

孙卓,李江波,曾健刚.基于MICAPS3.2的灾害性天气个例库与预报训练系统的设计与应用[J].干旱气象,2017,35(3):522-527,[SUN Zhuo, LI Jiangbo, ZENG Jianguang. Design and Application of Disastrous Weather Case Database and Forecast Training System Based on MICAPS3.2 [J]. Journal of Arid Meteorology, 2017, 35(3):522-527], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2017)-03-0522

基于 MICAPS3.2 的灾害性天气个例库 与预报训练系统的设计与应用

孙卓,李江波,曾健刚

(河北省气象台,河北 石家庄 050021)

摘要:采用C/S(客户端/服务器)架构,基于MICAPS3.2操作平台,开发了河北省灾害性天气个例库与预报训练系统。该系统在Microsoft .NET Framework 3.5框架和MICAPS3.2的基础程序集下以插件形式进行二次开发。本文详细介绍该系统的架构、系统集成方式以及个例数据库的设计方案,并且对其功能、应用以及开发前景做了介绍。

关键词:MICAPS3.2;灾害性天气个例库;MICAPS二次开发

文章编号:1006-7639(2017)-03-0522-06 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2017)-03-0522

中图分类号:P457

文献标识码:A

引言

提高预报准确率和天气预报服务水平是气象部门永恒的主题。其中,灾害性天气(如暴雨、暴雪、冰雹、大风、沙尘暴,高温、寒潮、大雾、台风、龙卷等)预报准确率的提高则具有重大的意义。和普通天气相比,这些灾害性天气过程发生的概率虽然小,但其危害性大。同时,在以数值预报为主导的现代天气预报业务中,预报员熟悉历史灾害性天气个例,不断积累预报经验,对订正数值预报、制作准确的天气预报也起到重要的参考作用。

近些年,不少气象台站建立了历史天气个例库系统,一般系统架构主要采用B/S(浏览器/服务器)和C/S(客户端/服务器)2种方式。如广东省气象局采用的是C/S构架,基于地理信息系统(GIS),实现了在具有GIS功能的平台上快速、方便地浏览MICAPS(meteorology information comprehensive analysis process system,气象信息综合分析处理系统)数据、图片格式数据、数据库资料以及NetCDF、GRIB格式数据和转换的二进制数据^[1];广东深圳^[2]、江苏常州^[3]采用的是B/S构架,其优点是用户不用在本机配置和安装个例库系统,只需通过浏览器访问

即可,缺点是气象资料和天气形势的查看大都调用已成图片格式的天气图。

上述个例库系统都是独立于MICAPS系统开发的,基于MICAPS建立的灾害性天气个例库系统并不多见。MICAPS系统自开发以来,经过多年的完善和升级,其强大的功能已经基本满足业务需求,为广大预报员接受,成为全国各级气象台站的通用业务平台。从MICAPS1.0版本到目前的MICAPS3.2版本,已经给用户提供了一些灵活的接口,国家气象中心开发的格点编辑平台^[4]、安徽省人影业务平台^[5]以及中国气象局武汉暴雨研究所的暴雨洪涝预报预警模块^[6]和中小流域降水与水文精细化预报平台^[7]都基于MICAPS3操作平台开发。因此个例库系统基于MICAPS平台开发,可以最大限度发挥其功能,满足预报员的需求。河北省灾害性天气个例库与预报训练系统是将河北省灾害性天气个例库与预报训练系统集成到MICAPS3.2操作平台中,系统采用C/S架构,其建立了历史灾害天气个例数据库,重新整理MICAPS历史资料,并在此基础上挑选典型个例建立预报训练系统。系统不仅集成了MICAPS3.2的强大功能,而且方便预报员对于历史个例的查询、检索以及资料调阅,同时对预报员进行

收稿日期:2016-07-15;改回日期:2016-08-22

基金项目:中国气象局气象关键技术集成与应用面上项目(CMAGJ2015M07)和环渤海区域科技协同创新基金项目(QYXM201610)共同资助
作者简介:孙卓(1985-),男,硕士,工程师,主要从事系统平台集成开发与应用。E-mail:ncepusunzhuo@163.com

