



安徽省近 60 年雨日、降水量及雨强的气候变化特征

摘要

采用安徽省 15 站近 60 年来的降水资料,研究了季节和年雨日、降水量及雨强的气候变化特征.结果表明:1)空间分布上,雨日、降水量“南多北少”,雨强中北部地区相当,皆小于南部地区;雨日数南北在冬春季相差较大,降水量夏季最多、冬季最少,雨强上南北在春季相差较大;雨日、降水量及雨强在年和季节上基本呈现显著正相关关系.2)时间演变上,雨日在减少,降水量、雨强在增多(大),且表现为两阶段的变化特征;小波分析显示约 10 a 的年代际周期变化,雨日上存在、降水量上在衰减、雨强上则不明显,约 5 a、3 a 的周期变化存在较多;雨日在春秋减少明显,降水量春秋减少,夏冬季增加但不明显,雨强尤以夏冬季增大明显;无论是年还是各季节的时间演变上,降水量与雨日、雨强均呈显著正相关,但雨日与雨强之间相关性则差些.

关键词

雨日;降水量;雨强;安徽省;周期

中图分类号 P416.2;P467

文献标志码 A

收稿日期 2016-06-06

资助项目 江苏省气象局北极阁开放研究基金(BJG201501)

作者简介

王涛,男,博士,主要从事气候系统与全球变化的研究.4341250@qq.com

1 安徽省公共气象服务中心,合肥,230031

2 江苏省气象科学研究所,南京,210009

3 中国地质大学(武汉)环境学院,武汉,430074

0 引言

在全球气候变暖的背景下,我国不同地区的降水出现了明显的变化^[1-6].干旱、暴雨、连阴雨等灾害性天气的发生不仅与降水量有关,而且还与雨日、雨强有关.较早的研究更多偏重于降水量,近些年来,不少学者开始对雨日特征及变化进行研究,并取得一定成果^[7-17].文献[7-8]指出中国年雨日明显减少,尤以夏季雨日减少最明显,空间上东北、华北、西南地区减少最多.东北地区年总雨日数减少主要体现在小雨日数减少,雨强增强主要体现在小雨和暴雨强度的增强^[9];在鲁西南、华南、云南、青海等地,降水日数同样明显减少,降水强度增加^[10-13].苑文华等^[14]指出降水量和不同强度降水日数的异常变化是形成旱涝灾害的主要原因;顾骏强等^[15]指出近 40 年浙江省降水量增加的同时,雨日数没有同步增加,且年总降水量及年总雨日数的长期趋势变化的空间分布几乎相反;王颖等^[16]指出江苏的年、四季雨日也在明显减少且东部比西部减少更多,雨日与降水量长期变化趋势也不完全一样.因此,研究降水量的同时,雨日的研究也是必要的,只有综合研究雨日和降水量才能更好地体现降水的本质.有关安徽省雨日、降水量及雨强的讨论还较少见文,本文利用近 60 年的记录资料对安徽省年、季节雨日、降水量及雨强的变化进行研究,从而得到一些雨日、降水量及雨强变化的规律.

1 资料与方法

1.1 资料

近 60 年来的降水资料来源于国家气象信息中心《中国地面气候资料数据集》,15 个站点分别是砀山、亳州、宿州、阜阳、寿县、蚌埠、滁州、六安、霍山、合肥、巢湖、安庆、宁国、黄山和屯溪站.雨日的定义为日降水量大于等于 0.1 mm 的日数.雨强的定义为逐年降水量除以对应时段的雨日,用来表示每个雨日的平均降水量.春季为 3—5 月、夏季 6—8 月、秋季 9—11 月、冬季 12 月—次年 2 月.

安徽省地势西南高、东北低,长江、淮河横贯省境,将全省划分为淮北平原、江淮丘陵和皖南山区三大自然区域.淮河以北地势平坦,为华北平原的一部分;江淮之间丘岗绵延,其西南部为大别山区;长江两岸地势低平,河湖交错,属于长江中下游平原;皖南则以山地为主,最高峰黄山莲花峰海拔 1 860 m.地形地貌南北迥异,复杂多样,导致

局地气候差异性较大。

1.2 方法

1.2.1 线性倾向率和趋势系数^[18]

计算气象要素的倾向率 b 和气象要素的时间序列与自然数数列之间的相关系数 r (称为趋势系数)。用 x_i 表示样本量为 n 的某一气候变量,用 t_i 表示 x_i 所对应的时间,建立 x_i 与 t_i 之间的一元线性回归方程:

$$x_i = a + bt_i, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

其中 a 为常数, b 为回归系数。回归系数 b 的符号表示气候变量 x 的趋势倾向, b 值的大小反映了上升或下降的速率,即表示上升或下降的倾向程度。 $b > 0$ 表示随时间 t 的增加 x 呈上升趋势, $b < 0$ 则表示 x 呈下降趋势。

趋势系数 r 表示变量 x 与时间 t 之间线性相关的密切程度,当 $r > 0$ 时, $b > 0$, 说明 x 随时间 t 呈上升趋势;当 $r < 0$ 时, $b < 0$, 说明 x 随时间 t 呈下降趋势; $|r|$ 越接近于 0, x 与 t 之间的线性相关就越小,并要对相关系数进行显著性检验。

1.2.2 小波分析^[18]

应用小波变换对气象要素进行分析研究已有许多,并对其来源及理论有详细的说明,这里仅给出小波变换中 Morlet 小波的基本公式:

$$\psi(t) = \pi^{-\frac{1}{4}} e^{i\omega_0 t} e^{-t^2/2},$$

$$W_f(a, b) = a^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt.$$

2 雨日、降水量及雨强的空间分布特征

2.1 年均值的空间分布

由各站点多年平均雨日的空间分布(图 1a)可见,安徽省年雨日呈“南多北少”的分布特点。黄山(179 d)最多,这应与该站点 1 840 m 的海拔有关;宁国(154.8 d)与屯溪(151.69 d)降水日数较多,在 150 d 以上;砀山(83.06 d)与亳州(86.38 d)降水日数最少,在 90 d 以下。此外,霍山(139.71 d)与六安(123.61 d)也较多,反映了安徽省年雨日也存在“山区多,丘陵及平原地区少”的特点。

