

# 港口工程高桩码头结构维护与加固技术探究

相如昕

天津水运工程勘察设计院有限公司, 天津市, 300456;

**摘要:** 本文深入探讨了港口工程中高桩码头结构的维护与加固技术。首先分析了高桩码头结构在使用过程中可能面临的问题, 如桩基础腐蚀、上部结构损坏等。接着详细阐述了各种维护与加固技术的原理、方法及适用范围, 包括表面防护、加大截面法、预应力加固法等。通过实际案例分析, 展示了这些技术在实际工程中的应用效果。最后, 对未来高桩码头结构维护与加固技术的发展趋势进行了展望。

**关键词:** 港口工程; 高桩码头; 结构维护; 加固技术

**DOI:** 10.69979/3029-2727.25.07.059

随着全球贸易的不断发展, 港口作为货物运输的重要枢纽, 其作用日益凸显。高桩码头作为一种常见的港口水工建筑物, 具有结构轻、适应性强等优点, 在港口工程中得到了广泛应用。然而, 由于长期受到海水侵蚀、船舶撞击、自然环境变化等因素的影响, 高桩码头结构容易出现各种损坏, 如桩基础腐蚀、上部结构开裂等, 严重影响了码头的安全性和使用功能。因此, 研究高桩码头结构的维护与加固技术具有重要的现实意义。

## 1 高桩码头结构常见问题分析

### 1.1 桩基础腐蚀

高桩码头的桩基础长期浸泡在海水中, 容易受到海水的侵蚀, 导致桩身混凝土剥落、钢筋锈蚀等问题。此外, 海洋生物的附着也会加速桩基础的腐蚀。

### 1.2 上部结构损坏

高桩码头的上部结构主要包括梁、板、靠船构件等, 在使用过程中可能会出现裂缝、变形、破损等问题。这些问题主要是由于船舶撞击、超载使用、自然环境变化等因素引起的。

### 1.3 接岸结构变形

高桩码头的接岸结构通常采用斜坡式或直立式, 在使用过程中可能会出现变形、沉降等问题。这些问题主要是由于地基不均匀沉降、波浪冲击等因素引起的。

## 2 高桩码头结构维护技术

### 2.1 表面防护措施

#### 2.1.1 涂层防护技术

为了确保桩基础和上部结构的长期稳定性和安全性, 对其进行表面涂刷防腐涂料是一种有效的防护措施。这种涂层可以有效地防止海水侵蚀和海洋生物附着, 从而延长结构的使用寿命。防腐涂料的种类繁多, 主要包

括环氧涂料、聚氨酯涂料、氟碳涂料等。这些涂料具有良好的耐腐蚀性能, 能够适应恶劣的海洋环境, 确保结构的完整性和安全性。

#### 2.1.2 阴极保护方法

阴极保护通过施加阴极电流使金属结构成为阴极来减缓腐蚀。在高桩码头, 常用牺牲阳极和外加电流两种方法。牺牲阳极法利用锌、铝、镁合金等金属作为阳极保护主结构, 而外加电流法则通过外部电源使结构阴极化以保护金属。

### 2.2 定期检测的重要性

#### 2.2.1 外观检查的必要性

为了确保高桩码头结构的安全性和稳定性, 定期对其进行外观检查是至关重要的。通过及时发现裂缝、变形、破损等问题, 可以采取相应的维修措施, 防止问题进一步恶化。外观检查可以采用目测、拍照、测量等方法, 这些方法简单易行, 能够快速识别结构的表面问题。

#### 2.2.2 无损检测技术的应用

除了外观检查, 采用无损检测技术对桩基础和上部结构进行检测也是必不可少的。无损检测技术, 如超声波检测、射线检测、磁粉检测等, 能够及时发现结构内部的缺陷, 如裂纹、空洞、腐蚀等。这些技术不会对结构造成损伤, 能够在不影响结构正常使用的情况下, 提供准确的检测结果。

### 2.3 合理使用的重要性

#### 2.3.1 控制船舶靠泊速度和角度

为了减少船舶撞击对码头结构的损坏, 控制船舶靠泊速度和角度是非常重要的。通过合理安排船舶的靠泊速度和角度, 可以有效减轻撞击力, 避免对码头结构造成严重损害。这不仅能够保护码头结构, 还能确保船舶的安全。

#### 2.3.2 严格控制码头的使用荷载

为了避免超载使用对码头结构造成损害，严格控制码头的使用荷载是必要的。超载使用不仅会加速结构的损坏，还可能导致安全事故的发生。因此，应制定合理的荷载标准，并严格执行，确保码头结构的安全和稳定。

