

# 对卡奔塔利亚湾热带风暴成因的初步探讨

施国强 李同娟 姜德中

(国家海洋局海洋环境预报中心)

包澄澜

(南京大学大气科学系)

## 提 要

本文根据1976—1983年12—3月的卫星云图,对生成于澳大利亚卡奔塔利亚湾的十余次热带风暴过程做了研究。发现卡奔塔利亚湾台风的形成过程有惊人的一致性。当赤道西风强烈爆发时,无数东西向云带受伊里安岛山脉和约克角半岛的地形强迫影响,作气旋性旋转进入原已存在于卡奔塔利亚湾的热带扰动中,发展成为螺旋状云带,同时在中等—弱冷锋逼近的配合作用下,扰动加强成为卡湾台风。对于生成卡湾台风的过程以及与泰国湾的对比分析,也从反面证实了上述卡湾台风生成的环流条件。

## 一、前 言

卡奔塔利亚湾( $136^{\circ}$ — $142^{\circ}$ E,  $10^{\circ}$ — $18^{\circ}$ S)位于澳大利亚北部,面积约为50万平方公里,西为平坦的阿纳姆地半岛,东为南北向的约克角半岛(半岛南半部为500米左右的低山区),南为澳大利亚腹地(图1)。海湾往西北方开口处为辽阔的阿拉弗拉海,北—东北侧为面积较大的伊里安岛,岛上的地形崎岖,西北到东南走向的山脉横亘其上,绵延达2000公里以上,海拔2000米以上的山脉占了其中的一半(即超过1000公里),最高峰竟达5000米以上。这样,高耸绵长的伊里安岛山脉,加上约克角半岛,就构成了一个巨大的屏障,挡住了来自南印度洋—印度尼西亚的赤道西风。这种特殊的环境地理地

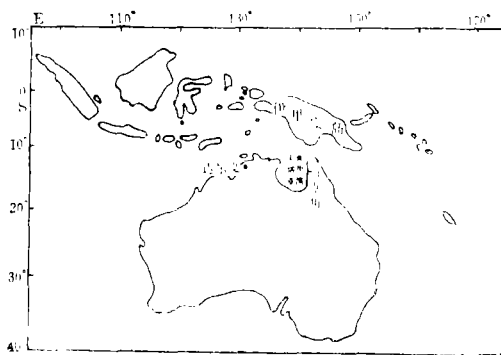


图1 地理分布图

形, 就使得卡奔塔利亚湾成为有利于热带风暴形成的一个特殊的海域。

澳大利亚附近有两个海域适于热带风暴的发展: 澳大利亚西北海岸外的南印度洋、珊瑚海和卡奔塔利亚湾<sup>[1]</sup>。卡湾生成的热带风暴(17—33m/s)频数最多<sup>[2]</sup>。而该处形成的飓风(33—45m/s 以上)频数最少<sup>[3]</sup>(本文为简化起见, 故统称为卡湾台风)。但是有关卡湾台风形成的环流特点则很少研究; 国内气象学者更是从未涉及这一课题。

作者用 1976—1983 年 12—3 月的卫星云图进行粗略的普查(由于缺乏资料, 本文不拟进行全面精确的普查), 发现除 1983 年没有卡湾台风生成外, 平均每年都有 1—3 个热带风暴一飓风在卡奔塔利亚湾形成, 而 1979 年形成的卡湾台风竟多达 6 个。

## 二、卡湾台风形成的形势分析

### (一) 高低层特点

从南半球夏季 1 月份多年平均天气形势来看, 低层梯度层(900 米高处)上, 北半球的 NE 气流越过赤道转向, 变为明显的 W—NW 季风气流, 其南侧的季风槽发展到最高阶段,

