

海员特殊培训系列教材

# 原油洗舱

殷佩海 姜勇 徐正兴 主编  
中华人民共和国海事局 审定



大连海事大学出版社

海员特殊培训系列教材

YUAN YOU XI CANG

# 原 油 洗 舱

殷佩海 姜勇 徐正兴 编著

中华人民共和国海事局 审定

大连海事大学出版社

1999·大连

**图书在版编目(CIP)数据**

原油洗舱/殷佩海,姜勇,徐正兴编著. -大连:大连海事大学出版社,1999.7  
海员特殊培训系列教材

ISBN 7-5632-1270-1

I.原… II.①殷… ②姜… ③徐… III.货油舱-清洗 IV.U672.1

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第19968号

**大连海事大学出版社出版**

(大连市凌水桥 邮政编码:116026 电话:4684396)

大连海事大学印刷厂印刷 大连海事大学出版社发行

1999年7月第1版 1999年7月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:6.75

字数:168千 印数:0001~3000册

责任编辑:晓江 责任校对:江海

封面设计:王艳 版式设计:剑君

定价:12.00元

## 前 言

为了履行经 1995 年修正案修正的《1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约》(STCW78/85 公约),进一步做好船员培训、考试、评估和发证工作,提高船员培训的质量,满足有关培训机构和广大船员希望有全国统一的船员培训教材的要求,中华人民共和国海事局组织编写了《全国海员培训系列教材》。

该套教材由三大部分组成:海员专业培训系列教材(从之一到之八);海员特殊培训系列教材(从之一到之九);船员适任证书考前培训系列教材(按科目划分)。该套教材由有关航海院校、培训机构和港监机构等单位具有丰富教学经验和实践经验的专家、学者,根据 STCW78/95 公约、国际海事组织(IMO)示范培训课程和我国颁布的一系列船员考试大纲和培训纲要编写。该套教材的著作权和版权属中华人民共和国海事局,任何单位和个人未经其书面授权,不得翻印。

《全国海员培训系列教材》是中华人民共和国海事局指定的培训教材,系海员和航海院校学生参加相应的专业培训、特殊培训和适任证书考前培训指定用教材。

《原油洗舱》(船员特殊培训系列教材之二)是依据中华人民共和国海事局颁布的《油船船员原油洗舱特殊培训纲要》的要求,由大连海事大学殷佩海教授、青岛海监局姜勇副监督长和大连海监局船员证件处徐正兴处长共同编写。

在编写出版过程中,得到了有关单位、人员的大力支持和协作,在此表示衷心的感谢。由于时间仓促,书中难免有疏漏和不当之处,请广大读者不吝指正。

中华人民共和国海事局

# 目 录

<b>第一章 惰性气体系统(IGS)</b> .....	(1)
第一节 概述 .....	(1)
第二节 船舶惰性气体装置组成及工作原理 .....	(3)
第三节 船舶惰性气体装置操作管理 .....	(17)
第四节 惰性气体系统试验 .....	(20)
第五节 惰性气体系统使用操作实例 .....	(21)
第六节 惰性气体系统的维修保养工作 .....	(27)
第七节 惰性气体系统故障及其对策 .....	(28)
<b>第二章 油船原油洗舱技术</b> .....	(31)
第一节 原油洗舱特性及意义 .....	(31)
第二节 原油洗舱系统设备和人员要求 .....	(32)
第三节 洗舱机工作原理及构造 .....	(35)
第四节 洗舱机布置原则和清洗方式 .....	(41)
第五节 原油洗舱操作规程和安全检查措施 .....	(44)
第六节 原油洗舱系统的效用检验 .....	(50)
第七节 原油洗舱作业实施程序 .....	(52)
第八节 油船原油洗舱操作和设备手册 .....	(54)
<b>附录 1 中华人民共和国交通行业标准油船洗舱作业安全技术要求</b> .....	(67)
<b>附录 2 可燃气体的爆炸极限</b> .....	(74)
<b>附录 3 世界各地原油特性参数</b> .....	(75)
<b>附录 4 油水界面探测器</b> .....	(78)
<b>附录 5 油船货油及安全操作术语定义</b> .....	(80)
<b>附录 6 货油加温时间计算方法</b> .....	(91)

# 第一章 惰性气体系统(IGS)

## 第一节 概 述

### 一、惰性气体系统的功用

油舱内可燃气体发生燃烧爆炸事故,必须具备3个条件:

- (1)可燃石油气浓度在“爆炸范围”内;
- (2)有足够量的氧气,舱内氧气含量在“临界点”以上;
- (3)有引火源,其能量达到可燃气体燃烧所需最低点火能量。

因此防止油舱发生燃烧爆炸事故,也可从3方面采取措施。

(1)控制油舱内可燃石油气浓度,从图 1-1 可知,如能控制可燃气体浓度处于爆炸上限以上的“过浓区”,或者处于爆炸下限以下的“稀释区”,就不会产生燃烧爆炸。实际要控制油舱内可燃气体浓度,始终处于“过浓区”或“稀释区”是很困难的,可操作性难度很大。

(2)控制引火源的产生,控制火源一直是油船极为重视的控制燃烧爆炸事故的措施,但它有许多不定因素,存在很多不可预见情况,特别是由于静电放电产生的引火源而发生的燃烧爆炸事故,屡见不鲜。因

此单纯依靠控制引火源的产生,并不是最安全可靠的措施,不能完全防止油船发生燃烧爆炸事故。

(3)控制油舱内氧气含量,如图 1-1 所示,如能使油舱内氧气含量保持在“临界点”以下,使舱内气体状态处于“缺氧区”,这样无论可燃气体浓度处于何种状态,就是有引火源也不会产生燃烧爆炸。所以最简单也最容易实现的办法,就是向油舱内充注氧气含量很少的所谓“惰性气体”,使油舱内氧气含量降低到“临界点”以下,这样就可保证油船在任何营运状态下,油舱内气体氛围均处于安全区。

