

赤道海温异常对我国汛期降水的影响

中国科学院大气物理研究所 陈烈庭

本文用1958—1973年东太平洋赤道地区的海面温度资料，1958—1974年热带太平洋及其附近地区的月平均高空风资料（南半球资料始于1965年），以及长江中下游地区6站（上海、芜湖、安庆、屯溪、九江、汉口）的平均降水量资料，对东太平洋赤道地区海温异常与长江中下游汛期降水（以6月为代表）进行相关分析；对东太平洋赤道海水冷暖与热带地区上空（850毫巴和200毫巴）的流场进行对比分析，对赤道海温异常与平均经圈环流、纬圈环流的关系进行成因分析；最后，探讨东太平洋赤道地区海温对我国汛期降水影响的可能机制。

但是，一个地区降水是由多方面因素决定的，本文仅从海气相互作用方面作了一些探索。而且海洋的影响也决不只是赤道地区，就太平洋赤道地区而言，东太平洋有影响，西太平洋也有影响。本文仅从目前掌握的部分资料，揭露一些事实，还是很初步的，片面的。我们希望通过这一工作，对我国汛期降水的长期预报有所帮助，给有关理论研究提供一些线索。

关键区的相关统计分析

我们用长江中下游6站6月的平均降水量，与同年代前期东太平洋赤道地区（180°—80°W, 5°N—10°S）1—5月逐月的海面温度进行相关普查，结果见图1。

从图中可以看出，1—5月的绝大部分地区呈负相关，其中有两个相关系数达到信度的关键区：一个在130°W以西，一个在110°W以东。前者在1月位置偏西，未达到

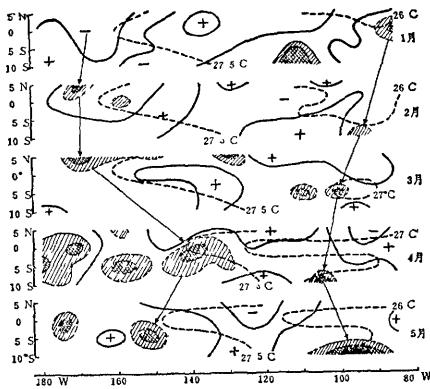


图1 长江中下游6月降水与前期1—5月赤道太平洋东部海温的相关分布

图中粗实线为相关零线，粗虚线为海温等值线，细实线为达到信度的正相关区，细虚线为达到信度的负相关区，斜线区、网格区、涂黑区分别表示相关达到0.10、0.05、0.01信度的区域

信度，但从2月开始达到信度，且略向东移，3—4月相关显著增大并向东扩展，关键区的范围和相关程度达到极大值，5月减弱西移。后者开始位置偏东偏北，以后逐渐向西南方移动，相关程度在5月达到极大值。

关键区逐月位置的变化很有规律，且与海温等温线的进退关系密切。130°W以西的关键区与27.5°C等温线西端的位置十分一致，特别是从3月到4月，赤道冷水①突然向东萎缩，关键区也相应东移；从4月到5月，冷水又向西伸，关键区也向西移动。110°W以东的关键

区与26.0°C(3—4月为27.0°C)等温线配合也很好。因此，上述关键区看来不是偶然的，前者可能反映了赤道冷水从冬到春向西伸展的异常变化与长江中下游6月降水的联系；后者可能反映了沿南美西海岸南下的暖洋流的异常变化与长江中下游6月降水的联系。

图2是上述两个关键区1951—1973年3月（170°—145°W, 5°—10°N, 110°—85°W, 5°S）和4月（165°—130°W, 5°S—10°N, 105°—85°W, 0°—5°S）的平均海温距平累积量的逐年变化曲线（ ΔT , 实线）和长江中下游6站6月降水距平百分率（ ΔR , 虚线）的逐年变化曲线。它们的变化趋势基本上呈反相关，相关系数为-0.63，达到0.001的信度。

为了分析春季东太平洋赤道地区海温与我国东部大陆雨带的关系，我们把图2中1957—1973年的海温距平累积量，与我国东部63个站5—7月各月的降水量求相关（图略）。得出5月长江以南是正相关，在南岭和四川附近各有一个较大的正相关中心，云南有一负相关中心。长江以北，江淮流域是一大片大的

