

中国涂料工业协会行业规范

CNCIA-HG/T 0001 - 2006

石油贮罐导静电防腐蚀涂料涂装与验收规范

Painting and Inspection criterion for conductive and anti-corrosion coatings of petroleum tank

前言

本规范由中国涂料工业协会提出。

本规范由中国涂料工业协会和《石油罐导静电涂料检测规范》国家标准管理组归口。

本规范主要起草单位：中国涂料工业协会专家委员会、“石油罐导静电涂料检测规范”国家标准管理组、中国石油集团工程技术研究院、宁波东升科技发展公司、中国民航机场建设总公司、中国石化福建炼油化工公司、中国石油大连石油化工公司、中国石油兰州炼油化工总厂、海虹老人牌涂料(深圳)公司、华东防腐安装工程公司、中国石化金陵分公司、海军后勤技术装备研究所、杜邦中国有限公司、阿克苏·诺贝尔工业油漆(苏州)公司、式玛卡龙(昆山)涂料公司、北京碧海舟防腐涂料有限公司、北京宝桑新技术有限责任公司。

本规范主要起草人：黄添源、宋广成、傅峻松、李运德、徐莉莉、周福根、刘小平。

1 总则

1.1 为了更好地贯彻、实施GB 13348《液体石油产品静电安全规程》、GB 15599《石油与石油设施雷电安全规范》、GB/T 16906《石油罐导静电涂料电阻率测定法》和GB 6950《轻质油品安全静止电导率》等强制性国家标准的要求及有关行业标准，加强石油贮罐的防腐蚀管理，确保石油贮罐系统长周期的安全运行，特制定本规范。

