

文章编号:1673-8411(2017)04-0007-06

青藏高原地面感热变化对西南地区旱涝影响

吴芳芳¹,王慧²,李向红³

(1.桂林市气象局,广西 桂林 541000;2.南京信息工程大学大气科学学院,南京 210044;3.桂林市气象局,广西 桂林 541000)

摘要:利用欧洲中心 1979–2010 年 ERA-interim 青藏高原地面感热资料与西南地区干湿指数,应用 SVD 方法与 EOF 分解对青藏高原地面感热在近 32a 的时空分布特征和高原地面感热与西南旱涝之间的相关关系进行分析,结果得出:青藏高原西部地面感热通量在近年来是显著增加的,而高原东部感热通量在减少,有明显的年际变化;西南地区夏季、秋季全区基本偏干,特别是秋季。前期高原东、西感热异常对春季、夏季和秋季西南全区特别是西南南部地区旱涝异常有很好的相关关系:当青藏高原中部地区和高原北部的春季地面感热增加(减少)而西部、高原主体北部地面感热减少(增加)时,春季西南地区东北部是偏湿(偏干)的趋势,西南部是偏干(偏湿)的趋势;当高原东部春季感热增强(减弱)时,夏季西南地区的四川北部、重庆市与云南南部异常偏湿(偏干);高原东部春季感热增加(减少),高原西部感热减少(增加)时,秋季西南地区主要偏湿(偏干)。青藏高原西部(78° E–81° E,30° N–36° N)、高原中部偏南的位置(88° E–95° E,28° N–35° N),为感热影响西南旱涝的关键区。这些研究对西南地区旱涝趋势有很好的预测作用。

关键词:青藏高原感热;干湿指数;经验正交分析;奇异值分解

中图分类号:P46

文献标识码:A

Effects of surface sensible heat fluxes over Tibetan Plateau on drought and flood in Southwest China

Wu Fangfang¹, Wang Hui², Li Xianghong³

(1 Guilin Meteorological Bureau, Guilin Guangxi 541000; 2 Nanjing University of Information Science & Technology, NUSIT, Nanjing Jiangsu 210044; 3 Guilin Meteorological Bureau, Guilin Guangxi 541000)

Abstract: This paper used the European Centre ERA-interim reanalysis data for the 1979–2010 Tibetan Plateau surface sensible heat and dry-wet index in Southwest China, applying SVD method and the EOF method to analyze the temporal and spatial distribution characteristics of Tibetan Plateau in last 32 years as well as the correlation between surface sensible heat in Plateau and drought and flood in Southwest China. The main conclusions were as follow: the western Tibetan Plateau surface sensible heat flux in recent years significantly increased, while the sensible heat flux of the eastern Plateau decreased, there was a significant interannual variability; Southwest China in summer and autumn were relatively dry, especially in autumn. At the early stage, the sensible heat anomaly in the east and west of the plateau had a good correlation with the drought and flood anomaly in spring, summer, and autumn of the southwest, especially in the south of the southwest. The western Tibetan Plateau(78° –81° E,31° –36° N) and the southern plateau(88° E–95° E,28° N–35° N) are the key to affecting drought and flood in the southwest China. The studies are good predictors of the drought and flood in southwest China.

Key words: surface sensible heat flux of Tibetan Plateau; dry-wet index; EOF; SVD

1 引言

青藏高原由于空间尺度大,对天气形势和大气环流的影响不仅限于本地,还可以波及到整个北半球,甚至南半球,而这种影响很大程度是通过对大气的加热作用来完成的。青藏高原的热力作用和动力作用不仅对我国和东亚地区有重要的影响,甚至对全球的大气环流演变都有极其重要的作用,是影响我国旱涝气候异常的重要因子之一。

七十年代伊始,对青藏高原地面感热变化的时空分布有不少研究。1979 年叶笃正、高由禧等^[1]提出了感热计算式,1997 年李栋梁^[2]等利用感热计算式计算出高原地面感热通量,并分析得出近 30 年夏季青藏高原北部、西部的地面感热通量整体呈减小趋势;高原中部及东南部地面感热通量整体呈增大趋势。阳坤等^[3]并研究得到的感热通量减少幅度约为每 10 年 2%。姚永红^[4]等,利用再分析资料分析出高原地区感热通量从 1 月开始逐渐增加,5 月达到最大值,然后逐月减少,12 月为最低值。高原地面感热也表现出明显的非均匀性,张艳、钱永甫^[5]研究出高原西部、东部是地面感热年际和年代际异常的关键区。

