

油码头工艺设备安装方法

张宏宇

(中交一航局第一工程有限公司, 天津 300456)

摘要: 综合考虑实施效率及施工成本, 投入方驳吊机组进行海上整体吊装, 可充分利用大型吊装机械设备, 具有作业覆盖范围广(更大的工作幅度和起重量), 安全、高效、远距离作业等特点, 可达到一次站位完成多点、多次吊装并保障设备的整体吊装, 减少吊装施工作业的场地处理范围、区域影响及施工周期, 从而确保工期及作业安全, 降低成本投入。

关键词: 施工成本; 方驳吊机组; 海上吊装; 站位; 安全

中图分类号: U691

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2021.44.022

文献标识码: A

一、概述

本文将以盘锦港荣兴港区 #3-#5 油品及液体化工品泊位工程机电设备安装专项实施为课题, 研究油码头相关工艺设备的安装方法。本工程施工地点为盘锦市盘锦港荣兴港区内(盘锦市以南 50 公里), 拟建设 3 个 5 万吨级油品及液体化工品泊位, 建成后可同时靠泊三艘 20000~50000DWT 油船, 或五艘 1000 ~ 10000DWT 油船。

码头总长度为 872m。整个码头由 1 个工作平台和 6 个系缆墩组成, 工作平台兼作靠船平台使用, 其平面尺度为 662m×25m, 系缆墩平面尺度为 10m×9m。工作平台上布置 5 个装卸区, 工作平台上布置 3 台登船梯(两台配置消防平台兼做消防炮塔)、40 台输油臂以及各种压力、动力操作, 附属设备设施(见表 1)。

表 1 主要安装工程量清单

编号	物资名称	规格及型号	单位	数量	单重(T)	高度(M)	宽度(M)	距码头前沿距离(M)
1	输油臂	DN300	台	6	25	20	1.8	3.00
2	输油臂	DN250	台	34	25	20	1.8	3.00
3	登船梯	BL4-00	台	1	22	18	3.65	4.55
4	登船梯	BL4A-00	台	2	25	18	3.65	4.55

二、施工特点

本工程设备安装现场所在码头区域由陆域向海中延伸, 引堤上仅有一条临时进出通道紧挨已建成油管架旁, 通道狭窄且中间需多次转换方向, 无法进入大型的吊装设备及大吨位运输车辆, 只能考虑海上设备吊装, 海上吊装需考虑潮汐及风浪因素, 保证吊装作业时的安全稳定。

三、施工准备

设备到场后, 需先进行设备的进场验收手续, 检查设备主体的完整性并逐项核对构配件清单。输油臂、登船梯及消防炮塔由于整体结构大, 重量重, 码头沿线的管架已安装完毕, 现场沿线不具备重载卡车通行条件, 无法直接通过汽运进入油 #3-油 #5 码头, 到场后先卸到邻近的散货码头进行存放保管。

设备组件在散货码头, 利用汽车吊在码头面进行整体组装, 组装完成后将设备平移靠近码头前沿, 通过履带吊吊放至方驳

上。用同样的方法反向操作, 重复作业, 最终将全部设备安装于码头装卸区的预定位置。

6 台快速脱缆钩的安装位于系缆墩上, 而装卸区与系缆墩之间由人行钢桥连接, 承载能力不足以支撑汽车吊通过, 所以只能用起重吊船进行起吊安装。

由于吊装作业位于海上, 结合盘锦港内风浪潮汐及安装设备的整体情况, 综合考虑本项目拟采用方驳吊机组吊装就位, 方驳拟调遣一公司自有船舶方驳 95 配一台 150t 履带吊, 现场配合用 25 吨汽车吊(见表 2)。

表 2 机械设备

序号	拟用设备使用情况	单位	数量	备注
1	方驳95	艘	1	含存放组装机头
2	150t履带吊	台	1	倒运至安装现场
3	交流电焊机 30千伏安	台	1	

四、施工方法

(一) 做好设备、材料的订货和检查验收工作

1. 按照业主要求选用国家正式生产厂家生产的产品。
2. 把好设备、材料进货关, 严格检查验收制度。设备、材料进场后要认真核对设备、材料的清单, 严格检查合格证、试验报告等有关证件。

