

# 提升工业建构筑物防腐能力

张歌 杨明

北京首钢股份有限公司 河北 唐山 064400

**摘要:**工业建构筑物防腐对保障生产安全意义重大。本文先分析环境、材料自身、结构与施工等腐蚀影响因素,接着阐述金属基材、表面涂层等防腐材料选择技术,以及金属、混凝土等结构防腐施工技术,还介绍防腐层日常维护、结构腐蚀隐患处理等防腐维护技术。通过多维度技术措施,提升工业建构筑物防腐能力,降低腐蚀风险,保障长期稳定运行。

**关键词:**工业建构筑物; 腐蚀影响因素; 防腐材料; 防腐施工; 防腐维护

引言:工业建构筑物在工业生产中占据关键地位,其安全性和稳定性直接关系到生产的连续性和效率。然而,腐蚀问题却如影随形,给建构筑物带来严重损害,不仅影响结构安全,还可能引发生产事故,造成巨大经济损失。因此,深入分析腐蚀影响因素,选择合适的防腐材料,采用科学的施工和维护技术,提升工业建构筑物防腐能力,成为亟待解决的重要课题。

## 1 工业建构筑物腐蚀影响因素分析

### 1.1 环境腐蚀因素

大气腐蚀因子中,湿度高低直接影响腐蚀反应速率,长期高湿环境会在构件表面形成连续水膜,为腐蚀介质传导提供条件。温度每升高10摄氏度,腐蚀反应速率通常加快2-3倍,冷热交替易导致构件表面保护层破损,削弱抗腐蚀能力<sup>[1]</sup>。有害气体扩散后与水膜结合形成腐蚀性介质,二氧化硫浓度达0.5毫克/立方米时,就会破坏构件表面钝化膜。土壤腐蚀因子受自身性质影响,酸碱度失衡改变化学环境,pH值小于4或大于9时,过强酸碱都会加速构件腐蚀。电阻率低于100欧姆·米的土壤能促进电化学腐蚀,提升速率。微生物代谢分泌物具腐蚀性,硫酸盐还原菌每克土壤超1000个时,会分解构件材料引发持续腐蚀。工业酸碱盐溶液接触构件后,化学作用破坏材料结构,1摩尔/升盐酸接触金属构件24小时,表层就会明显剥落甚至内部损伤。有机溶剂易渗透材料内部,苯每小时渗透深度可达0.1毫米,破坏分子间结合力,诱发腐蚀并加剧性能劣化。

### 1.2 材料自身腐蚀因素

金属材料的成分差异决定抗腐蚀性能强弱,成分不均匀易形成微电池效应,引发局部腐蚀。组织结构缺陷会降低材料致密性,使腐蚀介质更容易侵入内部,破坏材料整体结构。混凝土材料的孔隙率直接关联抗腐蚀能力,孔隙率过高会增加介质渗透通道,让腐蚀性物质轻易

抵达内部钢筋。抗渗性不足无法阻挡外界介质侵入,导致混凝土内部发生化学反应,引发开裂和剥落。非金属材料受环境作用易出现老化与降解,长期暴露在光照、温度变化等条件下,分子结构逐渐破坏,力学性能下降的同时腐蚀敏感性提升,难以抵御外界腐蚀介质侵蚀。

### 1.3 结构与施工腐蚀诱因

结构应力集中区域易产生局部应力过大现象,当应力超过材料屈服强度的70%时,导致材料疲劳损伤,破坏表面保护层完整性,为腐蚀介质侵入创造条件。缝隙设计不合理会形成封闭或半封闭空间,当缝隙宽度小于0.5毫米时,积累腐蚀介质和水分,引发缝隙腐蚀。施工过程中材料表面损伤多由操作不当导致,表面划痕深度超过0.2毫米、磕碰面积超过1平方厘米等缺陷会破坏原有保护层,暴露基体材料,加速腐蚀发生。不同材质接触时会因电极电位差异形成电化学反应体系,以钢和铜接触为例,电位差达到0.3伏以上时,电位较高的铜作为阴极,电位较低的钢作为阳极,阳极材料不断被消耗,最终引发构件腐蚀损坏,这种腐蚀形式隐蔽性强,对结构安全性影响更为深远。

## 2 工业建构筑物防腐材料选择技术

### 2.1 金属基材防腐改性材料

耐蚀合金的成分优化类型围绕调整合金元素占比实现,通过精准调控各类元素含量提升材料整体抗腐蚀性,适配不同工业腐蚀环境需求<sup>[2]</sup>。金属表面合金化处理材料借助特定工艺使表层形成合金层,兼顾基体材料力学性能与表层耐腐蚀性,增强构件表面抗磨损和抗腐蚀能力。金属基材表面渗镀改性材料通过渗镀工艺在基材表面形成致密保护层,阻挡腐蚀介质与基体接触,延长金属构件使用寿命,适用于腐蚀环境较为严苛的场景。

