

文章编号: 1004-4965 (2007) 06-0581-06

南海中北部次表层水温与南海夏季风和广东旱涝

吴迪生¹, 魏建苏², 周水华¹, 杨会¹, 杨凡¹, 黎广媚¹

(1. 国家海洋局南海分局, 广东 广州 510300; 2. 江苏省气象台, 江苏 南京 210008)

摘 要: 为了解南海与季风的相互作用, 用实测资料分析了南海中北部次表层水温与南海夏季风和广东旱涝的关系。结果表明: 南海中北部次表层水温在 2 月偏暖(冷)时, 南海夏季风爆发偏早(晚)是主要现象; 南海中北部次表层水温在 8 月偏暖(冷)时, 南海夏季风结束偏晚(早)是主要现象。西沙平均水温时间系列的距平值自 1978 年 1~3 月开始有上升趋势, 年平均水温距平值上升趋势出现在 1979 年。结论: 南海中北部在 2 月次表层水温持续偏暖(冷)时, 夏季风爆发偏早(晚)、广东出现洪涝(干旱)灾害是主要现象。

关 键 词: 南海; 次表层水温; 夏季风; 广东旱涝

中图分类号: P461.2

文献标识码: A

1 引 言

南海与夏季风相互作用研究一直受到关注, 1998 年南海季风试验 SCSMEX (South China Sea Monsoon Experiment), 得到了一些初步结果^[1-4]。但南海海洋对南海夏季风的响应为主还是南海夏季风受南海海面温度 (SST) 的影响更大? 至今尚无深入研究^[5]。张秀芝等^[6]指出: 反映南海夏季风的南海海温强信号出现在 80 m 层。1 月份不同季风强度和爆发时间的海温距平差别最大。吴迪生等^[7]指出: 南海夏季风建立的迟(早)与南海中北部次表层水温持续偏冷(偏暖)现象关系密切。高辉等^[8]指出: 北太平洋区域当前冬海温偏低时, 季风爆发偏晚, 反之偏早。黄荣辉等^[9]指出: 春季热带西太平洋处于暖(冷)状态时, 南海夏季风爆发早(晚)。温之平等^[10]指出: 热带印度洋和热带东太平洋前期海温比常年偏低(偏高)时, 南海夏季风建立偏早(偏晚), 但热带印度洋和热带太平洋海温异常在有些年份并不同号, 从而对南海夏季风建立的迟早的影响也不相同。由于缺少实测资料, 南海中北部次表层水温变化(文中简称 SOTA, Subsurface Ocean Temperature Anomaly)与南海夏季风的关系研究甚少。本文根据实测资料, 分析了南海中北部次表层水温与季风和广东旱涝的关系。

2 南海夏季风爆发和结束日期确定

季风按经典定义是盛行风向在冬夏的相反变化, 且由于海陆热力对比的改变所引起。因此, 本文采用经典定义的方法, 用海面风 (SLW) 来定义南海夏季风的爆发和结束日期。具体标准为: 中国南沙海洋站纬向风日平均由东风转为西风及经向风日平均由北风转为南风、且至少维持一周以上, 即为南海夏季风爆发。同理: 南沙海洋站纬向风日平均由西风转为东风及经向风日平均由南风转为北风、且至少维持一周以上, 即为南海夏季风结束。

根据上述定义, 表 1 给出了 1977~2005 年逐年南海夏季风爆发及结束日期(表 1 中 1977~1988 年是根据文献[7-12]的结果, 季风强度指数根据文献[13-15]的结果)。南海夏季风的建立具有明显的年际变化。建立最早的年份是 1985 年 4 月 18 日; 最晚的年份是 1991 年 6 月 9 日; 其平均建立日期为 5 月 16 日。各年的建立日期均与文献[14-15]利用 850 hPa 候平均风场和 OLR 资料所确定的夏季风建立日期基本一致, 即用海洋站逐日海面风场资料确定的南海夏季风建立日期, 基本上都落在文献[12-15]用候平均场确定的夏季风建立所在的候内。若统一以候计算, 则与戴念军等^[15]确定的南海夏季风爆发日期完全吻合。此外, 用南沙海洋站逐日海面风场资料确定

