

# 海上平台含砂排放管液封改进设计

杜志胜<sup>1</sup>, 徐锦锦<sup>2</sup>, 马超<sup>1</sup>, 张发<sup>1</sup>, 刘富强<sup>1</sup>

(1. 中海油能源发展装备技术有限公司工程设计研发中心, 天津 300452;

2. 海洋石油工程股份有限公司, 天津 300461)

**摘要** 排放系统是海上固定平台最重要的系统之一。为防止可燃气体在排放管内串通, 开式排放管均设有 U 型管液封装置。由于含砂排放时常规 U 型管极易堵塞且难于清理, 根据液封原理对海上平台 U 型管液封进行了改进设计, 同时设计了新型 Y 型管液封, 更适用于海上平台含砂排放系统。新型 Y 型管液封装置具有液封和沉砂两个功能, 可以有效监测管内沉砂情况, 容砂量大, 且易于清理。

**关键词** 海上平台; 排放系统; U 型管液封装置; Y 型管液封装置

**中图分类号** TE542; TE545

**文献标志码** A

**文章编号**: 2095-7297(2015)02-0124-04

## Optimization of Liquid Seal Device for Drain Systems Containing Sand on Offshore Platforms

DU Zhi-sheng<sup>1</sup>, XU Jin-jin<sup>2</sup>, MA Chao<sup>1</sup>, ZHANG Fa<sup>1</sup>, LIU Fu-qiang<sup>1</sup>

(1. CNOOC EnerTech Equipment Technology Research & Design Center, Tianjin 300452, China;

2. Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tianjin 300461, China)

**Abstract** Drain system is one of the most important systems on offshore platforms. In order to prevent the turbulent flow of combustible gas which comes from different regions, U-tube liquid seal device is often used in open drain pipes. When the drain system contains sand, the U-tube will get clogged frequently and is difficult to clean. To solve this problem, the optimization of U-tube liquid seal device is performed according to the principle of liquid seal. Moreover, a new Y-tube liquid seal device is designed, which is more suitable for drain systems which contain sand on offshore platforms. The Y-tube liquid seal device, with the function of sealing and settling, can easily be cleaned, and provides more advantages than U-tube liquid seal device.

**Key words** offshore platform; drain system; U-tube liquid seal device; Y-tube liquid seal device

## 0 引言

海上平台排放系统是保障海上油气平台安全生产必不可少的系统之一, 主要功能是收集和处理来自生产设备正常和非正常状态下排放的流体, 同时也收集和处理甲板面上的雨水和含油污水。海上平台的排放系统分为开式排放和闭式排放两个系统<sup>[1]</sup>。开式排放系统主要收集平台各处与大气相通的水、污水和油污; 闭式排放系统主要收集生产设备排放的带压气液混合物和油污。

有关安全规范要求<sup>[2]</sup>, 应设置必要的措施防止可燃气体进入开式排放系统或从开式排放系统逸出。由于来自平台各处的开式排放液体是依靠自身重力

流入开排管线的, 为了防止可燃气体通过排放管线互串或排放罐内可燃气体进入排放管线, 排放管线一般采取液封的方式隔断可燃气体在排放管内的流通。目前开式排放管均设有 U 型管液封装置。但对于含砂排放, U 型管极易堵塞且难于清理。针对这一问题, 本文对海上平台 U 型管液封进行了改进, 并设计了兼具液封和沉砂功能的 Y 型管液封装置。

## 1 排放系统液封简介

### 1.1 液封原理及形式

液封的原理是利用一定高度的静液柱压力来抵抗系统内气压的变化, 防止气体流通。排放管道液封

收稿日期: 2015-03-27

作者简介: 杜志胜(1982—), 男, 工程师, 主要从事海洋工程设计工作。

常规的做法是在排放管上设计 U 型管<sup>[3]</sup>,液体排放时 U 型管内存液,从而形成液柱以隔断排放管内 U 型管两侧气体的互通。U 型管通常由 4 个 90°弯头或弯管构成。为了清理或扫线时能够排尽 U 型管低点存液,在其低点设有放净口[管径 1 英寸(25.4 mm)]及放净阀门。常规 U 型管形式如图 1 所示。

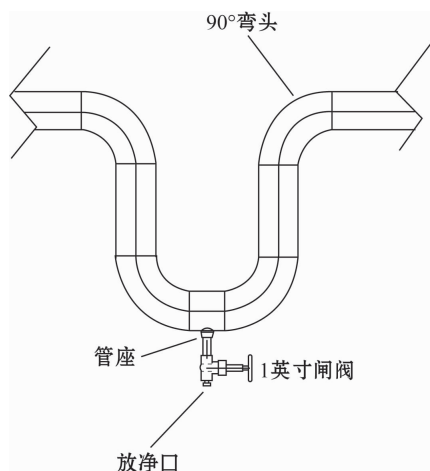


图 1 常规 U 型管液封装置

Fig. 1 Conventional U-tube liquid seal device

## 1.2 存在问题

对于排放含砂介质的管线,由于流体依靠自重流入开式排放系统,且流速较低,故而常规 U 型管低点处极易沉积砂粒,造成 U 型管堵塞,导致排放管线功能失效,极易出现地漏溢流。另外由于 U 型管排放口管径较小,在管线砂粒堆积后很难通过排放口将砂粒清出。常规 U 型管一旦发生堵塞,极难疏通,只能对管道采取机械切割的方式进行清砂工作。

