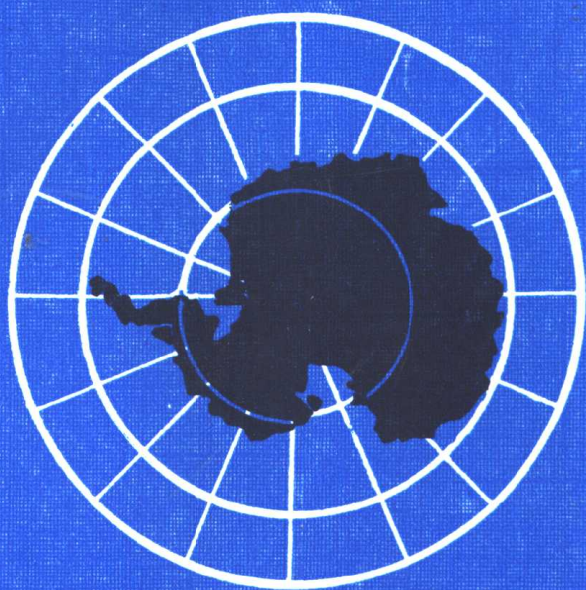


南极海冰和南半球气旋 资料图集



气象出版社

南极海冰和南半球气旋资料图集

陈善敏 卞林根 贾朋群 编

气象出版社

南极海冰和南半球气旋资料图集

陈善敏、卡林根、贾朋群 编

责任编辑 苏振生

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路46号)

中国科技情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 印数: 1000

1987年8月第一版 1987年8月第一次印刷

ISBN 7-5029-0039-X/P·0026

定价: 5.00元

前 言

以往, 南半球包括南极地区的气象研究进展比较缓慢, 主要是由于南半球海洋面积广阔, 常规气象观测资料十分缺乏, 南半球陆地特别是南极大陆上气象观测站点十分稀少, 给研究这一地区的天气、气候带来一定的困难。因此, 气象工作者往往首先把注意力放在资料比较完整的北半球, 而使南半球气象研究受到了一定的限制。实际上, 全球大气是一个整体, 不能把地球赤道看作为一个刚体界面, 事实上南北半球之间存在热量、动量和水汽等物理量的交换。近年来人们越来越重视南半球包括南极地区对北半球和全球大气环流的影响。1957—1958年国际地球物理年以来, 很多国家对南半球和南极地区的气象资料搜集工作投入了较大的力量, 一些正规的气象观测站越来越多地建立起来。另外, 60年代末气象卫星探测技术的广泛应用, 也在很大程度上弥补了南半球海洋和大陆荒漠地区气象常规资料的不足。获取气象资料状况的改善, 促进了南半球气象研究工作的开展。

国家气象局气象科学研究所南极气象研究室成立以来, 除了完成赴南极建立气象站和开展气象科学考察的任务以外, 还搜集了一部分南半球和南极地区的资料, 为开展南极气象研究工作打下了基础。南极地区是全球大气的一个重要冷源, 南极地区的海冰范围的变动, 反映了这一地区下垫面的特征。海冰北界不但受地形等因素的影响很大, 其季节变化和年际变化也十分显著。南极海冰资料对南极气象和全球气象的研究都是极其重要的。另外, 在南纬50度附近是咆哮的西风带, 而这一带是气旋活动最频繁的地区。气旋是影响南半球的主要天气系统之一, 分析南半球气旋的生成、消失和路径的活动规律, 对研究南半球天气也是十分重要的。本资料图集是以澳大利亚科学技术部南极局 T. H. Jacka 编著的“南极海冰范围资料”以及澳大利亚墨尔本大学气象系 S. L. Kep 编著的“1972—1981年南半球气旋生成、消失和路径气候资料集”中的海冰和气旋资料为基础, 进行整编加工后得出的。它给出南极海冰北界和南半球气旋活动的分布图和数字化资料, 并初步分析了海冰和气旋活动的气候特征, 供气象、海洋、水文和冰川等部门的有关人员作为科研、业务和教学工作的参考。

在本资料图集的整编过程中, 得到了国家南极考察委员会、国家气象局气象科学研究所的领导和有关同志的支持和帮助, 朱福康同志协助审阅了资料图集的文稿, 特此致谢。由于受到资料来源的限制, 加之编者水平有限, 本资料图集在内容和表达形式上难免存在一些缺点和错误, 请予以批评指正。

目 录

前 言	
一、资料说明	(1)
1. 南极海冰资料	(1)
2. 南半球气旋资料	(3)
二、南极海冰的气候特征	(5)
1. 南极海冰的月际变化	(5)
2. 南极海冰的年际变化	(6)
3. 南极海冰的地理分布	(6)
三、南半球气旋活动的气候特征	(8)
1. 气旋生成特征	(8)
2. 气旋消失特征	(10)
3. 气旋路径特征	(11)
4. 气旋活动平均纬度的比较	(11)
参考文献	(12)
四、南极海冰和南半球气旋分布图	(13)
1. 历年逐月南极海冰北界分布图	(15)
1973年1—12月	(15)
1974年1—12月	(21)
1975年1—12月	(27)
1976年1—12月	(33)
1977年1—12月	(39)
1978年1—12月	(45)
1979年1—12月	(51)
1980年1—12月	(57)
1981年1—12月	(63)
1982年1—12月	(69)
2. 南极海冰月平均北界分布图	(75)
3. 南极海冰十年平均北界分布图	(81)
4. 1972—1981年1—12月南半球气旋生成频数分布图	(83)
5. 1972—1981年南半球气旋生成总数分布图	(95)
6. 1月和7月南半球气旋消失频数分布图	(96)
7. 1月和7月南半球气旋路径频数分布图	(98)
五、南极海冰和南半球气旋资料	(101)
1. 1973—1982年1—12月南极海冰北界资料	(103)
2. 1973—1982年南极海冰平均北界资料	(115)

