

文章编号: 2096-1618(2021)01-0086-09

1822 号台风“山竹”演变特征分析

曾 琰^{1,2}, 王 伟¹, 胡佳洁¹

(1. 成都信息工程大学大气科学学院 四川省高原大气与环境重点实验室, 四川 成都 610225; 2. 中国人民解放军 96733 部队, 湖南 怀化 418300)

摘要:为了解 2018 年第 22 号台风“山竹”的环流等特征,利用日本气象厅热带气旋最佳路径数据集、中国气象局提供的测站降水资料和欧洲气象中心环流、海温数据,对其路径、强度变化、海温背景、环流特征、水汽输送特征以及动热力物理量场进行分析。结果表明:“山竹”生成后先西行,后转为西北行并依次登陆菲律宾、广东台山市海晏镇;台风发展演变过程中,中心气压和中心最大风速变化呈负相关。“山竹”移动路径主要受西太平洋副热带高压(简称副高)南侧偏东气流影响;台风发展至强盛过程中,环境风垂直切变跳跃式变低,最低值可达 1.51762 m/s,有利于维持“山竹”的暖心结构,促使其强度一直维持较高数值;下垫面较高海温的维持也为“山竹”的强盛发展提供了有力支撑。“山竹”在海晏镇登陆前后形成强降水过程,其水汽主要来自孟加拉湾和南海;同时台风中心附近有很强的辐合上升运动,广东地区上空的上升区与广西西部和台湾南部海域上空的下沉区构成垂直环流圈,充足的水汽供应和强烈的辐合抬升运动,致使台风登陆前后暴雨持续发生。

关键词:气象学;天气分析;台风“山竹”;环流特征;水汽输送;海温

中图分类号:P458.1+24

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2021.01.014

0 引言

中国是世界上台风登陆最多,灾害最重的国家。2000–2013 年,每年平均有 7.6 个台风在中国沿海登陆^[1]。同时由于台风灾害发生频率高,危害程度大,波及范围广,带来的狂风暴雨常给受影响地区造成严重的灾害而受到气象工作者的广泛关注。

早在 20 世纪 80 年代,丁一汇等^[2–3]分别从动力学、温度和湿度场等方面详细研究了台风结构特征,之后有学者研究了中纬度长波槽对台风发展的影响^[4–5],以及台风与中纬度环流系统的相互作用^[6]。随着国内外监测手段的发展,数值模式和资料同化等理论和技术的进步,台风的研究已取得显著成效,其研究内容涉及诸多方面。周玲丽等^[7]用 WRF 模式再现了台风“海棠”造成中尺度暴雨的边界层强中尺度辐合带系统,有利于进一步分析台风暴雨。刘瑞等^[8]利用 WRF 模式选择几种云微物理方案对台风进行相关研究,以便能较好地模拟台风暴雨的范围和强度。冯佳宁等^[9]基于 WRF 模式,运用雷达资料同化对台风“彩虹”进行了数值模拟改进,其结果能更好反映台风“彩虹”近海加强的过程。Srivastava 等^[10]应用多普勒雷达资料同化,有效改进了台风动热力结构、移动路径

等方面的模拟效果。龚俊强等^[11]基于 WRF 模式和 WRFDA 三维变分同化系统,将无线电探空和飞机观测资料二者同时同化,有效改善了对台风移动路径和中心附近最低气压的模拟,并且对台风的降水预报在中雨和特大暴雨方面有明显改进。许变等^[12]以 1011 号台风为个例诊断分析了“凡亚比”台风的合力散度水平分布及演变过程,发现合力散度演变能较好地反映出台风强度及结构的发展与演变。温晓培等^[13]针对超强台风 SANBA 进行了涡度和环流收支分析。颜玲等^[14]针对 1401 号台风 Matmo 进行了动热力结构和水汽输送特征分析,揭示了台风内部系统结构和降水环流因子对预报台风登陆时造成暴风雨灾害的重要性。何晓彤等^[15]用 GRAPES_MESO 模式对 1513 号台风苏迪罗进行了数值模拟,通过与实况资料对比分析了台风云系时空演变特征。地形因素对台风的影响也是不可忽视的,赵玉春等^[16]就台湾岛地形对 1614 号台风“莫兰蒂”的影响进行了研究,地形敏感性实验证实了台湾地形对台风引发暴雨的重要作用。当前,通过各种监测和手段已能较好预报出台风的路径,但对于台风路径突然转向(如南海台风路径北翘、路径回旋等)的预报仍面临着许多严峻的考验^[17]。

2018 年 9 月台风“山竹”先登陆菲律宾,后在中国广东台山海晏镇登陆,是有可靠气象记录以来登陆广东的最大台风,对珠三角地区造成了极大影响。文中

收稿日期:2019-11-22

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41005034);公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY201506001)

将对 1822 号台风“山竹”在西北太平洋洋面上生成后西行,先后登陆菲律宾以及中国广东过程中的各气象要素进行分析,辅以涡度、散度等动热力物理量场的特点分析,旨在揭示“山竹”在生成发展到登陆减弱过程的时空演变特征,阐明天气环流形势、不同内部结构配置对台风山竹的发展以及降水强度和落区的影响,希望能够为台风风雨预报提供一定依据。

1 数据与方法

选用日本气象厅提供的热带气旋最佳路径数据集,再现台风路径、中心气压以及最大风速。选用欧洲气象资料中心提供的再分析资料和海温数据,其中位势高度场、风场、水汽、温度等要素水平分辨率为 $0.75^\circ \times 0.75^\circ$,下垫面海温数据的水平分辨率为 $0.125^\circ \times 0.125^\circ$,时间分辨率均为 6 h。降水实况选用中国气象局提供的每 6 h 累计降水量站点资料。

选用的特征物理量计算公式如下:

$$\text{水平散度 } D = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \quad (1)$$

$$\text{单层水汽通量 } F = \frac{1}{g} q V \quad (2)$$

$$\text{单层水汽通量散度 } A = \nabla \cdot \frac{1}{g} q V \quad (3)$$

$$\text{风速垂直切变 } vws = \sqrt{(u_{200} - u_{850})^2 + (v_{200} - v_{850})^2} \quad (4)$$

