

南通港吕四作业区码头工程 水上钢管桩施工技术研究

周盼^{1,2}, 黄海林¹

(1. 湖南科技大学土木工程学院, 湖南 湘潭 411201; 2. 广州南华工程管理有限公司, 广东 广州 510220)

摘要: 吕四港作为江苏省出海口的起步港区, 建设目标为打造世界一流港口, 坚持高起点设计, 采用高标准建设。本项目为高桩码头结构, 码头区桩基为 $\Phi 1200\text{mm}$ 的钢管桩, 同时存在直桩、斜桩及叉桩, 由于钢管桩的抗冲击性能好, 可以增加高桩码头结构的受力性能, 但存在施工难度大, 打桩定位精度要求高。本文对南通港吕四作业区西港池 8#-11# 码头工程水上钢管桩施工技术进行探讨研究, 为类似工程的施工提供参考。

关键词: 码头工程; 钢管桩; 测量定位; 桩芯施工

中图分类号: U655 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2021) 08—0143—04

1 工程概况

南通港位于江苏省南通市东部, 地处长江三角洲和东部沿海海上交通要冲, 是上海国际航运体系的一个重要组成部分, 吕四港作业区处于大唐电厂和大洋港之间, 靠近上海市区, 滨江临海, 海上交通便利。南通港

吕四作业区西港池 8#-11# 码头工程 (见图 1) 在吕四作业区环抱式港池内建设 4 个 10 万吨级泊位, 其中 A 标为 2 个 10 万吨级集装箱泊位, 码头长度为 812m, 宽度为 42m, 码头结构形式为高桩梁板结构, 码头排架间距 12m, 下部基桩设置直径 1200mm 的钢管桩, 每榀排

接, 人工配合进行箱体落位过程的粗调。随后利用千斤顶及钢垫片进行精调, 确保箱体安装满足设计要求。

在箱体安装完成 3-5 段时, 开始空箱封底、鱼巢安装、箱体间灌浆、土方回填等工序。

5 形成质量检验标准

工业化整体箱式装配护岸作为一种新型护岸结构形式, 《水运工程质量检验标准》(JTS 257-2008) 并不完全适用, 本项目综合现有规范、省内其他装配式护岸质量控制情况及现场施工实际, 编制《工业化箱式装配护岸质量检验标准》并及时进行修订, 经过现场检测数据统计分析, 各项指标控制良好。目前该项标准作为本项目装配式护岸的质量检验依据使用, 下一步将积极申报地方标准。

6 经济、社会效益对比

6.1 经济效益对比

与传统重力式护岸相比, 工业化整体箱式装配护岸在单位长度造价基本持平的情况下, 工期及人工消耗大

幅降低, 也降低了后期养护难度, 经济效益显著。

6.2 社会效益对比

工厂集中预制, 提高了预制空箱整体质量。空箱内填筑素土, 降低混凝土用量, 保护周边环境。临水侧布置鱼巢, 体现了生态性, 社会效益突出。

7 结语

整体箱式装配护岸在江苏省内尚属首次应用, 项目形成的检验标准也使装配式护岸结构在省内航道工程中首次有了明确的验收依据。

通扬线高邮段航道整治工程在装配式护岸设计方案优化、施工方案落实及检验标准拟定等方面取得的成果, 将为装配式结构在航道工程中的应用推广提供先行经验。

参考文献:

- [1] 通扬线高邮段航道整治工程施工图设计 [Z].
- [2] 通扬线高邮段航道整治工程装配式护岸变更设计文件 [Z].

架布置 10 根钢管桩, 钢管桩内部灌注混凝土, 上部现浇钢筋混凝土桩帽, 桩帽上安装预制预应力纵横梁, 平台面板结构形式为预制板加现浇叠合面板。码头桩基采用的结构形式为前桩帽布置 3 根品字形斜桩, 后桩帽布置 3 根成品字形的钢管桩 (1 根为斜桩, 2 根为直桩), 中间两个桩帽为两对叉桩。



图 1 工程效果图

2 工程地质及水文情况

南通港吕四作业区西港池 8#-11# 码头工程地质土层自上而下分为 7 个主要地基土层及分属不同地基土层的亚层, 分别为灰色冲填土、灰色粉土、灰色粉质黏土、灰色粉砂、灰色粉砂夹黏质土、灰色粉细砂、灰色黏质粉土。其中 VI 1 灰色粉砂, 密实, 标准灌入基数 49 击, VII 1 灰色粉细砂, 密实, 标准灌入击数 67 击, 该两层土分布稳定, 厚度大, 工程性质好, 是水工结构的良好桩基持力层或下卧土层^[1]。本工程地处临海, 港池内平均高潮位为 5.24m, 平均低潮位为 1.51m, 港池地质环境类别为 II 类, 渗透性为 A 类, 对码头结构具有弱腐蚀性。

