第48卷 第2期　　气 象 学 报　　Vol. 48, No. 2
1990年5月　　ACTA METEOROLOGICA SINICA　　May, 1990

强火山爆发与厄尼诺事件*

李若钝　孙瑞本

（国家海洋局第一海洋研究所）

曲维政　井传才

（青岛海洋大学）（青岛市气象局）

前人研究指出[1,2]，强火山爆发时，把大量火山灰喷入平流层。0.5—1年内即可扩展到全球，它可以使全球平均气温下降0.5℃。本文主要揭示了近34年来，强火山爆发使全球平均气温降低这一微弱信息，经过大尺度海气相互作用调节、放大之后，使西太平洋副热带高压、赤道辐合带、北太平洋海温距平场转折，并容易发生厄尼诺的规律性。指出强火山爆发可能是厄尼诺发生的重要原因之一。

1. 资料和方法

北太平洋海温及其距平场分型、北半球500 hPa高度、西北太平洋副高、南方涛动指数、全国160个站的气温（1951—1983）及海气参数均由国家气象局长期天气预报研究课题组提供。强火山（指能把火山灰喷入平流层的火山）爆发时间[2]（年、月）如下：1951.1，1953.7，1956.3，1961.9，1963.3，1966.8，1970.6，1971.1，1973.1，1974.10，1975.2，1980.5，1982.4。

为了消除其他因素的影响，以火山爆发开始月作为关键月，记作0，火山爆发前（后）各月，分别记作－1(1)个月、－2(2)个月……。用"时序迭加法"统计各参数在火山爆发前、后各月多年月平均，再作5个月滑动平均（海温型频率未作滑动平均）。

2. 强火山爆发前、后海气参数变化规律

以全国160个站的气温等级距平值（正距平为冷、负距平为暖，图1 a），近似表示全球平均气温的变化趋势。以西太平洋副热带高压（下文简称副高）强度（面积指数，图1 b）、南北（脊线）位置、东西（西伸脊点，图1 c）位置等参数表示副热带大气环流基本状况。以赤道槽强度（沿10°N，60°E，100°E，160°E，170°W，120°W，60°W，6点500 hPa高度月平均距平值，图1 d）表示赤道辐合带特征。用聚类分析方法得到的北太平洋海温距平场W型[3]（图1 e）的出现频率（气候平均频率为34%），或东太平洋赤道（90°—180°W；0°—10°S）57格点月平均海温距平值（记作SST*，图1 f），表示北太平洋海温距平场的变化。则由图1、表1可知，火山爆发对海气参数的变化趋势及其距平符号或气候偏差（本文指海温距平场类型出现频率与其气候平均概率34%之差）均有一定影响，但因距平符号或气候偏差受前期平均状况的影响较大，因此对火山的时滞响应关系较为复杂。分析图1及表1可知：

1）火山对各海气参数距平或气候偏差的影响

全国气温在火山爆发后9—24个月低于常年，其中14—21个月较为明显。而副高偏弱、偏东和赤道槽偏强等相应变化，多出现在5—22个月。t—检验结果表明，在16—19个月处，气温显著偏低（信度超过5%，下同）；15—19个月处，副高显著偏弱；其中19个月处副高显著偏东；18个月处赤道槽显著偏