其中, u, v 为风速的纬向风和经向风, q 为比湿, V 为全风速, g 为重力加速度, u_{200} 和 u_{850} 表示 200 hPa 和 850 hPa 等压面上的纬向风速, v_{200} 和 v_{850} 表示 200 hPa 和 850 hPa 等压面上的经向风速;环境垂直风切变,采用将一定区域内 200 hPa 平均风场矢量和 850 hPa 平均风场矢量的差来表示。参照 Palmer C K^[18] 的方法,以热带气旋位置为中心,在 $10^\circ \times 10^\circ$ 正方形网格区域内,分别对 850 hPa 和 200 hPa 层上的 u, v 求区域平均,进而求出风速垂直切变大小。

2 “山竹”路径、强度及降水

“山竹”的移动路径及强度变化(图略)特征为:2018 年 9 月 7 日 08 时,在国际换日线以西海域生成的低压升格为热带低压;9 月 9 日上午 8 时 45 分,其强度升为台风;其后,“山竹”沿偏西路径前进,经过关岛附近海域;11 日以后路径逐渐转为西偏北方向,强度和体积继续增大;15 日凌晨台风“山竹”登陆菲律宾北部,临近中午时分,离开菲律宾并以每小时 25 km 的

速度向南海行进;16 日 17 时,“山竹”在广东台山海晏镇登陆,登陆时其中心附近最大风力达约 31 m/s,中心最低气压为 955 hPa;17 日台风强度迅速减弱,到 14 时其降为热带低压,到晚间停止对其编号。

图 1 是台风的强度随时间的演变。8–12 日台风中心最大风速不断增大,气压不断减小,从图 1 可以看到 10 日由于环境垂直风切变值较大,“山竹”强度发展较为迟缓,之后(10–12 日)垂直风切变以跳跃式迅速减小,台风强度也继续猛增,到 12 日 08 时达到环境所能承受的极限,垂直风切变值最低达到 1.51762 m/s,“山竹”才暂时停止加强,中心最低气压达到 905 hPa,最大风速达到约 56 m/s。15 日凌晨台风登陆菲律宾后,可以看到气压逐渐升高,风速迅速减小,到 16 日 17 时登陆海晏镇后,由于地形摩擦使得台风强度进一步减弱,但依旧给广东广西贵州一带带来大量降水(图 3)。17 日 08 时台风消亡,垂直风切变值为 0,原中心所在地气压约为 1000 hPa。

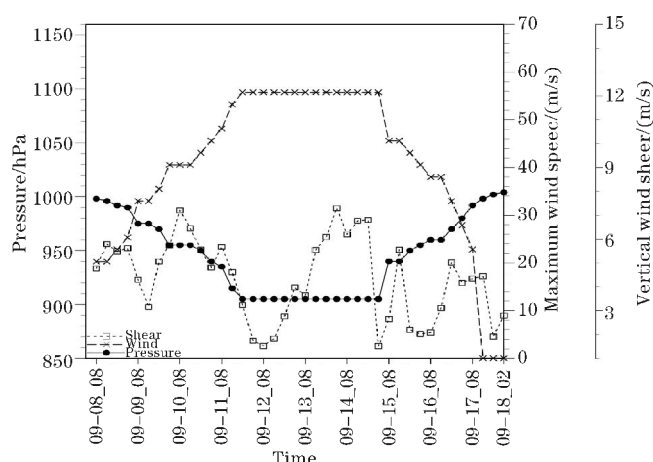


图 1 1822 号台风最大风速、中心最低气压以及垂直风切变的时间演变

图 2 给出了实际海温与 26°C 做差值所得的海温距平分布图。广阔的暖洋面(超过 26°C)是台风得以发展如此壮大的重要原因。9 月为夏季向秋季过渡,太阳直射点由北向南移动,所以导致海温变暖,积攒了较多能量。台风生成初期海面温度基本大于 26°C (图 2a),特别是台风移动路径一带,普遍温度差达 3°C 。到 12 日,菲律宾以东海洋面温度极高,温度差达到 4°C (图 2b),而台风“山竹”即将进入这最暖的海洋面,强度也得以维持加强。到 14 日 08 时,虽然之前有台风“百里嘉”发展经过,但南海地区海温依旧很高(图 2c),到 15 日台风经过菲律宾岛后,虽然强度有所减弱,但依旧能获取充沛能量维持其庞大的环流。这与前人的研究结论一致^[19]。