由多年平均降水量分布(图 1b)可以看出,安徽省年平均降水量由南向北逐渐减少。年降水量最大在黄山(2 331.8 mm),其他降水量较高站点有屯溪(1 709.27 mm)、宁国(1 432.38 mm)、安庆(1 409.35 mm)、霍山(1 362.76 mm),明显高于其他地区;较小降水量出现在砀山(756.51 mm)和亳州(802.4 mm)。北部与南部年降水量相差近 1 倍。

将各站多年平均降水量除以雨日,得到年平均雨强分布(图 1c)。可以看出,安徽省雨强最强位于黄山,达到 13.03 mm/d,其次屯溪(11.27 mm/d)与安庆(10.96 mm/d)雨强较大,合肥(8.59 mm/d)、巢湖(8.71 mm/d)、寿县(8.79 mm/d)及六安(8.89 mm/d)雨强较小。安徽省雨强的分布特点:中北部地区雨强相当,皆小于南部地区。

2.2 季节均值的空间分布

站点各季节的雨日空间分布(图 2)显示:“南多

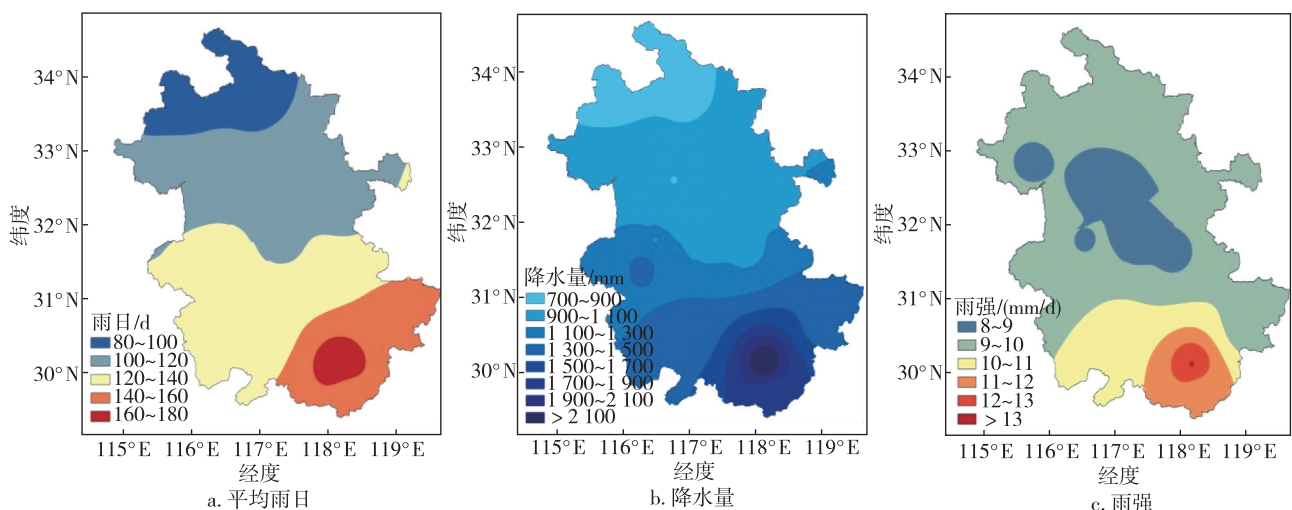


图 1 各站点多年平均雨日、降水量、雨强的空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of annual averaged wet days(a), precipitation(b), and rain intensity(c) in Anhui

北少”的特点贯穿四季,但夏秋季节南北雨日数相差较少,冬春季节相差较多;就各站点而言,春夏季节的雨日数多于秋冬季节,而“山区多,丘陵及平原地区少”的特点则出现在冬春季节.各季节的降水量空间分布(图略)显示,四季中“南多北少”的特点同样明显,夏季降水量最多,冬季最少,春秋季节北部地区降水量相当,而在中部地区春季降水量多于秋季.各季节的雨强空间分布(图略)显示,春季南北雨强差异最为明显,冬季次之,夏秋季节差异较小;就各站点而言,中南部地区雨强基本呈现夏季>春季>秋季>冬季,北部地区夏季>秋季>春季>冬季的特征.

计算年平均雨日、雨强、降水量之间空间分布的相关系数(表1),可见雨日较雨强而言,与降水量变

化更相关,空间分布特征上也较为一致.一般而言,有降水就有雨日,年平均雨日应与降水量空间分布是一致的,雨日与降水量空间分布一致性特点在华南^[11]、江浙^[15-16]等多地都有呈现.年平均雨强与降水量、雨日的空间分布相关系数表明,降水量对雨强的影响比雨日对其的影响大.季节尺度上的变化(表2)与年变化上是相同的,仅冬季降水量对雨强的影响比雨日对其的影响略小.

