

# 六安市近45年来降水量空间分布研究

管云云<sup>1</sup>, 钟远标<sup>1</sup>, 李远平<sup>2</sup>, 关庆伟<sup>1</sup>

(1. 南京林业大学 生物与环境学院, 江苏, 南京 210037; 2. 皖西学院 资源环境与旅游管理学院, 安徽 六安 237012)

**摘要:** 为了进一步探明六安市降水量空间分布的特征, 主要采用基于 ArcGIS 的 Kriging 插值法, 对六安市近 45 年来的逐日降水量数据进行处理, 得到各季节、年均和汛期多年平均降水量的空间分布图表, 并分析了降水量的空间分布特征及其特异性原因。结果表明: 六安市秋冬两季各地降水量差异不大, 春季降水量从南向北、从西向东分别受到纬度和地形的影响, 逐渐减少, 夏季降水量受地形影响从西南向东北骤减, 西南山区两县降水量较多, 达到 600 mm; 年降水量整体上由西南向东北减少, 即越靠近大别山腹地降水量越大, 达到 1 370 mm, 南北相差达 470 mm, 但在山区和平原地带内部变化不大; 汛期降水也是自西南向东北递减, 但降水集中系数却在南部地区自西向东递减, 降低至 0.56, 然后向北部地区突增, 达到 0.67。说明六安市北部年内降水量变率大, 这是受到地形与雨带的进退速度和时间等因素的综合影响。

**关键词:** 降水量; 空间分布; Kriging 插值法; 六安市

中图分类号: TV125

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2015)03-0046-05

## Study on spatial distribution of precipitation in Luán for recent 45 years

GUAN Yunyun<sup>1</sup>, ZHONG Yuanbiao<sup>1</sup>, LI Yuanping<sup>2</sup>, GUAN Qingwei<sup>1</sup>

(1. College of Biology and Environment, Nanjing Forest University, Nanjing 210037, China;

2. College of Resources Environment and Tourist Management, West Anhui University, Luán 237012, China)

**Abstract:** In order to study the characteristics of spatial distribution of precipitation in Luán, the paper used Kriging interpolation method based on ArcGIS, and mainly to dispose the daily precipitation data in recent 56 years of luán. Then it got the rainfall spatial distribution and analyzed the spatial distribution characteristic of all seasons, average annual precipitation and flood season precipitation. The results show that the precipitation difference of autumn and winter in Luán is unobvious. The spring precipitation gradually reduces from south to north and from west to east because of the influence of latitude and terrain. In summer, the precipitation is mainly influenced by terrain drops sharply from southwest to northeast. In southwest mountainous area, the precipitation is up to 600mm; the spatial distribution of annual precipitation reduces from southwest to northeast. The closer to the Dabie mountain hinterland, the greater the rainfall is. The most precipitation reaches 1370 mm, the difference is 470mm. But in the mountains and plains belt, the falling gradient is low; the spatial distribution of precipitation in flood season also reduces from southwest to northeast, but the precipitation concentration efficiency reduces from west to east in south area, which reduces to 0.56 and then jumps to 0.67 in northern region. The result indicated that the inner-year variation of precipitation is great because of the influence of speed and time of terrain and rain belt.

**Key words:** precipitation; spatial distribution; Kriging interpolation method; Luán city

收稿日期: 2014-10-07; 修回日期: 2015-04-11

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展计划项目(2012CB416904); 江苏省高校优势学科建设工程项目(PAPD); 国家林业公益性行业科研专项(201104075)

