

团 体 标 准

T/CSNAME 111—2025



深水锚桩安装作业要求

Requirement of installation for deepwater anchor pile

2025 - 07 - 04 发布

2025 - 10 - 02 实施

中国造船工程学会 发布

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。

本文件由中国造船工程学会船舶标准化专业委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：海油工程股份有限公司，中海油深圳海油工程技术服务有限公司。

本文件主要起草人：郑申奎、张亚雷、黄佳瀚、傅文志、卢维强、李东生、张颀。



深水锚桩安装作业要求

1 范围

本文件规定了深水锚桩安装作业的安装设计、作业准备、作业流程和完工文件等要求。
本文件适用于使用深水工程船进行深水锚桩的安装，可用于指导海上施工作业。

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 16271-2009 钢丝绳吊索 插编索扣
- GB/T 25854-2010 一般起重用D形和弓形锻造卸扣
- GB/T 40534-2021 船舶与海洋技术船用起重设备可拆卸零部件吊钩
- JB/T 8521.2-2007 编织吊索 安全性 第2部分：一般用途合成纤维圆形吊装带（放后面）机械行业标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

- 3.1
打桩设备 pile hammer system
锚桩自沉以后，将锚桩打至设计深度的设备。
- 3.2
导向架 pile guiding frame
根据锚桩的外形尺寸设计，用于控制锚桩的安装位置、倾斜度和艏向的导向装置。
- 3.3
送桩器 follower
同锚桩形状和尺寸类似的结构，用于完成桩与锤的适配以及解决锤无法通过导向架的问题，将锚桩打至海床以下的替打结构。
- 3.4
起桩器 internal lifting tool
一种安装在锚桩端部通过摩擦性能完成锚桩吊装功能的液压设备。
- 3.5
安全操作区域 safety handling zone
深水工程船吊装锚桩入水时船位所在的区域。
注：采用行业认可的方法计算被吊装物体由于意外坠落在海水中漂移的最远距离L，为避免坠落物体砸伤现有的水下设施，因此划定安全操作区域，该区域距离所有附近水下设施的水平距离均大于L。
- 3.6
拳头结 monkey fist
用尼龙绳或聚酯绳等软绳编造的一种像拳头的绳结。
- 3.7
ROV卸扣 ROV shackle
一种ROV可以安装和拆卸的卸扣。
- 3.8
深水 deepwater
水深超过200米的海域。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件：

AHC：主动升沉补偿（Active Heave Compensation）

DP：动力定位（Dynamic Positioning）

ILT：起桩器（Internal lifting tool）

LBL：长基线（Long Base line）

PGF：导向架（Pile Guiding Frame）

ROV：遥控潜水器（Remotely Operated Vehicle）

USBL：超短基线（Ultra Short Base Line）

5 安装设计

5.1 设计依据

主要依据以下文件：

- a) 项目合同；
- b) 详细设计文件（规格书、图纸和报告等）；
- c) 安装位置勘察报告（钻孔数据、土壤数据）；
- d) 船舶资料（用于锚桩运输和安装的船舶资料）；
- e) 打桩锤资料；
- f) 其他相关必要文件。

5.2 设计文件

5.2.1 安装设计文件包括计算分析报告、海上作业程序、图纸等文件，作业前安装设计文件应经交业主批准。

5.2.2 安装设计计算分析报告包括但不限于：

- a) 锚桩安装计算分析报告，包含吊装、下放、就位等；
- b) 锚桩装船运输计算分析报告，包括装船固定强度校核等；
- c) 打桩可行性分析报告，包含打桩的能量、锤数、锤击能量等；
- d) 工作范围决定的其他计算分析。

5.2.3 安装设计应编制的作业程序包括但不限于：

- a) 安装施工程序；
- b) 定位程序；
- c) 锚桩装船及运输程序。

5.2.4 安装设计应绘制的图纸包括但不限于：

- a) 安装辅助件图；
- b) 运输装船布置图；
- c) 吊装索具布置图；
- d) 锚桩安装位置布置图；
- e) 工作范围决定的其他施工图纸。

6 作业准备

6.1 作业环境要求

作业环境要求如下：

- a) 锚桩下放有义波高不大于 1.5 m；
- b) 锚桩下放风速不大于 25 节；
- c) ROV 下放有义波高不大于 2.5 m；
- d) ROV 下放风速不大于 25 节；