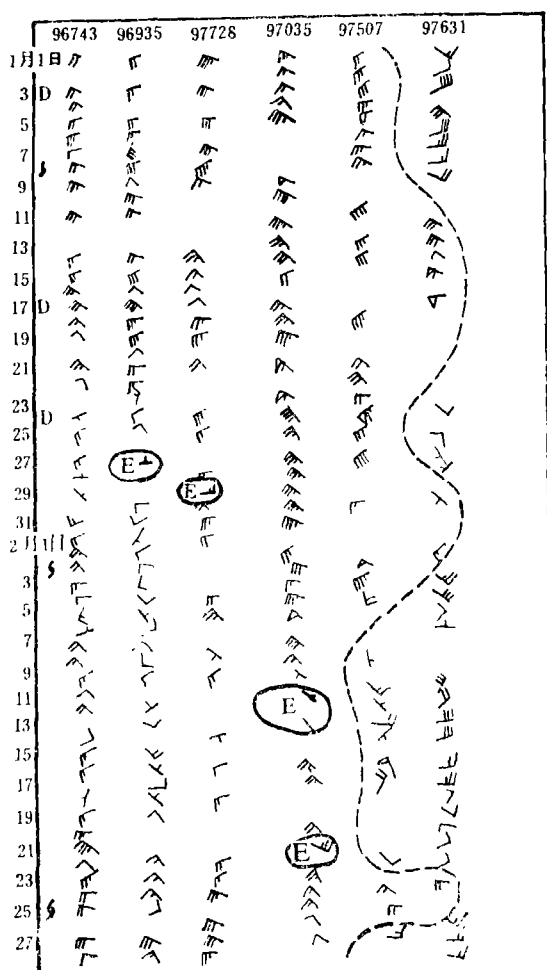


图2a 近赤道地区500hPa风场演变  
(1979年1—2月)

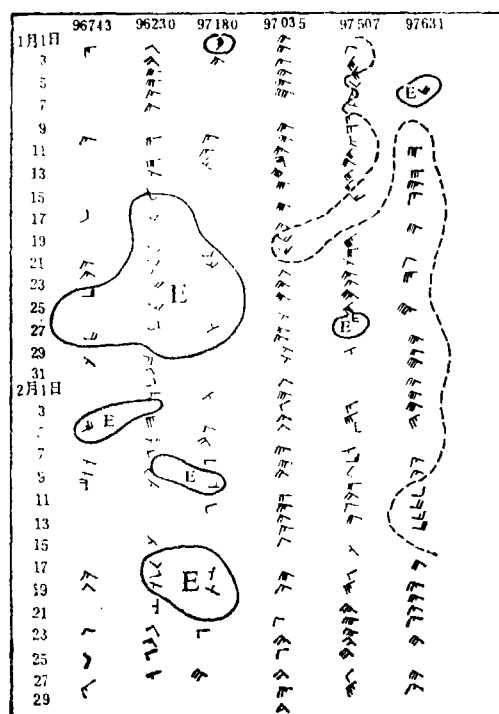


图2b 近赤道地区500hPa风场演变  
(1983年1—2月)

往南伸展到澳大利亚西北部, 往东伸展到新赫布里底群岛(约 $170^{\circ}\text{E}$ )[4]在高层200hpa面上, 低纬地区为一东西向反气旋, 其中心位于阿纳姆地半岛—卡奔塔利亚湾一带[5]。这正是有利于卡湾台风生成的环境流场条件。而1979年有6个卡湾台风生成, 1983年没有卡湾台风生成, 这两年的环境流场条件有着显著的差异。图2a、b给出近赤道地区( $3^{\circ}$ — $10^{\circ}\text{S}$ 纬度带)各测站赤道西风的演变。

可以看出, 在多年平均为赤道西风的近赤道地区, 1979年1—2月份, 从印尼—巴布亚新几内亚(从 $100^{\circ}$ — $150^{\circ}\text{E}$ )都为强劲的赤道西风, 而且在97035—97507站一带风速高达 $12$ — $16\text{ m/s}$ , 甚至 $20$ — $26\text{ m/s}$ 。这里正是印尼的东部诸岛, 正处于卡奔塔利亚湾的上游, 这就为卡湾台风的频繁生成提供了最有利的环境条件。反之, 在1983年1—2月, 尽管97035—97507站附近仍为赤道西风, 但风速要比1979年夏季小得多。更重要的是在其上游印尼中部诸岛地区, 大部分时间甚至出现东风控制, 故低层赤道西风的微弱和纷乱可能正是1983年没有卡湾台风生成的重要原因之一。

