

寿光近58年“三伏”时节气候特征分析

徐风霞, 常成, 张珊, 高学芹, 单英超

寿光市气象局, 山东 寿光
Email: sgqxjxu@163.com, 568332210@qq.com

收稿日期: 2021年5月29日; 录用日期: 2021年6月24日; 发布日期: 2021年7月1日

摘要

基于寿光市1961~2018年“三伏”时节气温、湿度观测资料, 利用现代气候诊断方法, 统计分析了寿光“三伏”时节气温、湿度要素的变化特征。结果表明: 1) 寿光市1961~2018年初、中伏气温高, 高温日数出现频次大; 2) 寿光近58年“三伏”平均气温比最高气温升温更显著, 中伏比初伏和末伏升温更显著; 相对湿度随年代下降显著, 并通过0.01显著性检验; 3) 40天“三伏”序列中, 初伏中后期到后中伏中期, 高温高湿; 4) 进入21世纪以来, 寿关中伏升温、湿度减小的趋势明显。

关键词

三伏, 气候特征, 寿光, 气象要素, 分析

Analysis of Climatic Characteristics in Midsummer in Recent 58 Years in Shouguang City

Fengxia Xu, Cheng Chang, Shan Zhang, Xueqin Gao, Yingchao Shan

Shouguang Meteorological Bureau, Shouguang Shandong
Email: sgqxjxu@163.com, 568332210@qq.com

Received: May 29th, 2021; accepted: Jun. 24th, 2021; published: Jul. 1st, 2021

Abstract

Based on the observation data of temperature and humidity during the dog-days season in Shouguang City from 1961 to the beginning of 2018, the variation characteristics of temperature and humidity elements during the dog-days season in Shouguang City were statistically analyzed by

using modern climate diagnosis method. The results showed that: 1) The frequency of high temperature days in Shouguang from 1961 to 2018 was high in medium dog-days temperature; 2) The average temperature of the dog-days in Shouguang in recent 58 years was more significant than that of the maximum temperature, and the temperature of the middle dog-days was more significant than that of the first and last dog-days; the relative humidity decreased significantly with age and passed the significance test of 0.01; 3) In the 40-day dog-days sequence, high temperature and high humidity occur from the middle and late period of primary to the middle period of post-middle period; 4) Since the beginning of the 21st century, the trend of temperature rise and humidity decrease is obvious in Shouguang.

Keywords

Dog-Days, Climatic Characteristics, Shouguang, Meteorological Elements, Analysis

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

“伏”是按照我国古代的“干支纪日法”确定的，标志着一年里最炎热的时期[1]。每年夏至以后第三个庚日(指干支纪日中带有“庚”字的日子)为初伏，第四个庚日为中伏，立秋后第一个庚日为末伏，合起来称为“三伏”。每伏 10 天，但有些年份中伏为 20 天，夏至到立秋间有 4 个庚日则中伏为 10 天，有 5 个庚日则中伏为 20 天。“三伏”反应了盛夏时节气温与相对湿度的变化[2] [3]，对人体舒适度、畜牧业等有一定影响[4] [5] [6]。

近年来，随着全球气候变暖[7]，徐伟等[8]研究了金山区高温天气的气候特征；张德山等[9] [10]分别研究了北京、嘉兴“三伏”时节的气候特征，对寿光“三伏”时节气温的变化特征及其影响未见报道过。

山东寿光市每年“三伏”在公历 7 月中旬到 8 月中旬之间，是盛夏酷暑的时候，农谚有“热在三伏”之说，因此，研究“三伏”时节气候变化特征还是十分必要的。本研究基于寿光市观测资料，分析寿光近 58 年“三伏”时节的气候变化特征，以便更好地为当地工农业生产和人们生活提供气象服务。

2. 资料与方法

整理寿光市 1960~2018 年“三伏”时节逐日平均气温、最高气温、相对湿度资料。根据统计万年历[11]，58 年中“三伏”时期中伏为 10 天出现 19 年，中伏为 20 天出现 39 年。把三伏排成 40 天序列，中伏前 10 天统计 58 年平均值，中伏为 20 天的后 10 天统计 39 年平均值。年代以 10 位数字为年代数字值，2000~2009 年为 21 世纪初 10 年，2010~2018 年为近 9 年。

