

# 邮轮旅游的环境污染测算和控制情景分析

——以上海港为例

李华, 吕思莉

(上海海事大学经济管理学院 上海 201306)

**摘要:** 邮轮旅游是“漂浮在黄金水道上的黄金产业”。邮轮旅游业在产生可观经济效益的同时,也带来了较大的环境污染问题。文章在总结和介绍邮轮主要污染类型及其影响的基础上,对我国作为目的地市场接待邮轮乘客产生的污染物量进行定量估算,并着重对上海港邮轮环境污染进行控制情景分析。由此对我国邮轮环境污染控制提出相应对策,主要包括制定政策法规、燃料和排放标准以及科技创新、经济激励和宣传教育等方面。

**关键词:** 邮轮旅游; 环境污染; 生态保护; 污染防治

中图分类号: P7

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2016)12-0032-07

## Estimation of Cruise Environmental Pollution and Analysis on Control Scenario: a Case Study in Shanghai

LI Hua, LV Sili

(School of Economics and Management, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

**Abstract:** Cruise tourism is known as “the gold industry floating on the golden waterway”. Cruise tourism has brought considerable economic benefits, but also has caused serious environmental problems. Based on the summary and presentation about main types of cruise pollutants and its impact, this paper estimated the amount of cruise tourism pollutants in China as a destination market and focused on cruise environmental pollution by analyzing control scenarios of Shanghai port. Accordingly, there are some corresponding countermeasures on cruise environmental pollution in China, including the policies and regulations, fuel and emissions standards, technological innovation, economic incentives, propaganda and education and other aspects.

**Key words:** Cruise tourism, Environmental pollution, Ecological protection, Pollution prevention and control

## 1 引言

邮轮旅游起源于欧洲,始于 18 世纪末,兴盛于 20 世纪 60 年代。作为海上黄金产业,邮轮旅游的全球经济贡献度超过千亿美元。亚洲无论是作为目的地还是客源地,邮轮旅游发展迅速。然而邮轮旅游作为综合性产业,在推动港口地区及国家经济发展的同时也带来诸多环境问题;由于邮轮产业增长迅速且具有流动性和全球性特征,其对环境的影响愈发严重且监控难度大。《2030 中国航运发展展望》预计,2030 年中国有望超越英国、德国成为全球第一大邮轮旅游市场,因此环境问题更应得到关注。本文通过研究邮轮旅游对环境产生的影响,以我国为例对邮轮污染物量进行测算并重点对上海港进行控制情景分析,根据结果探讨控制对策,以期在取得经济效益、社会效益的同时兼顾环境效益。

## 2 相关概念与研究进展

### 2.1 邮轮与邮轮旅游

邮轮即航行于内河或海上的,生活、娱乐度假与休闲设施配备齐全的,专门用于载客观光游览的,定线、定期的大型客运船舶。邮轮产业是交通运输业、观光与休闲业和旅游业三者的交叉集合体。邮轮旅游是以邮轮为载体进行的海上观光休闲度假与岸上观光相结合的一种新型旅游活动,邮轮旅游业是邮轮产业链的核心,包括邮轮运营、邮轮港口服务及岸上观光等<sup>[1]</sup>。本文选取的研究对象是远洋邮轮。

### 2.2 邮轮旅游产生的污染类型

邮轮就像一个移动的小城市,其产生的大量垃圾加重海洋尤其是近海的环境压力,航行时如燃油泄漏对海洋和港口也会造成一定程度的污染。国内外许多学者研究邮轮对区域环境的影响,本文综合多数研究者的观点,认为邮轮这种大型高端客运船舶能为游客的远洋旅行提供一站式服务,其对海洋环境的影响主要包括水污染(黑水、灰水、舱底油污水、压载水等)、大气污染(碳氧化物、氮氧化物、硫氧化物等)、有毒废物、固体废弃物、噪声污染、生态光污染、碰撞野生动物等。