大气环流的异常是降水变化的一个重要因素,而青藏高原在形成和维持东亚环流方面起重要的热力作用和机械动力作用。冬季青藏高原对大气环流产生的影响主要在于动力方面,而夏季的青藏高原,除机械动力作用外,它对大气环流产生的重要影响是通过热力作用完成的^[6]。对 500hpa 合成环流场进行分析,发现异常旱涝年的合成场中同期及前期环流特征都有明显差异^[7]。也有分析研究表明,春季西太平洋副高强度与东亚槽强度对旱涝有一定指示意义^[8]。亚洲夏季风是影响中国夏季旱涝的重要系统,研究感热与亚洲夏季风的关系也能一定程度上得出感热与旱涝两者之间的关系。

我国西南地区地形复杂,西临青藏高原,南面又受西南季风影响,是一个典型气候多变区域。近年来,西南地区出现了持久性干旱、涝旱反转和旱涝急转等极端现象。为了能更好的预测西南地区旱涝趋势,对西南地区旱涝情况也有不少研究。西南旱涝划分的方法有童文林^[9]提出的旱涝指数,还有目前我国国家气候中心在旱涝监测中使用的 z 指数^[10-11],在对广西的旱涝等级划分中,不少分析就运用了 Z 指数的方法定义旱涝的等级^[12-13],然后再对旱涝等

级进行正交分解。还有使用降水集中度^[14]来分析与旱涝的关系,也有使用连旱日数对气象干旱强度进行评估^[15]。而徐栋夫^[16]提出的干湿指数综合考虑了蒸发和降水两个要素,所以能更好的反映干湿情况。研究青藏高原地面感热变化对我国西南地区旱涝的影响,对提高西南地区旱涝趋势预测具有重要意义。对于提高旱涝预测水平,进而为防御旱涝灾害提供科学决策依据具有十分重要的意义。

2 资料方法

本文使用的感热资料是由欧洲中心提供的青藏高原地区 ERA-interim 逐月再分析感热资料,时

$$I_{dw} = \frac{\Delta R}{\sigma R} - \frac{\Delta P_e}{\sigma P_e}$$

间为 1979-2010 年,网格分辨率为:1.5° × 1.5°。另外西南旱涝划分的方法选用徐栋夫提出的干湿指数,选用徐栋夫提供的西南地区 77 个站点干湿指数序列,时间为 1979-2010 年。本文所指的西南地区(图 1)是指四川省、云南省、贵州省和重庆市,共 77 个站点(图 1)。

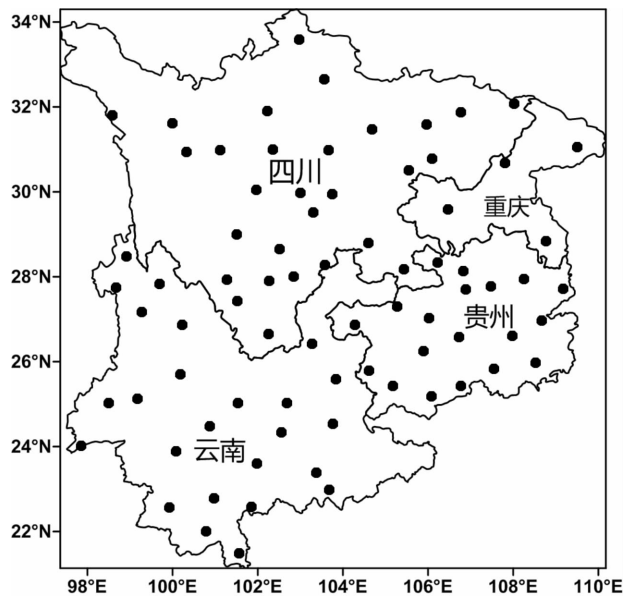


图 1 西南地区 77 个气象站点分布

干湿指数采用王鹏祥等^[14]的定义,在此基础上徐栋夫改进的定义干湿指数。干湿指数为: ΔR 表示月降水量距平, ΔP_e 表示月潜在蒸发量距平。 σR 为月降水量均方差, σP_e 为月潜在蒸发量均方差。干湿指数大于 0 表示偏湿,小于 0 表示偏干。

