

赵小宁,胡晓黎. 商洛近 56 年无霜期变化特征分析[J]. 陕西气象,2018(2):29-32.

文章编号:1006-4354(2018)02-0029-04

# 商洛近 56 年无霜期变化特征分析

赵小宁,胡晓黎

(商洛市气象局,陕西商洛 726000)

**摘要:**利用商洛 7 县(区)1961—2016 年初、终霜日及无霜期资料,运用统计方法对其气候特征及变化趋势进行分析。结果显示:商洛初霜日随纬度和海拔高度的增加提前,终霜日随纬度和海拔高度的增加推迟,无霜期随纬度和海拔高度的增加缩短。商洛区域平均初霜日为 10 月 31 日,呈推迟趋势,线性倾向率为 2.1 d/10 a;区域平均终霜日为 3 月 29 日,呈提前趋势,线性倾向率为 -1.0 d/10 a;区域平均无霜期为 214.7 d,呈增长趋势,线性倾向率为 3.1 d/10 a。商洛初霜日推迟趋势十分显著,2003 年发生突变;终霜日无明显突变,无霜期日数增长显著,2007 年发生突变。

**关键词:**商洛;初霜日;终霜日;无霜期;突变特征

**中图分类号:**S425

**文献标识码:**A

霜是一种天气现象,通常当地面或靠近地面的物体和空气温度降至 0℃以下时,水汽在地面或靠近地面物体上凝华而成<sup>[1]</sup>。无霜期是反映地区热量情况的指标之一。据研究,随着全球气候变暖,美国的初霜日推后,终霜日提前,无霜期延长<sup>[2]</sup>。德国、奥地利、瑞士和爱沙尼亚的无霜期延长<sup>[3]</sup>。最新研究表明,1955—2000 年中国的无霜期呈延长趋势,特别是 1980—2000 年,无霜期的延长明显加快;1957—2006 年中国大部分地区初霜日逐渐推迟,终霜日不断提前,且终霜日提前的趋势比初霜日推后的趋势明显<sup>[4]</sup>。

商洛位于秦岭南麓,地势西北高,东南低。区域地理地貌及气候差异明显,农业布局呈现出多样性。因此对热量资源要求敏感,特别是无霜期的变化对农业产业结构调整及生物繁衍产生较大影响。本文利用 1961—2016 年商洛市 7 县(区)气象观测资料,对商洛初、终霜日及无霜期的气候变化特征及规律进行分析,为农业产业结构优化、作物布局和霜冻灾害预报和防御提供参考。

## 1 数据来源与研究方法

选取商洛市 7 县(区)1961—2016 年初、终霜

日及无霜期资料,建立全市初、终霜日数据序列,所有站点均为连续观测数据,记录年限最少为 48 a,由于各站数据序列变化趋势基本相同,采用 7 个站同期算术平均值得到区域逐年数据序列。统计分析各县(区)初、终霜日和无霜期的气候特征,并采用线性倾向估计法分析其区域变化趋势<sup>[5]</sup>;采用 Mann-Kendall 检验法(M-K 法)分析区域初、终霜日和无霜期的变化趋势及突变特征<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 商洛初、终霜日及无霜期空间分布

受地形和纬度影响,商洛初、终霜日及无霜期日数等值线呈纬向分布,初霜日随纬度和海拔高度的增加提前(图 1),终霜日随纬度和海拔高度的增加推迟(图 2),无霜期随纬度海拔高度的增加缩短<sup>[7]</sup>。商洛各县(区)多年平均初霜日在 10 月 20 至 11 月 8 日之间,终霜日在 3 月 22 日至 4 月 9 日之间,平均无霜期在 194~228 d(图 3)。

### 2.2 商洛初霜日变化特征

商洛 56 a 区域平均初霜日为 10 月 31 日,最早为 10 月 15 日,最晚为 11 月 19 日(表 1)。其中最早初霜日为 1997 年 9 月 26 日(洛南),最晚初

霜日为 1981、1987 年 12 月 17 日(商南),全市区域平均初霜日时间序列绝对变率 7.04 d,标准差为 8.48 d,说明商洛初霜日年际差异较大。商洛近 56 a 初霜日呈明显推迟趋势(图 4),线性倾向率为 2.1 d/10 a(通过 0.005 显著性水平检验)。从年代际变化看,20 世纪 60—70 年代平均初霜日变化不大,平均日期为 10 月 28 日。20 世纪 80 年代初霜日较平均日期推迟较为明显,平均为 11 月 2 日。1989—2002 年大多年份初霜日都较平均日期提前,2003 年以后初霜日明显推迟。

