

厄尔尼诺/拉尼娜事件对山西省南部地区气候的影响

马淑苗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 地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘要: 根据 1961 年以来的气温和降水资料, 结合小波分析和发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件, 分析了 1961 年以来山西省南部地区气温和降水的变化趋势、周期以及厄尔尼诺/拉尼娜(El Nino/Southern Oscillation, ENSO)事件对山西省南部地区气温、降水量以及旱涝灾害的影响。研究结果表明, 1961 年以来山西省南部年平均气温总体呈波动式上升, 上升速率为 0.34 °C/10 a, 而年平均降水量总体呈下降趋势, 下降速率为 23.4 mm/10 a。小波周期分析显示, 山西省南部气温变化的周期约为 3, 8, 20 和 25 a, 降水量变化的周期约为 3 和 7 a。厄尔尼诺年山西省南部年平均气温升高, 降水量显著减少, 而拉尼娜年气温下降, 降水量略有增加。该区在厄尔尼诺年易发生旱灾, 而拉尼娜年易发生涝灾, 且旱涝灾害多分别发生在连续性的厄尔尼诺年和拉尼娜年。

关键词: 厄尔尼诺/拉尼娜; 气温; 降水量; 山西南部

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)04-0106-06

中图分类号: P732

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

MA Shu-miao¹, ZHAO Jing-bo^{1, 2}

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

2. *State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an, Shaanxi 710075, China*)

Abstract: Based on observed temperature and precipitation data since 1961 in Southern Shanxi Province, the trend and periodic changes of temperature and precipitation in the area, as well as the effects of the El Nino/La Nina (El Nino/Southern Oscillation, ENSO) events on the temperature, precipitation, droughts, and floods were analyzed using wavelet analysis. The results show that during the past sixty years, the annual temperature of the area increased at a rate of 0.34 °C/10 a, while the annual precipitation was decreasing at a rate of 23.4 mm/10 a. The wavelet analysis on the periodic changes indicate that the periods of annual temperature in the area were approximately 3, 8, 20, and 25 years and that of annual precipitation were about 3 years and 7 years. Annual mean temperature in the area ascended and annual precipitation decreased significantly in El Nino years, while showed opposite trends in La Nina years. Draughts occur more often in El Nino years, while more floods were recorded in La Nina years. Draughts and floods mainly occur in the continuous El Nino years and La Nina years, respectively.

Keywords: El Nino/Southern Oscillation; temperature; precipitation; Southern Shanxi Province

厄尔尼诺/拉尼娜(El Nino/Southern Oscillation, ENSO)事件是一种全球尺度的海洋—大气相互耦合影响的事件, 是反映年际气候变化最强的信号之一。大量的观测资料分析表明, 赤道东太平洋海区的海面温度(SST)异常对全球大气环流和气候变化具有显著的影响, 往往引起全球范围内的气象灾害, 如干旱、洪涝等。关于 ENSO 事件对我国气候变化的

影响, 许多学者进行了研究, 并取得了较为丰富的成果。据王绍武、朱宏的研究^[1], 20 世纪 80 年代以来, 厄尔尼诺事件频率在加快, 中国东北地区出现夏季低温的频率在降低, 在厄尔尼诺事件发生后的冬季, 中国东部大部分地区温度相对常年偏高。龚道溢、王绍武^[2-3]的研究表明, 在厄尔尼诺年, 中国北方地区夏、秋和冬季降水及年平均降水量都减少, 江南地区秋季

收稿日期: 2011-04-10

修回日期: 2011-06-18

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: 马淑苗(1988—), 女(汉族), 山西省运城市人, 硕士研究生, 主要从事环境评价与治理研究。E-mail: smma0106@stu.snnu.edu.cn。
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。

降水显著增加,东南地区冬季降水也显著增加,拉尼娜年则相反。董婕等^[4]的研究表明,厄尔尼诺年中国秋季北方降水偏少、南方降水偏多,拉尼娜年则相反,这与谯芸等^[5]的研究结论相似。邹力等^[6]的研究表明,厄尔尼诺年(拉尼娜年)发生后的次年夏季,长江中下游地区较易发生洪涝(干旱),而华南地区较易发生干旱(洪涝)。

