

幕墙材料防腐蚀设计探讨

罗 洲

奥雅纳工程咨询（上海）有限公司 上海 200030

摘 要：幕墙材料性能稳定关乎建筑寿命与安全，其腐蚀类型多样，环境因素影响显著。金属幕墙防腐蚀需优化材料选型、应用表面处理技术、改进构造设计；玻璃幕墙则要精选材质、精细处理边缘、做好防结露设计。其他幕墙材料中，密封材料要选对类型、做好施工设计；连接件与五金件要选好材料、做好安装防护；复合材料要重视表面防护涂层，做好连接部位密封防腐，以保障幕墙长期稳定安全运行。

关键词：幕墙材料；防腐蚀设计；腐蚀机理；表面处理；构造优化

引言：在现代建筑领域，幕墙作为建筑外维护结构的关键构成，其材料性能的稳定性对建筑的使用寿命与安全性起着决定性作用。然而，幕墙材料在长期使用过程中，不可避免地会遭受化学腐蚀、电化学腐蚀以及物理腐蚀等多种腐蚀因素的侵袭，同时环境因素如湿度、温度、污染物浓度等也会加速腐蚀进程，致使材料性能劣化，严重影响幕墙的整体性能。鉴于此，深入剖析幕墙材料的腐蚀机理，并针对性地开展防腐蚀设计，对于保障幕墙的耐久性、提升建筑品质具有至关重要的现实意义。

1 幕墙材料腐蚀机理分析

幕墙作为现代建筑外维护结构的重要组成部分，其材料性能的稳定性直接关系到建筑的使用寿命和安全性。然而，幕墙材料在长期使用过程中，不可避免地会受到各种腐蚀因素的影响，导致材料性能劣化，进而影响幕墙的整体性能。幕墙材料的腐蚀类型主要包括化学腐蚀、电化学腐蚀和物理腐蚀，且不同材料受腐蚀的主导因素存在明显差异。（1）化学腐蚀是幕墙材料与周围介质直接发生化学反应而导致的腐蚀现象。以金属材料为例，当金属幕墙与酸碱物质接触时，会发生剧烈的化学反应。例如，钢铁在酸性环境中，铁原子会失去电子被氧化成铁离子，从而导致金属逐渐溶解，强度降低，表面出现锈蚀斑痕。对于玻璃幕墙，碱性物质是其主要的化学腐蚀威胁。玻璃中的二氧化硅等成分会与碱性物质发生反应，破坏玻璃的结构，使玻璃表面变得模糊、粗糙，影响其透光性和美观度。（2）电化学腐蚀是由于材料表面形成微小原电池，进而发生电化学反应所引起的腐蚀，这是金属材料在潮湿环境中最常见的腐蚀形式。当金属幕墙表面存在水分时，金属中的不同成分或金属与杂质之间会形成电位差，从而构成原电池。在这个过程中，电位较低的金属作为阳极，会发生氧化反

应，失去电子而被腐蚀；电位较高的金属作为阴极，会发生还原反应。例如，在铝合金幕墙中，铝合金中的杂质或不同合金成分之间可能形成原电池，导致铝合金表面出现点蚀、坑蚀等现象，严重影响其耐久性。（3）物理腐蚀主要是指材料因物理作用而发生的性能劣化。以密封胶为例，它是幕墙系统中重要的密封材料，但在长期使用过程中，会受到紫外线照射、温度变化等物理因素的影响。紫外线具有较高的能量，能够破坏密封胶中的化学键，导致其分子结构发生变化，从而使密封胶逐渐老化变硬、失去弹性。温度变化则会引起密封胶的热胀冷缩，长期反复的温度变化会使密封胶产生疲劳裂纹，最终导致密封失效，影响幕墙的防水和气密性能。