* 本文于1988年6月6日收到，1988年8月19日收到修改稿。

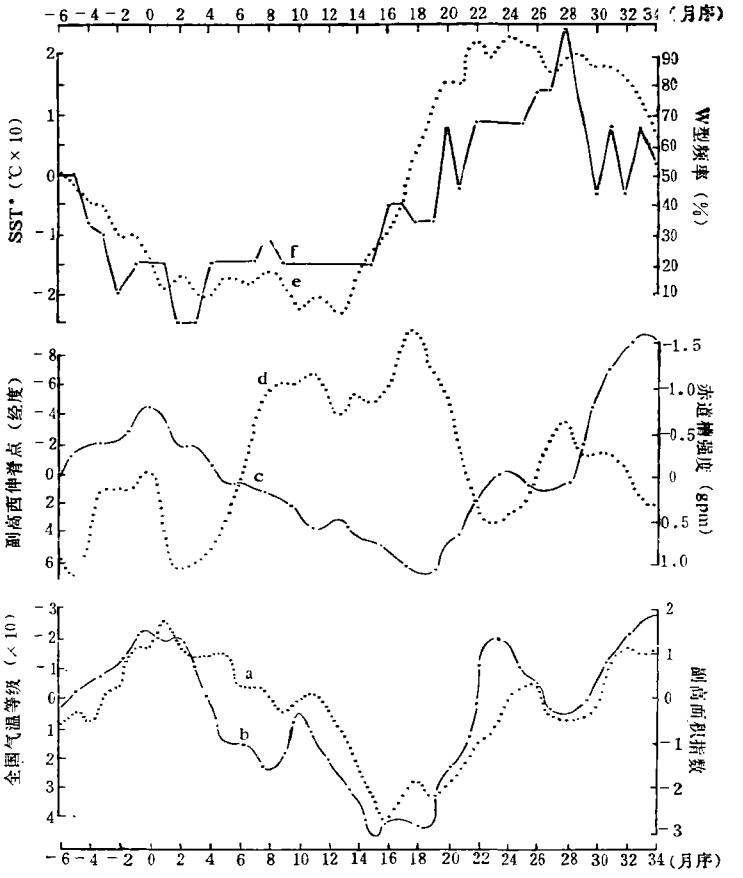


图 1　火山爆发前、后海气参数的变化规律

(a. 全国气温等级距平(等级距平值×10)，b. 副高面积指数，c. 副高西伸脊点位置(度)，d. 赤道槽强度(gpm)，e. W 型频率(%)，f. 东太平洋赤道海温(SST*，℃×100))

表 1　火山爆发前、后海气参数变化统计表

特征 / 时段 / 参数 (月数)	变化趋势			距平或气候偏差				
	非火山影响时段	火山直接影响时段	火山的负反馈	非火山影响时段	火山直接影响时段	火山的负反馈	异常	显著异常
全国气温	-6—1;上升	1—16;下降	16—26;上升	-3—8;偏暖	9—24;偏低	25—34;偏暖	14—21;最低	16—19
面积指数	-6—2;上升	2—15;下降	19—23;上升	-6—4;偏强	5—21;偏弱	22—34;偏强	14—19;最弱	15—19
西伸脊点	-6—0;上升	0—19;下降	19—24;上升	-5—4;偏西	5—23;偏东	24—34;偏西	14—21;最东	19
赤道槽	0—2;下降	2—18;上升	18—23;下降	-5—5;偏弱	6—21;偏强	22—26;偏弱	13—20;最强	18
SST*	-6—13;降…平	13—24;上升	24—34;下降	-5—17;偏低	18—34;偏高		20—32;最暖	28
W型频率	-6—15;降…平	15—28;上升	28—34;下降	-2—15;偏少	16—34;偏多		20—29;最高	22—24

强。由此可见，各气象参数的显著异常时间基本上是一致的。

海温距平场类型和SST*的气候偏差或距平（符号），对气象参数的适应规律还是较为明显的。即SST*在18—34个月暖于常年，16—34个月盛行W型（频率大于34%），其中20—32个月SST*较暖，20—29个月W型频率较高（较气象参数的相应变化滞后半年左右）为本次火山的影响时期。−6—14个月SST*及W型频率最低，可视为前次火山的影响全部消失时期。根据前人指出的厄尼诺与反厄尼诺时期北太平洋海温场特征[3,4]，前者可视为厄尼诺时期，后者可视为反厄尼诺时期。

2）变化趋势

（1）直接影响 在1—16个月时段内，气温是逐渐下降的，受其影响，副高逐渐减弱、南移（脊线位置负距平，图略）、东退，赤道槽强度逐渐加深南移，与地理赤道接近重合，导致信风减弱和赤道逆流加强[4]。根据前人研究结果可知，信风减弱时，由于赤道上无科氏力，在压强梯度力的作用下产生开尔文波，使原来在西太平洋堆积的暖水向东输送，同时南、北赤道逆流加强，赤道上出现表层东向流，使暖水在赤道东太平洋堆积、并异常增暖，而赤道西太平洋表层水温下降，盛行W型（较气象参数的相应变化滞后一年左右）。上述变化趋势一直稳定的持续到24—28个月；分别达到45个月（自火山爆发前8个月—火山爆发后第36个月）期间的最高（峰）值为止。其后又出现相反的变化趋势，但变化很缓慢，可能是火山的影响逐渐消失时期。

（2）火山的负反馈 大气对上述海温场异常变化的响应（火山的负反馈），使火山对大气的直接影响迅速减弱、消失。于是气象参数于火山爆发后第16—19个月左右，发生第二次转折性的变化。其变化趋势与火山影响之前类似，即气温上升、副高加强、北移、西伸，赤道槽减弱。而和火山爆发后的第一次转折情况相反。其重要特点是各参数上升（下降）很快，这表明火山对大气的直接影响过程是缓慢的，而大气对异常海温场的适应却是迅速的。

