

皖北地区水文要素演变规律分析

邵庆辉¹, 刘启蒙^{1*}, 刘 瑜², 吴家峰¹

¹安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南

²安徽理工大学深部煤矿采动响应与灾害防控国家重点实验室, 安徽 淮南

Email: algzjz0801@126.com, *qmluu@aust.edu.cn

收稿日期: 2021年7月2日; 录用日期: 2021年7月16日; 发布日期: 2021年7月23日

摘 要

进入21世纪以来,随着全球气候变暖,各区域的降水特征也随之发生了不同的变化响应。在此背景下,深入研究区域气候变化的特征和机制,进而预测其未来降水变化趋势,是全球及区域气候变化的重要研究内容。利用皖北地区年的逐日降水量资料,采用线性回归法、累计距平法等分析了近降水趋势及变化特征。相关研究表明,皖北地区夏季和冬季降水有显著的增加趋势,春季、秋季和年均降水量的变化趋势不明显,全区年均降水量有显著减小趋势,但是局部暴雨大雨天数较之前有所增加。皖北地区降水天数减少,强降水略有增加,降水有集中化趋势,其中上个世纪90年代中期以后,降水趋势明显,不确定性因素增加,导致旱涝灾害发生可能性增加,会对当地农业生产带来不利影响。

关键词

水文要素演变, 皖北地区, 降水量

Analysis on the Dynamic Evolution Law of Hydrological Elements in Northern Anhui

Qinghui Shao¹, Qimeng Liu^{1*}, Yu Liu², Jiafeng Wu¹

¹School of Earth and Environment, Anhui University of Science & Technology, Huainan Anhui

²State Key Laboratory of Mining Response and Disaster Prevention and Control in Deep Coal Mine, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui

Email: algzjz0801@126.com, *qmluu@aust.edu.cn

Received: Jul. 2nd, 2021; accepted: Jul. 16th, 2021; published: Jul. 23rd, 2021

*通讯作者。

Abstract

Since the 21st century, with the global climate warming, the regional characteristics of precipitation with different changes have taken place in the response. In this background, in-depth study of the characteristics of regional climate change and mechanism, and then predict the future trend of precipitation change, which is an important content of global and regional climate change. Using the daily precipitation data of northern Anhui, using the linear regression method, the cumulative anomaly method etc. to analyze the trend of recent precipitation and its change characteristics, and the related research results showed that the precipitation in summer and winter in northern Anhui had a significant increasing trend, while the change trend of spring, autumn and annual average precipitation was not obvious, and the annual average precipitation in the whole region had a significant decreasing trend, but the number of days of local heavy rain increased compared with that before. In northern Anhui, the precipitation days decreased, the heavy precipitation increased slightly, and the precipitation had a centralized trend. After the mid-1990s, the precipitation trend was obvious, and the uncertainty factors increased, which led to the increase of the possibility of drought and flood disasters, which would bring adverse effects on the local agricultural production.

Keywords

Evolution of Hydrological Elements, Northern Anhui, Amount of Precipitation

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

安徽省地跨长江、淮河两大流域,南北跨度大,降水天数和强度均有明显差异。一段时间以来,我国水文相关研究工作者已经对相关内容开展了大量的研究,取得了丰硕的成果。其中较为重要的有,王珂清等[1]从季节相关尺度较全面细致的分析了淮河流域近半个世纪降水量的变化趋势;荣艳淑等[2]则探讨了淮河流域影响年蒸发量变化的影响因素;潘扎荣等[3]运用了较全面的分析方法对淮河流域年际变化的阶段性、趋势性进行分析;李家年[4]等对安徽省淮北地区的降水、蒸发合径流进行过统计综述;姬宏[5]等对淮北平原地下水资源演变情况进行过研究;王振龙[6]等开发出淮北平原总式“四水”转化模型,在径流过程的拟合上表现较好。该地区处在比较特殊的地理位置和拥有气候多变的条件,使得该地区水资源供给和需求矛盾特别明显。本研究拟以该区为研究区,分析水文要素的演化特征。研究成果可以作为该研究区进行地下水资源开发利用的依据,对较全面了解皖北地区历史时期水循环演变规律、达到水资源高效利用、蓄控减排、地下水安全开采及预测未来气候变化趋势具有一定的参考意义。

