

ICS 47.020.99  
CCS U 17

# 团 体 标 准

T/CSNAME 082—2024

## 海上风电场筒型基础安装要求

Installation requirements for suction bucket foundation of offshore wind farms

2024-09-30 发布

2024-12-30 实施

中国造船工程学会 发布

中国造船工程学会



程学公

全国

## 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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

起草单位：江苏道达风电设备科技有限公司、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、江苏航运职业技术学院、中山大学、同济大学、江苏海洋大学、上海研途船舶海事技术有限公司、海仕德数字科技（上海）有限公司、安徽长风船舶工程有限公司。

起草人：刘永刚、李文轩、蔡正银、关云飞、朱洵、韩迅、安亮、王琪、王凯、黄硕、郭志群、张伦伟、王志博、牛亮、姚志花、黄有年、周龙、徐小芳、江韵剑、孙银玲。



中国造船工程学会



程学政

全国

# 海上风电场筒型基础安装要求

## 1 范围

本文件规定了海上风电场一体式和分体式筒型基础安装要求。  
本文件适用于海上风电场采用负压下沉技术实现风电机组的筒型基础安装。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 筒型基础 suction bucket foundation

一种由单个或多个圆形钢筒及上部过渡段组成的海上风机基础，可为全钢结构或钢-混凝土组合结构，具有自重大、入土浅的特点，主要通过自重和抽出筒内水、气形成内外压差使筒体插入海床实现安装过程。

### 3.2

#### 一体式筒型基础 suction bucket foundation for offshore wind turbine integrated installation

采用海上整机安装方式，在装配基地将风电机组的风力发电机、塔筒和筒型基础完全组装成风机-塔筒-基础整体结构（一体式）的筒型基础部分。

### 3.3

#### 分体式筒型基础 suction bucket foundation for offshore wind turbine split installation

采用海上分体式安装方式，在装配基地仅完成风电机组的风力发电机、塔筒和筒型基础等的结构部件和组件的筒型基础结构部件。

### 3.4

#### 塔筒 tower drum

海上风力发电机组支撑结构，用于连接风力发电机和基础的部件。

### 3.5

#### 一体式安装船 one step transport mounting vessel

用于实现海上风电场一体式运输和安装的专用安装船舶，其采用垂直运输和负压下沉安装方式。船体一般设有扶稳装置和导向装置，扶稳装置用于确保运输过程中的稳定性，导向装置用于保障下沉安装过程中的安全性。

### 3.6

#### 自重下沉 self-weight penetration

依靠复合筒型基础或附加上部风电机组的自重贯入海床的过程。

### 3.7

#### 负压下沉 negative pressure sinking

通过筒内排气/排水形成内外压差实现复合筒型基础入土沉放至设计入土深度的过程。

### 3.8

#### 基础调平 leveling

通过调整单筒或分舱室压力等方式，使基础水平度满足设计要求的過程。

## 4 一体式筒型基础安装要求

### 4.1 安装准备

4.1.1 一体式筒型基础宜采用一体式安装船安装，下沉安装前应检验：

- a) 组织人员是否在岗；
- b) 安全装备是否齐备；
- c) 一体式筒型基础的绑扎是否紧固；
- d) 相关水泵电气设备是否正常；
- e) 塔筒的加速度是否正常；
- f) 顶部的扶稳装置受力是否正常。

