

1981~2020年菏泽市气温时空变化分析

李娜^{1,2}

¹成都信息工程大学, 四川 成都

²菏泽市气象局, 山东 菏泽

Email: 826920659@qq.com

收稿日期: 2021年4月20日; 录用日期: 2021年5月15日; 发布日期: 2021年5月26日

摘要

基于菏泽市八县一区9个气象站点(鄄城、郓城、菏泽、东明、定陶、巨野、曹县、成武、单县) 1991~2020年的逐月平均气温、平均日最低气温、平均日最高气温观测资料, 采用线性回归模型、气候倾向率等方法, 利用ArcGIS10.6空间分析工具, 分析了近30年菏泽市月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温的时空变化趋势。研究结果表明: (1) 菏泽市年平均气温、年平均日最低气温、年平均日最高气温均呈上升趋势, 年平均日最低气温增长趋势最明显; (2) 菏泽市月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温增长趋势具有明显的空间差异; (3) 月平均气温和月平均日最低气温增长率成武最高, 鄄城、郓城、东明次之; 月平均日最高气温增长率菏泽最高, 郓城、单县、成武次之; 月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温增长率最低均为曹县。

关键词

菏泽市, 气温, 增长率, 时空变化

Spatiotemporal Variation of Air Temperature in Heze City during 1981~2020

Na Li^{1,2}

¹Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

²Heze Meteorological Bureau, Heze Shandong

Email: 826920659@qq.com

Received: Apr. 20th, 2021; accepted: May 15th, 2021; published: May 26th, 2021

Abstract

Based on the eight counties area of Heze city nine meteorological site (Juancheng, Yuncheng, Heze, Dongming, Dingtao, Juye, Caoxian, Chengwu, Shanxian) in 1991~2020 monthly average temperature, average daily minimum temperature, average daily highest temperature observation data, the methods of linear regression model, the climate trend rate, using ArcGIS10.6 spatial analysis tools, analysis for nearly 30 years Heze monthly mean temperature, monthly average daily minimum temperature, monthly average daily highest temperature change trend of space and time. The results showed that: (1) The annual average temperature, the annual average daily minimum temperature and the annual average daily maximum temperature in Heze all showed an increasing trend, and the increasing trend of the annual average daily minimum temperature was the most obvious; (2) The monthly average temperature, monthly average daily minimum temperature and monthly average daily maximum temperature in Heze had obvious spatial differences. (3) The monthly average temperature and monthly average daily minimum temperature in Chengwu had the highest growth rates, while the Juancheng, Yuncheng and Dongming followed. The monthly average daily maximum temperature growth rate was the highest in Heze, Yuncheng, Shanxian and Chengwu. The monthly average temperature, monthly average daily minimum temperature and monthly average daily maximum temperature had the lowest growth rate in Caoxian.

Keywords

Heze City, The Temperature, The Growth Rate, Change of Time and Space

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全球变暖背景下, 温室效应使我国气候发生了明显的变化。近年来, 区域气温变化规律已成为气候变化研究的热点[1]。2020 年全球气温比工业化前上升了 1.2℃, 2016 年出现历史最强的厄尔尼诺气候变暖事件, 研究表明人类活动是导致气温升高的关键因素。近年来, 有关学者对不同自然区域尺度和社会区域尺度的气温变化进行了深入的研究分析[2]。肖晗[3]等对近 50 年中国温带地区不同景观带气温变化对比研究得出中国温带地区森林、草原、荒漠三个景观带的年平均气温、四季气温、年平均最高、最低气温都呈现显著增加趋势的结果。宋彦华[4]等对近 40 年山东半岛滨海与内陆地区气温变化比较分析得出 1973~2012 年以来滨海和内陆区的年平均气温变化总体呈增加的趋势, 但低于同期全球增温幅度的结果。司奉泰[5]等分析了 1981~2010 年近 30 年菏泽市气温时空特征, 结果表明菏泽市年平均气温整体呈增长趋势, 春、秋和冬季的增长贡献大于夏季的增长贡献。陈楠[6]对菏泽多时间尺度气温变化特征及其突变性进行分析, 结果表明近 40 年来菏泽的年、季平均气温、年最高最低气温具有明显的增温趋势。

