

# 用于内河船舶运输码头的移动式船舶污、废水收集装置设计

王 鹏

武汉华德环保工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

**摘要:** 本文针对停泊在内河流域上船舶在运输过程中产生的生活污水及含油废水, 简要的描述一种在内河码头上设置的船舶污、废水收集装置。使用该装置可将停泊在码头区域的船舶上累计排放的污、废水通过船舶自身的外送泵与该装置的共同作用进行收集, 同时可通过由码头管理者或运营方将收集的污、废水集中转运并处理达标排放, 进而减少船舶产生污染物进入水体的可能性, 推进内河流域的水污染防治。

**关键词:** 内河船舶; 码头; 含油废水; 生活污水; 收集; 减少污染

引言: 随着我国经济的快速发展, 国内内河流域上的航运活动日益频繁, 进而推进了我国的经济。但由于受到船舶工业高端化、体量扩大化的影响, 内河航运船舶的从船种、数量、船型、货运量都日益提升, 使得内河船舶在运输、维修及船舶人员活动的过程中, 产生的含油废水、生活污水、各类垃圾等污染物的排放量也会相应增加。若内河水运的管理上存在问题或疏漏, 会使提高其污染物进入内河水体中的几率。随着污染物排放量的累计增加, 会大大降低内河流域水环境容量, 进而影响到河流周边人民饮用水安全, 严重的会造成环境事故。

根据内河船舶码头的特殊性以及所停泊船舶的特点, 针对性的设计一种船舶污、废水收集装置, 可将停泊在码头区域的船舶排放的污废水进行收集后, 统一由码头运营方集中转运及处理, 经过处理达标后, 可减少船舶污染物进入水体的总量, 降低水体的污染。

## 1 内河船舶码头污、废水排放现状及主要存在的问题

### 1.1 船舶污染物接收、转运和处置现状

现大多数内河港口码头区域未设置移动式或固定式等接收船舶生活污水与含油废水的相关处理设施。其中污染较重、难处理的含油废水目前基本上是由各船舶运营单位转交给周边具有相关处理资质的单位进行回收。

### 1.2 主要存在问题

#### 1.2.1 资金压力大, 积极性不高

港口船舶污染物接收能力不足一方面制约了绿色港口建成, 另一方面也可能造成港口水域环境质量下降。由于船舶污染物接收具有公益、微利的性质, 港口企业在投资船舶污染物接收设施时面临基础投入大、运营成本高、后续处置配套难、缺少资金保障等困难, 因而港口企业建设船舶污染物接收转运处置设施存在资金压力

大、建设积极性低的特点<sup>[1]</sup>。

#### 1.2.2 监管机制不健全, 抓手少

各部门间的协调联动机制尚不健全, 监管手段和抓手不足, 监督管理的工作力度有待进一步加强, 船舶污染长效管理机制亟需建立健全。

#### 1.2.3 船员环保意识弱, 问责难

船员对防污染重要性认识严重不足, 缺乏对环保方面的法律法规的了解, 再者存在监管难度大、问责机制不明确、惩罚力度低等原因, 船舶垃圾、生活污水、船舶洗舱水偷排或私自贩卖等现象普遍存在。人为因素造成船舶污染时有发生。

#### 1.2.4 港口污水接收设施不完善

内河各沿江港口自身产生的港口污水(生活污水)接收及处理设施不完善, 需要完善相关设施建设。

#### 1.2.5 船舶含油废水流向不明

经调研, 目前船舶含油废水基本上被社会个体户通过以物换物方式接收, 但是该类社会个体户并未经过相关部门资质认定, 因而船舶含油废水流向很难掌握, 行业对含油废水监管难度较大。

## 2 内河船舶码头污、废水水量预测

### 2.1 污水量组成

内河码头船舶主要产生的污、废水包含含油废水及生活污水。

含油废水主要由废柴油、废机油和船舶重油构成, 首先通过船舶自带的分离装置将废水进行分层处理。上层为分离出的油为重油, 作为船舶燃料油或作为原料油外售给炼油厂。下层废水现状与上层废油一同交给相关单位回收处理。

根据相关数据统计分析, 船舶上的生活污水排放量

和水质与陆地生活污水排放由相似之处，即污水的产生与排放在全天时间段中由高峰期也有低谷期。主要污染物均以人体排泄物为主，污染指标主要为COD、BOD<sub>5</sub>、SS、NH<sub>3</sub>-N等。