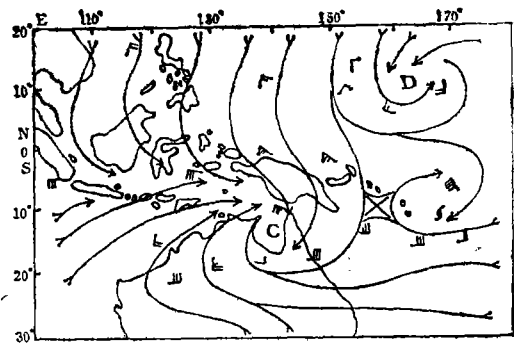


图3 赤道东西风示意图

## (二) 卫星云图分析

作者查阅了十次卡湾台风形成过程的卫星云图, 发现存在着非常突出的一致性。图4—5为1978年12月28日、2月29日和1979年1月21日、24日的卡湾台风形成过程卫星云图。

首先, 在卡湾台风生成的前期, 由于北半球强冷空气往南越过赤道(菲律宾地区低层东北风风速可达 $12$ — $16\text{ m/s}$ ), 折向而成南半球强烈的赤道西风, 在南半球近赤道地区( $10^{\circ}\text{S}$ 为中心线)形成从 $100^{\circ}\text{E}$ (或以西)往东一直伸展到伊里安岛以东(达 $140$ — $150^{\circ}\text{E}$ 以东)南北宽度达10个纬距伸展的对流云带, 这些云带正与低纬流场的强烈赤道西风相对应。这类南半球赤道西风云带与北半球ITCZ密集云带不同, 云带之间有较多空隙。在云带发展东传过程中, 遇到伊里安岛西北—东南走向的高耸山脉的屏障阻挡, 云带折向南做气旋性弯曲, 其中一部分云带南下时遇到约克角半岛的屏障, 从而进一步被迫转而向西; 另一部分云带则从珊瑚海折而向西, 越过海拔较低的约克角半岛而进入卡奔塔利亚湾。若卡湾中部热带辐合带中已有扰动存在, 则未折向的赤道西风云带(在扰动北侧)和被地形屏障强迫折向往南又往西的云带(在扰动南侧), 同时进入热带扰动内部, 而发展成为多条螺旋状云带。这样, 热带扰动就在卡奔塔利亚湾中加强发展成为热带风暴——飓风。

## (三) 冷空气活动

在卡湾台风形成过程的前期, 在南半球中纬度有冷高压活动, 高压中心在澳大利亚南端或其南方海洋上。中等强度或弱冷锋从澳大亚南部东移北推, 进入澳大利亚沙漠时迅速变性、减弱、消失。系统性的冷锋云带不会超过 $25^{\circ}\text{S}$ 以北, 最多只有少量残余云线到达 $20^{\circ}\text{S}$ 以北, 逼近卡湾外围而不进入海湾中, 它不至使卡湾海温降到 $26^{\circ}\text{C}$ 以下而抑制热带风暴的形成(据卡湾附近木曜岛的观测, 1979年6个卡湾台风生成期间, 海温都达 $28^{\circ}$ — $29^{\circ}\text{C}$ ), 反能增加外围气压梯度, 对卡湾台风的形成提供了另一有利的环境流场条件。

