

李欣,王素艳,郑广芬,等. 不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水的差异[J]. 干旱气象, 2016, 34(2): 290-296. [LI Xin, WANG Suyan, ZHENG Guangfen, et al. Impacts of Different Types El Niño Events on the Next Spring Precipitation in Ningxia[J]. Journal of Arid Meteorology, 2016, 34(2): 290-296], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-02-0290

不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水的差异

李欣^{1,2}, 王素艳^{1,2}, 郑广芬^{1,2},
丁小谨², 周虎², 杨建玲¹

(1. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏气候中心, 宁夏 银川 750002)

摘要: 利用 1961~2014 年春季宁夏 20 个气象站的降水及 NCEP 再分析等资料, 重点分析了不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水的差异。结果表明: 由于 El Niño 事件在 1990 年代以后主要转为中部型, 宁夏春季降水对 El Niño 的响应也发生了变化, 由之前在 El Niño 发生次年春季降水偏多, 转为次年春季降水偏少。东部型和混合型 El Niño 事件次年春季, 500 hPa 高度距平场上欧亚中高纬地区环流分布及 700 hPa 水汽输送条件, 均有利于宁夏出现降水; 而中部型 El Niño 事件次年春季, 青藏高原南侧以偏西风为主, 青藏高原东南侧相对湿度较低, 不利于宁夏春季出现降水。

关键词: 不同分布型; El Niño; 春季降水; 宁夏

文章编号: 1006-7639(2016)-02-0290-07 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-02-0290

中图分类号: P732

文献标识码: A

引言

ENSO 对全球气候产生影响是众所周知的, 一般暖位相 (El Niño) 与冷位相 (La Niña) 循环出现, 由于 ENSO 现象内在的非线性特征, 使得 El Niño 事件影响强于 La Niña 事件^[1], 众多学者投入大量精力研究 El Niño 对区域气候, 尤其是对降水的影响。不同循环阶段、不同强度的 El Niño 对中国降水的影响差异很大^[2-10]。

研究发现, 2000 年以来发生的大多数 El Niño 事件不同于传统的 El Niño 事件, 其发生时, 赤道中太平洋 (165°E ~ 140°W) 出现大范围异常偏暖, 并自西向东扩展, 被称为 Central Pacific El Niño (CP-El Niño)^[11] 或 El Niño Modoki^[12]。研究发现, 在 El Niño Modoki 年, 日本西部降水偏少 40% 以上, 而这些地区在 El Niño 年通常为降水正常或略偏多。澳大利亚 3~5 月的降水对 El Niño Modoki 有较明显响应, 9~11 月降水则对 El Niño 响应明显; 当 El Niño Modoki 事件发生时, 澳大利亚西北部和北部地

区降水明显减少, 而在 El Niño 年, 澳大利亚东北部和东南部地区降水偏少^[13]。Weng 等^[14-17] 研究发现, El Niño Modoki 年夏季, 中国夏季雨带容易北移, 长江下游及东北地区降水较常年偏少 30% 以上, 我国淮河流域梅雨量易偏多, 南方部分地区降水异常偏多达 70%, 西南地区易出现干旱; El Niño Modoki 年冬季, 华南地区降水偏少。

当冬季海温呈 El Niño 成熟位相型时, 次年我国西北地区春季降水偏多^[18], 西北地区东部是西北地区降水对 ENSO 最敏感的区域, 其中宁夏降水对 El Niño 事件达到最显著响应需要滞后 2~4 个月, 在其发生次年, 宁夏 3~9 月易出现降水偏多^[19-21]。宁夏位于干旱半干旱生态脆弱地带, 水资源缺乏, 春季干旱是其重要灾害性天气之一, 春季降水的多寡直接影响该地区发展, 弄清不同类型 El Niño 对宁夏春季降水的影响差异, 可为宁夏乃至西北地区东部春季降水预报提供一定的理论依据。由于历史上多数的 El Niño 事件都爆发在春、夏季, 或更晚, 且峰值都出现在

收稿日期: 2015-09-21; 改回日期: 2015-10-17

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306027)、公益性行业(气象)科研重大专项(GYHY201506001)和气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2015M65)共同资助

作者简介: 李欣(1983-), 女, 回族, 宁夏同心人, 硕士, 工程师, 主要从事气候及气候变化研究. E-mail: lixin_720@163.com

通讯作者: 王素艳(1974-), 女, 宁夏中宁人, 硕士, 高级工程师, 主要从事气候、气候资源及气候灾害评估方面的工作. E-mail: nxwsy_cn@sina.com

