

山东省新一代天气雷达组网业务应用

王建国¹ 高玉春² 朱君鉴³
黄磊³ 罗慧敏³ 刁秀广³

(1. 山东省气象局, 济南 250031; 2. 中国气象局大气探测中心雷达技术部;
3. 山东省气象台)

提 要: 为挖掘雷达应用潜力、充分发挥雷达的整体建设效益, 山东省气象局进行了雷达产品的实时拼图和实时远程调用研发工作。通过宽带网实时收集、存贮雷达产品, 增置省级雷达产品服务器、建立辅 PUP, 实现了山东全省 5 部新一代天气雷达及邻省周边雷达每 6 分钟一次实时拼图产品和雷达产品远程调用。对于省级气象台所关注的范围, 拼图产品能有效地监测预警辖区内各种尺度天气系统的移动和演变; 对于局地性强的中小尺度对流天气, 雷达产品远程调用能实现 CINRAD/SA 雷达 PUP 上的重定中心、局部放大、动画显示、光标联接、地图和产品叠加等功能, 对于远距离下级台站的精细预报的指导是十分有用并且可行的。从国家信息中心获取周边邻近雷达的产品信息, 对于及时了解上游及周边天气情况非常有用。

关键词: 雷达拼图产品 远程调用 辅 POP

Operational Applications of CINRAD Weather Radar Network in Shandong

Wang Jianguo¹ Gao Yuchun² Zhu Junjian³
Huang Lei³ Luo Huimin³ Diao Xiuguang³

(1. Shandong Provincial Meteorological Bureau, Jinan 250031;
2. Atmospheric Observation Technological Centre, CMA; 3. Shandong Meteorological Observatory)

资助项目: 山东省气象局创新项目“山东省新一代天气雷达产品拼图及开发应用研究”和国家自然科学基金 40575012
共同资助。

收稿日期: 2006 年 3 月 27 日; 修定稿日期: 2006 年 8 月 23 日

Abstract: The real-time mosaic radar products every 6 minutes for all 5 radars in Shandong Province and some radars around Shandong, and applications of these products for remote users are introduced. The movement and evolution of synoptic systems with different scales within the surveillance area can be effectively monitored by using mosaic products.

For local severe convective weathers, some useful functions on CINRAD/SA radar PUP, such as, intensive echo center relocating, locally zooming, flash indicating, mouse linking, geographic map-radar products' overlapping, may be realized through remote acquiring, which is quite valuable of guiding precise weather forecast for remote meteorological institutions. On the other hand, it is important of acquiring the products of neighbor radars from Beijing Information Centre, in order to know the synoptic conditions over up-stream and surrounding regions.

Key Words: radar mosaic products remote acquisition of radar products POP

引 言

新一代天气雷达网是中国气象局和地方政府投巨资建成的现代化雷达探测网。新一代天气雷达系统发射功率大,接收灵敏度高,数据处理技术先进,性能稳定可靠,已经在雷雨大风、冰雹、龙卷、飏线^[1-3]、暴雨^[4,5]等灾害性天气的预警预报、人工影响天气作业指挥^[6]、定量测量降水^[7]等方面发挥了重要作用。但目前雷达的应用大都限于单部雷达的应用,联网应用也以省内联网居多;另一方面,新一代天气雷达多布设在省界附近,其有效探测范围分属两个或三个省份。为了使雷达建设投资发挥最大的效益,在深入研究雷达体系结构和数据流程等技术的基础上,成功地研发出相应的应用程序,实现了全省及邻近省份相关雷达实时拼图和产品远程调用。为预报尤其是短时和临近预报提供了十分有用的工具和手段。

1 雷达组网产品拼图研发工作的指导思想

尽管新一代天气雷达的发射功率大,接收灵敏度高,但因为受地球曲率的影响等原

因,单部雷达的探测范围总是有限的,通常使用 0.5° 仰角观测时,200km处已经探测不到4km高度以下的天气状况。为了及时了解较大范围内的天气情况,必须实现多部雷达的产品拼图。考虑到目前的通信条件和计算机软件处理能力,拼图产品的应用目标确定为主要是监测大范围内的天气状况,及时了解较大天气系统的移动和演变。CINRAD/SA的PUP具有重定中心、局部放大、动画显示、产品叠加、光标联接等重要功能,不同仰角的反射率因子、组合反射率因子、平均径向速度,反射率因子垂直剖面、速度垂直剖面、风暴结构等产品能反映中小尺度天气系统的结构,冰雹指数、中气旋、龙卷涡旋指数、风暴追踪信息、风暴相对平均径向速度等产品能指示某些强天气的发生,精确地确定其位置和移向、移速,通过辅PUP可以调用这些丰富的产品。因此,对于风暴的精细结构监测和临近预报,则通过雷达产品的远程调用来满足。