收稿日期: 2006-06-02; 修订日期: 2007-01-23

基金项目: 广东省自然科学基金项目(04102749); 上海台风研究基金项目(2005ST009)共同资助

作者简介: 吴迪生, 男, 广东兴宁人, 高级工程师, 理学学士, 研究方向: 海气相互作用。E-mail: wudisheng@tom.com

的 1998 年南海夏季风建立日期与“南海季风试验”期间,由文献[12 - 15]采用不同指标确定的爆发时间也十分相近,即均为 5 月的第 4 候。其中,Li 等^[16]利用 NCEP/NCAR 再分析资料、卫星观测 TBB 资料以及 ATLAS-2 浮标观测资料综合分析的结果认为,1998 年 5 月 21 日是南海夏季风爆发日期,与我们的

计算结果(表 1)亦完全吻合。为此,用南沙海洋站逐日风资料来确定南海夏季风的建立日期,可以更方便地揭示南海夏季风建立的过程特征和前期征兆。值得指出的是,表 1 中南沙的平均夏季风爆发日期并非 29 年各年爆发时间的简单平均,而是对整体资料统计分析的结果。

表 1 1977~2005 年期间各年南海夏季风爆发和结束日期

年份	开始日期/月.日	开始/候	结束/候	年份	开始日期/月.日	开始/候	结束/候
1977	6 . 2	31	54	1993	6 . 6	32	56
1978	5 . 21	29	56	1994	5 . 2	25	52
1979	5 . 13	27	55	1995	5 . 14	27	56
1980	5 . 11	27	56	1996	5 . 6	26	55
1981	5 . 10	26	55	1997	5 . 19	28	55
1982	6 . 1	31	53	1998	5 . 21	29	58
1983	5 . 12	27	57	1999	4 . 25	23	53
1984	4 . 28	24	49	2000	5 . 9	26	59
1985	4 . 18	22	52	2001	5 . 10	26	58
1986	5 . 11	27	51	2002	5 . 14	27	54
1987	5 . 15	27	51	2003	5 . 21	29	52
1988	5 . 16	28	57	2004	5 . 16	28	52
1989	5 . 17	28	52	2005	5 . 21	29	50
1990	5 . 17	28	54	平均		28	54
1991	6 . 9	32	56	29 年气候年平均	5 . 16	28	54
1992	5 . 17	28	53				

3 南海中北部次表层水温变化与夏季风

本文采用南海分局断面线、南海中部资源等各种调查的水温资料(1977~2005 年)在南海中北部(15~21 °N, 111.5~118 °E)海域,每年的 2 月和 8 月,在 25 个观测点 250~500 m 以浅 14 层(标准层 0、10、20、30、50、75、100、125、150、200、250、300、400、500 m),求取各层水温 2 月和 8 月的空间平均值来代表南海中北部 14 标准层水温,再求取时间系列 2 月和 8 月水温的距平值,用于分析南海次表层水温变化,对南海夏季风影响的基本特征。分析发现:2 月南海北部水深在 100 m 层附近的水温异常变化最明显,图 1 表明:1991 和 1993 年 2 月南海北部 SOTA 出现负距平,水温偏冷,1991 和 1993 年夏季风爆发时间异常偏晚。1993 年整个南海的次表层水温全部偏冷,与文献[6]完全相同。1999 年 2 月南海北部 SOTA 出现正距平最大值在 100 m 层达 1.7 ,水温偏暖,当年夏季风爆发时间异常偏早。1994 年 2 月南海北部 30 m 层以上水温正距平最大值出现在 20 m 层达 0.7 ,水温偏暖,50 m 层以下水温出现负距平最大值在 100 m 层达 -2.4 ,整体而言次表层平

