

围堰工程钢板桩施工方案-拉森钢板桩支护

文章总结：施工实际效果表明，钢板桩围堰与填土围堰相比，具有施工进度快、更安全、占地空间小等优点，这对于城市内的窄河涌堤岸整治工程、水深较大、流急、淤泥或粉细砂等软基上等不适宜用填土围堰的工程使用较为有利，但缺点是钢板桩材料一次性投入费用高，占用流动资金多，因此是否采用钢板桩围堰以及钢板桩投入数量和周转次数等问题必须认真分析，宜经过技术经济比较后方可决定。

全文内容开始：

1. 工程概况

xx 市区北堤整治第一期工程上起 xx 码头，下至 xx 管桩厂码头，总长 2.679km。工程横断面如图 1 所示：

工程所在地地质情况：从上往下为人工填土层、第四纪冲淤积层、第四纪残积层和第三纪风化基岩，其中人工填土全堤段均有分布，厚 0.8~5.8m，分素填土和杂填土，大部分地段稍经压实；第四纪冲淤积层为淤泥质土和粉细砂层，厚 1.6~15.8m，呈灰、深灰色，局部含腐植物或大量腐木。挡土墙及其桩基础建在第四纪冲淤积层上。

2. 围堰设计方案

2.1 原围堰设计方案及其特点

原设计围堰采用就地开挖料填筑，堰顶高程 2.5 米，堰顶宽 2.0 米；外江常水位为 2.2 米，堰脚高程在-3.0 米左右，挡水深度在 5~6 米间；迎水坡背水坡坡度均为 1:1.5，迎水坡采用砂包铺砌护脚、护面。

经测量放线，填土围堰布置于接近河中心，缩窄了航道，堰体挡水高度较大，基础为透水性强的粉细砂，原设计围堰不安全。

在图纸会审研究后，经业主、设计、监理、施工四方研究决定全部采用钢板桩围堰。

2.2 钢板桩方案

①钢板桩的选用

根据工程所在地场地特点，结合钢板桩的特性、施工方法等方面进行考虑，选用的拉森 III 型钢板桩，拉森 III 型钢板桩宽度适中，抗弯性能好，其主要技术参数为：W=1600cm³，g=60kg/m，依地质资料及作业条件决定选用钢板桩长度 9~12M 长，要求钢板桩入土深度达桩长 0.5 倍以上。

②打桩设备

投入钢板桩打拔桩机 2 台用于施工。打拔桩机为挖掘机（KAT01250）加振动锤改装而成，振动锤

为日本产 NPK—HP—7SXB 型，激振力 200kN。

3. 围堰施工经过

钢板桩围堰施工正式从 xx 年 xx 月开始，施工顺序为：修整施工道路～打钢板桩～基坑 开挖～桩基础～挡土墙底板～挡土墙墙身～墙后回填～拔钢板桩。开始施工时，投入了 530 根钢板桩，可围成 200M 长基坑，但后来发现进度不理想，主要是钢板桩数量不足，不能及时 提供基坑工作面，使挡土墙施工常处于等待状态。便于 xx 月份开始增加投入一倍的钢板桩， 开辟两个工作面：从头尾两端同时向中间施工推进，每个工作面安排一台班时间施打钢板桩 ，节约了钢板桩的占用时间，20 天左右完成 400M 长挡土墙，至 5 月份全部水下堤岸工程施工 完成。

4. 钢板桩围堰施工方法

4.1 单桩逐根打入法施打钢板桩

①先由测量人员定出钢板桩围堰的轴线，可每隔一定距离设置导向桩，导向桩直接使用 钢板桩，然后挂绳线作为导线，打桩时利用导线控制钢板桩的轴线。

②准备桩帽及送桩：打桩机吊起钢板桩，人工扶正就位。

③单桩逐根连续施打，注意桩顶高程不宜相差太大，基础较深的地方采用 12M 长的桩。

4.2 拔桩

原则上挡土墙施工完成后就可拔桩。施工中我们在完成约 100M 挡土墙且墙后回填砂至墙 高一半后就立即拔桩，桩经修理后重新利用。

先用打拔桩机夹住钢板桩头部振动 1min～2min，使钢板桩周围的土松动，产生“液化” ，减少土对桩的摩阻力，然后慢慢的往上振拔。拔桩时注意桩机的负荷情况，发现上拔困难 或拔不上来时，应停止拔桩，显获动 1min～2min 后再往下锤 0.5m～1.0m 再往上振拔，如此反 复可将桩拔出来。

4.3 钢板桩的施工中遇到的问题及处理：

由于河床地质结构复杂，钢板桩打拔施工中常遇到一些难题，常采用如下几点办法解决：

①桩过程中有时遇上大的块石或其它不明障碍物，导致钢板桩打入深度不够，采用转角 桩或弧形桩绕过障碍物。

②钢板桩杂填土地段挤进过程中受到石块等侧向挤压作用力大小不同容易发生偏斜，采 取以下措施进行纠偏：在发生偏斜位置将钢板桩往上拔 1.0m～2.0m，再往下锤进，如此上下 往复振拔数次，可使大的块石被振碎或使其发生位移，让钢板桩的位置得到纠正，减少钢板 桩的倾斜度。

③钢板桩沿轴线倾斜度较大时，采用异形桩来纠正，异形桩一般为上宽下窄和宽度大于 或小于标准宽度的板桩，异形桩可根据实际倾斜度进行焊接加工；倾斜度较小时也可以用 卷扬机或葫芦和钢索将桩反向拉住再锤击。

④在基础较软处,有时发生施工时将邻桩带入现象,采用的措施是把相邻的数根桩焊接在一起,并且在施打当桩的连接锁口上涂以黄油等润滑剂减少阻力。

5. 围堰挡水效果

基坑抽干水后,可清楚观察到围堰挡水止水效果:钢板桩围堰内表面基本没有漏水,只有少数较残旧的钢板桩由于接头不紧密导致一些漏水;基坑内也没有出现渗漏、管涌等现象。说明钢板桩围堰是成功的。

