

1987年秋末冬初赤道西太平洋海面 气象特征分析

林锡贵 张庆荣 蔡亲炳
(中国科学院南海海洋研究所, 广州)

收稿日期: 1989年2月14日

关键词 越赤道气流, 相互作用, 冷水涌升

提要 本文分析了1987年10月考察赤道西太平洋观测的水文气象资料。结果表明, 考察期间该海区的气流相互作用明显; 各要素随对流天气和盛行气流的转换变化显著; 水平分布特征是南、北均衡; 海水表面温度和气温呈现东高西低; 平均日变化和时空分布规律较好; 海-气热状况悬殊小; 温、湿度的变化特征和季风气流的转换时间与邻近海域不同; 厄尔尼诺事件对考察期间的气象特征有直接影响。

西太平洋赤道海域, 是全球海洋的高水温区之一, 季风气候特征和受两半球水平气流相互作用影响明显。其水文气象特征, 与厄尔尼诺的反应以及对我国天气和气候的变化关系密切。众所周知, 历史上的厄尔尼诺事件多发生于3~4月。这次事件发生在1986年9月前, 一直持续至翌年12月。中、东太平洋海温距平和纬向风指数等指标, 呈现出ENSO所具有的特征, 是一次中等强度过程, 与1982~1983年厄尔尼诺事件类似^[6]。在厄尔尼诺持续过程中, “实验3”号船于1987年10月1日~11月9日, 考察了125°~150°E, 5°S~5°N海域。本文用考察中的连续观测(每日定时观测24个时次)资料, 结合热带天气分析图和GMS卫星云图, 综合分析海面气象特征。

I. 考察期间的天气形势

考察期间, 正值秋末冬初, 北半球东北季风未明显影响这一海域, 西南季风和南半球气流已明显减弱消退。多数时段内, 南、北向气流在该海域内辐合程度弱。主要风向不明显, 各风向频率基本相当, 风速小。赤道地区明显的夏

季风雨季已结束, 进入了干季。天气以晴间多云为主, 处于夏季风向冬季风转换的过渡季节。

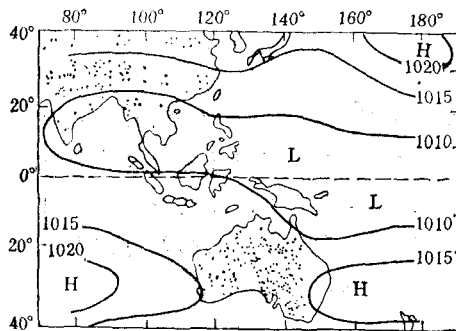
在多年平均地面天气图上, 考察海域处于热带均压区内(图1), 南、北半球热带气压形势基本类似。这段时间, 海区内主要受弱辐合带影响, 其次受南半球气流及其与热带低压或台风环流共同作用等系统影响。受弱辐合带影响的天数逐旬增多, 约占总考察天数的四分之三(表1)。南半球气流越过赤道后, 在台风或热带低压环流引导下, 可进入10°N以北海域, 并与台风或低压的西南向大风环流连为一体(图2), 影响考察海域的风力较北半球气流强。越赤道气流的影响趋势是逐旬南退, 受影响的天数约占总考察天数的四分之一(表1)。10月中旬末, 这一海区的越赤道气流基本消失, 明显进入夏季风向冬季风转换的过渡时期。10月下旬~11月上旬, 强度仅2~3级的南、北向气流基本在该海域赤道附近辐合, 整个考察海区基本处于海面弱辐合带影响范围。

在500hPa, 太平洋副热带高压一直较稳定, 脊线位于15°N一带基本呈东西向。考察

表1 影响考察海区的气流和天气系统

Tab. 1 Current and weather system affecting the investigated area

月	旬	台风、低环流和越赤道气流				弱辐合带
		风速 (m/s)	天数	方向	到达纬度 (°N)	
10	上	5.0	4		10~12	6
	中	5.7	6	向北	10~15	4
	下	4.0	1		8~10	9
11	上					10

图1 10月份平均海平面气压(hPa)场
(据 G. B. 阿特金森)Fig. 1 Mean sea level pressure (hPa) in
October (after G. B. Atkinson).

