

平流层高低纬度环流特征 及其相互关系

葛玲 刘玳*

引 言

近年来,国内外对赤道地区平流层纬向风位相的26个月左右的周期振荡(即准两年振荡)进行了不少研究,指出了它们的时空变化规律^[1],讨论了准两年振荡位相与中高纬度环流型^[2],与对流层中高纬度能量循环^[3],与夏季西太平洋付高位置 and 我国大范围降水、气温的关系^[4],增进了人们对平流层环流变化规律以及平流层与对流层环流相互关系的了解。

本文从赤道平流层纬向风的变化规律分析出发,着重讨论了多年平均情况下,准两年振荡位相与南、北半球不同纬带上风场变化的关系,以及夏季准两年振荡位相与北半球高纬度前期冬春环流的关系,试图通过分析了解平流层高低纬度环流特征及准两年振荡位相与其间的相互关系,并为采用准两年振荡位相这一参数研究平流层与对流层环流的相互关系提出依据。

一、赤道地区准两年振荡的统计特征

1. 新加坡(01° 22' N 103° 55' E)纬向风准两年振荡的统计特征

赤道地区平流层中、下部纬向风变化具有准两年周期性这一事实早经人们指出过。在此,我们以新加坡的30、50毫巴纬向风为例,概略地介绍赤道平流层风变化的一些规律。

图1(a)(b)及表1分别示出新加坡纬向风变化实况及其统计特征,从中可以看出:

(1)新加坡30、50毫巴月平均纬向风具有明显的周期性,西(东)风持续时间在30毫巴上各为13(14)个月,而在50毫巴上各为17(11)个月。西(东)风持续时间向下增加(减少)。

*气象系气象专业75级毕业生葛朝霞、陈永秀参加了本文的部分工作。

(2)西风强度随高度基本不变, 平均为 9.0 米/秒左右; 而东风分别为 -22 米/秒或 -16 米/秒, 强度均较西风大, 但为向下减弱的趋势。

(3)准两年振荡位相的转变时间相对较为集中。30毫巴上西转东风大多出现在 11—2 月及 4—6 月, 东转西风则大多集中在 12—3 月或 8—9 月。50毫巴上的转变时间前者大多在 5—7 月, 而后者则集中在 4—7 月。

(4)每个周期, 30毫巴纬向风转变均较 50 毫巴提前。据最近 6 个周期的统计, 西转东风时间平均提前 6.3 个月, 而东转西风时间平均仅提前 3.5 个月。可见, 赤道平流层中、下层准两年振荡位相的转变是自上而下的。30毫巴由西风转为东风后, 东风下传达到 50毫巴较慢, 而由东风转为西风后, 西风下传较快。

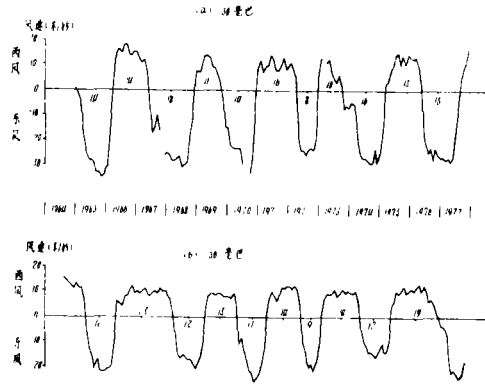


图 1, 新加坡平流层月平均纬向风分量
30毫巴1967年8月以前用坎顿岛 (Canton Island 02°46'S 171°43'W) 代替零线上(下)的数字分别表示各周期内西(东)风持续月数

表 1 新加坡月平均纬向风的统计特征 (1964—1977年)

	西风平均持续月数	西风平均强度 (米·秒)	西风转东风 集中出现月份	东风平均持续月数	东风平均强度 (米·秒)	东风转西风 集中出现月份	周期平均长度 (月)
30 毫 巴	13	8.8	11—2 4—6	14	-21.7	12—3 8—9	27
50 毫 巴	17	9.0	5—7	11	-15.7	4—7	28

