

重力式码头靠泊能力论证内容的确定

宁泽宾

(广东省航运规划设计院有限公司, 广东 广州 510050)

摘要: 从航行条件适应度论证、码头附属设施安全核算和码头主体结构安全核算等方面简述了对超原设计船型的重力式码头靠泊能力的论证内容, 结合工程实例介绍了重力式码头靠泊能力论证的应用。

关键词: 靠泊能力; 航行适应度; 附属设施; 主体结构

中图分类号: U 651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)07-0077-04

Determination of content of gravity quay-wall's berthing capacity

NING Ze-bin

(Guangdong Water Transport Planning & Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510050, China)

Abstract: This paper points out the demonstration content beyond the original design of ship berthing capacity from the sailing fitness, the port ancillary facilities and the main security accounting, etc. Combining with the engineering example, the paper introduces the application of gravity quay-wall's berthing capacity demonstration.

Key words: berthing capacity; sailing fitness; ancillary facilities; main structure

近年来, 随着海上运输船舶大型化的发展趋势, 超原设计船型在限定条件下靠离泊和生产作业可以在一定程度上缓解当前港口基础设施能力不足与港口生产需要的矛盾, 但对码头设施、船舶和港口生产带来了安全隐患。因此, 在保障船舶靠离泊和生产作业安全的前提下, 进行一定限制条件下泊位靠泊能力的适应度论证十分必要。

码头靠泊能力论证工作应充分结合码头结构检测结论, 全面、详细地分析码头现状、自然条件、通航环境等因素, 对港口内水域、水工建筑物及附属设施等是否适应超原设计船型船舶靠泊作业进行核算, 明确提出码头靠泊能力等级、船型以及靠离泊时必要的限定条件, 并在需要时提出对相关码头设施进行改造。

本文将从码头现状、航道适应度论证、码头附属设施、码头结构安全性论证等方面, 结合工程实例, 提出了在限定条件下, 对超原设计船型

重力式码头靠泊能力论证的内容和思路, 为港口建设和生产经营的持续发展提供参考依据。

1 论证内容

论述码头设施、水域状况、导助航设施、自然条件、生产运营情况、海损情况以及码头检测结果等现状, 码头检测报告须包括以下内容: 1) 码头位移与变形; 2) 码头基础; 3) 主体结构, 包括沉箱、方块、扶壁结构、上部结构的强度和耐久性, 构件支撑状况等; 4) 轨道梁、轨道梁基础及轨道; 5) 附属设施, 包括护舷、系船柱及其固定件; 6) 码头后方抛石棱体和倒滤层结构的完好性。

详细说明在限定条件下靠泊码头的船舶船型, 说明码头原设计船型, 现有实际靠泊船型, 超设计等级的靠泊船型。

对船舶船型航行靠泊的适应度进行论证, 航

收稿日期: 2013-11-29

作者简介: 宁泽宾 (1983—), 女, 工程师, 从事港口与航道工程设计。

行条件包括锚地、进出港航道、导助航设施、码头水域及船舶交通组织等因素。

对码头结构及附属设施进行安全核算。根据规范和有关规定及检测结果,结合实际状况,对泊位长度、码头结构、码头附属设施(系船柱、护舷)等进行安全核算。

提出限定条件下码头靠泊能力等级、船型以及靠离泊时必要的限定条件。

制定进出港航行靠泊方案。根据港口设施条件及船舶技术状况、气象、潮汐潮流及航道、回旋水域、停泊水域、拖轮等情况,制定科学严谨的船舶安全航行和靠离泊方案。

从船舶安全靠离泊的角度出发,分析船舶靠离泊过程中存在的近、远期的安全隐患,并提出相应解决办法,最大限度地降低超原设计船型靠泊大型船舶过程中存在的安全隐患。

2 重力式码头靠泊能力论证方法及其应用

2.1 工程概况

某港重力式沉箱码头所在海湾掩护条件良好,不冻不淤,某散杂货泊位的原设计靠泊能力为5万吨级,欲提升靠泊能力至7万吨级。相关船型尺度见表1。

表1 代表船型

船舶吨级/ DWT	总长 L/m	设计船型尺度			说明
		型宽 B/m	型深 H/m	满载吃水 T/m	
5万吨级	225	32.3	18.0	13.0	原设计船型
7万吨级	228	32.3	19.6	14.2	现核算船

