

盛夏亚洲和西太平洋副热带地区高压活动规律的若干研究

中国科学院大气物理研究所热带气象研究组

提 要

盛夏亚洲和西太平洋地区除存在强大又稳定的大陆青藏高压外,西太平洋副热带高压也是对流层大气中深厚的高压实体。这是两个既独立又有紧密联系的高压系统。本文研究指出,它们之间的演变关系有两种情况:一种是整个环流调整,促使两个高压相向或相背而行,调整到一个位置或者分离在一定波长范围内;另一种是西太平洋副热带高压稳定存在,副热带地区环流作新的调整,大陆青藏高压东移与副高合并。

本文还分析太平洋中部槽与西太平洋副热带高压的关系,指出两者存在一定的对应关系。但其制约关系如何,有待进一步研究。

一、西太平洋副热带高压是对流层大气中深厚的系统

西太平洋副热带高压(以下简称西太平洋副高)的活动与我国夏季天气关系十分密切。国内许多气象工作者对它的活动规律进行了研究,并取得相当的成果^[1-8]。一般认为它主要是一个对流层中下层系统,对于对流层高层没有给予足够的注意。根据我们最近分析,西太平洋副高不仅是在对流层中下层,而且是在对流层高层也同样存在的深厚的高压系统。图 1a、b 是 1971 年 7 月 4 日 200 毫巴和 500 毫巴天气图,在亚洲和西太平洋地区存在两个高压单体,一个中心位于西藏高原上空,这是夏季亚洲大陆高压,是北半球副

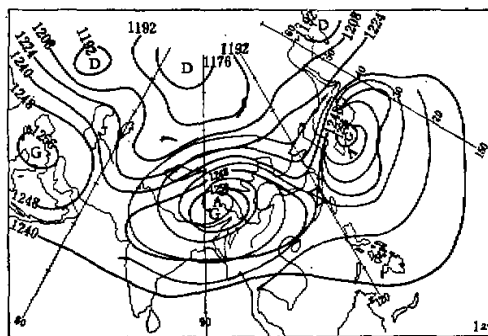


图 1a 1971 年 7 月 4 日 20 时 200 毫巴图
A. 反气旋, C. 气旋, G. 高压, D. 低压, 下同

1976 年 6 月 30 日收到

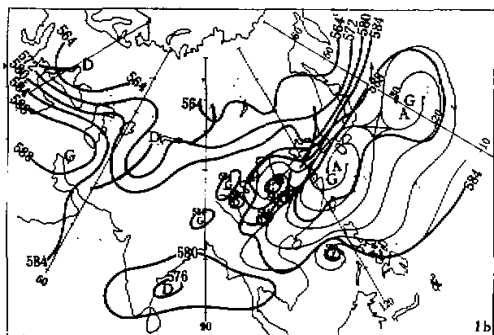


图 1b 1970 年 7 月 4 日 20 时 500 毫巴图

热带地区最强最大最稳定的环流系统。这个高压愈往高层愈清楚,到 100 毫巴表现最显著,但在对流层中层是不清楚的;另一个中心位于日本、朝鲜南面,这就是西太平洋副高,它在对流层中下层和高层都是明显的。在我们分析夏季亚洲环流时,发现它在对流层高层都有一定的反映,只是不象中下层那样清楚。而且我们还发现西太平洋副高活动上下是一致的,这在 120°E 剖面图上可以清楚地反映出来。我们作了 1971 年 7 月 120°E 附近 200 毫巴和 500 毫巴剖面图(图略),结合当时平面天气图分析,可以看到当 500 毫巴西太平洋副高加强西伸进入大陆,或者南海有小高压北上进入大陆与西伸的副高脊合并引起副高脊西伸时,200 毫巴西太平洋副高也是西伸进入大陆的,两者减弱也是同时出现的。因此,西太平洋副高是一个存在于整个对流层内的高压实体,它是独立于大陆高压而存在的。

