

钱燕珍,高拴柱,黄思源,等. 2013. 强台风海葵登陆前后强度变化的观测分析. 气象,39(10):1265-1274.

强台风海葵登陆前后强度变化的观测分析^{*}

钱燕珍¹ 高拴柱² 黄思源³ 杜 坤³ 郭建民¹ 郭宇光¹

1 宁波市气象台,宁波 315012
2 国家气象中心,北京 100081
3 宁波市气象网络与装备保障中心,宁波 315012

提 要: 1211 号台风海葵强度强,在近海及登陆前后中、日、美三个国家的业务定强差别较大。云图分析“海葵”强度强,近海后云顶亮温长时间在 -70°C 以下。雷达资料表明“海葵”登陆前后,结构对称,眼区清晰,范围增大。登陆点附近沿海测站出现了长时间的强大风,过程 13 级及以上阵风共持续了 26 h,东矾、大陈、石浦最大风速的极大值分别是:46.9、39.4 和 $36.8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。风场垂直分布差别 500 m 以内普遍在 $7\sim 8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。这些陆基观测资料表明“海葵”可能达到了强台风标准,中央气象台定强是合理的。近海或登陆台风强度的确定在使用 Dvorak 技术的基础上,还应更多地参考陆基探测资料。

关键词: 强台风海葵, 登陆前后, 强度, 观测分析

中图分类号: P458 **文献标志码:** A **doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.10.004

Analysis on Intensity Variation of Haikui Before and After Its Landing

QIAN Yanzhen¹ GAO Shuanzhu² HUANG Siyuan³ DU Kun³ GUO Jianmin¹ GUO Yuguang¹

1 Ningbo Meteorological Observatory of Zhejiang, Ningbo 315012
2 National Meteorological Centre, Beijing 100081
3 Ningbo Meteorological Network and Equipment Support Centre of Zhejiang, Ningbo 315012

Abstract: “Haikui” (No. 1211) is an intensified typhoon, but the remarkable differences of its intensity determination were presented by CMA, RSMC Tokyo and JTWC. Cloud image analysis shows that “Haikui” is a severe typhoon with the TBB below -70°C for a long period in offshore area. Radar data reveals its symmetrical structure, clear eye and enlarged scope obviously before and after its landing. Long-time lasting gale is also detected by the coastal observation stations, including automatic stations and inner island stations. The gust with the intensity above 13 grades lasts for 26 hours during the period. The maximum wind speed is $46.9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $39.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ and $36.8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ measured respectively at Dongji Station, Dachen Station and Shipu Station. The vertical wind shear difference is $7\sim 8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ under the height of 500 m. These ground-based observations show that “Haikui” has matched the standard of severe typhoon, and the intensity determination by CMA is reliable accordingly. Therefore, it is concluded that the determination of typhoon grade should depend on not only the Dvorak technique, but also the ground-based detection data.

Key words: Haikui, during landfall, intensity, observation analysis

^{*} 国家重点基础研究发展规划项目(2009CB421504)、国家自然科学基金项目(41275066)、中国气象局气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2013M21)、上海台风基金项目(2009ST08)和宁波市科技计划项目(2012C50044)共同资助
2012 年 12 月 31 日收稿; 2013 年 3 月 6 日收修定稿
第一作者: 钱燕珍, 从事天气预报和相关研究. Email: qian-y-z@163.com

引 言

热带气旋(TC)强度及结构与造成影响的大小有直接关系(陈联寿等,1979)。许映龙等(2010)研究指出与 TC 路径预报相比,过去 20 年来,全球 TC 强度业务预报进展都非常缓慢,目前业务预报中广泛应用的方法主要是一些气候持续法和统计动力模式。由于观测资料缺乏,对 TC 强度变化的物理机制认识不够深入,近海及登陆 TC 强度变化受地形等下垫面情况变化影响而变得异常复杂,60%以上减弱,但也有 TC 强度增强的(于玉斌等,2006;高拴柱等,2012)。对于 TC 强度预报,首先是 TC 强度的确定(雷小途,2001)。通常台风强度是根据卫星云图分析来确定的,也就是 Dvorak 定强技术(Holland,1993)。该方法是一种基于台风对流云型,台风眼的形状、台风中心与浓密云区的相对位置,以及外围螺旋云带和中心强对流云带等特征的判断和一系列规则基础上,利用可见光和红外云图进行 TC 强度估计的统计方法。在全球 TC 业务中 Dvorak 定强技术被广泛应用,但其在实际应用中很大程度取决于预报员的经验和主观判断(Chen et al, 2011)。余晖等(2006),余锦华等(2012)分析了热带气旋强度资料的差异性,从气候持续法的角度对定强提出了订正。梁进等(2010)对比了中美两套不同时期的资料,得到 Dvorak 技术和飞机探测技术同时使用时,两者相差最小。

近海及登陆 TC 的定强和强度预报准确性直接影响风雨预报和防灾减灾,TC 进入近海或登陆前后,观测手段更加丰富,把多源观测资料用于台风强度的确定和预报,使近海和登陆台风定强技术和强度预报更加准确(张勇等,2011;张玲等,2013;吴雪等,2013),如把雷达回波资料应用到台风定强等的尝试(刘丽君,2003),预报业务实践中一直有这样的尝试(钱燕珍等,2013)。

