

文章编号: 1000-2022(2003) 05-0622-09

我国秋季降水、温度的时空分布特征及气候变化

谌 芸, 施 能

(南京气象学院 大气科学系, 江苏 南京 210044)

摘 要: 首先利用 1951—1999 年资料, 研究了我国秋季(9—11 月)降水、温度的时空特征, 找出我国秋雨明显的地区, 然后划分秋季的旱涝年及秋季气温的冷暖年, 并研究旱涝、冷暖年的气候变化特征, 最后利用 500 hPa 位势高度资料分析了我国及长江中下游地区秋季气候异常的大尺度环流背景及气候变化的成因。

关键词: 秋季; 气候异常; 气候变化; 大气环流

中图分类号: P468.0 **文献标识码:** A

我国大部分地区处于东亚季风区, 是气候异常经常发生的气候脆弱区, 旱涝等灾害频繁, 过去, 对我国气候的研究多集中于夏季, 但是要全面了解气候异常特征, 预防各种可能的自然灾害, 秋季天气是不能忽视的。秋季气候对农业生产和国民经济建设有一定的重要意义: 秋季正是我国西部各地作物成熟、收获, 冬季作物播种的大忙季节, 也是长江下游后季稻抽穗扬花与棉花成铃、吐絮收花的季节, 这一时期的气候将直接影响当年作物的收成和来年的农业生产。另外秋季气候异常可能影响冬季及来年夏季的气候异常。施能^[1]发现我国 10 月降水场与长江中下游、华北、西南地区 7 月降水相关较好, 秋季大尺度降水异常与来年汛期降水有较好的相关关系, 秋季降水可以对初夏降水提供预报信息。但是对我国秋季气候异常的研究相对较少。早期, 高由禧等^[2-3]初步分析了我国秋雨和秋高气爽现象, 何敏^[4]对主要秋雨区的分布及长期预报作了研究, 任国玉等^[5]只对秋季气温、降水的空间分布作了简单分析。近来一些学者对各具体地区的秋季旱涝进行了研究: 徐桂玉等^[6]分析华西秋雨, 吴震等^[7]分析和预测南京秋季干旱, 韩照宇^[8]初步分析山西秋季降水异常等。施能^[9]从预报的角度考虑, 将 1951—1984 年我国秋季降水场分解为 3 个典型的大尺度降水场, 并分析大尺度降水异常原因, 指出秋季大尺度降水预报必须考虑南方涛动强度。然而, 我国秋季最基本的气候特征是什么? 秋季降水量场在全年降水中占多少比重? 有什么样的区域分布特征? 哪些地区秋季天气最容易发生气候异常? 哪些地区夏秋季间气候变化较一致? 哪些地区夏秋季间相关关系不好, 甚至可以相反? 造成我国秋季气候异常的原因是什么? 等等。这些问题将是本文利用更为完整的资料所要研究的内容。

收稿日期: 2001-09-17; 改回日期: 2002-10-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40275028)

作者简介: 谌 芸(1969-), 女, 四川西昌人, 副高, 博士生, 研究方向: 天气、气候研究。

1 资料和计算方法

文中降水和温度资料为 1951—1999 年我国 160 站月平均值。500 hPa 高度场资料为 1951—1999 年 10~85°N, 0~180°E 的月平均值。所用诊断方法主要有: 计算气候趋势系数 r_{xt} 、平均距平百分率 Y_t 、及合成分析方法等^[10-11]。

2 我国秋季气候异常特征

我国秋季(9—11月)160站多年平均降水量(图1)的分布为:35°N以南的东部地区是多秋雨区,秋雨最多的地区(降水量>250mm)是长江中上游地区、浙江、福建东部及广东南部。35°N以北的北方地区秋季降水都不十分明显。西北地区秋季降水最多100mm,大部分地区在50mm以下。均方差的分布(图略)由东南向西北递减,南方普遍比北方大,长江以南地区大于100mm。秋季降水多的地区,降水的年际变化亦比较大。

从秋季降水占全年总降水的百分比图(图2)上可以看到,比值较高的地区在青藏高原东部及云南省和陕西南部、湖北北部,其降水百分率均在20%以上,西安、天水、汉中、安康等测站都在28%以上,约占全年总降水量的1/3。华南和东南沿海地区秋季平均降水虽比全国其他地区多,但因该地区是我国年降水量最多的地区,秋季降水占该地区的全年总降水的比率并不是最高,不超过20%。