6. 变形观测

在钢板桩围堰挡水期间,我们定期对钢板桩顶的位移进行观测,发现桩顶向基坑内的偏移量稳定在2~10cm之间,说明堰体是稳定的。

7. 经验总结

施工实际效果表明,钢板桩围堰与填土围堰相比,具有施工进度快、更安全、占地空间小等优点,这对于城市内的窄河涌堤岸整治工程、水深较大、流急、淤泥或粉细砂等软基上等不适宜用填土围堰的工程使用较为有利,但缺点是钢板桩材料一次性投入费用高,占用流动资金多,因此是否采用钢板桩围堰以及钢板桩投入数量和周转次数等问题必须认真分析,宜经过技术经济比较后方可决定。

二、钢板桩围堰施工方案

1. 钢板桩打入

1.1 钢板桩的选用

本工程选用日本进口止水钢板桩进行施工,该钢板桩为小锁口,有很好的止水能力,宽40cm,重77.7kg/m,考虑到本工程地质情况的需要,拟采用桩长为18米的钢板桩。

首先在板桩堆放基地对钢板桩进行分类、整理,选用同种型号的板桩,进行弯曲整形、修正、切割、焊接,整理出施工需要的型号、规格、数量的钢板桩。

钢板桩进场前需要检查整理,发现缺陷随时调整,整理后在运输和堆放时尽量不使其弯曲变形,避免碰撞,尤其不能将连锁口碰坏。

桩打入前将桩尖处的凹槽底口封闭,避免泥土挤入,锁口宜涂以黄油或其它油脂,对锁口变形、锈蚀严重的钢板桩,整修矫正。转角处采用90度的转角桩。

1.2 钢板桩理论用量计算:

钢板桩围堰周长计算:

$29.5 \times 2 + 9.5 \times 2 = 78\text{m}$

钢板桩根数计算：角桩采用 $0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$ ，共 4 片，

$(78 - 0.4 \times 4\text{m}) / 0.4\text{m} = 191$ 片， $191 + 4 = 195$ 片

钢板桩重量计算：

$195 \times 18 \times 77.7 = 272.727\text{t}$

1.3 打入

1.3.1 施工放样与定位

(1) 将施工区域控制点标明并经过复核无误后加以有效保护。

(2) 由于本工程的钢板桩围堰已经将桩基施工平台用钢管桩圈在内部，所以可以利用现有的钢管桩进行定位，在钢管桩上焊接工字钢，用工字钢来保证打出的钢板桩在一条直线上。在钢管桩露出水面部分刷上警告标志，并焊上槽钢加固，在打桩时作为导向位置及高程控制标志。定位桩与需施工桩位置布置见下图。

1.3.2 钢板桩打入总体施工流程

钢板桩从河东侧围堰中心开始打入第一片钢板桩，然后逐步向两边插打，在河下游合龙（见示意图），最初的一、二块钢板桩的打设位置和方向要确保精度，以起到样板的作用。每完成 3 米测量校正 1 次，确保在同一直线上。每根钢板桩施打完毕后，即与槽钢焊接牢固。根据起吊能力确定逐根插打到稳定的深度，一般为 2-3m，待全部插打完毕后再依次打到设计标高。钢板桩合龙通过精确计算，确定龙口位置，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。

1.3.3 钢板桩打入施工工艺

(1) 履带吊停在离打桩点就近的钢平台，侧向施工，便于测量人员观察。挂上振动锤，升高，理顺油管及电缆。

(2) 锤下降，开液压口，拉一根桩至打桩锤下，锁口抹上润滑油，起锤。

(3) 待钢板桩尖离开水面 30cm 时，停止上升。锤下降，使桩至夹口中，开动液压机，夹紧桩。上升锤与桩，至打桩地点。

(4) 对准桩与定位桩的锁口，锤下降，靠锤与桩自重压桩至淤泥以下一定深度不能下降为止。

(5) 试开打桩锤 30 秒左右，停止振动，利用锤惯性打桩至坚实土层，开动振动锤打桩下降，控制打桩锤下降的速度，尽可能的使桩保持竖直，以便锁口能顺利咬合，提高止水能力。

(6) 板桩至设计高度前 40cm 时，停止振动，振动锤因惯性继续转动一定时间，打桩至设计高度。

(7) 松开液压夹口，锤上升，打第二根桩，以上类推至打完所有桩。

打桩前一般应在锁口内涂以黄油、锯末等混合物，在打完钢板桩后，开始进行钢板桩围堰内的止水处理。

1.4 施工注意事项

(1) 导向桩打好之后，以槽钢焊接牢固，确保导向桩不晃动，以便打桩时提高精确度。

(2) 线桩插打，钢板桩起吊后人力将桩插入锁口，动作缓慢，防止损坏锁口，插入后可稍松吊绳，使桩凭自重滑入。

(3) 钢板桩振动插打到小于设计标高 40cm 时，小心施工，防止超深发生。

(4) 封口时，精确计算异形钢板桩的尺寸，确保止水质量。

2. 围堰抽水与支撑

钢板桩围堰封闭后进行抽水，抽水过程中应严格控制抽水速度和抽水高度，并在围堰顶端设置一道安全支撑。

当抽水达到预定的深度后，应及时加支撑防护。钢板桩全部焊接牢固到导向槽钢上。

考虑到本工程施工场地很小，水下地质情况较差，周围动荷载和主动土压力较大，因此决定在围堰内部采用 $\Phi 529 \times 7\text{mm}$ 的钢管桩做成骨架进行支撑，以保证安全，考虑到有 1.5m 厚封底混凝土，故内部

