

经略海疆 迈向深蓝

海洋在现代社会发展中的重要作用^{*}

郑崇伟^{1,2,3}, 李崇银^{1,2}

(1. 解放军理工大学气象海洋学院 南京 211101; 2. 中国科学院大气物理研究所 LASG 实验室 北京 100029;

3. 海军大连舰艇学院 大连 116018)

摘 要:值此抗日战争胜利 70 周年、甲午海战结束两个甲子之时,我们深切缅怀为国牺牲的英烈,也为建设海洋强国充满激情、肩负责任。伴着亚丁湾护航、“辽宁”舰下水、歼-15 成功着舰、“蛟龙”号深潜……,我国的大航海时代再次掀开崭新的一页。海洋在政治、经济、文化、军事等诸多领域的重要地位愈发凸显。本研究在此抛砖引玉,剖析了海洋经济、海洋与气候变化,以及海洋与军事的密切联系,本系列重点就两个方面展开研究:①中国南海岛礁建设(波浪能评估的研究进展;重点岛礁的风候、波候特征;风力发电、海浪发电提高岛礁的生存能力、可持续发展能力);②第一岛链的波候观测分析(朝鲜半岛周边海域——日本周边海域——琉球群岛——台湾岛周边海域)。为经略海疆、迈向深蓝、建设海洋强国提供科学支撑、辅助决策,为海洋权益维护、国防建设尽绵薄之力,助力“海之梦”、“中国梦”,献礼抗战胜利 70 周年。

关键词:经略海疆;迈向深蓝;海洋经济;气候变化;海洋与军事

中图分类号:P74 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-9857(2015)09-0004-09

1 引言

作为人类生命的摇篮,海洋在政治、经济、文化、军事等诸多领域的重要地位愈发凸显。地球 70.8% 的表面积被海洋覆盖,随着资源危机、环境危机愈演愈烈,为了争夺生存空间,海洋必将是人类未来角逐的焦点。1890 年,著名军事理论家马汉的经典力作《海权论》引起了世界军事和战略领域的关注,他强调“谁控制了海洋,谁就控制了世界”。美国、日本、德国以及苏联等国都以其作为国家战略发展的方向指导,海洋在国家发展战略规划层的突出地位自此体现。孙中山先生也曾说过“国力盛衰强弱,常在海而不在陆”。

认知海洋、利用海洋,方可为防灾减灾、高效开发利用海洋提供科学支撑。海洋对人类的影响主要体现在危害、造福人类两个方面。风暴潮、灾害性海浪、赤潮、海啸、厄尔尼诺……大大

增加了人类开发利用海洋的难度。1953 年 2 月,发生在荷兰沿岸的一次风暴潮,使得水位高出正常潮位 3 m 余,造成超过 2 000 人死亡;1970 年 11 月,发生在孟加拉湾沿岸的一次风暴潮,造成 30 余万人死亡、100 余万人无家可归;1979 年 11 月,我国“渤海 2 号”钻井船受寒潮大风浪袭击而沉没;1999 年 11 月,“大舜号”客混船从烟台驶往大连途中,遭遇寒潮大风浪而倾覆,全船 304 人仅 22 人生还;2011 年 12 月,俄罗斯鄂霍次克海石油平台因遭受强冷空气所造成的恶劣海况侵袭而沉没。但是,如果能够深入掌握海洋环境特征,合理开发利用海洋资源,如种类繁多的生物资源(含渔业、海洋生物制药等)、储量丰富的矿产资源(如油气、可燃冰等)、化学资源(各种金属、盐类等)、海洋能(海上风能、波浪能、潮汐能、

^{*} 基金项目:国家重点基础研究发展规划项目(2013CB956200);国家自然科学基金(41490642)。

温差能、盐差能、海流能等),同样可以给人类带来福祉。

由于海洋资料不易获取,人类对海洋的认识还远不能满足军地海洋建设的需求,以至对太空的认识都胜过海洋。本文在此抛砖引玉,探析了海洋经济、海上交通、海洋状况与气候变化、以及海洋与军事。期望可以为海上丝绸之路、海洋权益维护、防灾减灾、海洋能开发、应对全球气候变化^[1-2]等军地海洋建设提供科学支撑,为“经略海疆、迈向深蓝”提供辅助决策,为海之梦、中国梦尽绵薄之力。

2 海洋经济

海洋与经济的联系自古有之,当历史走进工业革命,蒸汽时代取代了桨划帆船时代,海洋在经济建设中的地位愈发凸显,以我国为例,沿海地区经济发达,GDP 占全国 70% 左右。海洋经济已经成了缓解甚至是解决陆上经济发展问题的关键性因素。当人们面对日益严重的陆上环境污染、资源能耗过大、陆(空)运成本过高等一系列问题时,经略海洋成为诸多发达国家追逐的焦点,这个对于海岸线长度达 1.8 万 km 余的中国来说,无疑也是最佳的发展战略之一。

