

影响南沙及其邻近海区的越赤道气流

林锡贵

(中国科学院南海海洋研究所, 广州)

提要 本文综合分析了, 有利于南半球气流越过赤道的天气形势; 气流越过赤道后影响南沙及其邻近海区的基本规律; 南半球气流与南海及其邻近海区的热带天气系统相互作用的基本特征; 受越赤道气流直接影响下, 南沙及其邻近海区的环流形势、天气、气候、水文气象特征变化明显。

70年代中期, 国内一些学者研究西南季风的成因及与我国华南暴雨关系的结果表明: 在有利的天气形势下, 较强的南半球冷空气能越过赤道直接影响北半球低纬度地区, 且影响华南地区的西南季风, 与源于南半球的东南气流密切相联。由此改变了某些有关西南气流的不同看法和旧的认识。由于南亚地区、尤其是海洋资料较缺, 因而对越赤道气流的连续性分析较少, 个例分析较多; 对邻近大洋的影响分析较多, 本区至赤道分析较少^[1,2]; 850 hPa 环流形势分析较多, 低层及 500 hPa 形势分析较少^[3,4]。现用 1979—1988 年热带天气图、卫星云图和 1984—1988 年每年夏季的考察资料, 分析越赤道气流及其明显的天气过程影响南沙及其邻近海区(以下简称本区)的基本特征。

一、影响本区的越赤道气流

越赤道气流有季节性, 在有利于气流越过赤道的季节里也并非连续不断, 而是间断性的。

1. 季节和时间范围

每年 5—9 月间, 从爪哇海经巽他海峡至纳土纳岛海面, 常有 ≥ 4 m/s 的南半球气流影响本区, 据 1984—1988 年每年夏季考察南部的天气实况和资料, 南沙南部海区在 5 月下旬之前未明显出现南来的越赤道气流。本区受南半球气流影响时间通常在 5 月下旬末至 6 月初开始, 9 月下旬初结束, 高峰时段是 7 月上旬至 8 月中旬。5 月下旬和 9 月下旬, 南半球气流向北推至赤道一带时风力仅 2—3 级, 对本区无影响。

2. 机率和持续过程

南半球东南气流直接进入本区形成的西南季风潮天气过程, 每年夏季有 6—7 次, 每次持续时间约 5—10 天(每日 02, 08, 14, 20 时地面图上, 大洋洲北部的东南气流越过赤道后, 纳土纳岛至太平岛海面 S-WSW 向的平均风速 ≥ 5.5 m/s 时, 为季风潮的开始和结束日, 此期间平均风速 ≥ 8.0 m/s 时为季风潮天气过程。每日 24 时次的考察资料平均

风速 $\geq 7.6 \text{ m/s}$ 时为季风潮天气过程)。6 月份和 8 月下旬至 9 月中旬基本保持强、弱相间,即一次较强,平均风力 ≥ 5 级,时间较长(5—8 天)。另一次较弱,平均风力 4—5 级,时间较短(3—4 天)。7 月上旬至 8 月中旬,本区受越赤道气流影响的天数约占 75%,出现的季风潮天气过程约有 3 次,每次持续 7—10 天,最长可达 10—14 天。