海区一直处于其南部边缘(图2)。

考察期间,副热带高压强度和面积指数值达到多年同期最大。说明这次厄尔尼诺事件促使副热带高压发生的变化,较任何一年都要明显(表2)。其明显加强和持续稳定时间是从1986年9月起至1987年12月止,与厄尔尼诺产生和持续时段基本相同。其中,1987年7~12月的强度和面积指数值是历年同期最大。此外,1987年10月副热带高压面积和强度指数值较1986年10月要大。这与厄尔尼诺事件影响期间的1982~1983年同期对应(表2)。可见,厄尔尼诺产生的第二年,其面积和强度指数值较当年大。

考察海区受南、北半球水平气流相互作用影响的主要特征是:南半球冷空气激发了台风生成,台风又引导南半球气流大量北上,两者在相互作用中,海区内主要受越过赤道的南半球气流影响。分析表明:10月12日和19日,影响考察海区的8718和8719号台风,都分别生成于中太平洋西部北半球海域的辐合带区。但在未生成台风之前的低压阶段,主要受南半球

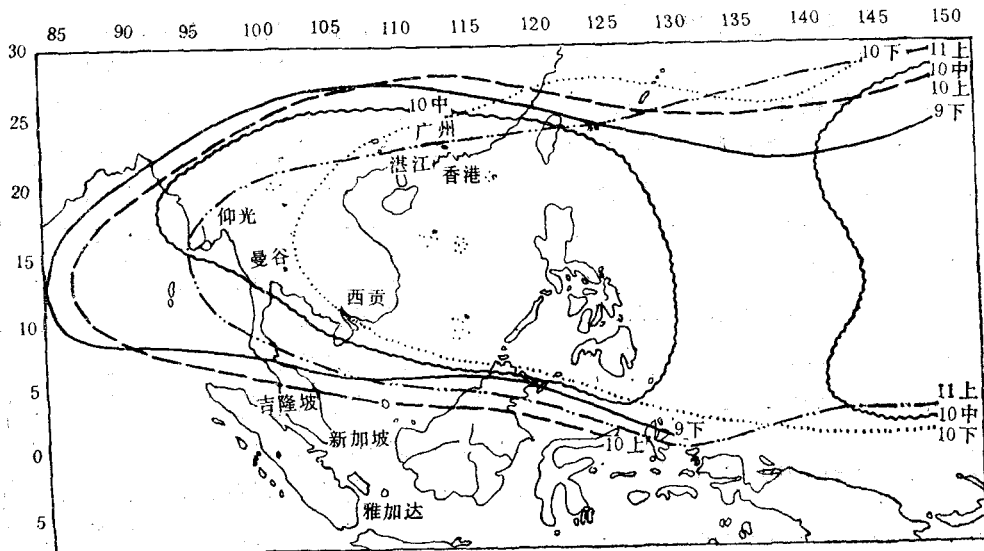


图2 1987年9月下旬~11月上旬每日08时588hPa线闭合区旬平均位置

Fig. 2 Daily 8 am mean position of 588 hPa closed isobar from late September
to early November, 1987

表 2 10 月份副热带高压指数值

Tab. 2 October subtropical anticyclone index value

年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
强度指数	37	51	30	16	65	18	22	60	72	36
面积指数	19	25	17	11	26	12	15	27	31	20

冷空气从 150°E 以东越过赤道, 直接影响辐合带波动, 促使扰动加强, 云团大增, 云区迅速扩展, 气流辐合增强, 激发低压发展成台风。在向西北移动并逐步加强过程中, 气旋性环流又引导南半球气流继续北上, 风力增强, 水平分布范围扩大, 自东向西大量越过赤道, 到达纬度增多成为台风大风环流的低层带状西南向气流 (图 3), 为台风的发展和移动输送了大量的水汽、热能和动量。在相互作用中, 台风云系结构中出现的尖舌状逗点云系同样向西南方向扩展, 伸向越赤道气流一方。当台风移到考察海区北部 20°N 一带时, 南半球气流逐步减弱。

考察期间的副热带高压强大, 位置偏南, 不

利于台风生成, 一旦台风生成后, 发展较强大, 西北太平洋热带海域受越赤道气流影响较明显的事实, 与近年来有关厄尔尼诺与副热带高压和台风发生发展的研究结果一致^[4]。

II. 海面气象要素连续变化和水平分布特征

将观测资料作连续性分析, 并分析了海水表面温度、气温和海-气温差随经、纬度变化的水平分布, 以及盛行气流变化对各要素产生的影响等。其特征大致有:

II. 1. 各要素随对流天气连续出现变化较显著

连续性对流天气出现极少, 现选取 3 次较明显, 持续时段较长的对流性天气过程。虽然这 3 次天气过程的温、湿度总趋势都是下降。下降幅度和对流天气自始至终的差值都较小, 但对终年处于高温高湿、其月、季和年变化幅度仅 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 的赤道海域来说, 较明显的对流性降水天气, 对气温的影响仍是较显著的 (表 3)。然而, 对流天气的出现, 对海水表面温度的影响与气温相比, 就显得很不明显。

II. 2. 各要素随盛行气流的转换而变化明显

从 10 月份 3 次分别受两种类型天气过程影响下各要素的平均值可知: 在南半球越赤道气流和台风环流影响下, 风速和湿度都较受弱辐合带影响下高; 气温、海水表面温度和海平面气压较低; 海-气温差也较大; 对流天气和降水时次也出现较多 (表 4)。

II. 3. 海-气温差小

逐旬海-气温差分别是, 10 月上旬 1.07°C ; 中旬 1.25°C ; 下旬 1.08°C ; 11 月上旬 1.12°C 。10 月中旬略大的原因是受南半球气流和台风,

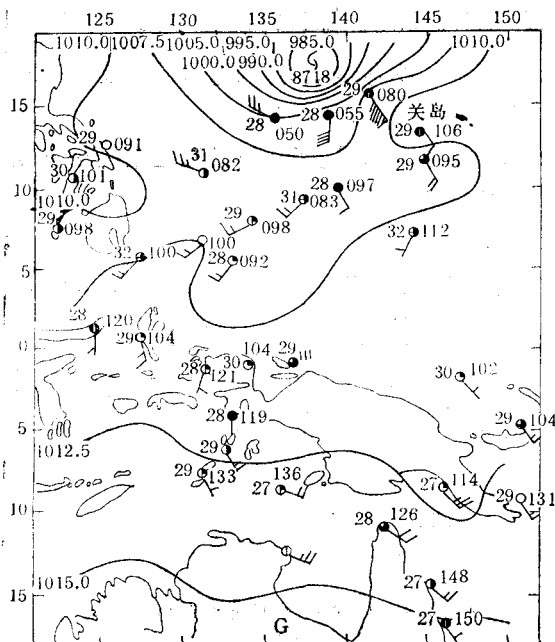


图 3 1987 年 10 月 12 日 08 时热带地面天气图 (hPa)

Fig. 3 The tropical ground weather map of 8 am, Oct. 12, 1987

表3 对流天气过程的温、湿度变化和天气状况

Tab. 3 The variation of temperature and humidity as well as weather status during the process of convection weather

对流天气过程			气温(°C)			绝对湿度(hPa)			对流特征	天气系统和环流形势
月	日	时	开始前1小时	结束时	差值	开始时	结束时	差值		
10	5	13~20	28.1	25.7	2.4	29.9	28.1	1.7	阵性降水	赤道辐合带 南半球气流、台风环流
	11	09~15	28.5	26.9	1.6	30.8	30.3	0.5		
	14 15	23~12	28.1	27.3	0.8	33.2	31.4	1.8	闪电 阵性降水	赤道辐合带

表4 不同天气条件下各要素平均值

Tab. 4 Mean value of each element under different weather conditions

数值 名称	时间	10月		
		4~8日	9~12, 17日	27~31日
气温(°C)		28.06	27.88	28.69
海表水温(°C)		29.16	29.12	29.72
绝对湿度(hPa)		29.82	31.05	30.32
相对湿度(%)		78.68	83.78	77.45
风速(m/s)		4.01	5.62	2.89
海平面气压(hPa)		1012.94	1010.47	1011.83
海-气温差(°C)		1.10	1.24	1.03
降水(时次)		18	29	9
天气系统和环流形势		赤道辐合带天气过程	南半球气流和台风、低压环流天气过程	赤道辐合带天气过程