2.1 海洋资源

海洋经济中历史最为悠久的组成部分是海洋渔业,这与海洋巨大的初级生产力有关,Lalli^[3]指出全世界海洋的初级产量为 3.7×10^{10} t/a(以碳计)。中国近海区域初级生产力是在 $54.75 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ (以碳计)以上,与我国陆地净初级生产力的比值在 1/5 以上(2001 年,我国陆地净初级生产力均值为 $272.10 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ (以碳计)^[4],近海渔业等生物资源的合理开发,可以有效提升我国粮食产能,扩展对外粮食贸易渠道^[5]。海洋中同样蕴藏着极为丰富的化学资源、矿产资源。以我国南海为例,素有“第二波斯湾”之称,具有丰富的油气等矿产资源,也具有能源开发利用价值的常见元素有氢、氧、氦、铀等,仅西沙海域总铀能相当于一个 25 万 kW 电站 150 亿年的发电量^[6]。

近年来愈发严重的“雾霾”天气,越来越受到人类的关注。日益严峻的环境危机、资源危机对人类的生存、可持续发展构成了严重威胁。电

力、淡水困境同样也是抑制边远海岛的经济、军事活动的主要原因之一,长期以来一直是世界性难题。在煤、石油等常规能源日益紧缺的当今世界,无污染、可再生、储量大、分布广等诸多优点使得海洋能成为时代的宠儿。据联合国教科文组织出版的《海洋能开发》指出^[7],全球各种海洋能的理论可再生功率约为 $7.66 \times 10^{10} \text{ kW}$,其中以盐差能和温差能的数量级最大,各为 10^{10} kW ;波浪能和潮汐能次之,各为 10^9 kW ;海流能为 10^8 kW 。据《中国沿海潮汐能资源普查》和《中国沿海农村海洋能资源区划》统计,中国沿岸的潮汐能资源总装机容量为 2 179 万 kW,年发电量为 624 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ^[8]。作者曾模拟得到我国首份、覆盖整个中国海域、长时间序列、高分辨率的海浪数据。在国内率先将“海浪数值模拟”与“波浪能资源评估”相结合,初次实现了整个中国海的波浪能的系统性、精细化评估^[9]。综合考虑波浪能流密度的大小、资源的稳定性和长期变化趋势、能级频率、资源开发的可用波高出现频率、资源的总储量、有效储量和技术开发量、海洋环境特征,发现:虽然中国海并不位于全球海域波浪能资源的富集区,但大部分海域蕴藏着较为丰富、适宜开发的波浪能资源,优势区域分布于南海北部海域^[10-11]。仅从能流密度来看,中国大部分海域的波浪能远比传统估值($2 \sim 7 \text{ kW}/\text{m}$)丰富。因地制宜,开发利用波浪能资源对于解决边远海岛、深远海的电力困境有着实用的价值,将有效促进迈向深蓝的步伐。在水资源日益呈现危机的今天,海底淡水资源同样向人类展示了美好前景,据弗林德斯大学的一组研究人员的最新调查结果显示,海洋底层蕴含着储量丰富的淡水资源,在大陆架附近海床下可能储有 50 万 km^3 的淡水资源。2003 年,法国纳菲雅水公司的一次工业化开采,淡水流量可达 $100 \text{ L}/\text{s}$ ^[12]。

海洋资源的丰富程度超出了人们的想象,成为应对 21 世纪资源和环境危机,改善经济结构,增进经济活力的关键手段^[13]。纵观滨海国家的海洋政策^[14-16],可以发现海洋的经济动力也来源于这些海洋资源^[17-18]。合理开发海洋能资源,将有效促进人类社会的可持续发展,但我们一定要科学地看待海洋^[19-22],中国近海的渔业资源曾经是相当富饶的,而现在也有了伏季休渔的安排。

《孟子》云“数罟不入洿池,鱼鳖不可胜食也”,至今仍具有重要的警示意义。作为全球主要的碳汇,海水中的二氧化碳含量在 2.2 mmol/kg , 据估计人类排放的二氧化碳有 35% 左右被海洋吸收^[23],海水的比热较大,密度较高,世界大洋面积约占地表面积的 70.8%,这使得海洋不仅在现代世界经济发展领域占有重要地位,也使得其在气候变化方面占有一席之地,更是具有“全球气候变化的调节器”之称。人类活动引起的温室气体排放导致气候变化,是一个至今仍然很热的科学问题^[24]。试想,一旦过度将波浪能、海上风能等海洋动能大面积转化成我们需要的电力,势必会造成海洋动能摄入减少,从而导致边界流减弱,由于守恒作用,赤道流系将会呈现减弱或者混合加强的异常情形,从而导致气候异常的情况产生^[25]。此外,不合理的开发海洋渔业资源、海底淡水,会导致大洋初级生产力分布异常;以及由于海底矿藏和淡水开发带来的海水污染,这些活动会从另一个侧面对我们经济造成不可挽回的影响。且初级生产力的异常也会导致海洋固碳能力的变化,对海表温度也会产生较大影响,从而影响气候变化。

