

环海军,刘岩,姚丹丹,等.近50年山东中部地区四季开始日期及长度变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2017,11(3):79-85.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2017.03.011

近50 a 山东中部地区四季开始日期及长度变化特征

环海军¹,刘岩¹,姚丹丹²,夏福华¹

(1.淄博市气象局,山东 淄博 255048;2.山东工业职业学院,山东 淄博 255048)

摘要:利用山东中部地区8个气象站1966—2015年逐日气温观测资料,用5日滑动平均气温作为划分依据,结合气候趋势法、Mann-Kendall法和经验正交分解法,对山东中部地区近50 a的四季开始日期及长度时空变化特征进行分析。结果表明:山东中部地区春季和夏季开始日期呈提前趋势,秋季和冬季呈推迟趋势,其中,夏季和冬季开始日期在1993年发生突变,四季开始日期的主要空间变化趋势一致,秋季变化强度中心在中北部平原,其他三季变化强度中心均出现在中部地区,四季开始日期空间变化规律在第二特征向量上呈现区域变化的不一致性。冬季日数最多,其次为夏季,春季日数最少,春季和冬季日数呈减少趋势,冬季减少趋势显著,气候倾向率为 $-2.98\text{ d}/10\text{ a}$,夏季和秋季日数呈增加趋势,夏季日数增加显著,四季日数主要空间变化规律一致,强度中心在中部地区,四季日数空间变化规律在第二特征向量上存在不一致性,其中,夏季和秋季第二特征向量呈现南部山区与其他地区不同。

关键词:四季开始日期;四季长度;时空变化;气候趋势

中图分类号:

文献标识码:B

文章编号:1002-0799(2017)03-0079-07

全球气候变暖是当前国内外广泛关注的热门话题,气候变暖及气温的年际波动使区域季节的开始日期和持续长度发生变化。研究表明,近百年来中国大陆持续增温^[1-2],大部分地区季节长度和起止时间发生了显著变化^[3-4],对农业、人民生活和社会经济产生很大影响,因此,分析气候变暖背景下区域四季起止时间和持续长度变化特征具有重要意义。

不少学者对气候变化背景下四季起止时间和持续长度变化特征进行了研究,得出了不少有意义的结论。在四季起止日期划分方面,郁珍艳等^[5]对浙江省的四季划分方法进行了探讨,结合动植物物候观测资料,对以往多种四季划分方法进行了统计计算及对比分析,探讨了各种方法的优缺点,总结了一套适用于浙江省的四季划分标准;范思睿等^[6]对青藏

高原四季划分的办法进行了探讨,初步定义了“高原普适季节划分方法”为高原总体的四季划分方法。在四季持续长度变化特征方面,严登华等^[13]对中国北方地区四季的时空演变特征研究表明,北方地区四季演变呈一定的径向、纬向和海陆分布规律,且由于地理隔离,存在不连续的高值或低值中心,但整体上呈现以下特征:春夏起始日期提前,秋季推迟,冬季整体变化不大;姜燕敏等^[14]研究了气候变暖对长三角地区四季长度的影响,结果表明,该区域夏季日数最多,且延长趋势最强;郁珍艳等^[15]对我国近47 a四季长度变化的研究表明,四季长度在全国范围内主要表现为春季变短,夏季变长,秋季基本变短,冬季变短的变化趋势,但这种趋势在空间分布上有所差异,北方比南方明显,东部比西部明显;姜燕敏等^[13-16]对不同区域四季的开始日期及长度变化特征进行了研究,得出了不同区域的四季变化特征。研究表明四季开始日期和持续时间存在明显的地域差异,因此,研究山东中部地区四季的开始日期及长度变化特征,分析不同下垫面对其变化规律的影响有