水污染方面,黑水即污水,主要来自邮轮的卫生间和医疗设施,含有细菌、病原体、病毒、肠道寄

生虫和有害的营养物质,若未经妥善处理将会影响渔业和贝类养殖场,此外富营养物质(如氮和磷)促进藻类生长、消耗水中氧气,将危害鱼类和其他水生生物的生存;灰水主要来自浴室、水池、厨房、洗衣房及船上的一些清洁活动,是水污染的主角,含有洗涤剂、清洗剂、油脂、金属、杀虫剂以及医疗废物,卫生和洗浴设备常用的一些化学品和除臭剂中含有氯、季铵化合物和甲醛,对海洋生物具有潜在的不良影响;压载水在邮轮航行时被大量利用,通常在停靠港的沿海水域排放,包含各种生物物种如植物、动物、病毒、细菌等,多为外来入侵物种,可能对生态系统造成严重危害甚至影响人类健康;舱底油污水包括来自发动机和其他机械的燃料、油、废水,可能还包括固体废物如破布、金属碎屑、油漆、玻璃和清洁剂等,对鱼类和海洋生物存在很大威胁,人类一旦摄食健康将受到影响。

大气污染主要是邮轮发动机燃烧含硫量高的燃油和邮轮焚烧炉燃烧大量废弃物导致的,除一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物外,还产生二氧化硫、氮氧化物和可吸入颗粒等。

有毒废物一般包括清洗设备和印制照片使用的化学物、重金属物、油漆、溶剂和废电池以及使用荧光和汞蒸气灯泡,虽然邮轮产生的量相对较小但其严重性不容忽视,必须小心处理,避免混入其他废物流。

固体废弃物包括塑料、纸、木头、板材、食物残留、罐头瓶、玻璃以及游客丢弃的各种其他废物,一个中等大小的邮轮每周可产出超过 8 t 的废弃物。

噪声污染即船舶在远洋航行时产生大量噪声,而一些海洋物种依赖声音辨别方向、沟通和喂养,噪声将影响其生存。

生态光污染一般由邮轮夜行晓泊、演出活动较多造成,影响海洋生物的自然生活规律,尤其对需要黑暗环境的生物在辨别方向、季节性迁徙、喂食、繁衍等方面产生影响。此外,还会促进藻类繁殖,从而制造赤潮,阻碍海龟和海鸟等生物辨别方向,从而影响其生存。

碰撞野生动物即海洋动物可能因为船舶碰撞而受伤或死亡。

### 2.3 邮轮及邮轮旅游对环境的影响

邮轮旅游产生的环境污染主要来自邮轮船舶本身和其运载的邮轮乘客。由于邮轮是定线定期的客运船舶,上述污染类型除噪声污染、生态光污染、碰撞野生动物外,在获得相关船舶数据信息的前提下可以估算其产生的影响程度。学者 Hrvoje Cari<sup>[2]</sup>于2010年估算一艘载客量为3 000人的邮轮每位乘客每天产生污染物的量(表1)。

表1 每位乘客每天产生污染物的量

污染物	排放量
固体废弃物/kg	4
气体污染物 CO <sub>2</sub> /(kg·km <sup>-1</sup> )	0.4
黑水/L	40
灰水/L	340
舱底油污水/L	10
有毒废物/kg	0.16

在脆弱而敏感的海洋环境中,邮轮旅游污染是一个备受关注的新的跨国界污染现象。邮轮或锚泊、或停靠码头、或在海洋中航行,其排放对环境产生广泛的影响。Hrvoje Cari<sup>[3]</sup>运用环境影响矩阵(Environmental Impact Matrix, EIM)描述邮轮船舶对环境的潜在影响(表2),其中污染物排放包括以下方面:①废弃物(A),包含常规的、有毒的、漂浮

的持久性有机污染物;②气体(B),包含SOX、NOX、胶状颗粒物、挥发性有机化合物;③营养物(C);④细菌、病毒和其他病原(D);⑤防污杀菌剂(E);⑥石油及其衍生物(F);⑦外来入侵物种(G);⑧碰撞、物理干扰(H);⑨噪声(I);⑩光污染(J)。

此外,David Johnson<sup>[4]</sup>运用生命周期评价理论(Life Cycle Assessment, LCA)主要从5个阶段(设施、运营、运输、使用、处理)清晰地展示邮轮旅游这一产品各阶段对环境的影响。设施(原材料)阶段,邮轮船舶修建与维护、邮轮公司办事机构建设、港口码头及邮轮目的地基础设施建设会大量开采当地建设材料,对港口及附近地区的自然环境、生态系统、浅海海岸带造成影响;运营(生产)阶段,邮轮运营消耗水、电等能源,对所在海域造成废气、废水和固体废弃物等污染,邮轮起航和靠岸对海床生态系统造成伤害,压载水破坏生物多样性,航行可能碰撞海洋动物;运输(分配)阶段,邮轮搭载乘客、邮轮自身物资供应、乘客岸上观光等涉及的海陆空交通运输都会产生一定的污染;使用(消费)阶段,乘客和船员消耗不可再生能源,乘客过量和不良习惯对旅游目的地生态环境造成压力,甚至对当地文化产生影响等;处理(置放)阶段,邮轮旅游所产生的污水、固体废弃物、废电池等有毒废物的处置,以及邮轮港口的闲置、拆解、改造都会对环境造成影响。

