

第十九次南极考察期间的航线天气及预报

耿淑琴, 蔡 琳

(国家海洋环境预报中心, 北京 100081)

摘 要: 本文介绍了在第 19 次南极考察航线天气预报保障中, 如何综合利用南半球 500 hPa 高空和地面天气图、船载气象自动观测记录、海冰常规观测记录并结合天气、气候平均资料提供可信的预报服务, 特别是卫星云图、数值预报产品在关键时刻所起到的重要作用。此外, 应用天气学、统计学方法分析研究了航渡期间南大洋航线的天气, 指出虽然极地气旋是影响南极地区的主要天气系统, 但太平洋副热带高压脊、大西洋副热带高压脊和印度洋副热带高压脊的南伸北收过程及极地高压北移南退过程则是制约极地气旋活动的重要环流背景, 而极地区地理环境的不同又是造成区域性气候特征各异的重要因素。

关键词: 极地气旋; 南极天气; 航线保障

中图分类号: P732 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 0239 (2004) 02 - 0037 - 07

1 引言

从南半球天气图上可以看到, 围绕着南极大陆高压的周围有一圈低压带, 位于 45° ~ 65° S 之间, 那里自西向东活动着尺度不同的极地气旋。由于其强度、结构和移动路径等特征的差异, 对南极大陆沿海及附近海域造成了不同的影响。在低压带与南半球副热带高压之间存在着强大的急流带, 这就是南半球著名的“咆哮西风带”。赴南极考察首先就要通过这个强风带, 才能进入极地海域。从 1984~2001 年中国组织了 18 次南极科学考察队, 在实践中, 总结出了宝贵的经验^[1-3], 但由于每次所走航线及出发时间不同, 所遇天气过程也就各有差异。2002~2003 年中国第 19 次南极科学考察船“雪龙”号在两次穿越西风带和南极地区航行及在考察点作业时, 多次遭遇恶劣天气的影响, 经受了狂风暴雨的侵袭、冰山的威胁以及大雾的困扰。本文通过对第 19 次南极考察航线的总结, 从中得到了一些对南极地区天气预报有益的结果, 同时也丰富了南极考察航线气象保障的预报经验。

2 航线气象要素变化及天气形势特征

2003 年夏季第十九次南极考察, “雪龙”号船在南大洋考察作业历时 78d。下面就航线(见图 1)几个主要阶段的天气特点, 按历经时间作简要描述。

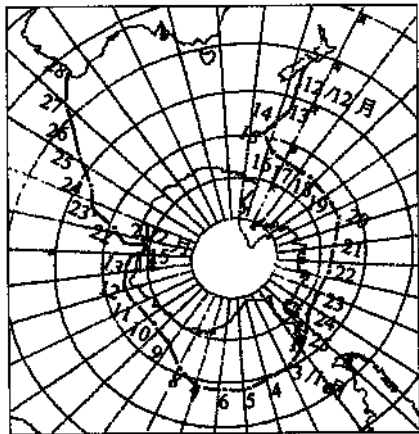


图1 第19次南大洋考察航线
(2002/12/12~2003/02/28)

2.1 克赖斯特彻奇(新西兰) 长城站

穿越西风带是南极考察航线气象保障的重点。

从2002年12月11日12时南半球500 hPa形势分析看(图略),航线上游是一个宽广的低槽区,南太平洋高压脊异常强大,从 $140^{\circ}\text{W} \sim 140^{\circ}\text{E}$ 为一脊一槽的阻塞形势。对应地面实况图,南太平洋西部处于庞大的低压带中。预计14日发展的强气旋将东移至 55°S 、 175°W 附近,而计划航线正处于脊后槽前的强气旋控制之下。为避免“雪龙”船陷入其中,穿越西风带航线由原计划向东南行驶改为向南直插,从气旋后部穿过西风带,到达极区。