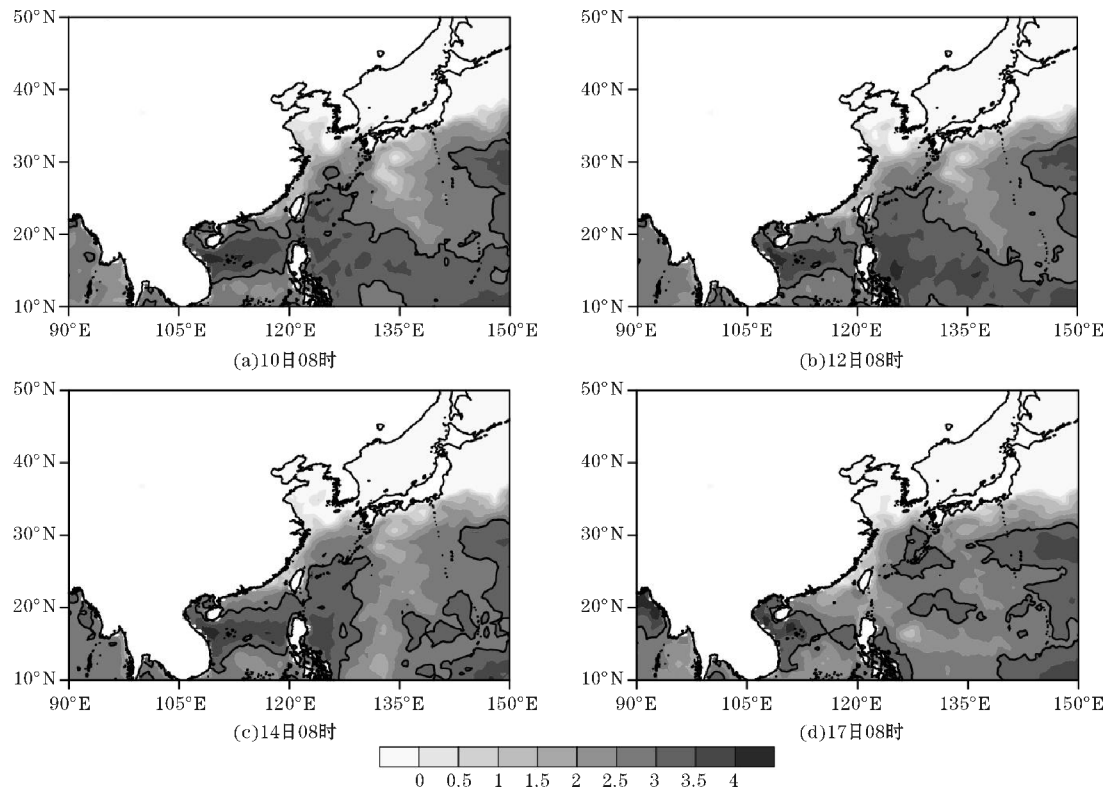


图2 1822号台风演变过程中实际海温与26℃差值分布图(黑色实线是温差为3℃等值线)

16日上午开始,受到台风“山竹”宽广的环流影响,广东沿海地区降水量开始逐渐增多(图3a),到下午14时,虽然台风眼还没有登陆广东,但是其西北部大部分主体已经影响广东沿海一带,降水量急剧增加,越靠近海洋降水量越大,最大达到40 mm以上(图3b)。到16日20时,降水强度持续增大,并且影响范

围也显著增加,从广东沿海一带扩大到广东广西以及福建区域(图3c)。到17日08时,台风主体已经移动到广西,台风强度明显减弱,降水范围维持,强度显著降低,到17日20时,台风主体影响的两广云贵地区降水强度进一步减弱,此时停止对“山竹”进行编号,可以说台风本身环流所造成的降雨已经宣告结束。

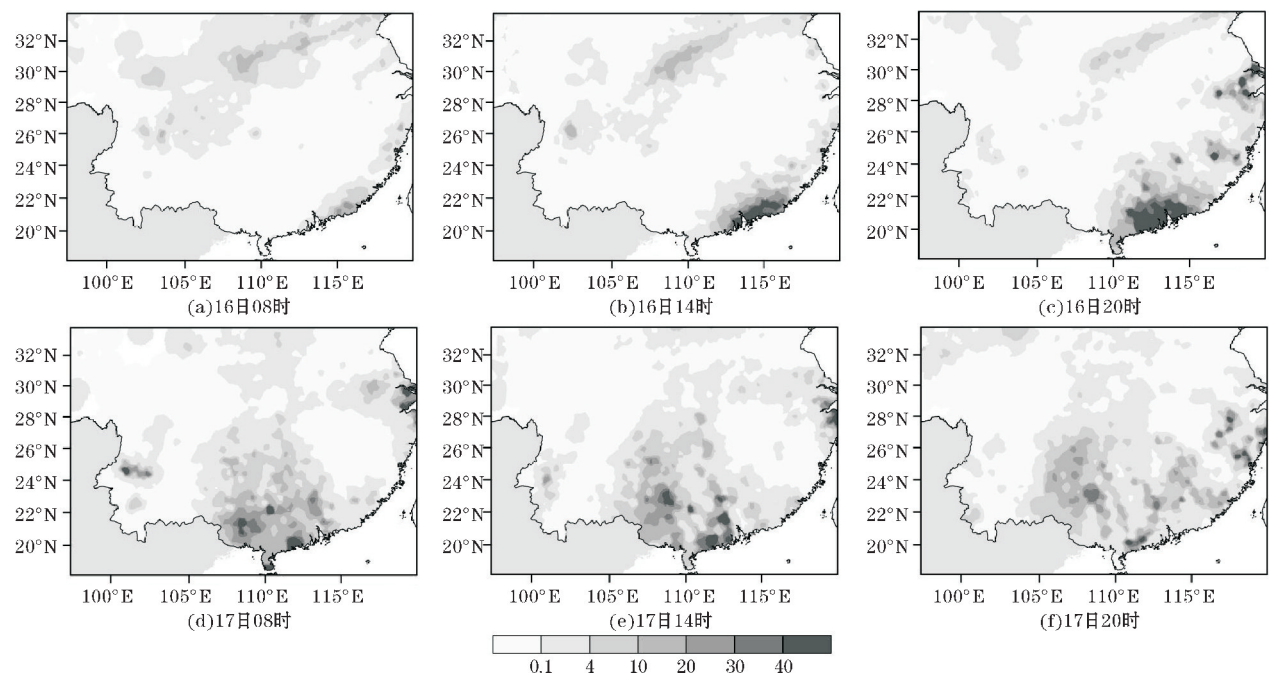


图3 1822号台风登陆广东前后6 h累积降水量分布图

台风在广东登陆后,16日20时(图3c),江苏南部到上海地区出现范围很小但降水强度很大的暴雨点,最大6 h降水量达40 mm以上,随时间变化暴雨区逐渐向南推移蔓延到浙江北部地区。这部分地区很明显远离台风主体范围,乃是台风外围形成的倒槽造成^[20-22]。根据中国气象局发布的资料(略)可知,苏州常熟在此次过程中遭特大暴雨袭击,一夜之间雨量接近300 mm,超过“山竹”本体在珠三角的雨量最大值,再次论证了陈联寿等^[23]在中国台风特大暴雨综述中提出的台风外围尤其是台风倒槽引发的暴雨可能会超过台风本体暴雨。

3 环流形势和水汽通量的演变

500 hPa 位势高度和风场空间分布演变图上,副高强势稳定维持,“山竹”登陆前一直受副热带高压调控。图4(a)中,位于中国南海的台风“百里嘉”已经减弱消退,太平洋高压和大陆高压连成东西向的高压

