

马金仁,纪晓玲,邵建,等.宁夏灾害性天气短时临近监测预警平台简介[J].干旱气象,2013,31(3):616-621, doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-03-0616

宁夏灾害性天气短时临近监测预警平台简介

马金仁^{1,2}, 纪晓玲^{1,2}, 邵建⁴, 贾宏元^{1,2}, 穆建华³

(1.宁夏气象防灾减灾重点实验室,宁夏 银川 750002;2.宁夏气象台,宁夏 银川 750002;
3.宁夏气象科学研究所,宁夏 银川 750002;4.宁夏同心县气象局,宁夏 同心 751300)

摘要:根据完善气象预报预测系统的规划和需求,在继承和改进短时临近预报业务工作多年成果的基础上,宁夏气象台建立了灾害性天气短时临近监测预警平台。该平台设计为B/S和C/S架构有机结合,由数据运算程序集、数据库和网站3个部分交互协作的业务系统。本文从平台设计思路、结构特点、各模块主要功能等对宁夏灾害性天气短时临近监测预警平台作一简单介绍。该平台根据宁夏气象业务发展和防灾减灾实际需要研发,评估、优化、更新、整合了已有研究成果,融合多种探测资料与方法,突出短时临近灾害性天气实时监测预警和多模式预报产品检验评估与综合集成预报技术,建成以集成预报、国家指导预报、中尺度数值预报等定量化预报产品为基础,集“实时监测预警与综合分析、强对流灾害天气预报方法、检验评估与集成预报、预报预警快速制作分发”等为一体的业务平台。

关键词:监测警戒;多模式预报;检验评估;动态集成;精细化;平台

文章编号:1006-7639(2013)-03-0616-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2013)-03-0616

中图分类号:P409

文献标识码:A

引言

据统计,因气象灾害所造成的经济损失已占到全国各类自然灾害损失的70%以上^[1-2]。宁夏地处青藏高原边缘,是冰雹、暴雨、雷电等灾害性天气多发区之一,在全球气候变暖背景下,极端天气气候事件频繁出现^[3],暴雨洪涝发生频率在上升^[4-7]。随着社会经济的不断发展,同等强度的灾害性天气所造成的直接经济损失将会越来越大。气象防灾减灾对灾害性、高影响天气的监测、预报、预警能力提出了越来越高的要求。

“十五”、“十一五”期间,随着自动气象站、闪电定位仪和银川、固原新一代天气雷达等现代天气探测网的逐步建立和不断完善,宁夏气象台综合应用多源高频次天气探测数据,通过自主开发和引进,逐步建成了短时灾害性天气监测预警业务系统、定量降水估测预报系统、预报预警制作系统、暴雨等高影响天气预报预警系统等,初

步建立起中尺度灾害性天气监测预警系统和短时灾害性天气预报业务流程,提高了中小尺度灾害性天气监测预警能力,在近些年灾害性天气短时监测预警中应用效果良好。然而,这些系统基本上以解决现行业务中存在的问题和需求进行开发建设,缺少科学合理的顶层设计和总体规划,系统零散,兼容性、集约化程度不高,导致移植和推广局限性很大,且系统间无法有效衔接,预报员开展预报业务时必须在各业务系统间频繁切换,增加了业务人员工作量,严重影响了工作效率。

根据完善气象预报预测系统的规划和需求,在继承和改进宁夏气象台短时临近预报业务工作多年成果的基础上,围绕提高灾害性天气监测预警能力和联防服务水平,增加预警的提前时间,加强气象资料的深层解释应用等目的,开发建立短时临近灾害性天气监测预警平台,是实现资源集约化,稳定与提高短时临近灾害性天气监

收稿日期:2013-01-02;改回日期:2013-06-13

基金项目:中国气象局气象关键技术集成与应用项目“宁夏短临灾害性天气监测预警技术集成(CMAGJ2012M53)”资助

作者简介:马金仁(1977-),男,回族,宁夏石嘴山人,天气气候工程师,学士,主要从事天气预报及相关预报方法研究. E-mail:42920219@qq.com

测预警水平的必要手段。

1 设计思路

1.1 基本思路

平台紧扣宁夏短时临近预报业务发展和服务需求,总结、吸收了区内外已有业务系统的部分优点^[8-20],通过专家和预报员评选、优化、更新、整合已有研究成果,融合多种探测资料与方法,开展宁夏短临灾害天气监测预警技术研究,按照“宁夏短时临近预报业务流程”(图1),突出短临灾害性天气实