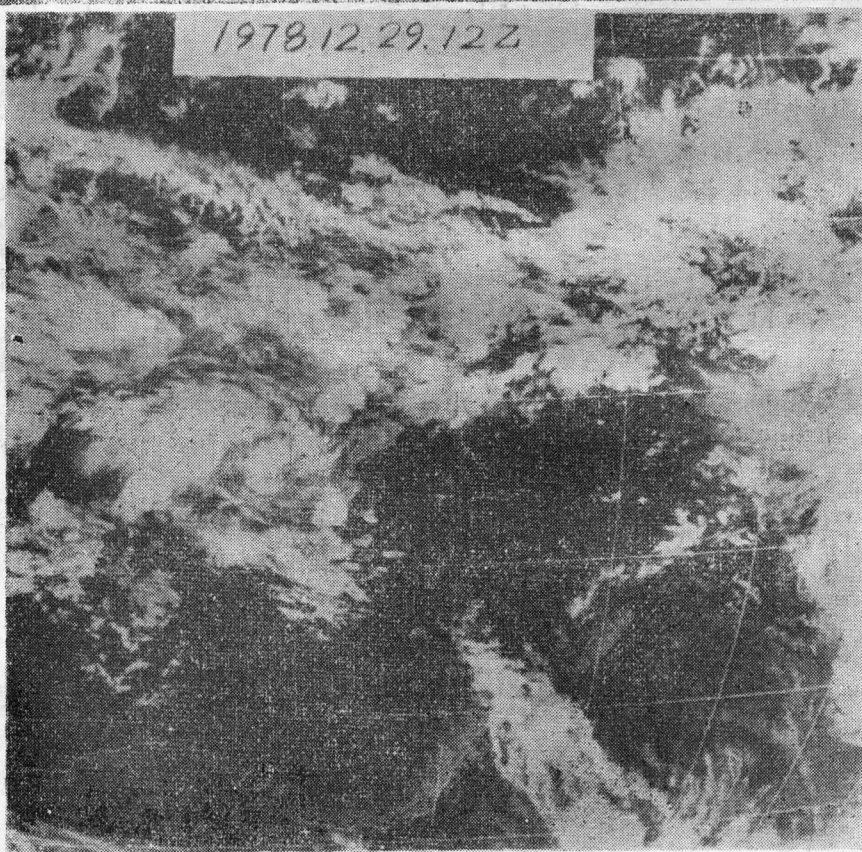
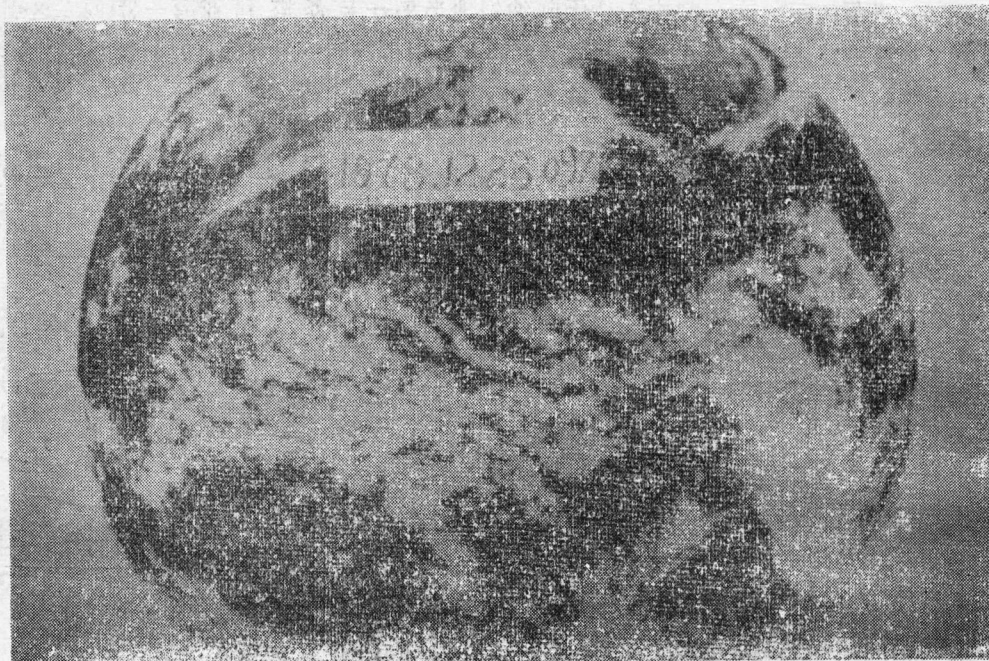


