

中国大陆 OLR 与西北夏季降水*

李 栋 梁

(兰州干旱气象研究所, 730020)

中国西北地域辽阔, 地形复杂。该区内大部分地方属干旱、半干旱气候区, 降水量的时空分布差异很大。为研究这种差异性, 作者曾将西北地区夏季(6—8月)降水总量作了 EOF 分解, 指出西北夏季降水总量与热带太平洋海温及 ENSO 事件关系密切^[1,2]; 蒋尚城等用 9 年 NOAA 卫星观测的 OLR 资料对长江流域地区夏季雨量进行的估算^[3]、徐国昌等用 OLR 对夏季青藏高原月雨量及凝结潜热的估算^[4], 均得到较好的结果。这些研究表明, OLR 与大陆夏季降水量存在着与热带海洋上一样好的关系。由于西北夏季雨量集中, 6—8月降水量占全年雨量的一半以上。OLR 通过云的变化与降水量之间必然存在较好的相关性。

1. 资料和方法

地气系统射出长波辐射取自 NOAA(美国极轨业务气象卫星)系列观测的 1974 年 6 月—1986 年 2 月(其中 1978 年 3—12 月缺测)2.5×2.5 经纬度网格区月平均的 OLR 资料。西北区降水量资料选取陕西、甘肃、宁夏、青海四省(区)39 个测站, 1958—1988 年历年夏季各月总降水量, 用 EOF 方法进行分解, 即:

$${}_n X_m = {}_n T_m \cdot {}_m \Phi'_m$$

式中 ${}_n X_m$ 是经标准化处理的降水资料矩阵, ${}_n T_m$ 是分解后的主分量(时间系数), ${}_m \Phi'_m$ 是分解后的特征向量(空间分量)。n 为资料年代总数, m 是参加分解计算的测站数目。

用分解后的第一特征向量 ${}_1 \Phi'_m$ 分析西北夏季各月降水量的空间分布特征, 用第一主分量 ${}_1 T_1$ 进行谱分析, 以及与同期各网格点 OLR 计算相关系数。选取 5 个少雨年和 5 个多雨年, 进行 OLR 的平均距平特征场的对比分析, 并给出 t 检验^[6]。

2. 西北夏季降水量的时空分布特征

1) 空间分布特征

表 1 给出西北夏季 8 月降水量经 EOF 分解后, 各主成分占总方差百分比。可以看出, 西北地区降

表 1 8 月降水各主成分占总方差百分比

主成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
个别方差 (%)	27	15	11	7	5	5	4	4	3	3
累积方差 (%)	27	42	53	60	65	70	74	78	81	84

水量的收敛性比较慢, 第一主成分的方差贡献仅占总方差的 27%, 前三个主成分累积方差贡献占总方差的 53%。这反映了由于西北地区面积大, 地形复杂, 降水具有明显的时空差异, 这是容易理解的。图 1a 是分解后西北夏季 8 月降水量的第一特征向量 ${}_1 \Phi'_m$ 分布图。除甘肃、青海西部外, 全区均为正