(二) 复核工作

1. 根据供货清单及说明书做好设备清点工作: 检查外观, 核对数量、规格型号、外形尺寸及设备重量。
2. 根据设备重量及外形尺寸大小, 研究现场具体情况, 确定运输路线。
3. 核对设备厂家提供的说明书及其他资料与现场设备基础尺寸是否对应。

(三) 设备吊装就位注意事项

1. 起重吊装人员必须持证上岗, 上岗前需进行三级安全交底。
2. 施工现场所有人员必须佩戴安全帽等劳保用品。
3. 施工前必须对起重机和绳索进行检查, 全面检查所有滑轮、钢丝绳、活扣等机具的安全性, 并派专人进行复查。
4. 起吊吊装前必须进行试吊检查。
5. 在整个吊装、牵引、就位过程中, 必须确保吊件牢固可靠, 在统一的指挥下进行, 严谨违章操作。
6. 起重机旋转半径内严禁站人, 做好维护、禁止行走。

(四) 场地清理与平整

1. 在起重机旋转半径内所有可能干扰吊装的物体提前清理, 确保吊装流畅不间断。
2. 吊装区域用警示带隔开, 且在吊装过程中禁止区域内

进行其他作业，造成交叉施工。

(五) 施工技术措施

输油臂和消防塔，鉴于现场的条件，拟采用主体用吊船海上整体吊装，固定后，现场吊车配合安装附件调整的形式进行。

输油臂主体吊装前，应将主体上的多节输油伸出管和滑动配重等放在垂直静止位置，用索具固定，并计算出合理的吊点位置，用吊船将输油臂平吊放到运输方驳上，运输方驳上应合理布置道木，防止输油臂活动部件变形。

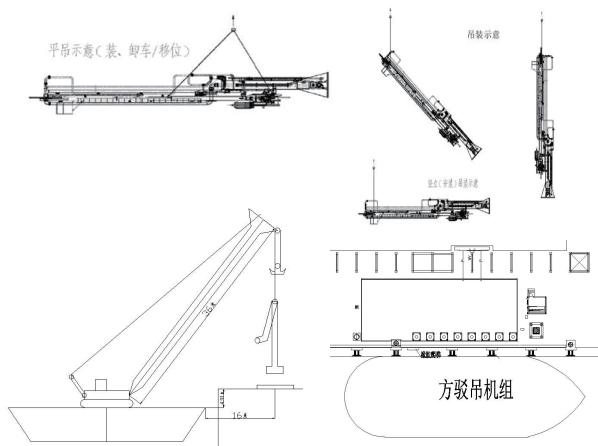
将输油臂运至码头安装现场后，再用吊船在方舶上将输油臂缓慢提升直至竖直吊起，并检查安装底座是否与码头面基本平行，如倾斜较大应调整吊具上的手拉葫芦，调至被安装件底平，然后缓慢就位，吊装时服从一个指挥，就位后应按前后左右对称次序，将螺栓紧固，然后将吊装前被捆扎的输油伸出管和滑动配重铁松开呈自由状态，并用码头上的吊车配合，依次安装调整输油臂上的其他附件。

安装、调整完成后可用人力拉动输油臂伸出管的牵引线，检查输油臂变幅，旋转是否柔和自如，无惯性。如果不理想应继续通过调整配重和其他相关系统的方法予以解决。

输油臂调整后，应将输油臂上的伸缩管全部打开，相对于初始安装方向，向左、向右各旋转45°，分两次将输油臂的地脚螺栓紧固到设计文件中所指定的扭矩。登船梯的吊装固定，亦同于输油臂主体。

表 3 机电设备安装 尺寸允许偏差

项 目		允 许 值 (mm)
标高 偏 差		± 5
中心线位置偏差	纵 向	5
	横 向	5
垂直度 偏差		± 3
水平度 偏差	纵 向	2/1000
	横 向	2/1000



