

马尔康近60年降水与日照的变化特征分析

张阳^{1,2*}, 肖国杰^{1#}, 肖天贵¹

¹成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

²武胜县气象局, 四川 广安

收稿日期: 2021年9月27日; 录用日期: 2021年10月22日; 发布日期: 2021年10月29日

摘要

利用马尔康地面观测站1960~2019年的降水和日照时数资料,采用趋势分析、累积距平和小波分析方法,分析了马尔康地区近60 a降水和日照的变化特征。结果表明:马尔康1960~2019年平均年降水量为793.0 mm,近60 a年降水量呈波动上升趋势,气候倾向率为17.6 mm/10a;平均年日照时数为2256.2 h,日照时数呈波动下降趋势,气候倾向率为-37.6 h/10a。1987年和2008年属于降水量低值转折年,但未达到降水突变水平,2008年至今降水量增加趋势依然持续;1980年属于从日照时数偏多期转为偏少期的转折年,但也未达到突变水平。降水量振荡周期为4 a、12 a和29 a,日照时数主振荡周期约在28 a,在降水29 a和日照28 a时间尺度上,2019年之后等值线未闭合,表明未来一段时间内年降水和日照将继续处于偏多时期。

关键词

马尔康, 降水, 日照, 累积距平, 小波分析

Analysis on the Variation Characteristics of Precipitation and Sunshine Precipitation in Maerkang in the Recent 60 Years

Yang Zhang^{1,2*}, Guojie Xiao^{1#}, Tianguai Xiao¹

¹College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

²Wusheng Meteorological Bureau, Guang'an Sichuan

Received: Sep. 27th, 2021; accepted: Oct. 22nd, 2021; published: Oct. 29th, 2021

Abstract

Based on the data of precipitation and sunshine hours from 1960 to 2019 at Maerkang ground

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 张阳, 肖国杰, 肖天贵. 马尔康近 60 年降水与日照的变化特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2021, 10(6): 598-605. DOI: 10.12677/ccrl.2021.106070

observation station, the characteristics of precipitation and sunshine variation in recent 60 years in Maerkang area are analyzed by using trend analysis, cumulative anomaly and wavelet analysis. The results show that the precipitation in Maerkang from 1960 to 2019 was 793.0 mm. The precipitation in the recent 60 years showed a fluctuating upward trend and the climate trend rate was 17.6 mm/10a. The annual average sunshine hours were 2256.2 h; the sunshine hours showed a fluctuating downward trend and the climate trend rate was -37.6 h/10a. 1987 and 2008 were turning years of low precipitation, but they had not reached the level of abrupt change of precipitation. 1980 was a turning year from more sunshine hours to fewer sunshine hours, but it did not reach the mutation level. The oscillation period of precipitation was 4 a, 12 a and 29 a, and the main oscillation period of sunshine hours was about 28 a. On the time scale of precipitation 29 a and sunshine 28 a, the isoline was not closed after 2019, which indicates that the annual precipitation and sunshine will continue to be in a more frequent period in the future.

Keywords

Maerkang, Precipitation, Sunshine, Cumulative Anomaly, Wavelet Analysis

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着整个全球气候的发生变化,中国的气候已经表现出独特的变化和特征,年均降水量的变化趋势不显著,但是存在明显的地理或者区域差异[1]。极端降水事件大多出现在 35°N 以南,尤其是在长江中下游、江南地区和高原东南部,且在在这些地区极端降水有较长的持续时间[2]。我国总体夏季降水频率呈下降趋势,降水总量、降水强度呈上升趋势。西南、青藏高原降水强度呈上升趋势,降水总量、降水频率呈下降趋势[3]。同时在全球气候变化的大环境下,全球太阳辐射呈现逐年下降趋势,日照时数是太阳辐射最直接的表现形式,日照是气候形成的重要因素[4]。日照时数直接影响地表可获得的太阳辐射能量,进而影响其他气象要素的空间分布和地表通量[5]。东北地区年日照时数表现为显著减少趋势[6]。陈少勇等人[7]研究发现西北大部分地区日照时数明显减少。西南地区日照时数减少的台站主要分布在低海拔区域,尤其是四川盆地和贵州高原[8] [9] [10]。江苏地区年日照时数下降趋势明显[11]。

