

大连地区沙尘天气预报预警业务平台

宋煜 邹耀仁 隋洪起 黄艇

(大连市气象台, 辽宁 大连 116001)

摘 要:为完善沙尘暴下游的预报预警业务, 开发设计了大连地区沙尘天气预报预警业务平台。在概述平台设计思路、结构及其特点基础上, 介绍了沙尘预报预警流程, 对起沙预警和相似判别分析等预警原理进行探讨, 并分析了平台试用结果。结果表明: 平台是一个实用性强的业务工作平台, 运行流程符合预报员工作流程, 顺应预报思路, 具有较强的实时业务应用能力, 应用效果显著, 可初步满足大连地区沙尘预报业务工作需要, 为沙尘预报预警服务提供技术保障。

关键词:沙尘天气预报; 预警业务平台; 技术保障

中图分类号: TP319 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-503X(2009)02-0045-05

1 引言

随着社会发展, 人们的公共需求已不再集中于衣、食、住、行等基本需要上, 不断对健康舒适的生活环境提出新的需求。气象条件和大气环境质量变化会直接影响人们的身体健康和生活。近些年多发的沙尘天气是造成生态环境污染的因素之一。沙尘天气对人类影响较大, 可能诱发人患过敏性疾病、流行病及传染病等, 因而建立沙尘天气预警系统与机制, 完善预警服务业务, 非常必要。国内, 甘肃、宁夏等省份建立了西北沙尘天气数据库, 建立了沙尘暴天气监测预警服务业务系统^[1-3]。然而, 作为受沙尘输送影响的下游地区, 当沙尘天气已经成为一种多发性污染天气时, 对其预报预警机制还很不完善。根据沙尘暴下游天气特点, 在对大连地区沙尘天气过程进行普查与统计分析基础上, 研究出下游沙尘天气预报预警方法, 设计开发了包括起沙预警和天气型相似判别分析的大连地区沙尘预警业务平台, 建立了沙尘预报预警业务。

2 平台设计思路

作为一个应用平台进行开发建设, 满足业务工作需要且稳定运行是首要研发目标^[4-6]。首先建立沙尘历史档案, 建立包括遥感图在内的历史图形库和知识库(沙尘源地、传输路径、环流分类等); 建立沙尘预警流程; 建立概念模型图库; 根据沙尘下游特点, 实现自动监控功能; 在平台上按预报流程实现预报、服务等功

能, 在大连气象业务局域网络环境下, 在业务常用的 Windows 操作系统下, 以 Visual Basic 6.0 (VB) 为基本开发语言, 建立方便高效的业务预报平台。

3 平台结构

按照以上设计思路, 完成沙尘预警平台建设, 主要包括: 概念模型, 历史图库, 沙尘预报, 服务发布等部分。平台结构见图 1。

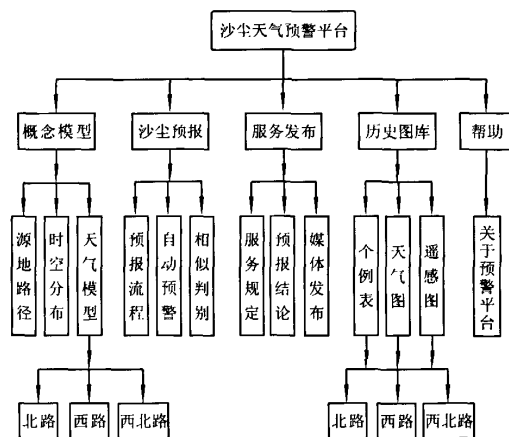


图1 大连地区沙尘天气预报预警平台结构

3.1 概念模型

概念模型中包括源地路径、时空分布和天气模型 3 部分。

3.1.1 源地路径

在对自 2000 年以来大连地区的所有沙尘过程进行普查与统计分析基础上, 归纳出影响大连地区产生沙尘天气的源地和影响路径, 通过 VB 控件以图形和文本形式直观地显示在页面上。从环流形势分

