

# 港口码头工程结构设计要点分析

杜 静

广东省航运规划设计院有限公司 广东广州 510050

**摘 要:**水运是大规模货物运输的重要手段。随着我国经济的不断发展,越来越多的货物开始通过水路运输,主要的运输中心是港口码头。港口项目是一个非常重要的项目。规范的港口工程结构设计,有助于改善港口作业运输。港口工程结构设计要注意稳定性,从港口工程的可持续性和稳定性角度出发,全面实现港口工程结构设计主要内容。在此基础上,本文详细分析了港口码头的设计结构,希望为有关人员和单位提供指导。

**关键词:**水路运输;港口码头;工程设计;要点分析

## 前言

对于港口码头工程来说,港口基础设施的稳定直接关系到港口码头的服务能力和安全。如果港口设施的结构设计质量得不到保证,可能导致港口设施的结构不稳定和服务能力不足,最终造成安全问题。本文对码头结构设计的主要内容进行了分析和讨论,以解决港口码头结构的安全问题。

### 1 码头施工项目概述

#### 1.1 码头施工项目主要特点和结构组成

主要的码头建造工程一般位于水上,特别是码头建造的水下部分,这是所有码头建造工程中最重要和最困难的部分。水下施工技术难度大,专业水平高,施工过程中需要投入的施工机械很多。由于波浪、潮流、水位等各种因素,施工条件比普通施工项目更为困难,码头施工的速度和质量控制更为困难。码头分为主结构和辅助设备两部分。主结构通常分为顶部和底部结构。上部结构有高桩码头的梁板、板桩码头的帽梁、重力式码头的胸墙等形式,上部结构不仅承受码头的上部荷载,而且配备相应的配套设备。底部结构包括桩基、板桩、和重力式结构等,可以挡土,能将上部结构负荷传递到地面。

#### 1.2 码头施工项目分类

码头建设项目分为重力式码头、板桩码头、高桩码头等。从施工的角度来看,大多数码头类型有两个不同的标准:截面的结构和形状。重力式码头依靠重力抵抗滑动,防止溢出。板桩式码头通过向土里打入桩板的方式来挡土,承受了较大的来自土里的压力,高桩码头的上部结构形成了码头的地面,支撑着在码头的水平和垂直方向上的荷载,然后将这些荷载传递给高桩码头的桩柱。

### 2 港口工程结构设计基本理念

港口结构设计的生命周期分为规划、建设、运营和淘汰四个阶段。全寿命周期设计的基本思想是在工程结构的整个使用周期内,以成本的形式统计外界对结构做出的各种“牺牲”,计算出工程结构全寿命周期内备选方案的总成本,为工程结构的方案决策提供参考。港口结构长期受到海洋恶劣

环境的影响。如果在设计阶段、施工阶段、运输阶段、出口阶段等没有现实的实施方案,可能会影响结构性能、对用户功能要求、额外的维护成本以及对环境的更大影响。港口结构的整个生命周期规划方法从整个生命周期的角度考虑项目设计阶段、运营阶段和淘汰阶段的设计和管理活动,并通过优化整个生命周期的设计方案来满足设计体系结构的功能、环境和成本要求。采用全港口法施工方法是采用安全系数法和极限状态设计法(荷载极限和正常使用极限)对设计方案进行的另一项重要修改。将传统结构设计扩展到整个生命周期主要是为了满足结构可靠性要求。这考虑到了港口结构从设施投入使用到报废所引起的结构性能下降的规定。通过合理调整设计以适应维修和科学决策,降低设计体系结构整个生命周期的成本。通过将设计体系结构的当前“被动”修复更改为“主动维护”,延长设计寿命并提高性能。

### 3 港口码头工程结构设计要点

#### 3.1 结构功能的可靠性

港口设施功能的可靠性应符合以下标准:(1)安全抵抗码头建造和使用过程中可能发生各种作用力;(2)正常营运状态下,通过维护作业可保证结构的可靠性;(3)正常营运状态下,码头结构应具备良好耐久性;(4)发生事故时,码头结构应保持稳定,不得损坏。结构的可靠性可用可靠度进行描述。结合结构设计,通过软件仿真分析了结构的可靠性。在设计结构时,必须确保承载能力,特别是极限承载能力符合标准,以便结构能够在极限状态下正常运行而不会受到损害,从而确保结构功能的可靠性。