2.2 海上交通

海洋是未来经济发展的关键所在,海上交通是世界经济发展的“大动脉”。研究表明,2001—2005 年期间,海上运输业的发展对上海海洋经济的贡献度由 32.23% 增长至超过 60%^[26]。有报告指出,世界商品贸易额的 80% 以上是通过海运实现的^[27],这一比重凸显了海上交通的重要性。从远古的风帆时代至今日的蒸汽动力时代,航海运输依然是大宗货品最廉价、较方便的运输方式。大宗货物的集散促进了生产和消费的发展,也带动了集散区及周边的经济,世界较为著名的港口均是世界经济活动的活跃区,如阿姆斯特丹、上海和广州等。

在宋朝至明朝年间,我国的造船业达到了历史发展上的高峰,从宋朝清明上河图中的船到明朝的郑和宝船,我国的造船业可谓领先于世界。这一时期也是我国海上航运的高峰时期,出现了永乐年间郑和七下西洋的巅峰。郑和之后,航海业逐渐没落,以至产生了清朝的海禁——片帆不得入海。与之相反,西方一直在追寻航海的发展

和新航路的开拓。海上交通业的发展带给人们的不仅仅是世界另一端长什么样子的新奇,更是带给了当时的探险者和我们无尽的财富:①海上交通业促进了海洋科学以及其他学科的发展。以达尔文的进化论为典型:1831—1836 年,达尔文随贝格尔号军舰进行环球考察,随后编纂完成《贝格尔号航行期内的动物志》、《贝格尔号航行期内的地质学》,并于 1859 年发表《物种起源》。没有航海的支撑,这些成就是无法完成的。②海上交通业的发展促进了技术革新。正是由于航海发展的需求,新航路的开辟,人们才不断地推进木质帆船向铁轮船发展,由蒸汽机动力向更高新的核动力发展。此外造船业的发展对改进工艺、新材料的研发以及新型动力的使用都有积极的促进作用。

21 世纪是海洋的世纪,也必然是海运行业欣向荣的一个世纪。经略海疆、迈向深蓝成为国家发展的新目标,“一带一路”战略构想的提出,无疑更是对航海业发展的要求。我国经济的发展与航海的联系尤为紧密:据统计,90% 以上的对外贸易是通过沿海港口经海洋运输实现的,通过海洋运输的外贸经济发展意义重大^[28]。如何由海运大国向海运强国转变^[29-31]是值得海洋工作者深思的问题。

伴着亚丁湾护航、“辽宁”舰下水、“蛟龙”号深潜……,我国的大航海时代再次掀开崭新的一页。拓展新航道、守卫海上经济命脉成了我国走向海洋的硬技术支撑,中国航海业的安全和海外侨民的安全也因此有了更多的保障,近日的也门撤侨,更是彰显了我国的开放、发展、自信、和平的姿态和信心。海上交通业的发展需要有强大的海军力量作为支撑,这一点是各个航海国家和国际公约都加以确信的事实,从坚船利炮的大航海时代到现今的护航,从各个船只悬挂国旗到海军的国际礼节,无不从侧面彰显了海上力量对海上交通业的保障作用。

海洋开发随着陆上资源危机、人口压力、经济发展放缓等因素的影响,日益出现在各国政府的规划里,而海洋开发建设的繁荣离不开海上交通的发展,更离不开海上力量的守卫,这些需求促进着海洋经济的发展和海上力量的建设。

3 海洋与气候变化

天气气候的变化,尤其是年际及年代际时间尺度的气候变化,与海洋状况及其异常(特别是海温异常)有密切关系。早在20世纪80年代开始的国际TOGA(热带海洋和全球大气)计划已让人们认识到海洋对全球天气气候变化的重要作用,其后的CLIVAR(气候变化及可预报性研究)计划和COPEs(地球系统的协同观测和预报)计划更是进一步和具体地突出了海洋状况对气候变化的重要性。今天,每当大家在考虑更长时间尺度气候变化的时候,谁都会考虑海洋状况及其异常将起到怎样的影响。

3.1 各大洋海表温度(SST)主要模态对气候的影响

海洋对天气气候的影响,主要是通过海表对大气的加热作用,因此海表温度及其异常成为大家极为关注的海洋变量。特别是研究发现赤道东太平洋海温异常对全球大气环流及天气气候有重要影响之后,全球各大洋的海温异常都成为预测气候变化所必需考虑的因素,并归纳出一些重要的影响气候的海温变化模态。这里我们简要介绍各大洋海温的几个主要模态(ENSO, IOD, CPIM, PDO, SIOD, SPDO, NATM),以及它们对气候特别是中国气候的影响。