拟建场地原为海域滩地, 现已吹填成陆, 陆域与海域由已建海堤隔开, 海堤外侧地势由岸侧向海侧逐渐倾斜, 靠近大堤处为滩地, 涨潮时淹没, 落潮时出露。施工前, 需要将桩位位置的石块清除以便沉桩施工。

3 施工工艺及方法

3.1 施工总体流程

本工程钢管桩的施工, 根据桩位布置及桩的斜度、扭角, 综合考虑桩船的尺寸以及运转的有效性与合理性,

沉桩施工顺序按照从岸侧向海侧方向推进, 从西向东逐步沉桩。具体打桩顺序为: 从第一分段开始, 从西向东, 逐步向第十分段施工。每一分段先打 JK 两排 PHC 桩, 然后钢管桩沉桩顺序按照阶梯型逐步施工, 当 PHC 桩打完, 进行钢管桩施工时, 需要更换替打。

水上沉桩施工总体流程为: 钢管桩生产及运输→安全生产条件核查→挖泥→船机就位→吊装→移船定位→下桩解扣→锤击沉桩→起锤复核→标高贯入度双控→准备下根施工。

3.2 船舶选择

打桩船舶选择“海力 801”打桩船, “海力 801”打桩船长 80m、宽 30m, 总重量达到 8000t^[2]。独有的 7 个 10t 重海军锚及 4 根液压锚锭桩, 在寒潮及大风天气下也可正常作业。船舶桩架向上提升可达 95m, 可起吊 100t 的钢管桩, 吊杠能够 360 度回旋, 船固定在一个位置就可以把相近几个位置的桩打下去, 不需要频繁挪动船体。同时装有最先进的 GPS 定位系统, 提供三维坐标, 打桩定位可精确到 6cm 以下。

施工前根据勘察设计单位出具的码头平断面图, 确定泥面及水位标高, 与宁波“海力 801”打桩船的吃水要求进行对比, 对不满足吃水深度的区域进行挖泥处理, 降低泥面标高, 使得打桩船顺利进入打桩区域。宁波“海力 801”船体满载吃水 3.2m, 正常施工至少满足吃水深度为 3.2m, 天然泥面标高为 1.7m, 设计低水位标高为 0.72m, 因此进行试桩之前, 采用绞吸船通过连接排泥管线, 将淤泥采用管线连接的方式吹填至港池北岸的围堤后方, 进行初步开挖即可满足施工要求。

3.3 钢管桩的制作及出运

桩基工程是码头施工建设的重点, 钢管桩的施工质量直接影响码头结构的耐久性和安全性。码头前平台共有直径为 1200mm 钢管桩 730 根, 桩长有四种规格, 分别为 63m, 65m, 67m, 69m。由于工程处于海边, 海水对钢结构具有弱腐蚀性, 必须对钢管桩的制作进行严格控制, 确保符合设计及规范要求。钢管桩的保护采用防腐涂层和牺牲阳极阴极保护结合的防腐措施, 钢管桩防腐泥面以上段采用海工高耐磨重防腐涂料, 干膜厚度 1200 μ m, 钢管桩通过喷砂除锈至 Sa2.5 级, 表面处理完成后立即进行涂装, 避免发生锈蚀或者劣变。涂装完

成后进行检查,确保涂层均匀,无裂缝及气泡,对制作完成的钢管桩进行探测检测和防腐检测,合格后出具检测报告,由运输船运至施工现场。

3.4 测量控制

本工程沉桩主要采用打桩船自带的 GPS 进行沉桩的平面定位和高程控制,前期通过岸上测量仪器对 GPS 进行复核,在复核定位精度满足要求后可不再使用岸上测量仪器。根据测量复核成果,打桩船的定位平面偏位误差满足设计规范要求。沉桩前对钢管桩进行定位,在系统电脑上输入定位桩中心坐标、倾斜度、标高等参数,根据 GPS 定位数据移动船舶、调整桩架及稳定船体,同时,实时桩位数据和埋桩位置、偏差可在系统电脑上同步显示。打桩船正确就位后,使用全站仪进行交会测量,并检查打桩定位系统,以确保打桩的准确性,监理工程师现场进行复核,确认无误后方可打桩施工。