冬春季节,因此本文主要讨论不同分布型 El Niño 事件发生次年宁夏春季降水差异。

1 资料和方法

1.1 资料

所用资料包括:(1)宁夏 1961~2014 年 20 个气象站 3~5 月降水量观测资料;(2)1960~2014 年美国 NCEP/NCAR 的月平均再分析高度场、风场、相对湿度资料;(3)国家气候中心的 ENSO 监测指数 niño3、niño3.4、niño4 指数及 El Niño Modoki 指数 (EMI) 资料。

1.2 方法

1.2.1 El Niño 事件的定义

目前用来定义 ENSO 事件的 niño 指数中 niño3 指数对传统的 El Niño 事件监测能力最好,而 niño4 指数则对 El Niño Modoki 有较强的监测能力^[22],为更好地对 El Niño 进行分类,本文采用 niño3 和 niño4 指标组来定义 El Niño 事件:当 niño3 指数或 niño4 指数达到阈值 0.5 °C,并至少维持 5 个月时定义为 1 次 El Niño。

ENSO 指数的定义如下:

(1)niño3 距平指数:(5°N~5°S, 150°W~90°W)区域平均海温距平;

(2)niño3.4 距平指数:(5°N~5°S, 170°W~120°W)区域平均海温距平;

(3)niño4 距平指数:(5°N~5°S, 160°E~150°W)区域平均海温距平。

1.2.2 El Niño 事件分类方法

首先计算 El Niño 事件中 niño3 和 niño4 指数达到盛期时的标准化强度,当盛期时标准化 niño3 指数大于 niño4 指数时,为传统的 El Niño,反之则定义为 El Niño Modoki^[23]。为方便理解,将传统的 El Niño 称为东部型 El Niño,El Niño Modoki 称为中部型 El Niño,还有一种 El Niño 发展到盛期时最大海温正距平的分布介于这两者之间,基本位于 niño3.4 区,将这种类型事件称为混合型 El Niño^[24]。由此将 1961~2014 年发生的 El Niño 事件进行分类,其中东部型 El Niño 有 5 a,分别为 1969、1972、1976、1982、1997 年;中部型 El Niño 有 10 a,分别为 1968、1977、1979、1990、1994、2002、2003、2004、2006、2009 年;混合型 El Niño 有 4 a,分别为 1963、1965、1987、1991 年。本文将 El Niño 发生的当年称为 El Niño 当年,而发生年的第二年称为 El Niño 次年。

1.2.3 El Niño Modoki 指数 (EMI) 的定义

该指数被广泛用来表示 El Niño Modoki 的强度,表达式为:

$$EMI = [SSTA]_C - 0.5[SSTA]_E - 0.5[SSTA]_W \quad (1)$$

其中, $[SSTA]_C$ 、 $[SSTA]_E$ 和 $[SSTA]_W$ 分别表示热带太平洋中部(10°S~10°N, 165°E~140°W)、东部(15°S~5°N, 110°W~70°W)和西部(10°S~20°N, 125°E~145°E)区域平均的海温距平^[12]。

另外,还采用滑动相关、合成分析、M-K 检验等统计方法,对不同分布型 El Niño 事件对宁夏春季降水的时空变化的可能影响进行研究。

2 宁夏春季降水的时空特征

宁夏春季常年降水量不足 50 mm,1961~2014 年春季降水整体呈减少趋势,其中 1998 年为近 54 a 春季降水最多的一年,春季降水量为 116.3 mm,1995 年春季降水最少,仅为 7.7 mm,较常年同期偏少 84.4%;1960 年代、1980 年代出现春季降水偏多的年份较多,进入 21 世纪以来,14 a 中有 6 a 春季降水偏多,偏多概率为 43% (图 1)。

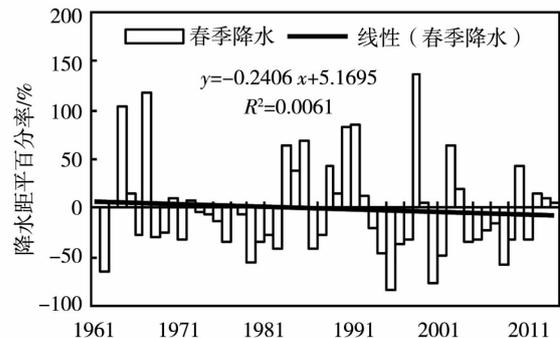


图 1 1961~2014 年宁夏春季降水距平百分率变化

Fig. 1 The annual change of spring precipitation anomaly percentage in Ningxia from 1961 to 2014

1981~2010 年宁夏全区春季降水偏多概率为 43.3%,中部干旱带降水偏多的概率最小,为 40%。从全区各地春季降水偏多概率分布来看,除南部山区的隆德、泾源降水偏多概率为 50.0%~56.7%,其他各地偏多概率均低于 50%,在 33.3%~46.7% 之间(图 2)。