* 本文于 1990 年 6 月 30 日收到, 1990 年 11 月 10 日收到修改稿。

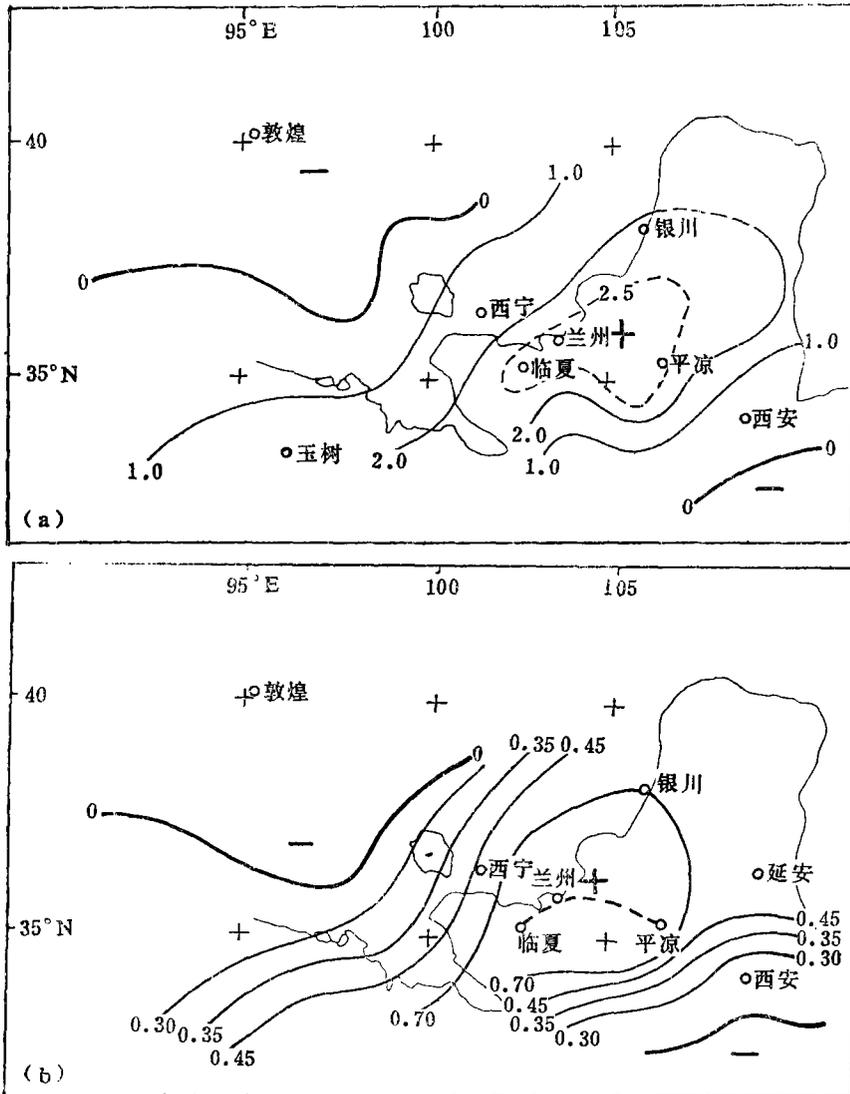


图 1 西北夏季 8 月降水量第一特征向量 (a) 及第一主分量所对应的载荷量 (b)

值。大的正值中心在青海东部、甘肃中东部、宁夏南部及陕西西北部。表明尽管西北地域辽阔，地形复杂，全区夏季降水总倾向却具有很好的一致性。在这种总倾向一致(同符号)的前提下，上述大值中心所在的青东—陕北区是西北夏季各月降水量变率最大的区域。根据第一主分量对各站点载荷量(即第一主分量与各测站原始降水量的相关系数)的计算(图 1 b)，青东—陕北区又是西北夏季各月降水量最具代表性的区域。各月所选代表站为：6 月是天水、平凉、宝鸡；7 月是定西、固原、同心；8 月是临夏、兰州、平凉。此外，6 月甘肃西部的敦煌、青海西部的托托河；7 月青海西部(6, 7 月图略)；8 月甘肃西部、青海西北部载荷量为负值。反映了就西北地区而言，其西部与其他地区夏季降水趋势有相反的可能性，如和田与太原、汉中与武威 7 月降水序列的相关系数分别为 -0.36 和 -0.37 (样本长度 1951—1989 年)。

2) 时间系数的谱分析

西北夏季各月降水量经 EOF 分解后的第一主分量 T_1 反映了代表性区域历年降水总趋势的年际变化 (T_1 的代表性可由图 1 b 证明)。由 T_1 的功率谱分析 (最大落后时间长度取 $n/3 \approx 10$ 年) 结果看 (图 2), 第一个显著周期是 3 年周期 (8 月), 第二个显著周期是 20 年左右的长周期 (6, 7 月)。需要注意的是, 6, 7, 8 月周期表现不尽一致。6, 7 月以长周期为主, 而 8 月则以 3 年的短周期为主。当然这里仅用了 31 年资料作的功率谱分析, 有待进一步利用更长序列的资料证明。

