

南半球气流对南海和北太平洋西部 地区热带环流的影响

中国科学院大气物理研究所热带气象研究组

提 要

本文讨论了影响南海和北太平洋西部地区热带环流的几支气流性质。我们发现,西太平洋的西南风与其上游的西南季风关联不大,主要是受起源于澳大利亚东北沿海的强东南信风影响。这支东南信风经常在东经125度附近越过赤道,转向为北半球的西南气流影响西太平洋地区。对这支气流所产生的云带及天气和对北半球台风活动的影响也进行一些讨论。

本文还提出,有可能存在一支起源于印度洋东部、经常于 90° — 100° E间越过赤道而转向的西南气流,这支气流影响南海地区。

本文还讨论了我国附近热带地区各支气流的影响范围。

一、引 言

南海和西太平洋地区热带环流主要受三支气流的影响,这三支气流一般认为是北半球副热带高压南侧的偏东风,来自南半球的东南信风和所谓的“西南季风”。在北太平洋上直接的东南信风主要活动于 150° E以东的地区。而所谓的“西南季风”则影响自印度直至西太平洋的广大地区。然而,西南季风的来源、影响范围及其作用问题,则说法不一。有些气象工作者认为^[1],所谓“西南季风”,本身就是北半球的气流,可称为“赤道西风”。可是,近年来发现印度的西南季风主要受来自南半球在非洲东岸越过赤道而转向的气流所控制,这支气流在索马里附近形成低空急流^[2],这表明,印度季风并不全是北半球的,而是来自南半球,并且在越赤道时存在较为固定的通道。

对印度西南季风的影响范围也有不同的认识。例如,对西太平洋地区的西南季风,有些气象工作者认为是印度季风经中印半岛和南海向东推进延伸的结果^[1]。但是上海气象台的预报员从实践中提出^[3],西太平洋地区台风的发生发展和南半球冷空气爆发有密切关系。这表明,至少就台风的发生发展而言,主要是受了南半球气流影响,这种气流来自南太平洋地区。

从一些环流的特征来看,印度地区和西太平洋环流是可以大不一样的。例如在1971—1974年7—8月间,1971年和1973年印度季风正常或偏于活跃,雨水充沛^[4],而西太平洋地区却相反,主要受东风气流控制,西南风极不活跃,热带辐合带弱。1972年和1974年,印度地区季风极不活跃,雨水偏少。1972年印度大旱,而此二年7—8月间,西太平洋地区西南气流极为活跃,热带辐合带活动十分强,特别是1972年7月和1974年8月。这种

相反的环境说明,西太平洋地区的“西南季风”主要的不一定是来自印度、中印半岛,可能主要直接从南半球流到该地区。

为了弄清楚热带环流的演变,了解印度以东直到中太平洋地区到底主要受那些气流的影响、这些气流的来源及其影响范围是十分有必要的。我们在这些方面做了一些工作。我们准备讨论三个问题:(1)西太平洋地区西南风活动与其西侧的印支地区、马来西亚地区和南海地区西南风活动的关系;(2)台风生成时其南侧气流的来源;(3)从低纬流场和卫星云图资料得到的过赤道气流的几条可能通道。

二、各地区低层高空风活动的相互关系

为了讨论西太平洋地区和其西侧及南侧南半球地区高空风变化之间关系,我们作了1973年和1974年7—8月间帛疏岛(91408站)和雅浦岛(91413站)二站850毫巴上西风分量的五天滑动平均值,点成图1中的曲线,图中还标了该二年西太平洋上发生的台风编号日期(最大风速达20米/秒的日期)。我们以该二站的资料代表西太平洋低层气流的情况。我们看到,1973年7—8月间只有7月下半月为西南风活跃期,其余均为东风气流控制,而其中8月下旬为东风气流减弱时期。西太平洋台风大多发生于西南季风活跃期和东风减弱期。

