

厄尔尼诺/拉尼娜事件对山西省北部地区气候的影响

祁子云¹, 赵景波^{1,2}

(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:通过对山西省北部 50 a 来气象资料的搜集和整理,研究了厄尔尼诺/拉尼娜(El Nino—Southern Oscillation, ENSO)事件对山西省北部地区气候的影响。结果表明,大同、朔州、忻州地区厄尔尼诺事件发生年降水减少,平均气温降低,与正常年份相比年降水量分别减少了 46.86, 46.44 和 80.96 mm,年平均气温分别降低了 0.03, 0.17 和 0.22 °C;拉尼娜年降水减少,平均气温降低,与正常年份相比年降水量分别减少了 21.27, 26.32 和 25.30 mm,平均气温分别降低了 0.03, 0.18 和 0.04 °C。厄尔尼诺事件年平均气温变化与黄土高原相反。ENSO 暖事件对山西省北部地区气温的影响具有从大同向朔州和忻州依次逐渐增强的特点,表明随着纬度的降低厄尔尼诺事件对气温的影响增强,对降水也有类似的影响。ENSO 暖事件年发生旱灾的可能性较大,通常会给山西省北部地区的工农业生产带来不利影响。

关键词:厄尔尼诺/拉尼娜; 气候变化; 影响强度; 气象灾害

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)04-0097-05

中图分类号: P732, P461.2

Effects of El Nino/La Nina Events on Climate of Northern Shanxi Province

QI Zi-yun¹, ZHAO Jing-bo^{1,2}

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

Shaanxi 710062, China; 2. State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology,

Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075, China)

Abstract: Based on the meteorological and historical data of the past 50 years in Northern Shanxi Province, the influence of ENSO(El Nino—Southern Oscillation)events on the climate of Northern Shanxi Province was studied. The results show that both annual total precipitation and annual average temperature decreased at the years of ENSO warming events(El Nino events) comparing to the normal years. In the areas of Datong, Suzhou, and Qizhou City, annual total precipitation decreased for 46.83, 46.44, and 80.96 mm, and annual average temperature were reduced for 0.03, 0.17, and 0.22 °C, respectively. Similarly, both annual total precipitation and annual average temperature were lower, but less intensively, at the years of ENSO cold events(La Nina events) than the normal years. The annual total precipitation was 21.27, 26.32, and 25.30 mm lower, and annual average temperature was 0.03, 0.18, and 0.04 °C lower, respectively in the three regions. The annual average temperature of the study area changed in a direction opposite to that of the Loess Plateau in the years of El Nino events. The influence of ENSO warming events on the temperature represented an ascending trend as in the order of regions: Datong City < Shuozhou City < Xinzhou City, as the latitudes of the areas decreased. The ENSO warming events imposed a similar effect on annual total precipitation, increasing the probability of the occurrence of draught disasters and harming the industrial and agricultural productions in study area.

Keywords: El Nino/Southern Oscillation; climate change; impact strength; meteorological disasters

厄尔尼诺现象和拉尼娜现象一样都是一种由于海水温度大范围季节特征性异常变化而出现的现象,由此可导致一些地区的天气异常,从而形成气象灾

害。厄尔尼诺现象是指赤道太平洋中东部每隔若干年发生一次大规模海水温度异常增高现象。拉尼娜现象正好与厄尔尼诺现象相反,是指赤道太平洋中、

收稿日期:2011-05-21

修回日期:2011-09-24

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:祁子云(1987—),女(汉族),山西省五台县人,硕士研究生,主要从事环境评价与治理研究。E-mail:ssdqzy@163.com。

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

东部地区海水温度异常变冷的现象。在赤道东太平洋表层比较暖的海水向西输送后,深层比较冷的海水进行补充,因此造成东太平洋海水表水温偏低,从而引发拉尼娜现象。一般认为,厄尔尼诺与拉尼娜现象是太平洋赤道带大范围内海洋与大气相互作用失去平衡而产生的一种现象,是造成全球气候异常的重要因子。有许多学者探讨了厄尔尼诺/拉尼娜对中国气候的影响^[1-14]。本研究根据 1960 年以来山西省北部年降水量、气温与厄尔尼诺/拉尼娜事件资料,分析厄尔尼诺/拉尼娜事件给山西省北部气候带来的正反两方面的影响,以减少厄尔尼诺/拉尼娜事件对山西省北部气候和工农业生产、人们生活造成的不利影响,为防治可能引发的气象灾害提供科学依据。