收稿日期: 2008-11-03; 修订日期: 2009-01-07。

基金项目: 大连市气象局 2006—2007 年重点气象科研课题“大气成分资料业务研究”和业务应用开发项目“大气成分监测信息的应用研究”共同资助。

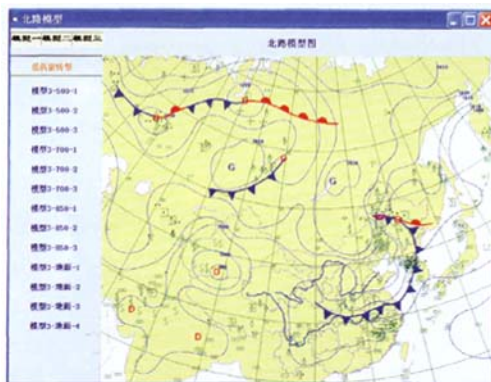
作者简介: 宋煜, 女, 1969 年生, 高级工程师, 主要从事大气成分预报与分析研究, E-mail: songyu_ll@163.com。

析,沙尘可沿3条路径影响大连,分别是北路、西路和西北路;蒙古国的中、东、南部和我国内蒙古大部是大连沙尘天气的主要影响源地^[7]。

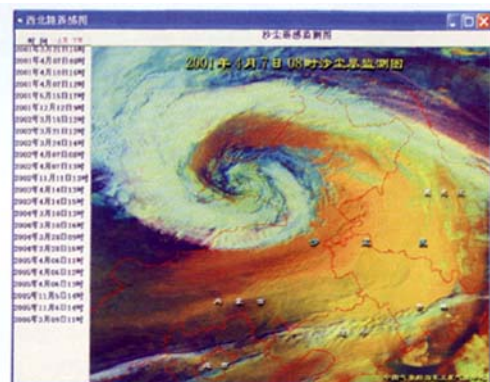
3.1.2 时空分布

将统计分析出的大连沙尘时空分布特点以图形和文本的形式直观地显示在页面上。从年度分布看,自2000年以来大连与全国的沙尘变化趋势基本一致,近4 a 沙尘日数多于北京;从季节变化来看,大连沙尘天气过程主要出现在1—5月、11—12月,其中春季为主要发生季节,3—4月沙尘天气过程占总数的82%^[7]。

3.1.3 天气模型



(a) 天气模型



(b) 卫星遥感

图2 天气模型和卫星遥感界面

3.2 历史图库

历史图库包括历史个例表、历史天气图和历史遥感图3部分。

3.2.1 个例表

以北路、西路和西北路3张图表的形式显示出自2000年以来包括各区市县的所有沙尘过程。在每个沙尘个例中,可显示出源情况、影响系统、路径、观测站点天气记录、能见度范围、日最小和日平均相对湿度和风向风速等记录资料,便于查询。

3.2.2 历史天气图

将自2000年以来沙尘过程的所有天气图以电子图像方式按北路、西路、西北路3类分目录存放,包括过程的所有500、700 hPa和850 hPa及地面天气图,便于选个例翻阅。

3.2.3 遥感图

气象卫星遥感监测,具有覆盖范围广、时效高和不受地理气候条件及地域限制的特点。利用气象卫星对沙尘天气进行实时动态监测,从宏观上认识沙尘天气,对准确预测沙尘过程、及时发布预警及采取有效防护等方面有着十分重要的作用。

通过极轨卫星监测到大连地区和上游地区沙尘天气遥感图,并结合国家卫星气象中心发布的历史

在普查分析自2000年以来大连所有沙尘天气过程基础上,通过天气学概念方法,结合预报思路,将沙尘天气分别按北路、西路和西北路影响系统特点分别分型^[7]。北路有冷锋过境型、南支气旋北上型和低涡旋转型3类;西路有锋面东移过境型、气旋过境型和东北冷涡旋转型3类;西北路有气旋影响型、气旋冷锋影响型、副冷锋影响型和东北冷涡旋转型4类。每一类模型分别给出500、700 hPa和850 hPa及地面天气图的连续演变图例,均来源于典型个例,并归纳出该类天气型的共性和主要特点。每张图以点击模型按钮,通过VB图形控件显示形式调阅,方便易于建立预报思路和概念(图2a)。

