

中国西北地区雨季降水与 500 hPa 高度场的 SVD 分析

魏锋^{1,2}, 丁裕国³, 杨金虎², 王若升⁴

(1. 兰州中心气象台, 甘肃 兰州 730020 2. 甘肃省定西市气象局, 甘肃 定西 743000;
3. 南京信息工程大学, 江苏 南京 210044 4. 甘肃省平凉市气象局, 甘肃 平凉 744000)

摘要 利用西北地区 131 个测站(1961~2000 年)的逐旬降水量和国家气候中心整编的(1960~2000 年)逐月北半球 500 hPa 5×10 高度场网格资料, 分析了西北地区平均雨季起讫时段, 并用 SVD 方法分析雨季降水与 500 hPa 高度场的关系。结果表明, 西北地区多雨期在 5~9 月, 但雨季起讫时间的分布较为复杂, 7 月上旬至 9 月上旬可代表主要降水区的雨季。西北地区雨季降水除与同期 500 hPa 环流有关外, 还与前期 3~5 月、12~2 月的 500 hPa 环流有关, 但不同时期的影响关键区有很大的不同。

关键词 西北地区, 雨季, 500 hPa 高度场, SVD 分析
中图分类号 P457.6 **文献标识码** A

引言

中国西北地区约占我国国土面积的 1/3, 干旱、半干旱面积占 80% 以上。这里深居欧亚大陆腹地, 横跨青藏高原、蒙新高原和黄土高原, 地形复杂。夏季来自海洋的暖湿气流难以到达, 冬季受蒙古、西伯利亚冷高压控制, 气候寒冷干燥。其地理位置的特殊性使得西北地区是中国也是同纬度降水最少的地区。西北地区平均年降水量 241 mm, 仅为全国降水量的 38%、全球陆地降水的 29%, 气候干旱导致缺水。西北每年总的水资源为 2 225 亿 m^3 , 相当于 73 mm 雨深, 仅占全国的 8%^[1]。在南疆和内蒙西部, 由于降水奇缺, 形成了塔克拉玛干、巴丹吉林、腾格里等沙漠, 由此可见, 干旱是西北气候的显著特点。关于西北地区干旱气候成因, 叶笃正^[2]等认为, 夏季青藏高原是一个热源, 高原上盛行上升气流, 这支上升气流在中太平洋区域下沉, 构成一个垂直环流圈, 与这支上升气流相应, 在高原东北侧还有一支下沉气流, 构成一个次级环流圈。高原东北侧上空的这支下沉气流, 与高原东北侧的干旱形成直接有关。白肇焯^[3]等对比分析了各月大范围干旱和多雨月的平均高度图、距平图及旱月平均高度与多雨月平均高度差值图, 发现中纬(40°N)各月东亚环流的基

本特征是相似的, 旱月东亚槽深, 新疆脊强, 与其对应的东亚中纬北风强。高度距平场上, 在日本海为负距平, 新疆为正距平, 表现为“西正东负”。多雨年相反, 东亚槽浅, 新疆脊弱, 气流比较平直, 高纬度距平场上表现为“东正西负”。就夏季而言, 一般副热带高压偏北, 西北地区多雨, 偏南则少雨, 二者一般呈正相关, 秋季最好。100 hPa 南亚高压的强弱可能在一定程度上反映了青藏高原地区季风环流的强弱, 而高原季风环流的强弱可能对高原降水的多少有影响。王宝灵^[4]等对青藏高原东北侧汛期降水与 500 hPa 环流、El Niño 进行了分析, 俞亚勋^[5]等对该区域夏季干湿年环流异常进行了对比分析, 气象科技工作者还就中国西北地区气温、降水等方面进行了众多研究^[6~12]。但目前, 用较新降水资料分析西北地区雨季起讫时间以及直接影响中国西北地区雨季降水异常的大气环流特征方面的工作较少。本文在确定西北地区平均雨季起讫时间的基础上, 探讨西北地区雨季降水场与北半球 500 hPa 环流场之间的耦合特征。关于研究 2 个场耦合信号的分析方法, 目前已有多种。例如典型相关分析(CCA), 联合主分量分析(CPCA)等。

近年来, 一种由矩阵理论引入的 SVD(Singular

收稿日期 2005-06-20 改回日期 2005-09-13

基金项目: 甘肃省气象局 2005 年度青年科技基金“甘肃省汛期雨日特征与预测研究”[甘气发(2004)201]资助

作者简介: 魏锋(1967-), 男(汉), 甘肃通渭人, 高级工程师, 硕士, 从事天气预报工作。E-mail: dxweifeng@126.com.

