

# 厄尔尼诺/拉尼娜事件对陕北地区近 57 a 气候的影响

魏君平<sup>1</sup>, 赵景波<sup>1,2</sup>

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 中国科学院 地球环境研究所国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

**摘 要:** 根据陕北地区近 57 a 的气象资料, 对榆林、绥德、延安 3 个地区的气象因子、气象灾害进行了研究。结果表明, 榆林、绥德、延安地区暖事件年降水减少, 平均气温增加, 与正常年份相比降水量分别减少 61.59, 76.10, 73.33 mm, 平均气温分别增加 0.23, 0.13, 0.11 °C; 冷事件年降水减少, 平均气温降低, 与正常年份相比降水量分别减少 15.68, 25.61, 41.89 mm, 平均气温分别降低 0.22, 0.15, 0.24 °C。ENSO 事件年易发生于干旱灾害, 且厄尔尼诺年发生于干旱气象灾害的概率大于拉尼娜年灾害发生的概率。

**关键词:** 厄尔尼诺/拉尼娜; 气候; 降水量; 温度; 气象灾害

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)05-0210-05

中图分类号: P732

## Climate Impacts of El Nino/La Nina Events on Northern Shaanxi Province in the Last 57 Years

WEI Jun-ping<sup>1</sup>, ZHAO Jing-bo<sup>1,2</sup>

(1. College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China;

2. State Key Laboratory of Earth Environment Institute, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075, China)

**Abstract:** Based on the meteorological data of 57 years in Yulin, Suide, and Yan'an of North Shaanxi Province areas, the meteorological factors and disasters were studied. Results indicate that the annual precipitation was decreased in warm events happened years and the average temperature was increased in warm events years. Compared with normal years the precipitation was decreased at 61.59, 76.10, 73.33 mm and average temperature was increased at 0.23, 0.13, 0.11 °C. The precipitation and average temperature was decreased in cold events happened years. Compared with normal years the precipitation was decreased at 15.68, 25.61, 41.89 mm and average temperature was increased at 0.22, 0.15, 0.24 °C. Drought disaster was prone happened in ENSO events years. The probability of drought meteorological disasters was greater than the probability of La Nina years.

**Keywords:** El Nino/La Nina ; climate ; precipitation ; temperature ; meteorological disasters

近年来,关于厄尔尼诺事件与气候关系的研究逐渐成为研究热点问题,国内学者关于二者关系的研究主要体现在两个方面。第一,厄尔尼诺对我国降雨和旱涝灾害的影响<sup>[1-7]</sup>。黄荣辉<sup>[2]</sup>进行了夏季东亚大气环流异常遥相关及物理机制的研究,他的研究认为,厄尔尼诺事件对我国旱涝分布的影响与其所处的阶段有关。卢爱刚等<sup>[6]</sup>通过对比各个地区对 ENSO 事件的响应程度,认为 ENSO 指数与我国各地的旱灾事件存在一定的反相关关系。薛峰等<sup>[8-11]</sup>分析了 ENSO 对东亚夏季风和我国东部夏季降水的影响,认为中等和强 ENSO 事件对我国东部降水的影响是不

同的。第二,厄尔尼诺对我国气温的影响。王绍武等<sup>[12]</sup>初步确定了过去 1 470 a 的厄尔尼诺事件。并进一步表明,当厄尔尼诺事件发生时,华南西部和西南地区将出现高温异常,而长江流域出现气温偏低,东北地区则出现明显的冷害现象。前人虽然对 ENSO 事件进行过不少研究,但缺少 ENSO 事件对我国典型区域的影响的研究。

本文对陕北不同地区降水量、气温、自然灾害事件与 ENSO 事件之间的关系进行了深入分析,以期对陕北地区气候变化与气象灾害的预测起到一定的参考作用。

收稿日期:2011-07-05

修回日期:2012-05-03

资助项目:教育部人文社会科学基地项目“西北典型地区水环境研究”(05JJD770014);国家自然科学基金项目“关中平原地区 1000 年来渭河洪水变化研究”(40571004)