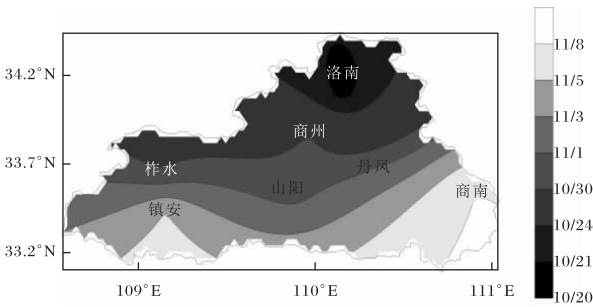


图 1 商洛市 1961—2016 年初霜日(月/日)分布图

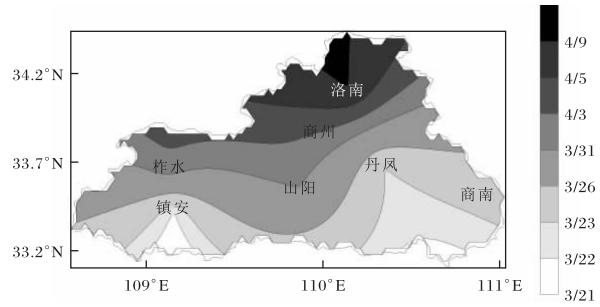


图 2 商洛市 1961—2016 年终霜日(月/日)分布图

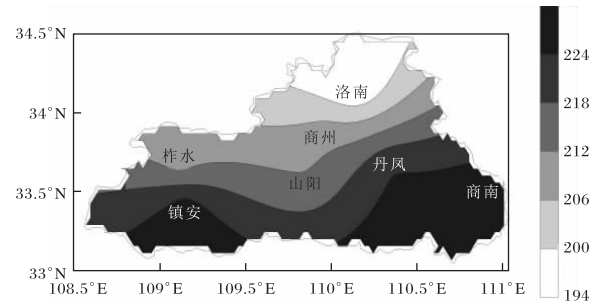


图 3 商洛市 1961—2016 年无霜期(单位为 d)分布图

表 1 商洛市 1961—2016 年初霜日特征值

时段	最早	最晚	平均	平均绝对变率/d	标准差/d
1961—1970 年	10 月 15 日	11 月 8 日	10 月 28 日	6.99	7.88
1971—1980 年	10 月 15 日	11 月 11 日	10 月 28 日	5.66	7.41
1981—1990 年	10 月 18 日	11 月 9 日	11 月 2 日	6.51	7.39
1990—2000 年	10 月 20 日	11 月 4 日	10 月 27 日	4.25	4.90
2001—2010 年	10 月 20 日	11 月 15 日	11 月 3 日	4.90	6.56
2011—2016 年	10 月 26 日	11 月 19 日	11 月 10 日	8.03	9.08
1961—2016 年	10 月 15 日	11 月 19 日	10 月 31 日	7.04	8.48

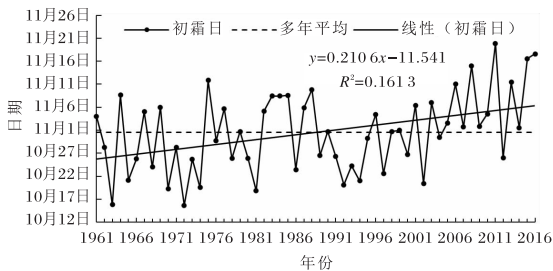


图 4 商洛市 1961—2016 年初霜日年际变化

### 2.3 商洛终霜日变化特征

商洛 56 a 区域平均终霜日为 3 月 29 日,最早为 3 月 17 日,最晚为 4 月 15 日(表 2)。其中最早终霜日为 1999 年 2 月 3 日(丹凤),最晚终霜日

为 1972 年 5 月 15 日(洛南)。全市平均终霜日时间序列绝对变率 5.54 d,标准差为 7.14 d。与初霜日相比,商洛终霜日年际差异较小,稳定性相对较好,商洛 56 a 来终霜日呈提前趋势(图 5),线性倾向率为  $-1.0 \text{ d}/10 \text{ a}$ (通过 0.05 显著性水平检验)。从年代际变化看,各年代平均日期变化不大,其中 20 世纪 60 年代大多数年份较平均日期推迟,60 年代后期—80 年代中期,大多数年份终霜日较平均值推迟,80 年代后期—2003 年前后,终霜日呈小幅波动,2003 年以后终霜日较平均值明显提前。

表 2 商洛市 1961—2016 年终霜日特征值

时段	最早	最晚	平均	平均绝对变率/d	标准差/d
1961—1970 年	3 月 20 日	4 月 11 日	3 月 30 日	6.62	7.62
1971—1980 年	3 月 19 日	4 月 15 日	4 月 1 日	6.19	7.57
1981—1990 年	3 月 19 日	4 月 12 日	4 月 1 日	7.44	8.33
1990—2000 年	3 月 17 日	4 月 4 日	3 月 28 日	4.40	5.30
2001—2010 年	3 月 18 日	4 月 5 日	3 月 27 日	4.67	5.72
2011—2016 年	3 月 17 日	3 月 30 日	3 月 27 日	3.21	4.38
1961—2016 年	3 月 17 日	4 月 15 日	3 月 29 日	5.54	7.14

