

# 9711 号台风的移动路径和影响 山东的特大暴雨分析

陈秀杰 顾润源 耿 勃 杨晓霞

(山东省气象台, 济南 250031)

## 提 要

对 9711 号台风的移动路径及其造成的暴雨进行了分析。分析表明,副高外围环流在台风移动过程中有明显的引导作用;台风的移动路径和暴雨落区与正涡度轴线及高能轴线都有较好的对应关系;对流层中层变能场的分布对台风移动路径有明显的预报指示意义。

**关键词:** 台风 移动路径 高能舌 变能场

## 1 概述

9711 号台风于 8 月 10 日在西太平洋生成,在向西偏北方向移动中不断加强,很快发展为中心气压为 920hPa、最大风速  $60\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  的强台风。18 日 21 时 30 分在浙江温岭登陆时,近中心最大风速仍有  $40\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。台风登陆后经浙江西北部进入安徽逐渐转向偏北方向移动,移速明显加快,并减弱为热带风暴。20 日上午风暴中心从苏北进入鲁南,沿鲁中山区东侧北上,当日 17 时从莱州湾移出山东,进入渤海之后,又再次登陆辽宁,于 21 日在沈阳附近减弱消失。

这次台风过程历时长、影响范围广,受其倒槽及环流的影响,我国华东大部及东北地区东南部普降暴雨~大暴雨,局部地区出现了特大暴雨。由于台风影响时,正值天文大潮期,致使华东沿海出现了强风暴潮天气。受其影响,18 日后半夜到 20 日夜间,山东省除鲁西地区外,其它地区普降暴雨~大暴雨,全省平均降雨量 133.6mm,共有 24 个站出现特大暴雨,最大降水中心位于山东半岛和鲁东南,以即墨市降雨量为最大,过程降水量达

482.5mm(图 1)。

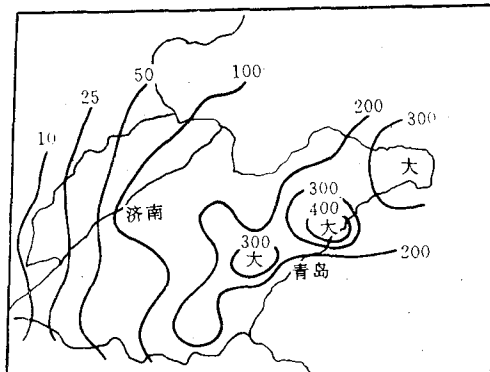


图 1 1997 年 8 月 18 日 20 时~20 日 06 时降水量/mm

与此同时,山东省沿海海面还出现了 8~9 级、阵风 10 级大风。本文主要从环流形势和物理量场入手,分析此次台风移动路径及山东的降水与它们之间的关系,得到了一些有益启示。

## 2 环流形势特征

从 8 月 10 日 08 时 9711 号台风生成开始至 8 月 13 日 20 时,在 500hPa 环流形势图

上,副热带高压一直维持在中国东南沿海至日本东部洋面一带,副高呈近东西走向,在此期间 9711 号台风一直沿着副高南缘向西略偏北方向移动。自 14 日 08 时开始,副高逐渐减弱并分裂成两环,一环位于中国大陆,另一环位于日本东南洋面,此时 9711 号台风仍位于海上副高南侧,在副高外围环流和其自身内力的共同作用下继续向西偏北方向移动。到 18 日 20 时台风登陆时环流发生调整,在 500hPa 环流场上(图 2)整个形势表现为,海

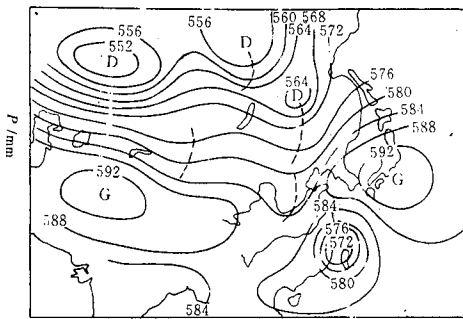


图 2 1997 年 8 月 18 日 20 时 500hPa 环流形势图上副高加强,从朝鲜半岛至日本东南洋面维持一近西北~东南走向的强高压脊,中心位于日本南部,副高脊线位于 35°N 附近,副高西伸点达 122°E,大陆高压西撤,大陆高压东伸脊点位于 102°E 附近,其主体位于青藏高原上空。此时中纬度地区在贝加尔湖到酒泉一线维持一弱高压脊,脊线近于东北~西南走向,脊前漠河到安康一带是低槽区,槽线分为两支,南支位于北京到安康一线,台风位于副高西南侧。受环境影响,9711 号台风登陆后,受副高边缘引导气流的作用继续向西北方向移动,但偏北分量加大。从 19 日开始,500hPa 副高中心加强北抬,592 线范围逐渐扩大,并变成块状结构(图略),原位于北京~安康附近的低槽减弱消失,此时台风减弱为热带风暴,中心位于副高西部边缘,从而使其沿副高边缘快速北上,并于 20 日上午进入山