3. 西北夏季降水与 OLR

蒋尚城利用 OLR 的气候平均图, 分析 OLR 的季节变化, 反映气候及大气环流, 特别是反映 ITCZ 的季节变化。认为 OLR 异常对气候异常反映很灵敏^[6]。对于中高纬度的大陆地区 (如我国西北地区), 地形的起伏, 下垫面的温度分布不均匀, 冰雪覆盖 (夏季冰雪覆盖面积基本正常), 这些对 OLR 有一定影响, 但这种影响是基本固定的, 可作为气候背景在分析时通过计算其 OLR 的距平场予以消除。为了探讨西北夏季各月降水量与 OLR 的关系, 用 EOF 分解西北夏季降水得到的第一时间系数 T_1 与同期 OLR 的距平计算了相关系数 (图 3)。总的特点是“南正北负”。即西北夏季降水量与同期的 OLR 在北方呈负相关, 中心相关系数达 -0.85 , 信度超过 0.001 。这是因为, 在同一天气系统影响区内, 降水量愈多, 必是水汽含量高, 上升运动强, 云多, 卫星观测的地气系统的温度低, OLR 值小, 反之亦然。华南正相关, 中心相关系数达 $+0.68$ 以上, 信度超过 0.01 。这个正相关区位于西太平洋副热带高压的西侧 (如 8 月西太平洋副高的平均西伸脊点为 121°E , 脊线位置为 28°N , 面积指数为 18), 它反映了副高的强弱、位置及面积的大小对西北夏季降水的影响。当副高加强、位置偏西、面积增大, 华南处在副高控制下, 晴空少云、干旱少雨、地面温度高, OLR 值大。在这种环流形势下, 由于副高偏西偏北, 副高西侧的偏南气流将低纬度水汽向北输送, 有利于西北降水。这就是说, 在我国夏季当华南降水偏多时, 必是北方干旱; 反之当华南少雨时北方 (特别是河套、甘肃中部地区) 多雨, 南北具有相反趋势。表 2 列出 6 月西北分布相对均匀的 9 个测站与同期华南 5 站降水的相关系数。可以看出, 西北与华南夏季实际降水量确实存在较好的负相关。这对长期天气预报有一定的参考意义。

T_1 与同期 OLR 的相关, 6 月份有 4 个负值中心, 分别在河西西部、河套、黄海和东北。从西向东相关系数最大值 (绝对值) 轴线反映了位于西风带中云团的移动路径。另外, 西北 6 月降水量与孟加拉湾北部的 OLR 存在较好的负相关, 这种遥相关说明了印度季风爆发对西北夏季降水所起的水汽贡献。7 月份的负相关主要集中在本区范围 (6, 7 月图略), 8 月份如图 3 所示, 它与 6 月份有些相似。

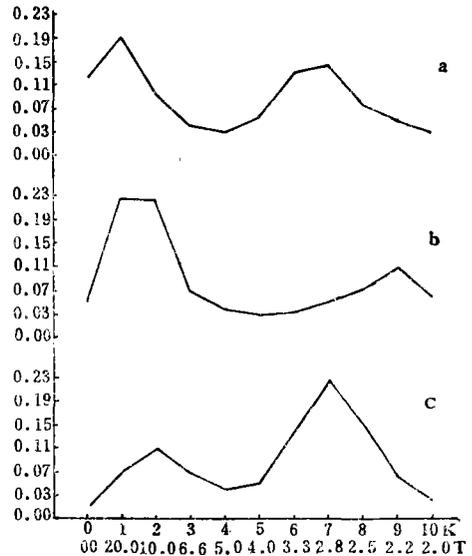


图 2 西北夏季各月降水量第一主分量的功率谱图

(a: 6 月, b: 7 月, c: 8 月)

