

陈明惠,陈思蓉,陆小林,等.1961–2019 年玉林浅层地温变化特征分析[J].气象研究与应用,2020,41(2):31–34.

Chen Minghui, Chen Sirong, Lu Xiaolin, et al. Characteristics of shallow ground temperature change in Yulin from 1961 to 2019[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2020, 41(2): 31–34.

1961–2019 年玉林浅层地温变化特征分析

陈明惠¹, 陈思蓉², 陆小林¹, 张容菁¹, 杨延志¹

(1.玉林市气象局, 广西 玉林 537000; 2.广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022)

摘要: 利用 1961–2019 年玉林国家基本气象站 0~20cm 逐月平均地温资料, 采用气候倾向率、M-K 检验、相关性分析等方法, 分析近 60a 来玉林浅层地温变化趋势, 及其与气温、降水的关系。结果表明, 玉林市 0~20cm 浅层年、春季、秋季、冬季平均地温均呈上升趋势, 夏季呈平缓略下降趋势。年代际分析显示春、秋、冬三季对年均浅层地温有指示性作用。用 M-K 检验法判断年均浅层地温突变时间为 1992 年。冬、春季平均地温与同期平均气温的相关性明显, 0cm 地温与气温的相关性最大; 各浅层年、季平均地温与同期降雨量均为负相关, 其中秋季相关性最显著。

关键词: 浅层地温; 气候倾向率; 年代际; Man-Kendall 检验; 相关性

中图分类号: P467

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2020.2.06

OSID:



引言

下垫面温度 and 不同深度的土壤温度统称为地温, 它是表征陆气热量相互交换的气象要素之一, 不仅反映气候变化, 而且直接影响种子发芽和出苗、作物根系生长发育、土壤微生物活动和土壤水肥运动^[1-3]。

近年来, 我国不少学者对地温变化进行了深入的分析。陆晓波^[4]等研究了中国近 50a 地温变化特征, 指出地温的区域化特征显著, 各季地温年代际变化差异明显; 姜会飞^[5]等研究了地面温度与气温关系, 发现北京市海淀区日平均地温和气温之间有很好的相关性。周绍毅^[6]等研究了广西 31 个地面气象站 50a 来浅层地温变化特征, 指出各深度年平均地温呈升温趋势, 气温升高和降水量减少是广西地温上升的主要原因; 黄丽超^[7]等分析了广西东兴 35a 来浅层地温变化, 发现各层地温的年代际变化特征有很强的相关性。玉林市地处广西东南部, 降水丰富、热量充沛, 有众多特色农业种植基地, 目前尚未系统开展浅层地温方面的研究。

利用 1961–2019 年玉林国家基本气象站 0~

20cm 逐月平均地温和气温资料, 采用气候倾向率、M-K 检验、相关性分析等方法, 分析近 60a 来玉林浅层地温变化特征及其与气温、降水的关系, 将为玉林市农业生产布局 and 结构优化提供参考依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源

气象资料取自玉林国家基本气象站 1961–2019 年 0cm、5cm、10cm、15cm、20cm 逐月平均地温, 月平均气温以及月降雨量资料。由于 1961 年 10 月 25–31 日 20cm 地温资料缺测, 采用当日 15cm 地温均值插值补齐计算^[8-10]。

1.2 分析方法

1.2.1 气候倾向率

用一元线性回归函数 $x=a+bt$ 来表示气象要素 x 随时间的变化趋势。其中, t 为时间序列 ($t=1961, 1962, 1963, \dots, 2019$ 年), b 为变量 x 的趋势倾向, $b \times 10$ 为气候倾向率。当 $b>0$ 时, 说明随时间 t 的增加 x 呈上升趋势; 当 $b<0$ 时, 说明 x 随时间 t 的增加呈下降趋势。 b 的大小反映了上升或下降的速率^[11]。

收稿日期: 2020-05-23

基金项目: 广西壮族自治区气象局科研重点项目(桂气科 2016Z04)、玉林市气象科研项目(玉气科[2019]02 号)

