

# 北京汛期暴雨与厄尔尼诺事件<sup>①</sup>

吴正华 储锁龙

(北京市气象科学研究所, 100081)

## 提 要

利用北京近百年逐日降水资料和厄尔尼诺事件、非厄尔尼诺事件的资料进行初步分析表明,在厄尔尼诺最大影响年的北京汛期易干旱,相当暴雨日数 $\leq 4$ 天;在非厄尔尼诺最大影响年的北京汛期易多雨偏涝,相当暴雨日数 $\geq 5$ 天;在厄尔尼诺最大影响年的次年和下一个非厄尔尼诺最大影响年时,北京汛期相当暴雨日数相对增多;反之,非厄尔尼诺最大影响年的次年和下一个厄尔尼诺最大影响年时,北京汛期相当暴雨日数相对减少。

**关键词:** 暴雨 厄尔尼诺事件 汛期

## 引 言

关于北京与华北的旱涝与厄尔尼诺事件的关系已在诸多研究中或多或少地涉及。如文献[1~4]等。总的结果是,在厄尔尼诺事件年份,华北和北京汛期降水偏少,而在反厄尔尼诺或非厄尔尼诺事件年份,汛期降水偏多。但单从旱涝级别(5个等级)寻找与厄尔尼诺

或非厄尔尼诺事件的相关性,均不令人满意。

在文献[5、6]中,我们已分别讨论了北京汛期暴雨过程与旱涝的相关性,引入了相当暴雨日数的概念,并指出对北京汛期的旱涝气候研究必须充分注意与旱涝年的暴雨过程研究相结合。

厄尔尼诺事件的发生,对夏季东亚大气

环流有重要影响,特别是对西太平洋副热带高压和赤道辐合带(ITCZ)的影响尤为明显<sup>[7]</sup>,而西太平洋副热带高压和赤道辐合带(ITCZ)又是形成北京和华北暴雨环流背景的重要成员<sup>[8]</sup>。基于这些认识,利用北京近百年逐日降水资料探讨相当暴雨日数与厄尔尼诺事件或非厄尔尼诺事件的关系是必要的。

### 1 资料

降水资料用北京西郊汛期(6~8月)逐日(20~20时)降水量,时间从1875~1997年(其中1875~1914年仅有16年资料)共99年降水量资料;另外,1938~1939年用芦沟桥水文站逐日资料代替。

厄尔尼诺事件有公认的标准。美国气候中心(CAC)用赤道太平洋第3区,即5°N~5°S、150°~90°W区域,取该区月海温距平的3个月滑动平均值 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ ,并连续6个月以上(期间允许有一个月距平 $< 0.5^{\circ}\text{C}$ ,但不得 $< 0.25^{\circ}\text{C}$ ),定义为一次厄尔尼诺事件,中国气象局 ENSO 监测小组<sup>[9]</sup>以赤道东太平洋0°~10°S、180°~90°W 海域月平均海温距平 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ (或 $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ )为指标,每次长度至少半年,其中允许1个月中断,定义为一次厄尔尼诺(或反厄尔尼诺)事件,并给出其强度计算公式:

$$F_i = \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_L} + \frac{|\Delta T_{i\max}| - |\Delta \bar{T}_{\max}|}{\sigma_T} + \frac{m_i - \bar{m}}{\sigma_m}$$

式中,  $L$ 、 $\Delta T$ 、 $m$  分别为事件长度、海温距平、 $|\Delta SSTA| \geq 1.0^{\circ}\text{C}$  的月数,  $\sigma$  为标准差。

另外,近500年的厄尔尼诺事件历年表<sup>[10]</sup>、1854~1987年厄尔尼诺事件<sup>[11]</sup>、1857~1987年南方涛动指数<sup>[12]</sup>等都是我们确定厄尔尼诺事件的依据。

相当暴雨日数,是将暴雨过程(过程雨量 $\geq 50\text{mm}$ )的总降水量除以50所得到的整数<sup>[13]</sup>。其意义是克服了由于日界时间定义造成暴雨日数划分的局限。例如,1953年8月24~26日,3天降水量分别为29.9mm、49.9mm

和34.1mm,按暴雨日数统计为0,而按相当暴雨日数统计为2,同时,相当暴雨日数还表达了暴雨强度的差异。例如,1891年7月23日降水量为609.0mm,其相当暴雨日数为12。

