

钢板桩在内河航道护岸工程中的应用

沈旭鸿

(华设设计集团股份有限公司, 江苏南京 210014)

摘要: 钢板桩作为一种柔性、快捷、可重复利用的绿色建材, 广泛应用于码头、船坞、水闸、围堰支护等工程领域, 有着较好的综合经济效益。本文结合京杭运河苏南段三级航道整治工程阐述钢板桩护岸的适用范围, 并对设计、施工、防腐等方面进行分析。通过工程应用为钢板桩护岸在江苏省干线航道网乃至长三角地区高等级航道建设中的推广和应用积累经验。

关键词: 钢板桩; 航道; 护岸

中图分类号: U617.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 10—0136—03

1 引言

为贯彻落实科学发展观的要求, 实现交通运输行业可持续发展, 构建和谐环保、节能减排的内河运输环境将成为航道建设的必然要求之一。目前, 国内航道工程

挡墙护岸的结构型式普遍采用现浇混凝土、浆砌块石等刚性结构, 以抵御水流冲刷、船舶撞击。随着社会的发展, 航道工程建设与周边生态环境、人文景观相协调, 结构尽量采用柔性结构的设计理念逐步得到推广。钢板桩在

结构设计规范》(JTS167-2018)等相关的规范条文, 对实际可能在码头结构上同时出现的作用, 按不同水位情况下相应的持久状况、短暂状况予以考虑组合。

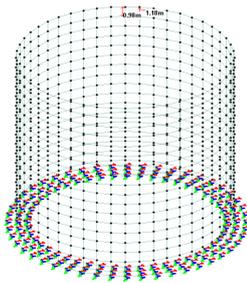


图2 建模分析简图

表1 码头抗滑、抗倾稳定计算结果表

计算项目	最不利水位	水平推力 Sd(kN)	水平阻力 Rd(kN)	Rd / Sd	备注
沿基床顶抗滑	设计高水位	1697.3	2139.6	1.26	满足
沿基床底抗滑	设计高水位	1831.6	2092.0	1.14	满足
计算项目	最不利水位	倾覆力矩 Sd(kN·m)	稳定力矩 Rd(kN·m)	Rd / Sd	备注
抗倾稳定	设计高水位	13139.4	23748.8	1.80	满足

表2 基床和地基承载力计算结果表

最不利水位 计算项目	基床顶面			基床底面		
	最大应力 (kpa)	基床承载力 (kpa)	备注	最大应力 (kpa)	地基容许承载力 (kpa)	备注
极端低水位	525	800	满足	483	600	满足

表3 圆筒内力及裂缝计算结果表

计算项目	最大内力值 (kN·m/m)	设计配筋	裂缝宽度 / 最大裂缝宽度 限值 (mm)	是否满足要求
环向弯矩	208.0	Φ 20@125	0.17/0.25	是
纵向弯矩	129.8	Φ 20@200 和 Φ 22@200 间隔布置	0.14/0.30	是

通过计算分析可知, 在外部荷载作用下, 本文上述圆筒结构尺寸满足抗滑、抗倾覆、地基承载力等要求, 并对钢筋砼大圆筒受力较大的区域加强配筋, 而不仅仅是满足构造配筋的要求, 使得配筋更加合理, 兼顾考虑安全性和经济性。

5 结语

本文结合工程实例, 通过空间有限元软件对圆筒结构受力分析, 得出圆筒环向和纵向的弯曲应力均较小, 且筒体的控制性弯矩是环向弯矩。圆筒结构最大特点是曲壳结构, 筒内无需设置隔墙, 预制方便, 可以做成大直径, 安装工程量少, 稳定性能好, 经济效益明显, 在港口工程建设中具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] JTS167-2018, 码头结构设计规范 [S].
- [2] 周锡初, 王晖, 韩桂军. 大直径薄壳圆筒结构的设计与计算 [J]. 港工技术, 1995(02):22-30.
- [3] JTS151-2011, 水运工程混凝土结构设计规范 [S].

