

近 50 年成都市日照时数变化规律

陈碧辉¹ 张平¹ 郝克俊² 罗磊¹

(1 中国气象局成都高原气象研究所, 成都 610071; 2 四川省人工影响天气办公室, 成都 610071)

摘要 对近 50 年成都日照时数的年、季和月变化特征及其与云量的关系进行了分析,并用气候突变理论对日照时数进行检测分析。结果表明:近 50 年成都市年日照时数总体呈减少趋势,其气候变化率为每 10 年减少 69.41 h,日照时数年际变化幅度较大,峰值点(1963 年)与谷点(1989 年)相差可达 662.8 h。日照时数存在明显的季节差异,各季日照时数年际变化减少的趋势从大到小依次为:夏季>冬季>春季>秋季;相应的气候变化率分别为每 10 年-29.77、-20.17、-9.91、-9.56 h。各月的日照时数均呈减少趋势,其中 8 月减少的趋势较为显著,4 月减少的趋势较弱。日照时数与日照百分率的年际变化基本保持一致。年日照时数在 1978 年附近发生突变,表现为日照的急剧减少,从气候多日照时段转变成少日照时段。

关键词 日照时数 突变 趋势

引言

气候突变现象及其理论的研究是近代气候学一个新兴的研究领域,以往人们对气温的突变现象作了大量研究,但对反映气候状况的另一个重要因子——日照的突变研究较少。一个地方的日照情况一般采用日照时数和日照百分率两个参数来表示。日照时数表征的是一天日照时间的长短,它与人类的生产活动、动植物的生长发育密切相关,是气候变化的主要气象要素之一,对于合理进行农业生产布局,环境污染治理有着重要的作用。日照百分率指某一地区一定时段内日照时数与当地可照时间之比,它也是计算太阳辐射的一个关键因子。因而有关日照时数分布规律的研究已引起国内外很多学者的关注。周淑贞、陈明荣等对城市的日照时数分布特征进行了研究^[1~4]。贾金明等^[5]认为造成河南省日照时数减少的气候原因主要是空气污染逐年加重和风速的逐年减小。郭军^[6]对天津地区近 40 年日照变化特征的分析也发现其日照时数呈明显的下降趋势。覃峥嵘^[7]分析了南宁日照时数减少的成因,找出了夏季日照时数的减少与降水量、废气排放总

量的关系。总的来说,这些分析结果^[8~12]与全国平均的日照时数呈显著下降趋势是一致的^[13]。在全球气候变化的大背景下,成都日照时数也发生了相应的变化,因而有必要了解日照的气候特征、变化趋势及影响原因。

本文对成都地区近 50 年的日照时数、日照百分率、总云量进行了分析,并尝试用突变理论对日照时数进行检测分析,找出日照时数的变化特征和规律,以了解当地日照的气候背景和变化趋势,为农业生产的合理布局、环境污染治理等提供科学依据。

1 资料与方法

选取 1951~2000 年成都市逐月、逐年日照时数资料序列。日照时数的变化趋势,采用线性方法计算。

日照时数的突变检测方法采用滑动 t 检验法,即通过考察两组样本平均值的差异是否显著来检验突变。把一连续的随机变量 x 分成两个子样本集 x_1 和 x_2 ,让 μ_i 、 s_i^2 和 n_i 分别代表 x_i 的平均值、方差和样本长度,其中 n_i 为根据需要人为地定义的时间长度。原假设 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$,定义一统计量为 $t_0 =$

中国气象局成都高原气象研究所基本科研业务费(BROP200808)和成都高原气象开放实验室基金(LPM2008003)、副研培养经费、大气成分数值预报业务系统建设项目资助

作者简介:陈碧辉,女,1970 年生,硕士,助理研究员,主要从事大气化学和大气环境研究, Email: cbhyq1021@163.com

收稿日期:2007 年 8 月 7 日;定稿日期:2008 年 6 月 3 日

$\frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p(1/n_1 + 1/n_2)^{1/2}}$, 式中 s_p 是联合样本方差, $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$, t_0 遵从自由度 $\nu = n_1 + n_2$

-2 的 t 分布。给出信度 α , 可得到临界值 t_α , 计算 t_0 后在 H_0 下比较 t_0 和 t_α , 当 $|t_0| \geq t_\alpha$ 时, 否定原假设 H_0 , 说明其存在显著性差异, 即序列中存在突变现象; 当 $|t_0| < t_\alpha$ 时, 即接受原假设 H_0 。

