

青藏高原 OLR 场的季节变化特征*

杨喜峰

(第二炮兵气象中心,北京 100085)

蒋尚城

(北京大学地球物理系,北京 100871)

提 要

该文利用 1979~1991 年卫星观测的 OLR 逐候资料,分析青藏高原 OLR 场的季节变化特征. 结果表明:青藏高原 OLR 场具有显著的季节变化特点,在冬、夏两季高原 OLR 场表现为“缓变”态,在春、秋两过渡季节表现为“急变”态. 同时发现,在春季高原西南部出现持续强的 OLR 候际正变化区,表明高原加热场在春季的持续加强. 各年高原 OLR 场的季节变化有很大差异,在高原夏季来得早且季节过渡快的年份,相应印度地区的季风雨偏多;在高原夏季来得晚或正常时,印度地区的季风雨偏少或正常.

关键词: 青藏高原; 季节变化; 射出长波辐射(OLR).

引 言

过去 20 年来,有关青藏高原对大气环流季节变化的作用方面已作了大量的研究,得到了许多很有意义的结论. 认为青藏高原作为夏季大气运动的一个热源^[1,2]对季风环流的建立以及大气环流的突变^[3]是有积极影响的. 但迄今为止,不同的作者强调的侧面也不同. 有的强调大地形的动力作用^[4],更多的作者则强调加热场的作用^[1,2],也有人强调海陆热力对比对大范围季风形成的影响^[5]. 仅在高原冷热源这一基本问题上,也还有较大分歧. 有的强调高原加热可能对南亚雨季开始贡献较大^[6];也有的作者强调高原尤其是西部的热源过去估计偏高,认为高原的热力作用对环流的影响是很小的^[7]. 以上的这些研究都是从常规资料出发的,由于高原资料稀少(尤其是高原西部),这给我们深入研究高原的问题带来了困难.

卫星观测的射出长波辐射(Outgoing Longwave Radiation)简称 OLR,其应用的地区国外大都是在热带洋面上,而我国除了应用在热带洋面上以外,已注意到在青藏高原上的应用问题^[8~10]. 本文利用美国气候分析中心(CAC)提供的最近 13 年(1979~1991)候平均 OLR 资料,并结合温度、降水、雪盖等观测资料,对青藏高原的季节变化及其与印度季风之间的相互作用进行深入的探讨,并探索进一步拓宽卫星观测的 OLR 资料在青藏高

* 本文得到高等学校博士学科点基金的部分资助.

1994-05-01 收到,1994-09-15 收到修改稿.

原上的应用途径.

1 资料与说明

本工作主要资料是美国 CAC 提供的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 格点全球 OLR 逐候资料, 时间从 1979~1991 共 13 年. 高原范围是根据罗会邦^[2]一文中 3000 m 以上高度的高原轮廓线确定的, 其上分布有 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格点共 39 个(如图 1). 文中多年平均是指 1979~1990 这 12 年的平均, 高原总体平均是指 3000 m 以上区域 39 个网格点的平均.

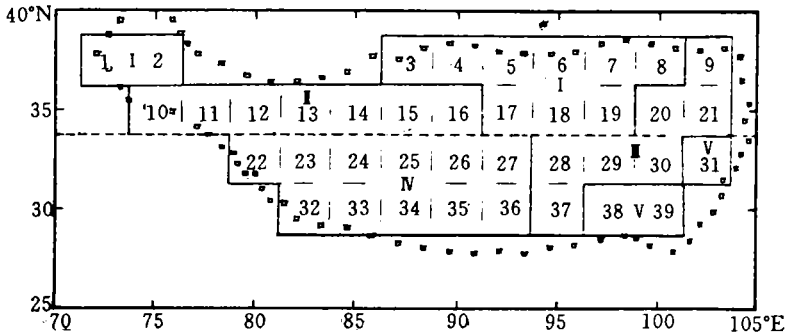


图 1 青藏高原 3000 m 以上地区的范围、 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格分布及高原主体区域的划分(用 \square 表示高原主体的轮廓, 用---线将高原主体划分为北区和南区)