时监测预警和多模式预报产品检验评估与综合集成预报技术,建成以集成预报、国家指导预报、中尺度数值预报等定量化预报产品为基础,集“实时监测预警与综合分析、强对流灾害天气预报方法、检验评估与集成预报、预报预警快速制作分发”等为一体的业务平台,体现逐级指导与订正反馈的原则,增强多源、海量气象信息的综合应用能力,增强灾害性天气监测预警和联防能力,提高短临预报业务工作效率和监测预警的时效性、提前量,改进专业化、定量化和精细化预报方法。

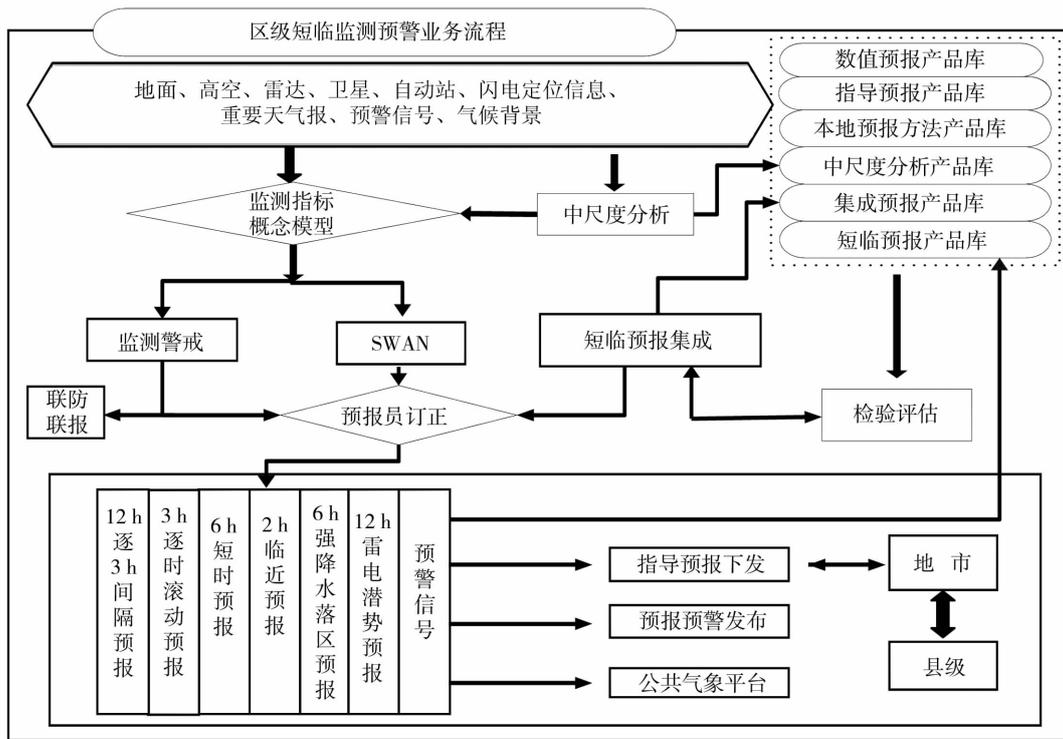


图1 宁夏短时临近预报业务流程

Fig. 1 Operational process of short-term forecasting and nowcasting in Ningxia

1.2 平台组成部分

平台基于B/S+C/S开发模式,采取模块化设计方案,由数据运算程序集、数据库和网站3个部分组成。其中,网站和数据库部分单独配备了服务器。数据运算程序集则由分散于各业务计算机上的软件组成,这些软件又可分为旧业务软件改进而成和新开发程序2部分。平台建设涉及方面较多,采用的开发环境有Visual basic6.0、Visual Studio.net、DELPHI和Java等,数据库由Microsoft SQL Sever建设而成,网站开发采用Java和Asp语言完成。整个平台以网站为表现形式,用户只需打开浏览器访问平台网址,就可以使用平台功能,保证了其在各种Windows操作系统上的正常运行,也简化了推广流程。

根据平台功能设计,集中力量进行了专项开发。完成了网站、数据库、多模式要素预报检验和动态集成预报等平台主要组成部分。为继承气象台原有的研究开发成果,我们组织专家和预报员对其进行了集体讨论和评估。优选了具有常用性、可对比性强和再开发价值高等特点的优秀开发成果做为改造对象,使这些软件具有自动输出可用于网站平台建设的标准数据或图片的功能。

