

深远海光缆铺缆船作业设备载荷试验方法

段瑜昉 王柳帅

招商局重工(江苏)有限公司, 中国·江苏南通 226116

摘要: 为满足深远海光缆铺缆船系泊状态下作业设备的载荷试验需求, 开展试验方法研究。以某型深远海光缆铺缆船为对象, 针对需在码头系泊状态下进行载荷试验的作业设备展开试验方法的分析和制定, 从材料准备、试验流程方面探讨了试验方法的安全性、操作性、经济性。通过实船试验, 证明该试验方法实施效果良好。该试验方法对同类型铺缆船的作业设备船上载荷试验具有参考和应用价值。

关键词: 深远海; 铺缆船; 作业设备; 载荷试验; 埋设犁; ROV

Load test method for the mission equipment of deep sea optical cable laying vessel

Duan Yufang, Wang Liushuai

China Merchants Heavy Industry (Jiangsu) Co., Ltd, China Jiangsu Nantong 226116

Abstract: To meet the load test requirements of the mission equipment of the deep-sea optical cable laying vessel in mooring condition, the research on the test method is to be carried out. Taking a certain deep-sea optical cable laying vessel as the object, carry out the analysis and formulation of the test method for the mission equipment that needs to be tested in the mooring condition. The safety, operability and economy of the test method are discussed from the aspects of material selection, tooling design and test process. Through the on board test, it is proved that the implementation effect of the test method is qualified. This test method has reference and application value for the on board load test of the mission equipment of the same type of cable laying vessels.

Keywords: Deep sea; Cable laying vessel; Mission equipment; Load test; Plough; ROV

0 引言

海底光缆铺设、检测、回收、抢修均离不开专业铺缆船。目前, 全球光缆铺缆船船队呈现出规模较小, 老旧船舶、小型船舶比重偏高的特点^[1]。深远海光缆铺设船作业系统复杂, 其整体设计、安装、调试、海试较普通船型技术要求更高, 建造更有挑战性。特别是铺缆作业设备码头系泊阶段负荷试验, 因设备独特, 试验专业性强, 且船厂缺乏类似设计和操作经验。为保障安全有效完成试验, 船厂在试验前进行载荷试验方法研究尤显必要。

1 载荷试验范围

该铺缆船铺缆作业系统包括: 埋设犁系统, 水下挖沟铺缆机器人(ROV)系统, 布缆机系统。埋设犁 A 型架和 ROV A 型架在船上安装后, 进行静态和动态载荷试验。埋设犁拖曳滑轮、直线式布缆机(Linear Cable Engine, 简称 LCE)、鼓轮式布缆机(Cable Drum Engine, 简称 CDE)及 DOHB (Draw Off Hold Back) 等在船上安装后需进行静态载荷试验。

2 试验材料准备

针对各项载荷试验任务, 初步规划出技术路径和试验

方法后, 对试验配重、载荷传递和测量等重要试验材料进行论证和准备。对于埋设犁 A 型架, 其为龙门式可翻转立架, 为其准备水袋作为试验配重, 水袋吨位通过水量来调节, 且满吨位超过最大试验荷载, 水袋通过高分子吊带吊挂在 A 型架滚筒上。对于 ROV A 型架, 其试验配重较小, 通过加载油缸进行配重, 同样通过高分子吊带将试验载荷施加在 A 型架滚筒上。对于埋设犁拖曳滑轮和脐带缆滑轮使用钢丝绳连接固定强点通过加载油缸施加试验载荷。对于布缆机则使用高分子缆绳连接固定强点通过加载油缸施加试验载荷。上述所有试验的载荷测量均通过连接拉力计来读取。试验材料的选型需要计算出试验载荷大小, 从而确定配重的吨位和拉力计的量程, 以及选择吊带、钢丝绳或缆绳的直径和破断力。

3 试验流程分析

3.1 埋设犁 A 型架载荷试验

按照设备制造厂的原则要求, 该试验分为六个单项, 分别是舷外静态解锁、舷外静态闭锁、舷内静态解锁、舷内静态闭锁、动态闭锁、动态解锁试验。根据 DNV-ST-0378 code, 分别计算出每项试验的载荷。基于试验载

荷, 为保障安全性和操作性, 本试验选用水袋作为配重。为利于水袋悬挂稳定和衔接方便, 每一步试重均悬挂 4 只 35 吨水袋, 通过均匀调节每只水袋水量来实现每一步试重吨位。为实现试验动作连贯性, 可按下述步骤进行试验: 舷内静态闭锁 (第一步) → 动态闭锁 (第二步) → 舷外静态闭锁 (第三步) → 动态解锁 (第四步) → 舷内静态解锁 (第五步) → 舷外静态解锁 (第六步)。

如图 1 所示, 连接好高分子吊带、拉力计和水袋, 并挂于 A 型架滑轮吊钩处, 此时 A 型架处于闭锁状态。试验过程中, 自舷内 45° 翻转 A 型架至舷外 80°, 按照每步试验载荷调整水袋水量并保持 5 分钟 (观察拉力计读数), 依次完成前三步试验。