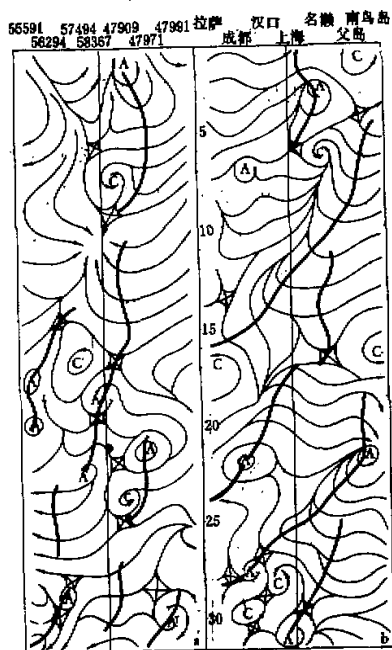


图 2a 1971 年 7 月 30°N 附近 200 毫巴剖面图

图 2b 1971 年 7 月 30°N 附近 500 毫巴剖面图

值得注意的是根据剖面图风压场的分析,可以看到影响我国沿海地区的副热带高压基本上都是以西太平洋西移进入大陆的,这与朱福康^[8]和克里斯纳默蒂等^[9]的工作是吻合的。在 30°N 附近的剖面图上(图 2a、b)很清楚地看到盛夏大陆高压一般只东伸到 120°E 附近,伸入西太平洋地区很少,而大陆高压中心入海的情况几乎没有。有时在对流层高层看到大陆高压脊东伸入海的现象,分析这种过程,发现这是西太平洋副高加强西伸,恰好与正在东伸的大陆高压脊合并的结果。由于对流层高层两个高压强度特点的不同,所以看起来好象是大陆高压脊东伸入海了,例如 1971 年 7 月 23 日—26 日 200 毫巴有一次上述过程,无论在剖面图(图 2a、b)和平面图,变高图(图略)上,我们都可以看到这期间西太平洋副高中心和脊是

逐日加强西伸的,大陆高压也有所加强,它的脊东伸,但只伸到大陆沿海地区,大陆高压中心比较稳定,维持在高原东部。而且在 500 毫巴西太平洋副高加强西伸时,200 毫巴西太平洋副高也很快变得明显起来。这说明大陆高压活动一般只在大陆地区,而西太平洋副高可以西伸影响我国大陆直至高原地区的天气。上述情形在波谱分析工作中^[10]得到证实。

二、西太平洋副高和青藏高压的演变关系

陶诗言等^[1]曾指出夏季西藏高原上空反气旋在其平均位置作往返振荡时,西太平洋副高也相应出现一次进退过程,两者往往是相向或相背而行的。为什么有这样关系以及对于这样深厚的西太平洋副高实体在副热带环流中究竟起什么样作用是值得进一步研究的。我们发现有两种情况,一种是东半球甚至整个北半球环流的调整,使西太平洋副高和青藏高压相向或相背而行,调整在一个位置上或分离在一定波长范围内;还有一种情况,副热带地区环流有新的调整,西太平洋副高稳定少变,而青藏高压东移与西太平洋副高合并。

1. 半球环流调整促使副热带流型的变化:

1971 年 8 月 5 日—15 日期间,青藏高压由高原上空东移到长江中游 (110°E) 附近,西太平洋副高中心也由 150°E 附近西移进入大陆,588 什位势米线在 8 月 11 日西伸进入大陆,这是一次两个高压相向而行的过程(图略)。环流调整过程在五天平均图上反映很清楚,图 3a 是 8 月 4 日—8 日 500 毫巴高度场平均图,当时北半球为六个波,在东半球存在三个槽区:一个在威海,约 $60^{\circ}\text{—}70^{\circ}\text{E}$,一个在太平洋中部 180° 附近,还有一个槽在贝加尔湖的东南面 $110^{\circ}\text{—}120^{\circ}\text{E}$ 。在这种形势下,高原上空和日本南面为脊(高压)区。但

