

Impact of Upper Tropical Cyclone on West Bank of Bohai Sea

Zhiming Yu Siyao Wang
The Tangshan City Meteorological Bureau
Tangshan 063000 China
qasqxjyzm@163.com

北上热带气旋对渤海西岸地区的影响分析

于志明 王骊鹞
唐山市海洋气象中心
唐山 063000 中国
qasqxjyzm@163.com

Abstract—Based on the data of FY-2E infrared cloud image, radar, micaps3.1, island observation station, large buoy, and numerical weather forecasting products, effects of tropical storm Damrey on Tangshan were analyzed, forecast and disaster cause of tropical storm Damrey were also analyzed. The results show that the mesoscale low pressure system, going into the west area of 38°N, 121°E, will move toward north fast along the 586 line of the subtropical high. When more than 39°N, the system will turn to northeast by the effect of westerlies, and move faster. Double effect of ultra low level southeast jet on the sea was obvious, not only is the power factor but also the water vapor factor. Strong precipitation and wind of Damrey appears at the point, which is the inflection point of the line 586 of the subtropical high on 500hpa upper weather map. Leping County flooded seriously because of the 5 consecutive rainstorms and the storm surge of Damrey.

Keywords— Damrey; Forecast; Disaster; Storm surge

摘要—利用 FY-2E 红外云图、雷达、micaps3.1、海岛站、大浮标站及数值产品检验资料,分析了进入渤海的热带风暴“达维”对河北省唐山市的影响,对“达维”的预报和造成灾害的成因进行了研究。结果表明:进入 38°N,121°E 以西的中尺度低压系统,将会沿副高 586 线边缘快速北上,超过 39°N 时,在西风带作用下移向转为东北,移速加快。“达维”进入渤海后海区超低空东南急流“双重效应”明显,既是动力因子又是水汽短时输送因子,产生的强降水位于 500 百帕高空图“586 脊线”拐点处;前期连续出现的五次暴雨和“达维”产生的风暴潮使乐亭县出现了严重的内涝灾害。

关键词—“达维”, 预报, 灾害, 风暴潮

I. 引言

台风的破坏力主要是由强风、暴雨和风暴潮三个因素引起的,给沿海各省市的工农业生产、交通运输和人民生命财产安全造成严重威胁和极大损失,一直被广大气象工作者^[1-2]所关注。2012 年 8 月 3 日-8 月 4 日位于山东半岛北部“达维”台风北移及副热带高压东退,在渤海西部海区-海岸带形成 3 维空间有利于强降水的形势场和 NE-SW 向次天气尺度雨带,并在秦皇岛海区中尺度低层辐合风场、水汽因子耦合下,导致区域性大暴雨及大风天气的发生。近年来,许多学者对如何避免和减轻的热带气旋的损失进行了研究与探讨^[3-4]开展过大规模的热带气旋外场^[5]监测及数值模拟^[6-7]试验,对热带气旋的运动突变、结构、强度变化和热带气旋暴雨^[8-9]等方面进行了一系列^[10]的研究,一些科研成果在多次热带气旋预报中得到了较好的应用。据统计,2005 年至 2017 年影响渤海及沿岸地区的热带气旋仅有 5 次,分别为 2005 年的“麦莎”、2011 年的“梅花”及“米雷”、2014 年的“麦德姆”和 2017 年的“海棠”。目前对于热带气旋北上进入黄渤海后的移动路径^[11]、预报指标^[12-13]及灾害成因^[14]仍处于探讨阶段,相关的研究很少。2012 年进入渤海的“达维”是 1949 年以后登陆我国长江以北地区最强的热带气旋,唐山市气象台对“达维”进行了系统的分析,做出了较准确的预报,进行了较成功的服务。但在前期连续出现 5 次暴雨的背景下,受“达维”造成的大风、强降水和农历十五天文大潮影响,唐山东南部沿海的乐亭县仍出现了严重的内涝灾害。

本文以 2012 年进入渤海海域的热带风暴“达维”为例,通过对“达维”的预报着眼点、难点的总结和乐亭

县发生严重内涝灾害的成因分析，以积累北上热带气旋的暴雨和风暴潮预报方法，为黄渤海及沿岸地区抵御热带气旋灾害提供参考。

II. “达维”概况及对唐山的影响

A. “达维”概况

1210 号热带气旋“达维”7月28日20时生成，7月31日8时加强为强热带风暴，8月1日8时加强为台风，下午进入黄海，强度继续加强，于8月2日21时30分前后在江苏省响水县陈家港镇沿海登陆。之后，“达维”于8月3日1时在江苏省连云港市减弱为强热带风暴，9时在山东沂源县减弱为热带风暴。4日凌晨2时进入渤海，之后强度继续减弱。上午8时，热带风暴“达维”在河北省东北部近海减弱为热带低压，11时停止编号。

