

甘肃黄土高原气温 10 °C 初日的变化特征

郭江勇¹, 李耀辉²

(1. 甘肃省庆阳市气象局, 甘肃 西峰 745000 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 用 1971~2004 年甘肃黄土高原 39 个站的气温 10 °C 初日和高空资料, 分析了其气候特征和环流背景, 并建立了西峰代表站的气候预测方法。结果表明, 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 的初日有 3 个偏早区, 分别位于北道、兰州、泾川, 有 3 个偏迟区, 分别位于华家岭、东乡、岷县附近, 最早的是北道为 4 月 14 日, 最迟的是华家岭为 6 月 5 日。其空间分布特征是定西、临夏偏迟, 天水、平凉、庆阳早, 西北部的白银也较早。总的趋势是日平均气温稳定通过 10 °C 的初日越来越早, 特别是 20 世纪 90 年代以来, 早的趋势更加明显; 70 年代大部分地方偏迟, 80 年代北部偏早, 南部偏迟, 90 年代定西、临夏偏迟, 其余偏早。初日早年, 甘肃黄土高原 500 hPa、700 hPa 高度场受青藏高原北部到新疆宽广的高脊控制, 温度场受青藏高原北部到新疆为宽广温度脊控制, OLR 场受正距平控制; 初日迟年, 甘肃黄土高原 500 hPa、700 hPa 高度场受塔里木盆地深厚的低槽影响, 温度场受新疆宽广的温度槽影响, OLR 场受负距平影响。建立的西峰气温 10 °C 初日模式的预测能力高。

关键词: 甘肃黄土高原; 10 °C 气温初日; 分布特征; 环流特征; 预测方法

中图分类号: P457.3

文献标识码: A

引言

对甘肃黄土高原来说^[1], 当日平均气温稳定通过 0 °C 时, 树木树体内部活动已经开始, 当日平均气温稳定通过 5 °C 时, 树木芽开始萌动, 当日平均气温稳定通过 10 °C 时, 农作物的种子就开始发芽, 因此, 日平均气温稳定通过 10 °C 的日期是一个重要的农业气候指标。在全球变暖的气候背景下^[2~10], 甘肃黄土高原乃至西北的气温也不断升高, 日平均气温稳定通过 10 °C 的日期是如何变化的, 是需要进一步分析的问题。关于日平均气温稳定通过 10 °C 的日期, 目前研究的较少。刘华安^[11]对江西金溪县春播期稳定通过 10 °C 初日的日期做了分析预报, 刘了凡等^[12]对鲁西南日平均气温稳定通过 12 °C 的初日进行了分析预报, 上述工作侧重于预报方法和气候特征分析, 对其高空环流特征没有涉及。最近, 姚小英、吴爱敏、张新荣等^[13~16]对甘肃糜子生态气候、陇东伏旱、夏季极端最高气温的气候特征进行了研究。本文对甘肃黄土高原地区 10 °C 气温初日早年与迟

年的高空高度、温度场和 OLR 的特征进行了分析, 建立了气候预测方法, 这对提高气候资源开发利用和农业生产具有重要的意义。

1 资料与方法

气温 10 °C 初日资料(1971~2004 年)来自甘肃省气候资料中心, 10 °C 气温初日是指 5 d 滑动的日平均气温稳定通过 10 °C 的初日。为便于统计计算, 以 4 月 1 日为起点, 4 月 1 日记为 1, 30 日记为 30, 5 月 1 日记为 31, 依次转换成日序资料。研究区域包括庆阳、平凉、天水、兰州、白银 5 个市和定西地区、甘南藏族自治州共 39 个气象站。

2 结果与分析

2.1 甘肃黄土高原气温 10 °C 初日的分布特征

2.1.1 空间分布特征

由图 1 可见, 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日有 3 个高值中心, 一个在华家岭附近,