### 二、船舶各种营运状态惰性气体充注效果

油船在各种营运状态下,向货油舱内充注惰性气体,防止发生燃烧爆炸事故的效果如图 1-2 所示。

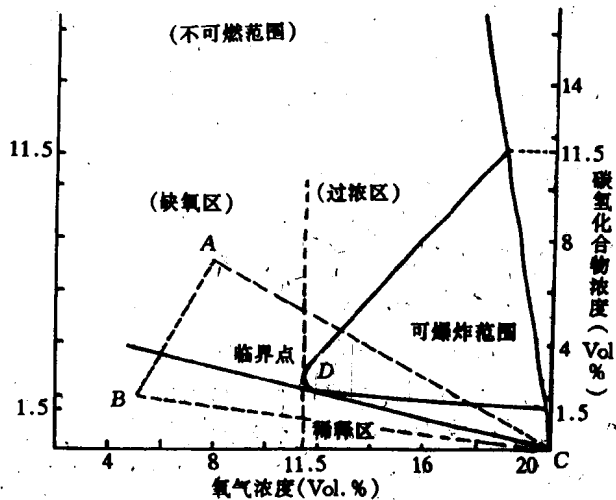


图 1-1 石油气爆炸范围

### 1. 卸油时惰性气体的充注

装满油的货油舱上部空间, 无论是否充满惰性气体, 油气浓度都是处于“过浓区”, 没有爆炸的可能性。如图 1-2 上  $M_1$  点是充满惰性气体的状态,  $M_2$  点是未充入惰性气体的状态。但当开始卸油以后, 随着油位下降, 油舱上部空间逐渐增大, 舱内压力下降造成一定真空, 则外部空气流入, 这时在已充满惰性气体情况下, 混合气状态按  $M_1C$  线变化, 在

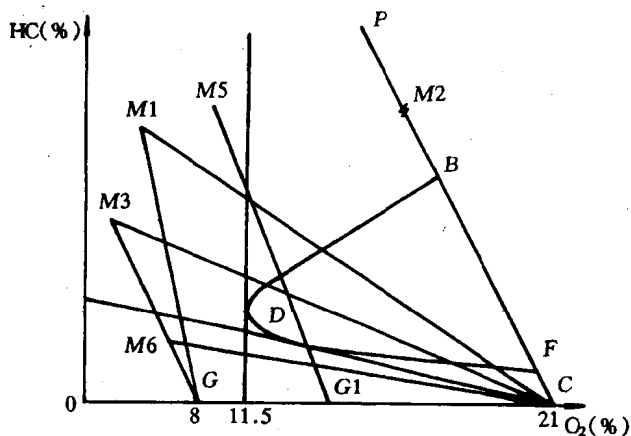


图 1-2 各种营运状态充注 I.G. 的效果

未充满惰性气体情况下, 按  $M_2C$  线变化, 由此看出不论事先是否充满惰性气体, 在卸油时舱内油气浓度都可能进入爆炸范围之内。因此, 在卸油过程中, 应不断向油舱内充入与卸油量容积相等的惰性气体, 防止空气流入并保证油舱内总是处于充满惰性气体的状态。

例如充入的惰性气体氧气浓度为 8%, 则油气浓度状态按图 1-2 上  $M_1G$  线变化, 不会进入爆炸范围。所以油舱内处于正压状态, 防止空气流入, 氧气浓度保持在 8% 以下, 这样可以有效地防止发生爆炸事故。

### 2. 航行中惰性气体的补充

无论是满载或空载, 在航行中都有可能由于某些原因使舱内压力下降到低于大气压力, 空气通过呼吸阀流入油舱, 即使原来已充满惰性气体, 但当空气流入时, 舱内气体状态按图 1-2 上  $M_1C$  线变化, 由于氧气浓度升高, 有可能进入爆炸范围, 因此, 在航行中应定期测量舱内氧气浓度, 根据需要向舱内充入惰性气体, 保证舱内氧气浓度在 8% 以下。

### 3. 货油舱内压入和排出压载水时惰性气体的充注

#### (1) 压载水压入时

由于卸油时, 不断向油舱内充入惰性气体, 卸油后立即向舱内压入压载水时, 气体状态处于图 1-2 上  $M_3$  点, 而且压水时, 只有气体向外流出, 空气不会注入油舱, 舱内气体状态总是处于  $M_3$  点, 不会进入爆炸范围内, 故不需充入惰性气体。

#### (2) 压载水排出时

开始排放压载水时, 舱内气体状态处于图 1-2 上  $M_3$  点。如不向舱内充注惰性气体, 而使空气流入舱内, 气体状态就要按  $M_3C$  线变化, 则舱内气体状态就可能进入“爆炸范围”之内。但如在排放压载水时, 也不断向舱内充注氧气含量低于 8% 的惰性气体, 舱内气体状态按  $M_3G$  线变化, 这样舱内气体状态就不会进入“爆炸范围”。

### 4. 装油前惰性气体的充注

开始装油时舱内氧气浓度若在 11.5% 以上如图 1-2 中  $G_1$  点, 随着货油不断地装入, 石油气浓度逐渐增加最终将达到爆炸上限以上, 如图 1-2 中  $M_5$  点, 这时处于“爆炸范围”以外。然

而装油过程中,舱内气体状态按  $G_1M_5$  线变化,因此装油初期一段时间内,气体状态会处于“爆炸范围”以内。为防止这种现象发生,在开始装油前,油舱内必须充注惰性气体,使油舱内氧气浓度在“临界点”以下,如图中  $G$  点,则装油过程中气体状态按图 1-2 中  $GM_1$  线变化,这样在装油的任何时期气体状态都不会进入“爆炸范围”。

#### 5. 清洗油舱时惰性气体的充注

许多油船爆炸事故发生发生在洗舱时,这是由于洗舱喷射高速流动的水或原油,可能将舱内构件冲击下落碰撞产生火花,或者由于喷射液流产生静电引起油气燃烧而发生爆炸事故。因此,开始清洗油舱之前,必须测定所有要清洗的油舱内氧气浓度,确认氧气浓度在 8% 以下,根据使用的洗舱机型式按下述两种方法充入惰性气体。

##### (1) 使用固定式洗舱机

多段原油洗舱时,必须按卸油时的要求,不断向舱内充注惰性气体。一段原油洗舱或用水洗舱时,由于扫舱泵的排量可能大于洗舱机的喷射量,舱内一部分气体会被吸出,产生负压空气流入舱内使氧气浓度增高,气体状态可能进入“爆炸范围”。再加之洗舱时产生的静电危险性很大,因此,洗舱过程中要连续向舱内充注惰性气体,保持舱内氧气浓度在 8% 以下。