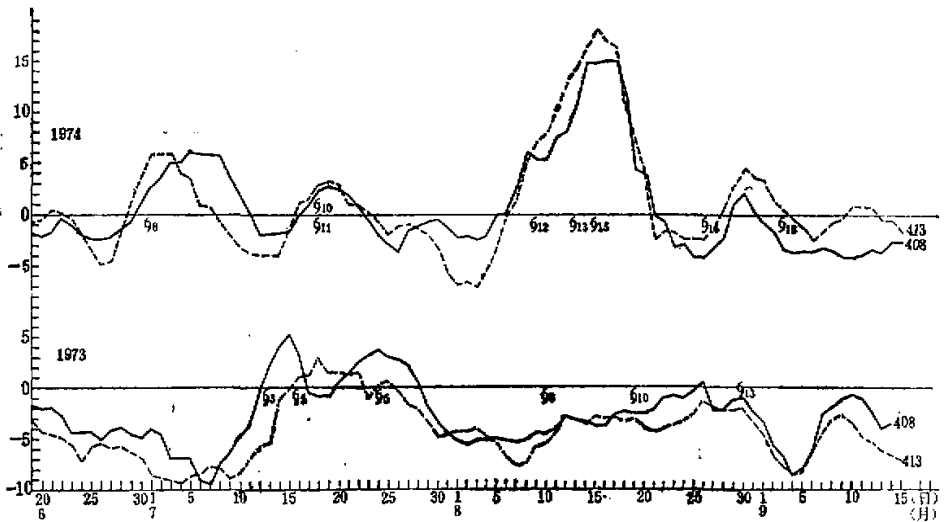


图1 1973和1974年6月20日到9月15日850毫巴上雅浦岛和帛疏岛西风分量随时的变化。

实线:帛疏岛,虚线:雅浦岛。9系台风编号日期,脚符为台风号数。

1974年则有很大不同,西南风十分活跃,其峰值发生于7月初、7月19日、30日、8月15日、30日,具有明显的周期性,周期在12—16天之间。并且,该年西太平洋上发生的台风绝大多数发生于西南风活跃期中。由于该二站850毫巴上西风分量很有规律,且与台风的发生有密切关系,我们认为可以用此作为西太平洋热带地区的一种环流指标,可

