

台风和西风带系统相互作用及产生强降水的卫星云图特征

叶惠民 江吉喜
(卫星气象中心)

提 要

登陆我国及在我国近海北上台风的外围云系,常常与西风带云系直接或间接地相互作用,在我国华东、华北和东北地区产生暴雨。本文分析了10个登陆台风的18次这种相互作用过程,归纳出三类云型概略图;同时还选择了每类云型的个例,从流场及有关物理量的演变分析了这种相互作用发生的条件,最后给出了这种相互作用的发生及产生强降水的诊断方法。

一、引言

登陆我国和在我国近海偏北移的台风云系,常常与环境场的天气系统云系直接或间接地相互作用,造成在台风环流外围或远离台风环流的地方降雨增幅,以致出现暴雨或大暴雨等剧烈天气,酿成灾害。1985年夏季,8506、8508和8509号台风及其与西风带天气系统的相互作用,在东北地区造成了罕见的洪涝灾害,辽宁出现了特大洪水,损失严重。1986年8月,这种过程再次出现,东北地区又一次出现大暴雨,吉林和黑龙江两省的洪水灾害十分严重。

蒋尚城^[1]、李玉兰^[2]曾对中低纬系统的相互作用做过一些有益的研究。本文运用3小时间隔的GMS IR云图,在普查分析的10个台风中,台风环流与西风带天气系统在我国东部和北部地区共出现18次这类相互作用过程,是中低纬系统相互作用的主要方式。并归纳出台风环流与西风带系统的三种型式的相互作用过程的云型概略图,讨论了相互作用中云型的演变过程及其带来的强降水。

二、台风与西风带云系相互作用中的云型分类及演变

我们选取了1984—1986年9个登陆我国的台风(8407、8504、8506、8509、8515、8517、8607、8615和8617号台风)及1个登陆朝鲜半岛北部后深入东北境内的8508号台风,分析它们的云系与西风带云系的18次相互作用,发现在相互作用时,台风中心一般位于 22°N 以北、 115°E 以东,向北或偏北方向移动,西风带云系一般位于 30°N 以北、 115°E 以东,呈逗点状或带状,相互作用发生在 28°N 以北、 115°E 以东的我国大陆上。相互作用时的云型有三种:倒逗点状云系,中间尺度云团及条状强对流云带。

1. 倒逗点状云系 (11次)

这种云型是由台风云系与逗点状云系(7次)或带状云系(4次)相互作用时形成的,在华北和东北地区产生暴雨或大暴雨。相互作用前(图1a),逗点云系头部呈反气旋弯曲,边界比较光滑,色调较白,后边界整齐光滑且呈气旋性弯曲,尾部一般较模糊,常常为灰色的低云;台风云系不完整,随着台风偏北移而不断地减弱,台风中

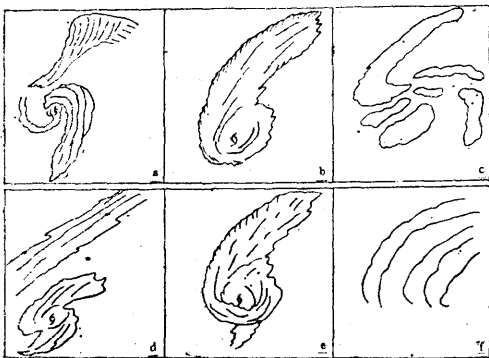


图1 倒逗点状云系演变过程各阶段云型素描图
心北侧的云系为灰一灰白色,南侧的输入云带也明显减弱,但没有完全消失。相互作用时(图1b),逗点状云系的尾部和台风北侧云系合并,构成色调白亮的倒逗点状云系。其头部是原来的台风云系,尾部为向东北方向伸展的反气旋性弯曲的宽云带,北边界有的光滑,有的呈锯齿状,原台风云系南部的