然而, 近几年关于菏泽市气温变化规律的研究较少, 对研究气候预测及灾害防御至关重要[5]。因此, 本文基于 1991~2020 年菏泽市鄄城、郓城、菏泽、东明、定陶、巨野、曹县、成武、单县八县一区 9 个气象站点逐月平均气温、逐月平均日最低气温、逐月平均日最高气温观测资料, 采用线性回归模型、气候倾向率等方法, 利用 ArcGIS10.6 空间分析工具, 分析近 30 年菏泽市气温变化特征, 研究结果可为荷

泽市农业生产和科学布局提供参考，对菏泽市气候预测预报具有重要意义。

2. 材料与方法

2.1. 研究区数据资料

菏泽市位于 $34^{\circ}39'N\sim 35^{\circ}52'N$, $114^{\circ}45'E\sim 116^{\circ}25'E$ 之间, 地处山东、江苏、河南、安徽四省交界处, 总面积 12238.62 km^2 , 属暖温带季风大陆性气候, 四季分明、雨热同季、光热资源丰富, 降水集中在夏季, 年平均气温 14.49°C , 适宜的气候条件有利于大多数作物的生长。选取菏泽市 9 个气象台站 1991~2020 年近 30 年的逐月平均气温、逐月平均日最低气温和逐月平均日最高气温实测数据资料, 9 台站均匀分布在菏泽市各地区(图 1)。台站资料数据集经过了严格的质量控制, 具有较好的可靠性和连续性, 能够满足研究需求。

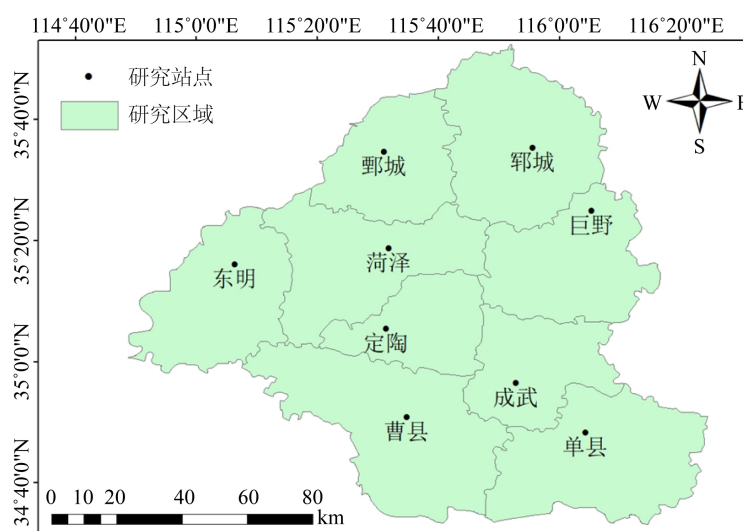


Figure 1. Distribution of meteorological stations in Heze City
图 1. 菏泽市气象站点分布

2.2. 时空分析方法

近年来地理信息系统取得了惊人的发展, ArcGIS 是一套完整的地理信息分析应用软件组合, 广泛应用于灾害预测、环境评估、城市规划、土地管理等领域[7]。本文采用 ArcGIS10.6 空间分析工具, 对菏泽市八县一区的逐月平均气温、逐月平均日最低气温、逐月平均日最高气温数据计算整理, 利用 Kriging 空间插值方法, 讨论分析菏泽市气温的增长趋势及其空间分布特征。Kriging 插值是通过一组具有 Z 值的分散点生成估计表面的高级地统计过程, 该方法基于变异函数理论和结构分析的线性、无偏差插值, 可以反映可用于说明表面变化的空间相关性, 在地理信息、气象、土壤科学和地质方面应用广泛。本文采用 Kriging 方法实现气温的空间插值, 有关 Kriging 空间插值的理论方法请参照文献[8]。

