

北部湾低压向热带风暴发展的时空结构分析

段 丽

(海南省气象台,海口 570203)

提 要

该文采用天气动力学分析方法,重点探讨北部湾低压向北部湾热带风暴发展的时空条件和物理机制。文章着重讨论了这类过程的高低层形势特征和空间结构,并通过诊断场的计算分析,揭示了这类过程的空间动力场特征和各层的水汽分布特征,归纳出了北部湾低压向热带风暴发展的短期预报着眼点。

关键词: 热带低压 热带风暴 东风环流 诊断分析

前 言

北部湾低压通常是由华南低压进入北部湾一带后形成的。这类低压距海岸近、活动范围小,它的发展、加强和突变对广西、粤西沿海、雷州半岛及海南岛等北部湾沿岸地区危害和威胁都很大。

近年来由北部湾低压发展、加强后形成的热带风暴,共有两次,一次是1994年7月29—30日的9411号热带风暴,另一次是1985年8月26—27日的未编号热带风暴。这两次过程的共同特点都是发展快、突变强、威胁大,热带风暴一经形成,便迅速登陆,后者甚至未来得及编号,便在广东遂溪登陆。本文主要针对这两个北部湾热带风暴进行分析。风暴形成的时间定为风暴中心最大风速最初达到 $18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的时间(以中央气象台发布为准),重点讨论风暴形成前72小时内高低层环流特征和形势特征以及各种物理量诊断场特征,并揭示这类低压向风暴发展的基本时空条件。

文中在流场特征和形势场特征的描述中,所用的流场平均是对风暴形成时及前72小时每天08时风矢的合成,其中的平均风场剖面图是对时间和空间的两次平均,时间平均与上相同,空间平均是对轴线两侧3个经

纬距范围内风矢的合成。也就是说,平均风场剖面图代表着以轴线为中心线、宽度为6个经纬距的带状区域的水平风矢的垂直结构。

文中各种物理量场的计算均采用 $1^\circ\times 1^\circ$ 经纬网格,所用的基本要素取自广州中心细网格资料。基本要素包括:各层高度场 H 、温度场 T 、南北风 u 、 v 及比湿 q 。计算范围为:10—40°N、90—130°E。鉴于1985年网格资料的短缺,物理量诊断分析仅限于9411号热带风暴。

1 低压向热带风暴发展的基本天气学条件

华南低压进入北部湾形成北部湾低压几乎每年都有发生,其中多为强度变化,但并非都能发展成热带风暴。通过对两个发展成热带风暴的低压进行前期追踪分析,发现北部湾低压发展成热带风暴在时空分布上有一些基本特征:

1.1 低压在海上的稳定时间和低层风场条件

首先是低压在海上的稳定时间。从两个个例的加时路径图(图略)可见,风暴形成前,低压中心必须在北部湾海面连续稳定60小时以上。关于这一点,反查了许多相反个例,在那些个例中,北部湾低压不能长时间地在海上稳定,低压中心交置于海、陆之间。第二

个基本条件是要有一定时间的低层小范围风场辐合。9411号热带风暴形成前56小时内,地面低压中心附近始终维持不超过150km范围的风场辐合。这种低层持续的小范围风场辐合和长时间的海上稳定,为其发展提供了充足的水汽和基本动能,对于形成热带风暴极为有利。

1.2 副热带高压的基本位置及其稳定条件

9411号热带风暴形成前和1985年8月北部湾热带风暴形成前,副热带高压基本以带状的形式处于稳定状态,脊线偏北,西伸明显。连续48小时以上,500hPa副热带高压脊线稳定于30—35°N之间,江南、华南连续72

小时处于副热带高压南侧稳定的偏东风环流中(图1)。由图可见,两个过程副热带高压强度有明显区别。1985年8月北部湾热带风暴过程中副热带高压始终很强,环流清晰,而9411号热带风暴过程副热带高压活动很弱,基本分析不出588线。然而,值得注意的是,两次过程副热带高压的基本位置、形状、活动范围和性质是一致的,尤其是副热带高压对其南北侧环流的影响和对冷、暖空气的阻隔作用是一致的。这一点很关键,没有大范围的南北气流交换,才有可能维持20°N附近的垂直风场小切变的稳定,也才有可能使北部湾低压向热带风暴发展。