由于子序列长度的选择带有有人为性, 为避免任意选择子序列长度造成突变点的漂移, 具体使用这一方法时, 可以反复变动子序列长度进行试验比较, 提高计算结果的可靠性。

2 日照时数的趋势变化

2.1 年日照时数的变化

成都市年日照时数变化曲线及其线性变化趋势见图 1。由图 1 可知, 近 50 年来成都年日照时数呈减少趋势, 变化趋势为 -6.941 h/a , 1951~2000 年 50 年内约减少了 347 h。从年代变化来看, 50、60、70 年代以正距平居多, 日照时数偏多, 这与全国其他地区变化相同^[8~10], 进入 80 年代后日照时数持续偏少, 相对于 60、70 年代而言, 80、90 年代日照时数呈现显著减少趋势。从日照时数的年际变化振幅(指年日照时数的年际变化幅度, 即年日照时数最大值与最小值之差)来看, 70、80 年代日照时数变化振幅比较大, 分别为 582.5 h、434.8 h, 而 50、60、90 年代日照时数变化振幅分别只有 369.3 h、335.2 h、197.1 h。日照时数年际变化幅度较大, 峰值点(1963 年)与谷点(1989 年)相差可达 662.8 h。

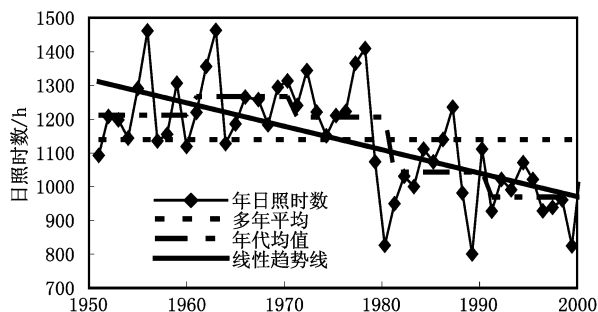


图 1 成都市日照时数变化及其线性趋势

对年日照时数变化趋势进行显著性 t 检验发现, 取显著性水平 $\alpha = 0.005$ 时, t_α 为 2.9426, 年变化趋势对应的 $|t_0| = 4.4054$ 远大于 t_α , 说明年日照时数减少的趋势是显著的。

2.2 日照时数的季节变化

成都市日照时数的年际变化存在明显的季节差异, 图 2 给出了成都市春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12 月至次年 2 月)四季日照时数逐年变化曲线。从图可知, 1951~2000 年成都市春、夏、秋、冬各季日照时数变化趋势与年日照时数变化相同, 呈减少趋势, 但各季变化情况不尽相同, 夏季和冬季减少强烈些, 春季和秋季减少比较缓和些, 春、夏、秋、冬各季的气候倾向率分别为每 10 年 -9.56 、 -29.77 、 -9.91 、 -20.17 h 。各季日照时数年季变化以夏季日照时数变化振幅最大为 342.3 h, 冬和春季次之, 分别为 254.7 和 195.7 h, 而秋季最小为 169.1 h。对春、夏、秋、冬各季日照时数变化趋势的显著性检验方法同年变化趋势。计算得出春、夏、秋和冬季各季日照时数变化趋势