12日上午“雪龙”船离开码头,受槽区南部的低压影响,刚出港湾就遇到了6~7级偏东风。该船以16节的速度沿 173°E 南行,逐渐摆脱了低压的影响。12日夜间-13日“雪龙”船处于西风带两个低压之间,航线东西两侧的云团一片黑暗,而航线上却是风平浪静。直至14日晨,东西两侧云团逐渐合并,西南风也渐渐增强至8级。为躲避更大风浪的袭击,航向改向西南顶风前进。由于南太平洋高压持续加强,阻塞形势稳定,位于澳大利亚南部的高压脊也向南发展,与向北扩展的极地高压打通,形成两脊一槽的形势。槽区内的三个低压中心在 60°S 、 178°W 附近逐渐合为一体,稳定少动并强烈发展。14日12时中心气压945 hPa,中心最大风力达12级。此时“雪龙”船就位于气旋的西北部,与气旋中心相距仅5个纬距,气压降到了958 hPa。狂风巨浪,犹如排山倒海,最大风力达到了11级,船体倾斜至20多度,40m高的驾驶台玻璃也遭涌浪洗劫。紧急之下航线不得不继续向西修正。15日太平洋高压仍然很强但主体已东移,使几天来停滞在 180° 附近的强气旋沿缓慢东移的高压脊后向东南方向移动,强度逐渐减弱,最后进入罗斯海湾内减弱消失。至此航线风力也减小到8级以下。图2为13~15日穿越西风带时各时次极大风速,可见8级以上大风(WNW)持续了46h,32~33m/s的瞬时最大风速出现在14日00~05时和15日10~12时的两个时段。

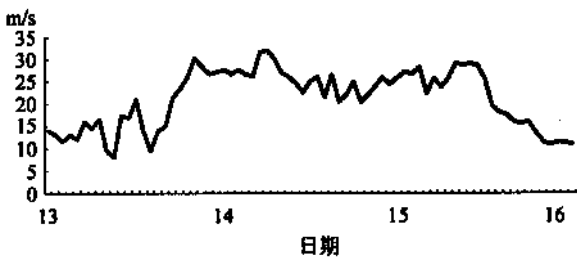


图2 航程(2002年12月13~16日)
穿越西风带极大风速

过了 60°S 后即进入了极地东风带,航向由南逐渐转向东,沿 64.5°S 行驶。16日“雪龙”船进入罗斯海南部海域,这里是极地气旋活动较为活跃的区域^[4],受其影响,航线出现了雨夹雪天气,接着又刮起了7级偏西风。20日“雪龙”船穿过南伸的太平洋高压

脊，向东南方向沿 67°S 行进。22 日进入别林斯高晋海西部海域。别林斯高晋海位于南极半岛的西部，地形作用极易使极地气旋在此发展加强且回旋少动。尽管“雪龙”船最大限度地躲避气旋的影响，但在 24~25 日到达长城站之前仍遭受了狂风大浪的袭击，直到接近南极半岛时风力才减弱到 5 级以下。

根据船上 16~25 日共 247 个时次实况资料，统计出了“雪龙”船在此期间的受风情况。从表1中可以看出此段航线上风向以偏西风为主，主要集中在 15~20 日，频率占 42%，其次为偏东风，集中出现在 23~25 日，频率占 30%，偏南风 and 偏北风出现较少，各占 12% 和 11%。

表 1 12 月 16~25 日最多风向频率

风 向	ENE	E	ESE	SE	SSE	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
次 数	24	21	11	14	29	13	47	19	25	11	14
%	10	9	5	6	12	5	19	8	10	5	6
合 计	30				12	42				11	
出现日期	24~25	23~25	23~24	23	21~22	15~17、20~21	16~17	15~16、18、20	19~20	19	18~19

2.2 南极长城站锚地

在南半球的夏季，长城站主要受来自东南太平洋上的暖湿性气旋的影响。据统计，大约三天左右便有一个气旋影响长城站地区，主要气候特点是湿度大，阴雨和大雾的天气比较多。

26 日南极半岛以东的威得尔海是一个逐渐加强的高压区，其中心在南奥克尼岛，气压为 1002.5 hPa。半岛以西即别林斯高晋海极地气旋，强度已开始减弱。从其尾部分离出的低压带从德雷克海峡北部越过，于 27 日在德雷克海峡东北部的斯科舍海岭附近形成一个中心为 980 hPa 的弱气旋。它的存在使半岛以东的高压脊轴向逐渐转为东北-西南向，直到 29 日长城站区均处在这个高压脊的西部边缘。在稳定的天气形势下，这一带海域一直风平浪静。30 日在别林斯高晋海又一个强气旋发展加强，低压区内的几个低压中心，顺时针旋转着逐渐聚在一起，其前部伸出的锋面已开始越过南极半岛，威得尔海高压减弱东移，长城站锚地偏北风逐渐增强。太平洋的暖湿气流使乔治王岛上的雾越来越浓，1 月 1~2 日能见度降到了不到 500m。