马尔康处于青藏高原东南缘,位于四川盆地西北部,属于横断山脉范围,目前所做的大量研究主要是针对西南或横断山脉较大区域的降水或日照的研究,而对于马尔康这样小区域研究较少。另外马尔康是阿坝州的州府,其旅游资源丰富,森林覆盖面积高。因此分析马尔康地区近 60 a 降水和日照时数,得出降水和日照时数的变化特征和规律,以了解当地的气候背景和变化趋势,可以为该地区农业生产生活提供依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料概况

使用资料为马尔康站 1960~2019 年的逐月降水量和日照时数来分析马尔康近 60 a 降水和日照时数的变化特征。气象数据来源于中国气象数据网。

2.2. 研究方法

利用线性倾向趋势分析[12]、累积距平分析[13]、滑动平均及时间序列小波分析[13]等方法,对该地区的降水和日照的变化特征进行研究。用线性倾向估计法来分析降水量和日照时数的主要线性变化趋势,趋势的大小以及趋势的显著性特征等;用小波分析法来研究各时间尺度上降水和日照的周期性和对这两个气候要素的主要周期的未来变化趋势进行预测。

3. 研究结果

3.1. 降水的年际变化

图 1 为马尔康 1960~2019 年降水量的变化曲线,对其进行五年滑动平均和线性拟合可见,近 60 a 的平均年降水量为 793.0 mm,年降水量最低值为 557.8 mm,出现在 2002 年;最高值为 1069.6 mm,出现在 2019 年。近 60 a 年降水量呈增长趋势,气候倾向率为 17.6 mm/10a,相关系数 $r = 0.288$,通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,表明线性回归是显著的,即年降水量的增长趋势是显著的。从五年滑动平均来看,马尔康的降水量变化波动性较强。1960~1988 年和 1994~2009 年属于降水量偏少的两个时期,在这两段时期仅 1975 年的年降水量高于平均值较多,1989~1993 年和 2009 年后属于降水量偏多的两个时期。

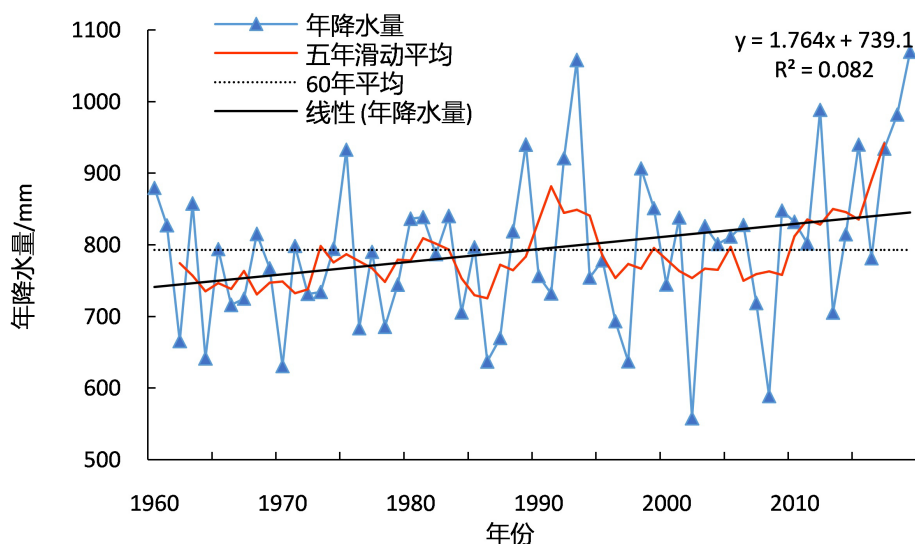


Figure 1. Interannual variation of annual precipitation in Maerkang from 1960 to 2019

