

DOI:10.3969/j.issn.1003-0972.2017.01.017

1951—2014年淮河流域降水量时空变化特征

赵国永¹, 韩艳^{1*}, 刘明华¹, 郭雪莲², 曹淑青¹

(1.信阳师范学院 南北过渡带研究中心,河南 信阳 464000;

2.兰州大学 地质科学与矿产资源学院 & 甘肃省西部矿产资源重点实验室,甘肃 兰州 730000)

摘要:以1951—2014年淮河流域29个站点月降水量数据为研究对象,运用线性趋势、累积距平、小波分析及空间分析等方法,分析了降水量时间和空间变化特征.结果表明:(1)1951—2014年,年、春、夏和秋季降水量呈不显著减少趋势,冬季降水量则具有不显著增加趋势.(2)春、秋和冬季易发生旱涝灾害,夏季降水量变化控制年降水量变化.(3)年降水量具有准2 a和6 a振荡周期.(4)东南部年和四季降水量多于西北部,这与我国年和四季降水量分布模式一致.(5)空间上,年和四季降水量变率中,年和夏季最大,降水量减少区域呈半环状包围降水量增加区域;整个流域冬季降水量几乎没有变化.

关键词:淮河流域;降水量;时空变化

中图分类号:P423.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-0972(2017)01-0077-05

Characteristics of Temporal and Spatial Variations of Rainfall in Huaihe River Basin During 1951—2014

ZHAO Guoyong¹, HAN Yan^{1*}, LIU Minghua¹, GUO Xuelian², CAO Shuqing¹

(1.Research Center of North and South Transition Zone in China, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China;

2.College of Geological Science and Mineral Resources, Key Laboratory of Mineral Resources
in Western China (Gansu Province), Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Monthly rainfall data of 29 meteorological stations in Huaihe River Basin during 1951—2014 was selected for study. Multiple methods, including linear trend, accumulative anomaly, wavelet analysis and spatial analysis, were applied to detect spatial and temporal characteristics of rainfall variations. The results showed that (1) linear trend for annual, spring, summer and autumn precipitation decreased slightly, and the increasing trend for winter rainfall was not as well obvious; (2) more drought and flood events occurred in spring, autumn and winter. Variation of summer precipitation dominated annual rainfall; (3) quasi-periodicity of 2 years and 6 years were detected in annual rainfall; (4) it indicated an decreasing gradient from southeastern to northwestern in Huaihe River Basin, which was similar in pattern with China; (5) variations of annual and summer precipitation at spatial time scale were stronger than other seasons, and regions with increasing rainfall were surrounded by regions with decreasing rainfall. Regional winter precipitation fluctuated with no significant trend during the period of 1951—2014.

Key words: Huaihe River Basin; rainfall; temporal and spatial variation

0 引言

降水量多寡及季节分配情况直接影响农业生产、人类活动和社会发展.在全球变暖的大背景下^[1],有必要分析降水量变化特征.淮河流域是我国重要农业产区,人口密度居各大江大河流域之

首^[2],同时淮河流域也是我国旱涝灾害多发区域,因此研究其降水量变化具有重要的科学价值及现实意义.

已有学者对全国及区域降水量变化进行大量研究,并取得了许多重要成果.1951—2002年间全

收稿日期:2016-07-18;修订日期:2016-10-16; * .通信联系人, E-mail: hanyandili@163.com

基金项目:国家自然科学基金项目(41602187);河南省科技计划项目(162102310123);河南省高等学校重点项目(17A170011);信阳师范学院基金项目(0201306、2015GGJS-01)

作者简介:赵国永(1985—),男,河南开封人,讲师,博士,主要从事气候变化与环境演变研究.

国平均降水量呈明显下降趋势,90年代后期呈升高趋势;全国降水量空间变化存在明显差异,华北、华中、东北南部地区持续下降,长江流域以南地区明显增加^[3].约1961—2010年,黄河流域年、春、夏和秋季降水量和年雨日呈减少趋势,冬季呈增加趋势^[4];西北地区(甘、陕、青、新、宁)年降水量具有微弱的升高趋势^[5];雅鲁藏布江流域年降水量具有不显著增加趋势^[6];淮河流域年降水量呈微弱的升高趋势,且存在2~3 a主振荡周期和7 a左右次振荡周期^[7];空间上,淮河流域降水量呈现“南多北少”、“山区多平原少”和“沿海多内陆少”等特征^[8].

