

目 次

1	总则.....	1
2	术语和符号.....	2
2.1	术语.....	2
2.2	符号.....	3
3	基本规定.....	7
4	计算与验算.....	9
4.1	一般规定.....	9
4.2	混凝土垫层及砂垫层.....	9
4.3	摩阻力.....	10
4.4	下沉计算.....	11
4.5	压入式沉井与沉箱.....	12
4.6	水域沉井与沉箱.....	14
4.7	封底混凝土.....	177
4.8	抗浮计算.....	19
5	沉井与沉箱制作.....	20
5.1	一般规定.....	20
5.2	垫层施工.....	20
5.3	沉井制作.....	21
5.4	沉箱制作.....	23
5.5	压入式沉井与沉箱压入系统.....	23
5.6	水域沉井与沉箱制作.....	25
6	沉井与沉箱的下沉与封底.....	27
6.1	一般规定.....	27
6.2	沉井排水下沉.....	27
6.3	沉井不排水下沉.....	28
6.4	沉箱下沉.....	29
6.5	压入式沉井与沉箱下沉.....	30
6.6	水域沉井与沉箱浮运及下沉.....	31

6.7	助沉与纠偏.....	33
6.8	封底.....	34
7	质量控制与验收.....	36
7.1	一般规定.....	36
7.2	沉井与沉箱制作.....	36
7.3	沉井与沉箱终沉与封底.....	38
8	环境监测.....	41
8.1	一般规定.....	41
8.2	监测与预警.....	42
8.3	监测资料.....	43
9	施工安全与环境保护.....	45
9.1	一般规定.....	45
9.2	施工安全.....	45
9.3	环境保护.....	46

1 总则

1.0.1 为使上海地区沉井与沉箱施工符合安全适用、技术先进、经济合理、保证质量和保护环境要求，制订本标准。

1.0.2 本标准适用于本市建设工程的建筑、市政、公路、电力、港口和水利行业中的沉井与沉箱工程，其他行业的沉井与沉箱施工在条件适用时，也可按照执行。

1.0.3 沉井与沉箱的施工应综合考虑周边环境条件、工程地质和水文地质条件、工程特性、施工条件和工程造价等因素。

1.0.4 沉井与沉箱的施工、质量控制与验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 沉井 open caisson

在地面上制作混凝土或钢结构井体，通过井内取土并选择减阻、配重、压沉等方式，在重力与助沉力的作用下使之下沉到地下预定深度的地下结构。

2.1.2 沉箱 pneumatic caisson

在地面上制作混凝土或钢结构井体和底板，刃脚和底板形成密闭空腔，在密闭空腔内加气平衡水土压力，通过密闭空腔内取土并选择减阻、配重、压沉等方式，在重力与助沉力的作用下使之下沉到地下预定深度的地下结构。