作者简介:魏君平(1986—),男(汉族),陕西省渭南市人,硕士研究生,主要从事环境评价与治理研究。E-mail:beyondjp@126.com。

通信作者:赵景波(1953—),男(汉族),山东省滕州市人,教授,博士生导师,主要从事环境科学研究。E-mail:zhaobjb@snnu.edu.cn。

# 1 近 57 a ENSO 事件的发生和变化特征

## 1.1 近 57 a ENSO 事件的统计

厄尔尼诺/拉尼娜事件的标准在不同国家略有不同。本文在划分时把海温距平值高于或低于正常值超过 2 个季度的年份划分为 El Niño 年和 La Nina 年。由此得出,在统计的 57 a 中(1953—2009 年),1953,1957,1958,1963,1965,1972,1976,1982,1983,1987,1991,1993,1994,1997,2002,2004,2005,2006,2009 年为 ENSO 暖事件年;1954,1955,1956,1962,1964,1968,1970,1974,1975,1984,1985,1988,1995,1999,2000,2007 年为 ENSO 冷事件年;其他为正常年份。

## 1.2 近 57 a ENSO 事件发生的概率和强度特征

在 1953—2009 年的 57 a 中共有 19 个 El Niño 年(暖事件年),发生概率为 0.33;有 16 个 La Nina 年(冷事件年),发生概率为 0.28;其余的 22 a 为正常年份。

为了更好地研究厄尔尼诺/拉尼娜事件发生的强度特征,根据海温距平对厄尔尼诺、拉尼娜年的强度等级进行量化。量化标准为:强厄尔尼诺年强度等级定量为 3,弱厄尔尼诺年强度等级定量为 1,介于两者之间的中等厄尔尼诺年强度等级定量为 2;强拉尼娜年强度等级定量为 -3,弱拉尼娜年强度等级定量为 -1,介于两者之间的中等拉尼娜年强度等级定量为 -2;正常年份强度等级定量为 0。依据以上量化标准,统计了 1953—2009 年厄尔尼诺/拉尼娜事件的发生强度(图 1)。

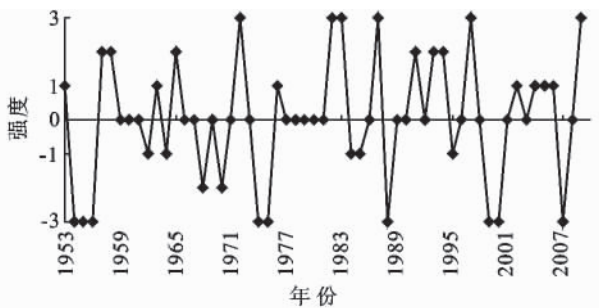


图 1 1953—2009 年发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件强度变化

从图 1 可以看出,近 57 a ENSO 事件呈现出起伏波动的特点,且 1980 年以后波动趋势更为剧烈,厄尔尼诺事件在近 57 a 的发生强度要大于拉尼娜事件发生强度,这主要是由于气候变暖的影响;厄尔尼诺事件的发生具有一定的周期,大约为 2~7 a 出现一次<sup>[12-14]</sup>。厄尔尼诺事件有 1982—1983 年和 1997—1998 年 2 个高峰,拉尼娜事件的高峰为 1954—1955, 2000 年前后和 2007 年<sup>[15]</sup>。

# 2 陕北近 57 a 降水量的变化与 ENSO 事件的关系

通过对榆林、绥德、延安地区近 57 a 来降水量和 ENSO 事件强度的分析可知,ENSO 增强和减弱时降水量变化不是很明显,但存在相同的变化趋势。

由榆林资料统计结果(图 2)可以看出,在本文统计的 19 次暖事件年中,有 12 a 降水量较低,剩余年份降水量趋于正常或稍有增加。16 次冷事件年中有 8 a 降水量在减少,其余年份降水量趋于正常,冷事件年降水量总体呈略有减少的趋势。暖事件年的下一年降水较多,由统计资料可以明显看出,19 次暖事件的下一年有 12 次降水量明显增加或达到最高,其中达到最高降水量的年份是 1964 年和 1967 年等,其降水量分别为 692.6 mm 和 688.3 mm。而只有 1955, 1965,1980,2005 年例外,为降水较少年份<sup>[14]</sup>。