收稿日期:2017-02-16;修回日期:2017-03-06

基金项目:山东省气象局气象科学技术研究项目(2016sdqxm13)资助。

作者简介:环海军(1987-),男,工程师,主要从事气候变化、应用气象和农业气象等方面的研究。E-mail:324380521@qq.com

重要的现实意义。

山东中部地区地处暖温带大陆性季风气候区,多数地区处在亚湿润气候大区的指标范围,地形主要包括平原和山区。受季风影响,气候变化具有明显的季节性。冬季盛行偏北风,雨雪稀少,寒冷干燥;春季气温回升快,少雨多风,干旱发生频繁;夏季高温高湿,降水集中;秋季降水锐减,秋高气爽。已有研究表明山东中部地区年季平均气温均呈上升趋势,其中冬季增暖最明显。研究山东中部地区四季的开始日期及长度变化特征,可为当地农业布局、光热利用以及应对气候变化、促进区域的可持续发展提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

本文气象资料来源于山东中部地区自南而北 8 个气象站 1966—2015 年近 50 a 逐日气温资料,站点分布见图 1。地形包括平原和山区,数据经过严格质量控制,数据缺失两天内的运用前后资料进行插补。

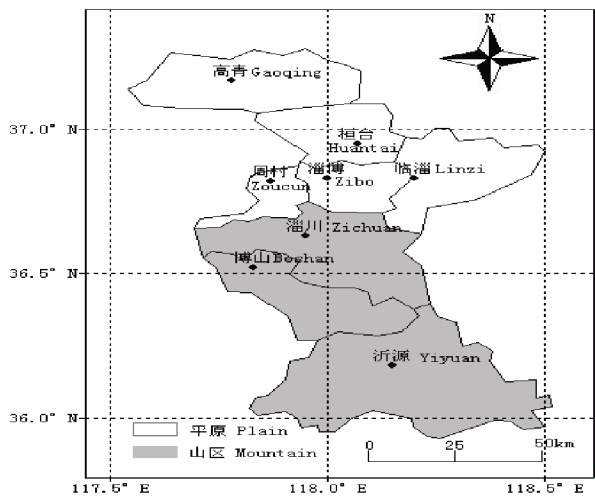


图 1 观测站点分布

1.2 研究方法

1.2.1 四季的划分标准

气象部门通常根据阳历划分四季,即 3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月至次年 2 月为冬季,此种划分方法虽然简单,但与实际气候状况差异较大。本文采用张宝堃提出的物候学的划分方法,采用 5 d 滑动平均气温作为四季开始和结束的指标,划分标准为:春季:5 d 滑动平均气温稳定 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,5 d 滑动平均首日记为春季开始;夏

季:5 d 滑动平均气温稳定 $\geq 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,5 d 滑动平均首日记为夏季开始;秋季:5 d 滑动平均气温稳定 $< 22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,5 d 滑动平均首日记为秋季开始;冬季:5 d 滑动平均气温稳定 $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,5 d 滑动平均首日记为冬季开始。

1.2.2 分析方法

本文基于气象数据采用气候倾向率、Mann-Kendall 突变检验等方法分析山东中部地区四季变化的时间特征,利用经验正交分解法(EOF)分析其空间变化特征。

2 结果与分析

2.1 四季开始日期的时间变化特征

四季开始日期的时间变化规律见图 2,其中,四季开始日期日序计算的起始日期分别为 3 月 1 日、5 月 1 日、8 月 1 日和 10 月 1 日。近 50 年山东中部地区春季、夏季、秋季和冬季平均开始日期分别为 4 月 2 日、5 月 29 日、9 月 7 日和 11 月 1 日。春季和夏季开始日期随时间变化呈提前趋势,气候倾向率分别为 $-1.5\text{ d}/10\text{ a}$ 、 $-1.9\text{ d}/10\text{ a}$,秋季和冬季的开始日期随时间呈推迟的趋势,气候倾向率分别为 $0.9\text{ d}/10\text{ a}$ 、 $1.4\text{ d}/10\text{ a}$ 。由图可知,春季开始日期在 2000 年后出现明显的推迟,无明显突变年份;夏季开始日期在 1993 年发生突变,之后入夏开始日期明显提前;秋季开始日期呈弱推迟趋势,无明显突变年份;冬季开始日期自 20 世纪 90 年代后出现明显的推迟,在 1993 年发生突变。