收稿日期: 2005-08-12 改回日期: 2005-10-12

基金项目: 国家自然科学基金(40205014)和甘肃省开放实验室“甘肃黄土高原气候和植被的变化特征研究”(Lab2002-2-05Kys)共同资助

作者简介: 郭江勇(1960-)男, 甘肃宁县人, 高级工程师, 主要从事天气气候变化规律与预测方法、气候资源开发利用和农业气象条件分析等研究。E-mail: guojy@gsm.a.gov.cn, lzghsgjy@163.com

中心最大值为 67 ,即 6 月 5 日 ,另一个在东乡附近 ,中心最大值为 54 ,即 5 月 24 日 ,第 3 个在岷县 ,中心最大值为 49 ,即 5 月 18 日。有 3 个低值中心 ,一个在北道附近 ,中心最小值为 14 ,即 4 月 14 日 ,另一个在兰州附近 ,中心最小值为 18 ,即 4 月 18 日 ,第 3 个在泾川附近 ,中心最小值为 20 ,即 4 月 20 日。日平均气温稳定通过 10℃ 初日最早的是北道为 4 月 14 日 ,最迟的是华家岭为 6 月 5 日 ,其分布特征是定西、临夏偏迟 ,一般为 5 月中旬至 6 月上旬 ,主要因为这些地方海拔较高或受地形的影响 ,暖空气活动开始迟 ,稳定通过 10℃ 的初日也相应较迟 ;天水、平凉、庆阳比较早 ,一般在 4 月中旬至 4 月下旬 ,与这些地方暖空气活动开始较早相一致 ,兰州因受城市热岛效应的影响 ,初日也比较早 ,西北部的白银也较早 ,一般在 4 月下旬 ,原因是日照时间长 ,光照充足 ,初日也比较早。

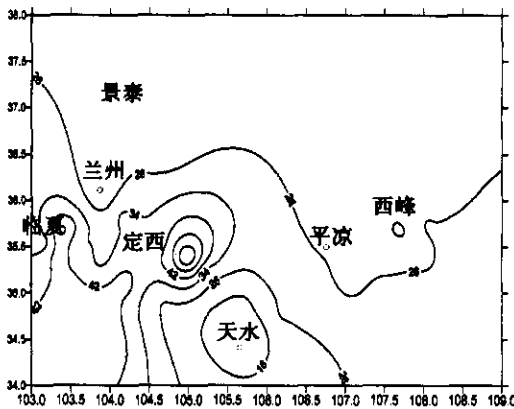


图 1 甘肃黄土高原气温 10℃ 初日的平均分布图
Fig. 1 The average distribution of 10℃ initial dates in Gansu loess plateau

2. 1. 2 年际与年代际变化规律

由 1971 ~ 2004 年甘肃黄土高原 39 站日平均气温稳定通过 10℃ 平均初日演变曲线 (图 2) 可见 ,其年际间变化振幅十分明显 ,最早出现在 2004 年 4 月 2 日 ,最迟出现在 1991 年 5 月 8 日 ,最早的年份比最迟的年份提前了 36 d。与多年平均日期的 4 月 29 日相比 ,1975 ~ 1985 年期间早、迟交替出现 ,1994 年以来 ,除 1999 年迟以外 ,其余年份都偏早。从曲线总体变化趋势看 ,日平均气温稳定通过 10℃ 的初日越来越早 ,特别是 20 世纪 90 年代以来 ,提早的趋势更加明显 ,这与全球气温在不断升高有直接关系。

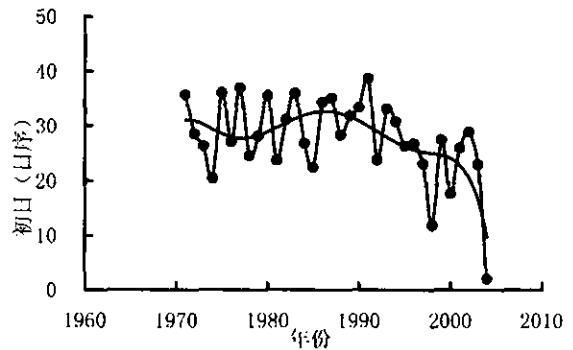


图 2 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 初日的演变曲线 (细线为实况 ,粗线为 6 阶拟合)