4.1.2 安装前需进行海域扫测，应无障碍物。

4.1.3 一体式筒型基础的最终下沉量应由筒型基础主法兰面设计标高确定。

4.1.4 安装前需观察海况，施工窗口应满足：

- a) 风力不大于 6 级；
- b) 有义波高不大于 2.0 m；
- c) 流速不大于 1.5 m/s；
- d) 能见度不小于 1 500 m。

### 4.2 安装顺序

一体式筒型基础应按以下顺序安装：

- a) 定位；
- b) 下沉；
- c) 拔桩移船。

### 4.3 定位

#### 4.3.1 抛锚定位

4.3.1.1 一体式安装船到达安装位置后停止航行，抛锚前筒体距离安装位置宜不超过 200 m。

4.3.1.2 抛锚完成后，安装船宜微调至使安装船导向装置中心与筒型基础预设安装位置中心 0.5 m 以内，并调整筒体安装方位角。

4.3.1.3 观测潮位周期，实时张紧锚绳并测量船体位移。

4.3.1.4 一体式筒型基础安装抛锚定位示意图 1。

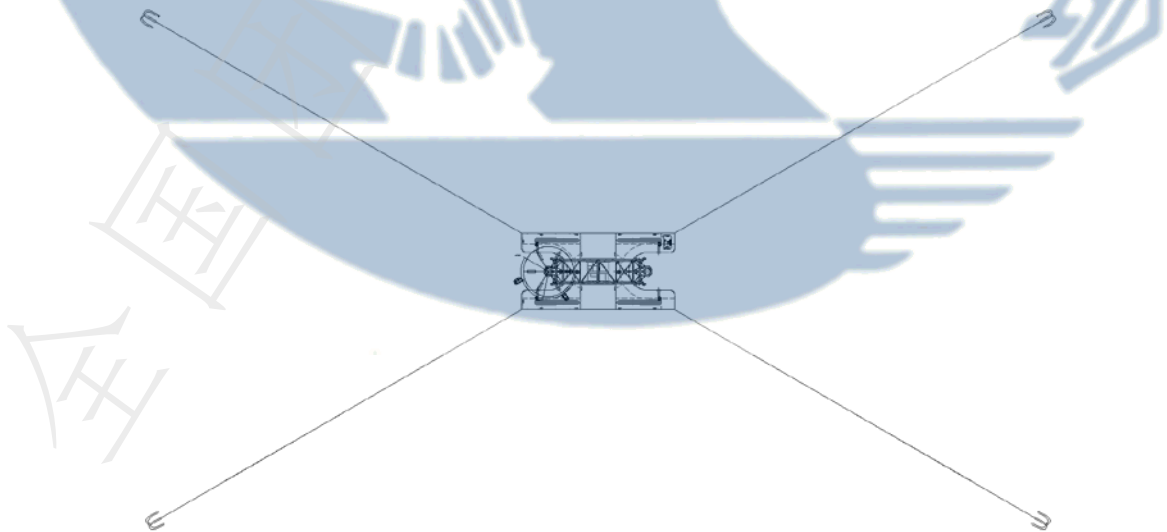


图1 一体式筒型基础安装抛锚定位

### 4.3.2 插桩定位

- 4.3.2.1 下沉安装前，应根据安装机位的地质和海流条件校核定位桩的强度。
- 4.3.2.2 根据抛锚后潮位周期内船体位置变化，确定插桩定位时机。
- 4.3.2.3 定位桩应同时操作，插入海床地基的深度不小于 2 m。
- 4.3.2.4 定位桩插桩定位后，定位桩确定的“安装位置”与预设安装位置水平误差不大于 0.5 m。
- 4.3.2.5 一体式筒型基础安装插桩定位示意图 2。

