

# 全国天气雷达数据处理系统\*

梁海河 张沛源 牛 方 胡绍萍  
朱小燕 葛润生 徐宝祥

(中国气象科学研究院,北京 100081)

## 提 要

根据《全国天气雷达终端更新》和《全国天气雷达定标》项目的技术规定,研制了一套完整的雷达业务数据处理系统,实现了全国布网天气雷达数据格式统一、产品生成、产品分发和图像回显的全自动化业务,提高了我国天气雷达网的业务质量,以及数据处理和产品应用水平,收效显著。在研发过程中,充分考虑了业务条件、实际要求和探测技术的发展,系统功能丰富,算法先进,接口开放,设计精美,投入业务两年来系统运行稳定。该系统放弃了传统对话框和工具栏的设计方式,创新设计了操作面板控制。文中的研发思路、设计方法,系统特点对我国业务软件的研制具有很好的借鉴作用。

关键词: 雷达 数据处理 终端更新 产品生成 业务系统 雷达定标 数据格式

## 引 言

我国目前的组网天气雷达主要是数字化天气雷达和脉间相干多普勒天气雷达。数字化雷达的改造和多普勒雷达的建设,在我国气象业务和科研中发挥了重要作用。由于多种原因,我国业务天气雷达终端的型号繁多,且在技术标准上存在很大差异,信号处理方法,数据格式规定,产品种类和生成方法,以及资料存储格式和方法都不相同,有的信号和数据处理出现错误,观测数据失真,给正常业务观测,组网拼图、数据共享以及重大科学试验带来困难和损失。为此,中国气象局实施了“全国天气雷达终端更新”和“全国天气雷达定标”项目。“全国天气雷达数据处理系统”是其中一个重要组成部分,重点在于统一全国天气雷达数据格式和存贮方式,规范产品规格和算法,提高业务自动化水平,形成一套适合我国业务运行状况,具有较高水平,规范、开放、实用、稳定的全国天气雷达业务系统,以充分发挥天气雷达观测网的作用,提高我国短时天气预报水平和监测灾害性天气的能力。

## 1 系统设计思想

(1) 我国业务天气雷达现状 在需要更新的44部雷达中包括713C、714C、714S数字化雷达和714CD、714SD多普勒雷达等几种类型,而每一类型的雷达又有多种终端型号

\* 本文由中国气象局“九五”项目“全国天气雷达终端更新”和“全国天气雷达定标”共同资助。

2001-09-19收到,2001-12-29收到修改稿。

(约计十几种)。这些雷达(尤其雷达终端)是在不同时期由多家单位研制生产的,即使同一单位的产品在技术上也存在很大差异,有的技术资料已难以提供。大多数雷达只能做平面距离扫描,部分雷达无原始观测数据,各类雷达均没有独立的产品生成和数据处理系统,产品基本上只有 PPI(少数雷达有 RHI、CAPPI)。原始数据格式、产品格式和规格具有几十种样式,数据处理和产品生成方法存在诸多问题,观测资料几乎无法实现共享。这些都大大增加了研发的难度和复杂程度,也要求系统具有很好的适用性和稳定性,以及优良的数据接口。

(2) 国外天气雷达发展状况 WSR-88D 是世界上最先进的天气雷达之一,美国于 1996 年完成全国天气雷达(NEXRAD)布网。随着探测技术和网络技术的发展,NEXRAD 也正在进一步的开发和发展,预计到 2004 年左右计划实施 NEXRAD 产品改进(NPI)计划<sup>[1]</sup>,以开放性的结构完成对现有 WSR-88D 系统的改造,改变 WSR-88D 系统原封闭式的数据采集、处理、产品分发结构,与 AWIPS(Advanced Weather Interactive Processing System)有机地联接。所以,我国天气雷达数据处理系统既要符合我国天气雷达系统和网络通讯业务的特点,又要与雷达探测技术的发展相一致,产品算法应具有先进性和实用性,数据采集、处理和产品分发应稳定性和开放性好。

(3) 网络和计算机技术的发展 我国数字化天气雷达站只有一台数据采集终端,没有产品生成系统和网络传输能力。多普勒天气雷达站基本布有局域网,在 DOS 下采集和生成产品,通用性和传输能力受到限制。因此,增加数据处理终端,建立 WINDOWS 网络,与 9210 工程通讯机相联,实现采集监测,数据处理,产品分发,图像回显等完全自动化是我国天气雷达数据处理系统业务化的必然要求。采用 WINDOWS NT 开发平台,VC++6.0 面向对象设计<sup>[2]</sup>,军用软件标准(GJB),提高业务系统的稳定性和进一步的扩充移植能力都是十分必要和具有现实意义的。

