

Drought and Flood Analysis and Precipitation Change during the Growing Season in Liupanshui

Lijuan Liu^{1*}, Jin Zhong¹, Yanmei Zhang^{2#}, Xuda Wang³, Xiaojie Lin¹

¹Meteorology Bureau of Liupanshui in Guizhou, Liupanshui Guizhou

²Guizhou Meteorology Observatory, Guiyang Guizhou

³Meteorology Bureau of Panzhou in Guizhou, Panzhou Guizhou

Email: #zym0827@126.com

Received: Mar. 6th, 2020; accepted: Mar. 20th, 2020; published: Mar. 27th, 2020

Abstract

Based on daily temperature and precipitation data in Liupanshui meteorological station from 1961 to 2018, precipitation Change and the characteristics of drought and flood in the growing season of crops in Liupanshui were studied by using the methods of climate tendency rate, cumulative anomaly and M-K mutation detection. The results showed that the precipitation in the growing season in Liupanshui had a decreasing trend in recent 58 years. There was less precipitation in spring and in autumn but more in summer. In recent 58 years, heavy flood, medium flood and light flood occurred in growing season in Liupanshui accounting for 17%, 7%, 29%, and drought 14%. There were respectively 8%, 13%, 22% years of light drought, medium drought and heavy drought in spring. There are relatively few years of flood disaster in spring. There were respectively 55%, 9%, 7% years of heavy flood, medium flood and light flood. There was much precipitation in summer, which is prone to flood disaster. There were 61% of droughts at all levels in autumn, of which 28% was heavy drought, others levels flood disaster accounting for 22%. The precipitation of growing season in Liupanshui occurred from more to less abrupt in 1987, and the abrupt point of drought and flood characteristics appeared in 2001.

Keywords

Liupanshui, Precipitation, Cumulative Anomaly, Drought and Flood Features, Change Suddenly

六盘水市农作物生长季降水变化及旱涝特征分析

刘莉娟^{1*}, 钟 静¹, 张艳梅^{2#}, 王旭达³, 林小杰¹

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 刘莉娟, 钟静, 张艳梅, 王旭达, 林小杰. 六盘水市农作物生长季降水变化及旱涝特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(2): 93-100. DOI: 10.12677/ccrl.2020.92011

¹贵州省六盘水市气象局, 贵州 六盘水

²贵州省气象台, 贵州 贵阳

³贵州省盘州市气象局, 贵州 盘州

Email: "zym0827@126.com"

收稿日期: 2020年3月6日; 录用日期: 2020年3月20日; 发布日期: 2020年3月27日

摘要

利用六盘水市气象站1961~2018年逐日气温和降水量观测资料, 采用气候倾向率法、累计距平法、M-K突变检测等统计方法, 研究了六盘水市农作物生长季降水量变化及早涝特征等, 结果表明: 近58年来六盘水市生长季降水量呈波动减少趋势, 其中春季和秋季降水少, 夏季降水多; 六盘水市农作物生长季近58年出现重洪涝、中涝、轻涝占总年数分别为17%、7%、29%, 出现旱灾为14%。其中, 春季出现轻旱、中旱、重旱年份分别为8%、13%、22%, 春季出现洪涝灾害的年份少, 主要以干旱为主; 夏季出现重级洪涝、中涝、轻涝年份分别为55%、9%、7%, 夏季易出现洪涝灾害; 秋季出现各级干旱占61%, 其中重旱为28%, 出现各级洪涝占22%。六盘水市近58年的农作物生长季降水在1987年发生了由多到少突变交点, 旱涝特征的突变点出现在2001年。

关键词

六盘水, 降水量, 累积距平, 旱涝特征, 突变分析

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

降水量的变化规律是气候、自然灾害等影响因素的综合反映, 直接影响农作物的产量, IPCC 第5次评估报告[1]中指出未来随着全球变暖, 一些极端气候事件发生频率和强度将会加强, 尤其是干旱和洪涝等极端气候事件。张伟[2]等研究吉林省农作物的生长季(5~9月)降水呈减少趋势, 且预计未来生长季降水变化趋势仍为减少趋势。周婷婷[3]等统计了重庆农作物生长季的干旱次数和强度, 并采用数理统计、小波分析等方法, 发现重庆干旱发生次数年代际差异明显, 干旱发生频率有上升趋势。王静[4]等分析大连市4~10月农作物生长季降水量呈减少趋势, 还有许多学者针对不同地区的农作物的生长季降水、旱涝变化等做了大量的研究[5][6]。