输入云带已消失。相互作用结束后(图1c),倒逗点云系减弱消失,其头部的密实白亮云团已变成灰白一灰色的破碎云团,尾部减弱成一窄条云片或短云带。

台风和带状云系相互作用的过程与上述过程相似,带状云系可长达数千km,宽约500km,没有明显的头尾之分,北边界多为锯齿状,西段常为灰一灰白色的中低云,以后与台风云系连接,发生相互作用,其结果多形成倒逗点状云系,也有极少数为“6”状。相互作用后,常诱生出一个温带气旋和变成东西向带状云系(图1d、e、f)。

图2给出了1985年8月18日16时—19日18时倒逗点状云系形成演变过程中的云图。18日16时(图2a)一个由多层云系组成的逗点云系的西南段东移到了辽宁中部,它对应着500hPa高空槽及地面锋面。受其影响,



图2 1985年8月18日16时—19日18时倒逗点状云系形成演变过程中的云图
a.18日16时, b.18日21时, c.19日00时,
d.19日06时, e.19日12时, f.19日18时

辽宁营口地区曾出现了局地暴雨。18日21时(图2b),它与台风北侧的云系相遇,之后急剧发展,出现多块色调白亮的对流云块。19日00时(图2c)两者合并,云系进一步发展,并呈反气旋式向东北方向伸展,倒逗点结构形成,云系较密实且色调白亮。辽宁中、东部雨势也迅速增大。19日00—06时,6小时雨量,营口由前6小时的21mm剧增到117mm,鞍山分别为71mm和40mm,这是降雨的第1个高潮。19日06时(图2d),有一小逗点云系自西部向倒逗点云系靠近。19日12时(图2e),当倒逗点的头部北上到达渤海北部至辽宁西南部时,其西部与有一小冷槽相配合的小逗点云系的尾部再次合并,在辽东半岛至辽宁中南部地区再次造成暴雨,局地6小时雨量达93mm,这是降雨的第二个高潮。19日18时(图2f),随着倒逗点云系向东北方向移动,小逗点云系头部密实、白亮云区逐渐并入倒逗点云系的尾部,19日18时—20日00时,在吉林出现了第三次降雨高潮,长春和四平的气雨量分别为70和59mm。20日00时(图略)开始,倒逗点云系明显减弱,并诱生出一个温带气旋。

图3给出了倒逗点云系和高低层流场的配置图。由图可见,倒逗点云系出现在对流层中高层大槽的前部,其头部位于200hPa急流入口区右侧,西南气流向下游强烈辐散;而位于对流层中下层(700hPa以下)南、北向倒槽区,辐合较强。这样在倒逗点

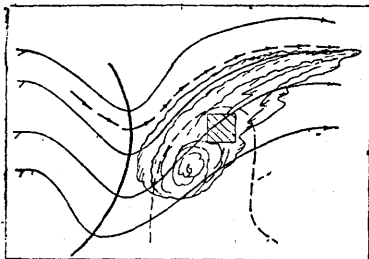


图3 倒逗点云系与高低层流场配置示意图
 流线为500hPa流场,短箭头为200hPa急流轴,
 断线为700hPa以下倒槽区廓线,阴影区为降水区

云系头部,垂直方向上形成了一个有利于暴雨产生的低层辐合、高层辐散的空间环流结构。另外,对流层中高层的这种形势,引导倒逗点云系向东北方向移动。

2. 中间尺度云团

这种云型是由台风云系与带状云系相互作用时形成的,在浙江和江苏南部产生暴雨。在中间尺度云团的初生阶段(图4a),长数千km、宽约7—8纬距的带状锋面云系主体位于海上,整体为多层云系,西段尾部附近为灰—灰白色的中低云,在其与台风外围云系之间的缝隙处,有着星星点点的对流亮点。台风的输入云带主要来自南海北部海面,云带密实白亮,并且从东南象限输入到台风中;另外,还有一些灰—灰白色中低云从东北象限输入到台风中。随着台风云系与带状云系的相向运动,前者与云带尾部云系发生相互作用,触发上述的对流亮点合并,急剧发展成中间尺度云团(图4b)。当它发展最盛时,云团面积约为5×5个经、纬距,云区密实,色调白亮,边界清晰,其生命史一般为12小时左右。相互作用结束后,云团消散,云带与台风北侧云系连为一体(图4c)。

