

文章编号: 1006-4354 (2003) 06-0007-03

T213 数值预报产品的温度预报释用技术

陈卫东, 梁新兰, 张雅斌, 高菊霞, 孟妙志, 李建芳

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘要: 分析 1997—2001 年 HLAFS 的客观分析格点资料, 用卡尔曼滤波方法建立了宝鸡市分县气温预报方程。2003 年汛期使用逐日 T213 数值预报产品, 制作宝鸡气温分县预报, 结果表明: 方法可以精细预报出宝鸡市各县区 24 h、48 h 气温; 当预报时效由 24 h 延长到 48 h, 气温预报误差增大, 气温发生突变时, 预报结果与实况的滞后偏差较大。

关键词: 卡尔曼滤波方法; 数值预报; 气温预报

中图分类号: P456.7

文献标识码: B

用传统的 MOS 方法预报气温, 预报方程一旦建立, 预报过程中误差不能反馈到 MOS 方程中, 更不能修正方程系数。用卡尔曼滤波方法预报气温, 通过利用前一时刻预报误差反馈到原来的预报方程, 并及时修正预报方程系数, 可以提高下一时刻的预报精度。

1 资料

将 1997—2001 年每年 5—10 月由 HLAFS 提供的物理量客观分析格点资料, 经解报得到宝鸡市 11 县区逐日地面气象要素。

2 方法步骤

2.1 建立气温预报候选因子库

HLAFS 提供的物理量客观分析资料范围为 25~45°N, 90~115°E, 分辨率为 1°×1°。包括各个层次的物理量: 风速、比湿、相对湿度、垂直速度、相对涡度、散度、水汽通量、水汽通量散度、温度露点差、假相当位温及潜在性对流不稳定指数。

依据天气学理论, 在预报员经验的基础上, 有针对性的选择与气温变化联系紧密的物理量, 建立气温预报因子候选库。例如, 将 (35°N, 107°E) 点 500 hPa 高度上的相对涡度定为候选因子 x_1 , (32°N, 105°E) 点 700 hPa 高度上的假相当位温定为 x_{40} , (38°N, 107°E) 与 (33°N, 109

°E) 点不稳定指数 K_i 的差值为候选因子 x_{233} 。以随机文件的形式建立本地气温预报因子候选库, 以便随后分析选择。

2.2 挑选本地气温预报因子

通过计算各气温预报候选因子与宝鸡各县区气温相关系数大小来获得预报因子。为更细致地研究预报因子与气温间的关系, 分月进行处理。以宝鸡市 24 h 最高气温的预报为例, 通过 1997 年到 2001 年 5 月共 150 个样本 (每个样本中包括 233 个候选因子和最高气温), 求得 233 个相关系数。与市区最高气温相关最大的前几个因子和对应相关系数见表 1 与表 2。

与 5 月日最高气温相关性好的前 4 个因子分别为 (33°N, 107°E) 点 850 hPa 高度上的风速 v 、(34°N, 105°E) 点 700 hPa 高上的 $T-T_d$ 、(35°N, 105°E) 点 700 hPa 高度上的 $T-T_d$ 、(35°N, 107°E) 点 500 hPa 与 700 hPa 高度上的假相当位温之差。6 月到 10 月情况类似, 上面 4 个因子与最高气温的相关系数都在 0.68 以上。因 (34°N, 105°E) 点 700 hPa 高度上的 $T-T_d$ 与 (35°N, 105°E) 点 700 hPa 高度上的 $T-T_d$ 类似, 只保留一个因子。考虑到 24 h 内气温变化的连续性, 将前一天的实时平均气温也作为日最高气温预报的 1 个因子, 代替去掉的因子。

收稿日期: 2002-05-09

作者简介: 陈卫东 (1968-), 男, 陕西扶风人, 高工, 从事业务管理和预报技术研究。

表 1 气温预报因子

月份	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
5	v_{850}	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	$\theta_{se(500-700)}$
6	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	v_{850}	$\Delta\theta_{se700}$
7	v_{850}	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	$\theta_{se(500-700)}$
8	v_{850}	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	$\theta_{se(500-700)}$
9	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	v_{850}	$\theta_{se(500-700)}$
10	v_{850}	$T-T_{d700}$	$T-T_{d700}$	$\theta_{se(500-700)}$