ENSO事件对我国不同地区的影响程度、方式和结果均有较大的差异,所以开展不同地区的研究是很必要的。山西省南部由临汾盆地和运城盆地组成,地处华北平原以西,介于太行山、中条山和黄河之间,特殊的地理位置使其气候具有十分显著的局地特征,具有一定的区域气候代表性。加之该区也是山西省重要的农业生产基地,微小的气候变化,都会对该区的农业生产、生态环境等产生重大影响。因此,研究ENSO事件对该区气候变化的影响具有现实意义,可为该区气候预测提供背景信息,为指导农业生产、防灾减灾建设和充分合理利用该区的气候资源提供理论依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源

年平均气温、年平均气温距平以及年平均降雨量来源于“中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn>)”公布的山西省南部台站的资料。为了尽可能保证气象站数据资料长度的均一、稳定和资料的完整,气象资料时间跨度一致取为1961—2009年。山西省南部的气象数据为临汾、隰县和运城3个台站1961—2009年统计资料的加和平均。ENSO事件资料来源于《厄尔尼诺》中的统计数据 and “中国气象科学数据共享服务网”收集的全球统一的观测数据。

1.2 研究方法

1.2.1 气候倾向率 气象要素 X 的长期变化趋势采用一元线性回归方程的气候倾向率^[7]分析。

$$x_t = a_0 + a_1 t$$

式中: t ——年份序列号($t=1,2,\dots,n$); a_0 ——常数; a_1 ——回归系数,当 a_1 为正(负)时,表示要素在计算时段内线性增加(减弱), $a_1 \times 10$ 称为气候倾向率,其单位为某要素单位/10 a。

1.2.2 Z 指数 国内外学者对旱涝指标的确定进行了不少研究,其中应用范围较广的有:Palmer 干旱指数、标准化降水指数、 Z 指数等。而 Z 指数^[8]在我国应用比较广泛,所以选取 Z 指数作为确定旱涝指标的方法。 Z 指数是假设降水量服从 P-III 型分布,通过对降水量标准化处理后,可将其概率密度函数转变

为以 Z 为新变量的标准化正态分布,根据计算得到的 Z 指数进行分级判断,进而确定旱涝等级。

将 Z 值划分为 3 个旱涝等级: $Z < -0.842$ 为涝年, $-0.842 \leq Z \leq 0.842$ 为正常年, $Z > 0.842$ 为旱年。

2 结果与分析

2.1 1961 年以来 ENSO 事件的确定

确定 ENSO 事件及其强度,存在一系列的问题^[9-13],如由于在确定 ENSO 事件及其强度时,采用的指标及其判定标准,所用的资料及其范围的不同,再加上气候标准值选取上的差异和 ENSO 事件发生发展的复杂性和多数事件的跨日历年性,所以,目前对 ENSO 事件的确定及其强度的划分依然不能统一。本研究根据中国 ENSO 监测小组^[14]的确定标准,采用赤道东太平洋($0^\circ \sim 10^\circ \text{S}, 180^\circ \sim 90^\circ \text{W}$)月平均 SSTA(平均海面异常) $\geq 0.5^\circ \text{C}$ 或 $\leq -0.5^\circ \text{C}$,持续时间至少 6 个月,中断时间不超过 1 个月,定义为一次厄尔尼诺事件或拉尼娜事件。由此可以确定,在 1961—2009 年中,共发生 14 次厄尔尼诺事件,有 16 a 为厄尔尼诺年,厄尔尼诺年发生概率为 0.33,有 11 次拉尼娜事件,13 a 为拉尼娜年,拉尼娜年发生概率为 0.27,其余 20 年为正常年份(表 1)^[15-16]。

2.2 1961 年以来 ENSO 事件发生时间特征

ENSO 事件每次发生的时间不尽相同,在 1961—2009 年间的 14 次厄尔尼诺事件中,春季发生的厄尔尼诺事件共 6 次,分别为 1965,1991,1993,1994,1997 和 2002 年,占总数的 42.9%。发生在夏季的有 5 次,分别为 1963,1972,1976,2004 和 2009 年,占总数的 35.7%。秋季共发生 3 次,分别为 1982,1986 和 2006 年,占总数的 21.4%。在 11 次拉尼娜事件中,春季发生的共 4 次,分别为 1964,1967,1975 和 1995 年,占总数的 36.4%。夏季发生的 3 次,分别为 1970,1973 和 1988 年。秋季发生拉尼娜事件 3 次,分别为 1962,1998 和 2007 年。而冬季仅发生一次,即 1984 年拉尼娜事件。由此可以看出,ENSO 事件主要发生在春夏季,秋季次之。

