

# 一种海上混凝土管桩截桩施工工艺

## A Construction Technology for Offshore Concrete Pipe Pile Cutting

杨希铭<sup>1</sup> 郑辉<sup>2</sup> 刘威<sup>2</sup>

Ximing Yang<sup>1</sup> Hui Zheng<sup>2</sup> Wei Liu<sup>2</sup>

1. 连云港实华原油码头有限公司 中国·江苏 连云港 222000

2. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司 中国·广东 广州 510230

1. Lianyungang Shihua Crude Oil Terminal Co., Ltd., Lianyungang, Jiangsu, 222000, China

2. China Communications Fourth Navigation Engineering Survey and Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510230, China

**摘要:** 桩基施工后普遍需要对超高段进行截除, 论文介绍了一种海上管桩截桩施工工艺, 并在工程中进行实际应用。该截桩工艺创新设计并应用悬挂式可调节截桩施工平台, 采用抱箍式电动切桩机切断桩内钢绞线后, 采用起重船双钩配合将钢丝绳环套入桩头内, 将桩头吊除, 大大提高了截桩效率。

**Abstract:** After pile foundation construction, it is generally necessary to cut off the super high section. This paper introduces a construction technology for offshore pipe pile cutting and its practical application in engineering. The innovative design and application of the pile cutting technology involves a suspended adjustable pile cutting construction platform. After using a hoop electric pile cutting machine to cut the steel strands inside the pile, a double hook crane is used to fit the steel wire rope ring into the pile head and lift it off, greatly improving the efficiency of pile cutting.

**关键词:** 管桩; 截桩; 平台

**Keywords:** pipe piles; cutting piles; platform

**DOI:** 10.12346/etr.v6i2.9036

## 1 引言

混凝土管桩因造价低、耐锤击性好、承载力高、耐久性好等特点, 普遍应用于港口工程。由于混凝土管桩属于挤土桩, 沉桩时若遇密实砂层或硬黏土层, 就会导致难以穿透, 造成桩超高。在海上搭设截桩施工平台难度较大时, 如何安全高效地截除桩超高段就成为难点。

论文基于连云港 30 万吨原油码头工程, 针对当地潮差大的特点, 制定了一种新的海上混凝土管桩截桩施工工艺。创新设计了一种悬挂式可调节截桩施工平台, 采用抱箍式电动切桩机切断桩内钢绞线后, 采用起重船双钩配合将钢丝绳环套入桩头内, 将截断桩吊除。满足安全环保要求的同时, 又大大提高了截桩效率。

## 2 工程概况

### 2.1 项目简介

连云港 30 万吨原油码头采用“蝶形”离岸布置, 泊

位长度 412m, 包括工作平台 1 座, 靠船墩 2 座, 系缆墩 6 座。码头工作平台通过长 37.9m 引桥和转角墩与现有公共廊桥相连接, 引桥东侧布置消控楼平台, 平面尺度为 57m × 28.5m。

引桥、转角墩和消控楼平台桩基均采用后张法预应力混凝土大管桩 D1200B32-2, 均为直桩, 壁厚 145mm, 单位长度重量为 12.37kN/m<sup>[1]</sup>, 其他码头桩基采用钢管桩。

### 2.2 设计水位

设计高水位 5.41m (高潮累积频率 10%)。

设计低水位 0.47m (低潮累积频率 90%)。

极端高水位 6.56m (五十年一遇高潮位)。

极端低水位 -0.68m (五十年一遇低潮位)。

### 2.3 桩超高情况

因勘察报告中砂层标贯击数较小, 设计沉桩控制标准以标高控制, 推荐采用 D125 锤二档沉桩。试桩采用 D138 锤二档沉桩发现难以穿透④ 1 粉砂层, 终锤贯入度小于

【作者简介】杨希铭 (1984-), 男, 中国江苏邳州人, 本科, 工程师, 从事工程管理研究。

3mm，后设计调整沉桩控制标准为贯入度控制。但本工程因工期紧，前期不具备试桩条件的原因为，大管桩已全部完成制桩，从而导致大管桩普遍超高，超高范围 4~11m，重量约在 5~13t。桩超高情况如图 1 所示，需截桩施工的基桩情况见表 1。