3 El Niño 对宁夏春季降水的可能影响

从宁夏春季降水与 niño3、niño3.4、niño4 指数的相关分析(图 3)发现,宁夏春季降水与上年 6 月到当年 1~3 月各 niño 指数相关性较好,其中与上

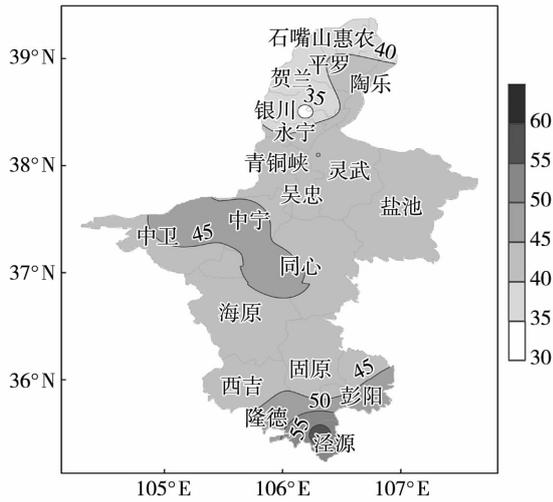


图2 1981~2010年宁夏各地春季降水偏多概率分布(单位:%)
Fig.2 Probability distributions of the anomalously more spring precipitation in Ningxia from 1981 to 2010 (Unit:%)

年7~9月、当年2月的niño3、niño3.4指数的相关系数均超过0.36(通过了0.01的信度检验),说明宁夏春季降水对前期的niño指数有较明显响应。1961~2014年,共发生19次El Niño事件,在其发生次年,有10 a宁夏春季降水偏多,比常年春季降水偏多概率增大9.3%。

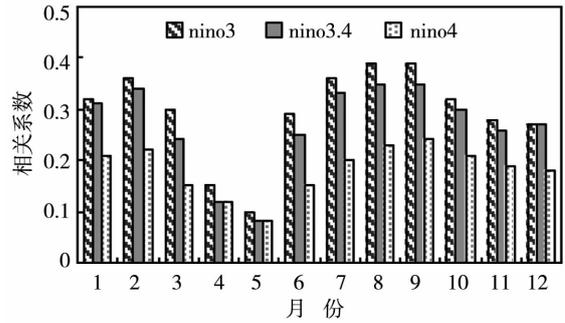


图3 宁夏春季降水与各月niño指数的相关系数
Fig.3 The correlation coefficients between the spring precipitation in Ningxia and monthly niño indexes

3.1 宁夏春季降水与 El Niño 的年代际关系的变化

由于东部型 El Niño 事件一般开始于冬、春季节并迅速发展至强盛,而中部型 El Niño 事件发生一般始于夏季^[25],因此分别对宁夏春季降水与上年冬季niño3指数、上年夏季EMI指数进行11 a滑动相关分析,同时采用M-K检验方法测定滑动相关系数变化是否具有气候跃变及阶段性特征。从图4a和图4b可以看出,宁夏春季降水与前期冬季niño3指数间的11 a滑动相关系数整体表现为较稳定的正相关关系,其中在1992年左右发生显著突变(通过0.05信度检验),出现较弱的负相关,之后又迅速转为显著正相关。

