

# 张家口市降水量与ENSO事件的关系

喇果涛<sup>1</sup> 李裕赫<sup>2</sup> 赵丽鑫<sup>3</sup> 张俊霞<sup>1</sup> 刘慧敏<sup>1</sup>

1. 张家口市气象局 河北张家口 075000
2. 中国民航东北地区空中交通管理局气象中心 辽宁沈阳 110000
3. 河北北方学院 河北张家口 075000

**摘要:** 为了分析张家口市降水量与ENSO事件的关系, 本文以张家口地区1980–2020年气温变化趋势、突变情况和张家口地区14个国家级气象观测站的气象观测数据为依据, 利用算术平均法计算区域年平均降水量、线性倾向估计和M-K检验法分析张家口地区降水量和厄尔尼诺/拉尼娜事件的相关性。研究表明, 1980–2020年张家口地区降水量总体呈上升趋势, 张家口地区降水和ENSO事件响应具有一定的滞后性, ENSO事件与张家口地区汛期降水年际关系存在不稳定性。本研究结果为研究厄尔尼诺和降水量关系提供了基础理论数据, 对预报预测有重要的意义。

**关键词:** 降水量; ENSO事件; 相关性

## Relationship between precipitation and ENSO events in Zhangjiakou City

Guotao La<sup>1</sup>, Yuhe Li<sup>2</sup>, Lixin Zhao<sup>3</sup>, Junxia Zhang<sup>1</sup>, Huimin Liu<sup>1</sup>

1. Zhangjiakou Meteorological Bureau Zhangjiakou, Hebei 075000
2. Meteorological Center of Northeast Air Traffic Administration of CAAC Shenyang 110000, Liaoning
3. Hebei North University Zhangjiakou, Hebei 075000

**Abstract:** In order to analyze the relationship between precipitation and ENSO events in Zhangjiakou, this paper was based on the trend and abrupt change of temperature in Zhangjiakou from 1980 to 2020 and meteorological observation data from 14 national meteorological observation stations in Zhangjiakou. The regional annual mean precipitation was calculated by the arithmetic average method, and the correlation between precipitation and the El Nino/La Nina event was analyzed by linear propensity estimation and the M-K test. The results showed that precipitation in Zhangjiakou showed an overall upward trend from 1980 to 2020. The response of precipitation and ENSO events in Zhangjiakou had a certain lag. The relationship between ENSO events and precipitation age in the flood season in Zhangjiakou was unstable. The results of this study provide basic theoretical data for the study of the relationship between El Nino and precipitation, which is of great significance for forecasting.

**Keywords:** precipitation; ENSO events; relevance

### 引言:

ENSO (厄尔尼诺-拉尼娜; ELNino and Southern Oscillation) 事件是指赤道中、东太平洋海温的冷暖交替

异常变化, 大范围海气相互作用出现的结果<sup>[1]</sup>。ENSO事件分为暖事件和冷事件两类, 全球许多气候异常与之有密切关系。我国已有许多学者对厄尔尼诺和拉尼娜事件进行了大量研究, 并取得了许多有意义的成果<sup>[2-9]</sup>。但关于ENSO事件对于张家口地区的影响研究仍然较少。

张家口位于河北西北, 温带大陆性季风气候。坝上地区昼夜温差较大, 雨热同季, 生长季节气候凉爽, 高温高湿炎热天气偏少。全市降水量由地形而决定。山脉

**作者简介:** 喇果涛 (1994–), 男, 汉族, 工程师, 研究方向: 气象研究。

**通讯作者简介:** 刘慧敏 (1993–), 女, 汉族, 助理工程师, 研究方向: 气象研究。

对气流的抬升致雨及气流越山后下沉增温而少雨, 在全市都是比较明显的。坝上地区因为地势高, 水汽来源不丰富, 降水量较少, 年降水量为330-400mm。坝下地区降水量的分布趋势和地形有密切关系, 地域间差异很大。山区因地形对暖湿空气的抬升作用, 降水较多, 年降水量在400-500mm。2016年7月19-20日张家口地区出现一次暴雨过程, 全市平均过程总雨量为46.8mm, 最大为怀来东花园, 达264.9mm。其中, 25-50 mm 站点144个, 50-100 mm 站点160个, 100mm以上站点36个<sup>[10]</sup>。因此, 为了研究张家口市降水量与ENSO事件的关系, 以张家口地区1980-2020年气温变化趋势和突变情况和张家口地区14个国家气象观测站的气象观测数据为依据, 利用算数平均法计算区域年平均降水量、线性倾向估计和M-K检验法分析张家口地区降水量和ENSO事件的相关性, 以加深对张家口市气温异常的认识, 并为气候预报预测提供基础理论数据。

