

## 石油化工行业地下水池拉森钢板桩基坑围护的应用

潘 旻

浙江省二建建设集团有限公司, 浙江 宁波 315200

**[摘要]**拉森钢板桩是一种特殊类型的钢板桩, 由打桩机和振动锤压在地面上形成连续的板墙, 用作临时挡土/挡水围护结构。用于深基坑开挖。拉森钢板桩具有强度高, 接合紧密, 不易漏水, 施工简便, 速度快, 可重复使用的优点。文中工程采用拉森钢板桩进行基坑止水围护。结合该工程特点, 文中详细介绍了拉森钢板桩在基坑支护中的使用情况, 使用步骤和注意事项。对使其形成一个成熟的施工工法提供参考。

**[关键词]**拉森钢板桩; 基坑围护; 应用

DOI: 10.33142/aem.v4i3.5616

中图分类号: TU9

文献标识码: A

### Application of Larsen Steel Sheet Pile Foundation Pit Support for Underground Water Tank in Petrochemical Industry

PAN Yang

Zhejiang Provincial Erjian Construction Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315200, China

**Abstract:** Larsen steel sheet pile is a special type of steel sheet pile. It is pressed on the ground by pile driver and vibrating hammer to form a continuous plate wall, which is used as a temporary soil / water retaining envelope, and used for deep foundation pit excavation. Larsen steel sheet pile has the advantages of high strength, tight joint, no water leakage, simple construction, high speed and reusable. In this paper, Larsen steel sheet pile is used for water stop and enclosure of foundation pit. Combined with the characteristics of the project, this paper introduces in detail the application, application steps and precautions of Larsen steel sheet pile in foundation pit support. It provides a reference for forming a mature construction method.

**Keywords:** Larsen steel sheet pile; foundation pit enclosure; application

#### 1 危大工程概况

##### 1.1 工程基本概况

炼油老区乙烯原料适应性改造项目 400 万吨/年加氢裂化装置建筑安装工程中污水提升池, 位于宁波石化经济技术开发区镇海炼化老厂区内, 经十路和纬二东路交叉口东北角。

##### 1.2 工程地质、水文及气象情况

依据勘察单位提供的工程地质勘察报告, 知在场地所研究的深度内有性质如下地层分布:

###### ①1 层: 杂填土

杂色, 稍密, 饱和, 厚层状, 土质极不均匀, 主要由碎块石混合黏性土、砖块组成, 碎块石径一般 5~20cm, 大者 50cm 以上。本层在场地表部均有分布, 层位稳定, 但土层厚度不均匀, 厚度 1.40~3.50m, 东侧地面以水泥地坪为主。

###### ②3 层: 淤泥质粉质黏土

褐灰色, 流塑, 厚层状, 局部略具层理, 沿层面夹少量粉土薄膜, 土质较不均一, 局部为淤泥质黏土, 韧性中等, 干强度中等, 无摇振反应。本层分布于整个场地, 土层较均匀, 具高压缩性, 物理力学性质差, 顶板标高 0.51~2.67m, 厚度 1.80~4.60m, 平均厚度 3.52m。

###### ③1 层: 淤泥质粉质黏土

灰色, 流塑, 薄层状构造, 单层厚 1.5~3.0m, 层面夹少量粉土薄膜, 土质不均, 韧性中等, 干强度中等, 无摇振反应。本层分布于整个场地, 土层较均匀, 具高压缩性, 物理力学性质差, 顶板标高-3.24~-0.73m, 厚度 2.80~5.10m, 平均厚度 3.90m。

###### ④2 层: 淤泥质黏土

灰色, 流塑, 鳞片状构造, 土质较均一, 局部为淤泥质粉质黏土, 粘塑性好, 韧性高, 干强度高, 土切面光滑, 具油脂光泽, 无摇振反应。本层分布于整个场地, 土层较均匀, 具高压缩性, 物理力学性质差, 顶板标高-6.48~-5.63m, 厚度 3.80~5.30m, 平均厚度 4.49m。

