

# 都匀市初终霜日变化特征分析及霜冻有效预防措施

李青建<sup>1\*</sup>, 罗红<sup>2</sup>, 陆莎莎<sup>1</sup>

<sup>1</sup>贵州省都匀市气象局, 贵州 都匀

<sup>2</sup>贵州省黔南州气象局, 贵州 都匀

Email: yby@163.com

收稿日期: 2020年11月5日; 录用日期: 2020年11月19日; 发布日期: 2020年11月26日

## 摘要

本文利用都匀国家基本气象站1971~2018年的初、终霜日的观测资料及无霜期统计资料, 采用线性回归法、M-K突变检验方法、滑动T检验法, 分析都匀市近48年来初、终霜日与无霜冻期的变化特征, 并提出预防霜冻的几点措施。结果表明: 近48a来, 都匀市初霜日日序以6.67 d/10a的变化速率呈明显推迟, 终霜日日序以0.50/10a的速率呈一定的推迟趋势, 无霜期以7.52 d/10a的速率呈明显的延长变化趋势; 突变分析表明, 都匀市初霜日、终霜日、无霜期均出现了突变; 霜冻灾害发生时往往会对农作物及人体健康产生严重危害, 因此应当及时采取覆盖、熏烟或喷洒适量的化学试剂等多种方法, 以达到有效预防霜冻的目的。同时霜冻灾害发生时民众一定要注意防风保暖, 并及时添加衣物, 以确保自身的身体健康安全。

## 关键词

初霜日, 终霜日, 无霜期, 特征分析, 霜冻预防

## Analysis on Change Characteristics of First Frost Day in Dujun City and Effective Preventive Measures of Frost

Qingjian Li<sup>1</sup>, Hong Luo<sup>2</sup>, Shasha Lu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Meteorological Observatory of Duyun, Duyun Guizhou

<sup>2</sup>The Meteorological Observatory of Qiannan Prefecture, Duyun Guizhou

Email: yby@163.com

\*第一作者。

文章引用: 李青建, 罗红, 陆莎莎. 都匀市初终霜日变化特征分析及霜冻有效预防措施[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(6): 752-759. DOI: 10.12677/ccrl.2020.96082

## Abstract

Based on the observation data of the first frost date, the last frost date and the frost-free days at Duyun National meteorological stations from 1971 to 2018, linear regression method, Mann-Kendall mutation test method, and moving T test method are used to analyze the change characteristics of the first and last frost date and frost-free days in Duyun, and some measures to prevent frost are proposed. The results show that in the past 48 years, the first frost date sequence in Duyun has been significantly delayed at a rate of 6.67 d/10a, the final frost day sequence has been delayed at a rate of 0.50 d/10a, and the frost-free days have been delayed by 7.52 d/10a, which shows a significant prolonged trend. The mutation analysis indicates that there were mutations in the first frost date, last frost date and frost-free days in Duyun; Frost disasters often cause serious damages to crops and human health. Therefore, methods such as covering, smoking, or spraying appropriate amounts of chemical reagents should be adopted timely to effectively prevent frost. At the same time, public must pay attention to the wind to keep warm, and add clothing in time to ensure their own health and safety when a frost disaster occurs.

## Keywords

First Frost Day, Last Frost Day, Frost Free Period, Feature Analysis, Prevention Frost

