

SPMT 在混凝土预制构件出运中的应用

陈冲海, 刘春洋, 段昌勇

(中交一航局第五工程有限公司, 河北 秦皇岛 066002)

摘要: 钦州港金谷港区鹰岭作业区 2 号、3 号、4 号泊位工程的圆筒、盖板等大体积预制构件的出运采用 SPMT 搬运工艺。与传统气囊出运相比, 在节约施工工期、降低工程成本及施工安全保障方面具有明显的优势, 为工程的顺利实施提供了有效保障, 可为其他大体积混凝土构件的出运提供借鉴。

关键词: SPMT; 方案选择; 工艺方法; 施工要求; 应用效果; 效益分析

中图分类号: U655.4 文献标志码: B 文章编号: 2095-7874(2017)09-0081-04

doi: 10.7640/zggwjs201709018

Application of SPMT in transportation of precasted concrete members

CHEN Chong-hai, LIU Chun-yang, DUAN Chang-yong

(No.5 Engineering Co., Ltd. of CCCC First Harbor Engineering Co., Ltd., Qin huangdao, Hebei 066002, China)

Abstract: SPMT (Self-Propelled Modular Transporter) was employed to transport bulk precasted members, such as cylinders and cover slabs for marine works during the construction of No.2 berth, No.3 berth, and No.4 berth in Yingling Operation Area of Jingu port area in Qinzhou Port. Compared with the traditional air transportation, this method has advantages in saving the construction period, reducing the project cost, and protecting the construction safety, provides an effective guarantee for the smooth implementation of the project. This paper can provide references for transportation of other mass concrete members.

Key words: SPMT; method selection; technology; construction requirements; effects of application; benefit analysis

1 工程概况

本工程圆筒、盖板出运分为陆运与海运两个阶段, 陆运将混凝土构件由预制场地出运至码头前沿, 然后采用起重船起吊至甲板驳上; 海运由甲板驳拖运至安装地点, 起重船进行起吊安放。

该工程共计预制圆筒 36 座, 盖板 36 块。圆筒外径分别为 15 m 和 12 m, 高 16.2 m, 壁厚 0.32 m, 无底板及舱格, 单个圆筒重量分别为 723 t 和 628 t。盖板为空心盖板, 空心部位为六边形, 盖板厚度为 1.0 m, 重量分别为 540 t 和 360 t。

2 方案选择

该工程圆筒、盖板陆运原方案采用传统气囊出运^[1-3], 气囊出运圆筒、盖板前需对预制场地进行改造, 预制场地需预留多个 1 m×2 m×0.8 m 千

斤顶存放沟及配套的沟盖板。预制顺序为先预制盖板, 盖板预制完成后在盖板上方进行圆筒预制, 气囊出运时, 圆筒、盖板同时运输。气囊进行混凝土预制构件出运工期较长, 预制场地改造工程量大, 且圆筒与盖板结合处的盖板预留钢筋需要后期打孔植筋, 另外盖板+圆筒=1 260 t, 对出运码头的稳定性要求较高, 存在较大安全风险。

综合以上分析, 为保证施工进度, 节约施工成本, 采用 SPMT(Self-propelled modular transporter 自行式模块运输车, 也称自行式液压平板车)进行圆筒、盖板出运。SPMT 对预制场地要求较低, 保证平整度及承载力 84 kPa 即可, 无需对现有预制场地进行改造, 且圆筒、盖板可分区域同时进行预制施工^[4-6]。SPMT 出运工艺具有装卸简便、运输速度快等优点, 尤其在节约施工工期, 降低工程成本及施工安全保障方面具有明显的优势。

根据以往施工经验, 传统气囊工艺每 1~2 d

收稿日期: 2017-07-28

作者简介: 陈冲海 (1966—), 男, 河北秦皇岛人, 高级工程师, 总经理, 长期从事施工企业管理工作。E-mail: lc8958@126.com

可完成1个构件的出运工作,而SPMT每天可以完成2~3个构件的出运工作,提高了施工效率,节约了起重船及方驳的租期。

3 施工工艺

3.1 SPMT介绍

SPMT主要应用于重、大、高、异型结构物的运输,其优点主要是使用灵活、装卸方便(图1)。



图1 SPMT出运圆筒

Fig. 1 Transportation cylinder of SPMT

SPMT模块车进场后进行拼装,SPMT门架吊运设备主要组成为:36轴线SPMT车组、门架、纵横梁、长度可调吊具。本工程SPMT模块车最大吊运重量为1 000 t,主要技术参数详见表1。