## 2 U 型管液封改进设计

U 型管的改进应考虑:(1)如何避免管内砂粒沉积从而造成堵塞;(2)一旦管内堵塞后如何方便清理。因此,从两方面着手进行 U 型管液封的改进设计。

### (1) 增大排放口尺寸。

如图 2 所示,为了消除排放口管径对排砂的限制,将排放口管径由 1 英寸增大至 3 英寸。在管内沉砂较少时打开排放口关断闸阀进行疏通,可以有效避免 U 型管内堵塞。关断阀不能使用蝶阀,因为当管内砂粒沉积后蝶阀闸板无法旋转,将导致阀门无法打开。

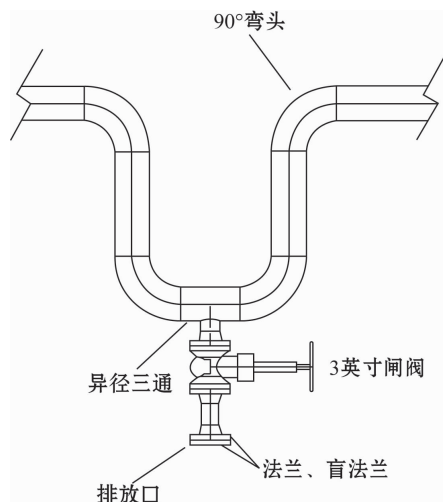


图 2 增大排放口后的 U 型管液封装置

Fig. 2 U-tube liquid seal device with enlarged pipe size of drain pipe

### (2) 取消排放口,设置疏通盲端。

如图 3 所示,将 U 型管下部弯头换成三通,在三通口设置法兰及盲法兰。此改进方法延缓了管内发生堵塞的时间,堵塞后也易对管道进行疏通。

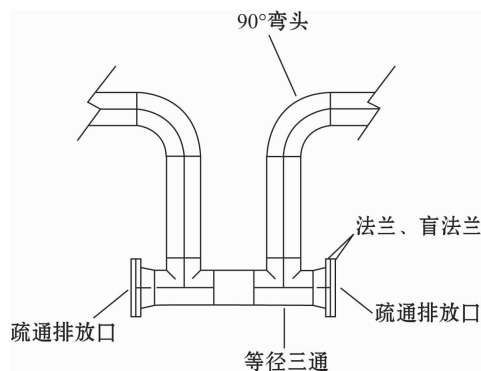


图 3 带疏通端的 U 型管封液装置

Fig. 3 U-tube liquid seal device with dredging ends

两种改进方法都能有效缓解 U 型管堵塞问题,但是都无法监测 U 型管内沉砂程度,需定期进行疏通。由于排放管线布置在每层甲板下且紧贴该层结构梁,相对下层甲板高度较高,排放或疏通需要高空作业,人员操作时容易发生危险。

## 3 新型 Y 型管液封设计

U 型管液封装置即使经过上述改进也仍然存在,需要定期进行清砂作业,增加了排放系统安全管理及作业的难度。为此,需设计新型的液封装置以达到理想的液封及防堵塞效果。

### 3.1 新型 Y 型管形式

新型 Y 型管相比 U 型管液封进行了重大改进。新型 Y 型管仍然利用了 U 型管液封原理,但是改变了 U 型管液封的结构形式。新型 Y 型管的形式如图 4 所示。

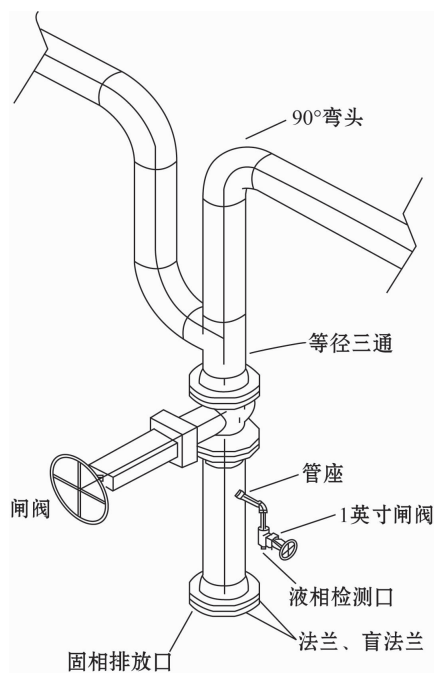


图 4 新型 Y 型管液封装置

Fig. 4 Y-tube liquid seal device

新型 Y 型管取消了 U 型管的排放口,同时将其中的一个弯头换成等径三通,并在该三通后设计了关断阀门、一定长度的直管段、液相检测口及固体排放口。

### 3.2 新型 Y 型管使用方法

新型 Y 型管关断闸阀处于开启状态,排放介质中的砂粒会逐渐沉积在关断闸阀至固相排放口间的直管段内。通过打开液相检测口观察检测口是否能顺利流出液体判断新型 Y 型管内沉砂程度。当检测口无法流出液体时,可以判断该直管段内已充满砂粒,需进行清砂作业。此时关闭关断闸阀,打开固相排放口进行清理,也可直接将该堵塞的直管段拆卸下来进行清理。

