

低层平流层高低压中心的分布特征^{①②}

贺慧霞 瞿章

(中国科学院兰州高原大气物理研究所, 甘肃省兰州市 730000)

提 要: 本文应用德国自由柏林大学气象研究所的北半球平流层资料, 分析了多年各月平均图上的高低压中心, 然后统计在各纬带和在各区块上的频数, 得到两个主要结果: (1) 北半球低层平流层高压中心在夏季经常出现于极圈, 而低压中心在冬季也经常出现于极圈, 连同大规模东西风风系的转换, 两者形成强烈的反相季变; (2) 高压中心在冬季还经常出现于太平洋等地区。这说明地表海陆分布的热力不均匀, 在紧贴着对流层低层的平流层里也有所反映。

关键词: 低层平流层; 高低压中心频数。

1 引 言

70 年代以来, 随着低层平流层资料的增多, 人们对低层平流层大气环流的认识也不断加深^{〔1—6〕}。

在北半球低层平流层里冬季极区由冷性低涡控制, 高中纬广阔地带盛行西风; 夏季极区由暖性高压控制, 盛行东风。此种北半球高、中纬广阔地带冷低/暖高压系统和盛行风系冬/夏截然反相的转换, 堪称规模最大的平流层季风。这是对对流层所不出现的^{〔7—8〕}。

本文从低层平流层各层高低压中心频数时空分布角度, 进一步充实上述的讨论。

2 资料和方法

本文应用德国自由柏林大学气象研究所北半球 10, 30 和 50 hPa 三层 10° — 90° N 纬间, $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 网格点月平均高度场 20 年 (1958 年 1 月—1977 年 12 月) 资料 (其中 10 hPa 资料仅到 1971 年 12 月), 利用计算机首先寻找出高、低压中心及其位置, 然后分别统计这些中心在各月各纬带上的分布。此外, 还把北半球划分成若干区块, 如图 3b 所示。其中 80° N 以北的极圈为一个区块, 85° — 75° N, 75° — 65° N 和 65° — 55° N 三个纬圈带分为 8 个区块, 55° — 45° N, 45° — 35° N, 35° — 25° N 和 25° — 15° N 四个纬圈带分为 16 个区块, 然后统计落在各区块上的高低压中心频数, 取其独立的最大频数中心 ≥ 3 次的位置及其各月连线, 即得到周年演变图。

① 1992 年 11 月 3 日收到, 1993 年 3 月 6 日收到修改稿。

② 国家自然科学基金资助项目。

需要说明的是, 在统计各纬带上出现高压或低压中心的频数时, 有时其数值尾数会出现 0.5 次, 其原因有: (1) 当一个高压或低压中心落于所划定区块的东西或南北边界上时, 对此相邻两个区块各计 0.5 次; (2) 当 10°N 带以北的资料形成了其南边界上不闭合的高或低压中心时, 按 0.5 次计。

3 低层平流层各层高低压频数在各纬带上的累年逐月分布

3.1 低层平流层各层低压频数在各纬带上的累年逐月分布

表 1a—c 是 10, 30 和 50 hPa 上低压频数在各纬带上的累年逐月分布。由表 1a 可见, 在 10 hPa 上, 低压中心主要出现在冬半年(9—4 月) 75°N 以北的极冠地区, 其次大带位于 $40^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$, 其频数值不到极冠地区的 $1/10$ 。至于夏半年低压频数本身就很很小, 比冬季的出现频数约小 10 倍。10 hPa 上多年月平均低压中心主要出现在当年 11 月到次年 4 月的 6 个月里, 一般约为每月 40 次/14 年左右, 5, 9 和 10 月过渡为约每月 20 次/14 年左右。北半球 6—8 月月平均 10 hPa 上不出现低压中心, 或者说在 5—8 月 65°N 以北不出现, 在 6—10 月 65°N 以南不出现。

表 1 低层平流层低压中心多年逐月频数分布

Table 1 The distribution of frequency of low pressure centres for secular month by month in the lower stratosphere.