数据运算程序集、数据库和网站3个部分以数据为纽带组成一个有机整体。程序集及时为数据库进行数据生产和传输,数据库实时给网站提供所需数据,网站给用户友好的交互界面来展示各类资料,而用户在网页平台上发出的交互指令则控制

数据库及相关后台程序做出正确响应。

2 平台特点与主要模块功能

以服务区级短时临近预报业务为主线,依托中国气象局推广应用的短时临近预报业务 SWAN 系统,突出强对流天气和气象灾害实时监测警戒、中尺度产品分析应用及检验评估与集成,开展短临精细

化预报预警和强对流天气落区预报,实现了从监测、预警、分析、检验、集成到精细化快速制作分发等功能。

平台主要分为关注重点、实时监测警戒、综合资料分析、短临灾害天气预报、多模式预报检验评估与综合集成、预报预警快速制作分发、知识培训等模块(图2)。各模块主要功能如下。

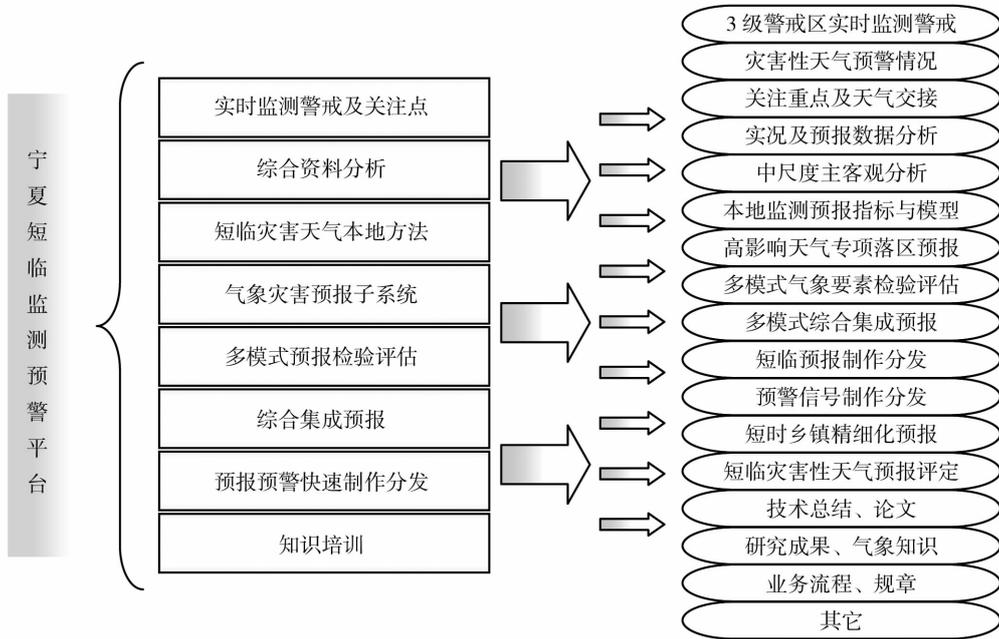


图2 宁夏短临监测预警平台结构图

Fig.2 The structure of the short-term monitoring and warning platform in Ningxia

2.1 关注重点

该模块主要包括:最新短临预报结果、逐时区域自动站实况滚动显示、灾害性天气实时监测警戒和预判结果、警戒区内预警信号、本地短临灾害性天气客观预报结果和重点关注天气交接等,预报员可了解当前短临监测情况、最新的灾害性天气预报情况、宁夏周边地区灾害性天气实时情况等,直观、迅速地掌握最关键天气信息。

2.2 实时监测警戒

根据宁夏地域特点、灾害性天气特点、预报时效和监测联防需要,设置了3级、2级和1级3个级别的短临灾害天气监测警戒区,即灾害性天气在12h、6h和3h内可能移动并影响到宁夏的区域。每个区域的经纬度范围:3级警戒区,100°~112°E、30°~45°N;2级警戒区,102°~110°E、33°~42°N;1级警戒区,105°~108°E、36°~39°N(图3)。