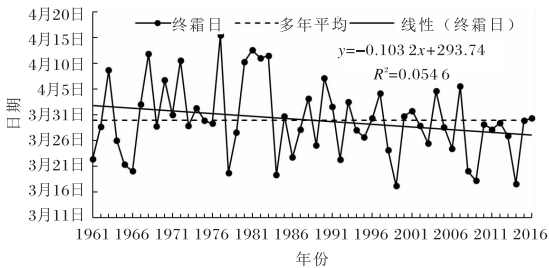


图 5 商洛市 1961—2016 年终霜日年际变化

## 2.4 商洛无霜期变化特征分析

商洛 56 a 区域平均无霜期为 214.7 d, 最短为 187.1 d, 最长为 238.6 d(表 3), 其中最短无霜期为洛南, 1972 年无霜期 141 d, 最长无霜期为商南, 1990 年无霜期 285 d。全市区域平均无霜期序列绝对变率 9.71 d, 标准差为 11.87 d。与初霜日和终霜日变化相比较, 商洛无霜期年际差异较大, 稳定性相对较差。商洛近 56 a 来无霜期日数呈明显增多趋势(图 6), 线性倾向率为 3.1 d/10 a (通过 0.002 显著性水平检验)。由于无霜期随初霜日、终霜日变化而变化, 商洛初霜日推后, 终霜日提前, 导致无霜期延长。其年代际变化与初、终霜日变化基本一致, 20 世纪 60—80 年代前期, 大多数年份无霜期少于平均值, 80 年代中、后期大多数年份大于平均值, 90 年代—2003 年前后, 大多数年份无霜期少于平均值, 2003 年以后大多数年份多于平均值, 且增长趋势明显。

无霜期越长, 热量资源越丰富, 有利于作物生长<sup>[8]</sup>。随着无霜期延长, 商洛农业种植业发生较大变化, 冬小麦种植面积逐年减少, 而马铃薯、油菜种植面积增多, 可见生长期短的粮食作物逐步增多。同时也显示商洛核桃、油桐、红豆杉等的适

宜栽植区也不断向北扩展。无霜期变化范围越大, 热量资源的稳定性越差, 气候资源利用风险大<sup>[9]</sup>。商洛无霜期相对较稳定, 且呈明显增长趋势, 促使热量资源稳定上升, 将有利于农业生产, 有助于提高农产品产量<sup>[8]</sup>。

表 3 商洛市 1961—2016 年无霜期特征值 d

时段	最短	最长	平均	平均绝对变率	标准差
1961—1970 年	189.2	225.7	210.9	11.53	13.39
1971—1980 年	187.1	219.1	208.4	9.07	10.92
1981—1990 年	197.0	233.1	214.5	7.66	9.61
1990—2000 年	200.4	227.9	212.0	7.04	8.13
2001—2010 年	204.6	238.6	220.0	8.48	10.28
2010—2016 年	209.6	235.7	227.3	5.91	8.30
1961—2016 年	187.1	238.6	214.7	9.71	11.87

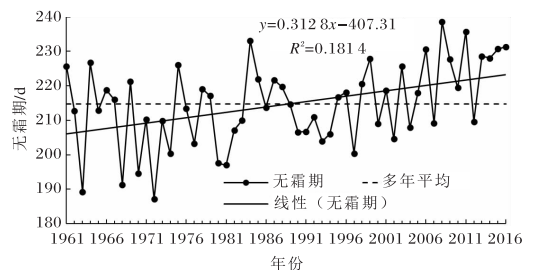


图 6 商洛市 1961—2016 年无霜期年际变化

## 2.5 商洛初、终霜日及无霜期突变特征

图 7 为商洛近 56 a 平均初、终霜日及无霜期突变特征曲线, 由图 7 可见, 商洛初霜日日期序列在 1976 年前呈下降趋势, 自 1976 年开始逐渐增加, 到 2008 年增加趋势达到 0.05 显著性水平,

2015 年达到 0.01 显著性水平,表明初霜日推迟趋势十分显著,其中  $U_F$  和  $U_B$  曲线在 2003 年相交于 0.05 显著性水平线之间,表明商洛初霜日在 2003 年发生突变,初霜日推迟明显。商洛终霜日日期序列呈现先增加后下降的变化趋势,1999 年之前,呈波动增加趋势,从 1999 年开始呈持续减小趋势,但未能通过 0.05 显著性水平,没有发生突变。商洛无霜期在 1985 年前呈减少趋势,自 1985 年开始逐渐增加,2011 年前后达到 0.05 显著性水平,2014 年达到 0.01 显著性水平,表明商洛无霜期增加趋势十分显著,其中  $U_F$  和  $U_B$  曲线在 2007 年相交于 0.05 显著性水平线之间,表明无霜期在 2007 年发生突变,无霜期增加显著。

