

两年来北京气象中心业务数值预报的进展*

章基嘉 廖洞贤 葛蔼芬

(国家气象局)

朱抱真 陈受钧**

(中国科学院大气物理所) (北京大学)

提 要

本文回顾了两年来北京气象中心业务数值预报的进展。对效果有明显改进的几个方面作了详细叙述。统计检验结果表明短期数值预报业务有一定改进, 但与世界先进国家预报水平相比仍存在相当的差距。

一、引 言

作为气象事业现代化的一个重要方面, 数值预报已为世界上不少国家广泛应用。我国数值预报业务起步并不迟, 但是由于遭到十年动乱的干扰而中断, 直到 1982 年 2 月, 在老一辈气象学家的支持下才正式建立起自动化短期数值预报业务系统。两年来, 业务预报系统不断完善, 预报能力不断提高, 为了推动我国天气预报的现代化, 按照基层台站的要求, 数值预报产品逐年增多, 并在台站 MOS 和 PPM 预报中发挥了一定作用。

二、经济格式的引用

作为评价业务预报模式的一个指标, 实际预报时效是极为重要的, 在一定的计算机条件下, 如何减少模式预报运算时间, 尽快将预报结果提供用户使用, 则是模式设计者必须考虑的问题。

为了这个目的, 北半球五层原始方程模式^[1]投入业务使用前后, 曾几次对计算方案, 程序编制进行优化, 在节约机时方面取得了显著成效。

1982 年 10 月北京气象中心采用了 Shuman 经济格式^[2]。其中气压梯度力项用三个时间层的加权平均表示。这时运动方程写成:

$$\frac{\partial U}{\partial t} = - \left\{ m \left(\frac{\partial U u}{\partial x} + \frac{\partial V u}{\partial y} \right) + \frac{\partial \Sigma u}{\partial \sigma} \right\}^* + f V^n + \left(\frac{\pi}{m} F u \right)^{n-1} \\ - \left\{ \left(1 - 2\alpha \right) \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} + R T \frac{\partial \ln P}{\partial x} \right) \right]^n + \alpha \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} + R T \frac{\partial \ln P}{\partial x} \right) \right]^{n-1} \right.$$

* 本文曾在 1984 年 10 月中国气象学会成立 60 周年庆祝大会上作过报告。本刊于 1984 年 12 月 17 日收到手稿。

** 参加工作的还有陈嘉宾、张道民、闰之辉和庄英如等同志。

$$\begin{aligned}
 & + \alpha \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial x} + RT \frac{\partial \ln P}{\partial x} \right) \right]^{n+1} \Big\} \\
 \frac{\partial V}{\partial t} = & - \left\{ m \left(\frac{\partial U v}{\partial x} + \frac{\partial V v}{\partial y} \right) + \frac{\partial \Sigma v}{\partial \sigma} \right\}^n - f U^n + \left(\frac{\pi}{m} F v \right)^{n-1} \\
 & - \left\{ (1 - 2\alpha) \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} + RT \frac{\partial \ln P}{\partial y} \right) \right]^n + \alpha \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} + RT \frac{\partial \ln P}{\partial y} \right) \right]^{n-1} \right. \\
 & \left. + \alpha \left[\pi \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} + RT \frac{\partial \ln P}{\partial y} \right) \right]^{n+1} \right\}
 \end{aligned}$$

其中 $\alpha = 0.25$ 为权重系数, 其它符号见参考文献[1]。

可以证明, 一维正压原始方程的梯度力项取上述形式以后, 时间步长可以延长为只取一个时间层次的两倍, 对于非线性斜压情况, 可以延长 70—80%。业务北半球模式由于用这个格式代替原取一个时间层的中央差格式, 时间步长由 7.5min 增大到 12min, 制作 24h 预报所用计算机时间, 由原来的 42min 减少到 33min, 节约计算机时间 21%, 而预报效果几乎不受影响。就 30 个 48 h 500hPa 预报个例而言, 在 Shuman 格式方案和原方案之间, 500hPa 预报高度差达 20gpm 的格点仅占全场格点总数的 0.2%, 10—20gpm 的占 1.7%, 并且 98% 的格点高度预报差低于 10gpm。由于计算时间缩短, 出图时间提早, 提高了实际预报时效。

三、低纬度高度随时间振动的问题

1982 年初, 北半球模式投入业务使用时, 在边界上使用的是刚体边界条件。不久, 发现模式对夏季影响我国东部天气的副热带高压的预报能力很差, 高压强度明显偏弱, 甚至 500hPa 预报图上常常见不到 588 线, 大大影响了预报员的使用。

另外, 在靠近积分区域的边界, 尤其是四个角点上的高度及海平面气压都出现随时间的周期性振动, 周期大约为 12h。这种振动随积分时间的延长和离边界距离的加大而减小。分析表明, 这种边界振动是因为刚体边界条件和模式的不协调所引起的入射和反射的重力惯性波的叠加^[3]而造成的, 其振幅在积分区中间为零, 随离开中心距离的增加而加大。另外, 在积分的最初十几小时内, 由于初值的不协调, 模式处在调整过程中, 振动明显, 随积分时间增长, 模式逐渐适应, 振动也随之趋于平缓。