表1 SPMT主要技术参数

Table 1 Major technical parameters of SPMT

参数		数值
尺寸	车体宽度/mm	2 430
	纵向轴距/mm	1 400
	横向轴距/mm	1 450
	升降行程/mm	±350
质量	额定轴载/kg	40 000
	额定净轴载/kg	36 000
性能	转向模式	电液多模式独立转向
	转向角度/(°)	+130、-100
	最小内转弯半径/mm	0
动力性	单个模块最大牵引力/kN	320
	空载车速/(km·h ⁻¹)	0~11.5
	满载车速/(km·h ⁻¹)	0.5

3.2 SPMT组装

1) SPMT组装设备选取

根据施工工机具重量尺寸及门架设备组装需求,本工程SPMT组装主要采用70 t汽车吊及130 t汽车吊。吊装门架纵横梁时高度达到了

22.538 m,最重件横梁重约40 t,130 t汽车吊可用于横梁卸车、门架纵横梁吊装。70 t汽车吊用于其它工机具卸车、设备组装。

2) SPMT组装流程

SPMT组装流程为:门架底座安装→门架立柱安装→门架纵、横梁吊装→吊具安装。

3) SPMT组装方法

先将2台(1PPU+18×2)SPMT车组分别卸车至现场组装区域,通过连接SPMT的油管、插销,拼装完成2台轴线模块车。然后进行SPMT门架安装,在SPMT门架底座位置设置防滑胶皮,并调整SPMT车板高度及两列SPMT车组横向中心间距,使用汽车吊依次进行门架底座、立柱的安装。安装过程中,使用扳手将立柱与底座、立柱与立柱的连接螺栓紧固。每个SPMT立柱吊装时需预紧立柱连接螺栓,布置好缆风绳后方可解除吊钩。

SPMT微动调整车组横向中心间距,并使用130 t汽车吊进行门架纵横梁的安装。最后连接液压油缸油管,对拼装完成的SPMT进行调试,确保性能良好投入使用。

3.3 施工场地要求

1) SPMT组装场地需求:需提供面积为25 m×31 m的场地进行组装,要求场地平整即可。

2) 运输通道要求:SPMT纵向行驶路宽不小于25 m,横向行驶路宽不小于31 m,高空障碍不低于30 m,路面纵横向坡度小于1%,路面耐压不小于8.4 t/m²。

3) SPMT车组轮宽为2.5 m,混凝土构件预制时需提前预留SPMT行驶通道,每侧通道宽度不得小于3.0 m。

3.4 SPMT运输作业

1) 施工工艺流程

运输作业流程为:预制场场地布置→施工准备→圆筒、盖板装载→圆筒、盖板运输→圆筒、盖板卸车存放。

2) 预制场场地布置

为保证SPMT正常施工作业,圆筒、盖板预制阶段需提前规划行车路线,以便提前预留行车通道。该工程SPMT长度为29.4 m,轮间净距为18 m,每侧轮宽为3 m,SPMT吊装构件时不可偏心吊运。首先进行预制场地SPMT行驶路线规划,保证预制的圆筒及盖板中心线与SPMT中心线重

合, 并保证 SPMT 两侧行驶道路宽度均不小于 4 m。在 SPMT 设备进场前对行驶通道平整度进行检查, 确保满足 SPMT 的行驶要求。 $\phi 15\text{ m}$ 直径圆筒出运时, SPMT 先平行码头前沿方向行驶, SPMT 就位后进行圆筒装载, 装载完成后垂直码头前沿方向行驶至指定区域。 $\phi 12\text{ m}$ 直径圆筒出运

时, SPMT 就位及装载完成后均平行码头前沿方向行驶(图 2)。故 $\phi 15\text{ m}$ 直径圆筒预制时相邻两圆筒外趾间净距 $\geq 5\text{ m}$, 以保证 SPMT 能从圆筒间驶入, $\phi 12\text{ m}$ 直径圆筒预制时两圆筒间距只需保证模板安装及正常施工要求即可, 相邻两圆筒外趾间净距 $\geq 1.2\text{ m}$, SPMT 无需从圆筒间驶入。

