

台风在东北地区变温带气旋及其暴雨分析

林楠

(沈阳中心气象台)

蒋尚城

(北京大学地球物理系)

摘要

通过对北上台风在我国东北地区变成温带气旋及其产生的暴雨分析,研究了这类气旋变性的过程、形式和条件,给出与一般温带气旋所不同的卫星云图特征。进一步分析了气旋暴雨的成因和落区分布,强调了低空西南急流在暴雨过程中的重要作用。揭示出气旋低压有向强降水区方向移动的天气事实,对预报气旋路径具有一定的指示意义。

1 引言

对于夏季台风间接影响或直接造成北方暴雨等灾害性天气,许多年来人们已经作过大量的研究工作,获得许多成果^{[1][2]}。而北上进入我国东北地区的台风,往往受西风带系统影响而使台风变性发展成温带气旋,使低压不能迅速消亡,造成了东北地区暴雨天气的持续,对于这类天气过程的研究却比较少见。为此,本文对1975~1989年15年中在东北地区出现的5次这类暴雨天气过程进行了分析。

2 一般特征

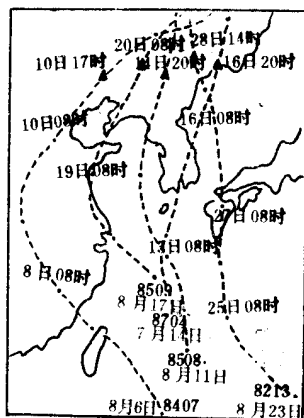


图1 台风路径图

▲为变温带气旋

在1975~1989年15年中共出现5次东北地区台风变性成温带气旋暴雨天气过程,发生的时间主要集中在8月中下旬,占4次,1次出现在7月中旬。变温带气旋的平均经、纬度分别为43.5°N、127.2°E(图1)。台风变性前后本身在东北地区产生的降水强度在100~250mm。

3 演变过程及特征

台风北上到中高纬度变性为温带气旋的方式分为两种:

a. 第1种形式是西风槽刚移过东北上空,相应的地面冷锋不清楚,但云图上却有一条弱冷锋云系,其南段先与北上台风云系外围相连接,700hPa以下低空槽后部分冷空气从台风北侧伸入台风环流中心,使其变成为低层是冷中心或半冷半暖、高中层是暖中心结构的“半热带气旋”^[3](图2a)。然后,低压携带暖湿气团继续北上,在台风与副高北侧之间形成一支强劲的低空西南急流,平均最大风速为23m/s,它伴同明显的暖平流将大量暖湿空气输送到气旋右前方,与冷空气交绥,形成暖锋锋生。与此同时,低压北上过程中,冷空气主体伴同850hPa层24小时变温中心平均为-5℃的冷气团从低压北侧侵入环流中心,并由低压后部偏北风形成明显冷平流,冷空气进一步侵入低压左后部,形成冷锋锋生,使低压变成温带气旋(图2b)。这类气旋生成前,台风路径一般比较偏西,在闽浙登陆后北上或沿我国东部沿海登陆后进入东北区,气旋的生成与台风强度关系不大。这类台风个例为8407、8509号台风。

b. 第2种变性方式中,台风皆为直接沿125°E以东海面北上进入东北地区东部,在其偏北方往往有一个近于垂直的西风槽,伴有一条减弱的冷锋云带或西风带低压云系,台风北

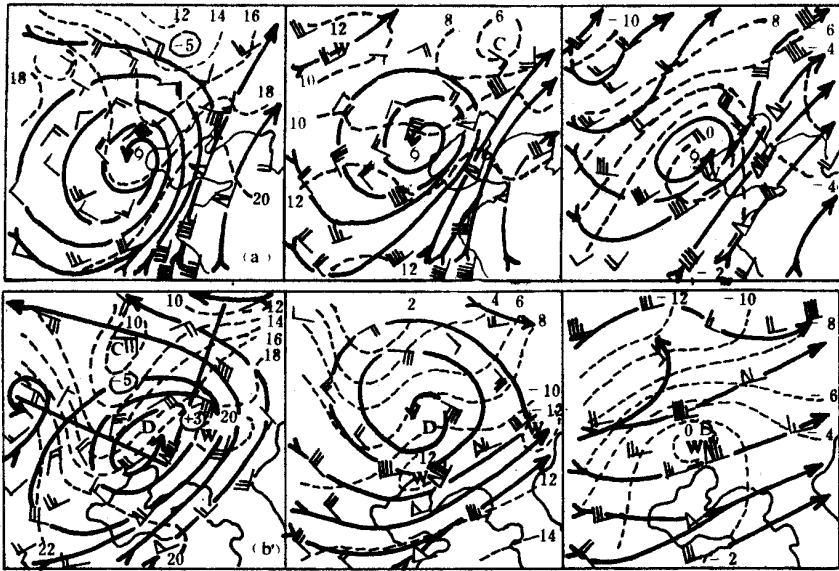


图2 1984-08-10等压面

→为流线;---为等压线;
——为剖面基线

上与西风带云系连结,槽后冷空气从北侧侵入台风的暖湿气团中,低空西南急流与低压后部偏北风分别输送暖、冷平流,使台风内部出现明显斜压锋生。850hPa层冷、暖锋后分别有24小时变温中心配合,平均强度为 -4°C 、 $+3^{\circ}\text{C}$,导致台风变性成温带气旋(图略)。

