

# 近半个世纪石家庄市二十四节气降水量变化特征

卞韬<sup>1,2,3</sup>, 刘思廷<sup>1,2,3</sup>, 任国玉<sup>4,5</sup>, 杨珊珊<sup>1,2,3</sup>, 康立宁<sup>1,2,6</sup>

(1.河北省气象与生态环境重点实验室,河北 石家庄 050021;2.中国气象局雄安大气边界层重点开放实验室,河北 雄安 071800;  
3.石家庄市气象局,河北 石家庄 050081;4.中国地质大学(武汉) 环境学院大气科学系,湖北 武汉 430074;  
5.中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081;6.灵寿县气象局,河北 灵寿 050500)

**摘要** 利用石家庄市 16 个国家气象观测站 1972—2022 年的逐日降水量资料,分析了二十四节气降水量的气候特征和变化趋势,结果表明:(1) 石家庄市二十四节气平均降水量呈“单峰型”正态分布,大暑节气降水量最多为 80.1 mm。(2) 从大寒开始至大暑节气石家庄市降水量以增加为主,立秋开始至小寒节气降水量逐渐减少。(3) 谷雨开始至立冬连续 14 个节气内石家庄市日最大降水量均超过 50 mm,夏至、小暑、大暑、立秋、处暑和白露 6 个节气内日最大降水量均超过 100 mm,其中夏至、小暑、大暑、立秋 4 个节气超过 200 mm。(4) 近 51 年石家庄市立春、小满、芒种、大暑、处暑、霜降、小雪、大雪和大寒 9 个节气的降水量呈现减少趋势,减少趋势中仅处暑节气较为显著;其他 15 个节气表现为增加趋势,增加趋势中白露和秋分节气显著或较为显著。(5) 近 51 年石家庄市白露、秋分和立冬 3 个节气的日最大降水量呈显著或较为显著的增加趋势,处暑的日最大降水量表现出较为显著的减少趋势,其他节气的降水量变化趋势均较弱。小暑和大暑节气降水的极端性趋于增强,灾害风险加大。

**关键词** 二十四节气;降水量;变化特征

中图分类号 P468.0<sup>+</sup> 24 文献标识码 A doi: 10.14174/j.cnki.nmqx.2025.03.006

## 0 引言

二十四节气是古人通过观察太阳周年运动,认知一年中时令、气候、物候等方面变化规律所形成的知识体系和社会实践成果。2016 年 11 月 30 日,中国申报的二十四节气入选了联合国教科文组织人类非物质文化遗产代表作名录,意味着我国古代劳动人民智慧的结晶极具文化价值与意义,得到了世界的认同。二十四节气在今天仍具有较强的实用意义,它不仅反映了一年天气的冷暖、雨雪情况及四季交替的规律,还能表示昼夜长短变化及物候现象,指导农事活动。二十四节气还与季节病、中医养生密切相关<sup>[1-2]</sup>。

二十四节气直接或间接地反映了气候的变化。立春、春分、立夏、夏至、立秋、秋分、立冬、冬至是反映季节的节气,用来划分一年四季,其中“二分”“二至”是季节变化的转折点,“四立”则为四季的开始。直接反映气温的节气有小暑、大暑、处暑、小寒、大寒等,它们体现了一年中最低、最高气温出

现的时间。白露、寒露、霜降,表面看来是反映水汽凝结(凝华)现象,实际上也反映气温逐渐下降的过程和强度。反映降水变化的有雨水、谷雨、小雪、大雪等。反映物候变化的有惊蛰、清明、小满、芒种等。把二十四节气联系起来,就能看出一年中冷暖、雨雪情况、四季的转变,以及各个时期的气候变化特征和农业生产状况<sup>[3]</sup>。

关于二十四节气气候特征、对农事指导及与疾病相关的研究已开展较多。陶涛<sup>[3]</sup>解释了各个节气的气象学、气候学含义,指出了每个节气容易发生的气象灾害。众多学者先后分析了北京市、固原市、辽宁省、邯郸市、西安市、黄河中下游地区、安徽省寿县、内蒙古自治区、上海市和四川省等地区的二十四节气的气候特征和变化特征<sup>[2,4-14]</sup>。王胜等<sup>[15]</sup>利用安徽省 1961—2012 年逐日气象观测资料以及作物物候期资料,运用统计学方法分析了二十四节气气候变化及冬小麦和一季稻物候期的响应。蔡彦等<sup>[1]</sup>浅析了二十四节气与中医的关系,认

