

## 滨海地区软弱地质条件下水中深基坑钢板桩围堰止水研究

戚培海 匡丕榜 张勇刚 刘玥岩 凌峰

中国建筑一局(集团)有限公司, 广东 深圳 518000

**[摘要]**滨海地区海水腐蚀地质条件下由于地层支承载力弱、海水腐蚀性、深水围堰受水压荷载压力大, 难以保证水中深基坑钢板桩围堰在水中防渗或大变形, 甚至引发工程事故。通过对该条件下钢板桩止水技术研究和实践, 总结了一些在滨海地区软弱地质条件下对水中钢板桩围堰止水施工经验技巧, 文章即对重点问题和处理经验进行阐述。

**[关键词]**钢板桩; 围堰; 止水; 毛毡布

DOI: 10.33142/ec.v3i8.2390

中图分类号: U445.556

文献标识码: A

## Study on Waterstop of Steel Sheet Pile Cofferdam for Deep Foundation Pit in Water under Soft Geological Conditions in Coastal Area

QI Peihai, KUANG Pibang, ZHANG Yonggang, LIU Yueyan, LING Feng

China Construction First Group Corporation Limited, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

**Abstract:** Under the sea water corrosion geological conditions in coastal area, due to the weak bearing force of stratum, the corrosiveness of seawater, and the high pressure of water pressure load on the deep water cofferdam, it is difficult to ensure the seepage prevention or large deformation of steel sheet pile cofferdam for deep foundation pit in water, and even cause engineering accidents. Based on the research and practice of steel sheet pile waterproof technology under this condition, this paper summarizes some experience and skills of water seal construction of steel sheet pile cofferdam in water under the weak geological conditions in coastal area, and expounds the key problems and treatment experience.

**Keywords:** steel sheet pile; cofferdam; water stop; felt cloth

### 引言

在水中深基坑施工中, 钢板桩围堰在工作期间, 要承担较大横向水荷载作用, 易发生弯曲变形, 钢板桩围堰内外侧一直保持较大水位差, 并伴随波浪变化, 使其可能渗水或产生大变形, 施工难度高。

滨海区域地质属软弱地质, 地质状况由上往下为淤泥、淤泥粉质粘土(粘土)、粉细砂、中粗层组成为松散沉积层, 海陆交互相沉积土粘性土、砂砾、卵石, 地质条件复杂, 对组合钢板桩施工稳定性有较大的不良影响, 底层工程力学性质较差。具有腐蚀性的半海水条件下对止水材料要求较高, 在长期浸泡在腐蚀性半海水中, 水下承台组合钢板桩围堰的止水难于控制。

文章对该问题进行了长期的研究与实践, 现已取得一些成果, 水中深基坑钢板桩围堰止水效果有显著提升。

### 1 工程概况

汕头地区水系发育, 施工跨越区域属韩江支流外砂河段, 河段宽约 440m, 水流湍急, 有潮汐特性, 退潮时水深约 3m, 涨潮时约 4m, 外砂河每日水位差达到 1m 左右。

外砂河流域地质条件以淤泥、软土、砂层为主, 地层支承载力弱, 易坍塌, 对钢板桩的稳定性造成一定的影响, 河水流湍急, 垂直度难以控制, 钢板桩锁口不够密贴, 从而导致渗流现象较为严重, 应对锁口位置做一些封堵措施。施工区域距外砂河入海口仅 5km, 具有腐蚀性的半海水条件下, 对钢板桩腐蚀严重, 止水材料要求较高。水位较高, 钢板桩围堰内外侧有较大的水位差, 水压易使钢板桩发生形变, 导致渗水现象。