作者简介: 陈明惠(1980–), 女, 广西博白人, 工程师, 主要从事气象业务管理工作。E-mail: 46514467@qq.com

1.2.2 气候突变

气候突变是气候状态由相对稳定过渡到另一种气候状态的变化。采用 M-K 检验方法对玉林浅层地温的气候突变特征进行检验分析^[12]。

1.2.3 相关性分析

设有两个随机变量： $x_1, x_2, \dots, x_n; y_1, y_2, \dots, y_n$ ；它们的相关系数用 r 表示，具体的计算公式^[11]：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right)} \quad (1)$$

r 的取值在 $-1.0 \sim 1.0$ 之间。当 $r > 0$ 时，表明两变量呈正相关，越接近 1.0，正相关越显著；当 $r < 0$ 时，表明两变量呈负相关，越接近 -1.0 ，负相关越显著；当 $r = 0$ 时，则表示两变量相互独立。根据此分析方法计算浅层年、季平均地温与同期平均气温、降雨量的相关性。

2 结果与分析

2.1 浅层地温年际变化特征

由表 1 可知，1961—2019 年玉林市 0~20cm 浅层

年平均地温均呈上升趋势，为 $0.076 \sim 0.154^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 。春、秋、冬三季平均地温均呈上升趋势，夏季呈平缓略下降趋势，其中秋、冬季浅层平均地温升温最为明显，为 $0.123 \sim 0.244^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 。从各浅层平均地温的变化来看，0cm 平均地温均比其他层升温明显，其中秋季 0cm 平均地温的气候倾向率达 $0.244^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 。从整个浅层来看，0~20cm 平均地温气候倾向率为 $-0.034 \sim 0.169^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ，其中冬季地温气候倾向率最大，夏季最小。

与玉林市同期年平均气温的气候倾向率为 $(0.193^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1})$ 比较，0~20cm 各浅层平均地温气候倾向率偏低，偏低幅度为 $0.039 \sim 0.117^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 。从季平均地温气候倾向率来看，秋季 0cm 地温与气温的气候倾向率最大，均为 $0.244^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$ ，说明 0cm 地温对气候变暖的响应最强。

2.2 浅层地温年代际变化特征

以 1961—2019 年地温平均值作为标准，计算出玉林市浅层地温年均、季均年代际距平值，如图 1 所示，玉林市年均浅层地温经历“冷—暖”的演变过程，

表 1 1961—2019 年玉林市 0~20cm 浅层平均地温及气温的气候倾向率

$^{\circ}\text{C} \cdot 10\text{a}^{-1}$

	地温						气温
	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm	0~20cm 平均	
春季	0.152 [*]	0.097	0.119	0.121	0.137 [*]	0.125	0.166 ^{**}
夏季	0.003	-0.058	-0.047	-0.035	-0.032	-0.034	0.123 ^{**}
秋季	0.244 ^{**}	0.123	0.134 [*]	0.132 [*]	0.14 [*]	0.155 [*]	0.244 ^{**}
冬季	0.218 [*]	0.142	0.161	0.154	0.168	0.169	0.241 [*]
年平均	0.154 ^{**}	0.076	0.092 [*]	0.093 [*]	0.103 ^{**}	0.104 [*]	0.193 ^{**}

注：*、** 分别表示达到 95%、99% 的信度水平。

20 世纪 60 年代到 90 年代为偏冷期，90 年代开始进入偏暖期，其中 2001—2010 年偏暖幅度最为明显。春、秋、冬三季的浅层地温演变趋势与年均基本一致，而夏季浅层地温却经历“冷—暖—冷—暖”的演变。由此看出，春、秋、冬三季地温对年均浅层地温有指示性作用。

2.3 浅层地温异常突变检验

用 M-K 检验法对浅层年均、季均地温进行气候突变检验（图 2）。由图 2a 可知，UF 与 UB 曲线于 1992 年有一个交点，即突变点。由 UF 曲线可知，20 世纪 60 年代以来，浅层年平均地温呈现先波动后上升的趋势，2005 年前后上升趋势大大超过显著性水