## 2.2 污水量预测

根据现场调研及收集的相关资料以及污水产生周期，进行如下计算：

### 2.2.1 生活污水水量计算

表 1 生活污水及含油废水排放量预测计算表

序号	名称	数量	单位	备注
1	生活污水排放量			
	内河船舶人均单生活污水产生量	70	L/d	污水产生定额
	船舶配员	6	人	
	待泊天数	7	d	
	在泊天数	1	d	
	污水产生时间	8	d	
	每艘船产生污水量	3.36	m <sup>3</sup> /d	
2	含油废水排放量			
	含油废水年排放总量	101.31	m <sup>3</sup>	某年某海事处辖区实际接收量统计
	船舶艘次	246	艘	某港口年预测量，测算数据不小于1000艘
	排放总量统计	411.83	m <sup>3</sup>	
	平均单艘船舶排放量	1.13	m <sup>3</sup>	

## 3 内河船舶码头处理设备设计及其计算

### 3.1 收集装置容积计算

根据表1、表2水量预测情况可知，内河船舶单艘每次生活污水排放量3.36m<sup>3</sup>/d，而其含油废水每天排放量为1.13m<sup>3</sup>/d，为保证内河船舶的有效性、排放的彻底性，收集装置容积设计计算容积，应不小于每天生活污水排放量与含油废水排放量的最大值，同时考虑一定的变化系数按1.7设计，故最大容积不小于3.36×1.7 = 5.71m<sup>3</sup>，故收集装置容积按不小于6m<sup>3</sup>设计。

### 3.2 移动式船舶污、废水收集装置主要功能需求

移动式船舶污、废水收集装置通过码头周边岸边道路以及自身配置的滚轮可直接驶入码头区域进行污、废水收集工作。停泊在码头的船舶污、废水通过自带提升泵将污、废水提升至移动式收集装置的储罐上，再由码头拖拽车辆将移动式收集装置运送至码头区域污水处理设施集中处理，装载含油废水的移动式收集装置直接储存到一定容积后直接由储罐车外运至码头周边处理设施或周边临近的处理设施进行处理。

考虑内河江面丰水期及枯水期，即最高位至江面最低位水位波动较大的情况，枯水期时江面距离江边岸路面高差大、距离远，管道输送设施考虑设置污、废水防回流装置以及输送管道可调节式。

## 4 内河船舶码头污水收集处理设备简介

### 4.1 船舶污、废水收集装置的原理

船舶污、废水（单个装置仅收集一种类型的污、废

水）通过停泊在码头的船舶内置的储存装置的外送泵与污、废水收集装置的收集管道（提升泵）共同作用下，将其内部储存的污、废水输送到移动板车上的收集箱内储存或转输，同时在收集箱内设置破碎装置（铰刀泵）将污、废水中的大颗粒固体（无金属、绳索类、软性塑料制品、坚硬石质物体）固体通过铰刀破碎成更细小的颗粒物体，防止堵塞装置内的设施及管道。待将收集装置移动到码头指定的污、废水转运点或收集点后，再将污、废水利用装置自身的提升泵进行转输。

### 4.2 船舶污、废水收集装置的组成

该装置各组成部分详见下图所示

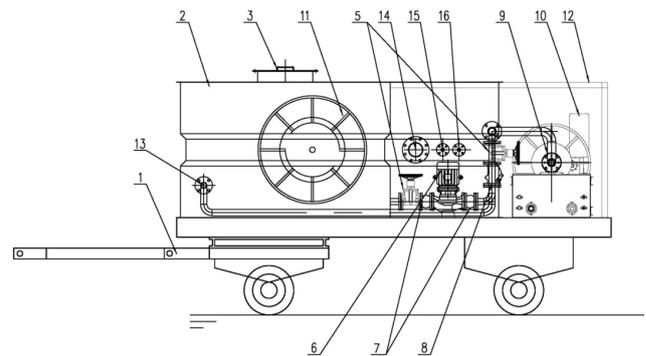


图1 污、废水收集装置示意图

该船舶污、废水收集装置主要特征详见附图1所示：包括1.移动板车、2.收集罐、3.人孔、4.铰刀泵、5.检修阀门、6.提升泵、7.柔性接头、8.出口止回阀、9.电动卷管机、10.电气控制箱、11.电源线缆收纳盘、12.装置防雨

罩、13.装置进液口、14.收纳箱体电加热装置、15.箱体温度在线测量装置、16.箱体温度计就地显示仪表、17.箱体排气口。

该装置主要其特征为：考虑船舶停靠码头泊位的不确定性，该装置设置了移动板车1，保证了装置可利用码头道路将整体设备移动至码头的各个区域。并且收集罐2的箱体底部通过焊接连接的方式放置在移动板车1的承重框架上，在充分考虑整体设备在空载或满载污、废水时稳定性的前提下，通过相关设计软件进行受力分析，保证整体装置的承载能力。

