# 石家庄地区极端寒热和强降水的观测事实①

卞 韬[1], 任国玉[2], 岳艳霞[1], 赵卫亮[1]
(1. 河北省石家庄市气象局,河北 石家庄 050081; 2. 中国气象局气候研究开放实验室,国家气候中心,北京 100081)

**摘 要**: 利用石家庄地区17个观测站1972-2009年的气温和降水资料,选取8个极端气温指数和5个极端降水指数,分析气温和降水极端事件的变化规律。结果表明:近38 a,炎热日数呈增加趋势,寒冷日数、霜冻日数和结冰日数呈减少趋势,其中寒冷日数和霜冻日数呈显著减少趋势。中东部县市热指数的增加趋势和冷指数的减少趋势最明显。极端最高气温和极端最低气温呈弱的升高趋势;最高气温极小值和最低气温极大值则呈显著升高趋势。4个气温极值指数趋势变化的空间分布差异较大。大雨日数和暴雨日数均呈弱的增加趋势,各站的大雨日数和暴雨日数增加或减少的趋势不明显。1日和3日最大降水量均呈弱的上升趋势,但绝大部分站上升或下降的变化趋势不明显。强降水强度呈弱的增强趋势,暴雨强度的线性趋势为0.83 mm/(d·10 a)。大部分站大雨以上强度的增强或减弱趋势与暴雨强度一致。

**关键词**: 极端气温; 极端降水; 趋势变化; 空间分布; 气候变化; 石家庄

极端天气气候事件可能导致洪水、暴雨、干旱等气象灾害,给社会、经济和人民生活造成严重影响。河北省中南部平原由于人口密集、经济相对发达,极易受极端天气气候事件的影响。著名的"96·8"特大暴雨,使得河北省11座大型水库和338座中小型水库溢洪,京广、石太铁路一度缓行或中断,造成直接经济损失$4.56\times10^{10}$元[1];2005年6月中旬至7月上旬,华北地区出现了持续的高温酷热天气,河北中南部为高温中心,6月21-24日石家庄地区共46站次日最高气温达40 ℃以上[2],严重影响了人们的生活和生产。根据最近的统计,极端气候事件所造成的经济损失在过去40 a平均上升了10倍,其对人类社会经济和环境的影响及危害,相比于平均气候的变化更加严峻[3-4]。

长期以来,气候变暖背景下气候极值和极端气候事件的变化,成为学界关注的焦点。国外早就对极端气候与平均气候的关系及其与气候概率分布的关系有所研究[5-7];国内学者翟盘茂等[8-9]研究了中国极端气候变化特征以及中国北方1951-1999年近50 a极端高温、极端低温和极端强降水事件频率的变化趋势;严中伟等[10]揭示了1951-1997年中国区域气候要素极值的变化格局;曹玲等[11]研究了1958-2006年河西走廊极端天气气候事件变化特征;张宁等[12]研究了1955-2008年中国极端气温年、季变化的时空特征;邹用昌等[13]分析了我国极端降水过程频数时空变化的季节差异,周雅清等[14]采用极端气温指数分析了1956-2008年中国大陆极端气温的变化特征。研究表明,极端气候变化具有明显的区域特征,各地的变化趋势大不相同。

石家庄地区位于中纬度,西依太行山,东临华北平原,处于山区与平原的过渡地带。在特殊的地理和地形条件下,石家庄的极端天气气候变化及其经济社会影响有其本身的特征。本文利用石家庄地区17个站长序列日最高、最低气温、平均气温和降水资料,选取常用的极端气温、降水指数,综合分析区域内近38 a的极端气候事件的变化特征,以期提升极端天气气候事件的监测、预报能力,从而为当地的经济建设和防灾减灾提供有意义的参考。

## 1 资料和方法

本文所用资料为石家庄地区所辖的17个观测站1972-2009年的逐日最高气温、最低气温、平均气温和逐日降水(20:00-20:00时)资料,17个观测站分别为:石家庄市区、平山、灵寿、行唐、井陉、正定、新乐、藁城、晋州、无极、深泽、辛集、赞皇、高邑、栾城、元氏、赵县。地理坐标114.13°~115.21° E,37.59°~38.45° N,海拔35.9~255.5 m。所用资料由石家庄市气象局业务科进行了质量控制,订正了各种人为因素造成的误差值。

① **收稿日期**: 2011-06-29; **修订日期**: 2011-09-13
**基金项目**: 国家"十一五"科技支撑项目课题(2007BAC29B02和2007BAC03A01)资助.
**作者简介**: 卞韬(1977-),女,河北鹿泉人,高级工程师,硕士,主要从事气候变化研究. E-mail:biantao4680@sina.com

