

云南及其邻近地区 OLR 场的气候特征^①

解明恩 鲁亚斌 普贵明

(云南省气象台 云南省昆明市 650034)

摘 要 利用美国 NOAA 卫星观测的 15 年 $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度网格月平均射出长波辐射 (OLR) 资料对云南及其邻近地区的辐射气候特征进行了分析, 发现 OLR 分布基本呈纬向型, 冬季风期间呈北低南高, 夏季风期间则相反。云南 OLR 值大于青藏高原小于热带地区。云南 OLR 变化与青藏高原反相, 而与印度、孟加拉湾、中南半岛、南海地区同位相, 但年较差最小。云南 OLR 分布与降水有较好的对应关系。年均相关系数为 -0.59 。

关键词 云南 射出长波辐射 气候特征

分类号 P422

1 引 言

云南处于低纬高原地区, 其西北侧是青藏高原, 西南侧是孟加拉湾和印度次大陆, 南部与中南半岛和南海为邻, 独特的低纬高原特征, 形成了这里四季如春、干湿分明的高原季风气候, 气候兼有热带特征和高原特征^[1]。由于低纬高原邻近的热带地区常规记录稀少, 连续性差, 给用常规气象资料深入研究低纬高原气候问题带来了诸多困难。卫星观测的射出长波辐射资料 (Outgoing Longwave Radiation, 简称 OLR) 为我们弥补了这一遗憾。在国外, OLR 主要用于热带洋面的监测和研究^[2,3], 而我国除应用在热带洋面上外^[4~6], 已在青藏高原地区应用^[7~10], 但针对低纬高原及邻近地区的研究则较少^[11], 同时辐射资料作为区域气候研究的重要因素在云南所做工作也很少。本文应用 OLR 资料, 首次系统分析比较了低纬高原及其邻近地区的 OLR 场特征及变化规律, 以期用辐射特征来揭示低纬高原地区的气候状况。

2 资料和方法

资料选取美国 NOAA 1975 年 1 月 ~ 1990 年 12 月 (其中缺 1978 年) $2.5^{\circ}\times 2.5^{\circ}$ 经纬度

① 收稿日期: 1998-01-20 改回日期: 1998-05-18
本文由国家“九·五”重中之重科技项目云南专题“云南短期气候预测系统的研究 (96-908-05-08)”资助
第一作者简介: 解明恩, 男, 1966 年 10 月出生, 高级工程师, 主要从事气候预测和天气诊断研究

网格逐月 OLR 资料, 研究范围从 $0^{\circ} \sim 40^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ} \sim 115^{\circ}\text{E}$, 区域涵盖了云南及印度、孟加拉湾、中南半岛、南海、青藏高原等低纬热带地区和高原地区, 且分为 6 个区讨论, 其中, 云南范围取 $22.5^{\circ} \sim 27.5^{\circ}\text{N}$, $97.5^{\circ} \sim 105^{\circ}\text{E}$; 印度取 $10^{\circ} \sim 27.5^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ} \sim 85^{\circ}\text{E}$; 孟加拉湾取 $7.5^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{N}$, $80^{\circ} \sim 97.5^{\circ}\text{E}$; 中南半岛取 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{N}$, $97.5^{\circ} \sim 107.5^{\circ}\text{E}$; 南海取 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}\text{N}$, $107.5^{\circ} \sim 115^{\circ}\text{E}$, 青藏高原取 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}\text{N}$, $70^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{E}$ 。另外还采用云南 17 个站逐月雨量资料、历史天气图等。方法采用多年平均场和距平场分析。

3 云南及邻近地区的平均 OLR 场气候特征

3.1 多年平均的逐月 OLR 场特征

OLR 是卫星观测的地气系统射出长波辐射, 它主要决定于云顶温度或下垫面温度。在热带低纬地区, OLR 值的大小, 表征着对流活动的强弱。在高海拔山区, OLR 值的大小能清楚地反映出高原的热力状况。本文分析了云南及邻近地区 15 年的逐月 OLR 平均场的分布及演变特征, 但限于篇幅, 现将 15 年平均的 1 月、4 月、7 月和 10 月代表冬、春、夏、秋季的气候特征分述如下。