六盘水市地处云贵高原中部的斜坡上, 全市平均海拔1700~1800米, 属于季风湿润气候区, 雨热基本同季, 光照充足。主要的农作物为玉米、小麦、水稻、油菜等, 农作物的生长发育与气象因素密切相关。张艳梅[7]等研究了近50年六盘水市雨季降水的变化规律, 降水量呈下降趋势, 降水存在明显的年际、年代际变化特征; 池再香等[8]研究了六盘水马铃薯生育期的降水特征及灌溉分析, 发现降水存在时空分布不均的状况, 找出马铃薯的最佳灌溉水分日期。以往的研究对于农作物生长季降水特征及早涝变化缺乏分析, 因此, 本文旨在对六盘水市1961~2018年农作物生长栽培期间的降水量变化及早涝指数进行分析, 了解旱涝灾害的变化规律, 为充分合理利用水资源, 减少旱涝灾害给农作物带来的影响, 为指导地方农业生产提供一定的参考依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

选用 1961~2018 年六盘水市气象站的逐日降水资料和逐日平均气温资料, 季节划分标准: 春季(4~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~10 月)、农作物生长季(4~10 月)的平均气温及大于 10℃积温和降水量等统计量, 气候平均值使用 1981~2010 年 30 年的平均值。

2.2. 研究方法

2.2.1. 气候倾向率[9]

气候倾向率法是指利用直线回归的方法对原时间序列拟合建立线性方程, 揭示数列的长期变化趋势, 公式为:

$$Y_i = a + bt_i \quad (1)$$

其中, Y_i 为气象要素, t_i 为时间; b 为线性趋势项, 把 $10 \times b$ 称为气象要素每 10 年的气候倾向率。 $b > 0$, 表明随时间 t 的增加 Y_i 呈上升趋势; $b < 0$ 则随时间 t 的增加 Y_i 呈下降趋势。

2.2.2. 旱涝指数

旱涝指数是用同一时期的降水量与农业需水量之比来表示[10] [11]:

$$K = R/Q \quad (2)$$

$$Q = 0.16 \sum t_i \quad (3)$$

式中 K 为旱涝指数, R 为降水量, $\sum t_i$ 为同期 >10℃积温, Q 为可能蒸发量, 也称农业需水量。根据旱涝指数将干湿程度分为 7 个等级, 见表 1。

Table 1. Drought and flood standard of (K) during the growing season

表 1. 生长季旱涝等级(K)划分标准

旱涝等级	类型	K 指数
1	重涝	$K \geq 2.3$
2	中涝	$2.1 \leq K < 2.3$
3	轻涝	$1.9 \leq K < 2.1$
4	正常	$1.7 \leq K < 1.9$
5	轻旱	$1.5 \leq K < 1.7$
6	中旱	$1.3 \leq K < 1.5$
7	重旱	< 1.3

3. 结果与分析

3.1. 农作物生长季降水量特征分析

由 1961~2018 年六盘水市生长季降水量的年际变化(图 1)可以看出, 六盘水生长季降水量呈波动减少趋势, 减少率为 25.6 mm/10a。近 58 年来生长季降水量为 1063.7 mm, 降水量最多的年份出现在 1967 年, 降水量为 1376.2 mm; 降水量最少的年份出现在 2011 年, 降水量仅为 620 mm, 两者相差 756.2 mm, 表明生长季降水年际变化大。从 5 年滑动平均曲线来看(图中虚线), 生长季降水量具有明显的阶段性变化特征。20 世纪 90 年代以前及近几年降水量处于偏多的时期, 20 世纪 90 年代和进入 21 世纪的前 10 年为降水量偏少的时期。