资助项目:中国气象局复盘总结专项(FPZJ2024 - 012);石家庄市科技计划项目(2412409303) 共同资助。

为二十四节气周而复始的阴阳变化与人体生理病理和诊治用药有着密切关系,因而可以依据二十四节气掌握疾病的发病规律,防患于未然。

石家庄市地处中纬度欧亚大陆东缘,属于暖温带大陆性季风气候。太阳辐射的季节性变化显著,四季分明,寒暑悬殊,雨量集中,干湿期分明。石家庄市年平均气温为 $11.8 \sim 13.3^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水量为 $480 \sim 570\text{ mm}$ 。近年来,石家庄地区年平均气温显著增加<sup>[16]</sup>,年降水量变化趋势不明显<sup>[17]</sup>,但年际起伏较大。降水对农业生产、居民生活有明显影响,而且目前也没有针对石家庄市二十四节气降水特征的相关研究。文章利用石家庄市的逐日降水量观测资料,分析二十四节气降水量的气候特征和变化趋势,从季节循环角度深入了解降水量的变化特征,可为人类生产生活以及适应气候变化提供科学依据。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

文章选取石家庄市所辖 16 个国家地面气象观测站 1972—2022 年共计 51 年的逐日降水量资料。所用资料由河北省气象局气象信息中心进行了质量控制,订正了由于各种人为因素造成的错误值。1972—2022 年历年二十四节气初日的日期从日历中查取。

### 1.2 方法

一年中二十四个节气按照立春、雨水、惊蛰、春分、清明、谷雨、立夏、小满、芒种、夏至、小暑、大暑、

立秋、处暑、白露、秋分、寒露、霜降、立冬、小雪、大雪、冬至、小寒、大寒的顺序,进行统计分析。某一节气某年的降水量为该节气在该年从节气初日到下一节气初日前一天这段时间降水量的累积值;相邻两个节气降水量差值为相邻两节气中后一节气的节气变量<sup>[2]</sup>,反映了相邻两个节气中后一节气降水量较前一节气增加或减少的幅度。某一节气某年的日最大降水量为该节气在该年从节气初日到下一节气初日前一天这段时间日降水量的最大值。

采用线性趋势<sup>[18]</sup>方法分析石家庄市二十四节气降水量的变化特征,并进行显著性检验,显著性水平达到 0.10、0.05、0.01 分别表示变化趋势较显著、显著、非常显著。

## 2 结果分析

### 2.1 二十四节气平均降水量

图 1 给出了 1972—2022 年石家庄市二十四节气平均降水量,可以看到,石家庄市二十四节气平均降水量呈“单峰型”正态分布,大暑节气降水量最多为 $80.1\text{ mm}$ ,大暑节气前各节气降水量单调增加,之后各节气降水量单调减少。立春至清明 5 个节气、霜降至大寒 7 个节气共 12 个节气的降水量均小于 $10\text{ mm}$ ,其中小寒的降水量最小,仅为 $1.1\text{ mm}$ 。从小雪到大寒的 4 个节气,是一年中所有节气中降水量最小的时期。谷雨开始至寒露 12 个节气的降水量均大于 $10\text{ mm}$ ,其中芒种至处暑 6 个节气的降水量均大于 $25\text{ mm}$ ,夏至、小暑、大暑和立秋 4 个节气的降水量均大于 $50\text{ mm}$ 。