平 0.05 临界线，表明地温增温趋势十分明显。

从春、夏、秋、冬季浅层平均地温的 M-K 检验统计值来看，秋、冬季浅层平均地温突变点在 1991 年左右，其中秋季浅层平均地温也是呈先波动后上升的趋势，2006 年前后增温趋势明显，与浅层年均地温变化趋势大致相同（图 2a、d、e）；春季浅层平均地温呈先上升再波动，在 1997 年前后持续上升，2019 年超过显著性水平 0.05 临界线（图 2b）；夏季的 UF 与 UB 曲线在 2012 年有交点，但 UF 曲线位于 0.05 水平显著线内，说明夏季浅层平均地温变化趋势不明显（图 2c）。

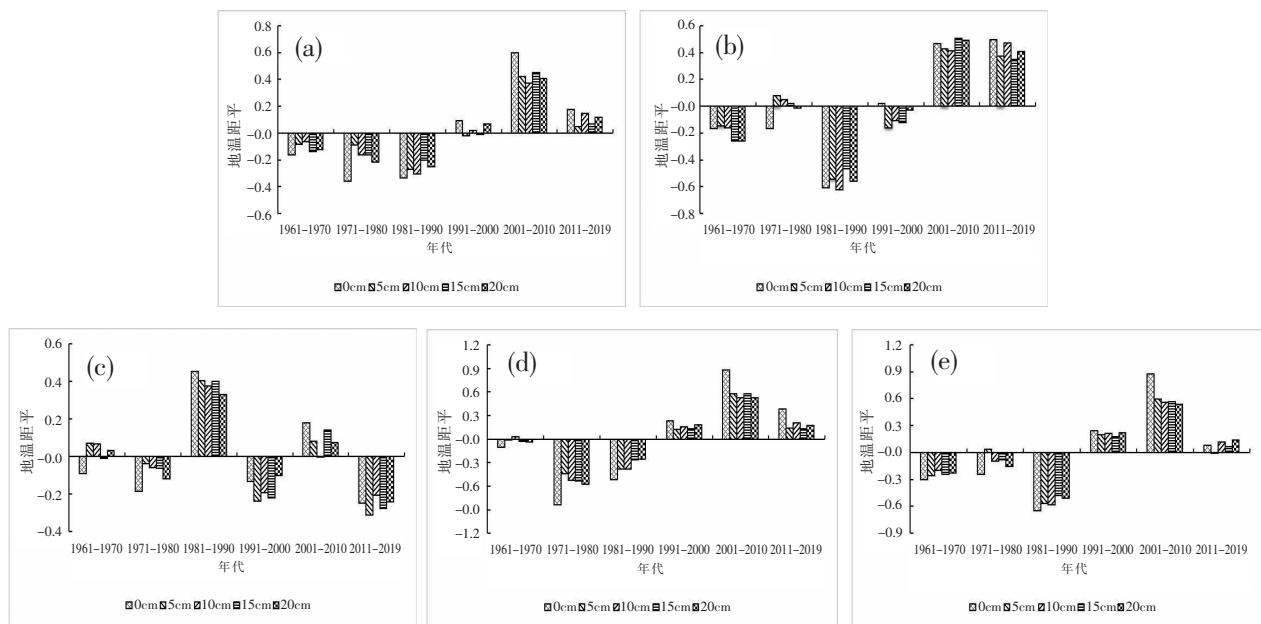


图 1 玉林市浅层地温距平年代变化图

(a)年平均;(b)春季平均;(c)夏季平均;(d)秋季平均;(e)冬季平均

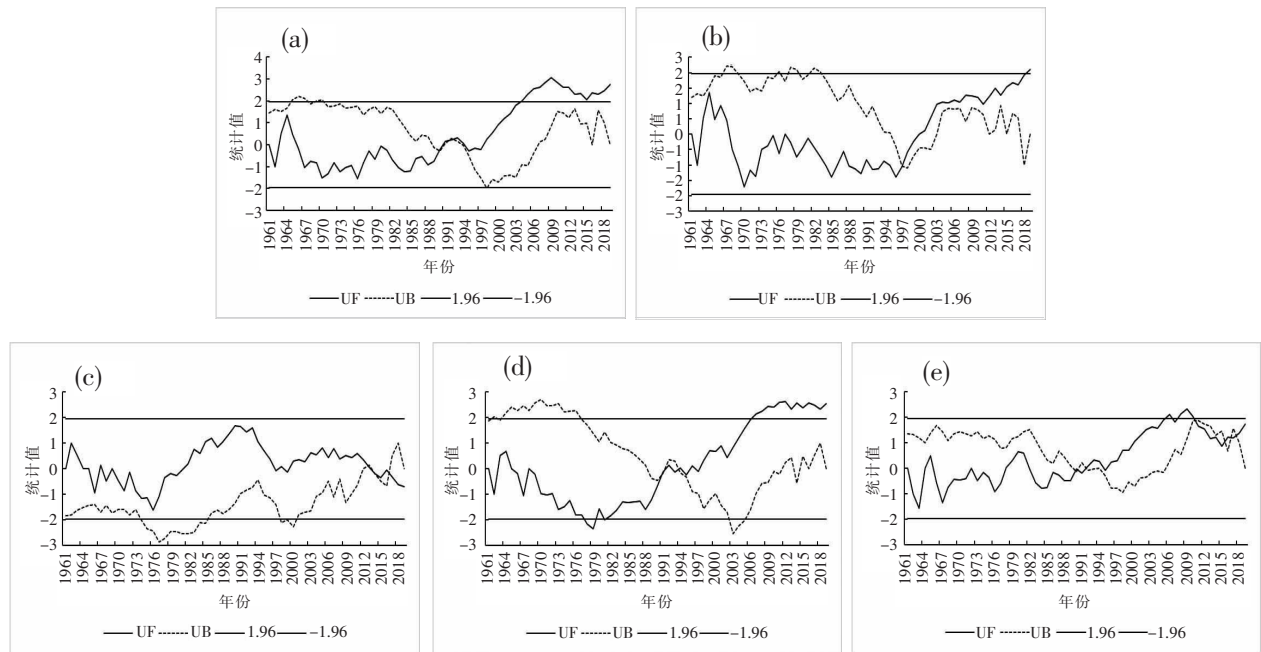


图 2 浅层平均地温 M-K 检验统计量曲线图

(a)年平均;(b)春季平均;(c)夏季平均;(d)秋季平均;(e)冬季平均;直线为 $\alpha=0.05$ 显著性水平临界值

