

钢结构现场防腐、防火施工工艺及质量控制

尤云涛

浙江江南工程管理股份有限公司 浙江 杭州 310013

【摘要】：现代建筑大跨度钢结构应用持续增多，防腐防火涂层施工易出现基面处理不达标、涂层厚度失控、交叉工序面层破损等技术难题。依托机场钢结构项目，依照 GB50205-2020 等现行规范优化基面处理、分层涂装及交叉节点施工工艺，精准管控各道涂层厚度参数。成型后防腐、防火涂层各项技术指标满足设计标准，兼顾低碳用料选型，实现钢结构长效防护与绿色施工的技术目标。

【关键词】：钢结构；防腐涂装；防火涂料；施工工艺；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.011

大跨度钢结构在公共建筑领域应用规模不断拓展，防腐与防火是保障钢结构长期服役性能的关键技术环节。现场涂装受环境参数、基面条件、工序穿插多重影响，常规施工易产生涂层缺陷。立足现行国标技术要求，围绕涂层选材、涂装工序、交叉施工等内容开展工艺研究，以此完善钢结构现场防腐防火成套施工技术体系。

1 工程概况

依托重庆江北国际机场 T3B 航站楼工程（施工单位：CSWDI），项目钢结构总量约 6.8 万吨，包含大跨度异形网架、钢管混凝土柱及 48 米连桥构件。防腐采用环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+氟碳面漆体系，设计干膜总厚 $\geq 160 \mu\text{m}$ ，除锈等级达 Sa2.5 级。防火分区选用超薄型与厚涂型涂料，钢柱耐火极限 3.0h、钢梁 1.5h，严格执行 GB51249-2017 规范，全过程落实绿色建造与低碳施工要求^[1]。

2 钢结构防腐、防火设计要求与材料参数

（1）防腐涂层体系与材料选型：遵照现行防腐技术规程敲定三层复合涂层结构，首层搭配环氧富锌底漆，单道成型干膜厚度落在 $65 \mu\text{m}$ 至 $75 \mu\text{m}$ 区间，借助金属锌粉电化学防护原理完成基材钝化阻隔，底漆完全固化静置满 24h 才可涂刷环氧云铁中间漆，单次成膜干膜厚度设在 $90 \mu\text{m}$ 至 $110 \mu\text{m}$ ，依靠片状填料构筑密实隔水屏障，涂层静置固化再涂刷氟碳面漆，单层干膜厚度定为 $45 \mu\text{m}$ 至 $55 \mu\text{m}$ ，整套涂层完工后整体干膜厚度处在 $155 \mu\text{m}$ 至 $165 \mu\text{m}$ ，选用低 VOC 原材料贴合低碳建造发展理念，各类涂料动工前落实基材粗糙度管控，基材表面粗糙度稳定控制在 $40 \mu\text{m}$ 至 $80 \mu\text{m}$ 。

（2）防火涂料分类及耐火设计参数：依据构件受力特点划定三类防火涂料布设形式，超薄型防火涂料单遍成型厚度落在 0.6mm 至 0.9mm ，分层静置涂刷时长固定 12h，成型总厚度上限设为 3mm ，适配耐火时限 1.5h 构件；薄涂型涂料单次

施工厚度取 1.0mm 至 2.0mm ，分层搁置时长超 18h，成型厚度落在 3mm 至 7mm ，适配 1.5h 至 2.0h 耐火设计；厚涂型非膨胀涂料单遍成型厚度划定 5mm 至 8mm ，相邻涂层搁置时长固定 24h，构件耐火时限 3.0h 区域成型厚度做到 24mm 至 26mm ，厚层结构搭配内置钢丝网布设工艺落实长效节能建材应用理念^[2]。