表 1　极端气候指数

Tab. 1　The extreme climate indices

| 序号 | 名称 | 定义 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 1 | 炎热日数 | 日最高气温≥35 ℃的全部日数 | d |
| 2 | 寒冷日数 | 日平均气温≤0 ℃的全部日数 | d |
| 3 | 霜冻日数 | 日最低气温 <0 ℃的全部日数 | d |
| 4 | 结冰日数 | 日最高气温 <0 ℃的全部日数 | d |
| 5 | 极端最高气温 | 年内日最高气温的最大值 | ℃ |
| 6 | 极端最低气温 | 年内日最低气温的最小值 | ℃ |
| 7 | 最高气温极小值 | 年内日最高气温的最小值 | ℃ |
| 8 | 最低气温极大值 | 年内日最低气温的最大值 | ℃ |
| 9 | 大雨日数 | 25 mm≤日降水量 <50 mm 的日数 | d |
| 10 | 暴雨日数 | 日降水量≥50 mm 的日数 | d |
| 11 | 1 日最大降水量 | 年内最大 1 日降水量 | mm |
| 12 | 3 日最大降水量 | 年内连续 3 日最大降水量 | mm |
| 13 | 强降水强度 | 强降水量与强降水日数(大雨日数、暴雨日数)比值 | mm/d |

选取较为常用的 8 个极端气温指数和 5 个降水指数(表 1),大雨日数参照我国降水等级标准做了修正,这些极端气候事件指标全部利用绝对阈值界定。由于石家庄地区范围比较小,区域内极端气候特征差异比较小,没有使用基于百分位值的相对阈值定义方法。

统计每年各指数的总频数或均值。由于研究区域范围不大,台站分布相对均匀,采用区内所有站极端气候指数值简单算术平均方法,获得区域平均序列。线性趋势的计算采用最小二乘法,并采用 $t$ - 检验方法对线性趋势进行显著性检验[15]。

## 2　结果分析

### 2.1　极端气温指数的趋势变化

从图 1 可以看到,炎热日数在 20 世纪 90 年代中期之前变化平稳,略有下降,90 年代中期之后开始明显上升,整个 38 a 呈弱的增加趋势,线性趋势为 1.3 d/10 a。从趋势的空间分布来看(图 2),石家庄地区各站的炎热日数均呈增加趋势,其中市区和紧邻市区的正定、栾城增加趋势最显著,其次为东部地区,南部的赵县增加趋势最弱。

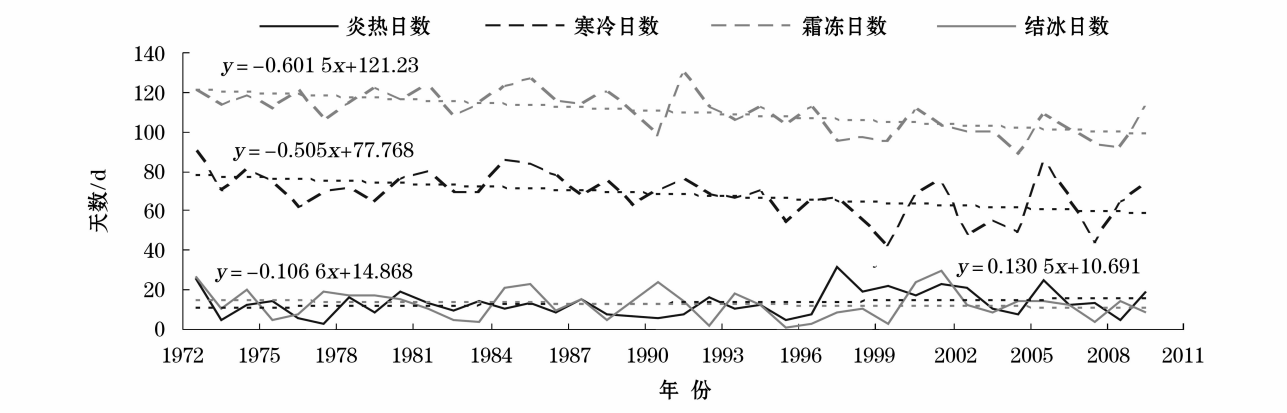



图 1　1972 - 2009 年石家庄地区冷热指数的时间演变及其线性趋势

Fig. 1　Temporal variation and linear trend of temperature indices in Shijiazhuang during the period of 1972 - 2009

寒冷日数在 20 世纪 80 年代中期以后开始明显下降,90 年代下降迅速,近 10 a 有所增加。近 38 a 减少趋势为 5.1 d/10 a,呈非常显著的减少趋势。霜冻日数在 20 世纪 90 年代前变化较平稳,之后减少趋势比较明显,近 38 a 也呈显著减少趋势,线性趋势为 - 6.0 d/10 a。与寒冷日数和霜冻日数不同,结冰日数变化比较平稳,近 38 a 呈弱减少趋势,线形趋势为 - 1.1 d/10 a。