3.5 吊桩及下桩

钢管桩运输到现场后根据吊耳的设置起吊,采用两点吊装,通过主、副钩吊起钢管桩,双主钩用于立桩,将桩顶下方的吊耳绑在另一个主钩上扣紧。打桩船就位后钢管桩缓慢进行下桩,严禁急刹,并检查背板是否整桩,以免在下桩时因船上浮而使桩或背板损坏,要及时微调桩架,使架、桩始终保持平衡(见图2)。进行吊装作业时,设置专职指挥人员指挥作业,特种作业人员持证上岗,吊装区域设置标识及警戒线,在起吊作业中,指挥人员应注意起吊物品,严禁施工人员站在起吊物下方。起吊时应当合理控制钢管桩的重心,防止钢管桩摆动和跌落而对人员造成伤害或损坏机械设备。

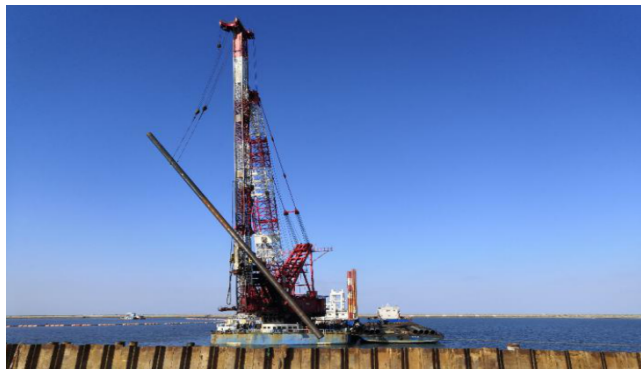


图2 钢管桩吊桩

3.6 沉桩

沉桩施工前,按沉桩顺序根据桩位图,结合船机性

能及地形、地貌、潮汐等自然条件,逐根检查船体及锚缆是否碰桩,以及相邻桩是否相碰,如果有碰撞现象及时跟设计院沟通。移船时,密切注意锚缆防止绊桩,在桩体上划上标高控制标志。

钢管桩开始施工时,启动打桩船主机,将钢管桩水平起吊至沉桩区域,再缓慢将钢管桩起吊至垂直位置,测量人员进行测量控制,对钢管桩进行初步定位,在达到设计位置后操作人员打开抱桩器,并进行精确定位及下桩,桩尖进入土层2~3m后暂停施工,对钢管桩的倾斜度及位置进行校正,然后继续沉桩,直至桩体不再下沉为止。当钢管桩稳桩后压锤并继续下沉,直到钢管桩在重力作用下不再下沉,同时要确保桩锤、替打和钢管桩的轴心在同一条直线上,避免偏心锤击。经检查核对后,启动桩锤开始打桩,并逐步增加锤击能量,直到钢管桩到达设计标高或者控制贯入度时停锤(见图3)。沉桩时若出现突然下降、倾斜过大或者贯入度异常,立即停止施工并查明原因,必要时拔桩重新定位施打。

本工程管桩沉桩以标高控制为主,贯入度校核,停锤标准如下:①当桩顶标高超过1m以内贯入度达到10mm时可以停锤;②当桩顶标高超高大于2m,贯入度小于5mm时,继续锤击50击,如无明显增大可以停锤;③沉桩停锤标准将根据打桩情况调整,超过上述规定需报设计、监理单位研究解决,沉桩控制标准将根据试桩结果由设计代表和监理工程师进行调整^[3]。

