

# 影响冬季北太平洋航线设计的天气要素的分析\*

黄彬<sup>1)</sup> 刘还珠<sup>2)</sup> 何金海<sup>1)</sup> 刘涛<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(南京气象学院,南京 210044) <sup>2)</sup>(国家气象中心,北京 100081)

## 摘 要

根据船舶气象导航的原理以及影响航线设计因素的原则,通过对北太平洋冬季爆发性气旋和温带气旋的特征分析以及风场、海浪气候的特点,指出船舶在设计航线时,应根据气候状况、天气形势分析及结合中短期预报设计一条既能充分利用有利的风、浪等因素又能避开大风浪等灾害性天气以达到安全、经济的目的。

关键词:北太平洋 爆发性气旋 环流形势 航线设计

## 引 言

船舶气象导航就是根据大洋气候状况及长、中、短期天气和海况预报,结合船舶性能,为船舶选择最佳航线,并在航行中利用不断更新的天气和海况预报修正航线,指导船舶航行,以达到在最短的时间内和损失最小的情况下完成航行的一种技术<sup>[1]</sup>。导航经过近十年的发展,对导航技术进行了初步探讨。齐桂英<sup>[2]</sup>提出了标准纬度地转调整率定义法:即气旋中心不论在哪一纬度上,其中心气压的加深率只要 24 h 达到 24 hPa 或 12 h 达到 12 hPa,就定义为爆发性气旋。余鹤书<sup>[3]</sup>、林明智<sup>[4]</sup>、尹尽勇<sup>[5,6]</sup>等探讨航线设计的原理并对不同航线做了比较分析。至今,通过气象要素的分析对大洋航线定性研究的文章国内还不多。本文在以上工作的基础上,通过对北太平洋冬季影响航线的诸气象要素的分析,结合气象导航的实例,探讨导航技术。

## 1 北太平洋爆发性气旋

### 1.1 爆发性气旋

爆发性气旋是北太平洋冬半年中高纬度洋面强烈发展的锋面气旋。它常伴有大规模的 18~22 m/s 的强风速,具有很大的摧毁力,严重威胁远洋船舶的航行安全。1980 年 Sanders<sup>[7]</sup>提出:当温带气旋 24 h 内海平面气压值下降达到或超过  $24 \sin \varphi \sin 60^\circ$  hPa ( $\varphi$  为气旋中心所在纬度)时,称为爆发性气旋。爆发性气旋主要出现在 11 月至次年 3 月,约占全年总数的 83%(见表 1)。

利用国家气象局出版的每日两次历史天气图集统计发现(表 1),北太平洋爆发性气旋主要发生在 140°E 以东到 160°W 以西,35°N 以北的洋面上。东亚大陆及邻近海域很少

\* 2001-08-29 收到,2002-05-20 收到修改稿。

有气旋作爆发性发展,而在其东侧的西北太平洋海面( $35^{\circ} \sim 55^{\circ} \text{N}$ ,  $140^{\circ} \sim 170^{\circ} \text{E}$ )是爆发性气旋的高发海域,约占总数的82%。该区域是著名的黑潮暖流和亲潮冷流交汇的地方,海温梯度特别大,锋面抬升作用强烈,大气斜压性明显,这些因素为气旋的爆发性发展提供了有利的背景条件。表2给出了气旋作爆发性发展前后中心气压的变化分布,气旋爆发前的中心气压一般比较高(1010~980 hPa),平均为998 hPa,经过24 h爆发性发展,气旋中心气压降到990~960 hPa,平均为974 hPa。

表1 1987~1996年各月爆发性气旋发生频数

	月 份												总数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
频数	28	26	36	11	3	2	0	0	3	9	22	27	157

表2 气旋作爆发性发展前后中心气压变化分布

气压(hPa)	爆发前					爆发后				
	>1010	1010~1001	1000~991	990~981	<980	>990	990~981	980~971	970~961	<960
个数	10	50	73	21	3	8	42	64	34	9