##### (2) 用移动式洗舱机水洗舱

由于洗舱时舱盖口都开着,空气流入量一定比固定式洗舱机多,需定期测定氧气浓度,及时补给惰性气体保持舱内氧气浓度经常处于 8% 以下。

#### 6. 除气作业时惰性气体的充注

油船进厂修理或人进舱内检查,必须除气,但如油舱内可燃油气浓度在 5% 以上,直接用新鲜空气除气,舱内气体状态变化是通过图 1-2 中  $M_3C$  线达到  $C$  点,这样气体状态就要进入“爆炸范围”内。因此,若首先用惰性气体驱除油舱内石油气,当油气浓度降到 4% 以下状态,如图 1-2 中  $M_6$  点时,再用新鲜空气置换舱内的剩余石油气和惰性气体,这时气体状态变化通过  $M_6C$  线达到  $C$  点,则气体状态不会进入“爆炸范围”内。

## 第二节 船舶惰性气体装置组成及工作原理

### 一、惰性气体装置类型

油船为防止货油舱燃烧爆炸,向舱内充注的惰性气体,可由 3 种方式获得。一种是利用锅炉排气经冷却、脱硫、洗涤后得到惰性气体。这种方式称为“烟道气”方式惰性气体系统,通称 I.G.S。另一种是用专门的惰性气体发生器,燃烧煤油等液体燃料得到惰性气体,这种装置称为“惰性气体发生装置”,通称 I.G.G。还有一种是,将二者串联起来使用,形成组合式惰性气体系统。

#### 1. “烟道气”式惰性气体系统

惰性气体系统的组成及标准工作流程如图 1-3 所示。惰性气体系统主要由以下部件组成:

- ① 控制由烟道取气的烟气抽气阀;
- ② 冷却净化烟气的洗涤塔;
- ③ 去除惰性气体中水分的除湿器;
- ④ 向货油舱输送惰性气体的鼓风机;



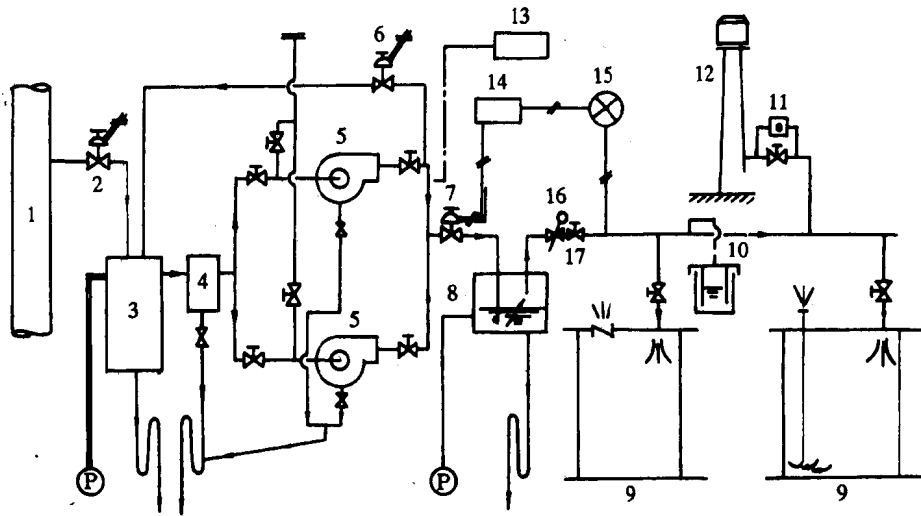


图 1-3 烟道气式惰性气体系统

1-锅炉烟道;2-烟气抽气阀;3-洗涤塔;4-除湿器;5-风机;6-循环阀;7-控制阀;8-甲板水封;9-货油舱;10-压力/真空切断阀;11-呼吸阀;12-透气桅;13-氧气分析仪;14-控制箱;15-压力变送器

- ⑤防止油舱内可燃气体逆流的甲板水封装置;
- ⑥防止油舱及管路高压或负压的压力/真空切断阀;
- ⑦测定惰性气体中氧气浓度的氧气分析仪;
- ⑧各种控制阀和仪表等。

标准工作流程是:锅炉排气通过烟气抽气阀 2 送入洗涤塔 3,在其中冷却、脱硫、清洗除尘,再经除湿器 4 去除气体中的水滴,干燥清洁的惰性气体由风机 5 抽吸经甲板水封装置 8 送入货油舱 9。系统运转时,由氧气分析仪 13 连续检测惰性气体中含氧量。为保证安全运转,系统中装有许多安全装置、测示仪表和报警装置。

烟道气式惰性气体系统,供气量大,含氧量一般在 4% 以下,不需额外消耗燃料,成本低,经济性好。但由于锅炉燃烧低质燃料,惰气中含有较多的二氧化硫和烟尘等杂质,而且含氧量受锅炉负荷变化的影响较大,在低负荷时由于锅炉燃烧的过量空气较多,使烟气中含氧量增加,超过规定值,因此,为降低含氧量,不得不增加锅炉负荷,多消耗燃料,并要采取措施处理多余蒸汽。

## 2. 惰性气体发生装置

惰性气体发生装置系统组成如图 1-4 所示。由燃油泵 4 供给的燃料和由风机 1 供给的空气在燃烧室 2 内混合燃烧,产生的燃气经洗涤塔 3 冷却、脱硫、除尘和除湿,再经甲板水封送入各货油舱。

这种系统所产生的惰性气体,含氧量低,最低可达 0.1%,二氧化硫少,烟尘少。缺点是需额外消耗燃料,经济性差,要设置专用燃烧室、燃油泵等设备,造价高,因此,主要用于对惰性气体质量要求较高的运输液化石油气或天然气的船舶,没有大蒸发量锅炉装置的成品油船以及一些石油-矿石兼用船。一些原油油船也装设产生气量比较小的辅助惰性气体发生装置,当需要气量较少或航行补气,或锅炉停用时,启动该辅助装置,向舱内供惰性气体。