表2 邮轮船舶环境影响矩阵

项目	污染物排放									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
气候变化	✓	✓				✓				
酸化		✓								
空气污染		✓								
细菌病毒污染	✓		✓	✓						
金属污染	✓	✓			✓	✓				
富营养化	✓		✓			✓				
生物多样性减少	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
生物栖息地破坏	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

目前我国学者在邮轮方面的研究多关注邮轮经济和港口建设以及邮轮产品等,对邮轮污染的测算较少,这方面需要依据大量数据和专业技术方

法,难度较大。基于学者研究成果,本文尝试主要从运营和运输两个阶段对邮轮环境污染量进行大致测算及控制情景分析。

### 3 邮轮环境污染的测算方法和数据

#### 3.1 邮轮主要污染物量的估算

由于在某一个国家或地区每年运营的各种邮轮船舶的规模不同,载客量、满载率也存在波动,并且现阶段相关数据十分有限,根据 Hrvoje Cari 对几种环境污染物测算的均值(表 1),结合我国近年来邮轮运力数据和航行天数进行估算,从整体通过数值直观地反映邮轮给环境带来的巨大影响。

#### 3.2 邮轮硫氧化物和颗粒物排放量的估算

目前关于船舶气体污染排放清单的计算方法包括自上而下的燃料法和自下而上的动力法,选用动力法,其计算公式<sup>[5]</sup>为:

$$E_i = \sum_{j,k} (T_j \cdot P_k \cdot LF_{j,k} \cdot EF_{i,k})$$

式中: $E$  为排放量(t); $i$  为排放气体类型(硫氧化物、颗粒物); $j$  为船的运作状态; $K$  为发动机类型(主机、辅机); $P$  为发动机额定功率(kW); $LF$  为负载因子、 $EF$  为排放因子(g /kW · h); $T$  为船上在每种运作状态下所花费的时间(h)。

计算所需要的信息包括邮轮船舶主机和辅机的额定功率、主机和辅机的负载因子、到港和离港的时刻、邮轮船舶在不同活动模式下持续的时间和发动机排放因子。根据实际情况,通常把船舶的活动模式分为 3 种,即巡航、进出港(减速至停靠状态)、泊岸(主机关闭、辅机和锅炉工作),本研究考虑进出港和泊岸过程产生的污染物对港口城市影响较大而且可控性较高,主要研究这两种模式产生的污染量。

本研究中所使用的数据均摘自美国加州空气资源管理委员会(California Air Resources Board, CARB)对于远洋船舶大气污染物排放估算中的“附录 D”,具体数值如表 3 至表 5 所示。

表 3 邮轮平均指标<sup>[6]</sup>

指标	数值
船速/节	21
主机功率/kW	0
辅机功率/kW	44 042
锅炉功率/kW	750

表 4 客船辅机负载特征

负载因子	数值
泊岸(Hoteling)	16
机动操纵(Maneuvering)	64
巡航(Transit)	80

表 5 排放因子

排放因子	g/(kW · h)	
	中速柴油机	锅炉
燃料	HFO	HFO
PM <sub>10</sub>	1.50	0.80
PM <sub>2.5</sub>	1.46	0.78
SO <sub>x</sub>	11.10	16.50

### 4 上海港邮轮环境污染的测算和控制情景分析

#### 4.1 全国和上海港邮轮旅游发展态势

2006—2014 年,邮轮旅游已成为中国游客出境游的重要选择之一<sup>[7]</sup>。我国接待邮轮出入境乘客总数大幅增长,邮轮旅游业持续上升发展,港口布局规划也逐步完善。为促进我国邮轮运输业健康可持续发展积累经验,2014 年 9 月起在天津、上海、厦门、三亚 4 港开展邮轮运输试点示范工作;2015 年 4 月 22 日《全国沿海邮轮港口布局规划方案》公布,明确未来一段时期我国邮轮港口发展将以始发港为主体,其中津冀以天津港为始发港、长江三角洲以上海港为始发港、东南沿海以厦门港为始发港、西南沿海以三亚港为始发港。

