

台风外围水汽影响的一场暴雨天气分析

1. 吕春雷 2. 郭俊廷

(1. 吉林省辉南县气象局; 2. 吉林省白山市气象局)

摘要: 利用国家级地面自动气象站、区域自动气象站常规观测资料、中央气象台业务共享平台、Micaps 气象信息综合分析资料、雷达云图遥感卫星资料, 对 2019 年 8 月 14—15 日东北地区东、东南部暴雨天气进行分析, 提高防灾减灾气象服务能力。分析表明: 10 号台风“罗莎”外围水汽并入西风槽是产生暴雨的主要原因; 海上暖湿水汽与西风槽带来的冷空气碰撞交汇产生较强的不稳定层结, 造成强对流天气; 物理量风场、低空比湿、相对湿度、垂直速度、对流有效位能大值中心具有较好预报指导作用; 多家数值模式降水预报量值与实况相比稍小, 特别是 12 小时提前准确预报有一定难度, 做好短临预报的气象服务尤其重要; 雷达图监测在强降水短临预报中起到举足轻重的作用; 云图的动态走向, 有利于天气过程的演变分析; 局部地形特征增加了局部降水的强度。

关键词: 台风外围水汽; 暴雨; 天气分析

北上影响东北的台风每年都有, 且东南部地区受台风影响最大, 一般人们认为登陆的台风造成降水、大风等灾害最强, 但事实上并不都是这样, 2019 年 10 号台风“罗莎”15 日在日本两次登陆后, 晚间北上穿过本州岛, 移入日本海面, 转向东北, 强度继续减弱后至消失, 虽未在东北登陆, 受外围水汽影响却给东北东南部带来了较强的降水。

台风是热带气旋的一个类别, 常带来狂风、暴雨和风暴潮。在气象学上, 按世界气象组织定义: 热带气旋中心持续风速在 12 级以上 (即每秒 32.7 ~ 41.4m) 称为台风 (typhoon) 或飓风 (hurricane)。台风通常在热带地区离赤道平均 3 ~ 5 个纬度外的海面 (如南北太平洋、北大西洋和印度洋) 上形成, 其移动主要受大尺度天气系统等影响, 最终在海上消散, 或者变性为温带气旋, 或在登陆陆地后消散, 登陆北上至 30° N 以北转向东北进入黄海北部的 TC (热带气旋) 易造成辽东半岛暴雨天气, 此类移动路径占台风暴雨总数的 53.6%, 降水区多出现在 TC 移动路径的左侧, 但即使北上路径相似的变性台风, 其变性不同时期对所经地区降水也会产生不同影响。暴雨定义, 凡日降水量达到和超过 50mm 的降水称为暴雨, 其中又分为暴雨、大暴雨、特大暴雨三个量级, 分别对应的降水量为 50 ~ 100mm、100 ~ 200mm、> 200mm, 日降水量一般指前一日 8 时 (20 时) 至当日 8 时 (20 时) 24 小时降雨量。影响吉林省暴雨的主要天气系统有切变、冷涡、台风、气旋, 台风影响主要包括直接影响和间接影响, 1951—2012 年间共计 120 个 TC 影响吉林省, 按路径分为消失类、北上类、东转型三类, 相似路径 TC 与西风带系统相互作用及其对暴雨影响的预报技术尚需进一步提高; 短时强降水是指 1 小时降水量 $\geq 20\text{mm}$ 的降水。2019 年 8 月 14 ~ 15 日的暴雨天气属台风外围水汽影响, 东转型, 降雨最大值中心出现在通化市辉南县集贤村区域自动站, 24 小时降水量为 145.7mm, 超过了辉南国家气象观测站日降水量历史极值, 此次强降水具有突发性强、

降水量大、持续时间短而集中、局地灾害性强的特点。本文通过环流形势、物理量、雷达产品、云图资料等分析, 意在众多的天气形势图、物理量场、遥感观测资料中找出受台风外围水汽影响产生暴雨天气具有指导意义的预报产品, 以便积累经验, 提高预报服务的能力, 为地方安全生产、农业防灾减灾做好气象服务决策。