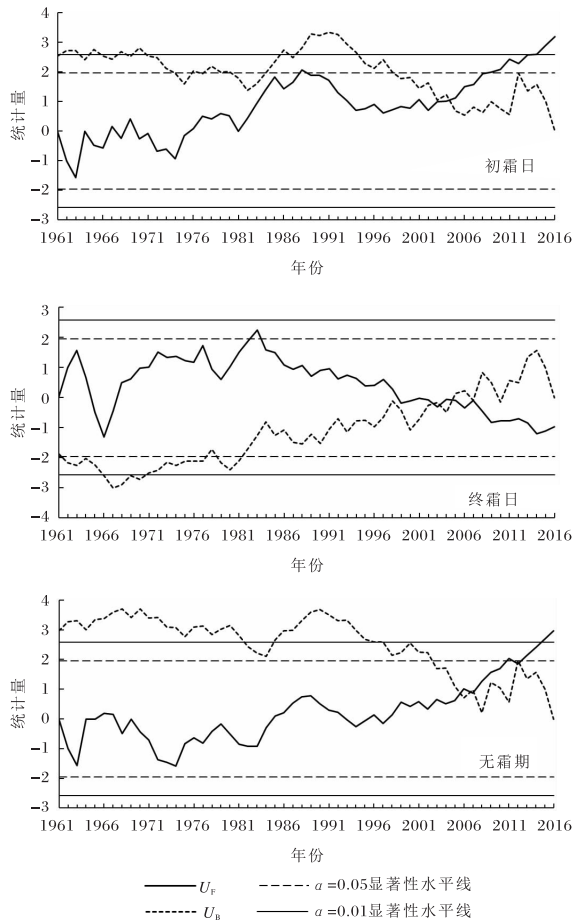


图7 商洛市 1961—2016 年平均初、终霜日及无霜期突变曲线

### 3 小结与讨论

(1)商洛初、终霜日及无霜期日数等值线分布呈纬向分布。随纬度和海拔高度的增加,初霜日

逐渐提前,终霜日推迟,无霜期缩短。平均初霜日在 10 月 20 至 11 月 8 日之间,终霜日在 3 月 22 日至 4 月 9 日之间,平均无霜期在 193.5~227.6 d。

(2)商洛近 56 a 平均初霜日为 10 月 31 日,平均终霜日为 3 月 29 日,平均无霜期为 214.7 d。近 56 a 商洛初霜日呈推迟趋势,终霜日呈提前趋势,无霜期呈增长趋势,平均初霜日线性倾向率为 2.1 d/10 a,终霜日线性倾向率 -1.0 d/10 a,平均无霜期线性倾向率为 3.1 d/10 a,其变化有利于农作物生长季延长。

(3)商洛近 56 a 来,初霜日呈先减小后增大的趋势,初霜日推迟趋势十分显著,在 2003 年发生突变;终霜日呈先增加后减小的变化趋势,无明显突变,无霜期日数呈现先减小后增大趋势,在 2007 年发生突变,无霜期增长显著。

#### 参考文献:

- [1] 钱锦霞,张霞,张建新,等. 近 40 年山西省初终霜日的变化特征[J]. 地理学报,2010,65(7):801-808.
- [2] EASTERLING D R. Recent changes in frost days and the frost-free season in the United States[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2002,83(9):1327-1332.
- [3] MENZEL A, JAKOBI G, AHAS R, et al. Variations of the climatological growing season (1951-2000) in Germany compared with other countries[J]. International Journal of Climatology, 2003,23(7):793-812.
- [4] 许艳,王国复,王盘兴. 近 50a 中国霜期的变化特征分析[J]. 气象科学,2009,29(4):427-433.
- [5] 张林梅,李建丽,张建. 阿勒泰地区霜冻变化特征分析[J]. 陕西气象,2014(6):13-18.
- [6] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 2 版. 北京:气象出版社,2007.
- [7] 柏秦凤,李星敏,朱琳. 近 50 年陕西省无霜期的变化及果区霜冻风险分布[J]. 干旱区资源与环境, 2013,27(8):65-70.
- [8] 谷新波,王佳,萨日娜,等. 阿尔山市 35 年初终霜日及无霜期变化分析[J]. 内蒙古气象,2008(3):26-28.
- [9] 苗运玲,张林梅,卓世新. 哈密地区霜冻气候特征分析及其对农业的影响[J]. 陕西气象,2016(3):12-16.