

玛依拉·买买提艾力. 新疆 1961—2020 年气候季节时空分布及其变化特征[J]. 陕西气象, 2024(2):23-29.

文章编号:1006-4354(2024)02-0023-07

新疆 1961—2020 年气候季节时空分布及其变化特征

玛依拉·买买提艾力

(新疆维吾尔自治区气候中心, 乌鲁木齐 830002)

摘要:利用新疆 99 个国家气象观测站 1961—2020 年逐日平均气温数据, 结合中国气象局《气候季节划分》(GB/T 42074—2022)和本区季节划分标准研究新疆四季起始期和四季长度时空分布特征, 为该区农牧业生产、防灾减灾提供决策参考。结果表明:新疆常年四季分明区春季起始期为 2 月上旬至 3 月下旬, 空间上呈由南向北逐渐推迟的纬向分布;夏季起始期为 4 月中旬至 7 月上旬, 吐鲁番市和南疆塔里木盆地最早入夏, 北疆大部比南疆晚;秋季起始期为 8 月上旬至 10 月上旬, 北疆入秋早, 吐鲁番市和南疆大部入秋晚;冬季起始期为 10 月下旬至 12 月上旬, 北疆入冬早, 南疆较晚。常年新疆四季分明区春、夏、秋、冬四季平均长度分别为 78、113、74、106 d。新疆无夏区位于天山山区、南疆西部山区等高山地区, 相较四季分明区入春晚, 入秋和入冬早, 常年春季、秋季、冬季平均长度为 118、100、148 d。1961—2020 年新疆四季分明区入春期和入夏期呈显著提前趋势, 入秋期和入冬期则显著推后, 春、夏、秋三季起始期转折点在 2000 年前后, 冬季转折点在 1988 年, 气候季节长度夏季延长, 冬季缩短;无夏区入春期显著提前, 入冬期显著延后, 春季延长, 冬季缩短。春季、夏季、秋季、冬季起始期分别与 2、5、9、11 月平均气温相关性最强, 可为当年各季起始期偏早、偏晚形势的预估提供一定的依据。

关键词:气候季节;四季分明区;四季起始期;季节长度

中图分类号:P467

文献标识码:A

季节与生产、生活密切相关, 季节更替及其起始时间的变化对农事安排、作物生长、人类活动等具有很大影响^[1-2]。季节通常有多种划分方法, 气象、天文、农历划分方法^[3-4]认为全国各地同一时间进入同一季节, 我国地域辽阔, 各省气候各异, 用这几种方法不够合理;而物候的方法在气象工作中不便于使用, 于是以气象要素分布来划分季节的气候划分法在国内外被广泛使用和研究, 张宝堃最早提出以候平均气温划分法来区分四季^[5], 该划分法在国内得到了充分肯定。应气象业务需求 2012 年中国气象局制定了气象行业标准—《气候季节划分》(QX/T 152—2012)^[6], 为各地气象局在当地进行相关预测和评价服务工作提供了理论和技术支撑, 许多研究者针对我国及

我国不同区域气候季节分布及变化特点进行了研究;马彬和张勃^[7]对中国气候季节变化进行研究发现, 随着全球气候变化, 我国常冬区显著缩小, 无冬区显著扩大, 入夏期提前导致内蒙古、河西走廊、新疆等地的很多区域夏季长度增加, 而入冬期的延后使这些地区冬季长度显著减少;其他学者对我国黑龙江、吉林、陕西、内蒙古、江苏等省份及部分城市气候季节的变化研究也表明, 这些地区均有春夏季提前、秋冬季延后的趋势, 且进入 21 世纪后此种趋势较为显著^[8-13]。雷向杰等^[14]研究表明秦岭主峰太白山高山区的拔仙台气象站及以上山区为常冬区, 但近 60 a 常年气候季节指标逐渐趋近无夏区, 未来 10~20 a 有可能转为无夏区。张东海等^[15]对该行标在贵州的适用性进行

收稿日期:2023-03-27

作者简介:玛依拉·买买提艾力(1994—), 女, 维吾尔族, 新疆尼勒克人, 学士, 助工, 主要研究气候变化及其影响评估。

基金项目:新疆气象局科技创新发展基金项目“新疆气象干旱监测评估预报技术研究及业务应用”(21909007)

