Q/SY

中国石油天然气股份有限公司企业标准

Q/SY XJ 0126—2010

储罐涂层防腐设计施工及验收规范

Design construction and inspection code for anticorrosive coating of steel tank

2010-10-12 发布　　2010-11-30 实施

中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司　发布

目　　次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和符号 2
4 一般规定 3
5 设计 3
6 施工 5
7 质量检验 10
8 交工验收 12
9 运行维护与检测 12
附　录　A（规范性附录）涂料及涂层性能指标 13
附　录　B（规范性附录）涂料树脂含量测试方法 17

前　言

本标准由新疆油田公司基建专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油工程设计公司新疆设计院、新疆油田公司重油开发公司。

本标准参与起草单位：中国石油集团工程技术研究院。

本标准主要起草人：张彦军、金华、陈新雯、魏新春、谢旗、阮林华。

本标准于2010年首次发布。

储罐涂层防腐设计施工及验收规范

1 范围

本标准规定了储罐涂层防腐蚀施工中的涂料选择、涂层结构、施工、交工验收、运行维护。

本标准适用于新建储罐及旧储罐维护翻新的涂层防腐蚀工程。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版均适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1408.1 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分:工频下试验

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 1720 漆膜附着力测定法

GB/T 1723 涂料粘度测定法

GB/T 1724 涂料细度测定法

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 1731 漆膜柔韧性测定法

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

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曝露 滤过的氙弧辐射

GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验

GB 6514 涂装作业安全规程涂漆工艺安全及其通风净化

GB/T 6753.3 涂料贮存稳定性试验方法

GB 7692 涂装作业安全规程涂漆前处理工艺安全及其通风净化

GB/T 8923（所有部分） 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定

GB/T 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 16906 石油罐导静电涂料电阻率测定法

GB/T 18570.3 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 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50393 钢质石油储罐防腐蚀工程技术规范

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

GBZ 1 工业企业设计卫生标准

JCJ 130 建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范

HG/T 3668 富锌底漆

SY/T 0063 管道防腐层检漏试验方法

SY/T 0320　钢制储罐氯磺化聚乙烯外防腐层技术标准

3　术语和符号

下列术语和符号适用于本文件。

3.1　术语

3.1.1

表面预处理 surface pretreatment

在涂装前，除去基底表面附着物或生成的异物，以提高基底表面与涂层附着力的过程。

3.1.2

喷砂处理 blasting

利用高速磨料流的冲击作用清理和粗化基底表面的过程。

3.1.3

磨料 abrasive

用作喷砂处理介质的天然或合成固体材料。

3.1.4

含水率 percentage of moisture

单位重量磨料中的水分含量。

3.1.5

锚纹深度 maximum height of the profile

在取样长度内，轮廓峰顶线和轮廓谷底线之间的距离，它决定了涂层的最小厚度值，也称最大锚纹深度，简称锚纹深度。

3.1.6

高压无气喷涂 airless spraying

利用动力使涂料增压，迅速膨胀而达到雾化和涂装的方法。

3.1.7

防腐蚀涂料 corrsion protective coating

涂敷在基底表面，使其与环境分离达到耐腐蚀目的的涂料。

3.1.8

涂层 coat

为使基底与周围环境隔离，以达到防腐蚀或装饰目的，涂敷在金属表面的保护层。

3.1.9

导静电涂料 antistatic coating

用于避免石油设备静电积累，表面电阻率在一定范围内具有导静电功能的**防腐蚀涂料**。

3.1.10

漏点 pinhole

从涂层表面一直穿透到基底表面的细孔。

3.1.11

表面电阻 surface resistivity

表面电阻又称表面电阻系数、表面比电阻或表面电阻率。表征电介质或绝缘材料电性能的一个重要数据。

3.1.12

体积电阻 volume resistance

体积电阻又称体积电阻系数或体积比电阻。 表征电介质或绝缘材料电性能的一个重要数据。 表示1立方米电介质对泄漏电流的电阻。

3.1.13

表干 skin-dry

涂层表面干燥，即手指轻触涂膜表面，发粘但不沾手指的状态。

3.1.14

实干 through-dry

涂层实体干燥，即指推涂膜推不动，且不留下指印的状态。

3.1.15

固化 curing

涂膜中99％以上的交联反应都已经完成。

3.2 符号

3.2.1 Mm——微米，涂层厚度单位或锚纹深度单位。

3.2.2 Sa2.5——非常彻底的喷砂处理，除锈等级。

3.2.3 St3——非常彻底的手工或动力工具处理，除锈等级。

4 一般规定

4.1 设计储罐时应考虑防腐蚀的要求，与主体工程同时设计、同时施工、同时投用。

4.2 防腐蚀工程施工应按设计文件规定进行。当需要变更设计、材料代用或采用新材料时，应征得设计部门确认。

4.3 防腐蚀工程用材料，应具有产品质量证明文件，其质量应符合附录 A 的要求。产品质量证明文件，应包括下列内容：

——产品质量合格证及材料检测报告；

——质量技术指标及检测方法；

——复检报告或技术鉴定文件；

——产品使用方法说明材料。

4.4 储罐防腐蚀工程应同时具备下列条件方可施工：

——设计、施工、使用材料检测及其他技术文件齐全，施工图纸已经会审；

——施工方案应经有关方面确认和技术交底，并进行了技术培训和安全技术教育；

——各种原材料、施工机具和检验仪器等均处于合格、正常状态；

——防护设施安全可靠，施工用水、电、气能够满足现场连续施工的要求。

——设计和施工中所涉及的有关工业卫生、安全、劳动保护和环境保护除执行 GBZ 1、GB 6514、GB 7692、GB 50160、GB 50058 规定外，还应执行国家其他现行有关标准的强制性规定。

