

厄尔尼诺/拉尼娜事件对陕西省榆林地区气候的影响

李黎黎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: 通过对陕西省榆林地区近 56 a 来气象资料、历史资料的搜集和整理, 研究了厄尔尼诺/拉尼娜(El Nino/Southern Oscillation, ENSO)事件对榆林地区气候与气象灾害的影响, 分析了降水及气温变化的周期性。结果表明, 1954 年以来, 榆林地区气候变暖变干趋势显著。1954 年以来榆林地区年均温平均升高了 0.025 °C/a, 年降水量递减率为 1.740 mm/a; 厄尔尼诺年气温高出正常年份 0.12 °C, 拉尼娜事件发生年年平均气温较正常年份平均气温无明显变化。厄尔尼诺事件年榆林地区降水呈现明显的减少趋势, 比正常年份减少了 8 mm。拉尼娜事件年对榆林地区降水增加也有一定影响, 平均增加 3 mm/a。榆林地区气温与降水量存在 3 a 为主的短周期和 20 a 为主的长周期。ENSO 暖事件对榆林地区气候特别是气象灾害的影响比 ENSO 冷事件更为显著和强烈, 厄尔尼诺年榆林地区易于发生高温干旱灾害。

关键词: 厄尔尼诺/拉尼娜; 气候; 降水量; 气温; 气象灾害

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)04-0112-05

中图分类号: P732, P461.2

Effects of El Nino/La Nina Events on Climate of Yulin Area of Shaanxi Province

LI Li-li¹, ZHAO Jing-bo^{1,2}

(1. College of Tourism and Environment Science, 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 the meteorological and historical data in Yulin area of Shaanxi Province from 1961 to present, statistical analysis was conducted. The objectives of this study were: (1) Examine the relationship among precipitation, temperature, natural disaster events, and the ENSO (El Nino/Southern Oscillation) events. (2) Reveal the correlation between ENSO events and the climate of Yulin area. (3) Identify the periodicity of the precipitation and temperature changes. The results show that since 1954, the climate was warming significantly in Yulin area, with an annual temperature increasing rate of 0.025 °C per year. However, the annual total precipitation decreased at rate of 1.740 mm per year. In El Nino years, the temperature was 0.12 °C higher than that in normal years, and in La Nina years, the annual average temperature remained same to that in normal years. El Nino event lowered annual total precipitation approximately 8 mm than the normal years, while La Nina events did approximately 3 mm. The temperature and precipitation of the area changed at a short period of 3 years and a long period of 20 years. ENSO events was prone to cause high temperature and drought disasters, and ENSO warming events caused more meteorological disasters than ENSO cold events in the study area according to statistical analysis.

Keywords: El Nino/Southern Oscillation; climate; precipitation; temperature; meteorological disasters

“厄尔尼诺”现象是指南美赤道附近(约北纬 4° 至南纬 4°, 西经 150° 至 90°)热带太平洋地区海气相互作用所表现出的最重要的现象。“拉尼娜”是一种厄尔尼诺年之后的矫正过度现象^[1]。厄尔尼诺和拉尼娜是赤道中东太平洋海温冷暖交替变化的异常表现, 一般拉尼娜现象会随着厄尔尼诺现象而来, 出现

厄尔尼诺现象的第二年都会出现拉尼娜现象, 有时拉尼娜现象会持续 2~3 a。陈月娟等^[2]研究了 ENSO 循环及其对亚洲季风和东亚气候异常的影响, 说明 ENSO 期间赤道中东太平洋海温的异常直接引起热带太平洋以外区域气候的异常变化。赵汉光、丁一汇等^[3]研究了厄尔尼诺与我国气候异常的关系; 李栋梁

收稿日期: 2011-04-26

修回日期: 2011-10-18

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: 李黎黎(1986—), 女(汉族), 陕西省武功县人, 硕士研究生, 主要从事环境评价与治理研究。E-mail: jlp44110430@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: zhaojb@snnu.edu.cn。

