

船舶改装压载水处理系统常见问题论述

彭程

阿法拉伐(上海)技术有限公司, 上海 200021

[摘要] 文章介绍了在当前严峻的市场竞争下, 针对多家已获得 USCG 证书的压载水产品, 船东将如何选择。通过对各产品的压载水系统配置, 产品性能, 其优缺点, 及运营维护成本等的介绍和比较。无论是新造船, 还是应公约生效的改装船, 从安全性, 经济型, 实用性, 帮助船东了解并挑选适合的产品, 并满足相关规范要求的前提下。

[关键词] 压载水处理系统; USCG; 证书; 改装船的项目流程; 工程公司

DOI: 10.33142/ec.v2i6.394 中图分类号: U698.7 文献标识码: A

Common Problems of Ship Modified Ballast Water Treatment System

PENG Cheng

Alfa Laval (Shanghai) Technology Co., Ltd., Shanghai, 200021 China

Abstract: This paper introduces how shipowners will choose ballast aquatic products with USCG certificate under the current severe market competition. Through the introduction and comparison of ballast water system configuration, product performance, advantages and disadvantages, and operation and maintenance costs of each product. Whether it is a new shipyard or a modified ship that should enter into force of the Convention, it helps shipowners understand and select suitable products from the point of view of safety, economy and practicability, and meet the requirements of the relevant specifications.

Keywords: Ballast water treatment system; USCG; Certificate; Project process for retrofit ships; Engineering company

引言

由于压载水中外来生物入侵导致的环境污染与经济损失十分惊人。压载水会携带大量的浮游生物以及贝、蟹等的幼虫, 这些外来生物在当地生物链中可能没有天敌, 就会大量繁殖, 对当地的环境和人类健康造成威胁, 时也需要耗费大量的人力物力去处理。比如之前新闻上报道的, 德国的大闸蟹泛滥成灾, 黑海的水母泛滥, 以及丹麦生蚝在海岸大量繁殖等。我国的海岸线长达 18000 公里, 分布约 25 个主要港口, 每年进出口货物吞吐量达 90 多亿吨, 每年进出我国沿海水域的压载水有数十亿吨之多, 那么如何处理这里压载水, 成了全世界都关注的焦点。

1 相关公约组织的要求和获得认可证书的厂家

1.1 国际海事组织的要求

国际海事组织 (IMO) 于 2004 年 2 月通过了《国际船舶压载水及沉积控制和管理公约》, 根据该公约的规定, 为符合公约而在船上安装的压载水管理系统必须经过型式认可。2017 年 9 月 8 号, 该公约正式生效, 旨在通过对船舶压载水和沉积物的控制与管理, 来防止, 减少和最终消除由有害水生物和病原体的转移对各国环境, 人体健康, 财产和资源造成危害。2018 年 10 月 22 日, 中国正式向 IMO 组织递交了中国加入压载水管理公约的文书, 该公约将于 2019 年 1 月 22 日起对我国正式生效。我国正式批准加入《压载水公约》, 将有助于保护我国海洋水域生态环境。这意味着悬挂五星期的国际航行船舶要满足该公约的要求, 同时我国将对靠泊中国港口的外国籍船舶实施压载水方面的港口国检查。

根绝 IMO 网站的消息, 截止至 2018 年 10 月 16 日, 共有 78 个国家/地区加入了压载水管理公约, 占世界商船总吨位的 77.19%。随着中国的加入, 亚太地区加入该公约的国家达到 13 个。全球现有共 70 多家生产企业通过了 IMO 要求的形式认可, 其中我国有 14 家。

1.2 已获得 USCG 认证的厂家

截止至 2018 年 12 月 24 日, 已经有 16 家公司获得了 USCG(美国海岸警卫队) 的批准认可, 用于包括美国旗的船舶安全区域和危险区域安装, 我国获得该证书的有两家, 青岛双瑞和青岛海德威。具体厂家如下图 1-1 所示。