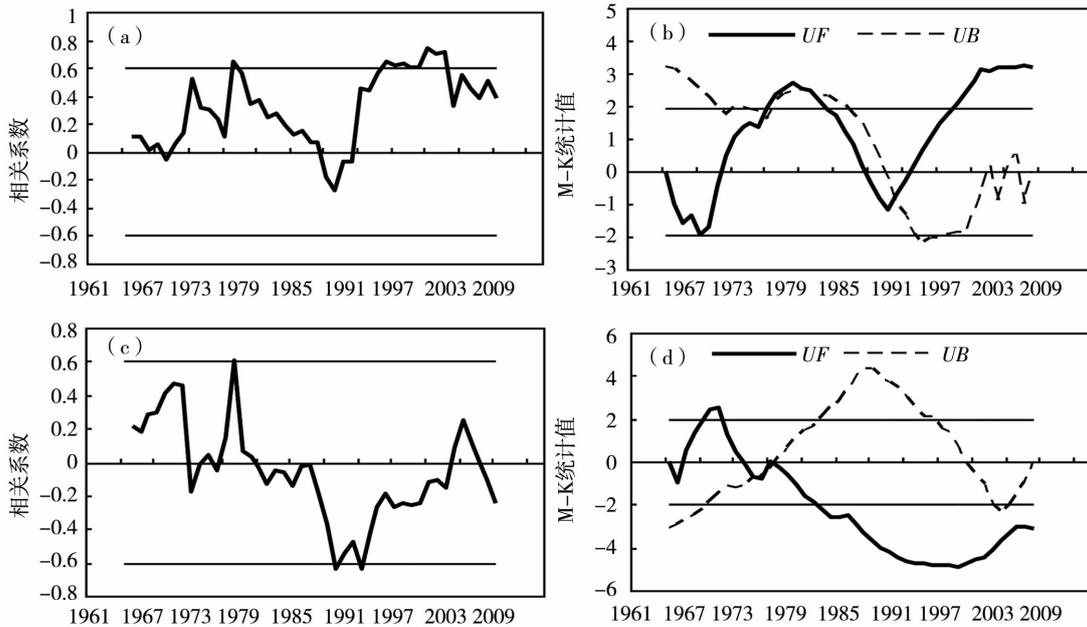


图4 宁夏春季降水与前期冬季niño3指数(a,b)和前期夏季EMI指数(c,d)的11 a滑动相关系数(a,c)及对应的M-K检验(b,d)(直线为0.05显著性水平临界值)
Fig.4 The 11-year sliding correlation coefficients (a, c) between spring precipitation in Ningxia and pre-winter niño3 (a, b), pre-summer EMI (c, d) and corresponding M-K tests (b, d) (The straight lines for the critical lines passing 0.05 significance test)

由图 4c 和图 4d 可知,宁夏春季降水与前期夏季 EMI 指数之间的 11 a 滑动相关系数在 1976 年左右发生突变,由之前的正相关逐渐转向负相关,且在 1986 年以后,这种负相关关系愈加显著,通过 0.05 的信度检验。结合前面 El Niño 事件的分类,发现 1990 年代以后出现的 El Niño 事件主要以中部型为主,说明在 1990 年代以前 El Niño 发生次年,宁夏春季降水容易偏多,之后,当出现中部型 El Niño 事件时,宁夏春季降水主要以偏少为主。

3.2 不同分布型 El Niño 事件次年与常年宁夏春季降水偏多概率差异

为进一步说明不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水的差异,对比了不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水偏多概率与常年(1981~2010 年)春季降水偏多概率的差异。统计发现,在东部型 El Niño 事件次年春季,宁夏银川以南的大部地区降水偏多概率达 60% 以上,其中海原、固原、西吉高达 100%,其他各地降水偏多概率不超过 40% (图

略)。与常年同期相比,宁夏大部地区东部型 El Niño 次年春季降水偏多概率比常年偏多概率偏大 10% 以上,其中南部山区偏大 40%~60% (图 5a),说明在东部型 El Niño 事件次年,宁夏春季降水显著偏多。

在中部型 El Niño 事件次年春季,除盐池、固原、隆德、泾源降水偏多概率为 50%,宁夏其他地区降水偏多概率 < 40% (图略)。与常年同期相比,盐池、固原中部型 El Niño 次年春季降水偏多概率比常年偏多概率增大 10%,其他各地均减小了 3%~20% (图 5b),可见在中部型 El Niño 事件次年,宁夏春季易出现降水偏少。

混合型 El Niño 事件次年春季,宁夏同心、吴忠、盐池及其以北地区降水偏多概率超过 60% (图略)。与常年同期相比,全区大部地区降水偏多概率比常年偏多概率增大 10%~60% (图 5c),且自西向东、自南向北逐渐增大,可见混合型 El Niño 事件次年,宁夏春季降水偏多。

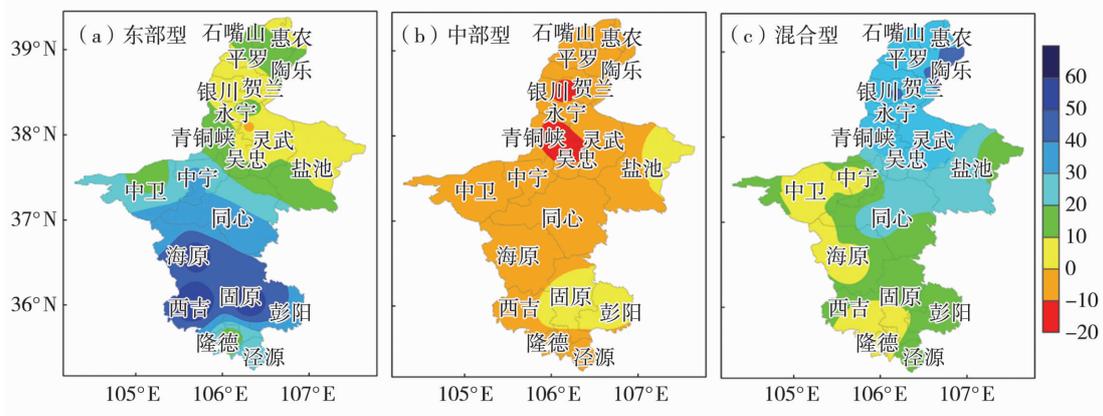


图 5 不同分布型 El Niño 事件次年宁夏春季降水偏多概率与 1981~2010 年春季降水偏多概率差值(单位:%)