图 4 1978 年 12 月 28 日、29 日卫星云图



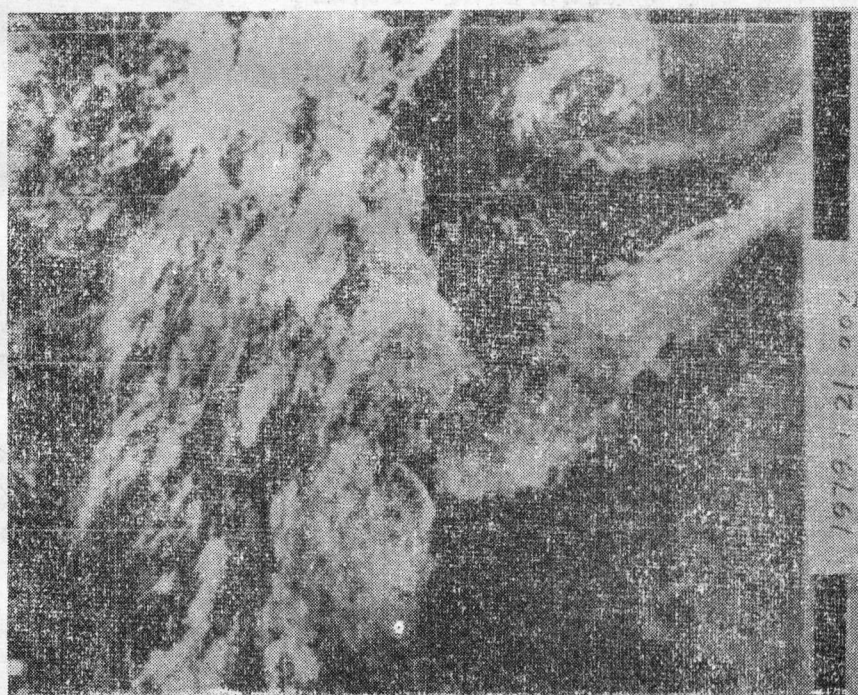
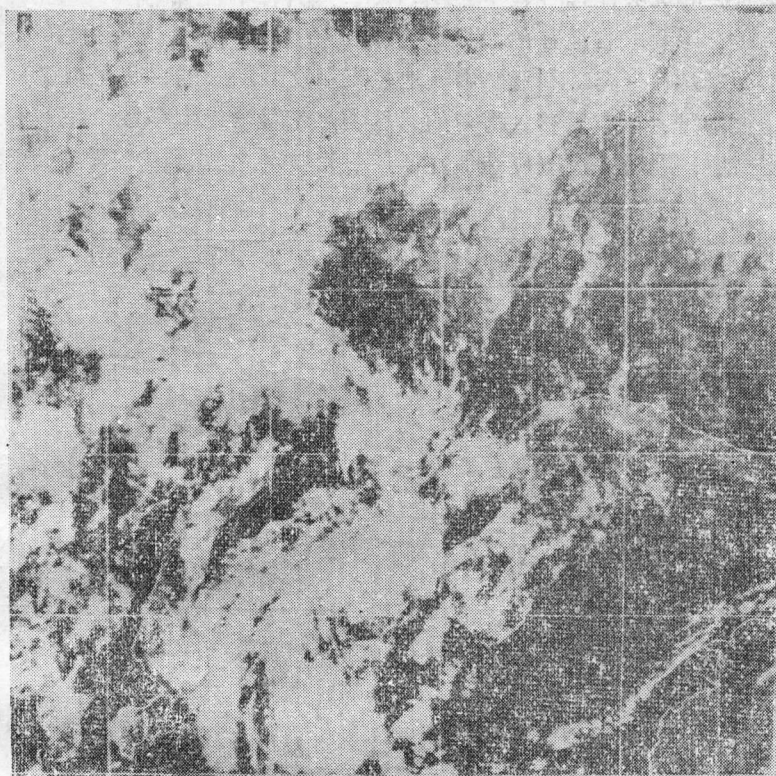


图 5 1979 年 1 月 21 日、24 日卫星云图

#### (四) 近地面层的扰动存在

卡湾台风的形成还要求有适宜的天气形势流场条件(图6)。低层要有一个已存在的热带低层扰动,它可以是在卡奔塔利亚湾中就地生成和发展加强的,也可以是从其它地区(海上或澳大利亚陆上均可)生成后移入海湾的。这类热带扰动绝大多数产生在赤道西风南侧的季风槽中。而在高层,则有一反气旋迭加在低层热带扰动之上,中心就在卡奔塔利亚湾附近。