低压环流共同影响。其它旬均受位置少变的弱辐合带影响为主,差值接近。总平均值 1.13°C。较小的海-气温差说明: 过渡季节是明显的; 海-气间的相互作用也较弱。

II. 4. 南部与北部的分布较均衡

从 145°~150°E 的 0°~5°S 和 0°~5°N 各要素平均值可知: 气温和海水表面温度是北部高于南部; 其它要素则南部高于北部, 但差值

表5 145°~150°E 赤道海域各要素平均值

Tab. 5 Mean value of each element in 145°~150°E in equatorial area

名称	0°~5°S	0°~5°N	差值
气温(°C)	27.67	28.36	-0.69
绝对湿度(hPa)	30.87	29.83	1.04
相对湿度(%)	82.54	77.44	5.10
海表水温(°C)	29.48	29.35	0.13
海平面气压(hPa)	1007.67	1008.65	-0.98
风速(m/s)	4.54	3.84	0.70

都较小。说明考察期间, 赤道海域各要素在南、北间的分布较均衡(表 5)。

II. 5. 海水表面温度和海-气温差随经度增加而逐步提高

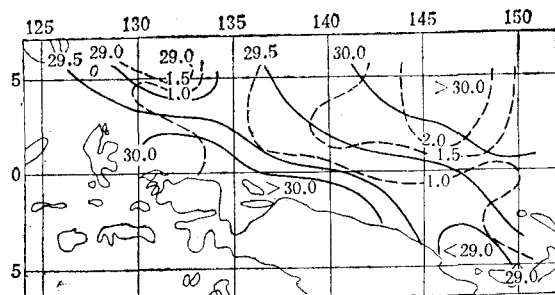


图4 1987年10~11月海水表面温度和海-气温差分布(°C)

—海水表面温度;海-气温差

Fig. 4. The distribution of sea surface temperature and sea-air temperature difference during Oct.~Nov., 1987

表 6 海水表面温度和海-气温差随经度变化

Tab. 6 Sea surface temperature and sea-air temperature difference with longitude

名称 \ 经度 (°E)	125~130	130~135	135~140	140~145	145~150
海表水温(°C)	29.26	29.25	29.54	29.63	29.68
海-气温差(°C)	1.09	1.03	1.16	1.22	1.12

海水表面的温度的分布规律是东面高(140°~150°E),西面低(125°~140°E)。最高温中心位于 145°~150°E, 5°N 附近; 其次是 130°~142°E 的陆地沿岸略高。最低温中心都出现在南、北半球水体交换较明显, 易受偏北气流影响的 130°E, 5°N 附近和易受偏南气流影响的 147.5°E, 5°S 附近(图 4)。高、低值区与海-气温差的分布在东面较对应, 西部则相反。东面的高温中心与这段时间的副热带高压 592hPa 中心所在位置较对应。西部则云、雨较多, 受越赤道气流影响较东部明显, 气温较低。

每隔 5 个经度的统计表明: 海水表面温度和海-气温差随经度增加而逐步升高。高值区范围与图 4 一致(表 6), 与热带太平洋多年海水表面温度分布特征吻合^[4](图 5)。

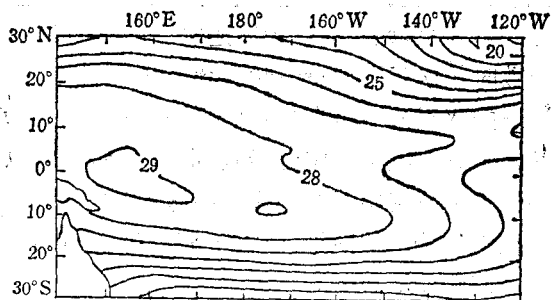
图 5 热带太平洋平均海面水温^[3](°C)

Fig. 5 Mean sea surface water temperature(°C) of tropical pacific ocean

赤道海温, 虽随季节变化很不明显, 但在受厄尔尼诺过程影响期间, 其变化仍然是明显的。海水表面温度的水平分布, 与多年冬季^[7]和年平均^[3]值比较, 出现了大范围的异常增暖, 整个考察海域均属暖水域。5°N, 135°E 一带冷水

涌升区的海水表面温度较多年冬季和年平均高 0.5°~1.0°C。冷水涌升区的海水表面温度升高, 与 50~70 年代厄尔尼诺的第二年的分析结果一致^[9]。说明厄尔尼诺发生的第二年, 冷水涌升较弱, 范围缩小。整个考察海域的海水表面温度较多年冬季和年平均高 1.0°~1.5°C。在赤道以北, 140°E 以东 $\geq 30.0^\circ\text{C}$ 区域, 是在多年冬季和年平均图上所没有的。整个考察海区的海水表面温度均 $\geq 29.0^\circ\text{C}$ 。与多年冬季和年平均比较, 29.0°C 的闭合区由 145°E 的赤道向西扩展到 125°~130°E (图 4, 5)。

