

高嵩,代刊,薛峰. 2014. 基于 MICAPS 3.2 平台的格点编辑平台设计与开发. 气象, 40(9):1152-1158.

基于 MICAPS 3.2 平台的格点编辑 平台设计与开发^{*1}

高 嵩 代 刊 薛 峰

国家气象中心,北京 100081

提 要: 文章主要介绍了基于 MICAPS 3.2 系统框架的格点编辑平台的设计及实现。文章首先介绍了美国 AWIPS 预报系统中图形化预报平台(GFE)的功能,随后介绍了 MICAPS 3.2 的二次开发思路,基于“插件树”的模块及资源管理方式,以及在此基础上的交互式格点编辑平台的实现。最后,介绍了目前的格点编辑平台在业务场景中的具体应用及其起到的作用,并最终提出了未来该平台的发展方向及目标。

关键词: MICAPS 3.2, GFE, 格点编辑, 精细化预报

中图分类号: P409

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.09.013

The Design and Development of Grid Edit Platform Based on MICAPS 3.2 System

GAO Song DAI Kan XUE Feng

National Meteorological Centre, Beijing 100081

Abstract: This paper describes the design and development of grid edit platform based on MICAPS 3.2 system. First, the paper introduces the basic functions of Graphical Forecast Editor (GFE) being used in AWIPS system of NWS. Then it explains the secondary development ideas of MICAPS 3.2 system on the basis of the “addin-tree” module and resource management design pattern. In addition, it provides the realization of interactive grid edit platform based on this framework. Finally, the paper presents the application of this platform in forecasting operations as well as the target of development in the future.

Key words: MICAPS 3.2, Graphical Forecast Editor (GFE), grid editing, fine forecasting

引 言

目前,随着数值预报能力的不断提升,其对于大气环流场的预报准确程度已优于预报员主观预报的结果,数值模式产品已经成为天气预报业务的基础,已涵盖了从临近、短期到中期延伸期的各个时段。但由于观测资料的不准确,用来描述大气的模式方程缺乏对于观测资料的准确有效利用,以及对于复杂地形的有效准确描述等,数据模式仍然存在的预

报的不确定性,从而造成了模式资料对于地面要素的预报结果仍然存在误差。为了弥补模式资料在预报业务中的局限性,可利用预报员丰富的天气学经验,在数值模式的基础上附加预报员主观经验,从而对原始模式预报进行偏差订正。因此,为预报员提供交互式的模式资料编辑工具,从而协助预报员对模式预报进行偏差订正,是未来预报平台在模式应用方向发展的一个重要课题。

与此同时,未来的天气业务发展将是以前报的精细化发展及应用为标志,提供准时的、高时空分辨

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306002)资助

2013年8月5日收稿; 2014年6月3日收修定稿

第一作者:高嵩,从事 MICAPS 系统平台设计与开发. Email:gaos@cma.gov.cn

率的、涵盖不同天气现象、适用于不同用户需求的预报(矫梅燕,2007)。但目前的模式资料产品与防灾减灾的要求和预报精细化的要求仍存在较大距离,无法直接通过数值预报输出产品作为预报服务产品进行发布,且目前的“落区预报型”或“文字描述型”的预报结论又无法满足精细化预报及服务的需求。因此,可以借鉴美国国家天气局的格点化预报制作模式,利用数值预报解释应用产品,结合交互平台对格点产品进行编辑订正,最终将其应用于气象要素的精细化要素预报中,为各地方气象台站进行精细化预报及服务提供高精度、高时空分辨率的格点产品。