Value Decomposition), 即奇异值分解方法, 由于其具有坚实的数学基础, 计算简便且易进行物理解释而被认为是一种具有广阔应用前景的分析方法。丁裕国等也从理论上证明了 SVD 方法在场诊断分析中的普适性^[13]。SVD 方法是以 2 个变量场的最大协方差为基础的展开, 是研究 2 个变量场相关结构和它们各自对相关场贡献的诊断技术。这种分析方法被国内外学者用来研究 2 个要素场的遥联问题, 并取得了显著效果^[14~18]。因此本文采用 SVD 方法研究西北地区降水场与不同季节 500 hPa 环流场之间的耦合特征, 以期对预测中国西北地区气候的变化趋势, 探索和完善干旱化对策, 合理利用水资源提供参考依据。

1 分析方法和资料

本文采用 SVD 方法研究 500 hPa 北半球高度场对西北地区雨季降水量异常的影响。技术思路是: 分析 SVD 所得的异性相关系数的时间或空间分布特征, 找到影响西北地区雨季降水的大气环流的分布型。异性相关系数是指左场(或右场)距平序列与右场(或左场)模态时间系数之间的相关性, 其值

的大小反映了左场(或右场)距平序列与右场(或左场)模态时间系数的相关程度。

选用的资料为西北地区 131 个测站(1961 ~ 2000 年)的逐旬降水量、国家气候中心整编的(1960 ~ 2000 年)逐月北半球 500 hPa 5 × 10 高度场网格资料。

2 中国西北地区的雨季

西北地区地域辽阔, 地形复杂, 同时受到 3 大降水区的影响, 雨季特征十分复杂^[8]。为了刻划各地不同的雨季特点, 采用 40 a 平均逐旬降水的年内分布讨论代表站雨季起讫时间, 并以代表站的雨季起讫时间作为所在片的雨季起讫时间。方法上首先计算某地 40 a 平均逐旬降水量及年内 36 旬的旬平均降水量, 将逐旬降水量超过 36 旬旬平均降水量 1 倍的时段作为多雨期, 超过 2 倍的时段作为平均雨季。

关于西北地区降水气候特征的分区问题, 黄玉霞等^[19]采用 REOF 法将西北地区降水的异常型划分为高原东北区、北疆区、青海东部区、西北东部区、南疆区、河西走廊区, 表 1 为各区代表站。

表 1 西北地区各气候分区代表站

Tab. 1 Representative stations of each climatic division in Northwest China

区域站名	高原东北区 宁夏海源	北疆区 新疆蔡家湖	青海东部区 青海恰卜恰	西北东部区 陕西武功	南疆区 新疆皮山	河西走廊区 甘肃玉门镇
经度	105.39°E	87.32°E	100.37°E	108.13°E	78.17°E	97.02°E
纬度	36.34°N	44.12°N	36.16°N	34.15°N	37.37°N	40.16°N

图 1 为西北区域平均和各代表站气候平均逐旬降水量, 图中横格线为 1 倍、2 倍、3 倍 36 旬旬平均降水量线。由西北地区区域平均逐旬降水量(图 1a)可以看出, 多雨期在 5 月上旬至 10 月上旬, 多雨期雨量占全年雨量的 80.7%, 而雨季在 7 月上旬至 9 月上旬, 雨季雨量占全年降水的 44.5%。高原东北区累年平均逐旬降水量(图 1b)的年内分配情况相似于西北区域平均, 多雨期雨量占全年雨量的 83.9%, 雨季降水量占全年降水的 43.6%。分析北疆区旬降水分布(图 1c), 发现有 19 个旬超过旬平均降水量, 3 月下旬至 8 月下旬为连续多雨期, 但无明显雨季。青海东部区的多雨期(图 1d)在 5 月上旬至 10 月上旬, 多雨期雨量占全年雨量的 88.8%, 雨季在 5 月下旬至 8 月下旬, 雨季的开始较高原东北区早 4 旬, 但雨季结束期较高原东北区仅早一旬,