Fig. 2 The evolution of the initial date when the daily mean temperature steadily over 10℃ from 1971 to 2004 in Gansu loess plateau (thin line for observed , thick line for 6 orders fitting result)

为进一步分析日平均气温稳定通过 10℃ 年际变化的规律 ,对 1971 ~ 2004 年的平均日序资料 ,用方差分析计算了周期 ,由方差曲线看 (图 3) ,最显著的是 5 a 的短周期和 17 a 的长周期 ,其次是 8 和 10 a 的周期 ,其中 5 a 的周期和甘肃黄土高原的降水周期一致 ,说明两者之间有一定的关系 ,10 a 周期和太阳黑子的 11 a 周期接近 ,说明太阳黑子对 10℃ 的初日有一定的影响 ,这与郭江勇^[17]以前的分析基本吻合。

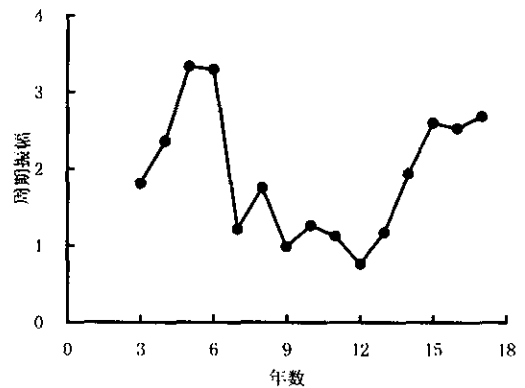


图 3 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 初日的周期方差曲线

Fig. 3 The period analysis of the initial date when the daily average temperature steadily over 10℃ in Gansu loess plateau

甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 初日的 20 世纪 70 年代、80 年代、90 年代距平分布如图 4 所示 ,70 年代 (图 4a) 大部分地方偏迟 ,80 年代