2. 研究区概况

皖北地区(图 1)一般包括淮河沿岸和淮河以北的区域(东经 114°55'~118°10', 北纬 32°25'~34°35')。东与江苏接壤,西与河南毗邻,北望山东,南接皖中、皖南及广袤的南方地区。主要包括宿州、蚌埠、阜阳、淮北、淮南、亳州六个省辖市,35 个县区(具体见下表 1)。研究区面积 3.93 万平方公里,总面积为 64,154 km²,国土面积约占安徽省的 30%。人口约为 3713.9 万人,约占安徽省总人口的 53%。该研究区降水较多,日照时间较长,蒸发强度比较大[7]。

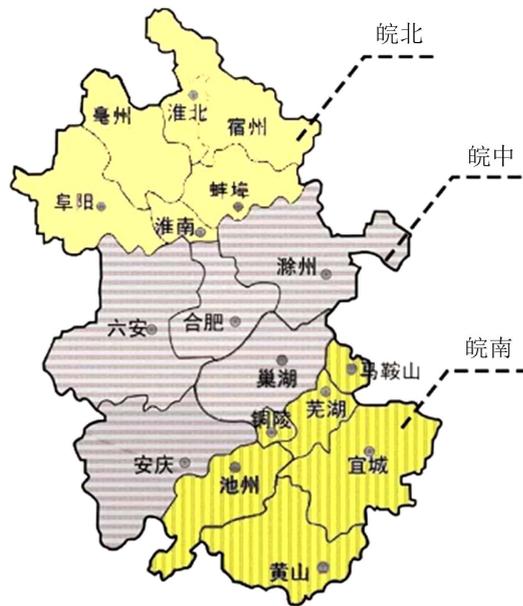


Figure 1. The division map of northern Anhui
图 1. 皖北地区划分图

Table 1. Details of the location of the study area
表 1. 研究区位置划分详情表

省辖市	下辖
淮北	相山区、杜集区、烈山区、濉溪县
亳州	谯城区、蒙城县、涡阳县、利辛县
阜阳	颍东区、颍州区、颍泉区、颍上县、界首市、阜南县、太和县、临泉县
蚌埠	淮上区、蚌山区、龙子湖区、禹会区、怀远县、五河县、固镇县
淮南	田家庵区、潘集区、谢家集区、八公山区、大通区、寿县、凤台县
宿州	萧县、砀山县、灵璧县、泗县、埇桥区

3. 研究方法 with 数据处理

3.1. 研究方法

1) Mann-Kendall 检验法。它是一种类似于斯皮尔曼相关系数的非参数统计检验[8] [9]，可以检验时间序列的趋势。其优点是检测能力强，不需要遵循一定的分布，也不会受到少数离散表现异常的数值的干扰[10] [11] [12]。对该系列趋势变化的分析是非常有帮助的，其表达形式为[13]：

$$\tau = \left\{ 4P / [N(N-1)] \right\} - 1$$

$$Var(\tau) = 2(2N+5) / [9N(N-1)]$$

$$U = \tau / \sqrt{Var(\tau)}$$

上面公式中，其中 τ 为秩统计量； P 为该时间序列对偶观测值中 $X_i < X_j$ 出现次数； N 为该时间序列长度； U 为秩次相关系数，若 U 大于零则表示该序列呈上升趋势，若 U 小于零则表示该序列呈下降趋势，若 $|U|$ 大于等于数值 1.96，则表示该序列通过了置信度 95% 显著性趋势检验。

2) 空间插值法。通常有反距离权重插值法、克里格插值法和光滑薄面样条插值法[14] [15]。该方法通过对相邻区域的每个单位值进行平均计算得到单位值,更适用于样本点较多且分布均匀的情况。该方法不仅可以生成预测的表面,还可以给出预测结果的精度或确定性度量。本文采用反距离权重插值法寻找皖北地区的降水质心,优点可以帮助因气象站点稀疏和分布不均造成的弊端,能从客观上反映要素在地区内的空间分布情况。

3.2. 数据来源及处理

该研究区的数据来自中国气象数据共享服务网(NMIC),利用1957~2013年皖北地区21个气象站的逐日降水资料数据和1960~2006年6个水文站的逐日径流资料数据(见表2和表3),将部分缺失资料用相邻观测资料数据插值。利用空间插值方法将站点数据扩展到全区域,计算皖北地区年平均降水量。

