

冬季地面最低温度分析 预报服务系统

席林华 陈建华 蒯志敏 顾仕贤 唐毅

(江苏省苏州市气象台 215001)

提 要

地面最低温度是农业、水利、建筑、交通等部门期望得到的新的预报内容。为此,在分析其气候规律的基础上,对其“天气类型”进行特征分析与划分,建立经验规则,设计岭回归模型,最后建成具有一定特色的预报服务系统。实践表明,该系统具有较强的实用性和预报能力。

关键词: 地面最低温度 “天气类型”划分 岭回归模型 预报服务系统

引 言

地面温度对国民经济许多领域如农业耕作、房屋建筑、道路、桥梁、水利等工程施工都有重大影响。尤其是地面最低温度,是影响作业进度、质量的重要因素之一。因此,地面最低温度已成为作业部门期望得到的气象预报内容之一。为此,我们自1993年3月起,开始了苏州冬季地面最低温度分析预报的研究,以使气象预报产品能更好地为各部门指挥生产,工程施工,趋利避害,提高效益服务。

1 预报方法的建立

1.1 预报思路

地面温度是太阳和地面辐射、土壤热传导等物理过程的综合表征,其变化幅度较气温要大得多。通过大量单站资料的统计分析和长期观测经验可知,地面最低温度主要受制于以下几方面:一是前期基础地温,二是控制本地的天气系统,三是出现最低地温期间(一般为夜间)的云天状况,四是地面状况和有关的气象要素。在第一方面我们先考虑预报出地面最低温度的24小时变量,在第二、三方面我们考虑分“天气类型”来建立预报方程,在第四方面我们统计选取若干个要素作

为因子建立预报方程。这样作出的预报既考虑了天气状况的变化,又能得到较为客观的预报值。

1.2 “天气类型”划分

我们主要参考以下3个方面,将逐日“天气类型”(Weather Type,简称为WT)分为5类,即逐日将WT值确定为-2、-1、0、+1、+2,分别定性地指示未来24小时地面最低温度变化趋势为:明显降温、降温、少变、升温、明显升温。

首先,根据过去24小时地面风向的转换、风速的增减情况初定WT值。当其间由偏南风向偏北风转换时,WT定为-2;偏北风维持一定强度时,则WT为-1;反之,风向由偏北风转为偏南风时,则WT为+2;偏南风维持一定强度时,WT为+1。WT值的确定同时应考虑风速的大小及其变化,当风向转换不明显或风速微弱时,WT可定为0。从天气学角度来讲,风向的转换及风速的大小就是表示了控制本地的气团性质及其变化、强度,如在冷空气影响前后,风向、风速能较好表示锋面与测站的相对位置、冷高压强度、锋面路径、冷气团控制时间等。从统计资

料来看,逐日由风向风速初定的 WT 值和第二天早晨地面最低温度的 24 小时变量 ΔD_{24} 之间存在较好的相关性,图 1 是 1990 年 12 月两者的变化曲线。

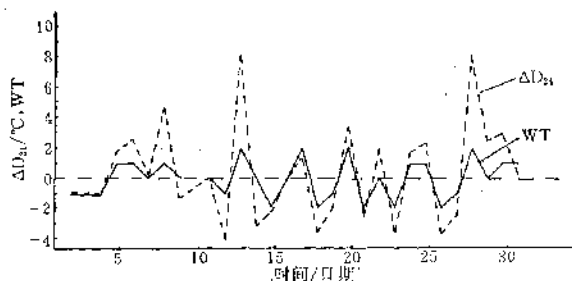


图 1 1990 年 12 月逐日地面最低温度的 24 小时变量(实线)与量化化风向风速(虚线)变化图

其次,根据当日夜间云天趋势修正 WT 值。当夜间云天趋势与前一日夜间云天实况比较为阴转晴时,WT 趋负;为晴转阴时,WT 趋正;当出现多云、少云之间的转变或少变时,WT 趋零。夜间的云天状况主要表征夜间地面长波辐射强弱,它对于地面最低温度影响很大。

