



充气胶囊堵头浮运法 在钢管桩水上输送施工中的应用

吴开锐¹, 李 鉴²

(1. 中交二航局第三工程有限公司, 江苏 镇江 212021; 2. 中交第二航务工程局有限公司, 湖北 武汉 430040)

摘要: 为了降低工程成本, 在桩基施工中, 结合工程实际情况采取了钢管桩现场拼接、充气胶囊堵头拖带浮运的方法。在分析钢管浮运可行性的基础上, 系统介绍了浮运时堵头的加工、安装方法, 介绍拖带浮运模式, 并对其优势进行分析。施工中采用此运输模式取得了较好的效果。

关键词: 充气胶囊; 堵头; 拖带浮运

中图分类号: U 655.4

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0099-03

Application of floating method in transportation of steel pipe pile

WU Kai-rui¹, LI Jian²

(1. The 3rd Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Zhenjiang 212021, China;

2. CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430040, China)

Abstract: In combination with the practical situation of engineering, in order to reduce the engineering cost, we adopt site splicing of the steel pipe piles and inflatable capsule plug float hauling method during the construction of piles. Based on the analysis of the feasibility of steel pile floating, we introduce the plug fabrication and installation and the mode of float hauling method, and analyze its advantages. This method achieves a satisfactory effect during construction.

Keywords: air-capsule; plug; float hauling

很多海外国家管桩制作等资源条件有限, 码头钢管桩需要在现场拼接, 管节拼接成整桩后, 出运至码头前沿的方法一般可采用建造临时出运平台, 使用吊车装驳, 拖轮拖航整桩驳至码头前沿, 但以上方法所使用的材料、设备较多, 搭设和拆除时间较长, 成本高。

一种施工简便、成本较低的钢管桩出运方法能给工程施工带来便利和效益, 经过反复论证和查阅, 结合其它施工项目案例, 总结出采用充气胶囊堵头将钢管桩浮运到码头前沿, 能很好地解决以上问题。

菲律宾达沃电厂码头工程桩基为钢管桩, 管

桩外径为 $\phi 1\ 200\ \text{mm}$, 在现场拼接, 管桩拼接在靠海边填筑的突堤上施工, 整桩最大桩长为 80 m, 施工现场没有临时码头, 也没有大型驳船, 根据现场实际情况和堵水气囊工作原理, 综合各种因素, 最终确定管桩出运方法为充气胶囊堵头拖带浮运法。

1 可行性分析及浮运工艺流程

由于优质橡胶气囊具有较好的膨胀性, 根据堵水气囊工作原理^[1], 通过充气的方法使气囊膨胀, 当堵水气囊内气体压力达到规定要求时, 堵水气囊填满整个钢管桩内断面, 利用钢管桩内壁

收稿日期: 2015-05-28

作者简介: 吴开锐 (1983—), 男, 工程师, 从事港航工程施工技术管理工作。

与气囊产生的摩擦力堵住海水，达到阻止海水渗入钢管桩内的目的。由于在钢管桩漂浮过程中所受到的海水作用力较小，对气囊基本不构成破坏，且钢管桩运距较小，故此方法可行。

浮运工艺流程见图1。

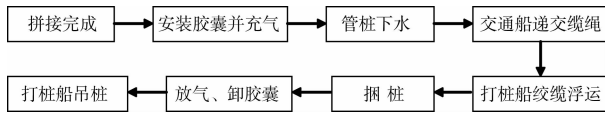


图1 浮运工艺流程

2 浮运工艺

2.1 空心气囊设计制作

气囊为圆柱形袋子，由橡胶和纤维加强层硫化而成。为了使气囊与钢管桩内壁充分接触，达到止水效果，气囊设计长度 $L = 1\ 500\text{ mm}$ ，气囊外径为钢管桩内径同等尺寸，钢管桩外径为 $1\ 200\text{ mm}$ ，壁厚 20 mm ，故气囊外径 $D = 1\ 160\text{ mm}$ ，见图2。通过计算，得出以下参数：钢管桩每延米自重 $G = 5\ 817\text{ N}$ ，每延米浮力 $F = 11\ 643\text{ N}$ ，钢管桩在自浮状态下，水下体积占整桩体积的比值为：