本文中主要使用的方法是 EOF 分解和 SVD 分

解。本文使用 EOF 方法主要是分析青藏高原地区地面感热变化的时空分布。SVD 方法实际是推广了 EOF 分解方法,本文使用 SVD 方法分析青藏高原地面感热场与西南地区干湿指数两个场之间的相关性。定义左场为青藏高原地面感热场,右场为西南地区干湿指数场。

3 青藏高原地面感热时空分布特征

青藏高原地面感热空间型式呈现非均匀分布。由 ERA-interim 逐月再分析感热资料,分辨率: $1.5^{\circ} \times 1.5^{\circ}$,单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。图 2(见彩页)给出春、夏、秋、冬的地面感热通量气候平均态特征。

春季(3-5月),高原平均感热通量最强,最大值出现在高原东北部的柴达木盆地春季其中地(94.5°E , 37.5°N)达 $71.05 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。这与阳坤等^[9]的研究结论相一致,高原感热在最强,最强月份为 5 月。最小值在高原西部(75°E , 36°N)有 $7.88 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,而东部感热通量在 $30-50 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间, 80°E 以西高原感热通量在 $7.8-30 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。夏季(6-8月),高原西部感热通量增加,但东部平均感热通量减少。全年感热最大值出现在柴达木盆地(94.5°E , 37.5°N),高达 $79.43 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。大值区在高原北部边缘塔里木盆地和柴达木盆地平均为 $70-89 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。高原中部感热通量在 $40-60 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 且大于西部和东部感热通量。秋季(9-11月),感热通量减少。平均感热通量在 $13-47 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,感热通量分布型式与夏季相同,最小值在高原西部(75°E , 36°N)有 $13.46 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,最大值在高原的柴达木盆地(96°E , 37.5°N) $46.15 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。冬季(12-2月),全年感热通量最小,在 $3-47 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间。最小值在高原西部帕尔米高原上(76.5°E , 36°N),达到 $3.55 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。大值区位于高原中南部,高原东南部(100.5°E , 28.5°N)达到最大有 $46.8 \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。总体而言,高原感热通量东西分布不均匀,且西部感热通量小于东部感热通量。

对青藏高原地区 1979—2010 年四季地面感热线性趋势分布进行分析(图 3,见彩页)。总体上看,高原地面感热通量也是不均匀变化的,特别是高原中部地区,正值区处于高原西部,高原中东部为负值区,所以西部地面感热通量趋于增加,而中部、东部地面感热减弱。春季,高原西部感热通量显著增加,在 80°E , 35°N 附近,线性倾向值较大说明感热通量增加速率较快。而中部、东部大部分区域为减少趋势但大部分地区并不显著。夏季高原感热变化并

不显著,只有东北部呈减弱趋势,而西部 80°E 附近感热明显增加。秋季,高原只有西部部分地区感热通量呈显著增加,中部和东北部感热通量是显著减少的,减少的速率基本一致。冬季,高原中部感热通量基本是显著减弱,西部显著增加。而春、夏两季中东部感热通量减弱趋势没有秋冬季显著。

为了能更好的分析青藏高原地面感热气候特征和它的空间结构,且春季是高原地面感热迅速增加时期,感热通量最大值出现在五月,有很好的代表性,所以对青藏高原春季感热 1979—2010 年 ERA-interim 再分析资料进行 EOF 分析,得出前四个模态是显著的,前四个模态累积方差贡献率为 45.41%,能很好的反映出春季青藏高原地面感热的分布情况。