2.3 西南极到东南极极地航行

“雪龙”船于 1 月 3 日由长城站锚地启航。4 日 12 时地图上，原在别林斯高晋海的气旋(66°S、83°W)以近 40 节的速度快速通过德雷克海峡。因预报及时，当船行至南奥克尼岛附近时，仅出现了 6 级东东北风。此后，该气旋沿 55°S 减速东移。6 日“雪龙”船已绕过浮冰区并采用大圆航法向高纬度行驶。随着大西洋高压脊南伸，1002.5 hPa 线已达 69°S。所以 7~11 日，“雪龙”船均在大西洋南伸高压脊的陪伴下疾速行驶，一路风平浪静，尽管在视线里出现不少冰山及浮冰，但都没有对航行造成威胁。在 12 日地图上，一个新生气旋已沿 56°S 向东南方向移动，中心位于 58°S、12°E 附近，其前方

的大西洋高压脊逐渐减弱。此时“雪龙”船位于 64.4°S 、 60.1°E ，处于气旋右前方，受气旋南扫锋面的影响，航线上出现了 7 级东南风并伴有 4m 的涌浪，致使航速减小到 10 节左右。预计气旋将会继续东移发展，并于 14 日移到普里兹湾以西海域，对“雪龙”船将在 60°S ， 70°E 进行科考作业的海域造成威胁，为保证安全，决定放弃这个作业点。这样船继续向东行驶，风力渐渐减小，15 日进入普里兹湾。

2.4 普里兹湾及中山站作业

本次科考中，“雪龙”船分别于 1 月 15~16 日和 2 月 9~13 日两次到达普里兹湾西海岸作业，然而两次作业所遇天气则完全不同。

1 月 15~16 日这两天，在极地高压的控制下，晴空万里，海面只有 3~4 级南南西风，但在冰架上由于有较厚的蒸发雾，对飞机飞行作业造成了一定威胁。2 月 9 日“雪龙”船做完大洋调查再次来到普里兹湾西海岸作业，受普里兹湾北部缓慢东移气旋的影响，连续三天风雪交加，偏南风达到了 6~7 级。气旋锋面不断把印度洋上的暖湿空气带进普里兹湾，使冰架外缘海域的相对湿度一直保持在 85% 左右。12 日晨普里兹湾处在弱气压场控制之下，“雪龙”船被笼罩在一片大雾之中，海面能见度仅 200m 左右，气温降到了 -15.0°C ，天空中飞舞着密集的冰针，这是在特殊地理条件下形成的冰雾^[5]。近中午时大雾才逐渐变薄，漫天飞舞的冰针也消失。然而海面上此时出现了南极区典型的蒸汽雾，这种雾在夏季比较少见，主要是由于极地大陆冷空气流到暖洋面上，使低层空气达到饱和状态而形成。下午海面上雾气蒸腾的现象才逐渐消失。

中山站位于普里兹湾东海岸，在极地高压和冰盖的作用下，偏东风即下降风成为这里的主要气候特征。表 2 是 1 月 17~27 日、2 月 14~19 日“雪龙”船在中山站锚地作业期间逐日风速值，可以清楚地看到下降风出现时间很有规律，在每日晚 21 时(船时)左右开始，第二天早 8 时(船时)结束，风力为 6 级，当有气旋过程影响时，可达到 7 级，下降风时间也会延长。由于今年夏季气温偏高，中山湾海域海冰已融化，以往给中山站输油都是在海冰上铺设油管。没有海冰，只能用小艇，自然延长了作业时间和劳动强度，而且当风力超过 5 级，就会危及小艇的安全。同时下降风会将大量冰山、浮冰吹进中山湾，对小艇造成极大的威胁。所以对下降风出现时间及强弱的预报对站区作业十分重要。