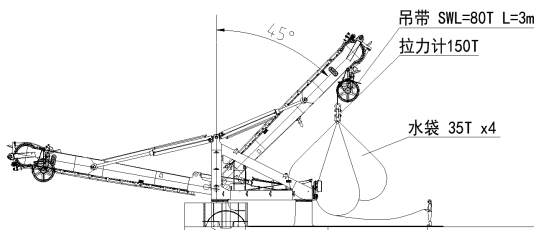


图1 埋设犁A型架载荷试验 (第一、二、三步)

如图 2 所示, 进行第四步试验。将水袋连接到拖曳绞车, 此时 A 型架处于解锁状态。试验过程中将 A 型架自舷内 45° 翻转至舷外 80° 并返回舷内 45°, 按照试验载荷调整水量并保持 5 分钟 (观察拉力计读数)。

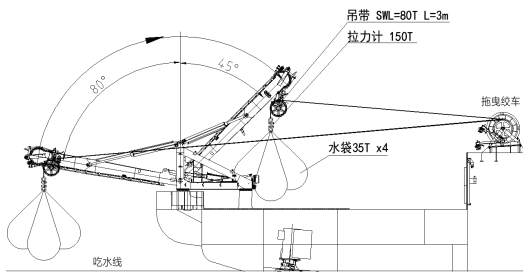


图2 埋设犁A型架载荷试验 (第四步)

如图 3 所示, 进行第五、六步试验。将水袋连接到工装眼板, 此时 A 型架处于解锁状态。试验过程中将 A 型架自舷内 45° 翻转至舷内 20° 最后停至舷外 80°, 按照试验载荷调整水量并保持 5 分钟 (观察拉力计读数)。

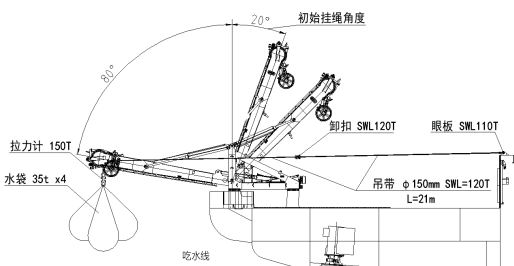


图3 埋设犁A型架载荷试验 (第五、六步)

3.2 拖曳滑轮载荷试验

拖曳滑轮位于船艏出舷处, 是拖曳钢缆自埋设犁 A 型架入水前的传导和支承点, 其试验载荷计算需分拖曳和起吊两种工况。按照 LR LIFTING APPLIANCES IN A MARINE ENVIRONMENT, 对于不同工况, 取不同试验系数、举升系数、最大设计包角、试验包角, 计算出不同试验载荷。如图 4 所示, 串联试验钢丝绳, 拉力计, 加载油缸。考虑到钢丝绳长距悬空自身挠度, 用葫芦施加外力进行张紧补偿。对油缸加载直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 5 分钟。

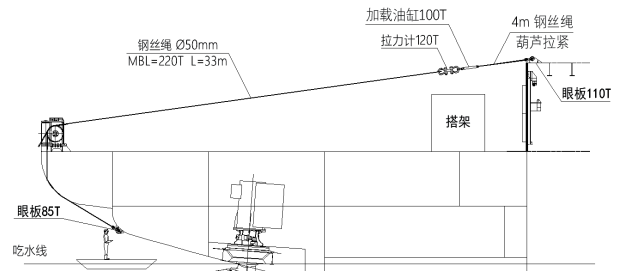


图4 拖曳滑轮载荷试验

3.3 ROV A 型架载荷试验

按照设备制造厂的原则要求, 该试验分为五个单项, 分别是舷外静态解锁、舷外静态闭锁、舷内静态解锁、舷内静态闭锁、动态闭锁。根据 DNV-ST-0378 code, 分别计算出每项试验的载荷。为实现试验动作连贯性, 可按下述步骤进行试验: 舷外静态闭锁 (第一步) → 舷外静态解锁 (第二步) → 舷内静态解锁 (第三步) → 舷内静态闭锁 (第四步) → 动态闭锁 (第五步)。

如图 5 所示, 将 ROV A 型架与拉力计、加载油缸和标准压铁串联。将 A 型架处于闭锁状态, 此时 ROV 脐缆绞车不承受载荷, 将 A 型架停至舷外 110°, 对油缸加载直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 5 分钟, 完成第一步试验。将 A 型架处于解锁状态, 此时 ROV 脐缆绞车承受载荷, 对油缸加载直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 5 分钟, 完成第二步试验。

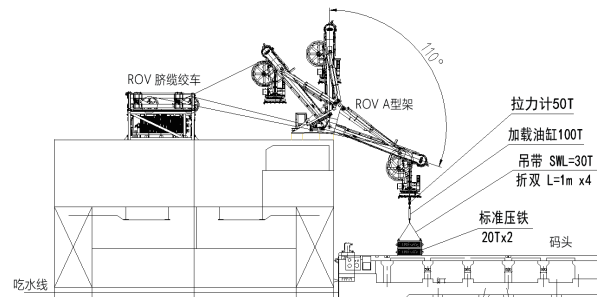


图5 ROV A型架载荷试验 (第一、二、五步)