1.2 本规范主要适用于原油罐、中间产品罐和产品罐的导静电防腐蚀涂料涂装。相应配套设备(管线、泵、阀)及运输罐的涂装也可参照。

1.3 在执行本规范时，尚应执行国家现行的有关强制性标准及相关标准的规定。

2 术语

2.1 石油油品钢贮罐 petroleum steel tank

系指常压立(卧)式圆筒形或方形钢制焊接油罐，包括各种类型的内浮顶罐、外浮顶罐和拱顶罐。

2.2 原油罐 crude oil tank

用于贮存未经过加工的粗石油贮罐。

2.3 中间产品罐 semi product petroleum tank

用于贮存石油炼制过程中形成的中间产品的贮罐。

2.4 成品罐 finished product petroleum tank

石油炼制过程中形成的最终产成品贮罐。

2.5 涂装 painting

将涂料涂覆于基材表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

2.6 石油罐导静电防腐蚀涂料 conductive and anti-corrosion coatings of petroleum tank

用于避免或降低石油设备静电积累，表面电阻率在 $10^5 \sim 10^9$ 并具有耐腐蚀性、良好附着力的一组涂料。

2.7 表面电阻率 surface resistivity

表征物件表面导电性能的物理量，它是正方形材料两对边间测得的电阻值，与该物体厚度及正方形大小无关，单位为 Ω 。

2.8 绝缘防腐蚀涂料 insulated and anti-corrosion coatings

指表面电阻率大于 10^{10} 的一组防腐涂料。

2.9 涂层耐温稳定性 heat resisting steady property of coat

涂层浸泡在一定温度下的油品中，漆膜不明显变色(变色不大于2级)、不变软、附着力良好。

2.10 表面处理 surface treatment

处理基材表面附着物或生成的异物以提高基材表面与涂层的附着力或赋予表面以一定的耐蚀性能的过程。

注：表面处理的方法通常为磨料喷射处理、手工和动力工具处理。

2.11 喷砂 sand blasting

用压缩空气或其它方法向金属制品强力喷射砂粒使表面净化或粗化的过程。

2.12 除锈等级 derusting grade

钢铁表面锈蚀物除去程度的分级。

2.13 表面粗糙度 surface roughness

金属表面处理后具有的较小间距和峰谷所构成的微观几何形状特性。

2.14 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。

2.15 空气喷涂 air spraying

利用压缩空气使涂料雾化并射向基体表面进行涂装的方法。

2.16 涂覆间隔 interval between coating

在前一道涂层上再涂覆的时间间隔。

2.17 金属喷镀 metal spraying

用压缩空气或惰性气体将熔融的耐蚀金属喷射到金属表面形成保护镀层的过程。

3 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 1764 漆膜厚度测定法

GB/T 4956 磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量磁性方法

GB/T 6060.5 表面粗糙度比较样板抛(喷)丸、喷砂加工表面

GB 6950 轻质油品安全静止电导率

GB 6951 轻质油品安全油面电位值

GB 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB/T 9793 金属和其它无机覆盖层 热喷涂 锌、铝及其合金

GB/T 10610 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 11374 热喷涂涂层厚度的无损测量方法

GB 13348 液体石油产品静电安全规程

GB 15599 石油与石油设施雷电安全规范

GB/T 16906 石油罐导静电涂料电阻率测定法

MHJ5008-10.2 民用机场供油工程建设技术规范

ISO 8502-3 涂装前表面灰尘沾污程度标准

ISO 8502.9 涂敷涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 水溶性盐的电导仪现场测定方法

4 石油贮罐导静电防腐涂料涂装设计

4.1 原油罐

4.1.1 原油罐内壁防腐方案

4.1.1.1 涂装设计原则

a)罐内底板及罐内壁下部沉积水部位可采用表面电阻率应不小于 10^{10} (实际上要求应大于 10^{11})的绝缘防腐涂料,但罐内之静电应符合GB 6951强制性国家标准的要求,即油面电位值应小于12 000V和GB 6950强制性国家标准要求,即油品电导率应大于50ps/m,实际操作过程中可采用绝缘防腐涂料+牺牲阳极联合保护方案,阳极宜选用铝合金阳极。涂层厚度不小于400 μm ;

b)原油罐罐内除上述部位外的其它内壁各部位要求具有导静电防腐功能的配套涂料。涂层厚度不小于350 μm 。

4.1.1.2 涂料的选用要求

a)罐内底板及罐内壁下部沉积水部位可选用高固体分厚浆型环氧玻璃鳞片涂料、聚氨酯等类底面配套耐油、耐水绝缘防腐涂料;

b)内壁选用环氧、环氧酚醛、聚氨酯、漆酚改性等类底面配套导静电防腐涂料;

c)浮顶罐内壁顶部和浮顶表面(内壁上部1.5m~3.0m)采用环氧(富锌、云铁)聚氨酯等类绝缘防腐涂料;

d)罐内各个部位配套涂层耐温稳定性应不低于70 $^{\circ}\text{C}$;

e)相关涂料应附有产品标志和相关资料专用说明。

4.2 中间产品罐

4.2.1 中间产品罐内壁防腐方案

4.2.1.1 涂装设计原则

涂层表面电阻率应在 $10^5 \sim 10^9$ $\Omega\cdot\text{cm}$ 。

a)粗汽油、粗柴油、石脑油贮罐属热喷涂+导静电配套涂层封闭,喷铝涂层厚度宜200 μm ~250 μm 、喷锌涂层厚度宜100 μm ~150 μm ,涂层总厚度不小于400 μm 。也可采用导静电配套涂层保护,底罐内顶部气相和内壁涂层总厚度不小于350 μm 。其余内壁部位不小于300 μm ;

b)其它中间产品罐可采用导静电配套涂层保护 涂层总厚度:罐内顶部气相部和内底板不小于350 μm ,其余内壁部位不小于250 μm 。

4.2.1.2 涂料选用要求

a)可选用环氧类、聚氨酯类、无机硅酸锌类、漆酚改性类等底面配套导静电防腐涂料;

b)导静电防腐涂料宜添加非碳系导静电剂(最好是采用金属氧化物,如氧化锡包覆) 碳系包覆导静电剂;

c)内浮顶、拱顶及罐壁上部1m~3m,采用导静电浅复(灰)色面漆封闭;

