

风机船用定位管桩的设计与应用

姜丽华

(惠生(南通)重工有限公司 江苏 南通 226001)

摘要：船用定位管桩主要用于风电船到达指定海域后，为准确、稳固地定位于海床所设计的一种装置。本文从定位管桩的设计需求、设计依据、制作工艺及使用方法等方面对定位管桩装置的设计与制作进行了详细描述，最终按此方法和方法制作的定位管桩装置已应用于风机运输安装船上，安装了定位管桩的风电船定位准确，稳固可靠，提高了风电船在海域安装作业的安全性。

关键词：运输安装船；定位管桩；稳定性；计算；安全

0 引言

一步式风机运输安装技术是国内首创技术，由道达风电科技有限公司与天津大学、欣通船舶设计院等多家单位联合设计。在设计初始阶段，风机运输船拖带风机基础到达指定安装海域后，预计用船上配带的4只大抓力锚进行定位和稳定船舶。在具体实施过程中发现，仅靠锚定位稳定并不能满足安装要求，船体在风浪中并不能如理想化设计的那样，准确、稳固地定位于海床，于是在基于满足船体结构强度、稳性等各方面的前提下，设计一种船用定位管桩装置，用于解决上述难题。

1 定位管桩的设计思路与方案

本定位管桩装置共4件，2件装在风机船船艏，2件装在风机船船艉。当风机船到达指定安装海域，将内管逐渐放至海底，直至内管插入海底，起到稳定船体和定位的作用。当安装结束后，通过定位管桩装置上的提升油缸，逐渐提升内管，直至内管完全拔出海底，并用插销轴将内管与提升支座固定于甲板上方。