### 2.2 表面涂层防腐材料

重防腐涂料的类型与特性需结合使用环境确定,以

环氧富锌底漆为例,其干膜厚度一般控制在60-80微米,不同类型涂料在附着力、耐候性和抗腐蚀强度上存在差异,能应对不同浓度腐蚀介质侵蚀。防腐涂层的成膜与粘结材料决定涂层与基材结合牢固度,成膜材料形成连续致密薄膜,以聚氨酯成膜材料为例,其形成的薄膜厚度可达30-50微米,粘结材料强化涂层与基材粘附效果,避免涂层脱落失效。耐高温、耐酸碱专用防腐涂料针对特殊工况设计,以有机硅耐高温涂料为例,可耐受600-800摄氏度的高温,以聚四氟乙烯耐酸碱涂料为例,可在pH值为1-14的强酸碱环境下保持稳定性能,不易发生老化、开裂或剥离,为构件提供针对性防护。

### 2.3 电化学防腐辅助材料

牺牲阳极材料的类型与适配性需匹配被保护构件材质,以镁合金牺牲阳极为例,其电位比钢铁低约0.8伏,不同类型阳极材料的电位差和消耗速率不同,当被保护构件面积超过100平方米时,需根据构件材质和腐蚀环境选择适配类型。外加电流防腐的电极材料需具备良好的导电性和稳定性,以铂钌合金电极为例,在长期通电工况下,使用年限可达10-15年,不易腐蚀损耗,保障电化学防腐系统持续有效运行。阴极保护的绝缘与填包料可减少电流损耗,以聚乙烯绝缘材料为例,其绝缘电阻可达1000兆欧以上,绝缘材料阻断杂散电流干扰,填包料优化电极周围环境,以膨润土填包料为例,使用后可提升阴极保护效果20-30%,延长防腐系统使用寿命。

### 2.4 混凝土结构防腐材料

混凝土抗腐蚀外加剂可掺入混凝土内部,以亚硝酸盐类外加剂为例,掺量为水泥用量的2-3%时,改善混凝土内部结构,降低孔隙率并提升抗渗能力,减少腐蚀介质渗透风险。混凝土表面防护涂层材料在表层形成防护屏障,以环氧树脂涂层为例,涂层厚度为100-200微米时,阻挡水分、二氧化碳和腐蚀性物质侵入,延缓混凝土碳化和钢筋锈蚀进程。混凝土裂缝修补与防腐一体化材料能同时实现裂缝填充和防腐防护,以聚合物水泥基修补材料为例,其抗压强度可达30-50兆帕,填充裂缝的同时形成防腐层,避免裂缝处成为腐蚀介质侵入通道,保障混凝土结构整体性和耐久性。

## 3 工业建构筑物结构防腐施工技术

### 3.1 金属结构防腐施工工艺

基材表面预处理工艺是金属防腐施工的基础环节,需彻底清除表面油污、氧化皮和杂质,以喷砂处理为例,喷砂后表面粗糙度应达到Ra40-80微米,提升基材表面洁净度与粗糙度。预处理质量直接影响后续防腐层附着力,需通过规范操作确保表面达到预设防护标准<sup>[3]</sup>。涂层防腐的

涂覆工艺需遵循分层施工原则,以三层涂层体系为例,每层涂覆厚度分别控制在底漆30-50微米、中间漆80-120微米、面漆40-60微米,控制每层涂覆厚度与间隔时间,避免涂层出现气泡、针孔等缺陷。涂覆过程中需适配涂料特性,选择对应施工方式,保证涂层均匀致密,形成有效防护屏障。电化学防腐的安装与布设工艺需精准把控电极位置与间距,以牺牲阳极保护为例,阳极间距一般控制在1-3米,确保电流分布均匀。安装后需检查电路连接可靠性,布设完成后进行调试,保障电化学防腐系统稳定运行,发挥预期防护效果。

### 3.2 混凝土结构防腐施工工艺

混凝土表面防护施工工艺需先处理表面浮尘、疏松层,以高压水枪冲洗为例,冲洗后表面平整度偏差应小于3毫米,提升表面平整度与粘结性能。施工时控制防护材料涂刷或喷涂厚度,以聚脲防护材料为例,涂层厚度为1-2毫米时,确保材料与混凝土表面充分结合,形成连续完整的防护层。混凝土内部防腐灌注工艺针对内部孔隙与微小裂缝设计,以环氧树脂灌注为例,灌注压力控制在0.2-0.5兆帕,通过专用设备将防腐浆液注入内部,浆液固化后填充孔隙、堵塞渗透通道,从内部提升混凝土抗腐蚀能力。钢筋阻锈施工工艺需在钢筋表面形成阻锈层,以氨基醇类阻锈剂为例,涂刷用量为200-300克/平方米,隔绝腐蚀介质与钢筋接触。施工前需清理钢筋表面锈蚀,确保阻锈材料均匀覆盖,提升阻锈效果,延缓钢筋锈蚀速率,保障混凝土结构承载能力。