3. 1973—1982年 1—12月南极海冰北界纬向偏差资料	(116)
4. 1973—1982年 1—12月南极海冰北界十年距平资料	(128)
5. 1973—1982年南极海冰北界最南位置资料	(140)
6. 1973—1982年南极海冰北界最北位置资料	(141)
7. 1973—1982年南极海冰北界方差资料	(142)
8. 1—12月南半球气旋生成频数资料	(143)
9. 1972—1981年南半球气旋生成总数资料	(155)
10. 1—12月南半球各纬度带气旋生成频数资料	(156)
11. 1—12月70—170°E南半球各纬度带气旋生成频数资料	(162)

一、资 料 说 明

1. 南 极 海 冰 资 料

南极海冰的基本资料是澳大利亚科学技术部南极局根据美国海军和美国海洋大气管理局 (NAVY-NOAA) 联合极冰中心提供的1973—1982年南极海冰分布图,经计算机处理得到的南极海冰逐月数值化资料^[1]。海冰分布图是根据卫星上的红外和可见光多通道微波辐射仪探测资料加工得到的产品,分辨率为1公里。本资料图集就是利用这些海冰数据,进行整编分析后而得出的能够反映南极海冰范围的海冰北界资料。

有关南极海冰的资料和图表包括:

1) 1973—1982年历年逐月南极海冰北界分布图。这些图是根据每10个经度上各月平均海冰范围最北边界的数据分析绘制的,同时还附有历年逐月南极海冰北界的数值资料。由于1975年8月卫星上的微波辐射仪发生故障,这个月的资料短缺。

2) 各月南极海冰平均北界分布图和10年平均北界分布图。这些图给出了1973—1982年各月和10年海冰范围的平均状况,同时还附有1973—1982年各月南极海冰平均北界资料。

3) 本资料图集还给出了各月南极海冰北界纬向偏差和10年距平资料。纬向偏差是各经度上海冰北界与其纬圈平均位置的差值,10年距平是各经度上海冰北界与其10年平均位置的偏差,前者反映了海冰北界的空间变化,后者反映了海冰北界的时间变化。

4) 另外,还给出了南极海冰平均位置、最南和最北位置以及海冰北界方差等统计资料。

在海冰资料的整编过程中,由于受到各种条件的限制,有些问题需要加以说明,以便在使用时引起注意。

1) 本资料图集是利用澳大利亚南极局出版的南极海冰资料加工处理后得到的,由于整编者没有原始的南极海冰分布图作为参考,故在整编前不可能对基本资料进行严格地校验。

2) 在整编过程中,发现少数海区海冰北界资料存在不连续现象,相邻的10个经度之间海冰北界相差近千公里,这可能反映了海冰分布的实际情况,因为地形、海流和局地风等因子的影响会造成海冰分布的极大差异。当然,也可能与分辨率降低和原始资料的误差有关,但经过初步分析,我们认为总的来看,海冰资料的可靠性是比较高的,因此,在整编过程中,对此未做任何处理。

3) 所绘制的海冰北界分布图是根据分辨率为10个经度的资料分析的,海

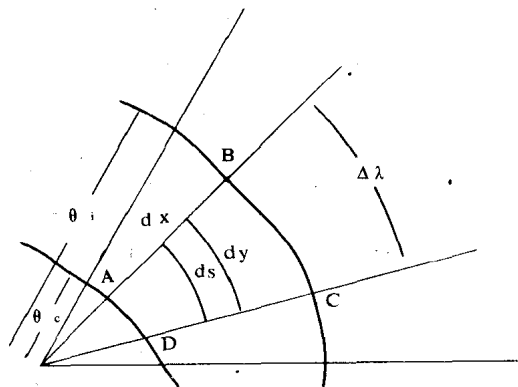


图 1.1. 海冰面积计算示意图

冰分布范围的界线经过了平滑处理, 与实际情况会有些出入。

利用海冰北界资料, 还可以近似求出海冰的面积^[1], 计算方法如图1.1所示。图中设 θ_c 和 θ_i 分别为经度间隔 $\Delta\lambda$ 内平均的从南极点到南极大陆海岸线和海冰冰界的张角, l_c 和 l_i 分别表示对应的距离, 经线上任意一点(对应角度为 θ)至极点的距离可以表为:

$$l = R\theta \quad (1.1)$$

于是有

$$\theta_c = \frac{l_c}{R}$$

$$\theta_i = \frac{l_i}{R}$$

表 1.1 1982年4月海冰面积计算资料

经 度	海 冰 北 界 (°S)	海冰北界距极 点距离 l_i (km)	海冰北界到海 岸距离 l_c (km)	海 冰 范 围 (经度)	海 冰 面 积 S (10^4km^2)
0	68.3	2410	150	0—10	0.095
10	66.9	2570	320	10—20	0.120
20	67.4	2510	270	20—30	0.106
30	67.1	2550	250	30—40	0.081
40	67.5	2500	140	40—50	0.059
50	65.7	2700	140	50—60	0.080
60	65.4	2730	220	60—70	0.163
70	63.8	2910	510	70—80	0.201
80	64.6	2820	390	80—90	0.168
90	63.8	2910	350	90—100	0.172
100	62.5	3050	380	100—110	0.195
110	63.0	3000	440	110—120	0.166
120	64.6	2820	280	120—130	0.095
130	65.4	2730	140	130—140	0.077
140	65.0	2770	200	140—150	0.136
150	64.8	2800	410	150—160	0.205
160	65.0	2770	540	160—170	0.195
170	67.8	2460	430	170—180	0.269
180	67.8	2460	1150	180—190	0.375
190	67.9	2450	1180	190—200	0.369
200	68.0	2440	1120	200—210	0.355
210	67.5	2500	1020	210—220	0.294
220	69.0	2330	710	220—230	0.220
230	69.1	2320	570	230—240	0.207
240	68.4	2400	600	240—250	0.233
250	68.0	2440	700	250—260	0.213
260	67.9	2450	460	260—270	0.195
270	67.6	2490	570	270—280	0.208
280	68.3	2410	550	280—290	0.123
290	68.1	2430	110	290—300	0.023
300	63.7	2910	20	300—310	0.314
310	62.6	3050	1620	310—320	0.502
320	67.2	2530	1190	320—330	0.351
330	68.5	2390	930	330—340	0.235
340	69.4	2290	460	340—350	0.115
350	67.9	2450	330	350—360	0.094
平 均	66.5	2600	520	总面积 $S = 7.038$	

其中 R 为地球半径, θ_e 和 θ_i 以弧度表示。为了求出图 1.1 中扇形 $ABCD$ 所包围的海冰面积 S , 对图中所示面积微元 ds 有:

$$\begin{aligned} ds &= dx dy \\ \text{其中 } dx &= R d\theta \\ dy &= R \sin\theta \Delta\lambda \\ \text{则 } ds &= R^2 \sin\theta d\theta \Delta\lambda \end{aligned} \quad (1.2)$$

于是有:

$$\begin{aligned} S &= \int_{\theta_i}^{\theta_e} R^2 \sin\theta d\theta \Delta\lambda \\ &= R^2 \Delta\lambda (\cos\theta_i - \cos\theta_e) \end{aligned} \quad (1.3)$$

在计算中, R 取为 6371 公里, $\Delta\lambda = 10^\circ = 10\pi/180$

表 1.1 列出了根据 (1.3) 式计算的 1982 年 4 月海冰面积的个例。计算出的南极海冰总面积

$$S = 7.038 \times 10^6 \text{ (km}^2\text{)}$$

根据上述方法, 可以计算任意时间的海冰面积。

2. 南半球气旋资料

有关南半球气旋活动的基本资料, 是利用澳大利亚国家气象分析中心 (ANMAC - Australian National Meteorological Analysis Centre) 1972—1981 年, 10 年期间逐日 1200 Z 的南半球地面天气图作为原始资料^[2]。由于 70 年代初以来, 南半球常规地面资料逐步完善, 并且有极轨气象卫星云图资料作参考, 分析的天气系统比较可靠。另外, 考虑到每天天气图中, 1200 Z 的资料比 0000 Z 要多, 故选取了上述资料为基础。

选定气旋的原则是, 在每日 1200 Z 的地面天气图上, 无论有或没有闭合等压线, 只要存在低压气旋环流, 就确定为气旋并定出气旋中心。当气旋第一次出现时, 就确定为气旋生成。将 10 年期间每个月中, 气旋生成的位置点绘在一张图上, 以 $10^\circ \times 10^\circ$ 经纬度网格, 统计出每个网格中气旋生成的频数。本资料图集, 绘制了 1972—1981 年 1—12 月南半球气旋生成频数分布图和 10 年南半球气旋生成总数分布图, 以及 1—12 月南半球气旋生成频数资料和 1972—1981 年南半球气旋生成总数资料。另外, 还给出了 1—12 月历年南半球每 10 个纬度带内气旋生成频数资料, 反映了气旋生成的经向分布。表中的 L_m 为各月气旋生成的平均纬度; l_m 为 $30^\circ S$ 以南气旋生成的平均纬度。用下式计算

$$L_m (l_m) = \frac{\sum f_i \bar{L}_i}{\sum f_i} \quad (1.4)$$

式中 f_i 为各纬度带内气旋生成频数, $\bar{L}_i$ 为各纬度带的中间纬度。

与我国和西北太平洋相对应的南半球经度范围, 是我们比较感兴趣的区域, 故对澳大利亚附近地区进行了专门的统计, 给出了南半球 $70^\circ - 170^\circ E$ 范围, 1—12 月历年每 10 个纬度带内气旋生成频数资料。