d)相关涂料应附有产品标志和相关资料专用说明。

4.3 产品罐

4.3.1 产品罐的内壁防腐方案

4.3.1.1 涂装设计原则

涂层表面电阻率应在 $10^5 \sim 10^9$ $\Omega\cdot\text{cm}$ 。

a) 喷气燃料罐底面配套涂层,其中面漆应采用白色或白浅复(灰)色防静电防腐涂料,涂层总厚度不小于200 μm ;其中罐内底板及罐内壁下部沉积水部位,涂层总厚度不小于300 μm ;

b) 汽油、煤油和柴油罐面漆应采用浅复(灰)色防静电防腐涂料,涂层总厚度不小于200 μm ;其中罐内底板及罐内壁下部沉积水部位,涂层总厚度不小于300 μm ;

c) 苯类罐可采用耐溶剂防静电防腐涂料,涂层总厚度不小于200 μm ;若采用金属热喷涂+耐溶剂防静电防腐涂料,涂层总厚度不小于350 μm ;

d) 沿海或腐蚀严重的潮湿工业大气环境中,油罐罐内底板、顶部气相部位涂层总厚度不小于300 μm 。

4.3.1.2 涂料选用要求

a) 喷气燃料罐应采用白色或浅复色环氧类、漆酚改性类防静电防腐涂料;

b) 汽油、煤油、柴油罐可采用环氧类、漆酚改性类或聚氨酯类防静电防腐涂料;

c) 苯类罐采用耐溶剂无机硅酸锌类、环氧酚醛类等防静电防腐涂料;

d) 依据MHJ5008-10.2民用机场供油工程建设规范的规定,喷气燃料罐涂装不得使用含有锌、铜、镉成分或富锌的防静电防腐涂料;

e) 防静电防腐涂料应采用添加非碳系导电剂,最好是采用金属氧化物,如氧化锡包覆;

f) 相关涂料应附有产品标志和相关资料说明。

5 石油罐内壁涂装

5.1 涂装准备

5.1.1 具备下列条件,方可进行防腐层施工:

a) 防腐设计及有关技术文件齐全;

b) 完成施工方案和技术交底,落实必要的安全措施;

c) 施工单位应具备相应的防腐施工资质和一定的技术装备能力。施工人员应持有化工行业涂装工资格证书,进行安全技术教育和必要的技术培训;

d) 施工机具、设备、检测仪器和防护设施齐全完好,符合涂装施工要求和安全规定,施工工具保持整洁、干燥;

e) 涂料应有产品质量合格证、质量检验报告单,并应规定质量标准要求;

f) 钢制贮罐及其附件应安装完毕,并检查合格。

5.2 表面处理

5.2.1 罐壁应无油脂和油污,若存在油脂或油污,采用合适的有机溶剂,或蒸汽,或添加缓蚀剂的热碱清洗。

5.2.2 罐壁如被酸、碱、盐污染,可用高压清水、热水或水蒸气冲洗干净。

5.2.3 罐壁清洗后,再清除表面的毛刺、焊渣、积尘、疏

松的氧化皮以及旧涂层等。

5.2.4 喷砂除锈

5.2.4.1 喷砂操作应满足下列规定:

a) 采用喷砂处理时,应采取妥善措施,防止粉尘扩散;

b) 压缩空气应干燥洁净,不得含有水分和油污,并经以下方法检查合格后方可使用:将白布置于压缩空气流中1分钟,其表面用肉眼观察应无油、水等污迹。空气过滤器的填料应定期更换,空气缓冲罐内积液应及时排放;

c) 磨料应具有一定的硬度和冲击韧性,磨料必须净化,使用前应经筛选,不得含有油污。天然砂应选用质坚有棱的金刚砂、石英砂、硅质河砂等,其含水量不应大于1%。严禁使用海砂;

d) 喷砂处理薄钢板时,磨料粒度和空气压力应适应;

e) 当喷嘴出口端的直径磨缩量超过起始内径的20%时,喷嘴不得继续使用;

f) 磨料需重复使用时,必须符合有关规定;

g) 磨料的堆放场地及施工现场应平整、坚实,防止磨料受潮、雨淋或混入杂质;

h) 表面不作喷砂处理的螺纹、密封面及光洁面应妥善保护,不得受损;

i) 喷砂作业完毕后,用干燥、清洁的压缩空气清理喷砂表面,其表面达到GB/T 8923规定的Sa2 1/2;金属热喷涂达到GB 8923规定的Sa3级;表面粗糙度应达到GB 6060.5《表面粗糙度比较样板抛(喷)丸、喷砂加工表面》的规定。