如图 6 所示, 将 ROV A 型架停至舷内 40°, 与拉力

计、加载油缸和工装眼板串联。将 A 型架处于解锁状态, 此时 ROV 脐缆绞车承受载荷, 对油缸加载直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 5 分钟, 完成第三步试验。将 A 型架处于闭锁状态, 此时 ROV 脐缆绞车不承受载荷, 对油缸加载直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 5 分钟, 完成第四步试验。

最后一步进行动态闭锁试验。将 A 型架全程处于闭锁状态, 参考图 5 所示方法将钢丝绳、拉力计和标准载荷压铁与其串联, 无需使用加载油缸和吊带。A 型架从舷外 110° 翻转至舷内 40°, 再翻转至舷外 110°, 记录整个行程时间。

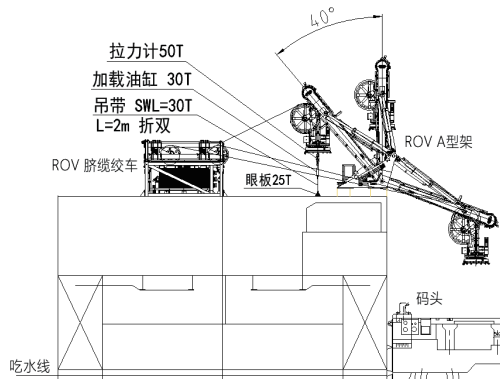


图6 ROV A型架载荷试验 (第三、四步)

3.4 DOHB 和 CDE 载荷试验

如图 7 所示, 将拉力计、加载油缸、试验缆绳和工装眼板串联。试验缆绳穿过 DIVER TER, CDE 后用 DOHB 四对轮胎夹紧固定, 多余绳长自由, 启动加载油缸, 直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 2 分钟, 完成 DOHB 载荷试验。选用 50T 拉力计和 100T 加载油缸, 试验缆绳穿过导缆器 (DIVER TER), 在 CDE 上至少绕 6 圈, 之后用 DOHB 4 对轮胎夹紧固定, 多余绳长自由, 启动加载油缸, 直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 2 分钟, 完成 CDE 载荷试验。

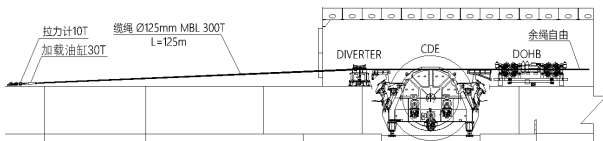


图7 DOHB、CDE载荷试验

3.5 LCE 载荷试验

如图 8 所示, 将拉力计、加载油缸、试验缆绳和工装眼板串联。试验缆绳穿过掣缆器 (ECB) 后用 LCE 全部对轮夹紧固定, 多余绳长自由。缓慢启动加载油缸, 直至拉力计读数达到试验载荷, 并保持 2 分钟, 完成 LCE 载荷试验。

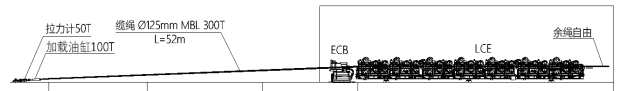


图8 LCE载荷试验

4 结语

铺缆船系泊状态下, 对铺缆设备进行载荷试验是设备从安装进入调试的必要步骤, 通过试验可以检查设备与船体连接情况、船体和基座变形情况, 从而验证基座和船体强度。基于试验任务, 结合实船状态和码头资源以及试验进度要求, 研究和制定了一套安全可行的试验方法。通过实船实施, 总结如下: (1) 安全性, 所有试验材料选型和流程设计都必须确认安全可靠。比如: 对于钢丝绳长距悬空要考虑钢丝绳自身挠度, 应施加外力张紧补偿; 对于高分子缆绳长距离连接也要考虑其拉伸量; 工装眼板加强板与载荷传感器卸扣需进行干涉检查。(2) 操作性, 应提前考虑一些客观条件, 如船舶艏吃水, 甲板与码头高度差, 码头吊机能力。艏部埋设犁 A 型架试验载荷较大, 提前对艏部压载舱进行配载, 同时调节艏部吃水不大于 5.5 米; 对于 ROV A 型架试验, 抢抓涨潮时间窗口, 以弥补甲板与码头高差不足。(3) 经济性, 合理安排试验顺序, 载荷由小到大, 尽量减少不必要动作, 提高试验材料复用率。

参考文献:

[1] 孙崇波, 蔡敬伟. 我国光缆铺缆船期待更多关注[J]. 中国船检, 2022(1): 43-46.

作者简介: 段瑜昉 (1983-), 男, 汉族, 工学学士, 工程师, 研究方向: 船舶与海洋工程轮机设计。