冬季 1 月(图 1), 从赤道到 40°N , OLR 场呈“低—高一低”分布, 赤道低值区是赤道强对流的结果, 北部低值是青藏高原海拔高、气温偏低的结果。青藏高原上 OLR 分布为一宽广的低值区, 在昆仑山西部有一个 164 W/m^2 的低值中心, 青藏高原西部、南部 OLR 梯度较大, 这主要是由于青藏高原与印度次大陆的海拔高差造成下垫面热力状况不同而形成的。而青藏高原东侧的 OLR 梯度相对较小。云南的 OLR 分布为北低南高, 南北相差 20 W/m^2 , 这主要是青藏高原与云贵高原海拔高差相对平缓的原因。而热带低纬地区为一宽广的高值区所控制, 中心在印度中西部, 达 284 W/m^2 。云南处于青藏高原低值区与低纬热带高值区的过渡地带, OLR 值高于青藏高原而低于热带低纬地区, 云南冬季 OLR 值在 $241 \sim 242\text{ W/m}^2$ 左右。此时 ITCZ(240 W/m^2 等值线所包围的区域)在 5°N 以南地区。由此看出, 冬季青藏高原为一冷源所在地, OLR 值偏低, 热带低纬为少云温暖的干暖区域, OLR 偏高。云南以少云天气居多, OLR 值介于两者之间。

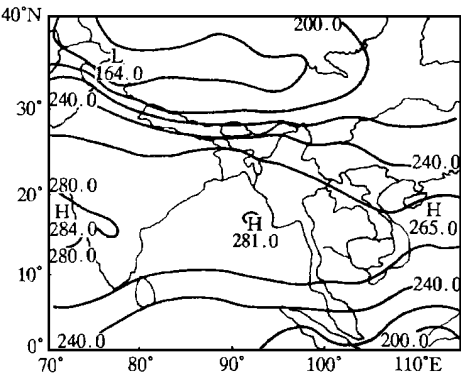


图 1 1 月(冬季)OLR 平均场
Fig. 1 Multi-year mean OLR field in January (Winter)

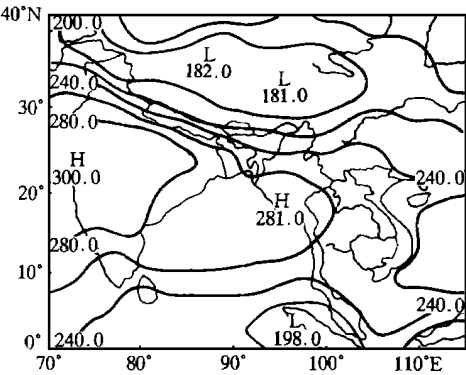


图 2 4 月(春季)OLR 平均场
Fig. 2 The same as Fig. 1, but for April (Spring)

春季 4 月(图 2), 从赤道到 40°N, OLR 场继续维持“低—高一低”分布。青藏高原仍为宽广的低值区, 但低值中心有所减弱并明显东移, 主中心东移到青海西部, 为 182 W/m², 并在青海东部分裂出一个 191 W/m² 的次低中心。热带低纬地区为 OLR 的最高区控制。云南春季 OLR 值在 233 ~ 245 W/m² 左右。春季 OLR 的普遍升高, 主要是北半球太阳辐射季节性增强, 而低纬和高原上仍为干季少雨、少云天气。总的来看, 春季云南地区 OLR 分布呈纬向型, 北低南高, 与冬季大体相似, 春季 OLR 值普遍较冬季大。ITCZ 北移到 7.5°N 附近。从春季的 OLR 分布也可看到青藏高原热力增暖和赤道 ITCZ 季节性北移的变化趋势。