图 1. 1960~2019 年马尔康年降水量年际变化

3.2. 降水的累积距平

如图 2 马尔康年降水量累积距平所示,降水量在近 60 a 有较大的升降变化。1960~1987 年呈现出波动下降趋势,1988~1993 年呈现出波动上升趋势,1994~2008 年呈现出波动下降趋势,2009~2019 年呈现出波动上升趋势。1987 年和 2008 年属于低值转折年,其中信噪比各自为 0.28 和 0.53,说明 1987 年和 2008 年不是降水突变年,但 2008 年信噪比大于 1987 年信噪比,则表明以 2008 年为界,前后降水量变化最大。1993 年属于高值转折年,其信噪比为 0.18,所以 1993 年前后不存在降水突变。年降水量累积距平最低值出现在 2008 年,其值为 -973.5 mm,表明这一年属于从降水量偏低时期转为偏高时期的分界年,2008 年至今降水量增加趋势依然持续。

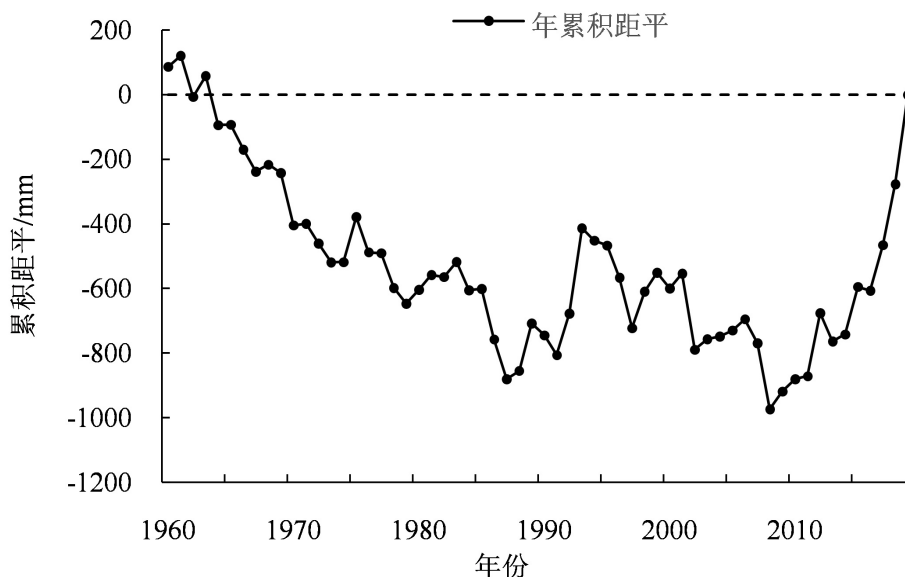


Figure 2. Cumulative anomaly of annual precipitation in Maerkang from 1960 to 2019

图 2. 1960~2019 年马尔康年降水量的累积距平

3.3. 降水的周期分析

为了进一步了解近 60 a 马尔康地区年降水量的变化规律, 根据马尔康年降水时间序列, 运用小波变换方法, 进行 Morlet 小波变换, 结果如图 3, 等值线实线表示数值为正, 代表降水量偏多; 等值线虚线表示数值为负, 代表降水量偏少; 零线用标注 0 的粗实线表示。图 4 的马尔康年降水量小波方差图中出现了 3 个极大值, 分别为 4、12 和 29, 说明马尔康地区振荡周期为 4 a、12 a 和 29 a, 在 29 a 左右相对较大的时间尺度上, 1969~1979 年、1986~1989 年和 2001~2011 年基本上表现为马尔康地区年降水量处于偏少期, 1960~1968 年、1980~1985 年、1990~2000 年和 2012~2019 年基本上表现为马尔康地区年降水量处于偏多期, 并且直到 2019 年等值线未闭, 说明未来一段时间内降水将处于偏多时期。当然由于小尺度振荡的存在, 在大尺度的振荡中, 也会出现个别相对少或多的时期。但总体上看, 近 60 a 马尔康地区年降水量枯、丰交替的特征非常明显, 经历了 3 个枯、丰交替的阶段。