2012 年第 11 号强台风海葵(Haikui)8 月 3 日 08 时在日本冲绳县东南约 1360 km 的西北太平洋洋面上生成,5 日 17 时加强为强热带风暴,6 日 17 时加强为台风,7 日 14 时加强为强台风,8 日凌晨 3 时 20 分在浙江省象山县鹤浦镇登陆,登陆时中心气压 965 hPa,近中心最大风力 14 级($42\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),8 月 9 日 12 时在安徽省境内减弱。这个台风有近海急剧加强的特点(于玉斌等,2008),7 日 12 时,近中

心最大风力从 $35\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,增大至 $40\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,然后 17 时增强到 $48\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,短短 6 个小时增加了 $13\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,中心气压由 965 hPa 减少到了 945 hPa,增强非常剧烈。美国联合台风警报中心(JTWC)和日本台风东京台风中心(RSMC Tokyo)的定强,最强的时候都是 $33\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,是台风级别的强度,明显小于中央气象台发布的强度级别。表 1 是这两个中心和中央气象台关于“海葵”登陆前后各个时次的定强。从 7 日 08 时到 8 日 20 时,中央气象台的定强大于其他两个中心的定强,同一个时次台风定强相差最大时达 $15\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,差距非常大。从 2012 年截至 9 月的中央台台风业务定强看,1208、1209、1210 和 1214 等热带气旋都有近海急剧加强的现象,尽管这三家的定强也有一定差异,但差异不大,其中 1208、1209 和 1214 定的最强的都是美国,这与美国定强的标准是 1 min 平均最大风速有关(Chen et al,2004)。由于中国和日本的定强标准分别是 2 和 10 min 最大平均风速,通常来说同一个台风、同一时次定强美国会偏大,中国其次,最小的是日本。那么为什么“海葵”近海后定强差异如此之大,到底哪家更合理一些? 因此有必要利用实测资料进行检验。

表 1 “海葵”登陆前后强度(近中心最大风力,单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
Table 1 The intensity of “Haikui” before and after landing (maximum wind near center, unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

时间	中国	日本	美国
6.08	30	28	28
6.14	30	30	31
6.20	33	30	33
7.02	33	30	33
7.08	35	30	33
7.14	42	30	33
7.20	48	33	31
8.02	45	33	31
8.08	38	28	31
8.14	33	23	26
8.20	25	20	21

本文试图从“海葵”登陆前后多种观测资料分析“海葵”的强度。并用风场的垂直剖面、时间动态论证登陆和登陆前后这些资料对台风强度的确定有参考价值。

1 资 料

本文所使用的观测资料主要包括:卫星云图、雷达回波、自动站资料、风廓线雷达资料以及凉帽山高

塔资料,这些资料部分是本地的高密度、高频率的观测。

自动气象站主要是宁波的沿海和海岛站,舟山和台州的部分海岛站等,时间间隔有逐分钟和逐小时资料。数据质量控制,国家基本站和国家一般站均按照《地面气象观测规范》的要求进行;无人值守常规中尺度站,主要通过采集系统的阈值限制以及特殊情况下的人工判别检验等方法。风速最大的两个站东矾和大陈岛,东矾距离大陆海岸线约33 km,岛走向总体呈东西向。自动站虽位于次高山头(稍高一点的山头位于其西边),但仰角小,完全符合观测规范。大陈站距离大陆海岸线约 23 km,岛的走向总体呈 NNE—SSW 走向,观测环境除位于其西南方的望夫樵山,小小扇形的仰角约 4°外,其他方位几乎无阻挡。

宁波境内只有一座边界层风廓线雷达(图略),

根据中国气象局和浙江省气象局的观测要求目前采用低模式和高模式的扫描方式,探测高度在 96~3273 m(相当于 700 hPa 以下),共 52 层。

凉帽山高塔气象观测系统位于宁波市大榭开发区凉帽山岛(图略),利用宁波至舟山 220 kV 高压输电塔,建在最高 370 m 输电高塔上。凉帽山高塔气象梯度观测系统自下而上共有 17 套气象观测设备,从地面到高空形成了 9 个层面的观测,能同时开展气温、湿度、二维、三维风速风向、水汽、二氧化碳等气象要素的监测,能够捕捉到高空 320 m 以下的气象要素的连续变化。我们对其数据进行了简单的质量控制,包括临近站点的时空一致性检查,异常点剔除;缺测点在绘图时采用上一个时次观测数据代替等方法。

文中提到的各观测站的位置、海拔高度和使用的观测仪器如表 2 所示。

表 2 各测站的海拔高度和使用的观测仪器
Table 2 The elevation of observation stations and the observation instruments

观测站	海拔高度/m	经度/E	纬度/N	观测仪器
雷达站	458.4	121°30′	30°4′	CINRAD WSR-98D 多普勒天气雷达
风廓线雷达	5	121°12′	30°6′	Lap-3000 边界层风廓线雷达
凉帽山高塔	25	122°1′	29°54′	CAWS1000-GWS 梯度自动观测系统
大陈岛	84.4	121°54′	28°27′	无锡 ZQZ-CHB 自动站,国家基本站
东矾岛	76.0	121°55′	28°43′	无锡 ZQZ-F 自动站,无人值守
大壳岛	28.5	121°41′	29°9′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守
杨柳坑	47.7	121°56′	29°4′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守
石浦	129.2	121°57′	29°12′	VAISALA MILOS 520,国家基本站
檀头山	48.2	122°2′	29°11′	无锡 ZQZ-F 自动站,无人值守
宁海	25.0	121°26′	29°19′	VAISALA MILOS 301,国家一般站
南韭山	41.7	122°11′	29°26′	无锡 ZQZ-F 自动站,无人值守
梁横山	127.0	122°17′	30°6′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守
桃花岛	164.0	122°17′	29°50′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守
徐公岛	151.0	122°17′	30°38′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守
大戢山	92.9	122°10′	30°49′	无锡 ZQZ-A 自动站,无人值守

