

宁夏地区气候暖干化与旱涝灾害趋势的关系

丁彩霞¹, 延军平¹, 方兴义², 李敏敏¹, 吴梦初¹

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 宁夏师范学院 政法学院, 宁夏 固原 756000)

摘要: 依据宁夏地区 11 个气象站点 1961—2012 年实测气象数据, 利用趋势线法、Z 指数法、Mann—Kendall 突变检验法及马尔科夫模型对宁夏地区气候变化特征和旱涝趋势进行了分析和预测。结果表明: (1) 近 52 a 来宁夏地区气候经历了冷湿—暖湿—暖干的转变, 气温呈显著波动上升趋势(0.36 °C/10 a), 远高于西部平均变暖率(0.2 °C/10 a); 降水呈波动下降趋势, 下降速率为 9.94 mm/10 a。(2) 旱涝灾害发生频次与气温变化具有一定的同步性。20 世纪 60—80 年代中期气温变化不明显, 旱涝趋势稳定; 80 年代中期到 2006 年气温大幅上升, 旱涝灾害同步增加; 2006—2012 年增温趋势有所减缓, 旱涝灾害相应减少。(3) 运用马尔科夫模型对未来 5 a 的旱涝状态进行了预测, 结果表明, 2013—2017 年该地区降水处于“正常”的概率较大。在气候暖干化的大背景下, 未来宁夏地区旱涝灾害发生频率有可能进一步增加。

关键词: 气候变化; 旱涝; Z 指数; 宁夏地区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)02-0250-05

中图分类号: P467, P338.6

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.052

Relation of Climatic Dry-warming and Trend of Drought and Flood Disasters in Ningxia Region

DING Cai-xia¹, YAN Jun-ping¹, FANG Xing-yi², LI Min-min¹, WU Meng-chu¹

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710119, China; 2. Academy of Politics and Law, Ningxia Teachers University, Guyuan, Ningxia 756000, China)

Abstract: Based on the data observed from 11 meteorological stations in Ningxia Region from 1960 to 2012, the characteristics of climate change were analyzed and the trends of droughts and floods were forecasted with methods of linear regression, Z index, Mann—Kendall mutation test and Markov model. Results indicated as follows: (1) Ningxia regional climate changes experienced the three periods of cold—wet, warm—wet and warm—dry during the recent 52 years. The temperature fluctuations showed a significant upward trend with a rate of 0.36 °C/10 a, far higher than the average warming rate(0.2 °C/10 a) in Western China. The precipitation fluctuations showed a downward trend with a decreasing rate of 9.94 mm/10 a. (2) The frequencies of droughts and floods and temperature changes occurred with a certain synchronicity; from the 1960s to 1980s, the change of temperature was not significant and the tendencies of droughts and floods were stable; from the mid-1980s to 2006, temperature increased substantially and droughts and floods increased simultaneously; and from 2006 to 2012, warming trend occurred and the occurrence of droughts and floods was reduced correspondingly. (3) The state of droughts and floods in the next 5 years was forecasted using the Markov model. From 2013 to 2017, the probability of normal precipitation will be larger in Ningxia Region. In the backgrounds of warming and drying climate, the frequencies of droughts and floods are likely to increase further in the future.

Keywords: climate change; drought and flood; Z index; Ningxia Region

收稿日期: 2013-05-27

修回日期: 2013-06-16

资助项目: 国家自然科学基金项目“部分重大自然灾害的时空对称性: 结构、机理与适应对策”(41171090); 2013 年宁夏师范学院科研项目(ZD201302)

作者简介: 丁彩霞(1988—), 女(回族), 宁夏自治区同心县人, 硕士研究生, 研究方向为区域开发与城乡发展等。E-mail: 5062264_ha@163.com。
通信作者: 延军平(1956—), 男(汉族), 陕西省绥德县人, 博士, 教授, 主要从事自然灾害与环境变化研究。E-mail: yanjp@snnu.edu.cn。

