

厄尔尼诺/拉尼娜事件对内蒙古自治区气候的影响

白小娟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: 通过对内蒙古自治区近 50 a 来气象资料的搜集和整理, 分析了 1961 年以来内蒙古地区的气候变化特点, 并对区内降水量、气温、自然灾害事件等因子与厄尔尼诺/拉尼娜事件的相关性进行了研究。结果表明, 厄尔尼诺事件发生年内蒙古地区年平均降水量比非 ENSO 事件年平均减少了 31.45 mm, 拉尼娜事件发生年内蒙古地区年平均降水量比非 ENSO 事件年平均减少 14.69 mm, 表明 ENSO 事件具有减少内蒙古地区降水量的明显作用; 厄尔尼诺发生年的年平均气温比非 ENSO 事件年平均气温高出 0.12 °C, 拉尼娜事件发生年的年平均气温比非 ENSO 事件年高出 0.22 °C, 表明 ENSO 事件具有使内蒙古地区气温升高的作用; ENSO 事件的发生增加了内蒙古地区干旱灾害发生的可能性, 且厄尔尼诺事件发生年比拉尼娜事件发生年更容易暴发干旱灾害, ENSO 事件的发生通常给内蒙古地区农牧业生产带来不利影响。

关键词: 厄尔尼诺; 拉尼娜; ENSO; 气候变化; 降水量; 气温; 气象灾害

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)06-0245-05

中图分类号: P732

Effects of El Nino/La Nina Events on Climate in Inner Mongolia Autonomous Region

BAI Xiao-juan¹, 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 data collected in Inner Mongolia Autonomous Region during the past 50 years, we analyzed the characteristics of climate change in Inner Mongolia Autonomous Region since 1961 and attempted to establish the relationship between El Nino/La Nina events and the variables including annual precipitation, temperature and natural disasters. The results showed that compared to the normal years, annual precipitation of the El Nino years was 31.45 mm and that of La Nina years was 14.69 mm less by average, indicating a significant influence by the ENSO events on the regional climate. In contrast, annual temperature increased by an average of 0.12 °C in the El Nino years, and by an average of 0.22 °C than in the La Nina years, indicating that the ENSO events caused significant warming in the study area. Generally speaking, ENSO events increased the possibility of drought disaster, and moreover, the El Nino years had even higher possibility of drought than the La Nina years. Consequently, El Nino/La Nina events were often unfavorable for the agricultural and animal husbandry production of Inner Mongolia Autonomous Region.

Keywords: El Nino; La Nina; ENSO; climate change; precipitation; temperature; meteorological disaster

迄今为止,厄尔尼诺现象和拉尼娜现象已成为全球科学界研究的一大热点。厄尔尼诺(El Nino)指赤道太平洋中、东部广大海区海面温度(SST)持续异常增暖的现象。拉尼娜(La Nina)是赤道太平洋中、东部 SST 持续异常变冷的现象。赤道太平洋与印度洋之间一边气压上升,另一边的气压往往会下降,称之为“南方涛动”(southern oscillation),厄尔尼诺与“南方涛动”合称为 ENSO^[1-3]。许多学者讨论了厄尔

尼诺/拉尼娜事件对中国气候的影响^[4-10],然而关于厄尔尼诺/拉尼娜事件对内蒙古地区气候影响的相关研究还较少。为了揭示厄尔尼诺/拉尼娜事件与内蒙古自治区气候变化的联系,本研究对内蒙古地区降水量、气温、自然灾害事件与厄尔尼诺/拉尼娜事件之间的关系进行研究,以期对减少厄尔尼诺/拉尼娜事件对内蒙古地区各方面带来的不利影响和对该区气候变化等方面的研究提供参考。

收稿日期:2011-12-18

修回日期:2012-02-09

资助项目:国家科技支撑计划项目“青海湖流域生态和环境综合监测与评估技术”(2007BAC30B01)

作者简介:白小娟(1987—),女(汉族),陕西省榆林市人,硕士研究生,研究方向为环境评价与防治。E-mail:bxj0904@stu.snnu.edu.cn。

通信作者:赵景波(1953—),男(汉族),山东省滕州市人,教授,博士生导师,主要从事第四纪与环境科学研究。E-mail:zhaobjb@snnu.edu.cn。

