

# 夏季经圈环流的调整和西太平洋副热带高压活动的关系

袁 恩 国  
(湖北省气象学校)

## 提 要

本文对1964和1965年二个夏季共180天,逐日地计算了沿着 $120^{\circ}\text{E}$ 从 $15^{\circ}$ — $70^{\circ}\text{N}$ 范围内的经圈环流,从中短期过程出发,分析了逐日的经圈环流演变特征,结果指出:经圈环流的演变具有二种明显不同的时期,即相对稳定期和剧烈调整期。进一步的分析指出:经圈环流的调整具有三种不同的方式。在分析经圈环流演变和副高活动间的关系后指出:副高位于南反环的下沉支;在经圈环流处于相对稳定期间,随着南反环的南北摆动,相应地副高也出现南北摆动现象,在经圈环流处于剧烈调整期间,每一种调整方式都和副高的显著变动紧密地联系着。最后还指出:在非平均情况下副高位置的显著变动并不是直接受哈特莱环流位置的显著变动所决定的。

## 一、引 言

夏季西太平洋副热带高压(以下简称副高)的活动在很大程度上影响着我国广大地区夏季的天气,这是众所周知的事实。至今很多气象工作者对这个天气系统从不同的侧面作了大量的工作<sup>[1-6]</sup>,并得到了许多有意义的结论。

在以上这些工作中,分析多是在等压面上进行的,因而不论是副高的本身,还是副高和不同纬带系统间的关系,往往就局限在水平环流上。我们认为对副高问题的研究在水平环流上做工作这是必须的,但是大气是三度空间的,除了水平环流之外,还有垂直环流,这二方面的环流是互相联系互相影响,因此在水平环流的基础上再从垂直环流方面作些探讨,可能会是有益的。

近年来已开始注意用垂直环流的变动来联系副高的活动<sup>[7]\*</sup>,但是这些工作是从海气角度的长期预报观点出发的,是月平均状态下的反映,因而也就缺乏副高的中短期进退活动过程究竟和垂直环流的变动是怎样联系起来的结论。

1979年2月28日收到修改稿。

\* 做了这方面工作的还有:

Bjerknes, J: 赤道热量输送的变化所引起的大尺度海洋与大气的相互作用。译文见气象科技资料1974年增刊第1期。

徐群: 冬季南方涛动对初夏东亚环流和长江中下游人梅迟早的影响。1975年长江流域长期水文气象预报讨论会集文。

本文试图从南北向的垂直环流(即经圈环流)的变动来探讨和 500mb 上副高中短期进退活动的关系。

## 二、经圈环流演变的二种不同时期

我们计算了 1964 年 6 月 1 日到 9 月 10 日和 1965 年 6 月 1 日到 8 月 17 日共 180 天\* 逐日的沿着  $120^{\circ}\text{E}$ , 从  $15^{\circ}$ — $70^{\circ}\text{N}$  范围内的经圈环流, 取这条剖面是基于下面的考虑:  $120^{\circ}\text{E}$  附近是夏季西太平洋副高相当活跃的地方, 而且资料条件也较好。

对 180 天经圈环流图的分析后发现, 在非平均情况下  $120^{\circ}\text{E}$  的经圈环流具有下述特点:

1. 环流圈在绝大多数情况下是明显完整的, 在 180 天中仅发现一天即 1965 年 6 月 4 日  $40^{\circ}\text{N}$  以北地区环流圈不够完整。因此, 对非平均情况下经圈环流演变的探讨是可能的。

2.  $120^{\circ}\text{E}$  剖面上有的环流圈呈顺时针走向, 我们称它为反环, 有的环流圈呈逆时针走向, 我们称它为正环, 正环和反环一般表现为相间排列的型式,  $40^{\circ}\text{N}$  以北和  $40^{\circ}\text{N}$  以南常常各存在一个反环。对于北面的一个我们称之为北反环, 对于南面的一个我们称之为南反环。

