

# 进入西沙海域的TC活动的统计特征及环流初探

姚小娟, 邓婧娟

(国家海洋局南海预报中心, 广东 广州 510300)

**摘 要:** 利用1949—2014年CMA-STITC热带气旋(TC)最佳路径数据集对进入的TC源地、路径、强度和频数等活动特征进行统计分析, 并利用NCEP/NCAR再分析资料对其环境场进行初探。结果表明: 每年9、10月份进入西沙海域的TC居多, 进入时其强度不尽相同, 以台风强度进入的居多; 进入西沙海域的TC来源于西北太平洋和来源于南海的各占50%, 前者进入时强度偏强, 后者的偏弱; 来源于西北太平洋的TC进入路径主要有4种, 分别为穿过菲律宾北部、中部、南部和巴士海峡后进入西沙海域, 穿过菲律宾中部进入的居多, 其次为穿过菲律宾北部进入, 穿过巴士海峡进入的极少, 而来源于南海的路径较为怪异; 进入西沙海域的TC个数具有年代际变化特征; 厄尔尼诺(拉尼娜)发展(衰减)年份进入西沙海域的TC的源地、路径、强度和频数存在差异。来源于西北太平洋的TC以不同路径进入西沙海域其环流形势存在差异。

**关键词:** 西沙海域; TC; 统计特征; 环流

**中图分类号:** P444 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2016)01-0071-09

## 1 引言

西沙群岛位于南海的西北部海域, 是中国南海四大群岛之一, 是南海航线的必经之路, 同时也是我国著名渔场之一, 每年吸引大批各地渔民捕捞作业。但是西沙群岛海域同时又是容易受到热带气旋(Tropical Cyclone, TC)侵袭的地区, 每年台风季节基本上都会受到TC的影响。以往已经有很多气象海洋学者对西沙群岛海域的气候特征进行研究<sup>[1-3]</sup>, 并得出较好的成果, 如聂桂珍等<sup>[4]</sup>分析了西沙海区多年的TC活动的概况, 并利用多层递阶周期分析发对西沙海区的TC活动进行长期预报, 在预报精度上有一定提高。晏宏等<sup>[5]</sup>利用西沙群岛的气象资料和ENSO观测资料研究过西沙群岛海域的TC活动异常与ENSO的关系, 表明在厄尔尼诺期间的TC频次比拉尼娜期间明显要少。但由于海上观测资料缺乏, 对西沙群岛海域的气候特征还没有更透彻的了解, 尤其对西沙群岛海域的TC活动特征的了解

并不是很透彻。TC是造成南海海洋灾害的重要的灾害性天气系统, 近年来, 引起严重海洋灾害的TC及其气候变化特征都是气象海洋学家的研究对象之一, 也取得了很好的成效<sup>[6-7]</sup>, 但研究进入西沙海域的TC活动仍然是比较少的。本文着重利用CMA-STITC最佳路径数据集统计分析进入西沙群岛海域的TC的源地、路径、强度、频数等活动特征, 为充分认识西沙海域的气候特征以及开发和利用西沙的生物资源、南海航行安全提供可靠的背景依据。

## 2 资料和方法

本文利用的CMA-STITC最佳路径数据集由中国上海台风研究提供, 可网上下载([http://tcdata.typhoon.gov.cn/zjljsjj\\_sm.html](http://tcdata.typhoon.gov.cn/zjljsjj_sm.html))。CMA-STITC最佳路径数据集是统计了西北太平洋和南海地区发生的TC活动, 较为准确的记录了TC每6 h的中心经

收稿日期: 2015-07-07

基金项目: 国家海洋局海洋公益性行业科研专项(201305020-8); 国家海洋局海洋科学技术局长基金资助项目(1529)。

作者简介: 姚小娟(1985-), 女, 助理工程师, 硕士, 从事南海海洋环境预报与海洋气候预测的研究工作。E-mail: yxjenjoy@163.com

纬度、强度标记、近中心最低气压值以及近中心最大风速值等信息。利用CMA-STITC最佳路径数据集资料分类统计1949—2014 a进入西沙海域的TC的源地、路径、强度变化、频数等活动特征。文中还使用了NCEP/NCAR逐6 h的全球再分析资料,该再分析资料水平分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ ,垂直分辨率17层。本文的各类TC是根据《TC等级》(GBT 19201—2006)的等级分类,仅统计强度达热带风暴及以上强度的TC,具体包括热带风暴(TS)、强热带风暴(STS)、台风(TY)、强台风(STY)和超强台风(SuperTY)。另本文定义马尼拉所在纬度以北的菲律宾地区为菲律宾北部,棉兰老岛为菲律宾南部,两者之间的菲律宾地区为菲律宾中部。

### 3 进入西沙海域的TC活动特征

#### 3.1 进入西沙海域的TC逐月分布特征

为了方便统计,本文选取的范围为 $109^{\circ}$ — $113^{\circ}$ E,  $14^{\circ}$ — $18^{\circ}$ N(以下统称为西沙海域),如图1所示,位于南海西北部的方框为选取的西沙海域,本文统计的TC为进入该区域的强度达热带风暴或以上强度的TC。表1给出了1949—2014年1—12月西北太平洋及南海生成TC与进入西沙海域TC平均个数。由表可见:1—12月生成的27.1个TC中,进入西沙海域的平均每年有3.2个,占生成TC总数的11.8%。其中10月份进入西沙海域的TC最多,每年平均有0.8个,占当月生成TC个数的21.1%;其次为9月份,每年平均有0.7个,占当月生成TC个数的13.1%;再次为8月份,每年平均有0.4个,但由于8月份西北太平洋及南海生成TC个数全年最多,因此进入西沙海域的TC所占比例偏少,仅为6.9%;6月份、7月份和11月份进入西沙海域的TC均为0.3个;4月份、5月份和12月份进入西沙海域的TC均为0.1个;2月份和3月份没有发生TC进入西沙海域的情况。进入西沙海域的TC 9月份和10月份居多,而8月份其次,这与热带辐合带活动及副高的南北移动有较大关系。8月份热带辐合带北抬,其活动带达到最北,平均为 $18.6^{\circ}$ N,最北可达 $26^{\circ}$ N,8月份是热带辐合带活动最活跃的时间,而西北太平洋副热带高压脊线大概北跳至 $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$ N,西北太平洋生成TC个数偏多但副热带高压北跳导致TC移