坝,控制着中国大部分地区。台风在副高南侧偏东气流的引导下一直以西行路径前进,且范围强度不断增大。在“山竹”靠近菲律宾时,由于副高在其东南侧插入(图4b),台风路径由原来的偏西路径转为偏西北路径。登陆菲律宾后,台风强度虽由于地形摩擦有所减弱,但因成功避开菲律宾最高的两座大山从而仍保留了一定的强度。随后“山竹”向中国广东方向行进,由于台风“百里嘉”的发展和消退,南海地区为台风“山竹”提供了一定的扰动能量,所以进入南海之后台风强度得以继续维持(图4c)。“山竹”登陆广东后,副热带高压减弱东退,维持在中国东海地带,且有部分仍控制着中国华南到西南一带,副高中心强度依可达5900 gpm,此时台风“山竹”受副高西侧东南气流影响路径以西北方向为主(图4d~e)。在大陆高压偏北冷空气的影响下,台风“山竹”移速减缓,由于下垫面摩擦作用强度也迅速减弱,到17日08时到达广西(图4f),到17日晚间,“山竹”到达广西和云南交界处,减弱为热带低压,很快就停止转动,此次台风活动结束。

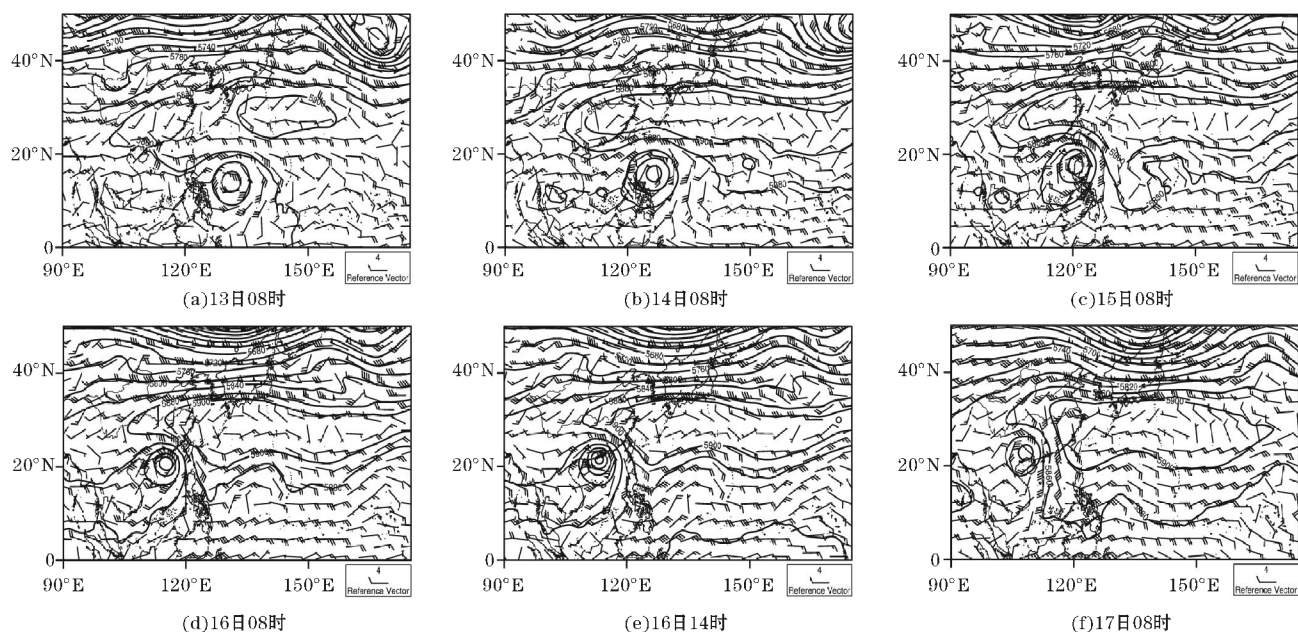


图4 1822 号台风登陆广东前后 500 hPa 位势高度和风场分布图

图5为台风“山竹”16日17时登陆广东前后850 hPa的位势高度场和风场分布图。图5(a~b)中台风中心还没有登陆广东,但因其范围宽广,周边环流已经开始影响两广地区,从而造成相应较强降水(图3a~b)。从阴影区域可以看到,台风正式登陆前后3 h(图5c),都有较强的西南急流(>16 m/s)把暖湿水汽源源不断地从孟加拉湾和南海输送到台风“山竹”内部,有利于台风强度的维持,并给两广地区输送水汽和

能量,形成较强降水(图3b~c)。17日08时(图5d)台风强度迅速减弱,低空西南急流不再明显,暖湿空气带来的能量(潜热)减弱,再加上受地形摩擦影响,台风强度继续大幅度减弱。但值得注意的是,由于台风“山竹”环流广阔,能量充沛,其逐步消散减弱的过程中强盛的东南气流并没有减弱(图5d~e),它与南下的冷空气汇合继续造成强度较大的降水(图3d~e)。

