

苏玉雯,李广桃. 1956—2022 年涠洲岛气候变化特征[J]. 气象研究与应用,2023,44(2):57–62.

Su Yuwen, Li Guangtao. Climate change characteristics of Weizhou Island during 1956—2022 [J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2023, 44(2): 57–62.

1956—2022 年涠洲岛气候变化特征分析

苏玉雯, 李广桃

(广西壮族自治区气候中心, 南宁 530022)

摘要: 利用涠洲岛国家气象站 1956—2022 年气象观测数据, 采用线性回归法、Mann-Kendall 突变检验、D'Agostino 正态检验等统计方法, 对涠洲岛年平均气温、降水量、平均风速、日照时数等气候要素的长期变化趋势及异常等特征进行分析, 结果表明, 涠洲岛气温整体呈显著上升变化趋势且近十年变化振幅较大, 异常低值年份数较多; 年降水量长期变化趋势不明显, 异常偏多年份相对集中出现在 21 世纪后; 年平均风速呈逐年减小的变化趋势; 日照时数变化趋势不明显, 异常高值年份略少于异常低值年份。年平均气温和年降水量出现突变, 而年平均风速和年日照时数无突变现象。

关键词: 涠洲岛; 气候变化特征; 异常

中图分类号: P467

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2023.2.10

引言

海岛气温、降雨等气候要素的变化深受海洋的影响, 它的气候变化一定程度反映了海洋环境下的自然生存条件。由于受海洋巨大热容量的影响, 海岛的气候通常相对于陆地稳定, 若海岛出现明显的气候变化, 其反应的信号更值得关注。为了更好地了解海岛的气候变化, 许多学者对此开展了深入的研究调查。比如: 许苏清等^[1]进行气候变化对海岛影响的研究, 得出大范围的雨、云、湿度变化, 特殊天气的年份发生率增加很可能只是由于大气环流的一个小改变而引发的; 周凌云等^[2]运用小波分析法对雷州半岛的年平均温度、年平均降雨量等进行分析, 发现了该地区的气候变化的多样性; 于薇等^[3]分析了石城岛等地的大风日数、平均风速、最大风速变化特征和变化规律; 丁骏等^[4]研究分析了浙江省海岛区域 7 个海岛站 1971—2000 年年均温度、降水量、风速的变化趋势及突变; 王燕滨^[5]对小平岛 1993—2002 年、海洋岛 1995—2006 年、朝连岛 1980—1989 年期间海雾变化规律进行研究, 探究黄、渤海以上三个海岛

附近海雾的形成原因, 以及提出了台站海雾的统计预报方法。

近年来也有许多学者对广西诸海岛的气候变化特征进行了研究: 葛淑兰等^[6]通过探讨气温和降水量的年际变化, 揭示与副热带高压和极涡等大气系统的周期相关性, 得出近五十年来广西海岛的气候变化规律, 以及我国气候与太平洋部分环流系统的关系; 何如等^[7]对 1956—2010 年广西海岛气候特征、变化规律以及气象灾害进行研究, 发现广西岛屿的气候随着全球变暖发生了改变。广西北部湾沿海岛屿共计 672 个, 按成因分为大陆岛、火山岛、冲积岛三类。由近代海底火山中心式爆发形成的涠洲岛, 是北部湾海域最大的岛屿。本文利用近几十年气象观测资料, 对涠洲岛 1956—2022 年气候变化规律展开研究, 意在揭示涠洲岛海岛气候变化特征, 为海岛气候与生态环境研究提供支撑。

1 资料与方法

本文资料来自涠洲岛国家气象站自建站以来 (1956—2022 年) 的气象观测数据, 包含降水量、气

收稿日期: 2023-01-28

基金项目: 广西气象科研计划项目 (桂气科 2022M20、桂气科 2023ZL05)

