



## 大型无动力船舶防台系泊系统系统缆技术\*

徐元<sup>1</sup>, 陈越<sup>1</sup>, 丁健<sup>1</sup>, 杨建刚<sup>2</sup>

(1. 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120; 2. 浙江省舟山港务管理局, 浙江 舟山 316002)

**摘要:** 防台单点系泊系统是解决大、中型无动力船舶防台锚泊问题的有效途径, 而实现防台系泊系统的关键之一是设计简易、实用、可靠的系统缆技术。通过对系统缆介质、系船环和系统缆工艺等方面的综合论述, 介绍一套适用于防台系泊系统的系统缆技术。

**关键词:** 大型无动力船舶; 防台系泊系统; 系统缆技术; 迪尼玛缆绳; 系船环; 末端卸扣

中图分类号: U 66

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0014-03

### Mooring hawser system applicable to anti-typhoon mooring system for large non-powered vessels

XU Yuan<sup>1</sup>, CHEN Yue<sup>1</sup>, DING Jian<sup>1</sup>, YANG Jian-gang<sup>2</sup>

(1. Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China;

2. Zhoushan Port Administration Bureau, Zhoushan 316002, China)

**Abstract:** The anti-typhoon single point mooring system is an effective method for solving the problem of anti-typhoon anchoring of large & medium-sized non-powered vessels, and one of the important keys to anti-typhoon single point moorings is to design a simple, practical and reliable mooring hawser arrangement. The paper gives a detailed description of a mooring hawser system which is applicable to the anti-typhoon mooring system, together with an elaborate analysis of the medium of rope, mooring ring and mooring method.

**Key words:** large non-powered vessels; anti-typhoon mooring system; mooring hawser system; dyneema rope; mooring ring; end shackle

修造船期间部分时段船舶有无主机动力情况, 无动力船舶不能主动抗风、顶流。在台风等极端工况下, 如果船舶仅采用抛锚抗台, 一旦走锚则对无动力船舶自身及周边水域公共安全产生重大威胁, 极易造成严重的安全事故和环境灾难。因此, 台风期间无动力船舶的生存, 不仅是其自身安全问题, 而且是重大的公共安全问题。

采用防台单点系泊系统是解决无动力船舶防台锚泊问题的有效途径之一。防台系泊系统主要由浮筒、系船环、水下锚链和锚体组成。水下锚链下端与锚体相连, 上端系船环穿过浮筒搁置

在浮筒上, 浮筒仅限制系船环向下的自由度, 当承受拉力时系船环(连同锚链)可被自由拔出浮筒; 船舶锚链(缆绳)直接与系船环相连, 系泊力直接通过系船环和水下锚链传递至锚碇系统。浮筒主要作用是提供浮力确保系船环停留于水面, 便于船舶的系、脱缆作业。系泊状态下, 浮筒基本不承受系泊力, 仅承受因锚链的方向改变引起的扭矩而发生一定侧斜; 非系泊状态, 浮筒承受水下锚链重力。

和以往单点系泊系统相比<sup>[1-2]</sup>, 大、中型无动力船舶系泊采用的防台系泊系统有以下特

收稿日期: 2012-10-10

\*基金项目: 浙江省科学技术厅优先主题重大工业项目(2010C01013)

作者简介: 徐元(1965—), 男, 博士, 教授级高工, 从事港航工程设计研究。

点: 1) 系泊对象为10万~30万吨级的大中型无动力船舶; 2) 工作状态为台风等极端恶劣状态, 系泊系统受力可达6 000~10 000 kN, 且全部由系泊系统承受; 3) 系脱操作工艺要求高, 装置须安全高效。船舶锚链尺寸大、质重, 单靠人力无法完成锚链系泊, 且恶劣工况下操作人员需上浮筒进行安全高效的系、脱缆操作。现有的设计水平和生产能力均能保证浮筒、锚链、锚体的承受6 000~10 000 kN拉力的结构要求, 而系船装置及相应系缆工艺则成为实现本系统的关键技术。

