

“海上丝绸之路”的恶劣环境及应对

——极值风速和波高

杨文广¹, 郑崇伟^{1,2,3}, 黎鑫³, 陈璇⁴, 许跃¹, 张哲¹

(1. 海军大连舰艇学院 大连 116018; 2. 河口海岸学国家重点实验室 上海 200062;

3. 国防科技大学 气象海洋学院 南京 211101; 4. 解放军 75839 部队 广州 510510)

摘要: 海洋环境不仅决定着工程及人员的安全, 也决定着工程建设的效率和经济收益。由此, 在海上丝路建设过程中, 需要重视海洋环境对经济建设、岛礁建设和战略通道安全的影响, 以达到更好更快地建设海上丝路。文章利用 ERA-interim 阵风资料、ERA-interim 海浪再分析资料, 采用 Gumbel 曲线法推算了海上丝路 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ 逐网格点上的 50 年一遇极值风速、极值波高。另外, 还计算了某边远海岛的 1 年一遇、2 年一遇、10 年一遇……1 000 年一遇的极值风速、极值波高。期望可以为海上丝路建设提供参考。

关键词: 海上丝路; Gumbel 曲线法; 极值风速; 极值波高; 海洋环境

中图分类号: P731

文献标志码: A

文章编号: 1005-9857(2018)01-0132-04

Tough Ocean Environment and Countermeasures of the Maritime Silk Road: Extreme Wind Speed and Wave Height

YANG Wenguang¹, ZHENG Chongwei^{1,2,3}, LI Xin³, CHEN Xuan⁴, XU Yue¹, ZHANG Zhe¹

(1. Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China; 2. State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, Shanghai 200062, China; 3. College of Meteorology and Oceanography, National University of Defense and Technology, Nanjing 211101, China; 4. No. 75839 of People's Liberation Army, Guangzhou, 510510, China)

Abstract: Marine environment not only determines the safety of engineering and personnel, but also determines the efficiency and economic benefits of project construction. Thus, in the constructing process of the Maritime Silk Road, it is needed to pay attention to the affection of marine environment on economic construction, the reef construction and the strategic channel safety, in order to achieve better and faster construction of the Maritime Silk Road. Based on the ERA-interim gust data and ERA-interim wave reanalysis data, the extreme wind speed and extreme wave height of the Maritime Silk Road were calculated. In addition, the extreme wind speed and extreme

收稿日期: 2017-03-24; 修订日期: 2017-11-22

基金项目: 河口海岸学国家重点实验室开放基金资助项目 (SKLEC-KF201707); 高端科技创新智库青年项目“‘21 世纪海上丝绸之路’及其战略支撑点的海洋动力资源评估”(DXB-ZKQN-2016-019)。

作者简介: 杨文广, 研究方向为海洋环境

通信作者: 郑崇伟, 工程师, 博士研究生, 研究方向为海战场环境建设、物理海洋学及海洋能资源评估

wave height of a remote island were also calculated,for happening once every year,in 2 years,in 10 years to in 1 000 years,to provide reference for the construction of the Maritime Silk Road.

Key words: Maritime Silk Road, Gumbel curve method, Extreme wind speed, Extreme wave height, Ocean environment

1 引言

“21 世纪海上丝绸之路”倡议提出至今,得到越来越多的国家和地区的高度关注和强烈共鸣。截至 2014 年,我国对外投资已超过千亿,成为资本净输出国,海上丝路沿线国家则亟须资本及技术和先进管理方式,形成互补。21 世纪是海洋的世纪,加快海洋资源开发和利用成为世界各主要海洋国家发展的战略取向,开发和利用海洋油气资源特别是通过岛礁建设,海上大型油气开采平台建设以提高深海油气资源开发能力已成为国家的重要战略举措之一。而海洋环境又是这一战略无法绕开的难题。对海洋环境潜在危险认识不够,或者突然面临极端天气情况,来不及采取积极的应对措施往往造成船毁人亡的灾难性后果^[1-7]。2008 年 6 月 22 日,菲律宾“群星王子”号渡轮在菲中部朗布隆省附近海域遭遇台风后沉没,客轮上 747 名乘客和船员中仅有 42 人获救。2007 年美济礁遭到强热带风暴“海贝思”袭击,最高 21 m 的巨浪造成 9 名中国渔民不幸遇难,而另外 3 位渔民在海上漂流了一周之后才获救。