作者简介: 苏玉雯 (1985—), 女, 助理工程师, 主要从事气象综合管理服务工作。E-mail: 67809815@qq.com

温、日照、风速等要素的年值、年平均值、年平均最高值、年平均最低值。常年值为 1991—2020 年平均值。

采用线性回归方法^[8]计算气候倾向率,分析涠洲岛气温、降水、风速、日照等要素的长期变化趋势;利用 Mann-Kendall 非参数统计检验方法(M-K 检验)^[8]进行数据突变检验,以判断其在研究时段内是否发生突变。为了确定有一定样本量的具有同类特征的气候年份,文中选择降低异常标准。文中的异常年指气候要素标准化值偏离标准差 1 倍及以上的年份。

2 数据质量检验

资料符合正态分布是各类统计预报模型和统计

检验方法的先决条件,大多数气候诊断方法和预报模型是气候变量呈正态分布假定为前提。变量是否服从正态分布,直接影响气象统计分析结果和预测模型的应用效果^[9-11]。

由于数据样本量不大,使用 D'Agostino 正态性检验^[9],比较样本数据与正态分布是否存在显著不同。通过绘制年平均气温、年最高气温、年最低气温、年降水量、年平均风速、年日照时数的直方图及正态分布曲线(图 1),利用 D'Agostino 正态性检验,发现以上气候要素都通过了显著性水平为 0.01 的正态性检验,充分说明了研究数据可用于涠洲岛长期气候变化特征分析。

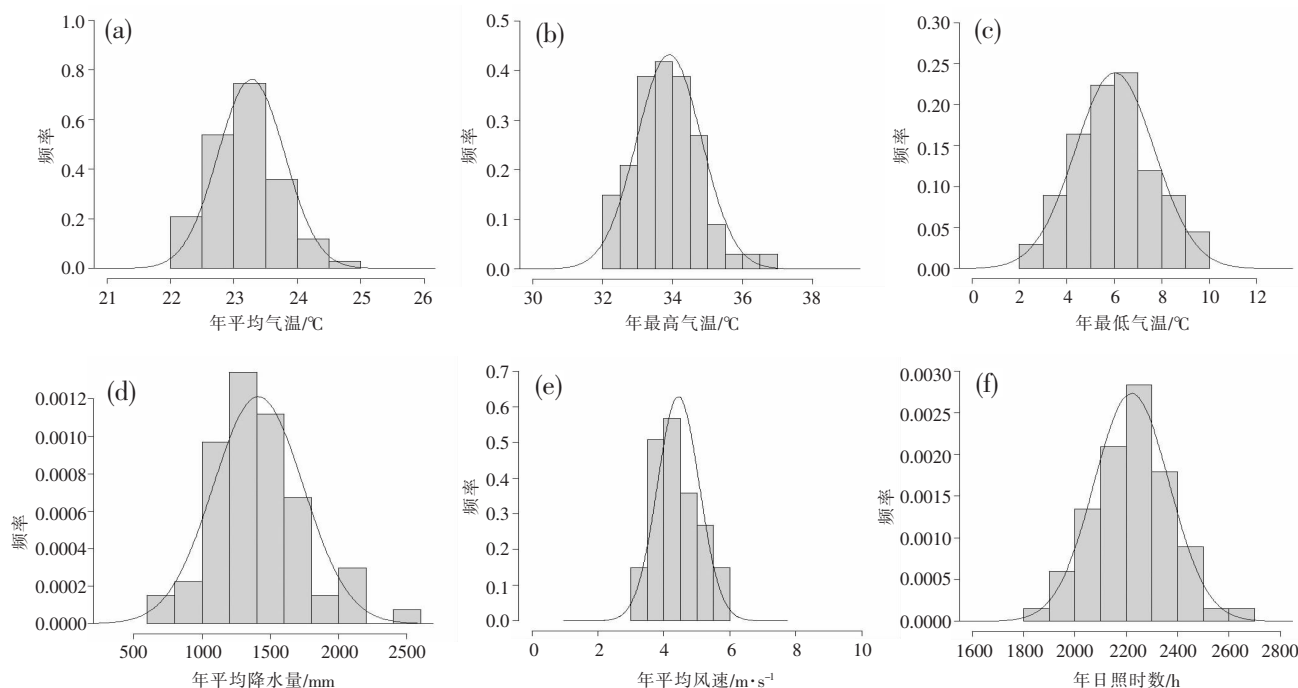


图 1 1956—2022 年涠洲岛年气候要素正态分布概率密度图(柱状为频数直方图,曲线为正态分布概率密度函数)

