

团体标准

T/JSSLKS 001—2026

# 对拉锚杆钢管桩组合式围堰技术规范

Technical specifications for steel pipe pile cofferdam with tie-rod anchors

2026-12-01 发布

2027-03-01 实施

江苏省水利勘测设计协会 发布

目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 基本规定 ..... 1

5 设计 ..... 2

    5.1 设计标准 ..... 2

    5.2 基本资料 ..... 2

    5.3 设计原则 ..... 3

    5.4 选型与布置 ..... 4

    5.5 结构设计 ..... 6

6 施工及质量检验 ..... 7

    6.1 施工准备 ..... 7

    6.2 测量放样 ..... 7

    6.3 钢管桩沉桩及加固 ..... 8

    6.4 挡土板、土工格栅及钢筋网片安装 ..... 8

    6.5 围堰土体填筑 ..... 8

    6.6 施工安全 ..... 9

    6.7 质量检验 ..... 9

7 监测、维护与围堰拆除 ..... 10

    7.1 监测 ..... 10

    7.2 运行维护 ..... 11

    7.3 围堰拆除 ..... 12

附 录 A （资料性） ..... 13

钢管桩沉桩方法 ..... 13

附 录 B （资料性） ..... 14

钢管桩沉桩记录表 ..... 14

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省水利勘测设计协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏省水利工程科技咨询股份有限公司、盐城市水利勘测设计研究院有限公司、江苏省水利科学研究院、太仓市水利市政设计有限公司、灌南县水利建筑工程有限公司、连云港市鑫海水利工程质量检测有限公司。

本文件主要起草人：霍中迁、夏鹤鹏、宋力、卢士亮、邓翼峰、李连成、王星彦、王文全、杨立怀、孙晓燕、蔡一平、刘华强、张刚毅、沈磊、周本苏、蒋飞、孙国昌、黄正军、魏从贵、金孝权、刘通。

本文件为首次发布。

# 对拉锚杆钢管桩组合式围堰技术规范

## 1 范围

本文件规定了对拉锚杆钢管桩组合式围堰的设计、施工、质量检验以及监测与维护要求。

本文件适用于土源紧张、施工空间受限、土质地基的对拉锚杆钢管桩组合式围堰工程。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 8162 《结构用无缝钢管》

GB 50017 《钢结构设计标准》

GB 50661 《钢结构焊接规范》

GB/T 51295—2018 《钢围堰工程技术标准》

GB 50007 《建筑地基基础设计规范》

SL 197 《水利水电工程施工测量规范》

SL 252 《水利水电工程等级划分及洪水标准》

SL 274 《碾压式土石坝设计规范》

SL 398 《水利水电工程施工通用安全技术规程》

SL 645 《水利水电工程围堰设计规范》

SL 744 《水工建筑物荷载设计规范》

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 对拉锚杆 Pulled-through anchor bolt

指用于连接和锚固两侧钢管桩，承受拉力并起到一定支撑作用的杆件系统。

### 3.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰 Steel pipe pile cofferdam with tie-rod anchors

指由钢管桩、对拉锚杆及其他附属构件（如围檩、挡土板、防渗体等）组合构成的临时挡水构筑物。

## 4 基本规定

### 4.1 围堰用钢管桩宜采用定型产品，其材质和规格应符合设计要求，钢管桩进场后应逐批次进行外观

质量检验。

4.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的设计应满足稳定、变形、渗流、应力和结构承载能力的要求。当围堰设置于砂性土地层时，应重点验算围堰的抗渗透稳定和抗隆起稳定，并根据计算结果采取相应的加固或防渗措施（如背水侧增加戗台、加大钢管桩排距等）。

4.3 围檩、锚杆、焊条等辅助材料的质量应满足设计要求，并应符合 GB/T 51295 及相关现行标准的规定。

4.4 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的设计和施工应满足安全、环境保护及生态要求。

4.5 钢管桩的焊接应符合 GB 50661 的要求。

4.6 施工前应编制专项设计文件及施工方案，方案中应制定施工质量、安全措施，经批准后实施。

4.7 围堰施工过程中应做好质量控制、安全生产、文明施工及环境保护等工作。施工及运行期间应进行监测。

4.9 对拉锚杆钢管桩组合式围堰应按工程设计要求保留或拆除。

## 5 设计

### 5.1 设计标准

5.1.1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的级别划分和设计洪水标准应符合 SL 252、SL 645 中的有关规定。

5.1.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的安全等级宜按表 1 确定。当根据表 1 指标分属不同安全等级时，应以最高安全等级为准。

