

# 论钢结构防腐技术在自动化码头工程中的应用

颜文富

广西钦州保税港区盛港码头有限公司

**摘要：**在钦州港大榄坪港区自动化集装箱码头的改造中，冷藏箱插座架钢结构的腐蚀问题一直是个棘手的问题。尽管如此，我们还在努力寻找各种不同的钢结构防腐方法，来解决这个问题。此外，我们还将通过对比涂料防腐体系的经济效益，为该区域的钢结构防腐设计提供参考，以确保其安全可靠。本文主要介绍了钢结构防腐技术的发展现状和趋势以及钢结构防腐技术在自动化码头建设项目中的具体实施情况，并对相关研究成果做出总结与展望。经过项目实施，我们发现这种防腐方案效果显著，为其他类似的项目提供了有益的借鉴。

**关键词：**冷藏箱插座架钢结构；防腐；自动化集装箱码头；海洋环境

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.02.064

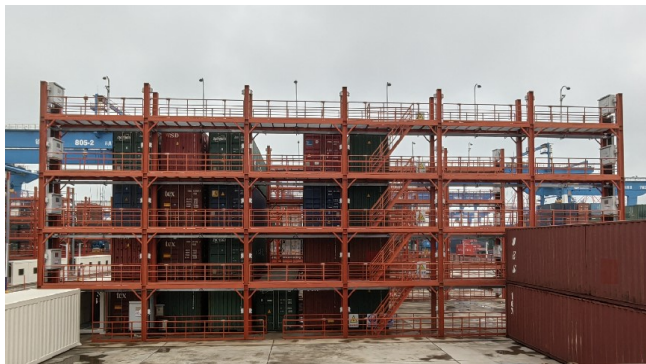
**引言：**由于冷藏箱插座架钢结构具有轻量化、高强度、出色的塑性变形能力、抗冲击韧性以及便捷的装配式施工和冷箱供电的特点，它已经成为集装箱码头不可或缺的配套设施。但是，长期以来，钢材容易受到大气环境的侵蚀，特别是海洋大气环境，这会对钢结构的截面造成严重的损伤，甚至危害它们的安全。钢结构的腐蚀已经成为一个严峻的问题，它不仅会影响钢结构的安全性，还会降低其使用寿命。因此，在设计及施工过程中，采取有效的防腐措施是非常必要的。为了更好地解决这个问题，本文将钦州港大榄坪港区自动化集装箱码头的改造项目为例，探讨如何有效地实施钢结构防腐技术。

## 一、项目概况与现状分析

### （一）项目概况

“千万标箱”大港是北部湾港发展的重要里程碑，是广西经济发展的重要节点，也是西部陆海新通道的重要组成部分。自动化集装箱码头的建设为港口的升级发展提供了更加先进的技术支持，为广西经济发展提供了强大的支撑力量，为广西经济发展提供了有力的保障，为广西经济发展提供了强大的动力，也为广西经济发展提供了强大的支撑力量。本次自动化集装箱码头建设位于钦州港大榄坪港区属亚洲东南部季风区，气候属于亚热带季风海洋气候，这个地区的气候特点是夏季炎热潮湿，冬季温和干燥，夏季持续时间较长，冬季气温也较高，降雨量充沛，这里位于中等盐度的海边地区，室外

环境腐蚀性较强，因此，项目采用H型钢等钢材建造的钢结构单体包括灯塔、冷藏箱架、通讯塔和闸口等建筑物，为了确保项目的安全性、可靠性、实用性、耐久性，必须采取有效的防腐措施。



### （二）现状分析

**焊缝腐蚀。**钢铁的腐蚀通常是由于电化学反应引起的，这种反应可能导致钢结构的变形，并且由于焊渣和应力的作用，这些变形可能会导致腐蚀。因此，焊缝是一个非常容易受到腐蚀的部位，尽管它们的表面积并不大，但它们的数量却很多，因此需要特别注意。近几十年来，焊接防护的比重一直保持在30%~40%之间。

