

移动浮箱灌注桩施工平台设计与应用

邓远经¹, 朱其恒²

(1. 广东省航运规划设计院有限公司, 广东 广州 510050; 2. 中国水产广州建港工程有限公司, 广东 广州 510220)

摘要:水上灌注桩施工须先行搭设施工平台, 为加快施工平台的搭设速度, 减少水上作业工作量, 降低施工成本, 在实际工程中探索将桩基施工平台与浮式施工平台相结合, 设计一种能够通过自身浮力浮运安装的平台型式。平台在陆上制作完成后, 依靠自身的浮箱浮运至桩基施工区域, 利用驳船辅助定位后打入定位桩固定。灌注桩施工完成后, 拔出定位桩, 浮动平台移动至下一组灌注桩位置定位施工。通过建模分析验算结构的安全性并优化结构型式, 经工程实际应用表明, 移动浮箱灌注桩施工平台具有可行性, 有不错的应用前景和较好的经济效益。

关键词:浮箱; 灌注桩; 施工平台

中图分类号: U655.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 12—0114—03

水上灌注桩施工时须先行搭设施工平台, 水上施工平台可采用筑岛平台、桩基平台、浮式平台、移动式自升平台和导管架平台等形式。其中桩基平台是较为常见施工平台型式, 常采用钢平台, 即下部钢管桩基础, 上部钢梁板的结构。其施工流程为先施工钢管桩, 再水上安装及焊接上部结构。因桩基施工及上部安装均在水上进行, 受水上风浪流情况的影响, 钢平台搭设的工期较长、成本高、风险大。为加快施工平台的搭设进度, 减少水上作业工程量, 降低施工成本, 可考虑施工平台在陆上进行制作, 焊接成一个整体, 再通过起重船整体吊运安装的方式, 该方法也在水运工程施工中得到很好应用。

移动浮箱施工平台是在整体制作吊运安装灌注桩施工平台方法的基础上做进一步的创新探索, 将桩基施工平台与浮式施工平台相结合, 设计制作一种能够无需起吊而是通过自身浮力浮运安装的施工平台。平台在陆上制作完成后, 依靠自身的浮箱浮运至桩基施工区域, 利用驳船辅助定位后打入定位桩固定; 灌注桩施工完成后, 拔出定位桩, 浮动平台移动至下一组灌注桩位置定位施工。该结构型式的主要优点为: 能够在陆上进行整体的制作, 减少水上安装工作量, 从而加快施工进度, 节约工程成本; 同时拆除及运输方便, 拔出定位桩后, 可直接利用浮箱浮运, 无需大型起重设备。

本文将广东茂名港吉达港区某管廊栈桥工程为依托, 介绍移动浮箱施工平台的结构型式、结构受力分析验算以及实施应用情况, 为类似工程的建设提供参考。

1 工程概况

1.1 结构型式

广东茂名港吉达港区某公共管廊栈桥工程, 位于茂名吉达港, 为港内码头提供海上通道条件。管廊栈桥总

长度为 4076.5 m, 其中陆域段管廊长度为 134.2 m, 海域段管廊长度为 3942.3 m, 栈桥宽度取为 16 m。

管廊水工结构采用桩基排架结构, 标准段排架间距 30 m, 每榀排架下方布置 3 根直径 1400 mm 灌注型嵌岩桩; 桩基上部设置现浇 C40 钢筋混凝土横梁, 排架之间采用箱梁结构。栈桥断面图见图 1。

1.2 地质条件

工程地质自上而下主要由细砂、淤泥质粉质黏土、粉质黏土混砂、中砂、粗砾砂、全风化混合岩、强风化混合岩和中风化混合岩等岩土层构成, 岩面不深, 有一定起伏, 基础采用灌注嵌岩桩。

1.3 水文条件

工程所处海域, 设计高低水位分别为 3.32 m 及 0.46 m (当地理论最低潮面起算), 工程海域年均波高小于 1.5 m, 年均波周期小于 6 s。施工水域受防波堤掩护, 设计波要素重现期为 2 年, $H_{1\%}=2.39\text{m}$, $H_{5\%}=2.06\text{m}$, $H_{13\%}=2.62\text{m}$, $T=5.5\text{s}$, $L=32\text{m}$ 。