历史灾害性天气个例的学习、科研以及使用历史个例对预报员进行训练等方面提供了有力的支持。

1 MICAPS3.2 二次开发简介

MICAPS 第 3 版采用开放式架构,基本框架负责系统主界面、地图投影、图层控制等基本功能,各种功能模块通过扩展功能模块实现,对系统二次开发提供最大限度的支持^[8]。MICAPS 第 3 版实现了 MICAPS 定义的各种数据资料的显示和分析功能,同时实现了人机交互功能^[9]。

MICAPS3.2 以 microsoft visual studio 2008 为主要开发工具,采用 C#语言开发,提高了开发效率。系统基本算法采用 C/C++ 开发,保证了运算效率,并且封装了 OpenGL 绘图函数。

MICAPS3.2 的系统架构采用分层的组织体系,底层框架采用“插件树(addintree)”将各功能模块统一组织起来。主系统默认的插件路径为程序运行目录中的“AddIns 目录”,该目录下面是各个插件的子目录。在各自的目录里建立插件文件,插件文件以“addin”作为文件扩展名。同时其他的配置文件和编译出来的程序集也放在各自的目录下面。

MICAPS3.2 的插件系统使用扩展点概念。扩展点即插件接入点,所有插件最后组织成一个从根节点到叶节点的多叉树结构。系统预定义了标准的扩展点,包括主菜单扩展点、浮动窗口扩展点、工具栏扩展点、数据文件支持扩展点等。用户自己开发的模块需要继承相应的扩展点,使用扩展点提供的功能函数完成相应的开发。

2 系统设计与实现

2.1 系统架构设计

基于 MICAPS3.2 的灾害性天气个例库与预报训练系统设计的目的是方便预报员对于历史灾害性天气个例的学习与研究,对比实时天气形势与历史典型天气个例,从而提高灾害性天气的预报准确率。系统集成了 MICAPS3.2 的全部功能,不影响 MICAPS 实时资料的调阅与交互分析等其他功能的使用。

根据河北省频发的灾害性天气类型建立灾害性天气个例数据库,按照暴雨、冰雹、雷暴大风、寒潮、大风、大雾、霾、暴雪、高温分成 9 类^[10]。根据预报员的长期总结分别设计不同检索字段。个例库系统通过对灾害性天气个例数据库的检索,帮助预报员快速找到相关天气个例。

参照 MICAPS 系统本身的资料共享方式,将个例库系统相关的数据资料存储在共享服务器上进行

共享。资料存储以天气个例为单位,将相关 MICAPS 数据、文档、文献等分别存放在个例对应目录中。在操作界面中, MICAPS 数据以综合图的方式打开,适应预报员的使用习惯。同时也方便个例资料补充,通过定义综合图的方式可以调阅新补充的资料。

预报训练系统在灾害性天气个例库中挑选更为典型的天气个例,模仿预报员技能大赛的方式,隐藏历史个例的实际日期,统一用 2008 年 8 月 8 日取代,同样以综合图的形式调阅 MICAPS 资料。设计答题评分模块,根据相应的评分规则对用户答案进行自动评分。同时系统根据个例库中的实况资料自动生成标准答案,并提供答案查看功能。

天气个例追加系统的设计目的是补充日后发生以及之前遗漏的灾害性天气个例。对每次灾害性天气的概况、影响范围、影响系统、系统类别、极值等进行入库,并且集成了查看、修改、批量入库等功能。另外,将每次个例的高空、地面以及数值预报、雷达等常规资料存储于共享服务器中。同时还可将典型天气个例增加到训练系统中。系统功能设计见图 1。