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

霜冻指的是农作物在生长发育过程中由于土壤表面、植株体温度低于 0℃ 而出现的植物冻害[1]。霜冻灾害主要集中在春秋季节, 是较为常见的农业气象灾害之一, 同时也是制约农户生产潜力的一项重要因素[2]。一旦初霜日提前或者终霜日推迟, 都将导致农作物由于遭受霜冻灾害而无法发育, 最终导致农作物的产量显著下降。多年以来, 众多学者对贵州省霜冻变化进行了研究, 郜红娟[3]等对 1960~2013 年贵州省霜冻日数时空变化特征进行分析, 结果表明贵州省绝大部分地区霜冻日数呈下降趋势, 陈静[4]等利用贵州省 1961~2015 年气象资料, 对贵州省霜冻天气的时空分布与气候变化特征进行详细研究, 得出贵州省霜冻天气主要出现在 10 月~翌年 4 月, 全省初霜冻日呈推迟趋势, 终霜冻日呈提早变化趋势, 无霜冻期呈延长的变化趋势。本文选用都匀国家基本站 1971~2018 年的初、终霜日历史资料, 分析该地区初、终霜日及无霜期的变化特征[5], 并在此基础上针对霜冻的危害及如何做好霜冻灾害的有效预防工作提出几点科学、有效的应对处理措施, 以期能够为减少霜冻对当地农作物的影响、保障当地农业安全生产, 进而为促进农业增产、农民增收等提供一定的借鉴与参考。

## 2. 资料与方法

本文选取都匀市 1971~2018 年近 48 年来的初、终霜日与无霜期统计资料, 着重采用线性回归法, 针对初、终霜日与无霜期的变化特征进行分析, 采用 M-K 突变检验法、滑动 T 检验法检验都匀市霜的突变特征。

其中初霜冻日指的是后半年首次出现地面最低温度不高于 0℃ 的日期; 而终霜冻日指的是前半年最后一次出现地面最低温度不高于 0℃ 的日期[6]。以原始数据为依据, 对每年初、终霜日日期重建数据序

列，用公历日对日期进行定义。

都匀国家基本气象站 1971~2018 年近 48 年的观测资料统计中 1997 年、2011 年、2018 年未出现霜。在计算初霜日时，可以将 11 月 1 日的日序定为 1，11 月 2 日的日序定为 2，依次类推。例如，2017 年初霜日为 11 月 27 日，则该年份初霜冻日的日序为 27；2018 年初霜日为 12 月 19 日，则该年份初霜日的日序为 49。在计算终霜日时，也将 11 月 1 日的日序定为 1，则 2017 年终霜日为 11 月 27 日，则该年份终霜日的日序为 27；2018 年终霜日为 3 月 10 日，则该年份终霜日的日序为 131。

### 3. 初、终霜日的变化特征分析

#### 3.1. 初霜日的变化特征

##### 3.1.1. 年代际变化特征(表 1)

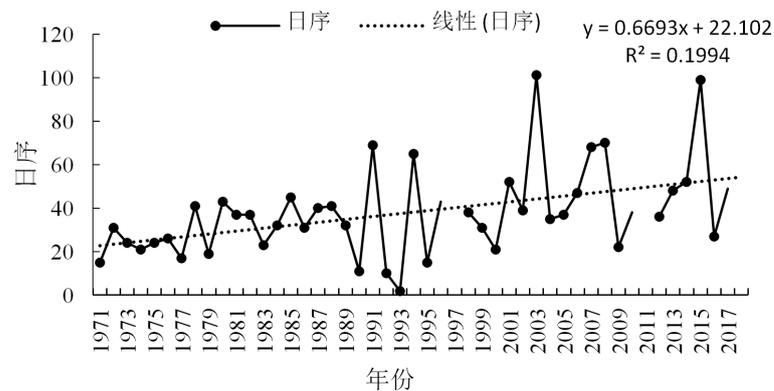
**Table 1.** Statistics of first frost days in Duyun City from 1971 to 2018

**表 1.** 都匀市 1971-2018 年初霜日统计

时间段	最早		最晚		平均	
	日序(d)	日期	日序(d)	日期	日序(d)	日期
1971~1980	15	11 月 15 日	43	12 月 13 日	26	11 月 26 日
1981~1990	11	11 月 11 日	45	12 月 15 日	33	12 月 3 日
1991~2000	2	11 月 2 日	69	1 月 8 日	33	12 月 3 日
2001~2010	22	11 月 22 日	101	2 月 9 日	51	12 月 21 日
2011~2018	27	11 月 27 日	99	2 月 7 日	52	12 月 22 日