海洋环境不仅决定着工程及人员的安全,也决定这工程建设的效率和经济收益。由此,在海上丝路建设过程中,要特别重视海洋环境对地区经济建设,对岛礁建设,对战略通道建设的巨大影响,以达到更好更快地建设海上丝路。本研究利用 ERA-Interim 风场资料、ERA-Interim 海浪再析资料,计算了海上丝路的极值风速、极值波高,期望可以为海上丝路的安全高效展开提供参考。

2 资料与方法

2.1 数据简介

ERA-Interim 再分析资料是继其早期产品 ERA-40 之后的新产品,该数据使用了分辨率更高的气象模式,在观测资料的应用及同化方法方面也有很大改进^[8]。ERA-Interim 风场资料比之前的

ERA-15 和 ERA-40 更加精确^[9-10]。

ERA-Interim 阵风资料的空间范围为:90°S—90°N,180°W—180°E;空间分辨率有 0.125°×0.125°、0.25°×0.25°、0.5°×0.5°、0.75°×0.75°、1.0°×1.0°……2.5°×2.5°,本研究选择其中 0.125°×0.125°的空间分辨率;时间序列为 1979 年 1 月 1 日 00:00 至今,在不断更新中,本研究选择的时间序列为 1979—2014 年;时间分辨率为逐 6 h。ERA-Interim 海浪再分析资料的空间范围为:90°S—90°N,180°W—180°E;空间分辨率有 0.125°×0.125°、0.25°×0.25°、0.5°×0.5°、0.75°×0.75°、1.0°×1.0°……2.5°×2.5°,本研究选择其中 0.125°×0.125°的空间分辨率;时间序列为 1979 年 1 月 1 日 00:00 至今,在不断更新中,本研究选择的时间序列为 1979—2014 年;时间分辨率为逐 6 h。

2.2 方法介绍

本研究利用 ERA-interim 阵风资料、ERA-interim 海浪再分析资料,采用 Gumbel 曲线法^[11]推算了南海—北印度洋 0.25°×0.25°逐网格点上的 50 年一遇极值风速、极值波高。另外,还计算了某岛礁的 1 年一遇、2 年一遇、10 年一遇……1 000 年一遇的极值风速、极值波高。

Gumbel 曲线法的具体计算方法为:

$$x_p = (\varphi \hat{C}_v + 1) \bar{x} \tag{1}$$

$$\hat{C}_v = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\bar{x}} \tag{2}$$

式中: x_p 为所求的多年一遇极值; $\bar{x}$ 为均值; φ 为离均系数,表 1 中 P' 为设计频率。

表 1 耿贝尔曲线的离均系数

$P' \times 100$	φ	$P' \times 100$	φ
0.001	8.53	30	0.35
0.010	6.73	40	0.07
0.050	5.48	50	-0.16

续表

$P' \times 100$	φ	$P' \times 100$	φ
0.1	4.94	60	-0.38
0.5	3.68	70	-0.59
1	3.14	80	-0.82
2	2.59	90	-1.10
3	2.27	95	-1.31
5	1.87	97	-1.43
10	1.30	99	-1.64
20	0.72	99.9	-1.96

3 极值风速和波高

3.1 极值风速的区域性差异

图 1 给出了海上丝路的 50 年一遇年极值风速。整体来看,南海的 50 年一遇极值风速大于孟加拉湾,孟加拉湾大于阿拉伯海。且极值风速的大值区主要分布于 10°N 以北,热带海域相对偏低。

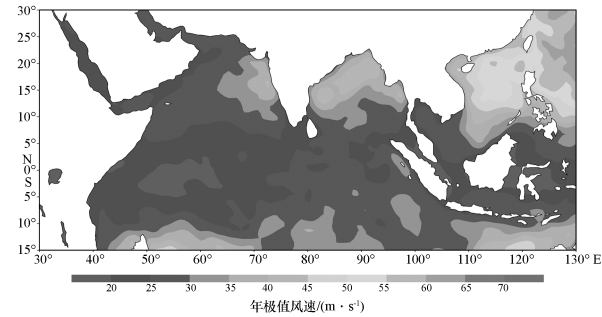


图 1 海上丝绸之路的 50 年一遇年极值风速

南海:中北部的极值大于其南部。中北部的年极值风速在 50 m/s 以上,中心可达 55 m/s,这是由于南海北部遭受的台风、强冷空气强度都比较大,南海中低纬度虽偶有台风发生,但强度偏弱。泰国湾、南海南部的 50 年一遇年极值风速在 30 m/s 以内。阎俊岳等^[12]曾统计了中国近海的船舶观测的热带气旋中心的最大风速,本研究计算的南海极值风速与之一致,张德天等^[13]计算的极值风速普遍偏低 5 m/s。阿拉伯海:中东部海域的极值风速(大于 30 m/s,中心 40 m/s)明显大于其他海域,这是由于地形作用,阿拉伯海上的热带气旋通常是沿着西高止山脉向西北方向运动,最后在巴基斯坦南部登

