

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 040—2025

化工钢结构及储罐外防腐涂层技术规范

Technical Specifications for External Anti-corrosion Coatings on Steel Structures and
Storage Tanks in Chemical Industry

（征求意见稿）

2025 - 11 - 05 发布

2025 - XX - XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目录

前 言 I

引 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体原则 2

5 涂层体系设计与选型 3

6 表面处理 4

7 涂层施工 4

8 涂层固化与养护 5

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由XX协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

化工钢结构（包括管廊、框架、平台、梯子、栏杆等）及储罐（包括立式圆筒形钢制焊接储罐、球罐等）是石油化工、煤化工、精细化工等领域的核心基础设施，长期暴露于复杂的工业大气环境或特定化学介质环境中。腐蚀是导致其结构完整性下降、使用寿命缩短、引发安全与环境风险的主要因素之一。外防腐涂层作为最经济、应用最广泛的腐蚀控制手段，对于保障资产完整性、确保生产安全稳定运行、降低全生命周期成本具有不可替代的作用。

随着材料科学、涂料技术和腐蚀防护理论的进步，适用于化工环境的防腐涂层体系不断推陈出新，其性能要求日益提高。然而，在实际工程应用中，仍普遍存在涂层体系设计不合理、表面处理不达标、施工工艺不规范、质量控制不严格、维护管理不到位等问题，导致涂层过早失效，无法达到预期的防护寿命，造成巨大的经济损失和潜在的安全隐患。

为规范化工钢结构及储罐外防腐涂层的设计、选材、施工、检验和维护全过程，提升涂层防护系统的可靠性、耐久性与经济性，制定本文件。本文件系统规定了涂层防护的技术要求与管理规范，适用于化工行业新建、改建、扩建及在役钢结构与储罐的外防腐涂层工程，为工程设计、施工、监理、检测及运维管理等各方提供统一的技术依据。

化工钢结构及储罐外防腐涂层技术规范

1 范围

本文件规定了化工行业钢结构及钢制储罐外防腐涂层系统的设计、选型、表面处理、施工、固化养护、质量检查与控制、安全健康环境（HSE）要求以及系统维护、修复与报废的技术准则与管理规范。

本文件适用于陆上石油化工、煤化工、天然气化工、精细化工等工厂内暴露于大气环境（包括普通大气、工业大气、海洋大气等）及特定化学飞溅、溅落、蒸汽环境下的新建、在役钢结构及储罐外表面的防腐涂层工程。不适用于埋地管道、水下结构、衬里及耐高温（长期工作温度超过400℃）特种涂层的防护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T8923.1—2011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/T13288.1—2008涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理后的钢材表面粗糙度特性第1部分：用于评定喷射清理后钢材表面粗糙度的ISO表面粗糙度比较样块的技术要求和定义

GB/T18570（所有部分）涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的评定试验

GB/T30790（所有部分）色漆和清漆防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护

GB/T31415—2015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

HG/T4077—2009防腐蚀涂层涂装技术规范

HG/T4339—2012石油化工钢结构防火涂料应用技术规范

HG/T5176—2017钢结构用水性防腐涂料

SY/T0320—2010钢制储罐外防腐层技术标准

NACESP0108-2018 腐蚀控制项目管理中涂层检查员的认证、培训和经验要求
(Certification, Training and Experience Requirements for Coating Inspectors in Corrosion Control Management Projects)

