

Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Precipitation over Southwest China in the Past 50 Years

Wei Tao

Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan
Email: 18651673550@163.com

Received: Jul. 10th, 2018; accepted: Jul. 24th, 2018; published: Jul. 31st, 2018

Abstract

Using monthly precipitation data from 93 stations in southwest China from 1960 to 2014, the spatial and temporal distribution of precipitation in spring, summer, autumn, winter and annual in southwest China was statistically analyzed. The main conclusions are as follows: 1) In terms of precipitation time distribution, summer precipitation is the most, and winter precipitation is the least. The annual average and summer precipitation in the southwest was the highest in 1968, and the lowest in 2011; Spring precipitation was the highest in 1990 and the lowest in 1979; Autumn precipitation was the highest in 1982 and the lowest in 2009; Winter precipitation was the highest in 1969 and the lowest in 2009. 2) There are three characteristics in the spatial distribution of precipitation: first, there is a trend of decreasing precipitation in southwest region from east to west; second, the western of Sichuan plateau is a less rain area and there is a rain-prone area in central of Sichuan; third, southwest region summer is a more rain season, but winter is a less rain season. 3) For the EOF analysis of precipitation in southwest China, the first modal of annual, spring, summer, autumn and winter precipitation in southwest China is consistent in space and has the characteristics of declining inter-annual variation.

Keywords

The Southwest, Spatial and Temporal Distribution, Precipitation

近50年西南地区降水的时空分布特征

陶 威

成都信息工程大学大气科学学院, 成都 四川
Email: 18651673550@163.com

收稿日期: 2018年7月10日; 录用日期: 2018年7月24日; 发布日期: 2018年7月31日

摘要

利用1960~2014年的西南地区93个站的逐月降水资料, 统计分析了西南地区(95°E~111°E, 20°N~35°N)全年和春、夏、秋、冬季降水的时空分布特征。取得主要结论如下: 1) 降水时间分布上, 西南地区夏季降水最多; 而冬季降水最少。同时西南地区全年和夏季降水量在1968年最多, 而在2011年最少; 春季降水量在1990年最多, 而在1979年最少; 秋季降水量在1982年最多, 而在2009年最少; 冬季降水量在1969年最多, 而在2009年最少。2) 降水空间分布上总体存在三个特点: 一是西南地区降水有从东到西递减的趋势; 二是川西高原为少雨区并且在四川中部有一多雨区; 三是西南地区夏季是多雨季, 而冬季是少雨季。3) 对西南地区降水的EOF分析而言, 我国西南地区全年、春季、夏季、秋季和冬季降水第一模态在空间上都表现为全区一致性, 具有下降的年际变化特征。

关键词

西南地区, 时空分布, 降水

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 全球气温持续上升, 全球极端降水事件也显著增加[1] [2] [3]。干旱和洪涝等极端降水事件发生的也越来越频繁, 极端降水事件频繁的发生对社会经济的发展和人民的生产生活造成了巨大的影响[4]。同时西南地区集合了高原、盆地、丘陵和山地这四种复杂的地形, 因为人类的开发和极端降水事件的发生, 使西南地区成为我国地质灾害发生频率最高的地区[5]。崔云等[6]的研究表明, 降水事件的发生加速了山地灾害的发生过程并且扩大了灾害范围。张天宇等[7]的研究表明, 重庆地区汛期极端降水事件发生的频次出现南部多北部少的特征。叶香等[8]的研究表明, 重庆地区汛期极端降水事件中东北和东南部降水量大, 而中部和西部降水量小。刘丽等[9]的研究表明, 近年来云南汛期极端强降水事件增加趋势减弱。张顺谦等[10]的研究表明, 近年来四川盆地东北部和川西高原南部极端降水事件出现增多增强趋势, 而四川盆地南部和川西高原北部极端降水事件出现增多减弱趋势。王学锋等[11]的研究表明, 近年来云贵高原地区极端降水事件呈现上升趋势。此外, 张焕等[12]的研究发现, 春季时西南地区平均雨强减小, 而极端雨强增大; 夏季时西南大部分地区平均雨强和极端雨强都减小, 而四川盆地西部平均雨强和极端雨强增大; 秋季时西南地区平均雨强和极端雨强都减小; 冬季时西南地区平均雨强增大, 而极端雨强减小。综上所述, 近年来我国极端降水事件出现的越来越频繁, 尤其是西南地区极端降水对当地的生产生活以及经济造成了重大的影响。西南地区极端降水已成为社会高度关注的热点问题, 因而, 研究我国西南地区降水的影响非常重要, 统计降水过程并了解极端降水事件的共性, 是掌握此类事件规律、进行准确预报、预测和防灾、减灾的重要基础。

2. 资料与方法

资料来源于中国气象局国家气象中心提供的756站观测资料, 选取1960~2014年共55a西南地区93个站的逐月降水资料。同时本文采用统计分析和经验正交函数法。

3. 西南地区降水的时间分布特征

图 1 分别给出了西南地区不同时间段降水和降水异常随时间分布。从图 1(a)中可以看出西南地区冬季降水最少, 在 0~1 (mm/d); 而夏季降水最多, 在 4~8 (mm/d); 全年降水、春季降水和秋季降水类似, 都在 1.5~3.5 (mm/d)。西南地区全年降水在 2011 年降水量最小, 仅有 2.41 (mm/d), 而在 1968 年降水量