## 1.2 发展和移动路径

李长青和丁一汇<sup>[8]</sup>对西北太平洋爆发性气旋形成的大尺度进行研究发现:海洋上空大气层结的不稳定、高空急流出口区北侧的动力辐散、冬季副高位置偏北时其西侧的强暖平流以及中低层强斜压区等都是气旋急剧发展的有利因素。500 hPa上的东亚大槽是北半球冬半年最强的超长波,它的建立、更替、增幅和转向直接影响着温带气旋的发生发展,特别是气旋的爆发性发展。在地面图上,亚洲大陆的西伯利亚冷高压和北太平洋上的阿留申低压控制着东亚地区的冬季风。大陆冷高压的强度、位置、分裂爆发南下和东移直接影响下游温带气旋的发生发展和移动,尤其是冬季东亚大陆强冷空气或寒潮爆发所伴随的大尺度环流调整激发了下游北太平洋海域气旋作爆发性发展。在统计的157个爆发性气旋中,几乎所有的气旋在爆发前1~3天内,东亚大陆均有强冷空气爆发过程,而且冷空气爆发过程越强,持续时间越长,西北太平洋爆发性气旋的强度也越强,甚至可能有连续几天作爆发性发展。其预报着眼点就是密切关注东亚大陆是否有强冷空气或寒潮爆发过程。爆发性气旋的移动路径与一般温带气旋的移动路径基本一致。东移入海的气旋和沿海生成区形成的气旋,迅速发展加深,移动路径有两支:一支向东北方向移动并作爆发性发展,在阿留申群岛附近洋面达到最强,然后减弱东移到阿拉斯加湾或北美大陆消亡,约占44%;另一支主要东移作爆发性发展,然后向东北东方向移动,在阿留申群岛附近洋面或阿拉斯加湾达到最强,随后减弱消亡,约占56%。一般气压系统在加强时,移速减慢,而爆发性气旋在迅猛加强时,移速仍然很快。在表1统计的157个爆发性气旋中,爆发过程中的移速平均达到10 m/s左右,个别达到12~13 m/s以上。移动方向主要受高空气流的引导,当地面气旋处在高空宽阔的东亚大槽中,气旋向东移动并作爆发性发展;当地面气旋处在高空东亚大槽前,气旋向东北方向移动并作爆发性发展。爆发性气旋伴有狂风巨浪,中心气压骤降,风力猛增,大风范围扩大是爆发性气旋的主要天气特征。气旋爆发前中心气压一般比较高,风力也不大,通常在12 m/s左右,预报中,不易引起重视。然

而,气旋经 12 h 或 24 h 强烈爆发后,风力猛增到 18 ~ 22 m/s,个别达到台风的强度,强风范围也随之扩展到上千公里,使远洋船舶猝不及防。在冬半年(11 至翌年 3 月)北太平洋海域活动的锋面气旋中,约有 1/3 的气旋属于爆发性气旋,而且绝大部分在沿海气旋生成区形成,即自东海洋面至千岛群岛附近洋面的西南—东北向带状区域是沿海爆发性气旋形成和发展区。资料统计发现:在 160°E 以东洋面至北美大陆,温带气旋或爆发性气旋其中心主要在 40°N 以北,向东或东北方向移动,40°N 以南很少有强气旋活动。

## 2 500 hPa 高空环流形势特征

在气象导航中,最佳航线的选择,往往取决于大型天气系统的演变过程。如能正确掌握高空环流形势的演变,就能比较准确地作出地面低压路径的中期预报。根据导航近十年经验分析,冬季,船舶采用北面的航线(中高纬度航行的航法)航行至少有 50% 的机会碰到比南面航线(中低纬度航行的航法)良好的天气。以下是两种不同类型有利航行的天气型。

(1) 北太平洋低压向南偏移型<sup>[9]</sup> 其形势特征是:高空 500 hPa 图上环流形势的演变规律是在阿拉斯加湾、白令海一带有阻塞高压缓慢西退,最后在鄂霍次克海上空维持一高压。相应的地面气压场形势场上,北太平洋低气压发生、发展的位置和移动路径向南偏移,大风大浪出现在比往常偏南的海面上,在 30°N 附近 8 级以上的强偏西风持续时间约在一周左右,而在高纬度阿留申群岛及白令海却出现风力不强的持续东风,比较适合于船舶西航。当上述环流形势出现时,一般推荐船舶走穿越白令海的高纬度航线。

(2) 北太平洋低压东北移向型<sup>[9]</sup> 其形势特征是:高空 500 hPa 在鄂霍次克海上有一强低涡,强西风带从日本北部向阿留申群岛延伸,偏向于高纬度,而在中、高纬度附近则高气压较强。这种形势下,阿留申群岛附近和白令海由于低压活动频繁会有持续十几天的坏天气,50°N 附近西风较强,因此东航、西航都不能取道于北方航线。而在中纬度由于高压控制,海面则比较平静,在 30°N 附近多东风,有利于航行。

