



# 大榭45万t原油码头锚岩桩施工技术

黄卫明, 方州恩

(宁波港建设开发有限公司, 浙江 宁波 315800)

**摘要:** 结合大榭45万吨原油码头锚岩桩施工情况, 介绍大型锚岩桩码头稳桩、桩尖保护、搭设钻孔平台及锚岩等施工方法和工艺, 为类似工程提供参考。

**关键词:** 锚岩桩; 钻孔; 清孔; 锚杆

**中图分类号:** U 655.54<sup>+</sup>4.1

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1002-4972(2012)09-0186-04

## Construction technology of anchor socketed piles for 450 000 t crude oil pier of Daxie

HUANG Wei-ming, FANG Zhou-en

(Ningbo Port Construction Development Co. Ltd., Ningbo 315800, China)

**Abstract:** Based on the construction of anchor socketed piles for the 450 000 t crude terminal of Daxie, we discuss series of construction methods and technology, containing the stabilization of anchor socketed piles, the protection of pile tips, the erection of the drilling platform and the construction of rock anchoring, etc., all of which provide references for similar projects.

**Key words:** anchor socketed pile; hole drilling; borehole cleaning; anchor rod

### 1 工程概况

宁波实华45万吨级原油中转码头工程位于宁波大榭岛东海岸扫箕山东南侧岸段, 码头最大设计船型为45万t兼靠50万t油船, 是国家发展和改革委员会正式核准批复的国内首座45万吨级原油码头项目。码头平面采用蝶形布置, 总长度为490 m。码头主要由1座工作平台、4座靠船墩、6座系缆墩和2座人行桥墩组成。工作平台平面尺度为50 m × 35 m, 采用高桩梁板式结构, 基础采用15根 $\phi$  1 500 mm钢管嵌岩桩(直桩)及15根钢管锚岩桩(斜桩)。1<sup>#</sup>~4<sup>#</sup>系缆墩采用高桩墩式结构, 1<sup>#</sup>~3<sup>#</sup>系缆墩基础采用 $\phi$  2 800 mm钢管嵌岩桩(直桩)基础, 4<sup>#</sup>系缆墩采用 $\phi$  1 200 mm钢管锚岩桩基础。1<sup>#</sup>~4<sup>#</sup>靠船墩采用高桩墩式结构, 1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>靠船墩基础采用 $\phi$  2 800 mm钢管嵌岩桩(直桩), 3<sup>#</sup>和4<sup>#</sup>靠船墩基础采用 $\phi$  1 500 mm钢管锚岩桩(斜桩)。

### 2 工程地质分析<sup>[1]</sup>

根据浙江省地质勘察院提供的地质报告分析, 工程位置有永丰礁, 若采用重力式结构, 必须进行大量的水下炸礁作业, 由于工程区域周边有若干已建码头, 大量的炸礁作业势必会对周边码头及海堤安全造成影响, 且重力式码头会产生阻水效应, 会改变工程所在区域水流流态, 对环境影响较大。而高桩码头为透水结构, 对水域环境基本无影响, 且基桩对地质情况的适应能力较强, 码头沉降相对较小, 故本工程选用高桩码头结构。对地质报告的进一步分析表明: 工程区域岩面突出, 两侧岩面下倾起伏较大, 基岩埋藏较浅以及覆盖层较薄, 且力学性能差, 厚度一般为10 m, 同时泥面的坡度也比较陡, 在1:2与1:3之间, 码头前沿水下地形亦较陡, 距驳岸100 m处水深达-30 m左右, 因此码头的桩基施工将面临很多