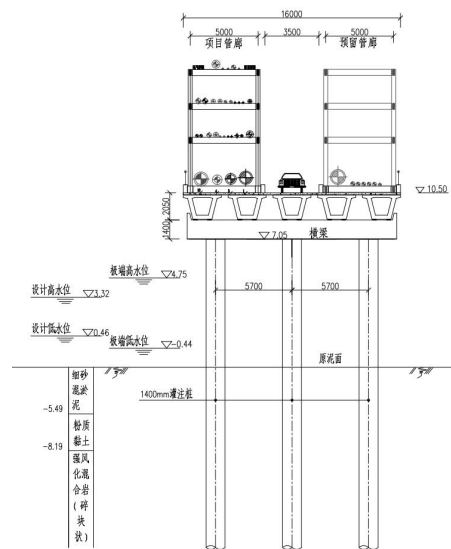


图1 栈桥结构断面图

2 平台结构设计

2.1 平台尺度的确定

根据栈桥结构方案，每个排架设3根灌注桩，施工平台尺度需满足三根灌注桩施工的要求，在施工平台布置三台冲孔机及三个泥浆池，并布置休息棚及发电机等，浮箱平台平面尺寸确定为18.1m×13.75m。平台顶高程按满足设计高水位及设计波浪条件下，平台顶面不受波浪力作用考虑，平台顶高程确定为6.5m。

2.2 平台结构简述

移动浮箱灌注桩施工平台主要由钢浮箱和钢结构框架两部分组成，平台设12根直径720mm壁厚10mm的钢导管，安装时在导管内插入直径630mm壁厚8mm的钢管桩，利用导管顶部的抱箍将导管与钢管桩锁定，以固定平台。导管之间通过钢结构桁架连接，桁架顶面依次铺设32C工字钢主梁、18工字钢次梁以及8mm厚钢板。钢桁架底部焊接3个尺寸为12m(长)×2.5m(宽)×3m(高)的钢浮箱。平台平面图见图2，立面图见图3，平台材料见表1。

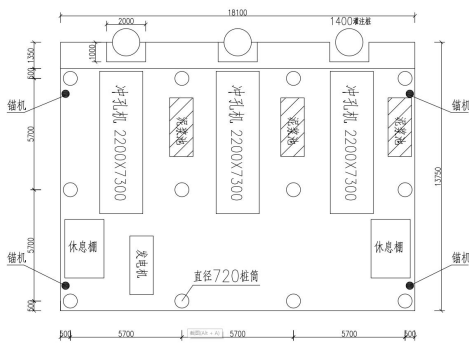


图2 施工平台平面图

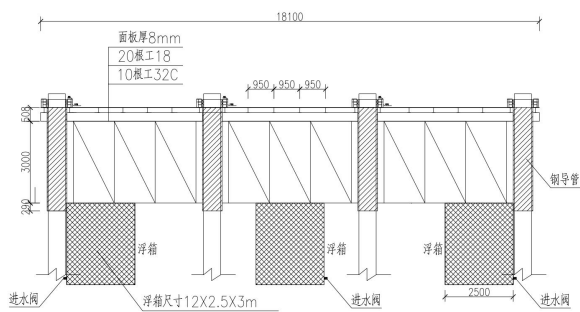


图3 施工平台立面图

表1 平台材料表

构件	材料型号	材质	备注
主梁	32C工字钢	Q235B	间距1.5m
次梁	18工字钢	Q235B	间距0.95m
面板	厚度8mm钢板	Q235B	满铺
桁架	14a双拼槽钢	Q235B	连接导管
肋力撑	14a双拼槽钢	Q235B	连接导管
导管	Φ720钢管，厚10mm	Q235B	12根
钢管桩	Φ630钢管，厚8mm	Q235B	12根
浮箱	厚度12mm钢板	Q235B	3个

3 结构验算

3.1 设计荷载

(1) 永久荷载：结构自重。

(2) 冲孔桩机荷载：平台面布置冲孔桩机共3台，单个桩机自重200kN。

(3) 施工人员、机具、材料等荷载：按5kpa计算。

(4) 静水浮力：平台安装固定后，打开浮箱底部阀门，使浮箱内水位与外界保持一致，浮箱受到的浮力仅为浮箱箱身(不含内部)所受浮力。

(5) 水流力荷载：设计水流流速为0.24m/s，单个浮箱受到的水流力： $F_w=2.5kN$ ，单根钢管桩受到的水流力： $F_w=0.1kN$ 。

(6) 波浪荷载：平台顶面高程满足不受波浪力的要求，波浪荷载主要为作用在施工平台下方的三个钢浮箱上的波浪力，现有水运规范中尚无波浪对浮体结构作用的相关计算公式。本工程根据设计波浪要素，通过fluent流体仿真软件建立二维数值水槽模型来对波浪力进行计算。模型见图4。

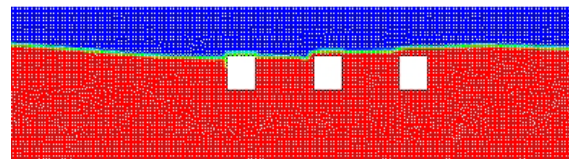


图4 浮箱波浪力计算模型

模拟计算得到单个浮箱受到的最大波浪力：设计低水位：波浪力244kN(均布6.8kPa)；浮托力296kN(均布9.8kPa)。设计高水位：波浪力377kN(均布10.5kPa)；浮托力252kN(均布8.4kPa)。

