



陆上打桩机组在水下挤密砂桩施工中的应用

徐玉华¹, 曹驰昊²

(1. 中交海洋投资控股有限公司, 海南 三亚 572000; 2. 中交天航南方交通建设有限公司, 广东 深圳 518040)

摘要: 目前国内专业挤密砂桩船仅有7条, 均为国外引进, 造价昂贵。为加快外海深水筑港建设的步伐, 开展陆上挤密砂桩设备在水下应用施工技术的研究有十分重要的意义。结合海口湾南海明珠人工岛二期工程的施工, 论述了陆上打桩机组用于挤密砂桩船的施工工艺、适应条件以及施工质量控制等, 利于更好地把握水下挤密砂桩加固软土地基技术。

关键词: 陆上打桩机; 水下挤密砂桩; 质量控制

中图分类号: U 655.4

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2016)08-0179-03

Application of land pile drivers in marine sand compaction pile

XU Yu-hua¹, CAO Chi-hao²

(1. CCCC Ocean Investment Holding Co., Ltd., Sanya 572000, China;

2. CCCC TDC Southern Communication Construction Co., Ltd., Shenzhen 518040, China)

Abstract: There are seven professional sand compaction pile ships in China, all of them are imported from abroad and expensive. It's very meaningful to study the transformation of sand compaction pile ships, which is helpful to speed up off-shore port construction. Based on the construction of the South Sea Pearl artificial island projects in Haikou bay, the construction technology, application conditions and quality control of sand compaction pile construction with land pile drivers are described. It's good for master of the consolidation soft foundation with sand compaction pile ships.

Keywords: land pile drivers; marine sand compaction pile; quality control

水下挤密砂桩施工不同于一般的地基处理方法, 它是在软基上用振动锤把套管沉入至设计深度, 填入中粗砂后振动提管, 使其周围地基发生侧向挤压而使地基密实的一种加固方法^[1]。

相比传统的基础开挖后换填块石、爆夯整平的水下地基处理方法, 水下振动沉管砂桩施工工艺特点是:

- 1) 施工作业区域广。砂桩船不仅可在内河及近海区域作业, 也可进入条件恶劣的外海区域。
- 2) 依靠 GPS 定位系统, 打桩定位准确。
- 3) 快速提高承载力及减少沉降。在振动沉管反复的震动下, 桩体密实度高, 形成高置换率挤密砂桩快速提高地基承载力, 平均标贯击数数值提高可达到 20 以上, 地基整体沉降小。

4) 砂桩用料环保无污染, 施工过程对海洋生态环境影响较小。

5) 加速软土排水固结作用, 提高砂质基础抗液化能力和抗震能力。

6) 工序简单, 造价低廉, 施工效率高。

1 工程概况

南海明珠工程外护岸总长 2 640.1 m, 护岸地基液化砂层采用挤密砂桩进行地基处理, 共分为 25 个断面区, 砂桩直径均为 $\phi 730$ mm, 砂桩布置采用正三角形布置, 桩位间距 1.45 m 或 1.21 m, 桩长 7~17 m 不等, 工程总量 32 万 m³, 处理基础土质大部分为粉细砂混淤泥。通过将陆上打桩机组应用于改装的平板驳上, 完成水下挤密砂桩的

收稿日期: 2016-03-23

作者简介: 徐玉华 (1963—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事港口航道与海岸工程施工管理工作。

