

文章编号: 1004-4965 (2003) 03-0253-07

赤道西太平洋暖池次表层水温变化 对热带气旋的影响

吴迪生^{1, 2}, 白毅平¹, 张红梅¹, 许建平²,
庞海龙¹, 张俊峰¹

(1. 国家海洋局南海预报中心, 广东 广州 510300; 2. 国家海洋局海洋动力过程与
卫星海洋学重点实验室, 浙江 杭州 310012)

摘 要: 分析了西太平洋暖池和南海次表层水温变化对 TC 的影响, 研究结果表明: 当赤道西太平洋暖池次表层水温夏半年持续出现正(负)距平时, 西北太平洋生成的 TC 个数比常年偏多(少)是主要现象, 这种现象极值年份尤其明显, 对南海 TC (指南海生成的 TC, 下同) 的个数影响不明显, 西北太平洋和南海生成 TC 的时间比常年提早(推迟)。当南海北部次表层水温夏季和秋季持续出现正(负)距平时, 南海 TC 比常年偏多(少)。TC 对南海和东海的影响趋势是一致的, 但所受影响的程度东海比南海更为强烈。原因是东海台风波浪比南海高、海面气温比南海低、相对湿度比南海小, 故导致 SST 急速下降。

关 键 词: 西太平洋; 暖池; 水温; 热带气旋

中图分类号: P444

文献标识码: A

1 引 言

海洋水温变化对 TC 的影响是当前海气相互作用研究领域中的一个热点。自二十世纪五十年代以来, 人们已经注意到 SST 与 TC 的加强及其路径之间存在正相关^[1], 以及 TC 强度变化与其路径上下垫面温度变化之间的关系^[2-4]。秦曾灏等^[5]认为 SST 及其空间分布与 TC 有着非常密切的关系。TC 强度对 SST 的响应时间一般为十余小时。TC 过境可使 TC 中心附近海洋混合层加深及海表温度降低。TC 对海洋的影响在其过境后可持续 7~10 天。陈联寿等^[6]指出南海 TC 发生数峰值出现在 9 月, 可能与 9 月南海地区季风开始衰退而海

收稿日期: 2002-02-04; 修订日期: 2002-09-10

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1998040900)第一部分; 国家海洋局海洋动力过程与卫星海洋学重点实验室; 中国科学院南海海洋研究所 LED 实验室资助

作者简介: 吴迪生(1954-), 男, 广东人, 高级工程师, 主要从事海气相互作用的研究。

温较高有关。王昭正等^[7]指出南海表层断面的 28 °C 等温线所达深度 ($h \geq 50$ m) 越大越有利于南海台风的发生发展。

西北太平洋热带气旋形成的时间、数量和强度是否与暖池次表层水温的变化有关呢? 本文就这些问题作了西太平洋暖池次表层水温变化(文中简称 SOTA, Subsurface Ocean Temperature anomaly)对 TC 影响和 TC 对海洋影响分析研究工作。本文所用的 1949~1999 年 TC 资料取自中央气象台的西北太平洋台风路径图, 全部用序号统计。热带太平洋水温选自 CPC/NOAA, 南海水温选自南海分局南海中部海域环境资源综合调查、南海科学考察、Marex (马瑞克斯) 数据浮标观测等资料。用上述资料分析南海和西太平洋暖池次表层水温变化与 TC 之间可能的联系和影响机制。

