

10 000 kW 远洋救助拖船整吊下水 施工方案探析

罗 晨

(交通部上海海上救助打捞局)

提 要 本文简介 10 000 kW 远洋救助拖船主船体整吊下水施工方案以及整吊施工中所需考虑的因素。

主题词 船舶下水 整体吊装 力 计算

1 前言

1998 年 4 月 14 日,上海打捞局“大力”号起重船成功地将东海船厂建造的 10 000 kW 大功率远洋救助拖船“德翔”号主船体整吊下水。该船总长 94.00 m,垂线间长 84.00 m,型宽 15.60 m,型深 8.40 m,设计整吊下水总重量为 1 600 t,共设 16 只吊点,位于主甲板上,每舷 8 只,左右对称设置,艏艉吊点最大跨度 58.75 m。为确保整吊过程的安全稳妥,详细制订了利用平衡滑车整吊下水的施工方案,该方案经上海船舶工业公司组织的专家论证会论证,认为是安全可靠,得到了通过。本文将起吊方案的有关情况作一简单介绍。

2 起吊方案的确定

由于受东海船厂水平船台升船机宽度限制,“德翔”号无法用该厂常规下水工艺沉降下水。故在该船建造前,建造厂就与船东拟定了使用起重船将主船体起吊下水的方案。建造厂原先设想以 16 只吊点用 8 根吊索直接挂钩进行整吊。根据多年的起吊经验,因该吊索、吊具系统是一个多次超静定结构,从理论到实际施工都无法保证在整个起吊过程中 16 只吊点都同时合理受力。这对吊点的设置,吊索和吊具的配置及船体的受力状况都是不利的。“大力”号以前都是采用的 8 只吊点 4 根吊索的起吊方法,重量也在 1 000 t 以内。同时,“大力”号也曾利用平衡滑车成功地进行过大型导管架吊装和混凝土沉箱吊装,结合这两种起吊方法,我们有了用平衡滑车整吊船体的设想。但吊点的布置、吊索和平衡滑车的组合连

接是较复杂的,一定要考虑施工时的便利。经过反复比较,提出了利用 8 只平衡滑车上端与“大力”号两只主钩连接,下端与 16 只吊点分开连接的方案进行起吊作业。每只主钩配 4 只平衡滑车,4 只平衡滑车的上端滑轮用一根单股双琵琶头钢缆串连挂钩,每只平衡滑车下端滑轮分别挂一根单股钢缆,且两只琵琶头分开连接前后相邻两只吊点,每舷中点的 4 只吊点上的吊索是两两交叉的。吊点、吊具系统的布置连接方式参见图 1 和图 2。

3 起重船工作半径和吊高的确定

根据“大力”号船舶性能参数、船舶建造场地情况及以往施工经验,分析后确定“大力”号吊机的作业半径 $R=41$ m,主钩到被吊船体吊耳开孔中心的高度为 32 m,主钩至平衡滑车中心的平均高度为 8 m。

4 吊索长度和受力计算

本方案所采用的吊索、吊具系统虽然是个静定结构,但由于计算的各节点(主钩钩头、平衡滑车、吊耳连接点)的空中位置是不确定的(当吊索定长时,起吊后是通过一系列的力系平衡而最终确定的),直接进行受力计算较困难。本方案采用了近似计算的方法,将平衡滑车和吊钩视为节点,按吊点组合的中点法来初定平衡滑车和吊钩的空间位置,算出各节点、吊索、平衡滑车和主钩受力情况,再分析各节点及被吊船体的力系平衡情况;如果误差较大,可进行修正、重算,如此反复直至得出较精确的结果。本方案经过一次计算就得出了较理想的结果。按照此近似计算方法,上海船舶研究设计院徐铭麒研究员专门编制了计算程序,用反复计算、比较和逼近的计算方式,确定了吊点位置和吊点力。由于计算和分析的过程较烦琐,下面仅列出计算的结果。