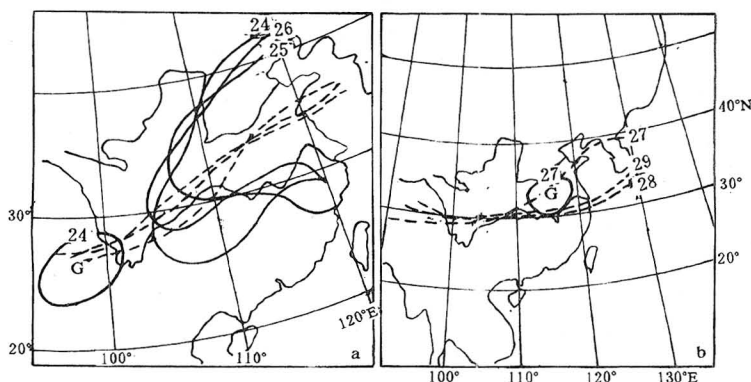


图1 北部湾热带风暴形成前48小时副高活动形势

a:1985年8月 b:9411号热带风暴

实线为588线,虚线为500hPa副高脊线,标值为日期

1.3 低层弱冷空气作用

前期上游弱冷空气活动,也是低压加强的一个重要条件。分析这两次北部湾热带风暴的前期形势,发现风暴形成前24小时内,低层有明显的弱冷空气在河西活动。图2a、b分别为1985年8月北部湾热带风暴和9411号热带风暴形成前24小时地面形势,由图可见,河西、兰州一带有500km范围的闭合小高压,高压前部锋区很弱。这股冷空气在此之前24小时就已形成,主体沿西风环流东移,低层以锋消形式向东南方向扩散。12小时后,地面已分析不出闭合小高压。与此同时,

6—24小时内,四川、贵州、云南、广西、广东等地先后出现不稳定天气(图略)。由此可见,这股弱冷空气在向东南方向扩散过程中,以不稳定形式进入华南和北部湾,给华南稳定的东风环流西段和北部湾低压注入了必要的初始扰动。

2 高空环流形势

分析北部湾热带风暴形成中的环流形势,发现风暴形成前3天内,高空流场稳定(图略)。中纬度72小时内维持稳定的平直西风环流,主体冷空气被长时间地隔离在50°N以北地区。副热带高压呈带状分布,脊线位于

30—35°N 之间,且西伸明显。水汽的辐合和输送稳定在 20°N 及其以南的中南半岛和海南岛一带,华中地区没有水汽辐合和水汽输送。副热带高压南侧 23—28°N 一带的华南

上空,维持稳定的偏东和东北气流。这支偏东气流,截断了南支气流的向北输送,使之在 20°N 的北部湾一带形成辐合。

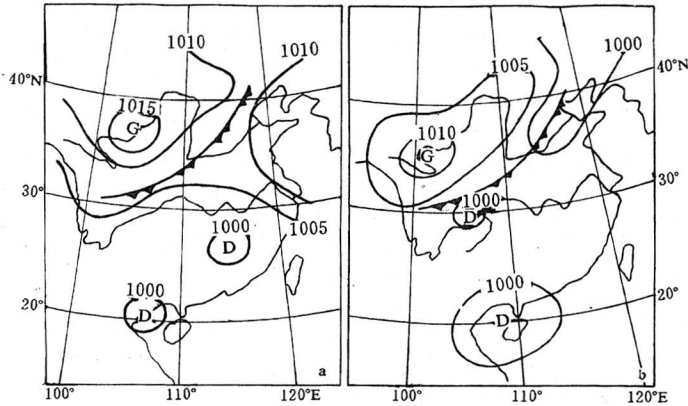


图2 地面形势场

a:1985年8月25日08时 b:1994年7月28日08时

事实上,这支偏东气流不仅仅存在于高空。图3是9411号热带风暴和1985年8月北部湾热带风暴形成前72小时蚌埠—重庆沿线以南、福州—南宁沿线以北地区平均风场剖面图。由图可见,在这个带状区域内,风