2 登陆点附近的风场变化

把离登陆点较近,但又有分钟资料的石浦气象站和宁海气象站资料,做 2 min 平均风速和本站气压的时间动态序列(如图 1)。石浦气象站风速在登陆前跳跃性增大,之后迅速减小,然后再增大,再缓慢减小。“海葵”登陆前 8 日 01 时,石浦气象站最大平均风速达到了 38 m·s⁻¹,之后风速迅速减小,最小出现在 8 日 03 时 17 分和 5 时 16 分前后,风速接近 5 m·s⁻¹。本站气压呈明显的 V 字型分布,最低

值出现在 8 日 03 时 07 分前后,再加上风向的观测结果,可见台风中心确实在附近经过。

石浦西略偏北的宁海站,风速也有一个强劲增大,迅速减小,再增大后慢慢减小的过程。风速最大值相对较小只有 21 m·s⁻¹。宁海是 8 日 07 时 52 分出现了最小风速,接近静风,本站气压最低出现在 04 时 20 分前后。这些表明台风登陆后向西偏北方向移动,眼区扩大,强度明显减弱。

统计出现 14 级以上阵风的沿海自动站和海岛站极大风速出现时间,由南到北先后出现,最南的大陈岛是 7 日 22 时出现,东矾、杨柳坑出现的时间是

7 日 23 时,檀头山、石浦出现的时间是 8 日 00 时,南韭山最晚是 8 日 01 时,这说明“海葵”移近近海后,移向偏北分量增多,强度非常强,同时也印证了 7 日 20 时以后,中央气象台的定强明显大于其他两个中心的定强(如表 1)有一定的合理性。

杨柳坑 8 日 03 时的 2 min 平均风速是 $2.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,风向是北北西,所以 03 时 20 分中央气象台定在杨柳坑所属的象山县鹤浦镇登陆与实况是相符的。

3 台风海葵登陆前后的观测分析

3.1 云图分析

选择 JTWC、CMA、RSMC Tokyo 三家定强最强的起始时间的云图(图 2a、2b、2c),从这三张图分析,台风密闭云区都成圆环状,外围螺旋云带丰富、层次分明,结构对称,眼区清晰呈正圆形,云顶亮温低,内核区最低值普遍在 -70°C 以下,图 2c 是 7 日 20 时的云图,云顶亮温极值最低,接近 -74°C ,这说明这个时次前后台风强度最强,在近海以后,强度还在加强。分析图 2d、2e、2f,台风靠近陆地后,陆地对台风的结构造成了一定的破坏,亮温上升,8 日 14 时,亮温最低在 -50°C 左右,台风强度明显减弱。但是密闭云区和螺旋云带都还比较完整,结构也基本对称,范围也没有明显减小,这预示着台风登陆后减弱速度将偏慢。

3.2 雷达回波分析

图 3 是宁波雷达站观测到的“海葵”登陆前后的两张回波图,由图 3 可见,“海葵”登陆前后,结构非常完整,主要体现在:眼区清晰,呈圆形,直径在 50 km 左右;密闭云区范围大,半径大小超过 100 km;螺旋云带丰富而有层次;图 3b 中台风的范围明显比图 3a 大,除了观测点距离台风近了,观测到的台风显得更加大以外,还可能因为登陆前后,台风范围变大。南侧由于观测雷达位置偏北的关系,呈现出稍弱小一些,从回波图上分析,这个台风登陆前后结构是对称的,台风进入近海后范围有所增大。

3.3 区域自动站观测强阵风分析

据自动气象探测业务系统 1 h 极大风速资料,6

日 00 时,“海葵”离象山沿岸 520 km 左右,沿海海面已经出现了 8 级阵风(三个及以上自动站达到这个标准,以下同,徐公岛: $19.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),至 10 日 02 时,沿海海面还有 8 级风(嵎泗: $17.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$);过程 8 级及以上大风共持续了 98 h。

6 日 09 时,“海葵”离象山沿岸约 460 km,沿海地区已经出现了 9 级阵风(徐公岛: $23.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,9 日 09 时沿海海面还有 9 级风(桃花岛: $23.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),9 级及以上大风共持续了 72 h。

6 日 16 时,“海葵”离象山沿岸约 420 km,沿海地区已经出现了 10 级阵风(东矾: $25.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),9 日 02 时还有 10 级风(东矾: $26.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)出现,10 级及以上大风持续了 58 h。

7 日 02 时,“海葵”离象山沿岸约 360 km,沿海地区已经出现了 11 级阵风(大陈岛: $29.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),8 日 16 时还有 11 级及以上阵风(大戢山: $34.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),11 级及以上大风共持续了 38 h。

7 日 10 时,“海葵”离象山沿岸约 310 km,沿海地区已经出现了 12 级阵风(大陈岛: $34.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),8 日 14 时还有 12 级风(大戢山: $36.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),12 级及以上大风共持续了 29 h。

7 日 11 时出现 13 级风(大陈岛: $40.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$);8 月 12 时出现了 13 级风(蚂蚁岛: $38.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$),过程 13 级及以上大风共出现了 26 h。7 日 14 时至 8 日 14 时个别地方还出现了大于等于 15 级的大风:南韭山 $48.7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、梁横山 $47.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、石浦 $50.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、东矾 $56.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、大陈 $53.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (图 4),这一时段,正好是中央气象台的定强明显大于其他两个中心定强的时段,从自动站强阵风分析,中央气象台的定强较合理。从东矾和大陈的阵风分布看,超过 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的时间达到了 12 h,特别是东矾岛 8 日 06—09 时极大风速又超过了 $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

