

国家气象中心新旧业务系统 月平均环流资料的比较

李小泉

(中央气象台)

彭京备 王秀荣

(北京气象学院)

提 要

从1991年1月份起，国家气象中心的业务数值预报模式由B模式改为 T_{42} 模式。本文利用1990年新旧业务系统并行的资料，对新旧模式计算的月平均环流资料的系统误差进行统计分析。结果表明，在北半球相当大范围内 T_{42} 与B模式分析的500 hPa和100hPa高度场存在系统性偏差，且100hPa表现得更明显。在使用上述资料时，需注意加以订正。

一、引言

在气候学研究和长期天气预报工作中，往往要用到较长时期的资料，因而必须注意所用资料的均一性。否则，由于各个时期资料来源不同、客观分析方法不同等所形成系统性偏差，就可能得出不正确的甚至是错误的结论，这是做好气候分析和长期天气预报工作的重要前提⁽¹⁻³⁾。

多年来，国家气象中心（中央气象台）计算和提供的各层次月平均环流资料，一直是各级气象台站开展长期天气预报的基本资料之一。求月平均环流所用的逐日格点资料的来源有过几次变动，至1991年7月，国家气象中心开始广播由 T_{42} 模式的逐日客观分析初始值求得的各层环流平均格点值，11月起取代由B模式客观分析值所计算的平均场。

1990年1月份以来，国家气象中心的 T_{42} 模式和B模式数值预报计算业务并行，我们利用1990年1—12月相同时期两者的客观分析结果进行比较分析⁽⁴⁾，以考察两者差异的大小及其时空分布特征。这对于正确接续使用国家气象中心新旧业务系统的平均环流资料，进行必要的系统性偏差订正，是很有好

处的。

二、资料

本文所用的北半球月平均环流资料，其网格点与中央气象台广播的环流资料网格点相同，即取10°（经度）×5°（纬度）的格点间距，70°—80°N为方形网格，10°—65°N为菱形网格。除使用1990年1—12月 T_{42} 模式和B模式的逐日客观分析加工成月平均值（以下分别简称 T_{42} 和B）进行比较之外，对500 hPa和100hPa还分别取欧洲中心（简称EC）和华盛顿（简称K WBC）相同时期的客观分析场（也由逐日格点报求月平均后得到）进行对照。EC由于只有20°N以北的500hPa高度格点报，故在10°N和15°N用K WBC的同期资料补齐。环流的气候值亦取中央气象台现用的多年平均，即500hPa为1951—1980年，100hPa为1956—1985年。

三、 T_{42} 与B模式500hPa客观分析月平均高度差的时空分布

图1是1990年1—12月 T_{42} 与B模式500 hPa客观分析月平均高度的平均差值图。由图可见，在北半球的绝大部分地区，其平均

差值为负，说明总的来看，B模式的500hPa高度客观分析要较 $T_{4.2}$ 偏高，但在太平洋和大西洋北部，即大致相当于阿留申低压和冰岛低压附近的地区出现了两个正区，中心的最大值分别为19和9gpm，表明B模式对这两个低压系统的分析往往要较 $T_{4.2}$ 强而深。而在东半球的欧亚大陆至极地、北非及大西洋的大部份地区，平均偏差值均 <-10 gpm，其中北非附近负偏差值最大，达到 -30 gpm，说明B模式对北非高压的分析也往往较 $T_{4.2}$ 明显偏强。其它地区，例如美洲大陆大部份为负偏差，其平均差值均较小，大多在5gpm以下。