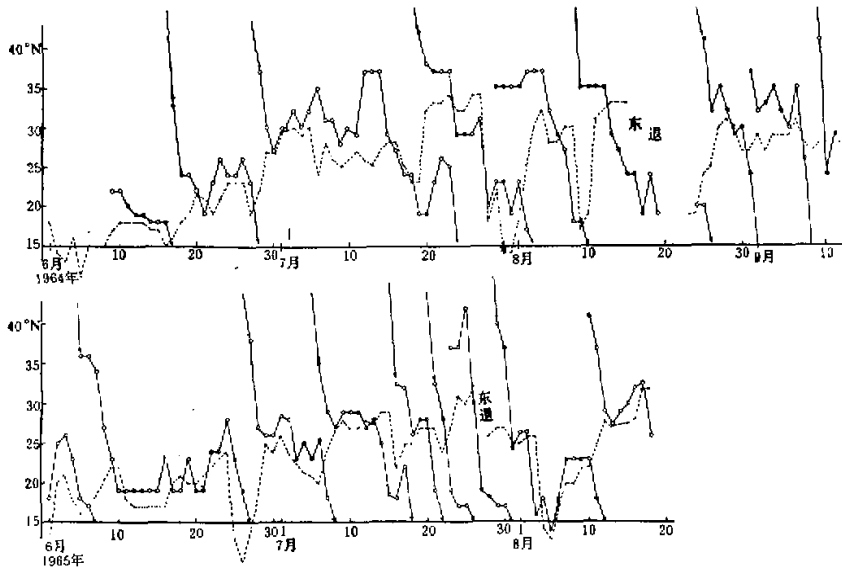


图 1  $40^{\circ}\text{N}$  以南反环中心纬度随时间的演变曲线(实线)  
 $120^{\circ}\text{E}$  副高脊线纬度随时间的演变曲线(虚线)

\* 1964 年 8 月 20 日—23 日因缺高空资料, 故四天的经圈环流图也缺。

根据二次个例分析所提供的线索<sup>[3]</sup>，我们点绘了每日经圈环流图中  $40^{\circ}\text{N}$  以南地区反环中心所在纬度随时间的演变曲线(图 1 中的实线)。从这条曲线中可明显地看到下列几点现象：

1. 1964 和 1965 年二个夏季中，每年各有 8 个反环从  $40^{\circ}\text{N}$  附近由北往南移动到  $15^{\circ}\text{N}$  附近消失或  $15^{\circ}\text{N}$  以南，这 16 个反环中多数是由北反环向南移来的，也有少数是在  $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  之间地区出现后南移的。这些反环在向南移动时有着二种不同的移动方式：一种是急速南下，另一种是经历一段南北摆动时期后再南移到  $15^{\circ}\text{N}$  附近。

2. 在  $15^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  范围内当有反环从  $40^{\circ}\text{N}$  附近南下时，原来在它南面的南反环显著地南移到  $15^{\circ}\text{N}$  附近消失或  $15^{\circ}\text{N}$  以南地区去。

3. 由于南北二个反环具有上述的移动特征，因此当北反环通过  $40^{\circ}\text{N}$  急速南下时，南北方向上正、反环流圈的分布发生了一次显著的调整，我们称这时期为经圈环流调整期，而在反环南北摆动时期，南北方向上正、反环流圈的分布变化小，我们称此时期为经圈环流相对稳定期。

### 三、经圈环流调整的三种方式

**(1) 双反环并列调整** 当南北二个反环突然接近，而原来存在它两之间的正环减弱消失，环流圈减少一个，于是出现了南北二个反环并列的现象(示意图略，参见图 2)，这种现象出现后三天左右，经圈环流就开始调整，其调整方式是：南反环显著南移并减弱或消失，在南反环原来位置上新发展出一个正环，并且也逐渐南移，北反环接着也向南移动，于是由双反环并列重新调整为正、反环相间排列的形式，这次调整也就到此结束，调整后北反环的位置比调整前南反环的位置偏北。

**(2) 高空反环发展调整** 在  $35^{\circ}-40^{\circ}\text{N}$  地区 100mb 附近的反环突然向下发展，开始时该反环底部下伸到 300—400mb 之间，然后又继续往下伸展，有时可达 500mb 以下，该反环的下方有一个正环和它相结合，它比反环要弱小(示意图略，参见图 3)，高空这个反环的突然发展并下沉使得对流层的中上部增加了一个环流圈，当这种现象出现后，首先南反环明显南撤减弱，中高纬的环流圈也相应地有些南移，于是对流层中环流圈的分布也就发生了一次明显的调整。

