

近 58 a 河南省宝丰县气候变化分析

李青吉, 李磊 (河南省汤阴县气象局, 河南汤阴 456150)

摘要 利用宝丰站 1957~2014 年的温度、降水、日照资料, 采用线性回归、距平、Mann-Kendall 检验等方法分析了近 58 a 来宝丰县气候变化特征。结果表明, 近 58 a 宝丰县年平均气温呈上升趋势, 春季、秋季、冬季平均温度也均呈上升趋势, 夏季平均气温呈下降趋势; 年降水呈减少趋势, 冬季降水为增加趋势, 其他 3 个季节为减少趋势; 年和四季日照时数均为减少趋势, 季日照时数减少趋势从大到小依次为夏季、冬季、秋季、春季。

关键词 温度; 降水; 日照; 变化特征; 河南省宝丰县

中图分类号 S162 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)14-225-04

Analysis of Climate Change in Baofeng County in Recent 58 Years

LI Qing-ji, LI Lei (Meteorological Bureau of Tangyin County, Tangyin, Henan 456150)

Abstract The temperature, precipitation and sunshine data of in Baofeng Station in 1957-2014 were adopted. The climate change characteristics in Baofeng County in recent 58 years were analyzed by linear regression, anomaly, and Mann-Kendall test. Result showed that the annual average temperature in Baofeng County in recent 58 years showed an increasing trend. The average temperature in spring, autumn and winter were all on the rise; while the average temperature in summer showed a downward trend. The annual precipitation decreased; precipitation in winter enhanced, while those in spring, summer and autumn decreased. Annual and seasonal sunshine durations all showed a downward trend. The decreasing trend of seasonal sunshine duration was in the order of summer, winter, autumn and spring.

Key words Temperature; Precipitation; Sunshine; Change characteristics; Baofeng County in Henan Province

全球气候变暖是目前世界范围内共同关注的问题^[1]。IPCC 第四次评估报告指出, 近 100 a (1906~2005 年) 全球温度升高了 0.74 °C, 变暖幅度自 20 世纪 90 年代以来明显加速; 许多热带地区降水量增多, 副热带大部分地区降水量减少, 高纬度地区降水量趋于增多^[2]。与全球变化相应, 我国气候也发生显著的变化, 近 60 a 来我国年平均气温升幅为 0.23 °C/10 a, 是全球升温幅度的 2 倍; 而同时全国年降水量呈减少趋势^[3]。气候变化对人类生存、经济社会发展等会带来极其深远的影响, 这是国际社会公众的环境问题。

河南省宝丰县位于河南省中西部, 隶属平顶山市, 总面积 722 km², 为半湿润大陆性季风气候。四季分明, 阳光充足, 雨量充沛, 属南方黄红土壤向北方褐土过渡地带。近年来, 无序的垦荒和乱砍滥伐, 山区植被受到了严重破坏, 造成了大量的水土流失, 再加上过渡带多变的气候特征, 决定了宝丰县生态环境的脆弱性和灾害性气候发生的频繁程度。笔者利用宝丰站 1957~2014 年的温度、降水、日照资料, 采用线性回归、距平、Mann-Kendall 检验等方法, 对近 58 a 来宝丰县气候变化特征进行了分析。

1 资料与方法

1.1 资料来源 选用河南省综合气象业务平台提供的河南宝丰站 1957~2014 年的温度、降水、日照资料。宝丰气象观测站是国家基本站, 始建于 1956 年 12 月, 从 1957 年开始有气象记录至 2014 年底观测场仍然在使用, 说明观测站符合有关规定。季节划分为冬季(12 月~次年 2 月)、春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)^[4]。

1.2 分析方法

1.2.1 线性回归法。用公式 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 计算各气候值的平

均值。用 y_i 表示样本量为 n 的某一气候变化量, 用 x_i 表示所对应的时间, 建立 y_i 与 x_i 之间的一元线性回归方程: $y_i = a + bx_i (i = 1, 2, \dots, n)$, 式中, a 为回归常数, b 为回归系数(即倾向值)。