2.1.3 刃脚 cutting edge

井（箱）壁最下端用于支承沉井与沉箱重量，切土下沉同时起到挡土作用的刃状结构。

2.1.4 压入式沉井与沉箱 pressed-in open (pneumatic) caisson

用压重或地锚反力装置将井（箱）体压至地下预定深度的地下结构。

2.1.5 压入系统 press-in System

对沉井与沉箱施加向下压力，将其压入土体中并有效控制其下沉姿态，使其受力均匀、平稳的装置系统。

2.1.6 浮运沉井 floating open caisson

把沉井部分或全部的井壁做成箱型结构，使其漂浮在水中，并将其拖运到指定位置的沉井。

2.1.7 浮运沉箱 floating pneumatic caisson

把制作好的箱体浮运到指定位置的沉箱。

2.1.8 工作坑 working pit

沉井与沉箱在首节制作前施工垫层时开挖的基坑。

2.1.9 工作室 working chamber

沉箱下部加气平衡水土压力和取土作业的工作空间。

2.1.10 排水下沉法 sinking under drained condition

沉井下沉过程中，排除井内水体进行取土的下沉方法。

2.1.11 不排水下沉法 sinking under undrained condition

沉井下沉过程中，控制井内水位保持井内水土稳定，进行水下取土的下沉方法。

2.1.12 气压浮托力 compressed-air uplift pressure

沉箱所受工作室气压作用的均布向上的气体压力。

2.1.13 接高施工 Jointing Construction

沉井与沉箱分段制作与下沉时，上一节段下沉到位后进行下一节段的制作施工过程。

2.1.14 下沉系数 subsidence factor

沉井与沉箱下沉时向下作用力与阻力的比值。

2.1.15 接高稳定性 high stability

井（箱）体一次下沉多次接高，或者多次下沉多次接高时应保持的不发生倾覆或沉陷的稳固状态。

2.1.16 反力系统 reaction system

压入式沉井与沉箱中能承受压沉反力的装置系统，为压入系统重要组成部分。

2.1.17 锅底 bottom of caisson

开挖沉井与沉箱底部土体，使其形成类似锅状凹陷的工作面。

2.2 符号

2.2.1 作用及作用效应

E_{ak} ——沉井后侧主动土压力标准值之和；

E_{pk} ——沉井前侧被动土压力标准值之和；

f_d ——天然地基承载力设计值；

f_{bk} ——沉井刃脚、隔墙和底梁下地基土的极限承载力标准值；

f_{ski} ——第*i*层土的单位极限摩阻力标准值；

f_{si} ——桩周第*i*层土的极限摩阻力标准值；

f_t ——混凝土抗拉强度设计值；

F_p ——外部所需施加的最大压沉力；

F_{max} ——抗拔系统能提供的最大抗拔承载力；

$F_{fw,k}$ ——沉井与沉箱下沉过程中地下水的浮力标准值；
 F_{ak} ——沉箱内气压对顶板的上托力标准值；
 F_{bk} ——沉井底面有效摩阻力标准值之和；
 $F'_{fw,k}$ ——基底地下水的浮力标准值；
 G_0 ——沉井与沉箱第一节沿井壁单位长度自重设计值；
 G_{kc} ——接高后的井（箱）体自重标准值；
 G_{lk} ——沉井与沉箱自重标准值（包括外加助沉重量的标准值）；
 M ——每米宽度最大弯矩的设计值；
 $M_{外}$ ——外力矩；
 $\sum M_{aov,k}$ ——沉井抗倾覆弯矩标准值之和；
 $\sum M_{ov,k}$ ——沉井倾覆弯矩标准值之和；
 p ——基础底面处平均压力设计值；
 R ——砂垫层的承载力设计值；
 R_b ——沉井与沉箱刃脚、隔墙和底梁下地基土的极限承载力之和；
 R_k ——单桩极限抗拔承载力标准值；
 T_f ——井（箱）壁外侧与土的总极限摩阻力标准值；
 W_i ——第 i 条土条的自重标准值；
 γ_s ——砂的天然容重；
 γ_c ——混凝土的重度；
 γ_w ——水的重度；

2.2.2 几何参数

A_{b1} ——沉井与沉箱刃脚的横截面面积；
 A_{b2} ——沉井与沉箱隔墙的横截面面积；
 A_{b3} ——沉井与沉箱底梁的横截面面积；
 b ——刃脚宽度；
 b_1 ——素混凝土垫层外挑宽度；
 b_2 ——计算宽度；

b_w ——护道宽度；

B ——砂垫层的底面宽度；

B_2 ——设计沉井与沉箱的宽度；

c ——土体黏聚力；

d ——导管内径；

D_1 ——设计沉井与沉箱的直径；

h ——素混凝土垫层的厚度；

h_1 ——导管内混凝土柱与管外泥浆柱平衡所需高度；

h_2 ——初灌混凝土下灌后导管外混凝土扩散高度；

h_3 ——水位面至基底的深度；

h_s ——砂垫层的厚度；

h_u ——附加厚度；

h_t ——沉井水下封底混凝土厚度；

H_1 ——下沉深度；

H_2 ——设计沉井与沉箱井壁、隔墙的高度；

H_3 ——下沉总深度；

H_z ——筑岛总高度；

H_i ——第 i 层土的厚度；

I ——浮运沉井或浮运沉箱浸水截面面积对斜轴线的惯性矩；

ϕ ——浮运沉井与浮运沉箱浮运阶段的倾斜角；

ϕ_j ——筑岛土饱和状态内摩擦角；

l ——沉井与沉箱重心至浮心的距离；

l_i ——桩周第 i 层土的厚度；

l'_i ——第 i 条土条处沿滑弧面的弧长；

L ——混凝土垫层的宽度；

L_1 ——矩形沉井任意两角的距离或圆形沉井任意两条互相垂直的直径；

L_2 ——设计沉井与沉箱的长度；

r ——扩散半径；
 U_i ——第 i 层土中井（箱）壁外围周长；
 U_p ——桩身截面周长；
 V ——混凝土初灌量；
 V_w ——排水体积；
 α_i ——第 i 条滑弧中点的切线和水平线的夹角；
 α_s ——砂垫层的压力扩散角；
 ρ ——定倾半径；
 φ ——土体内摩擦角；
 φ ——土体有效内摩擦角；

2.2.3 计算系数

f ——沉井底面有效摩擦系数；
 k ——充盈系数；
 k_c ——接高稳定性系数；
 k_{fw} ——沉井与沉箱抗浮稳定安全系数；
 k_{ov} ——沉井抗倾覆稳定安全系数；
 k_s ——沉井抗滑移稳定安全系数；
 F_s ——整体稳定性安全系数；
 K_p ——压沉安全系数；
 K_{st} ——下沉系数；
 η ——被动土压力利用系数；
 λ_i ——桩周第 i 层土的抗拔承载力系数；

3 基本规定

3.0.1 沉井适用于在其影响范围内无重要建（构）筑物及地下管线等的环境条件。周边环境保护要求高时宜采用压入式沉井、沉箱。

3.0.2 沉井与沉箱施工前应进行勘察，勘探孔的布置和深度应符合下列规定：

1 面积不大于 200m^2 的沉井与沉箱，不应少于 2 个勘探孔。

2 面积为 $200\text{m}^2\sim 900\text{m}^2$ 的沉井与沉箱，平面形状为矩形时，在井壁的四个角点应各布置一个勘探孔；平面形状为圆形时，在两条相互垂直的直径与井壁的交点应各布置一个勘探孔。