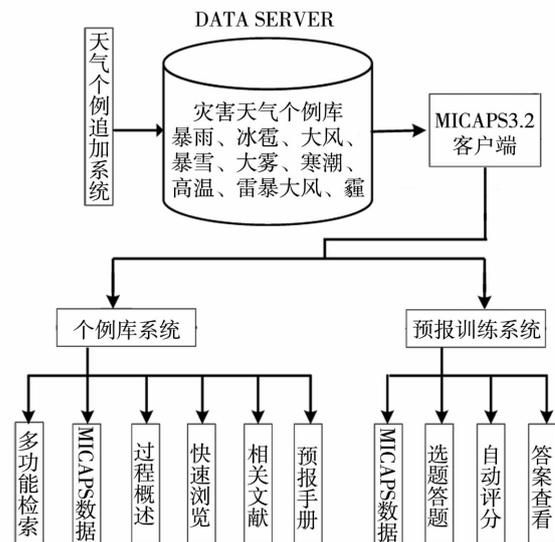


图 1 系统功能结构图

Fig. 1 Structure diagram of the system function

2.2 历史个例数据库的设计

河北省灾害性天气个例库使用 SQL SERVER 构建数据库。根据 9 种灾害类型分成相应的数据表。通过预报员长期总结,针对每种灾害性天气个例库分别设计不同检索字段,帮助用户快速搜索天气个例。

2.2.1 暴雨个例库

目前有暴雨个例 136 个,提供 6 种查询检索条件:(1)暴雨类型检索,暴雨类型主要包括低槽冷锋

类、低涡类、台风类、气旋类、切变线类;(2)降水量级检索,降水量级检索分为日暴雨降水量(>50 mm降水出现站数)以及日大暴雨降水量(>100 mm降水出现站数);(3)时间检索,时间检索分为按年份检索及按月份检索,月份检索的检索结果为历年发生在该月份范围里面的暴雨个例;(4)区域检索,根据河北的暴雨落区分为全省、北部、中部、南部、中南部、中北部、西部、东部、东北部,按地市检索,检索项目包含河北 11 个地市以及北京和天津;(5)高空影响系统检索,高空影响系统分为高空槽、冷涡、切变线、低空急流、副高、台风等;(6)地面影响系统检索,地面影响系统分为冷锋、倒槽、低压、辐合线、台风、气旋。

2.2.2 冰雹个例库

目前有冰雹个例 139 个。除了提供常规的时间检索、地市区域检索以及高空地面影响系统检索,还针对冰雹的特点设计了冰雹天气类型检索、冰雹直径检索以及降雹站数检索等检索方式。

2.2.3 雷暴大风个例库

目前有雷暴大风个例 67 个。依据雷暴大风类型、雷暴大风站数、时间、雷暴大风种类(干对流、湿对流、混合对流)、地市区域以及高空、地面影响系统进行检索。

2.2.4 暴雪个例库

目前有暴雪个例 42 个。根据暴雪天气类型、量级、时间、区域以及高空、地面影响系统检索。

2.2.5 大雾个例库

目前有大雾个例 284 个。根据大雾站数、时间、大雾类别(辐射雾、平流雾、平流辐射雾、锋面雾、雨雾)、大雾强度(雾、浓雾、强浓雾)以及地市区域进行检索。

2.2.6 大风个例库

目前有大风个例 77 个。根据大风类型(偏北大风、偏南大风、偏东大风)、时间、大风站数、大风强度以及区域地市检索。

2.2.7 高温个例库

目前有高温个例 90 个。根据时间、影响区域以及高温站数(>35 °C 站数、 >37 °C 站数、 >40 °C 站数)进行检索。

2.2.8 寒潮个例库

目前寒潮个例 76 个。根据时间、地市、寒潮站数(24 h 变温 >6 °C 站数、24 h 变温 >8 °C 站数)以及 24 h 变温极值进行检索。

2.2.9 霾个例库

目前霾个例 105 个。根据时间、霾站数以及霾强度(轻度霾、中度霾、重度霾)进行检索。

2.3 资料整理

整理历史备份的 MICAPS 资料,以灾害性天气个例为单位存储到共享服务器中。个例库系统一般存储天气个例发生前 3 天后 2 天的 MICAPS 资料,同时搜集优质的过程总结,会商 PPT 以及相关文献等资料保存到服务器中,方便用户对资料的快速提取。

