

湖区避风港船舶避风需求预测

刘俊生¹, 卞华²

(1. 江苏省交通厅, 江苏 南京 210001; 2. 中交第二航务工程勘察设计院, 湖北 武汉 430071)

摘要: 湖区避风港作为重要的航运安全保障设施,与港口、航道锚地的功能存在本质区别.为合理设置湖区避风港,科学确定其建设规模,在全面分析避风港规模和设置影响因素的基础上,提出了基于航线货运量和断面船舶通过量的船舶避风需求预测方法.以避风船舶需求数量为基础,考虑安全停泊条件等因素确定避风港水域面积,据此合理确定避风港工程建设规模.作为应用实例,具体介绍了苏州太湖避风港工程的船舶避风需求预测和建设规模.

关键词: 避风港; 船舶避风需求; 工程规模

中图分类号: U65

文献标识码: A

文章编号: 1009-640X(2009)02-0072-06

在水面宽阔的湖区航道上,船舶航行往往受台风影响较大,台风来临时,船舶需要有一个可临时停泊、安全避风的场所,即需设置一定规模的避风港^[1-3].以往通常凭主观经验确定避风港规模,对避风港船舶避风需求缺乏科学的预测方法.为了拟设避风港既有足够水域空间保证船舶避风需求,又不造成浪费,需在对船舶避风需求进行科学预测的基础上,合理确定拟设避风港的规模.

1 避风港规模和设置影响因素

湖区避风港作为恶劣气象条件下船舶停泊的场所,是湖区船舶重要的安全保障设施.虽然避风港与港口、航道的锚地同样供船舶锚泊,但其功能存在本质区别,后者是船舶为等待装卸作业、补给或整修而临时停泊的,船舶停泊时间短,规模相对较小^[4,5].而避风港主要保障船舶安全^[6],泊稳要求高,船舶集中,停泊时间长,其规模和设置主要取决于以下因素:

(1) 湖泊所在区域气象条件 区域气象条件是湖区是否需要设置避风港的主要决定因素.由于水域宽阔,湖区风浪明显高于内河航道,一般情况下,内河航道浪高低于1 m,多为C级航区,但湖区航道多为B级以上航区,风浪有时高达1.5 m以上.东部沿海地区,受太平洋暖湿气流影响较大,夏季热带气旋频发,风力最大可达12级.风力大、变化快、风向易变的龙卷风对湖区船舶安全影响最大.

(2) 湖泊形态和水域面积 湖泊形态包括平面形状和水深分布两个方面^[7].平面形状有近似圆形、狭长带形、不规则型等,水深分布则有平底型、锅底型、深潭型等.湖泊平面形状及其与主导风向的相关关系决定了风浪的吹程,是影响风浪高低的重要因素.湖泊水深及其分布情况也是影响浪高的关键因素之一.水域面积与水深和湖泊形态密切相关,水深不同,湖泊水域面积和平面形态可能发生比较大的变化^[7].水域面积还影响着湖上航行、作业船舶的数量,湖泊水深也关系到海损事故的后果.

(3) 船舶性能 船舶抗风浪性能主要取决于其干舷高度和抗侧倾能力^[8],而抗侧倾能力则与船舶宽深比密切相关.湖区货运船舶一般要求满足内河B级以上航区航行的条件,船舶基本可适应1~1.5 m的风浪.但货船空载时干舷高,受风面积大,船舶航行速度慢;重载时干舷低,惯性大,船舶操控困难,在突遇大风天气

收稿日期: 2008-08-20

作者简介: 刘俊生(1970-),男,江苏淮安人,高级工程师,主要从事水运规划与管理工. E-mail: ljs@jso.gov.cn

时较之渔船、工程船等其他船舶更易发生海损事故.此外,船舶动力和驾驶舱顶高度往往关系到船舶能否及时驶入安全区以及船员能否安全避险.

(4) 湖区航线分布和船舶数 考虑到货运船舶航行特点和安全性能,为提高货船安全保障能力,湖区避风港通常沿货运繁忙的航线布置,主要服务于货运船舶.湖区航线的多少及分布直接关系到避风港的数量和布置,而航线上船舶的数量则决定了避风港的规模.为提高避风港的效率,有利于货运船舶尽快就近避风,在缺乏其他掩护条件下,避风港宜布置于多条航线交汇的水域,尽可能靠近船流密度较大的主要航线.在工程投资允许的情况下,避风港间距应尽量减小,根据货运船舶性能和船员经验,不宜超过船舶逆风 2 h 的航程.在湖泊水深相对较浅,海损事故时船员人身安全具有一定保障的条件下,避风港间距可适当增大.