在收集罐2内设置铰刀泵4（破碎装置），利用铰刀泵4开启后快速旋转产生的切割力及铰刀的叶片刀片状的外形，使得船舶排放的污、废水中的大颗粒杂质，在此类工况下破碎，避免了堵塞管道及装置本体的提升泵。在收集罐2上设置人孔3、电源线缆收纳盘11、装置进液口13、收纳箱体电加热装置14、箱体温度在线测量装置15、箱体温度计就地显示仪表16、箱体排气口17。

作为该装置的污水运输装备，所选的提升泵6设置在移动板车1上，并采用不锈钢管道将收集罐2、检修阀门5、柔性接头7、出口止回阀8、电动卷管机9相连。通过这些设施可实现污、废水的收纳及运输、设备检修时各个主要设备的拆解。

根据内河船舶码头水位波动的特点，选用了可调节管道长度的电动卷管机9，该设备安装在移动板车1上，且安装在提升泵6出水端。以上设施可应用在江河在一年不同时段遇到的汛期及枯水期造成码头与船舶产生大尺寸的水位差的情况，移动收集装置均通过电动卷管机9的电动缩放功能将管道收放在合适的长度，实现污、废水的收集。为保证电动卷管机9的正常运行，不仅仅将不易发生变形且强度高的内嵌钢丝式软管配备在该装置上，同时卷扬机上设置排线装置保证管道能在卷管机正常缠绕。

考虑该装置的使用便利性，所配套的电控箱10安装在移动板车1上，实现通过电控箱10对移动收集装置中提升泵6的启停、电动卷管机9管道的收放。同时在电控箱10上部设置防雨罩12，保证收集设备在室外工作时，降雨对电控箱10、提升泵6及电动卷管机9的电机造成的影响。

#### 4.3 船舶污、废水收集装置的技术特点<sup>[2]</sup>

##### 4.3.1 该装置中废水收集箱的技术特点

1) 为防止船舶污、废水水体中的污染物对收集箱可能造成的腐蚀现象，该收集箱将不锈钢304材质作为优选材质。

2) 为避免船舶污、废水中大体积杂质堵塞管路、阀门或设备超负荷、超力矩工作，该收集箱内部安装了带

有破碎功能的铰刀泵。

3) 通过在收集箱顶部设置尺寸不小于600mm的人孔及人孔盖，在便于检修或清理人员出入的前提下，不仅保证了收集箱内设备检修以及定期清理功能的实现，同时也保证人孔处箱体结构的刚度及密封性。

4) 针对含油废水中油类物质在室外低温的条件下易产生的凝固现象，为避免凝固油类物质堵塞收集箱各进出口、口径较小处或聚集箱体死角不易清理，在箱体侧下方设置电辅加热装置及温控连锁装置。

5) 收集箱侧下部设置进水口，为防止进水回流，进水管进入收集箱后需沿箱壁爬升至箱体顶部后设置弯头向下进入箱体，箱体内最高处开小孔，防止虹吸倒流。箱体顶部设置排气口，避免易燃气体滞留。由于该设备为移动式，接电时考虑设备不一定设置在接电电源附件，故而考虑在箱体一侧设置进线电缆卷盘，可将进线接电电缆缠绕在电缆卷盘上，方便设备移动并可灵活调整设备接收污、废水的位置。

##### 4.3.2 该装置中废水提升泵的技术特点

该设备本着集成度高，设备占地小、方便检修的特点，装置优选配置水泵类型为立式离心泵，水泵台数不宜少于2台。同时配备相应的检修、切换、止回阀门，方便装置日常使用及维护。

##### 4.3.3 该装置中电动卷管机的技术特点

1) 选用的电动卷管机可实现自动卷管及自动放管，保证在不同水位情况下均可有效接收或运输的船舶污、废水。

2) 选用不易发生变形且强度高的内嵌钢丝式软管。

3) 设置排线装置保证管道能在卷管机正常缠绕。

## 5 结论

在内河码头上各个船舶停靠区域配置一定数量的此类装置，可将船舶排放的污、废水进行无害化、规范化、分质化的收集、储存、运输。同时该设备具备体积小、设备功能集成度高、系统操作灵活、不受船舶停靠位置的约束等多种优势性特点，从点源污染物控制船舶污水的排放，进而减少污染物进入内河流域产生的面源污染，从根本上解决了内河全流域的系统性环境污染。该装置目前已应用于某内河船舶码头，运行效果良好。

## 参考文献

[1]汤连帮,杨晓阳,齐敏.江苏省内河港口船舶污染物接收转运处置的问题及建议[J].水运管理, 2018, 40(9):4.

[2]一种移动式船舶含油废水收集装置CN202111085247.7, 武汉华德环保工程技术有限公司; INVENTION\_PUBLICATION; 2021-07-25