了分析,认为该标准对贵州地区常年季节划分比较合理,但对当年春、夏、秋季当年起始期的判定存在一定的不合理性。2022年中国气象局制定了国家标准—《气候季节划分》(GB/T 42074—2022)^[16],该标准对比2012年的行标,气候季节划分气温阈值未改变,对起始日的二次判断进行了更新,将“初次判断的起始日比常年日期偏早15 d以上,需进行二次判断”修订为“初次判断的起始日比常年日期偏早30 d以上,需进行二次/多次判断”。

新疆位于亚欧大陆的内陆地区,距海遥远,地形较为复杂,气象要素的分布很不均匀,属于典型的大陆性干旱气候,各气象要素对气候变暖的响应比较典型,但关于新疆四季起始期时空分布的研究尚不多见。本文利用新疆长时间序列的温度资料,结合2022年发布的国标和适用于本地气候特点的四季划分阈值^[17-18],对新疆气候季节的时间与空间分布特征进行较为详细的分析,可为气候评价服务工作提供理论支撑。

1 数据与方法

1.1 资料来源

资料来源于新疆维吾尔自治区气象局,为新疆全区105个国家气象观测站逐日平均气温资料(1961—2020年)。因阿克达拉、昌吉、白杨沟、十三间房、东坎、塔中6站数据缺失严重,故分析时剔除这6站,使用其余99站资料进行分析;在对历年气候季节变化做分析时,乌兰乌苏、阜康、温宿、墨玉、洛浦5站资料起始时间均在1961年之后,不参与统计分析。

1.2 研究方法

1.2.1 四季划分标准

(1)常年气候季节划分方法

依据常年5 d滑动平均气温序列,当连续5 d满足某一气候季节指标阈值后,则在其所对应的常年日平均气温序列(9 d)中,按照下列规定确定常年气候季节起始日期:春季起始期为第一个日平均温度大于或等于0℃的日期,夏季起始期为第一个日平均温度大于或等于20℃的日期,秋季起始期为第一个日平均温度小于20℃的日期,冬季起始期为第一个日平均温度小于0℃的日

期^[16-18]。本文中常年是指1991—2020年。

(2)无夏区常年气候季节的确定

根据常年气候季节划分结果,四季均出现的台站定义为四季分明台站,若干季节不出现的台站定义为四季不分明台站。常年滑动平均气温序列无连续5 d大于或等于20℃,则该地为无夏区,仅划分春季、秋季和冬季;无夏区春季与冬季起始期的确定与四季分明区相同,秋季起始期为春季起始期之后常年日平均气温序列的最高值出现日期,若出现多个相同最高值则取首个最高值出现日期。

(3)当年气候季节的确定

基于当年5 d滑动平均气温序列,在首次连续5个满足某一气候季节指标阈值的滑动平均值所对应的日平均气温序列进行初次判断,如果初次判断的起始期后5 d滑动平均气温出现不满足气候季节指标阈值的情况,当两次连续过程之间满足季节指标的累计天数大于或等于不满足的天数,则以初次判断的起始期作为该气候季节的开始日期;否则需找到再次达到该季节阈值的5个连续滑动平均值,判断两次过程满足和不满足该季节指标的天数,进行起始期的二次或多次判断。

(4)气候季节早晚等级划分

依据当年与常年气候季节起始期的差值(D_d ,单位为d)划分为5个早晚等级,详见表1。

表1 气候季节早晚等级划分和表述

等级指标/d	等级表述
$D_d < -15$	特早
$-15 \leq D_d < -5$	偏早
$-5 \leq D_d \leq 5$	正常
$5 < D_d \leq 15$	偏晚
$D_d > 15$	特晚

1.2.2 分析方法 研究四季起始期及长度时空变化特征时采用克里金插值法、Mann-Kendall突变检验方法、气候倾向率等方法。

2 结果分析

2.1 常年气候季节

2.1.1 四季分明区与无夏区划分 对1991—

2020 年(常年)新疆全区 99 个国家气象观测站日平均气温序列统计分析,新疆无夏台站共计 14 站,位于天山山区、南疆西部山区等高山地区,定义为无夏区,其余 85 站属于四季分明区(图 1)。