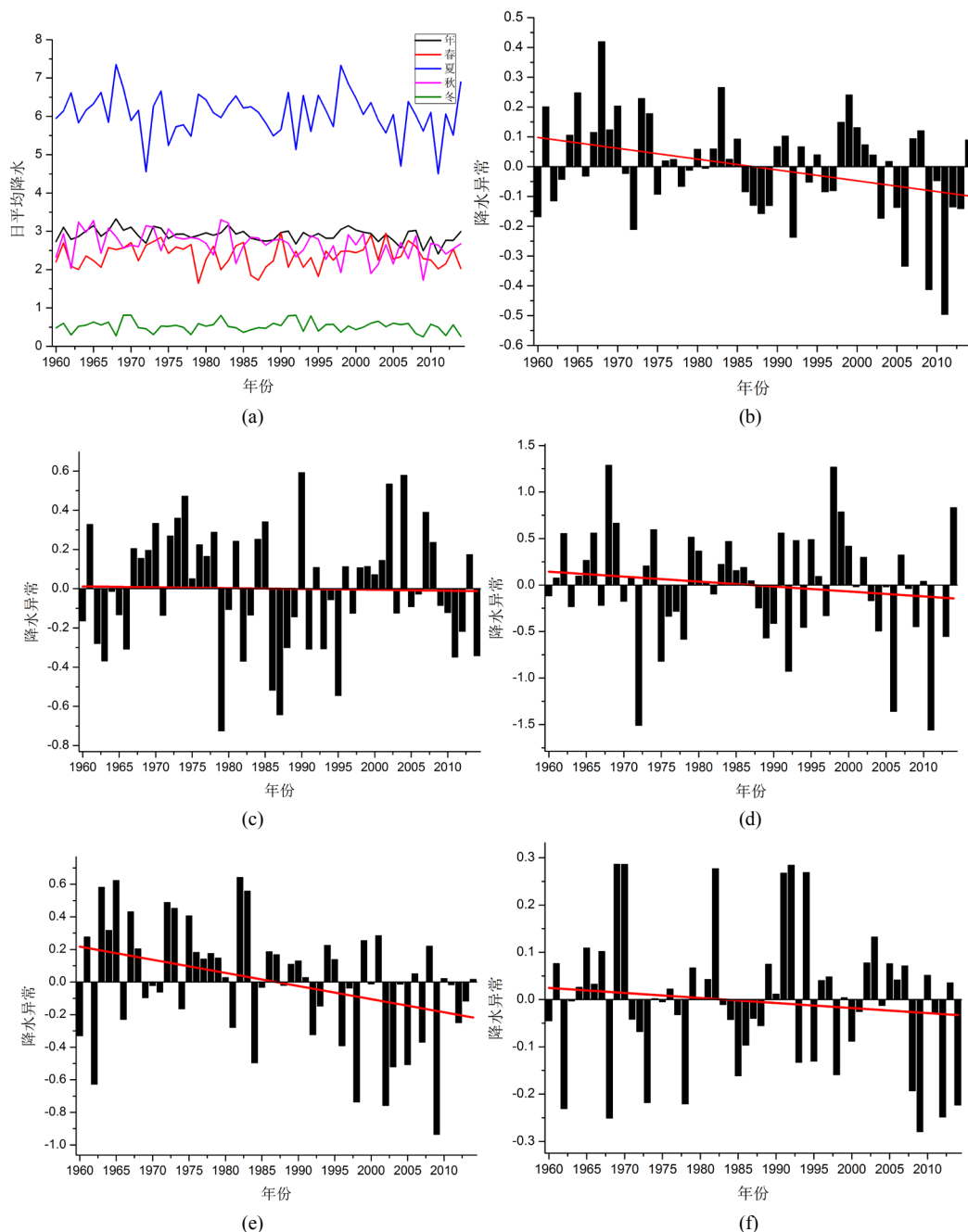


Figure 1. Precipitation time distribution in southwest China from 1960 to 2014 (mm/d). ((a) Annual and seasonal precipitation distribution, (b) Annual precipitation anomaly distribution, (c) Precipitation anomaly in spring, (d) Precipitation anomaly in summer, (e) Precipitation anomaly in autumn, (f) Precipitation anomaly in winter)

图 1. 1960~2014 年我国西南地区降水时间分布(mm/d)。((a) 全年和四季降水分布, (b) 年降水距平分布, (c) 春季降水距平分布, (d) 夏季降水距平分布, (e) 秋季降水距平分布, (f) 冬季降水距平分布)

最大, 达到 3.33 (mm/d); 春季降水在 1979 年降水量最小, 仅有 1.64 (mm/d), 而在 1990 年降水量最大, 达到 2.96 (mm/d); 夏季降水在 2011 年降水量最小, 仅有 4.5 (mm/d), 而在 1968 年降水量最大, 达到 7.35 (mm/d); 秋季降水在 2009 年降水量最小, 仅有 1.72 (mm/d), 而在 1982 年降水量最大, 达到 3.3 (mm/d); 西南地区冬季降水在 2009 年降水量最小, 仅有 0.25 (mm/d), 而在 1969 年降水量最大, 达到 0.81 (mm/d)。同时随着时间变化, 西南地区夏季降水波动最大, 而冬季降水波动最小。

从图 1(b)中可以看出西南地区全年降水距平随时间变化呈下降趋势, 西南地区全年降水负距平在 2011 年最大, 说明西南地区 2011 年全年降水相较于 1960~2014 年降水减少达到最大, 少 0.5 (mm/d), 而在 1968 年西南地区全年降水正距平最大, 说明西南地区 1968 年全年降水相较于 1960~2014 年降水增加达到最大, 多 0.42 (mm/d)。

从图 1(c)中可以看出西南地区春季降水距平随时间几乎没有变化, 西南地区春季降水负距平在 1979 年最大, 说明西南地区 1979 年春季降水相较于 1960~2014 年降水减少达到最大, 少 0.73 (mm/d), 而在 1990 年西南地区春季降水正距平最大, 说明西南地区 1990 年春季降水相较于 1960~2014 年降水增加达到最大, 多 0.59 (mm/d)。

从图 1(d)中可以看出西南地区夏季降水距平随时间变化呈下降趋势, 但趋势较小, 西南地区夏季降水负距平在 2011 年最大, 说明西南地区 2011 年夏季降水相较于 1960~2014 年降水减少达到最大, 少 1.56 (mm/d), 而在 1968 年西南地区夏季降水正距平最大, 说明西南地区 1968 年夏季降水相较于 1960~2014 年在 1968 年降水增加达到最大, 多 1.29 (mm/d)。

从图 1(e)中可以看出西南地区秋季降水距平随时间变化呈下降趋势, 西南地区秋季降水负距平在 2009 年最大, 说明西南地区 2009 年秋季降水相较于 1960~2014 年降水减少达到最大, 少 0.94 (mm/d), 而在 1982 年西南地区秋季降水正距平最大, 说明西南地区 1982 年秋季降水相较于 1960~2014 年降水增加达到最大, 多 0.64 (mm/d)。

从图 1(f)中可以看出西南地区冬季降水距平随时间变化呈下降趋势, 但趋势较小, 西南地区冬季降水负距平在 2009 年最大, 说明西南地区 2009 年冬季降水相较于 1960~2014 年降水减少达到最大, 少 0.28 (mm/d), 而在 1969 年西南地区冬季降水正距平最大, 说明西南地区 1969 年冬季降水相较于 1960~2014 年降水增加达到最大, 多 0.29 (mm/d)。

