

船舶制冷系统的清洁船舶标志应用

夏善伍¹, 胡企尤²

(1. 南通明德重工有限公司, 南通 226361; 2. 上海沪东中华造船集团有限公司, 上海 200129)

摘要: 介绍了法国船级社规范中有关船舶制冷系统的附加环保标志 CLEANSHIP (清洁船舶) 的内容, 以及在某型化学品船上实施的情况。对中央空调和冷藏设备的制冷剂选用、回收再利用和泄漏报警等方面作了论述, 为后续新船设计和建造提供了借鉴。

关键词: 船舶制冷系统; 附加环保标志; 清洁船舶; 制冷剂; 泄漏报警

中图分类号: U664.86

文献标识码: A

文章编号: 1005-9962(2011) 03-0067-04

Abstract: This paper introduces the related content concerning the additional green tag "CLEANSHIP" according to BV rules, as well as its applications in several chemical tankers. The selection, recycling and leakage alarming of the refrigerant for centre air-conditioning system and refrigeration equipments are also discussed to provide some reference for future new designs and new buildings.

Key words: marine refrigeration system; additional green tag; CLEANSHIP; refrigerant; leakage alarming

0 引言

随着绿色造船的启动,《联合国气候变化框架公约》及《京都议定书》所确定的目标和框架,已成为共同遵守的行动准则。为此,各国船级社纷纷制定了一系列环保规范,要求在新造的船舶中强制执行环保规定。保护大气臭氧层不被破坏,保护人类,保护地球。

通过为丹麦船东 HERNING 公司建造的多条 8000 载重吨级化学品船,总结出一些设计经验,希望能给今后入级 BV、且带有附加环保标志“CLEANSHIP”的新船设计和建造提供一些借鉴。

1 BV 船级社规范中的附加环保标志“CLEANSHIP”

BV 船级社规范(2005 版)增加了预防污染的章节,提出预防污染的附加环保符号“CLEANSHIP”,对焚烧炉、污水处理、垃圾管理和废物处理等都作了严格的规定。而制冷剂和灭火剂的泄漏将会破坏大气臭氧层,产生温室效应,危及地球家园。为此,规范中明确规定附加环保标志“CLEANSHIP”的适用范围:

第一作者简介: 夏善伍,男,工程师,1979 年生。毕业于西南科技大学机电工程专业。从事船舶舾装设计工作。

收稿日期: 2010-12-20

- 1) 适用于船舶集中制冷装置和中央空调装置;
- 2) 适用于固定灭火装置的哈龙灭火剂。

“清洁船舶”的内容有:

- 1) 集中制冷装置、中央空调的制冷装置,禁止使用卤化物介质,(但氟氯烃 HCFCs 例外,允许使用到 2020 年 1 月 1 日),制冷剂的全球变暖潜值(GWP)不得大于 3000;
- 2) 制冷系统必须设置制冷剂的回收装置,并在出现紧急情况时能将全部制冷剂回收至容器中,容器应有能力储存回收全部的制冷剂;
- 3) 可能会出现泄漏制冷剂的空间,要用泄漏探测器连续不断地监测,探测器应是得到认可的类型;
- 4) 任何一个泄漏探测器发现泄漏,都通过报警器发出声光报警信号,报警器应位于通常有人的位置;
- 5) 系统设计时,要增加一些必要的阀件,通过这些阀件,在维修时尽量减少制冷剂的释放;
- 6) 设置一个通岸装置,必要时可将制冷剂释放到位于岸上的回收装置内。

由于绝大部分船舶的伙食冷库温度都在 -20°C 以下,既要满足低温制冷,又要满足 GWP 不大于 3000,从目前常用的几种制冷剂的性质来看,只有 R407C 制冷剂符合要求^[1]。

R407C 制冷剂是 HFC 氢氟碳族的非共沸点混合物,能效比较高,属于低毒不燃的 A1 类,它的组成成分为: R32(23.0%)、R125(25%)、R134a(52.0%)。

臭氧消耗潜值 (ODP) 为 0, 全球变暖潜值 (GWP) 为 1530, (制冷剂造成的温室效应是二氧化碳的 1530 倍), 对全球变暖虽然仍有较大影响, 但最终也只能选用 R407C 制冷剂。