雨季降水量占全年降水的 67.5%。西北东部区的多雨期(图 1e)在 4 月中旬至 10 月中旬, 多雨期雨量占全年雨量的 83.2%, 达到雨季标准的旬出现在 7 月上旬和 9 月上、中旬, 也就是说, 累年平均逐旬降水具有明显的双峰型特点, 峰值分别出现在 7 月上旬和 9 月上旬。白肇焯^[3]等指出: “西北地区东部是在 7 月上旬与华北等地同时进入主要雨季的, 随着副热带高压和雨带的进一步北移, 关中、陕南、陇南、川北一带在 7 月下旬至 8 月上旬前后被副高控制, 雨季中断, 出现伏旱。8 月下旬至 9 月上、中旬副高南退, 出现秋雨, 雨季恢复。”因此, 将西北东部区的雨季定在 7 月上旬至 9 月中旬, 雨季降水量占全年降水的 43.1%。南疆区和河西走廊区(图 1f、图 1g)多雨期在 5 月上旬至 8 月下旬, 由于降水特少, 分析雨季意义不大, 因此不再分析其雨季。

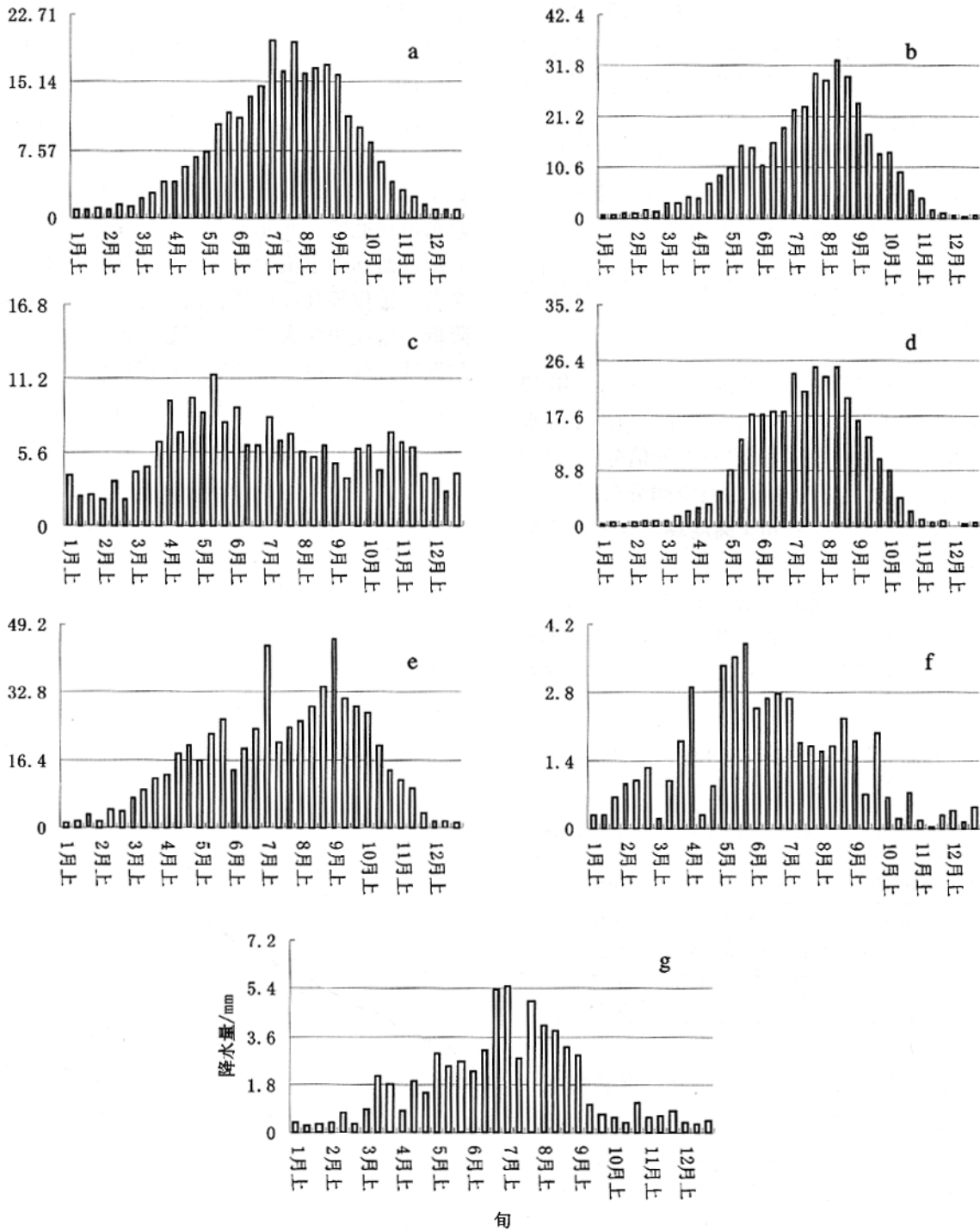


图 1 各区 40 a 平均旬降水量

(a. 西北区域平均 b. 高原东北区 c. 北疆区 d. 青海东部区 e. 西北东部区 f. 南疆区 g. 河西走廊区)