均水温偏冷,但当年夏季风爆发时间偏早、偏强,表明影响夏季风爆发还可能其它因素,这是值得研究的现象。1998 和 2004 年 SOTA 近似相反,1998 年夏季风爆发时间偏晚、强度偏弱,2004 年夏季风爆发时间正常、夏季风偏强。

由于本文分析的南海中北部次表层水温是空间平均值,为了确定南海中北部次表层水温变化,本文定义:200 m 以浅空间平均水温时间系列的距平绝对值≥0.1 为异常冷(暖)年,否则为正常年。南海夏季风 5 月 14~18 日爆发(9 月 6 候结束)为正常年,否则为偏早、偏晚年。图 2a 表明:2 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)有 13 年(11 年)、正常年 5 年。在 13 年的偏冷年中,夏季风爆发偏晚的有 8 年、偏早的 3 年、正常的 2 年;在 11 年偏暖年中,夏季风爆发偏早的有 7 年、正常的 4 年;在 5 年的正常年中,夏季风爆发偏晚的有 2 年、偏早的 2 年、正常的 1 年。

图 2b 表明:8 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)有 12 年(13 年)、正常的 4 年。在偏冷的 12 年中,夏季风结束偏晚的有 3 年、偏早的 8 年、正常的 1 年;在 13 年偏暖年中,夏季风结束偏早的有 4 年、偏晚的 8 年、正常的 1 年;在 4 年正常年中,夏季风结束偏晚的有 3 年、正常的 1 年。