在美国天气预报业务系统中,交互式预报准备系统(Interactive Forecast Preparation System, IFPS)作为美国国家天气局(NWS)现代化天气业务的重要组成部分(LeFebvre et al, 2001),主要负责高分辨率数据集的整合及处理,它将预报员传统的基于文字的预报产品制作方式转换为针对预报区域格点数据的处理及制作,由最终的格点产品自动输出文字及图片化的预报产品,从而节省了预报员大量的文字制作时间。图形化预报编辑平台(Graphical Forecast Editor, GFE)是 IFPS 中用于进行格点数据处理的平台,其提供的智能化工具(smart tools)在数值模式与预报产品中建立起了一个桥梁,通过较为丰富的图形化工具来支撑预报员直接编辑模式产品中的气象要素场,从而制作较为广泛的图形化预报产品,进而生成相应的文字预报产品。GFE 平台已在美国定量降水预报的编辑业务中广泛使用,通过该平台,美国各地方的天气预报室(Weather Forecast Office, WFO)制作本地的定量降水格点化预报产品后在国家天气局进行拼接。

目前,我国的精细化要素预报仍然是以站点预报为主,而格点化的预报仍处于起步阶段,但由于预报服务精细化的需求不断增加,传统的站点预报方式已给常规气象预报带来越来越大的压力,部分省(区、市)逐渐开始尝试基于格点的精细化要素预报。广东省气象局从 2008 年 1 月启动基于格点的交互订正预报业务平台(GIFT)的研发,2013 年 10 月广东省气象局的精细化网格预报业务正式取代传统的预报业务,为全省提供基于地面及海洋的格点产品制作,包括地面 5 km,海洋 10 km 分辨率的格点产品,配合文字化及图形化服务产品的自动生成及分发系统,大大节省了预报员预报时间,并在多项预报

服务中发挥了关键性的作用。

在我国的预报平台中, MICAPS 系统的第三版逐渐增强了对于模式预报的分析及应用功能上的支持能力(李月安等, 2010),同时提供非常灵活及开放的二次开发框架,并且对于格点数据做了格式统一化处理,针对不同类型的格点化资料(如模式产品或雷达产品)均可进行统一的显示及分析操作。

基于以上原因,在国内天气预报业务发展的需求的基础上,参照美国的预报业务平台功能及实现方式,进行了基于 MICAPS 3.2 平台的关于数值预报产品的格点编辑平台开发工作。

1 格点编辑平台开发

1.1 AWIPS-GFE 平台介绍

1.1.1 AWIPS-GFE 应用介绍

作为 IFPS 中用于进行格点数据处理的平台, GFE 提供的智能化工具在模式资料与预报产品中建立起了一个桥梁,通过较为丰富的图形化工具来支撑预报员直接编辑模式产品中的气象要素场,从而制作较为广泛的图形化预报产品,进而生成相应的文字预报产品。GFE 的出现,为美国天气预报业务带来了革命性的改变(Hansen, 2001)。

传统的天气预报业务由以下几步构成:

(1) 预报员分析实况观测信息以及模式预报的指导产品。

(2) 各预报岗位(公众、海洋和导航等)根据服务需求,构建对天气系统的初步概念。

(3) 预报岗位之间针对各自对天气系统的理解进行沟通,以确保预报的连续性。

(4) 各预报员制作基于文字的预报及服务产品。

由于各预报岗位的关注重点不同,同时由于天气预报的复杂程度较高,传统的通过“讨论”方式来辅助预报员之间构建“一致性”天气系统概念模型的方式效率较低。而通过编辑格点数据,预报员将不再构建“针对服务”的天气模型,而将重点关注天气系统中的气象要素。

通过 GFE 平台,预报流程分为以下三个阶段:

(1) 预报员分析实况以及各数值模式产品,形成对天气系统的主观理解,并利用指导化格点产品建立初始场;

(2) 利用编辑工具并配合智能化工具,对指导数值产品进行修改,并利用智能化工具,自动检验要素间的“一致性”,生成修改后的格点场;

(3) 根据格点产品,自动输出文字、表格以及图片产品,同时可以生成中间产品供其他平台使用。

目前,GFE 已经成为美国国家天气局预报员用于创建以及编辑格点预报场的主要工具,通过该平台,美国各地方的 WFO 制作本地的定量降水格点化预报产品后在国家天气局进行拼接。

澳大利亚气象局的 NexGen 系统将 GFE 平台应用于临近预报业务中,对其天气预报制作流程进行了“革命性”的改进,提升了预报产品的质量及准确度,将预报精细化程度提升到 6 km,显著提升了城市预报的结果(Weymouth,2013)。