$$R = G/F \quad (1)$$

计算得 $R = 50\%$ 。

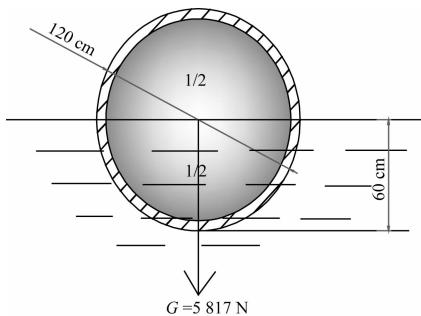


图2 钢管桩漂浮状态涉水尺寸

施工区域海况较好，不考虑波浪因素，将气囊端面近似为平面计算，根据《港口工程荷载规范》^[2]及《水力学》^[3]中静水压力公式，计算得端面外侧所受力为：

$$F = A + B \quad (2)$$

$$A = atm \cdot S \quad (3)$$

$$B = \rho g \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{R}{\pi} \cdot \frac{S}{2} \quad (4)$$

$$P_{理} = F/S \quad (5)$$

$$P_{设} = fP_{理} \quad (6)$$

式中： A 为大气压力； atm 为标准大气压； B 为静水压力； S 为气囊端面面积； $P_{理}$ 为内压理论值； $P_{设}$ 为气囊内压设计抗压值； f 为安全系数，取1.5。计算得 $P_{设} = 0.15\text{ MPa}$ 。

2.2 安装气囊并充气

钢管桩焊接成整桩后，分别将两个未充气的气囊塞入钢管桩两端，为了避免在钢管桩下水浮运的过程中气囊被其它物体刮擦破坏，气囊的端头距钢管桩端头预留约 40 cm （图3）。

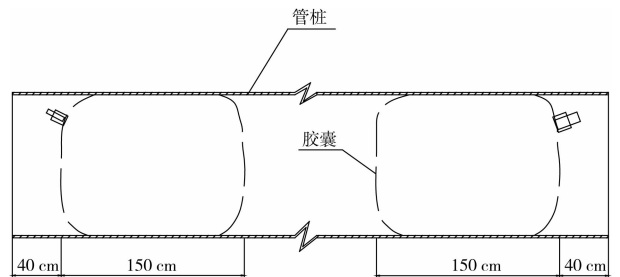


图3 气囊安装尺寸

气囊充气使用小型空压机，根据气压表读数确定充气量，为了达到气密性要求，充气内压需大于外压，使气囊产生一定量的膨胀，气囊外壁与管桩内壁紧贴，严密接触（图4）。气囊内充气实际压强遵循以下范围： $P_{理} \leq P_{实} < P_{设}$ ，气囊内充气实际压强一般为 0.13 MPa 即可。



图4 气囊安装

2.3 管桩起吊下水

起吊设备根据整桩质量配置，由于浮运法不依托出运码头，履带吊更为实用。因为履带吊方便移动，可直接将钢管桩从焊接平台起吊放入水中，并且入水位置可机动选择，但入水处水深需

大于管桩自浮状态被淹没的高度(本工程入水处水深 $H > 60$ cm)。

2.4 浮运

将系在管桩吊耳上的缆绳由交通船递交给打桩船, 打桩船通过操作卷扬机拖拽钢管桩, 管桩在海水浮力和缆绳拖力共同作用下, 漂浮到打桩

船桩架下方。在拖拽过程中, 需要控制卷扬机的速度, 避免管桩漂浮太快, 导致惯性作用碰撞打桩船, 一般控制钢管桩移动速度为 $v = 0.3$ m/s 为宜。管桩移动方向指向打桩船, 当管桩一端靠近打桩船时, 用交通船顶向管桩的另一端, 使管桩改变方向, 垂直于打桩船(图5)。