Fig. 5 Probability differences of more spring precipitation in Ningxia between that in the next year of El Niño events with different types and the climatology (1981-2010) (Unit:%)

综上所述,不同分布型 El Niño 事件对次年春季降水的影响,从年代际背景上是不同的,1990 年代以后,宁夏春季降水主要对中部型 El Niño 事件发生响应,易出现次年春季降水偏少,而东部型和混合型 El Niño 事件次年春季,宁夏降水偏多的概率增大。

3.3 不同分布型 El Niño 事件次年春季大气环流差异

将宁夏春季降水与同期 500 hPa 高度场求相关(图 6)。可以看出,在欧亚范围内中高纬相关系数呈现“+ - +”的分布,乌拉尔山及其以西为正相关关系,威海为负相关中心,另一正相关中心位于日本海。

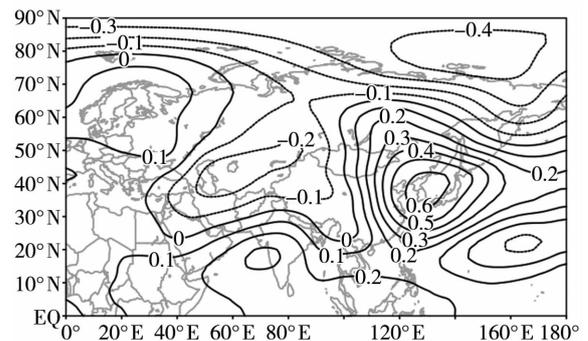


图 6 宁夏春季降水与同期 500 hPa 高度场的相关关系

Fig. 6 The correlation coefficient between the spring precipitation in Ningxia and the 500 hPa height field

不同分布型 El Niño 事件次年春季的环流合成场显示,在东部型 El Niño 事件次年春季 500 hPa 高度距平场上(图 7a),欧亚中高纬地区呈现“ - + - ”的分布,在黑海附近为负距平中心,乌拉尔山附近为正距平中心,贝加尔湖为负距平中心,日本海附近为另一个正距平中心。结合对应 700 hPa 风场及相对湿度距平场来看(图 7b、图 7c),东部型 El Niño 事件次年春季,青藏高原南侧偏南风分量较大,青藏高原东南侧相对湿度增加明显,有利于水汽向宁夏输送,易出现降水。在中部型 El Niño 事件次年春季,500 hPa 高度距平场上(图 7d),欧亚范围内中高纬呈现“ - + - ”的分布,乌拉尔山及其以西为负距平中心,贝加尔湖为正距平中心,另一负距平中心

位于日本海,在对宁夏春季降水影响较明显的关键区,有与东部型 El Niño 事件次年春季 500 hPa 高度距平相反的分布;700 hPa 风场及相对湿度距平场上(图 7e 和图 7f),青藏高原南侧以偏西风分量为主,青藏高原东南侧相对湿度较低,不利于宁夏春季出现降水,易出现干旱。而在混合型 El Niño 事件次年,春季 500 hPa 高度距平场上,欧亚范围内中高纬地区呈现“ + - + ”的分布,关键区的分布与中部型 El Niño 事件次年分布相反,相似于东部型 El Niño 事件次年分布(图 7g),且高原东侧 700 hPa 偏南风分量较大(图 7h),河西至河套北部 700 hPa 有明显高湿区(图 7i),均有利于宁夏春季出现降水偏多。