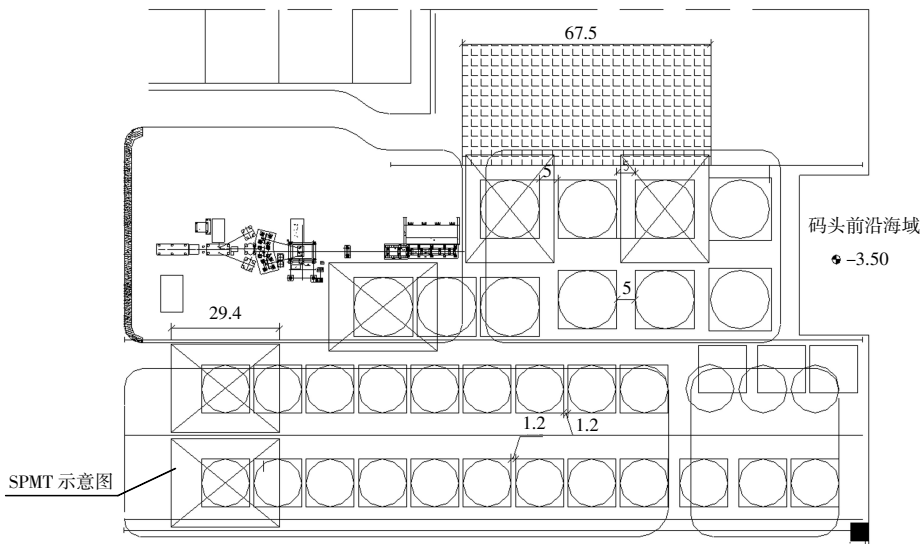


图 2 预制圆筒及 SPMT 出运通道布置图
Fig. 2 Layout of cylinder precast yard and SPMT access

3) 施工准备

SPMT 组装期间再次勘察预制现场存放场地及运输道路等, 确保存放场地、运输道路满足施工需求。将门架吊运系统钢丝绳采用滑轮组拉紧, 高度需高过圆筒顶, 以满足圆筒及盖板吊运要求。门架吊运系统拼装完成后进行沿运输路线空载试验, 确保运输路线转弯半径足够。确保所使用的工器具齐全, 并经检验合格后方可投入使用。

4) 圆筒、盖板装载

SPMT 操作人员控制车板驶入运输的两侧通道, 控制 SPMT 保证门架系统纵横向中心对准构件纵、横向中心, 误差值 $<10\text{ mm}$ 。然后调整 SPMT 车板高度, 并确保 SPMT 货台水平。门架系统对位完成后, 确保专用吊具中心对准吊点中心, 位置偏差 $<5\text{ mm}$, 调整钢索高度使钢丝绳高度处于吊耳高度, 便于插销。将每个点插销插入钢丝绳, 对每个销子进行锁紧, 并通过伸缩液压油缸将钢丝绳进行预紧。检查所有吊点吊具布置完成情况, 确认一切无误后, 指挥人员发出动作指令, 提升开始。SPMT 采用 4 点支撑, 操作人员通过遥控器控制整体提升。SPMT 车板受力按照压

力表上每增加 3 MPa 为一阶段顶升, 每一阶段提升时必须有人专人监护并检查圆筒及盖板 4 个吊具、SPMT、纵横梁及门架系统的受力情况。待圆筒或盖板顶升离开底部支垫约 50 mm, 检查 SPMT 各个支承压力表读数, 各个压力表之间的压力差值不得大于 8%, 单个压力表最大读数不得超出 23 MPa, 使用遥控器上单点顶升、下降功能微动调整各个压力表读数, 使得所有压力表读数达到要求。提升完毕后, 静止 10 min, 检查受力构件情况, 检查门架系统及 SPMT 车板无异常, 各项显示数据是否异常。

5) 圆筒及盖板运输

提升装车完毕, 确认门架系统及圆筒或盖板一切正常。指挥人员发出启运指令, 移运开始, 运输过程的速度参照表 2 进行相关控制。

表 2 SPMT 移运速度控制表
Table 2 Speed control list of SPMT m/s

移运条件	速度标准
最高行驶车速	0.14
道路不平路段	≤ 0.08
通过各种障碍	≤ 0.08
通过弯道	≤ 0.08

运输过程中,专人指挥、监控,按照移运速度控制表要求进行运输,严禁紧急启动和紧急刹车。SPMT以不大于0.14 m/s的速度纵向行驶,SPMT监控人员需严密监控车组行驶情况、PPU-390控制面板上SPMT运行数据、门架系统的运输状况、圆筒或盖板装载情况、圆筒或盖板各吊点的受力情况、路面耐压情况,并实时反馈给指挥员,专职指挥员根据实际情况指挥控制人员进行操控调节。运输过程中,尤其要监护货台的水平度及门架的垂直度,发现倾斜及时调整。门架运输系统转弯运输时要确保圆筒或盖板的晃动不能过大,控制好车板速度。