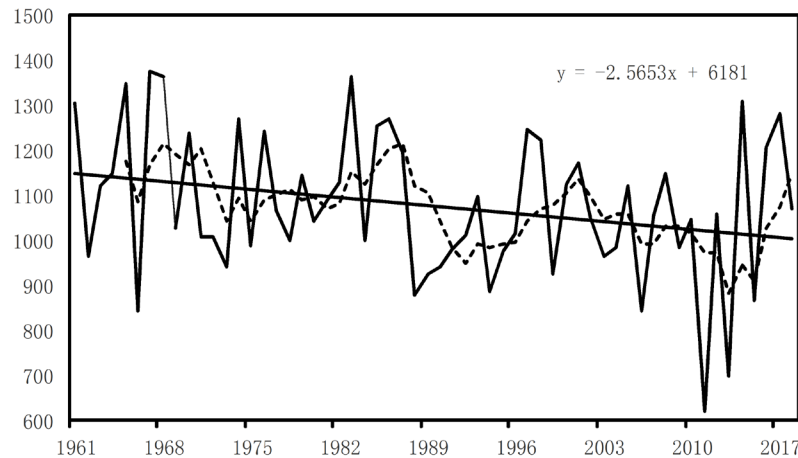


Figure 1. Annual variability of precipitation during the growing season in Liupanshui from 1961 to 2018
图 1. 1961~2018 年六盘水市生长季降水量的年际变化

统计发现，六盘水市春季降水量历年平均值为 189.1 mm，占年降水量的 16.1%，占农作物生长季的 17.8%。近 58 年春季降水量最少的年份出现在 2011 年(48.7 mm)，最多的年份出现在 1981 年(350.8 mm)。从表 2 六盘水市各季节的年代平均降水量可以看出，20 世纪 60 年代到 80 年代春季降水偏多，进入 90 年代降水偏少，进入 21 世纪后，2002~2010 年降水量接近常年，近几年来降水相对偏少。

六盘水市夏季降水量历年平均值为 644.5 mm，占年降水量的 60.6%，占农作物生长季的 54.8%。夏季降水量最少的年份出现在 2013 年(380.4 mm)，最多的年份出现在 1985 年(909.5 mm)。20 世纪 60 年代及 80 年代夏季降水偏多，70 年代、90 年代及进入 21 世纪以来六盘水市夏季降水量均偏少。

六盘水市秋季降水量历年平均值为 230.1 mm，占年降水量的 21.6%，占农作物生长季的 19.6%。秋季降水量最少的年份出现在 2009 年(79 mm)，最多的年份出现在 1964 年(419.5 mm)。20 世纪 60 年代及 90 年代秋季降水偏多，21 世纪以来，秋季降水明显偏少。

六盘水市生长季降水量历年平均值为 1063.7 mm，占年降水量的 90%。降水量最少的年份出现在 2011 年(620 mm)，最多的年份出现在 1964 年(1376.2 mm)。20 世纪 60 年代及进入 21 世纪以后，前 10 年降水量明显增多，近几年来生长季降水相对偏少。

由此可见，近 58 年来在全球气候变暖的背景下，六盘水市农作物生长季降水量呈下降趋势，降水具有明显的阶段性变化特征，各季节降水量也分布不均，因此发生旱涝的频率有所差异。

Table 2. Inter-decadal mean temperature of each season in Liupanshui

表 2. 六盘水市各季节的年代平均降水量

年份	农作物生长季		春季		夏季		秋季	
	降水量	与常年比较	降水量	与常年比较	降水量	与常年比较	降水量	与常年比较
1961~1970	1174.0	110.3	225.8	36.7	668.2	23.7	279.9	49.8
1971~1980	1071.6	7.9	200.6	11.5	629.7	-14.8	241.3	11.2
1981~1990	1079.8	41.3	202.6	13.5	677.4	32.9	225.0	-5.1
1991~2000	1091.8	-14.8	174.1	-15.0	615.7	-28.8	259.1	29.0
2001~2010	1134.0	941.8	190.7	1.6	640.3	-4.2	206.2	-23.9
2011~2018	1106.9	-49.1	180.7	-8.4	614.7	-29.8	219.2	-10.9