图 4(见彩页)为第一模态的空间分布及对应的时间系数,第一特征向量分布(图 4a,见彩页)主要为东西分布型式,大约以东经 87° 为界,西部为正值区,东部大部分为负值区。即春季青藏高原地区东西部存在相反的地面感热通量变化特征。颜色区域是载荷向量绝对值大于 0.35 并通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验区域。该模态方差贡献率为 18.25%。正值中心位于高原西部 $78^{\circ} \text{E}-82^{\circ} \text{E}$, $32^{\circ} \text{N}-37^{\circ} \text{N}$ 之间的区域,负值中心位于高原东部(90°E , 30°N)附近。而正值区绝对值明显大于负值区,说明春季高原感热通量存在以西部为主导的东西相反变化特征。这与春季高原感热线性倾向变化分布较为一致。从对应的时间系数图 4b(见彩页)分析,时间系数在 90 年代末期基本为负值,90 年代后期逐渐增加转为正,表现出明显增加的趋势。则说明 90 年代之前,春季高原西部地面感热通量呈下降趋势,而高原东部感热通量呈上升趋势;90 年代之后则相反。

第二模态载荷向量表现为正负正型式分布(图略),方差贡献率为 10.78%。高原西部 80°E 以西为正值,在高原中东部则呈南北分布,其南部为正值区,大约 30°N 以北区域为负值区。正值中心在高原东南部,通过显著性检验的区域在高原西北部(75°E , 36°N 附近)和高原东南部($95^{\circ}-100^{\circ} \text{E}$, $27^{\circ}-32^{\circ} \text{N}$);负值中心在高原北部,高原通过显著性检验负值区主要在柴达木盆地和塔里木盆地附近。对应的时间系数(图略)波动较大,且呈年代际变化,80 年代基本为正,90 年代为负,是一个由正到负的变化过程,90 年代后则是明显的上升趋势,21 世纪初由负转正,21 世纪零零年代后有一个减弱的趋

势。表明,80 年代高原西部和东南部春季地面感热通量明显增加,而高原北部地面感热通量减少;90 年代则相反,高原西部和东南部感热减弱,高原北部特别是塔里木盆地和柴达木盆地感热通量明显增加;21 世纪高原西部和东南部春季感热通量逐渐增加,北部逐渐减少。

第三模态的方差贡献率为 8.75%,地面感热通量的第三载荷向量在青藏高原呈负正负的形式分布,高原主体基本为正,只有高原西部和高原东北部为负值。正值中心在(86° E,32° N)附近,负值分布不均匀。春季高原东、西部与中部感热增加或减少程度平衡。从对应的时间系数分析,春季高原感热通量也呈明显年代际变化。80 年代到 90 年代由负到正的趋势逐渐变化。说明 80 年代到 90 年代高原中部春季地面感热通量是逐渐增加的,而西部和东北部感热通量是逐渐减少的。到 21 世纪初,时间系数波动较大,但主要还是一个由正到负的过程,说明春季高原中部感热通量呈下降趋势,西部与东北部呈上升趋势。

地面感热通量的第四载荷向量(图略)在高原区域主要为负值区,表现为全区基本一致的变化特征,只有高原东南部和高原西南部为不显著的正值区。负值中心在 85° E-90° E,30° N-33° N 之间的区域,通过显著性检验的负值区分布不均匀。对应的时间系数(图略)呈年代际变化,80 年代初为正,后减为负,到 90 年代中期基本为负,从 90 年代中期到 21 世纪初由负到正变化。说明 80 年代初高原中部和东北部地面感热通量是减少的趋势,1980-1990 这十年间,高原中部和东北部地面感热通量是呈增加的趋势,而到了 90 年代末到 21 世纪初高原中部和东北部地面感热通量又呈减少的趋势。第四模态的方差贡献率为 7.65%。

经分析可得出高原地面感热分布不均匀,春、夏感热强,秋、冬感热弱,冬季为地面感热最弱时期。从 1979-2010 年,高原地面感热在高原中部和东部是趋于减少的,西部感热则是增加的。从四个模态

来看,每个模态都很好的说明了春季青藏高原地面感热的空间分布情况,而前两个模态更为显著。也说明了青藏高原西部地面感热比其他地区更为异常。从对应的时间系数分析,波动都较大,而 21 世纪以后时间系数基本都有一个明显的增加或减少的变化。