2.1.2 季节起始期 图 2 为新疆全区四季起始期空间分布图,新疆四季分明区常年春季起始期为 2 月上旬至 3 月下旬,空间上由南向北逐渐推迟,2 月上旬和田地区的和田市(2 月 7 日)、策勒县(2 月 9 日)率先开春,随后 2 月中下旬南疆大部及吐鲁番市陆续入春,伊犁河谷为 2 月下旬至 3 月上旬之间,天山北坡及塔城地区为 3 月中旬,阿勒泰地区最晚为 3 月下旬。夏季起始期为 4 月中旬至 7 月上旬,吐鲁番市于 4 月 15 日率先入夏,南疆大部、哈密市在 4 月下旬至 5 月上旬陆续入夏,天山北坡为 5 月中旬,北疆西部、北部为 5 月下旬至 6 月上旬,位于塔城地区、阿勒泰地区、昌吉州的部分台站在 6 月下旬,而位于克州的乌恰站入夏期为 7 月 5 日,为全疆入夏最晚的地区。秋季起始期为 8 月上旬至 10 月上旬,北疆北部为 8 月下旬,北疆其余大部地区在 9 月上旬,南疆大部为 9 月中旬,吐鲁番市 10 月 3 日为全疆入秋最

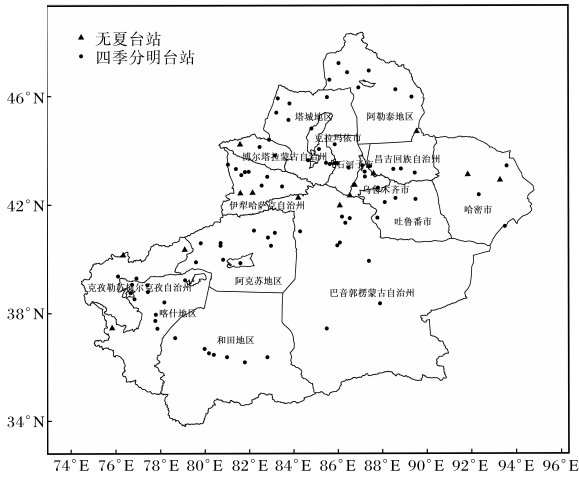


图 1 新疆全区 99 个国家气象观测站空间分布 (审图号为 GS(2017)1267 号)