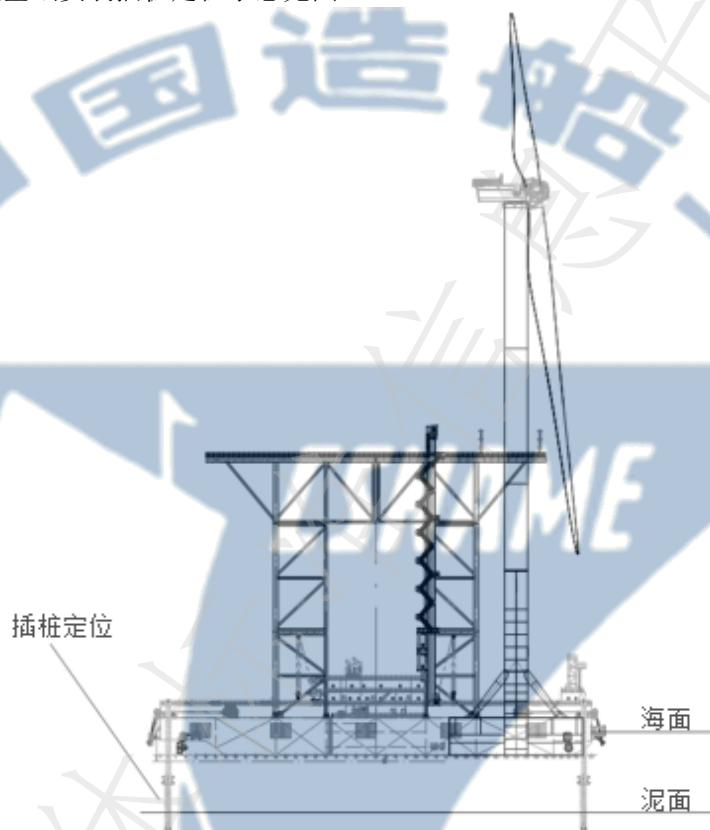


图2 一体式筒型基础安装插桩定位

### 4.4 下沉

#### 4.4.1 下沉准备

- 4.4.1.1 下沉作业前应检查操作人员、操作工序、操作设备。
- 4.4.1.2 下沉作业前应对水泵进行点动测试。
- 4.4.1.3 下沉作业前应检查负压管路系统及出水口是否通畅。
- 4.4.1.4 定位桩插入后，应观察 30 min，待船身稳定后进行筒体基础的沉放作业。
- 4.4.1.5 船舶调平后艏艉吃水相差应不大于船长的百分之一。
- 4.4.1.6 确认筒体的方位角和中心位置，中心平面位置允许偏差宜不大于 0.5 m；方位角允许偏差宜不超过 1.5°。
- 4.4.1.7 下沉前应记录当前筒内的各舱室压力均值。
- 4.4.1.8 基础下沉前，应计算不同入泥深度下各分舱的压差限值。
- 4.4.1.9 下沉作业指令下达后，应解除船体与筒体之间的绑扎。

#### 4.4.2 自重下沉

- 4.4.2.1 自重下沉全过程中应安排专职人员观察筒体的姿态。
- 4.4.2.2 自重下沉过程中应保持各舱室压力平衡。
- 4.4.2.3 下沉过程中应有防旋转装置控制筒体的方位角。

- 4.4.2.4 定位测量人员应及时汇报基础的中心位置、高程和方位角，每下沉 0.5 m 或每 5 min 汇报一次。
- 4.4.2.5 下沉过程中，全程监测顶部的扶稳装置受力情况。
- 4.4.2.6 自重进入泥面以后，应及时调整各舱排气排水速度，宜控制筒体垂直角度偏差不大于  $2^\circ$ 。
- 4.4.2.7 自重进入泥面以后，当下沉速度低于 0.1 m/30 min，视为自重下沉结束，准备进入负压下沉阶段。
- 4.4.3 负压下沉
- 4.4.3.1 负压下沉前，应再次检查水泵的电气系统是否正常。
- 4.4.3.2 打开水泵后，应安排人员观察管道排水是否正常。
- 4.4.3.3 定位测量人员应及时记录基础的高程，每下沉 0.1 m 或每 20 min 记录一次。
- 4.4.3.4 负压下沉操作人员应及时记录基础的各舱室压力和水平度，每下沉 0.1 m 或每 20 min 记录一次。
- 4.4.3.5 下沉过程中，筒型基础各分舱的压差应满足计算要求。
- 4.4.3.6 整桩负压下沉至水面以下 1 m 后，应调整各舱室压力对基础进行调平，保持整个下沉过程中筒型基础水平度不超过 4‰。
- 4.4.3.7 筒型基础进入泥面 1 m 以后，拔出限位桩。
- 4.4.3.8 筒型基础进入泥面 3 m 以后，打开顶部抱紧装置。
- 4.4.4 调平加固：
- 4.4.4.1 筒型基础顶盖距泥面小于 1 m，对筒型基础水平度进行实时精调。安装到位前，应保持基础水平度不超过 2‰。
- 4.4.4.2 筒型基础达到设计高程后，水泵流量逐渐变小，当流量小于  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  后，宜继续抽水 30 min 进行负压加固。
- 4.4.4.3 一体式筒型基础安装下沉完成后的状态示意图见图 3。

