

# 广东省船舶压载水输入输出量估算

段君雅<sup>1</sup>, 邓厚君<sup>2</sup>, 任利利<sup>1</sup>, 周笑怡<sup>2</sup>, 田玉军<sup>1</sup>

(1. 交通运输部水运科学研究院, 北京 100088; 2 惠州海事局, 广东 惠州 516081)

**摘要:** 采用 2017 年广东省辖区进出港查验数据, 利用船舶压载水加载计算分类方法, 估算 2017 年广东省船舶压载水输入及输出量。结果表明: 2017 年广东省压载水输入总量为  $2016 \times 10^4$ t, 其中散货船输入量最大, 占总输入量的 50%; 输出量为  $7760 \times 10^4$ t, 也是散货船贡献最大, 占总输入量的 59%; 相比已有研究结果, 文章估算的船舶压载水输入量偏低, 说明基于单船单航次估算方法比基于外贸货物总吞吐量的方法更符合实际情况。

**关键词:** 船舶压载水; 输入; 输出; 估算

中图分类号: U698.7 文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 11-0056-03

随着全球化及航运业的快速发展, 船舶压载水及沉积物携带的海洋外来物种入侵问题日渐凸显。据估计, 每年大约有  $30\sim 50 \times 10^8$ t 压载水在全球范围内转移, 根据船型和大小的不同, 每艘船舶可携带几百至上万吨压载水<sup>[1]</sup>。被国际海事组织 (IMO) 确认由船舶压载水传播的入侵生物多达 500 余种, 外来物种已是威胁全球海洋健康的主要元凶之一<sup>[2]</sup>。此外, 压载水及沉积物还可传播致病菌等有害生物, 广州港抽检 31 份压载水样中检测出致病菌的有 20 份, 检测出大肠菌群的有 18 份<sup>[3]</sup>, 珠海港 58 份压载水中有 50 份检出致病性弧菌<sup>[4]</sup>。在我国秦皇岛港<sup>[5]</sup>、大连湾<sup>[6]</sup>等到港船舶的压载水或沉积物中检出了致病菌<sup>[7]</sup>。

2004 年 2 月, 在英国伦敦召开的关于船舶压载水管理的外交大会通过了 IMO 制定的《船舶压载水和沉淀物控制与管理国际公约(2004)》(以下简称“公约”), 用以为防止船舶压载水及沉积物中所携带的海洋生物入侵港口国的环境、危害人类健康、财产和资源。该公约于 2017 年 9 月 8 日在全球范围内生效, 2019 年 1 月 22 日对我国生效。

## 1 压载水估算必要性

我国是航运大国, 全球十大港口中我国占有 7 个。2020 年全国各港口完成货物吞吐量  $1454991 \times 10^4$ t, 集装箱吞吐量  $26430 \times 10^4$ TEU, 其中外贸货物吞吐量  $449554 \times 10^4$ t。沿海港口总共完成货物吞吐量  $948002 \times 10^4$ t, 集装箱吞吐量  $23429 \times 10^4$ TEU, 其中, 外贸货物吞吐量  $400457 \times 10^4$ t。广东省 2020 年沿海港口完成货物吞吐量  $175788 \times 10^4$ t, 集装箱吞吐量  $6044 \times 10^4$ TEU, 其中外贸货物吞吐量  $59530 \times 10^4$ t<sup>[8]</sup>。广东省沿海港口吞吐量为各沿海省份之最, 外贸货物吞吐量位居各省份第二。

随着国际航运的快速发展, 船舶压载水输入和输出量也随之增加, 给船舶压载水监管带来很大的压力。准确掌握船舶压载水转移量是评估压载水生物入侵风险、制定监管政策、规划压载水处理设施建设方案等的基