从以上自动站观测表明,台风离近海还有一定距离时,自动站的风力已经很大了;大风出现的时间长,风力强,这些可以表明台风强度强。台风靠近陆地后,风力增强,这除了离台风近以外,也可以表明台风还在加强。

3.4 区域自动站平均风速分析

受“海葵”及外围环流影响,过程最大风力(10 min 平均风速)内陆地区普遍出现 10~12 级,

沿海 12~14 级。杭州湾及太湖地区 10~12 级大风持续近 24 h,内陆平原地区 6 日下午至 8 日陆续出现了 8~10 级大风。

由图 1 和图 4 可见,“海葵”带来的大风、强风影响时间长,且有台风中心在附近经过。极大风速明显大于平均风速,2 min 平均风速和 10 min 平均风速比较接近。把过程最大 10 min 平均风速最大值及出现时的情况列表 3,最大东矾岛在 7 日 23 时前后平均风速超过了 $46.9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,当时观测点和台风中心有 80.2 km 的距离,大陈岛在距离台风 146.2 km 时,最大风速最大值是 $39.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,当时是 7 日 18 时,这印证了 7 日 20 时中央气象台定强“海葵”近中心最大风力 $48\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 有合理性。石浦站最大风速 $36.8\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,出现时间 8 日 00 时,离台风 77 km。

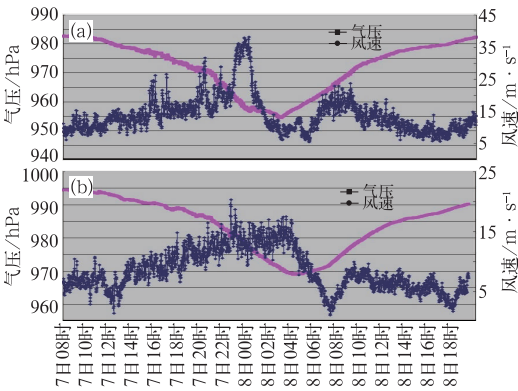


图 1 2 分钟平均风速和本站气压的时间序列
(a)石浦站(58569), (b)宁海站(58567)
Fig. 1 Time series of 2-min average
wind speed and pressure
(a) Shipu Station (58565), (b) Ninghai
Station (58567)

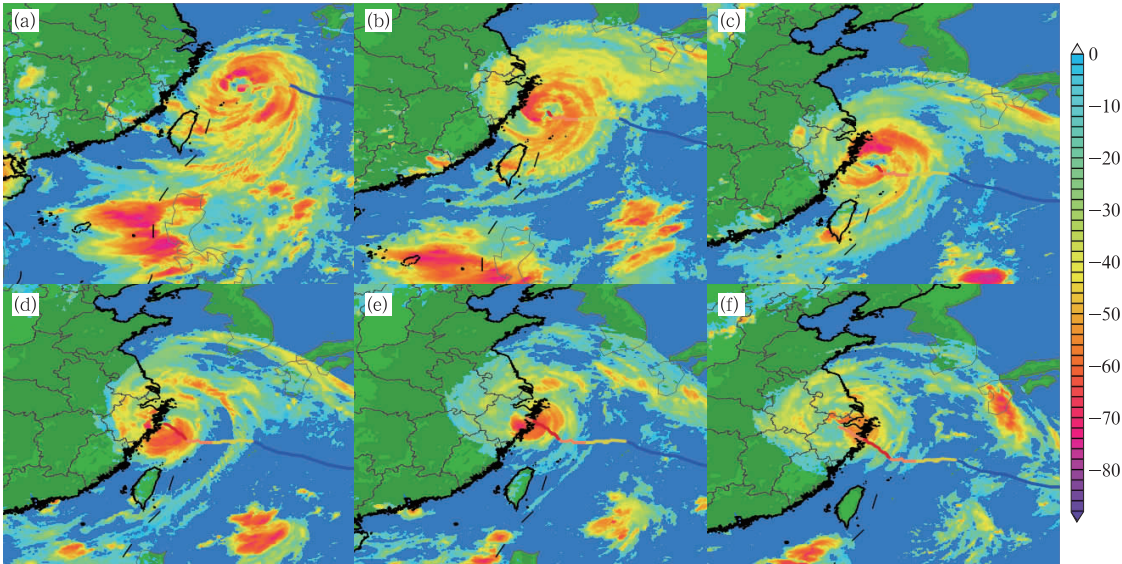


图 2 “海葵”登陆前后云图
(a)6 日 20 时, (b)7 日 17 时, (c)7 日 20 时; (d)8 日 02 时, (e)8 日 08 时, (f)8 日 14 时
Fig. 2 Cloud images of “Haikui” before and after landing in 6—8 August 2012
(a) 20:00 BT 6, (b) 17:00 BT 7, (c) 20:00 BT 7, (d) 02:00 BT 8,
(e) 08:00 BT 7, (f) 14:00 BT 8

4 不同海拔高度观测可以作为台风定强的参考

通常日本用海平面 10 m 高度的最大平均风速来定强台风,而中国用近地面 10 m 高度的最大平均风速来定强,美国、中国和日本分别用 1、2 和

10 min 平均风速。由表 2 可见,我们所有的观测站的高度普遍是海拔几十米,甚至还有超过百米的,那么会不会影响台风定强?