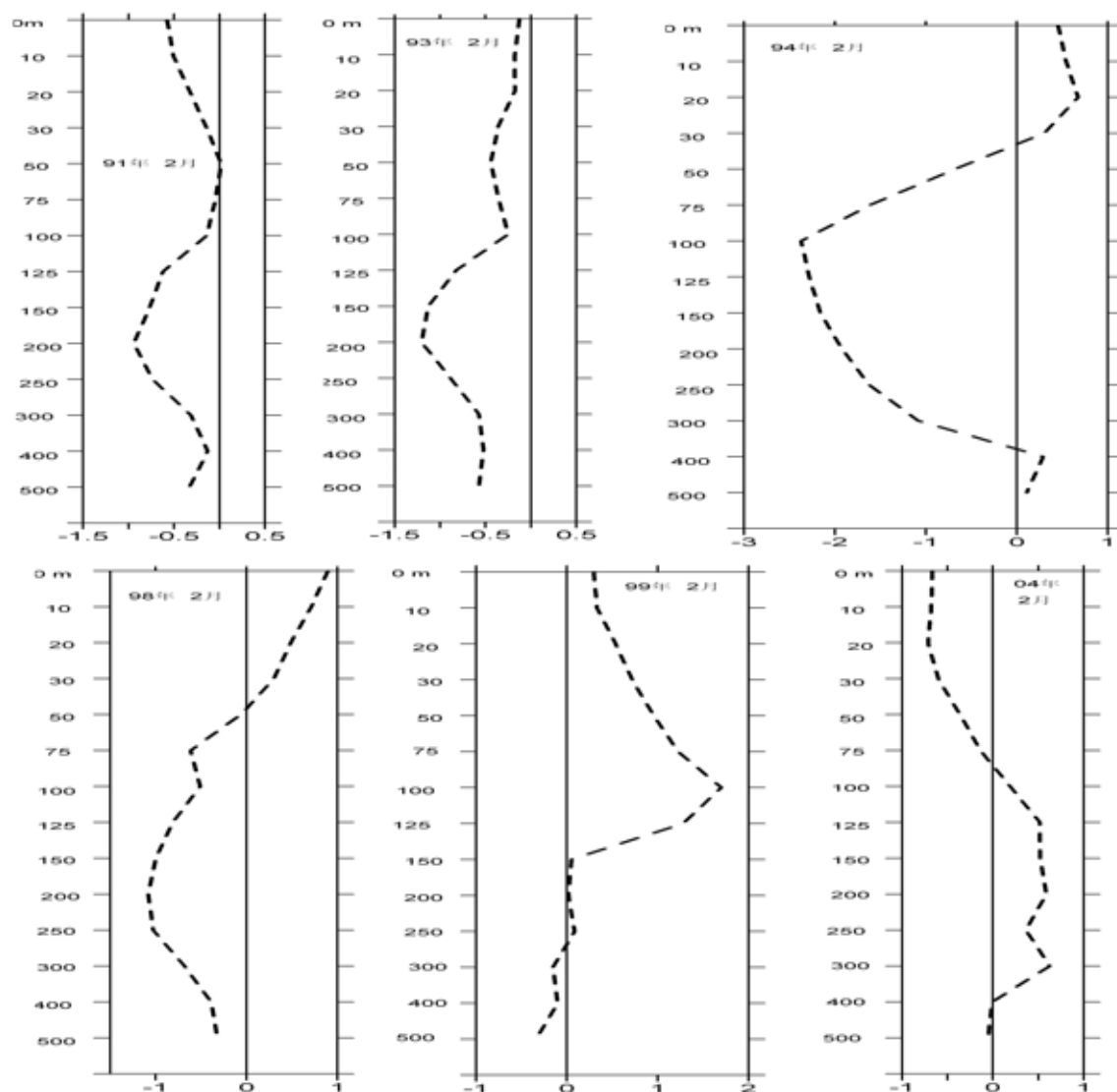


图1 1977~2005年南海中北部0~500 m的4个标准层平均水温距平 横轴为水温距平,单位:°C;纵轴为水深,单位:m。

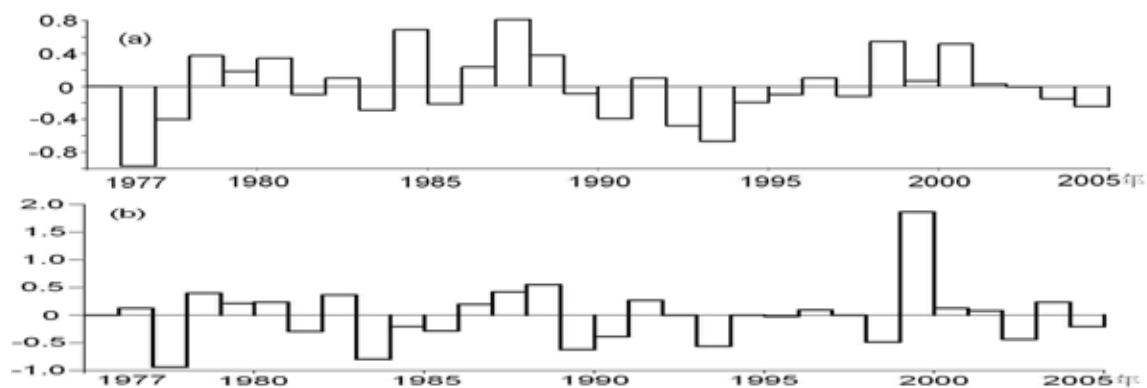


图2 1977~2005年南海中北部0~200 m,10个标准层平均水温距平 a.2月;b.8月。纵轴为水温距平值,单位:°C。

计算1977~2005年逐年2月的南海中北部次表层热含量,并对其影响过程进行了探讨,发现南海夏季风爆发与2月南海中北部次表层热含量的变化有

密切关系(图略)。当2月南海中北部次表层热含量高时,南海夏季风爆发早;反之,爆发晚。这与由南海热含量变化所产生的上空大气的对流活动密切相

关, 由于南海 SST 与西北太平洋 SST 有很好的相关性。所以, 南海热含量正异常时, 辐散中心位于南海-西太平洋, 对流强、西太副高弱且位置偏东, 南亚季风环流和 Walker 环流为正距平环流。使正距平的季风环流有利于低空的西-西南气流的加强, 南海夏季风爆发早。反之, 爆发晚。

