不应低于 20 年;
 - 2) 阳极埋深不宜小于 0.30m;
 - 3) 回填沙的电阻率宜为 $200 \Omega \cdot m \sim 500 \Omega \cdot m$ 。
 - 4) 线性阳极参考间距可按表 D. 6. 5 选择。

表 D. 6. 5 线性阳极参考间距

储罐直径(m)	间距(m)蛇形排列	间距(m)环形排列
80 以上	4	4
60	3	3
40	2.5	2.5
30	2.5	2.5
20	2	2
18	2	2

2 总保护电流应按下列式计算:

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D. 6. 5-1})$$

式中: $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA);

S ——被保护的面积(m^2);

I ——阳极保护电流密度(mA/m^2),宜符合本标准第 4.5.11 条的规定,也可通过馈电试验选取。

3 所需阳极的总长度可按下列公式计算:

$$L = I_{\text{总}}/I_{\text{额}} \quad (\text{D. 6. 5-2})$$

式中: L ——阳极总长度;

$I_{\text{额}}$ ——单位阳极长度可产生的电流(mA/m)。

4 阳极接地电阻应按下列公式计算:

$$R_N = \frac{\rho \times Q}{2\pi L} \left(\ln \frac{2L^2}{rt} + 2 \right) \quad (\text{D. 6. 5-3})$$

式中: R_N ——阳极接地电阻(Ω);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$);

L ——阳极片长度(m);

r ——阳极片等量半径(m);

t ——阳极埋深(m);

Q ——电阻系数,取 1.5。

5 混金属氧化物线性阳极的使用寿命可按下列公式计算:

$$Y = \frac{W}{8760 \times I_{\text{实}} \times \omega} \quad (\text{D. 6. 5-4})$$

式中: Y ——阳极使用寿命(a);

W ——阳极表面 MMO 涂层的重量(kg);

$I_{\text{实}}$ ——阳极实际发生的电流(A);

ω ——阳极表面 MMO 涂层的消耗率[$\text{kg}/(\text{A} \cdot \text{h})$]。

6 恒电位仪输出电压应按下列公式计算:

$$V_{\text{REC}} = 1.2 \times I_{\text{总}} \times R \quad (\text{D. 6. 5-5})$$

$$R = R_N + R_w + R_c \quad (\text{D. 6. 5-6})$$

$$R_w = \rho_{\text{cu}} \frac{L}{A_x} \quad (\text{D. 6. 5-7})$$

$$R_c = R_s/S \quad (\text{D. 6. 5-8})$$

式中: V_{REC} ——恒电位仪输出电压(V);

$I_{\text{总}}$ ——所需的总的保护电流(A);

R ——回路总电阻(Ω);

R_N ——阳极接地电阻(Ω);

R_w ——导线电阻(Ω),包含线性阳极导线电阻以及阳极和阴极电缆电阻;

R_s ——涂层面电阻率($\Omega \cdot \text{m}^2$),取 $2 \times 10^3 \Omega \cdot \text{m}^2$;涂层质量一般或差时,取 $1 \times 10^2 \Omega \cdot \text{m}^2$;裸钢板的电阻率取 0;

L ——导线长度(m);

A_x ——导线截面积(m^2);

ρ_{cu} ——铜的体积电阻率,在 20°C 时,一般取 $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$;

R_c ——被保护体接地电阻(Ω);

S ——总表面积(m^2)。

D.6.6 储罐周边深井阳极计算应符合下列规定:

1 总电流应按下式计算:

$$I_{\text{总}} = S \times I \quad (\text{D.6.6-1})$$

式中: $I_{\text{总}}$ ——总电流(mA);

S ——被保护的面积(m^2);

I ——阴极保护电流密度(mA/m^2),应符合本标准第 4.5.11 条的规定。

2 深井阳极接地电阻可按下列式计算:

$$R_A = \frac{\rho}{2\pi L} \times \ln \frac{2L}{d} \quad (\text{D.6.6-2})$$

式中: R_A ——深井阳极接地电阻(Ω),当 t 远大于 L 时使用;

L ——辅助阳极长度(含填料)(m);

d ——辅助阳极直径(含填料)(m);

t ——辅助阳极埋深(填料顶部距地表面)(m);