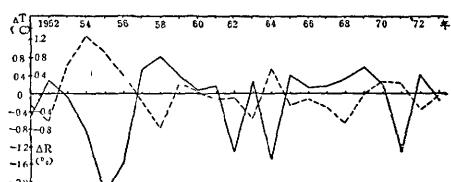


图2 关键区3—4月海温距平与长江中下游6月降水距平百分率的关系

负相关区，另一个负相关中心在渤海附近。6月除东南和西南部分地区外，我国大部分地区都是负相关区，最大的负相关区在长江流域和我国东北一带。7月长江中上游和淮河流域变为正相关区。因此，当春季关键区的海温异常偏高时，我国雨带的节季移动和多年平均情况很不相同。

赤道海温与流场及副高的关系

根据关键区春季海温的逐年变化曲线（图2），取1958、1963、1965、1968和1972年为海水温度偏高的代表年；取1962、1964、1971和1973年为海水温度偏低的代表年。对这两类代表年分别作出它们6月的热带地区上空850毫巴和200毫巴的流场合成图，结果见图3。

图3A是春季东太平洋赤道地区海水温度偏高时的850毫巴流场。从图上可以看出，澳洲的冷高压和加里曼丹附近的赤道缓冲带反气旋②非常发展。澳洲冷高压东北侧的东南信风强，在苏门答腊岛等地越过赤道的气流也强。这支气流越过赤道后转为强西南风，它经菲律宾南部一直伸展到西太平洋，使南海和西太平洋的热带辐合带的位置偏北，并向东一直伸展到140°E以东，非常活跃。西太平洋副热带高压脊的位置也比较偏北，脊线平均在23°N左右。

春季赤道地区海水温度偏低时的850毫巴流场正相反（见图3B），澳洲冷高压和赤道缓冲带反气旋都偏弱。澳洲冷高压东北侧的东南信风弱，越过赤道的西南风也很弱。因此热带辐合带不活跃，副热带高压南侧的东风一直伸展到菲律宾附近。西太平洋副热带高压脊的位置稍偏南，脊线平均在19°N左右。

对比图3A和3B还发现，赤道海水冷时（图3B）副高南侧靠近赤道的东风要比海水暖时（图3A）要大得多，而且向西伸展更远；副高西部脊线北侧的西南风也大。这表

明赤道海水温度偏低时，西太平洋副高西伸，强度加强；海温偏高时，副高东撤，强度减弱。

附表是上述代表年6月500毫巴西太平洋副高588位势什米线最西端所在经度的位置（资料取自中央气象台长期预报组）。它反映了上述副高东西变化的这一事实。

图3C、D是赤道海水温度偏高和偏低时的200毫巴流场。

从图可以看出，春季赤道地区海水温度偏高时（见图3C），北太平

洋中部槽的位置偏北偏东。同时南半球平均位于伊里安岛上空的反气旋东移到165°E附近。太平洋中部10°N以南的赤道上空盛行东风气流（低层850毫巴是弱东风）。这支东风气流与雅浦岛附近的一支东北风急流一起向加里曼丹方向流动。

赤道地区海水温度偏低时（见图3D），北太平洋中部槽的位置偏西偏南。太平洋中部赤道上空盛行西风气流（低层850毫巴是强东风）。南半球的反气旋西移到130—

附表

类别	赤道暖水					赤道冷水				
	1958	1963	1965	1968	1972	1962	1964	1971	1973	
西端经度（°E）	125	135	130	125	128	110	110	120	114	
距平	5	15	10	5	8	-10	-10	0	-7	