USCG BWTS Type Approval Status					
Approved					
	Manufacturer	Country	Model	system type	capacity
1	Optimarin	Norway	OBS/OBS Ex	Filtration+Ultraviolet	167-3000m3/h
2	Alfa Laval	Sweden	Pure Ballast 3	Filtration+Ultraviolet	150-3000m3/h
3	TeamTec OceanSaver	Norway	OceanSaver MK II	Filtration+Electrodialysis	200-7200m3/h
4	Sunrui	China	BalClor	Filtration+Electrolysis	50-8500m3/h
5	Ecochlor	USA	Ecochlor BWTS	Filtration+Chemical Injection	500-16200m3/h
6	Erma First	Greece	Erma First FIT	Filtration+Electrolysis	100-3740m3/h
7	Techcross Inc.	Korea	Electro-Clean	Electrolysis	150-12000m3/h
8	Samsung Heavy Industries Co.,Ltd	Korea	Purimar	Filtration+Electrolysis	250-10000m3/h
9	BIO-UV Group	France	BIO-SEA B	Filtration+Ultraviolet	55-1400m3/h
10	Wartsila Water Systems	England	Aquarius EC	Filtration+Electrolysis	250-4000m3/h
11	Hyundai Heavy Industries	Korea	HiBallast	Filtration+Electrolysis	75-10000m3/h
12	Headway OceanGuard	China	Oceanguard	Filtration+Electrolysis	65-5200m3/h
13	JFE Engineer Corporation	Japan	Ballast Ace	Filtration+Chemical Injection	500-3500m3/h
14	De Nora	USA	Balpure	Filtration+Electrolysis	400-8570m3/h
15	Panasia	Korea	GloEn-Patrol	Filtration+Ultraviolet	50-6000m3/h
16	Envirocleanse	USA	inTank BWTS	Electrolysis+Chemical Injection	Up to 200,000m3

图 1-1 目前获得美国海岸警卫队认可的 16 家压载水厂商

由此可见，除了 Techcross 和 Envirocleanse 这两家电解产品不需要使用滤器以外，其它的产品都需要使用滤器。滤器可直接将大颗粒的有氧生物过滤掉，不同厂家的滤器，过滤精度不一样，常见的过滤等级有 50/20 微米，滤器的工作性能也不一样，在浑浊的压载水中，是否容易堵塞，是否能够进行有效反冲洗，交付后期的维护使用是否容易操作，都是选择滤器需要考虑的。

压载水在经过滤器以后，大颗粒的微生物被过滤掉，然后再进行物理处理或者化学处理。

1.3 常用的处理方式

1.3.1 物理处理方法

常用的物理处理方法包括紫外线照射杀菌，气穴现象，脱氧等。其原理和产品特点见下表所示：

常见处理方法	原理
紫外线杀菌	通过紫外线灯管照射，破坏海水中微生物细胞膜，使其不具备有繁殖能力，其处理效果受水的浑浊度影响，即 UVT，水的浑浊度会影响紫外线的穿透能力。大部分厂家还需要 Hold tank 24 小时至 72 个小时，目前仅阿法拉伐的产品，没有这个限制。
臭氧	由船上的臭氧发生器产生的臭氧，作为消毒剂注入到压载水中进行杀菌。臭氧对金属具有腐蚀性，会损害涂层，密封件和塑料，化学反应产生氯和溴的强氧化物。氧化物也会损坏涂层，密封件和塑料，可能需要在排放前中和。如果存在腐蚀保护阳极，臭氧会与锌或镁发生反应。
羟基自由基	一些系统产生自由羟基自由基离子，从而破坏生物的细胞膜，自由基是有不同的方法产生的，反应很快。目前，针对羟基自由基是否会产生腐蚀等负面影响还没有定论。
气穴现象	产生空化气泡，爆破或破坏有氧生物的细胞壁，从而达到杀菌的效果。但空化单元会产生一些背压。
凝结絮凝	在压载水中添加凝结剂，以促进通过过滤或磁性分离来去除的凝絮的产生。缺点是，需要添加剂的储存舱，以及单独的排污舱用于絮状物储存。