ρ ——土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)。

3 恒电位仪容量可按下列公式计算:

$$I_T = I \times 110\% \quad (\text{D. 6. 6-3})$$

$$V_T = R_T \times I_T + V_0 \quad (\text{D. 6. 6-4})$$

式中： I_T ——设备最小输出电流流量；

V_0 ——阴、阳极间反向电压降(V)，一般取 2V。

4 阳极的数量可按下式计算：

$$N = \frac{Y \times g \times I}{G \times K} \quad (\text{D. 6. 6-5})$$

式中： G ——单支硅铁阳极的重量或 MMO 带阳极表面 MMO 涂层的重量(kg)；

N ——阳极的数量(支)；

g ——阳极的消耗率[kg/(A·a)]；

I ——阳极工作电流(A)，取每回路所需的保护电流的计算值；

Y ——阳极设计寿命(a)；

K ——阳极利用率，取 0.70~0.85。

附录 E 阴极保护电位的测试

E.0.1 测试设备应至少包括下列内容：

- 1 具备足够输入阻抗的电压表；通常情况下，数字式仪表具备 $10^7 \Omega$ 的输入阻抗；
- 2 不同颜色的仪表引线；
- 3 CSE 或其他参比电极。

E.0.2 -850mV (CSE)准则的测试步骤应至少包括下列内容：

- 1 测试前确认阴极保护设备已安装且运行正常；
- 2 在所有影响储罐电位的直流电源系统中安装电流中断设备；
- 3 确定参比电极的安放位置；
- 4 确定测试点位置；
- 5 在测试点处用电压表连接储罐和参比电极；
- 6 记录罐/地通电电位、瞬间断电电位，断电电位测量应在 0.5s 内完成；
- 7 断电电位宜采用有足够精度和灵敏度的数字记录仪记录。

E.0.3 100mV 极化电位差准则的测试步骤应至少包括下列内容：

- 1 极化衰减的测试步骤应包括下列内容：
 - 1) 测试前确认阴极保护设备已安装且运行正常；
 - 2) 确认所有影响储罐电位的直流电源系统可被中断；
 - 3) 确定参比电极的安放位置；
 - 4) 确定测试点位置；
 - 5) 在测试点处用电压表连接储罐和参比电极；
 - 6) 记录罐/地通电电位、瞬间断电电位；

- 7) 断开在测量点处影响电位测量的所有直流电源系统；
 - 8) 连续测量和记录储罐/电解质电位，直到它达到稳定的去极化水平。
- 2 极化形成的测试步骤应包括下列内容：
- 1) 测试前确认阴极保护设备已安装且尚未开始运行；
 - 2) 确定参比电极的安放位置；
 - 3) 确定测试点位置；
 - 4) 在测试点处用电压表连接储罐和参比电极；
 - 5) 记录罐/地自然电位，该电位是计算极化形成的基准值；
 - 6) 运行阴极保护设备，确定罐/地电位达到极化值；
 - 7) 确认在所有影响储罐电位的直流电源系统中已安装电流中断设备；
 - 8) 记录罐/地通电电位、瞬间断电电位。

附录 F 磨料和表面处理

F.1 磨料

F.1.1 储罐表面处理常用磨料应符合表 F.1.1 的规定。

表 F.1.1 储罐表面处理常用磨料

类型		缩写	原始颗粒形状	比较样块	备注
金属磨料(M)	冷硬铸铁	M/CI	G	G	主要用于压缩空气喷射处理
	高碳钢	M/HCS	S或G	S	主要用于抛丸喷射处理
	低碳钢	M/LCS	S	S	
	钢丝切段	M/CW	C	S	
	氧化铝砂	M/AL	G	G	—
非金属磨料(N)	硅砂	N/SI	G	G	主要用于压缩空气喷射处理
	橄榄石砂	N/OL	G	G	
	石榴石砂	N/GA	G	G	
	硅化钙渣	N/FE	G	G	主要用于压缩空气喷射处理
	铜矿砂	N/CU	G	G	

注:1 原始颗粒形状符号应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面处理方法 磨料喷射清理》GB/T 18839.2 的规定。

2 硅砂不应使用海砂,不宜使用河砂。

F.1.2 磨料应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面处理方法 磨料喷射清理》GB/T 18839.2 的规定,且不得含有腐蚀性成分和影响涂层附着力的污物。

F.1.3 除加入到高压液体中或水砂混合料喷砂清理系统外,磨料应是干燥的,且应能自由流动、均匀进入喷射流中。

F.1.4 喷砂处理前应通过试验确定磨料。

F.1.5 磨料颗粒的硬度应符合下列规定:

- 1 钢砂和钢丸应达到洛氏 C40~60;
- 2 非金属磨料应达到莫氏 6 级。

F.1.6 磨料颗粒的尺寸范围的选择应满足表面粗糙度的要求和表面洁净度的要求。部分磨料尺寸与表面粗糙度对应关系应符合表 F.1.6 的规定。

表 F.1.6 部分磨料尺寸与表面粗糙度对应关系表

磨料种类		表面粗糙度(μm)				
		25	37.5	50	62.5	75/100
磨料 尺寸	钢砂	G80	G50	G40	G40	G25
	钢丸	S110	S170	S230	S280	S330/S390
	石英砂	30/60	16/35	16/35	8/35	8/20
	石榴矿砂	80	36	36	16	16
	氧化铝	100	50	36	24	—
	铜矿砂	20/40	12/40	12/40	10/40	10/40

注:由于硅化物对健康有害,应避免使用石英砂。

F.1.7 当反复循环使用时,磨料应除去粉尘和污染物,并应补充新的磨料。

F.2 表面处理

F.2.1 表面锈蚀等级和除锈等级测定应符合下列规定:

1 储罐表面锈蚀等级和除锈等级的测定,应采用目视对比测定法;测定时,应符合现行国家标准《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 8923.1 的规定,并应进行拍照;

2 锈蚀等级宜按现行国家标准《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 8923.1 规定进行确定;

3 除锈等级应分为 Sa2 1/2、Sa3 和 St3 三级,宜按照现行国

家标准《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 8923.1 规定进行测定。

F.2.2 表面粗糙度的测定应符合下列规定:

1 应在现场用表面粗糙度测定仪进行测定;测定时,应符合现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法》GB/T 10610 的规定。

2 检测区域位置的选择应符合下列规定:

- 1)应在储罐罐底、罐壁、罐顶选择若干检测区域,每块区域面积不宜小于 10m^2 ,每一单独区域不得断开;
- 2)检测区域面积之和不应小于总面积的 5%;
- 3)所选择的检测区域应包括各种表面处理工艺的表面。

3 测定过程应符合下列规定:

- 1)应在检测区域内选择 5 个检测点,每个检测点面积应为 100cm^2 的正方形;
 - 2)应在检测点内任意取 3 个点进行测量,测量结果应取平均值。
- 4 表面粗糙度的表示应符合现行国家标准《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值》GB/T 1031 和《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数》GB/T 3505 的规定。

F.2.3 钢表面可溶性氯化物测定应符合下列规定:

1 钢表面可溶性氯化物应在现场测定,测定方法宜符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 9 部分:水溶性盐的现场电导率测定法》GB/T 18570.9 的规定。

2 测量过程应符合下列规定:

- 1)可按照本标准第 F.2.2 条的规定,选择合适的检测区域位置;

- 2) 在检测区域内选择合适的检测点,每个检测点面积应为 100cm^2 的正方形;
 - 3) 用 50mL 的纯水或去离子水擦洗检测点,擦洗过程至少为 3min,擦洗过程中,水不得滴出或逸出检测点和擦洗工具;
 - 4) 当收集的擦洗液不足 50mL,应加水补足;
 - 5) 对擦洗液的可溶性氯化物含量进行测定时,测定结果应以 mg/L (NaCl 的含量)的数值表示。
- 3 钢表面可溶性氯化物的含量应按下式计算:

$$P = P_{\text{NaCl}}/2 \quad (\text{F. 2. 3})$$

式中: P ——钢表面可溶性氯化物的含量($\mu\text{g}/\text{cm}^2$);

P_{NaCl} ——擦洗液中可溶性氯化物含量($\mu\text{g}/\text{cm}^2$),即 mg/L 的数值。

F. 2. 4 钢表面灰尘的检测应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 的规定。

附录 G 露点温度值查对表

G.0.1 露点温度值查对表(表 G.0.1)。

表 G.0.1 露点温度值查对表

空气温度(°C)	相对湿度下的露点温度(°C)						
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
10	-6.7	-2.9	0.1	2.6	4.8	6.7	8.4
12	-5.0	-1.1	1.9	4.5	6.7	8.7	10.4
14	-3.3	0.6	3.8	6.4	8.6	10.6	12.4
16	-1.5	2.4	5.6	8.3	10.5	12.6	14.4
18	0.2	4.2	7.4	10.1	12.5	14.5	16.3
20	1.9	6.0	9.3	12.0	14.4	16.4	18.3
22	3.7	7.8	11.1	13.9	16.3	18.4	20.3
24	5.4	9.6	12.9	15.8	18.2	20.3	22.3
26	7.1	11.4	14.8	17.6	20.1	22.3	24.2
28	8.8	13.1	16.6	19.5	22.0	24.2	26.2
30	10.5	14.9	18.4	21.4	23.9	26.2	28.2
32	12.3	16.7	20.3	23.2	25.8	28.1	30.1
34	14.0	18.5	22.1	25.1	27.7	30.0	32.1
36	15.7	20.3	23.9	27.0	29.6	32.0	34.1
38	17.4	22.9	25.7	28.9	31.6	33.9	36.1
40	19.1	23.8	27.6	30.7	33.5	35.9	38.0
42	20.8	25.6	29.4	32.6	35.4	37.8	40.0
44	22.5	27.3	31.2	34.5	37.3	39.7	42.0
46	24.2	29.1	33.0	36.3	39.2	41.7	43.9
48	25.9	30.9	34.8	38.2	41.1	43.6	45.9
50	27.6	32.6	36.7	40.0	43.0	45.6	47.9