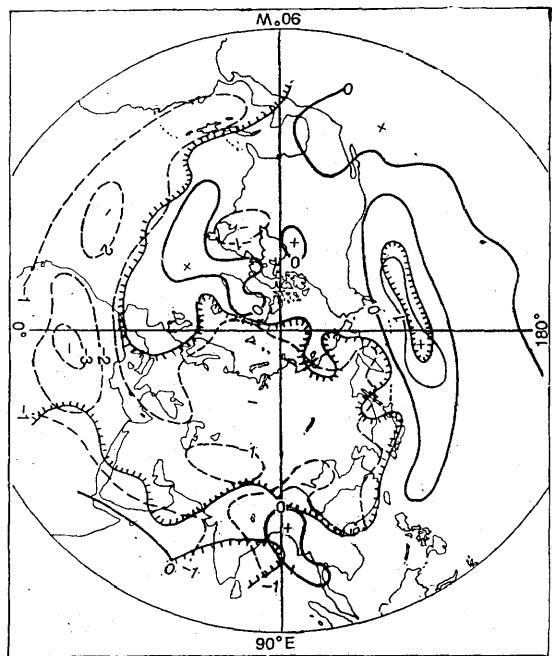


图1 1990年1—12月 $T_{4.2}$ 与B模式500hPa高度客观分析的平均差值(单位:10gpm)
锯齿为t检验超过信度0.01的区域

为考虑上述平均结果的代表性，我们统计了 $T_{4.2}-B$ 的频数分布，图2给出2/3以上的月数(≥ 8 个月) $T_{4.2}-B$ 为正、负、零的区域。由图可见，欧亚大陆和大西洋南部以及北美东北部大多数月份为负值，其中欧亚大陆中部及北非及南大西洋东部12个月 $T_{4.2}-B$

均为负值。而太平洋北部阿留申群岛以南地区在12个月中则有8个月以上 $T_{4.2}-B$ 为正值。与图1对照可以看出，12个月中有8个月以上 $T_{4.2}-B$ 为正或负的区域，与平均差值在10gpm以上的区域大致相当。而在北美大部和太平洋东西两侧部分地区，大多数月份 $T_{4.2}$ 与B模式的客观分析值相同的月数在一半以上，这些地区 $T_{4.2}-B$ 的平均差值均在5gpm以内。

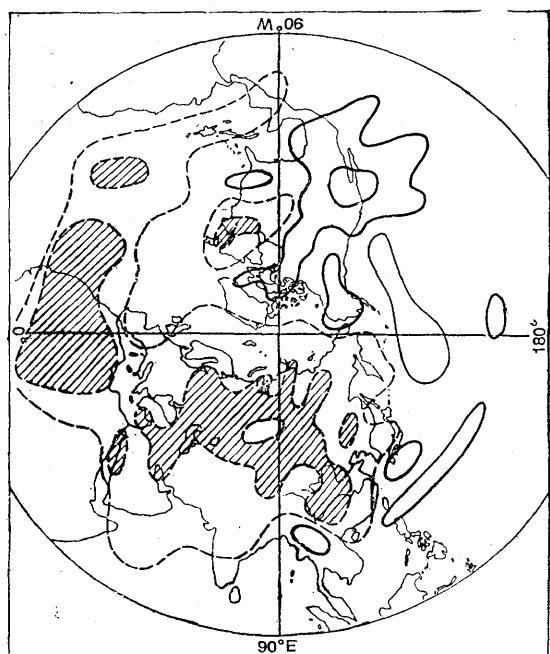


图2 1990年500hPa月平均高度与8个月以上
(阴影为12个月) $T_{4.2}-B$ 为零(粗实线)、
负(虚线)、正(细实线)的区域

我们进一步对图1的数值进行t检验。根据下式：

$$t = \frac{\bar{x} - x_0}{\sigma} \sqrt{n-1}$$

计算了全部网格点的统计量t。式中x代表某网格点上 $T_{4.2}$ 与B模式客观分析的差值； \bar{x} 为12个差值的平均； σ 为差值的均方差； $n=12$ 。当信度 $\alpha=0.01$ 时， $t_a=3.106$ 。假定 $T_{4.2}$ 与B模式的客观分析值没有差异，取 $x_0=0$ 。计算表明， $t>t_a$ 的区域与 $T_{4.2}-B$ 的数

值在 10gpm 以上的区域十分接近(见图1)，这进一步说明，上述区域存在 $T_{4.2}$ 与B模式的客观分析场，确实存在着系统性的偏差。

在1990年的12个月中， $T_{4.2} - B$ 为负的网格点占总数的57.9%，差值为零者占31.1%，而差值为正者仅占11.0%； $|T_{4.2} - B| \leq 10\text{gpm}$ 的网格点占总数的79.4%，而 $|T_{4.2} - B| \geq 40\text{gpm}$ 的网格点，只占1.2%。这也表明，大多数情况下B模式客观分析的500hPa高度要较 $T_{4.2}$ 高，但两者相差的数值不算大，绝大多数情况下月平均值相差 10gpm 或以内。

$T_{4.2} - B$ 的季节变化并不明显(表略)。一般来说，各个月份差值为零的网格点占25%—35%，B模式高于 $T_{4.2}$ 者占50%—65%，B模式低于 $T_{4.2}$ 者只占8%—15%。各月之间差值频数分布的差别可能与抽样有关，并未呈现出什么规律性。