3 面积大于 900m^2 的沉井或沉箱的中心应增设勘探孔，勘探孔间距宜为 $20\text{m}\sim 30\text{m}$ 。

4 勘探孔深度应为沉井或沉箱的深度加 0.5 倍~1.0 倍边长或直径，且不应小于刃脚以下 5.0m 。

5 勘探孔宜以取土孔、静力触探孔为主，静力触探孔宜占勘探孔总数的 $1/2$ 。

3.0.3 沉井与沉箱施工前应对垫层厚度、下沉系数、接高稳定性、封底混凝土厚度和抗浮等进行计算与验算，计算与验算时所取的作用力均采用标准值。

3.0.4 沉井与沉箱工程施工前，应具备下列资料：

1 设计施工图。

2 施工区域内的气象和水文资料。

3 岩土工程勘察报告。

4 拟建工程施工影响范围内的建（构）筑物、管线和障碍物等调查资料。

5 测量基线和水准点资料。

6 施工组织设计及施工方案。

7 防洪、防汛、防台的有关规定。

3.0.5 沉井与沉箱施工前应核对设计施工图技术要求，实行自审、会审和交底制度。

3.0.6 水域沉井与沉箱施工前除应符合本标准第 3.0.4 条的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 查明河道淤泥层厚度、通水断面尺寸以及通航条件等。
 - 2 搜集工程河段水文资料、洪水特性、各频率流量及洪量、水位流量关系以及上下游水利工程对本工程的影响情况。
- 3.0.7** 原材料进场应具有产品合格证、出厂试验报告。进场后应按国家有关规定进行材料验收和抽检，质量检验合格后方可使用。
- 3.0.8** 沉井和沉箱工程应由具有相应施工资质及专业施工经验的单位承担，宜采用机械化、信息化、智能化作业的施工方法。施工人员处于井（箱）体下、水下、气压等特殊环境作业时，必须符合卫生安全与职业健康有关规定。
- 3.0.9** 沉井和沉箱的制作场地应预先清理、平整和夯实，遇有暗浜、暗沟、旧河道等不良地质应进行地基处理。
- 3.0.10** 沉井与沉箱制作时落地脚手架应与模板体系分离。
- 3.0.11** 沉井与沉箱的下沉应勤测勤纠，接近设计标高时应控制下沉速度，稳定后方可进行封底。
- 3.0.12** 沉井与沉箱在施工前、施工中、施工后，应对其自身以及邻近的周边建（构）筑物、地下管线等进行监测。
- 3.0.13** 沉井与沉箱质量应分阶段进行验收，上一工序验收合格后，方可进行下一工序施工。

4 计算与验算

4.1 一般规定

4.1.1 沉井与沉箱需进行多种下沉开挖工况的下沉系数以及接高稳定性验算，以确定接高制作节数、制作高度、下沉次数以及封底方式等。

4.1.2 沉箱计算应符合下列规定：

1 下沉阻力计算应包括箱壁侧摩阻力、刃脚反力、气压浮托力。

2 工作室顶板的计算荷载应根据不同工况确定，应取配重、自重、地基反力、水浮力和气压浮托力的最不利组合，且不应计入封底混凝土的作用。

4.1.3 现浇钢筋混凝土沉井与沉箱在分节制作时，每节井壁或箱壁上端水平钢筋均应加强。第一节段沉井与沉箱下沉时其混凝土强度不应小于设计强度。

4.1.4 沉井与沉箱第一节制作时刃脚和底梁下的压力标准值应小于地基承载力设计值，以后各节刃脚和底梁下的压力标准值应满足地基极限承载力标准值的要求。沉井与沉箱地基承载力及软弱下卧层验算应按现行上海市工程建设规范《地基基础设计标准》DGJ 08-11 的规定执行。

4.1.5 钢沉井应对井身强度、刚度及稳定性进行验算。

4.2 混凝土垫层及砂垫层

4.2.1 砂垫层的厚度应根据沉井与沉箱的重量和地基土的承载力按式（4.2.1）计算确定，且不宜小于 600mm。

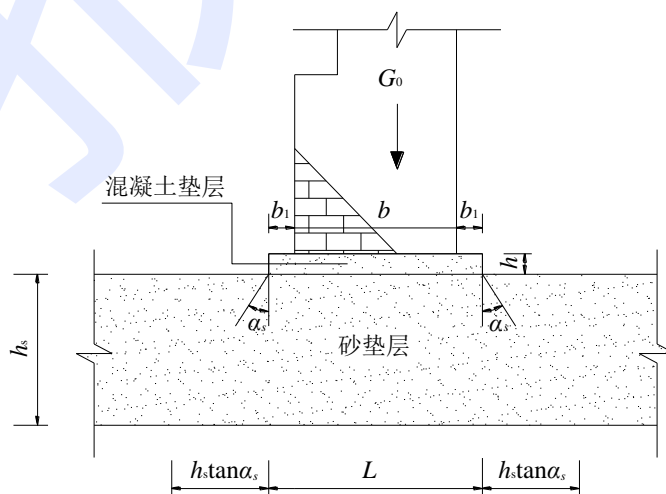


图 4.2.1 砂垫层计算简图

$$p = \frac{G_0}{2h_s \tan \alpha_s + L} + \gamma_s h_s \quad (4.2.1-1)$$

$$p \leq f_d \quad (4.2.1-2)$$

式中： p ——基础底面处平均压力设计值（kPa）；

h_s ——砂垫层的厚度（m）；

G_0 ——沉井与沉箱第一节沿井壁单位长度自重设计值（kN/m），自重作用的分项系数取 1.0；

γ_s ——砂的天然容重（kN/m³）；

α_s ——砂垫层的压力扩散角（°）；

b ——刃脚宽度（m）；

b_1 ——素混凝土垫层外挑宽度（m），可取 $2h \geq b_1 \geq h$ （ h 为素混凝土垫层厚度）；

L ——素混凝土垫层的宽度（m）， $L = b + 2b_1$ ；

f_d ——天然地基承载力设计值（kPa）。

4.2.2 砂垫层的宽度宜根据素混凝土垫层边缘向下按砂垫层的压力扩散角 α 确定，即按式 4.2.2 计算确定：

$$B \geq 2h_s \tan \alpha_s + L \quad (4.2.2)$$

式中： B ——砂垫层的底面宽度（m）。

4.2.3 素混凝土垫层的厚度不应小于 150mm，且不宜大于 250mm，混凝土的强度等级不应小于 C20。素混凝土垫层厚度可按公式 4.2.3 计算：

$$h = \left(\frac{G_0}{R} - b \right) / 2 \quad (4.2.3)$$

式中： h ——素混凝土垫层的厚度（m）；

R ——砂垫层的承载力设计值（kPa），宜取 100kPa。

4.3 摩阻力

4.3.1 沉井与沉箱井壁外侧与土层间的摩阻力及其沿井（箱）壁高度的分布图形应根据工程地质条件、井壁外形和施工方法等，通过试验或工程类比的经验资料确定。当无试验条件或无可靠资料时，可按下列规定确定：