3 雨日、降水量及雨强的时间变化特征

3.1 年值的时间变化

图3a是各站年雨日数算术平均后的时间演变.可见,近60年来安徽年平均雨日为119 d,1964、1975

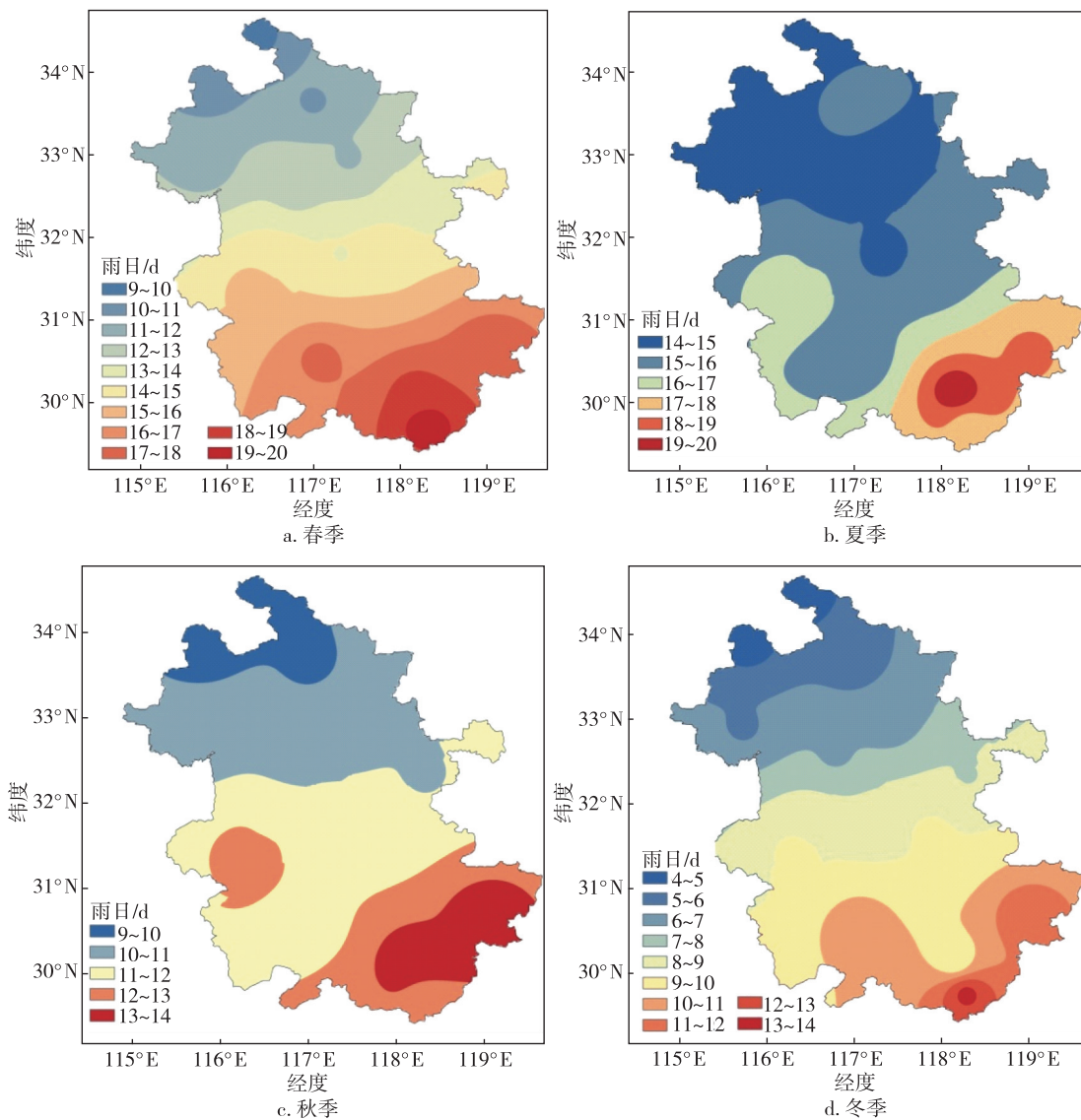


图2 各站点季节雨日数的空间分布

Fig.2 Spatial distribution of the averaged wet days in spring, summer, autumn and winter

表1 年平均雨日、雨强、降水量的空间分布相关系数

Table 1 Correlation coefficients between annual averaged wet days, rain intensity, and precipitation

| | 年平均雨日 | 年平均雨强 |
|--------|---------|---------|
| 年平均雨日 | 1 | |
| 年平均雨强 | 0.727** | 1 |
| 年平均降水量 | 0.946** | 0.906** |

注: **表示通过0.01显著性水平检验.

表2 季节雨日、雨强、降水量的空间分布相关系数

Table 2 Correlation coefficients between seasonal averaged wet days, rain intensity, and precipitation

| 春季 | 雨日 | 雨强 | 夏季 | 雨日 | 雨强 |
|-----|---------|---------|-----|---------|---------|
| 雨日 | 1 | | 雨日 | 1 | |
| 雨强 | 0.889** | 1 | 雨强 | 0.726** | 1 |
| 降水量 | 0.928** | 0.993** | 降水量 | 0.874** | 0.965** |
| 秋季 | 雨日 | 雨强 | 冬季 | 雨日 | 雨强 |
| 雨日 | 1 | | 雨日 | 1 | |
| 雨强 | 0.802** | 1 | 雨强 | 0.495 | 1 |
| 降水量 | 0.905** | 0.977** | 降水量 | 0.870** | 0.855** |

注: **表示通过0.01显著性水平检验; *表示通过0.05显著性水平检验.

年最多(140 d), 1978、1995年最少(97 d). 线性变化趋势显示年雨日以1.35 d/(10 a)的速率减少(趋势系数为-0.225), 未通过0.05显著性水平检验, 减少趋势不明显. 5 a滑动平均显示, 安徽雨日存在明显的“偏多—偏少”两个变化阶段, 即20世纪90年代之前的雨日偏多(>119 d)及20世纪90年代之后的雨日偏少(<119 d)阶段. 各站点的年雨日变化也都呈现线性减少变化(表3), 但减少速率不一. 其中砀山、亳州、宿州及滁州减少趋势特别明显, 通过0.01显著性水平检验.

图3b是各站年降水量算术平均后的时间序列.

