

某码头工程沉箱出运及浮游安装施工方案

陈良诗¹, 刘 玲²

(1. 海南高速公路股份有限公司, 海南 海口 570203; 2. 重庆交通大学, 重庆 400074)

摘要:结合某码头工程施工的实际情况, 对沉箱气囊平移出运、半潜驳运输及安装的施工技术进行探讨, 对出运气囊的布置、顶升气压计算、牵引系统布置及沉箱下水滑动安全验算进行了详细介绍, 并提出保证安全与质量的计算模式和措施。

关键词:沉箱; 气囊平移; 半潜驳运输; 安装

中图分类号: TU753.61

文献标识码: A

文章编号: 1674-0696(2007)S-0133-03

Construction Schemes of Transportation and Buoyant Installation of Caissons in a Wharf Project

CHEN Liang-shi¹, LIU ling²

(1. Hainan Expressway Co. Ltd, Hainan Haikou 570203, China; 2. Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: On the basis of engineering experience, the construction technologies for translatory moving by gasbag, transportation by semi-submerged and intallation of caissons are discussed. The layout of launching caisson and hauling system, the calculation of lift-up pressure, the safety checking are introduced in detail. The algorithm and measures for insuring the security are put forward.

Key words: caissons; translatory moving by gasbag; transportation by semi-submerged barge; installation

某码头工程包括扩建码头及新建码头各一座, 均为重力式突堤码头。扩建一区码头采用重力式沉箱结构, 设计码头前沿线 99.5 延 m, 沉箱为 C35 钢筋砼构件, 尺寸为长 × 宽 × 高 = 10 × 6 × 9.2 m, 重 347 t, 沉箱内填砂, 沉箱与原码头方块净距为 5.8 m, 通过厚 1.35 m 的钢筋砼面板联系, 码头胸墙采用 C25 砼现浇。基床采用抛石基床。码头面标高为 3.00 m, 码头前沿底标高为 -8.00 m。新建码头也采用重力式沉箱结构, 设计码头前沿线 100 延 m, 沉箱为 C35 钢筋砼构件, 尺寸为长 × 宽 × 高 = 10 × 14.6 × 9.2 m, 重 673 t, 沉箱内填砂, 沉箱顶采用 C25 砼胸墙。基床采用抛石基床。码头面标高为 3.00 m, 码头前沿底标高为 -8.00 m。

沉箱预制采用滑模施工工艺, 一次连续浇筑预制沉箱, 以确保构件的预制质量。沉箱预制后, 用气囊平移搬运上 2 500 t 半潜驳, 驳运至施工现场, 半

潜驳定位下沉并起浮。然后采用拖轮拖带沉箱浮运至安装点定位沉放安装。

1 沉箱出运

1.1 装驳顺序

经核算, 扩建码头所用沉箱空载起浮吃水近 5.7 m, 新建码头所用沉箱空载起浮吃水近 4.5 m, 半潜驳下潜后, 大沉箱将首先起浮, 因此, 沉箱装驳时需在半潜驳船尾布置沉箱, 船艏甲板下潜深度 6.3 m, 船头甲板下潜深度 4.0 m。装驳时先装大沉箱再装小沉箱。

1.2 施工方法

1.2.1 沉箱出运工艺流程

出运准备 → 清理现场 → 气囊就位 → 冲气顶升 → 牵引向前移动 → 半潜驳上就位 → 支垫 → 放气 → 抽出气囊 → 结束

1.2.2 沉箱出运气囊布置

收稿日期: 2006-04-14; 修订日期: 2006-05-12

作者简介: 陈良诗(1971-), 男, 海南海口人, 工程师, 从事水运工程、公路工程施工技术管理工作。

沉箱出运采用气囊搬运技术. 气囊采用高压胶襄、出厂检验承压能力 ≤ 0.3 MPa, 许用压力 0.14 MPa. 出运时气囊中心间距 2.3 m, 净空间距为 0.5~0.6 m.

新建码头沉箱: 用 14 条直径 1 m 气囊, 共 7 排, 每排 2 条, 每条气囊长 6 m, 有效长度 4.7 m; 扩建码头沉箱: 用 5 条直径 1 m 气囊, 每条气囊长 7 m, 有效长度 6.0 m.

1.2.3 出运参数的选择

1) 沉箱支撑点高度: ≥ 45 cm;

2) 气囊顶升高度: 45 cm;

3) 出运时气囊高度: 30 cm;

4) 气压设定.

计算公式: $P = Q/S$

$$B = \pi/2(D - H)$$

$$S = B \times L$$

式中, P 为气囊充气压力; Q 为构件重量; D 为气囊直径; H 为气囊高度; L 为气囊总有效长度; S 为承载面积; B 为承载面宽度.

根据上式, 计算各种参数如表 1.