3.2. 农作物生长季的旱涝特征分析

表 3 为六盘水市 1961~2018 年各季及生长季旱涝变化,可以看出,农作物生长季近 58 年出现重涝 10 年, 占总年数的 17%, 中涝 7 年占总年数的 7%, 轻涝出现频率最高, 占总年数的 29%; 出现轻旱、中旱、重旱年份分别为 12%、1%、2%; 正常年份为 14 年, 占总年数的 14%。其中, 六盘水市农作物生长季的春季近 58 年没有出现过中级洪涝天气, 出现重级洪涝 6 次, 轻涝 4 次, 出现洪涝概率为 10%, 但轻旱、中旱、重旱年份分别为 8%、13%、22%, 正常年份为 5 年; 夏季近 58 年没有出现过重旱天气, 出现重级洪涝为 32 次, 占总年数的 55%, 中涝、轻涝年份分别为 9%、7%, 出现各级干旱的年份共 10 年; 秋季出现重旱最多, 近 58 年共出现 16 年, 占总年数的 28%, 出现中旱和轻旱共 13 年, 出现旱灾的概率也比较高, 轻涝、中涝、重涝年份分别为 9%、6%、7%。由此可见, 六盘水市春季和秋季降水少, 春季、秋季出现旱灾较频繁, 夏季降水多, 出现洪涝灾害较多。主要是由于从 5 月下旬开始, 六盘水市受西南季风的影响, 降水逐渐增多, 降水主要出现在 6~8 月, 因此整个生长季中的夏季发生洪涝灾害的次数较多, 春季由于受青藏高原南支气流下沉增温作用的影响, 在六盘水市境内容易形成地方性的热低压, 多晴好天气, 并伴有西南大风, 易出现春旱天气。秋季随着雨季即将结束, 但由于值西南季风和东北季风的交替日期, 出现干旱次数也较多。

Table 3. Years of drought and flood and percentage of total years in Liupanshui City from 1961 to 2018

表 3. 六盘水市 1961~2018 年各级旱涝的出现年数及占总年数的百分比

等级	生长季	春季	夏季	秋季
重涝	10 (17%)	6 (10%)	32 (55%)	7 (12%)
中涝	7 (12%)	0 (0%)	9 (16%)	6 (10%)
轻涝	17 (29%)	4 (7%)	7 (13%)	9 (16%)
正常	14 (24%)	5 (9%)	2 (3%)	7 (12%)
轻旱	7 (12%)	8 (14%)	3 (5%)	4 (7%)
中旱	1 (2%)	13 (22%)	5 (9%)	9 (16%)
重旱	2 (3%)	22 (38%)	0 (0%)	16 (28%)

3.3. 农作物生长季降水量累积距平变化

累积距平可以反映要素的演变趋势, 是一种常用的判断变化趋势的方法。累积距平法是指对于序列 x , 在某一时刻 t 的累积距平为[12]:

$$x = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}), \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

在(4)中, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$; t 为某一时间段。计算各时刻的累积距平。累积距平曲线中, 上升表示累积距平值增加, 下降则表示累积距平值减少, 曲线序列的演变则可反映出其长期演变趋势。

图 2 给出了六盘水市农作物生长季降水量累积距平曲线, 可以看出, 六盘水市农作物生长季的降水量累积距平曲线最高点出现在 1987 年, 最低点出现在 2013 年。近 58 年农作物生长季降水量主要分为以下几个阶段: 1961~1970 年为降水量正距平占优势的降水量偏多的时期, 1971~1982 为降水量相对稳定的时期, 1983~1988 年为降水量偏多的时期, 1989~1995 年为降水量负距平占优势的降水量偏少的时期, 1996~2005 年进入降水量相对稳定的时期, 2006~2018 年为降水量偏少的时期。

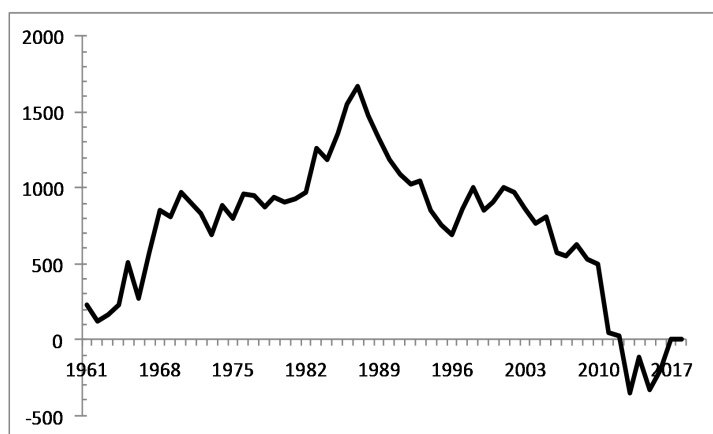


Figure 2. Variability of cumulative precipitation anomaly during the growing season in Liupanshui from 1961 to 2018
图 2. 1961~2018 年六盘水市农作物生长季降水量累积距平曲线