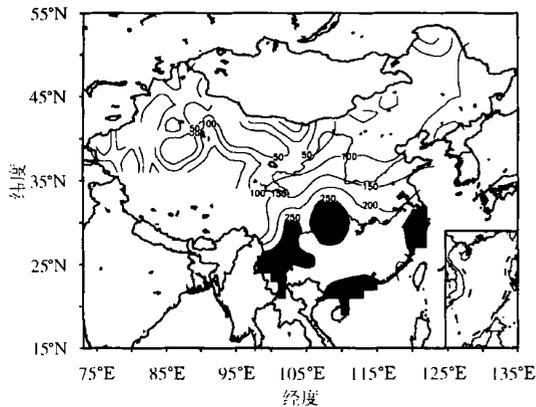


图 1 秋季平均降水

(阴影区为大于等于 250 mm 的地区;单位: mm)

Fig. 1 Distribution of autumn average rainfall in China with shaded areas >= 250 mm (units: mm)

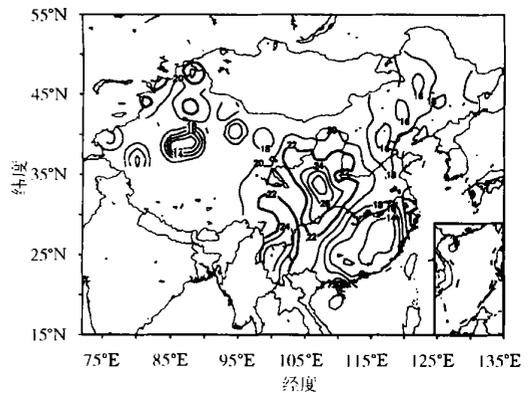


图 2 秋季降水占全年

总降水百分比(单位: %)

Fig. 2 Percentages of autumn rainfall in annual amount (units: %)

图 3 为秋季平均温度分布,35°N 以南的东部地区秋季气温较高,南岭地区的温度最高。秋季平均温度均方差(图略)呈北高南低的分布,35°N 以南地区只在两湖平原有一个相对高值区。秋季气温低的地区,年际变化较大。

3 我国秋季气候变化特征

3.1 秋季降水的变化特征

3.1.1 秋季异常旱涝年

为了解秋季大尺度的旱涝情况,计算全国 160 站秋季降水的平均距平百分率 Y_t

$$Y_t = \left[\frac{1}{160} \sum_{i=1}^{160} \left(\frac{x_{it} - \bar{x}}{\bar{x}} \right) \right] \times 100 \%, \quad t = 1, 2, \dots, 49。$$

式中 x_{it} 为第 i 站第 t 年的秋季降水量, \bar{x} 为第 i 站的秋季平均降水量。

图 4 为 160 站秋季降水平均距平百分率时间变化曲线及其 9 点二项式滤波曲线和趋势线, 在秋季降水负趋势的基础上, 迭加了明显的年代际变化, 其中 60、70 和 80 年代初平均距平百分率值较大, 秋季降水明显; 而 50、60、70 和 90 年代中后期较低, 1983 年以后至今, 秋季降水异常减少, 近阶段秋雨普遍很少。斜虚线的趋势系数为 -0.29 , 距平百分率全国平均每年下降 0.26% 。

根据 1951—1999 年历年秋季降水平均距平百分率, 平均降水 EOF 展开的第一时间系数 T_1 (标准化值), 再参照秋季平均降水量 R 三个值, 将 Y_t 大于 7% , 第二时间系数 T_2 大于 0.9 , 且 R 大于 180 mm 的年份定为涝年; 把 Y_t 小于 -8% , T_1 小于 -0.5 , 且 R 小于 150 mm 的年份定为旱年。这样典型涝年有: 1961、1982、1972、1983、1973、1975、1953、1970、1951、1987 年, 典型旱年有: 1998、1966、1991、1979、1992、1988、1996、1956、1986、1980 年。涝年主要出现在 70、80 年代, 而旱年主要出现在 80、90 年代, 90 年代以后秋旱是气候变化的一个重要特征。

35°N 以南大部地区秋季降水多、均方差大, 是秋季降水应该重点分析的地区, 对 35°N 以南的测站绘制平均距平百分率曲线 (图略), 该曲线几乎与图 4 相同, 其演变特征无论从年际、年代际或长期趋势变化看都是与全国一致的, 该区是我国秋雨异常变化的主要地区。

根据前面确定的旱涝年, 制作秋季涝年减旱年的 t 统计量图 (图 5), 由图可见, 在河套和长江中下游以南的部分地区通过了 $\alpha = 0.001$ 的显著性检验, 这些地区秋季降水在旱涝年的变化最为显著。

3.1.2 秋季降水的长期趋势变化

用 160 站秋季降水的趋势系数来表示秋季降水的长期趋势。气候趋势系数 r_{xt} 定义为要素序列与自然数列 $1, 2, \dots, n$ 之间的相关系数, 即