IPCC 第 4 次评估报告指出 1906—2005 年全球地表温度上升了 $0.74 \pm 0.18 \text{ }^\circ\text{C}$, 变暖幅度自 1900 年以来明显加速^[1]。我国气候变化趋势与全球气候变化基本一致, 近 50 a 平均地表气温升高 $0.5 \sim 0.8 \text{ }^\circ\text{C}$, 增温速率 $0.1 \sim 0.2 \text{ }^\circ\text{C}/10 \text{ a}$ ^[2-3], 增温幅度略高于全球。气候变化存在明显的地区差异, 西北、华北、东北地区变暖趋势较为明显, 西北变暖的强度高于全国平均值, 长江以南地区变暖不显著^[3]。施雅风^[4-5]等提出我国西北气候可能从 20 世纪的暖干型向暖湿型转变。李栋梁等^[3]的研究结果显示, 我国西北地区的气候呈现出西湿东干的分布型态。随着时间的推移, 西北地区的气候变化有可能进一步加剧, 其引起的极端天气和气象灾害的频率和强度也将持续增大。

宁夏地区处于季风边缘带, 是中国典型的农牧交错区、生态脆弱区, 独特的地理位置和地貌格局使该区对气候变化的敏感性更高, 水资源供需矛盾更加突出。气候变化导致的极端天气和气象灾害势必会对社会经济发展产生极大影响^[6]。目前对于宁夏地区气候变化与旱涝灾害方面的探讨还相对较少, 且多集中在旱涝历史演变规律的分析, 对未来旱涝灾害趋势的分析较少, 关注宁夏地区气候变化及旱涝灾害演变特征具有十分重要的现实意义。本研究以宁夏地区为研究对象, 选取了 1961—2012 年的气温和降水资料。综合运用趋势线法、Mann—Kendall 突变检验法、Z 指数法、马尔科夫模型从不同时间尺度和层面

上对宁夏气候变化特征和旱涝趋势进行了分析与研究, 以期为该地区的社会经济发展及生态建设提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

选取了宁夏地区 11 个气象站 1961—2012 年的逐月气温和降水数据, 资料均来源于宁夏气象局, 采用的气象数据具有较好的代表性和连续性。本研究季节划分按 3—5 月份为春季, 6—8 月份为夏季, 9—11 月份为秋季, 12 月至翌年 2 月为冬季。

1.2 研究方法

运用气候倾向率法和 Mann—Kendall 突变检验法^[7]对宁夏地区近 52 a 气候变化特征进行分析, 运用 Z 指数分析了宁夏地区旱涝变化情况, 并运用马尔科夫模型对该地未来 5 a 旱涝灾害进行趋势判断。

1.2.1 Z 指数法 Z 指数指标法是用来表示旱涝的空间分布和旱涝程度的一种数学方法, 它消除了降水量平均值不同的影响, 是通过对降水量进行处理而得到的服从标准正态分布的序列, 对旱涝程度具有一定的反映能力^[8]。对宁夏地区 11 个气象站点 1961—2012 年的 Z 指数进行分析后, 发现每级实际频率和理论频率基本接近(表 1), 表明 Z 指数等级划分标准能够反映实际情况, 可以用于研究宁夏地区的旱涝变化特征。

表 1 Z 指数旱涝等级标准与宁夏旱涝实际频率对比

等级	Z 值	类型	理论频率	春季	夏季	秋季	冬季	全年
1	$Z > 1.645$	重涝	5	5	11	7	4	8
2	$1.037 < Z \leq 1.645$	大涝	10	11	6	10	8	11
3	$0.524 < Z \leq 1.037$	偏涝	15	7	17	14	14	15
4	$-0.524 \leq Z \leq 0.524$	正常	40	46	35	39	46	40
5	$-1.037 \leq Z \leq -0.524$	偏旱	15	21	14	19	9	17
6	$-1.645 \leq Z \leq -1.037$	大旱	10	6	13	6	8	4
7	$Z < -1.645$	重旱	5	4	4	5	11	5

1.2.2 马尔科夫模型 在事件的发展过程中, 如果每次状态的转移都只与前一时段的状态有关, 而与过去的状态无关, 或者说状态转移过程是无后效性的, 则这样的状态转移过程就称为马尔科夫过程。许多地理事件发展过程的状态转移是具有无后效性的, 对于这样一些事件发展过程, 就可以用马尔科夫过程来描述。

在事件的发展过程中, 从某一种状态出发, 下一时刻转移到其它状态的可能性, 称为状态转移概率。根据条件概率的定义, 由状态 E_i 转为状态 E_j 的状态转移概率 $P(E_i \rightarrow E_j)$ 就是条件概率 $P(E_j/E_i)$, 即

$$P(E_i \rightarrow E_j) = P\left(\frac{E_j}{E_i}\right) = P_{ij} \quad (1)$$

假定某一事件的发展过程有 n 个可能的状态, 即 E_1, E_2, \dots, E_n 。记 P_{ij} 为状态 E_i 转变为状态 E_j 的状态转移概率, 则状态转移概率矩阵为:

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{n1} & \cdots & P_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

状态概率 $\pi_j(k)$ 表示事件在初始 ($k=0$) 状态为已知的条件下, 经过 k 次状态转移后, 在第 k 个时刻处于状态 E_j 的概率。根据概率的性质, 显然有:

$$\sum_{j=1}^n \pi_j(k) = 1 \quad (3)$$

从初始状态开始,经过 k 次状态转移后到达状态 E_j 这一状态转移过程,可以看作是首先经过 $(k-1)$ 次状态转移后到达状态 $E_i (i=1,2,\dots,n)$,然后再由 E_i 经过一次状态转移到达状态 E_j 。根据马尔可夫过程的无后效性及 Bayes 条件概率公式,有:

$$\pi_j(k) = \sum_{i=1}^n \pi_i(k-1) P_{ij} \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (4)$$

若记行向量 $\pi(k) = [\pi_1(k), \pi_2(k), \dots, \pi_n(k)]$,则由公式(4)可以得到逐次计算机状态概率的递推公式:

$$\begin{cases} \pi(1) = \pi(0)P \\ \pi(2) = \pi(1)P = \pi(0)P^2 \\ \vdots \\ \pi(k) = \pi(k-1)P = \dots = \pi(0)P^k \end{cases} \quad (5)$$

式中: $\pi(0) = [\pi_1(0), \pi_2(0), \dots, \pi_n(0)]$ 为初始状态概率向量^[9]。

2 结果与分析

2.1 研究区气温变化特征

2.1.1 研究区气温的年际变化 1961—2012 年宁夏地区气温在波动中呈显著上升趋势(图 1),多年平均气温为 8.32 °C,上升速率为 0.36 °C/10 a,远高于西部平均变暖率(0.2 °C/10 a)^[4-5]。通过对宁夏地区 1961—2012 年气温进行 Mann-Kendall 突变检验分析发现(图 2),1961—1979 年正向时间序列统计值 UF 多在 0 值以下,说明此时段气温呈波动下降趋势,1979 年后 $UF > 0$,气温回升,1986 年以后气温上升速率加快,1994 年 UF 超出显著性水平 0.05 信度线,说明气温显著增加^[10]。UF 和 UB 在 ± 1.96 临界线内相交于 1991 年,表明宁夏地区年均温在 1991 年前后发生了由冷到暖的突变。

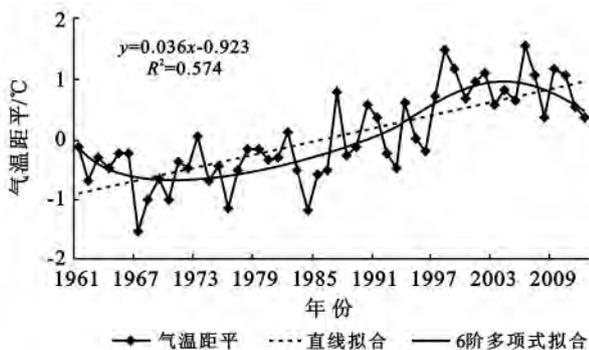


图 1 宁夏地区 1961—2012 年平均气温变化特征

1997—2012 年与 1961—1986 年相比,宁夏地区年平均气温升高了 1.39 °C,20 世纪 60 年代初期到

80 年代中期处于一个较长的冷期,80 年代中期至今进入了一个气温较高的暖期^[11],气温变化大致可以划分为 3 个阶段。第一阶段:1961—1986 为冷湿期,年气温距平以负值为主,温度上升速度较缓,多年平均气温为 7.78 °C,多年平均降水量为 269.98 mm;第二阶段:1987—1996 为暖湿期,年气温距平正负交替出现,气温波动上升,多年平均气温为 8.4 °C,多年平均降水量为 269.81 mm;第三阶段:1997—2012 为暖干期,年气温距平均为正距平,增温趋势明显加快,多年平均气温为 9.2 °C,多年平均降水量为 244 mm。

