

浅谈工业建筑结构防腐设计问题

罗由行 刘高峰

楷德电子工程设计有限公司 四川 成都 610095

摘要：工业建筑结构腐蚀受环境、材料、结构设计等因素影响。防腐设计需遵循针对性、经济性、耐久性原则，关键点包括合理选材、优化结构构造、科学设计防腐涂层。具体措施上，金属结构可采用电镀、涂料防护、阴极保护等；混凝土结构可掺阻锈剂、用耐腐蚀钢筋、处理表面；还可采用玻璃钢等耐腐蚀非金属材料替代传统材料，并通过加强通风换气、设置排水系统等环境控制手段，延长工业建筑结构使用寿命。

关键词：工业建筑；结构防腐设计；问题

引言：工业建筑在复杂生产环境与自然条件作用下，结构腐蚀问题突出，严重影响其安全性与耐久性，给工业生产带来巨大损失。环境中的化学物质、高温高湿，材料自身的耐腐蚀性差异，以及结构设计的不合理，均是导致腐蚀的重要因素。因此，深入探究工业建筑结构腐蚀的主要原因，遵循针对性、经济性、耐久性等防腐设计原则，把握材料选择、结构构造、防腐涂层等关键点，并采取有效的防腐措施与技术应用，具有重要的现实意义。

1 工业建筑结构腐蚀的主要原因

1.1 环境因素

在工业生产领域，环境因素对建筑结构腐蚀的影响不容小觑。化工行业生产流程复杂，以某大型化肥厂为例，其生产过程中会大量使用和产生硫酸、氢氧化钠等酸、碱、盐类化学物质，这些腐蚀介质具有强化学活性，能与结构材料中的钢铁等发生剧烈化学反应，直接破坏材料结构，引发腐蚀，导致厂房梁柱出现锈蚀、穿孔等问题。冶金行业处于高温环境，像某钢铁厂的高炉区域，高温会加速材料内部原子活跃度，促使钢铁材料与氧气等快速发生氧化反应，加剧氧化腐蚀，使得高炉框架等结构在短时间内就出现明显的氧化皮脱落现象。沿海地区空气盐分含量高，以某沿海的造船厂为例，盐雾附着在金属船坞结构上会形成电解液，产生强烈电化学腐蚀，船坞的钢结构表面会逐渐出现锈蚀、坑洼等状况。同时，环境湿度和温度变化也会改变腐蚀反应速率，影响腐蚀程度，比如在梅雨季节，高湿度环境会加快金属结构的腐蚀速度。

1.2 材料因素

结构材料本身的耐腐蚀性是决定其在特定环境中腐蚀程度的关键因素。如果选用的材料耐腐蚀性较差，那么在相同的环境条件下，就更容易发生腐蚀。例如，

普通碳钢在潮湿的环境中，以某老旧仓库为例，其采用普通碳钢搭建的货架，铁元素会与空气中的氧气和水发生反应，生成铁锈，导致货架的承载能力下降，出现变形、断裂等情况，材料性能严重下降。而不锈钢由于添加了铬、镍等合金元素，以某食品加工厂的设备为例，其采用不锈钢制作的储存罐，能够在表面形成一层致密的氧化膜，阻止氧气和水与基体金属的进一步接触，从而具有较好的耐腐蚀性，即便在潮湿、有酸碱残留的环境中也能长期保持良好状态^[1]。

1.3 结构设计因素

在工业建筑结构设计中，不合理的设计会成为腐蚀的“助推器”。结构构件间缝隙若设计失当，以某机械加工厂的车间为例，其钢结构梁柱连接处的缝隙设计不合理，会形成天然的积水与积尘“温床”。水和灰尘积聚其中，在特定条件下会构成腐蚀电池，引发电化学腐蚀，加速结构损坏，使得梁柱连接部位出现严重的锈蚀，甚至影响结构安全。同时，排水系统设计若不合理，以某化工厂的厂房为例，其排水坡度设计过小，无法及时有效地疏导雨水或生产废水，致使这些液体在结构表面长时间停留，持续侵蚀结构材料。长此以往，结构表面的防护层会被破坏，为腐蚀介质深入内部创造条件，进而大大加剧结构的腐蚀进程，厂房的墙面和地面出现大面积的腐蚀剥落现象。