1 井壁外侧与土层间的单位面积极限摩阻力标准值 f_{sk} ，可按表 4.3.1 的规定选

用。

表 4.3.1 井壁外侧单位面积极限摩阻力标准值 f_{sk}

土层类别	f_{sk} (kPa)	助沉方法	f_{sk} (kPa)
流塑状态黏性土	10~15	泥浆套	3~5
可塑、软塑状态黏性土	12~25	空气幕	2~5
硬塑状态黏性土	25~50		
砂性土	12~25		

2 摩阻力沿沉井与沉箱井壁外侧的分布，当井壁外侧为直壁时，可按图 4.3.1

(a) 采用；当井壁外侧为阶梯形时，可按图 4.3.1 (b) 采用。

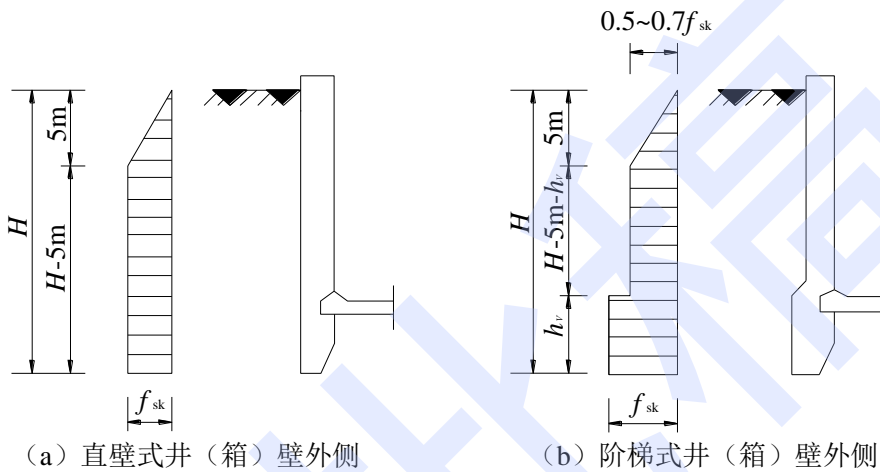


图 4.3.1 摩阻力沿井（箱）壁外侧分布图

4.3.2 沉井与沉箱井壁外侧与土的总极限摩阻力标准值按式 4.3.2 计算：

$$T_f = \sum U_i f_{ski} H_i \quad (4.3.2)$$

式中： T_f ——井（箱）壁外侧与土的总极限摩阻力标准值（kN）；

U_i ——第 i 层土中井（箱）壁外围周长（m）；

f_{ski} ——第 i 层土的单位极限摩阻力标准值（kPa）；

H_i ——第 i 层土的厚度（m）。

4.4 下沉计算

4.4.1 沉井与沉箱下沉系数可按公式 4.4.1 计算：

$$K_{st} = \frac{G_{1k} - F_{fw,k} - F_{ak}}{T_f + R_b} \quad (4.4.1-1)$$

$$R_b = (A_{b1} + A_{b2} + A_{b3}) f_{bk} \quad (4.4.1-2)$$

式中： K_{st} ——下沉系数，宜取 1.05~1.25；

G_{1k} ——沉井与沉箱自重标准值（包括外加助沉重量的标准值）（kN）；

$F_{fw,k}$ ——沉井与沉箱下沉过程中地下水的浮力标准值（kN），采取排水下沉时

取 0；

F_{ak} ——沉箱内气压对顶板的上托力标准值（kN）；

R_b ——沉井与沉箱刃脚、隔墙和底梁下地基土的极限承载力之和（kN）；

A_{b1} ——沉井与沉箱刃脚的横截面面积（m²）；

A_{b2} ——沉井与沉箱隔墙的横截面面积（m²）；

A_{b3} ——沉井与沉箱底梁的横截面面积（m²）；

f_{bk} ——沉井与沉箱刃脚、隔墙和底梁下地基土的极限承载力标准值（kPa），

当无极限承载力试验资料时，可按表 4.4.1 选用。

表 4.4.1 地基土极限承载力标准值

土的种类	极限承载力标准值 (kPa)	土的种类	极限承载力标准值 (kPa)
淤泥	100~200	软塑、可塑状态粉质黏土	200~300
流塑状态淤泥质黏性土	200~300	坚硬、硬塑状态粉质黏土	300~400
松散、稍密状态粉性土、粉砂	200~400	软塑、可塑状态黏性土	200~400
中密、密实状态粉性土、粉砂	300~500	坚硬、硬塑状态黏性土	300~500