5 设计

5.1 内壁涂料及涂层结构

5.1.1 **净化油罐内壁不同部位选用的涂料及涂层结构见表 1。**

表1 净化油罐内壁涂料及涂层结构

部位	涂料	干膜厚度 μm	涂层结构
罐底及罐壁油水分界面以下	无溶剂环氧涂料	350/300	喷涂两道
罐壁油水分界面以上正常液面以下	浅色无溶剂环氧导静电涂料	250/200	
罐顶及罐壁正常液面以上	无溶剂环氧涂料	350/300	
附件	无溶剂环氧涂料	300/250	

注 1：干膜厚度列中数据为最低厚度值，下同。

注 2：干膜厚度列中斜杠前数字表示设计寿命 15 年以上应达到的干膜厚度，斜杠后数字表示设计寿命（10-15）年应达到的干膜厚度，下同。

5.1.2 沉降罐内壁不同部位选用的涂料及涂层结构见表 2。

表2 沉降罐内壁涂料及涂层结构

部位	涂料	干膜厚度 μm	涂层结构
罐壁	无溶剂环氧涂料	300/250	喷涂两道
罐底及罐顶		350/300	
附件		300/250	

5.1.3 水罐内壁涂料及涂层结构见表 3。

表3 水罐内壁涂料及涂层结构

部位	涂料	干膜厚度 μm	涂层结构
清水罐内壁（含附件）	无溶剂环氧涂料	250/200	喷涂两道
污水罐内壁（含附件）		350/300	

5.1.4 浮顶罐浮舱内壁涂层结构及厚度见表 4。

表4 浮顶内壁涂料及涂层结构

部位	涂料	干膜厚度 μm		
		底漆	面漆	干膜厚度
浮顶罐浮舱内壁	无机富锌+无溶剂环氧涂料	50	100	150

5.1.5 罐顶内部瓜皮板与筋板之间的缝隙宜采用粘弹性材料密封处理，按照 6.5.5 执行。

5.1.6 罐内溢流管内壁应采用涂料防腐，涂层结构同相应罐顶的涂层结构。

5.1.7 当介质温度在 90℃～120℃时应采用酚醛改性环氧涂料。

5.2 外壁涂料及涂层结构

5.2.1 保温层下涂料及涂层结构见表 5。

表5 保温层下涂料及涂层结构

温度条件	涂料	涂层结构	干膜厚度 μm
90℃以下	无溶剂环氧涂料	喷涂两道	250/200
90-120℃	酚醛改性环氧涂料	喷涂三/两道	250/180

5.2.2 外露部分涂料及涂层结构见表 6。

表6 外露部分涂料及涂层结构

设计寿命，年	防腐层结构	干膜厚度 μm			
		底漆	中间漆	面漆	干膜总厚度
10～15	环氧＋环氧＋聚氨酯	80	60	70	210
≥15	环氧＋环氧＋氟碳 环氧锌＋环氧＋氟碳	80	120	70	270

注 1：环氧锌即环氧富锌涂料

注 2：聚氨酯即丙烯酸聚氨酯涂料

注 3：氟碳即交联型氟碳涂料

注 4：环氧即环氧底（中间）漆

5.2.3 罐底板外表面涂料及涂层结构见表 7。

表7 罐底板外表面涂料及涂层结构

阴极保护	涂层结构	干膜厚度 μm		
		底漆	面漆	总厚度
有阴极保护	无机富锌+环氧底（中间）漆	40	160	200
无阴极保护	无机富锌	100		100
注 1：无机富锌涂料应满涂，环氧底（中间）漆应距底板边缘留出 10mm～15mm 的距离。				

5.2.4 浮顶罐浮顶底板外表面和浮顶侧板外表面应采用导静电防腐蚀涂料，涂层干膜厚度应≥250μm。

5.3 储罐边缘板

5.3.1 可采用弹性防水涂料贴覆无蜡中碱玻璃布或其它弹性粘贴材料进行防水处理。

5.3.2 采用弹性防水涂料贴覆玻璃布时，应按下列工序施工：

—— 涂敷底漆，底漆的粘度应为50s～60s（涂-4杯）；

—— 一次弹性胶泥应在罐壁与罐外边缘板之间填注压紧并形成平整的斜面；二次胶泥厚度应≥3mm，应使面漆的厚度均匀；

—— 底板与罐基础接触部分的空隙应采用弹性防水材料填充；

—— 玻璃布的贴覆接缝处重叠应≥50mm，且不应有褶痕。

5.3.3 采用弹性粘贴材料时，应先用密封材料将边缘板与基座之间的缝隙填满，然后采取自下而上的粘贴工艺，形成上压下的结构。

5.4 涂料及涂层技术要求

涂料及涂层技术要求见附录A。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 储罐涂层防腐蚀施工应由获得新疆油田公司防腐保温施工准入证的企业进行。