五、计算书

(一) 方驳选择

由于输油臂和登船梯的设备海上转运距离短，可不考虑设

备堆放，只需考虑甲板的作业空间满足一天设备安装的数量，甲板使用空间为 30m*10m，根据设备的外形尺寸，可一次运载 5 台设备，满足一天的安装量。

(二) 履带吊的选择

1. 吊装就位时

150t 履带吊在臂长 36m，作业半径 16m 时的有效起重量为 37.4t，需考虑因素如下。

(1) 最重设备登船梯为 25t 左右，距离码头前沿 4.5m，方驳宽度约 20m 取中，方驳靠护舷橡胶块约 1m，作业半径实际范围为 4.5+10+1=15.5m，按 16m 计算。

(2) 吊装钢丝绳 4m 加钩头重量约 0.5t，实际起重量 (25+0.5)*1.1=28.05t (式中：0.5t 为吊钩吊索重量，1.1 为动载荷系数)。

(3) 设备就位时需要吊高为设备高度 20m，海平面最低潮位时，甲板距离码头面 4.91m(码头面标高 7.3m,高潮水位 4.25m,低潮水位 0.19m, 载重时船体水面高度约 2.2m)，设备基础高度 0.2m，起吊时距离基础高度大于 1m，钢丝绳高度 4m，合计 20+4.91+0.2+1+4=30.11m。

选择作业半径 16m，臂长 36m 时，最大起升高度为√(36²-16²)=32.25m 大于需要起升高度 30.11m。

在幅度及臂长满足要求的情况下，有效起重量 37.4t > 实际起重量 28.05t，所以设备选择满足要求。

2. 吊装转运时

转运时与安装就位时，基本工况一致，不同点在于设备是平调，高度空间自由量较大，所以此时必然满足要求。

(三) 吊装主要钢丝绳选用

设备吊装过程中所使用的钢丝绳均采用直径 φ47.5 (型号 6×37-φ47.5-1770) 的钢丝绳，钢丝绳的单根有效吊重为 32.99t 大于实际最大起重量 28.05t，平吊移位时使用 2 根 12m 钢丝绳 (型号 6×37-φ47.5-1770) 配套使用 35t 卸扣 2 个，安装时单点吊使用 4m 钢丝绳一根配套使用 35t 卸扣 1 个。

六、风险分析

表 5

序号	风险分析	安全措施
1	无证操作	吊装和指挥人员必须经过专业培训持证上岗
2	指挥混乱	非紧急意外情况下，现场专人统一指挥，信号明确。
3	无警戒线或警示标志	有完善的吊装方案，划定警戒线，设置安全标志，禁止非施工人员入内。
4	临近海边	设置防护栏杆配安全密目网不低于1.5米
5	作业条件不良	①夜间作业现场照明不足，须配备充足。 ②遇暴雨、大雾及6级以上大风等恶劣气象条件，须停止作业。
6	吊装作业“十不吊”执行不严	①吊装指挥信号不明或胡乱指挥不吊。 ②超负荷或重量不明不吊。 ③斜拉重物不吊。 ④光线不足，看不清重物不吊。 ⑤重物下站人不吊。 ⑥重物埋在地下不吊。 ⑦紧固不牢，绳不齐，绳打结不吊。 ⑧棱刃等危险物件没有安全措施不吊。 ⑨安全装置失灵不吊。 ⑩重物超过人头不吊。

