

佳木斯市近60年降水量演变规律分析

马吉巍¹, 郭翔宇¹, 付强², 李天霄², 马效松²

(1. 东北农业大学 经济管理学院, 哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学 水利与建筑学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 以三江平原腹地典型城市——佳木斯市1953年–2013年降水量统计数据为基础, 采用小波变化理论、Mann-Kendall趋势检验法, 分析了佳木斯市近60年降水量的演变规律。结果表明: 佳木斯市年降水量存在25 a和13 a左右的振荡主周期, 不同时间尺度上未来年降水量丰枯变化表现出不同的特征; 年降水量时间分布十分不均匀, 20世纪70年代平均年降水量最小, 50年代平均年降水量最大, 但60年来总体呈现出微弱的下降趋势, 在0.025的显著水平上不显著。研究成果对于指导佳木斯市科学合理的利用降水资源具有一定的指导意义。

关键词: 佳木斯市; 降水量; 演变规律; 小波理论; Mann-Kendall

中图分类号: P333.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-1683(2015)01-0006-04

Variation rule of precipitation in Jiamusi City in recent 60 years

MA Jiwei¹, GUO Xiangyu¹, FU Qiang², LI Tianxiao², MA Xiaosong²

(1. School of Economics and Management, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Collage of Water Conservancy & Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Based on the annual precipitation data of Jiamusi City, a typical city in the Sanjiang Plain, from 1953 to 2013, the methods of wavelet change theory and Mann-Kendall trend test were used to analyze the variation rule of precipitation in recent 60 years. The results showed that the precipitation of Jiamusi City in recent 60 years has two oscillation cycles of 25 years and 13 years, and the wet and dry variations of future annual precipitation in different time scales show different characteristics; precipitation has uneven distribution in temporal scale with the least precipitation in 1970's while the most in 1950's, and the annual precipitation in recent 60 years has shown a slightly decline trend but is insignificant at the 0.025 level of significance. The research has certain significance for guiding the rational and scientific use of precipitation resources in Jiamusi City.

Key words: Jiamusi City; precipitation; variation rule; wavelet theory; Mann-Kendall

近些年来, 异常气候频繁出现, 降水作为气候变化最突出的表现之一, 与严重的洪涝干旱灾害有着密切的联系。大气降水作为水资源的重要来源, 高效合理的利用不仅可以缓解洪涝灾害造成的各种损失, 同时可以解决水资源紧缺的难题。此种背景下, 摸清降水量演变规律, 进而实现雨水资源化已经成为国内外学者广泛关注的问题之一。

早在20世纪50年代, 相关学者在降水强度^[1]、降水与干旱问题^[2]、干旱条件下降水与温度的关系^[3]等方面开展研究工作, 进入21世纪以来, 随着气候变化的加剧, 在降水时空演变规律以及与干旱的关系^[4-6]、不同等级降水异常特征^[7-9]、降水对大气环流异常的响应^[10]等方面取得了一系列

研究成果。本文选择三江平原腹地典型城市——佳木斯市, 采用近60年数据分析年降水量的演变规律和周期特性, 以期研究区乃至整个三江平原雨水资源高效利用、洪涝干旱灾害防治规划编制等工作提供科学依据。

1 区域概况及研究方法

1.1 区域概况

三江平原是我国重要的商品粮生产基地, 每年为国家提供20%的商品粮, 对保障我国粮食安全具有重要的作用。按照2013年8月国务院批复的《黑龙江省“两大平原”现代农业综合配套改革试验涉农资金整合方案》, 黑龙江省将在未

收稿日期: 2014-06-18 修回日期: 2014-11-06 网络出版时间: 2014-12-03

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/13.1334.TV.20141203.1401.027.html>

基金项目: 国家自然科学基金(51179032; 51279031; 51109036; 71303041); 水利部公益性行业科研专项经费项目(201301096); 黑龙江省高成长江学者后备支持计划项目; 教育部新世纪优秀人才支持计划; 黑龙江省杰出青年基金(JC201402); 教育部人文社科青年基金项目(12YJC790244)

作者简介: 马吉巍(1980), 男, 哈尔滨人, 讲师, 博士生, 主要从事农业水土资源管理方面的研究工作。E-mail: Litianxiao.888@163.com