使用线性倾向估计法分析变化趋势，采用 Mann-Kendall 法进行突变检验[12]，使用 Excel 2003 制图。

3. 结果与分析

“三伏”温度、湿度变化趋势分析

由表 1 可见，寿光初伏与中伏的平均气温、平均最高气温变化不大，差值 0.1℃~0.4℃，末伏降幅大，与中伏相差 1.3℃~1.4℃；最高气温 $\geq 35^\circ\text{C}$ 日数初伏出现 93 天、中伏出现 127 天、末伏出现 22 天，出现频次分别为初伏 1.6 天/年、中伏 2.2 天/年、末伏 0.4 天/年；“三伏”平均相对湿度 79~81 之间，变化不

大；极端最高气温 40.3℃，出现在初伏。初、中伏气温高，高温日数出现频次大，末伏气温有所下降，高温日数出现频次偏小。

Table 1. Element values of temperature and relative humidity in Shouguang during 1961~2018

表 1. 寿光 1961~2018 年“三伏”气温、相对湿度要素值

	平均气温 (°C)	平均最高气温 (°C)	平均相对湿度 (%)	极端最高气温 (°C)	“三伏”最高气温 ≥ 35℃ 日数(d)	出现频次 (天/年)
初伏	27.1	32.0	79	40.3	93	1.6
中伏	27.0	31.6	81	39.8	127	2.2
末伏	25.6	30.3	80	37.8	22	0.4
平均	26.6	31.3	80	39.3	81	1.4

由表 2 可见，从气候倾向率看出，寿光近 58 年“三伏”的平均气温、最高气温呈上升趋势，中伏增温最快，平均气温、最高气温增温分别达 0.277℃/10a、0.277℃/10a。相对湿度呈下降趋势。从相关系数看出，初伏、末伏平均气温均通过 0.05 的显著性检验，最高气温均通过 0.1 的显著性检验，中伏平均气温、最高气温均通过了 0.01 的显著性检验。初、终、末伏的相对湿度均通过了 0.01 的显著性检验。由此可以看出，寿光近 58 年“三伏”平均气温比最高气温升温更显著，中伏比初伏和末伏升温更显著；相对湿度随年代下降显著，并通过 0.01 显著性检验。

Table 2. Decadal climate tendency rate and correlation coefficient of “three volt” temperature and relative humidity in Shouguang from 1961 to 2018

表 2. 寿光 1961~2018 年“三伏”气温、相对湿度年代气候倾向率及相关系数

	气候倾向率			相关系数		
	平均气温(°C/10 年)	最高气温(°C/10 年)	平均相对湿度(%/10 年)	平均气温	最高气温	平均相对湿度
初伏	0.226	0.217	-1.629	0.2638 ^{**}	0.2152 [*]	0.4956 ^{***}
中伏	0.277	0.248	-1.055	0.4078 ^{***}	0.3601 ^{***}	0.3558 ^{***}
末伏	0.218	0.211	-1.312	0.2592 ^{**}	0.2311 [*]	0.4119 ^{***}
平均	0.240	0.225	-1.332	0.3103 ^{***}	0.2688 ^{**}	0.4211 ^{***}

