

江苏环境气象指数开发技术初探

沈树勤 严明良 尹东屏 顾亚进 焦艾彩^①

(江苏省气象台,南京 210008)

提 要

根据江苏省人们生活和各行各业对气象条件的依从性和敏感度的大量特种资料,探讨了气象指数与气象要素的敏感度和依从性,将多种气象要素综合,构成线性或非线性环境气象指数。利用数值预报释用方法,实现了环境气象指数系列计算和预报。提出了气象指数的分级与建议,建立了环境气象指数系列的业务系统。

关键词: 气象指数 数学模式 业务系统

引 言

气象指数本身及指标分类是环境学研究课题之一。许多事实已经证明:相同的气象条件在不同的行业,影响是不一样的。例如:天气晴朗、风力较大、温高干燥等天气条件,对人们的活动并不会产生太大的影响,对砖瓦、盐业生产等行业是十分有利的天气,然而却是城市火灾、森林火灾发生的十分有害的天气条件,这种看似平常的天气条件造成的灾害有时并不亚于一次台风过程破坏所造成的经济损失。温度、气压、湿度等气象要素的急剧变化可导致农林业、养殖业等行业部门的经济损失,也可以使某些疾病发生和流行,影响人们的正常工作和学习等等。很多事例说明,相同的气象条件对于不同的人群、不同的行业部门所产生的影响是不一样的。因此,江苏气象部门1999~2001年将多种气象要素综合,以线性或非线性的数学模式构成气象指数,改变专业气象服务产品的要素预报,使气象服务面向更深层拓宽,使气象服务更具有针对性。

1 敏感度和依从性

文献[1]提出:根据气象服务原理,专用

气象信息服务必须针对特定用户的气象制约问题提供个性化的气象信息,首先要针对气象环境对特定用户系统的制约关系,找出个性化气象因子。例如用电负荷、海盐生产、交通事故、道路施工等虽不是直接的气象要素,但这些因子主要受制于气象要素,可称为隐式气象(控制)因子。它和气象要素本身之间的关系,可用依从性和敏感度来描述。就气象指数本身而言是反映国民经济部门以及人们生活对综合气象条件的敏感程度和依从性。显然,敏感度越大,依从性也就越大,气象指数适用能力就越强,越能表征它的真实性和正确性。要正确反映这些气象的条件的敏感度和依从性,还是有难度的,必须要进行调查和现场观测试验。首先应到生活中去,调查了解与人们日常生活有密切关系的环境及影响环境条件的各种气象要素的变化,深入到各行业中,了解各行各业生产工艺、经营过程对气象条件的敏感度和依从性,了解各行业生产技术和业务操作的全过程及其对气象的具体要求,即在什么样的气象条件下最有利,可产生最佳效果或最佳效益,在什么样的气象条件下,最不利,需要采取止损措

^① 江苏省十三个市级气象局部分同志参加了气象指数的开发工作

施。只有根据这些详尽的信息资料才能分析研究对气象条件敏感度和依从性。

为了表征敏感度和依从性,在调查了解和现场观测试验的基础上,收集整理和分析大量的信息资料,利用统计学理论求算统计量,或用图形图表等方法来表征它们之间的关系,同时进行统计检验。某一个气象指数可以与多个气象要素有关,也可以按大小进行排序选取。下面列举的气象指数,都是通过调查分析而得出的不同气象要素组成的函数:

$$\begin{aligned}
 S_p \text{感冒指数} &= f(x_1 \text{气温日较差}, x_2 \text{相对湿度}, \\
 &\quad x_3 \text{降水量}, x_4 \text{最高气温}, \\
 &\quad x_5 \text{最高气温升幅}, x_6 \text{最低气温}, \\
 &\quad x_7 \Delta P_{24}) \\
 S_p \text{用电负荷量指数} &= f(x_1 \text{天气}, x_2 \text{工作日}, x_3 \text{季节}, \\
 &\quad x_4 \text{平均相对湿度}, x_5 \text{最高温度}, \\
 &\quad x_6 \text{最低温度})
 \end{aligned}$$

2 气象指数的设计和预报的技术思路

不同种类的气象指数函数有不同的表达方式,其一般的表达式为

$$S_p = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \quad (1)$$

式中 S_p 为气象指数,是气象因子 x_i 的函数,其中气象因子 x_i 是经过严格挑选的。气象指数是统计函数,可用线性或非线性数学式来表示。

2.1 环境气象指数设计的技术原理

环境气象指数设计的数学表达式如下:

$$\begin{aligned}
 S_p &= f(x_1, x_2, \dots, x_n) \\
 &= \begin{cases} [S_{p1}, S_{p2}] \Rightarrow \text{Level1} \Rightarrow \text{text}_1 \\ [S_{p3}, S_{p4}] \Rightarrow \text{Level2} \Rightarrow \text{text}_2 \\ \dots\dots [S_{pn}, S_{p(n+1)}] \Rightarrow \text{Level}n \Rightarrow \text{text}_n \end{cases}
 \end{aligned}$$