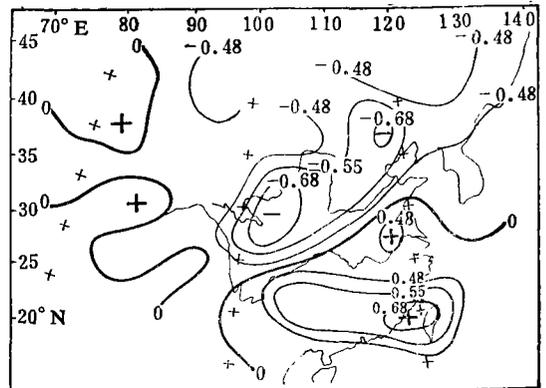


图 3 西北夏季 8 月降水量第一主分量与同期 OLR 的相关系数

表 2 中国西北与华南部分站 6 月降水量的相关系数

	若羌	张掖	玛多	临夏	岷县	兰州	中宁	榆林	安康
温州	-0.43 ³⁾	0.10	-0.18	-0.30 ¹⁾	-0.42 ³⁾	-0.31 ¹⁾	-0.21	-0.29 ¹⁾	-0.53 ³⁾
赣州	-0.16	-0.23	-0.10	-0.17	-0.11	-0.30 ¹⁾	-0.23	-0.17	-0.40 ²⁾
厦门	0.05	-0.20	-0.28 ¹⁾	-0.17	-0.14	-0.19	-0.01	-0.32 ²⁾	-0.07
汕头	-0.06	-0.12	-0.20	-0.35 ²⁾	-0.31 ¹⁾	-0.37 ²⁾	-0.11	-0.23	-0.16
曲江	-0.17	-0.43 ³⁾	-0.22	-0.30 ¹⁾	-0.19	-0.37 ²⁾	-0.38 ²⁾	-0.15	-0.33 ²⁾

1) 超过信度0.10, 2) 超过信度0.05, 3) 超过信度0.01。

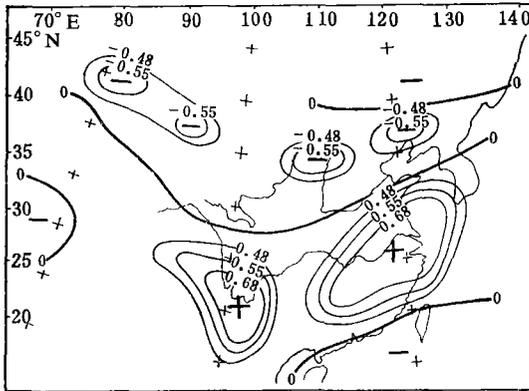


图 4 西北夏季 8 月降水量第一主分量与 7 月 OLR 的相关系数

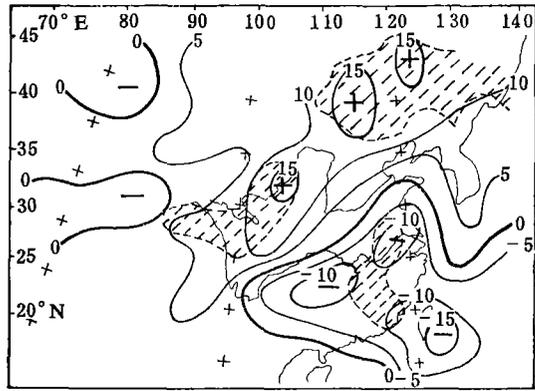


图 5 西北夏季 8 月少雨年与多雨年平均距平差
(单位: $W \cdot m^{-2}$, 阴影区为信度 0.05)