表1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰安全等级划分表

| 围堰安全等级                                              | 围堰级别 | 围堰高度 $H$<br>(m) | 围堰水深 $h_w$<br>(m) | 围堰嵌固深度范围砂层、<br>淤泥层厚度 $h_s$<br>(m) | 使用年限<br>(a) | 失事后果 |
|-----------------------------------------------------|------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|-------------|------|
| 一级                                                  | 3级   | $H \geq 10$     | $h_w \geq 8$      | $h_s \geq 5$                      | $> 2$       | 特别严重 |
| 二级                                                  | 4级   | $5 \leq H < 10$ | $4 \leq h_w < 8$  | $3 \leq h_s < 5$                  | 1~2         | 严重   |
| 三级                                                  | 5级   | $H < 5$         | $h_w < 4$         | $h_s < 3$                         | $< 1$       | 一般   |
| 注：围堰高度 $H$ 为围堰内侧基坑底至围堰顶的高度、围堰水深 $h_w$ 为施工期围堰内外侧水头差。 |      |                 |                   |                                   |             |      |

### 5.2 基本资料

5.2.1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰设计宜收集下列水文、气象资料：

- a) 堰址处设计洪水标准对应流量、水位等资料;
- b) 堰址处降雨、冰情、气温及风速资料;
- c) 堰址处各种频率潮位及台风资料。

5.2.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰设计应收集下列地形和地质等资料:

- a) 主体工程、围堰及周边影响范围内地形图;
- b) 工程及围堰所在区域的土层分布、土的分类及物理力学指标、渗透特性和水文地质条件等。

5.2.3 对拉锚杆钢管桩组合式围堰设计尚宜收集下列资料:

- a) 永久建筑物相关设计资料,包括工程规模、工程等级和标准、工程总布置以及围堰保护的建筑物结构设计资料;
- b) 围堰施工影响范围内的周边环境资料,包括地下或架空管线、地下隧道等周边保护构筑物的相关资料;
- c) 主体工程施工导截流方式、导流程序、施工方案、施工总布置及总进度等资料;
- d) 施工期河道防洪、通航、供水、生态保护、灌溉、排冰等资料;
- e) 导截流模型试验等资料。

### 5.3 设计原则

5.3.1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰设计应遵循安全适用、技术先进、保护环境、经济合理的原则。

5.3.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构设计应对承载能力极限状态和正常使用极限状态进行验算:

- a) 承载能力极限状态验算应按下列工况进行复核:
  - 1) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构构件或连接件因超过材料强度而破坏,或因过度变形而不适于继续承受荷载,或出现压屈、局部失稳;
  - 2) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰及土体发生整体滑动;
  - 3) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰基坑底土体隆起而丧失稳定;
  - 4) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰基坑底土体丧失嵌固能力而使围堰结构推移或倾覆;
  - 5) 因钢管桩围堰持力土层丧失承载能力而破坏;
  - 6) 地下水渗流引起的土体渗透破坏。
- b) 正常使用极限状态验算应包括下列情况:
  - 1) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构变形过大影响主体结构正常施工的或造成围堰周边建(构)筑物、地下管线、道路等损坏或影响其正常使用;
  - 2) 因围堰范围内地下水位下降、地下水渗流或施工因素而造成的土体变形引起周边建(构)筑物、地下管线、道路等不能正常使用;
  - 3) 地下水渗流或钢管桩围堰渗漏量过大影响主体结构正常施工。

5.3.3 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构、周边建(构)筑物和地面的沉降,以及地下水控制的计算和验算应符合下列要求:

- a) 围堰的结构构件或连接件承载能力安全系数应根据围堰安全等级确定,安全等级为一级、二级、三级的围堰分别取1.35、1.20、1.15;
- b) 围堰的整体稳定性、抗倾覆稳定性、抗滑移稳定性、内部剪切稳定性、抗隆起稳定性、抗渗透稳定性的安全系数应根据围堰安全等级确定;
- c) 正常使用极限状态验算应按荷载效应的标准组合进行,作用标准组合的效应设计值应不大于围堰结构水平位移、围堰周边建(构)筑物和地面沉降的限值。

5.3.4 围堰结构的水平位移控制值和周边环境的沉降控制值应按下列要求设定:

a) 当对拉锚杆钢管桩组合式围堰及主体工程施工影响范围内有建(构)筑物时,围堰结构水平位移控制值、建(构)筑物的沉降控制值应按不影响其正常使用的要求确定,并应符合GB 50007中对地基变形允许值的规定。

b) 当对拉锚杆钢管桩组合式围堰及主体工程施工影响范围内有地下管线、地下构筑物、道路时,围堰结构水平位移控制值、地面沉降控制值应按不影响其正常使用的要求确定,并应符合现行相关标准对其允许变形的规定。