夏季 7 月(图 3), 青藏高原上春季的低值中心已东南移, 一个 193 W/m² 的主中心位于川西高原, 另一个次主中心位于拉萨附近。热带低纬的广大地区转为一宽广的低值区, 从印度东部到孟加拉湾为一闭合低值区, 184 W/m² 的主中心位于孟加拉湾北部的仰光西侧地区, 另一 190 W/m² 的次中心则位于印度东部。南北闭合的 200 W/m² 线区别出印度季风和高原季风。可看出印度季风盛行期, 整个低纬及高原地区 OLR 均表现为低值区, 主要对流活动带分别位于 20°N 和 30°N 线附近。云南也由春季的高值区转为夏季的低值区, 其值在 207 ~ 217 W/m² 左右。总的来看, 云南地区的 OLR 场分布呈准纬向, 北高南低, 冬夏季节转换完成后, 云南由干季转成雨季, 夏季风稳定建立并处于强盛时期, 在 OLR 场的分布上有明显反映, 云南东部的 OLR 高值区反映了西太平洋副高北抬西伸的影响。夏季青藏高原进入雨季, 由于受印度季风影响, 潜热增加, 对流旺盛, 也表现出低值区。而低纬热带地区为印度季风槽控制, 对流旺盛多云雨, 故 OLR 值较小。ITCZ 位置也较偏北, 220 W/m² 线超过 25°N。

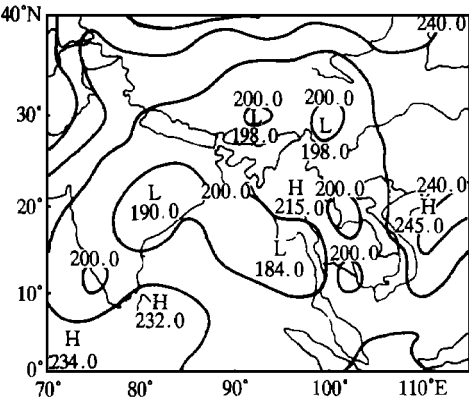


图 3 7 月(夏季)OLR 平均场
Fig. 3 The same as Fig. 1, but
for July(Summer)

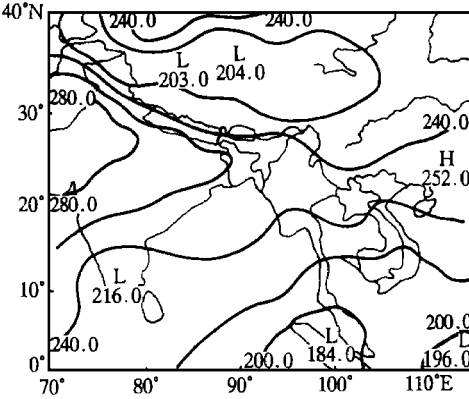


图 4 10 月(秋季)OLR 平均场
Fig. 4 The same as Fig. 1,
but for October(Autumn)

秋季 10 月(图 4), 位于青藏高原东南侧的低值中心, 返回到青藏高原中西部, 青藏高原转为 OLR 低值区, 低纬热带地区由夏季的低值区转为高值区, 云南 OLR 值也由低值向高值转换, 其值在 225 ~ 240 W/m² 左右, ITCZ 南撤到 17.5°N 以南地区。总的来看, 云南秋季 OLR 分布为纬向型, 北低南高、秋季青藏高原由热源向冷源转换, OLR 转为低值区, 而

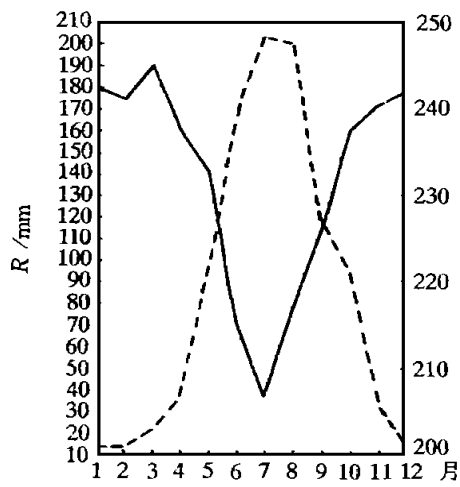


图 5 云南 OLR 与降水的比较
实线为 OLR, 虚线为雨量
Fig. 5 Comparison of monthly OLR and precipitation over Yunnan

低纬热带地区印度季风减弱南撤, ITCZ 南退, 对流减弱, 低值区转为高值区, 整个 OLR 场向冬季型过渡, 从赤道到 40°N 整个 OLR 分布型为“低—高一低”。