注：表中给出了空气温度和相对湿度所对应的露点温度，使用该表时应注意以下几点：

- (1) 各行空气温度值，找到接近实际测量值的较高值和较低值；
- (2) 各行相对湿度值，找到接近实际测量值的较高值和较低值；
- (3) 找出相应的四个露点温度，分两步进行线性内插计算，并四舍五入至 0.1°C；
- (4) 表中的数值是可以通过公式(G.0.1)计算得到的。

$$t_d = 234.175 \times \frac{(234.175 + t)(\ln 0.01 + \ln \phi) + 17.08085t}{234.175 \times 17.08085 - (234.175 + t)(\ln 0.01 + \ln \phi)} \quad (\text{G.0.1})$$

式中： t_d ——露点温度(°C)；

t ——空气温度(°C)；

ϕ ——空气湿度(%)。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

附录 H 涂装质量检验规则及方法

H.1 一般规定

- H.1.1 检验时涂层表面应干燥且无附着物。
- H.1.2 检验结果不合格时,应采取处理措施直至检验合格。
- H.1.3 质量检验所用仪器应经计量部门鉴定合格且在有效期内。

H.2 涂敷过程质量检验

- H.2.1 每完成一道涂敷,应对湿膜表观全部目测检查,湿膜应无漏涂、气泡、流挂、起皱、咬底等缺陷。
- H.2.2 每一道涂层表干后,应进行目测检查,不得有起泡、分层起皮、流挂、漏涂等现象。
- H.2.3 当涂层厚度达不到要求时应增加涂敷遍数直至合格。

H.3 涂层最终质量检验

- H.3.1 涂层固化后,应及时检验涂层外观、厚度、漏点及粘结力,检验结果应做好记录。
- H.3.2 外观检验应符合下列规定:
 - 1 涂层应全部目测检查;
 - 2 涂层表面应平整连续、光滑,且不得有发黏、脱皮、气泡、斑痕等缺陷。
- H.3.3 厚度检验应符合下列规定:
 - 1 宜将储罐表面分为罐底、罐壁、罐顶、钢制浮盘和其他附件五个部分,钢质储罐涂层厚度检测部位及点数可按表 H.3.3-1 的规定进行检查,钢质浮盘涂层厚度检测部位及点数可按表 H.3.3-2 的规定进行检查;各部分检测布点应均匀,焊缝处的检测点数不得

少于总检测点数的 20%。

表 H.3.3-1 钢质储罐涂层厚度检测部位及点数

储罐容积 $V(\text{m}^3)$	检测点数(个)			
	罐底	罐壁	罐顶	其他附件
$V \leq 1000$	10	20	10	10
$1000 < V \leq 10000$	20	60	28	20
$10000 < V \leq 30000$	28	80	40	28
$30000 < V \leq 50000$	40	100	60	40
$50000 < V \leq 100000$	60	140	80	60
> 100000	80	160	100	80

注:内外表面所检测的点数均应满足表中要求。

表 H.3.3-2 钢质浮盘涂层厚度检测部位及点数

储罐容积 $V(\text{m}^3)$	检测点数(个)			
	浮盘 下表面	浮盘 上表面	浮舱 外缘板	每个浮 舱内表面
$V \leq 10000$	20	16	10	2
$10000 < V \leq 30000$	28	20	14	2
$30000 < V \leq 50000$	40	30	20	2
$50000 < V \leq 100000$	60	50	30	2
$V > 100000$	80	60	40	2

注:每个浮舱内表面应至少包括一个底板检测点。

2 应按照现行国家标准《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2 的规定选用磁性测厚仪测定干膜厚度。