B. 唐山实况监测资料

受“达维”影响，3日白天到4日上午，唐山有67个乡镇雨量超过100毫米，雨量从西北至东南向呈梯度递增分布，有15个乡镇雨量超过200毫米，有4个乡镇雨量超过250毫米，过程最大降水量出现在乐亭县王滩镇为279毫米。

C. 灾情概况

河北省唐山市的乐亭县降水量最大，受灾最重，8月

2日7时至4日5时乐亭全县普降大暴雨到特大暴雨，乐亭县出现严重内涝，据民政部门统计，“达维”造成全县531个村受灾，倒塌房屋6000多间，90%的沿海养殖户“血本无归”。经济损失42亿元。

III. 预报着眼点和难点

A. 预报着眼点

1) “达维”路径预报：8月2日8-17时，副高脊线位于35°N附近，“达维”一直处在副高南缘稳定的偏东气流中，并沿引导气流向西偏北移动。对“达维”出现了日本传真图、EC、T639预报路径及中央台、省台预报意见存在分歧情况。唐山市气象台参考7月21日后5次暴雨落区，分析500百帕高空形势场副热带高压和925百帕风场对中尺度低压系统的影响（图1）；实时对比日本传真图、EC、T639、中央台数值产品检验资料；查阅了“麦莎”、“米雷”及“梅花”的环流形势、云图特征和移动路径。2日17时得出结论：进入38°N,121°E以西的中尺度低压系统，将会沿副高586线（500百帕高空图584线和588线之间增划的等值线）边缘快速北上，超过39°N时，在西风带作用下移向转为东北，移速加快。“达维”符合以上特征，将主要影响唐山东南部沿海地区。