## 3 风场和风浪

根据文献[10]利用 1974 ~ 1980 年气候资料,并以 1 月份代表冬季风场和海浪状况,对风场和海浪进行分析。

### 3.1 冬季北太平洋高纬度的偏东风

(1) 1 月在阿留申群岛以北盛行极地偏东风,盛行风的频率在 40% 上下。东风的风速在阿留申低压中心附近是很强的,其风速平均为 10 ~ 11 m/s。但向北,风速很快减小,白令海最北部平均风速小于 8 m/s。为船舶航行提供了有利的气候背景。

(2) 在北太平洋信风带,大部分地区盛行东北—东风,盛行风向稳定,频率大于 80% 的范围很广。平均风速一般为 7 ~ 8 m/s,最大可达 8 ~ 9 m/s。在大洋中、西部,东北信风越过赤道并转向成为西北风;在大洋东部东北信风的南界止于 5° ~ 10°N。可利用有利的盛行信风作出导航决策。

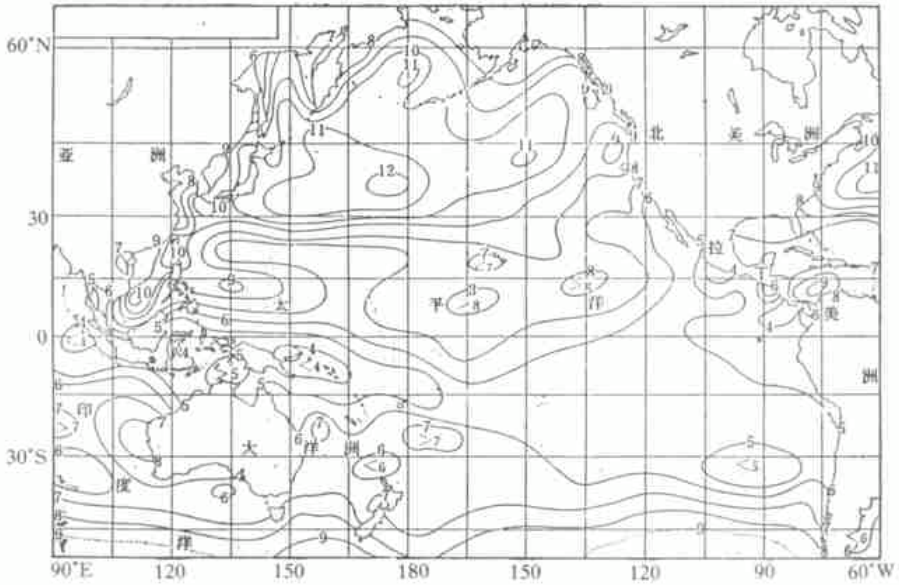


图1 1月太平洋盛行风向<sup>[10]</sup>

### 3.2 冬季北太平洋中 高纬度西风带

1月在北太平洋西风带,大洋西部盛行西至西北风,盛行风向频率大多在60%~80%之间。大洋东部多为西南风,频率一般为40%~60%。冬季广阔的北太平洋西风带中因为温带气旋的活动十分频繁,风力很大,30°N以北其平均风速为10~12 m/s,其中,在35°~40°N,170°E~180°附近,有一平均风速最大中心,中心平均风速在12 m/s以上,是一月