2 雷达产品的拼图

2.1 拼图范围

在业务上,山东省气象台目前使用的雷

达产品来自山东全省 5 部新一代天气雷达（济南、滨州、临沂、烟台、青岛）和邻近省份石家庄、天津、徐州、连云港、阜阳的雷达产品，其中石家庄、天津的雷达可以发现来自北边天气系统的发生和发展，而徐州、连云港、阜阳的雷达可以发现来自西南和南边的天气系统的情况。

2.2 拼图时次

目前大多数雷达都运行在 VCP21 状态，因此可实现每 6 分钟拼图一次。但要注意，拼图产品的生成时间一般要比雷达生成产品滞后 8~10 分钟。

2.3 拼图产品

根据预报业务的需求，目前已经实现了下列产品的拼图（表 1）。

表 1 新一代天气雷达产品拼图内容

序号	产品名	产品号
1	仰角 0.5°基本反射率	19
2	混合扫描反射率	33
3	组合反射率	37
4	垂直积分液态含水量 VIL	57
5	回波顶高 ET	41
6	强天气概率 SWP	47
7	垂直风廓线 VWP	48
8	风暴跟踪信息 STI	58
9	1 小时降水 OHP	78
10	3 小时降水 THP	79
11	风暴总降水 STP	80

2.4 实现方法

通过增置省台雷达产品服务器，经省市 2M 宽带网和济南-北京 2M 宽带线路实时收集并存储全省以及邻近雷达产品（见图 1）。拼图软件实时从服务器中读取最新的雷达产品，经坐标转换后拼图，生成全省雷达拼图产品，拼图产品 6 分钟生成一次，一般会比雷达主 PUP 生成产品滞后 8 分钟左右。考虑到业务上尚未实现多部雷达的同步扫

描，所以在拼图时选取每部雷达的产品生成时间控制在正负 8 分钟内；同时为了不给用户造成错觉，在拼图产品上还标出每部雷达的探测时间。

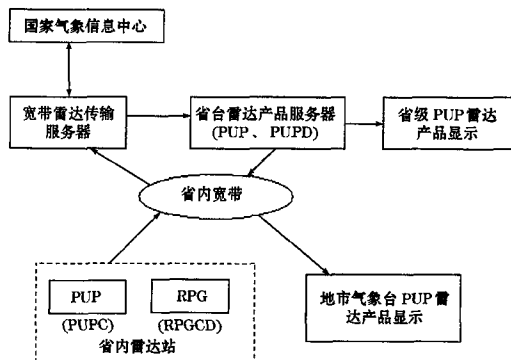


图 1 山东雷达产品拼图和远程调用系统结构

3 雷达产品的远程调用

通过建立辅 PUP，实现从雷达产品服务器中远程调用雷达产品。它除了不能向 RPG 做一次性产品请求外，可做到重定中心、局部放大、动画显示、产品叠加、光标联接等主 PUP 上的全部重要功能。辅 PUP 的调用界面如图 2 所示，这样对于远程雷达探测范围内的诸如风暴的悬挂回波、弱回波区、有界弱回波区的反射率和流场的精细结构都可以观测到，对于中气旋、冰雹指数、龙卷涡旋指数、强天气概率等产品也能精确定位。这对于上级气象台对下级台站的指导，下游台站及时了解上游天气的发展状况是十分有用的。

为了进一步扩大应用范围，可通过使用专门开发传输软件再将雷达产品复制到地市级产品库中，供县级气象台站调用。

4 雷达组网技术和数据流程

在国家气象信息中心统一安装宽带雷达



图 2 辅 PUP 调用各雷达站产品的界面

传输（服务器）系统之前，山东省运行的是自行开发的一套软件，实现了雷达产品省内组网应用。在国家气象信息中心统一安装宽带雷达传输系统，要求每个雷达站将产品等信息上传到国家气象信息中心后，山东省曾一段时间两套系统同时运行，造成了计算机和通信资源的浪费，为此进行了相关研究和开发，充分利用国家气象信息中心下发的宽带雷达传输系统的功能，开发了从国家气象信息中心下载所需信息的软件，实现了省内外雷达产品的组网应用。具体做法是（见图 1）：省内各雷达站的雷达产品上传时，在宽带雷达传输服务器上留底，利用下载软件将所需外省雷达产品从国家气象信息中心下载到宽带雷达传输服务器。利用宽带雷达传输服务器的局域网分发功能将所有产品发至省台雷达产品服务器。由于宽带雷达资料文件的传输是以通信传输规则命名的文件，因此在省台雷达产品服务器上运行国家气象信息中心下发的文件名转换软件 PUPD，将文件名还原，并同时运行 PUP 软件，利用 PUP 的“用户猎手”功能，将所有产品文件按 PUP 的文件目录结构存入指定目录。省局局域网上用户可直接用 PUP 调用所有产品，地市气象台在通信带宽许可时也可直接调用，目前是将产品复制到地市台后再调用。