资源节约、经济适用方面较传统的浆砌块石、钢筋混凝土护岸具有无可比拟的优势，作为一种柔性、快捷、可重复利用的绿色建材有着较好的综合经济效益。

2 钢板桩护岸的适用性

京杭运河苏南段北起长江谏壁口门，南至江浙交界的鸭子坝，全长约 212km，是江苏省干线航道网中重要的骨干航道，在运河上常年有大量船舶航行，是京杭运河上船舶密度最高的河段之一。随着航道货运量的增长，船舶运行繁忙，运河现有通过能力不足，且部分航段护岸出现了冲刷、坍塌等现象，更加影响了通航能力，为发挥国家水运主通道资源优势，江苏省开展了全线三级航道整治工程。

京杭运河苏南段部分段落两岸房屋及厂区密集，采用传统的护岸结构型式需要开挖施工，施工周期长，对周边环境影响大，且征地拆迁费用高。而钢板桩护岸的利用有效地减少了工程周期，节省了土地资源，避免了社会矛盾，节约了工程总投资。在综合考虑工程及征地拆迁费用的情况下，钢板桩护岸在拆迁困难段具有明显优势。

3 工程方案的选择及设计

3.1 项目概况

京杭运河苏南段原设计多采用重力式挡墙方案。某局部段落由于部分护岸后方厂房和房屋密集，采用传统的护岸形式需要大开挖施工，征地拆迁难度大。

3.2 工程地质

项目所在河段流经区域在地形地貌上属于长江下游冲湖积平原工程地质区太湖水网平原工程地质亚区，地势宽广平坦，地面高程 $\nabla 4.0 \sim \nabla 6.0$ （1985 国家高程基准），地势总体比较平坦。运河沿岸多分布有民房和厂房，田间多分布有沟渠浜塘，河流纵横成网，素有“水乡泽国”之称。

地层岩性主要包括：1b 填土（粉质粘土含碎石，主要为原驳岸段填土）；1-1 粉质粘土（灰黄、褐灰、黄灰色，可塑为主，中等压缩性，部分为粉土或粉质粘土混粉砂）；2-1（粉质）粘土（灰黄色、褐黄色，硬塑，部分可塑，夹铁锰结核，中等压缩性）；2-1a 粉质粘土（灰黄色、褐黄色，软塑为主，中等压缩性）；3-1 粘土、粉质粘土（灰黄色、灰色，可塑~硬塑，中等压缩性）。

3.3 设计方案的确定

为确保计航道底宽、口宽及水深等断面标准满足三

级航道整治要求，避免护岸后方房屋及厂房拆迁，减少对周边生产、生活的影响。在方案比选阶段，从经济及技术的角度出发，根据设计目的考虑了钢筋混凝土排桩墙、地下连续墙、预制板桩墙等多个方案。但是最终根据现场条件考虑到钢板桩具有施工快捷、工期短、施工场地小对周边道路出行及生产、生活影响小、安全环保、外形美观等优势而最终选择了钢板桩+土层锚杆作为护岸设计方案。

3.4 设计结构型式

钢板桩护岸采用 U 型钢板桩+墙后土层锚杆的结构型式。钢板桩型号采用 600 宽冷弯 U 型钢板桩，钢材强度等级为 Q345。在钢板桩护岸顶部往下约 2.5m 位置，设置分散压缩型预应力土锚，锚杆间距为 2.4 米，锚杆与水平夹角为 20° 。