1.2.2 Mann-Kendall 检验。Mann-Kendall 检验方法是非参数方法^[5]。非参数方法亦称无分布检验, 其优点是不需要样本遵从一定的分布, 也不受异常值的干扰, 更适用于练习和顺序变量, 计算也比较简便。

2 结果与分析

2.1 温度特征分析

2.1.1 年代际变化。由图 1 可见, 1957~2014 年宝丰县年平均温度为 14.6 °C, 年平均最高温度为 2013 年的 15.9 °C, 次高值为 1961 年的 15.8 °C, 年平均最低温度为 1984 年的 13.7 °C。近 58 a 宝丰站年平均温度在以 0.096 °C/10 a 的趋势上升, 近 30 a 温度上升明显。1957~1966 年平均气温为 14.7 °C, 高于历年平均值 0.1 °C; 1967~1976、1977~1986 年平均气温偏低, 均低于历年平均值 0.2 °C; 1987~1996 年平均温度开始升高, 仅低于历年平均值 0.1 °C, 1997~2006、2007~2014 年平均气温均为 15.0 °C, 高于历年平均值 0.4 °C。

近 58 a 宝丰县年平均气温负距平有 30 a, 占总数的 51.7%, 正距平 27 a, 占总数的 46.6%, 有 1 a 距平值为 0, 占总数的 1.7%。1957~1978 年负距平多于正距平; 1979~1993 年全部为负距平, 说明在这一阶段年平均温度一直处于较低阶段; 1994~2014 年中仅有 5 a 年平均温度低于历年平均值, 其他 16 a 的平均温度高于历年平均值, 说明这一阶段温度处于一个相对较高的阶段。由此可见, 宝丰县温度 20 世纪 70~90 年代呈降低趋势, 90 年代达最低, 而后呈快速上升趋势。

Mann-Kendall 突变检验(图 2)显示, 近 58 a 宝丰县在 1960 年左右发生一次突变, 通过了 $\alpha = 0.05 (U_{0.05} = \pm 1.96)$

作者简介 李青吉(1962-), 男, 河南林州人, 工程师, 从事农业气象研究。

收稿日期 2016-04-02

的检验,温度呈由高向低的降温趋势,降温趋势明显;1997年又发生一次突变,通过了显著性水平 $\alpha = 0.001$ ($U_{0.001} =$

± 2.56) 的检验,说明增温趋势显著。

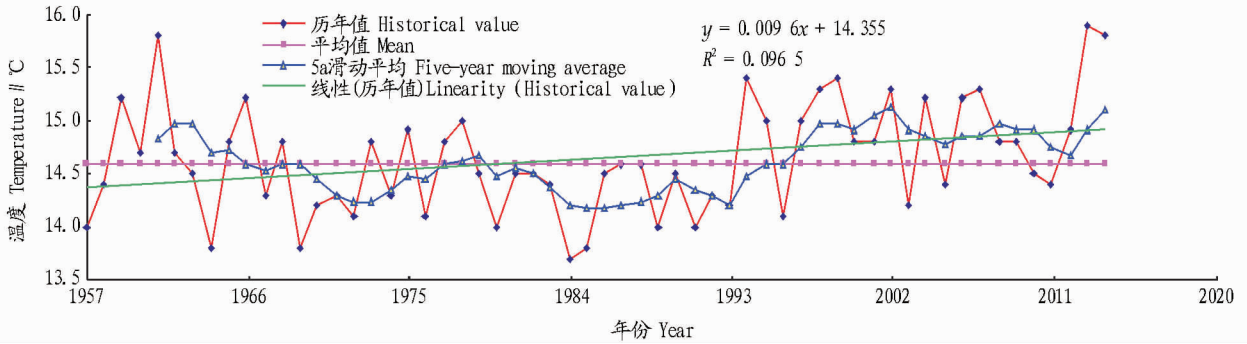
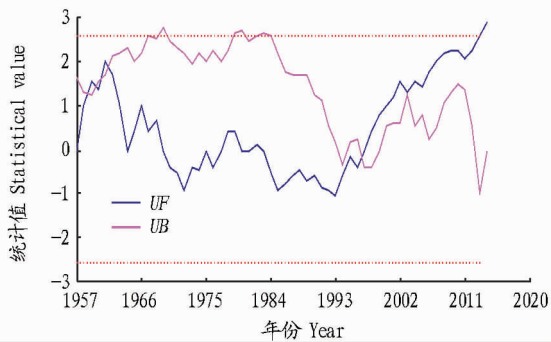


图1 1957~2014年宝丰县年平均温度变化

Fig. 1 Changes of annual average temperature in Baofeng County in 1957-2014



注:2条虚直线表示显著水平 $\alpha = 0.001$ 的临界线 ($U = \pm 2.56$)。

Note: Two dash lines indicated the critical line ($U = \pm 2.56$) of significant level $\alpha = 0.001$.