再次,参照前期降水情况及夜间降水趋势修正 WT 值。当前期降水量多,持续时间长时,土壤含水量丰富,从而减缓土壤的冷却或变暖,故在考虑地面降温或升温时,WT 值应适当趋零。从个例分析可知,在冷空气已经影响本地,风向已转偏北,风速已明显增大,但前期直至当日夜间有明显的降水时,地面最低温度仍能保持不降甚至继续锋前的升温。相反,前期降水少,土壤干燥时,地温变幅大,故在考虑因某种原因使地面升降温时,WT 值的绝对值应适当趋大。

从统计资料看,云天和降水情况与地面最低温度的变化关系较为密切(图略)。

以上 3 个方面是依次迭加,由定性到定量,同效应迭加时 WT 的绝对值不超过 2。表 1、表 2 直观地表示了初定、修正 WT 值的方法。

表 1 由风向、风速及其变化初定 WT 值示量表

	偏南→偏北	持续偏北	偏北→偏南	持续偏南	转换不明显
大	-2	-1	+2	+1	0
小	-1	0	+1	0	0
微弱	0	0	0	0	0

表 2 由云天趋势、降水情况修正 WT 值示量表

WT	云天趋势			降水情况	
	阴→晴	晴→阴	少变	降水多土壤湿	降水少土壤干
趋势	趋降	趋升	趋零	趋升	趋降

1.3 预报因子和预报方程

我们用 1988—1992 年 4 个冬季 3 个月(12—2 月)逐日共 341 个个例的地温及对应资料,从 7 个候选因子中采用人工分析、组合和机器筛选的方法,确定了关系较为密切的如下 4 个因子 x_1-x_4 作为 y 的预报因子:

y ——08 时地面最低温度的 24 小时变量 $\Delta D_{\min(08)}$;

x_1 ——东京 FXFE782 图上 850hPa08 时温度预报值的 24 小时变量 $\Delta T_{850(08)}$

x_2 ——08 时最低气温的 24 小时变量 $\Delta T_{\min(08)}$;

x_3 ——14 时气温的 24 小时变量 $\Delta T_{(14)}$;

x_4 ——综合因子 $z = (T_{(14)} - T_{(PF20)}) + (D5_{(PF20)} - D5_{(08)})$, 其中 $T_{(14)}$ 、 $T_{(PF20)}$ 分别为 14 时和前一天 20 时气温, $D5_{(08)}$ 、 $D5_{(PF20)}$ 分别为 08 时和前一天 20 时 5cm 地温。

统计资料表明,冬季 3 个月的地面最低温度的变化规律是有所差异的,因而我们分月分天气类型建立 15 个统计预报方程。

1.4 建立资料库

根据以上所需逐日资料,按月分别建立了 3 个数据文件,然后将因子资料分别处理为变量形式或差值组合形式,并按 WT 值分别建立 5 个子资料库。

为了能及时反映地温的最新变化信息,

改善预报效果,我们采用定长递推法^[1]在使用过程中按年更新资料,使资料库内资料年代保持最新4年样本。

2 数理模型及框图

2.1 数理统计模式^[2]

在数理统计方法中,逐步回归使用比较多,岭回归是在逐步回归的基础上优化而成的,是一种新颖的统计模型^[1]。

对线性回归模型 $y = x\beta + \epsilon$ 用通常的 LS (最小二乘法)估计 $\hat{\beta} = (x^T x)^{-1} x^T y$ 来估计 β , 有一系列的优点,但发现当 $x^T x$ 阵接近奇异阵时,即呈现所谓“病态”时,LS 估计的性能变坏,岭回归就是提高在“病态”时的估计性能,它引入常数 k ,使

$$\hat{\beta}(k) = (x^T x + KI)^{-1} x^T y$$

这时 $(x^T x + KI)$ 不是奇异阵,同时选择 k ,使

$$MSE(\hat{\beta}(k)) < MSE(\hat{\beta})$$

($MSE(\hat{\beta})$ 为均方误差)且满足 $0 \leq k < \infty$, $\hat{\beta}(k) = (\hat{\beta}_1(k), \hat{\beta}_2(k), \dots)$; $\hat{\beta}_i(k)^T = (x^T \cdot x + KI)^{-1} x^T y$, (i 为自变量个数),当 k 为常数时, $\hat{\beta}(k)$ 为 β 的线性估计。