- e) ROV 下放表面流速不大于 1 节；
- f) ROV 下放表面流速不大于 1 节；
- g) ROV 作业水深不超过 3000 m；
- h) 由作业性质决定的其他要求。

6.2 作业人员

6.2.1 深水锚桩安装作业人员通常配置如下：

- a) 指挥人员 2 名，负责指挥施工各方配合作业；
- b) 打桩锤设备操作人员 6 名，负责操作打桩锤和 ILT 等设备；
- c) 两台 ROV 操作人员 12 名，负责操作 ROV 进行作业；
- d) 甲板作业人员 14 名，负责甲板装船动员及复员，锚桩、打桩锤等设备吊装指挥。

注：人员配置可根据锚桩尺寸适当增加人数，基准锚桩长度为50m，锚桩每增加10 m，增加2人。

6.2.2 甲板作业人员（铆工，焊工，司索等）需要取得作业资质证书，作业前进行技术交底、教育培训等。

6.3 装备及设备

6.3.1 作业船舶

作业船舶的选择可参见如下表1，船舶应符合船级社规范要求，具备船舶全部必须有效证书。

表1 作业船舶参数要求

序号	内容	要求
1	动力定位系统	DP2 及以上动力定位系统，应选用 USBL 或 LBL 水声定位系统，定位精度应满足深水锚桩安装要求。
2	吊机能力	满足吊装作业要求，具备 AHC 能力可以降低作业天气窗口限制，获得良好效率。
3	甲板面积	满足施工物资堆放要求。
4	ROV 配置	配备 2 套工作级 ROV 系统，满足作业水深和工况条件要求。
5	通讯条件	船舶与外界的通信系统应包括对外的无线电话、卫星电话、英特网等。 船舶内部各作业单位之间应能保持信息同步且互不干扰。 船舶内部重要通讯通道应在无线通讯外备有有线通讯作为备用。

6.3.2 索具

6.3.2.1 索具主要包括吊钩、卸扣、吊带和吊索，应根据吊装物体选用不同规格的索具进行索具组合，并根据规范进行验算，使其满足规范要求。索具设计适用于 ROV 操作解脱，可选用 ROV 卸扣，深水锚桩安装完成后，需移除所有安装索具。用于深水锚桩海上安装的索具可提前发送至深水锚桩建造场地，可进行索具测试安装，识别索具干涉情况。

6.3.2.2 索具及主要零部件应全部取得有效证书，锁具的检验需满足表 2 的要求。

表2 索具及主要零部件要求

序号	类别	检验要求
1	吊钩	GB/T 40534-2021
2	卸扣	GB/T 25854-2010
3	吊带	JB/T 8521.2-2007
4	钢丝绳	GB/T 16271-2009

6.3.3 双绳打扭控制结构

使用双绳吊装模式吊机在吊装物重量超过200 t且水深超过500 m，吊机需要使用双绳打扭控制结构进行防扭转控制。

6.3.4 运输底座

深水锚桩有吊耳板设计宜选用运输底座。若选用，运输底座需特定设计。运输底座与深水锚桩、船舶甲板与深水锚桩之间应布置木方隔离。

6.3.5 驳船

若自身主作业船舶无法满足运输装载条件，宜选用满足特定区域运输驳船运输。

6.4 文件准备

6.4.1 作业前需要准备的文件包括但不限于：

- a) 动员计划；
- b) 安全部署；
- c) 施工程序；
- d) 计算报告；
- e) 吊装框架或撑杆设计图；
- f) 吊装索具布置图；
- g) 甲板布置图；
- h) 甲板海固图；
- i) 定位程序；
- j) 船级社颁发的索具检验证书。

6.4.2 作业前需要准备文件的人员分工包括但不限于：

- a) 指挥作业人员负责动员计划；
- b) 安全人员负责安全部署；
- c) 技术人员负责施工程序、计算报告、吊装框架或撑杆设计图、吊装索具准备布置图、甲板布置图、甲板海固图等准备；
- d) 定位人员负责定位程序准备；
- e) 检验人员负责索具和设备检验取证。