气旋生成后逐渐演变, 在环境流场等因素的影响下不断发展移动。当气旋中心不可辨认, 具体来说, 在下一天天气图上, 气旋环流不存在了, 就确定为气旋消失。按上述方法也可统计出 10 年期间, $10^\circ \times 10^\circ$ 经纬度网格中气旋消失的频数, 绘出气旋消失频数

分布图。本资料集，只给出了1972—1981年1月和7月南半球气旋消失频数分布图。

气旋移动过程中，在其路径经过的地区，会造成各种天气影响，所以，统计气旋路径的频数分布也是十分重要的。同样，按照上述类似方法，统计出一个月中， $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 经纬度网格内经过的气旋路径频数，绘出气旋路径频数分布图。本资料集，也只给出了1971—1982年1月和7月南半球气旋路径频数分布图。

同样，在整编南半球气旋活动资料时，由于受各种条件的限制，有几个问题必须加以说明，以便使用本资料时引起注意：

1) 由于没有ANMAC的逐日南半球地面图原始资料，在整编中对确定的气旋位置并未做严格地校验。

2) 气旋生成数与气旋消失数之间存在差异，这主要是由于气旋生命的时间，可能会跨越我们考虑的不同时段所造成。另外，在气旋发展过程中，可能会有合并和分裂的情况，也会造成两者之间的差异。

3) 在整编气旋生成频数资料时，发现南半球每 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 经纬度网格中气旋生成频数的资料与每10个纬度带内气旋生成频数资料之间存在一些差异。多数月份气旋生成数是不一致的，在10年19390个气旋生成总数中，相差61个，占0.3%。由于误差不大，故认为资料是可用的。

4) 在给出的气旋分布图中，分析气旋频数等值线时，对数据做了平滑处理，其中存在一定的主观性。气旋生成与气旋消失频数分布图，以频数8为起始分析等值线，每隔4个间隔分析一条。10年气旋生成总数分布图，以总数50为起始分析等值线，每隔50个间隔分析一条。气旋路径频数分布图，以频数10为起始分析等值线，第二条等值线为频数20，以后每隔20个间隔分析一条。

二、南极海冰的气候特征

南极地区大部分下垫面长期被冰雪覆盖,这一显著特征引起南极科学工作者的注意。南极冰雪由两部分组成,一部分是覆盖在南极大陆上终年不化的冰盖,另一部分是漂浮在大陆周围的海冰。由于南极海冰的北界位于开放的洋面上,受到多种因素的影响,使得南极海冰的覆盖范围具有明显的季节变化和年际变化。因此,分析研究南极海冰的气候特征,对研究南极下垫面与大气环流之间的相互影响以及南极地区的热汇作用都是十分重要的。另外,南极海冰的状况对制定南极运输和考察计划也有一定的参考价值。

以往南极海冰的资料主要是依靠船只和飞机观测。近年来,随着卫星探测海冰资料的增多,对极地海冰状况的了解有了进一步的改善。70年代初以来,南极海冰资料由于收集手段的改进而趋于完整。利用1972—1981年10年的海冰资料可粗略地分析海冰的气候状况。

南极海冰与北极海冰不同,主要差异是南极海冰除几个大海湾中的冰架外,基本上是一年内生消的冰,厚度一般为1—2米,最厚为3米。而北极海冰大多为终年不化的多年生冰,厚度一般为2—4米。南极海冰范围的年际变化约是北极的7倍^[3]。

1. 南极海冰的月际变化

南极大陆的地理位置偏在东南极一侧,而南极海冰范围则偏向西南极一侧,这种离心分布无疑对大气环流有重要的影响。2—3月是南极暖季的后期,也是海冰面积最小的月份,在东南极大陆沿岸,许多海区成为无冰区。在西南极,除南极半岛西北侧的海域外,仍有大片的海冰存在,其中在威德尔海区和别林斯高晋海区,从海岸向北延伸的海冰面积最大。4—9月是南极的寒季,也是海冰稳定生长的季节,其中以5—7月的生长速度最快。在寒季的后期(9月),海冰面积达到最大,沿海岸海冰平均扩展范围为6—7个纬距,尤以沿岸海湾中的海冰向北延伸范围最大,威德尔海平均向北延伸8—10个纬距,70—80°E附近的普里兹湾向北延伸9个纬距,90—170°E和南极半岛北部海域海冰向北延伸的范围最小,平均为3—4个纬距。10月份,南极进入暖季,大范围的海冰开始消融,以11—1月海冰面积缩小速度最快。

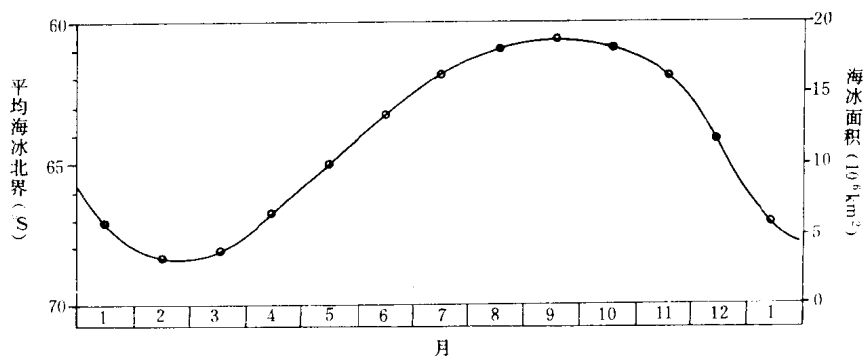


图 2.1. 南极海冰平均北界和面积月分布 (引自文献[1])

