

南海台风发生发展问题的初步探索*

韦有暹 王蔭桐 郭秀英 屈翠虹 韓光華**
(广东省气象局) (佛山专区气象台)

提 要

本文对 1954—1961 年在南海发生发展的 35 个台风,按 500 毫巴形势进行分类,得出 7 个有利于南海低压发展成为弱台风的形势。

其次,我们对空气潮湿不稳定性和冷空气爆发两个因子对台风形成的作用,进行了初步分析。引用 1958—1961 年 14 个南海低压的资料,找出南海低压未来能否发展成为台风的经验判别公式。

在 1962 年对南海发生的五次低压进行验证,有四次报对,效果尚好。

一、前 言

台风的发生发展,根据 Riehl、李宪之、正野、笠原等人近年研究的结果^[1,2]有下列一些基本条件:(1)水汽的潜热作用为大量持续的能量来源,因此空气必须是高度潮湿不稳定的^[3],或者是条件性不稳定的^[2];(2)引发机制,李宪之认为是冷空气(特别是来自南半球的)的侵袭^[3]。Riehl 认为 200 毫巴高空东西风带槽脊的重迭而构成的强烈辐散,使地面扰动中心产生上升气流^[1]。笠原则认为由于强烈降水所引起的初期气压下降而形成上升气流^[2];(3)高空强烈辐散。

至于以那些条件为主导?还有待验证来说明。

影响广东省的台风,其源地发生于西太平洋和南海。来自西太平洋的台风在进入南海前,发展均较完善,是容易掌握的。南海台风的发生发展条件不易掌握,对路径和强度的掌握也颇感困难。每年 5—10 月,南海常有低压活动,有些发展成台风,对广东省沿海威胁很大。本文的目的想通过南海低压发展成台风的资料,验证上述基本条件。但由于资料的限制,我们不能对上述产生台风的三个基本条件全面进行探讨,而只分析了空气潮湿不稳定和冷空气爆发两个因子对南海台风发生发展所起的作用。并从天气形势和要素场两方面的结合找出一些预报南海台风发生发展的指标。

根据我国规定的热带低压、台风、强台风的标准,并结合我们的经验,我们将南海的热带气旋分为下列三个类别:

1. 热带低压类

热带低压类又分为下列三个小的类别:(1)热带扰动——高空有气旋性环流,地面没有或只有一根闭合等压线(等压线每 2.5 毫巴划一根),中心气压高于 1005 毫巴,低压中心附近最大风速在 6 米/秒以下(≤ 3 级)。(2)热带低压——高空地面都有比较完整的气

* 本文于 1965 年 1 月 20 日收到。

** 程敏和刘定香两同志担任本文的统计工作。警告形势部分引用广州台 1961 年预报改革资料。

旋性环流,地面有一根到两根的闭合等压线,中心气压低于 1005 毫巴,中心附近最大风速为 6—10 米/秒(4—5 级)。(3)弱台风——有两根或两根以上闭合等压线的热带气旋,中心附近最大风速达 11—17 米/秒(6—7 级),中心气压一般在 1000 毫巴以下。

2. 台风

中心附近最大风速到 18—32 米/秒(8—11 级)。

3. 强台风

中心附近最大风速达 33 米/秒或以上(≥ 12 级)。

产生于南海的热带气旋,强度风力达 6 级以上者(包括弱台风),称为“南海台风”。

应用资料有 850 毫巴, 700 毫巴, 500 毫巴高空图和地面低压或台风中心位置图,均以 08 时(北京时)为标准。

二、南海台风发生发展前的环流型式

南海台风发生发展与大气环流各个成员的配置是分不开的,在目前情况来说,日常预报工作主要还是依靠天气图,因此,我们从现有资料出发,将 1954—1961 年 35 个南海台风在发展(达 6 级风力以上)前 24—48 小时的 500 毫巴形势进行分类,综合得出有利于南海低压发展成南海台风的七个模型,我们称为“警告模式”。

1. 冬季型(图 1)

此型多出现在 5—6 月。台风发展前,南海处于鞍型流场,我国东北到日本海为一低槽,太平洋副热带高压脊西伸到吕宋岛附近,中印半岛也有高压脊,脊线位于 20°N 附近。低压在鞍形区中性点附近发展成为台风。

2. 东风波前型(图 2)