(注: 其中 $\Delta\theta_{se700}$ 为 700 hPa 不同格点的差值)

表 2 因子对应相关系数

月份	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
5	0.752	0.74	0.738	0.715
6	0.746	0.723	0.71	0.702
7	0.751	0.74	0.718	0.682
8	0.738	0.718	0.705	0.689
9	0.756	0.756	0.698	0.689
10	0.752	0.735	0.715	0.705

2.3 卡尔曼滤波递推方程组中参数的确定

卡尔曼滤波需要确定出 4 个递推参数: 以 2000 年资料为例, 在 24 h 最高气温预报时选择 4 个因子 (x_1, x_2, x_3, x_4)。含义分别为: 前一天平均气温、(33°N, 107°E) 点 850 hPa 高度上的风速、(34°N, 105°E) 点 700 hPa 高度上的 $T-T_d$ 、(35°N, 107°E) 点 500 hPa 与 700 hPa 高度上的假相当位温之差。然后由 5 月这 4 个因子和最高气温资料使用回归方法, 得到 24 h 最高气温预报回归方程的系数为 $\beta_0 = [0.5124, 0.154, 0.43, -0.095]^T$ 。同理, 6 月回归方程系数 $\beta_1 = [0.1515, 0.86, 0.433, -0.184]^T$ 。 β_0 是从样本资料精确计算得到的, 可认为精确, 假定它与理论值相等, 所以 C_0 是四阶零方阵, 即 $C_0 = [0]_{4 \times 4}$ 。

W 的估算表达式为:

$$W = \begin{bmatrix} (\Delta\beta_1)^2 \Delta T & 0 & 0 & 0 \\ 0 & (\Delta\beta_2)^2 \Delta T & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (\Delta\beta_3)^2 \Delta T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & (\Delta\beta_4)^2 \Delta T \end{bmatrix}$$

其中 $\Delta\beta_1, \Delta\beta_2, \Delta\beta_3, \Delta\beta_4$ 分别为上述 β_0 与 β_1 之差对应的 4 个分量。最后计算得到矩阵 W 对角线上的元素值为 (0.004, 0.016, 2.2E-7, 2.6E-

4)。

由于预报对象只有一个 (24 h 最高气温), 所以滤波参数 V 是 1×1 阶矩阵, 其数值为。

$$V = \frac{q}{k-m-1} = 8.6$$

2.4 用卡尔曼滤波方法预报气温

卡尔曼滤波预报方程组为:

$$\hat{Y}_t = X_t \hat{\beta}_{t-1} \quad (1)$$

$$R_t = C_{t-1} + W \quad (2)$$

$$\sigma_t = X_t R_t X_t^T + V \quad (3)$$

$$A_t = R X_t^T \sigma_t^{-1} \quad (4)$$

$$\hat{\beta}_t = \hat{\beta}_{t-1} + A_t (Y_t - \hat{Y}_t) \quad (5)$$

$$C_t = R_t - A_t \sigma_t A_t^T \quad (6)$$

用昨天资料对今天最高气温的预报 \hat{Y}_t 和今天实时最高气温 Y_t , 代入预报方程 (5), 可以确定出今天的预报系数向量 $\hat{\beta}_t$ 。然后调取 T213 数值预报提供的未来物理量场因子向量 X_{t+1} , 最后由预报方程 (1): $\hat{Y}_{t+1} = X_{t+1} \hat{\beta}_t$ 计算出 24 h 后的最高气温 \hat{Y}_{t+1} 。方程组中其余变量的物理意义详见参考文献 [1]。

3 业务运行

使用 VB6.0 完成上述计算过程, 流程如图 1 所示。

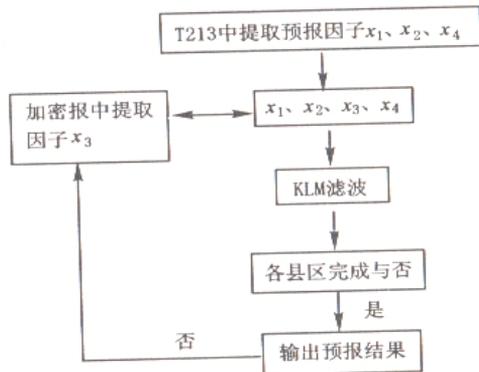


图 1 气温预报业务流程

从历史资料反演 (图 2) 和投入业务运行 (图 3) 的情况可以看出: 方法能够反映出实况气温的变化趋势; 模式本身存在滞后效应, 实况气温发生突变时, 预报结果的滞后偏差明显。由图 3 看出, 随着预报时效由 24 h 延长到 48 h, 预报误差增大。宝鸡市区 24 h 与 48 h 气温预报结果的平