3. 菏泽市平均气温的时间变化特征

对菏泽市 9 个气象台站的年平均气温、年平均日最低气温和年平均日最高气温求平均, 得到整个菏泽市的平均气温数据, 基于菏泽市平均气温数据变化趋势分析整个研究区近 30 年平均气温、平均日最低气温和平均日最高气温的时间变化特征。由图 2 中曲线可知, 1990~2020 年菏泽市的年平均气温、年平

均日最低气温和年平均日最高气温均呈现不同程度的上升趋势, 年平均日最低气温上升趋势最明显, 年平均气温上升趋势次之, 年平均日最高气温上升趋势较弱。1990~2020 年菏泽市年平均气温线性倾斜率为 0.564/10a, 年平均日最低气温线性倾斜率为 0.763/10a, 年平均日最高气温线性倾斜率为 0.43/10a。

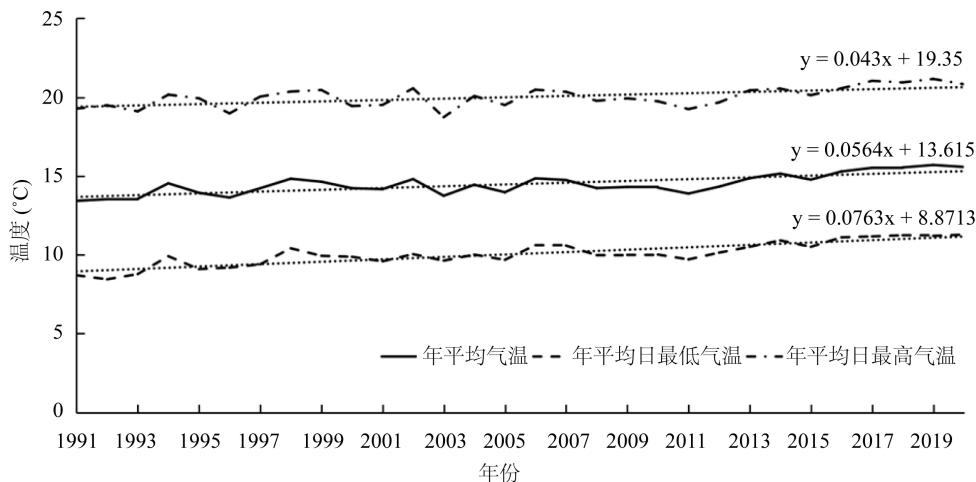


Figure 2. Trends of annual mean temperature variation in Heze City from 1991 to 2020
图 2. 1991~2020 年菏泽市年平均气温变化趋势

4. 菏泽市平均气温的空间变化特征

基于菏泽市 9 个气象台站 1988~2018 年月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温, 利用线性回归模型计算了近 30 年菏泽市各台站气温的变化趋势, 并使用 ArcGIS 空间分析工具, 统计分析了菏泽市平均气温、平均日最低气温、平均日最高气温变化趋势的空间分布。整体来看, 近 30 年菏泽市气温变化趋势不仅存在时间上的差异而且存在空间分布上的差异。

4.1. 菏泽市月平均气温的空间变化特征

从菏泽市月平均气温的空间分布(图 3)可以看出, 9 个气象台站月平均气温都具有上升的趋势, 上升趋势空间分布不均匀。成武月平均气温上升趋势最明显, 线性倾斜率为 0.063/10a; 鄄城、郓城、东明月平均气温上升趋势较明显, 线性倾斜率为 0.06~0.062/10a; 菏泽、单县月平均气温上升趋势次之, 线性倾斜率为 0.053~0.059/10a; 定陶、巨野及周边月平均气温上升趋势较弱, 线性倾斜率为 0.044/10a; 曹县及周边月平均气温上升趋势最弱, 线性倾斜率为 0.03/10a。综上所述, 从空间分布上来看, 菏泽市西北部县区月平均气温上升趋势较强, 西南部县区及东部巨野月平均气温上升趋势较弱。