#### 3.2 科学、合理的确定港口码头的设计使用年限

对于港口结构来说,在科学上确立建设的使用寿命是至关重要的。国务院颁布的工程项目施工质量管理条例规定,“施工资料应符合各国规定的深刻要求,并应说明工程的合理使用寿命。”当我们的某些行业没有规定设计的使用寿命时,建筑部门指出,“当建筑单位与建筑单位签订合同时,应明确说明建筑单位,并应在施工文件中注明”。对于设计的使用寿命,设计必须满足耐久性、适用性和安全性要求。

港口结构由于环境复杂,水体存在腐蚀性,应特别注意结构的耐久性要求。港口工程大多位于海岸线上,工程施工投入较大,设计寿命很长。此外,港口地区在使用寿命期间的负荷是不可预测的,而且各不相同,因此缩短设计寿命以减少设计投资是不现实的。故该结构的安全等级和设计寿命应具有科学依据。对于安全等级为一级的结构,可根据规范结构设计确定的标准,确定其在环境、社会和经济方面遭受重大损害的潜在危险,以及该结构造成的潜在危险为50年寿命;但是,梁框架的使用寿命应根据结构的使用要求和资本投资来确定。如果施工年龄超过30岁,则应采取必要措施提高耐久性。

### 3.3 结构评估设计

在设计港口结构之前,将进行一次评估,以确定设计是否符合港口码头的要求并适合港口码头所在的区域环境,从而确保港口设施的安全使用。在港口结构设计中,使用寿命与结构的可持续性密切相关。在评估港口结构时,过渡和不寻常的情况很常见。过渡状态指短期维修阶段港口结构暴露,异常状态指港口码头使用中遇到的问题。港口码头实际结构设计中事故概率较低,结构设计状况与港口码头寿命有关。精心设计的结构设计可以作为港口码头工程的基准,并确保码头在整个生命周期内的安全可靠使用。如果港口码头的结构设计是临时性的,则可根据港口码头实际所需的最大负荷能力加以组织;在出现异常情况时,应根据港口码头正常服务的需要设计该方案。

### 3.4 结构功能的耐久性

随着航运业的发展,港口码头的结构设计需求有所增加。为了满足大型专业船舶的需求,需要不断优化和改进港口工程结构。重力式码头设计采用沉井和大直径薄壁钢筋混凝土结构,辅以爆炸夯实基础新技术。在防波堤和导堤的设计中,斜坡堤、宽肩台抛石堤等护面块体都采用了新材料,保护堤防的生态环境。在港口作业过程中,影响港口结构可持续性的主要因素是荷载和自然环境。如果这些因素得不到有效控制,港口结构的安全和稳定将受到影响。荷载直接影响港口码头的结构安全;环境对港口和港口设施的可持续性有直接影响。自然因素对港口和港口设施的侵蚀和破坏极为缓慢,难以察觉。港口码头结构的设计如果不考虑自然环境因素,就会产生安全风险。

耐久性旨在提高结构的可靠性,避免在寿命期间出现功能可靠性问题。环境对港口结构有明显影响的是海水和大气腐蚀,影响了结构的可靠性,缩短了结构的寿命,造成了安全隐患。混凝土砌块是港口设施建设的常用构件,容易出现结构抗逆性问题。高性能混凝土等措施最大限度地提高了混凝土施工质量,而混凝土的低渗透率降低了环境影响,从而提高了混凝土砌块的强度。钢筋结构易腐蚀,附加保护措施包括:(1)涂层,即混凝土表面预处理、清除表面凹凸、正确均匀着色以及随后构造腻子、中涂、面涂等。(2)结合电化学和

物理方法,结合电极的保护规定和/或太阳热抑制。影响港口波纹耐久性的其他因素包括建筑材料、施工工艺、施工质量等。即使没有进行全面的质量控制,也存在安全问题。为了优化港口结构设计,控制港口结构的耐久性,必须考虑到这些因素。

### 3.5 工程结构加固设计

港口码头的结构设计应注意结构加固设计,以避免码头运行过程中的结构不稳定,并提高整体结构可靠性。实例结构由碳纤维布加固,结构简单,物理力学性能良好。碳纤维布加固是利用胶将碳纤维布连接到高塑性钢筋,充分利用碳纤维布的高强度优势,实现加固目标。

### 4 港口码头工程质量控制的有效措施

#### 4.1 施工前要明确施工要求,建立完善的质量管理体系

在建造码头之前,有关工人必须妥善规划工程,包括行动区规划、水利设施、工程设计等。了解本项目的特点和实施要求,对实施工作的优先事项和困难进行详细分析,提前开展防止过载、包装、渗透、腐蚀等工作,了解整个施工的工艺流程、每个技术接口的基本情况以及施工中涉及的重要技术参数。此外,由于港口码头工作的实施过程需要多个部门和小组的共同参与,有必要在实施过程中明确各级的质量责任,明确并合理分配每个小组的任务和工作,加强管理来保证建筑的质量。