III. 海面气象要素平均日变化和时空分布特征

10 月 17 日之前考察方向是自西向东, 此后至 11 月 9 日为自东向西。因时差不同, 将两个阶段每日同时次观测的各要素, 分别按 125°~137°E 和 138°~150°E 计算。得出的各要素的平均日变化比较有规律。其特征大致有:

III. 1. 温、湿度变化幅度小, 气温和海水表面温度最高值出现时次较对应。气温和海水表面温度平均日变化幅度都 $< 1.0^\circ\text{C}$ 。绝对湿度平均日变化幅度 $< 1.0\text{hPa}$ 。其它各要素的变化幅度都较小。海水表面温度平均日变化最高值出现的时间与气温相同; 两者的最低值出现时次差别明显(表 7)。

III. 2. 风力分布均匀、稳定, 主要风向不明显。统计得出, 每一方位的风都有, 频率都较小。主要风向不明显, 风向多变, 风速悬殊较小。各风向出现的频率中, WSW 风频率最高;

表7 各要素平均日变化极值和出现时间
Tab. 7 The daily extremum variation of each element and their occurrence time

名称	最高	出现时	最低	出现时	日较差
气温(°C)	28.68	15	27.89	01	0.79
绝对湿度(hPa)	31.16	22	30.30	01	0.80
相对湿度(%)	81.89	24	77.85	15	4.04
海表水温(°C)	29.83	15	29.31	04, 05	0.52
海平面气压(hPa)	1012.83	08	1009.40	14	3.43
风速(m/s)	4.87	24	3.66	03	1.21
总云量(成)	7.56	16	5.55	03	2.01
低云量(成)	5.19	13	3.07	22	2.12

其次是W风, 其余风向频率略小。各风向出现的风速波动较小, 均以2~3级风为主(表8), 总平均风速4.16m/s。风况特征明显体现出夏季风向冬季风转换的过渡季节。

表8 风况统计
Tab. 8 Wind status statistics

风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	风级	1	2	3
频率(%)	3.0	2.4	7.5	15.8	10.0	7.4	4.7	4.9	频率(%)	11.4	30.0	33.9
风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	风级	4	5	6
频率(%)	4.6	2.5	7.8	5.1	8.2	7.7	5.7	3.1	频率(%)	17.5	5.5	2.1

流影响下, 辐合带波动较大, 云团发展较旺盛, 对流性天气的时次出现较多等除外(断断续续的对流性降水天气和越过赤道风力达4~5级的西南向气流同时可持续10h。对流性降水天气出现时次占当天观测时次的比例, 平均值为34.6%, 比弱辐合带影响下多21.2%。多数时段, 弱辐合带位置少变, 天气状况较稳定(对流性降水天气出现的时次, 占当天观测时次的比例, 平均值为13.4%)。闪电时次仅占夜间观测时次的5.2%, 未出现过强雷暴。≥8级的能见度占90.4%, 海况较好, 逐旬平均波高≤2m, 中涌以下。

IV. 海-气间的热量和 动量交换特征

动量、感热和潜热通量的计算用文献[1]的

III. 3. 高温高湿、气压稳定、云量多。平均气温和海表表面温度分别是28.41°C和29.54°C。平均绝对湿度和相对湿度分别是30.63hPa和79.51%。总云量和低云量平均值都是多云(>4成)。其中, ≥29.0°C的海表表面温度占90.9%; ≥28.0°C的气温值占79.8%; ≥30.0hPa的绝对湿度值占72.2%。海平面气压平均日变化无明显波动, 趋势稳定, 与高、低空天气形势少变相关, 总平均值1011.19hPa; 日较差3.43hPa; ≥9成的总云量占37.9%, 碧空无云的天气未出现过。云状出现次数较多的是淡积云、浓积云、透光高积云和密卷云; 云量占最多的是淡积云、积雨云、密卷云和透光高积云。