1.3.2 化学处理方法

化学处理方法，如电解，或者其它加药处理。

表 1-2 常见的压载水处理方法-化学处理

常见处理方法	原理
电解氯化	<p>电解槽电解压载水，氯化钠被分解成活性钠，对水进行消毒。缺点，仅适用于含盐的水，含盐量低的话能耗越大，电解会产生一些不需要的副产物。一般电氯化会产生氢气，由于氢气的爆炸极限仅为 4%，所以在使用过程中，需设置强制通风系统，保证其再应急条件下，也能安全排放，处理后的压载水，其含有的氯会破坏压载舱的涂层，它会和苯环反应，环氧涂层的主干就是苯环，并随着时间的推移导致脆化，开裂，和涂层老化，对压载舱壁造成一定的腐蚀，这对船东来说，后期的维修成本较高。</p> <p>排载过程中需要使用药物中和，使其满足排放标准，确保对当地环境不会造成污染，因此，船上需要大量储存这些中和剂化学用品。</p>
化学添加	<p>直接添加一种具有杀菌消毒性能的化学制剂，例如过氧化氢，过氧乙酸，二氧化氯，维生素 K 等。船上储存和物流将是一个大的挑战，有些添加剂具有腐蚀性，一般来说，在压载水中加药还是有一些争议的，有一些添加剂，例如过氧化氢，会增加水中的氧气含量，并随着时间的推移会腐蚀钢板或涂层。</p>
脱氧/气体超饱和度	<p>去除压载水中的溶解氧，代之以活性气体（如氮气，二氧化碳）。缺点：对依赖氧气的微生物有效，为防止新造船的腐蚀，并大大减缓老船带来得腐蚀，</p>

BWMS 使用的活性物质包括臭氧、过氧化氢、二氧化氯和过氧乙酸等化学品，这些化学抗生物剂和活性物质的使用增大了对船上操作人员健康和安全的风险，包括对工作环境的威胁风险。各港口当局可能对压载水中活性物质的排放浓度要求不一样，经常航行在敏感区域的船舶在选择 BWMS 时，更应关注到这一点。选择此类 BWMS 时，还应考虑对船员的技能和处理安全风险能力的培训。

另外，IMO 组织的科学专家建议启动一个监测方案，规定对适用电解氯的压载水系统进行长期检查，以确保使用压载水不会发现常见的明显腐蚀或大面积的腐蚀发生。由于这类检查很难恰当的，定量的执行，建议这类检查应由训练过的检查人员执行。专家还建议了将处理后的含有 TRO 浓度的压载水对船上钢板的均匀的和局部的腐蚀速率进行长期研究。

2 从安全性，实用性，经济型三方面，帮助船东挑选适合的产品

2.1 常用产品简单介绍，优缺点概述

目前市场上常用的产品主要集中在紫外线杀菌和电解杀菌两种。如何挑选合适的压载水产品需要考虑很多的因素，例如船舶的航行水域，经常压载和排载的港口，船上压载水的容量，设备占地面积，船用电力负荷等等。同样的排量下，带 IMO 证书的产品价格会比带 USCG 证书的便宜。

举例说明，如果客户的船跑美国航线，再取得美国海岸警卫队认证书的前提下，按照 82000DWT 散货船，压载水排量约 1500m³/h 的系统来统一比较，并就产品的性能，优缺点进行介绍，如下表

厂商	优点	缺点
紫外线杀菌	<ul style="list-style-type: none"> -不受盐度温度的影响 -不需要添加任何化学制剂 -不会产生危险气体 -可处理海水，咸水和河水 	<ul style="list-style-type: none"> -适用处理 3000m³/h 以内的压载水系统，不适合大排量的系统 -部分厂家受 Hold time 的限制 -受 UVT 海水浑浊度的影响，尤其是内河港口水质较脏的情况 -部分厂家受河水的限制
电解氯化	<ul style="list-style-type: none"> -适用于大排量的系统，如压载水容量 3000~6000m³/h 范围内 -可处理海水，咸水和河水 	<ul style="list-style-type: none"> -受盐度，温度的影响 -排载的时候需要使用中和剂 -电解会产生氢气，易燃易爆 -需要在船上储存相关化学试剂 -压载水中可能存在的氧化剂，会对舱壁或者涂层存爱腐蚀

由此可见，就 82000DWT 散货船，压载水排量约 1500m³/h 的系统来说，选择紫外线杀菌处理的产品是更好的选择，安全，性价比更高。

2.2 改装项目中常出现的问题

鉴于新公约的强制执行，压载水和脱硫等新型环保产品将迎来改装的高峰期，这就意味着，从 2018 年起，接下来的五年时间，我们将迎来压载水改装的高峰。新造船上针对压载水系统的设计安装使用在近几年经验积累下，已经相对成熟。改装船舶的安装使用，在 2018 年的项目实施中，还是暴露了很多的问题，针对这些项目实施中常用的问题，我们做以下简单归纳

