

基于数值预报及上级指导产品的本地 气温 MOS 预报方法

罗菊英 周建山 闫永财

(湖北省恩施自治州气象局, 恩施 445000)

摘要 利用恩施基准站 2008—2011 年地面实测资料、数值预报产品、上级台站指导产品,采用 M(数值模式预报)、E(天气学经验)、D(诊断分析)相结合的方法(简称 MED),从气温变化的影响因素如大气稳定度、温度平流、水汽条件等设计具有物理意义的预报因子。或根据需要进行因子的组合叠加利用,并将指导产品直接作为预报因子。利用常规统计预报方法(逐步回归),将高、低温实况作为预报对象来建立地方气温预报模式。结果表明:将天空状况进行分型后建立地方气温 MOS 预报模型,并对应高低温一般出现时间段来选取数值预报产品因子进行预报,对本地气温预报质量的提高有积极意义;模型建立过程中,综合采用了 MED 相结合的方法,并应用了数值预报再加工因子,考虑了天气系统变化对气温的影响,增强了数值预报的解释应用能力;参考客观数值模式产品、上级业务部门指导产品相结合的综合 MOS 预报方法,建立地方气温 MOS 预报是提高本地天气预报准确率的有效尝试。检验结果也表明,本地气温 MOS 预报效果较好,明显高于指导预报,已较好应用于实际业务中。

关键词 气温 MOS 预报 数值预报产品 指导预报产品

引言

气温预报是天气预报的重要组成部分,随着科技水平的不断发展,人们生活水平提高后对气象服务的高需求,气温精细化预报是目前天气预报面临的问题和挑战。从国内相关文献看^[1-8],近几十年,随着数值预报业务的发展,许多学者采用统计学释用(MOS、PP 和卡尔曼滤波等)、动力学释用和人工神经网络释用等方法,温度预报质量得到了较大提高。从湖北省内气象部门业务发展看^[9-10],针对气温预报,辜旭赞采用相似卡尔曼滤波方法建立分县气温预报系统,徐双柱针对影响气温因素进行分析,提出了如何利用数值预报产品进行气温预报的思路,对本地气温预报有一定指导意义,但是,要真正达到精细化预报目标要求,仍然有较大差距。针对本地区而言,目前,以数值预报为基础的本地化气温释用方法研究仍处于起步阶段。

恩施土家族苗族自治州位于湖北省西南部,以山地为主,海拔高差悬殊,由于地形复杂,形成了具有地区特点的多样化、多层次立体气候,其气温分布

随着区域环境的不同差异大。同时,数值预报对复杂下垫面简化处理后的模式误差也加大^[11],故山区气温预报相对平原地区更难。据上述现状,参考客观数值模式产品、上级业务部门指导产品相结合的综合 MOS 预报方法,建立地方气温 MOS 预报,是提高本地天气预报准确率的有效尝试。在国内,用中心 MOS 和地方 MOS 优势相结合,是一种常用的中短期预报方法,也是 MOS 预报的发展趋势^[12]。

1 采用资料

(1)恩施站 2008—2011 年地面逐日观测资料,所含要素为气温(含高温、低温),日照(含日照时数、日照百分率),降水(分夜间段 20:00—08:00、白天段 08:00—20:00),云量(地面观测 3 h 间隔总云量)。

(2)恩施站 2008—2011 年 08:00、20:00 逐日高空实况观测资料,所选层次为 850、700、500 hPa,选取要素为风向风速、温度、高度、温度露点差,其中温度露点差值利用公式转换为相对湿度值,转换公式为: $\lg u = (7.65t_d)/(243.12 + t_d) - (7.65t)/(243.12 + t) + 2$ ^[13]。

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

湖北省气象局科技发展基金重点项目“恩施自治州旅游气象预报服务方法研究”(2012Z04)资助

作者简介:罗菊英,女,1972 年生,高级工程师,研究方向中短期预报方法和应用气象,Email:396606423@qq.com

收稿日期:2013 年 4 月 5 日;定稿日期:2014 年 1 月 15 日

(3) 2008—2011年逐日 08:00、20:00(北京时,下同)起报 0~96 h 时效欧洲数值预报产品,所含要素为 850 hPa 气温、相对湿度和风向风速(850、700 hPa)、500 hPa 高度、海平面气压。所含格点为:以恩施站点附近 110°E,30°N 为中心,共选取 9 格点,具体见图 1。