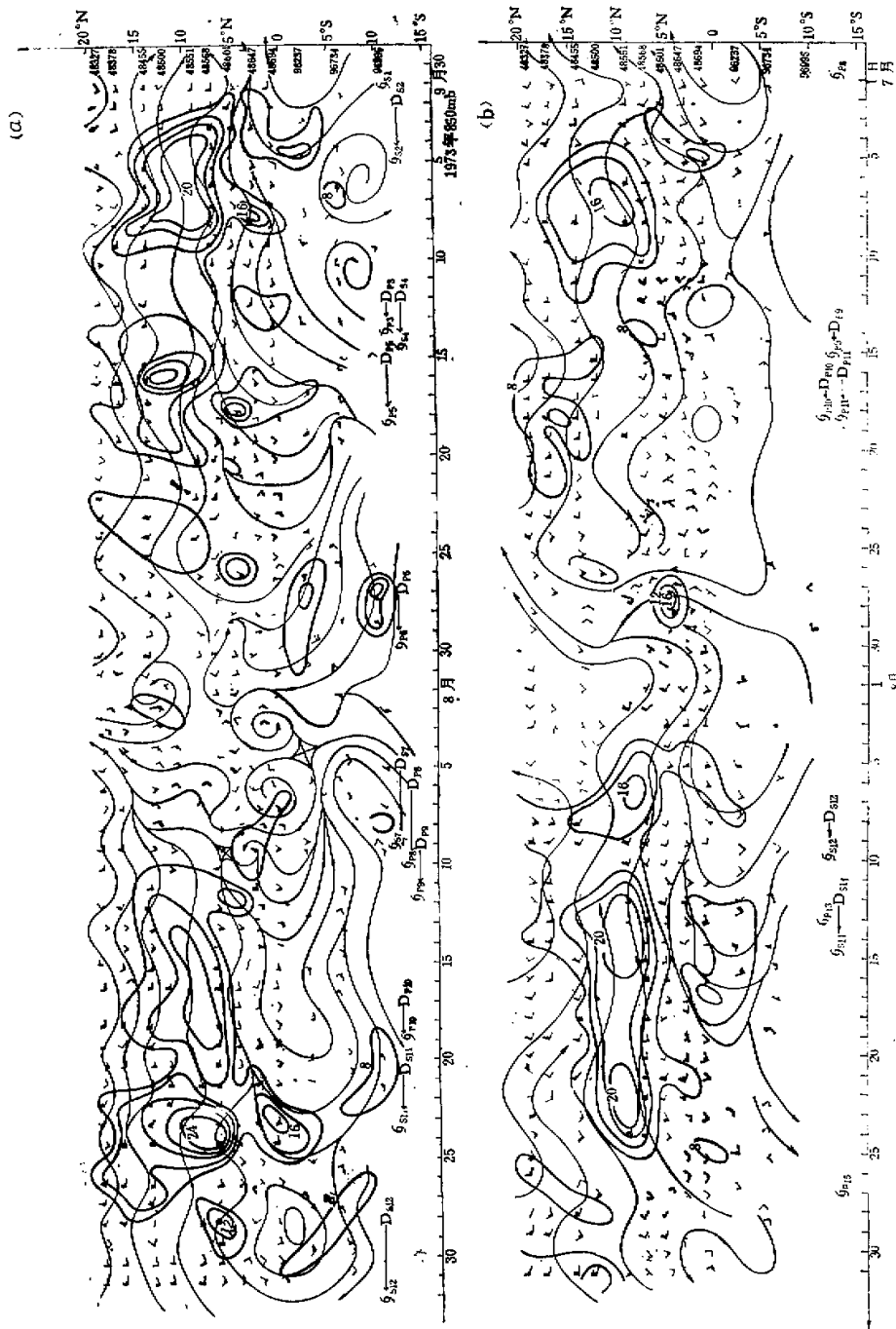


图 2 1973 年(2a) 和 1974 年(2b) 沿 100°E 上 850 毫巴高空的时间剖面。
粗实线为等风速线(米/秒), δ , D 分别为热带低压和台风编号日期, s 为南海台风, P 为太平洋台风。

能为低纬环流中期演变的预告提供一种依据。

我们还作了沿 100°E 附近 850 毫巴上南北向的高空风时间剖面图(图 2,a,b), 从该图可以了解印度支那和马来西亚地区西南季风的活动情况。给出此图目的主要是和图 1 中西太平洋地区西南风的活动作比较, 因此我们不准讨论图 2 中其他的特点。对 1973 年(图 2a), 7 月 2 日起到 9 日止有一次西南风加强过程, 这在西太平洋地区(图 1)没有反应。此后, 自 14 日起 100°E 上有一次西南风加强过程, 16 日达顶峰, 而图 1 中帛琉岛和雅浦岛二站早在 9 日起西风就开始加强, 到 15 日已达顶峰, 显然比西侧早。之后, 100°E 上自 16 日起开始减弱, 而西太平洋地区一直维持到 24 日左右才开始减弱, 二者显然又是不一致的。1973 年 8 月上旬, 西太平洋地区盛行东风气流, 这和 100°E 上是一致的, 这是副高伸入南海地区而造成的。在西侧, 自 10 日起, 西南风开始加强, 一直维持到 26 日。其中, 自 22 日起发生了一次强烈的季风潮, 48568 站的 850 毫巴上风速达 27 米/秒, 对这次季风潮, 以下我们还会讨论到。我们看到, 在西侧的强西南季风时期, 西太平洋地区以为东风气流所控制。通过以上的描述, 给我们一个比较明确的印象, 就是在 1973 年 7—8 月期间除了一次强东风过程外, 仅就西南风活动而言, 二个地区基本上是没有什关联的。