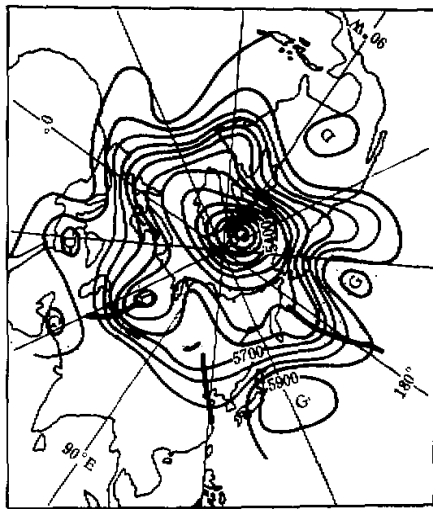


图 3a 1971 年 8 月 4 日—8 日 500 毫巴五天平均高度图

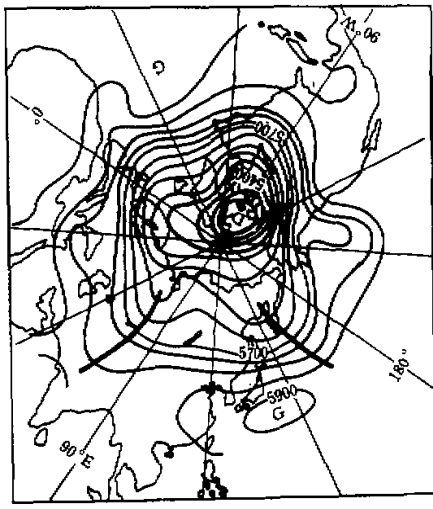


图 3b 1971 年 8 月 5 日—13 日 500 毫巴五天平均高度图

下一五天的平均图上形势出现调整(图 3b), 北半球变成五个波, 在东半球, 原在贝加尔湖以东的槽减弱消失, 代之一个高压脊, 其东西两侧巴尔喀什湖和日本东面 160°E 附近变为槽区, 高原上空高压脊消失, 西太平洋副高也西伸进入大陆了。

这次调整在逐日平面图上也是很清楚的。8月6日500毫巴图(图略)形势与前一张平均图相似, 西太平洋副高位置偏东, 中心约在 150°E 附近。以后形势变化, 威海附近的槽东移到巴尔喀什湖, 使下游贝加尔湖南面的槽东移减弱, 到8月9日—12日(图略), 当新槽在巴尔喀什湖附近加深时, 下游贝加尔湖附近也由槽区变成脊区, 原在 175°E 的低槽东移减弱, 此时在堪察加半岛南面建立新槽。在这过程中西太平洋副高逐渐西伸, 进入大陆。100毫巴情形类似, 开始主槽在贝加尔湖南面 105°E 附近, 高原高压位于高原西部, 西太平洋副高在日本海附近。在以后环流调整时, 威海北部的低涡东移加深, 使其南面高原西部的高压东移, 当低槽在巴尔喀什湖附近加深时, 下游贝加尔湖地区由槽区变为脊区, 高原上高压也移出高原了, 高压脊东伸与西太平洋副高合并。整个过程是一次大的环流调整过程, 北半球由六个波变为五个波, 东半球由三个波槽变成二个波槽, 青藏高原东移和西太平洋副高西伸是环流调整的结果。

1971年7月中旬有一次高压从我国沿海西移到青藏高原的过程, 分析表明也是一次大的环流调整的结果。7月10日—14日西太平洋副高有一次加强过程, 在五天天平均图上(图 4a), 西太平洋副高很强盛, 控制我国沿海地区, 其东西两侧, 贝加尔湖南面和太平洋中部 170° — 180°E 附近各为槽区, 阻塞高压位于西伯利亚东部。7月15日—19日正值形