综合全年各季的 OLR 分布得出, 云南及邻近地区 OLR 场分布呈纬向型, 冬、春、秋季的 10 月到次年 5 月, 北低南高, 夏季的 6~9 月北高南低。冬季风期间, 青藏高原为一冷源, OLR 为低值区, 低纬热带地区为干燥西风控制, 温暖少云, OLR 为高值区。夏季风期间, 青藏高原为一热源, 且青藏高原也正为雨季, 对流旺盛, 多云雨, 但 OLR 相对热带低纬地区为一高值区, 充分说明青藏高原的热力作用对夏季风的依存关系; 热带低纬地区为季风槽控制, 季风雨强盛, 故 OLR 为低值区。冬夏季风期间的 OLR 分布特征, 基本上反映了北半球大气环流的冬夏型调整。云南处于青藏高原东南侧与低纬地区的

过渡地带, OLR 场分布相对均匀, 但冬夏分布仍有明显差异, OLR 场的分布更接近低纬特征, 而与青藏高原有很大不同。

3.2 云南与相邻地区 OLR 的比较

3.2.1 云南 OLR 与降水的关系

图 5 为云南逐月降水曲线与逐月 OLR 曲线的比较。可见云南 OLR 曲线呈 V 型, 而雨量则呈倒 V 型的单峰分布, 两者呈明显的反位相分布。云南雨季在 5~10 月, OLR 曲线基本能反映出 5 月、10 月两个转折期, 5~10 月雨季期间 OLR 为低值期, 特别是主汛期的 6~8 月, OLR 为最小值期。在干季 11 月到次年 4 月 OLR 为大值期, 对应云南雨量较小, 随着 OLR 值减小, 云南雨量增大, 7 月云南 OLR 达全年最小, 而此时云南雨量达最大。

表 1 云南逐月雨量与 OLR 值相关系数
Table 1 The correlation coefficients between monthly precipitation and OLR values for Yunnan

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
相关系数	-0.59	-0.67	-0.76	-0.52	-0.85	-0.65	-0.30	-0.42	-0.63	-0.71	-0.72	-0.23	-0.59

表 1 给出了云南雨量与 OLR 的逐月相关系数, 可见云南雨量与 OLR 值均表现为一致的负相关, 平均达-0.59, 其中 5 月最高, 为-0.85, 其次是 11 月, 充分反映了云南雨季爆发与结束主要受夏季风的影响。结果与长江流域 6~8 月的-0.53 和青藏高原 6~9 月的-0.80 有所差别, 云南主汛期 6~8 月平均相关为-0.46, 表明云南雨量与 OLR 的关系在主汛期不如前两者明显, 原因可能是云南汛期地形性单点降水复杂所致。云南 OLR 的变

化与降水有较好的对应关系, 能反映出云南干湿季的区别, OLR 可作为一个重要因子在云南短期气候预测中加以应用。

3.2.2 云南与青藏高原 OLR 场的比较

图 6 是云南与青藏高原的 OLR 曲线图, 可看出云南与青藏高原的 OLR 变化均呈 V 型, 但位相基本相反。冬半年, 青藏高原为一冷源, 且积雪较多, OLR 场分布为小值期, 1 月最小值为 191.4 W/m^2 , 而云南处于冬半年干季, 少云少雨, 加之云南海拔较青藏高原低得多, 下垫面温度相对较高, 因而 OLR 值较大, 3 月最大值为 244.9 W/m^2 。青藏高原春季由冷源向热源过渡, OLR 由低急剧升高, 但到夏季由于受季风影响, 潜热增加, OLR 曲线并不继续升高, 6~9 月也出现弱的 V 字型, 6~9 月的高值期维持 4 个月, 8 月最大值为 238.0 W/m^2 ; 而云南随干湿季节的转换, 由干季少云雨转为夏季的多雨多云, OLR 值由高转为低, 低值期主要在 6~8 月, 7 月最小值为 206.6 W/m^2 。可见两者相同处是 OLR 曲线呈明显的 V 型结构, 说明干湿季分明, 雨季都集中在夏季。不同之处是 OLR 曲线明显反相, 云南呈正 V 型, 而青藏高原呈倒 V 型(或称 M 型), 云南的 OLR 值普遍大于青藏高原。