外砂河特大桥 27#墩~35#墩水中承台系梁施工采用围堰工程形式, 选用拉森IV型钢板桩, 宽 400mm, 重 76.1kg/m。

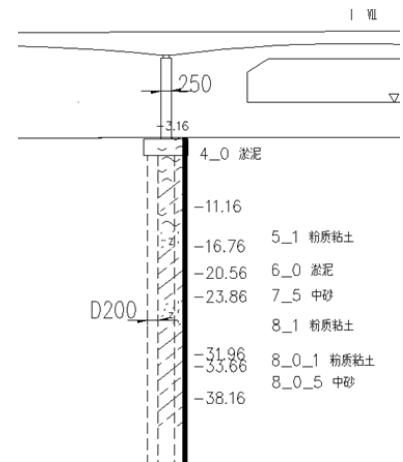


图 1 右幅 29#墩地质图

钢板桩最长 27m，均穿透淤泥质土层锚入粉质粘土层 5m 以上，保证钢板桩稳定性及抗突涌、抗渗漏性能良好。

钢板桩从侧围堰中心开始打入第一片钢板桩，然后逐步向两边插打，在河下游合拢。插打过程中始终控制每片钢板桩的垂直度，及时调整。插打钢板桩充分采取止水措施，以防钢板桩围堰大量漏水。钢板桩合龙通过精确计算，确定龙口位置，采用配桩法合龙。配置相应规格的异形钢板桩，现场实测异形钢板桩的角度和尺寸，根据实际切割焊接异形钢板桩，以确保整个围堰的密封性。

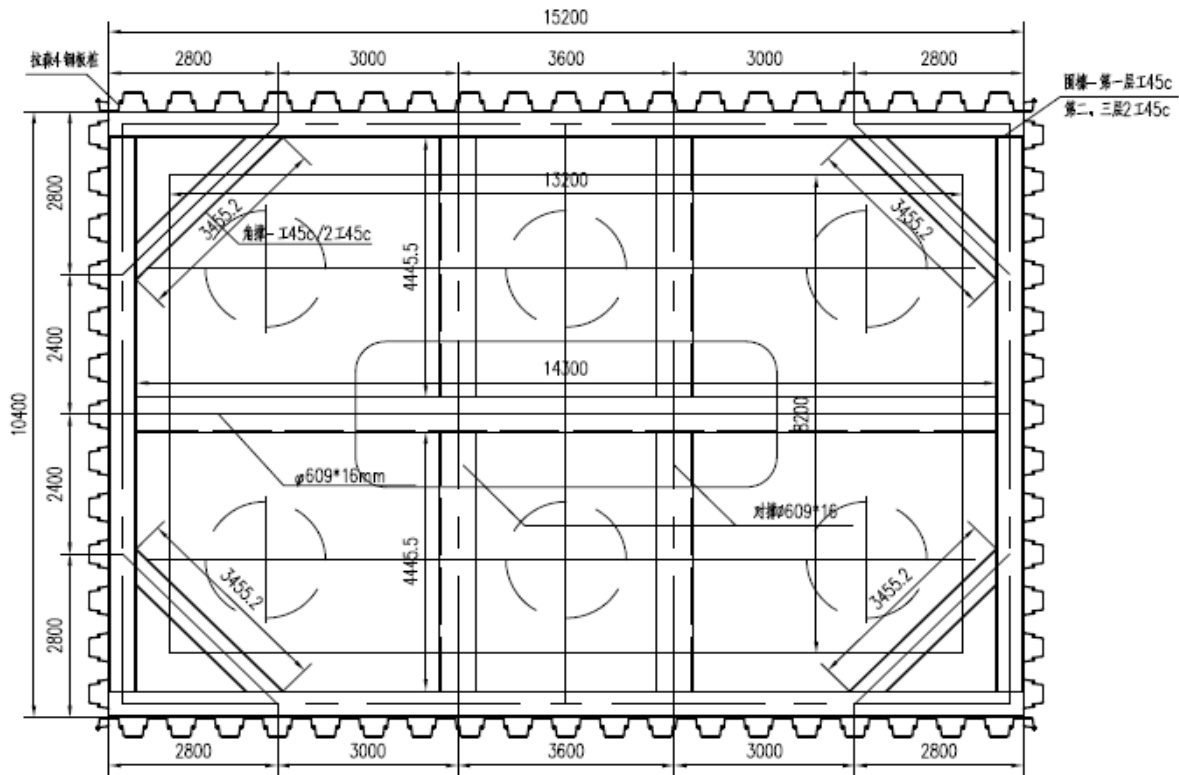


图 2 外砂河特大桥围堰平面图

## 2 水中深基坑钢板桩止水施工的重难点分析

### 2.1 渗漏和涌沙

基坑清淤过半时，钢板桩外侧淤泥与水压力一同作用，在接缝处和转角处可能出现钢板桩渗漏，有时涌沙。主要原因是在使用前未进行拉森钢板桩校正修理或检修不彻底，锁水处咬合不好，导致接缝处漏水，钢板桩围堰变形严重，对水中围堰施工存在安全隐患。

