

台风对海表温度的影响分析

梁晓红¹, 荣艳淑², 葛黎丽¹

(1. 江苏省海涂研究中心 南京 210036; 2. 河海大学水文水资源学院 南京 210098)

摘要:文章选取 2011—2012 年出现在西北太平洋地区的 3 个不同类型的台风,利用中国台风网“CMA—STI 热带气旋最佳路径资料数据”和多卫星遥感观测资料,分析了台风对大洋以及中国近海海表温度的影响。分析结果表明,台风对 SST 的影响程度与台风自身强度和台风的移速密切相关。SST 降低区域一般位于台风路径的右侧,台风在大洋右转向时可形成显著降温区。最大 SST 降低一般滞后台风中心 2 d 或 1 d,在台风过境后,该海域降低的 SST 恢复时间也较长。

关键词:台风;海表温度;降温位置;降温幅度

中图分类号: P732.6

文献标志码: A

文章编号: 1005—9857(2015)04—0053—06

1 引言

我国是西北太平洋地区受台风袭击最多的国家^[1],也是世界上台风登陆最多、灾害最重的国家之一。我国沿海台风登陆十分频繁,平均每年 7~8 个。台风过境经常伴随着狂风暴雨,是典型的灾害性天气系统。台风形成后由于中心低气压和巨大的风应力,在海洋上下层之间引起强烈混合和流辐散。通过大风夹卷使混合层深度加深,诱导的上升流强迫表层海水重新分布,使得海表温度(sea surface temperature, SST)下降^[2],海表温度的变化对浮游生物增殖、海洋初级生产力增强以及海洋生态系统调整有重要的作用。因此,研究台风造成的 SST 变化对于科学研究和海上生产活动都有重要的指导意义。

台风活动是最强烈的一种海—气相互作用的代表。研究台风与 SST 的关系有两个方面的价值:

一是海洋对台风的温度响应对于台风的产生、演化和强度有重要的作用,因此,上层海洋与台风之间的相互作用在过去的几十年里备受关注。SST 变化是台风与海洋之间能量交换的关键,是影响台风产生以及强度变化的重要因素;台风引起的低 SST 会影响台风自身强度以及短期内下一个经过这个区域的台风的强度^[3],研究台风引起的 SST 降低也是台风动力学和台风预

报的一个重要方面^[4]。

二是可提供在强烈天气情况下的海况资料,为海上航行、石油勘探和渔业生产等服务。SST 是海雾形成的重要因素,直接影响着海上的生产活动和海上航行;渔场和鱼汛直接受 SST 的影响,海温的变化影响到鱼类生长、摄食、产卵、洄游、死亡等各个方面,影响鱼类种群的变化,并最终影响到渔业资源的数量、质量及其开发利用。

2 数据来源

本研究采用的热带气旋资料(热带气旋路径、中心气压、最大风速等)来自中国台风网(www.typhoon.gov.cn) CMA—STI 热带气旋最佳路径资料数据,SST 资料是 TRMM/TMI 和 AM—SR—E 融合的逐日格点数据,空间分辨率为 0.25×0.25 。

TRMM 卫星上搭载的 TMI 是一部多通道双极化微波辐射计,除了降雨天气,它能够全天候直接或穿透云层反演海表面状况,Aqua 卫星上搭载的 AMSR—E 微波辐射计是在 AMSR 传感器的基础上改进设计的,在 6.9~89 GHz 范围内的 6 个频率有双极化方式的 12 个通道^[5],这套 TRMM/TMI 和 AM—SR—E 融合的 SST 数据有效地解决了台风期间因云层干扰而不能获得海表温度信息的问题。

本研究采用的 SST 资料对于沿岸海域的海温误差较大,故而做了剔除处理,反应到图中是岸界有条白色边线,特此说明。

3 个台风的特征对比。利用中国台风网“CMA-STI 热带气旋最佳路径资料数据”对 3 个台风进行强度对比和特征分析,并将它们的主要特征归纳在一起,如表 1 所示。由表 1 可以看到,“梅花”台风中心气压最低,“马鞍”次之;“达维”强度最弱;“梅花”与“马鞍”是超强台风,“达维”是台风;最大风速“梅花”为 65 m/s,“马鞍”为 55 m/s,“达维”只有 40 m/s;“梅花”和“马鞍”移动过程中均属于强度多变,路径复杂的台风,“达维”台风强度变化不多,路径也单一;移动速度方面,“梅花”台风的移速较慢,“马鞍”稍快,“达维”移速最快。