从气候分析和长期预报的角度来看，考察 $T_{4.2}$ 与B模式客观分析值的距平趋势是否一致是十分重要的。图3给出1990年的12个月中， $T_{4.2}$ 与B模式500hPa高度客观分析的距平符号相同的月数分布。可以看到，对于北半球的绝大部分地区，12个月中两者距平符号一致的月份在10个月以上，只是在北非和大西洋东南部的不大地区，两者距平符号一致的月份才不足半数。可见，如果仅从距平趋势来看，两者还是相当一致的。

我们注意到，不同地区、不同季节500hPa高度的年际变化幅度是不相同的，为此，我们计算了每个格点上500hPa的 $T_{4.2} - B$ 与该格点相同月份均方差的比，结果表明(图略)，在 40°N 以北的中高纬度，绝大多数网格点上 $T_{4.2} - B$ 与年际变化均方差的比值在0.2以内，只是在极地、欧亚大陆内部和北太平洋的部分地区其比值才在0.3—0.5左右。而在 20°N 以南的低纬度，其比值一般在0.5以上，北非及北大西洋南部超过1.0，最大值达1.9。这表明，在低纬地区 $T_{4.2}$ 与B

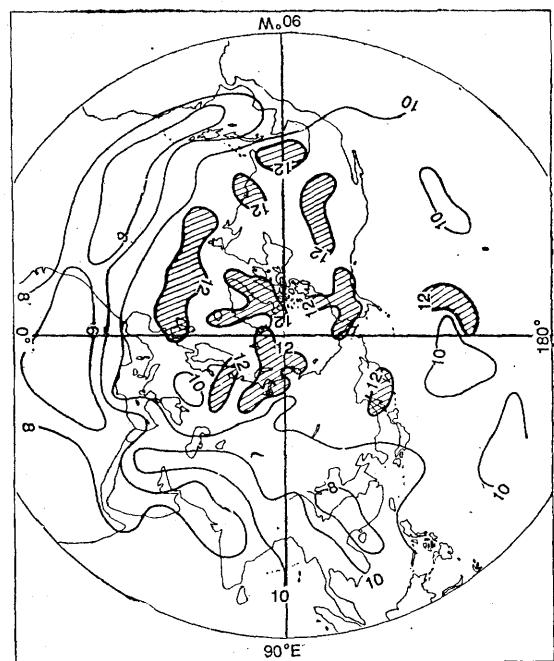


图3 1990年1—12月 $T_{4.2}$ 与B模式500hPa月平均高度距平符号相同的月数
(阴影区为12个月距平符号均相同)

模式的500hPa高度客观分析结果差别是较大的，尤其是北非及北大西洋南部地区。因而，看来这两种资料接续使用时，对低纬度地区应考虑这种系统性的偏差。

长期预报工作中，常使用各种环流特征量作为描写大气环流特征和寻找预报指标的参数。我们分别根据 $T_{4.2}$ 和B模式客观分析的500hPa月平均高度计算了3类环流特征量，并进行比较，结果如下。

1. 纬向环流指数：计算表明，无论是亚洲地区或北半球，全年每个月份 $T_{4.2}$ 的纬向环流指数(40°N 与 60°N 的纬圈平均高度差)均比B模式大，即 $T_{4.2}$ 客观分析的平均高度梯度要比B模式大一些，但差别并不大，一般为 $0.1 - 0.14\text{gpm/纬距}$ ，约相当于相同时期纬向环流指数均方差的 $1/6 - 1/7$ 。因此，可以认为，无论是北半球或亚洲区域的纬向环流指数， $T_{4.2}$ 与B模式的500hPa高度客观分析的结果差别是不大的。

