

铜仁市日照时数变化特征及其影响因素分析

田海,茅海祥 (贵州省铜仁市气象局,贵州铜仁 554300)

摘要 根据 1971~2010 年铜仁市逐月日照时数资料,利用线性倾向估计、Morlet 小波分析方法、累积距平法和 Pettitt 等方法分析了日照时数变化趋势、多时间尺度特征和突变特征。结果表明,近 40 年铜仁市年日照时数总体呈线性下降趋势,并出现阶段性变化,年日照时数变化幅度大;四季中春季日照时数呈线性上升趋势,夏季、秋季和冬季日照时数均呈不同程度的下降趋势;日照时数存在准 2、5~8、10、16~20 年时间尺度的周期性变化规律,其中以 5~8 年时间尺度周期振荡最强,在 2 年时间尺度以下周期振荡最弱;日照时数在 1997 年前后存在明显突变;总云量和风速的变化以及人类活动尤其是工业污染物排放的增加导致大气气溶胶的增加,是引起日照时数变化的主要影响因素。

关键词 日照时数;气候特征;气候变化;影响因素

中图分类号 S161.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)25-202-03

Analysis on Characteristics of Climate Change and Its Influence on Sunshine Hours in Tongren City
TIAN Hai, MAO Hai-xiang (Tongren Meteorological Bureau of Guizhou Province, Tongren, Guizhou 554300)

Abstract Based on the data of the monthly sunshine hours from 1971 to 2010 in Tongren City, give the analysis to the change trend, multi time scale features and abrupt change of sunshine duration by using linear tendency estimation, Morlet wavelet analysis, cumulative distance and Pettitt method. The research results show that: the annual sunshine duration showed a linear downward trend, and there was a periodic change, and the change of sunshine duration was large in Tongren City; There was a linear upward trend in spring sunshine hours, while the number of sunshine hours decreased in summer, autumn and winter. Sunshine hours had quasi biennial, 5-8a, 10a, 16-20a four kinds of time scale cycle of change rules and the 5-8a time scale periodic oscillation was the strongest, 2a time scale following periodic oscillation was the weakest. There were obvious mutations in the sunshine hours in 1997. Total cloudiness and wind speed changes, and human activities especially industrial pollutants emission that leading to the atmospheric aerosol increase were perhaps the main factor that causes the change of sunshine hours.

Key words Sunshine hours; Climate characteristics; Climate change; Influencing factors

日照时数是表征太阳辐射强弱的重要气象要素,也是表征气候变化的主要气象要素。日照对作物生长发育和产量形成有着重要作用,是影响作物光合作用的主要因子,也是研究区域作物参考蒸发量的主要气象因子。王华等^[1]运用气候突变理论对新疆阿克苏市日照时数进行检测分析,结果发现近 50 年阿克苏市日照时数总体呈增加趋势,期间存在 2 次突变;石慧兰等^[2]分析了鲁西北 52 年日照时数发现总体呈减少的趋势,并指出日照的减少主要是由于低云量的增加和人类活动特别是工业排放污染物快速增长导致大气气溶胶增多造成的。笔者在此通过对铜仁市近 40 年日照时数演变规律的分析,对深入研究铜仁市气候变化对农业生产的影响、合理调整农业结构、气候资源的合理开发利用有着重要作用,研究结果也对估算铜仁地区作物耗水量和指导灌溉具有参考价值。

1 资料和方法

选取铜仁市 1971~2010 年逐月日照时数资料作为基础研究资料,四季划分为春季(3~5 月)、夏季(6~8 月)、秋季(9~11 月)和冬季(12 月~次年 2 月)。首先,利用最小二乘法估算气候要素时间序列的线性倾向率,分析气候要素的变化趋势。利用小波分析的方法对气候要素序列进行周期变化分析。小波分析不仅能反映信号在时频域上的总体特征,还能提供局部变化的信息,既可给出信号变化的时间尺度,也可以显示出信号变化的时间位置,同时还具有对突变点进行诊断的能力,因

此广泛应用于气候变化分析与预测^[3-5]。在此利用 Morlet 复值小波分析日照时数的周期变化,再利用累积距平的方法和 Pettitt 法对气候要素的时间序列进行突变分析与检验。最后利用 1971~2010 年铜仁市总云量、轻雾日数、年平均风速等参数分析了影响铜仁市日照时数的可能因子。

