

文章编号: 1006-2343 (2006) 05-116-04

围油栏充气阀的改进设计

张银东, 李文华, 侯解民, 孙玉清

(大连海事大学 轮机工程学院, 大连 116026, Email: dong-zyd@163.com)

摘要: 围油栏是海洋溢油治理的重要设备。对现有围油栏的充气阀进行改进, 使其具有定压排气功能。充气阀经过改造的围油栏可以实现水面上的自动回收, 因此高效回收水面溢油的“面式”回收方法得以实现。

关键词: 围油栏; 充气阀; 溢油; 面式回收

中图分类号: TH138.5 文献标识码: A

Improvement Design of the Charging Valve of Boom

ZHANG Yin-dong, LI Wen-hua, HOU Jie-min, SUN Yu-qing

(College of Marine Engineering, Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

Abstract: The boom is an important equipment to deal with oil spill in marine environment. The improved charging valve of the boom makes itself have the function of discharging at fixed pressure. The boom with this valve can be withdrawn automatically from water that the plane recycling method can be realized to recycle oil spilt on effectively.

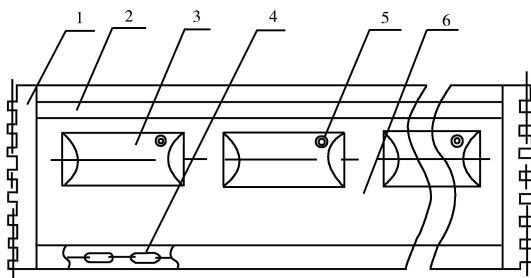
Key words: boom; charging valve; oil spill; plane recovering

随着石油工业和海上石油开发的迅速发展, 水上石油运输日益繁忙, 因海损、触礁、机械故障、人为操作不当等导致的船舶溢油事故日益增多, 对海洋环境造成很大危害。油品溢到水面上后, 在自身重力和风、流等其他因素作用下会迅速扩散和漂移。因此, 溢油事故发生后首要任务是进行溢油围控, 即尽快将溢油控制在较小范围内阻止其进一步扩散和漂移, 减少水域污染范围, 减轻污染程度^[1]。现在完成溢油围控的主要设备就是围油栏。尽管围油栏的种类很多, 但常用的是帘式围油栏, 其基本结构都是由浮体、裙带、张力带、配重和接头组成。根据浮体类型, 帘式围油栏分为充气式围油栏和固体浮子式围油栏两种类型^[2,3], 图 1 即为充气式围油栏的结构图, 它采用充气的气室作为浮体提供围油栏在水中所需的浮力。使用时先通过充气阀向气室内充满压缩空气, 然后放入水中由拖船拖带形成一定开口的围控区域。当溢油处理完后, 把气室中的空气放掉, 经过清洗后折叠存放。

由于充气式围油栏在平时体积小, 便于存放和运输, 所以现在应用十分广泛。

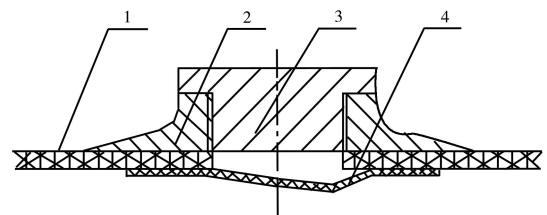
1 现有充气阀的结构

充气式围油栏在使用之前要对气室进行充气, 在使用完后要采用抽气机把气室内的空气抽出, 充排气这两个操作都是通过充气阀来完成的, 现在大多数充气式围油栏采用的充气阀的基本结构如图 2 所示: 整个充气阀采用硬橡胶制造, 阀座和气室壁压制成一体, 内部带有止回膜片。当气室内充满压力气体后, 止回膜片则压在充气阀的阀孔上防止压力气体外溢, 旋塞通过螺纹和阀座连接, 起到二次密封作用^[4]。这种充气阀的缺点是在回收围油栏时要逐个气室进行抽气操作, 而一般在溢油围控过程中要用到几百甚至上千米的围油栏, 如果回收围油栏时逐个气室进行抽气, 将是一件费时费力的工作, 而且在海上操作还存在一定的操作难度, 所以有必要对充气阀进行改进, 简化围油栏的回收操作。