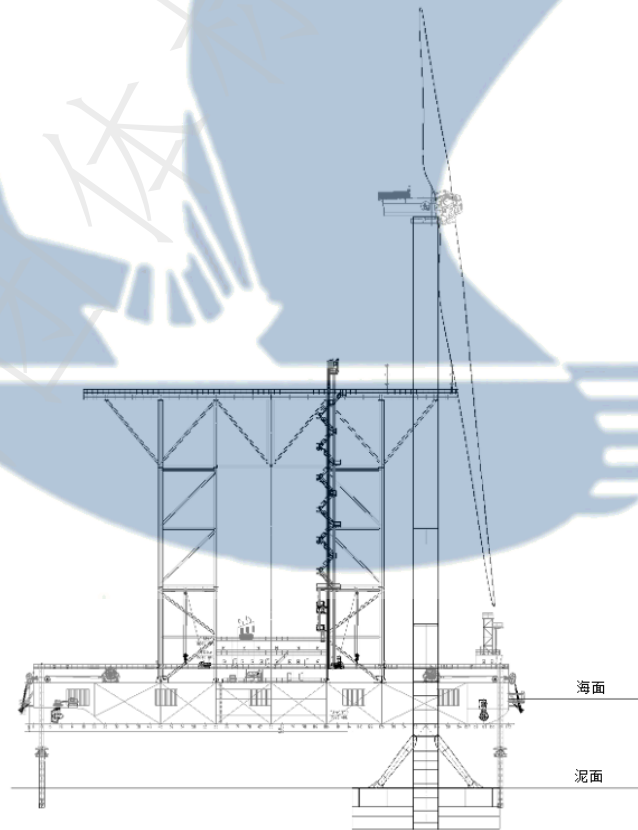


图3 一体式筒型基础安装下沉调平

#### 4.5 拔桩移船

- 4.5.1 筒型基础调平稳定移船前，应先拆除筒型基础内外附属构件管路和线路。
- 4.5.2 筒型基础安装完成后，应观察海水流向，在流向与退船方向一致时拔出定位桩。
- 4.5.3 定位桩应同时拔出。
- 4.5.4 定位锚宜在定位桩拔出、船体退离不小于 50 m 时收回。
- 4.5.5 一体式筒型基础安装筒型基础拔桩移船的状态示意图 4。