2 结果与分析

2.1 日照时数变化特征分析

2.1.1 年代际和年际变化。统计铜仁市 1971~1980、1981~1990、1991~2000、2001~2010 年 4 个时段的年和各季平均日照时数,结果发现(表 1),铜仁市多年平均日照时数为 1 131.4 h,20 世纪 70 年代平均日照时数明显高于平均值,属于日照偏多期;80 和 90 年代均明显低于平均值,属于日照偏少期;21 世纪以来接近平均值。且日照时数年际变化振幅较大,最高值出现在 1978 年,为 1 463.4 h,最低值出现在 1989 年,为 728.6 h,年日照时数极差达 734.8 h。各季中,春季平均日照时数在 21 世纪以来偏多,在 90 年代明显偏少;夏季在 20 世纪 70 年代明显偏多,在 90 年代偏少明显;秋季在 70 年代属于偏多期,在 80 年代偏少明显;冬季平均日照时数年代变化幅度不大。

表 1 1971~2010 年铜仁市各年代的年、季平均日照时数 h

时段	全年	春季	夏季	秋季	冬季
1971~1980	1 228.0	223.0	531.2	322.7	151.2
1981~1990	1 066.9	235.3	457.8	237.8	136.2
1991~2000	1 065.1	203.9	302.9	276.7	145.2
2001~2010	1 158.8	272.5	466.0	296.6	123.9
多年平均值	1 131.4	232.4	475.2	284.1	139.8

作者简介 田海(1975-),男,土家族,贵州沿河人,助理工程师,从事人工影响天气研究。

收稿日期 2015-07-13

近 40 年铜仁市年日照时数总体上呈现下降趋势但不明显(未通过 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验),其气候倾向率为 $-22.1 \text{ h}/10\text{a}$,近 40 年减少了 88.4 h;且具有明显的阶段性特征,20 世纪 70 年代和 80 年代中期有小幅波动,80 年代后期~90 年代中期逐渐减少趋势,90 年代后期呈增加趋势,2000 年后变化平缓,在 90 年代后期存在明显的转折。

2.1.2 年内分布和季节变化。就年内分布来看,铜仁市日照时数逐月变化呈单峰型分布,全年日照最多月份为 8 月(185.7 h),其次为 7 月(181.0 h),月日照时数最少是 1 和 2 月(39.1 h),日照时数最多月份与最少月份相差了 146.6 h。从季节分布来看,夏季日照时数最多(475.2 h),其次是秋季(284.1 h),冬季最少(139.8 h)。从各季变化趋势上看,春季日照时数总体呈上升趋势但不明显(未通过 $\alpha = 0.05$ 水平的显著性检验),夏季、秋冬和冬季日照时数总体均呈下降趋势也不明显,四季日照时数的趋势变化率分别为 11.4 、 -22.6 、 -3.6 、 $-7.3 \text{ h}/10\text{a}$,40 年中日照时数减少最多的是夏季,共减少了 90.4 h,减少最少的是秋季,共减少了 14.4 h,而春季日照时数 40 年增加了 45.6 h;各季日照时数年际变化中以夏季日照时数变化振幅最大,其日照时数最多年与最少年相

差 286.6 h。

2.1.3 周期变化。由图 1a 可见,1971~2010 年铜仁市日照时数年距平存在明显的年际变化和年代际变化,存在准 2、5~8、10、16~20 年的周期变化规律。从较大尺度 16~20 年分析,日照时数变化呈偏高-偏低-偏高交替振荡,具体表现为 1971~1983 年偏高、1984~1996 年偏低、1997~2010 年偏高;在时间尺度 10 年上,日照时数变化呈偏高-偏低交替的准 3 次振荡,具体表现为 1971~1979 年偏高、1980~1984 年偏低、1985~1991 年偏高、1992~1996 年偏低、1997~2003 年偏高、2004~2010 年偏低。在 5~8 年以下较小尺度上的振荡变化,由于振荡比较频繁,这里不做具体分析。

Morlet 小波系数的模值表示能量密度。模值图把各种时间尺度的周期变化在时间域中的分布情况展示出来,小波变换系数的模值越大,表明所反应的时段和尺度的周期性振荡越强。从图 1b 可以看出,模值最大的是 5~8 年时间尺度,表明在这一时间尺度下日照时数的周期振荡最强,其次是准 2 年,2 年以下时间尺度的模值最小,表明在 2 年以下时间尺度日照时数的周期振荡最弱。

