

一种依靠水流推进的围油栏布放舵装置

李观杨¹, 李珍珍², 徐焱¹, 杨军社², 张强¹, 乔彦军², 罗政¹, 聂国清²

(1. 中国石化销售股份有限公司华南分公司, 广东 广州 511400; 2. 西安航天动力研究所, 陕西 西安 710100)

摘要: 围油栏布放舵能够充分利用水流动能, 使围油栏布放舵自动布放到合理位置, 从而拉动围油栏达到围困溢油的目的。本文介绍的围油栏布放舵的结构及其使用方法, 并简要分析了使用原理, 对围油栏布放舵的未来研制发展提出了新的方向和展望。

关键词: 围油栏布放舵; 溢油回收; 溢油围困; 快速布放

中图分类号: U698.7

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0071—03

1 引言

围油栏布放舵属于溢油后收油系统装置上的核心元器件, 广泛应用于河流、运河、浅海等流域, 用于溢油后的收油系统^[1-3]。主要面向的客户群是石油溢油后抢

维回收的市场。常规的回收溢油操作, 需要人力和船只进行围油栏的布放, 费时费力, 且可能因水流速度大而不能及时响应。围油栏布放舵的主要作用是能够仅利用水流动能而不需要其他动能就可以拉动围油栏进行自动

3 修正系数研究

根据以上观测数据研究修正系数计算算法, 先通过聚类算法提取特征元素, 根据相似特征元素进行分类, 根据聚类后的数据系统计算动态权重, 最终计算出修正系数。具体算法如下:

假设 Ω 为样本空间, 对任意一个样本 $X \in \Omega$, $y_i = \varphi_i^T x$ 和 $y_j = \varphi_j^T x$ 分别表示将样本 x 投影到以上的特征。 y_i 和 y_j 的协方差为 $Cov(y_i, y_j) = E[(y_i - E(y_i))(y_j - E(y_j))] = \varphi_i^T \{E(x - E(x))(x - E(x))^T\} \varphi_j$ 。统计不相关鉴别变换方法要求提取的鉴别特征是相互正交的, 比如 $Cov(y_i, y_j) = 0$ 。根据公式计算, 时间间隔、空间属性和吨位分类对于 AIS 开机率影响很大。最终通过计算得出相似属性的修正系数为:

$$\sigma(T, V, ton) = \frac{1}{\Omega(T, V, ton)}$$

式中 σ 为修正系数, T 为单位时间间隔, V 空间属性, ton 为吨位分类, $\Omega(T, V, ton)$ 为样本空间中 AIS 开机率。

修正系数设置用于设置统计船舶流量时的加权系数, 对于安装有实体船舶流量观测系统 (如基于激光传感器的船舶流量观测系统等) 的观测断面, 可以自动根据 AIS 数据占实体观测系统数据的比例自动设置比例系数, 当修改比例系数后, 在此之前统计的报表不受影响, 只对修改时间以后统计的报表和数据有影响。

4 观测结果验证

为验证修正系数计算结果的正确性, 本文在倒运海特大桥上上游 8 公里处和石龙东桥上上游 15 公里处采取人工观测一天的观测结果如下:

表 5 倒运海特大桥上上游 8 公里处船舶流量统计

按吨位分类	人工观测数量	AIS 识别船舶	修正系数	修正后数量	误差
0~500	122	47	2.44	115	0.06
500~1000	104	83	1.22	101	0.02
1000 以上	88	41	2.08	85	0.03

表 6 石龙东桥上上游 15 公里处船舶流量统计

按吨位分类	人工观测数量	AIS 识别船舶	修正系数	修正后数量	误差
0~500	75	47	1.54	72	0.04
500~1000	103	85	1.23	105	0.02
1000 以上	92	75	1.27	95	0.03

根据以上数据, 两处实际误差小于 0.1, 接近真实船舶流量观测数据, 故 AIS 识别船舶经修正后可作为较高精度的船舶流量统计数据。

5 结束语

本研究通过对 AIS 数据进行周期性采集和分析, 构建修正函数对 AIS 数据进行修正, 并根据基准观测数据进行不同时间范围、不同地理位置的参数自动计算, 实现以船舶流量观测为目标的 AIS 数据动态修正。本项目在广东省进行示范应用, 经修正的 AIS 数据与实际观测结果误差较小, 可作为真实船舶流量统计数据。本研究结果可推广应用于与相似特征航道的船舶流量观测。

