

初始方程三层模式业务数值天气预报初步总结

上海市气象局科研所 徐一鸣 郭永润

上海市气象局自1975年9月16日正式制作初始方程三层模式(以下简称模式)业务数值预报。本文对1975年10月1日—1978年9月30日共3年模式所作的业务数值预报的结果进行总结,得出了模式对西风槽系统的预报误差统计及太平洋副热带高压系统活动预报的成败统计,并着重考察了模式对各种不同的天气系统的预报能力。在此基础上,还对模式作出总的评价,并提出一些改进意见。最后介绍若干预报个例。

一、低槽移速及副高活动的预报效果

1.500mb低槽移速的预报偏差

为了对模式预报低压槽移动的能力作一估计,我们将500mb模式预报图上与相应的实况天气图上的低槽位置对照,得出了预报移速的偏差,并计算了各级移速预报偏差的频率(见表1)。

表1 低槽各级移速预报偏差的频率(%)

时 效	季 节	地 区	移 速 偏 差 (经度)						
			< -6	-6	-4	-2	2	4	≥ 6
				-4.1	-2.1	-1.9	3.9	5.9	
24 小时 预报	冬 半 年	南	12.1	7.1	18.9	47.0	9.0	3.7	2.1
		中	13.8	9.4	20.6	47.6	6.7	1.7	0.2
		北	9.6	14.0	14.3	49.9	5.7	4.7	1.8
		总	11.9	10.4	17.9	48.3	7.1	3.2	1.3
	夏 半 年	南	14.9	21.7	16.6	41.8	3.5	0.8	0.8
		中	15.1	11.1	21.5	47.2	2.4	1.3	1.3
		北	16.4	16.0	17.2	40.3	6.1	2.5	1.5
		总	16.0	15.4	19.0	42.7	3.8	1.8	1.4
48 小时 预报	冬 半 年	南	18.5	12.0	11.9	40.8	8.8	6.9	1.1
		中	17.6	13.4	11.0	42.9	8.3	4.8	2.2
		北	19.0	12.2	13.4	37.9	10.2	4.8	2.5
		总	18.1	12.9	12.2	40.8	8.9	5.3	2.0
	夏 半 年	南	21.9	21.0	16.5	29.7	4.0	4.8	2.2
		中	19.9	18.8	12.0	32.8	10.8	5.7	0.0
		北	18.8	16.7	13.8	31.6	10.9	3.6	5.1
		总	20.3	18.2	13.7	30.9	10.0	4.7	2.6

冬半年指11—4月,夏半年只统计了5、6、10月;南、中、北、总分别表示25—35°N、35—45°N、45—55°N及25—55°N等4个不同的纬度范围。

从表中可看出:

(1) 偏差在±2个经度范围内的频率比其它偏差的频率大,因此可以说模式对槽的移动有一定预报能力。但是最大的频率也未超过50%,说明多数槽的位置还报得不太好。

(2) 负偏差的频率远远超过正偏差的频率。

(3) 冬半年一般比夏半年报得好一些。只有中区24小时预报冬夏差不多。

(4) 中区比南北两区报得好。

2.500mb副热带高压活动的预报效果

我们以135°E以西至我国大陆地区的588线位置变化来判定副高活动。资料取自1976年7、8月和1977—1978年7—9月,除去未作业务预报或虽作预报但由于各种原因明显地计算不稳定的日子,这8个月中共有可利用的预报130次。对于副高活动的判定依据下列原则:

(1) 用24(或48)小时500mb预报场与客观分析的初始场比较,得出24(或48)小时副高的预报变化;用预报时刻的实况天气图和24(或48)小时前的实况天气图比较,定出副高的实际变化。

(2) 由于模式的网格距是300km,细微的变化是难以确定的。因此,规定588线最西端的经度变化达5°以上,为副高有西进或东退活动,否则为稳定维持;副高588线北界的平均纬度变化>3个纬度为副高有北抬或南撤活动,否则也属稳定维持。