作者简介: 管云云(1990-)女, 安徽芜湖人, 硕士生, 研究方向: 森林生态学。

通讯作者: 关庆伟(1964-)男, 辽宁沈阳人, 博士生, 教授, 研究方向: 森林生态学。

## 1 研究背景

降水量是最重要的气候因子之一,其时空分布研究对合理调配水资源和减轻旱涝灾害有着重要的指导意义。对降水特征的研究,近年来多集中在大区域的降水时空分布<sup>[1]</sup>、空间插值法<sup>[2]</sup>、年代际变化<sup>[3-4]</sup>、降水周期<sup>[5]</sup>、极端降水特征<sup>[6]</sup>、降水预测等方面。降水时间分布上的研究主要运用地统计学、突变检验、趋势预测、小波分析等分析方法,其中小波分析运用最多<sup>[7-8]</sup>。降水空间分布上的研究主要是运用空间插值法和统计回归模型等。降水量的观测都是在独立的气象站点上展开的,所以研究出多种空间插值法,但各种方法都有特定的适应条件和范围<sup>[9]</sup>。不过 Kriging 插值法在小区域中的研究较为广泛<sup>[10-12]</sup>,因为 Kriging 插值法是以空间结构分析为基础进行估值,考虑到了空间属性在空间位置上的变异分布、信息样品的形状、大小及与待估计块段相互间的空间位置等几何特征以及品位的空间结构,所以能消除由于采样不均带来的误差<sup>[13]</sup>;另外,范银贵<sup>[14]</sup>对 Kriging 法、反距离加权法、最小曲率法、三角剖分线性插值法这4种常用空间插值方法的优缺点及适用范围进行了比较,也验证得出 Kriging 插值法绘出的等值线美观且接近实际。

自20世纪80年代以来,六安地区旱涝灾害多发,已有学者对其降水的变化趋势和年代际变化进行了细致的研究。赵明松等<sup>[15]</sup>对六安地区三个县降水量变化特征的研究发现,该区降水量均呈正态分布。针对该区年内降水非均匀性特征也作了充分的研究,李远平等<sup>[16]</sup>对大别山北坡典型区域进行研究,发现该区年降水集中度变化在0.12~0.57之间。李远平等<sup>[17-19]</sup>还对六安市汛期旱涝变化的周期性、与旱涝等级状态预测以及汛期降水集中度与集中期的变化特征进行了研究。但对六安市降水空间上的分布特征却少有研究,并且其形成机制也缺乏探讨。

本研究主要运用基于 ArcGIS 的 Kriging 插值法,研究六安市降水量空间分布特征,旨在明晰:六安市各季节、年均、汛期降水量和降水集中系数的空间分布特征及其特异性;导致这些分布特征的原因。

## 2 研究区自然概况

六安市处于亚热带的北缘,东经115°20′~117°14′,北纬31°01′~32°40′,位于大别山西北坡;属于亚热带向暖温带过渡类型的季风气候,年降水量

1 200 mm 左右,汛期较长;地貌类型复杂多样,山地丘陵面积占65%,境内山脉呈东南-西北走向,地势西南高东北低,大致呈梯形分布,从西南到东北方向地形分别为大别山西北坡山地、六安丘陵地带、淮河岗地、华北南部平原四大地貌单元,淮河长江、盆地、湖泊相间其中。六安市的气候背景和地形分布特点决定了其水热条件空间分布的特异性。六安市包括金安区、裕安区、寿县、霍邱县、金寨县、舒城县、霍山县,总面积达18 000 km<sup>2</sup>。

## 3 数据来源和方法概述

研究选取六安市6个气象站点(六安市城区和寿县、霍邱、金寨、舒城、霍山5个县)1956-2001年共45 a的逐日降水量数据,对于个别站点缺测的数据,采用多年平均值。当前 GIS 工作平台在气象要素空间分析中的应用越来越广泛,基于 GIS 的空间插值可以将气象要素与其他地理要素相结合,有效改善气象要素空间插值和推算的效果<sup>[20-21]</sup>。本文主要运用基于 GIS 的 Kriging 插值法,首先,运用 Excel 统计出各季节、年总、汛期(5-9月)多年平均降水量数据(以下简称各季节、年、汛期降水量)和降水量集中系数,见表1;然后,把年和汛期降水量数据导入 ArcGIS10.0,运用 Kriging 插值法,得到年和汛期降水量空间分布图,达到定性分析与定量分析相结合。

## 4 研究结果

### 4.1 各季节降水量空间分布特征

六安市各季节降水量空间分布特征,见表1。由表可知,秋冬两季各地降水量差异并不显著,西南山区的金寨和霍山偏高。春季降水量从高到低依次是霍山>舒城>金寨>六安>霍邱>寿县,与纬度呈负相关关系,如寿县站纬度最高,降水量最少,只达到133 mm;且同一纬度不同地区降水量之间也存在差异,如六安市区明显低于霍山和金寨。夏季降水量从西南向东北骤减,山区两县降水量明显偏高,达到600 mm,而平原地区相差不大,皆在450 mm左右。