未来根据现有研究结果, 深入探索船舶 AIS 数据与航道管理业务数据融合的可能性, 扩充算法类型, 提高基于 AIS 数据的船舶流量观测精度, 为航道管理业务提供更大的价值。

参考文献:

- [1] 沈世宏. 基于激光传感器的船舶特征提取和流量检测 [D]. 江苏: 南京理工大学, 2013. DOI:10.7666/d.Y2275975.
- [2] 邵哲平, 周国瑞, 潘家财, 等. 基于 AIS 数据挖掘的受限水域船舶动态领域研究 [J]. 地球信息科学学报, 2018, 20(5):564-570.
- [3] 周毅. AIS 信息解码和显示 [J]. 航海技术, 2006(2):34-36.

布料, 围困水面溢油从而进行回收, 显著减小人力物力成本, 并明显提高效率。

2 围油栏布料放舵的结构介绍

围油栏布料放舵主要由以下几个部分构成: 栏体组件、连杆组件、尾翼组件、控制舵组件、回复弹簧组件、浮子组件、围挡组件以及绳索附件等, 具体照片和结构如图 1 和图 2 所示。

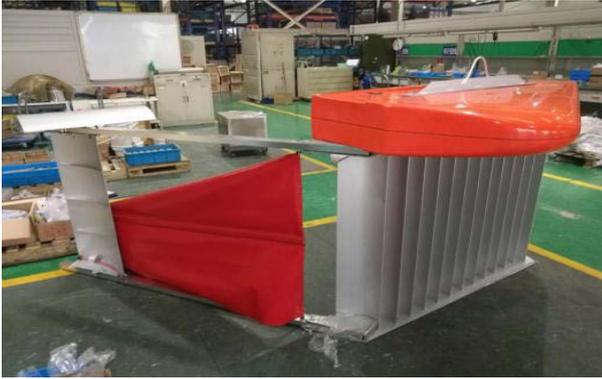


图 1 围油栏布料放舵图片

栏体部分由底板和多片不完全相同的栅板组成, 栅板具有一定的弧度, 从内到外角度和弧度不尽相同, 水流经过栅板时, 改变运动方向并产生特定方向的推力, 以此来实现围油栏布料放舵自动布料的目的。连杆部分与栏体的上下底板相连接, 并将围挡、控制舵和尾翼部分固定于其上。围挡达到挡住水流, 提供推力的目的。浮子组件和尾翼组件提供整体的浮力和平衡。浮子部分固定于一侧栏体底板上, 提供整个围油栏布料放舵的浮力, 并漂浮于水面上。尾翼安装于连杆末端。尾翼主体由一片弧板、一片底板和两片侧板焊接而成, 中间是空心结构, 其中填充成型的聚苯乙烯泡沫, 以提供控制舵这一端的浮力。控制舵用于调节装置在水中的方向, 在从水中收回布料放舵使用, 可通过拉动控制绳使控制舵转动一定角度, 从而改变水流方向, 进而使控制舵整体改变方向; 过程中, 通过拉放绳索调整其运动方向, 并借助弹簧实现自动复位。

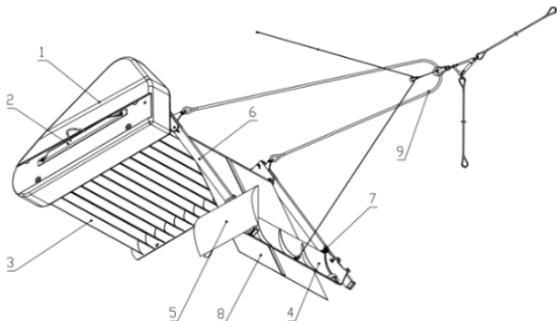


图 2 围油栏布料放舵结构图

1- 浮子组件, 2- 浮子提杆组件, 3- 栏体组件, 4- 控制舵组件, 5- 尾翼组件, 6- 连杆组件, 7- 回复弹簧组件, 9- 绳索附件

3 推进部分的栅板结构

围油栏布料放舵的栏体组件是围油栏布料放舵的关键组件, 是整个装置的推进部分, 材料为铝合金, 并进行表面防腐处理, 材质轻且具有抗腐蚀能力。其栅板结构采用 13 片弧状及直线段组合的截面形状的栅板, 此结构是栅板结构设计的关键。