(图 4b)北部偏早,南部偏迟,90 年代(图 4c)除定西、临夏外,大部分地区均偏早。

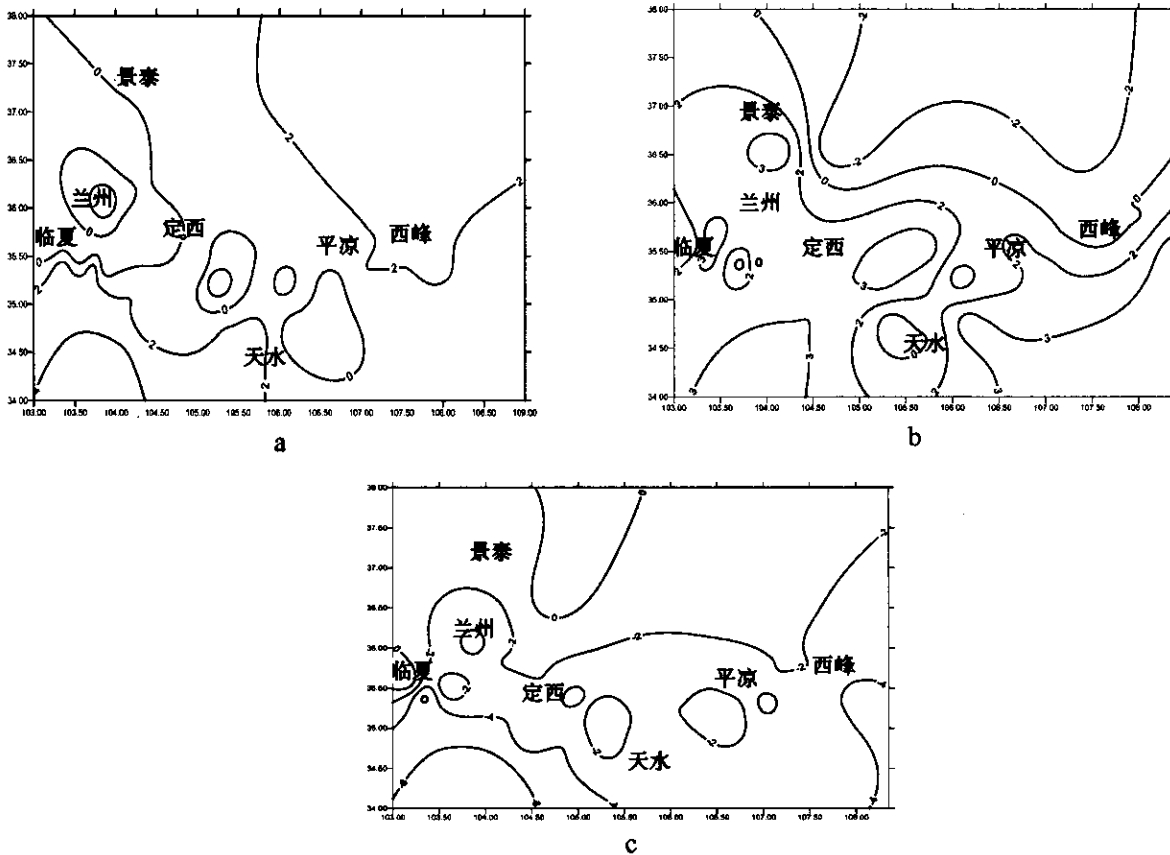


图 4 甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日的 20 世纪 70 年代 (a)、80 年代 (b)、90 年代 (c) 距平分布

Fig. 4 The anomalies distribution of the initial date when the daily mean temperature steadily over 10 °C in Gansu loess plateau , a for 1970s ; b for 1980s ; c for 1990s

2.2 甘肃黄土高原 10 °C 气温初日的高空环流特征

为了分析甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日的高空环流特征,从 1971 ~ 2000 年 39 站 10 °C 气温初日的平均值中,选取了 5 个早年和 5 个迟年(表 1),然后分别计算了早年和迟年 500 hPa、700 hPa 高度、气温和 OLR 合成场。

表 1 甘肃黄土高原 10 °C 气温初日早年与迟年统计表

Tab. 1 The statistics of the earlier and later years'

10 °C initial dates in Gansu loess plateau

早年		迟年	
年份	日期(日/月)	年份	日期(日/月)
1998	12/4	1971	6/5
2000	18/4	1983	6/5
1974	20/4	1975	6/5
1985	22/4	1977	7/5
1997	23/4	1991	9/5

2.2.1 甘肃黄土高原 10 °C 气温初日与高度场的关系

图 5 为甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日的早年和迟年的 500 hPa 高度日合成场,由此可见,早年(图 5a)欧亚中高纬为一脊型,青藏高原北部到新疆为宽广的高压脊,5 720 gpm 的等值线北台到喀什,哈萨克斯坦的低压槽浅,位置偏北,这时该高压脊强,持续时间长,同时阻止了冷空气的南下,甘肃黄土高原受高压脊控制,晴朗天气多,降水少,气温高,日平均气温稳定通过 10 °C 的日期也就早。迟年(图 5b)欧亚中高纬为一脊一槽型,欧洲东南部为高压脊,塔里木盆地为一低压槽,甘肃黄土高原上空的气流平直,5 720 gpm 的等值线偏南在青南高原,这时塔里木盆地的低槽深厚,持续时间长,甘肃黄土高原受其东移影响,阴雨天气多,冷空气频繁,气温低,日平均气温稳定通过 10 °C 的日期也迟。