我国发展较为领先的 4 个邮轮港口即天津、上海、厦门和三亚,其中上海港邮轮靠泊艘次和游客数量明显较多,已主要作为母港接待邮轮。上海位于长江入海口,是长江三角洲的中心,区位优势显著,拥有两个邮轮接待码头即上海国际客运中心和吴淞口国际邮轮港。其中,上海国际客运中心有 880 m 黄金沿江岸线,水深 9~13 m,主要接待 7 万 t 及以下的邮轮,可以同时停靠 3 艘豪华邮轮;吴淞口国际邮轮港总面积 160 万 m<sup>2</sup>,主要停靠 8 万吨级及以上超级巨轮,可同时停靠 3 艘 10 万~15 万吨级的大型邮轮。此外,上海还拥有较好的政治经济条件、丰富的水上旅游业发展经验、充裕的客源和

完善的基础设施。上海港邮轮发展呈现两个特点：整体基本呈上升趋势，并且近年发展十分迅速；作为母港接待量快速增加，作为访问港接待量小幅减少。

#### 4.2 邮轮旅游的环境污染的测算结果

基于我国邮轮发展现状，运用上述测算方法，根据2008—2014年的邮轮床位天数 (bed-days) 估

算中国作为目的地接待邮轮乘客产生的污染物质，用数字直观地反映污染现象 (表6)；同时结合上海邮轮网和吴淞口国际邮轮港邮轮票务平台提供的2015年到访上海邮轮的进出港时间及其他相关邮轮信息，重点对我国内陆典型邮轮母港即上海港2015年邮轮硫氧化物和颗粒物排放量进行估算 (表7)。

表6 2008—2014年中国接待邮轮乘客产生的污染物质

项目	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
固体废弃物/万 kg	974.67	688.33	962.13	958.58	1 308.46	2 404.96	3 446.80
气体污染物 CO <sub>2</sub> /(万 kg · km <sup>-1</sup> )	97.47	68.83	96.21	95.86	130.85	240.50	344.68
黑水/亿 L	0.97	0.69	0.96	0.96	1.31	2.40	3.45
灰水/亿 L	8.28	5.85	8.18	8.15	11.12	20.44	29.30
舱底油污水/亿 L	0.24	0.17	0.24	0.24	0.33	0.60	0.86
有毒废物/万 kg	38.99	27.53	38.49	38.34	52.34	96.20	137.88
变化率/%		-29.38	39.78	-0.37	36.5	83.80	43.32

注：床位天数根据邮轮乘客数和平均航线天数计算得到；根据中国市场情况，平均航线天数按5晚计算。

表7 2015年上海港邮轮硫氧化物和颗粒物排放量

污染物	排放量/kg		
	泊岸	进出港	合计
SO <sub>x</sub>	354.69	242.52	597.21
PM <sub>10</sub>	47.17	32.25	79.42
PM <sub>2.5</sub>	45.91	31.39	77.30

据测算结果可发现，我国接待邮轮乘客产生环境污染物质2014年与2008年相比有明显增多，这与在我国运营的邮轮数量、航次逐渐增多以及大型邮轮的引入等有一定关联；但具体每年的变化率有波动，这与国际国内政治经济形势对邮轮旅游活动的影响有关，如2008年全球金融危机和2010年上海举办世博会等；此外随着环境问题日益受到关注，港口建设管理更加规范成熟，邮轮的部署运营更为合理，污染将得到一定的控制。

我国目前对减缓船舶和港口空气污染的研究还在起步阶段，大多数地区仅有船舶和港口设备的类型、运作情况和废气排放水平的初步数据，数据十分有限，因此测算存在误差；此外许多减排措施所需费用庞大，本研究并未对污染的社会成本及措施成本进行估算，因此有待进一步论证各种措施的

效益。

针对上海港2015年邮轮产生的两种气体污染物的测算结果可知，邮轮在泊岸和进出港阶段对港口城市环境影响较大，虽然二者花费时间不同，但污染物质量相差不大，这与邮轮船舶的运作方式有关，因此要加大投入与力度，采取多种措施来有效控制污染。

#### 4.3 污染控制情景分析

邮轮排放的气体污染物对港口城市与人口密集区相邻的城市带来严重影响，目前国内外解决邮轮船舶污染通常采取的措施包括转用低硫燃油、使用岸电、推广液化天然气 (LNG) 船舶、使用废气洗涤器、选择催化还原和柴油颗粒物捕集器、降低船舶航速以及在国际海事组织框架下建立船舶排放控制区 (ECA) 等。