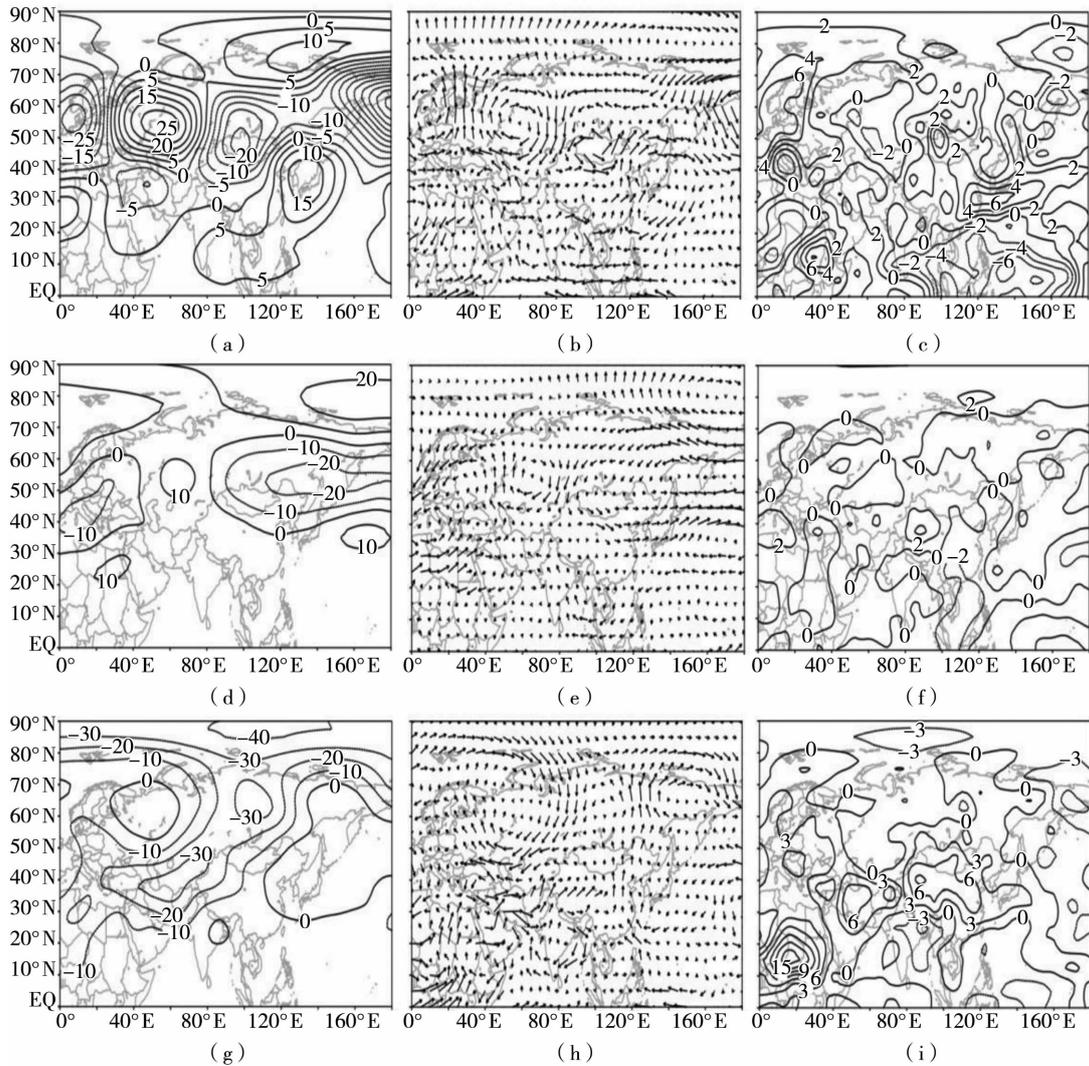


图 7 东部型(a, b, c)、中部型(d, e, f)、混合型(g, h, i) El Niño 事件次年春季 500 hPa 高度距平(a, d, g; 单位: gpm)

和 700 hPa 风场(b, e, h; 单位: m/s) 及相对湿度距平场(c, f, i; 单位: %) 分布

Fig. 7 The distribution of the 500 hPa height anomaly (a, d, g, Unit: gpm) and the 700 hPa wind field (b, e, h, Unit: m/s) and relative humidity anomaly (c, f, i, Unit: %) in the next spring of El Niño events with Eastern Pacific (a, b, c), Central Pacific (d, e, f) and Mixed (g, h, i) types

4 结 论

虽然 El Niño 事件次年宁夏春季降水偏多的概率整体增大,但不同分布型 El Niño 事件对次年春季降水的影响具有年代际特征,1990 年代以后,宁夏春季降水主要对上年中部型 El Niño 事件发生响应,易出现春季降水偏少,有别于其他分布型 El Niño 事件,且不同分布型 El Niño 事件次年春季,降水偏多概率及对应的大气环流存在差异:

(1)东部型 El Niño 事件次年春季,500 hPa 高度距平场上欧亚中高纬地区呈现“- + - +”的分布,青藏高原南侧偏南风分量较大,青藏高原东南侧相对湿度增加明显,有利于宁夏出现降水;

(2)中部型 El Niño 事件次年春季,500 hPa 高度距平场上欧亚范围内中高纬呈现“- + -”的分布,青藏高原南侧以偏西风分量为主,青藏高原东南侧相对湿度较低,不利于宁夏出现降水;