对各年代初霜日进行对比可见，最早初霜日均出现在 11 月份，其中日序最小为 2 d，出现在 11 月 2 日，最大为 27 d，出现在 11 月 27 日；最晚初霜日在 12 月、1 月和 2 月份均有分布，其中日序最小值为 43 d，出现在 12 月 13 日，最大值为 101 d，出现在 2 月 9 日。从年际变化来看，20 世纪 70 年代都匀市平均初霜日较早，平均日期为 11 月 26 日。20 世纪 80~90 年代平均初霜日保持相对稳定，平均日期为 12 月 3 日，与 70 年代相比，平均初霜日有所推迟。自 21 世纪以来都匀市平均初霜日明显推迟。

##### 3.1.2. 年际变化特征



**Figure 1.** Analysis of daily variation characteristics of the first frost in Duyun City from 1971 to 2018 (Unit: d)

**图 1.** 1971~2018 年都匀市初霜日变化特征分析(单位: d)

对近 48 年来(1971~2018 年)都匀市初霜日进行统计分析得出, 都匀市平均初霜日日序为 38 d, 即 12 月 8 日。由上图 1 可见, 1971~2018 年都匀市初霜日日序呈现出明显的起伏变化, 其中 1971~1990 年之间都匀市初霜日日序变化较为平稳, 自 1991 年之后都匀市初霜日日序表现出明显的起伏变化。整体而言, 近 48 年来都匀市初霜日日序以 6.6693 d/10a 的速率呈一定的推迟趋势, 最早日序为 2 d (11 月 2 日), 出现在 1993 年; 最晚日序为 101 d (2 月 9 日), 出现在 2003 年, 最早与最晚日序之间的差值为 99 d。

### 3.2. 终霜日的变化特征

#### 3.2.1. 年代际变化特征(表 2)

Table 2. Statistics of final frost days in Duyun City from 1971 to 2018

表 2. 都匀市 1971~2018 年终霜日统计

时间段	最早		最晚		平均	
	日序(d)	日期	日序(d)	日期	日序(d)	日期
1971~1980	66	1 月 5 日	149	3 月 28 日	98	2 月 6 日
1981~1990	58	12 月 28 日	127	3 月 6 日	91	1 月 30 日
1991~2000	60	12 月 30 日	130	3 月 10 日	92	1 月 31 日
2001~2010	90	1 月 29 日	130	3 月 10 日	109	2 月 17 日
2011~2018	27	11 月 27 日	131	3 月 10 日	91	1 月 30 日

对各年代终霜日进行对比可见, 最早终霜日主要出现在 11 月至 1 月份, 其中日序最小为 58, 出现在 12 月 28 日, 最大为 90 d, 出现在 1 月 29 日; 最晚终霜日主要集中在 3 月份, 其中日序最小值为 91 d, 出现在 1 月 30 日, 最大值为 109 d, 出现在 2 月 17 日。从年际变化来看, 20 世纪 70 年代平均终霜日相对较晚, 出现在 2 月 6 日; 20 世纪 80~90 年代平均日保持相对稳定, 与 70 年代相比, 平均终霜日有所提前。21 世纪最初 10 年平均终霜日最晚, 出现在 2 月 17 日, 到 2011~2018 年平均终霜日又有所提前。