### 4.2 年降水量的空间分布特征

如图1和表1,六安市各县区年降水量空间分布特征与夏季相似,年降水量整体上由东北向西南增加,且山区和平原地区差异显著,说明六安市年降水量呈现出低纬多于高纬、山麓多于平原的分布格局,体现出降水的纬度地带性分布规律与非地带性

(地形) 分布规律。多年均值介于 900 ~ 1 370 mm 之间,是安徽省同纬度年降水量最大的区域之一。具体特征如下:六安市南部大别山腹地年降水量最大,介于 1 300 ~ 1 370 mm 之间(金寨最多,霍山次之),且等降水量线密集,降水空间分布变异较大;

六安市区和舒城降水量中等,降水等值线稀疏,相差不大;霍邱降水量虽少,但境内差异较大,从北到南各降水等级均有出现,同纬的寿县(平原为主)降水量最小,但县内分布最均匀,是因为霍邱县内地貌类型多样和纬度跨度相对较大。

表 1 六安市各县区降水量统计数据 mm

站点	春季	夏季	秋季	冬季	年降水量	汛期降水量	集中系数
六安	293.6	466.7	211.2	125.3	1099.6	661.2	0.60
寿县	133.2	442.8	225.7	100.1	901.8	605.6	0.67
金寨	345.2	608.1	280.2	137.8	1371.3	865.5	0.63
舒城	348.7	445.7	190.8	135.4	1120.6	662.9	0.56
霍山	369.2	574.0	266.3	154.0	1363.9	838.5	0.61
霍邱	233.9	453.4	212.2	92.9	992.4	644.3	0.65

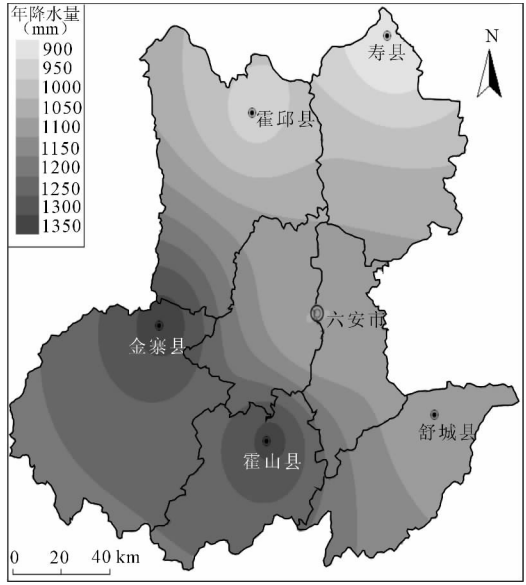


图 1 年降水量空间分布图

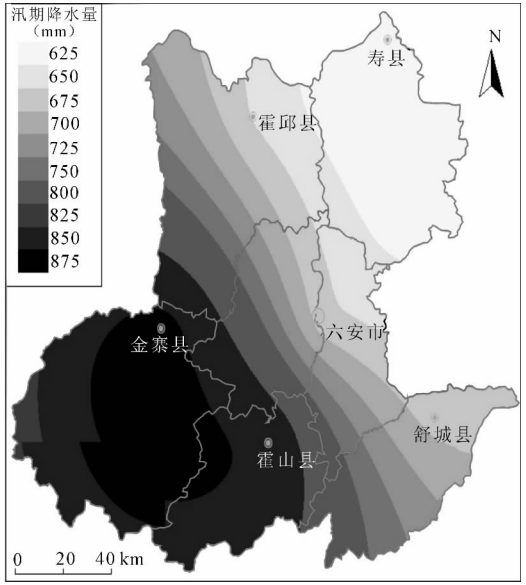


图 2 汛期降水量空间分布图

4.3 汛期降水量和降水集中系数空间分布特征

如图 2,汛期降水量空间分布特征与年降水量分布特征相近,图 3 也表现出二者同升同降,自西南向东北递减,但是递减的梯度和变化的具体特征不同,从霍邱到六安、舒城一线的变化梯度最大,等值线最密集,相差达到 150 mm 左右;山区腹地则相对较为均匀;东北平原岗地变化梯度最小。各县具体分布特征如下:金寨县最大,霍山县次之,分别达到 866、839 mm,且区内降水空间变化梯度不大;舒城、六安、霍邱汛期降水量相当,在 650 mm 左右,且 3 县分布特征相近,越靠近西南,等值线越密集,说明六安市的山前台地(西北-东南走向一线)这一小范围内降水变化梯度大,汛期降水梯度开始从此地