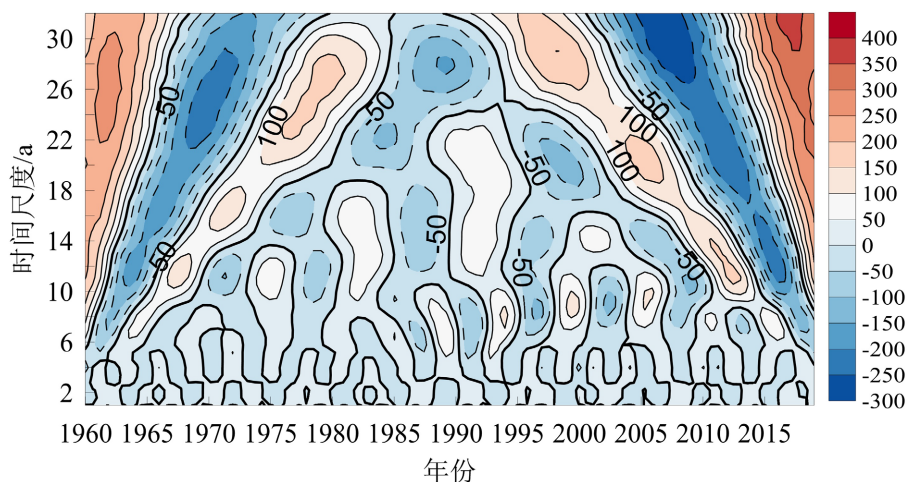


Figure 3. Real part isogram of wavelet coefficients of annual precipitation in Maerkang

图 3. 马尔康年降水量小波系数实部等值线图

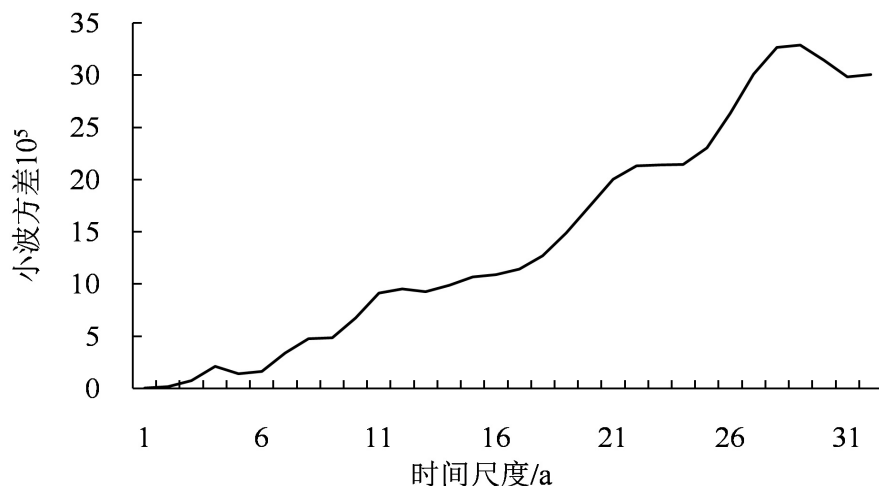


Figure 4. Wavelet variogram of annual precipitation in Maerkang
图 4. 马尔康年降水量小波方差图

3.4. 日照的年际变化

图 5 为马尔康 1960~2019 年日照时数的变化曲线, 对其进行五年滑动平均和线性拟合可见, 近 60 a 的平均年日照时数为 2256.2 h, 年日照时数最低值为 1859.2 h, 出现在 1992 年; 最高值为 2363.4 h, 出现在 1973 年。近 60 a 年日照时数呈减少趋势, 气候倾向率为 $-37.6 \text{ h}/10\text{a}$, 相关系数 $r = -0.526$, 通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验, 表明线性回归是极显著的, 即年日照时数的减少趋势是极显著的。从五年滑动平均来看, 1960~1987 年属于日照时数偏多时期, 仅 1974 年、1981 年、1982 年和 1985 年小于近 60 a 年日照时数平均值, 1988~2019 年属于日照时数偏少时期, 2006~2016 年期间日照呈波动变化。1973~1992 年期间日照时数存在较大的下降趋势。