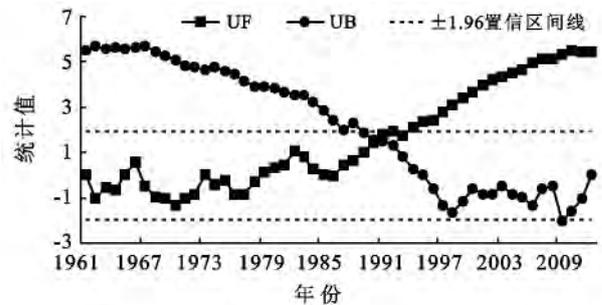


图 2 宁夏地区 1961—2012 年平均气温 Mann-Kendall 检验

2.1.2 气温的季节变化

1961—2012 年宁夏地区四季气温均呈上升趋势(表 2),冬季气温上升最快,增温速率为 0.49 °C/10 a,其次是春季,增温速率为 0.35 °C/10 a,秋季增温速率为 0.31 °C/10 a,夏季气温上升较缓,增温速率为 0.24 °C/10 a。夏季均温最低值出现在 1976 年为 19.31 °C,最高值出现在 2006 年为 22.71 °C,相差 3.4 °C;冬季均温最低值出现在 1967 年为 -10.13 °C,最高值出现在 2000 年为 -3.32 °C,相差 6.81 °C。近 52 a 间冬季气温的增加对宁夏地区多年平均气温增加的贡献最大。

表 2 宁夏地区 1961—2012 年四季气温变化特征

项目	春季	夏季	秋季	冬季
60 年代	9.51	20.61	7.68	-6.90
70 年代	9.15	20.60	7.75	-6.45
80 年代	9.34	20.67	8.03	-5.87
90 年代	9.99	21.11	8.68	-5.11
2000—2012 年	10.78	21.69	8.83	-4.98
多年平均气温	9.82	21.00	8.24	-5.79
气候趋势系数	0.035	0.024	0.031	0.049

2.2 降水量的变化

2.2.1 降水的年际变化

1961—2012 年宁夏地区降水量总体呈下降趋势,下降速率为 9.94 mm/10 a。52 a 平均降水量为 261.23 mm。年降水量最大值出现在 1964 年,为 447.15 mm,年降水量最小值出现在 1982 年,为 150.58 mm,相差 296.57 mm。由 6 阶拟

合曲线看出,20 世纪 60—70 年代降水波动下降,20 世纪 70—90 年代末降水趋于稳定,2000 年以后降水负距平增加,降水波动下降趋势加大(图 3)。

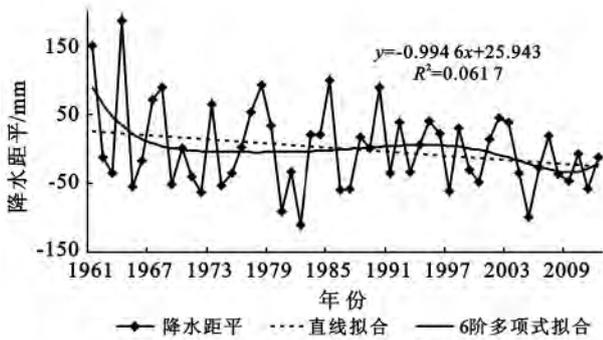


图 3 宁夏地区 1961—2012 年降水变化特征

2.2.2 降水的季节变化 1961—2012 年宁夏地区春、夏、秋三季降水呈下降趋势,冬季降水小幅增加(表 3)。春季降水下降速率为 0.64 mm/10 a,20 世纪 60—70 年代降水减少,70—90 年代降水增加,90 年代至今降水持续下降,近 52 a 间春季降水变化不稳定,波动特征明显。夏季降水下降速率为 0.64 mm/10 a,20 世纪 60—80 年代降水持续减少,80—90 年代有所增加,90 年代至今降水显著减少。秋季降水变化幅度较大,20 世纪 60—90 年代急剧下降,90 年代至今呈平缓上升趋势,52 a 间秋季降水幅度大,整体呈减少趋势。冬季降水变化不明显,20 世纪 60—90 年代缓慢上升,90 年代至今缓慢下降,总体略有增加。四季中秋季降水减少最为明显,下降速率为 0.94 mm/10 a,冬季降水略有增加,上升速率为 0.1 mm/10 a,说明近 52 a 来秋季降水减少对宁夏地区多年平均降水量的减少贡献率最大。