众所周知, 副热带地区大尺度形势的高度场变化幅度比中高纬度系统小得多, 它正处在 B 模式积分区的边界地带, 由于侧边界处理不当而造成的误差, 常会掩盖模式的正确预报。试验说明, 上述振动对靠近边界的副热带高压预报影响很大, 副热带高压所在地区的 48h 预报常常处在这种振动的谷值, 故系统强度的预报尤为偏弱。为了改进副热带高压的预报效果, 克服边界高度场振动, 北京气象中心曾对业务模式试验了几种边界处理方案, 即无辐散边界, Davies 边界^[4]及 Hovermal 边界方案, 并与原来的刚体边界预报效果比较。结果发现, Hovermal 边界效果最好, 对西太平洋副高的预报有明显改进, 并于 1983 年 6 月开始用于业务。

新边界方案取积分区最外六圈格点为边界区, 最外一圈变量值永远取第二圈的初值,

相邻内区五圈格点的预报值按下面公式予以订正,

$$F_{*}^{n+1} = F^{n+1} + K \nabla^2 (F^{n-1} - F^0)$$

其中 F^{n+1} 表示 u, v, φ, T, q, π 的预报值, F_{*}^{n+1} 为相应的订正值, F^0 为初值, 系数 $K = 0.4$, 并且