基于3级警戒区和雷达、自动气象站、闪电定位仪、重要天气预报、预警信号等综合监测资料,自主

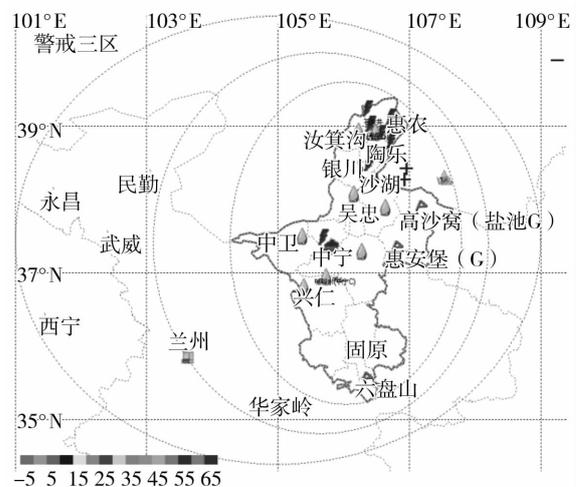


图3 2012年6月27日10时3级警戒区监测图(图中椭圆虚线)

Fig.3 The monitoring interface for three grades warning region(the three ellipses)

研发了基于 GSM MODEM 的实时监测警戒与多方式(视频、音频、短信等)报警系统,实现了3级监测警戒区短临灾害性天气实时监测警戒多重功能:自动提取各警戒区多种监测信息,依据监测预警指标和阈值,实时提醒,加强上下游监测警戒与联防服务;基于 SWAN 产品的雷达回波强度、高度、液态水含量等特征参数,自动根据指标判断强对流天气发生的可能性;根据自动站逐时降水和累计降水量,综合地质灾害、暴雨山洪气象条件等级预报指标和阈值,判断地质灾害、暴雨山洪发生的可能性,并实时报警;提供了强对流天气雷达回波形态比对;实时显示当前时段内全区月、旬、候、日或任意时段的降水极端状况,接近预警标准或突破极值时提醒预报员。

2.3 综合资料分析

该模块主要包括:卫星雷达、自动站、高空等压面图及地面图等观测分析资料;宁夏中尺度主客观分析产品;宁夏指标站对流指数及西北区对流指数分析产品;相关数值预报所有物理量预报场;中央气象台强对流天气指导产品、西北区及宁夏中短期指导预报产品等,均编制专门程序通过 MICAPS 自动出图。

其中,宁夏中尺度客观分析实现了高空槽、温度槽、湿舌、急流轴等主要天气系统的自动识别分析功能。

2.4 短临灾害天气预报方法

对已有的短临灾害天气预报业务系统评估、整合、完善、更新,开发服务器端自动运行的短临灾害天气与气象灾害专项预报模块,并根据业务需求,设置运行时段。包括:强对流天气监测预警指标和概念模型。在对宁夏冰雹、暴雨、雷暴、对流性大风等强对流天气个例进行分析研究的基础上,进行筛选、归纳、整理和总结,形成客观定量化的短临监测预警指标和雷达回波形态,建立灾害性天气短临监测预警模型;强对流天气落区预报:冰雹、雷暴主要依据宁夏监测预报指标和概念模型,自动判断水汽、抬升、层结等条件,基于数值预报进行强对流天气落区预报。暴雨通过自动计算相关预报因子,采用众数中数法、极值判断法、相关后极值法3种方法进行暴雨落区预报;地质灾害预报:主要根据逐小时、24 h、7 d 无间断降水日累计雨量与地质灾害的关系,基于最优集成预报进行地质灾害易发区等级预报;暴雨山洪预报:依据贺兰山暴雨与山洪相关分析,初步确定了宁夏暴雨山洪发生的气象条件,开展了基于最优集成预报进行暴雨山洪等级预报。

中尺度数值模式本地化应用:WRF - 3 km、

WRF - 9 km、WRF - RUC 的本地化应用;全区乡镇逐时精细化预报和不同时次降水集合预报产品;利用2009~2010年天气实况与WRF产品通过统计检验和相关性分析,初步建立了宁夏对流凝结层气压、对流凝结层气温、沙氏指数、大气可降水量、对流有效位能等5种特征物理参数产品本地化指标。

2.5 多模式要素预报检验评估和动态集成预报

在对 T639、EC、UK、日本、中尺度数值预报 WRF 等数值预报及其释用产品、中国气象局指导预报、本地预报方法等产品检验评估的基础上,根据0~12 h 逐3 h 间隔全预报要素检验结果,每日计算近10 d 动态评估成绩,并以此为权重依据,利用择优权重法和最优组合法等技术方法进行预报动态集成,形成0~12 h 逐3 h 间隔的落区预报和分县预报。检验评估与集成均在后台运行,其结果均以图表方式在平台中进行展示,供业务人员及时调阅、应用。