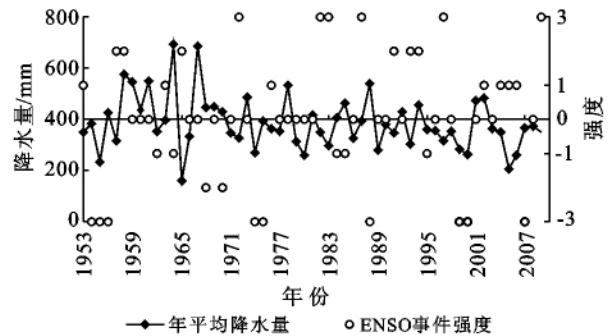


图 2 榆林地区近 57 a 降水量与 ENSO 事件发生强度的关系

从绥德资料统计(图 3)可以看出,ENSO 暖事件年降水量明显减少,在本文统计的 19 次暖事件年中,有 8 a 降水量较低,剩余年份降水量趋于正常或稍有增加。16 次冷事件年中有 10 a 降水量减少,其余年份降水量趋于正常,冷事件年降水量总体呈减少趋势。暖事件年的下一年降水较多。

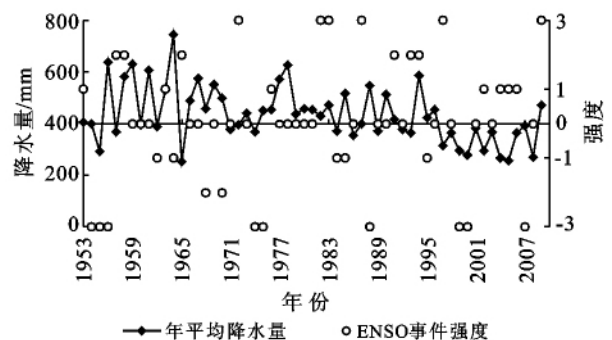


图 3 绥德地区近 57 a 降水量与 ENSO 事件发生强度的关系

由图 3 还可以明显看出,19 次暖事件的下一年有 12 次降水量明显增加或达到最高,其中达到最高

降水量的年份是 1959 年和 1964 年,其降水量分别为 629.2 和 745.2 mm,而只有 1965,2000,2004 年例外,为降水较少年份<sup>[14]</sup>。

从延安资料统计(图 4)可以看出,ENSO 暖事件年降水量明显减少,在本文统计的 19 次暖事件年中,有 11 a 降水量较低,剩余年份降水量趋于正常或稍有增加。16 次冷事件年中有 8 a 降水量减少,其余年份降水量趋于正常,冷事件年降水量总体呈减少趋势。图 4 还显示,暖事件年的下一年降水较多,19 次暖事件的下一年有 12 次降水量明显增加或达到最高,其中达到最高降水量的年份是 1964,1983,1988,1994 年,其降水量分别为 871.0,680.7,743.5,606.9 mm。而只有 1954,1974,1999,2004 年例外,为降水较少年份<sup>[14]</sup>。

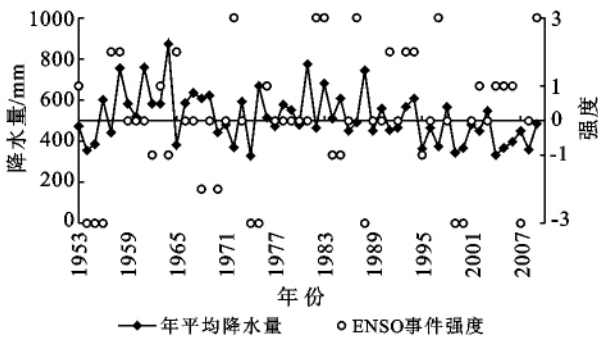


图 4 延安地区近 57 a 降水量与 ENSO 事件发生强度的关系

对榆林、绥德和延安这 3 个地区更深一步研究还发现了一些共同的特点,在 ENSO 暖事件中,开始年降水量减少,第 2 年降水量增加;只发生一年的 ENSO 暖事件降水量减少,两次连续发生的 ENSO 暖事件年,第 2 年降水明显增加或最高,如 1957,1958,1993,1994 年,连续两次发生的 ENSO 暖事件年其第 2 次暖事件的次年依然表现为降水量明显偏低,如 1995 年降水减少;在拉尼娜事件中,两次连续发生的拉尼娜年,第 2 年的降水则会减少,如 1957,1996 年。

### 3 陕北地区近 57 a 年均温与 ENSO 事件的关系

对榆林地区近 57 a 的气温数据(图 5)分析可知,近 57 a 榆林年均温波动变化明显。20 世纪 50—90 年代趋势线在平均值以下,90 年代初期以后趋势线在平均值以上,表明 20 世纪 50—90 年代温度偏低,90 年代以后以增温为主,但从负距平到正距平跨度更大,表明增温幅度更为剧烈。由 ENSO 事件强度和年均温关系(图 5)可知,榆林地区在 1990 年以前的 10 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏低为主,在 1990 年以后 9 次厄尔尼诺年中,气温距平除 1993 年和 1996 年外都为正值,同样以 2006 年最为突出,距平逼近 1.6 °C。