#### 3.2.2. 年际变化特征

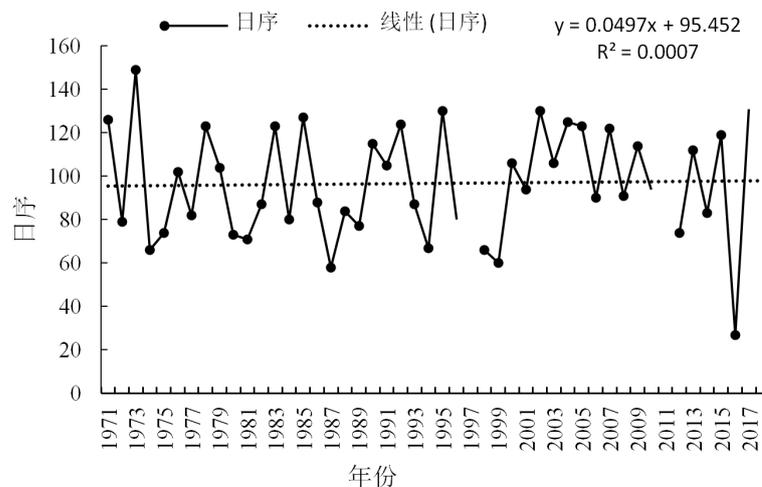


Figure 2. Variation characteristics analysis of Duyun City's Final frost Days from 1971 to 2018 (Unit: d)

图 2. 1971~2018 年都匀市终霜日变化特征分析(单位: d)

对近 48 年来(1971~2018 年)都匀市终霜日进行统计分析得出, 都匀市平均终霜日日序为 97 d, 即 2 月 5 日。由上图 2 可见, 1971~2018 年都匀市终霜日日序变化相对平缓。整体而言, 近 48 年来都匀市终霜日日序以 0.497 d/10a 的速率呈一定的推迟趋势, 最早日日序为 27 d (11 月 27 日), 出现在 2016 年; 最晚日日序为 149 d (3 月 28 日), 出现在 1973 年, 最早与最晚日日序之间的差值为 122 d。

### 3.3. 无霜期的变化特征

#### 3.3.1. 年代际变化特征

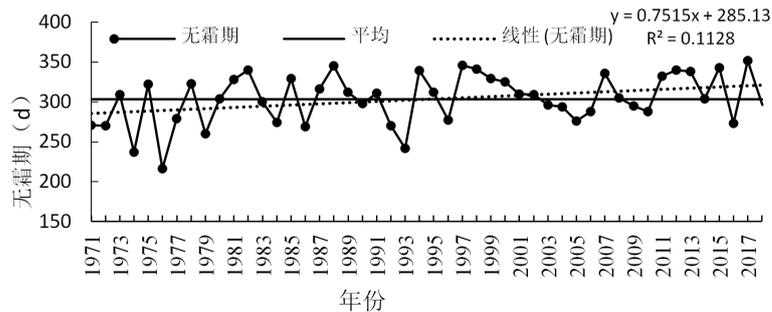
**Table 3.** Statistics of Frost-free period of Duyun City from 1971 to 2018 (Unit: d)

**表 3.** 都匀市 1971~2018 年无霜期统计(单位: d)

时间段	最短	最长	平均
1971~1980	217	323	279
1981~1990	269	345	311
1991~2000	242	346	309
2001~2010	276	336	300
2011~2018	273	352	322

通常情况下, 随着初霜冻日与终霜日的变化, 无霜期也将发生一定程度的变化。对 1971~2018 年各年代都匀市最短、最长无霜期及平均无霜期进行统计得出上表 3。由上表 3 可见, 无霜期最长为 352 d, 出现在 2011~2018 年; 1971~1980 年无霜期最短, 为 217 d, 两者之间相差 135 d。由各年代无霜期的平均值可见, 20 世纪 70 年代无霜期最短, 而 2011~2018 年无霜期最长。

#### 3.3.2. 年际变化特征



**Figure 3.** Annual change chart of Duyun City in frost-free period from 1971 to 2018

**图 3.** 1971~2018 年都匀市无霜期年际变化图

据统计, 1971~2018 年都匀市平均无霜期为 303.5 d。由上图 3 可见, 近 48 年来, 都匀市无霜期均在平均值上下波动, 但是整体以 7.515 d/10a 的变化速率呈一定的推迟趋势。其中 2017 年无霜期持续时间最长, 为 352 d; 1976 年无霜期持续时间最短, 为 217 d。