支撑共分两层，分别支撑在标高为+1.5m，-1.5m 处以确保钢板桩围堰的稳定性。两端采用双拼 I36 工字钢做成斜撑，具体支撑形式及计算见总体平面布置图和计算部分。

3. 清淤

在抽水及进行内部支撑的过程中用泥浆泵配合高压射水将围堰内的淤泥清除，清除过程中同时使用抽水机对围堰内进行清淤补水，保证内外水头差不大于 50cm，以保证围堰安全。清淤时及时测量坑底标高，如达到设计底标高，停止高压射水。如果抽水后发现清淤不到位，用人工清除剩余淤泥。

4. 混凝土封底浇注

由于采用水下封底可能造成钢板桩无法拔出，所以采用先抽水、支撑，后封底。当清淤达到要求后，即可按常规进行干封底施工。封底时在钢板桩围堰内侧支模，封底混凝土强度等级采用 C20，经过计算厚度为 1.5m。

5. 防渗与堵漏

钢板桩打入之前一般应在锁口内涂以黄油、锯末等混合物。当锁口不紧密漏水时，用棉絮等在内侧嵌塞，外侧包裹一层防水彩条布，起到防水和减小水压力的双重效果，抽水时同时在外侧水中漏缝处撒大量木屑或谷糠和炉渣的混合物，使其由水夹带至漏水处自行堵塞，在桩脚漏水处，采用局部砼封底等措施。若漏水严重，堵漏困难时，在钢板桩外侧补打木桩围堰，木桩围堰内侧铺设彩条布，在彩条布与钢板桩围堰间填筑粘土进行封堵。

三、基底清理

1. 排水

钢板桩支护止水完成后，进行基底清理工作。在承台四角挖集水坑，周边做排水沟，用水泵及时排除围堰内渗水。

2. 垫层

在承台范围内浇注封底混凝土时，将顶标高做到承台设计底标高处，并保持承台范围干燥，方便桩头凿除和护筒割除施工。

3. 护筒割除

分段割除钢护筒，同时清理桩头上的淤泥，人工配合浮吊吊出基坑。

4. 桩头凿除

先人工清理桩头上的淤泥，然后采用空压机和风镐凿除桩头砼，凿除至承台底面以上 15cm，清洗桩头，桩基待检测。

四、钢板桩拔除

1. 施工要点

(1) 钢板桩拔除采用振动锤，作业前对每个板桩的打入情况，作详细调查，以此判断拔桩作业的难易程度。

(2) 在墩柱浇筑完成后，进行支撑的切割工作，用浮吊进行拔桩。

(3) 在内支撑全部拆除完成后，进行钢板桩的拔除。在拔桩时，采用振动锤进行拔除，拔一根清理一根。并及时运走，以保证场地的清洁。

2. 拔桩注意事项

(1) 为防止将临近板桩同时拔出，宜将钢板桩和加固的槽钢逐根割断。

(2) 先割除钢板桩的支撑，然后再拔围堰钢板桩。

(3) 拔出的钢板桩应及时清除土砂，涂以油脂。变形较大的板桩需调直，完整的板桩要及时运出工地，堆置在平整的场地上。

(4) 将钢板桩用振动锤再复打一次，可克服土的黏附力。

(5) 按与打板桩顺序相反的次序拔桩。

五、质量保证措施

1. 质量保证措施

建立健全质量安全管理网络，分工明确，责任到人，及时发现和清除各种质量安全隐患，防患于未然。

(1) 以项目经理为质量第一负责人，任命 1 至 2 名合适的有资格人员负责质量管理方面的工作，并保持与设计施工等各方面有效协调。

(2) 各种原材料，半成品严格按质量要求进行采购。钢板桩送到现场后，应及时检查、分类、编号，钢板桩锁口应以一块长 1.5~2.0m 标准钢板桩进行滑动检查，凡锁口不合应进行修正合格后方能使用。

(3) 钢板桩质量要求

- a、桩的垂直度控制在 1%以内；
- b、桩底高程误差控制在 10cm 左右；
- c、沉桩要连续，不允许出现不连锁现象；
- d、桩的平面位移控制在 15cm 以内。

(4) 在使用拼接接长的钢板桩时，钢板桩的拼接接头不能在围堰的同一断面上，而且相邻桩的接头上下错开至少 2m，所以，在组拼钢板桩时要预先配桩，在运输、存放时，按插桩顺利堆码，插桩时按规定的顺序吊插。

(5) 钢板桩围堰在使用过程中，防止围堰内水位高于围堰外水位。在低水位处设置连通管，到围堰内抽水时，再予封闭，在围堰内抽水时，钢板桩锁口漏水，在围堰外撒大量细煤渣、木屑、谷糠等细物，借漏水的吸力附于锁口内堵水，或者在围堰内用板条、棉絮等楔入锁口内嵌缝，撒煤渣等物堵漏时，要考虑水流方向并尽量接近漏缝，漏缝较深时，用袋装下放到漏缝附近处徐徐倒撒，同时当围堰内抽水至各层支撑导梁处，逐层将导梁与钢板桩之间的缝隙用木楔楔紧，使导梁受力均匀。

2. 工期保证措施

(1)、项目经理部立即开展工作，调遣具有丰富同类工程施工经验和责任心强的工程技术、经济、行政等各类专业管理人员和施工队伍上场。

(2)、实行项目法施工管理方式，做到统一组织、统一管理、统一计划协调、统一物资供应、统一资金收付。各施工队伍在项目经理部的统一领导下，互相协作配合共同完成所承担的施工任务。

(3)、发挥整体优势，对施工队伍实行动态管理，合理组合。

(4)、加强现场的思想政治工作，抓住时机，开展以比质量、比安全、比进度、比效益的劳动竞赛，使每一位参加施工的职工都充满责任感、荣誉感和紧迫感，发挥出最大的积极性。