夏季各月正相关中心均在华南(厦门、韶关)一带, 位于副热带高压的西部边缘。

为了研究中国大陆 OLR 的分布对西北夏季降水的可预报性, 本文计算了各月降水的 ΔT_1 与前期 1—3 个月 OLR 的相关, 结果发现, 前期 1—2 个月(特别是超前 1 个月)OLR 的异常分布, 可预示下个月降水的多少。图 4 所示, 如果 7 月中国大陆 OLR 的距平分布呈现出“北负南正”, 则 8 月中国降水将会“北多(涝)南少(旱)”, 反之当 7 月 OLR 的分布为“北正南负”时, 8 月降水“北少(旱)南多(涝)”。这种前后距平对应关系, 在其它二个月均有反映(图略)。

4. 西北夏季少雨年与多雨年的 OLR 场对比分析

从相关分析可以看出, 西北夏季降水量与 OLR 的关系较为密切。也就是说 OLR 数值大小可定性的反映出雨量的多少。为便于对比, 本文亦采用类似文献[5]的方法, 选择 5 个相对少雨年(ΔT_1 低值年)和 5 个相对多雨年(ΔT_1 高值年), 分别计算 OLR 的平均距平, 然后求得少雨年与多雨年 OLR 的平均距平差。西北夏季各月降水量的 OLR 距平特征为: 少雨年对应 OLR 距平为“北正南负”; 多雨年对应“北负南正”(图略)。少雨年 OLR 的平均距平减多雨年 OLR 的平均距平, 得到的差值场(图 5)亦表现为“北正南负”, 这与相关系数的分布是很相似的。通过分析看出, 西北夏季少雨年和多雨年在 OLR 距平场上反映出的差异相当显著。由于 OLR 的负(正)距平明确地反映了该时段、该区域云量的多(少), 进而得出雨量的多(少)。这一过程的物理意义是显而易见的。

5. 结 论

1) 西北夏季各月降水量经 EOF 分解后, 得到的第一特征向量场在空间具有较好的一致性, 突出

了西北夏季各月降水量场变率最大, 最具代表性的区域, 即青东—陕北区。

2) 通过第一主分量的谱分析, 西北夏季降水量第一个显著周期是 3 年周期(8 月), 第二显著周期是 20 年左右的长周期。

3) 西北夏季各月降水量的北多(少)南少(多)与同期及前期 OLR 的“北负(正)南正(负)”有很好的对应关系。

4) 西北夏季各月多(少)雨年的 OLR 距平场具有“北负(正)南正(负)”的特征。

5) 由相关性和差异性的分析, 中国西北夏季降水与华南具有相反趋势。

参 考 文 献

- [1] 朱炳璠、李栋梁, ENSO 现象与甘肃省夏季降水, 高原气象, 8, 1, 64—69, 1989。
- [2] 朱炳璠、李栋梁, 热带太平洋海温与中国西北夏季降水的关系, 气象学报, 49, 1, 21—28, 1991。
- [3] Jiang, S. C., and J. S. Winston, The characteristics of outgoing longwave radiation related of flood and drought over the Yangtze River basin *WMO/TD. 87*, 431—435, 1986。
- [4] 徐国昌、李栋梁、蒋尚城, 卫星观测的 OLR 对夏季青藏高原月雨量及凝结潜热的估算, 高原气象, 9, 3, 256—264, 1990。
- [5] 李栋梁, 中国大陆地区的 OLR 与厄尼诺现象, 高原气象, 9, 4, 411—417, 1990。
- [6] 蒋尚城, 卫星观测的 OLR 气候图及其分析, 气象科学研究院院刊, 3, 1, 93—99, 1988。

THE RELATIONSHIP BETWEEN OLR OF MAINLAND AND PRECIPITATION IN SUMMER IN NORTHWEST CHINA

Li Dongliang

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology, 730020)

Abstract

In this paper, the monthly precipitation in Northwest China in summer is firstly resolved by EOF method. Then, the distribution characteristics of time and space of the resolved first main weight and eigenvector, and the correlation between the first main weight and OLR in the same time were analysed. Through comparative analysis, the result indicates that the difference between monthly deficient rainfall years and abundant rainfall years is obvious in summer in Northwest China, and that the precipitation in summer in Northwest China shows opposite tendency of that in Southern China.