ENSO 事件每次发生持续的时间长短不一,有的仅几个月,而有的跨 3 个自然年,所以按照 ENSO 事件是否连续发生和时间跨度分为连续性的 ENSO 事件和非连续性的 ENSO 事件。在 1961—2009 年间,连续性的厄尔尼诺事件共 9 次,占总数的 64.3%,分别为 1965,1982,1986,1991,1997,2002,2004,2006 和 2009 年。非连续性的共 5 次,占总数的 35.7%,分别是 1963,1972,1976,1993 和 1994 年。连续性的拉尼娜事件共 9 次,占总数的 81.8%,其中跨度为 2

个自然年的有 8 次,分别为 1962,1967,1970,1973,1984,1988,1995 和 2007 年拉尼娜事件,跨度为 3 个自然年的仅一次,即 1998 年拉尼娜事件。而非连续性的仅 2 次,即 1964 和 1975 年拉尼娜事件,占总数的 18.2%。由此可见,ENSO 事件主要是连续发生,时间跨度多为两个自然年。

ENSO 事件的发生具有一定的周期,由表 1 可得,厄尔尼诺事件重现的时间,最短近 1 a,最长的达 7 a,平均约 4~5 年一遇。而拉尼娜事件重现的时间最短 2 a,最长达 10 a,平均约 5 年一遇。

2.3 1961 年以来 ENSO 事件发生的强度特征

根据海温距平将厄尔尼诺事件强弱程度按强(3)、中(2)、弱(1),拉尼娜事件按强(-3)、中(-2)、弱(-1)的标准进行分级(表 1),并对 ENSO 事件的强度进行统计(表 2)。从表 2 可以得出,强厄尔尼诺事件所占比例与弱厄尔尼诺事件的相等,都比中强度的厄尔尼诺事件所占比例大,而在拉尼娜事件中,强拉尼娜事件所占比例最大,弱拉尼娜事件次之,表明发生强 ENSO 事件和弱 ENSO 事件的可能性比中强度的 ENSO 事件的可能性大。

表 1 1961—2009 年发生的 ENSO 事

| 厄尔尼诺事件 | | | | | | 拉尼娜事件 | | | | | |
|--------|------|------|------|----|-------------|-------|------|------|------|----|-------------|
| 序号 | 发生年 | 结束年 | 持续月数 | 强度 | El Nino 事件年 | 序号 | 发生年 | 结束年 | 持续月数 | 强度 | La Nina 事件年 |
| 1 | 1963 | 1963 | 9 | 1 | 1963 | 1 | 1962 | 1963 | 9 | -1 | 1962 |
| 2 | 1965 | 1966 | 15 | 2 | 1965 | 2 | 1964 | 1964 | 9 | -1 | 1964 |
| 3 | 1972 | 1972 | 12 | 3 | 1972 | 3 | 1967 | 1968 | 15 | -2 | 1968 |
| 4 | 1976 | 1976 | 9 | 1 | 1976 | 4 | 1970 | 1971 | 21 | -2 | 1970 |
| 5 | 1982 | 1983 | 15 | 3 | 1982—1983 | 5 | 1973 | 1974 | 18 | -3 | 1974 |
| 6 | 1986 | 1987 | 18 | 3 | 1987 | 6 | 1975 | 1975 | 12 | -3 | 1975 |
| 7 | 1991 | 1992 | 18 | 2 | 1991 | 7 | 1984 | 1985 | 12 | -1 | 1984—1985 |
| 8 | 1993 | 1993 | 9 | 2 | 1993 | 8 | 1988 | 1989 | 12 | -3 | 1988 |
| 9 | 1994 | 1994 | 9 | 2 | 1994 | 9 | 1995 | 1996 | 12 | -1 | 1995 |
| 10 | 1997 | 1998 | 15 | 3 | 1997 | 10 | 1998 | 2000 | 21 | -3 | 1999—2000 |
| 11 | 2002 | 2003 | 12 | 1 | 2002 | 11 | 2007 | 2008 | 9 | -3 | 2007 |
| 12 | 2004 | 2005 | 12 | 1 | 2004—2005 | | | | | | |
| 13 | 2006 | 2007 | 9 | 1 | 2006 | | | | | | |
| 14 | 2009 | 2010 | 10 | 3 | 2009 | | | | | | |