一、降水实况

2019 年 8 月 14 日 20 时至 15 日 20 时东北地区东、东南部出现了暴雨、大暴雨天气, 降雨量特大, 雨强特强, 降雨时间比较集中, 大值区边界比较清晰, 雨带由西南至东北走向, 降雨时间也由西南至东北开始, 雨带内国家级自动站、区域自动站大都出现暴雨或大暴雨。降雨最大值区域集中在吉林省通化、吉林地区, 降雨最大值中心出现在吉林省通化市辉南县集贤村区域自动站, 24 小时降雨量为 145.7mm, 国家级自动站超过 100mm 降雨的有吉林桦甸市 137.2mm、辽宁宽甸 104mm, 多县市出现短时强降雨天气, 降雨时间主要集中在 15 日凌晨 2 ~ 5 时, 特别是辉南县北部乡镇、桦甸市降雨量较大, 3 小时降雨量桦甸市、集贤村站点超 100mm, 小时最大雨强超 50mm, 受短时强降水及暴雨影响, 多个县市受洪涝灾害, 玉米、水稻等粮食作物被淹, 造成较严重的经济损失。

二、天气分析

(一) 高空、地面环流形势分析

500hpa 高空分析可以看出 (图 1), 欧亚上空中高纬度为两槽两脊, 乌拉尔山与鄂霍茨克海分别为一阻塞高压控制, 两者之间为大槽。8 月 14 日 20 时南北各有数条小的短波槽, 到 15 日 8 时, 已合并成几个稍大一点的槽, 短波槽数量减少, 北部闭合等高度中心线 564 线越过 50° N 向南压, 高空槽纵向加深, 宽度变窄, 东北三省都处在槽前, 北部冷涡第四象限槽更强些, 受 9 号台风“利奇马”影响, 渤海湾至山东、江苏、浙江都有短波槽, 海上 10 号台风“罗莎”在日本登陆向西北方向移动。

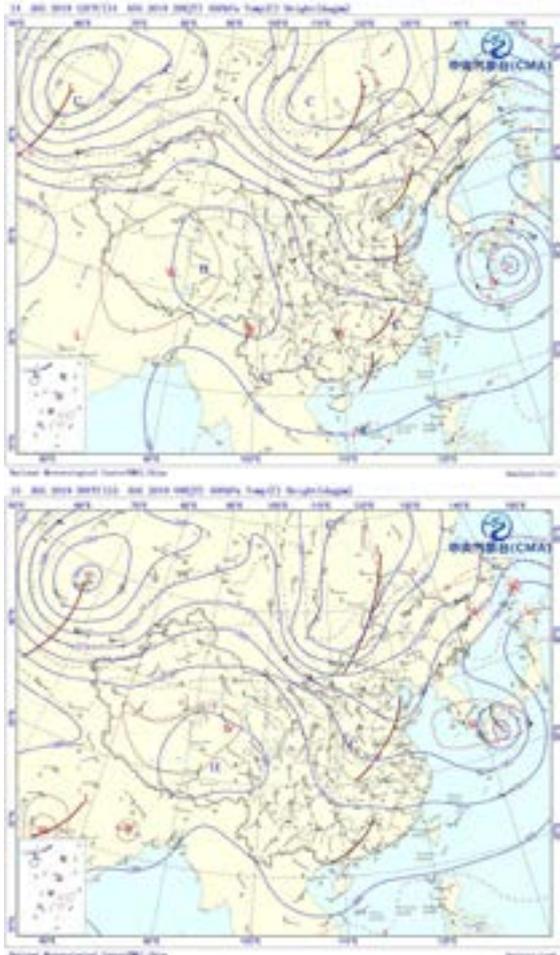


图1 2019年8月14日20时、15日8时高空500hPa高度场
(单位: gpm)

700hpa高空分析14日20时切变线与降雨大值区走向一致,140等高线西北搭韩国南边界,北槽在 50°N 、 120°E 较明显;15日8时北槽与台风槽合并,以台风槽为主,牵动槽的走向, 125°E 经线附近跨 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ 为一纵向切变线。

850hpa高空分析14日20时北槽离台风槽较远,北槽底在 52°N 以北。8时,北槽偏西,低空有切变,北槽底线跨过 50°N 以南,台风外围140等高线已跨入辽宁吉林东南部地区,西北至东南(点 120°E 、 50°N 至台风中心)为一东南伸斜槽,被台风槽牵扯。

海平面气压场分析欧亚地面为青藏高压、贝加尔湖高压,两者南北之间东西向低压带与海上台风低压连成一片。东北大部分地区都为弱低压控制,稳定少动。两台风低压向北抬,对东北东部东南部影响较大。

(二) 物理量诊断分析

8月14日20时至15日20时低层到高层风场分析,低层东南风,高层西风,风随高度顺时针旋转,有暖平流,台风外围入流带来海上暖空气,850hpa有西南风低空急流,低层有切变,2~5时500hpa到底层湿区比较深厚,700hpa附近上升速度为大值中心,均与小时最大雨强降水时段一致。降雨量最大值中心的集贤