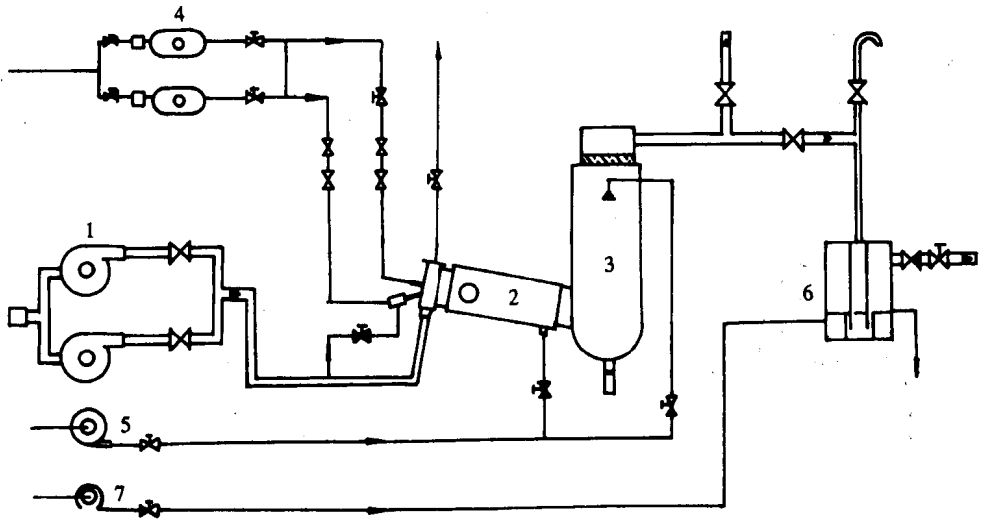


图 1-4 惰性气体发生装置系统

1- 风机; 2- 燃烧室; 3- 洗涤塔; 4- 燃油泵; 5- 冷却水泵; 6- 甲板水封; 7- 水封水泵

### 3. 组合式惰性气体系统

这种装置是惰性气体发生装置系统的改进,它是将含氧量大于 13% 的柴油机或辅助锅炉的排气供入燃烧室,与燃料混合再燃烧,产生含氧量小于 5% 的惰性气体。系统组成如图 1-5 所示。

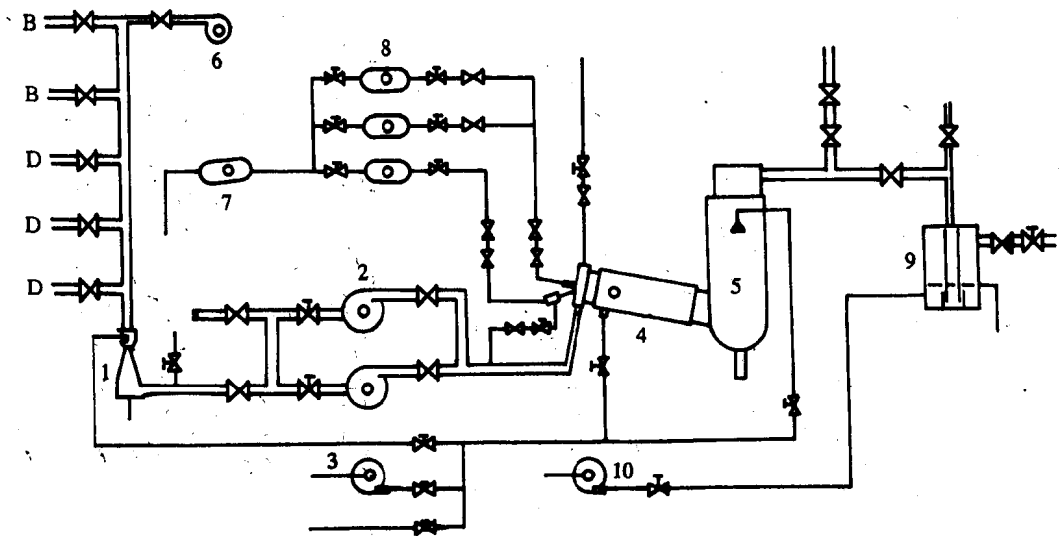


图 1-5 组合式惰性气体发生器系统

1- 预冷却器; 2- 风机; 3- 冷却水泵; 4- 燃烧室; 5- 洗涤塔; 6- 密封空气风机; 7- 燃油输送泵; 8- 燃油泵; 9- 甲板水封; 10- 甲板水封水泵; B- 锅炉烟气; D- 柴油机排气

锅炉或柴油机排气经预冷却器冷却后,由风机抽出送入燃烧室,燃油由燃油泵供入燃烧室与排气混合燃烧,产生的惰性气体经洗涤塔冷却、除硫、除尘、除湿,再经甲板水封送入货油舱。

这种装置同单纯的发生器比较,主要优点是可节省燃料。根据燃烧理论计算,用含氧量为21%的空气作助燃剂,每燃烧7.3 kg 燃烧可产生含氧量为5%的惰性气体100 m<sup>3</sup>(标准状态下)。用含氧量为15%的柴油机排气作助燃剂,同样产生含氧量为5%的惰性气体100 m<sup>3</sup>(标准状态下),需消耗燃料4.5 kg。因此,生产同样质量、相同体积的惰性气体,组合式发生器可节省燃料50%。

各种型式惰性气体装置产生的惰性气体成分列于表1-1。

表 1-1 惰性气体成分

成分	类型		
	烟道气式	发生装置式	组合式
氮(体积%)	77	77~79	77~79
二氧化硫(体积%)	0.3	0.01	0.1
氧(体积%)	4	0.1~4	1~4
二氧化碳(体积%)	13.5	12~14	12~14
水蒸汽(体积%)	5	饱和	饱和
烟尘等杂质(mg/m <sup>3</sup> )	150	5	15

## 二、惰性气体装置主要设备结构及工作原理

### 1. 烟气抽气阀

烟气抽气阀是一个可从控制室远距离操纵的截止阀,这个阀装在锅炉烟道气抽出口与洗涤塔之间的抽气管路上,工作环境恶劣,长期在高温烟气冲刷条件下工作,阀座容易结炭,使阀关闭不严,或者在关死状态下粘住打不开,阀盘可能由于高温烟气冲击而产生变形。因此,对烟气抽气阀要特别注意检修保养,一般在这个阀连接的管路上都接入蒸汽冲洗管,需要时对阀进行冲洗。另外还接入空气密封管,当抽气阀处于关闭状态时,由锅炉鼓风机或密封空气风机供给空气,使抽气阀冷却和阻止烟气进入抽气管。