注:厄尔尼诺事件强度分级:强(3),中(2),弱(1);拉尼娜事件强度分级:强(-3),中(-2),弱(-1)。

表 2 ENSO 事件的强度及各强度所占比例

| 厄尔尼诺事件年 | | | 拉尼娜事件年 | | |
|---------|--------------------------|------|--------|--------------------------|------|
| 强度 | 发生年 | 比例/% | 强度 | 发生年 | 比例/% |
| 强 | 1972,1982,1987,1997,2009 | 35.7 | 强 | 1974,1975,1988,1999,2007 | 45.5 |
| 中 | 1965,1991,1993,1994 | 28.6 | 中 | 1968,1970 | 18.2 |
| 弱 | 1963,1976,2002,2004,2006 | 35.7 | 弱 | 1962,1964,1984,1995 | 36.3 |

2.4 山西省南部 1961 年以来气温和降水量变化趋势

图 1 为山西省南部 1961 年以来气温和降水量的变化图。从图 1 中可以看出,在全球和我国北方地区气温逐渐变暖的大背景下,1961 年以来,山西南部年平均气温总体趋势呈波动式上升(图 1a),用线性拟合统计可得,山西省南部年平均气温增长率为 0.34 °C/10 a,其增温速率高于山西省年平均气温增长率 0.15 °C/10 a 和中国的年平均气温增长率 0.22 °C/10 a^[17-18]。山西省南部在 20 世纪 60—70 年代以及 80 年代中期以前为相对冷期,仅 1961,1978 和 1982 年年平均气温为正距平,其余年份都为负距平,且年平均气温变化相对和缓,20 世纪 80 年代中期以后年平均气温开始转暖,20 世纪 90 年代、21 世纪前

10 a 为相对暖期,且年平均气温变化相对较快,分别比多年气温平均值高 0.47 和 0.75 °C,21 世纪前 10 a 的年平均气温比 20 世纪 60 年代高出 1.50 °C。山西省南部年平均气温为 12.0 °C,其中 49 a 中最低气温(10.90 °C)出现在 1984 年,1967 年次之(10.93 °C),最高气温(13.37 °C)出现在 1999 年,最高气温出现年比全球的晚 1 a,这是区域特征的体现。除此之外,年平均气温大于 13 °C 的年份还有 1997,1998,2001,2002 和 2006 年。

分析图 1b 表明,1961 年以来,山西南部年平均降水量总体呈下降趋势,年平均降水量以 23.4 mm/10 a 的速率减少,明显高于山西省年平均降水量的减少速率^[17]。年平均降水量在 20 世纪 60—70 年

代为正距平,进入 80 年代开始转为负距平,90 年代进一步减少,达到最低值,到 21 世纪降水量仍为负距平,但年平均降水量较 20 世纪 90 年代有略微的增加。山西南部年平均降水量多年平均值为 508.6

mm,其中降水量最大的是 779.0 mm(2003 年),除 2003 年降水量大于 600 mm 外,还有 1961,1963,1964,1971 和 1975 年,降水量最小的是 299.8 mm(1997 年),次之为 1986 年(336.6 mm)。

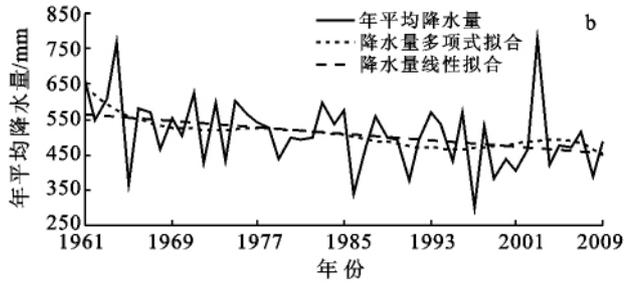
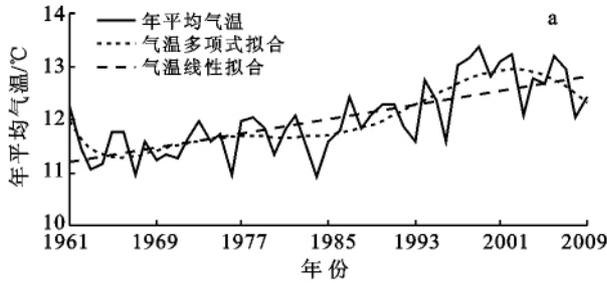