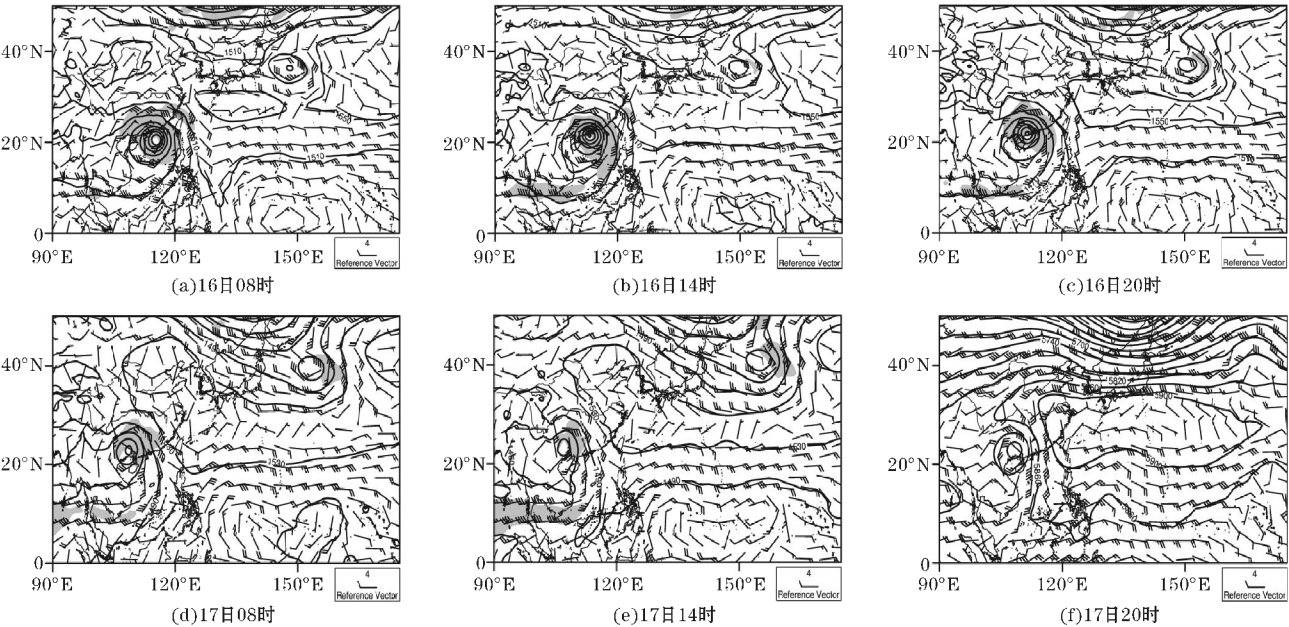


图 5 1822 号台风登陆广东前后 850 hPa 的位势高度和风场分布图(阴影区代表风速大于 16m/s 的区域)

台风“山竹”登陆中国阶段,水汽输送来源主要有两条(图 6a):一条是西南气流带来的孟加拉湾和南海的水汽,一条则是西太副高南侧偏东气流带来的水汽。有利于台风“山竹”在中国广东广西地区形成暴雨天气。台风“山竹”登陆后(图 6b~c)水汽输送呈现出明显的不对称结构,台风中心偏东北侧为明显的水汽通量大值区,为东侧对流系统发展提供了充沛的水汽,

这种不对称结构,主要是由于下垫面的变化导致。由于广东北侧为丘陵地带,地形的阻拦作用使得水汽在此处聚集,造成广东沿海地区的大暴雨。到 17 日 08 时(图 6d),水汽输送通量明显减少,没有了充足暖湿空气的供应,台风“山竹”强度迅速减弱,降水强度相应降低(图 3d)。

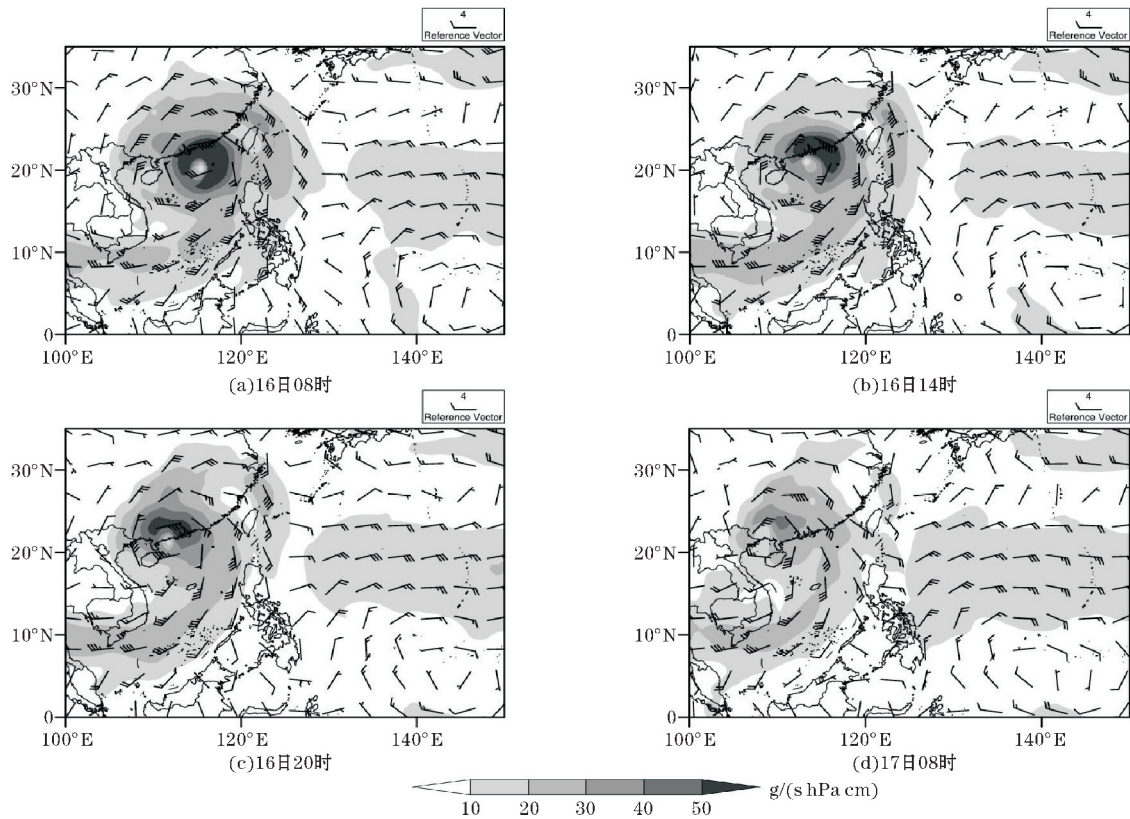


图 6 1822 号台风登陆广东前后 900 hPa 风场和水汽输送通量图(填色区为水汽通量)

图 7 给出了 850 hPa 水汽通量散度的分布演变,辐合区与辐散区基本成对称分布,整个辐合区成西北-东南走向,辐合强盛区位于台风中心的西侧(图 7a~c),且强度较大,为广东地区的强降水带来充足的水汽。从水汽通量散度剖面图上可以看到 16 日 14 时(图 7d),台风登陆前,水汽辐合区主要集中在 700 hPa 以下,广东沿海地区发生强降水的水汽来源主要为对流层中低层,16 日 20 时(图 7e)水汽通量辐合区强度虽有所减弱但范围从 1000 hPa 一直延伸到 500 hPa。17 日 14 时(图 7f),低层水汽辐合,高层辐散,有利于降水的持续。但从上文可知(图 3),此时台风主体环流造成降水的比重已经大幅降低,乃是其外围仍旧强盛的东南气流与冷空气交汇形成的强降水。