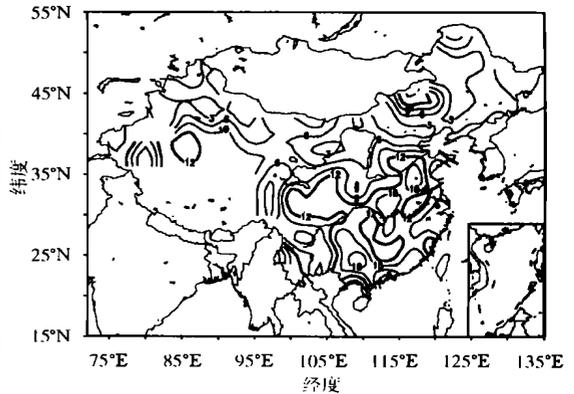


图 3 秋季平均温度的分布 (单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 3 Distribution of autumn average temperature in China (units: $^{\circ}\text{C}$)

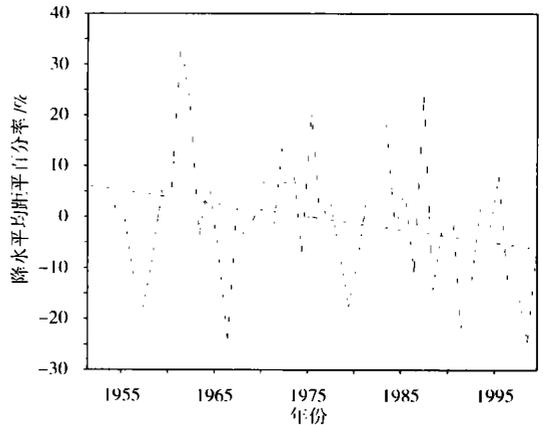


图 4 秋季降水平均距平百分率时间变化 (折线) 及其 9 点二项式滤波和趋势 (斜虚线)

Fig. 4 Temporal variation curve of departure percentages of autumn average rainfall (solid polygonal line), its 9-point binomial filtering curve (solid smoothed line) and trend line (dash oblique line) in China

$$r_{xt} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{t})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{t})^2}}$$

式中 n 为年数, x 为要素值, \bar{x} 为平均值, 而 $\bar{t} = \frac{n+1}{2}$ 。当 r_{xt} 为正(负)时, 表示要素在计算时段内线性增加(减弱)。计算气候趋势系数 r_{xt} 可确定要素是否存在显著的长期趋势变化, 实际上利用 r_{xt} 表达式, 可得到线性回归方程。

在 1951—1999 年趋势系数等值线图(图略)上, 全国大部分地区呈负趋势变化(负趋势测站 118 个), 分布在东北平原和西北地区, 最强负趋势在兰州附近, 趋势系数为 -0.37 。正趋势分散在新疆、大兴安岭、青藏高原的东部和淮河流域等地区, 但都不强。近 50 a 来我国大部分地区秋季降水有减小的趋势, 秋季降水减少最明显的地方在西北黄土高原、东北平原。这些地方秋雨本来就少, 所以干旱的现象特别明显。

由前面的分析可知, 1981 年以后秋季降水有明显减小趋势。为了解 1981 年以后降水负趋势的空间分布特征, 计算了 1981—1999 年秋季降水趋势系数(图 6), 由图可见: 全国大部分地区为明显负趋势, 长江流域和华南沿海地区, 趋势系数均小于 -0.4 , 最强负趋势在长江中下游地区, 趋势系数均小于 -0.5 , 其中南京、合肥、上海、杭州、安庆、屯溪、九江、汉口的趋势系数分别为: -0.54 、 -0.51 、 -0.59 、 -0.66 、 -0.66 、 -0.59 、 -0.65 、 -0.55 。近 20 a 来全国除四川盆地、华北平原和东北大兴安岭、长白山等地外, 其余大部地区秋季降水减少趋势非常明显, 长江流域和华南沿海, 特别是长江中下游地区, 1981 年以后秋季降水的减小最为明显。

图 7 为长江中下游 8 个站平均降水量变化及其 9 点二项式滤波曲线及趋势线。该图变化同图 4 基本一致。长江中下游秋季降水自 80 年代初以来呈直线下降的趋势, 这是我国秋季降水异常变化的一个显著特征。1981—1999 年期间, 这 8 站的平均趋势系数为 -0.70 , 平均每年降水减少 11.54 mm 。在 80 年代初, 这 8 个站秋季平均降水至少也有 300 mm , 到了 90 年代末期秋季降水只有 150 mm 左右了, 差不多为