1 研究区域概况

内蒙古自治区位于北纬 $37^{\circ}20'$ — $53^{\circ}20'$, 东经 $97^{\circ}10'$ — $126^{\circ}29'$ 之间。是我国跨经度最大的省级行政区, 东西直线距离达 2 400 km, 南北跨度达 1 700 km。内蒙古地区东部与辽宁、吉林、黑龙江三省毗邻, 南部、西南部与陕西、河北、山西、宁夏 4 省区接壤。西部与甘肃省相连, 北部与蒙古国为邻, 东北部与俄罗斯交界。

2 近 50 a 来 ENSO 事件的发生和变化特征

2.1 厄尔尼诺/拉尼娜事件年份的判定

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>)”中内蒙古地区主要城市呼和浩特、包头、集宁、赤峰、通辽、临河、东胜、海拉尔共 8 个观测站的详细统计资料。厄尔尼诺/拉尼娜事件资料来源于文献[11]中的统计数据。不同国家对厄尔尼诺/拉尼娜事件定义的标准不同。采用的定义标准为赤道东太平洋 (0° — 10° S, 180° E— 90° W) 的月平均海面温度 (SST) 距平 $>0.5^{\circ}\text{C}$ (或 $<-0.5^{\circ}\text{C}$), 持续时间 ≥ 6 个月, 中断时间不超过 1 个月。根据研究资料[12,13], 1961 年至今, 共发生厄尔尼诺事件 14 次, 共持续了 19 a, 具体发生与持续时间如表 1 所示。近 50 a 来, 共发生拉尼娜事件 9 次, 共持续了 18 a, 具体发生与持续时间如表 2 所示。表 1 统计了近 50 a 来发生的厄尔尼诺事件的时间特征, 表 2 统计了近 50 a 来发生的拉尼娜事件的时间特征。

表 1 1961 年以来厄尔尼诺事件发生年[14]

序号	开始年份	开始月份	结束年份	结束月份	持续时间/月	强度
1	1963	06	1963	12	7	弱
2	1965	05	1966	03	11	中
3	1968	10	1969	05	8	弱
4	1972	04	1973	02	11	弱
5	1976	08	1977	01	6	弱
6	1982	04	1983	05	14	强
7	1986	07	1988	01	19	强
8	1991	04	1992	06	15	中
9	1994	04	1995	02	11	中
10	1997	04	1998	04	13	强
11	2002	04	2003	02	11	弱
12	2004	05	2005	01	9	弱
13	2006	07	2006	12	6	弱
14	2009	05	2010	03	11	中

表 2 1961 年以来拉尼娜事件发生年[14]

序号	开始年份	开始月份	结束年份	结束月份	持续时间/月	强度
1	1964	03	1964	12	10	中
2	1970	06	1971	12	19	中
3	1973	04	1976	04	37	强
4	1984	09	1985	08	12	中
5	1988	04	1989	04	13	强
6	1995	08	1996	02	7	弱
7	1998	06	2000	05	24	强
8	2007	08	2008	04	9	强
9	2010	06	2011	03	10	中

2.2 强度特征

根据海温距平对厄尔尼诺/拉尼娜事件的强度进行量化[11]。量化标准为强厄尔尼诺年的强度等级定量为 3, 中等厄尔尼诺年的强度等级定量为 2, 弱厄尔尼诺年的强度等级为 1; 强拉尼娜年的强度等级定量为 -3, 中等拉尼娜年的强度等级定量为 -2, 弱拉尼娜年的强度等级定量为 -1; 非 ENSO 事件年的强度等级定量为 0。根据厄尔尼诺/拉尼娜事件发生年及其强度特征, 绘制出厄尔尼诺/拉尼娜事件强度曲线图 (图 1)。从图 1 可以看出, 近 50 a 来厄尔尼诺/拉尼娜事件的发生具有周期波动的特点, 波动周期为 2~7 a。其中厄尔尼诺事件发生强度高峰期有 3 次, 分别是 1982—1983 年、1986—1987 年、1997 年; 拉尼娜事件发生强度的高峰期出现了 4 次高峰期, 分别为 1973—1975 年, 1988—1989 年, 1998—2000 年, 2007—2008 年。总体来看, 厄尔尼诺事件发生的强度小于拉尼娜事件发生的强度。