3 钢结构现场防腐、防火关键施工工艺

（1）施工前期准备工作：进场原材料参照环保低碳选材标准核验理化指标，防腐、防火涂料静置 24h 完成消泡处置^[3]。调校高压无气喷涂机具，出料压力锁定 12MPa 至 18MPa ；校准除锈器械运行参数，匹配 $40 \mu\text{m}$ 至 $80 \mu\text{m}$ 钢材基面粗糙度标准。作业基面先行除油，中性溶剂擦拭钢材母材表层，溶剂自然挥发静置满 3h。温湿度检测仪器收录现场环境参数，环境空气温度收束于 5°C 至 40°C ，相对湿度小于 85，钢材基体表层温度高出环境露点温度 3°C 以上。小型打磨器械预先修整异形构件边角、焊缝坡口，剔除焊渣与毛刺，专用封堵辅料预处理螺栓预留孔洞。预处理工序收尾留存基面环境监测资料，前置预处理缩减后期返修用料损耗，贴合绿色建造低碳降耗理念。

（2）钢结构防腐涂装施工工艺流程：钢材基面预处理验收合格后的 4h 区间开启底漆喷涂，高压无气设备匀速移动完成环氧富锌底漆涂刷，单次施工湿膜厚度借助湿膜梳收于 $110 \mu\text{m}$ 至 $130 \mu\text{m}$ ，静置固化满 24h 推进环氧云铁中间漆施工，中间漆单次湿膜成型厚度定为 $150 \mu\text{m}$ 至 $180 \mu\text{m}$ ，各层固化搁置时长处在 24h 至 72h。中间漆完全固化后实施氟碳面漆喷涂，面漆单道湿膜厚度划定 $75 \mu\text{m}$ 至 $90 \mu\text{m}$ ，焊缝、构件边缘位置补充局部刷涂补强，补强涂层单道干膜加厚 $10 \mu\text{m}$ 至 $15 \mu\text{m}$ 。低 VOC 涂料密闭喷涂贯穿整套涂层施工，削减涂料挥发带来的原料损耗，各道涂层的施工间隔结合涂料固化属性封顶 7d，超时搁置的基面借助细砂纸打磨起毛再继续涂装工

序, 分层定量的涂布方式让整套涂层总干膜厚度落到 155 μm 至 165 μm 预设范围。

(3) 钢结构防火涂料施工工艺流程: 基层防腐涂层满 7d 固化状态下着手防火基面处理, 无尘吹扫器械扫去涂层表层浮尘以及附着物, 构件缝隙填入同规格防火腻子做找平处理。超薄型防火涂料分层喷涂施工, 单遍成型厚度收在 0.6mm 至 0.9mm, 涂层之间静置养护固定 12h; 薄涂型防火涂料单次喷涂厚度设为 1.0mm 至 2.0mm, 涂层搁置养护时长超 18h; 厚涂型非膨胀防火涂料单遍成型厚度定在 5mm 至 8mm, 每层涂刷完毕静置养护 24h, 成型厚度超 40mm 的钢制构件提前在基面固定钢丝网片, 网丝直径选用 0.8mm 至 1.2mm, 网孔规格定为 20mm \times 20mm。施工现场风速稳定控制在 3m/s 以内, 分次薄涂的施工手段规避涂料下坠空鼓状况, 低粉尘改性防火原料投入现场施工, 削减作业产生的固体废弃物, 适配低碳环保施工的发展方向。见图 1。