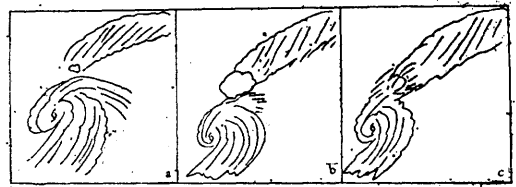


图4 中间尺度云团演变过程各阶段云型素描图

图5是一次台风云系与带状云系相互作用产生中间尺度云团过程的云图。1985年6月24日06时(图5a),一条由多层云系组成的带状锋面云系的主体位于我国黄海至日本东部海面,灰—灰白色的西段云系位于我国的长江中下游地区,8504号台风的中心此时已移至广东的汕头附近,其南面和东面有明显的输入云带,台风最北侧的外围是一片灰色低云区。台风云系与带状锋面云带西段之

间,存在着若干个大小不等的对流亮点。随着台风的偏北移,其外围云系和带状锋面云带西段逐渐靠拢。09时(图5b),这些小亮点在浙江西部迅速合并发展成 4×3 个经、纬距的强对流云团,色调白亮,边界整齐。在06—12时的6个小时中,浙江和江苏南部地区出现了大雨,其中吕泗44mm,上海32mm。12时(图5c),台风外围云系与锋面云带西段连结,云团在长江中下游地区发展到最盛,面积达 5×5 经、纬距。后由于锋面云带东移较快,台风东北象限输入云带减弱,两者的相互作用明显减弱。16时(图5d),中间尺度云团结构变松散,边界已破碎,呈毛发状,色调由边缘向里由白变灰,强度明显减弱,并有与台风脱离的趋势。18时(图5e)在长江口附近海上减弱,浙江北部、江苏南

部6小时雨量也减到13—18mm。

图6是中间尺度云团发展最盛时期的水平流场结构示意图。在近地面层,台风环流的东北部有一股东南气流,与带状云系西段的偏北气流在中间尺度云团强烈发展处强烈辐合。另外,从24日00时,850hPa上就存在着一个轴线近南北向的 θ_{se} 大值区从台风环流的西部伸向辐合区;700hPa上,台风的东半部在东海北部也有一个 θ_{se} 大值区轴伸向辐合区;500hPa上,在东南部和南海北部各有一个 θ_{se} 大值区轴,呈反气旋式弯曲,加入到辐合区中。中间尺度云团就是在云带西端后方的较强冷平流激发下,由原先存在于深厚暖湿辐合区中的小对流单体强烈发展起来的。这里需要指出的是,在中间尺度云团出现的时候,地面天气图上分析不出对应的低压中心。

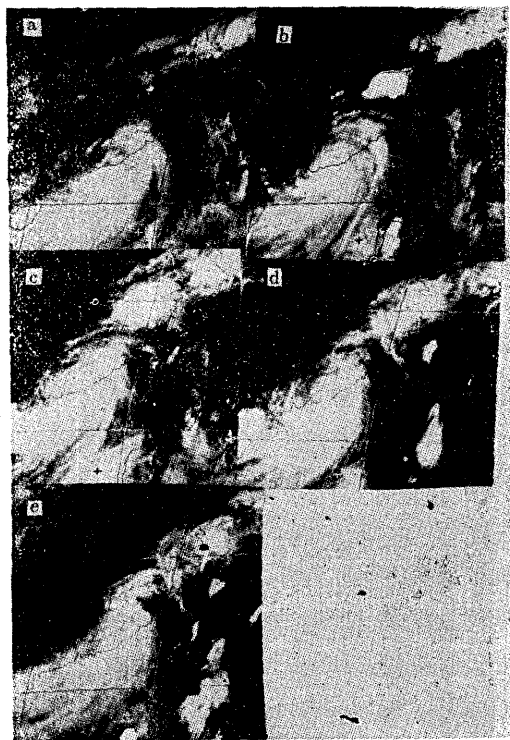


图5 1985年6月24日06—18时中间尺度云团过程的云图
a. 24日06时, b. 24日09时, c. 24日12时
d. 24日16时, e. 24日18时