(1) 各类预报产品和实况资料的自动入库。建立预报质量评估数据库;各类预报产品实况资料的自动入库;设置预报产品和实况资料人工更新入库控件,实现对指定时段内预报、实况资料更新入库。

(2) 预报质量查询功能。任意预报、任意时段、任意区域、任意人员、集体的预报质量查询、显示、输出等功能。

(3) 预报质量对比分析功能。任意时段、任意区域、任意人员、任意集体的多种预报产品质量对比分析(图4)。

(4) 报表数据生成。按宁夏气象局《短临预报和灾害天气预报质量评定办法》和业务需求,生成集体、个人质量及预报质量公示等报表所需数据。

(5) 实现了短临灾害性天气初评估。根据实时观测资料自动判断灾害性天气的发生,将关键要素存入数据库。制作短临预报时,将灾害性天气预报存入数据库。利用数据库的运算功能生成短临灾害性天气评估数据。

2.6 预报预警快速制作

该模块主要包括:短时预报、临近预报、雷电预报等常规短临预报、预警信号、乡镇精细化预报的制作分发等。包括0~2 h、0~6 h、0~12 h 短临预报、山洪预报;0~12 h 雷电潜势预报;0~6 h 降水落区预报等。

预警信号制作主要是按预报员的选择准确调用相应预警信号标准模板,提高制作效率。

利用该模块制作短时预报时,根据预报结论,通过阈值自动判断,达到预警标准时,及时提醒预报员制作预警信号、临近预报等。

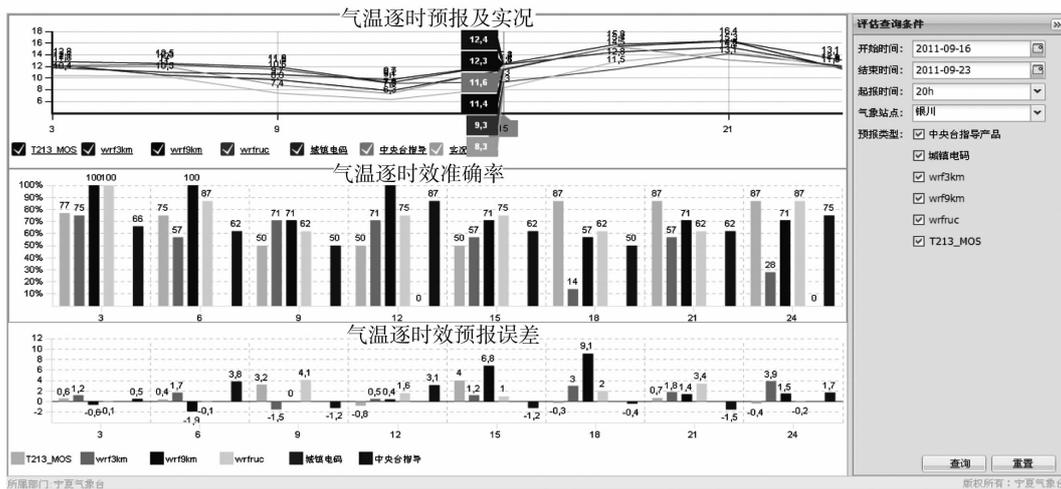


图4 多种预报产品气温预报准确率对比图

Fig. 4 Comparison of temperature prediction accuracy with multiple forecast products

制作 3 h 间隔的乡镇精细化预报时,主要是基于集成预报、T639MOS 精细化要素预报、本地 WRF 预报和国家级指导预报等预报产品,预报员根据自己应用经验及评估结果,任意选择一种产品作为预报蓝本,结合实时监测资料快速修订乡镇精细化预报,实现了乡镇精细化预报的快速制作分发。