图2.1是利用1973—1982年资料得到的南极海冰平均北界和面积月分布曲线。由图可见，海冰覆盖面积全年以2月最小，为 3.0×10^6 平方公里，北界为 68.5°S ；9月海冰覆盖面积最大，为 18.7×10^6 平方公里，北界为 60.9°S ，二者相差 15.7×10^6 平方公里和7.6个纬距。3—8月为海冰生长期，10—1月为消融期，由此可见，南极海冰覆盖范围的季节变化十分显著，而且滞后于季节的特点也是十分明显的。

2. 南极海冰的年际变化

南极海冰范围的年际变化也十分明显，每年的变化特点有所不同。统计10年逐月海冰资料发现，海冰每年的最大范围可以出现在不同的月份。由于气象条件的差异，各年海冰最大范围的面积和出现的时间差异较大。10年中，有4年最大面积出现在8月份，4年出现在9月份，2年出现在10月份。图2.2中给出了逐年海冰北界最北位置和最大面积的分布。由图可见，10年中有4年海冰北界最北位置比其平均位置（ 60.7°S ，图中虚线）偏北，6年比平均位置偏南，其中以1974年海冰的覆盖面积为最大，达 20.9×10^6 平方公里；以1977年海冰覆盖面积为最小，为 16.8×10^6 平方公里，仅是1974年的80%，这说明南极海冰覆盖面积的年际变化很明显。

从图2.2中还可以看出，1973—1982年10年期间，南极海冰面积在1974年和1981年达到峰值，1977年为谷值，即从1973—1974年，海冰面积有扩展的趋势，1974—1977年，海冰面积稳定收缩，1977—1981年海冰面积又稳定扩展，1981年以后，海冰面积又有收缩的趋势。从10年海冰面积扩展和收缩的变化趋势来看，海冰面积的变化似乎存在一定的周期性，但由于资料序列很短，周期变化的特征还不能给出。

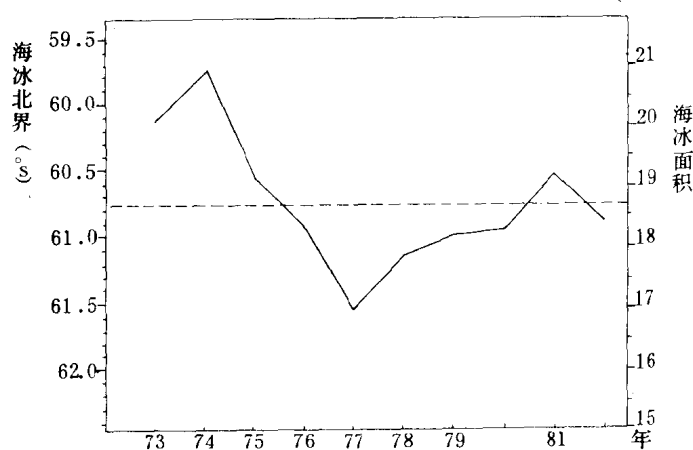


图 2.2. 历年南极海冰北界最北位置和最大面积分布 (1973—1982年) (引自文献[1])

3. 南极海冰的地理分布

南极沿海各地区气候差异较大。南极海冰的地理分布因受气候条件的影响，在不同地区也具有不同的特点。南极海冰北界10年平均的最南和最北位置的地理分布在图2.3中

给出。由图可以看到，在东南极海区，海冰北界平均最南位置一般接近海岸线，而在西南极海区，海冰北界平均最南位置与海岸线相差 2—3 个纬度，这说明在暖季后期，东南极海冰大部分消融，一些大陆沿海都成为无冰区，而在西南极各海区仍有较多的海冰存在。海冰北界平均最北位置的地理分布差异也很大。在 40°W — 10°E 之间，海冰面积向北扩展最大，冰界的平均最北位置达到 55°S 左右， 70° — 90°W 海冰北界平均最北位置偏南，只能达到 66°S 左右，这反映了在寒季后期，海冰北界沿纬圈分布是不均匀的。

