

青藏高原及其附近地区大气周期振荡 在 OLR 资料上的反映*

谢 安 叶 谦

(北京大学地球物理系)

陈隆勋

(国家气象局气象科学研究所)

提 要

本文根据最近 8 年卫星所接收到的地球向外长波辐射(OLR)资料,分析青藏高原及其附近地区的周期振荡特征。结果表明:除了季节变化之外,准 8 d 振荡和 30—50 d 低频振荡是两个很显著的周期活动,前者和高原低涡活动有关,而后者则与夏季进入高原的两条水汽通道相联系。统计说明,高原地区主要受南来系统的影响,特别在夏半年。

本文的结果表明,对于常规资料稀少的高原地区,OLR 是一种很有用的资料,与其它资料结合,将有助于揭露天气事实和研究天气过程的演变。

一、引 言

多年来,我国广大气象工作者,从日常的预报业务和理论研究工作都体会到,青藏高原对我国、对亚洲及世界范围的大气环流演变都有极其重要的影响。高原及其附近地区的环流和天气系统,直接影响到我国的旱涝。特别是它下游的长江中、下游地区的天气气候与高原地区的关系更为密切。因此,分析和检验高原附近的大气周期振荡,有一定的天气实践和理论意义。

1979年 5—8 月,我国青藏高原地区进行了第一次高原气象科学实验,获得了大量的实测资料。在此基础上,陆龙骅等^[1]利用高度场和温度场的实测资料分析了这年夏季高原地区的中期振荡特征。认为高原地区各气象要素的主要振荡周期为准 8 d,次周期是准两周。在此之前,Krishnamurti 等^[2]在讨论季风系统振荡时指出,1967年 6—8 月南亚高压和东风急流都存在着准两周和一周的振荡。

以前的科研工作都是运用常规观测的高度场、温度场和风场等资料。应该看到,就是在 1979 年 5—8 月气象科学实验期间,虽采取新设观测站和增加观测时次等措施,但对于地域如此广大,地理条件异常复杂的青藏高原来说,这些资料仍然是十分有限的。本文所要应用的资料是从气象卫星接收到的地球向外的长波辐射资料(Outgoing Long-wave Radiation,以下简称 OLR 资料)。在地球上任何地方,这种资料都具有相同的准确度。因此,对于广阔的洋面(特别是低纬度)和人烟稀少的高原地区,OLR 资料就显得它具有特别的用途。OLR 资料所反映的,实际上是对流层内对流活动的强度和范围(有云时),或地球表面的温度(无云时)。由美国国家海洋大气局所提供的这份资料,从

* 本文于 1986 年 10 月 16 日收到, 1988 年 3 月 9 日收到修改稿。

1974年6月开始,只是在1978年3—12月因气象卫星故障而间断了10个月外,一直延续到今天。资料的分辨率是 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 经纬度。我们所使用的资料是将白天和晚上的 OLR 值进行平均的逐日日平均资料^[3]。资料的时段是1975年—1977年和1979年—1983年,共有8年的完整资料。

二、主要周期

我们采用常用的功率谱分析方法¹⁾来检验青藏高原及其附近地区的主要振荡周期。由于时间关系,只选取在 60° — 130° E范围内,沿 30° N的各网格点的 OLR 资料。在这个纬圈上,西藏高原的范围大致为 78° — 103° E。它的上游是印度西北部和巴基斯坦,其下游则是我国长江中、下游地区及东海。功率谱分析是对各年的两套资料进行的。一种是包括全年(1—12月)的资料,另一种是只用夏半年资料(5—10月)。在本文的这一部分所给出的结果都是后一种资料的分析结果。原因是,我们主要感兴趣的问题是周期比季节变化短的振荡(已有不少工作讨论了季节变化问题);1979年所进行的气象科学实验也是在夏季,有些结果可进行比较;就下面将要给出的主要周期而言,用夏半年资料比用全年的资料更清楚。

图1是1979年夏半年资料(5—10月)的功率谱分析结果。图上给出两种信度检验(红噪音)标准(95%和90%)来说明周期的显著性程度。由此图可见,周期大于一个季节的振荡在高原及其附近地区是比较显著的。本文将不详细讨论它。除此之外,在高原地