Fig. 1 The area above 3000 m and the five climate regions of the Tibetan Plateau (dash line is the dividing line of the north and south Plateau)

2 青藏高原 OLR 场的季节变化特征及其季节的划分

用高原总体(1979~1990)12 年平均的逐候 OLR 资料与高原气温、降水、雪盖等气候平均资料绘制成图 2. 高原 OLR 的年变化有显著的季节特点. 1~2 月高原 OLR 较低, 平均在 180 W/m^2 . 此时高原温度较低, 雪盖面积最大; 3~5 月高原 OLR 迅速上升, 高原雪盖面积迅速减小, 温度逐步上升; 6~9 月高原 OLR 较高, 平均在 220 W/m^2 , 变化幅度不大, 此时正是高原的雨季; 10~12 月高原 OLR 迅速下降, 高原温度也相应下降, 雪盖面积增大.

在 1~17 候(1 月 1 日~3 月 26 日)是 OLR 有增有减的“缓变”期; 18~19 候(3 月 27~4 月 5 日)OLR 出现第一次跃升, 使高原 OLR 从冬季的“缓变”态转为“急变”态; 又经过第 21 候的一次跃升使高原的冬季结束, 此时高原的温度已在 0°C 以上. 在 22~31 候(4 月 16~6 月 4 日)中, OLR 的候际差全为正, 且有 4 次明显的跃升现象; 第 22 和 25 候这两次跃升使高原 OLR 迅速上升到年平均值(202.5 W/m^2)的水平. 第 28 和 31 候这两次跃升, 使 OLR 迅速达到夏季的平均值(220 W/m^2). 从 31 候到 32 候, 高原 OLR 的候际变化发生相反的变化, 由跃增转变为陡降, 反映了高原季节的转折, 即雨季(夏季)的到来. 由第 57 候(10 月 8~12 日)开始 OLR 的候际差由正负相间转为以负值为主, 在图 2 中相应于 OLR 呈下降的“急变”态, 标志着夏季已结束, 秋季已开始. 经过 61~62 候(10 月 28~

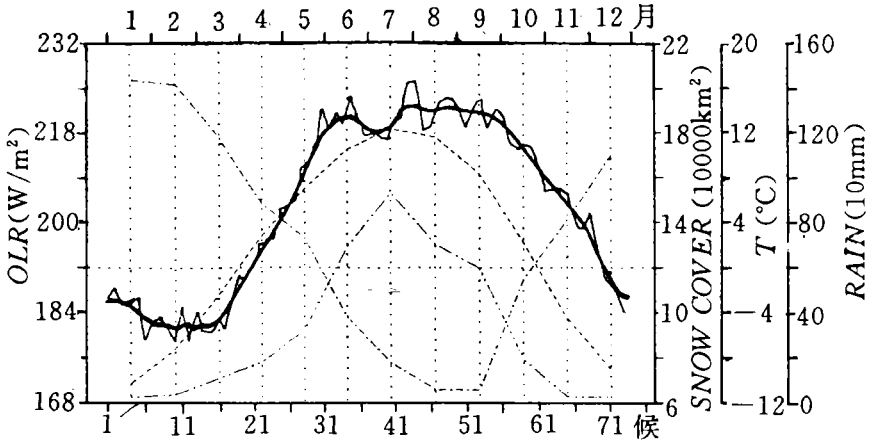


图2 青藏高原多年气候平均的逐候 OLR(实线)以及月平均气温(虚线)、雪盖(点划线)、降水(双点划线)的年变化曲线

Fig. 2 The annual cycle curve of the multi-year mean pentad OLR (solid line), monthly temperature (dash line), snow cover (dot dash line) and rainfall (double dot dash line) over the Tibetan Plateau

11月6日)的陡降过程使高原 OLR 进一步下降,且此时高原的平均温度在 0°C 附近;第66候的陡降使高原 OLR 下降至小于年平均值的水平,而68候的一次小幅度上升接着69候的一次陡降,则标志着高原秋季的结束,冬季的开始.从69候(12月7日)开始,高原进入冬季,由69~70连续两候的陡降过程使高原 OLR 迅速下降至高原 OLR 冬季的平均值(180 W/m²).

