

文章编号: 1674-5566(2018)03-0425-06

DOI:10.12024/jsou.20171210008

## 上海口岸入出境船舶压载水的致病微生物携带情况调查

张子龙<sup>1,2</sup>, 李深伟<sup>1,2</sup>, 张晓航<sup>1,2</sup>, 李晓虹<sup>1,2</sup>, 贾巍<sup>1,2</sup>, 吴惠仙<sup>3,4</sup>, 田桢干<sup>1,2</sup>

(1. 上海国际旅行卫生保健中心, 上海 200135; 2. 上海出入境检验检疫站, 上海 200135; 3. 上海海洋大学 海洋生态与环境学院, 上海 201306; 4. 上海海洋大学 港航生态安全研究中心, 上海 201306)

**摘要:** 据国际海事组织统计, 每年在全球运输的压载水超过 100 亿吨, 每天约有超过 7 000 种生物随船舶压载水在全球范围内迁移, 这些迁移的生物极易造成生物入侵。为了评估上海及附近海域受外来生物“侵袭”的风险, 尤其是上海口岸入境的国际航行船舶压载水中致病微生物携带情况, 我们采用自制采样器采集洋山、崇明及外高桥等港口入境船舶压载水样, 参照国标 GB/T5750.12—2006 和生活饮用水规范(2001), 对样品进行实验室培养和检测。结果显示在调查的 20 艘来自国外船舶的压载水中, 检测到了肠致病性的气单胞菌和肠球菌, 在某些船的压载水中还检测到了铅黄肠球菌。在 3 艘外来船舶的 4 个样本中检测到大肠菌群, 细菌总数检测在  $10^3 \sim 10^4$  cfu/mL, 霍乱弧菌未检出。研究结果说明当前上海口岸入境船舶压载水中存在风险, 也警示我们应该加强压载水的管理。对于新发现的单胞菌, 也应加强检测方法及标准的建立。为更好地应对实施的国际压载水海洋公约, 我们应该针对入境的船舶压载水, 展开更广泛地调查, 采集更多的数据, 对外来微生物进行更详细的风险评估。

**关键词:** 船舶; 压载水; 致病微生物; 物种入侵

**中图分类号:** R 185.3      **文献标志码:** A

上海港地处长江东西运输通道与海上南北运输通道的交汇点, 是我国对外开放, 参与国际经济大循环的重要口岸。随着港口和海洋贸易的迅猛发展, 大量远洋船舶通过压载水和船底附着生物将外来生物携带进入上海港口, 成为海洋外来生物入侵的主要途径, 给港口及周边海域带来了巨大的生态压力。

船舶装载压载水是为了使船体保持平衡, 保证航行安全的一种有效措施<sup>[1]</sup>。压载水往往在船舶装载货物时被排入海中, 压载水含大量致病性病原菌, 这些病原菌一旦流入新环境, 将严重破坏当地生态, 对人类健康构成威胁<sup>[2-5]</sup>。国际海事组织(International Maritime organization, IMO)指出, 这些外来物种的入侵, 是对全球海洋健康造成致命性威胁的元凶之一。如澳大利亚的毒性双鞭毒藻事件, 1991 年霍乱首次通过船舶压载水传入南美洲事件, 欧洲的斑马贝经过压载

水带到了北美洲五大湖事件等, 给当地造成了极大的危害<sup>[6]</sup>。因此开展上海口岸压载水携带的致病微生物的调查和研究工作, 对于预防海洋物种入侵, 防止致病菌的传播具有重要意义。

自 2001 年开始, 我国先后在 11 个港口进行压载水携带外来生物的研究活动共 15 次, 调查项目涵盖了微生物以及浮游生物等指标, 但是这些调查对于各种微生物的具体物种没有展开详细研究。林纪灿对于珠海港的船舶压载水进行了致病性弧菌检测, 发现压载水中致病弧菌检出率为 86.20%, 并分离到 12 种致病弧菌<sup>[7]</sup>。王爱民对湛江口岸国际船舶压载水进行检测, 未发现致病微生物, 大肠菌群阳性率为 8.6%<sup>[8]</sup>。李俊成对秦皇岛区域国际船舶压载水进行检测, 未检测到致病菌, 大肠菌群阳性率为 17.65%<sup>[9]</sup>。

