

高桩码头规范修编情况综述

陈奉琦, 程泽坤

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 结合高桩码头的应用和发展介绍高桩码头规范历次编制情况。重点论述《高桩码头设计与施工规范》最新版本(JTS 167-1—2010)修编内容及修编背景, 侧重对采用专题研究或与物模结合的方法研究修编、增补的高桩码头耐久性设计、宽支座对梁内力影响的计算分析等内容进行解析, 有助于加深设计人员对该规范的理解。

关键词: 高桩码头; 规范; 修编

中图分类号: U 656.1⁺13

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)10-0114-04

Revision of code for open-type wharf on piles

CHEN Feng-qi, CHENG Ze-kun

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: This paper introduces all previous revisions of the code for the open-type wharf on piles based on the applications and development of it, emphasizes the contents and background information of the latest revision *Design and Construction Code for Open Type Wharf on Piles (JTS 167-1—2010)*, and studies the open type wharf on piles' durability design and the calculation and analysis on the wide bearing's impact to the internal forces of the beam, using the method combining monographic study with physical model. It will help engineers better understand the code.

Key words: open-type wharf on piles; code; revision

高桩码头属透空式结构, 主要由上部结构、桩基和接岸结构3部分组成(图1)。高桩码头具有适用于软土地基、对波浪的反射率小和船稳条件好等优点, 应用历史悠久。在我国的港口建设中高桩码头结构得到广泛的应用, 特别是在海滨相或湖滨相沉积的软土岸坡上, 这种码头结构几乎是首选的形式。在各国的港口工程建设中高桩码头结构形式亦得到普遍应用, 其分布区域较广。

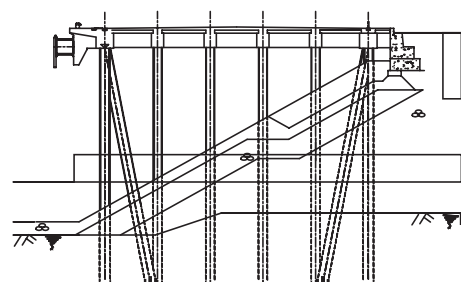


图1 高桩码头结构示意图

1 高桩码头的发展

高桩码头多种结构形式的出现是高桩码头结构在工程实践中不断创新优化的结果, 是其不断适应自然环境和使用要求的结果。我国高桩码头

结构的发展大致可分3个阶段^[1]。

第一阶段主要是在50年代中后期, 设计对上海、天津等地区传统的桁架式高桩码头结构进行了创新, 把由众多杆件组成的码头上部结构用板梁替代, 这一阶段的创新为高桩梁板式码头的广

收稿日期: 2013-08-10

作者简介: 陈奉琦(1955—), 女, 教授级高级工程师, 从事港口及海岸工程的设计、管理与相关规范的编制工作。

泛应用奠定了基础。

第二阶段是70年代初开始的,高桩码头上部结构的改进是受港口码头从内河向近海和无掩护外海水域拓展的影响,码头停靠船型突破5万t,主要是在增加梁板码头的整体刚度和提高基桩的承载能力,减小结构的受风浪阻力等方面的改进;设计还采用有T型梁等梁板组合型构件,预制装配程度有了进一步提高,方便了外海施工。连云港地区首次采用了大直径预应力管桩基础等新结构、新技术。

第三阶段是90年代至今,为适应世界集装箱运输迅速发展的形势,各地的集装箱专业化码头的建设成为一个新的热点,以及随着国家建设的加速发展,矿石、能源类等专业化码头的需求日月增长,这一阶段的高桩码头以大型化、专业化为特征。高桩码头的应用不断向外海、岛礁延伸,向深水、开敞式发展。其主要特点是:全直桩预应力管桩的应用,大节点梁的普遍增加,为适应局部覆盖层较浅的问题而采用的人工基床、嵌岩桩等;因后方高回填软土的影响,产生的斜顶桩板桩承台驳岸、大水位差地区直立式高桩结构的应用,等等。

2 高桩码头规范编制情况

高桩码头建筑在发展的同时注重规范化和标准化的工作。高桩码头规范的编制与港口工程建设息息相关,早期的高桩码头规范是在50年代末60年代初进行的。这期间建设中的高桩码头结构有了很大的突破和创新,在此基础上交通运输部组织出版了《钢筋混凝土高桩码头建筑物设计规范》(草案)、JT 2004—1964《水运工程钢筋混凝土高桩码头施工及验收规范》,其编制的模式和内容编排上主要受前苏联工程技术规范的影响,规范总结了这一阶段高桩码头建设的技术和经验。

70年代以后的三年大建港,相关单位对原有的港口工程技术规范进行了修订和补充,并发行了已编各册的单行本。《钢筋混凝土高桩码头》规范于1974年经交通运输部审查批准后,作为单册部颁标准试行,内容包括了这一时期高桩码头

建设的主要技术和经验总结,全册共分3章11个附录,包含了码头结构的设计与施工,结构设计采用的是综合安全系数法。对于高桩码头的上部结构规定的内容有:梁板式结构、无梁板式结构、桁架式结构和墩式结构等。