(3)混合型 El Niño 事件次年春季,500 hPa 高度距平场上欧亚范围内中高纬呈现“+ - +”的分布,高原东侧偏南风分量较大,河西至河套北部有明显高湿区,宁夏降水偏多的概率增大。

本文主要讨论了不同分布型 El Niño 事件对宁夏次年春季降水的可能影响,不同强度的 El Niño 事件对宁夏次年春季降水影响如何,以及对其他季节降水如何影响未做考虑,在今后研究工作中应结合其他因子,研究不同分布型、不同强度的 El Niño 事件对宁夏夏、秋季降水的影响,进一步明确 El Niño 事件对宁夏气候的影响。

参考文献:

- [1] An S I, Jin F F. Nonlinearity and Asymmetry of ENSO[J]. *Journal of Climate*, 2004, 17(12): 2399 - 2412.
- [2] Huang R H, Wu Y F. The influence of ENSO on the summer climate change in China and its mechanisms[J]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 1989, 6(1): 21 - 32.
- [3] 薛峰,刘长征. 中等强度 ENSO 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, 52(23): 2798 - 2805.
- [4] 郑冬晓,杨晓光. ENSO 对全球及中国农业气象灾害和粮食产量影响研究进展[J]. *气象与环境科学*, 2014, 37(4): 90 - 101.
- [5] 常军,史恒斌,左璇. 黄河流域秋季降水及环流对 ENSO 和 IOD 的响应分析[J]. *气象与环境科学*, 2013, 36(2): 15 - 20.
- [6] 郝立生,丁一汇,闵锦忠,等. 华北降水季节演变主要模态及影响因子[J]. *大气科学*, 2011, 35(2): 217 - 234.
- [7] 张静,李跃清,蒋兴文. 东亚冬季风的时空变化及其与 ENSO、AO 相互关系的研究进展[J]. *高原山地气象研究*, 2012, 32(3): 89 - 96.
- [8] 冯娟,管兆勇,王黎娟,等. 夏季热带中太平洋 SST 异常型与中国东部夏季气候异常的关系[J]. *大气科学学报*, 2010, 33(5): 547 - 554.
- [9] 赵加华,刘喜迎,姜皓严,等. 热带太平洋海表面高度特征及其与 ENSO 事件的关系分析[J]. *气象与环境科学*, 2012, 35(2): 33 - 39.
- [10] 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.
- [11] Kao H Y, Yu J Y. Contrasting Eastern - Pacific and Central - Pacific types of ENSO[J]. *Journal of Climate*, 2009, 22(3): 615 - 632.
- [12] Ashok K, Behera S, Rao S, et al. El Niño Modoki and its possible teleconnection[J]. *Journal of Geophysical Research*, 2007, 112: C11007, doi:10.1029/2006JC003798.
- [13] Taschetto A S, England M H. El Niño Modoki impacts on Australian rainfall[J]. *Journal of Climate*, 2009, 22(11): 3167 - 3174.
- [14] Weng H, Ashok K, Behera S, et al. Impacts of recent El Niño Modoki on dry/wet conditions in the Pacific rim during boreal summer[J]. *Climate Dynamics*, 2007, 29: 113 - 129.
- [15] 钱维宏,朱江,王永光,等. 江淮梅雨和赤道太平洋区域海温变化的关系[J]. *科学通报*, 2009, 54(1): 79 - 84.
- [16] 王钦,李双林,付建建,等. 1998 和 2010 年夏季降水异常成因的对比分析:兼论两类不同厄尔尼诺事件的影响[J]. *气象学报*, 2012, 70(6): 1207 - 1222.
- [17] 袁良,何金海. 两类 ENSO 对我国华南地区冬季降水的不同影响[J]. *干旱气象*, 2013, 31(1): 24 - 31.
- [18] 王澄海,王式功,杨德宝,等. 中国西北春季降水与太平洋海温相关特征的研究[J]. *热带气象学报*, 2002, 18(4): 374 - 382.
- [19] 王国荣,罗哲贤,赵东. 西北地区 3 - 9 月降水量与 ENSO 的联系[J]. *南京气象学院学报*, 2008, 30(6): 849 - 856.
- [20] 信忠保,谢志仁,王文. 宁夏降水变化及其与 ENSO 事件的关系[J]. *地理科学*, 2005, 25(1): 49 - 55.
- [21] 朱炳媛,李栋梁. 1845 - 1988 年期间厄尔尼诺事件与中国西北旱涝[J]. *大气科学*, 1992, 16(2): 185 - 192.
- [22] Kug J S, Choi J, An S I, et al. Warm pool and cold tongue El Niño events as simulated by the GFDL 2.1 coupled GCM[J]. *Journal of Climate*, 2010, 23(5): 1226 - 1239.
- [23] 曹璐,孙丞虎,任福民,等. 一种综合监测两类不同分布类型 ENSO 事件指标的研究[J]. *热带气象学报*, 2013, 29(1): 66 - 74.
- [24] 袁媛,杨辉,李崇银. 不同分布型厄尔尼诺事件及对中国次年夏季降水的可能影响[J]. *气象学报*, 2012, 70(3): 467 - 478.
- [25] 谭红建,蔡榕硕. 热带太平洋 El Niño Modoki 对中国近海及邻近海域海温的可能影响[J]. *热带气象学报*, 2012, 28(6): 897 - 904.

