

码头工程嵌岩芯柱斜桩施工技术研究

王 哲, 李 鹏

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要: 由于常用的水上沉桩方法无法直接用于有斜率的斜桩施工, 需要配备特定的机械, 改进施工工艺流程, 其过程复杂且耗时。本文以湖北省长江流域某高桩码头嵌岩芯柱斜桩施工为例, 对该码头钢管桩斜桩施工技术进行了探讨, 阐述了所采用的施工技术要点、设备选型、施工方法全过程, 总结出相关经验, 客观分析了该项施工技术具有的优势, 所取得的经验可为今后码头工程施工技术研究提供参考。

关键词: 码头; 嵌岩芯柱; 斜桩; 施工技术; 浠水港兰溪港区

中图分类号: U655; U652; U655.4; U655.2

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)02-0087-05

Research on Construction Technology of Inclined Piles with Core Socketed in Wharf Engineering

WANG Zhe, LI Peng

(Sinohydro Bureau 5 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: The common method of sinking piles in water cannot be directly used for the construction of inclined piles with slope. It requires specific machinery and improves the construction process. The process is complex and time-consuming. Taking the construction of inclined piles with core socketed of a high pile wharf in the Yangtze River basin in Hubei Province as an example, this paper studies the construction technology of steel pipe pile inclined pile in wharf, which introduces the key points of the construction technology, equipment selection, and the whole process of construction methods, summarizes the experience, objectively analyzes the advantages of this technology, and provides a reference for the future wharf engineering technology researches.

Key words: wharf; piles with core socketed; inclined piles; construction technology; Lanxi Port District, Xishui Port

1 概 述

由于码头施工的特殊性, 需要根据其周边环境和地质情况进行施工以保证码头施工的质量。鉴于码头建设的大部分施工是在水中进行, 特别是关系到其功能发挥的主体工程施工是整个码头工程建设最重要、难度最大的施工环节^[1], 而平台施工最重要的施工机械多采用桩机。鉴于港口码头工程属于专业性很强的工程, 施工过程中存在很多干扰因素, 其专业技术难度大, 故要求采用机械设备稳定性高的专用施工设备, 特别是打桩船等船舶设备。同时, 施工过程中往往伴随着多项危大工程, 其安全管控要求较高。因此, 与其他专业工程相比, 其施工难度较其他类型的工程高, 技术水平与项目管理能力要求亦高。

文中阐述的项目位于湖北省浠水港兰溪港区, 其至上游鄂黄长江大桥的距离约为 18.052 km, 至下游鄂东长江大桥的距离约为 12.785 km, 码头位于大王家湾附近。根据现场钢平台面积、嵌岩芯柱钻孔桩数量及工期计划, 在施工平台上布置了 22 台冲击钻机, 每个工作平台各布置了 11 台钻机。钻孔桩钢筋笼在现场钢筋房内加工, 分节通过专门修筑的便道倒运至临时码头装船, 由水上起重船安装。

1.1 工程地质情况

钻孔揭露拟建场地的岩层主要由第四系人工堆积层、第四系冲积层组成, 参照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001, 2009 年版) 可以将其分为 8 个大层, 细划为 4 个亚层。

场区第四系地层按地质时代、成因类型及工

程特性自上而下分述如下:该场地普遍为第四系地层覆盖,主要为人工填土,第四系全新统冲洪积黏性土,粉土、粉化、砾石层,下伏白垩-第三系(K-E)东湖群泥质粉砂岩。

1.2 施工技术对比情况

(1)较一般码头工程而言,嵌岩芯柱桩以直桩为主,其斜桩斜率多为3:1或4:1,该项目背景下的嵌岩芯柱桩的斜率为7:1,技术难度远超一般码头工程。

(2)该项目背景下的嵌岩芯柱桩数量多且其工期仅为1 a,同时受长江汛期水位、环保要求极高、直桩与斜桩距离较近等多种因素影响,迫使其必须在合理的施工部署和精密测量以及创新技术的前提下才能保证工程顺利完工。

1.3 施工质量要求

(1)钻孔桩按交通部颁发的《码头结构施工规范》(JTS215-2018)中的有关规定施工。

(2)钻孔灌注桩的允许偏差应符合表1中的规定。钻孔灌注桩成孔允许偏差见表1。

(3)钻孔桩钢筋笼的质量不但要符合现行行业标准中的有关规定,还应符合表2中的规定。灌注桩钢筋笼制作与安装允许偏差见表2。

表1 钻孔灌注桩成孔允许偏差表

序号	项目名称	允许偏差
1	孔位	50 mm
2	孔径	不小于设计孔径
3	倾斜度	1%
4	孔深	比设计超深 ≥ 50 mm

表2 灌注桩钢筋笼制作与安装允许偏差表

项 目	允许偏差 /mm	项 目	允许偏差 /mm
主筋间距	± 10	钢筋笼长度	+5 -10
箍筋间距	± 20	安装后钢筋笼的 顶部高程	± 50
钢筋笼直径	± 10		