在预报训练系统中,仅保存个例发生当日 08:00 (北京时,下同)之前的 MICAPS 资料。通过对资料的处理隐去个例发生时间,用户根据所得资料进行预报答题。

目前整理得到的 MICAPS 资料包括高空、地面、加密自动站、卫星云图及衍生产品、雷达 PUP 资料、物理场等实况资料,以及 EC、T639、日本、德国等数值模式预报资料。

2.4 系统集成

灾害性天气个例库与预报训练系统集成在 MICAPS3.2 操作平台中,首先需要创建系统的插件文件。根据需求为个例库和预报训练系统在主菜单里分别设计界面打开方式及配置窗口,同时设计停靠在界面右侧的浮动窗口作为系统的操作界面。个例库系统与预报训练系统插件文件格式类似,以个例库系统为例:

```
< Path name = "/Workspace/MainMenu" >
  < MenuItem id = "HBXL" label = "个例库"
  type = "Menu" >
    < MenuItem id = "TrainSystem" label = "灾害天
    气个例库" type = "Command"
    class = "TrainSystem. ShowTrainSystem" / >
    < MenuItem id = "Settings" label = "设置" type
    = "Command"
    class = "TrainSystem. ShowSettings" / >
  < /MenuItem >
< /Path >
< Path name = "/Workspace/ToolWindows" >
  < ToolWindow id = "TrainSystem" category =
  "Main" title = "河北省灾害天气个例库"
  class = "TrainSystem. Xlxt" defaultPosition =
  "Right, Hidden" / >
< /Path >
```

3 系统界面与功能

3.1 灾害性天气个例库系统

3.1.1 系统界面

MICAPS3.2 系统启动后,模块程序自动加载,

在菜单栏出现个例库菜单。菜单栏主要实现2个功能:一是启动个例库系统的操作窗口,窗口启动后可以关闭,并且可设置窗口伴随鼠标移动自动显示和隐藏;另一功能是对后台资料路径以及个例数据库

的配置。系统集成在MICAPS3.2操作平台下,系统界面(图2)主要分为菜单栏、个例类型选择标签、检索条件选择区、检索个例显示区、个例相关资料调阅区以及资料显示区。