以上分析表明: 当 2 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)时, 当年夏季风爆发偏晚(早)是主要现象, 8 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)时, 当年夏季风结束偏早(晚)是主要现象。

表 2 为次表层水温与爆发日期的相关系数, 并采用统计显著性进行检验, 发现 400~500 m 层的水温与夏季风爆发日期负相关性较好, 其次是 0~30 m 层, 都通过了显著性检验, 即水温偏冷, 爆发偏迟; 反之偏早, 其它层次没有通过显著性检验。

对西沙的水温分析本文定义: 西沙 1~3 月平均水温时间系列的距平绝对值 ≥ 0.5 为异常冷(暖)

年, 否则为正常年(图 3a)。表明西沙 1~3 月水温异常冷(暖)的有 13 年(12 年)、正常的 14 年。在偏冷的 13 年中, 夏季风爆发偏晚的有 6 年、偏早的 4 年、正常的 3 年; 在偏暖的 12 年中, 夏季风爆发偏早的有 4 年、偏晚的 8 年; 在正常的 14 年中, 夏季风爆发偏晚的有 5 年、偏早的 3 年、正常的 6 年。可见, 西沙 1~3 月水温异常对夏季风爆发时间影响不明显。

分析西沙的水温时发现, 西沙平均水温时间系列的距平值, 自 1978 年 1~3 月开始有上升趋势(图 3a), 西沙年平均水温距平值上升趋势出现在 1979 年(图 3b), 文献[17]指出: 1977 年后夏季风呈现明显的年代际衰减。文献[18]指出: 南海海气界面热量交换的变化与海面温度变化趋势不一致。夏季风年代际衰减与南海水温的上升趋势是否存在关系? 南海水温与季风的相互作用是怎样进行的? 这些现象目前还不清楚, 有待进一步的研究。

表 2 1977~2005 年南海中北部 2 月 500 m 以浅 14 层水温与夏季风爆发日及广东降水量的相关系数

水深 / m	0	10	20	30	50	75	100	125	150	200	250	300	400	500
夏季风爆发日	-0.368	-0.382	-0.377	-0.389	-0.349	-0.344	-0.309	-0.322	-0.203	-0.346	-0.351	-0.245	-0.565	-0.532
降水量	0.328	0.368	0.378	0.278	0.049	-0.048	-0.077	-0.089	-0.063	0.017	0.056	-0.018	0.168	0.200