#### 5.4 选型与布置

5.4.1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的型式应根据主体工程结构形式及其施工方法、工程地质资料、水文资料、围堰结构施工工艺的可行性和经济性、施工场地条件、施工工期、通航和环保要求等因素综合确定。围堰钢管桩排距应按设计水头差确定,水头增大时,宜相应加大钢管桩排距,并同步验算桩身强度、锚杆承载力、渗透稳定及整体稳定性。围堰结构如图1和图2所示。

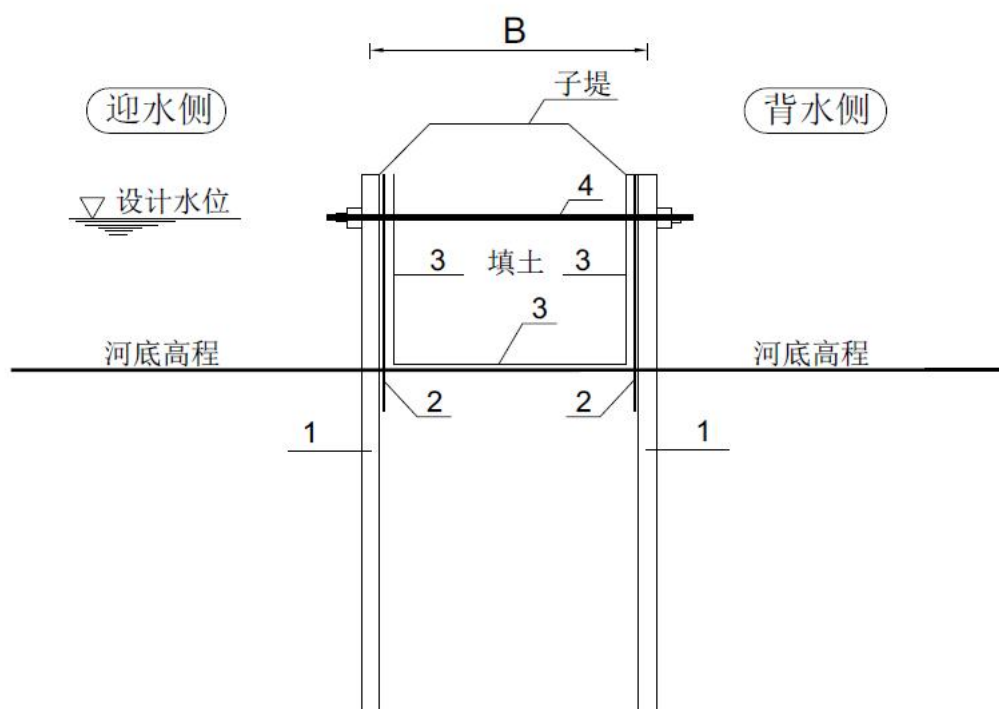


图1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构剖面示意图

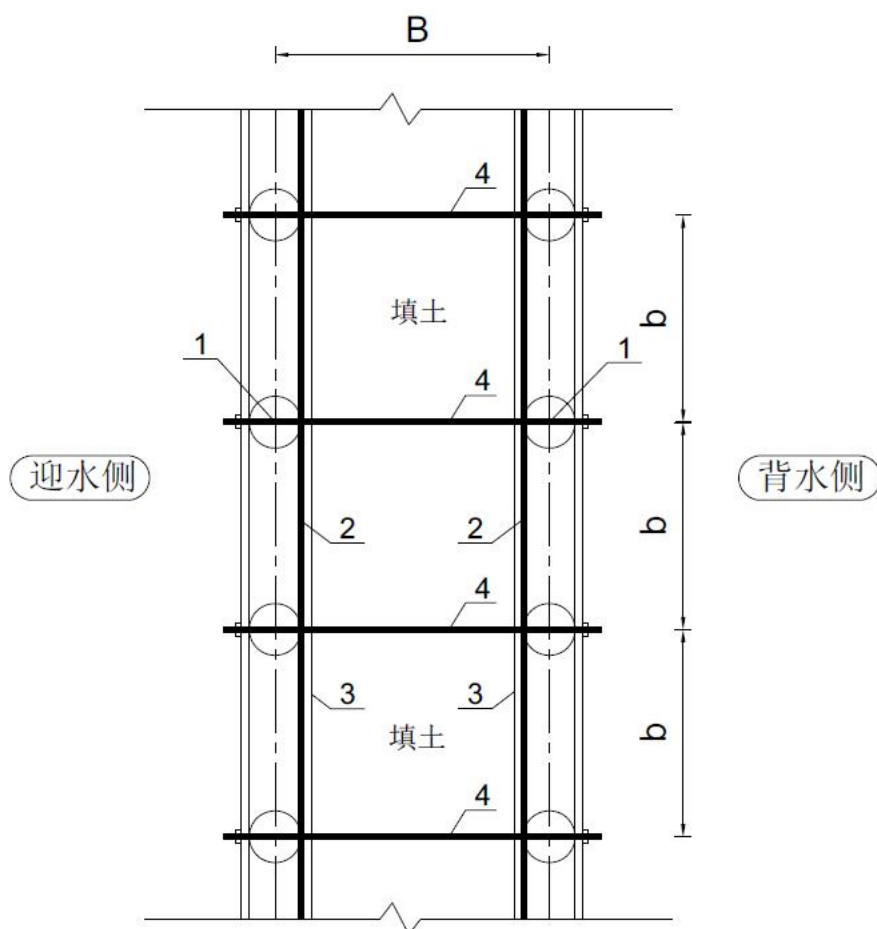


图2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构平面示意图

标引序号说明：1—钢管桩；2—挡土板；3—防渗土工膜；4—对拉锚杆（含围檩）；

图中字母说明：B—钢管桩排距；b—单侧钢管桩间距

#### 5.4.2 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的布置应符合下列规定：

- 满足围堰基坑内建筑物的施工要求，并考虑钢管桩的打入、拔出施工对周围环境的影响；
- 根据地形、地质条件合理选择围堰轴线，并满足钢管桩堰体与相关部位的连接要求；
- 对拉锚杆钢管桩组合式围堰背水侧坡脚与被围护建筑物基坑开挖边坡开口线的距离，应满足堰基和基坑开挖边坡的稳定要求，并留有主体建筑物施工支、拆模板的工作面；
- 满足水力学条件及防冲要求；
- 围堰布置宜避开两岸溪流汇入基坑；
- 保证基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用。