虽然前人已经对淮河流域降水量变化特征进行研究,但是研究时间尺度较短,20世纪50年代数据未充分利用.本文拟选取1951—2014年淮河流域分布相对均匀的29个气象观测站月降水量数据为研究对象,运用线性趋势、变率、累积距平、小波分析和空间分析等方法,分析淮河流域降水时间和空间变化特征.

1 研究区概况

淮河流域处于长江流域与黄河流域之间,西起桐柏山、伏牛山,东临黄海,南以大别山、江淮丘陵、通扬运河及如泰运河南堤与长江分界,北以黄河南堤和泰山为界.东西横跨经度 $9^{\circ}(112^{\circ}\sim 121^{\circ}\text{E})$,长约700 km,南北纵深纬度 $5^{\circ}(31^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N})$,平均宽约400 km,面积为27万 km^2 ^[9],包括河南省、山东省、安徽省和江苏省四省部分区域.该区域西部、西南部和东北部为山区、丘陵区,其余区域为广阔的平原,平原面积约占全区的三分之二.

淮河流域气候特征具有显著的过渡性质,其南部是亚热带季风气候,北部是温带季风气候.夏季受东亚夏季风影响,高温多雨;冬季受东亚冬季风影响,寒冷干燥.1951—2014年,年均温为 $13.3^{\circ}\text{C}\sim 15.6^{\circ}\text{C}$,1月均温为 $-3.1^{\circ}\text{C}\sim 3.6^{\circ}\text{C}$,7月均温为 $24.7^{\circ}\text{C}\sim 31.4^{\circ}\text{C}$;年降水量为562~1253 mm,降水量主要集中于夏季(占全年降水量53.8%),冬季降水量仅占全年7.4%.

2 数据来源与处理

本研究的数据包括淮河流域29个站点(河南省9个,山东省6个,安徽省和江苏省各7个)1951—2014年月降水量,数据来自于中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.cma.gov.cn/home.do>).由于有些观测站建站时间较晚,20世纪50年代观测数据有缺失.对缺失的资料,选取其周边比较完整的站点,采用回归订正的方法进行插补延

长,所有缺失数据恢复的线性回归模型均通过0.01的置信度检验.季节划分采用气候学划分方法:将3—5月为春季,6—8月为夏季,9—11月为秋季,12月至翌年2月为冬季.淮河流域年和四季区域平均降水量为29个站点降水量的算术平均值.

3 研究方法

Mann-Kendall检验是一种非参数检验法,在非正态分布的数据中检验更为合适,能够很好地揭示时间序列的突变检验和趋势变化,其详细介绍见参考文献[10].小波分析是通过平移和伸缩参数对信号的不同频率分量采用不同持续时间的窗函数来分析信号,不仅可以给出气候序列变化的尺度,还可以显示变化的时间位置,其详细介绍见参考文献[11].降水量变率可以判断降水量相对于多年平均值变化程度.降水量累积距平是运用曲线直观判断降水量的变化趋势.同时,在ArcGIS10.0的环境下,通过反距离加权(IDW)插值绘制淮河流域年和四季降水量及变率的空间分布图.

4 结果与分析

4.1 时间变化特征

4.1.1 变化趋势及显著性检验

1951—2014年,淮河流域年、春、夏和秋季降水量具有减少趋势,冬季降水量具有增加趋势,但它们变化趋势不显著,没有通过置信度为95%的显著性检验(表1).降水量变率最大是年降水量,其变率为 $-9.42\text{ mm}/10\text{ a}$,相较于年降水量多年平均值877 mm,可以认为年降水量过去54年基本没有变化.淮河流域降水量变化趋势与前人^[7,8]研究结果不一致,原因其一:年降水量气候倾向率非常小,处于0值正负之间(前人^[8]结果是 $2.4\text{ mm}/10\text{ a}$),可能是计算误差所致;原因其二与选择时间尺度长短有关,本文研究时间尺度较长.