2 避风港需求预测方法

根据湖区地形条件、航线分布、投资规模控制等多方面因素论证确定避风港数量及位置,其规模的确定主要取决于航线上船流特征,可以根据货运量进行预测.

(1) 航线断面货运量预测 在分析货运航线组成基础上,预测各航线断面货运量.预测方法可采用“四阶段法”.若拟设避风港所在区域已有航道网规划成果,也可直接引用相关航道的断面货运量预测结果.

(2) 航线船舶年断面通过量 根据船舶的实载率,将船舶年断面货运量转换为年断面通过量、最大日断面通过量、小时断面通过量,进一步计算航线上船流密度(每公里的船舶数量).

(3) 拟设避风港的服务范围 根据初拟避风港的位置,分析避风港与各航线的相对位置,进而确定避风港的服务范围.

(4) 避风船舶需求数量 根据避风港的服务范围以及各航线单位长度船舶数量,计算避风港的船舶避风需求数量. $Q = \sum_{i=1}^n L_i K_i$, 其中: Q 为船舶避风需求数量(艘); L_i 为避风港对第 i 条航线的服务范围(km); K_i 为第 i 条航线的船流密度(艘/km); n 为避风港服务范围内的航线数量.

(5) 避风港水域面积 根据船舶避风需求数量和船型尺度,并考虑安全停泊条件,计算避风港所需的水域面积,即: $A = \eta Q \bar{A}$, 其中: A 为避风港水域面积(m^2); η 为水域安全系数,即避风港水域面积与可安全停泊水域面积之比,应根据避风港平面布置经水力学计算确定,规划研究阶段估算时参考以往工程经验^[9,10]可取 1.1 ~ 1.3; \bar{A} 为港内船舶平均面积,根据设计船型尺度及船舶构成比例计算.

3 苏州太湖避风港规模需求预测

太湖是我国五大淡水湖之一,水面面积 2 338 km^2 ,南北长 68.5 km,东西平均宽 34 km.太湖西、南部湖岸呈半月弧形,东、北部岸线曲折多岬角、湖湾,湖心零星分布大小岛屿 50 多个.太湖湖底平坦,常年水位平均水深约 2 m,为碟形浅水湖.

太湖属亚热带季风气候区,夏季盛行东南风,冬季主要是西北风.热带气旋是区域主要的灾害性天气,年均 3 次,最多可达 6 次,最大风速 20 m/s.一般天气下,湖区风浪 0.5 m,风力 5 ~ 6 级时,波高可达 1 m 以上,波长约为 4 ~ 7 m.

太湖是苏南、浙北地区重要的水运通道,湖区航道里程 270 km,船舶往来频繁.恶劣天气下时有船舶翻沉、碰撞事故发生,事故多发生在水面宽阔、掩护条件差且船舶流量较大的西太湖,每年海损事故超过 50 起.

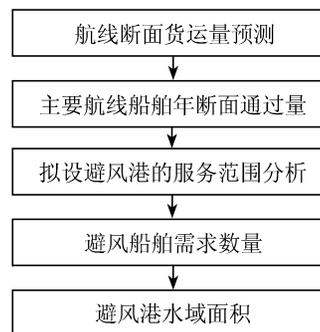


图1 船舶避风需求预测步骤

Fig. 1 Prediction steps of ship shelter demand

3.1 太湖湖区船舶现状

太湖周边地区主要有苏州市、无锡市和浙江省湖州市,它们均可利用太湖进行物资交流.近年由于苏州市禁山采石,基本建设所需的大量矿建材料需从外地调入,作为连通湖州、宜兴等石料盛产区的太湖湖区的主要航道,船舶数量逐年增多,船舶平均吨位逐年加大.根据2003年对太湖湖区1150艘运行船舶的抽样调查,额载100 t的船舶573艘,约占总调查船舶的50%;额载300 t的512艘,约占45%;额载500 t的55艘,约占5%.船舶平均吨位为213 t.从货运船舶的类型来看,绝大多数为挂机船(占77.2%),其次为机动船(占19.9%),轮队仅占2.9%.上行往苏州、无锡的船舶几乎都是满载矿建材料和土方,船舶空载率仅有1.5%;而下行船舶几乎都是空载,空载率达99.7%.整个湖区航道船舶空载率为46.5%,处于合理水平.