通讯作者: 郭翔宇(1965), 男, 山东昌邑人, 教授, 博士生导师, 主要从事农业水管理等方面的研究工作。E-mail: 297511232@qq.com

小波变换系数的大小相当于小波能量谱,其值越大,等值线越密集,说明其对应时段和尺度的周期性就越显著^[21]。从图 2 中可以看出,佳木斯市年降水量不同时段各时间尺度的分布强弱,且大于 10 a 的年际尺度特征相对明显,其中 10~15 a 时间尺度较强,几乎占据了整个时域;23~28 a 的时间尺度也较强,主要发生在 1962 年-1972 年之间,其振荡中心为 1967 年左右。图 3 中正的小波系数对应于年降水量偏大期,负的小波系数对应年降水量偏少期,零对应突变点。从图 3 中可以看出,10~15 a 和 23~28 a 的时间尺度表现最明显,其中心尺度分布为 13 a 和 25 a,正负位交替出现,即降水丰枯交替出现。

由于小波变换系数的模平方和实部等值线图只能粗略显示水文时间序列周期变化的特征,为了准确分析,绘制小波方差图^[22](图 4),以确定其显著周期。从图 4 中可以看出,小波方差的最大峰值出现在尺度 $a=25$,其次为 $a=13$,其它峰值均不明显,说明 25 a 和 13 a 左右的振荡周期最为突出,表明佳木斯市年降水量具有 25 a 和 13 a 的年际变化周期。

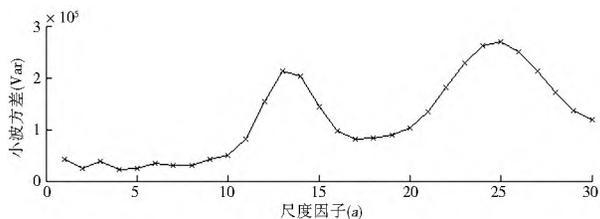


图 4 小波方差

Fig. 4 The wavelet variance

另外,结合图 3 和图 4,从大尺度 25 a 来看,正相位等值线图还没有完全闭合,所以降水偏多期在 2014 年-2017 年还将持续,2017 年之后佳木斯市将进入降水量偏少期。从中尺度 13 a 来看,负相位等值线图还没有完全闭合,所以 2014 年可能会出现降水偏少的状况,但很快又会进入降水偏多期。因此,降水序列周期变化特征分析需基于不同的时间尺度才有意义。

2.2 年降水量总体变化趋势分析

统计结果表明近 60 年来,佳木斯市年降水量平均值为 524.38 mm,最大年降水量出现在 1959 年,降水量为 824.3 mm,最小年降水量出现在 1977 年,降水量为 338.5 mm,最大最小年降水量相差达 485.8 mm,可见年降水量在时间分布上十分不均匀。

采用已有数据绘制年降水量随时间的变化规律曲线(图 5),可以看出,年降水量趋势线总体向下倾斜,斜率为 -1.0009 ,存在微弱的下降趋势。经统计检验,相关系数 $R=0.1523$,在显著水平为 0.5 时显著($R_{0.5}=0.089$),在显著水平为 0.2 时不显著($R_{0.1}=0.168$)。可见年降水量下降趋势极其不显著。从各年代的平均年降水量来看,20 世纪 70 年代的平均年降水量最小,50 年代的平均年降水量平均值最大。进入 21 世纪以后,平均年降水量较 80 年代和 90 年代有所降低。

采用 M-K 方法对佳木斯市年降水量的变化趋势进行显著性检验,一般而言 M-K 方法计算的趋势符合正态分布,

2.5%、97.5% 的分位点分别为 -1.96 和 1.96 。当 Z 大于 1.96 则说明有明显上升趋势,当小于 -1.96 则说明有明显下降趋势,大于 0 且小于 1.96 说明有上升但不明显,小于 0 且大于 -1.96 则说明有下降趋势但不明显。通过计算发现 $Z=-1.0517 < 1.96$,说明佳木斯市年降水量存在较弱的下降趋势,但在 0.025 的显著水平上是不显著的。