3. 风力和进退过程

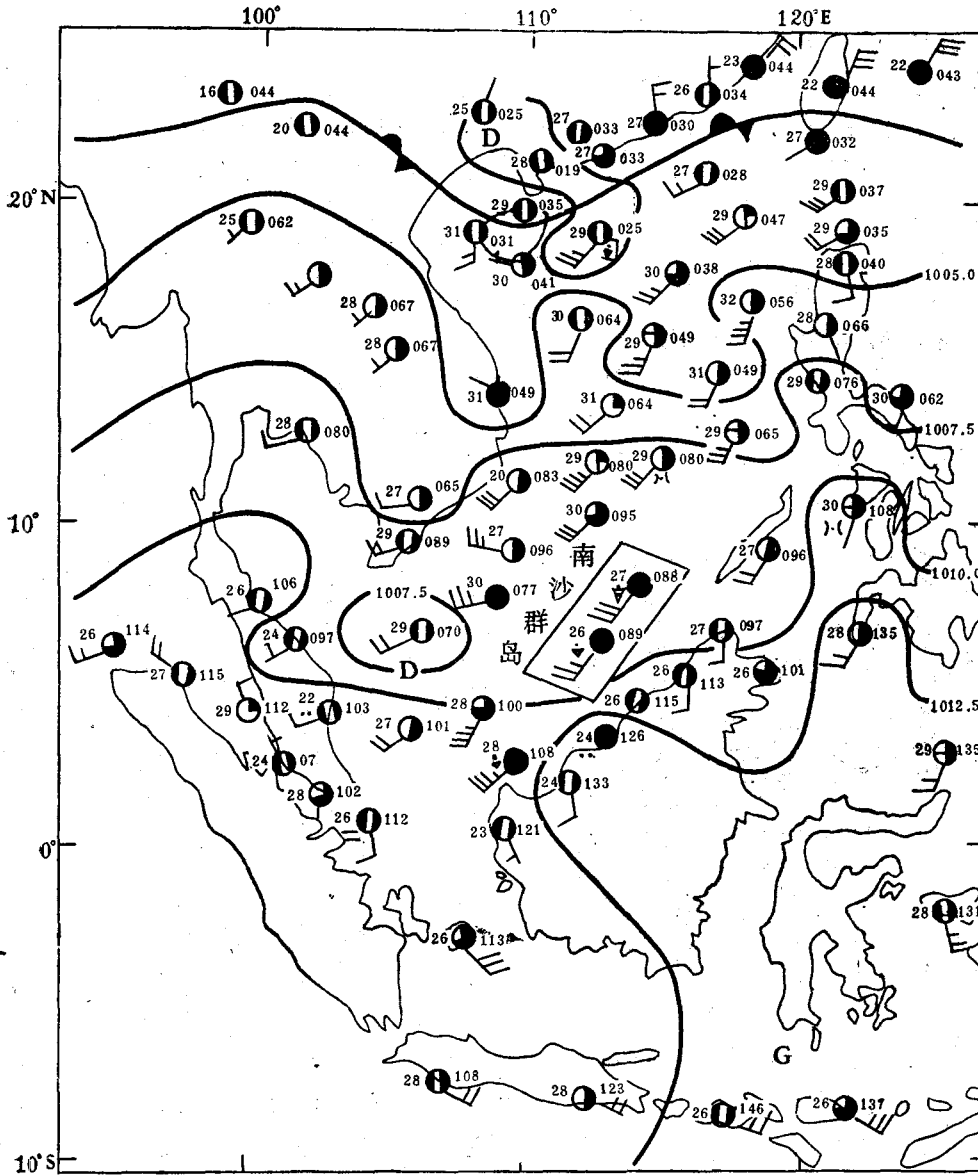


图 方格内是当天 07—08 时“实验 3”号船实测资料;小圆圈是测点,圆内黑色部分例是云量(成);D—低压;G—高压;——准静止锋;——风向(度)和风速(m/s)

图 1 1985 年 6 月 8 日 08 时热带地面天气图

Fig. 1 Surface analysis for 08:00 GMT(00:00) 8, June, 1985

通常在5月底至6月上旬,南半球第一次强冷空气爆发,冷高压北缘的东南气流越过赤道进入本区形成的季风潮天气过程,海面风力平均可达5级,阵风8级。7月上旬至8月中旬,南半球冷空气爆发频繁,气流强劲,越过赤道后能影响南沙北部以至整个南海的季风潮天气过程,平均风力 $\geq 5-6$ 级,其它时段的越赤道气流平均风力 ≤ 5 级。8月上旬前气流逐步加强,对本区的影响是自南向北推进,8月中旬后气流减弱,自北向南撤退。