表 1 3 个台风的综合特征统计

台风特征	梅花 (1109 号)	马鞍 (1106 号)	达维 (1201 号)
中心最低气压/hPa	915	935	960
最大风速/(m·s ⁻¹)	65	55	40
七级风最大半径/km	400	400	200
台风最高等级	超强台风	台风	台风(强热带风暴级)
强台风持续时间/h	163	102	0
强度变化特征	多变	多变	变化不多
路径特征	复杂	复杂	单一
移速特征	慢	较快	快

3 台风对 SST 的影响分析

在台风的强风应力影响下,海洋上下层产生强烈垂直混合,深层冷水上涌,将导致海表温度显著下降。由于 SST 对台风的响应需要一定的时间,因此为了更准确地体现近海 SST 对台风的响应,通过比较台风形成时(海温还未受到台风影响)的 SST 和台风过程中的 SST,从而得到台风经过研究区域前后的 SST 的变化,即:

$$\Delta \text{SST} = \text{SST}_p - \text{SST}_b \quad (1)$$

式中:下标 b 表示台风形成的日期,p 代表台风过程中某日。下面分别讨论 3 个台风对 SST 的影响。

3.1 “梅花”对 SST 影响分析

我们取 7 月 27 日的海温分布为基准,讨论台

风发展过程中对 SST 降低的影响。图 1 给出了 2011 年 8 月 1—12 日期间,18°N—38°N,118°E—138°E 海域内 ΔSST 的空间分布。

由图 1 中 8 月 1 日的 ΔSST 分布图可见,降温区出现在台风中心右侧,降幅约为 2.5℃,降温区域直径大约为 100 km,随着台风北上,2 日降幅达到 3.5℃,范围扩大至直径 200 km 左右,8 月 3—6 日梅花移动缓慢,强度大,降温更加显著,5 日台风中心右后方降温幅度超过 3.0℃的降温区已连成一片,直径 600 km 左右,最大降温中心位于 24.5°N,133°E,降温幅度接近 5℃,距离台风中心 110 km,而台风内核区降温只有 3℃左右。5 日之后台风移速加快,台风中心右后方形成两个降温区,一个中心位于 24.5°N,133°E 附近;另一个位于 25.6°N,129°E 附近,此后这两个降温区有所减弱但持续存在,位置少变。至 7 日,第 3 个降温区,也是最强的降温区在台风中心右侧形成,并且持续增强,到 8 日,中心位于 32.5°N,125°E 附近,已经滞后于台风中心 400 km 左右,10 日达到最强,中心位于 32.5°N,125°E 附近,降温幅度接近 6℃,此时已是台风登陆 2 d 以后。Wada^[6]等模拟台风 Fex 造成的海面降温时也发现,Fex 移速最慢时形成的最大降温中心会长时间存在。

从分析可以看出:1109 号“梅花”对 SST 的影响比较显著,前后形成 3 个降温区,前两个降温区均在西太平洋上形成,位于台风右后侧,第 3 个在黄海海域形成,最大降温为 6℃,对中国近海影响显著;台风引起的 SST 降温区均位于台风路径的右侧区域,并且滞后台风中心 1~2 d 的时间,台风中心区域的降温幅度相对较小;台风在转向时造成形成显著的降温区,并会长时间存在。

3.2 “马鞍”对 SST 影响分析

我们取 7 月 14 日的海温分布为基准,图 2 给出了 2011 年 7 月 15—23 日期间,18°N—38°N,118°E—160°E 海域内 ΔSST 的空间分布。

从各个阶段台风引起的海面降温来看,最大的降温位置一直位于台风路径的右方,7 月 15—16 日降温尚不显著,降温区面积较小,16 日最大降温 3℃左右,17 日之后,台风转向西北移动,移速减慢,降温区开始扩大,18 日开始明显形成两

个降温中心,分别位于台风中心的右侧,并在之后的时间持续存在,19日两个降温中心的最大降温都为 5℃,−3℃的降温区直径约为 400 km。20日之后,台风在日本登陆后强度减弱、转向,但

是之前形成的降温区依然存在,只是稍有减弱,至 23日,24°N,137°E附近的−3℃的降温区依旧达到了直径 300 km 左右的范围,降温幅度已达到 4℃以上。