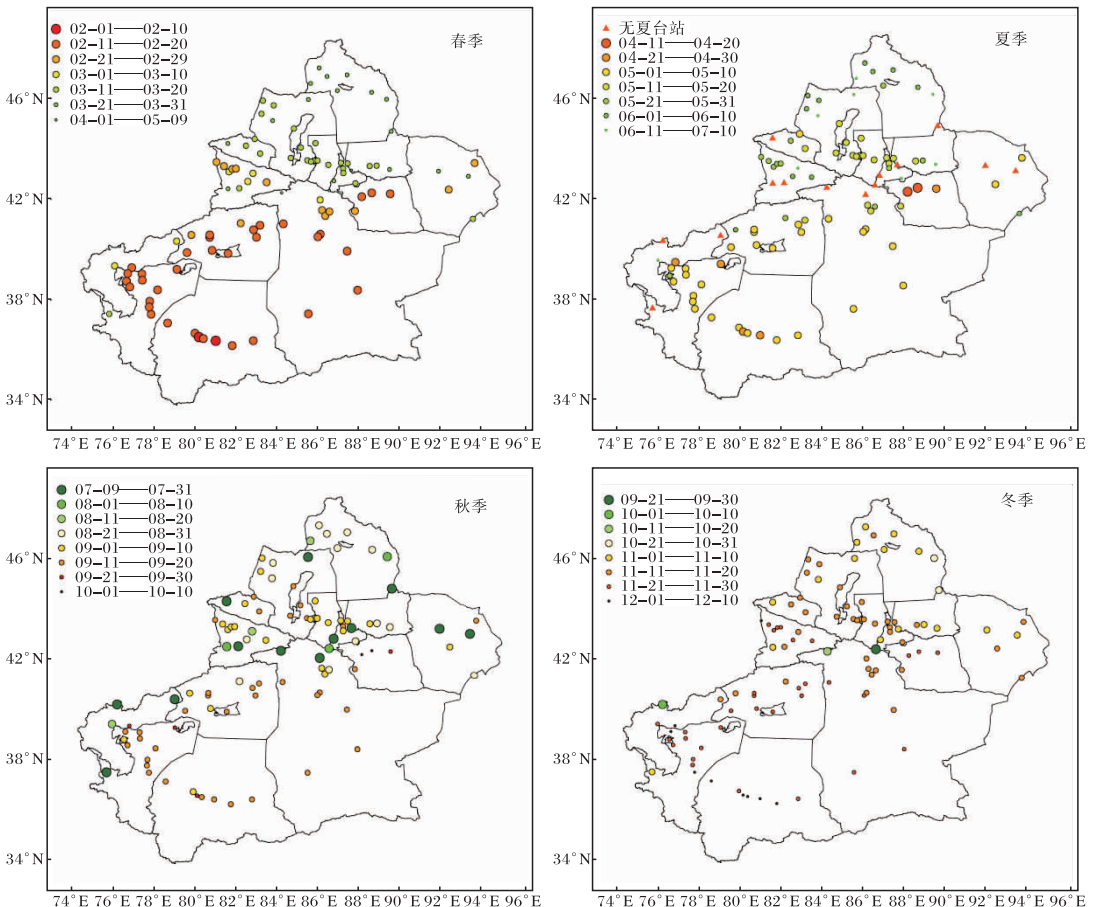


图 2 1991—2020 年新疆气候季节起始期(月一日)空间分布(审图号为 GS(2017)1267 号)

晚的地区。冬季起始期在 10 月下旬至 12 月上旬之间,空间上大致自北向南推迟;乌鲁木齐以东的天山北坡和阿勒泰地区在 10 月下旬至 11 月上旬入冬,北疆其余地区和哈密市、巴州北部在 11 月中旬,南疆大部以及伊犁州、吐鲁番市大部在 11 月下旬,塔里木盆地南缘的部分地区在 12 月上旬入冬,其中和田市最晚为 12 月 7 日。

无夏区春季起始期最早的为阿合奇站(3 月 7 日),最晚的为大西沟站(5 月 9 日),大部分台站在 3 月下旬入春;秋季起始期最早的为伊吾站(7 月 9 日),最晚的为昭苏站(8 月 4 日),大部分台站在 7 月中下旬入秋;冬季起始期最早的为大西沟站(9 月 27 日),最晚为特克斯站(11 月 18 日),大部分台站在 11 月上旬入冬。

2.1.3 季节长度 常年新疆四季分明区春季、夏季、秋季、冬季平均长度分别为 78、113、74、106 d。

从空间分布来看(图 3),新疆各地区四季长度差异较大;春季长度在 57~124 d 之间,北疆沿天山一带和吐鲁番市平均为 65 d,南疆西部和伊犁州西部平均为 85 d,全疆其余地区在 80 d 左右。夏季长度在 27~173 d 之间,北疆北部平均为 75 d,乌鲁木齐以西的天山北坡、东疆、南疆大部在 100 d 以上,其中和田地区 and 吐鲁番市的部分台站达到 150 d 以上。秋季长度在 56~102 d 之间,北疆沿天山一带、东疆、南疆东部在 65 d 左右,其余大部地区在 80 d 左右。冬季长度在 63~149 d 之间,北疆西部的伊犁州在 90 d 左右,南疆大部在 80 d 左右,其中和田地区冬季长度最短,仅有 60~77 d。

