

中华人民共和国行业标准

水运工程桶式基础结构与施工规程

JTS/T 167—16—2020

主编单位:中交第三航务工程勘察设计院有限公司

连云港市交通运输局

批准部门:中华人民共和国交通运输部

施行日期:2020年9月15日

人民交通出版社股份有限公司

2020·北京

交通运输部关于发布《水运工程 桶式基础结构与施工规程》的公告

2020 年第 52 号

《水运工程桶式基础结构与施工规程》(以下简称《规程》)为水运工程推荐性行业标准,标准代码为 JTS/T 167—16—2020,自 2020 年 9 月 15 日起施行,由交通运输部水运局负责管理和解释,其文本可在交通运输部政府网站“水运工程行业标准”专栏(mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)下载。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
2020 年 7 月 6 日

制定说明

本规程是根据《交通运输部办公厅关于下达 2016 年度水运工程标准编制计划的通知》(交办水函〔2016〕731 号)的要求,由交通运输部水运局组织有关单位,结合我国水运工程发展需要,经过深入调查和专题研究,总结和吸纳桶式基础结构科研、设计和施工的实践经验,并广泛征求相关单位和专家的意见,制定而成。

近年来,水运工程基础设施建设坚持走“资源节约型、环境友好型”的绿色发展道路,在淤泥质海域开发了桶式基础结构防波堤和护岸新形式,并在工程实践中得到较好应用。为统一桶式基础结构设计施工技术要求 and 推广应用,编制了本规程。

本规程共分 7 章 6 个附录,并附条文说明,主要包括桶式基础结构设计、桶式基础结构施工、监测、质量检验等。

本规程主编单位为中交第三航务工程勘察设计院有限公司、连云港市交通运输局,参编单位为中交第三航务工程局有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中交第一航务工程局有限公司。本规程编写人员分工如下:

- 1 总则:沈雪松 李 武 程泽坤
- 2 术语:李 武 程泽坤 沈雪松
- 3 基本规定:程泽坤 沈雪松
- 4 桶式基础结构设计:李 武 程泽坤 杭建忠 刘晓曦 马哲超 李 亚
李元音 赵 妍
- 5 桶式基础结构施工:练学标 沈雪松 夏俊桥 庞 亮 宫云增 黄朋举
李 武 赵 越
- 6 监测:孙洋波 夏俊桥 赵 越 方利鹤 李 武 练学标 沈雪松 庞 亮
- 7 质量检验:赵 越 沈雪松 黄朋举 方利鹤

附录 A:李 武

附录 B:李 武

附录 C:刘晓曦

附录 D:马哲超

附录 E:夏俊桥

附录 F:李 武

本规程于 2019 年 11 月 21 日通过部审,2020 年 7 月 6 日发布,自 2020 年 9 月 15 日起施行。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见,请及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街 11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本规程管理组(地址:上海市徐汇区肇嘉浜路 831 号,中交第三航务工程勘察设计院有限公司,邮政编码:200032),以便修订时参考。

目 次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 基本规定	(3)
4 桶式基础结构设计	(5)
4.1 一般规定	(5)
4.2 结构形式与尺度	(5)
4.3 结构计算	(7)
4.4 构造	(13)
4.5 耐久性	(14)
5 桶式基础结构施工	(15)
5.1 一般规定	(15)
5.2 制作	(15)
5.3 出运	(18)
5.4 浮运	(19)
5.5 定位	(20)
5.6 下沉	(21)
6 监测	(22)
7 质量检验	(23)
附录 A 转动中心计算	(27)
附录 B 桶式基础结构内力分析简化模型	(28)
附录 C 抗滑、抗倾数值模拟验算	(30)
附录 D 浮游稳定计算	(31)
附录 E 桶式基础下沉计算	(32)
附录 F 本规程用词说明	(34)
引用标准名录	(35)
附加说明 本规程主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(36)
条文说明	(39)

1 总 则

1.0.1 为统一桶式基础结构与施工技术要求,做到技术先进、安全可靠、耐久适用、经济合理、节能和环保等,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于采用桶式基础结构的防波堤、护岸、围堤等工程的设计、施工、监测和质量检验。

1.0.3 桶式基础结构的设计、施工、监测和质量检验除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 桶式基础 Bucket-Base

一种倒扣插入水下软土地基的桶形多隔仓结构,由桶壁、隔板和盖板组成,通过与土体共同作用,形成防波堤、护岸、围堤等结构的基础。

2.0.2 整体桶式基础结构 Integral-bucket-base Structure

桶式基础与上部结构连接为整体的结构。

2.0.3 分离桶式基础结构 Parted-bucket-base Structure

桶式基础安装后,将上部结构安放在桶式基础上的组合结构。

2.0.4 气密性 Air Tightness

桶式基础各隔仓封仓后,各隔仓在一定的工作时间内维持设计气压稳定的性能。

2.0.5 浮游稳定 Floating Stability

桶式基础结构在水中起浮后,利用桶式基础隔仓内的气体排水和结构排水形成浮力,使桶式基础结构在漂浮、浮运和定位的过程中处于稳定的状态。

3 基本规定

3.0.1 桶式基础结构可用于水下软土地基,并结合建筑物的使用功能、地质水文条件、施工条件、工期要求等,通过技术经济比较后确定。

3.0.2 采用桶式基础结构的防波堤和护岸工程,其设计使用年限和结构安全等级应根据现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)的有关规定确定。

3.0.3 桶式基础宜采用圆形、矩形、矩形与半圆组合等整体性较好的外形。隔仓应具有气密性,并宜对称布置。

3.0.4 桶式基础结构制作材料可采用钢筋混凝土、钢材、钢-混凝土组合或其他新型材料等。

3.0.5 桶式基础结构应根据环境条件 and 设计使用年限要求等进行相应的结构耐久性设计,并应符合现行行业标准《水运工程结构耐久性设计标准》(JTS 153)的有关规定。

3.0.6 采用桶式基础结构的防波堤和护岸工程,其设计水位、设计波浪、允许越浪应按现行行业标准《港口与航道水文规范》(JTS 145)和《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)的有关规定确定;桶式基础结构抗震设防标准应按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)的有关规定确定。

3.0.7 桶式基础结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计,并应符合下列规定。

3.0.7.1 桶式基础结构的作用应包括永久作用、可变作用和地震作用,有特殊要求时应考虑偶然作用。作用标准值的确定应符合现行行业标准《港口工程荷载规范》(JTS 144—1)、《港口与航道水文规范》(JTS 145)和《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)等规范的有关规定。

3.0.7.2 桶式基础结构的制作、出运、浮运、下沉等施工期和使用期等应进行相应的结构强度计算、结构稳定、整体稳定和地基承载力验算。

3.0.7.3 桶式基础结构设计时,所采用的荷载分项系数和设计状况应符合现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)和《码头结构设计规范》(JTS 167)等有关规定,计算和验算应采用可能同时出现的作用的最不利组合。

3.0.8 桶式基础结构制作场址的选择应根据工程位置、运输方式、构件尺寸、重量、数量及材料来源等因素合理确定。

3.0.9 桶式基础结构的设计和制作、出运、浮运、下沉等施工过程应满足安全、节能和环保的要求。

3.0.10 桶式基础结构应通过试沉试验,验证设计、施工参数和施工工艺。

3.0.11 桶式基础结构施工期和使用期应采取必要的监测措施。

3.0.12 桶式基础结构施工和使用期应进行沉降和位移观测,定期观察结构状态。观测方法应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)等有关规定。

3.0.13 围堤的设计、施工、监测和质量检验可参照本规程护岸有关规定执行。

4 桶式基础结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 桶式基础结构设计应综合考虑下列条件：

- (1) 当地气象、水文、地形、地质和地震等自然条件；
- (2) 制作场地、施工装备和材料供应等条件；
- (3) 使用要求等。

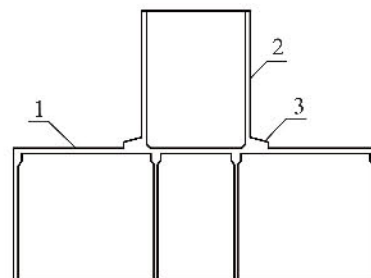
4.1.2 桶式基础的地质勘察除应满足现行行业标准《水运工程岩土勘察规范》(JTS 133)规定外,还应进行结构安装区域内障碍物、坚硬夹层的勘探。

4.1.3 桶式基础结构应结合变位要求、结构形式和土层分布,选择合适的持力层。

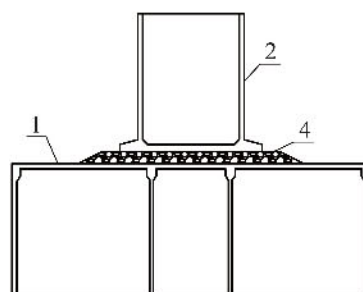
4.1.4 桶式基础结构建筑物的设计波浪重现期和设计波高累积频率应按现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)中直立式防波堤与护岸设计的有关规定确定。

4.2 结构形式与尺度

4.2.1 桶式基础结构根据结构受力和施工条件等因素,可选用整体桶式基础结构或分离桶式基础结构;当地质分布不均匀时,可采用增加钢靴的桶式基础结构。结构形式如图 4.2.1 所示。

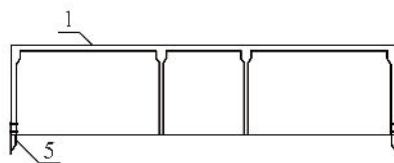


(a)整体桶式基础结构



(b)分离桶式基础结构

图 4.2.1



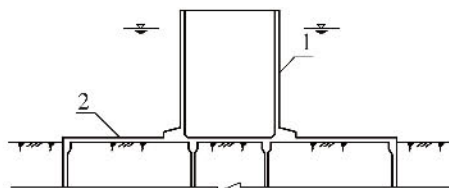
(c)带钢靴的桶式基础

图 4.2.1 结构形式示意图

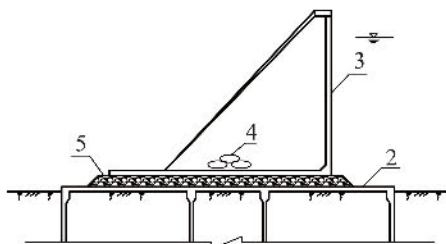
1-桶式基础;2-上部结构;3-盖板上杯口;4-过渡垫层;5-钢靴

4.2.2 桶式基础平面形状可选用圆形、矩形或圆形与矩形组合形式等,并应根据结构受力、稳定性、制作及施工条件等经论证选用。

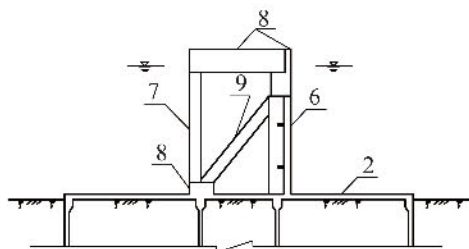
4.2.3 桶式基础结构的上部结构(图 4.2.3)可选用箱式结构、扶壁结构、框架结构等形式,并应根据使用功能要求、自然条件和结构受力条件等确定主尺度。



(a)箱式结构



(b)扶壁结构



(c)框架结构

图 4.2.3 上部结构形式示意图

1-上部结构;2-桶式基础盖板;3-扶壁;4-抛石;5-抛石垫层;6-扶壁板;7-柱;8-梁;9-斜撑

4.2.4 桶式基础的主尺度,应根据地质条件、结构的稳定性、隔仓内土体隆起高度和施工装备能力等确定。平面主尺度的长度与宽度之比,宜采用 1.0~2.0;深度与宽度比,宜采用 0.25~1.0。结构示意图如图 4.2.4 所示。

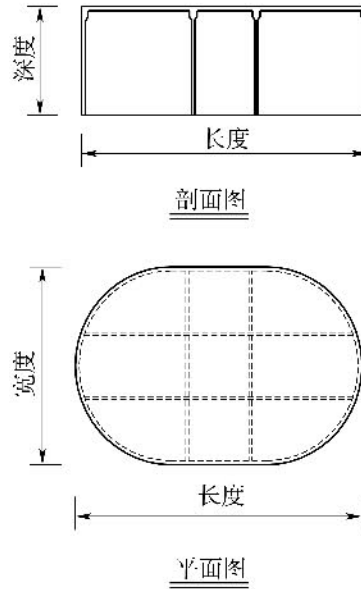


图 4.2.4 桶式基础示意图

4.2.5 桶式基础长、宽方向隔仓的数量均不应小于 2 个,并应避免狭小面积产生土塞效应。隔仓平面尺度应根据内力计算确定,最大尺度不宜大于 12.0m。

4.2.6 桶式基础入土深度不宜小于 5m。在冲刷水域桶式基础周边应采取护底措施,必要时护底尺度应由模型试验确定。

4.2.7 桶式基础下沉阻力大于下沉力且盖板高于安装泥面时,桶式基础隔仓内土体隆起高度可按下式计算:

$$h = K_0 \frac{0.5V_1 + V_2}{A} \quad (4.2.7)$$

式中 h ——土体隆起高度(m);