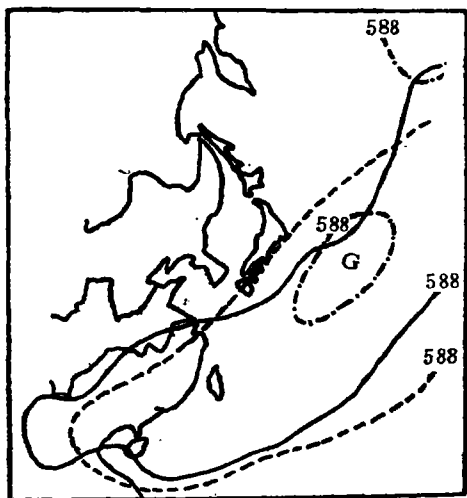


图 1 1982 年 7 月 18 日两种边界方案的 48 小时 500hPa 预报比较

——实况
(图中仅给出副热带高压部分, ---新方案)
- · - · - 旧方案

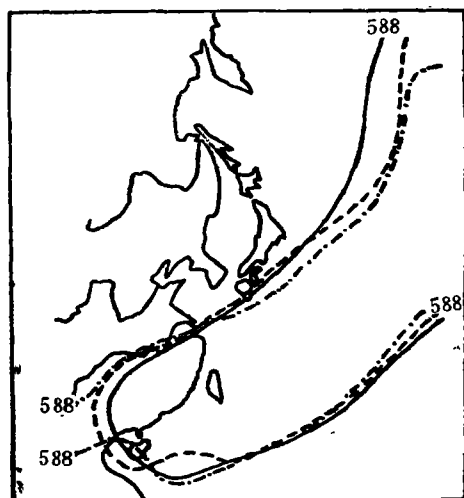


图 2a 1982 年 7 月 18 日三天 500hPa 形势演变实况

——1982 年 7 月 18 日
(---1982 年 7 月 19 日)
- · - · - 1982 年 7 月 20 日

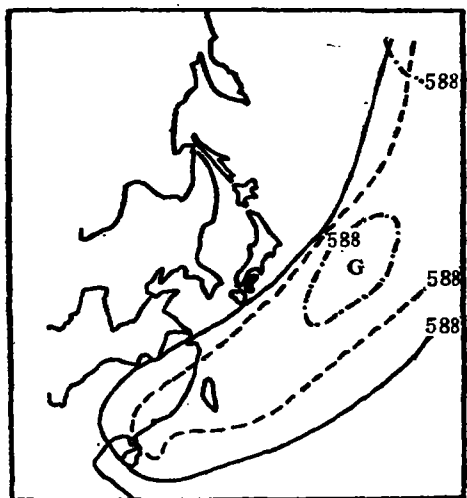


图 2b 1982 年 7 月 18 日旧方案的 500 hPa 预报趋势

——初值
(---24^h 预报)
- · - · - 48^h 预报

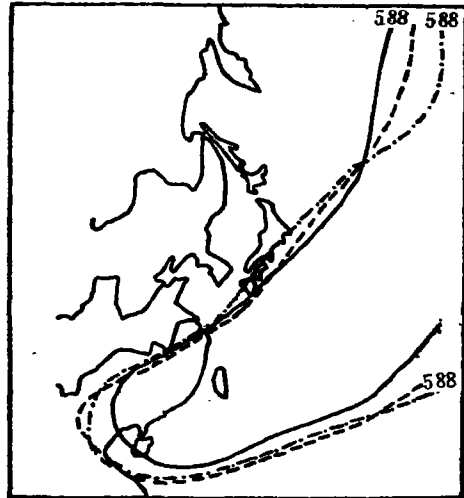


图 2c 1982 年 7 月 18 日新方案的 500hPa 预报趋势

——初值
(---24^h 预报)
- · - · - 48^h 预报

表 1 500 hPa 四角点高度变化对比

资料日期	预报时段 位置 方案	$\phi_{16}-\phi_8$				$\phi_{48}-\phi_{24}$				$\phi_{72}-\phi_{48}$			
		1	2	3	4 ¹⁾	1	2	3	4	1	2	3	4
1983年2月20日	A	47	7	-17	-8	6	-26	11	22	-43	19	38	15
	B	-3	-6	-5	6	-3	-3	5	-2	-5	0	5	-4
	实况	2	-4	-1	0	-3	-1	0	1	1	4	1	1
1983年7月15日	A	42	-5	20	-20	-18	-7	42	17	5	25	-21	2
	B	1	-1	-16	7	2	-4	0	4	-2	1	-1	4
	实况	1	-1	0	0	-1	0	-1	0	2	0	0	1

¹⁾ 序号坐标: 1(46,47) 2(8,47) 3(8,2) 4(46,2)括号内数值表示网格坐标(i, j),单位为gpm; A为旧方案; B为新方案。

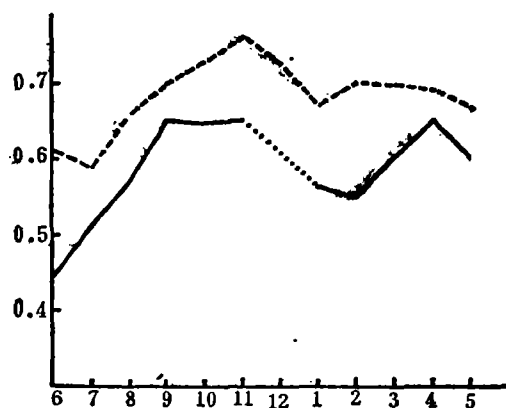


图 3a 北半球 500 hPa 48 h 预报变高相关系数 R
(—1982 年 6 月至 1983 年 5 月, $\bar{R}=0.587$)
(.....1983 年 6 月至 1984 年 5 月, $\bar{R}=0.683$)

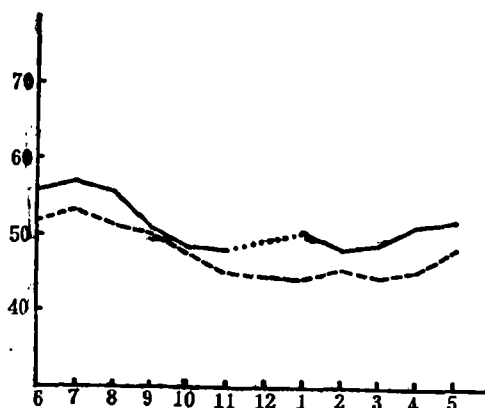


图 3b 北半球 500 hPa 48 h 预报技巧评分 S_1
(—1982 年 6 月至 1983 年 5 月, $\bar{S}_1=51.2$)
(.....1983 年 6 月至 1984 年 5 月, $\bar{S}_1=47.5$)

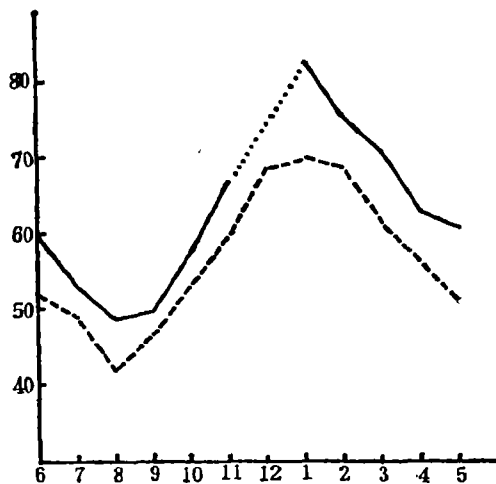


图 3c 北半球 500 hPa 48 h 预报均方根误差 $RMSE$
(—1982 年 6 月至 1983 年 5 月, $\overline{RMSE}=63.5$)
(.....1983 年 6 月至 1984 年 5 月, $\overline{RMSE}=56.5$)