(5)、正确处理好与当地政府及兄弟单位的关系，取得各方面的支持与配合，为施工生产创造一个良好的外部环境。

六、安全文明保证措施

1、机械设备安全保证措施

(1)、机械设备操作人员（或驾驶员）必须经过专门训练，熟悉机械操作性能，经专业管理部门考核取得操作证或驾驶证后上机（车）操作。

(2)、机械设备操作人员和指挥人员严格遵守安全操作技术规程，工作时集中精力，谨慎工作，不擅离职守，严禁酒后驾驶。

(3)、机械设备发生故障后及时检修，决不带故障运行，不违规操作，杜绝机械和车辆事故。

(4)、机械操作人员做好各项记录，达到准确、及时，严格贯彻操作制度，认真执行清洁、润滑、坚固、防腐、安全的十字作业法。

(5)、设备及工具摆放整齐，不得随意摆放。

2、安全文明施工

- (1)、进入现场施工人员必须佩戴安全帽，讲究文明用语，杜绝打架斗殴，酗酒等不文明行为。
- (2)、泥浆与运土车出场，轮胎要清洗干净。
- (3)、注意工地防火，现场要摆放防火器材。

3、水上作业安全措施

- (1)、合理安排作业区域和时间，保证施工人员正常工作。
- (2)、作业区域在河道和两侧河岸进行围挡，设置安全警示标语。
- (3)、水上施工平台必须有标识和防护栏，夜河道作业区域应布置警示照明灯。
- (4)、水上作业人员必须配备救生衣，做到一人一套，安全施工。
- (5)、施工现场必须要备有落水救生设施：救生圈 2~3 个、救生绳 1~2 根、水面船只 1 艘。
- (6)、与当地医疗保健和消防等部门保持密切联系，做到有备无患。
- (7)、现场必须配足足够的消防设备。

拉森钢板桩施工

本工程拉森钢板桩主要用于 xx 污水处理厂至 xx 路段排污渠的基坑基槽止水及支护结构，具体施工操作如下。

基坑开挖采用 III 型 9.0 米长拉森钢板桩支护。拉森钢板桩用升降机就位后采用履带式液压挖土机 KATO-1250 或 KATO-1430 带 VH-2000 或 VH-3000 的液压振锤的锤机施打，施打前一定要熟悉地下管线、构筑物的情况，认真放出准确的支护桩中线。

考虑到钢板桩较长，在施打中，钢板桩容易向一边倾斜，由于倾斜误差积累不易纠正，难以控制钢板桩墙的平直度，所以钢板桩施工拟采用屏风式打入法。屏风式打入法不易使板桩发生屈曲、扭转、倾斜和墙面凹凸，打入精度高，易于实现封闭合拢。施工时，将 10~20 根钢板桩成排插入导架内，使它呈屏风状，然后再施打。

1、钢板桩施工的一般要求

- (1) 钢板桩的设置位置要符合设计要求，便于方渠基础施工，即在基础最突出的边缘外留有支模、拆模的余地。
- (2) 基坑护壁钢板桩的平面布置形状应尽量平直整齐，避免不规则的转角，以便标准钢板桩的利用和支撑设置。各周边尺寸尽量符合板桩模数。
- (3) 整个基础施工期间，在挖土、吊运、扎钢筋、浇筑混凝土等施工作业中，严禁碰撞支撑，禁止任意拆除支撑，禁止在支撑上任意切割、电焊，也不应在支撑上搁置重物。

2、钢板桩施工的顺序

- (1) 钢板桩位置的定位放线

- (2) 挖沟槽
- (3) 安装导梁
- (4) 施打钢板桩
- (5) 拆除导梁
- (6) 清理锚杆处标高的土方
- (7) 挖土
- (8) 排污管、渠箱施工
- (9) 回填石屑
- (10) 拔除钢板桩

3、钢板桩的检验、吊装、堆放

(1) 钢板桩的检验

对钢板桩，一般有材质检验和外观检验，以便对不合要求的钢板桩进行矫正，以减少打桩过程中的困难。

①外观检验：包括表面缺陷、长度、宽度、厚度、高度、端部矩形比、平直度和锁口形状等项内容。检查中要注意：a) 对打入钢板桩有影响的焊接件应予以割除；b) 割孔、断面缺损的应予以补强；c) 若钢板桩有严重锈蚀，应测量其实际断面厚度。原则上要对全部钢板桩进行外观检查。

②材质检验：对钢板桩母材的化学成分及机械性能进行全面试验。包括钢材的化学成分分析，构件的拉伸、弯曲试验，锁口强度试验和延伸率试验等内容。每一种规格的钢板桩至少进行一个拉伸、弯曲试验。每 20-50t 重的钢板桩应进行两个试件试验。

(2) 钢板桩吊运

装卸钢板桩宜采用两点吊。吊运时，每次起吊的钢板桩根数不宜过多，并应注意保护锁口免受损伤。吊运方式有成捆起吊和单根起吊。成捆起吊通常采用钢索捆扎，而单根吊运常用专用的吊具。

(3) 钢板桩堆放：钢板桩堆放的地点，要选择在不会因压重而发生较大沉陷变形的平坦而坚固的场地上，并便于运往打桩施工现场。堆放时应注意：

- ①堆放的顺序、位置、方向和平面布置等应考虑到以后的施工方便；
- ②钢板桩要按型号、规格、长度分别堆放，并在堆放处设置标牌说明；
- ③钢板桩应分层堆放，每层堆放数量一般不超过 5 根，各层间要垫枕木，垫木间距一般为 3-4 米，且上、下层垫木应在同一垂直线上，堆放的总高度不宜超过 2 米。

