

# 南京市近30年降水趋势变化分析

傅靖,邱文怡,于飞龙

(江苏省水文水资源勘测局南京分局,江苏南京 210000)

**摘要:**为研究南京地区降水量分布规律及变化趋势,根据南京市6个代表站1991—2021年降水量资料,采用Mann-Kendall秩次检验法,分析南京地区不同区域、不同时段降水量变化的趋势特点。结果表明,南京地区在所研究时段内降水量年内分配的不均匀性在增加,相关研究可为市区合理开发利用水资源提供参考。

**关键词:**降水;变化特征;趋势检验法;南京市

中图分类号:TV125

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2023)03-0047-0003

## Analysis of precipitation trend in Nanjing in recent 30 years

FU Jing, QIU Wenyi, YU Feilong

(Nanjing Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Nanjing 210000, China)

**Abstract:** In order to study the distribution law and change trend of precipitation in Nanjing, Mann-Kendall rank test is used to analyze the trend characteristics of precipitation change in different regions and different periods of time in Nanjing according to the precipitation data of six representative stations in Nanjing from 1991 to 2021. The results show that the uneven distribution of precipitation is increasing in Nanjing during the study period, and the relevant research can provide reference for the rational development and utilization of water resources in the urban area.

**Key words:** precipitation; change characteristics; trend test; Nanjing City

降水作为干旱、洪涝等自然灾害的主要分析要素,研究其分布规律和变化趋势具有十分重要的意义,分析降水特性以及区域气候变化对水文水资源的影响<sup>[1]</sup>以及区域内的水资源的合理开发利用和防洪减灾也具有重要的理论与实际意义。

## 1 研究区概况

南京位于江苏省西南部,长江下游中部地区,北连江淮平原,东南临长江三角洲,市域平面呈南北长、东西窄展开,属北亚热带湿润气候,四季分明,水量充沛。常年平均降水 117 d,平均降水量

1 106.5 mm,每年6月下旬到7月上旬为梅水季节。全市水域面积占 11.4%,有秦淮河、金川河、玄武湖、莫愁湖、百家湖、石臼湖、固城湖、金牛湖等大小河流湖泊,长江穿城而过,沿江岸线总长近 200 km。河湖水系主要属长江水系,仅在六合区北部流入属淮河水系的高邮湖。长江水系包括江南的秦淮河水系,江北的滁河水系,由沿江两岸独流入江的小河流形成的沿江水系,由石臼湖和固城湖组成的两湖水系,以及高淳东部的西太湖水系。本文选取分布在南京市不同区域的6个代表水量站 1991—2021年降水量、汛期(5—9月)降水量及枯水期降水

收稿日期:2022-11-21

作者简介:傅靖(1988—),男,工程师,主要从事水文资料分析及水文信息化相关工作。E-mail:48287256@qq.com

量资料作为研究样本,包括六合站、晓桥站、南京站、东山村、天生桥闸站、高淳站。

## 2 研究方法

目前序列趋势性变异诊断方法主要有过程线法、滑动平均法、线性趋势回归法、斯波曼秩次相关检验法、Mann-Kendall 检验法等。Mann-Kendall 检验法在数据趋势检测中较为常用,该方法无需对数据系列进行特定的分布检验,对极端值也可参与趋势检验,允许系列有缺失值,主要分析相对数量级而不是数字本身,这使得微量值或低于检测范围的值也可以参与分析,在时间序列分析中,无需指定是否存在线性趋势。上述特点使得 Mann-Kendall 趋势检验法在水文要素极值序列的变异性分析方面应用广泛,故本文采用 Mann-Kendall 秩次检验法<sup>[2]</sup>进行研究分析。

将标准正态分布  $UF_k$  和  $UB_k$  统计量序列曲线均绘在同一张图上。在检验曲线图中,若  $UF$  线在临界线内变动,则表明变化曲线趋势和突变不明显;  $UF$  值大于 0, 则表明序列呈上升趋势,反之则呈下降趋势;当超过临界线时,表明上升或下降趋势显著,超过临界线的范围确定为突变的时间区域。如果  $UF$  和  $UB$  两曲线出现交点,且交点在临界线之间,那么交点对应的时刻就是突变开始的时间。