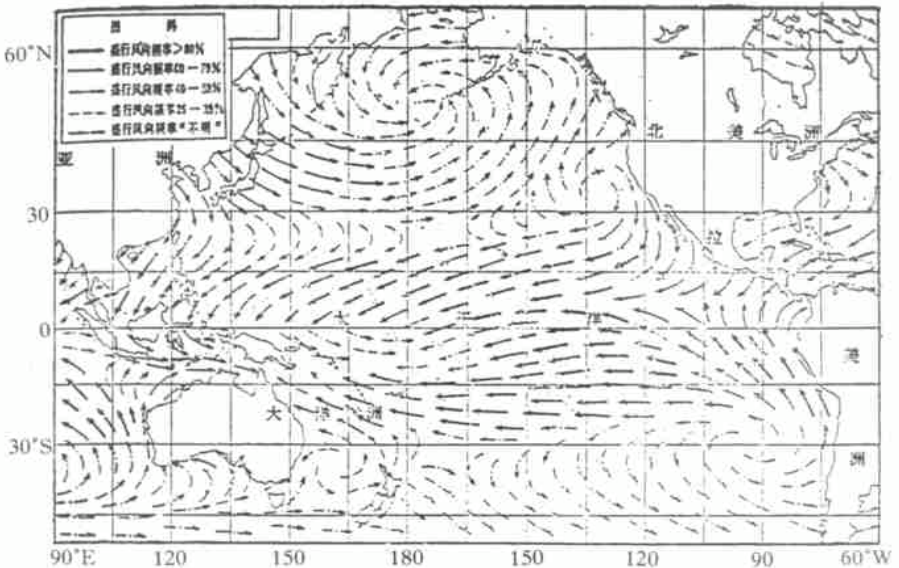


图2 1月太平洋平均风速<sup>[10]</sup>

份北太平洋上风速最大的区域,这里通常是冬季船舶航行的危险海区。西风带中,风速小于  $5 \text{ m/s}$ (3 级风以下)的频率大多在 20% 以下。由  $30^\circ \text{N}$  往南,风力迅速减弱。

### 3.3 风 浪

由于直接受风的作用而在海区表面生成的浪。当浪高达  $6 \text{ m}$ ,船舶就难以航行,因此对海上风浪的预报是导航中要考虑的因素。通常,避开大浪海区是导航中慎之又慎的问题。在北太平洋中北部海域,冬季因温带气旋和锋面的频繁活动而多大风(风力  $\geq 8$  级),自然也是一个多大浪的区域。1 月(见图 3),在约  $30^\circ \sim 60^\circ \text{N}$  及其附近,波高  $\geq 3.5 \text{ m}$  的波浪(下面简称大浪)的频率达 20% ~ 30% 以上,其中心的大浪频率达 40% 以上;波高  $\geq 6 \text{ m}$  的波浪(下面简称狂涛)频率在 5% 以上,中心区域的狂涛频率在 10% 以上。主要浪向为西—西北,与盛行风一致(见图 3)。

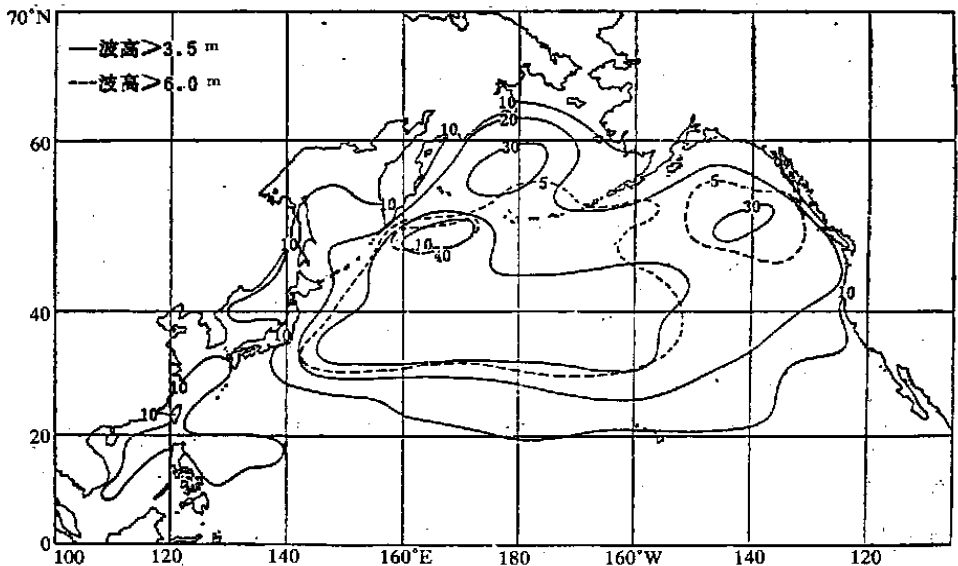


图 3 1 月北太平洋大浪频率(%)分布<sup>[10]</sup>

## 4 航线设计

通过对北太平洋海域天气要素的分析,冬季北太平洋航行的船舶在选择航线时,一方面要注意风带气候的地域分布,参照传统的气候航线,另一方面要根据当时的大气环流和天气背景,参考气象部门发布的短期和中期天气预报,来设计航线。

具体地讲,当船舶在沿北太平洋中高纬大圆航线东行时,船舶驾驶人员应根据气象部门发布的天气预报信息,根据风、浪的特点,特别注意应将起航时间选定在移动性锋面气旋后面的高压区中,避开大风大浪,尽量顺风顺流航行。同时注意船舶与前后两个气旋保持一定距离,特别应关注后面的气旋是否作爆发性发展。总之,东行船舶较容易避免狂风恶浪的袭击。