2 分析甘 (Gan 00°41'N 73° 09'E)、内罗毕 (Nairobi/Dazoretli 01°18'S 36° 45'E)、波哥大 (Bogota/eldordo 04° 42'N 74° 09'W) 及坎顿岛 (Canton Island 02° 46'S 171° 43'W) 等站逐月纬向风变化 (图略) 再次表明: 各地无论 30 或 50 毫巴东、西风之间的转变时间大体一致。说明准两年振荡不只存在于局地或小范围内, 而是围绕全球赤道地区平流层中、下层几乎同时发生的现象。

但是, 这种周期性变化在亚洲及太平洋上空似比非洲、北美上空更为稳定。

二、准两年振荡位相与南、北半球 不同纬度带环流的同期关系

赤道平流层纬向风既然表现为如前所述的如此稳定和典型的准两年周期性变化,那么,准两年振荡位相与南、北半球不同纬度带环流的关系又是怎样的呢?我们分析了 140°E 附近南、北半球 $75^{\circ}\text{N}-55^{\circ}\text{S}$ 纬带内40多个测站30毫巴上空多年纬向风(根据《每月世界气候资料》加工而成)的逐月变化规律并加以说明。

1. 准两年振荡位相与南、北半球低纬地区纬向风向、风速变化的关系

(1) 准两年振荡的东、西风位相的转换是与环绕近赤道地区的东、西风带的交替出现相伴随的。准两年振荡为东风位相时,赤道东风带与南、北半球低纬度东风带相连,以致 25°N 以南及 30°S 以北的广阔地带各月均为东风(图2a)。准两年振荡为西风位相时,赤道西风带以其南、北两侧的辐合线与南、北半球低纬东风带相接。赤道西风带宽度约为24个纬距,其位置在赤道附近 $15^{\circ}\text{N}-20^{\circ}\text{S}$ 间随季节作南、北向摆动,12—3月偏于北半球,6—8月偏于南半球,即总是偏于冬季半球的(图2b)。因此,类似新加坡那样典型的准两年周期性变化仅仅出现在 $5^{\circ}\text{N}-8^{\circ}\text{S}$ (即赤道西风带北界的最南位置及南界的最北位置之间)的近赤道地区。而在南、北半球 $5-15^{\circ}\text{N}$ 及 $8-20^{\circ}\text{S}$ 的两纬带内,纬向风变化也具有准两年的阶段性。即当赤道为东风时,这两个纬带均为东风;而当赤道为西风带环绕时,由于它随季节作南、北向摆动,使这两个纬带纬向风变化伴有年波的特征,即冬季为西风,夏季为东风。因此,这两个纬带内风向的准两年变程最为复杂。

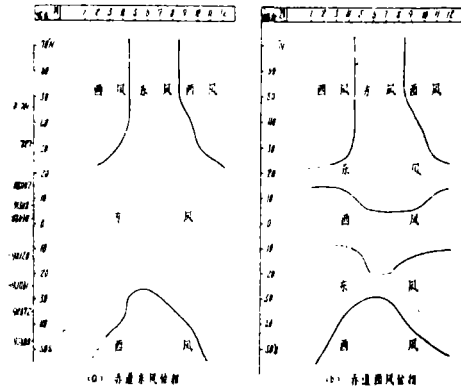


图2 1—12月30毫巴新加坡各月纬向风为东风(a)或西风(b)位相时,北(南)半球 140°E 附近多年纬向风逐月变化资料取自1964—1977年,每个月按赤道地区风的位相各取5例做合成风

(2) 由于赤道西风带的摆动,南、北半球低纬度东风带仅稳定存在于北半球 $15-25^{\circ}\text{N}$ 及南半球 $20-30^{\circ}\text{S}$ 之间。它与平流层中、下层由中纬度指向低纬度的温度梯度相适应而与准两年振荡位相无关(图2a、b)。

(3) 准两年振荡位相与上述南、北半球低纬地区纬向风速强度关系极为密切。即当赤道为东风位相时,低纬地区各月纬向风速均比西风位相时强,纬度越低,风速差异越大(图3a、b、c、g、h)。

2. 准两年振荡位相与南、北半球中、高纬地区纬向风向、风速变化的关系

(1) 南、北半球 25°N 以北及 30°S 以南的中、高纬地区纬向风的逐月变化具有年波的特征,风向的季节变化是与南、北半球冬(夏)季极地低(高)压的季节性建立与维护

