

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0046-05

近 50 年广西蒸发量与太阳辐射关系分析

郭 媛¹, 陈贻亮², 何 宽¹

(1.广西区防雷中心, 南宁 530022; 2.广西梧州市气象局, 广西 梧州 543002)

摘 要:采用 Mann—Kendall 趋势检验方法和 Pearson 相关分析法计算广西全区 92 个气象观测站点的 20cm 口径蒸发皿蒸发量和太阳辐射数据(1961—2010 年),分析两者变化关系,得出:,广西全区的蒸发皿蒸发量与太阳辐射两者之间存在显著正相关关系,均为显著下降趋势,桂北地区的蒸发皿蒸发量受太阳辐射的影响最为明显;在季节变化方面,春、夏、冬三季蒸发皿蒸发量存在显著减少趋势,桂南地区的蒸发能力最强,但下降趋势没有桂北和桂中地区明显。春季、夏季太阳辐射变化存在显著减少趋势,桂北地区太阳辐射变化减少趋势比桂南地区明显。

关键词:蒸发皿蒸发量;太阳辐射;对比分析;相关关系

中图分类号:P426.2;P467;P468.2 **文献标识码:**A

Analysis of the relationship between evaporation and solar radiation of Guangxi in recent 50 years

Guo Yuan¹, Chen Yiliang², He Kuan¹

(1.Guangxi Lightning Protection Center, Nanning Guangxi 530022;
2. Wuzhou Meteorological Bureau, Wuzhou Guangxi 543002)

Abstract: In this paper, the Mann – Kendall trend test and Pearson correlation analysis were used to calculate the evaporation capacity of 20cm evaporating dish and solar radiation data (1961–2010) of 92 meteorological observation stations in the whole region of Guangxi and analyzed the relationship between the two. The conclusion was: there was a significant positive correlation between the evaporation of the evaporating dish and the solar radiation in Guangxi, both of which had a downward trend. The evaporation of the evaporating dish in the north of Guangxi is affected by the solar radiation most. The evaporation of evaporation in spring, summer and winter was significantly reduced and the evaporation capacity of southern Guangxi was the strongest, but the decline was not obvious in northern Guangxi and middle Guangxi. There was a significant decreasing trend of solar radiation in spring and summer. The decreasing trend of solar radiation in North Guangxi was more obvious than that in southern Guangxi.

Keywords: evaporation capacity of evaporating dish; solar radiation; comparative analysis; correlation

引 言

蒸发皿蒸发量作为反映蒸发能力的指标,受辐射、气温、湿度、风速等多种要素的影响,且这些要素作用机理复杂,全球许多地区观测的蒸发皿蒸发量都表现为稳定的下降趋势,对其成因的探求一直是科学界致力解决的问题之一。Michael^[1]根据全球温

度日较差变小的统计结果,得出太阳辐射量是影响蒸发量的关键因子,太阳辐射量降低,蒸发量也随之减少^[2]。同时,不少研究表明,在 1960 到 1990 年的 30 年时间里,地表太阳辐射量正在不断下降。

本文统计广西区气象站点观测数据,计算太阳辐射量,综合分析蒸发量和太阳辐射变化之间的关系,为合理开发使用广西区内水资源、太阳能等提供

收稿日期:2017-09-08
基金项目:广西区防雷中心自立课题(桂雷科[2012]009)资助
作者简介:郭媛(1984-),女,硕士,工程师,从事应用气象、雷电防御等方面研究。

参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源与处理

根据收集的区内 92 个气象观测站的资料,提取 20cm 口径蒸发皿蒸发量和日照时数,时段从 1961 年到 2010 年。

参考广西区气候中心资料,遵循气候相似性和差异性原则,将全区站点划分为桂南、桂中和桂北地区(图略)。

1.2 方法

1.2.1 太阳辐射的计算

太阳辐射 R_i 的计算方法如下:

$$R_i = R_0(A + BS) \quad (1)$$

经验系数 A、B 取值为 0.15 和 0.5, S 为太阳辐射的单位矢量。 R_0 天文总辐射计算方法如下:

$$R_0 = \frac{T_0 I_0}{\pi \rho^2} (\omega_0 \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_0) \quad (2)$$