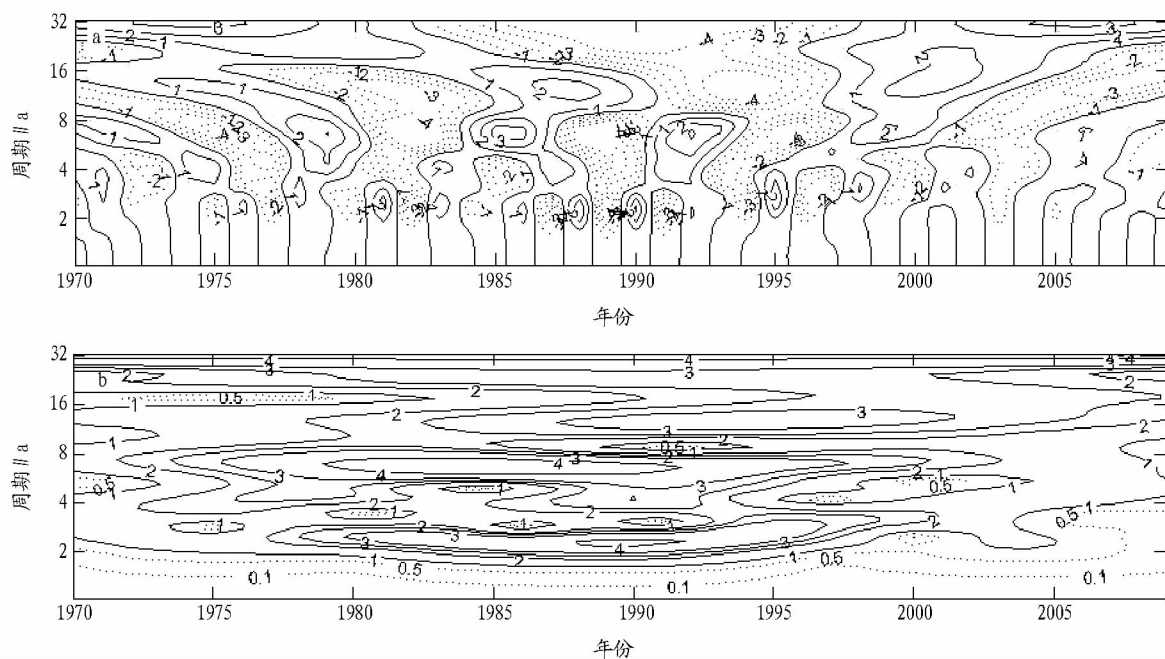


图1 1971~2010年铜仁市日照时数年距平的 Morlet 小波系数实部(a)和模值(b)等值线

2.1.4 突变分析。从 1971~2010 年年日照时数累积距平曲线(图 2)可以看出,近 40 年铜仁市年日照时数呈波动式变化趋势,20 世纪 70 年代处于增加趋势,1979 年达到峰值,1980 年开始略有下降,1985 年以后有小幅回升,1988 年达到第 2 峰值后持续下降,1997 年处于最低值,之后呈上升趋势后变化平缓,2000 年以后振幅明显减小。在 1979 和 1997 年的前后变化趋势有明显的转折,初步判断在 1979 年前后和 1997 年前后日照时数发生了突变。

利用 Pettitt 法进一步验证转折是否达到突变的标准,从日照时数的突变检测曲线来看,1997 年为突变点,且 $P =$

$0.27 < 0.5$,说明该突变点在统计意义上是显著的。结合前面累积距平曲线,判断铜仁市日照时数在 1997 年前后发生了突变。

2.2 日照时数变化原因及影响初步分析日照时数的变化与许多因子有关,云量、轻雾或雾、风速、浮尘等均是影响日照时数变化的重要因子。另外大气透明度对日照时数也有很大影响,大气透明度主要受大气中的水汽含量以及大气气溶胶含量等因子影响。在此选取铜仁市 1971~2010 年总云量、轻雾日数、年平均风速等参数来分析影响铜仁市日照时数的可能因子。

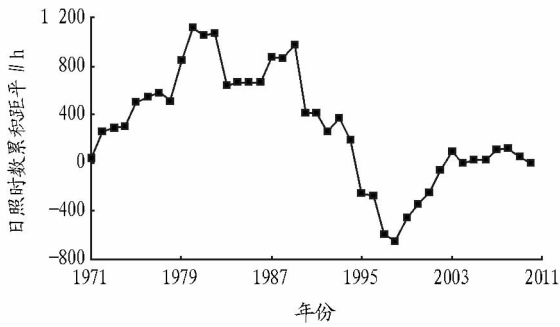


图2 1971~2010年铜仁市年日照时数累积距平曲线

经分析,近40年来铜仁市总云量呈略减少趋势,40年仅减少了0.22成,并呈波动式变化。当然日照时数不仅与云量有关,还受云高度和云状等影响。总云量的总体变化趋势与日照时数的相关性较强(相关系数为-0.61),说明总云量变化与日照时数变化呈明显的反相关关系;近40年来铜仁市轻雾日数总体呈明显增加趋势,40年增加了122.8 d,但轻雾日数的变化趋势与日照时数相关性仅为-0.14,说明轻雾日数不是影响日照时数变化的重要因子;近40年平均风速总体呈明显下降趋势,年平均风速的趋势变化与日照时数的相关性达0.23,说明年平均风速对日照时数变化有一定影响。另外,近年来随着铜仁市城市化的进程和工业的发展,城市大气中的气溶胶颗粒物、氮氧化物、碳氧化物、碳氢化合物、光化学烟雾等空气污染物明显增多,这些污染物不仅影响大气透明度,且影响水平视程,减小水平能见距离,能吸收和散射太阳辐射,减少到达地面的太阳辐射,造成日照时数减少。