目前系船结构运用较多的有“Ω”环或快速系脱锚链钩。据调研, “Ω”环最大抗拉力约为3 000 kN而无法满足要求, 且如采用“Ω”环则开口向下, 横销直接与水下锚链相连而不能插拔, 只能通过捆绑缆绳于其上的方式完成系缆, 对缆绳要求高且难度大; 而系脱缆操作简便、单臂受拉的快速系脱锚链钩则主要应用于一些小型船舶的系缆, 最大抗拉力约为3 000 kN。可见, 为满足本系统要求, “Ω”环或锚链钩均需采用更高强度的材料, 且制作工艺也需开发, 距实际运用更有差距。

因此, 为实现大、中型无动力防台系泊系统, 需迫切解决的问题是开发出简易、实用、可靠的系缆技术, 主要包括系缆介质的选用、系船环的开发。

### 1 系缆介质的选用

系缆介质即为系泊船舶和系船环之间的联接物。作为整个串联系统的一环, 系缆介质的抗拉力同样也需要满足大于6 000 kN, 系缆介质材质可选择船舶的船用锚链或高强度缆绳。

锚链因粗重而难靠人力移动, 如10万吨船舶的锚链链径为92 mm, 质量为185.36 kg/m。在台风来临前的海况下, 浮筒自身稳性差, 操作人员作业不易, 且需拖轮、吊机等设备来协同完成系缆作业, 操作复杂困难, 耗时长。

通过对国内外大量系缆介质资料的收集分析, 确定采用高强度的迪尼玛缆绳作为系缆介质。迪尼玛的材质为高性能聚乙烯纤维, 单位质量小, 强度可达到钢丝的15倍, 延伸率低而与金属钢丝断裂伸长率相若, 且在耐候性如耐紫外线

辐射、耐海水、耐酸碱、耐疲劳、耐气候温差等方面性能极强, 常用于国防军工、特殊船舶、海上石油、远洋运输等。防台系泊系统选用的迪尼玛缆绳抗拉力可达8 000 kN, 质量仅约为8 kg/m, 靠人力可自如拖动, 便于系缆操作。

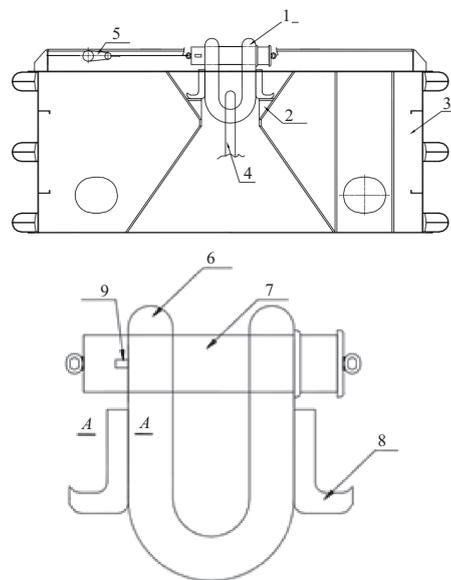
### 2 系船环的改进

末端卸扣原为用于将锚端链节与锚相连的加大卸扣, 主体尺寸与水下锚链相匹配。按国内现有最大生产能力, 可制作公称规格 $d=152$  mm的末端卸扣<sup>[3]</sup>, 满足拉力载荷为10 100 kN, 破断载荷为14 430 kN, 可满足系船环的拉力要求。

为方便系缆操作, 对末端卸扣进行了改进如下:

1) 卸扣上的焊接搁脚和浮筒口内的搁架。

在卸扣两侧插销孔下方, 分别焊接一个“L”型搁脚, 设计单个搁脚焊缝的抗剪强度大于1 000 kN, 可承受水下锚链重量和浮筒的风、浪、流荷载。相应, 在浮筒锥形喇叭口内设置一圈搁架(图1), 以使连接水下锚链的卸扣搁置其上而不会掉落, 且保证船舶系泊状态时水下锚链能在受拉时顺畅向上通过浮筒, 即系缆力直接通过水下锚链传递。末端卸扣质重, 人力很难调整其位置及状态, 搁脚的设置能保证其保持竖向状态而以便系缆作业。