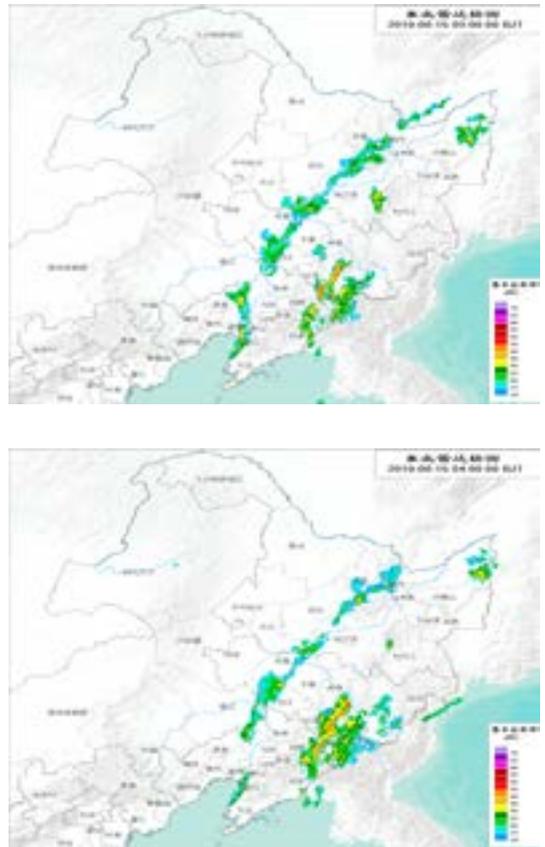


图2 2019年8月15日03:00、04:00雷达基本反射率因子图

站,欧洲14日8时至15日20时时间垂直剖面分析,400hpa以下湿度比较大,2~5时700hpa附近P坐标上升速度大值中心为 $-150(10e-2.\text{Pa}.\text{s}^{-1})$,90%以上湿区连续达到最大范围,与小时最大雨强降水时段一致。

8月15日2时至8时比湿场分析,雨带大值区700hpa比湿值一直维持在 $10\text{g}/\text{kg}$ 以内,整层水汽含量值为 $50(\text{kg}.\text{m}^{-2})$ 以上,大值中心值超 $60(\text{kg}.\text{m}^{-2})$,随时间较稳定没有太大变化,水汽通量850hpa降水区数值为 $9(\text{g}/\text{cm}.\text{hpa}.\text{s})$ 线内,预测较配合,950hpa数值中心偏西北,700hpa数值中心偏东南,降水区对流有效位能为 $1000\text{J}/\text{kg}$,k指数0~3时本区都在数值 30°C 以上,大值区在 35°C 以上,si指数为 3°C 线内,无指示意义。

多家数值模式降水预报,13日20时启报14日20时—15日20时24小时降水量预报,欧洲模式预报大雨、局部暴雨,雨带与降雨大值区与实况比较接近,日本模式预报黑龙江境内暴雨较好,辽宁和吉林量级大雨以下,雨带与降雨大值区实况位置较好,美国全球模式预报辽宁境内大雨、局部暴雨较好,总的说三家模式预报量级与实况相差较大。

(三) 雷达图分析

8月15日2时至8时,东北境内有三条西南至东北向带状回波,营口—阜新—铁岭—四平—长春—哈尔滨

一条（北部回波），维持着9号台风“利奇马”残余水汽与西风槽合并的弱冷锋云系回波，一条丹东—抚顺—通化北—吉林南10号台风“罗莎”外围水汽与低涡共同影响形成切变云系回波（中间回波），一条通化—白山切变云系回波（东南回波），长春—哈尔滨北部回波随时间逐渐减弱，到7时已无多大影响，中间回波随时间逐渐加强，3:00至4:00回波强度达到最强，带状回波清晰，抚顺—桦甸市一线有多个回波强度中心，中心强度超60DBZ，多个超级单体风暴沿切变线西南向东北移动，造成当地短时强降水，6:00后开始减弱，回波强度在40DBZ以下，为稳定性降水，8点以后减弱在30DBZ以下。

雷达图显示水平尺度小于10KM的小尺度回波块以呈“一”字排列，相对较独立，移动形成“火车效应”，强度大于50DBZ，从西至东移动，造成该时段降水量两区域站点短时强降水。