3 涠洲岛气候变化特征

3.1 气温变化特征

3.1.1 长期变化特征

1956—2022 年,涠洲岛年平均气温呈显著上升趋势(图略),升温速率为 $0.1^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$,与北部湾海域($105^{\circ}\text{E}\sim 110^{\circ}\text{E}$, $17^{\circ}\text{N}\sim 22^{\circ}\text{N}$)海表平均温度升温速率一致,略低于中国同期增温率($0.18^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$)和广西地表平均气温的增温率($0.15^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$)。涠洲岛常年年平均气温 23.5°C ,年平均气温在升温过程

中呈现年际和年代际变化。在 20 世纪 80 年代中期之前,涠洲岛的气温变化相对稳定,较平均值偏低;自 20 世纪 90 年代中后期至 21 世纪 10 年代属于偏暖时期,尤其在 2018—2021 年升温显著。67a 间,平均气温偏低的年份集中在 1967—1973 年、1983—1985 年间,年平均气温最小值出现在 1967 年,年平均气温 22.2°C ,较常年值偏低 1.3°C ;年平均气温偏高的年份则集中在 2018—2022 年,年平均气温最大值出现在 2019 年,每年平均气温 24.6°C ,较常年值偏高 1.1°C 。

在全球气候变暖条件下,涠洲岛年最低气温、年平均气温、年最高气温均呈现上升的趋势,在 20 世纪 80 年代以前,年平均气温、年最高气温、年最低气温的变化均呈现出相对稳定的状态,21 世纪 10 年代,年平均气温、年最高气温、年最低气温均呈现明显震荡趋势,尤其在 21 世纪 10 年代中后期,震荡趋势尤为显著。气温的线性趋势通过显著性水平为 0.001 的检验,相关系数 R 为 0.5435,年最低气温和年最高气温年际气候倾向率同为 $0.3^{\circ}\text{C}\cdot(10\text{a})^{-1}$,比年平均气温增幅更为明显。

3.1.2 突变检验

运用 M-K 方法检测 1956—2022 年涠洲岛气温时间序列的突变状况(图略)。年平均气温、年最低气温都出现了 UF 和 UB 曲线在检验线内相交,交点分别在 2001 年、1986 年,即 2001 年、1986 年年平均气温和年最低气温发生了突变;且 UF 曲线均出现了上升趋势,表明年平均气温和最低气温均呈现显著增加的长期变化趋势,且发生了突变。1956—2000 年平均气温 23.1°C ,2001—2022 年平均气温 23.6°C ,两者相差 0.5°C ;1956—1985 年最低气温 23°C ,1986—2022 年最低气温 23.5°C ,两者相差 0.5°C 。分析结果与 3.1.1 节年平均气温和年最低气温的长期变化趋势一致。年最高气温的 UF 和 UB 曲线没有在检验线内相交,说明该要素没有发生突变,仅存在上