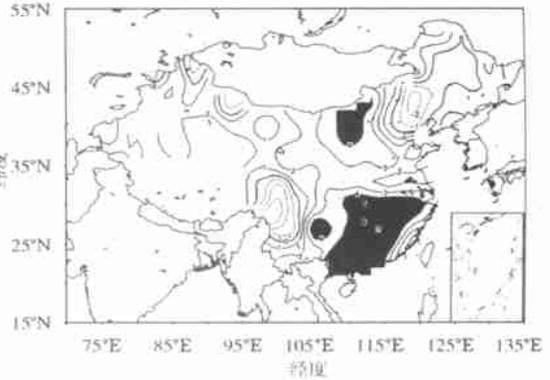


图 5 秋季涝年降水距平减旱年的 t 统计量 (阴影为通过 $\alpha=0.001$ 显著性检验的区域)

Fig. 5 t -statistic of rainfall difference between wet and dry autumn in China (Shaded areas illustrate the regions passing the test at the 0.001 significance level)

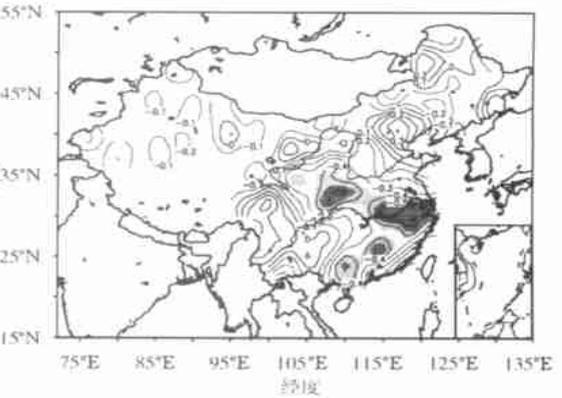


图 6 秋季降水的趋势系数(1981—1999 年) (其中灰色、黑色分别为通过 $\alpha=0.1, 0.05$ 显著性检验的区域)

Fig. 6 Autumn rainfall trend coefficients in China in 1981—1999 (Grey (black) shading denotes the region passing the test at the 0.1 (0.05) significance level)

80 年代初的 50 %。

3.2 秋季温度的变化特征

3.2.1 秋季温度平均距平百分率的变化

图 8 为秋季平均温度 160 站平均的距平百分率, 由图可知 50 年代中期、60 年代中后期到 70 年代初距平百分率都较低, 秋季温度较低, 1976 年接近 -10 %。70 年代后期至今都较高, 升温特征明显, 1998 年超过 10 %, 是近百年来最暖的一年^[12], 49 a 来我国秋季气温有升高的趋势。

根据秋季温度平均距平百分率 Y_t , 结合平均温度 EOF 展开的第一时间系数 T_1 (标准化值), 将 Y_t 大于 2.5 %, 且 T_1 大于 0.5 的年定为暖年; Y_t 小于 -3 %, 且 T_1 小于 -0.5 的年定为冷年。这样典型暖年有: 1998、1999、1990、1983、1975、1980、1996、1994、1982、1977、1965 年, 典型冷年有: 1976、1981、1967、1986、1958、1992、1956、1957、1962、1973、1972 年。主要冷年出现在 50、70 年代, 主要暖年出现在 80、90 年代, 80 年代以后, 暖年异常多, 90 年代最多。

由秋季暖年减冷年的 t 统计量(图略)可以发现, 河西走廊和东北平原南部地区的 t 统计量最大, 该地区秋季气温距平的变化在冷暖年最为明显。

3.2.2 秋季温度的长期变化趋势

从秋季温度趋势系数分布(图略)可知: 温度的变化趋势比降水明显, 全国大多数站点有明显的正趋势, 正、负趋势分布有明显的区域性, 正趋势主要在西北、河套和华北平原, 华北平原的大部分测站趋势系数值大于 0.4。呈负趋势变化的站点少, 且都不强。我国秋季正在大范围变暖, 且华北平原的这种变暖趋势最为明显。

图 9 为 1981—1999 年秋季气温趋势系数分布。由图可知全国均为正趋势变化, 通过 0.05 显著性检验的区域分别在新疆西部、

湛江等沿海地区、黄河和长江中下游地区。其中趋势系数最大值在长江中下游地区: 东台、南京、合肥、上海、杭州、安庆、宁波的趋势系数分别为 0.60、0.56、0.60、0.63、0.57、0.54、0.63,