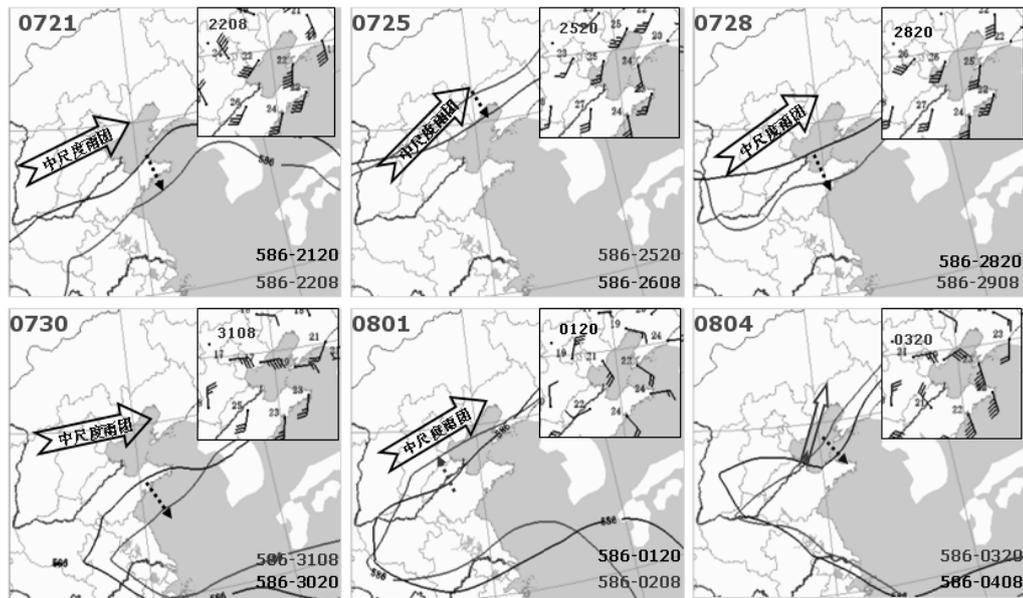


图1 六次强降雨过程500百帕“586线”12小时动态与925百帕风场叠加图

2) 动力和水汽分析：8月2日20时，通过分析未来12-24小时副热带高压586线位置，近地面、925百帕水平风场特征，3日8时925百帕“达维”东侧的东南风

急流与“苏拉”东北侧的东南风急流将叠加在一起，1000-925百帕存在明显低空东南风急流（图2）。海区超低空东南急流动力抬升和水汽输送“双重效应”明显，

既是动力因子又是水汽短时输送因子，强的东南急流配合宽而深厚的水汽输送带及垂直向的水汽输送，为“达

维”提供了有利的动力和水汽条件。

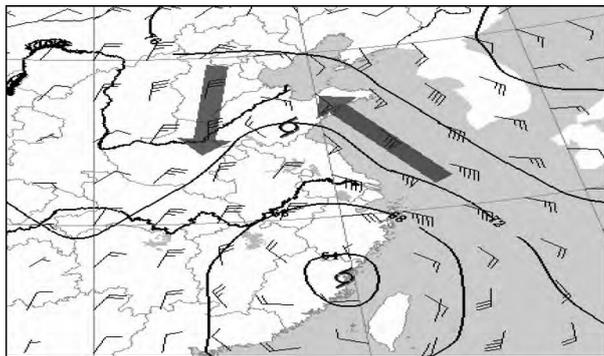


图2 2012年8月3日08时925百帕高度场和风场叠加图

调阅红外云图与实况雨量叠加、雷达拼图、受“达维”影响山东各观测站降水实况资料发现，2日14-3日8时山东半岛9个县市出现暴雨，青岛胶南区降水达108毫米。随着“达维”减弱继续向西北方向移动，强降水落区出现在“达维”移动方向的右侧和中心附近。参考最新中央台热带气旋路径预报、中央台6小时雨量落区预报，实时对比FY-2E红外云图资料，3日17时预报结论：强降水区位于500百帕高空图“586脊线”拐点处唐山的东部和东南部地区。“达维”降水过程在唐山分为两个时段：8月3日20时之前受热带气旋云系间接影响，主要为副热带高压外围降水，20时之后受进入渤海的“达维”主体云系影响，3日20时后降水强度将增强，过程雨量可大于200毫米。

B. 预报难点

预报难点之一是“达维”在江苏省陈家港镇登陆后移

动路径不确定，“达维”涡旋状云系在进入渤海后加强的依据不充分，导致唐山市气象台预报的“达维”路径比实际偏西偏北，预报的暴雨落区和单站大暴雨中心均偏西偏北。预报难点之二是“双热带气旋直接或间接效应”对系统移速及强度变化不确定，2日17时48小时预报把“达维”视为“副高边缘中尺度涡旋类”天气系统，预报过程降水量为大-暴雨级别。事实上3日08时“达维”受副高588线边缘带状云系（SE引导气流）“牵制”并从菲律宾东部海区热带云团中补充能量（图3）；20时副高西伸和1209号热带气旋“苏拉”北部中尺度云团发展构成的径向超天气尺度云带，在西风带和副高急流引导下，超天气尺度云带加快NE向移速脱离“苏拉”双热带气旋效应的影响，转为“副高边缘中尺度云团暴雨类型”，“达维”比“副高边缘中尺度涡旋类”天气系统移动速度慢6-8小时，3日17时预报过程降水量更改为暴雨-大暴雨级别。

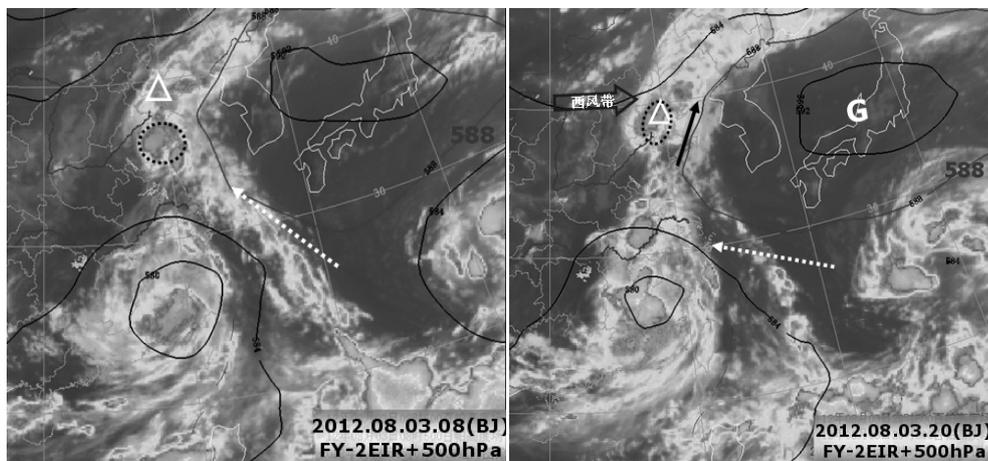


图3 “达维”FY-2E红外云图12小时对比及500百帕副高叠加分析图

IV 灾害成因分析

A. 大风造成的增水影响

唐山市乐亭县距天津塘沽的直线距离约 150 公里，以上天津塘沽闸下验潮站的增水资料可作为乐亭海域增水的参考（表 1）。8 月 2 日 08 时—3 日 08 时，期间“达维”位于黄海西南部，黄海中部受“达维”影响东南大风明显，黄海北部受偏东风控制（图 2），导致黄海中部大量水体不断向黄海北部涌入，经渤海海峡进入渤海，同时热带气旋“苏拉”位于东南南部，受“苏拉”东北