表3 各站点雨日变化的线性方程及趋势系数

Table 3 Linear regression equations and trend coefficients of wet days from Anhui's 15 stations

| 站点 | 线性拟合方程 | 趋势系数 | 站点 | 线性拟合方程 | 趋势系数 |
|----|------------------------|----------|----|------------------------|---------|
| 砀山 | $y = -0.257x + 592.27$ | -0.393** | 霍山 | $y = -0.161x + 459.43$ | -0.190 |
| 亳州 | $y = -0.226x + 535.18$ | -0.336** | 合肥 | $y = -0.206x + 522.97$ | -0.278* |
| 宿州 | $y = -0.262x + 612.97$ | -0.370** | 巢湖 | $y = -0.066x + 251.86$ | -0.080 |
| 阜阳 | $y = -0.137x + 366.17$ | -0.204 | 安庆 | $y = -0.112x + 351.14$ | -0.155 |
| 寿县 | $y = -0.050x + 201.36$ | -0.075 | 宁国 | $y = -0.165x + 481.25$ | -0.216 |
| 蚌埠 | $y = -0.134x + 368.69$ | -0.197 | 黄山 | $y = -0.240x + 655.30$ | -0.275* |
| 滁州 | $y = -0.241x + 592.18$ | -0.363** | 屯溪 | $y = -0.218x + 584.68$ | -0.255* |
| 六安 | $y = -0.161x + 442.26$ | -0.213 | | | |

注: **表示通过0.01显著性水平检验; *表示通过0.05显著性水平检验.

可见, 近60年来年平均降水量为1 166.7 mm, 1991年降水量最多(1 587.3 mm), 其次为1956年(1 506.1 mm), 1978年降水量最少(702.8 mm). 线性变化趋势显示年降水量以8.3 mm/(10 a)的速率增加(趋势系数为0.083), 未通过0.05显著性水平检验, 增加趋势不明显. 5 a滑动平均显示降水量存在“偏少—偏多”两阶段变化, 即20世纪80年代之前的降水量偏少及20世纪80年代之后的降水量偏多阶段.

图3c是各站年雨强算术平均后的时间序列. 可见, 近60年来年平均雨强为9.57 mm/d, 1956、1991年雨强最大(12.6 mm/d), 1978年雨强最小(7.34 mm/d). 线性变化趋势显示年平均雨强以0.17 mm/((10 a) · d)的速率增加(趋势系数为0.266), 通过0.05显著性水平检验, 增加趋势明显. 5 a滑动平均显示, 安徽雨强存在明显的“偏小—偏大”两阶段变化, 即20世纪80年代之前的雨强偏小及20世纪80年代之后的雨强偏大阶段. 各站点的年雨强都呈现线性增加趋势(表略), 增加速率不一. 巢湖增加趋势明显, 通过0.01显著性水平检验.

表4为年平均雨日、雨强、降水量之间时间变化的相关系数. 相对空间分布而言, 雨日变化在时间上与降水量变化更为相关, 而与雨强变化之间几乎无相关性.

表4 年平均雨日、雨强、降水量的时间变化相关系数

Table 4 Correlation coefficients between annual averaged wet days, rain intensity and precipitation

| | 年平均雨日 | 年平均雨强 |
|--------|---------|---------|
| 年平均雨日 | 1 | |
| 年平均雨强 | 0.086 | 1 |
| 年平均降水量 | 0.627** | 0.814** |

注: **表示通过0.01显著性水平检验.

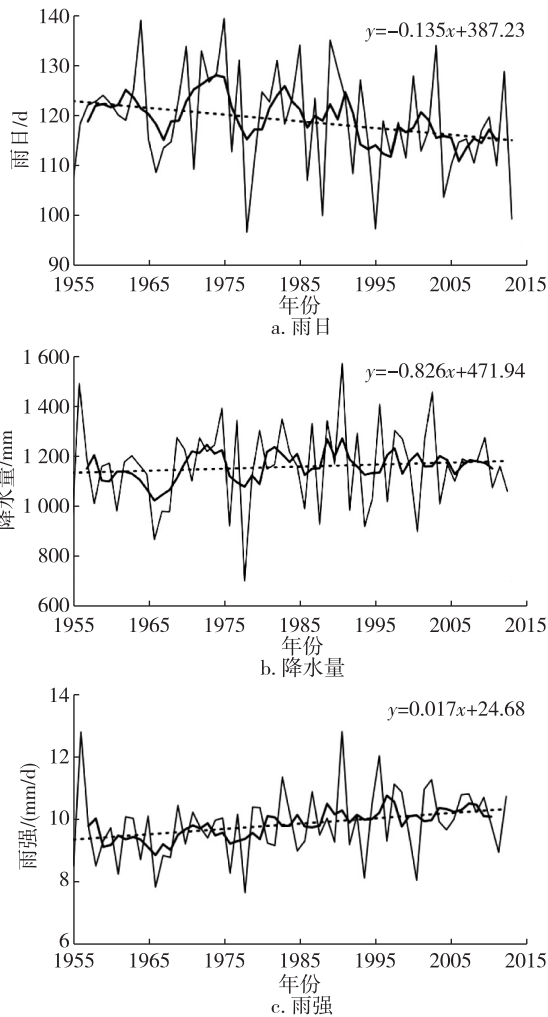


图3 雨日、降水量、雨强的时间变化(细实线为年值变化,粗实线为5 a滑动平均变化,虚线为线性趋势变化)

Fig. 3 Time series of wet days, precipitation, and rain intensity in Anhui during 1955-2014

雨日的小波变换(图4)显示整个时段内10~12 a的周期振荡逐渐衰减成8~10 a的周期,这个周期振荡过程对应了5 a滑动平均的波峰、波谷变化,说明雨日变化具有明显的年代际特征.此外,1955—1975年,还存在5~6 a的周期变化;1980—1995年,4~5 a的周期逐渐衰减成3~4 a的周期;1965—1990年存在2~3 a的周期,1990年后2~3 a周期不明显.