###### ⑤3 层: 含黏性土粉砂

灰色, 稍密, 饱和, 厚层状构造, 土质不均, 粘性土以条纹状及薄层状分布, 含量各处不均, 局部相变为粉砂。本层主要分布在场地西侧, 土层不均匀, 具中等压缩性, 物理力学性质较好, 顶板标高-10.87~-10.01m, 厚度 0.70~1.50m, 平均厚度 0.96m。

###### ⑥4 层: 淤泥质粉质黏土

灰色, 流塑, 厚层状构造, 土质不均一, 局部为淤泥质黏土, 混较多粉砂团块, 韧性中等, 干强度中等, 土切

面粗糙,无地震反应。本层分布于整个场地,土层较均匀,具高压缩性,物理力学性质差,顶板标高-12.07~-9.86m,厚度0.70~2.70m,平均厚度1.50m。

## 2 拉森钢板桩的特点

拉森钢板桩是一种特殊类型的钢板桩,由打桩机和振动锤压紧地面,形成连续的板桩墙,用作深层临时保水保水围护结构。基坑开挖。钢板桩施工具有重量轻、强度高、锁固牢固、水密性好、施工方便、施工速度快等优点。近年来随着经济和城市建设的快速发展,拉森钢板桩作为围护结构被广泛应用于土木工程、地方政府、桥梁和工业建筑等基础工程中。拉森钢板桩支护形式有悬臂式、锚拉式、支撑式等,本文结合工程实例论述支撑式拉森钢板桩在上海地区深基坑支护中的应用<sup>[1]</sup>。

## 3 工程地质条件

基坑围护范围内①3层淤泥质粉质黏土、②1层淤泥质粉质黏土及②2层淤泥质黏土组合层土性较差,层厚较厚,且坑底位于①3层上,对基坑开挖及控制变形较为不利;②3层含黏性土粉砂土性较好,层顶标高约位于地面下14.4m;②4层淤泥质粉质黏土土性较差。基坑开挖范围内杂填土渗透系数较大,其它各层土的渗透系数为10~7cm/s。

本工程基坑具有以下特点:

(1)基坑挖深、形状及规模:计算挖深5.05~5.55m,基坑形状规则,开挖面积很小。

(2)工程桩类型:工程桩均采用锤击方桩,桩基施工对土体扰动很大。

(3)边环境:基坑西侧及北侧分布有高位桩,需要一定的保护,其他区域均为现状空地。

本基坑支护设计委托宁波宁大地基处理技术有限公司设计,在“安全、经济、方便施工”的原则下,污水提升池计算挖深5.05~5.55m,基坑形状规则且开挖面积很小,采用工期短、造价相对较低的拉森钢板桩+钢支撑方案。

