

海港工程中沉箱出运与安装技术研究

陈奋, 王乐滋

(中交四航局第二工程有限公司, 广东 广州 510000)

摘要: 沉箱是防波堤、海港建设中常见的一种深基础构件, 其出运与安装作为工程重要节点关乎整个施工质量与进度。本文通过项目实例对沉箱的移送、拖航出运与安装技术展开施工流程要点分析, 旨在为相关工程实施提供施工技术指导与参考。

关键词: 海港工程; 沉箱出运; 沉箱安装

中图分类号: U65 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2022) 11-0125-03

1 技术背景

沉箱是一种盒装无底、可在水中漂浮、加重可自沉的钢筋混凝土井筒, 在海港、防波堤建设工作中常用作深基础, 通常在预制厂加工后再运送到施工现场安装。

常用的沉箱出运技术有:

(1) 斜坡法, 需要配置横/纵移车, 对预制厂场地有一定的要求, 且成本高;

(2) 滑板法, 涂抹鞋脂油的四氟板搭载沉箱, 通过卷扬机牵引至上驳, 适用于预制厂场地小、沉箱尺寸小的施工项目;

(3) 台车法, 需要配置台车, 成本较高;

(4) 气囊法, 将沉箱放在若干气囊上有卷扬机牵

引上驳, 该种方法对制件有缓冲保护作用, 气囊充气技术成熟可使用, 成本低, 工期短, 对预制厂场地要求低, 重复利用率高, 操作简单耗能小, 适用于制件多的工程。沉箱安装作为工程奠基, 其施工尤为重要, 现有的沉箱安装技术通常采用 GPS 定位、起重船 + 潜水员人工测量的安装方法, 最大不确定性在于施工团队技术水平, 考验施工团队对定位精度以及沉箱注水下潜的稳定性的把控。

本文以香港环保署综合废物管理设施一期工程作为案例, 围绕施工要点展开沉箱出运及海上安装工艺技术介绍, 以期为相关工程设计提供帮助与指导。

5.2 沉箱的定位与安装

沉箱通过方驳托运到基床底部, 将进水阀打开, 进行沉箱内压水, 使沉箱慢慢变重, 缓慢下沉水面。沉箱顶面标高为 +2.80 米, 沉箱安装要根据潮水水位情况进行合理选择, 在安装过程进行潮水验算, 选择合适标高及时间方能对沉箱进行定位与安装。沉箱下沉至离基床地面至少 2 米时候, 技术人员要及时对沉箱进行准确定位, 最后将沉箱安装在基床指定位置。安装过程大约需要约 60—120 分钟左右。安装时间要根据潮水情况进行合理安排。

6 结语

沉箱结构是重力式码头重要的组成部分, 其运输的安全性和稳定性关系到工程质量成败的关键。本文结合某重力式码头沉箱预制、出运等方面的实际问题, 探讨沉箱水上出运与安装的关键施工技术, 详细介绍了重力

式码头沉箱气囊顶升、沉箱出运、安装等施工技术, 对出运气囊压力计算、沉箱下潜、出运、安装等技术环节的要点进行阐述。通过工程实践, 沉箱在顶升过程中平稳、移送平顺无偏移, 无异常现象, 工期效益和经济效益非常显著。该施工技术可为类似沉箱项目施工提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] 张茂华. 某码头沉箱拖运与安装施工控制 [J]. 中国水运 (下半月), 2016 (7):247—250, 297.
- [2] 严敏强, 王富源. 浅析气囊搬运大型沉箱易出现的问题及防范措施 [J]. 中国水运 (下半月), 2013, 13(3):248—249.
- [3] 赵建智. 特大型沉箱的出运及安装工艺研究与应用 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011
- [4] 刘德进. 大型沉箱在烟台地区的出运下水 [J]. 中国港湾建设, 2006(6):41—43.