2 定位管桩的设计方案

2.1 定位管桩结构特点

如图1所示的定位管桩装置，它包括内管、导向管支座、提升支座、2根提升油缸、4根提升轴、4根插销油缸、4根插销轴。其中内管上根据油缸行程预制许多孔，用于定

位管桩使用插拔过程中的定位。内管是套在导向管支座内部，提升轴用于将提升油缸连接于导向管支座和提升支座。导向管支座焊于船体内。当定位管桩装置不

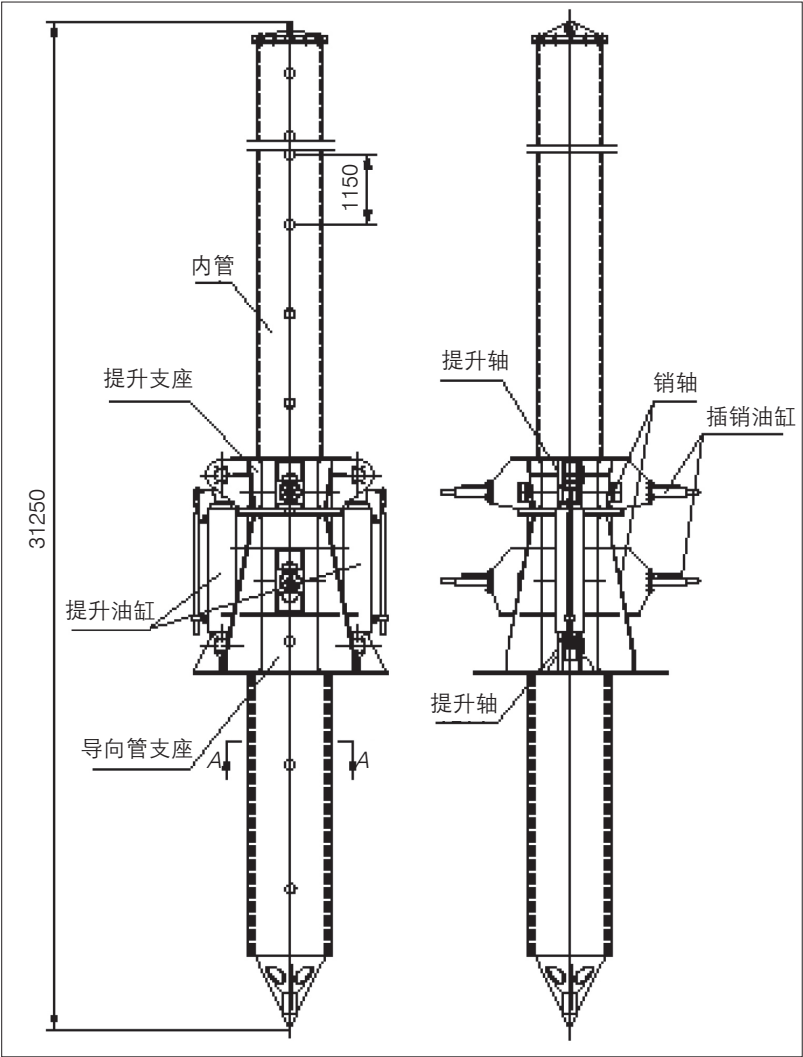


图1 为定位管桩装置的结构示意图

工作时, 插销油缸打开将插销轴分别推入内管与提升支座、内管与导向管支座外管中预先开好的孔一起固定在船舶甲板上方。其中内管约 30m, 导向管约 10m, 内管插入海床的深度约为 20m。所有管桩材料均使用高强度船用板, 提升轴、插销轴均使用 42CrMo 调质棒料, 以满足强度要求。

2.2 定位管桩的设计依据

定位管桩安装于风电安装船上, 在设计与建造过程中均遵循与船体一致的规范与准则, 具体如下:

(1) 中国船级社《国内航行海船建造规范》(2012 年及 2013、2014 修改通报);

(2) 中国船级社《材料与焊接规范》(2012 年及 2013、2014 修改通报);

(3) 中国船级社《海上风机作业平台指南》(2012 年);

(4) 中国船级社《船舶与海上设施起重设备规范》(2007 年)。

2.3 定位管桩的结构设计思路

(1) 风电船船深 9m, 管桩从双层底一直通向主甲板, 对称布置在船艏和船艉。双层底、二甲板、主甲板均需现场开孔, 并按规范要求对开孔周围进行加强。

管桩在不工作时, 导向管支座安装在主甲板上, 在双层底以下 1.10m; 根据风电船在不同海域工作海床的深度, 要求管桩能插入海床最大能达到 20m, 由以上两项设计出管桩总长为 31.25m。

(2) 风电船拖带风机运行时, 管桩不工作, 通过插销油缸固定于主甲板上, 此时管桩有 21m 在主甲板上方, 管桩设计时应考虑以下 2 种工况产生的组合载荷。

工况 1: 管桩处于无风状态, 应考虑自重载荷及船舶倾斜所产生的倾覆载荷及插销油缸所产生的扶正力矩。

工况 2: 管桩处于有风状态, 应考虑工况 1 中的载荷外还要加上最不利的风载荷。

同时需计算船体在此状态的各种受力状况是否满足规范要求。

(3) 风电船到达指示海域进行风机基础安装时, 抛锚定位, 管桩将一步步插入海床, 起到辅助定位作用, 此时需要计算管桩受到泥土的剧烈挤压产生的压缩变形及船体在此种工况下的各种受力状况是否满足规范要求。

(4) 以上经设计院计算最终得出管桩外管最小规格为 D1120×30, 内管最小规格为 D1000×30, 使用焊接型钢管, 材质均为 CCS-AH36。内管开孔处局部增