1974 年, 西太平洋地区有四个明显的西风活动时期。6 月 27 日开始, 帛琉岛等二站东风迅速减弱, 29 日转为西风, 逐渐加大, 帛琉岛到 7 月 3 日达峰值而雅浦岛到 7 月 5 日达峰值, 维持 2—3 天然后减弱, 而这次过程在 100°E 上(图 2b)无甚反映, 在 100°E 上 5 日才开始有一次西南风加强过程, 到 8 日达顶峰, 而此时正是西太平洋西南风减弱时期。西太平洋第二次西南风加强自 7 月 13 日开始, 到 19 日达顶峰。而 100°E 上自 15 日开始才加强, 并且限于 15°N 以北地区。西太平洋第三次西南风活动自 8 月 3 日开始, 6 日转成西风, 到 14 日达顶峰, 这一次是该年最强的一次西南风活动, 也是近年来较强的热带辐合带活动时期。在该时期中, 100°E 过程基本上是和西太平洋地区相应的, 8 月 4 日起在新加坡和马来西亚南部地区西南风开始加大, 西南强风一般在 20 米/秒以上, 维持到 24 日。但是有人^[9]在研究这个时期热带辐合带生成的环流背景时指出, 8 月 3—4 日及 9 日以后, 在孟加拉湾及中印半岛西部, 为高压脊控制, 印度季风气流被阻, 因而是经中印半岛北部、南海西北部到我国大陆, 100°E 南部和西太平洋地区西南风活动是澳大利亚东部和西部三次冷高压爆发后越赤道气流影响的结果。在卫星云图上, 也明显的表现为印度季风云系和大陆低涡云系相连, 而和西太平洋辐合带云系分离的, 在南海为少云区, 特别是西太平洋辐合带最活跃的那几天(9 日附近)更为如此。因此, 这次西太平洋西南风活动不一定是印度季风东伸结果。1974 年西太平洋第四次西南风活动起于 8 月 26 日, 30 日达顶峰。这次西太平洋西风活动时期正为 100°E 西风减弱时期, 二个地区的趋势是相反的。

总结以上的讨论, 在 1973 年和 1974 年 7—8 月间, 除了 1974 年 8 月上旬的强西南风活动 100°E 和西太平洋地区相一致外, 其他各次西南风活动在二个地区是关联不大的。即使是 1974 年 8 月上旬的西太平洋西南风活动, 也不一定是印度季风东伸的结果。我们看到, 这二个地区西南风活动既有趋势相反的, 也有西太平洋西南风加强显著地早于 100°E 上的。从这些情况来看, 我们可以说, 西太平洋地区西南风的活动来源主要不是来自印支和马来西亚地区主要应该从其南侧的南半球去寻找。

100°E 位于南海西侧, 南海地区西南风活动的来源又如何呢? 我们从图 2 可以粗略

的推论一些情况。从图中看到,经常有越赤道气流的加强,以1973年为例,7月4日、7日、12日、16日、27日、8月7日、21日、27日都有越赤道气流加强过程,这种加强显然与其 5°N 以北的西南风加强过程彼此无关。这种越赤道气流的加强必然会影响到其邻近的南海地区。我们在图2上列出了各个南海台风最大风速达到10米/秒(即热带低压)和20米/秒(台风)的日期,可以看到几乎每次台风的发生、发展都和一次越赤道气流相对应。例如,7302号台风、7304、7307、7311和7312号台风都是如此。其中,7304、7307和7312号台风都是纯粹属于只有或先有越赤道气流的西南风加大而无 5°N 以北西南部风加大的例子。这说明, 100°E 上跨赤道气流的加强确实影响到南海地区并影响了南海台风发生发展(如7307号台风,有人^[5,6]也曾讨论南半球气流对它的影响)。

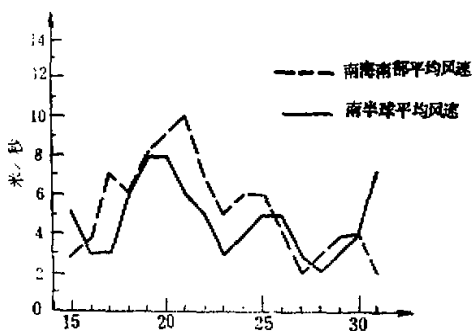


图3 1973年8月15—30日间850毫巴上西风分量三天滑动平均值的变化曲线。

实线表示南半球平均值,
虚线表示南海南部平均值(米/秒)。

平均值(即4个站的算术平均值),作出图3的二条曲线。我们看到,自8月15日起二条曲线的趋势是完全重合的,特别是20日左右的季风潮时期。这种趋势的一致说明了南海南部西南风加强和南半球的东南风加强是直接有关的(至少对这个时期而言)