图 1 1961 年以来山西省南部年平均气温和年平均降水量变化

2.5 山西省南部 1961 年以来气温和降水量的的小波分析

1961 年以来研究区年气温距平的 Morlet 小波变换系数和小波方差图如图 2—3 所示。从图 2 可以看出,山西省南部气温变化的周期性比较明显,小波系数等值线在 3~4 a,7~8 a,19~20 a 和 25~26 a 尺度上分布较为密集,且存在小波系数高、低值中心的振荡。从图 3 中可以得出,小波方差在 3.2,7.7,19.8 和 25.2 a 尺度上存在极值。从图 2—3 中还可以得出,气温变化存在更长时间的周期,但由于时间尺度较短无法准确判断。因而,最终可以得出山西南部气温变化在 30 a 尺度内存在约 3,8,20 和 25 a 的变化周期。

西省南部地区降水量的变化的周期性也比较明显,小波系数等值线在 2~4 a 和 7~8 a 尺度上分布较为密集。从图 5 中可以得出,小波方差在 2.3,3.8 和 7.2 a 尺度上存在极值。所以,可以得出山西省南部降水量变化在 30 a 尺度内存在约 3 和 7 a 的变化周期。

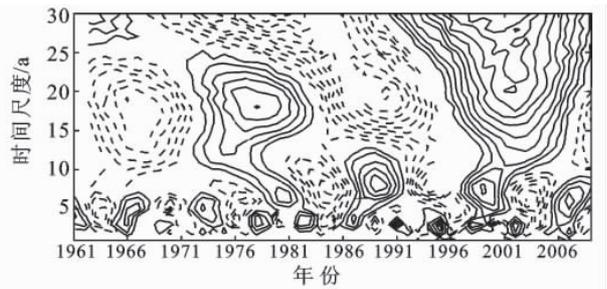


图 2 山西南部气温变化的小波变换系数

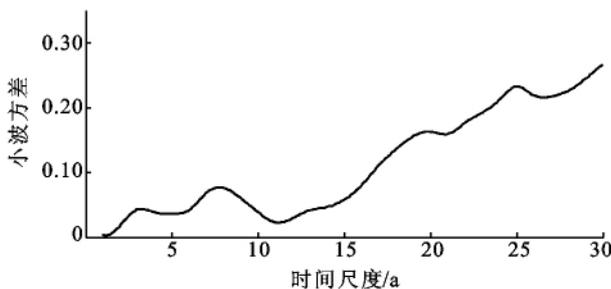


图 3 山西南部气温变化的小波方差

1961 年以来年降水量距平的 Morlet 小波变换系数和小波方差图如图 4—5 所示,从图 4 可以看出,山

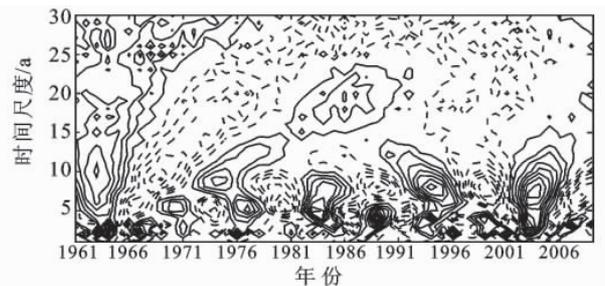


图 4 山西南部降水量的的小波变换系数

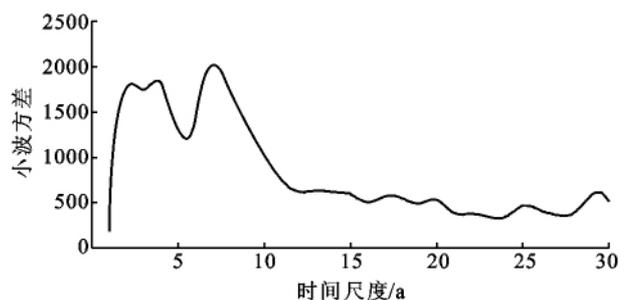


图 5 山西省南部降水量的的小波方差

3 讨论

3.1 ENSO 事件对山西省南部气温的影响

图 6a 为 1961 年以来 ENSO 事件发生强度对研究区年平均气温距平的影响图。由图 6a 可以看出,厄尔尼诺年平均气温为正距平的有 10 a,负距平的 6 a,而拉尼娜年平均气温为正距平的仅 4 a,负距平的 9 a。同时,厄尔尼诺年的多年平均气温(12.20 °C)比正常年的(11.92 °C)高出 0.28 °C,而拉尼娜年的多年平