4、导架的安装

在钢板桩施工中，为保证沉桩轴线位置的正确和桩的竖直，控制桩的打入精度，防止板桩的屈曲变形和提高桩的贯入能力，一般都需要设置一定刚度的、坚固的导架，亦称“施工围檩”。

导架采用单层双面形式，通常由导梁和围檩桩等组成，围檩桩的间距一般为 2.5~3.5 米，双面围檩之间的间距不宜过大，一般略比板桩墙厚度大 8~15mm。

安装导架时应注意以下几点：

- (1) 采用经纬仪和水平仪控制和调整导梁的位置。
- (2) 导梁的高度要适宜，要有利于控制钢板桩的施工高度和提高施工工效。
- (3) 导梁不能随着钢板桩的打设而产生下沉和变形。
- (4) 导梁的位置应尽量垂直，并不能与钢板桩碰撞。

5、钢板桩施打

拉森钢板桩施工关系到施工止水和安全，是本工程施工最关键的工序之一，在施工中要注意以下施工有关要求：

(1) 全线采用Ⅲ型 9.0 米长密扣拉森钢板桩。拉森钢板桩采用履带式挖土机（带震动锤机）施打，施打前一定要熟悉地下管线、构筑物的情况，认真放出准确的支护桩中线。

(2) 打桩前,对钢板桩逐根检查,剔除连接锁口锈蚀、变形严重的钢板桩,不合格者待修整后才可使用。

(3) 打桩前,在钢板桩的锁口内涂油脂,以方便打入拔出。

(4) 在插打过程中随时测量监控每块桩的斜度不超过 2%,当偏斜过大不能用拉齐方法调正时,拔起重打。

(5) 钢板桩施打采用屏风式打入法施工。屏风式打入法不易使板桩发生屈曲、扭转、倾斜和墙面凹凸,打入精度高,易于实现封闭合拢。施工时,将 10-20 根钢板桩成排插入导架内,使它呈屏风状,然后再施打。通常将屏风墙两端的一组钢板桩打至设计标高或一定深度,并严格控制垂直度,用电焊固定在围檩上,然后在中间按顺序分 1/3 或 1/2 板桩高度打入。

屏风式打入法的施工顺序有正向顺序、逆向顺序、往复顺序、中分顺序、中和顺序和复合顺序。施打顺序对板桩垂直度、位移、轴线方向的伸缩、板桩墙的凹凸及打桩效率有直接影响。因此,施打顺序是板桩施工工艺的关键之一。其选择原则是:当屏风墙两端已打设的板桩呈逆向倾斜时,应采用正向顺序施打;反之,用逆向顺序施打;当屏风墙两端板桩保持垂直状况时,可采用往复顺序施打;当板桩墙长度很长时,可用复合顺序施打。

总之,施工中应根据具体情况变化施打顺序,采用一种或多种施打顺序,逐步将板桩打至设计标高,一次打入的深度一般为 0.5-3.0 米。

钢板桩打设的公差标准如下表所示。

钢板桩打设公差标准

项目	允许公差
板桩轴线偏差	± 10Cm
桩顶标高	± 10Cm
板桩垂直度	± %

(6) 密扣且保证开挖后入土不小于 2 米,保证钢板桩顺利合拢;特别是工作井的四个角要使用转角钢板桩,若没有此类钢板桩,则用旧轮胎或烂布塞缝等辅助措施密封。

(7) 打入桩后,及时进行桩体的闭水性检查,对漏水处进行焊接修补,每天派专人进行检查桩体。

(8) 内支撑架设

经过计算拉森钢板桩支护可采用一道内支撑,详见附图。

6、钢板桩的拔除

基坑回填后,要拔除钢板桩,以便重复使用。拔除钢板桩前,应仔细研究拔桩方法顺序和拔桩时间及土孔处理。否则,由于拔桩的振动影响,以及拔桩带土过多会引起地面沉降和位移,会给已施工的地下结构带来危害,并影响临近原有建筑物、构筑物或底下管线的安全。设法减少拔桩带土十分重要,目前主要采用灌水、灌砂措施。

(1) 拔桩方法

本工程拔桩采用振动锤拔桩:利用振动锤产生的强迫振动,扰动土质,破坏钢板桩周围土的粘聚力以克服拔桩阻力,依靠附加起吊力的作用将桩拔除。

(2) 拔桩时应注意事项

①拔桩起点和顺序:对封闭式钢板桩墙,拔桩起点应离开角桩 5 根以上。可根据沉桩时的情况确定拔桩起点,必要时也可用跳拔的方法。拔桩的顺序最好与打桩时相反。

②振打与振拔:拔桩时,可先用振动锤将板桩锁口振活以减小土的粘附,然后边振边拔。对较难拔除的板桩可先用柴油锤将桩振下 100—300mm,再与振动锤交替振打、振拔。有时,为及时回填拔桩后的土孔,当把板桩拔至比基础底板略高时暂停引拔,用振动锤振动几分钟,尽量让土孔填实一部分。

③起重机应随振动锤的启动而逐渐加荷,起吊力一般略小于减振器弹簧的压缩极限。

④供振动锤使用的电源为振动锤本身额定功率的 1.2-2.0 倍。

⑤对引拔阻力较大的钢板桩，采用间歇振动的方法，每次振动 15min，振动锤连续不超过 1.5h。

7、钢板桩土孔处理

对拔桩后留下的桩孔，必须及时回填处理。回填的方法采用填入法。填入法所用材料为石屑。

基坑钢板桩支护方案

第一节 工程概况

本工程为 XXXXXX，高度 3700，顶标高-2.45，地下室顶面覆盖 2000 高土层，建设方拟在上部做圆形广场及早地喷泉。

地下室基坑深约 5.1 米，原采用放坡大开挖方式，基坑面标高约-1.82M，基坑底标高约-6.92M。当开挖至-4.3M 左右时，基坑脚部出现流砂涌动，无法正常开挖，经与甲方及监理单位研究，决定采用钢板桩进行支护，以达到止水挡土的目的。