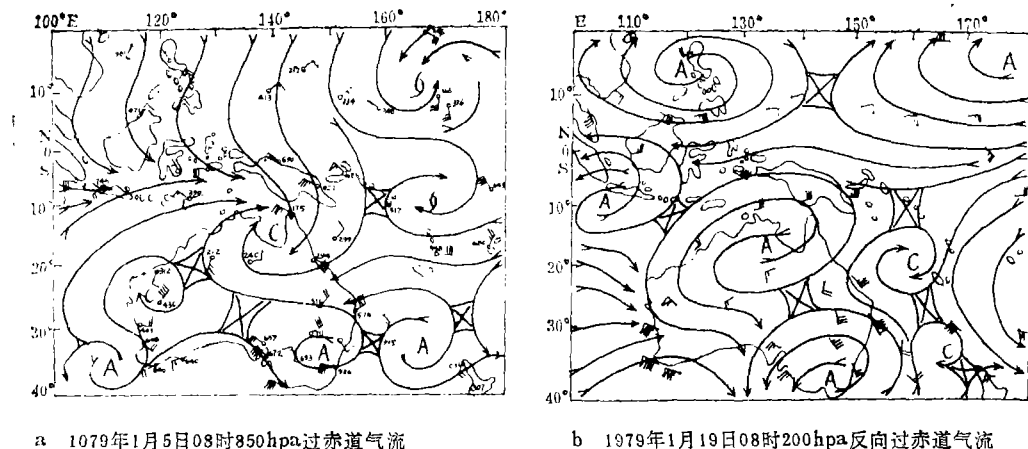


图6 卡湾台风形成时期示意性天气形势

总之,由于卡奔塔利亚湾周围特殊的地理环境,当南半球赤道西风强烈爆发时,赤道西风带受伊里安岛山脉—约克角半岛的屏障阻挡作用而被迫折向作气旋性旋转,进入海湾先已存在的低层扰动之中,发展成为多条螺旋状云带,再加上南侧外围弱冷空气的增强作用以及高空反气旋的迭加作用,低层扰动最后发展成为卡湾台风。因此作者认为:卡湾台风的生成是归于特殊地形和冷空气等外力强迫作用,而不是开阔洋面上,高温高湿不稳定空气通过第二类条件性不稳定机制,在有利的环境流场中发展而成。也正因为如此,与东南印度洋和珊瑚海相比,卡奔塔利亚湾的热带风暴生成频数特别高,而飓风生成频数则特别低。

### 三、小 结

上述有利条件并非总是同时出现的。作者进一步做了对比分析,发现在其它条件相同时,只要出现下列三种情况之一,就不可能形成卡湾台风。

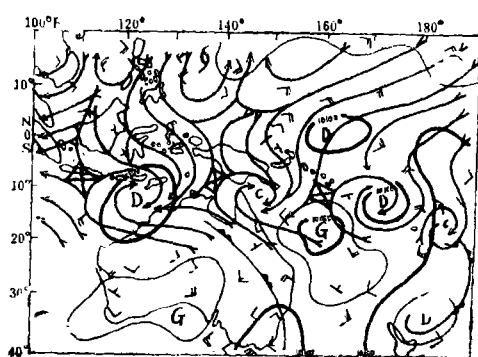


图7 1979年3月23日08时地面图

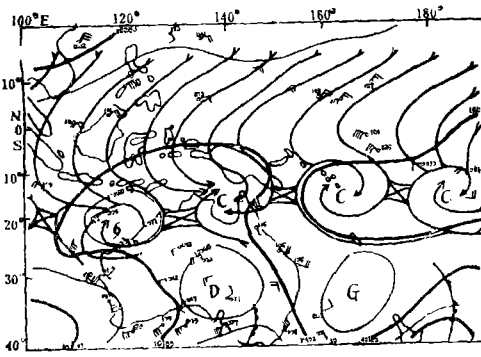


图8 1983年1月8日08时地面图

1. 澳大利亚的冷锋很强，其尾部一直往北扫过澳大利亚北部，甚至直接进入卡奔塔利亚湾(图7)。在卫星云图上冷锋云系维持相当强度，长度超过1500—2000公里，宽度在200—300公里以上，经过澳大利亚中部干燥沙漠地区时也没有显著的减弱消散。这时，即使卡奔塔利亚湾已有一低压扰动存在，也将随冷锋而东移，不可能发展成为热带风暴。