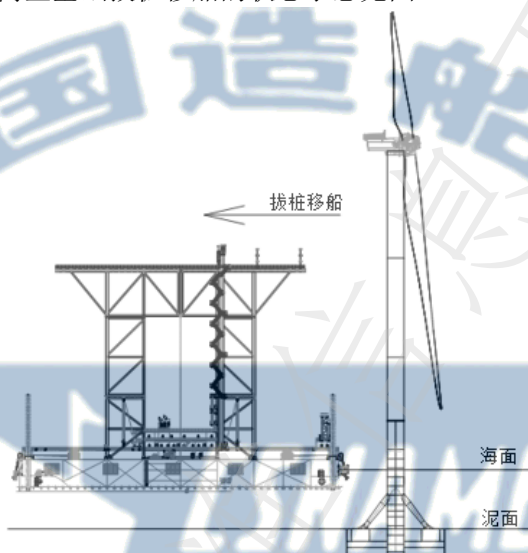


图4 一体式筒型基础安装拔桩移船

### 5 分体式筒型基础安装要求

#### 5.1 安装准备

- 5.1.1 分体式筒型基础宜采用浮吊船安装，下沉安装前应检验：
  - a) 组织人员在岗情况；
  - b) 安全装备是否齐备；
  - c) 分体式筒型基础的绑扎是否紧固；
  - d) 相关水泵电气设备是否正常。
- 5.1.2 安装前进行海域扫测，应无障碍物。
- 5.1.3 安装前需观察海况，要求见 4.1.4。

#### 5.2 安装顺序

分体式筒型基础应按以下顺序安装：

- a) 抛锚定位；
- b) 解除绑扎；
- c) 浮吊起吊；
- d) 下沉；
- e) 解缆移船。

#### 5.3 抛锚定位

- 5.3.1 采用浮吊船在距离指定位置 10 m 左右的范围内进行抛锚定位。
- 5.3.2 运输船向浮吊船顶靠，“丁”字或并靠布置，两船间距不小于 1.5 m。
- 5.3.3 靠船完成后，用缆绳固定两船。
- 5.3.4 分体式筒型基础安装抛锚定位示意图 5。

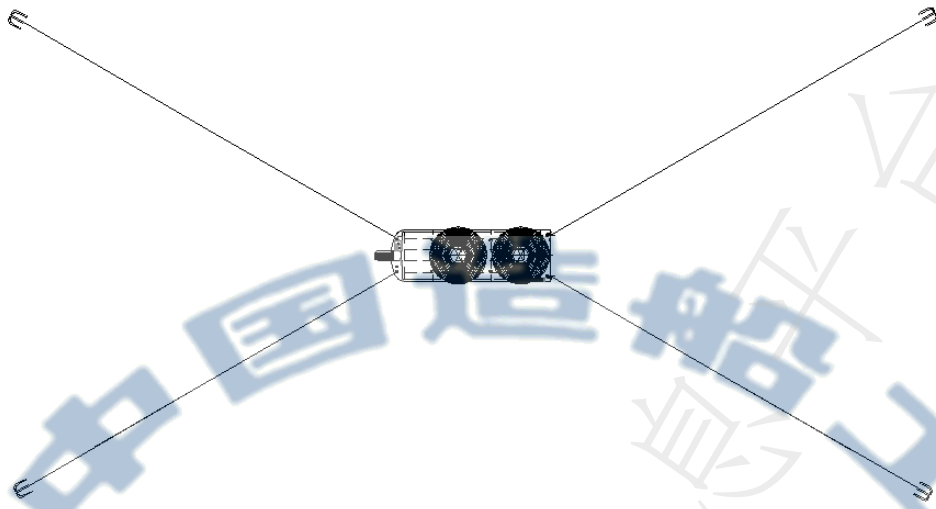


图5 分体式筒型基础安装抛锚定位

#### 5.4 解除绑扎

解除绑扎应按以下步骤进行：

- 解除绑扎前，浮吊船与筒体基础完成挂钩作业；
- 挂钩作业完后，解除筒体基础与运输船体之间的绑扎；
- 解除绑扎后，安排专职人员检查切割质量，确保筒体基础与运输船船体完全分离；
- 解除绑扎过程中，安装至少 2 条控制缆绳，以控制筒体基础下沉过程中的方位角。
- 分体式筒型基础安装解除绑扎示意图见图 6。