SSPC（美国防护涂料协会）相关标准（如SSPC-SP1，SP10等）

ISO12944（所有部分）色漆和清漆钢结构防腐蚀涂料系统的腐蚀保护

3 术语和定义

GB/T30790、ISO12944界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 腐蚀环境

钢结构或储罐所处的大气、化学介质、温度、湿度等条件的总和，这些条件共同作用促进金属的腐蚀过程。

3.2 涂层体系

为达到特定防护目标而配套使用的一组涂层，通常包括底漆、中间漆和面漆，各层具有特定的功能。

3.3 设计寿命

涂层系统在规定的环境条件和维护条件下，预期能够提供有效腐蚀防护的时间周期。

3.4 表面处理

为获得适合涂装的表面状态，对钢材表面进行的清理和粗化作业，包括除锈、除油、除尘等。

3.5 表面清洁度

涂装前钢材表面除锈和除污后达到的清洁程度，通常以除锈等级（如Sa2½）和污染物残留量（如盐分、油脂、灰尘）来衡量。

3.6 表面粗糙度

涂装前钢材表面经喷射清理后形成的微观峰谷轮廓的算术平均偏差（Ra或Rz），用以增加涂层与基底的机械咬合面积。

3.7 干膜厚度

涂层完全固化后，在基材上形成的漆膜厚度，通常以微米（μm）计。

3.8 涂层配套兼容性

涂层体系中各涂层（底漆、中间漆、面漆）之间以及涂层与基材之间，在化学性质、物理性能和施工条件上相互适应的能力，确保不产生不良反应如咬底、起泡、剥离等。

3.9 复涂间隔

在前一道涂层上涂覆下一道涂层所允许的最短和最长时间间隔。

4 总体原则

化工钢结构及储罐外防腐涂层工程应遵循以下基本原则：

科学性：涂层体系的设计与选型应基于腐蚀环境分析、结构设计寿命、全生命周期成本分析等科学方法，确保技术路线的合理性与先进性。

规范性：涂层工程的各个环节，包括设计、材料、施工、检验、验收等，应符合国家、行业及本文件规定的技术标准与管理程序。

系统性：将涂层防护视为一个完整的系统，重视基材处理、涂层配套、施工工艺、质量控制和后期维护之间的协同与关联。

经济性：在满足防护性能 and 设计寿命的前提下，通过优化涂层体系、施工方案和维护策略，实现全生命周期内的综合成本最优。

可靠性：涂层系统应具有稳定的防护性能，能够在规定的环境条件和运行周期内有效抑制腐蚀，降低失效风险。

可追溯性：涂层材料、施工过程、质量检查结果等关键信息应形成完整的记录并归档，实现材料来源、施工责任与质量状况的可追溯。

5 涂层体系设计与选型

5.1 环境腐蚀性评估

在进行涂层体系设计前，必须对目标结构或储罐所处的环境腐蚀性进行详细评估。

5.2 涂层体系设计原则

涂层体系设计应遵循以下原则：

功能匹配；

兼容性保证；

膜厚设计；

施工可行性；

健康安全环保（HSE）。

5.3 涂层类型选择

应根据环境评估和设计原则，选择合适的涂料类型。常用涂料类型及其特点如下：

底漆；

中间漆；

面漆。

5.4 特殊部位处理

对于以下特殊部位，应制定专门的涂层方案：

焊缝、切割边、锐边；

螺栓连接处、法兰面、螺纹；

异种金属连接处；

热影响区。

5.5 技术规格书编制

每个项目应编制详细的《防腐涂层技术规格书》，内容至少包括：

项目概述与防护目标。

腐蚀环境类别与设计寿命。

涂层体系详细说明（产品类型、制造商、产品代号、颜色、各层干膜厚度、总干膜厚度）。

表面处理要求（清洁度等级、粗糙度范围、污染物限量）。

施工条件与环境要求。

涂装方法与质量控制标准。

验收准则与质量文件要求。

安全、健康与环境（HSE）规定。

6 表面处理

6.1 处理前基材检查

涂装前应对钢材基材进行检查，确认其符合相关钢结构或储罐制作验收标准。重点检查：

焊缝质量、平整度，去除焊渣、飞溅、毛刺。

钢材表面缺陷，如分层、夹渣、严重凹坑等，并进行修补。

确认无漏焊、开焊。

6.2 表面清洁度要求

除锈等级

污染物控制。

6.3 表面粗糙度要求

喷射清理后，钢材表面应形成均匀、合适的粗糙度轮廓，以增加涂层附着力。粗糙度范围通常为 $Rz30\mu m \sim 75\mu m$ （或 $Ra6\mu m \sim 15\mu m$ ），具体范围应与所选涂层体系相匹配。粗糙度过小不利于附着力，过大则可能造成涂层在波峰处覆盖不足。应采用表面粗糙度比较样块（GB/T13288.1）或粗糙度仪进行测量。