太平洋副热带高压中心位于朝鲜,日本附近,脊线向西伸到我国华东以及华南,我国华北到华中为一低压槽, 25°N 以南盛行偏东气流,太平洋上的东风波西移,南海低压在

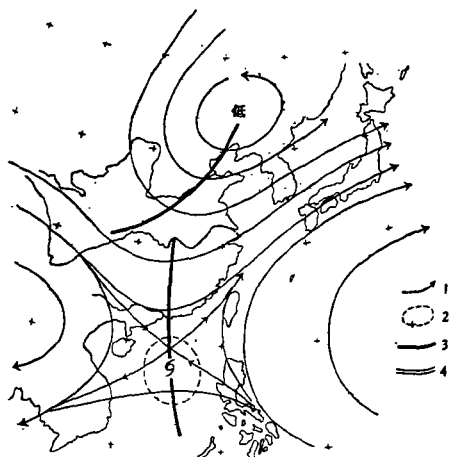


图 1 冬季型示意图

(箭头表示流线,粗线表示槽线,虚线表示南海台风发生地区,1 流线,2 南海台风发生地区,3 槽线)

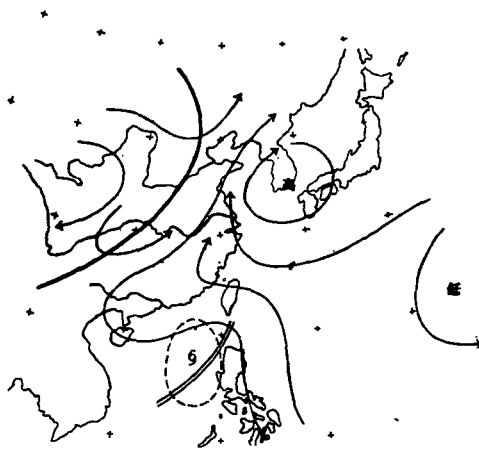


图 2 东风波前型示意图

(双线表示赤道辐合带,其它符号意义同图 1, 4 辐合带)

东风波前辐散气流中发展成台风。

3. 鞍型场型(图 3)

我国青藏地区及日本南部海面上各有一高压,两高压之间为槽区,中印半岛也有一高压脊,在太平洋副热带高压脊和中印半岛高压脊间的鞍型区附近,南海低压发展成台风。

4. 鞍型场副型(图 4)

中纬度多西风带小波动,太平洋副热带高压脊伸到南海东部,中印半岛有一高压脊,在太平洋副热带高压脊与中印半岛高压脊间的鞍型区南部有台风发展。

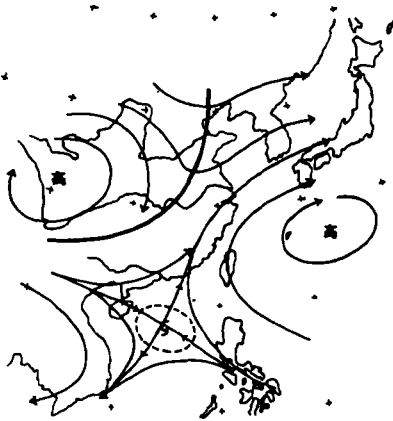


图 3 鞍形场型示意图
(符号意义同图 1)



图 4 鞍形场副型示意图
(符号意义同图 1)

5. 东北西南走向的辐合带型(图 5)

太平洋副热带高压分裂,一环在大陆,另一环在 135°E 以东。我国东北到江苏沿海有一槽;与南海地区东北西南走向辐合带相接,南海南部有较明显的西—西南气流,辐合带上的南海低压发展成台风,此类台风发展前,多有太平洋台风在东南沿海活动或登陆。

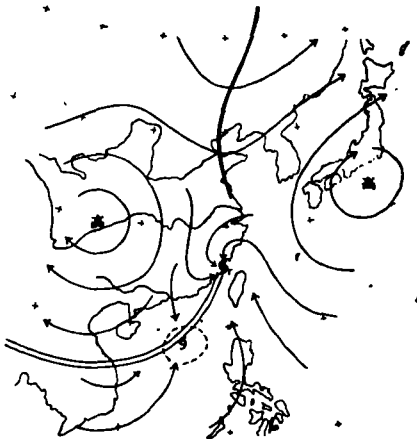


图 5 辐合带东北—西南走向型示意图
(S_T 为太平洋台风,其他同图 2)

6. 东西走向的辐合带型(图 6)

太平洋副热带高压呈带状西伸到我国长江以南,辐合带偏南(15°N 附近),辐合带上的南海低压发展成为台风。

7. 辐合带东西向副型(图 7)

