

复杂环境条件下靠船墩施工关键技术研究

刘冬山

(江苏省泰州引江河管理处, 江苏泰州 225321)

摘要: 江苏省泰州引江河高港枢纽一线船闸原靠船墩位于一、二线船闸共用引航道中间, 存在安全隐患需拆除, 在引航道东岸重建靠船墩。针对引航道河床地质水文条件较差, 每天有两次潮汐, 河床沉积块石难以清除干净、船舶通行等复杂环境条件, 分析靠船墩灌注桩基础、钢管桩基础和墩身混凝土施工难点, 总结施工关键技术措施, 在保证靠船墩结构施工安全质量的前提下, 节约施工时间, 降低施工成本, 可为类似工程的施工提供参考。

关键词: 复杂环境条件; 灌注桩基础和钢管桩基础; 靠船墩墩身; 施工关键技术

中图分类号: U641.3+6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 01—0126—03

1 工程概述

1.1 工程概况

江苏省泰州引江河高港枢纽一线船闸(以下简称一线船闸)下游引航道与长江连接, 工程距长江口门约 1300m, 上游引航道与泰州引江河上游河道连通, 于 1999 年 9 月建成投入运行, 闸室长 196 m, 宽 16 m, 槛上水深 3.5m, 设计最大过闸船型为 500t 级、300t 顶推船型及 100 吨级拖带船队, 2015 年船舶实际通过量约 5500 吨。

一线船闸自建成通航以来, 由于船行频繁, 常年超负荷运行, 水工建筑物多处发生损坏, 设备磨损老化等。2016 年 11 月一线船闸除险加固工程开工建设, 在 2017 年 5 月下旬通过水下验收, 主要加固内容有水工建筑物加固、金属结构设备更换、电气自动化改造等工程。

1.2 工程场地水文地质

据地质勘察报告, 工程场地自上而下土层主要为重、中粉质壤土, 极细砂, 淤泥质重粉质壤土, 淤泥质中、轻粉质壤土等。

施工区域地质条件差, 以砂性土为主, 地下水丰富, 承压水头较高, 因此渗透稳定是工程地质主要问题, 各土层中富含壤土薄层, 地基具有较强的水平渗透, 而垂直渗透相对较弱。另外工程处长江下游感潮河段, 受到每天两次潮汐等自然环境因素的影响。

1.3 下游靠船墩基础和墩身结构

一线船闸下游引航道东岸导航墙至长江口门布置 55 只靠船墩, 编号 1#—55#, 中心距为 20.8m, 总长 1286 m。

靠船墩采取灌注桩和钢管桩两种基础, 钢筋混凝土墩身结构分为甲、乙两种型式, 甲种为大靠船墩 1 只, 位于下游最末端(近长江侧), 墩身尺寸为 5.0×13.95×5.0 m, 乙种为直线型靠船墩共 54 只, 墩身尺寸为 4.3×4.9×5.0 m, 两种靠船墩中间采用混凝土

空箱结构, 1#—13# 靠船墩墩台下共布置 4 根 $\phi 100\text{cm}$ 钻孔灌注桩, 14#—54# 靠船墩墩台下共布置 4 根 $\Phi 80$ 钢管桩, 顺水流向桩间距为 2.5m, 垂直水流向桩间距为 2.5m, 桩顶高程为 2.0m。桩底高程为 -22.0m。(图 1)

考虑到下游最低通航水位为 -0.5m, 靠船墩高程 2.0m 至 -0.5m 范围设置预制靠船构件, 混凝土强度等级 C40, 以防止停船碰撞灌注桩或钢管桩, 靠船墩与人行便桥迎水面钢板护面。

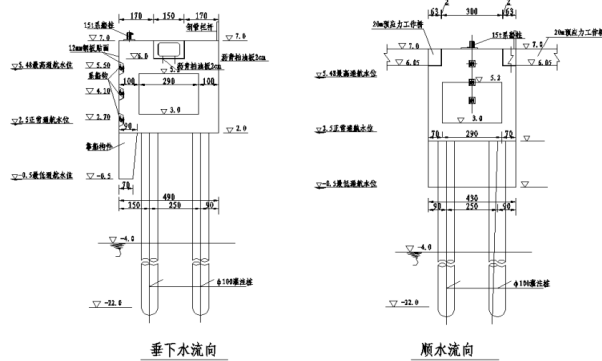


图 1 下游靠船墩结构图

2 下游靠船墩施工难点分析

2.1 桩基础地质水文条件较差

在下游靠船墩灌注桩施工过程中, ②₃ 上、②₃ 下埋藏粉土及粉砂, 易发生坍孔、缩孔的现象; 部分地段地下水具微承压性, 且承压水位较高。因此施工过程中要用优质泥浆护壁, 以利桩孔成型; 防止承压水顶托, 保护孔壁^[1]。