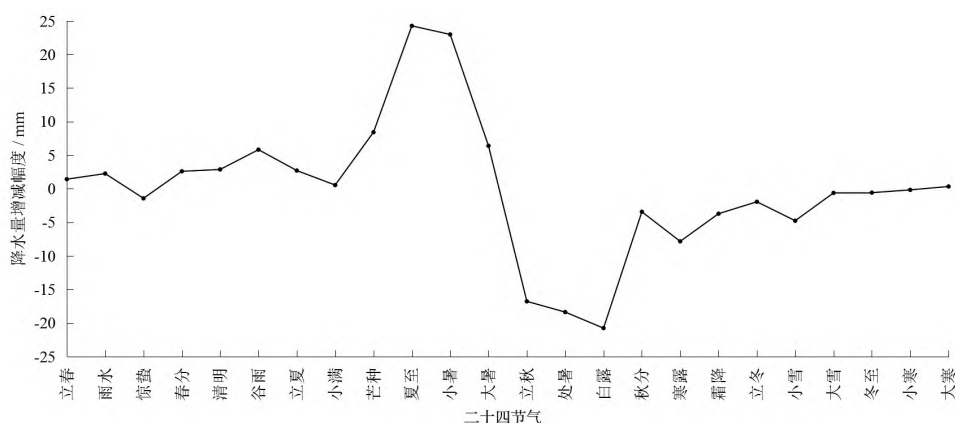


图 1 1972—2022 年石家庄市二十四节气平均降水量

从降水量的节气变化看(见图 2),从大寒开始至大暑节气石家庄市降水量以增加为主,仅惊

蛰较上一节气雨水降水量减少 $1.4\text{ mm}$ ,其中夏至较上一节气芒种降水量增加最多,为 $24.2\text{ mm}$ ,其

次为小暑较上一节气夏至降水量增加 23.0 mm；较上一节气处暑降水量减少最多,为 20.8 mm。立秋开始至小寒节气降水量均为减少,其中白露

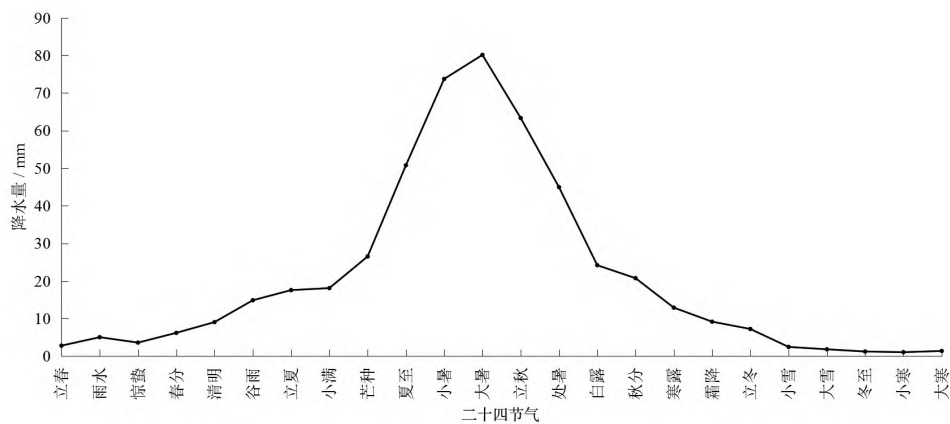
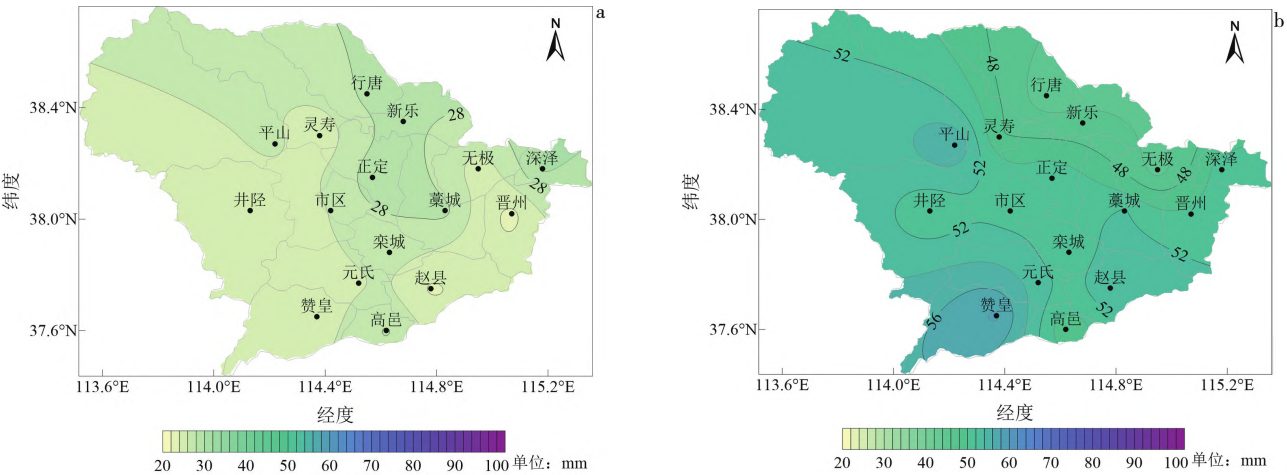


图2 1972—2022年石家庄市二十四节气降水量增减幅度变化

2.2 夏季各节气降水量空间分布

前面分析可知,石家庄市夏季6个节气降水量最多,本小节重点分析夏季芒种至处暑6个节气的降水量空间分布特征。从图3可以看到,芒种节气石家庄市降水量为 23.5 ~ 30.3 mm,晋州、井陉、赞皇和赵县降水量不足 25 mm,其中晋州最小;其他县(市、区)均超过 25 mm,仅深泽超过 30 mm。夏至节气石家庄市降水量在 44.9 ~ 58.4 mm,高邑、行唐、灵寿、无极和新乐降水量小于 50 mm,其中行唐最小;其他县(市、区)均超过 50 mm,赞皇最大。小暑节气石家庄市降水量在 64.0 ~ 90.1 mm,高邑、藁城、井陉、深泽和赵县降水量小于 70 mm,其中井陉

最小;其他县(市、区)均超过 70 mm,仅平山超过 90 mm。大暑节气石家庄市降水量在 70.7 ~ 91.9 mm,高邑、栾城、平山、新乐和元氏降水量超过 80 mm,其中平山和元氏超过 90 mm,平山最大;其他县(市、区)均不足80 mm,晋州最小。立秋节气石家庄市降水量在52.8 ~ 75.4 mm,晋州、灵寿、无极、赵县和正定降水量小于 60 mm,其中无极最小;其他县(市、区)均超过 60 mm,其中井陉和赞皇超过 70 mm,赞皇最大。处暑节气石家庄市降水量在 36.9 ~ 51.4 mm,深泽和赵县降水量不足 40 mm,赵县最小;井陉和市区超过 50 mm,市区最大;其他县(市、区)均在40 ~ 50 mm。