**局部点蚀。**点蚀是一种普遍存在于码头钢结构的腐蚀现象，它通常发生在凹处，尽管它的防护性能较好，但由于施工位置的限制，使得它的施工变得困难。根据过去的统计，局部点蚀的比例高达20%~30%。**缝隙腐蚀。**缝隙腐蚀是指金属与周围介质接触时形成的微小缝隙内发生的腐蚀。如果缝隙很宽或很深，则称为缝隙腐蚀。缝隙腐蚀可以分为两种类型：（a）缝隙内部的腐蚀；（b）缝隙外部的腐蚀。当缝隙处于液体中时，就会出现缝隙腐蚀。例如，雨水沿着混凝土墙壁上的裂缝进入室内，然后渗入地下室，最终流入排水沟。应力腐蚀开裂。应力腐蚀开裂是指在拉应力的作用下，金属构件产生裂纹而破坏的现象。一般来说，应力腐蚀开裂多发生在含碳量低的合金钢及低碳钢中。起泡起皮。由于起泡起皮的存在，使得防腐涂层的损伤程度更加严重，因此，必须采取全面的防护措施，以阻止腐蚀的蔓延。根据过去的统计，起泡皮的比例介于10%~20%之间。

## 二、钢结构防腐方法

### （一）耐候钢

钢的耐候性取决于它的特殊工艺。这种工艺通过将少量的微量元素添加到钢的表面来形成一层紧密的保护层，这层保护层与钢的表面有很强的粘合力，能够有效防止空气中的氧气和水进入钢的基体，从而防止钢的腐蚀。这样，钢的耐腐蚀性就会得到显著的提升。当添加不同的微量元素时，低合金钢的腐蚀速率也会有所变化，这会显著提升钢材的耐腐蚀性。耐候钢是一种常见的钢结构，它可以抵抗长时间暴露在腐蚀环境下的工业设备，并且应用范围较为广泛，然而，它的成本较高，施工维护也比较繁琐，因此，它在大规模钢结构的防腐方面存在一定的局限性。

## （二）热镀锌

热镀锌技术是一种将金属和锌结合在一起的方法，它能够使钢铁表面形成一层保护膜。这种技术通过添加不同的合金元素来改变镀层的性能，从而达到防腐的目的。热镀锌技术的优点在于操作简单方便，适用于各种类型的钢结构，同时，它的成本相对较低。然而，随着科学技术的不断进步，人们开始寻找一些替代品来取代传统的热镀锌技术，例如电镀锌或冷轧板锌。热镀锌技术是一种先进的金属加工技术，其独特之处体现在：首先，热镀锌的锌层比电镀锌厚度高达4倍1，其次，热镀锌的粘合力极强，能够牢牢地黏合住钢结构的表面；再次，热镀锌液的流动性十分良好，能够有效地填补难以修补的缺陷；最后，热镀锌具有良好的耐腐蚀性，即使受到外界的冲击，其腐蚀电位仍然比钢材低，从而能够有效地保护受损的部位，从而达到最大的防护效果。热镀锌是一种有效的防腐蚀技术，能够有效地防止钢材受到外部环境的侵蚀，但是，由于它的高昂的价格、繁琐的维修步骤和其他一些限制，使得使用者面临许多挑战。

## （三）涂料防腐

随着技术的进步，防腐涂料的发展越来越符合无公害、无污染、经济高效、节约能源的原则，从而使得它们能够适用于各种恶劣的腐蚀环境。与耐候钢和热镀锌相比，油漆防腐更加实惠、更容易维护，而且施工也更加容易，因此已被广泛地应用于工业钢结构的建设。防腐涂料的重点在于它的各种成分，以及它的使用寿命。

### 1. 防腐涂料不同层组分

钢结构防腐涂层的种类繁多，从环氧富锌漆、PUR漆、醇酸漆到环氧云铁中间漆、PUR中间漆，都是常见的涂层。它们的特点是：底漆具有良好的耐腐蚀性和屏蔽性，能够更好地附着在基层上；中间漆则具有填充性和修复作用，能够更好地隔离外界腐蚀，并增强建筑物的美观度；而面漆则是一种更加耐久的涂层，能够更好

