

初始方程三层模式业务数值预报的初步总结

上海市气象局预报组数值预报小组*

一、引言

自1975年9月16日起我们制作三层业务数值预报,每天根据08时(北京时,下同)高空资料作一次直到72小时的700毫巴、500毫巴、300毫巴的环流形势预报。用的是DJS-6电子计算机。该机平均运算速度5万次(浮点)—7万次(定点),内存容量3万2千个48位二进制单元。

上述业务数值预报,在每天14:05时由控制台打字机打入电传命令后,调度程序即行控制自高空气象电报纸带输入至数值预报图输出的自动化过程。14:10时二盘纸带输完,14:17时资料处理结束,14:25时三层客观分析完,16:10时36小时预报输出,17:55时72小时预报输出。

对分析图及预报图的输出,由于X-Y绘图仪绘制等高线的速度太慢,而且绘图与运算又不能完全并行,我们采用宽行打印机打等高点的办法输出等高线。

调度程序、分析、预报程序及宽行输出程序均记在鼓内,约占一个鼓。

我们对自1975年9月至1976年3月的半年业务数值预报进行了初步的总结,得出了槽线位置预报与实况的平均偏差。

二、自动资料处理和客观分析

使用2台BD055型电传打字机,自8:30时至14:00时接收高空气象预告的纸条,14:05时输入计算机。经翻译程序,将电报信息转换为机的信息,并将报条上的无用信息弃于机的之外。然后取出各测站850毫巴、500毫巴、300毫巴层次上的高度及风向、风速,并查测站辞典(辞典记在鼓中),找出分析区内的有效测站及其所在经纬度。对上述资料进行适当整理,最后各层的高度、风的二个分量及测站的网格坐标供客观分析使用。

本程序处理测站的最大允许量为550个,通常的有效测站是400个左右。

根据测站高度及风的资料,求出网格点上高度的客观分析,我们是这样进行的(**):首先,对测站高度及风进行水平检验,剔除错误资料,然后,对分析区分块建立不同阶数的多项式,以多项式插值的值作为第一预备场。最后用订正法根据测站高度及风的资料对预备场进行订正,影响半径由大到小扫描三次。对“资料洞”地区采取了一些特殊的处理。

对客观分析的精确性作了检验:采用贝塞尔中心差分公式,将以测站为中心的16个

* 本文由徐一鸣、郭永润执笔。

** 详见另文,尚未发表。

格点高度插值出测站分析高度,求出分析高度与实况的平均误差。

分析区域是欧亚范围, 32×44 个网格点。

现有资料处理程序和客观分析程序采用算法语言并结合一部分由手编指令组成的所谓“代码体”。

三、预 报 情 况

数值预报模式为陈雄山等的初始方程三层模式^[1]。在我们的业务实现中,与原模式有下列不同点: 预报范围为欧亚地区; 水平网格距为 300 公里(30°N 及 60°N 处); 时间步长为 1 小时; 上边界条件改为在 150 毫巴处 $\phi = 0$; 初始场的层次为 850 毫巴、500 毫巴、300 毫巴, 计算结果输出 700 毫巴、500 毫巴、300 毫巴的预报高度场。

预报程序是手编指令,为了解决由于机器跳动等原因造成的计算故障,每 8 步程序及计算的中间结果记鼓,以便需要时可以读鼓重算。

为了给出预报情况的定量估计,我们统计了自 1975 年 9 月 16 日至 1976 年 3 月 31 日止的半年预报图上的槽线位置与实况的偏差。

对于此项统计工作必须作如下说明: 1. 统计的范围为东亚地区, 2. 统计的槽线均为强度较强,尺度较大的,对于一些小槽则不予统计, 3. 由于对于移动性比较明显或者虽然有较强的加深或减弱,但演变仍清楚的槽线统计比较方便,而对于一些形势变化比较复杂,槽线位置难以追踪的情况(基本上是在 72 小时预报)统计就难以进行,因此对于后者只能不进行统计,而这种情况往往又是误差较大的时候,这也可能就是造成目前的统计结果误差较小的原因(主要是对 72 小时预报而言)。

槽线位置预报平均误差统计表

平均误差 预报时数	南区($25^\circ\text{N} \sim 35^\circ\text{N}$)		中区($35^\circ \sim 45^\circ\text{N}$)		北区($45^\circ \sim 55^\circ\text{N}$)		三区合计 平均公里数
	经度数	公里数	经度数	公里数	经度数	公里数	
24 小 时	3	288	2	162	3	207	219
48 小 时	5	480	4	324	5	345	383
72 小 时	7	672	5	405	9	628	568

表中的经度数的单位是槽线所在位置的单位经度

根据在统计工作中所发现的并结合上表的结果,我们得出:

1. 槽线位置的预报基本上是正确的。
2. 中纬度地区的槽脊移动报得比较好。
3. 在低纬度及高纬度移动速度预报往往比实况偏慢,而在中纬度预报速度有时偏慢,也有不少情况是偏快的。