施工,达到预期目标。

2 工艺流程及操作要点

2.1 施工工艺流程

桩机组安装调试→船舶 GPS 定位→沉管成孔→套管沉桩至底→提至喂料口灌砂→打至桩底高程→提至喂料口灌砂→再打至桩底高程扩径→振动拔桩→移位^[2](图 1)。

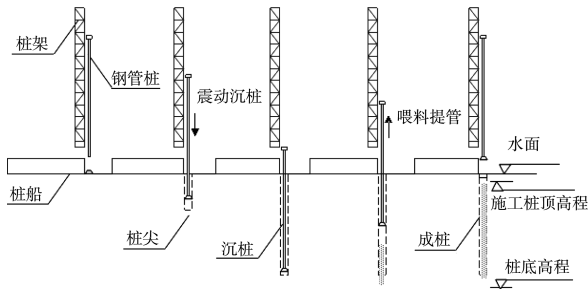


图 1 水下挤密砂桩施工工序

2.2 操作要点

2.2.1 桩机组安装调试

船舶安装 2 套桩机组在船体一侧,主要由桩架、震动锤、钢管桩、卷扬机、发电机构成。喂砂、输料通过挖掘机挖砂至料斗内,通过输送带和溜槽将砂料灌入钢管内。砂料在管内通过自重下沉。桩架、桩管、振动锤等安装需满足如下要求:

1) 桩架:打桩船架应大于(桩管长+震动锤高),同时桩架需固定焊接在船体上,焊接必须牢固,焊接前应根据设计图纸,确定 2 个桩架之间的距离,保证后续打桩时 2 个桩管之间距离是设计桩距的整数倍。

2) 桩管:砂桩桩管总长度应大于(设计高水位-砂桩桩底最小高程+船舶干舷高度),桩管壁厚应大于 10 mm,桩身采用规格桩管按照规范要求进行焊接;桩尖采用铲型活瓣桩尖,沉桩过程活瓣自行闭合,保证沉桩过程中沉管内无原状土进入,拔桩过程活瓣自行打开将砂量灌下;喂砂口位置应根据计算而得出的喂砂量进行选取,保证喂砂量的充足,桩管样式见图 2。

3) 振动锤:采用 DZ90KS 双电机振动锤(额定功率 90 kW),振动锤通过法兰盘连接桩架。

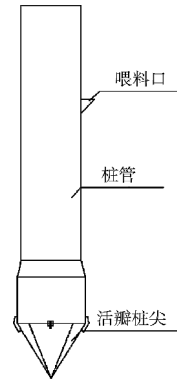


图 2 桩管样式

4) 卷扬机:卷扬机的功率应确保能在桩管内装满砂的情况下提升桩管,额定功率可选择 20 kW 左右。

5) 发电机:打桩设备均属于船体额外设备,船机发电不足以带动整个桩机组,需在甲板额外配备发电机,选择配备 2 个 150 kW 发电机组。

整体桩机组安装调试完成后,确保各个部件正常运转,同时,在外海作业时 2 台桩机组能够同时作业,不影响船体的稳定性。

2.2.2 船舶定位

在船舶上安装 2 个定位用中海达 GPS,该设备将船型和桩管精确位置显示在电脑上,通过 4 个定位锚移动船体,将桩管位置对准电脑图纸已放样的设计桩位后,定位完成。

2.2.3 沉管过程

启动振动锤,使桩管下沉至设计深度,严格控制沉入深度,确保达到设计桩长。桩管下沉过程中,沿导向架方向,始终保持同导杆平行,如发生偏斜须及时调整。第 1 次沉管至底高程时无需灌砂拔管,主要目的是:1) 排出桩内淤泥;2) 对底部进行连续排挤,提高端部标贯强度;3) 保证端部与持力层的有效连接。

2.2.4 桩管灌砂

当套管沉至设计高程或满足加固深度后,挖掘机开始转运料至料斗,通过皮带机输送至桩管喂料口。下料时开启振动锤,第 1 次灌满砂至喂砂口,记录此时灌砂量;第 2 次灌砂量根据总喂砂量在理论单根桩喂砂量的 1.4 倍(试验充盈系数,非固定)进行控制^[3]。如若需要扩径幅度较

大, 可进行多次复打灌砂。

2.2.5 拔管

拔管时在孔底按照设计要求留振 10 s, 每拔起 60 cm, 留振 10 s 使活页充分打开, 边拔边振, 并均匀地振动拔管, 拔管速度为 1.5~2 m/min, 以保证桩身的连续性、均匀性和密实性。在拔管过程中, 当砂桩管尖离原泥面约 2~3 m 时再留振 20 s, 以保证砂桩部的密实度, 并进行适当反插。