#### 5.4.3 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的堰顶高程应符合下列规定：

- 不过水围堰堰顶高程应按设计洪水位加波浪高度，并计入安全加高；
- 过水围堰堰顶高程应按设计洪水位加波浪高度确定，不另计安全加高；
- 3级不过水围堰堰顶安全加高应不低于0.7m；4~5级不过水围堰堰顶安全加高应不低于0.5m；
- 对拉锚杆钢管桩组合式围堰防渗体顶部高程应高于设计洪水位0.5m。

#### 5.4.4 对拉锚杆钢管桩组合式围堰的结构构件应符合下列规定：

a) 钢管桩宜采用Q235B或Q355B级钢材,其力学性能与化学成分应符合现行国家标准,直径宜取76mm~1020mm、壁厚6~14mm,截面及桩长应结合围堰挡水高度与埋入深度计算确定,材料尚应符合GB/T 8162的有关规定;

b) 钢管桩排距宜取2~10m,单侧钢管桩间距宜取1~3m;当设计水头差不大于4m时排距宜取2m~5m,水头差4m~8m时宜取5m~10m,水头差大于8m时应结合施工条件确定排距、间距并进行专项论证;

c) 对拉锚杆宜采用强度等级不低于HRB400的高强度螺纹钢或钢绞线,直径按拉力计算确定且不宜小于25mm,长度应满足围堰施工与结构受力要求,并水平布置、垂直于钢管桩轴线、间距与钢管桩间距一致,与桩顶围檩协同形成空间钢架体系以增强整体受力性能;

d) 围檩宜采用2根槽钢对卡,型号按水平推力及对拉锚杆拉力计算确定,每根钢管桩应与围檩可靠接触以使各桩受力均匀;对拉锚杆端部应设垫板和螺母并与围檩可靠固定,螺母宜与锚杆点焊以增强可靠性;相邻围檩接头处搭接长度不应小于50cm;

e) 在对拉锚杆钢管桩组合式围堰钢管桩内侧设置挡土板用于围堰填土。单块挡土板宽度应与钢管桩间距匹配,水平搭接长度不小于50cm,竖向搭接长度不小于20cm。钢管上应设置限位件控制挡土板放置高程,挡土板底部入土深度宜不小于20cm;