(4)泥浆的排放和处理必须符合相关环保规定。

(5)采用超声波检测桩身的完整性,被测桩的数量应为总桩数的100%。

2 设备选型及优化

2.1 设备选型

根据施工现场的实际情况及最终选择的施工工艺,最终选配了100 t打桩船、70 t起重船、混凝

土拖泵、CK2200型冲击钻机进行施工,施工中根据施工进度进行调配。

2.2 施工技术优化

(1)钻机底座的优化。在该项目背景下,嵌岩斜桩的斜率为7:1,按照以往的施工技术,钻机就位后将无法进行斜桩的施工。为使钻机能够保持7:1的斜率钻进施工,需要对其底座进行优化升级,在钻机支座及尾部处用两根槽钢拼成槽钢盒,将底盘的倾角进行调整、做成斜率为7:1的底座。

(2)钻头的优化。使用冲击钻机进行斜桩成孔时,需要对钻头进行改进甚至重新进行设计与制作^[2]。由于钻头自重的影响,钻孔时钻头会始终保持竖直向下的状态,若想改变其倾角,必须进行改装以规避孔轴线摆动的影响,否则施工时会形成抛物线而导致钻进困难^[3]。为有效保证钻头钻进且不发生较大的偏心及倾斜,需要在钻机顶部安装特定的限位器以保证钻头出钢管后钻孔的斜度,此时吊装钻头的钢丝绳应始终处于拉紧状态,以保持钻头处于不下垂状态,达到设计的斜率。改进后的钻机已获得国家实用新型专利:一种钢管桩钻机;专利号:ZL202222826016.0。

3 嵌岩芯柱斜桩采用的施工方法

3.1 施工流程

嵌岩芯柱斜桩施工流程见图1。

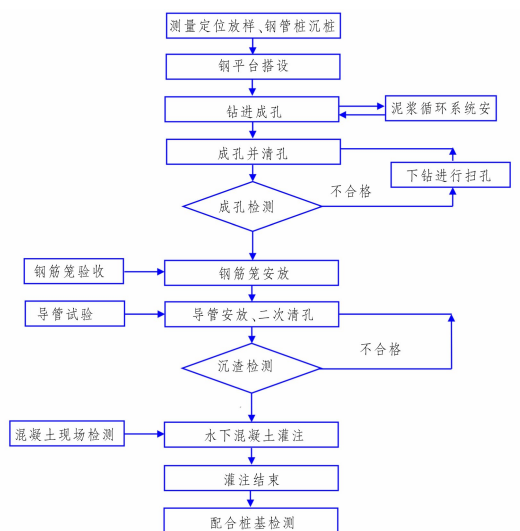


图1 嵌岩芯柱斜桩施工流程图

3.2 钢平台的搭设

码头钢平台利用水上沉桩($\Phi 1\ 000$ mm钢管桩)作为基础,其钢管桩的控制标准:钢管桩进入

强风化泥质粉砂岩后以贯入度控制为主,标高控制为辅,贯入度不大于 10 mm/击),上部采用型钢搭设而成,其搭设顺序依照沉桩顺序进行,沉桩每完成 5 个排架施工即开始搭设施工平台。钢管桩沉放到位后安装轴线横向之间的钢联撑($\Phi 800$ mm),随后在钢管桩上标定出牛腿顶的标高,在钢管桩上焊接牛腿,由船驳将其运送至平台底部,使用起重船将纵向底层的主梁工字钢搁置在牛腿上并焊接固定,然后安装横向分配梁 I20b 工字钢,在纵横槽钢、工字钢上铺设面板形成作业平台。钢牛腿施工完成后进行主梁及分配梁的搭设,施工材料采用交通船运输、起重船配合进行吊装。钢平台主梁的每个排架采用双排、单根 I36a 工字钢。将每个排架钢管桩两侧的 I36a 工字钢搁置于钢牛腿上,其固定方式考虑工字钢与牛腿接触处的满焊长度,该长度按码头前沿、后沿钢管桩各伸出 1.5 m 考虑。