Fig. 1 The average ten days precipitation in recent 40 years

(a for northwest China b for northeast Qinghai - Xizang plateau ; c for northern Xinjiang ;

d for eastern part of Qinghai ; e for eastern part of northwest China ; f for southern Xingjiang ; g for Hexi corridor of Gansu)

由前面分析可以看出,西北地区大部分地方的多雨期在5~9月,但雨季的开始、结束期在各气候分区有明显的不同。处于西风带且降水稀少的北疆、南疆及河西走廊地区雨季并不明显,受高原季风影响的青海东部区雨季在6月中旬至8月下旬,其它地区雨季基本在7月上旬至9月上旬。这个结论与白肇辉^[3]等人的结论基本相同。根据西北地区区域平均和主要降水区雨季特点,将西北地区各地雨季统一在7月上旬至9月上旬。

3 降水量距平场与北半球大气环流场的SVD分析

分别计算同期7至8月及前期冬季(前一年12~2月)、春季(3~5月)500 hPa高度场与雨季降水量场之间的交叉协方差矩阵,进行奇异值分解,得到500 hPa高度场与西北降水的成对空间分布型。

3.1 同期(7至8月)500 hPa高度场与雨季降水的耦合特征

表2给出了以西北地区雨季降水量为左场,以7~8月北半球500 hPa平均高度场为右场,经SVD分解得到的前6对奇异向量的方差贡献、累积方差贡献和相关系数。

表2 西北雨季降水场与7~8月北半球500 hPa高度场的解释方差(%)和相关系数

Tab. 2 The percentage of variance and accumulative variance to the total variance of the first 6 pair of singular vectors and their correlative coefficients (precipitation fields in rainy season and 500 hPa height fields over the Northern Hemisphere)

奇异向量	第1对	第2对	第3对	第4对	第5对	第6对
方差贡献(%)	25.31	17.17	11.20	9.38	7.06	6.26
累积贡献(%)	25.31	42.48	53.68	63.07	70.13	76.38
相关系数	0.76	0.83	0.71	0.76	0.76	0.73

从表2可以看出,前6对空间分布型的累积方差可解释总方差的75%以上,每对奇异向量之间的相关系数明显超过0.01($\alpha_{0.01} = 0.402$)显著性水平,前3对奇异向量就解释了总方差的50%,因此分析前6对奇异向量对应的“型偶”,特别是第1、第2、第3对空间分布型即可描述西北雨季降水与500 hPa同期高度场的耦合关系。

图2为7~8月500 hPa高度场与西北地区雨季降水场奇异值分解得到的第1对异性相关系数分布,它解释了总方差的25%,型偶展开系数间的相关系数为0.76, >0.01 的置信水平。从左场第1模式异性相关系数(图2a)看出,96°E以东相关系数

为正,中心值0.51,而96°E以西为负相关区,相关系数达到-0.6。表明西北地区地形复杂,东、西部受不同的天气系统影响,降水的一致性较差。与此相对应的右场相关系数(图2b)分布为:在35°~45°N之间,呈现-、+、-、+波列,中心分别在里海、巴尔喀什湖以南、贝加尔湖、朝鲜半岛。其中,里海和贝加尔湖地区相关系数达到-0.6,说明里海和贝加尔湖地区位势高度增高,有高压脊发展,新疆上游则出现低槽,西北地区西部降水偏多,反之,西北地区西部降水偏少。对西北地区东部来说,朝鲜半岛一带位势高度增高,而贝加尔湖地区位势高度降低,则说明西太平洋高压显著西伸北抬,在贝加尔湖地区低槽进一步发展,槽后冷空气南下与西太平洋副热带高压西侧的西南暖湿气流在西北地区东部一带交汇,出现多雨环流型,西北地区东部降水相应偏多。