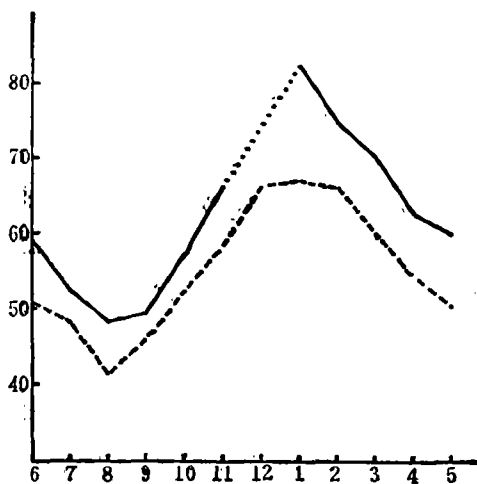


图 3d 北半球 500 hPa 48 h 预报误差标准差 STD
(—1982 年 6 月至 1983 年 5 月, $\overline{STD}=62.9$)
(.....1983 年 6 月至 1984 年 5 月, $\overline{STD}=55.1$)

$$\nabla^2 F = F_{i+1,j} + F_{i-1,j} + F_{i,j+1} + F_{i,j-1} - 4F_{i,j}$$

取

$$\nabla^2(F^{n-1} - F^0) = \nabla^2 F^{n-1} - \nabla^2 F^0$$

分析上式不难看出订正项 $K\nabla^2(F^{n-1} - F^0)$ 的作用是使预报值向初值回复。

上述边界方案引进业务模式以前,曾对 10 个夏季和 5 个冬季个例作过该方案和原刚体边界条件方案的对比试验,结果表明:

1) 新边界方案能改善副热带地区高压强度和趋势的预报。一般地讲,西太平洋副热带高压强度的预报比欧洲中心略好。图 1 和图 2 给出以 1982 年 7 月 18 日为初始场的两种方案的 48 h 500hPa 预报图。从这些图可以看出,新边界方案能预报出副高西伸加强过程与实况接近,而旧边界方案却预报高压东撤减弱。

2) 边界附近高度场振动基本消除,表 1 给出冬夏两个个例 24—72 h,在积分区四个角点(用序号 1, 2, 3, 4 表示)上的 500hPa 高度预报值。原方案 24h 高度变化高达几十位势米,而新方案仅有几位势米,十分接近实况。

3) 对中高纬度低压系统强度的预报有不同程度改进。对比十几个个例,比原方案低压加深的,在极地占 8/8,在阿留申群岛占 3/4,贝加尔湖地区占 2/4,北美大陆为 3/7。从中可以看出侧边界条件对中高纬度系统预报的影响。

4) 统计检验也能很好地反映出新边界方案对模式预报能力提高的贡献。图 3 为北半球 500hPa 48 h 预报变高相关系数和技巧评分,均方根误差,误差标准差。边界改进前后年平均相关系数增加 0.1,均方根误差平均下降 7 gpm, s_1 评分年平均值降低 3.7。

虽然新边界处理对模式有明显的改进,但也存在一定问题。比如,有时太平洋副热带高压 500 hPa 72 h 预报的南北跨度偏大,个别例子竟比实况宽 600—700 km;又如,某些个例在阿拉伯半岛附近新方案 500 hPa 高度预报的负误差比旧方案更大。这些问题还有待进一步解决。大气在水平方向原是没有边界的,水平边界只是为了在有限区域模式中数值计算的需要人为给出的。解决问题的根本办法是把模式范围扩大到全球。

四、对流参数化方案的改进

五层原始方程细网格有限区域业务模式^[5]主要用于降水预报。1982 年 4 月开始在中央气象台预报科试用,使用中发现雨量预报很难出现明显降水中心。针对上述不足,北京气象中心改用郭晓岚 1974 年对流参数化方案替换原来的对流调整方案制作小尺度降水预报。对流产生条件为:

1. 下面三层同时出现条件性不稳定。
2. 大尺度水汽辐合的总量必须大于某一临界值 R_0 , 即

$$M_t = - \int_{\sigma_\tau}^{\sigma_b} \nabla \left(\frac{P_s \vec{V}}{m} q \right) d\sigma > R_0$$

式中 σ_b 为云底的 σ 值,取为 0.91, σ_τ 为云顶的 σ 值,由模式大气层结确定。对于 190.5 km 格距来说,取 $R_0 = 1.5 \times 10^{-7} \text{hPa} \cdot \text{g/s} \cdot \text{g}$, 式中 q 放大了一千倍。

3. 最低层的速度辐合有一定的强度,即

$$-(D_8 + D_{10}) > \bar{D}$$

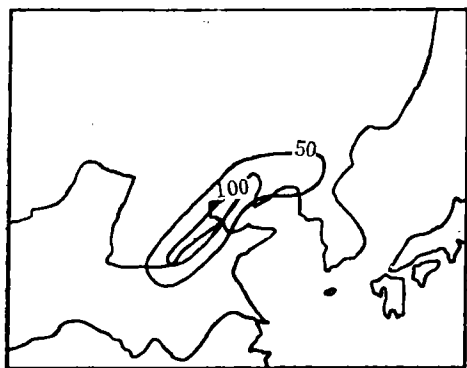


图 4a 1984 年 8 月 9 日 08 时至 10 日 08 时的雨量实况(单位: mm)