4 西南地区旱涝的趋势变化

由计算出的干湿指数分析得出西南地区干湿指数线性变化趋势(1979-2010)。夏季西南北部干湿指数线性倾向估计值大部分为负值,则干湿指数为明显下降趋势,重庆市整个市干湿指数在减少,贵州省大部分的站点为上升趋势但仅有两个站是通过显著性检验为显著增加的。说明夏季西南地区大部分是偏干旱化的,贵州省西南部则是偏湿的趋势。

从秋季西南地区干湿指数线性变化趋势(图略)分析得出,在 1979-2010 期间西南地区(除贵州西南部单站不显著偏湿)秋季处于干旱的状态。四川南部、云南东部、云南西南部、重庆大部分地区是呈显著偏干的趋势。总的分析,西南地区夏季和秋季干旱化较为严重,特别是秋季,全区都是偏干的。

5 青藏高原地面感热与西南地区干湿指数的奇异值分析

为了能从青藏高原地面感热和西南地区旱涝之间找出两者的相关关系,将青藏高原地面感热场与西南地区干湿指数作奇异值(SVD)分析。设左场为前期春季和同期春季高原感热场,右场为春季、夏季、秋季西南地区干湿指数。进行了三对场之间的 SVD 分解,得出两场异性相关系数(表 1-表 3)。

对春季高原地面感热和春季西南地区干湿指数进行 SVD 分析,从表 1 可以得到第一模态的方差贡献率为 28.54%,占前三个模态的 40.5%;表 2 中第一模态方差贡献率为 41.2%,占前三个模态的 60%;表 3 中第一模态方差贡献率为 52.5%,占前三个模态的 74%。三对奇异向量中均为第一模态所占方差

表 1 春季高原地面感热和春季西南地区干湿指数 SVD 前三个模态的数据信息

序号	奇异值	解释协方差平方 和百分比	累积解释协方差 和百分比	展开系数之间的 相关系数	解释左场的方差 百分比	解释右场放方差 百分比
1	14.0	28.54	28.54	0.78	11.05	16.60
2	12.98	24.51	53.05	0.73	7.87	22.76
3	10.92	17.37	70.42	0.75	10.45	11.68

表 2 春季高原地面感热和夏季西南地区干湿指数 SVD 前三个模态的数据信息

序号	奇异值	解释协方差平方	累积解释协方差	展开系数之间的	解释左场的方差	解释右场放方差
		和百分比	和百分比	相关系数	百分比	百分比
1	16.78	41.16	41.16	0.73	14.38	20.58
2	10.68	16.67	57.83	0.68	7.47	18.47
3	8.78	11.28	69.11	0.70	7.38	11.21

表 3 春季高原地面感热和秋季西南地区干湿指数 SVD 前三个模态的数据信息

序号	奇异值	解释协方差平方	累积解释协方差	展开系数之间的	解释左场\的方	解释右场\放方
		和百分比	和百分比	相关系数	差百\分比	差百\分比
1	18.62	52.54	52.54	0.69	12.50	32.95
2	7.96	9.60	62.14	0.67	6.51	12.14
3	7.48	8.48	70.63	0.72	8.92	6.79

较大,涵盖两场耦合的主要信号,而第二、三对奇异向量场所占方差较小且通过显著性区域较小,所以本文只对第一空间模态的相关特征作分析。

5.1 春季高原地面感热场与春季西南干湿指数相关的空间结构

第一对奇异向量感热场和干湿指数时间系数之间的相关系数为 0.78,达到 0.001($T0.001=0.55$)显著性检验,表明这对空间分布型之间有着密切的联系。同期高原地面感热与春季西南干湿指数的 SVD 第一对奇异向量空间分布型(图 5,见彩页)。在第一模态左奇异场高原感热场分布型(图 5a,见彩页)中,高原西部和高原东部为负相关区,但大部分地区相关系数不高,只有高原西部 75° E,36° N 附近和高原北部相关系数绝对值大于 0.35,达到 $\alpha=0.05$ 的显著性水平。高原中部为正相关区,相关系数大于 0.35 的区域则在高原中部 83° E-90° E,30° N-35° N 之间的区域。与之对应的右奇异场西南干湿指数分布型(图 5b,见彩页),呈现十分明显的东北、西南分布型。西南部为负相关区,且云南省中部和四川省南部一小片地区相关系数绝对值大于 0.35,负值中心在 101° E,24.5° N 相关系数绝对值大于 0.6。东北部为正相关区,相关系数大于 0.35 的区域在四川东部和重庆大部,贵州北部一些区域。四川东部(104° E,30° N)区域相关系数还达到 0.5 以上,正值中心则在重庆东部。