卫星遥感图,建立自2001年以来的沙尘卫星遥感图库,分别按北路、西路、西北路3类,通过VB图形控件显示,实现了方便、连续、快捷(图2b)。

3.3 沙尘预报

在建立历史档案和模型分类等基础上,建立合理的预报流程,建立起沙自动报警机制,根据相似天气概念和经验,进行判别分析,制作沙尘天气预警或预报。

3.3.1 预报流程

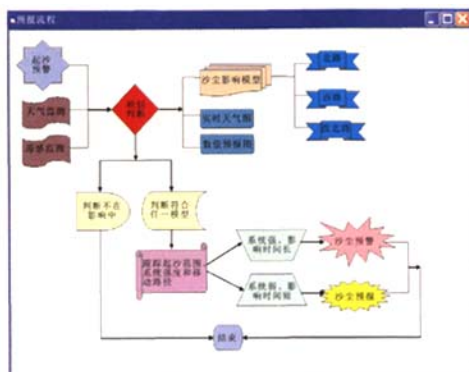
建立合理的预报流程,包括如下内容:首先有天气监测、卫星遥感监测和起沙预警等对上游沙尘天气监测基础;其次采用沙尘影响概念模型,在实时天气分析和数值预报分析帮助下进行天气过程预报预测;然后通过与概念模型的对比判别、选择,通过人机对话决定是否进行沙尘预警或预报制作;最后进入稿件制作阶段,给出结论。预报流程见图3a。

3.3.2 起沙预警

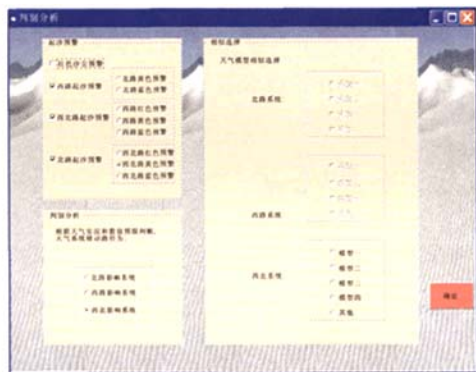
由于大连的沙尘天气主要是外援性的^[8],所以在沙尘天气预报中,首先要关注其上游的起沙情况。经过总结归纳出3路影响系统不同的起沙关注区,根据天气记录设定报警条件,通过软件定时自动识别并报警。条件是在天气记录中,“现在天气现象”

或“过去天气现象”记录有扬沙、沙尘暴、浮尘等沙尘

天气。分别设定在08、11时和14时3路影响系统。



(a) 预报流程



(b) 相似判别

图3 预报流程和相似判别界面

不同的起沙关注区中有 N 站满足沙尘天气记录条件 (N 由分类统计得出, 不同起沙时间不同路径均不同, 要求是不能漏报), 则自动弹出报警信息。并设定 14 时预警信息:

当北路起沙关注区中 $N \geq 4$ 、 $N \geq 6$ ，分别对应发出“北路蓝色起沙预警”、“北路黄色起沙预警”信息（ N 为站点数）；当西路起沙关注区中 $N \geq 14$ 、 $N \geq 19$ 、 $N \geq 22$ （08 时和 11 时均报警），分别对应发出“西路蓝色起沙预警”、“西路黄色起沙预警”和“西路红色起沙预警”信息；在西北路起沙关注区中 $N \geq 8$ 、 $N \geq 16$ 、 $N \geq 20$ （且 08 时和 11 时均报警）分别对应给出“西北路蓝色起沙预警”、“西北路黄色起沙预警”和“西北路红色起沙预警”信息。