(a) 10 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	5—8	9—4
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$	1	1		2					7	7	2	6	26	0	26
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	35	31	30	10					12.5	11	32	23	184.5	0	184.5
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	3	3	2	10					0.5	1	4	3	26.5	0	26.5
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$		1	2	3	3								9	3	6
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$		1		5	10								16	10	6
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$				11.5	6						1	1	19.5	6	13.5
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$	1	3	5	0.5	1						1.5		12	1	11
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$				4	2						0.5		6.5	2	4.5
Σ	40	40	39	46	22	0	0	0	20	19	41	33			

(b) 30 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	5—8	9—4
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$	5	2	1	1					3	7	3	8	30	0	30
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	39	51	41.5	12.5	3			3	37.5	22	41	31	281.5	6	275.5
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	3	4	8.5	6.5	1				2.5	1	7	4.5	38	1	37
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$	2		2	15	4			1				0.5	24.5	5	19.5
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$			1	9	11						0.5		21.5	11	10.5
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$			2	3	3.5						0.5		9	3.5	5.5
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$			0.5		0.5						0.5		1.5	0.5	1
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$	2	2	2.5	3								2.5	12	0	12
Σ	51	59	59	50	23	0	0	4	43	30	52.5	46.5			

(c) 50 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	5—8	9—4
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$	3	5	1	1	1			1	4	6	3	7	32	2	30
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	36	41	40	21	5.5			22.5	33.5	30	38	29	296.5	28	268.5
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	5	1	7	9	8			14.5	3.5	1	6	7	62	22.5	39.5
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$	2		3	12	19	4	1	19				1	61	43	18
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$	1		1	10	19	6		1			0.5		38.5	26	12.5
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$				1	8						1		10	8	2
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$	0.5				0.5								1	0.5	0.5
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$	1.5	2	4	4	3						2	1	17.5	3	14.5
Σ	49	49	56	58	64	10	1	58	41	37	50.5	45			

由表 1b 可见, 30 hPa 低压中心频数主要集中于 9—4 月冬半年的 75°N 以北的极冠地区。5 月过渡期为冬季各月的约一半。6, 7 和 8 月没有或很少有低压中心出现。

表 1c 所示的是 50 hPa 上的低压频数分布特点, 与 10 和 30 hPa 相似, 只是在 $40^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$ 另有一大值出现。

3.2 低层平流层各层高压频数在各纬带上的累年逐月分布

表 2a—c 是 10, 30 和 50 hPa 上高压频数在各纬带上的多年累年逐月分布。由表 2a 可见, 在 10 hPa 上, 就纬带分布来说, 高压中心频数的分布有两个集中带: 一是夏季 4—8 月的 75°N 以北的极冠地区, 另一个是 $35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$ 的副热带。就纬带的夏季(4—8 月)和冬季(9—3 月)分季而言, 夏季高压中心主要集中出现在 75°N 以北的极冠地区, 在 $35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$ 的副热带有次大中心; 冬季突出地集中出现在副热带, 极冠地区不再出现另一个集中区。

就不分纬带的高压逐月分布而言, 以 4 月春季最多, 秋、冬季其次, 夏季最少。但在夏季, 如 6—8 月, 高压中心主要出现在 65°N 以北的极冠地区, 在中低纬没有出现。还有一点值得提出, 低层平流层冬季特有的 SSW 过程是一种 30—60 天低频振荡, 但这种形势的维持时间通常是跨月的, 所以尽管在这 20 年中有近 10 次 SSW 过程, 但在 1 月份月平均图上, 75°N 以北只出现了 3 次。

由表 2b 可见, 30 hPa 夏半年高压中心频数极大值出现在 75°N 以北的极冠地区和 $45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$ 纬带; 冬半年极大值只出现在以 $35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$ 为中心的中低纬带。表 2b 不分纬带的月分布与表 2a 相类似。

