

# 船舶压载水管理培训的研究与开发

张刚<sup>1</sup>, 刘柱<sup>2</sup>, 杨永建<sup>1</sup>

(1. 青岛远洋船员职业学院职业培训分院, 山东 青岛 266427; 2. 青岛远洋船员职业学院战略发展部, 山东 青岛 266427)

**摘 要:** 针对《国际船舶压载水和沉淀物控制与管理公约》(以下简称压载水公约)生效实施后船舶压载水管理不合规以及压载水管理系统(以下简称 BWMS, Ballast Water Management System)使用与维护不规范等问题,在解读公约及决议和通函要求、调研分析包含船舶 BWMS 使用维护在内的船舶压载水管理(以下简称 BWM, Ballast Water Management)培训现状,并借鉴国内外有关压载水管理培训典型案例的基础上,研究制定了基于 STCW 公约的 BWM(包含 BWMS)培训大纲,设计提出了 BWM 培训内容的要素清单,以此指导和规范船员 BWM 培训,提升船舶正确履行压载水公约的能力,为同类院校开展 BWM 培训提供重要参考。

**关键词:** 压载水管理系统; D-2 标准; STCW; 培训纲要; 内容要素清单

**中图分类号:** U676 **文献标识码:** A

## 引言

国际海事组织(International Maritime Organization, IMO)于 2004 年 2 月 11 日通过了压载水公约,旨在通过对船舶压载水和沉积物控制与管理来抑制有害微生物和病原体的传播,减少对环境资源的消耗、对人体健康的伤害和财产资源的损失。压载水公约于 2017 年 9 月 8 日起正式生效。至此,船舶压载水开启了执行 D-1 置换标准和 D-2 水质标准(或称排放标准)的“双标准”征程。2019 年 1 月 22 日起,压载水公约在我国正式生效<sup>[1]</sup>。除此之外,诸如美国等非压载水公约缔约国也提出了特殊的压载水排放要求。如表 1 所示,美国对压载水排放的要求比 IMO 的 D-2 标准更为“苛刻”。这给船舶压载水排放带来了前所未有的压力。目前,船舶通过加装并使用经主管机关或授权机构型式认可的 BWMS 来处理压载水是全球公认最有效的履约方法。

收稿日期:2023—03—20

第一作者简介:张刚(1980—),男,副教授,轮机长

基金项目:青岛远洋船员职业学院教学改革项目:“海船船员船舶压载水管理的研究与开发”

表 1 IMO 压载水管理标准与美国压载水管理标准对比分析

项目	IMO 压载水排放性能标准	USCG 压载水排放性能标准	
	D-2 标准	第一阶段	第二阶段
可存活水生物 ( $\geq 50 \mu\text{m}$ )	少于 10 个/ $\text{m}^3$	少于 10 个/ $\text{m}^3$	少于 1 个/ $\text{m}^3$
可存活水生物 ( $10 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ )	少于 10 个/ml	少于 10 个/ml	少于 1 个/ml
可存活水生物 ( $< 10 \mu\text{m}$ )	无限制	无限制	$< 103$ 细菌/100ml $< 104$ 细菌/100ml
有毒霍乱弧菌	$< 1$ 个 cfu/100ml,或少于 1 个 cfu/g 浮游动物样品	少于 1 个 cfu/100ml	少于 1 个 cfu/100ml
大肠杆菌	少于 250 个 cfu/100ml	少于 250 个 cfu/100ml	少于 126 个 cfu/100ml
肠道球菌	少于 100 个 cfu/100ml	少于 100 个 cfu/100ml	少于 33 个 cfu/100ml

根据克拉克森统计,截至 2022 年 12 月,全球共有近 16,729 艘船舶已配备 BWMS,预计 2023 年-2024 年数量持续增加<sup>[2]</sup>。然而,压载水公约自正式生效实施以来,越来越多的问题随之出现。特别是针对 D-2 标准的符合性排放要求,

