

现代气象导航的技术原理和效益

余鹤书 许小峰 刘有奇

(国家气象中心,北京 100081)

提 要

作者介绍了船舶气象导航在我国的兴起和发展,利用气象、航海、计算机和通信技术,实施全球航线推荐和跟踪导航咨询,取得显著效益。

关键词: 气象导航 航线优选 业务技术 效益

引 言

在帆船时代,航海家们就掌握了利用季风远渡大洋的技巧。但利用天气图方法的海洋气象导航技术,则始于50年代初。直到70年代随着大气科学和计算机技术的飞速发展,数值天气预报和气象卫星监测海洋风暴灾害技术的广泛应用,才使现代气象导航技术有了坚实的基础。以往以手工操作为主的气象导航业务受到巨大的挑战,采用计算机方法拟定跨洋航线,可在短时间内从大批量气象海况数据场中优选气象航线,指导船舶趋利避害,使航行更安全,海洋运输更有效,科学考察更顺利,军事行为更主动。

1 船舶运动模式和航线优选

为船舶横渡大洋优选最佳航线,是以航行海区的气象和海况预报信息、船舶装载和运动性能为依据,运用优化原理,通过计算机程序处理,求解总航时最短或燃料耗费最少的航线。

关于船舶运动模式,我们采用数理统计的方法^[1],以船舶本身的参数(航向、航速、排水量等)和海洋环境状况(海面风向、风速、浪高、涌向、涌高、海流流向和流速等)数据为因子,通过逐步回归技术建立不同船级的失速

运动方程。各类船型运动方程贮存入随机数据文件中供优选航线调用。

关于航线优选,采用运筹学中最优原理的动态规划^{[2][3]},把船舶航行的连续过程,作为离散型和确定性过程处理,根据R. Bellman最优化原理^[4],对设置的航路网络的各阶段,随气象海况状态的变化进行决策,并采用航时最短为决策指标,选择最佳航线。

目前我国和国外一些气象导航机构,拟定航线的方法基本类同,其质量的优劣取决于所掌握全球气象海况资料的准确性和及时性。航线的设定始终贯彻着安全经济的原则,把航线设计在天气系统最有利的部位,尽量趋于顺风、顺浪、顺流的海域,规避风暴的袭击,保障船舶在跨洋航行中尽量节省燃料、准时抵达港口。船舶横渡大洋一般需时10—20天,赴南极考察的环球航行时间长达一个月以上,然而由于目前对大洋的天气海况预报水平有限,有用的预报仅达一周左右,因此超过一周的航线设计,则采用接力方法,即在一周的数值预报之后,采用历史相似型法或气候场或风暴模型法来确定。一般而言,当天气形势持续少变时,也就是说,影响航线的风暴系统有规律移动或变化缓慢,这时最佳航线

的选择效果较好;当天气形势处于调整时,也就是说影响航线的天气系统可能发生突变,极易引发气旋爆发性发展等事件,危及航线安全,这时很难得出明确的最佳航线,在这种情况下,先推荐一条初始性的战略航线,再根据形势演变,修改航线,避开恶劣风暴海域。

2 气象导航实时业务系统

现代海洋气象导航服务需要具备先进的航线决策和跟踪监测恶劣天气的业务系统。国家气象中心海洋气象导航课题组经过近十年的开发,先后完成了气象导航关键技术研究 and 业务建设,近几年来,在中远集团的支持下,加强航海技术力量,开发了航线分析和防灾决策技术,有效地推动着我国气象导航事业的发展。

2.1 气象导航专用微机与巨型计算机系统联网

在国家统一规划下,国家气象中心计算机系统不断更新换代,近年来相继装备了新一代巨型计算机(银河Ⅱ和Cray计算机),我国已成为世界上少数几个有能力制作中期数值预报的国家之一。气象导航专用微机系统与巨型计算机系统的联网,主要功能是及时获得全球气象海况实时观测数据和预报资料。目前导航中心每天接收处理的资料计有:全球三大洋船舶报告、气象卫星云图、0—6天全球中期数值预报、导航中心计算加工的全球海面风和海浪预报,全球热带气旋、风暴大风、海雾海浪海冰和海啸等警报报告,此外还有美、日、德等国的预报资料和各种传真图,上述资料基本满足全球导航的要求。

2.2 电脑图形显示和全球船位监控

开发的各种软件,可以随时在微机屏幕上显示全球或区域范围的海面气压场、风场、浪场、海流场、高空形势图、热带气旋运动路

径和全球船位动态。屏幕显示有利于快速跟踪温带气旋和热带气旋的发展、移动和影响范围,同时根据船舶动态,及时确定船舶处在风暴区的部位,推算出每日船位相应的海面风、海浪和气压预报值,决策船舶避离措施。