2.2.6 移位

单根桩施工完成后, 操纵 4 个定位锚机向下一个船位移动, 当与下一个设定船位重合时便可以进行下一个循环作业。

3 质量控制

3.1 一般质量控制要求

1) 砂桩的砂料采用中粗砂, 含泥量不宜大于 3%, 砂料中可混有少量粒径小于 50 mm 的碎石。
2) 挤密砂桩底高程应满足设计要求, 灌砂量不应低于计算灌入量。
3) 施工过程中应保证砂桩桩身的连续性, 不得有夹泥。
4) 砂桩地基强度或地基承载力的检测数量及结果应满足设计要求。
5) 合理选择船机设备, 砂桩船应配备灌砂及计量系统, 砂桩船振动设备和砂桩套管的配置应能满足施工要求。
6) 砂桩施工质量需满足规定(表 1)。

表 1 砂桩施工质量控制规定

项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
桩距	±100 mm	逐件检查施工定位记录
桩顶标高	±100 mm	逐件检查施工定位记录
垂直度	15 mm/m	检查桩管垂直度

3.2 质量控制措施

3.2.1 原材料控制

工程所需中粗砂为外购砂, 进场前取样送检, 质量合格后投入生产。

3.2.2 桩位控制与桩身垂直度控制

通过船载 GPS 定位软件合成船型及桩位图后准确地定位桩位, 在施工前用 RTK 对测量定位系统进行比测。下桩前通过调整船舶的压舱水确保船体水平, 并保证桩体的垂直度^[4]。

3.2.3 桩底高程控制

在桩管上焊接刻度, 在桩架上设置标志, 沉桩时根据 GPS 显示的甲板面进行反算得出沉桩深度, 必要时配合卷尺测量, 据此对桩底高程进行精确控制。

3.2.4 成桩桩径控制

成桩桩径根据喂砂量控制, 桩管沉入至设计底高程后, 根据试验段施工的喂砂量计算得出理论量, 乘以充盈系数后为实际需要量。采用 2 个方料斗进行计量, 打桩船配备监控系统, 方便随时抽检。

计算公式如下:

$$D=2\sqrt{\frac{V}{KL\pi}} \quad (1)$$

式中: D 为成桩直径(m); K 为充盈系数; V 为总喂砂量(m^3); L 为桩长(m); π 为圆周率。

3.2.5 桩体连续性控制

按照 1.5~2 m/min 的速度, 每提升 1 m 留振 10 s 提升桩管, 边振边拔^[5]。根据上述控制方法严格控制提管, 可有效保证桩身砂料的连续性, 杜绝断桩的出现。

4 结语

1) 将陆上打桩机组与平板驳相结合, 通过适当的改造及调试, 运用在水下挤密砂桩的施工, 可缓解国内专业挤密砂桩施工船数量紧缺的情况。

2) 在施工中, 加强原材料、喂砂量、桩底高程、垂直度等的控制, 改造的打桩船能够满足设计质量要求。

参考文献:

- [1] 陈平, 祝业浩. 水上施打挤密砂桩施工[J]. 中国港湾建设, 2000(1): 36-41.
- [2] 王振刚, 刘建新. 振动沉管挤密砂桩施工技术[J]. 施工技术, 2010, 39(6): 88-90.
- [3] 林鸣, 梁桁, 刘晓东, 等. 海上挤密砂桩工法及其在港珠澳大桥岛隧工程的应用[J]. 中国港湾建设, 2012(4): 36-41.
- [4] 覃桂初. 水下挤密砂桩施工质量控制——以某人工岛建设工程为例[J]. 中国水运, 2014(7): 36-37.
- [5] 孔令磊, 李立, 刘国娜. 挤密砂桩船海上施工工艺及质量管理[J]. 中国港湾建设, 2012(4): 81-84.