### 一、数据来源及方法

本研究根据《国家气候中心关于厄尔尼诺(拉尼娜)事件的判别标准》, Niño3.4指数 $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ 为厄尔尼诺事件; Niño3.4指数 $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ 为拉尼娜事件。利用线性倾向估计和M-K检验方法, 分析张家口地区1980-2020年气温变化趋势和突变情况; 通过分析, 再得出张家口地区降水量和厄尔尼诺/拉尼娜事件的相关性和滞后性。

本研究数据由张家口地区14个国家气象观测站1980-2020年的气象观测数据提供。采用算数平均法计算出区域年平均降水量, 涉及的年均降水量为区域年均降水量。

### 二、结果与分析

#### 2.1 厄尔尼诺事件和拉尼娜事件

1980-2020年共出现10次厄尔尼诺事件和8次拉尼娜事件。厄尔尼诺事件的峰值多出现在冬季和秋季, 夏季出现1次; 拉尼娜事件的峰值多出现在冬季, 深秋出现1次。大部分ENSO事件在春、夏季为发展阶段, 在秋冬季达到成熟阶段, 第二年的春、夏季为衰减阶段。每隔2-7年会交替发生一次厄尔尼诺事件或者拉尼娜事件, 厄尔尼诺事件从东部型向中部型转变的趋势, 拉尼娜事件的这种转变不是很明显。从持续时间发现, 厄尔尼诺事件最长可维持19个月, 拉尼娜事件最长维持时间为24个月, 厄尔尼诺事件和拉尼娜事件均以东部型偏多。

#### 2.2 张家口地区气候变化特征

张家口市1980-2020年降水量总体呈上升趋势, 每10年增加14.31mm。张家口地区的年降水量阶段性较明

显, 其中1981年-1992年趋势上升, 1997年-2002年趋势明显下降, 2002年-2010年围绕常年值不断波动、幅度较大、趋势变化不明显, 2010年后趋势上升。M-K检验中UF和UB出现3个交点, 将降水数据分成3段进行检验, 发现突变年份为1982年、1996年和2010年, 见图1。

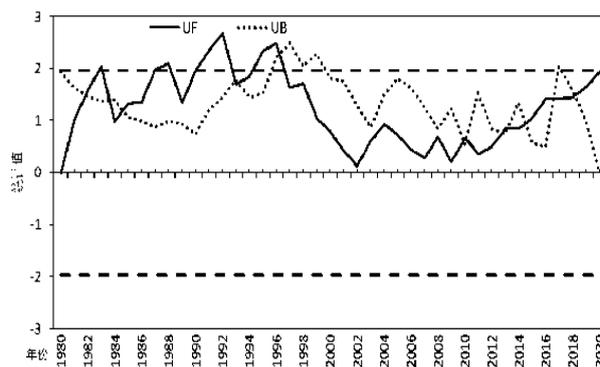


图1 1980-2020年张家口市年降水量M-K检验

#### 2.3 年降水量与ENSO事件的相关性与滞后性

将1980年-2020年的月平均降水量序列与同期的Niño3.4指数进行相关性检验, 分别对滞后1个月到5个月滞后效应分析进行相关性分析, 发现降水量与Niño3.4指数多正相关, 2月和11月降水量相关性较好, 2月及滞后1-5月差异性显著性, 11月Niño3.4指数与降水量相关系数只有滞后1月未达到0.05显著性水平, 其余均达到。平均值分析发现, 降水滞后2个月相关性最大, ENSO事件对气候变化影响存在滞后效应。