6.5 海上施工准备

6.5.1 依据吊装计划和船舶安全要求，船舶甲板布置应主要考虑以下因素：

- a) 甲板各个区域的载荷能力；
- b) 安全通道应保持畅通。

6.5.2 根据甲板布置图和甲板海固图进行装船固定，操作原则如下：

- a) 应对装船固定方案进行船舶结构和稳性计算和分析，确保方案满足安全要求；
- b) 固定装置应考虑到运输途中的稳定性和解除的便捷性；
- c) 在甲板之上布置必要的加强结构，工作完成后能恢复甲板初始状态；
- d) 深水锚桩装船前应完成焊接工作，深水锚桩装船后应尽量避免甲板的焊接固定作业；
- e) 焊接部位应进行探伤检测；
- g) 深水锚桩装船固定后，相关方应根据检查清单完成深水锚桩出航前检查。

6.5.3 锚桩安装前指挥作业人员应召开作业前分析会，明确安全注意事项并制定风险应对措施。

6.5.4 船方人员进行船舶准备，内容包括：

- a) 船舶航行到作业区域；
- b) 船舶DP测试，并成功通过船舶DP测试。

6.5.5 ROV 操作人员进行 ROV 准备，内容包括：

- a) ROV功能测试；
- b) ROV系统校准，并成功通过ROV系统测试。

6.5.6 定位人员进行定位系统准备，内容包括：

- a) 定位系统功能测试；
- b) 定位系统校准，并成功通过ROV定位系统测试。

6.5.7 船长和指挥作业人员进行天气确认，内容包括：

- a) 作业前应获取一周内的天气预报和未来一段时期内天气趋势；
- b) 天气条件应满足吊装作业和ROV作业要求。

- 6.5.8 甲板作业人员进行甲板准备，内容包括：
- a) 技术人员应根据检查清单完成锚桩安装前检查，并拍照记录存档；
 - b) 根据需要在深水锚桩吊装索具上配置浮球，消除吊装索具解脱后钩挂锚桩设备的风险；
 - c) 确认深水锚桩吊装索具连接符合ROV操作解脱要求，并在ROV操作位置上绑扎拳头结；
- 典型的锚桩吊装索具布置示意图参见图1。