根据目前的船舶压载水处理排放实践和验证情况看,非常不容乐观<sup>[3]</sup>,已安装上船使用的 BWMS 处理效果仍不理想。澳大利亚海事当局 (AMSA)、美国船级社 (ABS) 等多国政府机关对以上问题深度调研发现, BWMS 本身质量是否过关、批准标准的类型是否可靠、BWMS 操作人员的操作与培训是否规范以及当地水域水质对设备能否正常运转产生影响等均会成为 BWMS 处理不合规因素。船员能否正确操作与维护管理 BWMS 是 BWMS 处理效果的重要影响因素之一,已经备受主管机关和船东的关注。船员正确理解《压载水公约》、法规、标准并能规范操作与维护 BWMS 是船舶满足《压载水管理公约》D-2 标准的重要保证;同时,不同原理的 BWMS 用于不同船型及不同应用模式,对 BWMS 操作及维护需要相对专业性和针对性的培训。这些对于船员而言是很大的挑战。目前,国外包括英国、挪威等国已经开展了比较系统的船舶压载水管理培训;国内海事院校及船员培训机构有船舶压载水管理方面的履约培训,但内容尚未包含 BWMS 知识。

按照压载水公约要求的实施计划,全球所有船舶将在 2024 年 9 月 8 日及以后全面强制实施压载水公约;即从这一天起,全球船舶将安装 BWMS 以满足压载水 D-2 排放标准的强制要求。届时压载水公约的“经验积累期”也将结束,港口国监督检查也将结束船舶压载水排放处理的数据信息收集分析阶段并转入严格管控阶段。因此,深入研究和开发船舶 BWM 培训,制定完善的 BWM 培训纲要和教程,对规范和提升船员操作与维护 BWMS 技能、保证 BWMS 的正常运行和船舶压载水的合规处理与排放具有重大意义,刻不容缓。

## 1 公约对船员履约的要求

1.1 《压载水公约》及相关决议对船员履约的要求

《压载水公约》B 部分 (船舶管理和控制要求) 第 B-1 条要求执行满足 IMO 及各成员国要求的压载水管理计划;第 B-6 条“高级船员和船员的职责”中要求船舶人员应熟悉每艘船的 BWM 实施情况、相关职责和 BWM 计划。《控制和管理船舶压载水以尽量减少有害入侵物种的转移指南》要求提供有关压载水沉积物管理和处理程序的培训和教育指导,要求制定压载水管理

培训计划,包括有关防止有害海洋生物污染海洋的相关知识和能力。关于压载水交换 (G6) 的 MEPC.124 (53) 号决议描述了“船员培训和熟悉”的安全问题。

通过解析《压载水公约》及导则的内涵与标准可知,船员正确履行《压载水公约》需要担负起《压载水公约》对船员规定的职责。《压载水公约》要求船长、驾驶员和其他船员应熟悉并履行公约,实施压载水管理中承担的职责,及与职责相对应的 BWMP 内容,包括压载水管理的操作程序<sup>[4]</sup>;熟悉船上的压载水管理操作,包括:压载水置换操作、BWMS 操作、压载舱内沉积物处理操作;配合 PSCO 检查,包括熟悉 PSCO 相关检查要求、协助 PSCO 检查、取样分析等操作流程;了解一些港口有关压载水管理的特殊要求,港口国和沿海国向船舶发出的有关压载水管理方面的警告或通知,港口国有关船舶安装的压载水处理设备、船舶压载水排放等方面的单边立法。

### 1.2 《STCW 公约》中有关 BWM 的培训要求

#### 1.2.1 甲板部要求

在表 A- II /1 中,500 总吨或以上船舶操作级驾驶员必须具备 IMO 有关海上生命安全和海洋环境保护规定的基本工作知识,称为知识、理解和熟练程度 (简称 KUP); KUP 内容包括:防止海洋环境污染和防污染程序、防止海洋环境污染的预防措施、防污染程序和所有相关设备、必须采取积极措施保护海洋环境。在表 A- II /2 中,500 总吨或以上船舶的船长和大副必须具备“防止船舶污染海洋环境的方法和辅助措施、执行国际协议和公约的国家立法,以控制船舶运行和照顾船上人员”方面的 KUP。

#### 1.2.2 轮机部要求

表 A- III /1 中要求轮机员须具备“有关海上生命安全和 / 或海洋环境保护的国际海事组织相关公约的基本工作知识,燃油系统、润滑油系统、压载水系统和其他泵的控制系统的操作”方面的 KUP。表 A- III /2 中要求主推进动力装置 3000 KW 或以上船舶轮机长和大管轮必须具备“操作、监测和性能评估以及保持主推进装置和辅助机械的安全”“燃油、润滑油和压载水的操作管理”方面的 KUP。表 A- III /6 中要求电子电气员必须具备“维护和修理主推进装置和辅助机械的自动和控制系统、防止海洋环境污染应采取的预