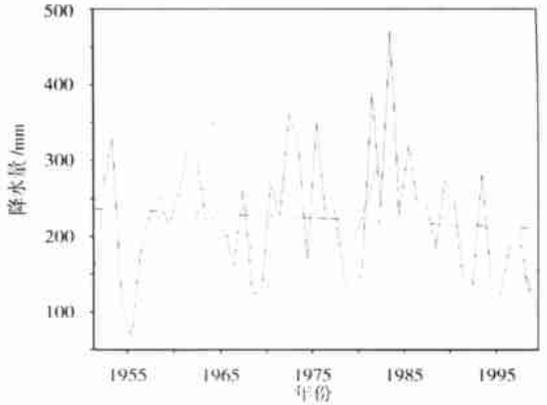


图 7 1951—1999 年长江中下游地区 8 站平均降水量时间变化(折线)及其 9 点二项式滤波(波浪线)(水平直线为平均值, 虚线为直线回归)

Fig. 7 Temporal variation curve of 8 stations mean rainfall in the middle-lower reaches of the Yangtze River(solid polygonal line), its 9-point binomial filtering curve(wavelike curve) and trend line(dash oblique line) in China (The horizontal line presents the average)

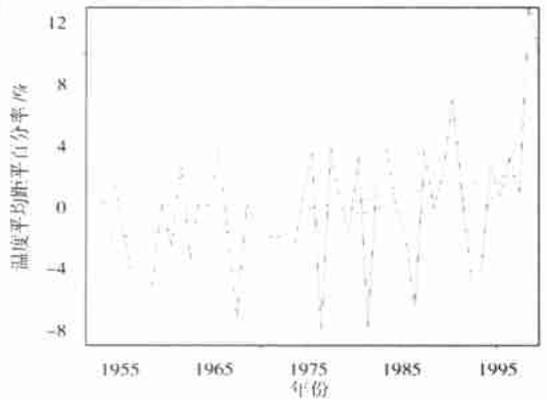


图 8 秋季温度平均距平百分率时间变化曲线(折线)及其 9 点二项式滤波曲线和趋势线(斜虚线)

Fig. 8 Temporal variation curve of departure percentages of autumn average temperature(solid polygonal line), its 9-point binomial filtering curve(wavelike curve) and trend line(dash oblique line) in China

均通过 $\alpha=0.001$ 的显著性检验。1981—1999 年我国黄河流域和长江中下游地区秋季有明显的增温趋势。

1981—1999 年长江中下游地区秋季降水异常减少, 而温度异常增加, 两者间有较好的耦合关系。关于这种耦合关系将另文讨论。

4 秋季大气环流异常特征

4.1 不同时期秋季 500 hPa 位势高度距平场

大范围的持续干旱、洪涝都是由于大气环流持续异常造成的。1951—1980 年和 1981—1999 年 500 hPa 位势高度场平均距平分布(图 10a、10b)有明显差异, 距平正负中心分布几乎呈相反的趋势。

1951—1980 年(图 10a)为 -、+、-、+ 的波列分布形式, 即: 阿尔卑斯山以西为一强负距平区, 波罗的海附近为正距平区, 巴尔喀什湖以北为一强负距平区, 我国东北有弱正距平区。当欧亚大陆上呈 +、-、+ 的波列分布时, 即 500 hPa 高度呈西高东低时, 亚洲经向环流增强, 西太平洋副热带高压较弱, 极区南下的冷空气与西南暖湿气流相配合, 形成的降水较多, 此时期我国秋季降水较多, 气温较低。

1981—1999 年(图 10b), 西北东南向为 +、-、+、- 的分布形式, 即: 阿尔卑斯山以西地区变为一强的正距平区, 波罗的海附近为负距平区, 巴尔喀什湖和贝加尔湖间为一强正距平区, 我国东北地区有一弱负距平区。当北半球 500 hPa 高度在欧亚大陆上呈 -、+、- 的波列分布, 即 500 hPa 高度呈东高西低时, 西太平洋副热带高压较强, 亚洲经向环流减弱, 从极区南下的冷空气较弱, 不易形成降水。近 20 a 来我国秋季干旱少雨, 气温较常年偏高。

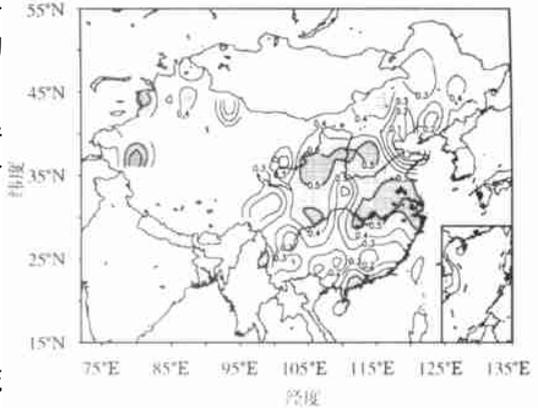


图 9 秋季气温的趋势系数(1981—1999 年)
(阴影为通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验的区域)
Fig. 9 Autumn temperature trend coefficients
in China in 1981—1999
(Shaded areas denote the regions
passing the test at the 0.05 significance level)