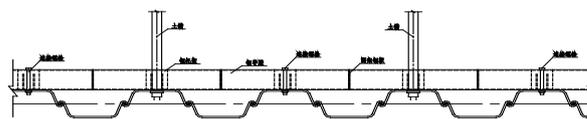


图 1 钢板桩护岸平面布置图

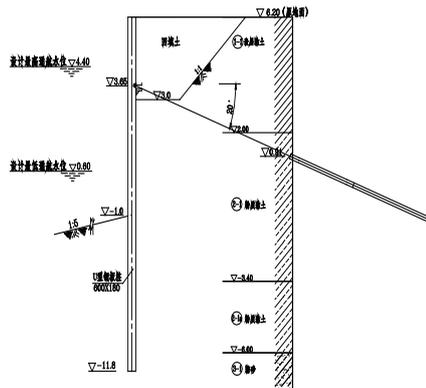


图 2 钢板桩护岸断面图

4 施工

(1) 打桩机械进场，施工完成钢板桩护岸。钢板桩施打时必须以两端平面尺寸控制。打桩时宜根据钢板桩的特性、土质及周边场地等情况选定经济合理的施工机械和施工方法。钢板桩之间通过锁扣咬合联成整体，桩在打入前应将桩尖处的凹槽口封闭，避免泥土挤入，锁口应涂以油脂、沥青等止水材料。由于钢板桩作为护岸直接暴露在外，故对其外观要求较高，所以对钢板桩的偏位、垂直度要求较高。施打钢板桩要求桩顶水平偏差不得大于 50mm，桩身垂直度不得大于 1/320。同时完成钢导梁焊接安装施工。

(2) 锚杆机械进场，施工完以锚杆中心位置，按

照设计倾角钻孔（钢板桩及钢导梁上亦需要开孔），并需要适当清孔。同时需要完成土锚锚杆（含注浆管）的加工与组装。

（3）待锚杆加工完成后将其插入，并对钻孔内采用水泥砂浆进行注浆。砂浆用水泥宜采用中砂，硅酸盐水泥不得低于42.5级，水泥的各龄期强度不得低于《通用硅酸盐水泥》GB175-2007中规定的数值。注浆压力不宜小于0.4MPa。注浆管头部需插入钻孔，距孔底宜留有50~100mm的空隙，待孔口溢出浆液或排气管停止排气时可以停止注浆，然后进行止浆密封装置的注浆，注浆压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ 。

（4）对锚固体进行二次高压注浆。当首次注浆形成的水泥石强度达到设计强度后，方可开展二次劈裂注浆，注浆压力应 $\geq 0.8\text{MPa}$ 。高压注浆材料可采用纯水泥浆，水灰比为0.45。二次高压注浆时需将钻孔口用水玻璃等材料封严实。

（5）施工完成钢台座及锚头等构件。当锚固体达到要求后对土锚进行张拉，采用循环加载方式进行张拉，起始荷载可取0.1~0.2倍的锚杆拉力设计值，逐级加载增量宜取0.15的锚杆拉力设计值。每级加载锚头位移不超过0.1mm的情况下，方能进行下一级荷载的施加。当达到1.05~1.10倍的锚杆拉力设计值时，需要保持相应荷载15min，之后才能卸荷至锁定值，并对土锚进行锁定。



图3 现场钢板桩施工



图4 锚索制作



图5 锚杆预应力张拉



图6 防腐处理

5 防腐处理

钢板桩结构有部分长期浸泡在水中，还有部分处于水和空气的干、湿交替中，因此必须做好钢结构的防腐处理。U型钢板桩在水位变幅区临水面采用喷锌防腐，钢板桩其余部位及钢导梁等其他附属金属结构面层需涂防锈漆及面漆各两道。

6 结论

通过工程应用的实践可知，与传统重力式结构相比，施工过程中钢板桩护岸可以最大效果地减少后方房屋拆迁量，满足了三级航道整治的要求。钢板桩施工过程中，具有进度快、占用空间少，环境影响小的特点。钢板桩护岸在京杭运河常州段三级航道工程中的应用，为其在航道建设中的推广和应用积累了经验。

参考文献：

- [1] 卢晓斌. 钢板桩的应用与开发[J]. 铁路采购与物流, 2009,4(09):33-35.
- [2] 袁伟凡. 论钢板桩施工中的问题与处理措施[J]. 建筑监督检测与造价, 2009,2(Z1):76-79.
- [3] 任志福. 钢板桩插打施工质量控制[J]. 建筑技术, 2007(03):216-218+227.
- [4] 陈锦麟. 浅谈钢板桩基坑支护施工技术[J]. 西部探矿工程, 2008(12):21-24.
- [5] 林炳宏. 钢板桩支护在深基坑开挖中的应用[J]. 科技信息(科学教研), 2007(16):367+318.