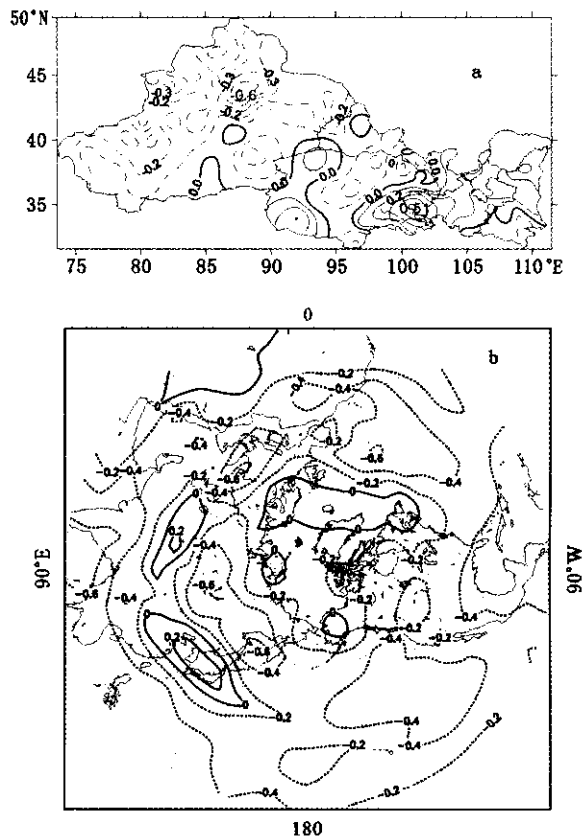


图2 同期第1对异性相关系数图 (实线表示正值,虚线表示负值)
a. 西北雨季降水 b. 同期7~8月500 hPa高度场
Fig. 2 The hetero-correlation coefficients of the first SVD modes, a for precipitation fields in rainy season; b for July to August (the same year) 500 hPa height fields (solid line for positive, dotted line for negative)

7~8 月 500 hPa 高度场与西北地区雨季降水场奇异值分解得到的第 2 对异性相关系数解释了总方差的 17% ,型偶展开系数间的相关系数为 0.83 , > 0.01 的置信水平。左场第 2 模态异性相关系数(图略)反映出西北地区南北相反的变化趋势,在陕西南部、青海西南部、南疆为负相关区,其它大部分地区为正相关区,正值中心在北疆及甘肃、宁夏交界处。相应的右场相关系数分布为:东南沿海为北负南正,且正值区西伸到 60°E,在贝加尔湖地区为负相关区,表明副热带系统活跃且西伸明显。相应西北地区同一经度偏北地方多雨,而偏南部少雨。值得指出的是在陕南和青海之间的甘肃中南部及宁夏大部地区左、右场存在同样的正相关,这是因为,夏季这一地区常常处于西太平洋副热带高压和青藏高压之间的切变区,对流性降水较多。

第 3 对异性相关系数解释了总方差的 11% ,型偶展开系数间的相关系数为 0.71。左场第 3 模态异性相关系数(图略)除河西走廊北部为较小负值外,西北地区大部为正值区,正值中心在青海及陕西南部,中心值在 0.4 以上,对应 500 hPa 高度场,从中亚到乌拉尔山为大片正值区,巴尔喀什湖地区则为负值区,表明在中亚和乌拉尔山有强大高压脊发展,在新疆一带有横槽出现,其底部下滑冷空气造成西北大部分地区多雨。

3.2 前期春季 500 hPa 高度场与降水的耦合特征

表 3 西北雨季降水场与前期 3~5 月北半球 500 hPa 高度场的解释方差(%)和相关系数

Tab. 3 The percentage of variance and accumulative variance to the total variance of the first 6 pair of singular vectors and their correlative coefficients(precipitation fields in rainy season and previous period(March to May) 500 hPa height fields over the Northern Hemisphere)

奇异向量	第 1 对	第 2 对	第 3 对	第 4 对	第 5 对	第 6 对
方差贡献(%)	30.98	17.76	8.64	6.31	6.00	5.16
累积贡献(%)	30.98	48.74	57.38	63.69	69.69	74.86
相关系数	0.74	0.76	0.62	0.72	0.71	0.68

表 3 给出了以西北地区雨季降水量为左场,以 3~5 月北半球 500 hPa 平均高度场为右场,经 SVD 分解得到的前 6 对奇异向量的方差贡献、累积方差贡献和相关系数。

从表 3 可以看出,前 6 对空间分布型的累积方差可解释总方差的 74% 以上,每对奇异向量之间的相关系数明显超过 0.01($\alpha_{0.01} = 0.402$)显著性水平,前 3 对奇异向量就解释了总方差的 57% ,因此分析前 3 对奇异向量对应的“型偶”,即可描述西北