菏泽市 9 个气象台站的年平均气温增长率的显著性检验结果表明, 除曹县的显著性检验水平为 99%, 其它县区的显著性水平均通过了 99.9% 检验。因而, 菏泽市 9 个气象台站的年平均气温气候倾向率在 0.29°C~0.68°C/10a 之间的空间分布具有物理解释。

4.2. 菏泽市月平均日最低气温的空间变化特征

从菏泽市月平均日最低气温的空间分布(图 4)可以看出, 9 个气象台站月平均日最低气温都具有上升的趋势, 上升趋势空间分布不均匀。成武月平均日最低气温上升趋势最明显, 线性倾斜率为 0.092/10a; 鄄城、郓城、东明月平均日最低气温上升趋势较明显, 线性倾斜率为 0.082~0.085/10a; 菏泽、单县月平均日最低气温上升趋势次之, 线性倾斜率为 0.068~0.074/10a; 定陶、巨野及周边月平均日最低气温上升

趋势较弱, 线性倾斜率为 $0.051\sim 0.052/10a$; 曹县及周边月平均日最低气温上升趋势最弱, 线性倾斜率为 $0.043/10a$ 。综上所述, 从空间分布上来看, 菏泽市西北部县区月平均日最低气温上升趋势较强, 西南部县区及东部巨野月平均日最低气温上升趋势较弱。

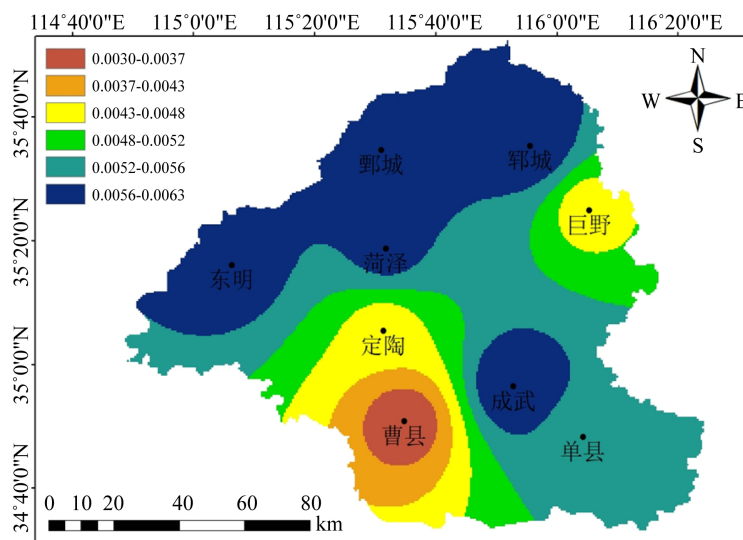


Figure 3. The spatial variation trend of the mean temperature in Heze city in recent 30 years