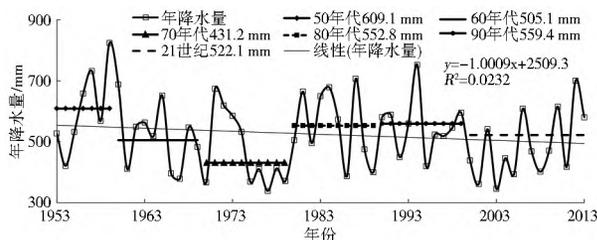


图 5 佳木斯市年降水量变化曲线

Fig. 5 Variation of annual precipitation in Jiamusi City

3 结论

(1) 佳木斯年降水量存在 25 a 和 13 a 左右的振荡主周期;25 a 的大时间尺度反映出降水偏多期在 2014 年-2017 年还将持续,2017 年之后佳木斯市将进入降水量偏少期;13 a 的中时间尺度反映出 2014 年可能会出现降水偏少的状况,但很快又会进入降水偏多期。因此,降水序列周期变化特征分析需基于不同的时间尺度才有意义。

(2) 佳木斯市年降水量在时间上分布十分不均匀,20 世纪 70 年代平均年降水量最小,50 年代平均年降水量最大,近 60 年来降水量呈现出微弱的下降趋势。M-K 变化趋势显著性检验表明,佳木斯市年降水量的下降趋势在 0.025 的显著水平上不显著。

参考文献(References):

- [1] 朱炳海. 中国夏季降水强度的分析[J]. 气象学报, 1955, 26(4): 249-268. (ZHU Bing hai. The summer precipitation intensity analysis in China[J]. Acta Meteorologica Sinica, 1955, 26(4): 249-268. (in Chinese))
- [2] 杨鑑初,徐淑英. 黄河流域的降水特点与干旱问题[J]. 地理学报, 1956, 22(4): 339-352, 416-418. (YANG Jiān chū, XU Shū yīng. The Yellow River basin precipitation characteristics and drought[J]. Acta Geographica Sinica, 1956, 22(4): 339-352, 416-418. (in Chinese))
- [3] 牛振羲. 中国几个水旱年份降水与温度分布的初步分析[J]. 山东大学学报: 自然科学版, 1956, 2(4): 257-294. (NIU Zhēn yī. In China a few year of severe precipitation and temperature distribution in the preliminary analysis[J]. Journal of Shandong University: Natural Science Edition, 1956, 2(4): 257-294. (in Chinese))
- [4] 全文哲. 长白山地区降水时空演变规律及机理研究[D]. 吉林: 延边大学, 2012. (QU AN Wēn zhē. The Evolution and mechanisms of precipitation of the Changbai Mountain area[D]. Jilin: Yanbian university. (in Chinese))
- [5] 王刚,严登华,张冬冬,等. 海河流域 1961 年-2010 年极端气温与降水变化趋势分析[J]. 南水北调与水利科技, 2014, 12(1): 1-6, 11. (WANG Gang, YAN Deng hua, ZHANG Dong