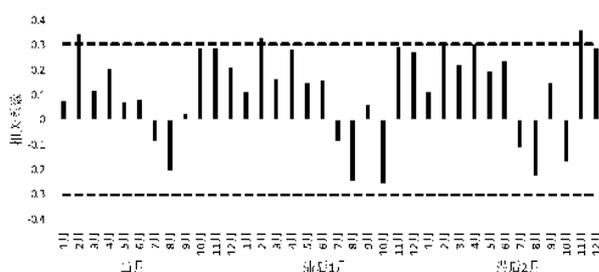


图2 Niño3.4指数与张家口地区逐月降水量滞后0-2月相关性系数

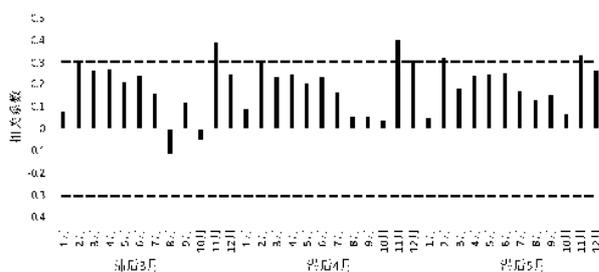


图3 Niño3.4指数与张家口地区逐月降水量滞后3-5月相关性系数

### 2.4 汛期降水量与前冬季 ENSO 事件的滑动相关性分析

利用滑动相关的方法分析 ENSO 事件与张家口市汛期降水量年际关系, 发现 1980-2020 年张家口市汛期降水量与前冬季 Niño3.4 指数的 10 年滑动相关, 滑动相关值记录在窗口的第 10 年, 1981-1990 年的相关值记录在 1990 年。汛期降水量与 ENSO 相关性较差, 多为正相关为主, 2006 年时段通过了 0.1 的显著性水平检验。Mann-Kendall (M-K) 方法对汛期降水量和 Niño3.4 指数 10 年滑动相关系数进行突变检验, 分析发现汛期降水量与 Niño3.4 指数的相关系数在 2001 年发生突变, 2001 年 ENSO 事件与张家口市的汛期降水的 10 年滑动相关系数发生转折。

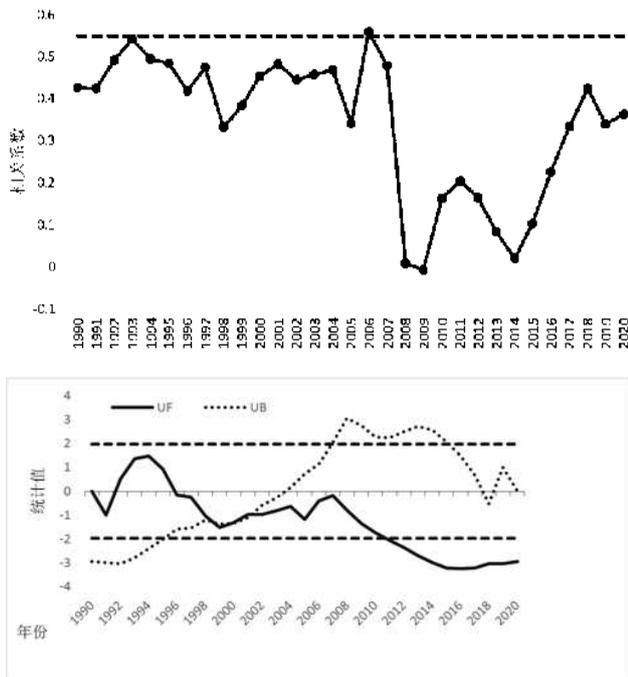


图4 1980-2020年张家口地区汛期降水量与前冬季 Niño3.4 指数 10 年滑动相关系数对应的 M-K 检验

### 三、结论与讨论

ENSO 事件与全球许多气候异常有密切关系, 张家口市 ENSO 事件发生有一定周期性, 为 2-7 年, 东部型多

于中部型, 近年来中部厄尔尼诺事件增多。ENSO 事件春夏为发展阶段, 秋冬达到成熟阶段, 次年春夏为衰减阶段。1980-2020 年张家口地区降水量总体呈上升趋势, 平均每 10 年增加 14.31mm, 1982 年、1996 年和 2010 年三年降水发生了突变现象。整个时间序列发现, 张家口地区降水和 ENSO 事件响应应具有一定的滞后性, 平均状况降水对 ENSO 事件在滞后 2 个月达到最大。ENSO 事件与张家口地区汛期降水年纪关系存在不稳定性, 多体现在 10 年滑动相关在 2001 年又一次突变。另外, 张家口地区汛期降水量与 ENSO 相关性较差, 多以正相关为主。

### 参考文献:

[1]张红英, 吴素芬, 李菊芬, 等.厄尔尼诺/拉尼娜事件变化特征及与长治气候的关系[J].中国农学通报, 2015, 31 (15): 247-253.

[2]姚辉, 李栋梁.厄尔尼诺事件与中国降水及历史旱涝[J].应用气象学报, 1922, 3 (2): 228-234.

[3]王绍武.近500年的厄尔尼诺事件[J].气象, 1989, 15 (4): 15-20.

[4]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.

[5]赵振国.厄尔尼诺现象与我国温度[J].气象, 1989, 15 (7): 26-30.

[6]吴尚森, 梁建茵, 黄增明.厄尔尼诺事件及其对华南天气气候的影响[J].广东气象, 1998, 20 (1): 8-10.

[7]古鸣. ENSO 事件对梧州市汛期降水的滞后影响效应[J].气象研究与应用, 2007, 28 (S2): 104, 161.

[8]魏晓宇, 刘学峰, 窦金来, 等. ENSO 事件对珠海市降水的影响[J].广东气象, 2007, 29 (4): 36-37, 52.

[9]陈冰, 李国龙, 马路金, 等.化州雷暴气候特征及其与 ENSO 事件的关系[J].广东气象, 2015, 37 (2): 32-36.

[10]姬雪帅, 郭宏, 黄山江.2016年张家口地区暴雨过程分析[J].现代农业科技, 2018 (04): 204-206+209.