图2 1957~2014年宝丰县平均温度 Mann-Kendall 检验

Fig. 2 Mann-Kendall test of average temperature in Baofeng County in 1957-2014

2.1.2 季节变化。

2.1.2.1 冬季。1957~2014年宝丰县冬季平均温度为2.2℃,高于平均值的有30a,低于平均值的有26a,有2a与平均值持平。冬季年最高温度出现在1999年,为4.7℃,高于平均值2.5℃,最低出现在1957年,低于平均值2.4℃。近58a宝丰县冬季平均气温以0.015℃/10a的趋势上升,上升趋势不明显。

2.1.2.2 春季。1957~2014年宝丰县春季平均温度为14.9℃,高于平均值的有29a,占总数的50.0%,低于平均值的有27a,占总数的46.6%,有2a与平均值持平,占总数的3.4%。春季年最高温度出现在2000、2013和2014年,均为16.9℃;最低出现在1991年,为12.5℃。近58a宝丰县春季平均气温以0.204℃/10a的趋势上升,上升趋势明显。

2.1.2.3 夏季。1957~2014年宝丰县夏季平均温度为26.4℃,高于平均值的有26a,占总数的44.8%,低于平均值的有30a,占总数的51.7%,有2a与平均值持平,占总数的3.4%。夏季年最高温度出现在2013年,高于平均值1.9℃;最低出现在1989年,低于平均值1.8℃。近58a宝丰县夏季平均气温以0.069℃/10a的趋势下降,下降趋势不明显。夏季气温呈下降趋势的主要原因是:宝丰县1959~1969年

连续11a平均气温大于历年平均值,说明该站的气温序列起始点较高,导致近58a夏季温度呈下降趋势。

2.1.2.4 秋季。1957~2014年宝丰县秋季平均温度为15.1℃,高于平均值的有27a,占总数的46.6%,低于平均值的有26a,占总数的44.8%,有5a与平均值持平,占总数的8.6%。秋季年最高温度出现在1998年,高于平均值2.2℃;最低出现在1967年,低于平均值1.6℃。近58a宝丰县秋季平均气温以0.125℃/10a的趋势上升,上升趋势较明显。

2.2 降水特征分析

2.2.1 年代际变化。由图3可见,1957~2014年宝丰县年平均降水量为737.8mm,年最大降水量为1964年的1246.7mm,年最小降水量是1966年的419.0mm,少于平均值318.8mm。近58a宝丰县降水量以10.628mm/10a的趋势减少。

各季度降水量对年降水量的贡献不同,夏季降水量对年降水量的贡献率达51%,即全年的降水量主要集中在夏季,冬季降水量仅占年降水量的5%,对年降水量贡献率最小,秋季、春季降水量介于夏季、冬季之间。

Mann-Kendall 突变检验(图4)发现,近58a宝丰县在1960年左右有过一次突变,UF、UB线交叉,降水有由少向多的增加趋势,之后年降水处于一个较平稳的时期,2011、2013年UF、UB线2次相交,降水呈减少趋势,2次降水趋势变化均没有通过 $\alpha = 0.05$ 的检验。

2.2.2 季节变化。

2.2.2.1 冬季。1957~2014年宝丰县冬季平均降水量为37.7mm,占全年总降水量的5%。冬季降水量最多的是1990年的137.7mm,次多年是1989年的131.3mm,降水量最小的是1977年的3.9mm。近58a宝丰县冬季降水量以1.803mm/10a的趋势增加。

2.2.2.2 春季。1957~2014年宝丰县春季平均降水量为155.0mm,占全年总降水量的21%。春季降水量最大的是1964年的441.7mm,次多年是1998年的393.7mm,降水量最小的是2001年的20.4mm。近58a宝丰县春季降水量以6.875mm/10a的趋势减少。

