

台风云娜后部强降水分析

黄克慧

(浙江省温州市专业气象台, 325027)

提 要: 通过对中尺度自动站、常规气象要素、 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ NCEP 格点资料和多普勒雷达资料的诊断分析, 发现台风云娜登陆后西行路径对其后部的强降水起了关键性作用; 高层辐散和低层辐合差加大, 抽吸作用加强, 上升运动加剧是后部降水加强的动力原因; 沿海较冷的温度场配合台风后部强烈的东南偏南水汽输送, 是台风后部降水加强的热力原因; 台风后部海面上形成北上的螺旋雨带是造成台风后部强降水的直接原因; 浙江东部地形与台风后部强烈的东南偏南水汽输送正交是造成台风后部降水增幅的重要原因。该分析结果对今后台风预报服务实际工作具有一定的参考作用。

关键词: 台风 强降水 诊断分析

Analysis of Heavy Rain at the Rear of Typhoon Ranim

Huang Kehui

(Wenzhou Professional Meteorology Observatory, Zhejiang Province, 325027)

Abstract: A heavy rain at the rear of typhoon Ranim is analyzed, based on the observations mesoscale automatic weather stations data in a mesoscale network, regular meteorological, $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ NCEP reanalysis dataset and CINRAD Doppler radar data. The results reveal that after typhoon landing, the intensively ascending motion of middle-upper level and intensive and continuous moisture transport in lower levels caused the heavy rain in northern Wenzhou and southern Taizhou. The analysis radar echo shows that the spiral cloud bands of typhoon is the direct reason which caused the heavy rain at the rear part of typhoon.

Key Words: typhoon heavy rain diagnostic analysis

引言

台风(热带气旋)暴雨一般出现在台风移动路径的前方^[1,2],如果台风中心经过之后出现更为强烈的台风后部降水,则极易造成更大的灾害,对这种台风后部降水,业务预报中往往容易漏报^[3]。

0414号台风云娜于2004年8月8日20时在菲律宾以东洋面上生成,向西北方向移动,8月12日20时在浙江温岭石塘镇登陆,登陆后转向西南偏西方向移动,并横扫温州北部和台州地区。在台风登陆之前,温州北部和台州已经普降暴雨,登陆之后,台风中心西移到丽水境内后温州北部和台州出现了更为猛烈的后部强降水。台风后部所带来的强降水引起山洪爆发并引发特大泥石流、山体滑坡等次生气象灾害,给当地的生命财产造成了惨重损失。地质部门分析了地质灾害形成的原因,认为台风在登陆后不久所产生第二次强降水即台风后部强降水是造成此次台风灾害尤其是特大泥石流地质灾害的重要原因。因此,了解登陆台风的后部降水的特点和原因对台风预报服务具有重要意义。

义。

1 降水特点

本次台风有降水集中,雨强强,台风后部降水强度强等特点。温州北部和台州大部分地区的强降水都集中在台风登陆后西行进入丽水市境内的后部降水阶段,大部分站点过程降水量超过300mm,其中乐清的礅头过程雨量达916mm,创下该水文站最高降水历史纪录。

8月12日23时,台风进入丽水市境内,位于台风后部的温州北部和台州的降水强度开始增强。利用逐时中尺度自动站记录资料,分析台风后部强降雨带(每小时降水强度超过25mm)逐小时动态变化特点(见图1),可以清楚地看到从8月13日00时到13日04时强降雨带从台州东部逐渐向偏西方向移动,乐清到台州一带降水强度均大大超过台风登陆时的降水强度,强降雨带最终在乐清西部、瓯江以北终止。就是这次台风登陆之后的后部强降水导致乐清北部山区3个乡镇于8月13日凌晨约4时许发生了特大泥石流地质灾害。

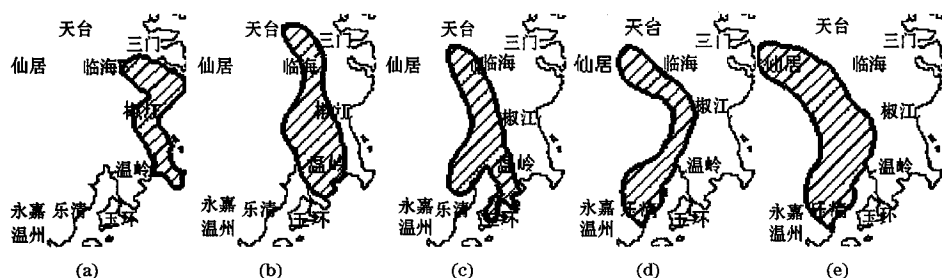


图1 8月13日00时~04时强降雨带($\geq 25\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$)逐小时动态变化