太湖湖区除了各种类型的货船,还有部分渔船和旅游船.经常在湖区进行捕鱼作业的渔船近千艘.湖区旅游船主要在西山附近,约有30艘.

3.2 太湖主要航线年断面货运量预测

太湖各航线的货运量分析预测,主要根据《苏州市航道网规划》运量预测成果,以及无锡与湖州利用湖区航道的货物交流量.根据2003年9月进行的苏州市航道网OD调查,以及苏州市各主要航道上流量观测点的数据,推算得到苏州市航道网上货运的流量流向.收集调查社会经济及水运货运现状资料,分析社会经济与货运发展两者之间的相关关系,在预测区域未来经济发展水平的基础上,研究区域未来的货运生成和货运分布情况,推算其正常增长的趋势型货运量,同时考虑因航道网建成后对影响区域产生的诱增货运量,以及与公路、铁路等其它运输方式相互转移的货运量,最终在把握苏州市航道网未来货运量的前提下,确定太湖主要航线年断面货运量(见表1).

表1 太湖主要航线预测运量

Tab.1 Traffic prediction of main route in the Taihu Lake

航 线	长度 / km	断面货运量/($10^4\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)		船舶断面通过量/($10^4\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$)	
		2010年	2020年	2010年	2020年
太湖航线1	17.4	7121	7717	12716	13305
太湖航线2	25.6	1672	2005	2986	3457
太湖航线3	22.0	1281	1392	2288	2400
芜申线1	33.1	1870	3050	3339	5259
芜申线2	37.3	3895	4220	6955	7276
太湖苏西线1	41.9	153	157	273	271
太湖苏西线2	23.7	2740	3220	4893	5552
太湖苏西线3	14.9	2767	3376	4941	5821
太湖浒光线	43.8	4171	4497	7448	7753

3.3 太湖主要航线船舶年断面通过量

太湖主要航线的船舶数量推算遵循以下思路:首先,根据太湖各主要航线年断面货运量以及船舶实载率,计算出船舶年断面通过量,并换算到船舶平均日断面通过量;然后,考虑货运量的月变系数和日变系数,考虑较不利情况,将船舶日平均断面通过量换算为最大日断面通过量;最后,根据船舶航行速度及船舶吨级构成,计算出单位里程船舶拥有量.

3.3.1 太湖主要航线船舶年断面通过量 根据基年船舶实载率的调查,以及对未来年船舶实载率的分析,预测出2010年、2020年船舶实载率分别为56%和58%.根据船舶的实载率,将船舶年断面货运量转换为船舶年断面通过量(见表1).

3.3.2 太湖主要航线船舶最大日断面通过量 由太湖主要航线船舶的年断面通过量可推算得到平均日断面通过量.通过对苏州市航道连续观测站观测资料的分析,苏州市航道断面通过量的月不均匀系数为0.83~1.65,日不均匀系数为0.6~2.0.计算太湖湖区船舶避风需求时,考虑到主要航线同时出现最大月不均匀和最大日不均匀的概率不大,经综合分析,取换算系数为1.1.将平均日断面通过量换算为最大日断面通过

量,最后将太湖主要航线最大日断面通过量换算为小时断面通过量(见表2)。

表2 太湖主要航线日断面通过量

Tab.2 Daily cross section data of main route in the Taihu Lake

(单位:t)

航线	平均日通过量		最大日通过量		小时通过量	
	2010年	2020年	2010年	2020年	2010年	2020年
太湖航线1	348386	364525	383224	400978	15968	16707
太湖航线2	81800	94709	89980	104180	3749	4341
太湖航线3	62671	65753	68938	72329	2872	3014
芜申线1	91487	144072	100636	158479	4193	6603
芜申线2	190558	199339	209614	219273	8734	9136
太湖苏西线1	7485	7416	8234	8158	343	340
太湖苏西线2	134051	152102	147456	167312	6144	6971
太湖苏西线3	135372	159471	148909	175418	6205	7309
太湖浒光线	204061	212423	224467	233666	9353	9736

3.3.3 太湖主要航线单位里程船舶拥有量 太湖各航线每公里的船舶数量等于每小时的断面通过量除以船舶速度以及船舶平均吨位。太湖主要航线航行速度2010年、2020年分别为11和12 km/h。未来太湖湖区航线主要为三级和四级航道,预测各特征年航道的船舶构成,太湖航线上船舶构成和平均吨位见表3。将太湖主要航线最大日断面通过量换算为单位里程船舶拥有量(见表4)。