6.1.2 建造安装工序完成后交付防腐工序的储罐，焊缝应圆滑饱满，无焊渣、焊瘤等飞溅物，要求满焊的不得采取间断焊。

6.1.3 根据储罐钢材表面的锈蚀情况和涂装设计要求，施工方应编制表面处理施工方案，根据储罐的类型和设计要求，施工方应编制涂装施工方案及自检制度，并严格执行。

6.1.4 当设计施工季节与实际施工季节变化较大时，设计人员应重新考察涂料适用性、施工适用性等技术要求，必要时修改设计文件。

6.2 表面预处理

6.2.1 表面喷砂前的预处理

6.2.1.1 对待涂钢质储罐表面进行预检，重点部位是锐边、焊缝、焊渣飞溅、毛刺、边缘弯角和喷砂无法到达的区域，如需处理应做好标记。

6.2.1.2 对做有标记的重点部位以及吸盘下部罐底、收油槽、扶手、梯子等部位，应采用动力或手工工具进行预处理。

6.2.2 预处理方法

6.2.2.1 锐边用砂轮片打磨光滑。采取打磨锐角后再打磨两侧棱角的方法。

6.2.2.2 焊缝应采用电动砂轮机将焊缝磨成弧形，并打磨光滑。

6.2.2.3 焊渣飞溅用铁钎、凿刀去除并打磨光顺。

6.2.2.4 焊缝两侧的咬边用电焊补平后用砂轮机打磨光顺。

6.2.2.5 起鳞钢板表面的起层、叠片等缺陷用砂轮机打磨光顺。

6.2.2.6 手工焊缝毛刺用砂轮机打磨光顺。

6.2.2.7 切割边缘不规则、粗糙用砂轮机打磨光顺。

6.2.3 预处理后检验

应用干净棉布劳保手套擦过预处理部位，以不刮手套为合格。

6.3 表面喷砂处理

6.3.1 表面喷砂处理

只有在喷砂处理无法到达的区域方可采用动力或手工工具进行处理。动力工具宜用电动钢丝刷、电动砂轮。手工处理宜用手锤、刮刀、铲刀、钢丝刷及砂布等。

6.3.2 表面锈蚀等级和除锈等级评定

6.3.2.1 按照 GB/T 8923 规定采用目视对比测定，评定钢材表面锈蚀等级和除锈等级应在良好的散射日光下或在照度相当的人工照明条件下进行。检查人员应具有正常的视力。待检查的钢材表面应与相应的照片进行目视比较。照片应靠近钢材表面。

6.3.2.2 评定锈蚀等级时，应以相应锈蚀较严重的等级照片所标示的锈蚀等级作为评定结果。

6.3.2.3 评定时业主、监理、施工代表都应在场。

6.3.2.4 评定时必须拍照存档。

6.3.3 喷砂处理

6.3.3.1 在压缩空气出口前应安装油水分离器。

6.3.3.2 出口压缩空气对准白布或白板，吹扫 1min 后，应无水迹油迹。

6.3.3.3 喷砂压力宜为 0.6MPa～0.85Mpa。

6.3.3.4 磨料宜采用石英砂磨料，不得使用海砂、河砂。

6.3.3.4.1 石英砂磨料主要技术指标应满足表 8 的要求。

表8 石英砂磨料技术指标

项　　目	指　　标
SiO_2含量，%	≥99.5
含粉量，%	＜0.2
Fe_2O_3含量，%	＜0.02
耐火度，℃	≥1750
粒度范围，目	10～18

6.3.3.4.2 不同粒度分布适用范围如下：

——0.4mm～0.8mm 适用于较细粗糙度的喷砂处理；

——0.4mm～1.2mm 适用于较粗粗糙度的喷砂处理；

——0.2mm～1.9mm 适用于点蚀严重的旧钢板喷砂处理，要求很大的粗糙度；

——1.2mm～1.9mm 适用于没有点蚀的新钢板喷砂处理，要求很大的粗糙度。

6.3.3.4.3 含水率:取大约 200g 的磨料样品称重，精确到 0.1g，在 105℃～110℃下干燥 3h 以上。称量后再烘干 1h，再称量，直到连续 2 次称量差别不大于 0.1%。含水率应不大于 0.5%，按公式（1）计算：

$$\eta = \frac{(m1 - m2)}{m1} \times 100\% \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

η—含水率，%;

m1—初始质量，g;

m2—最终质量，g。

6.3.3.4.4 油脂检查:在 400ml 的试瓶中，磨料和水一起搅拌，在水静止后，观察水面应无油污或其乳状物漂浮。

6.3.3.4.5　磨料筛分及更换磨料使用一遍后应采用 14 目的筛子筛分。当磨料尺寸明显变小或污染后要及时更换新磨料。

6.3.3.4.6　磨料回收:内壁喷砂处理可以在罐底部收集磨料；外壁喷砂处理可采用围布围护收集回收。回收的磨料应有角，且不含油、脂、氧化铁等。

6.3.3.4.7　磨料存放:现场存放的磨料应及时苫盖，受潮后及时晾晒。

6.3.3.5　表面处理设备要求：

——按表 9 选用合适的设备进行表面处理；

——设备操作应符合国家现行关于安全、健康和环境保护方面的规定；

——设备应定期检查和维护，设备运转应正常；压力容器应在国家有关部门发放的检定证书有效期内使用。

表9　表面处理设备

设备名称	用　　途
空压机	为喷砂处理提供压缩空气和动力，输出压力应不低于0.55MPa
暖风机	用于提高储罐内的温度，使之符合涂装的条件
排风机	用于降低储罐内扬尘和易爆易燃气体
吸砂机	用于及时排除储罐内积聚的废砂
设备名称	用　　途
高压冲洗机	用于清除钢表面的氯化物，水压不宜低于15Mpa
油水分离器	脱离压缩空气中的水汽和油
压力平衡罐	当使用多台空压机时，保障每支喷枪的压力和流量相等