础。由于船舶压载水装载和排放的随机性强, 受船舶载货量、航线环境条件、目的港所在国家的监管要求等因素制约, 目前尚无学界认可的计算方法。Farley 对 1995 年五大湖接收的压载水量进行了估计, 约为  $440 \times 10^4$ t<sup>[9]</sup>; Choi 等对 2006 年韩国主要港口船舶压载水排放量进行了估算, 输入韩国的船舶压载水量约  $2176.6 \times 10^4$ t<sup>[10]</sup>; Enshaei 和 Mesbahi 估算出 2006 年英国所有港口共接收船舶压载水约  $690 \times 10^4$ t<sup>[11]</sup>; David 等计算出斯洛文尼亚科佩尔港 1990—2006 年每年的压载水排放量<sup>[12]</sup>。我国关于压载水排放量的文献很少, 仅 Zhang 等人采用中国交通运输部和中国海关总署公布的外贸航运和商品进出口数据, 基于全国港口出口货物作业与压载水作业的相关性建立我国入境船舶压载水排放量估算模型, 估算出 2007 至 2014 年典型船型输入我国压载水的量, 2014 年我国输入压载水量为  $3.1 \times 10^8$ t 吨<sup>[13]</sup>。基于外贸货物吞吐量估算船舶压载水量忽略船型、航线特征、多次挂靠等因素的影响, 不利于压载水精细化管理和高精度评估生物入侵风险。另外, 近些年我国对外贸易发生了很大变化, 影响船舶压载水的输入输出风险。文章采用国际航线船舶查验单船数据, 利用船舶压载水加载计算分类方法, 估算 2017 年广东省船舶压载水输入及输出量。研究结果为广东船舶压载水管理提供依据。

## 2 数据

利用 2017 年广东海事局及深圳海事局辖区船舶进出港查验数据, 通过对单艘船舶进出港数据按照时序进行匹配, 获得匹配成功的有效航次, 并根据有效航次的卸货量及装载量, 计算净卸货量或净装货量。在船舶实际装卸作业时, 压载水作业存在以下特点: ①如果装卸量很小则可能不排放或加装压载水; ②装卸货量越大, 需要排放或加装的压载水量越多; ③每次作业的排放或加装压载水量由船方经验决定。

分析 2017 年查验数据, 靠泊广东省各港口的国际航行船舶主要有液货船、散货船、集装箱船、杂货船。其中, 集装箱船最多, 其次为散货船和液货船, 杂货船

数量相对较少（见表1）。

表 1 2017 年主要类型船舶靠泊广东各港口航次和数量占比

船型	靠泊船舶艘次占比 (%)	靠泊船舶数量占比 (%)
散货船	34.20	11.98
集装箱船	60.52	77.85
液货船	4.08	7.58
杂货船	1.19	2.59

### 3 研究方法

参考 David 等提出的压载水加载计算分类方法与参数<sup>[11]</sup>，依据货物作业量与船舶净载重量（Net Dead Weight, NDT）的相对关系，计算单艘船舶单航次压载水排放或装载量，汇总单艘船舶单航次压载水量，得到广东省压载水输入和输出总量。利用船舶查验数据确定船舶在某一港的载货变化量，利用载货变化量与压载水之间的函数关系，计算船舶压载水输入输出量。

#### 3.1 船载货物变化值

采用以下公式计算船载货物变化值：

$$Fn = Fl - Fu \quad (1)$$

$Fn$ —货物作业净值，单位为 t， $Fn > 0$ ，为净装货量；  
 $Fn < 0$ ，为净卸货量；

$Fl$ —本港装货量，单位 t；

$Fu$ —本港卸货量，单位 t。

#### 3.2 压载水输入输出量

采用以下公式计算船舶压载水输入输出量：

$$Bw = K \times Fn \quad (2)$$

$Bw$  船舶压载水输入输出量，单位 t；

K 为压载水加载参数，为无量纲。

表 2 压载水加载参数取值表

条件	K 取值
$F_n \leq 10\%NDT$	0
$10\%NDT < F_n \leq 50\%NDT$	20%
$50\%NDT < F_n \leq 80\%NDT$	25%
$F_n > 80\%NDT$	33%