### 2. 洗涤塔

洗涤塔的功用是对惰性气体进行冷却、脱硫和除尘。

#### (1) 冷却

在洗涤塔内应尽量使烟气温度降低到接近冷却海水的温度,一般设计标准要求洗涤塔出口气体温度比冷却海水温度高2℃~5℃。

#### (2) 脱硫

脱硫就是为尽可能除去烟气中硫的氧化物(SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub>),设计标准要求洗涤塔脱硫率应为90%~95%。从防止船体腐蚀的观点来说,还希望再高一点,因此,现在有的洗涤塔脱硫率可达98%以上。

#### (3) 除尘

烟气中的烟尘等固体杂质应尽量去除,一般要求除尘率在90%以上。

脱硫、除尘是通过气体与液体接触,使气体中可溶解物质溶解在液体中的所谓吸收过程来实现的,除尘也可通过烟尘和液滴接触而被去除,因此,要提高脱硫和除尘的效率,首先必须使气体与液体有尽量大的接触面积,最好的办法是使气体形成小气泡分散在液体中,或者相反液

体形成液滴或液膜状分散在气体中。其次是气体与液体的相对速度越大越好,应尽量保持连续高速气流,逆流比顺流效果好,能使气体和液体两相膜厚度很薄,造成气液两相十分混乱的结构最好。洗涤塔允许最大的气体流量,应与惰性气体风机总容量相等。

船用洗涤塔结构基本有两种型式,一种是填充式洗涤塔,另一种是喷雾式洗涤塔。

①填充式洗涤塔、在塔内装入填充物,从上部以薄膜状均匀分散供入的海水,沿填充物表面向下流动,而与经填充物间隙上升的气体相接触,达到冷却、脱硫、除尘目的。其典型结构如图 1-6 所示。塔内的填充物可以是瓷球环、聚丙烯制作的球体、玻璃纤维增强塑料制的菱形棒、聚丙烯制的空心球、石英颗粒以及聚丙烯网等。

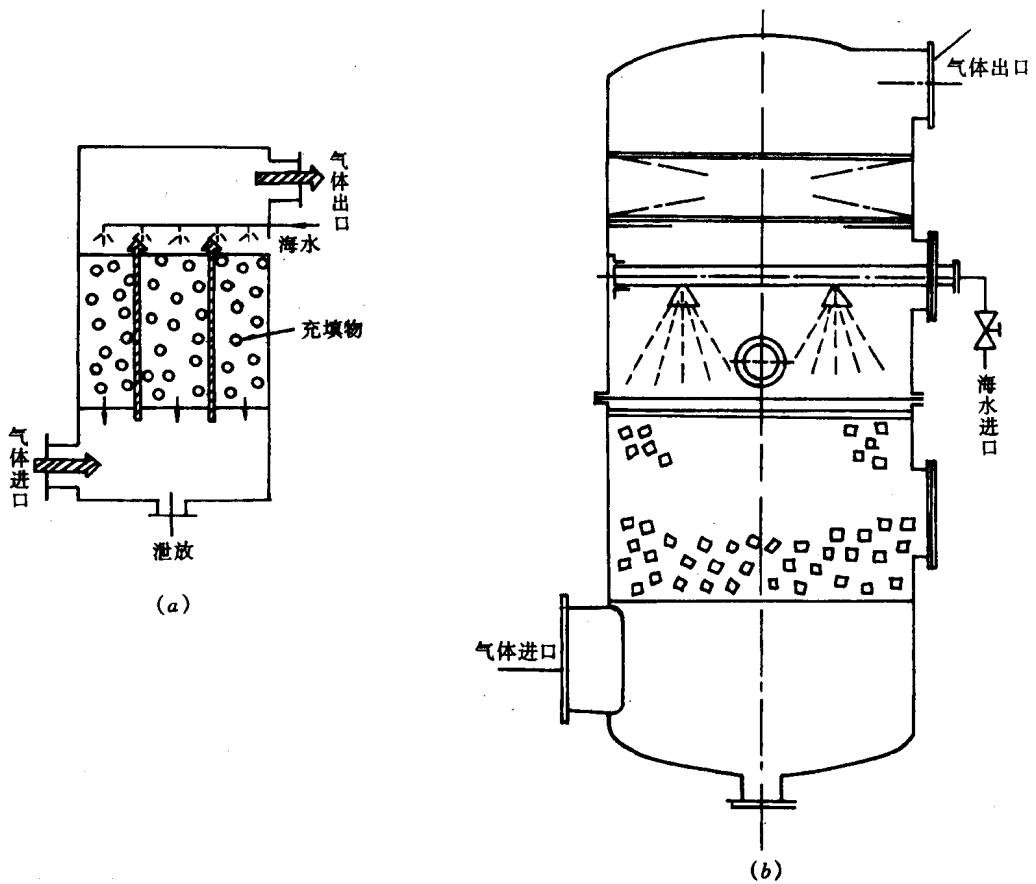


图 1-6 填充式洗涤塔

②喷雾式洗涤塔 一种是将海水在文丘里管内喷出,形成雾状水滴,增大海水与高温气体的接触面,提高冷却和净化效果。这种型式大多数情况都是与填充式组合使用,图 1-7 所示是文丘里管式和填充式并用的洗涤塔结构。