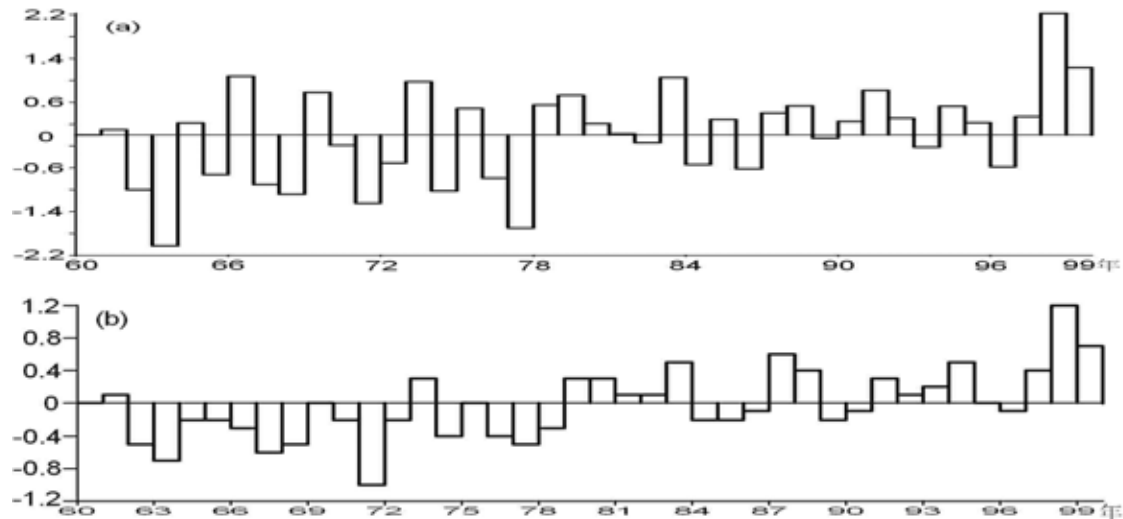


图 3 1961~1999 年西沙水温距平

a. 1~3 月; b. 年。纵坐标代表水温距平值, 单位: $^{\circ}\text{C}$ 。

4 南海中北部次表层水温变化与广东旱涝

用广东省 86 个测站的年平均降水量代表广东省年降水量求取 1951~2005 年广东省年降水量距平值(图 4)。本文定义: 广东省年降水量的时间系列距平绝对值 ≥ 350 mm 为异常涝(旱)年, ≥ 450 mm 为

异常特大涝(旱)年, 其余为正常年。全省平均而言, 1959、1961、1973、1975、1983、1997 和 2001 年为涝年, 其中 1973、1997 和 2001 年为异常特大涝年。1956、1963、1977、1991 和 2004 年为旱年, 1956、1963 年为异常特大旱年, 其余年份为正常年, 与文献[19]的结果相似。要说明的是: 本文的“旱涝”是指广东省年降水量的多少, 它与真正的旱涝灾害有密切关系, 但不完全等价。例如 1994 和 2005 年广东西

江流域及华南地区出现异常特大洪涝灾害,直接经济损失惨重,但在本文中 1994 和 2005 年属降水量距平正常年。因为广东西江流域出现异常特大洪涝灾害与境外降水及异常偏多降水时间集中在较短时间内有很大关系。

比较图 2a、3a、4 可发现,1983、1997 和 2001 年的 2 月,南海中北部 200 m 以浅平均水温距平值出现 ≥ 0.1 为异常暖年,西沙水温 1983、1997 年也出现正距平,1983、1997 和 2001 年为涝年,其中 1997、

2001 年为异常特大涝年。1977、1991 和 2004 年的 2 月,南海中北部 200 m 以浅平均水温距平值出现 ≤ -0.1 为异常冷年,西沙水温 1963、1977 年也出现负距平,1963、1977、1991 和 2004 年为异常旱年,特别是 1963 年 1~3 月西沙的水温距平值达 -2.0 ,是 39 年中最冷的一年,也是广东 54 年来最为干旱的一年。由图 3a 可看到,有些年份 1~3 月西沙的水温变化与图 2a 南海 2 月中北部 200 m 以浅的平均水温变化不一致。