相连系的,与准两年振荡位相无关,如(图2a、b)。

(2)然而,在北半球中、高纬地区,风速与准两年振荡位相的关系却十分明显。当冬季赤道为东风位相时,北半球高纬度 70°N 附近西风弱,而当赤道为西风位相时, 70°N 附近西风强。尤其在1月份,多年平均西风风速分别为15(34)米/秒,风速差达19米/秒。它实质上反映出北半球西风极夜急流强度与准两年振荡东(西)风位相的交替相应呈现出弱(强)的变化。而在春季3—4月,准两年振荡为东(西)风位相时,高纬西风风速强(弱),风速差达10米/秒。这可能与冬、夏过渡时期极涡崩溃和西风极夜急流消失迟(早)有关。北半球中纬度 30°N 附近冬、春风速与准两年振荡位相的关系与高纬地区相反,风速差异则春季较冬季明显(图3d、e、f)。南半球中纬度地区风速与准两年振荡位相关系不明显(图3i、j)。

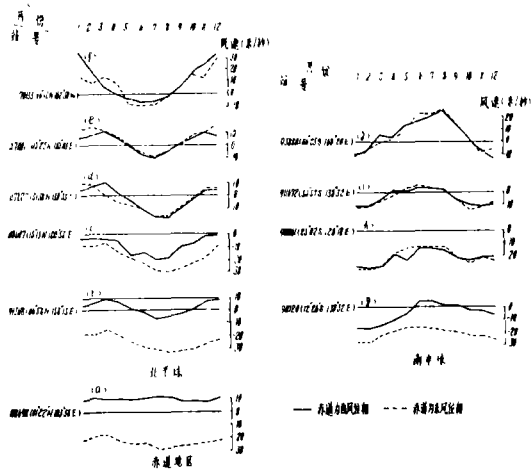


图3 30毫巴赤道地区(以新加坡—48694为代表)为西(东)风时,南、北半球代表站多年平均纬向风速的逐月变化

3. 准两年振荡位相与中低纬度最大东风带强度与位置变化

图4a、b、c、d分别为 140°E 附近30毫巴上空1、4、7、10月纬向风速廓线图,

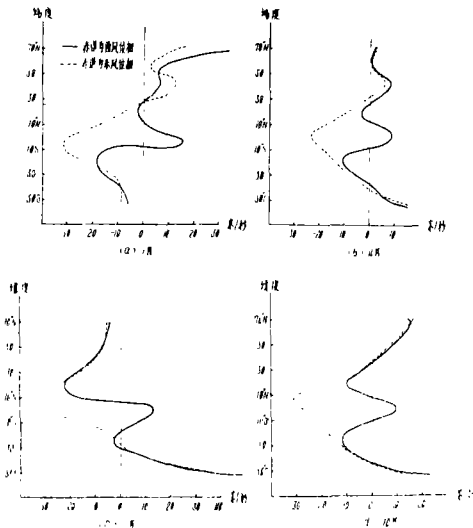


图4 各季中月 140°E 附近 75°N — 55°S 30毫巴多年纬向风速廓线图
——赤道为西风位相
-----赤道为东风位相

由图可见:准两年振荡为东风位相时,强东风带纬度低,位于赤道两侧的 10°N — 10°S 之间,随季节作南北摆动,11—3月偏于南半球,5—9月偏于北半球,即总是偏于夏季半球的。各月最强东风风速变化在—20米/秒至—35米/秒之间,1月和7月最强。3—4月最弱。

准两年振荡为西风位相时,南、北半球各有一东风带,强东风带出现在 15°N — 20°N 或 20°S — 25°S 附近;随着季节的改变,南、北半球东风带此强彼弱,相互消长,5—9月(11—3月)强东风带分别位于北(南)半球,风速相对较强,而4月和10月两者均较弱;各月最强东风风速变化于—10米/秒至—23米/秒之间,风速较东风位相时明显减弱。

因此,与赤道纬向风准两年振荡相应,南北半球中低纬度30毫巴上最大东风带的位

置与强度也存在准两年变化。当赤道为东风带控制时，由于南（或北）半球极地反气旋外围东风、赤道东风以及北（或南）半球低纬度稳定存在的东风带彼此叠加、相互作用，致使最大东风带所处纬度较低、强度偏强。而当环绕赤道出现西风带时，原先南、北半球宽广的东风带被分割为两部分，强东风带被迫相应地向北和向南移，且偏离赤道，强度则减弱。