6.3.4　喷砂试喷

6.3.4.1　确定了磨料、喷砂机械后，正式喷砂前应进行试喷。

6.3.4.2　试喷砂时应根据被喷涂钢材表面的锚纹深度及时调整喷砂压力、喷砂角度、喷砂距离等工艺参数，直至符合锚纹深度设计规定要求。

6.3.4.3　当操作人员、主要设备、磨料发生变化时都要进行试喷。

6.3.5　喷砂后的检测控制指标

6.3.5.1　喷砂处理除锈应达到 Sa2.5 级以上，手工或动力工具处理应达到 St3 级；采用照片对比，并拍照存档。

6.3.5.2　应使用锚纹深度仪检查锚纹深度，环氧类防腐涂料锚纹深度宜为 40μm～80μm，环氧导静电涂料、富锌类涂料锚纹深度宜为 40μm～70μm。

6.3.5.3　内壁应在罐底、罐壁、罐顶、附件，外壁应在罐壁、罐顶、外附件的不同部位进行检查，以 $1m^2$ 为一个检测区域，每个区域至少抽测 2 个点。检查布点应均匀，每个罐不得少于 40 个点。检测比例见表 10。

表10　金属储罐锚纹深度检查比例

储罐大小（m3）	容积分类		
容积	＜10000	10000～50000	＞50000
检验面积的百分率（%）	20	10	5
注：表中计算出的检测点数为自检点数，监督检测点数为自检点数的 10%。			

6.4　除尘

表面喷砂处理后应进行除尘。

6.4.1　除尘方法

6.4.1.1　内壁

6.4.1.1.1　清砂

喷砂结束应及时将罐底部的碎砂清除干净。

6.4.1.1.2 敲打脚手架

敲打抖动脚手架5min～10min（禁止使用竹排脚手架），以脚手架沟槽处无可见灰尘为合格。

6.4.1.1.3 吹扫

采用洁净的压缩空气强力吹扫脚手架及罐体表面，同时应强力排风和吸尘。

6.4.1.1.4 清扫

吹扫结束静置20min后，采用排刷从上至下依次把粉尘扫下，特别是焊缝、边缘角落等易沉积灰尘部位使用真空吸尘器吸尘，直至符合除尘要求。

6.4.1.2 外壁

6.4.1.2.1 吹扫

采用洁净的压缩空气强力吹扫脚手架及罐体表面，同时应强力吸尘。

6.4.1.2.2 清扫

按6.4.1.1.4的要求。

6.4.2 检测

6.4.2.1 标准及评定

应符合GB/T 18570.3规定的灰尘颗粒及数量都应小于或等于3级。

6.4.2.2 部位

应在罐底、罐壁、罐顶、焊缝、附件等有代表性部位选择测试点，检测点数是锚纹深度检测点数的1/10。

6.4.2.3 方法

6.4.2.3.1 检测前，将拉出的前 3 圈压敏粘带废弃，再拉出约 200㎜ 长备用。

6.4.2.3.2 仅在两端接触粘贴面，将新拉出的压敏粘带中约 150㎜ 长压实在被测表面上。拇指横放在压敏粘带的一端，移动拇指并保持压实力，以一个恒定的速率沿压敏粘带来回压实。每一个方向压实 3 遍，每一遍时间为 5s-6s。再从被测表面取下压敏粘带，放在适当的显示板(玻璃板)上,然后用拇指按下使之粘到板上。

6.4.2.3.3 将压敏粘带的一个区域与图 1 规定的等尺寸区域进行目视比较，评定压敏粘带上的灰尘数量，记录与之最为相似的参考图上的等级。

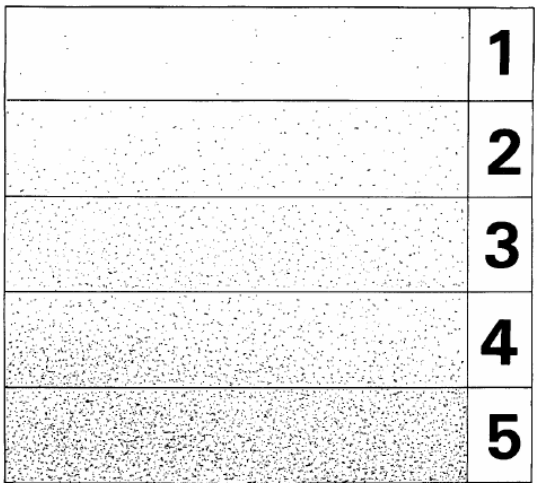


图 1 灰尘数量等级参考图

6.4.2.3.4 对照表 11 来评定压敏粘带上最显著的灰尘颗粒尺寸，确定灰尘颗粒的尺寸等级。

表11 灰尘尺寸等级

等级	灰尘微粒描述
0	用 10 倍放大镜看不见的微粒
1	微粒用 10 倍放大镜可见，但以正常或校正视力看不见（通常微粒直径小于 50μm）

2	以正常或校正视力刚刚可见（微粒直径在 50μm 到 100μm 之间）
3	以正常或校正视力清楚可见（微粒直径可达 0.5mm）
4	微粒直径在 0.5mm 到 2.5mm 之间