均绝对误差分别为 2.2 和 3.0。

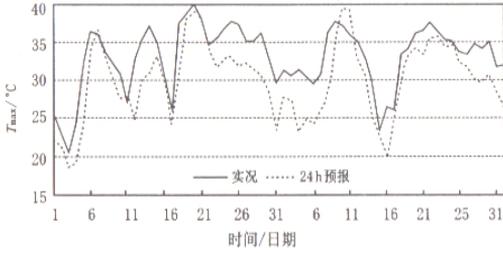


图 2 1997 年 7—8 月宝鸡市逐日最高气温
实况及预报结果

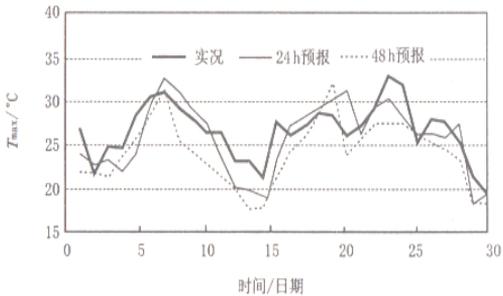


图 3 2003 年 8 月宝鸡市逐日最高气温
实况及预报结果

4 讨论

使用卡尔曼滤波方法时,因子不能超过 4 个,很难完全反映出气象场的突变,预报结果也会与实况存在很大出入。如果能够结合本地预报经验找到反映地面系统过境时的指标,在气象场突变时配合使用,气温预报的精度将会提高。例如,七角井偏北风速达到 12 m/s,未来 24 h 河套地区将会受冷空气的影响。阿拉山口风速超过 16 m/s 时,说明有冷空气从新疆侵入我国,未来 48 h 河套地区将会受其影响。如果考虑到这 2 个因子,当冷空气过境时,气温预报结果存在的滞后偏差将会有效地减小。

参考文献:

- [1] 中国气象局科教司. 省地气象台短期预报岗位培训教材 [M]. 北京: 气象出版社, 1998. 86-92.
- [2] 汪云. 72—120 h 站点温度完全预报方法 [J]. 陕西气象, 1995, (增刊): 29-34.

遥测雨量计自记纸的整理

日常地面气象观测中经常会遇到: 使用遥测雨量计时, 降水天气现象已经中止, 但在降水结束后仍有 0.1 或 0.2 mm 的降水量存在, 并且自记纸上也有记录。这时要仔细辨认天气现象, 确定降水现象是否已中止。确认天气现象记载正确时, 再进一步分析。从翻斗式遥测雨量计的结构上可知, 当翻斗中水超过一定量时, 翻斗开始向盛水一侧翻倒。但降水中止时, 若翻斗中的水刚好等于这个临界值时, 翻斗不会翻倒计数, 在降水中止后, 翻斗上有一小点水流下来时就翻倒计数了。

《技术汇编》规定“此时应参照气簿—1 天气现象栏中降水结束时间, 将其记入终止的那一个

小时内, 并在自记纸背后注明”。在非定时观测时出现照此处理不存在问题, 但出现在定时观测发报时就不同了。如降水中止于 13:30, 以后无降水。14 时观测发报时遥测雨量计读数 3.4 mm, 天气报中 6RRR1 发报 60031, 在 14:05 遥测雨量计又有 0.1 mm 记录, 所以在 20 时观测时, 该时次无天气现象, 但有 0.1 mm 降水量。经分析认为: 考虑天气现象和发报统一, 上例中 20 时发报时不编发降水组, 将 0.1 mm 降水用“+0.1”记在 14 时“RR 栏”降水量“3.4”之后, 并在备注栏加以备注, 次日 08 时天气报(加密报、重要报)发报时用 3.5 mm 降水量发报。

(杨文平)