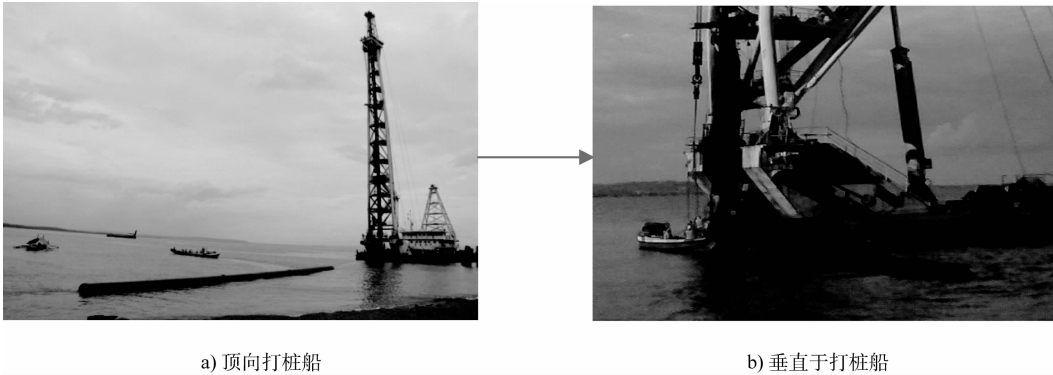


图5 钢管桩浮运过程

2.5 脱落胶囊、起吊钢管桩

当钢管桩浮运到桩架下方后, 借助交通船进行捆桩, 用卸扣直接将钢管桩吊耳与起吊钢丝绳连接, 完成捆桩。打开桩尖一端的胶囊气门, 使胶囊泄气、松动, 拖拽出管桩。起吊钢管桩时, 随着桩顶离开水面上升, 桩尖深入水下, 海水填充钢管桩, 挤压内部空气, 当内部压力大于大气压时, 气压将桩顶胶囊挤出桩外, 桩顶胶囊脱落(图6)。

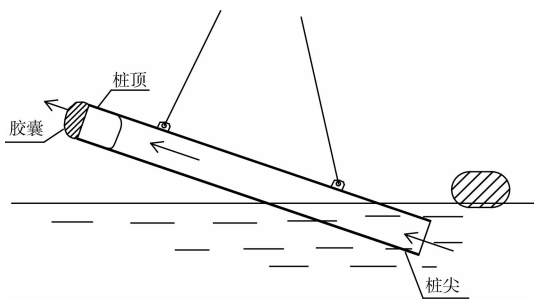


图6 桩顶胶囊脱落

3 胶囊堵头浮运法的优势及适用范围

胶囊堵头浮运法的优势: 1) 胶囊体积小、质量轻、易于塞入、施工简便、经济实惠, 使用气压表充气, 操作直观。2) 胶囊具有一定抗海水腐蚀性能, 可重复使用, 节约成本。3) 管桩浮运吃

水浅, 对岸边出桩位置的选择要求低。

浮运法主要适用于钢管桩在现场拼接, 浮运距离在 500 m 以内, 每天拼接的成品桩数量少, 浮运出桩不会耽误打桩进程的情况。

4 结论

1) 采用胶囊封堵工艺水上短距离运输钢管桩可行, 工艺原理清晰; 2) 封堵胶囊施工过程简单、方便、造价低廉, 安全可靠, 具有很好的可操作性; 3) 采用打桩船舶直接拖带到位, 减少了船舶使用, 有效降低了工程成本; 4) 本工艺适用于离岸不远的水上桩基施工, 当距离超过 1 000 m 时则可操作性降低。

参考文献:

- [1] 中国桥梁网. 管道堵水气囊工作原理及分类[EB/OL]. (2013-05-05)[2015-05-02] <http://www.qiaoliangen.com>.
- [2] JTJ 215—1998 港口工程荷载规范[S].
- [3] 李家星, 赵振兴. 水力学[M]. 2版. 南京: 河海大学出版社, 2001: 17-20.

(本文编辑 武亚庆)