6.4 表面处理工艺控制

磨料选择；

环境条件；

工序衔接。

7 涂层施工

7.1 施工环境条件

a) 温湿度：施工期间及涂层固化初期，环境温度通常应在 $5^{\circ}C \sim 40^{\circ}C$ 之间，相对湿度不高于 85%。具体范围应遵循涂料产品说明书规定。环氧类涂料在低温下固化缓慢，聚氨酯类涂料在高湿度下易出痂子、失光。

露点控制：必须确保钢材表面温度始终高于露点温度至少 $3^{\circ}C$ 。

通风：施工区域应有良好通风，以利于溶剂挥发、漆膜固化，并保证作业人员安全。在密闭空间内施工，必须强制通风，并监测可燃气体和氧气浓度。

清洁度：避免在大风、雨、雪、沙尘天气进行室外施工。施工期间应采取措施防止灰尘、昆虫等污染物落在未干漆膜上。

7.2 涂料准备

核对与储存：施工前核对涂料品种、颜色、批号，确保与规格书一致。涂料应按产品说明储存在适宜条件下。

混合与熟化：双组分或多组分涂料必须严格按照产品说明书规定的比例，使用专用搅拌设备充分混合均匀。混合后通常需要一定的“熟化”时间，以达到最佳施工状态。

稀释：如需稀释，应使用配套的专用稀释剂，且添加量不得超过说明书规定的最大比例。过度稀释会严重影响涂层性能和膜厚。

过滤：涂料在使用前应经过适当目数的滤网过滤，以去除颗粒杂质。

7.3 涂装方法

根据结构特点、涂料类型和膜厚要求，选择合适的涂装方法：

无气喷涂：效率高，适用于大面积平整区域，能获得均匀、较厚的漆膜。是最常用的方法。

空气喷涂：雾化效果好，适用于复杂形状、边角预涂及修补，但涂料利用率较低，膜厚不易控制。

刷涂：适用于小面积、复杂部位、焊缝、边缘的预涂和修补，有助于涂料对表面的渗透，但效率低。

辊涂：适用于大面积平面，但膜厚均匀性不如喷涂，表面可能留有辊痕。

通常采用“预涂+喷涂”相结合的方式：先对焊缝、边角、螺栓孔等难喷涂部位进行刷涂预涂，然后再进行整体喷涂。

7.4 涂装过程控制

膜厚控制：施工过程中，应采用湿膜测厚仪监控湿膜厚度，以预测和调整干膜厚度。每道涂层干燥后、下道涂层施工前，应采用磁性或涡流干膜测厚仪测量干膜厚度。测量应具有代表性，遵循“80-20规则”或“90-10规则”（即80%或90%的测点膜厚不低于规定值，其余测点不低于规定值的80%或90%）。边角等易磨损处膜厚应给予特别关注。

复涂间隔：必须严格遵守涂料说明书规定的最短和最长的复涂间隔。间隔过短可能导致溶剂滞留、起泡；间隔过长可能影响层间附着力，需进行拉毛处理。

外观检查：每道涂层施工后，应检查漆膜外观，确保无流挂、漏涂、针孔、起泡、橘皮、缩孔等缺陷。发现缺陷应及时修补。

层间处理：超过最长复涂间隔或涂层表面被污染、粉化时，应用砂纸轻度拉毛或清洁处理，确保层间附着力。

7.5 施工记录

施工班组应填写详细的《涂装施工记录表》（可参考附录B格式），记录施工日期、时间、环境温度、露点、钢材表面温度、涂料批号、涂装部位、涂装方法、湿膜厚度、操作人员等信息。

8 涂层固化与养护

8.1 固化条件

涂层施工后，需在规定的温度、湿度条件下进行充分的固化，才能达到其设计性能。应按照涂料说明书的要求，提供足够的固化时间。低温会显著延缓固化过程，必要时应采取加热保温措施。

8.2 养护期

涂层在完全固化前（通常为施工后7天内），应加以保护，避免受到以下损害：

雨水、冷凝水冲刷或浸泡。

人员踩踏、工具碰撞等机械损伤。

接触化学品、油污等污染物。

强烈的温度骤变。

8.3 固化状态检查

可通过以下方法判断涂层是否充分固化：

指触干：手指轻触涂层不粘手。

硬干：用拇指用力按压涂层不留指印。

完全固化：达到说明书规定的最短固化时间后，进行附着力测试（如划格法）确认。