K_0 ——土体隆起高度调整系数,一般取 0.7~0.9;

V_1 ——入土桶壁体积(m^3);

V_2 ——入土隔板体积(m^3);

A ——桶式基础的内截面面积(m^2)。

4.3 结构计算

4.3.1 桶式基础结构设计主要计算内容应符合下列规定。

4.3.1.1 承载能力极限状态设计应进行下列计算或验算:

- (1) 沿桶式基础底和沿分离桶式基础结构的基础顶抗滑稳定性;
- (2) 桶式基础抗倾稳定性和分离桶式基础结构的上部结构抗倾稳定性;
- (3) 整体稳定性;
- (4) 地基承载力;
- (5) 结构强度;
- (6) 浮游稳定性;

(7) 下沉力和下沉阻力。

4.3.1.2 正常使用极限状态设计应进行下列计算或验算：

- (1) 结构变位；
- (2) 裂缝宽度。

4.3.2 桶式基础结构施工期应进行下列计算或验算：

- (1) 桶式基础结构出运、浮运、下沉及纠偏时稳定性和结构强度；
- (2) 桶式基础结构后方回填或与波浪共同作用时已安装结构的稳定性；
- (3) 桶式基础结构后方回填和与前方挖泥组合时已建成结构的稳定性；
- (4) 气浮阶段进行气密性验算。

4.3.3 桶式基础结构承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，应以计算水位对应的设计波要素所确定的波浪力作为标准值。波浪力的计算可按现行行业标准《港口与航道水文规范》(JTS 145) 的相关规定执行，必要时应通过试验确定。

4.3.4 桶式基础结构承载能力极限状态各设计状况及相应的组合中计算水位的选取应符合下列规定。

4.3.4.1 持久组合中，计算水位应分别采用设计高水位、设计低水位、极端高水位和极端低水位。护岸和围堤工程还应考虑与后方回填土地下水位相组合的某一不利水位。

4.3.4.2 短暂组合中，计算水位应分别采用设计高水位、设计低水位或施工期短暂状态下某一不利水位。

4.3.4.3 地震组合中，计算水位应按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTS 146) 的有关规定执行。

4.3.4.4 当设计高水位桶式基础结构前波态为立波，而在设计低水位已为破碎波时，应对设计高水位与设计低水位之间可能产生最大波浪力的水位情况进行计算。

4.3.5 桶式基础结构正常使用极限状态作用组合，可不计算极端高水位和极端低水位时的情况。

4.3.6 桶式基础结构各设计状况及相应的组合中设计波高的选取应符合下列规定：

(1) 持久状况，极端高水位和设计高水位时采用相应的设计波高；设计低水位时，采用推算的外海设计波浪进行波浪浅水变形分析，获得桶式基础结构前的设计波高，或当只有建筑物附近不分水位统计的设计波浪时，取与设计高水位时相同的设计波高，但不超过低水位时的浅水极限波高；极端低水位时，不考虑波浪的作用；

(2) 短暂状况，对未成型的桶式基础结构进行施工期复核时，波高的重现期采用5年~10年；

(3) 地震状况，不考虑波浪与地震作用的组合；

(4) 偶然状况，有特殊要求时按相应的设计条件确定设计波浪。

4.3.7 桶式基础结构的墙后土压力可按现行行业标准《码头结构设计规范》(JTS 167) 中的有关规定执行，有条件时也可通过数值模拟确定。

4.3.8 桶式基础结构抗震设计可按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTS 146) 的有关规定执行，必要时应进行专题研究。

4.3.9 桶式基础结构防波堤的抗倾稳定性可按式(4.3.9)验算,计算简图如图4.3.9所示。

$$\gamma_0 \gamma_p M_{PW} \leq \frac{1}{\gamma_d} [\gamma_G (M_{Gst} + M_{Gsl}) + (\gamma_{Ep} M_{Ep} K_s - \gamma_{Ea} M_{Ea})] \quad (4.3.9)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,按表4.3.9-1确定;

γ_p ——水平波浪力的分项系数,按表4.3.9-2确定;

M_{PW} ——波峰作用时水平波浪力标准值对计算面转动中心的倾覆力矩(kN·m),转动中心确定方法见附录A;

γ_d ——结构调整系数,取1.25;

γ_G ——结构和土体自重分项系数,取1.0;

M_{Gst} ——桶式基础和上部结构自重标准值对计算面转动中心的稳定力矩(kN·m);

M_{Gsl} ——桶式基础内参与抗倾土体和桶式基础盖板上回填土体的自重标准值对计算面转动中心的稳定力矩(kN·m);桶式基础内参与抗倾土体根据桶内真空度和桶壁摩擦力计算确定;

γ_{Ep} ——被动土压力的分项系数,取1.0;

M_{Ep} ——桶式基础前侧的被动土压力标准值对计算面转动中心的稳定力矩(kN·m);

K_s ——桶式基础前侧的被动土压力折减系数,取0.3~1.0,取值根据所允许的桶式基础水平位移情况确定,水平位移大时取高值;

γ_{Ea} ——主动土压力的分项系数,取1.35;

M_{Ea} ——桶式基础后侧的主动土压力标准值对计算面转动中心的倾覆力矩(kN·m)。

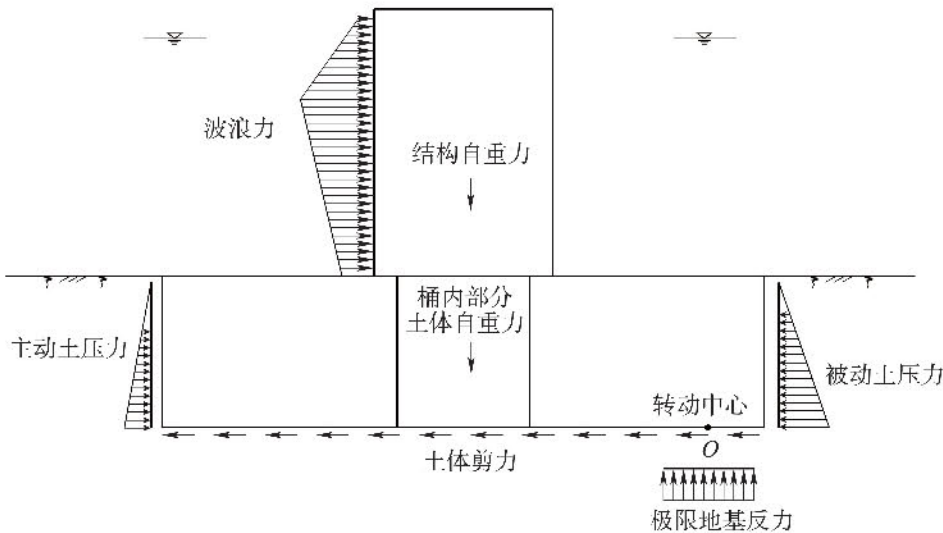


图4.3.9 桶式基础结构防波堤计算示意图

表4.3.9-1 不同安全等级的结构重要性系数 γ_0

结构安全等级	一级	二级	三级
重要性系数 γ_0	1.1	1.0	0.9

注:①安全等级为一级的防波堤与护岸,当对安全有特殊要求时, γ_0 可适当提高;

②自然条件复杂、维护有困难时, γ_0 可适当提高;

③安全等级为三级的防波堤与护岸,地基稳定性验算时, γ_0 可取1.0。

表 4.3.9-2 波浪力的分项系数 γ_p

组合情况	γ_p
持久状况	1.3
短暂状况	1.2

注:对持久状况中的极端高水位情况,其抗滑和抗倾稳定性设计表达式中的分项系数,可采用短暂状况时的分项系数值。

4.3.10 桶式基础结构防波堤的抗滑稳定性可按式(4.3.10)验算:

$$\gamma_0 \gamma_p P_w \leq [\gamma_c (G_{st} f_1 + G_{sl} f_2) + \gamma_c CB + (\gamma_{lp} E_p K_s - \gamma_{la} E_a)] \quad (4.3.10)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,按表 4.3.9-1 确定;

γ_p ——水平波浪力的分项系数,按表 4.3.9-2 确定;

P_w ——泥面以上作用在结构上的水平波浪力标准值(kN);

γ_c ——结构和土体自重力分项系数,取 1.0;

G_{st} ——桶式基础结构和桶式基础盖板上回填土体自重标准值,水下部分按浮重度计算(kN);

f_1 ——桶式基础底面与土体间的摩擦系数;

G_{sl} ——桶式基础内的土体自重标准值,按浮重度计算(kN);

f_2 ——计算面上土体间的摩擦系数,可取土体内摩擦角的正切值;

γ_c ——黏聚力分项系数,取 1.0;

C ——桶底部土体破坏剪切面的平均黏聚力(kPa);

B ——桶底部破坏剪切面面积,剪切面的确定应通过试算,选用最不利破坏面;

γ_{lp} ——被动土压力的分项系数,取 1.0;

E_p ——桶式基础前侧的被动土压力标准值(kN);

K_s ——桶式基础前侧的被动土压力折减系数,取 0.3 ~ 1.0,取值根据所允许的桶式基础水平位移情况确定,水平位移大时取高值;

γ_{la} ——主动土压力的分项系数,取 1.35;

E_a ——桶式基础后侧的主动土压力标准值(kN)。

4.3.11 桶式基础结构护岸的抗倾稳定性可按式(4.3.11)验算,计算简图如图 4.3.11 所示。

$$\gamma_0 (\varphi \gamma_p M_{pw} + \gamma_{la} M_{la} + \gamma_{laq} M_{laq}) \leq \frac{1}{\gamma_d} [\gamma_c (M_{Gst} + M_{Gsl} + M_q) + \gamma_{lp} K_s M_{lp}] \quad (4.3.11)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,按表 4.3.9-1 确定;

φ ——作用组合系数,持久组合取 0.7,短暂组合取 1.0;

γ_p ——水平波浪力的分项系数,按表 4.3.9-2 确定;

M_{pw} ——波谷作用时水平波浪力的标准值对计算面转动中心的倾覆力矩(kN·m),转动中心确定方法见附录 A;

γ_{la} ——主动土压力的分项系数,取 1.35;

M_{la} ——桶式基础结构后侧永久作用的主动土压力标准值对计算面转动中心的倾覆

- 力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);
- $M_{E_{0q}}$ ——桶式基础结构后侧可变作用水平分力标准值对计算面转动中心的倾覆力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);
- γ_d ——结构调整系数,无波浪作用或波浪非主导可变作用时取 1.25,有波浪作用并为主导可变作用时取 1.35;
- γ_c ——结构和土体自重力分项系数,取 1.0;
- $M_{G_{st}}$ ——桶式基础结构自重标准值对计算面转动中心的稳定力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);
- $M_{G_{sl}}$ ——桶式基础内参与抗倾土体和桶式基础盖板上永久回填土体的自重标准值对计算面前转动中心的稳定力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);桶式基础内参与抗倾土体根据桶内真空度和桶壁摩擦力计算确定;
- M_q ——桶式基础结构后侧可变作用的竖向分力标准值对计算面转动中心的稳定力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$);
- γ_{E_p} ——被动土压力的分项系数,取 1.0;
- K_s ——桶式基础前侧的被动土压力折减系数,取 0.3 ~ 1.0,取值根据所允许的桶式基础水平位移情况确定,水平位移大时取高值;
- M_{E_p} ——桶式基础前侧的被动土压力标准值对计算面转动中心的稳定力矩($\text{kN} \cdot \text{m}$)。