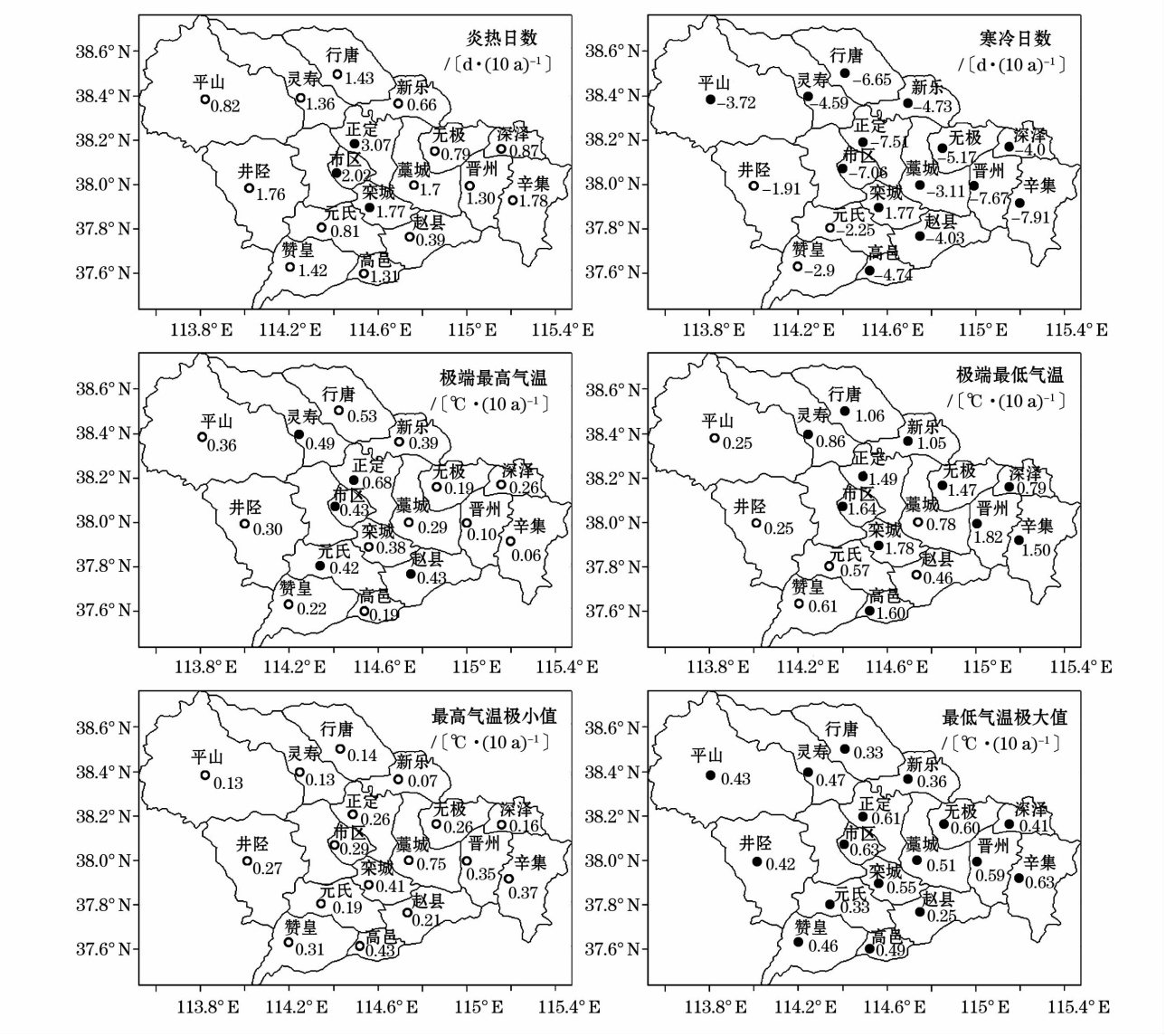
从趋势的空间分布来看(图 2),石家庄地区各县市的寒冷日数均呈减少趋势,其中中东部地区减少趋势最大;西部的井陉减少趋势最小,南部的元氏和赞皇减少趋势也较弱。霜冻日数除西部的井陉减少趋势较弱外(图略),其余各站均呈显著减少趋势,趋势大小分布与寒冷日数基本一致。与寒冷日数和霜冻日数的显著减少趋势不同,各站的结冰日数均呈弱的减少趋势,中东部地区的减少趋势最大。

从图 3 可以看到,极端最高气温在 20 世纪 90 年代中期后升高趋势较明显,之前则较为平稳。近 38 a 石家庄地区的极端最高气温呈上升趋势,线性趋势为 0.40 ℃/10 a。全区各站近 38 a 的极端最高气温最高值出现在 1998 年(深泽),达到 45.9 ℃,最低值出现在 1977 年(元氏),为 36.8 ℃。极端最低气温在 20 世纪 80 年代末之前较平稳,80 年代末到 90 年代中期有所升高,之后又有下降,近 38 a 整体呈上升趋势,线性趋势为 0.64 ℃/10 a。全区各站极端最低气温的最低值出现在 1985 年(行唐),达到 - 24.0 ℃,最高值出现在 2007 年(行唐),为 - 11.1 ℃。

最高气温极小值在 20 世纪 80 年代末开始呈明

显的升高趋势,近10 a又有所下降。近38 a最高气温极小值呈显著升高趋势,线性趋势达到0.86 ℃/10 a;最低气温极大值在80年代中期开始呈明显的升高趋势,近10 a则有所下降;近38 a最低气温极大值呈显著的升高趋势,线性趋势为0.58 ℃/10 a。

从趋势的空间分布来看(图2),大部分县市的




空心"○"表示未通过 a = 0.05 的显著性检验,实心"●"表示通过检验,下同

图2 1972 – 2009 年石家庄地区极端气温指数线性趋势的空间分布

Fig. 2 The spatial distribution of linear trend of extreme temperature indices in Shijiazhuang during the period of 1972 – 2009