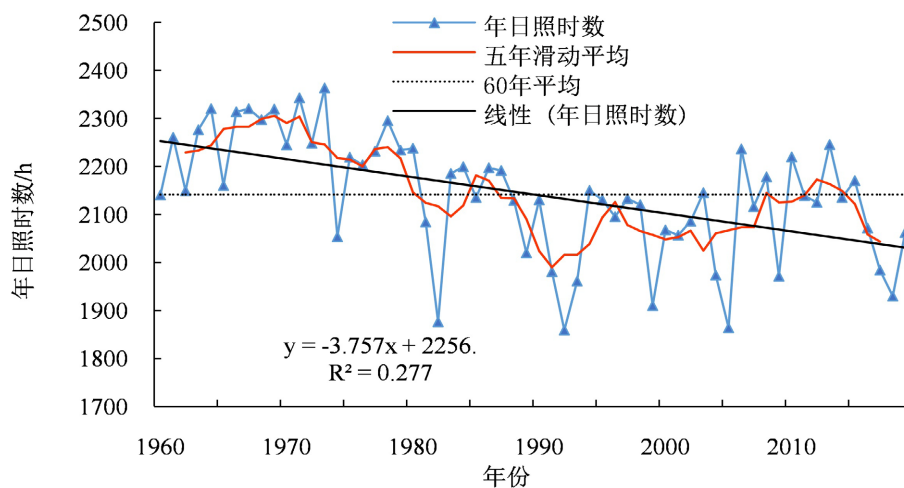


Figure 5. Interannual variation of sunshine hours in Maerkang from 1960 to 2019
图 5. 1960~2019 马尔康年日照时数年际变化

3.5. 日照的累积距平

马尔康年日照时数的累积距平如图 6 所示, 年日照时数累积距平最大值出现在 1980 年, 其值为 2266.8 h。1960~1980 年日照时数呈现出增加的特点, 属于正距平占优势的日照偏多时期, 1980~2019 年呈现出波动减

少的特点,属于负距平占优势的日照偏少时期,1993~1998年和2005~2016年为日照相对稳定时期。1980年属于从日照时数偏多期转为偏少期的转折年,其信噪比为0.92,这一年前后不存在明显的日照气候突变。