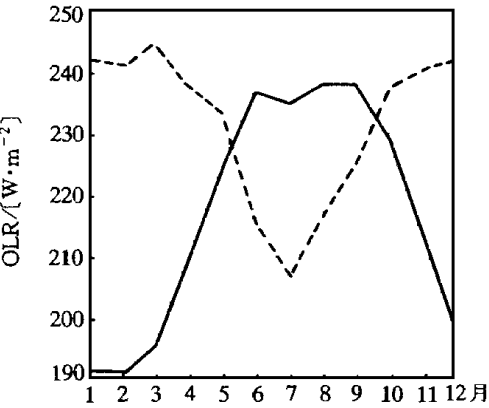


图 6 云南与青藏高原 OLR 逐月对比
说明同图 5

Fig. 6 Comparison of monthly OLR over Yunnan and the Qinghai-Xizang Plateau

3.2.3 云南与低纬地区 OLR 场的比较

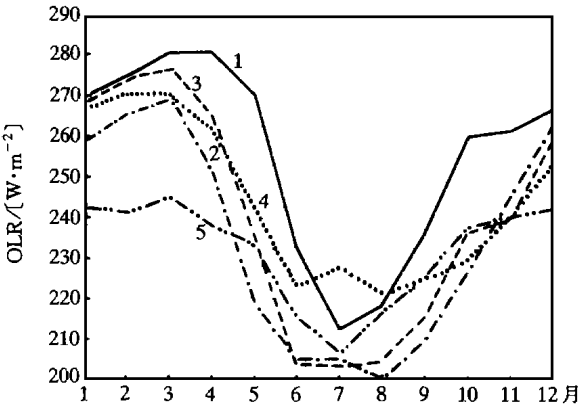


图 7 云南与低纬地区 OLR 的比较

图中数值 1~5 分别代表印度、中南半岛、孟加拉湾、南海和云南

Fig. 7 Comparison of monthly OLR over Yunnan and 4 low latitude regions,
1~5 curve represents India, Indochina Peninsula, Bay of Bengal, South China Sea and Yunnan, respectively.

图 7 为云南与印度、孟加拉湾、中南半岛、南海的 OLR 逐月曲线, 可看出云南与低纬地区的印度、南海、孟加拉湾、中南半岛的 OLR 曲线位相基本相同, 呈 V 型, 印度、南海的

OLR 普遍高于云南,而孟加拉湾和中南半岛雨季 OLR 普遍小于云南,反映了热带低纬长夏无冬的气候特点。孟加拉湾、中南半岛在雨季 OLR 普遍小于云南,反映了雨季期间孟加拉湾、中南半岛强盛的季风活动及其丰沛的降水。共同特征是干湿季分明的 OLR 分布。即干季 OLR 值高,雨季 OLR 值低。云南 OLR 年振幅明显小于低纬度的其它地区,也表明云南的季风气候与南亚、东南亚地区相比,要略逊一些。

表 2 为上述 6 个区域的 OLR 值,可见云南的年平均、最大、最小 OLR 值均介于热带地区与青藏高原之间,除青藏高原外,最大、最小值分别出现在春季 2~3 月和盛夏 7~8 月。云南是年较差最小的区域,最大区域是孟加拉湾地区。

综上所述,云南的 OLR 场分布与青藏高原反位相,其气候特征有所不同,而云南的 OLR 场分布与邻近的低纬地区位相大致相同。总的来看,低纬地区 OLR 曲线年振幅较大,反映了低纬地区显著的季风气候特征。云南处于青藏高原东南侧与低纬地区的过渡地带,OLR 曲线反映了云南干湿季分明,雨季较长且处于青藏高原与热带低纬过渡带的过渡型季风气候。从 OLR 场看云南更接近低纬热带的气候类型,表明云南独有的低纬高原气候特征中热带气候的成分要大于高原成分。

表 2 云南及邻近地区 OLR 值(单位: W/m^2)
Table 2 The OLR mean values over Yunnan and around 5 regions(unit: W/m^2)