2.7 知识培训

该模块主要包括:业务流程、预报员手册、技术总结、科研成果、培训教材、气象知识、规章制度等,业务人员可随时方便地从平台上进行调阅、学习。

3 业务试用效果

宁夏短时临近监测预警平台,面向实际业务需要而研制,本着边开发、边改进、边运行、边完善的原则进行,经过不同开发阶段,分期投入业务。自 2011 年 7 月起投入业务试用,并向全区气象系统公开网站访问权限。根据宁夏气象台及各地市局预报员的应用反馈,本平台在宁夏短临灾害性天气监测预警中发挥了重要作用。利用该系统,宁夏气象台先后对“2011 年 7 月 27 日白天到 28 日夜间海原及以南大部地区大到暴雨”、“2011 年 8 月 21 日、25 日前后强对流天气”、“2012 年 6 月 27 日、7 月 13 日、7 月 29 日等强降水天气”、“2012 年 8 月 25 日强雷暴天气”等灾害性天气做出了较准确的监测预警预报,为 2012 年黄河防汛抢险、防灾减灾提供了科学决策依据。

通过对 2011 年 8 月全月 12 h 时效常规要素集成预报准确率进行评定发现:气温预报准确率全区大部在 70% 或以上(六盘山站除外),陶乐、银川、韦

州、麻黄山 4 站达到了 93%;风速平均绝对误差除六盘山站 > 2.6 m/s 外,其它各站均 < 2 m/s;一般性降水中部干旱带基本达到 90% 以上,北部大部分站点在 60% 或以上,南部山区准确率较差,这可能与南部山区地形有关。

以 2012 年 6 月 27 日为例:当天上午,宁夏全区出现明显降水,北部部分站点及中部地区降短时暴雨。平台中暴雨落区预报系统和 WRF 模式产品均预报出宁夏中北部有暴雨,暴雨落区预报系统预报区域较实际降水偏北,WRF9KM 和 WRF3KM 预报范围和量级偏大,而 UK 天气在线和 T639 降水量预报均只报出降水过程,未报暴雨。天气过程发生时,实时监测警戒模块中实时提供雷达拼图、自动站观测信息及天气预警信息等,预报员可清晰了解天气系统在上游及本区内所造成的影响,从而及早分析作出正确响应。

4 讨论

宁夏短时临近监测预警平台,实现了多源气象资料的综合应用和快捷调阅分析,增强了准确、高效、快捷的灾害性天气反应能力,为预报员提供了一个全面、高效、科学、集约的监测预报服务平台,在一定程度上提高了灾害性天气定量化监测预警水平,增强中小尺度灾害性、突发性天气的预警预报能力,为宁夏防雹增雨体系建设、人工影响局部天气效果检验以及南部山区水利资源综合利用和控制水库蓄放等提供气象保障,为党政和防汛部门指挥减灾抢险提供可靠的监测、预测手段。从目前运行状况来看,系统性能稳定,运行效果良好,为宁夏短临

灾害性天气监测、预警、联防、检验评估等业务的正常开展奠定了基础。

但由于研发时间及人力等方面限制,该平台仍存在不足,如集成预报方法相对简单^[13]、预报检验项目较少、灾害性天气监测警戒模块系统资源占用率过高、知识库中天气技术总结少等均需要在以后的业务应用过程中不断改进完善;平台所应用的科研成果还需进一步研究,如前述2012年6月27日短时暴雨过程,各类预报产品都存在不同偏差。这就需要进一步改进完善灾害性天气落区预报方法及理论以提高其预报精度。

致谢:在平台设计、规划、建设中多次得到宁夏气象局副局长冯建民高级工程师的指导和相关业务人员的全力配合,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 温克刚,丁一汇,李维京. 中国气象灾害大典(综合卷)[M]. 北京:气象出版社,2008.
- [2] 冯建民,梁旭,丁建军,等. 宁夏自然灾害综合分区与评价[J]. 安徽农业科学,2011,39(7):3981-3983.
- [3] 丁永红,王文,陈晓光,等. 宁夏近44年暴雨气候特征和变化规律分析[J]. 高原气象,2007,26(3):630-635.
- [4] 林而达,许吟隆,蒋金荷,等. 气候变化国家评估报告(II):气候变化的影响与适应[J]. 气候变化研究进展,2006,2(2):51-56.
- [5] 高歌,赵珊珊,李莹. 近十年来我国主要气象灾害特点及影响[J]. 中国减灾,2012,2上:15-17.