由表 2c 可见, 50 hPa 上高压中心频数全年和夏、冬季在各纬带的分布特征与 10, 30 hPa 基本相似, 只是略分散一些。

4 低层平流层各层高低压中心的周年演变

4.1 10 hPa 高低压中心的周年演变

图 1a 是 10 hPa 月平均低压中心的最大频数中心的周年演变。由图可见, 低压中心的最大频数在 9—10 月位于北极点, 11, 12 和 1 月出现在 80°N , 22.5°E , 2—3 月出

表 2 低层平流层高压中心多年逐月频数分布

Table 2 The distribution of frequency of high pressure centres for secular month by month in the lower stratosphere

(a) 10 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	4—8	9—3
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$				1	11	13	11	5					41	41	0
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	3			24	8.0	1	5	23.5					64.5	61.5	3
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	1	2	3	3				1.5					10.5	4.5	6
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$	4	4.5	3	1						1	4	3	20.5	1	19.5
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$	9	2.5	3	3					9	1	6	8	41.5	3	38.5
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$	3	3	2	5	8				30	5.5	2	2	60.5	13	47.5
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$	10	8	13	25	12				1	27.5	9	11	116.5	37	79.5
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$	18	15	16	8						11	21	12	101	8	93
Σ	48	35	40	70	39	14	16	30	40	46	42	36			

(b) 30 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	4—8	9—3
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$				1	13	17	15	8					54	54	0
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	3			24	14	7	11	31					90	87	3
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	1		3	10	2			4					20	16	4
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$	1.5	3	7	5				6			1		23.5	11	12.5
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$	8.5	10.5	6	2	2			1	17.5		3	10	60.5	5	55.5
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$	1	4	3	4.5	9				51.5	15	4	3	10.0	13.5	86.5
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$	13	10.5	9.5	31	4					51	32	11.5	162.5	35	127.5
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$	20.5	26.5	20	6.5	2					2	28	26.5	132	8.5	123.5
Σ	53.5	54.5	48.5	84	46	24	26	50	69	68	68	51			

(c) 50 hPa															
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ	4—8	9—3
纬度带															
$>85^{\circ}\text{N}$				2	4	10	4				0.5		20.5	20	0.5
$85^{\circ}-75^{\circ}\text{N}$	3			21	35	30	42	24.5					155.5	152.5	3
$75^{\circ}-65^{\circ}\text{N}$	1		1	4	7		2	11.5					26.5	24.5	2
$65^{\circ}-55^{\circ}\text{N}$		1	2	3	5			8					19	16	3
$55^{\circ}-45^{\circ}\text{N}$	2	2	3.5	2	3.5	1	1	47	1			1	64	54.5	9.5
$45^{\circ}-35^{\circ}\text{N}$	4	5	0.5	1	21	6		11	74.5	7	2	4	136	39	97
$35^{\circ}-25^{\circ}\text{N}$	7.5	4	5	31	46					70	29	9	201.5	77	124.5
$25^{\circ}-15^{\circ}\text{N}$	32	26	30	30	2.5					4	28.5	40	193	32.5	160.5
Σ	49.5	38.5	42	94	124	47	49	102	75.5	81	59.5	54			

现在 80°N , 22.5°W , 4 月出现在 70°N , 67.3°E 处, 5 月移向亚洲南部, 但其频数不再成为 >3 次的最大中心, 所以尽管从表 1a 上可以看到在中低纬还存在一些低压中心, 但它们并不能集中并形成频数 >3 次的最大频数中心。以下对这种情况不再专门指出。

图 1b 是 10 hPa 月平均高压中心最大频数中心的周年演变。由图可见, 高压中心的最大频数中心从 4(或 3)月开始在极区活动并持续到 8 月, 9—3 月在 25° — 65°N 的太平洋地区活动。