第二节 编制依据

- 一、XXXXXX 工程 XXXXXX 设计图纸；
- 二、XXXXXX 编制的 XXXXXX 《岩土工程勘察报告》；
- 三、XXXXXX 工程冲孔桩施工记录；
- 四、同济大学出版社 1991 年 11 月第一版《高层建筑施工手册》；
- 五、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202-2002）；
- 六、《锚杆喷射混凝土支护技术规范》（GB50086-2001）；

第三节 工程地质条件

根据地形勘察报告及冲孔桩施工记录，该场地范围内地层自上而下分为：杂填土层、淤泥土层、粉细矿层、强（中）风化砂岩层和微风化岩层。

- 一、杂填土层：层厚约 1.0~2.0m；
- 二、淤泥土层：层厚约 0.5~1.5m；
- 三、粉细矿层：层厚约 2.5~7.0m；
- 四、强（中）风化岩层：层厚约 2.0~2.3m；
- 五、微风化岩层。

第四节 钢板桩支护设计思路及要点

根据本工程场地地质情况特点，本工程钢板桩主要作用是为了隔绝-4m~-12m 砂层地下水流入基坑，同时支护边坡防止流砂涌动，起到支护边坡的作用。设计要点如下：

- 一、采用拉森式（U）型钢板桩，桩长 7~10m；
- 二、钢板桩穿过砂层，进入强（中）风化岩面；
- 三、钢板桩沿基坑四周连续设置成封闭的帷幕周长约 110M；
- 四、为保证基坑安全，钢板桩帷幕上设置一道连续的工字钢或槽钢围檩以加强钢度及整体性；
- 五、基坑每隔 5~6m 设一根 $\Phi 48$ 管锚，锚杆长度 8~12m 与其水平成 150 夹角，前端固定于围檩上；
- 六、管锚必须在钢板桩施打前 3 天左右完成，以便拉结于围檩前确保有足够的强度。

第五节 基坑稳定性换算

1、基本参数：

a) 支护入土深度 h：3.5m； b) 基坑深度 t：2.6； c) 土体平均密度 r：16KN/m³； d) 地面荷载 q：0； e) 钢板桩长度 L：6m； f) 软土内聚力 C：5Kpa； h) 软土内 m_c 摩擦角 $0: 8^\circ$ ； i) 角支撑钢梁 $\Phi > 220$ ，长度约 8.5m； j) 锚杆抗拔力 f：150KN/g) 钢板桩抗弯强度(抗森III) δ ：182Mpa。

2、基本力学数据计算：

- a) $Ka = \tan^2(45 - 0/2) = \tan^2 45 = 1.0$
- b) $Kb = \tan^2(45 + 0/2) = \tan^2 45 = 1.0$
- c) $h_0 = 2c/r = 2 \times 5 / 16 = 0.625m$
- d) $Ea \cdot 1/2 (Ka \cdot Ha^2) = 1/2 \times 0.756 \times 3.52 = 4.63Kpa$
- e) $Ep = 1/2 (Kp \cdot Hp^2) = 1/2 \times 1.323 \times 3.52 = 8.1Kpa$
- f) 钢板桩桩身最大弯矩 $M_{max} = Ea \cdot ha \cdot S - Ep \cdot hp \cdot S$
 $= Ea \cdot ha \cdot H \cdot L - Ep \cdot hp \cdot H \cdot L$

=3.92KNM

[$ha = 1/3 (H - h_0) = 0.93m$, $hp = 0.39$]

- g) 桩身最大剪力 $Q_{max} = Ea \cdot ha \cdot H \cdot L - Ep \cdot hp \cdot H \cdot L$
- h) 桩顶最大水平位移 $U_{max} = QH / \delta = 6.6mm$
- i) 钢板桩身应力强度 $\delta = QH = 12Mpa$
- j) 钢支撑长径：<38.6。

3、结论：

- a) 土体作用于桩身的应力强度 $\delta = 12Mpa <$ 钢板桩抗弯强度 $[\delta]$ (182Mpa)，钢板桩支护不会折断。
- b) 桩顶最大位移 U_{max} ：6.6mm，符合安全规范。
- c) 钢支撑 $L/D = 38.6 < 120$ 的规范要求，技术可行。

第六节 施工组织计划

本工程采用项目经理负责制管理，由项目经理全权负责本项目的机械、材料和劳动力的组织及施工，项目管理架构如下：

第七节 施工机械及设备

机械参数

机械名称	型号	数量	功率	使用部位
液压振动锤	MIL-2000	1 台		安装于挖掘机上打钢板桩
履带式单斗挖掘机	W-1001	1 台	1M3	吊液压振动锤
汽车式起重机		1 台	30t	用于拔钢板桩
震动拔桩机		1 台	45KW	拔钢板桩
履带式单斗挖掘机	W-1001	1 台	1M3	挖槽、配合桩机作业及修路
气割机		1 套		切割钢板桩
电焊机	XD1-200	2 台	2KVA	钢板桩接长
经纬仪	J2	1 台		测量放线
水准仪	S3-d	1 台		抄平、沉降观测
空压机	V-6/8	1 台	37KW	协助打管桩压力灌浆
潜孔冲击器	YQ80	1 台	1.99KW	打管锚
砂浆搅拌机	250L	1 台	4KW	锚杆注浆
泥浆泵	BW-150/15	1 台	5.5KW	锚杆压力灌浆

第八节 土层锚杆施工

1、 打入钢管。

沿基坑护坡周边每隔 5~6M 打一根 Φ48 钢管，钢管尖端及前部开有若干小孔，以利于清孔及注浆，钢管向下与土面成 15° 夹角，通过空压机送风用潜孔冲击器来把钢管打入土层。