冬季当船舶沿北太平洋中高纬大圆航线西行时,选择航线一定要参考中期数值天气预报图。在高空环流稳定并且无强温带风暴活动情况下,船舶可西北行,穿过乌尼马克海峡,在白令海沿气旋东移路径的北侧航行。根据上述风场、浪的情况不仅可以利用白令海北部平均风速为  $8 \text{ m/s}$  的较小的风和顺流,避免中纬度强西风带的顶风、顶浪。而且节约航行距离和时间。尤其当高空  $500 \text{ hPa}$  形势出现阿拉斯加、白令海一带有缓慢西移阻塞高压时,取北面航线(即航行白令海)更为有利。

从海洋气象导航中心 1992~1996 年间的气象导航船只中,选出 10 条冬季北太平洋加拿大—中国航线(其中高纬度航线 6 条,中纬度航线 4 条)进行分析比较。由分析统计结果(见表 3)看出,高纬度航线(船舶由加拿大起航经乌尼马克海峡,阿图岛北,津轻海峡至中国港)不仅在航程上比中低纬度(船舶由加拿大起航采用恒向航法至  $35^\circ \text{N}$ ,  $150^\circ \text{W}$  附近经大隅海峡回中国)少 1000 海里以上,而且船舶航行的平均失速仅为  $0.56 \text{ m/s}$ (失速是实际航速与性能航速之差),大风大浪出现频率均比中低纬度航线时减少。即高纬度航线的选择一方面参照传统的气候航线,另一方面更重要是要根据当时的大气环流和天气背景,并参考气象部门发布的短期和中期天气预报,来设计航线<sup>[6]</sup>。

表 3 高、中纬度航线对比统计

航线	平均缩短航程(海里)	平均缩短航时(h)	平均失速(节)	顺风率(%)	横风率(%)	顶风率(%)	8级大风出现频率(%)	4m以上大浪出现频率(%)
高纬度航线	1330.7	55.9	1.13	31	47	21	11	38
中纬度航线	212.8	-108.12	2.04	11	35	53	17	46

例如,马龙海轮 1996 年 12 月 17 日由长滩→乌尼马克( $53^\circ \text{N}$ ,  $168^\circ \text{W}$ )→阿图岛北→千岛群岛→津轻海峡→大连。当时根据中短期预报得知在  $30^\circ \sim 40^\circ \text{N}$ ,  $150^\circ \text{W} \sim 180^\circ$  海域有 3 个低气压,选择了高纬度航线,避开了大风区,总航程 5724 海里,航时 11 天,全程平均失速仅为  $0.28 \text{ m/s}$ ,没有遇上  $16 \text{ m/s}$  以上大风,3 m 以上大浪天数也仅为 1 天。沂蒙山轮由于选择了低纬度航线( $28^\circ \text{N}$  附近)航行,即 1996 年 12 月 6 日由长滩→ $30.4^\circ \text{N}$ ,  $161^\circ \text{W}$ ,  $30.6^\circ \text{N}$ ,  $159^\circ \text{E}$ ,  $28.8^\circ \text{N}$ ,  $144^\circ \text{E}$ ,  $30^\circ \text{N}$ ,  $131^\circ \text{E}$ →大连。沿途受到 5 个低气压的强烈影响,总航程 6328 海里,航时 14 天,6 级风 4 天,7~8 级风 5 天,9~10 级大风 3 天,而且沿途大多是顶风顶浪。图 4 给出两轮的航线和航行日期。

1996 年 12 月 8~19 日高空  $500 \text{ hPa}$  环流形势:白令海附近有缓慢西移阻塞高压,相应地面气压形势,在中部太平洋的低气压路径偏南,中心沿着  $30^\circ \sim 40^\circ \text{N}$ ,向东北偏东方向移动,使大风大浪的位置也出现在偏南海面。由于沂蒙山轮在  $28^\circ \text{N}$  附近航线上,因此受到 5 个低气压连续的强烈影响,造成长时间的大风大浪影响。

但是在高空环流不稳定并且有强温带气旋活动时,航线应选择  $40^\circ \text{N}$  以南,距离气旋中心大于 1000 海里。当西行到  $170^\circ \text{E}$  或  $160^\circ \text{E}$  时,船舶应继续南下到  $30^\circ \text{N}$  左右再西行,以避开强风暴天气系统的影响。同时还应注意东亚大陆的冷高压活动,若东亚大陆有寒潮或强冷空气爆发,则未来 1~3 天内在下流的西北太平洋将有气旋作爆发性发展,船舶应及早调整航线,避开爆发性气旋。若避开不及,在确保船、货安全的情况下,尽可能垂直穿越锋面和中心狭窄的大风区,缩短通过大风大浪区的时间。