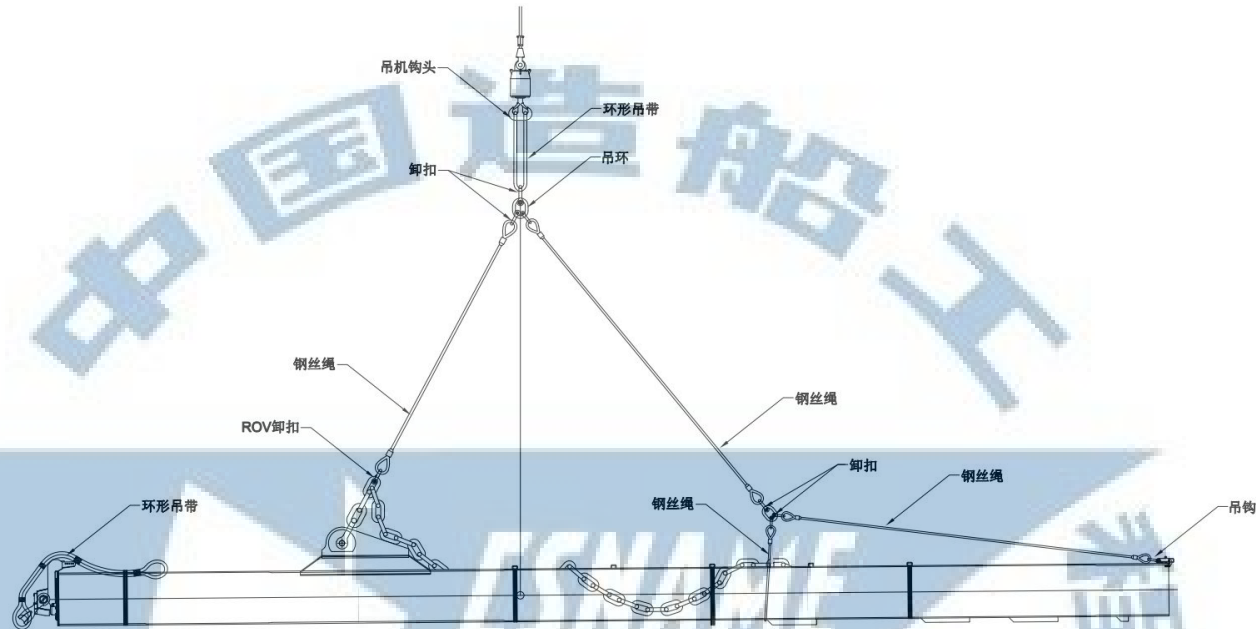


图1 锚桩吊装示意图

- d) 在吊机钩头和锚桩指定位置安装定位信标，确保信标可用；
- e) 甲板人员设置尾绳用于锚桩起吊，尾绳路径不应与其他设施或结构干涉，尾绳便于从深水锚桩上抽离；
- f) 确认锚桩运输固定设施已移除。

7 作业流程

7.1 施工流程

典型海上施工流程见图2。

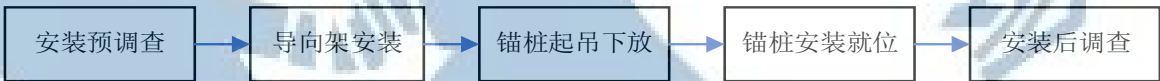


图2 锚桩安装作业流程图

7.2 安装预调查

- 7.2.1 安装预调查内容主要包括：
- a) 作业船舶就位于锚桩安装位置上方；
 - b) 下放ROV至锚桩安装位置，观察安装位置周围，确保无障碍物，并与定位屏幕显示的位置做对比，确认安装位置坐标一致；
 - c) 观察评估安装位置海床平整度，海床平整度需满足锚桩安装要求；若不满足要求，需根据设计要求做海床的相关处理。

7.3 导向架安装

作业过程如下：

a) 下放导向架之前,深水工程船应处于安全操作区域、应根据需求进行船舶压载调节;ROV应在水深约50 m处安全区域待命;

b) 施工人员根据制定的检查清单逐项检查导向架,根据吊装索具设计连接吊装索具,移除导向架固定设施;

c) 吊机起吊导向架至指定高度,通常高于吊装路由上任何突出设施约3 m;

d) 施工人员通过牵拉尾绳来控制导向架在空中的状态;

e) 保持导向架朝向,与船基本平行;

f) 缓慢下放导向架通过飞溅区直至到水深约50 m,待命约15 min;

g) ROV靠近导向架检查索具和导向架的状态;

h) 吊机继续下放导向架至海床约30 m;

i) 船舶移船至安装位置,继续下放导向架距离海床约5 m;

j) ROV调整导向架的艏向并将导向架安装就位;

k) ROV临时断开吊机与导向架之间的索具;

l) 调查导向架的艏向和水平度,确认满足施工需求。

7.4 锚桩起吊下放

作业过程如下:

a) 下放锚桩之前,深水工程船应处于安全操作区域,根据需求进行船舶压载调节,ROV应在水深约50 m处安全区域待命;

b) 施工人员根据制定的检查清单逐项检查锚桩,根据吊装索具设计连接吊装索具,移除锚桩固定设施;

c) 吊机起吊锚桩至指定高度,通常高于吊装路由上任何突出设施约3 m;

d) 施工人员通过牵拉尾绳来控制锚桩在空中的状态;

e) 保持锚桩朝向,与船基本平行;

f) 缓慢下放锚桩通过飞溅区直至水深约50 m,待命约15 min;

g) 入水时应保证ILT侧向上倾斜,在水面保持足够时间,确保桩内灌满水再进行下放;

h) ROV靠近锚桩检查索具和锚桩的状态;

i) 吊机继续下放锚桩至海床,锚桩与海床平行;

j) ROV拆除锚桩水平吊装索具。

7.5 锚桩安装就位

锚桩安装作业过程如下:

a) 吊机下放锚桩翻身索具,ROV水下完成挂钩,并剪断固定吊装索具的紧固带;

b) 吊机开始缓慢回收钢丝绳,将锚桩从水平调整为竖直状态,回收过程根据吊机钢丝绳状态调整船位,如图3所示;

