

# 孟加拉某卸煤码头水工结构的选型研究

陈晴晴<sup>1</sup>, 古浩<sup>2</sup>

(1. 南京瑞迪建设科技有限公司, 江苏南京 210029; 2. 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院, 江苏南京 210029)

**摘要:** 码头按结构型式主要分为重力式、板桩式和高桩梁板式等结构, 本次以孟加拉某电厂码头为例, 对水工结构的选型进行研究。

**关键词:** 高桩梁板; 结构选型

**中图分类号:** U651      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1006—7973 (2021) 02—0114—03

## 1 概述

孟加拉某码头位于孟加拉国南部城市巴里萨尔, 博杜阿卡利县, 建设规模为 3 个 8000 吨卸煤泊位, 设计年卸煤量 375 万吨。本次针对孟加拉某卸煤码头的特点, 从技术、经济角度出发, 对码头水工结构的选型开展研究。

## 2 工程地质

根据工程区域的地质资料显示, 拟建码头区域的土层自上而下分布如下 (见图 1):

②粉砂: 冲积、灰色、松散、饱和, 以石英颗粒为主, 云母次之, 含约 25% 的粉粘粒, 无胶结, 河床区钻孔本层厚度 11.5 ~ 18.0m, 平均 13.8m。标贯击数标准值 5.3 击, 力学性质较差。

⑤粉细砂: 冲积、灰色、松散~稍密、饱和, 以石英颗粒为主, 云母次之, 含约 10%~20% 的粉粘粒, 基本无胶结, 河床区钻孔本层厚度 10.5 ~ 17.5m, 平均 14.5m。标贯击数标准值 10 击, 力学性质一般。

⑥细砂: 冲积、灰色、以中密为主、局部稍密、饱和, 以石英颗粒为主, 云母次之, 含约 3%~10% 的粉粘粒, 无胶结, 河床区钻孔本层厚度 11.0 ~ 18.5m, 平均 15.3m。标贯击数标准值 21.2 击, 力学性质较好。

⑥-1 细砂: 冲积、灰色、以密实为主、局部中密、

饱和, 以石英颗粒为主, 云母次之, 含约 3%~10% 的粉粘粒, 无胶结, 河床区钻孔本层厚度 13.0 ~ 19.0m, 平均 15.3m, 本次未揭穿。标贯击数标准值 32.5 击, 力学性质好。可作为本次码头良好的桩基持力层。

码头区各土层桩基参数详见表 2。

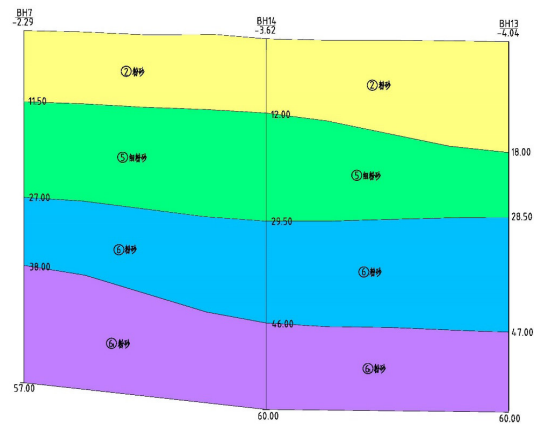


图 1 码头区域工程地质剖面图

## 3 码头主体结构选型

码头按结构型式可分为重力式、板桩式和高桩梁板等结构。

拟建码头区域地基表层为松散~稍密状砂层, 平均厚度约为 28m, 具有压缩性高、灵敏度高、易于变形等

表 1 码头区土层物理力学性质指标统计表

层号	土层名称	湿密度 g/cm <sup>3</sup>	含水率 %	干密度	土粒比重	直剪		标贯击数
						粘聚力 c (kPa)	内摩擦角 φ (°)	
②	粉砂	1.64	28.09	1.28	2.63	0.07	17.33	5.3
⑤	粉细砂	1.70	28.22	1.33	2.65	0.03	20.82	10
⑥	细砂	1.76	26.71	1.39	2.65	0.01	24.27	21.2
⑥-1	细砂	1.83	26.30	1.45	2.66	0.00	29.65	32.5

表 2 码头区土层桩基参数标准值推荐表

层号	土层名称	钻孔灌注桩		预制打入桩	
		极限侧阻力标准值 $q_l$ (kPa)	极限端阻力标准值 $q_R$ (kPa)	极限侧阻力标准值 $q_l$ (kPa)	极限端阻力标准值 $q_R$ (kPa)
②	粉砂	15 ~ 22		25	
⑤	粉细砂	22 ~ 46	650 ~ 750	40	
⑥	细砂	46 ~ 64	1500 ~ 1600	60	
⑥-1	细砂	64 ~ 84	1600 ~ 1800	80	4500