综上所述,就台风北上到东北地区后变性成温带气旋的过程来看,冷空气路径是来自西风带,位于台风北侧或西北侧,不存在有些中高纬新生发展的温带气旋所常见的高空脊前东北路冷空气^[4],就冷空气强度而言也较之弱些,前者仅为后者负变温值的一半。就暖空气而言,台风本身即为一个高温高湿的气团,它右侧的西

南低空急流同时也向台风东侧进行暖湿输送,它与冷空气相遇即可形成明显的斜压性和冷、暖锋区,使台风失掉热带气旋属性而演变为温带气旋。沿垂直于气旋锋区方向作垂直剖面(图2b)可以看出,它的高空冷暖锋区均很清楚,与典型的温带气旋锋区结构相一致(图略)。

地面图上,变性过程反映的比较清楚。先是北路冷空气与暖空气相交于低压右前方,在那里暖切变及锋区明显,气旋是先有近于东西向的暖锋锋生,降水中心位于锋前。然后,冷槽伴有冷平流进入低压后部,形成冷锋,气旋生成(图3)。

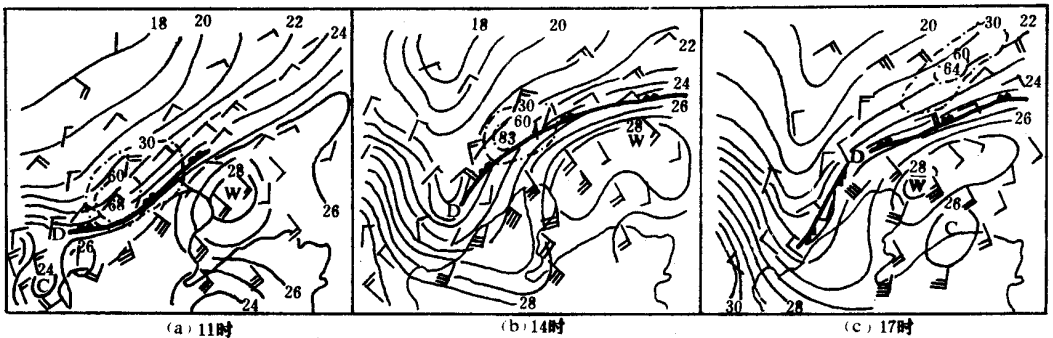


图3 1984-08-10地面天气图

实线为等温线,点虚线为后3小时降雨量(mm);
粗实线为地面锋面

台风在东北生成的温带气旋, 尽管冷暖锋区明显, 但云图上却表现为无带状的冷锋云系, 而暖锋云系比较明显, 这和夏季发生在美国东部及日本附近的台风变性气旋云型相类似。整个云型呈盾状, 与中心不对称分布, 云系及白亮云团位于暖锋前且向东北方向伸展, 左边界光滑整齐呈反气旋方向弯曲, 与 200hPa 急流轴相对应(图 4)。

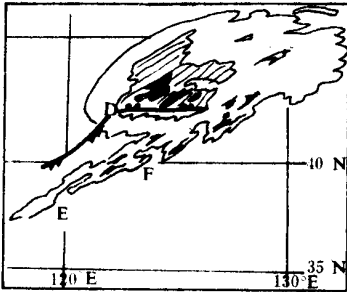


图 4 1984-08-10-20 增强显示云图素描图
EF 为低空急流云带

它与秋季在海上发生的台风与位于其西北方的伴有较强冷空气的冷锋或静止锋正面迎合后所产生的具有明显冷暖锋云系, 甚至出现锢囚的温带气旋云型有较大区别。

4 气旋暴雨及移动

4.1 暴雨特征

由于台风变性成“半热带气旋”时的强度有短时加深, 所伴随的天气也再度发展, 所以由它及演变的温带气旋产生的降水较强, 过程雨量在 250mm 左右。而台风直接变温带气旋的降水较弱, 一般在 100~200mm。最大降水强度在半热带气旋阶段, 1 小时为 67.6mm, 6 小时为 131.4mm。温带气旋阶段, 1 小时降水为 33.9mm, 6 小时为 72.4mm。降水随台风及气旋移动由南向北呈递减分布, 降水中心全部位于气旋的东北侧或北侧。

4.2 暴雨成因分析

4.2.1 水汽条件。台风作为一个低值辐合系统, 尽管它到达中高纬地区后, 性质发生某些变化, 但仍在低压周围产生较强的中低空水汽辐合, 同时低压右侧强劲的西南低空急流作为一支重要的水汽通道将洋面上高能高湿的空气输送到气旋东北侧, 这支急流与 Harrocd 等^[5]总