5 应用实例

图 3（见彩页）是 2005 年 6 月 26 日经过山东的气旋暴雨过程的 3 幅仰角 0.5° 基本反射率拼图产品，图 3a（见彩页）是上午 9:00（北京时，下同），降水系统刚进入山东，图 3b（见彩页）是下午 4:00，山东全省大部分地区被降水系统覆盖，图 3c（见彩页）是 27 日凌晨 4:00，降水系统移出山东半岛。对于这类较大尺度的降水系统，单部雷达是不可能监测到系统的全貌的，而用一个适当尺度的拼图产品就能监视到整个系统的移动和演变情况。

图 4（见彩页）是 2005 年 7 月 24 日副高边缘暴雨过程中的拼图产品，图 4a（见彩页）是山东全省拼图，图 4b（见彩页）是山东省和石家庄、天津雷达拼图，预报人员可以利用该产品实时地看到山东省北边天气系统的发展和演变。

拼图产品提供了较大范围的降水系统的状况，对于较小区域比如城市范围的防洪、防灾精细短时或临近预报所需的诸如风暴结构、风暴移向移速、风暴发展倾向、冰雹指数、中气旋、龙卷涡旋特征等更为精细的雷达产品，则可以通过雷达产品的远程调用方

式获得。图 5 (见彩页) 是 2005 年 6 月 26 日在济南调阅烟台雷达的平均径向速度产品, 在气旋系统向半岛方向移动过程中, 结合垂直风廓线产品 (图略) 可以比较清楚地监测到中低空西南气流和近地面偏东气流的演变情况。而对于强降水中心的落区和量级, 则可以利用当地雷达的反射率产品、降水产品, 地图叠加和放大功能, 结合邻近的自动雨量站信息, 做出准确的预报。

2005 年 8 月 3 日下午 1:00, 发现有 3 块回波向济南移动, 但回波强度只有 30~35dBz, 实际上由于济南雷达的频综故障, 所测得的回波强度偏小 10~15dBz。幸亏当时调用了青岛、徐州两部雷达的产品对比, 发现了问题, 及时对济南产品进行了订正, 并预报济南未来 2 小时有强降水, 取得了极好的预报服务效果。

2005 年 8 月 8 日, 热带风暴麦莎穿过山东时, 结合地面自动站资料, 利用连云港、临沂、青岛、滨州、天津等雷达的平均径向速度场产品, 根据相邻两台多普勒雷达的零速度线的交点确定出热带风暴中心位置, 取得了很好的预报服务效果。

6 讨论

(1) 新一代天气雷达网的建设为预报业务提供了大量有用的预报信息, 尤其是短时预报和临近预报的信息。对于省级气象台所关注的范围, 5~10 部新一代天气雷达 (省内及周边邻近雷达) 的雷达拼图产品能有效地监测预警辖区内各种尺度的天气。目前的通信条件也已经具备了这一尺度范围, 每分钟一次拼图信息的通信能力。

(2) 全省及邻近地区较大范围的雷达拼图产品, 往往不具备足够高的分辨率, 不容

易实现对局部强天气的精确判断和地理定位。雷达产品的远程调用能实现 CINRAD/SA 雷达 PUP 上的重定中心、局部放大、动画显示、光标联接、地图和产品叠加等功能, 对于远距离台站的局地性强的中小尺度对流天气精细预报的指导是十分有用的, 经过一年多的运行证明省-市间 2M 带宽情况下, 实现雷达产品的远端调用是业务上可行的。

目前各雷达站已将雷达产品实时上传到北京国家气象信息中心, 这为获取外省邻近雷达的产品信息提供了基础, 这对于及时了解上游天气情况非常有用。

(3) 雷达产品的实时拼图和实时调用, 可进一步挖掘雷达应用潜力、充分发挥雷达的整体建设效益。对于探测区跨省界的雷达, 只有实现雷达产品的跨省应用才能真正发挥雷达网建设的效益。对一些雷达站因地形造成的挡角, 组网应用也能给以较好的弥补。

参考文献

- 1 郑媛媛, 俞小鼎, 鲍文中, 等. 一次典型超级单体风暴的多普勒天气雷达观测资料分析 [J]. 气象学报, 2004, 62 (3): 317-328.
- 2 朱君鉴, 王令, 黄秀韶, 等. CINRAD/SA 中气旋产品与强对流天气 [J]. 气象, 2005, 31 (2): 38-42.
- 3 冯晋勤, 罗保华. 一次冬季降雪过程的 CINRAD/SA 回波特征 [J]. 气象, 2004, 30 (5): 21-23.
- 4 邵玲玲, 黄炎. 上海“815”特大暴雨的成因和特点 [J]. 气象, 2002, 28 (8): 47-50.
- 5 李玉林. 利用 CINRAD WSR-98D 观测冬季暴雨的个例分析 [J]. 气象科技, 2004, 32 (3): 195-197.
- 6 陈冰, 张深寿, 冯晋勤. 新一代天气雷达产品在人工增雨作业中的应用 [J]. 气象, 2003, 29 (1): 23-26.
- 7 邵玲玲, 黄炎. WSR288D 雷达降水产品的优化 [J]. 气象, 2004, 30 (5): 24-29.