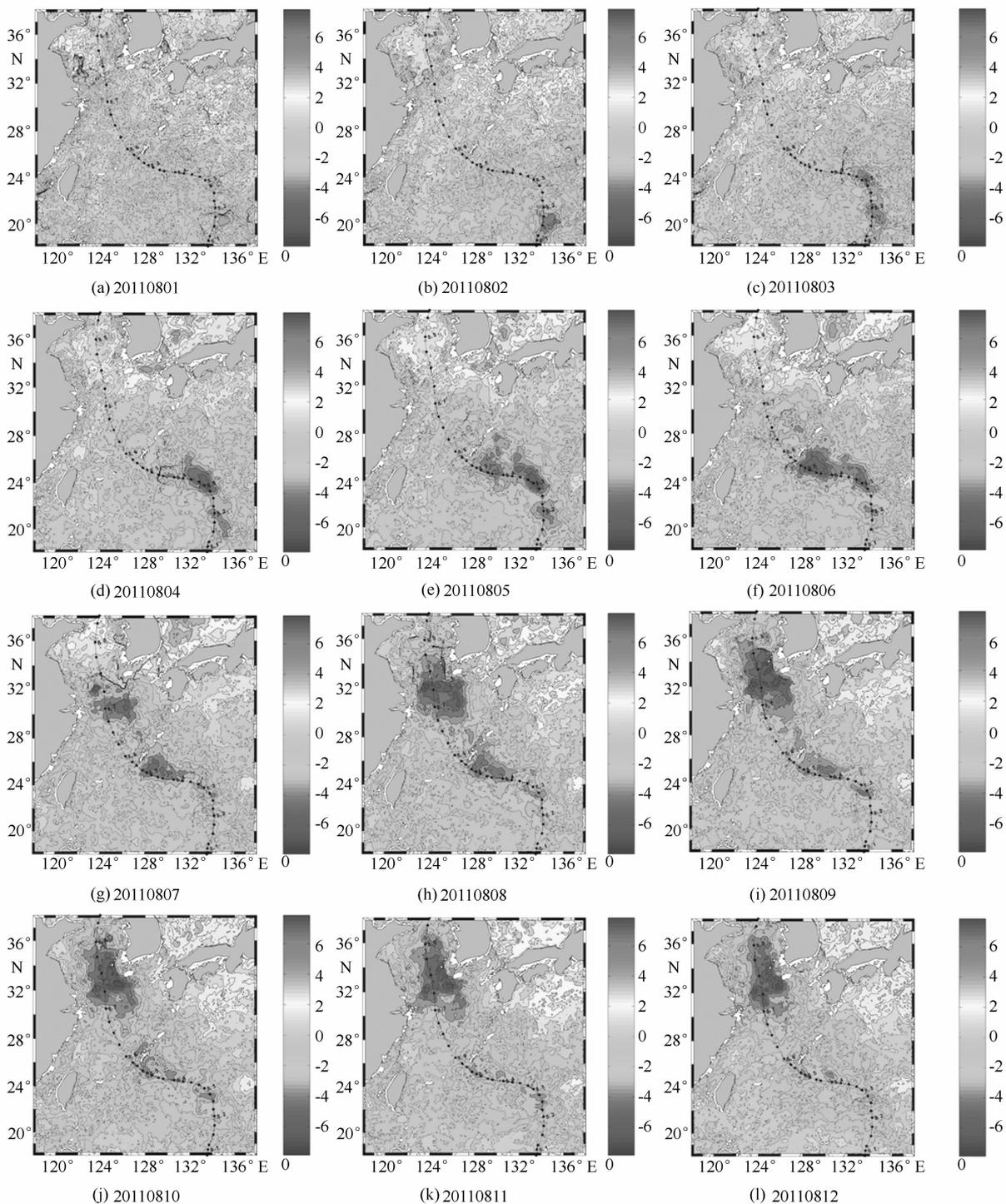


图 1 “梅花”经过前后海表温度的变化(ΔSST,单位:℃)