## 4 施工方法及操作要求

### 4.1 基坑支护施工

#### 4.1.1 拉森钢板桩+钢支撑施工

(1)施工前先熟悉围护体系的图纸及各种计算工况,施工过程中严格控制开挖和支撑的程序和时间,对支撑的位置、挖深先做周密检查。

(2)拉森钢板桩钢材型号采用Q345小止口(锁口)的方式打设。

(3)打桩前,对钢板桩逐根检查,剔除连接锁扣锈蚀、变形严重的钢板桩,不合格的待修正后再使用。

(4)钢板桩施工时,注意垂直度及施打板桩墙墙面的平整度,在钢板桩打入时设

置打桩围檩支架,钢板桩垂直度 $\gt 1\%$ ,轴线偏差控制 $\pm 10\text{cm}$ 内。

(5)在插打过程中应随时测量监控每块钢板桩的垂直度,当偏斜过大不能用拉齐方法调正时应拔起重打。

(6)转角部位采用转角钢板桩进行连接,以保证钢板桩连接的整体性和密闭性。

(7)为方便钢板桩拔出,钢板桩表面宜涂抹隔离剂。钢板桩必须在围护桩与池壁外墙间回填完成后方可拔除,拔桩顺序宜与打桩顺序相反。

(8)钢板桩与围檩之间的空隙打入钢条或素砼填实,围檩转角的角点上下各用一块厚10mm钢板焊接。

(9)焊接采用角焊接,角焊缝的焊角尺寸 $hf$ 不得小于 $1.5\sqrt{t}$ ( $t$ 为最厚的钢板厚度)。

(10)池体施工期间,施工机械不得碰撞支撑,严禁在支撑上搁置重物或挖运土机械通过。

(11)基坑挖到设计标高后及时打设垫层,垫层应延伸钢板桩边,垫层浇筑时间尽量在4小时内完成。

(12)支撑拆除前应按设计要求做好换撑措施,待底板及换撑板带混凝土达到设计强度的75%后方可拆除支撑。

### 4.1.2 钢板桩打设施工方法

(1)拉森桩施工要按设计要求正确选择打桩方法、以便于打设后的板桩墙有足够的刚度和良好的止水作用,且钢板桩墙面平直,利于钢支撑的施工。

(2)根据现场施工条件,打桩采用单独打入法。打桩顺序如下:打桩起点从水池基坑围护东南角开始起打,合拢点(打桩终点)设在东北转角点。逐根顺序插打成封闭挡土止水围护结构。

(3)如有必要,打桩机械可移动至基坑内部施工。

(4)由于单根打入,易向一边倾斜,累计误差不易纠正,墙面平直度难以控制,可采取以下措施:

①先由技术人员定出拉森桩围护的轴线,可每隔一定距离设置导向桩,导向桩直接使用拉森桩,然后挂绳线作为导线,打桩时利用导线控制拉森桩的轴线。对不符合形状要求的钢板桩进行矫正,以减少打桩过程中的困难。开始打设的第一、二根钢板桩位置和垂直方向要确保精度,它可以起样板导向作用,定位准确后,依此逐根延插桩轴线打入形成封闭挡水档土壁墙。沉入土内的钢板桩桩顶标高基本控制在同一标高。

②插桩时如遇插不下或插桩垂直度偏差大,须拔出清除地下障碍物后重新插入。

③钢板桩施工时如遇插桩下沉带桩,可以采用打桩机预先先把拉森桩锁口内预留物振散振掉减少锁口摩擦阻力,也可将预插桩上下插打把锁口内干泥土冲出,再依次逐根插打入。

④单桩逐根连续施打,注意桩顶高程不宜相差太大。并随时调整单桩插入的垂直度。

⑤在插打过程中随时测量监控每根桩的斜度,如倾斜度过大需拔出调整垂直后再打入。

#### 4.1.3 钢板桩打设施工方法

(1) 外池壁结构完成后, 池壁外侧防水层、防腐层、保护层施工完毕后, 对钢板桩外侧土方回填压实, 密实达到设计要求后, 方可拔除拉森桩。拔除拉森桩前, 应周密安排拔桩方法顺序和拔桩时间, 否则, 由于拔桩的振动影响, 以及拔桩带土过多与拔桩后孔穴会引起地面沉降和位移, 会给已施工的地下结构带来危害, 并影响临近建筑物、构筑物或地下管线的安全。

(2) 拔桩先用拔桩机震动头夹嘴夹住拉森桩头部振动 1min~2min, 使拉森桩周围的土松动, 产生“液化”, 减少土对桩的摩阻力, 然后慢慢的往上振拔。

(3) 拔出的钢板桩需堆放整齐, 便于吊装运出, 如遇场地较小的地点, 需拔出一车数量装车运走一车, 腾出放桩场地再拔桩。需合理安排工序交接施工。将施工用的设备、余料运出施工现场, 清理现场, 达到“工完、料净、场地清”。