将分配梁 I20b 工字钢搁置在主梁 I36a 工字钢上。考虑到钢平台工作量较大,单根布设进度较慢,遂采用板块拼装,可在陆地上提前加工、起

重船水上拼装,其安拆较为方便,上下游方向的长度按伸出排架中心线 1.5 m 考虑。对工字钢接触处实施满焊以增加平台的安全系数,满足钻机施工要求。

3.3 泥浆的制备及循环

(1)泥浆的制备。泥浆的制备选用高塑性黄土或膨润土,制备出的钻孔泥浆为低固相、不分散、高黏度的 PHP 优质膨润土泥浆,泥浆指标应符合表 3 中的要求。钻孔泥浆采用钢管桩作为储浆池。

(2)泥浆的循环。首先使用净化器将泥浆中直径为 0.074 mm 以上的颗粒分筛至筒内,再通过钢管桩之间的连通管将处理后的泥浆流入钢管桩内,钻渣与废料通过泥浆船运至处理点进行集中处理。在浇注混凝土过程中,对于溢出的、可回收再利用的泥浆采用引流槽引流至钢管桩内循环使用。对于质量较差的、不能回收利用的泥浆通过泥浆船运输到指定地点进行处理后排放。钻机钻进及泥浆循环情况见图 2。

采用 70 t 起重船吊装钻机就位,检测其摆放

表 3 钻孔过程中的泥浆指标表

地质情况	泥浆性能指标							
	相对密度	黏度 /Pa·s ⁻¹	含砂率 /%	胶体率 /%	失水率 /mL·30 min ⁻¹	泥皮厚度 /mL·30 min ⁻¹	静切力 /Pa	酸碱度 /pH
一般地层	1.02~1.06	16~20	<4	≥95	≤20	≤3	1~2.5	8~10
易塌地层	1.06~1.1	18~28	<4	≥95	≤20	≤3	1~2.5	8~10

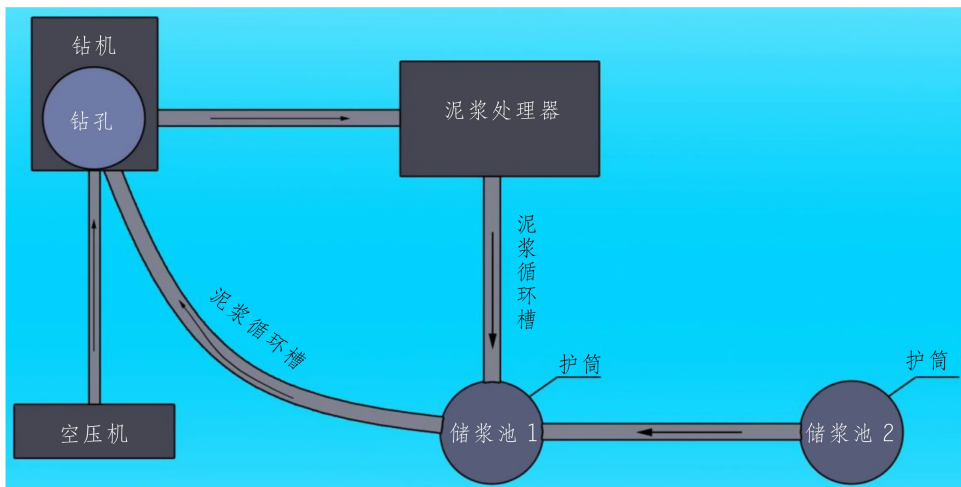


图 2 泥浆循环系统示意图

水平,经测量复测合格后将其与平台进行固定。钻进过程中需加强校核钻机的平面位置并及时进行调整。

3.4 钻进成孔

(1)钢管桩内的钻进阶段。钻机就位后,先进进行钢管桩内的钻进。由于有钢管桩的防护,故可

在水中直接进行钻进施工。钻进过程中,开钻时选择低冲程钻进并应严格控制冲程高度(约为30~50 cm左右),待消除岩层不平后(以冲击过程中没有“倒锤”判断已穿过不平的岩层面),即可正常冲孔。

(2)岩层内的钻进阶段。在钢管桩外岩层内的钻进采用低冲程钻进施工。钻进过程中,对照已勘测的地层柱状图随时取渣样判断各地层的变化情况,及时调整进尺速度。冲击成孔施工作业时,在相邻钢管桩内造浆。