特点,工程性能较差。且考虑到码头平面为离岸式布置,码头平台距离后方陆域约 750m,重力式和板桩式结构型式均不适用于本项目。

根据本项目上部松散土层、下部埋深较深处有良好桩基持力层的地质特点,且考虑到码头采用离岸式栈桥平面布置型式,本项目码头主体结构推荐采用高桩梁板式结构。

高桩梁板式码头主要由下部桩基、上部结构组成。上部结构通常包括桩帽、横梁、纵向梁系、面板和靠船构件等组成。高桩梁板式码头结构的特点为:

(1) 高桩梁板结构自重较轻、利用长桩可达到较深的硬土层,桩基承载力较高,使用期结构沉降变形小,结构受力明确;

(2) 透水性较好,对水流及原有地形的影响均较小;

(3) 高桩梁板式码头的上部结构可采用预制装配式,可以利用后方陆域作为预制构件场地,减少现场工作量,加快施工进度。

#### 4 下部桩基选型

##### 4.1 码头桩基类型及特点

目前,高桩码头常见的基桩有预制混凝土方桩、预应力混凝土管桩、钻孔灌注桩、钢管桩等。

预制混凝土方桩的预制时间长,桩的抗弯能力有限,目前已较少采用。

预应力混凝土管桩具有桩身强度高、抗弯能力高、耐锤击能力强、水流阻力小、养护时间短等优点。同时造价适中,在高桩码头结构中得到越来越广泛的应用。

钻孔灌注桩对各类地基的适应性较强,施工时不需要大型沉桩设备,能较好适应各类沉桩环境;能够进入岩层,桩身刚度大,承载力高。但灌注桩成孔速度慢,桩基费用相对较高。

钢管桩具有抗弯、抗拉、抗剪性能优,强度高、水流阻力小、加工方便、沉桩容易、质量好等优点,现已广泛地应用于码头吨位大、地质条件差、风浪大的工程

中。但是相对于其他桩型,钢管桩造价较高。

##### 4.2 本工程桩型选取分析

根据本项目的地质勘察报告,考虑沉桩方便,以  $\Phi 1000\text{mm}$  钢管桩作为设计桩型,以  $\Phi 1000\text{mm}$  PHC 管桩(加长钢桩尖)和  $\Phi 1200\text{mm}$  钻孔灌注桩作为备选桩型。

#### 5 上部结构型式

##### 5.1 上部结构型式确定

梁板式高桩码头的横梁为排架主梁,可以直接支承在基桩上,或通过桩帽与基桩连接。通常需要设置桩帽的码头,一般以下几种情况:

(1) 沿海风浪大,施工条件差的大跨度高桩码头,为便于上部预制结构的安装施工,通常设置桩帽。

(2) 当横梁采用预制时,通常在桩与横梁之间设置现浇桩帽,以利于调整沉桩偏位和桩顶标高。

(3) 采用大直径桩基(1.2m 及以上),为避免横梁宽度过大,通常在桩与横梁之间设置现浇桩帽,以便于横梁搁置。

图 2 为我国沿海某港区 10 万吨级通用码头泊位<sup>[1]</sup>,采用桩帽布置型式。

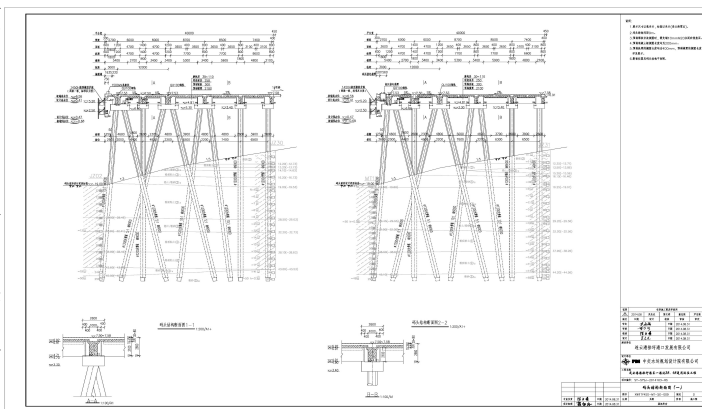


图 2 带桩帽的码头典型断面(海港码头,采用大直径管桩)

本工程位于 Rabnabad 河,掩护条件较好,施工水位不高,码头上部卸船机规格不大,考虑采用桩基直径

1m的预制桩，采用桩顶直接现浇横梁的做法。根据我院在国内入海河口码头设计经验和工程实例，码头排架结构可以不需要设置桩帽，横梁可以直接支承在基桩上，取消桩帽结构的优点如下：一是减少了上部砼工程量，有利于节省工程投资；二是减少了施工工序，有利于加快施工进度。