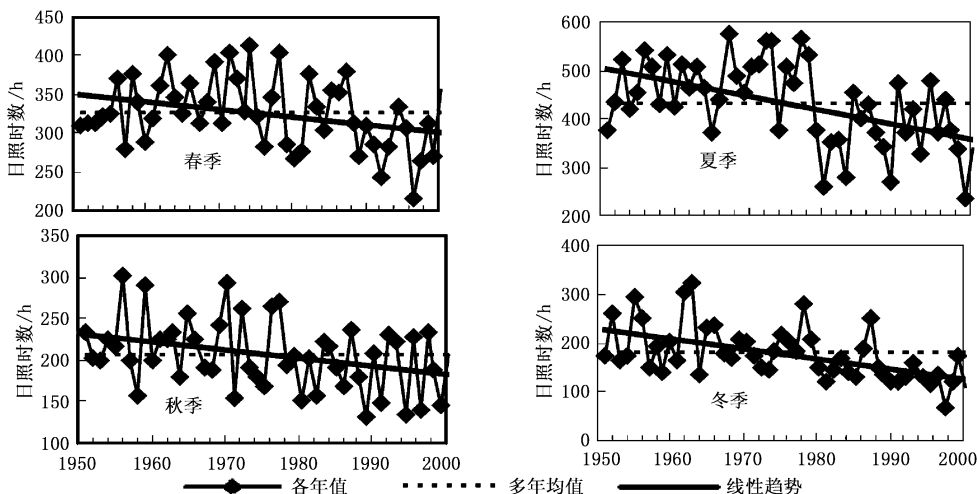


图 2 成都近 50 年各季日照时数的逐年变化曲线

对应的 $|t_0|$ 分别为 2.1919、3.5455、2.4327 和 3.7798。取显著性水平 $\alpha=0.01$, 则 $t_\alpha=2.6822$ 时, 夏、冬两季日照时数减少趋势显著。取显著性水平 $\alpha=0.05$, 则 $t_\alpha=2.0106$ 时, 各季对应的 $|t_0|$ 均大于 t_α , 说明春、夏、秋和冬季各季日照时数的减少趋势是显著的。

2.3 各月日照时数变化趋势

成都市各月日照时数的线性趋势变化率及显著

表 1 成都市各月日照时数线性趋势变化率

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
α	-8.706	-5.563	-6.519	-0.403	-2.642	-5.576	-13.240	-10.96	-3.686	-3.330	-2.893	-5.899
$ t_0 $	2.9433**	2.1180*	2.0849*	0.1465	0.9511	1.7489	1.7417	2.2618*	1.4274	1.5233	1.2087	2.8056**

注: **表示通过 0.01 显著水平检验, *表示通过 0.05 显著水平检验。

3 日照时数、日照百分率和云量的关系

日照时数表示的是某一地区某一时段的日照情况, 而日照百分率表征的则是相对日照率, 由于各年的可照时间变化很小, 因而日照时数与日照百分率的年际变化趋势基本保持一致。成都站近 50 年日照时数与总云量各月多年平均值见图 3。日照时数的月变化曲线呈上凸的抛物线形式, 日照时数月变化表现为夏季大, 春秋季节次之, 冬季最小, 变化趋势基本上与日照百分率变化趋势相同。从图中亦可看出, 总云量值最低的 8 月对应于日照时数的最大值; 但是年云量较小值对应的 1 月、12 月, 其相应的日照时数并不对应于日照时数的较大值; 年云量较大值对应的 5 月、6 月, 其相应的日照时数并不对应于日照时数的较小值。这表明, 影响日照时数的一个重要因子是太阳高度角, 夏季太阳高度角高, 从日出到日落的时间长, 因而日照时数多, 冬季则反之。此外, 有无日照与云是否遮蔽太阳使之是否能直射到

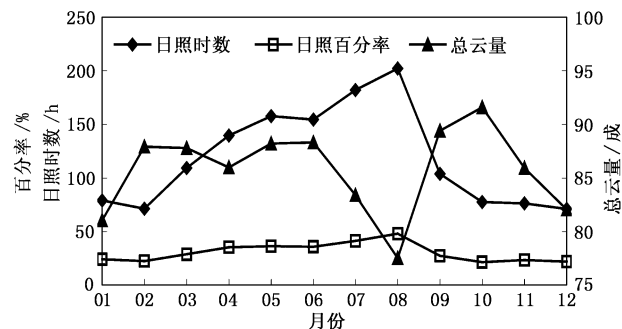


图 3 日照时数、日照百分率及总云量的月变化曲线

性检验情况见表 1。从表中可以看出, 成都各月的日照时数均呈减少趋势。显著性检验发现, 1、12 月变化趋势通过显著性水平 $\alpha=0.01$ 的检验, 1、2、3、8、12 月的变化趋势通过显著性水平 $\alpha=0.05$ 的检验。其中 8 月日照时数减少明显, 其线性变化率为每 10 年 10.96 h。4 月日照时数减少的趋势最不明显, 其线性变化率为每 10 年 0.403 h。

地面有关, 而不与全天穹的云量多少直接有关。

4 日照时数的突变检测分析

4.1 年日照时数的突变

对成都市 1951~2000 年日照时数序列计算滑动 t 统计量, 并作显著性检验。计算过程中, 不断地变动子序列长度, 以增进突变检测结果的可靠性。

取显著性水平 $\alpha=0.005$, 当 $n_1+n_2-2=48$ 时, $t_\alpha=2.9426$ 。对年日照时数的平均值的时间序列, 分别取不同的 n_1 和 n_2 , 计算 t 值。经计算发现, 当 $n_1=28, n_2=22$ 时 (即将序列分为 1951~1978 和 1979~2000 年), $t=8.364$, 远远大于临界值 2.9426, 故否定原假设 $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$, 表明序列中存在突变。表现为年日照时数在 1978 年附近迅速减少, 从 1978 年以前日照正距平明显占优势的多日照气候阶段, 转变成 1978 年以后日照负距平占优势的少日照气候阶段。