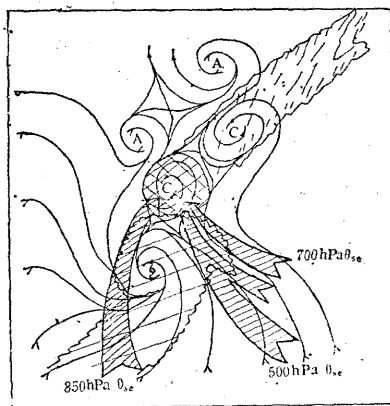


图6 中间尺度云团的流场配置示意图
流线表示地面图上流场

3. 条状强对流云带(4次)

这种云型是由台风与逗点状云系(1次)和带状云系作用时形成的,在山东和江苏北部造成强对流天气和暴雨。

这种过程的主要特点是,台风与西风带云系在相互作用的前期和中期没有发生连结,属于一种所谓的远距离相互作用。过程开始前(图7a),在离逗点云系头部很远的尾部或长云带的尾部处,有一趋于脱离云系主

体的大破碎中、低云块，其内有很小的灰白色对流云块。当台风云系与西风带主体云系移至一定距离后，小对流云块随之迅速发展成长约4—5个纬距的密实、白亮条状对流云带（图7b）。它的西南端边界光滑，另一端向东北方向伸展出丝状卷云。该对流云带已完全脱离其母体，并且距台风云系的最近处大约也有4—5纬距。在它减弱消散过程中，其西段和台风西北侧云系逐渐靠近并连接，但没有再发展，以后就并入了台风输入云带中（图7c）。条状强对流云带生命史为12—15小时。

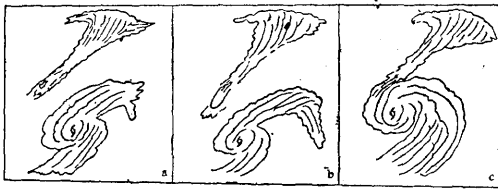


图7 条状强对流云演变过程中各阶段云型素描图

图8给出了1984年8月6日18时—7日12时条状对流云带过程的GMS IR云图。由图可见，6日18时（图8a），一条宽带状云系的西段伸到了山东中南部至河南中部，云系厚薄不均，为灰—灰白色的中低云系，其内有一小亮点。8407号台风此时位于台湾东北面 123°E 附近洋面上，台风东和北部的输入云带十分活跃。在台风和带状云系之间有一宽为4—5纬距、呈东北—西南走向的副高晴空区。随着台风的缓慢西移，7日00时（图8b），台风北面偏东方向的输入云带活跃起来，色调增白，副高晴空区中出现了中低云，上述小对流亮点发展为 1×2 平方纬距的云块，与此对应，山东西南部出现了强降水。当台风在台湾北部登陆时（图8c），台风北面偏东方向的输入云带进一步向北挺进，而渤海以西带状云系西段明显减弱；条状对流云却发展得最盛，宽约1.5纬距、长约4纬距，呈西南—东北向，左半部云系密实、白亮，边界光滑，右半部云系为

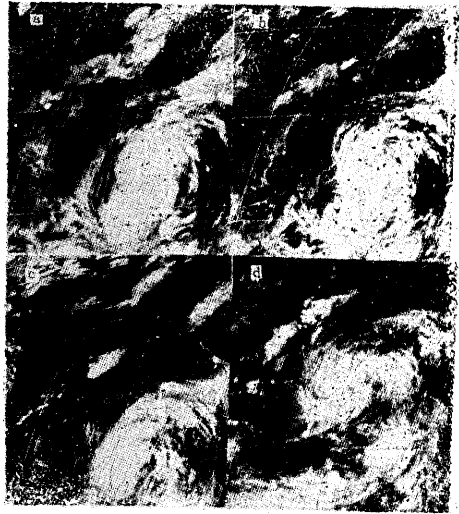


图8 1984年8月6日18时—7日12时条状对流云带过程云图
a. 6日18时, b. 7日00时, c. 7日06时, d. 7日12时

白—灰白，尾部有卷云辐散，类似于强对流的短带状云型。山东西南部雨量再度加大，并出现局地暴雨。12时（图8d），原条状对流云系明显减弱，其西南方的对流亮点则强烈发展成类似的条状对流云。

