

精细化预报订正平台设计

丁建军¹ 罗 兵² 赵光平¹ 刘 勇³ 刘高平³

(1. 宁夏气象台, 银川 750002; 2. 国家气象中心; 3. 安徽省气象台)

提 要: 在精细化预报订正平台特点及需求分析的基础上, 阐述了精细化预报订正平台的设计思路、流程结构和主要功能。该平台在合理划分预报制作相似区的基础上, 以预报制作相似区内订正点与关联点之间各预报要素关联关系为依据, 以精细化气象要素客观预报产品或上级指导预报产品为预报蓝本, 通过文本、图形两种修改方式, 完成对高时空密度、多预报要素值的修改订正。为开展精细化预报业务, 实现国家、省、地(市)三级预报部门逐级指导、属地订正业务流程提供了技术支持。

关键词: 精细化预报 订正平台 设计

Design of Revisal Platform for Refined Forecast

Ding Jianjun¹ Luo Bing² Zhao Guangping¹ Liu Yong³ Liu Gaoping³

(1. Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002;
2. National Meteorological Center; 3. Anhui Meteorological Observatory)

Abstract: By analyzing the revisal platform's characteristic and demand of elaborate forecast, the design idea, flow structure and main function of elaborate forecast platform were described. Based on the similar area reasonably made by forecast products and the connection of forecast element of the representative station to the other stations in the similar area, and by referring to the objective forecast of refined meteorological factors or the guidance forecast products by higher levels, the platform completed modification and revisal in high space-time density and multiple forecast element in the form of text and figure. At the same time, the platform also offered technical support for developing elaborate forecast and realized guidance level by level such as country, province and city's guidance to revisal of local operation flow.

Key Words: refined forecast revisal platform design

中国气象局项目“精细化气象要素预报业务系统”及宁夏回族自治区科技攻关项目“宁夏新一代灾害性天气事件联防联报监测预警体系研究”资助

收稿日期: 2007 年 12 月 29 日; 修定稿日期: 2008 年 7 月 22 日

引 言

优质的气象服务依赖于准确、精细化的气象预报预测。为此,中国气象局提出了气象预报要向精细化方向发展的战略思想。随着“精细化气象要素预报业务系统”在全国的推广,乡镇级精细化预报业务将在各级气象部门开展。省级预报站点将达数百,甚至上千个;预报要素在天空状况、天气现象、风向、风速、气温的基础上增加了相对湿度、能见度、降水量等;预报时效由 72 小时增加到 168 小时;预报时段由 3 个增加到 28 个,预报人员的工作量呈几何级数增长。依赖传统的预报制作工具,将无法在有限的时间内完成如此巨大的预报订正工作,开展乡镇级精细化预报面临更大的困难,甚至无法开展。因此,研究科学、有效的精细化预报订正方法,开发适用于高时空分辨率的精细化预报产品订正平台,充分发挥预报人员作用,促进天气预报精细化水平稳步提高,就成为天气预报技术形势发展的必然需要。

美国开发的高级交互式气象处理系统(IFPS),设计了滑动杆阈值修正程序(Slider)和格点预报模块中的图形化预报编辑器GFE,通过人机交互,可以帮助预报员更加有效地进行预报制作和发布工作^[1]。在GFE中,预报员利用图形编辑工具,针对不同时次的各种要素预报值,直接进行修改。Slider订正工具针对特定的天气要素设计相应的级别划分阈值,通过调整滑杆值,实现对划分级别的阈值进行调整,在此基础上,形成映射计算公式,实现对格点上原始资料的订正。

宁夏气象台以宁夏各地市代表站与该地其它站之间的回归方程的计算量为依据,在温度预报物理过程不变的情况下,通过修改曲线的方式,完成对大数据量温度预报值的订正。建成了宁夏精细化温度预报业务平

台,为制作高时间密度的预报提供了技术支撑^[2]。

根据精细化预报产品制作需求,通过借鉴宁夏精细化温度预报业务平台设计思想,开发了建立在精细化气象要素客观预报产品或上级指导预报产品上的精细化预报订正平台。

1 精细化预报订正平台的特点及需求分析

1.1 精细化预报的特点

按照精细化预报业务流程的要求,精细化预报的特点是:

(1) 预报站点多。空间分辨率达乡镇及旅游景点。以宁夏为例,有 206 个预报站点。

(2) 预报时段多。共 28 个预报时段,分别为:3、6、9、12、15、18、21、24、27、30、33、36、39、42、45、48、54、60、66、72、84、96、108、120、132、144、156、168 小时。

(3) 预报要素多。有天空状况、天气现象、风向、风速、气温、相对湿度、能见度、降水量等 8 个时变要素,和 12 小时天空状况、12 小时天气现象、最低气温、最高气温、最低相对湿度、最高相对湿度、12 小时累计降水量、24 小时累计降水量等 8 个日变要素。

(4) 预报人员订正工作量极大。以宁夏为例,制作一次预报的订正量为 7525 次;若以每次订正平均耗时 5 秒钟计算,需耗时 10.45 小时,根本无法满足业务的需求。

1.2 精细化预报订正平台需求分析

(1) 精细化预报订正平台是预报人员在精细化气象要素客观预报或上级指导预报产品的基础上,运用预报经验和知识,制作预报产品的人机交互平台。因此,针对精细化预报站点多、时段多、要素多及预报人员订正工作量极大等特点,通过技术方法研究和业务系统建设,最大限度减少预报人员工作量,提高效率,在有限的时间内,实现对精细化预报

产品的人工主观订正。

(2) 精细化预报订正平台是联系上下级台站之间精细化预报的流程工具。按照集约化、上级指导下级、下级订正反馈上级预报产品的业务技术流程^[3],通过上级台站的指导预报产品数据流和下级台站在上级台站指导预报产品基础上的订正反馈预报产品数据流,将上、下级预报台站有机地结合为一个预报团队。减少低水平重复,规避低级错误,整体稳定提升预报水平,实现逐级指导、属地订正的业务技术流程。

(3) 作为全省(区)甚至全国统一的精细化预报订正平台,要满足不同区域、不同台站的工作需求,适用于省、地(市)两级预报部门。

(4) 实现精细化天气预报制作的规范化、科学化、安全化。

(5) 系统研发中充分利用模块化、标准化的设计思想和开放式接口特性^[4]。

2 系统设计

2.1 设计思想

(1) 预报制作相似区划分。划分方法有

两种:一是根据气候区划,将预报区域划分为几个预报制作相似区,作为系统默认的预报制作相似区;二是根据预报人员对天气系统影响时间和区域的判断,依据一致性原则,实时动态划分当前预报制作相似区。

(2) 指定预报制作订正点和关联点。在每个预报制作相似区内指定一个预报站点作为订正点,其它测站作为关联点。

(3) 建立订正关系。在每个预报制作相似区内,针对不同要素,建立订正点与关联点之间的关联关系(表 1)。对风速、气温、相对湿度等空间相关性较好的预报要素,建立订正点与关联点之间各时次、各要素的相关方程,作为其关联关系;对天气现象、天空状况、风向、能见度等空间变化具有一定连续性的预报要素,采取同值赋与的方式,作为其关联关系;对于降水量等离散性预报要素,不采用任何关联关系。

(4) 预报订正。通过对订正点各预报要素值的订正,利用订正点与关联点之间各要素的关联关系,实现关联点各预报要素值的自动订正。同时,也可对订正点或各关联点的各预报要素值进行单站订正。

表 1 订正点与关联点之间各要素的关联关系

预报要素	关联关系
风速、气温、相对湿度、最低气温、最高气温、最低相对湿度、最高相对湿度	相关方程
天气现象、天空状况、风向、能见度、12 小时天气现象、12 小时天空状况	同值赋予
降水量、12 小时累计降水量、24 小时累计降水量	无