2.4 浅层地温与同期气温、降水相关性分析

对玉林市 1961–2019 年各浅层年、季平均地温与同期平均气温进行相关性分析,发现其相关系数均 >0.54 ,经显著性检验, α 远远小于 0.01。从时段看,冬、春季平均地温与同期平均气温的相关性最为显著,相关系数 >0.93 ;年平均地温次之,相关系数 >0.85 ;秋季平均地温与同期平均气温相关系数也 $>$

0.79;夏季平均地温与同期平均气温相关性较弱,相关系数在 0.54~0.67 之间。从各层平均地温与同期平均气温的相关性来看,0cm 地温与气温的相关性最大,表明该层地温受气温影响最大。

将 1961–2019 年各浅层年、季平均地温与同期降雨量进行相关性分析,发现均为负相关,其中秋季最强,相关系数在 $-0.50\sim-0.56$ 之间;夏季次之,

相关系数在 $-0.44\sim-0.49$ 之间;冬季和年平均地温与同期降雨量的相关性略弱,相关系数在 $-0.35\sim-0.40$ 之间;春季最弱,相关系数在 $-0.09\sim-0.17$ 之间。将这些相关性进行显著性检验,发现春季显著性检验 $\alpha>0.05$,年均和秋、夏、冬三季的显著性检验 α 均 <0.01 。