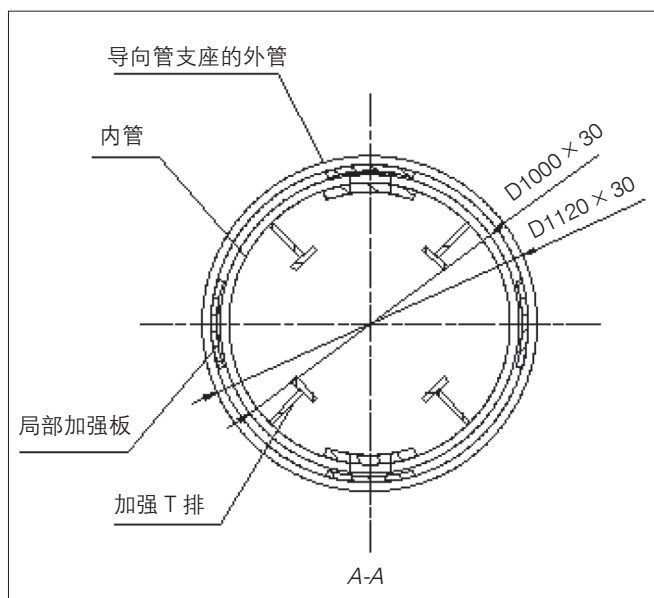


图 2 定位管桩横剖面图

加加强, 内管内部整体加 T 排加强, 详见图 2 所示定位管桩横剖面图。

(5) 根据计算得出的插拔管桩需要的力, 提升油缸选用直径 D320mm, 最大行程 1200mm, 根据油缸的行程及其他因素, 内外管用于油缸顶升的开孔相邻孔距最大为 1150mm。

(6) 根据上文计算出的扶正力矩, 确定插拔油缸的型号, 插拔油缸选用直径 80mm, 最大行程 250mm。

3 定位管桩制作工艺要求

(1) 内外管采用钢板下料卷制而成, 卷好圆后要对每根钢管的圆度及直线度进行测量, 达不到要求的需要进行调整校正。直线度要求为: 每 10m 范围内不大于 2mm, 同一圆周上应每 120° 测量一次; 圆度要求为: 每 10m 范围内失圆不大于 2mm。

(2) 各段管桩纵向拼接焊缝之间的平行距离不得小于 100mm, 同时保证插销孔、加强板与管子的拼接焊缝之间的平行距离不小于 50mm。

(3) 该装置内管长度 31m, 为保证使用过程中内管在导向管支座中自由滑动, 在制作过程中必须保证内管及导向管整体直线度均控制在 ±5mm, 合拢口处圆度控制在 ±2mm 范围内。

(4) 所有对接焊缝均需开坡口焊接并做 100%UT 检测; 对于角焊缝, 当板厚大于 20mm 时需开坡口采取熔深焊; 当板厚小于等于 20mm 时采取双面角焊缝, 焊缝不小于薄板厚度的 0.7 倍, 所有外侧焊缝磨平。

(5) 所有的插销孔及提升轴孔均为焊后镗孔, 上下

两个插销孔的孔距保证 (1150 ± 0.5) mm。

4 定位管桩的使用

定位管桩的使用过程分 2 个阶段：插入海床的阶段和拔出海床的阶段。整个插拔过程由船用克令吊机配合使用。

4.1 内管下放插入海床的过程

风机船拖带风机基础到了指定海域后，船舶需要定位和稳定时，首先将插销油缸收起，将插销轴分别从内管与提升支座、内管与提升支座预先开好的孔内拔出，内管与导向管支座、提升支座分离，利用船上的克令吊拎住内管的顶部，逐渐下放内管，直至内管插入海床（内管长度 31m，可根据海平面深度调节）。当内管稳定后，打开插销油缸将插销轴分别推入内管与提升支座、导向管支座预先开好的孔内固定住，实现船舶定位与稳定。

4.2 内管拔出海床的过程

当船舶安装完成，需要拔出定位管桩时，如图 3 所示，先将导向管支座上的插销油缸收起，插销轴拔出内管与导向管支座预先开好的孔内，内管与导向管支座分离。接着，将提升油缸打开，提升支座和内管被提升 1 个孔距，此时，打开导向管支座上的插销油缸，将插销轴推入内管与导向管支座预先开好的孔内固定住，然后，收起提升支座上的插销油缸，拔出内管与提升支座上的插销轴，内管与提升支座分离。紧接着，提升油缸收起，提升支座下降 1 个孔距，内管实现从海床上拔出一个油缸行程的距离。重复上面的操作，一个孔距一个孔距地将内管提升。当内管下口与导向管支座下口平齐时，停止提升操作，将插销油缸打开，将插销轴分别推入内管与提升支座、导向管支座预先开好的孔内，固定在船舶甲板上方。