无夏区春季、秋季、冬季平均长度分别为 118、100、148 d,其中大西沟站、吐尔尕特站春季、秋季长度较短,而冬季长达 200 d 以上。

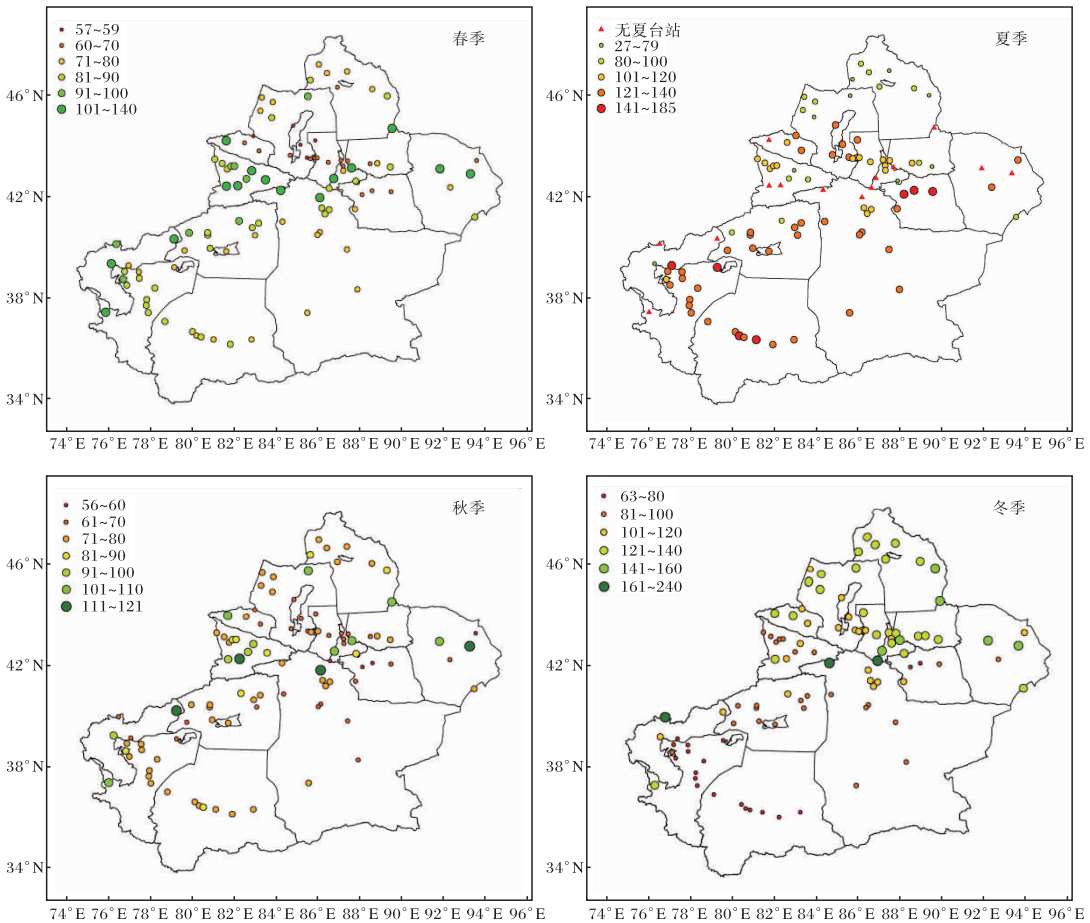


图 3 1991—2020 年新疆气候季节长度(单位为 d)空间分布(审图号为 GS(2017)1267 号)

2.2 气候季节变化

经统计,1961—2020 年平均春季偏早年有 12 a,偏晚年为 14 a,1963 年和 1983 年以外,偏早年均均在 1992 年以后出现;夏季偏早年为 13 a,且多数出现在 1990 年代以后,偏晚年为 12 a;秋季偏早年为 4 a,偏晚年为 6 a;冬季偏早年为 8 a,偏晚年为 11 a,特晚年为 1 a。秋季和冬季 1990 年代前以偏早占多数,之后偏晚居多。综上,1990 年代作为转折期,其后新疆春夏两季偏早、秋冬两季偏晚的频率更高。

分析 1961—2020 年四季分明区气候季节平均起始期的年际变化发现,新疆入春和入夏呈显著提前趋势,气候倾向率分别为 $-1.0 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 和 $-1.2 \text{ d}/(10 \text{ a})$,而入秋和入冬呈显著推迟趋势,气候倾向率分别为 $2.2 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 和 $0.8 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 。利用 Mann-Kendall 突变检验方法检验(图 4)发现:春季起始期突变点为 1999 年,在