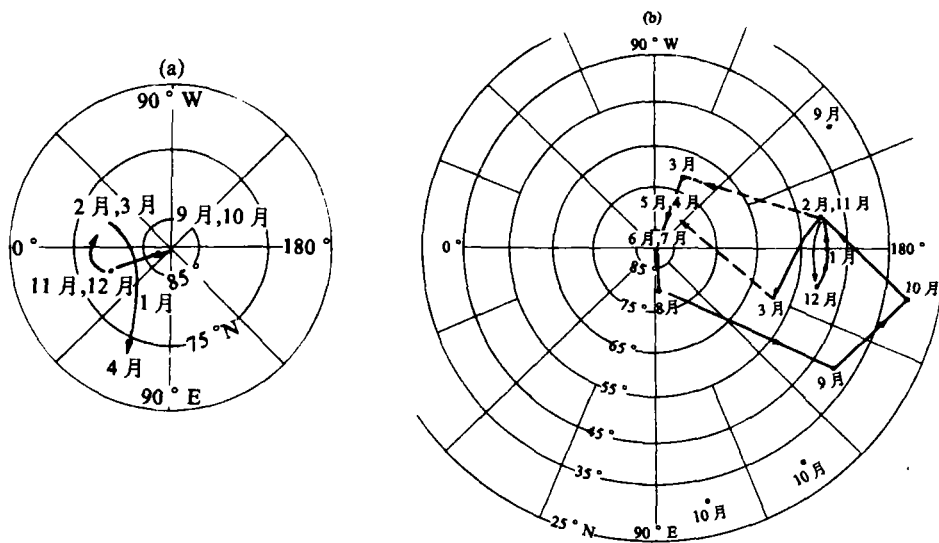


图 1 低层平流层 10 hPa 高低压中心最大频数中心的周年演变
a. 低压中心, b. 高压中心

Fig. 1 The annual evolution of the centres of maximum frequency of the low and high pressure centres at 10 hPa in the lower stratosphere.
a. The centres of lower pressure, b. The centres of high pressure.

对比图 1a 和图 1b 可以发现, 当北半球夏季(4—8 月)高压进入 80°N 以北的极区活动时, 低压很少出现; 当北半球冬季(9—3 月)低压在 80°N 以北的极区活动时, 高压南撤到太平洋上空活动。由此可小结为两点: (1) 在 80°N 以北的极区, 4—8 月和 9—3 月分别有高压和低压的最大频数中心存在, 两者形成强烈的反相季变。(2) 冬半年高压的最大频数经常在太平洋地区活动, 而夏半年低压则很少出现。

4.2 30 hPa 高低压中心的周年演变

图 2a 是 30 hPa 上低压的周年演变。由图可见, 9—3 月, 低压中心的最大频数在 80°N 以北的极圈活动, 4 和 5 月逐渐出现在亚洲大陆上。

图 2b 是 30 hPa 上相应的高压周年演变。由图可见, 高压从 4 月开始一直在 80°N 以北的极区活动, 直到 8 和 9 月迅速撤到 45°N 以南, 并有三个集中地区, 即太平