降雨量和气温数据来源于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn>)中山西省北部地区的 6 个气象台站的统计资料,并对这 6 个观测站(右玉、大同、河曲、原平、五寨、五台山)1960—2009 的气象数据进行加和平均处理;ENSO 事件资料来源于文献中的统计数据。

1 50 a 来 ENSO 事件的发生和变化特征

1.1 50 a 来 ENSO 事件统计和时间特征

根据前人的研究成果,ENSO 事件的发生总是与全球性的海温变化和气候异常联系在一起。在进行研究时都选取海温距平值和气候特征值作为判定其强弱的标准。

由于 ENSO 事件在不同区域的表现和范围存在差别,再加上变化的跨年性特点,选用的资料在区域和时间上也就存在差异,所以目前对 ENSO 事件强度的划分依然不太统一。本研究在划分时把海温距平值高于或低于正常值超过 2 个季度(6 个月以上)的年份划分为 El Nino 年或 La Nina 年。根据研究资料^[15-19]统计了 1960 年以来发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件的时间特征^[20-21]。

由统计资料可以得出,在 50 a 中(1960—2009 年),有 17 a 发生了厄尔尼诺事件,共发生厄尔尼诺事件(暖事件)13 次(连续厄尔尼诺年记为一次厄尔尼诺事件),发生概率为 0.34。其间有 15 a 发生了拉尼娜事件,共发生拉尼娜事件 10 次(连续拉尼娜年记为一次拉尼娜事件),发生概率为 0.3,其他 18 a 为正常年份。根据 50 a 中每个季节发生 ENSO 事件的次数可知,春季 El Nino 事件发生 5 次,夏季发生 5 次,秋季发生 3 次,冬季发生 0 次。而春季发生 La Nina 事件 2 次,夏季发生 3 次,秋季发生 3 次,冬季发生 3

次。由此可以看出,ENSO 事件主要发生在春夏两季,结束于秋冬两季。

1.2 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。量化标准是强厄尔尼诺年的强度等级定量为 3,中等厄尔尼诺年强度等级定量为 2,弱厄尔尼诺年强度等级定量为 1;强拉尼娜年强度等级定量为 -3,中等拉尼娜年强度等级定量为 -2,弱拉尼娜年强度等级定量为 -1;正常年份强度等级定量为 0。依据此量化标准,统计了 1960 年以来厄尔尼诺/拉尼娜事件的发生强度(图 1)。从图 1 中可以看出,厄尔尼诺/拉尼娜事件的发生具有很明显的周期波动性特点,波动周期是 2~7 a,厄尔尼诺事件发生强度高峰期有 4 个,分别为 1972 年、1982—1983 年、1986—1987 年、1997 年。拉尼娜事件发生强度高峰期也有 4 个,分别是 1973—1975 年、1988 年、1998—2000 年、2007—2008 年。总体而言,厄尔尼诺事件发生的强度大于拉尼娜事件发生的强度,这主要是全球气候变暖的影响。

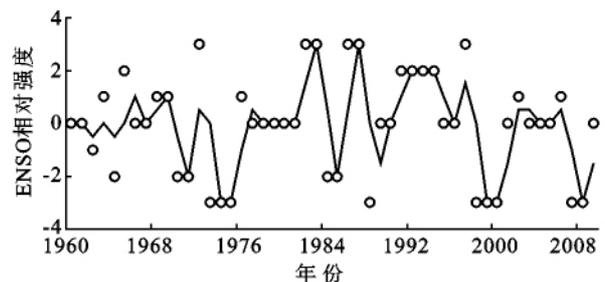


图 1 1960 年来全球 ENSO 事件发生强度

2 山西省北部地区 50 a 来降水量变化以及与 ENSO 事件的关系

山西北部包括大同、朔州、忻州这 3 个地区,以右玉观测站的气象数据代表朔州整个地区的气象数据值,以河曲、五寨、原平、五台山这 4 个观测站点的气象数据的加和平均值代表整个忻州地区的气象数据值。