2 工业建筑结构防腐设计的基本原则

2.1 针对性原则

在工业建筑防腐设计工作中，针对性原则是保障防腐效果的核心准则。由于工业建筑所处环境复杂多样，不同区域面临的具体腐蚀环境和腐蚀介质特性差异显著，这就要求防腐设计必须有的放矢。不同的腐蚀环境和介质对结构材料的腐蚀机理大相径庭。酸碱腐蚀环境下，酸碱物质会与材料发生化学反应，直接侵蚀材料结

构；盐雾腐蚀环境则主要通过电化学腐蚀的方式，破坏金属结构的稳定性。基于此，必须采取与之匹配的针对性防腐措施。若处于酸碱腐蚀环境，应优先选用耐酸碱性能优异的材料，如玻璃钢、特种不锈钢等，也可采用耐酸碱涂层对结构进行防护，形成有效的隔离屏障。而在盐雾腐蚀环境中，除了选用耐盐雾腐蚀的材料外，还需重点考虑电化学腐蚀防护，例如采用阴极保护技术，为金属结构提供额外的电子，抑制电化学腐蚀反应的发生，从而延长工业建筑结构的使用寿命。

2.2 经济性原则

在工业建筑防腐设计领域，经济性原则是不可或缺的重要考量因素。其核心要求是在切实满足防腐基本要求的基础之上，全方位、综合地权衡设计方案的经济合理性。防腐设计并非一味地追求采用高成本、高性能的防腐措施，而是要充分结合建筑的实际使用情况。具体而言，需要综合考量建筑的使用寿命长短、后续维护成本高低等多方面因素。比如，对于一些临时性的工业建筑，由于其使用周期较短，采用成本相对较低的防腐涂层就能满足防腐需求，既能达到防腐目的，又能有效控制成本。而对于那些重要的、需要长期使用的工业建筑，由于其承担着关键的生产任务，一旦出现腐蚀问题将造成巨大损失，所以就必须采用更为可靠、耐久的防腐措施，尽管初期投入可能较高，但从长远来看，能大幅降低维护成本和因腐蚀导致的生产损失，实现整体性价比的最优^[2]。

2.3 耐久性原则

在工业建筑防腐设计体系里，耐久性原则占据着关键地位。它要求防腐设计必须确保结构在整个设计使用年限内，始终维持良好的防腐性能，杜绝因腐蚀问题致使结构提前损坏，保障工业建筑能安全、稳定地长期运行。在甄选防腐材料与措施时，耐久性是核心考量指标。需全面评估材料和措施在长期复杂环境下的稳定性与抗腐蚀能力，保证其在漫长的使用过程中，能持续有效地抵御各类腐蚀介质的侵蚀。例如，在沿海高湿度、高盐分环境中，所选材料要具备出色的抗盐雾腐蚀性能。此外，还需兼顾后期维护和修复的便利性。防腐效果会随时间推移逐渐下降，便捷的维护和修复方式能确保在出现问题时及时处理，快速恢复结构的防腐性能，延长其使用寿命，降低全生命周期成本，实现工业建筑防腐设计的综合效益最大化。