0	110.00° E, 30.00° N			
1	112.50° E, 30.00° N	4	3	2
2	112.50° E, 32.50° N			
3	110.00° E, 32.50° N			
4	107.50° E, 32.50° N	5	0	1
5	107.50° E, 30.00° N			
6	107.50° E, 27.50° N			
7	110.00° E, 27.50° N	6	7	8
8	112.50° E, 27.50° N			

图 1 EC 格点分布示意图

(4) 2008—2011年武汉中心气象台逐日 06:00、15:00 下发的城镇天气预报指导产品。

2 研究方法

2.1 研究目的

从热流量方程知道,温度的局地变化取决于温

度平流、气压变化、大气稳定性和非绝热过程。通过尺度分析知道,大尺度系统的局地温度变化主要是温度平流和非绝热过程,而对中尺度系统来说,温度平流、大气稳定性与非绝热过程对温度的影响同样重要。近地层中,影响气温的主要因素非绝热过程,其变化主要受天空状况(日照、云量等)影响^[14]。故在建立温度预报模型时,首先综合考虑影响局地气温的要素,即天气情况、云量、日照等进行天气分型,然后,对应不同天气型建立分月高、低温预报模型。

2.2 分型方法

考虑高温主要出现在白天,低温主要出现在夜间到凌晨,分型方法是^[15]:将天空状况按照白天(08:00—20:00)、夜间(20:00—08:00)两个时段进行划分。根据定时总云量均值,结合日照百分率和时段天气(主要指有无降水出现)进行综合判别。白天按照 11:00、14:00、17:00 总云量均值、08:00—20:00 降水情况、日照百分率 3 项综合考虑,夜间按照 02:00、05:00、08:00 总云量均值,结合 20:00—08:00 降水情况 2 项综合考虑,共分为 3 型,具体见表 1、表 2。

表 1 白天段(08:00—20:00)天空状况分型

类型	天空状况	云量/成	日照百分率	天气现象
I 型	晴天(或少云)到多云	0~7	≥15	无降水
II 型	阴天	≥8	≤15	无降水
III 型	雨天	≥8	≤15	≥0.1 mm 降水

表 2 夜间段(20:00—08:00)天空状况分型

类型	天空状况	云量/成	天气现象
I 型	晴天(或少云)到多云	0~7	无降水
II 型	阴天	≥8	无降水
III 型	雨天	≥8	≥0.1 mm 降水

2.3 预报因子选取

主要采用了 2008—2011 共 4 年的欧洲数值预报产品及上级台站指导产品来建立 MOS 方程预报因子库。

2.3.1 数值预报产品(预报单点)

恩施站点附近单点(110°E,30°N)预报值,主要是 08:00、20:00 两时次上述欧洲数值预报产品,共 12 个因子,具体见表 3 中 $x_1 \sim x_6$ 、 $x_{20} \sim x_{25}$ 。

2.3.2 数值预报再加工因子(多格点)

影响气温变化的因素有很多,从大气环流背景、中尺度动力、热力、水汽等天气学条件设计自变量。考虑影响局地气温的非绝热过程,不但受天空状况影响,还与地形、下垫面、空气湿度等很多因素影响有关,且其变化过程多在中小尺度系统上发生^[16-18],故根据地转风原理,通过对欧洲流场、高度、气压、湿度等产品进行再加工利用,来模拟大气环流背景场和反映水汽条件等情况。

(1)格点资料选取:以预报站点(0 点)为中心,采用选取多格点产品资料的办法,格点分布见图 1。

(2)组合因子设计:共组合了 26 个因子,具体见表 3 中 $x_7 \sim x_{19}$ 、 $x_{26} \sim x_{38}$ 。再加工因子组合方法如下^[19]:

① 0 点(代表恩施站,下同)地转涡度:

$$T_1 = H_1 + H_3 + H_5 + H_7 - 4H_0$$

② 南北方向气压梯度:

$$T_2 = (H_6 + H_7 + H_8) - (H_4 + H_3 + H_2)$$

③ 东西方向气压梯度:

$$T_3 = (H_2 + H_1 + H_8) - (H_4 + H_5 + H_6)$$

④ 东北—西南方向高空槽强度:

$$T_4 = H_4 + H_8 - 2H_0$$

⑤ 横槽强度:

$$T_5 = (H_4 + H_6 - 2H_5) + (H_3 + H_7 - 2H_0) + (H_2 + H_8 - 2H_1)$$

⑥ 竖槽强度:

$$T_6 = (H_2 + H_4 - 2H_3) + (H_1 + H_5 - 2H_0) + (H_8 + H_6 - 2H_7)$$

⑦ 700 hPa、850 hPa 南北方向风速辐合:

$$T_7 = (\omega_6 + \omega_7 + \omega_8 + \omega_1) - (\omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \omega_5)$$

⑧ 700 hPa、850 hPa 东西方向风速辐合:

$$T_8 = (\omega_8 + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3) - (\omega_4 + \omega_5 + \omega_6 + \omega_7)$$

⑨ 高空槽强度 T_9 :用 500 hPa 风速模拟,格点取值方法同上述④、⑤。

⑩ 湿层厚度: $T_{10} = (850 \text{ hPa 相对湿度} + 700 \text{ hPa 相对湿度}) / 2$

⑪ 地面冷空气强度 T_{11} :

偏北路(西北—东南方向):

$$(p_3 + p_4 + p_5) - (p_7 + p_8 + p_1)$$

偏东路(东北—西南方向):

$$(p_1 + p_2 + p_3) - (p_5 + p_6 + p_7)$$

其中, H 为高度, p 为气压, ω 为风速。

2.3.3 上级指导产品

对武汉中心台 06:00、16:00 下发的高低温指导预报产品,直接作为对应预报要素的预报因子,见表 3 中 x_0 。指导产品实际上是上级台站对数值预报结果综合分析后,并结合预报员主观经验后的订正预报,有很好的参考作用,在制作地方 MOS 预报时,结合本地经验,对数值产品进一步释用,从理论上可以提高温度精细化水平。

表 3 气温 MOS 预报因子

预报因子	因子意义	预报因子	因子意义
x_0	指导预报(高温或低温)	x_{20}	20:00 500 hPa 高度
x_1	08:00 500 hPa 高度	x_{21}	20:00 850 hPa 温度
x_2	08:00 850 hPa 温度	x_{22}	20:00 700 hPa 相对湿度
x_3	08:00 700 hPa 相对湿度	x_{23}	20:00 850 hPa 相对湿度
x_4	08:00 850 hPa 相对湿度	x_{24}	20:00 气压
x_5	08:00 气压	x_{25}	20:00 700 hPa 风速
x_6	08:00 700 hPa 风速	x_{26}	20:00 地转涡度
x_7	08:00 地转涡度	x_{27}	20:00 南北方向气压梯度
x_8	08:00 南北方向气压梯度	x_{28}	20:00 东西方向气压梯度
x_9	08:00 东西方向气压梯度	x_{29}	20:00 东北—西南向高空槽强度
x_{10}	08:00 东北—西南向高空槽强度	x_{30}	20:00 横槽强度
x_{11}	08:00 横槽强度	x_{31}	20:00 竖槽强度
x_{12}	08:00 竖槽强度	x_{32}	20:00 西北东南向地面冷空气强度
x_{13}	08:00 西北东南向地面冷空气强度	x_{33}	20:00 湿层厚度
x_{14}	08:00 湿层厚度	x_{34}	20:00 700 hPa 南北风速辐合
x_{15}	08:00 700 hPa 南北风速辐合	x_{35}	20:00 700 hPa 东西风速辐合
x_{16}	08:00 700 hPa 东西风速辐合	x_{36}	20:00 850 hPa 南北风速辐合
x_{17}	08:00 850 hPa 南北风速辐合	x_{37}	20:00 850 hPa 东西风速辐合
x_{18}	08:00 850 hPa 东西风速辐合	x_{38}	20:00 东北西南向地面冷空气强度
x_{19}	08:00 东北西南向地面冷空气强度		