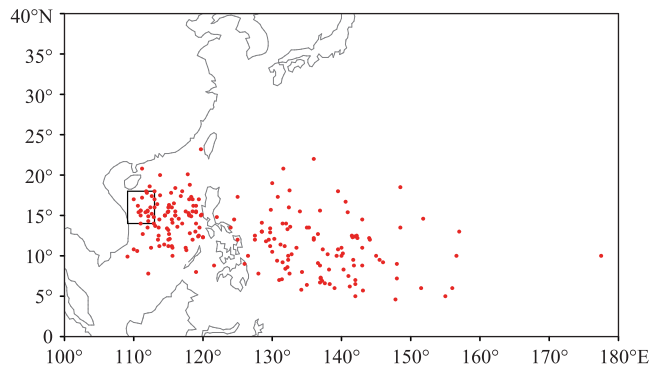


图1 进入西沙海域的各类TC的生成源地分布  
矩形方框为本文研究的西沙海域的范围

表1 1949—2014 a 西北太平洋和南海生成TC及进入西沙群岛附近海域的TC平均个数

月份	西北太平洋及南海 生成TC平均值	进入西沙海域 平均值	进入西沙海域占生 成TC的百分比/%
1	0.4	0.02	5.0
2	0.2	0	0.0
3	0.4	0	0.0
4	0.7	0.1	14.3
5	1.1	0.1	9.1
6	1.9	0.3	15.8
7	4.1	0.3	7.3
8	5.8	0.4	6.9
9	5.1	0.7	13.7
10	3.8	0.8	21.1
11	2.4	0.3	12.5
12	1.3	0.1	7.7
总计	27.1	3.2	11.8

动路径偏北,而9月份和10月份热带辐合带活动依然活跃,但9月份副热带高压迅速南落,导致西行进入西沙海域的TC个数增多。总体而言,1月—12月,进入西沙海域的TC 10月最多,9月份次之。因此,在预测西沙海域的TC活动时,可能需要重点关注9月份和10月份,其次为8月份,另外由于6月份正好是南海西南季风爆发后的次月(个别年份为首月),南海西南季风将明显增强,导致南海本土TC容易生成,对西沙海域有较大影响,也不容忽视。

图2为1949—2014年进入西沙海域的各类TC(包括TS、STS、TY、STY和SuperTY)个数的逐月分布。由图可知,各类TS都有可能进入西沙海域。SuperTY进入西沙海域的10月份出现最多,占10

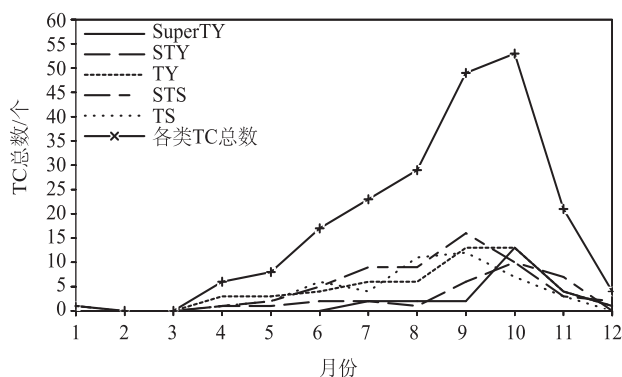


图2 1949—2014年进入西沙海域的各类TC总数的逐月分布

月份进入西沙海域的TC总数的24.5%,7月份至9月份、11月份也有Super TY进入西沙海域,但较10月份明显偏少。STY进入西沙海域的也是10月份出现最多,占10月份进入西沙海域的TC总数的18.9%,其次为9月份。TY进入西沙海域的9月份和10月份出现最多,其次为7月份和8月份。STS和TS进入西沙海域的均为9月份出现最多。

由于各类TC的分类是按照其生命周期过程中达到最强的强度来定义,这些TC在进入西沙海域的时候不一定是处于TC最旺盛的阶段,进入西沙海域的TC强度不同也会造成不同程度的海洋灾害,准确把握进入西沙海域的TC强度对航船绕行、海上作业及时避开其造成的海洋灾害有很大的影响,因此也需要对各类TC在进入西沙海域时的强度进行统计。如图3所示,超强台风在进入西沙海域时近中心最大风力以14—15级居多,占有进入西沙海域的超强台风总数的29.2%,其次为 $\geq 16$ 级的,占有进入西沙海域的超强台风总数的20.8%,进入西沙海域时近中心最大风力达到12—13级、10—11级、8—9级、6—7级和 $< 6$ 级的超强台风个数依次减少,分别占有进入西沙海域的超强台风总数16.7%、12.5%、8.3%、8.3%和4.2%。强台风在进入西沙海域时近中心最大风力以14—15级居多,占有进入西沙海域的强台风总数的46.4%,其次为12—13级,占有进入西沙海域的强台风总数的32.1%,其他强度的仅占有进入西沙海域的强台风总数的21.5%。台风在进入西沙海域时近中心最大风力以12—13级居多,占有进入西沙海域的台