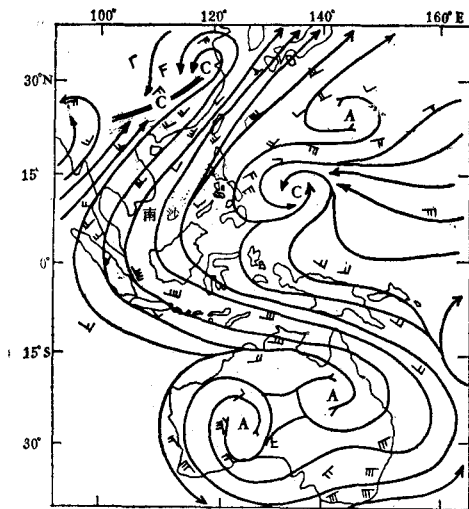
4. 路径和风向变化

越赤道气流主要从 $100^{\circ}-115^{\circ}E$ 进入本区。大洋洲北部的东南气流北上至进入本区的风向变化是:在大洋洲北部至爪哇海一带时为东南向,接近赤道或到达赤道时转为南向,进入本区南部转为南偏西向,转为西南向的大概位置在南沙北部,直至进入台湾海峡和巴士海峡时仍保持西南向。从大苏比岛至太平岛以西是越赤道气流影响本区的急流轴。其次从孟加拉湾南部越过赤道的气流,部分沿中南半岛低压南缘右折东行越过马来半岛,进入本区西北部转为西南气流,与来自巽他海峡的气流汇合(图1)。

5. 地形作用和北上影响范围

影响本区的越赤道气流风力较印度洋和西太平洋风力要强及北上影响纬度要高的原因,

与气流本身强度和明显受地形影响有关。南半球东南气流与爪哇海至巽他海峡的自然走向基本一致,气流受海峡效应便明显增强。当气流进入南海时又与越过马来半岛进入南沙西部的西南气流汇合。南海本身的自然走向基本与气流方向一致,且本区无高大宽阔的岛屿群阻挡。初夏和初秋,较强的越赤道气流可直接影响北部沿海,在盛夏,较强的越赤道气流经南沙北上可直接影响华东沿海(图2)。故本区出现的越赤道气流风力较强、影响范围较广、侵入路径较长、到达纬度较高。



图例 A - 反气旋; C - 气旋; ∇ - 风向(度)和风速(m/s)
图2 1979年6月28日08时850hPa流线
Fig.2 Streamline at 850hPa for 08:00
GMT(00:00) 28, June, 1979

6. 强度和水平气流分布

进入本区的越赤道气流经常自西向东发展。即先影响西部邻近海域的气流是从苏门答腊岛越过赤道的;然后从巽他海峡进入,主要影响西部海区;再向东扩展从加里曼丹岛进入,主要影响东部海区。由于受巽他海峡效应和进入东部海区的气流受加里曼丹岛阻挡,因而影响西部海区气流较东部强。北部和西北部既受南来的气流影响又受越过马来半岛的气流影响;加里曼丹岛地形较高,致使曾母暗沙一带主要受下沉气流影响;因而同一天气过程,北部和西北部气流较东南部强。从巽他海峡进入本区的气流明显比通过苏门答腊岛和加里曼丹岛的气流强。7月上旬至8月中旬是南半球冷高压强盛时期,故这段时间气流强度明显比其前、后时段强。强气流区主要位于太平岛至大苏比岛以西海面,

大风区主要位于太平岛以西两路气流汇合处。

二、本区有利于气流越过赤道的天气形势

较强的南半球东南气流直接进入本区,与高、低空天气形势密切相关,大致有以下特征。

1. 大洋洲冷高压的基本位置

由南极至大洋洲呈 SW—NE 向移动的冷高压一般较强大,当其移到大洋洲南部沿海和进入陆地后,受地形作用使冷高压主体停滞时段较长,冷高压北缘的东南气流,在北半球热带有利的地面和高空天气形势配合下,从巽他海峡进入北半球直接影响本区(图 2)。

2. 台风和较强的热带低压环流作用

从加罗林群岛一带西移的台风或强热带低压,以及南海台风或强热带低压在发展过程中,南半球东南气流也逐步向赤道北推。南来的气流通过本区后进入台风环流,加强了台风强度,扩大了台风大风区,加速南半球气流大量北推进入南海,使台风环流与南半球东南气流连成一体(图 3,图版 I)。初夏和初秋,副热带高压(以下简称副高)基本呈 E-W 向,位置偏南,西太平洋台风多呈偏西移入南海中部一带时,其大风环流能导致南半球气流加速越过赤道。较强的热带低压位于南海中部以南时,大风环流方能导致南半球气流明显影响本区。