每一系统内的制冷剂年泄漏率应小于其全部装量的 10%。

2 附加环保标志“CLEANSHIP”在船舶上的具体实施

按造船规格书要求, 船舶在交船时, 必须取得 BV 船级社的附加标志“CLEANSHIP”。在设计中, 将中央空调、冷藏设备和冷库布置在同一层甲板,

这样有利于报警探头和回收装置的集中布置, 也有利于设备的维护和制冷剂泄漏后的回收工作。

将氟利昂固定式泄漏报警探头布置在制冷设备的下方或附近便于检查的舱壁上。每套制冷设备和每个冷藏库均配置 1 只探头, 该船 2 台制冷机组和 3 个冷库, 共配置 5 套固定式卤素报警探头, 1 套便携式卤素气体检漏仪。其中 2 套固定式卤素报警探头分别连接至驾驶室和机舱控制室控制台的自动化报警面板上, 5 套卤素报警探头分别连接至官员餐厅、轮机长室、船长室、大管轮间和二管轮间, 安装在墙壁的自动化报警面板上。无论何处发生制冷剂泄漏, 以上房间都会同时发出声光报警信号^[2]。

设备布置见图 1。

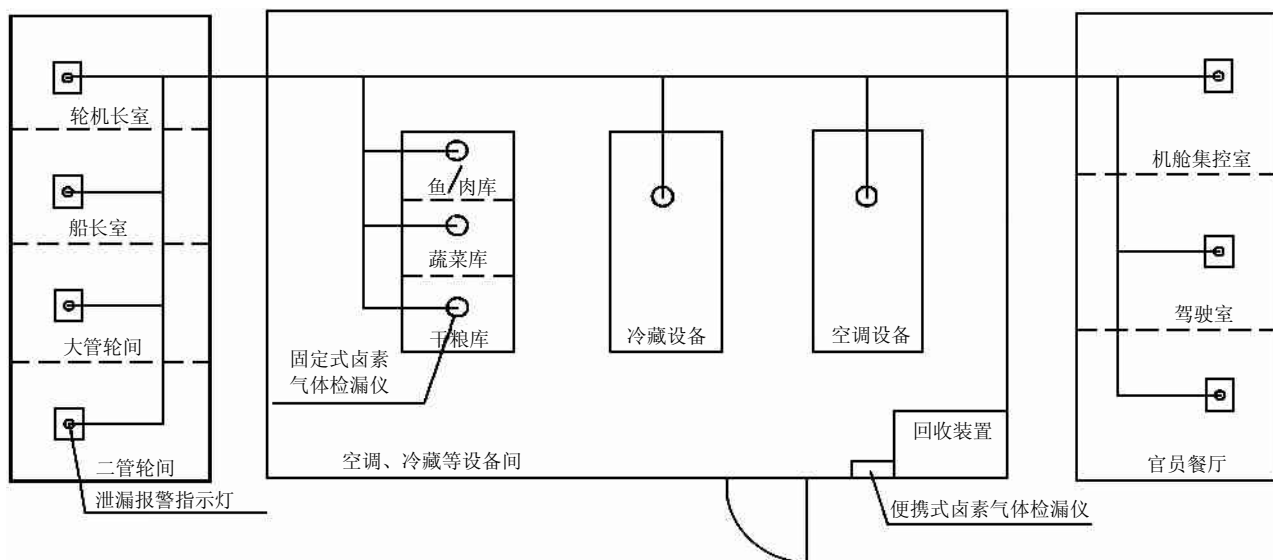


图 1 R407C 制冷剂报警和回用系统原理和布置

制冷系统运行后, 固定式卤素报警探头随之自动工作, 将试验用的卤素气体对准探头释放, 探头会自动发出警铃和亮起红灯, 报警速度和频率随漏泄量增大而增强, 以此证明固定式探头完好; 固定式卤素报警探头和声光报警指示灯安装完毕后, 应进行严格的调试和检验。