- [6] 谭方颖,王建林,宋迎波. 华北平原气候变暖对气象灾害发生趋势的影响[J]. 自然灾害学报,2010,19(5):125-131.
- [7] 王正旺,刘小卫,赵秀敏. 山西东南部气候变暖与某些灾害天气的演变特征分析[J]. 中国农学通报,2011,27(23):269-275.
- [8] 沙莎,邱新法,何永健. 基于GIS的自动气象站数据系统的研发[J]. 干旱气象,2011,29(3):372-376.
- [9] 罗琦,韩茜,李文莉,等. 基于WEBGIS的气象科学数据查询显示系统的设计与实现[J]. 干旱气象,2010,28(4):494-498.
- [10] 王勇,李晓霞,李晓苹. 兰州铁路防洪指挥气象预警服务系统[J]. 干旱气象,2009,27(4):415-418.
- [11] 孙林花,李仲龙,孙润,等. 基于元数据技术的气象数据收发全网监控系统[J]. 干旱气象,2009,27(3):294-297.
- [12] 段文广,安林,魏敏. 利用多普勒天气雷达资料建立灾害性天气的监测和预警系统[J]. 干旱气象,2009,27(1):82-87.
- [13] 李磊,杨瑜峰,杨菊梅. 甘肃省防雷综合业务管理平台设计与应用[J]. 干旱气象,2011,29(2):251-256.
- [14] 王有毅,岳淑兰. 甘肃省地面气象测报业务查询与演示系统[J]. 干旱气象,2008,26(3):76-81.
- [15] 李国昌,李照荣,付双喜,等. 甘肃省人工增雨防雹作业决策指挥系统[J]. 干旱气象,2006,24(4):82-86.
- [16] 罗琦,韩茜,李文莉,等. 基于WEBGIS的气象科学数据查询显示系统的设计与实现[J]. 干旱气象,2010,28(4):494-498.
- [17] 赵鸿,张强,李耀辉,等. 西北半干旱雨养农业区薯麦轮作FACE平台简介[J]. 干旱气象,2011,29(1):100-105.
- [18] 段文广,安林,魏敏. 利用多普勒天气雷达资料建立灾害性天气的监测和预警系统[J]. 干旱气象,2009,27(1):82-87.
- [19] 孙林花,李仲龙,孙润. 基于元数据技术的气象数据收发全网监控系统[J]. 干旱气象,2009,27(3):294-297.
- [20] 王勇,李晓霞,李晓苹. 兰州铁路防洪指挥气象预警服务系统[J]. 干旱气象,2009,27(4):415-418.

Brief Introduction of Monitoring and Warning Platform of the Short-term Disaster Weather in Ningxia

MA Jinren^{1,2}, JI Xiaoling^{1,2}, SHAO Jian⁴, JIA Hongyuan^{1,2}, MU Jianhua³

(1. Ningxia Key Laboratory of Preventing and Reducing Meteorological Disaster, Yinchuan 750002, China; 2. Ningxia Meteorological Observatory, Yinchuan 750002, China; 3. Ningxia Meteorological Research Institute, Yinchuan 750002, China; 4. Tongxin Meteorological Station of Ningxia, Tongxin 751300, China)

Abstract: Based on achievements in recent years on short-term forecasting and nowcasting business, the monitoring and forewarning platform of the short-term disaster weather was established in Ningxia Meteorological Observatory according to the planning and requirement of improving weather forecast system. The platform was designed on the basis of combining of B/S and C/S architecture, and was composed of data operation, database and website. In this paper, a brief introduction was given to the monitoring and forewarning platform of the short-term disaster weather in Ningxia about its design ideas, structure characteristics and functions of modules. The platform was developed according to actual needs of meteorological operation development, preventing and reducing meteorological disaster. In this platform, the multiple existing research results were assessed, optimized, updated and integrated, and a variety of detection information and methods were applied, and the real-time monitoring and forewarning of short-term disastrous weather and the testing and integrating technology of multi-model forecast products were highlighted. The operational platform consists of functions such as real-time monitoring, forewarning, comprehensive analysis and prediction methods of severe convective disastrous weather, testing and evaluation, multiple forecast integrating and rapid manufacturing of forecast and forewarning, based on quantitative forecast such as integrated forecast, national guidance forecast and mesoscale numerical forecast, and so on. The application of this platform improves the comprehensive application capability of massive and multi-source meteorological data, strengthens monitoring, forewarning and joint defence capability of short-term disastrous weather, increases operating efficiency in short-term weather prediction, and provides reliable technical support for monitoring and forewarning of disastrous weather and disaster prevention and reduction, and also lays the foundation for the related research and developing on short-term forecasting and nowcasting business.

Key words: monitoring and forewarning; multi-model forecasts; testing and evaluation; dynamic integration; fine forecast; operational platform