东境内,20 日下午移出山东进入辽宁省境内。

### 3 诊断分析

#### 3.1 涡度场

我们对 9711 号台风登陆前后的 500hPa 涡度场进行了诊断分析,发现在台风登陆和影响山东前,8 月 18 日 08 时 500hPa 涡度场的分布是:在台风的北部山东半岛至武汉是一条近东北~西南走向的狭长负涡度带,涡度中心分别位于青岛的东南部和长沙附近,其中心值分别为  $-60 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$  和  $-51 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ ,在该两个负涡度中心之间即台风移动的正前方,负涡度带最窄,台风由此而北上。与此同时,我国自东北至西安是一条东北~西南走向的正涡度带,最大正涡度中心位于山东聊城附近,中心值为  $50 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ ,并伴有正涡度平流向山东输送。同时台风北部的正涡度平流不断向西北输送。在两支正涡度的共同影响下,其中间的负涡度带逐渐减弱,到 18 日 20 时负涡度带从山东西南部断开,山东西北部的正涡度区与台风北部的正涡度区打通。至 19 日 20 时(图 3)负涡度区已移到海上,整个山东都变为正涡度区。此时,该涡度区已与台风的正涡度区连为一体,

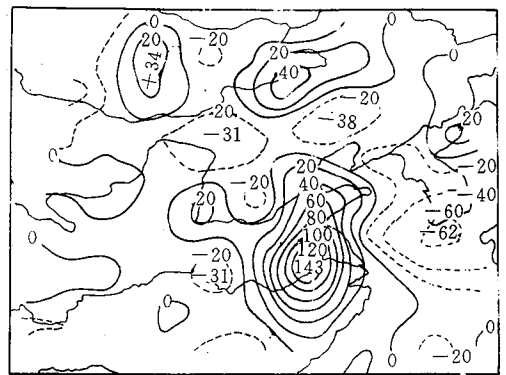


图 3 1997 年 8 月 19 日 20 时 500hPa 涡度分布(单位:  $1 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ )

形成了一条近于南北走向的正涡度带。原来的两个正涡度中心合并成一个,中心位于蚌埠附近,正涡度中心值高达  $143 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ ,在强热带风暴中心的北侧正涡度的高值轴线位于蚌埠~临沂~莱州湾一线,台风登陆后基本沿着此轴线方向快速北移,这与文献[1]所得结论完全一致。

### 3.2 垂直运动

从 700hPa 垂直运动场演变来看,在 18 日 20 时台风登陆时(图略),台风西北部及其东北部皆是下沉运动区,此时山东省的黄河以东地区为上升运动区,在鲁东南有一最大上升运动中心,中心值为  $-144 \times 10^{-5} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ ,随着该上升运动区的东移南压,到 19 日 08 时(图略)与强热带风暴北部的上升运动区叠加并得到加强。这时自山东~江西是一条南北走向的强上升运动带,最大上升运动中心位于鲁南的枣庄附近,中心值高达  $622 \times 10^{-5} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。至 19 日 20 时最大上升运动的中心已从枣庄移动到潍坊附近,并于 20 日 20 时最大上升运动中心移出山东,进入东北地区的沈阳附近。登陆后的热带风暴一直沿着上升运动区轴线附近并朝最大上升运动中心方向移动。与之对应,山东的强降水基本位于最大上升运动中心及其附近。登陆后的热带风暴运动的这一特点表明:700hPa 高度场上垂直速度分布对其未来的移动路径及暴雨落区的预报均有一定的指示意义。

## 4 能量场分析

### 4.1 大气总能量

我们分别计算了 9711 号台风登陆前一时次及登陆后各时次的对流层中低层(地面~500hPa)各层的大气总能量。分析发现,台风临近登陆时的 18 日 20 时 500hPa 等压面上(图 4),有一条从台风中心经宁国~徐州~莱州湾伸向辽东半岛北部的明显高能舌存