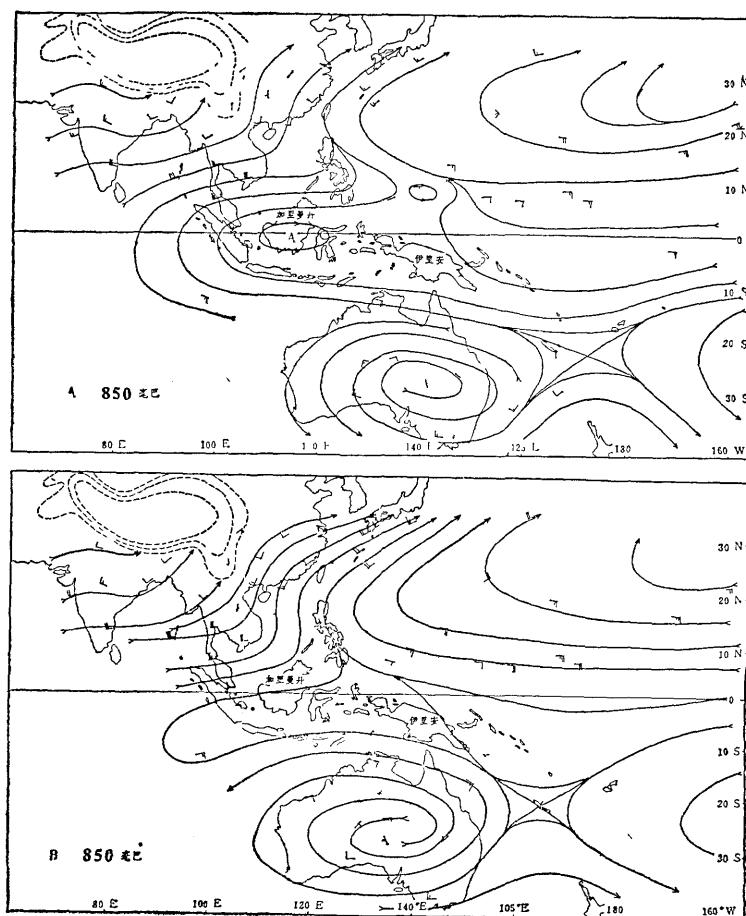


图3 春季东太平洋赤道地区海温偏高和偏低

135°E，位置也大大偏南。西太平洋雅浦岛附近为弱东风气流。

赤道海温与平均经、纬圈环流

综上所述，春季赤道太平洋东部地区海温偏高时，初夏热带地区所有高、低空的天气系统都向东和向北移动；沿赤道高空整个吹强东风，低空140°E以西吹西风，以东吹弱东风。海温偏低时，所有高、低空天气系统都向西和向南移；沿赤道140°E以东高空吹西风，低空吹东风。有的研究指出，太平洋赤道地区东、西部大范围的年降水量呈相反的距平分布。1957、1958、1965和1966年（相当于本文的暖水年），东部区域的降水量为正距平，西部区域则为负距平；1955、1956

和1962年（相当于冷水年），东、西部的距平分布则相反。降水与垂直气流是密切联系的。这样，在海温偏高时，沿赤道可能存在一个东部空气上升、西部空气下沉，高空吹东风、低空吹西风的东西向的“热成环流”。而海温偏低时，可能存在一个东部

空气下沉、西部空气上升，高空吹西风、低空吹东风的东西向的“热成环流”。

在105—140°E热带辐合带以南的区域，海温偏高时，低空为西南风，高空在雅浦岛附近存在一支东北风急流。这里可能存在一个从

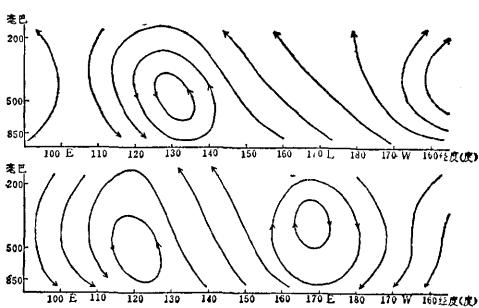


图4 沿赤道的平均纬圈环流

热带辐合带上升到赤道地区下沉的南北向的经圈环流。在海温偏低时，这个经圈环流可能南移减弱。

上述两种环流圈如果存在，它将是联系东太平洋赤道地区的海温和我国降水的重要环节。为了证实这点，我们计算了850毫巴和200毫巴的散度场。在500毫巴散度为极大、地面和大气上界散度为零；从地面到500毫巴和从500毫巴到大气上界的散度为线性分布的假定下，并设地面的垂直速度为零，根据连续方程，可以计算850、500、200毫巴的平均垂直速度。我们用上述方法计算垂直运动得出沿赤道的平均纬圈环流图和105—130°E的平均经圈环流图。

1. 平均纬圈环流

图4是沿赤道上空的平均纬圈环流。上图是赤道东部海水温度偏高的情况，下图是海温偏低的情况。可以看出，上述赤道地区的纬圈环流确实是存在的，从印度洋到太平洋有三个环流圈。在海温偏高时，整个赤道太平洋中部都是上升运动，在上升过程中逐渐转成东风，高层空气向西输送，在125°E以西的赤道缓冲带反气旋区下沉，而在下沉的过程中转为西风，低层空气向东输送，这在西太平洋形成了一个完整的反环流圈，我们称它为瓦克反环流；其次，在这个环流圈的东部，还大致可以看出有在另一个环流圈的上升的一支，这是西部暖水区上升、东部冷水区下沉的所谓瓦克环流的一部分；第三，在西部的赤道印度洋，还可以大致看