2 海港工程中沉箱出运与安装项目案例

2.1 项目概况

香港环保署综合废物管理设施一期工程位于香港石鼓洲西南海岸外侧，工程周期 395 天，其中沉箱工期为关键节点。案例项目中沉箱总计使用 99 件，安装分布于海堤区、防波堤区、码头区，类型多达 27 种。安装施工时需要从预制厂沿海运输到工程现场，运送路程约 60 海里水路，且非对称结构沉箱数量多，安装时稳定性与倾斜度控制难度大，安装工艺要求高，海面缺少参照物，沉箱安装定位难。

基于该工程项目的工作难点以及对比现有技术中沉箱出运、安装方案的优缺点，该工程选用气囊法出运沉箱，选用 GPS 定位 + 人工辅助的方法进行沉箱安装。

2.2 气囊法沉箱出运

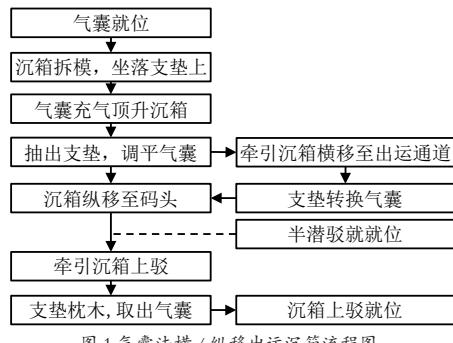


图 1 气囊法横 / 纵移出运沉箱流程图

2.2.1 准备工作

为保障航行安全，要求出运前实测气象，最大风速应小于 10.8m/s ，最大波高应小于 1m ，半潜驳的吃水富余水深应大于 0.4m 。

2.2.2 沉箱移运

采用气囊法移运沉箱，由横运衔接纵运至码头前沿，整个移运过程需用到卷扬机、滑轮组、叉车等器械，技术难点在于对气囊充气压强的把控，工作中气囊高度应保持一致，保证气囊受力均匀。

使用千斤顶将沉箱顶升，在其底部 $1\sim2 \text{m}$ 间距布置若干气囊，充气顶升至高度 400mm 后逐一抽出工字钢。使用钢索连接卷扬机与沉箱，两台卷扬机配合滑轮组前拉后放牵引沉箱匀速缓慢前移，保证沉箱前进方向布设有 $2\sim3$ 个气囊待命，移动过程中须注意气囊状态，必要时进行气囊补气或更换，观察沉箱前进趋势是否发生偏移，及时纠偏。当沉箱后方气囊渐至尾部时对该气囊缓慢排气，并使用叉车将该气囊搬运至沉箱前进方向充气待命，重复动作直至完成横移，进入拐角，准备横 / 纵

移衔接。

沉箱横移至出运通道中间位置时停止牵引，在沉箱底部放置支垫枕木，布置完毕后将气囊排气抽出，进入纵移准备。

纵移方法与横移一致，将沉箱牵引至码头前沿后停止动作，此时在沉箱下均匀放置支垫枕木，气囊匀速缓慢放气使沉箱平稳停落在枕木上，至此完成一次沉箱的移送。

2.2.3 上驳

使用半潜驳拖航每次运送一件沉箱。控制半潜驳与码头面平齐，将钢板架设在两者接缝处，沉箱底部铺设气囊，充气将沉箱顶升取出支垫枕木，通过卷扬机牵引沉箱上驳，过程中控制沉箱轴向偏量应小于 50cm ，若在上驳时出现船艉下沉的情况应暂停牵引，调整半潜驳与码头面平齐再继续牵引工作。

上驳至沉箱搁置位置后停止牵引，在气囊间隙设满表面平齐、高度为 300mm 的支垫枕木，气囊缓慢放气，沉箱平缓落在支垫枕木后抽出气囊，解除牵引装置，调平船身，完成一次沉箱上驳。

2.2.4 拖航就位

沉箱开始拖航前需保证航道水深大于 5m ，宽度应满足拖航设备需求。对拟定航道进行水深测量，采用 1 主拖 +1 旁拖的形式拖带作业，保障航行安全。

2.3 沉箱安装工艺

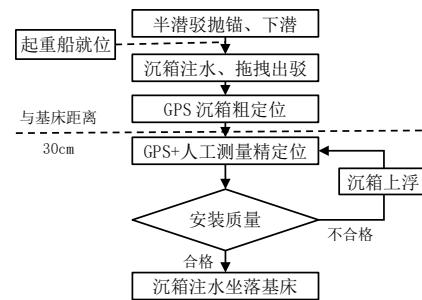


图 2 沉箱安装流程图

2.3.1 出驳前准备

(1) 在沉箱出驳安装前需要对其浮游稳定性进行计算，根据规范要求其定倾高度应大于 0.2m ，定倾高度越高，沉箱浮游越稳定，更有利沉箱安装。

(2) 出驳前应保证半潜驳有足够的下潜区，对需求的水深进行计算：下潜区水深 \geq 沉箱的浮游稳定吃水 + 半潜驳型深 + 木方高度 + 起浮时沉箱底面与木方顶面的富余水深（取 $0.3\sim0.5 \text{m}$ ）+ 半潜驳与下潜区底面富余