2 环境场配置

在台风云娜登陆前的24小时,西太平

洋副高较弱,位置偏东,呈西北—东南走向。台风在副高西南侧的东南气流引导下朝西北方向移动,此时大陆高压正在缓慢地增强,并逐渐和西太平洋副高连接、融合。登

陆时, 两环高压已经连成一体形成高压坝, 120°E 脊线位于 36°N , 大陆一侧的高压坝呈东北—西南走向。这样的环境场配置, 不利于台风在登陆后继续西北行, 事实上台风登陆后移动路径发生了明显的偏折, 由西北方向转为偏西方向移动^[4]。统计发现^[5], 在温州北部登陆的台风, 登陆后的形势场、移动路径对台风后部的强降水起了关键性的作用。

3 物理量场特征

3.1 高层辐散和低层辐合

散度场的演变表明, 台风后部的强降水和高层辐散、低层辐合有很好的配置。12日20时, 在未来的强降水区, 低层1000~850hPa出现了强辐合区, 其高值轴从地面向低层自东向西倾斜, 最大值在900hPa高度附近, 辐合强度达 $-82.0 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$; 高层在150hPa附近出现了 $68.5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 的强辐散区, 低层辐合和高层辐散差值为 $-150.5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 。13日02时, 低层辐合区

向西倾斜程度加大, 并分成东西两个中心, 西中心位于 119°E 附近, 强度为 $-70.3 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, 东中心位于 121°E 附近, 强度为 $-65.6 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, 其强度比西中心弱, 与前一时次相比强度也有明显地减弱, 中心高度明显下降, 紧贴下垫面 (见图2a)。与此同时, 高层辐散强度较上个时次有所加强、高度有所下降, 最大值达到 $72.9 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, 高度从前一时次的150hPa附近降到250hPa附近 (见图2b), 东、西两处的低层辐合和高层辐散差值分别为 $-143.2 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 和 $-138.5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 。从降水情况看, 从台州到乐清经历了一次降水强度超过登陆前后的另一个峰值。位于西侧的永嘉降水强度则逐渐减弱。到13日14时, 强辐合中心西移至 117°E , 低层出现了 $15.7 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ 的较强辐散区, 这时强降水的动力结构完全遭到破坏, 强降水迅速终止。

上述分析表明, 台风后部和台风刚登陆时的低层辐合和高层辐散差值虽然略有下降, 但其高、低层辐散、辐合高度均出现明显下降, 其强烈的抽吸机直接作用在近地层, 促使降水强度得到加强。

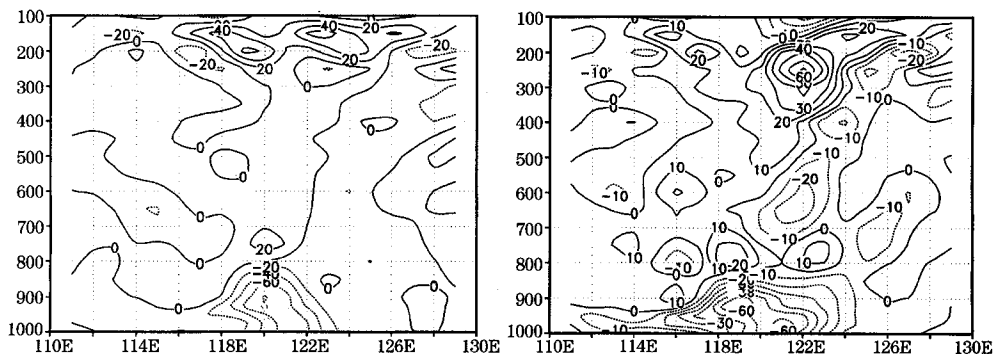


图2 8月12日20时(a)和13日02时(b)散度场沿 28°N 垂直剖面图 (单位: 10^{-6} s^{-1})

3.2 垂直运动

垂直运动分析显示, 12日08时, 强上

升气流中心已经靠近 120°E , 其最大上升气流中心位于800hPa, 达 $-9 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, 并从低层一直延伸至150hPa高度, 这