为了解上海港船舶压载水细菌总数、总大肠菌群、霍乱弧菌和肠球菌的流行病学情况, 为探

收稿日期: 2017-12-16      修回日期: 2018-03-03

基金项目: 国家质量基础的共性技术研究与应用专项(2016YFF0203204-2); 上海出入境检验检疫局项目(HK055-2014)

作者简介: 张子龙(1982—), 男, 博士, 研究方向为压载水中致病微生物。E-mail: heilong82@163.com

通信作者: 田桢干, E-mail: tianzhenganciq@163.com

讨压载水卫生管理和卫生处理方法提供参考依据,我们对入出境上海口岸洋山港、崇明港、外高桥港的 20 艘船舶的压载水进行了致病微生物的分布调查和病原学研究,发现其中两艘船舶存在总大肠菌群,另外发现了三种致病单胞菌和一株致病性肠球菌。这些有害微生物的存在,提醒我们要进一步对压载水及其他可能的传播方式进行监督监控,建立上海港外来入侵生物监测技术体系,形成港口外来微生物业务化监测运行机制,提高地方海洋管理和监测部门履行海洋外来物种监测和防控的能力,为保障上海港海域的生态安全和疾病防控提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

对来自不同国家和地区的 20 艘船舶的压载水中微生物(包括细菌总数、总大肠菌群和霍乱弧菌和肠球菌等)进行调查。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 样本采集

船舶在入境检疫时进行压载水采集,采样时根据压载水的水位采集 1~3 个点。

#### 1.2.2 检验项目及方法

(1) 细菌总数:参照 GB/T 5750.12—2006<sup>[10]</sup> 进行检测。

用灭菌的生理盐水依次按照 1:10, 1:10<sup>2</sup>, 1:10<sup>3</sup>, 1:10<sup>4</sup> 等稀释待检水样,将待检水样及稀释液各取 1 mL 分别加入灭菌的营养琼脂平板中培养 48 h,并进行计数。

(2) 总大肠菌群:参照 GB/T 5750.12—2006<sup>[10]</sup> 进行检测。

通过乳糖发酵试验,如果所有乳糖蛋白胨培养管都不产气产酸,则可报告为总大肠菌群阴性,如有产酸产气者,则进行伊红美蓝琼脂平板的分离培养,并进行革兰氏染色、镜检和证实试验。

根据确认为总大肠菌群阳性的管数,查 MPN 检索表,报告每 100 mL 水样的总大肠菌群最可能值,5 管法结果见表 1,稀释样品查表后所得结果应乘以稀释倍数,所有乳糖发酵管阴性时,可报告总大肠菌群未检出。

表 1 用 5 份 10 mL 水样时各种阳性和阴性结果组合时的最大可能数(MPN)

Tab. 1 Most Probable Number (MPN) of 5 samples of each for 10 mL

5 个 10 mL 水样时阳性管数 Positive Number	最可能数(MPN) Most Probable Number
0	<2.2
1	2.2
2	5.1
3	9.2
4	16.0
5	>16

(3) 霍乱弧菌:参照 SN/T1022—1010<sup>[11]</sup> 进行检测

取 25 mL 待检测水样,接种到碱性蛋白胨水增菌培养基,在 37 ± 1 °C 培养 24 h,取该增菌液接种到碱性蛋白胨水增菌培养基上,41 ± 1 °C 培养 18 ± 1 h。

将上述增菌后的培养物接种到 TCBS 琼脂和 CHROM ID VIBRIO 弧菌显色培养基平板以获得分离纯化的菌落,进而进行镜检,并将分离的菌落接种到营养琼脂平皿上过夜培养,挑选 3~5 个较大的单菌落,稀释到生理盐水中,通过梅里埃 VITEK2 全自动细菌鉴定仪鉴定。

(4) 肠球菌:参照 SN/T2206.5—2009<sup>[12]</sup> 和 BS EN ISO 7899—2:2000, BS 6068—4.4—2000<sup>[13]</sup> 进行检测。

在无菌条件下,对 100 mL 待检测液进行抽滤,抽滤的滤膜孔径为 0.45 μm,将抽滤后的滤膜用无菌的镊子放入 KF 固体培养基的平皿中培养 24 h 后,在 KF 琼脂平板上形成暗红色至粉红色典型或可疑菌落进行观察及计数。取上述可疑菌落进行革兰氏染色,并通过 VITEK2 全自动细菌鉴定仪鉴定。