2.4 预报模型建立及业务应用

2.4.1 气温 MOS 预报方法

将上述影响气温的所有因子(共 39 个)作为自变量 X_T ,不同天气型下实况观测高、低温作为因变量 Y ,即 $Y_T = f(X_T)$ 。将各因子进行单相关检验分析后,采用逐步回归的方法,建立最优回归模型,模型 F 检验中临界值 $F_a = 4.0^{[20]}$ 。

在模型建立过程中,利用历史实测资料作为因变量,并根据历史经验即先验概率来确定影响因子,同时从数值预报归档资料中选取对应预报因子,并利用了上级台站客观指导预报结果,实际上是综合采用了 M(数值模式预报)、E(天气学经验)、D(诊断分析)相结合的方法来建立本地气温预报模型^[21]。

2.4.2 预报方程建立

一般分月到站点进行高低温预报,本文以恩施站为例,逐月建立本地气温 MOS 预报模型。模型分 08:00、20:00 两个时次,高、低温两个要素未来 72 h 时效进行预报,预报时间分辨率为 12 h。预报方程按晴到多云、阴天、雨天 3 个天气类型分别建立。根据上述思路,恩施单站共建立了 477 个分月预报方程。

在建模变量统计关系建立过程及业务应用中,除了考虑不同天空状况进行分型统计外,还需考虑高低温出现时段进行建模和预报,即针对预报对象因变量 Y 的不同(高温或低温),因子 X 对应时刻有区别,预报高温时,预报因子为预报日当天 08:00、20:00 数值预报资料产品,预报低温时,预报因子为预报日前一天 20:00 和预报日当天 08:00 数值预报资料产品。

2.4.3 气温 MOS 预报业务系统应用

在业务应用中,气温订正预报流程见图 2。即在实际业务应用中,根据表 1、表 2 的判别标准分别对未来 72 h 内夜间、白天(12 h 间隔)天气状况进行判别预报后,分别进入不同天空状况下的高低温预报模型进行计算。

3 模型应用

文中统计分析了武汉中心台通报的 2008—2013 年恩施州气象气温预报质量,并对模式使用前、后质量进行了简单对比分析。同时选取 2014 年 2 月 20:00 未来 24 h 时效预报模型结果进行逐日试

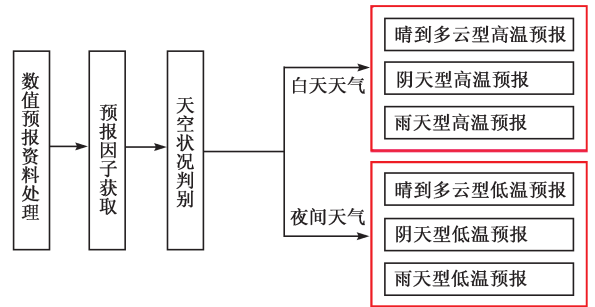


图 2 气温订正预报业务流程

报和应用检验,模型预报因子除上级指导产品外,其余均为欧洲数值预报模式产品。

3.1 质量分析

统计 2008—2012 年 5 年来武汉中心台对恩施州气温预报质量 0~168 h 的检验通报结果,从气温预报绝对准确率分析,高温在 50%~55% 之间,低温在 70%~80% 之间。模式使用后的 2012 年 11 月至 2013 年 6 月质量通报结果,高、低温准确率均值分别为 61.2%、82.8%,高低温预报准确率明显高于历史同期平均值。

统计模式使用后的气温订正 TS 质量,2012 年 11—12 月,高、低温订正 TS 均值分别为 6.7%、5.4%,综合排名全省第 2。2013 年,恩施气象台城镇预报综合质量排名全省前列,其中高温订正 TS 质量排名全省第 1,2013 年 1—6 月,高、低温订正 TS 均值分别为 9.7%、3.9%,高于全省均值 6.9%、1.1%,半年城镇预报综合质量排名全省第 1 名,中心台 2013 年上半年检验结果见图 3。

3.2 模型检验实例

3.2.1 模型结果

2 月气温预报模型、预报所用因子及检验结果见表 4~6,因子意义见表 3。

3.2.2 检验结果

检验中参照气发[2005]109 号全国城镇天气预报质量检验方案中的气温检验方法,即温度预报绝对误差小于等于 2℃ 的百分率来进行气温定量预报评定,试验结果见表 5~6。