### 2.3.3 加强对码头周边环境的监测

为了及时发现和处理可能对码头结构造成影响的因素，加强对码头周边环境的监测是至关重要的。这包括监测海浪、潮汐、水流等自然因素，以及船舶活动、货物装卸等人为因素。通过及时发现和处理这些潜在的威胁，可以有效保护码头结构，延长其使用寿命。

## 3 高桩码头结构加固技术

### 3.1 加大截面法

加大截面法是通过在原结构构件的表面浇筑一层新的混凝土，增大构件的截面尺寸，从而提高构件的承载能力。加大截面法适用于桩基础和上部结构的加固，其优点是施工简单、可靠性高，缺点是增加了结构的自重。

### 3.2 预应力加固法

预应力加固法是通过在原结构构件上施加预应力，使构件产生反向变形，从而提高构件的承载能力。预应力加固法适用于梁、板等受弯构件的加固，其优点是可以提高构件的刚度和抗裂性能，缺点是施工难度较大。

### 3.3 粘贴钢板法

粘贴钢板法是通过在原结构构件的表面粘贴一层钢板，利用钢板与原结构构件共同受力，从而提高构件的承载能力。粘贴钢板法适用于梁、板、柱等构件的加固，其优点是施工方便、工期短，缺点是钢板容易锈蚀。

### 3.4 纤维增强复合材料加固法

纤维增强复合材料加固法是通过在原结构构件的表面粘贴一层纤维增强复合材料，利用纤维增强复合材料的高强度和高弹性模量，提高构件的承载能力。纤维增强复合材料加固法适用于各种结构构件的加固，其优点是施工方便、重量轻、耐腐蚀，缺点是成本较高。

## 4 实际案例分析

以某港口高桩码头为例，该码头建成于上世纪 80 年代，经过多年的使用，码头结构出现了不同程度的损坏。主要问题包括桩基础腐蚀严重、上部结构裂缝较多、靠船构件破损等。

针对该码头的问题，采取了以下维护与加固措施：

### 4.1 表面防护

对桩基础和上部结构进行了涂层防护，采用环氧涂料和聚氨酯涂料相结合的方式，提高了防腐效果。同时，

对部分桩基础采用了牺牲阳极阴极保护法，有效地防止了钢筋锈蚀。

### 4.2 加固技术

(1) 对桩基础采用了加大截面法进行加固，在桩身周围浇筑了一层新的混凝土，增大了桩基础的截面尺寸，提高了承载能力。

(2) 对上部结构的裂缝进行了灌浆处理，然后采用粘贴钢板法对梁、板等构件进行了加固，提高了构件的刚度和承载能力。

(3) 对靠船构件进行了更换，采用了新型的橡胶护舷，减少了船舶撞击对码头结构的损坏。

经过维护与加固后，该码头的安全性和使用功能得到了有效恢复，延长了码头的使用寿命。

## 5 未来发展趋势

### 5.1 智能化检测与监测技术

随着科技的不断进步，智能化检测与监测技术将在高桩码头结构维护与加固中得到广泛应用。例如，采用无人机、机器人等设备进行外观检查和无损检测，提高检测效率和准确性；利用传感器技术对码头结构进行实时监测，及时发现结构的异常变化。

### 5.2 新型材料的应用

新型材料的不断涌现为高桩码头结构的维护与加固提供了更多的选择。例如，高性能混凝土、纤维增强复合材料等具有高强度、耐腐蚀等优点，可以有效地提高结构的承载能力和耐久性。

### 5.3 绿色环保技术

在高桩码头结构维护与加固过程中，将更加注重绿色环保技术的应用。例如，采用环保型防腐涂料、可回收材料等，减少对环境的污染。

## 6 结语

高桩码头结构作为港口工程的重要组成部分，其维护与加固技术的研究对于保障港口的安全运营具有重要意义。通过对高桩码头结构常见问题的分析，提出了相应的维护与加固技术，并结合实际案例进行了应用效果分析。未来，随着科技的不断进步，高桩码头结构维护与加固技术将朝着智能化、新型材料应用和绿色环保等方向发展。

## 参考文献

- [1] 兰云翔. 海港高桩码头结构安全评估及预警平台研究 [D]. 天津大学, 2021.
- [2] 李盼盼. 高桩码头结构性能退化状态下的整体安全性研究 [D]. 东南大学, 2020.