**(3) 环流圈大规模向南移动调整** 正、反环流圈的分布由原来的稳定状态突然作明显的向南移动，在 24—48 小时内， $50^{\circ}\text{N}$  附近的北反环移到  $30^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$ ，其南部的正环和南反环也明显南移；这时正、反环流圈的位置几乎相反(示意图略，参见图 4)。至此  $15^{\circ}-70^{\circ}\text{N}$  内的经向环流圈自北向南作了一次大规模的移动性调整，在调整过程中没有环流圈增减现象。

### 四、经圈环流的调整和副高活动的关系

根据二次个例分析提供的线索<sup>[4]</sup>，我们把  $120^{\circ}\text{E}$  逐日副高脊线所处纬度随时间的演

\* 袁恩国等：带状副热带高压减退过程的个例分析，油印本(1964年)。

变曲线也点绘到图 1 中(虚线),分析该图中二条曲线后可看出,当经圈环流处于相对稳定时期,副高脊线位置是处于南反环的南侧,并且随着南反环的南北摆动而摆动,但是当经圈环流发生调整时,副高也就相应地发生了显著的变动,现将经圈环流调整期间副高的活动特点叙述如下:

**(1) 双反环并列调整过程发生时副高活动特点**

在这种调整过程中副高具有特定的活动方式,因为并列反环中的南反环南侧是和副高联系着,并列后三天左右南反环开始显著南退减弱,于是副高接着也就发生一次衰退过程,随着北反环的南下并取代了南反环,这时北反环南侧的下沉气流区建立在南反环还没有南撤时下沉区之北,也即已经衰退了的副高北部地区出现了由北反环带来的下沉气流,这就使得 500mb 上已衰退的副高重新北跃和加强,并转而和这个南下后的北反环下沉支相结合,很明显这个北反环现在已经转化为南反环了,副高的这种衰退之后很快北跃,这二种现象是紧密地联系着的,它是这种经圈环流调整全过程中不同阶段在水平环流变化上的反映。值得注意的是:副高的北跃是中高纬度的北反环南移到副热带纬度取代了南反环后才出现的,而不是原来和副高相结合的南反环北上后形成的,因而和副高相结合的反环在这种调整过程中发生了一次变换,这是双反环并列调整过程中副高活动的一个很突出的特点,另一个特点是副高衰退时间比较短促(2 天左右),衰退发生时预示着北跃

四  
乙

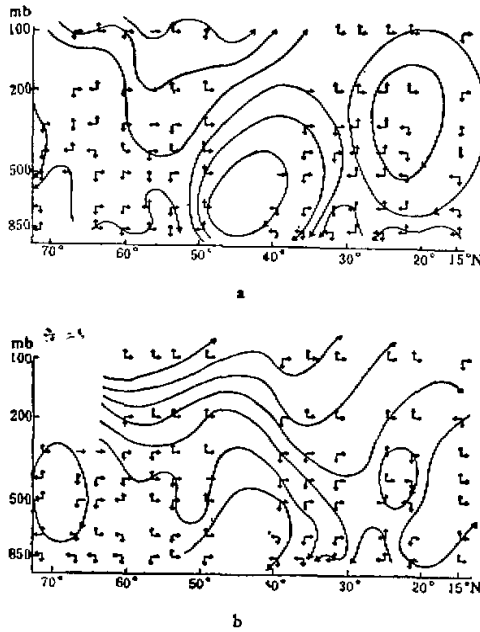


图 2 a、b 分别为 1964 年 6 月 24 日、27 日的经圈环流  
横、竖箭符号分别表示经向分量和垂直分量的方向,不表示其大小。  
环流是根据实际数值(略)分析的。