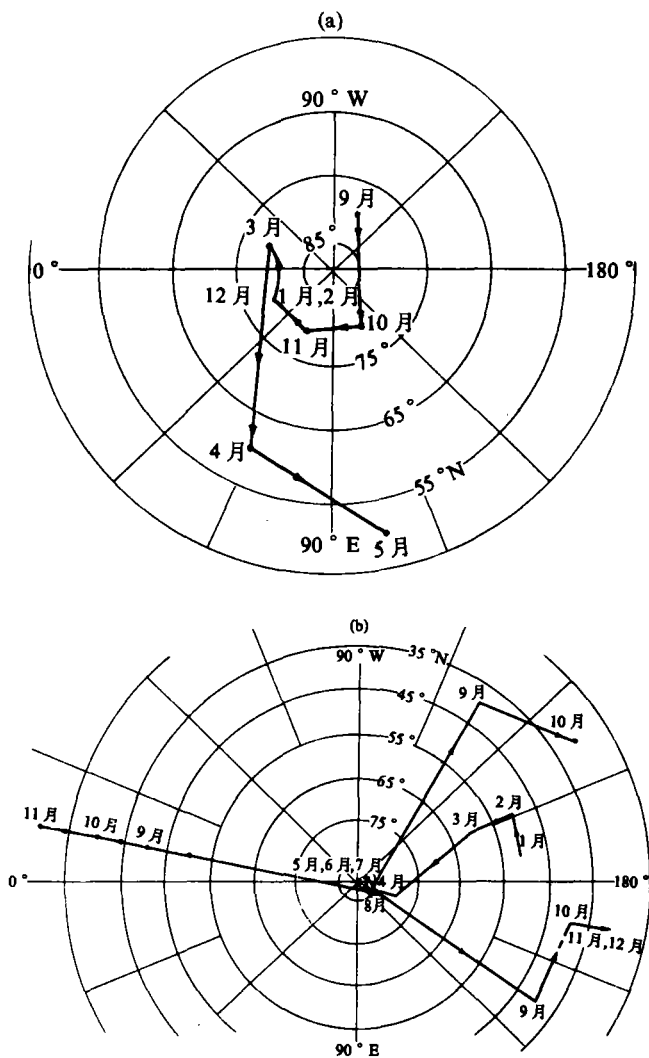


图 2 低层平流层 30 hPa 高低压中心最大频数中心的周年演变

a. 低压中心, b. 高压中心

Fig. 2 The same as Fig. 1 but for 30 hPa.

洋、大西洋和美洲地区, 它们一直有规律地持续到 11 或 12 月, 1—3 月份主要集中区只在太平洋地区。

对比图 2a 和图 2b 可以发现: (1) 在 80°N 以北的极区, 4—8 月和 9—3 月都分别有高压和低压的最大频数中心存在, 在 30 hPa 上两者强烈的反相季变同样存在。(2) 冬半年高压经常维持的地区有太平洋、大西洋等三个地区。

4.3 50 hPa 高低压中心的周年演变

图 3a, b 是 50 hPa 上低压和高压的周年演变。由图可见, 在 80°N 以北的极区, 低压中心出现在 9—3 月, 高压中心出现在 5—8 月, 两者形成强烈的反相季变。冬半年高压在包括太平洋、大西洋地区的中低纬上空, 形成 5 个相对集中的最大频数中心。

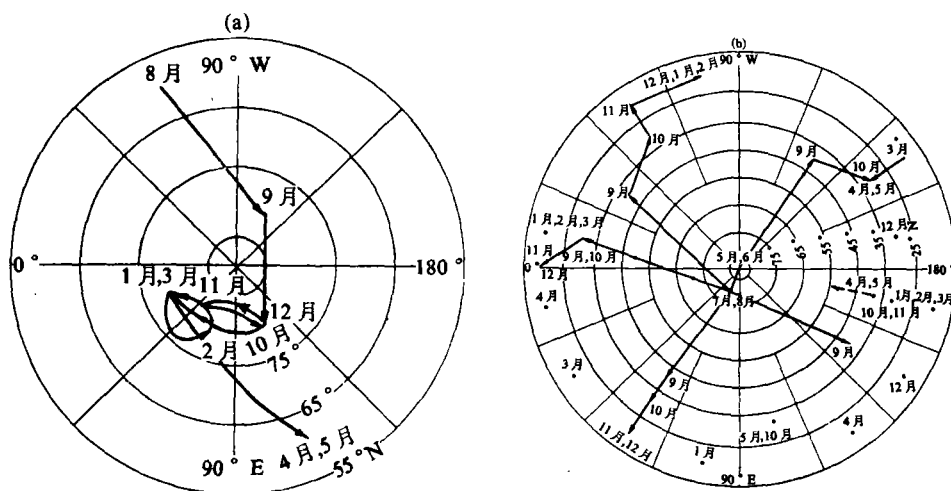


图 3 低层平流层 50 hPa 高低压中心的最大频数中心的周年演变

a. 低压中心, b. 高压中心

Fig. 3 The same as Fig. 1 but for 50 hPa.