根据数值模拟结果，第一个浮箱受到的波浪力最大，将波浪力及浮托力等值添加到浮箱之上。

3.2 模型建立与分析

施工平面结构计算使用midas Civil计算软件建立模型，主要分析施工平台在定位安装后，承受上部施工荷载及水流波浪等外部荷载时的受力情况，计算模型见图5。各构件连接为固接，桩基桩底边界条件设置为固接支座。作用组合分别考虑设计高低水位下的结构自重、浮力、上部荷载、水流力及波浪力进行组合分析。

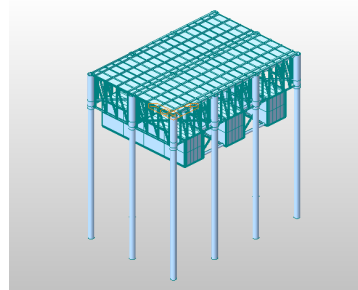


图5 结构计算模型

3.3 计算结果及结论

浮箱平台在设计荷载条件下,各构件应力能够满足应力限值要求,桩基受力能够满足抗压及抗拔承载力要求,结构安全可靠,计算结果见表2及表3。

表2 施工平台各构件应力计算结果

构件	组合拉应力 (MPa)	组合压应力 (MPa)	钢材强度设计值 (Mpa)
钢管桩	17.8	113.7	215
钢导管	20.0	29.7	
主梁	95.1	112.9	
次梁	70.7	74.6	
桁架	182.6	201.4	

表3 桩基内力及桩基承载力计算结果

桩基	最大桩压力/单桩轴向抗压承载力 (kN)	最大拉力/单桩轴向抗拔承载力 (kN)
Φ630mm 钢管桩	450.0/1004.7	6.5/64.4

4 现场实施

浮箱平台在岸上进行制作,上部构件通过焊接连接,制作完成后,利用浮箱浮运至桩基施工区域,利用驳船辅助定位,将12根Φ630的钢管桩插入钢导管,钢管桩长度为17m,钢管桩利用振动锤沉桩完成后,利用导管顶部的抱箍将导管与钢管桩锁定,平台定标高固定在+6.5m。

平台定位安装完成后,打开浮箱底部阀门,以调节浮箱内水位平衡浮箱浮力。平台上部安装3台灌注桩冲孔机,进行灌注桩施工,灌注桩施工完成后,关闭浮箱底部阀门,抽出浮箱内的海水,解松抱箍,利用振动锤拔桩,浮动平台浮运至下一组灌注桩位置定位施工。施工工序流程见图6,浮箱平台制作现场照片见图7。

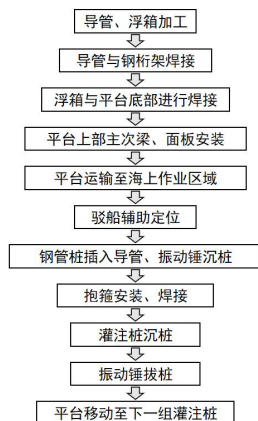


图6 施工工序



图7 浮箱平台制作现场照片

平台安装使用后,需定期安排测量人员对浮箱平台进行沉降、位移观测,对观测数据进行分析,如发现异常,立即采取有效措施进行纠偏。施工过程中做好充分的防风防台预案,台风来临前,浮箱平台可快速拆除避风。

5 结论

移动浮箱施工平台是将桩基施工平台与浮式施工平台相结合的一种平台型式,平台在陆上制作完成后,依靠自身的浮箱浮运至桩基施工区域后打入定位桩固定。通过结合实际工程的设计、计算和实施应用情况,得出以下经验结论,可供今后类似平台结构的设计和施工提供借鉴。

(1) 移动浮箱施工平台,与传统桩基施工平台的主要区别是,能够整体制作安装,该工艺加快了施工平台的搭设速度,减少了水上作业工作量,降低了施工成本,具有不错的应用前景和较好的经济效益。

(2) 移动浮箱施工平台的主要特点是安装和拆卸方便,移动灵活且成模块化。本工程栈桥桩基排架间距为30m,单个排架3根灌注桩,桩基分布规则且相对分散。由此可见,移动浮箱施工平台对大跨度排架或墩台的栈桥结构有较好的适应性,而对于桩基集中或分布不规则的结构则适用性相对较差。

(3) 移动浮箱平台依靠浮箱进行运输和安装,但使用过程中,因浮箱受水流力和波浪力作用,导致整体结构受力情况较为复杂,且现行规范中尚无波浪对浮体结构作用的相关计算公式,这无疑给结构设计带来了难度。由此可见,该类结构宜应用于水流速度较小、流态相对稳定、水位升降较慢和风浪不大的水域。

参考文献:

- [1] 中交第四航务工程局有限公司, 码头结构施工规范 (JTS2015-2018) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
- [2] 郑力华, 张智在. 外海冲孔灌注桩施工平台整体吊装施工技术 [D]. 中国水运, 2020.05, 237-238