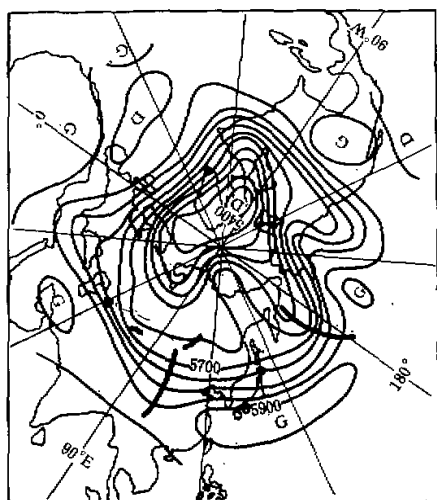


图 4a 1971 年 7 月 10 日—14 日 500 毫巴高度场平均图

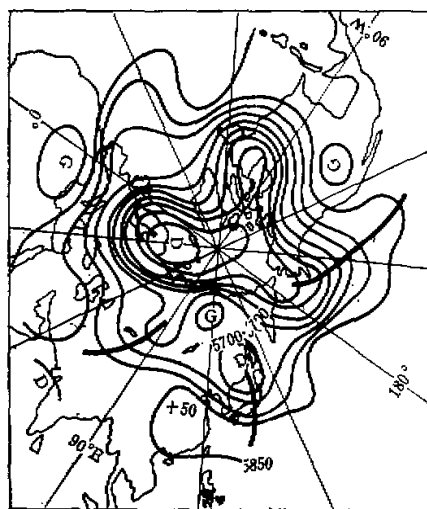


图 4b 1971 年 7 月 15 日—19 日 500 毫巴高度场平均图

势变化及调整时期, 在平均图上(图 4b)反映最明显的改变是日本附近有一个深槽的建立, 以致其南面副高断裂成两环, 西部单体西移进入大陆, 陆上出现 +50 位势米的距平中心(图上标中心值)。原大洋中部槽东移, 槽区为脊所替代。整个形势相当于在亚洲和太平洋地区增加了一个波。

整个过程在逐日天气图上也很清楚。7月12日500毫巴形势与平均图7.a相似,我国沿海有一个592什位势米的副高中心,脊一直西伸至高原东部,我国南方大陆在副高控制下,这个高压在100毫巴也甚明显。大陆高压主体在伊朗上空。以后环流有显著变化,主要是两个系统,一个是太平洋中部槽的活动,我们看到有两次“不连续后退过程”,即原来槽在东移中减弱,其后面有新的槽产生与加深,但位置比原来槽偏西一些。到7月17日—20日,在日本附近建立一个深槽,西太平洋副高减弱,在槽的南部断裂,其主体东撤,西部高压单体进入大陆。我国南方仍在大陆副高单体控制之下,天气晴热,这也是该年夏季长江流域持续干旱的原因。二是相应在上述槽后的脊同样有一次不连续后退过程,7月10日—11日在 150°E 附近,7月14日在 125°E 附近为脊区,7月16日—18日退至贝加尔湖附近,恰好与西移进入大陆的副高单体重迭在几乎一个经度上。100毫巴整个系统也是西退的。在此期间,大陆高压中心一直维持在伊朗上空。所以这次高原东部高压的建立也是大范围环流调整的综合结果。

这次环流调整也是一个整个北半球性的现象,环流的主要变化是太平洋中部槽东移,原槽区为脊取代,在日本附近建立一个深槽,结果引起整个环流系统位相相反。

2. 西太平洋副高稳定存在下副热带流型的调整,青藏高压东移与西太平洋副高合并。

1969年7月中旬,亚洲和西太平洋地区环流有一次季节性的变化。7月18日以前,我国大陆东部为一大槽影响,西太平洋副高位置偏南,脊线约在 20°N 附近摆动,588什位势米脊区控制我国华南沿海地区。100毫巴大陆高压分别于亚洲大陆西部和西藏高原上空,脊线在 30°N 附近,东亚大陆东部也是一个槽区。我国长江流域处在100毫巴高压中心东侧偏北气流(西北西—东北气流)和西太平洋副高北侧西南气流之间(图5),这种形势非常稳定,一直维持了近25天(6月23日—7月17日),此时恰好是梅雨时期。上述