3. 副高阶段性变化使南海辐合带北抬

5 月下旬之前副高稳定控制南沙海区,588 hPa 线南界位于 5°N 以南,辐合带位于赤道一带,南半球虽有冷空气北上,但仅影响赤道地区。常在 6 月上旬,影响本区的第一次较强的越赤道气流天气过程结束后,副高西伸加强,位置明显北移,588 hPa 线南界位于 $10^{\circ}\text{—}15^{\circ}\text{N}$ 一带,本区主要处于地面辐合带区,间断性受越赤道气流影响。7 月上旬至 8 月中旬,副高位置较北,辐合带北抬至南海北部,对南半球气流越过赤道更为有利。8 月下旬后副高逐步南移,辐合带逐渐南退,本区的越赤道气流逐步减少。

4. 台风在南海消失后南半球东南气流容易影响本区

西太平洋和南海台风形成时,通常对应南半球冷空气爆发,随着台风位置和强度变化,南半球气流也逐步北推。向北移动的南海台风,尤其较强的西太平洋台风,进入南海中部以北海区又向东北至西北象限移动登陆后,对越赤道气流的加强和北侵更为有利。强热带低压则要在南海中部以南海区消失后,方能促使气流越过赤道影响本区。南沙北部形成的台风和强热带低压,在北移过程中常有越赤道气流尾追,并较快与台风东南象限的大风气流连成一体。

5. 基本气压场形势呈南高北低

北半球夏季,本区气压趋势是南高北低。辐合带位于南海中部至北部沿海,本区处于赤道反气旋西北方位和中南半岛低压东南方位,赤道至南海中部的的气压趋势呈南高北低(在同日 08 时地面图上,南沙与西沙站海平面气压差在初夏最大 5.7 hPa,一次强越赤道气流天气过程平均最大 4.7 hPa,各月平均 2.8—3.5 hPa),5—8 月是逐月明显。气压趋势和地面天气系统对南半球东南气流越过赤道,加强形成西南季风潮影响本区并继续北