1986年2月,交通部对已经先后发布的港工技术标准单行本进行了局部修订和汇编。由于修订时间紧迫,《钢筋混凝土高桩码头》主要内容没有大的修改,仅附录有所调整,取消了一些施工记录表,被编入《港口工程技术规范(1987版)》中的第5篇第2册,于1988年10月1日正式实施。

90年代初由原主编单位三航院负责组织对“(1987版)高桩规范”作较全面的修订。主要针对应用中出现的新情况及原规范编制中遗留的一些问题。此次修订涉及面较广,在内容上作了较大的补充和调整。主要有:在结构设计方面采用了以概率统计为基础的极限状态设计法,具体采用的是以分项系数表达的极限状态设计法替代了原综合系数法。其他的修改涉及了如外海高桩码头的结构防腐设计、结构空间分析问题、简化的平面结构计算中如何考虑力的分配问题、对单向板简化计算模型的论证、计算方法的优化、桩帽受力分析方法的引入等等。修订后的规范改名为《高桩码头设计与施工规范》,于1999年6月正式实施。

JTS 167-1—2010《高桩码头设计与施工规范》高桩码头规范的修订工作于2004年开始,由中交第三航务工程勘察设计院负责主编,规范送审稿于2009年通过部审,于2010年5月发布,2010年9月正式实施^[2]。

3 JTS 167-1—2010《高桩码头设计与施工规范》的主要修订内容

本版规范以近年来港口建设的专业化、大型化为特征,在广泛调研和专题研究的基础上,修订补充针对的是外海深水、大型化、专业化码头建设的需要,以及这一阶段工程建设中的经验总结。主要修订内容如下。

3.1 耐久性设计

高桩码头向外海的不断推进,使防腐设计变

得尤为重要,为解决高桩码头的使用寿命与“统标”一致的问题,本次修订通过《高桩码头结构耐久性及其使用寿命研究》的专题研究,提出了分析高桩码头设计寿命的基本原则和思路,基本解决了高桩码头设计年限分析的问题。研究通过对国内已建海港码头腐蚀损坏情况及防腐措施应用情况的调查,重点了解执行87规范前后,我国沿海港口码头腐蚀破坏情况、特点及对比,认为码头结构的腐蚀符合Fick第二定律^[3],根据大量的调查分析,海港混凝土结构在正常设计、正常施工、正常使用的前提下,使用年限一般可达30年。就目前的技术水平,如果要求更长的工作使用寿命,则需通过采用高性能混凝土或特殊防腐措施来保证。高性能混凝土是以达到提高混凝土的密实度和耐久性为目的;混凝土采用表面涂层防腐,能够阻隔氯盐、氧气、水分和二氧化碳等有害介质渗透进入混凝土中,提高混凝土电阻率,降低钢筋的腐蚀速度,防止混凝土碳化。硅烷系液态憎水剂浸渍混凝土表面,渗入混凝土毛细管孔隙表面上形成憎水性的反应层,使水分和水分所携带的氯化物都难以渗入混凝土。调查情况说明,连云港、秦皇岛、湛江港和北仑港等地区采用各种涂层等防锈蚀措施对高桩码头构件进行保护,取得较好效果。设计可通过防腐材料的实效分析来确定材料有效防护年限。在规范中专门增设了“耐久性”设计章节,是以研究成果等作为依据的,从结构、使用、维护等角度对耐久性设计作了规定,与我国海港码头防腐规范结合使用,对改善高桩码头的使用寿命有着积极的意义。

3.2 码头结构计算

高桩码头的大型化发展,选择结构合理的计算方法成为设计关心的首要问题。本次修订对此作了较为深入的研究,专题开展了《高桩头空间计算方法的研究》,针对结构空间计算和简化(平面)计算进行了多方位的比较。通过对国内外梁板式高桩码头结构计算现状的了解,根据不同结构布置的特点、计算形式的差异,进一步明确了高桩结构的计算原则及选择思路,提出了计算模型选择的原则^[4]。

1) 对于码头基桩内力,常见的高桩码头结构一般可按平面计算;对于大中型码头可按空间结构计算;对于非常规、不能满足平面简化计算条件、需考虑纵向水平力作用等情况的高桩码头应按空间结构计算。采用空间结构计算时,对于桩力和桩的弯矩计算,宜采用有面板计算模型。

2) 对于上部结构内力(纵向梁和横梁),一般可不要求按空间计算。但如果需按空间计算进行复核,宜采用无面板模型,纵梁和横梁中性轴宜按实际高程考虑。

3) 关于桩端约束的影响,空间计算与平面计算规律基本一致,因此,空间计算不必对桩端约束另作规定,一般情况下可采用嵌固点法,当计算要求较高时,可采用 m 法,计算时应慎选取嵌固点深度和 m 值。