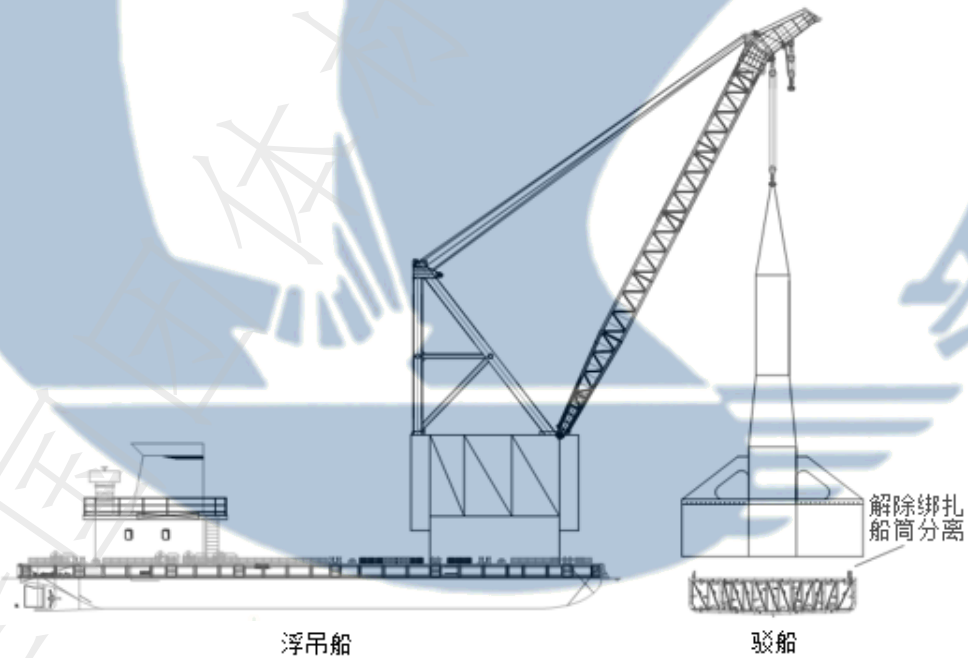


图6 分体式筒型基础安装解除绑扎

#### 5.5 浮吊起吊

5.5.1 基础起吊前，所有人员应撤离吊装作业区域，并保持 20 m 的安全距离。

5.5.2 分体式筒型基础吊起离开运输船平面 0.5 m 和 2 m 时分别停止起吊并观察 10 min，评审是否具备沉放条件，并应进行如下操作：

- a) 检查浮吊、钢丝绳和吊带等受力状态；
  - b) 检查筒型基础各部件变形和受力状态；
  - c) 检查筒底局部的卷边和变形情况，确保底端竖直状态。
- 5.5.3 检查结束后，解除运输船与浮吊船绑扎缆绳，运输船离开浮吊船至安全水域。
- 5.5.4 分体式筒型基础安装解除绑扎示意图 7。