注：^{*}表示通过 0.1 显著性检验，^{**}表示通过 0.05 显著性检验，^{***}表示通过 0.01 显著性检验。

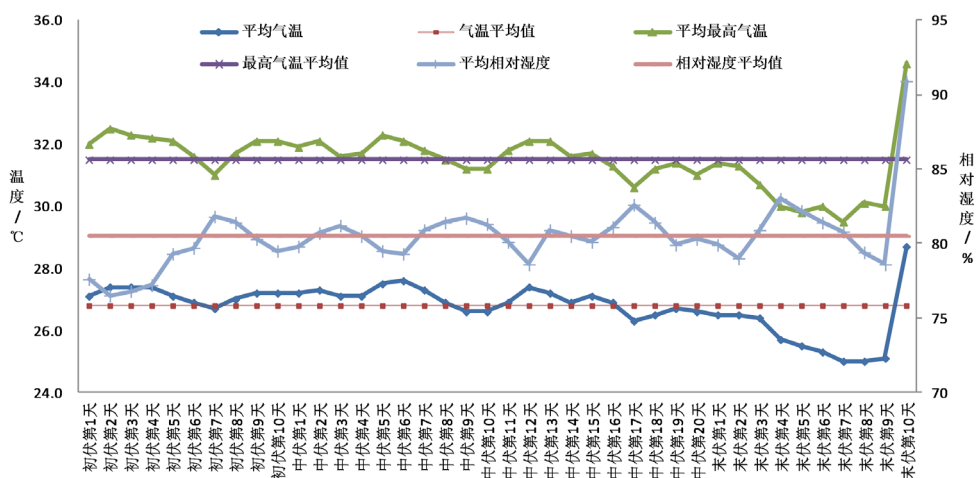


Figure 1. Variation trend of temperature and relative humidity in Shouguang during 1961~2018

图 1. 寿光 1961~2018 年“三伏”气温、相对湿度变化趋势

由图 1 可以看出, 寿光 40 天“三伏”序列中平均气温、平均最高气温总体呈下降趋势, 平均相对湿度呈上升趋势。初伏到中伏第 15 天, 气温基本在平均值以上缓慢下降, 从中伏第 16 天, 气温在平均值以下缓慢下降直到末伏第 9 天降到最低, 末伏第 10 天气温突然升高。初伏前 6 天平均相对湿度在平均值以下缓慢上升, 从第 7 天到中伏第 15 天在平均值附近震荡, 从中伏第 16 天到末伏在震荡振幅平均值以上大于平均值以下, 末伏第 10 天明显上升。由此可以看出, 40 天“三伏”序列中, 初伏中前期温度已经升高, 湿度略小, 从初伏中后期到后中伏中期, 高温高湿, 从后中伏后期到末伏后期温度略下降, 但湿度居高不下, 末伏最后 1 天温度、湿度又明显上升。

Table 3. Annual variation of temperature and relative humidity in Shouguang during 1961~2018

表 3. 寿光 1961~2018 年“三伏”气温、相对湿度年代变化值

	平均气温(°C)			最高气温(°C)			平均相对湿度(%)		
	初伏	中伏	末伏	初伏	中伏	末伏	初伏	中伏	末伏
60~70 年代	-0.6	-0.6	0	-0.4	-1.0	+0.2	-0.6	+2.6	-0.1
70~80 年代	0	-0.1	-0.7	+0.2	+0.4	-0.3	-1.1	-2.0	-1.1
80~90 年代	+0.1	+0.9	+0.4	-0.2	+0.7	0	+0.6	-0.9	-0.4
90 年代~21 世纪初 10 年	+0.7	-0.2	+0.9	+0.6	-0.5	+0.8	-5.5	-1.7	-3.1
21 世纪初 10 年~ 近 9 年	+0.6	+1.3	+0.4	+0.9	+1.8	+0.4	-0.8	-2.0	-1.2

注: 表中数值下一年代与上一年代的差值, “-”表示降低(下降), “+”表示升高(上升)。

表 3 中的数值是相邻两个年代中下一年代与上一年代的差值, 由表 3 可见, 寿光近 58 年平均气温年代变化值初伏为“降低-平稳-升高-升高-升高”, 仅 60~70 年代降低, 70~80 年代无变化, 从 90 年代至 21 世纪近 9 年年代持续升温, 进入 21 世纪以来比 90 年代升高 1.3°C; 中伏为“降低-降低-升高-降低-升高”, 60~70 年代、70~80 年降低, 80~90 年代升温达 0.9°C, 90 年代至 21 世纪初 10 年降低 0.2°C, 21 世纪初 10 年至近 9 年升高达 1.3°C, 年代升温比降温剧烈; 末伏为“平稳-降低-升高-升高-升高”, 60~70 年代无变化, 70~80 年代降低 0.7°C, 80~90 年代至近 9 年持续升高。最高气温年代差变化初伏为“降低-升高-降低-升高-升高”, 60~70、80~90 年代降低, 其余年代差值均升高, 从 90 年代至 21 世纪近 9 年年代持续升温; 中伏为“降低-升高-升高-降低-升高”, 60~70 年代温度降低达 1.0°C、21 世纪初 10 年至近 9 年升高达 1.8°C, 年代气温变幅大; 末伏为“升高-降低-平稳-升高-升高”, 80~90 年代以前温度变化范围不大, 从 90 年代至 21 世纪近 9 年持续升温, 且升温幅度高达 0.8°C。平均相对湿度年代变化值除初伏的 80~90 年代和中伏的 60~70 年代为正值(上升), 其余均为负值(下降)。由此可以看出, 近 58 年来, 寿光“三伏”年代际变暖趋势明显, 进入 20 世纪 90 年代以来这种趋势尤为明显。