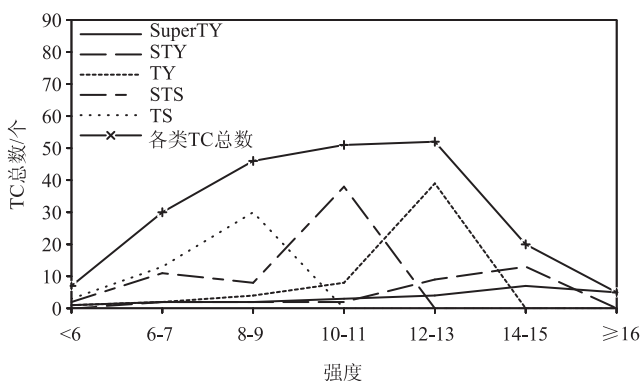


图3 1949—2014年各类TC进入西沙海域时达到的不同强度的个数分布

风总数的72.2%,其次为10—11级,占有进入西沙海域的台风总数的14.8%,其他强度的占有进入西沙海域的台风总数的13.0%。强热带风暴在进入西沙海域时近中心最大风力以10—11级居多,占有进入西沙海域的强热带风暴总数的64.4%。热带风暴在进入西沙海域时近中心最大风力以8—9级居多,占有进入西沙海域的热带风暴总数的65.2%。所有进入西沙海域的TC在进入西沙海域时近中心最大风力以12—13级居多,占有进入西沙海域的TC总数的24.6%。在进入西沙海域时近中心最大风力达到10—11级、8—9级、6—7级、14—15级、 $< 6$ 级和 $\geq 16$ 级的TC个数依次减少,分别占有进入西沙海域的TC总数的24.2%、21.8%、14.2%、9.5%、3.3%和2.4%。由此可见,一旦进入西沙海域,TC的强度一般是比较强的。

### 3.2 不同源地的TC对西沙海域的影响

根据统计分析,1949—2014年进入西沙海域的TC有211个,来源于南海的有106个,年平均为1.6个,来源于西北太平洋的有105个,年平均为1.6个。图1红色实心圆点为进入西沙海域的各类TC的生成源地分布。由此可见,进入西沙海域的TC来源于西北太平洋和来源于南海的比例是相当的,各占50%。而来源于西北太平洋的大部分集中在菲律宾以东至 $145^{\circ}\text{E}$ 左右的低纬度海域。

从1—12月TC的移动路径(图略)分析,一般来源于南海进入西沙海域的TC移动路径较为怪异,来源于西北太平洋进入西沙海域的TC的路径主要



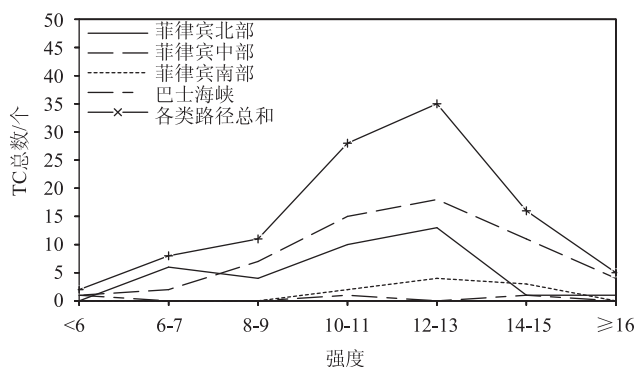


图4 从西北太平洋途径不同海域进入西沙海域的TC不同强度的个数分布和总和

有4种,分别为穿过菲律宾北部、菲律宾中部、菲律宾南部和巴士海峡进入南海后进入西沙海域。来源于西北太平洋进入西沙海域的TC的路径以穿过菲律宾中部后进入西沙海域的居多,其次为穿过菲律宾北部进入,再次为穿过菲律宾南部进入,采取穿过巴士海峡进入的路径极为少数。图4为来源于西北太平洋以4种路径进入西沙海域的TC在进入西沙海域时近中心最大风力达到的最强强度分布图。由图可知,穿过菲律宾北部和中部后进入西沙海域的TC最强强度以12—13级居多,其次为10—11级,而穿过菲律宾南部后进入的仍以12—13级居多,但其次为14—15级。如图所示,所有在西北太平洋生成的TC在进入西沙海域时最强强度以12—13级最多,然后呈现准正态分布向两侧递减。

从强度角度分析,来源于西北太平洋的TC进入西沙海域时强度偏强,来源于南海的TC进入西沙海域时强度偏弱。统计结果表明:1949—2014年间,来源于南海的TC进入西沙海域时最强强度以近中心最大风力达8—9级的居多,共有35个,平均每年约有0.5个;其次为10—11级和6—7级,分别有23个和22个,平均每年均约有0.3个;再次最大风力达12—13级,共有17个,平均每年约有0.26个;最大风力达14—15级的共有4个,而没有出现最大风力达16级或以上强度的情况。来源于西北太平洋的TC进入西沙海域时最强强度以近中心最大风力达12—13级的居多,共有35个,平均每年约有0.5个;其次为10—11级,共有28个,平均每年约有0.4个;进入西沙海域时近中心最大风力达14—15级、8—9级、6—7级、≥16级和<6级的依次减

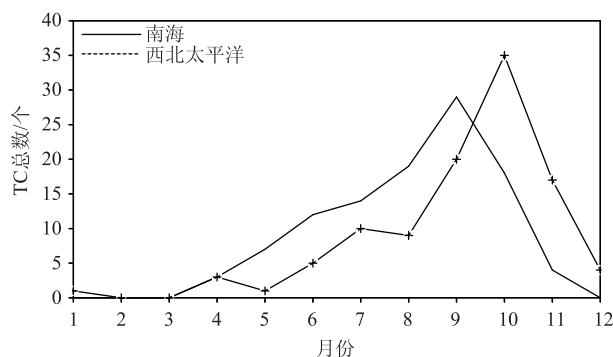


图5 不同来源的TC个数的逐月分布

少,分别为16个、11个、8个、5个和2个,平均每年分别有0.2个、0.2个、0.1个、0.1个和0.03个。可见来源于西北太平洋比来源于南海的TC进入西沙海域时达到的强度要强。