#### 4.2 施工过程中的质量控制要点

##### 4.2.1 码头面层混凝土裂缝的质量控制

港口建设过程中码头表面混凝土裂缝是常见的质量问题。随着裂缝的扩大,码头维护费用增加,影响了码头的耐久性,严重影响了码头的整体质量。因此,在施工过程中,有必要对表面混凝土的收缩位置进行组织,使砌块尺寸保持在合理的限度内。垂直轮廓通常位于面板装配轮廓的中间。水平分隔线后的平台位置是板跨的中点和嵌板安装接头的中点,而前平台位置是板跨的中点和梁的堆叠混凝土的两侧。

##### 4.2.2 打桩工程

采用GPS全球定位系统控制打桩,基站位于码头北侧端部。采用常规测量仪器进行检查,水平基线布置在拟建码头后方的道路上,垂直基线布置在多码头后方的道路上,利用全站仪测量设置打桩基线,并定期进行基线检查。打桩质量控制标准为:竖向桩位平面偏差控制在100毫米以内,桩身垂直度控制在1%以内,斜桩位平面偏差控制在150毫米以内。

##### 4.2.3 轨道位移和沉降的质量控制

在码头工程的实际施工过程中,码头容易出现位移和沉降问题,这是不可避免的。尤其是工期紧、进度快的港口码头工程,后期更容易出现位移和沉降问题。轨道梁的施工标高应考虑施工过程中的沉降,同时考虑码头使用初期轨道梁的沉降。根据码头使用经验,轨道梁的施工标高应在施工管理过程中提出,并由相关承包商讨论确定,施工中应预留不同的沉降量。由于后轨轨道梁与码头主体结构之间仍有一定

距离, 施工过程中需进一步进行地基改良处理, 以满足后期轨道承载力和沉降的外观, 从而保证码头工程质量。

#### 4.2.4 材料质量控制

材料质量控制港口工程结构设计中发挥着关键作用。材质与结构设计和构造的效果直接相关。实施材料质量控制措施有助于调整港口工程结构的设计过程, 并改进设计计划的实施。港口结构设计可建立专门设计的质量控制体系, 严格禁止在港口结构施工中使用不良材料。

#### 4.3 码头工程的质量检验

根据新工程标准的要求, 施工过程中需要整合工程质量控制系统。视察范围主要包括在建的单位、次级项目和次级项目, 其中一些项目鼓励引进和使用新材料、新技术、新结构、新工艺等。工程质量在完工前通过自检和特别检查进行检查。工程完成后, 应根据施工计划和合同检查质量保证材料合格证书, 检查订购的预制构件, 并进行混凝土和钢材等质量抽样检查。主要的混凝土检验元素包括其抗压强度和渗漏强度指标, 以及保护层厚度是否在规定厚度范围内的问题。此外, 有必要集中注意接收和验收工程中隐藏的工程, 确保所有工程质量控制都严格遵守相关国家法律法规和行业标准, 防止出现质量问题, 并确保港口码头的工程质量得到全面改善。

#### 结束语

综上所述可以知道, 港口码头工程结构设计的主要要素

规划定义了结构设计的主要要素。港口码头建筑设计的重要性充分体现在需要对结构设计进行规范和结构可靠性分析, 以避免影响港口码头施工建设的效率。港口工程结构应严格按照设计内容组织施工, 协调结构设计和施工内容, 组织质量控制措施, 完善港口工程结构设计。

#### 参考文献:

- [1]田树海.港口码头工程结构设计的策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2013,(33).
- [2]赵欢聪.码头工程结构设计的策略研究[J].科技与生活,2010,(13):24-24.
- [3]李树军.港口码头工程结构设计的策略研究[J].中国水运(下半月),2011,11(8):221-222.
- [4]陈建新.港口码头工程质量控制要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2015,(22):6526-6526.
- [5]陈鹏, 秦龙, 朱向坤.港口码头工程的结构设计技术研究[J].科技与企业.2014(03).
- [6]唐志强.海港深水码头结构方案设计及关键施工工序分析[J].黑龙江交通科技,2017,40(12):143-144.

杜静, 1990年4月23日, 女, 汉族, 江苏南京人, 就职于广东省航运规划设计院有限公司, 主任工程师, 硕士研究生学历, 主要从事港口航道与海岸工程研究。