图 4b 1984 年 8 月 9 日 08 时 24 h 雨量预报(单位: mm)

其中 $D_8 = d \nabla \cdot \left(\frac{P_s \vec{V}_8}{m} \right)$, $D_{10} = d \nabla \cdot \left(\frac{P_s \vec{V}_{10}}{m} \right)$ 为模式大气最下两层的散度值, $\bar{D}$ 为经验系数, 这里 $\bar{D} = 1000 \text{ hPa} \cdot \text{m/s}$ 。

大尺度水汽辐合 $(1-b)M_1$ 带来的降水, 在雨滴下落过程中不考虑液体水的再蒸发, bM_1 用于增加环境空气的湿度。 b 值取为气柱平均相对湿度的线性函数, 其它方面与郭晓岚方案大致相同。

根据一年多的业务检验, 模式对天气尺度的系统性降水具有较好的预报能力, 能预报出较强的降水中心, 能作为夏季暴雨预报的重要参考。图 4 给出 1984 年 8 月 9 日预报和实况的对比。由图可见不但雨区很接近实况, 而且降水中心位置基本正确。但是, 当降水量比较小, 雨区比较零乱时, 模式预报能力仍较差, 低纬地区及高原东侧常出现漏报现象, 这些缺陷还有待进一步改进。

五、业务预报检验

1. 北半球五层原始方程模式预报的检验

(1) 平均误差的分布

图 5 给出 1983 年第四季度和 1984 年第一、二季度的 500hPa 平均形势场和误差场。根据这三张图以及其他未列出的 1982, 1983 年各季度的误差图, 可看到 B 模式的误差分布有强烈的地理特色, 并且绝大部分都和平均槽脊大尺度系统有关。

东亚大槽和阿留申低槽, 北美大槽, 极涡, 地中海中纬度低槽, 印缅槽或季风低压区都对应着正误差, 通常小于 40 gpm。误差大小有年变化, 冬季大, 中心甚至可达 +80, +90 gpm。

大西洋脊和北美西岸脊都有负误差与之对应。第一季度负误差最强, 中心值在负 100 gpm 左右, 其它季度较弱。

我国东部地区基本是小于 40 gpm 的正误差区, 而我国西部到苏联乌拉尔山附近是负误差区, 中心可达负 90 到负 110 gpm, 负中心常年位于我国新疆地区。系统误差常常表现为高原西侧中高纬锋区与低纬锋区上的低压槽叠置, 形成一个很深的低槽系统, 而在我国东部, 尤其在华北内蒙一带常出现虚假的高压脊, 直接影响了数值预报的准确度。

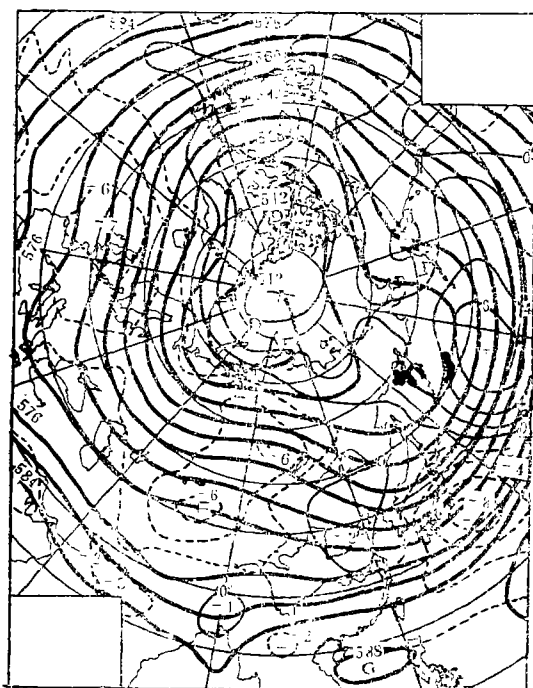


图 5a 1983 年第四季度 500hPa 平均 形势场, 48 h 预报误差

(细实线为正值)
(细虚线为负值)

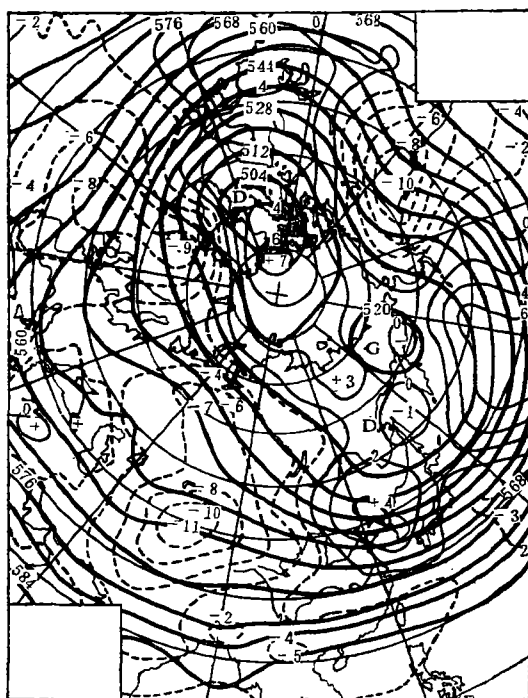


图 5b 1984 年 第一季度
(说明同 3 a)