从分析可以看出:1106号“马鞍”对 SST 的影响中等,前后形成两个降温区,最大降温 5℃左

右,但对中国近海影响较小;马鞍台风期间 SST 降温区均位于台风路径的右方,并滞后台风中心

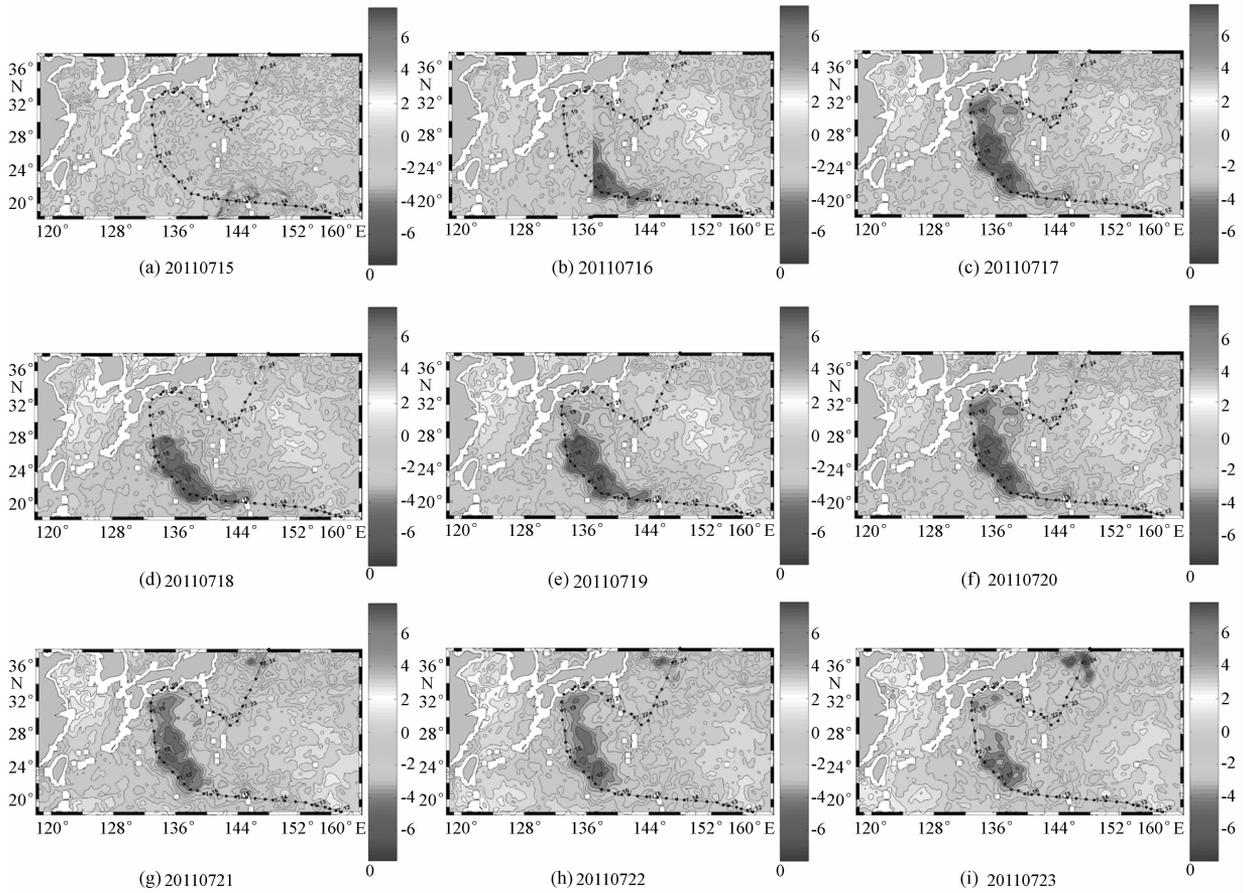


图2 “马鞍”经过前后海表温度的变化(Δ SST, 单位: $^{\circ}$ C)

1 d左右的时间;马鞍台风在远海转向时形成显著的降温区,右转时尤为明显,并长时间持续存在。

3.3 “达维”对 SST 影响分析

我们取 2012 年 7 月 27 日的海温分布为基准,图 3 给出了 2012 年 7 月 28 日至 8 月 5 日期间, 18° N— 38° N, 118° E— 150° E 海域内 SST 的空间分布。

从台风引起的海面降温来看,“达维”引起的海表降温幅度较小,最大的降温位置一直位于台风路径的右侧,7 月 31 日之前“达维”强度较小,移速较慢,形成两个降温中心,在两次转向的中心右侧,但是面积较小,降温幅度不到 3° C。31 日之后,“达维”加强为强热带风暴,转向西北并且移速加快,降温区开始扩大,但降温幅度接近 3° C,最大降温区面积仍然较小,直径约为 150 km。在此期间江苏近海的海温普遍有 0.5° C~ 1.5° C 的小幅增高。8 月 1 日之后,“达维”加强为台风并进入中国黄海,并于 2 日夜

在江苏北部登陆,此时黄海出现明显的降温区,该降温区仍位于台风路径的右侧。但是,最大降温并不是在台风登陆当天出现,而是在台风登陆后的 2 d 达到最大值,降温幅度为 2.5° C 左右,维持了 2~3 d。