上式(2): R_0 是天文辐射日总量(单位为: $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$); T_0 是一天的周期(单位为: 86400s); I_0 是太阳常数(单位为: $0.1367 \times 10^{-2} \text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$); ρ 是日地相对距离(单位为: km); ω_0 是日落时角(rad); φ 是地理纬度; δ 是太阳赤纬(rad)。

1.2.2 分析方法

(1) Mann-Kendall 非参数检验方法

该文使用 Mann-Kendall 非参数检验方法,对时间序列变化趋势的显著性进行检验^[3]。当统计变量趋势值 $MK > 0$ 时,表示统计值呈上升趋势; $MK < 0$ 时,表示统计值呈下降趋势; $MK = 0$ 时,表示统计值呈现不波动趋势^[4]。

(2) 相关分析法

根据全区蒸发皿蒸发量和太阳辐射数据,分别处理上述数据在年际、季节变化方面的 Pearson 相关系数 R,以此分析蒸发量和太阳辐射二者在年际、季节变化上的相关性,以及在时空分布上是否存在一定关联。

(3) 回归分析法

采用线性回归分析法来拟合蒸发量和时间变化的关系、太阳辐射和时间变化的关系,建立两者的回归模型,计算决定系数 R^2 ,用模型检验结果的显著性水平(即 Sig. 值),模型是否有显著的统计意义。

2 结果分析

2.1 广西近 50 年来 20cm 口径蒸发皿蒸发量的变化特征

2.1.1 20cm 口径蒸发皿蒸发量年际变化

统计得出全区实测 20cm 口径蒸发皿蒸发量年均值,近 50 年来蒸发量的年际变化总体呈下降趋势(图 1),气候变化率为 $-2.9173 \text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$,通过 0.01 置信度检验。

全区蒸发量主要集中在 1960 年到 1980 年,之后呈明显下降趋势,减少幅度为 $-29.173 \text{mm} \cdot (10\text{a})^{-1}$ (通过 0.01 显著性水平检验)。

从蒸发量年际变化 MK 趋势图看(图略),桂北和桂中蒸发量变化曲线和全区变化曲线趋势吻合度较高;桂南的蒸发能力最强,蒸发量变化曲线处于其他区域变化曲线之上,但蒸发量下降趋势没有桂北和桂中地区明显,下降幅度也不及其他地区大。

分析蒸发量变化 MK 趋势值分布图(图略),全区蒸发量变化趋势具有明显减少的特点。桂北地区存在显著减少趋势的站点多于桂南。

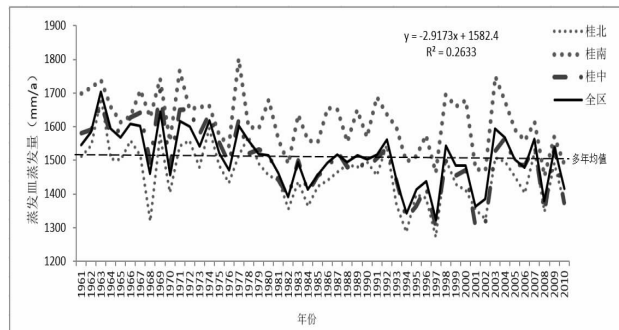


图 1 广西 20cm 口径蒸发皿蒸发量变化趋势图

2.1.2 20cm 口径蒸发皿蒸发量的季节变化

全区季节蒸发量变化趋势 MK 统计检验结果显示(图 2-图 3,全区蒸发量在季节变化方面呈现十分明显的下降趋势,除桂南的秋冬两季和桂北的秋季,均通过 99% 的置信度检验。除秋季外,全区的蒸发量在其他三季均为显著减少趋势。