为对三层模式业务预报给出一具体的印象,这里举出 1975 年 11 月 19 日、和 1976 年 3 月 15 日为起始场的二个预报例子。

1975 年 11 月 19 日例是东亚大槽迅速加深的寒潮降温过程。在 1975 年 11 月 19 日 08 时 500 毫巴图上(图 1), 50°N 以北西伯利亚地区有一短波槽,其西部乌拉尔山地区有一脊。中纬度东亚地区环流平直,上海当天尚在下雨,最低气温为 11.7°C 。但在未来三天

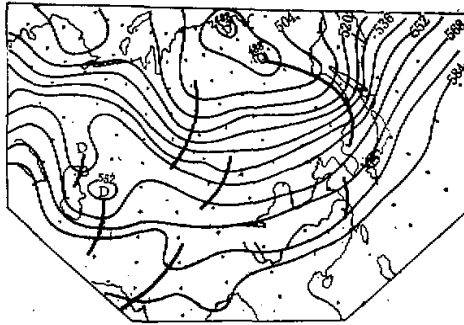


图1 1975年11月19日08时(北京时,下同)
500毫巴高度图(初始场)

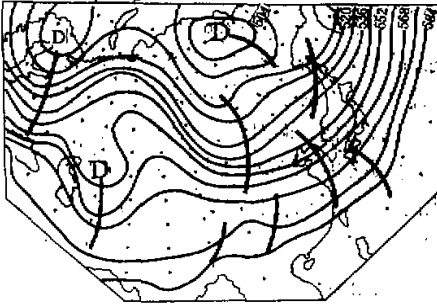


图2A 1975年11月20日08时500毫巴
高度图(实况)

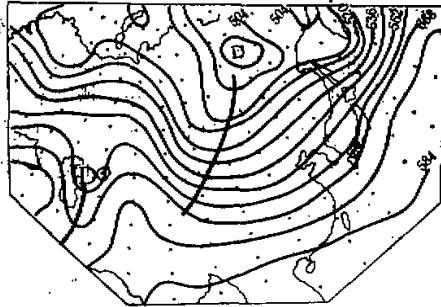


图2B 1975年11月20日08时500毫巴
预报高度图(24小时)

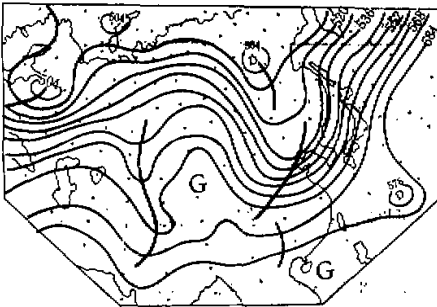


图3A 1975年11月22日08时500毫巴
高度图(实况)

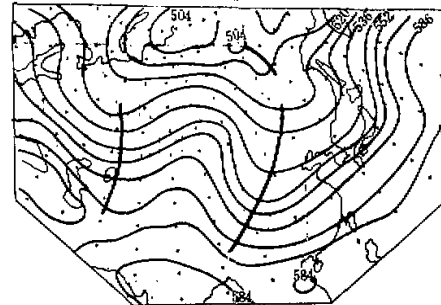


图3B 1975年11月22日08时500毫巴
预报高度图(72小时)

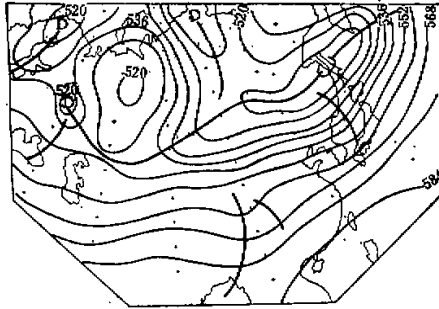


图 4 1976 年 3 月 15 日 08 时 500 毫巴
(初始场)

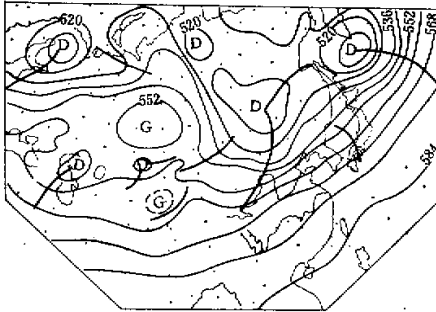


图 5A 1976 年 3 月 17 日 08 时 500 毫巴
高度图(实况)

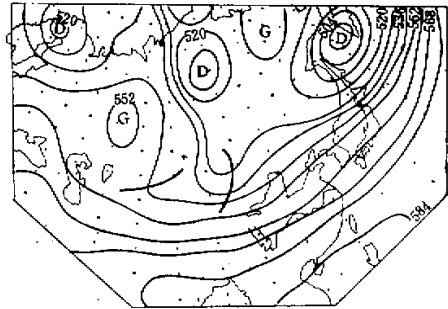


图 5B 1976 年 3 月 17 日 08 时 500 毫巴
预报高度图(48 小时)