收稿日期: 2012-04-10

作者简介: 黄卫明(1961—), 男, 工程师, 从事港口工程建设管理工作。

的挑战, 例如桩基施工是否会给边坡及后方陆域的稳定带来影响、在如此薄的覆盖层下如何保持

钢桩的自身稳定, 以及如何合理地制定沉桩及锚岩桩的施工方案等, 码头地质剖面见图1。

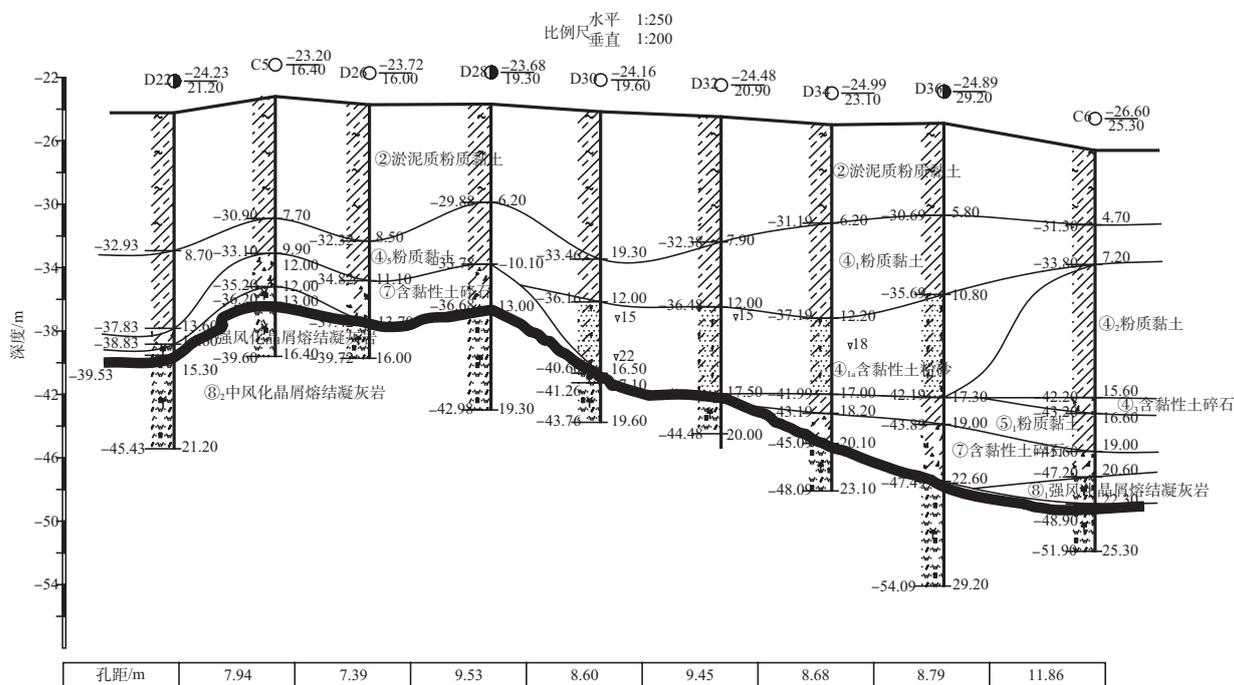


图1 码头地质剖面

### 3 锚岩桩选取的背景及施工采取的措施

在岸线条件较好的水域, 为方便施工及成本控制, 高桩码头结构通常采用较少的桩型, 而在本工程位置, 由于地质条件相对复杂, 码头需要承受45万t油船在风、浪、流等环境因素下产生的巨大水平荷载作用, 因此本工程码头的关键点在于结构的水平抗力及水平位移的控制, 所以经设计核算, 工程基本以选取 $\phi 2\ 800$ 的全断面嵌岩桩为主, 而 $\phi 2\ 800$ 的全断面嵌岩桩造价之高、工期之长可想而知。为了进一步地节省投资、缩短工期, 对设计方案进行优化, 结合地质报告中基岩分布的特点, 以码头工作平台中心线为中心, 下游侧(4#~6#系缆墩和3#及4#靠船墩位置)基岩面相对埋藏较深, 该段基岩为晶屑熔结凝灰岩, 覆盖层为15 m左右的淤泥质黏土及亚黏土, 桩基类型以锚岩桩为主, 工程共有锚岩桩50根, 桩径为 $\phi 1\ 200$ 和 $\phi 1\ 500$ , 桩长为50 m左右。为了顺利并保质保量地完成锚岩桩的施工, 在施工过程中采取以下一系列措施。