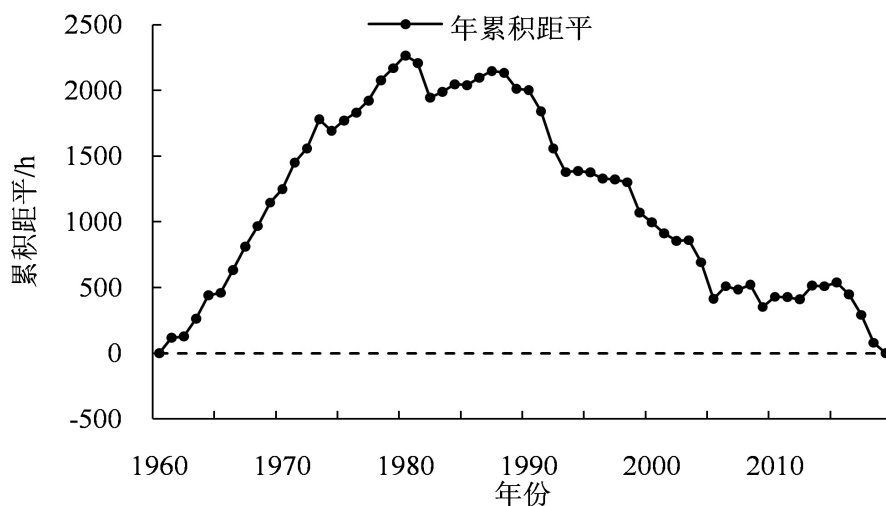


Figure 6. Cumulative anomaly of sunshine hours in Maerkang from 1960 to 2019

图 6. 1960~2019 年马尔康年日照时数的累积距平

3.6. 日照的周期分析

为了进一步了解近 60 a 马尔康地区年日照时数的变化规律,根据马尔康日照时数时间序列,运用小波变换方法,进行 Morlet 小波变换,结果如图 7,等值线实线表示数值为正,代表日照时数偏多;等值线虚线表示数值为负,代表日照时数偏少;零线用标注 0 的粗实线表示。图 8 马尔康年日照时数小波方差图中只有时间尺度为 28 a 的一个峰值,说明主振荡周期约在 28 a,在 28 a 左右相对较大的时间尺度上,1968~1977 年、1986~1994 年和 2003~2012 年基本上表现为马尔康地区年日照时数处于偏少期,1960~1967 年、1978~1985 年、1995~2002 年和 2013~2019 年基本上表现为马尔康地区年日照时数处于偏多期,并且直到 2019 年等值线未闭,说明未来一段时间内年日照将继续为偏多时期。当然由于小尺度振荡的存在,在大尺度的振荡中,也会出现个别相对少或多的时期。但总体上看,近 60 a 马尔康地区年日照强、弱交替的特征非常明显,经历了 3 个强、弱交替的阶段。

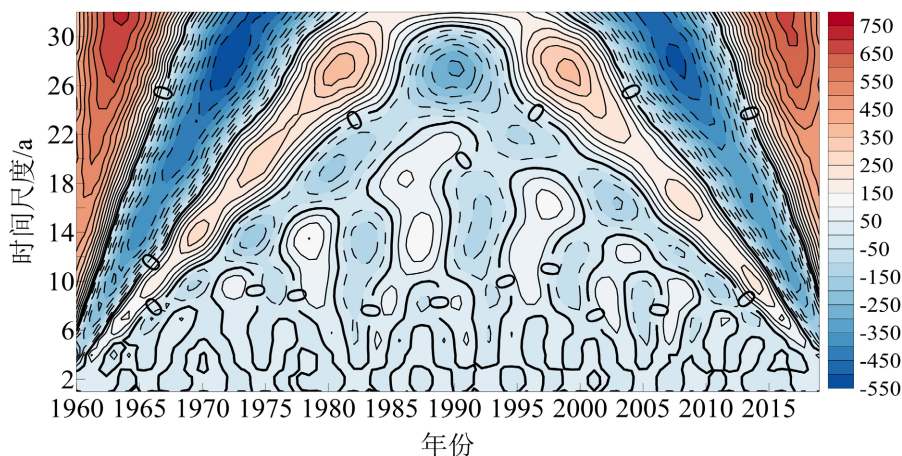


Figure 7. Real part contour map of wavelet coefficients of sunshine hours in Maerkang