2 热带西太平洋暖池次表层水温变化对 TC 的影响

实测资料表明: 1997 年 1 月的赤道西太平洋暖池次表层水深 (100~200 m) 的水温正异常已达 5 °C 以上, 而且 2 °C 正距平区已向东扩张到 160 °W 以东 (图 1a), 随着暖池次表层水温正异常区的进一步东扩, 赤道东太平洋次表层的水温负距平逐渐为正距平所代替; 1997 年 7 月 (图 1b), 赤道西太平洋暖池次表层水温出现负距平的现象; 同时赤道东太平洋次表层水温正距平逐渐扩展到海洋表面, 导致海表水温 (SST) 出现明显的正距平现象 (在 1997 年 5 月 El Niño 事件爆发之后)。赤道东太平洋水温 (包括 SOTA 和 SST) 正距平继续加强, 赤道西太平洋暖池次表层水温负距平也进一步加强。1997 年 11 月, 赤道东太平洋次表层水温及 SST 异常暖水体面积达最大, 说明 El Niño 事件达到鼎盛期。1998 年 1 月 (图 1c), 赤道中、东太平洋的次表层异常暖水体范围继续东缩, 且强度明显减弱, 正距平最大中心比 1997 年 12 月下降了 2 °C 左右, 说明 El Niño 事件已进入衰减期。以后, 赤道东太平洋的次表层异常暖水体范围继续明显东缩, 且强度明显继续减弱, 暖池次表层异常冷水温负距平中心值达 6 °C 左右, 位于 170 °E 水深 100 米层附近。1998 年 7 月 (图 1d), 赤道中、东太平洋的次表层水温负距平分布范围明显扩大, 强度明显加大, 次表层水温正距平消失, Nino 3 区的 SST 距平月平均值已为负 0.12 °C (图略), 说明从 1997 年 5 月开始的百年来最强的一次 El Niño 事件于 1998 年 6 月正式结束。

根据 1949~1999 年西北太平洋 TC 序号统计表明 (表 1), 1997、1998、1999 年西北太平洋生成的 TC 分别为 23、12 和 20 个, 比多年平均分别少 5.8、16.8 和 8.8 个。1997 年西北太平洋生成的 TC 全部未进入南海, 这种情况五十多年来仅出现一次。1998 年西北太平洋生成的 TC 是五十多年来最少的年份。1998 和 1999 年西北太平洋生成的台风比多年平均也少 11.3 个。实测资料表明, 赤道西太平洋暖池暖水自 1996 年 12 月开始向东输送, 暖池变浅, 1997 年 5 月~1999 年 8 月赤道西太平洋暖池次表层水温持续偏冷 (图略), 西北太平洋副热带高压主体偏东、强度偏小, TC 主要往北至东北方向移动, 生成的 TC 异常偏少。研究结果表明, 1997 年 5 月~1999 年 8 月西太平洋暖池次表层水温异常偏冷, 西北太平洋生成的 TC 均比多年平均偏少。西太平洋暖池次表层水温正距平中心往东移动时, 热带西北太平洋生成的 TC 也是往北至东北方向移动。1997 年南海生成 TC 为 6 个,

属正常年。1997~1999 年西太平洋暖池次表层水温变化对南海生成 TC 的个数影响不明显。但是, 1998 年和 1999 年南海的 SOTA 和 SST 异常偏暖(图略), 南海生成的 TC 比常年分别偏多 2.8 和 1.8 个。