f) 挡土板宜采用钢板、竹笆、竹胶板等材料,根据挡水高度选用一种或几种材料组合。施工水位以下宜采用钢板等刚度较大的材料,施工水位以上宜采用竹胶板等材料;中高水头围堰挡土板宜采用钢板。

g) 挡土板内侧宜布置防渗土工膜用于防渗;

h) 当堰址地基承载力不满足要求时,水下部分填土宜分层增设钢筋网片或土工格栅等材料;

i) 对拉锚杆钢管桩组合式围堰上部子堰有挡潮(水)要求时,迎水面应设置土工膜、袋装土(碎石)等防护。

## 5.5 结构设计

5.5.1 作用在对拉锚杆钢管桩组合式围堰上的重力、土压力、静水压力、浪压力、风力、船舶和漂浮物撞击力、施工荷载、温度作用等,应按不同工况组合进行各部位结构计算,并应符合SL 744中的有关规定。

5.5.2 围堰应根据挡水水头选择合适的防渗体系,渗流计算应满足SL 274的相关要求。当水头大于8m或围堰级别为3级时,渗流计算宜同时采用有限元法。

5.5.3 围堰整体稳定验算应符合GB/T 51295—2018第4.5.2条的要求。

5.5.4 钢管桩排距不大于5m的对拉锚杆钢管桩组合式围堰局部抗倾覆验算,应符合GB/T 51295—2018第4.5.3条第4款要求;钢管桩排距大于5m的对拉锚杆钢管桩组合式围堰结构局部抗倾覆稳定性验算,应符合第4.5.3条第2款要求。

5.5.5 围堰抗滑移稳定性应按GB/T 51295-2018第4.5.4条第2款的规定计算;当钢管桩排距大于10m时,可以不进行抗滑移验算。

5.5.6 围堰结构内部剪切稳定性验算应按GB/T 51295—2018第4.5.5条计算;确定堰体宽度B时,宽度初值宜取围堰高度的0.9倍~1.2倍。

5.5.7 钢管桩嵌固深度应满足基坑底抗隆起稳定性要求,抗隆起稳定性应按GB/T 51295—2018第4.5.6条第1款的规定计算。

5.5.8 钢管桩嵌固深度除应满足 5.5.3~5.5.7 的规定外，尚不宜小于围堰高度的 1/3。

5.5.9 围堰抗流土、抗管涌、抗突涌等稳定性验算应符合 GB/T 51295—2018 第 4.5.8 条的规定。

5.5.10 围堰稳定性验算尚应考虑基坑开挖深度及基坑与围堰间距离等因素的影响。

5.5.11 钢管桩、对拉锚杆和围檩、挡土板等构件设计应按 GB 500175 的有关规定进行下列验算：

- a) 构件应力应满足构件材料强度要求；
- b) 构件刚度应满足构件变形要求；
- c) 受压构件应满足整体稳定与局部稳定要求。

## 6 施工及质量检验

### 6.1 施工准备

6.1.1 钢管桩打桩方法及设备选型宜根据地层条件和施工条件按附录 A 选用。

6.1.2 施工前应熟悉设计文件，分析水文、地质资料，编制专项施工方案，制定安全生产事故应急救援预案并组织演练。

6.1.3 施工前应复核施工平面控制点、高程控制点。

6.1.4 施工单位应组织施工人员进行安全教育及安全技术交底，并配备足够数量的劳动保护用品和救生设备。

6.1.5 处于潮汐影响河段时，应获取施工期潮汐预报资料，制定潮汐作业计划。

6.1.6 正式施工前应开展工艺性试桩，获取沉桩速率、激振力等控制参数。

6.1.7 水上作业提前组织施工船舶及配套设备进场，如需办理水上施工许可，应在开工前完成审批。

6.1.8 围堰河段如有通航要求，应按航政管理部门规定设置导航标牌、防撞设施及夜间警示灯具。

6.1.9 对拉锚杆钢管桩围堰施工安全管理应符合 SL 398 的要求。

6.1.10 对拉锚杆钢管桩围堰施工包括测量放样、钢管桩沉桩及加固、挡土板及加筋体（土工格栅、钢筋网片等）安装、围堰土体填筑关键工序。

### 6.2 测量放样

6.2.1 施工前应对测量控制点、围堰尺寸、桩位、桩顶高程和入土深度技术数据进行复核。

6.2.2 对拉锚杆钢管桩围堰测量放线宜按 SL197 建立施工专用控制网。

6.2.3 应沿围堰轴线方向每 20m~50m 测设一根定位钢管桩，在围堰转角部位应增加控制桩密度；沿围堰轴线方向 50m~100m 增设一个高程控制点，并应对设置的高程控制点进行定期复核。