地保护建筑物免受外界侵害，并能够更好地抵抗外界的腐蚀，从而提高建筑物的使用寿命和安全性。氟碳漆和AAPUR漆是常见的面漆材料。

### 2、防腐涂料防腐期

在海洋腐蚀条件C3和C4下，涂料的耐久性会受到多种因素的影响，例如涂料种类、钢板表面处理、涂层厚度、涂装质量和腐蚀条件。虽然不同的涂料种类和涂层厚度可以提供不同的保护，但如果没有进行有效的防护，就会严重影响钢材的使用寿命，甚至会造成严重的损坏。因为钢结构的表面处理方式各不相同，因此涂层的使用寿命也可能存在差异；此外，涂层的厚度也会直接影响防腐的效果，从而决定其使用寿命的长短。

## （四）防腐方案选择

耐候钢的优势在于其低成本、易于修复和施工简单，使得它在大规模钢结构防腐工程中具有较高的应用价值。相比之下，热镀锌的缺点则是其较高的污染性，以及后续维护的困难。然而，涂料防腐技术更加适应各种腐蚀环境，具有更高的应用价值和施工简单的优势。为了有效防止大面积钢结构受到腐蚀，我们采用了涂料防腐技术来保护它们。

## 三、防腐工艺制定

### （一）表面处理

为了确保达到码头所需的要求，我们决定使用高级的除锈技术来保护钢结构。在一些区域，我们会选择人工除锈，确保除锈质量达到St3级。此外，我们还会使用机械或人工打磨技术来保证钢结构的光洁度，避免氧化皮的形成。为了解决金属表面受到油污的问题，我们采取了化学除锈法。首先，使用化学除锈剂，然后再使用水或蒸汽进行彻底的清洁。在进行除锈操作之前，必须确保除锈部分的表面没有脱落或裂缝，并且能够牢固地与金属表面接触。此外，在进行除锈操作之前，还必须计算出除锈面积的大小。为了确保零件的品质，我们必须对它们的表面进行除锈处理。首先，应当将所有的污染物，例如油脂、水、焊接残留物、涂层、毛刺以及灰尘等，全部去除。其次，应当采取干刷、擦拭等方法，并利用压缩空气彻底去除零件表面的污垢。最终，为了确保焊接质量，我们必须彻底清除焊缝处的焊渣，并经过精细的抛光，以去除其中的氧化层、腐蚀层以及浮锈。接着，我们将涂上一层防腐蚀底漆，以便更好地完成后续的大面积涂层。

### （二）材料选择要求

为了确保安全性，在使用新的防腐材料时，应该严格遵守标准，避免出现任何化学或物理反应。如果使用的是未知的，在涂装之前必须进行测试，以确保它们之

间的一致性。在钢结构的防腐工程中，底漆通常采用环氧富锌，中间漆通常采用环氧云铁，而面漆则通常采用氟碳漆。

### （三）油漆涂装

油漆及漆膜厚度要求。根据合同条款，我们将对供应商的油漆进行品质检查，以确保其符合标准。如果发现存在质量问题，我们将立即通知供应商并将其交给第三方进行化验。在没有获得确认之前，我们将严格禁止使用这种油漆。为了保证码头引桥的钢结构防腐，我们将采用超高性能的涂装体系，其漆膜的总厚度不低于 $240\mu\text{m}$ 。涂装要求。在进行设备除锈操作之前，必须先彻底清理掉所有的杂质和灰尘，然后使用环氧富锌底漆进行充分混合，使得它的颜色、黏度达到最佳状态。接下来，涂抹第一道底漆时，必须确保涂抹的方向一致，而且还需要保证漆膜的平滑。在底漆完全干燥的情况下，应当先施加一道环氧云铁中间漆，然后再施加两道面漆，以确保施工的过程中，各道涂层的间隔时间被严格控制，以达到涂层的均匀、无漏涂、无流坠、无起皱的效果；此外，涂层的厚度也必须满足规定，以保证其牢固性；最终，表面应当光滑、平整，颜色也应当统一，而且漆膜的质量也应当达到“不滴、不皱、不流、不漏”的标准。在施工过程中，必须遵守以下条件才能进行。①室内温度不得低于 $5^{\circ}\text{C}$ ，②室内温度不得高于 $40^{\circ}\text{C}$ ，③室内相对湿度不得超过40%，④禁止使用强风、强雾、强降雨或结露等恶劣天气；⑤在室内温度超过 $30^{\circ}\text{C}$ 时，必须避免出现干喷的情况。质量检查：涂层必须均匀，颜色一致，无皱皮、流坠或气泡，附着力强，分色线清晰、整齐。在进行涂装前，必须确保没有遗漏或错误，并且保持表面没有脱皮或返锈。在进行验收时，必须提供材料合格证和施工记录，以便核实。