(4) 基坑拔出钢板桩应按设计方案执行, 为了减轻拔桩时产生微沉降, 采取边拔边跟踪注浆或水冲砂, 尽量放慢拔桩速度。

#### 4.1.4 拉森桩的保护措施

(1) 挖土围护附近时必须放慢速度, 并派专人指挥挖土司机作业, 避免挖机碰撞围护。

(2) 雨天施工应视雨量大小, 必要时须停止挖土, 并放缓坡, 防止边坡坍塌影响工程桩。

(3) 在基坑土方开挖至基础底板施工结束期间, 除出土口外, 基坑坡顶外侧四周 6.0 米范围内不得通车及堆载, 6.0 米以外堆载不超过 10kpa。

(4) 在挖掘前应标明工程桩、钢板桩的正确位置, 挖掘时引起重视, 要均匀对称, 避免碰撞。在挖土作业时, 每台挖机都有专人指挥。特别是人工修土阶段, 必须严格指挥协调, 加强监护, 禁止交叉作业。

(5) 土方开挖结合土层性质宜分层、分段、对称地进行开挖。使支护结构受力均匀。要严格控制相邻开挖段的土方高差, 开挖时不得留陡坡, 以免土体滑移而引起工程桩、钢板桩位移或变形。

(6) 挖土至工程桩附近时必须放慢速度, 并派专人指挥挖土司机作业, 避免挖机碰撞工程桩。先将桩外 300 以外的大部分土方挖除、挖陡, 然后在专人指挥下, 轻轻的剔除桩身上的土方, 最后将贴在桩身的余土人工铲除。

(7) 基坑分层开挖至垫层底标高后立即设置砼垫层封底, 垫层与钢板桩接触处提前做好油毡隔离措施。

(8) 钢板桩拔除前, 在基础底板与钢板桩之间浇筑换撑板带砼时在与钢板桩接触面处采用油毡隔离, 防止钢板桩难以拔除或拔桩过程中对基础的扰动破坏。

### 4.2 土石方施工

#### 4.2.1 土石方分三个阶段开挖

①第一阶段从自然地坪面斜土至钢板桩标高(-0.2~

-1.3, 斜土深度 1500mm), 本次挖土量约 245m<sup>3</sup>, 本阶段开挖基坑边边坡按 1:1 放坡, 挖机采用 1 台 PC260 普通挖机开挖, 挖机配 2 台八轮自卸土方车挖、装、外运, 开挖从东向西退挖, 挖机自北侧出土口出土, 每台挖机下部及运土车辆下部必须满铺钢板。

②第二阶段挖土, 钢板桩内部挖土, 自-1.3 挖至-2.8m, 本次土方量约 245 m<sup>3</sup>, 本阶段坑内垂直开挖, 开挖深度 1.5m, 临时边坡坡度大于 1:2, 挖机采用 1 台 PC260 普通挖机开挖, 每台挖机配 2 台自卸土方车挖、装、外运, 开挖从东向西退挖, 挖机自北侧出土口出土, 每台挖机下部及运土车辆下部必须满铺钢板。

③第三阶段挖土, 钢板桩内部挖土, 自-2.8 挖至 5.75 本次土方量约 456 m<sup>3</sup>, 本阶段坑内垂直开挖, 开挖深度 2.95m, 机械开挖分二层开挖, 每层开挖厚度 1.45m, 最后 0.3m 厚土方长臂挖机配合人工挖土, 每层临时边坡坡度大于 1:2, 挖机采用 1 台 PC260 普通挖机开挖, 每台挖机配 2 台自卸土方车挖、装、外运, 开挖从西向东退挖, 挖机自东侧出土口出土, 每台挖机下部及运土车辆下部必须满铺钢板。根据现场需要, 长臂挖机最后 0.3m 土在第三阶段挖土时由人工挖土至长臂斗内, 随第三次挖土运出基坑外。

#### 4.2.2 土石方回填

回填前应先选好合格土源, 并将坑底的建筑垃圾清理干净, 槽底如有积水, 应先排除, 严禁带水回填; 回填料分层夯实。周边环境变形要求非常高部位采用黄砂或素砼回填。

#### 4.2.3 边坡施工

##### 4.2.3.1 排水沟设置

钢板桩插入后, 即再铺面做 300×300 排水沟, 沟底 100 厚 C15 素砼垫层, 排水沟侧壁采用 120 厚水泥砖墙, M5 水泥砂浆砌筑挡土墙, 沿基坑四周通圈设置, 并在基坑的对称角各设置 1 个 500×500×600 砖砌集水井, 砖墙 240 厚, M5 水泥砂浆砌筑, 集水坑底 100 厚 C20 素砼垫层。