表 2-2: 改装项目中常见的问题	
1	3D 扫描不准确，船东需求不明确，影响管路的设计放样，造成安装延期，坞期超时等问题
2	滤器和相关设备的维修空间不够，没有有效的管路和设备支撑，给后期维修质保带来难题
3	一泵多用时，旁通阀的监测遗漏，不满足公约的要求
4	流量计，传感器，控制阀等精密设备的定位不满足厂家设计要求，导致测量数据不精确，从而影响系统的使用性能，造成处理的水质不合格
5	老产品的升级维护是一个挑战，早期的产品均没有 USCG 证书，如果船东想要升级老系统为有 USCG 证书的，那么是否收费，如何收费，硬件是否需要更改，软件是否容易升级，都影响着船东的利益
6	船员的操作不够熟悉，没有标准的流程或者学习文件，供其学习，由于行业员工的流动率增大，导致相关船员的操作经验缺乏，由于操作失误带来的设备损坏，售后问题较多。

2.3 如何挑选修船厂

中国作为修造船大国，以价格优势，交船周期快，占据世界修船市场的主要位置，加上地理位置的便利，南北修船码头集中和坞期宽裕，中国船厂颇受世界各地船东的青睐，如何挑选合适的船厂是船东关注的焦点。目前修船集中的船厂有中远海运重工（上海，舟山，广州），上海华润大东，中船澄西，青岛北船重工，福建马尾造船厂等。做为船东方，面对激烈竞争的市场，除了价格因素以外，船厂交通位置是否便利，码头坞期安排是否紧张，压载水产品的交货周期是否满足到港进坞时间，调试/试航的人员安排是否及时等，都是需要考虑的客观因素。

2.4 如何挑选专业的安装公司

船厂确定了以后，接下来船东需要选择压载水产品的安装方，通常有两种情况，一种是，船厂提供安装，另一种是，委托工程公司安装。第一种适用于有设计能力的船厂，这里不做详细介绍，目前国内的新造船厂基本都有自己的设计团队。第二种适用于不具备设计能力或者目前没有改装设计团队的修船厂。

如何挑选专业的安装公司，是船东关注的焦点。考虑到周期短，任务重的特性，大都委托工程公司进行，包括 3D 扫描，评估当前船上配置，提供改装方案，现场安装施工配合等等。由于目前层出不穷的改装工程公司，缺乏设计经验，不熟悉了解相关公约和规范，导致改装项目中，出现了各种各样的问题，比如项目延期，坞期冲突，安装错误等等。选择有经验的改装公司是最佳的，当然，除了安装经验以外，安装工程公司的 3D 放样水平，设计能力，项目管理经验，和船厂现场人员的调度协调能力等都是船东需要考虑的因素。

3 改装船的项目流程

根据我们之前项目管理和经验积累，改装船的项目流程大致如下图 1-2 所示：



图 1-2 阿法拉伐的改装项目标准流程

如图所示，将所有的工作内容标准化，流程化，这样加强了项目的可控性，在项目成立初期，组织召开项目启动大会，确保船东，设计，施工方就客户需求和设计安装要求，达成一致的目标和制作统一的项目时间表，为项目执行阶段提供一个强有力的保障。同时在项目执行过程中，供应商参与指导设计单位施工放样，确保所有的设备严格遵守设备厂商的安装要求，同时满足规范公约的要求，并配合处理相关船级社对送审图纸的意见处理，给船东和客户好好好的解决方案。

4 总结和建议

由于改装项目的周期短，那么项目的时间管理尤为重要。设备商提供好的产品，高效的技术支持，工程公司提供优良的设计方案，船厂提供高质量的安装，大家在通力合作下，满足船东使用需求的同时，抓住市场机遇，更好的为绿色海洋，环保做出各自的贡献。

[参考文献]

- [1] 冯云霄, 杨琴, 方振东. 船舶压载水处理技术及其优缺点[J]. 地质灾害与环境保护, 2010(4): 77-81.
- [2] 李艇. 船舶压载水处理系统[J]. 船舶, 2008(6): 27-30.

作者简介：彭程（1986.5.-），女，上海，助理工程师，现从事船舶压载水产品中心的改装项目技术支持。