从两场的相关系数分布分析,分析两场之间的遥相关特征。当青藏高原中部地区和高原北部的塔里木盆地的春季地面感热增加(减少)而西部、高原主体北部地面感热减少(增加)时,西南地区东北部是偏湿(偏干)的趋势,西南部是偏干(偏湿)的趋势。

左右场第一奇异向量时间系数(图 5c,见彩页)显示:左右场时间系数变化基本一致,左场整体上基本从正型到负型的变化过程,而右场的波动较大。高原感热场在 2000 年以前是正值,2000 年以后是逐渐转负型,左场的时间系数与春季感热场 EOF 分析第一模态感热场时间系数基本一致的。右场时间系数在 90 年代以前是逐渐增加的,90 年代后则减少,2000 年后逐渐减为负。

5.2 前期春季高原地面感热场与夏季西南干湿指数相关的空间结构

前期春季高原地面感热场与夏季西南干湿指数两变量场 SVD 分解第一模态的奇异向量时间系数之间的相关系数为 0.73。两场之间也有很好的相关性。在第一模左场(图略)中,高原地面感热相关系数分布为东西分布型,正相关区主要在东部,相关系数大于 0.35 的区域则位于中部偏南但区域较小。正值中心在 93° E,33° N 区域,且相关系数超过 0.5。负相关区主要在高原西部。主要相关区(相关系数绝对值 >0.35)在高原 85° E 以西的区域,负值中心在 80° E,35° N 附近的区域,相关系数绝对值超过 0.6。第一模态右场(图略)中,西南地区主要为正值区,只有在云南东部、贵州南部区域为负相关,但相关系数都不大且通过显著性的区域也较小。正相关系数大于 0.35 的区域在大致分布在西南地区北部和云南省南部,正值中心则在四川和云南省交界(104° E,28° N)区域,相关系数超过了 0.65,达到 0.001 显著性水平。这说明,当高原东部感热增强(减弱)时,西南地区的四川北部、重庆市与云南南部异常偏湿(偏干);而当高原西部感热减弱时,西南地区云南东部、贵州南部偏干,但是并不显著。

与第一模态对应的左右场时间系数(图略)中,在 2000 年附近,左右场的时间系数有显著的突变,由正型向负型转变。80 年代到 90 年代,左场时间系数一直为正,2000 年后则转为负。右场与左场时间系数变化基本一致,在 2000 年后时间系数变化较大。

5.3 前期春季青藏高原地面感热与秋季西南干湿指数的相关空间结构

从感热场和干湿指数相关系数空间分布型及其对应的时间系数(0.69)可看出(图略):高原感热仍是呈东西分布的,以 90°E 为分界, 90°E 以西高原感热场基本为负相关,而 90°E 以东基本为正相关。在负相关区,大部分相关系数都不大,相关系数绝对值大于 0.35 的区域在 80°E – 82°E , 32°N – 36°N ,负相关中心相关系数绝对值超过 0.5。正相关区相关系数大于 0.35 的区域分布不均匀,主要在高原东北部,高原南部(90°E , 30°N)附近有一小片区域;整个西南地区都是正相关区,但相关系数通过 $\alpha=0.05$ 显著性检验的区域主要分布在西南地区中部和南部,相关系数大于 0.5 的区域主要在云南西南部和云南东部,有的甚至超过了 0.7。两场的相关关系说明当高原东部感热增加(减少),高原西部感热减少(增加)时,西南地区主要偏湿(偏干),显著偏湿(偏干)区域则在云南省、四川南部、重庆市、贵州南部。

两场的时间系数(图略)基本上是一致变化,而明显看到左场在 90 年代末以前时间系数为正,90 年代后转为负,是一个逐渐减少的趋势。右场变化幅度较大,也是一个由正转负的过程。说明高原东部感热在逐渐减少,则秋季西南地区是呈干旱化的趋势。