均气温($11.67\text{ }^{\circ}\text{C}$)比正常年的低 $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。另外,1961 年以来年平均气温大于 $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的仅有 6 a,而其中 4 a 为厄尔尼诺年,发生概率为 75%。连续性的厄尔尼诺年的年平均气温($12.58\text{ }^{\circ}\text{C}$)比总的厄尔尼诺年的平均气温($12.20\text{ }^{\circ}\text{C}$)高 $0.38\text{ }^{\circ}\text{C}$,而非连续性的厄尔尼诺年的($11.71\text{ }^{\circ}\text{C}$)比总的拉尼娜年的低了 $0.49\text{ }^{\circ}\text{C}$;连续性的拉尼娜年的年平均气温($11.97\text{ }^{\circ}\text{C}$)比总的拉尼娜年的($11.67\text{ }^{\circ}\text{C}$)高出 $0.30\text{ }^{\circ}\text{C}$,而非连续性的拉尼娜年的年平均气温($11.45\text{ }^{\circ}\text{C}$)比总的低了 $0.22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。分析结果表明,厄尔尼诺事件使山西南部年平均气温升高,且连续性的厄尔尼诺年比非连续性年的贡献大,而拉尼娜事件使年平均气温相对降低,且非连续性的拉尼娜年比连续性年的降温幅度大。

3.2 ENSO 事件对山西省南部降水量的影响

图 6b 为 1961 年以来 ENSO 事件发生强度对研究区年平均降水量的影响图。由图 6b 中 ENSO 事

件发生强度与年平均降水量的关系可知,1961 年以来厄尔尼诺年的多年平均降水量(476.5 mm)比正常年的降水量(527.9 mm)少了 51.4 mm ,而拉尼娜年的多年平均降水量(554.8 mm)比正常年的降水量多出 26.9 mm ;在统计的 16 a 厄尔尼诺年中,有 11 a 的年平均降水量小于统计的 49 a 降水量平均值(508.7 mm),仅有 5 a 的大于 508.7 mm ,在 13 a 拉尼娜年中,有 7 a 的年平均降水量大于 508.7 mm ,有 6 a 的小于 508.7 mm ;连续性的厄尔尼诺年的年平均降水量(427.1 mm)比非连续性的(540.1 mm)少了 113.0 mm ,非连续性的拉尼娜年的年平均降水量(683.4 mm)比连续性(488.6 mm)的多出 194.8 mm 。表明厄尔尼诺事件使年降水量显著减少,而拉尼娜事件使年降水量略有增加,连续性的厄尔尼诺事件对年降水量的减少的贡献大,非连续性的拉尼娜事件对年降水量增加的贡献大。