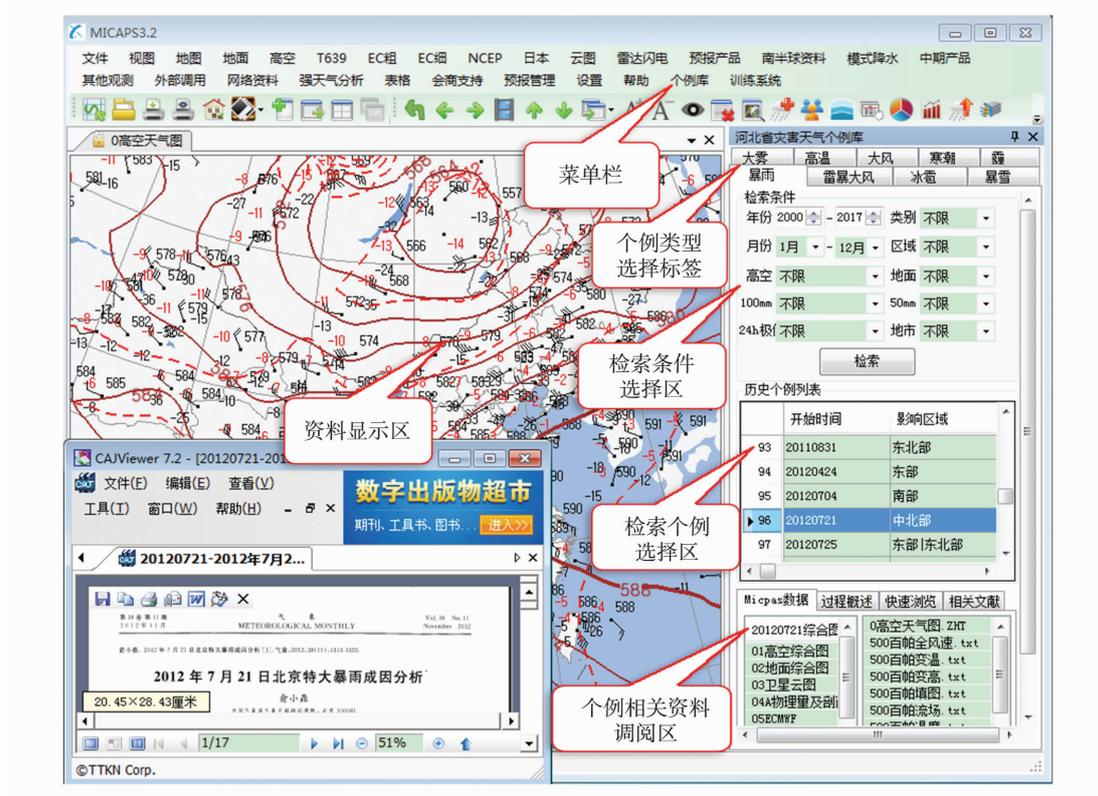


图2 灾害性天气个例库系统界面

Fig. 2 The interface of disastrous weather case database system

3.1.2 主要功能

系统主要功能分为6部分:

(1)多条件检索:对海量历史个例根据年份、月份、类型、影响区域、高空以及地面影响系统等条件进行自动筛选,并且根据各种灾害类型的特点设计不同检索条件。预报员使用下拉菜单进行各项检索条件的选择,对于不关心的检索条件可设置为不限。检索条件选定后,检索结果在历史个例列表中显示;

(2)历史个例列表:历史个例列表可按列进行自动排序。例如点击开始时间一列的列头可以实现所有检索个例按照开始时间升序或降序排列;

(3)MICAPS数据调阅:针对检索得到的个例,可以以综合图方式查看所有相关的MICAPS资料,例如高空、地面、物理量场、云图、雷达、数值模式产品等。资料显示以后,可以对资料进行前翻、后翻以及交互分析等操作。这样方便预报员的使用习惯,而且增强了天气图的显示效果,同时集成了MI-

CAPS强大的交互分析功能;

(4)天气个例概述:针对典型的天气个例,制作天气个例概述,在后台进行存储。预报员通过对资料的调阅分析以后,可以查看个例概述,方便对于个例的学习及交流;

(5)天气形势(天气图)快速浏览:浏览调阅后台存储的天气图,天气图以PPT的格式存放,方便查看;

(6)相关文献查阅:收集整理该个例的相关文献,文献格式为pdf、caj或word文档,方便预报员查看学习。

3.2 预报员训练系统

3.2.1 系统界面

训练系统界面与个例库系统界面类似。菜单栏实现了训练系统界面的调用以及后台数据路径的配置2个功能。操作界面(图3)主要分为菜单栏、个例类型选择标签、训练个例选择区、个例相关资料调阅区以及答题评分界面。