1.1.2 平台布局

GFE 平台提供了一系列的智能化工具用于支持格点数据的编辑操作,包括提供插值工具来保证格点数据在预报时效上的“无缝隙”化,利用数据库来支持临近预报站点之间的编辑协调性工作,提供简单的绘制及操作工具进行图形化的格点编辑操作。

GFE 由菜单、工具栏、时间轴、格点数据管理工具、格点编辑区、状态条、图例、图层信息等组成,如图 1 所示。

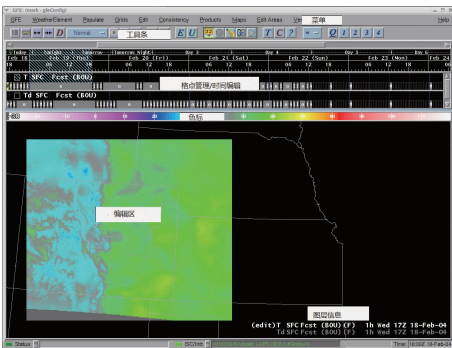


图 1 GFE 平台布局

Fig. 1 The layout of GFE platform

1.1.3 AWIPS-GFE 主要功能

(1) 格点编辑功能

通过 GFE 上的工具箱可以对格点编辑区内的格点进行范围选取或编辑操作,主要功能包括针对原始格点的操作以及通过等值线辅助进行操作。

(2) 插值功能

提供了对多个基于标量格点数值进行插值的方

法,用来保证格点资料在时间上的“无缝隙”性。同时,用户可以选择插值格点的时间间隔及时长。

(3) 预报站点间协同工作功能

利用国家级数字预报数据库 NDFD 的基础服务,WFO 之间可以将格点结果进行相互参考。

(4) 智能工具库功能

GFE 支持用户通过简单脚本来编辑、定义制定格点区域内的概念模型,通过 Python 脚本语言自定义算法。当用户完成算法编写后,GFE 平台会自动集成该脚本,用户可直接通过工具栏直接操作。

1.2 基于 MICAPS 3.2 的格点编辑平台开发

1.2.1 MICAPS3.2 二次开发介绍

MICAPS 系统第三版扩充了用户自定义模块组件开发的能力,用户可根据本地的业务流程或者本地数据支持自定义相应的功能性模块、菜单工具、工具栏以及弹出窗口等(李月安等,2012)。

相对于 MICAPS 3.1 的二次开发来说,MICAPS 3.2 在系统架构上做了较大的调整。在功能扩展的管理组织上,相对于 MICAPS 3.1 较为分散的扩展方式,MICAPS 3.2 采用了分层的组织体系,底层框架使用“插件树(AddinTree)”将各功能模块的扩展点(Extension Path)统一组织起来,对于所有模块所使用到的菜单、工具栏、工具箱按钮以及右键菜单项,均可以在模块对应的 .addin 配置文件中进行统一设置。MICAPS 3.2 的“插件树”结构如图 2 所示。

同时,MICAPS 3.2 增强了对于“资源”的管理,模块中使用的文字资源以及图片资源均可以作为资源文件统一管理,简化了代码维护时对相应资源进行调整的难度。

在功能模块的实现方面,延续了 MICAPS 3.1 的实现及管理组织方式,非交互性模块依然继承自 C_ChartBase 父类,交互性模块则需要实现 IInteractive 接口。图形绘制仍需要重写 Draw 函数,并通过调用 GLGraphic 中的相关参数实现,后者封装了 OPENGL 的 API 接口,可利用 OPENGL 高效绘制引擎进行图形渲染。