防措施的知识、防止污染程序和所有相关设备、防止海洋污染的积极主动措施的重要性”方面的KUP。此外,电子技工必须意识到“为防止海洋环境污染而采取的预防措施”和“采取积极措施保护海洋环境的重要性”。

## 2 船舶 BWM 以及培训管理现状分析

### 2.1 船舶 BWM 现状分析

课题组对来自 13 家航运公司的 66 名管理级船员进行了问卷调查,了解船舶 BWM 及 BWMS 使用现状,部分统计结果分析如图 1 所示。

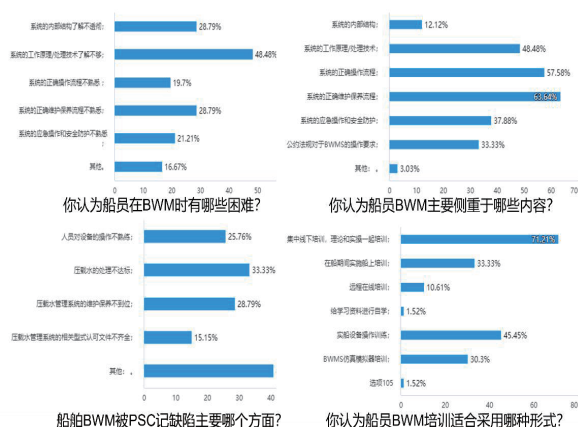


图 1 问卷调查船员操作与维护 BWMS 的现状分析  
(部分)

船舶压载水管理不合规的主要问题在于船员对压载水置换操作不当、经 BWMS 处理的压载水不达标、压载水记录簿记录不规范以及其他不符合港口国对压载水管理的特殊要求等。主要原因在于以下几点:

1) 船员对 BWM 要求及 BWMS 结构原理认知不足。调查结果显示:船员对 BWM 的培训需求只占培训总需求的 33.33%;有 77.27% 的船员因对系统的结构、原理不够了解造成操作 BWMS 困难。因此,船员对于 BWMS 的结构原理认知不足是造成船员操作不当或者不熟练的主要原因。

2) 船员对 BWMS 操作与维护的流程不熟悉。受访中有 29.7% 的船员对系统维护保养流程不熟悉,33.33% 的船员对 BWMS 处理不达标不熟悉;在 PSC 检查缺陷中,有近 25.76% 是人员对设备的操作与维护不正确所致。因此,船员对于 BWMS 的操作与维护的流程不熟悉也是目前存在的重要问题。

3) 船员对 BWMS 操作与维护重视程度不够。当前船员针对 BWMS 操作与维护还基本停留在

保证船舶稳性和适当吃水的层面,尚未真正认识到压载水对于海洋生态平衡的影响以及外来物种入侵的危害。因此,船员对 BWMS 操作与维护重视程度不够,需要进一步加强船员对压载水管理的重视程度。

### 2.2 船舶 BWMS 培训现状分析

#### 2.2.1 国外典型压载水培训的案例分析

(1) 挪威-海鸥计划压载水公约建立了一个压载水管理电子学习模块<sup>[5]</sup>。该模块要求参与压载水管理的所有船舶人员接受适当培训,以尽量减少有害水生生物和病原体的转移。培训内容包括:背景、环境危害、压载水管理计划、压载水记录簿、压载水处理技术、驾驶员和轮机员培训需求、区域性法案,评估教育计划要求制定和实施 BWM 计划。

(2) 英国华沙海事学院开设了一个为期 2 天的压载水管理培训课程,让船员了解与 BWM 相关的要求和挑战。课程涵盖了国内外立法和主要的差异、BWMS 的主要原理和缺陷、BWMS 的安装和改装问题、执法机构对 BWM 的监督检查,以确保船舶符合《压载水公约》的要求。

(3) 全球环境基金-开发署-海事组织由 IMO 提出了全球压载水管理 GBP 方案。该项目旨在解决压载水问题,加强政府的能力建设,加强港口管理,提供全球压载水管理技术解决方案、知识和能力。

#### 2.2.2 我国压载水管理培训现状分析

目前,我国海事主管机关尚未强制实施针对 BWM (包含 BWMS 操作与维修) 的培训,关于 BWMS 操作与维修的培训以 BWMS 设备厂家对客户(即船东)的售后服务培训为主。这种培训内容比较单一,船员无法真正掌握船舶压载水管理的要求、设备运维管理、操作记录以及 PSC 迎检等内容,无法从设备厂家获取设备存在的缺陷等内容。同时,我国尚没有针对 BWM (包含 BWMS 操作与维修) 的培训纲要及教程<sup>[6]</sup>,无法从管理的角度指导和规范船员 BWM 针对性培训。这在一定程度上阻碍了我国推进正确履行船舶压载水公约的进程。