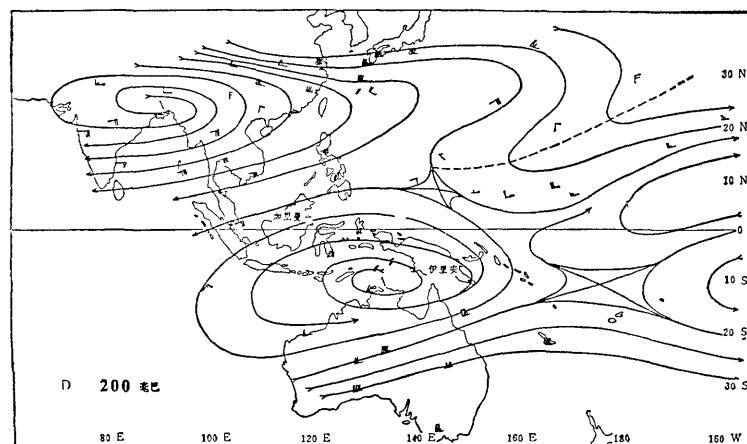
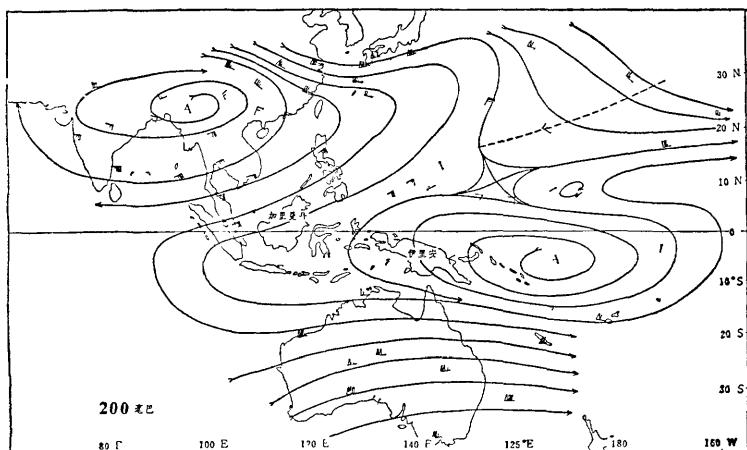


图5 6月850毫巴和200毫巴流合成图

出东部暖水区上升、西部冷水区下沉的正环流圈中的一支。因此，赤道太平洋东部海温偏高时，随着赤道冷水向东萎缩，瓦克环流东移到东太平洋。赤道地区上升运动范围东扩，使赤道干旱带⁽⁸⁾的降水异常增多。而西太平洋整个为瓦克反环流盘据，这个环流圈对赤道缓冲带反气旋的加强起着重要作用。

赤道东部海温偏低时，情况有很大变化，瓦克环流圈的下沉运动向西移到 170°E ， 170°E 以西仍为上升运动。由于瓦克环流大大西移，其范围也大为扩展，基本上整个赤道太平洋西部为上升运动区，东部为下沉运动区，使赤道干旱带发展。瓦克反环流也相应西移。赤道印度洋环流圈已移出本图范围。因此，随着赤道冷水向西伸展范围的变化，赤道上空的一些环流圈也相应发生不同程度的向西移动。

2. 平均经圈环流

图5是 $105^{\circ}\text{--}130^{\circ}\text{E}$ 的平均经圈环流，上图是赤道太平洋东部海温偏高的情况，下图是海温偏低的情况。

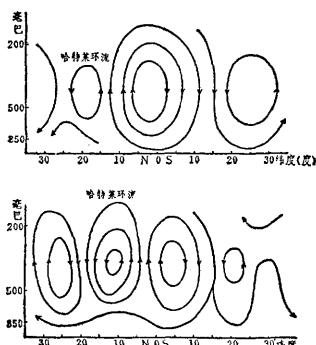


图5 $105^{\circ}\text{--}130^{\circ}\text{E}$ 平均经圈环流

可以看出，在海温偏高时，从热带辐合带上升的空气，由于高空在雅浦岛附近存在一支弱东北风急流，大部分空气向南输送，到赤道缓冲带反气旋区下沉，于是组成一支明显的南北向经圈环流。这时，哈特莱环流北移到 18°N 附近，由于向北输送的冷空气少，强度显著偏弱。如前所述，此时西太平洋副高位置偏北，且据表1是减弱东撤的。由于副高偏弱，在 30°N 为反环流圈的下沉运动区，所以江淮流域干旱少雨。