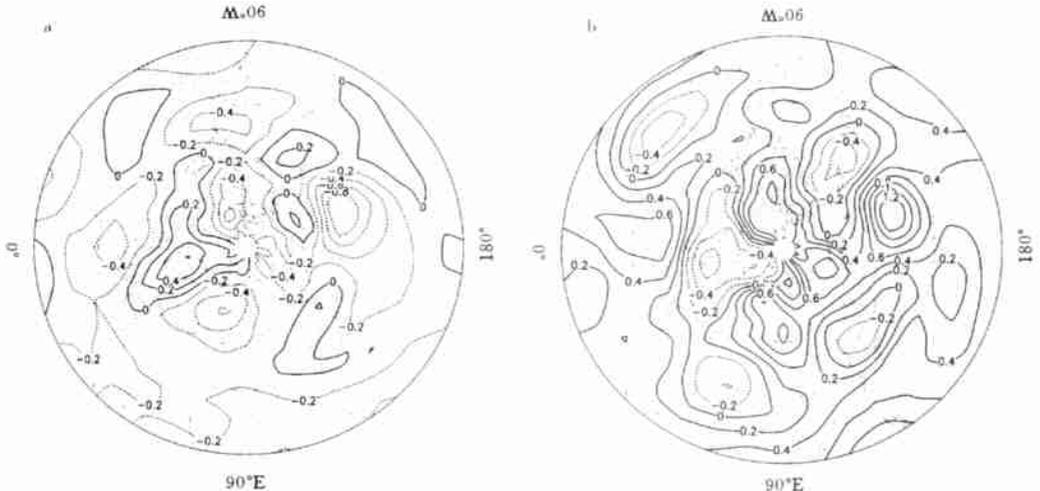


图 10 1951—1980 年(a)和 1981—1999 年(b) 500 hPa 位势高度距平场(单位: dagpm)

Fig. 10 Departures of 500 hPa height in 1951—1980(a) and 1981—1999(b)(units: dagpm)

4.2 秋季多雨年和少雨年的环流特征

由我国的秋季多雨年—少雨年的 t_i 统计量(图 11)可见:影响我国秋季降水多雨和少雨年的 500 hPa 环流异常的最明显区域在欧亚大陆上空和东太平洋地区,且均通过 $\alpha=0.05$ 的 t 分布检验(旱年和涝年分别有 10 a, 自由度为 18, 若 $\alpha=0.05$, 则 $t_{\alpha}=2.10$)。欧洲上空的位势高度与西亚呈反相关, 欧亚大陆上空表现出明显的欧亚遥相关型(EU)。在太平洋上空的位势高度与阿留申群岛南部地区和北美上空的呈反相关, 而与落基山地区的呈正相关, 表现出明显的太平洋—北美遥相关型(PNA)。

4.3 长江中下游秋季旱涝成因环流特征

4.3.1 长江中下游地区秋雨同期环流特征

长江中下游地区秋季旱涝的变化趋势同全国相似, 且更为明显。由长江中下游地区秋季降水与秋季 500 hPa 位势高度场的相关(图略)可知:该地区秋季降水与里海和咸海地区、白令海附近、东太平洋和西太平洋地区的位势高度呈负相关, 且均通过显著性检验。当欧亚大陆冷高压、西太平洋副热带高压加强(偏弱)时, 长江中下游地区的秋季降水偏少(偏多)。

图 12a、12b 分别为长江中下游地区 1951—1980 年和 1981—1999 年秋季降水与同期 500 hPa 位势高度的相关系数分布。由图可知:两者有明显差异。图 12a 上, 90°E 以西到孟加拉湾为负相关, 中心在里海附近, 90°E 以东到我国东南沿海为正相关, 中心在我国东南地区, 东太平洋及其以北地区为负相关区。这样的分布说明, 欧亚中高纬度秋季经向环流较强, 极区南下的冷空气也较强, 乌拉尔山到伊朗高原到印度半岛为负相关区, 冷空气较多地从西路沿高原南下, 到达长江中下游与那里的暖湿气流配合形成降水。图 12b 上, 贝加尔湖以北为正相关区, 中心在中西伯利亚北部, 在 60°~90°E 间 50°N 以南均为广大的负相关区, 中心在巴尔喀什湖附近, 在东西太平洋、大西洋上分别有负相关中心。这样的分布形式在欧亚中高纬度秋季经向环流较弱, 冷空气偏北, 很少南下到达我国长江流域, 该时期长江流域形成的降水较少。