4.1 站点海拔高度和风速极大值

从出现极大风速在 $45\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 及以上的东矾、大陈、石浦、南韭山、杨柳坑和檀头山 6 个站看,极大

值分别是: 56. 0、53. 0、50. 9、48. 7、45. 4 和 44. 7 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,最大风速的极值分别是:46. 9、39. 4、36. 8、33. 6、33. 1 和 28. 1 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,而这 6 个站的海拔高度分别是:76. 0、84. 4、129. 2、41. 7、47. 7 和 48. 2 m,

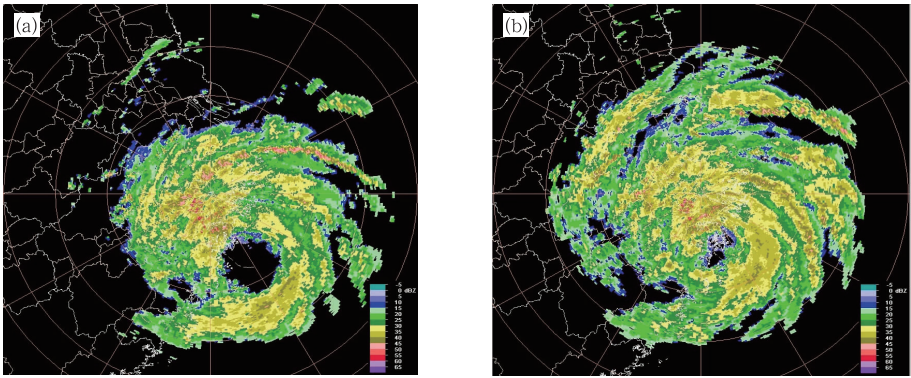


图 3 “海葵”登陆前后雷达回波

(a)8月8日01时,(b)8日04时

Fig. 3 Radar echoes of “Haikui” before and after landing in 8 August 2012

(a) 01:00 BT 8, (b) 04:00 BT 8

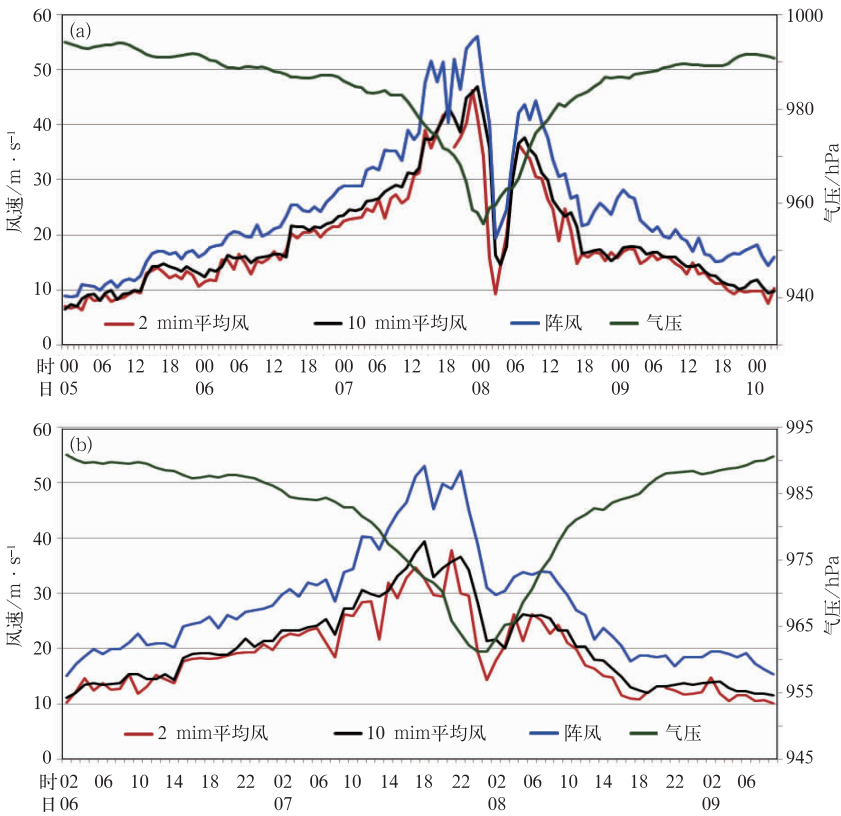


图 4 2012 年 8 月 5 日 00 时至 9 日 24 时离台风海葵登陆点较近

风速最大的 2 个站风场及气压时间序列

(a)东矾,(b)大陈

Fig. 4 Time series of wind field and pressure of the two stations measuring the maximum wind near the landing point of typhoon (00:00 BT 5 to 24:00 BT 9 August 2012) (a) Dongji station, (b) Dachen station

表 3 离台风登陆点最近的 6 个
站 10 分钟平均风速最大值
Table 3 10-min mean maximum wind
speed of the 6 stations near the landing
point of typhoon

站点	最大风速 / $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	出现时间	与台风中心 距离/km
南韭山(K2926)	33.6	8 日 02 时	70.5
石浦(58569)	36.8	8 日 00 时	77.0
檀头山(K2923)	28.1	8 日 00 时	70.4
杨柳坑(K2925)	33.1	8 日 08 时	49.4
东矾(58663)	46.9	7 日 23 时	80.2
大陈岛(58666)	39.4	7 日 18 时	146.2

可见并不是海拔越高,风速极值越大。另外梁横山、桃花岛、徐公岛海拔高度都超过 100 m,后两个还超过了 150 m,但风速极值并不是很大。因此在一定范围内站点海拔高度不一定和风速极值完全成正比。