另外一种型式就是气泡罩盖式洗涤塔,其结构如图 1-8 所示。气体通过数层托盘和罩盖的水封间隙,与形成气泡的水相接触进行冷却、脱硫、除尘。

在洗涤塔烟气进口处设置水封,是为了防止装置不工作时可燃气体逆向流回锅炉烟道。

为防止腐蚀,洗涤塔内壁衬附一层硫化硬橡胶,因此,塔内温度不能过高,高温烟气在洗涤塔进口处一定要充分冷却,使其温度降到安全值以下,以防损坏塔的内衬及其他部件。

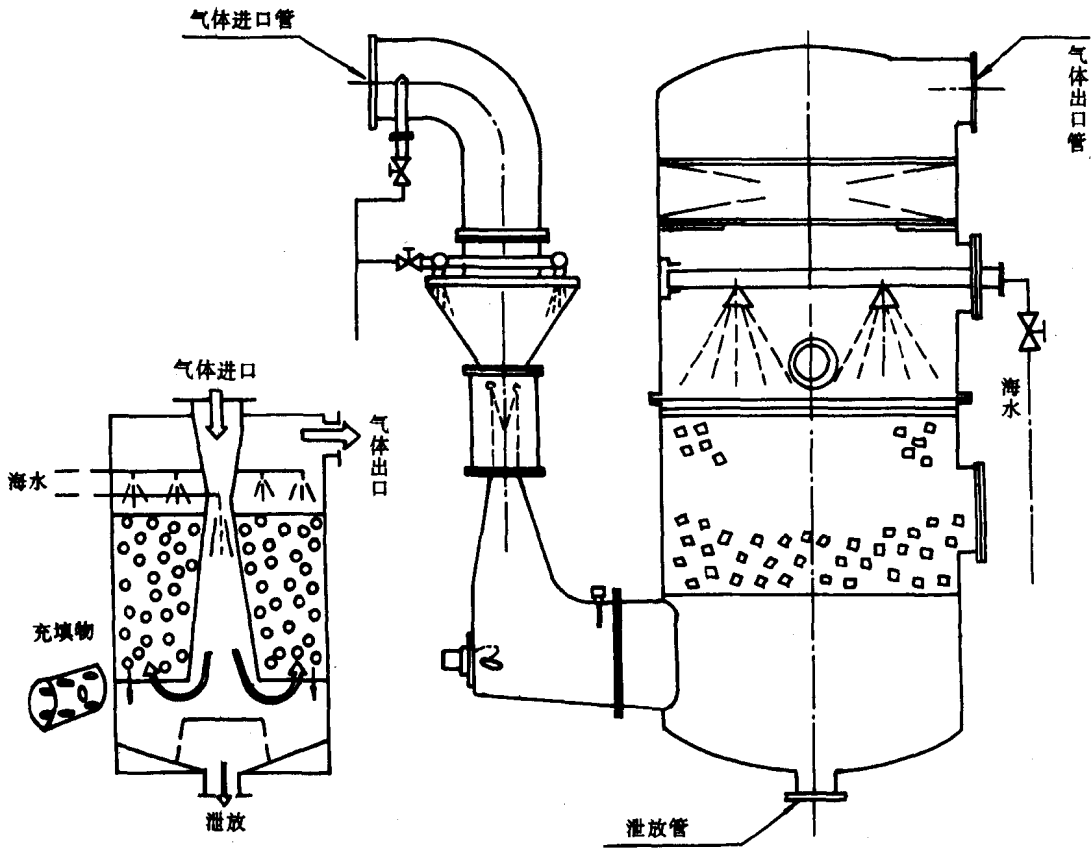


图 1-7 文丘里管式和填充式并用的洗涤塔

### 3. 除湿器

除湿器用于去除洗涤塔排气中的水滴,由于水分与残留的二氧化硫化合,是引起货油舱严重腐蚀的主要原因,因此,要求除湿器的除水滴效率在 99% 左右,比较常用的除湿器有 3 种类型。

#### (1) 过滤式除湿器

过滤式除湿器是用细孔滤网吸附水滴,当随气体一起流动的水滴,通过多层网目很细的滤器时,比网孔直径小的水滴就被截留吸附在滤器上,当水滴达到一定大小,由于自重克服表面张力和气流阻力,下落到滤器底部,从汇水管排出。典型结构如图 1-9 所示,这种滤器的滤网容易被烟尘等堵塞,使用时要经常清洗或换新。船用惰性气体系统的除湿器,一般都采用过滤式除湿器,而且安装在洗涤塔内顶部惰性气体出口处。

#### (2) 旋流式除湿器

使含有水滴的气体,流经导向叶片,形成旋转运动产生离心力,水滴被甩向外侧,附着在壁面上,达到一定厚度靠自重下落,从汇水管排出。典型结构如图 1-10 所示,这种方式不必担心堵塞等故障,一般无需进行保养和检修。

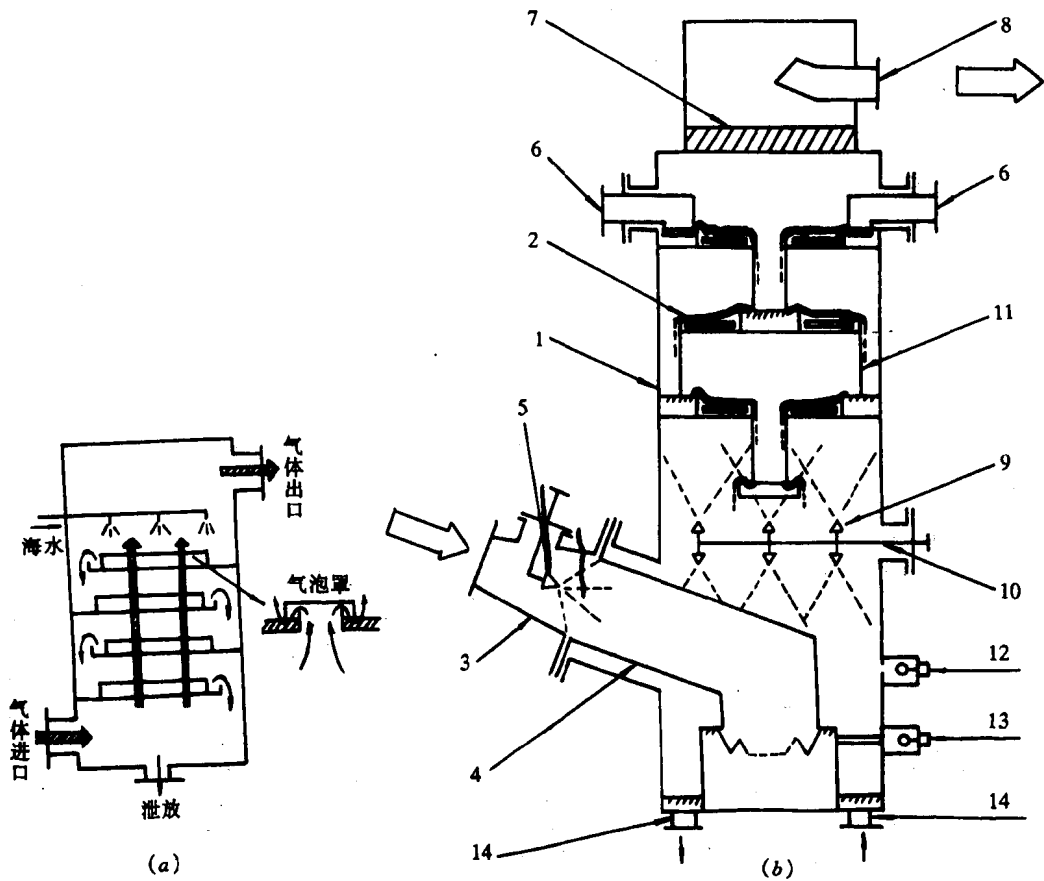


图 1-8 气泡罩盖式洗涤塔

1-洗涤塔本体;2-罩盖与托盘;3-气体进口;4-浸水导管;5-喷淋嘴;6-海水进口;7-除湿器;8-气体出口;9-喷淋嘴;10-喷淋总管;11-导流栅;12-高水位浮子开关;13-低水位浮子开关;14-泄水口