在计算结果中,若检验统计值  $Z < 0$ , 表示降水统计量呈下降趋势;若  $Z > 0$ , 表示降水统计量呈上升趋势;若  $Z = 0$ , 表示降水统计量没有趋势。取  $Z$  的绝对值和置信值进行比较,得出在此条件下有无显著性趋势。当  $Z$  的绝对值  $\geq 2.58$ 、 $1.96$ 、 $1.645$  等数值时,则代表降水统计量的置信度分别为 99.0%、95.0%、90.0%,即趋势性检验水平分别为 0.01、0.05、0.10。

## 3 结果与分析

### 3.1 年降水量变化特性分析

根据 Mann-Kendall 检验法,采用 Matlab 语言编程计算,取显著水平  $\alpha$  为 0.05 和 0.10 时,相应的检验临界值  $U_{\alpha/2}$  分别为 1.960 和 1.645<sup>[3]</sup>,得出统计年限为 30 a 时 6 个代表站的年降水趋势见表 1,南京站的检验结果见图 1。

上述分析计算结果表明,近 30 年南京地区年降水量总体呈不明显增加趋势。南京北部六合、晓桥地区,均在 2002 年左右产生突变,年降水量呈上升趋势,且均通过 90% 显著性检验。2000—2008 年南

表 1 各代表站年降水趋势检验

代表站	统计值 $Z$	趋势	置信度/%
六合站	1.41	上升	不明显
晓桥站	1.89	上升	90
南京站	1.46	上升	不明显
东山村	1.39	上升	不明显
天生桥闸站	2.05	上升	95
高淳站	0.80	上升	不明显

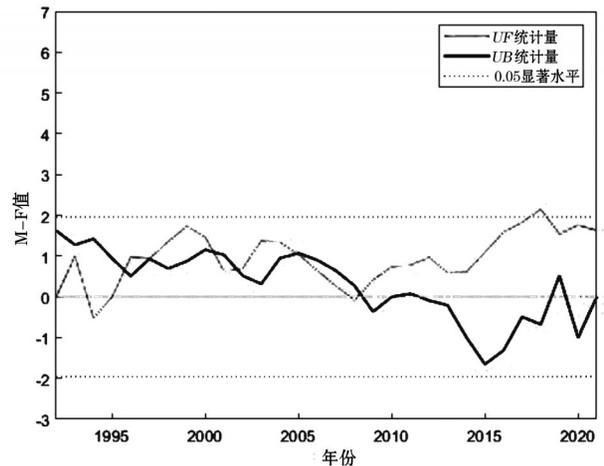


图 1 南京站年降水 Mann-Kendall 检验结果

京主城区降水量变化较为剧烈,发生 4 次突变,年降水量呈上升趋势,但趋势并不明显。2003—2011 年溧水地区降水量变化较为剧烈,发生 3 次突变,年降水量呈上升趋势,并通过 95% 显著性检验。高淳地区自 1997 年后降水量变化幅度较小,呈不明显上升趋势。

### 3.2 汛期(5—9月)降水量变化

仍然采用 Mann-Kendall 检验法,利用 Matlab 语言编程计算<sup>[4]</sup>,取显著水平  $\alpha$  为 0.05 和 0.10,其相应的检验临界值  $U_{\alpha/2}$  分别为 1.960 和 1.645,得出统计年限为 30 a 时 6 个代表站的汛期降水趋势,见表 2,检验结果见图 2。

表 2 各代表站汛期降水趋势检验

代表站	统计值 $Z$	趋势	置信度/%
六合站	2.48	上升	95
晓桥站	2.71	上升	99
南京站	2.43	上升	95
东山村	2.14	上升	95
天生桥闸站	2.39	上升	95
高淳站	1.46	上升	不明显