4. 西南地区降水的空间分布特征

图 2 给出了 1960~2014 年我国西南地区降水异常的空间分布。西南地区春季降水(mm/d)空间分布图中(图 2(a))可看出西南地区降水从东向西减少, 东部降水最大值达到 4 (mm/d), 西部降水最小值达到 0.5 (mm/d), 在四川中部有一多雨中心, 中心极值达到 3.5 (mm/d); 西南地区夏季降水空间分布图(图 2(b))中可看出西南地区夏季降水空间分布不均匀, 局地差异大, 川西高原是少雨区, 降水量是 5 (mm/d)以下, 往东南地区降水量逐渐增大, 南部降水最大值可达 13 (mm/d)。在四川中部有一多雨中心, 中心极值达到 10.5 (mm/d), 同时在云南东北部和东南部有少雨中心, 中心极值最小可达 3 (mm/d), 西南地区夏季降水大致以四川中部、云南南部以及云贵交界这三处多雨区为中心向四周递减; 西南地区秋季降水空间分布图(图 2(c))中可看出西南地区秋季降水呈现从东北部和南部向西减少趋势, 南部降水最大值达到 5 (mm/d), 西部降水最小值达到 1 (mm/d), 在四川中部有一多雨中心, 中心极值达到 4 (mm/d), 同时在云南东北部有少雨中心, 中心极值最小可达 2 (mm/d); 西南地区冬季降水空间分布图(图 2(d))中可看出西南地区冬季降水呈现从东向西减少趋势, 东部降水最大值达到 1.5 (mm/d), 西部降水最小值达到 0 (mm/d); 从西南地区全年降水空间分布图中(图 2(e))可看出西南地区全年降水呈现从东南向西北减少趋势, 由于西南地区降水受西南地区地形的影响, 导致西南地区降水分布不均匀, 在云南东北部和中部存在少雨中心, 同时

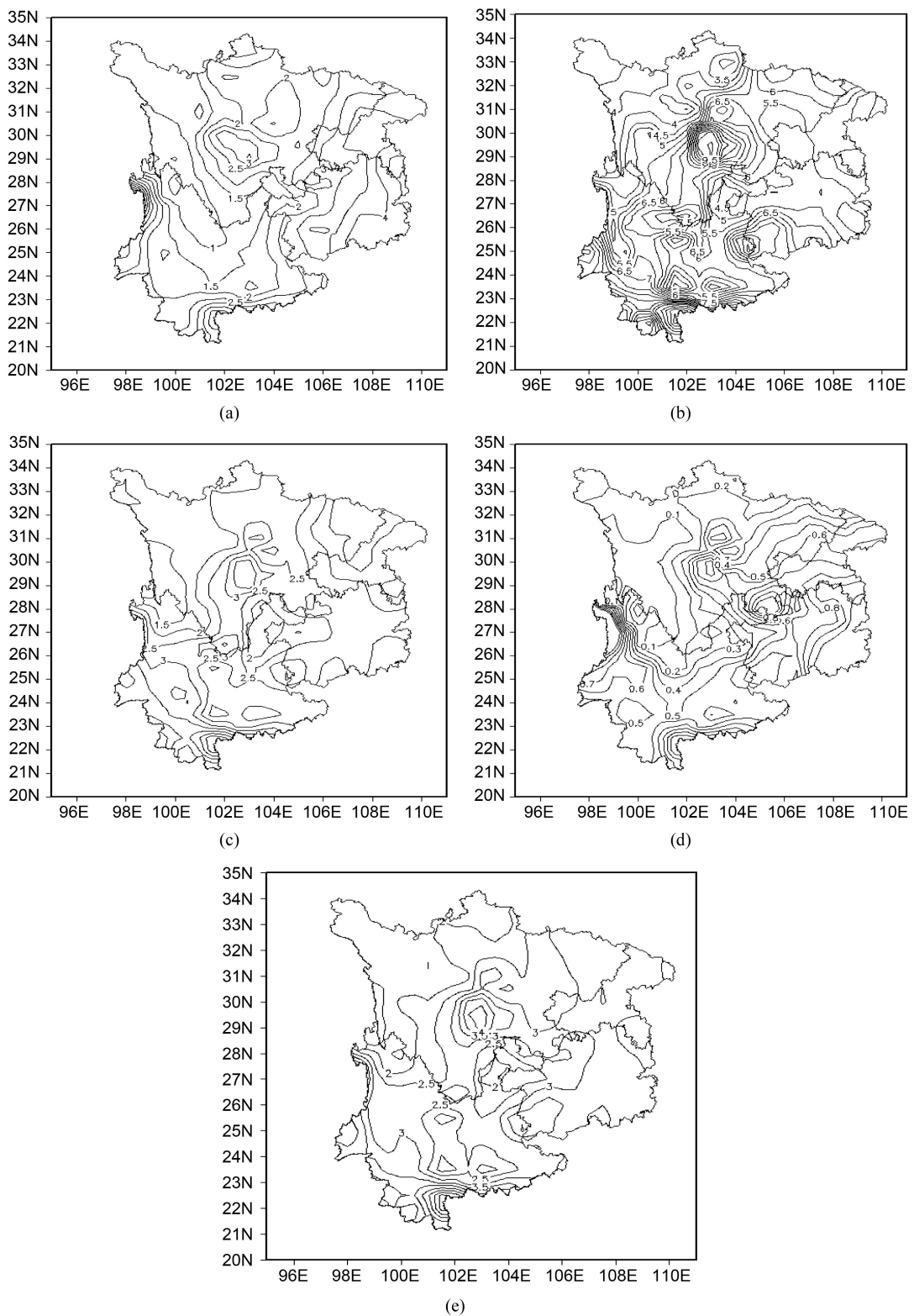


Figure 2. The spatial distribution of precipitation anomalies in southwest China from 1960 to 2014 (mm/d). ((a) spring, (b) summer, (c) autumn, (d) winter, (e) the year)

图 2. 1960~2014 年我国西南地区降水异常空间分布(mm/d)。((a) 春季, (b) 夏季, (c) 秋季, (d) 冬季, (e) 全年)

在四川地区中部和云南东南部存在多雨中心，云南东南部多雨中心远大于四川盆地中部，中心极值可达6 (mm/d)。从西南地区全年及春夏秋冬四季日平均降水的空间分布可以看出，降水总体上存在三个特点：一是西南地区降水有从东到西递减的趋势；二是川西高原为少雨区并且在四川中部有一多雨区；三是西南地区夏季是多雨季，降水最大值可达到13 (mm/d)并且降水最小值可达到3 (mm/d)，而冬季是少雨季，降水最大值仅达到1.5 (mm/d)，远小于西南地区夏季降水最小值。

5. 西南地区降水的 EOF 分析

5.1. 西南地区全年降水的 EOF 分析

对1960~2014年西南地区93站降水做标准化处理，图3给出了1960~2014年我国西南地区全年降水的 EOF 分析。西南地区全年降水第一主模态解释方差为38%，从其空间分布可以看出图3(a)西南地区整体表现为负异常，仅仅只有四川北部和中东部小片地区为正异常，表现了西南地区全年降水呈现一致变