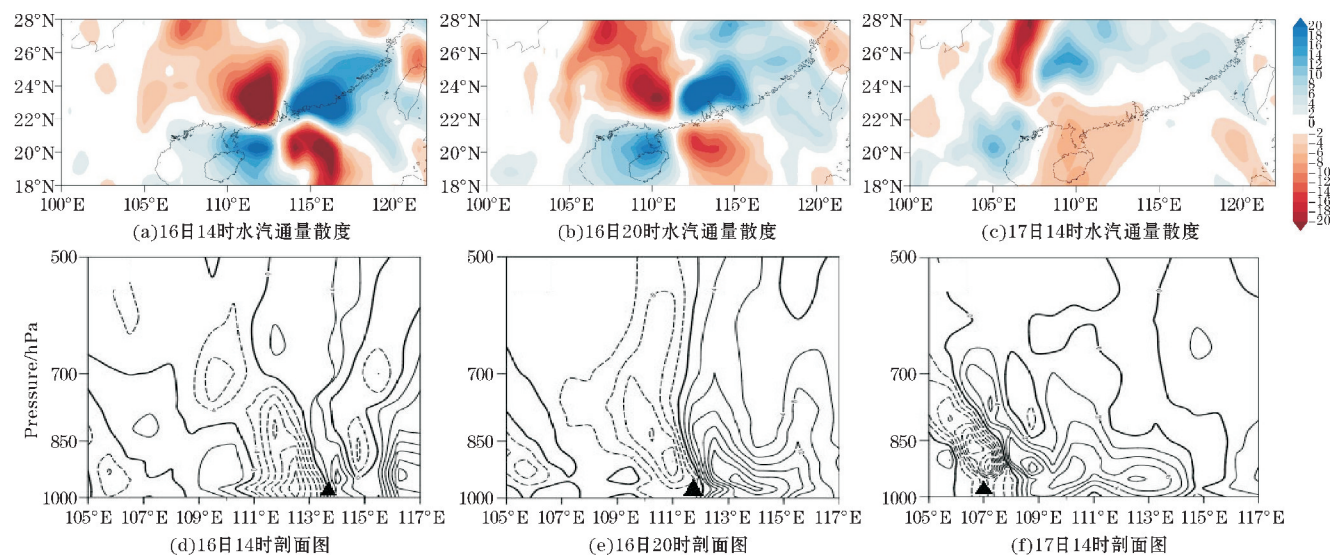


图 7 1822 号台风登陆广东前后 850 hPa 水汽通量散度图和水汽通量散度剖面图
(红色(蓝色)区域为辐合(辐散)区,虚线(实线)为辐合(辐散)区,三角形为台风中心位置)

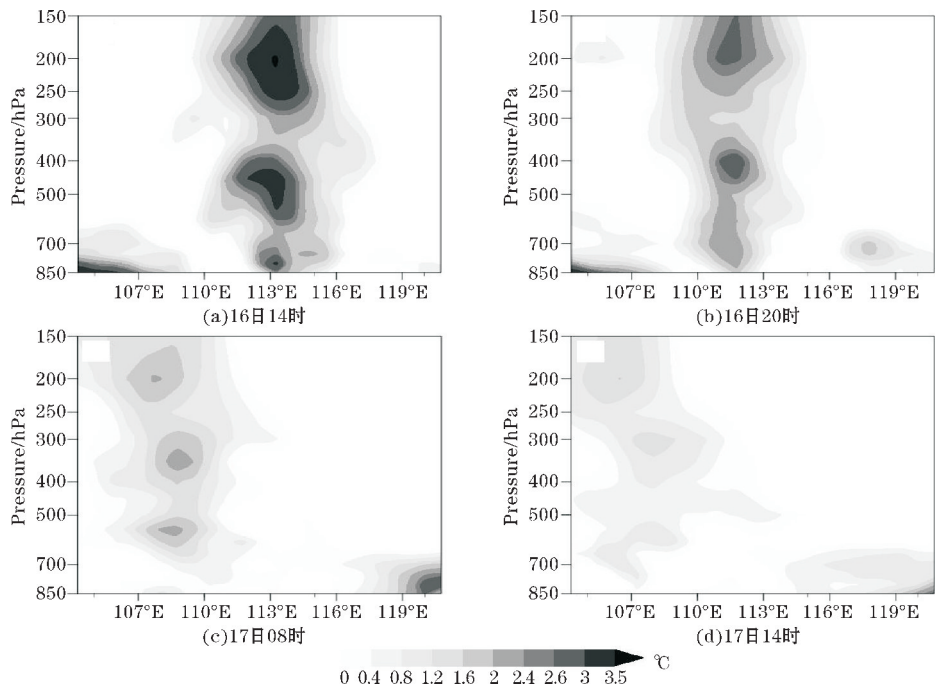


图 8 1822 号台风登陆广东前后台风中心温度距平场垂直剖面图(填色区为暖温度距平分布)

图9给出了垂直速度的垂直剖面图,16日14时(图9a)台风登陆广东前,台风中心两侧都有很强的上升速度,强中心都处于850 hPa上下的位置。此时台风“山竹”还没有登陆广东,但由于其宽广的外围环流广东沿海地区已经开始形成强降水天气(图3b),并且广东地势大体为北高南低,强烈的偏东气流遇到迎风坡开始被迫抬升,有利于广东低层上空有强烈的上升运动。而到广西西部和台湾南部海域,垂直运动转为下沉运动,与台风主体中的上升运动形成一个显著的垂

直环流圈,并且上升速度明显大于下沉速度,有利于降水的持续发生和强度的维持。16日20时(图9b),台风登陆广东后,广东大部分地区上空都以上升运动为主,强中心依旧维持在850 hPa附近,速度大小有所减弱,且台风西侧上升速度水平梯度要明显大于东侧速度水平梯度,这可能是由于登陆后西侧更长时间受到地形摩擦影响。17日14时(图9c)台风中心西移到广西西部地区,上升速度已明显降低,垂直环流圈也逐渐消散,降水强度显著减少。

