

舟山群岛海域航线气象预报

王 雷 黄 辉 何文岳

(浙江省舟山市海洋气象台, 舟山 316004)

摘要 文章从舟山群岛的地理、地形条件出发,分析了舟山群岛海域航线的局地风力特征,针对公众气象预报的缺陷和开展航线气象预报的实际需要,研究规划了舟山群岛自动风力测站网的建设,并以此为基础,结合对航线海浪的加强监测,对开展海上专项航线风力、海浪的短时预报及其服务方式进行了探讨。

关键词 舟山群岛 自动风力测站网 海上航线气象预报

引言

舟山群岛位于东海之滨,整个群岛由 1390 个大小岛屿组成。舟山群岛既是我国著名的风景旅游区,又是重要的深水港口区。由于其特定的地理条件,各岛屿之间以及海岛与大陆间的人流、物流完全依赖于交通船只的运输。据统计,舟山目前共有岛际航线 84 条,海上客运船只 172 艘,总客位 31735 个,年客流量 1600 万人次,舟山群岛被交通部列为全国水运安全工作三个重点区域之一。舟山地处中纬度地带,常年受西风带系统和热带系统的影响显著,海上大风是危害海上交通的重大灾害性天气。长期以来,各航运部门以舟山市气象台发布的舟山沿海海面风力预报作为各类船只适航的风力签证依据,但是这一风力预报是以嵊泗气象站的实测风力为依据的。事实上,由于舟山的岛屿众多,航道狭窄,岛际航线风力受岛屿地形的影响严重,各条航线的风力具有明显的局地特征,这一特征使得一些航线的实际风力与预报风力有较大的偏差。随着社会的全面进步和生活节奏的加快,气象对人民生活和社会经济等各方面的影响越来越重要,原先的以舟山市气象台发布的舟山沿海海面风力预报(即公众预报)作为各类船只航行签证依据越来越不适应时代的发展。其主要弊端表现在以下两个方面:①由于海上航线被岛屿阻挡,因此某些风向的实际风力小于预报风力,预报风力的偏大造成了航运船只不必要的停航。另一方面,地形的狭管效应又会造成实际

风力明显大于预报风力,这给海上船只的运行带来了安全隐患;②公众预报每天早、中、晚定时发布的预报间隔太长,不能适应快速短途航线的需要(目前舟山各岛际航线的航行时间为 10 分钟至 3 小时),由于预报发布时间的固定,对实际风力的突然变化也不能作出迅速的预报修正,不利于海上船只的安全航行。此外,公众预报发布的风浪预报(根据风力与波高的统计特征得出,未考虑地形等各种因素的影响)也未能准确反映各条航线的实际海浪特征。为了趋利避害,既保证海上船只的航行安全,又最大限度地发挥航运部门的经济效益和社会效益,舟山市海洋(专业)气象台于 2000 年 8 月起相继对两条重点航线开展了风力、风浪专项预报,并以此专项预报作为海上船只适航的签证依据,取得了很好的效果。但是,由于海上航线自动风力测站建设的明显滞后,海上航线气象预报还远远不能适应舟山经济和社会发展的需要。

1 舟山群岛海域航线风力和海浪特征

1.1 航线风力特征

舟山群岛历年风速统计结果(图 1)表明:舟山群岛的风力特征表现为年平均风速自北向南逐渐减小,最大值位于嵊泗(大于 $7.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),最小值在舟山本岛及其边缘地区(小于 $4.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)。为了更好地说明航线风力的局地特征,我们统计分析了定海区鸭蛋山强风站和普陀区朱家尖强风站 2000 年 10 月至 2001 年 2 月各风向的风速统计特征(该两强风站是为分别开展定

海鸭蛋山—宁波白峰航线和沈家门—普陀山(朱家尖)金三角旅游黄金航线预报而专门设立的),其具体的统计结果见表 1 和表 2。表中符号 u 和 v 分别代表最大

风速和极大风速。最大风速指一天中最大的平均风风速。极大风速指一天中最大的阵风风速。该统计结果可以基本反映冬季该两条航线的风力特征。



图 1 舟山群岛年平均风速分布(单位: $m \cdot s^{-1}$)

从表 1 可以看出,鸭蛋山与嵊泗站西北大风从平均值分析,无论是最大风速还是极大风速,风速相差均很小,这与鸭蛋山的特殊地形有关,地形的狭管效应使得该地的西北大风明显偏大。而东北大风平均值则相差很大,最大风速差值达 $5.6 m \cdot s^{-1}$,极大风速差值达 $3.8 m \cdot s^{-1}$ (地形的阻挡作用所致),其次是偏北大风,而偏东风和偏南风相差较小。比较朱家尖与嵊泗站风速平均值(表 2)发现,西北大风相