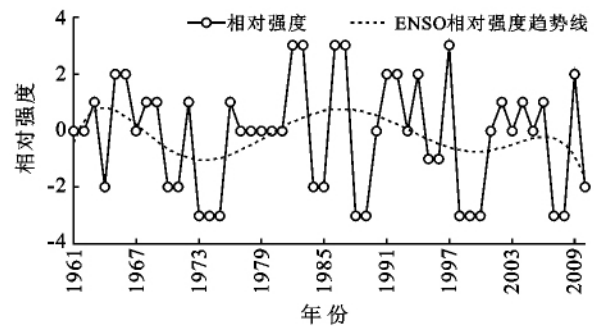


图 1 近 50 a 来发生厄尔尼诺/拉尼娜事件相对强度

3 近 50 a 来内蒙古地区气候变化

根据气象资料绘制出近 50 a 来内蒙古自治区年平均降水量变化图 (图 2) 和平均气温变化图 (图 3)。由图 2 可以看出, 近 50 a 来, 内蒙古地区年降水量主要呈现缓慢波动减少变化趋势, 平均气温呈现明显波

动升高趋势。根据线性拟合,近 50 a 来内蒙古地区年降水量递减率为 -0.3335 mm/a ,与全国近 40 a 平均降水量递减率(-1.2690 mm/a)^[15]相比,内蒙古地区年降水量递减率低于全国,说明内蒙古地区年降水减少量低于全国。内蒙古地区年平均气温每年升高 $0.0483 \text{ }^\circ\text{C}$ (线性趋势线斜率),比全国近 100 a 来平均增温率($0.78 \pm 0.27 \text{ }^\circ\text{C}$)^[16]低,表明内蒙古地区和全国对全球变暖过程的响应存在明显的差异。在气候变暖的地区响应中,内蒙古的变暖趋势低于全国。通过分析可知,内蒙古地区的气候变化呈现出暖干化趋势,这和中低纬度降水量减少以及全球气候变暖的变化趋势相一致^[15-16]。

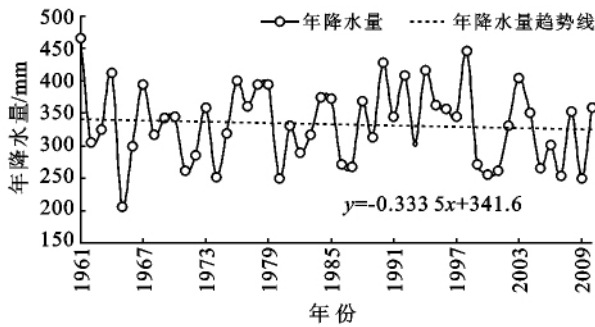


图 2 内蒙古地区近 50 a 平均降水量变化

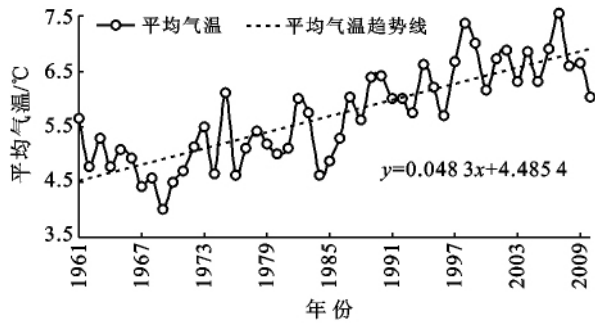


图 3 内蒙古地区近 50 a 平均气温变化

4 近 50 a 来 ENSO 事件与内蒙古地区气候变化的关系

4.1 ENSO 事件与内蒙古地区年降水量变化的关系

通过对近 50 a 来发生的 ENSO 事件和内蒙古地区主要城市呼和浩特、包头、集宁、赤峰、通辽、临河、东胜、海拉尔 8 个观测站的年降水量数据的整理统计,绘制出内蒙古近 50 a 来年降水距平与 ENSO 事件强度关系(图 4)。根据资料统计分析,非 ENSO 事件年中,年降水量正距平 7 a 次,负距平 5 a 次;拉尼娜发生年的 18 a 中,年降水量有 9 a 次为正距平,有 9 a 次为负距平,正距平较多。而厄尔尼诺发生年的 19 a 中,年降水量有 7 a 次为正距平,有 12 a 次为负