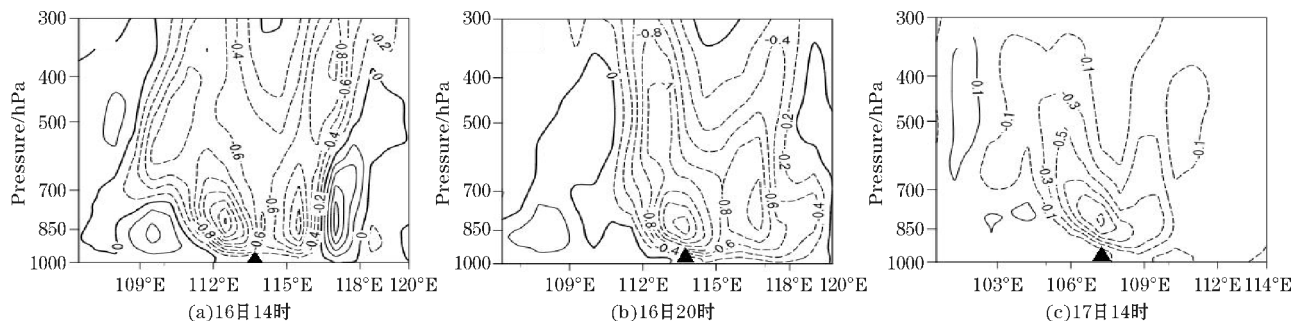


图9 垂直速度垂直剖面图(实(虚)线为下沉(上升)运动,三角形代台风中心(下同))

涡度散度垂直剖面图(图10)与垂直速度图有着很好的对应。台风登陆前,台风中心西侧即广东地区有很强的辐合区,且主要位于700 hPa以下(图10a),对应图9a中的强上升中心,给当地带来了很大降水。到台风登陆后(图10b),台风中心上空为大片辐合区从1000 hPa一直延续到300 hPa。并且正涡度中心与

散度中心从空间配置上看两者位相相差 $\pi/2$, 大气处于非地转平衡态,对应此时有很强的重力波,进而激发积云对流,两者互相促进加强,有利于暴雨的形成^[24]。17日14时(图10c),辐合中心与正涡度中心逐渐重合,不利于重力波的发展,台风上空的辐合强度明显减弱,对应上升运动减弱,降水强度相应减弱。

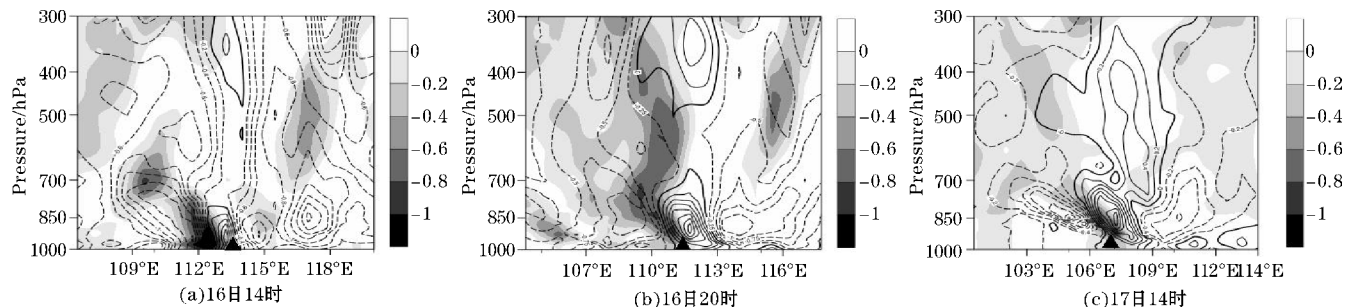


图10 涡度散度垂直剖面图(实(虚)线为正(负)涡度,阴影部分为辐合区)

5 结束语

1822号台风在西太平洋生成进而西行,先后登陆菲律宾和中国广东的过程中的强度变化,海温背景,降水落区和强度,环流形势变化,水汽输送特征以及动热力结构特征的分析,得到以下结论:

(1)“山竹”于9月8日生成,初始阶段先西行,后转为西北行,其间依次登陆菲律宾、广东台山市海晏镇,此时其中心附近最大风力达约31 m/s,中心最低气压为955 hPa;在台风发展演变过程中,中心气压和中

心最大风速变化呈负相关,环境风垂直切变也呈现出相应的演变趋势,在台风强度达到最强时,其值达到环境所能承受的极限为1.51762 m/s。

(2)在“山竹”的整个生命过程中,西太平洋广阔暖海洋面的海温均维持在26℃以上,特别是台风移动路径一带,普遍温度差达3℃,12日菲律宾以东海洋面温度差达到4℃,这为“山竹”的发生、强度的维持、范围的扩大起着重要的作用。

(3)受到台风“山竹”宽广的环流影响,16日上午开始广东沿海地区降水量开始逐渐增多,16日14时,降水量急剧增加,最大达到40 mm以上,16日20时,降

水强度持续增大,影响范围显著增加。17 日 08 时台风登陆,降水范围维持,强度显著降低,17 日 20 时,台风主体影响地区降水强度进一步减弱,停止对“山竹”进行编号,台风本身环流所造成的降雨宣告结束。

(4) 台风“山竹”移动路径主要受西太副高南侧引导气流影响,副高在其东南侧南伸后,路径由偏西方向转为偏西北向。登陆后,由于冷空气的侵入,台风强度迅速减弱,移速缓慢,冷暖空气交汇也导致持续性降水的发生。1822 号台风的水汽来源主要为孟加拉湾和南海的西南气流以及西太副高南侧的偏东气流,登陆后水汽输送呈现出明显的不对称结构,台风中心偏东北侧为明显的水汽通量大值区,为东侧对流系统发展提供了充沛的水汽。西南气流的水汽输送及不对称水汽输送结构,为台风登暴雨提供了充足的水汽和能量。

(5) 台风“山竹”登陆期间,广东地区上空有很强的上升运动,广西西部和台湾南部海域为下沉运动,两者形成一个显著的垂直环流圈,低层辐合高层辐散;登陆前辐合区集中在 700 hPa 以下,登陆后辐合区延伸到 400 hPa 以上,上升运动加强。这些都为台风暴雨的产生提供了良好动力条件。

从常规气象场、动力场来探讨台风“山竹”演变过程中的环流形势、水汽、降水、动热力结构等特征。下一步将结合中尺度模式对诊断结果进行验证,并将通过模式探究地形等对台风结构演变的影响。

参考文献:

- [1] 端义宏. 登陆台风精细结构的观测、预报与影响评估[J]. 地球科学进展, 2015, 30(8): 847–854.
- [2] 丁一汇, 张键, 刘月贞. 1975 年 7 号台风结构的进一步分析: I. 运动学场分析[J]. 海洋学报(中文版), 1986(1): 21–30.
- [3] 丁一汇, 张键, 刘月贞. 1975 年 7 号台风结构的进一步分析: II. 温度和湿度场分析[J]. 海洋学报(中文版), 1986(2): 151–160.
- [4] 吴国雄, 蔡雅萍. 风垂直切变和下滑倾斜涡度发展[J]. 大气科学, 1997(3): 18–27.
- [5] 王志烈. 亚洲上空西风带长波槽对西太平洋台风路径的影响[J]. 大气科学, 1981(2): 198–206.
- [6] 雷小途, 陈联寿. 热带气旋的登陆及其与中纬度环流系统相互作用的研究[J]. 气象学报, 2001(5): 602–615.
- [7] 周玲丽, 翟国庆, 王东法, 等. 0505 号“海棠”台风暴雨数值模拟试验和分析[J]. 大气科学, 2009, 33(3): 489–500.
- [8] 刘瑞, 翟国庆, 朱佩君, 等. 2013 年“菲特”台风暴雨数值模拟中微物理方案的对比试验[J]. 浙江大学学报(理学版), 2016, 43(5): 593–609.
- [9] 冯佳宁, 端义宏, 徐晶, 等. 雷达资料同化对 2015 年台风彩虹数值模拟改进[J]. 应用气象学报, 2017, 28(4): 399–413.
- [10] Kuldeep Srivastava, Rashmi Bhardwaj. Assimilation of Doppler Weather Radar Data in WRF Model for Simulation of Tropical Cyclone Aila [J]. Pure and Applied Geophysics, 2014, 171(8): 2043–2072.
- [11] 龚俊强, 刘朝顺, 刘延安, 等. 探空和飞机观测资料联合同化对台风“苏迪罗”(2015)数值模拟的影响研究[J]. 热带气象学报, 2019, 35(1): 99–112.
- [12] 许雯, 高守亭, 崔晓鹏, 等. 登陆台风“凡亚比”(1011)合力散度分布及演变特征研究[J]. 大气科学, 2014, 38(1): 110–120.
- [13] 温晓培, 隆霄, 田畅, 等. 超强台风 SANBA 发展演变过程中涡度及环流收支的诊断分析[J]. 热带气象学报, 2018, 34(1): 87–101.
- [14] 颜玲, 周玉淑, 刘宣飞. 1410 号台风 Matmo 登陆前后的动热力结构演变和水汽输送特征分析[J]. 大气科学, 2017, 41(2): 289–301.
- [15] 何晓彤, 徐国强. 1513 号台风苏迪罗云系演变特征及模拟分析[J]. 气象, 2018, 44(8): 998–1008.
- [16] 赵玉春, 王叶红. 台湾岛地形对登陆台风“莫兰蒂”(1614)强对流雨带发展影响的模拟研究[J]. 大气科学, 2019, 43(1): 27–48.
- [17] 麻素红. 一次东风波演变过程及其对台风“鲇鱼”北翘路径的影响[J]. 热带气象学报, 2018, 34(5): 577–586.
- [18] Palmer CK, Barnes G M. The effect of vertical wind shear as diagnosed by the NCEP/NCAR reanalysis data on northeast Pacific hurricane intensity. Preprint, AMS, 25th Hurricanes and Tropical Meteorology [R]. San Diego, CA, 2002: 122–123.
- [19] 张铭. 海温对台风影响的数值实验[J]. 科学通报, 1985(18): 1400–1402.
- [20] Bosart L F, Carr F H. A case study of excessive rainfall centered around Wellsville, New York, 20–21 June 1972 [J]. Mon Wea Rev, 1978, 106: 348–362.
- [21] 凌婷, 段艺萍, 肖雯, 等. 一次登陆台风倒槽暴雨过程的初步诊断[J]. 气象与减灾研究,

2018,41(4):262–269.

[22] 赵宇,龚佃利,刘诗军,等. “99.8”山东特大暴雨形成机制的数值模拟分析[J]. 高原气象, 2006,25(1):95–104.

[23] 陈联寿,许映龙. 中国台风特大暴雨综述[J]. 气象与环境科学,2017,40(1):3–10.

[24] 李麦村. 重力波对特大暴雨的触发作用[J]. 大气科学,1978,2(3):201–209.

Evolution Characteristics Analysis of Typhoon Mangkhut(1822)

ZENG Yan^{1,2}, WANG Wei¹, HU Jiajie¹

(1. College of Atmospheric Science, Plateau Atmospheric and Environment Laboratory of Sichuan Province, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China; 2. NO. 96733 Army of PLA, Huaihua 418300, China)

Abstract: In order to understand the circulation and other characteristics of Typhoon No. 22 in 2018, the best path of tropical cyclone dataset by the Japan Meteorological Agency, the precipitation data provided by the China Meteorological Administration and the circulation, sea surface temperature data of the European Meteorological Center were used to analyze the characteristics of “Mangkhut”, such as the path, intensity changes, SST background, circulation and water vapor transport characteristics, and dynamic and thermodynamic physical fields. The results show that: “Mangkhut” first traveled westward, then turned northwestward and landed in the Philippines and Haiyan Town. During the typhoon’s development and evolution, the central pressure and the central maximum wind speed were negatively correlated. The movement path of “Mangkhut” is mainly affected by the steering flow of the western Pacific subtropical high. When the typhoon develops to its strength, the vertical shear of the environmental wind becomes lower by leaps and bounds, the lowest value can reach 1.51762 m/s, which is beneficial to maintain the warmth of “Mangkhut”. The core structure promotes its strength to maintain a relatively high value. The maintenance of high SST of the underlying surface also provides strong support for the strong development of “Mangkhut”. Before and after the landing in Haiyan Town of “Mangkhut”, there is a strong convergence upward movement near the center of the typhoon, and the water vapor of “Mangkhut” mainly comes from the Bay of Bengal and the South China Sea. This strong convergence upward movement in the typhoon center and the downward movement over the western Guangxi and southern Taiwan constitute a vertical circulation circle. Sufficient water vapor supply and strong convergence and uplift movement result in continuous heavy rains before and after the typhoon landfall in Haiyan town.

Keywords: meteorology; weather analysis; “Mangkhut” typhoon; evolution characteristic; transport of water vapor; SST