区域	年平均	最大值(出现月份)	最小值(出现月份)	年较差
云南	231.9	244.9(3)	206.6(7)	38.3
印度	255.1	280.5(3)	212.4(7)	68.1
孟加拉湾	240.1	277.1(3)	203.2(7)	73.9
中南半岛	236.0	270.3(2,3)	200.4(8)	69.9
南海	243.0	269.2(3)	221.1(8)	48.1
青藏高原	216.6	238.0(8)	191.3(1,2)	46.7

4 结 论

(1) 云南及其邻近地区 OLR 场分布基本上呈纬向型,冬季风期间呈北低南高型,夏季风期间则反向。冬夏季风期间的 OLR 分布与北半球大气环流的调整相一致。高原冬夏的热力特征和夏季风的影响决定了其 OLR 值的分布。

(2) 云南处于青藏高原东南侧与低纬地区的过渡带,OLR 分布相对均匀,但冬夏分布有明显差异。云南年均 OLR 值大于青藏高原而小于低纬热带地区。

(3) 云南 OLR 值与雨量有较好的负相关,平均相关系数为-0.59,表明 OLR 可作为云南短期气候预测的一个重要因子来对待。

(4) 云南 OLR 与青藏高原 OLR 的逐月变化呈反位相关系。云南 OLR 与印度、孟加拉湾、中南半岛、南海 OLR 呈同位相,但年振幅不及低纬地区,表明云南的低纬高原气候类型更接近于热带低纬地区的季风气候,即低纬的成分大于高原的成分,但季风效应略逊于南亚和东南亚地区。

参考文献

1 秦剑, 据建华, 解明恩. 低纬高原天气气候. 北京: 气象出版社, 1997

2 Krishnamurti T N, S Low-Nam. On the relationship between the OLR and divergent circulation. J Meteor Soc Japan, 1986, 64: 709~719

3 Richards F, P Arkin. On the relationship between satellite observed cloud cover and precipitation. Mon Wea Rev. 1981, 109: 1081~1093

4 蒋尚城. 卫星观测的 OLR 气候图及其分析. 气象科学研究所院刊, 1988, 3(1): 93~98

5 蒋尚城. 全球 ITCZ 的气候特征研究. 气象学报, 1988, 46(2): 241~245

6 蒋尚城, 杨喜峰, 韦革等. 1991 年江淮梅雨期 OLR 场的特征. 应用气象学报, 1993, 4(3): 301~309

7 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, 1990, 9(3): 256~264

8 康善福, 吴俊明. 青藏高原 OLR 场的气候特征. 高原气象, 1990, 9(1): 98~102

9 谢安, 叶谦, 陈隆勋. 青藏高原及其附近地区大气周期振荡在 OLR 资料上的反映. 气象学报, 1989, 47(3): 272~278

10 杨喜峰, 蒋尚城. 青藏高原 OLR 场的季节变化特征. 应用气象学报, 1995, 6(4): 414~421

11 据建华, 卜玉康. ITCZ 的年际变化及其对云南初夏气候异常的影响. 热带气象学报(待发表)

OLR FIELD CLIMATIC FEATURES OVER
YUNNAN AND AROUND AREAS

XIE Ming-en LU Ya-bin PU Gui-ming
(*Meteorological Observatory of Yunnan Province, Kunming, Yunnan 650034*)

Abstract Using NOAA's monthly mean grided Outgoing Longwave Radiation (OLR) data with the grid of $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ Lat/lon during the past 15 years, the radiation climatic feature over Yunnan and around areas have been analysed. The result shows OLR distribution is longitudinal pattern, it is low in north region and high in south region during winter monsoon, it is reversed during summer monsoon. OLR mean values over Yunnan is greater than the Qinghai-Xizang Plateau and less than South and Southeast Asia tropical regions. The variation of OLR over Yunnan and the Qinghai-Xizang Plateau is reversed in monthly time phase, but Yunnan is similar to India, Bay of Bengal, Indochina Peninsula and South China Sea in OLR monthly curve features. The annual range of OLR over Yunnan is the least. The OLR curve over Yunnan has better negative relationship with precipitation, the yearly mean correlation coefficient is -0.59 .

Key words Yunnan Outgoing Longwave Radiation Climatic features