注：或可取土层承载力设计值的 2 倍。

4.4.2 当沉井与沉箱下沉时，应按公式 4.4.2 进行接高稳定性验算：

$$k_c = \frac{G_{kc} - F_{fw,k} - F_{ak}}{T_f + R_b} \quad (4.4.2)$$

式中： k_c ——接高稳定性系数，取值小于 1.0；

G_{kc} ——接高后的井（箱）体自重标准值（kN）。

4.5 压入式沉井与沉箱

4.5.1 压入式沉井与沉箱的压入系统应进行专项设计和计算，包含抗拔系统、反力系统和顶进系统。

4.5.2 压入式沉井与沉箱的侧摩阻力宜按本标准第 4.3.2 条规定进行计算。

4.5.3 压入式沉井与沉箱下沉系数，应按照公式 4.5.3-1、4.5.3-2 计算的规定：

$$K_{st} = \frac{F_p + G_{1k} - F_{fw,k} - F_{ak}}{T_f + R_b} \quad (4.5.3-1)$$

$$K_p F_p \leq F_{max} \quad (4.5.3-2)$$

式中： K_{st} ——下沉系数，不小于 1.05；

K_p ——压沉安全系数，取 1.2；

F_p ——外部所需施加的最大压沉力（kN）；

F_{max} ——抗拔系统能提供的最大抗拔承载力（kN），按 4.5.4 条计算。

4.5.4 压入式沉井与沉箱抗拔系统可采用抗拔桩、配重台等单一或组合的方式，其计算应符合下列规定：

1 压入式沉井与沉箱抗拔系统应对称、均匀布置。抗拔系统应避免受沉井与沉箱压沉时的扰动影响，如无法避免，则应考虑抗拔系统所能提供的最大抗拔承载力的折减影响。

2 采用钻孔灌注桩作为抗拔系统时，其提供的最大抗拔承载力宜取单桩极限抗拔承载力之和，单桩极限抗拔承载力可按公式 4.5.4 估算。

$$R_k = U_p \sum \lambda_i f_{si} l_i \quad (4.5.4)$$

式中： R_k ——单桩极限抗拔承载力标准值（kN）；

U_p ——桩身截面周长（m）；

f_{si} ——桩周第 i 层土的极限摩阻力标准值（kPa），可按岩土工程勘察报告或现行上海市工程建设规范《地基基础设计标准》DGJ08-11 取值；

l_i ——桩周第 i 层土的厚度（m）；

λ_i ——桩周第 i 层土的抗拔承载力系数，按现行上海市工程建设规范《地基基础设计标准》DGJ08-11 取值。

3 采用环梁与配重结合的方式作为抗拔系统时，最大抗拔承载力应为配重物与环梁结构的自重之和，地下水位以下应扣除浮力。

4.5.5 压入式沉井与沉箱反力系统可采用正顶反力系统或反顶反力系统形式，其计算应符合下列规定：

- 1 压入式沉井与沉箱反力系统应对称、均匀布置。
 - 2 采用正顶反力系统压沉时，应对刚性反力架进行强度与稳定验算。
 - 3 采用反顶反力系统压沉时，应对钢杆件或者钢绞线进行专项设计。
- 4.5.6 压入式沉井与沉箱顶进系统应根据所需最大压沉力进行设计。
- 4.5.7 压入式沉井可通过控制井内土塞高度来减小下沉引起的环境变形。