### 3.4. 初、终霜日及无霜期突变特征

采用 M-K 突变检验法对都匀市 1971~2018 年初、终霜日与无霜期的突变性检验, 并结合滑动 T 检验, 来分析各时段的突变情况。从图 4 可以看出 20 世纪 80 年代后初霜日呈递增变化趋势, 结合滑动 T 检验

得知, 初霜日在 1977 年可能发生突变。如图 5 所示, 终霜日整体呈减少趋势,  $UF$  和  $UB$  曲线有多个交点, 结合滑动  $T$  检验, 终霜日分别在 2000 年、2007 年发生突变, 且通过了 0.01 的显著性检验。由图 6 可知 20 世纪 70 年代无霜期呈下降趋势, 20 世纪 80 年代后无霜期呈递增趋势, 结合滑动  $T$  检验, 无霜期分别在 1996 年、2001 年、2010 年发生突变, 且 2001 年通过了 0.01 的显著性检验。

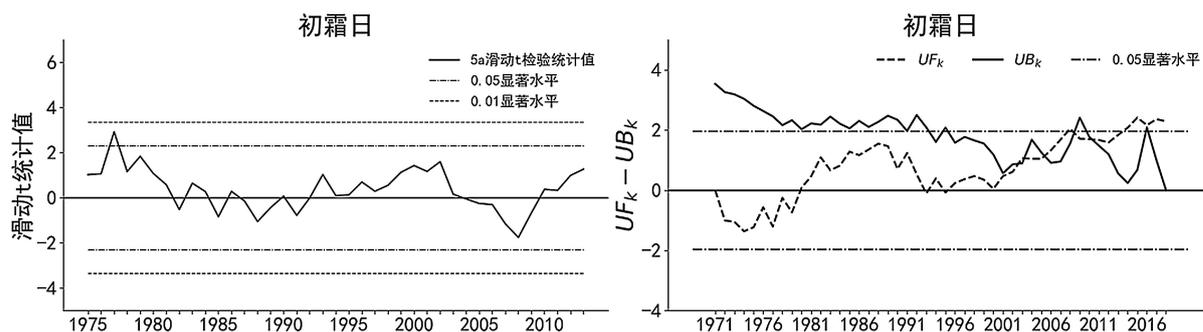


Figure 4. M-K curve and sliding T-test curve on the first frost days of Duyun City from 1971 to 2018

图 4. 1971~2018 年都匀市初霜日 M-K 曲线和滑动 T 检验曲线

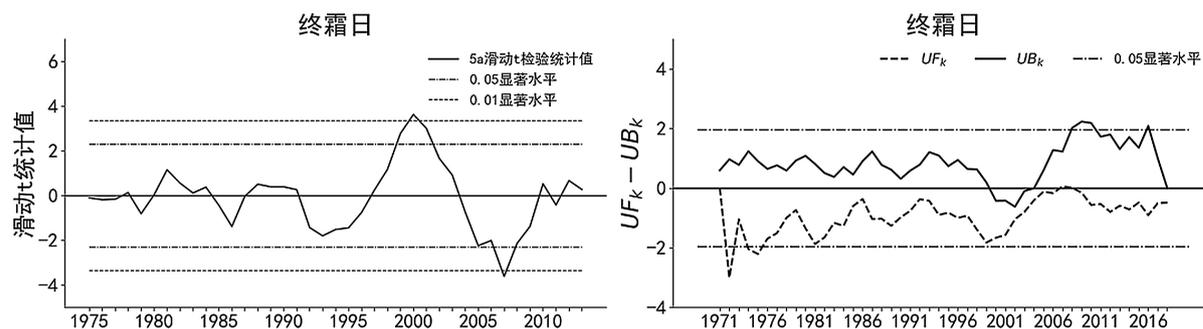


Figure 5. M-K curve and sliding T in the final frost days of Duyun City from 1971 to 2018