差最小,最大风速和极大风速差值在 $2.0 m \cdot s^{-1}$ 左右,这一点与鸭蛋山相似,而偏北和偏南大风则相差最大,风速差值约 $3 \sim 4 m \cdot s^{-1}$,东北大风和偏东风差值居中。从风力差值的极值来看,鸭蛋山与嵊泗站最大风速最大相差可达 $8.8 m \cdot s^{-1}$ (风向东北),极大风速达 $9.6 m \cdot s^{-1}$ (风向偏北)。朱家尖与嵊泗站最大风速最大相差可达 $8.6 m \cdot s^{-1}$ (风向偏北),极大风速达 $9.4 m \cdot s^{-1}$ (风向西北)。

表 1 鸭蛋山与嵊泗站实况风速对比

$m \cdot s^{-1}$

风向	最大风速(u 平均)			最大风速(u)		极大风速(v 平均)			极大风速(v)	
	鸭蛋山	嵊泗	两站差	两站最大差	两站最小差	鸭蛋山	嵊泗	两站差	两站最大差	两站最小差
N	11.7	15.2	3.5	7.3	0.7	15.6	19.1	3.5	9.6	0.6
NW	10.7	10.9	0.2	5.8	0.2	15.8	16.0	0.2	6.2	0.0
NE	7.3	12.9	5.6	8.8	1.8	11.4	15.2	3.8	6.9	0.8
E(ESE - ENE)	6.7	10.0	3.3	5.8	0.2	9.8	11.2	1.4	5.8	0.4
SE - S	7.1	8.0	0.9	3.8	0.1	10.4	12.0	1.6	5.8	0.6

表 2 朱家尖与嵊泗站实况风速对比

m·s⁻¹

风向	最大风速(<i>u</i> 平均)			最大风速(<i>u</i>)		极大风速(<i>v</i> 平均)			极大风速(<i>v</i>)	
	朱家尖	嵊泗	两站差	两站最大差	两站最小差	朱家尖	嵊泗	两站差	两站最大差	两站最小差
N	8.6	12.2	3.6	8.6	1.5	11.5	14.9	3.4	7.7	0.2
NW	9.2	11.4	2.2	6.6	0.0	13.8	15.6	1.8	9.4	0.0
NE	9.3	12.3	3.0	4.3	1.7	13.8	15.6	1.8	5.8	0.2
E(ESE - ENE)	7.7	10.2	2.5	4.5	0.7	10.4	12.5	2.1	5.2	0.2
SE - S	8.9	12.0	3.1	5.4	0.0	10.0	13.9	3.9	7.1	0.4

1.2 航线海浪特征

影响海浪的因素很多,除了风这一产生海浪的主要动力机制外,波高的大小还取决于上风向水域的长度和宽度、海底的地形、水位的深浅等诸多因素的影响。由于舟山特殊的复杂地形,再加上海洋观测站点和海浪资料的缺乏,因此难以具体统计舟山群岛海域航线的海浪特征。但是,由于航线局地风力的差异和地形等因素影响所造成的航线海浪显然是不同的。实践表明,舟山外围海域的海浪明显大于内港区域(这些区域受海岛地形的遮蔽影响)的海浪。例如,舟山东部海域在台风外围风力影响之前 24 小时,就可以观察到明显的涌浪,即所谓的“无风三尺浪”。即使在同一条航线的不同地点,其海浪也有较大的区别。以沈家门—普陀山航线为例,一般情况下,在其他条件不变时,舟山海域涨潮时的波高要大于退潮时的波高。但是,沈家门海面当涨潮时,风向为南到东南风,反而浪小,而同时的普陀山海面则浪大;当风向为东到东北时,在靠近普陀山的一端海面由于水位深而造成的海浪要较该航线的其他地方大。

因此,以公众预报发布的舟山沿海海面风力、海浪预报作为各类船只适航依据有很大的弊端,2000 年 11 月 20 日晨和 2001 年 1 月 28 日中午嵊泗气象站出现 9 级西北风,而同期定海鸭蛋山与普陀沈家门却出现了 10~11 级的西北风,由于监测及时,预报主动迅速,才未造成重大灾害性事故的发生。