4.6 水域沉井与沉箱

4.6.1 浮运沉井或浮运沉箱沉入河床前应进行浮运稳定性验算。浮运阶段的稳定倾斜角 ϕ 角应按公式 4.6.1 计算：

$$\phi = \arctan \frac{M_{\text{外}}}{\gamma_w V_w (\rho - l)} \quad (4.6.1-1)$$

$$\rho = \frac{I}{V_w} \quad (4.6.1-2)$$

$$\rho - l > 0 \quad (4.6.1-3)$$

式中： ϕ ——浮运沉井与浮运沉箱浮运阶段的倾斜角（°），应不大于 6°；

$M_{\text{外}}$ ——外力矩（kN·m）；

V_w ——排水体积（m³）；

l ——沉井与沉箱重心至浮心的距离（m），重心在浮心之上为正，反之为负；

ρ ——定倾半径（图 4.6.1），即定倾中心至浮心的距离（m）；

I ——浮运沉井或浮运沉箱浸水截面面积对斜轴线的惯性矩（m⁴）；

γ_w ——水的重度（kN/m³）。

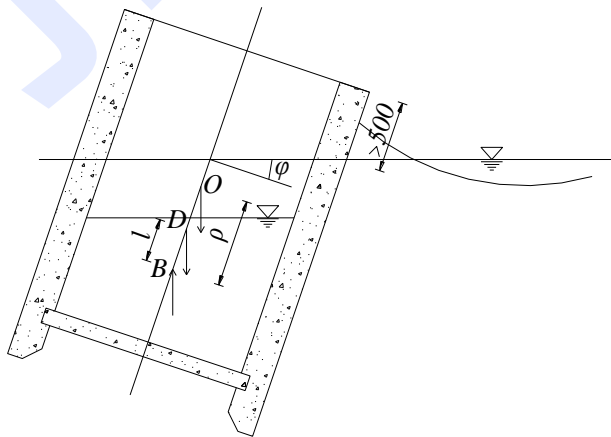


图 4.6.1 水中浮运沉井与沉箱

D——重心；B——浮心；O——定倾中心

4.6.2 浮运沉箱下水前混凝土强度应符合设计要求。根据施工情况复核沉箱的浮运稳定性，不符合要求时应采取适当措施。

4.6.3 位于江（河、湖、水库、海）岸的沉井与沉箱，前后两面水平作用不均衡时，应按下列要求验算沉井的滑移、倾覆和整体稳定性：

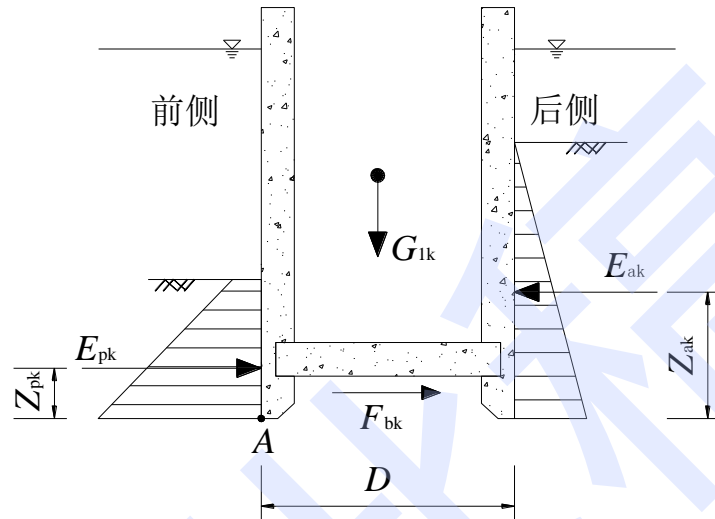


图 4.6.3-1 抗滑移、抗倾覆计算简图

1 抗滑移验算：

$$k_s = \frac{\eta E_{pk} + F_{bk}}{E_{ak}} \quad (4.6.3-1)$$

$$F_{bk} = f \times G_{1k} \quad (4.6.3-2)$$

$$f = 0.5 \times \tan \varphi' \quad (4.6.3-3)$$

式中： k_s ——沉井抗滑移稳定安全系数，不小于 1.30；

η ——被动土压力利用系数，施工阶段取 0.80，使用阶段取 0.65；

E_{ak} ——沉井后侧主动土压力标准值之和（kN）；

E_{pk} ——沉井前侧被动土压力标准值之和（kN）；

F_{bk} ——沉井底面有效摩阻力标准值之和（kN）；

f ——沉井底面有效摩擦系数；

G_{1k} ——沉井与沉箱自重标准值（包括外加助沉重量的标准值）（kN）；

φ' ——土体有效内摩擦角，取沉井底部土体的有效内摩擦角（°）。

2 抗倾覆验算:

$$k_{ov} = \frac{\sum M_{aov,k}}{\sum M_{ov,k}} \quad (4.6.3-4)$$

式中: k_{ov} ——沉井抗倾覆稳定安全系数, 不小于 1.50;

$\sum M_{aov,k}$ ——沉井抗倾覆弯矩标准值之和 (kN·m);

$\sum M_{ov,k}$ ——沉井倾覆弯矩标准值之和 (kN·m)。

3 整体稳定性验算:

$$F_s = \frac{\sum (cl'_i + W_i \cos \alpha_i \tan \varphi)}{\sum W_i \sin \alpha_i} \quad (4.6.3-5)$$

式中: F_s ——整体稳定性安全系数, 不小于 1.25;

l'_i ——第 i 条土条处沿滑弧面的弧长 (m);

W_i ——第 i 条土条的自重标准值 (kN);

α_i ——第 i 条滑弧中点的切线和水平线的夹角 (°);

c ——土体黏聚力 (kPa);

φ ——土体内摩擦角 (°)。

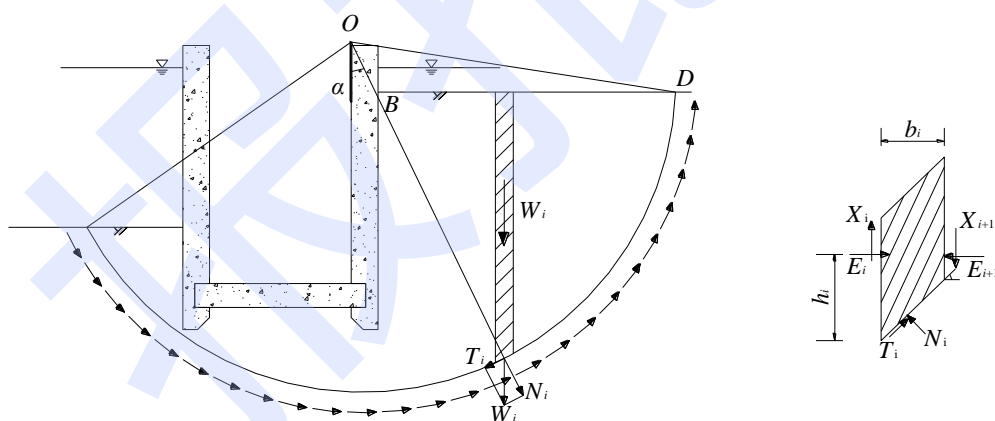


图 4.6.3-2 整体稳定性计算简图

4.6.4 浮运沉箱水上运输可采用浮运拖带法、半潜驳或浮船坞干运法, 并应对下潜装载、船运和下潜卸载的作业阶段进行下列验算:

- 1 半潜驳或浮船坞的吃水、稳定性、总体强度、甲板强度和局部承载力。
- 2 在风、浪、流作用下的船舶运动响应和浮运沉箱自身的强度、稳定性等。

4.6.5 沉箱采用浮运拖带法水上运输时, 拖带前应对浮运沉箱进行吃水、压载和

浮游等稳定验算，且应符合下列规定：

1 验算浮运沉箱吃水时，应计入浮运沉箱内实际的残余水和混凝土残屑的重量、施工操作平台和封舱盖的重量。

2 验算吃水、干舷高度和稳定性时，应分别对空载和不同拖带工艺下的稳定性进行计算。

3 浮运沉箱压载宜用砂、石、混凝土块等固体物。用水压载时，应计算自由水面晃动对稳定性的影响。

4.6.6 水深小于 5.0m 的浅水地段宜采用现场人工筑岛法进行沉井与沉箱制作与施工。岛面标高高出施工期最高水位不应小于 0.5m，下沉结构边线外侧应留设护道；无围堰时四周护道宽度不应小于 2.0m，有围堰时护道宽度应按公式 4.6.6 计算且不应小于 1.5m；需设置其他施工设施时应另行加宽或按设计要求。

$$b_w \geq H_z \cdot \tan\left(45^\circ - \frac{\phi_j}{2}\right) \quad (4.6.6)$$