从分析可以看出:1210 号“达维”是一个刚达到台风等级,并在江苏北部登陆的台风,由于该台风的强度偏小,移速较快,对 SST 的影响较小,降温中心降温幅度不到 3° C,但是对中国近海造成了一定影响;台风引起的 SST 降温区均位于台风路径的右侧,滞后不明显。

3.4 3 个台风的 SST 影响对比与分析

3 个台风经过时均造成了附近海域海表温度的下降,SST 的降低既有共同点,也有不同之处。

就强度来讲,“梅花”是超强台风,强度大,作用时间长,对海表温度的影响也最大,沿我国近海海域过境,对我国近海海域 SST 影响也最大;“马鞍”也是超强台风,对海表温度的影响较大,但对我国影响较小。这与“马鞍”远离我国近海

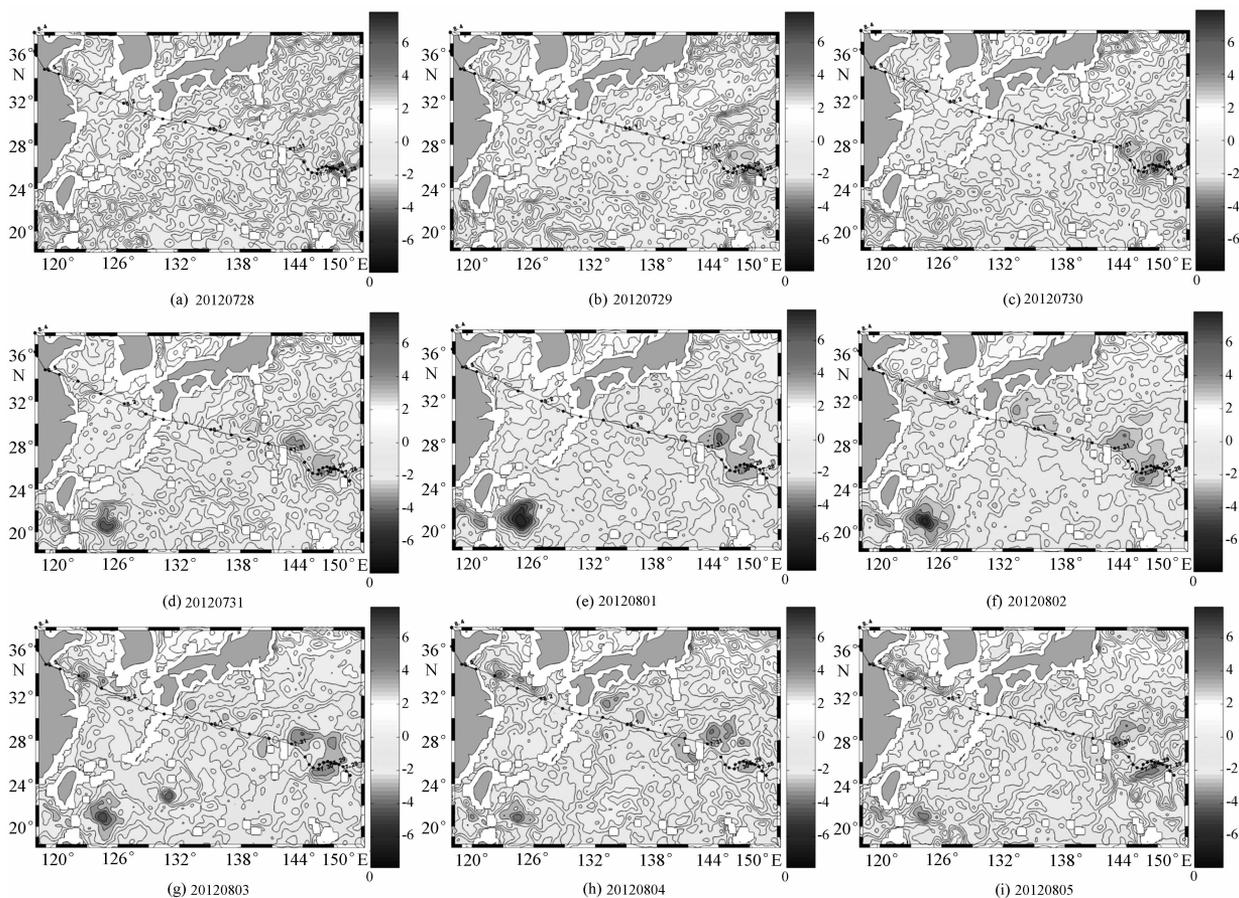


图 3 “达维”经过前后海表温度的变化(Δ SST, 单位: $^{\circ}\text{C}$)