初伏年代变化趋势分析

由图 2 可以看出, 寿光初伏平均气温、最高气温年代变化趋势一致, 分 3 个阶段, 60~70 年代下降 0.4°C~0.6°C, 70~90 年代仅下降 0.1°C~0.2°C, 较平稳, 90 年代到 21 世纪近 9 年年代值呈阶梯状上升 1.3°C~1.5°C, 持续升温; 年代最高值均出现在 21 世纪近 9 年, 较年代最低值分别高 1.4°C、1.5°C。平均相对湿度年代值呈阶梯状下降, 60~80 年代降幅小, 仅下降 1.9%, 90 年代到 21 世纪初 10 年下降了 5.5%, 降幅大。由此可以看出, 进入 21 世纪以来, 寿光初伏升温、湿度减小趋势明显。

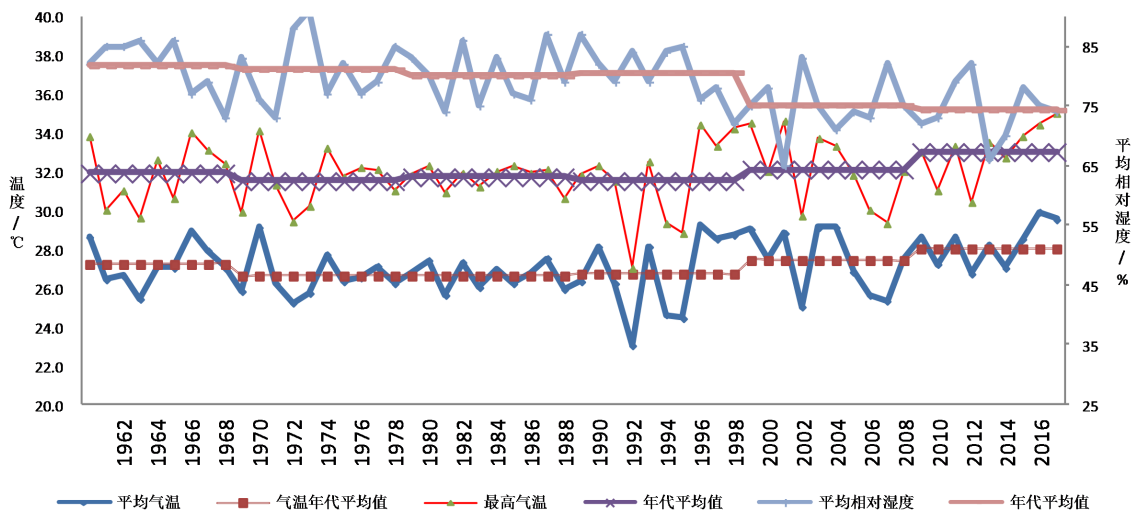


Figure 2. Decadal variation trend of temperature and humidity in Shouguang from 1961 to 2018