表3 太湖航道船舶构成

Tab.3 Composition of ships in the Taihu Lake

船舶构成	三级航道		四级航道	
	2010年	2020年	2010年	2020年
100 t	30%	20%	40%	30%
300 t	45%	40%	45%	40%
500 t	20%	30%	15%	30%
1000 t	5%	10%	0	0
平均吨位(t)	315	390	250	300

表4 太湖主要航线单位里程船舶拥有量

Tab.4 Main route ships per kilometer in the Taihu Lake

(单位:艘/km)

航线	2010年	2020年
太湖航线1	5.8	4.3
太湖航线2	1.4	1.1
太湖航线3	1.0	0.8
芜申线1	1.2	1.3
芜申线2	2.5	1.8
太湖苏西线1	0.1	0.1
太湖苏西线2	2.2	1.8
太湖苏西线3	2.3	1.9
太湖浒光线	2.7	1.9

3.4 避风港的设置

太湖湖区在西山附近已有一处避风港,本项目根据湖区航线分布及其繁忙程度,重点围绕太湖航线、芜申线,并适当兼顾苏西线和太湖浒光线在西太湖地区设置新的避风港。在分析历史湖区海事事故分布特点的基础上,结合湖区湖流特点以及湖心岛分布等自然条件,在西太湖湖区拟规划建设两个避风港——小雷山避风港和平台山避风港。其服务范围见表5。

表5 拟设避风港服务范围

Tab.5 Service scope of refuge harbors to be built

(单位: km)

航线	老避风港	小雷山避风港	平台山避风港
太湖航线1		9	
太湖航线2		10	15.6
太湖航线3			11
芜申线1		18	6
芜申线2		18	
太湖苏西线1			32
太湖苏西线2	1	15	7.7
太湖苏西线3	8		
太湖浒光线			30

3.5 避风港船舶避风需求预测

根据各避风港的服务范围以及太湖主要航线单位小时单位长度船舶通过量,得到各避风港的船舶避风需求数量,老避风港于2010年和2020年的需求分别为20和17艘;小雷山避风港相应需求分别为167和132艘;平台山则为142和108艘.由于船舶平均吨位的增长,尽管运量不断增长,但2020年船舶数量低于2010年.

在此基础上,考虑渔船及旅游船的避风需求,确定避风港建设规模,小雷山避风港175艘、平台山避风港150艘.老避风港维持现状规模进行疏浚改造.

3.6 避风港水域面积确定

水力学计算成果^[11]表明,常年平均风速作用下港内波高0.2~0.3 m,多年平均极值风速作用下港内波高0.3~0.4 m,仅在靠近口门附近范围内对船舶停泊有影响.考虑不同风速、风向的影响及船舶进出航行水域要求,船舶水域安全系数取1.2.根据拟设避风港船舶避风需求预测结果,计算确定小雷山避风港水域面积为50 000 m²、平台山避风港水域面积为43 000 m².

太湖避风港按上述规模已于2007年底建成,2008年通过了验收.据了解,避风港建成后经历了“罗萨”等4次强台风和近10次寒潮,进港避风船舶累计达2 500余艘次,小雷山、平台山避风港高峰时分别停泊船舶150多艘、120多艘,避风港规模基本合适,较好地满足了湖区船舶安全停泊的要求.

4 结 语

对于风浪影响较大的湖区、入海口航行区域,避风港是突出“以人为本”的航运管理理念,提高船舶航行安全性的有效措施,需要科学合理地做好避风港选址和规模论证.本文结合工程实际提出的基于船流密度的避风港需求预测方法简单适用,可为避风港的规划和设计提供有益的参考.

参 考 文 献:

- [1] 江苏省交通规划设计院. 江苏省干线航道网服务区布局规划研究[R]. 南京: 江苏省交通规划设计院, 2004. (Communication Planning and Design Institute of Jiangsu Province. Layout planning study of services areas on main inland waterway net in Jiangsu Province[R]. Nanjing: Communication Planning and Design Institute of Jiangsu Province, 2004. (in Chinese))
- [2] 江苏省交通规划设计院. 太湖避风港工程可行性研究报告[R]. 南京: 江苏省交通规划设计院, 2005. (Communication Planning and Design Institute of Jiangsu Province. Engineering feasibility study report for the Taihu Lake refuge harbor[R]. Nanjing: Communication Planning and Design Institute of Jiangsu Province, 2005. (in Chinese))