暴形成前72小时内高低层控制在一致的偏东气流中,形如一堵“东风墙”,阻挡了水汽和湿能的向北输送,稳定和加强了20°N附近的辐合作用,这是北部湾热带风暴形成的重要系统之一。

3 动力诊断分析

对9411号热带风暴形成前3天各层(1000、850、700、500、400、300、200、100hPa)08时物理量场进行计算分析,计算量主要包括涡度、散度、垂直速度、水汽通量、水汽通量散度等,计算方案取自朱乾根教授等《天气学原理和方法》^[1]。结果表明,随着北部湾低压向热带风暴的发展,各种物理量场具有明显的特征反应,且这种反应存在着一致的关键区(即变化敏感区)。值得注意的是,这个关键区并不在低压附近,而是在中南半岛东部和南海中西部地区,即12—18°N,105—115°E的范围内(图略)。

3.1 涡度和垂直运动分析

涡度和垂直速度反映了大气的动力作用,尤其是垂直方向的动力作用。对9411号

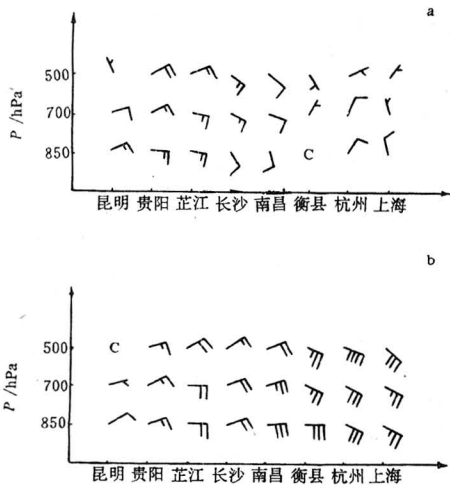


图3 华南带状区域平均风场剖面图

a:1994年7月26日08时至29日08时

b:1985年8月23日08时至26日08时

热带风暴涡度场和垂直运动场的计算分析表明,北部湾低压在发展过程中,存在着明显的涡度堆积和上升运动加强的过程,而且各层涡度的堆积中心和上升运动中心都不在低压中心,而是在关键区内。图4a、b分别是9411号热带风暴形成前3天涡度场和垂直速度场在关键区内的时空剖面图。从图中可见,低层正涡度的堆积主要集中在850—700hPa,高层负涡度的堆积集中在200hPa,且高层辐散强度远远大于低层辐合的强度^[2]。另外,从图中还可见,高低层的辐散、辐合加强并不同步,它们存在着明显的时间差。高层负涡度的加强要比低层正涡度的加强早24小时以上。也就是说,在北部湾低压向热带风暴发展的过程中,首先是高层辐散场的加强,通过垂直运动,诱发低层辐合运动的加强,而这种高层

辐散和低层辐合的加强,又带动了上升运动的加强。这个过程,在风暴形成前24—36小时内完成。进一步分析表明,上升运动最大区位于强辐散层和强辐合层之间,即700—300hPa之间,最大上升运动建立的时间,也就是强辐散、辐合层建立的时间。另外,从500—300hPa上升运动中心的水平移动图(图略)可见,随着热带风暴的形成和发展,强上升运动中心,自东南向西北移动,并最终接近低压中心区域。本文认为对于北部湾低压而言,如果其发展的主要水汽来源于孟加拉湾和中南半岛(后有另述),那么中南半岛东部和南海中西部则是其动能的主要提供区和加工地。这种以涡动量和上升运动为主要标志的动能,通过一定的途径直接对北部湾低压的发展产生作用。