(3) 由于低纬度地区气压场较微弱,要由绝对客观的标准来判断副高活动是很困难的,因此对一些特殊形势,我们采取几个人共同会诊的方法确定其活动性质。

由此我们计算了24小时及48小时副高各种活动情况的实际气候频率(见表2)。可以看出,副高一般来说是比较稳定的。为消除气候因素,我们计算了24和48小时的Hedike评分S(见表3),其计算公式是: $S = \frac{R-E}{T-E}$, 式中R、T、E分别为预报成功次数、总次数、气候预报成功次数。另外也统计了各类预报的准确率(报对次数/预报次数),见表4。从统计结果可以看出如下结论:

(1) 本模式对副高活动有一定的预报能力,但结果显然不能令人满意。

(2) 本模式对副高南北活动的预报比东西活动

表2 副高活动的实际气候频率

时 效	南撤	无南北 活 动	北抬	东退	无东西 活 动	西进
24小时	0.13	0.79	0.08	0.18	0.55	0.28
48小时	0.24	0.64	0.12	0.24	0.36	0.40

表3 副高活动预报的 Hedike 评分 S

月 份	24 小 时		48 小 时	
	南北活动	东西活动	南北活动	东西活动
7 月	0.6351	0.4939	0.7194	0.2716
8 月	0.3440	0.5018	0.4252	0.2956
9 月	0.6744	0.4020	0.6658	0.4710
7—9月	0.5197	0.4720	0.5798	0.3363

表4 副高各种活动预报准确率

副高活动	24 小 时				48 小 时			
	7月	8月	9月	7—9月	7月	8月	9月	7—9月
南 撤	1.00	0.57	0.60	0.64	1.00	0.78	0.83	0.84
无南北活动	0.91	0.87	0.93	0.90	0.93	0.83	0.84	0.87
北 抬	0.60	0.17	1.00	0.46	0.56	0.29	0.80	0.46
东 退	1.00	0.83	0.75	0.85	0.67	0.67	0.75	0.69
无东西活动	0.89	0.77	0.76	0.81	0.80	0.50	0.73	0.67
西 进	0.48	0.58	0.47	0.52	0.45	0.56	0.62	0.54

的预报要好，而南北活动的预报似乎48小时反而好一些。

(3) 从分类准确率表(表4)中也可以看出，一般来说对于副高南撤、东退要比北抬、西进报得好，从3年总的情况看来，西进、北抬准确率仅50%左右，很难有参考价值。

(4) 从各月来看，对副高南北活动的预报，7月、9月较8月为好；而对东西活动24小时的预报是7、8月好，48小时是9月好。

二、各种天气过程预报情况考察

除了对低槽移动预报的精度及副高活动预报作出定量的统计外，我们还考察了本模式在不同大形势背景下的预报能力。对模式的预报效果我们定了3级。系统变化趋势预报正确，槽脊移动速度48小时预报偏差在±5个经度内，定为好；系统变化趋势预报基本正确，槽脊移动速度预报偏差在5—10个经度范围内，定为一般；系统变化趋势报错，槽脊移动速度48小时预报偏差10个经度以上，或槽脊位相相反，定为差。共分了14种不同的天气过程。

欧阻槽移过程 在乌拉尔山以西的欧洲地区维持一阻高，低槽在高压脊前部东移。本模式对东亚地区

的低槽东移等天气过程均报得较差。共统计19次，其中差的13次，一般的3次，好的3次。

乌阻槽移过程 阻塞高压在乌拉尔山附近维持。本模式对这种形势下的低槽东移过程报得较好，共统计14例，模式预报好的11次，一般的1次，差的2次。

贝阻槽移过程 贝加尔湖地区维持一阻塞高压时，低槽移动过程统计3次，其中模式预报1次差，2次一般。

鄂海阻塞过程 在鄂霍次克海附近维持一阻塞高压，其上游的低槽等系统，有的情况下移动缓慢，造成环流形势无大变化，有的时候也有变化。共统计15例，模式预报好的12次(7次少动，5次槽移动)，一般的1次，差的2次。