在南半球夏季，极地气旋在普里兹湾也会发展为强风暴^[6]。“雪龙”船在普里兹湾考察作业期间，共有 7 次极地气旋从湾口北部经过，其中最强的一次是在 1 月 27~29 日。“雪龙”船在正戴维斯锚地休整。从 27 日 18 时开始到 29 日 03 时，6 级以上大风持续了 57h，10 级大风持续了 9h。从 24 日地面天气图上就可以看出印度洋南伸的高压脊开始加强，并且有规律地自西向东移动。27 日印度洋高压强烈经向发展，1000 hPa 线南伸到了 65°S ，高压脊主体位于 $90^{\circ}\sim 100^{\circ}\text{E}$ ，与加强北扩的极地高压近乎打通，形成稳固的南北向高压坝，阻挡了位于 62°S ， 53°E 极地气旋的东移，此时其中心气压已加强到 967.5hPa，并且沿脊后南南东气流缓慢移动。在暖锋锋面的影响下，戴维斯锚地出现了 7 级东北风，并伴有小雪。28 日 20 时气旋移到 66°S ， 53°E ，普里兹湾处于密集的气压梯度之中(见

表2 2003年1月15日~2月20日南极普里斯湾风速实况

2003 年		1 月		ZHONG SHAN														DAIWES 2 月						ZHONG SHAN									
UTC	LT	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	14	15	16	17	18	19	20						
9 时	14 时	9	6	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	21	26	8	9	4	20	3	3	7	9	9	3	1						
10 时	15 时	7	6	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	3	21	25	7	11	7	22	1	2	4	6	5	1	3						
11 时	16 时	2	7	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	21	25	7	10	10		1	2	2	4	4	3	6						
12 时	17 时	6	5	1	3	2	2	0	2	1	2	1	2	4	20	25	6	9	9	19	1	3	3	4	2	4	6						
13 时	18 时	3	5	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	4	22	25	6	9	3	16	1	7	1	7	1	5	6						
14 时	19 时	2	5	1	2	1	0	2	1	1	1	2	2	4	21	25	6	9	4	20	3	8	5	6	3	7	7						
15 时	20 时	8	6	1	2	3	0	1	1	5	3	3	1	7	21	24	6	8	1	18	5	8	7	6	6	11	7						
16 时	21 时	6	7	4	8	13	6	2	3	4	2	3	5	9	23	23	7	7	2	19	6	11	8	9	6	11	4						
17 时	22 时	6	7	8	12	11	7	9	5	4	8	4	7	9	22	22	8	4	2	18	6	6	9	11	13	11	2						
18 时	23 时	6	3	12	14	11	2	10	10	9	8	5	7	11	21	20	10	5	4	18	6	12	9	11	12	11	3						
19 时	0 时	8	4	6	13	12	13	12	11	12	9	4	6	9	23	18	10	5	3	20	7	11	11	10	10	12	2						
20 时	1 时	12	4	12	14	11	14	11	10	13	11	8	6	11	21	17	10	5	2	17	7	8	9	10	9	12	3						
21 时	2 时	12	5	12	14	13	13	11	8	13	10	11	11	12	18	15	10	4	3	18	7	11	9	14	9	10	2						
22 时	3 时	9	6	5	14	13	13	12	8	13	12	11	11	12	17	23	10	3	6	17	7	6	11	11	10	8	3						
23 时	4 时	9	8	5	13	14	12	12	8	13	12	12	11	14	24	12	9	4	1	17	8	10	13	9	9	9	4						
0 时	5 时	5	11	5	13	12	11	13	9	13	11	13	11	14	19	13	10	3	6	16	11	9	14	9	8	8	5						
1 时	6 时	8	10	5	13	11	11	11	9	13	11	11	10	17	18	11	7	7	5	16	11	12	17	10	9	8	4						
2 时	7 时	4	12	5	12	10	10	11	8	12	12	12	10	14	18	11	10	7	13	15	9	12	16	8	8	9							
3 时	8 时	5	6	4	14	8	8	8	7	8	9	10	9	20	22	11	9	8	18	18	10	11	9	12	9	6							
4 时	9 时	8	5	4	10	7	7	6	5	6	8	7	9	18	20	10	9	7	15	18	10	8	4	12	8	5							
5 时	10 时	4	4	4	8	4	5	6	4	1	5	5	7	20	22	10	8	8	21	17	7	6	2	11	7	6							
6 时	11 时	4	3	4	3	2	3	4	2	1	4	4	6	16	23	9	9	9	23	14	7	7	3	12	6	5							
7 时	12 时	6	2	10	1	1	4	3	2	2	4	4	4	25	28	9	10	9	24	11	5	6	2	11	4	3							
8 时	13 时	5	2	4	3	2	2	2	2	1	2	1	5	23	27	9	9	8	23	9	2	6	13	10	3	3							
6 级风合计		2	2	3	11	10	7	8	1	8	6	6	4	14	24	19	0	1	7	23	2	7	7	9	2	6							