## 2 结果

### 2.1 细菌总数检测

对水样进行检测,1:10<sup>2</sup> 的稀释度平皿进行计数比较合适,细菌总数经检测为 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup> cfu/mL 之间,平均值为 3.8 × 10<sup>3</sup> cfu/mL。

## 2.2 总大肠菌群检测

对总大肠菌群的检测显示,其中有三条船共4份水样中检测到了总大肠菌群,查MPN表发现其分别为9.2、>16和5.1,其余样本的MPN值<2.2,见表2。

## 2.3 霍乱弧菌检测

对20艘船共33个水样进行检测,未发现霍乱弧菌的存在。在检测霍乱弧菌的过程中,经过初筛发现了有两艘船压载水中的细菌能在碱性蛋白水中生长,经过进一步鉴定发现分别是嗜水

气单菌/豚鼠气单菌(*Aeromonas hydrophila/caviae*)和少动鞘氨醇单胞菌(*Sphingomonas paucimobilis*)。

## 2.4 肠球菌检测

经过筛查,22份样本检测到肠球菌疑似菌,进一步鉴定发现,只有一份样本为铅黄肠球菌,其他为非致病性球菌。这些菌分布在共15艘船的22个样本中,其菌落数目在3~86 cfu/100 mL,表2,3。

表2 入境船舶压载水中微生物检测表(船名采用代码表示)

Tab.2 Microorganism detected in the ballast water of ships entering Shanghai port (name of ships instead by codes)

船名 Ship's name	取水部位 Sampling location	总大肠菌群 Total coliform	霍乱弧菌 <i>Vibrio cholerae</i>	肠球菌 <i>Enterococcus</i>	肠球菌疑似菌 <i>Doubtful Enterococcus</i>
1	上	<2.2	-	-	-
	下	<2.2	-	-	-
2	中	<2.2	-	-	-
3	上	<2.2	-	-	-
	下	<2.2	-	-	-
4	上	<2.2	-	-	-
	下	<2.2	-	-	-
5	上	<2.2	-	-	8
	下	<2.2	-	-	13
6	上	<2.2	-	-	-
	下	<2.2	-	-	3
7	上	<2.2	-	-	15
	下	<2.2	-	-	25
8	上	<2.2	-	-	-
	下	<2.2	-	-	93
9	上	<2.2	-	-	53
	下	<2.2	-	-	49
10	中	9.2	-	-	26
11	上	>16	-	-	78
	下	>16	-	-	45
12	上	<2.2	-	-	18
	下	<2.2	-	-	7
13	中	<2.2	-	-	9
14	中	<2.2	-	-	62
15	上	<2.2	-	-	86
	下	<2.2	-	-	79
16	中	<2.2	-	-	4
17	中	<2.2	-	-	27
18	上	<2.2	-	-	13
	下	<2.2	-	-	5
19	中	5.1	-	14	-
20	中	<2.2	-	-	13

注:根据船舱内压载水深度确定采样,水深超过1.5 m采集上下水深共两个样,水深低于1.5 m,则只采集中间深度一个样本。“-”表示未检出

Note: If the water depth exceeded 1.5 m, top sample and bottom sample should be collected. If the water depth was lower than 1.5 m, middle sample should be collected

表 3 上海口岸 20 艘船舶压载水微生物检测结果汇总  
Tab.3 Summary of microorganism detected in ballast water of 20 ships entering Shanghai port

微生物检出 Microbiological detection	总大肠菌群阳性船 (MPN) Total positive number of coliform bacteria	霍乱弧菌 /(cfu/100 mL) <i>Vibrio cholerae</i>	肠球菌 /(cfu/100 mL) <i>Enterococcus</i>	肠球菌疑似菌 /(cfu/100 mL) <i>Doubtful Enterococcus</i>
0~10 (2.2~10)	2	0	0	4
10~100	1	0	1	11
>100	0	0	0	0

注:每艘船多个水样的取检测结果的平均值,以船为单位汇总结果

Note: The result was the average value of multiple samples, Summary results stood for the unit with one ship