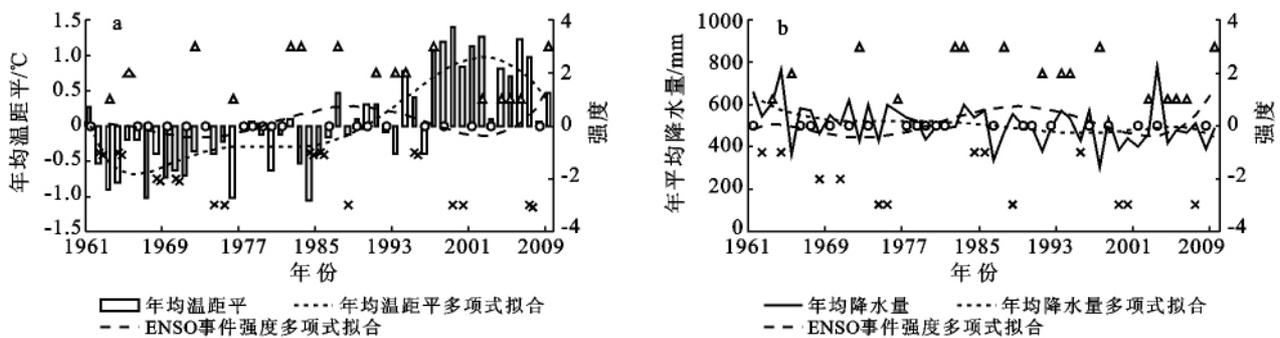


图 6 1961 年以来山西省南部 ENSO 事件发生强度对年平均气温距平和年平均降水量的影响

注:△代表厄尔尼诺年及其强度;○代表正常年份;×代表拉尼娜年及其强度。

3.3 ENSO 事件与山西省南部 1961 年以来旱涝灾害的关系

根据旱涝等级标准和 Z 指数法得出,在统计的 49 a 中共有 9 a 为旱年,其中极旱的年份为 1986 和 1997 年,大旱的为 1965 和 1991 年,偏旱为 1972, 1999, 2001, 2004 和 2008 年;有 7 a 为涝年,其中极涝的年份有 1961, 1964 和 2003 年,大涝的年份有 1971 年,偏涝的年份有 1963, 1973 和 1975 年,其余年份为正常年。

根据数据统计得出,9 a 旱年中有 6 a 发生在厄尔尼诺年,发生概率为 66.7%,7 a 涝年有 5 a 发生在拉尼娜年,发生概率为 71.4%。ENSO 事件有连续性和非连续性之分,而山西省南部的旱灾基本上都发生在连续性的厄尔尼诺年,9 次旱灾有 5 次发生在连续性的厄尔尼诺年,仅 1 次发生在非连续性的厄尔尼诺年中,其余的发生在厄尔尼诺年的前年或后年,且极旱年都发生在强厄尔尼诺年。7 次涝灾有 3 次发生在连续性的拉尼娜年,2 次发生在非连续性的拉尼娜年,其

余的发生在正常年,且根据不同强度的涝灾年与不同强度的拉尼娜年的分析表明,涝灾的强度与拉尼娜事件的强度没有明显的关系。说明厄尔尼诺年易发生旱灾,且多发生在连续性的厄尔尼诺年,强厄尔尼诺年易出现极旱现象;而拉尼娜事件易发生涝灾,且多集中在连续性的拉尼娜年。

4 结论

(1) 1961 年以来山西省南部年平均气温总体趋势呈波动式上升,增长率为 $0.34\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$,而年平均降水量总体呈下降趋势,下降速率为 $23.4\text{ mm}/10\text{ a}$,气候特征有向暖干化方向发展的趋势。

(2) 小波分析显示,在 30 a 尺度内,山西省南部气温变化存在约 3, 8, 20 和 25 a 的变化周期,降水量存在约 3 和 7 a 的变化周期。

(3) 厄尔尼诺事件使山西省南部年平均气温升高,厄尔尼诺年的多年平均气温比正常年高出 $0.28\text{ }^{\circ}\text{C}$,且连续性的厄尔尼诺年比非连续性年的贡献大。拉尼

娜事件使年平均气温相对降低,拉尼娜年的多年平均气温比正常年的低了 0.25°C ,且非连续性的拉尼娜年比连续性年的降温幅度高出 0.52°C 。

(4) 厄尔尼诺事件使山西省南部年降水量显著减少,厄尔尼诺年的多年平均降水量比正常年的降水量少 51.4 mm 。拉尼娜事件使年降水量略有增加,拉尼娜年的多年平均降水量比正常年的降水量高出 26.9 mm ,且连续性的厄尔尼诺事件对年降水量的减少的贡献大,非连续性的拉尼娜事件对年降水量增加的贡献大。