6.5 预涂装

6.5.1 在正式喷涂施工前应对扇形孔，人孔、焊缝、难以进入的区域、复杂结构的小配件等进行预涂装，内壁应将吸盘下部罐底、罐底与立管相交的部分、罐顶支撑与瓜皮间隙、收油槽等部位作为预涂装重点，外壁应将扶手、梯子、支撑、附件等部位作为预涂装重点。

6.5.2 预涂装采用刷涂，涂料应严格按照 A、B 组分比例进行配制并在规定的时间内用完。

6.5.3 10000m³ 以上储罐，可采取喷涂—预涂—喷涂的工序进行。10000m³ 以下储罐，可采取预涂—喷涂—喷涂的工序进行。

6.5.4 浮顶罐浮舱内壁宜采用无机富锌涂料-焊接-无溶剂环氧防腐蚀涂料的施工工序进行。

6.5.5 罐顶内部瓜皮板与筋板之间的缝隙采用粘弹性防腐材料密封处理，具体处理示意见图 2。

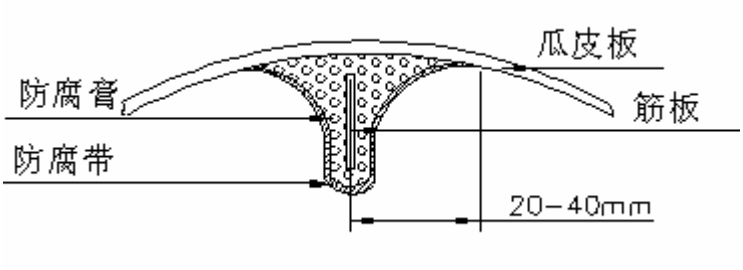


图 2 缝隙防腐示意图

当筋板与瓜皮板缝隙小于4mm时可以不用防腐膏，直接贴覆防腐带。要求贴覆后防腐带边缘与筋板中心距离应在20mm-40mm之间，贴覆防腐带应密实无气泡。

6.6 试喷涂

6.6.1 在正式喷涂前，应进行试喷，喷涂涂料应呈扇形均匀分布，湿膜均匀，无流淌、无气泡、无干喷等现象。试喷时主要调整的工艺参数有：喷涂压力、喷枪喷嘴、涂料粘度、喷涂与受涂面距离等，当涂膜光滑平整均匀且厚度合适时应固定喷涂参数。

6.6.2 从事喷涂作业的工人应全部经过试喷涂，合格后才能上岗。

6.6.3 依据试喷涂确定的工艺参数，在用户、监理方、施工方在场的情况下，按照罐体涂层的设计结构，对经喷砂处理的碳钢试片（6 个 200mm×200mm×3mm 试片）进行喷涂试件，试件用于涂层的性能检测。

6.7 涂装施工

6.7.1 温湿度控制

涂装前分别用干湿度计、露点仪、接触式温度计、风力计测量材料温度、钢材表面温度、露点、环境温湿度和风力，并符合下列要求：

——钢材表面温度应至少比露点温度高出 3℃；

——环境温度应符合涂料厂商的技术要求；

——储罐内相对湿度不高于 80%；

——外壁防腐施工时浮尘天气或风力 5 级（含 5 级）以上时禁止施工。

6.7.2 涂装施工

6.7.2.1 涂装间隔

应符合涂料使用说明书的要求。

6.7.2.2 湿膜检测

6.7.2.2.1 外观

涂装后应对表观100%目测检查，湿膜应无漏涂、气泡、流挂、起皱、咬底等缺陷。

6.7.2.2.2 湿膜厚度

6.7.2.2.2.1 检测方法

把梳齿状湿膜测厚仪稳定的放在底材表面的湿膜中，然后拿起测厚仪检查其梳齿哪一个最短的接触到了湿膜。湿膜厚度就处于最后一个触到和没触到湿膜的梳齿间，取接触到湿膜的梳齿所标示的厚度。

6.7.2.2.2.2 检测频次

初期每喷涂10㎡面积检测一次湿膜厚度，及时对涂料粘度、喷涂压力、喷嘴直径、喷涂速度等参数进行调整。参数固定后检测次数可以减少。

6.7.2.2.2.3 检测部位

罐底、罐壁、罐顶、附件。

6.7.2.3 表干检测

每涂一道漆表干后应对表观100%目测检查，每道涂层的表观应平整、颜色一致，无漏涂、气泡、分离起皮、流挂、皱皮、咬底等缺陷。

6.8 涂层养护

6.8.1 涂料的固化时间见涂料厂商提供的涂料固化时间与环境温度的关系表。

6.8.2 涂层养护期间禁止任何形式的涂层破坏。

6.9 修补、复涂及重涂

6.9.1 修补应符合下列规定：

——修补使用的涂料和涂层结构应与原防腐层相同，并做好标记；

——修补处的防腐层清理干净，如已露基材，应除锈至 St3 级；

——漏点和破损处附近的防腐层应采用砂轮或砂布打毛后进行修补涂敷，修补层和原防腐层的搭接宽度应不小于 50㎜；

——修补处防腐层固化后，应按第 7 章的有关规定对修补处进行防腐层厚度和漏点检查，应无漏点且厚度符合设计规定。

6.9.2 复涂应符合下列规定:

——应将原有防腐层打毛，使防腐层表面粗糙；

——按 6.7 条的规定涂敷面漆，直至防腐层达到规定厚度；

——复涂后应按第 7 章的规定进行质量检验，若不合格应进行重涂。

6.9.3 重涂应符合下列规定:

——应将全部防腐层清除干净；

——按 6.7 条的规定进行防腐层涂敷；

——按第 7 章的规定进行质量检验，并达到要求。

6.10 施工安全事项

6.10.1 有限空间作业应符合新疆油田公司安全规定。

6.10.2 喷砂和打磨要求：

——在喷砂操作时，操作人员应穿戴好防护用具，同时要注意喷嘴不能对着他人；

——打磨处理时，高速旋转的砂盘操作不当也易对人体造成伤害，应注意防护。

6.10.3 脚手架搭设应符合 JCJ 130 的要求。

6.10.4 储罐内外作业时应防止高空坠落、跌倒和绊倒、触电。

6.10.5 对操作人员进行安全教育，做好防护措施。

7 质量检验

7.1 一般规定

7.1.1 钢制储罐防腐层施工必须进行过程及最终质量检验，检验结果应做好记录。

7.1.2 质量检验所用仪器必须经计量部门检定合格，使用前应进行校验。

7.2 涂层过程检验

涂层过程检验执行6.7.2条款。

7.3 涂层最终质量检验

涂层固化后，应对涂层进行外观、厚度、漏点和粘结力检验，需要预涂的部位应作为检查的重点。检验结果应做好记录。

7.3.1 外观

7.3.1.1 范围

全部。

7.3.1.2 方法

目测。

7.3.1.3 评定

涂层表面应平整连续、光滑，不得有脱皮、气泡、斑痕等缺陷存在。

7.3.1.4 处理

如果涂层表面有缺陷，应按6.9的要求处理。

7.3.2 厚度

7.3.2.1 范围

罐底、罐壁、罐顶按表12规定的比例进行检验，以1m^{2}为一个检测区域，每个区域至少抽测2个点。检查布点应均匀，每个罐不得少于40个点。焊缝处的抽测点数不得少于总检测点数的30%。

表12 金属储罐涂层厚度检查比例

储罐大小（m3）	容积分类		
容积	＜10000	10000～50000	＞50000
检验面积的百分率（%）	20	10	5
注 1：表中计算出的检测点数为自检点数，监督检测点数为自检点数的 10%。 注 2：附件也应进行检测，其数量不低于焊缝的检测点数。附件立管检测上、中、下不同部位的厚度，附件横管要检测时钟 3 点、6 点、9 点、12 点四个部位的厚度。			

7.3.2.2 方法

应符合GB/T 13452.2的要求。

7.3.2.3 评定

所有检测点的涂层厚度都应不小于设计值。

7.3.2.4 处理

如果涂层厚不满足设计要求，应按6.9条的要求处理。

7.3.3 漏点

7.3.3.1 范围

罐底、罐壁、罐顶及附件各部位。

7.3.3.2 方法

绝缘型涂层应符合SY/T 0063的要求，检漏电压： 5V/μm。导静电涂层应符合GB 16906的要求。

7.3.3.3 评定

无漏点为合格。防腐层的漏点平均每平方米不超过1个时，可进行修补。防腐层平均每平方米有1个以上漏点时，应进行全面复涂。

7.3.3.4 处理

检查出的漏点应进行修补或复涂。

7.3.4 粘结力

7.3.4.1 范围

粘结力检查可在喷涂的试件上进行，需要时在储罐附件等非关键部位进行。

7.3.4.2 方法

应采用拉拔检测法，将拉拔法测试专用柱粘结在涂层表面，完全固化后采用拉拔法附着力测试仪测试。

7.3.4.3 评定

检测数值应不小于设计值。

7.3.4.4 处理

因粘结力检验损坏的涂层应按6.9的规定修补。不合格的涂层不允许修补，应按6.9的规定重涂。

8 交工验收

8.1 石油储罐防腐蚀工程未经交工验收，不得投入生产使用。

8.2 石油储罐防腐蚀工程验收时，应提交以下资料：

——设计文件和设计变更文件；

——施工方案和施工记录；

——原材料质量证明文件；

——隐蔽工程验收记录；

——施工质量检查与控制记录；

——施工过程中出现的有关技术问题的处理记录；

——返修记录。

9 运行维护与检测

9.1 储罐涂层交工验收并投用后，应严格按照设计参数进行使用。

9.2 应定期对储罐涂层进行检查，如有脱落、起皮、粉化缺陷，应按照规范进行修补。

9.3 储罐清罐应制定涂层保护措施，清罐后应对涂层进行检查，如涂层有损害应按照规范进行修补，修补合格后方可投入使用。

9.4 使用单位应建立储罐的防腐管理档案，档案的内容应包括：

——防腐施工资料；

——防腐涂层使用情况；

——历次的腐蚀调查情况、防腐方案、测厚记录、事故记录等。

附 录 A

（规范性附录）
涂料及涂层的性能指标

A.1 无溶剂环氧涂料及涂层的性能指标见表A.1。

表 A.1 无溶剂环氧涂料及涂层的性能指标

序号	项目		指标	试验方法
1	容器中状态(组分A，B)		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度（A，B组分混合后），μm		≤100	GB/T 1724
3	树脂含量，%(m/m)		≥40	附录B
4	固体含量(组分A)，%（m/m)		≥95	GB/T 1725
5	干燥时间	表干时间，h	≤4	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
6	贮存稳定性(组分A)，50℃，720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
7	适用期(A、B)，h		≥2h，25℃，粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
8	附着力，Mpa		≥8	GB/T 5210
9	柔韧性，mm		1	GB/T 1731
10	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
11	电气强度，MV/m		≥25	GB/T 1408.1
12	体积电阻率，Ω•m		≥1×10^{13}	GB/T 1410
13	5%H_2SO_4，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 9274
14	5%NaOH，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 9274
15	3%NaCl，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 9274
16	耐汽油性（常温，720h）		涂层完好	GB/T 9274
17	耐油田污水（石南21站污水，95℃，1000h）		涂层完好	GB/T 9274
18	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320
注：涂层性能指标均指干膜厚度250μm时测得数据，下同。				