3.4. 农作物生长季降水量及旱涝特征的突变检验

Mann-Kendall 是一种常用的突变检测方法[13], 原始序列曲线(UF)与反序列曲线(UB)出现交点, 并且交点在临界线之间, 则交点对应的时刻便为突变开始时间, 如果超过了临界线的范围, 就确定它为出现突变时间区域。采用该检测法来分析六盘水近 58 年的农作物降水量及旱涝指数的突变性质, 图 3 为 Mann-Kendall 统计量曲线(图中直线为 0.05 显著性检验值 ± 1.96)。

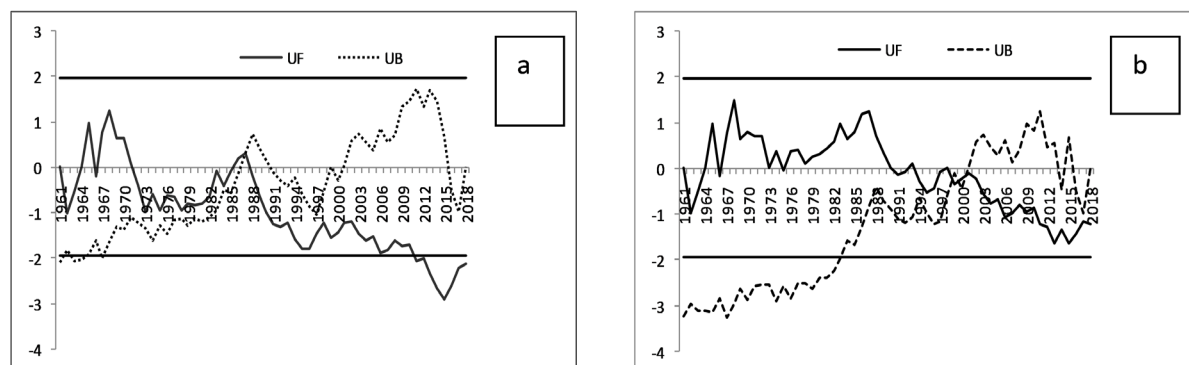


Figure 3. Mann-Kendall statistical curve of annual precipitation during the growing season (a) and drought and flood features (b) in Liupanshui from 1961 to 2018

图 3. 1961~2018 年六盘水农作物生长季降水(a)和旱涝特征(b)的 Mann-Kendall 统计量曲线

由图 3(a)六盘水近 58 年的农作物生长季降水的 Mann-Kendall 统计量曲线可见, 20 世纪 60 年代中后期之前呈增长趋势, 60 年代末到 70 年代中期年呈下降趋势, 80 年代中期之前呈增长趋势, 80 年代中期以后一直呈下降趋势, UF 和 UB 的交点出现在 1987 年, 但交点出现在在临界线之间, 表明六盘水市农作物生长季降水量的升高和下降趋势均没有通过 0.05 的信度检验, 突变趋势不显著。

图 3(b)可知, 六盘水市农作物生长季旱涝特征的突变特征, 旱涝指数序列(UF)在 20 世纪 60 年代中后期之前呈增长趋势, 60 年代末到 70 年代初期年呈下降趋势, 80 年代后期之前呈增长趋势, 80 年代后期以后一直呈下降趋势, UF 和 UB 的交点出现在 2001 年, 但交点出现在在临界线之间, 表明六盘水市农作物生长季旱涝特征由于降水量的减少, 旱涝指数有减少的趋势, 即生长季出现旱灾概率有增加的趋势, 均没有通过 0.05 的信度检验, 突变趋势不显著。

4. 结论

1) 六盘水生长季降水量呈波动减少趋势, 减少率为 2.53 mm/10a。降水量具有明显的阶段性变化特征。20 世纪 90 年代以前及近几年降水量处于偏多的时期, 90 年代和进入 21 世纪以后的前 10 年为降水量偏少的时期。