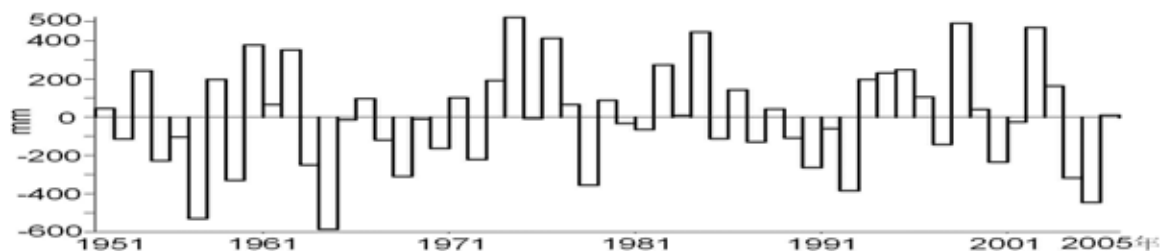


图 4 1951~2005 年年降水量距平值

纵坐标代表年降水量距平值,单位:mm。

比较图 1 中的 1994、2004 年 2 月,南海中北部 500 m 以浅平均水温距平值近似相反的变化。2004 年,75 m 以浅水温出现负距平,30 m 层最明显,水温距平值为 -0.7 ,水温偏冷;100 m 以深水温出现正距平,200 m 层最明显,水温正距平值为 0.6 ,水温偏暖。图 2 表明,自 2003 年 2 月~2004 年 2 月,南海中北部 0~200 m 平均水温偏冷,结果是 2004 年广东严重干旱,并且是广东及华南地区 40 多年来干旱最为严重的一年。1994 年,30 m 以浅水温开始出现正距平,20 m 层最明显,水温距平值为 0.7 ,水温偏暖;50 m 以深水温开始出现负距平,100 m 层最明显,水温距平值为 -2.4 ,水温异常偏冷,1994 年是广东及华南地区出现近百年一遇的洪涝灾害,仅广东、广西受灾人口近 1 800 万,直接经济损失高达 280 多亿元。1998 年 2 月南海北部 SOTA 的变化与 1994 年 2 月相似,1998 年广东降水虽然正常,但广东西江流域和长江流域均发生洪涝灾害。文献[20-22]指出:夏季亚澳季风区热带海温暖(冷)异常对应长江中游及江南的夏季降水偏多(少)。由 1977~2005 年广东年降水量与南海次表层水温之间的相关性(表 2)发现:30 m 层的水温与广东年降水量正相关性较

好,其次是 0~20 m 层,都通过了显著性检验,即水温偏冷,降水量偏少;反之偏多,其它层次均没有通过显著性检验。

南海水温偏暖,即热含量正异常时,南海对流强,为水汽输送广东及华南降水创造了有利条件。反之,对广东及华南的降水不利。所以,当 2 月南海中北部 50 m 以浅平均水温持续异常冷(暖)时,广东当年出现旱(涝)是主要现象。

5 结 论

(1) 2 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)时,当年夏季风爆发偏晚(早)是主要现象。8 月南海中北部次表层水温异常冷(暖)时,当年夏季风结束偏早(晚)是主要现象。

(2) 西沙 1~3 月水温平均距平异常对夏季风的爆发时间影响不明显。

(3) 2 月南海中北部次表层平均水温异常冷(暖)时,广东当年出现旱(涝)是主要现象。

参 考 文 献:

- [1] 罗会邦. 南海夏季风爆发及相关雨带演变特征[M]//南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用. 北京:气象出版社,1999:25-29.
- [2] 何金海,王黎娟,徐海明. 1998 年南海夏季风建立前后的突变特征及爆发过程的初步分析[M]//南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用. 北京:气象出版社,1999:30-33.