A.2 浅色无溶剂环氧导静电涂料及涂层的性能指标见表A.2。

表 A.2 浅色无溶剂环氧导静电涂料及涂层的性能指标

序号	项目		指标	试验方法
1	容器中状态(组分A，B)		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度（A，B组分混合后），μm		≤100	GB/T 1724
3	树脂含量，%(m/m)		≥40	附录B
4	固体含量(组分A)，%（m/m)		≥95	GB/T 1725
5	干燥时间	表干时间，h	≤4	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
6	贮存稳定性(组分A)，50℃，720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
7	适用期(A、B)，h		≥2h，25℃，粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
8	附着力，Mpa		≥8	GB/T 5210
9	柔韧性，mm		1	GB/T 1731
10	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
11	耐湿热性，1000h		一级	GB/T 1740
12	表面电阻率，Ω		10^{8}～10^{11}	GB/T 1410
13	5%H_2SO_4，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 1763
14	5%NaOH，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 1763
15	3%NaCl，（90℃，720h）		涂层完好	GB/T 1763
16	耐汽油性（60℃，720h）		涂层完好	GB/T 9274
17	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320

A.3　酚醛改性环氧涂料及涂层的性能指标见表A.3。

表 A.3　　酚醛改性环氧涂料及涂层的性能指标

序号	项目		指标		试验方法
			底漆	面漆	
1	容器中状态		搅拌后均匀无硬块		目测
2	细度，μm		≤80	≤80	GB/T 1724
3	树脂含量，%(m/m)		40		附录B
4	固体含量，% (m/m)		≥70		GB/T 1725
5	干燥时间（25℃）	表干时间，h	≤4		GB/T 1728
		实干时间，h	≤12		
6	贮存稳定性，50℃，720h	沉降程度，级	≥6		GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4		
7	附着力，Mpa		≥5	≥3	GB/T 5210
8	柔韧性，mm		1或2	1或2	GB/T 1731
9	冲击性，cm		≥50	≥50	GB/T 1732
10	耐热性，200℃，24h		不起泡，不龟裂		GB/T 1735
11	5%H_2SO_4，（90℃，720h）		涂层完好		GB/T 9274
12	5%NaOH，（90℃，720h）		涂层完好		GB/T 9274
13	3%NaCl，（90℃，720h）		涂层完好		GB/T 9274
14	电气强度，MV/m		≥25		GB/T 1408.1
15	体积电阻率，Ω•m		≥1×10^{13}		GB/T 1410
16	冻融循环，级（5个循环）		合格		SY/T 0320

A.4　丙烯酸聚氨酯涂料及涂层试件的性能指标见表A.4。

表 A.4　　丙烯酸聚氨酯涂料及涂层试件的性能指标

序号	项　　目		指　　标	试验方法
1	容器中状态(组分A,B)		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度(A,B组分混合后)，μm		≤55	GB/T 1724
3	固体含量(组分A),% (m/m)		≥50	GB/T 1725
4	干燥时间	表干时间，h	≤2	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
5	贮存稳定性(组分A),50℃,720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
6	适用期(A、B)，h		≥4h,25℃,粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
7	附着力，级		1	GB/T 1720
8	柔韧性，mm		1	GB/T 1731
9	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
10	耐磨性，mg （500r/500g）		≤25	GB/T 1768
11	电气强度，MV/m		≥25	GB/T 1408.1
12	体积电阻率，Ω•m		≥1×10^{12}	GB/T 1410
13	5%H_2SO_4，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
14	5%NaOH，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
15	3%NaCl，（60℃,720h）		涂层完好	GB/T 9274
16	耐盐雾性，（1000h）		不起泡、不开裂、不脱层	GB/T 1771
17	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
18	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320

A.5　交联氟碳涂料及涂层的性能指标见表A.5。

表 A.5 交联氟碳涂料及涂层的性能指标

序号	项　　目		指　　标	试验方法
1	容器中状态(组分A,B)		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度(A,B组分混合后)，μm		≤30	GB/T 1724
3	氟含量，%		≥20	GB 50393
4	固体含量(组分A),% (m/m)		≥60	GB/T 1725
5	干燥时间	表干时间，h	≤2	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
6	贮存稳定性(组分A),50℃,720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
7	适用期(A、B)，h		≥4h,25℃,粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
8	附着力，级		1	GB/T 1720
9	柔韧性，mm		1	GB/T 1731
10	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
11	耐磨性，mg （500r/500g）		≤20	GB/T 1768
12	电气强度，MV/m		≥25	GB/T 1408.1
13	体积电阻率，Ω•m		≥1×10^{12}	GB/T 1410
14	5%H_2SO_4，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
15	5%NaOH，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
16	3%NaCl，（60℃,720h）		涂层完好	GB/T 9274
17	耐盐雾性，（1000h）		不起泡、不开裂、不脱层	GB/T 1771
18	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
19	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320