(5) 厄尔尼诺事件在一定程度上加重山西省南部气候暖干化,而拉尼娜事件相对地减弱了暖干化,但厄尔尼诺事件的强度和频次总体上比拉尼娜事件的高,所以研究区气候变化的方向是暖干化。厄尔尼诺年该区易发生旱灾,且多发生在连续性的厄尔尼诺年,强厄尔尼诺年易出现极旱现象。拉尼娜年易发生涝灾,且多集中在连续性的拉尼娜年。

[参 考 文 献]

- [1] 王绍武,朱宏. 东亚的夏季低温与厄尔尼诺[J]. 科学通报,1985,30(17):1323-1325.
- [2] 龚道溢,王绍武. ENSO 对中国四季降水的影响[J]. 自然灾害学报,1998,7(4):44-52.
- [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] 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.
- [5] 谌芸,施能. 厄尔尼诺/南方涛动与我国秋季气候异常[J]. 热带气象学报,2003,19(2):137-146.
- [6] 邹力,倪允琪. ENSO 对亚洲夏季风异常和我国夏季降水的影响[J]. 热带气象学报,1997,13(4):306-314.
- [7] 钱正安,宋敏江. 近年来中国北方沙尘暴的分布及变化趋势分析[J]. 中国沙漠,2002,22(2):106-111.
- [8] 王志伟,翟盘茂. 中国北方近 50 年干旱变化特征[J]. 地理学报,2003,58(S):61-68.
- [9] Trenberth K E. The definition of El Nino[J]. Bull. Amer. Mete. Soc., 1997,78(12):2771-2777.
- [10] Zang Hengfan, Wang Showu. El Nino and anti-El Nino events in 1854—1987 [J]. Acta Oceanologica Sinica, 1990,9(3):353-362.
- [11] 许武成,王文,马劲松. 1951—2007 年的 ENSO 事件及其特征值[J]. 自然灾害学报,2009,18(4):18-24.
- [12] 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.
- [13] 翟盘茂,李晓燕,任福民. 厄尔尼诺[M]. 北京:气象出版社,2003:33-34,144-149.
- [14] ENSO 监测小组. 厄尔尼诺的划分标准和指数[J]. 气象,1998,15(3):37-38.
- [15] 阮均石. 气象灾害十讲[M]. 北京:气象出版社,2000:66-67.
- [16] 许武成,王文,马劲松,等. 1951—2007 年的 ENSO 事件及其特征值[J]. 自然灾害学报,2009,18(4):18-24.
- [17] 赵桂香,赵彩萍,李新生,等. 近 47a 来山西省气候变化分析[J]. 干旱区研究,2006,23(3):499-505.
- [18] 任国玉. 我们未来的气候:人类的干预有多大? [J]. 气象,2003,29(3):3-7.

欢迎订阅 2013 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》中、英文版由农业部主管、中国农业科学院主办。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。读者对象是国内外农业科研院(所)、农业大专院校的科研、教学及管理人员。

《中国农业科学》中文版为半月刊,影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列位次。《中国农业科学》中文版为大 16 开,每月 1,16 日出版,国内外公开发售。每期 224 页,定价 49.50 元,全年定价 1188.00 元。国内统一刊号:CN11-1328/S,国际标准刊号:ISSN 0578-1752,邮发代号:2-138,国外代号:BM43。《中国农业科学》英文版(*Agricultural Sciences in China*),2002 年创刊,月刊,2012 年更名为《农业科学学报》(*Journal of Integrative Agriculture*, JIA)。2006 年 1 月起与国际著名出版集团 Elsevier 合作,全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2009 年被 SCI 收录,2012 年 JCR 影响因子为 0.449。JIA 为大 16 开,每月 20 日出版,国内外公开发售。每期 160 页,国内订价 80.00 元,全年 960.00 元。国内统一刊号:CN 10-1039/S,国际标准刊号:ISSN 2095-3119,邮发代号:2-851,国外代号:1591M。

《中国农业科学》中、英文版均可通过全国各地邮局订阅,也可向编辑部直接订购。

邮编:100081; 联系人:林鉴非; 传真:010—82106247

电话:010—82109808, 82106280, 82106281, 82106282

网址:www.ChinaAgriSci.com; E-mail:zgnykx@mail.caas.net.cn

地址:北京中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部