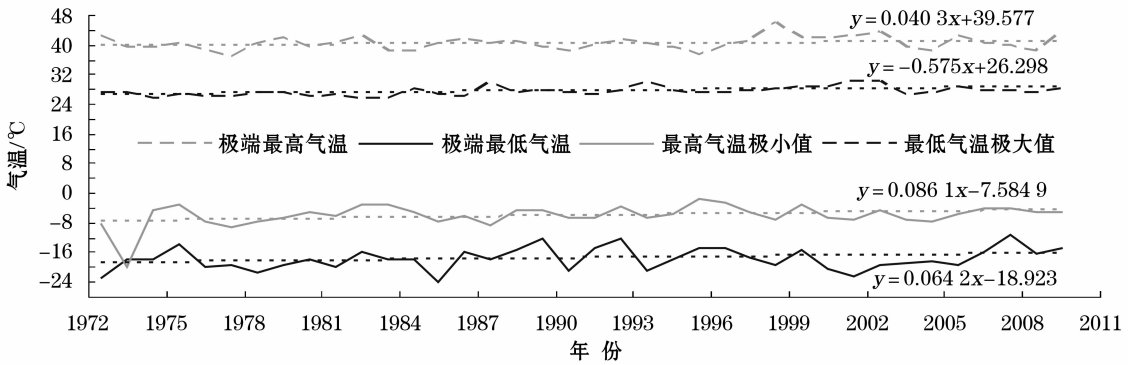



图3 1972 – 2009 年石家庄地区气温极值指数的时间演变及其线性趋势

Fig. 3 Temporal variation and linear trend of extreme temperature indices in Shijiazhuang during the period of 1972 – 2009

极端最高气温呈升高趋势,只有市区、灵寿、正定、元氏和赵县的极端最高气温呈显著的升高趋势,东部地区的升高趋势最弱。大部分站的极端最低气温呈显著升高趋势,主要集中在中东部和北部;西部山区的平山和井陉的升高趋势相对较弱。

最高气温极小值各地均呈现弱的升高趋势,东部和南部的赞皇、高邑升高趋势相对较强,北部的升高趋势最弱。最低气温极大值各县市均呈显著的升高趋势,中东部地区的升高趋势最强,北部和南部的元氏、赵县升高趋势相对较弱。

### 2.2　极端降水指数的趋势变化

从图 4 可以看到,石家庄地区大雨日数在 20 世纪 80 年代有所增多,90 年代减少,近 10 a 又开始增多;近 38 a 大雨日数呈弱的增加趋势,每 10 a 增多近 4 d。暴雨日数在 20 世纪 80 年代有所减少,90 年代有所增多,近 10 a 又有所减少;近 38 a 暴雨日数变化不明显,线性趋势仅为 0.013 d/10 a。从图 5 还可以发现,大雨日数与暴雨日数似乎有一定的相关性,通过皮尔逊相关检验证实,大雨日数与暴雨日数具有显著相关关系。

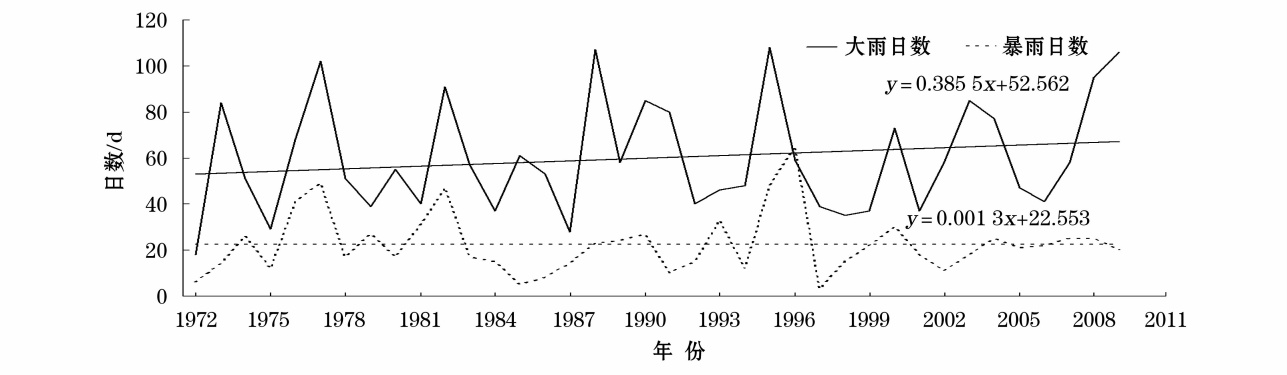



图 4　1972 – 2009 年石家庄地区大雨和暴雨日数的时间演变及其线性趋势

Fig. 4　Temporal variation and linear trend of heavy rain days and rainstorm days in Shijiazhuang during the period of 1972 – 2009

从大雨日数和暴雨日数趋势的空间分布来看(图 5),各地大雨日数和暴雨日数增加或减少趋势均很弱,变化趋势不明显。晋州和栾城的大雨日数增加趋势较大,每 10 a 增多近 1 d。