1. 接头板 2. 张力带 3. 气室 4. 配重链 5. 充气阀 6. 本体

图 1 围油栏结构简图



1. 气室壁 2. 阀座 3. 旋塞 4. 止回膜片

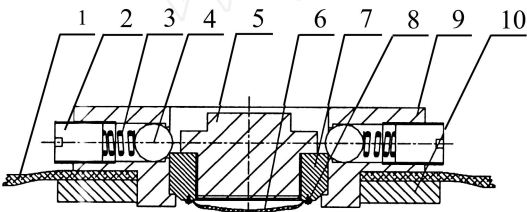
图 2 现有充气阀结构

2 新型充气阀的研制

新型排气阀的工作原理如图 3 所示: 圆形阀体的外部和

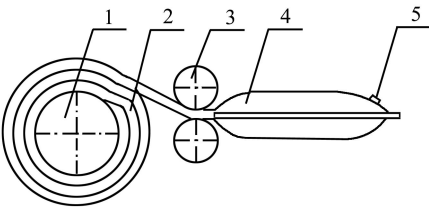
基金项目: 教育部高校博士点专项基金 (20020151007) 资助项目
收稿日期: 2005 - 10 - 17

压板圆孔都带有螺纹,压板通过螺纹连接固定在阀体上。安装排气阀时在气室壁上钻孔,然后将孔的边缘放入压板和阀体之间,转动压板将其夹紧。在围油栏使用前可以转动调压螺丝来压缩弹簧,这样钢珠就被压紧在阀体钢球座的孔壁上,通过其外露的凸出部分顶住密封套。通过调压螺丝可以控制弹簧压缩量来设定充气阀的排气压力。密封套的下部加工成锥形,可以和阀体实现线密封以保证密封效果^[5]。密封套的外圆和阀体的内孔表面精度较高,钢珠卡紧密封套后,气室中的气体将被密封,如果在两个密封表面之间涂少许油脂,密封效果则更好。密封套的内表面上用 4 个螺钉固定着具有一定伸缩性的止回膜片,其作用是在气室充满空气后,止回膜片由于自身弹性作用收缩成原状,在内部气压作用下封住密封套的内孔,使充入的空气不能从密封套的内孔外溢,起到止回的作用^[6]。



1. 气室壁 2. 调压螺丝 3. 弹簧 4. 钢珠 5. 旋塞
6. 止回膜片 7. 密封套 8. 螺钉 9. 阀体 10. 压板
图 3 新型充气阀结构图

充气完成后拧紧旋塞,这样围油栏就完成了充气操作,可以放入水中进行溢油转控。当围油栏的水上作业完成后要进行围油栏的回收,可以采用如图 4 所示的简单机构挤压围油栏的气室,使气室内部的空气压力升高,当达到压力调定值时,密封套在气室内部压力的作用下顶开卡紧它的钢珠,和旋塞以及固定在其上的止回膜片一起弹出,这时气室内部的空气迅速排出,围油栏就可以方便地用卷辊回收。和以前的回收方式相比,省去了逐个气室吸放气的操作步骤,简化了回收过程,并可实现围油栏回收的全机械化,大量减少了操作人员的工作量。



1. 卷辊 2. 围油栏 3. 挤压滚轮 4. 气室 5. 充气阀
图 4 围油栏卷绕回收示意图

3 阀开启压力的确定

阀中钢球的受力如图 5 所示,由力的平衡条件可得:

$F_1 \sin \theta = F_2$ (1)

$F_1 = PS \cos \theta / N$ (2)

$F_2 = K(L + \delta)$ (3)

$\sin \theta = \frac{R - \delta}{R} = 1 - \frac{\delta}{R}$ (4)

$$P = \frac{KN(L + \delta)}{S \sin \theta \cos \theta} = \frac{KN(L + \delta)R^2}{S(R - \delta)\sqrt{2R - \delta}} \quad (5)$$

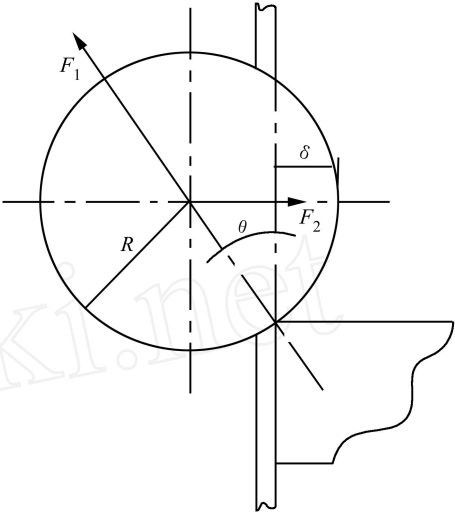


图 5 钢球受力示意图

式中, F_1 为气室内的压缩空气作用在密封套上产生的压力 (N);
 F_2 为弹簧产生的压紧力 (N);
 δ 为钢球外露的球冠高度 (m);
 K 为弹簧刚度 (N/m);
 L 为弹簧的压缩长度 (m);
 P 为气室内的空气压强 (Pa);
 N 为钢球的数目;
 S 为密封套的承压面积 (m²)。