主,在 1990 年以后 9 次厄尔尼诺年中,气温距平除 1993 年和 1996 年外都为正值,同样以 1998 年最为突出,距平逼近 1.8 °C。

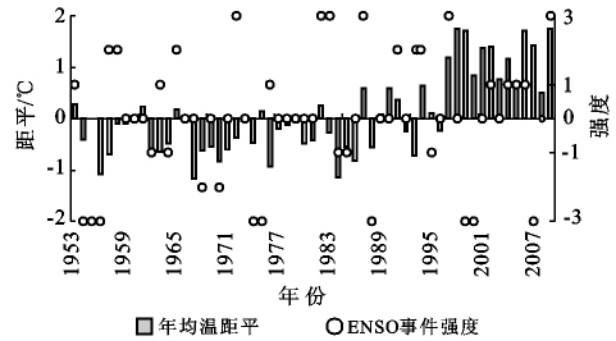


图 5 榆林地区近 57 a 气温变化与 ENSO 事件发生强度的关系

对绥德地区近 57 a 的气温数据(图 6)分析可知,近 57 a 来绥德年均温波动变化明显。20 世纪 50—90 年代趋势线在平均值以下,90 年代初期以后趋势线在平均值以上,表明 20 世纪 50—90 年代温度偏低,90 年代以后以增温为主,但从负距平到正距平跨度更大,表明增温幅度更为剧烈。由 ENSO 事件强度和年均温关系(图 6)可知,绥德地区在 1990 年以前的 10 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏低为主,在 1990 年以后 9 次厄尔尼诺年中,气温距平除 1993,1996 年和 2008 年外都为正值,同样以 1997 年最为突出,距平逼近 1.1 °C。

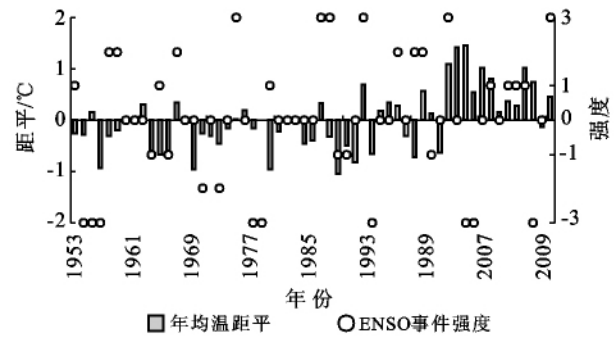


图 6 绥德地区近 57 a 气温变化与 ENSO 事件发生强度的关系

对延安地区 57 a 的气温数据(图 7)分析可知,近 57 a 来延安年均温波动变化明显。20 世纪 50—90 年代趋势线在平均值以下,90 年代初期以后趋势线在平均值以上,表明 20 世纪 50—90 年代温度偏低,90 年代以后以增温为主,但从负距平到正距平跨度更大,表明增温幅度更为剧烈。由 ENSO 事件强度和年均温关系(图 7)可知,延安地区在 1990 年以前的 10 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏低为主,在 1990 年以后 9 次厄尔尼诺年中,气温距平除 1993 年和 1996 年外都为正值,同样以 2006 年最为突出,距平逼近 1.6 °C。

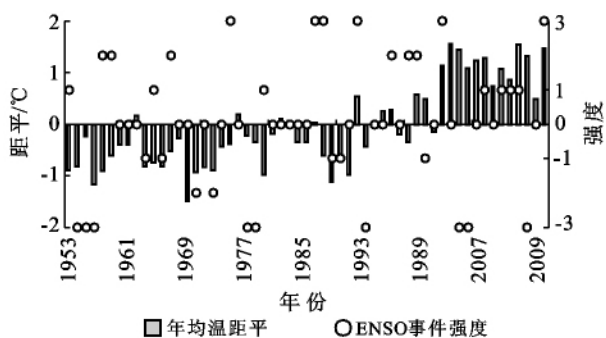


图 7 延安地区近 57 a 气温变化与 ENSO 事件发生强度的关系

进一步分析发现榆林、绥德、延安地区有一些共同的特点:在厄尔尼诺事件发生的第 2 a, 年均温距平也以正值为主, 表明增温也比较明显, 如 1958, 1959, 1973, 1994 年等; 拉尼娜事件的气温距平都以负值为主, 表明拉尼娜年气温普遍偏低; 虽在 1990 年以后偏高但比起增温幅度仍然偏小, 这主要是受到全球变暖的影响<sup>[14, 16, 17-20]</sup>。由此可以看出, 厄尔尼诺事件对升温影响明显, 拉尼娜事件对降温影响较弱。