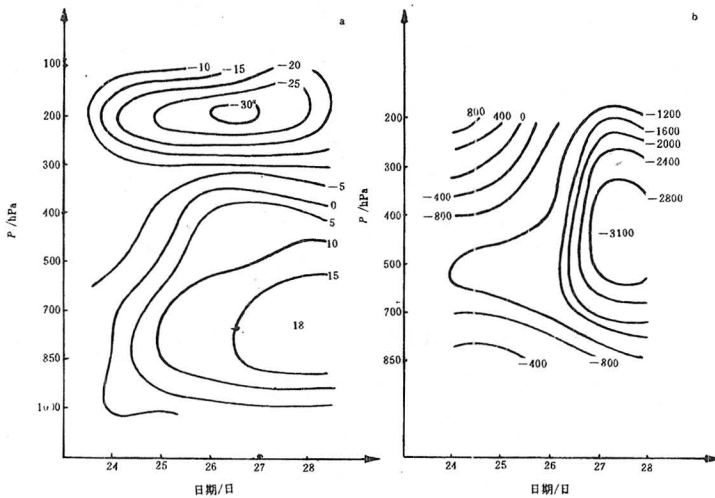


图4 1994年7月24日08时至28日08时12°—18°N、105°—115°E 涡度
(a)垂直速度(b)中心强度时空剖面图(单位: $10^{-5} \cdot s^{-1}$)

3.2 水汽条件分析

分析风暴形成前96小时各层水汽场发现,风暴形成前各层自孟加拉湾经中南半岛至北部湾一带都维持一完整的带状高水汽通量区。随着低压的发展和风暴的形成,水汽通量中心强度不断加强,直至达到极值。另外,从垂直分布的分析可见,水汽通量在低层

850hPa 达到最大。也就是说,使北部湾低压发展的水汽输送主要集中在低层。由图5可见,从孟加拉湾到中南半岛至北部湾一带,是一个完整、稳定的高水汽通量区,它代表了北部湾低压发展的主要水汽来源和水汽通道。可以认为,北部湾低压向热带风暴发展的水汽主要来源于孟加拉湾和中南半岛,这一点

与华南、长江流域暴雨的水汽来源是一致的^[1]。另外,对时间场的分析表明,水汽通量最大出现在风暴形成前 24 小时,与动力场极值出现的时间相一致。

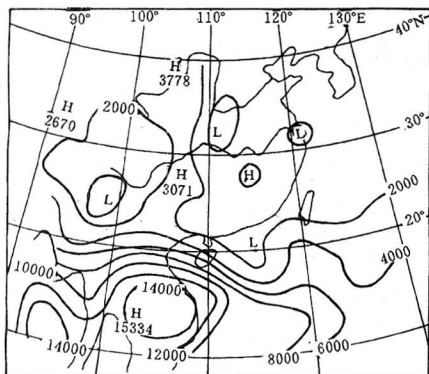


图 5 1994 年 7 月 24 日 08 时至 28 日 08 时 850hPa 水汽通量平均图(单位: $10^{-5} \cdot s^{-1}$)

4 结论与预报着眼点

通过对北部湾热带风暴前期发展条件的分析,我们认为,北部湾低压发展成热带风暴,必须具备一些基本条件:

- 4.1 低压中心必须在北部湾海面连续稳定 60 小时以上;
- 4.2 地面低压中心附近要长时间维持小范围的风场辐合;
- 4.3 前期上游有弱冷空气活动,地面河西、兰州一带有明显的闭合小高压,中心强度不超过 1015hPa;
- 4.4 副热带高压呈带状分布,脊线稳定于 30° — 35° N;
- 4.5 华中地区上空没有槽、涡活动,华南地区高、低层维持长时间(72 小时以上)的“东风墙”结构;
- 4.6 热带辐合带稳定在 20° N 附近。

另外,从动力场而言,高层 200hPa 的负涡度与低层 700hPa 的正涡度相继大幅度加强,孟加拉湾和中南半岛的水汽通量长时间维持加强,也是北部湾低压向热带风暴发展的必要条件。

参考文献

- 1 朱乾根. 天气学原理和方法. 北京: 气象出版社, 1983 年.
- 2 梁必骥. 热带气象学. 中山大学出版社, 1990 年.

Time and Space Structure Analysis of the North Gulf Depression Strengthening to Be Tropical Storm

Duan Li

(Meteorology Bureau of Hainan Province, Haikou 570203)

Abstract

With dynamical analysis, the paper focuses the time and space condition and physics mechanism about the North Gulf depression strengthening to be tropical storm. The upper and lower situation characteristics and space structure are discussed. By means of calculation and analysis of diagnosis field, the results reveal the dynamical field and vapour distribution feature at levels. The viewpoint of the short-term forecast of the North Gulf depression strengthening to be tropical storm is given.

Key Words: tropical depression tropical storm easterly circulation