该码头为新建码头,营运期不超过2a,营运状况良好,无海损情况。泊位长度525m,码头顶高程4.4m,前沿设计底高程-14.0,宽65m,现有回旋水域尺度655m×390m,底高程为-13.0m。回旋水域直接和主航道相邻。码头相关潮位见表2和表3。本例高程均以当地理论最低潮面起算。

表2 潮位特征值

m					
历年平均 高潮位	历年平均 低潮位	设计 高水位	设计 低水位	极端 高水位	极端 低水位
2.46	0.85	3.04	0.38	4.09	-0.37

表3 各历时累积频率下潮位

保证率/%	乘高潮/m	
	2 h	3 h
10	2.86	2.73
20	2.67	2.54
30	2.54	2.43
40	2.45	2.33
50	2.34	2.24
60	2.23	2.14
70	2.13	2.05
80	2.00	1.91
90	1.89	1.82

码头地基为中风化或微风化基岩,沉箱上现浇混凝土胸墙。码头结构断面见图1。

码头橡胶护舷采用SC1250H两鼓一板橡胶护舷,设置于胸墙临水面,间距为16m。纵向每隔24m设1000kN系船柱一个。靠泊船舶受纵向风和码头前沿水流流速的影响很小。根据检测报告,码头的位移与沉降均较小,构件混凝土强度满足设计要求、抗碳化性能良好,胸墙混凝土钢筋保护层厚度满足设计规范要求。码头附属设施主要为护轮坎裂缝,水下探摸检查结果也良好。检测结果表明建筑物整体基本完好,不影响安全性和整体使用功能,部分护轮坎需取修补加固措施。

2.2 靠泊能力论证

2.2.1 航行条件适应度论证

1) 航道有效宽度。

本工程的控制船型为7万吨级的散货船,根据规范,其有效宽度按下式计算:

$$W = A + 2C \quad (1)$$

$$A = n(L \sin \gamma + B) \quad (2)$$

式中:W为航道有效宽度(m);A为航迹带宽度(m);n为船舶漂移位数,取1.81; γ 为风流压偏角,取3°;C为船舶与航道底边间富裕宽度,取0.75B。

根据以上计算可知航道底宽取130m,本工程所在河段的出海航道维护底宽160m,可以满足本工程码头7万吨级船舶通航航宽要求。

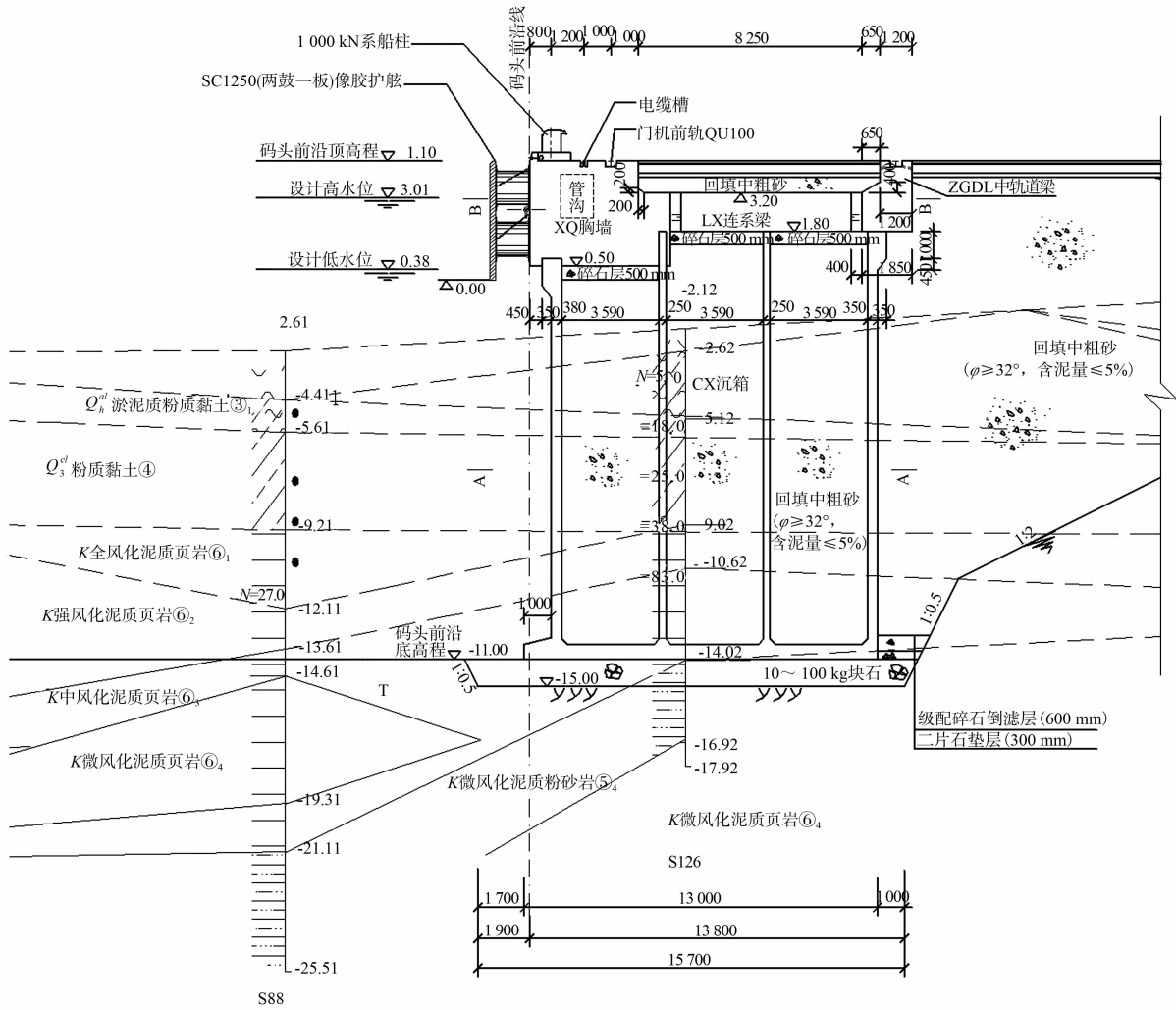


图 1 码头结构断面

2) 航道水深。

根据《海港总平面设计规范》，航道设计水深为：

$$\text{通航水深：} D_0 = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 \quad (3)$$

$$\text{设计水深：} D = D_0 + Z_4 \quad (4)$$

式中： D_0 为航道通航水深 (m)； D 为航道设计水深 (m)； T 为设计船型满载吃水 (m)； Z_0 为泊位航行时船体下沉值 (m)，取 0.27 m； Z_1 为航行时龙骨下最小富裕深度 (m)，取 0.8 m； Z_2 为波浪富裕深度 (m)，取 0； Z_3 为船舶装载纵倾富裕深度 (m)，取 0.15 m； Z_4 为备淤富裕深度 (m)，按 1 a 维护 2 次考虑，取 0.4 m。

7 万吨级散货船满载吃水为 14.2 m，经计算，按不乘潮水位 0.38 m 考虑，航道底高程为 -15.44 m；按乘高潮 3 h 保证率 90% 的潮位 1.82

m 考虑，航道底高程为 -14.0 m。

由于该段航道底高程 -13.0 m (岩石段为 -13.2 m)，按乘高潮 3 h 保证率 90% 的潮位 1.82 m 考虑，7 万吨级散货船满载吃水 (14.2 m) 反算需减载到吃水为 13.2 m 的条件下，可以满足码头靠泊 7 万吨级船舶通航水深要求。

3) 航道通航条件分析。

7 万吨级散货船在限制吃水约 13.2 m，可以满足 7 万吨级散货船乘潮 (高潮累积频率 90% 历时 3 h) 的安全通行要求。

4) 港池水域。

①回旋水域尺度。

现有回旋水域尺度 655 m × 390 m (本工程与相邻 2 个 5 万吨级散杂货泊位均为同一业主，可允许借用调头水域)，7 万吨级散货船的回旋水域

沿水流方向按 2.5L 船长、垂直水流方向按 1.7L 取值, 则其尺度为 (570 m × 388 m)。因此可知回旋水域的尺度能满足 7 万吨级散货船正常调头作业的需要。