日照时数的变化显然对铜仁农业产生影响。要合理调整农业结构,尤其对种植业来讲,要合理密植,增加群体中光合作用面积,即增加吸收太阳光能的叶面积;大力推行立体种植,培育由株型、叶型造成的多层立体配置,把绿色叶面分

成许多层,使进行光合作用的绿色面大大增加;增加农作物生长的日数,高效地利用全年太阳能进行光合生产;改善水、肥、热、气等外界条件,增加光合能力。

3 结论

(1)近40年铜仁市年日照时数总体呈下降趋势,并出现阶段性变化,20世纪70年代属于日照偏多期,80和90年代属于日照偏少期,90年代以后接近平均值;年日照时数变化幅度大,峰值点1463.4 h(1978年)与谷值点728.6 h(1989年)相差达734.8 h。

(2)四季中夏季日照时数最多,冬季最少,春季日照时数总体呈上升趋势,夏季、秋冬和冬季日照时数总体均呈不同程度的下降趋势;8月为全年日照最多月份,1和2月为全年日照时数最少月份。

(3)近40年铜仁市日照时数存在准2.5~8、10、16~20年的周期变化规律,其中以5~8年时间尺度日照时数周期振荡最强,在2年时间尺度以下日照时数周期振荡最弱。

(4)根据累积距平的方法和Pettitt法进行突变检测显示,1997年前后日照时数存在明显的突变。

(5)总云量和风速的变化,以及人类活动特别是工业排放污染物的增加导致大气气溶胶增加,是引起铜仁市日照时数变化的主要影响因素。

参考文献

- [1] 王华,牛清明.阿克苏市日照时数的突变检测分析[J].新疆气象,2002,25(3):14-15.
- [2] 石慧兰,王新堂,邵志勇,等.鲁西北52年日照变化特征及原因[J].气象,2007,33(2):93-97.
- [3] 谢庄,曹鸿兴,李慧,等.近百余年北京气候变化的小波分析[J].气象学报,2000,58(3):362-369.
- [4] 魏凤英.华北干旱不同时间尺度的变化特征[C]//华北农业干旱研究进展.北京:气象出版社,1997:1-10.
- [5] 袁玉江,魏文寿,何清.天山山区近40年冬季温度变化特征[J].气象,2005,31(5):12-16.
- [6] 李聪,肖子牛,张晓玲.近60年中国不同区域降水的气候变化特征[J].气象,2012,38(4):419-424.
- [7] 杨素英,孙凤华,马建中.增暖背景下中国东北地区极端降水事件的演变特征[J].地理科学,2008,28(2):224-228.
- [8] 杨金虎,江志红,王鹏祥,等.西北地区东部夏季极端降水量非均匀性特征[J].应用气象学报,2008,19(1):111-115.
- [9] 张华丽,董婕,闫娜.西安市气温变化特征及城市化影响研究[J].干旱区资源与环境,2009,23(9):85-89.
- [10] 王建鹏,孙继松,杜继稳,等.西安地区气温的年代际变化及其受城市化进程的影响[J].气候与环境研究,2009,14(4):434-444.
- [11] 王秀荣,徐祥德,苗秋菊.西北地区夏季降水与大气水汽含量状况区域性特征[J].气候与环境研究,2003,8(1):35-42.
- [12] 于淑秋,林学椿,徐祥德.我国西北地区近50年降水和气温的变化[J].气候与环境研究,2003,8(1):9-18.
- [13] 韩宁,苗春生.近6年陕甘宁三省5-9月短时强降水统计特征[J].应用气象学报,2012,23(6):691-701.
- [14] 于淑秋.北京地区降水年际变化及其城市效应的研究[J].自然科学进展,2007,17(5):632-638.
- [15] 马中华,张勃,王兴梅,等.近50 a甘肃省夏季日极端降水频数与强度变化特征[J].干旱区研究,2012,29(2):296-302.
- [16] IPCC. Climate change 2001: The Science Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of IPCC[C]//HOUGHTON J T, DING Y, GRIGGS D J, et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2001:156-159.
- [17] MANTON M J, DELLA MARTA P M, HAYLOCK M R, et al. Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961-1998[J]. Int J Climatology, 2001, 21: 269-284.
- [18] 翟盘茂,潘晓华.中国北方近50年温度和降水极端事件变化[J].地理学报,2003,58(S1):1-10.
- [19] 刘小宁.我国暴雨极端事件的气候变化特征[J].灾害学,1999,14(1):54-59.

(上接第201页)