根据上述的有关分析内容，本次码头上部结构由横梁、纵向梁系、叠合面板等组成，横梁直接搁置在桩基上。

## 5.2 上部结构布置

### 5.2.1 纵梁的布置

纵梁的布置一般与码头轨道式装卸设备的轨道间距有关，卸煤泊位采用轨道式的桥式抓斗卸船机<sup>[2]</sup>。码头的纵向梁系布置在卸船机轨道位置处，在轨道梁中间为了保证码头的整体刚度，设置2~3道纵梁。

### 5.2.2 面板的布置

根据我们在相似工程的设计经验，面板的厚度与面板跨度、上部荷载有着直接的关系。因此，码头预制面板考虑搁置在纵向梁系上，可以有效减小预制板的厚度，并通过现浇板缝将面板连接成整体。

### 5.2.3 合理横向排架的确定

针对确定合理的排架，国内某海港做过专门的研究<sup>[3]</sup>，该项研究对于钢管桩和PHC桩梁板式结构分别选取了横向排架间距为6m、7m、8m、9m、10m、11m、12m共7个间距进行了方案的技术经济比较，最后得出结论是“码头承台排架间距8.0m时最为经济”，如图3。当然，该项研究针对的是某集装箱海港码头结构进行的，与本工程在地质、水文以及工艺荷载等方面有一些不同，但也有一定的借鉴意义。因此，本次重点针对卸煤泊位8m排架间距进行了计算。

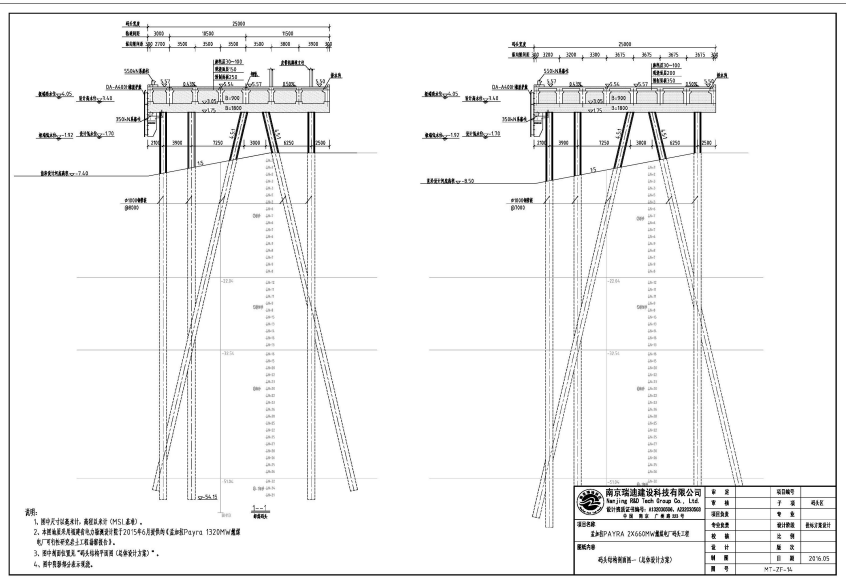


图4 卸煤泊位码头上部结构断面

本项目确定的码头平台上部结构方案为：卸煤泊位码头平台排架间距为8m 码头上部结构由现浇横梁、纵向梁系、迭合面板和靠船构件等组成，其中纵向梁系包括边梁、普通纵梁、轨道梁。图4为本次优化设计后的码头断面。

## 6 结语

本次针对孟加拉某卸煤码头水工结构选型进行研究，对码头下部桩基及上部结构进行了较详细的技术分析，为类似工程的结构选型提供了借鉴，也为工程设计提供了有力依据。

### 参考文献：

- [1]《海港工程设计手册》，交通部第一航务工程勘察设计院。
- [2]《海港总体设计规范》(JTS165-2013)。
- [3]许锡宾，对长江中、下游地区高桩码头结构型式的探讨，水运工程 [J]，1989 (4)。

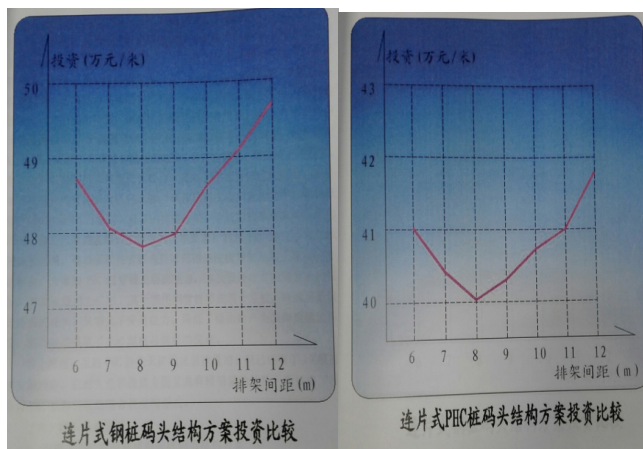


图3 国内某沿海港不同排架间距码头结构投资比较