当有起沙预警信息时,启动沙尘预报预警流程。

3.3.3 相似判别

分3个模块,分别为起沙预警、判别分析和相似选择(图3b)。

起沙预警主要是生成自动报警的结果,有4组。除3路影响系统预警选择,还单独设立一个“红色起沙预警”,条件为3路3个时次均有报警信息且有黄色以上起沙预警时,选择此项,直接进入下一步,不再经过“判别分析”和“相似选择”,直接给出建议进入“沙尘预警”制作,即使沙尘影响程度较轻也要制作“沙尘污染预报”。

其他 3 路影响系统,要判断有哪一路起沙预警、符合哪一路影响路径、与 3 路影响系统的哪一种模型类似,根据条件判断,经“确定”之后,计算机自动给出 3 种程度不同的建议:进行“沙尘预警”、“沙尘污染预报”或不进行沙尘预警和预报。

最后经过预报员综合判断,进入沙尘预警或预报的稿件编辑状态,程序自动给出“预警”或“预报”的默认稿件,预报人员可根据变化情况修改保存。

需要指出的是,即使有起沙预警,并且符合3路

系统中的某一天气型,但若伴随有明显的降水过程,考虑降水的冲刷作用,也不制作沙尘预警和预报。

另外,当只有起沙尘报警信息而没有起沙尘预警信息时,根据实况和预报资料酌情启动预报预警流程,但只可能制作沙尘污染预报。

3.4 服务发布

服务发布包括服务规定、预报结论和媒体稿件的最后确定等快捷制作界面。

服务规定界面。明确沙尘天气预报预警的标准和规定、职责与分工、联报联防制度等,通过 VB 控件显示出“沙尘天气预报预警服务暂行规定”,时刻提醒有关人员注意。

规定:当进行沙尘预警时,在天气预报稿件中要发布浮尘或扬沙天气预警信息,进行公众和决策服务,提醒广大公众和用户注意防范、规避沙尘天气带来的不利影响;同时根据影响程度发布3级以上空气质量污染预报,必要时发布重度污染预报,及时提醒有关部门注意。

当进行沙尘污染预报时,根据沙尘影响较轻的情况可以不发布沙尘天气预报,但在空气质量预报中需发布3级以上污染预报。

预报结论界面。随时可以自动调入预报结论，供服务参考。

媒体发布界面。设定可以向新闻媒体发布的“新闻通稿”默认稿件,通过 VB 控件自动调入,并可以修改、编辑、保存与发布。

4 平台特点与软件环境

4.1 系统操作简单

由于该系统的研制立足于业务应用,解决的问题是预报员多年来关心的、而未解决的实际问题;系统运行流程应符合预报员工作流程,顺应预报思路,因此系统具有较强的业务实用性。

历史图形库、模型库等根据分类有条理地以图形图像方式展示,便于预报员建立流畅的概念模型记忆;人机交互、自动识别等功能,可以帮助预报员思考分析,同时提高了预报预警工作的自动化程度。系统采用多重菜单方式,界面美观友好,操作简单,使用方便。

4.2 模块化结构运行可靠

由于系统设计时强调了系统的整体性和开放性原则,因此程序均采用模块化结构设计,各个组成

模块相互独立又紧密联系,便于维护和扩展。

4.3 软件环境

系统采用 VB 6.0 开发,适用于 Windows 系列和 NT 操作系统,运行速度快,设计合理、结构严谨,运行稳定可靠。

5 应用效果检验

平台系统于2008年2月下旬开始投入试用,并对试用结果进行统计检验,见表1。

表1 2008年2—6月沙尘预报效果检验统计

起沙报警 /次	起沙预警并启动流程/d	判别相似		预报正确		漏报		正确率	
		沙尘预警 /次	沙尘污染 预报/次	预警 /次	预报 /次	预警 /次	预报 /次	预警 /(%)	预报 /(%)
104	22	4	5	4	5	1	1	80	83