表1 1951—2014年淮河流域年和四季降水量变化趋势及显著性检验

Tab. 1 Linear trend and significance test of annual and seasonal rainfall in Huaihe River Basin during 1951—2014

项目	全年	春季	夏季	秋季	冬季
斜率	-9.42	-2.11	-2.27	-0.72	0.92
Z值*	-0.81	-0.59	-0.41	-0.21	0.54

注: *表示信度通过95%的显著性检验,斜率单位: $\text{mm}/10\text{ a}$

4.1.2 变率及累积距平分析

1951—2014年,全年和夏季降水量变率较小,春、秋、冬季变率较大,其中冬季变率最大(-100%

~150%), 意味着春、秋和冬季易发生旱涝灾害, 这一结果可能与春、秋、冬季平均降水量基数较小有关(图 1)。

四季中, 夏季降水量累积距平变化特征与年降水量相似。约 1951—1965 年, 年和夏季降水量具有增加趋势; 约 1966—2002 年, 年和夏季降水量具有减少趋势(图 1), 结合夏季降水量占全年降水量的 53.8% 的情况, 表明年降水量变化主要受夏季降水量变化控制。春季降水量累积距平曲线波动频繁, 说明春季降水量变化频率较高。约 1957—1987 年, 秋季降水量具有逐渐增加趋势; 约 1987—2014 年, 秋季降水量具有逐渐减少趋势(图 1)。约 1950s 后期至 1980s 后期, 冬季降水量具有逐渐减少趋势;

1990s 初期以来, 冬季降水量具有增加趋势(图 1)。

4.1.3 年降水量周期分析

1951—2014 年, 淮河流域年降水量存在明显准 2 a、准 6 a 和准 10 a 振荡周期, 且准 2 a 和 6 a 通过 95% 置信度检验(图 2)。具体变化情况是: 准 2 a 振荡周期在 1952—1956 年、1975—1979 年和 1993—2003 年较显著; 准 6 a 振荡周期在 1962—1968 年和 1987—1993 年较显著; 准 10 a 振荡周期在 1960—1980 年较显著。本文研究结果与前人^[7]研究结果一致。准 2 a 振荡周期可能与气候平流层准 2 a 振荡有关^[12], 准 10 a 振荡周期与太阳黑子活动有关。

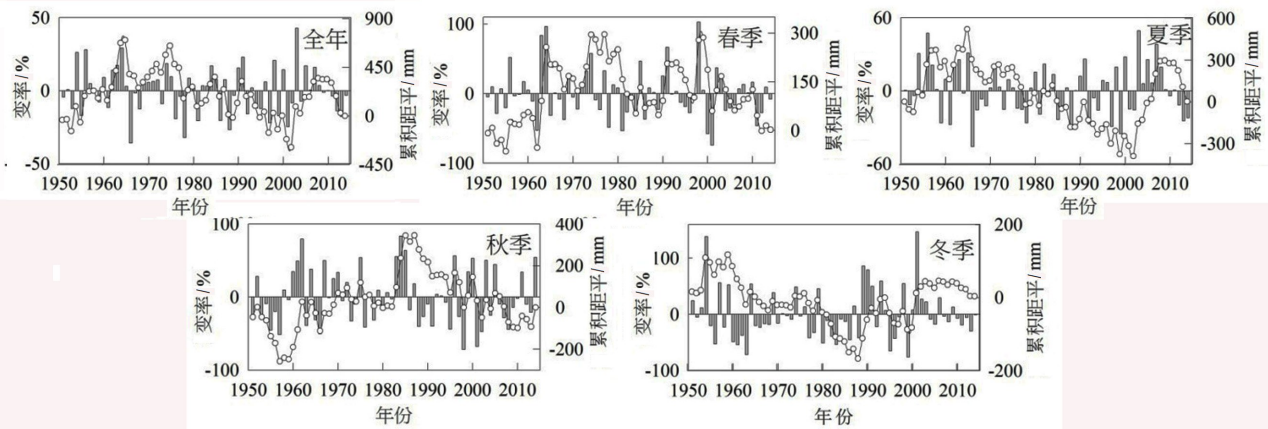


图 1 1951—2014 年淮河流域年和四季降水量变率及累积距平变化

Fig. 1 Rate and cumulative anomaly variation of annual and seasonal rainfall in Huaihe River Basin during 1951–2014