表 3 宁夏地区 1961—2012 年四季降水变化特征

项目	春季	夏季	秋季	冬季
60 年代	17.11	54.31	26.67	1.05
70 年代	13.91	51.21	21.91	1.81
80 年代	16.74	45.20	16.87	2.13
90 年代	17.41	55.18	14.97	1.55
2000—2012 年	12.54	47.77	22.79	1.82
多年平均降水	15.34	50.49	20.65	1.69
气候趋势系数	-0.064	-0.064	-0.094	0.012

2.3 宁夏地区旱涝变化特征

由图 4 可以看出,近 52 a 间宁夏地区旱涝灾害频发,总体呈增加趋势。20 世纪 60 年代以涝灾为主,进入 70 年代以后旱涝灾害交替发生,80 年代旱灾发生频率较高,90 年代降水较丰,出现 4 次涝年,2000—2012 年旱灾事件频发,2005 年旱情严重^[12-15],52 a 来旱灾与涝灾发生总频次相等。从 6 阶拟合曲

线看出,20 世纪 60—80 年代中期气温变化不明显,旱涝趋势稳定,80 年代中期到 2006 年气温大幅上升,旱涝灾害同步增加,2006—2012 年增温趋势有所减缓,旱涝灾害相应减少,旱涝灾害发生频次与气温变化具有一定的同步性。

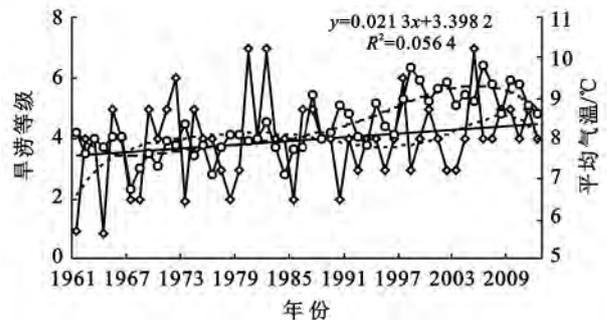


图 4 1961—2012 年宁夏地区旱涝等级与平均气温变化对比

统计 1986 年(气温发生显著变化)前后旱涝等级出现年份数及所占比例详见表 4。分析可知,旱所占比例由 30.6%减少到 22.1%,减少了 8.5%,涝的比例由 34.4%减少到 22.9%,旱涝灾害呈现减少趋势,减少了 11.5%,降水处于“正常”的年份增加,所占比例由 35%增加到 54%。大涝比例由之前的 7.7%减少为 0,重涝比例由 19%减少为 3.9%,偏涝比例有所增加,正常年份比例增加幅度最大,大旱与偏旱比例均减少。虽然对比 1986 年前后旱涝灾害有所减少,但是近 52 a 年宁夏地区旱涝灾害整体仍呈增加趋势。

表 4 1986 年前后宁夏地区旱涝等级出现年数及所占比例

等级	1961—1986			1986—2012		
	出现年数	比例/%	涝常旱比例/%	出现年数	比例/%	涝常旱比例/%
1	2	7.7		0	0	
2	5	19.0	34.4	1	3.9	22.9
3	2	7.7		5	19.0	
4	9	35.0	35.0	14	54.0	54.0
5	5	19.0		4	15.4	
6	1	3.9	30.6	1	3.9	22.1
7	2	7.7		1	3.9	

2.4 旱涝趋势判断

根据宁夏地区 1961—2011 年降水量数据,确定了该地旱涝变化包括七个状态,即“重涝”、“大涝”、“偏涝”、“正常”、“偏旱”、“大旱”、“重旱”。记 E_1 为“重涝”状态, E_2 为“大涝”状态, E_3 为“偏涝”状态, E_4 为“正常”状态, E_5 为“偏旱”状态, E_6 为“大旱”状态, E_7 为“重旱”状态。根据公式 1 可以计算出宁夏旱涝状态转移概率矩阵为:

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} & E_1 & E_2 & E_3 & E_4 & E_5 & E_6 & E_7 \\ E_1 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.500\ 0 & 0.500\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ E_2 & 0.000\ 0 & 0.166\ 7 & 0.167\ 7 & 0.166\ 7 & 0.500\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ E_3 & 0.000\ 0 & 0.142\ 9 & 0.142\ 9 & 0.571\ 4 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.142\ 9 \\ E_4 & 0.047\ 6 & 0.142\ 9 & 0.190\ 4 & 0.285\ 7 & 0.190\ 4 & 0.047\ 6 & 0.095\ 2 \\ E_5 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.666\ 7 & 0.222\ 2 & 0.111\ 1 & 0.000\ 0 \\ E_6 & 0.000\ 0 & 0.500\ 0 & 0.500\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \\ E_7 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 1.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 & 0.000\ 0 \end{pmatrix}$$