三、1975年西太平洋台风活动和南半球气流活动的关系

根据上节的一些事实,我们初步认为,西太平洋地区西南风的活动和其西侧 100°E 上的西南风活动关系是不十分密切的。那么,西太平洋上西南风活动来源于何处?我们认为主要是直接从南半球越过赤道北上的。同上节所示的 100°E 上越赤道气流一样,西太平洋地区也存在一支来自南半球的越赤道气流,越过赤道后转向为西南风。为了讨论这个问题,我们查看了1975年7—8月间2—9号台风发生发展时其南侧的低空气流分布。由于篇幅所限,我们只给出其中二个台风个例。图4—5是两张地面流线图。图中除了流线外,还画出了全天有云区及南半球地区的等风速线。这两张图分别表示了该年第3、4、台风编号日(即最大风速达20米/秒的日子)前一天地面流场情况。

从这些图中,我们可以看到两点比较一致的事实。首先,大部份台风南侧的西南气流起源于澳大利亚东北海岸或其附近的海洋,以东南风形式在加里曼丹和苏拉威西附近越过赤道,然后转向为西南气流。1975年第2、3、4、9号(图4、5)符合上述情况。而5号台风(图6)南侧的过赤道气流则稍为偏东,在马鲁古岛附近(130°E)过赤道。7号台风南侧

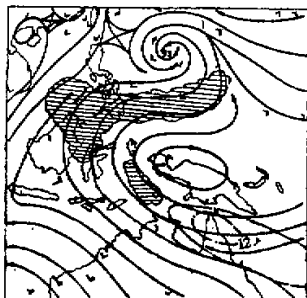


图 4 1975 年 7 月 31 日 08 北京时地面图

图中实线为流线, 阴影区为全天有云区, 点划线为等风速线。每隔 4 米/秒一条。

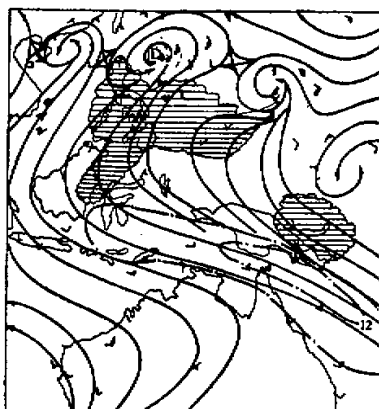


图 5 1975 年 8 月 9 日 08 北京时地面图

(说明见图 4)

气流也是在加里曼丹附近过赤道(图未刊出), 6 号台风为南海台风, 其南侧气流约在 90°E 附近过赤道。从图中看到, 在台风编号日前一天, 在澳大利亚东北海岸及沿海均存在一支强东南信风, 地面上最大风速超过 12 米/秒, 这支强气流在 850 毫巴上比地面强, 以上层次即迅速减弱, 到 700 毫巴还有一些反映。因此, 在地面和 850 毫巴上均可分析出急流状等风速线, 可以认为存在一支东南信风的低空急流。在 850 毫巴的急流轴上, 风速达 20 米/秒以上。我们看到, 这支低空急流在澳大利亚东北海岸或沿海最强, 然后伸向赤道减弱。由于赤道地区记录稀少, 我们不能断定在赤道上是否存在像索马里那样的低空急流, 但是可以看到在这支低空急流伸向赤道时, 赤道上空风速比附近为大。另外, 这支低空急流伸向赤道和气流越过赤道的地区是比较固定的, 依 1975 年的几次台风来看(图 4—6) 经常的地区是加里曼丹到苏拉成西之间。这一点在下节中将专门加以讨论。由图 4—6 看来, 北半球台风发展, 其南侧的西南气流都是这支低空急流越过赤道后转向的气流。



图 6 1975 年 8 月 13 日 08 北京时地面图

(说明见图 4)

在这些图上看到的另一个事实也是比较重要的。我们看到, 这支急流本身无多大天气现象, 这可能是由于这支急流是冷高压爆发其前缘的下沉扩散气流所造成的。但这支气流愈靠近赤道, 天气就逐渐发展起来逐渐产生云区。过赤道后, 依气流走向发展成一条狭长的全天有云的云带, 自赤道伸向台风。这条云带有的伸向台风内部, 有的伸向台风外围。在上述的几个例子中, 7503 和 7504 号台风(图 4、5) 则明显的存在一条云带按过赤道气流的走向自加里曼丹伸入到台风的内部。7505 号台风则在 130°E 附近自赤道伸展出一条云带, 到达台风外围。7507 号台风也是如此。