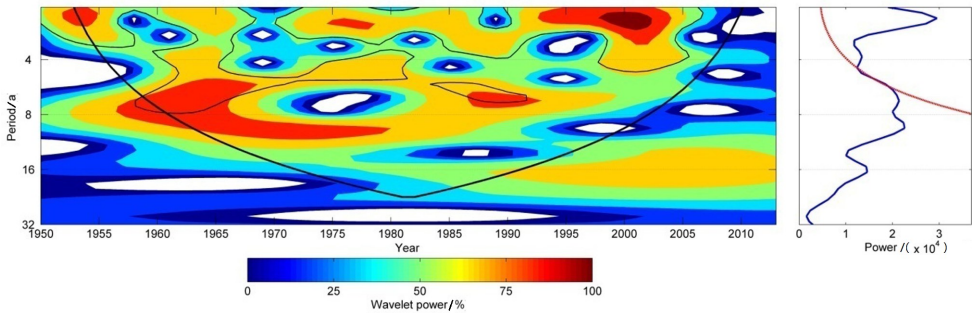


图 2 1951—2014 年淮河流域年降水量小波分析

Fig. 2 Wavelet analysis of annual rainfall in Huaihe River Basin during 1951–2014

4.2 空间变化特征

4.2.1 年降水量及变率分析

1951—2014 年, 淮河流域年降水量自东南向西北逐渐减少(图 3), 年降水量最大值位于流域南部大别山山区, 达到 1 369.4 mm, 年降雨量最小值位于西北部太行山山区, 为 624.9 mm, 年降水量最大值是最小值的 2.2 倍。流域东部降水量比同纬度的西部降水量多, 这与东部地区距海较近、受海洋影响较大有关。淮河流域年降水量变化模式与我国

年降水量分布模式一致, 其原因是东亚季风对东南部影响强于西北部。

淮河流域年降水量变率为负值的地区集中分布于沿海的地区、太行山区、豫西地区、大别山区, 呈半环状包围降水量为正值区域(图 3), 其中日照地区变率最小, 为 $-28.7 \text{ mm}/10 \text{ a}$, 说明日照地区年降水量减少最显著。商丘、西华、亳州、阜阳、六安、蚌埠、盱眙、高邮、沂源等地区降水量变率为正值, 其中盱眙地区变率最大, 为 $15.7 \text{ mm}/10 \text{ a}$, 说

明盱眙地区年降水量增加最显著。

春、秋和冬季降水量分布特征与年水量类似,自东南向西北降水量逐渐减少(略图)。四季降水量最多的地区是区域最南端霍山,四季平均降水量分别为:360.1 mm(春)、587.8 mm(夏)、263.8 mm(秋)和 158.7 mm(冬)。四季降水量最少地区位于区域的西北部,春季是沂源(97.4 mm),夏季是郑州(336.6 mm),秋季是兖州(124.8 mm),冬季是菏泽(26.3 mm),霍山降水量分别是他们的 3.7 倍、

1.7倍、2.1 倍和 6 倍。其原因是霍山地区纬度低,受东亚季风影响强,且为山区,故降水量较大;西北部地区纬度高,受季风影响弱,不利于降水形成。四季中,冬季降水量区域差异最大,夏季最小,体现区域性气候特征:雨热同期。同时,夏季降水量分布特征,不但体现自东南向西北逐渐减少趋势,而且体现自东向西降水量逐渐减少特征,说明距海远近对夏季降水具有较大的影响。

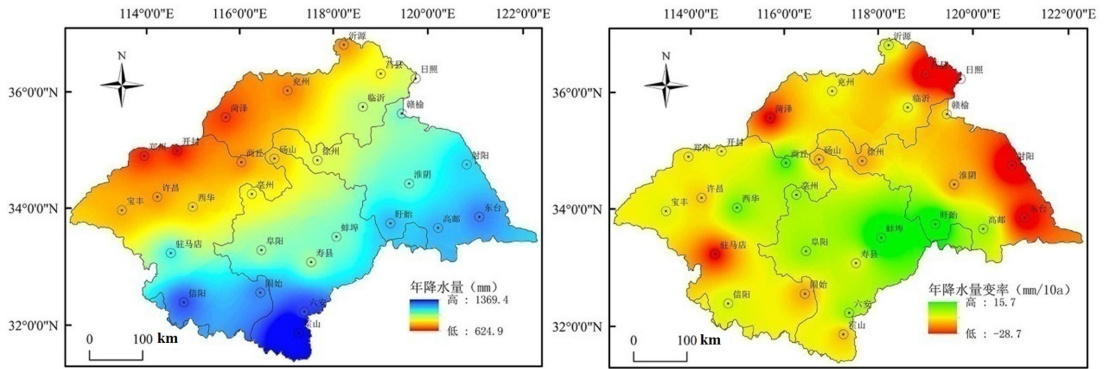


图 3 1951—2014 年淮河流域年降水量及变率空间变化

Fig. 3 Spatial trend map of annual rainfall in Huaihe River Basin during 1951—2014