早年、迟年的 700 hPa 日高度合成场与 500 hPa 的配置较好,环流形势基本与 500 hPa 一致。

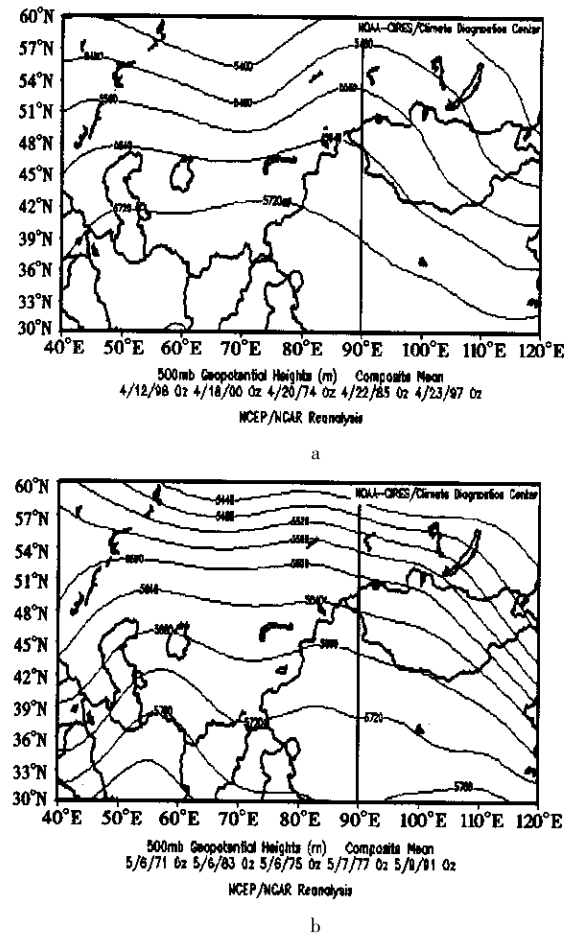


图5 甘肃黄土高原 10 °C 初日早年 (a) 迟年 (b) 500 hPa 高度日合成场

Fig. 5 500 hPa height daily composite fields on 10 °C initial dates in Gansu loess plateau , a for the earlier years ; b for the later years

2.2.2 甘肃黄土高原 10 °C 气温初日与温度场的关系

图 6 为甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日的早年 and 迟年的 500 hPa 气温日合成场,由此可见,早年(图 6a)青藏高原北部到新疆为宽广的温度脊,这时,甘肃黄土高原受该温度脊控制,气温偏高,日平均气温稳定通过 10 °C 的日期也早,这与上述的早年 500 hPa 高度场反映一致。迟年(图 6b)甘肃东部为一弱的温度脊型,新疆为一宽广的温度槽,这时新疆的温度槽深厚,持续时间长,甘肃黄土高原受其东移影响,冷空气频繁,气温低,日平均气温稳定通过 10 °C 的日期也迟。这也与迟年 500 hPa 的高度场反映一致。早年、迟年的 700 hPa 气温日合成场与 500 hPa 的配置较好,温度分布形