我们还参照曾庆存等^[11]根据场的相似性而制定的季节划分方案,用高原 OLR 资料计算得到了多年气候平均的高原 OLR 场与典型夏季场(31~40候的平均)的相关记为 R , (图3),并定义季节划分的标准为:

- 0.7 ≤ R , ≤ +1 为夏季
- 1 ≤ R , ≤ -0.8 为冬季
- 0.8 < R , < 0.7 为过渡季节(春季或秋季)

根据此标准划分的高原四季(其中第22~31候为春季,第32~56候为夏季,第57~68候为秋季,第69~71候为冬季)与前面分析的结果基本一致,这也表明高原 OLR 场“急变”与“缓变”的特征确实反映了高原季节变化的根本特征.

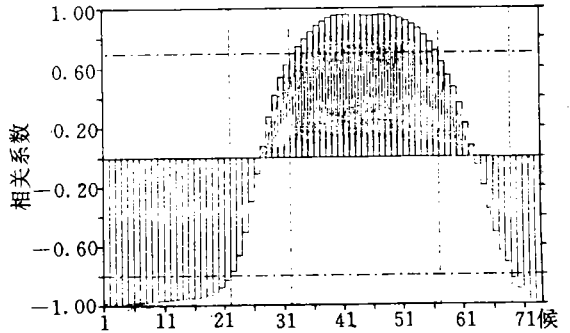


图3 青藏高原(1979~1990)12年气候平均的逐候 OLR 场与典型夏季场(31~40候的平均)的相关系数直方图(点划线表示季节划分的相关性尺度,虚线将一年73候分为四个季节)

Fig. 3 The histogram of the correlation between the multi-year (1979~1990) mean pentad OLR and typical summer (31th~40th pentad mean) OLR field (dash line: seasonal boundary; dot-dashed line: correlation scale of the seasons)

3 青藏高原不同区域 OLR 场的季节变化特征及其区域的划分

3.1 青藏高原区域的划分

通过对高原每个格点多年平均 OLR 年变化曲线进行分析,发现其季节变化特征有明显的地区差异,反映了高原季节变化的复杂性.

首先以 33.75°N 为界,高原南北两部各格点多年平均的 OLR 年变化曲线有明显不同的特征(图 4). 在北部,OLR 年变化呈“单峰”状(图 4(a)),且年振幅较大,其年变化与高原温度的变化基本一致,反映了该区夏季少雨干旱的特点. 南部由于受高原季风雨的影响,在 32~56 候(6 月 5 日~10 月 7 日)呈“双峰”状(图 4(b)),年振幅比北部小,反映了高原南部夏季湿润多雨的特点.

3.2 青藏高原西南部春季的气候特征

有趣的是在春季自 25 候以后,其总体 OLR 不断跃增的事实表现在候际差图上是高原西南部的正变化区强度逐渐增大,原在高原东南部的正变化中心逐渐减弱,从 28~31 候,高原西南部持续有 $+4.5 \sim +5.0\text{W}/\text{m}^2$ 的 OLR 候际变化中心维持(图 5(a)),接着在 32 候高原东南部出现负变化区(云雨活动所致),高原雨季开始. 由此看来高原总体春季 OLR 的跃增主要是由高原西南部强的持续增大造成的. 由于此时高原云量较少(雨季尚未到来)^[10],故 OLR 的正候际变化主要反映了地面温度的增加. 丁一汇等^[12]曾指出 1979 年初夏最显著的特点之一是 6 月 4 日阿富汗青藏高原西部 300 hPa 上温度有一次突增. 因此,高原西南部温度在春季的跃增不仅仅是 1979 年个别年的一个显著特点,而是气候平均的特征,是具有普遍意义的. 表明东亚初夏大气环流的季节变化可能与青藏高原西南部温度的增加与维持有关. 这对于我们深入了解春、夏之间季节转换的物理过程有很大意义.