2.2 四季开始日期的空间变化特征

山东中部地区近 50 a 四季开始日期空间分布见表 1。由表可知,中部地区最早进入春季,50 a 平均开始日期为 4 月 1 日,其他地区偏晚 1~2 d,南部山区偏晚 3 d;多数地区夏季平均开始日期出现在 5 月 27 日,东部地区偏晚 2 d,最南部山区偏晚 7 d;最南部山区秋季开始最早,出现在 9 月 1 日,中部地区最晚出现在 9 月 10 日,其他地区偏晚 4~8 d;最

表 1 四季开始日期空间分布

季节	淄博	周村	桓台	临淄	高青	博山	淄川	沂源
春季	4-1	4-1	4-3	4-3	4-3	4-2	4-1	4-4
夏季	5-27	5-27	5-29	5-29	5-27	5-27	5-27	6-3
秋季	9-10	9-7	9-8	9-8	9-9	9-5	9-7	9-1
冬季	11-3	11-1	11-1	11-1	10-30	11-2	11-2	10-29

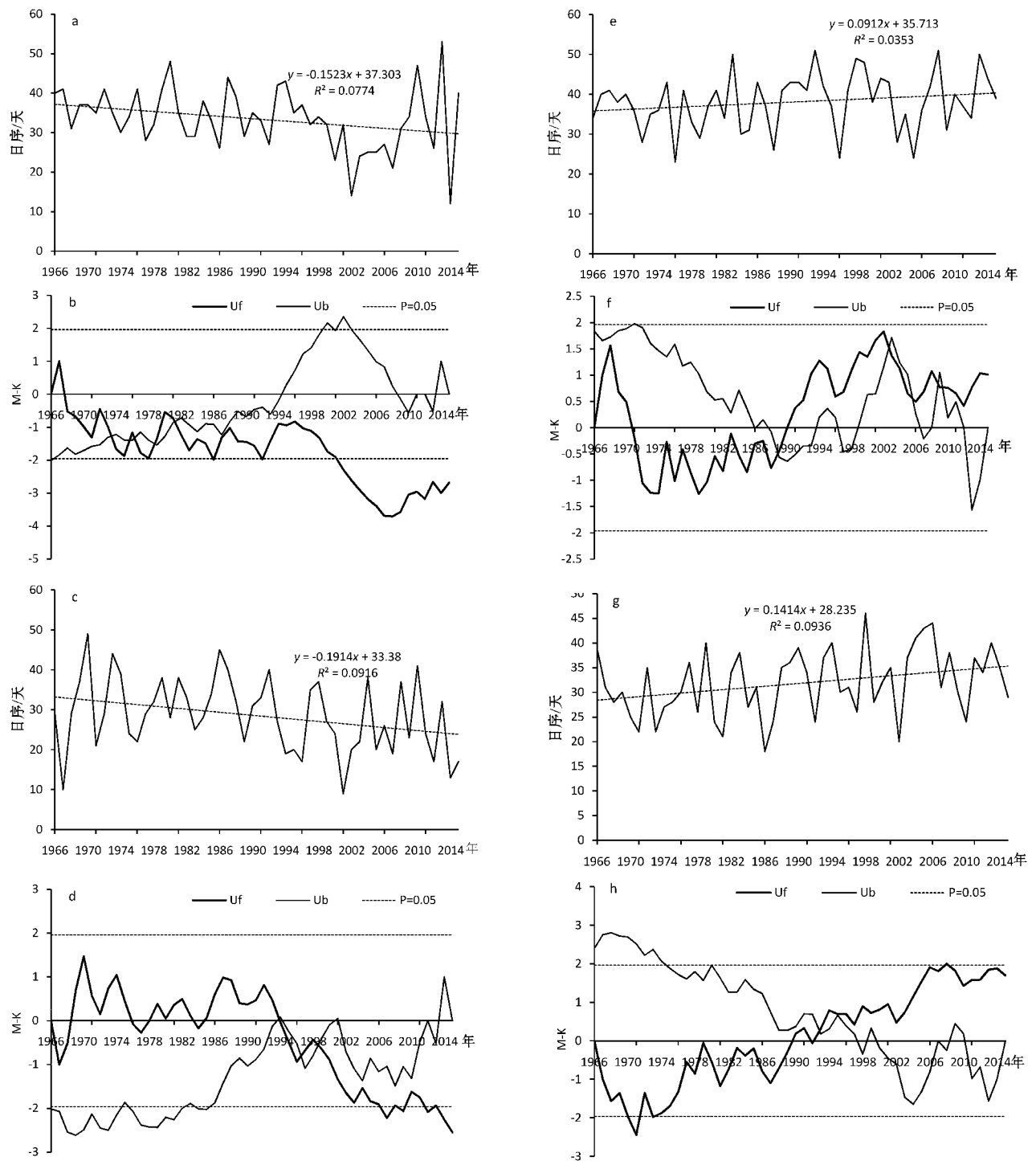


图2 春季(a、b)、夏季(c、d)、秋季(e、f)、冬季(g、h)开始日期的时间变化特征

南部山区冬季开始日期出现在 10 月 29 日,中部平原最晚出现在 11 月 3 日,其他地区偏晚 1~4 d。

四季开始日期 EOF 分解的第一特征向量见图3。由图可知,春季开始日期的主要空间变化趋势一致,变化强度中心在中部地区,随时间变化呈提前趋势,第一特征向量贡献率为 93%;夏季开始日期的主要空间变化规律一致,强度中心出现在中部地

区,随时间变化呈提前趋势,第一特性向量贡献率 86%,第二特征向量贡献率 6%,随时间变化呈提前趋势,呈现最南部山区和东北部平原与其他地区相反的变化趋势;秋季开始日期空间主要变化规律一致,随时间变化呈推迟趋势,强度自北向南递减,第一特征向量贡献率 74%,第二特征向量贡献率 11%,随时间变化呈推迟趋势,呈现南部山区与中北