3 检测结果应符合“90-10”的规则,允许 10% 的读数可低于规定值,但每一单独读数不得低于规定值的 90%。

H.4 漏点检验

H.4.1 漏点检验前防腐层表面应干燥。

H.4.2 采用电火花检漏仪检测时,涂层的检漏电压应为 $5V/\mu\text{m}$ 。连续检测时,检漏电压应每 4h 校正一次。检查时,探头应接触防

腐层表面,探头移动速度宜为 0.2m/s。

H.4.3 采用低压检漏仪检测时,宜采用低压湿海绵法进行漏点检验,检漏时电解液距金属裸露面的距离不应小于 13mm,检漏电压宜为 9V。

H.4.4 涂层应全部进行漏点检验,检验出的漏点应进行补涂。应将漏点周围至少 50mm 范围内的防腐层用砂轮或砂纸打毛,然后涂刷涂料至满足要求。固化后应再次进行漏点检验直至合格。

H.5 涂层附着力检验

H.5.1 涂层附着力检验宜符合现行国家标准《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210 的相关规定,测量结果应符合本标准附录 A 的规定。

H.5.2 应按不同的涂装方案分别制作涂层附着力检测试板,同样的涂装方案下,每 1000m² 应至少制作一块试板;储罐加热盘管、浮盘、浮舱等复杂结构应至少分别制作一块试板。试板的表面处理及涂层要求应与所代表的部位一致,试板表面处理和涂装应与所代表的部位在相同环境下同时施工。

H.5.3 试板的大小应符合现行国家标准《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210 的规定,并应至少满足 6 次试验组合的需要。

H.6 涂层表面电阻率的测量

H.6.1 表面电阻率应按现行国家标准《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410 进行测量。

H.6.2 涂层表面电阻率的测量应符合下列规定:

- 1 应按本标准附录 F.2.2 第 2 款的规定选择检测区域位置;
- 2 应在检测区域内选择 5 个检测点,每个检测点面积宜为 400cm²;
- 3 应在检测点内任意取 3 个点进行测量,测量结果应取平均值。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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”。

引用标准名录

- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160
- 《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值》GB/T 1031
- 《绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分:工频下试验》GB/T 1408.1
- 《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
- 《涂料细度测定法》GB 1724
- 《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725
- 《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728
- 《漆膜柔韧性测定法》GB/T 1731
- 《漆膜耐冲击测定法》GB/T 1732
- 《漆膜耐水性测定法》GB/T 1733
- 《漆膜耐湿热测定法》GB/T 1740
- 《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》GB/T 1771
- 《色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射》GB/T 1865
- 《电线电缆电性能试验方法 第3部分:半导体橡塑材料体积电阻率试验》GB/T 3048.3
- 《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数》GB/T 3505
- 《钛及钛合金牌号和化学成分》GB/T 3620.1
- 《钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差》GB/T 3620.2
- 《铝-锌-钢系合金牺牲阳极》GB/T 4948

《铝-锌-钢系合金牺牲阳极化学分析方法》GB/T 4949
《锌-铝-镉合金牺牲阳极》GB/T 4950
《锌-铝-镉合金牺牲阳极化学分析方法》GB/T 4951
《色漆和清漆拉开法附着力试验》GB/T 5210
《涂装作业安全规程 涂漆工艺安全及其通风净化》GB 6514
《涂装作业安全规程 安全管理通则》GB 7691
《涂装作业安全规程 涂漆前处理工艺安全及其通风净化》GB
7692
《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》GB/T
8923
《色漆和清漆 耐液体介质的测定》GB/T 9274
《热喷涂 金属和其他无机覆盖层 锌、铝及其合金》GB/T
9793
《产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结
构的规则和方法》GB/T 10610
《塑料 耐液体化学试剂性能的测定》GB/T 11547
《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2
《镁及镁合金化学分析方法》GB/T 13748.1~GB/T 13748.10
《镁合金牺牲阳极》GB/T 17731
《牺牲阳极电化学性能试验方法》GB/T 17848
《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验》GB/T
18570
《低压电涌保护器(SPD) 第12部分:低压配电系统的电涌保
护器 选择和使用导则》GB/T 18802.12
《涂覆涂料前钢材表面处理 表面处理方法 磨料喷射清理》
GB/T 18839.2
《镁合金牺牲阳极电化学性能测试方法》GB/T 24488
《建筑钢结构防腐蚀涂料中有害物质限量》GB 30981
《工业企业设计卫生标准》GBZ 1

《富锌底漆》HG/T 3668

《聚硅氧烷涂料》HG/T 4755

《交联型氟树脂涂料》HG/T 3792

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《钢质储罐液体涂料内防腐层技术标准》SY/T 0319

《钢质储罐外防腐层技术标准》SY/T 0320

《钢制管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准》SY/T 0442

《钢制管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》SY/T 0457

《建筑反射隔热涂料》JG/T 235