注: 1. 改进末端卸扣; 2. 搁架; 3. 浮筒; 4. 锚链; 5. 葫芦;  
6. 标准末端卸扣; 7. 沉头横销; 8. 搁脚; 9. 开口保险销。

图1 改进末端卸扣结构及其与浮筒装配图

## 2) 改进沉头横销。

传统的沉头横销长度短,生产厂家锚链系缆完成后即拴上保险销并用铅丸密封,除更换锚链操作,一般不需要将横销拆装。本系船环的沉头横销需经常拆装,因此加长横销并开一长方形孔,安装不锈钢开口保险销以适应频繁拆装。另外,横销重量大而很难实现横销的人工拆装,故在横销两端各焊接一个拉环,实际操作时使用葫芦拖拉横销,葫芦的一端系在浮筒的护栏上,另一端系在卸扣横销的拉环上。缆绳可套入改进后的沉头横销中,系泊方便。

## 3 系缆工艺

通过多次实船系缆试验,经验证、总结和改进,形成了适用的系缆工艺,具体如下:

- 1) 做好系泊准备工作,包括收听台风信息、检查船舶锚机设备、进行船舶压载等。
- 2) 在船厂内完成迪尼玛缆绳和船用锚链的系连:
  - ① 全面检查系泊缆绳强度是否满足使用要求;
  - ② 通过辅助机械将船用锚链放松至船厂码头,卸锚并拔出锚链末端卸扣横销,将缆绳一端琵琶头套到末端卸扣的横销上,复位横销;
  - ③ 用细绳将琵琶头与横销绑紧,再用尼龙绳在横销空挡处进行缠绕,避免琵琶头滑动;
  - ④ 开动锚机将锚链末端拉回至距离出链孔约5 m处,并将迪尼玛缆绳绕过船舷放置到甲板上。
- 3) 带缆人员5~6名,准备好救生衣、安全帽、安全绳等安全防护措施。
- 4) 拖轮将系泊船舶拖航至浮筒附近。
- 5) 将迪尼玛缆绳放松至拖轮。
- 6) 带缆人员随作业船靠近浮筒,带葫芦上浮筒,并采用一般缆绳将浮筒系在作业船边上以减少浮筒的晃动。
- 7) 浮筒系缆作业:
  - ① 拖轮水手将迪尼玛缆绳端部细绳抛至浮筒,带缆人员通过细绳将缆绳琵琶头拖上浮筒;

② 带缆人员将葫芦一端扣在浮筒护栏上,另一端扣在卸扣横销拉环上,通过操作葫芦将横销拔出空挡(满足琵琶头进出即可);

③ 带缆人员将琵琶头放入卸扣,用葫芦拉横销另一端拉环,复位横销并插上保险销;

④ 带缆人员用细绳将琵琶头固定于横销中间合适位置并绑紧,用尼龙绳在横销空挡处(除琵琶头连接处)缠绕,避免琵琶头滑动。

8) 出缆长度控制:通过操作系泊船舶的锚机,控制船舶在系泊状态下的出链长度不小于出链孔至海底泥面距离的4倍,以策安全。

## 4 结语

1) 经对国内外大量系缆介质资料的收集、分析,最终确定防台系泊系统采用高强度、质量小的迪尼玛缆绳作为系缆介质,相对于锚链系缆,人力可自如拖动,大大降低系缆操作的困难,解决了现场需高效快捷、简易实用的系缆关键技术问题。

2) 根据对锚链结构和特性的深入研究,创造性地改进末端卸扣(系船环),是防台锚系系缆技术的一大创新。

3) 根据迪尼玛缆绳的特性和系船环的结构特点,通过多次实船系缆试验,形成了适用于防台系泊系统的系缆工艺。

4) 本系泊技术已运用于浙江舟山海域多个10万吨级和30万吨级的防台系泊系统,并经受了2011年、2012年多个强台风的检验(风力大于13级)。

## 参考文献:

- [1] 林正珍,叶燕贻. 湄州湾锚地10万吨级系船浮筒设计与施工[J]. 水运工程, 2000(6): 18-22.
- [2] 金芳,张承. 浅谈船运LNG单点系泊接卸方式[J]. 输配与应用, 2007(3): 11-13.
- [3] GB/T 549—2008 电焊锚链[S].

(本文编辑 郭雪珍)