## 四、涂料防腐设计

### （一）设计流程

在涂料防腐设计中，首先应考虑构件的重要性和腐蚀环境的特点，以确保其可以承受的使用寿命和满足的设计要求；其次，应根据实际情况，选择合适的防腐涂层工艺、体系和厚度；最后，应综合考虑经济效益与技术效果，以确定最优的防护方案。

### （二）防腐涂层方案

在期限内，为了确保工业建筑的防腐性能，我们将根据GB/T 50046—2018《工业建筑防腐蚀设计标准》的要求，对方案2的涂层厚度进行细致的调整，以及采取2A、2B和2C三种不同的涂装方式，以确保最佳的防腐效果。为了有效地实现防腐目标，我们必须根据港口工业

钢结构的特殊性，采取有效的防腐措施，以减少施工和维护的开支，从而达到最佳的效果。

### （三）防腐涂层施工和维护

采用喷砂除锈技术，可有效地去除钢结构表面的锈层、污垢，并增强底漆与钢结构表面的黏附力，从而有效防止涂层受到外部环境的影响，延长其使用寿命；接着，按照规定的步骤，分别施工底漆、中间漆和面漆，并在每一道工序完成之前，必须经过严格的质量检查，若未能达到规定的标准，则禁止继续进行下一道工序；最终，为了确保涂装的钢结构的安全性，必须采取有效的措施，如加固、修补等，以确保其耐久性。在海港区，尤其是在受到风吹拂的地方，应该采取措施避免钢结构表面出现盐渍或水滴；经过严格的质量检测，防腐涂层施工质量达到了设计要求，从项目完工使用情况来看，防腐效果显著，因此，应及时修补后续施工中可能造成的破坏。

### 结束语

与耐候钢和热镀锌相比，油漆防腐技术更加实惠、更容易维护，而且施工也更加容易。随着港区对安全的日益增长的需求，大量的钢结构防护工程正在被开发出来。为了满足这些工程的要求，我们综合考量了多种防腐技术的优缺点，并最终确定了一种更具经济效益、高性能的防腐体系方案。针对港区钢结构的部位，采取恰当的除锈处理和涂层措施，将会带来极其优质的保障。通过实行严格的施工质量管理和有效的保护措施，我们能够大大提高防腐涂层的质量，进而有效地延长它的使用寿命，实现最优的防腐性能。

### 参考文献

- [1] 丁志全. 陈红兵. 刘观发. 廖振宇. 潘长卿. 钢结构防腐技术在自动化码头工程中的应用[J]. 水运工程, 2022(10): 94-98.
- [2] 丁志全. 陈红兵. 廖振宇. 刘观发. 全装配式钢灯塔结构在自动化码头中的应用[J]. 水运工程, 2022(10): 166-171.
- [3] 于晓岩. 蒋国栋. 一种新防波堤结构型式的探索[J]. 港工技术, 2022, 59(03): 50-53.
- [4] 王荣. 刘月红. 天津港智能化集装箱码头进出港闸口钢结构设计[J]. 港工技术, 2022, 59(S1): 26-30.
- [5] 胡辉. 临海码头钢结构的防腐施工技术[J]. 建筑施工, 2020, 42(03): 431-434.
- [6] 冯其科. 码头钢结构防腐方案研究[J]. 港工技术, 2019, 56(02): 67-69.