即将出现。现用 1964 年 6 月 24 日开始的过程为例叙述如下：

24 日经圈环流图中(图 2a) 可看到有二个反环明显地并列在一起, 24 日以前是没有出现过的, 该图中的南反环是由 21 日在  $19^{\circ}\text{N}$  附近向北移到  $24^{\circ}\text{N}$ , 和该南反环相结合的副高相应地也由  $19^{\circ}\text{N}$  移到  $23^{\circ}\text{N}$ , 而北反环是由 21 日在  $50^{\circ}\text{N}$  以北南移到  $43^{\circ}\text{N}$  附近, 存在于这二个反环间的正环是在 24 日消失的, 25 日和 26 日变化不大, 但到 27 日(图 2b), 情况发生了显著的变化, 南反环突然明显地减弱并南移, 副高也随着由  $23^{\circ}\text{N}$  南移到  $19^{\circ}\text{N}$ , 南反环北侧开始有正环发展, 这时北反环变化还不明显, 28 日(图略) 和副高相结合的南反环已减弱消失, 北反环开始明显南移到  $37^{\circ}\text{N}$ , 其南侧的下沉气流已出现在  $32^{\circ}\text{N}$  以南地区, 29 日(图略) 北反环南移到  $30^{\circ}\text{N}$ , 就在这个反环南侧的下沉气流地区, 500mb 上已衰退的副高又重新北跃加强, 并和该反环南侧的下沉支相结合(见图 1 1964 年 6 月 24 日到 7 月初的演变曲线), 29 日以后已南下的北反环在  $30^{\circ}\text{N}$  附近作南北摆动, 这时副高脊线位于该反环南侧也相应作南北摆动, 经圈环流的调整期就转入相对稳定期。

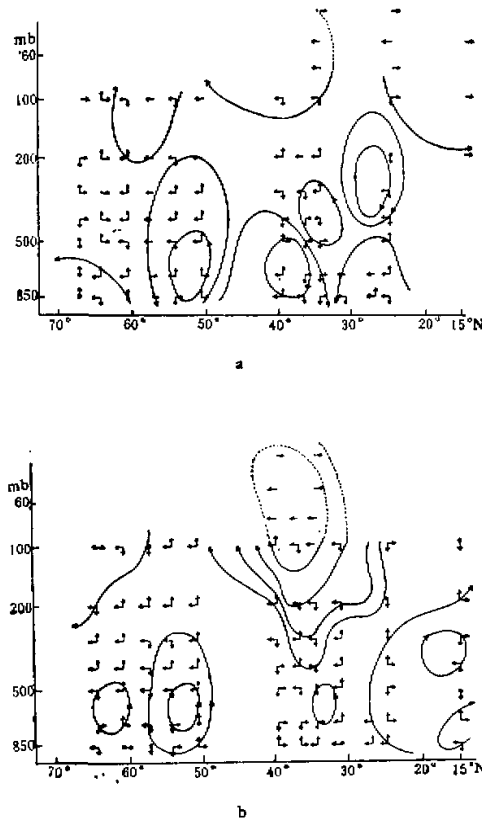


图 3 a、b 分别为 1965 年 7 月 22 日, 23 日的经圈环流(说明同图 2)

### (2) 高空反环发展调整时副高的活动特点

在这种调整过程发生时,副高也有其一定的活动特点,由于高空反环是在南反环的北面高层向下层强烈发展的,该反环南侧的下沉支迅速控制南反环北部地区,高空新发展的反环比南反环要强得多,因此高空反环南侧的下沉气流地区 500mb 上就有明显的反气旋环流发展,使得原来和南反环相结合的副高发生一次显著的北跃加强,并和这新发展的高空反环相结合。很明显,新的高空反环从北部上层置换了原来的南反环,从而使得副高实现一次北跃。这是这种调整过程中副高活动的主要特点。现用 1965 年 7 月 23 日开始的过程为例叙述如下:

22 日(图 3a),  $35^{\circ}$ — $40^{\circ}$ N 之间地区 100mb 附近有一反环,这在 22 日以前是不曾出现过的,  $27^{\circ}$ N 附近的南反环是从  $30^{\circ}$ N 以北移来的。23 日(图 3b) 100mb 附近的反环突然向下发展,其底部伸至 400mb 附近,而  $27^{\circ}$ N 附近的南反环在高空反环向下发展的同时也迅速南移到  $20^{\circ}$ N 附近,高空反环位于南反环的北部上层,于是在高空反环南侧的下沉支地区,副高发展北跃(见图 1 中 1965 年 7 月 22—26 日副高脊线演变曲线), 25 日高空反环下伸至 600mb, 并北移到  $42^{\circ}$ N 附近(图略),副高也随着北移到  $32^{\circ}$ N。