降水量的小波变换(图5)在1965年之后,8~10 a(10 a左右)的周期振荡逐渐衰减至6~8 a的周期;1955—1975年6~8 a的周期逐渐衰减至5~6 a的周期;2~4 a的周期在2005年之前一直存在,2005年之后则不明显.总体显示出时段内降水量的年代际变化减弱的过程,变化以2~4 a的高频振荡及6 a左右的年际变化为主.

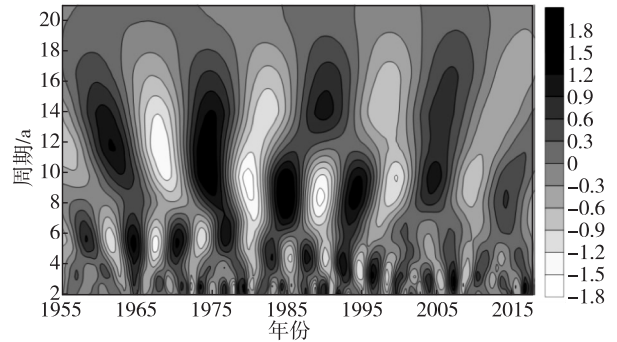


图4 年雨日小波变换

Fig. 4 Morlet wavelet transform of annual wet days

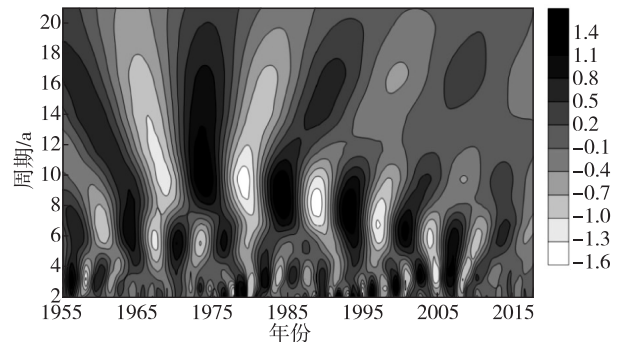


图5 年降水量小波变换

Fig. 5 Morlet wavelet transforms of annual precipitation

雨强的小波变换(图6)在整个时段内6~8 a的周期振荡逐渐增强为8~10 a的周期,又逐渐衰减至5~6 a的周期;1955—1970年3~4 a的周期逐渐衰减成2 a左右周期;1980—2000年,3~4 a的周期再次出现.总体显示出雨强不具有明显的年代际变化,多以2~4 a的高频振荡为主.

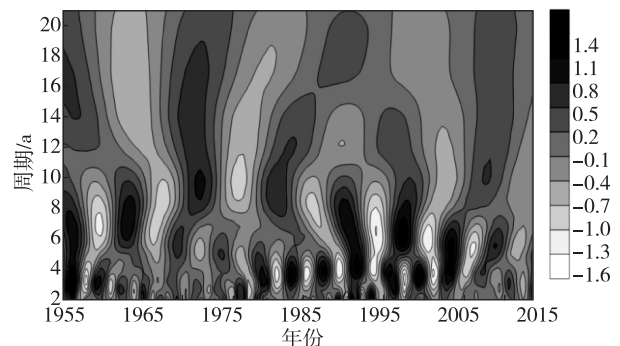


图6 年雨强小波变换

Fig. 6 Morlet wavelet transforms of annual rain intensity

3.2 季节值的时间变化

在四季雨日的时间变化上(图7),春、夏、秋三

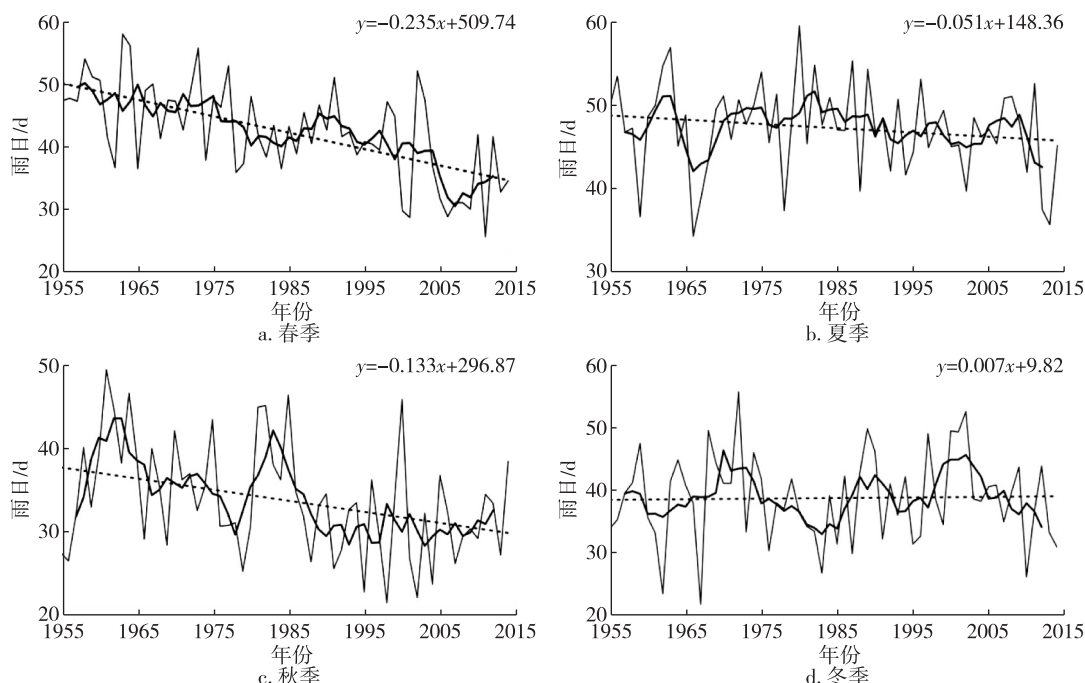


图7 四季雨日的时间变化(1955—2014年)(细实线为年值变化,粗实线为5 a 滑动平均变化,虚线为线性趋势变化)

Fig. 7 Timeseries of wet days in spring, summer, autumn, and winter during 1955–2014

季的雨日数在减少,且春秋季节的减少趋势明显,趋势系数分别为 -0.606 、 -0.347 ,通过 0.01 显著性水平检验;夏季雨日减少与冬季雨日增加的趋势则不显著,说明安徽省年雨日的减少主要体现在春秋季节.5 a 滑动平均显示,春秋季节雨日在20世纪90年代初期,80年代末期之前多处于近60年的雨日均值之上,之后雨日多处于均值之下.