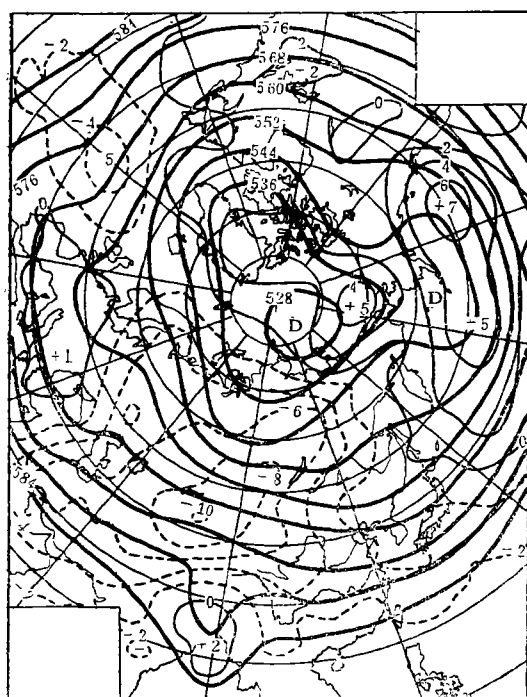


图 5c 1984 年第二季度 (说明同 5 a)

以上的误差分布在很大程度上可能与地理因子有关, B 模式的地形高度比实况偏低较多, 且过于平滑, 北京气象中心正在研究提高地形高度的试验, 另外, 准备在业务预报中进一步考虑海陆加热的作用。

2) 统计检验

根据世界气象组织大气科学委员会的建议, 在 B 模式日常业务工作中, 对数值形势预报做了 500 hPa 等压面高度场的统计检验。

检验项目有: 变高相关系数 COR, 误差标准差 STDE, 均方根误差 RMSE 和技巧评分 S_1 等。计算公式如下:

令 Z_{00}, Z_0, Z_f 分别代表初始值、实况值和预报值, 则 $Z_0 - Z_{00}, Z_f - Z_{00}$ 分别表示实况变高和预报变高。

变高相关系数 COR =

$$= \frac{\sum \{[(Z_t - Z_{00}) - (\overline{Z_t - Z_{00}})] [(Z_0 - Z_{00}) - (\overline{Z_0 - Z_{00}})]\}}{\sqrt{\sum [(Z_t - Z_{00}) - (\overline{Z_t - Z_{00}})]^2} \sqrt{\sum [(Z_0 - Z_{00}) - (\overline{Z_0 - Z_{00}})]^2}}$$

$$\text{误差标准差 STDE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum [(Z_t - Z_0) - (\overline{Z_t - Z_0})]^2}$$

$$\text{均方根误差 RMSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (Z_t - Z_0)^2}$$

$$\text{技巧评分 } S_1 = \frac{\sum \left[\left| \frac{\partial Z_t}{\partial X} - \frac{\partial Z_0}{\partial X} \right| + \left| \frac{\partial Z_t}{\partial y} - \frac{\partial Z_0}{\partial y} \right| \right]}{\sum \left[\text{Max} \left(\left| \frac{\partial Z_t}{\partial x} \right|, \left| \frac{\partial Z_0}{\partial x} \right| \right) + \text{Max} \left(\left| \frac{\partial Z_t}{\partial y} \right|, \left| \frac{\partial Z_0}{\partial y} \right| \right) \right]} \times 100$$

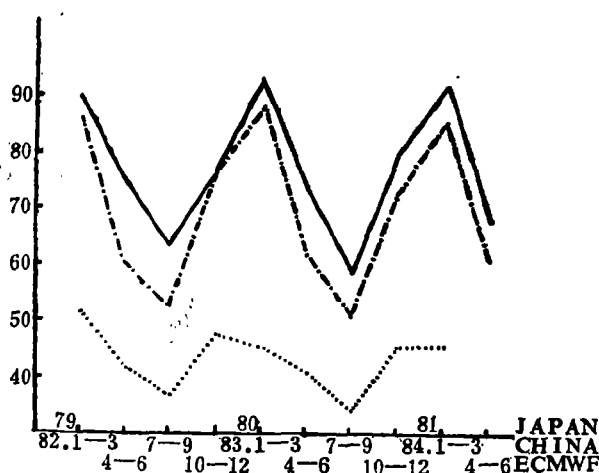


图 6 北半球 500 hPa 72 h 预报均方根误差

——中国 1982 年 2 月—1984 年 6 月
 (---)日本 1979 年 1 月—1981 年 6 月
欧洲中心 1982 年 1 月—1984 年 3 月