#### 3.1 稳桩措施

工程开工前, 先对码头施工区域进行水深

测量, 以便掌握沉桩区域的水深条件以及泥面的自然坡度。根据实测的水深资料, 经核算后, 得知本工程的工作平台区域范围内前沿水深较大, 最深处为-26.6m, 以及覆盖层较薄, 且力学性能差, 厚度一般为10 m。同时泥面的坡度也比较陡, 在1:2~1:3之间。鉴于以上地质情况, 考虑到此区域内的钢管桩普遍较长, 平均桩长达到50 m, 若不采取针对性措施而直接沉桩, 由于基岩覆盖层较薄, 桩的自由长度过长, 在大风浪的影响下极有可能产生较大偏位甚至倾倒, 造成重大的安全质量事故。经各方研讨, 采取在工作平台区域范围内抛袋装碎石、构筑人工基床稳桩并保证海侧排桩人工基床厚度达到2.5 m等措施。共抛袋装碎石约5 800 m<sup>3</sup>, 一方面确保沉桩期间的岸坡稳定, 另一方面加强沉桩后的稳桩效果。

对于抛石施工工艺, 采用网兜分阶段分层进行, 以20 m为一施工段(作业半径), 每分层厚度控制在2.0 m之内, 每阶段抛投结束后, 由测深仪测量水深, 必要时进行潜水探摸, 以确定抛石是否到位, 及时了解人工基床的变化情况, 并作好记录, 指导下步抛投, 以减少理坡的工作量。

测绘出各断面的变化情况（每10 m处）并作好书面记录。经测量满足要求后，定位船移到下一个船位，重复上述步骤。沉桩结束后对沉桩偏位进行测量的数据表明：采取稳桩基床，对岸坡和桩基均起到了一定的作用，尤其是对超高桩的稳桩效果比较明显，此区域内的沉桩偏位全部符合规范要求。

### 3.2 防止桩尖卷边措施和锚岩结构

设计要求锚岩钢桩以中风化岩层顶层为桩尖持力层，沉桩停锤标准以贯入度控制为主，高程控制为辅，停锤平均贯入度控制在5~10 mm/击<sup>[2]</sup>。为防止钢桩桩尖卷边，在桩尖位置处加焊加强环，加强环材质采用Q345B，钢圈高度为35 cm，厚度为2 cm。锚岩桩系在钢管桩内径范围内钻除地质覆盖层后，采用潜孔锤钻3个 $\phi 170$  mm锚孔至