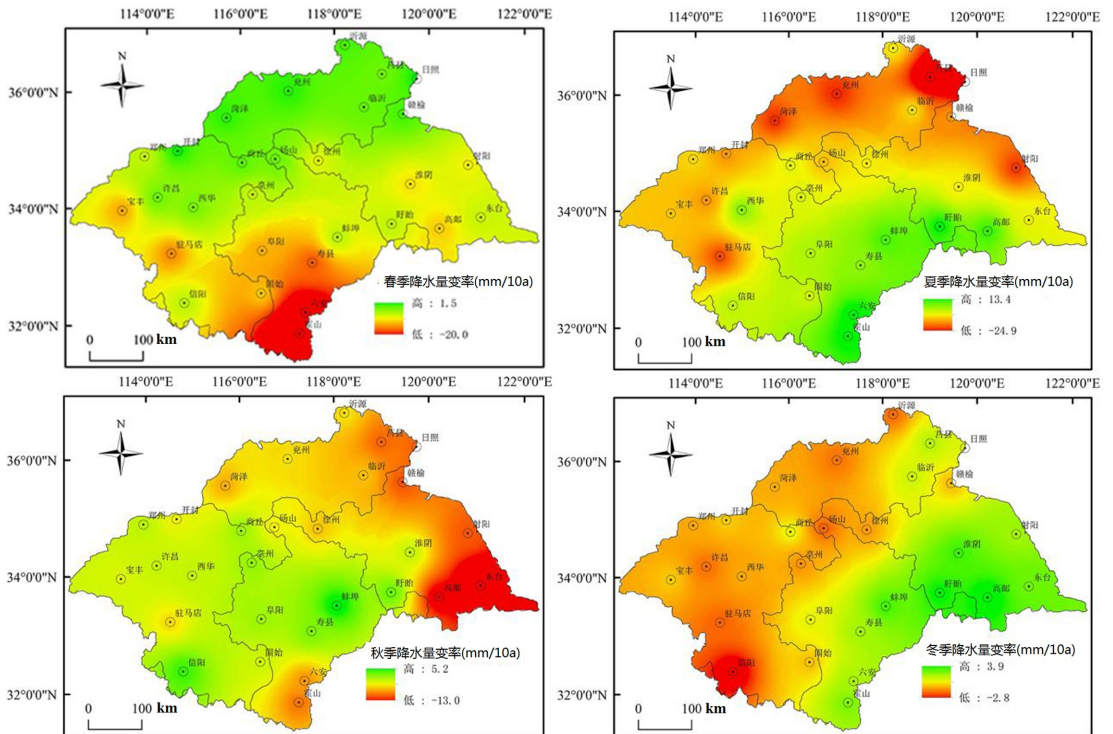


图 4 1951—2014 年淮河流域四季降水量变率空间变化

Fig. 4 Spatial trend map of rainfall for each season and in Huaihe River Basin during 1951—2014

4.2.2 四季降水量及变率分析

春季降水量变率最小是流域南部的霍山、六安等地区,说明其春季降水量减少最显著;流域北部降水量变率为正值,但值较小,说明其降水量略有

增加。夏季降水量变率特征与年降水量变化类似,最小的地区为北部(莒县、日照),说明其夏季降水量减少最显著;流域中、南部降水量变率为正值,说明其降水量具有增加趋势。秋季降水量变率沿海地

区(高邮和东台)最小,说明其降水量减少最显著;中、西部降水量变率为正值,但值较小,说明降水量略有增加。冬季降水量变率为 $-2.8\sim 3.9\text{ mm}/10\text{ a}$,可以认为是过去54年整个流域冬季降水量几乎没有变化(图4)。

5 结论

通过对1951—2014年淮河流域29个站点月降水量数据研究,发现:(1)年、春、夏和秋季降水量

具有减少趋势,冬季降水量具有增加趋势,但这些趋势变化不显著。(2)年降水量变化受控于夏季降水量变化,且具有短振荡周期;春、秋和冬季易发生旱涝灾害。(3)流域东南部年和四季降水量均大于北部降水量,且不同区域不同季节降水量变率不同,年和夏季降水量变率最大,冬季降水量变率最小。研究结果可为更好开发利用该区域水资源、减少洪涝灾害提供证据。