1.2.2 基于 MICAPS 3.2 的格点编辑平台开发

(1) 功能描述

格点编辑平台需要实现对原始数值模式格点资料进行交互编辑等功能,利用该平台,预报员可以将主观预报结论与不同的气象模式预报产品有机的结

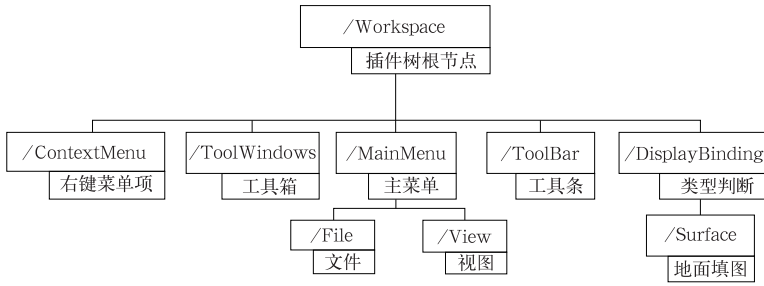


图 2 MICAPS 3.2 插件树组织结构图

Fig. 2 Structure of MICAPS 3.2's addin-tree organization

合起来。通过该平台,预报员可以对原始的格点场进行基于单点、区域的编辑修改;也可以借助将等值线进行压缩、伸拉变形以及整体移动、删除等操作,将等值线的形变结果反演回格点场,从而实现修改格点的目的。为了辅助预报员对模式预报正确性进行评估,该平台还增加站点插值及 TS 评分的功能,将格点预报结果插值到站点上,根据站点对应的实况数据进行评分,同时插值结果还可以保存。

从操作方式上,格点编辑平台延续使用“交互式工具箱”放置交互式工具,并按照操作方式将交互工具进行分组,方便用户理解及使用。

从数据支持上,格点编辑平台需要支持对 MICAPS 4 类(格点)数据、MICAPS 131(SWAN 产品)类数据以及 MICAPS 11 类(流线)数据进行格点化编辑操作。

因此在功能实现时,需要在数据的读取、解析及分析等方面进行规范化处理。同时,需要在相应的交互工具箱上提供工具按钮以支持用户在地图上对数据进行交互操作。

(2) 功能实现

1) 系统架构设计

格点编辑平台的核心功能是为预报员提供快速便捷的格点场修改工具,支持对不同来源的数据进行统一编辑操作以及属性调整,因此需要对数据的内存组织进行规范化处理。

为了提供给用户更直观的显示效果,需要将原始数据分别进行格点化或者栅格化显示,同时为了提升等值线修改效率,需要实时将格点生成等值线供用户进行区域选取或者进行编辑操作。此外,该平台中的所有编辑功能均需支持撤销/恢复操作。

综合以上的设计思路,为了降低数据导入\导出、格点编辑以及数据渲染等功能之间的耦合度,增强整体平台的灵活性及可扩展性,本平台的开发采用(Model-View-Controller, MVC)的框架设计模式,将数据内存组织、数据的展示及操作、数据的修改三部分进行隔离并分别加以实现,平台框架设计如图 3 所示。

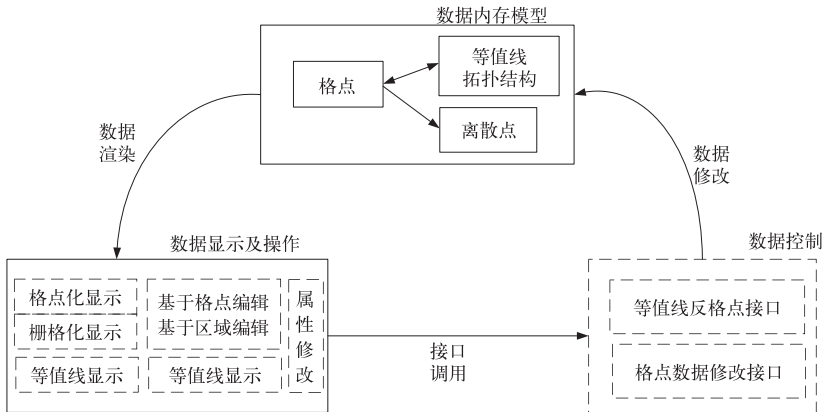


图 3 格点编辑平台架构图

Fig. 3 Architecture of grid edit platform

在数据内存模型中,原始格点场为整个模型的核心,通过格点场实时为用户生成等值线及离散点插值数据。平台在分析完等值线条后会为其构建拓扑结构,以便将等值线添加/修改/删除等操作的结果快速反演回格点场。