式中： b_w —护道宽度（m）；

H_z —筑岛总高度（m），由筑岛的实际高度和沉井下沉前的最大自重、堆放井上的机具设备、人员等最危险的荷重计算的等效高度组成；

ϕ_j —筑岛土饱和状态内摩擦角（°）。

4.7 封底混凝土

4.7.1 沉井与沉箱的干封底应符合设计要求，宜采用块石和素混凝土进行封底。

4.7.2 水下封底混凝土的厚度应根据基底的向上净反力计算确定。水下封底混凝土的厚度应按公式 4.7.2 计算：

$$h_t = \sqrt{\frac{9.09M}{b_2 f_t}} + h_u \quad (4.7.2)$$

式中： h_t —沉井水下封底混凝土厚度（mm）；

M —每米宽度最大弯矩的设计值（N·mm）；

b_2 —计算宽度（mm），取 1000mm；

f_t —混凝土抗拉强度设计值（N/mm²）；

h_u —附加厚度（mm），可取 300mm~500mm。

4.7.3 沉井采用导管法进行水下混凝土封底时，导管的布置应符合下列规定：

- 1 导管扩散半径不宜大于 4.0m。
- 2 导管的有效扩散半径应互相搭接并能覆盖井底全部范围。
- 3 导管的插入深度不宜小于 1.0m。
- 4 浇筑时导管下口距离基底面宜为 300mm~400mm。
- 5 水下封底混凝土初灌量应按公式 4.7.3 计算：

$$V \geq \frac{\pi d^2 h_1}{4} + \frac{k \pi r^2 h_2}{3} \quad (4.7.3-1)$$

$$h_1 = \frac{(h_3 - h_2) \gamma_w}{\gamma_c} \quad (4.7.3-2)$$

式中：V——混凝土初灌量（m³）；

h_3 ——水位面至基底的深度（m）；

h_1 ——导管内混凝土柱与管外泥浆柱平衡所需高度（m）；

h_2 ——初灌混凝土下灌后导管外混凝土扩散高度（m），取 1.3m~1.4m；

d ——导管内径（m）；

r ——扩散半径（m）；

k ——充盈系数，宜取 1.3；

γ_c ——混凝土的重度，取 25kN/m³；

γ_w ——水的重度，取 10kN/m³。

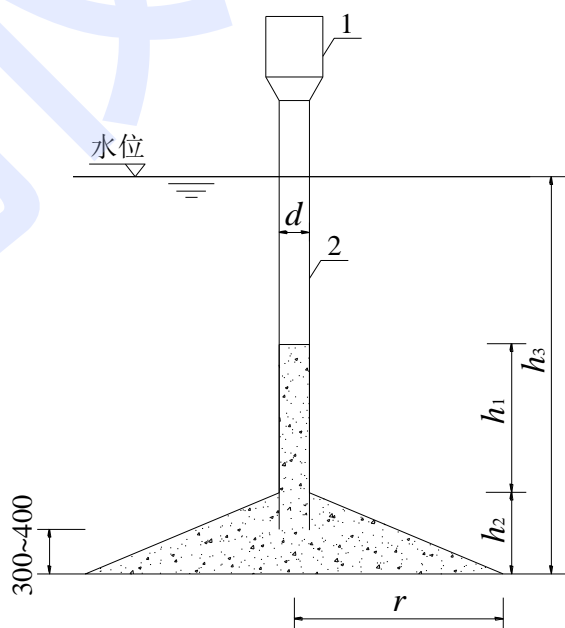


图 4.7.3 混凝土初灌量计算示意

1-料斗；2-导管

4.8 抗浮计算

4.8.1 沉井与沉箱封底后底板未施工前，应按其最高水位进行抗浮验算，并应满足公式 4.8.1 的要求：

$$k_{fw} = \frac{G_{1k}}{F'_{fw,k}} \quad (4.8.1)$$

式中： k_{fw} ——沉井与沉箱抗浮稳定安全系数，应大于 1.0；

G_{1k} ——沉井与沉箱自重标准值（包括外加助沉重量的标准值）（kN）；

$F'_{fw,k}$ ——基底地下水的浮力标准值（kN）。

4.8.2 当封底混凝土与底板间有拉结钢筋连接时，封底混凝土的自重可作为沉井抗浮重量的一部分，且沉井（箱）抗浮稳定安全系数 k_{fw} 应大于 1.05。

5 沉井与沉箱制作

5.1 一般规定

5.1.1 沉井与沉箱制作前应编制制作方案。方案应包括工作坑及垫层设计与施工、模板支架设计与安装、钢筋安装、混凝土浇筑及施工缝处理、分节制作、拆模等技术要求。

5.1.2 沉井与沉箱施工前应设置测量控制网，进行定位放线、布置水准基点等工作。

5.1.3 场地四周宜设置排水沟，深度宜为 300mm~500mm，宽度宜为 400mm~600mm，每间隔 20m~30m 或转角处宜设集水井。

5.1.4 沉井与沉箱制作时应符合下列规定：

1 分节制作的各节高度不宜大于沉井与沉箱的直径或者短边长度。

2 对现浇的沉井与沉箱，首节高度应不大于 6m，其余节制作宜为 6m~8m，立模应与浇筑高度一致，确保浇捣密实。

5.1.5 分节制作的钢筋混凝土沉井与沉箱，下沉前应确保首节的混凝土达到设计强度，其余各节的混凝土不得小于设计强度的 70%。采用预制的沉井和沉箱，下沉前应确保混凝土强度达到设计强度。