参考文献:

- [1] 韩艳,赵国永,王义民,等.最近150年气温升高的新认识[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2016,29(1):67-70.
HAN Yan, ZHAO Guoyong, WANG Yimin, et al. New opinion about temperature rising for the recent 150 years[J]. Journal of Xinyang Normal University(Natural Science Edition), 2016, 29(1): 67-70.
- [2] 颜俊.淮河流域人口分布空间格局研究[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2014,27(4):525-528, 533.
YAN Jun. Research on the spatial pattern of population distribution in the huaihe river basin[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2014, 27(4): 525-528, 533.
- [3] 王英,曹明奎,陶波,等.全球气候变化背景下中国降水量空间格局的变化特征[J].地理研究,2006,25(6):1031-1040.
WANG Ying, CAO Mingkui, TAO Bo, et al. The characteristics of spatio-temporal patterns in precipitation in China under the background of global climate change[J]. Geographical Research, 2006, 25(6): 1031-1040.
- [4] 常军,王永光,赵宇,等.近50年黄河流域降水量及雨日的气候变化特征[J].高原气象,2014,33(1):43-54.
CHANG Jun, WANG Yongguang, ZHAO Yu, et al. Characteristics of climate change of precipitation and rain Days in the Yellow River basin during recent 50 years[J]. Plateau Meteorology, 2014, 33(1): 43-54.
- [5] 黄小燕,李耀辉,冯建英,等.中国西北地区降水量及极端干旱气候变化特征[J].生态学报,2015,35(5):1359-1370.
HUANG Xiaoyan, LI Yaohui, FENG Jianying, et al. Climate characteristics of precipitation and extreme drought events in Northwest China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(5): 1359-1370.
- [6] 杨志刚,卓玛,路红亚,等.1961-2010年西藏雅鲁藏布江流域降水量变化特征及其对径流的影响分析[J].冰川冻土,2014,36(1):166-172.
YANG Zhigang, ZHUO Ma, LU Hongya, et al. Characteristics of precipitation variation and its effects on runoff in the Yarlung Zangbo River basin during 1961-2010[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2014, 36(1): 166-172.
- [7] 邓鹏,李政家.近50年淮河流域年降水量变化分析[J].水电能源科学,2013,31(4):14-17.
DENG Peng, LI Zhengjia. Variation analysis of annual precipitation events in Huaihe river basin in past 50 years[J]. Water Resources and Power, 2013, 31(4): 14-17.
- [8] 刘丽红,颜冰,肖柏青,等.1960年-2010年淮河流域降水量时空变化特征[J].南水北调与水利科技,2016,14(3):43-47, 66.
LIU Lihong, YAN Bing, XIAO Baiqing, et al. Characteristics of the precipitation variation in Huaihe River Basin during 1960-2010 [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2016, 14(3): 43-47, 66.
- [9] 刘明华,王立,祝保真,等.淮河流域城镇体系空间组织特征及结构优化[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2013,26(2):265-269.
LIU Minghua, WANG Li, ZHU Baozhen, et al. The structural planning and characteristics on combination of urban group space in the Huaihe River basin[J]. Journal of Xinyang Normal University(Natural Science Edition), 2013, 26(2): 265-269.
- [10] 徐宗学,张楠.黄河流域近50年降水变化趋势分析[J].地理研究,2006,25(1):27-34.
XU Zongxue, ZHANG Nan. Long-term trend of precipitation in the Yellow River basin during the past 50 years[J]. Geographical Research, 2006, 25(1): 27-34.
- [11] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,1996:420-423.
XU Jianhua. Mathematical methods in modern geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 1996: 420-423.
- [12] 冯雯,李可军,翟倩,等.中国北方地区($33^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$, $108^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$)过去500年夏季降水量的周期成分分析[J].第四纪研究,2013,33(1):126-135.
FENG Wen, LI Kejun, ZHAI Qian, et al. Multi-scale analysis of the precipitation index in north-central China ($33^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$, $108^{\circ}\sim 115^{\circ}\text{E}$) over the past 500 years[J]. Quaternary Sciences, 2013, 33(1): 126-135.

责任编辑:张建设