施工受潮汐影响较大, 每天有效作业时间约 3 小时, 要投入较大的人力和设备资源, 优化施工组织, 保证施工进度。

2.2 施工质量难以控制

靠船构件是混凝土预制件, 因自重较重容易造成安

装“磕头”，质量控制难度较大。

2.3 水上施工难度大

下游靠船墩设计采用灌注桩承台式方案，承台外挂靠船构件，在施工期间，发现 14#-55# 靠船墩施工范围内的河床护坡坍塌严重，据了解有大量混凝土和浆砌块石沉积于桩基础施工位置，泥沙淤积较厚，造成灌注桩施工困难。为保证施工质量和进度，对原灌注桩设计变更采用锤入式钢管桩方案，钢管桩由两段钢管焊接而成。临近二线船闸昼夜通航，损坏桩基础施工安全风险较大。

3 下游靠船墩施工关键技术措施

下游靠船墩桩基础、挂板安装、混凝土浇筑是施工的关键部分，应采取有效施工技术措施。

3.1 灌注桩施工^[2]

3.1.1 钻孔清孔

1#-13# 靠船墩桩基设计为钻孔灌注摩擦桩 64 根，灌注桩施工采用搭设水上工作平台，埋设钢护筒，采用回旋钻机钻孔，成孔应准确定位，并控制垂直倾斜度不大于 1%，浇筑水下混凝土成桩，桩施工采用对角线施工顺序。

成孔中应根据场地土层土质条件合理确定护壁泥浆浓度，泥浆的主要作用是护壁和通过泥浆循环将孔底钻渣带出孔外，要选用性能符合要求的粘性土（胶泥）或膨润土用清水彻底拌和成悬浮液，在钻孔及灌注混凝土全过程中保持孔壁稳定不坍塌，泥浆的性能指标：相对密度为 1.05—1.2g/cm³、粘度 16—22s、含砂率 4%—8%、胶体率 ≥ 96%、酸碱度 PH8-10 同时注意防止泥浆对环境的污染。

钻孔孔内泥浆的标高始终高出孔外水位或地下水位 1.0—1.5 米。泥浆池的大小按桩径、桩长进行设置，储浆池和沉淀池用墙隔开，并加过滤网过滤后进入储浆池。

当钻孔达到设计标高后，采用专用仪器测量，沉淀厚度 ≤ 300mm，孔径中心位置偏差 50mm、孔倾斜率不大于 1%，满足设计要求采用正循环换浆法清孔，一般分两次清孔，桩底沉淀土厚度不得大于规范规定值 15cm，在清孔过程中，以相对密度较低的优质泥浆泵入孔底，将钻孔内的悬浮钻渣和相对密度较大的泥浆换出，清孔时要保持孔内水位，防止坍孔。

混凝土导管下完后，若沉渣厚度不满足设计要求时，用导管作吸泥机进行二次清孔。清孔时应及时向护筒内补充优质泥浆，确保护筒内水位，并及时进行分层取样，清孔结束经监理工程师现场检验合格后，立即拆

除吸泥弯头。

3.1.2 钢筋笼制作安装

为了保证顺利安装钢筋笼，钢筋笼制作直径较成孔要小 5—10cm。主筋的连接采用对焊，加强箍筋采用电弧搭接焊接，螺旋箍筋采用搭绑扎。钢筋笼采用钻机逐节吊装下放，下放时严格对准孔位中心。

3.1.3 混凝土灌注

按水下混凝土进行配比，由混凝土运输车运输至施工现场，采用 2m³ 集料斗配合灌注。同一根桩混凝土需连续灌注，并一次性浇筑至高于设计高程 0.5m。并尽可能缩短拆除导管的间隔时间，导管理深控制在 2 ~ 6m 之间，由专人随时用测绳进行测量，检查混凝土的坍落度，并严格控制混凝土浇筑质量。

为确保桩头的质量，浇筑结束后桩顶混凝土高出设计标高的多余部分在混凝土墩身施工前凿除。全部灌注桩均需进行小应变测试，以验证桩身完整性，并取全部桩数的 10% 进行大应变检测，以验证桩身承载力。桩顶上部结构需待桩基检测后方可施工。

3.2 钢管桩施工^[3]

本工程 14#-54# 靠船墩水上钢管桩 175 根，钢管桩制作委托专业厂家制作，厂家全面负责本工程钢管桩构件的制作、检测、试验工作，产品出厂时出具产品出厂合格证。采用陆上运输至施工现场。

(1) 钢管桩焊接 靠船墩每根钢管桩长 24m，直径 Φ80cm，壁厚 10mm。为便于运输与现场制作分两节加工，按长 13m 与 11m 制作，水上吊装就位第一节打入深度后，再吊装、拼装、焊接上部一节。