等^[4]研究了厄尔尼诺与中国旱涝之间的联系,得出20世纪20年代以后,当东亚夏季风偏强(弱)时,长江流域以北容易偏涝(偏旱)。延军平等^[5-6]研究了榆林地区多年气候变化特征,其中20世纪60年代最冷,20世纪90年代最暖,预测1999—2000年温度仍有偏高的趋势。但具体到厄尔尼诺与榆林地区的气候变化之间的联系方面却少有涉及。本研究依据1954年以来榆林地区气温、降水量与厄尔尼诺/拉尼娜事件资料,分析了厄尔尼诺/拉尼娜事件对榆林地区气候的影响,以期对防治该区的气象灾害提供科学依据。

1 数据来源与分析方法

降水量和气温数据来源于中国气象科学数据共享服务网,对榆林地区3个气象台站(榆林、绥德、横山)1954—2009年统计资料加和平均。气候数据采用Excel软件包处理,运用数理统计、线性回归等方法统计分析区域气候指标数据序列的时空变化及其变动趋势。降水及气温变化的研究应用Matlab小波分析。ENSO事件资料来源于《厄尔尼诺》^[7]专著中的统计数据 and “中国气象科学数据共享服务网”中收集的全球统一的观测数据。

2 近56 a来 ENSO 事件的发生和变化特征

2.1 近56 a来 ENSO 事件的确定与统计

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。研究者往往都选取海温距平值和气候特征值来作为判定其强弱标准。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存在一定差异。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年和La Nina年。在统计的56 a中(1954—2009年),有18 a为ENSO暖事件年,有15 a为ENSO冷事件年,其它23 a为正常年份。根据56 a^[8]中每个季节发生ENSO事件的次数(表1—2)可知,春季El Nino事件发生6次,夏季发生7次,秋季发生3次,冬季发生1次;而春季发生La Nina事件2次,夏季发生5次,秋季发生5次,冬季没有发生。表明ENSO事件主要发生在春夏两季,结束于秋冬两季^[7-10]。

表1 厄尔尼诺事件发生年^[7]

发生年	结束年	延续月数	等级	最强年月	El Nino事件年	发生年	结束年	延续月数	等级	最强年月	El Nino事件年
1963	1963	9	1	196311	1963	1993	1993	9	2	199311	1993
1965	1966	15	2	196512	1965	1994	1994	9	2	199411	1994
1972	1972	12	3	197211	1972	1997	1998	15	3	199712	1997
1976	1976	9	1	197610	1976	2002	2003	12	1	200212	2002
1982	1983	15	3	198302	1982—1983	2004	2005	12	1	200501	2004—2005
1986	1987	18	3	198710	1987	2006	2007	9	1	200612	2006
1991	1992	18	2	199111	1991	2009	2010	10	3	200912	2009

表2 拉尼娜事件发生年^[7]

发生年	结束年	延续月数	等级	最强年月	La Nina事件年	发生年	结束年	延续月数	等级	最强年月	La Nina事件年
1962	1963	9	-1	196212	1962	1975	1975	12	-3	197512	1975
1964	1964	9	-1	196404	1964	1984	1985	12	-1	198501	1984—1985
1967	1968	15	-2	196811	1968	1988	1989	12	-3	198811	1988
1970	1971	21	-2	197012	1970	1995	1996	12	-1	199511	1995
1973	1974	18	-3	197401	1974	1998	2000	21	-3	200001	1999—2000
						2007	2008	9	-3	200712	2007

2.2 近56 a来 ENSO 事件发生的概率

在1954—2009年的56 a中共有18个El Nino年也即暖事件年,发生概率为0.32;有15个La Nina年也即冷事件年,发生概率为0.27;其余的23 a为正常年份。分析的56 a中ENSO事件在年内发生的次数,春季El Nino事件发生6次,夏季发生7次,秋季发生3