陆^[14]。孟加拉湾:极值风速明显大于阿拉伯海,尤其是湾顶 40 m/s 以上极值风速的范围明显大于阿拉伯海。袁俊鹏等^[15]利用 JTWC(美国联合台风警报中心)近 30 年的热带气旋路径资料,统计了北印度洋热带气旋活动的时空分布特征,指出北印度洋热带气旋主要表现在孟加拉湾,同时在阿拉伯海也存在有热带气旋的活动。孟加拉湾热带气旋活动频次的大值中心位于 10°N—20°N,90°E 附近,导致孟加拉湾的极值风速明显大于阿拉伯海。

3.2 极值波高的区域性差异

海上丝路的 50 年一遇年极值波高空间分布特征与 50 年一遇年极值风速相近,因此略掉了 50 年一遇年极值波高分布图。整体上看,南海 50 年一遇极值波高大于孟加拉湾,孟加拉湾与阿拉伯海相近。0—10°N,50—110°E 的广大海域内,50 年一遇极值波高维持在 5 m 上下。

南海:中北部极值波高大于南部,中北部年极值波高在 10 m 以上,大值中心分布于吕宋海峡及其西部,中心达到 12 m 以上,南海北部遭受台风和强冷空气强度比较大,南海低纬度虽偶有土台风发生,但风力强度偏弱,影响不大。阎俊岳等^[12]曾统计了中国近海的船舶观测的热带气旋中心的极值波高,本研究计算的南海极值波高与之吻合。孟加拉湾:极值与阿拉伯海相近。孟加拉湾北部极值波高大于南部,西部大于东部,西北部极值波高达到 8 m 以上,中心达到 9 m 以上,与袁俊鹏等^[15]的结论吻合。阿拉伯海:东部海域极值波高最大,达到 9 m 以上,中部海域次之,在 8 m 以上。

3.3 重要节点的极值风速、极值波高

本研究采用 Gumbel 曲线法,结合 ERA-interim 阵风资料、ERA-interim 海浪再分析资料,计算了某边远海岛的 1 年一遇、2 年一遇、10 年一遇……1 000 年一遇的极值风速、极值波高,期望可以为防波堤建设、防灾减灾等提供参考。显然,从 1 000 年一遇(设计频率 0.001)极值风速到一年十遇(设计频率 10)的极值风速是逐渐递减的(图 2(a))。该岛礁的 1 000 年一遇极值风速为 49 m/s,100 年一遇极值风速为 43 m/s,一年一遇极值风速为 31 m/s,一年十遇极值风速为 25 m/s。由图 2

(b)可见,该岛礁的 1 000 年一遇极值波高为 9.7 m,100 年一遇极值波高为 8.5 m,一年一遇极值波高为 6.1 m,一年十遇极值波高为 4.9 m。期望本研究的方法可以在南海—北印度洋的边远海岛开发建设中得以应用,助力迈向深蓝。

