

FOSE 系统中的新一代天气雷达拼图及单站产品制作

刘雪涛¹ 沃伟峰² 赵思亮¹

(1 云南省昆明市气象局, 昆明 650034)(2 国家气象中心, 北京 100081)

摘要 气象数据宽带通信网的建设为实现全国新一代多普勒天气雷达资料的实时应用提供了支撑。本文介绍了国家气象中心预报业务支持环境(FOSE)下的, 基于准实时 PUP 产品的高频度全国和区域雷达拼图以及单站雷达产品的设计制作方法和业务化流程。作者参与开发的雷达拼图产品制作服务程序充分考虑了业务实际需求, 设计灵活, 投入使用以来运行稳定。

关键词 新一代天气雷达 FOSE 准实时资料 雷达拼图

分类号 P456.9 **文献标识码** B

引言

随着中国气象局新一代多普勒天气雷达网和全国 SDH 宽带气象数据通信网建设的顺利进行, 全国已建成的新一代天气雷达准实时资料(PUP 产品和基数据)已逐步上传到国家气象中心。预报员已能利用雷达生产厂家提供的雷达产品浏览器查看、分析单站的雷达产品, 但作为国家气象中心预报员日常使用的 Linux 操作系统下的业务工作平台——预报业务支持环境(FOSE)还不能支持对新一代天气雷达资料的应用。为了满足预报员在 FOSE 系统下对准实时雷达资料(全国雷达拼图、区域雷达拼图、单站雷达产品)的应用需求, 国家气象中心预报系统实验室组织技术力量, 以 C++ Builder 作为开发工具^[1], 在 2005 年汛期期间完成了每 10 min 一次的全国和区域雷达拼图产品制作及单站雷达产品处理服务程序的开发。在 FOSE 系统中初步实现了高频度雷达单站和拼图产品的检索和使用。

1 产品需求

新一代天气雷达实行全天时连续工作体制, 可以对天气系统进行实时的监测, 能较为准确的反应大气中水的含量, 比卫星云图具有更高的分辨率和观测时次, 在暴雨、冰雹等灾害性天气的监测和预警中发挥着极其重要的作用^[2,3]。在中国新一代天气雷达网即将建成之际, 国家气象中心预报员对新一代天气雷达产品在 FOSE 系统中的应用也提出了具体的要求。为了对全国大范围天气系统的变化和灾害性天气的产生和演变情况进行更准确、更全面的了解, 需要对时效性更高的全国雷达拼图相关产品和灾害性天气发生地的单站雷达实时产品进行分析和应用。针对目前上传雷达资料的情况, 选定了制作适应 FOSE 系统的正点和正点后每 10 min 一次的组合反射率(CR)、垂直积分液态水含量(VIL)、回波顶(ET)、一小时累积降水(OHP)等几种基于反射率的全国和区域雷达拼图产品, 以及转换部分实时单站雷达产品为 FOSE 支持的格式供预报员使用。

2 拼图产品

2.1 制作设计思路

雷达拼图项目是一个系统性的工程, 涉及到多方面的技术问题。在目前情况下, 全国上传的雷达资料主要以准实时的 PUP 产品为主, 只有部分雷达站上传基数据。综合考虑目前雷达基数据的上传情况和数据处理能力, 并保证预报员能尽快在 FOSE 系统中使用全国雷达拼图产品, 采取了从 PUP 准实时产品中提取相关的产品数据经坐标变换、边界处理订正后制作全国和区域的雷达拼图产品的设计方案。

收稿日期: 2005-12-30; 修改稿日期: 2006-05-23

第一作者简介: 刘雪涛(1976-), 男, 四川乐至, 主要从事多普勒天气雷达探测及技术保障等研究

2.2 资料预处理

这里的资料预处理主要是单站雷达产品数据的坐标变换和同化。在 FOSE 系统中,定义的雷达产品数据格式为 March13 类数据格式,数据以经纬度坐标排列。用于制作拼图的几种 PUP 产品数据为极坐标方式或直角坐标方式存储,因此要先对这些雷达产品数据进行经纬度坐标的网格化处理,即坐标变换。极坐标数据在进行网格化处理时,一些网格点由于不在雷达扫描径向线上而出现“盲点”。在对这些缺失的网格区域进行同化时,采用了“逼近法”,即选取最靠近网格点的数值作为该网格点的值^[4-8]。另外,不同雷达的某些产品数值在进行分级时采用了不同的范围(如有的产品强度值范围为-5~70 dBZ,有的为5~80 dBZ),同样的色标值代表了不同的数值。在预处理时也对数值进行了统一处理。

2.3 拼图区域

本系统中的雷达拼图区域为全国和自定义的子区域。按照 FOSE 系统对 March13 类数据的显示限制,全国拼图的经纬度间隔为 0.05°,其经度范围为:70~140°E,纬度范围为 15~55°N,拼图图像大小为 1 400×800。设置子区域拼图的目的是为用户提供更高精细度的拼图。子区域的划分在本系统中设计得很灵活,用户可在拼图区域配置表中自定义。目前按几何方式初步划分了四个区,经纬度间隔为 0.02°。