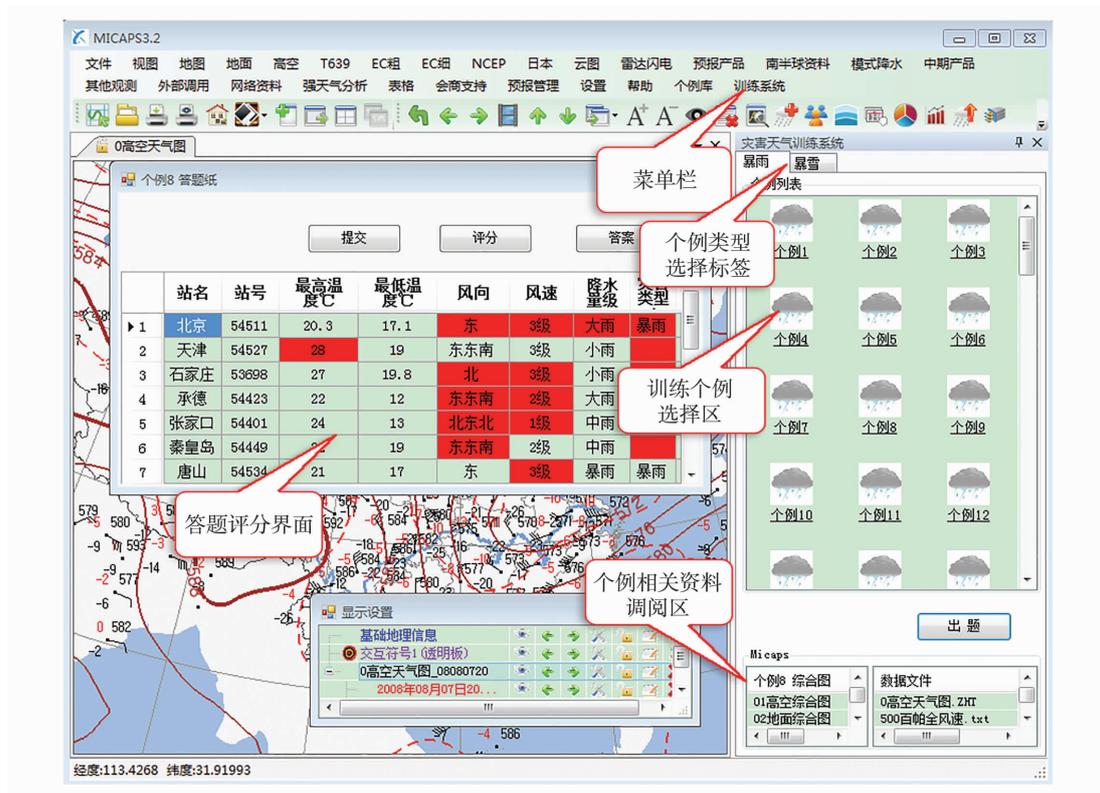


图3 预报训练系统界面

Fig. 3 The interface of forecast training system

3.2.2 系统功能

系统功能主要分为7部分:

(1) 训练个例选择: 在个例列表栏中自动生成个例列表, 个例的日期被隐去, 以个例1、个例2等显示在个例列表中。双击列表中某个例调阅该个例相关的MICAPS资料。点击出题按钮生成该个例的答题卡;

(2) MICAPS资料调阅: 以综合图的形式调阅历史个例的MICAPS数据, 数据显示后可以自由翻看前后几天的历史资料, 并进行交互分析。MICAPS资料截止到个例日期08:00, 仿照预报员技能大赛的方式, 资料的日期自动隐去, 统一替换为2008年8月8日;

(3) 答题: 在答题界面中, 最高温度和最低温度需要手动填写, 填写数字即可, 单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。该区域实现了非法输入验证功能, 填写其他字符, 如字母或汉字会出现错误提示, 并且无法继续答题, 直到填写数字才可继续进行答题。

其他风向、风速、降水量级和灾害类型都以下拉菜单的方式进行选择。其中风向选项为东、东东南、东南、南东南等, 风速选项为0级、1级、2级……、8级。降水量级选项为微量降雨、小雨、中雨、大雨、暴雨、大暴雨和特大暴雨, 灾害类型选项为暴雨、大风、

高温、冰雹、寒潮、雾等;

(4) 提交答题卡: 答题完毕以后, 点击提交按钮提交答题卡。提交答题卡之前, 不能查看答案, 答案按钮不可点击。答题卡提交后, 所有答案不得修改;

(5) 评分: 点击评分按钮按照相关规则进行自动评分, 对于错误答案以红色标注。如温度的正确区间为实况温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 风向的正确区间为实况风向 $\pm 15^{\circ}$, 降水量级判断依据实况降水量是否达到所填写的降水量级;

(6) 答案查看: 点击答案按钮以列表形式查看答案。同时可以查看个例的详细日期, 以便于对该个例进行进一步的研究分析;