结的温带气旋中 3 支气流模式中的“暖输送带”的性质和尺度特征相类似。台风加剧了中高纬地区的低空水汽辐合, 出现强烈的水汽辐合中心, 而急流本身又是一条强对流不稳定带, 850hPa 与 500hPa 的 θ_{se} 之差明显大于零, 在卫星云图上与该急流对应的往往有一条由若干碎小积云单体线状排列构成的对流云线, 位于气旋暖区射向暖锋云系(图 4 中 EF)。

4.2.2 动力条件及暴雨产生。一方面低空急流造成其左前方水汽堆积及低空强辐合, 同时高空又有槽前急流右后侧辐散中心与低空辐合中心叠置, 并且上下层两中心一起随台风低压向东北方向移动, 为中高纬地区的上升运动发展提供了有利的大尺度环境场。在地面层, 气旋中心东北侧暖锋附近对应有一条东南或东风与东北风之间构成的中尺度切变线(图 3)。暖锋前的东北气流既有利于地面风场辐合的加强, 又起到冷垫作用, 使来自低空西南方的暖湿空气抬升, 产生初始上升速度, 台风伴同低空“暖输送带”送来的暖湿空气在暖锋上爬升, 然后在有利的低空辐合、高空辐散环境场条件下, 上升运动不断得到加速, 凝结潜热释放, 对流获得发展, 从而在暖锋前方产生暴雨(图 5)。

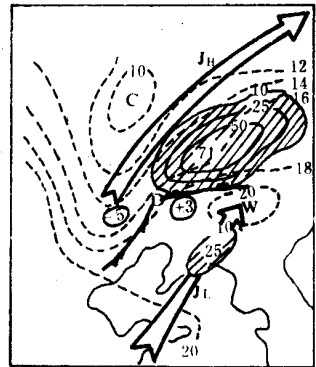


图 5 1984-08-10-20 综合天气图
--- 为 850hPa 等温线; => 为高、低空急流;
阴影区为后 6 小时雨区

气旋周围其他方位尽管有低压自身辐合所产生的低层水汽辐合, 但由于动力条件较差, 只能产生较弱的上升运动, 对应为弱降水或无雨区, 这就形成了该类气旋的主体云系和中尺度云团及其暴雨区位于暖锋前方这种特殊的分

布。

4.2.3 云团与降水的关系。在分层显示的卫星云图上,找出不同云顶温度的云系与雨强的对应关系: $<-62^{\circ}\text{C}$ 的灰白云系雨强为(20~30)mm/h; $<-50^{\circ}\text{C}$ 区为(10~20)mm/h; $<-32^{\circ}\text{C}$ 区为(5~10)mm/h。

4.3 暴雨与气旋的移动

通过5次过程分析发现,台风变性后总是向着气旋东北侧的中尺度云团所产生的暴雨团方向移动(图略)。通过逐时地面图分析看出,在气旋降水中心处由于暴雨反馈作用,凝结潜热释放,往往在几小时内有新的地面气旋式环流生成和发展,而原来的气旋环流总是向此处移动,有时旧环流在移动中逐渐消失,被新的所取代,有时是新老环流合并,维持加强了新气旋。因此在预报这类气旋移动时,可利用云图上气旋北侧白亮云团或暴雨团的位置所具有的指示性来判断和预报气旋的移动及降水的落区。

5 结论

a. 台风北上到东北地区变性成温带气旋皆为台风本身直接受其北侧或西北侧适当强度的西风带冷空气侵入而产生斜压锋区所致。气旋的暖锋锋生在前,冷锋锋生在后,气旋演变的过程与台风路径、西风槽的结构及冷空气强度有

关。

b. 气旋在云图上表现为无带状冷锋云系,云区主要位于气旋中心东北侧呈盾状暖锋云系。暴雨区也集中于气旋暖锋前方,气旋右侧的西南低空急流作为“暖输送带”为暴雨提供了重要的水汽条件和动力条件,在高空急流产生的辐散作用配合下构成气旋暴雨区特殊的分布特征。演变成温带气旋后暴雨的强度比台风和“半热带气旋”阶段要弱许多。

c. 气旋总是向东北方暴雨团的方向移动,并由于暴雨反馈作用时常出现新的辐合环流中心,替换减弱的旧气旋环流,对预报此类气旋的移动具有一定的指示意义。

6 参考文献

- 1 蒋尚城,谢安.西太平洋台风和北方暴雨.北方灾害性天气文集.北京:气象出版社,1981,6-10.
- 2 蒋尚城. 远距离台风影响西风带特大暴雨过程模式.气象学报,1983,41(2),147-158.
- 3 蒋尚城,林楠. 8509号台风与辽宁特大暴雨的卫星云图分析.北京大学学报,1988,24(3),351-362.
- 4 北京大学地球物理系气象专业,河北省气象台. 一次黄河气旋特大暴雨过程分析.大气科学,1976,1.
- 5 Harrold, T. W., Q. J. R. Meteor. SOC., 1973, 232-251.