2 航线气象预报的技术方法

2.1 航线风力预报

2.1.1 天气系统指标站

从航线风力的统计特征可以看出,各条航线的风力随着风向的不同而有很大的局地性,而一定的风向却是与天气系统及其影响路径密切相关的。舟

山地处中纬度地带,全年既受西风带系统如冷空气、低气压等的影响,又受热带系统如台风的影响,因此舟山的大风灾害频繁。当冷空气西路影响时,舟山沿海表现为西北大风;东路影响时,则表现为东北大风。另外,当有热带气旋影响时,其移动路径对舟山沿海海面风速、风向的影响程度也有很大的关系。为了监视各类天气系统对舟山的影响,我们确定在舟山的嵊山、金塘、六横、东福山和小洋山共五个地点建立自动测风站作为监视影响舟山的天气系统指标站。这些测站处于舟山的外围区域,对于监视各类天气系统的移动和发展及判断出入舟山海域非常重要,掌握上述测站的风速变化并结合天气形势分析,可以较为准确地判断天气影响系统的路径和强度,为下游地区的航线风力预报作参考。另外,由于舟山以丘陵地形为主,当天气系统进入舟山后,风速风向随天气系统的转变反应较为缓慢,指示性较差;而在高层大气中,风速风向对天气系统的变化反应非常迅速,指示性好;因此在定海克冲岗(位于舟山 713 雷达站,便于人员管理,海拔高度约 350 m)建立了天气系统转变指示站,使预报员在航线预报中能及时掌握天气系统的变化。

2.1.2 地形影响及风力订正预报指示站

由于受地形的影响,舟山各条航线的风力特征差别非常大,因此,要做好每条航线的风力预报,必须在该航线上建立 1~2 个有代表性的自动测风站作为航线风力预报的指标站,其实测风作为该航线风力预报的主要指标,并适当参考邻近测站的风力变化情况。站址选在六横、普陀山、大衢、秀山、朱家尖、鸭蛋山。上述测站的地理分布见图 2。

以上测站初步构成了环岛自动风力测站网,这些测站的建立对于了解天气系统的演变和航线的实际风力起到了重要的作用,为准确、实时、高效地开展航线气象预报提供了技术基础。



图2 舟山群岛自动测风站分布

2.2 航线海浪预报

舟山岛屿众多,地形复杂,海浪预报的难度较大。对于航线海浪预报,主要通过加强监测手段来提高预报精度。由于舟山海域众多航线受到地形的遮蔽影响,因此许多航线属于内港航线,这些内港航线的海浪明显小于舟山外围海域的海浪,再加上航线航程较短,海浪变化又明显滞后于航线风力的变化,因此在每条航线设立测波点来监测航线的海浪既不科学也不经济。计划通过航线地形和海浪特征考察,在重要航线内布设测波点,可以采用SBA3-2型声学测波仪,该测波仪采用声学测距原理测量波浪,可对波浪高度、周期等特征值进行统计计算,具有自动定时测量和加密测量功能,其优点是安置在海底,对航线影响小。

目前宁波海洋局在舟山及其附近已有4个海洋观测站,分别设在嵊山、长涂、朱家尖和宁波的镇海,每天人工观测4次,必要时也可以进行加密观测。这些观测资料可以为航线的海浪预报提供参考。另外,目前宁波海洋局建设完成的国家863-818项目

“海洋环境立体监测和信息服务系统”可以为航线海浪预报提供良好的条件,该项目利用在嵊山、朱家尖两地的高频地波雷达,监测舟山海域的海面动力环境,其单站作用区域最大径向探测距离为200km,开角 120° 扇形海面,双站共同覆盖区约 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$,完全可以满足舟山群岛海域航线海浪预报服务的需要。由于这些观测点属于宁波海洋局管辖,其资料可以通过协商合作以有偿服务的方式获得。

3 短时预报实例

以2000年9月“桑美”台风影响期间定海鸭蛋山—宁波白峰航线预报为例来说明依据现有测站的风力资料并结合天气形势作专项航线的短时预报。鸭蛋山—宁波白峰航线是连接舟山与大陆的海上交通大动脉,目前该航线共有10艘营运船只,抗风能力分别为1艘8级,4艘9级,4艘10级。由于交通运输十分繁忙,上述船只昼夜不停地航行于舟山与大陆之间。一旦航线风力超过10级,就全线停航。2000年11月20日早晨该航线的最大阵风达到

$27.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 大风使所有船只在短时间内全线停航, 造成大量人员和车辆的滞留, 因此做好该航线的预报至关重要。表 3 列出了“桑美”台风影响舟山前期

时舟山各测站的每小时平均风速(10 分钟平均, 风向偏北)。风力数据的采集通过电话拨号的方式及时反馈到舟山海洋气象台的预报服务中心。

表 3 2000 年 9 月 12 日 17 时至 13 日 12 时舟山各测站的逐时实况风速 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