2.2 订正流程

精细化预报订正流程示意图(图 1)所示:首先,进行预报制作相似区选择(划分)。若按气候区划方式划分,则只需在系统运行的首次进行划分。当新建一组预报制作相似区时,需建立订正点与关联点之间各要素的相关方程;其次,根据预报制作相似区,逐区制作预报;第三,在制作每个预报制作相似区的预报时,先对订正点各预报要素值进行订

正,则关联点预报值将自动订正;第四,必要时,对自动订正后的关联点单站要素进行再次人工主观订正;也可对订正点要素进行单站订正。第五,进行逐站降水订正,或利用区域订正工具进行降水订正。

2.3 业务流程

以预报产品数据流为业务流程的精细化预报业务流程为(图 2)。

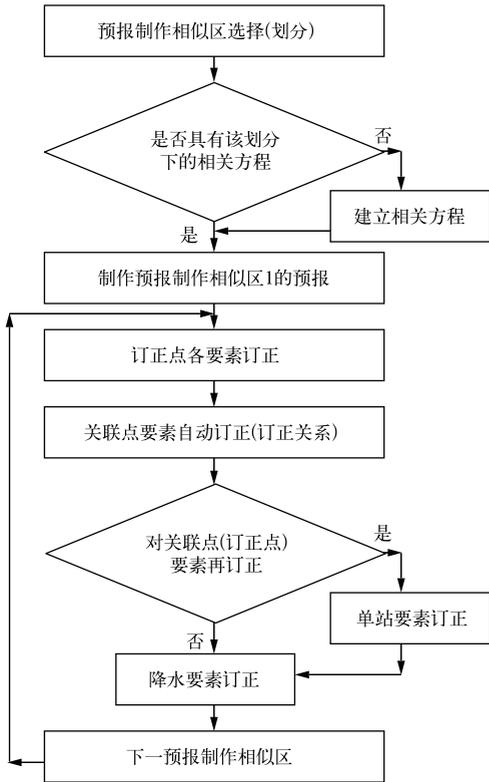


图 1 精细化预报订正流程示意图

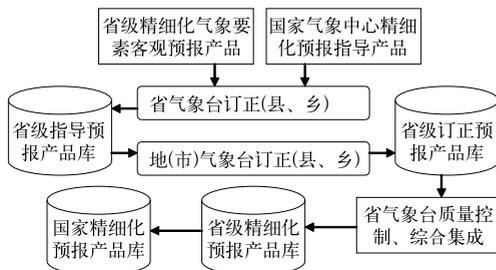


图 2 精细化预报业务流程

(1) 省(区、市)气象台以国家气象中心精细化预报指导产品或省级精细化气象要素客观预报产品为预报底稿,利用精细化预报订正平台制作县级预报产品,然后利用客观分析方法将各预报要素插值到乡镇,形成省级指导预报产品并下发给各地(市)气象台。

(2) 地(市)气象台在省级指导预报产品的基础上,利用精细化预报订正平台对省级

指导预报产品开展订正,制作县、乡镇订正预报产品,并将订正预报产品上传省气象台。

(3) 省气象台对各地(市)气象台订正预报产品进行质量控制和综合集成后,形成最终的省级精细化预报产品,并上传国家气象中心。

2.4 系统优点

(1) 工作效率大幅度提高。以宁夏为例,分三个预报制作相似区制作预报,较逐站制作预报工作量减少了 3.7 倍;若考虑降水通过区域订正或其它订正方法完成,则工作量减少 8.3 倍。且预报站点越多,工作量减少的越多。如有 100 个预报站点,分三个预报制作相似区制作预报,考虑和不考虑降水预报制作,工作量分别减少 15.2 倍和 35.2 倍,使得省气象台制作乡镇级精细化预报成为可能。