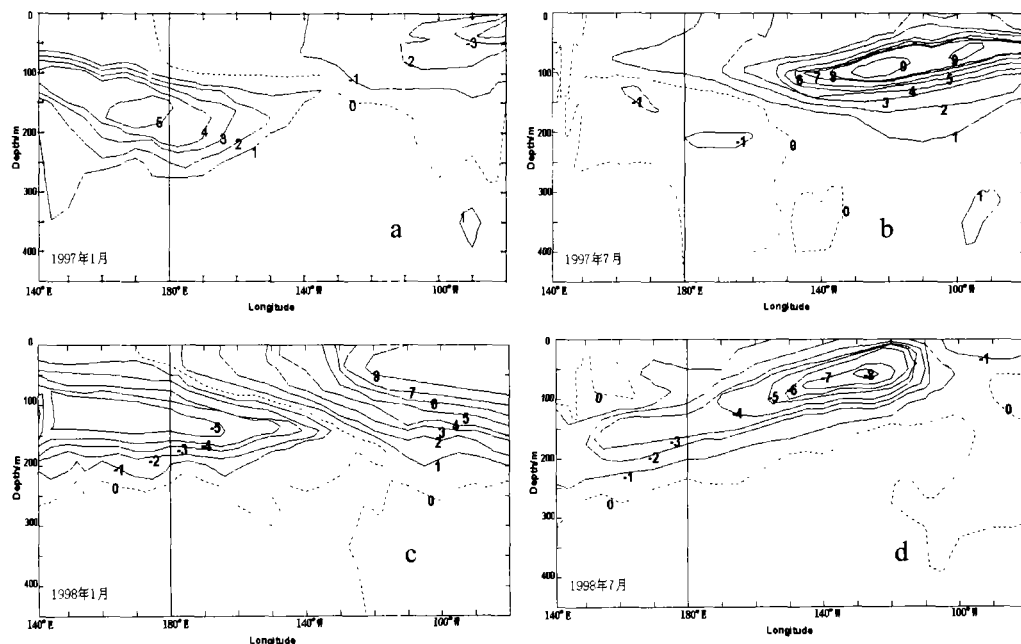


图1 赤道太平洋 1997 年 1 月(a)、7 月(b)及 1998 年 1 月(c)、7 月(d)月平均水温异常的深度-经度剖面 等值线单位为: $^{\circ}\text{C}$, 数据取自 CPC/NOAA。

根据 1950~1999 年热带西太平洋暖池次表层水温距平值统计表明(表 1 和图 2a): 当暖池次表层水温持续出现正(负)距平时, 西北太平洋生成的 TC 比常年偏多(少)为主。由表 1 和图 2a 中还可发现, 当 1968~1979 年赤道西太平洋暖池次表层水温持续出现正距平为主时, 西北太平洋生成的 TC 比常年偏多也占多数。如 1967、1971 年夏半年赤道西太平洋暖池次表层水温持续出现正距平, 则西北太平洋生成的 TC 比多年平均分别偏多 18.2 和 15.2 个, 生成的台风也分别多 7.7 和 8.7 个。而当 1980~1999 年赤道西太平洋暖池次表层水温持续出现负距平为主时, 则西北太平洋生成的 TC 比常年偏少的占多数。如 1983、1995 年赤道西太平洋暖池次表层水温持续出现负距平, 西北太平洋生成的 TC 比多年平均偏少 9.8 个, 生成的台风也分别少 8.3 和 7.3 个。研究表明, 当赤道西太平洋暖池次表层水温夏半年持续出现正(负)距平时, 西北太平洋生成的 TC 个数比常年偏多(少)为主, 对南海生成 TC 的个数和强度影响不明显。

1949~1999 年西北太平洋和南海逐年生成第一个 TC 的平均日期分别是 2 月 22 日和 6 月 9 日, 由热带气旋日期距平值(图 2a)表明, 当暖池次表层水温持续出现正(负)距平值时, 西北太平洋和南海生成的 TC 比常年提早(推迟)为主, 如 1998 年暖池次表层水温持续出现负距平, 当年 7 月 8 日西北太平洋生成第一个 TC, 比多年平均推迟 4 个多月; 而 7 月 8 日南海生成第一个 TC, 比多年平均也推迟 1 个多月。当 1979 和 1990 年暖

池次表层水温持续出现正距平时,西北太平洋生成第一个 TC 的时间比多年平均分别提早 52 天和 40 天,南海生成第一个 TC 的时间也分别提早 20 天和 22 天。