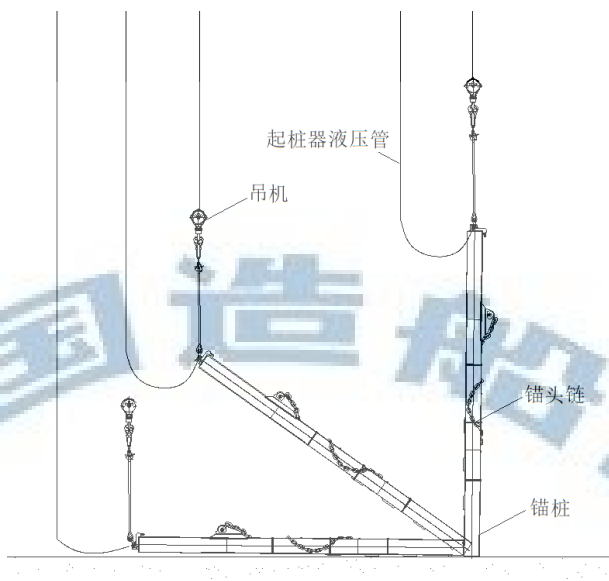


图3 锚桩从水平调整至竖直状态

- c) 甲板下放绞车钢丝绳索具入水，ROV完成绞车钢丝绳和末端链环索具的挂钩；
- d) 吊机开始回收钢丝绳，直至锚桩底部离开海床约10 m，并同步回收ILT液压管和绞车钢丝绳；
- e) 移船至导向架的正上方，吊机开启AHC；
- f) ROV观察锚桩吊耳的艏向，如有偏差，可通过转船调整锚桩艏向；
- g) ROV观察锚桩与导向架的对接情况，指挥吊机下放锚桩穿过导向架；
- h) 吊机缓慢下放锚桩，直至吊机不再受力，完成锚桩自沉；
- i) ROV调查导向架的水平度和艏向；
- j) 甲板启动ILT液压，解锁ILT，吊机回收ILT和液压管至甲板，如图4所示；

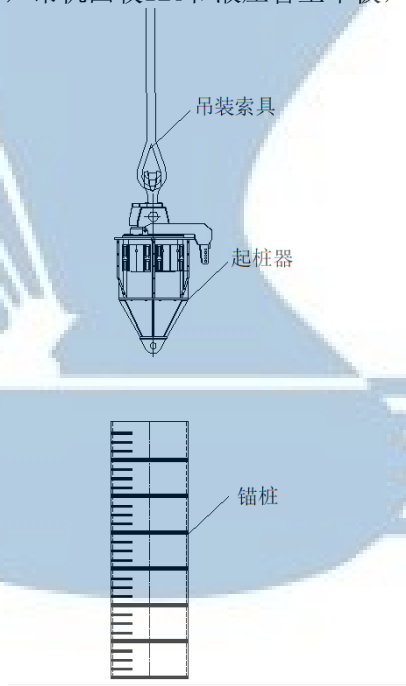


图4 解锁并回收 ILT 示意图

- k) 吊机吊装ILT，将ILT穿入送桩器首端并启动液压，锁紧ILT，如图5所致；

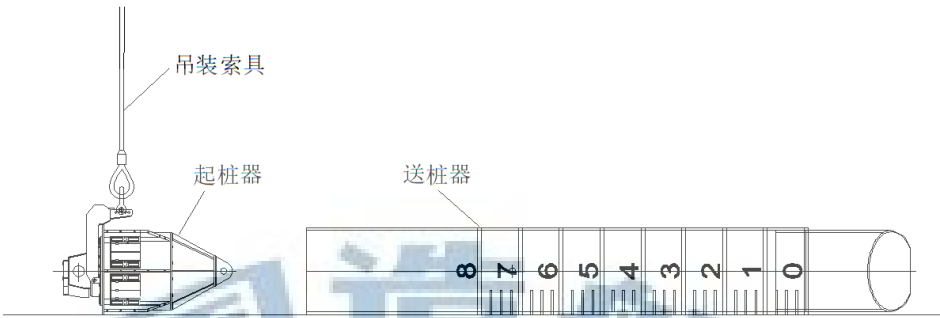


图5 安装 ILT 至送桩器示意图

- l) 甲板将送桩器从水平状态吊装至竖直状态，并吊装入水，甲板同步下放液压管；
- m) ROV指引送桩器安装至锚桩上，启动液压解锁ILT，回收ILT至甲板；
- n) 定位采集锚桩艏向、位置和水平度数据，ROV观察牛眼并完成记录；
- o) 甲板作业人员连接打桩锤索具至船舶吊机；
- p) 吊机缓慢翻身打桩锤，直至打桩锤为垂直状态，如图6所示；