太平洋副热带高压脊呈带状西伸至我国青藏高原,或者太平洋副高与大陆变性高合并成东西带状,脊线位于 30°N 以北,日本与我国青藏地区各有一闭合高压环流,辐合带位于 $17^{\circ}-20^{\circ}\text{N}$,南海中北部发展成台风。



图6 辐合带东西向型示意图
(符号意义同图2)

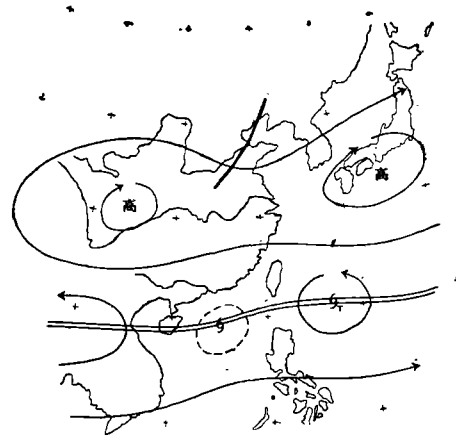


图7 辐合带东西向副型示意图
(符号意义同图6)

三、与南海台风发展有关的两个因素的讨论

第二节只提出有利于南海台风发生发展的环流形势。识辩这几类形势对台风预报是有用处的,但单凭形势是不能完全做好台风预报的,还须配合其他条件的考虑。

在1958—1961年,我们选取了14个南海低压(详见表1),从热力学稳定性和冷空气爆发作用两方面讨论其与发生发展的关系。由于南海海面纪录不多,一般在低压周围经

表1 1958—1961年南海台风发展情况

例子编号	年 月	扰动阶段		低压阶段		弱台风阶段		台风阶段		最 盛 强 度			
		开始日期	持续天数	开始日期	持续天数	开始日期	持续天数	开始日期	持续天数	最低气压	最大风速	等级	
1	1961年8月	29/8	1	30/8	1	31/8	1	—	—	995	14	弱台	不发展
2	1958年9月	5/9	1	6/9	1	7/9	1	—	—	990	14	弱台	不发展
3	1961年8月	—	—	19/8	1	20/8	2	—	—	990	17	弱台	不发展
4	1960年8月	—	—	17/8	1	18/8	2	20/8	5	975	26	台风	发展
5	1958年8月	—	—	23/8	1	24/8	2	—	—	990	14	弱台	不发展
6	1961年6月	4/6	1	5/6	1	6/6	1	—	—	998	12	弱台	不发展
7	1959年9月	—	—	8/9	1	9/9	1	10/9	1	980	24	台风	发展
8	1958年8月	—	—	5/8	1	6/8	1	7/8	3	990	40	强台风	发展
9	1961年10月	—	—	—	—	11/6	1	12/6	2	980	28	台风	发展
10	1961年5月	—	—	26/5	2	28/5	3	—	—	1000	16	弱台	不发展
11	1961年5月	—	—	—	—	16/5	1	17/5	3	980	26	台风	发展
12	1960年6月	31/5	2	2/6	1	3/6	1	4/6	7	970	35	强台	发展
13	1960年6月	—	—	23/6	2	25/6	1	—	—	1001	14	弱台	不发展
14	1958年8月	—	—	30/8	1	31/8	2	—	—	990	16	弱台	不发展

① 本表只统计发展过程中加强的部分,后期减弱部分从略。

② 本表以1天4次观测时间的多数情况,决定该日台风属何等级。

③ 最低气压(以毫巴为单位)和最大风速(以米/秒为单位),系根据天气图实有记录查得。实际值可能有些出入。

常可以发现 6—7 级的大风, 这些大风多数由于气压梯度突然加大而造成, 出没无常。我们认为 6—7 级大风在低压周围出现, 不等于这个低压已经具备标准的风暴结构。因此, 在本文以后的讨论中, 凡是南海低压中心附近风速达 17 米/秒或以上 (8 级风或以上), 并能够持续 12 小时的, 我们才认为它是“发展的”南海台风, 反之作为“不发展”处理。

1. 热力学稳定度

根据笠原的介绍^[2], 正野认为, 在台风的发展过程中, 考虑热力的垂直稳定度 $\frac{\partial \ln \bar{\theta}}{\partial z}$ 是必要的, 力学的稳定度可以少考虑。我们认为这是可以接受的。我们取 $\frac{\partial \theta_{sc}}{\partial z}$ 作为热力稳定度的指标。因为在南海台风发生前后, 南海区域多数是阴雨天气, θ_{sc} 代表性比 θ 好一些, 从实际工作中发现, 南海低压的发展, 往往从低空开始, 故近似地以 $\theta_{sc(700)} - \theta_{sc(850)}$ (以后简称为 $\Delta\theta_{sc}$) 作为稳定度的标志, 如 $\Delta\theta_{sc} < 0$ 为热力不稳定, 反之如 $\Delta\theta_{sc} > 0$ 为热力稳定。