### 2.2 钢板桩侧倾

在软弱地质条件下，钢板桩围堰在水位差较大时，水压力增大，当设计钢板桩嵌固深度不足，产生的部分钢板桩侧倾。在水流冲击力与重力锤施打时角度或钢板装垂直度有微小偏差时，钢板桩受到水流的冲击力，导致钢板桩侧倾，由于钢板桩侧倾，对组合钢板桩整体的稳定性有一定的影响，严重时可导致钢板桩产生变形，对钢板桩的止水和稳定性产生不利的影响。

### 2.3 止水材料选用

在止水材料选择时，考虑到滨海地区腐蚀性半海水条件下，水中承台与主墩施工工期长达 2 月以上，对大部分青止水材料、遇水膨胀材料的耐久性及其化学性质产生一定的影响，从而影响钢板桩围堰的止水效果。钢围堰止水材料类型多种，使用不同条件下的钢围堰止水，再选用止水材料时不仅需考虑材料的适用条件与止水效果，还需要考虑止水时的施工便利性。

### 3 解决措施

#### 3.1 防止钢板桩渗漏和位移

钢板桩校正修理或检修不彻底，锁水处咬合不好，导致接缝处漏水。可在打设前对钢板桩进行矫正。矫正要在平台上进行，对弯曲变形的钢板桩可用油压千斤顶顶压或火烘等方法矫正。做好围堰支架，以保证钢板桩垂直打入和打入后的钢板桩墙面平直。为防止钢板桩锁口中心线位移，可在打桩行进方向的钢板桩锁口处设卡板，阻止板桩位移。在发现渗漏和涌沙现象时采用水玻璃水泥浆以及阀管双液灌浆系统施工堵漏。

#### 3.2 钢板桩侧倾控制

在软弱地质条件下，钢板桩嵌固能力差，应将增加桩的嵌固深度。一般拉森桩施工时，压密注浆配合，四周有钢板桩支护，基底水压较大。为更好地防水，基底宜采用压密注浆，其厚度根据土质而定。在钢板桩锤击施工过程中与水流冲击力作用，防止钢板桩侧倾。也可在在已施打完成的 3-5 根钢板桩锁扣处，采用焊接的方式，每道相邻的钢板桩锁口处不小于 3 道焊缝，焊缝长度在 8cm 左右，将已施打完成的钢板桩焊接成整体，增加钢板桩的稳定性，可有效防止钢板桩侧倾。

#### 3.3 围堰封底

滨海地区地质条件较为复杂，施工区域存在淤泥状的流塑地质，为防止围堰在开挖完成后基底产生反涌和渗漏，在围堰施工完成后需对围堰进行水下混凝土封底浇筑。封底混凝土强度等级采用 C30，厚度采用 1.5m。采用多导管分布浇筑封底混凝土，浇筑的顺序为：由底往高，从边到中，避免影响混凝土的浇筑质量，造成封底失效或渗漏。

封底完成后混凝土将在围堰底部形成止水帷幕并作为围堰的支撑体系，可以有效的减少围堰的变形，对围堰的止水起到了重要的作用，保证围堰的稳定性。在围堰变形监测数据达到要求后对围堰进行堵漏措施可以防止因围堰变形而导致围堰止水的失效。

#### 3.4 止水施工方法的适用性选择

表 1 止水效果与经济性评价表

防水密封系统	P (10 <sup>-9</sup> m/s)		施工便利性	成本比率**
	100kPa	200kPa		
锁扣不做处理	>100	*	容易	0
沥青填充材料	<60	不推荐	容易	1
水溶性填充材料	≤0.3	0.3	施工需注意	2
锁扣焊接	0	0	仅适用于基坑开挖完完毕后互锁的锁扣	5