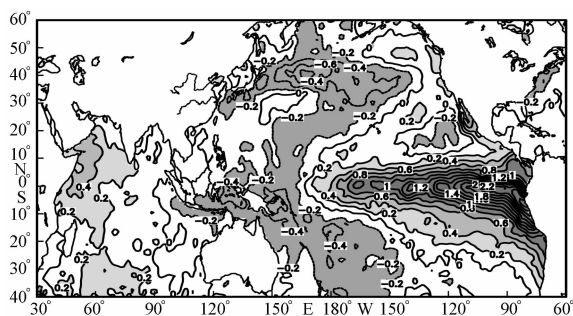
ENSO模:在考虑海洋对大气及天气气候影响的时候,大家首先考虑到的就是ENSO,因为它是全球年际气候变化的最强信号。关于ENSO对中国天气气候的影响,早已有一系列的研究给出了结果^[32-35]。这里需要特别指出,近些年来科学研究进一步指出,与传统的ENSO有些不一样,在赤道中太平洋还存在另一类ENSO,被称为中部型或日界线型。国外已有不少关于不同分布型El Nino事件对气候异常影响的研究,例如有研究指出中部型El Nino对南美、北美西海岸、甚至日本和新西兰气候的影响可能会与东部型El Nino的影响完全相反^[36-37];中部型El Nino还会导致美国西部冬季经常出现北干南湿的“跷跷板”式气候分布特征,而当东部型El Nino发生时美国西部大部分地区冬季都以偏湿的气候特征为主^[38]。关于不同分布型El Nino事件对东亚尤其是对中国气候异常影响的研究也

有一些^[39-44],它们对中国气候影响与传统ENSO的差异是十分明显的。两类ENSO及其影响仍有不少问题没有完全搞清楚,值得继续深入研究。

IOD模:1997年初夏发生了一次强El Nino事件,并在全球许多地方引起了较为严重的气候灾害,例如印度尼西亚地区的干旱及森林大火,南美北部地区的洪涝等。但1997年夏季印度的平均降雨量为正常,部分地区略微偏多,东非地区也明显多雨。为什么会出现这样的情况呢?资料分析结果表明,1997年El Nino期间,赤道印度洋也出现了很强的海温异常,其SSTA的强度达2℃以上,为历史上所少见。根据海温距平的分析,Sagi等^[45]的研究指出,赤道印度洋SSTA的变化存在一种偶极子型振荡,即(10°S—10°N, 50°—70°E)海区与(10°S—EQ, 90°E—110°E)海区的平均海温有反相变化的特征。这种海温变化特征被称为IOD(印度洋海温偶极子),并认为IOD与赤道太平洋的ENSO并非都有关系。其后Clark等^[46]研究了印度洋偶极子与东非沿岸降水变化的关系,结果表明东非沿岸10—12月的短雨季降水与同期印度洋偶极指数有十分明显的关系,并发现这种关系有明显的年代际变化特征。Goddard和Graham^[47]的数值模拟研究也表明了印度洋海温偶极变化对东非沿岸降水有重要影响。李崇银和穆明权^[48]通过资料分析研究了印度洋偶极子的变化特征及其气候影响,结果表明印度洋海温偶极子与赤道太平洋的ENSO有很好的负相关,并对亚洲季风活动,特别是印度季风和南海季风有重要影响。肖子牛和晏红明^[49-50]的研究也表明了印度洋不同海温结构和变化在季风活动和气候变化中的作用,其模拟也只给出了类似的试验结果。

CPIM:深入的研究表明,印度洋偶极子与太平洋ENSO有着密切的联系,并且不少人已将赤道西太平洋与赤道东印度洋合在一起称之为“大暖池”,由于印度尼西亚贯穿流和大气沃克环流的影响,印度洋和太平洋海温的异常的确有紧密相关。李崇银、琚建华和杨辉等^[51-53]通过对海温场的经验正交函数分解,发现在赤道印度洋到赤道中东太平洋的大范围海区的海面温度存在一个三极型模态(图1),并且这一海温模态是相当

稳定的,称之为 CPIM(太平洋—印度洋海温联合模);比较研究还表明,ENSO 模和 IOD 模与 CPIM 对中国气候和印度夏季降水有着显著的不同影响;用大气环流模式进行了数值模拟试验结果清楚地表明,热带太平洋和印度洋的几个海温模的气候影响差异很明显。武术等^[54]对海洋上层热含量的年际变化所作的分析也表明该综合模也十分明显。吴海燕等^[55]通过对 1958—2001 年逐月的 SODA 资料中海表温度异常、次表层海温异常进行分析,也表明热带太平洋—印度洋海温联合模在表层、次表层的表现都很明显,并且有明显的年际及年代际变化特征;黎鑫等^[56]进一步分析研究和确定了温跃层 CPIM 的结构和演变特征。



年我国海平面的上升率为 2.6 mm/a , 未来 30 年我国海平面将可能比 2009 年高 $80 \sim 130 \text{ mm}$ 。这对我国的岛屿及沿海地区国土安全都将受到影响, 特别是我南沙群岛在高潮时有 30 多个岛礁, 其高度多在 1 m 左右, 因此需要有坚决措施, 才能应对全球增暖影响。