次,冬季发生1次;而春季发生La Nina事件2次,夏季发生5次,在秋季发生5次,冬季没有发生^[7],说明ENSO事件主要发生在春夏两季,结束于秋冬两季。

2.3 移动平均趋势线拟合的近56 a来 ENSO 事件发生的强度特征

为了更好地研究ENSO事件发生和变化的特

征,根据海温距平将厄尔尼诺年强弱程度按照强(3)、中(2)、弱(1),拉尼娜年按照强(-3)、中(-2)、弱(-1)和正常年(0)的标准将 ENSO 事件分为不同的等级,并对其进行了移动平均趋势线拟合(图 1)。图 1 表明,近 56 a 来 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 56 a 来的发生强度要大于拉尼娜事件发生强度,这主要是气候变暖的影响;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^[7-12]。厄尔尼诺事件有 1982—1983 年,1997—1998 年和 2009 年 3 个高峰,拉尼娜事件的高峰为 1954—1955 年、2000 年前后和 2007 年。

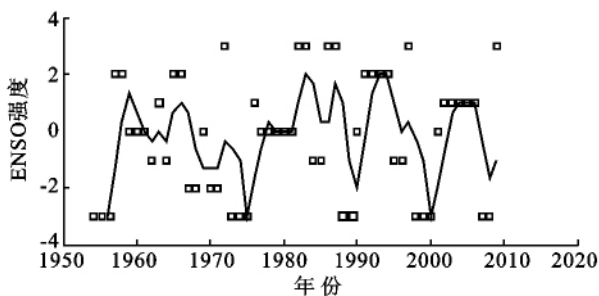


图 1 ENSO 事件发生强度与趋势线拟合关系

3 近 56 a 来榆林地区气候变化与 ENSO 事件的关系

3.1 近 56 a 来榆林地区降水与气温变化

根据中国气象局网上资料,利用陕西榆林地区 1954—2009 年 3 个台站(榆林、绥德、横山)气候资料年值数据。通过对 1954 年来该区年平均气温和年平均降水量变化资料进行整理、分析表明,1954 年以来榆林地区年平均气温呈现明显波动增高趋势,年降水量呈现一定波动减少的变化趋势,波动程度有差别。根据线性拟合,1954 年来榆林地区年均温平均每年升高 $0.0245\text{ }^{\circ}\text{C}$ 线性趋势线斜率,与全国近 100 a 来

平均增温率 1906—2005 年^[13] 中国年平均温度的上升幅度为 $0.78\pm 0.27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 相比,升高幅度缓慢,可见榆林地区和全国对全球变暖过程的响应存在明显的差异。在气候变暖的局部响应中,榆林地区的变暖趋势低于全国。榆林地区年降水量呈逐年下降趋势,年降水量递减率为 1.7401 mm/a ,与全国近 40 a 平均年降水量递减率 -1.2690 mm/a ^[14] 相比,榆林地区年降水量递减率稍大于全国,说明榆林地区年降水减少量超过全国。表明榆林地区的气候变化呈现明显的暖干趋势。

3.2 榆林地区年气温与年降水量的周期变化及相关性

图 2 为小波变换的小波系数,图 3 为小波方差图。图 2 直观显示出榆林地区 1954—2009 年降水和气温平面上的变化强弱。图 2a 中实线表示降水正距平,负距平用虚线表示。榆林地区年降水距平在小波变化域中清晰可见,在图 2a 的上部,18~24 a 的周期振荡非常明显。从 1954 年至今表现为高、低、高、低共 4 个震荡中心,即年降水波动能量变化特性的能量聚集中心有 4 个。在频域尺度上,强集中影响范围为 20~22 a,尺度中心在 23 a 左右。该范围以外,波动能量变化梯度趋于平缓;其小波系数实部为正,说明年降水量偏多,表现为偏湿。同理可得中心处 2~4 的变化特征分别为:中心处 B,时域尺度上强集中影响范围为 1973—1979 年左右,振荡中心在 1976 年左右;频域尺度上强集中影响范围为 16~24 a,尺度中心在 20 a 左右;小波系数实部为负,年降水偏少。中心处 C,时域尺度上强集中影响范围为 1984—1992 年左右,振荡中心在 1988 年左右;频域尺度上强集中影响范围为 18~26 a,尺度中心在 22 a 左右;小波系数实部为正,年降水偏多。中心处 D,时域尺度上强集中影响范围为 2000—2004 年左右,振荡中心在 2002 年左右;频域尺度上强集中影响范围为 18~22 a 左右,尺度中心在 20 a 左右;小波系数实部为负,年降水偏少。在图 2a 的底部,主要为 3—7 a 左右的周期振荡,也表现出比较明显的低、高、低、高等的震荡中心。