4.3.2 长江中下游地区秋雨的前期环流特征

为寻找长江中下游地区秋雨异常变化在前期平均环流上的反映, 分别计算长江中下游地区 8 站秋季平均降水量同夏季、春季和上一年冬季 500 hPa 位势高度距平场的相关, 发现其同夏季的相关最显著(图略), 其中通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验的区域在 60°~120°E 地区, 从高纬到低纬东南方向上分别呈现+、-、+、- 的相关中心, 即:在西西伯利亚地区为正相关区, 两湖地区为一强负相关区, 在我国华北平原为正相关, 南海及菲律宾地区为负相关区。该形式为太平洋—日本遥相关型(PJ 型)的正位相, 也是夏季江淮少雨的环流形式。长江中下游地区秋季旱涝与前期上述地区的 500 hPa 位势高度有关, 当贝加尔湖地区的 500 hPa 位势高度偏高(偏低)、华北平原上空偏低(偏高)时, 长江中下游地区秋季降水偏多(偏少)。前期夏季的 500 hPa 环流特征对我国长江中下游地区秋季降水有一定的指示意义。

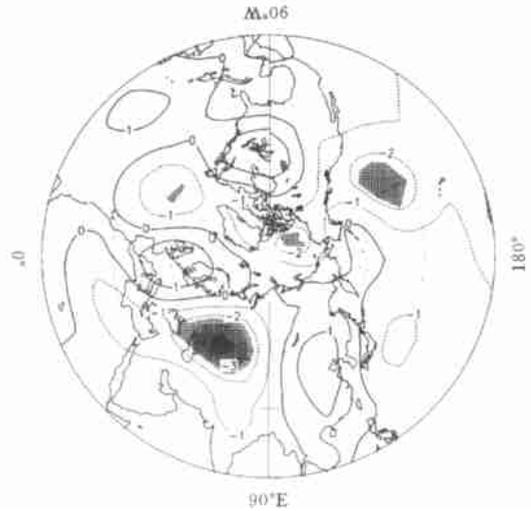


图 11 我国秋季典型多雨年减少雨年年距平 500 hPa 位势高度的 t 统计量 (阴影为通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验的区域)
Fig. 11 t -statistic of 500 hPa height differences between wet and dry autumn in China (Shaded areas illustrate the regions passing the test at the 0.05 significance level)

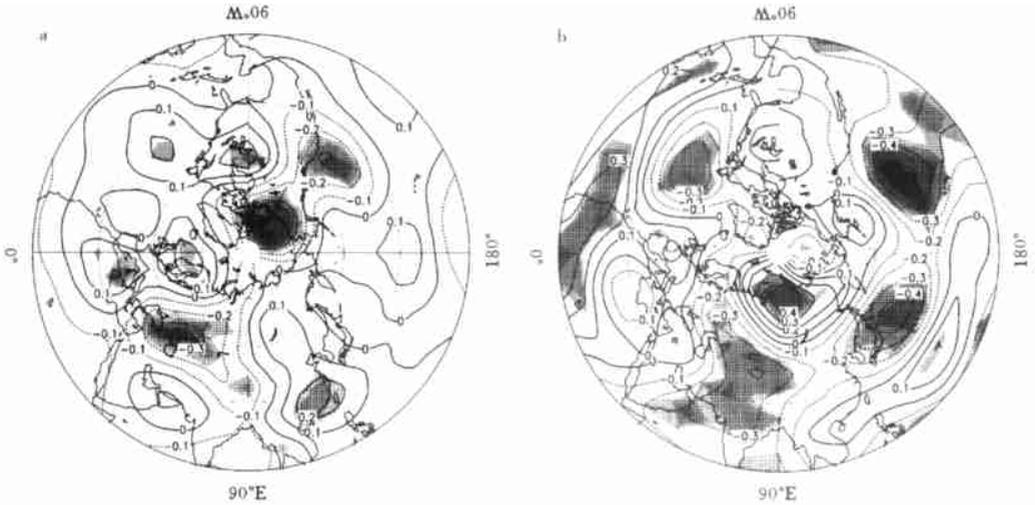


图 12 长江中下游地区 8 站 1951—1980 年(a) 和 1981—1999 年(b) 秋季平均降水与秋季 500 hPa 位势高度的相关系数分布(阴影为通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验的区域)