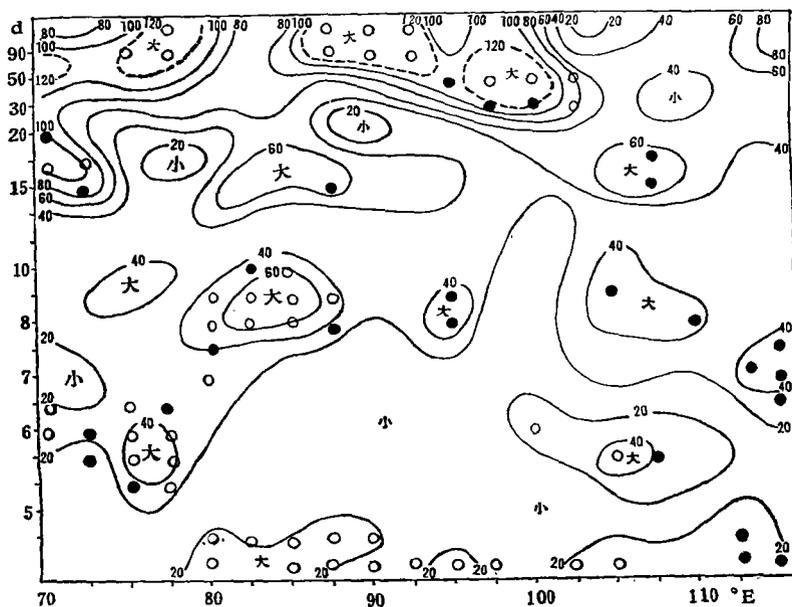


图1 1979年夏半年(5—10月)OLR资料的功率谱值
(单位为 $10^{-3}w^2/m^4$,等值线间隔为20单位,虚线表示谱值大于120单位的区域,
横坐标是沿 30° N纬圈的经度,纵坐标是周期(d),空心和实心圆点分别表示通过
95%和90%信度检验的周期)

1) 黄嘉佑:气象统计预报试用教材,第八章,1979。

区,比较显著的振荡周期主要有两个。一个是周期为30—50 d的低频振荡(又称为季节内振荡),它主要在高原东部地区比较清楚。对其它年份的资料分析表明,这个周期也是显著的,只不过显著的区域有些变化,有时在中部,有些年在东部。但在高原的上游和下游地区,这种低频波似乎不很明显。另一个主要周期是准8 d(参考其它年份,主要是7—10 d的振荡)。这种周期的振荡不仅在高原上显著,在它的上、下游地区也很清楚。就天气尺度系统而言,这种时间尺度的变化可能是高原上最主要的一种。它与高原上低涡的活动(特别是发展东移并造成降水的低涡过程)可能有较密切的联系。陈隆勋等^[4](1985)分析1979年夏季青藏高原的热源变化和能量收支,也发现有明显的准8 d振荡。

过去的研究认为,准两周振荡是西藏高原天气过程的主要振荡之一,从1979年OLR资料的分析,虽然在高原范围内有较大谱值(周期约在14—18 d),但未能通过信度检验,因此不能认为是显著周期,可是在高原的上、下游地区是显著的。参考其它年份的分析,发现有些年份的准两周振荡则可通过信度检验(主要在东部地区),这说明它有较大的年际变化,而且在地理分布上也很不均匀。关于和其它资料分析的差别,有待今后作深入的对比分析,此外,6 d振荡在高原范围的东、西两端是显著的,但在高原上不很清楚。我们没有计划讨论周期短于5 d的振荡。但在高原上有很清楚的4—5 d振荡,这是值得今后仔细分析的。

为了讨论上述两个主要周期的空间分布,给出了它们的标准差(代表振荡的平均振幅)与总的OLR序列的标准差之比值(百分数)。图2和图3分别是1979年30—50 d和准8 d振荡的结果。图2说明,在高原的南半部有两个明显的30—50 d振荡大振幅区,特别是东南部的大值区更为突出。最近引用OLR资料的研究^[5]指出,东半球低纬地区是低频波很活跃的地区。高原上南半部低频波活跃区与低纬热带系统的活动有密切的关系。根据高原实验的结果分析^[6],这两个大值区(图2)分别对应着两支来自低纬的水汽输送带。一条是来自孟加拉湾,经喜马拉雅山东段的山口及河谷地区向高原东部输送。这是高原夏季水汽的主要通道。另一条来自印度西北部从仲巴进入高原。很有意思的是这些水源输送所伴随的云系和对流具有30—50 d振荡。