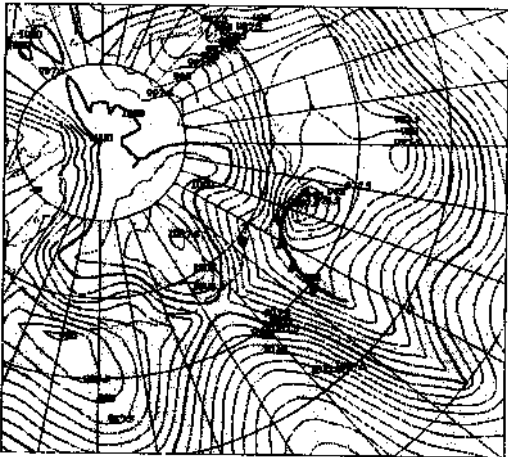


图3 2003年1月28日12时南半球地面图

图3), 29日7时左右最大风速达到了11级。直到30日开始极地高压减弱, 印度洋高压坝消失, 大风过程才结束。

2.5 返程穿越西风带

“雪龙”船于2月21日从戴维斯锚地启航, 经过7d12h的航程, 顺利到达澳大利亚西岸的弗里曼特尔港, 成为历次穿越时间最短的一次。图4是“雪龙”船返程穿越西风带航线风向风速实况, 可以看出整个航线主要有两个大于7级风时段, 一个是在23日

14 时到 25 日 19 时为偏西转西南风, 另一个是在 27 日 16 时到 28 日 17 时为东南风。

20 日“雪龙”船在南极的科考及补给任务顺利完成, 待机返航。20 日 12 时地面上, 在 60°S , 92°E 附近有一个中心气压为 975 hPa 的气旋, “雪龙”船处在其西南部。另外在 64°S , 35°E 附近还有一个中心气压为 980 hPa 的弱气旋, 印度洋副热带高压异常强盛, 中心气压为 1027.5 hPa, 位于 40°S , 67°E 附近, 主体缓慢向东移动。预报一致认为“雪龙”船可以启航, 但是在 24~25 日要受到西风带气旋与副高之间气压梯度的影响, 风力会达到 8 级以上。21 日 01 时“雪龙”船按时启航, 绕过一片浮冰区后该船以 15 节的速度向东北方向行进。22 日受沿 60°S 东移气旋影响, 航线上出现了 5 级东南转西南风, 西西南方向的涌逐渐增大。23 日 09 时后开始受西风带东移气旋影响。在偏北风的作用下, 长涌逐渐消失。气旋继续以 30 节的速度向东南方移动, 船很快又转入气旋东北部, 出现了 7~8 级偏西风。由于印度洋副热带高压在东移过程中向南伸出高压脊, 并与位于 62°S , 112°E 附近的强气旋配合, 气压梯度骤增。24 日 00 时“雪龙”船已到了 54°S , 91°E 附近, 正好处于这个梯度区内, 西西南风达到 8~9 级, 涌浪也达到了 5m。直到 25 日印度洋副高主体快速东移, “雪龙”船已在副高 1022.5hPa 等压线之内, 风力才减弱到 6 级, 涌浪随之减小到 2m 左右。26~27 日船进入印度洋副高中心控制之内, 天空晴朗无云, 风力仅为 3~4 级。“雪龙”船以 16~17 节的速度向东北方向行驶, 27 日 20 时印度洋副高中心已移至澳大利亚东南, 气压升至 1032.5 hPa, 达到最强盛阶段。此时在澳大利亚东北有一个热带风暴发展, 所以船过了 40°S , 也就是刚越过脊线, 东南风又逐渐增大至 7~8 级, 这时离到达目的地还有 8h。28 日 14 时“雪龙”船终于穿过西风带平安抵达弗里曼特尔港锚地。