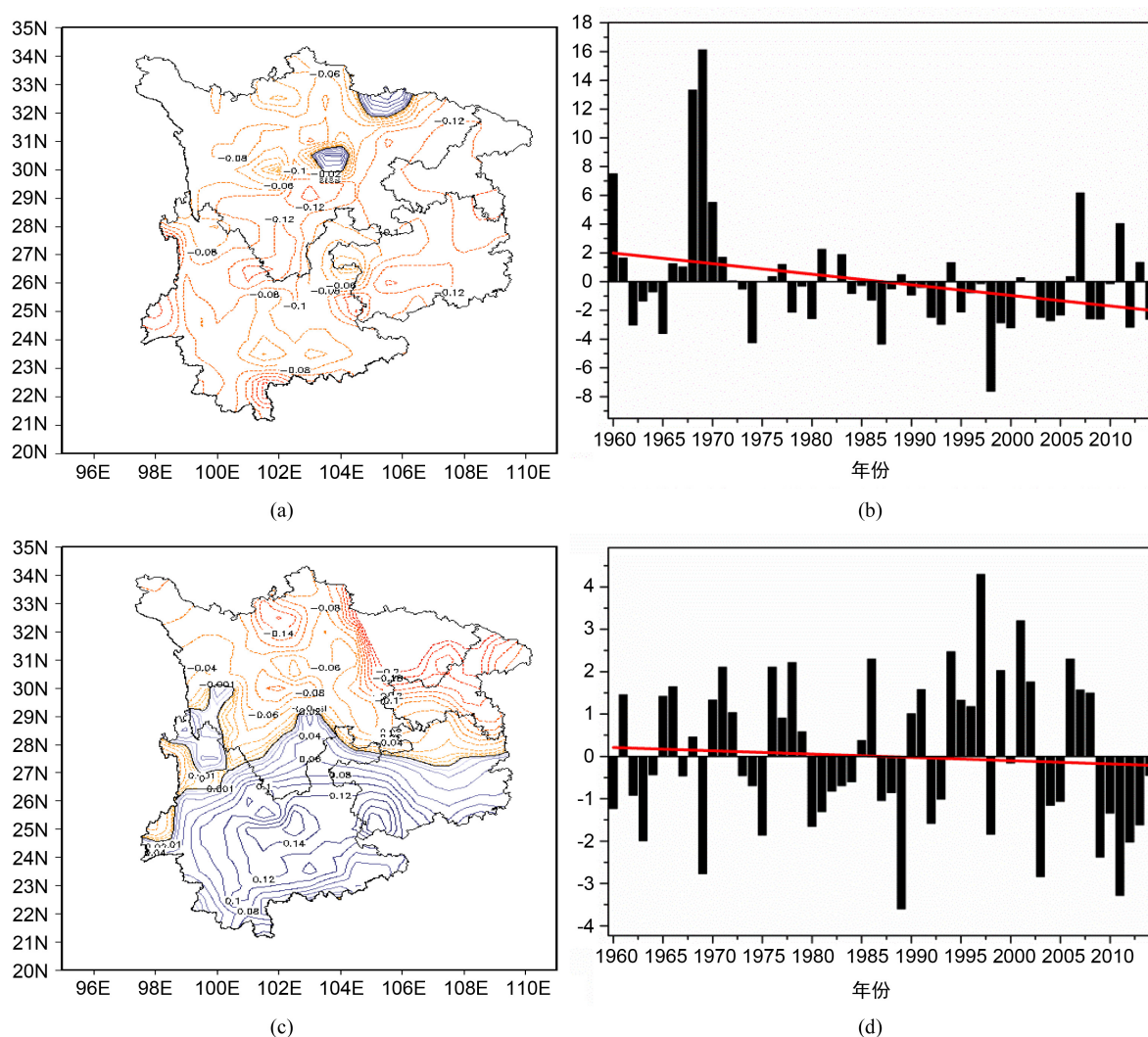


Figure 3. EOF analysis of annual precipitation in southwest China from 1960 to 2014. (The first modal (a), (b), The second mode (c), (d); The spatial distribution (a), (b), Standardized time series (b), (d))

图3. 1960~2014年我国西南地区全年降水的 EOF 分析。(第一模态(a)、(b); 第二模态(c)、(d); 空间分布(a)、(c); 标准化的时间序列(b)、(d))

化; EOF1 对应的时间序列整体呈现下降趋势, 在 1990 年之前时间系数为正出现的频率较高, 而 1990 年之后时间系数为负出现的频率较高, 说明在 1990 年之前西南地区整体降水偏少, 只有四川北部和中东部小片地区降水偏多, 而在 1990 年之后, 西南地区年平均降水相反。西南地区全年降水第二主模态解释方差为 10%, 从图 3(c)中可以看出第二主模态的空间分布呈现一个南北走向的“+ -”偶极子分布。正异常出现在云南和贵州南部, 而四川、重庆和贵州北部表现为负异常。从 EOF2 对应的时间序列中可以看出西南地区南部随时间变化降水呈下降趋势, 但趋势较小; 而西南地区北部降水相反。

5.2. 西南地区春季降水的 EOF 分析

图 4 给出了 1960~2014 年我国西南地区春季降水的 EOF 分析。西南地区春季降水第一主模态(EOF1)解释方差为 35%, 从其空间分布可以看出图 4(a)西南地区整体表现为负异常, 仅仅只有贵州和云南交界区域和四川北部小片区域为正异常, 表现了西南地区春季降水呈现一致变化; EOF1 对应的时间序列整体