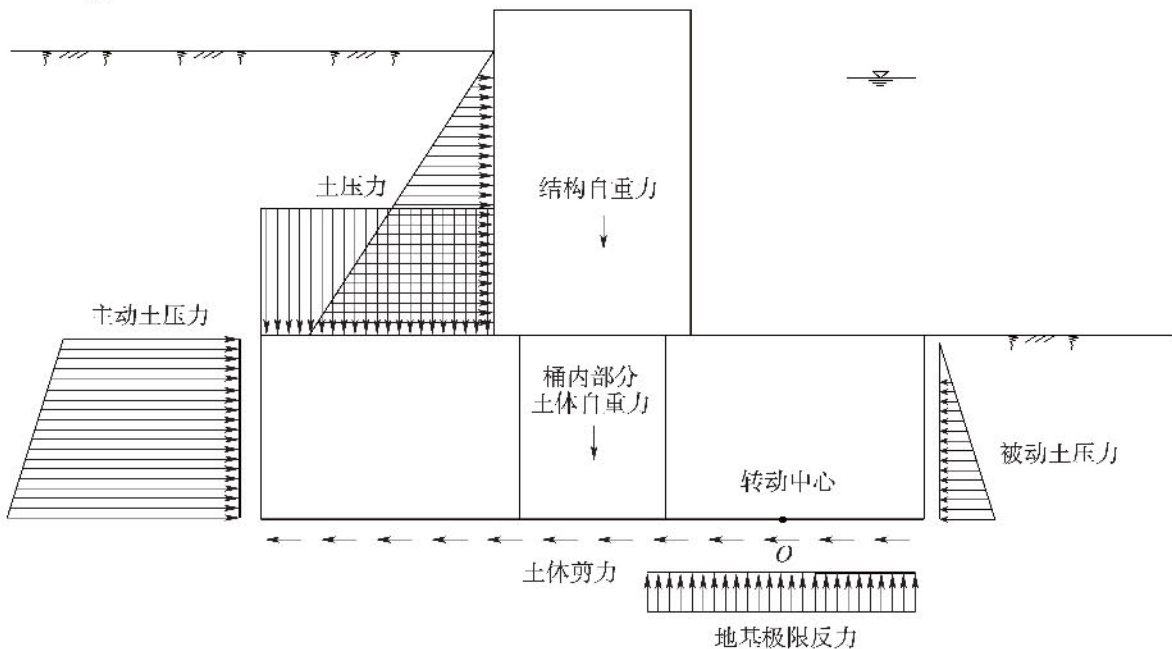


图 4.3.11 桶式基础结构护岸计算示意图

4.3.12 桶式基础结构护岸抗滑稳定性可按式验算:

$$\gamma_0(\gamma_{E_0}E_0 + \gamma_{E_{0q}}E_{0q} + \varphi\gamma_P P_w) \leq \frac{1}{\gamma_d}[\gamma_c(G_{st}f_1 + G_{sl}f_2 + G_qf_1) + \gamma_c CB + \gamma_{E_p}E_p K_s] \quad (4.3.12)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数,见表 4.3.9.1;

γ_{E_0} ——主动土压力的分项系数,取 1.35;

- E_a ——桶式基础后侧的主动土压力标准值(kN)；
 E_{aq} ——桶式基础结构后侧可变作用水平分力标准值(kN)；
 φ ——作用组合系数,持久组合取0.7,短暂组合取1.0；
 γ_p ——水平波浪力的分项系数,按表4.3.9-2确定；
 P_w ——泥面以上波谷作用在结构上的水平波浪力标准值(kN)；
 γ_d ——结构调整系数,无波浪作用或波浪非主导可变作用时取1.0,有波浪作用并为主导可变作用时取1.1；
 γ_c ——结构和土体自重力分项系数,取1.0；
 G_{st} ——桶式基础结构和桶式基础盖板上永久回填土体自重标准值,水下部分按浮重度计算(kN)；
 f_1 ——桶式基础底面与土体间的摩擦系数；
 G_{sl} ——桶式基础内的土体自重标准值,按浮重度计算(kN)；
 f_2 ——计算面上土体间的摩擦系数,可取土体内摩擦角的正切值；
 G_q ——桶式基础结构上竖向荷载标准值(kN)；
 γ_c ——黏聚力分项系数,取1.0；
 C ——桶底部土体破坏剪切面的平均黏聚力(kPa)；
 B ——桶底部破坏剪切面面积,剪切面的确定应通过试算,选用最不利破坏面；
 γ_{lp} ——被动土压力的分项系数,取1.0；
 E_p ——桶式基础前侧的被动土压力标准值(kN)；
 K_s ——桶式基础前侧的被动土压力折减系数,取0.3~1.0,取值根据所允许的桶式基础水平位移情况确定,水平位移大时取高值。

4.3.13 桶式基础结构地基承载力、整体稳定性验算和地基沉降计算,应符合现行行业标准《水运工程地基设计规范》(JTS 147)的有关规定。地基承载力、整体稳定性验算应计入波浪力的作用。

4.3.14 桶式基础结构强度计算时,应考虑气浮、下沉、纠偏阶段隔仓所受内外压力差和使用荷载。气压产生的压力差分项系数可取1.05,其余作用分项系数可按现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)和《码头结构设计规范》(JTS 167)的有关规定选用。

4.3.15 桶式基础结构内力计算采用数值分析方法时,各阶段简化模型可按附录B确定。桶式基础结构整体抗倾、抗滑稳定验算采用数值模拟分析时,可按附录C执行。

4.3.16 桶式基础结构施工期的浮游稳定验算可按附录D执行。

4.3.17 桶式基础结构下沉力与下沉阻力可按附录E进行计算。下沉力与下沉阻力的比例宜大于1.5。

4.3.18 分离桶式基础上部结构的计算或验算,可按现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)中直立式结构的相关规定执行。

4.3.19 桶式基础结构前需要进行护底时,护底结构的设计应符合现行行业标准《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)的相关规定;堤头护底应较堤身适当加强。

4.4 构造

4.4.1 桶式基础结构采用混凝土材料时,构件最小厚度不宜小于 200mm;采用钢材时,板厚不宜小于 12mm。

4.4.2 整体桶式基础结构的上部结构与桶式基础连接处,应采用局部加强的措施。钢筋混凝土加强宽度不宜小于盖板厚度的 3 倍,高度加强范围不宜小于盖板厚度的 1.5 倍,如图 4.4.2 所示。

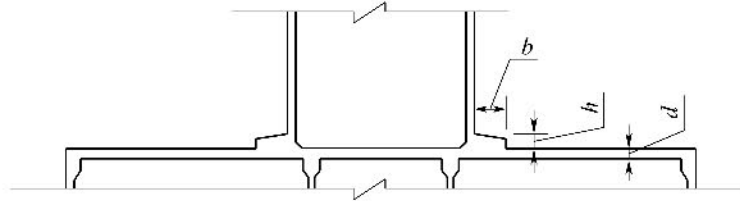


图 4.4.2 局部加强示意图

b -钢筋混凝土加强宽度; h -钢筋混凝土加强高度; d -盖板厚度

4.4.3 分离桶式基础结构的上部结构与桶式基础之间采用过渡垫层时,过渡垫层厚度不宜小于 0.4m。

4.4.4 桶式基础的盖板可采用叠合板结构,预制板搁置牛腿高度不应小于 600mm,单侧宽度不应小于 200mm。

4.4.5 桶式基础的每个隔仓盖板上均应设置预留抽气孔、抽水孔,抽气孔直径宜取 30mm~80mm,抽水孔直径宜取 50mm~100mm。施工完成后应封闭。

4.4.6 混凝土桶式基础的桶壁、隔板的高度方向可采取变截面,下部高度应根据计算确定,且不宜小于 3.0m。

4.4.7 桶式基础采用钢材时,桶壁、隔板、盖板应设置加强肋。当桶壁、隔板设置加强肋时,应采取降低土塞效应的措施。开孔洞处应局部加强。

4.4.8 桶式基础的施工缝应采取保证气密性的隔断措施。

4.4.9 桶式基础安装最小净距宜取桶式基础结构高度的 3%,但不宜小于 50cm,桶式基础结构间的间隙应根据结构使用要求采用不同的处理方法,并应符合下列规定。

4.4.9.1 桶式基础结构防波堤可不封堵桶间缝隙,如图 4.4.9-1 所示。

4.4.9.2 桶式基础结构护岸可采用堵缝结构与模袋混凝土组合、预制块体与现浇混凝土组合等方式封堵桶间缝隙。封堵范围应至泥面以下不小于 2.0m,泥面处可采用袋装砂扇形防护,防护半径不宜小于 3.0m,厚度不宜小于 1.5m,如图 4.4.9-2 所示。

4.4.10 桶式基础结构的上部结构可设置翼板,相邻翼板净距不宜大于 50cm,如图 4.4.9-1 所示。

4.4.11 桶式基础结构钢筋骨架应设置构造拉结筋。

4.4.12 桶式基础结构应设置拖带固定装置。

4.4.13 桶式基础下设钢靴时,可采用刚性连接,连接处应采取加强措施。

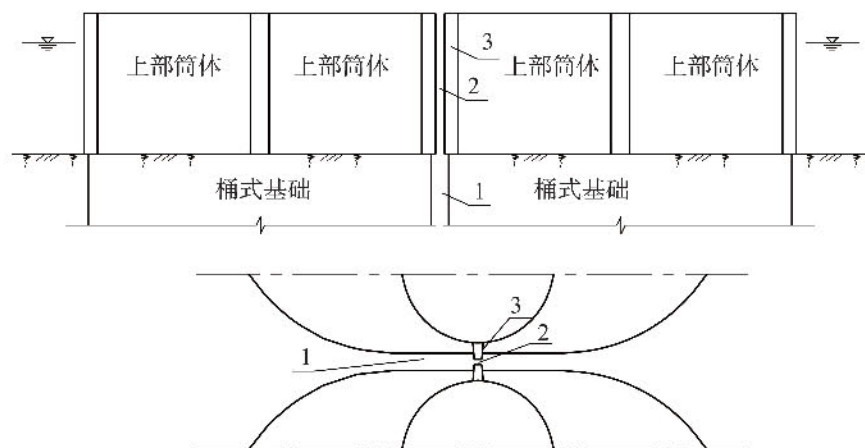


图 4.4.9-1 防波堤桶间示意图

1-桶式基础间安装净距;2-上部筒预制翼缘净距;3-上部筒预制翼缘

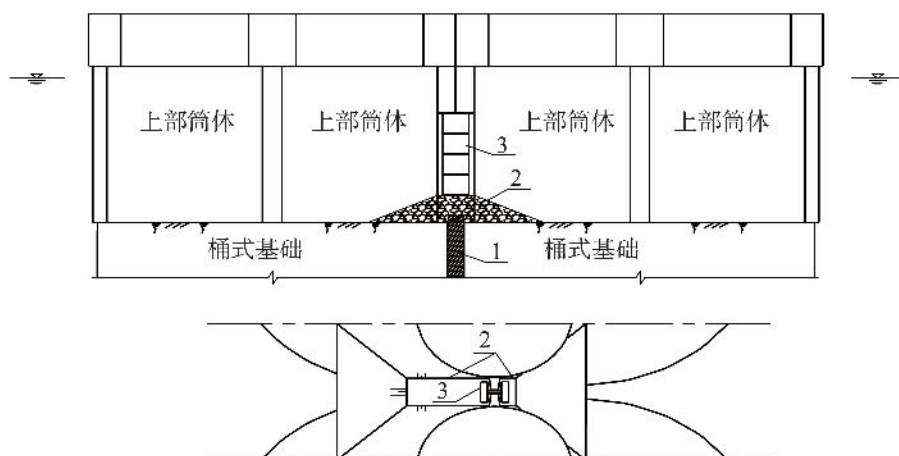


图 4.4.9-2 护岸桶间堵缝示意图

1-堵缝结构;2-抛石棱体;3-预制块体

4.5 耐久性

4.5.1 桶式基础结构耐久性设计应符合现行行业标准《水运工程结构耐久性设计标准》(JTS 153)的有关规定。

4.5.2 桶式基础结构受冰冻和冰凌作用时,上部结构应采用抗冻、抗磨损和抗撞击性能好的结构形式和材料。

5 桶式基础结构施工

5.1 一般规定

5.1.1 桶式基础结构施工应具备下列资料:

- (1)地形、水文、气象、工程环境等资料;
- (2)工程地质勘察报告;
- (3)设计文件;
- (4)勘测平面控制网点、水准点交接和复核资料;
- (5)施工区域存在障碍物的探查及清理记录资料。

5.1.2 桶式基础结构的工程附近宜具备构件制作和出运的条件。

5.1.3 桶式基础结构施工应根据结构特点、现场条件、施工能力和工期要求等,合理确定施工组织方案。

5.1.4 桶式基础结构施工应根据结构特点、设计要求、施工环境等条件,结合试沉试验结果,对制作、出运、浮运、定位、下沉等工序确定合适的施工工艺和施工装备。

5.1.5 桶式基础结构施工前应对水文、气象、地形和地质等现场条件进行调查和分析,结合施工装备和水上施工环节确定合理可行的施工作业条件。

5.1.6 桶式基础结构施工的测量控制网和施工测量、竣工测量应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTS 131)的有关规定。

5.1.7 桶式基础结构浮运、安装时,宜采用自动定位操控系统辅助施工,并对仓内气压、平面位置、高程、倾斜度等进行实时监控。

5.1.8 桶式基础结构宜在风力不大于6级、波高不大于1.0m、流速不大于0.5m/s的工况条件下进行施工作业,施工装备能力强、掩护条件好的海域进行论证后可适当放宽作业条件。