根据表 1 所列各南海低压生成日期¹⁾起, 作出每个台风发展过程的南海区域逐日 $\Delta\theta_{sc}$ 分布图, 将每日南海台风(或低压)中心位置点在分布图上, 可以看到一个有趣的现象: 在发展的例子中, 大多数在初期(热带低压阶段), 气旋中心都落在图上相对的不稳定大区, 或由小区逐渐向大区移动。而不发展的例子中, 则多数是自始至终落在相对的不稳定小区, 或由大区向小区移动。这个现象说明: 在台风季节, 大气低层热力不稳定的存在是比较常见的。但是, 低压落在不稳定区, 不属于一定会发展成为风暴, 还要看低压中心所在不稳定度的个别变化来决定。我们发现, 在低压生成日的 $\Delta\theta_{sc}$ 值和 $\Delta(\Delta\theta_{sc})_{24}$ (低压生成日稳定度数及其与前一天的个别变化) 值对低压未来发展有一定的指示性。并得出低压未来是否发展成为台风的经验判别式:

$$K_1 = \Delta(\Delta\theta_{sc})_{24} + 0.36\Delta\theta_{sc} \begin{cases} < -2.6 \text{ 发展} \\ > -2.6 \text{ 不发展} \end{cases} \quad (1)$$

2. 冷空气激发作用

李宪之^[3]认为, 足够强烈的冷空气的侵袭, 特别是从南半球发源的冷空气的侵袭起了外力引发的作用, 使潮湿不稳定的空气发生相当强烈的扰动而放出大量潜能, 加强上升运动, 是台风生成必要条件之一。陈锡璋^[4]根据 1958 年 7—8 月赤道图分析证实了文献[3]的说法。

关于南海台风的生成, 华南地区的预报员很早就认为与冷空气的关系相当密切。天气经验指出, 东亚高空环流经向度较强时, 低层冷空气就能够来到低纬度, 使华南低空和地面维持着东北气流, 有利于南海低压发展成为台风。赵亚民(1959)^[5]曾举出了南海台风直接产生于西风带侵入南海的静止锋低槽内的例子。

华南的预报工作者, 对冷空气对南海台风生成的贡献, 一致加以肯定。但对冷空气起作用时应有的强度及到达地域, 尚缺乏具体研究。因此, 如何使这些论点引用到日常预报业务上去, 存在一定困难, 本文从这方面加以补充。

1) 1 日 08 时以后—2 日 08 时内出现满足热带低压阶段的南海低压, 其生成日期为“2 日”。

我們用 850 毫巴图上的 ΔT_{24} 代表低层冷空气活动情况, 发现历次南海低压发展成为台风时, 冷空气南下方式基本上有两种:

(1) 夏初及夏末秋初, 多伴随鋒面侵入我国华南及南海北部。

(2) 盛夏季节多由于太平洋台风在 120°E 及以东地区轉向北, 其西侧偏北气流携带冷空气侵入(这两种方式有时同时出現)。

在南海热带低压发展成为弱台风之前 1—4 天, 低层已有冷空气侵入低緯地区, 从表 2 的統計看得很清楚。此外还可以看出: 有发展的南海低压, 南下冷空气到达地区比較偏南, 一般可以到达南岭山脉以南, 特别是发展前 1—2 天更为清楚。不发展的例子則相反。

表 2 南海台风发展前期冷空气活动与南海台风发展关系统计
(1958—1961)

类别	$\Delta \bar{T}_{24}$ (注) 负最大值到 达纬度	低压加强成弱台风前的天数				合 计 -1至-4天	占本类 百分比	合 计 -1至-2天	占本类 百分比
		-1	-2	-3	-4				
发 展	30°N			2		5	25%	2	17%
	25°N		2	1					
	20°N	2	2		1	12	75%	10	83%
不 发 展	15°N	4	2	1		16	64%	10	59%
	30°N	3	2	3	1				
	25°N	1	4	1	1				
	20°N	2	3	1		9	36%	7	41%
	15°N		2	1					