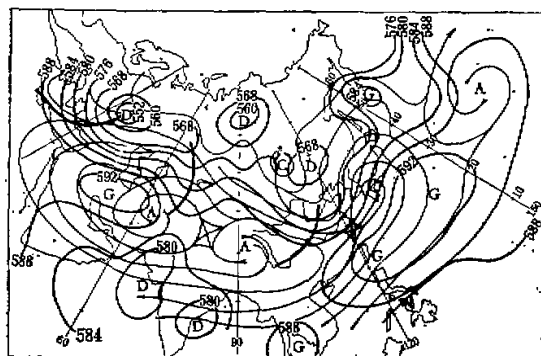


图5 1969年7月14日20时500毫巴高度图和100毫巴流线图

形势可能是梅雨形势的特点。到7月18日,形势有明显的变化(图6),原在我国大陆东部的槽减弱东移,槽后的脊随之迭加在副高北面,西太平洋副高西伸北跳,脊线到达 30°N 附近,脊进入大陆控制长江中下游地区,沿海出现592什位势米的高压中心,长江流域梅雨结束。以后中环流变平,多小波动活动,副高一直稳定地维持在我国沿海地区。100毫巴大陆东部槽减弱东移,大陆高压脊有所北抬,并向东伸展,从泰米尔半岛经贝加尔湖到高原东部为一南北向脊控制。开始100毫巴西太平洋副高单体位置偏东,后来由于西

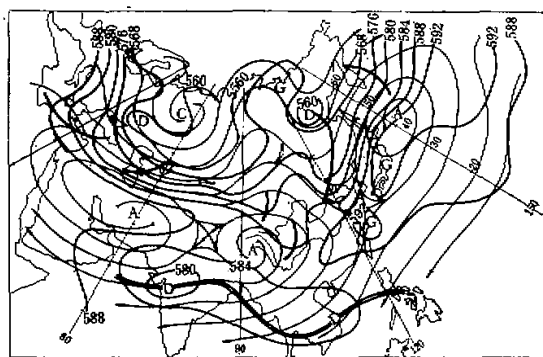


图 6 1969 年 7 月 18 日 20 时 500 毫巴高度图和 100 毫巴流线图

太平洋副高在沿海地区加强维持,同时有大陆高压脊东伸并入,至 7 月 21 日前后,我国沿海地区对流层上部高压单体也日趋明显。这时高原上空高压中心没有明显东移,只在高原东部摆动,并未移过 105°E (图 7)。

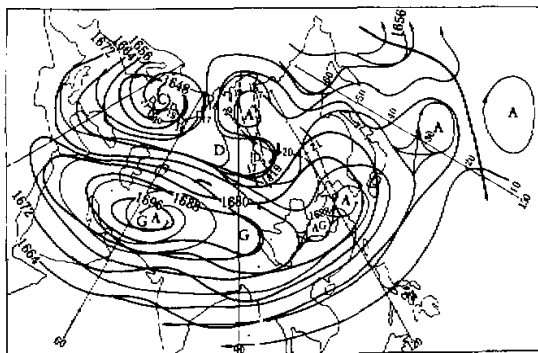


图 7 1969 年 21 日 100 毫巴流线图和 100 毫巴低压和脊线活动动态图 D 是低压,虚线是脊线

注意这期间环流形势变化(图 7),我们看到虽然高纬度系统(欧洲的低涡和贝加尔湖北面的脊)是向西移动的,但中纬度贝加尔湖南面的脊却是东移的,逐渐迭加在西太平洋副高的北面,沿海高压就更加稳定。亚洲大陆西部高压中心逐日西移。这时副热带流型又有新的变化,反映在巴尔喀什湖有低涡向东楔入,在贝加尔湖西部地区出一个低涡区,恰好位于西藏高原高压的北面,使高原高压得不到发展,只是一个弱高压中心,而且这个弱高压中心也不能在高原地区维持,逐日东移。有趣的是开始几天(21 日—23 日),高原高压中心与其北面的低涡一起。到 7 月 24 日,原高原高压北面的低涡东移减弱,在西藏高原北面又出现低槽区,这时原高原高压也东移和西太平洋副高合并。以后两个高压合并,强度增强,成为一个强大的控制整个东部大陆的高压单体了(图 8)。由于对流层高层大陆高压强度比西太平洋副高大,所以两个高压合并后表现为大陆高压中心东移,西太平洋副高似乎成为高压脊。实际上,自 7 月 18 日环流季节性调整以来,西太平洋副高正值其本身活动周期是处在西伸加强阶段,而且在副高北侧,开始有中纬度高压脊的迭加,