具体每个月而言,来源于西北太平洋的TC个数为10月最多,共有35个,平均每年约有0.5个,其次为9月和11月,分别为20个和17个,平均每年均为0.3个,7月、8月、6月、12月、4月、1月和5月依次减少,分别为10个、9个、5个、4个、3个、1个和1个,平均每年依次为0.2个、0.1个、0.1个、0.1个、0.1个、0.05个、0.02个和0.02个。2月和3月来源于西北太平洋的TC没有出现进入西沙海域的情况。来源于南海和来源于西北太平洋的TC个数的逐月分布不尽相同(见图5)。来源于南海的TC个数为9月最多,共有29个,平均每年约有0.4个,其次为8月和10月,分别为19个和18个,平均每年均为0.3个,7月、6月、5月、11月和4月依次减少,分别为14个、12个、7个、4个和3个,平均每年依次为0.2个、0.2个、0.1个、0.1个和0.05个。1月、2月和12月来源于南海的TC没有出现进入西沙海域的情况,这可能与热带辐合带减弱南移主要活动于南半球有关。

### 3.3 进入西沙海域的TC年代际变化特征

图6给出了1949—2014年平均每年在西北太平洋及南海生成的和进入西沙海域的TC个数及其距平值。20世纪90年代中后期至2014年,进入西沙海域的TC进入了偏少阶段,大部分年份进入西沙海域的TC个数均少于平均值,这与西北太平洋及南海生成TC个数的变化趋势较为一致。可见,

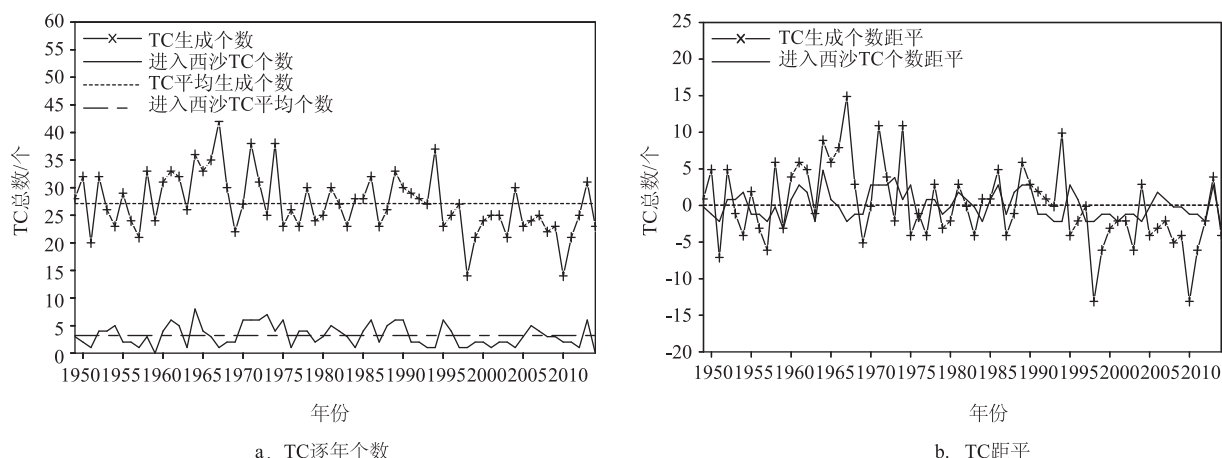


图6 1949—2014年西北太平洋及南海生成和进入西沙海域TC数量分析

进入西沙海域的TC个数存在较为明显的年代际变化,而进入西沙海域的TC与西北太平洋及南海生成TC个数存在较为明显的相关性,相关系数为0.32,通过了95%的可信度检验。因此,在西北太平洋及南海生成TC个数偏多的年份,进入西沙海域的TC也往往较多。这给我们在预测影响西沙海域的TC活动的过程中提供了一个有用线索。

### 3.4 厄尔尼诺(拉尼娜)年份进入西沙海域的TC活动特征

厄尔尼诺(拉尼娜)现象作为大尺度气候背景场,对区域气候有着极其重要的影响,很多研究<sup>[8-10]</sup>已经表明,厄尔尼诺(拉尼娜)的发生,对西北太平洋TC活动起着重要的调制作用。因此,有必要对厄尔尼诺(拉尼娜)年份进入西沙海域的TC进行统计,这也给预测影响西沙海域的TC活动提供了很好的参考价值。本文根据ONI指数序列从1949—2014年选出了23个厄尔尼诺发展年份,17个厄尔尼诺衰减年份,21个拉尼娜发展年份,11个拉尼娜衰减年份,需要注意到是有些厄尔尼诺发展年份同时也是拉尼娜衰减年份,厄尔尼诺衰减年份同时也是拉尼娜发展年份。分析可知,在厄尔尼诺发展年份,总共有58个TC进入西沙海域,年平均为2.5个,在厄尔尼诺衰减年份,总共有68个TC进入西沙海域,年平均为3.8个,在拉尼娜发展年份,总共有73个TC进入西沙海域,年平均为3.8个,在拉尼娜衰减年份,总共有33个TC进入西沙海域,年平均为