2.1 大同地区

分析大同地区 50 a 来的降水量和 ENSO 事件强度的关系可以得出(图 2),在 20 世纪 80—90 年代中期,ENSO 增强时降水量下降;20 世纪 90 年代中期以后,ENSO 减弱时降水量上升,但变化不明显。ENSO 暖事件年降水量减少不明显,在统计的 17 次 ENSO 暖事件年中,有 16 a 降水量偏低,1 个年份降水量正常。冷事件年降水量变化趋势不明显,15 次

冷事件年中有 2 a 降水量趋于正常,13 a 降水量偏低。ENSO 暖事件年的次年降水较多,统计资料可以明显看出,17 次暖事件的次年有 12 a 降水量明显增加,而只有 1977 和 1984 年例外,为降水较少年份。

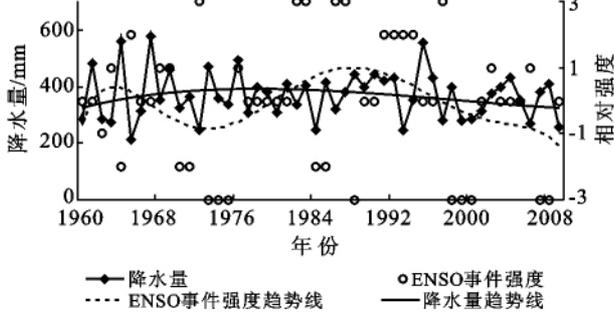


图 2 大同地区 50 a 年来降水量与 ENSO 事件强度关系

2.2 朔州地区

分析朔州地区 50 a 来的降水量和 ENSO 事件强度的关系可以得出(图 3),ENSO 增强和减弱时降水量变化较为明显,也存在相同的变化趋势。ENSO 暖事件年降水量明显减少,在统计的 17 次暖事件年中,有 12 a 降水量偏低,剩余年份降水量趋于正常或略有增加。冷事件年降水量变化趋势也明显,15 次冷事件年中有 9 a 降水量稍有增加,6 a 减少。暖事件年的次年降水较多,在统计的资料数据中可以明显看出,17 次暖事件的次年有 8 a 降水量明显增加或达到最高,而 1977 和 1984 年例外,为降水较少年份。

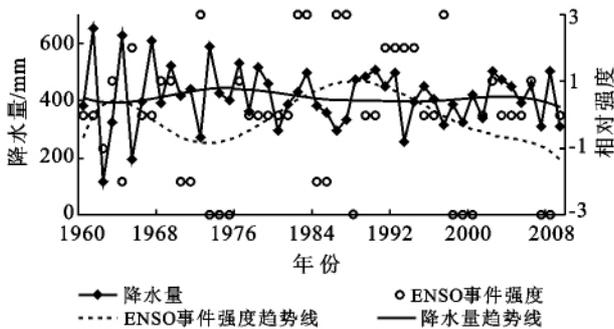


图 3 朔州地区 50 a 来降水量与 ENSO 事件强度关系

2.3 忻州地区

由图 4 可以看出,ENSO 增强和减弱时忻州地区降水量变化比其他两个地区较为明显,也存在相同的变化趋势。ENSO 暖事件年降水量减少不明显,在统计的 17 次暖事件年中,有 9 a 降水量偏低,剩余 8 a 降水量趋于正常或略有增加。冷事件年降水量变化趋势也不明显,15 次冷事件年中有 6 a 降水量稍有增加,9 a 减少。暖事件年的次年降水较多,在统计的资料数据中可以明显看出,17 次暖事件的次年有 13 a