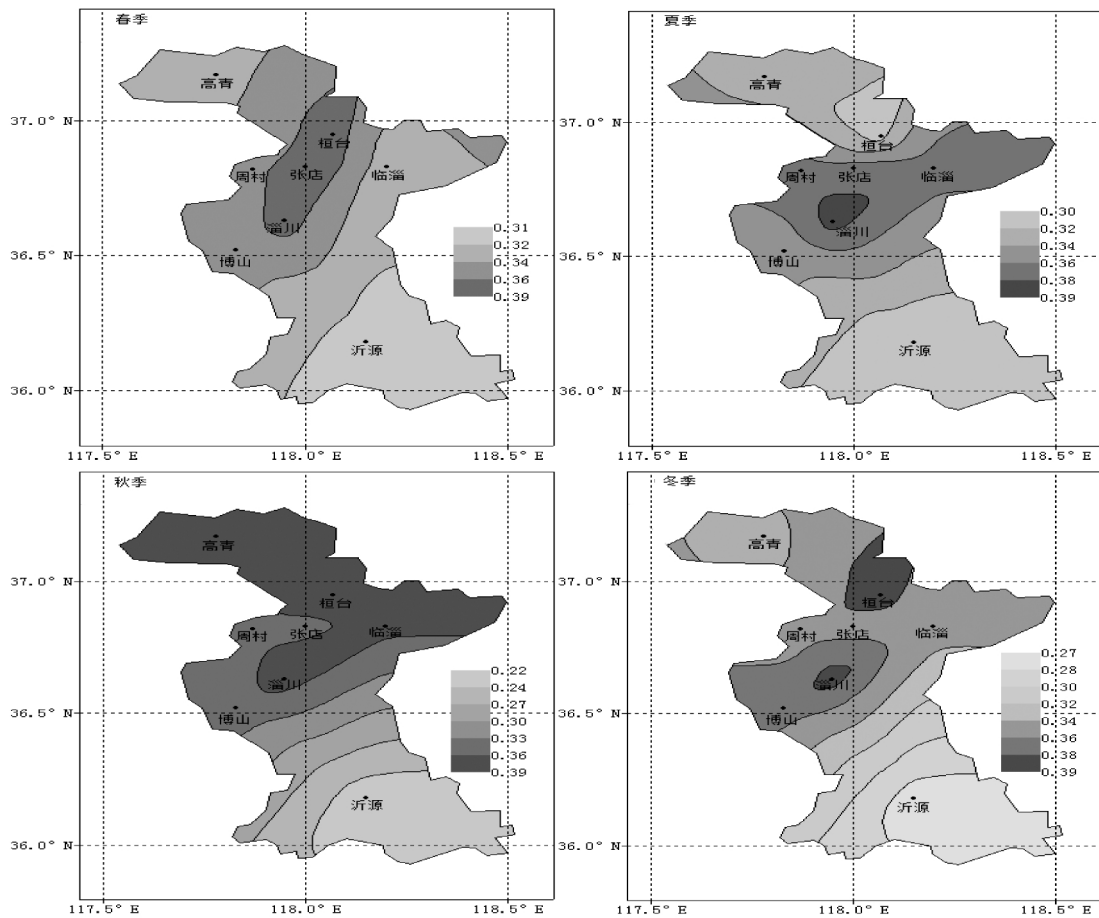


图3 四季开始日期 EOF 分解的第一特征向量

部平原不同的空间变化规律；冬季开始日期主要空间变化规律一致，随时间变化呈推迟趋势，强度中心在中部地区，第一特征向量贡献率为 82%，第二特征向量贡献率为 7%，随时间变化呈推迟趋势，呈现最南部山区和最北部平原与其他地区空间变化的不一致。

2.3 四季长度的时间变化特征

山东中部地区四季日数的时间变化特征见表2。由表可知，山东中部地区冬季日数最多，其次为夏季，春季日数最少。春季和冬季日数随时间变化呈减少趋势，冬季减少趋势显著，气候倾向率为 $-2.98 \text{ d}/10 \text{ a}$ ，夏季和秋季日数随时间变化呈增加趋势，其中，夏季日数显著增加。春季日数在 80 年代日数达最多，平均为 60 d，之后呈减少趋势，尤其在近 5 a 来减少趋势明显，历史最多日数为 80 d，出现在 1986 年；夏季日数在 90 年代后开始显著增多，在近 5 a 出现最大值，平均为 112 d，历史最多日数为 126 d，出现在 2001 年，最少为 83 d，出现在 1970 年；秋季日数年代际变化不显著，在 2001—2010 年

出现最多，为 58 d，历史最多日数为 80 d，出现在 2005 年；冬季日数在 70 年代最多，平均 159 d，之后开始逐渐减少，尤其在 2000 年以后，减少趋势明显，历史最少日数为 123 d，出现在 2013 年。

表2 四季日数时间变化特征

时段	春季	夏季	秋季	冬季
50 a 平均值/d	56	102	55	153
气候倾向率/(d/10a)	-0.46	2.76**	0.53	-2.98**
1966—1970 年日数/d	55	100	53	157
1971—1980 年日数/d	55	96	56	159
1981—1990 年日数/d	60	97	54	154
1991—2000 年日数/d	55	106	52	153
2001—2010 年日数/d	58	104	58	145
2011—2015 年日数/d	48	112	55	148

注：* 为 0.05 显著水平，** 为 0.01 显著水平。

2.4 四季长度的空间变化特征

山东中部地区四季日数空间分布见表3。由表可知，各地春季日数接近，最南部山区最多为 59 d，

最北部平原最少为 54 d,其他地区 55~57 d;中部夏季日数最多,50 a 平均值为 106 d,最南部山区最少为 91 d;最北部平原秋季日数最少,50 a 平均值为 52 d,南部山区最多为 58 天;最南部山区冬季日数最多为 158 d,中部平原最少为 150 d。