3 结论

(1)1961–2019年玉林市0~20cm浅层年平均地温均呈上升趋势。春、秋、冬三季平均地温均呈上升趋势,夏季呈平缓略下降趋势,其中秋、冬季浅层平均地温升温最为明显。

(2)玉林市浅层年均地温经历“冷—暖”的演变过程,春、秋、冬三季的浅层地温演变趋势与年均基本一致,而夏季浅层地温却经历“冷—暖—冷—暖”的演变,春、秋、冬三季地温对年均浅层地温有指示性作用。

(3)用M-K检验法对浅层年平均地温进行气候突变检验,突变点在1992年,2005年前后地温增温趋势十分明显。秋季浅层平均地温变化趋势与年均地温大致相同。

(4)冬、春季平均地温与同期平均气温的相关性明显,夏季较弱,0cm地温与气温的相关性最大;各浅层年、季平均地温与同期降雨量均为负相关,其中秋季最强,夏季次之,冬季和年平均地温略弱,春季相关性不通过显著性检验。

参考文献:

- [1] 罗红磊,何洁琳,李艳兰,等.气候变化背景下影响广西的主要气象灾害及变化特征[J].气象研究与应用,2016,37(1):10–14.
- [2] 王森,张雪梅,王一二,等.降水与地温的关系剖析[J].气象研究与应用,2016,37(2):52–54.
- [3] 郝玲,顾春雷,赵亮.连云港地区草温、地温和气温变化特征分析[J].气象研究与应用,2015,36(4):85–88.
- [4] 陆晓波,徐海明,孙丞虎,等.中国近50a地温的变化特征[J].南京气象学院学报,2006,29(5):706–712.
- [5] 姜会飞,廖树华,叶尔克江,等.地面温度与气温关系的统计分析[J].中国农业气象,2004,25(3):1–4.
- [6] 周绍毅,劳炜,苏志,等.1961~2010年广西浅层地温变化特征[J].西南农业学报,2012,25(4):1372–1375.
- [7] 黄丽超,陈国第,胡丽芬.1971–2005年广西东兴0~20cm地温变化趋势分析[J].安徽农业科学,2011,39(29):18175–18176,18179.
- [8] 程爱珍,王超球,许嘉玲.地温异常数据原因分析及处理方法[J].气象研究与应用,2013,34(4):61–66.
- [9] 李静锋,赵艳玲,黄小雯.自动气象站地温线路老化引起数据异常故障判断分析[J].气象研究与应用,2013,34(3):75–77.
- [10] 张雪梅,王道田,王一二,等.剖析自动站各层地温的垂直变化[J].气象研究与应用,2011,32(4):69–71.
- [11] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007.
- [12] 谢敏,陆虹,何慧,等.近55a南宁冬末春初日照时数气候变化特征分析[J].气象研究与应用,2017,38(4):13–17.

Characteristics of shallow ground temperature change in Yulin from 1961 to 2019

Chen Minghui¹, Chen Sirong², Lu Xiaolin¹, Zhang Rongjing¹, Yang Yanzhi¹

(1. Yulin Meteorological Bureau, Yulin Guangxi 537000; 2. Guangxi Climate Centre, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: Based on the monthly average ground temperature data of 0–20cm at Yulin national basic meteorological station from 1961 to 2019, the climate tendency rate, M–K test and correlation analysis are used to analyze the trend of shallow ground temperature change in the past 60 years as well as its relationship with temperature and precipitation. The annual, spring, autumn and winter average ground temperature in Yulin all show an upward trend, while the summer shows a slight downward trend. Interdecadal analysis shows that spring, autumn and winter have an indicative effect on the average annual shallow ground temperature. According to M–K test, the mutation time of annual average shallow ground temperature is 1992. The correlation between the average ground temperature in winter and spring and the average temperature in the same period is obvious, and the correlation between 0 cm ground temperature and temperature is the highest; the average ground temperature in each shallow layer and season is negatively correlated with the rainfall in the same period, with autumn being the largest.

Key words: shallow ground temperature; climate tendency rate; interdecadal; Man–Kendall test; correlation