5.2.4.2 喷砂操作时,以及处理完的钢铁表面,所处环境空气相对湿度不应大于85%,并且钢铁表面不应出现结露现象。在此条件下,涂料或锌、铝涂层必须在表面处理完成后金属裸露时间应4小时内施工于准备涂装的表面上;当所处环境的相对湿度较低时(40%),可以适当延长涂料涂装于准备涂装的表面上的时间,但最长不应超过12小时。

5.3 涂装施工

5.3.1 施工环境条件

温度为5~38,最大相对湿度为85%,罐体表面应干燥清洁。在有雨、雾、雪和较大灰尘的条件下,禁止户外施工。理想施工环境条件:温度为15~30,相对湿度为40%~60%。有特殊要求,以产品说明书要求实施。

5.3.2 涂料使用

a) 涂料使用前应搅拌均匀。双组分涂料应首先将组分A搅拌均匀,再将组分A和组分B按照比例混合电动搅拌均匀;

b) 双组分涂料混合均匀后需按照生产厂家的要求进行熟化后方可使用,并在适用期内用完;

c) 可用专用稀释剂调节施工粘度。稀释剂用量受喷涂

方法、温度和相对湿度等条件影响。稀释剂用量一般不大于15%；

d)施工前,可先配制少量涂料进行涂覆试验,测定涂覆工艺适用性及湿膜、干膜的厚度和干燥时间等施工参数。

5.3.3 涂覆工艺

5.3.3.1 涂覆可采用无气喷涂、空气喷涂等施工方法。对边角处、底板焊缝处不易喷涂施工的表面进行预涂。涂覆应均匀,不得漏涂。

5.3.3.2 采用高压无气喷涂时应满足以下操作规定:

a)一般情况下,压力宜为10MPa~20MPa。具体压力选用与涂料粘度和一次成膜厚度等因素有关;

b)喷嘴的选用对涂料的施工影响很大。粘度高,一次性成膜要求较厚,被涂物面积较大,操作者技术熟练,可选用大型号的喷嘴;反之选用小型号喷嘴;

c)喷涂时,手持喷枪使喷束始终垂直于表面并与被涂表面保持30cm的距离。每一喷道应在前一喷道上重叠50%。喷枪移动速度应根据膜厚等因素而定。

5.3.3.3 采用空气喷涂时应满足下列操作规定

a)要选用合适的喷嘴。进行低粘度涂料或者小面积喷涂时,喷嘴大小1mm~1.5mm;进行高粘度涂料或者大面积喷涂时,喷嘴2mm~4mm;

b)喷涂时,枪嘴距离被涂物表面一般为200mm~300mm,并成70°~80°的角度;

c)低粘度涂料的喷涂压力为0.1MPa~0.2MPa,高粘度涂料的喷涂压力为0.2MPa~0.4MPa。

5.3.3.4 底、中、面漆配套施工时,涂料应有一定的色差,以防漏涂。

5.3.3.5 各层涂料施工,必须按照涂料规定的涂装间隔时间进行。

5.3.3.6 涂膜养护

涂膜需经过规定的养护时间后方可投入使用。漆膜的干燥有以下两种方法:

a)自然干燥:常温下自然干燥。一般温度应在10℃以上;

b)加热干燥:用热风或烘干进行干燥。加热时应控制在规定的温度范围内。

5.3.3.7 金属热喷涂的施工规定

a)喷涂施工时,环境温度应高于5℃,罐体金属表面不应出现结露现象。遇雨天、潮湿或盐雾的环境,喷涂作业必须在室内或工棚中进行;

b)采用射吸式气喷枪(SQP-型)时,应采用2mm或3mm的金属丝。铝丝含铝量不应低于99.5%,锌丝含锌量不应低于99.95%。使用时,金属丝必须保持表面光洁、无油、无折痕。氧气纯度应为99.2%以上。压缩空气的质量应符合规范的规定。乙炔气纯度应为99.5%以上,并应净