围油栏布料放舵栏体组件, 包括两个底板和安装在两个底板之间的多个栅板, 各栅板的横截面形状为圆弧形或部分段为圆弧形截面, 且其中位于中间部位的多个栅板的横截面形状相同, 其余栅板及中间部位任一栅板的横截面形状彼此不同。多个栅板的横截面均设有圆弧形截面, 对图 3 所示由右到左的方向, 依次为栅板 1、栅板 2、栅板 3 (一组)、栅板 4, 所述栅板 3 为多个栅板, 第三组栅板中的各栅板横截面形状相同。

水流以垂直于栅板缝隙的方向流过栅板时, 栅板特定的形状改变了水流流向及受力, 利用栅板的结构形状产生对围油栏布料放舵的推力, 能够使围油栏布料放舵不需要其他动力, 就能达到牵引围油栏自动布料的目的, 从而使得布料放舵以垂直于岸边的方向运动, 直至达到最终各力的平衡。

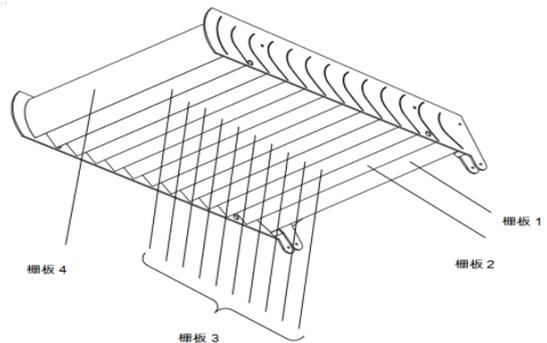


图 3 栏体组件的栅板结构图

4 围油栏布料放舵的使用及原理

使用布料放舵时, 首先, 系泊绳需用陆地锚或其他固定装置固定, 海面使用也可固定于船上, 然后在水流中放置布料放舵, 当围油栏与布料放舵连接完成后, 布料放舵不需要使用其他动力即可使用, 利用水流力量推进布料放舵迎着水流运动, 并由布料放舵牵引围油栏, 将几十米甚至一百多米的围油栏拉展开来, 最终布料放舵达到预期位置, 布料过程自动平衡。整个装置工作时, 栏体组件是围油栏布料放舵的动力组件, 它能够充分利用水流的动能, 就像风筝利用风能一样, 达到自动布料的目的。

一般在围困水面溢油时, 可采取溢油引导模式或溢油回收模式, 根据需要也可以结合使用。如下图 4 所示, 采用溢油引导模式先将油往一侧岸边引导, 再在下游使用溢油回收模式进行收集。根据使用需要, 布料放舵既可在左岸布料, 也可在右岸布料, 只需要将浮子安装于另一侧的底板上, 尾翼安装于另一侧的连杆上, 控制舵调