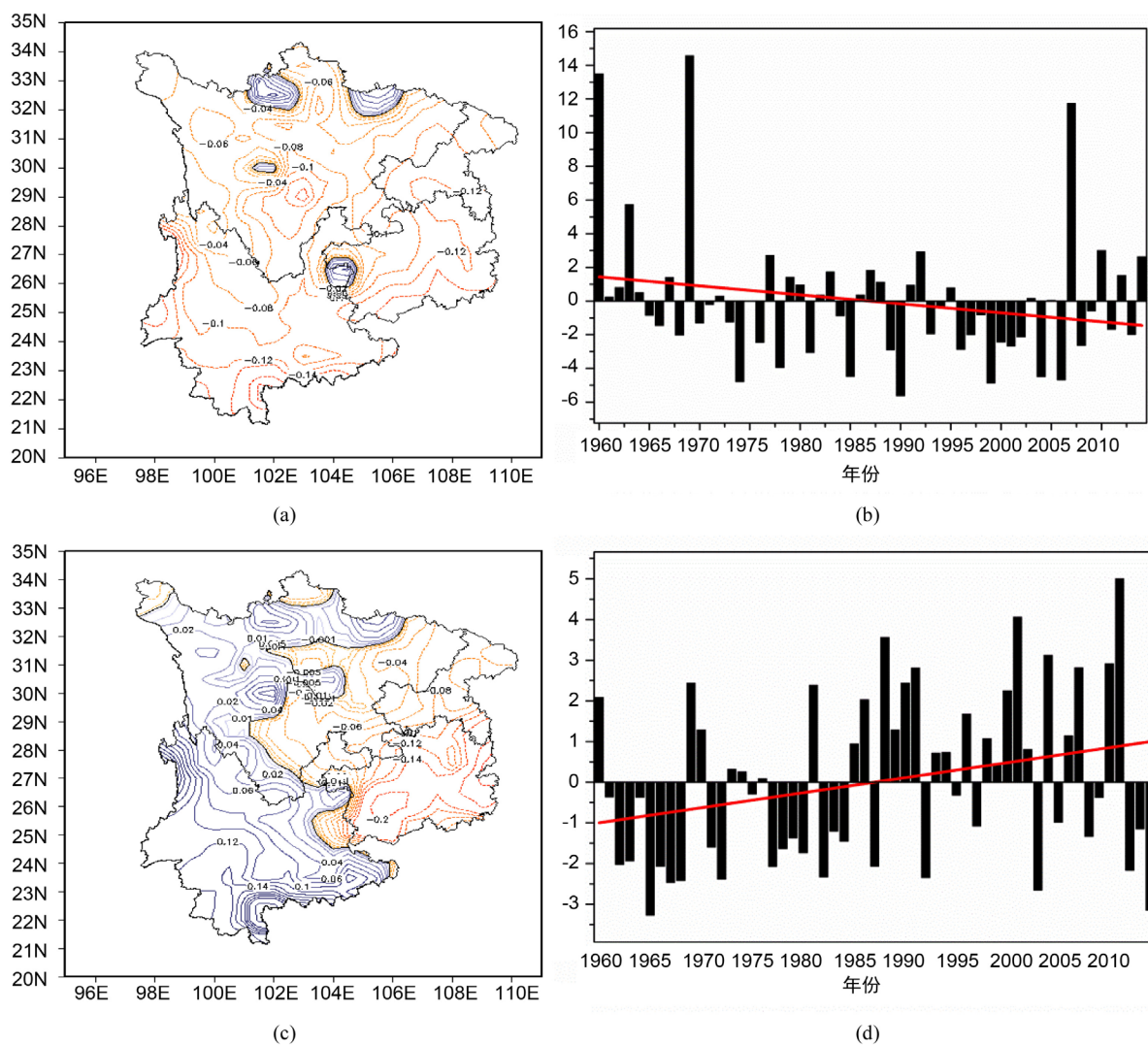


Figure 4. EOF analysis of spring precipitation in southwest China from 1960 to 2014. (The first modal (a), (b); The second mode (c), (d); The spatial distribution (a), (c); Standardized time series ((b), (d))

图 4. 1960~2014 我国西南地区春季降水的 EOF 分析。(第一模态(a)、(b); 第二模态(c)、(d); 空间分布(a)、(c); 标准化的时间序列(b)、(d))

呈现下降趋势，说明西南地区大部地区春季降水随时间变化呈上升趋势。西南地区春季降水第二主模态解释方差为 10.3%，从图 4(c)中可以看出第二主模态的空间分布呈现一个西南至东北走向的“+ -”偶极子分布。0 等值线基本将四川分成东西两部，正异常出现在云南和四川西部，而贵州、重庆和四川东部表现为负异常。从 EOF2 对应的时间序列中可以看出整体呈上升趋势，说明西南地区东北部春季降水随时间变化呈下降趋势，而西南地区西南部春季降水随时间变化呈上升趋势。

5.3. 西南地区夏季降水的 EOF 分析

图 5 给出了 1960~2014 年我国西南地区夏季降水的 EOF 分析。西南地区夏季降水第一主模态解释方差为 32%，从其空间分布可以看出图 5(a)西南地区整体表现为负异常，仅仅只有四川北部和中东部小片地区为正异常，表现了西南地区夏季平均降水呈现一致变化；EOF1 对应的时间序列整体呈现下降趋势，在 1990 年之前时间系数为正出现的频率较高，而 1990 年之后时间系数为负出现的频率较高，说明在 1990