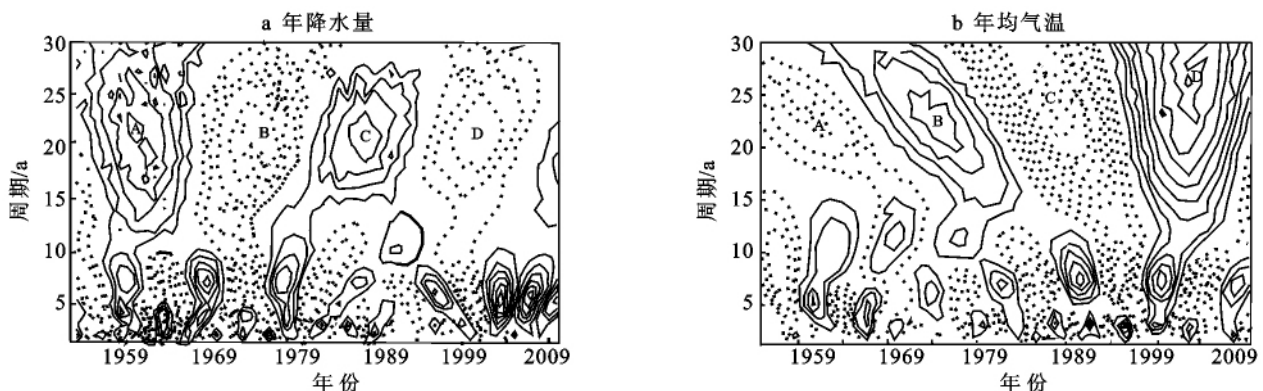


图 2 1954—2009 年榆林地区年降水与年均气温距平小波系数分析

从图 3 的小波方差图中可以看到,榆林地区 1954—2009 年来降水主要有 3~7 a 和 18~22 a 的变化周期。还可以更清楚地看出,降水序列的主要周期,在尺度为 3 a 左右出现了 1 个明显的峰值,在尺度 20 a 的时候也出现明显的峰值,说明这一降水序列存在明显的以 3 a 为主的短周期和以 20 a 为主的长周期。

同理分析图 2b 发现,榆林地区降水量和气温变化存在一定相关性。在气温较高年,榆林地区降水量会偏少,反之,在气温较低年,降水量会增加。但是它们二者之间相关性不是特别明显。

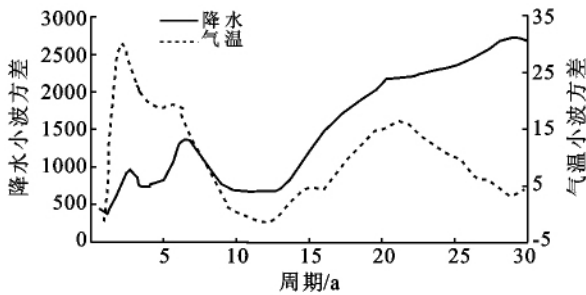


图 3 1954—2009 年榆林地区年降水与年平均气温距平小波方差

3.3 厄尔尼诺/拉尼娜事件与榆林地区年平均气温距平的关系

通过对 1954 年来发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件和榆林地区年平均气温数据的整理统计,绘制了 1954 年来发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件和榆林地区历年平均气温距平关系图(图 4)。