4.1 钢缆长度

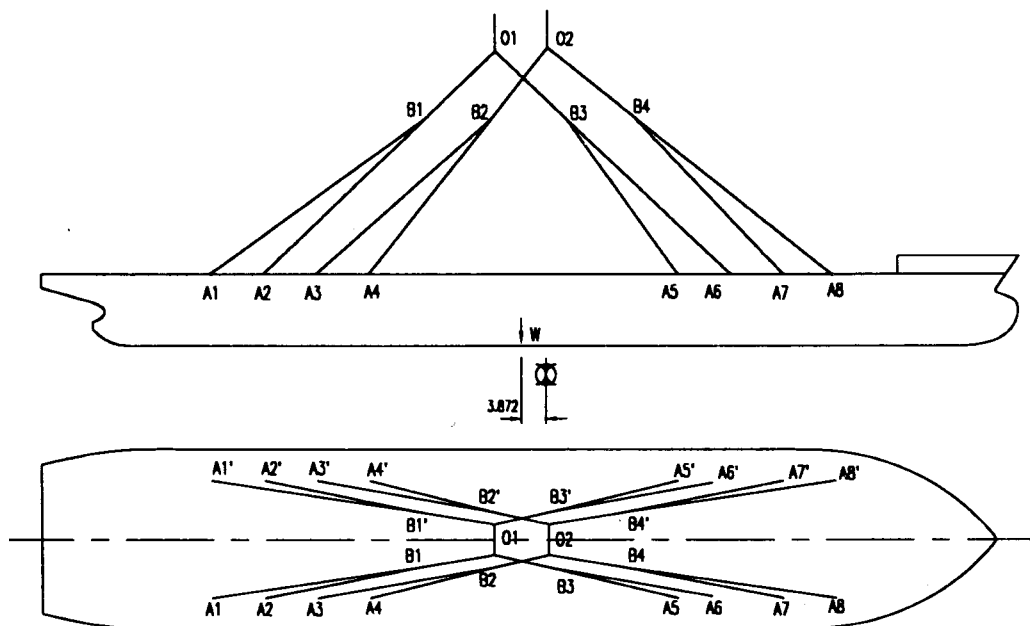


图1 吊点、吊索、吊具布置图

O1、O2—主钩；B1~B4 及 B1'~B4'—平衡滑车；A1~A8 及 A1'~A8'—吊点

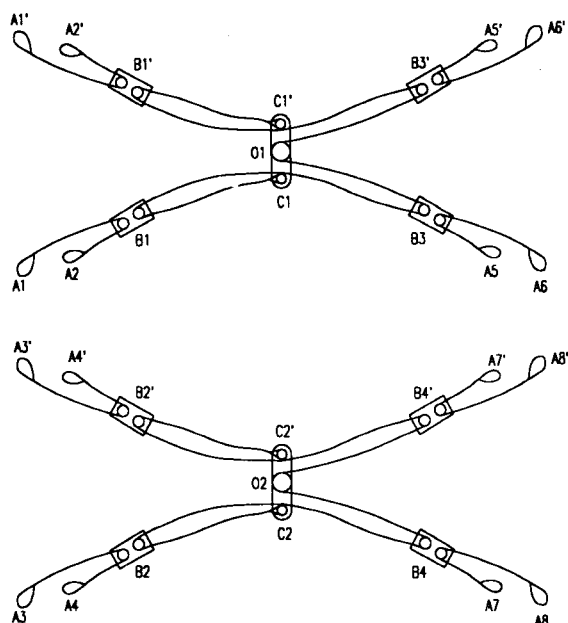


图2 吊索、吊具连接方式示意图

1号主钩上扁担钢丝绳走向：单头挂钩尖C1→穿B1滑车→横跨钩沟C1→穿B3滑车→绕钩柄O1→穿滑车B3'→横跨钩沟C1'→穿滑车B1'→单头挂钩尖C1'；

2号主钩上扁担钢丝绳走向：单头挂钩尖C2→穿B2滑车→横跨钩沟C2→穿B4滑车→绕钩柄O2→穿滑车B4'→横跨钩沟C2'→穿B2'滑车→挂钩尖C2'；

8根吊索的16只单头分别连接右舷A1、A2...A8吊耳和左舷A1'、A2'...A8'吊耳；

先连接1号主钩上吊索、吊具，挂钩收紧后再连接2号主钩吊索、吊具

罗震：10 000 kW 远洋救助拖船整吊下水施工方案探析

(1) 吊钩与平衡滑车间钢缆(扁担钢丝)长度见表1。

(2) 平衡滑车与吊点间钢缆长度见表2。表2中，钢缆的量取长度为卸扣销轴中心之间的理论距离，左、右舷钢缆长度相同。钢缆及吊点序号依次由艏向艉编号，以下同。

表1

钢缆序号	钢缆长度(m)	备注
1	84.953	被吊船艉部吊钩上扁担钢丝挂1号吊钩
2	82.430	被吊船艉部吊钩上扁担钢丝挂2号吊钩

表2

钢缆序号	钢缆长度(m)	备注
1+2	57.105	右舷，A1、A2吊点上吊索
3+4	56.971	右舷，A3、A4吊点上吊索
5+6	57.070	右舷，A5、A6吊点上吊索
7+8	57.303	右舷，A7、A8吊点上吊索