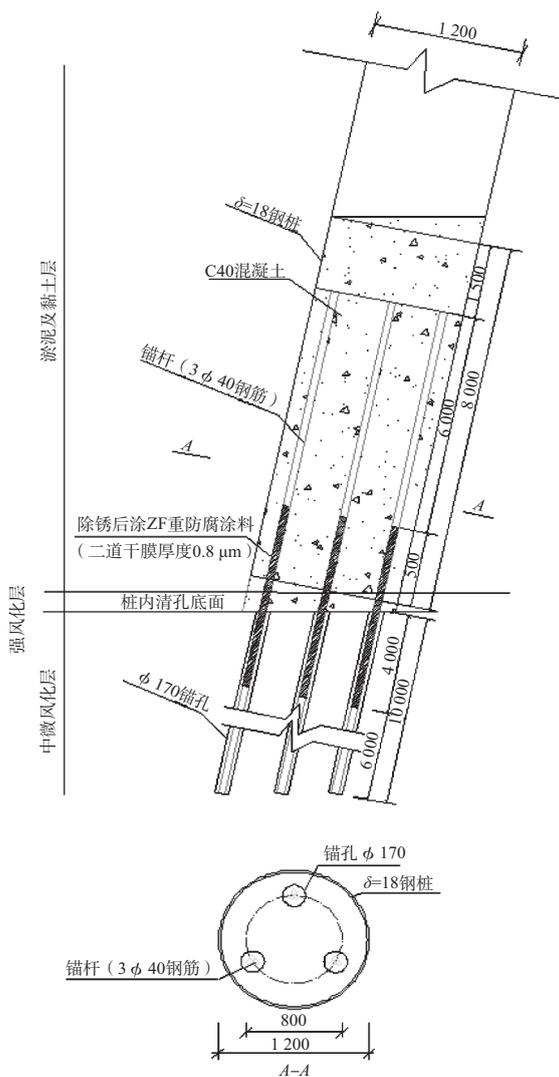


图2  $\phi 1200$  mm锚岩桩结构

中微风化层以下10 m并清孔；然后每孔下3个 $\phi 40$  钢筋作为锚杆，并在锚孔内灌注C40水泥净浆。导向架拆除后对桩底进行清孔并在钢管桩内现浇8 m高C40水下桩芯混凝土<sup>[3]</sup>。 $\phi 1200$  mm锚岩桩结构见图2。

### 3.3 锚岩施工及措施

#### 3.3.1 施工工艺流程

锚岩施工工艺流程见图3。

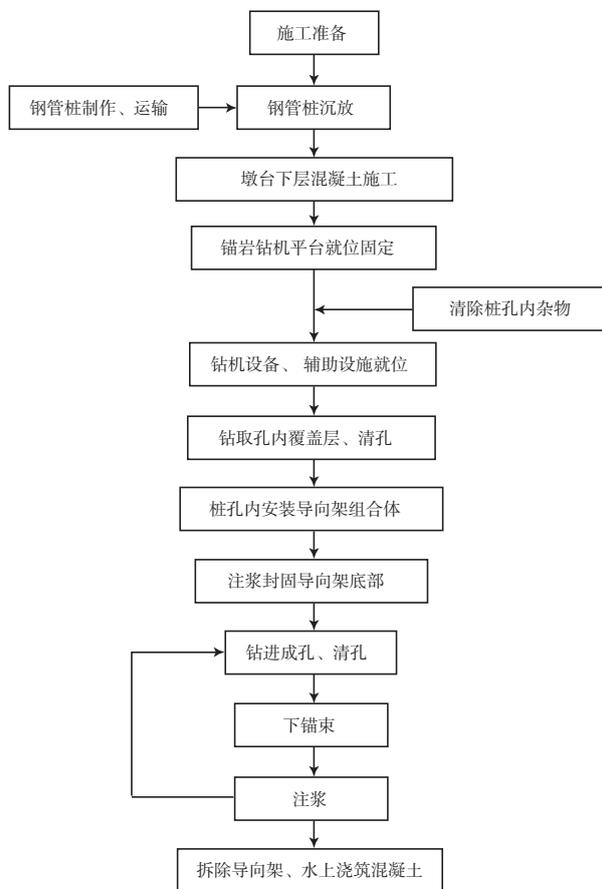


图3 锚岩施工工艺流程

#### 3.3.2 锚岩平台的搭设措施

本工程工期较紧，如果采用常规的先搭设桩基锚岩平台，再打桩直至浇筑墩台混凝土势必会造成工期的极大浪费。根据现场条件，系缆墩的设计高度为3.5 m，系缆墩锚岩平台采取先浇筑1.5 m厚的墩台底层混凝土，利用已浇墩台作为锚岩桩平台的搭设承台。在混凝土顶铺设贝雷架的结构形式，上铺H40型钢和 $\delta 6$  mm厚网格板，搭设锚岩钢平台。在此工艺基础上为确保在锚岩桩冲孔过程中底层混凝土与钢管桩的紧密牢固结合，在钢管

桩伸入底层混凝土内间隔200 mm焊4道 $\phi$  25钢筋以增加握裹力, 确保了平台搭设安全。采取这个工艺主要减少了在钢管桩上牛腿焊接以及割除的环节, 大大提高了施工进度, 且避免了焊接对钢管桩本体质量带来的不利影响。