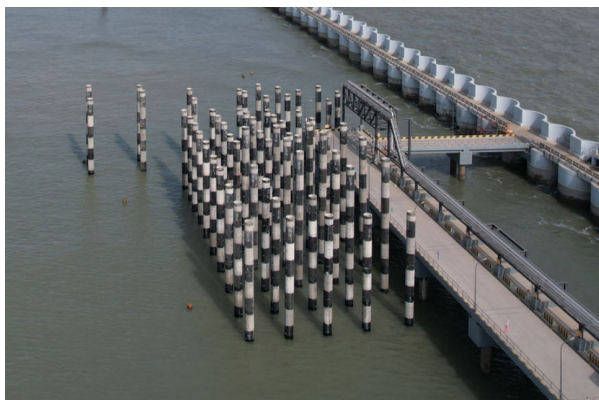


图 1 大管桩超高情况

表 1 基桩情况一览表

序号	项目名称	数量	备注
一	引桥		
1.1	Φ1200mm 大管桩, L=54m	8 根	超高 7~8m
二	消控楼平台		
2.1	Φ1200mm 大管桩, L=53m	33 根	超高 6~7m
2.2	Φ1200mm 大管桩, L=54m	3 根	超高 7~8m
2.3	Φ1200mm 大管桩, L=57m	11 根	超高 10~11m
三	转角墩		
3.1	Φ1200mm 大管桩, L=54m	10 根	超高 4~6m
总计		65 根	

### 3 截桩施工工艺选择

根据以往项目经验，截桩施工可选的施工工艺为人工破除桩头、安装围图后截桩。

#### 3.1 人工破除桩头

随着近年来安全和环保管理的逐渐升级，过去人工破除桩头的施工方式已被禁止，需将桩基超高段整体截断吊除。

#### 3.2 安装围图后截桩

安装围图后截桩的施工流程：安装钢抱箍→吊安工字钢围图→截桩→吊桩。本工程底模安装方案：钢抱箍底标高为 +5.0m，安装施工水位为 +4.0m。

本工程所在海域每天潮高大于 +4m 的时长约 6 小时。采用浮排安装钢抱箍，经过典型施工，每组人（4 人）1 小时仅能安装 1 个钢抱箍，施工效率低。且安装钢抱箍后，在超高桩之间吊安工字钢的难度极大，因此本施工工艺无法满足本工程的需要。

综上所述，人工破除桩头和安装围图后截桩的施工工艺都无法满足本工程的要求，需设计新的截桩施工工艺。

### 4 截桩工艺介绍

为解决潮差大，截桩平台安装可作业时间少的问题，创新设计悬挂式可调节截桩施工平台，截桩主要施工流程如图 2 所示。

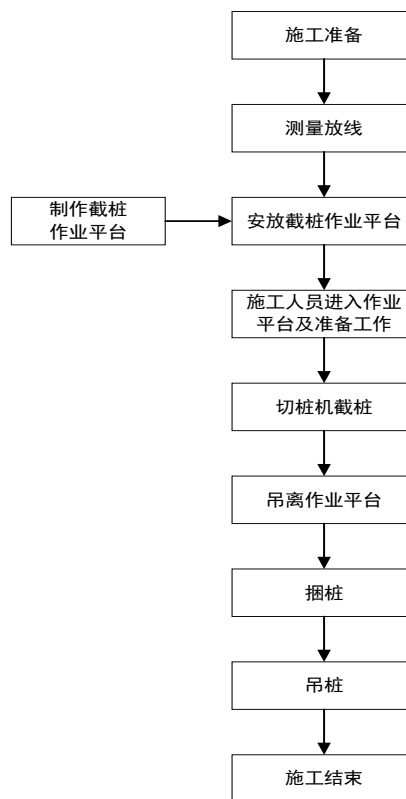


图 2 截桩施工流程

#### 4.1 测量放线

施工前，测量人员用测量仪器在桩身放出截桩标高，并用三角形箭头标识。施工人员按照设计标高位置线沿桩周围弹出墨线，现场测量员、施工员再次复核检查截桩的标高，确保截桩标高正确。

#### 4.2 设计并制作截桩施工平台

针对截桩长度较大且变化范围较大的情况，设计适用的悬挂式可调节高度的截桩作业平台。

截桩施工平台分为上平台和下平台，上平台为井字支撑结构，用于安放在桩顶支撑；下平台为 U 形结构，方便卡在桩体，平台吊安就位后，由工人将木方卡入 U 形缺口，将桩抱紧，并搭设木板形成“回”形作业平台。上下平台通过长 11.5m 的链条连接，在链条上每隔 1.3m 设 1 组蝴蝶扣用来调节下平台高度，两部分通过可调节链条连接，可调节高度 5~12m，满足所有桩基截桩高度需求。

上下平台均采用 16#b 槽钢（19.752kg/m）焊接而成，使用槽钢总长约 25m，铺设木板总重约 60kg，下平台总重 554kg；上平台使用槽钢总长约 31m，上平台总重 612kg。考虑每次截桩需 2 名工人配备电动卡箍切桩机（重约 70kg）作业，整个钢平台总重约为 1.5t。钢丝绳选用 φ14mm，