从图 6 可以看到,1 日和 3 日最大降水量的年际变化都很大,1 日最大降水量变化于 61.4 ~ 413.3 mm,3 日最大降水量在 53.3 ~ 518.8 mm。1 日和 3 日最大降水量最大值均出现在 1996 年的井陉,最小值则分别出现在 2002 年的行唐和 1987 年的平山。

石家庄地区 1 日和 3 日最大降水量的时间演变基本一致,通过皮尔逊相关检验证实,1 日最大降水量与 3 日最大降水量的相关系数为 0.9,呈显著正相关关系。1 日和 3 日最大降水量在 20 世纪 80 年代变化相对较小,90 年代开始变化起伏增大,近 10 a 较为平缓,整体上近 38 a 石家庄地区的 1 日和 3 日最大降水量呈弱的上升趋势,线性趋势分别为 6.6 mm/10 a 和 3.2 mm/10 a。

从 1 日和 3 日最大降水量趋势的空间分布来看(图 5),大部分站的 1 日最大降水量呈弱的上升趋势,各地 1 日最大降水量线性趋势大小基本上从北向南依次减少;只有深泽、晋州、辛集和元氏 4 个站的 1 日最大降水量呈下降趋势,其中辛集呈显著下降趋势。9 个站的 3 日最大降水量呈上升趋势,主要集中在东北部、市区及其周围和最南边;8 个站的 3 日最大降水量呈下降趋势,主要集中在北部和东部,但各站 3 日最大降水量的上升或下降趋势均较弱。

从图 7 可以看到,暴雨强度在 20 世纪 70 年代末到 90 年代初变化比较平稳,基本上是强弱年相间出现,90 年代中期开始明显增强,近 38 a 也呈弱的增强趋势,线性趋势为 0.83 mm/(d · 10 a);大雨以上降水强度的变化特征与暴雨强度相似。

从暴雨强度和大雨以上降水强度趋势的空间分布来看(图 5),大部分站的暴雨强度呈增强趋势,但增强趋势较弱;有 5 个站的暴雨强度呈减弱趋势,这些站主要集中在东部和南部部分站,其中辛集呈显著减弱趋势。大雨以上降水强度变化趋势的空间分布特征与暴雨强度相似,大部分站大雨以上降水强度的增强或减弱趋势与暴雨强度一致。

## 3　结论与讨论

(1) 炎热日数呈增加趋势,寒冷日数和霜冻日数呈显著减少趋势,结冰日数呈减少趋势。从趋势的空间分布来看,中东部县市热指数的增加趋势和冷指数的减少趋势最明显。

(2) 极端最高气温和极端最低气温呈升高趋

势,但趋势较弱;最高气温极小值和最低气温极大值呈显著升高趋势。市区、灵寿、正定、元氏和赵县5个站的极端最高气温呈显著升高趋势;中东部和北部的极端最低气温升高趋势最显著。最高气温极小