5 结论与问题讨论

通过以上分析本文得到以下几点结果:

(1) 从逐月频数分布的统计看低层平流层低压中心主要出现在冬半年(9—3月)75°N 以北的极冠地区; 低层平流层高压中心主要出现在夏半年(4—8月)75°N 以北的极冠地区; 两者形成强烈的反相季变。

(2) 低层平流层低压中心最大频数主要出现在冬半年, 除极冠地区外, 在 65°—35°N 带还有个次大带; 低层平流层高压中心最大频数也主要出现在冬半年, 在 35°—25°N 最大, 次大带在极地。

(3) 在 10—30 hPa 高低压中心的最大频数中心的周年演变图上 4—8 月高压最大频数中心位于 80°N 以北的极圈内, 9—3 月低压中心的最大频数中心位于 80°N 以北的极圈内, 两者形成强烈的反相季变; 此外, 9—3 月高压最大频数中心在 10 hPa 上位于太平洋的 20°—60°N 纬带上。在 30 hPa 上则有包括太平洋在内的三个相对最大中心。50 hPa 的上述特征也相类似。

(4) 此外, 低层平流层各层上的高压中心在冬季还经常出现在太平洋等地区, 这可能说明地表海陆分布的热力不均一, 在贴近对流层低层的平流层里也有所反映。

致谢: 德国自由柏林大学气象研究所 K.Labitzke 教授提供低层平流层资料, 吴统文同志协助处理确定高低压中心的计算程序, 谢银水同志协助处理部份资料, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- (1) Holton, J. R., The Dynamic Meteorology of the Stratosphere and Mesosphere, Lancaster Press, U. S. A.,

- 1975, P. 1—10.
- (2) David, G. Andrews and James R. Holton, Middle Atmosphere Dynamics, Academic Press, Inc. (London) LTD, 1987, P. 1—20.
- (3) Labitzke, K., On the interannual variability of the middle stratosphere during northern winters, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1982, **69**, P. 124—139.
- (4) Labitzke, K., Sunspots, the QBO, and the stratospheric temperatures in the north polar region, *Geophys. Res. Lett.*, 1987, **14**, P. 535—537.
- (5) Labitzke, K. and H. Van Loon, Recent work correlating the 11-year solar cycle with atmospheric elements grouped according to the phase of the Quasi-Biennial Oscillation, *Space Science Rev.*, 1989, **49**, P. 239—258.
- (6) Van Loon, H. and K. Labitzke, Association between the 11-year solar cycle, the QBO, and the atmosphere. Part IV: Correlation with ungrouped data in the stratosphere of the Northern Hemisphere, *J. Climate*, 1990, **3**, P. 827—837.
- (7) 翟章等, 北半球平流层月平均环流的若干基本事实, 高原气象, 1988年, 第7卷、第2期, 166—176页。
- (8) 翟章、贺慧霞等, 北半球50 hPa 平均环流的若干特征及其与500 hPa的某些关联, 高原气象, 1990年, 第9卷、第4期, 424—431页。

THE DISTRIBUTION OF THE HIGH AND LOW PRESSURE CENTRES IN THE LOWER STRATOSPHERE

He Huixia Qu Zhang

(Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000)

Abstract: In this paper, the northern hemisphere stratospheric data of the Meteorological Institute, Free University Berlin, Germany, have been used to analyse the high and low pressure centres at monthly mean map for each month over 20 years, and then to count statistically its frequency on each latitude zone and its frequency on the block areas. The two main results are as follows:

(1) In the lower stratosphere of the northern hemisphere, the centres of high pressure prefer to occur over the polar region in summer; the centres of low pressure also prefer to occur over the polar region in winter. These facts, connect with seasonal transition of the large-scale westerly and easterly wind system, the out of the phase of very intense seasonal transition is formed in the lower stratosphere. This seasonal transition of large-scale wind system called stratospheric monsoon.

(2) In winter the centres of high pressure in the lower stratosphere prefer to occur over the Pacific etc., this fact reminds the difference heating by the land and sea, and can reflect in the lower stratosphere which is adjacent to the troposphere, too.

Key words: Lower stratosphere; The frequency of the high and low pressure centres.