在,在 500hPa 高能轴线上有 3 个高能中心,分别位于

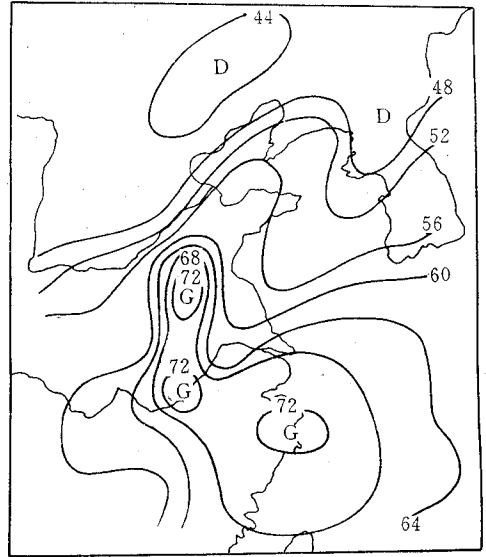


图 4 1997 年 8 月 18 日 20 时 500hPa 能量场分布

台风中心、宁国和徐州附近,中心值分别为  $74.3^\circ\text{C}$ 、 $74.3^\circ\text{C}$  和  $74.4^\circ\text{C}$ 。登陆后的热带风暴基本沿着这一高能舌的轴线方向移动,强降水出现在移动方向的右前方和中心附近地区。在高能舌的西北和东南两侧均是低能区,西北侧的低能轴线约位于北京至太原一线,东南侧的低能轴线约位于平壤至射阳一线,两支低能轴线呈“八”字形发布,使得强热带风暴中心附近的高能与西风槽前西南气流输送的能量及其东部副高边缘的东南气流输送的能量不断地向“八”字汇合区处输送和积累,从而造成未来 24~36 小时这些汇合地的强降水区。同时分析各时次对流层低层(500hPa 以下)大气总能量场分布(图略),发现其能量场分布与 500hPa 上有着相似的结构,且能量锋区较之 500hPa 上表现更明显。这一特点再次表明,台风是一个深厚的高温

高湿系统,尤其是在对流层中低层表现更为突出。

另外,我们还计算了台风登陆前约24小时(17日20时至18日20时)500hPa等压面上总能量的变化情况(图5)。由图5可看出,从台风中心至莱洲湾附近有一条狭长的正变能高值带,带上有3个高值中心,分别位于台风中心、宁国和徐州附近,24小时能量变化分别达12.1°C、13.6°C和14.7°C。另外,在辽东半岛北部也有一个4.2°C的正变能中心存在。台风登陆后的移动路径与这一正变能区高值轴线有着很好的对应关系。

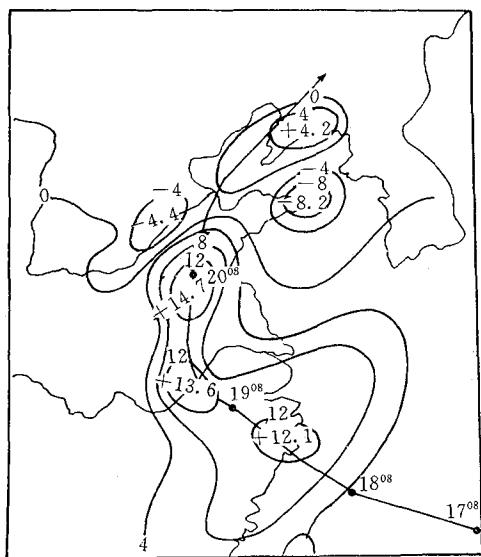


图5 1997年8月18日20时减去17日20时500hPa能量差(矢线表示9711号台风路径)

#### 4.2 $\theta_{se}$ 场

图6是18日20时700hPa的 $\theta_{se}$ 场,由图6可见,自台风中心~宁国~徐州~莱洲一线是一条明显的 $\theta_{se}$ 高值舌,即明显的暖湿舌,登陆后的热带风暴移动路径与此高能舌轴线有较好的对应关系。在 $\theta_{se}$ 高值舌与山东

西北部的低值区之间有一条近东北西南向的密集带,即能量锋区,山东未来24~36小时的暴雨区即出现在高值中心前方的能量锋区上,强降水在高能舌顶附近。其它各时次的 $\theta_{se}$ 分布与其移动路径和降水也有着类似的对应关系(图略)。

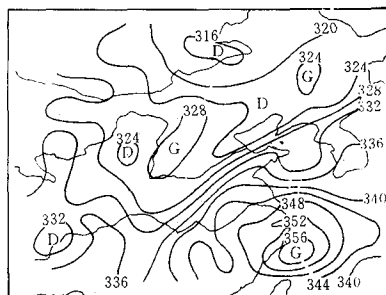


图6 1997年8月18日20时700hPa  $\theta_{se}$ 场分布

### 5 小结

5.1 环流形势分析表明,9711号台风登陆前在副高外围环流和自身内力共同作用下,其移动方向以向西略偏北为主,登陆后受副高西侧偏南气流引导,迅速北上,暴雨落区主要位于其移动路径的右前方和中心所经过的附近地区。

5.2 涡度分析指出,登陆后的强热带风暴基本沿着正涡度轴线方向运动。

5.3 能量分析发现,登陆后的强热带风暴移动路径与高能舌轴线有较好的对应关系,特别是500hPa变能场的分布对登陆后的热带风暴移动路径有明显的预报指示意义。

#### 参考文献

- 1 顾润源等. 9012号西行台风与9015号北上台风的对比分析. 海洋预报,1993:9.
- 2 雷雨顺. 能量天气学. 北京:气象出版社,1986年.

(下转第33页)

# The Track of Typhoon 9711 and the Concomitant Raingush effected Shandong Province

Chen Xiujie Gu Runyuan Geng Bo Yang Xiaoxia

(Shandong Meteorological Observatory, Jinan 250031)

## Abstract

The Track of Typhoon 9711 and the concomitant raingush in Shandong region were analysed. The results showed that circulator around the subtropical anticyclone acted as an apparent guidance during the typhoon moving period. The moving track of the typhoon and the rainfall area had strong correlaion with the axes of the positive vortex and of high energy. The distribution of the variable exnergy field in the mid-troposphere had an apparent guidance to the typhoon track.

**Key Words:** typhoon moving track high energy togue variable energy field