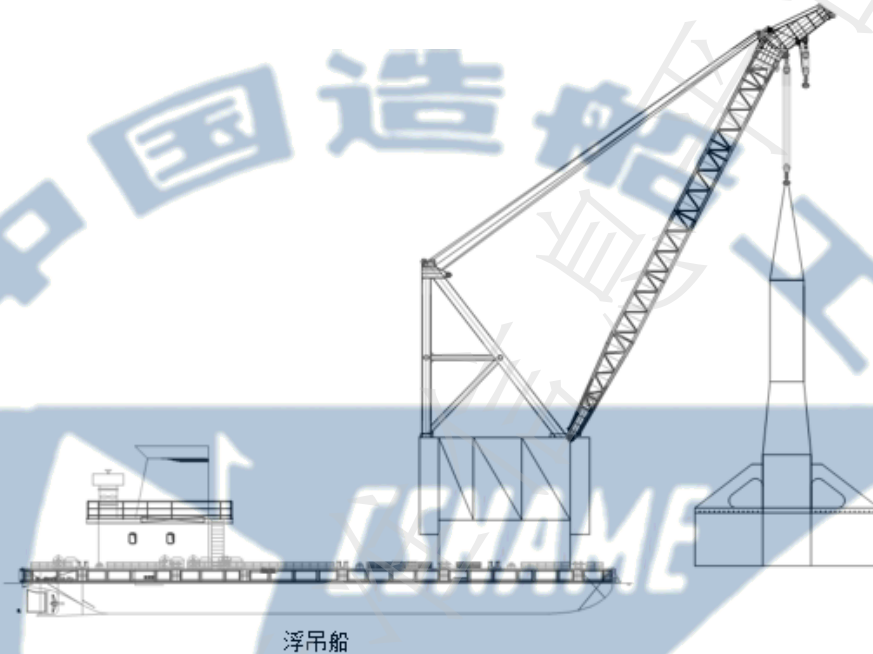


图7 分体式筒型基础安装浮吊起吊

## 5.6 下沉

### 5.6.1 筒型基础入水

- 5.6.1.1 筒型基础没入水面前，调整浮吊船船体，使筒型基础到达设计安装位置；调整控制缆绳，使筒型基础达到设计的方位角。
- 5.6.1.2 筒型基础没入水面后，应打开各舱排气阀门。
- 5.6.1.3 筒型基础入水全过程，应安排专职人员，观察筒体与浮吊船之间的距离，防止发生碰撞。
- 5.6.1.4 筒型基础下水过程中，浮吊船操作人员应及时记录并汇报吊钩受力情况，宜每下沉 0.1 m 记录一次。
- 5.6.1.5 定位测量人员应及时记录筒型基础的高程，宜每下沉 0.1 m 或每 20 min 记录一次。
- 5.6.1.6 负压下沉操作人员应及时记录筒型基础的各舱室压力和水平度，宜每下沉 0.1 m 或每 20min 记录一次。

### 5.6.2 筒型基础下沉

- 5.6.2.1 筒型基础下沉到泥面以下 2 m 时，应测量筒型基础安放位置与安装方位角是否符合设计要求。
- 5.6.2.2 筒型基础下沉到泥面以下 2 m 时，应进行如下操作：
  - a) 放松钩头；
  - b) 解开吊索具；
  - c) 拆除缆风钢丝绳；
  - d) 调平至设计角度。
- 5.6.2.3 利用负压调平系统实时控制筒型基础的水平度，确保筒型基础在下沉过程中处于垂直状态：
  - a) 筒形基础负压下沉至水面以下 1 m 后，水平度应不大于 4‰；
  - b) 筒型基础顶盖距泥面小于 1 m，应将水平度控制在 2‰至下沉结束。
  - c) 分体式筒型基础安装下沉完成后的状态示意图 8。