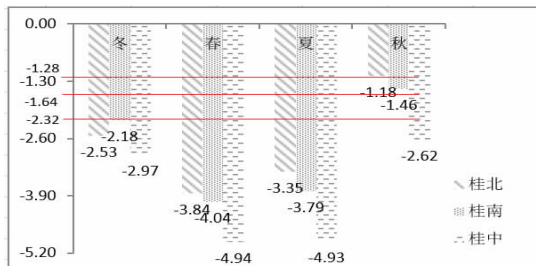


图 2 广西 20cm 口径蒸发皿蒸发量季节变化 MK 趋势值

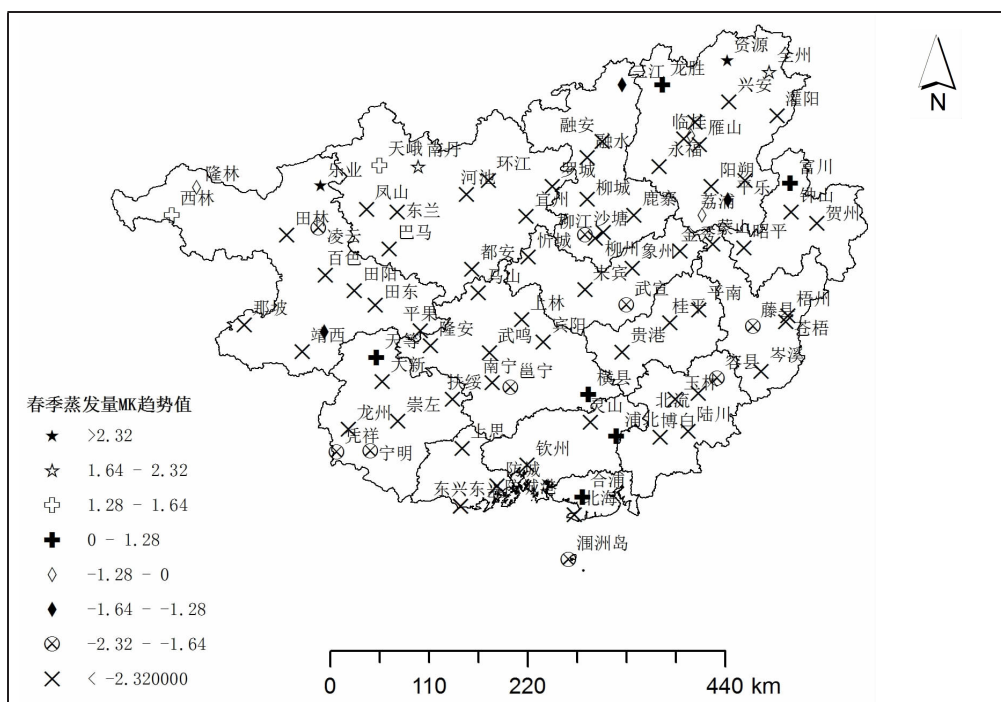


图3 广西20cm口径蒸发皿蒸发量变化MK趋势分布图(春季)

2.2 广西近50年来太阳辐射的变化特征

2.2.1 太阳辐射年际变化

分析广西全区太阳辐射量变化(图4),20世纪60年代,全区太阳辐射量最大,在多年均值以上平稳波动变化;70、80年代,太阳辐射在多年均值上下变化,从20世纪80年代后期开始,太阳辐射量呈现显著减少趋势,其气候变化速率为 $-4.43\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot(\text{10a})^{-1}$ 。在1990年前,太阳辐射在多年均值 $2031.03\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 附近上下波动,呈平缓下降趋势;从90年代中期开始,太阳辐射就在多年均值以下显著减少;2000年代初,恢复到多年均值上下波动变

化。桂南、桂中和桂北太阳辐射变化态势均与全区变化曲线相符,即50年来桂中太阳辐射变化呈显著下降趋势,明显的转折变化发生在20世纪80年代后期;其中桂中太阳辐射变化曲线和全区太阳辐射变化曲线吻合度最为贴切,桂南变化均值最大,桂北最小;桂南太阳辐射变化在多年均值以上波动变化,而桂北太阳辐射变化在多年均值以下。