1999 年前主要为推迟阶段,1999 年以后为提前阶段,其中 2007—2020 年提前趋势显著(通过 0.05 显著性检验);夏季起始期突变点为 2000 年,在 2000 年前为推迟阶段,2000 年以后为提前阶段,其中 2011—2020 年提前趋势显著;秋季起始期突变点为 1999 年,在 1963—1987 年、1992—1999 年为提前阶段,1988—1991 年、2000—2020 年为推迟阶段,其中 2011—2020 年推迟趋势显著;冬季起始期突变点为 1988 年,1966—1970 年为提前阶段,其余时段为推迟阶段,其中 2006—2020 年为显著推迟。空间分布上,春季起始期提前趋势显著区域位于南疆西部和伊犁州、吐鲁番市,夏季提前趋势显著区域位于吐鲁番市、阿克苏地区东部、巴州南部等地,秋季推迟趋势显著区域位于阿勒泰地区、阿克苏地区东部、和田地区、巴州南部、哈密市南部等地,冬季推迟趋势显著区域位于阿勒泰地区、和田地区、哈密市等地。

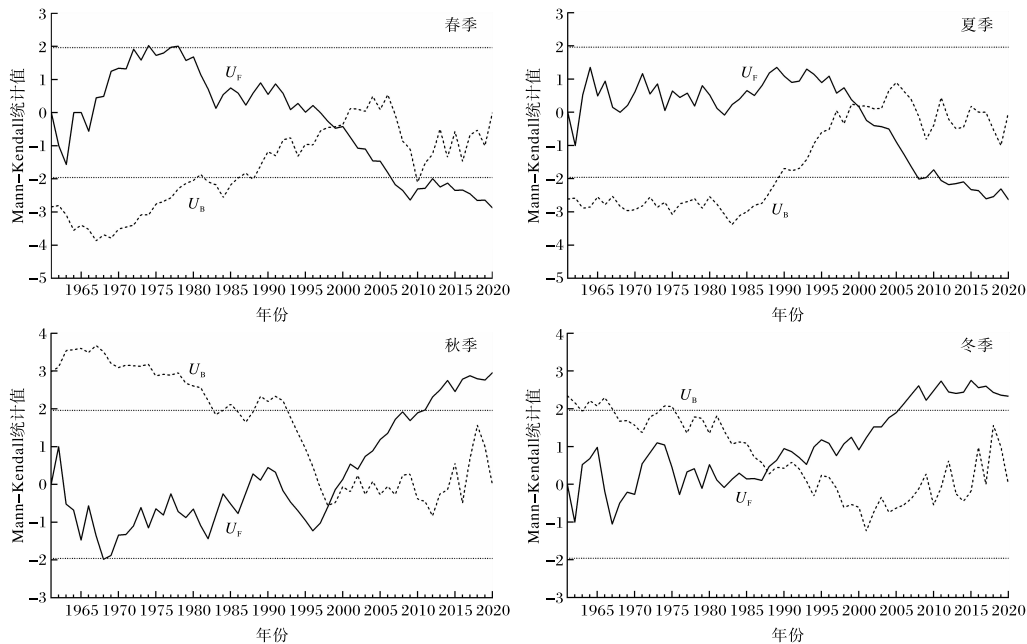


图 4 1961—2020 年新疆气候季节起始期 Mann-Kendall 曲线(直线为 0.05 显著性水平临界线)

季节长度上,四季分明区春秋两季长度为弱缩短趋势,夏季呈显著延长趋势,气候倾向率为 $2.2 \text{ d}/(10 \text{ a})$,冬季呈显著缩短趋势,气候倾向率为 $-1.9 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 。夏季长度在 1970—1990 年代最短,为 108~109 d,进入 21 世纪后增长到 119 d;冬季长度在 1970 年代最长,为 108 d,之后逐渐

缩短,2000—2009 年缩短为 97 d;春季、秋季长度各年代际变化不明显,春季长度在 75~78 d 之间,秋季在 73~77 d 之间(表 2)。在空间分布上,春秋两季长度变化趋势不明显,夏季显著延长区域位于南疆和阿勒泰地区东部、吐鲁番市等地,冬季显著缩短区域分布与夏季延长区域基本相同。