图 5. 1971~2018 年都匀市终霜日 M-K 曲线和滑动 T

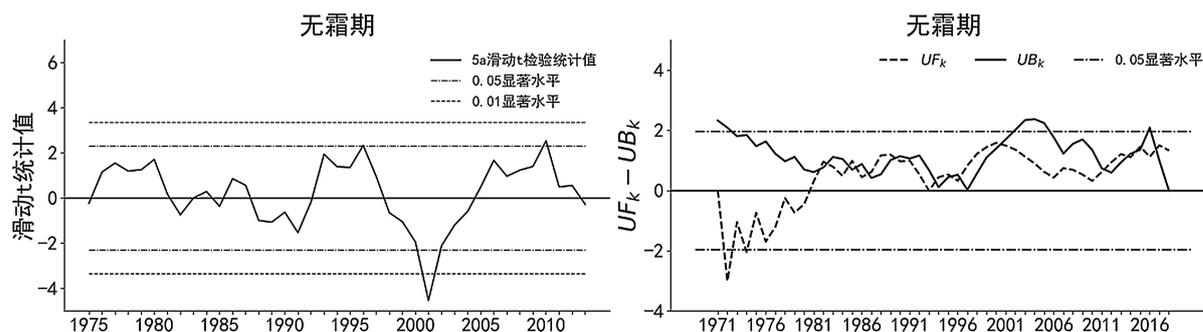


Figure 6. M-K curve and sliding T-test curve during frost-free period of Duyun City from 1971 to 2018

图 6. 1971~2018 年都匀市无霜期 M-K 曲线和滑动 T 检验曲线

## 4. 霜冻有效预防措施

### 4.1. 霜冻的危害

#### 4.1.1. 霜冻对农作物的危害

霜冻灾害发生时往往会致农作物冻结进而导致细胞脱水进而产生一定程度的危害, 不仅会破坏农作物的代谢过程, 损伤原生质结构, 还会导致细胞内冰块遭受机械损伤。受到霜冻灾害的影响, 农作物

体内的水分将会被冻结为冰晶，灾害过后，气温将会明显回升，使大量水分被蒸发，最终导致农作物植株由于枯萎而死亡。都匀市霜冻灾害主要集中在春季与秋季，春季霜冻灾害往往会于玉米、棉花、早稻等越冬作物的生长产生严重影响。春霜冻推

物的正常生长发育，春霜冻出现的时间越迟，强度越强，则农作物受冻则约为严重。秋霜冻往往会于对迟熟的秋熟作物产生严重影响，不仅会导致作物无法正常成熟，还会导致其产量显著下降。秋霜冻出现时间越早，强度越大，则由此对农作物的影响及危害也更为严重。

#### 4.1.2. 霜冻对人体健康的危害

初霜冻发生时，往往会伴随着大幅的降温天气过程，此时民众一定要注意防风保暖，并及时添加衣物。如果家中有慢性疾病病人，更要对其身体健康进行密切关注。主要是由于大幅的降温天气过程不仅会对部分慢性病患者带来一定的冲击，严重时还会引发一些急性疾病，进而严重威胁着民众的生命健康安全。

#### 4.2. 霜冻的有效防御

为有效防御霜冻灾害，往往在霜冻灾害发生之前采用及时浇灌、覆盖、熏烟或喷洒适量的化学试剂等多种方法，霜冻灾害发生之后还要做好田间管理工作，适当增加近地面层的空气湿度，并对地面热量进行保护，增加空气温度，减慢田间温度下降速度，进而达到有效预防霜冻的目的。另外，还要科学种田，不断对作物品种进行改良，并对当地天气变化状况进行密切关注，以提升霜冻灾害防御能力。最常用的霜冻灾害防御措施主要包括以下几种：

1) 熏烟法。在霜冻灾害发生之前，将树叶、杂草或发烟少毒的化学药剂点燃，使近地层笼罩一层烟幕，既能够有效减少地面有效辐射冷却，又能使近地面层的空气温度有所增加，进而达到减轻或预防霜冻灾害的目的[7]；