（4）环境因素如湿度、温度、污染物浓度等对幕墙材料腐蚀进程的影响也十分显著。高湿度环境会为电化学腐蚀提供必要的水分条件，加速金属的电化学腐蚀过程。而工业废气中的二氧化硫、氮氧化物等污染物会与水结合形成酸性物质，进一步加剧材料的化学腐蚀，对幕墙材料的耐久性构成严重威胁^[1]。

2 金属幕墙材料防腐蚀设计

2.1 材料选型优化

在幕墙防腐蚀设计中，金属幕墙材料如铝合金、钢材等的自身耐腐蚀性能是关键基础。（1）铝合金因表面易生成致密的氧化铝保护膜，展现出良好的抗腐蚀特性。不过，不同合金成分的铝合金，其耐腐蚀能力有显著差别。例如，某些特定合金元素添加比例不同的系列，在抗盐雾、抗化学侵蚀等方面表现各异。因此，设计时需综合考虑使用环境等因素，优先挑选耐腐蚀性能强的合金材料。（2）钢材方面，普通碳素钢在潮湿等环境中极易生锈，严重影响幕墙结构安全与使用寿命。而锈钢通过添加铬、镍等合金元素，热镀锌钢材借助表面镀锌处理工艺，大幅提升了耐腐蚀性能。在海洋性气

候、高湿度等腐蚀环境极为严峻的区域，普通碳素钢难以满足防腐要求，应果断摒弃，优先选用耐候钢、316型不锈钢等材料，从材料选型这一源头有效降低金属材料的腐蚀风险。

2.2 表面处理技术应用

表面处理作为提升金属幕墙材料防腐性能的关键举措，在幕墙工程中发挥着不可或缺的作用。（1）阳极氧化处理是铝合金常用的表面处理方式，它借助电化学方法，在铝合金表面生成一层较厚的氧化膜。这层氧化膜硬度颇高，具备良好的耐磨性，能有效抵御外界的刮擦与磨损；同时，其耐腐蚀性出色，可阻止腐蚀介质对铝合金基体的侵蚀。此外，通过染色处理，还能为金属表面赋予丰富多样的色彩，满足不同的建筑装饰需求。

（2）粉末喷涂处理则是将粉末涂料均匀地喷涂于金属表面，经加热固化后形成坚固的涂层。该涂层能紧密隔绝金属与外界腐蚀介质的接触，为金属提供可靠的保护。而且，粉末喷涂涂层色彩丰富、装饰性强，可提升幕墙的美观度，但粉末喷涂抗紫外线性能较差，时间久了容易褪色，一般多应用于幕墙室内金属表面。（3）氟碳喷涂（PVDF）采用液态涂料喷涂于金属表面，经加热固化后形成坚固的涂层。相比于粉末喷涂，氟碳喷涂（PVDF）具有更强的耐候性能、抗褪色性能、耐腐蚀性能和耐磨性能，但成本相对也更高，一般多应用于幕墙室外金属表面的喷涂。（4）对于钢材，热浸镀锌处理是提升其耐腐蚀性能的有效方法，将钢材浸入熔融锌液，使其表面形成锌铁合金层和纯锌层，广泛应用于钢质幕墙龙骨、连接件等部位^[2]。

2.3 构造设计改进

合理的金属幕墙构造设计对于降低腐蚀隐患至关重要。在节点设计方面，需着重避免形成易积水、积灰的凹槽与缝隙。能留在侧立面的拼缝尽量别留在顶面，能留在吊顶面的拼缝尽量别留在立面。因为这些部位容易使腐蚀介质长时间停留，从而加速金属材料的腐蚀进程例如当金属板材采用搭接方式进行拼接时，要精心规划搭接方向，确保其能够顺应排水需求，使雨水等液体可以顺畅流下，避免在拼接处积存；檐口处设计滴水口，能有效的控制雨水路径，减少立面污染。金属框架的排水孔设计也不容忽视，必须保证其布局合理、孔径适宜，让雨水能够迅速且彻底地排出幕墙系统，减少水分对金属构件的侵蚀时间。此外，还应优化金属构件的连接方式。尽量减少不同金属材料的直接接触，防止因电位差引发电偶腐蚀。若因工程实际需求必须使用不同金属进行连接，可采用绝缘垫片、防腐涂层等有效措施进