根据上述矩阵就可以求得 2012—2017 年可能出现的各种状态概率(表 5)。分析表 5 可以得出, 2012—2017 年降水量状态处于“正常”的概率较大。而 2012 年的实测降水量为 270.1 mm, 处于正常状态, 所以预测值准确, 从 2013—2017 年 7 种状态的变化可知, 宁夏地区未来 5 a 降水基本处于正常状态。

表 5 宁夏地区 2012—2017 年降水量状态概率预测值

等级	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
1	0.000 0	0.031 7	0.016 1	0.020 1	0.020 0	0.020 1
2	0.000 0	0.150 8	0.127 8	0.120 5	0.121 1	0.121 6
3	0.000 0	0.182 6	0.143 9	0.140 3	0.141 1	0.141 6
4	0.666 7	0.338 6	0.423 2	0.420 7	0.422 0	0.420 7
5	0.222 2	0.176 4	0.194 9	0.195 9	0.193 8	0.194 0
6	0.111 1	0.056 4	0.035 7	0.041 8	0.041 8	0.041 6
7	0.000 0	0.063 5	0.058 3	0.060 9	0.060 1	0.060 3

3 结论

(1) 近 52 a 来宁夏地区气候暖干化趋势明显, 气温上升速率为 0.36 °C/10 a, 远高于西部平均变暖率。20 世纪 60—80 年代中期处于一个较长的冷期, 1986 年以后气温上升速度加快, 20 世纪 80 年代中期至今处于一个气温较高的暖期, 进入 21 世纪气温正距平值显著增多, 平均气温在 1991 年发生突变。

(2) 近 52 a 来宁夏地区降水呈波动下降趋势, 下降速率为 9.94 mm/10 a, 52 a 平均降水量为 261.23 mm。20 世纪 60—70 年代降水波动下降, 70—90 年代末降水趋于稳定, 2000 年以后降水负距平增加, 降水波动下降趋势加大。降水的季节变化特征表现为春、夏、秋三季降水呈下降趋势, 秋季降水减少最为明显, 冬季降水略有增加。

(3) 气候暖干化的大背景下, 近 52 a 来宁夏出现重旱 3 次, 大旱 2 次, 重涝 2 次, 大涝 6 次, 旱灾、涝灾发生频率基本相同。旱涝灾害发生频次与气温变化具有一定的同步性, 20 世纪 60—80 年代中期气温变化不明显, 旱涝趋势稳定, 80 年代中期到 2006 年气温大幅上升, 旱涝灾害同步增加, 2006—2012 年增温

趋势有所减缓, 旱涝灾害相应减少。在宁夏地区气候呈明显暖干化趋势影响下, 其受干旱灾害威胁的概率和程度都进一步的加大, 希望相关部门采取适当的措施来减少气候变化带来的负面影响, 从而实现社会经济的可持续发展。

(4) 根据 Z 指数旱涝等级划分标准, 对近 52 a 宁夏地区的降水量进行等级划分, 运用马尔科夫模型对未来 5 a 的旱涝状态进行的预测表明, 2013—2017 年该地区降水处于“正常”的概率较大。

(5) 由于区域水热关系复杂, 且存在所选空间站点较少、时间序列相对较短的问题, 今后仍需要做进一步完善。同时, 本研究只揭示了气候变化与旱涝灾害的时间变化特征, 对其空间变化特征并未进行分析说明, 区域气候变化特征受自然和人文因素的共同影响, 本研究对这种变化的内在机制和动因提及甚少。未来随着温室气体排放量的增加, 宁夏地区水资源供需矛盾的进一步加剧, 该地区的旱涝灾害将持续引起社会的关注, 因此必须加强区域预防旱涝灾害体系建设, 尽可能减少旱涝灾害对区域社会、经济的负面影响。

[参 考 文 献]

- [1] IPCC. Climate Change 2007: Impacts Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. Cambridge: UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2007.
- [2] 尹云鹤, 吴绍洪, 陈刚. 2006 年我国气候变化趋势与突变的区域差异[J]. 自然资源学报, 2009, 24(12): 2147-2156.
- [3] 李栋梁, 魏丽, 蔡英, 等. 中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 135-142.
- [4] 施雅风, 沈永平, 李栋梁. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究, 2003, 23(2): 152-164.
- [5] 施雅风, 沈永平, 胡汝骥. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 219-226.