表1 1990年逐月500hPa西太平洋副高指数

月份	面积指数				强度指数				平均脊线				西伸脊点			
	T _{4.2}	B	EC	NH	T _{4.2}	B	EC	NH	T _{4.2}	B	EC	NH	T _{4.2}	B	EC	NH
1	4	9	4	7	4	11	4	11	15.0	13.1	/	13	145	130	/	134
2	0	3	5	6	0	9	5	10	/	10.6	11.7	13	/	110	120	132
3	7	16	14	8	7	22	16	13	13.2	12.5	13.9	13	135	110	115	125
4	10	13	12	10	10	20	15	14	12.4	12.6	13.9	14	110	110	105	112
5	14	23	20	14	15	36	28	21	16.3	14.1	17.8	16	125	115	120	115
6	23	20	24	20	40	36	44	38	21.5	22.3	22.4	20	125	125	125	120
7	17	18	20	19	22	23	29	34	21.1	23.2	24.8	25	125	119	120	123
8	31	25	29	19	55	44	59	31	28.7	29.1	28.6	27	135	130	130	123
9	27	26	26	19	64	64	72	37	25.7	27.5	27.0	25	130	130	135	116
10	24	24	27	16	36	44	46	29	19.3	18.8	18.8	21	110	100	105	111
11	6	12	9	13	6	13	11	24	20.0	18.5	20.2	18	130	104	110	119
12	11	15	9	10	14	21	12	17	17.1	15.1	17.5	15	115	105	125	122

注：NH为1951—1990年平均值

2. 极涡指数：根据文献[4]关于极涡物理参量的设计方案计算，无论是面积指数或强度指数，各个月份B模式的值均小于T_{4.2}，这正是如图1所示B模式的客观分析500hPa高度场要较T_{4.2}为高的结果。用B模式客观分析的500hPa高度场计算的北半球极涡面积和强度指数，比用T_{4.2}的计算结果12个月平均分别小9.6和7.0，相当于各月年际变化均方差的37%和47%。我们注意到，这种差值在各个月份之间差别不大，表明这是一种系统性偏差。若加上各自的12个月平均偏差作为系统偏差订正，则两者的差值就大大缩小了，平均分别为2.5和0.9，只占各自年际变化均方差的10%和6%。从距平趋势来看，未经订正前12个月中也只有1—2个月距平符号相反，经过系统性偏差订正后，其距平趋势便完全一致了。

3. 西太平洋副高指数：表1给出根据T_{4.2}和B模式500hPa客观分析月平均高度计算的1990年1—12月上述4种西太平洋副高指数。由表可看出，一般来说，根据B模式客观分析场计算的副高面积指数和强度指数较大，平均脊线位置偏南，西伸脊点偏西。两者的平均差值，面积指数和强度指数分别为4.6和8.3，脊线位置为1.3，西伸脊点为

9.7，均达到了各项指数组年际变化均方差的50%—60%，差别是不小的。从距平趋势来看，则分别有2—4个月距平符号相反。值得注意的是，对于前3种指数，6、8、9月份，其差值与平均情况相反，根据B模式客观分析计算的副高反而面积较小、强度较弱、脊线位置较偏北。这可能是因为夏季西太平洋副高处于全年中最偏北的位置，从图1可以看出，在西太平洋30°N以北的地区，平均来说，B模式的客观分析结果，反而要较T_{4.2}偏低的缘故。由此看来，使用B模式和T_{4.2}500hPa客观分析场计算的副高指数，存在着比较明显的系统性差异，使用时必需注意。

四、T_{4.2}与B模式100hPa客观分析月平均高度差的时空分布

图4是1990年1—12月T_{4.2}与B模式100hPa客观分析月平均高度的差值平均，由图可看出，欧亚大陆和大西洋东部，T_{4.2}客观分析的100hPa高度平均低于B模式，负差值的中心在贝加尔湖附近，达-80gpm；太平洋、美洲大陆和大西洋西部地区，T_{4.2}客观分析的100hPa高度高于B模式，最大差值在太平洋的低纬度地区，为40—60gpm，与图