(2) 船舶抛锚就位 打桩船由拖轮运至施工点附近，打桩船抛八字锚，在四角设置斜向锚缆，相互垂直，全船共 8 根，以保持船身平稳。

(3) 打桩船沉桩 打桩船起吊驳船上钢管桩，松紧锚缆，微调船位，使桩到达指定的位置，检测桩位达到设计要求。沉桩时振动锤、导向架和桩身宜保持在同一轴线上，钢管桩停锤标准以桩的设计高程控制。在施工前进行试桩，对下列情况进行检验：能否穿过桩端设计高程以上的土层；桩端进入持力层的深度；沉桩设备性能与桩身结构强度是否与沉桩地质情况相适应。

(4) 清孔、混凝土灌注。根据设计要求钢管桩内需进行清孔，清孔采用高压水枪进行清孔，清孔至▽-6.0，沿钢管桩孔下钢筋笼，经监理验收合格后采用导管法进行混凝土灌注，混凝土强度等级 C25。

3.3 墩身钢筋混凝土施工

渡槽伸缩缝止水维修施工工艺探讨

李晓佳, 张大焕

(甘肃省景泰川电力提灌水資源利用中心, 甘肃 景泰 730400)

摘要: 本文结合景电工程中渡槽的伸缩缝维修, 主要介绍了渡槽伸缩缝停水期间检修养护、施工方法、施工工序及技术要求。旨在为渡槽的伸缩缝制安及后续的检维修中提供参考。

关键词: 渡槽; 止水维修; 止水带; 临时闭水

中图分类号: TV672+3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 01—0128—03

景泰川电力提灌工程是一项高扬程、大流量、多梯级电力提水灌溉工程。是一个横跨甘蒙两省, 跨黄河、石羊河流域的大(2)型电力提灌工程。整个工程由景电一期工程、景电二期工程、景电二期延伸向民勤调水工程(简称民调工程)三部分组成, 共建成干、支、斗渠 1391 条, 总长 2422km。

目前, 景电工程总干、干渠运行中的渡槽共有 51 座 823 跨, 其型式均为“U”形槽身, 总干渠渡槽跨度 $L=12\text{m}$, 干渠渡槽跨度 $L=10\text{m}$, 因流量及纵坡的不同, 其半径及直段高度也不相同。槽身为现浇钢筋混凝土结构, 随着渡槽高度的不同, 其支撑结构型式有浆砌块石槽墩, 钢筋混凝土排架两种, 槽身间伸缩缝止水采用在钢板上用环氧树脂粘贴橡皮止水。

橡皮止水带在工程中长期运行(或暴露), 极易产

生老化、破损, 从而形成渗漏水通道, 因此对渡槽的伸缩缝进行止水维修是工程运行管理中一项非常繁杂、重要的工作。维修通常分为两个阶段进行, 一是停水期间的维修养护, 二是上水期间的漏水临时抢修处理。本论文主要对停水期间渡槽伸缩缝维修养护进行探讨。

渡槽伸缩缝止水原理: 在渡槽的伸缩缝预留钢板上, 通过用现场配制的环氧砂浆粘贴橡胶止水带, 使止水带牢固地粘结在钢板上, 达到止水和应对槽身伸缩的目的。

渡槽伸缩缝的止水维修主要有: 止水带环氧砂浆修补, 其基本工序为: 检查统计老化、破损止水带→基面清理→环氧砂浆配制→止水带修补; 止水带拆除更换, 其基本工序为: 检查统计老化、破损止水带→剔除旧止水带→预埋钢板烘干除锈→粘接面清扫→环氧砂浆配制

靠船墩墩身钢筋混凝土分三次施工: 先底板施工(除挂板以上部分); 然后靠船构件及靠船构件上部底板施工; 最后底板以上部分结构施工。靠船构件安装时, 由于预制构件自重较重容易造成安装“磕头”, 采用 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢在预制构件和底板上预埋 80cm, 通过 2 根高度 25cm 的工字钢固定精轧螺纹钢, 安装固定靠船构件。为预防工字钢挠曲变形, 靠船构件安装时顶高程抬高 20mm。

3.4 加强过闸船舶的管理

在下游靠船墩施工期间, 为了保证安全施工和过闸船舶的安全, 在靠船墩的外侧设置三角形防撞钢管, 在靠船墩和钢管上设置警示标牌和信号灯, 并安排施工人员 24 小时值班巡查, 特别在高潮位时要加强检查, 疏导船舶航行和停靠, 以防船舶进入施工区。

4 结语

一线船闸下游靠船墩施工工作量大, 施工时间较长, 施工中存在桩基础地质水文条件较差, 长江潮汐的影响造成有效作业时间很短, 过闸船舶可能损坏施工中的靠船墩等不利因素, 不断优化施工组织, 节约施工时间, 降低施工成本, 保证加固工程按期完成并投入运行。

参考文献:

- [1] 江苏省泰州引江河第二期工程建设局等. 泰州引江河第二期工程技术总结 [M]. 江苏: 河海大学出版社, 2019.
- [2] 蔡鹏. 软土地质大直径超长钻孔灌注桩施工关键技术研究 [J]. 建筑施工, 2022, (3): 435-437.
- [3] 俞振全. 钢管桩的设计与施工 (M). 北京: 地震出版社, 1993.