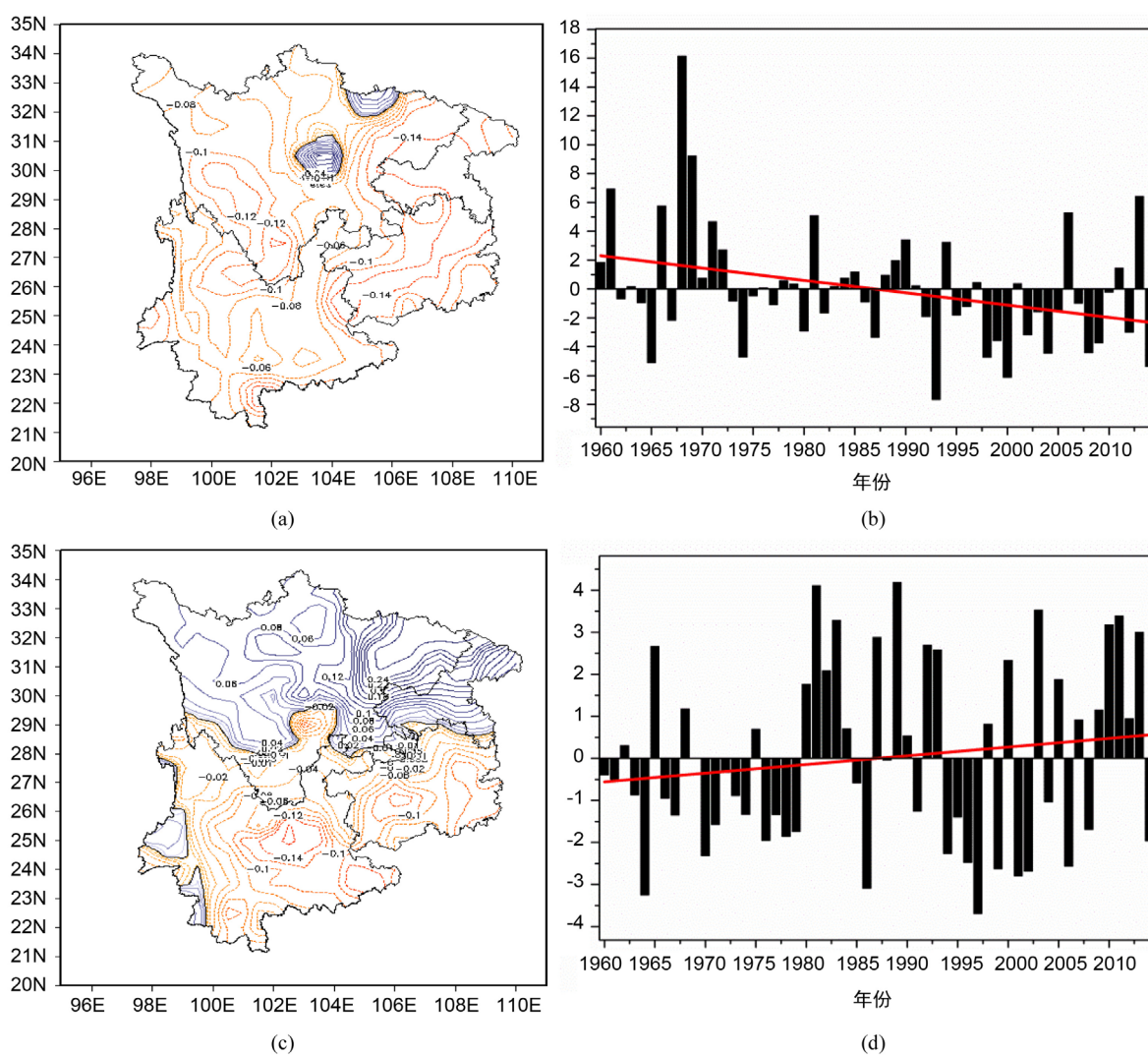


Figure 5. EOF analysis of summer precipitation in southwest China from 1960 to 2014. (The first modal (a), (b); The second mode(c), (d); The spatial distribution (a), (c); Standardized time series (b), (d))

图 5. 1960~2014 我国西南地区夏季降水的 EOF 分析。(第一模态(a)、(b); 第二模态(c)、(d); 空间分布(a)、(c); 标准化的时间序列(b)、(d))

年之前西南地区整体降水偏少，只有四川北部和中东部小片地区降水偏多，而在 1990 年之后，西南地区夏季降水相反。西南地区夏季平均降水第一主模态与西南地区全年平均降水第一主模态类似。西南地区夏季平均降水第二主模态解释方差为 10.1%，从图 5(c)中可以看出 EOF2 的空间分布呈现一个南北走向的“-+”偶极子分布。0 等值线基本沿着四川与云南和重庆与贵州的交界线，重庆和四川北部为负异常，而云南、贵州和四川南部小片区域为正异常；从第二主模态对应的时间序列中可以看出整体呈上升趋势，说明西南地区南部夏季降水随时间变化呈下降趋势，而西南地区北部夏季降水随时间变化呈上升趋势。

5.4. 西南地区秋季降水的 EOF 分析

图 6 给出了 1960~2014 年我国西南地区秋季降水的 EOF 分析。西南地区秋季降水第一主模态(EOF1)解释方差为 22%，从其空间分布可以看出图 6(a)西南地区整体表现为负异常，仅仅只有重庆北部和四川

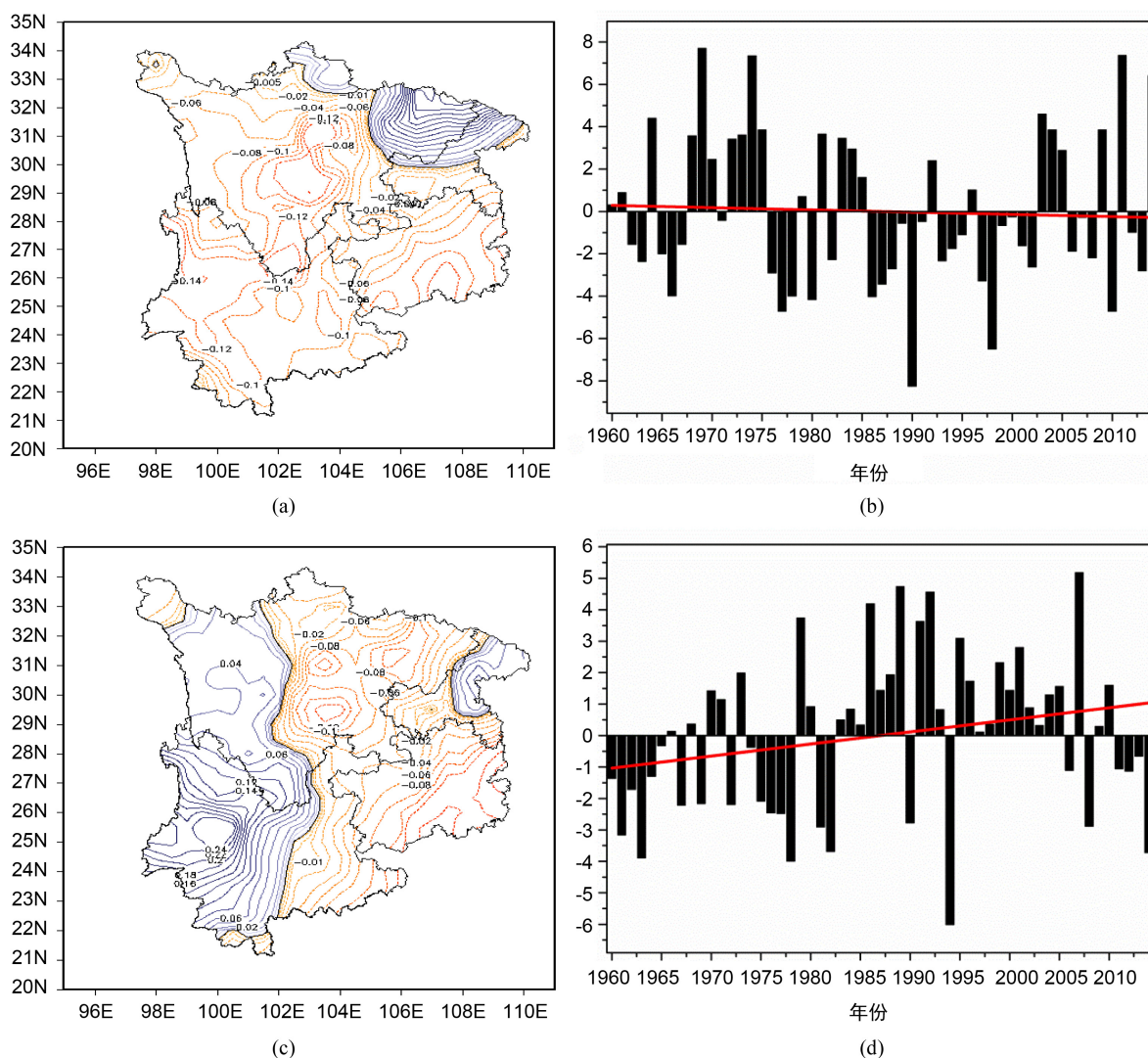


Figure 6. EOF analysis of autumn precipitation in southwest China from 1960 to 2014. (The first modal (a), (b); The second mode (c), (d); The spatial distribution (a), (c); Standardized time series (b), (d))