### 6.3 钢管桩沉桩及加固

6.3.1 钢管桩沉桩方法宜采用逐根单桩打入法，使用浮吊船或陆地上搭载高频振动锤施工，施工过程中随时校核桩身垂直度与平面位置。

6.3.2 钢管桩沉桩操作应符合下列要求：

- a) 打桩设备及施工参数严格按照试桩结论选用；
- b) 沉桩深度以桩顶设计高程为主要控制指标；
- c) 桩身垂直度偏差不应大于桩长的 1%；
- d) 每根钢管桩沉桩应按附录 B 做好施工记录。

6.3.3 钢管桩接桩应符合下列规定：

- a) 接桩宜在作业平台上操作，对接处使用长度不小于 0.5m 的等强钢管作为内衬或外套管，上下节桩满焊连接，相邻桩的接头水平错开不小于 2m；
- b) 接桩过程中采用导向装置保证上下节顺直，端部间隙不超过 3mm，断面错位不大于 2mm；
- c) 焊接完成后应自然冷却至环境温度后再继续沉桩。

6.3.4 围檩安装及对拉锚杆设置应符合下列要求：

- a) 连接系梁围檩宜采用工字钢或槽钢，系梁横向轴线控制偏差 $\leq 5\text{cm}$ ，各单元连接系梁顶高程控制偏差 $\leq \pm 10\text{cm}$ ；
- b) 围檩应与每根钢管桩可靠贴合并固定，局部空隙以钢板或硬木楔塞紧；
- c) 处于水流较急或潮汐涨落区的围檩，应在迎水侧增设防冲刷措施；
- d) 对拉锚杆与围檩连接节点应牢固可靠，锚头组装体的抗拉能力不低于杆体自身抗拉强度，锚杆宜设置在最低水位以上部位。
- e) 锚杆张拉先按设计张拉力 10%~20% 预张拉；然后启动分级加载，每级持荷 5 分钟；超张拉力达到 110% 时，持荷 10 分钟后锁定。

### 6.4 挡土板、土工格栅及钢筋网片安装

6.4.1 挡土板安装应与围堰进占填土同步进行，填土应及时推送至挡土板背部，形成有效挡土依托。

6.4.2 在钢管桩内侧，沿河底及其以上一定高度范围内分别下插或挂设挡土板，相邻水平方向板间搭接长度不小于 50cm，垂直方向板间搭接长度不小于 20cm，具体下插深度与布设排数根据围堰整体稳定计算确定。

6.4.3 感潮河段围堰施工当填土至最低潮水位高程位置，宜铺设钢筋网片或土工格栅以增加围堰整体稳定。

### 6.5 围堰土体填筑

- 6.5.1 最低水位以下堰体应保持连续施工，一次性填筑、平整、压实到位，填筑过程不应中断。
- 6.5.2 双排钢管桩之间的回填应对称、平衡、均匀填筑，回填土料源质量符合设计及 SL/T631.4-2025 C.0.1 条要求，无树根等杂物。
- 6.5.3 最低水位以上部分分层填筑至设计堰顶，每层虚铺厚度不大于 40cm。感潮河段应利用每个潮落涨周期完成不少于一层填筑与压实。
- 6.6 施工安全
- 6.6.1 施工区域应按有关规定，落实安全生产措施，设置安全警示标志。
- 6.6.2 特种设备操作及电工、电焊工等必须持有效证件上岗，按规程操作。
- 6.6.3 测量或监测人员涉水作业时，必须穿着救生衣。
- 6.6.4 现场临时用电及机械操作，严格执行行业安全标准。
- 6.6.5 遇 6 级及以上大风、暴雨、浓雾等恶劣天气，应停止水上沉桩、吊装及高空作业。
- 6.7 质量检验
- 6.7.1 对进场钢管桩应按批次抽检外观及外形尺寸，抽检率不低于总数的 10%，尺寸允许偏差应满足 GB/T 8162 的规定。
- 6.7.2 对拉锚杆钢管桩围堰一般沿长度方向 20 m~30m 为 1 个单元工程。每个单元工程分为钢管桩沉桩工序、围堰土方填筑等 2 个工序。
- 6.7.3 管桩沉桩工序质量要求（允许偏差）及检验方法应符合表 2 的规定。