图 7. 马尔康年日照时数小波系数实部等值线图

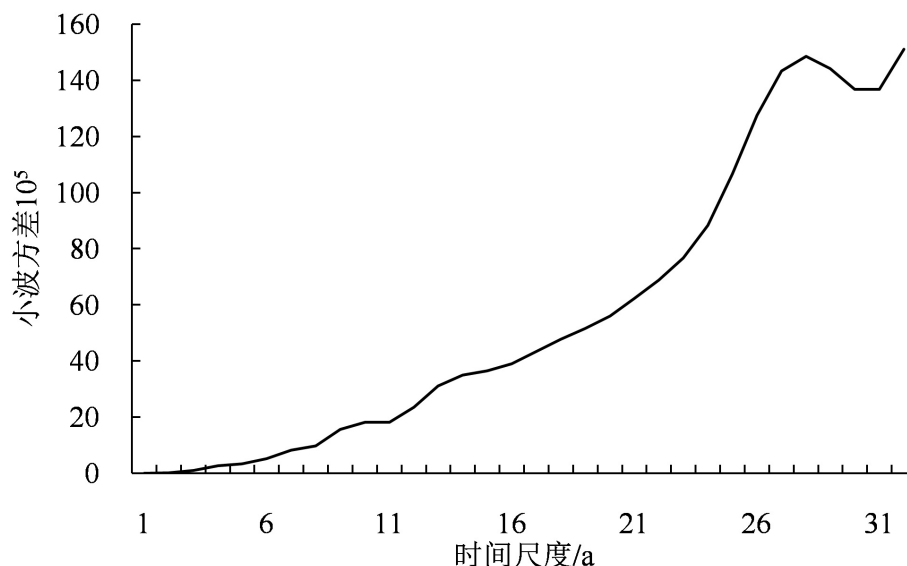


Figure 8. Wavelet variogram of annual sunshine hours in Maerkang
图 8. 马尔康年日照时数小波方差图

4. 结论

通过对马尔康站 1960~2019 年降水和日照时数资料的分析, 得到如下结论:

1) 马尔康 1960~2019 年降水量为 793.0 mm, 近 60 a 年降水量呈波动上升趋势, 气候倾向率为 17.6 mm/10a; 年平均日照时数为 2256.2 h, 日照时数呈波动下降趋势, 气候倾向率为-37.6 h/10a。

2) 从年降水量的累积距平分析中可知, 1987 年和 2008 年属于低值转折年, 其信噪比各自为 0.28 和 0.53, 即 1987 年和 2008 年并不是降水突变年, 2008 年后降水量增加趋势依然持续。根据年日照时数的累积距平分析, 1980 年属于从日照时数偏多期转为偏少期的转折年, 其信噪比为 0.92, 则 1980 年不是日照时数的突变年。

3) 马尔康地区降水量振荡周期为 4 a、12 a 和 29 a, 日照时数主振荡周期约在 28 a, 在降水 29 a 和日照 28 a 时间尺度上, 2019 年之后等值线未闭合, 表明未来一段时间内年降水和日照将继续处于偏多时期。

参考文献

- [1] 左洪超, 吕世华, 胡隐樵. 中国近 50 年气温及降水量的变化趋势分析[J]. 高原气象, 2004, 23(2): 238-244.
- [2] 王志福, 钱永甫. 中国极端降水事件的频数和强度特征[J]. 水科学进展, 2009, 20(1): 1-9.
- [3] 赖欣, 范广洲, 董一平, 等. 近 47 年中国夏季日降水变化特征分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(11): 1277-1282.
- [4] Watson, R.T. (2002) The Core Writing Team. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, New York.
- [5] 何彬方, 冯妍, 荀尚培, 等. 安徽省 50 年日照时数的变化特征及影响因素[J]. 自然资源学报, 2009, 24(7): 1275-1285.
- [6] 周晓宇, 张新宜, 崔妍, 等. 1961-2009 年东北地区日照时数变化特征[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(5): 112-120.
- [7] 陈少勇, 张康林, 邢晓宾, 等. 中国西北地区近 47 a 日照时数的气候变化特征[J]. 自然资源学报, 2010, 25(7): 1142-1152.
- [8] 陈碧辉, 张平, 郝克俊, 等. 近 50 年成都市日照时数变化规律[J]. 气象科技, 2008, 36(6): 760-763.

-
- [9] 杨小梅, 安文玲, 张薇, 等. 中国西南地区日照时数变化及影响因素[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2012, 48(5): 52-60.
- [10] 符传博, 丹利, 吴润, 等. 近 46 年西南地区晴天日照时数变化特征及其原因初探[J]. 高原气象, 2013, 32(6): 1729-1738.
- [11] 沈琪, 曾燕, 肖卉, 等. 江苏省日照时数的气候特征分析[J]. 气象科学, 2007, 27(4): 425-429.
- [12] 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: 69-72.
- [13] 黄嘉佑, 李庆祥. 气象数据统计分析方法[M]. 北京: 气象出版社, 2015: 457-459.