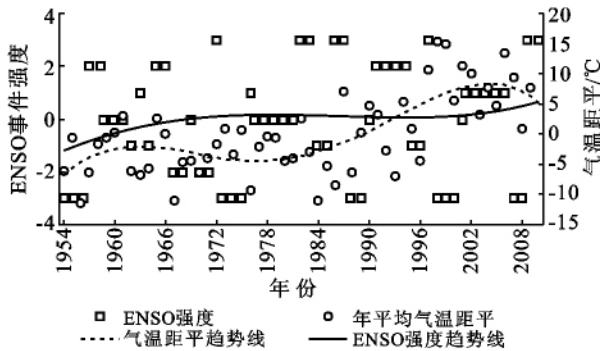


图 4 榆林地区年平均气温距平与 ENSO 关系

由图 4 可以看出,20 世纪 80 年代以前,榆林地区年平均气温主要以负距平为主,期间发生厄尔尼诺事件 5 次,80 年代以后气温以正距平为主,期间发生厄尔尼诺事件 8 次。由厄尔尼诺/拉尼娜事件和榆林地区年均温距平值关系可知,在非厄尔尼诺年且非拉尼娜年有 4 a 为正距平,7 a 为负距平;非拉尼娜年有 17 a 为正距平,16 a 为负距平,而发生拉尼娜事件的 23 a

中,有 9 a 为正距平,其余 14 a 都是负距平。进一步分析发现,1954 年来榆林地区正常年份平均气温为 9.00 °C,所有厄尔尼诺事件发生年的平均气温为 9.12 °C,所有拉尼娜事件发生年的平均气温约为 9.00 °C。可见厄尔尼诺/拉尼娜事件对榆林地区气温存在一定的影响。厄尔尼诺事件多发年气温偏高,高出正常年份 0.12 °C,拉尼娜事件对榆林地区气温不存在影响。

3.4 厄尔尼诺/拉尼娜事件与榆林地区年降水量变化的关系

通过 1954 年来发生的厄尔尼诺/拉尼娜事件和榆林地区历年降水量关系图(图 5)可以看出,1954 年来榆林地区年平均降水量减少,以 20 世纪 80 年代为界,80 年代以前榆林地区年降水量以正距平为主,80 年代以来有 14 a 次出现负距平。说明榆林地区年均降水量呈现下降趋势。统计分析可知,厄尔尼诺事件年年平均降水量为 399.25 mm;拉尼娜事件年年平均降水量为 419.68 mm。ENSO 增强和减弱时榆林地区降水量存在一定的变化趋势。厄尔尼诺事件年年平均降水量比正常年份减少约 8 mm,拉尼娜事件对降水也有的一定的增加作用,平均增加 3 mm/a。

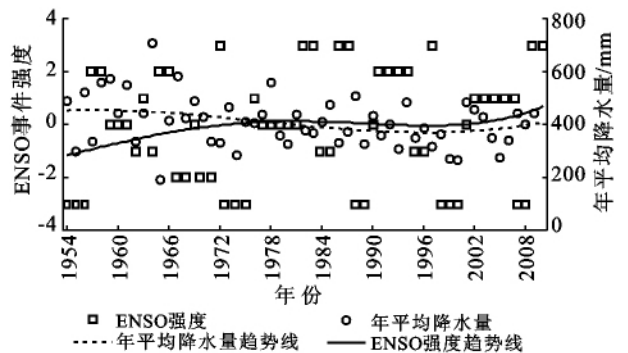


图 5 榆林地区年平均降水量与 ENSO 关系

4 榆林地区近 56 a 来气象灾害发生与 ENSO 事件的关系

根据降水量资料,按照《中国近代五百年旱涝分布图籍》给出的旱涝等级标准。根据历史资料^[15-18]对榆林地区气象灾害与 ENSO 事件的记载,经过对数据的统计分析可以得出,ENSO 事件年高低温灾害总概率 0.67,厄尔尼诺事件年高低温灾害概率 0.50,拉尼娜事件年高低温灾害概率 0.17,ENSO 事件年旱涝灾害总概率 0.47,厄尔尼诺年旱涝灾害概率 0.20,拉尼娜年旱涝灾害概率 0.27。根据近 56 a 来榆林地区气象灾害数据分析表明,ENSO 事件对榆林地区高低温灾害的作用要大于对洪涝灾害的作用,厄尔尼诺