图 3. 菏泽市近 30 年平均气温空间变化趋势

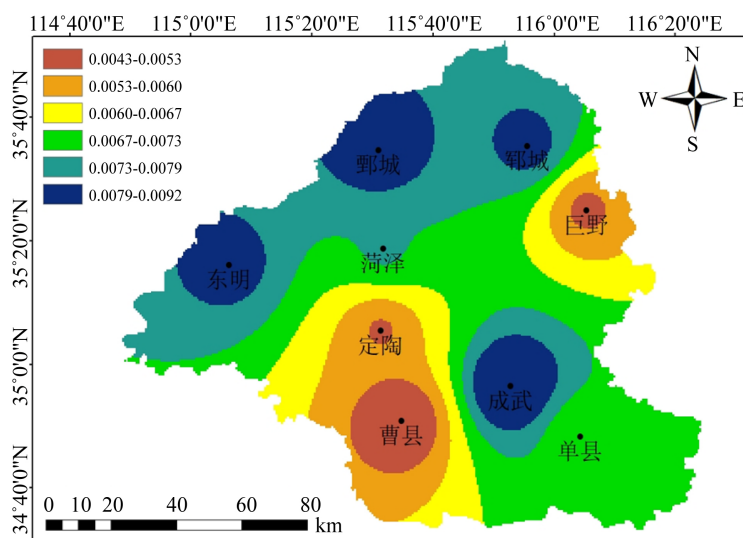


Figure 4. Spatial variation trend of monthly mean daily minimum temperature in Heze City in recent 30 years

图 4. 菏泽市近 30 年月平均日最低气温空间变化趋势

菏泽市 9 个气象台站的年平均日最低气温增长率的显著性检验结果表明, 所有县区的显著性水平均通过了 99.9% 检验。因而, 菏泽市 9 个气象台站的年平均日最低气温气候倾向率在 $0.44^{\circ}\text{C}\sim 1.02^{\circ}\text{C}/10a$ 之间的空间分布具有物理解释。

4.3. 菏泽市月平均日最高气温的空间变化特征

从菏泽市月平均日最高气温的空间分布(图 5)可以看出, 9 个气象台站月平均日最高气温都具有上升的趋势, 上升趋势空间分布不均匀。菏泽月平均日最高气温上升趋势最明显, 线性倾斜率为 0.048/10a; 鄄城、单县、成武月平均日最高气温上升趋势较明显, 线性倾斜率为 0.045~0.047/10a; 鄄城、东明、巨野月平均日最高气温上升趋势次之, 线性倾斜率为 0.04~0.043/10a; 定陶及周边月平均日最高气温上升趋势较弱, 线性倾斜率为 0.033/10a; 曹县及周边月平均日最高气温上升趋势最弱, 线性倾斜率为 0.031/10a。综上所述, 从空间分布上来看, 菏泽市北部及东南部县区月平均日最高气温上升趋势较强, 西南部县区月平均日最高气温上升趋势较弱。

菏泽市 9 个气象台站的年平均日最高气温增长率的显著性检验结果表明, 除定陶、曹县的显著性检验水平为 98%、东明、巨野的显著性检验水平为 99%, 其余 5 个县区的显著性水平均通过了 99.9% 检验。因而, 菏泽市 9 个气象台站的年平均气温气候倾向率在 $0.3^{\circ}\text{C}\sim 0.51^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 之间的空间分布具有物理解释。

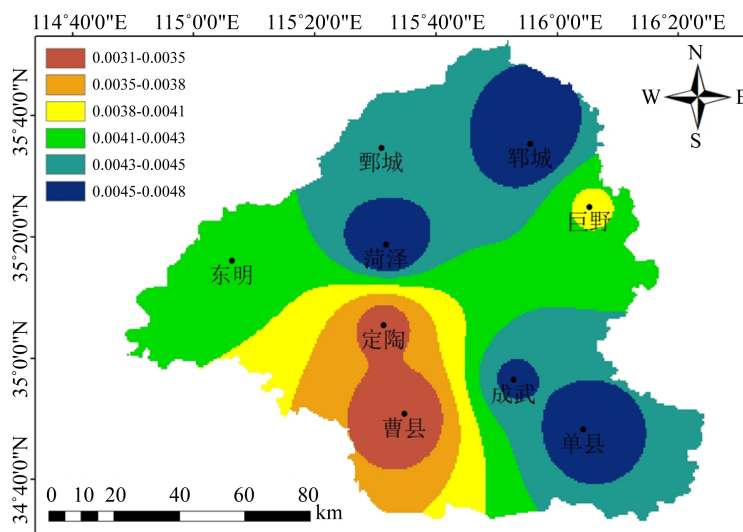


Figure 5. Spatial variation trend of monthly mean daily maximum temperature in Heze City in recent 30 years