5 结语

该定位管桩已按上述设计和制作完成，并与 2019 年 4 月投入使用。风机基础自重超过 1000t。在海上安装作业是一件高风险高要求的事件，在船体上增加定

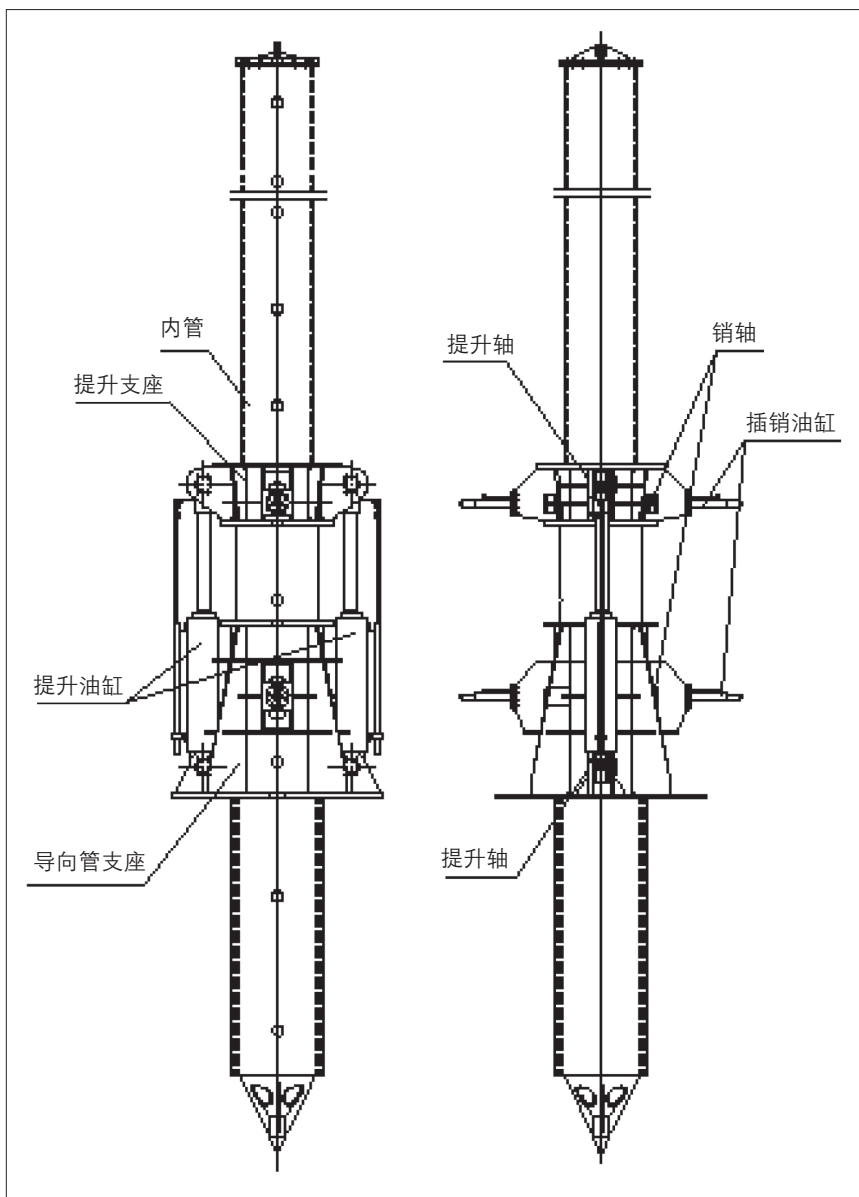


图 3 定位管桩装置提升内管示意图

位管桩装置后，使船体在海平面上稳如地面，减少了因船体摇摆晃动增加的操作难度，为风机基础精确定位及安装提供了保证，同时降低了海上作业的风险。

参考文献：

- [1] 中国船级社.《国内航行海船建造规范》[S].
- [2] 叶德安. 钢结构工程技术手册 [M]. 武汉：华中理工大学出版社，1995.

作者简介：姜丽华（1975-），女，汉族，江苏南通人，本科，工程师，研究方向：工装设计。