### 3.3 特殊部位防腐施工工艺

焊缝、节点部位防腐密封工艺需聚焦结构衔接处的防护薄弱点,选用适配密封材料填充缝隙,以硅酮密封胶为例,其拉伸强度可达1-2兆帕,施工时压实密封材料,确保与构件表面紧密贴合,避免腐蚀介质从缝隙侵入,强化衔接部位防腐性能。地下与水下结构防腐施工工艺需应对长期潮湿、浸泡环境,选用耐水性强的防腐材料与施工方式,以聚氨酯防水涂料为例,其耐水性可达1000小时以上,施工中做好防水防渗处理,提升防腐层耐浸泡能力,抵御地下水或水体中腐蚀物质侵蚀。高温高湿环境下的防腐施工工艺需考虑温度与湿度对施工质量的影响,选用耐高温、抗潮湿的防腐材料,以有机硅耐高温防潮涂料为例,可耐受200-300摄氏度的高温和80-90%的湿度,施工时控制环境温湿度,优化施工时序,避免防腐层因环境因素出现开裂、脱落,保障高温高湿工况下的防护稳定性。

## 4 工业建构筑物防腐维护技术

### 4.1 防腐层日常维护技术

防腐层破损检测与修补技术是日常维护核心,需采用精准检测手段排查表层破损、剥离等问题,以电火花检测为例,检测电压根据涂层厚度设定,当涂层厚度为100微米时,检测电压为5000伏,精准定位破损范围与深度<sup>[4]</sup>。修补时需清理破损区域周边杂质,清理宽度应大于破损区域50-100毫米,选用与原防腐层适配的材料,确保修补后表层连续致密,恢复防护功能。防腐层老化预防技术围绕减缓老化进程展开,结合环境特性采取防护措施,以减少光照为例,在防腐层表面覆盖遮阳罩,可降低光照强度70-80%,减少光照、温湿度变化对防腐层的侵蚀。通过优化维护手段延长防腐层老化周期,维持防护性能稳定。不同类型防腐层的维护周期与方式需结合材料特性和使用环境设定,以环氧涂层为例,在一般工业环境下,维护周期为3-5年,依据防腐层损耗速率调整维护频次,采用针对性维护方式,避免过度维护或维护不及时导致防护失效,保障防腐层长期有效发挥作用。

#### 4.2 结构腐蚀隐患处理技术

早期腐蚀的抑制技术注重隐患萌芽阶段的干预,通过及时清理腐蚀产物、阻断腐蚀介质接触等方式,以机械清理为例,使用钢丝刷清理腐蚀产物,清理深度应达到腐蚀层底部,减缓腐蚀发展速度,避免隐患扩大蔓延。局部腐蚀的修复补强技术针对局部受损区域开展,清理腐蚀部位后进行补强处理,以碳纤维布补强为例,碳纤维布层数为2-3层时,选用高强度、耐腐蚀的修复材料,恢复结构原有承载能力与防护性能。电化学防腐系统的维护与参数调整技术需定期检查系统运行状态,以每3-6个月为检查周期,排查电极损耗、电路接触不良等问题并及时处理。根据结构腐蚀状态变化调整运行参数,以牺牲阳极保护为例,当保护电流下降超过20%时,调整阳极数量或位置,确保电流分布合理,维持电化学防腐系统

的防护效果,适配结构长期防腐需求。

#### 4.3 防腐体系协同维护技术

涂层-电化学防腐复合体系维护技术需兼顾两种防护方式的协同性,定期检查涂层完整性与电化学系统运行状态,以每1-2年为检查周期。涂层破损后及时修补,修补面积应覆盖破损区域及周边100-200毫米范围,避免影响电化学防护效果;电化学系统出现异常时快速调试,调试时间应在发现异常后24-48小时内完成,防止涂层因腐蚀介质侵入加速破损,形成防护闭环。混凝土-钢筋联合防腐维护技术聚焦混凝土与钢筋的协同防护,定期检查混凝土碳化程度与钢筋锈蚀状态。通过优化混凝土表层防护、补充阻锈剂等方式,减缓混凝土老化与钢筋锈蚀,维持两者结构稳定性。协调两种材料的维护节奏,保障联合防腐体系持续有效,延长整体结构使用寿命。

#### 结束语

提升工业建构筑物防腐能力是一项系统且长期的工作。从精准剖析腐蚀诱因,到科学选用防腐材料,再到规范开展施工与维护,每个环节都紧密相连、缺一不可。只有将这些技术措施全面落实、协同推进,才能有效抵御腐蚀侵害,保障工业建构筑物在复杂环境下长期稳定运行,为工业生产的顺利开展筑牢坚实基础。

#### 参考文献

- [1]黄延健,许明芳.防腐设计在化工工业园区建筑结构设计中的应用分析[J].建筑·建材·装饰,2023(3):190-192.
- [2]岳军.工业建筑结构防腐设计问题探讨[J].建材发展导向,2023,21(22):64-67.
- [3]刘悦.工业建筑中防腐蚀设计探析[J].新材料·新装饰,2023,5(12):103-106.
- [4]曹梦娇.基于性能的工业建筑抗震设计[J].中国建筑金属结构,2023,22(9):126-128.