表 2 中国与欧洲中心数值预报误差标准差对比

单位: gpm

时 间	国 家	时 效				
		24 h	48 h	72 h	96 h	102 h
1982 年	中 国	43	61	74		
	E C	18	33	47	62	75
1983 年	中 国	39	59	75		
	E C	18	31	43	57	70

表 3 统计符号定义

观 测	预 报	有 雨	无 雨
有 雨		n_a	n_o
无 雨		n_b	n_d

表 4 1984 年夏季 7—8 月降水检验

时 间	统 计 量	PO	NH	EN	T
1984. 7		0.46	0.32	0.46	0.46
1984. 8		0.42	0.64	0.64	0.51

其中“—”表示计算区域内所有网格点值的平均, $\text{Max}(\quad)$ 表示括号内的值取其中较大的。

图 3 a—3 c 给出我国北半球模式 1982 年 6 月至 1984 年 5 月期间, 500 hPa 48 h 形势预报的各统计检验项目逐日值的月平均变化曲线。由图可见北半球模式的预报准确率逐年有所提高。

图 6 给出我国北半球业务模式和欧洲中心 15 层谱模式以及日本三年前四层原始方程模式 72 h 预报的均方根误差^[6]的比较。从图可见, 我国目前的形势预报水平接近于日本三年前的水平。但是, 受计算机条件等所限, 与世界最先进水平的欧洲中心相比还存在相当差距, 预报质量大体落后 48 h, 参看表 2。

2. 有限区域模式的降水预报检验

为了定量地表示降水预报的效果, 我们引入下述公式:

$$\text{漏报率 PO} = \frac{n_c}{n_A + n_c}$$

$$\text{空报率 NH} = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

$$\text{预报效率 EN} = \frac{n_A + n_D}{n_A + n_B + n_C + n_D}$$

$$\text{技巧评分 T} = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C}$$

式中各量定义见表 3。

对 100°E 以东, 25°N 以北的国内 30 个有代表性的站进行检验, 并且假定某站周围四个格点上只要有二个以上或一个离得最近的格点上出现超过 1 mm 降水, 就认为该站预报了有雨。1984 年夏季的降水预报检验结果列于表 4。

必须指出的是, 因为检验区域和检验中取值标准各有不同, 目前还很难与其它模式比较, 上述结果仅供参考。

六、数值预报产品的应用和台站反映

随着计算机的更新换代, 数值预报模式的分辨率可以相应提高, 但是要求一个数值预报模式能预报出各种尺度的现象是不现实的, 对于制作某地区的天气预报来说, 首先要有大尺度形势的预报, 然后将这个数值的大尺度形势预报予以统计解释, 得到某特定地区的天气要素预报。因此, 通过天气学实践有效地应用数值分析和预报产品将会对提高预报精度起到很好作用。

为了适应天气预报向客观定量化发展的趋势, 两年来, 北京气象中心根据各气象台站的要求, 除 24, 36, 48 和 72 h 北半球形势预报外, 1983 年 6 月开始提供 16 项物理量计算^[7]。1984 年 7 月又增加了 12 项物理量实况分析, 到目前为止, 北京气象中心短期天气预报传真图中 68% 以上是数值预报产品。

目前基层台站使用数值预报产品制作当地天气预报的单位愈来愈多。一些台站使用

表 5 各物理量对降水预报的贡献

物 理 量 名 称	平均预报准确率	物 理 量 名 称	平均预报准确率
700 hPa 垂直速度(36 h—48 h)	75%	700 hPa $T-T_d$ (36h)	66.4%
300/850 hPa 散度差(36 h)	75%	700hPa $T-T_d$ +垂直速度(36 h)	84.7%
850hPa T ,500/1000hPa厚度(36 h)	75%	700hPa水汽通量(36h—48h)	68%

数值预报产品制作降水预报取得相当好的效果。

48 h 和 72 h 500 hPa 北半球形势预报是业务的主要产品,据正在使用这些产品的台站反映,该模式能报出长波系统稳定、调整过程^[8,9],西风带短波槽的预报效果不如长波系统,多数移动偏慢,系统强度误差较大。我国中东部小槽往往报得偏深,华北地区常常出现空、漏报现象。据兰州中心台反映,业务模式对 30°N—40°N,乌拉尔山地区移动性小槽可以报出 73%^[10](位置误差在±4 个经度之内);冬半年南支槽的预报是天气预报中比较困难的问题,云南省气象局认为,业务模式对南支槽的预报能力虽比北支槽差,但仍有一定预报准确率,约 71%,值得注意的是移速有时偏快,有时偏慢,空漏现象比北支槽突出,对副热带系统预报准确率不高是业务预报的又一薄弱环节,经前述改进后,西太平洋高压预报虽有显著改善,但阿拉伯副高仍偏弱,另外,台风、孟加拉湾低压以及低压切变线几乎完全无预报能力。