势也与 500 hPa 基本一致。

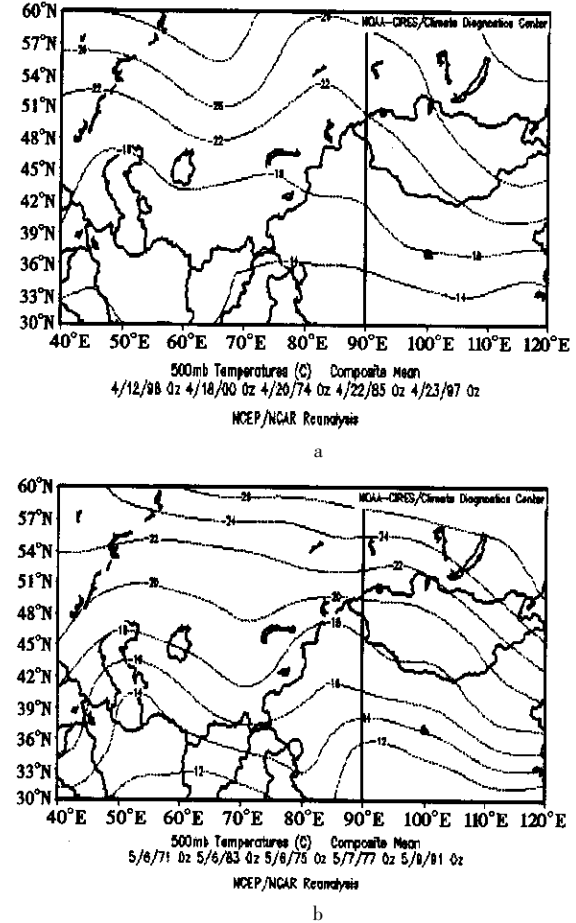


图6 甘肃黄土高原 10 °C 初日早年 (a) 迟年 (b) 500 hPa 气温日合成场

Fig. 6 500 hPa temperature daily composite fields on 10 °C initial dates in Gansu loess plateau , a for the earlier years ; b for the later years

2.2.3 甘肃黄土高原 10 °C 气温初日与 OLR 的关系

图 7 为甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10 °C 初日的早年 and 迟年的 OLR 月合成距平场,由此可见,早年(图 7a)西北地区为一致的正距平,中心值为 14 W/m²在塔木里盆地,此时,西北地区地气系统的射出长波辐射强,对流活动弱,大气上升运动也弱,不利于气流的辐合,有利于高值系统的发展。甘肃黄土高原受高压脊控制,晴朗天气多,降水少,气温高,高空冷空气弱,暖空气强,日平均气温稳定通过 10 °C 的日期也就早,这也与 500 hPa 的高度场反映一致。迟年(图 7b)西北地区为一致的负距平,中心值为 -5 W/m²在甘肃东部,此时,西北地区地气系统的射出长波辐射弱,对流活动强,大气上升运动也强,有利于气流的辐合,也有利于低值系统的发展。

甘肃黄土高原受低值系统控制,阴雨天气多,冷空气频繁,暖空气弱,气温低,日平均气温稳定通过 10℃ 的日期也迟,这也与 500 hPa 的高度场反映一致。

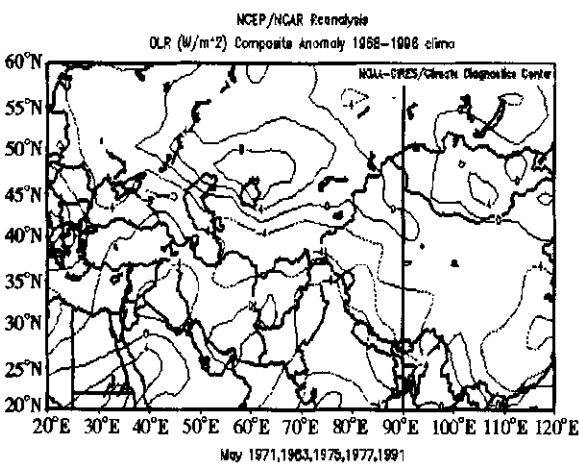
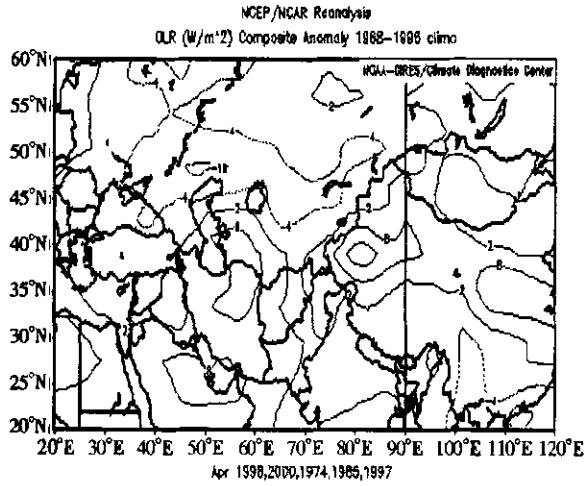


图 7 甘肃黄土高原 10℃ 初日早年 (a) 迟年 (b) OLR 月合成场

Fig. 7 The OLR monthly composite anomaly fields in Gansu loess plateau, a and b for the earlier and the later years of 10℃ initial dates