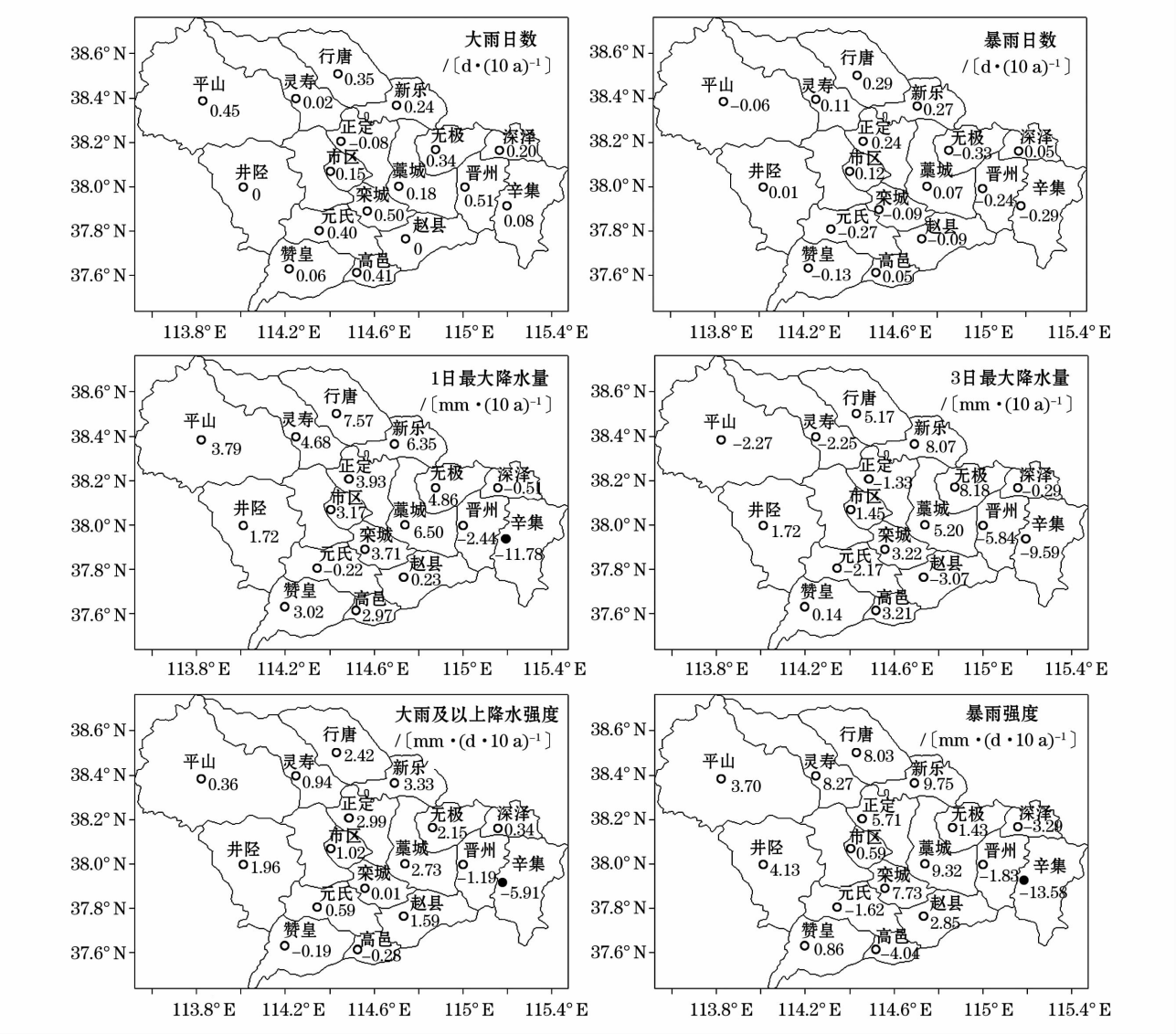



图5 1972-2009年石家庄地区极端降水指数线性趋势的空间分布

Fig. 5 The spatial distribution of linear trend of extreme precipitation indices in Shijiazhuang during the period of 1972-2009

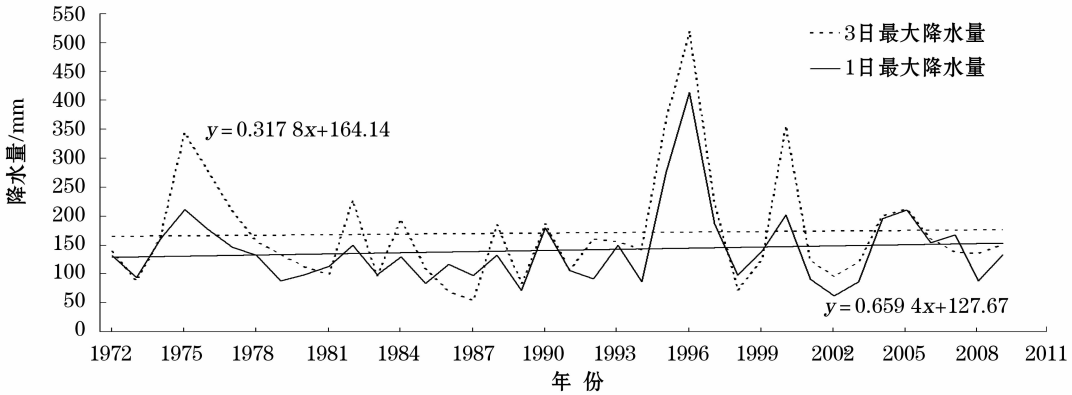



图6 1972-2009年石家庄地区1日和3日最大降水量的时间演变及其线性趋势

Fig. 6 The temporal variation and linear trend of 1-day and 3-day maximum precipitation in Shijiazhuang during the period of 1972-2009

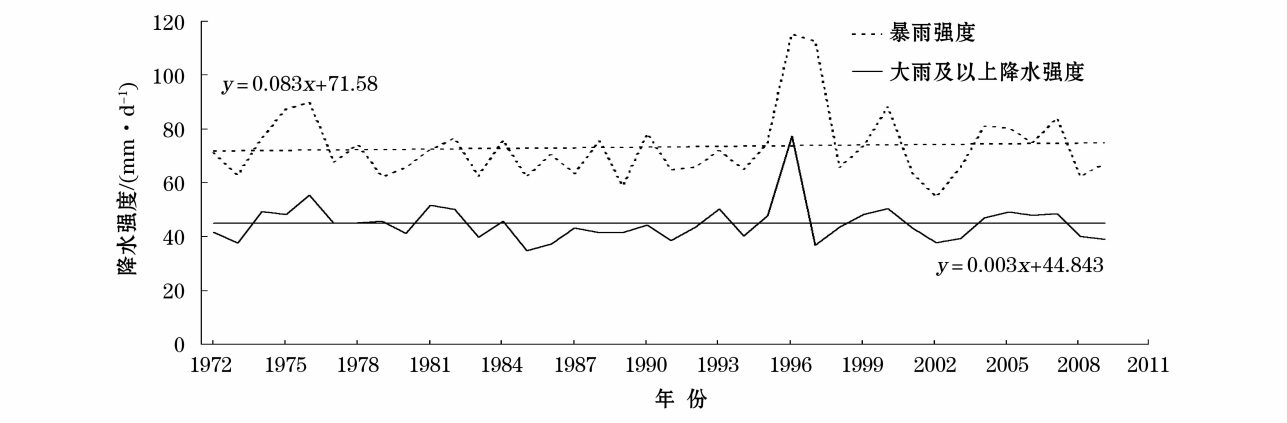



图 7　1972 – 2009 年石家庄地区暴雨强度和大雨以上降水强度的时间演变及其线性趋势

Fig. 7　Temporal variation and linear trend of precipitation intensity of rainstorm and heavy rain in Shijiazhuang during the period of 1972 – 2009