有些台站也利用了北半球 500 hPa 形势场预报制作降水预报,如江苏省气象台进行的区域概率降水预报,大雨预报正确率为 85.7%。还有些台站用物理量传真图资料作大一暴雨的 MOS 预报^[11],新疆维吾尔自治区气象台在使用中归纳出几种物理量对降水预报的贡献,见表 5。山西省气象科学研究所使用了一种十分简单而又客观的方法,所谓“组合图法”,把 $(T-T_d)$ 700, ω_{700} , $\theta^*_{ee500}-\theta_{ee850}$, Vq_{700} , θ_{ee700} 等和高度场传真图分别叠加,构成物理量组合图,根据各量的具体组合确定各类降水出现的可能性及雨量大小。从 1983 年的使用情况看,对各级降水的预报准确率可达 80—90%。实践证明,把数值预报的形势场、物理量输出与预报员的经验综合使用,一定能改进台站预报效果。

七、结 语

上面我们对两年来北京气象中心业务数值预报作了初步小结。这是我国自力更生发展起来的现代化数值预报业务,取得的成绩是令人鼓舞的。但是,这只不过是开始,继续不断地改进业务预报则是我们今后的重要任务。初值的好坏对短期数值预报效果影响较大,我们建议北京气象中心采用更为合理的初值处理,并针对模式对边界处理的敏感性,宜将积分区域扩大,以提高中低纬地区的预报能力;青藏高原占据我国西部大部分土地,目前模式对地形的描述比较粗糙,在平均误差图上,该地区是主要误差区之一,如何处理好地形的作用也是必须研究的问题。

在改进模式预报精度的同时,北京气象中心应继续不断增加预报产品,扩大服务面,在现有条件下,尽可能发挥数值预报的作用。

为了赶上世界数值预报业务发展的步伐,满足广大气象台站及国民经济的需要,北京

气象中心将筹建“中期数值预报业务系统”。为了延长预报时效,进一步提高预报准确率,将把北半球预报扩展为全球,提高模式分辨率,考虑更完善的物理过程。在初始资料方面,不仅要考虑卫星等非常规资料在南半球、海洋地区的使用,也还要采用更先进的客观分析方案。另外,还要发展有限区域区域预报及 MOS 预报。

可以预言,随着空间探测技术和电子计算机技术的发展,数值预报必将成为最有发展前途的客观、定量的天气预报方法。

参 考 文 献

- [1] 朱抱真等, 一个修改的 σ 坐标初始方程斜压模式, 气象学报, 41, No. 2, 1983。
- [2] John A. Brown, etc., An Economical Time-differency System for Numerical weather Prediction, M.W.R., vol. 106, No. 8.
- [3] 廖洞贤、陆维松, 有限区域预报中的一些问题, 气象学报, 40, No. 4, 1982。
- [4] Davies H. C., A lateral boundary formulation for multi-level prediction models, *Q.J.R.M.S.* 102, 405—418, 1976.
- [5] 北京大学地球物理系数值预报协作组, 一个用于降水预报的五层原始方程模式, 第二次数值预报会议论文集。
- [6] Short- and Medium-Range Weather Prediction Research Publication Series, No. 7, Results of the WMO/CAS NWP Data Study and Intercomparison Project for Forecasts for the Northern Hemisphere in 1983.
- [7] 葛蔼芬等, 国家气象局气象中心业务预报模式, 气象, 1984年1月。
- [8] 王永祥, 北方冬麦区喜春雨, 江南华南气温仍偏低, 气象, 1984年8月。
- [9] 新疆维吾尔自治区气象台, 应用北京气象中心数值预报产品的几点看法, 中国气象, 1984年5期。
- [10] 朱正义, B模式在盛夏季节的预报能力, 甘肃气象, 1983年3期。
- [11] 李永顺等, B模式物理量对我省大到暴雨预报能力的考察, 吉林气象, 1983年5期。

THE ADVANCES OF OPERATIONAL NUMERICAL WEATHER PREDICTION AT NATIONAL METEOROLOGICAL CENTER IN CHINA DURING 1982-1984

Zhang Jijia Liao Dongxian Ge Aifen

(National Meteorological Administration in China)

Zhu Baozhen Chen Shoujun

(Institute of Atmospheric Physics, (Department of Geophysics,
Academia Sinica) Peking University)

Abstract

Since 1982, several modifications in the models used in operation have been made, such as the adoption of the lateral boundary condition formulated by Hovermale and Shuman's economical time differencing scheme in the 5-level Northern Hemispheric Model, and the replacement of the convective adjustment by the Kuo's cumulus parameterization scheme (1974) in the 5-level FLM. Owing to these modifications, both the objective and subjective verification of predictions showed that accuracy of operational NWP has been significantly improved.

Finally, the application of NWP products is also summaried and a prospect for the future is given.