Fig. 12 Correlation coefficients between the autumn average rainfall of 8 stations in the middle-lower reaches of the Yangtze River and the autumn 500 hPa height in 1951—1980(a) and 1981—1999(b) (Shaded areas illustrate the regions passing the test at the 0.05 significance level)

5 小 结

(1) 我国秋季 35°N 以南地区降水较多, 且年际变化大, 温度较高, 但年际变化小; 35°N 以北地区的特征基本相反。长江中上游地区、浙江、福建东部及广东南部为秋雨明显区。

(2) 秋季旱涝和冷暖变化具有明显年代际特征, 80 年代后, 秋季降水异常减少, 近 10 a 来全国未出现大范围的涝年。特别是长江中下游地区, 平均每年减少 11.54 mm。秋季降水从 80 年代初的 250 mm 左右减少到目前的 150 mm 左右。70 年代后温度异常增加, 目前我国秋季温度正处于较暖时期。

(3) 我国大部分地区降水呈负趋势变化, 负趋势最明显的地方在黄土高原和东北平原, 秋季干旱现象特别明显。秋季气温变化趋势比降水明显, 大都为正趋势, 中心在西北、河套和华北平原。

(4) 1951—1980 年和 1981—1999 年 500 hPa 高度平均距平的分布不同: 前者呈西高东低, 后者呈东高西低的形式, 西太平洋副高较强。这样前一时期欧亚中高纬度地区秋季经向环流较强, 后一时期却较弱。欧亚大陆上空和东太平洋地区的槽、脊分布是影响我国秋季降水多和少的主要环流系统, 在欧亚大陆地区上空表现出明显的欧亚型遥相关(EU), 在太平洋地区和北美上空表现出明显的太平洋—北美遥相关型(PNA)。

(5) 长江中下游地区的秋季降水同欧亚大陆冷高压、西太平洋副高有关。当欧亚大陆冷高压、西太平洋副高加强时, 长江中下游地区的秋季降水较少, 温度偏高, 反之亦然。前期夏季 500 hPa 环流特征对长江中下游秋季降水有一定的指示意义: 贝湖位势高度偏高, 华北平原上空偏低时, 长江中下游地区秋季降水偏多, 反之亦然。

参考文献:

- [1] 施能. 我国秋、冬月降水、气温场的时空结构特征及其在我国初夏降水预报中的应用[J]. 大气科学, 1988, 12(3): 283-291.
- [2] 高由禧. 东亚的秋高气爽[J]. 气象学报, 1958, 29(2): 83-92.
- [3] 高由禧, 郭其蕴. 我国的秋雨现象[J]. 气象学报, 1958, 29(4): 264-273.
- [4] 何敏. 我国主要秋区的分布及长期预报[J]. 气象, 1984, 10(9): 10-13.
- [5] 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征[J]. 应用气象学报, 2000, 11(3): 322-330.
- [6] 徐桂玉, 林春育. 华西秋雨特征及成因探讨[J]. 气象科学, 1994, 12(4): 149-154.
- [7] 吴震, 王业成. 南京秋季干旱的分析和预测[J]. 气象科学, 1996, 16(2): 190-195.
- [8] 韩照宇. 北半球 4 月 500 平均场相关型与我省秋季降水异常的关系及其物理机制初探[J]. 山西气象, 1997(2): 19-23.
- [9] 施能. 厄尔尼诺/南方涛动与我国秋季大尺度降水预报[J]. 南京气象学院学报, 1990, 13(2): 174-183.
- [10] 施能, 曹鸿兴. 近 42 年我国冬季气温、降水趋势及年代际变化的成因分析[C]. 我国短期气候变化及成因研究. 北京: 气象出版社, 1996: 49-54.
- [11] 屠其璞, 王俊德, 丁裕国, 等. 气候应用概率统计学[M]. 北京: 气象出版社, 1984.
- [12] 李维京. 1998 年大气环流异常及其对中国气候异常的影响[J]. 气象, 1999, 25(4): 20-25.

Spatial and Temporal Distribution of Autumn Precipitation and Temperature in China and Climatic Change

CHEN Yun, SHI Neng

(Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044, China)

Abstract: Spatial-temporal distributive features of autumn (September–November) precipitation and temperature in China is analyzed in this paper in the context of 1951–1999 data, the high autumn precipitation regions are found, and then dry/wet autumns and warm/cold autumns are determined and climatic change features of dry/wet years and warm/cold years are investigated. At last, the large-scale general circulation background responsible for the autumn climatic anomaly in China, especially in the middle-lower reaches of the Yangtze River are studied using the 500 hPa geopotential height data.

Key words: autumn; climatic anomaly; climatic change; general circulation