3.3 青藏高原雨季及西南部地区云雨活动的气候特点

从 32 候高原进入雨季,雨区逐渐由东南向西北扩大,到 37 候雨区达到最北(图 5(b)),值得注意的是 36~40 候一直维持两个负变化中心,分别位于高原东南部和高原西南部. 这两个区与徐国昌^[10]一文中 6~9 月高原降水量的两个大值中心相同. 之后,雨区又向南收缩. 但西部比东部更强(图 5(c)). 在第 41 候(图 5(d))只剩下高原西南部这个负变化区,而其它区域均为正变化,第 42、43 候高原负变化中心消失,表明此时高原雨季为

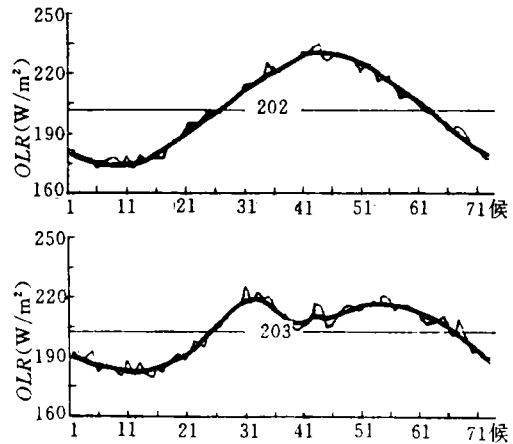


图 4 青藏高原北部(a)和南部(b)(1979~1990) 12 年气候平均的逐候 OLR 年变化曲线 (其中细实线为逐候 OLR 曲线,粗实线为细实线表示的 OLR 经 9 点滑动平均候的曲线,横线及所标数字为年平均 OLR 值)

Fig. 4 The annual cycle curve of the multi-year (1979~1990) mean pentad OLR for (a) the north and (b) the south Tibetan Plateau area (thin solid line: pentad OLR; thick solid line: 9 points smoothed mean pentad; horizontal line and figure: annual mean OLR)