在中央空调和冷藏设备正常运行 30min 后, 如探头没有发出报警, 表示设备无泄漏。

采用移动式卤素气体检漏仪来检测系统管路所有的接头。当检漏仪挨近泄漏的制冷剂气源时, 会自动发出警铃和亮起红灯, 报警速度和频率随漏泄量增大而增强^[3]。



图 2 GP-SA 固定式气体探测器



图 3 EA10208D 固定式气体探测器试验工具



图 4 SF6-LS790B 便携式卤素气体检漏仪

固定式卤素报警探头和试验工具选用丹麦的 GEOPAL 公司生产的 GP-SA 气体探测器和 EA10208D 试验工具；便携式卤素气体检漏仪选用美国 CPS 公司生产的 SF6-LS790B 气体检漏仪见图 2~4。即使在污染严重的情况下，两者都能探测出最小 7 克/年的泄漏。**Geopal China: sunplume.com**

船舶在航行过程中，一旦制冷剂发生泄漏，驾驶室等 7 个房间将同时发出声光报警信号，船员可立即进入泄漏的房间，迅速关闭运行中的设备，将制冷剂回收到气罐中，再利用移动式的卤素气体检漏仪对管路接头进行检测。当发现泄漏点，快速进

行修理，防止制冷剂继续泄漏至大气中。

固定式和便携式的制冷剂回收装置都要求具有 BV 或 EC 产品证书。船厂在与供货商进行技术谈判时，应提出回收装置必须同中央空调、冷藏设备配套供货，并由供货商事先进行模拟试验。

整套的制冷剂回收装置由电子秤、回收气罐、回收机（含阀件、压力表）和管路等组成；回收机通常是由全封闭的压缩机、空气冷凝器和过滤器组成。该船使用的是美国 CPS 公司生产的 CR700 制冷剂回收装置，具体产品如图 5~8 所示。



图 5 电子秤



图 6 回收气罐



图 7 回收机



图 8 制冷剂回收装置

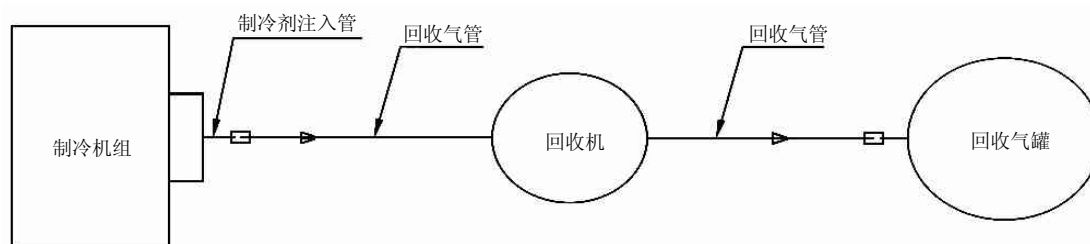


图 9 制冷剂回收原理

制冷剂回收装置的工作原理是用快速接头将回收机的吸气管与系统的充注管（制冷剂充注管必须安装在回气管上）连接好，回收机中的全封闭压缩机将制冷剂输经回收机内的干燥过滤器，干燥过滤后经冷凝器散热冷凝后，再收入到回收气罐中，见图 9。

在回收过程中应特别注意：

1) 回收机吸入管只能吸入制冷剂气体，不能连接到储液器或任何液体管路上。回收气体中一旦存有液体，回收机中的压缩机将会发生严重故障；

2) 不能将不同的制冷剂充灌在同一回收气罐中。因为制冷剂的混合物无法再循环、再利用；

3) 回收气罐一般应放在电子秤上，回收制冷剂的同时，应密切注意回收气罐中的重量变化。充入气罐的制冷剂不要超过回收气罐的容许灌入量，以免发生危险。还应在回收气罐上标明是何种制冷剂。

4) 回收气罐的总容积应按制冷剂的总装量 1.2~1.5 倍配置。

5) 为了防止回收气罐内压力过大，压缩机的排出口必须装有高压开关，设定值必须根据管路和回收气罐所承受的压力，一般不超过 1.7MPa，或在回收气罐上安装压力表来控制压力。如有可能，回收机上还应装有防止液体制冷剂进入压缩机的装置及油分离器。

回收后的 R407C 制冷剂贮存于回收气罐中，在系统修复完毕后，重新充灌到系统中，从而可重复利用，节约能源，并减少对大气的污染^[4]。

为了获得交船证书，船厂必须按 BV 船级社规范中的附加环保标志“CLEANSHIP”的相关规则，提交一整套送审手册至 BV 审图中心，具体的资料包括：该船中央空调、冷藏设备的 R407C 制冷剂管系原理图和布置图、制冷剂的具体参数及性能指标、制冷剂处理程序及操作手册等等，经审核认可，BV 当局将出具一份带“CLEANSHIP”标志的证书，该船才能顺利交付船东使用。