向西北-东南两侧骤减;寿县汛期降水最少,但空间分配最为均匀。

降水集中系数为汛期降水量占年降水量的比值,反映一个地区降水的集中程度,系数越大,表示该地区降水年内分布越不均匀,对旱涝灾害有着很好的指示作用。由表 1 可知,六安市降水集中系数在 0.56 ~ 0.67 之间,分布特征整体上是西南到东北逐渐增加,并且越往北,增幅越大;南部同一纬度上,降水集中系数从东到西逐渐增加,如金寨最高(0.63),舒城最低(0.56);而北部平原降水集中系数则从西到东逐渐增加,从 0.65 增加到 0.67。这与顾万龙<sup>[22]</sup>对淮河流域以南地区降水集中程度的研究结果相近,即集中系数在 0.6 左右,这也符合季

风气候下年内降水集中的特征<sup>[23]</sup>。

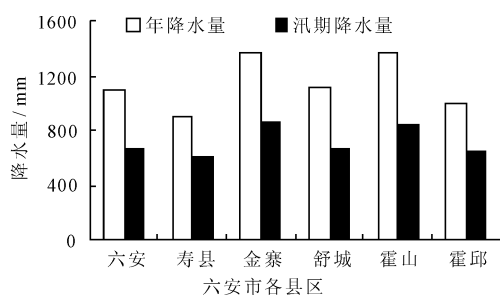


图3 年降水量与汛期降水量对比图

## 5 讨论

六安市年降水量分布特征主要受季风环流的影响,整体上表现出夏多冬少,南多北少<sup>[24]</sup>,这也与郭忆等<sup>[25]</sup>对长江中下游降水空间分布特征的研究一致,但由于六安地理位置(雨带推移的时间和速度)和地形(山地的走向、坡位朝向、坡度、高程、面积、位置等)的特异性,引起降水西多东少的特征<sup>[26]</sup>,所以其空间分布具有一定的区域性特点,与同纬其他区域不尽相同,并且不同的时段,主要影响因子也不同,如邻近城市合肥、芜湖的降水时空分布则较为均匀,年降水量一般在1200 mm左右。

六安市年均和汛期的降水量线大致呈西北—东南走向,首先是因为大别山位于六安西南部,呈西北—东南走向,冬夏季风受到抬升使得西南山区年降水多于同纬其他市区。其次,雨带在六安市境内推移时间和速度的差异使得北部平原地区年降水量比南部少,呈现出纬度地带性分布规律。由于我国雨带移动特征为:6月主要在六安市南部地区,7、8月份北跃,移动加快,9、10月冷空气又迅速南下,所以随纬度增加,雨带影响的时间减少(来得迟,退得早),春秋两雨带逐渐合并为一带<sup>[27]</sup>。六安各县夏半年降水差异大,冬季普遍较少,是因为夏季江淮流域主要受来自海洋的东南风影响,带来的气流暖湿,受地形抬升的作用,所以西南山区降水比同纬东部相对较多,另外北部较高纬度地区由于受雨带控制时间短,降水量则更少;冬季江淮流域主要受来自西伯利亚高压的偏北风控制,空气普遍干冷,所以降水皆少。上述各因素综合导致降水集中于夏季,且从南到北集中系数逐渐增加,易造成旱涝灾害,主要是影响了北部旱灾的频率和程度<sup>[18 24]</sup>。