热天为何湿球值也会比干球高

新疆莎车气象站 宏雷

去年8月19日08时观测，突然发现湿球示值(16.3°C)比干球示值(15.8°C)高，并一直延续到09时以后才消失。当时读数经别人复读无错。仪器也是完好的。

我们知道，在冬季气温低于 0°C ，遇上湿球纱布正在结冰或在冰面情况下，是可能出现湿球值略高于干球的现象的，但当时是8月

天气，怎么也会出现这种现象呢？

经过仔细分析，问题可能出在用水上。于是我们做了一项对比观测实验。即在同一百叶箱内放两支湿球表，一支仍用原来的水杯，另一支用新换的水。观测结果见附表。从附表可见，原水杯湿球的示值比新换水的湿球示值高出 0.4°C 以上。

附表

干球值	33.4	32.1	29.8	29.9	28.2	27.8	26.3	24.4	22.8
原水杯湿球值	18.5	18.9	18.7	20.3	19.0	18.2	18.2	15.5	14.6
新换水湿球值	18.0	18.5	18.1	19.9	18.6	17.8	17.8	15.1	14.1
两湿球差值	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5

可我们用的都是井水(经煮沸)，两支湿球表示值怎么会不一样呢？经分析和回忆，原来那杯水延续使用了较长时间，杯中的水用浅了就加满，加满了又蒸发，这样日积月累，水杯中的杂质越积越多，浓度越来越大。而新换的水则杂质较少。由于原来的水浓度大，饱和水汽压小，蒸发消耗的热量少，因而湿球示度偏高。后来，我们又让两杯水都蒸发干，结果原来那杯水中析出了不少象盐粒一样的晶体物，而新换的水杯中却很少。这就证明上面的分析是对的。如果用蒸馏水来作对比观测，肯定误差还要大。

这种误差，在平时由于空气湿度较小，干湿球差较大，就被遮盖住了，不易察觉。而在空气湿度增

大至近于饱和时，这种误差就会显现出来。8月19日08—09时，正是天在下雨，在湿度计上测得的相对湿度为100%，到09时以后湿度才逐渐减小。

通过这件事，我们认为要避免因用水而引起的测湿误差，必须做到：

1. 湿球用水一定要按规定用蒸馏水。不能图省事用井水代替。因为井水或其他水所含杂质浓度不一，对记录的影响时大时小，使测得资料难以应用。

2. 湿球水杯用水要经常彻底更换，形成制度，养成习惯。若只顾加水不换水，即便用的是蒸馏水，时间长了也会沾染不少灰尘杂质，影响记录的准确性。

集中。

小 结

最后，我们提出一个关于东太平洋赤道地区海温影响我国汛期降水可能的机制的看法：

1. 东太平洋赤道地区海温偏高→瓦克环流偏东，西太平洋赤道地区瓦克反环流发展→赤道缓冲带反气旋发展(越过赤道的西南气流强，

(下转第10页)

(上接第20页)

热带辐合带活跃) → 热带辐合带与赤道缓冲带反气旋之间的反环流强并偏北 → 哈特莱环流弱并偏北 → 西太平洋副高减弱东撤并偏北 → 江淮流域少雨。

2. 东太平洋赤道地区海温偏低 → 西太平洋瓦克环流发展 → 赤道缓冲带反气旋不发展 (越过赤道的西南气流弱, 热带辐合带不活跃) →

哈特莱环流发展并偏南 → 西太平洋副高加强西伸并偏南 → 江淮流域多雨。

① 在热带太平洋地区, 沿赤道终年存在一支自南美沿岸向西流动的冷水带, 即所谓的秘鲁冷洋流, 也称为“赤道冷水”。

② 在热带地区, 当信风的东风气流由一个半球移入另一个半球, 经过赤

道附近时转向为季风的西风气流。这两支不同方向气流之间的反气旋称为“赤道缓冲带反气旋”。缓冲带反气旋气流的旋转方向, 北半球夏季时, 表现为顺时针旋转; 冬季时表现为反时针旋转。

③ 在太平洋赤道地区, 从秘鲁沿岸向西伸展到 165°W 的区域, 由于受冷洋流和冷水上翻以及大气环流的影响, 一般大气稳定, 雨量稀少。这一条带称为赤道太平洋干旱带。