(下转第 261 页)

程度上体现出该区域的经济水平。经济发展条件较好的地区,农民收入受耕地面积限制较小,因此各区域应当积极寻求促进区域经济增长的措施,提高单位面积耕地的投入产出,同时拓展农民就业渠道,从而保障农民收入的提高。

时期影响分析中,农民人均纯收入均随着时间的推移,截距项越来越大,说明农民人均年纯收入在逐年增长。但增长幅度各区域间有明显差异。山区区域表现出总体上升,个别年份有回落;环京区域表现为波动上升;而近京区域表现为直线上升,增长幅度明显超过前两个区域,这主要是由耕地资源禀赋和区位条件差异所致。

[参 考 文 献]

- [1] 曲福田,吴丽梅. 经济增长与耕地非农化的库兹涅茨曲线假设及验证[J]. 资源科学,2004,26(5):61-67.
- [2] 许广月. 耕地资源与经济的增长关系:基于中国省级面板数据的实证分析[J]. 中国农村经济,2009(10):21-30.
- [3] 李兆富,杨桂山. 苏州市近 50 年耕地资源变化过程与经济发展关系研究[J]. 资源科学,2005,27(4):50-55.
- [4] 龙开胜,陈利根. 耕地资源数量与经济发展和城乡收入关系的计量分析[J]. 资源科学,2007,29(4):139-145.
- [5] 郭贵成. 耕地面积变化与经济发展水平的相关分析:以江苏十三个市为例[J]. 长江流域资源与环境,2001,10(5):440-447.
- [6] 叶浩,濮励杰. 江苏省耕地面积变化与经济增长的协整性与因果关系分析[J]. 自然资源学报,2007,22(5):766-774.
- [7] 范辉,陈超,余国忠. 河南省耕地资源与城市化发展的协调性分析[J]. 水土保持通报,2010,30(4):184-189.
- [8] 鲍艳,胡振琪,柏玉,等. 主成分聚类分析在土地利用生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报,2006,22(8):87-90.
- [9] 周嘉,张洪峰,尚金城,等. 模糊综合评判法在生态旅游战略环境评价中的应用[J]. 东北林业大学学报,2004,32(2):52-54.
- [10] 陈华,王稳. 中国保险发展对技术创新长短期影响效应的实证研究[J]. 中国软科学,2011(3):82-87.
- [11] Pedroni P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 1999, 61(S1):653-678.
- [12] 尹希果. 计量经济学原理与操作[M]. 重庆:重庆大学出版社,2009.
- [13] 郭军华. 中国城市化对城乡收入差距的影响:基于东、中、西部面板数据的实证研究[J]. 经济问题探索,2009(12):1-7.
- [14] Luciano G. On the power of panel cointegration tests: A monte carlo comparison [J]. Economic Letters, 2003,80(1):105-111.
- [15] 胡莉莉,牛叔文,马莉,等. 基于面板数据模型的中国农业生产用能与农业经济增长关系[J]. 农业工程学报,2011,27(6):1-6.
- [16] 丁洪建. 基于面板数据的省会城市居住地价的差异及成因研究[J]. 中国土地科学,2009,23(6):14-19.
- [17] 陆益龙. 农户的耕地使用行为及其影响:基于 2006CGSS 的实证分析[J]. 江苏社会科学,2012(2):110-117.
- [18] 姜天龙,郭庆. 农户收入结构支撑下的种粮积极性及可持续性分析:以吉林省为例[J]. 农业经济问题,2012(6):14-20.
- [19] 张雯,张广胜. 农民增收背景下的现代农业发展途径探讨[J]. 农业经济,2012(1):11-12.
- [20] 张蓬涛,张贵军,崔海宁. 基于退耕的环京津贫困地区生态补偿标准研究[J]. 中国水土保持,2011(6):9-12.
- [1] 曲福田,吴丽梅. 经济增长与耕地非农化的库兹涅茨曲线假设及验证[J]. 资源科学,2004,26(5):61-67.
- [2] 许广月. 耕地资源与经济的增长关系:基于中国省级面板数据的实证分析[J]. 中国农村经济,2009(10):21-30.
- [3] 李兆富,杨桂山. 苏州市近 50 年耕地资源变化过程与经济发展关系研究[J]. 资源科学,2005,27(4):50-55.
- [4] 龙开胜,陈利根. 耕地资源数量与经济发展和城乡收入关系的计量分析[J]. 资源科学,2007,29(4):139-145.
- [5] 郭贵成. 耕地面积变化与经济发展水平的相关分析:以江苏十三个市为例[J]. 长江流域资源与环境,2001,10(5):440-447.
- [6] 叶浩,濮励杰. 江苏省耕地面积变化与经济增长的协整性与因果关系分析[J]. 自然资源学报,2007,22(5):766-774.
- [7] 范辉,陈超,余国忠. 河南省耕地资源与城市化发展的协调性分析[J]. 水土保持通报,2010,30(4):184-189.
- [8] 鲍艳,胡振琪,柏玉,等. 主成分聚类分析在土地利用生态安全评价中的应用[J]. 农业工程学报,2006,22(8):87-90.
- [9] 周嘉,张洪峰,尚金城,等. 模糊综合评判法在生态旅游战略环境评价中的应用[J]. 东北林业大学学报,2004,32(2):52-54.
- [10] 陈华,王稳. 中国保险发展对技术创新长短期影响效应的实证研究[J]. 中国软科学,2011(3):82-87.
- [11] Pedroni P. Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 1999, 61(S1):653-678.
- [12] 尹希果. 计量经济学原理与操作[M]. 重庆:重庆大学出版社,2009.
- [13] 郭军华. 中国城市化对城乡收入差距的影响:基于东、中、西部面板数据的实证研究[J]. 经济问题探索,2009(12):1-7.
- [14] Luciano G. On the power of panel cointegration tests: A monte carlo comparison [J]. Economic Letters, 2003,80(1):105-111.
- [15] 胡莉莉,牛叔文,马莉,等. 基于面板数据模型的中国农业生产用能与农业经济增长关系[J]. 农业工程学报,2011,27(6):1-6.
- [16] 丁洪建. 基于面板数据的省会城市居住地价的差异及成因研究[J]. 中国土地科学,2009,23(6):14-19.
- [17] 陆益龙. 农户的耕地使用行为及其影响:基于 2006CGSS 的实证分析[J]. 江苏社会科学,2012(2):110-117.
- [18] 姜天龙,郭庆. 农户收入结构支撑下的种粮积极性及可持续性分析:以吉林省为例[J]. 农业经济问题,2012(6):14-20.
- [19] 张雯,张广胜. 农民增收背景下的现代农业发展途径探讨[J]. 农业经济,2012(1):11-12.
- [20] 张蓬涛,张贵军,崔海宁. 基于退耕的环京津贫困地区生态补偿标准研究[J]. 中国水土保持,2011(6):9-12.