3.3 宽支座对梁内力的影响

码头的大型化发展,桩帽节点及宽大支座变得越来越普遍,有些码头轨道梁的支座宽度已达到梁的中到中跨度的0.5倍左右,其对梁内力的影响变得不可忽视。本次修订通过专题《支座宽度对梁内力计算影响的研究》,提出了以“均布弹性支承”假定为基础的计算方法^[5],并通过有限元计算和模型试验验证,表明在宽支座长度范围内各点其竖向刚性系数大致相同,假定的纵向梁在支座处受均布的弹性支承是可取的。故规范采用的计算模型(图2)能较为合理地反映宽支座的影响。同时规范还提出当相对刚性系数 α 和相对宽度 β 较小时(满足规范给出的条件时),可简化为弹性点支承连续梁的计算,以削峰的方法考虑支座宽度的影响。上述模型较为合理地解决了支座宽度对梁的影响问题。

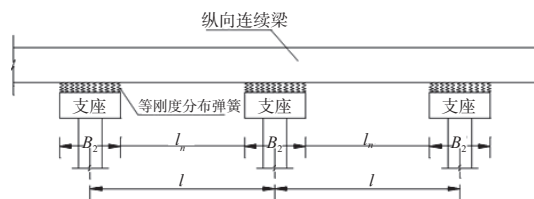
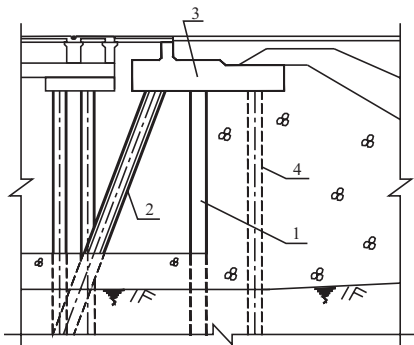


图2 简化的宽支座的约束模型

3.4 接岸结构设计

规范在专题研究的基础上提出了高桩码头接岸结构的基本类型分为直立式和斜坡式两大类,

并提出具体适用条件和使用范围^[6]。同时总结近年来有成功应用经验的新型结构情况,如洋山深水港工程,在斜顶桩基础上开发出适用外海深水码头的斜顶桩板桩承台式接岸结构(图3),它适用于水深大、陆域回填层厚、陆域形成时间短、地基软弱等不利条件下的满堂式码头。由于码头与斜顶桩板桩承台结构均为独立的稳定结构,结构受力明确,可以在很大程度上避免码头建筑与承台施工不受陆域形成的影响,可以克服短期内巨大回填量所产生的压缩密实沉降对码头桩基的不利影响。本次修订增设了接岸结构章节,明确了结构的分类,完善和丰富了接岸结构设计的内容和形式。



注: 1-板桩; 2-斜顶桩; 3-承台; 4-支承桩。
图3 斜顶桩板桩台式接岸结构

3.5 其他方面的修订

规范明确了码头结构选择要求,把原规范“3.3 码头结构形式”一节合并和基本规定的“一般规定”里。高桩码头的结构形式较多,其中梁板式在我国应用广泛,此外还有无梁板式、桁架式、墩式码头大水位差码头以及柔性靠船桩码头。要求设计应该根据不同的自然条件、荷载情况及使用要求等采用不同的上部结构形式。在结构形式上补充增加了大水位差框架式码头的设计原则和要求。使直立式大水位差码头的应用范围扩展至设计水位差大于30 m的地区。对原柔性靠船桩设计作了较大的修改,另立一章为“柔性靠船桩码头设计”。

3.6 施工技术方面

本次修订以《施工专题调研》为基础,对码头发展现状及趋势作了分析,重点对GPS测量控制、超大型构件预制允许偏差、外海工况恶劣条

件下沉桩、混凝土防腐、高性能混凝土施工的方法和要求、高吹填时陆域形成滞后等条件下接岸结构和岸坡施工等方面的内容进行研究。条文修改方面补充了GPS测量控制、超大型构件预制允许偏差、外海工况恶劣条件下沉桩精度控制等内容,对提高大型外海高桩码头建设质量起到较好的控制作用。

4 结语

高桩码头规范是我国水运工程中编制较早的工程技术标准,历经多次的修订补充和完善,其内容反映了我国高桩码头设计与施工的先进技术。如通过对《高桩码头结构耐久性》的研究,提出了分析高桩码头设计寿命的基本原则和思路;通过对《宽支座对梁内力的影响》的研究,提出的计算模型较为合理地解决了支座宽度对梁的影响问题等等,都较为典型的体现了高桩码头结构在我国应用的技术水准。针对高桩码头的结构形式、设计方法、耐久性、结构计算和接岸结构设计等方面,曾委托大连理工大学作了与国内外相关标准、规范的对比研究,其结论均是肯定的。通过归纳总结加深对技术规范的了解和掌握,有利于技术人员在推动技术进步、保证工程质量等方面发挥更为积极的作用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通运输部. 中国水运建设60年[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [2] JTS 167-1—2010 高桩码头设计与施工规范[S].
- [3] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 高桩码头结构耐久性及码头使用寿命专题研究报告[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2004.
- [4] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 高桩码头空间计算方法专题研究报告[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2004.
- [5] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 支座宽度对梁内力计算影响专题研究报告[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2004.
- [6] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 高桩码头接岸结构专题研究报告[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2004.