2) 六盘水市近 58 年生长季降水量占年降水量的 90%。春季降水量占农作物生长季的 17.8%。20 世纪 60 年代到 80 年代春季降水偏多, 进入 90 年代及近几年来降水相对偏少。进入 21 世纪以后的 10 年降水接近常年。夏季降水量占农作物生长季的 54.8%。20 世纪 60 年代及 80 年代夏季降水偏多, 70 年代、90 年代及进入 21 世纪以后降水量均偏少。秋季降水量占农作物生长季的 19.6%。20 世纪 60 年代及 90 年代秋季降水偏多, 21 世纪以来秋季降水明显偏少。

3) 六盘水市农作物生长季降水量累积距平曲线最高点出现在 1987 年, 最低点出现在 2013 年。1961~1970 年期间为降水量正距平占优势的降水量偏多的时期, 1971~1982 年为降水量相对稳定的时期, 1983~1988 年为降水量偏多的时期; 1989~1995 年为降水量负距平占优势的降水量偏少的时期, 1996~2005 年进入降水量相对稳定的时期, 2006~2018 年为降水量偏少的时期。

4) 六盘水农作物生长季近 58 年出现重洪涝、中涝、轻涝占总年数分别为 17%、7%、29%; 出现旱灾为 14%。其中, 春季出现轻旱、中旱、重旱年份分别为 8%、13%、22%, 出现洪涝灾害的年份少, 主要以干旱为主; 夏季出现重级洪涝、中涝、轻涝年份分别为 55%、9%、7%, 夏季降水多, 易出现洪涝灾害, 秋季出现各级干旱占 61%, 其中重旱为 28%, 出现各级洪涝占 22%。主要是从 5 月下旬受西南季风的影响, 降水逐渐增多, 因此夏季发生洪涝灾害的次数较多。春季由于受青藏高原南支气流下沉增温作用的影响, 在六盘水市境内容易形成地方性的热低压, 多晴好天气, 易出现春旱天气。秋季随着雨季即将结束, 出现干旱的次数较多。六盘水近 58 年的农作物生长季降水在 1987 年发生了由多到少突变交点, 旱涝特征的突变点出现在 2001 年。

基金项目

贵州省气象局气象科技开放研究基金[黔气科合 KF(2016)15 号]及六盘水市科技项目[52020-2015-30]共同资助。

参考文献

- [1] IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis, the Summary for Policymakers of the Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report. Cambridge University Press, New York, 1-13.
- [2] 张伟, 闫敏华, 陈泮勤, 等. 吉林省农作物生长季降水资源的时空分布特征[J]. 中国农业气象, 2007, 28(4): 359-363.
- [3] 周婷婷, 徐刚, 白基恒, 等. 重庆市农作物生长季干旱时空分布规律研究[J]. 西南大学学报自然科学版, 2017, 39(4): 18-24.
- [4] 王静, 刘凤芝, 杨学强, 等. 近 63 年大连市农作物生长季降水变化及早涝分析[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(11): 2775-2778.
- [5] 祁栋林, 裴玉芳, 晁红艳, 等. 青海省海东市不同等级降水和旱涝关系研究[J]. 中国农学通报, 2020, 36(4): 101-112.
- [6] 王文举, 崔鹏, 刘敏, 等. 近 50 年湖北省多时间尺度干旱演变特征[J]. 中国农学通报, 2012, 28(29): 279-284.
- [7] 张艳梅, 陈海涛, 黄太林, 等. 近 50 年六盘水市雨季降水特征分析[J]. 安徽农业科学, 2011(15): 9072-9072.
- [8] 池再香, 付显荣, 肖钧, 等. 六盘水是近 6a 马铃薯全生育期的降水特征及其补充灌溉分析[J]. 贵州气象, 2014, 38(25): 1-7.
- [9] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 北京气象出版社, 1999.

- [10] 亓来福. 国内外农业气候区划中的水分指标[J]. 气象科技, 1980(4): 33-37.
- [11] 亓来福, 王继琴. 从农业需水量评价我国的干旱状况[J]. 应用气象学报, 1995, 6(3): 356-360.
- [12] 李钦伟, 张端梅. 吉林省九台市作物生育期降水量特征分析[J]. 吉林水利, 2014, 38(1): 48-52.
- [13] 杨春艳, 沈渭寿, 林乃峰. 青藏高原气候变化及其差异性[J]. 干旱区地理, 2014, 37(2): 291-297.