图 2. 寿光 1961~2018 年初伏气温、湿度年代变化趋势

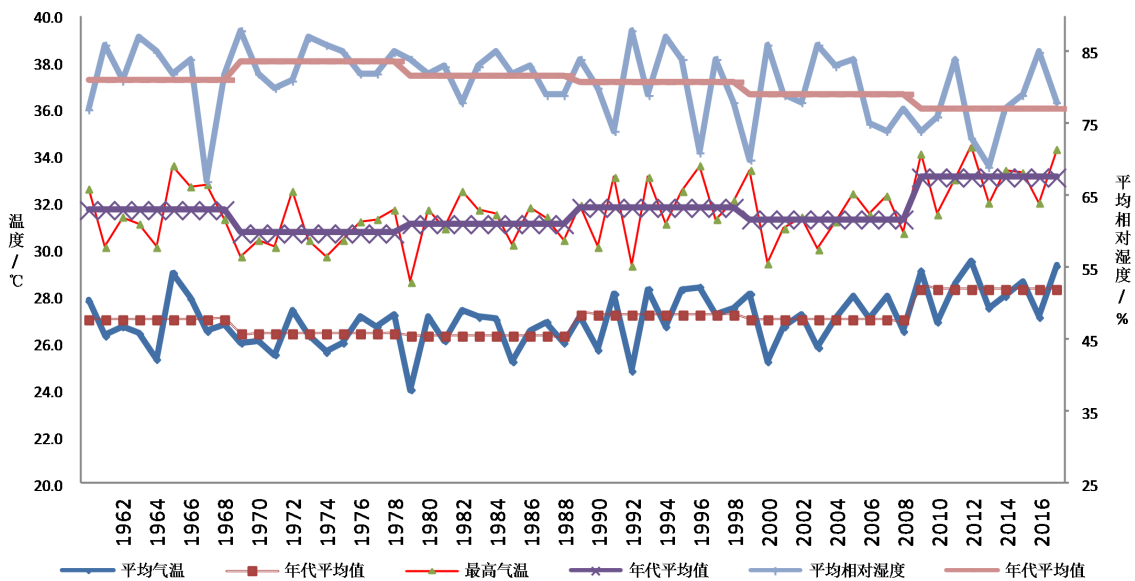


Figure 3. Annual variation trend of temperature and humidity in Shouguang from 1961 to 2018

图 3. 寿光 1961~2018 年中伏气温、湿度年代变化趋势

由图 3 可以看出, 寿光中伏平均气温、最高气温年代变化趋势一致, 分 3 个阶段, 60~70 年代呈下降 0.4°C ~ 0.6°C , 70~90 年代变化仅 0.1°C ~ 0.2°C , 较平稳, 90 年代到 21 世纪近 9 年年代值呈阶梯状上升 1.3°C ~ 1.5°C , 持续升温; 年代最高值均出现在 21 世纪近 9 年, 较年代最低值分别高 1.4°C 、 1.5°C 。平均相对湿度年代值呈阶梯状下降, 60~80 年代降幅不大, 仅下降 1.9%, 90 年代到 21 世纪初 10 年下降了 5.5%, 降幅大。由此可以看出, 进入 21 世纪以来, 寿光中伏升温、湿度减小趋势明显。

由图 4 可以看出, 寿光末伏平均气温 60~70 年代变化平稳, 80 年代下降 0.7°C , 90 年代后阶梯状持续升温; 最高气温 60~90 年代变化仅 0.1°C ~ 0.2°C , 较平稳, 进入 21 世纪年代值呈阶梯状上升明显。平均相对湿度年代值呈阶梯状下降, 60~80 年代降幅不大, 90 年代到 21 世纪初 10 年下降了 3.1%, 降幅大。由此可以看出, 进入 21 世纪以来, 寿光末伏随年代升温、湿度减小趋势明显。

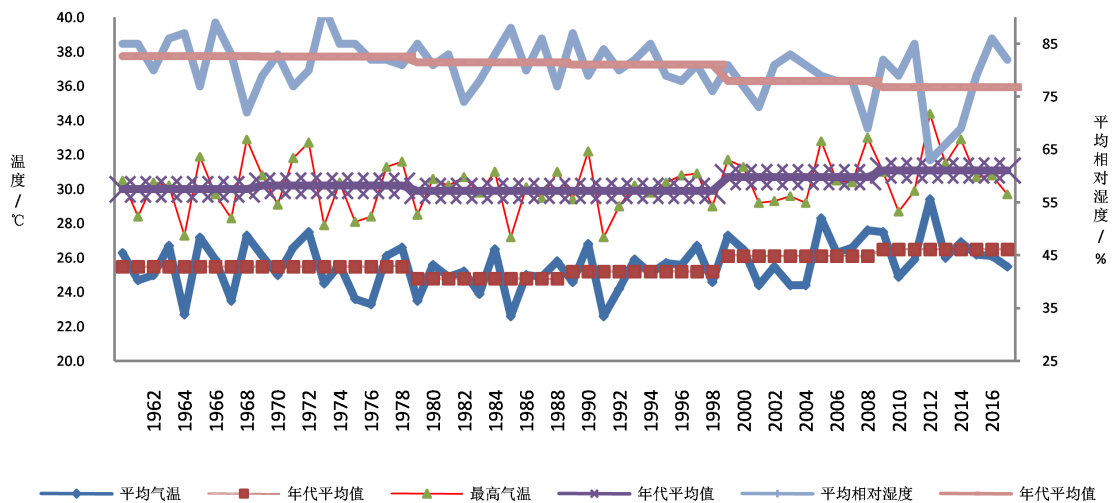


Figure 4. From 1961 to 2018, Chronological variation trend of temperature and humidity in Shouguang
图 4. 寿光 1961~2018 年末伏气温、湿度年代变化趋势