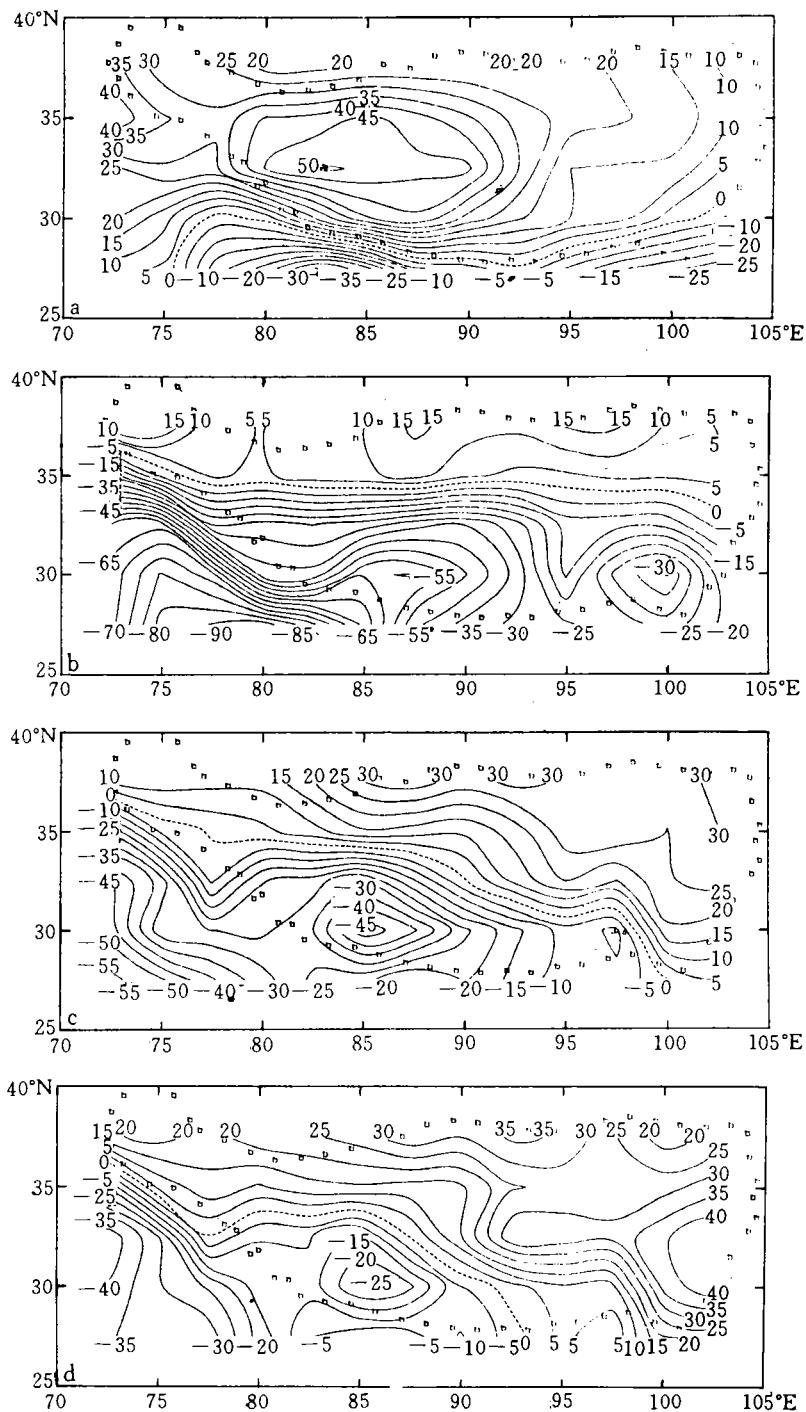


图5 青藏高原(1979~1990)12年气候平均逐候 OLR 场的候际差分布图(a)31候(b)37候(c)40候(d)41候(OLR候际差的单位是 0.1 W/m^2 ,等值线间隔为 5 W/m^2)

Fig. 5 The interpentad difference of the OLR for multi-year (1979~1990) mean over the Tibetan Plateau (unit is 0.1 W/m^2 ; interval is 5.0 W/m^2)

中断期. 这与 1979 年高原雨季中断和活跃的分析^[13]是一致的.

在过去,由于受资料短缺的限制,对高原西部的降水并不完全了解,而得出的基本结论是高原降水量由东南向西北递减^[1]. 实际上,由上述 OLR 场的分析表明,高原西南部的云雨活动并不少. 高原的雨季存在着从孟加拉湾及印度东北部来的两支水汽通道,而其西部的降水中心是由印度季风雨向高原扩展所致. 因此,在考虑高原夏季潜热加热时,不仅要考虑高原东南部的降雨,更应该考虑高原西南部的降雨对加热场的贡献,由于西部测站稀少,利用卫星的 OLR 可以监测印度季风雨的活动情况及准确估算整个高原的加热场.

4 青藏高原 OLR 场的年际变化

高原南北两区 1979~1990 逐年的 OLR 年变化曲线(图略),表明高原 OLR 的年际变化是明显的. 根据场的相似性所确定的季节划分标准,由逐候的高原 OLR 场计算得到了青藏高原逐年的四季分配并列于表 1,在表 1 中还列出了 1979~1990 年印度季风雨量的盈亏^[14].