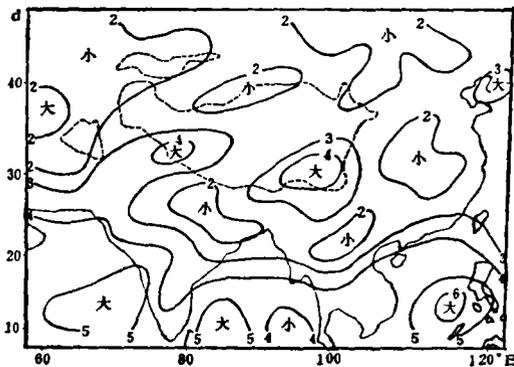


图2 1979年5—10月30—50 d滤波的OLR与原OLR序列的标准差之比值(单位:×10%)

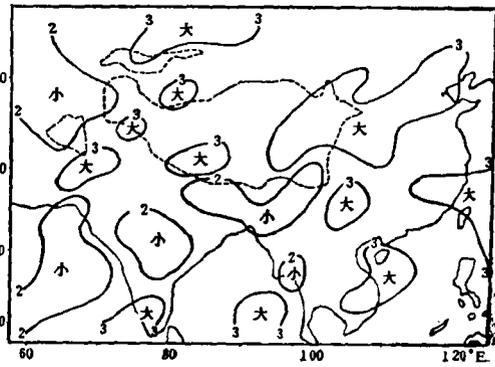


图3 同图2,但是准8 d振荡的情况

图 3 所描述的是准 8 d 振荡的情形。过去的研究都认为，低涡是高原上产生降水的主要天气系统之一。吕君宁等^[7]和钱正安等^[8]统计和分析了 1979 年夏季高原上低涡的活动，指出高原西部形成的低涡多不发展，但它们移到东部时才发展加强，并伴有降水过程。黄福均等^[6]指出，1979 年夏季降水具有 7 d 的周期。图 3 所示的形势说明，准 8 d 振荡可能和高原低涡的活动有关。狮泉河以西和仲巴附近的大振幅区，可能与高原低涡的源地有某些联系。高原东部的大值区则可能和低涡东移发展有关，这也是高原低涡影响下游地区的主要范围。

三、低频波沿 90°E 的南北传播

最近，Murakami 和我们根据 8 年 OLR 资料，分析和证实了低频波主要发生于东半球低纬地区^[9]。在 90°E 的赤道附近是低频波最主要的活动中心之一。我们在本节将讨论这些低频波对高原地区的影响和季节变化。所用的资料是经过 30—60 d 滤波处理的 OLR 逐日资料，用 $\tilde{L}(t)$ 表示。

为了考察高原附近的低频波活动，我们首先作了沿 90°E $\tilde{L}(t)$ 的时间剖面(图 4)，并统计了在高原上南移和北移的低频波次数(表 1)。表 1 中夏半年指 5—10 月，冬半年是 11—4 月。凡是登上和越过高原的过程都算作一次南移或北移过程。由表 1 可知，在冬季以自北向南移的过程为主(17/28)。这说明冬季时，越过高原的低频波与西风带系统相联系。而在夏季，情况则不同。绝大多数低频波是自南向北越过高原的(24/33)。这说明在夏季，影响高原的对流过程与来自热带和副热带的系统有关。对全年来说，自南