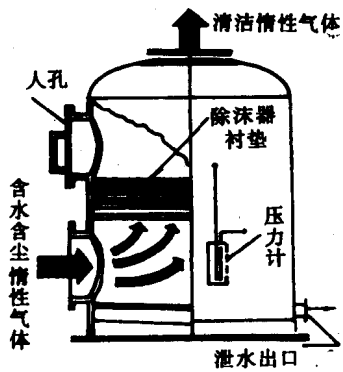


图 1-9 过滤式除湿器

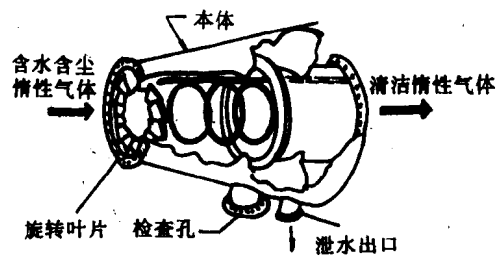


图 1-10 旋流式除湿器

### (3) 挡板式除湿器

利用气流通过曲折挡板时,使水滴因惯性力和离心力的作用,撞击附着在薄片状的曲板上,再沿曲板表面流到挡水槽。典型结构如图 1-11 所示。

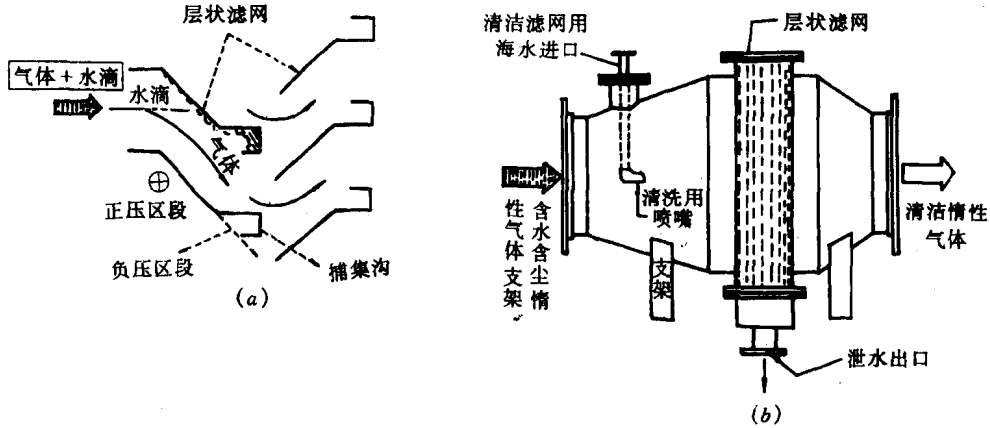


图 1-11 挡板式除湿器

### 4. 甲板水封

甲板水封是为防止货油舱内可燃性气体,逆流到洗涤塔和锅炉内的安全装置。工作原理如图 1-12 所示,风机正常运转时系统处于正压,惰性气体经甲板水封输送到各货油舱如图 1-12(a)所示。当风机停止工作,若水封水面受到货油舱油气压力作用,即有逆压产生时,进气管内的水柱就会升高,直到由水柱产生的静压与逆压压力平衡时为止。而使可燃性气体不能逆流到洗涤塔内如图 1-12(b)所示。平衡条件由下式表示:

$$P = H \cdot \rho$$

式中:  $P$ ——逆压;

$H$ ——水柱高度;

$\rho$ ——水封水密度。

水封水量一定要保证进气管内能达到有效的水封高度,即:

$$Q \geq \frac{\pi}{4} D^2 \cdot H + A_1 H_1$$

式中:  $Q$ ——水封水量;

$D$ ——进气管直径;

$H_1$ ——进气管出口与水柜底之间距离;

$A_1$ ——水柜截面面积。

水封水柱高度  $H$  必须大于呼吸阀和压力/真空切断阀设定的压力水柱高度。

甲板水封最大允许气体流量,也应等于风机总容量。

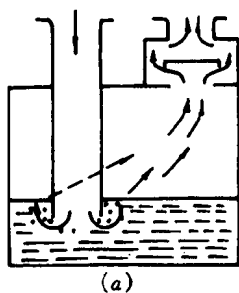
#### (1) 湿式甲板水封

图 1-13 所示是最简单的水封装置,进气管一直浸没在水封水内,系统工作时,水封水由于气流搅动,有一部分水滴被气体带走,因此,在出口处必须设置除湿器。水封水由水封水泵一直供给,始终保持水封水位在规定位置,因此在寒冷地区航行的船舶,为防止水封水冻结,内部

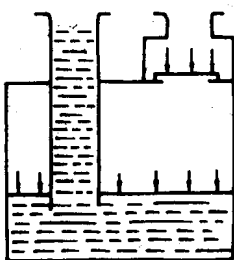
还应装设蒸汽加热管。

### (2) 半干式甲板水封

为减少气体中水沫的夹带,惰性气体流经甲板水封时,应尽量避免与水接触,如图 1-14 所示的甲板水封,仅在系统开始工作时,导向管内的水被带走,正常工作后,气体不与水直接接触,只是从逸出管携带少量水滴,撞击到折流板下落,从泄水管排走。图 1-15 所示也是一种半干式甲板水封。



(a)



(b)