### 3 讨论

本次调查的 20 艘国际航行船舶,其中外籍船舶 14 艘,中国籍船舶 6 艘。其压载水装自太平洋及大西洋地区。在调查的 20 艘船舶中,有三艘船舶(15%)的压载水中总大肠杆菌不符合国家标准 GB/T 5750 规定,与湛江口岸<sup>[8]</sup>的 8.6% 和秦皇岛口岸<sup>[9]</sup>的 17.64% 相比,处于中间水平。

细菌总数的测定平均值为  $3.8 \times 10^3$  cfu/mL,远小于湛江口岸<sup>[8]</sup>的 16 444 cfu/mL。本次研究还发现大量球菌的菌群,以及一株致病性铅黄肠球菌,也不符合标准 SN/T2206.5—2009 和 BS EN ISO 7899-2:2000。这些致病性微生物的存在都说明了压载水存在的风险。在检测霍乱弧菌的过程中,发现并鉴定了两株其他的有害致病菌,其中一株是弧菌科的气单胞菌,可能是嗜水气单胞菌/豚鼠气单胞菌 (*Aeromonas hydrophila/caviae*),需要进一步进行鉴定。嗜水气单胞菌对鱼蛙等冷血动物和小鼠、豚鼠、家兔等温血动物均有致病性。常引起人霍乱样腹泻,有时还可引起创伤感染、脑膜炎、肺炎、尿路感染等<sup>[14-15]</sup>。豚鼠气单胞菌 (*A. caviae*),还可引起人的感染发病,引起人类和动物的腹泻,在全世界许多国家都有发现,我国近年来相继也有不少报道<sup>[16-17]</sup>。

另一株有害致病菌是少动鞘氨醇单胞菌 (*Sphingomonas paucimobilis*),是革兰阴性非发酵菌,属鞘氨醇单胞菌属,有 12 个种,在很多临床标本如血液、脑脊液、腹水、尿液、泌尿生殖道分泌物、创面以及医院环境监测标本中可以分离到,并且可以引起医院感染,以发热、体温升高为主,临床症状不典型<sup>[18-20]</sup>。

对肠球菌的检测中发现大量能在 KF 培养基上生长的菌种,并且菌的颜色和形态也很像肠球菌,但是经过鉴定,只有一株是铅黄肠球菌

(*Enterococcus casseliflavus*)。铅黄肠球菌可引起抵抗力低下宿主的多种机会感染。铅黄肠球菌引起的感染在临床上均有体温升高、皮疹及相应感染灶部位的表现。临床上不仅可引起尿路感染、皮肤软组织感染还可引起危及生命的腹腔感染、败血症、心内膜炎和脑膜炎等<sup>[21-23]</sup>。

本次研究结果发现,压载水携带了致病菌的,往往不是单一的致病菌,而是多种致病菌共存。在进行膜过滤的过程以及水质分析的过程中也可发现这些水杂质较多,较混浊,这也为致病菌的存在提供了环境。而这些致病菌的存在大大增加了压载水排入沿海口岸后的传染病风险,一方面是增加了口岸居民感染的可能性,另一方面这些微生物很可能是外来物种,容易引起物种的侵袭,影响本地的生态学和造成生物污染等。因此,加强出入境压载水的管理,防止致病微生物的传播,应当引起当前口岸及相关部门的重视。

### 参考文献:

- [1] SN/T 1343-2003. 出入境船舶压载水消毒规程 [S]. SN/T 1343-2003. Codes of disinfection for ballast water in entry-exit ships [S].
- [2] ROBERTS L. Zebra mussel invasion threatens U. S waters; Damage estimates soar into the billions for the zebra mussel, just one of many invaders entering U. S. waters via ballast water [J]. Science, 1990, 249(4975): 1370-1372.
- [3] HALLEGRAEFF G M, BOLCH C J. Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ship's ballast water; implications for plankton biogeography and aquaculture [J]. Journal of Plankton Research, 1992, 14(8): 1067-1084.
- [4] 全球压载水管理项目中国国家项目实施小组. 全球更换压载水项目管理 [J]. 交通环保, 2001(1): 1-4. China national project implementation group for the global ballast water management project. Global Replacement Of Ballast Water Management Project [J]. Traffic Environmental Protection, 2001(1): 1-4.
- [5] CHU K H, TAM P F, FUNG C H, et al. A biological survey of