## 3 船舶 BWM 培训大纲及内容要素清单的设计开发

依据压载水公约关于 BWM 及船员能力职责的要求和《STCW 公约》中有关 BWM 培训的要求,

并借鉴国外有关船舶BWM培训的优秀案例,结合我国船舶压载水管理及培训管理现状,参考主管机构有关船员适任培训大纲的规范格式,课题组研究制定了船员BWM培训大纲(表2)、场地与设施设备配备标准(表3)以及培训内容要素清单(表4);同时也建议将以下内容要素清单纳入IMO有关船员BWM培训示范课程中,以帮助船舶实施和遵守《压载水公约》。

表2: 船员BWM培训大纲

适任要求	理论知识与要求	实践技能与要求	评价标准	课时	
				理论	实践
1. 船舶压载水管理的要求	1. 压载水处理标准、系统型式认可、管理程序及船员职责	1. 公约、导则; 2. 法规、标准; 3. 部分国家和地区的特殊要求。	能够阐述《压载水公约》目的、基本构架、适用范围; 能够解释压载水管理公约、法规的相关要求、标准、职责范围以及操作符合适用的规则。	4h	0
2. 船舶压载水管理系统的操作与维护	船舶压载水处理技术、系统结构与原理、安全操作与维护保养	1. 压载水处理技术; 2. BWMS结构与原理; 3. BWMS的操作程序与维护保养方法;	1. BWMS常规操作; 2. BWMS应急操作; 3. BWMS维护保养与检修; 能够分析说明典型压载水管理系统的处理技术与结构原理; 正确实施BWMS的常规和应急操作; 正确拆装、检修和测试BWMS。	4h	6h
3. 压载水管理证书文书有效保持	BWM证书、文书内容; 保持证书有效性的措施; 文书的正确记录与保存等。	1. 国际船舶压载水管理证书; 2. BWMP; 3. 船舶压载水记录簿要点。	1. 船舶压载水管理计划的编写; 2. 船舶压载水记录簿的正确记录与保存。	2h	2h
4. PSC迎检及案例分析	PSC检查船舶压载水管理及其BWMS操作与维护的要点、程序等。	1. 应对PSC检查(证书、文书, 取样点和取样); 2. 案例分析。	1. 情境模拟PSC迎检; 能够叙述压载水管理的PSC检查要点; 熟悉PSC迎检程序和措施(证书、文书, 取样等), 通过案例分析来提高压载水管理技能。	3h	1h
总计课时				13	9

表3: 船舶BWM培训场地、设施设备配置标准

序号	场地、设施设备	数量	要求	备注
1	多媒体教室	1间/班	每间能容纳至少40人	
2	桌面版模拟器	1套	学员计算机至少40台。计算机安装压载水管理系统桌面版软件	可用符合BWMS培训要求的轮机模拟器替代。
3	紫外线技术压载水处理设备	1套	独立设备, 能满足基于紫外线技术压载水处理设备的关键部件拆装与检修。	可用满足操作与拆检培训要求的模型替代。
4	电解技术压载水处理设备	1套	独立设备, 能够满足基于电解技术压载水处理设备的关键部件拆装与检修。	可用满足操作与拆检培训要求的模型替代。

表4: 船舶BWM培训内容要素清单

序号	培训模块	培训内容描述
1	压载水管理要求	公约要求: 《压载水管理公约》简介; 《压载水管理公约》适用例外情况; 《压载水管理公约》下的检验和认证检验类型国际压载水管理证书; 《压载水管理公约》船舶检验、认证检验、压载水记录簿、压载水取样; 《压载水管理公约》规定、记录、保存、报告、熟悉; 压载水管理标准; 压载水交换标准(D-1)、压载水性能标准(D-2)、压载水管理系统的型式认可等。 法规要求: 《中华人民共和国海洋环境保护法》《船舶压载水和沉积物管理监督管理办法》《中华人民共和国海事局船舶压载水管理系统申报暂行规定》等。 区域性法案要求: USCG、美国加州海域压载水排放新规, 加拿大、澳大利亚、挪威、西北欧以及南美等法案要求。
2	压载水管理技术	压载水置换, 压载水处理技术: 机械处理(如过滤、分离、水力旋流器、碳化)、物理处理(如热处理、紫外线辐射、超声波、电解)、化学处理(如氧化剂、杀菌剂、脱氧)、处理技术组合等。
3	压载水管理系统	基于UV、电解、电催化氧化以及惰性气体等四种典型压载水处理技术的BWMS结构、原理、常规与应急操作程序、拆装检修、故障诊断与排除以及其他安全及环保注意事项。
4	压载水管理文书	国际船舶压载水管理证书(BWMC)、压载水管理计划(BWMP)、船舶压载水记录簿等。
5	PSC迎检实务	PSC检查流程、BWMS检查内容、PSC迎检措施、案例分析等。