为进一步深入评价在上海区域行驶的邮轮的废气排放影响，参照《中国船舶和港口大气污染防治白皮书》对比分析5种不同的船舶废气排放情景<sup>[8]</sup>。具体情景方案为：

情景(a)——邮轮泊岸转用低硫油。转用低硫油是指将船舶主机或辅机使用的船用燃料油转换成低硫燃油，实际上未来船舶将逐步采用含硫量几

乎为零的液化天然气(LNG)来提供动力,LNG 代替船用燃料油可以减少 80%以上  $\text{NO}_x$  和颗粒物的排放且几乎无  $\text{SO}_x$  排放。该情景要求邮轮泊岸时改用含硫量 0.5%的燃油。

情景(b)——邮轮在经过指定的控制区水域时应强制使用含硫量低于 0.1%的燃油。

情景(c)——在距上海岸线 100 n mile 的水域设立排放控制区(ECA)。目前欧洲和北美地区都设置排放控制区,可有效减少远洋船的废气排放量,在排放控制区  $\text{SO}_x$  和  $\text{NO}_x$  的排放标准比现行国际标准更加严格,且一国(或多国)可以根据 MARPOL 附件 VI 向 IMO 申请设立  $\text{SO}_x$ (及颗粒物)、 $\text{NO}_x$  的排放控制区。

情景(d)——限制邮轮在上海港水域的船速至 12 节。降低航速可以节省燃料并减少废气排放。

情景(e)——邮轮泊岸时采用岸电设施。使用岸电是指船舶泊岸时关闭船上发动机,并接入港口岸上提供的电力,以保持靠岸时制冷、照明、水泵和其他设施的运转。相对来说,邮轮泊岸时消耗的能源比其他远洋船高,而且很多邮轮都有固定、定期停靠的母港,因此邮轮码头更需要安装岸电供应设施。同时国家和地方也积极出台试点和推广邮轮岸电设施政策,使用岸电也可避免使用发电机带来的噪声大、运行成本高、损耗大、污染高、维修困难、须专人管理等诸多不便。

5 种控制情景均对邮轮在港口附近环境污染有所缓解,其中建立排放区和采用岸电设施对于硫氧化物和颗粒物控制成效较为明显,减排潜力超过 90%;此外,控制邮轮船舶使用燃油的含硫量也可以在一定程度上降低污染,但邮轮船舶减速这种相对投入成本较低的方案的减排潜力并不大。需要说明的是,情景设定存在一定的理想化因素,现实操作还要进行多方面研究加以论证。

## 5 邮轮旅游污染的控制对策

清新的空气、清澈的水、洁净的海滩——一个未遭破坏的自然环境是发展邮轮旅游的必要条件。邮轮旅游给大量游客提供接触海洋资源、体验海上生活的机会,但邮轮活动及与之相关的基础设施建设给海洋环境带来的影响,应得到旅游

目的地、邮轮经营者以及国际海洋组织的重视。在邮轮旅游大力促进经济发展的同时,不能无视或轻视其带来的环境危机。此外,邮轮产业的可持续发展也依赖于邮轮环境污染控制和港口城市采取严格的环境管理制度以及邮轮经营者采取的措施。结合我国邮轮旅游发展态势以及对邮轮污染物的研究和测算,本文对邮轮环境管理提出宏观建议。

### 5.1 完善相关法律法规、制定相应管理制度,加强环境监测

为贯彻落实国家战略,我国交通运输部已制定一系列技术标准和绿色港口规范,如《绿色船舶规范》《船舶能效管理认证规范》《船舶及产品噪声控制与检测指南》《压载水公约实施指南》以及交通领域绿色技术等,但缺乏专门的邮轮法规来约束邮轮的环境管理。国家相关部门应组织对邮轮污染的危害性进行调查分析,将邮轮防污染内容纳入国家海洋环境保护相关法律,制定严格的检测标准;制定相关管理制度、多部门分工协作,加强对港口及邮轮船舶污染的监控。

### 5.2 制定并实施邮轮船舶燃料及排放标准,出台相关激励计划

将船用燃料油转换成低硫燃油是应用最普遍的废气排放控制措施,应制定严格的邮轮船舶燃料标准和排放标准,并根据发动机及所处阶段的不同逐步细化,严格要求邮轮公司在运营过程中遵守相关规定,在我国近海和港口内对其产生的碳足迹进行严格约束,可通过出台相关激励计划使其使用环保燃料。