根据全区太阳辐射年际变化的MK趋势值(图5),得出全区太阳辐射变化呈现显著下降趋势。存在显著减少趋势的站点分布为桂北多于桂南(图6)。

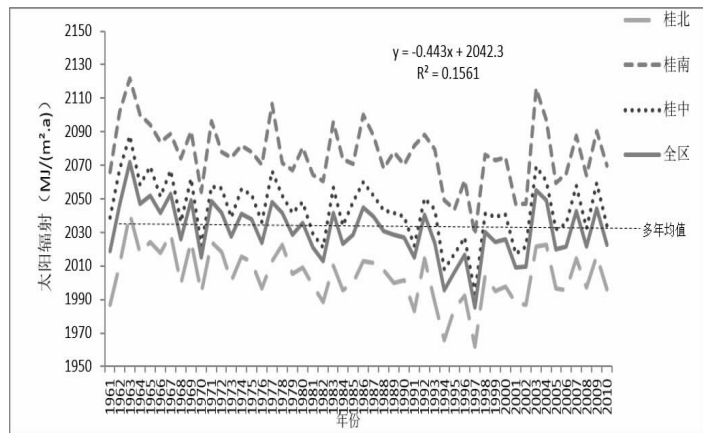


图4 广西太阳辐射变化趋势图

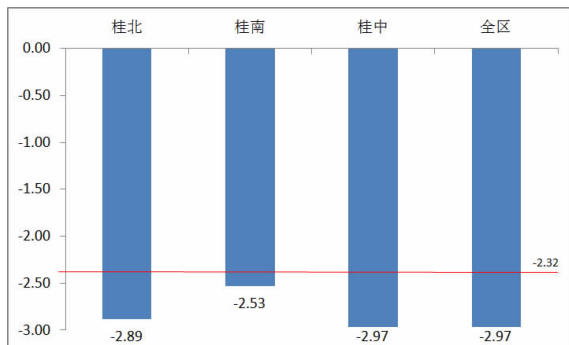


图5 广西太阳辐射年际变化MK趋势

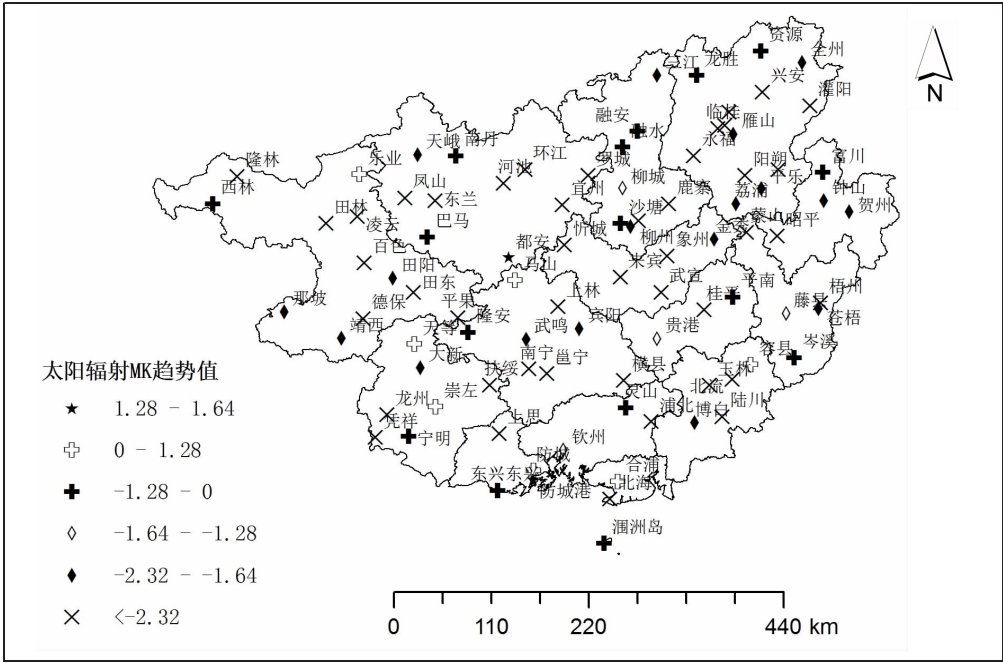


图 6 广西太阳辐射 MK 趋势分布图

2.2.2 太阳辐射的季节变化

从季节变化分析,根据通过 99%的置信度检验的 MK 统计检验结果得出(见图 7),在春夏季节,太阳辐射变化表现出明显的下降趋势。20 世纪 80 年代后期以来,春夏季节的太阳辐射减少是全区太阳辐射减少主要因素。对比季节变化和年变化态势,太阳辐射呈现一致的下降趋势,20 世纪 80 年代后期开始出现下降转折变化,桂北下降趋势明显于桂南(图略)。

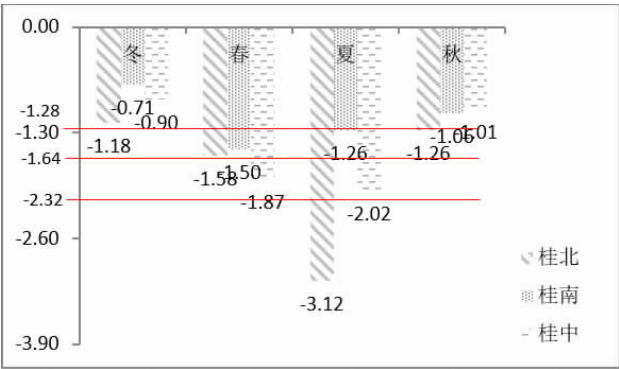


图 7 广西太阳辐射季节变化 MK 趋势

2.3 近 50 年来广西 20cm 口径蒸发皿蒸发量与太阳辐射的变化关系

2.3.1 20cm 口径蒸发皿蒸发量与太阳辐射的年际变化关系

根据蒸发皿蒸发量和太阳辐射年际变化相关系