表 2      钢管桩沉桩质量要求（允许偏差）及检验方法

| 序号 | 检验项目    | 质量要求（允许偏差）                                                   | 检验方法   | 检验数量      |
|----|---------|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| 1  | 管桩质量    | 规格、型号符合设计和规范要求                                               | 核对质保书  | 全数        |
| 2  | 垂直度     | ≤1%H                                                         | 线锤或测斜仪 | 逐桩        |
| 3  | 桩顶高程    | 不高于设计高程                                                      | 水准仪    | 逐桩        |
| 4  | 围檩安装高程  | ±30mm                                                        | 水准仪    | 全数        |
|    | 围檩与桩体贴合 | 密贴，空隙已填实                                                     | 目测     | 全数        |
| 5  | 焊接对口错边  | 钢管桩外径 ≥ 700mm：<br>错边允许 ≤3mm。<br>钢管桩外径 < 700mm：<br>错边允许 ≤2mm。 | 量测     | 抽检总桩数 30% |
| 6  | 对拉锚孔位置  | 锚孔直径、数量、位置                                                   | 观察、量测、 | 全数        |

| 序号            | 检验项目 | 质量要求（允许偏差）               | 检验方法             | 检验数量 |
|---------------|------|--------------------------|------------------|------|
|               |      | 符合设计要求                   | 查阅施工记            |      |
| 7             | 锚杆张拉 | 张拉应力值、伸长率等技术<br>指标符合设计要求 | 观察，查阅张拉<br>方案及记录 | 全数   |
| 注 1：H 为钢管桩高度。 |      |                          |                  |      |

6.7.4 对拉锚杆钢管桩围堰填筑质量要求（允许偏差）及检验方法应符合表 3 的规定。

表 3 对拉锚杆钢管桩围堰土方填筑质量要求（允许偏差）及检验方法

| 序号           | 检验项目   | 质量要求（允许偏差）                                    | 检验方法                         | 检验数量                                               |
|--------------|--------|-----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1            | 土料质量   | 料源质量符合设计及 SL/T631.4-2025<br>C.0.1 条要求，无树根等杂物。 | 观察，查阅<br>质量证明<br>文件和检验<br>报告 | 每料源取样 1 组                                          |
| 2            | 水上土方压实 | 根据围堰级别及是否有交通要求等综<br>合确定                       | 取样试验                         | 每层 100 m <sup>2</sup> ~150 m <sup>2</sup><br>测 1 点 |
| 3            | 堰顶高程   | 不低于设计高程                                       | 水准仪                          | 每 20 m 测 1 点                                       |
| 4            | 堰顶宽度   | 不小于设计宽度                                       | 钢卷尺                          | 每 10 m 测 1 点                                       |
| 5            | 迎水面坡度  | 不陡于设计坡度                                       | 全站仪                          | 每个单元测 4 点                                          |
| 6            | 背水面坡度  | 1:(1-10%) n                                   | 全站仪                          | 测 4 点                                              |
| 7            | 水上铺料厚度 | -50 mm~0 mm                                   | 钢直尺                          | 每 100 m <sup>2</sup> 测 1 点                         |
| 8            | 土工膜搭接  | ≥50cm                                         | 钢尺                           | 每 20 m 测 1 点                                       |
| 9            | 锚杆抗拔力  | 实测值不得低于设计抗拔力                                  | 现场试验                         | 不少于总根数的 3%<br>且不少于 3 根                             |
| 注 1：n 为设计坡比。 |        |                                               |                              |                                                    |

## 7 监测、维护与围堰拆除

### 7.1 监测

7.1.1 应编制监测方案，采用仪器量测与人工巡视相结合的方式。

7.1.2 监测项目应根据设计文件及工程实际进行，应设置下列监测项目：

- a) 堰体顶部沉降和水平位移；
- b) 围堰内外侧水位。

7.1.3 对拉锚杆钢管桩组合式围堰工程施工和使用期内，应进行巡视检查，巡视检查应包括下列内容：

- a) 钢管桩及堰体有无倾斜、裂缝及异常变形；
- b) 围檩、支撑节点有无可见变形、焊缝开裂、连接松动；
- c) 对拉锚杆有无松动；
- d) 围堰渗漏点及渗流量变化情况；
- e) 堰顶及坡面有无沉陷或局部塌陷。