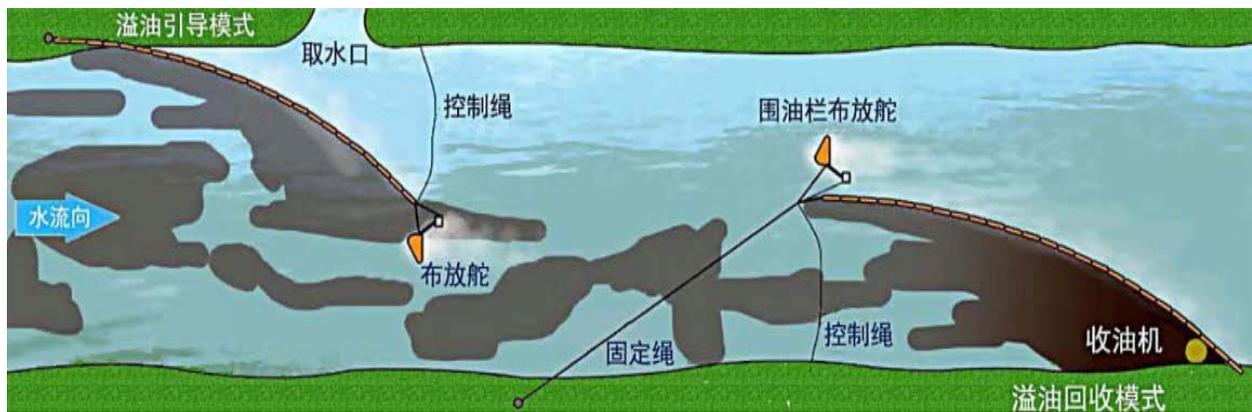


图4 河流布放围油栏布放舵的示意图

换方向即可快速安装，并实现不同方向岸边的布放。

此处针对基于岸边布放的模型进行分析，在围油栏布放舵受到系泊绳和围油栏的力的平衡下进行受力分析。图5是围油栏布放舵基于岸边布放的示意图，布放的过程如下：所有绳索和附件连接固定好后，上游是系泊固定点（line - mooring point），下游是围油栏的固定点（boom - mooring point），通过三角连接板（connecting point）将围油栏布放舵和系泊绳及围油栏进行连接，在下水点（launching point）进行围油栏布放舵的自动布放。起初，系泊绳、围油栏上受力均很小，都是松弛的状态，随着水流给予围油栏布放舵的动力，其逐渐以基本垂直于河岸向河中心的方向运动，最终，系泊绳绷直，系泊绳、围油栏和围油栏布放舵三者受力达到平衡。

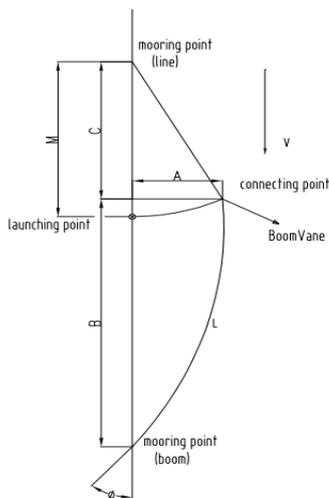


图5 围油栏布放舵基于岸边布放的示意图

5 展望

现在国内使用的围油栏布放舵产品全部为国外进口产品，因交货周期长、价格贵，尤其是配件价格更加昂贵；另外由于条件限制售后服务不及时，如碰到溢油事件加上围油栏布放舵产品出现故障不能有效使用，就可能给国家和企业造成巨大的损失，甚至对国家的能源供

应安全造成威胁。所以，在国内市场上，围油栏布放舵的生产开发具有很大的空间，在石油水上运输及管道运输涉及水面的场所，都可以配置围油栏布放舵用于抢维工作^[4-8]。其次，在围油栏布放舵研发方面，也需要进行系列化开发，以用于不同深度的水域，如浅水、江面、深海等，从而增加其多样性和产品的适应性，为溢油围困和回收提供更多的选择。

参考文献：

- [1] 金维增, 郑红, 朱灏. 应急浮油回收装置的设计与应用[J]. 化工装备技术, 2019, 40(06): 28-30.
- [2] 刘献强, 焦光伟, 李学新, 等. 围油栏在急流溢油应用中存在的问题与应对措施研究[J]. 污染防治技术, 2011, 3: 10-14.
- [3] 朱林超, 王东光, 顾佳鹏. 海上溢油污染事故应急处置[J]. 中国水运(下半月), 2019, 19(07): 137-138.
- [4] 竺柏康, 李翠翠. 海上溢油回收装置自动运行轨迹研究[J]. 中国水运(下半月), 2013, 13(08): 119+121.
- [5] 罗建平, 李志建, 宋志国, 等. 全电动式围油栏布放装置首次海上布放试验[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(09): 199-200.
- [6] 曹莹. 围油栏现状与数值模拟研究综述[J]. 科技创新与应用, 2014(11): 34-35.
- [7] 罗建平, 李志建, 宋志国. 全电动式围油栏布放装置研究[J]. 环境工程, 2014, 32(S1): 1031-1032.
- [8] 吴亮, 孙寿伟, 李超. 一种新型充气快速布放围油栏的设计与试验研究[J]. 绿色科技, 2017(18): 62-63+67.