支上升气流的东西侧均有一支 $2 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 下沉气流相伴。随着台风的登陆, 12 日 20 时, $-9.19 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的上升气流中心已经移至 121°E 附近上空 (见图 3a)。13 日 02 时, 低层 700hPa 以下上升气流明显减弱, 在 850hPa 上 120°E 东西两侧上升强度都减弱到 $-6 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, 在东侧即在 121°E 500hPa 上则出现了一 $11.3 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 的强上升气流中心 (见图 3b)。13 日 05 时比 12 日 20 时的垂直速度增大了 $-2.11 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。此时, 乐清以西和以南地区雨强逐渐减小, 而台州至乐

清在 00~04 时雨强再次加强, 乐清出现了 $36.6 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的雨强, 个别地方甚至出现了 $71.9 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 的雨强 (温岭湖漫)。13 日 08 时上升气流强度已经减弱到 $-9.46 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$, 中心已经西移至 117°E , 120°E 附近只剩下微弱的上升气流, 13 日 08 时, 最大上升气流进一步减弱, $117 \sim 120^\circ \text{E}$ 为下沉气流所控制, 强降水结束。13 日 12 时, 东部地区降水完全结束。

垂直运动分析表明, 台风登陆之后中高层 700~500hPa 上升运动明显得到加强, 强烈的上升运动使降水强度得到加强。

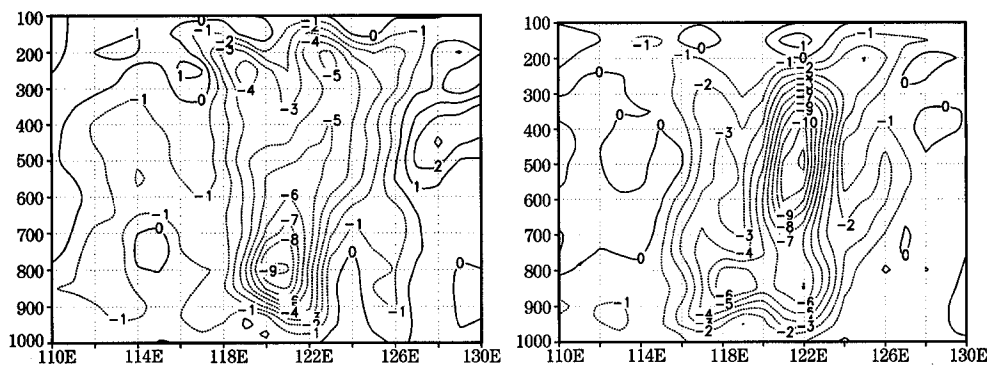


图3 8月12日20时(a)和13日02时(b)垂直上升运动沿 28°N 垂直剖面图 (单位: $10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

3.3 水汽输送

研究表明^[6], 台风在海洋上台风眼区附近的一圈水汽含水量最大, 特别是低层 1000m 高度以下。从水汽通量散度垂直分布演变图 (图略) 中可以看出, 有一支从地面向低层自东向西倾斜的强水汽输送带不断地向大陆移动, 台风登陆时水汽带有所抬升, 并形成两个水汽输送中心, 西中心在 120°E 附近、高度约 900hPa, 东中心在 121°E 附近贴近下垫面。随着台风在登陆后的西移, 西中心很快西移; 东中心并没有随

台风的西移而削弱, 而是停滞不动且强度有所加强, 使得低层强烈的水汽输送能够得到加强。

与此同时, 台风暖心随着台风登陆西移而西移, 13 日 02 时浙江东部沿海高空温度比上个时次有所下降, 东南偏南水汽输送也随着台风登陆后的西移而变得更为强盛 (图略)。这样, 浙江东部沿海较冷的温度场结构配合强烈的东南偏南水汽输送使台风环流外部斜压性加强, 造成低层辐合加强、对流不稳定能量及潜热能的释放, 使上升运动迅速增强^[7], 出现了强烈的台风后部降水。

4 雷达回波分析

分析表明,螺旋雨带是造成此次台风后部强降水天气的直接原因。台风登陆后先后有三条螺旋雨带由温州以东洋面生成并朝偏北方向移动,其强度在 45~50dBz 之间,最大值达 64dBz。8 月 12 日 23:30 离台风中心最远的螺旋雨带首先到达温岭(见图