行隔离，以此阻断电化学反应的通路，从构造设计层面保障金属幕墙的耐久性。

3 玻璃幕墙材料防腐设计

3.1 玻璃材质选择

玻璃幕墙材料的防腐设计，材质选择是首要关键环节。（1）普通浮法玻璃化学稳定性欠佳，在碱性物质的作用下，于潮湿环境中极易发生“析碱”现象。这一现象会导致玻璃表面出现白色斑点或斑纹，严重影响玻璃的透明度，同时还会降低玻璃的强度，威胁幕墙的安全性与美观度。（2）钢化玻璃经过高温急速冷却的物理处理工艺，内部结构更为致密，机械性能显著提升，化学稳定性也得到增强；夹层玻璃则通过在两层或多层玻璃之间夹入PVB等胶片，经化学处理粘合而成，不仅具有良好的抗冲击性能，而且化学稳定性更优。（3）Low-E玻璃表面镀有低辐射膜，在具备优异隔热性能的同时，还能在一定程度上抵御紫外线的侵蚀。在酸雨频发、高湿度等腐蚀环境较为严峻的区域，超白玻璃是理想之选，其含铁量低，化学稳定性卓越，抗腐蚀能力强，可有效减少玻璃表面因腐蚀而产生的变色问题。

3.2 边缘处理技术

玻璃边缘作为玻璃幕墙中极易发生腐蚀的薄弱环节，其处理质量直接关系到幕墙整体的防腐性能与使用寿命。在玻璃幕墙安装过程中，对玻璃边缘进行精细处理至关重要。（1）采用密封胶对玻璃边缘实施密封是关键举措。所选用密封胶需具备卓越的耐候性，能在长期经受紫外线照射、温度剧烈变化等恶劣环境条件下，依然保持良好的密封性能；同时要有出色的粘结性，可紧密贴合玻璃与周边结构，防止水分、腐蚀性气体等侵入玻璃内部。此外，良好的弹性能够适应玻璃因温度变化而产生的热胀冷缩以及轻微变形，避免密封失效。（2）在玻璃边缘设置保护条或金属框也是一种有效的防护手段。它们可以对玻璃边缘形成物理保护屏障，最大程度减少外界腐蚀介质与玻璃边缘的直接接触，从而有效延缓玻璃边缘的腐蚀进程，保障玻璃幕墙的长期稳定使用^[3]。

3.3 防结露设计

结露现象犹如隐藏在玻璃幕墙中的“腐蚀杀手”，会显著加速玻璃及其周边材料的腐蚀进程，因此，良好的防结露设计是玻璃幕墙防腐工作中不可或缺的重要举措。（1）要实现有效的防结露，首先需优化幕墙的隔热性能。采用中空玻璃间隔暖边条并填充惰性气体是常用且高效的方法，惰性气体能有效降低玻璃的传热系数，减少室内外热量传递，进而降低玻璃表面温度，从根源上减少结露的可能性。（2）合理设计幕墙的排水系

统也至关重要。及时、顺畅地排除冷凝水,可避免积水长时间滞留对玻璃及框架材料造成侵蚀。(3)在幕墙内侧设置防潮层也必不可少。它能有效阻挡室内湿气渗透到幕墙结构内部,为幕墙营造一个干燥的内部环境,全方位降低腐蚀风险,确保玻璃幕墙长期稳定、安全地使用。