水深（取 0.5~1m）。

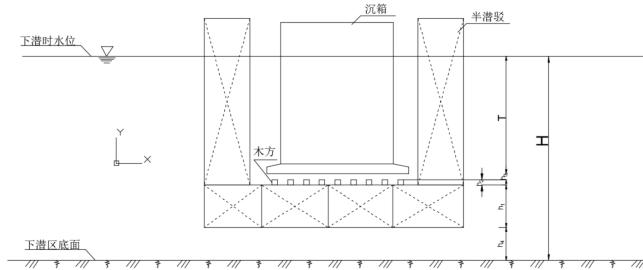


图 3 半潜驳下潜示意图

（3）保证安装沉箱的基床无异物且回淤小于 30cm，超过厚度时需要清淤。

2.3.2 出驳

为保证沉箱出驳与安装的安全性，应选择在低平潮、潮流流速较小时作业。到达下潜区时使用出坞钢丝连接沉箱与拖船，半潜驳下潜，拖船将浮起的沉箱缓慢匀速拖拉出驳并拖航至安装位置。

2.3.3 沉箱安装粗定位

第一件沉箱选择粗安装，待第二件沉箱准确安装后，再将第一件沉箱抽水起浮重新定位安装。

第一件沉箱粗安装时使用两台 GPS 分别定位沉箱两角点位置，后续的沉箱安装用一台 GPS 定位安装位置，再用一台 GPS 校核该沉箱各角点位置。

确定安装定位后，通过卷扬机牵引、小船协助顶推沉箱逆水流方向到待装位置，注水使沉箱平缓下沉至适宜高度，挂上手拉葫芦，通过起重船调整沉箱下沉角度，继续往沉箱各仓格均衡注水使其底部与基床面相距约 30cm，调平沉箱高差准备精准定位。

2.3.4 沉箱安装精定位

利用 GPS 技术和测量仪器对沉箱四角的转向与标高进行测量校准，在沉箱之间的缝隙放置木板用来调整安装过程中出现的偏位，出现高差偏位时调整木板厚度即可。必要时可安排潜水员协助观测，保证沉箱的上下游标高接近或一致、前后坡度与基床平行，使其安装精度在规范要求范围内。

沉箱偏角与高差满足精度要求后，向沉箱缓慢注水使之下沉坐落于基床面上，随后进行精度测量，发现有偏差须抽水起浮，重新进行精准定位安装。

2.3.5 安装注意事项

（1）若两沉箱安装的基床存在高差，应优先安装基床较深的沉箱。

（2）沉箱注水下沉过程中应测量各仓格压水高度，保证沉箱平缓地下沉，并随时形成安装记录。

（3）为保证工程精度，安装时需要分段、从下至上游推进安装，以减小累积误差，保障总长及分段工程符合设计要求。

（4）沉箱完成安装后，仍应进行定期的沉降位移观测和沉箱质量检测，保障工程质量。

3 结束语

沉箱的出运与安装关乎海港工程整体施工进度，本文以实例出发，详细介绍了体量大、工期短的建设项目沉箱的移送、出运、安装技术和施工工艺以及注意事项，为类似工程提供可靠有效的技术指导。

参考文献：

- [1] 王磊. 沉箱安装调平测量监控技术及改进措施 [J]. 船舶物资与市场, 2020(6):107-108. DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2020.06.048.
- [2] 彭茂军, 周伟龙. 码头工程沉箱出运及浮游安装施工技术 [J]. 中国水运 (下半月), 2020(1):170-171.
- [3] 张龙强. 大型沉箱出运及其安装工艺的研究 [J]. 中国水运 (上半月), 2018(3):65-66. DOI:10.13646/j.cnki.42-1395/u.2018.03.023.
- [4] 黄庆云. 大型沉箱水下安装施工方法探讨 [J]. 企业科技与发展, 2016(2):88-90. DOI:10.3969/j.issn.1674-0688.2016.02.023.