下面简单讨论 7503 号台风。7 月 29 日 08 时(图略), 在 130°E 附近地面上存在一个赤道反气旋, 澳大利亚东北岸的东南低空急流作为赤道反气旋外围的气流在加里曼丹通

过赤道, 转向为西南气流经菲律宾中一南部进入太平洋。与此气流相伴随有一条云带自南半球伸向菲律宾, 到达西太平洋, 北缘伸到 17°N 附近。此日, 未来的三号台风尚为一个热带低压, 位于关岛东南。850 毫巴形势与地面是一致的 (图 7), 澳大利亚东北岸低空急流最大风速达 22 米/秒, 另外在加里曼丹北部尚存在一支强风带。7 月 30 日 (图 8), 三号台风

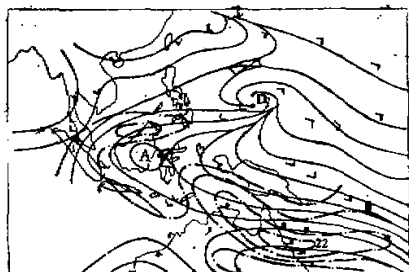


图 7 1975 年 7 月 29 日 08 北京时 850 毫巴流线图
说明见图 4。

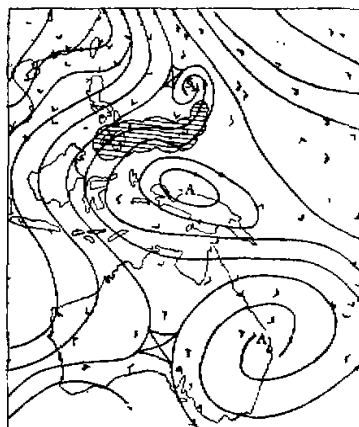


图 8 1975 年 7 月 30 日 08 北京时地面图
说明见图 4。

移到关岛西北方, 赤道反气旋仍然维持, 29 日沿过赤道气流走向的云带向东扩展, 在赤道反气旋北部自菲律宾直到雅浦岛成为一条全天有云的云带, 已伸到 3 号台风外围。由于缺少赤道附近的记录, 这条云带南端的起源地不能确切的加以判定。7 月 31 日 08 时 (图 4), 地面上仍维持原来形势, 云带自南半球接过赤道气流伸向三号台风中心。自 29 日起到该日 08 时最大风速一直维持为 15 米/秒, 20 时增大到 20 米/秒。明显的是由于南半球气流影响结果。在该时 850 毫巴图上 (图略), 澳大利亚东北的低空急流仍然维持, 并且更伸向赤道, 这造成苏拉威西 850 毫巴上空风速急速增大, 例如万鸦老站 (97014 站), 29 日风向 250° 、风速 4 米/秒, 31 日增为 240° 、10 米/秒, 这表示过赤道气流有迅速的加大。以上的讨论表明, 南半球越赤道气流对 3 号台风的发展是有一定影响的。

四、西太平洋地区越赤道气流的路径

如上所述, 1975 年 7—8 月数次台风发生前, 几乎都存在来自澳大利亚东北岸的越赤道气流的影响, 这支气流大致在加里曼丹和苏拉威西之间越过赤道。为了检验 1975 年的代表性, 我们普查了 1973—1975 年的情况。我们取了该三年 7—8 月间在澳大利亚东北岸及沿海地面上出现风速大于 12 米/秒的例子共 40 次, 定出其强风轴。在赤道附近, 若实测记录稀少, 我们就根据强风轴结合气流线走向来定出其越赤道的路径。这 40 条路径的频率分布见图 9。由图可见, 在澳大利亚东北沿海的强东南信风, 一般在 110° — 140°E 间越赤道。而其主要的路径有二条, 主要一条是在 125° — 130°E 附近越过赤道, 经菲律宾东南转向成西南气流, 影响西太平洋, 这条路径频率合计为 55%。另一条路径较偏西, 经加里曼丹岛上空 (110° — 115°E) 在南海南部和西太平洋, 这条路径频率为 22%, 二条路径合计为 77% 以上。以上情况是和 1975 年的相一致的。我们认为, 西太平洋地区的西南