4 新型溢油回收方法的实现

目前采用的溢油回收方法大都是在溢油事故发生后,迅速应用围油栏围住溢油,然后在围油栏的围控油区内采用收油器进行单点的溢油回收,或者是进行宽度十分有限的移动“扫油”,这些只能算作在一个溢油扩散布成的平面内进行的“点式”或“线式”回收操作,都具有因油膜厚度有限并逐渐变薄致使总体回收效率低下的弊端^[7]。有鉴于此,新的“面式”收油理念提出:采用围油栏把整个溢油平面作为一个整体的回收对象来处理,通过船舶和机械装置的配合使用来缩减围油栏的围控区域以加厚内部的油膜,使其达到收油器的最优性能得以发挥的厚度,并依靠围控区域的持续紧缩而保持此油层厚度,这样整个扩散面上的溢油就会被迅速回收^[8]。“面式”收油理念是目前回收大规模溢油的最佳方法。

围油栏在充气阀经过改造后就具有了定压排气功能,利用这样的围油栏就可以把“面式”溢油回收方法应用于实际溢油治理中。其具体的实施方法为:在溢油事故发生后,首先把围油栏从工作船上释放到水中,用拖船在水面上拖动围油栏把溢油围控住,然后把围油栏的一端固定,另一端固定在卷辊上进行卷绕回收。随着回收长度的增加,围控面积逐渐缩小,溢油的油层厚度逐渐增加,加厚的油层可以让收油器高效的工作,使溢油得以快速回收。在回收过程中,为实现围油栏回收和溢油回收同步完成,可以相应控制围油栏的卷绕回收速度,即保证收油器工作时有足够的油膜厚度,又可以保证在围油栏回收完成时水面溢油被全部回收。

5 应用实例

对某厂生产的 200 米充气式围油栏的充气阀进行改造,使其具有定压排气功能,并设计了卷绕回收装置,对改造过的围油栏进行海上布放和回收试验,下面表 1 为改造前后试验结果的对比。从表 1 中可以看出,充气阀经过改造后并没有影响围油栏的布放速度以延长溢油应急反应的时间,而且还略有缩短。溢油处理完后进行围油栏的回收时,由于充气阀经过改造后具有定压排气功能,可以实现完全机械化卷绕回收,所以围油栏的回收速度为改造前的 3 倍。另外,通过卷绕回收围油栏的海上试验,也验证了在海上进行“面式溢油回收是完全可行的,这种溢油回收方法可以在今后发生溢油事故时使用,来快速高效地回收溢油。

表 1 试验结果对比

围油栏	布放速度	回收速度
改造前	200 米 /20 分钟	200 米 /30 分钟
改造后	200 米 /18 分钟	200 米 /10 分钟

参考文献:

[1] 陈国华. 水体油污染治理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
[2] 殷佩海. 船舶防污染技术 [M]. 大连: 大连海事大学出版社, 2000.
[3] 李世珍, 侯正田. 沿海地区溢油污染防治技术研究 [J]. 海洋技术, 1995, 14(3): 105 ~ 114.
[4] 周李鑫, 濮文虹, 杨帆. 海上溢油回收技术研究 [J]. 油气田环境保护, 2005, 3: 46 ~ 52.
[5] 林建亚, 何存兴. 液压元件 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
[6] 成大先. 机械设计手册 (第四卷). 北京: 化学工业出版社, 2002.
[7] Jan Allersl. 集油装置和回收系统 [A]. 国际溢油会议论文集 [C]. 北京: 1997: 100 ~ 102.
[8] 孙玉清. 围栏式水面油污清除方法 [P]. 专利号: 03107115. 5. 2003.

作者简介: 张银东 (1979 -), 大连海事大学博士研究生, 主要研究方向为机电一体化。



中国知识资源总库

中国科技期刊精品数据库

收录证书

通过对《中国期刊全文数据库》中近 8000 种期刊 10 年的引文分析与综合评价, 经《中国知识资源总库》专家委员会审核, 遴选 500 种科技类期刊编辑出版“中国科技期刊精品数据库”, 《**机械设计与研究**》被正式选入。特发此证。

编号: (J) 05058

发证时间: 2005 年 01 月

《中国知识资源总库》编辑委员会