5.2 制 作

5.2.1 桶式基础结构制作场选址应根据自然条件、运输距离、生产量、工程进度和船机设备等因素进行综合技术经济比较后确定。

5.2.2 桶式基础结构制作场应进行专项设计,制作场应临水布置,各功能区宜相对独立、便于流水施工。

5.2.3 桶式基础结构可采用整体制作、分层制作或分体拼装等工艺。

5.2.4 混凝土桶式基础制作应保证气密性,并应符合下列规定。

5.2.4.1 混凝土配合比应进行专项设计。

5.2.4.2 固定模板的对拉螺栓宜避免穿透桶壁、隔板和盖板。对拉螺栓穿过构件时,应采取闭气措施。

5.2.4.3 施工缝应进行凿毛处理,清除水泥薄膜、松动石子以及软弱混凝土层;浇筑新混凝土前,应充分湿润下层混凝土表面,低洼处不得留有积水;分层处施工缝应采用压槽工艺,并设置止水带、止水条或止水钢板等。

5.2.4.4 桶式基础制作完成后,应对桶壁、隔板和盖板有无裂缝、蜂窝、破损、密实性等进行检查,发现缺陷应进行相应的处理。

5.2.5 桶式基础结构混凝土模板应考虑变形、结构稳定、方便拆装等要求进行专项设计。底模应根据搬运工艺进行专门设计,并应对不同工况下制作场地的台座基础进行验算。

5.2.6 模板制作、安装质量应符合设计和现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的要求。模板的底边、拼缝、孔洞等应采取止浆措施。

5.2.7 桶式基础结构模板使用前应进行预拼装,对整体尺寸、平整度、支撑稳定性、锚栓连接强度等进行验收。

5.2.8 桶式基础结构模板存放和安装过程中应采取保证稳定性的加固措施,支撑安装必须稳固、牢靠。

5.2.9 桶式基础结构混凝土配制应满足现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)和《海港工程高性能混凝土质量控制标准》(JTS 257-2)的相关要求。

5.2.10 混凝土配合比设计应达到设计要求的强度等级、耐久性指标、体积稳定性、工作性指标和气密性要求等,并通过试验确定最优配合比。

5.2.11 桶式基础结构钢筋加工、绑扎施工应按现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)操作,施工质量应满足现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的相关规定。

5.2.12 桶式基础结构钢筋骨架整体吊运时,应采取防止扭曲、弯折、歪斜的措施。

5.2.13 混凝土浇筑及养护应按现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)的有关规定执行,施工质量应满足现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

5.2.14 桶式基础结构预埋抽气管道、抽水管道、拖带和固定装置等应安装牢固。

5.2.15 混凝土桶式基础盖板采用叠合板工艺时,应符合下列规定。

5.2.15.1 预制盖板安装前应核对构件型号,混凝土强度应满足设计要求。

5.2.15.2 预制盖板安装前,在搁置面上铺一层 10mm ~ 20mm 厚水泥砂浆,应确保砂浆铺设位置准确、坐浆饱满,随铺随安装,并及时勾缝。

5.2.16 混凝土桶式基础与上部结构制作的允许偏差应符合表 5.2.16 的规定。

5.2.17 钢质桶式基础结构的制作宜在工厂整体制作,也可分段制作在运输船上拼接;所有焊缝应进行外观检查,应无明显缺陷,焊缝内部应进行无损探伤。制作质量应符合现行行业标准《水运工程钢结构设计规范》(JTS 152)的有关规定。

5.2.18 钢质桶式基础结构制作的允许偏差应符合表 5.2.18 的规定。

表 5.2.16 混凝土桶式基础与上部结构制作的允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)
1	长度	$L \leq 20\text{m}$	± 25
		$L > 20\text{m}$	$\pm (5 + L)/1000$
2	高度		± 10
3	壁厚		-5, +10
4	端圆度	$D \leq 10\text{m}$	50
		$D > 10\text{m}$	$5D/1000$
5	顶面平整度		10
6	内外壁竖向倾斜		$2H/1000$
7	内外壁平整度		5
8	相邻段错台		10

注: L -桶式基础或上部结构长度; D -桶式基础或上部结构为圆弧时的直径; H -桶式基础或上部结构高度; 单位均为 mm.

表 5.2.18 钢质桶式基础结构制作的允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)
1	长度	$L \leq 20\text{m}$	± 15
		$L > 20\text{m}$	$\pm L/1000$
2	高度		± 10
3	壁厚		-1
4	端圆度	$D \leq 10\text{m}$	30
		$D > 10\text{m}$	$3D/1000$
5	顶面平整度		20
6	内外壁竖向倾斜		$2H/1000$
7	内外壁平整度		3
8	相邻段错台		3

注: L -桶式基础或上部结构长度; D -桶式基础或上部结构为圆弧时的直径; H -桶式基础或上部结构高度; 单位均为 mm.

5.2.19 组合桶式基础连接的施工要求应按国家现行标准《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1)和《钢-混凝土组合结构施工规范》(GB 50901)的有关规定执行。

5.2.20 桶式基础结构防腐施工应满足设计要求,并应符合现行行业标准《海港工程混凝土结构防腐蚀施工技术规范》(JTJ 275)和《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》(JTS 153—3)的有关规定。

5.2.21 桶式基础结构的安装操作平台宜在制作场地完成安装,抽气管道、抽水管道与操作平台上相应的管道、闸阀等附属设施的安装可在出运前完成,并应进行检查,保证接口气密性好,编号对应正确。

5.3 出 运

5.3.1 桶式基础结构出运可分为场内运输环节、装船或下水环节,各环节应根据结构特点、场地条件和施工机械能力等确定出运工艺。

5.3.2 桶式基础结构出运前应对抽气、抽水管道及控制设备,测量定位设备,充气设备和拖带设备等进行调试。

5.3.3 桶式基础结构场内运输可采用吊运、气囊或台车搬运等工艺。采用吊运工艺时吊具应进行专门设计。

5.3.4 采用气囊搬运桶式基础结构时,应符合下列规定。

5.3.4.1 气囊搬运应设置专用托盘。

5.3.4.2 气囊的选型、长度、布置间距等应经验算确定。

5.3.4.3 气囊应进行出厂检验和现场检验。进场气囊必须具有完整的出厂检验合格证,有下列情形之一时,使用前应进行现场检验,现场检验标准应与出厂检验标准一致,检验数量为100%:

- (1)首次使用的气囊;
- (2)气囊储存和使用超过一年或使用100次后;
- (3)气囊搬运工艺改变时;
- (4)批量搬运前;
- (5)搬运重量增加时;
- (6)质量安全监督检验部门提出检验要求时。

5.3.4.4 气囊充气过程中,应保证各气囊进气均匀、缓慢,避免气囊压力突然升高。充气压力达到额定压力的80%时,应暂时停止充气,检查各气囊充气压力和高度,并使其基本一致。气囊充气达到工作压力和高度时应停止充气。气压达到计算值、气囊工作高度未达到时,应查找原因并采取措施。

5.3.4.5 桶式基础结构搬运行进速度宜控制在2m/min以内。

5.3.4.6 应实时观察桶式基础结构搬运过程中的轴线偏移,并及时纠偏。

5.3.4.7 搬运过程中,通道两侧应设置安全防护措施。

5.3.4.8 气囊搬运所经场地和通道面层应无尖锐硬物,场地和通道面层应平整,坡度不宜大于气囊直径与构件长度之比的0.5倍。

5.3.5 采用台车搬运桶式基础结构时,台车选型应根据桶式基础结构尺寸、重量和场地特性等确定,台车顶升着力点应符合设计要求,平面高差宜小于1‰。台车顶升、行进、下落等应符合设备操作规定。

5.3.6 桶式基础结构水上运输可采用船舶运输或水上直接拖带的运输工艺。

5.3.7 采用船舶运输工艺时,应配有出装码头,桶式基础结构装船可采用有轨台车、无轨台车、气囊搬运或吊装等工艺。

5.3.8 采用气囊或台车搬运桶式基础结构装船时,船舶与出装码头对位后应带紧缆绳,实时调节船舶平衡,搬运过程船体的横倾和纵倾应满足安全要求。

5.3.9 采用水上直接拖带工艺时,桶式基础结构下水可采用吊装、半潜驳或浮船坞、滑道等工艺。

5.3.10 采用滑道下水工艺时,桶式基础结构所在滑道气浮位置应满足气浮水深需求,并满足起浮后桶式基础结构浮运及拖带拖轮需要的水深。

5.4 浮 运

5.4.1 桶式基础结构入水过程中应检验气密性,并应满足浮运和负压下沉的要求。

5.4.2 桶式基础结构浮运拖带前应对下列内容进行验算:

- (1) 浮游稳定性;
- (2) 吃水高度、封仓水高度;
- (3) 干舷高度;
- (4) 定倾半径等。

5.4.3 桶式基础结构的浮游稳定性可根据气压平衡原理进行计算,也可按附录 D 计算;吃水高度、干舷高度、定倾半径可按现行行业标准《码头结构设计规范》(JTS 167)中沉箱的有关规定执行。

5.4.4 桶式基础结构的气浮期间应符合下列规定。

5.4.4.1 波高不宜大于 1m。

5.4.4.2 桶式基础结构定倾高度应大于 0.6m。

5.4.4.3 桶式基础盖板底面应高于桶外水位 0.3m,且气柱高度应大于内外水位差的高度。

5.4.4.4 桶式基础富裕水深应大于 0.5m。

5.4.5 浮运过程中桶式基础盖板底面应位于桶外水位 0.3m 以上,桶式基础仓内封仓水高度不应小于 L_2 ,且不小于 1m。

$$L_2 = 0.5B\sin\theta \quad (5.4.5)$$

式中 L_2 ——隔仓内封仓水高度(m);

B ——桶式基础浮游稳定计算方向上的宽度(m);

θ ——浮运过程中桶式基础最大摆角($^\circ$)。

5.4.6 桶式基础结构下水时,应根据浮游稳定计算结果调整桶式基础内气体量,达到稳定状态后方可拖运。

5.4.7 桶式基础结构采用半潜驳或浮船坞水上运输时,半潜驳或浮船坞下潜施工应符合下列规定。

5.4.7.1 宜选择合适潮位出驳。半潜驳或浮船坞下潜、桶式基础结构气浮和浮运时,能见度宜大于 1000m。中长周期波海况出驳应进行专项论证。

5.4.7.2 半潜驳或浮船坞下潜过程应保证气浮作业的水深要求。

5.4.7.3 半潜驳或浮船坞可分阶段下潜,各阶段下潜深度应进行验算。

5.4.7.4 根据桶式基础姿态和各隔仓内的气压,应实时进行充、排气调平,并应采取防止桶式基础结构与周边设施设备碰撞的措施。

5.4.8 桶式基础结构气浮拖带速度不宜大于 0.5m/s。

5.4.9 桶式基础结构浮运拖带力可按下列公式计算：

$$F = A\gamma_w \frac{v^2}{2g}k \quad (5.4.9-1)$$

$$A = D(T + \delta) \quad (5.4.9-2)$$

式中 F ——拖带力标准值(kN)；

A ——桶式基础受水流阻力的面积(m^2)；

γ_w ——水的重度(kN/m^3)；

v ——桶式基础拖带与水流的相对速度(m/s)；

g ——重力加速度(m/s^2)，取 9.807；

k ——桶式基础形状系数，矩形取 1.0，流线型取 0.75；

D ——迎水面结构宽度(m)；

T ——桶式基础吃水(m)；

δ ——桶式基础前涌水高度(m)，取 0.6 倍航程中可能出现的波高。

5.4.10 桶式基础结构的拖带应根据自然条件、施工设备等，综合选择拖带方式，可采用绑拖、拽拖或顶推等方式，并应编制专项拖带方案。

5.4.11 浮运时，应根据船舶性能、海况和浮运安全要求，适当配备观察船、充气船、交通船、锚艇和起重船等辅助作业。

5.4.12 桶式基础结构拖带航线应满足下列要求：

- (1) 拖带航线通航富裕水深大于 0.5m，并考虑可能出现的波高对水深的影响；
- (2) 拖带航线水深不满足通航要求时，进行航道专项设计；
- (3) 拖带沿线，避免暗礁、浅点、渔网和水产养殖设施等障碍。

5.4.13 桶式基础结构水上拖带应符合水上航行有关规定。

5.4.14 桶式基础结构浮运拖带应符合下列规定。

5.4.14.1 桶式基础结构拖带前，应掌握水文气象预报资料。

5.4.14.2 桶式基础结构下水时应进行浮游稳定检验，观察浮游稳定和姿态不宜小于 10min。

5.4.14.3 拖带时应实时观察桶式基础结构的吃水、隔仓内气压、倾角，并做好记录，发现异常及时补气调整浮运姿态。姿态调整过程应缓慢进行。

5.4.14.4 桶式基础结构拖带时必须配备观察船进行警戒，拖带过程中桶式基础结构上不得载人。

5.4.15 桶式基础结构水上浮运拖带距离不宜大于 3.0km，拖带距离大于 3.0km 时应专项论证。

5.5 定 位

5.5.1 桶式基础结构可采用起重船辅助定位、单驳船辅助定位、双船对拉定位、专用水下锚缆定位、专用船定位等方法，应根据施工现场条件、设备能力等因素合理选择定位方法。