数统计,发现蒸发量和太阳辐射呈现显著正相关关系。全区气象站点太阳辐射变化和蒸发皿蒸发量变化的 Pearson 相关系数全大于 0,二者变化关系在桂北的显著相关性最强。

全区蒸发量和太阳辐射在总体、局部方面呈相同的变化趋势。当太阳辐射强时,蒸发力也强(比如 60、70 年代);当太阳辐射明显减少时,蒸发量也会出现降低态势(比如 80 年代末);当太阳辐射发生转折变化时,蒸发量也会有相似的转折变化。太阳辐射的变化是影响蒸发量的关键因子之一。

2.3.2 20cm 口径蒸发皿蒸发量与太阳辐射的季节变化关系

计算全区 20cm 口径蒸发皿蒸发量和太阳辐射变化在各个季节的 Pearson 相关系数。蒸发量与太阳辐射变化关系显著,一致表现明显下降趋势,且桂北显著于桂南。夏季 Pearson 相关系数呈高度显著相关的站点最多。

3 结论与讨论

(1)在 1960 年至 2010 年期间,广西全区的蒸发能力表现为减少态势。仅在 60~70 年代蒸发能力表现较强。自 1980 年开始蒸发量在多年均值附近区域上下波动式减小;春季、夏季、冬季蒸发皿蒸发量存在显著减少趋势,桂南地区的蒸发能力最强,但下降趋势没有桂北和桂中地区明显。

(2)同期,广西全区的太阳辐射量也呈显著下降趋势。20 世纪 60 年代,全区太阳辐射量最大,自 20 世纪 80 年代后期开始,表现为显著减少趋势。春季、夏季太阳辐射变化存在显著减少趋势,桂北太阳辐射变化减少趋势比桂南明显。