3 工业建筑结构防腐设计的关键要点

3.1 材料选择

在工业建筑防腐设计的整体框架中，合理选择结构

材料是奠定坚实防腐基础的关键环节。（1）不同工业建筑所处环境的腐蚀等级存在显著差异，且结构的重要性也各不相同，这就要求我们必须以此为依据，精准选用耐腐蚀性强的材料。（2）对于金属结构而言，不锈钢凭借其优异的抗腐蚀性能，在多种恶劣环境下都能保持结构的稳定性；耐候钢则能在大气环境中形成一层致密的保护膜，有效阻止腐蚀介质的侵入。而对于混凝土结构，采用耐腐蚀混凝土是提升防腐能力的有效途径，例如添加阻锈剂可抑制钢筋的锈蚀，使用抗硫酸盐水泥能增强混凝土抵抗硫酸盐侵蚀的能力。（3）材料选择不能仅仅局限于耐腐蚀性，还需全面考量材料的力学性能是否满足结构承载要求，以及经济性是否合理。通过综合权衡这些因素，才能选出最适合的防腐材料，确保工业建筑防腐设计既有效又经济。

3.2 结构构造设计

在工业建筑防腐设计的关键环节中，优化结构构造设计对于降低腐蚀风险起着至关重要的作用，能够有效减少腐蚀介质的积聚与侵蚀。在设计过程中，要着重规避结构构件出现尖角、缝隙等易引发积水和积尘的部位。尖角处水流不畅，易形成局部潮湿环境；缝隙则会成为灰尘和水分藏匿的“温床”，为腐蚀反应创造条件。对于金属结构，需采用科学合理的连接方式，严格控制焊接工艺，减少焊接缺陷。因为焊接缺陷处电位不同，容易形成腐蚀电池，加速金属的腐蚀进程。而对于混凝土结构，保证构件的保护层厚度是关键，它能有效隔离腐蚀介质与内部钢筋。同时，要提高混凝土的密实度，通过优化配合比、加强振捣等措施，减少裂缝的产生。裂缝就像腐蚀介质的“通道”，一旦出现，会大大降低结构的防腐能力，阻碍其侵入，进而延长工业建筑结构的使用寿命^[3]。

3.3 防腐涂层设计

在工业建筑结构的防腐体系中，防腐涂层设计是极为常用且关键的防腐举措，其设计质量对最终的防腐效果起着决定性作用。（1）不同的腐蚀环境具有独特的特性，如化工区域可能存在强酸强碱等化学物质，沿海地区则饱受盐雾侵蚀。因此，在选择防腐涂层时，必须紧密结合腐蚀环境特点，挑选具备良好耐腐蚀性的涂层材料，确保其能在特定环境中长久抵御腐蚀介质的侵袭。同时，涂层还需具备出色的附着力和耐磨性，良好的附着力可使涂层紧密贴合结构表面，不易脱落；较强的耐磨性则能保证涂层在结构使用过程中，不会因摩擦而快速损坏。（2）合理设计涂层的厚度和涂装工艺也至关重要。恰当的涂层厚度能提供足够的防护，而科学的涂装

工艺可确保涂层均匀、致密地覆盖在结构表面,杜绝出现涂层薄厚不均、孔隙等缺陷,从而形成一道坚实的防护屏障,切实保障工业建筑结构的寿命。

4 工业建筑结构防腐的具体措施与技术应用

4.1 金属结构的防腐措施

在工业建筑领域,针对金属结构采取有效的防腐措施是保障其长期稳定运行的关键。(1)电镀和化学镀是常用防腐手段。借助电化学或化学反应,在金属表面镀锌、铬、镍等耐腐蚀金属构建保护层。经电镀处理的金属结构,在正常大气环境中,耐腐蚀时间比未处理时延长 3 - 5 倍。该方法耐腐蚀且具装饰性,但成本较高,电镀和化学镀成本较普通金属构件加工成本高出 20% - 50%,适用于精密仪器外壳等高要求构件。(2)涂料防护因施工便捷、成本低、适用范围广而广泛应用。涂刷环氧树脂等防腐涂料可形成致密涂层。优质环氧树脂涂料在中等腐蚀环境下,能保护金属结构 5 - 10 年不受明显腐蚀,且每平方米涂料成本约 20 - 50 元。(3)阴极保护通过施加直流电流抑制金属腐蚀,分牺牲阳极和外加电流两种。埋地管道采用牺牲阳极阴极保护,用镁合金阳极时,每 100 米管道约装 1 - 2 支阳极,可使腐蚀速率降低 80% - 90%。