在数据显示渲染方面,平台为用户提供了栅格/格点及等值线显示方式,并在不同的显示方式下提供相应的格点编辑工具以及属性修改工具。

用户在平台界面上进行编辑或操作后,平台会调用统一的“格点数据修改接口”对格点数据进行修改。

2) 数据解析器的设计

MICAPS 3 平台对不同数据的支持方式是基于模块分别进行处理的,即普通格点数据由 isoline 模块进行数据读取及等值线分析,流线数据由 Streamline 模块进行读取及分析,SWAN 产品由 SWAN 相应模块进行读取及分析,这种方式不利于算法的共用及数据的共享。因此,该平台的首要工作是对输入数据的规范化,通过设计不同数据的解析器(Parser),将数据组织成统一格式后进行处理,流程如图 4 所示。

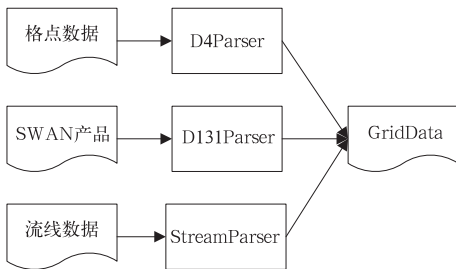


图 4 格点编辑平台数据处理流程
Fig. 4 Data processing sequence
in grid edit platform

3) 功能集成

后续的开发工作就是根据功能需求开发模块,首先创建模块的插件文件,增加创建“格点编辑”交互图层对应的配置项为:

```
<Path name="/Workspace/MainMenu/File/
New">
```

```
<MenuItem id="GridEdit" label="格点编
辑" type="Command" # icon="" # class="my-
GridEdit.ShowGridEditCommand"/>
```

```
</Path>
```

该项表示在“文件”→“新建”菜单下增加一个

“格点编辑”的子菜单项,当用户点击该菜单项时,对应的函数在“myGridEdit.ShowGridEditCommand”类中。

随后,增加对应的交互工具按钮,以“打开文件”为例,对应的配置为:

```
<Path name="/Workspace/Toolbox/GridE-
dit">
```

```
<ToolboxItem
```

```
id="NMC_MICAPS3_GRIDEDIT_LT_
OpenGridFile"
```

```
group="基本工具"
```

```
label="打开文件"
```

```
icon="AddIns\GridEdit\images\open.
png"
```

```
class="Micaps.AddIn.GridEdit.Open-
GridFile"/>
```

表示在“基本工具”组中,增加一个“打开格点文件”的按钮,对应的图标路径由 icon 属性指定,点击该按钮时触发的函数存在于“Micaps.AddIn.GridEdit.OpenGridFile”类中。

(3) 功能介绍

目前格点编辑平台支持 5 组工具:基本工具、格点工具、区域工具、反演工具以及检验工具。

基本工具提供格点数据的导入/导出,等值线结果的导出,具体功能为:打开/保存格点数据、将分析出的等值线保存为预报线、撤销单步操作、全场恢复成初始值、区域裁剪、上传/下载至 LWFD,上传至 FTP 地址等功能。

格点工具提供用户直接修改格点的工具:格点橡皮擦、区域增加固定值、单点提拉、单点修改值等功能。

区域工具提供区域选择及修改两部分工具,包括:自定义选择区域、选择带状区域、选择等值线区域等;区域修改包括:区域移动、区域复制、区域提拉、按步长修改区域值、增加等值线、删除等值线、修改等值线边界等。