阻塞崩溃过程 欧亚地区阻高崩溃过程或振幅较大的横槽下摆过程。共统计13例。其中本模式预报好的12次(阻高崩溃8次，横槽下摆4次)，一般的1次。

低槽加深过程 24—48小时内有低槽东移并明显加深的过程。3年中共统计56次，其中本模式预报好的45次，一般的6次，差的5次。

槽过高原过程 位于青藏高原以西的低槽，东移过高原，其中大部分接近高原西侧时，分成南北两个槽，沿高原南、北两侧东移，或从高原西北上缩。共统计9例。模式预报均为差的。

低压南落过程 低压系统在24—48小时内南落10个纬度以上的过程。共统计17次，本模式预报好的13次，差的4次。

低压打转过程 位于50°N以北、范围较大的低压系统停留于原地并打转的过程，这种过程在48小时内轴线一般要转动90°以上。共统计15次，其中模式预报好的12次，一般的2次，差的1次。

低压切断过程 3年中共报出9次低压切断过程，都与实况相符。但还有一些切断低压模式预报不出来。

高脊增强过程 高压脊明显增强，并且比低槽加深明显的过程。共统计27次，本模式预报都是好的。

高脊减弱过程 高压脊明显减弱。共统计17次，其中模式预报好的10次，一般的1次，差的6次。

平直维持过程 乌拉尔山以东地区环流较平直无明显的槽脊系统，48小时内维持这种情况。共统计11次，本模式预报好的9次，一般的1次，差的1次。

中波槽移过程 亚欧地区不存在任何阻塞形势，中等波长的低槽移动过程(无大中型的槽脊的少数情况也划入其中)占整个天气过程的绝大多数。共统计147次，我们又将这种过程分为6种天气型，分别统计本模式对它们的预报能力(见表5)。并且还统计了不同季节中中波槽移过程的预报情况。春季(3—5月)

预报好的 40 次,一般的 9 次,差的 11 次;冬季(12—2 月)好的 22 次,一般的、差的各 10 次;过渡季节(6、10、11 月)好的 21 次,一般的、差的各 12 次。

14 种天气过程共计 372 例,其中本模式预报好的 245 次,占总数的 66% ($\frac{245}{372}$);一般的 51 次,占 14% ($\frac{51}{372}$);差的 76 次,占 20% ($\frac{76}{372}$)。

综上所述,本模式对乌阻槽移过程、鄂海阻塞过程、阻塞崩溃过程、低槽加深过程、低压南落过程、低压打转过程、低压切断过程、高脊增强过程、平直维持过程的预报,及对中波槽移过程中的二槽一脊型、一槽型和一槽一脊型的预报是可信的,而对欧阻槽移过程和槽过高原过程缺乏预报能力。

三、总的看法及改进意见

通过三年业务数值预报总结,我们认为:

1. 模式对于大尺度天气形势的明显变化和调整,例如阻高崩溃、低槽加深或高压脊增强等环流倾向的调整过程,通常能定性地报出来,对于具有大、中等波长的十分清楚的槽脊系统的移动,预报也是可信的。而对于那些波长较短或尺度较小的系统的生成移动或其他变化的预报能力极差。

表 5 中波槽移过程分型预报情况

天气型	好(次)	一般(次)	差(次)	合计(次)
二槽一脊型	38	2	2	42
一槽型	17	2	2	21
一槽一脊型	4	2	1	7
环流平直型	2	3	6	11
系统零乱型	0	5	4	9
大低压型	1	1	1	3
其他	20	18	16	54
合计	82	32	32	147

高压脊的演变预报明显地优于低槽活动预报的原因,主要也是由于高压脊的范围及尺度一般均比低槽大。此外低槽的移动及发展预报明显地优于低槽的断裂、合并等过程的预报。

上述某些缺陷通过缩小网格距提高水平分辨率等办法,可能得到改进。

2. 对 30°N 以南的低纬度地区,除了系统的演变预报一般不太准确外,本模式具有一个十分明显而又特别的缺陷:在冬半年,随着预报时效的延伸,预报的等压面高度值会越来越降低,因而往往造成在高原东部或我国沿海地区有一个与实况不符的大槽维持;而夏半年,则预报高度会越来越提高,而造成副高虚假地西进和北抬。据观察,特别是在 7—9 月 500mb