2、 压力灌浆。

压力灌浆为土层锚杆施工的重要工序。作用是：(1)、形成锚固段。将锚杆锚固在土层中；(2)、防止钢拉杆腐蚀；(3)、充填土层中的孔隙和裂缝，改善土质。

灌浆采用二次灌浆法。第一次灌浆采用水泥砂浆。第二次灌浆用水泥浆，在第一次灌浆的浆液初凝后进行。

土层锚杆灌浆材料及其配合比

材料名称					
灌浆	425# 普通硅酸盐水泥	水	砂（粒径<0.5mm）	早强减水剂	
第一次灌浆	1	0.4	0.3	0.035	
第二次灌浆	1	0.4			
					0.035

第九节 钢板桩施工

一、材料选择。采用拉森式（U 型）钢板桩。

型号	尺寸（mm）	截面积					
A 单根							
（cm2）	重量（kg/m）	惯性矩 Ir	截面抵抗矩				
	宽度 b	高度 h	腹板厚 t1	翼缘厚 t2			单
根	每米宽	单根（cm4）	每米宽（cm4/m）	单根（cm3）			每米
宽（cm3/m）							
鞍							IV
型	400	18/0	15.5	10.5	99.14	77.73	193.3
3	4.025	31.963	343	2043			

二、钢板桩检验。

由于本工程为钢板桩用于基坑的临时支护和止水，故不需进行材质检验而只对其做外观检验，以便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。

外观检验包括表面缺陷、长度、宽度、厚度、端头矩形比、平直度和锁口形状等内容。检查中要注意：

①、对打入钢板桩有影响的焊接件应予以割除；②、有割孔、断面缺损的应予以补强；③、若钢板桩有严重锈蚀，应测量其实际断面厚度，以便决定在计算中是否需要折减。原则上要对全部钢板桩进行外观检查，对不符合要求的钢板桩需进行矫正。

三、钢板桩吊运及堆放

装卸钢板桩宜采用两点吊。吊运时，每次起吊的钢板桩根数不宜过多，并应注意保护锁口免受损伤。

吊运方式有成捆起吊和单捆起吊、钢筋捆扎、专人指挥。钢板桩堆放的顺序、位置、方向和平面布置应考虑到以后的施工方便，并按型号、规格、长度施工部位分别堆放，堆放的高度不宜超过 2M。

四、施工工艺流程

基线确定 定桩位 钢板桩施打 围檩、拉杆、角撑 土建施工
拔桩

五、操做方法

(1)、基线确定：施工员的在基坑边龙门架上定出轴线，留出以后施工需要的工作面，确定钢板桩施工位置。

(2)、定桩位。按顺序标明钢板桩的具体桩位，洒灰线标明。

(3)、钢板桩施打。采用单独打入法，即吊升第一支钢板桩，准确对准桩位，振动打入土中，使桩端透过砂层进入不透水的强（中）风化岩层。吊第二支钢板桩，卡好企口，振动打入土中，如此重复操作，直至基坑钢板桩帷幕完成。钢板桩施打时，由于钢板桩制作本身的误差、打桩时的偏差、施工条件的限制，使帷幕的实际长度无法保证按钢板桩标准宽度的整数倍，故此钢板桩帷幕最终封闭拢有相当难度。调整的办法，一般有采用异形钢板桩来闭合或通过调整帷幕轴线用标准桩实现闭合。由于本工程钢板桩墙精度要求不高，故采用后一方法来实现转角的闭合，即在转角处两侧各以 10 根钢板桩的宽度来调整轴线实现闭合。如出现部分钢板桩长度不足，可采用焊接接长，一般用鱼尾板焊接法。接长时避免相邻两桩接头在同一深度，接头位置应错开 1M 以上，且宜间隔放置打桩。

(4)、围檩、拉杆、角撑

为加强钢板桩墙的整体刚度，沿钢板桩墙全长设置围檩，围檩用槽钢或角钢组成，通过拉杆固定于原已打好的钢管锚杆上，拉杆由两根 $\Phi 25$ 钢筋组成，焊接于钢管锚杆上。为稳妥起见，在钢板桩墙五个转角上另用槽钢或角钢做角撑。如右图所示。

(5)、钢板桩拔除。

土建工程完毕后即进行钢

板桩的拔除。由于基坑较大，且周边街头公园及 B1~B4 栋的位置影响，无法太靠近基坑操作，故须采用较大型的吊车与振动锤配合来进行钢板桩的拔除，即利用振动锤产生的强迫振动扰动土质，破坏钢板桩周围土的粘聚力以克服拔桩阻力，依靠附加起吊车的作用将桩拔除。

钢板桩拔除后留下的桩孔，必须即时做回填处理，回填一般用挤密法或填入法，所用材料为中砂。

第十节 基坑监测措施

1、基准网的建立

为了科学地预测基坑支护的稳定和周边环境的变化，及时预报和提供准确可靠的变形数据，因此建立基坑支护施工变形与沉降观测网，定期进行变形沉降观测。

2、基坑支护变形观测

(1) 基坑支护水平位移观测

在基坑边坡顶上布置基线（每基坑边一条），每条基线上设 1~3 个变形观测点，同时又作为沉降观测点。

(2) 基坑支护沉降观测

利用远离场区的城市高程系水准控制点或独立水准点作为沉降观测的起算点，与以上点联测，构成基坑支护沉降观测网。

四面围墙周边附近各布置四个沉降观测点，与基坑周边浅埋基础建（构）筑物、重要管线监测点一起构成监测周边环境的沉降观测网。

3、观测方法

(1) 水平位移观测

分别在基线点四个角上设站，用 J2 型经纬仪观测四边网的水平角度(四边形内角)，并与城市的大地控制网三角点联测水平夹角，检查基线点是否发生位移，在基线点正确无误的情况下，同时在四角测端上分别以对应的相邻角点定向，并观测定向基线上各预埋点的水平位移量初始读数。