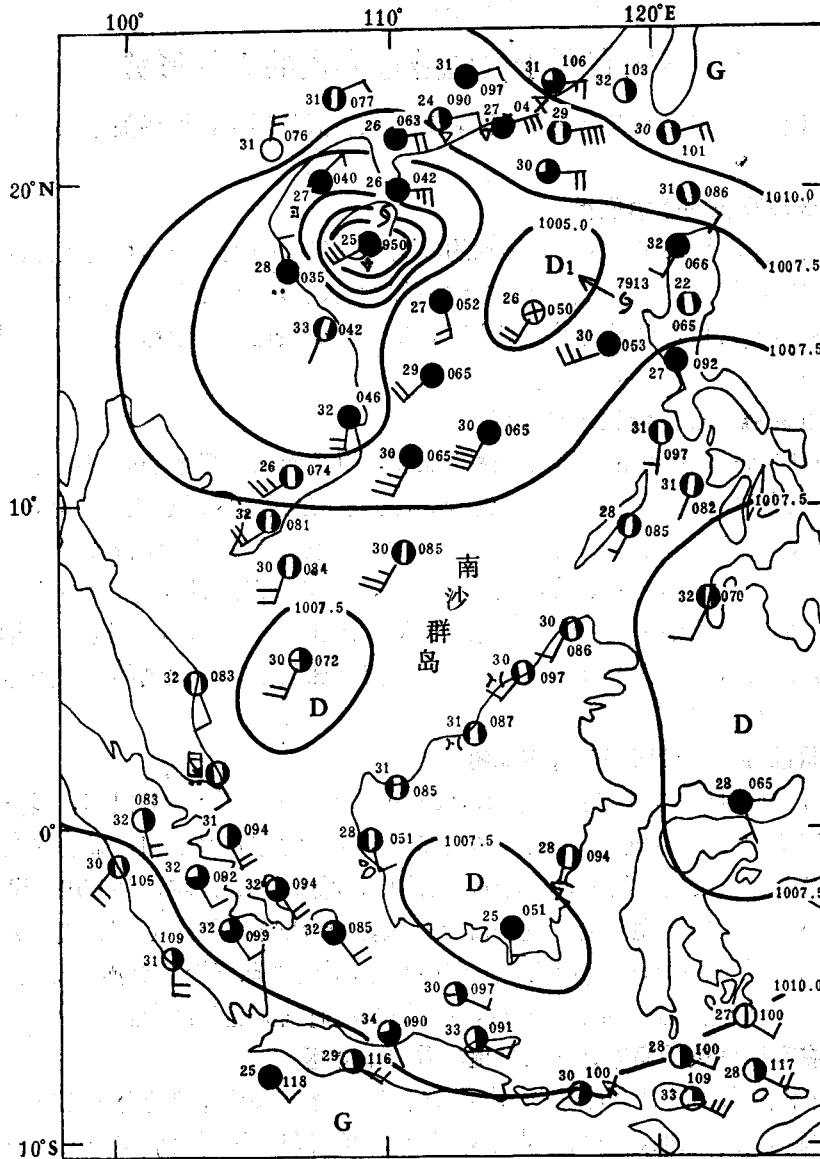


图 S-7913 和 7914 号台风; D₁-7913 号台风于当日 08 时减弱的低压;
 G-高压; D-低压; 风向(度)和风速(m/s) 小圆圈
 是测点, 圆内黑色部份是云量(成)。

图 3 1979 年 9 月 20 日 14 时热带地面天气图

Fig.3 Surface analysis for 14:00 GMT (06:00) 20, September, 1979

上极为有利。

6. 其它有关的天气系统

与气流越过赤道影响本区的有关天气系统还有: 东风波和 中层气旋的下传及副高明显减弱东退后, 西南低涡移入南海发展成台风后, 不同程度地促使南半球气流影响了本

区。

三、越赤道气流对本区天气和气候的影响

1. 降水分布特征明显, 雨量丰富

据 5—12 年资料, 降水分布特征是: 东部多, 西部少(以太平岛至大苏比岛划分); 南部少(6°N 以南), 北部多(7°N 以北); 东南部和西北部较多, 西南和东北部较少。仅 6—9 月各站总雨量是: 文莱 1034.8 mm; 大纳土纳岛 759.5 mm; 昆仑岛 1130.4 mm; 太平岛 976.4 mm, 4 站平均 975.3 mm。可见, 夏半年本区各站总降雨量平均值 ≥ 1000 mm, 降雨量如此丰富的主要原因与越赤道气流将南半球的热量和水汽直接往本区输送是分不开的。

2. 各要素的变化具有明显的规律

各要素月平均值的变化, 与越赤道气流对本区的影响具有逐步增多和逐步减少的时段对应。越赤道气流出现高峰时段的温度和气压则较低, 云量较多, 风况值较突出(表 1)。

表 1 各要素月平均值(据太平岛等站资料)

Tab.1 Monthly mean for elements (using Taipingdao station etc. data)

| 月 份 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 月 份 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|-----|-----|------|------|-----|
| 总云量(成) | 6.7 | 7.8 | 7.9 | 8.3 | 7.9 | ≥ 6 级风频率(%) | 1.8 | 8.8 | 13.6 | 15.8 | 9.7 |
| 气温($^{\circ}\text{C}$) | 28.1 | 27.6 | 27.1 | 27.1 | 27.0 | ≥ 6 级风连续天数 | 5 | 12 | 16 | 18 | 5 |
| 海表水温($^{\circ}\text{C}$) | 29.3 | 28.9 | 28.6 | 28.5 | 28.5 | 平均风速 (m/s) | 4.0 | 5.9 | 6.7 | 7.0 | 6.1 |
| 海平面气压 (hPa) | 1009.0 | 1008.0 | 1008.0 | 1008.0 | 1009.0 | 盛行风向平均风速 (m/s) | 5.3 | 6.9 | 7.4 | 7.6 | 6.9 |

3. 加强了本区的西南季风

本区产生的西南季风强度仅 3—4 级, 越赤道气流进入本区后, 加强了西南季风风力, 形成季风潮后, 风力可达 8 级, 持续时段和天气状况完全与南沙的西南季风不同。在盛夏, 副高北上, 中南半岛低压和本区的西南季风虽有所加强, 但未形成季风潮。与越赤道气流共同作用下, 西南季风潮气流有时可直接影响华东沿海。

4. 促使台风和热带低压产生

每次越赤道气流形成的季风潮天气过程, 为南海带来大批热带云团。在越赤道气流减弱消退后, 南沙的弱西南季风与南海中部的东偏北气流在南沙北部一带形成低层辐合区, 对应中层是大范围季风云团群, 这是台风发生发展的主要因素。每当南半球东南气流影响南海的天气过程结束后, 南海中部以北海区均有热带低压产生, 有时产生中层气旋。