升的长期变化趋势。

3.1.3 异常年份特征

根据大于 1 个标准差方法对涠洲岛年平均气温、年最高气温、年最低气温的异常年份统计(表 1),得知涠洲岛年平均气温异常偏高年份有 5a,集中出现在 1997 年后,分别是 1998 年、2003 年、2019—2021 年;年平均气温异常偏低年份有 20a,相对集中出现在 1997 年前,分别是 1956—1957 年、1962 年、1967—1972 年、1974 年、1976 年、1983—1985 年、1988 年、1992 年、1995—1996 年、2008 年、2011 年。涠洲岛年最高气温异常偏高年份有 5a,相对集中出现在 20 世纪 90 年代后,分别是 1977 年、1988 年、2003 年、2020—2021 年;年最高气温异常偏低年份有 19a,相对集中出现在 20 世纪 90 年代前,分别是 1956 年、1958—1960 年、1965—1967 年、1969—1970 年、1972 年、1974—1975 年、1978 年、1981 年、1984—1985 年、1994 年、2001 年、2008 年。涠洲岛年最低气温异常偏高年份有 9a,分别是 1973 年、1981 年、1992 年、1995 年、2001 年、2007 年、2015 年、2017 年、2020 年;年最低气温异常偏低年份有 17a,分别是 1957—1958 年、1960 年、1964 年、1966 年、1969 年、1972 年、1975—1977 年、1980 年、1986 年、1991 年、1996 年、2002—2003 年、2016 年。

表 1 1956—2022 年涠洲岛气温异常年份数量统计表

| 要素 | 异常高值年数及对应年份 | 异常低值年数及对应年份 |
|-------|--|---|
| 年平均气温 | 5 (1998、2003、2019—2021) | 20(1956—1957、1962、1967—1972、1974、1976、1983—1985、1988、1992、1995—1996、2008、2011) |
| 年最高气温 | 5 (1977、1988、2003、2020—2021) | 19 (1956、1958—1960、1965—1967、1969—1970、1972、1974—1975、1978、1981、1984—1985、1994、2001、2008) |
| 年最低气温 | 9 (1973、1981、1992、1995、2001、2007、2015、2017、2020) | 17(1957—1958、1960、1964、1966、1969、1972、1975—1977、1980、1986、1991、1996、2002—2003、2016) |

3.2 降水变化特征

3.2.1 长期变化特征

1956—2022 年涠洲岛年降水量长期变化趋势不明显,但呈现出明显的年际与年代变化(图略)。涠洲岛累年平均年降水量 1444.6mm,在 20 世纪 60 年代、70 年代、80 年代中后期至 90 年代初期、21 世纪 00 年代前中期,涠洲岛年降水量以偏少为主。年降水量较少年份出现在 1962 年、1977 年、1980 年、

1988 年、1992 年、1998 年、2003—2005 年,年降水量最少年份出现在 1962 年(634.9mm),较常年值偏少 809.7mm。20 世纪 80 年代前期、21 世纪 10 年代涠洲岛年降水量以偏多为主。年降水量较多的年份出现在 1978 年、1981 年、1994 年、2001 年、2008 年、2013—2014 年,其中年降水量最多年份是 2008 年(2404.7mm),较常年值偏多 960.1mm;自 21 世纪以来,涠洲岛年降水变化幅度较大,增长趋势显著。涠

洲岛年降水变化及线性趋势得知,降水量与时间序列的线性拟合通过显著性水平为 0.1 的检验,相关系数 R 为 0.2214。

3.2.2 突变检验

根据 M-K 方法检测 1956—2022 年涠洲岛年降水量序列的突变状况(图略),涠洲岛年降水量的 UF 和 UB 曲线在检验线内相交,交点出现在 1958 年,即 1958 年是年降水量出现突变的起始年份,且 UF 曲线整体出现了上升趋势。1956—1967 年平均降水量 1205.8mm,1968—2022 年平均降水量 1418.3mm,

两者相差 212.5mm,分析结果与 3.2.1 节年降水量变化趋势一致。

3.2.3 异常年份特征

根据大于 1 个标准差方法进行涠洲岛年降水量的异常年份统计(表 2),得知涠洲岛年降水量异常偏多年份有 8a,相对集中出现在 21 世纪后,分别是 1978 年、1981 年、1985 年、2001—2002 年、2008 年、2013—2014 年;年降水量异常偏少年份有 9a,分别是 1962—1963 年、1977 年、1980 年、1992 年、1998 年、2003—2005 年。