修改风向工具:针对流线数据,根据风向杆 UV 分量插值,对风向进行修改。

反演工具提供站点插值功能,包括:站点插值、保存插值结果、清除插值结果等。

检验工具用来根据实况观测资料对插值结果进行 TS 评分检验等。

最终界面如图 5 所示。

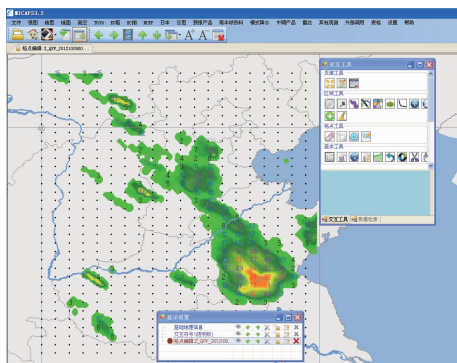


图 5 格点编辑平台界面

Fig. 5 Graphic user interface of grid edit platform

(4) 平台操作

1) 创建交互图层

在“文件”菜单项下选择“新建”→“格点编辑”新建“格点编辑”图层后,系统会加载“格点编辑”工具箱。

2) 加载格点数据

在交互工具箱中的“基础工具”中选择“打开格点数据”,或从 LWFD 数据库中选择指导预报产品。

3) 编辑格点场

在交互工具箱中选择格点工具进行基于格点的编辑操作,或者在图层属性中选择显示等值线,随后利用区域工具中的等值线修改工具修改等值线,系统自动将等值线调整结果反演到格点场。

4) 保存结果

在交互工具箱中的“基础工具”中选择保存格点结果,或将等值线结果作为预报线进行保存。

2 格点编辑平台在气象业务及模式应用中的应用

为进一步提高降水预报的客观化和定量化水平,增强国家气象中心对省级气象台定量降水预报的指导作用以及省级气象台对指导预报的订正反馈能力,2013 年开始中国气象局预报司组织全国各省气象台实施 24 h 定量降水落区预报的格点拼图业务。业务的执行流程见图 6。

国家气象中心每天将全国范围的 24 h 定量降水预报格点数据通过国家级/省级天气预报数据库(NWFD/LWFD)下发到全国各省级气象台,随后各省气象台通过格点编辑平台,调入该指导产品进行

订正,将订正后的结果通过省级 LWFD 上传至国家级 NWFD,国家气象中心在获得全国所有省(区、市)的格点化数据后进行拼接,最终将拼接后的结果与全国指导预报进行对比,从中获得预报差异,并在全国会商中进行讨论。

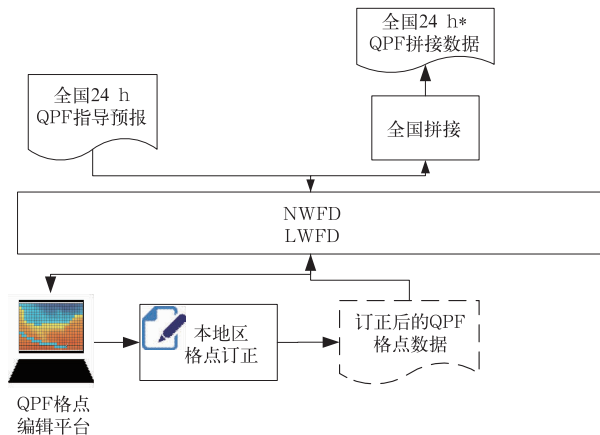


图 6 全国 24 h QPF 预报格点拼图业务流程

Fig. 6 Grid merging business process of national 24 h QPF operation

本次全国格点拼图业务中使用的“QPF 格点编辑平台”就是在 MICAPS 3.2 格点编辑平台的基础上进行了简化后定制的系统,该系统保留了基本工具,增强了对于降水落区的“增加”、“删除”以及“修改”的功能,增强了针对 NWFD/LWFD 的支持,同时,也开放了对本地化二次开发的支持。

该项业务自 2013 年 7 月 1 日起在全国试运行,图 7 为 7 月 1 日 08 时起报的定量降水指导预报与各省拼图结果,其中等值线部分为指导预报,填充区域为各省格点拼接后结果。

3 平台未来发展

随着数值预报资料在天气预报业务中支撑能力的增强,模式资料的应用将是预报平台开发中的重点应用方向,同时伴随着预报业务精细化需求的增强,传统的文字描述型预报必将被格点化预报产品所取代,因此,发展交互式格点编辑订正平台具有很强的实用价值和推广意义。