(2) 沉降观测

对基坑边上的各点及周边点建立的沉降观测网的测量方法为：首先自远离基坑的城市水准控制点开始观测，引测至基坑周围后，按编定的各点观测次序依次观测，最后测至另一水准控制点符合，观测仪器采用 S3 型精密水准仪。

4、基坑周围建(构)筑物等的监测措施

本工程对基坑周边 50 米范围内的所有建（构）筑物进行监测，并特别对临近坑边 1.5H~2.0H 范围内建（构）筑物，包括道路、市政管道、电力电缆、电信管网等加强监测力度。具体监测措施是：

(1) 对建（构）筑物，定期进行沉降变形观测。

(2) 施工前，了解地下管线的分布情况，对整个场地的地下管线进行摸底，并在地面投影其轴线走向，布置变形观测点进行监测；对某些变形要求较高及紧邻基坑开挖边缘的重要管线，预先做好加固处理措施。

第十一节 施工工期

本工程施工工期计划为 XX 天，具体为：管锚施工 X 天，钢板桩施打 X 天，围檩、角撑施工 X 天。

第十二节 质量保证措施

1、严格遵守和执行有关的施工质量规范。

2、根据 ISO9001 标准要求，推行全面质量管理，建立质量保证体系，提高全员质量意识，确保质量管理贯彻整个施工过程。坚持质量自检、互检、交接检“三检”制。

3、实行质量管理项目部负责制，配置专职质检员，具体负责质量管理工作。严格按项目部管理体系进行施工管理。

4、钢板桩施打前必须进行选材，对有变形的进行矫正。

5、钢板桩统一为拉森式（U）型，施工时，每支之间必须扣好企口，防止漏水。

6、桩端必须透过砂层，进入不透水的强（中）风化岩面。

7、管锚施工必须在钢板桩施打前 3 天左右完成，以保证锚杆有足够的强度。

第十三节 安全施工措施

1、基坑顶周边设置连续封闭的安全护栏，防止人员坠落。

2、靠近基坑边的 B1~B4 栋东面排栅增加多一道卸荷措施。

3、开挖前，先进行围檩施工，做好支撑后才能开挖至设计深度。

4、为切实保证施工人员安全，树立“安全第一，预防为主”的思想，根据国家建设部颁发的安全检查评分标准制订具体措施。

5、建立安全保证体系，除企业已有的机构外，工地设立安全管理机构，工程项目设立安全小组、班组设安全员，形成一个健全的安全保证体系，工地的安全管理机构负责工地日常的安全工作，定期组织安全检查，对不符合要求的要及时发出整改通知，指导工程项目部和班组安全员的工作，对违章作业者进行批评教育和处罚。

6、优化安全技术组织措施,包括以改善施工劳动条件,防止伤亡事故和职业病为目的的一切技术措施,如积极改进施工工艺和操作方法,改善劳动条件,减轻劳动强度,消除危险因素,机械设备应设有安全装置。

7、机械操作人员必须持证上岗,各种作业人员应配带相应的安全防护用具及劳保用品,严禁操作人员违章作业,管理人员违章指挥。

8、施工中所有机械、电器设备必须达到国家安全防护标准,自制设备、设施应通过安全检验,一切设备应经过工前性能检验合格后方可使用,并由专人负责,严格执行交接班制度,并按规定定期检查保养。

9、凡进入现场的一切人员,均要戴安全帽,正确使用“三宝”。要配合公司安全月检工作,工程项目部要实行周检,项目点要日检,施工中应抽检,及时消除安全隐患。

10、严格执行各项安全操作规程,施工前要进行安全交底,每月定期进行安全教育,加强工人的安全意识教育。

11、在主要入口处挂醒目的安全防火宣传语牌。

12、现场施工用高低压设备及线路,严禁电线随地走,所有电掣应有门、有锁,有危险标志。严格执行《施工现场临时用电安全技术规范》的规定,现场采用“三相五线”制供电,执行“一机一闸一漏电保护开关”制度。所有电器设备及金属构架均应按规设置可靠的接零及接地保护,施工现场所有用电设备,必须按规定设置漏电保护装置,要定期检查,发现问题及时处理。

13、加强安全教育和监督,坚持经常性的安全交底制度,提高施工人员的安全生产意识,及时消除事故隐患。

14、在施工过程中,对地面沉降、支护位要定期观察测试,加强对支护的监控。

15、所有施工人员均应掌握安全用电基本知识和设备性能,用电人员各自保护好自用设备的负荷、地线和开关箱,发现问题及时找电工解决,严禁非专业电气操作人员乱动电器设备。

16、配电系统分级配电,本电箱、开关箱外观必须完整、牢固,防雨防尘。

17、多机作业用电必须分闸,严禁一闸多机和一闸多用,施工现场电缆、电线必须按规定架设,严禁拖地和乱拉乱搭。

18、各种机械要有专人负责维修、保养,并经常对机械运行的关键部位进行检查。

19、使用机械时,操作员要密切注意机上的仪器、仪表、指针是否超出安全范围,机体是否有异常振动及发出异响,出现问题应进行停电关机处理,不得擅离职守,隐瞒不报。

20、设备基础必须平稳、牢固,基本的锚固、支撑措施必须齐全,不得使用临时支撑,高大机械在季风季节前设缆风绳。

第十四节 文明施工措施

1、为避免施工现场的混乱现象,现场文明施工划区域派专人负责,落实岗位责任制,搞好环境卫生工作。

2、施工现场必须按施工平面图进行布置,不能随意改变。

3、工地现场入口设置现场标志牌,明确各区域负责范围,不定期检查和督促。

4、现场材料进场道路保持畅通无阻,排水畅通,无积水,场地整洁、材料堆放整齐,无施工垃圾。