距平,即负距平较多。内蒙古地区近 50 a 来非 ENSO 事件年份平均降水量为 350.51 mm ,厄尔尼诺事件发生年平均降水量为 319.06 mm ,拉尼娜事件发生年平均降水量为 335.82 mm 。这说明 ENSO 事件都使内蒙古降水量明显减少。在拉尼娜事件发生年,我国北方地区降水量通常会增加,而在内蒙古地区则呈减少特点。在厄尔尼诺事件发生的次年,降水有所增加^[17]。由统计资料可以明显看出,19 a 厄尔尼诺事件发生后的次年有 11 a 降水量明显增加,而只有 1996,2003 和 2009 年为降水较少年份。连续两年为厄尔尼诺年的,厄尔尼诺结束后第 2 年降水量增加,例如连续厄尔尼诺发生年 1964 和 1965 年、1967 和 1968 年、1981 和 1982 年、1985 和 1986 年、1990 和 1991 年,厄尔尼诺结束后次年,即:1966,1969,1983 和 1992 年降水量明显增加。

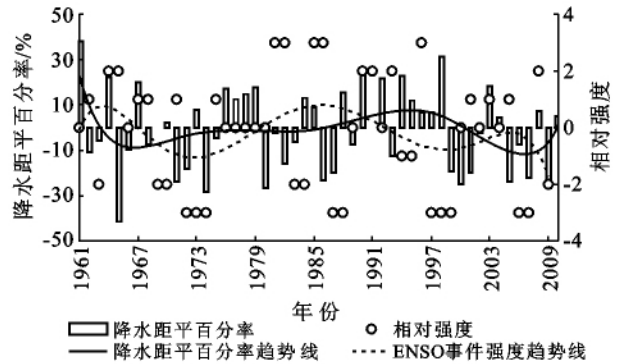


图 4 内蒙古地区近 50 a 来年降水距平百分率与 ENSO 事件强度关系

4.2 ENSO 事件与内蒙古地区年均气温变化的关系

通过对近 50 a 来发生的 ENSO 事件和内蒙古地区主要城市呼和浩特、包头、集宁、赤峰、通辽、临河、东胜、海拉尔 8 个观测站的气温数据的整理统计,统计 8 个观测站的气温数据的平均值,绘制出内蒙古地区近 50 a 来年气温距平与 ENSO 事件强度关系图(图 5)。由图 5 可知,20 世纪 60 年代至 80 年代后期,内蒙古地区年平均气温主要以负距平为主,期间厄尔尼诺事件发生年 11 a。20 世纪 90 年代开始,平均气温主要以正距平为主,期间厄尔尼诺事件发生年 8 a。由 ENSO 事件与内蒙古地区气温距平关系可知,非 ENSO 事件年中,气温距平有 5 a 次为正距平,有 8 a 次为负距平;在厄尔尼诺发生年中,气温距平有 11 a 次为正距平,有 8 a 次为负距平;在拉尼娜发生年中,气温距平有 10 a 次为正距平,有 8 a 次为负距平。这表明在厄尔尼诺事件发生年和拉尼娜事件多发年,气温距平均以正距平为主。从图 5 中还可以看出,20 世纪 90 年代开始,所有拉尼娜发生年气温

距平均为正距平,这与全球变暖有着深切联系^[18-19]。进一步分析发现,内蒙古近 50 a 来非 ENSO 事件年平均气温为 5.55 ℃,所有厄尔尼诺发生年的平均气温为 5.75 ℃,所有拉尼娜发生年的平均气温为 5.77 ℃。厄尔尼诺发生年的平均气温比非 ENSO 事件年的平均气温高出 0.12 ℃,拉尼娜事件发生年的平均气温比非 ENSO 事件年的平均气温高出 0.22 ℃,可见 ENSO 事件使内蒙古地区的气温升高。