表 3 四季日数空间分布 d

季节	淄博	周村	桓台	临淄	高青	博山	淄川	沂源
春季	56	56	57	56	54	55	55	59
夏季	106	103	102	102	105	101	104	91
秋季	54	56	54	55	52	58	55	57
冬季	150	151	153	152	45	152	151	158

山东中部地区四季日数 EOF 分解的第一特征向量见图 4。由图可知,春季日数的主要空间变化趋势一致,变化强度中心出现在中部地区,向两边递减,随时间变化呈减少趋势,第一特征向量贡献率为

87%;夏季日数的主要空间变化规律一致,强度中心出现在中部地区,随时间变化呈增加趋势,第一特征向量贡献率 77%,第二特征向量贡献率 10%,随时间变化呈增加趋势,呈现南部山区与其他地区相反的变化趋势;秋季日数空间主要变化规律一致,随时间变化呈增加趋势,强度由中部东北—西南方向向两侧递减,第一特征向量贡献率 77%,第二特征向量贡献率 9%,随时间变化呈减少趋势,呈现南部山区与中北部地区相反的空间变化规律;冬季日数主要空间变化规律一致,随时间变化呈减少趋势,强度中心在中部东北—西南方向地区,第一特征向量贡献率为 91%。

3 结论与讨论

(1)山东中部地区春季和夏季开始日期随时间变化呈提前趋势,秋季和冬季的开始日期随时间呈推迟的趋势,其中,夏季和冬季开始日期随时间的变化趋势明显,均在 1993 年发生突变。四季开始日期的主要空间变化趋势一致,秋季变化强度中心在中