化或干燥;

c)喷涂厚度应符合设计文件规定。如无规定时,喷铝厚度宜为0.2mm~0.25mm,喷锌厚度宜为0.1mm~0.15mm;

d)使用氧气前,应将氧气瓶的出口阀门瞬间开放,以吹出积尘。使用新胶管或较长时间未用的旧胶管,应吹除管内积尘;

e)喷枪使用前应作气密性试验;

f)检查减压阀是否正常,并调整适当。检查油水分离器的作用是否良好,工作前应把积水放掉;

g)SQP型气喷枪使用的气体工艺要求应符合下列规定:

)氧气使用压力应为0.4MPa~0.6MPa(常用0.4MPa);

)乙炔气使用压力应为0.05MPa~0.1MPa(常用0.07MPa);

)压缩空气使用压力应为0.5MPa~0.6MPa;

)金属丝应伸出喷嘴的空气风帽外10mm以上,并必须在金属丝不断输送时方能点火;

)点火后,应仔细检查调整金属丝输送速度及氧气、压缩空气、乙炔气的压力,直至正常为止;

)喷涂时,喷枪与工件应成垂直方向,在无法垂直的情况下,喷枪与工件表面的斜度不应小于45°。喷枪与加工件的表面距离应为120mm~150mm,最大距离不宜超过200mm;

)喷涂层厚度超过0.1mm时,应分层喷涂。如果喷涂小件或薄壁件时,应控制工件温度不得超过100℃。当工件温度大于100℃时,应停止喷涂,待工件降温到40℃~50℃时,再进行喷涂;

)喷枪移动速度宜为300mm/s~400mm/s,调节喷枪火花的密集度,可保证熔融材料的细密度。必须防止工件表面有局部过热或喷涂层局部过厚的现象;

)喷涂过程中,不得用手抚摸被喷涂的表面。

6 质量检查和验收

6.1 表面处理检查

6.1.1 喷砂除锈等级

喷砂除锈等级达到GB 8923规定的Sa2_{1/2};金属热喷涂除锈等级达到GB 8923规定的Sa3级。测试方法按照GB 8923《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》规定进行。

6.1.2 表面可溶性盐残留量

表面可溶性盐残留量不得高于5μg/cm²。测量方法按照ISO 8502.9《涂敷涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验 水溶性盐的电导仪现场测定方法》的规定执行。

6.1.3 表面灰尘清洁度

表面灰尘清洁度不大于 ISO 8502-3 规定的 2 级。测试方法按照 ISO 8502-3《涂装前表面灰尘沾污程度标准》进行。

6.1.4 表面粗糙度

表面粗糙度应符合下列要求：1) 采用金属热喷涂涂装时，锚纹深度应为 $60\ \mu\text{m} \sim 90\ \mu\text{m}$ ；2) 采用涂料涂装时，锚纹深度应为 $40\ \mu\text{m} \sim 80\ \mu\text{m}$ 。表面粗糙度的测试方法按 GB/T 6060.5《表面粗糙度比较样块 抛（喷）丸、喷砂加工表面》的规定进行，或采用表面粗糙度测定仪按 GB/T10610《产品几何技术规范 表面结构 轮廓法评定表面结构的规则和方法》的规定对表面粗糙度进行测定。