5.5.2 桶式基础结构定位测量宜采用卫星定位系统。

5.5.3 桶式基础结构定位过程中应采取防止其他船舶或漂浮物进入施工区域的措施,并应配备辅助船舶进行安全警戒。

5.6 下 沉

5.6.1 桶式基础结构安装前应探明施工区域地质情况,应对妨碍下沉的坚硬夹层或障碍物等进行处理。

5.6.2 安装位置的泥面平整度应满足设计要求。

5.6.3 桶式基础结构下沉前应确认排污泵、真空泵、空压机及相关管线等设备设施的完好性。

5.6.4 桶式基础结构下沉可分为排气排水自重下沉和抽水抽气负压下沉两个阶段,并应符合下列规定。

5.6.4.1 桶式基础结构底端下沉至泥面以上 0.3m~0.5m 时,应关闭阀门停止排气排水,并进行检查,结构的平面位置和倾斜度符合要求后可继续下沉。

5.6.4.2 桶式基础结构底端排气排水下沉至泥面以下 0.3m~0.5m 时,应关闭阀门停止排气排水,并进行检查,结构的平面位置和倾斜度符合要求后可继续下沉。

5.6.4.3 自重下沉结束后应根据隔仓内水位情况分别启动排污泵或真空泵进行负压下沉。负压下沉过程中应实时监测结构姿态,倾斜度超过 1% 时,应通过调整隔仓压力纠偏。

5.6.5 桶式基础结构下沉控制标准应满足设计要求,符合下列条件之一时可结束下沉:

(1) 桶式基础结构达到设计高程时,下沉力维持不小于设计承载力 30min 的结构下沉量小于 3mm;

(2) 桶式基础结构未达设计高程时,下沉力提高至 1.5 倍设计承载力,直至达到设计高程;达不到设计高程时,当下沉深度距设计高程 1.0m 范围内时,维持 60min 的结构下沉量小于 5mm。

5.6.6 桶式基础结构下沉位置大于设计高程 1.0m 或出现其他异常情况时,应进行专题研究确定处理方案。

5.6.7 桶式基础结构下沉安装完成后,应封闭桶式基础各隔仓的预留孔,并进行变形观测,必要时应及时进行护底。

5.6.8 桶式基础结构安装的允许偏差应符合表 5.6.8 的规定。

表 5.6.8 桶式基础结构安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差
1	轴线	±300mm
2	桶间距	±300mm
3	竖向倾斜	1/100

6 监 测

- 6.0.1** 监测应符合现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)的有关规定。
- 6.0.2** 桶式基础结构应按设计要求制定监测方案,并宜采用自动化监测技术。
- 6.0.3** 桶式基础结构监测数量应根据地质条件、桶式基础结构材质、形式和工程规模等确定,不应少于2组。
- 6.0.4** 桶式基础结构施工期的监测可包括隔仓气压、浮运速度、下沉速度、结构变形与变位、土压力、孔隙水压力、水流力等内容;使用期的监测可包括结构位移和变形、应力、土压力、孔隙水压力、波浪力、水流力、冰压力、振动、冻融和腐蚀等内容。
- 6.0.5** 桶式基础结构监测时,应对温度、潮位等环境因素进行同步监测。
- 6.0.6** 监测应根据技术要求和自然环境选用操作方便、抗干扰能力强、稳定性和耐久性好的仪器设备,其量程、精度指标应满足监测设计要求。监测仪器设备应定期进行维护和保养。
- 6.0.7** 监测资料应保持连续性,监测记录应规范。记录的数据应及时进行分析和反馈。
- 6.0.8** 监测资料应及时整理分析,绘制监测物理量过程线图、各监测物理量在时间和空间上的分布特征图及各物理量之间的相关关系图,有异常时,应查明原因。
- 6.0.9** 监测成果报告可分为阶段性报告和总报告,阶段性报告应包括监测内容、简要的监测方法介绍、阶段性监测成果及分析、阶段性结论等内容。总报告正文应包括监测依据、基本资料、监测内容和监测方法、监测成果综述及分析、结论等内容。

7 质量检验

7.0.1 桶式基础结构质量检验应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

7.0.2 桶式基础结构工程分部工程、分项工程可按表 7.0.2 的规定划分。工程内容与表列项目不一致时,可根据结构特点进行调整。

表 7.0.2 桶式基础结构防波堤及护岸工程分部、分项工程划分及名称

结构形式	序号	分部工程	分项工程
桶式基础结构 防波堤与护岸	1	基础	桶式基础结构预制、桶式基础结构安装、基槽开挖、袋装砂压载软体排护底、块石护底等
	2	上部结构	现浇接高筒体、现浇防浪墙、道路板预制、道路板安装、防腐等
	3	附属设施	踏步、现浇观景平台、栏杆等

7.0.3 桶式基础结构工程竣工整体尺度应符合表 7.0.3-1、表 7.0.3-2 的规定。

表 7.0.3-1 桶式基础结构防波堤竣工整体尺度允许偏差、检验数量和方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检 验 数 量	单 元 测 点	检 验 方 法
1	轴线位置	300	每 20m ~ 50m 一处	1	用卫星定位系统、全站仪或经纬仪测量
2	总长度	$\pm L/200$, 且不超过 ± 2000	逐座检查	1	
3	顶高程与设计控制高程	± 30	每 20m ~ 50m 一处	1	用卫星定位系统、全站仪或水准仪测量

注:L-堤的总长度,单位为 mm。

表 7.0.3-2 桶式基础结构护岸工程竣工整体尺度允许偏差、检验数量和方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检 验 数 量	单 元 测 点	检 验 方 法
1	轴线位置	200	每 20m ~ 50m 一处	1	用卫星定位系统、全站仪或经纬仪测量
2	总长度	$\pm L/200$, 且不超过 ± 2000	逐座检查	1	
3	顶高程与设计控制高程	-20	每 20m ~ 50m 一处	1	用卫星定位系统、全站仪或水准仪测量

注:L-护岸的总长度,单位为 mm。

7.0.4 基槽开挖分项工程的检验批宜按施工段划分,每段的长度不宜大于 10 组桶式基础长度或 200m。

7.0.5 基槽开挖后应进行定期维护,桶式基础结构安装前应进行验槽。

7.0.6 护底分项工程的检验批宜按施工段划分。每段的长度不宜大于5组桶式基础长度或100m。

7.0.7 基槽开挖的允许偏差、检验数量和检验方法应符合表7.0.7的规定。

表 7.0.7 基槽开挖允许偏差、检验数量和方法

项 目	允许偏差 (m)		检 验 数 量	单 元 测 点	检 验 方 法
	有掩护水域	无掩护或离岸 500m 以上水域			
平均超深	0.3	0.4	每 5m ~ 10m 一个断面,且不少于3个断面	1	用测深仪或测深水砣测量,2m ~ 5m 一个点,每断面取平均值

7.0.8 桶式基础结构预制和安装的检验批宜按单个结构划分。

7.0.9 施工过程中应对桶式基础结构的沉降位移进行观测和记录。

7.0.10 桶式基础应进行气密性检验,检验结果应满足设计要求。

7.0.11 桶式基础结构构件的规格和质量应满足设计要求。

7.0.12 预制桶式基础构件应满足表7.0.12的规定,表中没有的项目应按现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)中的圆沉箱标准执行。

表 7.0.12 预制桶式基础构件允许偏差、检验数量和方法

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检 验 数 量	单 元 测 点	检 验 方 法
1	轴长	$L \leq 20m$	± 25	逐件检查	4	用钢尺按米字形测量
		$L > 20m$	$\pm (5 + L)/1000$			
2	高度	± 10	8			
3	壁厚	-5, +10	8			
4	端圆度	$D \leq 10m$	50		2	取两组相互垂直直径之差
		$D > 10m$	$5D/1000$			
5	顶面平整度	10	8		用2m靠尺按米字形测量	
6	内外壁竖向倾斜	$2H/1000$	4		用经纬仪或吊线测量	
7	内外壁平整度	5	8	用2m靠尺和弧形靠尺顺母线和垂直母线两方向按米字形测量		
8	相邻段错台	10	4	用钢尺测量		

注:L-桶式基础轴长;D-桶式基础或上部结构外径;H-桶式基础或上部结构高度;单位均为mm。

7.0.13 桶式基础结构安装前应对已开挖的水下基槽进行检查,基槽底高程应符合设计要求。

7.0.14 桶式基础结构下沉完成后,应复核高程及承载力,复核结果应满足设计要求。

7.0.15 桶式基础结构安装的允许偏差、检验数量和方法应符合表7.0.15的规定。

表 7.0.15 桶式基础结构安装允许偏差、检验数量和方法

序号	项 目	允许偏差	检验数量	单元测点	检验方法
1	轴线偏差	$\pm 300\text{mm}$	逐件检查	2	用经纬仪和钢尺测量顶部
2	两桶间距偏差	$\pm 300\text{mm}$		2	用经纬仪和钢尺测量
3	竖向倾斜	1/100		2	吊线测量或用测斜仪测量两方向

7.0.16 桶式基础结构的上部结构形式的质量检验标准应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)中的有关规定。

7.0.17 上部结构分项工程的检验批宜按结构段划分,每段的长度不宜大于5组桶式基础长度或100m。

7.0.18 上部结构的模板、钢筋和混凝土等分项工程质量检验应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)中的有关规定。

7.0.19 上部结构接高根据不同的结构形式,选用相应的检验标准,主要检验项目应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定。

7.0.20 上部结构接高段允许偏差、检验数量和方法应符合表 7.0.20 的规定。

表 7.0.20 上部结构现浇接高允许偏差、检验数量和方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验数量	单元测点	检验方法
1	顶面高程	± 30	逐件检查	4	用水准仪测量
2	壁厚	± 10		4	用钢尺按十字形测量
3	主尺度	± 25		2	用钢尺量测量
4	相邻段错台	20		2	用钢尺测量迎水面和顶部,取大值
5	竖向倾斜	$2H/100$		2	用经纬仪或吊线测量
6	顶面平整度	10		2	用2m靠尺和塞尺测量三分点处
7	孔洞位置	20	抽查 50%	1	用钢尺量纵横两方向,取大值

注:H-桶式基础结构的上部结构接高高度,单位为mm。

7.0.21 采用桩与模袋混凝土组合、预制块体与现浇混凝土组合等方式封堵桶式基础结构间缝隙时,应符合下列规定。

7.0.21.1 预制桩的品种、规格和技术指标应满足设计要求。

7.0.21.2 沉桩贯入度或桩尖高程应满足设计要求。

7.0.21.3 拼接桩的接头接点处理应满足设计要求。

7.0.21.4 模袋混凝土应饱满、密实,并应紧靠桶间接缝,填充满桶间接缝与桩之间的缝隙。

7.0.21.5 预制块体制作及安装质量应符合现行行业标准《水运工程质量检验标准》

(JTS 257)的有关规定。

7.0.21.6 预制块体与现浇混凝土组合的现浇混凝土应充满预制块体间的空隙并密实。

7.0.22 结构堵缝的允许偏差应符合表 7.0.22 的规定。

表 7.0.22 结构堵缝允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检 验 数 量	单 元 测 点	检 验 方 法
1	模袋	顶面高程	+200	逐个检验	1	卫星定位系统、全站仪或水准仪
2		垂直度	$h/50$		1	吊线测量,或用测斜仪测量
3	桩	顶面高程	± 200	逐根检验	1	卫星定位系统、全站仪或水准仪
4		垂直度	$H/100$		1	吊线测量,或用测斜仪测量

注: h -模袋的层高, H -桩的长度,单位为 mm。

7.0.23 桶式基础结构应进行抗氯离子渗透检验。浪溅区及其以上应按照现行行业标准《水运工程混凝土质量控制标准》(JTS 202—2)的有关规定执行;浪溅区以下应按照现行行业标准《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239)的有关规定执行。

7.0.24 桶式基础结构采用硅烷浸渍进行防腐蚀时,应进行取样检验,取样面积 1000m^2 一组,且不少于 3 组,出现不合格时,对应取样区的全部面积应进行重新涂装。

7.0.25 防腐材料的品种和质量应满足设计要求,并应符合现行行业标准《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ 275)和《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》(JTS 153—3)的有关规定。

附录 A 转动中心计算

A.0.1 荷载作用下对计算面的转动中心宜采用数值模拟、离心模型试验等方法确定,也可按简化方法确定。

A.0.2 采用简化方法确定时,应符合下列规定。

A.0.2.1 桶式基础平面为矩形时,转动中心(图 A.0.2)设置在桶底面,转动中心距倾覆侧桶壁的距离可按下式计算:

$$O_{\text{L}} = \frac{F}{2BP} \quad (\text{A.0.2})$$

式中 O_{L} ——转动中心距倾覆侧桶壁的距离(m);

F ——计算地基面上的竖向荷载(kN),包括结构自重、桶式基础内土体自重、外荷载等;

B ——桶式基础转动轴方向水平截面宽度(m);