- ballast water in container ships entering Hong Kong [J]. *Hydrobiologia*, 1997, 352: 201-206.
- [6] 张硕慧. 船舶压载水转移外来物种机制的探讨[J]. *中国航海*, 2002(1): 43-47.  
ZHANG S H. Discussion on Mechanisms of Non-Indigenous Species Transfer via Ship's Ballast Water[J]. *Navigation of China*, 2002(1): 43-47.
- [7] 林继灿, 杨泽, 吴博慈, 等. 珠海港进出境船舶压载水致病性弧菌的流行病学调查结果分析[J]. *口岸卫生控制*, 2005, 10(3): 8-10, 18.  
LIN J C, YANG ZE, WU B C, et al. Analysis on epidemiologic investigation result of ballastic water in entry-exit shipping for pathogenic vibrio in Zhuhai Port [J]. *Port Health Control*, 2005, 10(3): 8-10, 18.
- [8] 王爱民, 许炳芬, 陈宗辉, 等. 国际航行船舶压载水外来有害生物研究[J]. *检验检疫科学*, 2007, 17(3): 9-11.  
WANG A M, XU B F, CHEN Z H, et al. External Harmful Living Beings in Ballast Water on Cross Border Vessel[J]. *Inspection And Quarantine Science*, 2007, 17(3): 9-11.
- [9] 李俊成, 聂维忠, 李德昕, 等. 国际航行船舶压载水生物监测调查报告[J]. *中国国境卫生检疫杂志*, 2003, 26(s1): 46-48.  
LI J C, NIE W Z, LI D X, et al. The investigation report on biological Surveillance of ballast's water of international shipping[J]. *China Journal of Frontier Health Quarantine*, 2003, 26(s1): 46[J]48.
- [10] 中华人民共和国卫生部, 中国国家标准化委员会. GB/T 5750.12-2006 生活饮用水标准检验方法 微生物指标[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007.  
Ministry of Health of the People's Republic of China, China National Standardization Management Committee. GB/T 5750.12-2006 Standard examination methods for drinking water-Microbiological parameters [S]. Beijing: China Standard Press, 2007.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. SN/T 1022-2010 进出口食品中霍乱弧菌检验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.  
People's Republic of China General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 1022-2010 Detection of *Vibrio cholerae* in food for import and export [S]. Beijing: China Standard Press, 2010.
- [12] 国家质量监督检验检疫总局. SN/T 2206.5-2009 化妆品微生物检验方法 第5部分: 肠球菌[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.  
State Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine. SN/T 2206.5-2009 Determination of microbiological in cosmetics-part 5: enterococci[S]. Beijing: China Standard Press, 2009.
- [13] BSI. BS 6068-4.4-2000 Water quality Detection and enumeration of intestinal enterococci in surface and waste water-Part 2: Membrane filtration method[S]. BSI, 2000.
- [14] 陆承平. 致病性嗜水气单胞菌及其所致鱼病综述[J]. *水产学报*, 1992, 16(3): 282-288.  
LU C P. Pathogenic *Aeromonas hydrophila* and the fish diseases caused by it [J]. *Journal Of Fisheries Of China*, 1992, 16(3): 282-288.
- [15] 杨守明, 王民生. 嗜水气单胞菌及其对人的致病性[J]. *疾病控制杂志*, 2006, 10(5): 511-514.  
YANG S M, WANG M S. *Aeromonas hydrophila* and its pathogenesis to humans[J]. *Chinese Journal of Disease Control & Prevention*, 2006, 10(5): 511-514.
- [16] 曲芬, 鲍春梅, 崔恩博, 等. 气单胞菌不同种的流行及耐药性[J]. *中国抗感染化疗杂志*, 2004, 4(5): 302-305.  
QU F, BAO C M, CUI E B, et al. Prevalence And Antimicrobial Resistance of Different *Aeromonas* Species[J]. *Chinese Journal of Infection Chemotherapy*, 2004, 4(5): 302-305.
- [17] 李希涛, 刘万顺, 孟文杰. 临床感染豚鼠气单胞菌 21 例分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2002, 12(4): 315-316.  
LI X T, LIU W S, MENG W J. An Analysis of 21 Cases of *Aeromonas* With Clinical Infection in Guinea Pigs [J]. *Chinese Journal of nosocomial infection*, 2002, 12(4): 315-316.
- [18] 曲芬. 气单胞菌感染的研究进展[J]. *传染病信息*, 2006, 19(1): 22-23.  
QU F. Advancement in researches of infection by *Aeromonas* [J]. *Infectious Disease Information*, 2006, 19(1): 22-23.
- [19] 赵渊, 余军, 顾保罗. 少动鞘氨醇单胞菌临床感染分析及药敏监测[J]. *健康研究*, 2009, 29(4): 263-265.  
ZHAO Y, YU J, GU B L. Clinical infection and bacterial resistance surveillance of *Sphingomonas sphingomonas* [J]. *Health Research*, 2009, 29(4): 263-265.
- [20] 陈明亮, 王刚毅, 许学斌, 等. 少动鞘氨醇单胞菌引起小儿败血症合并脑膜炎 1 例[J]. *微生物与感染*, 2010, 5(3): 160-162.  
CHEN M L, WANG G Y, XU X B, et al. A case of septicemia complicated with meningitis in a child caused by *Sphingomonas paucimobilis* [J]. *Journal of Microbes and Infections*, 2010, 5(3): 160-162.
- [21] 王晓芳, 李建平, 华春珍, 等. 儿童血培养分离到少动鞘氨醇单胞菌 40 例临床分析[J]. *浙江医学*, 2013, 35(16): 1505-1507.  
WANG X F, LI J P, HUA C Z, et al. Clinical features of children with positive blood culture for *Sphingomonas paucimobilis*[J]. *Journal of Zhejiang Medical*, 2013, 35(16): 1505-1507.
- [22] 谢琴秀, 熊自忠. 21 例铅黄肠球菌感染的临床特征分析[J]. *安徽医药*, 2008, 12(10): 925-926.  
XIE Q X, XIONG Z Z. Clinical analysis of 21 cases with infection of *Enterococcus casseliflavus*[J]. *Anhui Medical and Pharmaceutical Journal*, 2008, 12(10): 925-926.
- [23] 郭萍, 郭莉, 颜秉兴, 等. 新生儿败血症血液中检出铅黄肠球菌[J]. *中华检验医学杂志*, 2001, 24(5): 277-277.  
GUO P, GUO L, YAN B X, et al. Neonatal cepsis in the blood