3.0个。可见在厄尔尼诺发展年份和拉尼娜衰减年份进入西沙海域的TC个数较多年平均偏少,而在厄尔尼诺衰减年份和拉尼娜发展年份进入西沙海域的TC个数较多年平均偏多。图7(a-d)分别为厄尔尼诺发展年份、厄尔尼诺衰减年份、拉尼娜发展年份和拉尼娜衰减年份进入西沙海域的TC源地分布图。从图中可以看出,在厄尔尼诺发展和衰减年份,来源于南海和来源于西北太平洋的TC个数都是相当的,来源于西北太平洋的TC源地主要集中在菲律宾至145°E以西海域,但是在厄尔尼诺衰减年份,来源于西北太平洋的较厄尔尼诺发展年份的TC源地更要偏东偏南一些,这可能跟厄尔尼诺衰减年份Walker环流东移有关。而在拉尼娜发展年份,来源于南海比来源于西北太平洋的TC个数略多,在西北太平洋生成的TC集中在比较偏南海域。在拉尼娜衰减年份,来源于南海和来源于西北太平洋的TC个数较前三者都明显减少,且南海生成比西北太平洋生成的略多,来源于西北太平洋的主要集中在135°—145°E的低纬度海域。

强度方面,如图8所示,厄尔尼诺衰减年份与厄尔尼诺发展年份比较,前者进入西沙海域的超强台风、强台风、台风和强热带风暴较后者要多,而热带风暴则是前者较后者要少。拉尼娜发展年份与拉尼娜衰减年份比较,前者进入西沙海域的超强台风、强台风、台风、强热带风暴和热带风暴均较后者要多。值得注意的是,厄尔尼诺衰减年份与拉尼娜发展年份各类TC个数的趋势是类似的,而厄尔尼诺发展年份

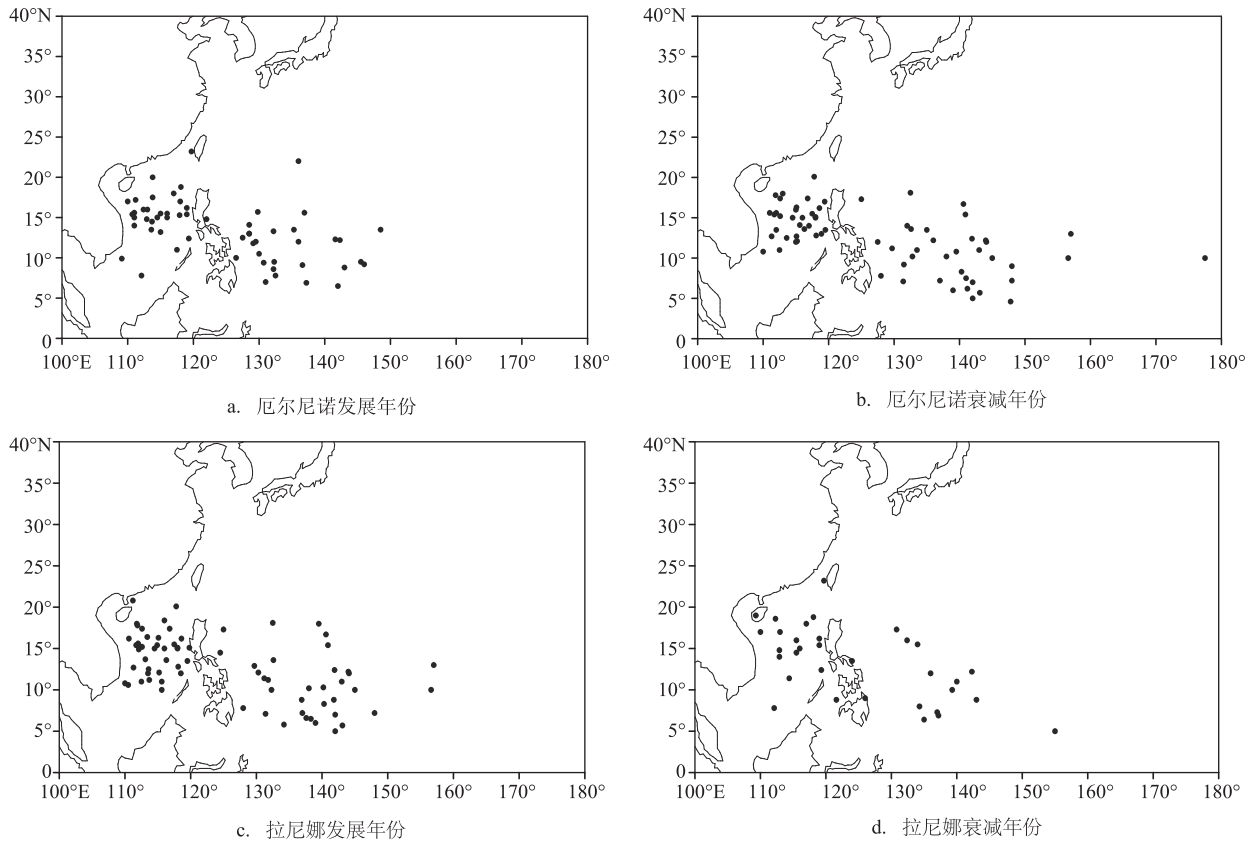


图7 大尺度气候背景下进入西沙海域的TC生成源地分布

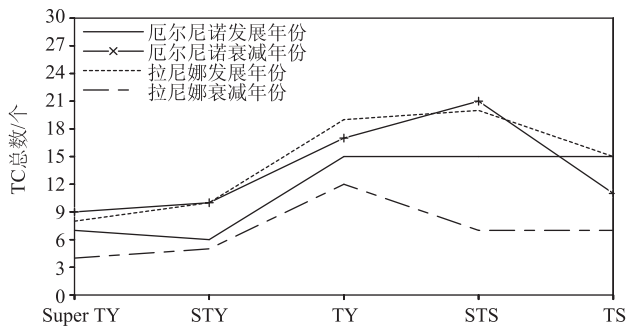


图8 大尺度气候背景下进入西沙海域的各类TC个数分布图

份与拉尼娜衰减年份各类TC个数的趋势是类似的,但厄尔发展年份较拉尼娜衰减年份进入西沙海域的各类TC个数要多。不论是厄尔尼诺发展年份、厄尔尼诺衰减年份、拉尼娜发展年份和拉尼娜衰减年份,进入西沙海域的TC以台风和强热带风暴居多。