## 4 结束语

相对于其他防污染公约,《压载水公约》的实施对船员在新技术、新装备的熟练应用和管理技能方面提出了更高的要求。本文力图通过研究制定比较完善的船舶BWM培训大纲、培训内容要素清单并指导开展BWMS操作与维护标准化培训,以规范船员有关船舶BWMS培训,提高船员针对船舶压载水管理的KUP以及符合性,减少和消除压载水污染海洋环境的风险事件发生。面对《压载水公约》的履约EBP即将结束并转入前面强制实施阶段,IMO、成员国主管机关、BWMS制造商、航运企业、海事院校及培训机构以及一线船员还须付出更多的努力,共同促进船舶压载水管理的合规化。

## 参考文献:

- [1] International Convention for the Control and Management of Ship's Ballast Water and Sediments[S].2004.
- [2] 克拉克森研究: 航运环保装备专题——压载水处理系统[EB/OL]. 浙江省船舶行业协会, <http://www.zjship.com.cn/dt/tj/2021-12-20/2647.html>
- [3] 压载水处理系统问题频发! 船东、海员面临重重挑战. 搜狐网, [https://www.sohu.com/a/312438059\\_175033](https://www.sohu.com/a/312438059_175033),2019.9.
- [4] 付乾坤. 船员执行《压载水管理公约》所应有的能力和应尽职责[J]. 水运管理, 2018,(12):16-18.
- [5] Young-Chan Lee1.Weon-Jae,A study on the development of ballast water management-related familiarization training pursuant to the STCW convention[J]. Journal of the Korean Society of Marine Engineering, 2017,41(2):163 ~ 170.
- [6] 张刚,刘柱,杨永建. 船舶压载水管理发展现状和策略研究[J]. 青岛远洋船员职业学院学报,2020,(3):14-17.

(下转第62页)

# Research on Collaborative Education of Ideological and Political Courses and Curriculum Ideological and Political in Higher Vocational Colleges

LI Yin—bin, DU Xiao—hui

( Qingdao Harbor Vocational and Technical College, Qingdao266404, China )

**Abstract:** This paper systematically analyzes the significance of collaborative education of ideological and political courses and curriculum ideological and political in higher vocational colleges, effectively illustrates the collaborative feasibility, put forward the principle of collaborative benchmark, from the training target, teachers, teaching content, practice project and evaluation system, creative explore the effective path of collaborative education of the ideological and political courses and curriculum ideological and political.

**Keywords:** higher vocational; ideological and political courses; curriculum ideological and political; collaborative education

( 上接第 48 页 )

## Research and Development of Ship Ballast Water Management Training

ZHANG Gang<sup>1</sup>, LIU Zhu<sup>2</sup>, YANG Yong—jian<sup>1</sup>

(1. Vocational Training Branch, 2. Strategic Development Division, Qingdao Ocean Shipping Mariners College, Qingdao 266427, China )

**Abstract:** Aiming at the implementation of the International Convention for the Control and Management of Ship' s Ballast Water and Sediments, the management of ballast water is not compliant, and the use and maintenance of the Ballast Water Management System(abbreviated as BWMS) is not standardized. Based on the interpretation of conventions, resolutions, and circular requirements, research and analysis of the current situation of ship ballast water management (abbreviated as BWM) training, reference to typical cases of domestic and foreign ballast water management training. Then, a training outline for BWM (including BWMS) based on the STCW Convention has been developed, and a list of training elements for BWM training content has been designed and proposed to guide and standardize BWM training, improve the ability of ships to correctly fulfill the ballast water conventions, provide important reference for similar colleges to carry out BWM training.

**Key words:** BWMS, D-2 standard, STCW convention, training outline, list of content elements