式中, S_p 为气象指数值, $f(x)$ 为求算气象指数的函数, 区间 $[S_{p1}, S_{p2}]$ 为气象指数值域, text_n 为对应级别的建议、措施等。

2.2 环境气象指数的预报技术原理

因为环境气象指数是一个隐式气象因

子,不是直接预报对象,而是通过气象因子的预报之后转化为指数的预报对象。这里,为了求气象指数未来变化,可对式(1)求时间偏导,即:

$$\frac{\partial S_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t}(f(x_1, x_2, \dots, x_n)) \quad (2)$$

显然将式(2)化为差分形式,则 t_0 时和 t_1 时(或)的气象指数可由下式表示:

t_0 时气象指数为:

$$S_{p_{t_0}} = (f(x_1, x_2, \dots, x_n))_{t_0} \quad (3)$$

t_1 时气象指数为:

$$S_{p_{t_1}} = (f(x_1, x_2, \dots, x_n))_{t_1} \quad (4)$$

则 24 小时、48 小时、……、 m 小时气象指数可以表示成:

$$S_{p_{t_{24}}} = (f(x_1, x_2, \dots, x_n))_{t_{24}}$$

$$S_{p_{t_{48}}} = (f(x_1, x_2, \dots, x_n))_{t_{48}}$$

……

$$S_{p_{t_{mm}}} = (f(x_1, x_2, \dots, x_n))_{t_{mm}}$$

由式(3)知当 t_0 时刻的气象指数,必存在着与气象指数有直接关系的气象因子,这些气象因子也是在 t_0 时刻,就是说 t_0 时刻所构成气象指数与 t_0 时刻的气象因子对应是具有适时性,但不具有预报性。

如果我们设定这些气象条件对气象指数构成的作用保持不变,那么由式(4)可以根据 t_1 (或 $t_{24}, t_{48}, \dots, t_{mm}$) 时刻的气象因子及其条件而求出对应的 t_1 (或 $t_{24}, t_{48}, \dots, t_{mm}$) 时刻气象指数,这就具有预报性,显然 t_1 时刻所涉及的气象因子及其条件是要素预报值。这些要素值的求取依托于基本气象预报系统或数值预报产品及对这些产品的修正来实现气象指数在不同时刻的预报。

3 系列化气象指数的开发项目

1999~2001 年,江苏省气象台组织收集整理了人们生活和各行各业对气象条件的依从性和敏感度的大量特种资料,将多种气象

要素综合,以线性或非线性的数学模式构成环境气象指数系列,建成了八大类70多种环境气象指数:

①生活气象指数系列

霉变气象指数 着装气象指数
晾晒气象指数 冷饮气象指数
干湿气象指数 晨炼气象指数
上下班气象指数 饮水气象指数
冷热气象指数 舒适度气象指数
紫外线气象指数 啤酒饮用气象指数
空调开机气象指数 雷击气象指数

②医疗气象指数系列

中暑气象指数 呼吸道炎症气象指数
感冒气象指数 心脑血管病气象指数
肠胃炎发病气象指数 流脑气象指数
支气管哮喘气象指数 麻疹气象指数
支气管炎气象指数 痢疾气象指数
高血压气象指数 乙脑气象指数
冬季骨折气象指数

③旅游休闲气象指数系列

海滨旅游气象指数 郊游气象指数
露天游泳气象指数 垂钓气象指数
赏花气象指数 日出观赏气象指数

④农、副业气象指数系列

反季节蔬菜覆盖气象指数 农田墒情气象指数
小麦赤霉病气象指数 小麦全生育期气象指数
油菜冻害气象指数 冬小麦生长气象指数
棉铃虫发生气象指数 粮食储运气象指数
仓储干湿气象指数 对虾养殖气象指数
河蟹养殖气象指数 淡水鱼养殖气象指数

⑤交通运输气象指数系列

汽车安全行驶气象指数 船舶油漆气象指数
高速公路行车气象指数
航海气象指数 交通事故气象指数 港

口装卸气象指数 港口轮渡气象指数

⑥公用事业气象指数系列

用电负荷量气象指数 煤气消耗量气象指数
自来水消耗量气象指数 煤气管道阻塞气象指数
电力线路维修气象指数 化工设备维修气象指数
变压器检修气象指数 自来水管冻结气象指数
城市火险指数 森林火险指数