在四季降水量的时间变化上(图8),春秋季节降水量在减少,从而引起春秋季节雨日数的减少,而夏冬季节降水量在增加;与雨日变化区别的是,四季降水量皆没有明显的趋势变化,四季降水量变化的趋势系数皆未通过显著性检验.

在四季雨强的时间变化上(图9),四季的雨强都在增加,夏冬季节的增加趋势明显,趋势系数分别为 0.446 、 0.384 ,通过 0.01 显著性水平检验;春秋季节的雨强增加趋势则不明显.5 a 滑动平均显示,夏冬季节雨强在20世纪80年代中后期之前多处于近60年的雨强均值之下,之后雨强多处于均值之上.

表5为季节雨日、雨强、降水量之间时间变化的相关系数.时间变化上,雨日与降水量的变化相关性较雨强更显著,这一关系与空间上的相关性也是一致的.从降水量角度来看,在春冬季节,降水量对雨日和雨强的影响相当(相关系数接近),而在夏秋季

节降水量对雨强的影响比雨日大,这可能与夏秋季降水量占全年降水量较大部分有关.

表5 季节雨日、雨强、降水量的时间变化相关系数

Table 5 Correlation coefficients between seasonal averaged wet days, rain intensity and precipitation

| 春季 | 雨日 | 雨强 | 夏季 | 雨日 | 雨强 |
|-----|---------|---------|-----|---------|---------|
| 雨日 | 1 | | 雨日 | 1 | |
| 雨强 | 0.220 | 1 | 雨强 | 0.288* | 1 |
| 降水量 | 0.765** | 0.788** | 降水量 | 0.689** | 0.888** |
| 秋季 | 雨日 | 雨强 | 冬季 | 雨日 | 雨强 |
| 雨日 | 1 | | 雨日 | 1 | |
| 雨强 | 0.266* | 1 | 雨强 | 0.300* | 1 |
| 降水量 | 0.739** | 0.835** | 降水量 | 0.789** | 0.808** |

注:**表示通过 0.01 显著性水平检验;*表示通过 0.05 显著性水平检验.

4 结论

1) 年尺度的空间分布上,安徽省雨日具有“南多北少”、“山区多,丘陵及平原地区少”的特征;降水量由南向北减少,南北差距较大;雨强在中北部相当,但皆小于南部地区.

2) 季节尺度的空间分布上,雨日“南多北少”的特征在四季、“山区多,丘陵及平原地区少”的特征在冬春季节出现,且雨日数南北夏秋季相差较少,冬春

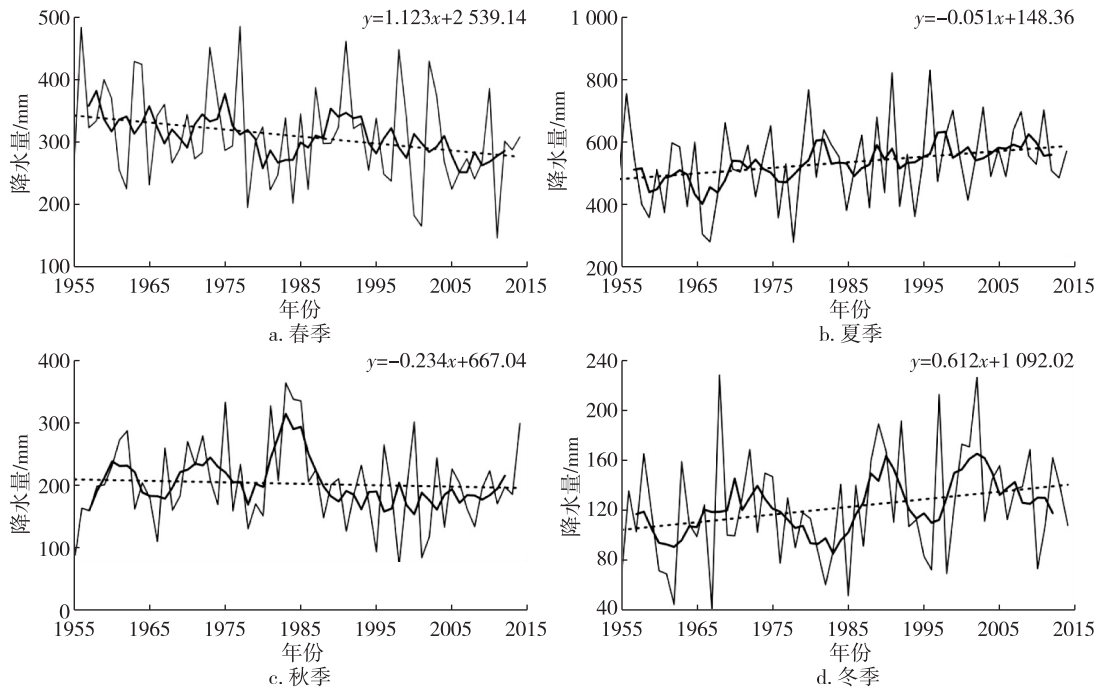


图 8 四季降水量的时间变化(1955—2014年)(细实线为年值变化,粗实线为5 a 滑动平均变化,虚线为线性趋势变化)