### (3) 环流圈大规模向南移动调整时副高的活动特点

当  $50^{\circ}$ N 附近的北反环南移到副热带纬度时,和副高相结合的南反环南移并显著减

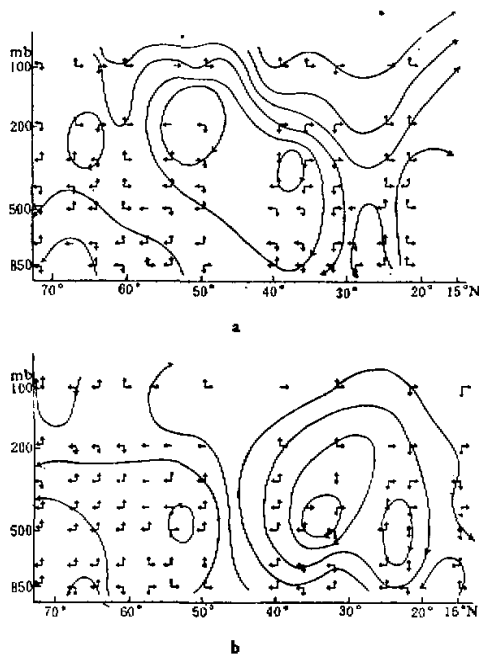


图 4 a、b 分别为 1964 年 6 月 16 日、17 日的经圈环流(说明同图 2)

弱,这时已南下的北反环的下沉气流出现在 500mb 上副高的北部,于是那里相应地就有反气旋性环流发展,使副高向北移动并加强,很明显这时副高已与南下后的北反环下沉支相结合,当这个反环继续南移时,副高也随着南退,因此这种调整过程中副高的活动就有着先退后进的特点。现用 1964 年 6 月 17—21 日的过程为例叙述如下:

16 日经圈环流的分布如图 4a 所示,它代表了 6 月 11—16 日的分布特点,20°N 附近为一南反环,它和 18°N 附近的副高结合,50°N 附近为北反环,17 日(图 4b)原来环流圈的稳定性就明显地破坏了,北反环迅速南移到 33°N,南反环南移显著减弱,18 日(图略)北反环继续南移到 24°N,在它南侧下沉气流地区,500mb 上反气旋环流发展,使副高由 18°N 附近北移到 22°N,之后又稍作南退,很明显副高这时转而与已南下的北反环相结合,并随着该反环的南北摆动相应地副高也出现南北摆动现象。

## 五、讨 论

(1) 在讨论平均经圈环流与平均副高位置时,陈烈庭<sup>[7]</sup>等,认为副高是位于哈特莱环的下沉支地区,因此哈特莱环的位置就直接地决定着副高的位置。但是根据我们所考虑的二个夏季中,在非平均情况下,副高南部的哈特莱环流是很弱的,这同 Vuorela 和 Tuominen<sup>[8]</sup> 所作出的夏季平均经圈环流图中北半球的哈特莱环流弱的现象是比较一致的。我们认为在非平均情况下副高位置的显著变动并不是直接受哈特莱环位置的显著变动所决定。副高的北跃是由于中高纬的北反环南移到副热带纬度后或者副热带纬度地区有高空反环向下层明显发展后出现的,常常不是由于有哈特莱环的北移而造成,而副高的减退是在经圈环流调整期间和副高相结合的南反环向南移动减弱或消失时出现的,也并非单一地由哈特莱环南移直接决定,因此从中短期过程的角度来看,与其说副高存在于哈特莱环北侧的下沉支还不如说是副高存在于南反环南侧的下沉支,并且这个南反环常常一次一次地被南下的北反环所更换。

(2) 100mb 附近 35°—40°N 之间高空反环是属于平流层底层的反环流,这个反环流的下沉并强烈地发展可能和平流层底层的经圈环流调整有关,反环流由平流层进入对流层,导致对流层中环流圈个数的增加,从而引起对流层中经圈环流的调整,这说明了平流层中经圈环流的变动是会影响对流层中的大气运动,值得指出的是:这个反环在 100mb 及其以下层次上是全由南风组成的,因此它的出现并不属于 100mb 上青藏高压东移的结果。

(3) 在上述三种经圈环流调整过程中,北反环取代了南反环从而引起了副高的北跃,这和 500mb 上华北高压(或脊)的东移并入副高从而引起了副高的北跃这二种现象是否有关系甚或是一致的,为此我们分析了调整过程中 16 个反环位于华北地区上空时它和 500mb 上水平环流的配置情况,结果指出有 8 个反环是和华北高压(或脊)相结合,而另外 8 个反环是和高空槽前相结合,因此用通过经圈环流调整来联系副高的变动,比之于用华北高压(或脊)的东移并入来联系副高的变动要显得更一般些。进一步的分析又指出华北高压(或脊)的东移并不一定都有反环和它相结合,因此我们认为当华北高压(或脊)东移如处于经圈环流调整期并和反环相结合,那么它的东移并入副高就有利于副高的北跃,如果没有上述的那种结合,那么即使有华北高压(或脊)的东移并入副高,仍不足以引起副