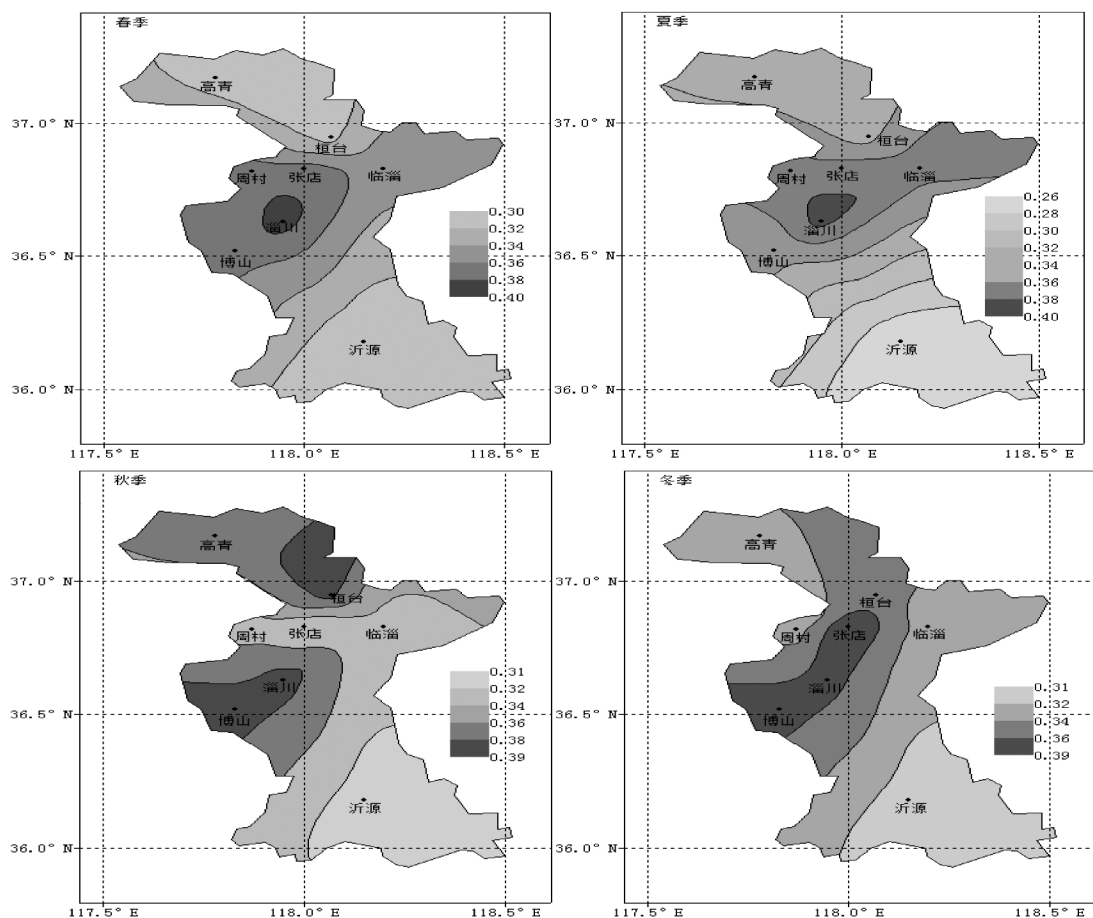


图 4 四季日数 EOF 分解的第一特征向量

北部平原,其他三季变化强度中心均出现在中部地区,第一特征向量贡献率分别为93%、86%、74%和82%,其时间系数随时间变化规律与四季开始日期的时间变化规律一致。四季开始日期空间变化规律在第二特征向量上呈现不一致性,其中,秋季第二特征向量贡献率最大为11%,随时间变化呈推迟趋势,呈现南部山区与中北部平原不一致的空间变化规律。

(2)山东中部地区冬季日数最多,其次为夏季,春季日数最少。春季和冬季日数随时间变化呈减少趋势,冬季尤为显著,气候倾向率为 $-2.98\text{ d}/10\text{ a}$,夏季和秋季日数随时间变化呈增加趋势,夏季日数显著增加。春季日数近5 a减少趋势明显,夏季日数在20世纪90年代后开始显著增多,在近5 a出现最大值,秋季日数年代际变化不显著,冬季日数在2000年后减少趋势明显。南部山区春季、秋季和冬季日数最多,中部地区夏季日数最多,四季日数主要空间变化规律一致,春季和夏季变化强度中心在中部地区,秋季和冬季变化强度中心在中部的东北西南方向一带,第一特征向量贡献率分别为87%、77%、77%和91%,其时间系数随时间变化规律与四季日数的时间变化规律一致。四季日数空间变化规律在第二特征向量上呈现不一致性,其中,夏季和秋季第二特征向量贡献率较大,主要呈现南部山区与其他地区的不一致。

(3)由于近年来平均气温的显著升高,引起各地季节的显著变化,但不同地区的变化幅度不同。山东中部地区入夏日期显著提前,入冬日期显著推迟,夏季日数显著增多,冬季日数显著减少,与“中国最明显的增温发生在北方地区,明显增温主要表现在冷季”的研究结论一致。以夏季显著延长、冬季显著缩短为主要气候特征的气候变暖,对经济、生态和人类活动等方面产生重大影响,尤其是对农业生产布局、病虫害防治、农业生产潜力、作物种类分布和农业管理等方面的影响,因此,掌握气候变暖带来的四季变化特征,可以合理调整和布局农业生产,减轻气候变暖带来的不利影响。

参考文献:

- [1] 朱歆炜,叶成志,彭晶晶,等.湖南省55 a极端气温事件变化特征[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(2):82-88.
- [2] 范兰,吕昌河,杨彪,等.近15a中国气温变化趋势分析[J].沙漠与绿洲气象,2014,8(5):34-38.
- [3] 张世轩,张璐,孙树鹏,等.全球变暖情况下中国季节的变化[J].高原气象,2011,30(3):659-667.
- [4] 郁珍艳,范广洲,华维,等.气候变暖背景下我国四季开始时间的变化特征[J].气候与环境研究,2010,5(1):73-82.
- [5] 孙翠凤,窦坤,徐国栋,等.近46 a山东菏泽日照变化特征及影响因子[J].干旱气象,2013,31(4):744-749.
- [6] 梁桂花,张小平,徐卫丽,等.朔州市近50 a日照时数变化特征及影响因子[J].干旱气象,2010,28(4):418-421.
- [7] 马涛,樊风,张万诚,等.近50 a低纬高原地区日照时数的变化趋势分析[J].干旱气象,2015,33(5):790-795.
- [5] 郁珍艳,吴利红,高大伟,等.浙江省四季划分方法探讨[J].气象科技,2014,42(3):474-481.
- [6] 范思睿,范广洲,董一平,等.青藏高原四季划分方法探讨[J].高原山地气象研究,2011,31(2):1-11.
- [7] 严登华,耿思敏,罗先香,等.中国北方地区四季的时空演变特征[J].地理科学,2011,31(9):1105-1110.
- [8] 姜燕敏,梁艳,沙欣.气候变暖对长三角地区四季长度的影响[J].干旱气象,2012,30(4):570-574.
- [9] 郁珍艳,范广洲,华维,等.近47年我国四季长度的变化研究[J].高原气象,2011,30(1):182-190.
- [10] 姜燕敏,吴昊旻,杨爱琴,等.丽水市四季起始日的气候演变特征[J].沙漠与绿洲气象,2013,7(6):58-62.
- [11] 张克新,刘普幸,张锐,等.近55年来河西地区季节开始日及长短变化特征[J].地理研究,2011,30(3):547-554.
- [12] 张静,吕军,项瑛,等.江苏省四季变化的分析[J].气象科学,2008,28(5):568-572.
- [13] 吴昊旻,陈惠芬,何凯玲.丽水市1953-2010年气温变化对四季长度的影响[J].气象与环境科学,2012,35(3):76-80.
- [14] 李鸿儒,陈世伟,曹立国.近55年来河西走廊荒漠绿洲区季节开始日及其长短变化特征分析[J].水土保持研究,2012,19(5):74-77.
- [15] 吴昊旻,黄安宁,黄旋旋.近50年长三角地区季节的气候变化特征[J].中国农业气象,2012,33(3):317-324.
- [16] 古亚丽,范思睿.青藏高原四季开始日期随海拔高度和纬度变化[J].高原山地气象研究,2012,32(3):16-21.
- [17] 范思睿,范广洲,赖欣,等.1961~2007年青藏高原四季开始日期的变化趋势分析[J].气候与环境研究,2013,18(1):71-79.
- [18] 赵国永,韩艳,闫军辉,等.信阳市城区四季变化特征研究[J].信阳师范学院学报:自然科学版,2015,28(4):529-532.

Variation Characteristics of the Beginning Dates and Length of Different Seasons in the Middle Area of Shandong Province in Recent 50 years

HUAN Haijun¹, LIU yan¹, YAO Dandan², XIA Fuhua¹

(1. Zibo Meteorological Bureau, Zibo 255048, China; 2. Shandong Vocational College of Industry, Zibo 255048, China)

Abstract The spatial and temporal variation characteristics of beginning dates and length of the seasons in the middle area of Shandong province in recently 50 years were analyzed, using methods of 5-day overlapping mean air temperature, climate trending rate, Mann-Kendall and empirical orthogonal function based on daily air temperature data from eight weather stations. The results showed that the beginning dates of spring and summer had advanced trends over time, which were delayed in autumn and winter, and the abrupt changes in beginning dates of summer and winter both occurred in 1993. The main spatial variations of beginning dates of different seasons were consistent, the change intensity center of autumn was in the north central plains, and the other seasons were in the central regions. The second eigenvector of spatial variation of beginning dates of different seasons presented different spatial variations. Days of winter were the most, followed by summer, and spring was the least. It presented decreased trends over time in spring and winter, which was significant in winter over a climate trending rate of $-2.98 \text{ d}/10 \text{ a}$. It showed increased trends over time in winter and autumn, and which was more significant in summer. The main spatial variation days of four seasons were consistence, the intensity center was in the central regions. The second eigenvector of spatial variation days of four seasons presented different spatial variations, especially between southern mountain areas and other regions of the days of summer and autumn.

Key words season beginning dates; season length; temporal and spatial variation characteristics; climate trending rate