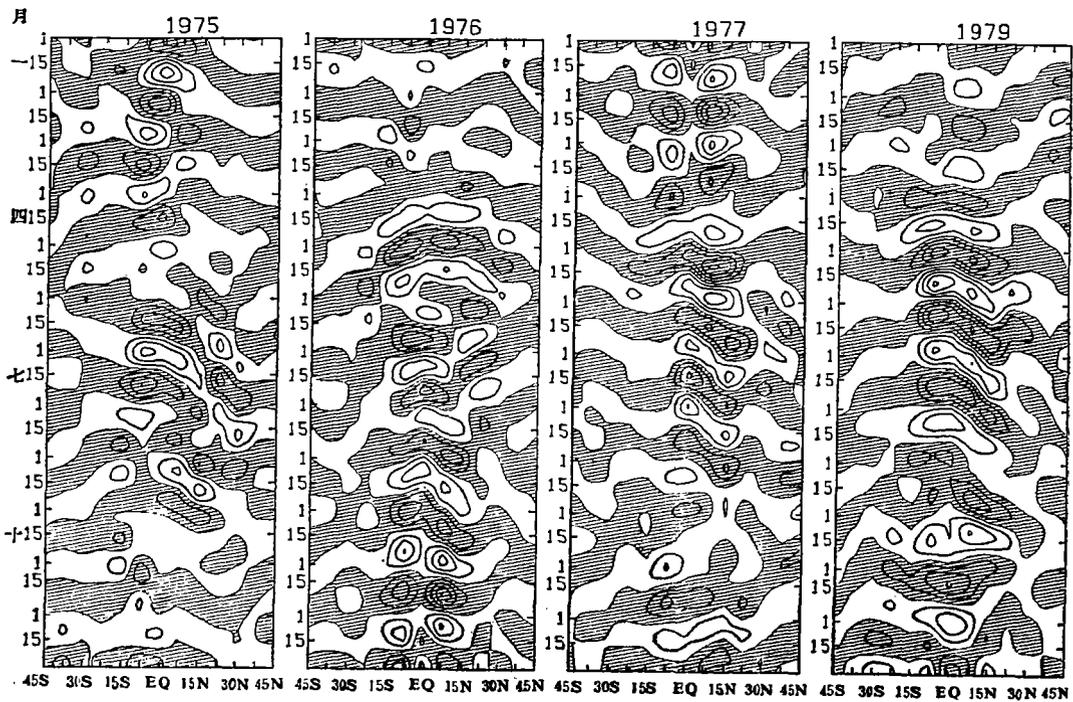


图 4 沿 90°E $\tilde{L}(t)$ 的时间剖面

(等值线间隔 10 W/m²；阴影区表示负距平，即对流上升区；青藏高原范围约在 27°—38°N)

表 1 沿 90°E 越过高原的低频波
次数(8年的总次数)

	自北向南移	自南向北移
冬半年	17	11
夏半年	9	24

向北的传播占多数,也说明高原地区主要受低纬系统的影响。

北半球冬季期间,低频波在低纬时还具有有一定强度,但北移到副热带地区后,强度很快减弱。但在夏季,低频波在赤道附近形成后,主要向北半球传播,并有相当的强度。其中一部分还在向北移动中有所加强。如1977年5—9月,有连续四次这样的过程。

1975年8—10月,也连续出现三次。强度增强大多出现在低频波进入孟加拉湾季风槽区时(15°N 附近)。但是这些北移的低频波的绝大部分,当它们到达 25°N 以后(即开始登上高原),强度减弱。Krishnamurti等^[10]分析FGGE的风场资料时也指出,对流层低层具有低频变化特征的槽线,在北移到靠近喜马拉雅山时,强度减弱。可见,OLR资料和风场资料所显示的低频振荡特征是相似的。最近,Murakami等^[5]在分析OLR的季节变化、低频振荡和瞬变波之间的相互关系时,强调低频波与瞬变波(指周期在24d以下的天气尺度扰动)的非线性相互作用。图4所说明的强度变化过程表明,夏季低纬海洋上天气尺度对流活动对于低频波的维持和加强有重要的作用。由于在高原上,水汽条件远不如海洋上有利,因此大部分北移的低频波到达高原后减弱、消失。能越过高原的一些个例,强度也是很弱的。

应该指出,也有少数北移增强的个例。低频波形成在青藏高原南侧,在它们向北移过高原时,强度增加。如1977年6—7月的两次过程。不过,它们的强度较之赤道附近的要弱得多。

从表1和图4看到,冬季高原上空主要受来自中纬度的低频波的影响。但在夏季也有少数这类个例。在这8年的夏半年共有9次自北向南移的过程。出现在1982年和1983年的就占5次。这是否和大气环流的异常(ENSO)有某种联系,值得进一步探讨。低频波从北侧进入高原后,一开始就增强的有2次。而且它们在越过高原后继续增强。这表明低频波在向南传播中对流活动得到加强。