2. 南半球冷高压活动偏西，中心位于澳大利亚西南方的中纬度印度洋面上，澳大利亚

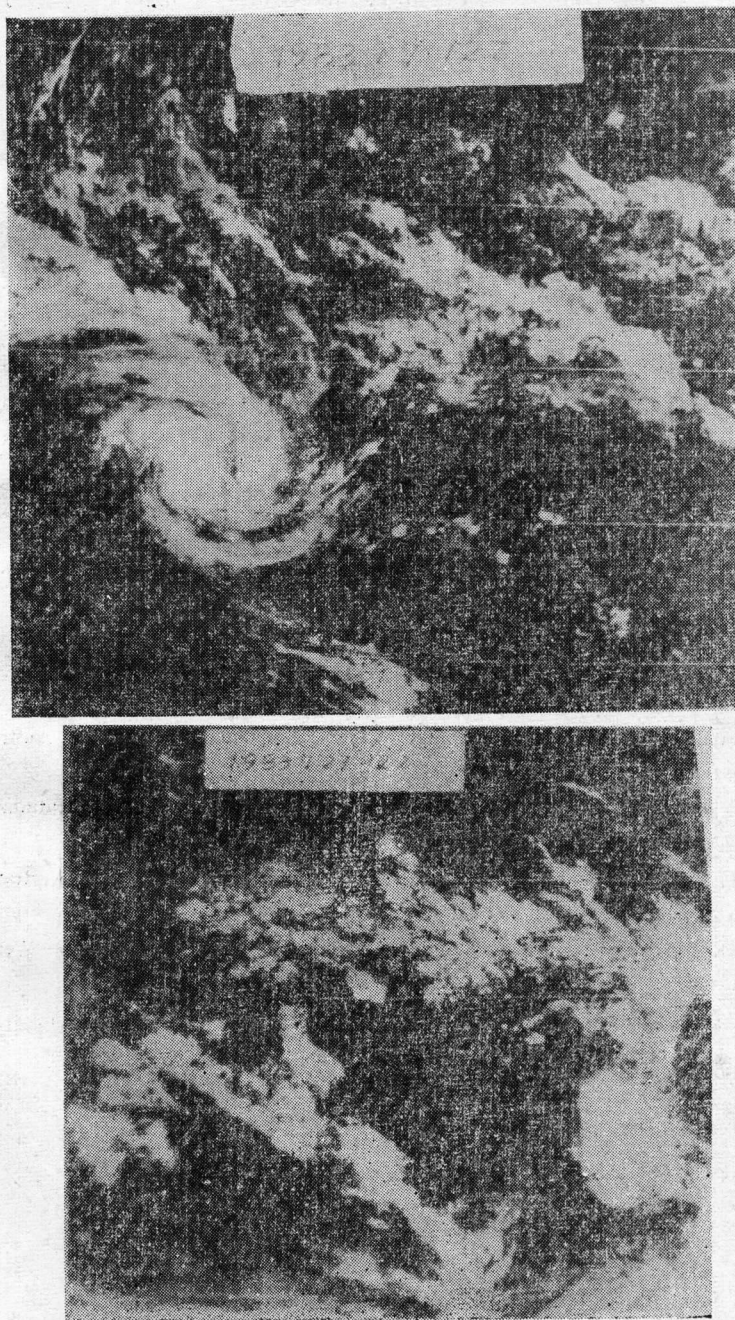


图9 1983年1月7日12Z和1月27日00Z卫星云图



中南部为一低压中心所在(图8)。这时,即使赤道西风较强,而且在 $10^{\circ}$ — $20^{\circ}$ S形成一连串低压中心,结果易于澳大利亚西北方南印度洋低纬地区的低压发展成为热带风暴——台风。而原先在卡奔塔利亚湾的热带扰动的的发展反而受到抑制,不可能加强成为卡湾台风。