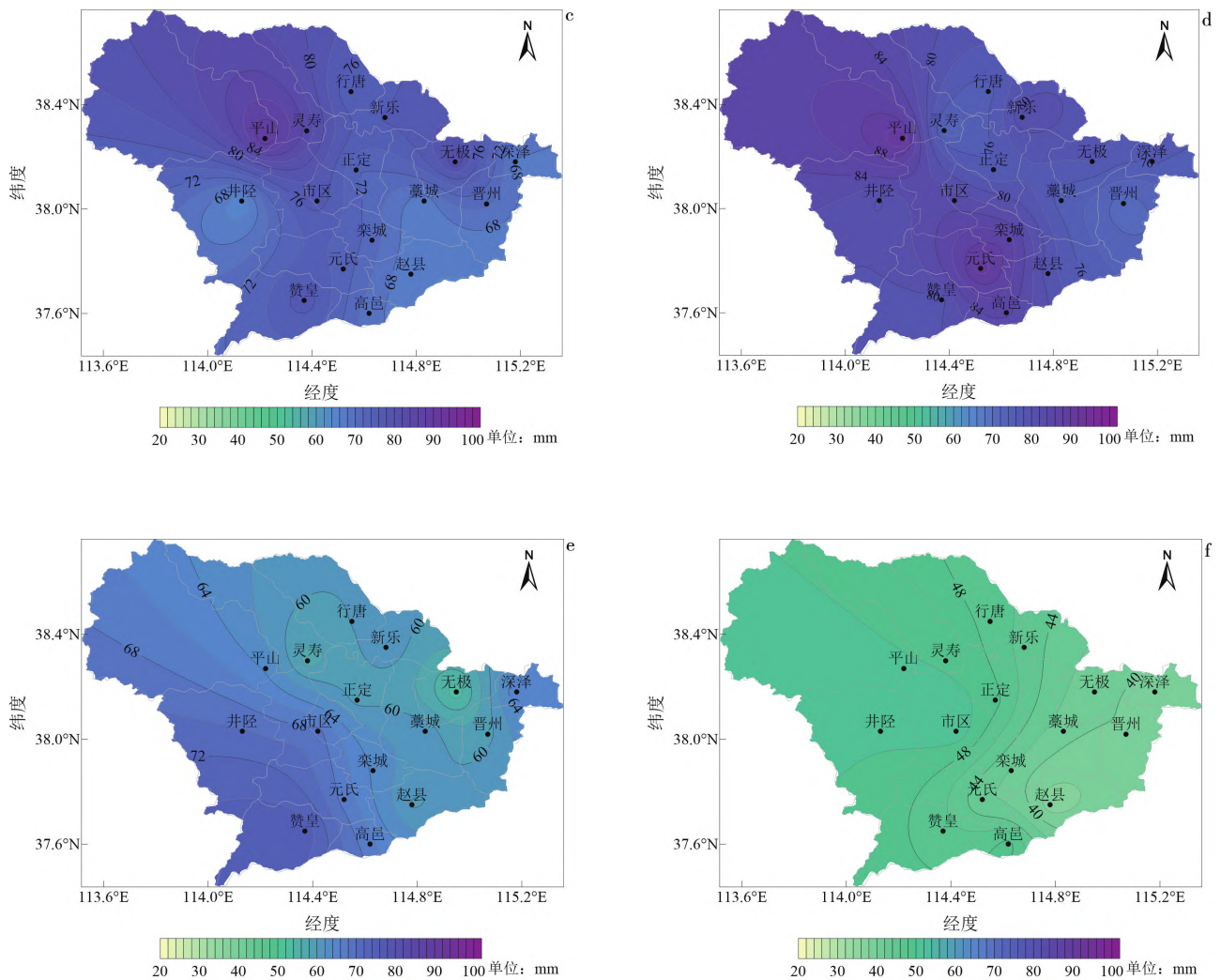


图3 1972—2022年石家庄芒种至处暑6个节气降水量空间分布(a.芒种;b.夏至;c.小暑;d.大暑;e.立秋;f.处暑)

### 2.3 二十四节气内日最大降水量

表1给出了1972—2022年石家庄市二十四节气日最大降水量。可以看到,石家庄市立春至清明5个节气内日最大降水量为26.7~41.1 mm,小雪至大寒5个节气内日最大降水量在11.1~19.1 mm;谷雨开始至立冬连续14个节气内日最大降水量均超过50 mm,夏至、小暑、大暑、立秋、处暑和白露6个节气内日最大降水量均超过100 mm,其中夏至、小暑、大暑、立秋4个节气超过200 mm,大暑最大为413.3 mm,出现在1996年井陉。