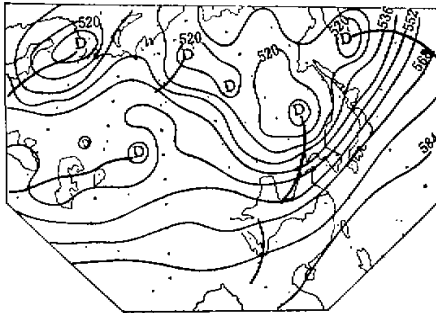


图 6A 1976 年 3 月 18 日 08 时 500 毫巴
高度图(实况)

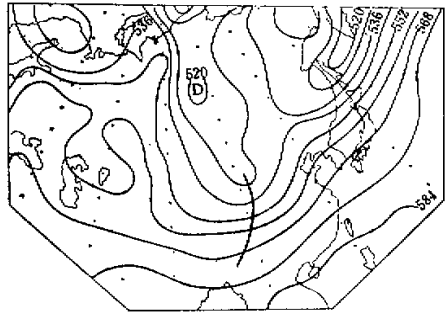


图 6B 1976 年 3 月 18 日 08 时 500 毫巴
预报高度图(72 小时)

之内, 西西伯利亚槽显著地加深并向东南移动(图 2A, 3A), 11 月 22 日此槽就到我国东北、华北地区, 东亚中纬地区经向度明显加大, 呈一脊-槽形势。上海 11 月 23 日最低气温降至零下 1.1℃。这一形势的变化发展, 从 24、48、72 小时 500 毫巴预报图上(图 2B, 3B)明显地可以看出, 只是大槽偏深了一点, 位置偏西了一些, 72 小时预报图上大约比实况偏西了 8—10 个经度。在 11 月 19 日这一天预报员尚没有估计槽如此快地加深发展, 当时我们对这一预报图也持怀疑态度。但是, 事后确实证明模式是较早地就报出了形势的发展。

1976 年 3 月 15 日例是一次横槽破坏, 引起强烈降温的春季寒潮过程。3 月 15 日 08 时 500 毫巴图上(图 4), 亚欧地区为典型的阻塞形势。乌拉尔地区为一阻塞高压, 其东部 50°—60°N 西伯利亚地区为一横槽, 东亚地区环流平直。上海地区几天来一直是阴雨天气。但在未来三天之内, 阻高破坏, 横槽摆下来, 在 3 月 18 日 08 时 500 毫巴图上(图 6A), 东亚呈一大槽, 上海 3 月 18 日下了雪, 最低气温降至 0.4℃。这次过程, 中央气象台于 3 月 16 日通知了全国各气象台。而我们以 3 月 15 日为起始场的 72 小时预报中(图 6B), 就报出了横槽的明显摆下, 变化过程与实况甚为一致, 仅槽的位置相差较大。图 5A 与图 5B 各为 48 小时实况与预报结果。以后几天的预报中, 也报出了这一东亚大槽的加深, 以及从西伯利亚到东南沿海一致的西北气流, 预示要晴好数天, 而当时我气象台中期组的预报意见曾认为天气好不长, 但实况确实连晴了七天之久。以上几个例子说明, 对于大尺度天气形势的转换, 模式具有一定的预报能力, 从定性方面来说是有参考价值的。

四、结 论

在目前的通讯和计算机条件下, 我们的业务数值预报系统, 初步达到了自动化。可以每天定时将形势预报提供预报员参考。

在高空气象报告的处理上, 虽然还有考虑得不够灵活和完善之处, 但使用至今还没有发现很大的问题。地面天气报告, 非定时天气报告以及卫星探测资料的利用问题, 也是我们需要进一步考虑的。在初始场的客观分析上, 不需要用预报场等来作预备场, 且各个层次均是独立分析的。这样的处理, 至今也没有感觉到严重的空间不协调性, 以至影响预报的质量。

在预报方面, 大尺度天气形势的明显变化和调整, 通常能够定性地正确报出来。我们发现中纬度(35°—50°N)地区报得比其他地区要好, 而低纬短波系统的移动和变化, 预报能力就较差。由于模式中的平滑等原因, 当预报时效延长时, 这些系统往往就模糊不清了。另外, 因是有限区域的预报, 故侧边界影响较为显著, 在出口区当法向风速过大时, 往往会产生不稳定现象。我们还发现, 在低纬度地区的位势高度, 会随着预报时效的增长而越来越降低, 以至于当槽底偏南时, 槽就报得比实况要深。

由于我们这一业务系统是初步的, 有待改进提高之处还不少。目前我们准备做的是使资料处理部分的程序更完善和灵活。对预报结果进行一些系统误差统计订正, 以提高预报准确率。另外, 还想在现有三层模式基础上增加地面气压场预报。我们相信, 随着通讯、资料等情况的改善, 以及计算机功能的增大, 业务数值预报一定可以有更大的进展。

参 考 资 料

- [1] 陈雄山等, 初始方程三层模式, 数值预报和数理统计预报会议论文集, 科学出版社, 1974。