4.2 吊点处钢缆张力及钢丝方向

(1) 吊点处钢缆张力及钢丝方向见表3。表3中， V 表示钢缆与甲板间夹角， L 表示钢缆在甲板上的投影与船长方向间夹角。

(2) 平衡滑车所受张力及滑车与吊钩间的钢缆

方向见表4。表4只列出了船舶右舷的平衡滑车张力及钢缆方向,其左舷与此相似;滑车序号为自艏向艉依次排列;V、L表示的钢缆夹角同表3。

(3) 吊钩上方的钢缆总张力及钢缆方向见表5。表5吊钩序号为自艏向艉依次排列;表中V、L表示的钢缆夹角同表3。

表 3

钢缆序号	吊点序号	钢缆中张力 (tf)	钢缆方向	
			V(°)	L(°)
1	A1	123.178	48.84	9.03
2	A2	123.178	56.71	12.06
3	A3	119.935	54.68	11.17
4	A4	119.935	63.62	16.06
5	A5	123.371	60.27	20.03
6	A6	123.371	54.89	9.97
7	A7	119.984	57.51	16.83
8	A8	119.984	48.40	4.80

表 4

滑车序号	钢缆中张力 (tf)	钢缆方向	
		V(°)	L(°)
B1	246.419	52.58	10.33
B2	239.609	58.96	13.18
B3	246.419	57.60	14.48
B4	239.609	52.83	9.82

表 5

吊钩序号	钢缆总张力 (tf)	钢缆方向	
		V(°)	L(°)
O1	809.456	86.04	0.0
O2	795.044	85.39	0.0

5 实际施工时超载因素的考虑

以上吊索及平衡滑车的受力是在完全理想的状况下计算出的结果。然而实际施工时会存在许多不均衡因素,例如重量、重心的偏差,吊钩在吊钩头上的摩擦力影响等,特别是重心位置的偏差对受力的计算结果影响最大。起吊前,两主钩的中心线是设置在被吊物重心线上的。本次起吊施工,如果“德翔”号

实际建造后的重心与原设计时计算的重心在纵向偏差 0.27 m ,那么单只主钩的最大负荷将从理论计算的 809.456 tf 增大到 890tf,增大系数达 1.1。再考虑其他因素引起的超载系数 10%,吊索、吊具的最小额定负荷按计算所得最大张力乘以 $K=1.20$ 的超载系数考虑,分别如下(未考虑吊具自重):

- (1) 卸扣的最小额定负荷:
 $123.371 \times 1.20 = 148.0 \text{ tf}$
- (2) 吊索的最小额定负荷:
 $123.371 \times 1.20 = 148.0 \text{ tf}$
- (3) 平衡滑车的最小额定负荷:
 $246.419 \times 1.20 = 295.7 \text{ tf}$

6 吊索、吊具的选用及说明

(1) 卸扣的选用。与吊索连接的卸扣最小额定负荷为 148.0 tf,选用荷兰产 SWL 为 200 tf,型号为 P-6036 卸扣共 16 只。该型号卸扣销子直径为 130 mm,内孔高度为 500 mm,开档宽为 175 mm。

(2) 吊索的选用。吊索的最小额定负荷为 148 tf,我们选用贵州钢丝厂生产的直径为 106 mm 纤维芯钢丝绳自行加工吊索。我局库存的此种规格钢丝绳质量保证书上所示破断力为 669 tf,安全系数 $K=669/148=4.5$,能满足重大件起吊规范的要求。为便于施工,两根扁担钢丝加工成统一长度 83 m,8 根吊索加工成统一长度 56 m,都为单股带两只琵琶头钢缆。

(3) 平衡滑车的选用及说明。平衡滑车的最小额定负荷为 295.7 tf。“大力”号现有十只安全负荷为 250 tf 的平衡滑车,此批滑车由日本制造,设计图上反映曾做过 500 tf 拉力试验,强度上能满足这次使用要求。为确保安全,在检查、保养好的前提下,我们又抽样送检测中心做拉力试验,试验静负荷达 400 tf,试验时间 15 分钟,试验后经无损探伤检验,检验结果表明该滑车满足此次施工要求。