高的北跃。

## 六、结 论

(1) 经圈环流的演变存在着二种不同的时期,即相对稳定期和剧烈调整期。在相对稳定期中,经圈环流表现出稳定少变的特点,而在剧烈调整期中,正、反环流圈经历了一次显著的调整过程。

(2) 经圈环流的剧烈调整可分为下面三种方式

1. 双反环并列调整;
2. 平流层底层反环进入对流层强烈发展调整;
3. 环流圈大规模向南移动调整。

(3) 随着经圈环流的不同调整方式,副高活动也具有不同的特点,它们反映出副高三维流场的相互联系。

1. 经圈环流具有第一种调整方式时,副高具有先退后进的特点;而且先退后进这二种现象是紧密地联系在一起的。

2. 经圈环流具有第二种调整方式时,副高具有跃进加强的特点。

3. 经圈环流具有第三种调整方式时,副高具有先进后退的特点。

(4) 经圈环流处于相对稳定期,南反环作南北摆动时,副高脊线位于南反环南侧的下沉支,相应地也出现南北摆动的现象。

本文是对二个夏季中东亚沿海经圈环流的调整和副高活动的关系从现象上进行了初步的分析,为什么会有这种现象是值得进一步研究的。由于只考虑了二个夏季,所以结论是否有普遍性还须进一步工作。

## 参 考 文 献

- [1] 潘菊芳,太平洋高压移动规律的探讨,气象学报,25,2,1954.
- [2] 陶诗言,夏季中国大陆及其附近海面副热带高压活动的天气学研究,中国夏季付热带天气系统若干问题的研究,科学出版社,1963.
- [3] 黄土松等,副热带高压结构及其同大气环流若干问题的研究,气象学报,31,1963.
- [4] 翟章等,夏季中国大陆上副热带高压北进时的三维结构及其机制的个例分析,中国夏季副热带天气系统若干问题的研究,科学出版社,1963.
- [5] 袁恩国等,1958年8月4—12日期间副热带高压减退过程的研究,气象学报,34,2,1964.
- [6] 黄土松等,副热带高压系统的变动与流场、温度场、加热场特征及其预报应用,南京大学学报(自然科学版),1978年1期。
- [7] 陈烈庭,东太平洋赤道地区海水温度异常对热带大气环流及我国汛期降水的影响,大气科学,1977年第1期。
- [8] Vuorela, L. A. and Tuominen, I, On the mean Zonal and meridional circulations and the flux of moisture in the northern hemisphere during the Summer Season. *Pure and Appl. Geophys.* 57, 167—180, 1964.



## THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ADJUSTMENT OF THE MERIDIONAL CIRCULATION IN SUMMER AND THE ACTIVITY OF THE WEST-PACIFIC SUBTROPICAL ANTICYCLONE

Yuan En-guo

*(Meteorological School of Hubei Province)*

### Abstract

The meridional circulation along 120°E from 15°N—70°N have been computed daily for the summers of 1964—1965(180 days) and from the point of view of the mid and short-range weather processes, the day-to-day variations of the meridional circulation have been analysed. It is found that the variations of the meridional circulation have two marked different periods, i.e., the relative stable stage and vigorous adjustment stage.

Further analysis points out that the adjustments of the meridional circulation have three marked different types. By analysing the variations of the meridional circulation and their relation to the activity of the West-Pacific subtropical high on 500 mb level, we have found that the ridge line of the subtropical high is at the descending current in the meridional south anti-circulation.

When the meridional circulation is in the relative stable stage, following the N-S oscillation of the meridional south anti-circulation, there appears correspondingly the N-S oscillation of the subtropical high.

When the meridional circulation is in the vigorous adjustment stage, every type of adjustment is closely related to the great variation of subtropical high.

Finally, we would like to point out that for the non-mean case, the great variations of the position of the subtropical high are not directly determined by the great variations of the position of the Hadley cell.