2.3 航线优选和评价

根据航法计算公式和优选原理,编制了计算机运行程序。当输入某艘船的参数时,程序自动调用船舶性能方程,实时气象海况预报值和海流数据,按约束条件求得气象航线;计算出航程、航时、航速以及海流影响等数据,并在屏幕上显示出航迹图。优选的航线经修改后发给船长参考。

当船舶导航结束后,计算机按规定格式汇总资料,输出完整的航行数据,包括:实际船位、标准时间计算船位、航速、风向风速、浪高、涌向涌高、流向流速、总航程、总航时、平均航速、天气因素影响的失速值,海流因素影响的失速值;全航程各档蒲福风级的分布概率;来往电文和航迹图等。最后还附有简明扼要的航次评述意见,这份评价报告既作为航线选择技术优劣的分析材料,同时还可作为用户对船舶航行分歧意见的证据。

2.4 通信联络

通过三大洋海事卫星同船舶的联络已成为气象导航的主要手段。目前利用这类通信网络,即使在气象环境恶劣的情况下,也能及时可靠地同船舶进行联络。通信方式采用电传、传真和电话,中英文联系。据统计我们同各大洋船舶联络的通报率时效在3小时以内的达到90%以上。

2.5 业务程序和全天候服务

气象导航中心建立了一套科学严谨的业务程序,全天候为船舶实施最佳服务。当导航中心接到船舶申请气象导航电报后,值班人

员将有关资料输入计算机,为考虑不利的影响因素,将大尺度海洋风、海浪、海流场、海面气压场、高空形势、卫星云图、热带气旋和温带气旋预报警报资料,与船舶装载、计划航速和船舶运动模式结合起来,由计算机预测出船舶在航线上的运行状况。根据船舶航行的约束条件、目的和要求,结合环流和天气演变特点,进行修改,选择最适宜航线通告船长。船舶在海上航行时,值班员把船位和天气记入资料库,根据不断更新的资料,监视航区,一般每两天联络一次,遇到复杂情况,增加联络通告次数,以策安全。为使船公司了解船舶航行情况,导航中心还按时把航行动态及全球恶劣天气区域通告船公司。

3 气象导航效益

在为国内外远洋运输、远洋渔业、海洋拖运和环球科考等各种类型的导航服务中,导航范围遍及全球三大洋和南北极海域。根据随机统计的 471 艘船舶,导航总航程达 330 万海里,总航行天数为 10799 天,其中遭遇 8 级以上大风的天数计有 105.5 天,占总航行天数的 0.97%,而出现 5 级风以下的则占 83.5%。可见接受导航的船舶受恶劣风浪的袭击机会比较小,安全系数大,这对于减轻船、货损失具有重要作用。另外,大约有 58%

的船舶设计在顺流的海洋状况下,有利的自然条件使部分船舶航速得到增加。

根据对 471 艘船舶应用气象导航的统计,总共节省航行天数为 282.6 天(平均每航次节约 0.6 天,其中北太平洋高纬航线节约最多)。相应节约燃料(约 7065 吨)费约 3532500 元,节省租船费约 19442880 元,两项总计共节约人民币 22975380 元。相当于每艘船每个航次节省 48780 元。此外,由于采用气象导航之后,减少了船舶遭受大风浪袭击,从而降低了船舶维修费和货物损失赔偿费,总体效益是十分显著的。

通过实际使用,船长们普遍认为,我国气象导航具有预报准确,航线推荐合理,通报及时,全天候连续跟踪监视船舶,服务认真周到等特点,有的船长来信指出,我国气象导航已可与国外水平相媲美。

参考文献

- 1 余鹤书,谷美荣,许小峰.在风浪场中船舶运动失速特征.应用气象学报,1990,1(3):293-297.
- 2 司徒杰.海洋航线优选.中国航海,1986,(1):1-6.
- 3 余鹤书,郭进修,许小峰,史树森.海洋气象航线优选技术和实船导航业务试验.气象,1988,14(4).
- 4 甘应爱等.运筹学.北京:清华大学出版社,1990:194-253.

The Technology and Benefit of Modern Meteo-Routing

Yu Heshu Xu Xiaofeng Liu Youqi

(National Meteorological Centre, Beijing 100081)

Abstract

The onset and development of ship meteo-routing are introduced in China. With the help of science and technology of weather forecast, navigation, computer and telecommunication, global optimum weather route service can be provided and remarkable social-economic benefit can be achieved.

Key Words: meteo-routing optimum route operational science and technology benefit