Table 2. Overview of hydrological stations in northern Anhui

表 2. 皖北地区水文站点概况

河流	站点	起止年份
淮河	蚌埠(吴家渡)	1960~2006
淮河	鲁台子	1960~2006
淮河	润河集(陈郢)	1961~1997
淮河	王家坝(杉岗)	1960~2006
大沙河	亳县闸(闸下游)	1980~2006
泉河	阜阳闸(闸下)	1960~2006

Table 3. The detailed table of weather stations

表 3. 气象站点详情表

区站号	台站名称	省份	纬度(度分)	经度(度分)	海拔高度(m)
58221	蚌埠	安徽省	33°55'	117°23'	21.9
58102	亳州	安徽省	33°52'	115°46'	37.7
58236	滁县	安徽省	32°18'	118°18'	27.5
58015	砀山	安徽省	34°26'	116°20'	44.2
58225	定远	安徽省	32°27'	117°41'	28.4
58203	阜阳	安徽省	32°52'	115°44'	32.7
58311	六安	安徽省	31°45'	116°30'	60.5
58118	蒙城	安徽省	33°12'	116°27'	35.3
58215	寿县	安徽省	32°33'	116°47'	22.7
58122	宿县	安徽省	33°38'	116°59'	25.9
58125	灵璧	安徽省	33°43'	117°30'	30.2
58113	濉溪	安徽省	33°42'	116°40'	24.9
58108	界首	安徽省	33°08'	115°12'	34.1
58129	五河	安徽省	33°05'	117°30'	17.2
58117	利辛	安徽省	33°04'	116°07'	27.9
58109	太和	安徽省	33°07'	115°22'	33.0

Continued

58116	淮北	安徽省	33°35′	116°30′	31.5
58114	涡阳	安徽省	33°17′	116°07′	30.4
58202	阜南	安徽省	32°24′	115°20′	31.7
58207	徐州	江苏省	34°17′	117°09′	41.2
58005	商丘	河南省	34°27′	115°40′	50.1

3.3. 研究区年均降水量变化情况

图 2 为皖北地区年平均降水量拟合曲线、图 3 为皖北地区年平均降水量距平变化曲线。对 1957~2013 年皖北平原地区年平均降水量统计分析表明, 皖北地区年平均降水量约为 972 mm, 2003 年年平均降水量最大值为 1515 mm, 1978 年年平均降水量最小值约为 620 mm, 其中多雨年份和少雨年份之间有很大的区别[16]。由图 2 中的线性趋势走向可以得出, 皖北地区 1957~2013 年的年均降水量整体表现下降曲线趋势, 但下降曲线趋势不是很明显。三次样条插值结果表明, 1957~2013 年皖北平原地区的年均降水量呈现出“增大-减小-增大-减小”的趋势, 其中在 2007 年的时候有个明显的下降趋势。总体在不断波动中略有下降, 降水年际变化差异较大, 降水量分布自南向北减少; 南部降水量处于增加状态, 北部降水量则逐年减少[17]。