大家知道, 近百年的全球增暖主要是大气中二氧化碳含量增加所导致的温室效应引起的, 大气中的碳含量以及地球系统中的碳循环就是一个特别重要的问题。已有研究表明, 在十年到千年的时间尺度上, 海洋是最大的动态的碳存储容器。在过去的冰期—间冰期中, 海洋过程对二氧化碳的垂直分布、存储和向大气释放起了决定性作用。海洋的碳储量受洋流和生物地球化学过程的影响而变化, 物理过程, 主要是海面的风, 以及不同水层间的混合对于碳的释放和存储影响也很大。总之, 作为地球系统重要碳汇的海洋, 以及海洋中的物理和生化过程、海洋与大气的相互作用等, 都对全球变化有着重要的影响。

全球水循环对于全球变化, 特别是气候变化和天气气候灾害的发生有重要作用。而海洋面积为地球表面积的 $2/3$ 多, 全球水的基本来源在海洋, 海洋环境状况及过程对于全球水循环也就起着极其重要的作用。在水循环中一个重要的、大家都在研究的问题, 即水汽—云辐射—气候反馈, 海洋及其过程在其中有什么重要作用更是需要尽量搞清楚的问题。

地球气候及气候变化, 都与地球表面热量的不均匀分布有关。地球气候系统的热量输送, 对于维持气候系统及其变化有重要作用。海洋由于其面积大, 海水的热容量又比较大, 海洋对全球的热量输送就有十分重要的作用。因此, 海洋通过热量输送影响全球气候及其变化, 也是十分值得重视的问题。

总之, 作为地球气候系统重要部分的海洋, 在全球增暖、全球气候变化中起着极为重要的作用, 因此需要我们深入研究。

4 海洋与军事

掌握海洋环境特征是高效展开军事/非战争军事行动的先决条件, 能够熟练掌握、运用海洋环境特征, 就等同于在未来海战中占据“地利”优

势。水文气象条件也历来是重大战事获胜的保证, 从冷兵器时代的“草船借箭”、孔明借东风, 到“二战”时期德军受到大雪严寒天气影响导致在莫斯科保卫战中失利; 从 4700 年前的“涿鹿之战”, 到诺曼底登陆、仁川登陆、越战中泥泞的“胡志明小道”……, 无一不展现着气象水文条件在战争中愈发重要的地位。在信息化时代, 军事气象水文环境条件在军事活动及战争行动中的需求和作用越来越显得重要。武器装备的发展越来越先进、越来越复杂, 它们的科技含量也越来越高, 武器装备本身及其效力的发挥与气象水文条件的关系愈发紧密^[71]。美军在每次重大军事行动前, 会非常重视收集、整理目标区域的水文气象特征。

恶劣的海洋环境对军事/非战争军事行动存在严重威胁, 甚至带来灾难性后果。1944 年 12 月, 美国第三舰队在菲律宾中部的民都洛岛附近集结, 准备进攻日军占领的吕宋岛, 但是由于对台风的位置、路径把握不准确, 遭到台风侵袭, 直接导致 3 艘驱逐舰沉没, 2 艘航空母舰严重受损, 146 架舰载机被抛入大海, 近 800 人非战斗减员。1969 年美国“长尾鲨”号核潜艇可能受到内波的影响而失事。1982 年的马岛战争中, 英军乘狂涛大雨夺回马岛, 但是由于风浪大、能见度差, 英军 1 架直升机坠毁, 21 人丧生。1999 年 8 月, 台湾空军 3 架飞机遭遇恶劣海况而撞击海面, 其中含两架高性能的 F-16 战斗机。

传统的遇到台风浪、冷空气大浪之类的危险天气, 多是以规避为主。但是, 如果能深入把握海洋环境特征, 同样可以为军事服务。我们推崇: 扭转以防灾减灾为主的传统观念, 将危险天气作为掩护, 化弊为例, 构建“危险天气战法”, 将达到出其不意的攻击效果, 有效提升战斗力^[72]。据估计: 一个强雷暴系统所具有的能量相当于一枚 250 万吨当量的核弹; 一个弱小气旋的平均能量差不多等于一颗 100 万吨级氢弹爆炸的能量; 一次中等强度的台风从海洋吸收的能量相当于 10 亿吨 TNT 炸药的当量^[73-75]。虽然现有的气象武器虽在技术上还无法把如此巨大的能量全部用于战争, 但即便是局部利用它, 将其作为一种进攻性的要素, 必将达到出其不意的攻击效果。“二战”初期, 德军潜艇利用英国沿海潮流的

变化,潜入英国海军基地佛罗港,击沉近 3 万吨级的英国旗舰“皇家橡树”号后安全返航。美军利用仁川巨大潮差,出其不意地成功登陆。2000 年,俄罗斯苏-27 战机和苏-24MR 侦察机利用大气波导现象形成的电磁盲区,两次成功突防美军“小鹰”号航空母舰,并对“小鹰”号进行多次侦察拍照,而美国的警戒雷达没能及时侦测到俄苏-27 战机。