应当着重指出,有时会出现南移和北移的两套低频波相汇合的现象。在北半球夏季,这种汇合比较常见。汇合点大多在高原南面的孟加拉湾(15° — 22°N)。一部分南移的低频波是从高原移来的。绝大多数过程是相汇后强度有不同程度的增强(少数维持原状)。例如,1982年6—7月(图略)是比较明显的增强个例。这种现象可能是低频波之间相互作用的一种形式,也是低频波加强的一种方式。

四、低频波沿 30°N 的纬向传播

图5是低频波沿 30°N 的时间剖面图。可以清楚地看到,在副热带,低频波强度远不如它们在热带及赤道地区的强度。在 30°N 纬圈上,低频波主要有两个活跃区。一个在东半球的西太平洋上,强度最大;其次,在西半球 120° — 60°W 似乎有一个次要的活跃区。

在青藏高原附近地区,冬半年的低频波强度要比夏半年弱。根据对8年夏半年东西

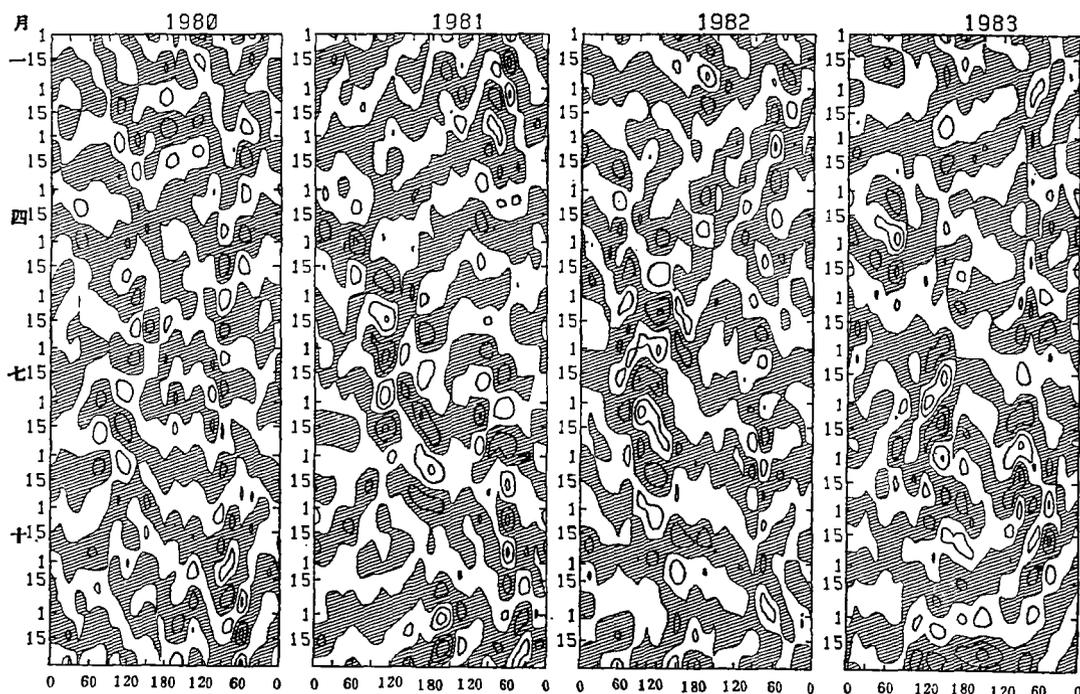


图 5 沿 30°N $\bar{L}(t)$ 时间剖面
(其它说明同图 4)

方向越过高原的个例统计, 自西向东移过高原的低频波要多于自东向西的过程, 比例约为 2:1。在向东移过高原的 15 次过程中, 1/3 是移上高原后强度增强, 而且越过了高原到达长江中下游及东海时, 强度继续加强。值得提到的是 1981 年的三次这种过程, 它们的强度都在高原东部边界 ($100^{\circ}-105^{\circ}\text{E}$ 附近) 达到最强, 它们所对应的天气过程值得进一步研究。另有 1/3 是移上高原后强度减弱的, 其它 1/3 强度变化不大。自东向西移过高原的 7 次过程 (夏半年), 绝大多数强度变化不大, 只有一次是强度增加的。