2.2.2.3 夏季。1957~2014年宝丰县夏季平均降水量为

374.0 mm,占全年总降水量的 51%。夏季降水量最大的是 1957 年的 908.8 mm,次多年是 2000 年的 756.5 mm,降水量

最小的是 2014 年的 134.8 mm。近 58 a 宝丰县夏季降水量以 3.384 mm/10 a 的趋势减少。

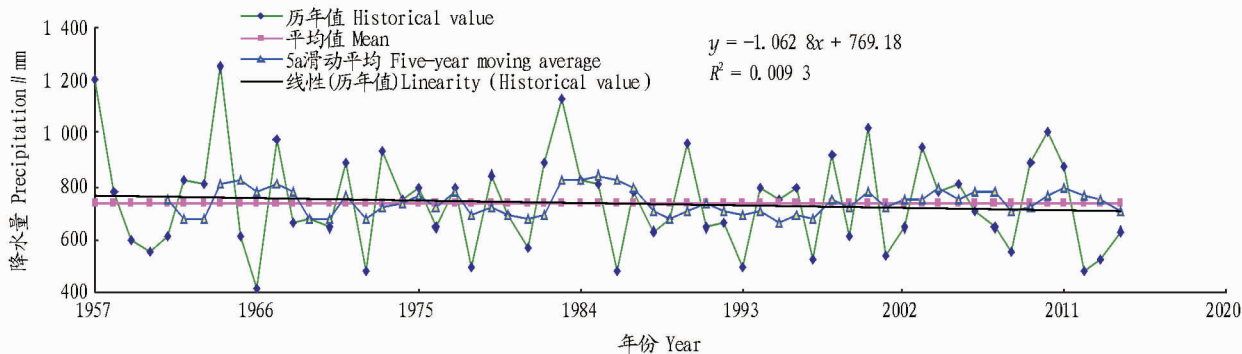
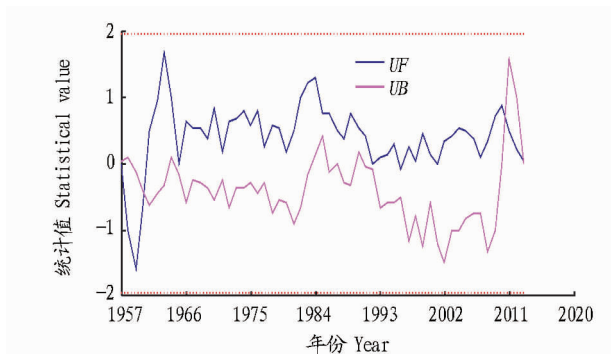


图3 1957~2014年宝丰县年降水量变化

Fig. 3 Changes of annual precipitation in Baofeng County in 1957-2014



注:2条虚直线表示显著水平 $\alpha = 0.05$ 的临界线 ($U = \pm 1.96$)。

Note: Two dash lines indicated the critical line ($U = \pm 1.96$) of significant level $\alpha = 0.005$.