高邑在惊蛰(1997年)、处暑(1990年)、霜降(1972年)、小雪(2011年)和大寒(1973年)5个节气内的日最大降水量为全市最大值。井陉在

大暑(1996年)、立秋(1975年)、小寒(2000年)和赞皇在雨水(2007年)、夏至(2000年)、冬至(2002年)3个节气内的日最大降水量为全市最大值。栾城在立夏(2003年)和小满(1977年)、无极在谷雨(2003年)和小暑(1995年)、元氏在清明(1991年)和秋分(2021年)、灵寿在小雪(1977年)和白露(1991年)、市区在芒种(1981年)和立冬(2009年)2个节气内的日最大降水量为全市最大值。新乐在立春(2016年)、晋州在春分(1997年)、藁城在寒露(2017年)1个节气内的日最大降水量为全市最大值。正定、平山、行唐、深泽和赵县5个地区近51年则未出现过日最大降水量达全市最大的情况。



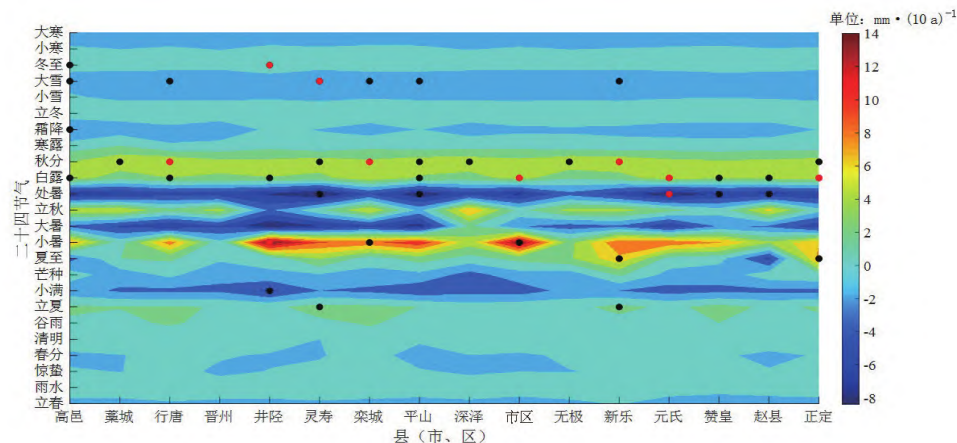
表 1 1972—2022 年石家庄市二十四节气日最大降水量

节气	日最大降水量/mm	出现年份	出现台站
立春	26.7	2016	新乐
雨水	32.6	2007	赞皇
惊蛰	33.7	1997	高邑
春分	34.6	1997	晋州
清明	41.1	1991	元氏
谷雨	78.1	2003	无极
立夏	73.8	2003	栾城
小满	69.0	1977	栾城
芒种	88.0	1981	市区
夏至	201.5	2000	赞皇
小暑	276.0	1995	无极
大暑	413.3	1996	井陉
立秋	211.3	1975	井陉
处暑	179.4	1990	高邑
白露	105.2	1991	灵寿
秋分	78.8	2021	元氏
寒露	58.1	2017	藁城
霜降	66.8	1972	高邑
立冬	51.1	2009	市区
小雪	19.1	2011	高邑
大雪	11.9	1977	灵寿
冬至	13.3	2002	赞皇
小寒	11.1	2000	井陉
大寒	12.2	1973	高邑

2.4 二十四节气平均降水量变化趋势

从全市平均来看,近 51 年石家庄市立春、小满、芒种、大暑、处暑、霜降、小雪、大雪和大寒 9 个节气降水量呈现减少趋势(见图 4),其中仅处暑节气的减少趋势较为显著(通过 0.10 水平显著性

检验),减少趋势为  $-5.87\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ;其他 15 个节气的降水量表现为增加趋势,其中白露和秋分节气的增加趋势显著(通过 0.05 水平显著性检验)或较为显著,分别为  $4.07$ 、 $4.97\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ 。