继之环流变得平直,没有明显的槽脊活动影响,所以在这次副热带地区流型调整过程中,西太平洋副高是一直稳定维持的。(下面我们还要讨论太平洋中部槽对西太平洋副高活动的影响。)由此可见,作为一个对流层内深原的高压实体的西太平洋副热带高压,其所以能够稳定存在是与大气环流调整,中纬度脊迭加和副高周期活动等密切相关,但反过来,由于它稳定存在又影响副热带地区流型的变化,这一点在预报中是需要加以考虑的。

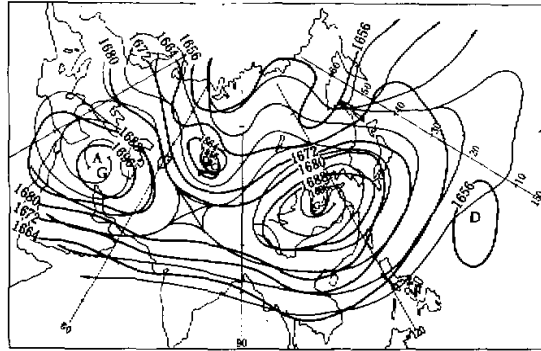


图8 1969年7月27日20时100毫巴高度和流线图

三、太平洋中部槽和西太平洋副高关系

对于西太平洋副高活动,过去着重于上游西风带环流变化影响和其本身活动规律的研究^[1-4],这些在预报中使用是有成效的。近来副热带地区环流研究表明^[5],大洋中部槽存在是北半球夏季环流特征之一,太平洋中部槽与我国和日本的天气关系很大。我们分析太平洋中部槽与西太平洋副高活动关系,发现两者关系甚为密切,当太平洋中部槽在其平均位置稳定或重建时,副高比较稳定,强度增强,逐渐西伸。在环流调整时,常常表现为原来的槽东移减弱,其西部有新的低压槽加深,引起大洋中部槽的“不连续后退”。在这过程中,西太平洋副高是逐渐西伸的。如果调整后,在150°E以东建立深槽时,此时西太平洋副高恰好西伸控制我国大陆,强度最强;如果调整后新槽位置在130°—140°E附近时,则副高强度减弱,断裂成两环,其主体东撤了。

1969年7月18日以后,西太平洋副高在我国沿海地区稳定维持,其原因除上面已经提到有中纬度脊迭加和其本身活动规律外,太平洋中部槽的活动也是原因之一。在环流调整时期(7月17日—21日)这个槽是西移的,这时副高也不断加强西伸。从7月21日起,它开始东移,但就在它东移过程中,其西部又有新的槽南下加深,这是一次大洋中部槽重建过程。重建的槽基本在其平均位置上,所以这时期其上游西太平洋副高也是稳定的。

在1971年8月和7月环流调整个例中,原太平洋中部槽本身在调整过程中减弱或东移了,在它的西侧又有新的槽加深。此时有两种可能,一种如1971年8月的情况,原太平洋中部槽位置偏东偏北,约在175°E附近,南部为副高脊。在环流调整期间,原来的槽东移减弱,8月9日以后,在堪察加半岛附近有一槽加深,并维持在附近。这是一次太平洋中部槽不连续后退过程,新槽在150°E以来稳定下来,这时西太平洋副高脊也西伸进入我

国大陆了;还有一种如1971年7月的情况,这是太平洋中部槽两次不连续的后退过程(图9),开始这槽也在 170° — 180° E附近,在它东移时,其西面有一次槽加深过程,但也不稳定,很快减弱了,在它西面又有一次槽加深,最后在日本附近(130° — 140° E)建立深槽并稳定下来,这时副高强度减弱,在槽的南部断裂了。值得注意的是在这两个例子中,上游巴尔喀什湖地区同样出现一个深槽,一般来说,这是有利西太平洋副高西伸稳定的^[2-5],但在7月份例子中,由于太平洋中部槽的不连续后退,槽的位置偏西,副高没有加强稳定。因此,我们推测,对于西太平洋副高的影响,太平洋中部槽的活动可能是更重要的。