2) 灌溉法。若条件允许，可以针对果树、麦田等进行合理灌溉，既能够显著增加土壤导热率与热容量，减缓土壤与近地面层空气温度的下降速度，又能保护土壤与近地层的温度，以达到防霜的目的；而且，条件允许情况下，在霜冻灾害发生之前应当对熏烟法与灌溉法进行综合使用，将会取得更为显著的效果；

3) 覆盖法。当植物或苗床的经济价值较高，且被保护面积也不大时，可以使用茅草或塑料薄膜进行覆盖的方法以防御霜冻灾害[8]。这一方法能够使外界冷空气与被覆盖保护作物之间相互隔绝，既能够避免冷空气直接侵袭作物，还能确保其本身温度不会大幅下降，进而达到保温防霜的目的。虽然这一方法防霜效果较好，但是成本相对比较高，因此应当慎用。

### 5. 结论

本文通过分析都匀市 1971~2018 年的初霜日、终霜日与无霜期的变化特征，其结论如下：

1) 20 世纪 70 年代都匀市平均初霜日较早，80~90 年代平均初霜日保持相对稳定，与 70 年代相比，平均初霜日有所推迟。自 21 世纪以来，都匀市平均初霜日明显推迟。平均初霜日日序为 38 d，即 12 月 8 日。近 48 年来都匀市初霜日日序以 6.693 d/10a 的速率呈一定的推迟趋势。

2) 20 世纪 70 年代平均终霜日相对较晚；20 世纪 80~90 年代平均终霜日保持相对稳定，与 70 年代相比，平均终霜日有所提前。21 世纪最初 10 年平均终霜日最晚，到 2011~2018 年平均终霜日又有所提前。终霜日日序以 0.497 d/10a 的速率呈一定的推迟趋势。

3) 20 世纪 70 年代无霜期最短，而 2011~2018 年无霜期最长。无霜期均在平均值上下波动，但是整体以 7.515 d/10a 的变化速率呈一定的推迟趋势。

4) 突变分析表明,都匀市初霜日、终霜日、无霜期均出现了突变,初霜日在 1977 年可能发生突变,终霜日分别在 2000 年、2007 年可能发生突变,且均通过了 0.01 的显著性检验,无霜期在 2001 年可能发生突变,且通过了 0.01 的显著性检验。

5) 霜冻灾害发生时往往会对农作物及人体健康产生严重危害,因此应当及时采取覆盖、熏烟或喷洒适量的化学试剂等多种方法,以达到有效预防霜冻的目的。霜冻灾害发生时民众一定要注意防风保暖,并及时添加衣物,以确保自身的身体健康安全。

## 参考文献

- [1] 吴幸毓,林毅,陈文键,何小宁. 福建霜冻时空分布特征及环流背景分析[J]. 大气科学学报, 2016(4): 501-509.
- [2] 杨允凌,杨丽娜. 邢台地区近 50 年初终霜日及无霜期变化分析[J]. 安徽农业科学, 2011(10): 5963-5965.
- [3] 郜红娟,蔡广鹏,陆艺. 1960-2013 年贵州省霜冻日数时空变化特征[J]. 农业科学研究, 2017(4): 16-19.
- [4] 陈静,白慧,潘徐燕. 贵州省霜冻天气的时空分布与气候变化特征[J]. 贵州气象, 2016(6): 66-69.
- [5] 贺萍,张文杰,伊春地区近 15a 初终霜日的气候变化特征及分析[J]. 黑龙江气象, 2018(2): 22-23.
- [6] 罗静,费杜秋. 1961-2017 年陕西省初终霜日时空变化特征分析[J]. 安徽农业科学, 2019(47): 228-234.
- [7] 吐鲁古丽·米吉提,杨扬,焦春霞. 吐番市近 10 年气象灾害特征与防御对策[J]. 安徽农学通报, 2017(23): 126-127.
- [8] 贾海燕,高明,王会荣,曹巧莲. 霜冻的危害及预防措施[J]. 现代农业科技, 2011(22): 306+312.