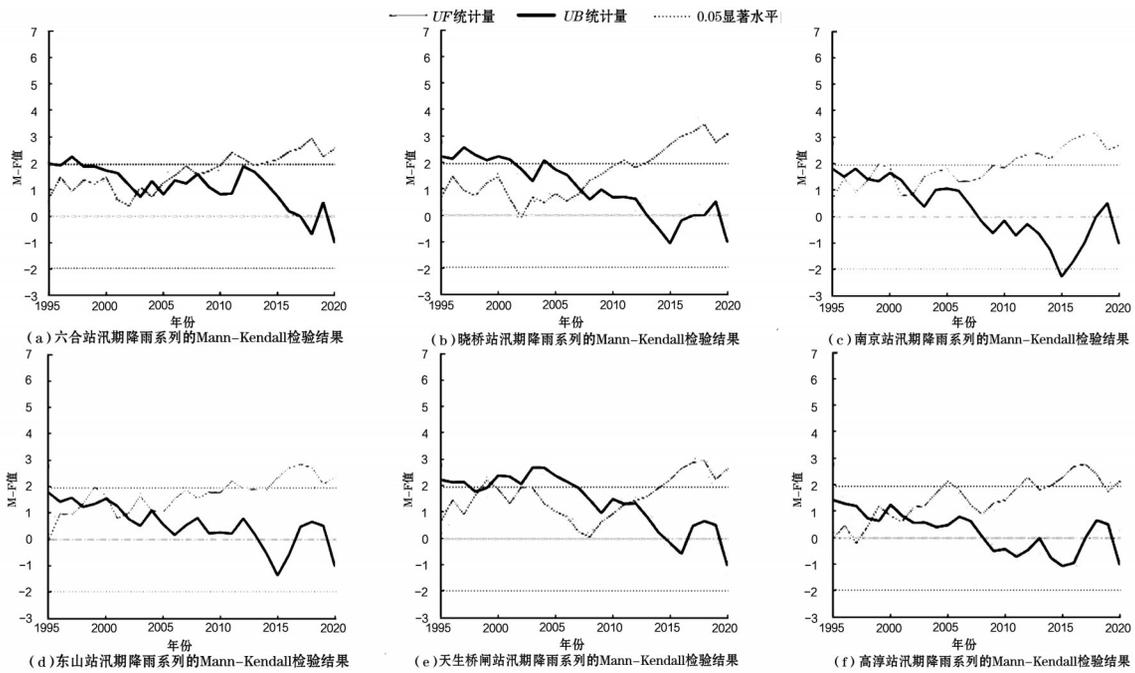


图2 各代表站汛期降水Mann-Kendall检验结果

南京地区汛期降水量的趋势分析结果表明,南京地区汛期降水量整体呈现明显增加趋势,除最南部高淳区外,其余所有地区汛期降水量增加趋势均通过95%显著性检验。北部六合地区在2002—2005年间变化剧烈,4年内连续突变3次。中部主城区及江宁区变化趋势较为接近,均在1998年、2000年、2002年发生突变。

### 3.3 枯水期降水量变化特性分析

仍然采用Mann-Kendall检验法,利用Matlab语言编程计算,取显著水平 $\alpha$ 为0.05和0.10,其相应的检验临界值 $U_{\alpha/2}$ 分别为1.96和1.645,得出各代表站的检验结果见表3。

表3 各代表站枯水期降水趋势检验

代表站	统计值Z	趋势	置信度
六合站	-2.00	下降	不明显
晓桥站	-0.62	下降	不明显
南京站	-0.89	下降	不明显
东山站	-0.25	下降	不明显
天生桥闸站	0.27	上升	不明显
高淳站	-0.07	下降	不明显

## 4 结 语

本文通过对南京地区6个地区代表站近30a的年降水量和汛期降水量要素进行分析可知,南京地

区近30a主要降水变化特性如下。

(1)从全年降水量来看,除溧水天生桥闸站呈明显增长趋势外,其余5站均表现出不明显的增长趋势,但均通过置信度为95%的显著性检验。

(2)从枯水期降水量来看,除天生桥闸站外,其余各站均呈下降趋势,六合站下降趋势明显,天生桥闸站呈不明显增长趋势,均通过置信度为95%的显著性检验。

(3)南京市汛期降水量呈增长趋势,除高淳站呈不明显增长趋势外,其余5站均表现出明显的增长趋势,北部六合站、晓桥站降水量均在2007年产生突变。中部主城区南京站及江宁区东山站变化趋势较为接近,均在1998年、2000年、2002年发生突变。南部天生桥闸站在2000年的参数突变性上升,但均通过置信度为95%的显著性检验。

以上分析说明,研究区域年降水量年内分配的不均匀性在增加。

### 参考文献:

[1] 许钦,叶鸣,蔡晶,等. 1956—2018年太湖流域降水统计特征及演变趋势[J]. 水资源保护,2023,39(1):127-132.  
 [2] 刘德地,李梅,楼章华,等. 近50年来浙江省降雨特性变化分析[J]. 自然资源学报,2009,24(11):1973-1983.  
 [3] 栾承梅,胡义明,吴善锋. 江苏省里下河地区降雨变化特性分析[J]. 水电能源科学,2013,31(6):14-16.  
 [4] 黄明,朱正南. 近60年合肥市降雨特性分析[J]. 安徽农业科学,2015,43(14):228-230.