雨季降水与前期 3~5 月 500 hPa 高度场的耦合关系。

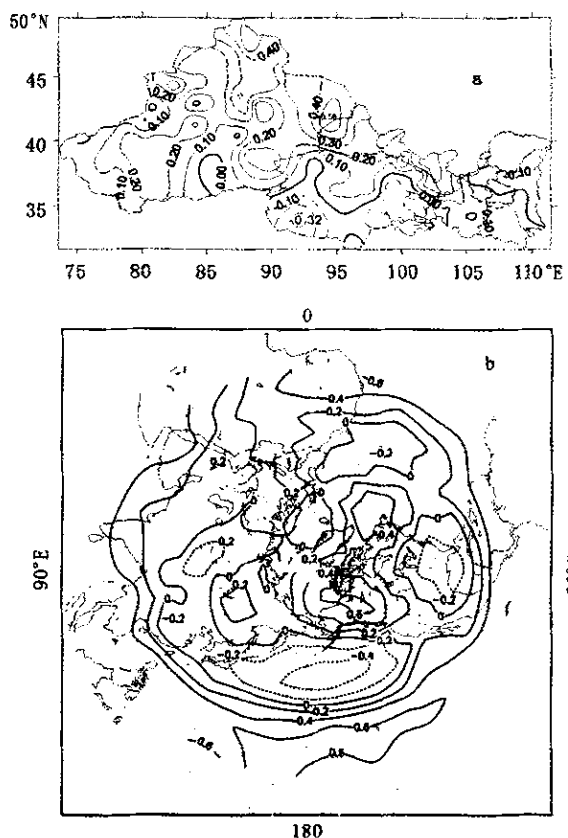


图 3 前期 3~5 月第 1 对异性相关系数图 (实线表示正值,虚线表示负值 a. 西北雨季降水, b. 前期 3~5 月 500 hPa 高度场)

Fig. 3 The hetero-correlation coefficients of the SVD first modes, a for precipitation fields in rainy season; b for previous period(March to May) 500 hPa height fields(solid line for positive, dotted line for negative)

第 1 模态左场异性相关系数(图 3a)除青海南部,陕西部分地区为负值区外,其它大部分地区为正值区,中心最大值在酒泉西部达 0.58。与此相对应的右场相关系数分布(图 3b)的最大特点是:沿 180°E 线从北向南呈 +、-、+ 波列,中心分别在阿留申群岛、东太平洋中部以及东太平洋南部,其次欧洲大陆为大片正值区,表明中纬度地区有类似于 WA 型遥相关波列。当距平呈上述分布时,西北地区大部分地方降水偏多,而西北地区之青藏高原区域少雨。

第 2 模态左场异性相关系数(图略)在北疆及甘肃中南部以东地区为负值区,其它地区为正值区,相应的右场相关系数(图略)在北极偏东地

区为较大正值区、印度半岛为较明显负值区，其次在东亚地区也存在负值区，表明春季南亚高压偏弱（强），北疆及西北地区东部降水偏少（多），而西北其它地区降水多（少）。东亚大槽深（浅），北疆及西北地区东部降水偏少（多），相反其它地区降水多（少）。

第3模态左场异性相关系数(图略)在北疆和南疆西部为负值区,其它地区为正值区,相应右场分布(图略)为:在东亚地区有明显正值区,而在北美地区有明显的负值区。表明,春季东亚大槽浅(深)、北美大槽深(浅),西北地区新疆以东地区多雨,反之少雨。

3.3 前期(12~2月)500 hPa高度场与降水的耦合特征

表4给出了以西北地区雨季降水量为左场,以冬季(12~2月)北半球500 hPa平均高度场为右场,经SVD分解得到的前6对奇异向量的方差贡献、累积方差贡献和相关系数。

表4 西北雨季降水场与前期12~2月北半球500 hPa高度场解释方差(%)和相关系数

Tab.4 The percentage of variance and accumulative variance to the total variance of the first 6 pair of singular vectors and their correlative coefficients (precipitation fields in rainy season and previous period (December to February) 500 hPa circulation fields over the Northern Hemisphere)

奇异向量	第1对	第2对	第3对	第4对	第5对	第6对
方差贡献(%)	28.46	22.17	10.72	8.05	4.70	4.54
累积贡献(%)	28.46	50.64	61.35	69.40	74.10	78.64
相关系数	0.68	0.71	0.71	0.64	0.69	0.77

从表4中可以看出,前6对空间分布型的累积方差可解释总方差的78%以上,每对奇异向量之间的相关系数明显超过0.01($\alpha_{0.01} = 0.402$)显著性水平,前3对奇异向量就解释了总方差的60%,因此分析前3对奇异向量对应的“型偶”,即可描述西北雨季降水与前期冬季500 hPa高度场的耦合关系。