气流大多是受这支澳大利亚强东南信风上述二个地区越过赤道而转向的反映。澳大利亚东北沿海存在一支稳定度很大的强东南信风是早已肯定的事实,但这支气流对北半球的影响研究得还不够。从天气系统发展来看,这支强东南气流大多是澳大利亚冷高压爆发的结果。上节指出,这支气流轴线附近在南半球并不形成强烈天气,而是到达赤道附近才逐渐发展云区,到北半球转向后才发展成一条云带。但是,在强气流北侧,却经常形成一条云带。1967—1970年间卫星电视云图平均亮度图^[7]上经新几内亚到苏拉威西存在一条最大亮度带,它表示这里平均存在一条云带,这条云带我们画在图9中。可以看到,在5°S以南它是与1973—1975年间定出的强气流最大频率轴线是分离的,位于强风轴北侧,到5°S附近二者合而为一。最大亮度带过赤道后即与北半球热带辐合带造成的最大亮度带合并。从卫星平均亮度图来看,南半球云带和北半球云带是互相作用的,而且平均讲是存在一个互相影响的通道,这个通道是和南半球东南气流影响北半球的通道是一致的,均在苏拉威西附近。

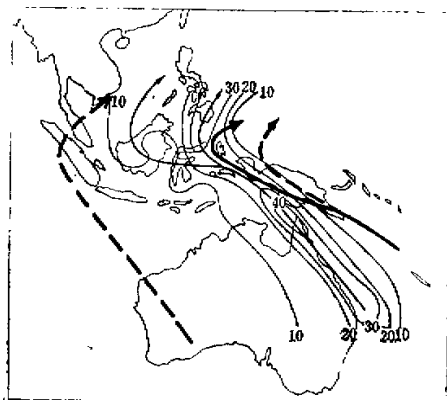


图9 过赤道气流轴线

实线:等频率(%)线,实箭头:地面强风轴线,粗实箭头线:1967—1970年夏季卫星云图亮度最大轴线,粗虚箭头线:1973年8月份6.7微米辐射云图上平均(近似)云带轴线。

1973年8月,雨云5号气象卫星观测得到了6.7微米的辐射云图资料^[8]。这个通道的红外辐射可以推论大气中水份分布情况。若天空有中高云,则6.7微米通道所观测到的红外辐射主要来自云层,若是晴空、少云或低云地区则表示大气中水汽的分布。我们把该月30°N—30°S, 70°—180°E间跨过赤道的云带(或水汽输送通道)位置描绘在一张图上,然后估计出出现最多的云带位置,亦点在图9上(粗虚箭头线)。可以看到,1973年8月份跨赤道云带主要有二条,一条即澳大利亚东北沿海强东南风北侧的跨赤道云带,但该月比平均位置更偏东些。另一条则为从澳大利亚西部经90°—100°E附近越过赤道,然后转向为西南,到达南海中部和北部。在1973年8月,这条云带是十分明显的。从这条平均的云带来看,南海地区是受南半球气流直接影响的,特别在南部和中部地区。我们认为,1973年7—8月间南海地区为多台风年份,可能和该年存在这条越赤道气流有关。

五、讨 论

根据以上的一些事实,我们初步认为:

1. 西太平洋地区西南风的活动大部份情况下与其西侧上游(如印度支那地区、马来西亚地区)的西南季风活动是没有多大关系的。

2. 西太平洋西南风活动主要来自南半球过赤道后转向气流的影响。这支转向气流大部份是起源于澳大利亚东北沿海的强东南风。这支东南风在澳大利亚冷高压爆发时得到

加强而成为低空急流状伸向赤道。越过赤道的地点是比较固定的，最多的在苏拉威西东侧约 125°E 附近，次多的在加里曼丹上空。这可能是南半球气流影响北太平洋西部地区的主要通道。

3. 上述这支东南风本身无多大天气现象，但气流轴北侧平均而言存在一条云带，在 5°S 以北与气流轴相合。到北半球后，这条云带和气流一起转向，与热带辐合带云带相合，这就在天气上表现为一条自 5°S 开始沿转向后气流走向自赤道伸向热带辐合带的云带。

4. 南海南部和中部的西南气流活动，经常受一支起源于印度洋东部、在 $90^{\circ}-100^{\circ}\text{E}$ 附近越过赤道的南半球气流影响。在 1967—1970 年平均云图中无此云带存在，但在 1973 年 8 月这支云带的存在是十分明显的。