7.1.4 围堰工程监测应确定监测预警值，预警值由设计单位在监测方案中明确。

7.1.5 监测读数触及预警值或巡视发现危险征兆，应立即向上级报告并启动应急预案。

7.1.6 监测频率应符合下列规定：

- a) 一、二级围堰正常条件下监测频率应符合下列规定：
  - i. 抽水期间：不少于 2 次/天；
  - ii. 基坑开挖至底板浇筑完成：1 次~2 次/天；
  - iii. 底板以上结构施工期间：1 次/1 天。
- b) 当监测值相对稳定时，可以适当降低监测频率。
- c) 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：
  - i. 大潮或汛期高水位；
  - ii. 外河水位上涨期；
  - iii. 台风、暴雨等恶劣天气；
  - iv. 围堰新增渗漏点、渗漏量骤增；
  - v. 围堰变形出现异常；
  - vi. 其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

7.1.7 测点布设应符合下列规定：

- a) 测点应位于受力、变形关键部位，能真实反映状态变化；
- b) 不得妨碍正常施工或后期运行；
- c) 水平位移与竖向位移测点沿堰顶布设，轴线中部、拐角处必须设点，点间距 $\leq 20\text{m}$ ，每个堰段不少于 3 点，允许共用点位。

## 7.2 运行维护

7.2.1 对拉锚杆钢管桩组合式围堰应在设计工况下运行，如超工况运行须经设计复核或专家论证，同时备有应急预案。

7.2.2 当围堰渗漏量超过设计标准或发现有新增渗漏点时，应采取处理措施。

7.2.3 运行期内定期测量堰外河床地形及护坡、护底完整度，发现淘刷或塌陷及时修复。

7.2.4 对钢管桩、锚杆、围檩、锚头等关键构件应定期检查，在大风、高潮、暴雨来临前进行专项排查，发现变形、裂缝或连接松脱及时加固。

### 7.3 围堰拆除

7.3.1 拆除前应编制围堰拆除专项方案，明确拆除顺序、安全防护及环境保护措施。

7.3.2 拆除顺序按“先挖除水上土方，再拆对拉锚杆及围檩，然后拔除钢管桩，最后清除水下土方”进行作业。

7.3.3 钢管桩拔桩应符合下列要求：

- a) 钢管桩拔桩宜采用振动拔桩机或振动液压拔桩机；
- b) 拔桩前清除围檩焊接点及限位附件等障碍物；
- c) 拔桩顺序与沉桩顺序相反。

附 录 A  
(资料性)  
钢管桩沉桩方法

| 工程条件             |            | 施工方法                 |            |             |             |
|------------------|------------|----------------------|------------|-------------|-------------|
|                  |            | 锤击法                  |            |             | 振动法         |
|                  |            | 柴油锤                  | 蒸汽锤        | 液压锤         | 振动锤         |
|                  | 粉土         | 宜                    | 宜          | 宜           | 宜           |
|                  | 黏性土（坚硬/硬塑） | 宜                    | 宜          | 宜           | 宜           |
|                  | 黏性土（可塑）    | 宜                    | 宜          | 宜           | 宜           |
|                  | 黏性土（软塑/流塑） | 不宜                   | 不宜         | 不宜          | 宜           |
| 施<br>工<br>条<br>件 | 设施规模       | 大                    | 大          | 大           | 大           |
|                  | 噪声         | 大                    | 大          | 中           | 中           |
|                  | 振动         | 大                    | 大          | 大           | 大           |
|                  | 耗能         | 大                    | 大          | 大           | 大           |
|                  | 施工速度       | 快                    | 快          | 快           | 快           |
| 优点               |            | 工作效率高                | 打桩力可调      | 打桩力可调       | 打桩和拔桩均可     |
| 缺点               |            | 噪声大<br>振动大<br>润滑油易飞散 | 噪声大<br>振动大 | 噪声中等<br>振动大 | 噪声中等<br>振动大 |

附 录 B  
(资料性)

钢管桩沉桩记录表

工程名称：

施工单位：

桩锤型号：

地面高程：

沉桩日期：

| 桩号 | 规格 | 桩长/m |    | 累计沉入时间或<br>锤击数 | 累计沉入量<br>/m | 桩顶高程/m |    | 桩位偏差  |      | 备注 |
|----|----|------|----|----------------|-------------|--------|----|-------|------|----|
|    |    | 设计   | 实际 |                |             | 设计     | 实际 | 径向/cm | 倾斜/% |    |
|    |    |      |    |                |             |        |    |       |      |    |
|    |    |      |    |                |             |        |    |       |      |    |
|    |    |      |    |                |             |        |    |       |      |    |
|    |    |      |    |                |             |        |    |       |      |    |
|    |    |      |    |                |             |        |    |       |      |    |