表 1 1949~1999 年西北太平洋和南海生成的热带气旋个数

年份	西北太平洋生成的热带气旋				南海生成的热带气旋				合计
	TD	TS+STS	TY	TD+TS+STS+TY	TD	TS+STS	TY	TD+TS+STS+TY	
1949	5	10	15	30	1	2	0	3	33
1950	6	15	15	36	1	2	0	6	42
1951	7	1	15	26	3	1	0	4	30
1952	4	8	20	32	1	2	1	4	36
1953	5	5	16	26	3	4	1	8	34
1954	6	4	15	25	4	4	0	8	33
1955	4	8	17	28	5	2	2	9	37
1956	5	3	18	26	9	2	0	11	37
1957	3	3	17	23	2	1	1	4	27
1958	1	5	21	27	2	6	1	9	36
1959	3	5	17	25	5	2	9	7	32
1960	4	6	20	30	6	2	2	10	40
1961	8	8	19	36	2	5	1	8	44
1962	2	4	23	29	3	4	1	8	37
1963	3	3	20	26	3	2	0	7	33
1964	4	10	20	34	0	3	3	6	40
1965	6	8	17	31	3	5	2	10	41
1966	6	10	20	36	3	1	4	8	44
1967	8	15	24	47	5	0	1	6	53
1968	7	4	22	33	2	2	1	5	38
1969	7	6	14	27	3	2	0	5	32
1970	15	12	11	38	6	3	1	10	48
1971	10	9	25	44	5	2	0	7	51
1972	5	7	20	32	1	1	3	5	37
1973	2	8	10	20	3	3	3	9	29
1974	4	16	16	36	0	5	0	5	41
1975	4	5	14	23	3	3	1	7	30
1976	3	8	14	25	1	0	3	4	29
1977	6	10	11	27	0	1	0	1	28
1978	7	14	14	35	3	1	1	5	40
1979	7	9	12	28	4	2	1	7	35
1980	4	10	14	28	3	2	0	5	33
1981	2	11	14	27	3	3	0	6	33
1982	3	6	18	27	0	2	0	2	29
1983	2	9	8	19	2	5	1	8	27
1984	5	7	15	27	3	3	0	6	33
1985	3	8	16	27	4	3	1	8	35
1986	2	10	17	29	2	3	0	5	34
1987	2	4	18	24	1	1	1	3	27
1988	6	9	15	30	2	2	1	5	35
1989	6	11	19	36	1	1	1	3	39
1990	3	6	19	28	4	3	2	9	37
1991	2	10	18	30	0	1	0	1	31
1992	1	9	18	28	1	2	2	5	33
1993	4	11	16	31	0	0	1	1	32
1994	1	11	20	32	1	6	0	7	39
1995	0	10	9	19	1	3	1	5	24
1996	3	5	16	24	2	3	1	6	30
1997	3	3	17	23	0	5	1	6	29
1998	3	4	5	12	4	4	1	9	21
1999	4	11	5	20	3	4	1	8	28
合计	226	407	829	1467	134	131	49	314	1780
平均	4.4	8.0	16.3	28.8	2.6	2.6	1.0	6.2	34.9

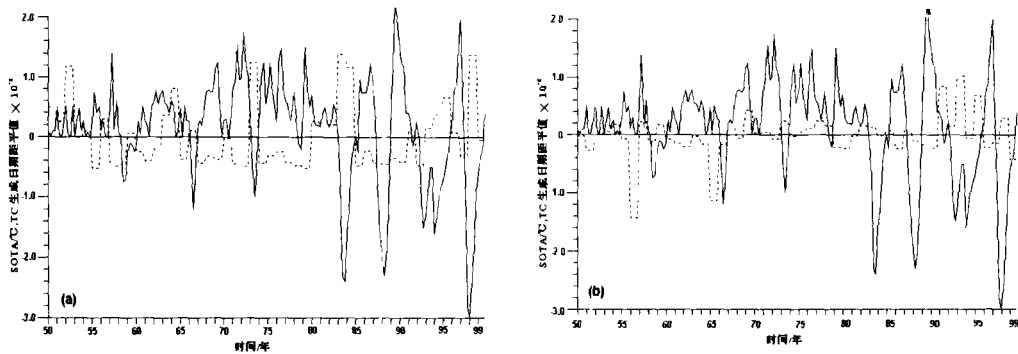


图2 西北太平洋和南海逐年生成第一个 TC 日期距平值 a. 热带西太平洋; b. 南海。日期距平值单位: 1×10^4 日; 水温距平值单位: $^{\circ}\text{C}$; 实线代表西太平洋暖池次表层水温距平, 虚线代表生成第一个 TC 日期距平。

3 南海北部次表层水温变化对南海 TC 的影响

根据南海分局断面线调查和南海中部海域环境资源综合调查的水温资料, 分析 1983~1994 年南海北部次表层水温变化情况, 发现 1983 年 5~11 月南海次表层水温及 SST 均比常年偏暖, 南海还出现暖池现象, 1983 年南海生成的 TC 比多年平均多 1.8 个。1983 年 10 月水温距平剖面图 (图略) 上几乎全部为正距平值所控制, 1983 年 10 月南海生成 4 个 TC, 是五十年来 10 月份南海生成 TC 最多的年份。1991 年 8 月南海北部次表层水温出现异常偏冷 (图略), 负距平最大值出现在 19.5°N , 111.5°E 水深 50 m 层附近, 中心值为 -4.2°C , 南海生成的 TC 比常年异常偏少, 1991 年南海仅生成了 1 个 TC, 是五十多年来南海生成 TC 最少的年份。研究结果表明: 当南海北部次表层水温夏季和秋季持续出现正 (负) 距平时, 南海热带气旋比常年偏多 (少)。