2014 年 2 月,由于多降水天气,转折天气相对较少,故上级指导预报准确率较高,订正预报难度加大,但从实验结果看,对错误预报仍有较好订正能力。

分析表 5 低温预报结果,2014 年 2 月,针对恩

施站的低温,武汉中心台 16 时发布的未来 24 h 低温指导预报,准确率较高,错报 5 次,准确率 82.1%。假定次日天气现象判断对的前提下,模型客观预报错报 2 次(表 5 中带“**”数字),模型订正对 3 次(表 5 中带 * 数字),准确率 92.4%,从表中可以看出,错报的 10 日、20 日,武汉中心台也同时报错。

分析表 6 高温预报结果,2014 年 2 月,针对恩

施站的高温,武汉中心台 16:00 发布的未来 24 h 高温预报,指导能力明显不如低温预报,错报 8 次,准确率为 71.4%,在次日天气现象判断对的前提下,模型客观预报准确率为 82.1%,高指导预报 10.7 个百分点,订正中心台错误预报 5 次(表 6 中带“*”数字),在错的 3 次中(表 6 中带“**”数字),中心台也同时报错,且误差明显大于模型客观结果。

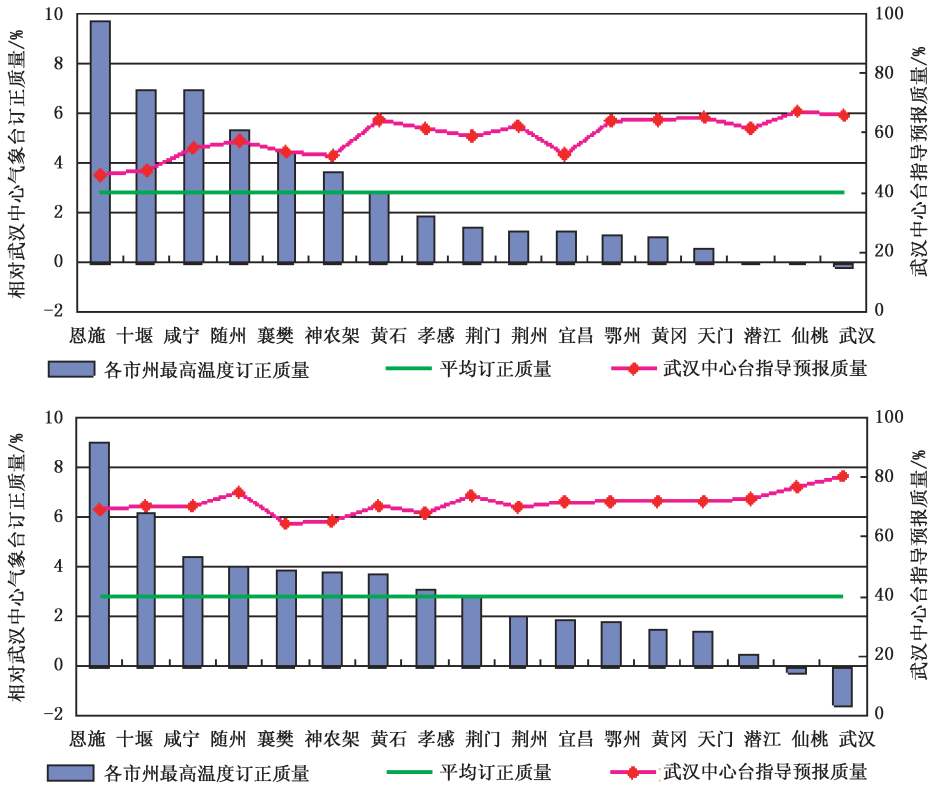


图 3 武汉中心台通报的 2013 年 1—6 月各州市城镇预报气温预报 SST 技巧评分

表 4 不同天空状况下的 2 月气温预报模型

要素	预报模型	预报方程
低温	I 型(晴到多云型)	$y = -2.3164 + 0.7400x_0 - 0.1687x_2 + 0.2526x_{21} + 0.0627x_{37}$
	II 型(阴天型)	$y = -120.2318 + 0.2512x_0 + 0.5983x_2 + 0.0664x_{34} + 0.0709x_4 + 0.1149x_5$
	III 型(雨天型)	$y = +4.1553 + 0.4552x_0 + 0.2095x_{12} + 0.2053x_2 + 0.1310x_{21} - 0.0459x_8$
高温	I 型(晴到多云型)	$y = +11.2298 - 0.0094x_0 - 0.0794x_{19} + 0.7768x_{21} + 0.1428x_{34}$
	II 型(阴天型)	$y = -146.3562 + 0.0408x_0 + 0.8272x_{21} + 0.1508x_{24} + 0.0322x_{37}$
	III 型(雨天型)	$y = +4.5673 + 0.5288x_0 + 0.2566x_2 + 0.0331x_{34}$

4 结论

(1)模型建立过程中,综合采用了 M(数值模式预报)、E(天气学经验)、D(诊断分析)相结合的方法,

并应用了数值预报再加工因子,考虑了天气系统变化对气温的影响,增强了数值预报的解释应用能力。随着数值预报技术的不断提高,预报模型的准确率也将进一步提高。

表 5 2 月低温预报模型检验(气温:℃;雨量:mm;日照时数:h)

预报日期	客观低温预报结果			预报误差			预报评定			天气实况			备注	