降水量明显增加或达到最高,而 1970 和 1984 年例外,为降水较少年份。

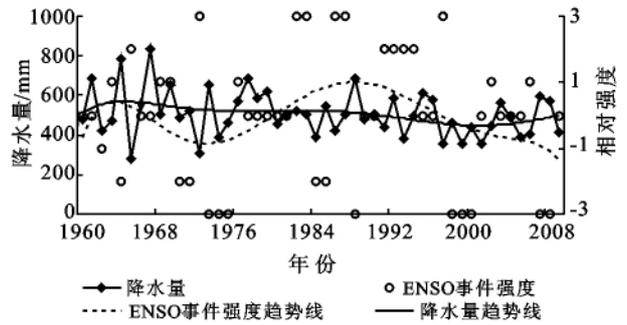


图 4 忻州地区 50 a 来降水量与 ENSO 事件强度关系

进一步分析发现,大同、朔州、忻州这 3 个地区降雨量变化的一些共同的特点。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 1969,1987,1992 和 1994 年,连续两次发生的 ENSO 暖事件年其第二次暖事件的次年依然表现为降水量偏低明显,如 1966 和 1995 年降水减少;在 ENSO 冷事件中,两次连续发生的拉尼娜年,第 2 年的降水则会减少,如 1979,1980,1996 和 2006 年。经统计分析得出,大同、朔州、忻州地区厄尔尼诺事件发生年降水减少,与正常年份相比降水量分别减少了 46.83,46.44 和 80.96 mm;拉尼娜年降水也减少,与正常年份相比降水量分别减少了 21.27,26.32 和 25.30 mm。

3 山西北部 50 a 来温度变化与 ENSO 事件的关系

3.1 大同地区

对大同地区 50 a 来的气温数据分析可知(图 5),50 a 来大同年均温波动变化明显,由多项式拟合结果可以看出,20 世纪 60—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 60—90 年代温度偏低,特别是 60—70 年代温度低,90 年代以后以增温为主;呈现出低、高两个阶段的变化特点。由 ENSO 事件强度和年平均温度的关系可知,大同地区在气温偏高的 20 世纪 90 年代以来,发生的 7 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏高为主,在气温偏低时间段(60 年代初期到 90 年代)发生的 10 次拉尼娜年,以低温为主。在 1997 年发生的厄尔尼诺事件后两年气温增加最为突出,距平达到最大值 1.8℃,这与全球变暖趋势相吻合。

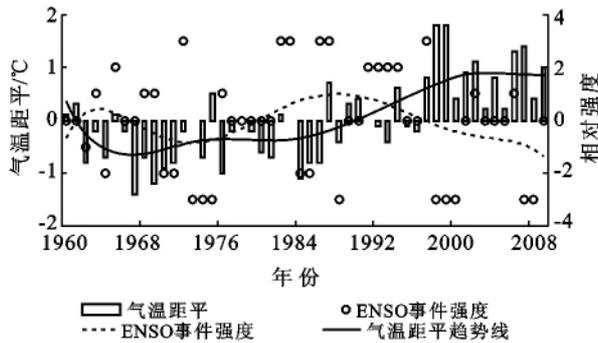


图 5 大同地区 50 a 来气温与 ENSO 事件强度关系

3.2 朔州地区

对朔州地区 50 a 来的气温变化分析可知(图 6), 50 a 来朔州地区年均温波动变化较为明显, 20 世纪 90 年代中期以前的趋势线在平均值以下, 90 年代中期以后趋势线在平均值以上, 表明 20 世纪 90 年代中期以前温度偏低, 90 年代中期以后则主要以增温为主。朔州地区在 1995 年以前的 14 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏低为主, 在 1995 年以后的 3 次厄尔尼诺年中, 气温距平都为正值, 以 1998 年最为突出, 距平达 1.7°C , 这与全球变暖趋势相吻合, 并对全球气候变暖起促进作用。

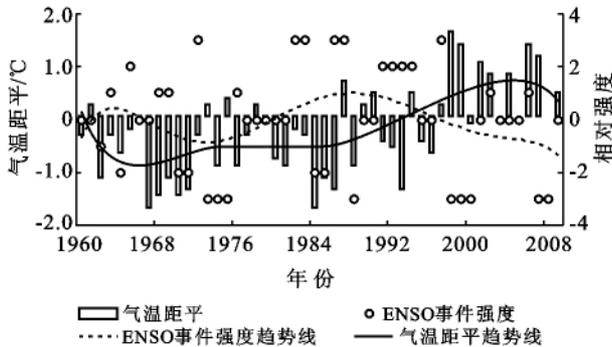


图 6 朔州地区 50 a 来气温与 ENSO 事件强度关系

3.3 忻州地区

对忻州地区 50 a 来的气温数据分析可知(图 7), 50 a 来忻州地区年均温波动变化最为明显, 20 世纪 90 年代中期以前温度偏低, 90 年代中期以后则主要以增温为主, 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 事件强度和年均温距平关系可知, 忻州地区在 1995 年以前的 14 次厄尔尼诺年中气温以保持稳定和偏低为主, 在 1995 年以后的 3 次厄尔尼诺年中, 气温距平都为正值, 同样以 1998 年最为突出, 距平达 2.95°C , 这与全球变暖趋势相吻合, 并对全球变暖起促进作用。