值各站均呈弱的升高趋势,东部和南部的赞皇、高邑升高趋势相对较强。最低气温极大值各站均呈显著的升高趋势,中东部地区的升高趋势最强。

(3) 大雨日数和暴雨日数均呈弱增加趋势。各站的大雨日数和暴雨日数增加或减少趋势均很弱。大雨日数与暴雨日数呈显著正相关关系。暴雨强度一般呈弱的增强趋势,线性趋势为 0.83 mm/(d·10 a);大部分站大雨以上降水强度的增强或减弱趋势与暴雨强度一致。

(4) 1 日和 3 日最大降水量均呈弱的上升趋势,线性趋势分别为 6.6 mm/10 a 和 3.2 mm/10 a。绝大部分站 1 日和 3 日最大降水量的上升或下降的趋势均不明显。

在全球及中国气候变暖的背景下,石家庄地区的气温显著升高,且增暖现象在最低气温上表现更加突出[16]。就极端气温变化来看,热指数的增加趋势,冷指数的减少趋势,以及极端最高气温、极端最低气温的升高趋势,与石家庄地区平均气温趋于上升的观测事实一致。结冰日数的减少趋势不如霜冻日数显著,最低气温极小值的升高趋势比最高气温极大值显著,这从另一个方面反映出最低气温的上升幅度要大于最高气温。极端降水指数尽管呈现一定上升趋势,但研究区整体来看趋势性不明显,目前还看不出在气候变暖的大背景下,研究区极端强降水事件的频次和强度有明显的增加。

本文获得的结论与以往的研究基本一致,但变化趋势强弱有所不同。与华北地区的研究结论[17]相比,本文极端气温指数变化趋势的强度要强;与全国[14]的平均变化趋势相比,本文获得的大部分极端气温指数变化趋势的强度也比较强,但结冰日数的变化趋势比全国要略弱。这与所选的研究时段不同有关,也与不同区域极端气候变化的区域性特点有关。本文极端降水指数的变化趋势与针对华北地区和全国[9]的分析结论基本一致。

就极端气温指数来看,城市化对其长期趋势估计结果可能具有明显影响,特别是对与最低气温有关的极端气温指数序列,影响更为显著,这一点在周雅清等[14]针对华北地区和张雷等[18]针对北京地区的研究中均有报道。城市化对极端降水指数的影响现在还不清楚。本文分析没有考虑城市化或局地环境人为变化对气温和降水观测的可能影响。如何考虑极端气温和降水指数变化趋势中的城市化影响,获得消除局地人为影响偏差的石家庄地区极端气候指数变化趋势估计值,是今后需要进一步研究的重要问题。

## 参考文献(References):

〔1〕 河北省气象台. "96·8"河北省特大暴雨的天气剖析〔J〕. 河北气象,1997(3):3 – 7. 〔Hebei Meteorological Station. Analysis of "96·8" heavy rainfall in Hebei Province〔J〕. Hebei Meteorology, 1997(3):3 – 7.〕

〔2〕 连志鸾,高连山,赵彦厂,等. 石家庄夏季持续高温灾害的气候特征及形成机理〔J〕. 中国农业气象,2008,29(4):387 – 391. 〔Lian Zhiluan, Gao Lianshan, Zhao Yanchang, et al. The climatic characteristics and formation mechanism of continuous high temperature disasters in summer in Shijiazhuang〔J〕. Chinese Agricultural Meteorology, 2008, 29(4):387 – 391.〕

〔3〕 Meehl G A, Kad T R, Eastedling D R, et al. An introduction to trends in extreme weather and climate event: Observations, socioeconomic impacts, terrestrial ecological impacts, and model projections〔J〕. Bulletin of the American Meteological Society, 2000, 81(3):413 – 416.

〔4〕 Easterling D R, Evans J L, Groisman P Y, et al. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review〔J〕. Bulletin of the American Meteorological Society, 2000, 81(3):417 – 425.

〔5〕 Mearns, Katz R W. Extreme high-temperature events in their probabilities changes in mean temperature〔J〕. Journal of Climate and Applied Meteorology, 1984, 23(2): 1 601 – 1 613.

〔6〕 Katz R W, Browns B G. Extreme events in changing climatc: Variability is more important than averages〔J〕. Climatic Change, 1992, 21: 289 – 302.

〔7〕 Easterlling D R, Evans J L, Groisman P Y, et al. Observed variability and trends in extreme climate events: A brief review〔J〕. Bulletin of the American Meteorological Society, 2000, 81: 417 – 425.

〔8〕 Zhai P M, Sun A J, Ren F M, et al. Changes of climatic extremes in China〔J〕. Climatic Change, 1999, 42(1): 203 – 218.