### 2 厄尔尼诺最大影响年的确定

在北京有逐日降水资料的99年中,对应厄尔尼诺事件23次。每次厄尔尼诺事件的持续时间在1~4年之间,总计有47个厄尔尼诺事件年。但每年汛期降水受厄尔尼诺的影响不可能是均衡相同的。从23次厄尔尼诺事件中找出每次对北京汛期降水影响最大的年,称为厄尔尼诺最大影响年(见表1),具体选取标准为:

表1 北京近百年厄尔尼诺和非厄尔尼诺影响年

序号	厄尔尼诺事件		非厄尔尼诺事件	
	出现年份	最大影响年	出现年份	最大影响年
1	1875	1875	1876	1876
2	1877~1878	1877	1879	1879
3	1880	1880	1881~1883	1883
4	1917~1919	1918	1890~1916	1891
5	1923	1923	1920~1922	1922反
6	1925~1926	1926	1924	1924反
7	1929~1932	1930	1927~1928	1927
8	1939~1941	1941	1933~1938	1933反
9	1943~1944	1944	1942	1942反
10	1946~1948	1947	1945	1945
11	1951	1951	1949	1949反
12	1953	1953	1952	1952
13	1957~1958	1957	1954~1956	1956反
14	1965	1965	1959~1962	1959
15	1968~1969	1968	1964	1964反
16	1972~1973	1972	1966~1967	1967反
17	1975~1976	1976	1970~1971	1970反
18	1982~1983	1983	1973~1974	1973反
19	1986~1987	1987	1977~1981	1978反
20	1991~1993	1992	1984~1985	1985反
21	1994~1995	1995	1988~1990	1988反
22	1997	1997	1996	1996

① 厄尔尼诺事件仅持续一年,共8次。其中,1963年的厄尔尼诺事件,根据文献<sup>[13]</sup>和<sup>[2]</sup>的分析,其强度最弱,我们没有选用。其余

7次厄尔尼诺年均均为最大影响年。

② 厄尔尼诺事件分为两类：一类为春季开始，对当年降水有影响；另一类为夏季开始，并持续到次年，由于西太平洋副高等低纬度天气系统对赤道东太平洋海温变化的响应有3~6个月的滞后时间<sup>[7]</sup>，因而它不会对当年汛期降水有影响，仅影响次年汛期降水，故当年不选为最大影响年。

③ 对持续时间超过一年以上的厄尔尼诺事件，其强度在各年是有差异的，选其中强度最大的年为最大影响年。例如，1939~1941年厄尔尼诺事件中选1941年为最大影响年；1929~1932年厄尔尼诺事件中选1930年为最大影响年；1991~1993年厄尔尼诺事件中选1992年为最大影响年等。

根据以上标准共确定22个厄尔尼诺最大影响年(表1)。

### 3 非厄尔尼诺事件最大影响年的确定

非厄尔尼诺事件，即是广义的反厄尔尼诺事件，其最大影响年具体选取标准为：

① 两次厄尔尼诺事件之间出现反厄尔尼诺事件时，是典型的非厄尔尼诺事件，共有13次(见表1)。其中，有4年是取反厄尔尼诺事件当年为最大影响年，其它9次反厄尔尼诺事件持续时间跨度为二年以上，其最大影响年按-*SSTA*的极小值出现时间、反厄尔尼诺强度及 $\Delta SSTA$ 和*SOI*的月平均值曲线的谷、峰区的振幅和宽度来确定。例如1954年6月~1956年7月出现强度最弱的反厄尔尼诺事件<sup>[9]</sup>，1955年10月出现 $\Delta SSTA$ 极小值(-1.6℃)，故确定1956年为非厄尔尼诺最大影响年。

② 两次厄尔尼诺事件间隔不超过一年时，则这一年列入非厄尔尼诺事件最大影响年，共有8年，其中，有3年为反厄尔尼诺年，其余5个非厄尔尼诺事件最大影响年的*SOI*有两个季以上为正值。

③ 两次厄尔尼诺事件间隔超过一年时，

其非厄尔尼诺最大影响年的确定，首先选反厄尔尼诺事件年，共10年；其次，根据厄尔尼诺事件结束后3年中的*SOI*数，选取从上年度秋季到当年夏季出现两个季以上*SOI*≥0的年份，为非厄尔尼诺最大影响年。例如，在1927~1928年，1926年秋季和1927年春季的*SOI*均≥0，故选1927年为非厄尔尼诺最大影响年。