### 3.3 新型 Y 型管优点

改进后的 Y 型管有以下优点:

- (1) 具有液封和沉砂两个功能;
- (2) 可以有效监测管内沉砂情况;

(3) 沉积段沉砂也不会造成管道堵塞;

(4) 将沉积段由水平段改进为竖直段,容砂量大;

(5) 液封结构更为紧凑,长度更短;

(6) 增加了隔断阀,当进行疏通时不影响排放管使用;

(7) 设计了拆卸短节,可将砂粒沉积段管线直接拆除疏通,非常方便;

(8) 无高空作业,操作安全。

### 3.4 新型 Y 型管的实际应用

(1) 用于钻修机及配置钻修机设施平台的开式排放系统。

钻修机及配置钻修机设施平台由于存在钻井或修井作业,进入开式排放系统的流体会带有少量泥浆。开式排放系统需采用防砂液封。垦利 10-1 油田 WHPA/B 等多台模块钻机的开式排放系统已采用了新型 Y 型管液封。

图 5 为新型 Y 型管的现场应用,综合考虑装置的经济性及实际操作要求,现场应用时取消了关断闸阀。



图 5 垦利 10-1 油田 WHPA/B 模块钻机新型 Y 型管液封

Fig. 5 Application of Y-tube liquid seal device to KL 10-1 WHPA/B drilling rig

(2) 用于井口采油树装置的闭式排放管线。

渤海油田油井生产出砂严重<sup>[4-5]</sup>,采油树装置泄

放至闭排系统的含砂原油由于流速降低,会逐渐在管内低点沉积,堵塞闭排管线。绥中36-1油田某平台在采油树闭式排放管线上也采用了新型Y型管设计,其目的并非作为液封使用,而是为了避免闭排管堵塞及清砂,取得了很好的效果。

## 4 结 语

(1) 对于含砂排放系统,常规U型管液封存在易堵塞、难疏通等问题,极易出现地漏溢流,造成排放污染或危险,需对其进行改进。

(2) 从如何避免管内砂粒沉积以及管内堵塞后如何清理两个方面考虑,U型管可进行增大排放口尺寸及设置疏通盲端两种改进措施。改进后的U型管液封能基本满足现场作业要求,但无法检测装置内部具体堵塞程度,需定期对装置进行疏通,工作量较大。

(3) 改进后的新型Y型管液封具备液封和沉砂

两个功能,可以有效监测管内沉砂情况,同时具有容砂量大、结构紧凑、易于疏通及操作安全等优点,现场应用效果良好,非常适用于海上平台含砂排放系统。

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家经济贸易委员会. 海上固定平台安全规则[S]. 2000.
- [2] American Petroleum Institute. API RP 500. Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class I, Division 1 and Division 2[S]. 1997.
- [3] 王利民,肖飞. 集中式管道排水水封的设计与应用[J]. 煤化工, 2014(1):25.
- [4] 黄鑫. 渤海稠油油田开发面临的挑战与应对措施[J]. 油气田地面工程, 2010, 29(9):76.
- [5] 韩国庆,李相方,吴晓东,等. 渤海稠油油田适度出砂生产可行性研究[J]. 钻采工艺, 2004, 27(3):29.

\*\*\*\*\*

## • 书 讯 •

### 船体振动学

金成定 夏利娟 编著  
上海交通大学出版社出版  
定价:¥38.00

#### 内容简介:

本书分为两大部分共7章。第1~3章阐述了弹性系统振动的基本理论、概念和方法,讨论了单自由度系统、多自由度系统和分布参数系统的线性微幅振动,介绍了振动理论的若干应用——测振、隔振和消振,对于现代振动分析的重要手段有限元法也做了简要的叙述;第4~7章介绍了船体总振动和局部振动的特点和分析方法,阐述了船上的主要激励源及激励的计算方法、船舶振动评定标准,以及船舶的防振、测振和减振的途径与方法。本书在全船振动有限元分析、上层建筑振动分析、激振力的数值计算以及船舶振动标准等方面增大了信息量,力求反映国内外最新进展,以启迪思维并兼顾新颖和实用。

本书可作为高等院校船舶与海洋工程设计制造专业学生的教科书和教学参考书,读者毋须拘泥于内容和学时,使用时可按需要进行取舍;同时,本书更适合于培养读者的自学和综合能力,并扩大视野;本书也可供船舶设计、建造、检验和使用部门工程技术人员参考。

#### 目 录

第1章 单自由度系统的振动

第2章 多自由度系统的振动

第3章 具有分布参数系统的振动

第4章 船体总振动

第5章 船体局部振动

第6章 船舶的主要振源

第7章 船舶振动评价、防振与减振

主要参考文献



国家十二·五重点图书  
船舶与海洋工程专业规划教材

### 船体振动学