4.2 混凝土结构的防腐措施

在工业建筑中,混凝土结构面临多样腐蚀挑战,采取有效防腐措施至关重要。(1)掺加阻锈剂是常用且经济之法。在混凝土搅拌时,适量掺入亚硝酸钠、铬酸盐等阻锈剂,能在钢筋表面迅速形成致密保护膜。实验表明,掺入适量阻锈剂后,钢筋锈蚀速率可降低 60% - 80%,且每立方米混凝土增加的阻锈剂成本约 10 - 30 元,有效保障结构稳定。(2)采用耐腐蚀钢筋能从根源提升防腐性能。环氧树脂涂层钢筋、不锈钢钢筋等抗腐蚀能力优异。虽成本较高,环氧树脂涂层钢筋价格比普通钢筋高 30% - 50%,不锈钢钢筋更是普通钢筋的 3 - 5 倍,但在化工车间、沿海建筑等恶劣腐蚀环境中,可大幅延长结构使用寿命,实际工程中能延长 20 - 30 年。(3)对混凝土表面处理不容忽视。涂刷防腐涂层等方式构建防护屏障,修补裂缝、孔洞可提高混凝土密实度和强度,经处理后结构耐久性可提高 1.5 - 2 倍,增强防腐

能力^[4]。

4.3 其他防腐技术应用

在工业建筑防腐领域,除常规防腐手段外,其他防腐技术应用也不容忽视,能为工业建筑提供全面多元防护。(1)采用耐腐蚀非金属材料是极具潜力的防腐策略。在工业建筑结构中,可合理选用玻璃钢、塑料、陶瓷等替代传统材料。玻璃钢耐腐蚀性是普通钢材的 5 - 8 倍;塑料材料丰富,如聚氯乙烯(PVC)在酸碱环境中使用寿命可达 15 - 20 年;陶瓷化学稳定性极高,在高温强腐蚀环境下性能稳定。这些材料重量轻、施工方便,在化工车间、海洋工程等特定腐蚀环境中,能有效降低结构因腐蚀损坏的风险,减少维修成本约 30% - 50%。

(2)环境控制是重要防腐途径。加强通风换气,将环境湿度控制在 60% 以下,可减缓金属电化学和化学腐蚀速度 40% - 60%。设置有效排水系统,能及时排除废水雨水,避免水分积聚,防止混凝土碳化和钢筋锈蚀,使工业建筑结构使用寿命延长 20% - 30%,营造干燥清洁环境。

结束语

工业建筑结构腐蚀受环境、材料、设计等多因素影响,遵循针对性、经济性、耐久性原则进行防腐设计十分关键。在防腐设计中,需精准选择材料、优化结构构造、科学设计防腐涂层。同时,针对金属与混凝土结构采取适宜防腐措施,并合理应用耐腐蚀非金属材料、环境控制等其他防腐技术。通过综合运用这些策略,可有效降低工业建筑结构腐蚀风险,延长其使用寿命,保障工业建筑安全稳定运行,实现经济效益与社会效益的最大化。

参考文献

- [1]张作华.钢结构防腐新材料——天冬聚脲[J].涂层与防护,2020,41(10):28-30.
- [2]陈忠宝,付君,赵睿.建筑工程中轻钢结构的防腐及防火技术分析[J].建筑机械化,2020,41(09):61-62+66.
- [3]张朝亮.钢结构防腐施工措施及评论研究[J].中国金属通报,2020,(09):180-181.
- [4]刘文杰,陈森,官慧.钢结构用水性轻防腐涂料的制备[J].电镀与涂饰,2020,39(16):1119-1123.