P ——地基极限承载力竖向应力平均值(kPa),按现行行业标准《水运工程地基设计规范》(JTS 147)的有关规定执行。

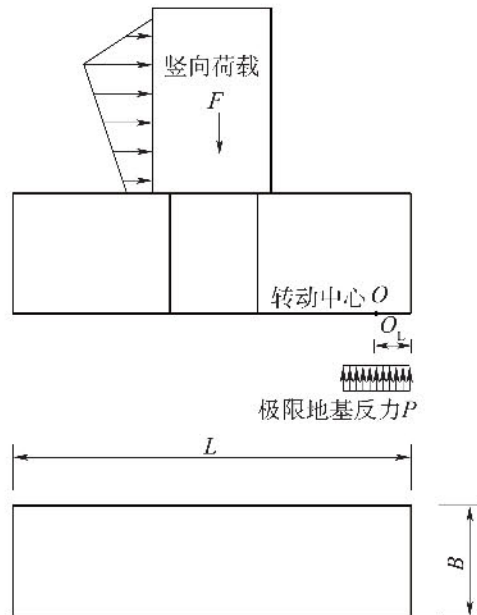


图 A.0.2 矩形截面转动中心计算图式

L -桶式基础有效计算长度(m); O -转动中心点

A.0.2.2 桶式基础平面为非矩形时,应按转动轴方向的结构宽度等面积折算为矩形进行转动中心计算。

附录 B 桶式基础结构内力分析简化模型

B.0.1 桶式基础结构应对水上气浮、下沉、纠偏和使用等阶段的内力进行分析。

B.0.2 水上气浮阶段对应的荷载简化模型,可将气压对盖板的作用简化为均布荷载;气压对桶壁的作用以外水位线为界,外水位线以上气压可简化为均布荷载,外水位线以下气压与水压力叠加后可简化为三角分布荷载至隔仓内水位线。如图 B.0.2 所示。

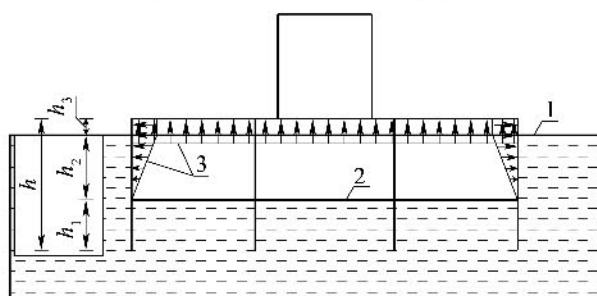


图 B.0.2 气浮阶段荷载简化模型

1-外水位线;2-内水位线;3-桶内气压

h_1 -封仓水高度(m); h_2 -排水高度(m); h_3 -干舷高度(m); h -桶式基础高度(m)

B.0.3 下沉阶段对应的荷载简化模型,可将负压荷载、盖板上覆水荷载和压重荷载简化为盖板上均布荷载或集中荷载;泥面以上桶壁外的水压荷载和桶内负压荷载叠加后可简化为四边形分布的围压力。如图 B.0.3 所示。

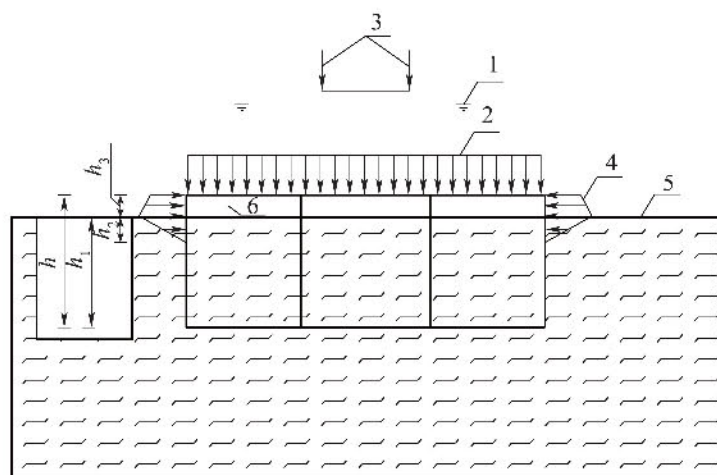


图 B.0.3 下沉阶段荷载简化模型

1-水位线;2-盖板上水压力和负压;3-集中荷载;4-桶壁上水压力和负压;5-安装泥面;6-桶内真空度

h_1 -入土深度(m); h_2 -真空度影响深度,一般取 2.5m; h_3 -未入土部分桶高度(m); h -桶式基础高度(m)

B.0.4 纠偏阶段对应的荷载简化模型,可在下沉阶段的荷载简化模型上调整各隔仓内负压荷载,相邻隔仓压力差宜控制在 20kPa 以内。如图 B.0.4 所示。

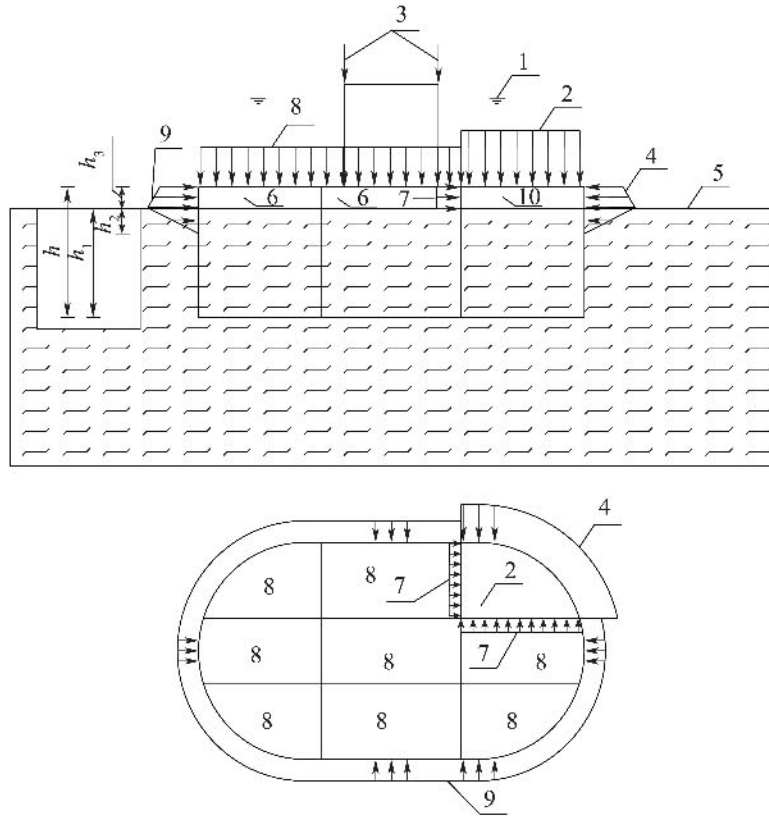


图 B.0.4 纠偏阶段荷载简化模型

1-水位线;2-盖板上水压力和负压;3-集中荷载;4-桶壁上水压力和负压;5-安装泥面;

6-桶内气压;7-隔板压差;8-水压力;9-桶壁上水压力;10-隔仓内真空度

h_1 -入土深度(m); h_2 -真空度影响深度,一般取2.5m; h_3 -未入土部分桶高度(m); h -桶式基础高度(m)

B.0.5 使用阶段对应的荷载简化模型,应考虑自重、外部土压力、水压力、波浪荷载、水流荷载和使用荷载等。

B.0.6 桶式基础结构宜采用线弹性板壳、梁等单元模拟。

附录 C 抗滑、抗倾数值模拟验算

- C.0.1** 桶式基础结构抗倾、抗滑验算可分为短暂状况和持久状况。
- C.0.2** 桶式基础结构宜采用线弹性板壳单元模拟;土体宜采用实体单元模拟,土体本构模型可采用摩尔-库仑弹塑性本构模型,有经验时也可采用剑桥模型、南水模型等本构模型;场地荷载宜采用施加荷载的方式模拟。
- C.0.3** 桶式基础结构与土体相互作用,应在结构与土体之间设置接触单元模拟。
- C.0.4** 模型竖向地基边界不宜小于4倍的桶式基础结构竖向尺度,模型水平向边界不宜小于4倍的桶式基础水平向尺度。模型底部应施加三个方向约束,周围应施加法向约束。
- C.0.5** 施工期地基软土强度宜取快剪或十字板剪强度指标。使用期应根据地基软土强度的固结情况取相应的指标。
- C.0.6** 桶式基础稳定状态的判别可基于荷载-位移($P-S$)曲线出现较明显拐点作为稳定性判别标准。

附录 D 浮游稳定计算

D.0.1 桶式基础水平截面为矩形,浮游稳定性以定倾高度表示时,定倾高度应大于 0.6m。定倾高度可按式(D.0.1)计算,简图如图 D.0.1 所示。

$$m = \frac{n^2 - 1}{n^2} \rho - (Y_c - Y_G) \quad (\text{D.0.1})$$

式中 m ——定倾高度(m);

n ——桶式基础一个主轴方向的隔仓数;

ρ ——浮游稳定定倾半径,按现行行业标准《码头结构设计规范》(JTS 167)的有关规定执行;

Y_c ——结构重心位置,按现行行业标准《码头结构设计规范》(JTS 167)的有关规定执行;

Y_G ——结构初始浮心位置,按现行行业标准《码头结构设计规范》(JTS 167)的有关规定执行。

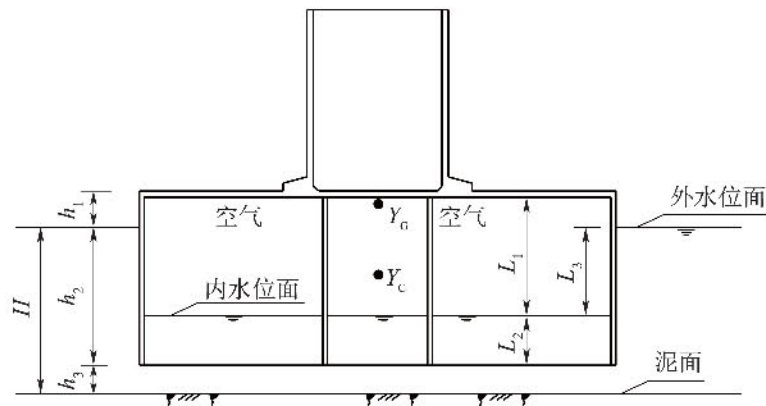


图 D.0.1 矩形截面浮游稳定性计算图示

H -浮运水深; h_1 -干舷高度; h_2 -桶式基础吃水深度; h_3 -富裕水深; L_1 -桶式基础内气柱高度; L_2 -封仓水高度; L_3 -内外水位差

D.0.2 桶式基础水平截面为非矩形时,其浮游稳定性可按一个边长等面积换算成矩形进行计算。

附录 E 桶式基础下沉计算

E.0.1 下沉力可按式(E.0.1)计算,简图如图 E.0.1 所示。

$$F_k = G + \gamma h A_0 + pA \quad (\text{E.0.1})$$

式中 F_k ——下沉力(kN);
 G ——安装桶体自重(kN);
 γ ——安装桶体盖板上覆盖水的重度(kN/m^3);
 h ——安装桶体盖板上覆盖水的高度(m);
 A_0 ——安装桶体盖板上覆盖水的面积(m^2);
 p ——安装桶体桶内的负压力(真空度)(kPa);
 A ——安装桶体的桶内截面积(m^2)。

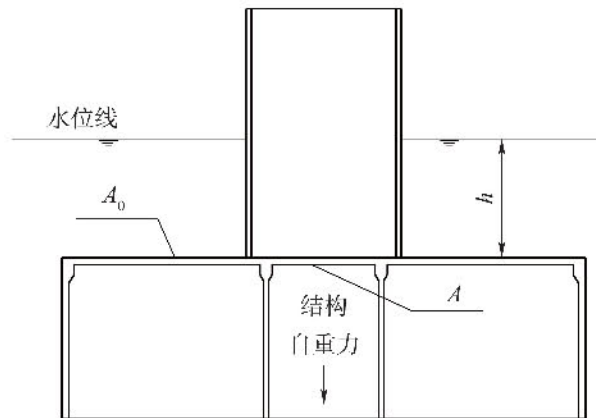


图 E.0.1 下沉力计算图式

E.0.2 下沉阻力可按式(E.0.2)计算,简图如图 E.0.2 所示。

$$F_x = p_x A_1 + \sum_{i=1}^n f_i S_i \quad (\text{E.0.2})$$

式中 F_x ——下沉阻力(kN);
 p_x ——安装桶底端土层极限承载力(kPa);
 A_1 ——安装桶底端的端面积(m^2);
 n ——指定的土层数;
 f_i ——安装桶壁和隔板在第 i 层土的摩阻力(kPa);
 S_i ——安装桶壁和隔板在第 i 层土的表面积(m^2),包括内外表面。