从表1可知,2008年2月21日—6月30日,包括08、11时和14时自动起沙报警共计104次,起沙预警22 d。

在起沙预警的前提下,沙尘预报预警流程启动。在22次流程启动中,伴随降水过程有7次,考虑降水的冲刷作用,不制作沙尘预警和预报;其中10次过程属天气类型不匹配或强度不够,不制作预警或预报。只有5次过程在系统路径、天气类型等方面相似匹配。根据判别分析结果进行沙尘预警4次,沙尘污染预报5次。分别制作5月21、28、29日及3月19日的浮尘天气预警和三级以上污染预报,均为正确(根据环境监测和气象资料分析,3月19日应记为浮尘天气,最强时段在18日半夜前后,判定预警正确);5月22日三级污染预报正确;5月30日的浮尘和三级污染漏报;没有空报。沙尘预警正确率80%,沙尘污染预报正确率83%。检验结果表明,应用效果较为显著。

5月30日漏报的过程分析显示,天气特征是属于强沙尘过程后期偏东风回流引起的浮尘天气。在系统平台中没有考虑此种类型的影响,没有制作起沙预警,所以漏报。因而预报人员在工作中要注意此类天气影响。

6 结语

(1)平台由概念模型库、历史图库、沙尘预报和服务发布等几部分构成,是一个实用性强的业务工作平台。平台初步满足大连地区沙尘预报业务工作需要,操作简单、直观,运行稳定,为沙尘预警预报服务业务提供有力技术保障,也为进一步改进、优化平台奠定基础。

(2)以天气学原理为指导,结合天气预报经验,综合分析历史个例,建立起预报概念模型和历史图库;在自动起沙预警前提下,适时启动沙尘预报预警流程,根据各种实时监测、天气分析和数值预报,进行沙尘类型相似判别分析,得出沙尘预报预警结论。系统运行流程符合预报员工作流程,顺应预报员工作思路,具有较强的实时业务应用能力。

(3)平台试用结果分析,沙尘预警正确率为80%,沙尘污染预报正确率为83%,应用效果显著。

(4)在应用中发现,对回流天气型没有考虑,造成个别沙尘天气漏报,平台应进一步完善。

参考文献

- [1] 陈旭辉,陆登荣,冯建英.西北干旱区沙尘暴数据库系统介绍[J].干旱气象,2005,23(2):60-63.
- [2] 赵光平,王连喜,杨淑萍.宁夏区域性沙尘暴短期预报系统[J].中国沙漠,2001,21(2):175-181.
- [3] 王鹏祥,王遂继,王锡稳.沙尘暴天气监测预警服务业务系统设计思路及其实现[J].甘肃气象,2003,21(2):7-8.
- [4] 卢娟,唐亚平,陈传雷.辽宁省专业气象服务工作平台设计与实现[J].气象与环境学报,2008,24(4):36-40.
- [5] 王赢,孙欣,陈传雷.辽宁省海洋气象业务服务系统[J].气象与环境学报,2007,23(2):63-67.
- [6] 李大为,隋东,黄振.沈阳天气预报业务自动化平台的开发研制[J].气象与环境学报,2006,22(2):69-71.
- [7] 宋煜,曲晓波,隋洪起,等.大连沙尘天气及预报模型分析[J].气象,2008,34(11):54-61.
- [8] 宋煜,黄艇,程相坤,等.2006年大连沙尘天气机理分析[J].气象,2008,34(10):34-39.

Forecast and early warning platform of sand-dust weather in Dalian, Liaoning province

SONG Yu ZOU Yao-ren SUI Hong-qi HUANG Ting

(Dalian Meteorological Observatory, Dalian 116001, China)

Abstract: The forecast and early warning platform of sand-dust weather in Dalian had been developed in order to improve the forecast and early warning service in the lower reaches of sandstorm region. Based on the introduction of design idea, structure and feature of the platform, the forecast and early warning flow of sandstorm was described. The principles such as early warning causing sand-dust and fuzzy discriminant analysis were discussed, and its test results were analyzed. The results show that the platform is practical, whose running flow is in accord with the forecaster's work flow. It can be applied in real time operation. It could satisfy the demand of sand-dust weather forecast in Dalian, and provide strong technical support for the forecast and early warning service of sand-dust.

Key words: Sand-dust weather forecast; Early warning platform; Technical support