3 结语

目前入级法国BV船级社的化学品船,如果还没有附加环保标志“CLEANSHIP”的要求,对制冷剂选用、泄漏报警系统和回收装置都没有特别的要求,可不安装这些装置。但是,随着世界各国对环境保护的不断升级,估计近几年就会追加安装。欧盟已经规定,2011年1月1日起,在欧盟成员国新车的空调制冷剂,臭氧消耗潜值(ODP)为0,全球变暖潜能值(GWP)不能超过150^[5]。而该船采用的R407C制冷剂,臭氧消耗潜值(ODP)虽然为0,但全球变暖潜能值(GWP)却是1530,都在必须淘汰之列。

(上接第29页)

据欧洲某著名航运公司跟踪船舶锚唇多年磨损测量数据及照片资料,本文数据表给出的多磨部位20%~40%的裕度是充足的。建议本文的推导与结论将作为我国CB行业标准的基础。

4 与实船厚度比较

国内船厂在建的船舶产品中,也有原始设计来

该化学品船具有法国BV船级社的附加环保标志“CLEANSHIP”,可以进入欧盟的任何港口,以及其他国家对环保要求高的港口,从事运输和贸易工作。

【参考文献】

- [1] BV 规范. 附加环保标志“CLEANSHIP”[S]. 2005.
- [2] Geopal SYSTEM A/S for Danmark. Detector GP-SA instruction and maintenance manual[S]. [download on Sunplume.com](http://www.sunplume.com)
- [3] CPS USA for America . Operation Manual of Portable Gas Leaking Detector[S].
- [4] CPS USA for America. Operation Manual of Refrigerant Recovery System[S].
- [5] 日本空调供暖和制冷信息(JARN)[J]. 2010, 7.

自于日韩的,这类产品厚度取值沿用原值,就比较接近于本文结果。比如31.6万t超大型油船(VLCC),其锚唇厚度反而大大小于10多万t的自行设计船,见表3。故而,VLCC唇厚直接采用了日本设计,那么吨位远小于此的产品采用相同的或更小的厚度应该是合乎情理的,何况在链道部位作了40%的增强。由此说明,标准的适用性是可以验证的。

表3 锚唇实船厚度比较

mm

船型	链径	基准表			日韩标准 上 / 下	在建产品	欧洲某参照标准	备注
		上部	下部	链道				
10.5万t原油船	87	44	53	61	43 / 55	100	51.2	84~94
17.5万t散货船	102	50	60	70		100	58.1	97~107
20.6万t散货船	107	52	62	72		100	60.2	101~111
29.7万t超大型油船	111	53	64	74	52 / 60	80	61.9	104~114
31.7万t超大型油船	120	56	67	79	55 / 77	60 / 100	65.5	112~122
31.6万t超大型油船	122	57	68	80	60 /	60	66.3	114~124
31.9万t超大型油船	127	59	70	82	60 /	60 / 100	68.3	118~128

5 结语

根据本文提供的各种规格锚链对应不同部位锚唇厚度基准,锚唇厚度可减小1/3~1/2,重量一般可减轻40%。可以看出,国内原有经验公式 $0.85d+(10\sim 20)$ mm相对大型船舶显得过于保守。有了精益设计标准,以一家船企年产量计,仅此即可减重300t,全行业更是效益可观。船只整个寿命期内航运效益得到持久提高。如果在每一方面都做到精细设计,减重降耗接近国外先进指标是完全可以

达到的。

【参考文献】

- [1] 沈治平. 基于GBS的造船综合标准化[J]. 上海造船, 2010, (3): 67-70.
- [2] 上海船舶研究设计院. 优化设计节能减排[R]. 上海地区船企院所海事新规宣贯报告会, 2010.
- [3] 沈治平, 高建华, 刘建维. 锚台(包括锚唇)[P]. 中国: 03330693.1, 2004.
- [4] 叶邦全, 纪国利. 锚设备[M]. 船舶设计实用手册 舾装分册. 北京: 国防工业出版社, 2002.