(3) 广西全区蒸发量变化与太阳辐射变化在总体和局部方面均保持良好一致的变化趋势,呈显著正相关关系。

参考文献:

- [1] Moonen A C, L Ercoli, M Mariotti, et al. Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years[J]. *Agric For Meteorol*, 2002, 111: 13~27.
- [2] Gilgen H., Wild M. and Ohmura A. Means and trends of shortwave irradiance at the surface estimated from Global Energy Balance Archive Data. [J]. *Climate*. 1998, 11, 2042~2061.
- [3] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,2007:123~127.
- [4] 郭媛,王艳君,刘长坤.近 50 年来(1960—2007 年)长江流域 20cm 口径蒸发皿蒸发量与太阳辐射变化的对比[J].*南京信息工程大学学报(自然科学版)*, 2012,4(6): 496~505.
- [5] 曾燕,邱新法,刘昌明等.1960—2000 年中国蒸发皿蒸发量的气候变化特征[J].*水科学进展*,2007,18 (3):311~318.
- [6] 韦华红.影响蒸发量的主要气象因子及蒸发量观测异常值成因初探[J].*气象研究与应用*, 2011,32(S2): 149,152.
- [7] 林正扬,唐海荣.永兴 1981—2010 年蒸发特征及其影响因子相关性分析[J].*气象研究与应用*, 2012,33(4):27~31.
- [8] 苏志,涂方旭.广西太阳总辐射的计算及分布特征[J].*广西气象*, 2003,24(4):32~34,45.
- [9] 谭斐,杨映霞.广西地面太阳辐射分布特征以及对人体健康的影响[J].*气象研究与应用*, 2012,33 (2):45~48,54.
- [10] 陈凤娟.影响北海总辐射量大小的相关气象要素[J].*广西气象*, 2005,26(S2):65~66.
- [11] 罗红磊,何洁琳,李艳兰等.气候变化背景下影响广西的主要气象灾害及变化特征[J].*气象研究与应用*, 2016,37(1):10~14.
- [12] 孙小龙,梁珊珊,游美玲.气候变暖背景下贺州地区水资源的变化特征[J].*气象研究与应用*, 2012,33(4): 35~37.
- [13] 杜春丽,沈新勇,陈渭民等.43a 来我国城市气候和太阳辐射的变化特征[J].*南京气象学院学报*,2008,31(2): 200~207.
- [14] 刘敏,沈彦俊,曾燕等.近 50 年中国蒸发皿蒸发量变化趋势及原因[J].*地理学报*,2009,64(3):259~269.
- [15] 经志梅,雷新玉.罗城近 50 年降水量与蒸发量变化特征[J].*气象研究与应用*, 2012,S1:112~114.
- [16] 陈冰廉,潘家友,廖胜石等.广西区域地面蒸发量的计算及其时空分布与演变特征分析[J].*气象研究与应用*, 2008,29(1):29~33.
- [17] Tomas A. Spatial and temporal characteristics of potential evapotranspiration trends over China [J].*Int J Clim*. 2000,20: 381~396.
- [18] Binhui Liu, Ming Xu, Mark Henderson, et al. A spatial analysis of pan evaporation trends in China, 1955 – 2004 [J].*J Geophys Res*,2004,109: 1~9.
- [19] Xu J. An analysis of the climatic changes in eastern Asia using the potential evaporation [J].*J Soc Hydro Water Resour*,2001,14: 151~170.
- [20] A.Romanou,B.Liepert,G.A.Schmidt,et al.20th century changes in surface solar irradiance in simulations and observations [J].*GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 34, L05713, 5 PP., 2007.
- [21] Peterson T.C., Golubev V.S., Groisman P.Y. Evaporation losing its strength. *Nature*,1995,337:687~688.
- [22] Chattopadhyay N, M Hulme. Evaporation and potential evapotranspiration in India under conditions of recent and future climate change [J]. *Agric For Meteorol*, 1997,87: 55~72.