表 4 拟用方驳参数表

主要参数	船舶名称: 方驳95		保有单位: 一公司		航区: 近海	
	载重量: 2000 t		甲板载荷: 6.0 t/m ²		原船名:	
	制造单位: 芜湖大江造船有限公司		出厂日期: 2003年3月		设计单位: 天津大学	
	自持力: 15天		床位: 6		定员: 5	
	总长: 62.68 m		型宽: 18.60 m		型深: 3.60 m	
	总吨位: 1129		净吨位: 948		燃油: 20 t	
	空载		艏吃水: 1.86m		艉吃水: 1.27 m	
	满载		艏吃水: 2.53 m		艉吃水: 2.57 m	
建筑物 最高点距轻载水线高度: 11.5 m						
发电机组参数	柴油机	型号	TBD234V8		2135ACaf	
		功率 (kW)	249		31.5	
		转速 (rpm)	1500		1500	
	发电机	台数	1		1	
		型号	IFC5352-4TA45-Z		TFX-200M4-H	
		电制	AC		AC	
电压		400 V		400 V		
发电量 (kW)		200		24		
锚、绞车参数	型式	型号	拉力 (kN)	绳速 (m/min)	数量	
	电动锚机		200		4	
	电动绞盘		50		1	
锚	类型	数量	重量 (t)	链径 (mm)	链长 (m)	
	海军锚	4	5	43	400	
使用条件	生存	近海				
	作业	近海				
拖带条件	根据阻力曲线适当调整 (此阻力曲线为静水中的船舶阻力, 如遇风浪适当加大)					

七、吊装安全措施计划

(一) 吊装基本要求

1. 制定完善高效的吊装指挥操作系统, 实行定岗、定责、定人、定机, 使吊装过程顺利进行。
2. 现场吊车吊装作业严格执行“十不吊”原则。
3. 吊装时应保证吊装角度不小于 55°。
4. 吊装区域非操作人员禁止入内, 一定要在设备试吊装无误后再进行设备吊装, 吊装必须专人指挥。
5. 必须对吊车吊装操作半径区进行围护并张贴警告标识。
6. 通知所有与操作无关的人员离开吊装作业区域。

(二) 吊装运输安全措施

1. 参加起重吊装作业人员, 包括吊装起重指挥人员、起重司机、司索工、电焊工等均应属特种作业人员, 必须是身体健康、经过安全技术等培训、劳动部门考核合格, 并经确认方可从事作业。
2. 吊装涉及高处作业时候应挂安全带、设安全网, 戴好安全帽。
3. 禁止人员站在吊物上一同起吊, 被起吊的重物下不允许站人。
4. 吊装设备进入现场后, 工程师应了解吊车以往的工作状况, 查阅维修记录, 并做吊车空载试吊。
5. 根据吊装物件具体情况选择吊具、索具, 使用前逐件检查合格后方可使用。
6. 对吊装运输道路进行检查, 对达不到承载力要求和需要进行路面保护的采取硬化、铺垫等措施。
7. 起重吊装作业前应进行安全技术交底, 对现场情况、

构件信息、吊装工艺及注意事项详尽说明。

8. 吊装设备严禁带病作业, 传动部分应润滑良好, 作业时升、降速度应均匀、平稳, 严禁突然制动。
9. 露天作业时, 遇到恶劣天气应停止起重吊装作业。恶劣天气过后作业前, 重新检测设备、进行试吊, 确认设备一切正常可靠后方可进行作业。
10. 由于各种原因使得作业地点或指挥信号无法看清时, 应设置信号传递人员。在夜间施工或在光线不充足的地点作业时, 都应保证足够的照明。

八、结束语

设备安装本身存在较大风险, 海上吊装增加了更多不利因素, 需要周密的部署和详细的计算, 并考虑各种风险及安全措施, 才能保证施工的顺利进行。

参考文献:

[1] 吴先文, 郭杰. 机电设备安装技术 [M]. 机械工业出版社, 2016.

[2] 张振迎. 建筑设备安装技术与实例 [M]. 化学工业出版社, 2009.

[3] 汤立民. 机械设备安装实用技术手册 [M]. 机械工业出版社, 2013.

[4] 中华人民共和国工业和信息化部. 石油化工大型设备吊装工程施工技术规程 [S]. SH/T3515-2017, 2017.

作者简介: 张宏宇 (1988-), 男, 天津人, 本科, 中级工程师, 中交一航局第一工程有限公司, 从事机电设备安装研究。