	I 型	II 型	III 型	I 型	II 型	III 型	指导误差	模型计算	指导预报	低温	20:00—08:00— 08:00 雨量	08:00— 20:00 雨量		日照时数
1 日	8.9	11.8	13.5	-2.0			1.8	√	√	10.9			7.2	晴天
2 日	8.7	9.8	10.3	0.9			0.4	√	√	7.8			0.4	多云
3 日	7.8	6.8	6.8		-1.6		-0.9	√	√	8.4		0		阴有阵雨
4 日	7.0	7.2	6.0			0.7	0.8	√	√	5.3	0.8	0.8		小雨
5 日	4.6	5.2	4.9			1.9	0.5	√	√	3		0.3		小雨
6 日	4.0	3.9	3.8		-0.1		-1.4	√	√	4				阴
7 日	3.6	2.2	2.8		-1.2		-1.4	√	√	3.4		0.6		阴转小雨
8 日	2.7	2.6	1.9			0.8	0.5	√	√	1.1	0.9	0.9		小雨夹雪
9 日	2.1	0.4	0.6	1.9			0.2	√	√	0.2				多云
10 日	0.0	-0.8	1.0	2.5**			2.7	×	×	-2.5				多云
11 日	2.5	1.0	0.8			0.1	0.3	√	√	0.7	0.2	2		小雪
12 日	2.0	0.8	0.9			0.5	-0.4	√	√	0.4	0.1	0.1	3.5	小雨
13 日	2.6	0.7	1.5	2.0			0	√	√	0.6			1.6	多云
14 日	2.9	0.8	2.7	1.2			-0.9	√	√	1.7				多云
15 日	4.1	4.0	3.5	0.5			-1.1	√	√	3.6				多云
16 日	3.9	4.6	3.2			0.1	-0.6	√	√	3.1	0.3	1.4		小雨
17 日	4.8	3.6	3.9			2.0	1.5	√	√	1.9	2.6	2.6	3.1	小雨
18 日	1.9	1.2	3.6	1.9			0.9	√	√	0			4.1	多云间晴
19 日	1.4	1.1	3.7	2.0			0.7	√	√	-0.6			8	晴
20 日	5.3	3.2	5.7		-2.5**		-2.1	×	×	5.7				阴
21 日	6.0	6.2	6.6		-0.5*		-2.5	√	×	6.7				阴
22 日	7.8	7.5	7.6		-0.2		-0.7	√	√	7.7		0.4		阴转小雨
23 日	8.4	8.6	8.1			0.4	-0.1	√	√	7.7	4.6	7.3		小雨
24 日	7.3	7.7	7.9			-0.3*	-2.2	√	×	8.2	0.1	0.1		小雨
25 日	7.8	7.8	7.6		-1.5*		-2.8	√	×	9.3				阴
26 日	8.6	9.5	7.9			-1.2	-0.9	√	√	9.1	3.9	5.8		小雨
27 日	8.1	8.3	7.7			-0.6	-1.3	√	√	8.3	0.4	1.3		小雨
28 日	7.4	8.1	7.2			-1.1	-1.6	√	√	8.3	0.1			小雨转阴