图 1-12 甲板水封工作原理

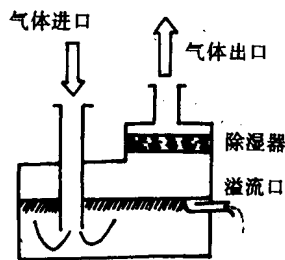
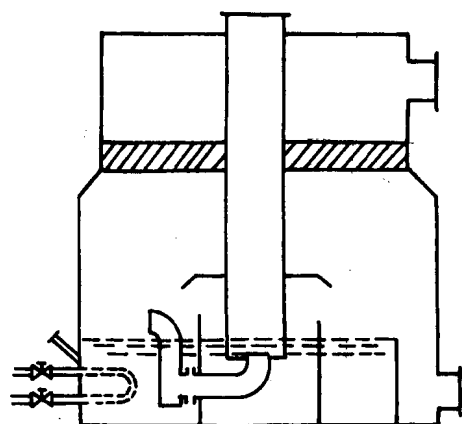
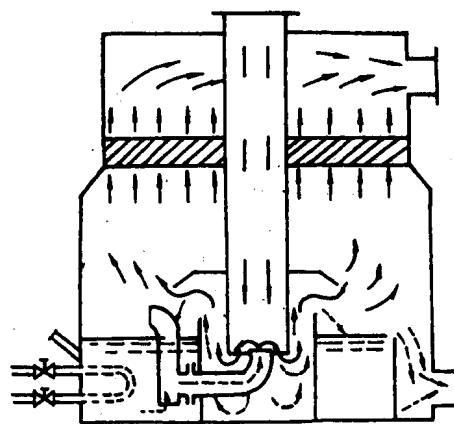


图 1-13 湿式甲板水封



(a) 水封状态



(b) 工作状态

图 1-14 半干式甲板水封

### (3) 干式甲板水封

惰性气体系统正常工作时,气体流经水封水柜完全不与水接触,则气体不会夹带水分。图 1-16 所示是设置两个水柜的干式甲板水封装置。水封水直接供入重力水柜,水位达到一定高度,由浮子开关 5 控制供水阀 2 关闭。当惰性气体风机启动,系统开始送气时,水封水柜的泄水阀 1 打开,连通阀 3 关闭,水封水柜内的水迅速排出,气体通过没有水的水封水柜,不仅不会夹带水滴而且流动阻力减少。风机停止运转,泄水阀自动关闭,重力水柜与水封水柜之间的连通阀 3 自动打开,水封水急速流入水封水柜达到水封状态。

这种干式水封装置比较复杂,但气体质量高,用于要求无水沫夹带的干惰性气体,如化学



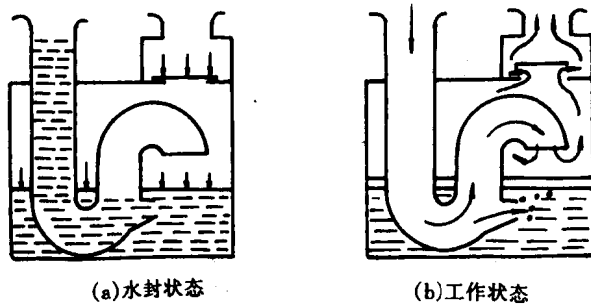


图 1-15 另一种半干式甲板水封

品船和液化气船上。

图 1-17 所示也是一种干式甲板水封。

图 1-18 所示是利用文丘里管原理工作的结构比较简单且工作比较可靠的干式甲板水封。

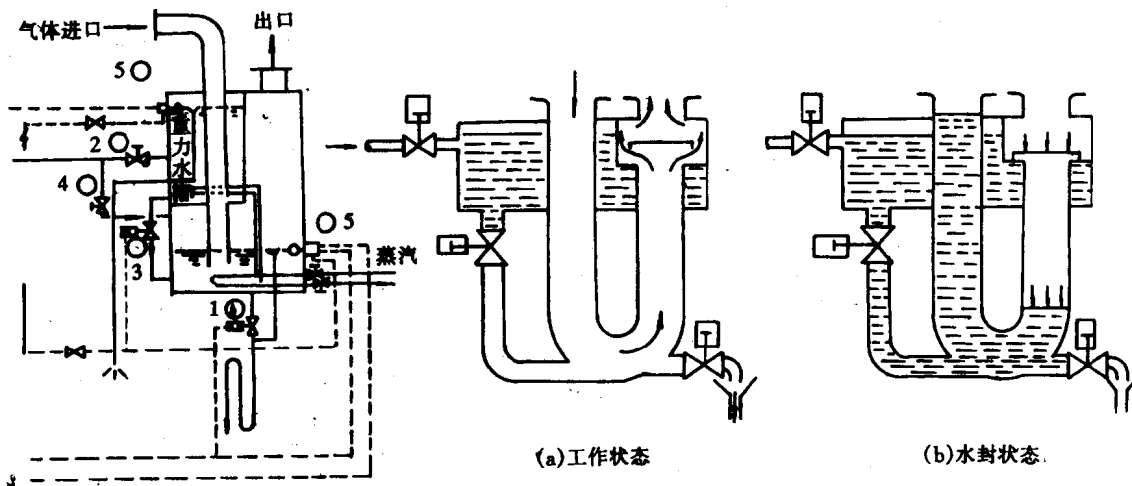


图 1-16 干式甲板水封

- 1-泄水阀;2-供水阀;3-连通阀;
- 4-手动供水阀;5-浮子开关

图 1-17 另一种干式甲板水封

- 1-水封水柜;2-进气管;3-单向阀;
- 4-供水阀;5-泄水阀;6-连通阀

### 5. 压力/真空切断阀

压力/真空切断阀是惰性气体系统中为保护货油舱和管路,免遭过高的正压或负压的专用安全设备。它是当呼吸阀失灵、防火罩堵塞或由于误操作等产生意外高压或负压时,迅速将过剩气体放入大气,不使油舱产生高压;或从大气吸入空气弥补舱内气体不足,不使油舱内产生高负压。

工作原理如图 1-19 所示,内管与惰性气体总管相接,外管与大气相通。内、外管内充入不冻液(水与油脂的混合物)或高级润滑油等,作为密封液体。

当油舱压力等于大气压力时,内、外管内的液位一样高,如图 1-19(a)所示。如油舱压力升高,内管液位下降,当压力  $C_p$  等于设定最高允许压力时,内管液位等于零,这时过剩的气体