部东到东南大风影响，使东海水体不断向黄海涌入；两者共同作用，使渤海水位不断升高，造成较大的增水，3 日 00 时增水值为 116 cm。3 日下午到 4 日凌晨随着“达维”在山东半岛继续北上，渤海中西部东北风不断加大，最大风力达 8—9 级阵风 10—11 级（图 4），风增水明显；前期涌入渤海的水体无法排出，继续向渤海西部输送，增水值进一步加大，同时受“苏拉”的影响从东南南部到黄海中部维持较大的东南风，使东海至黄海中部的水体仍向北涌入，3 日 23 时增水值达到 137 cm，4 日 01 时增水达最大值 140 cm。

表 1：2012 年 8 月 2 日 08 时-4 日 08 时天津塘沽闸下验潮站增水实况（单位：cm）

日期	时间	增水值	日期	时间	增水值
2 日	08 时	6	3 日	08 时	58
2 日	10 时	38	3 日	10 时	75
2 日	12 时	56	3 日	12 时	82
2 日	14 时	79	3 日	14 时	85
2 日	16 时	70	3 日	16 时	98
2 日	18 时	51	3 日	18 时	102
2 日	20 时	46	3 日	20 时	113
2 日	22 时	78	3 日	22 时	129
3 日	00 时	116	4 日	00 时	138
3 日	02 时	101	4 日	02 时	121
3 日	04 时	78	4 日	04 时	48
3 日	06 时	62	4 日	06 时	25

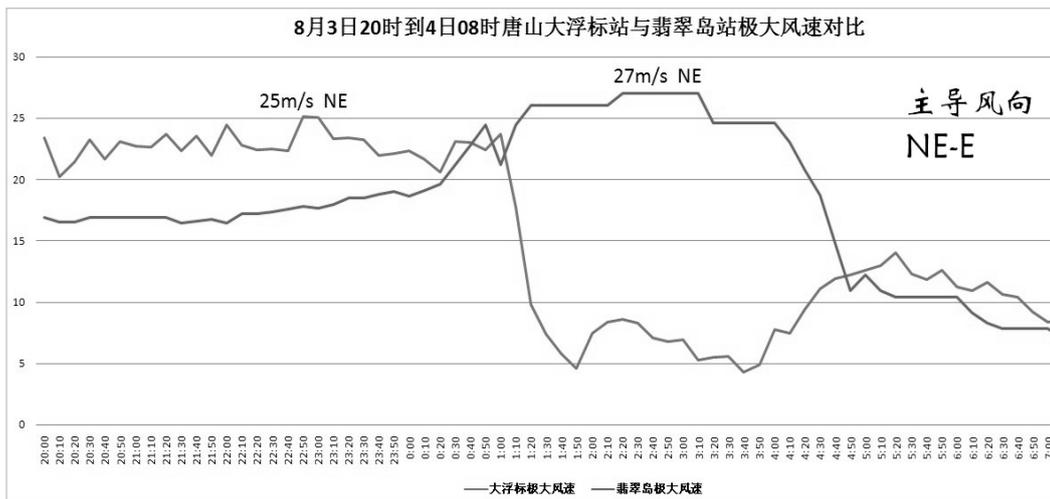


图 4 2012 年 8 月 3 日 20 时-4 日 08 时（北京时）唐山大浮标站与秦皇岛翡翠岛站风速(单位：m/s)

B. 连续六次强降水影响

2012 年 7 月 21 日-8 月 4 日，唐山连续出现 6 次强降水天气过程，平均降水量大于 400 毫米。3 日，唐山上游的大黑汀、潘家口等水库库容压力剧增，水库加大泄

洪，使流经乐亭县的滦河和小青河水位迅速上涨。

C. 天文大潮影响

乐亭县地势低平，西北高、东南低，东南部沿海海拔

高度不足 1 米, 8 月 3 日恰逢阴历六月十六天文大潮期, 3 日 17 时天津塘沽闸下最高潮位达 507cm, 此时增水值为 106cm(表 2), 高潮位和大风引起的渤海湾增水导致渤海

海平面上涨, 使乐亭境内滦河和小清河入海口水面低于海平面, 海水倒灌, 河水长时间难以退却, 河水漫过堤坝。

表 2: 2012 年 8 月 2 日 08 时-4 日 08 时天津塘沽闸下验潮站潮位观测值 (单位: CM)