从以上讨论，可以认为，从印度向东直到中太平洋地区，存在四支热带气流，这四支热带气流结合着副高南侧的偏东气流及大陆高压南侧的偏东气流决定了以上地区的低纬环流和天气。这四支气流如图 10 所示。首先是来自印度的季风气流。这支季风气流在南亚次大陆和中印半岛的季风槽南侧经印度支那到达南海的北部和中部部份地区，直接进入并影响我国华南地区，或经台湾省南部影响日本南部沿海。盛夏季节影响我国大陆的西南季风主要是这支气流所组成，即一般所说的西南季风。根据我们的分析，这支气流并不影响到北太平洋西部的热带地区。

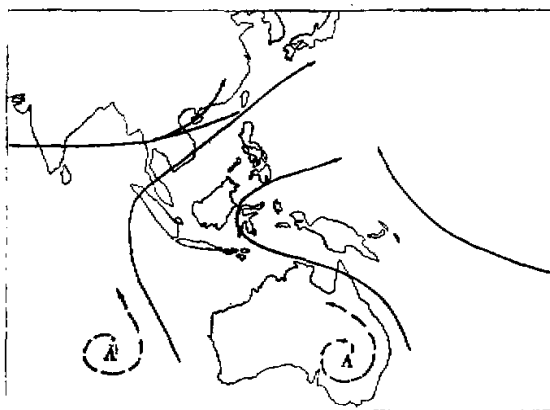


图 10 亚洲热带地区四支热带气流图
(A 表示南半球反气旋。)

第二支气流是起源于印度洋东部、印度洋高压东北侧，这支气流以东南风形式在 $90^{\circ}-100^{\circ}\text{E}$ 附近越过赤道而转向为西南风。这支西南风主要影响南海南部和中部，也可能向东北影响南海北部甚至影响冲绳等地。这支气流还不是十分肯定的，1973 年 8 月表现明显。

第三支气流起源于澳大利亚冷高压东北侧，以强东南风形式经常在加里曼丹到苏拉威西之间越过赤道，转向为西南气流。这支气流是北太平洋西部地区一支主要的影响气流。西北太平洋台风活动以及赤道辐合带活动大多是受这支气流的影响。为了和印度到

中印半岛的季风槽南侧的西南季风(一般称为印度季风)相区别,我们可称为西太平洋西南季风。

第四支气流是东南太平洋上一支强东南信风,在中太平洋越过赤道。越过后即与北太平洋付高南侧的东风气流合并而并不转向,组成中、东太平洋的辐合渐近线,其西端则与西太平洋热带辐合带相遇。

以上的一些看法,只是根据一些有限的事实得出的。我们在这里提出一些看法,以引起更多讨论。

参 考 资 料

- [1] 谢义炳等,东南亚基本气流和台风发生的一些事实的统计与分析,《气象学报》,1963, 33(2) 206.
- [2] J. Findlaner, The Low-level Cross-equatorial air Current of the Western Indian Ocean during Northern Summer, International Tropical Meteorology Meeting Part I Nairobi, Kenya, 1974, 1.31—2.7 59—61.
- [3] 上海中心气象台,太平洋台风的发生发展和赤道天气图的应用,《天气月刊》,1958, 第11号.
- [4] Rainfall and floods during 1971, 1972, 1973 SW monsoon, 见 *Indian J. of Met. and Geophy.*, 1972, 23, p. 291; 1973, 24, p. 215; 1974, 25, p. 85.
- [5] 中国科学院大气物理研究所热带气象研究组,1973年7号台风发生发展和降水特征的初步分析,1974年全国台风科研会议文集.
- [6] 罗树森,南半球冷空气对近海台风发生发展的影响,《气象》,1975, 10.
- [7] Global Atlas of Relative Cloud Cover 1967—1970, USAF and NESS. NOAA., Washington, D.C., 1971, p. 237.
- [8] The Nimbus 5 data catalog Vol. 5, 1. August 1973 through 30 September 1973, Goddard Space Flight Center 1974.
- [9] 中国科学院大气物理研究所热带气象研究组,国家海洋局海洋水文气象预报总台远洋预报组,一九七四年八月份西太平洋及南海地区热带辐合带环流及其结构的初步分析,1976年热带天气会议论文集.