#### 4 陕北地区近 57 a 旱涝灾害的发生与 ENSO 事件的关系

旱涝灾害等级是对一个地区旱涝灾害程度反应的统一衡量指标。气象中旱涝现象的识别有很多标

准: 如依据降水距平百分率划分法、依据降水标准变量划分法及 Z 指数划分法。前人在确定旱涝标准方面已做了许多工作。

由于各地的地理位置、下垫面情况以及人类活动影响等因素的不同, 无论哪一种旱涝指标都有一定的局限性。鉴于陕北的气候状况, 本文用降水量来确定旱涝等级, 划分结果如表 1 所示。

表 1 陕北地区旱涝等级划分标准

等级	划分标准
涝	$R_i > (\bar{R} + 1.17\sigma)$
偏涝	$(\bar{R} + 0.33\sigma) < R_i < (\bar{R} + 1.17\sigma)$
正常	$(\bar{R} - 0.33\sigma) < R_i < (\bar{R} + 0.33\sigma)$
旱	$(\bar{R} - 1.17\sigma) < R_i < (\bar{R} - 0.33\sigma)$
大旱	$R_i < (\bar{R} - 1.17\sigma)$

注:  $\bar{R}$  为陕北地区多年平均降水量;  $R_i$  为陕北地区逐年降水量;  $s$  为整体样本标准差。

根据历史资料<sup>[2]</sup>的记载, 经过对数据的统计分析(表 2), 总结出陕北地区中榆林、延安、绥德 3 个测站气象灾害与 ENSO 事件的关系。结果表明, ENSO 事件年易于发生干旱灾害, 且厄尔尼诺年发生干旱气象灾害概率大于拉尼娜年灾害发生概率。旱涝灾害 3 个地区都比较明显(概率 0.5 以上), 旱涝灾害 3 个地区分布比较平均。

表 2 陕北地区近 57 a 气象灾害与 ENSO 事件统计

测站	ENSO 事件年旱灾害总概率	厄尔尼诺事件年旱灾害概率	拉尼诺事件年旱灾害概率	ENSO 事件年涝灾害总概率	厄尔尼诺事件年涝灾害概率	拉尼诺事件年涝灾害概率
榆林	0.70	0.50	0.20	0.48	0.16	0.32
延安	0.69	0.32	0.37	0.86	0.50	0.36
绥德	0.83	0.44	0.39	0.56	0.28	0.28

从表 2 可知, 厄尔尼诺/拉尼娜事件对陕北地区旱涝灾影响显著。1953 年以来陕北榆林共发生旱级以上旱灾(包括旱)20 次, 其中有 10 次旱灾年出现厄尔尼诺事件, 旱灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.50; 4 次旱灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.20, 正常年份出现旱灾的概率为 0.30。陕北绥德共发生旱级以上旱灾(包括旱)18 次, 其中有 8 次旱灾年出现厄尔尼诺事件, 旱灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.44; 7 次旱灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.39, 正常年份出现旱灾的概率为 0.17。陕北延安共发生旱级以上旱灾(包括旱)19 次, 其中有 6 次旱灾年出现厄尔尼诺事件, 旱灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.32; 7 次旱灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.37, 正常年份出现旱灾的概率为 0.31。可见, 厄尔

尼诺事件的发生提高了干旱灾害发生的可能性, 即厄尔尼诺对干旱灾害事件的影响较大, 尤其是对绥德的干旱灾害影响最大。榆林发生偏涝级以上涝灾(包括偏涝)19 次, 其中有 3 次涝灾年出现厄尔尼诺事件, 涝灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.16; 6 次涝灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.32, 正常年份出现涝灾的概率为 0.52。绥德发生偏涝级以上涝灾(包括偏涝)18 次, 其中有 5 次涝灾年出现厄尔尼诺事件, 涝灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.28; 5 次涝灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.28, 正常年份出现涝灾的概率为 0.44。延安发生偏涝级以上涝灾(包括偏涝)22 次, 其中有 11 次涝灾年出现厄尔尼诺事件, 涝灾年份出现厄尔尼诺事件的概率为 0.50; 8 次涝灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.36, 正常年份出现涝