(上接第 254 页)

- [6] 王新华,延军平,柴莎莎. 近 48 年大同市旱涝灾害对气候变化的响应[J]. 干旱区农业研究,2010,28(5):273-279.
- [7] 朱龙腾,陈远生,燕然然,等. 1951 年至 2010 年北京市降水和气温的变化特征[J]. 资源科学,2012,34(7):1287-1296.
- [8] 张存杰,王宝灵. 西北地区旱涝指标的研究[J]. 高原气象,1998,17(4):381-389.
- [9] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京:高等教育出版社,2002:98-103.
- [10] 李双双,延军平,杨蓉. 气候变暖背景下 1961—2010 年宁夏旱涝灾害空间分布特征和变化规律[J]. 中国沙漠,2013,33(5):1552-1559.
- [11] 李艳春,李艳芳. 宁夏百年来的气候变化及突变分析[J]. 高原气象,2001,20(12):100-104.
- [12] 冯建民,梁旭,郑广芬,等. 540 年来宁夏旱涝分区及演变趋势的诊断分析[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(7):69-75.
- [13] 冯建民,梁旭,张智. 宁夏旱涝灾害动态监测指标及其应用[J]. 干旱区资源与环境,2003,17(6):71-78.
- [14] 温克刚,夏普明. 中国气象灾害大典:宁夏卷[M]. 北京:气象出版社,2007.
- [15] 杨淑萍,赵光平,孙银川,等. 2004—2005 年宁夏特大干旱事件的诊断分析[J]. 中国沙漠,2006,26(6):948-951.