按以上标准共确定非厄尔尼诺最大影响年共22年(表1)。

### 4 汛期相当暴雨日数与厄尔尼诺和非厄尔尼诺最大影响年的关系

4.1 将北京近百年汛期的相当暴雨日数与厄尔尼诺和非厄尔尼诺最大影响年的统计关系列于表2。可见：①厄尔尼诺最大影响年汛期的相当暴雨日数≤4的拟合率为20/22=90.9%；②非厄尔尼诺最大影响年汛期的相当暴雨日数≥5的拟合率为19/22=86.4%；③1953年和1976年两次厄尔尼诺事件，按文献[9][4]，是属于强度弱或“事先难以判断”的，它们当年汛期相当暴雨日数为6和5，这可能从反面说明，较强和较明显的厄尔尼诺事件对北京汛期暴雨偏少的影响会较大。

表2 北京汛期相当暴雨日数与厄尔尼诺和非厄尔尼诺最大影响年

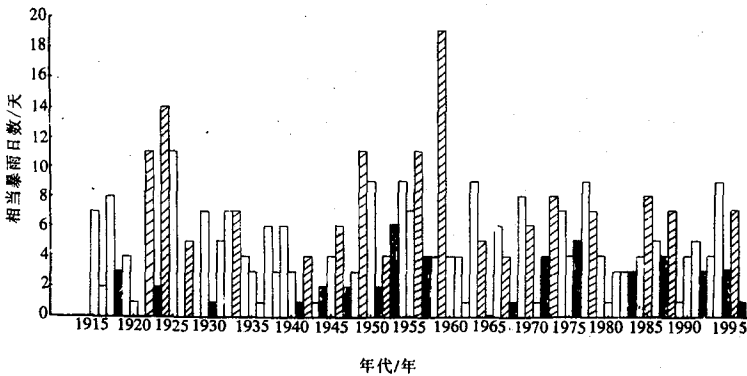
相当暴雨日数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	≥9	合计
厄尔尼诺最大影响年数	2	6	4	5	3	1	1	0	0	0	22
非厄尔尼诺最大影响年数	0	0	0	0	3	2	2	6	2	7	22

4.2 在这22个厄尔尼诺最大影响年和22个非厄尔尼诺影响年中，汛期相当暴雨日数与汛期旱涝级别的相关系数均为0.843，并均通过0.01信度检验。因此，相当暴雨数日可以表征汛期旱涝实况。

4.3 在1915~1997年连续82年逐日降水资

料的分析中(见附图)还发现,从厄尔尼诺最大影响到非厄尔尼诺最大影响年,其汛期相当暴雨日数相对增加,如果把1963年勉强列为厄尔尼诺影响年,则1963~1964年的汛期相当暴雨日数是由多变少,属特例。反之,从非厄尔尼诺最大影响到厄尔尼诺最大影响年,其汛期相当暴雨日数是相对减少的,只

有1952年到1953年是属例外。从附图还可看出,凡厄尔尼诺最大影响年的次年的汛期相当暴雨日数均相对增多,而非厄尔尼诺最大影响年的次年的汛期相当暴雨日数均相对减少。这个事实表明,根据厄尔尼诺事件周期变化规律,可以为北京旱涝及汛期暴雨过程次数的长期预测提供有益的线索。



附图 北京1915~1997年汛期相当暴雨日数及厄尔尼诺最大影响年(黑柱)和非厄尔尼诺最大影响年(斜线柱)

4.4 考察北京旱涝级别与厄尔尼诺和非厄尔尼诺影响年的关系(见表3)发现,其相关性不如相当暴雨日数好。在厄尔尼诺最大影响年的汛期偏旱的拟合率为 $16/22=72.7\%$ ;非厄尔尼诺最大影响年的汛期偏涝的拟合率为 $13/22=59.1\%$ 。