## Investigation on the pathogenic microorganisms carried by ballast water of ships exiting and entering Shanghai port

ZHANG Zilong<sup>1,2</sup>, LI Shenwei<sup>1,2</sup>, ZHANG Xiaohang<sup>1,2</sup>, LI Xiaohong<sup>1,2</sup>, JIA Wei<sup>1,2</sup>, WU Huixian<sup>3,4</sup>, TIAN Zhengang<sup>1,2</sup>

(1. Shanghai International Travel Healthcare Center, Shanghai 200135, China; 2. Shanghai Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200135, China; 3. College of Marine Ecology and Environment, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 4. Centre for Research on the Ecological Security of Ports and Shipping, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** According the IMO(International Maritime Organization), more than 10 billion tons ballast water was transported, with more than 7 000 species with the ship ballast water migration in the global scope. In order to assess the risk of being "invaded" by alien organisms in Shanghai and the surrounding sea areas and to investigate pathogenic microorganisms in ballast water from International ships sailing to Shanghai, we have collected ballast water samples from ships berthed in Yangshan port, Chongming port and Waigaoqiao Port for detection. Sample preparation, incubation and detection and identification are operated as the government standard GB/T5750. 12-2006 and Standards for Drinking Water Quality(2001). The results showed some *Aeromonas* and Enteropathogenic Mononucleosis were detected, including *Enterococcus casseliflavus*. The total bacterial count of all the ballast water samples was in the range of  $10^3 - 10^4$  cfu/ml. Coliform was found in 4 samples from 3 ships, while *Vibrio cholera* had not been detected. The result demonstrated the risks of pathogenic microorganism in the ballast water of the ships at the Shanghai Port, which warns us to strengthen the management of ballast water. For newly detected pathogenic bacteria, detecting methods and standards should also be established. For the strategy to International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments, we should do more survey and collect more data for more detailed assessment about the risk of the incoming ships's ballast water.

**Key words:** ship; ballast water; pathogenic microorganism; species invasion