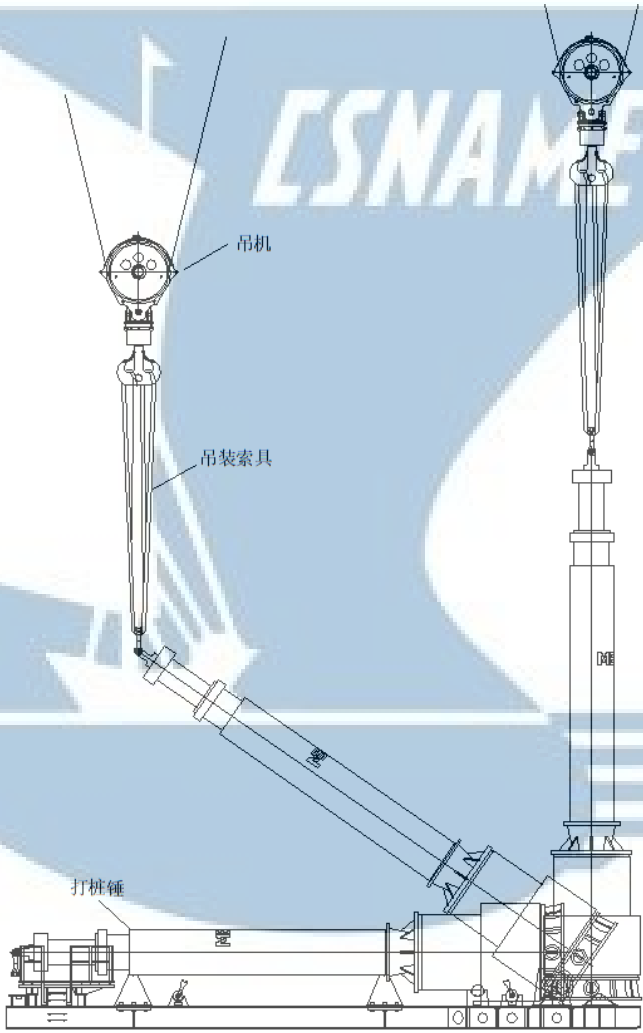


图6 打桩锤翻身示意图

- q) 甲板作业人员解除打桩锤限位固定;
- r) 下放打桩锤入水, 打桩锤锤套触水, 吊机读数清零;
- s) 打桩锤、马鞍、液压管线和控制电缆同步下放, 每次按照10 m下放;
- t) 调整马鞍与打桩锤间的管线姿态及合适间距, 避免管线缠绕, 马鞍在打桩锤略高于打桩锤顶部;
- u) 下放打桩锤底部至目标位置, 吊机开启AHC, ROV 观察打桩锤底部, 完成打桩锤与送桩器的对接;
- v) 下放打桩锤至吊机无负载时, 再下放1 m~2 m, 同步下放马鞍;
- w) 套锤后, ROV观察锚桩的自沉情况;
- x) 启动液压开始打桩, 记录锤击能量, 锤击次数, 直至完成打桩作业, 如图7所示。