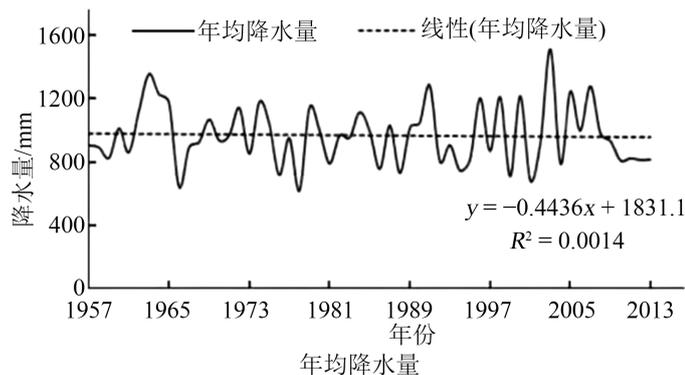


Figure 2. Analysis of changes in average annual precipitation
图 2. 年均降水量变化情况分析

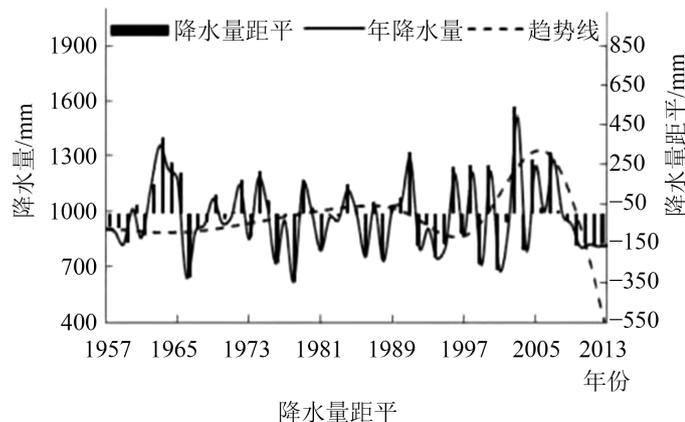


Figure 3. Analysis of precipitation anomaly changes
图 3. 降水量距平变化情况分析

4. 结语

通过深入了解皖北平原地区历史水循环演变规律及对研究现状做了总结之后,可知 1957~2013 年皖北平原地区年降水量没有明显的增减趋势;可以预测未来气候变化趋势,进一步影响地区气候生态及地表形态,了解降水时空变化特征和规律;说明了研究皖北平原地区水文要素时空演变规律的意义和目的,对水文要素时空演变的研究复杂且系统的,必须用全面的、联系的、发展观点看待问题;为农业生产和水资源高效利用提供理论支持,为预测未来降水变化趋势提供参考;另外,为皖北平原地区煤炭安全开采提供合理的水害防治措施。

基金项目

安徽省自然科学基金项目(1908085ME145); 安徽理工大学研究生创新基金项目(2021CX2009)。

参考文献

- [1] 王珂清, 曾燕, 谢志清, 苗茜. 1961~2008 年淮河流域气温和降水变化趋势[J]. 气象科学, 2012, 32(6): 671-677.
- [2] 荣艳淑, 周云, 王文. 淮河流域蒸发皿蒸发量变化分析[J]. 水科学进展, 2011, 22(1): 15-22.
- [3] 潘扎荣, 阮晓红, 朱愿福, 李荣富. 近 50 年来淮河干流径流演变规律分析[J]. 水土保持学报, 2013, 27(1): 51-55+59.
- [4] 李家年, 魏荣萍. 安徽省淮北地区水文特性[J]. 治淮, 1999(4): 23-24.
- [5] 姬宏, 王振龙, 李瑞. 淮北平原地下水资源演变情势研究[J]. 水文, 2009, 29(1): 59-62.
- [6] 王振龙, 王加虎, 刘淼, 郝振纯. 淮北平原“四水”转化模型实验研究与应用[J]. 自然资源学报, 2009, 24(12): 2194-2203.
- [7] 胡云虎. 皖北地下水源地水环境地球化学特征研究[D]: [博士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2015.
- [8] Kendall, M.G. (1975) Rank Correlation Methods. A Charles Griffin Book, London.
- [9] 李晓林, 薛联青, 宋佳佳, 等. 降水和温度极端事件的季节性变化趋势分析[J]. 水电能源科学, 2013, 31(10): 6-8.
- [10] Tao, H., Gemmer, M. and Bai, Y.G. (2011) Trends of Streamflow in the Tarim River Basin during the Past 50 Years: Human Impact or Climate Change. *Journal of Hydrology*, **400**, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.01.016>
- [11] Zhao, F.F., Xu, Z.X. and Huang, J.X. (2008) Monotonic Trend and Abrupt Changes for Major Climate Variables in Headwater Catchment of the Yellow River Basin. *Hydrology Process*, **22**, 4587-4599. <https://doi.org/10.1002/hyp.7063>
- [12] 邱临静, 郑粉莉, 尹润生. 1952~2008 年延河流域降水与径流的变化趋势分析[J]. 水土保持学报, 2011, 25(3): 49-53.
- [13] Mann, M.E., Bradley, S. and Hughes, M.K. (1998) Globalscale Temperature Patterns and Climate Forcing—Over the Past Six Centuries. *Nature*, **392**, 779-787. <https://doi.org/10.1038/33859>
- [14] 任明磊, 王本德. 大伙房水库流域降水变化特征分析[J]. 水电能源科学, 2008, 26(6): 5-7, 170.
- [15] 唐蕴, 王浩, 严登华, 等. 近 50 年来东北地区降水的时空分异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 172-176.
- [16] 袁喆, 杨志勇, 郑晓东, 袁勇. 近 50 年来淮河流域降水时空变化特征分析[J]. 南水北调与水利科技, 2012, 10(2): 98-103.
- [17] 苏海民, 何爱霞, 袁新田. 皖北平原近 56 年来降水时间分异规律研究[J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2015, 31(4): 53-58.