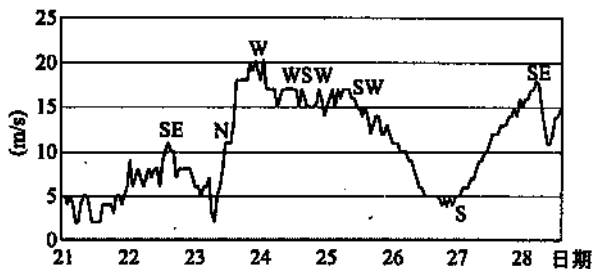


图 4 返程 (2003 年 2 月 21~28 日) 穿越西风带风向风速

3 卫星云图在航线上的应用

大洋上资料稀少, 给航行带来很多困难。但卫星图片覆盖面大, 时效性强, 对天气形势的分析, 尤其是对浮冰区的识别有着不可替代的作用。2002 年 12 月 12 日在启程穿越西风带时, 天气形势比较复杂。从 12~13 日接收到的云图(图略)上可看到在两个密闭云团中间的一条通道, 12~13 日“雪龙”船就是在这个通道里向南行驶, 风速只有 5 级左右。当气旋合并聚拢时, 从云图上已反映出较强的螺旋结构, 14 日“雪龙”船及时向西南转舵, 避免了更大风浪的袭击。14~15 日气旋发展到极盛期, 庞大的云团结构清晰、

明亮完整。这是在此次航渡中发展最强的气旋。由于预报及时准确,使“雪龙”船在规避强气旋的过程中得到了安全保证。

从长城站启航继续向东行驶时,在卫星云图上发现了前方航线上有大面积浮冰,船及时改变航向,向北绕过浮冰区。这片浮冰区不仅是“雪龙”船本次极地航行中遇到冰情最重、面积最大的冰区,也是历次队在此遇到海冰最厚、向北延伸面积最大的一次。

1月15~16日晨南极普里兹湾天气晴好,但在湾底的埃默里冰架外缘海域上空出现了浓厚的蒸发雾,几个小时后浓雾逐渐抬升变成一片乌云。同时在卫星云图上也发现了这片乌云,并对这片乌云遮盖的范围及移动方向进行了跟踪,从而保证了船载直升机在冰架上飞行作业的安全。

4 总结

(1) 穿越西风带要选择有利的天气形势,一是在强气旋移过之后,或是平直环流型。但在当时情况下,要受靠港时间和其它因素的限制,不可能从容地挑选启航日期。那么启航后就要密切监视天气,及时给船长提供气象信息,以提前采取措施,最大限度地减轻气旋大风对船只的威胁。

(2) 南极大陆冷高压脊和南大洋副热带高压脊的强弱变化,对南极地区天气演变起着重要作用。当它们呈反气旋式打通时,形成阻塞形势,使上下游系统强度、路径发生改变,引起气旋强度、移向移速的变化。掌握南大洋副热带高压脊南伸的强度与发展规律,就可以跟踪气旋的活动,使航线气象保障处于主动。

(3) 罗斯海、别林斯高晋海、普里兹湾附近海域是极地气旋的发生源地,也是极地气旋容易发展加强的区域。在普里兹湾,当其北部气旋位于 65°S 附近,中心气压在 972 hPa 以下时,湾内作业的考察船将会受到严重影响。

(4) 当极地高压控制东南极大陆时,埃默里冰架外缘海域天气晴好,但在冰架上易生成蒸发雾。对直升机飞行作业是个威胁。

(5) 普里兹湾东岸与西岸受地形差异的影响,气象要素也有很大的差异,西岸湿度大、气温低、雾日多,而东岸则相反。

(6) 普里兹湾东岸下降风明显。当极地大陆冷高压在东南极东部加强或有气旋在普里兹湾以北活动时,下降风会增强,且出现时间比较有规律性,小艇可以利用风小的时段进行运输作业。

参考文献:

- [1] 王景毅. 1985年夏季南大洋天气及其预报. 南极科学考察研究论文集[C], 海洋出版社, 1989, 29~35.
- [2] 胡胜利. 南极考察航线选择和灾害性天气系统[J]. 海洋预报, 1995, 2.
- [3] 张林. 南极天气预报[J]. 海洋预报, 1996, 2.
- [4] Schwerdtfeger W. Developments In Atmospheric Science 15, Weather And Climate Of The Antarctic, 1984.
- [5] 陈维敏. 航海海洋气象学[M]. 海军出版社, 1990.
- [6] 解思梅. 南极普里兹湾气旋的生消发展[J]. 海洋学报, 2002, 2.