3.5 清孔与检孔

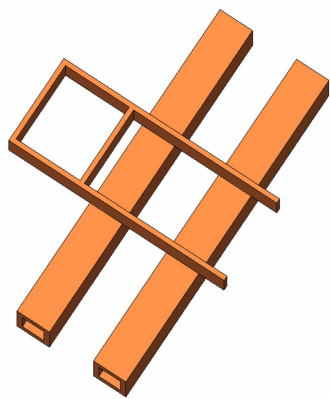
清孔时,将钻具提离孔底约30~50 cm,采用分砂器与泥浆泵进行泥浆的分离与除砂,清孔过程同时保持孔内的水头,防止塌孔。经检测孔底沉渣的厚度满足设计及规范要求、孔内泥浆指标符合该项目的泥浆控制技术规范要求后(循环时间控制在2~4 h)应尽快进行成桩施工。

在钻孔和清孔过程中,将经过分离的泥浆中携带的剩余钻渣后的优质泥浆继续返回到孔内循环使用,钻渣则通过排渣槽收回到指定的堆放处,钻渣要求集中堆放并运输到场外指定的地点。将废浆排入泥浆船,由专门的废浆运输船运走。

清孔结束由监理人员进行成孔检测,待检测合格后进行下一道工序的施工。

3.6 钢筋笼的制作及沉放

钢筋笼的制作一般在钢筋加工厂区内加工完



成后运至现场。制作过程中,应控制主筋间距并保持主筋的平行度。若在其运输与安装过程中发现有弯曲、变形的钢筋应及时进行调直处理。安放过程中,钢筋笼易出现底端插入孔壁后安放不到位的情况,因此,该项目背景下的钢筋笼采用渐变式顶口,对钢筋笼底端的钢筋缩小口径,采用“缩口”方式以防止下导管时触碰到钢筋笼顶;对斜孔保护层垫块需要进行局部加强。

3.7 导管的安装

导管采用 $\Phi 300$ mm导管,导管的长度须根据不同的桩长确定导管的数量,导管的底管采用长度为4 m的管材。在距离底管口0.5 m处,在导管四周加焊8道鱼鳍背作为导向,每间隔15~20 m加设一节导管鼓包导向器。

导管使用前需进行水密承压和接头抗拉试验,待试验合格后方可下放导管。下放导管前应做好检查与准备工作以确保安装顺序无误,保持接头清洁、密封完好。下放过程中应注意下放速度,导管的底口距孔底应保持30~50 cm左右的距离,根据标高校对进行纠偏处理。

由于该斜桩的施工导管需加设鼓包型导管导向器,故在导管平台采用了一组双根[16a槽钢,尺寸为3 m的两根双拼。在导管下放过程中采用导管垫予以辅助。

导管平台及导管下放情况见图3。

3.8 灌注水下混凝土的质量控制要点

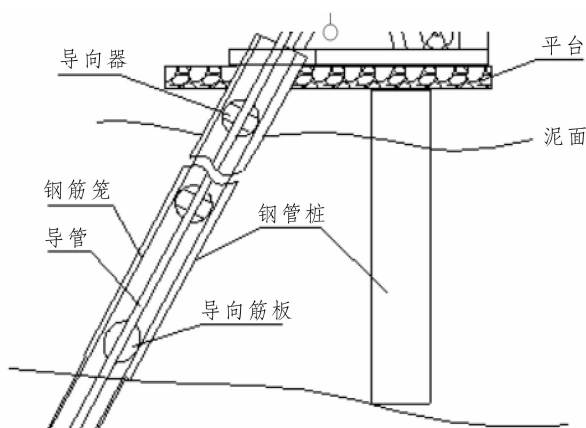


图3 导管平台及导管下放示意图

(1)斜桩施工中的一重要工序是灌注水下混凝土。必须特别注意:在验孔质量检验合格后,方可进行灌注施工工序,钢筋笼下放后应尽快灌注混凝土。

(2)首批混凝土灌入后,立即探测孔内混凝土的高度,计算其是否符合设计要求,发现异常应及时进行处理。

(3)灌注应紧凑、连续,严禁中途停止。灌注

过程中,应密切观察管内混凝土下降和孔内水位的升降情况。

(4)提升导管的速度应根据灌注混凝土的速度决定,最后一节导管的提升应缓慢,拆除导管要快速。

(5)首批混凝土的集中灌注可能会导致钢筋笼的上浮,因此,必须采取连续灌注的方式加以避免,还可采用将钢筋笼骨架与孔口护筒连接固定的方式^[4]。

3.9 常见问题分析及所采用的处置措施

(1)钢筋笼下放后若出现塌孔现象,应采取必要的应对措施,选择合适的夹具将钢筋笼主筋逐根拔起,再将螺旋筋、加强筋捞出后重新清孔直至其满足设计及施工规范要求;若无法将钢筋部分全部拔出,则需用碎石、片石等材料将钻孔回填后重新成孔。