②回旋水域设计底高程。

现有回旋水域底高程为 -13.0 m。7 万吨级船舶 (满载吃水 14.2 m) 进出港时须减载到吃水 13.2 m 后才能安全靠泊。

③前沿停泊水域宽度。

现有码头前沿的停泊水域宽度为 65 m, 7 万吨级散货船停泊水域宽度为 2 倍设计船宽, 即 $2 \times 32.3 \text{ m} = 64.6 \text{ m}$, 取 65 m, 因此码头前沿停泊水域宽度满足 7 万吨级船舶停泊需要。

④前沿停泊水域设计底高程。

按《海港总平面设计规范》4.3.5 条的规定, 7 万吨级码头前沿设计水深是指在设计低水位以下能保证设计船舶在满载吃水时安全停靠的水深。其深度可按下式计算:

$$D = T + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \quad (5)$$

式中: D 为码头前沿设计水深 (m); T 为设计代表船型满载吃水 (m); Z_1 为龙骨下最小富裕深度, 取 0.6 m; Z_2 为波浪富裕深度, 取 0; Z_3 为配载不均而增加的船尾吃水值, 取 0.15 m; Z_4 为备淤富裕深度, 按 1 a 维护 2 次考虑取 0.4 m。

经计算码头前沿设计底高程为 -15.0 m, 目前本工程码头前沿底高程为 -14.0 m, 因此本工程码头前沿底高程尚不能满足 7 万吨级船舶满载靠泊作业的需要。在保持现有码头前沿底高程 -14.0 m 不变的情况下, 7 万吨级船舶 (满载吃水 14.2 m) 需减载到吃水不超过 13.2 m 方能靠泊作业。

5) 码头长度。

现有码头泊位长度为 525 m, 7 万吨级散货船的泊位长度: $L = 1.5d + L + L + 1.5d = 522 \sim 531 \text{ m}$ 。现有码头泊位长度在采用较小的富余长度情况下, 可同时停靠 2 艘 7 万吨级散货船。

6) 锚地。

该段可以使用公用的检疫、候泊锚地, 能满

足目前使用的进港船舶候潮、引航、检疫, 同时可申请就近的应急锚地和减载锚地。

7) 导助航设施。

经调查, 本码头的导助航设施配置合理, 可以满足船舶航行和进出港靠离泊使用要求。

2.2.2 码头附属设施安全核算

1) 码头系缆设备。

按设计风速为 22 m/s (9 级风)、流速为 0.9 m/s 计算, 当风力大于 9 级时船舶应离开码头到锚地避风。

系缆力按《港口工程荷载规范》规范有关公式计算:

$$N = K [\sum F_x / (\sin \alpha \cos \beta) + \sum F_y / (\cos \alpha \cos \beta)] / n \quad (6)$$

式中: N 为系缆力标准值; $\sum F_x$, $\sum F_y$ 分别为风和水流对船舶作用产生的横向分力总和及纵向分力总和; K 为系船柱受力不均匀系数, 取 1.3; n 为计算船舶同时受力的系船柱数目, 取 5; α 为系船缆的水平投影与码头前沿线所成的夹角, 取 $\alpha = 30^\circ$; β 为系船缆的水平面之间的夹角, 取 $\beta = 15^\circ$ 。

经计算: $\sum F_x = 1\,722 \text{ kN}$, $\sum F_y = 75 \text{ kN}$, $N = 949 \text{ kN}$, 计算系缆力标准值为 949 kN, 原 1 000 kN 系船柱可满足 7 万吨级散货船系缆要求。

2) 码头橡胶护舷。

①船舶靠岸时的有效撞击能量计算。

按《港口工程荷载规范》有关公式计算, 船舶靠岸时的有效撞击能量为:

$$E_0 = 0.5 \rho M v_n^2 \quad (7)$$

式中: E_0 为船舶靠岸时的有效撞击能量 (kJ); ρ 为有效动能系数, 取 0.8; M 为船舶质量 (t), 按船舶的满载排水量 (85 000 DWT) 计算, 取 115 360 t; v_n 为船舶靠岸法向速度, 取 0.14 m/s。得 $E_0 = 904 \text{ kJ}$ 。

原护舷为 SUC1250 两鼓一板超高反力型 (R_1) 橡胶护舷, 其最大吸能量为 922 kJ (相应的反力值为 1 681 kN)。

如果船舶靠岸时控制速度为 0.14 m/s, 船舶最大满载排水量为 115 360 t, 则船舶有效撞击能量 E_0 为 904 kJ。可以满足 7 万吨级散货船系靠泊要求。

(下转第 85 页)