4a),台州东部首先出现台风后部强降水,其余两条螺旋雨带依次北上,先后达到玉环(见图 4b)和乐清(见图 4c),三条螺旋雨带在乐清和台州一带加强、汇合。就是这几条螺旋雨带的影响直接导致了台风后部强降水的发生。中尺度自动站逐时强降雨强自东向西移动的现象,从雷达回波中得到很好地解释。

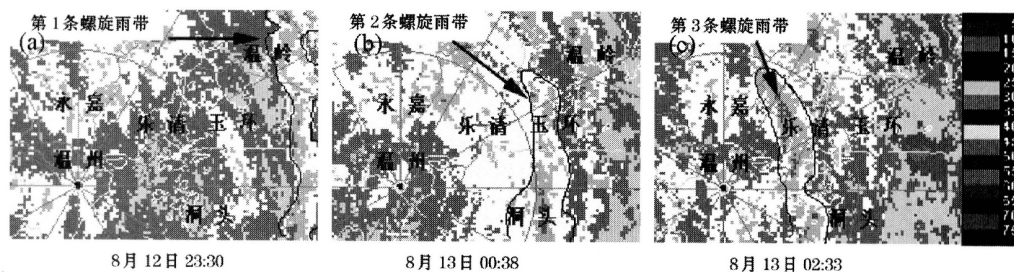


图 4 云娜台风后部大暴雨组合反射率

垂直积分液态水产品分析显示(图略),垂直积分液态水含量维持在 $15 \sim 20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间,最大垂直积分液态水含水量达 $29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$,显示出该螺旋雨带确实携带了充沛的水汽。

5 地形对降水的增幅

地形对台风的运动、衰减及降水强度、分布等许多方面有重要影响。研究表明^[8],地形作用改善了对流降水条件,在浙江东部地区山脉迎风坡上,地形的动力抬升对台风暴雨有显著的增幅作用。浙江东南部的括苍山系洞宫山分支,呈西南—东北走向,一般海拔 500~1000m,主峰括苍山位于仙居、临海之间,海拔 1382m;其南侧分支为雁荡山,也呈西南—东北走向。云娜登陆之后朝偏西移动,其后部强烈的东南偏南水汽输送几乎和浙江东部的山脉呈正交,因此在迎风

坡一侧即乐清和台州一带出现了强烈的后部降水现象。

6 小 结

通过对登陆台风“云娜”的环流特征、物理量特征、雷达资料等分析,得出导致云娜台风后部产生强降水的原因有:

(1) 华北大陆高压坝的形成是导致台风登陆后西行的原因,而西行路径对台风后部温州北部和台州的强降水的产生起了关键性作用。

(2) 台风登陆之后低层辐合和高层辐散差虽然略有下降,但其高、低层辐散、辐合高度均出现明显下降,其强烈的抽吸机直接作用在近地层,反而使得上升运动得到加强,水汽输送变得更为强烈,这是台风后部降水加强的动力机制。

(3) 浙江东部沿海较冷的温度场配合台

风后部强烈的东南偏南水汽输送,使对流不稳定能量及潜热能释放加剧,是台风后部降水加强的热力原因。

(4) 雷达分析表明,台风后部海面上形成北上的螺旋雨带是造成台风后部强降水天气的直接原因。

(5) 温州北部和台州的特殊地形与台风后部强烈的东南偏南水汽输送正交,是造成台风后部降水增幅的重要原因。

参考文献

- 1 沈树勤,于波,张菊芳. 华东地区热带气旋暴雨气候特征及其落区预报. 气象, 1996, 22 (2): 33~37.
- 2 陈秀杰,顾润源,耿勃等. 9711号台风的移动路径和影响山东的特大暴雨分析. 气象, 1998, 24 (4): 46~49.
- 3 范爱芬,李秀莉,董加斌. 三个路径相似降雨特征不同的热带气旋分析. 气象, 2004, 30 (5): 33~37.
- 4 陈联寿,丁一汇. 西太平洋台风概论. 北京: 科学出版社, 1979: 328.
- 5 郑峰,杜友强. 温州北登台风两类大降水分布的对比分析. 浙江气象, 2004, 25 (1): 4~7.
- 6 季良达,咸迪,李云. 0216号台风引起内陆降水的水汽分析. 海洋预报, 2003, 20 (4): 22~29.
- 7 王志烈,费亮. 台风预报手册. 北京: 气象出版社, 1985: 283~284.
- 8 郑庆林,吴军. 地形对9216号台风暴雨增幅影响的数值研究. 南京气象学院学报, 1996, 19 (4): 8~16.