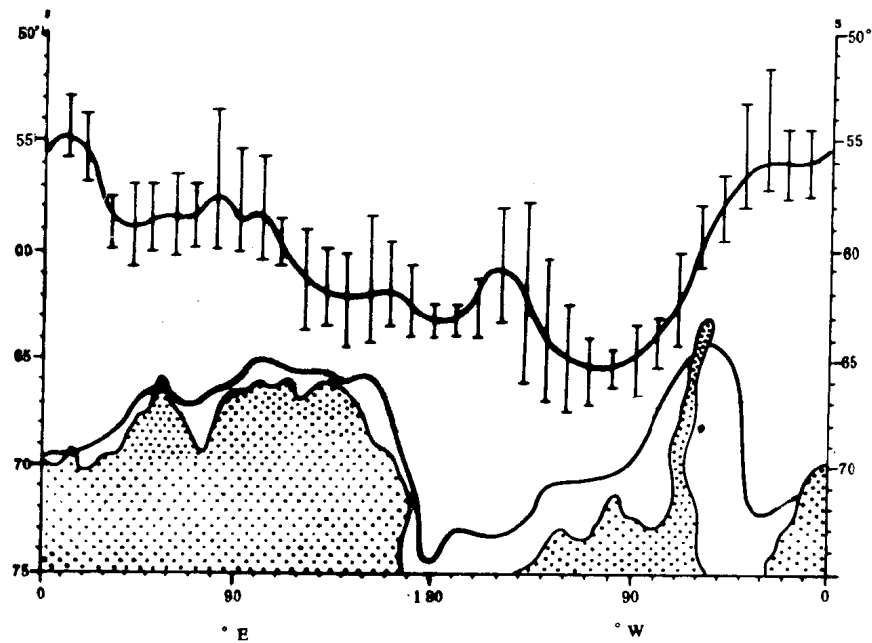


图 2.3. 南极海冰北界平均最南位置和最北位置地理分布
(垂线表示最北位置年际变化范围)

在图2.3中,各经度上标注的截线为海冰最北位置的变化范围。从中可见,各海区海冰最北位置的变化差异很大,其中 150° — 120°W 海区变化最大, 40° — 30°W 和 80° — 100°E 也是变化较大的海区。不难看出,海区北界变化的最大地区都处于大的海湾附近,罗斯海以东,威德尔海附近和普里兹湾附近,都是海冰面积变化大的海区。另外,在南极半岛西侧,海冰面积变化较小,而东侧变化较大,也反映出半岛对海冰分布的影响。除地形因子外,天气因子、大气环流、海水洋流等因素也会影响海冰的分布和变化。

三、南半球气旋活动的气候特征

南半球环流形势的纬向分布特征在许多方面均有所反映。地面气压场的分布，沿纬圈形成一环高压带和一环低压带相间的分布状况。在南极大陆常年被永久性的极地高压控制，副热带地区为一环状的稳定性高压带，而在中高纬度地区是一环绕极地大陆的低压带，那里活跃着许多气旋系统。另外，在低纬度地区是热带气旋活动的范围。中高纬度的气旋生成后，一般均自西向东移动。由于冷暖空气势力的强弱不同，造成气旋路径时而偏南移动，时而向偏北方向压来，有时还会停滞或回旋。气旋发展到一定阶段，路径到达终点，气旋即消失，其生命史终结。同样，低纬度的热带气旋也有其发生、发展、消失的演变过程^[4]。

1. 气旋生成特征

1.1 气旋生成频数的月分布

在南半球1972—1981年10年期间共有19390个气旋生成，平均每年有近2000个气旋生成，每个月有150—180个气旋生成。图3.1给出了各月平均气旋生成频数占全年总数的百分比，其中以12月气旋生成频数百分比最高，为9.6%；8月最低，为7.6%。由图可见，南半球夏季气旋生成频数明显偏多，盛夏的12月和1月是气旋生成最多时段，而冬季气旋生成频数明显偏少，5—9月连续5个月气旋生成百分比均在7.8%以下，这是全年中气旋生成最少的时段。两个过渡季节中的4月与10月，月气旋生成频数相对要偏高一些。

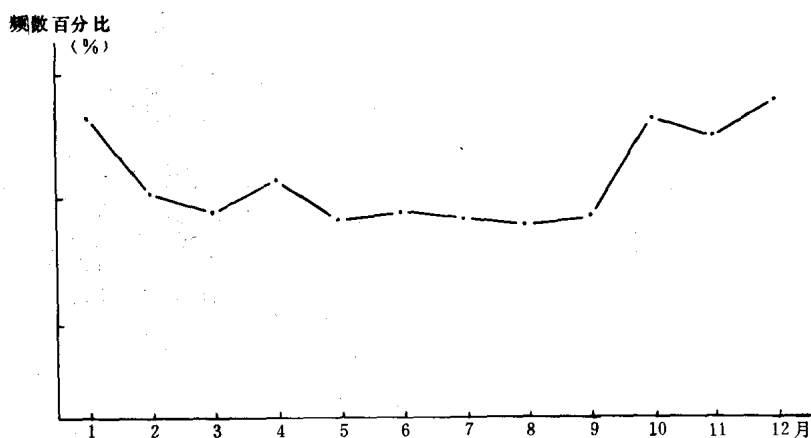


图 3.1. 气旋生成频数百分比的月分布

1.2 气旋生成频数的年际变化

历年气旋生成频数有不同，年际变化十分明显。图3.2反映了1972—1981年历年气旋生成总数的变化。其中1980年气旋生成最少为1646个；1981年最多为2403个，两个相邻的年份气旋生成频数相差如此之大是引人注目的。值得提出的是，在前8年中，气旋生成频数变化幅度不大，而1980和1981年突然有一个大的涨落。1972—1979年期间，1973和1977年气旋生成频数是两个相对的峰值。气旋生成频数的差异，反映了历年大气环流