⑦建筑、施工、砖瓦气象指数系列

高速公路施工指数 吊装气象指数 砖瓦关机指数
砖瓦覆盖指数 砖瓦开机指数

⑧商业、盐业气象指数系列

啤酒销售指数 空调销售指数 盐业纳潮指数
盐业制卤保卤指数 盐业扒盐气象指数 盐业结晶指数

4 气象指数的分级和建议

对于某一种气象指数求算的结果,必然得出一个数值,该数值根据不同的气象条件在某一个区间变动,我们可以分析归纳出它们的一个最大的值域区间,在这个值域区间中划分成若干个小值域区间,这就是气象指数的分级,显然每一个小区间的气象指数等级代表着不同的含义。这种分级可以采用统计学中的方法,可以根据气象条件敏感度和依从性的大小等,但最重要的是要符合实际情况,并在实践上加以修正,使其更完善、更完整地体现出它的真实内涵。

依据气象条件求算气象指数,所得到的指数必然对应于其中某一个小值域区间,也即是对应某一级,实际求算出气象指数的所在级也必然有其具体内容和内在的要求。我们必须针对这些内容与要求提出相应的建议和措施。以急性上呼吸道感染气象指数的分级及措施为例。

$$S_p = 16.19 - 0.84x_1 - 0.19x_2 - 0.69x_3 + 1.29x_4$$

$$= \begin{cases} [-1, -0.6] \Rightarrow \text{level1} \Rightarrow \text{不易发病,保持心情开朗,生活有规律,多运动。} \\ [-0.6, -0.2] \Rightarrow \text{level2} \Rightarrow \text{较少发病,要保持心情开朗,生活有规律,多运动,注意天气变化。} \\ [-0.2, 0.2] \Rightarrow \text{level3} \Rightarrow \text{较易发病,注意天气变化,要保持心情开朗。} \\ [0.2, 0.6] \Rightarrow \text{level4} \Rightarrow \text{容易发病,患者注意服药,要保持心情开朗,尽量不要出门。} \\ [-0.6, 1] \Rightarrow \text{level5} \Rightarrow \text{极易发病,患者注意按时服药,要保持心情开朗,避免外出。} \end{cases}$$

5 环境气象指数业务系统的建立

为了使气象指数系列能够有效地投入业务应用,将一系列气象指数融合在一起,开发形成了一个集成化的“环境气象指数系列业务化系统”。该系统建立了环境气象指数系列化的综合运算流程,实现了环境气象指数的自动计算和人机交互的结合;建立了环境气象指数的计算网络,实现了实况要素和预报要素的自动化读取;实现了单个气象指数独立运算方案;或实现了环境气象指数产品批量输出的方案。

建立的环境气象指数系列的业务系统,包括5个子系统:①环境气象指数系列信息资料处理子系统;②环境气象指数系列计算及预报子系统;③环境气象指数系列输出及分级、防范措施与对策子系统;④网络通讯保障子系统;⑤环境气象指数系列语音合成服务子系统。各子系统有各自独立的功能,但5个子系统之间又是相互关联的,密不可分。由信息资料处理子系统将要素预报和实况资料处理之后,进入计算与预报子系统,预报结果通过输出和分级子系统生成最终的级别和

防范措施、对策,再由语音合成子系统将文字的结果转换为语音,这4个子系统之间又由通讯网络子系统联系起来。资料的处理模块一般在后台运行,而在计算模块中附有要素的人机交互功能和系统设置功能,输出模块中附有指数分级和说明,网络子系统则穿插于每个子系统之中。

6 小结

作者在全省范围内有规模性地现场、用户内部调查的基础上,结合现场观测、实验分析手段,收集整理人们生活和各行各业对气象条件的依从性和敏感度的大量特种资料,将多种气象要素综合设计为线性或非线性的数学模式,构成了涉及到人类生活、医疗卫生、各种行业的70多种环境气象指数系列。利用数值预报释用方法,实现了环境气象指数系列计算和预报,并建立了环境气象指数系列的业务系统。

参考文献

- 1 马鹤年.城市气象服务的专业化、工程化和产业化.全国城市气象服务科学研讨会学术论文集.北京:中国气象学会,2001.

Development of Environmental and Meteorological Indexes in Jiangsu Province

Shen Shuqing Yan Mingliang Yin Dongping Gu Yajin Jiao Aicai
(Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008)

Abstract

A number of special type data, which reflect the property of the life and various trades involving with the meteorological conditions and sensitivity, are collected and sorted out. Combined with many kinds of meteorological factors, the environmental and meteorological indexes with linear/nonlinear methods are built. Using the numerical weather forecast products, a operational system of environmental and meteorological index series is set up.

Key Words: environmental and meteorological index mathematics model operational systems