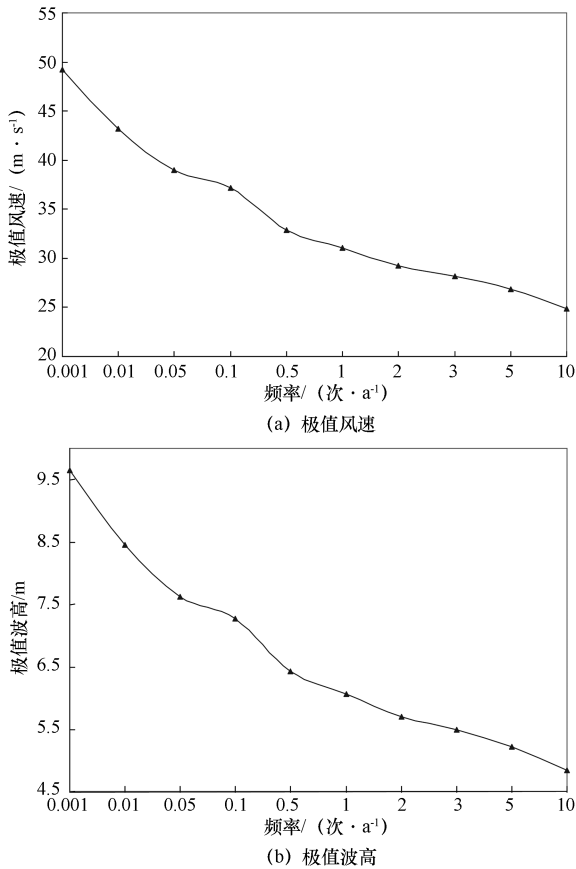


图 2 某岛礁的极值风速、极值波高

4 结论与展望

本研究推算了南海—北印度洋 0.25°×0.25°逐网格点上的 50 年一遇极值风速、极值波高;以及某边远海岛的 1 年一遇、2 年一遇、10 年一遇……1 000 年一遇的极值风速、极值波高,结果表明:南海的极值风速和极值波高明显大于北印度洋;孟加拉湾中部和湾顶、阿拉伯海东部的极值风速和极值波高大于北印度洋的其余海域。南海北部的极值风速和极值波高最大,分别为 50 m/s 以上、10 m 以上。孟加拉湾中部和湾顶、阿拉伯海东部的极值风速为 30 m/s 以上,极值波高为 8 m 以上。本研究主要是对自然环境展开分析,在未来还需要对“海

上丝路”沿线国家的经济差异、历史积怨与政治互信等多方面展开研究,全面保障“海上丝路”战略的安全高效展开。

参考文献

[1] 郑崇伟,游小宝,周广庆,等.中国近海海洋环境特征概况及波浪能资源详查[M].北京:海洋出版社,2015.

[2] 郑崇伟,潘静,田妍妍,等.全球海域风浪、涌浪、混合浪波候图集[M].北京:海洋出版社,2012.

[3] 郑崇伟,邵龙潭,林刚,等.台风浪对琼海飞行安全性的影响[J].哈尔滨工程大学学报,2014,35(3):301—306.

[4] 郑崇伟,林刚,邵龙潭.1988—2010 年中国海大浪频率及其长期变化趋势[J].厦门大学学报(自然科学版),2013,52(3):395—399.

[5] 郑崇伟,潘静,孙威,等.经略 21 世纪海上丝路之海洋环境特征系列研究[J].海洋开发与管理,2015,32(7):4—9.

[6] 郑崇伟,李训强,高占胜,等.经略 21 世纪海上丝路之海洋环境特征:风候统计分析[J].海洋开发与管理,2015,32(8):4—11.

[7] 郑崇伟,付敏,芮震峰,等.经略 21 世纪海上丝路之海洋环境特征:波候统计分析[J].海洋开发与管理,2015,32(10):1—7.

[8] DEE D P, UPPALA S M, SIMMONS A J, et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system[J]. Q. J. R. Meteorol. Soc., 2011, 137(656): 553—597.

[9] SONG L N, LIU Z L, WANG F. Comparison of wind data from ERA-Interim and buoys in the Yellow and East China Seas[J]. Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2015, 33(1): 282—288.

[10] BAO X H, ZHANG F Q. Evaluation of NCEP-CFSR, NCEP-NCAR, ERA-Interim, and ERA-40 reanalysis datasets against independent sounding observations over the Tibetan Plateau[J]. Journal of Climate, 2013, 26: 206—214.

[11] 郑崇伟,高占胜,张雨,等.经略 21 世纪海上丝路之海洋环境特征:极值风速、极值波高[J].海洋开发与管理,2015,32(11):4—8.

[12] 阎俊岳,黄爱芬.中国近海大风极值计算方法研究[J].气象学报,1996,54(2):233—239.

[13] 张德天,郑崇伟,石岭琳,等.1999—2009 年 QN 风场对中国海海表风场的研究[J].海洋预报,2011,28(4):58—64.

[14] 吴风电,罗坚.1977—2008 年北印度洋热带气旋统计特征分析[J].气象与环境科学,2011,34(3):7—13.

[15] 袁俊鹏,曹杰.印度洋偶极子对北印度洋热带气旋活动的影响研究[J].中国科学(地球科学),2013,43:570—581.