三、夏季准两年振荡位相与前期冬春季 北半球高纬度环流的关系

关于准两年振荡位相的变化，可以从它自身的演变规律去分析^[5]，然而从季节演变的角度，我们着重分析了夏季准两年振荡位相与北半球高纬度前期冬、春环流的关系。根据西柏林自由大学出版的1964—1976年逐月（日）30毫巴北半球天气图分析，初步得到如下几点规律：

1. 冬季北半球冷中心强度及冷、暖中心强度对比与其后夏季准两年振荡位相有关：冬季，北半球30毫巴冷中心一般位于60—90°N、10°W—80°E的北极地区，暖中心则位于50—65°N、120—180°E附近。表2给出1964—1976年冬季30毫巴冷涡中心强度及冷、暖中心强度较差值与夏季准两年振荡位相的关系。此表说明冬季平流层冷涡偏冷（任意相邻两月 $\Sigma T \leq -150.0^{\circ}\text{C}$ ）及冷、暖中心较差值较大（ $\Sigma \Delta T \geq 57.5^{\circ}\text{C}$ ），其后，夏季准两年振荡为东风，反之为西风，相关概率达10/11。

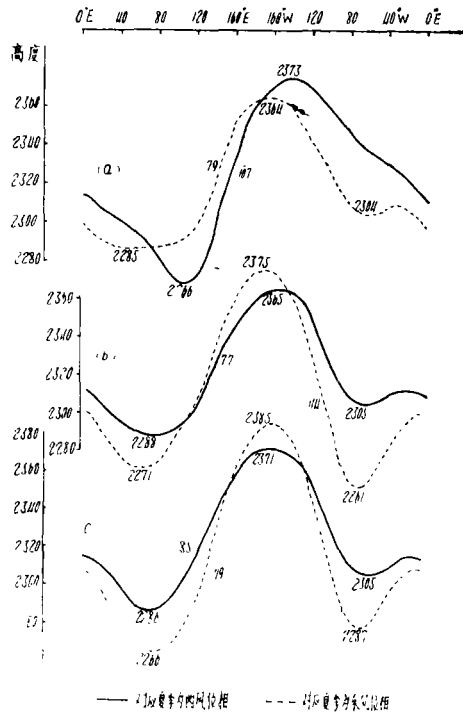
表 2

	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
冬季11—1月相邻两月冷中心强度之和（取低值）	-160.0	-160.0	-142.5	-147.5	缺	-147.5						
冬季11—1月相邻两月暖中心强度对比（最大值）	65.0	75.0	47.5	52.5	缺	52.5						
准两年振荡位相	东	西	东	东	西	东	西	东	西	东	西	东

2. 冬季（12—2月），60°N超长波活动特征与夏季准两年振荡位相的关系：从多年平均情况看，冬季北半球极为冷性涡旋控制，中高纬度盛行绕极西风环流，其上叠加了两槽两脊，主槽位于亚洲中部或西部，北美东岸还有一个槽。主脊位于北太平洋中部，它在整个冬季表现得特别强盛。此外，在大西洋中部还有一个弱脊。

将夏季为东风位相的1965、67、74、76年及西风位相的1966、69、75年分为两组。

分别讨论其前期冬季各月沿 60°N 的高度廓线合成图, 纬偏值合成图及其连续变化(图5及图6)。从中分析冬季高纬地区超长波活动与其后准两年振荡位相的关系, 可以



切, 由表3可以看出: 西风前期的3月份 ≥ 20 米/秒西风风速范围比较小, 只在部分经度范围内出现。而在东风前期, 这支强西风几乎是环绕整个北半球的, 最大风速轴大多在 $65-70^{\circ}\text{N}$ 附近。我们分析巴罗($71^{\circ}18'\text{N}$, $156^{\circ}47'\text{W}$) 西风风速得出类似的关系。如以12.0米/秒风速为界, 3月风速大(小)与其后准两年振荡位相的东(西)风位相相关概率达13/15。