表 2 1961—2020 年新疆不同年代四季长度 d

年代	春季	夏季	秋季	冬季
1960	77	110	73	106
1970	75	108	75	108
1980	77	109	75	104
1990	78	109	77	102
2000	75	119	74	97
2010	75	119	73	99

对 1961—2020 年无夏区春季、秋季、冬季起始期序列进行逐年平均并分析,新疆无夏区入春期呈显著提前趋势,气候倾向率为 $-1.1 \text{ d}/(10 \text{ a})$,入秋期呈不明显的推迟趋势,入冬期呈显著推迟趋势,气候倾向率为 $1.2 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 。春季长度呈显著延长趋势,气候倾向率为 $2.0 \text{ d}/(10 \text{ a})$,秋季呈弱的延长趋势,冬季呈显著缩短趋势,气候倾向率为 $-2.4 \text{ d}/(10 \text{ a})$ 。利用 Mann-Kendall 突变检验方法检验得知无夏区季节起始期和长度无明显突变特征。

2.3 各月平均温度与四季起始期的关系

在全球气候变暖背景下,新疆四季分明区入春和入夏呈显著提前趋势,入秋和入冬呈显著推迟趋势。对 1961—2020 年逐月平均温度分别与春季、夏季、秋季、冬季起始期做相关分析发现,春季起始期与 1—3 月平均温度呈显著负相关关系,其中 2 月相关系数达到 -0.8 ;夏季起始期与 3—7 月呈显著负相关,5 月相关系数最大,为 -0.86 ;秋季起始期与 6 月、8—9 月呈显著正相关,9 月相关系数最大,为 0.67 ;冬季起始期与 6—8 月、10—12 月呈显著正相关,11 月相关系数最大,为 0.93 ;经线性拟合运算得出,2 月、5 月平均气温每升高 $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,入春期、入夏期将分别提前约 2.4 d ,9 月、11 月平均气温每升高 $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,入秋期、入冬期均延后约 3 d 。综上,可以根据 2、5、9、11 月平均温度高低情况为当年各季起始期偏早、偏晚的形势提供一定的预测参考。

3 结论与讨论

(1)常年新疆四季分明区起始期在空间分布上具有南北差异;春季起始期在 2 月上旬—3 月下旬之间,入春时间大致由南向北逐渐推迟,夏季

起始期在 4 月中旬—7 月上旬之间,吐鲁番市和南疆塔里木盆地最早入夏,北疆大部比南疆晚,秋季起始期在 8 月上旬—10 月上旬之间,北疆入秋早,吐鲁番市和南疆大部晚,冬季起始期在 10 月下旬—12 月上旬之间,大致自北向南推迟。平均四季长度依次为 $78、113、74、106 \text{ d}$;空间上春季长度南北疆西部、东疆较长,其余地区较短;夏季长度南疆大部偏长,北疆由南向北逐渐缩短;秋季长度在空间上差异不大;冬季长度北疆大部普遍较长,南疆较短。进入 21 世纪后,新疆四季分明区春季、夏季起始期进入显著提前阶段,秋季和冬季起始期进入显著延后阶段;夏季长度显著延长,冬季显著缩短,春季、秋季长度基本无变化,并且以 1990 年代作为转折期,其后春夏两季偏早、冬季偏晚的频率更高。

(2)新疆无夏区位于天山山区、南疆西部山区等高山地区。常年春季起始期在 3 月上旬至 5 月上旬之间,秋季起始期在 7 月上旬至 8 月上旬之间,冬季起始期在 9 月下旬至 11 月中旬之间,相较于四季分明区,无夏区入春晚,入秋和入冬早。无夏区春季、秋季、冬季常年平均长度分别为 $118、100、148 \text{ d}$,均较四季分明区长。历年四季起始期和长度变化来看,无夏区春季起始期显著提前、长度显著延长,冬季起始期显著延后、长度显著缩短,相较于四季分明区,无夏区春冬两季起始期和长度变化趋势要更强。