图 6. 1960~2014 我国西南地区秋季降水的 EOF 分析。(第一模态(a)、(b); 第二模态(c)、(d); 空间分布(a)、(c); 标准化的时间序列(b)、(d))

东北部小片地区为正异常,表现了西南地区秋季降水呈现一致变化; EOF1 对应的时间序列整体呈现下降趋势,但下降趋势较小,说明西南地区秋季降水随时间变化整体呈微弱的上升趋势。西南地区秋季降水第二主模态(EOF2)解释方差为 11%,图 6(c)、图 6(d)分别是西南地区秋季降水 EOF2 的空间分布和相应的时间系数序列。从图 6(c)中可以看出 EOF2 的空间分布呈现一个西东走向的“+ -”偶极子分布。0 等值线基本将四川与云南分成东西两部分,正异常出现在云南及四川西部和重庆东北部,而云南及四川东部、贵州和重庆西南部表现为负异常;从 EOF2 对应的时间序列中可以看出整体呈上升趋势,说明西南地区东部秋季降水随时间变化呈下降趋势,而西南地区南部秋季降水随时间变化呈上升趋势。

5.5. 西南地区冬季降水的 EOF 分析

图 7 给出了 1960~2014 年我国西南地区冬季降水的 EOF 分析。西南地区冬季降水第一主模态(EOF1)解释了总方差的 27%,从其空间分布可以看出图 7(a)西南地区整体表现为负异常,仅仅只有四川西部和

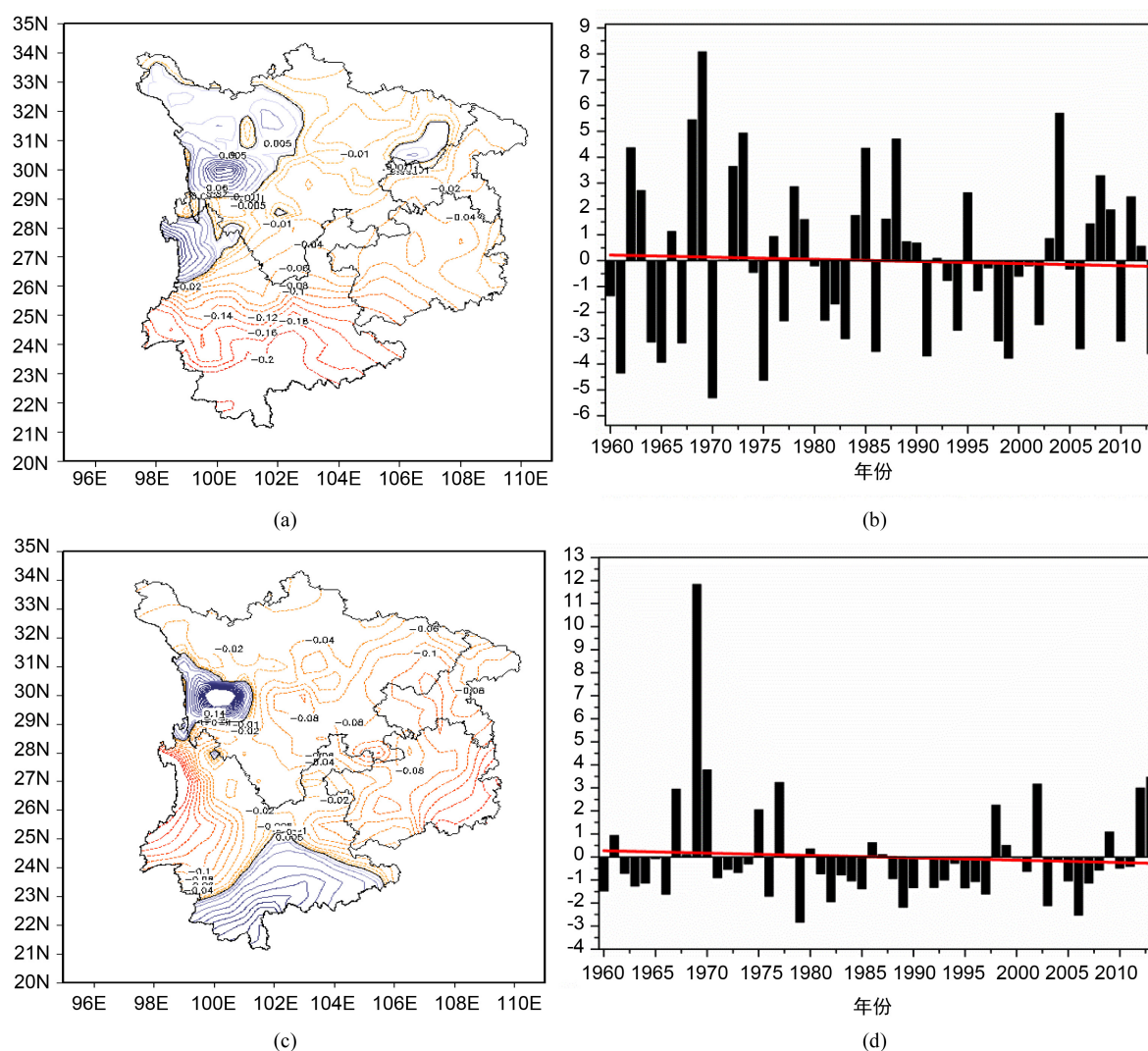


Figure 7. EOF analysis of winter precipitation in southwest China from 1960 to 2014. (The first modal (a), (b); The second mode (c), (d); The spatial distribution (a), (c); Standardized time series (b), (d))

图 7. 1960~2014 我国西南地区冬季降水的 EOF 分析。(第一模态(a)、(b); 第二模态(c)、(d); 空间分布(a)、(c); 标准化的时间序列(b)、(d))