海洋环境犹如一把双刃剑。例如,巨涌引起的中垂、中拱现象,会给舰船带来致命损伤^[76-77];而涌浪具有能量大、稳定性好的优点,如果能掌握其特征,建立水下海浪发电站,可以隐蔽地为潜艇等水下航行器充电,大大较少被敌发现的概率^[78-79]。又如,大风浪会给航海、武器作战效能造成严重影响;通过精确计算,导弹、舰载机等可以将大风浪为掩护(敌方雷达易将我误判为海浪杂波),掠海飞行,可以达到出其不意的攻击效果^[80]。再如,潮汐潮流会影响潜艇的航行;如果把握得当,潜艇可利用潮汐通过敌布设雷区和反潜障碍网,利用深层流进行漂航可以增强其隐蔽性……又如浮空武器、漂雷等等,无疑都是有效

利用自然环境的典型。

5 展望

经略海疆,迈向深蓝已成为国家发展的新目标。“一带一路”、“亚投行”、“非洲援建”、“协助多国撤侨”、“亚丁湾护航”……,处处彰显我国延续和平与发展主题、为整个人类社会谋福祉的负责任大国风范^[81-82]。“21 世纪海上丝绸之路”战略构想的提出,更是开启了人类社会合作、互助、共赢的新篇章,给我国乃至全球都带来了发展机遇。海洋、经济、航运、气候变化、军事,几者之间已然紧密联系、相互影响、密不可分,合理、高效开发利用海洋资源,方可促进人类社会的和谐、可持续发展。如何由海洋大国向海洋强国挺进?整体来看需要做好以下几个方面^[83]:①经济发展与海洋环境相协调;②构建循环经济体系;③科学利用海洋能;④适度、科学开发利用海岛;⑤增强海洋意识,提高环保意识,加强环保立法、执法;⑥尊重自然规律、适应和利用有限的自然;⑦重视海洋环境的科学研究。

参考文献

[1] 李崇银. 正确认识和应对气候变化(一)[J]. 气象水文装备,2010,21(6):1-5.

[2] 李崇银. 正确认识和应对气候变化(二)[J]. 气象水文装备,2011,22(1):1-4.

[3] Lalli I. Biological Oceanography: An Introduction [M]. United Kingdom: Butterworth-Heinemann, 1997.

[4] 中国科学院遥感应用研究所. 全球变化遥感研究领域 [EB/OL]. http://www.irs.a.cn/jgsz/kyxt/ygqxyjs/yjfx/200912/t20091207_2690946.html.

[5] 卢培胜,王德才,卞永平. 开发海洋生物资源[J]. 决策与信息,1996(2):8-9.

[6] 海南史志网. 自然再生能源[EB/OL]. <http://www.hnszw.org.cn/data/news/2009/06/43652/>.

[7] Gerald L W, Walter R. Harvesting ocean energy [M]. UNESCO, 1981.

[8] 王传崑,施伟勇. 中国海洋能资源的储量及其评价[C]. 中国可再生能源学会海洋能专业委员会第一届学术讨论会文集,2008:169-179.

[9] 郑崇伟,李训强. 基于 WAVEWATCH-III 模式的近 22 年中国海波浪能资源评估[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2011,41(11):5-12.

[10] Zheng C W, Shao L T, Shi W L, et al. An assessment of global ocean wave energy resources over the last 45 a [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2014, 33(1):92-101.

[11] 郑崇伟,苏勤,刘铁军. 1988-2010 年中国海波浪能资源模拟及优势区域划分[J]. 海洋学报,2013,35(3):104-111.

[12] 百度百科. 海底淡水[EB/OL]. <http://baike.baidu.com/view/1139135.htm>.

[13] 倪国江. 海洋资源开发技术发展趋势及我国的发展重点[J]. 海洋技术,2009,28(1):133-136.

[14] 蒋小翼. 澳大利亚联邦成立后海洋资源开发与保护的历史考察[J]. 武汉大学学报(人文科学版),2013,66(6):53-57.

[15] 魏婷,李双建,于保华. 世界主要海洋国家海洋资源管理及对我国的借鉴[J]. 海洋开发与管理,2012,9:1-5.

[16] 赵蓓,唐伟,周艳荣. 英国海洋资源开发利用综述[J]. 海洋开发与管理,2012(9):8-10.

[17] 周秋麟,周通. 国外海洋经济研究进展[J]. 海洋经济,2011,1(1):43-52.

[18] 伍业锋. 海洋经济:概念、特征及发展路径[J]. 产经评论,2010,3:125—131.

[19] 朱晓东,施丙文. 21 世纪的海洋资源及其分类新论[J]. 自然杂志,1998,20(1):21—23.

[20] 张鸿翔,赵千钧. 海洋资源——人类可持续发展的依托[J]. 地球科学进展,2003,18(5):806—811.

[21] 马涛 陈家宽,海洋资源的多样性、经济特性和开发趋势[J]. 经济地理,2006,26(增刊):298—300.