4.2 雷达风廓线资料

分析“海葵”登陆前后风廓线雷达观测,根据需要选取相应的层做风速变化曲线。由于雷达和台风始终有一定距离,所以风速并不是很大。

从 500 m 以下相对较低的层次分钟实时观测资料看,出现风速极大时段时,风速和高度之间有一定联系,高度越低风速越小,但相差并不是很大,从 96~477 m,高度相差了近 400 m,风速普遍相差 7~8 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。低层 20 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上的风速波峰出现在 8 月 7 日 14 时至 8 日 06 时前后,这表明这个时段台风强度强和观测点离台风近。

各层(图 6)分析,当时中低层每个时次的风速风向分布比较一致,风速比较接近,除 96 m 高度相对小一些以外,其他层次都非常接近,所以这样的环境场层结风速垂直切变小,不利于台风登陆后的迅

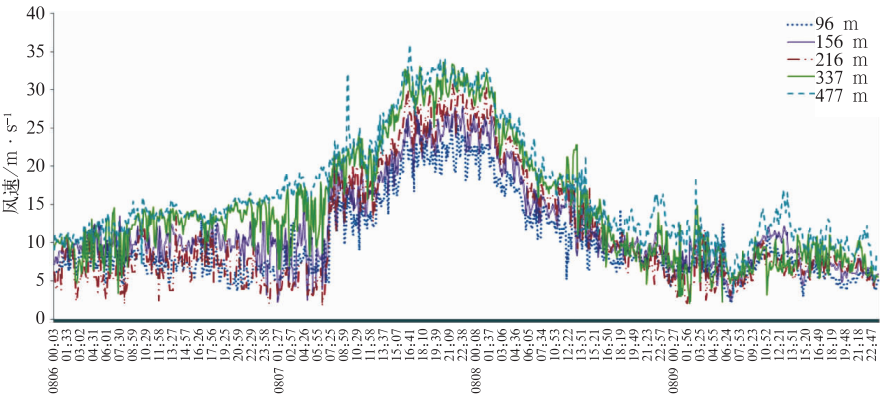


图 5 2012 年 8 月 6—9 日风廓线雷达资料低层各层水平风速变化曲线
Fig. 5 Evolution of horizontal wind speeds in different levels
under 500 m observed by wind profiling radar

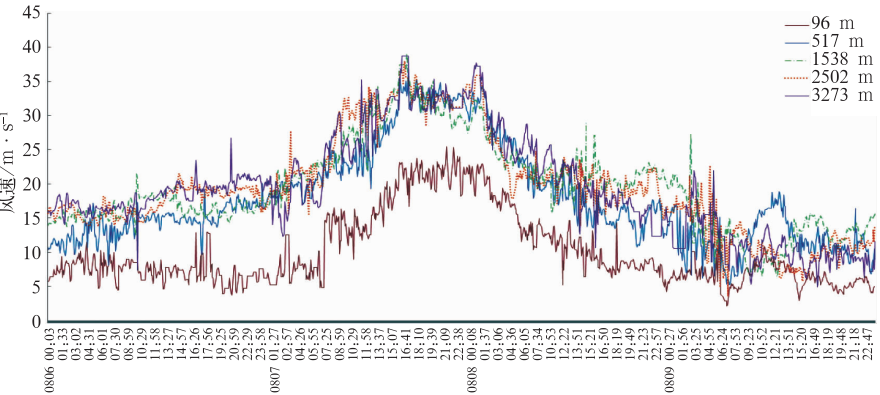


图 6 2012 年 8 月 6—9 日风廓线雷达资料各高度层水平风速变化曲线
Fig. 6 Variation curves of horizontal wind speed in each level
by wind profiling radar during 6—9 August 2012

速减弱。8 日 13 时前后开始,风速差距有所加大,9 日 02 时之后,风速差距进一步拉大。

图 7 是风廓线雷达各高度垂直风速分布情况,由图 7 可见,通常情况下,即便是 TC 外围影响,3000 m 以下各层的垂直风速都是比较小的,而且各层之间也非常接近。从 7 日 07 时开始,此时风廓线

雷达离“海葵”有 419.6 km,到 8 日 16 时离“海葵”120.1 km,在这一时间段内上升速度有了跳跃性增加,普遍达到 $4\sim6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,个别时段超过了 $9\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。上升速度增加以后,各层的上升速度还是非常接近。9 日 15 日前后,500~2000 m 上空出现了向下的垂直速度。

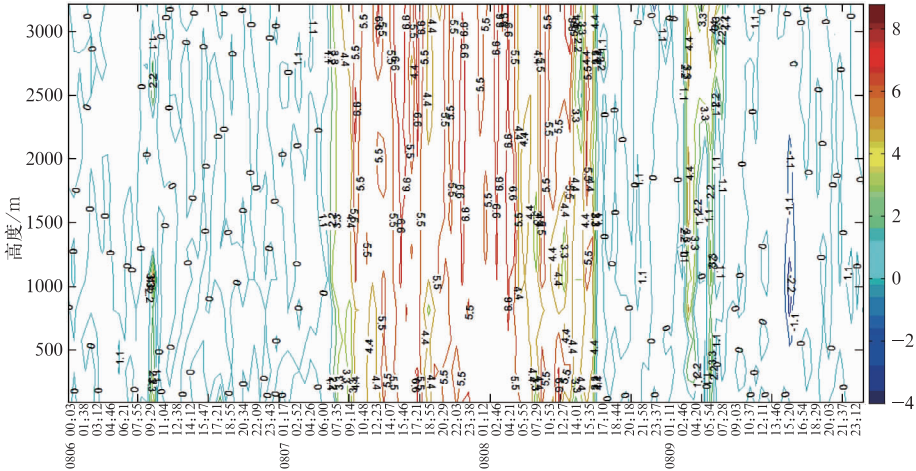


图 7 2012 年 8 月 6—9 日风廓线雷达资料各高度层垂直风速(单位: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
Fig. 7 Time-height cross section of vertical wind speed observed by wind profile radar during 6–9 August 2012 (unit: $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