厄尔尼诺和拉尼娜对进入西沙海域TC活动的影响可能主要通过影响赤道西太平洋海域海温来

影响该区的对流活动,从而影响 Walker 环流和 Hadley 环流,进而影响西北太平洋副热带高压(简称副高,下同)。当厄尔尼诺发生时,赤道太平洋海温呈现东高西低分布态势,西太平洋暖水偏少不利于该区的对流活动,水汽辐合抬升明显减少, Walker 环流东移,副高加强,覆盖范围加大,从而形成的TC偏少,这就使得进入西沙海域的TC频数也随之偏少,暖水位于赤道太平洋更为偏东的位置,导致TC的路径更长,进入西沙海域时强度也会更强。拉尼娜发生时情况则相反。

#### 4 影响西沙海域的TC的大气环流背景初探

影响西沙海域的TC运动很大程度上受大尺度环境气流的引导,尤其是副高,其面积、强弱、分布心态、位置等都对TC移动有直接影响。由于来源于南海的其大尺度环境流场相对比较复杂,其引导气流较弱,而来源于西北太平洋的TC大部分是穿



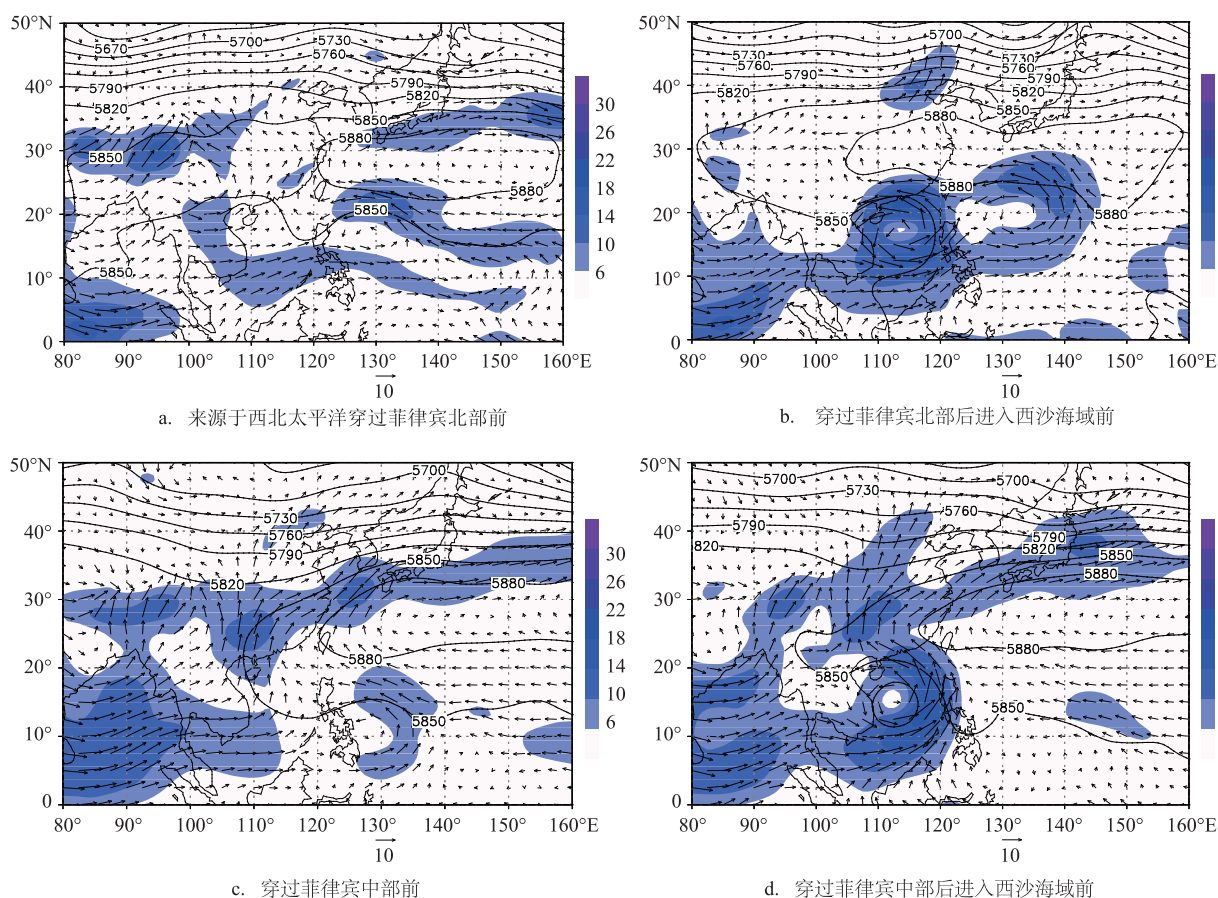


图9 不同环流形势下500 hPa高度场和850 hPa的水汽通量(阴影区为 $\geq 6 \text{ g}/(\text{s} \cdot \text{hPa} \cdot \text{cm})$ 区域)