5. 辐合带位置和走向变化明显

平均而言, 从春末至盛夏, 辐合带位置自南向北(约 5° — 18°N) 变化, 从盛夏至冬季则反之。在较强的越赤道气流影响下, 辐合带平均北抬 10—12 个纬距。北抬纬度最大是 5 月下旬末至 6 月初, 首次南半球冷空气爆发越过赤道后, E-W 向的辐合带从 3° — 4°N 北移至 20° — 22°N 一带。此后, 辐合带随副高北移位置明显偏北, 多呈 NW-SE 向。

6. 赤道反气旋明显北移及中南半岛低压出现阶段性增强和减弱

随着越赤道气流天气过程对本区影响逐日明显,赤道反气旋也逐日北移入南海,本区北部气压逐日下降,中南半岛低压逐日加深并向南和向东扩展,其南部的偏西和东部的偏南气流逐日加强。当越赤道气流逐步减弱南退时则反之。当越赤道气流天气过程结束,本区处于弱西南季风天气时,中南半岛低压南部与本区北部弱辐合区连为一体。盛夏前,中南半岛低压变化越势是加强,盛夏后则反之。

7. 初夏的副高强度和位置随越赤道气流天气过程的变化而改变

500 hPa 副高的变化趋势是:当大洋洲北部出现较强的东南气流时,呈 E-W 向的副高明显西伸。当气流北上至影响本区之前,副高西段逐日南落,脊线由 15°N 逆时针转为 NE-SW 向,基本位于 100°E 的赤道至 15°N , 130°E 。当气流直接影响本区并逐日加强时段,副高脊北抬,主体东段南缘明显向南扩展跨过赤道,588 hPa 线位于 7°S , 145°E 至 115°E 的赤道一带,脊线又顺时针转为 NW-SE 向,基本位于 20°N , 100°E 至 5°N , 130°E 。当气流达到最强时段,主体东退,高压脊位于南海中部以东。当气流减弱南退时段,脊线又逆时针转为 E-W 向,位于 15°N 一带。

四、越赤道气流天气过程影响下的天气与海况

据每日24时次的考察资料证实,各次越赤道气流加强出现的季风潮天气过程的特征如下。

1. 对流天气明显,短小时内各要素变化大

初夏受此气流前锋影响初期,1 h 内的对流性降水天气使气温下降 5.8°C ,气压下降 2.0 hPa,海水表面温度下降 0.4°C ,绝对湿度下降 4.1 hPa,曾持续白天 13 h 的降水天气使气温下降 6.2°C 。在盛夏,1 h 内的降水天气使气温下降 2.8°C ,降水天气最长持续 6—8 h,气温平均下降 4.3°C ,其它要素的变化也较明显。

2. 每日平均风速与气压的升降关系较对应

每日近海面平均风速逐日增大过程中,每日海平面气压平均值则逐日下降,初夏的升降幅度较盛夏大,各次风速平均上升 5.34 m/s,海平面气压平均下降 3.40 hPa。

3. 水平风速不连续

风速明显增大和明显减小值每天都有 3—4 个时次,明显减小时,风速值 3—5 m/s,明显增大时达 11—15 m/s,当明显减小时,其下一个时次则明显增大。可见,在低层气流持续过程中,其风速不连续,水平风速有切变存在。