注释：数据源于文献<sup>[11]</sup>；NDT 为船舶净载重吨。

#### 3.3 数据处理及计算

本研究采用 MySQL 进行数据处理及计算。首先，进行进出港数据匹配。通过将进港、出港数据依据船名、净吨以及进出港时序进行整理、匹配，剔除无法匹配数据。其后，再对各船型匹配成功的有效航次进行卸货量及装载量判断，按照（1）中公式计算净卸货量或净装货量。最后，将每个有效航次按照表 2 中  $F_n$  与 NDT 关系，选取对应 K 值，根据（2）中公式计算压载水量，并按照船型进行汇总，得到各船型压载水输入和输出量。

### 4 结果与讨论

#### 4.1 结果

##### 4.1.1 船舶压载水输入量

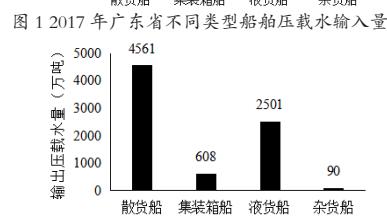
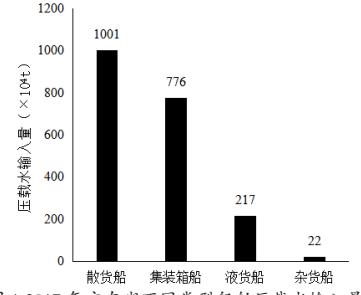
2017 年广东省船舶压载水输入总量约为  $2016 \times 10^4$ t。

进一步分析不同类型船舶压载水输入量（见图 1），结果表明散货船的压载水输入量最多，约为  $1001 \times 10^4$ t，占总输入量 50%；其次为集装箱船，占总输入量的 38%；液货船和杂货船输入压载水量分别约占总输入量的 11% 和 1%。

##### 4.1.2 船舶压载水输出量

2017 年广东省船舶压载水输出总量约为  $7760 \times 10^4$ t，是当年船舶压载水输入量的 3.8 倍。

进一步分析不同类型船舶压载水输入量（见图 2），结果表明散货船的压载水输出量最多，约为  $4561 \times 10^4$ t，占总输入量 59%；其次为液货船，占总输出量的 32%；集装箱船和杂货船输出压载水量分别约占总输入量的 8% 和 1%。



#### 4.2 讨论

zhang 等<sup>[13]</sup>人的研究结果显示，2014 年珠江三角洲地区船舶压载水输入量为  $8950 \times 10^4$ t，本文估算的 2017 年广东省船舶压载水输入量为  $2016 \times 10^4$ t，低于上述研究结果。zhang 等通过建立典型船型压载水装载量与载重量之间的比值估算我国近海入境船舶压载水输入量。该方法假定压载水加注作业与货物装载作业为线性关系，忽略了船舶少量货物装载变化并不引起船舶加注压载水现实，导致总体估算值偏大。

本文采取的船舶压载水加注分类方法以及参数取值参考了国际实船调研结果，参数可能不符合我国实际情况，须进一步依据我国实船情况进行验证和修正。具体可通过选择相当数量入境广东的 4 类国际航行船舶，观察并记录货物作业量与压载水作业量，并收集该船 NDT 数据，再对上述数据进行统计分析。将压载水作业量作为因变量，货物作业量作为自变量，船舶 NDT 为参数，建立三者间数量关系，获得压载水加载参数取值规律。根据所获得的压载水加载参数与本研究中 K 值取值规律相比较，可对 K 值在广东省的适用程度进行判断，并根据实船数据结果进行修正。

此外，本研究计算中存在少量无法匹配的进港或出港数据，因此建议未来在登记船舶查验数据时应更仔细，

# 大数据在船舶港内操纵避碰方面的应用

邱训志

(上海港引航站，上海 200082)

**摘要：**新时期背景下，我国海洋事业的影响范围不断扩大，海洋事业也迎来了全新的发展契机。然而，受技术约束以及海上各种不确定因素影响，船舶在海上航行中会发生各类碰撞事故，致使船舶遭受巨大的经济损失。要想避免各种事故频繁发生，应重视大数据技术在船舶港内操纵避碰方面的应用，确保船舶能够安全稳定运行。基于此，本文主要介绍了大数据信息集成平台的特征，详细分析了导航大数据技术的基本构成以及功能分析，并给予如何合理运用大数据模拟技术，从而保证船舶能够按照更加科学合理的路线稳定运行。