注:黑色圆圈代表通过 0.10 水平显著性检验,红色圆圈为通过 0.05 水平显著性检验,红色方块为通过 0.01 水平显著性检验,无标注表示未通过显著性检验。

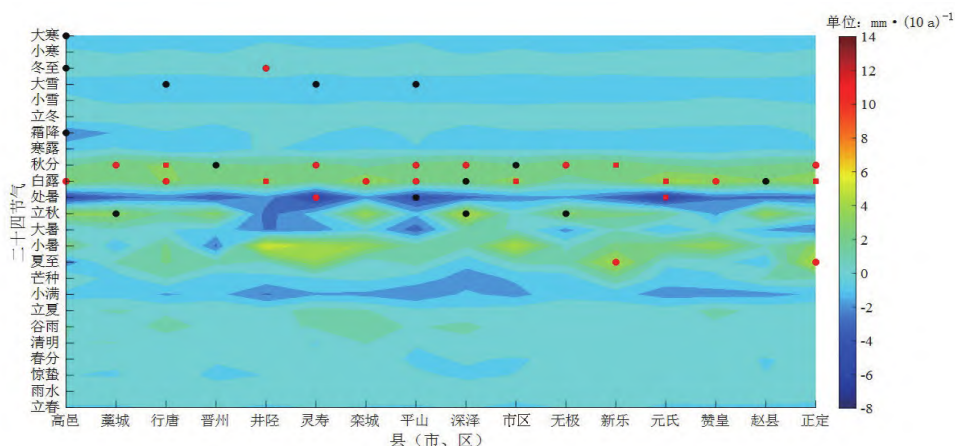
图 4 1972—2022 年石家庄二十四节气平均降水量变化趋势及显著性检验

从各节气降水量变化趋势的空间分布看,各县(市、区)在立春至谷雨、芒种、大暑、立秋、寒露、立冬、小雪、小寒和大寒共14个节气降水量的增加或减少趋势较弱,均未通过显著性检验。在立夏节气,灵寿和新乐降水量呈较为显著的增加趋势,线性趋势分别为  $2.73 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 、 $2.65 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。在小满节气,只有井陉降水量的减少趋势较为显著,线性趋势为  $-4.41 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的减少趋势均较弱。在夏至节气,新乐和正定降水量表现出较为显著的增加趋势,线性趋势分别为  $7.52$ 、 $8.76 \text{ mm} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加或减少趋势均较弱。在小暑节气,井陉、栾城和石家庄市呈显著或较为显著的增加趋势,线性趋势分别为  $15.4$ 、 $9.39 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$  和  $14.47 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。在处暑节气,元氏降水量呈显著的减少趋势,减少趋势为  $-8.02 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;灵寿、平山、赞皇和赵县呈较为显著的减少趋势,其他县(市、区)的减少趋势均较弱。在白露节气,栾城、石家庄市、正定和元氏降水量呈显著的增加趋势,线性趋势分别为  $5.50$ 、 $4.87$ 、 $5.33$ 、 $4.97 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;高邑、行唐、井陉、平山、赞皇和赵县表现出较为显著的增加趋势,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。在秋分节气,行唐和新乐

降水量表现出显著的增加趋势,线性趋势分别为  $5.88$ 、 $4.71 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;藁城、灵寿、平山、深泽、无极和正定呈较为显著的增加趋势,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。在霜降节气,仅高邑降水量表现出较为显著的减少趋势,线性趋势为  $-2.15 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加或减少趋势均较弱。在大雪节气,灵寿降水量呈显著的减少趋势,线性趋势为  $-0.58 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;高邑、行唐、栾城、平山和无极呈较为显著的减少趋势,其他县(市、区)的减少趋势均较弱。在冬至节气,井陉降水量呈显著的增加趋势,线性趋势为  $0.50 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;高邑表现出较为显著的增加趋势,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。

## 2.5 二十四节气日最大降水量变化趋势

图5给出了近51年石家庄市二十四节气日最大降水量变化趋势及显著性检验结果。从全市各节气日最大降水量变化看,白露和秋分降水量呈显著的增加趋势,分别为  $5.20$ 、 $3.74 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;立冬降水量呈较为显著的增加趋势,线性趋势为  $0.89 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;处暑降水量表现出较为显著的减少趋势,为  $-5.68 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ;其他节气降水量的变化趋势均较弱。值得注意的是,小暑和大暑节气日最大降水量均为增加趋势,虽然增加趋势并不明显,但也说明降水的极端性趋于增强,因此灾害风险是加大的。



注:黑色圆圈代表通过0.10水平显著性检验,红色圆圈为通过0.05水平显著性检验,红色方块为通过0.01水平显著性检验,无标注表示未通过显著性检验。

图5 1972—2022年石家庄二十四节气日最大降水量变化趋势及显著性检验

从各节气日最大降水量线性趋势的空间分布看(见图5),各县(市、区)在立春至芒种、大暑、寒露、立冬、小雪、小寒共14个节气日最大降水量的增

加或减少趋势均较弱,未通过显著性检验。在夏至节气,新乐和正定日最大降水量表现为显著的增加趋势,分别为  $4.80$ 、 $5.68 \text{ mm} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、