2.3 甘肃黄土高原 10℃ 气温初日的气候预测

根据郭江勇等^[18]的分析,西峰为甘肃黄土高原的一级代表站,为此利用西峰 1971~2005 年的气温 10℃ 初日资料,建立了均生函数预测方法

$$Y(t) = 4.976 + 1.117f_5^{(0)} - 1.918f_6^{(0)} - 0.281f_7^{(0)} + 0.789f_{10}^{(0)} - 0.324f_{11}^{(0)} + 1.035f_3^{(1)}$$

其中 $f_5^{(0)}$ 为原序列的 5 a 周期, $f_6^{(0)}$ 为原序列的 6 a 周期,其余类推, $f_3^{(1)}$ 一阶差分的 3 a 周年。图 7 是实况与预测的拟合曲线,由此可见,拟合的好,模式

的预测能力高,当预测气温 10℃ 初日早时,春季作物播种期适当推迟,以减少水分的消耗。

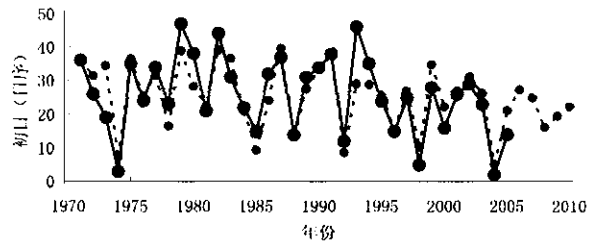


图 8 西峰气温 10℃ 初日实况和预测曲线 (实线为实况,虚线为预测)

Fig. 8 The yearly change of 10℃ initial dates in Xifeng city (solid line for observed; dashed line for forecasted)

3 结论与讨论

甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 的初日有 3 个偏早区,分别位于北道、兰州、泾川,有 3 个偏迟区,分别位于华家岭、东乡、岷县附近,最早的是北道为 4 月 14 日,最迟的是华家岭为 6 月 5 日。其空间分布特征是定西、临夏偏迟,天水、平凉、庆阳早,西北部的白银也较早。总的趋势是日平均气温稳定通过 10℃ 的初日越来越早,特别是 20 世纪 90 年代以来,早的趋势更加明显,这是因为全球气温在不断的升高,甘肃黄土高原日平均气温稳定通过 10℃ 的初日也不断的提前,70 年代大部分地方偏迟,80 年代北部偏早,南部偏迟,90 年代定西、临夏偏迟,其余偏早。

初日早年甘肃黄土高原 500 hPa、700 hPa 高度场受青藏高原北部到新疆宽广的高压脊控制,温度场受青藏高原北部到新疆为宽广温度脊控制,OLR 场受正距平控制;初日迟年甘肃黄土高原 500 hPa、700 hPa 高度场受塔里木盆地深厚的低压槽影响,温度场受新疆宽广的温度槽影响,OLR 场受负距平影响。西峰气温 10℃ 初日模式的预测能力高。

这里分析了高空环流对气温 10℃ 初日的影响,得到有意义的结果,也初步分析 OLR 与它的关系,其物理机制有待进一步研究。

参考文献:

[1] 邓振镛,仇化民,李怀德. 陇东气候与农业开发[M]. 北京:气象出版社,2000. 200-220.
 [2] 秦大河. 中国西部环境演变评估[M]. 北京:科学出版社,2002. 155-160.
 [3] 王绍武,叶瑾琳,龚道溢,等. 近百年中国年气温序列的建立