Fig. 8 Timeseries of precipitation in spring, summer, autumn, and winter during 1955-2014

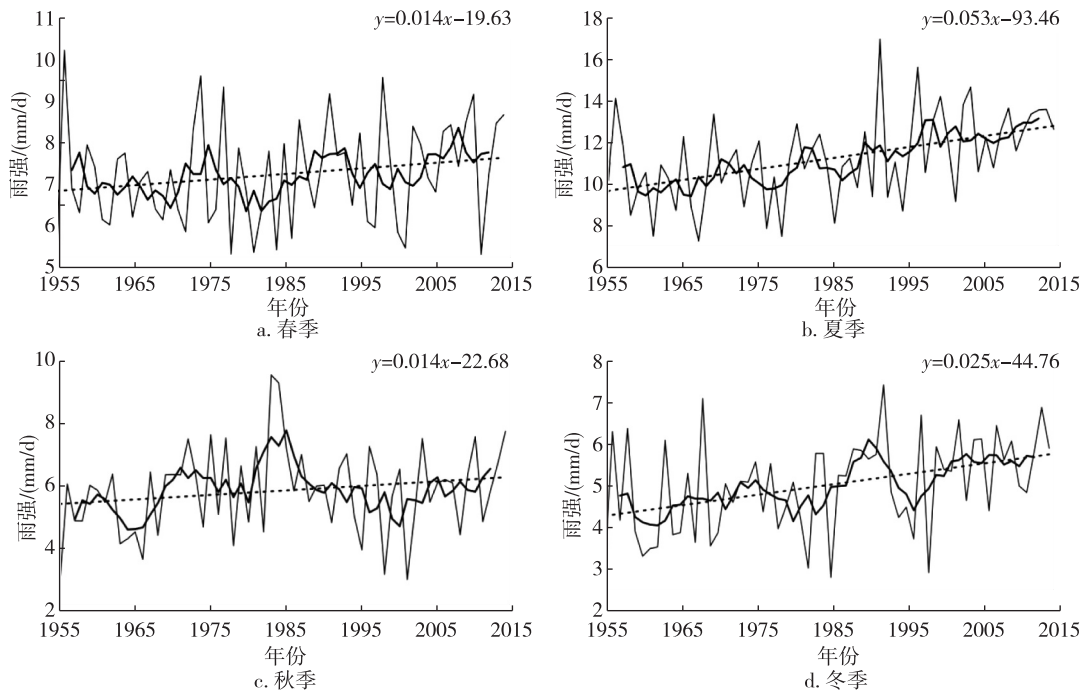


图 9 四季雨强的时间变化(1955—2014年)(细实线为年值变化,粗实线为5 a 滑动平均变化,虚线为线性趋势变化)

Fig. 9 Timeseries of rain intensity in spring, summer, autumn, and winter during 1955-2014

季相差较多;降水量四季中“南多北少”,夏季最多、冬季最少,北部春秋季节相当、中部春季多于秋季;雨强中春季南北差异最明显,冬季次之,夏秋季节差

异较小.年和季节尺度的空间分布上,降水量与雨日、雨强呈显著正相关;雨日与雨强之间(除冬季外)也呈显著正相关.

3) 年尺度的时间演变上,近 60 年来安徽省雨日在减少、降水量在增多、雨强在增大,三者都存在两阶段变化,雨日“偏多—偏少”,降水量、雨强“偏少(小)—偏多(大)”。雨日存在明显约 10 a 的年代际周期变化以及约 5 a、约 3 a 的周期变化;降水量的年代际周期在衰减,变化以约 6 a、约 3 a 周期为主;雨强不具有明显年代际周期变化,以约 3 a 周期为主。

4) 季节尺度的时间演变上,雨日在春秋季节减少明显(导致年降水日数减少)、夏季的减少及冬季的增加则不明显,降水量在春秋季节减少、夏冬季节增加但不显著,雨强在四季中都增大,尤以夏冬季节明显。无论是年还是各季节的时间演变上,降水量与雨日、雨强均呈显著正相关,但雨日与雨强之间相关性则差些。

长江、淮河将安徽省划分为淮北平原、江淮丘陵和皖南山区三大自然区域,也造就气候上有所差异。本文在区域差异性的讨论上还有所不足,下一步希望在更多站点数据基础上,更全面分析安徽省降水的多样变化。