1所示500hPa的情况相比较，正负差值分布的趋势大体相近，但其数值则大得多。

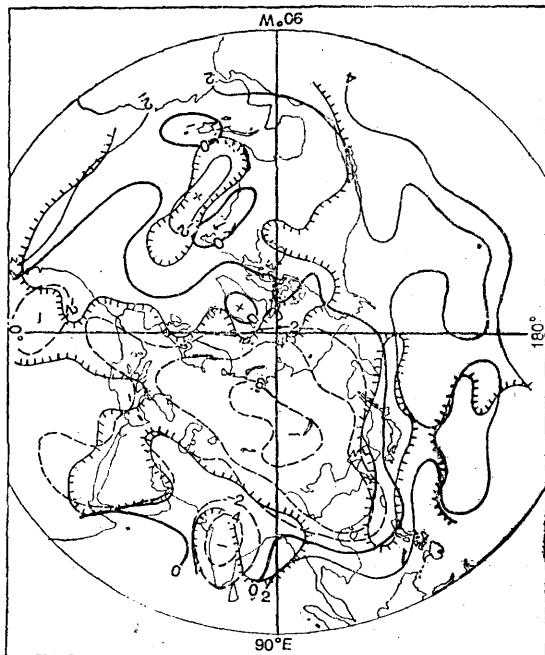


图4 1990年1—12月 T_{42} 与B模式100hPa高度客观分析的平均差值(单位:10gpm)
锯齿区为t检验信度超过0.01的区域

1990年12个月中 T_{42} 与B模式正、负差值的频数相当集中，2/3以上的月数(8个月以上)差值为正或负的区域与图4中平均差值为正或负的区域十分一致(见图5)，且12个月差值符号相同的情况占很大部分，说明这种正负偏差的分布是有代表性的。 t 检验的情况表明(图4)，除大西洋和美洲大陆及一些纬度较低的地区外，北半球大部地区的 t 统计量均超过了信度0.01，说明 T_{42} 与B模式100hPa客观分析的月平均高度场在北半球大部分地区的差异是显著的。

从 T_{42} 与B模式100hPa月平均高度差与相同网格点上100hPa高度年际变化均方差的比值来看(图略)，比值在0.5以上的地区约占北半球的一半，其中欧亚大陆中部和太平洋的低纬地区为0.8—1.0或更大。与500hPa的情况比较，比值一般也偏大。由

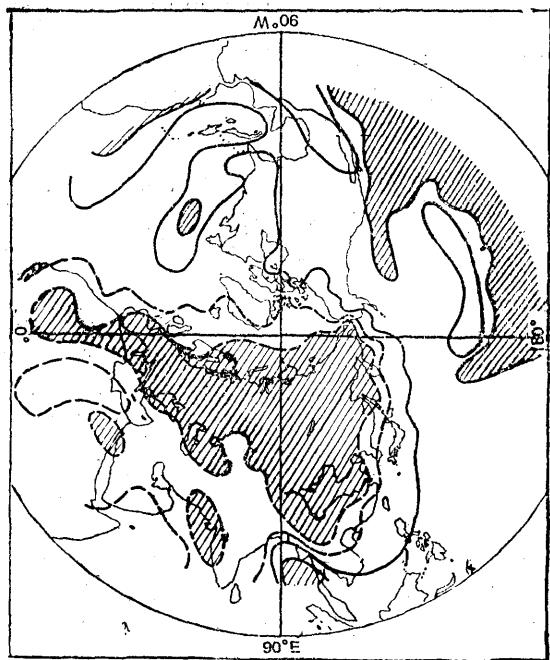


图5 1990年1—12月100hPa月平均高度 T_{42} —B为正(实线)、负(虚线)在8个月以上(阴影区为12个月)的区域

此看来， T_{42} 与B模式客观分析的100hPa月平均高度在北半球相当大的范围内确实存在系统性的偏差，且较500hPa更为显著。

不过，从距平趋势来看(图略)，在北半球的绝大部分地区，1990年的12个月中，距平符号一致的月份都在10个月以上，只在欧亚大陆比较小的区域内，两者距平符号相同的月份才在8个月以下。统计表明，两者距平符号一致率在高纬度较高，均在90%以上，中纬度较低，最低的60°N，也有80%；从季节来看则是冬半年较高(90%以上)，夏半年较低，最低的7月份，也有72%，因此，若只着眼于距平趋势，则两者还是可以接续使用的。

五、与EC和K WBC客观分析结果的比较

前述 T_{42} 与B模式500hPa和100hPa高度客观分析的差异，主要是使用的客观分析方法不同以及原始资料不完全一致所造成的，

这也是各国天气分析中心广播的环流场格点资料不完全相同的主要原因(1—3)。为进一步考察 $T_{4.2}$ 与B模式客观分析的差异，我们又把同一时期的EC(500hPa)和KWBC(100hPa)的客观分析场分别与 $T_{4.2}$ 、B模式的客观分析结果进行了比较。

图6与图7分别是 $T_{4.2}$ 与EC和B与EC500hPa客观分场的平均差值。由图可见，北半球的绝大部分地区，平均差值均在10gpm以内，且图6以负值为主，图7以正值为主。即大体看来，EC的500hPa客观分析高度在 $T_{4.2}$ 与B之间，分月的统计表明(表略)， $|T_{4.2} - EC| \leq 10\text{gpm}$ 和 $|B - EC| \leq 10\text{gpm}$ 的格点数，分别占总格点数的86.1%和91.9%，表明三者的客观分析场是比较接近的。总的来看，B模式偏高，EC居中， $T_{4.2}$ 偏低。