5.1.6 井（箱）体混凝土浇筑完成后应及时养护，侧模板待混凝土强度达到 70%，且保证表面和棱角不受损伤时方可拆除。

5.1.7 采用悬挑式内脚手架时，脚手支撑架应与井壁焊接牢固。

5.1.8 沉井或沉箱采用预制拼装结构时，应进行专项设计。

5.1.9 预制拼装的沉井与沉箱制作时应符合下列规定：

1 采用预制的沉井和沉箱，预制件的连接与受力应满足设计要求。

2 预制沉井和沉箱的接缝和连接处应设置止水措施，可采用一道或多道防水结构和措施。

3 预制构件的分块应满足构件的吊装与运输要求。

5.1.10 井（箱）体制作完成后，应对沉井或沉箱的制作质量进行检查验收。

5.2 垫层施工

5.2.1 工作坑施工应符合下列规定：

1 工作坑应依据现行上海市工程建设规范《基坑工程技术标准》DG/TJ 08-61进行边坡稳定性计算。

2 工作坑底部的平面尺寸应根据开挖形式、放坡坡度、支模、搭设脚手架及排水等因素确定。

3 工作坑开挖的深度应根据工程地质、水文地质、现场施工条件等因素确定。

4 工作坑应设置盲沟和集水井，集水井的深度宜低于基底 500mm，严禁垫层浸泡在水中。

5.2.2 沉井首节外墙刃脚下应设混凝土垫层，隔墙、横梁宜设砂垫层，不宜设素混凝土垫层。

5.2.3 砂垫层施工应符合下列规定：

1 砂垫层应采用颗粒级配良好的中砂、粗砂或最大粒径不超 40mm 的砂砾石。

2 沉井砂垫层布置宜采用满堂铺筑形式，平面尺寸较大时可采用环井壁铺筑形式；沉箱砂垫层应采用满堂铺筑形式。

3 砂垫层宜分层铺设、压实，每层厚度不应大于 300mm。压实系数应符合首节沉井制作对地基承载力的要求，且不应小于 0.93。压实系数可采用贯入仪等方法测定，可按现行国家标准《土工试验方法标准》GB/T 50123 执行。

5.2.4 素混凝土垫层施工前，应检查砂垫层的压实系数和平整度，符合要求后方可浇筑混凝土垫层。

5.2.5 素混凝土垫层施工应符合下列规定：

1 素混凝土浇筑应按其厚度一次铺筑到位，自一端向另一端推进，当工作量较大时可分段同时施工。

2 素混凝土垫层宜采用环井壁铺筑形式，平面尺寸较小时，可采用满堂铺筑形式。

5.3 沉井制作

5.3.1 沉井模板施工应符合下列规定：

1 模板与支架应具有足够的承载力、刚度、并保证其整体稳定性；模板表面应平整光滑，缝隙应不漏浆。

2 接高施工时模板应高出地面一定高度，该高度可为接高时引起的下沉量加

上 500mm。

3 模板的设计、安装及预埋件和预留孔洞设置偏差，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。

5.3.2 沉井刃脚施工时应符合下列规定：

1 刃脚内侧设置的凹槽，设计无要求时，其深度宜为 150mm~200mm，且应在下沉之前进行凿毛处理。

2 应在刃脚混凝土达到设计强度后方可进行后续施工。

3 钢筋混凝土底板施工时，与其连接的刃脚内侧凹槽部位表面应清理干净，无渗漏水现象。

5.3.3 沉井接高施工时应符合下列规定：

1 井壁与后浇混凝土隔墙的连接处，宜在井壁上加设腋角，并预留连接凹槽和连接钢筋；预留连接凹槽的深度不宜小于 100mm，连接钢筋的直径和间距应与隔墙内水平钢筋的布置一致。

2 接高前应先进行沉井的纠偏。

3 接高水平施工缝宜作成凸型；接高前施工缝处的混凝土应凿毛，清洗干净，并充分润湿；在浇筑上层混凝土前用不低于混凝土设计强度等级的水泥砂浆进行接浆处理。

5.3.4 沉井的钢筋连接宜采用焊接或机械连接；钢筋的搭接长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

5.3.5 混凝土浇筑采用分层平铺时，每层混凝土的浇筑厚度宜为 300mm~500mm。

5.3.6 水平施工缝应留置在底板凹槽、凸榫或沟、洞底面以下 200mm~300mm。沉井井壁及框架不宜设置竖向施工缝。

5.3.7 钢沉井的制作应符合下列规定：

1 钢沉井宜在工厂内加工，并应根据设计文件编制制造工艺，绘制加工图和拼装图。

2 钢沉井的分节、分块吊装单元应在胎架上组装、施焊。胎架表面的高差不应大于 4mm，并应有足够的承载能力，在拼装过程中不均匀沉降差不应大于沉井制作允许偏差要求。

3 钢沉井刃脚位置、节段上下端位置、顶部位置需采取加强措施。

4 钢沉井的制作应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和现

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/557116142106006035>