参考文献

References

- [1] 任国玉,吴虹,陈正洪.中国降水变化趋势的空间特征[J].应用气象学报,2000,11(3):322-330
REN Guoyu, WU Hong, CHEN Zhenghong. Spatial patterns of change trend in rainfall of China[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2000, 11(3): 322-330
- [2] 姚惠明,吴永祥,关铁生.中国降水演变趋势诊断及新事实[J].水科学进展,2013,24(1):1-10
YAO Huiming, WU Yongxiang, GUAN Tiesheng. Diagnose of precipitation evolution trend in China and new facts[J]. Advances in Water Science, 2013, 24(1): 1-10
- [3] 李栋梁,魏丽,蔡英,等.中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望[J].冰川冻土,2003,25(2):135-142
LI Dongliang, WEI Li, CAI Ying, et al. The present facts and the future tendency of the climate change in Northwest China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, 25(2): 135-142
- [4] 宋连春,张存杰.20世纪西北地区降水量变化特征[J].冰川冻土,2003,25(2):143-148
SONG Lianchun, ZHANG Cunjie. Changing features of precipitation over Northwest China during the 20th century[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, 25(2): 143-148
- [5] 马柱国,符淙斌.1951—2004年中国北方干旱化的基本事实[J].科学通报,2006,51(20):2429-2439
MA Zhuguo, FU Congbin. Some evidence of drying trend over northern China from 1951 to 2004[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(20): 2429-2439
- [6] 杨修群,谢倩,朱益民,等.华北降水年代际变化特征及相关的海气异常型[J].地球物理学报,2005,48(4):789-797
YANG Xiuqun, XIE Qian, ZHU Yimin, et al. Decadal-to-interdecadal variability of precipitation in North China and associated atmospheric and oceanic anomaly patterns[J]. Chinese Journal of Geophysics, 2005, 48(4): 789-797
- [7] 王颖,施能,顾骏强,等.中国雨日的气候变化[J].大气科学,2006,30(1):162-170
WANG Ying, SHI Neng, GU Junqiang, et al. Climatic variations of wet days in China[J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 2006, 30(1): 162-170
- [8] 王大钧,陈列,丁裕国.近40年来中国降水量、雨日变化趋势及与全球温度变化的关系[J].热带气象学报,2006,22(3):283-289
WANG Dajun, CHEN Lie, DING Yuguo. The change trend in rainfall, wet days of China in recent 40 years and the correlation between the change trend and the change of globe temperature[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2006, 22(3): 283-289
- [9] 孙凤华,杨素英,任国玉.东北地区降水日数、强度和持续时间的年代际变化[J].应用气象学报,2007,18(5):610-618
SUN Fenghua, YANG Suying, REN Guoyu. Decade variations of precipitation event frequency, intensity and duration in the Northeast China[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2007, 18(5): 610-618
- [10] 孙翠凤,窦坤,吴雷柱,等.鲁西南近50年降水量和雨日雨强变化趋势[J].中国农业资源与区划,2014,35(2):29-34
SUN Cuifeng, DOU Kun, WU Leizhu, et al. Precipitation in Southwest Shandong in recent 50 years and the variation trend of rainy days and raininess[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2014, 35(2): 29-34
- [11] 伍红雨,杜尧东,陈桢华,等.华南雨日、雨强的气候变化[J].热带气象学报,2011,27(6):877-888
WU Hongyu, DU Yaodong, CHEN Zhenhua, et al. Climatic variations of wet days and rain intensity in South China[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2011, 27(6): 877-888
- [12] 符传博,吴润,丹利.近50年云南省雨日及降水量的气候变化[J].高原气象,2011,30(4):1027-1033
FU Chuanbo, WU Jian, DAN Li. Climatic changes of rainfall and rain days in Yunnan province[J]. Plateau Meteorology, 2011, 30(4): 1027-1033
- [13] 汪青春,李林,刘蓓,等.青海省近40年雨日、雨强气候变化特征[J].气象,2005,31(3):69-72
WANG Qingchun, LI Lin, LIU Bei, et al. Climatic variational characteristics of rain days and rain intensity for the last 40 years in Qinghai province[J]. Meteorological Monthly, 2005, 31(3): 69-72
- [14] 苑文华,张玉洁,孙茂璞,等.山东省降水量与不同强度降水日数变化对干旱的影响[J].干旱气象,2010,28(1):35-40
YUAN Wenhua, ZHANG Yujie, SUN Maopu, et al. Impact

- of annual precipitation and rainy days with different grades variation on drought disaster in Shandong province [J].*Journal of Arid Meteorology*,2010,28(1):35-40
- [15] 顾骏强,施能,薛根元.近40年浙江省降水量、雨日的气候变化[J].*应用气象学报*,2002,13(3):322-329
GU Junqiang, SHI Neng, XUE Genyuan. Climatic variation of rainfall and wet days in Zhejiang[J].*Journal of Applied Meteorological Science*,2002,13(3):322-329
- [16] 王颖,封国林,施能,等.江苏省雨日及降水量的气候变化研究[J].*气象科学*,2007,27(3):287-293
WANG Ying, FENG Guolin, SHI Neng, et al. Climate variation of rainfall and wet days in Jiangsu[J].*Scientia Meteorologica Sinica*,2007,27(3):287-293
- [17] 姜旭,赵光平.中国西北地区东部雨日的气候特征及其与低空风场的相关性研究[J].*中国沙漠*,2013,33(3):888-895
JIANG Xu, ZHAO Guangping. The climatic character of precipitation days in the East of Northwest China and the correlation between the precipitation days and low-level wind shear[J].*Journal of Desert Research*,2013,33(3):888-895
- [18] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999
WEI Fengying. Modern climate statistic diagnosis and prediction technology[M]. Beijing: China Meteorological Press, 1999

Climatic variations of wet days, precipitation and rain intensity in Anhui province during the last 60 years

WANG Tao^{1,2,3} LIU Chengxiao¹

1 Anhui Public Meteorological Service Center, Hefei 230031

2 Jiangsu Research Institute of Meteorological Science, Nanjing 210009

3 School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074

Abstract Based on the precipitation data of 15 observational stations during the last 60 years in Anhui province, the spatial & temporal features of annual and seasonal changes for wet days, rainfall and rain intensity were studied. The spatial distribution shows that wet days and rainfall are more in southern than in northern area; the rain intensity is almost equal in middle and northern areas, but less than that in southern area. As for the seasonal change, the precipitation is the most in summer and the least in winter in all areas; the wet days differ obviously between south and north in spring and winter, and the difference of rain intensity is large between south and north in spring. Wet days, rainfall and rain intensity show a significantly positive correlation between each other on both annual and seasonal levels. The temporal variation shows that wet days has declined, while precipitation and rain intensity have increased, and the characteristics can be divided into two stages. The wavelet analysis shows that wet days exists inter-decadal periodic (about 10 a), precipitation declines while rain intensity is not pronounced. Quasi-periodicities of 5 a and 3 a exist during the 60 a period. Wet days have declined significantly in spring and autumn. Precipitation has roughly declined in spring and autumn, and increased in summer and winter. Rain intensity has increased significantly, especially in summer and winter. On both annual and seasonal levels, precipitation has significant positive correlations with wet days and rain intensity, which is stronger than the correlation between wet days and rain intensity.

Key words wet days; precipitation; rain intensity; Anhui province; period