[22] 刘海波,付颖. 海洋资源及其可持续发展[J]. 鞍山师范学院学报,2003,5(4):61—63.

[23] 冯士筭,李凤岐,李少菁. 海洋科学导论[M]. 北京:高等教育出版社,1999.

[24] Saltzman B. Dynamical paleoclimatology:Generalized theory of global climate change [M]. Manhattan:Academic Press, 2001.

[25] 张学洪,俞永强,周天军,等. 大洋环流和海气相互作用的数值模拟讲义[M]. 北京:气象出版社,2013.

[26] 苏倩. 海洋运输业对海洋经济增长的贡献度—以上海市为实证研究[D]. 上海:上海海事大学,,2007.

[27] 蔡观. 进入 21 世纪的国际海运业[J]. 中国港口,1996(2):38—40.

[28] 郭伟,王颖. 马六甲海峡—南海航线与当代中国经济发展[J]. 第四纪研究,2006,26(3):485—490.

[29] 罗文丽. 海运发展拟升为国家战略[J]. 中国物流与采购,2013(8):48—50.

[30] 彭丽,朱意秋. 我国海运业发展的国际比较[J]. 综合运输,2008(5):70—73.

[31] 孙家庆,靳志宏. 综合运输视域下的海运强国建设[J]. 世界海运,2014,37(9):12—16.

[32] 陈烈庭. 东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响[J]. 大气科学,1977(1):1—12.

[33] 李崇银. 厄尔尼诺与西太平洋台风活动[J]. 科学通报,1985,30:1087—1089.

[34] 符淙斌,腾星林. 我国夏季的气候异常与埃尔尼诺/南方涛动现象的关系[J]. 大气科学,1988,12(S1):133—141.

[35] 巢纪平,李崇银,陈英仪,等. ENSO 循环机理和预测研究[M]. 北京:气象出版社,2003.

[36] Larkin N K, Harrison D E. Global seasonal temperature and precipitation anomalies during El Niño autumn and winter [J]. Geophys Res Lett, 2005, 32:L13705, doi:10. 1029/2005GL022738.

[37] Ashok K, Behera S K, Rao S A, et al. El Niño Modoki and its possible teleconnection [J]. J Geophys Res, 2007, 112:C11007, doi:10. 1029/2006JC003798.

[38] Weng H Y, Ashok K, Behera S K, et al. Impacts of recent El Niño Modoki on dry/wet conditions in the Pacific Rim during boreal summer [J]. Climate Dyn, 2007, 29:113—129.

[39] 高辉,王永光. ENSO 对中国夏季降水可预测性变化的研究[J]. 气象学报,2007,65 (1):131—137.

[40] 宗海峰,陈烈庭,张庆云. ENSO 与中国夏季降水年际变化关系的不稳定性特征[J]. 大气科学,2010,34 (1):184—192.

[41] 袁媛,杨辉,李崇银. 不同分布型厄尔尼诺事件对中国次年夏季降水的可能影响[J]. 气象学报,2012,70:467—478.

[42] Yuan Y, Yang S. Impacts of Different Types of El Niño on the East Asian Climate:Focus on ENSO Cycles[J]. J Clim, 2012, 25: 7702—7722.

[43] Yuan Y, Yan H M. Different types of La Niña events and different responses of the tropical atmosphere. Chin Sci Bull, 2013, 58:406—415, doi:10. 1007/s11434—012—5423—5.

[44] Wang X, Zhou W, Li C, Wang D. Comparison of the impact of two types of El Niño on tropical cyclone genesis over the South China Sea [J]. Int J Climatol, 2014, 34, 2651—2660, doi:10. 1002/joc. 3865.

[45] Saji N H, Goswami B N, Viayachandrom P N, et al. A dipole mode in the tropical Indian Ocean [J]. Nature, 1999, 401:360—363.

[46] Clark C O, Webster P J, Cole J E. Interdecadal variability of the relationship between the India Ocean zonal mode and East Africa coastal rainfall anomalies[J]. J Climate, 2003, 16:548—554.

[47] Goddard L O, Graham N E. Importance of the India Ocean for simulating rainfall anomalies over and southern Africa [J]. J Geophys Res, 1999, 104:19099—19116.

[48] 李崇银,穆明权. 赤道印度洋海温偶子型振荡及其气候影响[J]. 大气科学,2001,25(4):434—443.

[49] 肖子牛,晏红明. El Niño 位相期间印度洋 SSTA 对中国南部初夏降水及初夏亚洲季风影响的数值模拟研究[J]. 大气科学, 2001,25(2):172—183.

[50] 肖子牛,晏红明,李崇银. 印度洋地区东西海温的偶极振荡与中国汛期降水的关系[J]. 热带气象学报,2002,18(4):335—344.

[51] 据建华,陈琳玲,李崇银. 太平洋—印度洋海温异常模态及其指数定义的初步研究[J]. 热带气象学报,2004,20(6):617—624.