由上可看出，这类相互作用的前期和中期，台风云系和带状云系似乎没有直接发生作用。但在流场（见图9）上，带状云带位

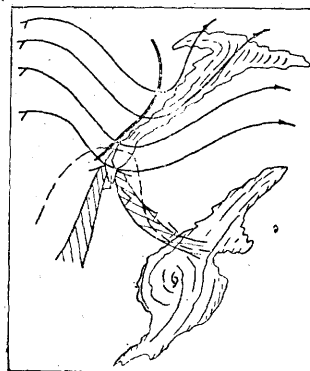


图9 条状对流云附近高低空流场结构
流线为500hPa流场，断线为700hPa以下
倒槽区廓线，风矢为850hPa实测风

于500hPa槽前,其尾部位于槽底前部辐散区,850hPa上,随着副高不断减弱东退,一股东南气流从台风环流伸向带状云系西端,并有一 θ_{se} 大值轴与之配合;另外还有一西南—东北向的 θ_{se} 大值轴与之汇合。700hPa上,云带西端处于一近南北向较强辐合区的最北部,条状对流云就发生、发展在500hPa槽底前部辐散、低层(700hPa)暖湿气流辐合较强的区域中。我们分析的4次条状对流云过程均发生在这种上冷下暖湿的垂直结构中。

三、台风与西风带系统相互作用及其产生强降水的诊断

根据上述分析,台风与西风带云的相互作用过程及其产生的降水强度可以分两步诊断

1. 诊断相互作用是否发生

卫星云图上,台风外围云系与西风带中的逗点状或带状云系相接合并时,就有可能激发出中间尺度云团或倒逗点云系。

卫星云图上存在向北伸展的台风云系和西风带中的带状云系,但两者未连接。一旦对流层低层有倒槽区自台风环流伸向带状云系西端,并且有 θ_{se} 大值轴从台风环流东侧或西侧抵达带状云系西端,可能在带状云系西端产生条状强对流云。

2. 诊断相互作用时三类云型的短时雨

量:倒逗点状云系6小时降雨量为40—70mm;中间尺度云团6小时降雨量为35—50mm;条状强对流云6小时降雨量为25—30mm。

四、小结

本文通过分析10个台风云系与西风带云系相互作用的18次过程得到以下几点看法:

1. 18次过程的共同点是,西风带弱冷空气与热带暖湿空气交汇,激发原先已存在的小对流单体胚胎强烈发展。其实质是温带和热带两种不同性质的气流相互作用的结果。这种相互作用造成强降水时,有的还伴有大风,是台风间接影响东北、华北和华东的一种方式。

2. 相互作用时产生的云型可分为倒逗点状云系、中间尺度云团及条状强对流云三类。前两类造成的降水强度高、范围大,第三类降水强度小,范围也较小。

3. 相互作用时产生的云型不但与西风带中的云型有关,而且同台风与西风带云系的相对距离的关系更加密切。

参考文献

[1] 蒋尚城,利用卫星云图分析中低纬系统(西风槽与热带涡旋)的相互作用,卫星资料分析应用文集,气象出版社,1985,3。

[2] 李玉兰,中低纬系统相互作用的云系特征在暴雨预报中的应用,卫星资料分析应用文集,气象出版社,1985,3。

Image features of the interaction processes between typhoon and westerlies system and heavy rain

Ye Huiming Jiang Jixi
(Satellite Meteorological Centre)

Abstract

Based on the satellite images of eighteen cases, three image types during interaction processes between typhoon and westerlies system are presented. The circulation and physical conditions of interaction occurrence and accompanying heavy rain are analysed.