4.3 凉帽山高塔气象资料

凉帽山高塔在“海葵”登陆之后强降雨的影响下,有些数据出现了问题。我们对相对稳定的登陆之前的资料进行了整理(图 8)。从 8 月 7 日 06—20 时每小时的分析,20 时到 8 日 03 时 20 分每 10 min 的分析,可以得到风速的跳跃性增强发生在 7 日 16 时前后,这和“海葵”主要增强时段非常匹配。之后随着“海葵”的移近,风速还有加强,特别是登陆前 1~2 h,“海葵”强度强距离又近,所以风速是最大的

时候。另外风向的变化也很能说明首先每个时次各个层次风向高度一致,风速非常接近,说明从 320 m 以下垂直风切变非常小。“海葵”登陆前几个小时,165~234 m 的风速相对其他层次明显大一些,这对于研究台风内部结构也是很好的观测事实。

图 9 是凉帽山高塔各高度层的分钟风速的时间序列(朝南风杯数据部分出现了问题,所以统一选取朝北的风杯资料),由图 9 可见,各层风速变化的趋势基本一致,差别不大。6 日 08 时开始风速出现不稳定,变化的区域增大,风速的迅速增大出现在 7 日

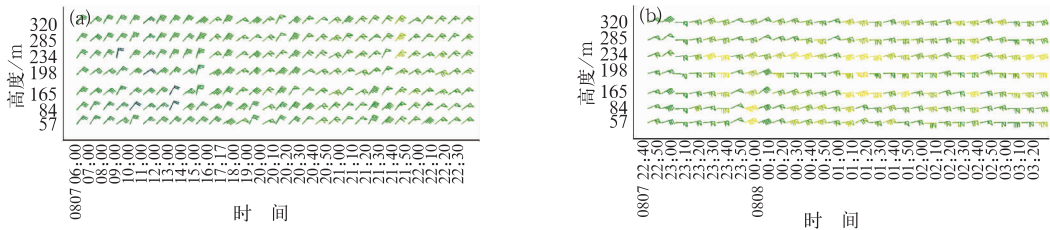


图 8 2012 年 8 月 7 日 20 时至 8 日 03 时 20 分凉帽山高塔每 10 min 的风场分析
Fig. 8 Evolution of wind profile observed from LiangMao mountain wind tower from 20:00 BT 7 to 03:20 BT 8 August 2012 with 10-min interval