4 TC 对海洋的影响

由于资料原因, TC 对海洋影响的研究工作较少。下面根据浮标实测资料作了 TC 对海洋影响的初步分析。1986 年 4 月~1987 年 12 月南海分局第 3、4 号 Marex (马瑞克斯) 数据浮标分别在 29.6°N , 129.6°E 和 22.2°N , 116.2°E 进行连续的观测。1986 年 8 月 19 日 20 时, 8615 号 TC 位于 22.6°N , 139.4°E , 中心气压 980 hPa, 中心风速 26 m/s, TC 远离 3 号浮标, 19 日 20 时的 SST、气温、气压、风速实测值 (图 3a 均为 3 号浮标实测值, 下同) 分别为 29.7°C 、 28.6°C 、1006.7 hPa、0.9 m/s; 27 日 02 时的 SST、气温、气压、风速实测值分别为 27.0°C 、 26.0°C 、979.4 hPa、27.1 m/s, 最大波高超过 15 m; 28 日 08 时的 SST、气温、气压、风速实测值分别为 24.5°C 、 26.7°C 、997.3 hPa、12.2 m/s, 与 19 日 20 时相比 SST 下降了 5.2°C 。最大降温出现在 TC 过境后时, 在东海达到台风强度的 TC 对海洋的影响在其过境后最少可持续 7 天。

1986 年 8 月 14 日 08 时, 8616 号 TC 位于 17.7°N , 114.9°E , 中心气压 980 hPa, 中

心风速 30 m/s, 远离 4 号浮标 600 多千米。19 日 14 时的 SST、气温、气压、风速实测值(图 3b 均为 4 号浮标实测值, 下同)分别为 29.5 °C、28.4 °C、1005.6 hPa、2.9 m/s, 21 日 08 时 8616 号 TC 位于 22.3 °N, 116.0 °E, 中心气压 970 hPa, 中心风速 40 m/s, 这时的 SST、气温、气压、风速实测值分别为 28.5 °C、26.5 °C、957.1 hPa、24.2 m/s, 最大波高超过 12 m; 21 日 14 时的 SST、气温、气压、风速实测值分别为 27.5 °C、26.6 °C、995.7 hPa、17.9 m/s, 与 14 日 08 时的 TC 未到达之前相比 SST 下降了 2.0 °C。从 8 月 14 日 08 时~29 日 08 时, 8616 号 TC 经过 4 号浮标后最大降温也出现在 TC 过境后。在南海达到台风强度的 TC 对海洋的影响在其过境后最少可持续 7 天时间。从对 8615 号和 8616 号台风的研究表明, SST 最大降温出现在 TC 过境后在东海达到台风强度的 TC 对海洋的影响在其过境后 SST 可下降 5.2 °C, 对海洋的影响时间可持续 7 天以上。TC 对南海和东海的影响趋势一致, 但所受影响的程度东海比南海更为强烈。出现这种现象的原因是由于东海的台风波浪比南海高、海面气温比南海低、相对湿度比南海小, 故导致 SST 急速下降。

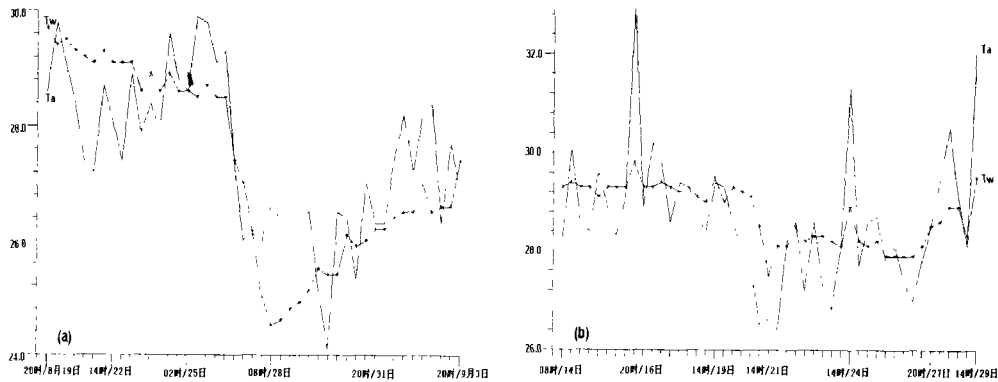


图3 南海和东海 Marex (马瑞克斯) 数据浮标实测气温和 SST a. 3 号数据浮标 1986 年 8 月 19 日 20 时~9 月 3 日 20 时; b. 4 号数据浮标 1986 年 8 月 14 日 08 时~29 日 14 时; 实线代表气温 (单位: °C); 实线带*号代表 SST (单位: °C)