目前关于地形对降水影响贡献的研究较多,如郭忆的研究表明,地形因子对长江中下游1、4月份降水分布影响较大,7、10月份则体现出各影响因子

间相互作用的复杂性<sup>[26]</sup>。不过具体的影响机制以及各因子在不同时间段对降水量的贡献,还不甚清楚,有待进一步研究。

## 6 结语

首先,六安市各季节降水量存在较大差异,春夏各县区降雨量差异较大,秋冬差异并不明显,这是因为不同季节,影响降水的自然因子不同,前者主要是地形,后者是因为整个冬半年中国受到冷高压控制,降雨普遍很少。其次,年和汛期降水量空间分布总体上由西南山区向东北平原递减,这样的降水分布格局是受到六安市特有的地形分布特征、坡位朝向和气候的纬度地带性的影响,但总体上体现出江淮流域降水量低纬多、高纬少的空间分布格局。最后,降水集中系数由南向北、由东向西递增,南部降水总量大,年内分配则相对均匀。但北部降水少,集中程度却更大,加剧了旱灾的发生。这与亚热带季风气候下雨带的进退时间和速度有关。

### 参考文献:

- [1] 刘艳群,陈创买,郑勇.珠江流域4-9月降水空间分布特征和类型[J].热带气象学报,2008,24(1):67-73.
- [2] 林忠辉,莫兴国,李宏轩,等.中国陆地区域气象要素的空间插值[J].地理学报,2002,57(1):47-56.
- [3] 魏凤英,谢宇.近百年长江中下游梅雨的年际及年代际振荡[J].应用气象学报,2005,16(4):492-499.
- [4] 李茜,魏凤英,李栋梁.近159年东亚夏季风年代际变化与中国东部旱涝分布[J].地理学报,2011,66(1):25-37.
- [5] 陈仁升,康尔泗,张济世.小波变换在河西地区水文和气候周期变化分析中的应用[J].地球科学进展,2001,16(3):339-345.
- [6] 宋巧云,魏凤英,许晨海.淮河流域暴雨过程的数值模拟和诊断分析[J].南京气象学院学报,2006,29(3):342-347.
- [7] 衡彤,王文圣,丁晶.降水量时间序列变化的小波特征[J].长江流域资源与环境,2002,11(5):466-470.
- [8] 李远平,杨太保.柴达木盆地近50年来年气温、降水的小波分析[J].干旱区地理,2007,30(5):708-713.
- [9] 封志明,杨艳昭,丁晓强,等.气象要素空间插值方法优化[J].地理研究,2004,23(3):357-364.
- [10] Atkinson P M, Lloyd C D. Mapping precipitation in Switzerland with ordinary and indicator Kriging. Special issue: spatial interpolation comparison 97 [J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1998, 2(2):65-76.
- [11] 邵晓梅,严昌荣,魏红兵.基于Kriging插值的黄河流域降水时空分布格局[J].中国农业气象,2006,27(2):65-69.

- [12] 刘刚, 赵荣, 刘纪平, 等. 澜沧江流域降水量空间分布的克里格插值分析[J]. 测绘科学, 2007, 32(3): 104 - 105 + 113.
- [13] 李新, 程国栋, 卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 260 - 265.
- [14] 范银贵. 空间插值方法在绘制降水量等值线中的应用[J]. 水利水电科技进展, 2002, 22(3): 48 - 50.
- [15] 赵明松, 程先富, 张建春. 六安地区近 50 年来降水量的变化特征[J]. 中国农业气象, 2008, 29(4): 397 - 401.
- [16] 李远平, 杨太保, 马建国. 大别山北坡典型区域降水年内分配不均匀性特征研究——以安徽省六安市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(9): 1148 - 1153.
- [17] 李远平, 赵咏梅, 杨太保. 基于加权马尔可夫链的六安市汛期降水预测研究[J]. 皖西学院学报, 2009, 25(2): 92 - 95.
- [18] 李远平, 赵咏梅, 杨太保. 渭河流域汛期旱涝变化的周期性与旱涝等级状态预测[J]. 资源科学, 2009, 31(6): 1046 - 1050.
- [19] 李远平, 杨太保, 马建国. 渭河流域汛期降水集中度和集中期的变化特征[J]. 资源科学, 2012, 34(3): 418 - 423.
- [20] 蔡福, 明惠青, 刘兵, 等. 采用地统计学和 GIS 技术对东北地区不同时期降水的分析[J]. 中国农业气象, 2006, 27(4): 296 - 299 + 304.
- [21] 周锁铨, 薛根元, 周丽峰, 等. 基于 GIS 降水空间分析的逐步插值方法[J]. 气象学报, 2006, 64(1): 100 - 111.
- [22] 顾万龙, 王纪军, 朱业玉, 等. 淮河流域降水量年内分配变化规律分析[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(4): 426 - 431.
- [23] 张录军, 钱永甫. 长江流域汛期降水集中程度和洪涝关系研究[J]. 地球物理学报, 2004, 47(4): 622 - 630.
- [24] 刘芸芸, 丁一汇. 西北太平洋夏季风对中国长江流域夏季降水的影响[J]. 大气科学, 2009, 33(6): 1225 - 1237.
- [25] 郭忆, 毕硕本, 张余庆, 等. 地理地形因子对长江中下游平原降水空间分布影响的估算和分析[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(29): 8555 - 8560.
- [26] Wotling G, Bouvier C H, Danloux J, et al. Regionalization of extreme precipitation distribution using the principal components of the topographical environment [J]. Journal of Hydrology, 2000, 233(1): 86 - 101.
- [27] 林爱兰, 郑彬, 谷德军, 等. 2006 年东亚夏季风活动特征与我国东部雨带分布[J]. 热带气象学报, 2009, 25(2): 129 - 140.