4. 结论与讨论

1) 寿光近 58 年初、中伏气温高，高温日数出现频次大，末伏气温有所下降，高温日数出现频次偏小。“三伏”的平均气温、最高气温呈上升趋势，中伏增温最快，平均气温、最高气温增温气候倾向率分别为 $0.277^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 、 $0.277^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ，初伏、末伏平均气温均通过 0.05 的显著性检验，最高气温均通过 0.1 的显著性检验，中伏平均气温、最高气温均通过了 0.01 的显著性检验。相对湿度呈下降趋势，初、终、末伏的相对湿度均通过了 0.01 的显著性检验。寿光近 58 年“三伏”平均气温比最高气温升温更显著，中伏比初伏和末伏升温更显著；相对湿度随年代下降很显著。40 天“三伏”序列中，初伏中前期温度已经升高，湿度略小，从初伏中后期到后中伏中期，高温高湿，从后中伏后期到末伏后期温度略下降，但湿度居高不下，末伏最后 1 天温度、湿度又明显上升。进入 21 世纪以来，寿光初、中、末伏随年代温度升高、湿度减小的趋势明显。

2) 专家对“三伏”变化趋势论证结论与本研究结论基本一致。本研究的创新点是对寿光区域“三伏”、变化趋势进行研究，为当地气象服务提供参考依据。

3) 讨论

本研究只从气温、相对湿度方面进行研究，在今后工作中，我们将加强对寿光气候变化的全面研究，为当地工农业生产服务。

参考文献

- [1] 曾强吾. 农家历[M]. 北京: 北京气象出版社, 2018: 7.
- [2] 夏江江, 严中伟, 周家斌. “三伏”的气候学定义和区划[J]. 气候与环境研究, 2011, 16(1): 31-38
- [3] 齐忻敏, 张宗智, 梁艳. 古人笔下的三伏酷暑天[J]. 气象知识, 2017(4): 72-75.
- [4] 高建英, 高学芹, 徐太安. 青州市夏季中暑指数预报[J]. 山东气象, 2008, 28(3): 29-31.
- [5] 刘桂才, 王善芳, 李树军, 等. 潍坊市近 49 年三伏时节气候特点与舒适度分析[C]//第 27 届中国气象学会年会. 第 27 届中国气象学会年会论文集: 2010 年卷. 北京: 中国气象学会, 2010: 1-7.
- [6] 王娟, 张建军, 杨学颖, 等. 夏季高温高湿对养羊业的危害及防范措施[C]// 2009 新华杯迎国庆 60 周年畜牧兽医科技论文集: 2009 年卷. 河北石家庄: 今日畜牧兽医出版社, 2009: 46-47.
- [7] 秦大河. 进入 21 世纪的气候变化科学——气候变化的事实、影响与对策[J]. 科技导报, 2004, 22(7): 4-7.

-
- [8] 徐伟, 张蕾, 张静. 金山区高温天气气候特征分析[C]//第七届长三角科技论坛能源分论坛——长三角气象科技论坛. 第七届长三角科技论坛能源分论坛——长三角气象科技论坛论文集: 2010 年卷. 嘉兴: 中国气象学会, 浙江省科协, 上海市科协, 江苏省科协, 浙江省气象学会, 上海市气象学会, 江苏省气象学会, 2010: 329-332.
- [9] 张德山, 邓长菊, 李世明. 北京“三伏时节”气候特征分析[J]. 气象科技, 2008, 36(6): 768-771.
- [10] 程继前, 张瑞萍, 何悦, 等. 嘉兴夏季伏天“热”气候特征分析[J]. 浙江气象, 2014, 35 (4): 36-39, 封 3.
- [11] 赵相宁. 中华实用万年历/历象编[M]. 第 2 版. 北京: 气象出版社, 2016: 294-465.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 第 2 版. 北京: 气象出版社, 1999: 69-71.