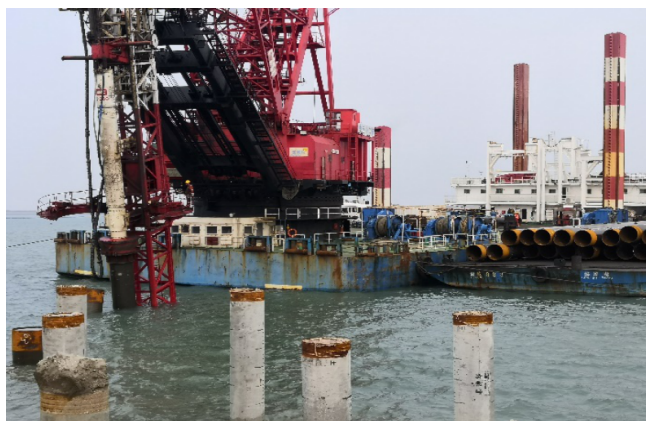


图3 钢管桩沉桩

3.7 试打桩

在正式开始沉桩施工前,先进行试打桩,试桩桩基安排在设计桩位上,减少资源浪费,试打桩定为8根直桩。试打桩期间,根据现场情况选择两根桩进行高应

变动力检测实验,沉桩前在钢管桩轴向布置传感器,检测沉桩过程及后期休止期的桩身完整相、压缩量、内力分布、桩身动态应力应变、侧向土压力等指标,初打及复打过程进行高应变动力检测实验。初打最后5m每隔1m提供初打静土阻力值,初打与复打之间的时间间隔不少于3天。

3.8 保护

钢管桩沉桩后进行夹桩施工,减小水流、风浪、潮流对桩的影响。用制作好的钢抱箍套入已沉钢管桩上,抱箍内裹以6mm厚胶皮,固定在标高处后用型钢、对拉螺杆把群桩和抱箍相互联成整体。由于吕四港在冬季受寒潮影响,附近船舶在不利天气条件下都进入吕四港躲避寒潮及风雨,因此打桩过程中以及施工完成后,在周边设置浮标,保证一定安全距离。浮标顶部安装警示灯,灯光强度大,蓄电持久,做成多种颜色,浮标之间连接警示三角旗,起到警示作用,避免船舶在施工区域停泊及抛锚,对钢管桩造成破坏。

4 桩芯施工

桩芯施工前先对钢管桩孔内淤泥进行清除,在低潮位时作业,用潜水泵抽干桩内海水,用淡水冲洗管壁及孔底,并清干管内积水^[4]。桩芯钢筋笼在预制场内绑扎完毕,运至码头平台,用100t履带吊安装入管桩内,钢筋笼上端0.8m处焊接6个反向弯折180度的圆钢弯钩,吊装时采用反向弯钩和封头板进行定位,上端弯钩与钢管桩桩顶相连,与桩顶电焊引至现浇面层形成接地网络,钢筋笼下端用圆钢穿过封头板进行焊接固定^[5]。

打入桩基上部的桩芯混凝土采用C40微膨胀混凝土,桩芯混凝土宜在浇筑桩帽、横梁混凝土之前灌注完成,桩芯混凝土不得采用水下混凝土。混凝土由搅拌站运至现场,用汽车泵直接注入桩孔导管内,浇筑开始时导管离桩芯底不得大于200cm,随着混凝土浇筑高度的上升,逐层振捣密实,桩顶进行二次振捣压实处理,初凝前刮去桩顶浮浆。混凝土浇筑前,监理工程师对桩芯钢筋笼及焊接质量等隐蔽工程进行验收,桩芯混凝土浇筑时,现场监理进行旁站并做好记录^[6]。

5 结语

钢管桩在水上施工难度大,施工过程中要对原材料

进场、施工技术、测量定位以及桩芯隐蔽工程加强监管。水上沉桩属于超过一定规模的危险性较大部分项工程,施工前进行安全技术交底和安全生产条件核查,过程中加强安全控制。本项目工期紧,桩能否按期完工,牵涉到后续工序的施工进度,在各参建单位的努力下,桩基工程在年前按期完工,为后续工序的开展打下坚实的基础。本文对南通港吕四作业区西港池8#-11#码头工程进行了介绍,对钢管桩施工工艺及方法进行了探讨研究,为其他类似工程的施工提供了借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 王胜利,王辉,崔景川,木向成.嵌岩斜桩施工难点及处理措施[J].水运工程,2015(08):161-164.
- [2] 王永东,杨胜龙.全旋转打桩船“海力801”超长超重钢管桩沉桩技术[J].中国港湾建设,2011(02):42-46+75.
- [3] 蒋凯.高桩码头钢管桩桩位的测量控制方案[A].全国城市公路学会.全国城市公路学会第二十二次学术年会论文集[C].全国城市公路学会:交通科技杂志社,2013:3.
- [4] 王青海.钢管混凝土斜桩施工技术探讨研究[J].广东土木与建筑,2019,26(04):65-67.
- [5] 施斌.钢管混凝土桩桩芯混凝土施工方法的探讨[J].水运工程,2004(10):108-110.
- [6] JTS 252-2015,水运工程施工监理规范[S].