(2) 将预报人员建立在经验基础上的订正点与关联点之间的相关关系定量化,有助于促进预报质量的稳定。

(3) 下级预报部门的预报产品是建立在上级预报部门指导预报产品基础上的,减少了各级预报部门之间的低水平重复劳动,规避了低级错误,保证了预报准确率稳定与提高。

3 系统实现

由于省级和地(市)级气象台业务流程不同,因此,精细化预报订正平台组成的模块也不同。

省级精细化预报订正平台包括:预报底稿选择、预报制作相似区划分、相关方程建立、预报订正、插值到乡镇、预报检查、预报分发、预报合成、预报上传、预报浏览等模块。

地(市)级精细化预报订正平台包括:预报底稿选择、预报制作相似区划分、相关方程

建立、预报订正、预报检查、预报上传、预报浏览等模块。

3.1 预报底稿选择

对于省气象台,预报人员可根据对国家气象中心指导预报产品、本省客观预报产品的实时动态评价结果,选择一种预报产品作为精细化预报制作的底稿。当省级客观预报产品的要素、预报时段较少,但又希望使用本省客观预报产品作为预报底稿时,系统提供了多预报合成,可自动从国家气象中心指导预报产品中

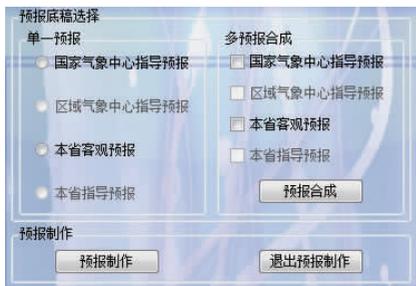


图 3 预报底稿选择

对于地(市)气象台,预报底稿指定为本省指导预报,只有当缺少本省指导预报时,才可选择国家气象中心指导预报、本省客观预报产品之一作为预报底稿。

单击预报制作键后,进入精细化预报订正平台主界面(图 4)。

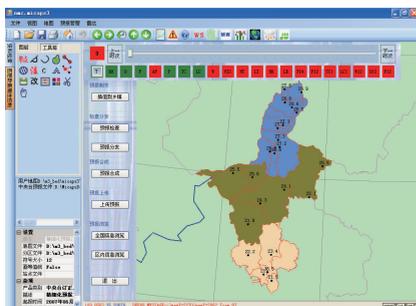


图 4 精细化预报订正平台主界面

3.2 预报制作相似区划分

在精细化预报订正平台主界面下,利用预报制作相似区划分工具,进行预报制作相似区划分,指定订正点。在图上,用不同色彩表示不同的预报制作相似区(图 4)。

3.3 相关方程建立

完成预报制作相似区划分后,进入相关方程分析程序。该程序提供了订正点与关联点之间风速、气温、相对湿度三个时变要素和最高气温、最低气温、最大相对湿度、最小相对湿度 4 个日变要素的相关分析和相关方程建立工具。根据历史资料,在对样本分析的基础上,利用最小二乘方法,分别建立线性, X 双曲线, Y 双曲线, X 对数, Y 对数, 双对数, S 型, X 平方根, Y 平方根, 双平方根等 10 种回归方程。给出方程的决定系数、显著性检验、偏差平方和、回归平方和、最大偏差、最小偏差、平均偏差等统计检验量。根据决定系数,自动给出最优方程。用户也可双击对应行,人工选择合适的相关方程。

3.4 预报订正

预报订正包括文本修改和图形修改两种预报修改方式。

在精细化预报订正平台主界面中,选择预报订正工具,单击预报制作相似区内任一点,进入文本修改页。

文本修改页(图 5):包括预报订正信息

图 5 精细化预报文本修改

显示区、时间选择区、预报修改区、客观(指导)预报显示区、实况显示区。

订正信息显示区:给出了当前预报制作区的订正点、相关点等信息,并提供一个“单站订正”选项,选择此项后,仅完成对订正点预报要素值的修改。

时间选择区:选择制作预报的时次。可直接修改时间选项,也可通过“上一时次”、“下一时次”进行滚动选择。

预报修改区:实现对各预报站、各时次、各要素预报的修改制作。可直接输入或通过调节键等方式对预报值进行修改,其中,第一个预报站为该预报制作相似区的订正点。

客观(指导)预报显示区:给出当前预报时次、预报站的国家气象中心指导预报、区域气象中心指导预报、省级客观预报、省级指导预报产品。

实况显示区:给出当前预报站最近三天来同时次的实况资料。

在文本修改页中,双击要素值,调出相应预报站、预报要素的图形修改页。

图形修改页(图 6a、6b):包括预报实况对比区、图形修改区、及文本修改区。

预报实况对比区给出最近 3 天的实况变化曲线和 2 天前的精细化预报产品变化曲线。

图形修改区:以曲线或直方图的形式给出预报制作底稿的变化图形。对连续性预报要素,通过对预报曲线的修改,实现对预报值的修改(图 6a);对非连续性预报要素,通过对柱状图的修改(图 6b),实现对预报值的修改。