2.4 拼图服务程序

2.4.1 运行环境和流程

雷达拼图服务程序设计为一个在 Windows 操作系统下定时运行的进程,加入到系统的计划任务中执行。系统运行所需要的配置文件包括系统参数设置文件、参加拼图的雷达产品列表文件、拼图区域信息配置文件和拼图雷达站点列表文件(分世界时间和北京时间)。其工作流程为:在正点每 10 min 后延时规定的时间(根据单站产品到达的及时性设置,一般为 6~8 min)按照拼图产品和拼图雷达站点列表文件中的记录检查本地 PUP 收集到的全国单站雷达产品的生成时间,对符合设定条件的产品进行预处理后采用相关的拼图算法进行拼图处理,并将生成的拼图产品文件通过 FTP 传送到指定的 FOSE 数据服务器供用户使用。简化的信息流程图如图 1 所示。

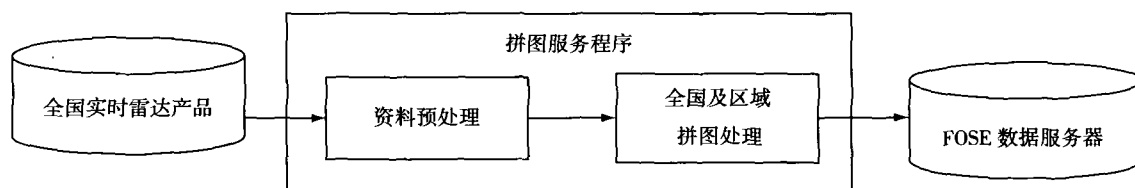


图 1 拼图信息流程图

Fig. 1 The flow chart of radar mosaic

2.4.2 拼图时间的处理

对于单站 PUP 产品,由于目前全国的新一代天气雷达还没有规定采用统一的时间进行观测,故上传的 PUP 产品有的采用北京时,有的采用世界时。为保证拼图程序在时间检查上不产生混乱,在程序设计时分别用“RadarSiteGMT.txt”和“RadarSitePKT.txt”两个运行配置文件来记录采用世界时和北京时的雷达站点。以后观测时间统一后,只需保留其中一个文件即可。

对于单站 PUP 产品的观测时间同步问题,要使分布在全国的 100 多部雷达保持同步观测基本上是不可行的,故各地上传上来的雷达产品资料的时间一般都有一定的时间差。国外有些拼图系统在处理这些时差时,采用了外推的技术,即将拼图时间前的一些雷达回波按照一定的算法(如结合某高度层上的水平风场或风暴追踪信息等)推移到当前的拼图时间,用经过外推后的数据进行拼图。经过这样的处理后,可以在一定程度上改善观测时间不同步的问题,但在具体实施过程中却很困难,而且也会产生一些误差。目前,由于雷达数据处理环境和能力的限制,只能采用各站上传的 PUP 产品进行拼图,而 PUP 产品在生成时,也没有考虑对体扫的各个锥面数据进行时间同步。对于全国拼图而言,由于新一代天气雷达是全天时连续工作的,在

保证各站的雷达控制计算机走时准确和产品数据处理、传输及时的情况下,各站产品的时间差应该可以控制在一个观测周期内,即 5~6 min 内。另外,由于 FOSE 系统对拼图产品的显示限制,全国和区域拼图产品的分辨率都较低,而在通常情况下,短时间内可能有较大变化的天气系统一般为较小尺度的对流云团,它们在目前的全国和区域拼图这样大的范围和较低的分辨率下基本上无较大反映。综合以上原因,目前还没有条件和必要对参加拼图的单站 PUP 产品进行外推同步。在实际应用中,是根据实际情况设定了一个比较合适的时间差,拼图程序认为在这个时间差范围内的产品是同步观测的。今后,在具备对全国雷达实时体扫数据的处理能力后,可考虑对单个体扫的锥面数据和各站的体扫数据进行时间同步处理。

对于全国和区域拼图产品的时间,固定是以正点每 10 min 保存,即 0、10、20、30、40、50 min,每小时生成 6 次拼图产品。基本满足了预报员对跟踪和分析天气演变情况的应用。另外,在系统运行参数中,也可指定拼图产品文件采用北京时间或世界时间存储。

2.4.3 区域拼图的处理

在进行区域拼图的处理时,需要先对区域内所有的产品数据进行指定精度的坐标变换等预处理,如果每次单独做一个区域的拼图,则相邻交叉区域的雷达资料可能会重复处理,对系统资源和时间都会造成浪费。为了不重复处理并节省处理时间,在拼图程序中采用了先在内存中制作指定精度的全国拼图产品,再对其进行分割,生成各个子区域的拼图产品文件的方法。