表 1 青藏高原 OLR(1979~1991)13 年分配表及 1979~1990 年印度季风雨的盈亏

Table 1 The seasonal distribution of the OLR over the Tibet Plateau for 1979~1991 and the anomalies of the Indian monsoon rainfall for 1979~1990

年	春 (候)	夏 (候)	秋 (候)	冬 (候)	印度季风雨的盈亏
1979	23~31	32~58	59~67	68~22	少
1980	20~26	27~59	60~67	68~19	多
1981	22~30	31~57	58~64	65~21	正常
1982	24~32	33~53	54~62	63~23	少
1983	26~30	31~60	61~69	70~25	多
1984	22~32	33~54	55~64	65~21	少
1985	21~31	32~57	58~71	72~20	少
1986	27~34	35~56	57~64	65~26	少
1987	29~33	34~55	56~68	69~28	少
1988	22~32	33~64	65~70	71~21	多
1989	25~35	36~59	60~64	65~24	正常
1990	24~27	28~57	58~67	68~23	多
1991	24~30	31~58	59~64	65~23	
平均	22~31	32~56	57~68	69~21	

从表 1 可以看出,在高原 OLR 夏季来得早的年份,相应印度地区的季风雨量偏多,反之则偏少或正常. 表明初夏青藏高原西南部地面温度的持续升高可能促使 100 hPa 南亚高压出现在高原,从而导致季风环流的建立与季风的爆发,而青藏高原夏季(雨季)尤其是高原西南部的云雨活动是由于印度季风雨北推造成的,这两者是一致的.

根据表 1 统计得出的 1979~1991 共 13 年高原雨季开始,春、秋两过渡季节的频数的月际分布(表略)可知,由冬至夏的过渡开始于 3 月下旬,春季主要发生在 4~5 月份,秋季主要发生在 10~11 月份,夏季的开始对应于高原 OLR 场由“急升”到“陡降”的明显跃变,主要发生在 6 月份. 这与仇永炎^[15]利用 500 hPa 动能年际变化得出的季节突变的时间分布基本一致.

5 结论与讨论

(1) 青藏高原 OLR 场具有显著的季节变化, OLR 场的季节变化特征与相应地面要素场反映的季节变化特征基本一致. 表明利用 OLR 场来研究其季节变化是可行的.

(2) 青藏高原 OLR 场在冬、夏两季表现为“缓变”态, 在春、秋两过渡季节表现为“急变”态. 从气候平均结果看, 高原 OLR 场在春季有 4 次“脉冲式”跃升过程, 由冬至夏的过渡开始于 3 月下旬, 春季主要发生在 4~5 月份, 秋季主要发生在 10~11 月份, 夏季的开始对应于高原 OLR 场由“急升”到“陡降”的明显跃变, 主要发生在 6 月份. 因此, “6 月突变”^[3]可能是 4~5 月过渡季节几次“脉冲式”、“急变”的最终结果.

(3) 青藏高原 OLR 场的季节变化在不同区域里差异很大. 其中北部区域 OLR 的候际正、负变化出现得最早, OLR 呈“单峰”状, 干旱少雨, 南部区域 OLR 呈“双峰”状, 夏季云雨活动频繁, 北部 OLR 的年较差也大于南部.

(4) 春季青藏高原西南部持续强的 OLR 候际正变化区的存在, 对高原雨季的开始有重要意义. 对区域气候的季节变化也可能有重要作用.

(5) 夏季青藏高原南部存在东西两个云雨活动区, 分别对应两支不同的水汽通道, 且西部中心与印度季风雨密切相关.

(6) 青藏高原 OLR 场季节变化的年际变化明显, 季节变化的年际差异可能是由于大气环流异常而导致高原附近地区的气候异常. 高原夏季的早、晚与印度季风雨有密切关系.

致谢: 本文所用的 OLR 资料由美国国家气候分析中心(CAC)提供, 降水与雪盖资料均由兰州干旱研究所提供. 中科院大气所张邦林先生提供了有关季节划分方法的文献, 在本文第一作者硕士学位论文答辩时还受到主持人中科院院士陶诗言先生的有益指点, 特此一并表示感谢.