进一步分析发现, 大同、朔州、忻州这 3 个地区气温变化的一些共同的特点。在厄尔尼诺事件发生年,

年均温距平以正距平为主, 如 1966, 1984 和 1995 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 1994 年以后偏高但比起增温幅度仍然偏小。经统计分析得出大同、朔州、忻州地区厄尔尼诺事件发生年平均气温增加, 与正常年份相比年平均气温分别降低了 $0.03, 0.17$ 和 0.22°C , 这与黄土高原该事件引起增温呈现相反的变化^[22]; 拉尼娜年平均气温降低, 与正常年份相比平均气温分别降低了 $0.03, 0.18$ 和 0.04°C 。由此可以得出, ENSO 暖事件对山西省北部气温影响具有从大同向朔州和忻州地区依次逐渐增强的特点, 表明随着纬度的降低厄尔尼诺事件对该区气温的影响作用增强。

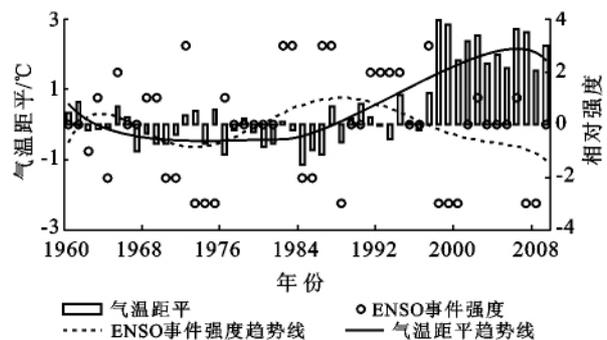


图 7 忻州地区 50 a 来气温与 ENSO 事件强度关系

从图 2—7 可以看出, 3 个地区降水量和 ENSO 事件强度的反相关趋势并不明显, 而气温和 ENSO 事件强度反相关趋势较降水明显。说明 ENSO 事件强度对山西省北部地区气温的影响大于对降水的影响。

4 山西省北部 50 a 来气象灾害的发生与 ENSO 事件的关系

鉴于山西省北部地区的气候状况, 采用降水量来确定旱涝等级, 按照《中国近代五百年旱涝分布图籍》给出的旱涝等级标准。分析计算可得, 厄尔尼诺/拉尼娜事件对山西省北部旱涝灾影响显著。1960 年来山西省北部共发生旱级以上旱灾(包括旱)18 次, 其中 8 次旱灾年出现厄尔尼诺事件, 即旱灾年份中出现厄尔尼诺事件的概率为 0.44 ; 5 次旱灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件的概率为 0.28 , 5 次旱灾年正常年份出现旱灾的概率为 0.28 。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。1960 年来发生偏涝级以上涝灾(包括偏涝)17 次, 其中 4 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 0.24 ; 5 次涝灾年出现拉尼娜事件, 出现拉尼娜事件

的概率为 0.29,正常年份出现涝灾的概率为 0.47。由此可见 ENSO 事件对山西省北部涝灾影响较小。

5 结论

(1) 山西省北部大同、朔州、忻州地区在厄尔尼诺事件发生年降水减少,与正常年份相比降水量分别减少了 46.83,46.44 和 80.96 mm;拉尼娜年降水也减少,与正常年份相比降水量分别减少了 21.27,26.32 和 25.30 mm,厄尔尼诺事件对降水减少影响明显,拉尼娜事件对降水减少影响较弱,且都存在一定的滞后性。