表 1 出运参数

沉箱型号	重量/t	顶升			出运		
		高度/cm	气压/MPa	有效长度 \times 承载面宽	高度/cm	气压/MPa	有效长度 \times 承载面宽
新建码头	673	50	0.130	65.8 \times 0.786	30	0.093	65.8 \times 1.1
		45	0.118	65.8 \times 0.864	40	0.108	65.8 \times 0.943
扩建码头	347	50	0.147	30 \times 0.786	30	0.105	30 \times 1.1
		45	0.134	30 \times 0.864	40	0.123	30 \times 0.943

1.2.4 沉箱出运牵引系统

牵引系统包括前、后牵引, 前牵引用于将沉箱牵引上半潜驳, 后牵引主要用于限制沉箱往前移动过快, 防止沉箱栽到地上. 牵引系统为 8 t 卷扬机 2 台, 总拉力按构件重量的 3% 考虑, 并以此考虑钢丝绳的选用. 出运时牵引速度以 2 m/min 控制. 前牵引卷扬机布置在半潜驳上, 后牵引卷扬机布置在预制区后方.

1.2.5 沉箱出运

沉箱制好达到设计强度后, 就可出运. 出运前维修保养供气系统和牵引系统, 并经检验合格, 清扫出运通道及检查构件底部是否有尖锐杂物. 在沉箱底部放入未充气的气囊, 注意气囊排列整齐, 相互平行, 连接 9 m³ 空气压缩机与气囊之间的气管, 连接牵引系统. 启动空压机, 同时向各个气囊充气, 当充气压力达到构件预定顶升压力的 80% 时, 停止充气, 检查所有气囊的压力是否一致, 不一致时可向单个气囊充气, 使压力基本一致, 然后继续充气, 直到构件离开支座 2~3 cm 时将各气囊的气阀关闭, 停止供气. 拆除支垫, 检查支承面是否留有尖锐硬物. 拆除供气连接管, 在指挥人员的统一指挥下, 启动牵引卷扬机, 拉动沉箱缓慢向前移动, 当构件向前空出一个气囊的距离时, 停止牵引, 摆入气囊, 并充气到预定压力后, 再重新牵引. 当后面的气囊快要离开构件时, 打开排气阀排气并将气囊搬送构件前面预定位置备用. 重复此程序, 直至将构件移动到半潜驳上既定位置. 停止牵引, 在沉箱底垫上临时支垫, 打开

气囊排气筏排气, 沉箱平稳降落在临时支垫上.

出运码头前沿与半潜驳甲板面采用钢板相接, 沉箱上船前, 半潜驳要调节压仓水, 使船甲板略高于码头前沿, 当出现沉箱上驳船头下沉时, 牵引系统暂时停止, 半潜驳操作人员及时抽出船头压仓水调节驳船甲板面略高于码头面, 再继续向前牵引, 在沉箱上船过程中, 每向前移动 30~50 cm, 牵引系统就要停下来, 待半潜驳调节好压仓水后再继续向前移. 沉箱由码头前沿到沉箱整体上驳过程中半潜驳操作人员要跟踪调节压仓水使船体平衡并保持船头甲板面略高于码头面.

2 沉箱水上运输、下水浮运

施工用半潜驳长 134 m, 宽 34.2 m, 型深 7.5 m, 空载吃水 3.8 m, 总长 134 m, 装运构件使用有效长度 115.2 m, 宽度 29.2 m, 型高 3.6 m, 最大下潜深度 14 m. 半潜驳下潜前先调节压仓水使船头下沉, 使整个甲板面与水面持平, 然后加压仓水使船平行水面下潜至水底. 构件拖出后抽出压仓水使驳船恢复水面.

2.1 沉箱下水滑动安全计算

1) 347 t 沉箱: 空载起浮吃水 5.66 m, 半潜驳计划下潜深度 6 m, 为防止半潜驳下潜过程沉箱下滑, 下潜后控制沉箱起浮, 半潜驳下潜前沉箱先注水 1 m, 共加载 36 t, 验算如下:

在半潜驳最大倾斜角时, 沉箱吃水 < 6 m, 按 6 m 计,

沉箱在水中重力: $G = (347 + 36) - 60 \times 6 \times$

$$1.02 = 15.8 \text{ (t)}$$

沉箱在水中的水平分力: $F_1 = G \times \sin \alpha = 15.8 \times \sin 6.64^\circ = 1.83 \text{ (t)}$

沉箱在水中的垂直分力: $F_2 = G \times \cos \alpha = 15.8 \times \cos 6.64^\circ = 15.69 \text{ (t)}$

砣与枕木之间摩擦系数 $f_1 = 0.5$, 枕木与钢板之间摩擦系数 $f_1 = 0.3$

砣与枕木之间摩擦力 $T_1 = 0.5 \times 15.69 = 7.85 > 1.83 \text{ (t)}$

枕木与钢板之间摩擦力 $T_1 = 0.3 \times 15.78 = 4.71 > 1.83 \text{ (t)}$

从上述计算得知沉箱不会产生滑动。

2) 673 t 沉箱: 空载起浮吃水 4.5 m, 半潜驳计划下潜深度 6 m, 下潜过程为控制沉箱起浮, 防止半潜驳下潜过程沉箱下滑, 半潜驳下潜前沉箱先注水 2 m, 共加载 244 t, 验算如下:

在半潜驳最大倾斜角时, 沉箱吃水 $< 6 \text{ m}$, 按 6 m 计,

沉箱在水中重力: $G = (673 + 244) - 146 \times 6 \times 1.02 = 23.5 \text{ (t)}$

沉箱在水中的水平分力: $F_1 = G \times \sin \alpha = 23.5 \times \sin 6.64^\circ = 2.72 \text{ (t)}$

沉箱在水中的垂直分力: $F_2 = G \times \cos \alpha = 23.5 \times \cos 6.64^\circ = 23.34 \text{ (t)}$

砣与枕木之间摩擦系数 $f_1 = 0.5$, 枕木与钢板之间摩擦系数 $f_1 = 0.3$

砣与枕木之间摩擦力 $T_1 = 0.5 \times 23.34 = 11.67 > 2.72 \text{ (t)}$

枕木与钢板之间摩擦力 $T_1 = 0.3 \times 23.34 = 7.00 > 2.72 \text{ (t)}$

从上述计算得知沉箱不会产生滑动。

2.2 沉箱下水浮运

根据船型及沉箱空箱起浮情况, 半潜驳型高 7.5 m, 沉箱空载最大起浮吃水 5.7 m, 水深 14 m 时沉箱才能起浮。沉箱装驳后航行至施工现场, 在施工现场附近水域 15 m 水深区抛锚定位下潜。

为防止沉箱起浮时相互碰撞, 需控制其起浮时间。半潜驳下潜前先向箱内灌水控制沉箱的起浮吃水, 半潜驳下潜后, 通过从沉箱内向外抽水使其起浮, 沉箱起浮后由拖轮拖沉箱脱离半潜驳, 同时要调整沉箱格仓压仓水使其满足浮游稳定要求。沉箱先拖到一区码头两侧系泊, 大沉箱系泊在一区码头南侧, 小沉箱系泊在一区码头北侧, 然后拖到安装点安装。

3 沉箱安装

3.1 沉箱安装顺序

先安装码头岸端第一个沉箱(粗安装)→以第一个沉箱为依靠安装第二个沉箱(精确安装)→如第一个沉箱安装精度不符合要求, 则起浮第一个沉箱并以第二个沉箱为依托进行精确安装→以第二个沉箱为依托安装第三个沉箱→由岸至海依次顺序安装。

3.2 沉箱安装方法

3.2.1 粗安装

安装北端第一个沉箱, 采用一艘 1 000 t 方驳定位, 沉箱拖到安装现场后系泊在方驳边, 开启进水阀门灌水使沉箱下沉, 当沉箱沉至距基床顶 30 ~ 50 cm 时停止灌水, 用两台经纬仪前方交会定位, 利用方驳上锚机移船使沉箱就位后, 灌水下沉座落基床完成粗安装。以作第二个沉箱精确安装的依托。

3.2.2 精确安装

利用现场的 1 000 t 方驳作工作船, 置放一台吊机及安装用的工作平台和卷扬机等, 并在待安装沉箱拖运到达前, 在已安装沉箱上吊装就位工作平台、牵引卷扬机及抛好安装定位用锚缆, 待沉箱拖运至现场, 系泊方驳边并以已安装沉箱为参照物移船粗就位, 并吊装就位待装沉箱上的工作平台、绞车、导向滑轮, 联接定位锚缆和过滑轮联接已装沉箱上牵引绞缆等, 然后利用可控阀门灌水下沉至基床顶面约 20 ~ 30 cm 后, 再由两台经纬仪前方交会、一台全站仪校核沉箱对角座标进行精确定位。精确定位后锁定各系缆, 再均匀灌水下沉直至坐落基床上。完成沉箱的精确安装。利用第二块精确安装的沉箱为依托起浮调整精确安装第一个即粗定位所装的沉箱, 并依照前一个精确安装沉箱就作为下一个沉箱安装依托的原则, 由北向南逐一安装。

参考文献:

- [1] 刘群波, 吴金仓, 王相祝. 半潜驳在大型沉箱施工中的应用[J]. 水运工程, 1999, (4): 41-42.
- [2] 温卫军. 半潜驳出运沉箱工艺介绍[J]. 水运工程, 2004, (11): 57-60.
- [3] 孙宝忠, 温金岳. 半潜驳出运沉箱工艺在港口工程施工中的应用[J]. 水运工程, 2005, (1): 73-76.
- [4] 范智杰. 水垫工艺在马村工程中的应用[J]. 水运工程, 1999, (1): 40-43.
- [5] 交通部第一航务工程局. 港口工程施工手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 1994.
- [6] 陈万佳. 港口水工建筑物[M]. 北京: 人民交通出版社, 1989.