总之,把我国天气雷达现状与相关的国外雷达发展状况以及网络计算机技术结合,设计出性能稳定,适用性强,开放性好,自动化程度高的全国天气雷达数据处理业务系统是本研究的设计思想。本系统在研发中始终贯穿了“以人为本”的宗旨,摒弃了传统对话框的繁琐,独特新颖的操作面板控制,清晰的使用向导,完全的商用包装,使得非专业人员一样轻松自如地使用。

## 2 系统业务流程和主要功能

### 2.1 四个子系统及其作用

全国天气雷达数据处理系统的业务流程主要由四部分组成(图 1),依次是统一格式子系统、产品生成子系统、产品分发子系统和图像回显子系统。

① 统一格式子系统 主要负责实时地监测雷达数据采集状况,识别出不同的采集终端类型,在确认一次完整的观测结束时,自动将复杂的原始数据转化为全国统一的雷达数据格式。本系统所形成的统一的数据格式具有良好的数据接口和包容能力,适用于各种型号的数字化的雷达和多普勒雷达,也可用于各种观测模式和多种数据表达方式。一次观测形成一个原始数据文件,文件中含有详尽的说明和控制编码,使得数据共享,资料读取,

程序设计都十分方便。

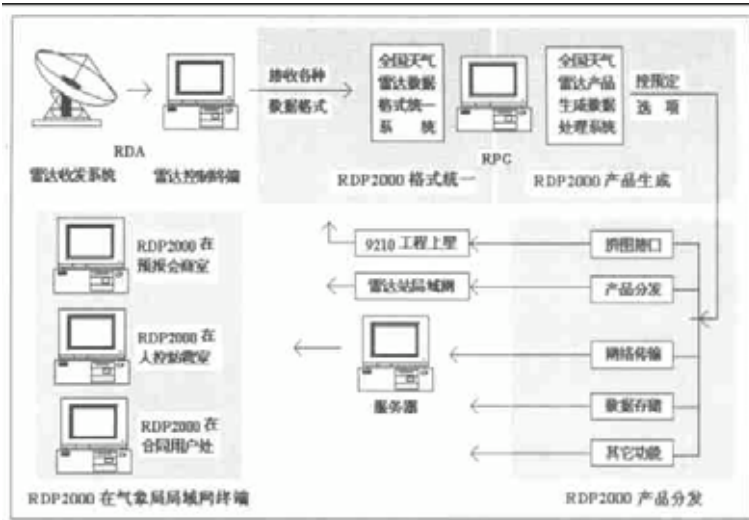


图 1 全国天气雷达数据处理系统 RDP2000 业务流程(阴影区)

② 产品生成子系统 原始数据文件形成后,在指定的位置被产品生成子系统所捕获。产品生成子系统按着预先‘产品设置’的产品种类、规格、参数和显示方式等生成各类产品。这些产品主要有各要素的 PPI、RHI、CAPPI 以及组合强度、回波顶高、回波底高、任意垂直剖面、局部多层 CAPPI、雨强、垂直累积液态含水量、拼图数据或图像等(表 1)。这些产品的研发既考虑了实用性和稳定性<sup>[3]</sup>,又考虑了其科学性和先进性<sup>[4,5]</sup>。

表 1 主要产品及其规格

产品名称	幅面点数	说明文字	彩色层	距离档(km)	高度档(km)	备注
PPI	640 × 480	产品名称, 观测时间, 显示距离, 显示高度, 天线方位, 天线仰角, 等等	16 色	60、120、240	0	
RHI			16 色		0 ~ 16	
RZPPI			8 色		0 或 3 制作	参数可设
CAPPI			16 色	1、3、5、7、9		
ETPPI				(最高)	强度可设	
EBPPI				(最低)	强度可设	
CPPI				(最大)		
VIL				(垂直累积)	参数可设	
VCS			自选	0 ~ 16	方位距离任选	
MCAPPI			240	1、3、5、7		
拼图产品	位面(旧)	无	16 色	240	0	过渡格式
	数据(新)	有	自定	240	0,3	正式使用