沥青填充材料适用于水压强小于 100kPa 时，采用沥青填充材料；水溶性聚酯膨胀材料适用于压强小于 200kPa 的情况。可选用的材料有 Beltan, SIR088, Bitumen putty 等系列，沥青填充材料获取简便，材料成本较低，适用于各类由拉深钢板桩组成的围堰。水溶性聚酯膨胀材料成本较沥青填充材料的成本较高，施工需满足的条件较为复杂，需要保持锁扣的干燥和内部清洁，以保证水溶性聚酯膨胀材料可以均布于锁孔内从而达到围堰止水的要求。

锁扣焊接即对锁扣进行焊接，形成密闭的墙体。锁扣焊接的可以达到完全密闭的效果，使钢板桩围堰形成一个整体，增强了围堰的稳定性，但大幅降低了对钢板桩的可周转使用性。其成本远超使用填充材料进行围堰止水。

### 4 采用新型止水材料

通过对滨海地区外砂河特大桥水中钢板桩围堰止水方式探讨，对新型止水材料毛毡布止水方式实践。

新型止水材料毛毡布：相对于沥青填充材料和水溶性聚酯膨胀材料，毛毡布的材料简单易得成本也较为低廉，使用毛毡布进行围堰止水施工，其施工较为简便，当水中承台完成水下清淤和封底之后将钢板桩围堰内水位将至在河面水位以下，安排潜水员在围堰外侧将毛毡布塞入钢板桩围堰中缝锁口连接的缝隙处，在围堰的内侧与外侧的压强差将自动将毛毡布材料填满锁口。利用围堰的内侧与外侧的压强差将自动将毛毡布材料填满锁口，达到止水的效果。对水中承台的施工有较好的经济实用性。

## 5 效果分析

在滨海地区外砂河特大桥水中承台钢板桩的止水施工中，采取了防渗漏、侧倾及围堰封底措施，止水材料采用新型止水材料毛毡布，通过对围堰的变形监测钢板桩围堰止水得到了有效的成果。

表 2 围堰位移量

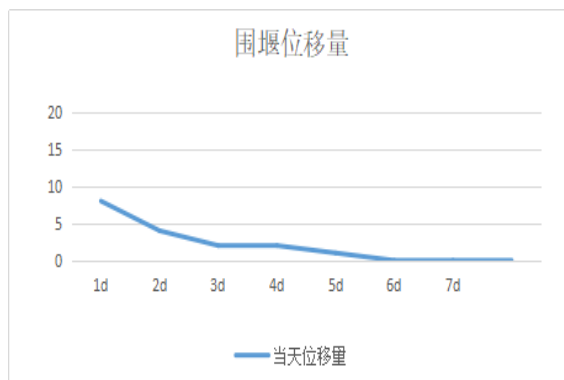


图 5-1 围堰止水效果

## 6 结论

滨海地区条件下水中承台钢板桩围堰的止水施工受自然条件影响难度较大，半海水的腐蚀性条件下对止水材料的要求苛刻，包括水流速度对钢板桩垂直度的影响，加上软弱的地质条件，对水中深基坑钢板桩围堰止水难度较大。本文阐述了在水中深基坑钢板围堰施工过程的垂直度控制，加上水下封底，采用新型止水材料等措施，成功克服了水中深基坑钢板桩围堰止水的问题，有效保证了水中承台的质量，加快了施工效率，减少了施工的成本，取得了良好的社会效益和经济效益，新型止水材料毛毡布具有一定的推广意义。

### [参考文献]

- [1]黄晴,易金舫,饶军应,谢涛,李延超. 钢板桩围堰止水性能试验及其应用研究[J]. 南华大学学报(自然科学版), 2016, 30(02): 123-128.
- [2]李延超. 钢板桩围堰止水性能试验与结构设计研究[D]. 湖南:中南大学, 2013.
- [3]廖万和. 龙湖大桥深水桩基础施工工艺探讨[J]. 四川建材, 2019, 45(04): 145-146.

作者简介: 戚培海(1994.10-), 毕业院校华东交通大学, 本科, 建筑工程专业, 就职于中国建筑一局(集团)有限公司, 担任质量员3年, 助理工程师。