[注] $\Delta \bar{T}_{24}$ 系指 105° — 120°E 之间 850 毫巴 ΔT_{24} 沿纬度的平均值。

为了进一步找出根据冷空气活动, 判断热带低压将发展到台风强度与否的预报指标; 根据南海低压生成日中心所在緯度的 $\Delta \bar{T}_{24}$ 值, 以及低压中心与负 $\Delta \bar{T}_{24}$ 区中心距离 D (以緯距为单位当 $\Delta \bar{T}_{24}$ 负中心位于低压中心之北, 则 D 为正值, 反之为负值), 判別对台风发展的关系, 得出經驗的判別式如下:

$$K_2 = \Delta \bar{T}_{24} + 0.36D \begin{cases} > 0 \text{ 不发展} \\ < 0 \text{ 发 展} \end{cases} \quad (2)$$

(3) 稳定度及冷空气共同作用

进一步观察冷空气和稳定度对南海低压的共同作用, 并使它們便于日常预报工作应用; 将 $\Delta \theta_{sc}$, $\Delta(\Delta \theta_{sc})_{24}$, $\Delta \bar{T}_{24}$, D 四个因子求迴归方程^[6]。

設迴归方程之形式为:

$$E(y) = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4, \quad (3)$$

令 x_1 为 $\Delta \bar{T}_{24}$, x_2 为 D , x_3 为 $\Delta(\Delta \theta_{sc})_{24}$, x_4 为 $\Delta \theta_{sc}$ 。

将各例各值代入后, 解出 a, b, c, d , 得出綜合判別式:

$$K_3 = 6.604\Delta\bar{T}_{24} + 0.398D + 0.71\Delta(\Delta\theta_{sc})_{24} - 0.361\Delta\theta_{sc},$$

$$\begin{aligned} & \text{(发展)} < -1.82 \\ & \text{(不发展)} > -1.82' \end{aligned} \quad (4)$$

为了验证我们的工作,以1962年5次台风进行验证。(1),(2),(4)式验证结果(表3),有4次报对。说明用上面经验公式预报南海低压发生发展,是有一定价值的。

表3 1962年全年南海低压验证结果

日期	$\Delta\theta_{sc}$	$\Delta(\Delta\theta_{sc})_{24}$	$\Delta\bar{T}_{24}$	D (纬距)	(1)式 计算值	(2)式 计算值	(4)式 计算值	综合 判别	热带气旋 最盛强度	正确性
5月 21日	-6	-5	+0.1	+5.5	-7.16 (发展)	+2.08 (不发展)	+1.465 (不发展)	不发展	弱台风	+
7月 10日	-2	-1	-0.2	+2.0	-1.72 (不发展)	+0.52 (不发展)	-0.768 (不发展)	不发展	弱台风	+
9月 14日	-2	-3	-1.5	-3.5	-3.72 (发展)	-2.76 (发展)	-12.707 (发展)	发展	台风	+
9月 19日	-10	-3	-1.5	-2.0	-6.6 (发展)	-2.20 (发展)	-9.22 (发展)	发展	强台风	+
9月 25日	+3	+7	-1.5	-1.5	+8.08 (不发展)	-2.04 (发展)	-6.604 (发展)	发展	弱台风	-

四、结 语

在南海台风产生的初始阶段,大气低层的对流性不稳定性;北半球冷空气南下到较低纬度,对南海低压是否发展,是有一定指标性的。通过一些例子的分析,我们得出了一些经验判别公式。在我们日常预报中,如果500毫巴图出现了上述南海台风“警报模式”的任何一种形势,这指示了南海低压有发展的可能性,然后我们再根据经验判别式进一步预报南海低压是否发展。

我们这项工作,还是第一次尝试,并且南海区域纪录稀少,在选取各因素的标志时,不能不作较大的简化,分析上也未能完全避免主观成分。在分析方法上也只限于统计归纳,所得结论只能是初步的。今后在记录日渐增加的基础上,进一步引用更多的资料去验证,并从理论上加以充实提高,南海台风发生发展预报问题是可以解决的。

参 考 文 献

- [1] Riehl, H, Tropical Meteorology. (中译本:热带气象学,程纯枢译,科学出版社,1958)
- [2] 笠原彰等,台风论(朱抱真译),科学出版社,1958.
- [3] 李宪之,台风生成的综合学说,气象学报,27(1956),第2期.
- [4] 陈锡璋,太平洋台风的发生发展和赤道天气图的应用,天气月刊,1958年11月号.
- [5] 赵亚民,南海台风一些基本特点,天气月刊,1959年8月号.
- [6] Brooks, C. E. P., and Carruthers, N, Handbook of Statistical methods in Meteorology Her Majesty's Stationery Office, London, 1953.