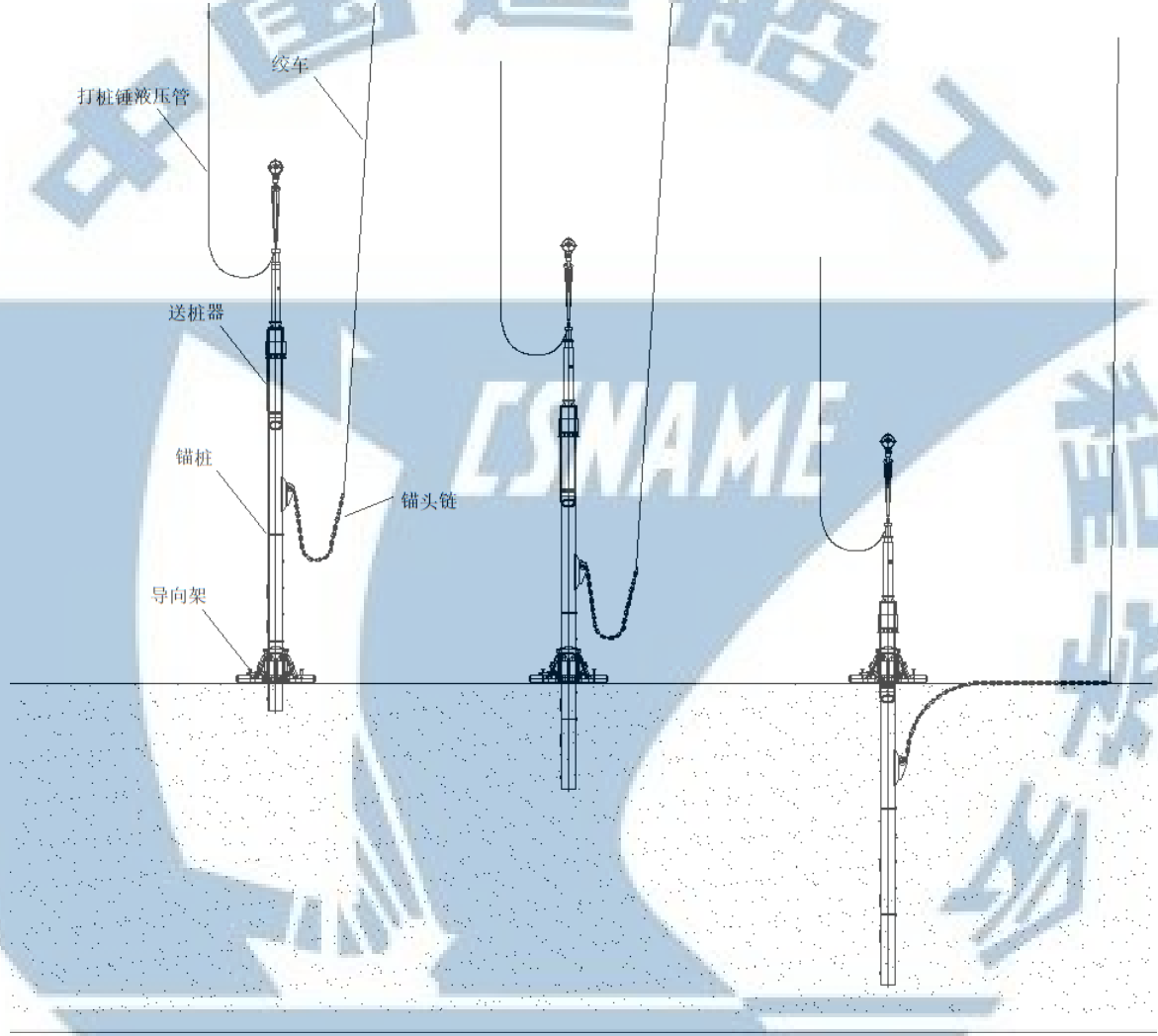


图7 打桩过程示意图

- y) 吊机同步回收打桩锤, 直至打桩锤顶部出水5 m, 同步回收液压管线及控制电缆;
 - z) 回收打桩锤上甲板, 临时下放打桩锤至底座上;
 - aa) 吊机左摆下钩, 下放打桩锤至底座, 打桩锤回收完成;
 - bb) 吊机回收送桩器至甲板;
 - cc) ROV和吊机配合处理锚头链至设计位置。
- 7.6 安装后调查
- 锚桩安装后应进行调查, 即操作ROV在安装区域进行目视检查, 检查内容包括但不限于:
- a) 锚桩安装位置、艏向、水平度 (满足设计文件的要求);
 - b) 锚头链路由情况;

- c) 锚头链末端就位状态。

8 完工文件

锚桩安装完成后，应整理和提交相关完工文件，并确保提交的资料齐全并符合要求。完工文件应包括但不限于以下内容：

- a) 完工图纸；
- b) 作业日报；
- c) ROV报告；
- d) 相关影像资料；
- e) 定位报告；
- f) 安装设计文件；
- g) 项目管理文件；
- h) 焊接与检验报告；
- i) 业主要求的其他文件。