##### 4.2.3.2 护坡及护栏设置

在钢板桩与自然地面高差坡面采用 70 厚 C15 素砼护坡, 沿坡面 200 处插入 300mm 长 φ50@5000PVC 排水管。沿基坑坡顶四周设置基坑护栏, 护栏高度 1200mm, 栏杆采用二道水平栏杆, 栏杆立杆间距 1500, 每个立杆底部设置 1 根 1.5m 水平横杆。护栏红白双色油漆, 间距 30cm 一道漆红漆或白漆, 悬挂醒目的安全宣传标语和警示标志。内外设置斜撑; 夜间基坑边现场警示和保证夜间施工安全, 防护栏杆上设置多个夜间警示灯。

### 5 基坑施工监测

为确保本基坑及周边环境在施工期间的安全, 及时掌握基坑支护结构及周边环境等变化情况, 指导和安排施工顺序和施工进度, 并在发现危及基坑安全的苗头时, 及时

采取相应的应急措施,按照围护设计方案的要求,对本基坑展开监测。

### 5.1 监测内容

在施工的过程中,要密切监测围护结构、土体的变形,根据变形的发展情况及时调整施工工艺。具体监测内容详见表 1。

**表 1 基坑监测内容**

监测方法 监测内容	监测点布置
土体深层水平位移	土体内埋设测斜孔,测斜孔底比相应位置围护桩底深 3~4m,且不小于 14m。
水位监测	基坑周边设置水位监测孔,位置及孔深同深层水平位移
基坑顶水平兼竖向位移	在钢围檩顶间隔 10~15m 左右设置 1 个水平兼竖向位移监测点(共用),原则上等间距布置

### 5.2 监测频率及报警值

#### 5.2.1 监测频率

所有监测内容的监测点在开挖前 7 天内完成,安装、埋设完毕后,以连续至少 2 次观测值较差在观测精度范围内平均值作为监测点初始值。垫层浇筑完成,数据稳定后,监测频率可调整为 2~3 监测 1 次;基础底板施工完毕至±0.000 结构施工阶段,3~5 天监测 1 次(支撑拆除期间,每天监测)<sup>[2]</sup>。

#### 5.2.2 监测报警值

监测数据达到或超过报警值时,立即通知有关各方引起重视,各监测内容的报警值详见表 2。

**表 2 基坑监测报警值**

监测报警值 监测内容	累计变化量 (mm)	连续三天日变化量 (mm/d)
土体深层水平位移	60 (40)	6 (3)
钢围檩顶水平位移	50 (30)	6 (3)
钢围檩顶竖向位移	30 (20)	4 (2)
水位监测	1000	500
测斜	38	9 (6)

说明: ( ) 内为靠近高位桩区域报警值。

### 5.3 巡视检查

基坑工程整个施工期内,每天均应有专人进行巡视检查。基坑监测由业主委托第三方有资质的单位进行监测。基坑监测单位应将当天的监测结果在量测完毕后 4 小时内以电子邮件方式反馈业主、监理、围护设计等有关单位。报警后采取必要保护措施并经设计及其他相关单位确认后才能继续施工。施工期间应根据监测资料及时控制和调整施工进度和施工方法,对施工全过程进行动态控制,加强信息化施工。

#### [参考文献]

- [1] 杨宗亮. 浅析拉森钢板桩在地下综合管廊基坑支护的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2017(24): 1765-1765.
  - [2] 邓敏, 刘勇. 拉森钢板桩在富水砂层深基坑支护中的应用[J]. 四川建材, 2020, 46(8): 2.
- 作者简介: 潘旻 (1988.6-) 男, 浙江宁波人, 汉族, 本科学历, 浙江省二建建设集团有限公司-工程师, 从事建筑施工管理工作。