### 3.3.3 钢管桩内大孔成孔、清孔

开孔前, 应先探明孔内有无钢筋、铁件等异物, 若有影响成孔的异物, 应采取抽水后打捞或磁铁吸除方式打捞。采用三叶刮刀钻具钻取钢管桩内中风化岩面以上的地质覆盖层, 大孔成孔尽量钻进到管桩桩尖高程。大孔终孔后, 采用3PN泵气举反循环法清孔一段时间再提钻。清孔后加强对孔口的保护, 防止导向架安装前岩渣和杂物落入孔内, 避免导向架安装后再次清孔。

### 3.3.4 锚孔成孔、清孔

锚孔钻进采用 $\phi$  150 mm空气潜孔锤硬质合金钻头钻进, 由于水位较深, 开孔时先跟进 $\phi$  178 mm $\times$  12 mm厚壁套管直接伸入至基岩面作为导向管, 然后采用 $\phi$  150 mm空气潜孔锤硬质合金钻头钻进。一般潜孔锤钻进回次进尺控制在0.3~0.4 m, 以确保潜孔锤上部保持在套管内, 以免被垮塌的砂卵石掩埋而影响潜孔锤的冲击钻进; 待钻头冲出管脚后再采用潜孔锤冲击回转钻进, 基岩采用 $\phi$  91 mm清水金刚石钻进, 一径终孔。

### 3.3.5 锚杆施工

#### 1) 锚杆制作。

锚杆由3根18 m左右的 $\phi$  40钢筋焊成一束而成, 外焊3 $\phi$  25短钢筋作保护块,  $\phi$  40钢筋连接采用套筒丝口连接, 注浆管采用 $\phi$  25镀锌管, 焊于锚杆上, 其下端距锚杆下端约20 cm, 上端也接一反丝接头。

#### 2) 锚杆施工。

锚束逐根下放, 直至将锚杆放至孔底。同时, 注浆管也通过反丝接头与焊于锚杆上的注浆管逐节相连, 下到孔内。

### 3.3.6 锚孔内注浆

采用BW250/50柱塞泵, 通过预先安装在锚束上的注浆管, 将水泥净浆注入孔内。注浆量按1.2倍充盈系数进行注浆作业, 作业期间每注浆完一孔都必须清洗注浆设备、注浆管, 以防止浆液胶结。

### 3.3.7 下导管、灌注桩底混凝土

下导管、灌注水下混凝土的施工方法与钻孔灌注桩灌注水下混凝土的施工方法类似。为保证钢管桩内混凝土与桩的可靠粘结, 必须进行二次清孔。清孔后的钢管桩内壁应清理干净, 不能粘附有黏土或淤泥等。

## 4 结语

在沉桩过程中定期对老驳岸及新建墩台进行了移位观测, 并对测量数据进行统计分析, 结果位移偏差全部符合规范要求。沉桩完成后, 委托宁波正信检测有限公司对桩基的3根锚杆进行抗拔承载力检测, 检测结果达到设计要求的抗拔承载力(3 187 kN)。工程验收前, 委托广州港湾工程质量检测有限公司对码头实体进行了检测, 各项检测亦达到规范要求。因此可知, 抛设人工基床、桩尖加焊加强环的措施作用十分明显, 能有效保证桩基的单桩稳定性以及桩尖不卷边, 并提高沉桩停锤标准。在锚岩桩施工中采取先浇筑墩台底层混凝土, 在其上搭设钻孔平台的工艺, 能极大地提高施工进度, 避免牛腿焊接及割除对钢管桩本体质量带来的不利影响, 也方便锚岩平台的搭设。

## 参考文献:

- [1] 浙江省工程勘察院. 宁波大榭45万t地址勘察报告[R]. 浙江: 浙江省工程勘察院, 2009.
- [2] JT/S 167-1—2010 高桩码头设计与施工规范[S].
- [3] JTJ 285—2000 港口工程嵌岩桩设计与施工规范[S].

(本文编辑 郭雪珍)