4. 低层扰动较多

在风速明显减小的午后或傍晚时段,对流云底出现的龙卷每天可见。有时在大风持续时段,几小时内有逆时针变化的风向出现。在热带地面天气图上,本区常有季风低压随气流北上。

5. 风向风速平均日变化显著

每日平均风速是逐日增大,2—3 天内增大到 6—7 级,瞬时风速达 8 级。风向的稳定度与风速递增密切相关,即风速越大,西南向风越稳定,出现时次也逐日增多。

6. 局地有大风区维持和海况恶劣

本区西部和西北部,受偏西和偏南气流的汇合和巽他海峡狭管效应影响,在整个天气过程中,每天都有大风区和 4 m 闭合浪区维持,且整个海区基本处于大浪以上的海况。

7. 降水期间能见度差

降水虽阵性,但迅猛急促,范围大,云底极低,对流旺盛,对能见度影响明显,尤其在每天降水的高峰时段,能见度降到 4—5 级。

8. 绝对湿度变化不显著

不论是连续变化还是平均日变化或是每日总平均值,在各次天气过程中,变化幅度总是在平均值 31.0 hPa 的正、负 1.0 hPa 内波动。

初夏与盛夏季风潮天气过程中各要素的某些不同特征见表 2。

表 2 各要素统计

Tab.2 Statistic of elements

| 年.月.日 | | S—WSW 风频率(%) | | | | | 总观测时次中 | | 总 平 均 值 | | | | 4—6级 风频率 (%) |
|----------|--------------|--------------|------|------|------|------|-----------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------|--------------------|
| | | S | SSW | SW | WSW | 合计 | 低云量10 成的时次 占(%) | 降水时 次占 (%) | 气温 (°C) | 海表 水温 (°C) | 低云量 (成) | 总云量 (成) | |
| 天气 过程 | 1985.6.5—10 | 5.8 | 21.7 | 32.9 | 17.9 | 78.3 | 28.7 | 37.5 | 28.72 | 30.01 | 5.23 | 7.72 | 81.7 |
| | 1984.7.18—23 | 6.7 | 24.7 | 42.4 | 15.6 | 89.4 | 24.1 | 25.9 | 27.61 | 29.08 | 4.10 | 8.22 | 87.5 |
| | 1988.7.17—19 | 2.1 | 31.3 | 41.7 | 20.8 | 95.9 | 14.6 | 18.8 | 27.85 | 29.16 | 4.56 | 8.46 | 93.9 |
| | 1988.7.25—30 | 1.4 | 22.2 | 52.8 | 20.1 | 96.5 | 5.6 | 9.0 | 28.22 | 29.14 | 3.03 | 7.74 | 84.7 |

五、结 语

1. 影响本区的越赤道气流主要来自大洋洲冷高压北缘较强的东南气流,从 100°—115° E 越过赤道,强气流主要经巽他海峡直接进入本区,是产生季风潮天气过程的主要气流源。其次是从孟加拉湾南部越过赤道后东行的西偏南气流。

2. 越赤道气流进入本区不仅与 850 hPa 环流形势有关,还与本区周围有利的地面天气形势和 500 hPa 副高变化关系密切。其风力变化与副高的季节性变化、影响本区北部的台风大风环流及赤道一带的地形作用等有关。

3. 越赤道气流的出现有明显的季节性和时段性。对本区的影响并非连续不断,而是间断性。季风潮天气过程的出现有一定的规律性。

4. 越赤道气流加强了本区的西南季风,促使台风和热带低压产生及辐合带位置变化大。受该气流影响期间,降雨量丰富,各要素月平均值变化、雨量和海面风力分布规律明显。

5. 越赤道气流加强出现的季风潮天气过程影响下,风力强劲、风速越大,风向越趋于西南向, S-WSW 向风的频率随风力逐日加强而增多。气压和风速日平均值升降关系对应。

参 考 文 献

- [1] 王继志、李麦村,1982。源于澳洲过赤道气流与中国之季风环流和降水。大气科学 6(1): 1—10。

- [2] 中国气象学天气学专业委员会, 1986。天气学的新进展。气象出版社, 294—307。
- [3] 何诗秀, 杨祖芳, 1981。北半球夏季西北太平洋热带地区西南季风强弱变化与南半球环流型的关系。大气科学 5(1): 50—59。
- [4] 李建辉, 1986。南海低空越赤道气流流型的初步研究。热带气象 2(4): 363—368。

THE CROSS-EQUATOR AIR STREAM INFLUENCE ON NANSHA ISLANDS AND ITS VICINITY

Lin Xigui

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou)