[52] 杨辉,李崇银. 热带太平洋—印度洋海温异常综合模对南亚高压的影响[J]. 大气科学,2005,29(1):99—110.

[53] 杨辉,贾小龙,李崇银. 热带太平洋—印度洋海温异常综合模及其影响[J]. 科学通报,2006,51(17):2085—2090.

[54] 武术,刘秦玉,胡瑞金. 热带太平洋—南海—印度洋海面风与海面温度年际变化整体耦合的主模态[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2005,35(4):521—526.

[55] 吴海燕,李崇银. 赤道太平洋—印度洋海温异常综合模与次表层海温异常[J]. 海洋学报,2009,31(2),24—34.

[56] 黎鑫,李崇银,谭言科. 热带太平洋—印度洋温跃层海温异常联合模及其演变[J]. 地球物理学报,2013,56(10):3270—3284.

[57] 咸鹏,李崇银. 北太平洋海温变化的年代际模及其演变特征[J]. 大气科学, 2003,7(5):861—868.

[58] Li Chong-yin, Xian Peng. Atmospheric anomalies related to interdecadal variability of SST in the North Pacific. Adv Atmos Sci, 2003, 20:859—874.

[59] 朱益民,杨修群. 太平洋年代际振荡与中国气候变率的联系[J]. 气象学报,2003,61(6):641—654.

[60] 晏红明,肖子牛,谢应齐. 近 50 年热带印度洋海温距平场的时空特征分析[J]. 气候与环境研究, 2000,5(2):180—188.

[61] Behera S K, Yamagata T. Subtropical SST dipole events in the southern Indian Ocean [J]. Geophys Res Lett, 2001, 28:327—330.

[62] 贾小龙,李崇银. 南印度洋海温偶极子型振荡及其气候影响[J]. 地球物理学报,2005, 48:1238—1249.

[63] Wang X, Li C Y, Zhou W. Interdecadal mode and its propagating characteristics of SSTA in the South Pacific [J]. Meteorol Atmos Phys, 2007, 98:115—124.

[64] Shakun J D, Shaman J. Tropical origins of North and South Pacific decadal variability [J]. Geophys Res Lett, 2009, 36:L19711, doi:10.1029/2009GL040313.

[65] Li G., Li C Y, Tan Y K, et al. Seasonal Evolution of Dominant Modes in South Pacific SST and Relationship with ENSO [J]. Adv Atmos Sci, 2012, 29:376—385.

[66] 李刚,李崇银,谭言科,等. 北半球冬季南太平洋海表温度异常的主要模态及其与 ENSO 的关系[J]. 海洋学报,2012, 34(2):48—56.

[67] Li G, Li C Y, Tan Y K, et al. Observed relationship of boreal winter South Pacific tripole SSTA with eastern China rainfall during the following spring [J]. Journal of Climate, 2014, 27:8094—8106.

[68] Li G, Li C Y, Tan Y K. The interdecadal changes of the South Pacific sea surface temperature in the mid-1990s and their connections with ENSO [J]. Adv Atmos Sci, 2014, 31 (1):66—84.

[69] Lu R Y, Dong B W, Ding H. Impact of the Atlantic Multidecadal Oscillation on the Asian summer monsoon [J]. Geophys Res Lett, 2006, 33, L24701, doi:10.1029/2006GL027655.

[70] Gu W, Li Chong-yin, Wang Xin, et al. Linkage between Mei-yu precipitation and North Atlantic SST on the decadal timescale [J]. Adv Atmos Sci, 2009, 26 (1):101—108.

[71] 李崇银. 重视军事水文环境保障的“软”装备[J]. 气象水文装备,2010,21(2):1—3.

[72] 郑崇伟,潘静. 基于 WW3 模式的台风浪对掠海飞行器击水概率的影响分析[J]. 解放军理工大学大学学报(自然科学版), 2013, 14(4):467—472.

[73] 张佐鹏,倪海宁. 气象武器“比原子弹还重要”[J]. 决策与信息,2009,9:6—7.

[74] 季开亮. 海洋水文气象与现代海战[J]. 气象知识,2002,5:35—37.

[75] 孙立华,何飞. 现代战争中气象控制威力不亚于原子弹[J]. 气象知识,2007(5):52—55.

[76] 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.

[77] 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.

[78] Zheng C W, Li C Y. Variation of the wave energy and significant wave height in the China Sea and adjacent waters [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015, 43:381—387.

[79] 郑崇伟,游小宝,潘静,等. 钓鱼岛、黄岩岛海域风能及波浪能开发环境分析[J]. 海洋预报,2014,31(1):49—57.

[80] 郑崇伟,潘静,黄刚. 利用 WW3 模式实现中国海击水概率数值预报[J]. 北京航空航天大学学报, 2014, 40(3):314—320.

[81] 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.

[82] 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.

[83] 李崇银. 应对全球环境变化挑战,选择社会发展最佳模式[J]. 江苏科技信息,2007,11:5—6.