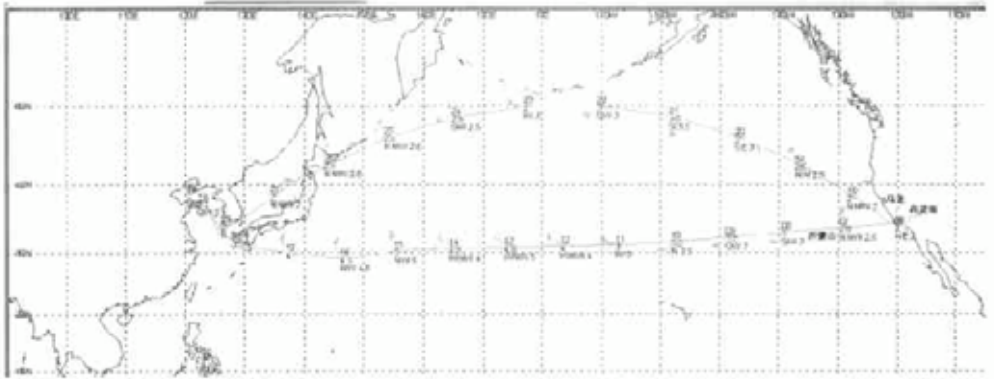


图 4 沂蒙山轮与马龙海轮航线对比图

## 5 结束语

(1) 冬季,应结合中短期天气预报,东行船舶将起航时间选定在移动性锋面气旋后面的高压区中,顺风顺流以利于船舶航行。

(2) 冬季,温带气旋活动较为频繁,西行船舶无论是中纬度航线或高纬度航线的选择均要慎重,应结合中短期天气预报,密切注视气旋的发展变化,在高空环流稳定并且无强温带风暴活动情况下选择高纬度航线对船舶西行有利,在高空环流不稳定并且有强温带气旋活动时,航线应选择在  $40^{\circ}\text{N}$  以南,尽量避开气旋的活动路径。

## 参 考 文 献

- 1 余鹤书,郭进修,许小峰,等.海洋气象航线优选技术和实船导航业务实验.气象,1998,14(4):4~5.
- 2 齐桂英.北太平洋爆发性气旋的气候特征.应用气象学报,1993,4(4):426~433.
- 3 余鹤书,刘有奇.气象导航技术的研究和应用.应用气象学报,1993,4(4):511~512.
- 4 林明智,余鹤书.海洋气象导航数据库及其应用.应用气象学报,1992,3(4):120~124.
- 5 尹尽勇,杜秉玉,李泽椿,等.北太平洋冬季阻塞性高压对船舶西行航线的影响.应用气象学报,2002,13(6):704~710.
- 6 尹尽勇,黄彬.北太平洋冬季船舶西行航线的对比分析.气象科技,1999,(2):62~63.
- 7 Sanders F. Explosive cyclogenesis in the west-central North Atlantic Ocean,1981 - 1984. Part I :Composite structure and mean behavior. Mon. Wea. Rev, 1986,114:1781~1794.
- 8 李长青,丁一汇.西北太平洋爆发性温带气旋的诊断分析.气象学报,1989,47(2):180~190.
- 9 王长爱,姚洪秀编著.船舶海洋气象导航.上海:中国纺织大学出版社,1993.190~192.
- 10 林之光,孙安健,谢清华,等.三大洋气候.西安:陕西人民出版社,1991.174.118~119.

## ANALYSIS OF WEATHER FACTORS INFLUENCING ROUTING DESIGN OF NORTH PACIFIC OCEAN IN WINTER

Huang Bin<sup>1)</sup> Liu Huanzhu<sup>2)</sup> He Jinhai<sup>1)</sup> Liu Tao<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ( *Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044* )

<sup>2)</sup> ( *National Meteorological Center, Beijing 100081* )

### Abstract

Based on the fundamental tenets of weather-ocean routing and factors influencing routing design, the characteristics of explosive cyclones and extra-tropical cyclones in winter over the North Pacific Ocean are analyzed, and the features of wind fields and sea waves are also taken into account. The results show that routing design should consider climate conditions, weather feature analyses and short/ mid-range weather forecasts, so that ships can make use of favorable wind and sea waves and avoid adverse weather (strong wind, high wave etc.) to secure and improve economical profits.

**Key words:** North Pacific Ocean Explosive cyclone Circulation features Routing design