6) 圆筒或盖板卸车存放

SPMT驶入卸车场地,全车制动,检查并确认一切无误后,SPMT操作手通过遥控器控制车板整体下降,操作SPMT进行降板直至地面,按照压力表上每减少3 MPa为一阶段下降,每一阶段卸载时必须有人专人监护并检查圆筒或盖板4个吊具、SPMT、地面、纵横梁及门架系统的受力情况,检查并确认地面等无异常后,继续下降车板至圆筒及盖板的全部重量由地面承受为止。检查圆筒或盖板的地面耐压情况,无异常后解除圆筒及盖板吊点上的插销。顶升SPMT,确保门架立柱保持垂直,将吊具的钢丝绳利用葫芦拉起固定,操作SPMT纵向行走驶离圆筒或盖板,卸车完毕,SPMT驶离卸车场地。

4 效益分析

传统气囊出运圆筒、盖板工艺:本工程共计需要预留 $1\text{ m} \times 2\text{ m} \times 0.8\text{ m}$ 的千斤顶存放沟144个。气囊出运时,圆筒、盖板同时运输,考虑每座圆筒及盖板运输间距不同,平均施工工效为2 d/(座、块),完成全部作业需72个有效工作日。

SPMT出运工艺:圆筒、盖板出运时施工工效为2件/d,完成全部作业需36个有效工作日。

采用SPMT完成本工程圆筒、盖板出运综合费用(包括SPMT、自航方驳、起重船、起锚艇设备调遣及租赁费用)较传统气囊出运综合费用(包括预制场改造,千斤顶采购,气囊出运相关设备、自航方驳、起重船、起锚艇设备调遣及租赁费用)

节约施工成本约200万元,节约工期36 d。

5 结语

广西钦州港金谷港区鹰岭作业区2号、3号、4号泊位工程,于2016年9月15日开始进行首座圆筒的出运工作,于2016年11月1日全部完成36座圆筒及36块盖板的出运。历时48 d,其中有效工作日为36 d。实践证明采用SPMT进行圆筒、盖板出运与传统气囊出运相比,在节约施工工期,降低工程成本及施工安全保障方面具有明显的优势,为本工程的顺利实施提供了有效保障,可以为以后其他大体积混凝土构件出运工艺的选取提供借鉴。

参考文献:

- [1] 孙壮,别社安,李伟,等.箱筒型基础结构气囊方法[J].中国港湾建设,2014(5):1-4.
SUN Zhuang, BIE She-an, LI Wei, et al. Transportation technique of bucket foundation structure with gasbags[J]. China Harbour Engineering, 2014(5):1-4.
- [2] 马宝成,陈朝阳,孟靖晨.橡胶气囊辅助沉箱下水和拖运新工艺的研究与应用[J].中国港湾建设,2006(3):65-67.
MA Bao-cheng, CHEN Chao-yang, MENG Jing-chen. Research and application of new technology for launching and towing of caissons with assistance of pneumatic rubber capsules[J]. China Harbour Engineering, 2006(3):65-67.
- [3] 东景洁,王月婧.气囊顶升移运沉箱工艺的改进和完善[J].中国港湾建设,2016(6):52-55.
DONG Jing-jie, WANG Yue-jing. Improvement of technology for airbag jacking and transfer of caissons[J]. China Harbour Engineering, 2016(6):52-55.
- [4] 中港一航局二公司.陆域预制沉箱采用半潜驳出运下水新工艺[J].中国港湾建设,2000(5):12-17.
No.2 Engineering Company CHEC Tianjin Port Construction Corporation. New Technology of launching caissons prefabricated on land using semi-submerged barge[J]. China Harbour Engineering, 2000(5):12-17.
- [5] 秦丹,黄鹏举,刘晓曦.桶式结构运输出运工艺[J].中国港湾建设,2016(3):69-72.
QIN Dan, HUANG Peng-ju, LIU Xiao-xi. Hauling techniques of bucket-based structure[J]. China Harbour Engineering, 2016(3):69-72.
- [6] 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.
LIU De-jin. Launching of large caissons in Yantai region[J]. China Harbour Engineering, 2006(6):41-43.