当 $(x^T x)$ 接近“病态”时,即 $x^T x$ 有接近于零的特征根时, $(x^T x + KI)$ 的特征根不接近于零,从而可以改善 β 的估计性质。

为了使地面最低温度预报的数理模型有较好的估计性能,我们选择岭回归模型。另外,为了能较好地预报出地面最低温度的大变幅情况(主要指 WT = -2、+2 两类),我们通过资料普查,结合天气形势分析和专家经验,找出经验规则,对数理统计结果以人机对话方式进行修正,使预报意见更趋客观化。最后以中文形式打印输出集成预报结果,供服务使用。

2.2 运行框图(见图 2)

3 历史拟合、业务试用情况及思考

3.1 历史拟合情况

将冬季 3 个月的历史资料年代、个例数及本系统拟合率列表如下:

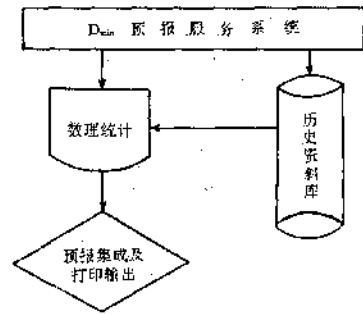


图 2 运行框图

表 3 历史拟合情况表

月份	资料年代	个例数	拟合正确数	拟合率
12	1988—1991	116	92	0.793
1	1989—1992	116	107	0.922
2	1989—1992	104	97	0.933

3.2 业务试用情况

1993 年 12 月—1994 年 2 月我们利用本系统进行了逐日预报,预报使用情况见表 4。

表 4 业务试用情况表

年·月	预报天数	报准天数	预报准确率	WT 订正后 预报准确率
1993.12	30	26	0.867	0.967
1994.1	31	20	0.645	0.710
1994.2	28	22	0.786	0.857

3.3 试用后的思考

通过 3 个月的试报,我们得到两点思考:

思考之一,在大多数情况下,预报正确与否取决于“天气类型”的划分恰当与否,一旦 WT 确定恰当,再用预报因子计算就能得到较为理想的预报结论。从这一点看确定 WT 值应作为本系统的主要研究问题之一。但作为地面最低温度这样一个特定要素的预报工具,不可能在形势分析和预报上花太多的时间,而 WT 值的确定除了分析前期有关要素情况外,还要参照云天、降水趋势,因而短期天气预报是制作地面最低温度预报的重要参考内容。

思考之二,除了上述分析的对地面温度变化有很大影响的因素外,地面温度计的安置(特别是球部埋入土中部分是否密贴土壤,露出地面部分是否保持干净)、地温场地的状况^[3](特别是土壤疏松程度、雨后板结情况等)是否符合《地面气象观测规范》要求,对地面温度实测值的真实度有较大影响,地面最低(高)表每天进行一次人工调整又增加了这方面的不稳定性,如果实测值与真值误差越

大,预报失效的可能性也就越大,这一点与其它气象要素的预报相比又增加了难度。

参考文献

- 1 席林华. 多层递阶方法与谐谱分析结合作大一暴雨预报试验. 气象科学研究院院刊, 1987年第1期.
- 2 俞善贤, 汪锋. 最优子集与岭迹分析相结合的方法确定回归方程. 第五届多元分析学术会议论文, 1986年.
- 3 谭海涛等. 空气温度和土壤温度的观测. 地面气象观测. 北京: 气象出版社, 1986年12月第一版.

A Forecasting and Service System of Surface Minimum Temperature

Xi Linhua Chen Jianhua Kuai Zhimin Gu Shixian Tangyi

(Suzhou Meteorological Observatory, Jiangsu Province 215001)

Abstract

Surface minimum temperature has become a new forecast content, which is expected by agriculture, irrigation works, architecture, traffic etc. Therefore, based on the surface minimum temperature observations from 1988 to 1992, its climatic features are analysed, the weather patterns are divided, and a ridge regression model is developed.

Key Words: surface minimum temperature weather pattern ridge regression model