表3 北京汛期旱涝级别与厄尔尼诺和非厄尔尼诺最大影响年

旱涝级别	旱	偏旱	正常	偏涝	涝	合计
厄尔尼诺最大影响年	1	15	6	0	0	22
非厄尔尼诺最大影响年	0	1	8	8	5	22

## 5 讨论

### 5.1 厄尔尼诺最大影响年的北京汛期易发

生干旱,相当暴雨日数不超过4天,或暴雨过程总降水量不超过200mm;非厄尔尼诺最大影响年的北京汛期易多雨偏涝,相当暴雨日数常有5天以上,或暴雨过程总降水量超过250mm。当厄尔尼诺影响年过渡到非厄尔尼诺影响年,其次年和下次非厄尔尼诺影响年的北京汛期相当暴雨日数相对增多;反之,从非厄尔尼诺影响年过渡到厄尔尼诺影响年时,其次年和下次厄尔尼诺影响年的北京汛期相当暴雨日数相对减少。这个事实,可为北京汛期旱涝灾害的长期预报提供线索,有一定实用意义。

5.2 由于制约北京汛期旱涝灾害的因子是多样的、复杂的和综合性的,不可能仅由厄尔尼诺事件所决定,只能说在某些情况下,厄尔尼诺事件会起重要作用。因此,对连续数年发生的厄尔尼诺事件和非厄尔尼诺事件必须根

据  $\Delta SSTA$ 、 $SOI$  的极值大小和其时间演变曲线上峰、谷振幅和宽度,选择时间最强、最明显的时段来确定它们对北京汛期降水影响最大的年份。

5.3 厄尔尼诺事件和非厄尔尼诺事件均属大空间尺度、长时间的强气候信号,而北京汛期暴雨是属中尺度天气系统产生的降水现象,如何认识和理解两者之间的统计关系,还有待深入研究。

**参考文献**

1 刘永强,丁一汇. ENSO 事件对我国天气气候的影响. 应用气象学报,1992,3(4):471~481.  
 2 张德二,薛朝辉. 公元1500年以来 El Nino 事件与中国降水分型的关系. 应用气象学报,1994,5(2):168~175.  
 3 张先恭,赵汉光. 1991~1995年期间 ENSO 事件及其对中国汛期旱涝的影响. 我国短期气候变化及其成因研究. 北京:气象出版社,1996:60~66.  
 4 廖荃荪,王永光. 厄尔尼诺事件与我国7月雨带类型的

关系. “八五”长期天气预报理论和方法的研究. 北京:气象出版社,1996:84~87.  
 5 吴正华,储锁龙. 北京暴雨与旱涝关系的分析. 待发表.  
 6 陆晨,李青春. 北京夏季不同等级降水过程与旱涝关系的分析. 待发表.  
 7 叶笃正等. 当代气候研究. 北京:气象出版社,1991:220~225.  
 8 华北暴雨编写组. 华北暴雨. 北京:气象出版社,1991:13~21.  
 9 ENSO 监测小组. 厄尔尼诺事件的划分标准和指数. 气象,1989,15(3):37~38.  
 10 王绍武. 近500年的厄尔尼诺事件. 气象,1989,15(4):15~20.  
 11 臧恒范,王绍武. 1854~1987年期间的厄尔尼诺与反厄尔尼诺事件. 海洋学报,1991,13(1):26~34.  
 12 石伟,王绍武. 1857~1987年南方涛动指数. 气象,1989,15(5):29~30.  
 13 Quinn W. H. and V. T. Neal, The historical record of El Nino events, Climate since A. D. 1500. edited by R. S. Bradley and P. D. Jones, London, 1992, 623~649.

The Torrential Rain of Flood Period over Beijing Area and El Nino Event

Wu Zhenghua Chu Suolong

(Beijing Institute of Meteorological Science, 100081)

**Abstract**

Based on the centenary rainfall data in Beijing and El Nino event data and Un-El Nino event data (include La Nina event), the relation of the torrential rain and El Nino event was analysed. It is shown that (a) the flood period emerge drought and the number of the equivalent torrential rain day is less than four at the maximum effective year of El Nino event, the flood period emerge flooding and the number of the equivalent torrential rain day is more than four at the maximum effective year of Un-Elnino event. (b) the number of the equivalent torrential rain day increases relatively in the next year of the Maximum effective year of El Nino event or next maximum effective year of Un-El Nino event. The number of the equivalent torrential rain day reduces relatively in the next year of Un-El Nino event or Next maximum effective year of El Nino event.

**Key Words:** torrential rain El Nino event flood period