4.2 各月日照的突变

运用滑动 t 检验法检测成都市各月日照时数序列的突变现象。发现, 春季 (3~5 月) 在 1988 年、夏季 (6~8 月) 在 1978 年、秋季 (9~11 月) 在 1987 年和 1960 年附近、冬季在 1980 年附近和 1988 年也存在突变现象。

5 结论

通过以上分析, 得出近 50 年成都市日照时数变化有以下特点:

(1) 从日照时数的年际变化振幅来看, 20 世纪

70、80年代日照时数变化振幅比较大。日照时数年际变化幅度较大。

(2)日照时数的年际变化存在明显的季节差异,春、夏、秋、冬各季日照时数变化趋势与年日照时数变化相同,呈减少趋势,但各季变化情况不一样,夏、冬季减少强烈些,春、秋季减少要小些。

(3)成都各月的日照时数均呈减少趋势,8月减少趋势最为显著,4月减少趋势较弱。

(4)日照时数与日照百分率的年际变化基本保持一致。

(5)年日照时数在1978年附近的突变现象显著,表现为日照的急剧减少,从70年代前的气候多日照时段转变成少日照时段。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 符淙斌,王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992,(4):482-491.
- [3] 周淑贞. 上海城市对云量和日照的影响[J]. 华北师范大学学

- 报,1990,(地理科学专辑):7-151.
- [4] 陈明荣. 西安市街道的日照和太阳辐射[G]//城市气候与城市规划. 北京:科学出版社,1985. 92-981.
- [5] 贾金明,吴建河,徐巧真,等. 河南日照变化特征及成因分析[J]. 气象科技,2007,35(5):655-660.
- [6] 郭军,任国玉. 天津地区近40年日照时数变化特征及其影响因素[J]. 气象科技,2006,34(4):415-420.
- [7] 覃峥嵘. 南宁日照时数减少的气候特征及成因分析[J]. 广西气象,1999,20(2):38-40.
- [8] 谭友邦,谢利娟. 内江市近40年日照变化的统计特征[J]. 气象,1996,22(10):27-30.
- [9] 张运林,秦伯强,陈伟民,等. 太湖无锡地区近40a来日照的变化特征分析[J]. 气象科学,2003,23(2):231-237.
- [10] 李明香,才荣辉,金巍. 营口市近50年来日照时数变化的特征分析[J]. 辽宁气象,1999,(3):10-12.
- [11] 吴达鸿. 简析近年日照时数偏少的原因[J]. 广东气象,2001,(1):35-36.
- [12] 桑建人,刘玉兰,林莉. 银川市太阳总辐射对气候变化的影响分析[J]. 气象科技,2006,34(4):421-425.
- [13] 任国玉,郭军,徐铭志,等. 近50年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报,2005,63(6):942-952.

Variation Characteristics of Sunshine Duration in Chengdu in Recent 50 Years

Chen Bihui¹ Zhang Ping¹ Hao Kejun² Luo Lei¹

(1 Institute of Plateau Meteorology, CMA, Chengdu; 2 Sichuan Provincial Weather Modification, Chengdu 610071)

Abstract: An analysis is made of the annual, seasonal, and monthly variation characteristics of sunshine duration in recent 50 years and its relationship with total cloudiness, trying to detect the variation of sunshine duration in Chengdu by the abrupt climate change theory. The results indicate that in recent 50 years, the sunshine duration decreased with a tendency of 69.41 hours per ten years; the interannual variation amplitude was obviously greater; and the difference between the sunshine durations in 1963 and in 1989 is up to 662.8 hours. There is obvious seasonal difference in sunshine duration, with bigger decreasing amplitude in summer and winter than those in spring and autumn and a tendency of -29.77 and -20.17, -9.91 and -9.56 hours per ten years, respectively. The decreasing tendency is obviously greater in August and less in April. The annual variation of sunshine duration is consistent with sunshine percentage. The sudden change occurred around 1978, with the annual sunshine duration decreased rapidly.

Key words: sunshine duration, sudden change, tendency