的不同特征，其中的规律还有待于进一步分析研究。

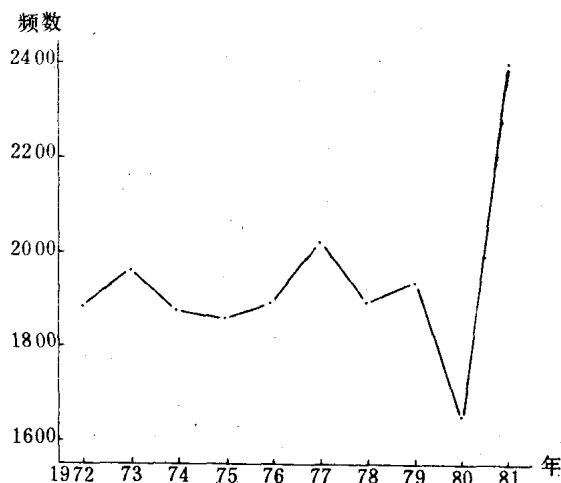


图 3.2. 气旋生成频数的年际变化

1.3 气旋生成频数的地理分布

由1972—1981年10年南半球气旋生成总数分布图，可反映出气旋生成地理位置的分布情况。在沿50°S纬圈附近，存在气旋生成频数的高值带，其中印度洋东南部100—120°E地区为频数最大区。在环绕南极大陆沿岸10—40°E、70—80°E、110—120°E、170°E—170°W、70—80°W、20—50°W为高纬度气旋生成高频数区。应指出的是，一些海湾地区如罗斯海、威德尔海、别林斯高晋海和普里兹湾等地区，均为气旋生成高频数区。低纬度热带气旋生成频数最高地区，在澳大利亚大陆的西部和东部。另外，马达加斯加、南美大陆中部以及新赫布里底群岛和斐济一带，也是热带气旋生成高频数区。

通过对1月（夏季）南半球气旋生成频数分布图和7月（冬季）南半球气旋生成频数分布图的比较可看出，中高纬度气旋生成频数高值带在夏季偏南，集中在50—60°S；冬季偏北，集中在40—50°S。这一分布特点与冬夏冷空气势力不同是一致的。另外，低纬度地区热带气旋在冬季生成频数很少，主要集中在夏季也是一个分布特征。

1.4 气旋生成密度分布

仅用气旋生成频数分布，并不能客观地反映气旋生成位置的集中程度。由于我们选取的是10°×10°经纬度网格，各纬度带内10个经度的距离相差很大，每个网格的面积存在很大差异。所以按照各经纬度网格统计出的气旋频数，代表不了气旋密度。在实际应用中，需要掌握各地区气旋活动频繁程度，譬如赴南极考察船队在经过哪些海区时，遇到气旋的可能性大，这就需要分析各海区气旋活动的密度。为了对各纬度带内气旋生成频数进行面积订正，引出参数 F_i ，反映某一纬度带内，平均一个网格内气旋生成频数密度

$$F_i = \frac{f_i}{36 \cos T_i} \quad (3.1)$$

式中 f_i 为各纬度带内气旋生成频数； T_i 为各纬度带的中间纬度。

图3.3为1972—1981年南半球各纬度带气旋生成频数密度分布，横坐标F为按(3.1)式计算的气旋生成频数密度参数；纵坐标为纬度带 l （坐标说明下同）。由图可见，气旋生成最密集区域是在 $40^{\circ}\text{--}70^{\circ}\text{S}$ 。按前面资料说明中(1.1)式计算南半球气旋生成的平均纬度为 50.9°S 。

图3.4为1月和7月南半球各纬度带气旋生成频数密度分布。图中反映了夏季与冬季气旋生成频数密度的差异。1月在 $50^{\circ}\text{--}60^{\circ}\text{S}$ 纬度带气旋生成频数密度最大，7月份中高纬度气旋生成的高密度区明显偏北，反映出冬季南极地区冷空气势力强，气旋生成位置偏北。另外，夏季低纬度地区热带气旋明显增多，1月 30°S 以南地区气旋生成频数密度值明显大，而冬季7月密度值很小。这一结果与T aljaard根据IGY资料，所做的类似分析结果基本一致^[5]。