2.4.4 拼图重叠区数据的处理

由于受地物遮挡或雷达定标差异等因素的影响,相邻雷达探测到的同一网格点上的雷达回波强度值可能不相同,因此在进行拼图处理时,需要采用一定的方法对重叠区的数据进行处理。目前国内对这类重叠区的处理方法主要有最大法、平均值插值法以及相互之间的参考订正等方法。在实际应用中,为了更好地突出强对流天气的回波强度值,仍以最大法为主,即忽视较弱的回波而选取较强的回波来同化重叠网格点上的回波强度值。这种处理方法虽然可以相互抵消雷达因波束被地物完全或部分遮挡时回波偏弱的影响,但也可能因某部雷达回波值异常偏大,而造成对正常回波的覆盖。

2.5 拼图产品的上传和使用

拼图产品生成后,先按产品目录存放在本地计算机,并生成产品文件更新列表,然后调用 FTP 文件同步程序,根据更新列表文件的信息,将新的拼图产品文件上传到 FOSE 系统的产品数据服务器上,预报员通过综合图的方式使用雷达拼图产品。拼图产品在显示时,可以使用兰勃特、墨卡托、等距圈等 FOSE 系统支持的投影方式。为了区分无回波数据和背景数据,拼图文件中使用了不同的值分别表示。默认情况下,FOSE 系统显示时,两种值都用背景色显示,这样显示的图形整体感和视觉效果都较好。用户也可方便的切换到用不同颜色显示的方式,这样有利于区分无回波和无数据的区域。图 2 为 FOSE 系统中以兰勃特投影方式显示的 2005-09-01T15 由中东部地区的 26 部雷达正点前 5 min 左右的组合反射率产品拼成的中东部区域雷达拼图,从图上可清楚的看到 2005 年第 13 号台风“泰利”在福建登陆后的雷达回波实况。



图 2 2005-09-01T15 中东部区域
雷达拼图

Fig. 2 Regional radar mosaic in middle east
area at 15:00 on Sept. 1, 2005

3 单站产品

3.1 制作方式

FOSE 下的单站雷达产品制作过程就是将 PUP 准实时雷达产品经过格式转换后存放数据服务器上。但由于上传到国家气象中心的单站雷达产品数量多,密度大,因此要在短时间内完成全国实时雷达产品数据的格式转换是很困难的。为解决这个问题,采用了多进程同时处理的方式,每个进程固定处理一定数量的单站产品。经过实际运行,基本上能达到时效要求。

3.2 产品检索

在 FOSE 中单独设计了一个单站雷达产品的检索界面,用户可方便的通过该界面检索使用雷达产品。今后,将逐步过渡到全国拼图→区域拼图→单站产品的检索方式。用户可通过鼠标点击或图形缩放的方式进行各种分辨率产品之间的切换。

4 结 语

目前,10 min 一次的全国新一代天气雷达拼图、区域拼图产品和部分准实时的单站雷达产品都已在 FOSE 系统下显示和应用。有助于预报员全面跟踪和监测全国范围内的天气系统,在灾害性天气监测预警等业务工作中也取得了较好的应用效果。

参 考 文 献

- [1] 张万里. C++ Builder5.0 高级开发技巧与范例. 电子工业出版社,2001.
- [2] 张培昌,杜秉玉,戴铁丕. 雷达气象学. 北京:气象出版社,2000.
- [3] 朱敏华,姜有山,周红根. 两次暴雨过程的多普勒天气雷达资料对比分析. 气象科学,2005,25(1):71-78.
- [4] 张培昌,李晓正,顾松山. 天气雷达组网拼图的四维同化方法. 南京气象学院学报,1989,12(3):22-28.
- [5] 裴宇杰,顾松山,陈钟荣. 多普勒天气雷达信息网络服务系统的设计. 南京气象学院学报,2005,28(1):125-132.
- [6] 何宇翔,肖辉,杜秉玉,等. 双多普勒雷达反演强风暴三维风场的数值试验. 南京气象学院学报,2005,28(4):461-467.
- [7] 王凌震,王啸华,薛小宁,等. 新一代天气雷达观测受遮挡范围内数据插补的技术方法. 气象科学,2005,25(4):405-409.
- [8] 周红根,王明亮,焦圣明,等. CINRAD/SA 雷达诊断工具的释用. 气象科学,2005,25(6):645-650.

THE PROCESS OF NEW GENERATION WEATHER RADAR MOSAIC AND SINGLE RADAR PRODUCTS IN FORECAST OPERATION SUPPORT ENVIRONMENT

Liu Xuetao¹ Wo Weifeng² Zhao Siliang¹

(1Kunming Meteorological Bureau, Kunming 650034)

(2National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract The broad band network of meteorological data supported the application of national wide new generation doppler weather radar real-time data. In this paper, the designing and implement method and operation flow based on quasi real-time PUP products in forecast operation support environment (FOSE) of high-frequency national and regional radar mosaic and products is introduced. The radar mosaic products generator can fit the use of actual operation. It has a flexible designing and can run steadily.

Key words New generation weather radar Forecast operation support environment Quasi real-time data Radar mosaic