灾的概率为 0.14。由此可见厄尔尼诺/拉尼娜事件对陕北地区涝灾影响也较大,尤其是对延安的涝灾影响最大。这一认识对减少陕北气象灾害损失具有重要指导作用。

## 5 结论

(1) 厄尔尼诺事件对降水减少影响明显,榆林、绥德、延安地区与正常年份相比降水量分别减少为 61.59,76.1,73.33 mm;拉尼娜事件年降水减少幅度较小,榆林、绥德、延安地区与正常年份相比降水量分别减少 15.68,25.61,41.89 mm,且都存在一定滞后性。

(2) 厄尔尼诺事件对升温影响明显,榆林、绥德、延安地区与正常年份相比平均气温分别增加为 0.23,0.13,0.11 °C;拉尼娜事件对降温影响较弱,榆林、绥德、延安地区与正常年份相比平均气温分别降低 0.22,0.15,0.24 °C。

(3) ENSO 事件年易发生干旱灾害,且厄尔尼诺年发生干旱气象灾害概率大于拉尼娜年灾害发生概率。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 李麦村. 中国东部季风降水与赤道东太平洋海温异常的关系[J]. 大气科学,1987,11(4):365-371.
- [2] 黄荣辉. 引起我国夏季旱涝的东亚大气环流异常遥相关及其物理机制的研究[J]. 大气科学,1990,14(1):108-116.
- [3] 龚道溢,王绍武. 近百年 ENSO 对全球陆地及中国降水的影响[J]. 科学通报,1999,44(3):315-320.
- [4] 励申申,寿绍文. 赤道东太平洋海温与我国江淮流域夏季旱涝的成因分析[J]. 应用气象学报,2000,11(3):331-338.
- [5] 孔春燕,屠其璞. 全球气候背景下厄尔尼诺对中国东部汛期降水的影响[J]. 南京气象学院学报,2003,26(1):84-88.
- [6] 卢爱刚,葛剑平,庞德谦,等. 40 a 来中国旱灾对 ENSO 事件的区域差异响应研究[J]. 冰川冻土,2006,28(4):535-541.
- [7] 薛峰,刘长征. 中等强度 ENSO 事件对中国东部夏季降水的影响及其与强 ENSO 的对比分析[J]. 科学通报,2007.
- [8] 莫如平. 中国降水、气温的年际振荡及其与厄尔尼诺的联系[J]. 海洋学报,1989,11(2):143-148.
- [9] 李崇银. 中国东部地区的暖冬与厄尔尼诺[J]. 科学通报,1989,34(3):283-286.
- [10] 董婕,刘丽敏. 赤道东太平洋海温与中国温度、降水的关系[J]. 气象,2000,26(2):25-28.
- [11] 湛芸,施能. 厄尔尼诺/南方涛动与中国秋季气候异常[J]. 热带气象学报,2003,19(2):137-146.
- [12] 王绍武,龚道溢. 近百年来的 ENSO 事件及其强度[J]. 气象,1999,25(1):8-13.
- [13] 李晓燕,翟盘茂,任福民. 气候标准值改变对 ENSO 事件划分的影响[J]. 热带气象学报,2005,21(1):72-78.
- [14] 延军平,黄春长. ENSO 事件对陕西气候影响的统计分析[J]. 灾害学,1998,13(4):39-42.
- [15] 李耀辉,李栋梁,赵庆云,等. ENSO 对中国西北地区秋季异常降水的影响[J]. 气候与环境研究,2006,5(2):205-213.
- [16] 许武成,马劲松,王文,等. 关于 ENSO 事件及其对中国气候影响研究的综述[J]. 气象科学,2005,25(2):212-220.
- [17] 丁一汇. 中国的气候变化与气候影响研究[M]. 北京:气象出版社,1997:27-38.
- [18] Chao Jiping, Chao Qinghen, Liu Lin. The ENSO events in the tropical pacific and Dipole events in the Indian Ocean[J]. Acta Meteorologica Sinica,2006,20(2):223-321.
- [19] Wang Shaowu, Zhu Jinhong, Cai Jingning, et al. Reconstruction and analysis of time series of ENSO for the last 500 years[J]. Progress in Natural Science,2004,14(12):1074-1079.
- [20] 许武成,周旭,徐邓耀. 近 50 年川中丘陵区气候变化及与 ENSO 关系研究[J]. 高原山地气象研究,2008,28(1):52-56.