5.4 影响西南旱涝的关键区

由 SVD 分析前期、同期高原地面感热与西南地区干湿指数得出,高原地区感热影响西南地区旱涝的关键区。三对奇异向量的左场分布与春季高原地面感热 EOF 分析中的第一模态基本相似,都是呈东西分布型式。综合 EOF, SVD 第一模态分析,确定了两个关键区:一个是青藏高原西部(78°E – 81°E , 30°N – 36°N),另一个在高原中部偏南的位置(88°E – 95°E , 28°N – 35°N)。三对奇异向量的时间系数都是一个又正型减少为负型趋势,则春季高原东部地面感热是减少的,这与 EOF 分析得出的结论一致。使得春季西南地区东北部、夏季西南地区大部、秋季整个西南地区偏干;而高原西部感热增

加,使得春季西南地区西南部、夏季云南东部和贵州南部偏湿。

6 结论与讨论

(1) 本文使用 ERA-interim 逐月再分析感热资料,分析得出,全年高原地面感热最大值出现在春季,最小值出现在冬季。高原中部感热通量大于高原东部和西部,且西部感热比其他地区更为异常。春季高原西部地面感热通量在 1979–2010 年中是呈增加的趋势,且增加的速率较快,而高原中部和东部的感热通量是趋于减少的,这种变化在二十一世纪以后更为明显。

(2) 由西南地区干湿指数分析西南地区的旱涝情况,夏季全区大部分处于偏干状态,只有贵州省南部的两个站的显著偏湿的。秋季全区都是趋于干旱化的,明显干旱的区域为四川南部、云南南部和重庆市。

(3) 分析两场之间相关性得出,青藏高原西部(78°E – 81°E , 30°N – 36°N)、高原中部偏南的位置(88°E – 95°E , 28°N – 35°N),为感热影响西南旱涝的关键区。

(4) 当青藏高原中部地区和高原北部的塔里木盆地的春季地面感热增加(减少)而西部、高原主体北部地面感热减少(增加)时,春季西南地区东北部是偏湿(偏干)的趋势,西南部是偏干(偏湿)的趋势;当高原东部春季感热增强(减弱)时,夏季西南地区的四川北部、重庆市与云南南部异常偏湿(偏干),而当高原西部感热减弱时,西南地区云南东部、贵州南部偏干,但是并不显著;高原东部春季感热增加(减少),高原西部感热减少(增加)时,秋季西南地区主要偏湿(偏干),显著偏湿(偏干)区域则在云南省、四川南部、重庆市、贵州南部。

参考文献:

- [1] 叶笃正,高由禧.青藏高原气象学[M].北京:科学出版社,1979:2–5.
- [2] 李栋梁,章基嘉,吴洪宝.青藏高原下垫面感热异常的诊断研究[J].高原气象,1997,16(4):368–374.
- [3] 阳坤,郭晓峰,武炳义.青藏高原地表感热通量的近期变化趋势[J].中国科学,2010,40(7):923–932.
- [4] 姚永红,王谦谦,葛朝霞.青藏高原及其邻近地区旬感热通量基本气候特征[J].南京气象学院学报,2000,23(3):404–411.