- [3] 陈德春, 何 衡. 风浪对洪泽湖区航行安全的影响[J]. 上海海事大学学报, 2006, 27(4): 72-73. (CHEN De-chun, HE Heng. Effect of wind and waves on navigation safety on Hongze Lake[J]. Journal of Shanghai Maritime University, 2006, 27(4): 72-73. (in Chinese))
- [4] 廖 鹏, 张 玮, 姜 晔, 等. 江苏干线航道服务区服务需求特征分析[J]. 水运工程, 2008, (6): 122-126. (LIAO Peng, ZHANG Wei, JIANG Ye, et al. Analysis of characteristics of services demand on main inland waterway in Jiangsu Province[J]. Port & Waterway Engineering, 2008, (6): 122-126. (in Chinese))
- [5] 王再明, 赵育山. 排队论及其在锚地规模分析中的应用[J]. 中国水运, 2008, 8(7): 65-66. (WANG Zai-ming, ZHAO Yu-shan. Queuing theory and its application to anchorage scale analysis[J]. China Water Transport, 2008, 8(7): 65-66. (in Chinese))
- [6] 黄小文. 东山县避风港在防抗台风中的作用[J]. 水利科技, 2000, (增刊): 69-70. (HUANG Xiao-wen. Role of Dongshan refuge harbor regard anti-typhoon[J]. Hydraulic Science and Technology, 2000, (Supplement): 69-70. (in Chinese))
- [7] 曹建廷, 王苏民. 长江中下游地区湖泊资源可持续利用[J]. 人民长江, 2000, 31(7): 23-24. (CAO Jian-ting, WANG Su-min. Sustainable use of lake resources in middle and lower Yangtze River region [J]. Yangtze River, 2000, 31(7): 23-24. (in Chinese))
- [8] 祝元胜, 许宴民. 关于内河航区船舶干舷核定问题的探讨[J]. 航海工程, 2007, 36(3): 74-76. (ZHU Yuan-sheng, XU Yan-min. On the freeboard assignment for the ships in freshwater[J]. Ship & Ocean Engineering, 2007, 36(3): 74-76. (in Chinese))
- [9] 黄 蕙, 付先进, 顾军花. 洪泽湖 16 号标避风港工程设计研究[C]//中国海洋工程学会. 第十三届中国海洋(岸)工程学术研讨会论文集, 北京: 海洋出版社, 2007. (HUANG Hui, FU Xian-jin, GU Jun-hua. Design and study of the 16th beacon refuge harbor on Hongze Lake[C]//China Ocean Engineering Society. Thirteenth Session of the China National Offshore (Coast) Engineering Symposium Proceedings, Beijing: Ocean Press, 2007. (in Chinese))
- [10] 黄 维, 陈德春. 洪泽湖老子山船舶避风港工程设计研究[C]//中国海洋工程学会. 第十三届中国海洋(岸)工程学术研讨会论文集, 北京: 海洋出版社, 2007. (HUANG Wei, CHEN De-chun. Design and study of the Laozishan refuge harbor on Hongze Lake[C]//China Ocean Engineering Society. Thirteenth Session of the China National Offshore (Coast) Engineering Symposium Proceedings, Beijing: Ocean Press, 2007. (in Chinese))
- [11] 江苏省水文水资源勘测局苏州分局. 太湖避风港水流、波浪及泥沙回淤计算分析报告[R]. 苏州: 江苏省水文水资源勘测局苏州分局, 2005. (Suzhou Branch, Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province. Taihu Lake refuge harbor flow and wave and sediment deposition calculation and analysis report[R]. Suzhou: Suzhou Branch, Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, 2005. (in Chinese))

Wind shelter demand forecast for the ships in the lake-area refuge harbor

LIU Jun-sheng¹, BIAN Hua²

(1. *Jiangsu Provincial Communications Department, Nanjing 210001, China*; 2. *CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., Wuhan 430071, China*)

Abstract: As an important security facilities in lakes, the role of refuge harbors is significantly different to that of the mooring area of port or waterway. For a reasonable allocation of refuge harbors, based on the analysis of the influence factors, a ship wind shelter demand forecast method has been put forward in this thesis based on cargo amount, ship throughput at the section of the shipping line, the number of ships to take shelter from the wind and the security parking conditions, thus the water area of the shelter port can be got, and reasonable project scale is determined accordingly. As an example, the demand forecast and project scale of Suzhou Taihu Lake Reguge Harbor is introduced in detail.

Key words: refuge harbor; ships wind shelter demand; project scale