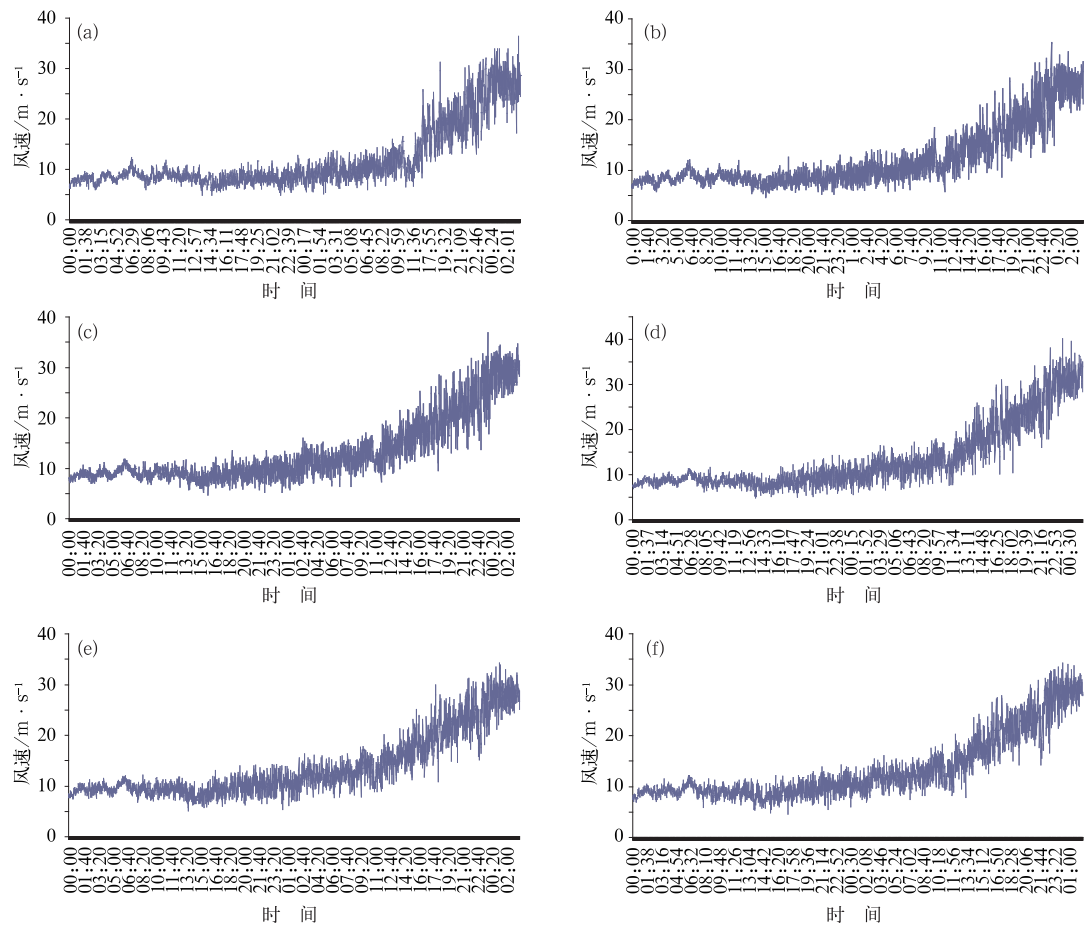


图 9 2012 年 8 月 6 日 00 时至 8 日 02 时凉帽山高塔各高度分钟风速
(a)57 m, (b)84 m, (c)165 m, (d)234 m, (e)285 m, (f)320 m

Fig. 9 Time series of horizontal wind speeds at different altitudes observed from Liangmao Mountain wind tower from 00:00 BT 6 to 02:00 BT 8 August 2012
(a) 57 m, (b) 84 m, (c) 165 m, (d) 234 m, (e) 285 m, (f) 320 m

13 时之后,且波动区域也有明显增大。风速的最大值各层次之间也非常接近。这一方面是因为台风的移近,另外一方面也表明台风强度的增大,果然台风 4 h 之后强度发展到了极盛。

5 小 结

“海葵”登陆前后,各种观测资料包括自动站(海岛站)资料、风廓线雷达、凉帽山高塔资料都表明台风强度强、范围大,而且环境场配制中低层各种风向的风切变小。这些观测结果对于台风强度的确定,进而预报风雨和灾情都是基础。

(1) 台风进入近海或登陆前后,由于观测资料的增加,强度的确定在使用 Dvorak 技术的基础上,还应该更多地考虑陆基探测资料,这样才能更加准

确地确定台风的强度,并做好风雨预报,为防灾减灾提供更为准确的信息。

(2) 由于各站点资料、风廓线资料、高塔气象梯度观测虽不是海拔 10 m 的高度,但都是近地面 10 m 的观测,从风场的垂直分布看,一定的海拔高度对风速观测值的影响不是很大,所以可以综合地运用各种探测资料。

(3) 对于各种探测设备的布局 and 观测资料的研究还需要做更多的设计和考虑。台风登陆相对集中的区域探测设施应更加集中和立体。要增加 10 m 海拔高度的风资料探测设施。如何更好地分析、研究凉帽山高塔等新设备资料用于预报和临近天气系统的机理分析,是需要进一步展开的工作。

(4) 目前台风定强主要还是使用 Dvorak 技术,特别是在远洋的时候。但是台风进入近海后,定强

如果考虑近海增加的很多探测资料,会不会由于定强方法的不一致而引起强度出现波动? 如何使台风在近海强度既能反映真实情况,又不致于和之前的定强之间产生波动,是应该考虑和解决的问题。

参考文献

陈联寿,丁一汇. 1979. 西北太平洋台风概论. 北京:科学出版社,1-491.

高拴柱,吕心艳,王海平,等. 2012. 热带气旋莫兰蒂(1010)强度的观测研究的增强条件的诊断分析. 气象,38(7):834-840.

雷小途. 2001. 西北太平洋热带气旋最佳定位的精度分析. 热带气旋学报,17(1):65-70.

梁进,徐福民,杨修群. 中美两套太平洋热带气旋资料集的差异分析. 海洋学报,32(1):10-22.

刘丽君. 2003. 利用雷达回波特征和地面资料确定 0312 号台风“科罗旺”强度. 广西气象,24(4):24-27.

钱燕珍,孙军波,陈佩燕,等. 2013. 用数值预报释用方法做近海及登陆热带气旋强度预报. 气象,39(6):710-718.

吴雪,端义宏. 2013. 超强台风梅花(1109)强度异常减弱成因分析. 气象,39(8):965-974.

许映龙,张玲,高拴柱. 2010. 我国台风预报业务的现状及思考. 气象,

36(7):43-49.

余晖,胡春梅,蒋乐贻. 2006. 热带气旋强度资料的差异性分析. 气象学报,64(3):357-363.

余锦华,唐家翔,戴雨茜,等. 2012. 我国台风路径业务预报误差及成因分析. 气象,38(6):695-700.

于玉斌,陈联寿,杨昌贤. 2008. 超强台风桑美(2006)近海急剧增强特征及机理分析. 大气科学,32(2):405-416.

于玉斌,姚秀萍. 2006. 西北太平洋热带气旋强度变化的统计特征. 热带气象学报,22(6):521-526.

张玲,黄奕武. 2013. 超强台风梅花和超强台风洛克预报偏差的天气学分析. 气象,39(7):842-847.

张勇,刘黎平,仰美霖,等. 2011. “天鹅”台风风场结构特征. 气象,37(6):659-668.

Chen Lianshou, Luo Hubang, Duan Yihong, et al. 2004. An overview of tropical cyclone and tropical meteorology research progress. Adv Atmos Sci, 21:505-514.

Chen Peiyan, Yu Hui, Chan Johnny C L. 2011. A western North Pacific tropical cyclone intensity prediction scheme. Acta Meteor Sinica, 05:611-624.

Holland G. 1993. Global Guide to Tropical Cyclone Forecasting WMO/TD No. 560. Secretarial of the World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.