



# 高桩墩台结构在离岸海洋站中的应用

陈 喆

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

**摘要:** 离岸海洋站作为外海孤立建筑物, 自然条件恶劣, 高桩墩台结构是一种十分适合的结构形式。以成功建成并运行的“连云港30万吨级航道工程徐圩海洋站工程”为工程实例, 从结构选型、高程确定、结构设计、结构计算和结构施工等多方面进行阐述和探讨, 对高桩墩台海洋站的设计和施工进行总结和分析, 为今后离岸海洋站工程的建设 and 研究提供了参考意见。

**关键词:** 海洋站; 高桩墩台; 钢管桩; 现浇混凝土

中图分类号: U 655.55

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0208-03

## Pile wharf structure applied to offshore ocean station

CHEN Zhe

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

**Abstract:** Offshore ocean station is an isolated building in the sea with rough condition. Pile wharf structure is a very suitable structure form to offshore ocean station. This paper discusses the structural type selection, structure design, structure calculation, construction, etc. based on Lianyungang harbor 300 000DWT waterway engineering Xuwei ocean station project which is already under operation. The pile wharf of ocean station design and construction are summarized and analyzed. It may serve as reference for the research and construction of offshore ocean station project.

**Key words:** ocean station; pile wharf; steel pipe pile; cast-in-place concrete

我国逐步确立了海洋经济发展方向, 港口、航道和海洋等建设工程日益增多, 规模越来越大, 涉及的海域也越来越广, 在沿海广阔海域建设离岸海洋站, 长期不间断地收集水文气象资料变得十分迫切。

### 1 自然条件与功能要求

离岸海洋站为外海孤立建筑物, 自然条件一般非常恶劣, 必须承受多种荷载的作用, 除自重及设备荷载外还需承受很大的风压力、波浪力、水流力、船舶荷载及地震力等, 同时施工条件及维护条件差, 受海水腐蚀严重, 因此海洋站的结

构选型和设计对海洋站的建设十分重要。高桩墩台结构具有抗风浪能力强、承载力高、施工速度快、便于安装水文气象观测仪器、方便小型交通船舶临时靠泊等优点, 是一种理想的离岸海洋站结构形式, 目前在长江口、广东崖门、江苏连云港等地都已成功实施并运行。

### 2 结构方案与结构计算

#### 2.1 墩台及平台高程确定

离岸海洋站墩台及平台高程的确定关系到海洋站使用功能、结构安全和结构耐久性, 是离岸海洋站设计的一个重要环节。

收稿日期: 2012-10-10

作者简介: 陈喆(1973—), 男, 高级工程师, 从事港口航道工程设计工作。

离岸海洋站一般采用双层设计, 下层为桩基墩台, 为整个海洋站的基础, 兼做靠船墩台使用, 墩台顶高程应满足小型交通艇在风浪较小情况下临时靠泊需要, 墩台顶高程按下式计算确定:  $E=HWL+\Delta$ ,  $E$ 为墩台顶高程,  $HWL$ 为设计高水位,  $\Delta$ 为超高, 取 $0.5\sim 1.0\text{ m}$ <sup>[1]</sup>。徐圩海洋站的设计高水位为 $5.36\text{ m}$ ,  $\Delta$ 取 $0.5\text{ m}$ , 墩台顶高程计算值为 $5.86\text{ m}$ , 设计取 $6.0\text{ m}$ 。

海洋站上平台采用立柱架空处理, 平台上建设验潮房, 满足顶面不被波浪淹没要求, 上平台顶高程按下式计算确定:  $E=HWL+\eta_0+\Delta$ ,  $\eta_0$ 为重现期 $50\text{ a}$ 的 $H_{1\%}$ 静水面以上的波峰高度,  $\Delta$ 为超高, 取 $1\sim 2\text{ m}$ , 同时, 应采用重现期 $50\text{ a}$ 的校核水位与 $1\text{ m}$ 的超高值之和进行复核<sup>[1]</sup>。徐圩海洋站的 $\eta_0$ 为 $3.67\text{ m}$ ,  $\Delta$ 取 $1\text{ m}$ , 上平台顶高程计算值为 $10.03\text{ m}$ , 设计采用 $10.5\text{ m}$ 。