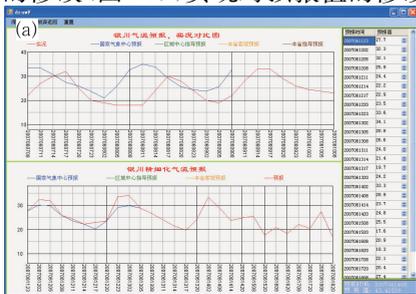


图 6a 连续性变量图形修改



图 6b 非连续性变量图形修

3.5 插值到乡镇

离散点插值方法很多,有距离权重插值法、梯度距离权重反比法、克里格法、样条函数法等,同时还需考虑海拔高度对各要素的影响。这里采用距离权重插值法,将县(市)预报插值到乡镇。

3.6 预报检查

以电子表格形式对预报产品进行检查。

3.7 预报分发

省气象台将预报作为指导预报分发到省级指导预报产品库中,供各地市气象台调用,作为其制作精细化预报产品的预报底稿。为提高系统的执行效率,一个地(市)一个指导预报,每个指导预报只包含该地(市)所属的预报站。

3.8 预报合成

定时任务自动收集各地(市)气象台返回的订正预报,并将其合成显示,供省气象台预报员进行一致性检验等质量控制。

3.9 预报上传

省气象台预报员将合成后的预报产品上传到省级精细化预报产品库和国家精细化预报产品库中。地(市)气象台将订正后的精细化预报产品上传到省级精细化订正预报产品

库中。

3.10 预报浏览

浏览全国精细化预报指导预报产品和全省精细化预报订正预报产品。

4 讨论

(1) 介绍了一种以精细化气象要素客观预报或上级指导预报产品为预报底稿,通过预报制作相似区划分、订正点与关联点确定、关联关系建立,利用文本、图形两种修改方式,实现仅对订正点预报要素值的修改,达到对预报制作相似区内所有预报站点预报要素值的订正。预报制作工作效率大幅度提高,为制作多站点、多要素、高时空密度的精细化预报提供了技术支撑。同时,将预报人员建立在经验基础上的订正点与关联点之间的相关关系定量化,有助于促进预报准确率的稳定与提高。

(2) 建立了以预报产品数据流为业务流

程的精细化预报订正平台,为实现国家、省、地(市)三级预报部门逐级指导、属地订正业务流程提供了工具,减少了各级预报部门之间的低水平重复劳动,规避了低级错误。

(3) 系统研发中充分利用模块化、标准化的设计思想和开放式接口特性,用户界面友好,使用方便,便于维护和升级,具有很好的可移植性。

参考文献

- [1] 刘勇. 交互式预报辅助制作系统及其中的交互技术[J]. 气象, 2002, 28(8): 3-8.
- [2] 丁建军, 胡文东, 丁永红, 等. 宁夏区域精细化温度预报业务平台[J]. 气象科技, 2005, 33(3): 283-288.
- [3] 杨晓霞, 李玉华, 李昌义, 等. 山东省天气预报逐级指导技术研究[J]. 气象, 2003, 29(11): 3-7.
- [4] 胡文东, 赵光平, 丁建军, 等. 宁夏短时强对流灾害性天气预报业务工作平台系统开发策略与技术措施[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(6): 114-117.
- [5] 杨强铭, 纪晓玲, 文润琴. 宁夏 3-7 天天气预报逐日滚动制作系统[J]. 气象, 1998, 24(6): 36-38.