- 成因分析[J].灾害学,2013,28(1):54-58.
- [3] 卢小丹,王黎娟,刘国忠.深秋季台风“海燕”(1330)引发广西特大暴雨的水汽和螺旋度分析[J].中国农学通报,2016,32(11):141-148.
- [4] 许艾米,陆德辉,邓小良.秋季台风“彩虹”引发的清远暴雨过程分析[J].广东气象,2016,38(2):11-14.
- [5] 苏兆达,周惠文,阳擎.1223 号台风“山神”暴雨及秋冬季登陆转向台风浅析[J].气象研究与应用,2013,34(1):79-80.
- [6] 蒙炤臻,陈见,韩慎友,等.广西台风残涡暴雨发生特征分析[J].气象研究与应用,2017,38(1):20-25.
- [7] 王远超,梁祥毅,林宝亭,等.秋季台风“纳沙”大范围暴雨的机制研究[J].气象研究与应用,2012,33(2):74-77.
- [8] 黄澄,许文龙,郭亮,等.0917 秋季台风“芭玛”移动特点和暴雨成因分析[J].气象研究与应用,2012,33(1):19-21.
- [9] 何立富,尹洁,陈涛,等.“泰利”台风低压大暴雨过程冷空气与地形的作用[J].气象科技,2009,37(4):385-391.
- [10] 张兴强,孙兴池,丁治英.远距离台风暴雨的正/斜压不稳定[J].南京气象学院学报,2005,28(1):78-85.
- [11] 黎清才,工成恕,曹钢锋.登陆北上台风暴雨突发性增强的一种机制研究[J].大气科学,1998,22(2):199-206.
- [12] 张俊香,黄崇福,刘旭拢,等.台风暴雨灾害风险区划更新实证分析[J].灾害学,2011,26(1):99-103.
- [13] 黄增俊,黄归兰,丘良,等.冷空气侵入超强台风“海燕”造成广西强降雨增幅成因分析[J].气象研究与应用,2015,36(1):31-37.
- [14] 李晓欣,陈国胜,吴一飞.超强台风“凡亚比”的移动路径及降水特征分析[J].气象研究与应用,2012,33(1):64-65.
- [15] 黄翠银,农孟松,陈剑飞.台风“山神”和“海燕”对广西影响对比分析[J].气象研究与应用,2014,v.35;No.179(02):7-13+39.
- [16] 蒋静,黄滢,凌宗良,等.1223 号台风“山神”转向成因分析[J].气象研究与应用,2013,34(4):9-13+30.
- [17] 黄先伦,郭圳勉,殷宏南,等.超强台风“尤特”近海北翘的原因分析[J].广东气象,2016,38(6):1-5+11.
- [18] 覃焱,黄芊庭,李华实,等.1508 号台风“鲸鱼”路径与强度分析[J].气象研究与应用,2016,37(1):3-4.
- [19] 郑浩阳,涂建文,詹棠,等.“韦森特”台风的路径和强度分析[J].广东气象,2014,36(1):12-19.
- [20] 朱乾根.《天气学原理和方法》[M].北京:气象出版社,1989:152
- [21] 陈渭民.《卫星气象学》[M].北京:气象出版社,2011:344

.....

(上接第 12 页)

- [5] 张艳,钱永甫.地表感热的时空分布特征及其与邻近海洋海温异常的关系[J].高原气象,2004,23(3):330-338.
- [6] 李国庆,宋正山,叶笃正.青藏高原在世界环流中的重要性[J].青藏高原气象学,1979,220-223.
- [9] 谢炯光,纪忠萍.广东前汛期异常旱涝的大气环流特征[J].广东气象,2001,23(2):10-12.
- [10] 陈特固,曾侠,张江勇,等.全球变暖背景下的广东省降水量及早、涝变化趋势[J].广东气象,2007,29(1):5-10.
- [11] 童文林.西南地区夏季严重旱涝划分方法[J].四川气象,1998,65(3):33-36.
- [12] 周秀美,兰兰,黄进云.基于 Z 指数的红河州 50 年旱涝时空分布特征分析[J].气象研究与应用,2012,33(s1):88-90.
- [13] 林宝亭,梁祥毅,王远超.玉林市近 60 年旱涝的变化特征[J].广东气象,2012,34(6):42-44.
- [14] 蒋丽娟.广西春夏季旱涝的等级划分及时空分布特征分析[J].气象研究与应用,2008,29(3):14-17.
- [15] 况雪源,钟利华,黄雪松.广西前汛期旱涝特征及成因分析[J].气象研究与应用,2001,22(4):5-8.
- [16] 蒋丽娟,施能,周文志,等.桂林市汛期降水集中度和集中期与旱涝关系的研究[J].气象研究与应用,2007,28(3):23-26.
- [17] 杨月文,黄文,邹燕.基于连旱日数的气象干旱评价方法[J].气象研究与应用,2013,34(3):17-21.
- [18] 徐栋夫,李栋梁,曲巧娜,等.西南地区秋季干湿时空变化特征及其成因分析[J].热带气象学报,2013,29(4):570-580.