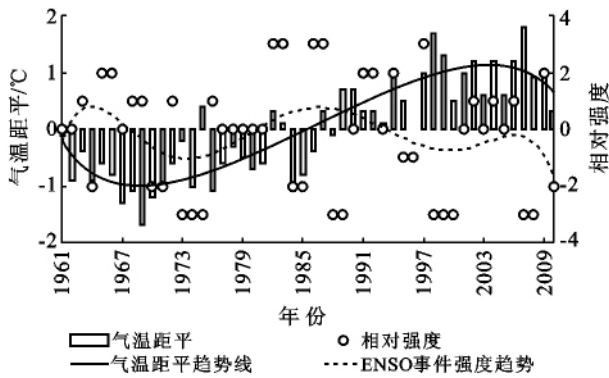


图 5 内蒙古地区近 50 a 来年气温距平与 ENSO 事件强度关系

4.3 ENSO 事件与内蒙古地区旱灾的关系

旱灾等级是反映某一地区干旱危害程度的衡量指标。气象中干旱现象识别的标准多种多样,如依据降水距平百分率划分法、依据降水标准变量划分法及 Z 指数划分法等。前人在确定干旱标准方面已做出许多工作^[20-21]。旱灾的发生与众多因素有关,如各地

区的地理位置、下垫面情况以及人类活动影响等等。因而无论选择哪种标准都具有一定得局限性。鉴于内蒙古地区的气候状况,采用降水距平百分率划分法。结果表明,ENSO 事件对内蒙古地区旱灾影响显著,事件发生年,旱灾主要以重旱为主。重旱或特大旱的干旱持续时间必须连续 2 个月或 2 个月以上,其降水量距平百分率的标准详见表 3。

表 3 重旱、特大旱的降雨量标准

干旱持续时间/月	重旱	特大旱
≥5	-25%~-50%	≤-50%
3~4	-50%~-80%	≤-80%
2	≤-80%	

根据中国气象科学数据共享服务网相关资料统计了内蒙古地区近 50 a 来发生的灾害情况(表 4)。由表 4 可知,内蒙古地区近 50 a 来共发生重旱级以上旱灾(包括重旱)37 a 次,其中有 16 a 次旱灾年发生厄尔尼诺事件,旱灾年份发生厄尔尼诺事件的概率为 0.43;有 12 a 次旱灾年发生拉尼娜事件,旱灾年份发生拉尼娜事件的概率为 0.32;其余 9 a 次旱灾年为非 ENSO 事件年(非厄尔尼诺且非拉尼娜年)。由于 ENSO 事件对内蒙古降水量的减少有着明显影响,因此 ENSO 事件的发生增加了干旱灾害发生的可能性。且厄尔尼诺事件发生年爆发干旱灾害的概率比拉尼娜事件年概率更高,这一认识对于减少内蒙古地区干旱灾害所造成的损失具有重要的指导作用。

表 4 内蒙古 1961 年以来厄尔尼诺/拉尼娜事件干旱灾害的关系

年份	干旱等级	ENSO 事件	年份	干旱等级	ENSO 事件	年份	干旱等级	ENSO 事件
1962 年	重旱	—	1982 年	重旱	厄尔尼诺	1998 年	重旱	拉尼娜
1963 年	重旱	厄尔尼诺	1983 年	重旱	厄尔尼诺	1999 年	特大旱	拉尼娜
1964 年	重旱	拉尼娜	1985 年	重旱	拉尼娜	2000 年	重旱	拉尼娜
1965 年	重旱	厄尔尼诺	1987 年	特大旱	厄尔尼诺	2001 年	特大旱	—
1966 年	重旱	厄尔尼诺	1988 年	重旱	拉尼娜	2002 年	特大旱	厄尔尼诺
1968 年	重旱	厄尔尼诺	1990 年	重旱	—	2003 年	特大旱	—
1969 年	重旱	厄尔尼诺	1991 年	重旱	厄尔尼诺	2004 年	特大旱	厄尔尼诺
1970 年	重旱	拉尼娜	1992 年	重旱	厄尔尼诺	2005 年	特大旱	—
1973 年	重旱	拉尼娜	1993 年	重旱	—	2006 年	特大旱	厄尔尼诺
1974 年	重旱	拉尼娜	1994 年	重旱	厄尔尼诺	2007 年	重旱	拉尼娜
1977 年	重旱	—	1995 年	特大旱	拉尼娜	2009 年	重旱	厄尔尼诺
1979 年	重旱	—	1996 年	特大旱	拉尼娜			
1981 年	重旱	—	1997 年	特大旱	厄尔尼诺			