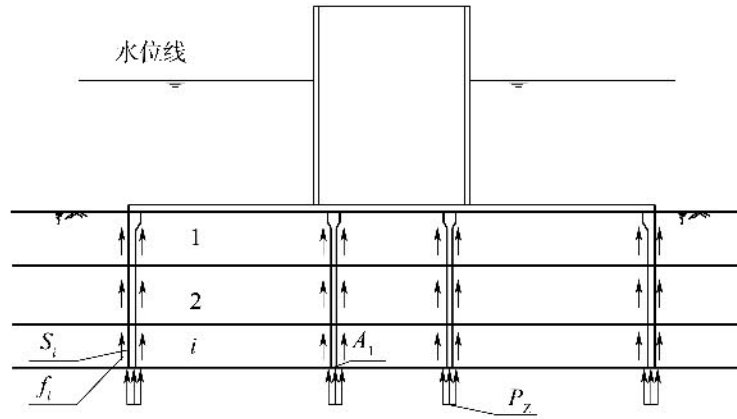


图 E.0.2 下阻沉力计算图式

1-第1层土体;2-第2层土体

i -第 i 层土体

附录 F 本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度的用词说明如下:

- (1) 表示很严格,非这样做不可的,正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- (2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的,正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- (3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- (4) 表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

1. 《钢 - 混凝土组合结构施工规范》(GB 50901)
2. 《水运工程测量规范》(JTS 131)
3. 《港口工程荷载规范》(JTS 144—1)
4. 《港口与航道水文规范》(JTS 145)
5. 《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)
6. 《水运工程地基设计规范》(JTS 147)
7. 《水运工程混凝土结构设计规范》(JTS 151)
8. 《水运工程钢结构设计规范》(JTS 152)
9. 《水运工程结构耐久性设计标准》(JTS 153)
10. 《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》(JTS 153—3)
11. 《防波堤与护岸设计规范》(JTS 154)
12. 《码头结构设计规范》(JTS 167)
13. 《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202)
14. 《码头结构施工规范》(JTS 215)
15. 《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTS 235)
16. 《水运工程岩土勘察规范》(JTS 133)
17. 《水运工程混凝土质量控制标准》(JTS 202—2)
18. 《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239)
19. 《水运工程质量检验标准》(JTS 257)
20. 《海港工程高性能混凝土质量控制标准》(JTS 257—2)
21. 《装配式混凝土结构技术规程》(JGJ 1)

附加说明

本规程主编单位、参编单位、主要起草人、 主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位:中交第三航务工程勘察设计院有限公司

连云港市交通运输局

参编单位:中交第三航务工程局有限公司

中交第一航务工程勘察设计院有限公司

中交第一航务工程局有限公司

主要起草人:李 武(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

程泽坤(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

沈雪松(连云港市交通运输局)

(以下按姓氏笔画为序)

马哲超(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

方利鹤(连云港市交通运输局)

孙洋波(中交第三航务工程局有限公司)

刘晓曦(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

李元音(中交第一航务工程勘察设计院有限公司)

李 亚(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

杭建忠(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

练学标(中交第三航务工程局有限公司)

庞 亮(连云港市交通运输局)

赵 越(连云港市交通运输局)

赵 妍(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

宫云增(中交第一航务工程局有限公司)

夏俊桥(中交第三航务工程局有限公司)

黄朋举(中交第三航务工程局有限公司)

主要审查人:仇伯强

(以下按姓氏笔画为序)

王玉红、方爱东、叶国良、时蓓玲、贡金鑫、张志明、陆 飞、

周 妍、范明桥、梁 萌

总校人员:刘国辉、李荣庆、吴敦龙、张 珊、董 方、檀会春、李 武、
程泽坤、沈雪松、金晓博、夏俊桥、胡千乔

管理组人员:李 武(中交第三航务工程勘察设计院有限公司)

夏俊桥(中交第三航务工程局有限公司)

孙洋波(中交第三航务工程局有限公司)

赵 越(连云港市交通运输局)

中华人民共和国行业标准

水运工程桶式基础结构与施工规程

JTS/T 167—16—2020

条文说明

目 次

1 总则	(43)
2 术语	(44)
3 基本规定	(45)
4 桶式基础结构设计	(46)
4.2 结构形式与尺度	(46)
4.3 结构计算	(46)
4.4 构造	(47)
5 桶式基础结构施工	(48)
5.1 一般规定	(48)
5.2 制作	(48)
5.3 出运	(48)
5.4 浮运	(48)
5.5 定位	(49)
5.6 下沉	(51)
6 监测	(52)
附录 C 抗滑、抗倾数值模拟验算	(53)

1 总 则

1.0.2 桶式基础是近年来研发的一种新型基础结构形式,是一种多隔仓底端开口结构,可应用于水下软土地基上建造防波堤、护岸、围堤等工程,与传统的斜坡堤比较,具有不需要地基处理、预制装配程度高、施工速度快,不需大量砂石料、占用海域小、节能环保,在水深处造价低等技术经济优势。桶式基础结构已成功应用于连云港徐圩港区防波堤、驳岸和围堤工程。本规程重点对采用桶式基础的防波堤和护岸设计与施工作了具体规定。码头工程还没有实际工程应用,本次制定规程暂不纳入。

2 术 语

2.0.1 桶式基础是由桶壁、隔板和盖板组成的上端封闭、底端开口的结构,各个部位如图 2.1 所示。桶壁是桶式基础外围的墙体,隔板是桶式基础内隔墙,盖板是桶壁和隔墙上部的封顶板,隔仓是桶壁、盖板和隔板围成空间。

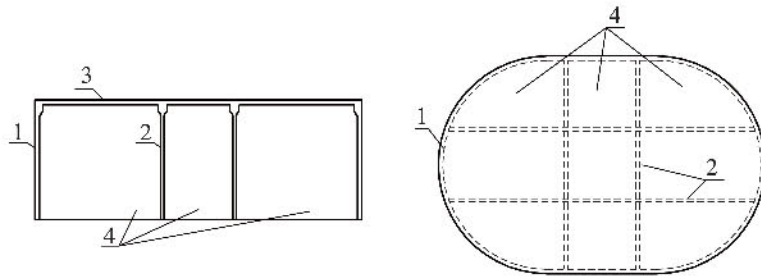


图 2.1 桶式基础简图

1-桶壁;2-隔板;3-盖板;4-隔仓

3 基本规定

3.0.1 桶式基础结构单组制作尺度较大,尤其对于混凝土桶式基础结构的选用,现场附近需要具有一定生产规模的制作场地,并要具备出运条件,所以,选用桶式基础结构时,要考虑这个因素。

4 桶式基础结构设计

4.2 结构形式与尺度

4.2.1 在水深较浅时,采用整体桶式基础结构可能因为基槽开挖工程量较大而不经济,或在施工条件受限时,采用整体桶式基础结构上部结构较难以适应等,此时选用分离桶式基础结构较有优势,先下沉桶式基础,再安装上部结构。对于地质分布不均匀时,由于稳定要求桶式基础的入土深度不一致,考虑统一混凝土预制模板尺度规格,采用组合桶式基础结构较为合理,即混凝土部分为相同尺度,其余部分由钢靴加长,钢靴加在桶壁下端效果最好,加在中间隔板下端存在不利于施工和出运等问题,因此设计一般将钢靴加在两端桶壁下。

4.2.4 桶式基础垂直堤轴线的主尺度由结构的抗倾稳定或抗滑稳定控制,另外一个方向的主尺度一般与施工装备能力有关,深度主要根据地质条件、地基承载力、隔仓内土体隆起高度和下沉能力确定。桶式基础主尺度之间的关系通过工程实践总结,在此比例范围内结构的经济性较好。图 4.2.4 中长度是垂直工程轴线方向,宽度是沿轴线方向。

4.2.5 桶式基础分仓是结构浮游稳定及下沉纠偏的需要,每个方向隔仓数 2 个以上有利于纠偏调整。根据实际工程的计算分析和监测数据,隔板平面尺度过大,配筋增加,经济性差,结合隔板的厚度、取值的一致性,因此建议隔板平面尺度不大于 12.0m。

4.2.6 桶式基础入土深度与上部结构使用要求和使用荷载大小有关,安装平整度和地基表面平整度对埋深也有影响,桶式基础底面只有插入土里一定深度,才能保证桶式基础正常工作状态,根据研究结果和实际工程应用情况,通过统计插入土中最小深度都大于 5m。

4.3 结构计算

4.3.7 桶式基础结构墙后土压力计算是参考重力式码头设计中土压力计算方法;对于复杂地质条件,建立土与结构相互作用的整体数值模型分析结构所受土压力大小较合理,通过在结构和土体之间设置接触面,模拟分析作用在结构上的土压力分布形式和大小。

4.3.10 土体黏聚力不随外界荷载变化而变化,大小比较稳定,因此黏聚力分项系数取 1.0;当有多层土,黏聚力按剪切坡面所在土层面积进行加权平均计算平均黏聚力;破坏剪切面 B 的计算,设计中一般按图 4.1 考虑。

4.3.14 气压与水压都属于较稳定的荷载,因此气压分项系数按水压分项系数取值 1.05。

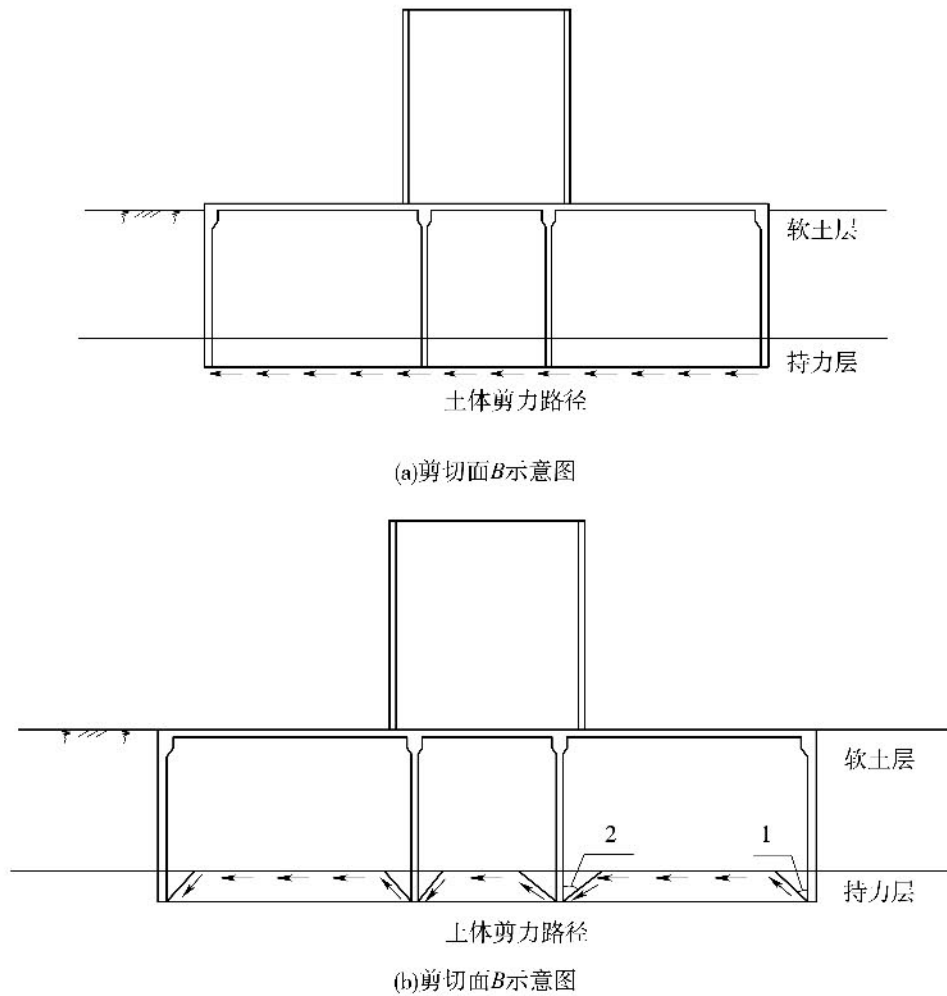


图 4.1 破坏剪切面 B

1-被动土压力破裂角;2-主动土压力破裂角

4.4 构 造

4.4.3 过渡垫层一般采用级配碎石找平桶式基础盖板顶面,将上部力均匀传递到桶式基础盖板顶面。

4.4.8 混凝土桶式基础结构的气密性是决定工程成败的关键,设计和施工时要高度重视。桶壁和隔板分两次或多次浇筑时,在新老混凝土交界面处要通过设置止水带或其他可靠措施加以隔断;盖板采用叠合板时,在叠合面上采用压槽工艺,在与桶壁和隔板交界位置设置止水带或其他措施。根据连云港港徐圩港区防波堤和护岸工程的实践经验,桶式基础的桶壁、隔板、肋梁、盖板等构件分层浇筑时,均设置止水带或其他隔气措施,防止贯通缝产生,工程效果较好。