（3）消失阶段 在火山爆发23—26个月之后各海气参数的变化较紊乱，且变化的持续性较差，各参数之间的相互关系也不符合大尺度海气相互作用的规律性，大约自30个月起，W型的频率变化也紊乱起来，这是火山的影响正趋消失的表现。

3）厄尼诺与W型持续期

本文规定以包括多数人公认的厄尼诺事件为条件，定义SST*≥0.5℃连续7个月以上，为厄尼诺事件，和W型连续5个月以上（其间允许有一个月为过渡型N）为W型持续期。由图2及表2可知，在历次厄尼诺之前的16—28个月间，均有一次强火山爆发。因为强火山爆发次数多于厄尼诺次数，除相距时间很短的两次火山指示同一次厄尼诺过程以外，还有三次火山爆发后（16—28个月间），无厄尼诺发生（仅占23%）。有趣的是这三次火山（1953年7月，1973年1月，1982年4月）恰好都发生在厄尼诺时期。显然这不能说明火山对未来大气及海温无影响，而是说明火山的影响，比已经发生或即将发生的厄尼诺现象的影响要小得多。因此，本文认为，当非厄尼诺时期有火山爆发时，未来16—28个月间将有厄尼诺发生。此期间平均每个月为厄尼诺开始发生月的概率为6.2%，是气候平均概率（2.0%）的三倍。并且

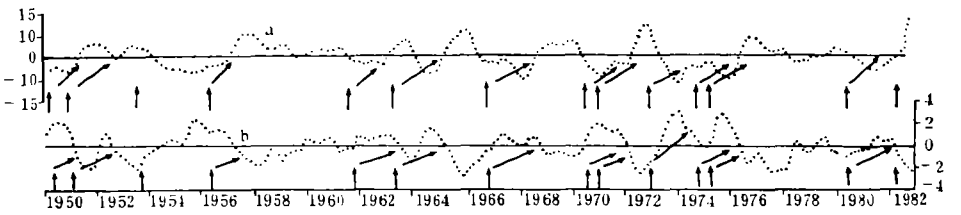


图2 火山爆发与SST*(a)及SOI(b)的关系
（垂直箭头火山爆发，斜线箭头表示响应发生的ENSO事件）

表 2　火山爆发与厄尼诺及W型持续期的关系统计表

火山爆发年、月		厄尼诺					W型持续期	
		年	始月	止月	持续月数	距火山爆发月数	持续月数	距火山爆发月数
1951	1	1953	1	10	10	24	5	28
1953	7							
1956	3	1957	4	5 (1959)	26	13	11	14
1961	9	1963	7	1 (1964)	7	22	8	22
1963	3	1965	5	3 (1966)	11	26	12	25
1966	8	1969	2	1 (1970)	12	30	6	26
1970	6	1972	6	3 (1973)	10	24	12	22
1971	1	1972	6	3 (1973)	10	17	12	15
1973	1							
1974	10	1970	6	1 (1977)	8	20	14	20
1975	2	1976	6	1 (1977)	8	16	14	16
1980	5	1982	9	9 (1983)	13	28	10	29
1982	4							

表 2 还告诉我们一个事实，即火山爆发后 22—30 个月间，多为W型持续期的开始时间。即海温场由 C，N 型转折为W型的转折时间。

3. 结　论

强火山爆发对海温距平场转折及厄尼诺产生有重要影响。北太平洋海温距平场转折(C，N——→W)，大多发生在强火山爆发后第 20 个月左右，强火山爆发后第 16—28 个月间多有厄尼诺事件发生。

参 考 文 献

[1] 张先恭等，火山活动与我国旱涝、冷暖的关系，气象学报，43，2，196—207，1985。
[2] 徐　群，太阳常数，火山与长期预报，气象，1983，6 期，7—10。
[3] 史久恩、周琴芳，厄·尔尼诺现象与我国夏季(6—8 月)降水、气温的关系，气象，1983，4 期，2—6。
[4] 王绍武等，厄·尔尼诺·南方涛动与瓦克环流，气象科技，1984 年 4 期，20—28。

VIOLENT ERUPTION OF VOLCANOES AND EL NINO EVENT

Li Ruodun Sun Ruiben

(First Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Qu Weizheng

(Qingdao University of Oceanography)

Jing Chuancai

(Qingdao Meteorological Office, Qingdao)

Abstract

In this paper, the relation of the subtropical high over the North Western Pacific, the equatorial covergence zone, the anomaly of SST departure of the North Pacific and formation of an El Nino event to violent eruption of volcanoes in recent thirty four years are studied. It has been found that the violent volcano eruption has important effect to EL Nino event, and EL Nino event appeared in the sixteenth month to twenty eighth month after the violently volcano eruption.