- dong, et al. Trend analysis of variations in extreme precipitation and temperature in the Hai River Basin from 1961 to 2010[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2014, 12(1): 1-6, 11. (in Chinese)
- [6] 夏露, 宋孝玉, 马细霞. 新乡市近60年降水序列变化规律及干旱预测[J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(5): 14-18, 27. (XIA Lu, SONG Xiaoyu, MA Xixia. Precipitation change in recent 60 years and drought prediction in Xinxiang[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2013, 31(5): 14-18, 27. (in Chinese))
- [7] 白静漪. 华东区域夏季不同等级降水的异常变化规律及异常环流特征分析[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2013(BAI Jingyi. On variations of graded rainfall over East China and the related anomalous circulation patterns in boreal summer[D]. Nanjing: Nanjing information engineering university, 2013. (in Chinese))
- [8] Hundsdoerfer Y, Bardossy A. Trends in daily precipitation and temperature extremes across western Germany in the second half of the 20th century[J]. International Journal of Climatology, 2005, 25(9): 1189-1202.
- [9] Xu X, Du Y U, Tang J P, et al. Variations of temperature and precipitation extremes in recent two decades over China[J]. Atmospheric Research, 2011, 101(1): 143-154.
- [10] 王楠. 黄河中上游流域降水的时空演变规律及其对大气环流异常的响应[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2012. (WANG Nan. Analyses on variation characteristics in temporal and spatial scale of precipitation events and circulation characteristics in the Middle and Upper Yellow River[D]. Nanjing: Nanjing information engineering university, 2013. (in Chinese))
- [11] 孟凡香, 徐淑琴, 李天霄, 等. 基于离散小波变换的水稻生育期降水量多时间尺度特征分析[J]. 黑龙江水专学报, 2010, 37(1): 104-106. (MENG Fanxiang, XU Shuqin, LI Tianxiao, et al. Multiple time scale analysis of rice growing period precipitation based on discrete wavelet transform[J]. Journal of Heilongjiang Hydraulic Engineering, 2010, 37(1): 104-106. (in Chinese))
- [12] 刘东, 付强. 基于小波变换的三江平原井灌区主汛期降水序列多时间尺度分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6): 42-45. (LIU Dong, FU Qiang. Multitime scales analysis of main flood season precipitation series based on wavelet transform in area of well irrigation in Sanjiang Plain[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2008, 15(6): 42-45. (in Chinese))
- [13] 刘东, 付强. 基于小波变换的三江平原低湿地井灌区年降水序列变化趋势分析[J]. 地理科学, 2008, 28(3): 380-384. (LIU Dong, FU Qiang. Variation trend analysis of annual precipitation series based on wavelet transform in well irrigation area of low-lying wetland in Sanjiang Plain[J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(3): 380-384. (in Chinese))
- [14] 王文圣, 丁晶, 向红莲. 小波分析在水文学中的应用研究及展望[J]. 水科学进展, 2002, 13(4): 515-517. (WANG Wen sheng, DING Jing, XIANG Honglian. Application and prospect of wavelet analysis in hydrology[J]. Advances in Water Science, 2002, 13(4): 515-517. (in Chinese))
- [15] 王文圣, 丁晶, 李跃清. 水文小波分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. (WANG Wen sheng, DING Jing, LI Yueqing. Hydrology wavelet analysis[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005. (in Chinese))
- [16] 雷廷, 张兆吉, 费宇红, 等. 海河平原1956年-2011年降水特征分析[J]. 南水北调与水利科技, 2014, 12(1): 32-36, 41. (LEI Ting, ZHANG Zhaoji, FEI Yuhong, et al. Analysis of precipitation characteristics in the Haihe River Plain from 1956 to 2011[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2014, 12(1): 32-36, 41. (in Chinese))
- [17] 孟凡香. 查哈阳灌区水资源多时间尺度分析及动态预测研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010. (MENG Fanxiang. Study on multitime scale analysis and dynamic forecasting of water resources in Chahayang irrigation area[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2010. (in Chinese))
- [18] 章诞武, 丛振涛, 倪广恒. 基于中国气象资料的趋势检验方法对比分析[J]. 水科学进展, 2013, 24(4): 490-496. (ZHANG Danwu, CONG Zhen tao, NI Guangheng. Comparison of three Mann Kendall methods based on the China's meteorological data[J]. Advances in Water Science, 2013, 24(4): 490-496. (in Chinese))
- [19] 李国栋, 田海峰, 彭剑峰, 等. 基于小波和M-K方法的商丘气温时间序列分析[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(3): 78-84. (LI Guodong, TIAN Haifeng, PENG Jianfeng, et al. Time series characters of air temperature based on methods of a wavelet analysis and a Mann Kendall test in Shangqiu[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2013, 29(3): 78-84. (in Chinese))
- [20] 于延胜, 陈兴伟. 基于Mann Kendall法的径流丰枯变化过程划分[J]. 水资源与水工程学报, 2013, 24(1): 60-63. (YU Yansheng, CHEN Xingwei. Division of variation process of high and low runoff based on Mann Kendall method[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2013, 24(1): 60-63. (in Chinese))
- [21] 张少文, 丁晶, 廖杰, 等. 基于小波的黄河上游天然年径流变化特性分析[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2004, 36(3): 32-37. (ZHANG Shaowen, DING Jing, LIAO Jie, et al. Analysis of natural annual flow time series in the Upper Research of the Yellow River based on wavelet transform[J]. Journal of Sichuan University: Engineering and Science Edition, 2004, 36(3): 32-37. (in Chinese))
- [22] 李瑞平, 史海滨, 李章俊, 等. 连续小波变换在气温和降水变化分析中的应用[J]. 灌溉排水学报, 2008, 27(1): 86-89. (LI Ruiping, SHI Haibin, LI Zhangjun, et al. Continue wavelet transform application on analysis of temperature and precipitation variations[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2008, 27(1): 86-89. (in Chinese))