(上接第 45 页)

特征和周期成分进行分析, 对当地水资源的合理开发利用和可持续发展有重要指导意义。

本文根据丹河山路平水文站的逐月径流量资料, 应用基尼系数、R/S 和 Morlet 小波等多种方法分析了丹河流域径流的演变规律, 研究结果表明:

(1) 丹河流域径流量年内分配十分均匀, 主要集中在汛期, 各时期的年内分配过程主要为“复式峰”型, 最大峰值出现在 8 月份;

(2) 1955 - 2000 年丹河流域全年、汛期和非汛期 3 个径流量序列均呈显著递减趋势, 且未来递减过程都具有一定的反持续性;

(3) 由于汛期径流量对全年径流量贡献较大, 丹河全年和汛期的径流序列具有相近的丰 - 枯变化周期, 包含 4、10 和 15 a 左右的年际变化主周期, 还可能存在更长尺度的周期, 需要更长时间序列进行印证; 而非汛期径流序列存在 15 和 28 a 左右的两个丰 - 枯交替变化主周期。同时, 本研究的结果有待其他方法进一步验证, 以期提高结论的准确性和可靠程度。

参考文献:

- [1] 乔永杰, 张学成. 沁河入黄水量减少原因分析[J]. 水资源与水工程学报, 2007, 18(4): 85 - 87.
- [2] 潘雅婧, 王仰麟, 彭建, 等. 基于小波与 R/S 方法的汉江中下游流域降水量时间序列分析[J]. 地理研究, 2012, 31(5): 811 - 820.
- [3] 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.
- [4] 王文圣, 李跃清, 解苗苗, 等. 长江上游主要河流年径流序列变化特性分析[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2008, 40(3): 70 - 75.
- [5] 徐东霞, 章光新, 尹雄锐. 近 50 年嫩江流域径流变化及影响因素分析[J]. 水科学进展, 2009, 20(3): 416 - 421.
- [6] 谢平, 许斌, 章树安, 等. 变化环境下区域水资源变异问题研究[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [7] 刘贤赵, 李嘉竹, 宿庆, 等. 基于集中度与集中期的径流年内分配研究[J]. 地理科学, 2007, 27(6): 791 - 795.
- [8] 肖鹏嵩, 代俊峰, 王娜. 广西降雨量变化趋势分析[J]. 节水灌溉, 2013(2): 38 - 40.
- [9] 燕爱玲, 黄强, 刘招, 等. R/S 法的径流时序复杂特性研究[J]. 应用科学学报, 2007, 25(2): 214 - 217.
- [10] 叶茂, 张鹏, 王炜, 等. 塔里木河流域上游三源流径流变化趋势分析[J]. 水资源与水工程学报, 2010, 21(5): 10 - 14.
- [11] 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.