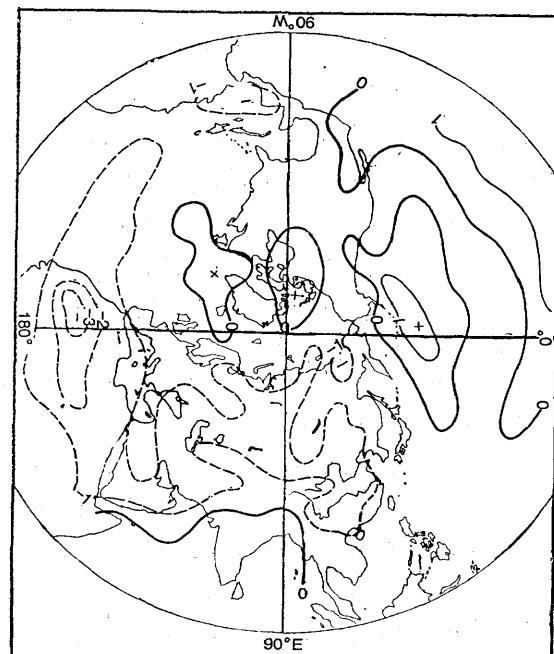


图6 1990年1—12月 $T_{4.2}$ 与EC500hPa高度客观分析的平均差值(单位:10gpm)

计算结果表明，根据 $T_{4.2}$ 、EC和B模式客观分析高度场计算的各种环流特征量之间差异的数值其量级大体相当。对于纬向环流

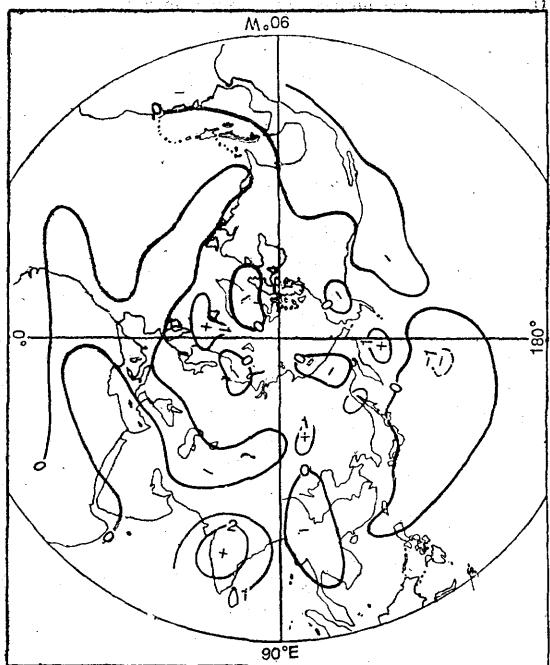


图7 1990年1—12月B模式与EC500hPa高度客观分析的平均差值(单位:10gpm)

指数，无论是北半球或亚洲地区， $T_{4.2} - B$ 为正， $B - EC$ 为负，月月如此，无一例外， $T_{4.2} - EC$ 也以负值为主，表明 $T_{4.2}$ 、EC和B模式三者计算的纬向环流指数，EC最大， $T_{4.2}$ 次之、B模式最小。对于极涡面积指数和强度指数，则总的来看是 $T_{4.2}$ 最大，EC居中，B模式最小。而对于西太平洋副热带高压，其面积指数和强度指数一般是B模式最大，EC居中， $T_{4.2}$ 最小；平均脊线位置EC偏北，B模式居中， $T_{4.2}$ 偏南；西伸脊点 $T_{4.2}$ 偏东，EC居中，B模式偏西(见表1)。

对于三者客观分析的100hPa高度，我们也作了类似的统计，其结果是就北半球大部地区来说，往往是B模式明显高于 $T_{4.2}$ 或 $T_{4.2}$ 明显高于B模式，而KWBC多居于中间的位置，只是在印度半岛和太平洋北部等少部分地区，KWBC的100hPa高度才是最低的。