区)的增加或减小趋势均较弱。在小暑节气,仅井陘日最大降水量呈较为显著的增加趋势,为 $6.20\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ;其他县(市、区)多表现为弱的增加趋势,藁城和晋州表现为弱的减少趋势。在立秋节气,藁城、深泽和无极日最大降水量呈较为显著的增加趋势,分别为 $3.45$ 、 $5.48$ 、 $3.32\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加或减小趋势均较弱。在处暑节气,元氏日最大降水量呈非常显著的减小趋势,为 $-5.09\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ,通过了 $0.01$ 水平显著性检验;灵寿呈显著的减小趋势,为 $-4.64\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ;平山呈较为显著的减小趋势,其他县(市、区)的减小趋势均较弱。在白露节气,9个县(市、区)日最大降水量表现出显著或非常显著的增加趋势,深泽和赵县的增加趋势较为显著,藁城、晋州、灵寿、无极和新乐的增加趋势较弱。在秋分节气,8个县(市、区)日最大降水量表现出显著或非常显著的增加趋势,晋州和市区的增加趋势较为显著,高邑、井陘、栾城、元氏、赞皇和赵县的增加趋势较弱。在霜降节气,仅高邑日最大降水量呈较为显著的减小趋势,为 $-1.83\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加或减小趋势均较弱。在大雪节气,行唐、灵寿和平山日最大降水量呈较为显著的减小趋势,分别为 $-0.33$ 、 $-0.38$ 、 $-0.36\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ,其他县(市、区)的减小趋势均较弱。在冬至节气,井陘日最大降水量呈显著的增加趋势,为 $0.45\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ;高邑和赵县呈较为显著的增加趋势,其他县(市、区)的增加趋势均较弱。在大寒节气,仅高邑日最大降水量呈较为显著的减小趋势,为 $-0.35\text{ mm} \cdot 10\text{ a}^{-1}$ ,其他县(市、区)的增加或减小趋势均较弱。

### 3 结论和讨论

利用石家庄市16个国家地面气象观测站1972—2022年的逐日降水量资料,分析了二十四节气降水量的气候特征和变化趋势,得到以下结论:

(1) 石家庄市二十四节气平均降水量呈“单峰型”正态分布,大暑节气降水量最多,为 $80.1\text{ mm}$ ,大暑节气前各节气降水量单调增加,之后各节气降水量单调减少。

(2) 从大寒开始至大暑节气石家庄市降水量以增加为主,其中夏至较上一节气芒种的降水量增加最多,为 $24.2\text{ mm}$ ;立秋开始至小寒节气降水量均为减少,其中白露较上一节气处暑的降水量减少最

多,为 $20.8\text{ mm}$ 。

(3) 谷雨开始至立冬连续14个节气内石家庄市日最大降水量均超过 $50\text{ mm}$ ,夏至、小暑、大暑、立秋、处暑和白露6个节气内日最大降水量均超过 $100\text{ mm}$ ,其中夏至、小暑、大暑、立秋4个节气超过 $200\text{ mm}$ 。

(4) 近51年石家庄市立春、小满、芒种、大暑、处暑、霜降、小雪、大雪和大寒9个节气降水量呈现减少趋势,减少趋势中仅处暑节气较为显著;其他15个节气表现为增加趋势,增加趋势中白露和秋分节气显著或较为显著。

(5) 近51年石家庄市白露、秋分和立冬3个节气的日最大降水量呈显著或较为显著的增加趋势,线性趋势分别为 $5.20$ 、 $3.74$ 、 $0.89\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ;处暑的日最大降水量表现出较为显著的减少趋势,线性趋势为 $-5.68\text{ mm} \cdot (10\text{ a})^{-1}$ ,其他节气的变化趋势均较弱。

研究表明,近51年石家庄市有15个节气平均降水量呈增加趋势,其中包含6—8月的夏至、小暑和立秋3个节气。“七下八上”历来是华北地区防汛工作最关键的20天,夏至和小暑节气降水量的增加,意味着盛汛期可能会提前和延长,因此建议将防汛关键期提前至6月下旬开始,虽然这样防汛压力会进一步加大。白露和秋分节气降水量的增加趋势显著或较为显著,这在一定程度上可以缓解石家庄市的秋旱。小暑和大暑节气降水的极端性趋于增强,灾害风险加大,提醒我们需要提高防范气象灾害风险的意识,扎实做好各项应对工作。

研究石家庄市二十四节气降水量的气候特征和变化趋势,可以更好地把握我国传统二十四节气中降水要素的变化规律,为当地和河北省中南部的经济发展与社会需求提供高质量的气象服务。

### 参考文献

- [1] 蔡彦,陈惠军,陈创荣.中医节气气象浅析[J].中医研究,2007,20(8):9-11.
- [2] 邢开瑜,刘金丽.四川省3个区域“二十四节气”气候特征分析[J].现代农业科技,2020(1):188-191.
- [3] 陶涛.节气和气候[J].河南气象,2005(1):22-23.
- [4] 李耀宁,陶立新,张德山.北京市朝阳区“24节气”气温的气候特征分析[J].科技创新导报,2009(20):98.
- [5] 张德山,贺娟,高思华等.“北京24节气”的气候特征分析[J].中医杂志,2010(增刊2):35-37.
- [6] 冯斌,张成军,陆萍.宁夏固原市24节气的气象要素统计特征[J].甘肃农业,2010(5):17-19.
- [7] 钱斌,严中伟,符淙斌.1960—2008年中国二十四节气气候变化[J].科学通报,2011,56(35):3011-3020.