年发生的气象灾害概率大于拉尼娜年灾害发生概率。榆林地区,在厄尔尼诺事件当年降水偏少,易发生干旱,次年降水偏多,在拉尼娜事件年,降水异常偏多。此外,在这近 56 a 中,20 世纪 60—70 年代,榆林地区干旱次数没有发生变化,80—90 年代榆林地区干旱次数明显增加,榆林地区干旱等级以 3 级和 4 级为主。

5 结论

(1) 近 56 a 来的气温变动情况表明榆林地区气候变暖趋势显著,年平均气温增加的线性倾向值为 $0.025\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{a}$ 。56 a 来降水情况也表明该地区降水在剧烈波动变化中趋于减少,降水量减少的线性倾向值为 $1.74\text{ mm}/\text{a}$ 。榆林地区气候变化中增暖幅度略低于全国水平,而变干幅度则高于全国水平。

(2) 近 56 a 来 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 56 a 来的发生强度大于拉尼娜事件发生强度,这主要是由于气候变暖的影响。

(3) ENSO 事件对榆林地区气温有一定的影响。厄尔尼诺事件多发年气温偏高,高出正常年份 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。拉尼娜事件发生对榆林地区气温不存在影响。

(4) ENSO 事件对榆林地区降水量存在较明显的影响。厄尔尼诺事件年榆林地区平均降水量比近 56 a 平均降水量减少 8 mm 。拉尼娜事件对降水增加也有一定影响,平均增加 $3\text{ mm}/\text{a}$,但都存在一定的滞后性。

(5) 气温距平与降水量距平的小波分析结果显示榆林地区气候变化存在明显的周期性,主要有 3 a 的短周期和 20 a 的长周期。

(6) ENSO 事件榆林地区高低温灾害作用大于对洪涝灾害的作用,厄尔尼诺年发生的高低温灾害、旱涝灾害总概率大于拉尼娜年灾害发生概率。

[参 考 文 献]

- [1] 周淑贞. 气象气候学[M]. 北京:高等教育出版社, 2004:170-173.
- [2] 陈月娟,周任君,简俊. ENSO 循环各阶段我国地温和海平面气压的变化特征及其对东亚季风的影响[M]// 巢纪平, ENSO 循环机理和预测研究. 北京:气象出版社, 2003:57-67.
- [3] 王遵娅,丁一汇,何金海,等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2):228-236.
- [4] 李茜,魏凤英,李栋梁. 近 159 年东亚夏季风年代际变化与中国东部旱涝分布[J]. 地理学报, 2011, 1(66):25-37.
- [5] 刘晓琼,刘彦随,延军平,等. 生态脆弱区多年气候变化特征分:以陕西榆林市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(1):54-59.
- [6] 刘海英,贺文彬. 榆林近 50 年气温变化的气候特征及趋势预测[J]. 陕西气象, 1999(5):7-11.
- [7] 翟盘茂,李晓燕,任福民. 厄尔尼诺[M]. 北京:气象出版社, 2003:1-23.
- [8] 王绍武,龚道溢. 百年来的 ENSO 事件及其强度[J]. 气象, 1999, 5(1):8-13.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [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] 唐国利,丁一汇,王绍武,等. 中国近百年温度曲线的比分析[J]. 气候变化研究进展, 2009, 5(2):71-78.
- [14] 林学椿,于淑秋. 近 40 年我国气候趋势[J]. 气象, 1991, 6(10):16-21.
- [15] 陕西省地方志编纂委员会. 陕西省志[M]. 北京:气象出版社, 2001:202-240.
- [16] 温克刚,翟佑安. 中国气象灾害大典[M]. 北京:气象出版社, 2005:10-30.
- [17] 朱亚芬. 530 年来中国东部旱涝分区及北方旱涝演变[J]. 地理学报, 2003, 58(S1):100-107.
- [18] 李耀辉,李栋梁,赵庆云,等. ENSO 对中国西北地秋季异常降水的影响[J]. 气候与环境研究, 2000, 2(5): 205-213.