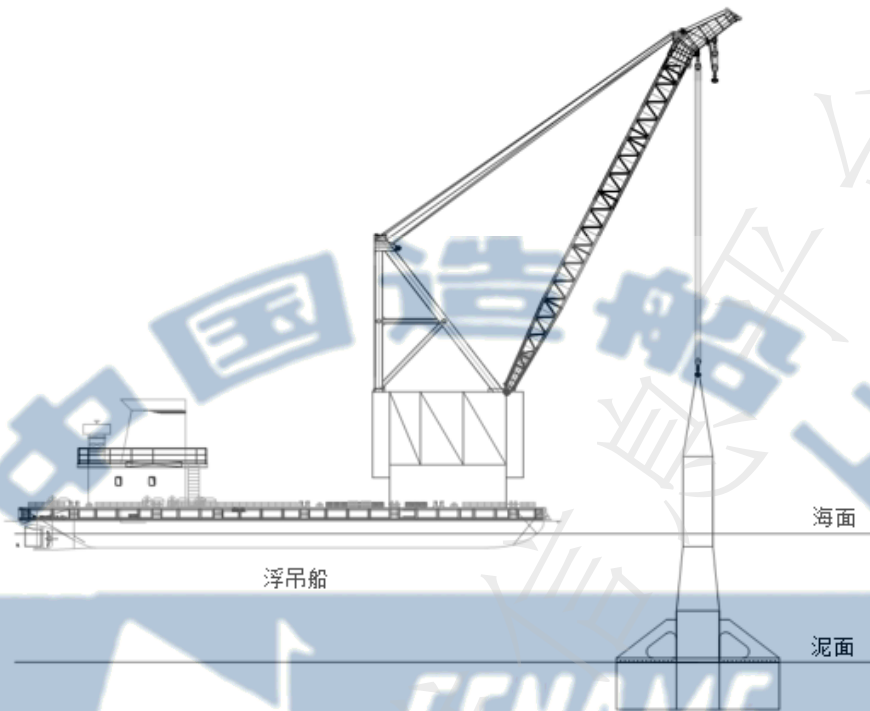


图8 分体式筒型基础安装下沉

5.6.2.4 下沉完成后，应进行如下操作：

- a) 以设计标高作为主要判断依据，泵组的排水量，以及舱内压力作为辅助判断依据，确认筒型基础是否下沉完成；
- b) 下沉完成后，筒型基础的水平度控制应满足设计要求；
- c) 筒型基础的最终安装标高和水平度，应由业主、设计、监理、施工单位四方现场负责人共同签字确认。

5.7 解缆移船

筒型基础下沉完成后，应按以下步骤完成拔桩移船作业：

- a) 关闭筒型基础各舱阀门；
- b) 拆除船体与筒体之间的爬梯、缆绳等辅助设施；
- c) 拆除调平控制系统的控制柜、线缆、管路等设备；
- d) 利用锚绞机将船体向后移动不小于 50 m；
- e) 依次收回各定位锚，安装船移位。
- f) 分体式筒型基础安装筒型基础解缆移船的状态示意图 9。

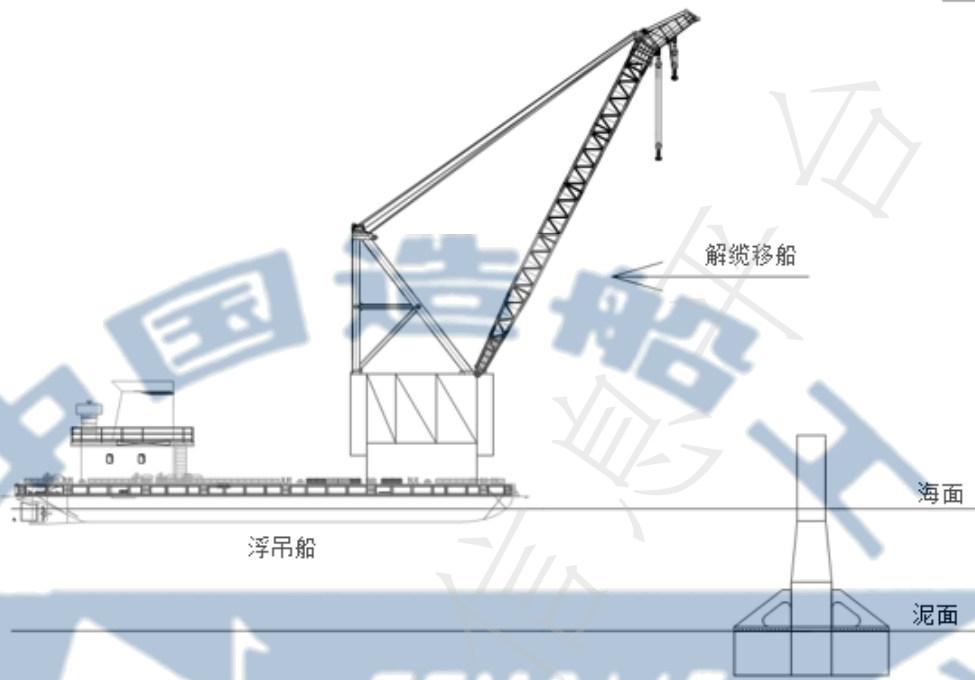


图9 分体式筒型基础安装下沉