III. 4. 天气现象少, 能见度和海况较好。对流性降水时次占13.4%; 绝大多数属阵性、分散、范围小、时间短。赤道附近降水时次较5°N和5°S一带多。短时段受台风环流和越赤道气

方法。除台风环流和越赤道气流影响期间外, 多数时段这三个通量逐时连续变化不显著。热通量的水平分布是东高西低, 与海表表面温度的水平分布趋势对应; 与副热带高压592hPa中心位置关系密切。在副热带高压加强时段, 东高西低的趋势更明显。0°~5°N的热通量较0°~5°S的大29%。

未受台风环流和越赤道气流影响前, 海-气温差小, 风速有时趋于静风, 海洋向大气输送的热通量明显减少。在台风环流和越赤道气流影响期间, 海-气温差和风速逐日增大, 海洋输给大气的热通量也明显增多。在数天内热通量的水平分布则出现西高东低。

就平均日变化值而言(图6), 受台风环流和越赤道气流影响时段, 大气给予海洋的动量和海-气温差较弱辐合带影响时段大(前者的动

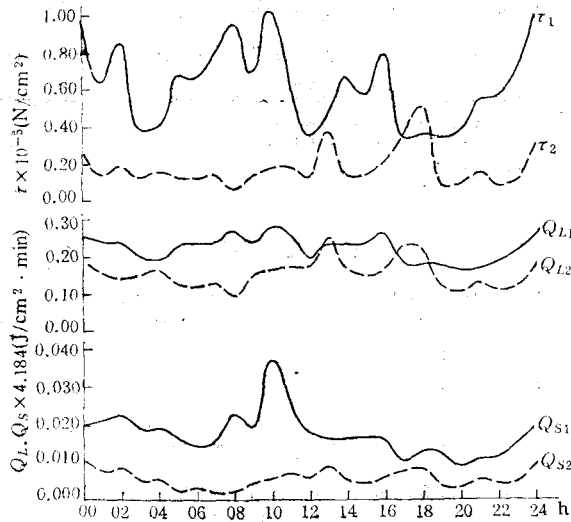


图 6 不同天气条件下海-气各通量平均日变化
——台风环流和越赤道气流影响下的动量 τ_1 , 感热 Q_{S1} 和潜热 Q_{L1} ; ----弱辐合带影响下的动量 τ_2 , 感热 Q_{S2} 和潜热 Q_{L2}

Fig. 6 Mean daily variation of sea-air flux under different weather conditions

量是后者的 3.60 倍), 因而海洋向大气输送的热量也较显著(前者是后者的 1.48 倍)。除 Q_{S1} 之外, 其余各通量平均日变化规律都不明显。在 1d 内, 在辐合带的影响下, 各通量振幅明显较小, 虽前者在正午前, 后者在正午后出现较多对流性天气, Q_S 值上升也较显著, 但两者的 Q_L 始终稳定。

热输送均由海洋向大气, 且以潜热为主(潜热是感热的 13.8 倍)。由于海-气温差小, 大气给海洋的动量小, 因而在多数时段内, 天气稳定, 海况较好。海-气间相互作用弱, 热状况悬殊小, 但受台风环流和越赤道气流影响, 热状况明显较弱辐合带影响悬殊大, 海洋失热也较多(多 48%)。

V. 观测结果与邻近海域 明显不同的特征

与南海的热带和赤道海域多年观测结果比较表明, 虽同属热带和赤道海域, 但海区不同,

各要素平均日变化特征及受冬、夏季风影响的时间也不同。较明显的不同特征大致有:

V. 1. 在南海热带和赤道海域多年且每年多次的观测结果中从未出现过绝对湿度平均日变化幅度 $\leq 1.0\text{hPa}$ 的情况^[9]。说明西太平洋的湿度较南海各海域都高且稳定。

V. 2. 南海的热带和赤道海域多年且每年多次的观测结果表明, 气温平均日变化达到最高峰时, 海水表面温度仍处于上升阶段; 最高值的出现始终较气温落后 3~4h, 最低值的出现较气温提前 1~2h。至于象这次的海水表面温度与气温的最高值都在同一个时次出现, 最低值的出现又较气温落后 3~4h 的特征, 在南海从未出现过。而且最高值与最低值之间出现的时差完全不同^[9]。说明在这段时间内赤道西太平洋的海、气温平均日变化特征较典型。