(3)气候季节起始期与月平均温度的变化有密切关系,各季分别与 2 月、5 月、9 月、11 月相关性最强,根据月平均气温高低情况可以预估当年各季起始期偏早、偏晚的形势。

(4)2022 年中国气象局制定的《气候季节划分》(QB/T 42074—2022)对气候季节划分指标、常年和当年季节划分方法进行了详细说明,为我国各地进行相关预测和评价服务工作提供了理论和技术支撑,其中确定当年起始日时,由原行标的二次判断更改为二次/多次判断,条件由偏早 15 d 以上改为偏早 30 d 以上,科学的避免了由于平均气温忽高忽低造成的季节起始期不稳定的现象。在新疆候平均气温 $\geq 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$,稳定积雪开始融化,土壤表面化冻,田间活动开始,早春作物开始播种,

认为春季到来,当候平均气温 $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,各种农作物都进入生长旺盛阶段,象征夏季开始,故新疆气象工作者根据实际农业活动在业务工作中,规定 5 d 滑动平均气温 $\leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为冬季, $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为夏季,在 $0\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间为春秋季节。本文在研究时,根据以上标准将新疆划分为四季分明区和无夏区,从常年气候季节分布、历年季节变化以及各月平均温度与四季起始期的关系三方面进行了探讨,以期与当地气候变化研究和气候评价业务提供服务,为农牧业生产、防灾减灾提供决策参考。

参考文献:

- [1] JIANG Fengqing, HU Ruji, ZHANG Yanwei, et al. Variations and trends of onset, cessation and length of climatic growing season over Xinjiang, NW China [J]. *Theoretical & Applied Climatology*, 2011, 106(3): 449-458.
- [2] VITASSE Y, FRANCIOIS C, DELPIERRE N, et al. Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate trees[J]. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2011, 151(7): 969-980.
- [3] 王万瑞. 季节的划分与称谓[J]. *陕西气象*, 2011(6): 51-52.
- [4] 宛敏渭, 刘秀珍. 中国物候观测方法[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 10.
- [5] 张宝堃. 中国四季之分配[J]. *地理学报*, 1934, 1(1): 29-74.
- [6] 气候季节划分: QX/T 152—2012 [S]. 北京: 气象出版社, 2012.
- [7] 马彬, 张勃. 基于格点数据的 1961—2016 年中国气候季节时空变化[J]. *地理学报*, 2020, 75(3): 458-469.
- [8] 吴玲玲, 杨琼. 南京市气温和四季的变化特征分析[J]. *农业灾害研究*, 2021, 11(5): 68-70.
- [9] 赵晓萌, 蔡新玲, 卫星君, 等. 陕西省季节变化特征研究[J]. *陕西气象*, 2021(4): 27-32.
- [10] 刘玉莲. 1961—2010 年黑龙江省气候季节时空分布及其变化特征[J]. *气象与环境学报*, 2015, 31(2): 89-96.
- [11] 姜燕敏. 丽水市四季起始期期的气候演变特征[J]. *沙漠与绿洲气象*, 2023, 7(6): 58-62.
- [12] 曲学斌, 赵岳冀, 王彦平, 等. 1961—2016 年内蒙古四季开始日期及长度变化特征[J]. *中国农学通报*, 2019, 35(26): 129-134.
- [13] 于秀晶, 胡靖彪, 张晨琛, 等. 1961—2016 年吉林省气候季节的演变特征[J]. *气象与环境学报*, 2018, 34(4): 105-111.
- [14] 雷向杰, 李亚丽, 雷杨娜, 等. 秦岭主峰太白山高山区气候季节划分[J]. *陕西气象*, 2022(6): 26-33.
- [15] 张东海, 白慧, 周文钰, 等. 气候季节划分标准在贵州地区的适用性分析[J]. *高原山地气象研究*, 2014, 34(4): 77-82.
- [16] 中国气象局. 气候季节划分: GB/T 42074—2022 [S]. 北京: 气象出版社, 2022.
- [17] 任宜勇. 新疆决策气象服务指导手册[M]. 乌鲁木齐: 新疆大学出版社, 2006: 106.
- [18] 张学文, 张家宝. 新疆气象手册[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 122-123.