表 2 1956—2022 年涠洲岛年降水量异常年份数量统计表

| 要素 | 异常高值年数及对应年份 | 异常低值年数及对应年份 |
|------|---|---|
| 年降水量 | 8 (1978、1981、1985、2001—2002、2008、2013—2014) | 9 (1962—1963、1977、1980、1992、1998、2003—2005) |

3.3 风速变化特征

3.3.1 长期变化特征

涠洲岛的年平均风速长期呈显著减小变化趋势(图略),常年平均值 $4.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。20 世纪 70 年代中期以前,涠洲岛年平均风速以偏大为主。年平均风速较大的年份出现在 1956—1967 年,其中最大值出现在 1964 年($5.7\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),较常年值偏大 $1.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;21 世纪 10 年代年平均风速以偏小为主,年平均风速较小的年份出现 2016—2022 年,最小值出现在 2019 年($3.1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),较常年值偏小 $1.0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。涠洲岛年平均风速逐年变化及线性趋势,通过了显著性水平为 0.001 的检验,相关系数 R 为 0.8780。由于涠洲岛不断开发建设,监测条件在一定程度上受四周建筑及人为栽培植被影响,加之观测仪器的更改也可能对风速观测造成影响。对风速的变化趋势,由于系统性误差和人为影响大,如上分析结果与 1961—2020 年广西气候监测报告中风速变化规律的结论相似。

3.3.2 突变检验

运用 M-K 方法检测 1956—2022 年涠洲岛年平均风速的时间序列的突变状况(图略),涠洲岛年平均风速的 UF 曲线出现下降趋势,表明年平均风速呈减小的显著长期变化趋势,此结论与 3.3.1 节中年平均风速的长期变化趋势一致。

3.4 日照变化特征

3.4.1 长期变化特征

1956—2022 年涠洲岛年日照时数长期变化趋

势不明显,年日照时数常年平均值 2227.6h。20 世纪 50、60 年代,涠洲岛年日照时数属于偏多时期。年日照时数较多的年份是 1958 年、1962 年、1965 年、1977 年、1991 年、1993 年、2003—2004 年,其中最多年日照时数出现在 2003 年(2624.9h),较常年值偏多 397.3h;21 世纪 00 年代中期后,涠洲岛年日照时数属于偏少时期,较少的年份是 1960 年、1970 年、1982 年、1984—1985 年、1988 年、1995 年、2008 年、2012 年、2019—2020 年,最少年日照时数出现在 1970 年(1883.5h),较常年值偏少 344.1h。从线性趋势研究得知,涠洲岛年日照时数与时间序列的线性拟合,通过了显著性水平为 0.05 的检验,相关系数 R 为 0.1446。

3.4.2 突变检验

运用 M-K 方法检测 1956—2022 年日照时数的突变状况(图略),UF 和 UB 曲线变化趋势和突变不明显,说明该要素没有发生突变,仅存在减少的长期变化趋势。

3.4.3 异常年份特征

根据大于 1 个标准差方法进行涠洲岛年日照时数的异常年份统计(表 3),得知涠洲岛年日照时数异常偏多年份有 8a,相对集中出现在 20 世纪,分别是 1958 年、1962 年、1965 年、1977 年、1991 年、1993 年和 2003—2004 年;年日照时数异常偏少年份有 11a,分别是 1960 年、1970 年、1982 年、1984—1985 年、1988 年、1995 年、2008 年、2012 年和 2019—

表 3 1956—2022 年涠洲岛年日照时数异常年份数量统计表

| 要素 | 异常高值年数 | 异常低值年数 |
|--------|---|---|
| 年日照总时数 | 8 (1958、1962、1965、1977、1991、1993、2003—2004) | 11 (1960、1970、1982、1984—1985、1988、1995、2008、2012、2019—2020) |