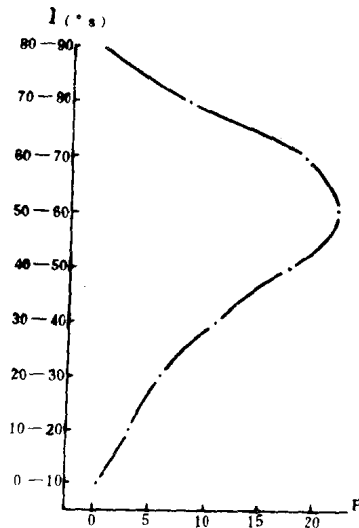


图 3.3. 1972—1981年气旋生成频数密度分布

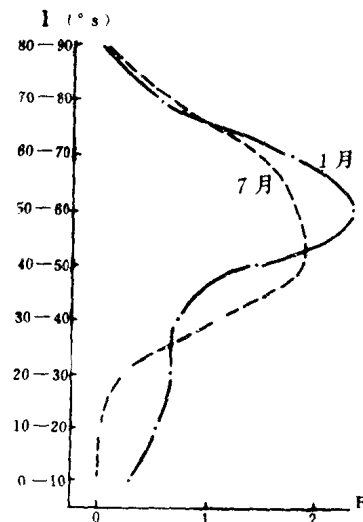


图 3.4. 1月和7月气旋生成频数密度分布

2. 气旋消失特征

2.1 气旋消失频数的地理分布

通过对1月（夏季）南半球气旋消失频数分布图和7月（冬季）南半球气旋消失频数分布图的比较可看出，冬夏中高纬度气旋消失高频数带的地理位置差异不大。高频数带在 60°S 附近，其中澳大利亚南部海面上是气旋消失的高频数区。比较而言，7月气旋消失频数要比1月小。另外，与气旋生成位置的地理分布比较，高频数区分布很相近，特别是环绕南极大陆的高纬度地区，气旋消失与气旋生成的高频数区的位置，几乎重合，位于 $20^{\circ}\text{--}30^{\circ}\text{E}$ 、 $70^{\circ}\text{--}80^{\circ}\text{E}$ 、 $110^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{E}$ 、 $140^{\circ}\text{--}160^{\circ}\text{E}$ （气旋生成的高频数区不明显）、 170°E — 170°W 、 $80^{\circ}\text{--}100^{\circ}\text{W}$ 、 $20^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{W}$ 。同样，夏季低纬度热带气旋消失位置高频数区的地理分布，与热带气旋生成的情况也基本一致，澳大利亚大陆也是夏季热带气旋消失频数最高地区。

2.2 气旋消失密度分布

为了更确切地反映气旋消失位置的集中程度,同样可根据(3.1)式,对气旋消失的频数进行密度订正,计算出南半球各纬度带内气旋消失频数密度参数 F_i 。图3.5为1月和7月南半球各纬度带气旋消失频数密度分布。由图可见,7月气旋消失频数密度普遍比1月要小,反映出冬季气旋消失频数偏小的特点。另外,气旋消失频数密度最密集的纬度带,无论是1月还是7月均在60—70°S。与气旋生成情况比较,气旋消失频数密度密集纬度带的位置都偏南。低纬度地区热带气旋消失频数密度的分布,与热带气旋生成情况一样,都是1月比7月频数密度大得多,这点并不难理解。

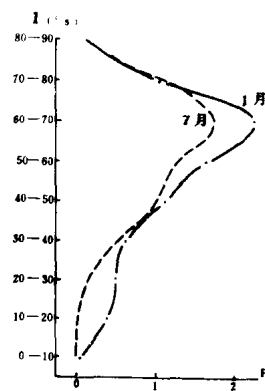


图 3.5. 1 月和 7 月气旋消失频数密度分布

3. 气旋路径特征

3.1 气旋路径频数的地理分布

通过对1月(夏季)南半球气旋路径频数分布图和7月(冬季)南半球气旋路径频数分布图的比较可看出,气旋路径高频数带的地理位置,无论冬夏都处于60°S附近,气旋路径频数最高地区也都在印度洋南部。另外,冬季高纬度地区气旋路径频数要偏高;夏季低纬度地区热带气旋路径频数明显偏高。与气旋生成、气旋消失一样,热带气旋路径频数最高的地区也在澳大利亚大陆,反映这一地区南半球热带气旋活动最频繁。

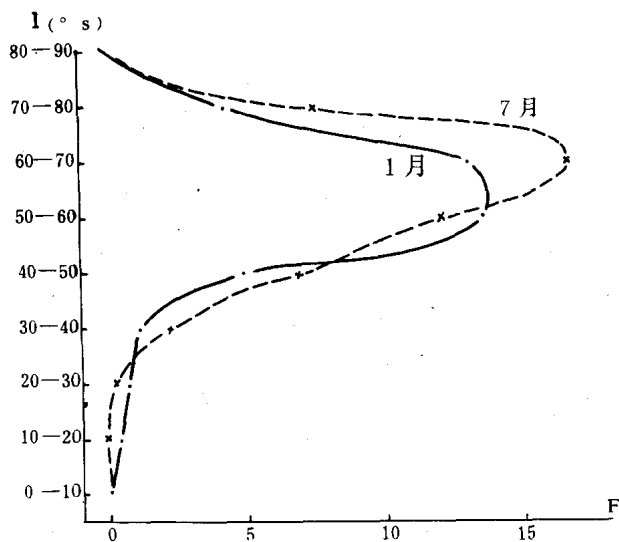


图 3.6. 1 月和 7 月气旋路径频数密度分布

3.2 气旋路径密度分布

根据(3.1)式,对气旋路径频数也进行密度订正,计算出南半球各纬度带内气旋路径频数密度参数 F_i 。图3.6为1月和7月南半球各纬度带气旋路径频数密度分布。由图可见,各纬度带之间气旋路径频数密度值变化很大,与气旋生成与气旋消失情况比较,其密度值本身也大得多。在60°S以南高纬地区和30—50°S纬度带,冬季的7月气旋路径频数密度偏大;而在50—60°S

和30°S以北地带,夏季的1月气旋路径频数密度要偏大。

4. 气旋活动的平均纬度的比较

根据(1.4)式,计算南半球1月和7月气旋生成、气旋消失与气旋路径三种情况的平均纬度 L_m 。 L_m 是用气旋频数 f_i 计算出的平均纬度,由于各纬度带之间面积不一样,我们还用经过面积订正后的气旋频数密度 F_i ,计算出平均纬度 L'_m 。表3.1为1月和7月