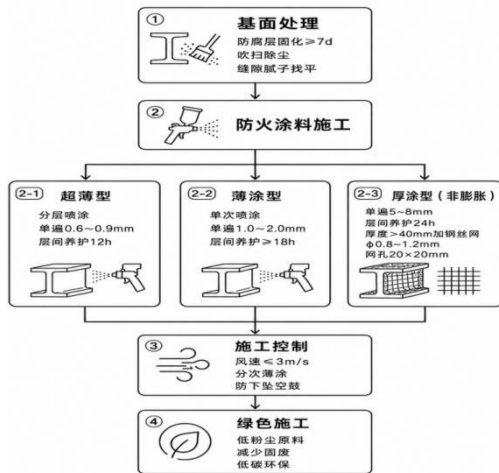


图 1 钢结构防火涂料施工工艺流程示意图

(4) 防腐与防火交叉施工节点工艺: 工序排布恪守防腐成型养护完毕再进行防火分层涂刷的施工次序, 防腐面漆全数涂刷完成后预留 7d 养护时段, 养护周期结束再进行构件防火基面处置。防火作业带来局部防腐面层缺损时, 缺损区域沿周边打磨拓宽 20mm 至 30mm, 打磨深度贯穿破损涂层露出钢材母材, 脱脂溶剂擦拭处理基面后搁置 2h, 逐层补刷环氧富锌底漆、环氧云铁中间漆与氟碳面漆, 修补位置各涂层干膜厚度匹配原有设计指标。防火涂料和下层防腐原料动工前预制试样做相融性试刷, 试样静置养护 7d 查验界面脱层情况, 各项相融指标敲定后推进现场批量作业, 异形梁柱衔接节点先行涂刷补强防腐涂层, 再逐层分段施涂防火涂料, 分区隔开的作业形

参考文献:

- [1] 陈铃丹. 钢结构防腐防火涂料工程施工技术及其应用[J]. 陶瓷, 2024, (9): 222-224.
- [2] 张永鹏. 河钢唐钢新区钢结构防腐涂装设计[J]. 工程建设与设计, 2024, (11): 173-175.
- [3] 刘嵩, 马志恒, 沈卫东, 等. 基于防火防腐涂装的钢结构建筑安全问题研究[J]. 工程与建设, 2023, 37(6): 1828-1831.

式阻隔不同涂料相互浸染, 原料选配与工序划分同步落实节省耗材的绿色施工思路。

4 防腐防火施工质量控制与验收评定

(1) 全工序全过程质量管控措施: 参照 GB 50205-2020、JGJ/T 251-2011 现行条文落实各道工序管控, 钢材基面除锈作业结束后借助粗糙度检测仪定点取样, 基面粗糙度维持在 40 μm 至 80 μm , 除锈完工的 4h 窗口期内开展底漆涂刷。各类防腐涂层涂刷期间依靠湿膜梳实时把控湿膜厚度, 涂层干透后使用磁性测厚仪逐点实测厚度数据。防火涂料分层涂刷环节, 超薄品类单层厚度限定 0.6mm 至 0.9mm, 厚涂品类单层厚度固定 5mm 至 8mm, 分段控厚的作业方式缩减原料消耗, 低耗施工手段适配绿色低碳建造思路, 涂层出现破损位置顺着边缘扩磨 20mm 至 30mm 再分层补做涂装。

(2) 分项工程标准化验收与指标评定: 验收参照 GB 51249-2017、T/CECS 24—2020 规范技术指标开展检测, 防腐涂层干膜整体厚度维持 155 μm 至 165 μm , 采用划格试验测定涂层附着性能, 严控分级指标满足一级技术标准。超薄、薄涂型防火涂料实测厚度不得低于设计基准数值, 厚涂型防火涂料选用专用测厚针逐构件布设测点, 单根构件测点布设数量不少于 5 处, 厚涂体系粘结强度、抗压强度依照规范对应参数开展试样检测, 所有实测参数逐项对标规范条文完成指标核验。

(3) 施工质量实施效果分析: 依托前期既定涂装参数与规范技术要求完成成型构件技术核验, 防腐涂层成型后基面无针孔、气泡与起皮缺陷, 整体干膜厚度稳定落在 155 μm 至 165 μm 区间, 基材隔绝腐蚀介质的物理屏障作用达到设计技术条件。各类防火涂料分层成型后, 超薄型成品厚度不超 3mm, 厚涂型耐火 3.0h 构件涂层厚度维持 24mm 至 26mm, 涂层内部无空鼓、开裂病害, 原料低 VOC 选型有效降低挥发性污染物排放, 从构造成型与环保指标双维度契合新型绿色建造技术发展要求。

5 结语

钢结构现场防腐防火全流程施工技术, 依托规范确定涂层厚度与分层施工参数, 细化基面预处理、分层涂装、交叉节点修补等关键技术举措。整套工艺可有效规避涂层起皮、空鼓、厚度不足等技术缺陷, 防护成品各项指标满足设计与规范要求, 低碳原料的选用也为同类钢结构防护施工提供成熟的技术参考。