3. 赤道西风很弱,完全不存在大范围系统性的赤道西风云系,或只有零星赤道西风云系出现于 $5^{\circ}$ N— $5^{\circ}$ S之间。这样,根本不可能有赤道西风云系受地形屏障阻挡而折转进入卡奔塔利亚湾的现象出现。这时虽然有弱—中等强度冷锋接近该海湾,也不可能使卡湾台风生成。

图9为1983年1月7日12Z和1月27日00Z的卫星云图。前者显示澳大利亚西北方台风的发展抑制了卡湾台风的形成,后者显示了强冷锋和缺少赤道西风云带时不可能生成卡湾台风的情况。

最后,我们还做了一次有趣的对比分析。泰国湾在纬度位置、面积大小、形状以至周围地理环境方面与卡奔塔利亚湾几乎完全相似,只是这两个海湾相对于赤道西风的来向而言,它们的排列方向正好完全相反。卡奔塔利亚湾的入口处为阿拉弗拉海,指向西—西北方,正好面对赤道西风来向。赤道西风经伊里安岛山脉阻挡折向,恰恰转向流入卡奔塔利亚湾。而泰国湾的入口处为南海南部,指向东—东南方向,正好顺着赤道西风去向。泰国湾的西—西南侧为马来西亚半岛和苏门达腊的高山,这些山脉完全阻挡了赤道西风流入泰国湾,而且泰国湾处于这些南北伸展的高山的背风坡,位置又在北侧,因而泰国湾虽然处于高温的低纬洋面,也常有热带扰动出现(但并非是盛夏季风槽上的扰动),却从未有台风在此发生发展,当然北半球盛夏没有冷锋能到达这里,也许也是重要原因之一。

这两类不同的对比分析说明了,赤道西风的强烈发展,在特殊地形影响下的强迫转折,以及中等—弱冷空气的配合,是卡湾台风形成的主要原因。

### 参 考 文 献

- (1) McBrde J.L. and Reenan T. D., Climatology of tropical Cyclone genesis in the Australian region, J of Climat, 2 13-33, 1982
- (2) Holland G. J. on the Climatology and Structure of tropical cyclone in the Austratian/Southwest Pacific region. I Data and tnqical Strm Aust Mat May 32, 1-15 1984.
- (3) Holland G. J. On the Chimatology and Structure of Tropical cyclones in the Austratian/ Soutgwest Pacific region: II Hurricane Aust Met May 32, 7-31, 1984.
- (4) Atkinson G. D. Forecaster's Guide to Tropical Meteorology. Tech Rept 240 Air Wea Ser(MAC) USAS PP360, 1971.
- (5) Sadler J. C. The upper tropospheric circulation over the global tropics, UHMET, 75-05 Dept of Met, Univ of Hawaii PP35 1975,



# STUDY ON THE FORMATION OF TROPICAL STORM OVER THE GULF OF CARPENTARIA, AUSTRALIA

Shi Guoqiang Li Tongjuan and Jiang Dezhong

(*Marine Environmental Forecasting Center of SOA*)

Bao Chenlan

(*Dept. of Atmospheric Sciences, Nanjing University*)

## Abstract

This paper analyses the processes of more than ten tropical cyclones occurring in the Gulf of Carpentaria, Australia, based on the satellite photographs of December-March, 1976-1983.

It is shown from analyses that the processes of formation of tropical cyclones over the Gulf of Carpentaria are surprisingly similar to each other. When the west wind in the equator bursts, many east-west oriented cloud belts rotate cyclonically, entering into the tropical disturbances which have existed in Carpentaria already, and developing into spiral cloud belts because of the geographical forcing by the mountains of Irian Island and the York Cape Peninsula. Furthermore, since the mild or weak cold front comes nearer, the disturbances strengthen and become the typhoon over the Gulf of Carpentaria. The circulation conditions for the formation of the typhoon over the Gulf of Carpentaria are also proved by its comparison with that over the Gulf of Thailand.