V. 3. 考察海区受南半球越赤道气流影响的结束时段和开始受北半球东北季风的影响时段, 都较南沙南部迟。经查 1984~1987 年 10~11 月热带地面天气图, 南沙南部受南半球气流影响的结束时间在 10 月上旬前期。在考察期间的 10 月下旬初, 整个西太平洋赤道海域仍受南半球越赤道气流影响, 结束时间是 10 月下旬前期, 较南沙南部约迟两周。10 月中旬后期, 南沙南部受东北气流影响较明显; 10 月下旬已有北半球东北气流从南沙南部越过赤道。西太平洋赤道以北的赤道海域, 在 11 月上旬前期受东北季风气流影响较明显; 东北气流较明显地从考察海域越过赤道的时间是 11 月中旬前期; 都较南沙南部约迟 1 旬半。说明赤道西太平洋的夏、冬过渡季节的时段明显较同纬度南沙南

- 1) 林锡贵, 1985。副高控制下东沙群岛附近海区的天气特征和气象要素分析。南海海洋科技 (4): 8~13。
- 2) 林锡贵等, 1986。副高控制下南沙海区的气象要素概况。南海研究与开发 (4): 77~82。
- 3) 林锡贵等, 1987。西南季风潮天气形势下南沙海区气象要素变化分析。南海研究与开发 (4): 5~12。
- 4) 林锡贵等, 1987。5 月上旬南沙海区南部的水文气象特征和海-气热状况。广西海洋 (1): 50~58。

部要长。

VI. 结 语

VI. 1. 夏、冬过渡季节, 赤道西太平洋的天气形势较稳定; 受台风环流和越赤道气流相互作用时的影响较明显;

VI. 2. 除海水表面温度之外, 其余各要素受连续性对流天气的影响变化仍较显著;

VI. 3. 海水表面温度和气温随经度增加而逐步升高; 赤道南、北部分布较均衡; 海-气温差小;

VI. 4. 温、湿度平均日变化幅度小; 风力和气压较稳定; 风向的变化明显体现出夏季风向冬季风的转换特征;

VI. 5. 海-气间总热状况悬殊小; 热通量总分布是东高西低; 在受台风环流和越赤道气流影响时, 海-气间热状况悬殊明显, 热通量值较

弱辐合带影响下大; 水平分布则西高东低;

VI. 6. 厄尔尼诺事件影响下, 副热带高压明显增强; 海水表面温度和气温明显升高; 与历史上的厄尔尼诺过程比较, 气象特征有明显的对应关系。

参 考 文 献

- [1] 何有海, 1982. 不同天气形势下海洋与大气的热量和动量交换. 南海海区综合调查研究报告. 科学出版社 (1): 151~158.
- [2] 张庆荣等, 1987. 西太平洋热带海域海-气交换通量的初步分析. 热带海洋 (3): 71~77.
- [3] 李若钝, 1987. 热带太平洋冬季海面气象特征分析. 热带海洋 (4): 79~85.
- [4] 李崇银, 1987. 厄尔尼诺影响西太平洋台风活动的研究. 气象学报 (2): 229~235.
- [5] 蒲书箴等, 1987. 热带西太平洋水温对厄尔尼诺的响应. 海洋学报 (2): 262~266.
- [6] 武建平, 1988. 1986~1987年厄尔尼诺-南方涛动事件形成发展过程分析. 热带海洋 (4): 27~35.
- [7] 赵绪孔, 1988. 1986年冬季热带西太平洋海温、气温及海-气交换通量特征. 黄渤海海洋 (2): 13~17.

ANALYSIS ON METEOROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE EQUATORIAL WESTERN PACIFIC OCEAN DURING THE LATE AUTUMN AND EARLY WINTER OF 1987

Lin Xigui, Zhang Qingrong and Cai Qinbing

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou)

Received: Feb. 14, 1989

Key Words: Crossed equatorial current, Interaction, Cold water upwelling

Abstract

The paper analyses the hydro-meteorological data obtained from equatorial western Pacific in October, 1987. During the period of this investigation, the currents of the area investigated interacted intensively each element changed obviously with the transformation of the convection weather and the prevailing air current. The horizontal distribution characteristics showed balanced between north and south. The sea and air temperature showed high in the east and low in the west. The mean daily variation and space-time distribution regularities were good. The variation of sea-air heat status was small. The variation features of temperature and humidity and the transformation time of seasonal wind current were different from those of the adjacent sea. EINO event directly affected the meteorological characteristics during the period of the investigation.