（四）云图分析

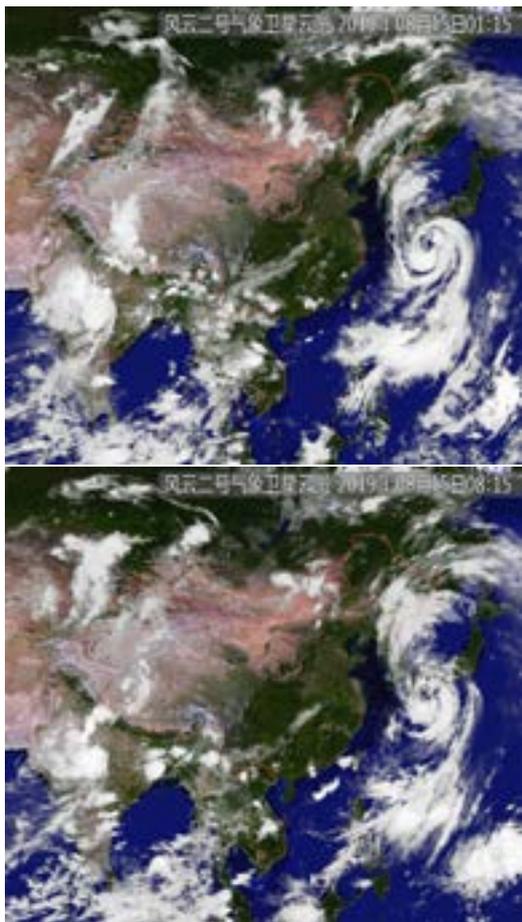


图3 2019年8月15日01:15、08:15云图

从云图的动态走向中可以清楚地看出10号台风外围云系与西风槽冷锋云系逐渐合并的过程，01:15云图中与回波相对应的三条西南至东北向的带状云系，北部为西风槽冷锋云锋，中间与东南为台风外围云系，08:15云图中台风外围云系与西风槽冷锋云系逐渐合并为片状，期间冷锋云系中有多个对流云团，在降水落区重复

移动，造成强降水。

（五）地形作用

吉林省通化市2/3以上面积为山区，属长白山系。南部是鸭绿江与浑江之间的老岭山区，中部是浑江与辉发河之间的龙岗山脉，北部为低山丘陵区，是山地和平原的过渡地带。地势由南向北沉降，形成南高北低的地势地貌。辉发河系属松花江水系主要支流，沿龙岗山脉东北流向，经柳河、梅河口、辉南、桦甸入松花江，辉南县、桦甸市正处在长白山脉与平原的过渡带，是进出长白山的重要通道和门户，在辉南和磐石相邻之间为松花江支流辉发河，水源比较充沛，水库、河流较多，地势较为平坦，但向东北、东、东南海拔不断升高，处于长白山西麓山前的迎风坡，对系统具有抬升的作用。

三、结束语

本文通过常规观测、气象信息综合分析、遥感卫星等资料，对2019年8月14~15日东北地区东、东南部暴雨天气进行诊断分析，得到如下结论：

台风外围水汽的入流，提供充足的水汽。本次天气过程大尺度天气系统为北涡南槽型，东北冷涡主体偏北东南伸，华东渤海湾一带有短波槽北抬，槽前西南低空急流有利于10号台风外围水汽流入西风槽。

不稳定层结，导致强烈的上升运动。海上的暖湿水汽与西风槽的冷空气相遇，造成上冷下暖的强烈不稳定层结，加之低空切变、较强的垂直上升运动及特殊地形为此次强降水产生增强了动力条件和水汽来源，产生强对流短历时强降水、雷暴天气。

多家模式降水量级与实况相差稍小，但低空物理量场比湿、相对湿度、垂直速度、对流有效位能大值中心具有较好预报指导作用。

雷达图动态在强降水短临预报中起到举足轻重的作用，能有效地捕获中小尺度系统的活动路径，结合自动站实况资料能够较好地分析此次天气过程演变。

参考文献：

- [1] 丁德平, 李英. 北京地区的台风降水特征研究[J]. 气象学报, 2009;67(5):864-874.
- [2] 梁军, 李英, 张胜军, 等. 影响辽东半岛两个台风Meari和Muifa暴雨环流特征的对比分析[J]. 大气科学, 39(6):1215-1224.
- [3] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文, 等. 天气学原理和方法(第四版)[M]. 北京: 气象出版社, 2007:07.
- [4] 秦元明, 孙力, 王晓明, 等. 吉林省天气预报技术手册[M]. 北京: 气象出版社, 2014:01.
- [5] 赵思雄, 孙建华, 2013. 近年来灾害天气机理和预测研究的进展[J]. 大气科学, 37(2):297-312.