ABSTRACT

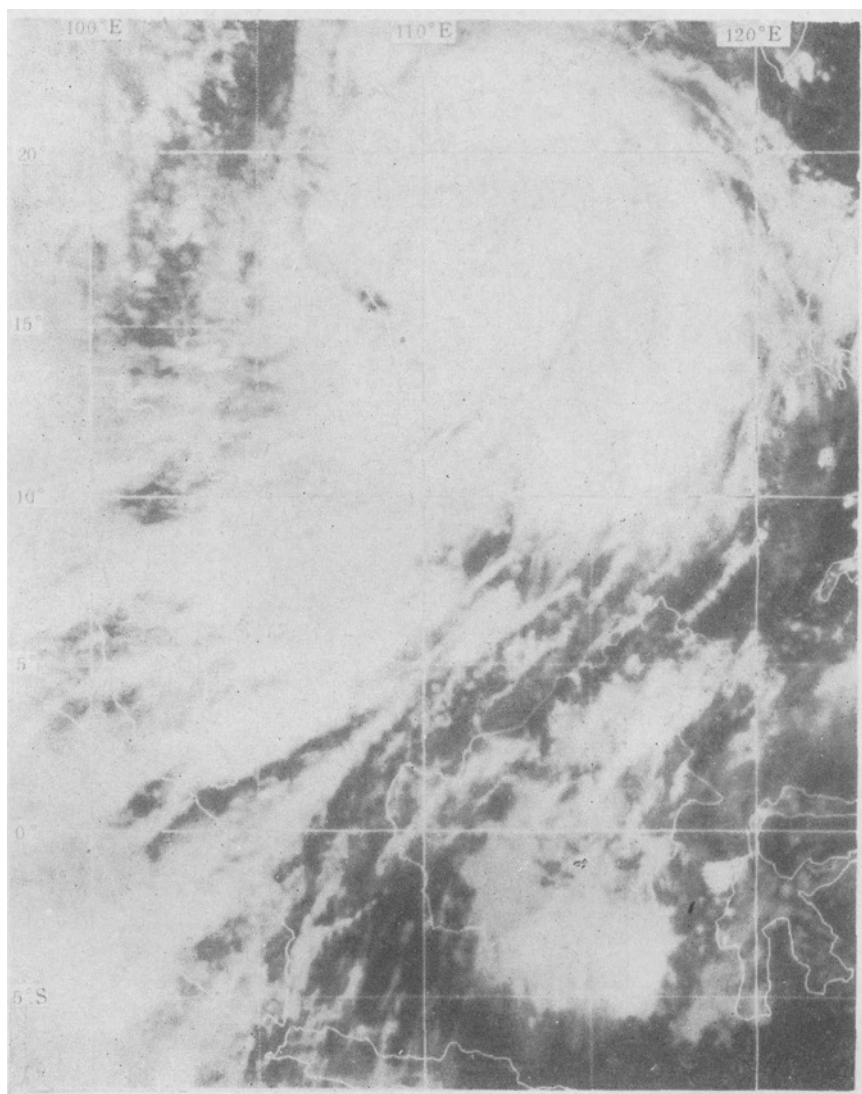
The cross-equator air stream from 100°—115°E influencing the Nansha Islands and its vicinity is mainly caused by the strong southeast air stream from north edge of cold high pressure zone in Australia. Most of the strong air stream goes into this region directly by passing through Java Sea and Karimate Strait. It's also the main air stream original causing the weather phenomena of southeast monsoon surge in this region. There is another west by south air stream coming from south part of Bengal bay, passing across equator then eastward through Malaya.

The air stream entering into the region depends not only on 850 hPa circulation condition but also on the land weather condition around the region and 500 hPa subtropical anticyclone. The change of wind force depends on the seasonal change of subtropical anticyclone, the typhoon occurring in the north part of the region, the low pressure gale circulation and the land structure near the equator.

The air stream has the obvious character of seasonality and time interval. The influence on the region is not continuous. The weather phenomena of southeast monsoon surge caused by strong air stream has some regularity.

The air stream enhances the southeast monsoon in the region, promotes the occurrence of typhoon and tropical low pressure, and makes the change of convergence field greater. Under the influence of this air stream, the region abounds in more rainfall and has distinct distribution regularity in the monthly mean change of every main factor, amount of rainfall and sea surface wind force.

Under the influence of the weather phenomena of southeast monsoon surge caused by the enhancement of this air stream, the wind force becomes stronger and the sea becomes rough. The greater the wind velocity, the more frequent the wind directs to southeast. The frequency of south and southeast wind caused by the enhancement of the air force becomes greater. The every day sea level atmospheric pressure is relevant to the mean value of the wind velocity.



1980年7月22日08时 GMS 卫星云图
GMS satellite image for 08:00 GMT (00:00) 22, July, 1980