表2列出了 $T_{4.2}$ 、B模式与KWBC之间100hPa高度距平符号的一致率。可以看到，

表2 $T_{42}(1)$ 、B模式(2)及KWBC(3)1990年
100hPa高度距平符号一致率

$^{\circ}\text{N}$	1与2	1与3	2与3	月	1与2	1与3	2与3
85	0.91	0.95	0.93	1	0.96	0.94	0.94
75	0.93	0.93	0.96	2	0.94	0.96	0.94
65	0.84	0.90	0.92	3	0.98	0.97	0.98
60	0.80	0.88	0.90	4	0.95	0.96	0.96
55	0.84	0.91	0.89	5	0.92	0.94	0.94
50	0.86	0.93	0.91	6	0.78	0.88	0.84
45	0.85	0.91	0.90	7	0.72	0.79	0.80
40	0.88	0.90	0.91	8	0.83	0.87	0.84
35	0.94	0.93	0.95	9	0.88	0.86	0.89
30	0.92	0.89	0.93	10	0.92	0.91	0.93
20	0.93	0.87	0.85	11	0.96	0.96	0.98
10	0.92	0.91	0.88	12	0.92	0.92	0.96

几乎对于所有的月份和纬度，距平符号一致率都在80%以上，因此，若仅就距平趋势来看，可以认为， T_{42} 、B模式和KWBC三者客观分析的100hPa月平均高度还是相当一致的。

六、结语与后记

1. 结语

① T_{42} 与B模式客观分析的500hPa和100hPa在北半球的相当大范围内，存在着系统性偏差，100hPa比500hPa表现得更明显，在使用长序列资料时，需要注意。

② EC和KWBC的资料与 T_{42} 、B模式的客观分析相比较，同样存在系统性偏差，其数量级大体相当，但如果只着眼于距平趋势，则它们是相当一致的。

③ 根据不同客观分析方法所得的格点场来计算各种环流参数有可能出现比较大的偏差，尤以副热带高压的各种参数为最明显，使用时必须注意。

2. 后记

本文初稿完成时，已是1991年下半年了，已有更多 T_{42} 与B模式客观分析的同期资料可供比较。为考查前述结果的可靠性，我们用同样的方法，求得1991年1—7月500

hPa高度 T_{42} 与B模式客观分析的平均差值（图8）。与图1比较可见，正负差值的分析十分一致，正负差值中心的位置也大体相近，只是差值的数值略小一些。表明前述有关 T_{42} 与B模式客观分析差异的分析结果是有一定代表性的，的确反映了两者的系统偏差，对今后接续使用两者的客观分析资料进行系统性偏差订正，有较好参考价值。

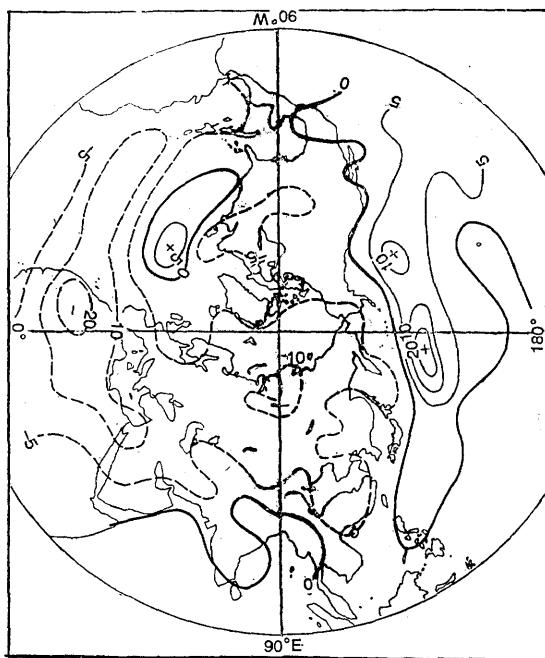


图8 1991年1—7月 T_{42} 与B模式500hPa高度客观分析的平均差值(单位:10gpm)

参 考 文 献

- (1) 陈桂英、李小泉,不同来源月平均环流资料的差异,气象,15卷1期,1989年。
- (2) D.E.Parker, Climatic change or analysts' artifice? —A study of grid-point upper-air data, The Meteorological Magazine 1980, No. 1294 Vol 109.
- (3) 袁景凤、李小泉,不同来源月平均海温资料的比较分析,气象,1985,3期。
- (4) 国家气象中心气候资料室,气候监测公报,1990
- (5) 极涡与气温长期预报课题协作组,描述极涡状态的物理参数及其气候特征的初步分析,长期天气预报论文集,气象出版社,1990年。