7 施工时的质量控制

此次起吊作业关系重大,这种起吊方案又是首次采用,设计、建造和施工单位须要密切配合,确保各环节的安全。为此,建造和施工单位都制订了详细的实施细则。建造单位须保证重量、重心的准确和吊耳的强度。施工单位除保证吊索、吊具万无一失外,施工时尤须注意以下几点:

- (1) 本吊索、吊具系统较复杂,为保证在连接、

79 KS/4 调距机构装船中的几个问题

曾繁洲

(芜湖造船厂)

提 要 本文介绍了 79 KS/4 型可调桨装置 $\Phi 320\text{M}$ 型带配油器调距机构首次装船使用中出现的问题和解决措施,并对产品的设计和结构提出了几点建议。

主题词 可调螺旋桨 轴系 安装

1 概述

由芜湖造船厂承建的一种工作船,选用了 79 KS/4 型主推可调桨装置。可调桨装置中的微机控制系统、液压系统、桨叶及主要密封件等由瑞典 KaMeWa 公司进口;而艉轴、带配油器(高压油环)

的调距机构则由国内船机厂按引进的 KaMeWa 技术制造并配套供货。

本船为双机、双轴系推进,属长轴系布置,艉轴承采用水润滑,轴系的组成见图 1。配油器为 A 型布置,带变距油缸的配油轴法兰与中间轴相连,尾端由夹壳联轴节与艉轴连接。因 79 KS/4 可调桨 $\Phi 320\text{M}$ 型带配油器调距机构(见图 2),在国内尚属首次试制并实船使用,船厂对此较为重视。轴系对中采用排轴法,即以螺旋桨轴及配油轴法兰为基准,自尾向首调节各轴位置,按各对法兰的偏移和曲折值进行校中。为保证安装质量,要求法兰偏移值不大于 $\pm 0.08\text{ mm}$,曲折值不大于 $\pm 0.12\text{ mm/m}$ 。

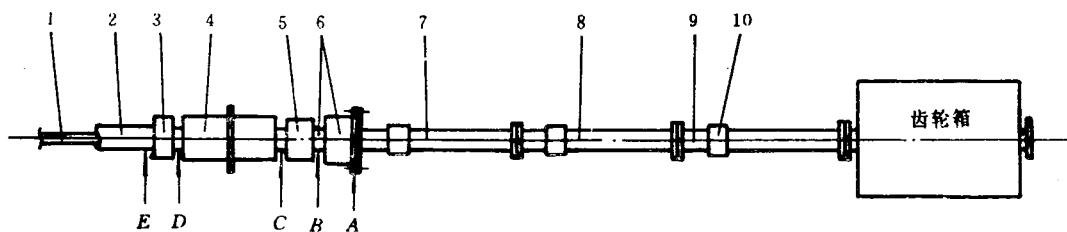


图 1 轴系组成示意图

1—调距杆;2—艉轴(螺旋桨轴);3—低压油环;4—夹壳联轴节;5—配油器(高压油环);6—配油轴;
7—I 号中间轴;8—II 号中间轴;9—III 号中间轴;10—中间轴承

挂钩时不出差错,应按图 2 所示方式进行连接、挂钩。先组装艉部 1 号主钩所对应的吊索、吊具,扁担钢丝挂钩收紧后,再组装艏部 2 号主钩所对应的吊索、吊具,然后挂钩收紧。如采用其他方法组装、挂钩,须考虑吊索的空间位置关系。

(2) 由于重心偏差对吊索、吊具受力情况影响较大,起吊时应注意将单钩最大负荷控制在 890 tf 之内,如超出这一范围,主钩要缓慢卸荷松钩,待“大力”号起重船向主钩负荷偏大方向作适当调整后,再进行作业。

(3) 选择黄浦江水流较慢的大平潮或小平潮时

间下水,保证施工船舶和被吊船体的安全。

8 结束语

在上海船舶工业公司、交通部及救捞局有关领导和专家的关心和支持下,设计、建造和施工单位通力合作,密切配合,成功地将“德翔”号主船体整吊下水。这是国内首次采用平衡滑车方法起吊船体,同时也是国内用起吊方法下水的最大的一艘船舶,该船的整吊下水的成功,对我国许多受造船设施限制的中小厂家,在如何利用现有条件扩大造船能力方面有借鉴、参考的价值。