目前平台的主要编辑能力只局限于单场单时效的格点编辑上,同时只能修改标量数据,无法满足较为复杂的编辑需求,平台今后的发展将着重提升插值算法、矢量数据支持及业务流程支撑等能力,主要

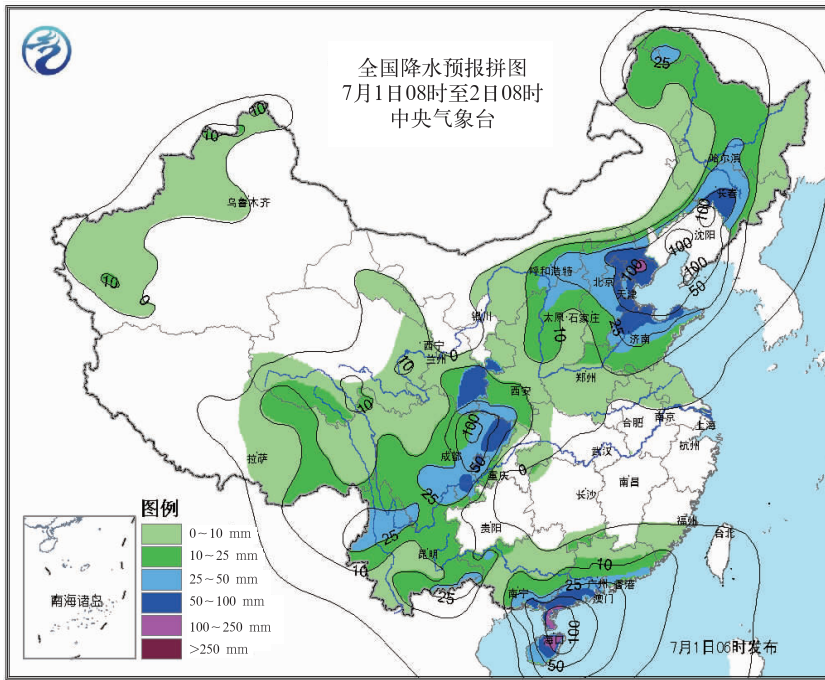


图7 2013年7月1日24 h QPF 指导预报及格点拼图对比

Fig. 7 QPF guidance forecast result vs. grid merging result on 1 July 2013

体现在:

(1) 增强要素的时间连续性。研究单要素在时间维度上的插值算法,在保证要素连续性的同时,提供"时间无缝隙"插值方法。

(2) 增加对矢量要素修改能力。增加对于风场、流线等矢量要素的编辑修改功能。

(3) 提升预报站点间合作及指导能力。依托 NWFD/LWFD 的信息共享平台,提升相邻气象台之间对于格点编辑结果的共享能力以及上下级预报台之间业务指导/订正反馈的能力。

(4) 提升等值线反演格点算法质量。等值线反演格点算法是“等值线变形反演”功能的核心,提升该算法能有效的提高等值线操作的效果。

(5) 模式检验结果的接入。通过接入地面降水、温度以及要素场、形势场的历史预报偏差检验结果,为预报员订正模式预报提供更为清晰的思路。

参考文献

- 矫梅燕. 2007. 关于提高天气预报准确率的几个问题. 气象, 33(11): 4-5.
- 李月安, 曹莉, 高嵩, 等. 2010. MICAPS 预报业务平台现状与发展. 气象, 36(7): 50-55.
- 李月安, 罗兵, 高嵩, 等. 2012. MICAPS3. 2 二次开发手册. 北京: 国家气象中心, 10-59.
- Hansen T, Mathewson B M, Lefebvre T J, et al. 2001. Forecast Methodology Using the GFE Suite. 17th International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography Hydrol.
- LeFebvre T J, Mathewson B M, et al. 2001. Injecting Meteorology into the GFE Suite. 17th International Conference on Interactive Information and Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology.
- Weymouth G. 2013. NexGen Nowcast and Forecast Systems. 24th annual meeting of the European Working Group on Operational meteorological Workstations(EGOWS).