有关;“达维”尽管正面登陆江苏北部地区,但是它的强度较弱,作用时间也短,故而对海表温度的影响最小,但当其经过并登陆江苏北部时,对我国近海 SST 造成较大的影响。朱建荣等^[7]在研究中也得出移速对 SST 降低的影响显著。

台风引起的 SST 降温区均位于台风路径的右侧区域,并滞后 1~2 d 的时间,台风中心区域的降温幅度相对较小;这种现象表明台风引起海水上层强烈混合和混合层深度的加深需要一定时间,而台风风应力的不对称性和平流的作用使 SST 降温偏向于台风路径的右侧,台风路径右侧主导风应力的强迫作用,强风夹卷引起路径右侧垂直混合更强。苏洁等^[8]、王立军^[9]也在对台风进行数值模拟时发现此种现象。

台风在转向时形成显著的降温区,右转时尤为明显,降温区长时间存在。台风转向时一般移速较为缓慢,在这种情况下大洋海水上下层混合充分,混合层偏深,在台风过境后,恢复的也会较为缓慢。右转又产生了堆积作用,使得降温区相

互作用而强度变大。“达维”强度小,移速快,作用于海水的层次较浅,对 SST 的影响中海水反应的滞后作用不明显。

4 结论与展望

4.1 结论

综合以上台风对 SST 影响的对比分析,可以得出以下结论。

(1) 台风自身的强度(包括中心气压和最大风速)和移动速度对台风经过时 SST 的降低程度有至关重要的作用。

(2) 台风对中国近海的影响程度与台风自身的强度和移动路径密切相关。

(3) 台风引起的 SST 降温主体位于台风路径的右侧并滞后台风中心 1~2 d 的时间,“梅花”与“马鞍”最大降温区滞后台风中心 1~2 d,“达维”的滞后现象不明显,但是“达维”在近海造成的最大降温出现在台风登陆后。

(4) 台风在大洋内转向时易形成显著的降温区,右转时尤为明显,该降温区长时间持续存在。

4.2 展望

首先由于资料所限,所选台风数量较少,台风之间强度、路径等的差异也较大,因而得出的结论规律性较差,今后的研究方向应注重多个相似台风的 SST 影响规律总结。

本研究结论的主体部分与很多台风个例研究论文的结论一致,在此得到了进一步的验证,

但是有两点发现需在此说明:其一是本研究发现“马鞍”在两次右转之后降温区更加显著,进而提出台风右转时海表降温尤为明显;其二是发现“达维”的滞后现象不像“梅花”与“马鞍”明显,但是近海造成的最大降温出现在台风登陆后 2 d;这两种现象还需要进行更深入的研究和分析,目前仅从一两个台风个例上无法给出确切的解释。

参考文献

- [1] 陈联寿,徐祥德,罗哲贤,等. 热带气旋动力学引论[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [2] 赖巧珍,马雷鸣,黄伟,等. 台湾岛附近海洋对 0908 号台风“莫拉克”的响应特征[J]. 海洋学报, 2013,35(3):65-77.
- [3] SCHADE L R, EMANUEL K A. The ocean's effect on the intensity of tropical cyclones: results from a simple coupled atmospheric-ocean model[J]. J Atmos Sci, 1999, 56:642-651.
- [4] BENDER M A, GINIS I, KURIHARA Y. Numerical simulations of tropical cyclone-ocean interaction with a high-resolution coupled model[J]. Journal of Geophysical Research, 1993,98: 23,245-23,263.
- [5] 毛克彪,覃志豪,李满春,等. AMSR 被动微波数据介绍及主要应用研究领域分析[J]. 遥感信息,2005(3):63-66.
- [6] WADA A. Numerical simulations of sea surface cooling by a mixed layer model during the passage of Typhoon Rex[J]. J Oceanog, 2005,61(1):41-57.
- [7] 朱建荣,周健. 东中国海对热带气旋的响应[J]. 上海水利, 1997(1): 13-19.
- [8] 苏洁,李磊,鲍献文,等. 黄、渤海表层海温对台风过程响应数值试验[J]. 青岛海洋大学学报:自然科学版, 2001, 31(2).
- [9] 王立军. 中国海区域的海洋数值模式与海—气耦合试验研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2005.