6×19类, 纤维芯, 1570强度级, 最低破断拉力102kN, 安全系数取6, 单绳最大起重量1.7t。

#### 4.3 安放截桩施工平台

根据“桩基超高长度+(0.5~1m)”调节链条长度, 使作业平台安放后满足截桩人员安放切桩机高度的需求, 使用起重机或起重船吊起作业平台至桩侧, 上平台高度高于桩顶标高约0.5m, 下平台U形缺口对准桩基, 将桩缓慢套入下平台后, 放下平台将上平台搁置在桩顶。平台安放完成后, 作业人员在浮排上通过钢爬梯进入作业平台。

#### 4.4 截桩

截桩采用卡箍式切割机进行环切法截桩, 安装切割轨道后, 采用卡箍切桩机在截桩平面上沿桩周向桩心切割一圈, 切割深度以切断管桩钢绞线为准, 由于D1200B32-2大管桩壁厚145mm, 钢绞线内侧距离桩外侧深度为93mm, 因此切割深度控制在100~110mm。切割时用冷水润滑切割片, 以免切割片高温损坏并降低噪声和粉尘。

结构安全性复核: 桩切割完成后, 按最长桩头11m, 桩垂直度偏差取规范允许偏差1%<sup>[2]</sup>, 计算最不利条件下桩头稳定性。

该工程大管桩混凝土强度为C70, 抗拉强度设计值为2.14N/mm<sup>2</sup>。管桩切割后剩余厚度为45~35mm, 保守考虑1/4范围的混凝土的抗拉力的稳定力矩为:

$$M_N = f_t \times A \times l = 2.14 \times \frac{\pi \times (490^2 - 455^2)}{2} \times 10^{-3} \times 0.4 = 44.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

D1200B32-2大管桩单位长度重量为12.37kN/m, 11m长桩身自重为136kN, 自重稳定力矩为:

$$M_G = G \times l = 136 \times (0.495 - 5.5 \times 1\%) = 59.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

计算最不利条件下桩顶处可承受最大水平撞击力为:

$$F = \frac{44.4 + 59.8}{11} = 9.5 \text{ kN}$$

桩基切割后可满足自身稳定性要求, 但桩顶可承受的撞击力较小, 仅约1t。因此, 桩切割完成后, 吊起平台约300mm, 通过下平台U形缺口缓缓退出已截桩, 避免平台撞击桩基已切割段, 将平台吊离安装至下一根桩基。

#### 4.5 捆桩

采用起重船1#大钩进行吊桩作业, 预先将捆桩钢丝绳盘成约直径2m的圆环2圈, 通过卡环连接, 2#大钩使用4根吊带将钢丝绳圆环对称吊起, 配合将钢丝绳环套入桩头内, 将钢丝绳环下落至吊点下方(吊点位于截桩段2/3位置), 2#大钩保持松弛状态, 1#大钩缓慢上升, 直至将捆桩钢丝绳带紧。捆桩吊桩如图3所示。

JGJ 276—2012根据《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》, 捆桩钢丝绳安全系数取6~8<sup>[3]</sup>, 最长的11m桩头重136kN, 选用φ43mm钢丝绳, 破断拉力1190kN, 长度为18m。



图3 捆桩吊桩示意图

#### 4.6 吊桩

起吊前, 作业人员撤离至安全区。起重操作人员将起重吊臂向上收吊钩, 使桩头与桩身最后连接处断裂。吊起时需要事先观察好桩头状态, 使桩头接近竖直的状态, 以避免产生大的摆动, 桩头状态稳定后, 方可将桩头吊起, 吊桩如图4所示。



图4 吊桩

## 5 结语

论文详细介绍了一种新的海上混凝土管桩截桩施工工艺, 创新设计了悬挂式可调节截桩施工平台和施工工艺, 该悬挂式截桩平台可在高潮差环境连续施工, 既解决了高潮差地区安装围图施工作业时间短的问题, 又解决了传统吊人截桩施工的危险作业问题。

经工程实践证明, 采取该截桩工艺约一小时即可完成一根混凝土管桩截桩施工, 整个截桩过程安全高效, 既保证安全生产, 又缩短了工期, 减少了船机设备和人员的投入, 带来了很好的经济效益, 可供类似工程借鉴。

## 参考文献

- [1] JTS 147-7—2022 水运工程桩基设计规范[S].
- [2] JTS 257—2008 水运工程质量检验标准[S].
- [3] JGJ 276—2012 建筑施工起重吊装工程安全技术规范[S].