图4 1957~2014年宝丰县年降水量 Mann-Kendall 检验

Fig. 4 Mann-Kendall test of annual precipitation in Baofeng

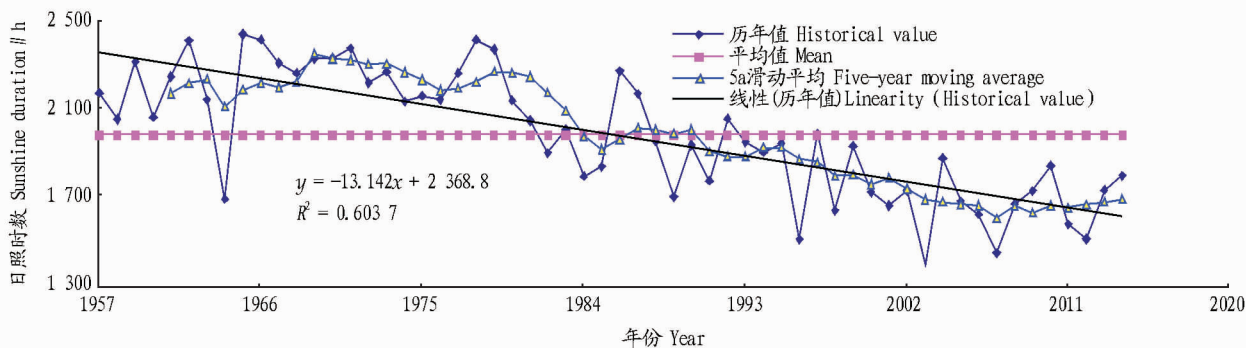


图5 1957~2014年宝丰县年日照时数变化

Fig. 5 Changes of of sunshine duration in Baofeng County in 1957-2014

2.3.2.2 季节变化。

2.3.2.2.1 冬季。1957~2014年宝丰县冬季日照时数平均为 392.4 h,冬季日照时数最多为 1963 年的 616.4 h,日照时数最少为 2013 年的 162.6 h。近 58 a 宝丰县冬季日照时数以 36.814 h/10 a 的趋势减少。

2.3.2.2.2 春季。1957~2014年宝丰县春季日照时数平均为 550.6 h,春季日照时数最多为 1962 年的 711.4 h,日照时数最少为 1964 年的 362.5 h。近 58 a 宝丰县春季日照时数以 10.282 h/10 a 的趋势减少。

2.2.2.4 秋季。1957~2014年宝丰县秋季平均降水量为 171.2 mm,占全年总降水量的 23%。秋季降水量最大的是 2011 年的 470.8 mm,次多年是 1983 年的 421.1 mm,降水量最小的是 1998 年的 12.0 mm。近 58 a 宝丰县秋季降水量以 2.172 mm/10 a 的趋势减少。

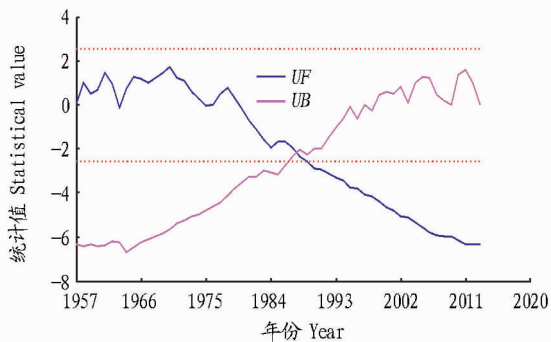
2.3 日照特征分析

2.3.1 年代际变化。由图 5 可见,1957~2014年宝丰县年日照时数平均为 1981.1 h,年日照时数最多为 1965 年的 2440.9 h,日照时数最少为 2003 年的 1390.5 h。近 58 a 宝丰县年日照时数以 131.420 h/10 a 的趋势快速减少,这个与彭云峰等^[6]的观点一致。

Mann-Kendall 突变检验(图 6)发现,近 58 a 宝丰县在 1988 年发生突变,日照时数有由多向少的减少趋势,通过了 $\alpha = 0.001$ 的检验,减少趋势十分显著。

2.3.2.3 夏季。1957~2014年宝丰县夏季日照时数平均为 575.2 h,夏季日照时数最多为 1959 年的 847.8 h,日照时数最少为 2007 年的 318.0 h。近 58 a 宝丰县夏季日照时数以 52.815 h/10 a 的趋势减少。

2.3.2.4 秋季。1957~2014年宝丰县秋季日照时数平均为 460.4 h,秋季日照时数最多为 1977 年的 605.3 h,日照时数最少为 2011 年的 247.0 h。近 58 a 宝丰县秋季日照时数以 29.393 h/10 a 的趋势减少。



注:2条虚直线表示显著水平 $\alpha=0.001$ 的临界线 ($U = \pm 2.56$)。
 Note:Two dash lines indicated the critical line ($U = \pm 2.56$) of significant level $\alpha = 0.001$.