③ 产品分发子系统 产品分发子系统按着产品“分发设置”,将数据或产品分发到指定位置。如将拼图数据或图像转送 9210 通讯机上传到国家气象中心,图像产品送往雷达站局域网终端,原始数据和产品传输到当地气象局网络服务器供其他用户使用,产品和数据压缩到刻录机存储。

④ 图像回显子系统 产品被分发到局域网终端或服务器后,图像回显子系统将产品

重新显示,供各类用户使用。图像回显子系统的另一个重要功能是根据用户的需要,将原始数据非实时地生成各类产品或对历史数据进行格式统一转化。

以上四个子系统之间采用流水作业,各部分相互联接、自动运行,组成了我国现有天气雷达数据处理业务的基本结构,为充分发挥已布网雷达的效用提供了一套完整的数据处理解决方案。

## 2.2 系统的其它主要功能

除了上述四个子系统分别完成雷达数据格式统一、产品生成、产品分发和图像回显功能外,作为一套完整的数据处理系统,还提供了强大的数据管理、参数预置、图像显示、回波分析辅助工具等功能。

① 数据管理 监测实时数据和历史数据的存储情况,测试磁盘空间,定时定期提请数据归档、资料转存。对多年形成的历史数据可在“格式转化”状态下,快速地转化为统一格式。

② 状态和参数预置 系统可在“实时”、“回显”和“格式转化”三种状态下运行,依据使用目的不同,用户可在操作面板的“设置”中改变其运行状态。在“设置”中包含有十分丰富的选项:(i)存档产品选项,用以选择哪些产品作为历史资料加以保存;(ii)上网产品选项,用以选择哪些产品向用户或局域网、9210节点传输;(iii)产品参数设置,对雨强、垂直累积液态含水量、回波顶高、任意垂直剖面等产品的参数可根据各地的具体情况进行预置;(iv)数据传输路径,用户可以设定“实时数据路径”、“产品存储路径”、“上传路径”、“服务器路径”等;(v)测站和雷达信息,系统在安装时要求用户提供测站信息,在每次雷达定标后要输入标定数据。

③ 图像显示 本系统可实时和非实时显示产品图像,可单幅或多幅图像显示,图像叠加,动画,上一幅图显,下一幅图显,图像放大缩小。

④ 回波分析辅助工具 主要有多幅图像的对比显示,地形图的叠消显示,回波移动方位速度测量,任意剖面选择,图像编辑,鼠标指点显示回波强度、距离方位和经纬度等。

本系统的功能是在先期研究和开发的基础上,经过业务化试验,结合雷达站状况和业务人员的需求,才得以不断的完善和扩充,因而基本满足了实际业务中天气雷达数据处理的需要。

## 3 系统技术特点与创新

(1) 开放接口 本系统采用了完全开放的数据输入输出接口,用户可以将任意雷达原始数据按规定格式加入到系统中,也可任意获得输出产品。系统采用动态链接库接口,留有内存原始数据,内存图像数据,屏幕视的地址指针,这极大地方便了用户对系统的扩充。

(2) 先进性 在考虑到产品的实用性和我国业务情况,结合具体的物力财力条件,本研究采用了适当的、先进的产品算法和程序设计方法,对于促进我国天气雷达产品的应用水平十分有利。

(3) 稳定性好 业务软件的最突出的特点是稳定性要好,本系统对磁盘的读写,设备

的状况,数据的格式,错误操作等都进行了错误捕获,将错误信息明确提供给用户,使得系统一直在安全稳定下运行。

(4) 回显和实时界面统一 本系统改变了以往天气雷达数据处理软件的实时产品生成系统和产品回显系统分离的设计方法,将二者合成为一个界面,使用户既可在实时终端上做产品回显,也可在回显终端上做产品非实时再生,这一设计极大地方便了雷达观测员和预报员的交叉使用。

(5) 操作面板控制 WINDOWS 程序的最大特点之一是弹出式对话框和工具栏的设计,但是面对大量雷达数据文件所进行的操作,对话框已显得无比繁琐;对要进行各种各样的操作,工具栏也已无法胜任。本系统放弃了传统对话框和工具栏的设计方式,创新设计了操作面板控制,使得文件操作及各功能的运用变得异常简便明了(见图 2)。