- [8] 侯亚红,路爽,张蕊.辽宁省“24节气”气温的气候特征分析[J].安徽农业科学,2011,39(16):9916-9917.
- [9] 杨玲珠,王沛涛,王艺璇,等.邯郸市24节气的气候特征分析[J].气象与环境科学,2012,35(增刊1):24-27.
- [10] 沈娇娇,徐虹,李建科,等.近60年西安市24节气气温变化特征及突变分析[J].资源科学,2013,5(3):646-654.
- [11] 冀翠华,王式功,尚可政.1961—2010年黄河中下游地区24节气气候变化特征分析[J].气候与环境研究,2015,20(2):220-228.
- [12] 朱长乐,王景权,朱学才.寿县24节气气候特征分析[J].现代农业科技,2016(5):250-252.
- [13] 高洪涛.浅谈二十四节气与内蒙古地区农事活动[J].内蒙古气象,2017(3):42-45.
- [14] 钱诚,严中伟,曹丽娟,等.基于1873年以来器测气温的二十四节气气候变化[J].气候与环境研究,2018,23(6):670-682.
- [15] 王胜,徐敏,宋阿伟,等.1961—2012年安徽省24节气气候变化及冬小麦和一季稻物候期的响应[J].生态学杂志,2013,32(9):2390-2397.
- [16] 卞韬,连志鸾.石家庄地区近46a温度变化特征[J].干旱气象,2008,26(2):57-62.
- [17] 卞韬,张立霞,侯晓玮.1961—2014年石家庄地区降水量的时空变化特征[J].南京信息工程大学学报:自然科学版,2016,8(4):356-364.
- [18] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].2版.北京:气象出版社,2007:37-41.

## Variation Characteristics of Precipitation During the Twenty – Four Solar Terms in Shijiazhuang over the Past Half – Century

BIAN Tao<sup>1,2,3</sup>, LIU Siting<sup>1,2,3</sup>, REN Guoyu<sup>4,5</sup>, YANG Shanshan<sup>1,2,3</sup>, KANG Lining<sup>1,2,6</sup>

(1. Meteorological and Eco – environmental Key Laboratory of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China; 2. China Meteorological Administration Xiongan Atmospheric Boundary Layer Key Laboratory, Xiongan New Area 071800, China; 3. Shijiazhuang Meteorological Bureau, Shijiazhuang 050081, China; 4. Department of Atmospheric Science, School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 5. China Meteorological Administration Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, Beijing 100081, China; 6. Lingshou Meteorological Bureau, Shijiazhuang 050500, China)

**Abstract** The climatic characteristics and variation trends of precipitation during the twenty – four solar terms were analyzed, using daily precipitation data from 16 national meteorological observing stations in Shijiazhuang from 1972 to 2022. The results showed that: (1) The average precipitation of the twenty – four solar terms in Shijiazhuang exhibited a unimodal normal distribution, with the maximum precipitation (80.1 mm) occurring during the Great Heat. (2) An increasing precipitation trend was predominantly observed from the Great Cold to the Great Heat, while a decreasing trend prevailed from the Beginning of Autumn to the Lesser Cold. (3) During 14 consecutive solar terms from the Grain Rain to the Beginning of Winter, the maximum daily precipitation in Shijiazhuang exceeded 50 mm. During 6 solar terms (Summer Solstice, Lesser Heat, Great Heat, Beginning of Autumn, End of Heat, and White Dew), the maximum daily precipitation exceeded 100 mm, with 4 of them (Summer Solstice, Slight Heat, Great Heat, and Beginning of Autumn) exceeding 200 mm. (4) Over the past 51 years, the precipitation had shown a decreasing trend in 9 solar terms in Shijiazhuang, namely the Beginning of Spring, Lesser Fullness, Grain in Ear, Great Heat, End of Heat, First Frost, Light Snow, Heavy Snow, and Great Cold, with precipitation in End of Heat showing a significant decrease. The precipitation in the other 15 solar terms exhibited an increasing trend, among which the precipitation in White Dew and Autumnal Equinox showed significant or relatively significant increases. (5) Over the past 51 years, the maximum daily precipitation had shown a significant or relatively significant increasing trend in 3 solar terms in Shijiazhuang, namely the White Dew, Autumnal Equinox, and Beginning of Winter, while that in the End of Heat showing a significant decrease trend, and the variation trends in other solar terms were relatively weak. The extremeness of precipitation during the Lesser Heat and Great Heat tended to increase, leading to an increased risk of disasters.

**Keywords** Twenty – four Solar Terms; Precipitation; Variation characteristics