(2) 在山西省北部大同、朔州、忻州地区厄尔尼诺事件发生年平均气温分别降低了 0.03,0.17 和 0.22 °C,与黄土高原该事件引起增温呈现相反的变化;拉尼娜年平均气温降低,与正常年份相比平均气温分别降低了 0.03,0.18 和 0.04 °C。

(3) ENSO 暖事件对山西省北部气温的影响具有从大同向朔州和忻州依次逐渐增强的特点,表明随着纬度的降低厄尔尼诺事件对气温和降水的影响作用增强。

(4) 山西省北部 3 地区降水量和 ENSO 事件强度的反相关趋势并不明显,而气温和 ENSO 事件强度反相关趋势较降水明显,说明 ENSO 事件强度对山西省北部地区气温的影响大于对降水的影响。

(5) ENSO 暖事件发生于干旱灾害的可能性较大,通常给山西省北部地区工农业生产带来不利的负面影响。ENSO 事件对山西省北部地区涝灾影响较小。

[参 考 文 献]

- [1] 刘永强,丁一汇. ENSO 事件对我国季节降水和温度的影响[J]. 大气学,1995,19(2):200-208.
- [2] 林学椿,于淑秋. 厄尔尼诺与我国汛期降水[J]. 气象学报,1993,51(4):434-441.
- [3] Huang Ronghui, Wu Yifang. The influence of ENSO on the summer climate in China and its mechanism[J]. Advance in Atmospheric Sciences,1990,6(1):21-32.
- [4] 李超. 厄尔尼诺对我国汛期降水的影响[J]. 海洋学报,1992,14(6):45-51.
- [5] Kiladis G N, Diaz H F. Global climate anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation[J]. Climate, 1982,2(9):791-802.
- [6] 徐小玲,延军平. 近 30 年毛乌素沙区的气候与厄尔尼诺/拉尼娜事件的相关分析[J]. 干旱区研究,2003,20(2):117-122.
- [7] Ropelewski C F, Halpert M S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino Southern Oscillation[J]. Monthly Weather Review, 1987,115(8):1606-1626.
- [8] 唐晓春,袁中友. 近 60 年来厄尔尼诺事件对广东省旱灾的影响[J]. 地理研究,2010,29(11):1932-1939.
- [9] 骆高远. 我国对厄尔尼诺、拉尼娜研究综述[J]. 地理科学,2000,20(3):264-269.
- [10] 张丽娟,郑红,郑凯,等. 厄尔尼诺事件对黑龙江省春夏季降水的影响[J]. 自然灾害学报,2004,13(5):103-107.
- [11] 李佩成. 关于气候变化的哲学思考[J]. 地球科学与环境学报,2008,30(4):331-336.
- [12] 任朝霞,杨达源. 西北干旱区近 50 年气候变化特征与趋势[J]. 地球科学与环境报,2007,29(1):99-102.
- [13] 向元珍,包澄澜. El Nino 事件对大气环流影响的传播途径[J]. 科学通报,1992,(18):1677-1680.
- [14] 李清泉,丁一汇. 1991—1995 年 El Nino 事件的特征及其对中国天气气候异常的影响[J]. 气候与环境研究,1997,2(2):163-177.
- [15] 李晓燕,翟盘茂. ENSO 事件指数与指标研究[J]. 气象学报,2000,58(1):102-109.
- [16] 王绍武,龚道溢. 百年来的 ENSO 事件及其强度[J]. 气象,1999,25(1):9-13.
- [17] 冯利华. 中国登陆热带气旋与太平洋海表温度的关系[J]. 地理学报,2003,5(2):209-214.
- [18] 杨冬红,杨学祥. 厄尔尼诺事件和拉尼娜事件的成因与预测[J]. 沙漠与绿洲气象,2008,2(5):1-9.
- [19] 许武成,马劲松,王文. 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.
- [20] 高惠珍,安学军,刘亚萍. “厄尔尼诺”现象对山西省旱涝的影响分析[J]. 山西水利科技,1998(4):13-15.
- [21] 李恩菊,赵景波. 厄尔尼诺/拉尼娜事件对山东省气候的影响[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2010,38(3):80-84.
- [22] 张冲,赵景波. 厄尔尼诺/拉尼娜事件对陕西气候的影响[J]. 陕西师范大学学报:自然科学版,2010,38(5):98-104.