云南西北部小片地区为正异常,表现了西南地区冬季降水呈现一致变化; EOF1 对应的时间序列整体呈现下降趋势,但趋势较小,说明西南地区冬季降水随时间变化整体呈微弱的上升趋势,仅仅只有四川西部和云南西北部小片地区冬季降水随时间变化整体呈微弱的下降趋势。西南地区冬季降水第二主模态 (EOF2)解释了总方差的 17%,从图 7(c)中可以看出西南地区整体表现为负异常,仅仅只有四川西南部和云南南部小片地区为正异常,表现了西南地区冬季降水呈现一致变化; EOF1 对应的时间序列整体呈现下降趋势,但趋势较小,在 1980~2010 年间时间系数为负出现的频率较高,说明在 1980~2010 年间西南地区整体降水偏多,只有四川西南部和云南南部小片地区降水偏少。

6. 结论

本文使用 1960~2014 年西南地区 93 个站的逐月降水资料,对西南地区降水的时空特征进行了分析,并对西南地区全年、春季、夏季、秋季和冬季作了进一步的研究。取得主要结论如下:

对西南地区降水的时间分布而言,西南地区全年降水总体在 3 mm/d 左右,在 2011 年降水量最小,仅有 2.41 mm/d,并且 2011 年降水负距平达到最大,少 0.5 mm/d;而在 1968 年降水量最大,达到 3.33 mm/d,并且 1968 年降水正距平达到最大,多 0.42 mm/d。春季降水总体在 2.5 mm/d 左右,在 1979 年降水量最小,仅有 1.64 mm/d,并且 1979 年降水负距平达到最大,少 0.73 mm/d;而在 1990 年降水量最大,达到 2.96 mm/d,并且 1990 年降水正距平达到最大,多 0.59 mm/d。夏季降水总体在 6.5 mm/d 左右,在 2011 年降水量最小,仅有 4.5 mm/d,并且 2011 年降水负距平达到最大,少 1.56 mm/d;而在 1968 年降水量最大,达到 7.35 mm/d,并且 1968 年降水正距平达到最大,多 1.29 mm/d。秋季降水总体在 2.5 mm/d 左右,在 2009 年降水量最小,仅有 1.72 mm/d,并且 2009 年降水负距平达到最大,少 0.94 mm/d;而在 1982 年降水量最大,达到 3.3 mm/d,并且 1982 年降水正距平达到最大,多 0.64 mm/d。冬季降水总体在 0.5 mm/d 左右,在 2009 年降水量最小,仅有 0.25 mm/d,并且 2011 年降水负距平达到最大,少 0.28 mm/d;而在 1969 年降水量最大,达到 0.81 mm/d,并且 1968 年降水正距平达到最大,多 0.29 mm/d。

对西南地区降水的空间分布而言,西南地区全年降水呈现从东南向西北减少趋势,在云南东北部和中部存在少雨中心,同时在四川中部和云南东南部存在多雨中心,云南东南部多雨中心远大于四川盆地中部,中心极值可达 6 mm/d。春季降水从东往西减少,东部降水最大值达到 4 mm/d,西部降水最小值达到 0.5 mm/d,在四川中部有一多雨中心,中心极值达到 3.5 mm/d。夏季降水大致以四川中部、云南南部以及云贵交界这三处多雨区为中心向四周递减,川西高原是少雨区,降水量是 5 mm/d 以下,而南部降水最大值可达 13 mm/d。秋季降水呈现从东北部和南部向西减少趋势,南部降水最大值达到 5 mm/d,西部降水最小值达到 1 mm/d。冬季降水呈现从东向西减少趋势,冬部降水最大值达到 1.5 mm/d,西部降水最小值达到 0 mm/d。降水总体上存在三个特点:一是西南地区降水有从东到西递减的趋势;二是川西高原为少雨区并且在四川中部有一多雨区;三是西南地区夏季是多雨季,降水最大值可达到 13 mm/d 并且降水最小值可达到 3 mm/d,而冬季是少雨季,降水最大值仅达到 1.5 mm/d,远小于西南地区夏季降水最小值。

对西南地区降水的 EOF 分析而言,全年降水方差贡献分别为 38%和 10%,春季降水方差贡献分别为 35%和 10.3%,夏季降水方差贡献分别为 32%和 10.1%,秋季降水方差贡献分别为 22%和 11%,冬季降水方差贡献分别为 27%和 17%。我国西南地区全年、春季、夏季、秋季和冬季降水第一模态在空间上都表现为西南地区一致性。全年和夏季降水第二模态在空间上都表现为南北“+ -”走向型;春季降水第二模态在空间上表现为西南 - 东北“+ -”走向型;秋季降水第二模态在空间上表现为东西“+ -”走向型;冬季降水第二模态在空间上都表现也表现为西南地区一致性。

参考文献

- [1] Solomon, S., Qin, D. and Manning, M. (2007) The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Computational Geometry*, **2**, 1-21.
- [2] Trenberth, K.E. (1998) Atmospheric Moisture Residence Times and Cycling: Implications for Rainfall Rates with Climate Change. *Climate Change*, **39**, 667-694. <https://doi.org/10.1023/A:1005319109110>
- [3] Allen, M.R. and Ingram, W.J. (2002) Constraints on the Future Changes in Climate and the Hydrological Cycle. *Nature*, **419**, 224-232. <https://doi.org/10.1038/nature01092>
- [4] 闵岫, 钱永甫. 中国极端降水事件的区域性和持续性研究[J]. 水科学进展, 2008, 19(6): 763-761.
- [5] 孙清元, 郑万模, 倪化勇. 我国西南地区山地灾害灾情年际综合评估[J]. 沉积与特提斯地质, 2007, 27(3): 105-107.
- [6] 崔云, 孔纪名, 田述军. 强降雨在山地灾害链成灾演化中的关键控制作用[J]. 山地学报, 2011, 29(1): 87-89.
- [7] 张天宇, 程炳岩, 刘晓冉, 等. 重庆汛期极端降水事件分析[J]. 热带气象学报, 2009, 25(4): 475-482.
- [8] 叶香, 陆维松, 张天宇, 等. 近 46a 重庆汛期极端降水量异常特征[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(5): 646-654.
- [9] 刘丽, 陶云. 云南省汛期极端强降水事件的气候特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(1): 15-20.
- [10] 张顺谦, 马振峰. 1961~2009 年四川极端强降水变化趋势与周期性分析[J]. 自然资源学报, 2011, 26(11): 1918-1929.
- [11] 王学锋, 郑小波, 黄玮, 等. 近 47 年云贵高原汛期强降水和极端降水变化特征[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(11): 1350-1355.
- [12] 张焕, 翟盘茂, 唐红玉. 1961~2000 年西南地区小时降水变化特征[J]. 气候变化研究进展, 2011, 7(1): 8-13.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: crl@hanspub.org