## 2.2 结构方案

徐圩海洋站位于徐圩港区外, 距徐圩航道东边线约 $3\text{ km}$ , 主要功能为自动观测潮位、波浪、气象、泥沙项目。工程区域地形平坦, 天然泥面高程 $-6.0\sim -6.3\text{ m}$ , 表层分布约 $7\text{ m}$ 厚的淤泥, 其下主要为黏土和粉土, 桩基持力层为粉砂层, 深度大约在高程 $-30\text{ m}$ 左右。海洋站设计波高 $6.22\text{ m}$ , 设计靠泊船型 $100$ 吨级交通艇。

徐圩海洋站采用高桩墩台结构, 设置双层平台, 底层平台的平面尺寸为 $9\text{ m}\times 9\text{ m}$ , 平台顶高程 $6.0\text{ m}$ , 厚 $2.5\text{ m}$ 。上层平台面尺寸为 $6\text{ m}\times 6\text{ m}$ , 平台顶高程 $10.5\text{ m}$ , 厚 $0.5\text{ m}$ 。两层平台之间设置 $4$ 根直径 $1\text{ m}$ 混凝土柱将上下平台连成整体。在下平台台面布置 $3$ 只 $150\text{ kN}$ 系船柱, 满足船舶系缆要求, 并在墩台外侧布置斜梯。

墩台基础为 $4$ 根直径为 $1\ 500\text{ mm}$ 钢管桩斜桩, 桩长大约 $37\text{ m}$ , 钢桩内灌混凝土。钢管桩进行涂重防腐涂层结合阴极保护双重防腐处理。

上层平台建有验潮房, 为现浇钢筋混凝土框架结构, 填充墙, 建筑面积 $18\text{ m}^2$ 。平顶屋面, 上设避雷针杆。

测波架固定在验潮房外墙上, 外伸 $6\sim 8\text{ m}$ , 为无缝钢管结构。徐圩海洋站立面设计见图1。

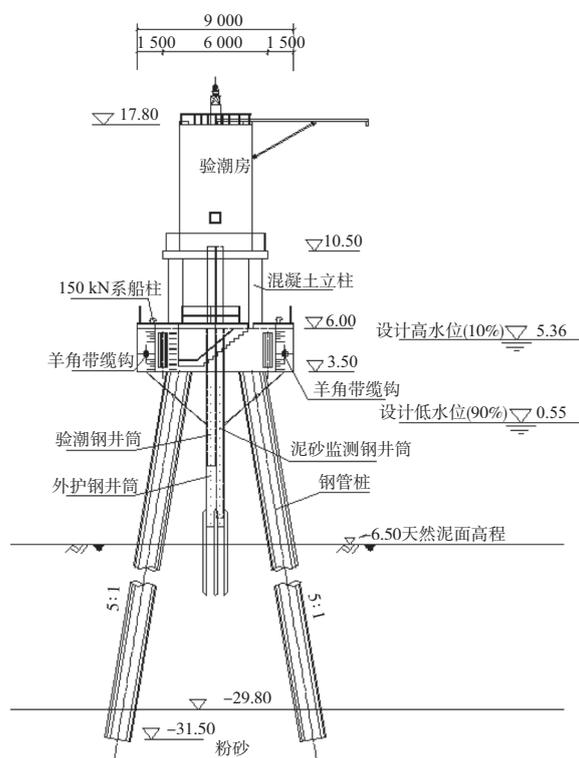


图1 徐圩海洋站立面

## 2.3 结构计算

高桩墩台结构的计算, 一般应进行三维空间结构分析<sup>[2]</sup>。为了简化计算, 将钢筋混凝土平台按刚性平台考虑, 平台上部的所有结构及其受力均按平台上的荷载考虑, 钢管桩伸入平台1倍桩径, 与平台固结<sup>[3]</sup>。对于离岸海洋站来说, 结构的竖向承载力一般均可满足使用要求, 水平作用力为控制性荷载, 其中波浪力是主要的水平作用力<sup>[4]</sup>。