图 5. 菏泽市近 30 年月平均日最高气温空间变化趋势

5. 结论与讨论

5.1. 结论

基于 1991~2020 年菏泽市八县一区 9 个气象台站的气温实测数据资料, 利用线性回归模型、气候倾向率方法和 ArcGIS10.6 空间分析工具, 研究了近 30 年菏泽市 9 个气象台站的平均气温、平均日最低气温和平均日最高气温增长趋势和空间变化特征。主要结论如下:

(1) 1990~2020 年菏泽市的年平均气温、年平均日最低气温和年平均日最高气温均呈上升趋势, 年平均日最低气温上升趋势最明显, 年平均气温上升趋势次之, 年平均日最高气温上升趋势较弱。

(2) 1990~2020 年菏泽市八县一区 9 个气象台站的月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温均呈上升趋势, 各县区气温上升趋势具有明显的空间分布差异。

(3) 1990~2020 年菏泽市八县一区 9 个气象台站的月平均气温和月平均日最低气温增长率成武最高, 西北部县区鄄城、鄄城、东明上升趋势较强; 月平均日最高气温增长率菏泽最高, 北部县区鄄城、东南

部县区单县、成武上升趋势较强；月平均气温、月平均日最低气温、月平均日最高气温增长率曹县最低，西南部县区及东部巨野月平均气温上升趋势较弱。

5.2. 讨论

文中采用线性回归模型和 ArcGIS 空间分析算法，选取菏泽市 9 个气象站点，对 1991~ 2020 年的气温变化特征进行了分析，研究结果与前人的结论基本一致[9]。研究发现菏泽市各气象站年平均日最低气温上升幅度差异比较明显，其原因可能是区域气象站点选择和海拔高度等因素存在差异。因此，在明确气温变化特征分析的基础上，将进一步加强气候变化的机理研究，以实现农业资源的高效利用和可持续发展[10]。

参考文献

- [1] 胡泽银, 王世杰, 白晓永, 等. 近百年来贵州高原气温时空演变特征及趋势[J]. 中国岩溶, 2020, 39(5): 1-13.
- [2] 冀钦, 杨建平, 陈虹举, 等. 基于综合视角的近 55a 青藏高原气温变化分析[J]. 兰州大学学报自然科学版, 2020, 56(6): 755-764.
- [3] 肖晗, 陈星任, 靳英华. 近 50 年中国温带地区不同景观带气温变化对比研究[J]. 环境科学与管理, 2016, 41(10): 21-24.
- [4] 宋彦华, 岳喜元, 刘良旭, 等. 40 年来山东半岛滨海与内陆地区气温变化比较分析[J]. 海洋科学, 2014, 38(6): 65-69.
- [5] 司奉泰, 薛存金. 近 30 年菏泽市气温时空特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2013(2): 87-92.
- [6] 陈楠. 菏泽多时间尺度气温变化特征及其突变性[J]. 中国农业资源与区划, 2018, 39(4): 45-52.
- [7] 张刚, 靳继红, 张永慧. 农机路径三维建模和导航研究——基于嵌入式平台和 ArcGIS [J]. 农机化研究, 2021, 43(11): 230-233, 238.
- [8] Oliver, M.A. and Webster, R. (1990) Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems. *International Journal of Geographic Information Systems*, **49**, 313-332. <https://doi.org/10.1080/02693799008941549>
- [9] 王常山, 王庆, 夏艳玲, 等. 1961-2011 年山东地区气温变化的区域差异特征及突变分析[J]. 鲁东大学学报(自然科学版), 2013, 29(4): 353-360.
- [10] 李瑞英, 张翠英, 刘继敏. 菏泽市近 48 年来气候变化特征及未来趋势分析[J]. 中国农业气象, 2009, 30(2): 268-270.