- [3] 陈隆勋, 祝从文. 1998 年 SCSMEX 期间南海夏季风爆发特征及其机制的初步分析[M]//南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用. 北京: 气象出版社, 1999: 13-15.
- [4] 谢安, 毛江玉, 宋焱云, 等. 海温及其变化对南海夏季风爆发的影响[C]//亚洲季风机制研究新进展. 1999: 205-217.
- [5] 李崇银. 南海夏季风活动及其异常和影响[C]//南海环境与资源基础研究前瞻. 北京: 海洋出版社, 2001: 73-80.
- [6] 张秀芝, 李江龙. 南海次表层海温与南海夏季风的关系初探[M]//南海季风爆发和演变及其与海洋的相互作用. 北京: 气象出版社, 1999: 121-124.
- [7] 吴迪生, 闫敬华, 张红梅, 等. 南海夏季风爆发日期与次表层水温变化对夏季风的影响[J]. 热带海洋学报, 2004, 23(1): 9-15.
- [8] 高辉, 何金海, 张芳华. 太平洋次表层海温与南海夏季风建立关系初探[J]. 南京气象学院学报, 2002, 25(3): 351-357.
- [9] 黄荣辉, 顾雷, 徐予红, 等. 东亚夏季风爆发和北进的年际变化特征及其与热带西太平洋热状态的关系[J]. 大气科学, 2005, 29(1): 20-36.
- [10] 温之平, 薛晓冰, 梁肇宁, 等. 热带海温异常与南海夏季风建立迟早的初步研究[J]. 中山大学学报, 2005, 44(1): 94-98.
- [11] 贺海晏, 温之平, 简茂球, 等. 亚洲热带夏季风建立迟早的探——热带季风建立迟早的年际变化[J]. 中山大学学报, 1999, 39(4): 99-103.
- [12] 梁建茵, 吴尚森. 南海西南季风爆发日期及其影响因子[J]. 大气科学, 2002, 26(6): 829-844.
- [13] 张秀之, 李江龙, 阎俊岳, 等. 南海夏季风爆发的环流特征及指标研究[C]//南海夏季风建立日期的确定与季风指数. 北京: 气象出版社, 2001: 83-95.
- [14] 谢安, 戴念军. 关于南海夏季风爆发日期和季风强度定义的初步意见[C]//南海夏季风建立日期的确定与季风指数. 北京: 气象出版社, 2001: 67-70.
- [15] 戴念军, 谢安, 张勇. 南海夏季风活动的年际和年代际特征[J]. 气候与环境研究, 2000, 5(4): 363-374.
- [16] LI Chongyin, WU Jingbo. On the onset of the South China Sea summer monsoon in 1998[J]. Adv Atmos Sci, 2000, 17(2): 193-204.
- [17] 戴新刚, 汪萍, 丑纪范. 华北汛期降水多尺度特征与夏季风年代际衰变[J]. 科学通报, 2003, 48(23): 2483-2487.
- [18] 吴迪生, 冯伟忠, 许建平, 等. 1986 年南海季风海-气界面热量交换[J]. 科学通报, 2006, 51(3): 355-360.
- [19] 贺海晏. 近 40 年广东省的旱涝特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(4): 297-305.
- [20] 简茂球, 罗会邦, 乔云亭. 印度洋-太平洋各季海温年际变异模的相关性及其与我国夏季降水的关系[J]. 热带气象学报, 2006, 22(2): 131-137.
- [21] 高辉, 梁建茵. 南海夏季风建立日期的确定和东亚夏季风强度指数的选取[J]. 热带气象学报, 2001, 21(5): 525-532.
- [22] 吴尚森, 梁建茵, 李春晖. 南海夏季风强度与我国汛期降水的关系[J]. 热带气象学报, 2003, 19(增刊): 25-36.

SUBSURFACE SEA TEMPERATURE IN NORTH AND MIDDLE SOUTH CHINA SEA, MONSOON, DROUGHT AND FLOOD IN GUANGDONG

WU Di-sheng¹, WEI Jian-su², ZHOU Shui-hua¹, YANG Hui¹, YANG Fan, LI Guang-mei¹

(1. South China Sea Branch, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China;

2. Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008, China)

Abstract : In order to understand the interactions between the South China Sea and the monsoon, with observed data, this paper analyze the inferior surface layer sea temperature in the north of South China Sea, the South China Sea summer monsoon as well as the drought & flood disaster in Guangdong, find the relationships among them. The result indicates that, when the subsurface layer sea temperature in the north of South China Sea is warmer (colder) in February, the South China Sea summer monsoon erupts earlier (later); when subsurface layer sea temperature in the north of South China Sea is warmer (colder) in August, the South China Sea summer monsoon finished earlier (later). The anomalies of monthly average sea temperature time series in Xisha started to have the trend of ascending from January to March, 1978. An upward trend of annual mean sea temperature appeared in 1979. In the last part, this paper concludes that when the subsurface layer sea temperature in the north of South China Sea is warmer (colder) in February, the South China Sea summer monsoon erupts earlier (later), flooding (drought) disaster appears in Guangdong.

Key words: South China Sea; subsurface layer sea temperature; summer monsoon; drought and flood in Guangdong