5 结论和讨论

(1) 从 50 年的统计情况来看, 当赤道西太平洋暖池次表层水温持续出现正 (负) 距平时, 西北太平洋和南海生成 TC 的时间比常年提早 (推迟)

(2) 当赤道西太平洋暖池次表层水温夏半年持续出现正 (负) 距平时, 西北太平洋生成的 TC 个数比常年偏多 (少) 为主, 这种现象极值年份尤其明显, 对南海生成 TC 的个数影响不明显。

(3) 当热带太平洋发生 El Niño 事件时, 西北太平洋生成热带气旋的个数以偏少为主。

(4) 当南海北部次表层水温夏季和秋季持续出现正 (负) 距平时, 南海热带气旋比常年偏多 (少)。

(5) TC 对南海和东海的影响趋势一致,所受影响东海比南海更为强烈。原因是由于东海的台风波浪比南海高、海面气温比南海低、相对湿度比南海小,故导致 SST 急速下降。

参 考 文 献:

- [1] FISHER E L. Hurricane and the sea-surface temperature field[J]. *Jour Meteor.*, 1958, **15**: 328-333.
- [2] PERLROTH L. Relationship of central pressure of hurricane Esther (1961) and the sea-surface temperature field[J]. *Tellus*, 1962, **14**: 403-408.
- [3] PERLROTH L. Hurricane behavior as related to oceanographic environmental condition[J]. *Ibid.*, 1967, **19**: 258-268.
- [4] PERLROTH L. Effects of oceanographic media on equatorial Atlantic hurricane[J]. *Ibid.*, 1969, **21**: 230-244.
- [5] 秦曾灏, 端义宏. 我国热带气旋强度变化研究的新进展[A]. 全国热带气旋科学讨论会论文集[C]. 北京: 气象出版社, 2001. 25-30.
- [6] 陈联寿, 丁一江. 西太平洋台风概论[M]. 北京: 科学出版社出版, 1979. 404-405.
- [7] 王昭正, 袁叔尧. 南海台风发生与海洋环境[A]. 台风业务试验研究文集[C]. 上海台风研究所. 北京: 气象出版社, 1986. 177-185.
- [8] 潘怡航. 赤道东太平洋热力状况对西太平洋台风发生频率的影响[J]. 气象学报, 1982, **40**(1): 24-34.

THE INFLUENCE OF VARIATION OF SUBSURFACE OCEAN TEMPERATURE IN THE EQUATORIAL WESTERN PACIFIC WARM POOL ON TROPICAL CYCLONES

WU Di-sheng^{1,2}, BAI Yi-ping¹, ZHANG Hong-mei¹, XU Jian-ping²,
PANG Hai-long¹, ZHANG Jun-feng¹

(1. South China Sea forecasting Center, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China; 2. Key
Lab of Ocean Dynamic Processes and Satellite Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Using observed data, the authors have analyzed the impact of the variation of subsurface ocean temperature of the equatorial Western Pacific Warm Pool and South China Sea on the tropical cyclones. The results show that the number of tropical cyclones in the Western Pacific are more(or less)than the normal year, and their intensities also stronger(or weaker), when the subsurface ocean temperature of the equatorial Western Pacific Warm Pool persistently shows positive(or negative)anomaly. This phenomena is especially evident in the extreme years, but effects of the phenomena on tropical cyclones in South China Sea are not obvious. At the same time, the forming of the tropical cyclones in the western and Northern Pacific and in South China Sea is often ahead of time (or postpones). Usually, when the subsurface ocean temperature in the north of South China Sea appears in the positive(or negative)anomaly, the number of tropical cyclones forming in South China Sea are more(or less).

Key words: Western Pacific; warm pool; subsurface ocean temperature; tropical cyclones