5 结论

(1) 厄尔尼诺事件发生年内蒙古降水量减少,比非 ENSO 事件年减少 31.45 mm;拉尼娜事件发生年

内蒙古降水量也减少,比非 ENSO 事件年减少 14.69 mm,这说明 ENSO 事件具有使内蒙古降水量明显减少的重要作用。在厄尔尼诺事件发生的次年,降水量通常会增加。

(2) 20世纪90年代以来,内蒙古地区的气候趋于干暖化。内蒙古地区年降水减少量比全国平均水平低 0.94 mm/a ,内蒙古地区年平均增温率比全国平均水平低 $0.73\text{ }^{\circ}\text{C/a}$ 。

(3) ENSO事件具有使内蒙古地区气温升高的作用。厄尔尼诺发生年的平均气温比非ENSO事件年平均高出 $0.12\text{ }^{\circ}\text{C}$,拉尼娜事件发生年的平均气温比非ENSO事件年平均高出 $0.22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(4) ENSO事件的发生增加了干旱灾害发生的可能性,且厄尔尼诺事件发生年比拉尼娜事件发生年更容易发生干旱灾害。因此,ENSO事件的发生通常给内蒙古地区农牧业生产带来不利影响。

[参 考 文 献]

- [1] Lee Saiming, Cheng Yatleung. An examination of ENSO's effect on the monthly and seasonal climate of Hong Kong from a statistical perspective[J]. Acta Meteor. Sin., 2011, 25(1): 34-50.
- [2] 秦大河. 厄尔尼诺[M]. 北京:气象出版社, 2003: 1-24.
- [3] LI Xiaoyan, Zhai Panmao, Ren Fumin. Redefining ENSO episodes based on changed climate references[J]. J. Trop. Meteor., 2005, 21(1): 72-78.
- [4] 朱炳绥, 李栋梁. 1845—1988年期间厄尔尼诺事件与我国西北旱涝[J]. 大气科学, 1992, 16(2): 185-192.
- [5] 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究[M]. 北京:气象出版社, 2001: 250-253.
- [6] 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): 50-55.
- [7] 刘永强, 丁汇一. ENSO事件对我国季节降水和温度的影响[J]. 大气科学, 1995, 19(2): 200-208.
- [8] 任朝霞, 杨达源. 西北干旱区近50a气候变化特征与趋势[J]. 地球科学与环境学报, 2007, 29(1): 99-102.
- [9] 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.
- [10] Yue Caijun, Lu Weisong, Xiao Fanli. A study on the impacts of latent heat parameterization scheme on prediction skill of ENSO with a simple ocean-atmosphere coupled model[J]. J. Trop. Meteor., 2010, 16(1): 10-19.
- [11] 王绍武, 龚道溢. 近百年来的ENSO事件及其强度[J]. 气象, 1999, 25(1): 9-13.
- [12] 翟盘茂, 李晓燕, 任福民. 厄尔尼诺[M]. 北京:气象出版社, 2003: 1-23.
- [13] 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, 58(1): 102-109.
- [14] 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.
- [15] 林学椿, 于淑秋. 近40年我国气候趋势[J]. 气象, 1990, 16(10): 16-21.
- [16] 唐国利, 丁一汇, 王绍武. 中国近百年温度曲线的对比分析[J]. 气候变化研究进展, 2009, 5(2): 71-78.
- [17] 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, 2011, 38(5): 98-104.
- [18] 孙建奇, 王会军, 袁薇. 我国极端高温事件的年代际变化及其与大气环流的联系[J]. 气候与环境研究, 2011, 16(2): 199-208.
- [19] 陈洪滨, 范学花. 2009年极端天气和气候事件及其他相关事件的概要回顾[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(3): 323-336.
- [20] 杨仕升. 自然灾害等级划分及灾情比较模型探讨[J]. 自然灾害学报, 1997, 6(1): 10-15.
- [21] 冯志泽. 自然灾害等级划分及灾害分级管理研究[J]. 灾害学, 1996, 11(1): 34-37.