过菲律宾北部和中部进入西沙海域的,文中仅对TC高发期(7—10月)这两类路径的TC的环境场进行阐述。7、8月份来源于西北太平洋穿过菲律宾北部进入西沙海域强度达台风级或以上强度的500 hPa高度场和850 hPa水汽通量如图9a、b所示,当TC移至菲律宾东侧海域时,副高主体位于浙江以东的西北太平洋洋面上,脊线位置接近 $30^{\circ}\text{N}$ ,TC沿着副高南侧较强的偏东气流西行,南海南部和菲律宾中部海域有弱的西南水汽输送,但从孟加拉湾海域西南水汽输送不断加强并向南海推进;由于中国大陆地区高空环流形势以纬向环流为主,没有强的高空槽东移阻挡,副高加强西伸,TC沿着副高南侧稳定西行进入西沙海域,从孟加拉湾向南海输送的水汽明显增强,基本上南海海域为强的水汽辐合区。在TC进入西沙海域过程中,200 hPa上南亚高压主体从 $30^{\circ}\text{N}$ 逐渐东移北上至中国中北部地区(见图10a、b所示)。图9c、d为7、8月份来源于西北太平洋穿过菲律宾中部进入西沙海域强度达台风级或以上强

度的500 hPa高度场和850 hPa水汽通量,环流形势与来源于西北太平洋穿过菲律宾北部进入西沙海域强度达台风级或以上强度的500 hPa高度场和850 hPa水汽通量的相类似,但中国中北部地区有弱的高空槽活动,使得副高脊线位置略偏南偏东,另外从孟加拉湾海域输送过来的水汽通道也略偏南,200 hPa上南亚高压始终盘踞在 $20^{\circ}$ — $30^{\circ}\text{N}$ 的亚洲地区(见图10c、d所示)。

9、10月份的来源于西北太平洋的TC进入西沙海域时的环流形势有别于7—8月。通过个例和合成分析得知,9、10月份来源于西北太平洋的TC进入西沙海域的过程中,500 hPa上的副高对TC移动的引导作用并不明显,但是从700 hPa和850 hPa的高度场(图略)可以明显看到副高对TC运动有较强的引导作用,TC沿着副高主体南侧西行或西北行进入西沙海域,低空从孟加拉湾向南海输送的水汽也非常强盛(图略),由于9、10月份副高稳定在较低纬度,其引导气流稳定,西南季风还没完全退出南海,

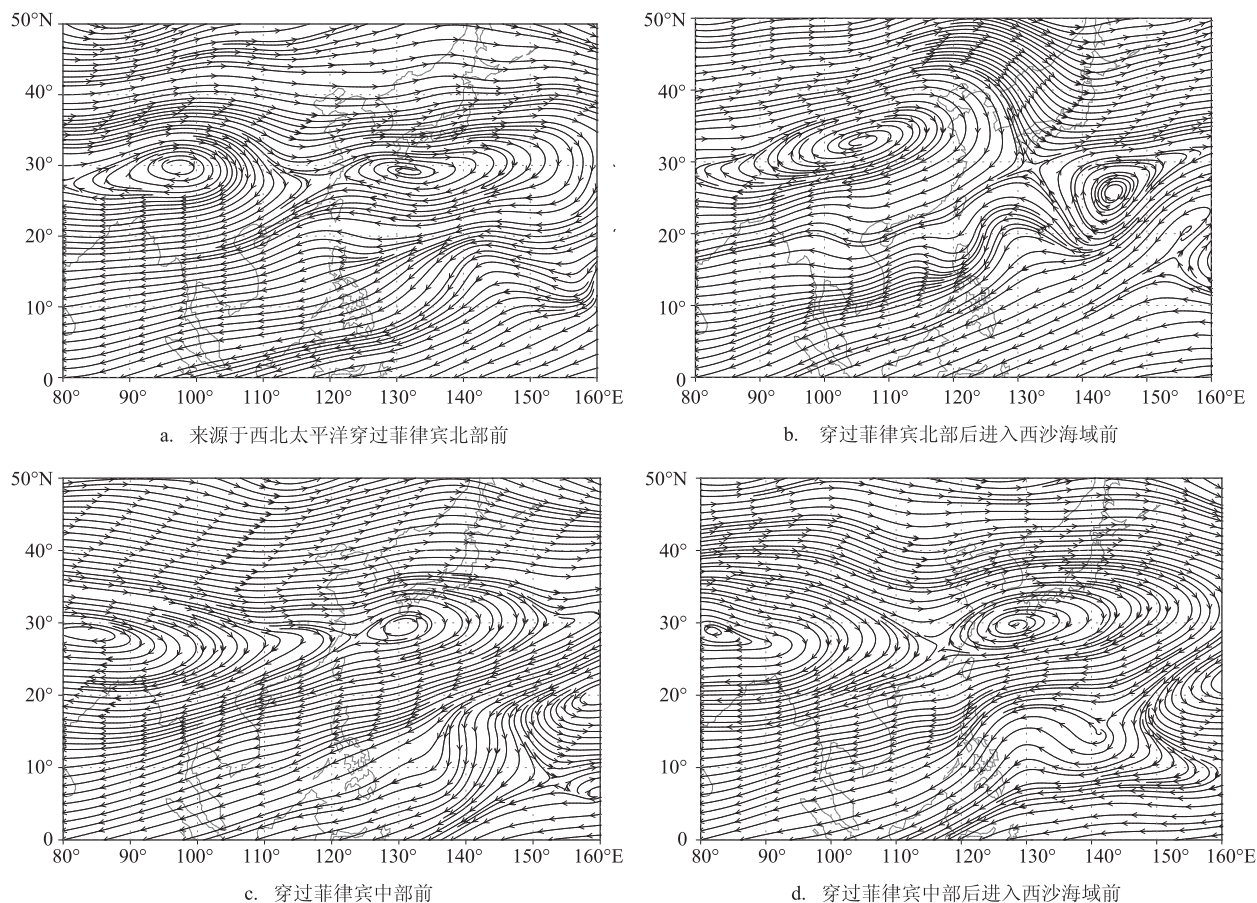


图 10 不同环流形势下 200 hPa 流场图

加上水汽条件依然良好使得进入西沙海域的 TC 强度更容易达到更强强度。

## 5 结论

利用 CMA-STITC 最佳路径数据集统计分析了进入西沙海域的 TC 活动,主要得出以下结论:

(1) 每年平均有 3.2 个编号的 TC 进入西沙海域,以 9 月和 10 月进入西沙海域的居多,其次为 8 月。热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风都有可能进入西沙海域,但进入时强度不尽相同,以近中心最大风力为 12—13 级强度居多,其次为 10—11 级,再次为 8—9 级;

(2) 来源于西北太平洋和来源于南海的 TC 个数比例相当,各占 50%,而来源于西北太平洋的 TC 源地大部分集中在菲律宾以东至 145°E 的低纬度海域。来源于西北太平洋的 TC 进入西沙海域时强度

偏强,最强强度以台风居多,而来源于南海的 TC 进入西沙海域时强度偏弱,最强强度以热带风暴居多。来源于西北太平洋的 TC 进入西沙海域有 4 种路径,其中采取穿过菲律宾中部后进入西沙海域的路径居多,其次为穿过菲律宾北部进入,再次为穿过菲律宾南部进入,穿过巴士海峡进入的极为少数;

(3) 进入西沙海域的 TC 个数具有年代际变化特征,与西北太平洋及南海生成的 TC 个数存在较好的正相关关系,相关系数为 0.32,通过了 95% 的可信度检验;

(4) 在厄尔尼诺发展年份和拉尼娜衰减年份,进入西沙海域的 TC 个数一般偏少,在厄尔尼诺衰减年份和拉尼娜发展年份一般偏多。不论是厄尔尼诺和拉尼娜发展和衰减年份,进入西沙海域的 TC 生成源地发生在南海和发生在西北太平洋的概率是相当的。来源于西北太平洋的主要集中在菲律宾以东至 145°E 的低纬度海域。但在厄尔尼诺衰减



年份,来源于西北太平洋的TC源地位置更为偏东偏南;在上述4种年份,进入西沙海域的TC以台风和强热带风暴居多;

(5)来源于西北太平洋的大部分TC进入西沙海域过程中,其环境场存在差异,过程中伴随着副高的西伸加强,但副高的脊线位置有所不同,7、8月份穿过菲律宾北部进入西沙海域的其副高脊线位置位于30°N附近,南亚高压逐渐东移北移,7、8月份穿过菲律宾中部进入西沙海域的其副高脊线位置较前者略偏南,南亚高压始终盘踞在20°N至30°N的亚洲地区。9、10月份TC进入西沙海域过程中500 hPa上的副高对TC移动的引导作用并不明显,但700 hPa和850 hPa副高对TC运动有较强的引导作用。

#### 参考文献:

[1] 吴尚森, 梁建茵. 南海西沙地区季风季节变化的气候特征[J]. 大

气科学, 1998, 22(5): 771-778.

[2] 闫俊岳, 姚华栋, 李江龙, 等. 2000年南海季风爆发前后西沙海域海-气热量交换特征[J]. 海洋学报, 2003, 25(4): 18-28.

[3] 柳艳菊, 闫俊岳, 宋艳玲. 近50年南海西沙地区的气候变化特征研究[J]. 地理科学, 2008, 28(6): 804-808.

[4] 聂桂珍, 任崇. 用多层递阶周期分析作西沙海区TC长期预报[J]. 海洋预报, 1997, 14(2): 53-57.

[5] 晏宏, 孙立广, 刘晓东, 等. 近50年来南海西沙群岛海域气候异常的ENSO效应[J]. 热带海洋学报, 2010, 29(5): 29-35.

[6] 陈联寿, 丁一汇. 西太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 64-145.

[7] 王会军, 范可, 孙建奇, 等. 关于西太平洋台风气候变异和预测的若干研究进展[J]. 大气科学, 2007, 31(6): 1076-1081.

[8] 何敏, 宋文玲, 陈兴芳. 厄尔尼诺和反厄尔尼诺事件与西北太平洋台风活动[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 17-25.

[9] 陈敏, 郑永光, 陶祖钰. 近50年(1949-1996)西北太平洋TC气候特征的再分析[J]. 热带气象学报, 1999, 15(1): 10-16.

[10] 周学鸣, 魏应植, 吴陈锋. 夏季西太平洋台风频数异常与ENSO事件的关系及大气环流异常特征[J]. 热带气象学报, 2006, 22(1): 34-40.

## Statistical characteristics of tropical cyclone entering the Xisha area

YAO Xiao-juan, DENG Jing-juan

(South China Sea Marine Prediction Center, SOA, State Oceanic Administrative, Guangzhou 510300 China)

**Abstract:** The characteristics of activity including the source, path, intensity and number of tropical cyclones which entered Xisha area from 1949 to 2014 are statistical analyzed, using the data set of CMA-STI Tropical Cyclones Optimal Tracks. It figures out that, majority of tropical cyclones entered Xisha area happen in September and October of each year, and the intensity varies when they are entering Xisha area, the strength of most are typhoon when entering Xisha area. The proportion of tropical cyclones entered Xisha from the northwest Pacific and from South China Sea is 50%, respectively. The strength of former is stronger than that of latter when they are entering Xisha area. There are four kinds of path entering Xisha area for tropical cyclones from the northwest Pacific, and they are through the northern Philippines, the central Philippines, the southern Philippines and Bashi Channel then forward Xisha area. Majority are through the central Philippines into Xisha area, followed by the path of through the northern Philippines, and minority is through Bashi Channel. The path of tropical cyclones from South China Sea is weird. The number of tropical cyclones entered Xisha area shows decadal variation. In El Nino (La Nina) development (decay) years, the characteristics of the source, path, intensity and number of tropical cyclones entered Xisha area are different. The surrounding circulation varies while tropical cyclones from the northwest Pacific enter Xisha area with different way.

**Key words:** Xisha area; tropical cyclone; statistical characteristics; surrounding circulation