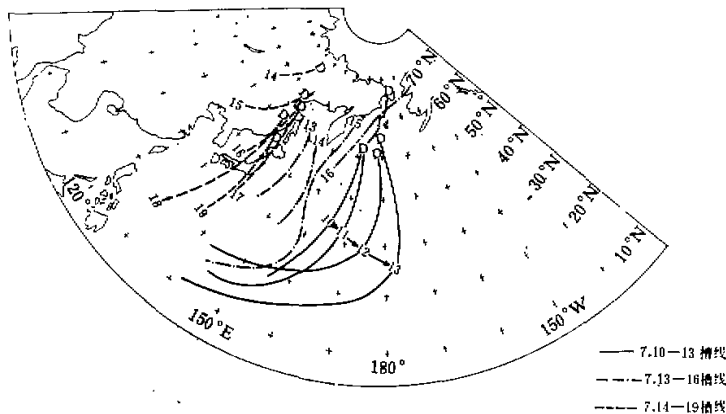


图9 1971年7月10日—19日200毫巴太平洋中部槽活动动态图

四、结论和讨论

1. 过去工作中曾指出西太平洋副热带高压和大陆青藏高原高压是两个独立的高压单体^[6,7],它们之间变化有一定的对应关系^[1],但对于西太平洋副高深厚的独立性强调不够,人们往往认为它是受上游西风带槽和对流层高层大陆青藏高原高压活动所支配。本文分析结果表明,虽然它们之间有紧密的联系,但前者并不是简单地受后者活动支配的,它们往往是同时变化的,因此用上游西风带槽和对流层高层青藏高原高压来探讨西太平洋副热带高压活动是值得进一步研究的。

2. 研究西太平洋副高和大陆青藏高原高压之间的演变关系,发现存在两种情况,一种是整个环流调整,促使两个高压相向或相背而行,调整在一个位置上或分离在一定波长范围内;还有一种是副热带流型有新的调整,但西太平洋副高稳定少变,大陆青藏高原高压东移与副高合并。也说明它们是大气环流中两个成员,既受环流演变影响,反过来也影响环流变化。即使把青藏高原形成的机制归于热力因子和地形影响,但这也是在大的环流背景下才起作用的,在环流背景改变时,这些因子的作用也受到影响。高原西部槽东移改变了高原上空的热力条件,因而破坏了高原高压形成的有利条件,使高原高压不能维持而东移,但这种槽脊活动又往往是环流改变的一部分,不是纯由热力作用造成和所能解释的。

3. 太平洋中部槽和西太平洋副高活动关系甚为密切,在做副高进退预报时,对这个系

统的活动要注意。

参 考 资 料

- [1] 陶诗言等, 夏季亚洲南部 100 毫巴流型的变化及其与西太平洋副热带高压进退的关系, 气象学报, 1964, **34**, pp. 385—395.
- [2] 陶诗言等, 夏季中国大陆及其邻近海面副热带高压活动的天气学研究, 中国夏季副热带天气系统若干问题的研究, 1965, 科学出版社.
- [3] 湖南省气象台, 西太平洋副热带高压的突然北跳与湖南雨季结束及干旱形成的天气过程研究, (油印本).
- [4] 侯亦如等, 夏季亚洲副热带急流中的长波扰动, 气象学报, 1963, **33**, pp. 339—349.
- [5] 汪国瓊, 夏半年东亚环流模型和长期预报, 天气月刊, 1960 年第 4 期, pp. 18—22.
- [6] 黄士松等, 副热带高压结构及其同大气环流有关若干问题的研究, 气象学报, 1962, **31**, pp. 339—359.
- [7] 陈秋士等, 1958 年 7 月亚洲东南部西南季风区和太平洋信风区平均流场和平均经圈环流, 气象学报, 1964, **34**, pp. 51—61.
- [8] 朱福康, 多年月平均 500 毫巴图上 60°N 和 30°N 纬圈的波谱分析, 气象学报, 1964, **34**, pp. 31—39.
- [9] T. N. Krishnamurti, Observational Study of the Tropical Tropospheric Motion Field during the Northern Hemisphere Summer, J. Appl. Met. 1971, **10** (6), pp. 1066—1096.
- [10] 中国科学院大气物理研究所热带气象研究组, 盛夏亚洲上空副热带高压活动的波谱分析.