表1 承载力极限状态桩基计算结果

桩号	截面位置	轴力最大值/ kN	轴力最小值/ kN	弯矩最大值/ (kN·m)
1	泥面			92.16
	桩顶	1 665.66	-2 827.66	6 193.21
2	桩顶	2 715.25	806.69	5 951.33
	下端	1 989.08	337.56	58.31
3	桩顶	3 357.36	1 281.79	6 114.07
	下端	2 763.05	750.83	37.43
4	桩顶	1 688.84	-1 103.31	5 668.25
	下端	998.59	-1 689.69	71.90

可以采用高桩墩台三维空间结构计算软件进行结构计算,表1为徐圩海洋站高桩墩台结构承载能力极限状态桩基计算值。另外,通过计算,墩台形心在 $x$ 方向位移最大值 $U_{x\max}=21$  mm,墩台形心在 $y$ 方向位移最大值 $U_{y\max}=23$  mm。

### 3 工程实施

离岸海洋站一般建设在开敞海域,风浪大,施工条件恶劣。为了保证施工的顺利开展,应根据当地气象资料选择适合的时段展开海上施工。

施工的总流程:钢管桩制作→重防腐涂层涂装→海上沉桩→钢筋混凝土平台浇筑→平台上部结构施工→构件、仪器、设备安装→调试运行<sup>[5]</sup>。

为了保证工程安全可靠地实施,必须精心编制施工组织设计,其中关键工序是沉桩和钢筋混凝土墩台浇筑,这两道工序应紧密衔接,尽快完成,使结构自身具备承载能力,可以抵抗大风浪等恶劣天气,从而降低工程施工风险。

钢筋混凝土墩台浇筑是该类型工程的一个难点,以往墩台较多采用预制安装工艺或预制套箱安装工艺,施工中需配备大型起重船舶,安装施工难度较高、施工质量无法保证。在广东崖门潮位站、连云港徐圩海洋站的施工中,成功采用了现浇钢筋混凝土墩台工艺,使墩台的施工质量大幅提高。墩台的底高程一般较低,必须乘低潮施工,同时模板受潮汐、波浪影响,必须加固,必要时可以采用整体钢模。

### 4 结论

1)高桩墩台结构具有抗风浪能力强、承载力高、施工速度快、便于安装水文气象观测仪器、方便小型交通船舶临时靠泊等优点,是一种十分

合适的离岸海洋站结构形式。

2)为了保证海洋站使用功能、结构安全和结构耐久性,离岸海洋站一般采用双层设计,下层墩台顶高程应满足小型交通艇在风浪较小情况下临时靠泊需要,上层平台采用立柱架空处理,满足顶面不被波浪淹没要求。

3)为了提高结构在大风浪作用下的稳定性、保证在全天候条件下观测数据的精度,高桩墩台结构结构的桩基一般采用大直径的钢管桩,桩内一定范围灌混凝土,以提高钢管桩稳定性和耐撞击能力。

4)为了满足海洋站日常维护、检修需要,墩台上应设置临时靠船、系船设施,以及供人员上下的踏步和爬梯等设施。

5)高桩墩台海洋站结构应按三维空间结构计算,水平作用的波浪力一般是控制荷载,重点应对桩基的抗弯承载力、轴向承载力,墩台的水平位移进行验算。

6)高桩墩台海洋站实施过程中,沉桩和钢筋混凝土墩台浇筑是两道关键工序,应紧密衔接,尽快完成,使结构自身具备承载能力,可以抵抗大风浪等恶劣天气,从而降低工程施工风险。

### 参考文献:

- [1] JTJ 211—1999 海港总平面设计规范[S].
- [2] 孙文俊,胡维俊,蔡新. 码头空间计算及桩基影响分析[J]. 河海大学学报, 1993(1): 19-27.
- [3] JTS 167-1—2010 高桩码头设计与施工规范[S].
- [4] 交通部第一航务工程勘察设计院. 海港工程设计手册[M]. 北京:人民交通出版社, 1994.
- [5] 刘雅清,李永全,王长兴. 大型高桩墩台施工新工艺[J]. 中国港湾建设, 1999(4): 1-6.

(本文编辑 郭雪珍)