Impacts of Different Types El Niño Events on the Next Spring Precipitation in Ningxia

LI Xin^{1,2}, WANG Suyan^{1,2}, ZHENG Guangfen^{1,2},

DING Xiaojin², ZHOU Hu², YANG Jianling¹

(1. Key Laboratory of Preventing and Reducing Meteorological Disaster of Ningxia, Yinchuan 750002, China; 2. Ningxia Climate Center, Yinchuan 750002, China)

Abstract: Based on the monthly precipitation data in spring at 20 weather stations in Ningxia and reanalysis data provided by National Centers for Environmental Prediction (NCEP) from 1961 to 2014, the impacts of El Niño events with different types on the next spring precipitation in Ningxia were analyzed. The results show that the response of the next spring precipitation in Ningxia to El Niño had changed due to the El Niño event being mainly the Central Pacific type after the 1990s, and the spring precipitation patterns changed from more to less in Ningxia. The probabilities of the anomalously more precipitation and atmospheric circulations were different under the influence of different types El Niño events. Under the influence of the Eastern Pacific and Mixed types of El Niño events, the distribution of 500 hPa circulation, the water transport and wind field on 700 hPa over Ningxia were beneficial to produce rainfall in the next spring, and would possibly induce to increase the probability of the anomalously more spring precipitation. However, under the impact of the Central Pacific type of El Niño, the westerly winds on 700 hPa predominated over southern Tibet Plateau and the relative humidity on 700 hPa was less over southeastern Tibet Plateau, which would possibly induce the probability of spring precipitation decrease.

Key words: different types; El Niño; spring precipitation; Ningxia

~~~~~

(上接第 275 页)

## Variation Trends of the Extreme Temperature and Its Relationship with Regional Warming in the South and North Sides of the Qinling Mountain During 1961 – 2012

WANG Zhao<sup>1</sup>, PENG Yan<sup>2</sup>, WEI Na<sup>3</sup>

(1. Shaanxi Remote Sensing Information Center for Agriculture, Xi'an 710014, China;  
2. Meteorological Institute of Shaanxi Province, Xi'an 710016, China;  
3. Climate Center of Shaanxi Province, Xi'an 710014, China)

**Abstract:** Based on homogeneous daily average, maximum and minimum temperature data of 47 weather stations in Shaanxi Province from China Meteorological Administration, the trend characteristics of the averaged maximum and minimum temperature during 1961 – 2012 in four geomorphic units in the south and north sides of the Qinling Mountain were analyzed firstly. Then five indices of extreme temperature were calculated by RCLIMDEX software, and its relationship with regional warming was studied. The results showed that the variation trends of extreme temperature over the study area in four seasons had great differences, the increase of maximum temperature during 1961 – 2012 was most significant in spring, but for minimum temperatures increase was obvious in winter, and the climatic increasing rates of the maximum and minimum temperature in four seasons were different, which amplified the daily temperature range in spring and autumn and reduced that in summer and winter. The extreme temperatures all appeared increasing trends in loess plateau, Guanzhong basin, south slope of the Qinling Mountain and Hanshui basin, but the increasing rates in loess plateau and Guanzhong basin of northern Qinling Mountain were higher than that in south slope and Hanshui basin of southern Qinling Mountain, especially the increasing of minimum temperature in Guanzhong basin. The variation rates of extreme minimum temperature indexes in northern Qinling Mountain were greater than that of extreme maximum temperature, while that of the former in southern Qinling Mountain was less than the latter. In addition, the regional warming in the Qinling Mountain was not only bound up with the maximum and minimum temperature, but also was affected by the extreme temperature, and that in north part of the Qinling Mountain was closely related to the increase of warm nights (TN90P), while in south part of Qinling Mountain it was more likely related to increasing of warm days (TX90P).

**Key words:** Qinling Mountain; RCLIMDEX; extreme temperature