### 5.3 深入开展港口及区域研究并编制排放清单,设立排放控制区

我国 1983 年颁布的《船舶污染物排放标准(GB 3552—83)》是迄今关于船舶污染防治的唯一标准,但其只针对船舶废污水和垃圾的排放和处置。目前我国对邮轮污染的研究尚不足,港口或港口区域需开展更多研究,以建立港口大气污染物排放清单,评估一个港口或一个地区采取不同的污染控制措施所需的成本和可能的效益,也可尝试设立排放控制区<sup>[10]</sup>。

#### 5.4 积极推进低碳绿色邮轮港口的科技开发和技术创新

随着邮轮旅游的快速兴起,到访邮轮越来越多,目的地港有必要对邮轮产生的废物加以处理。在建设停泊港基础设施时要考虑可持续发展问题,港口城市应转变发展方式,改善用能结构,发展循环经济和低碳环保的产业,引导产业走资源消耗低、污染排放少、安全体系高的可持续发展道路,打造绿色交通体系。同时可推广在港邮轮岸基供电系统、邮轮动力低碳绿色技术、邮轮港航智能运营系统,依托科技创新不断改善和提升港口、船舶及配套设施的技术水平,提升港口、船舶的污水、垃圾处理能力<sup>[11]</sup>。

#### 5.5 重视补贴、税收等经济激励政策的运用,加强国际合作

可出台多项经济激励政策,如岸电补贴、征收氮氧化物排放税及其他财政政策,对环保行为给予奖励。为促进邮轮的环境友好行为,目的地港应同邮轮产业企业共同制定和签署行为准则和备忘录。加强国内沿海港口的交流合作,实现信息共享,建立区域互动、优势互补的联动机制。积极搭建国内外邮轮运输交流合作平台,引导港航企业加强国际交流合作,拓展合作领域,学习、借鉴发达国家邮轮运输业的发展经验,积极推动我国邮轮运输业走向国际。

#### 5.6 通过宣传教育提高邮轮乘客自觉保护海洋环境的意识

加大邮轮休闲文化宣传,提升国民对高端旅游的认识。采用多种宣传方式对邮轮乘客进行教育,如在邮轮上安装互动电视将目的地的环境保护信息传达给即将上岸的乘客等<sup>[12]</sup>。乘客选择邮轮旅

游这种方式就应该认识到其对环境的依赖性及其可能带来的环境危害,应大力提高乘客环保意识、推广碳足迹概念,使乘客在享受旅游愉悦的同时自觉保护海域环境。

#### 参考文献

- [1] 程爵浩. 邮轮旅游业概论[M]. 上海: 上海浦江教育出版社, 2015.
- [2] HRVOJE C. Direct pollution cost assessment of cruising tourism in Croatian Adriatic[J]. *Theory Pract*, 2010, 34(2): 161-180.
- [3] HRVOJE C. Challenges and prospects of valuation-cruise ship pollution case[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 1(33): 1-12.
- [4] JOHNSON D. Environmentally sustainable cruise tourism: a reality check[J]. *Marine Policy*, 2002 (26): 261-270.
- [5] KOGIANNI A M, PAPAETHIMIOU S. Evaluating the social cost of cruise ships air emissions in major ports of Greece[J]. *Transportation Research Part D*, 2015(36): 10-17.
- [6] California Air Resources Board. Emissions Estimation Methodology for Ocean-Going Vessels, Appendix D[Z/OL]. [2016-07-01]. <http://www.arb.ca.gov/regact/ogv11/ogv11appd.pdf>.
- [7] 上海国际航运研究中心邮轮经济研究所. 2014 中国邮轮发展报告[R]. 2014.
- [8] 冯淑惠, 朱祉熹. 中国船舶和港口大气污染防治白皮书[R]. 自然资源保护协会, 2014.
- [9] 程爵浩. 上海港口邮轮码头岸基电源建设经营项目研究报告[R]. 2013.
- [10] 许培星. 关于发展低碳绿色水上旅游的思考[J]. *交通与运输*, 2015(1): 1-3.
- [11] 李丽平, 高颖楠, 周婷, 等. 借鉴美国经验控制我国船舶大气污染[J]. *环境保护*, 2015(1): 64-66.
- [12] 邱春霞. 邮轮经济热潮引发的防污染思考[J]. *水运科学研究*, 2014(3): 54-56.