(2)对于钢筋笼出现的无法入孔现象,若检测发现是桩径、倾斜度不满足要求时,则需重新确定设计孔径和倾斜度后重新钻孔;若检测发现钢筋笼焊接不符合相关要求,则需将其纠正后重新焊接;若是吊放角度有问题,则可将钢筋笼旋转一定的角度后缓慢调试,严禁猛冲。

4 结 语

在高桩码头工程建设过程中,嵌岩芯桩斜桩施工工艺复杂,技术难度大,因此,只有选择合适的施工工艺,加强过程控制,才能确保施工质量

(上接第86页)

检查桩身的外观质量,不使用不合格的产品。在管桩施打过程中,要控制好桩身的垂直度和接头焊接质量。

526国道岱山段改建线路建设通过开展预制管桩施工质量控制技术研究并将研究成果在工程实践中加以运用,将施工过程中的桩身断裂及破损率降低了2%,在节省施工成本的同时减少了施工时间,获得的经济效益显著。

量^[5]。通过以上对码头嵌岩芯桩斜桩采用的施工技术进行分析,对钻机底座和钻头的技术优化以及导管垫叉的使用,有效解决了施工中出现的的技术难点,保障了斜桩精度和质量,在码头建设实施过程中,既改进了施工工艺水平,又提高了码头建设效率。文中阐述的项目中有关水上沉桩的施工技术已获得企业级工法:《长江水域5000吨级码头水上沉桩施工工法》和《水域高桩码头嵌岩钢管桩嵌岩芯桩施工工法》。长江流域的湖北、江苏等省份已悄然兴建了若干大型高桩码头,凭借高桩码头具有的得天独厚的优势,未来会有越来越多的码头应运而生,使嵌岩芯桩斜桩技术得到很好地利用和创新发展。

参考文献:

- [1] 崔明明 陈波. 浅析港口码头工程的施工技术[J]. 科技创新与应用, 2016, 7(9): 221-221.
- [2] 梁昆, 张禹, 陈冬宇. 海上钢管嵌岩桩斜桩施工技术[J]. 中国港湾建设, 2014, 34(11): 55-57.
- [3] 车永红, 陈杰明. 大直径钢管嵌岩斜桩成孔工艺技术研究[J]. 港工技术, 2014, 51(5): 53-56.
- [4] 徐来银. 水下混凝土灌注桩施工技术要点[J]. 交通世界, 2018, 25(19): 104-105.
- [5] 陈雄. 高桩码头钢管桩斜桩嵌岩施工技术探索[J]. 福建交通科技, 2016, 36(1): 105-107.

作者简介:

王 哲(1990-),男,河南周口人,工程师,学士,从事工程建设安全管理工作;

李 鹏(1988-),男,河南新乡人,助理工程师,从事测量工作。

(责任编辑:李燕辉)

参考文献:

- [1] 公路工程基桩动测技术规程, JTG/T F81-01-2004[S].
- [2] 公路路基施工技术规范, JTG F10-2006[S].
- [3] 公路软土地基路堤设计与施工技术细则, JTG/T D31-02-2013[S].
- [4] 混凝土结构工程施工规范, GB50666-2011[S].
- [5] 先张法预应力混凝土管桩, GB13476-2009[S].

作者简介:

吴 鹏(1981-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程与市政工程施工技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

蕲春项目雷溪河整治二期工程通过竣工验收

2022年9月22日,蕲春项目雷溪河整治二期工程顺利通过竣工验收。雷溪河整治二期工程位于蕲春县城区,工程起于老漕河四路桥,止于东壁大道桥,全长约3.4公里,工程建设内容主要包括滨水景观工程、河道整治工程、截污纳管工程、桥梁交通工程及智慧水务工程等5个单位工程。项目自2020年12月开工以来,面对新冠肺炎疫情与湖北特大洪水、征拆困难等影响,项目参建各方全体人员通力协作,铆足干劲,克服重重困难;通过精心策划、科学组织、合理安排施工,加快项目建设进度,做到了“保质保量”与“工期控制”两不误,仅用了不到两年的时间,最终确保了工程顺利竣工。施工过程坚持“生态优先、绿色发展”的建设理念,统筹景观生态、岸线利用、防洪减灾等功能于一体,构建出生态互岸体系,提升了城市整体功能和面貌。截至目前,雷溪河整治二期工程已顺利通过竣工验收,全部进入运营期,蕲春市民拥有了一个环境优美的休闲打卡场所,展示出崭新的城市名片。

(中国水电五局 供稿)