6.2 涂料施工质量检查和验收

6.2.1 外观质量检查

a) 检查涂层是否有漏涂、鼓泡、流挂、皱皮和返锈等现象；

b) 检查涂层是否平整光滑、颜色均匀一致；

c) 用电火花检测非导电涂层的针孔情况；用 5~10 倍的放大镜检测导电涂层的针孔情况，检查率应不小于涂装面积的 5%；

d) 用棉球沾被存放油品进行湿擦，检查涂层对油品的污染情况。可重复做 3 次湿擦，判断棉球沾污（无、轻微、中等、严重）程度。

6.2.2 涂层厚度检查

a) 每道涂料施工时，用湿膜测厚仪测定湿膜厚度；

b) 涂膜实干后，采用 GB 1764《漆膜厚度测定法》，用磁性测厚仪测定干膜厚度。允许有 15% 的读数可低于规定值，但每一单独读数不得低于规定值的 85%。涂层厚度达不到设计要求时，应增加涂装道数，直至合格为止；

c) 对重点防腐工程的厚度要求采用“90-10”规则，即允许有 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%。涂层厚度达不到设计要求时，应增加涂装道数，直至合格为止。

6.2.3 涂层表面电阻率检查

施工完成待涂膜完全干燥固化后，采用 GB/T16906《石油罐防静电涂料电阻率测定法》标准方法测定涂层表面电阻率。涂层表面电阻率值应在 $10^5 \sim 10^9$ 。

6.3 石油罐热喷涂施工质量检查和验收

6.3.1 在施工过程中应有专业技术人员进行现场监督管理。

6.3.2 施工完成后应对金属热喷涂层进行下列检查：

a) 外观检查：用 5~10 倍放大镜进行检查。喷涂层应无杂质、翘皮、鼓泡、裂纹、大熔滴及脱皮等异常现象；

b) 锌、铝涂层对钢基材附着力按 GB/T9793《金属和其它无机覆盖层 热喷涂 锌、铝及其合金》规定进行。采用切割试验法时，试验结束后，方格内的涂层不得与基

体剥离；采用拉力试验法时，附着力不低于 5.9MPa；

c) 锌、铝涂层厚度测量方法按 GB/T4956《磁性金属基体上非磁性覆盖层厚度测量 磁性方法》规定，测点位置按 GB/T11374《热喷涂涂层厚度的无损测量方法》规定进行；

d) 检查中发现的缺陷经补涂后，应重新进行上述检查直至合格。

6.4 施工验收时，应具备下列资料

a) 使用涂料技术要求与说明及检测报告、出厂合格证等资料；

b) 完备工程记录；

c) 涂装质量最终验收报告（粗糙度、除锈等级、底涂层复涂间隔时间、涂膜外观、厚度等）；

d) 使用防静电防腐涂层的表面电阻率测试报告、油品浸泡前后的表面电阻率评估报告、涂装竣工的现场表面电阻率测试报告；

e) 施工过程中出现的有关技术问题处理记录；

f) 返修记录。

7 施工安全技术

7.1 对涂装施工人员应进行安全技术教育和培训，考试合格者方可上岗作业。

7.2 施工现场应远离火源不允许堆放易燃、易爆和有毒物品。

7.3 涂料仓库及施工现场必须有消防水源、灭火器和消防工器具，并应定期检查。消防道路应畅通。

7.4 所有电器设备应绝缘良好，临时电线应选用胶皮线，工作结束后切断电源。

7.5 采用喷射方法除锈时，必须严格遵守喷射施工的有关安全规定。

7.6 施工现场应保持良好的通风，在室内施工时应有通风设备，有害气体和灰尘含量不得超过有关规定。

7.7 施工人员应穿戴工作服、口罩和眼镜等劳动保护品，并按国家规定享受保健待遇。

8 涂装新技术新材料应用

8.1 针对各原产地油品来源变化，如高含硫原油及航煤成品油对涂层的防腐蚀、防静电、耐高温等方面的高要求，在“规范”中提出成熟涂层配套方案的基础上和涂装成本允许情况下，大胆探索推广应用新型涂装方案，如水性带锈防静电防腐涂料、浅色环氧酚醛类耐高温防静电防腐涂料、浅色氟碳防静电防腐涂料、聚酯防静电防腐涂料、乙烯基酯树脂、聚苯胺导电树脂和新型防静电剂等的应用。