注:表中*表示模型预报对,**表示模型预报错,下同。

(2) 预报因子选取中,综合考虑影响局地气温的主要因素,即结合高、低温一般出现时段内云量、日照、天气情况,将天空状况进行分型后建立地方气温 MOS 预报模型,并对应高低温一般出现时间段来选取数值预报产品作为因子进行预报,对本地气温预报质量的提高有积极的意义。

(3) 参考客观数值模式产品、上级业务部门指导产品相结合的综合 MOS 预报方法,建立地方气温 MOS 预报,是提高本地天气预报准确率的有效尝试。检验结果也表明,本地气温 MOS 预报效果较好,明显高于指导预报,已较好应用于实际业务中。

表6 2月高温预报模型检验(气温:℃;雨量:mm;日照时数:h)

预报日期	客观低温预报结果			预报误差				预报评定		天气实况			备注	
	I型	II型	III型	I型	II型	III型	指导误差	模型计算	指导预报	20:00—08:00—		日照时数		
										低温	08:00—20:00			雨量
1日	21.4	18.4	17.6	-2.2**			-3.4	×	×	23.6			7.2	晴天
2日	17.2	12.3	15.4	0.6*			-2.2	√	×	16.6			0.4	多云
3日	13.0	9.7	10.7				-4.0**	×	×	14.7		0		阴有阵雨
4日	13.4	8.4	10.4				2.0	√	√	8.4	0.8	0.8		小雨
5日	10.8	5.8	7.9				2.0	√	√	5.9		0.3		小雨
6日	9.5	5.2	7.3		-1.1		-0.3	√	√	6.3				阴
7日	9.1	4.9	5.9				0.4	√	√	5.5		0.6		阴转小雨
8日	6.7	3.2	5.5				1.4	√	√	4.1	0.9	0.9		小雨夹雪
9日	5.1	1.7	5.0	1.7				√	√	3.4				多云
10日	6.2	3.3	5.4	2.0				√	√	4.2				多云
11日	5.9	2.8	4.6				1.7	√	√	2.9	0.2	2		小雪
12日	6.4	2.9	6.3				-0.1	√	√	6.4	0.1	0.1	3.5	小雨
13日	8.5	4.9	7.6	0.4				√	√	8.1			1.6	多云
14日	6.7	5.5	7.3	0.7				√	√	6				多云
15日	5.9	6.3	6.9	0.7				√	√	5.2				多云
16日	10.1	6.6	6.5				1.8	√	√	4.7	0.3	1.4		小雨
17日	8.6	7.1	7.1				-2.0*	√	×	9.1	2.6	2.6	3.1	小雨
18日	10.7	8.1	8.2	-0.9*				√	×	11.6			4.1	多云间晴
19日	13.3	10.0	11.3	-1.2*				√	×	14.5			8	晴
20日	12.2	9.9	9.2		-0.4			√	√	10.3				阴
21日	14.0	10.6	10.4		-3.0**			×	×	13.6				阴
22日	13.6	10.5	11.3				0.2	√	√	11.1		0.4		阴转小雨
23日	14.3	11.1	10.7				1.6	√	√	9.1	4.6	7.3		小雨
24日	14.6	11.3	12.3				-1.8	√	√	14.1	0.1	0.1		小雨
25日	15.1	11.5	12.6		-1.0			√	√	12.5				阴
26日	15.0	10.0	11.9				0.9	√	√	11	3.9	5.8		小雨
27日	15.2	11.7	11.1				1.5	√	√	9.6	0.4	1.3		小雨
28日	13.0	9.7	10.4				-1.9*	√	×	12.3	0.1			小雨转阴