4.4.9 通过统计连云港港徐圩港区防波堤和护岸工程 8.1km 桶式基础 95% 的安装净距在 0.5m~1.0m 之间,5% 超出这个范围;根据安装经验封堵入泥面下 2m~3m 封堵效果理想。

5 桶式基础结构施工

5.1 一般规定

5.1.7 桶式基础结构尺度较大,施工时视角受限,施工定位困难,采用自动定位操控系统辅助施工,有利于安装定位;在浮运及安装过程中,存在倾覆的风险,需要进行实时监控。该技术在连云港港徐圩港区防波堤施工中使用,取得了良好效果。

5.1.8 桶式基础结构浮运、下沉施工安全风险是控制重点,条文中规定桶式基础结构宜在风力不大于6级、波高不大于1.0m、流速不大于0.5m/s的工况条件下进行施工作业,是根据连云港港徐圩港区防波堤工程经验提出的。

5.2 制作

5.2.3 整体制作是指桶式基础结构一次成型;分层制作是指桶式基础结构竖向分几次制作成整体;分体拼装是指桶式基础结构分成若干独立构件,后期通过刚性连接或柔性连接,形成整体。

5.2.5 混凝土桶式基础结构的尺度大,气密性要求高,所使用的模板属于高大模板,需要进行专项设计。混凝土桶式基础结构的底模与地基基础、支撑方式及上部结构形式有关,需进行专门设计。

5.2.15.2 隔仓串气影响气浮安全、下沉纠偏,因此要求预制盖板安装前,在搁置面上铺一层10mm~20mm厚水泥砂浆,确保砂浆铺设位置准确、坐浆饱满,随铺随安装,并及时勾缝。

5.3 出运

5.3.1 桶式基础结构下水是指桶式基础进入水中起浮调平的过程。

5.3.3 预制数量较大时场内搬运台车搬运经济,制作数量较少时气囊搬运较经济。

5.4 浮运

5.4.1 桶式基础结构入水是指桶式基础进入水中,并未起浮的过程,其中包括桶式基础进入水中,桶式基础内气体与外界气体相通,无压力差阶段和桶式基础内气体与外界气体不相通,有压力差阶段。

5.4.10 拽拖、绑拖如图5.1所示。

5.4.14.4 桶式基础结构浮运受风浪、水流、隔仓气体等多因素影响,安全风险大,浮运过程人员在桶式基础结构上存在落水风险,因此要求桶式基础结构拖带时要配备观察船

进行警戒,同时规定拖带过程中桶式基础结构上不得载人,防止安全事故发生。

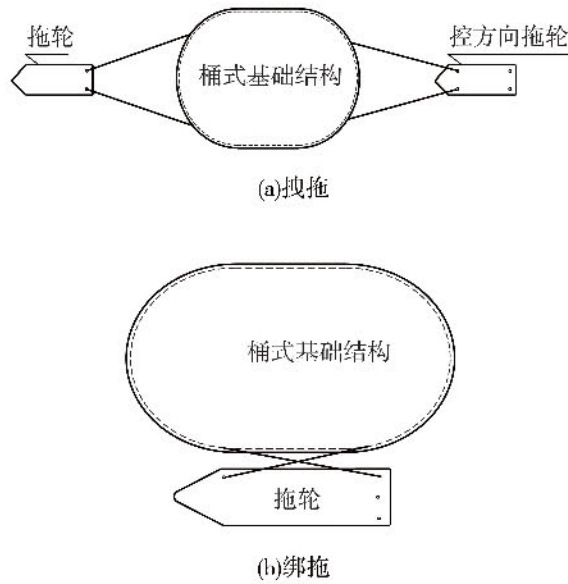


图 5.1 拖运方式示意图

5.5 定 位

5.5.1 起重船辅助定位是利用吊钩吊着桶式基础结构,根据安装坐标通过调整起重船吊钩进行定位;单驳船辅助定位是将桶式基础结构与方驳通过缆绳拉紧,在通过调整方驳锚缆进行定位;双船对拉定位是将定位船抛锚固定在安装位置两侧,再通过交叉缆将桶式基础与定位船连接,通过调整连接缆绳进行定位;专用水下锚缆定位是利用安装桶式基础上卷扬机调整锚缆进行定位;专用船定位是将桶式基础结构与船体固定,再通过船的锚缆进行定位。见图 5.2。

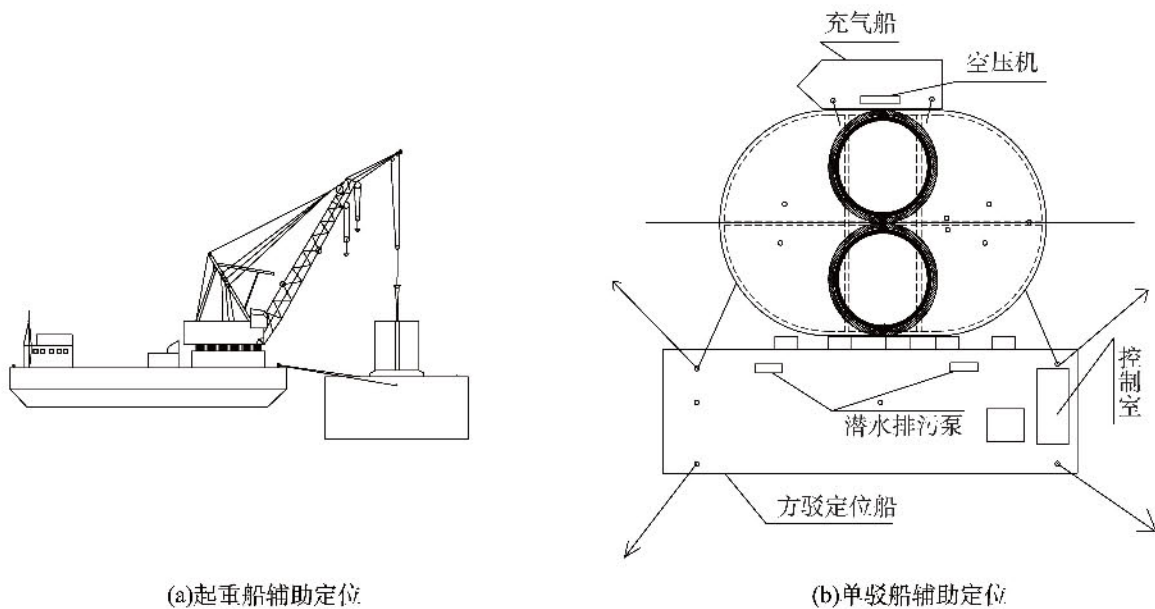
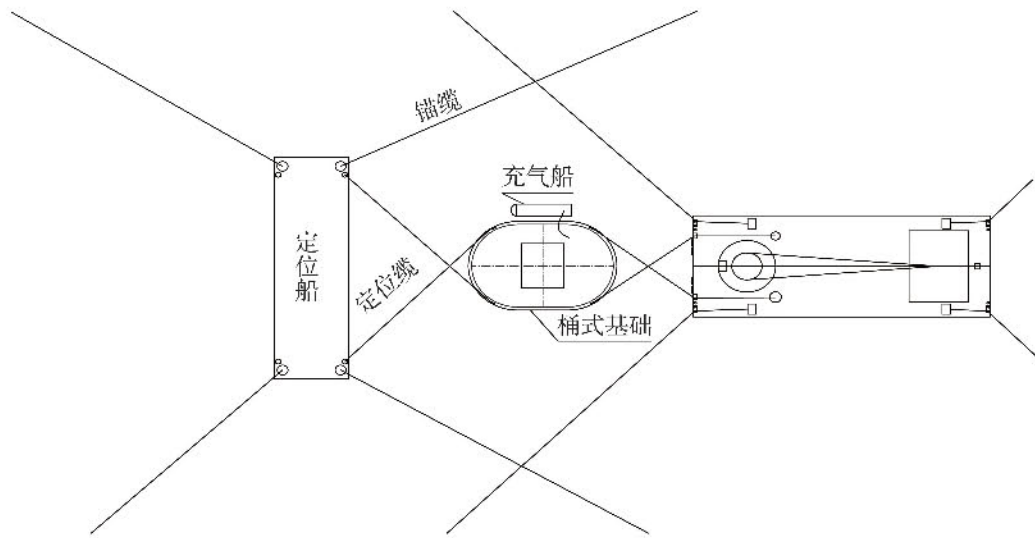
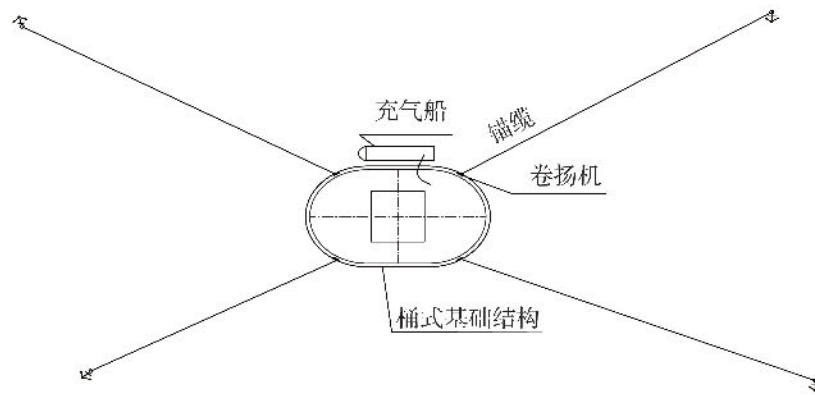


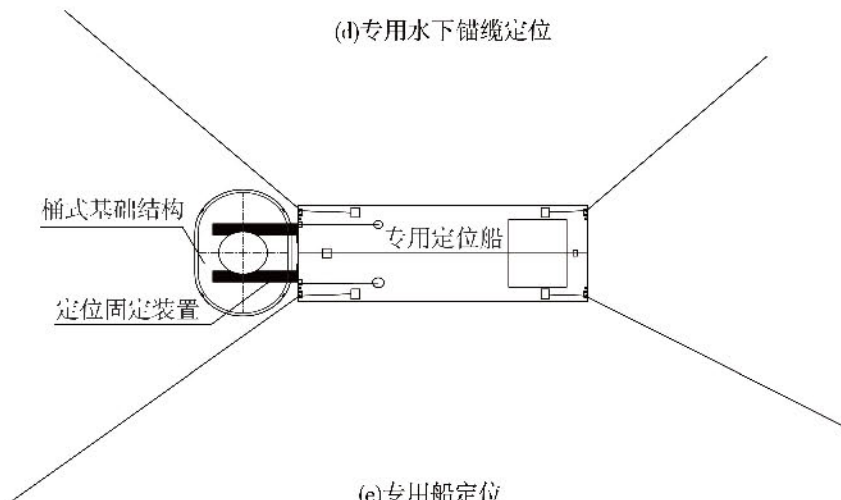
图 5.2



(c) 双船对拉定位



(d) 专用水下锚缆定位



(e) 专用船定位

图 5.2 桶式基础结构定位示意图

5.6 下 沉

5.6.1 清除障碍物的措施有定点挖除、爆破破坏、振沉破碎、定点打捞等工艺。例如连云港港徐圩港区防波堤工程的施工区域存在钙质结核,采用砂桩船破碎钙质结核层。

5.6.4.1 桶式基础安装过程中出现小幅度摆动,根据摆动角度计算出的富裕距离为0.3m~0.5m。

5.6.4.3 纠偏是暂停下沉较大一侧隔仓的抽气抽水设备,下沉较小的一侧的抽气抽水设备继续工作或采取其他措施进行处理。

6 监 测

6.0.5 桶式基础结构进行监测时,有些监测项目由于受各种外界环境的影响较大,因此要求对影响较大的环境因素同步进行监测,有利于分析监测结果,如温度变化也会造成结构应力的变化,因此在监测结构应力时同时监测温度,通过换算可消除温度应力的影响,得到真实的监测结果;孔隙水压力的监测需考虑其监测结果对潮位的响应,并予以修正。环境因素一般包括以下方面:

- (1) 桶式基础结构周围地形;
- (2) 水位、潮位、泥沙、波浪、水流、冰情、风况、气温、温度、盐度、盐雾、pH 值、氯离子含量等水文与气象条件;
- (3) 自然及人为原因引起的外界环境变化。

附录 C 抗滑、抗倾数值模拟验算

C.0.6 桶式基础结构抗滑、抗倾稳定性采用数值模拟时,其判别标准依照 $P-S$ 曲线的拐点来判别。当荷载不大时,土体处于弹性状态,此时 $P-S$ 曲线大体为线性变化,当荷载继续增大时,部分土体进入屈服,土体的塑性区逐渐扩展,当塑性区扩展到一定程度时,结构位移增加幅度变快, $P-S$ 曲线出现较明显拐点,此时结构可以判定为失稳极限状态。