	17 时	18 时	19 时	20 时	21 时	22 时	23 时	24 时	01 时	02 时	03 时	04 时	05 时	06 时	07 时	08 时	09 时	10 时	11 时	12 时
嵊泗	14.1	15.5	14.1	15.0	14.7	17.8	14.1	14.5	17.1	14.1	15.5	19.1	20.6	21.3	23.4	21.3	22.6	24.4	24.7	22.7
岱山	11.2	10.8	10.4	11.5	9.1	11.0	11.7	11.8	12.0	12.0	11.3	12.2	13.2	14.1	13.3	13.6	13.1	15.0	13.0	16.7
鸭蛋山	10.2	9.9	13.5	10.1	11.3	9.3	6.9	10.8	8.8	10.5	11.5	13.4	13.3	12.4	12.2	11.6	10.4	12.5	16.4	14.5
普陀	8.3	12.0	10.3	10.7	14.0	10.0	7.3	7.3	11.0	8.0	12.0	9.7	11.0	13.7	12.3	11.7	13.0	20.3	14.7	16.7

从表中可以看出 12 日傍晚起嵊泗风力明显大于其他测站, 其主要原因是(不计地形的影响)由于北面有弱冷空气扩散南下, 在弱冷空气和南面“桑美”台风的共同影响下, 嵊泗的风力增大明显快于其他测站。实况风力在 12 日傍晚已经逐渐增强到 8~9 级, 到了 22 时, 嵊泗实况风速达 $17.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 公众预报在 22 时增发的预报稿中预报风力为 8~10 级并继续增强到 9~11 级。按照此预报, 鸭蛋山—白峰航线将全线停航。但是, 航线测站及邻近测站的风力数据表明, 大风呈现出舟山北部增速快, 南部增速慢的特点, 而且该航线由于受到地形的遮蔽作用, 其偏北风力要明显小于舟山外围测站的风力。海浪目测表明, 当时该航线海浪受到地形的遮蔽作用和风区长度的限制^[1], 波高仅 0.8 m 左右, 对船只安全航行没有影响, 因此舟山海洋气象台根据台风北上速度缓慢, 北面冷空气势力弱以及航线地形遮蔽等特点, 作出了航线风力的增大未来将至少滞后于嵊泗几个小时。由于鸭蛋山—白峰航线航程短(航行时间大约 50 分钟), 船只抗风能力强。因此, 可以根据航程的长短和航次来设置预报时效, 通过密切监视航线测站风力的变化, 提供 2 小时内每个航次的短时、实时预报, 最大限度地保证了航线的正常运行。该航线直到 13 日中午才全线停航, 给航运部门带来了很好的经济和社会效益。

随着规划中的自动测站网的建成和投入使用, 海上航线风力的监测能力将大大增强, 航线预报的时空分辨率也将进一步提高。在预报的提供方式上, 由于目前海上服务航线少, 采用传真和电话的方式及时提供给用户单位。随着服务航线的进一步开拓, 由于目前社会通信能力的大大增强, 我们可以通

过高速气象信息网络, 在几乎监测到大风灾害信息的同时, 将预警信号迅速发送到交通管理部门和相关用户手中, 以利于航运部门的生产调度和交通管理部门的安全管理。

4 结语

采用航线专项预报作为签证依据后, 不但大大增加了船舶的可航行时间, 而且其实时、高效的预报服务方式有力地保障了海上船只的安全航行。经比较, 仅 2000 年 10 月至 2001 年 9 月, 舟山鸭蛋山至宁波白峰航线、普陀金三角航线分别采用公众预报和海上专项航线风力预报为签证气象依据, 核定 6 级、7 级、8 级、9 级、10 级风可航行的船舶后者比前者分别增加航行时间 215 天、67 天、19 天、4 天和 2 天, 增加经济效益超过 700 万元。舟山岛屿众多, 目前仅舟山就有岛际航线 84 条, 浙江省是全国海岛最多的省份, 面积在 500 m^2 以上的的海岛有 3061 个, 占全国海岛总数的 40%, 广泛分布于沿海 5 个市的 24 个县(区、市)^[2], 因此开展海上航线气象预报的潜力巨大。正是由于其巨大的经济效益和社会效益, 航线气象预报受到了舟山市各级政府的高度重视。在市政府的大力支持下, 目前舟山群岛自动测风站网的第一期工程业已完成, 第二期工程正在积极筹备中, 舟山市海洋气象台所开展的专项海上航线气象预报具有十分广阔的前景。

参考文献

- 1 陈家辉, 张吉平. 航海气象学与海洋学. 大连: 大连海事大学出版社, 1999
- 2 周航, 国守华, 冯志高. 浙江海岛志. 北京: 高等教育出版社, 1998