参考文献

- [1] 薛志磊,张书余. 气温预报方法研究及其应用进展综述[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 451-458
- [2] 陈优平, 陆琛莉, 李云泉. 基于 GFS 产品和卡尔曼滤波的嘉兴市温度客观预报[J]. 气象科技, 2009, 37(2): 141-144.
- [3] 张红雨, 李疏富, 张国勇, 等. 精细化气象要素温度指导预报在山西区域的误差及特征[J]. 气象科技, 2012, 40(5): 778-782.
- [4] 吴君, 裴红芹. 基于数值预报产品的地面气温 BP_MOS 预报方法[J]. 气象科学, 2007, 27(4): 430-435.
- [5] 李倩, 胡邦辉, 王学忠, 等. 基于 BP 人工神经网络的区域温度多模式集成预报试验[J]. 干旱气象, 2011, 29(2): 231-235.
- [6] 王秋云, 严明良, 包云轩, 等. 基于不同陆面参数化方案的高温天气数值模拟[J]. 气象科技, 2011, 39(5): 537-544.
- [7] 张秀年, 曹杰, 杨素雨, 等. 多模式集成 MOS 方法在精细化温度预报中的应用[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2011, 33(2): 67-71.

- [8] 吴星霖,罗松,曾厅余. 以 ECMWF 数值产品为基础的单站气温中短期预报[J]. 云南地理环境研究,2012,24(1):30-35.
- [9] 辜旭赞. 湖北分县 MOS 预报系统建立与评分[J]. 气象,2008,34(2):44-51.
- [10] 徐双柱, 谌伟, 毛以伟. 武汉市盛夏气温预报[J]. 气象科学, 2005,25(4): 419-425.
- [11] 孔玉寿,张东华. 现代天气预报技术[M]. 北京:气象出版社, 2005:53.
- [12] 朱乾根,林景瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2011年:26-30.
- [13] 中国气象局监测网络司. L 波段(1型)高空气象探测系统业务操作手册[M]. 北京:气象出版社,2009:13.
- [14] 黄治勇,张文. 湖北省乡镇温度预报方法初探[J]. 气象,2011,27(12):1578-1583
- [15] 田刚,何明琼,罗菊英,等. 鄂西南短期天气预报业务系统联合攻关材料汇编[G]. 鄂西南联合攻关项目组,2009:165-224
- [16] 周后福. 局地温度变化中各项因子的定量估算[J]. 气象, 2005,31(10):20-23.
- [17] 韩世刚,吉莉,苟思,等. 最高(低)温度 PP 法预报修正方案的比较研究[J]. 高原山地气象研究,2009,29(3):66-68.
- [18] 陈百炼. 降水温度分县客观预报方法研究[J]. 气象,2003,29(8): 48-51.
- [19] 孔玉寿,张东华. 现代天气预报技术[M]. 北京:气象出版社, 2005年:57-59.
- [20] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京:气象出版社, 1990:89-119.
- [21] 孔玉寿,沈家宜. 用 MED 方法作南京地区五月份雷暴的短期预报[J]. 气象科学,1986,(1):76-81.

Local Temperature MOS Forecast Method Based on Numerical Forecast Products and Superior Guidance

Luo Juying Zhou Jianshan Yan Yongcai

(Enshi Meteorology Service, Hubei, Enshi 445000)

Abstract: Based on the observed meteorological data of Enshi Station from 2008 to 2011, numerical forecast products, and superior station guidance, by means of the combined method of M (numerical model forecast), E (learning experience of weather), D (diagnostic analysis), the predictors with atmospheric-physics significance are designed from the aspect of the influencing factors of temperature changes, such as the atmospheric stability, temperature advection, water vapor conditions, etc.; or a combination of factors according to the needs is considered, and the superior guidance products are used as predictors directly. Using the conventional statistical forecast method (stepwise regression), taking high and low temperature as predictands, the local temperature prediction model is established considering the direct factors influencing the atmospheric temperature. The local temperature MOS forecast model is established after sky condition classification, and the numerical forecast products are selected corresponding to the appearing time of high and low temperature, which is of significance to the quality improvement of local temperature forecasting. During the model building, the combined method and reprocessed numerical forecast factors are used, and the influence of weather variation on air temperature is considered, so the application and interpretation capability of numerical forecast products is enhanced. The comprehensive MOS forecasting referring to the objective numerical model products and superior guidance products is an attempt to improve the local weather forecast accuracy effectively. Test results also show that the local temperature MOS forecast method performed well, with the effectiveness significantly better than guidance forecasting.

Key words: temperature, MOS forecast, numerical prediction product, superior guidance product