A.6 环氧底（中间）漆及其涂层的性能指标见表A.6。

表 A.6 环氧底（中间）漆及其涂层的性能指标

序号	项　　目		指　　标	试验方法
1	容器中状态(组分A,B)		搅拌后均匀无硬块	目测
2	细度(A,B组分混合后)，μm		≤100	GB/T 1724
3	树脂含量，%(m/m)		40	附录B
4	固体含量(组分A),% (m/m)		≥80	GB/T 1725
5	干燥时间	表干时间，h	≤4	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
6	贮存稳定性(组分A),50℃,720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
7	适用期(A、B)，h		≥2h,25℃,粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
8	附着力，Mpa		≥8	GB/T 5210
9	柔韧性，mm		1	GB/T 1731
10	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
11	电气强度，MV/m		≥25	GB/T 1408.1
12	体积电阻率，Ω•m		≥1×10^{13}	GB/T 1410
13	5%H_2SO_4，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
14	5%NaOH，（常温,720h）		涂层完好	GB/T 9274
15	3%NaCl，（60℃,720h）		涂层完好	GB/T 9274
	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320

A.7 环氧富锌涂料及涂层的性能指标见表A.7。

表 A.7 环氧富锌涂料及涂层的性能指标

序号	项目		指标	试验方法
1	容器中状态(组分A,B)		粉末：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	不挥发份中金属锌含量，%		≥80	HG/T 3668
3	固体含量(组分A),% (m/m)		≥70	GB/T 1725
4	干燥时间	表干时间，h	≤1.5	GB/T 1728
		实干时间，h	≤24	
5	贮存稳定性(组分A),50℃,720h	沉降程度，级	≥6	GB/T 6753.3
		粘度变化，级	≥4	
6	适用期(A、B)，h		≥2h,25℃,粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
7	附着力，Mpa		≥7	GB/T 5210
8	冲击性，cm		≥50	GB/T 1732
9	3%NaCl，（60℃,720h）		涂层完好	GB/T 9274
10	耐盐雾性，（1000h）		不起泡、不开裂、不脱层	GB/T 1771
11	冻融循环，级（5个循环）		合格	SY/T 0320

A.8 无机富锌涂料及防腐层试件的性能指标见表A.8。

表 A.8 无机富锌涂料及防腐层试件的性能指标

序号	项目		指标	试验方法
1	容器中状态(组分A,B)		粉末：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	干燥时间	表干时间，h	≤0.5	GB/T 1728
		实干时间，h	≤6	
3	适用期(A、B)，h		≥4h,25℃,粘度值最大增加100%，250g样品	GB/T 1723
4	不挥发份中金属锌含量，%		≥80	HG/T 3668
5	附着力，Mpa		≥3	GB/T 5210
6	3%NaCl， （60℃,720h）		涂层完好	GB/T 9274
7	耐盐雾性，（1000h）		不起泡、不开裂、不脱层	GB/T 1771

附 录 B

（规范性附录）

涂料树脂含量测试方法

B.1 烧灼法

B.1.1 检测仪器

50ml坩埚，烘箱，马弗炉、0.1mg电子天平。

B.1.2 试验步骤

B.1.2.1 称量洁净干燥的坩埚的质量（m0），称其待测样品（m1）（一般在5g左右）至坩埚中铺匀（全部称量精确至1mg）。

B.1.2.2 称量结束的坩埚放入125℃的烘箱中，焙烘60min，冷却后称量，然后再焙烘30min，冷却后称量，直至两次称量差别小于1mg，称量样品与坩埚的合重（m2）。

B.1.2.3 然后将2步骤样品放置马弗炉中，升温到(400－430)℃，焙烘120min，冷却后称重，然后再升温到(400－430)℃，焙烘60min冷却后称重，直至两次称量差别小于1mg，称量样品与坩埚的合重（m3）。

B.1.3 数据处理(数据精确小数点后2位)

B.1.3.1 依据（B.1）计算固体含量（G）：

$$G=\frac{(m0+m1-m2)}{m1}\times 100\% \quad \cdots\cdots (B.1)$$

B.1.3.2 依据（B.2）计算树脂含量（R）：

$$R=\frac{(m2-m3)}{m1}\times 100\% \quad \cdots\cdots (B.2)$$

B.2 萃取法

B.2.1 检测仪器

底面内径(75±1)mm，边缘高不小于5mm的坩埚，烘箱，0.1mg电子天平，离心分离机。

B.2.2 试验步骤

B.2.2.1 称量洁净干燥的坩埚的质量（m0），称其待测样品（m1）（一般在1g左右）至坩埚中铺匀（全部称量精确至1mg）。

B.2.2.2 称量结束的坩埚放入125℃的烘箱中，焙烘60min，冷却后称量，然后再焙烘30min冷却后称量，直至两次称量差别小于1mg，称量样品与坩埚的合重（m2）。

B.2.2.3 采用200ml混合溶剂对m2进行充分溶解，然后采用离心分离机分离，倾倒出上部溶液，放入125℃的烘箱中，焙烘60min，称量样品，再焙烘30min冷却后称量，直至两次称量差别小于1mg，最后称重为m3。

B.2.3 数据处理(数据精确小数点后2位)

B.2.3.1依据（B.3）计算固体含量（G）：

$$G=\frac{(m0+m1-m2)}{m1}\times 100\% \quad \cdots\cdots (B.3)$$

B.2.3.2依据（B.4）计算树脂含量（R）；

$$R=\frac{(m2-m3)}{m1}\times 100\% \quad \cdots\cdots (B.4)$$