图6 1957~2014年宝丰县日照时数Mann-Kendall检验

Fig. 6 Mann-Kendall test of sunshine duration in Baofeng County in 1957-2014

3 结论

(1)1957~2014年宝丰县年平均温度以 $0.096\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的趋势上升,春季、秋季、冬季平均温度也均呈上升趋势,夏季平均气温呈下降趋势;1957~1966年处于一个相对较高阶段,1967~1993年处于一个较低阶段,1994年以后增温趋势加大,温度处于一个较高阶段,这种增温趋势将继续保持。温度的升高与观测环境有关,但影响不大。

(2)1957~2014年宝丰县年降水量以 $10.628\text{ mm}/10\text{ a}$ 的趋势减少,2007~2014年减少明显;春季、夏季、秋季降水量呈减少趋势,冬季降水量呈增加趋势。年降水量的极端气候事件(干旱、洪涝)在逐渐减少,由于缺少日降水资料,不能深入研究降水的极端气候事件。

(3)1957~2014年宝丰县年日照时数以 $131.420\text{ h}/10\text{ a}$ 的趋势快速减少,春、夏、秋、冬四季日照时数均呈减少趋势,其中夏季减少趋势最大,春季减少趋势最小。日照的减少应该与雾霾天气的增加、天气气溶胶的增多、汽车尾气排放、工业粉尘排放等因素有关。

(4)Mann-Kendall 突变检验表明,近58a宝丰县温度在1960、1997年发生突变,降水量在1960年发生突变,日照时数在1988年发生突变。

参考文献

[1] 秦大河. 中国气象事业发展战略研究[M]. 北京:气象出版社,2004.
 [2] IPCC. The fourth report on climate change[R]. 2007.
 [3] 郑国光在IPCC第五次评估报告综合宣讲会上的讲话[R/OL]. [2016-03-04]. https://www.so.com/s?ie=utf-8&src=hao_search&shb=1&hsid=f0e24fd06210b147&q.
 [4] 郑祚芳,陈家华,祁文. 湖北省近50年气候变化特征分析[J]. 气象科学,2002(3):279-286.
 [5] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,1999:72-75.
 [6] 彭云峰,王琼. 近50年福建省日照时数的变化特征及其影响因素[J]. 中国农业气象,2011(3):350-356.

(上接第196页)

著;大连旅顺口种源和丹东五龙背、沈阳东陵区种源朝鲜黄杨在枝数指标上差异显著,丹东五龙背、沈阳东陵区种源差异不显著;3个种源朝鲜黄杨冠型差异不显著。

表8 枝径年生长量Duncan's分析结果

Table 8 Duncan's analysis results of branch diameter annual production volume

种源 Provenance	N	0.05 显著性子集 0.05 significant subset	
		1	2
沈阳东陵区 Shenyang Dongling District	20	1.567 5	
大连旅顺口 Dalian Lushunkou	20	2.591 0	2.591 0
丹东五龙背 Dandong Wulongbei	20		3.377 0
Sig.		0.148	0.250

该研究仅对3个种源的朝鲜黄杨进行了调查,今后可开展更广泛的种源调查。在该研究的基础上,通过引种试验和驯化来选择和培育适应高寒地区的朝鲜黄杨新品系是下一步研究的重点。

表9 枝数Duncan's分析结果

Table 9 Duncan's analysis results of branch number annual production volume

种源 Provenance	N	0.05 显著性子集 0.05 significant subset	
		1	2
大连旅顺口 Dalian Lushunkou	20	10.700 0	
丹东五龙背 Dandong Wulongbei	20		12.550 0
沈阳东陵区 Shenyang Dongling District	20		13.300 0
Sig.		1.000	0.089

参考文献

[1] 房伦革,姚国年,王永祥. 朝鲜黄杨育苗技术[J]. 辽宁林业科技,2004(1):43-44.
 [2] 孙丽华,宋刚,云兴福. 黄杨碳水化合物含量与耐寒性关系的研究[J]. 内蒙古农业大学学报,2008(1):44-47.
 [3] 田国行,赵天榜,董慧英,等. 河南黄杨属植物的研究[J]. 北京林业大学学报,2004(2):74-78.
 [4] 赵剑颖,宋晓莉,杨蕊,等. 4°C 胁迫过程中大叶黄杨和北海道黄杨叶片抗寒生理生化指标的变化[J]. 北京农学院学报,2010(4):57-61.
 [5] 张培,徐福元,卢克诚,等. 黄杨苗圃除草剂筛选试验[J]. 南京林业大学学报,2000(9):49-52.