4 其他幕墙材料防腐蚀设计

4.1 密封材料选择与设计

密封材料在幕墙体系中扮演着举足轻重的角色,承担着防水、密封、减震等多重关键功能,其防腐蚀性能的优劣直接关乎幕墙的整体密封效果与耐久程度。(1)硅酮密封胶凭借其卓越的耐候性,能在长期的紫外线照射、风雨侵蚀等恶劣环境下保持性能稳定;出色的耐高低温性能,可适应不同地区、不同季节的温差变化;良好的弹性,能有效缓冲幕墙因温度变化、风荷载等产生的变形,因而成为幕墙工程中广泛应用的密封材料。(2)在挑选密封胶时,必须充分考虑使用环境和幕墙类型,严格确保其与其他材料具备良好的相容性,防止因化学反应引发密封失效。同时,密封胶的施工设计也不容忽视。要精准把控胶缝的宽度与深度,保证打胶过程均匀、连续,杜绝气泡、空洞等缺陷的产生,以此确保密封效果,切实阻挡水分和腐蚀介质的侵入。

4.2 连接件与五金件防护

连接件和五金件在幕墙体系里虽占比不大,却犹如幕墙结构的“关节”,对保障幕墙结构安全起着关键作用,其防腐蚀设计必须予以高度重视。(1)在材料选择上,应优先选用不锈钢、铝合金等具备优良耐腐蚀性能的材料。若因成本或其他因素采用普通钢材制作连接件,则需进行科学有效的防腐处理,如热浸镀锌,能在钢材表面形成一层致密的锌层,隔绝钢材与腐蚀介质的接触;达克罗涂层则具有高耐腐蚀性、无氢脆等优点,可显著提升普通钢材的耐腐蚀能力。(2)安装过程中,要严格把控连接件和五金件的安装精度,防止因应力集中造成表面防腐层破损,降低防腐效果。此外,还应建立定期检查和维护机制,及时察觉并更换出现腐蚀迹象的部件,从而全方位确保幕墙结构的稳定性与安全性,延长幕墙的使用寿命。

4.3 复合材料应用与防护

随着建筑材料科技的持续进步,复合材料在幕墙领域的应用日益广泛。(1)纤维增强复合材料便是其中的典型代表,它凭借轻质、高强、耐腐蚀等显著优势,为幕墙设计带来了更多可能性。然而,在实际应用过程中,其防护工作同样不容小觑。(2)复合材料的表面防护涂层是抵御外界侵蚀的第一道防线,必须具备良好的耐候性,能够在长期的紫外线照射、温度变化等恶劣环境下保持性能稳定;同时要有出色的耐磨性,以应对日常使用中的摩擦和碰撞,防止雨水、污染物等对复合材料基体造成侵蚀。(3)在复合材料与其他材料的连接部位,由于不同材料间可能存在电位差,容易引发电化学腐蚀,且缝隙处易积水导致缝隙腐蚀。因此,要采取有效的密封和防腐措施,如使用密封胶密封缝隙、采用绝缘材料隔离不同金属等,从而充分发挥复合材料在幕墙防腐蚀方面的优势^[4]。

结束语

幕墙材料的防腐蚀设计是保障建筑幕墙长期稳定运行、延长使用寿命的关键所在。从深入剖析幕墙材料的腐蚀机理,到针对金属、玻璃、密封、连接件、五金件以及复合材料等各类幕墙材料开展全面且细致的防腐蚀设计,每一步都紧密围绕降低腐蚀风险、提升材料性能展开。通过合理选材、优化表面处理、改进构造设计、精细边缘处理、科学防结露以及精心选择密封材料和做好连接件防护等措施,构建起全方位、多层次的防腐蚀体系。这不仅有助于确保幕墙的外观美观,更能切实保障建筑的安全性与耐久性,为现代建筑的高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]靳成.金属材料防腐能力和改进思路解析[J].商品与质量,2020(24):168.
- [2]张华,李军.防腐材料在石油化工安全生产中的应用及研究进展[J].当代化工,2023,52(02):453-456.
- [3]王明,刘洋.化工设备防腐材料的选用与施工技术研究[J].涂料技术与文摘,2022,93(10):3-5.
- [4]柳琪.建筑门窗幕墙施工管理要点探究[J].江西建材,2021(01):115+117.