第1模态左场异性相关系数(图4a)除青海西部为正值区外,其它各地均为负值区,与此相对应的右场相关系数分布(图4b)的最大特点是:亚洲大陆为大片负值区,欧洲中部为正值区,但相关系数较小,在白令海、格陵兰岛存在明显的正值区,相关系数达0.4以上,其次,欧洲西海岸、北美大陆有明显的负值区。它表明冬季大气环流距平出现这种分布

时,西北大部分地区少雨。

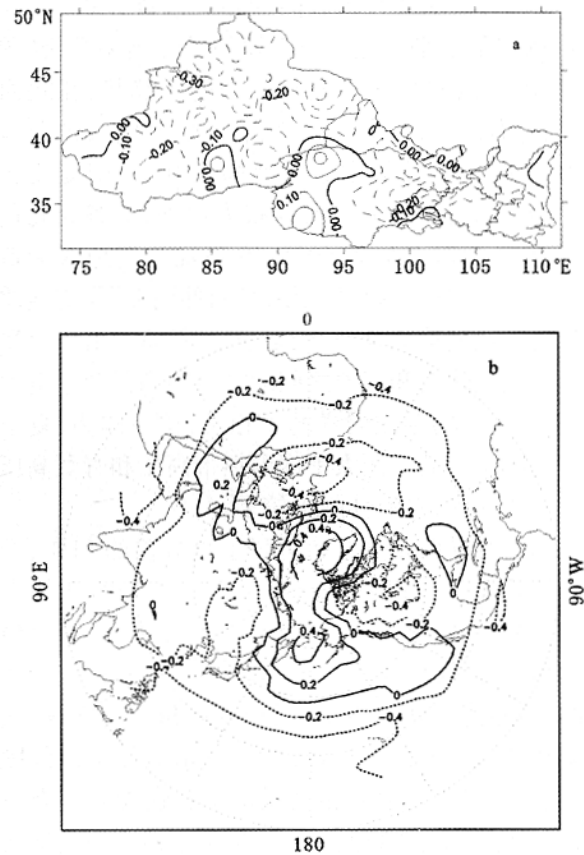


图4 前期12~2月第1对异性相关系数图
(实线表示正值,虚线表示负值 a. 西北雨季降水,
b. 前期12~2月500 hPa高度场)

Fig.4 The hetero-correlation coefficients of the SVD first modes, a for precipitation fields in rainy season; b for previous period (December to February) 500 hPa height fields (solid line for positive, dotted line for negative)

第2模态左场异性相关系数(图略)新疆为正值区,在新疆以东呈-、+、-波列,正值中心在青海东部,而右场(图略)表现为全球高、中、低纬-、+、-反位向分布,中纬度正值中心在中国大陆东部到西太平洋、欧洲西岸以及北美,表明冬季极涡、东亚大槽、北美大槽是预报西北地区雨季降水的关键。

第3模态左场异性相关系数(图略)在北疆和青海西部为正值,其它地区为负值区,相应右场(图略)分布为:在新地岛和北大西洋有明显正值区,表明,当这两地位势高度偏高时,北疆和青藏高原多雨,其它地方少雨。反之,其它地方多雨,而北疆和青藏高原少雨。

4 小 结

(1) 西北地区大部分地方的多雨期在 5~9 月,但雨季的开始、结束期在各气候分区有明显的不同。北疆、南疆及河西走廊地区雨季并不明显,青海东部地区雨季在 6 月中旬至 8 月下旬,其它地区雨季基本在 7 月上旬至 9 月上旬。雨季雨量降水占年降水的 40%,雨季雨量异常对年降水异常的贡献较大。

(2) 通过对雨季降水场与同期、前期 3~5 月、前期 12~2 月 500 hPa 环流场经 SVD 分解得到的不同模态空间分布型的分析,表明西北地区地形复杂,同样的环流系统对不同地域有不同的结果。分析结果还说明,西北地区雨季降水除与同期 500 hPa 环流有关外,还与前期 3~5 月、12~2 月的 500 hPa 环流有关,但不同时期的影响关键区有很大的不同。

(3) 分析每对奇异向量场之间的相关系数,发现第 2 模态均大于第 1 模态,表明西北地区地形复杂,东、西部受不同的天气系统影响,降水的一致性较差。

参考文献:

- [1] 徐国昌. 中国西北地区的气候和经济开发 [A]. 经济发展与环境 - 全国环境与发展学术讨论会论文集 [C]. 北京:气象出版社, 1988. 61 - 66.
- [2] 叶笃正, 杨广基. 东亚和太平洋地区上空的平均垂直环流(一) [J]. 大气科学, 1979, 3(1): 1 - 11.
- [3] 白肇烨, 徐国昌, 孙学筠, 等. 中国西北天气 [M]. 北京:气象出版社, 1983. 117 - 144, 164 - 178.
- [4] 王宝灵, 谢金南, 吴国雄, 等. 青藏高原东北侧汛期降水若干研究

- [J]. 大气科学, 2000, 24(6): 775 - 784.
- [5] 俞亚勋, 谢金南, 王宝灵. 青藏高原东北侧初夏干湿年 500 hPa 环流场特征分析 [J]. 高原气象, 2000, 19(2): 388 - 394.
- [6] 蔡晓军, 李栋梁, 姚辉. 中国西北地区春末夏初降水异常的时空变化特征 [J]. 高原气象, 1998, 17(2): 170 - 181.
- [7] 李栋梁, 谢金南, 王文. 中国西北夏季降水特征及其异常研究 [J]. 大气科学, 1997, 21(3): 331 - 340.
- [8] 李耀辉, 李栋梁, 谢金南. 中国西北地区秋季降水异常的特征分析 [J]. 高原气象, 2001, 20(2): 158 - 164.
- [9] 韦志刚, 董文杰, 惠小英. 中国西北地区降水的演变趋势和年际变化 [J]. 气象学报, 2000, 58(2): 234 - 243.
- [10] 谢金南, 周嘉陵. 西北地区中、东部降水趋势的初步研究 [J]. 高原气象, 2001, 20(4): 362 - 367.
- [11] 王绍武, 蔡静宁. 中国西部年降水量的气候变化 [J]. 自然资源学报, 2002, 17(4): 415 - 422.
- [12] 张强, 胡隐樵, 曹晓彦, 等. 论西北干旱气候的若干问题 [J]. 中国沙漠, 2000, 20(4): 357 - 361.
- [13] 丁裕国, 江志红. SVD 方法在气象场诊断分析中的普适性 [J]. 气象学报, 1996, 54(3): 365 - 371.
- [14] 叶燕华, 王平鲁, 李栋梁. 青藏高原感热与黄土高原春季降水异常关系研究 [J]. 干旱气象, 2005, 23(1): 20 - 25.
- [15] 张万诚, 解明恩. 奇异值分解方法对降水的预测试验 [J]. 高原气象, 2002, 2(2): 102 - 106.
- [16] 张永领, 丁裕国. 我国东部夏季极端降水与北太平洋海温的遥相关研究 [J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(2): 244 - 251.
- [17] 江志红, 丁裕国. 我国夏半年降水距平与北太平洋海温异常的奇异值分解法分析 [J]. 热带气象学报, 1995, 11(2): 133 - 138.
- [18] 王谦谦, 陈绍东. 江南地区汛期降水与热带海温关系的 SVD 分析 [J]. 干旱气象, 2004, 22(3): 11 - 16.
- [19] 黄玉霞, 李栋梁, 王宝灵, 等. 西北地区近 40 年年降水异常的时空特征分析 [J]. 高原气象, 2004, 23(2): 245 - 252.

SVD Analysis of the Relationship between 500 hPa Height Fields and Precipitation Fields in Rainy Season in Northwest China

WEI Feng^{1,2}, DING Yu-guo³, YANG Jin-hu², WANG Ruo-sheng⁴

- (1. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou 730020, China;
2. Dingxi Meteorological Bureau of Gansu Province, Dingxi 743000, Gansu, China;
3. Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044, China;
4. Pingliang Meteorological Bureau of Gansu Province, Pingliang 744000, Gansu, China)

Abstract The average beginning and ending period of rainy season in Northwest China was analyzed by using the precipitation data of ten days by ten days from 131 stations in Northwest China and monthly height grid data of $5^\circ \times 10^\circ$ at 500 hPa over Northern Hemisphere from 1960 to 2000, and the relationship between precipitation and 500 hPa height field was analyzed by SVD method in rainy season. The results show that the rainy phase is from May to September, and the distribution style of the beginning and ending period of rainy season is complex, but the first ten days in July to the first ten days in September can represent the rainy season in main precipitation area. The precipitation in rainy season not only has relationship with the same-period 500 hPa circulation but also with the previous periods 500 hPa circulation from March to May and from December to February, but the key areas effected by different period circulation is great different.

Key words: Northwest China; rainy season; 500 hPa height field; SVD method