- [J]. 应用气象学报, 1998, 28(4): 9-18.
- [4] 陈玲, 张青松, 朱立平, 等. 近 400 年来北极地区和中国气温变化的对比研究 [J]. 地理研究, 2000, 20(4): 25-30.
- [5] 王绍武, 谢志辉, 蔡静宁, 等. 近千年全球平均气温变化的研究 [J]. 自然科学进展, 2002, 22(11): 60-65.
- [6] 王翠花, 李雄, 缪启龙. 中国近 50 年来日最低气温变化特征研究 [J]. 地理科学, 2003, 23(4): 300-306.
- [7] 刘莉红, 郑祖光. 我国 1 月和 7 月气温变化的分析 [J]. 热带气象学报, 2004, 24(2): 211-218.
- [8] 王菱, 谢贤群, 苏文, 等. 中国北方地区 50 年来最高和最低气温变化及其影响 [J]. 自然资源学报, 2004, 25(3): 201-208.
- [9] 江田汉, 邓莲堂. 全球气温变化的多分形谱 [J]. 热带气象学报, 2004, 24(6): 220-226.
- [10] 唐红玉, 翟盘茂. 1951~2002 年中国东、西部地区地面气温变化对比 [J]. 地球物理学报, 2005, 26(3): 300-308.
- [11] 刘华安. 春播期稳定通过 10℃ 初日的分析预报 [J]. 气象, 1981, 18(1): 5-7.
- [12] 刘了凡, 侯敬和. 鲁西南日平均气温稳定通过 12℃ 初日预报 [J]. 气象, 1997, 23(1): 66-68.
- [13] 姚小英, 邓振镛, 蒲金涌, 等. 甘肃省糜子生态气候研究及适生种植区划 [J]. 干旱气象, 2004, 22(2): 66-68.
- [14] 吴爱敏, 董安祥, 郭江勇. 陇东伏旱的气候变化及预报 [J]. 干旱气象, 2004, 22(2): 44-47.
- [15] 张新荣, 林纾, 杨民. 甘肃省夏季极端最高气温的气候特征 [J]. 干旱气象, 2004, 22(3): 5-9.
- [16] 高晓清, 朱德琴, 姚济敏. 从地球系统的观点看气候突变 [J]. 干旱气象, 2004, 22(4): 8-12.
- [17] 郭江勇. 副高与陇东汛期降水的关系 [J]. 甘肃气象, 1989, 8(2): 1-5.
- [18] 郭江勇, 叶燕华, 董安祥. 甘肃黄土高原春季第一场透雨的时空分布特征 [J]. 甘肃气象, 2003, 21(1): 8-10.

The Change Characteristic of 10 °C Initial Dates in Gansu Loess Plateau

GUO Jiang - yong¹, LI Yao - hui²

(1. Qingyang Meteorological Bureau of Gansu Province, Xifeng 745000, Gansu, China ;

2. Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Lanzhou 730020, China)

Abstract : Based on the data of 10 °C initial dates and upper air temperature of 39 stations in Gansu loess plateau from 1971 to 2004, the climatic feature and circulation background of 10 °C initial dates were analyzed in the paper, meanwhile the climatic prediction method was established for the representative station of Xifeng. Results show that there are 3 earlier and 3 later areas where the daily mean temperature steadily over 10 °C, which are located in Beidao, Lanzhou, Jingchuan, and Huajialing, Dongxiang, Minxian, respectively; and the earliest 10 °C initial date is April 14 in Beidao, the latest date is June 5 in Huajialing; and 10 °C initial date occurred later in Dingxi and Lingxia, earlier in Tianshui, Pingliang, Qingyang and Baiyin. The changing trend of the day when the daily mean temperature steadily over 10 °C in Gansu loess plateau has been earlier and earlier since 1990s, and it is later in 1970s in large parts of the region, in 1980s it is earlier in the north part and later in the south part. 500 hPa, 700 hPa height fields are controlled by the ridge of high pressure from the north part of Qinghai - Xizang plateau to Xinjiang, and temperature fields controlled by the broad temperature ridge there, and OLR flow fields controlled by positive anomalies on 10 °C initial date in earlier years; on the contrary, 500 hPa, 700 hPa height fields are influenced by the deep trough over Tarim Basin, temperature fields affected by the broad temperature trough over Xinjiang, and OLR flow fields influenced by negative anomalies on 10 °C initial date in later years.

Key words : Gansu loess plateau; 10 °C initial dates; distribution characteristic; circulation background; forecasting method