图上有时候预报的 588 线与实况的 584 线十分相近。这种情况的发生是否是由于模式对大气热力作用的刻划过于强烈,尚待进一步探讨。

3. 由于模式未考虑地形作用,除了上述的槽过高原过程必败外,若高原南部有一个低压系统,则北槽会和南槽合为一股,造成自北而南一个大槽,破坏整个预报。对此,必须采用人工修改,将其南端低槽切除。对于高原东部低槽、低涡的生成模式当然亦报不出来。

4. 由于固定边界的影响,如果边界上的系统有明显的调整,则必然影响下游系统的预报效果,特别是在北边界。而南边界的影响往往表现为低槽停滞不动,若槽底在 30°N 以南,低槽南端的移速与实况相差较大。

四、预报实例

为了对数值预报的情况有一个形象化的认识,我们选择了几个预报成功的例子,具体地说明模式的性能。

1. 低槽加深过程:1976 年 4 月 20 日 08 时 500mb 图上,欧亚地区 30—50°N 范围内环流平直,几乎是完全平行于纬圈的一致西风气流(见图 1)。但是到 22 日 08 时,原位于贝加尔湖附近的低压中心南落了 10 个纬度,环流倾向度急剧加大,贝加尔湖以西为一致的北风气流,我国黄河河套地区为一深槽,与此同时,位于乌拉尔山一线的高压脊增强,并在巴尔喀什湖以南地区产生一闭合的高压环流(见图 2 中虚线)。这一冷空气爆发过程,使上海 4 天内降温 9°C。对于上述变化,以 20 日 08 时为初始场的 48 小时业务数值预报作了正确的刻划,仅是巴尔喀什湖高压预报位置偏西了一些(图 2 中实线)。

2. 副高东撤过程:1977 年 9 月 14 日 08 时 500mb

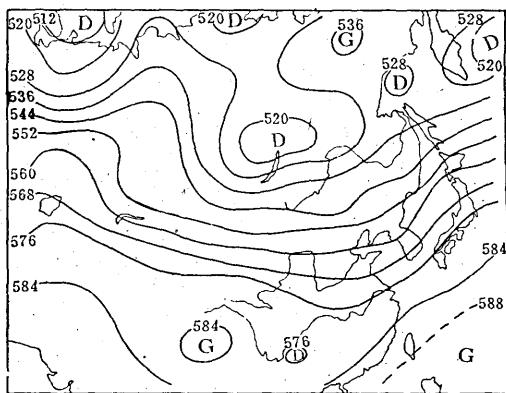


图 1 1976 年 4 月 20 日 08 时 500mb 实况图。

(下转第 22 页)

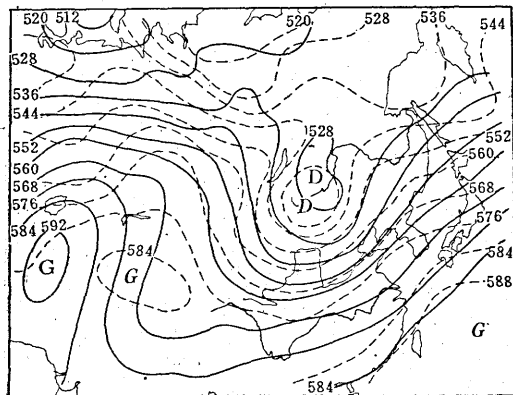


图2 1976年4月22日08时预报(实线)
与实况(虚线)图

图上,太平洋副高伸入内陆,脊线位于 30°N 以北。连日来由于位于副高边缘,上海地区在东南气流影响下,连续阴雨已5天。但到16日08时,太平洋高压减弱东撤,大陆高压加强东伸。上海地区在高压控制下,16日开始天气晴好。对于这样一个由于副高变化造成的从阴雨转晴的天气过程,以1977年9月14日08时为初始场的数值预报是正确的(图略)。

3. 低压打转过程: 1977年5月13日08时500mb图上,在贝加尔湖以北至北极的西西伯利亚地区,有一个基本上以 100°E 经线为轴向的经向大低压。以后,此大低压逆转,从15日转至南北向,造成 55°N 以北的整个西伯利亚地区为一纬向大低压,其余的形势则无大变化。本业务数值预报模式报出了这一低压打转过程(图略)。