表3 3月北半球西风强度与准两年振荡位相

年 份 项 目	64	66	68	70	72	74	76	78
	65	67	69	71	73	75	77	
3月 ≥ 20 米/秒	绕报	绕报	区域	区域	区域	区域		
风速的强度范围	区域	绕报	绕报	绕报	绕报	绕报	绕报	
巴罗 (Barrow)	11.8	6.6	26.6	15.8	22.6	10.8	26.0	1.9
3月 西 风 风 速	29.4	41.4	11.3	0.7	12.2	39	12.0	
准 两 年 振 荡 位 相	西 东	西 东	东 西	东 西	东 西	东 西	东 东	西

4. 北半球30毫巴上空高压中心进入极地的日期与其后夏季准两年振荡位相的关系: 平流层环流从冬到夏的转变往往是以高压中心进入极地的日期作为标志的, 分析这一转变与夏季赤道风位相关系, 列于表4。

表4 北半球30毫巴极地高压建立日期与夏季准两年振荡位相

年 份	59	61	63	65	67	69	71	73	75
	60	62	64	66	68	70	72	74	76
30毫巴极地高	23/3	19/3	29/4	24/4	1/5	18/4	20/3	缺	22/3
压建立日期	10/4	28/4	20/3	9/4	29/4	11/4	16/4	25/3	6/4
准 两 年	西	西	东	东	东	西	西	西	西
振 荡 位 相	东	东	西	西	东	东	东	东	东

由表可见, 极地高压建立早的, 其后夏季皆为西风位相, 极地高压建立迟的, 其后为东风位相。如以3月25日为界, 相关概率达15/17, 仅66、69年例外。

四、讨 论

(1) 平流层高、低纬度风场资料都不同程度地表现出准两年周期性变化, 但是这种变化在中低纬度风向风速方面表现最为明显。

(2)赤道纬向风东(西)位相的准两年变化,实质上是由于环绕赤道的环流是为东(西)风带的准两年交替。与此相应,平流层低纬度最大东风带发生趋近(偏离)赤道的南北向摆动,强度也发生强(弱)的准两年变化。由此可以认为:平流层赤道环流状况支配着中低纬度环流形势的大局,也必然影响到其下层的环流产生相应的特征。事实上近年来国内外关于准两年振荡位相与平流层底层及对流层中层东、西风带位置、强度及亚速尔高压^[2]、西太平洋付高^[4]等的关系分析,充分证明其间存在着良好的对应关系及相互作用。因此,准两年振荡位相可以做为描写平流层中低纬度环流形势特征的一个重要参数,并根据它分析平流层中低纬度环流与对流层环流的相互关系。

(3)既然平流层赤道环流状况支配着中、低纬度环流形势的大局,而且它显示出准两年周期性变化,那么它是因何改变的呢?我们已经注意到了30毫巴纬向风位相转变,特别是从东风向西风的转变,大多发生在两半球(主要是北半球)冬季,赤道准两年振荡位相与冬、春高纬度风速,超长波活动及极地反气旋的建立都有相当密切的关系。因此,我们设想,赤道风位相的转变,可能是由于南北半球大型涡旋相互作用的结果。而冬季极地对流层能量向上传输导致的平流层爆发性增温过程和与此相联系的高低纬度超长波活动则可能是引起赤道环流转变的触发因子。

最后,对章基嘉老师一向给予的支持、鼓励与指导表示衷心的感谢。

本文于1979年3月完成初稿。

参 考 文 献

- [1] Holton, 动力气象学引论, 中国人民解放军空军气象学校译。
- [2] Ebdon R.A. The quosi-biennial Oscillation and its association with tropospheric circulation patterns, Met·Mag· 104 (1975) p282—297.
- [3] A.J.Miller, J.K.Angell and J.Korshover Quasi-Biennial Oscillations in Tropospheric Enengy, Mon·Wea·Rev Vol 102 No.5 (1974) p390—393.
- [4] 葛玲、刘玳等, 6、7月平流层环流特征及其与对流层环流与天气关系的初步讨论, 1979年3月(油印本)。
- [5] B.N.Parkev The quasi-biennial ascillation in tropical stratospericwinds; a wethod of forecasting, Met Mag 105 (1976) p134—142.