参 考 文 献

- 1 叶笃正, 高由禧. 青藏高原气象学. 北京: 科学出版社, 1985. 5~10.
- 2 Luo H B and Yanai M. The large-scale circulation and heat sources over the Tibetan Plateau and surrounding areas during the early summer of 1979. Part I: Heat and moisture budgets. *Mon. Wea. Rev.*, 1984, **112**(5): 966~989.
- 3 Yeh T C, Tao S Y and Li M C. The abrupt change of circulation over the northern hemisphere during June and October. *The Atmosphere and the Sea in Motion*. 1959. 249~267.
- 4 Hahn D G and Manabe S. The role of mountains in South Asia monsoon circulation. *J. Atmos. Sci.*, 1975, **32**(8): 1515~1541.
- 5 Ji L R. A Numerical Experiment on the Dynamics and Thermal Effects of the Qinghai-Xizang Plateau in Summer. *Proceedings of the First Sino-American Workshop on the Mountain Meteorology*. Beijing: Science Press, 1982, May, 18~23.
- 6 李维亮, 陈隆勋. 夏季亚洲上空平均环流结构及热源分析. *气象学报*, 1983, **41**(1): 43~55.
- 7 何家骅, 陈隆勋, 李维亮. 大气热源和青藏高原对季风环流形成的数值试验的初步分析结果. 见: 青藏高原气象科学文集编辑组. 高原科学实验文集(一). 北京: 科学出版社, 1984. 324~332.
- 8 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.
- 9 康善福, 吴俊明. 青藏高原 OLR 场的气候特征. *高原气象*, 1990, **9**(1): 98~103.

- 10 徐国昌,李栋梁,蒋尚城. 卫星观测的 OLR 对青藏高原月雨量及凝结潜热的估算. 高原气象,1990,9(3): 256~263.
- 11 曾庆存,张邦林. 论大气环流的季节划分和季节突变 I:概念和方法. 大气科学,1992,16(6): 641~648.
- 12 Ding Y H. Wind and temperature changes over Eurasia during the onset and withdrawal of the summer monsoon of 1979. Proceedings of the First Sino-American Workshop on the Mountain Meteorology. Beijing: Science Press, 1982. 99~114.
- 13 章凝丹,姚辉. 青藏高原雨季起讫的研究. 高原气象,1984,3(1): 50~57.
- 14 Khandekar M L. Eurasian snow cover, Indian monsoon and El Nino/Southern Oscillation—A synthesis. *Atmosphere-Ocean*,1991,29(4): 636~647.
- 15 Qiu Y Y. On the seasonal transition and the interannual variability in global kinetic energy at 500hPa, accompanied with anomalies of energy during the 1982/83 ENSO, *Advances in Atmospheric Sciences*, 1993,10(2): 248~256.

CHARACTERISTICS OF THE SEASONAL VARIATION IN OLR FIELD OVER THE TIBETAN PLATEAU

Yang Xifeng

(Meteorological Centre of Second Military Army, Beijing 100085)

Jiang Shangcheng

(Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871)

Abstract

By using 13-year pentad mean Outgoing Longwave Radiation (OLR) data (1979~1991) observed by NOAA satellites, the characteristics of the seasonal variation in OLR field over the Tibetan Plateau are investigated. The results show that the OLR field has outstanding seasonal variation. The major feature is that the OLR field is "moderate variation condition" in winter and summer, and "abrupt variation condition" during the transition seasons of spring and autumn. There is persistent and strong positive interpentad change of OLR over the southwest of Tibetan Plateau in spring. It means that the enhanced heating field over the Plateau in spring has probably important effect on the seasonal transition of the regional climate. Additionally, the interannual variability of the seasonal transition of the OLR field over the Tibetan Plateau is also clear. It is closely related to the anomalies of the monsoon precipitation, that the summer over the Plateau comes early or late.

Key words: The Tibetan Plateau; Seasonal variation; Outgoing Longwave Radiation (OLR).