(7) 考试站点配置: 预报员可根据自己的需求配置考试站点, 站点配置需要站名和站号信息。站点配置成功以后, 系统根据站号自动生成答案并进行评分。

4 系统在业务中的应用及发展前景

该系统已于2015年5月在河北省的11个地市气象台站推广应用, 系统运行正常稳定。灾害性天气个例库系统涵盖了影响河北的各类高影响天气, 可以帮助预报员在最短时间内, 以最快捷的方式查找相关天气个例, 为做好天气预报、有效订正数值预

报提供技术支持。预报员训练系统可以帮助新预报员尽快建立灾害性天气预报思路,提高预报技能。与此同时,丰富的灾害性天气资料也为科研人员提供了较为系统、详尽的研究资料。

由于该系统基于 MICAPS3.2 操作平台设计,集成了 MICAPS 系统的强大功能,非常适合预报员及相关科研人员的使用,因此较适宜推广应用。目前,该系统已推广到河南省气象台、北京市气象台及中国气象局培训中心河北分院。

在当今的大数据时代,面对海量的气象资料,如何有效的存储、管理和传承,是气象人需面对的一个重要课题,河北省灾害性天气个例库与预报训练系统做了一个较好的尝试。今后,一方面要不断补充典型的天气过程,丰富个例资料;另一方面要随着 MICAPS 版本更新将系统移植到新版本的 MICAPS 中,从而更好地集成 MICAPS 系统强大的功能。目前,国家气象中心已经发布 MICAPS4.0 正式版,新版本功能更加丰富,图形显示效率更高。MICAPS4.0 二次开发接口尚未公布,但是基于 MICAPS4.0 基础版的“精细化预报订正平台”已支持国家级、省级的精细化格点预报订正业务流程。因此 MICAPS4.0 具有很强的可扩展能力,待接口公布后,将灾害性天

气个例库与预报训练系统移植到 MICAPS4.0 中,以集成其更强大的功能。

参考文献

- [1] 黄成南, 炎利军, 莫满堂, 等. 广东灾害天气历史个例库系统的设计与实现[J]. 广东气象, 2013, 35(3): 68-73.
- [2] 胡娟, 王明洁, 张蕾, 等. 深圳重大灾害性天气的概念模型系统介绍[J]. 广东气象, 2012, 34(4): 35-37.
- [3] 董芹, 霍焱, 董喜春, 等. 常州市灾害性天气查询系统[J]. 气象科技, 2009, 37(4): 457-461.
- [4] 高嵩, 代刊, 薛峰. 基于 MICAPS3.2 平台的格点编辑平台设计与开发[J]. 气象, 2014, 40(9): 1152-1158.
- [5] 吴林林, 刘黎平, 徐海军, 等. 基于 MICAPS3.2 核心的人影业务平台设计与开发[J]. 气象, 2013, 39(3): 383-388.
- [6] 王俊超, 彭涛, 殷志远, 等. 基于 Micaps3.1 的暴雨洪涝预报预警模块的研发[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(4): 144-148.
- [7] 王俊超, 彭涛, 王丽娟. 基于 Micaps3.1 的中小流域降水与水文精细化预报平台设计与开发[J]. 干旱气象, 2015, 33(4): 702-710.
- [8] 李月安, 曹莉, 高嵩, 等. MICAPS 预报业务平台现状与发展[J]. 气象, 2010, 36(7): 50-55.
- [9] 于连庆, 胡争光. MICAPS 中天气图交互制作子系统[J]. 应用气象学报, 2011, 22(3): 375-384.
- [10] 孙霞, 俞海洋, 孙斌, 等. 河北省主要气象灾害时空变化的统计分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(3): 388-392.

Design and Application of Disastrous Weather Case Database and Forecast Training System Based on MICAPS3.2

SUN Zhuo, LI Jiangbo, ZENG Jiangang

(Hebei Meteorological Observatory, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Based on Microsoft .NET Framework 3.5 and MICAPS3.2 operation platform, the disastrous weather case database and forecast training system of Hebei Province was developed by using C/S (client/server) framework, and this system was secondarily developed in the form of plugins. This paper introduced the system architecture, system integration method and case database design in detail, and its function, application and development prospects were also illustrated.

Key words: MICAPS3.2; disastrous weather case database; secondary development of MICAPS