2020 年。

4 结论和讨论

(1)1956—2022 年涠洲岛年平均气温整体呈显著上升趋势。年平均气温变化增度较小,年最低气温变化增度相对较大。年平均气温偏低的年份集中在 20 世纪 80 年代中期之前,变化幅度小气温较为稳定,年平均气温偏高的年份则集中在 2018—2022 年。年平均气温和年最低气温均呈现升高的显著长期变化趋势且发生了突变。年平均气温、年最高气温和年最低气温的异常低值年份显著多于异常高值年份。

(2)1956—2022 年涠洲岛年降水量变化趋势不明显。在 20 世纪 60 年代、70 年代、80 年代中后期、21 世纪 00 年代前中期,年降水量以偏少为主。20 世纪 80 年代前期、21 世纪 10 年代年降水量偏多。21 世纪以来,涠洲岛年降水量变化趋势显著。1958 年年降水量出现突变。年降水量的异常偏多与偏少年份数量差异不大。

(3)1956—2022 年涠洲岛年平均风速呈显著减小的变化趋势,受观测环境变化影响较大,未发生突变。由于系统性误差和人为影响大,风速的变化趋势与各方研究结论相似。涠洲岛年日照充足,且日照时数长期变化趋势不明显,未发生突变,异常高值年份有 8a,略低于异常低值年份(11a)。

由于气象观测数据的收集受现实条件的限制,受本文选用的样本量、数据模型的选择以及研究时

间等因素的影响,导致对涠洲岛气候变化规律的分析和研究深度和广度存在一定局限,如未对季节性的变化规律以及大风、台风、暴雨、雷暴等灾害天气进行分析,在往后的研究中将丰富有关内容。

参考文献:

[1] 许苏清,蒋孟珍.气候变化对海岛影响的研究[J].海洋开发与与管理,2013,30(12):28-31.

[2] 周凌云,周尚哲,王芳.雷州半岛近 50 年气候变化的多时间尺度分析[J].华南师范大学学报:自然科学版,2005(2):43-51.

[3] 于薇,陈明强,于芳,等.海岛大风气候特征分析及气象服务现状探讨[J].农民致富之友,2019,603(10):226.

[4] 丁骏,朱业,王勤,等.浙江海岛区域气候变化特征分析[J].海洋预报,2011,28(4):87-92.

[5] 王燕滨.黄、渤海 3 个海岛海雾的气候特征及统计预报[D].青岛:中国海洋大学,2008.

[6] 葛淑兰,陈志华,孟宪伟.广西海岛近 50 年来气候的年际和年代际变化特征——七个海岛观测站观测资料总结[J].海洋开发与与管理,2010,27(增刊 1):99-104.

[7] 何如,黄梅丽,罗红磊,等.近五十年来广西海岛的气候变化与气象灾害特征分析[J].气象研究与应用,2015,36(2):31-35.

[8] 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.

[9] 梁小筠.正态性检验[M].北京:中国统计出版社,1997.

[10] 黄嘉佑.气象统计分析与预报方法[M].北京:气象出版社,2000.

[11] 施能.气象统计预报[M].北京:气象出版社,2009.

Climate change characteristics of Weizhou Island during 1956—2022

Su Yuwen, Li Guangtao

(Guangxi Climate Center, Nanning 530022, China)

Abstract: Based on the meteorological observation data of the Weizhou national meteorological station from 1956 to 2022, the long-term trends and anomalies of climate factors such as annual mean temperature, precipitation, mean wind speed and sunshine hours on Weizhou Island were analyzed using linear regression, Mann-Kendall mutation test and D'Agostino normality test. The results show that the overall trend of temperature on Weizhou Island is significantly increasing and its change amplitude in the last ten years is large, with a large number of years having abnormally low values; the long-term trend of annual precipitation is not obvious and the anomalously high years are relatively concentrated after the 21st century; the annual average wind speed shows a decreasing trend; the number of sunshine hours varies insignificantly, and the number of anomalously high years is slightly less than the number of anomalously low years. In recent decades, there have been abrupt changes in temperature and precipitation, but no such changes in average wind speed and sunshine hours.

Key words: Weizhou Island; climate change characteristics; anomaly