至于冬半年, 我们看到 30°N 上绝大多数低频波是自西向东传播的。其原因可能是, 这时高原上主要受西风带影响。

五、小 结

如何将 OLR 资料应用到副热带和中纬地区, 本研究是一次尝试。结果表明, OLR 资料对于中纬地区的天气过程和环流形势的研究可能是有帮助的。对于青藏高原, 由于缺乏常规资料, OLR 资料可能更好发挥它的作用。

根据 8 年的 OLR 资料分析, 表明青藏高原及其附近地区, 除了有明显的季节变化之外, 准 8 d 振荡和 30—50 d 的低频振荡是两个很显著的周期活动。前者和高原低涡的活动有联系。后者与夏季进入高原的两条水汽通道有关。反映了低纬地区热带系统对高原及其附近地区天气过程的影响。准两周振荡在每年的功率谱图上都有相对的大值区。某些年能通过信度检验, 但有些年则不能。且空间分布的差异较大。

统计表明, 高原地区主要受南来系统的影响, 特别在夏半年。南移和北移的低频波

在孟加拉湾汇合, 强度大大增强, 这种相互作用可能是它增强的一种机制。

我们认为, 加强 OLR 资料与其它常规资料的对比分析, 对于深入研究青藏高原及其附近地区的天气过程和环流演变可能是有帮助的。

参 考 文 献

- [1] 陆龙骅等, 1979年夏季青藏高原地区的中期振荡特征, 青藏高原气象科学实验文集(二), 140—151, 1984。
- [2] Krishnamurti, T. N., and H. N. Bhalme, Oscillations of a monsoon system, Part I, observational aspects, *J. Atmos. Sci.*, **33**, 1937—1954, 1976.
- [3] Gruber, A., and A. F. Krueger, The status of the NOAA outgoing longwave radiation data set, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **65**, 958—962, 1984.
- [4] 陈隆勋等, 1979年夏季青藏高原上空大气热源的变化及大气能量收支特征, 气象学报, **43**, 1, 1—11, 1985。
- [5] Murakami, T., Long-xun Chen and An Xie, Relationship among seasonal cycles, low-frequency oscillations and transient disturbances as revealed from OLR data, *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 1456—1465, 1986.
- [6] 黄福均等, 1979年盛夏青藏高原雨季中断和活跃及其与印度季风的关系, 青藏高原气象科学实验文集(一), 203—217, 1984。
- [7] 吕君宁、郑昌圣, 雨季前的青藏高原低涡的研究, 青藏高原气象科学实验文集(一), 218—228, 1984。
- [8] 钱正安、单扶民, 雨季中高原西部初生涡的分析, 青藏高原气象科学实验文集(一), 229—242, 1984。
- [9] Murakami, T., Long-xun Chen, An Xie and M. L. Shrestha, Eastward propagation of 30—60 day perturbations as revealed from OLR data, *J. Atmos. Sci.*, **43**, 961—971, 1986.
- [10] Krishnamurti, T. N., and D. Subrahmanyam, The 30—50 day mode at 850 mb during MONEX, *J. Atmos. Sci.*, **39**, 2088—2095, 1982.

THE ATMOSPHERIC OSCILLATIONS OVER THE TIBETAN PLATEAU AND SURROUND- ING AREAS AS REVEALED FROM OLR DATA

Xie An Ye Qian

(Department of Geophysics, Peking University)

Chen Longxun

(Academy of Meteorological Science, State Meteorological Administration)

Abstract

Some of the characteristic features of the atmospheric oscillations over the Tibetan Plateau and surrounding areas were investigated by using OLR data during the eight years. The basic periods were the quasi 8-day and 30—50 days, except the seasonal cycle. The quasi 8-day oscillations were related to the activities of the Plateau vortex. The low-frequency (30—50 days) OLR modes were closely tied to two moisture channels which reached the Tibetan Plateau from the Bay of Bengal and the northwest of India during the rainy season.

The results of this paper indicated OLR data were useful for the investigation of the Plateau