日期	时间	潮位值	日期	时间	潮位值
2 日	08 时	145	3 日	08 时	225
2 日	10 时	102	3 日	10 时	141
2 日	12 时	188	3 日	12 时	185
2 日	14 时	366	3 日	14 时	371
2 日	16 时	451	3 日	16 时	499
2 日	18 时	413	3 日	18 时	465
2 日	20 时	311	3 日	20 时	412
2 日	22 时	272	3 日	22 时	311
3 日	00 时	364	4 日	00 时	338
3 日	02 时	405	4 日	02 时	421
3 日	04 时	451	4 日	04 时	407
3 日	06 时	367	4 日	06 时	329

V. 结论与讨论

1) “达维”移动到 38° N, 121° E 附近, 将会沿副高 586 线边缘快速北上, 超过 39° N 时, 在西风带作用下移向转为东北, 移速加快。

2) “达维”进入渤海后海区超低空东南急流“双重效应”明显, 既是动力因子又是水汽短时输送因子, 产生的强降水区位于 500 百帕高空图“588 脊线”拐点处。强降水过程分为两个时段: 8 月 3 日 20 时之前受热带气旋云系间接影响, 主要为副热带高压外围降水, 20 时之后受进入渤海的“达维”主体系统云系影响。

3) 因风暴潮的增水效应导致的海平面升高, 连续强降水和上游水库放水导致河水上涨, 河水入海口低于海平面使洪水长时间难以退却, 海水倒灌, 风雨潮三碰头导致乐亭县出现了严重的内涝灾害。

致谢

本项目受环渤海区域科技协同创新基金项目“黄渤海雷暴大风监测及预警指标研究”(编号: QYXM201502)资助。

参考文献

- [1] 方宗义, 许健民, 赵凤生, “中国气象卫星和卫星气象研究的回顾和发展,” 气象学报, vol.62, issue5, pp.550-560, 2004.
- [2] 陈联寿, “热带气旋研究和业务预报技术的发展,” 应用气象学报, vol.17, issue6, pp.672-681, 2006.
- [3] Li Yuhong, Shi Lian, Wang Jiazhuo, “Pluvial Flooding Risk Analysis and the Solutions to Risk Mitigation for Danyang City in China,” Journal of Risk Analysis and Crisis Response, vol.5, issue2, pp.107-119, 2015.
- [4] Li Shuaijie, Xie Yingxia, Cheng Xiaotao, “Utilization of Flood Simulation Technique in Urban Flood Warning - A Case Study on Fuzhou,” Journal of Risk Analysis and Crisis Response, vol. 5, issue 2, pp.120-128, 2015.
- [5] 毕宝贵, 林建, 徐晶, “气象卫星资料在天气预报分析业务中的应用,” 气象, vol.30, issue11, pp.19-23, 2004.
- [6] 李燕, 黄振, “对“麦莎”路径及造成黄渤海域大风浪的数值模拟,” 气象科技, vol.35, issue2, pp.175-179, 2007.
- [7] 刘学刚, 李庆宝, 张金艳, “近年来引发青岛暴雨的台风特征分析,” 气象, vol.37, issue9, pp.1091-1099, 2011.
- [8] 刘健, 张文建, 朱元竟, “中尺度强暴雨云团云特征的多种卫星资料综合分析,” 应用气象学报, vol.18, issue2, pp.158-164, 2007.
- [9] 何立富, 尹洁, 陈涛, “0509 号台风麦莎的结构与外围暴雨分布特征,” 气象, vol.32, issue3, pp.93-100, 2006.
- [10] 张玲, “2010 年西北太平洋和南海台风特点及其与冷空气相关的预报难点分析,” 天气预报技术总结专刊, vol.3, issue6, pp.16-24, 2011.
- [11] 钱燕珍, 张寒, “台风森拉克路径特征与预报难点分析,” 气象, vol.30, issue9, pp.19-23, 2004.
- [12] 黎惠金, 覃昌柳, 韦江红, “一次全区性较强降水空报的重大预报失误过程分析,” 气象, vol.31, issue1, pp.33-36, 2005.
- [13] 王焕毅, 杨萌, 魏海宁, “台风达维路径变化及物理量诊断分析,” 中国农学通报, vol30, issue8, pp.256-261, 2014.
- [14] 王亚男, 王庆元, “1210 号台风大风和渤海湾天津沿岸风暴潮分析[J],” 海洋预报, vol.30, issue6, pp.7-12, 2013.