〔9〕 翟盘茂,潘晓华. 中国北方近 50 年气温和降水极端事件变化〔J〕. 地理学报, 2003, 58(增刊): 1 – 10. 〔Zhai Panmao, Pan Xiaohua. Change in extreme temperature and precipitation over northem China during the second half of the 20th century〔J〕. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(Suppl.): 1 – 10.〕

〔10〕 严中伟,杨赤. 近几十年中国极端气候变化格局〔J〕. 气候与环境研究, 2000, 5(3): 267 – 272. 〔Yan Zhongwei, Yang Chi. Geographic patterns of extreme climate changes in China during 1951 – 1997〔J〕. Climate and Environmental Research, 2000, 5(3): 267 – 272.〕

〔11〕 曹玲,李岩瑛,刘明春,等. 1958 – 2006 年河西走廊极端天气气候事件变化特征〔J〕. 干旱区研究, 2009, 26(5): 649 – 655. 〔Cao Ling, Li Yanying, Liu Mingchun, et al. Characteristic of extreme weather and climate events Hexi Corridor during 1958 – 2006〔J〕. Arid Zone Research, 2009, 26(5): 649 – 655.〕

〔12〕 张宁,孙照渤,曾刚. 1955 – 2005 年中国极端气温的变化〔J〕. 南京气象学院学报, 2008, 31(1): 123 – 128. 〔Zhang Ning, Sun Zhaobo, Zeng Gang. Change of extreme temperatures in China during 1955 – 2005〔J〕. Joumal of Nanjing Institute of Meteorology, 2008, 31(1): 123 – 128.〕

〔13〕 邹用昌,杨修群,孙旭光,等. 我国极端降水过程频数时空变化的季节差异〔J〕. 南京大学学报: 自然科学, 2009, 45(1): 98 – 109. 〔Zou Yongchang, Yang Xiuqun, Sun Xuguang, et al. Seasonal difference of the spatio-temporal variation of the number of the extreme precipitation processes in China〔J〕. Journal of Nanjing University: Natural Sciences, 2009, 45(1): 98 – 109.〕

〔14〕 周雅清,任国玉. 中国大陆 1956 – 2008 年极端气温事件变化特征分析〔J〕. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 405 – 417. 〔Zhou Yaqing, Ren Guoyu. Variation characteristics of extreme temperature indices in mainland China during 1956 – 2008〔J〕. Climatic and Environmental Research, 2010, 15(4): 405 – 417.〕

〔15〕 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, 2007. 〔Wei Fengying. Diagnosis and Forecasting Methods of Modern CIimatic Statistics〔M〕. 2ed. Beijing: China Meteorological Press, 2007.〕

〔16〕 卞韬,连志鸾. 石家庄地区近 46 a 温度变化特征〔J〕. 干旱气象, 2008, 26(2): 57 – 61. 〔Bian Tao, Lian Zhiluan. Analyses on characteristics of air temperature change in Shijiazhuang, Hebei in recent 46 years〔J〕. Journal of Arid Meteorology, 2008, 26(2): 57 – 61.〕

〔17〕 Han Hui, Gong Daoyi. Extreme climate events over northern China during the last 50 years〔J〕. Journal of Geographical Sciences 2003, 13(4): 469 – 479.

〔18〕 张雷,任国玉,刘江,等. 城市化对北京气象站极端气温指数趋势变化的影响〔J〕. 地球物理学报, 2011, 54(5): 1 150 – 1 159. 〔Zhang Lei, Ren Guoyu, Liu Jiang, et al. Urban effect on trends of extreme temperature indices at Beijing meteorological station〔J〕. Chinese Journal of Geophysics, 2011, 54(5): 1 150 – 1 159.〕

# Observed Change of Extreme Climatic Events in Shijiazhuang

BIAN Tao[1], REN Guo-yu[2], YUE Yan-xia[1], ZHAO Wei-liang[1]

(1. *Shijiazhuang Meteorological Bureau*, *Shijiazhuang* 050081, *Hebei*, *China*;
2. *Laboratory for Climate Studies*, *China Meteorological Administration*, *Beijing* 100081, *China*)

**Abstract**: In this paper, the changes of frequency and intensity of extreme temperature and precipitation events were analyzed using 8 extreme temperature indices and 5 extreme precipitation indices based on the daily temperature and precipitation data observed by 17 meteorological stations in Shijiazhuang during the period of 1972 – 2009. Results showed that warm days tended to increase, but cold days, frost days and ice days tended to decrease, especially there was a significant decrease of cold days and frost days. The increase of warm indices and the decrease of cold indices were the most significant at the stations in the eastern part of the study area. There was a slight increase of extreme maximum and minimum temperature, and also a significant increase trend of annual lowest values of maximum temperature and the highest values of minimum temperature. The spatial distribution of 4 extreme temperature indices was quite different, and there was a slight increase of heavy rain days and rainstorm days. There was also a slight increase of maximum 1-day and 3-day precipitation, but such trend was not significant at most stations. The linear trend of rainstorm intensity was only 0.83 mm/(d · 10 a), and the increase or decrease trend of heavy rain intensity accorded with that of rainstorm at most stations.

**Key words**: extreme temperature; extreme precipitation; trend; spatial distribution; climate change; Shijiazhuang