**关键词：**大数据；导航；操纵避碰

中图分类号：U675.96 文献标识码：A

文章编号：1006—7973 (2022) 11—0058—03

现如今，航运以及港口事业的蓬勃发展，促使行驶在海面上的船舶数量急剧增多，导致船舶发生碰撞事故的几率不断攀升，严重导致船舶在港内航行以及操纵的风险逐渐增加。近些年来，由于船舶操纵人员的操作失误导致各类意外事故频繁发生，再加上人力资源成本的持续上涨以及导航技术的不断更新，大数据技术的充分运用，促使从事船舶操纵人员的操控水平以及避碰技巧愈发优秀。大数据协助操纵技术的应用是一项极其复杂的智能集成系统，避免船舶发生碰撞已成为了此套系统

的主要目标，因此，此项系统应具备防止碰撞移动以及不移动的障碍物；多个目标在港内航行协助避碰，并预留出足够的距离等相关条件。

## 1 大数据信息集成平台

大数据主要是指海量以及巨量的数据，这类数据多数源自各类船舶随时随地产生的数据，在大数据信息平台中，无论任何微小的数据都能够产生更强的作用价值。在大数据背景下，各个行业都可以充分享受到大数据所

保证船名、吨位等基本数据齐全，进出港查验无一遗漏。

### 参考文献：

- [1] GEF—UNDP—IMO GloBallast Partnerships and IOI. Guidelines for National Ballast Water Status Assessments. GloBallast Monographs No. 17[M]. London: CPI Books Limited, 2009.
- [2] Carlton J T. Biological invasions and biodiversity in the sea: The ecological and human impacts of nonindigenous marine and estuarine organisms[R]. Connecticut USA: Williams College, 1994.
- [3] 黄鹏, 郑裕强, 刘莉, 潘德观. 远洋船舶压舱水卫生学调查与评价. 中国国境卫生检疫杂志. 2002;25(z1):70—2.
- [4] 林继灿, 杨泽, 吴博慈, 曾卫东, 叶立青, 赵俊华等. 珠海港进出境船舶压舱水致病性弧菌的流行病学调查结果分析. 口岸卫生控制. 2005;10(3):8—10.
- [5] 李俊成, 聂维忠, 李德昕, 常征. 国际航行船舶压舱水生物监测调查报告. 中国国境卫生检疫杂志. 2003;26(z1):46—8.
- [6] 吴刚, 薛芳, 李云峰, 等. 国际船舶压载舱沉积物中病原微生物检测分析[J]. 中国公共卫生, 2010, 26(3):348—349.
- [7] 林继灿, 杨泽, 吴博慈, 曾卫东, 叶立青, 赵俊华等. 珠海港进出境船舶压舱水致病性弧菌的流行病学调查结果分析. 口岸卫生控制. 2005;10(3):8—10.
- [8] 中国港口协会. 2020 年 12 月全国港口货物、集装箱吞吐量统计. 2021.<http://www.port.org.cn/info/2021/207394.htm>.
- [9] Farley R B. Analysis of Overseas Vessel Transits into the Great Lakes and Resultant Distribution of Ballast Water[C]. Agu Fall Meeting. AGU Fall Meeting Abstracts, 1996.
- [10] Choi H S, Kim H S, Lee S G. An Estimation of the Amount of Ship's Ballast Water to be Discharged at Korean Major Ports[J]. 2009.
- [11] Enshaie H, Mesbahi E. Development of a methodology for estimation of ballast water operation in UK ports[J]. Maritime Policy & Management.
- [12] David M , Perkovi M , Suban V , et al. A generic ballast water discharge assessment model as a decision supporting tool in ballast water management[J]. Decision Support Systems, 2012, 53(1):175—185.
- [13] Zhang X , Bai M , Tian Y , et al. The estimation for ballast water discharged to China from 2007 to 2014[J]. Marine Pollution Bulletin, 2017, 124(1):89—93.