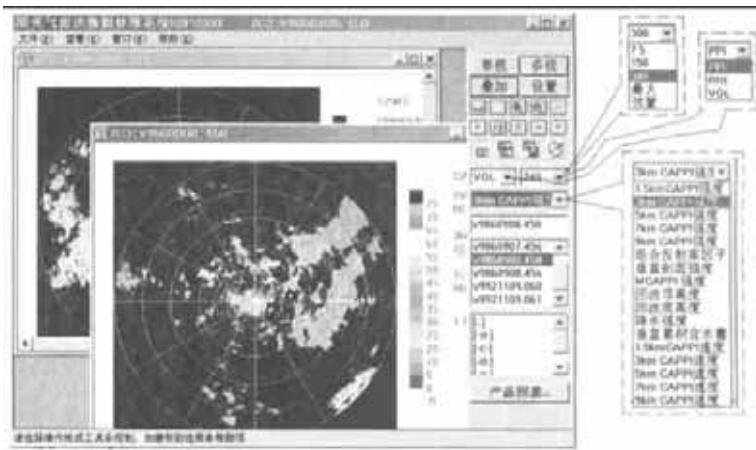


图 2 全国天气雷达数据处理系统 RDP2000 的界面图

(右侧虚框为“操作面板”中部分列表中的可选项)

(6) 全自动运行 系统的各个部分完全在自动状态下按着预先设置运行,极大地减轻了劳动强度,提高了业务自动化水平。

(7) 功能齐全 本系统是一个完整的业务运行方案,除四个子系统的基本功能外,还有其它多项功能,如数据管理、参数预置、图像显示、回波分析辅助工具等。

(8) 产品压缩存储 采用压缩的产品格式,使一幅图像由未压缩前的 900 K 减少为 30 ~ 50 K,节约空间 90% 以上,减少了物力和财力消耗。

#### 4 推广应用

这一成果已于 1999 年试点运行,2000 年逐步投入业务应用,2001 年汛期前已在全国 45 部雷达中安装使用。这一系统在全自动状态下运行,实现了对我国天气雷达数据格式统一和产品算法规范的要求,建立了数据的分发和存储业务模式,有力地促进了天气雷达数据处理和应用的进步。在对外短时服务中,向客户提供了丰富的信息,有利于服务质量

的提高。在人工影响天气作业指挥中,回波的演变、强度、位置等辅助分析工具可向工作人员提供更准确的信息。该数据处理系统可与新一代天气雷达(CINRAD)相衔接,实现数据共享。本文解决了实际工作中的问题,受到了业务台站好评。

致谢:在该项成果的业务试验和推广中,得到了中国气象局监测网络司和全国气象雷达站同志们的大力支持和协助,谨表示感谢!

### 参考文献

- 1 Staffle R E. NEXRAD open systems progress and plans. Preprints, 79th Annual Meeting of Amer. Meteor. Soc., Dallas, TX, January 1999.
- 2 Microsoft Corporation. MFC2.0 开发指南与技术手册.张军,赵先瑞译,万瑞平审校.北京:清华大学出版社,1998.
- 3 Lee R R. WSR-88D算法和产品改进的用户反馈信息.牛方译.气象科技,2000,28(2):68~71.
- 4 Fulton R D. The WSR-88D rainfall algorithm. *Weather and Forecasting*, 1998, 13(2):77~395.
- 5 Ambum S, Wolf P. VIL density as a hail indicator. 18th Conference on Severe Local Storms. San Francisco, CA, Amer. Meteor. Soc., 1996. 581~585.

## CHINA OPERATIONAL WEATHER RADAR DATA PROCESSING SYSTEM

Liang Haihe Zhang Peiyuan Niu Fang  
Hu Shaoping Zhu Xiaoyan Ge Runsheng Xu Baoxiang  
(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

### Abstract

According to the technical prescriptions of the project "National Weather Radar Terminal Updating and Calibration", a national operational weather radar data processing system is developed and performs well. It achieved the format unification of radar data, the manufacture and distribution of products, and the operational function of image redisplay; and advanced radar observation quality, data processing and product application level. In the course of the system design, such factors are considered as the weather radar operational conditions and requirements, the radar detection technological tendency, and the capability and steadiness of the system, as well as advanced algorithms and the open interface. The system appearance is innovative instead of the traditional dialog box and toolbar in the weather radar software.

**Key words:** Radar Data processing Terminal updating Operational system Calibration  
Data format