

天气雷达数字化终端及其应用软件

张晰莹¹ 张礼宝¹ 官福顺¹ 安晓存² 孟焕生²

(1 黑龙江省人工影响天气中心, 哈尔滨 150030; 2 哈尔滨市气象局, 哈尔滨 150080)

摘要 为解决雷达数据采集、实时显示、数据存储、资料处理自动化等问题,进行了天气雷达数字化终端和应用软件技术的研究和开发。改变了 711B-1 雷达数据存储、分析自动化程度低的状况。增加和丰富了雷达二次产品,使雷达资料得到了充分的分析和应用,提高了雷达对天气的监测能力。增加了对冰雹、暴雨等强对流天气的预警功能、人工增雨效果检验等功能。

关键词 天气雷达 数字化终端 应用软件

引言

为实现灾害性天气探测手段的多样化和现代化,中国气象局在全国范围内进行多普勒天气雷达的布网工作。但是,即便完成布网工作,其探测范围也不可能完全覆盖全部国土,仍会有许多探测不到的地域。因此,常规天气雷达在灾害性天气实时探测、人工增雨防雹等工作中仍有其用武之地。也可说是多普勒天气雷达的补充探测设备。

为了提高常规天气雷达的探测能力,其数字化改造的工作已进行多年,生产厂家也相应地开发了终端应用软件。但由于对专业需要了解不够,其研制的软件与气象部门的需求差距很大,无法满足实际工作的需要。鉴于此,国内有些省份也曾研制过终端应用软件。据了解,效果均不很理想。

鉴于上述原因,与有关部门协作,利用几年时间,开发了常规雷达数字化终端应用软件。经过实际应用并专家鉴定,这套软件具有性能稳定、可操作性强、应用产品丰富的特点,大大提高了常规天气雷达探测和监测灾害性天气的能力,并通过提供准确、及时、丰富的二次产品,满足了短时天气预警和人工影响天气的业务需求。因此,这套应用软件具有很好的应用前景。

研究开发的主要内容包括 ①雷达数据处理软件,②雷达应用产品,③数字化视频积分处理器,④

定制适合 711 雷达使用的综合测试仪,⑤雷达标定方法开发,⑥文档资料编写,⑦组网数据接口的开发,⑧试验测试。

整个系统分成两个部分:实时控制及产品生成和显示。这两部分分别是独立运行的两个进程,它们通过内存和硬盘完成相互间的通讯。其中,产品生成和显示部分具有良好的通用性,可移植到其它雷达中。

国内缺少 3 cm 天气雷达的专用综合测试仪,根据实际工作的要求,研制了一台适合 711 雷达使用的综合测试仪,为雷达准确的标定打下了基础。

1 信号处理器

在信号处理器的开发中,选取了当今世界上流行的高速 A/D 进行数据采集,将模拟信号变为数字信号,信号处理采用了美国 TI 公司的 C30 系列芯片完成信号处理和定标,得到精确的数字化回波功率值。并进一步依据雷达方程和应用程序将回波功率计算出气象上使用的降水回波信号(即降水回波反射率因子 Z),应用于更广泛的气象产品处理。应用新研制的 3 cm 天气雷达的专用综合测试仪,进行了雷达系统的标定,研制工作主要包括以下 3 部分内容。

1.1 信号处理板

自行设计和开发的信号处理板,其性能指标如下:

A/D 变换速率 (MHz) : ≥ 8 ;
 字长 : 8 位 ;
 距离库长 (m) : 75 , 150 , 300 ;
 距离库数 (个) : 1000 ;
 探测距离分档 (km) : 50 , 100 , 150 , 200 , 300 ;
 积分精度 : ≤ 1 dB , 满足资料储存分析研究要

求 ;

输入信号电压范围 : < 5 V , 并有一定过载保护能力 , 输入信号幅度可调 , 便于雷达整机标定 ;

触发方式 : 内 / 外触发可选 ;

触发信号电压幅度 : TTL 电平。

1.2 信号处理板接口驱动程序

目前的信号处理板一般在 DOS 操作系统下调用 , 无法在 Windows NT4.0 下调用 , 为了达到设计要求 , 进行专用的底层驱动程序开发 , 以满足设计需要。开发了在 Win98、WinNT 4.0 下的驱动程序。

1.3 测试信号板

由于现有的信号处理板 , 仅有自检功能 , 没有检测信号功能 , 为了使数字化处理板具有可与雷达脱机自检功能 , 特另行开发一块测试信号板 , 以便日常雷达维护。

测试信号板的性能如下 : ①可产生模拟雷达的 400 周触发信号 ; ②模拟锯齿波 (或正弦波) , 在显示器上产生同心圆 , 可分级的模拟气象回波。

2 雷达数据处理软件

数据处理系统软件主要有以下几方面功能 : ①对雷达工作参数进行预设置 ; ②对雷达天线扫描进行实时控制 ; ③原始数据采集 ; ④原始数据预处理 ; ⑤实时显示生成产品 ; ⑥数据存档 ; ⑦应用产品的生成 ; ⑧人机交互与雷达定标。该软件按结构可分为 : 天线控制模块 ; 实时显示模块 ; 标定模块 ; 气象应用模块 ; 数据存储模块 ; 组网接口模块。

(1) 天线控制模块

①基本功能 PPI : 扫描的仰角、转速、距离档、回波域值等参数可显示在参数配置表中 , 并可实时调整。RHI : a. 可在指定方位处作 RHI ; b. 可用鼠标在 PPI 上指定多个方位角 , 自动作 RHI 扫描。CAPPI : 可预置 5 种不同的 CAPPI 扫描表 , 也可人工设置不同的 CAPPI 扫描表。

②留有高级语言 C 可编程调用接口。

③可预置基本功能组合的复杂扫描方式。

(2) 实时显示模块

①基本的 PPI、RHI、CAPPI 显示功能。回波图的显示分辨率不低于 800×600 (像素点)。

②采用 16 层彩色显示 , 可根据参数表设置颜色和分档的数值范围 , 其中可选择显示门限值和显示域值层次。

③地图功能 : 有矢量地图接口 , 并可根据显示的不同距离档 , 调用相应的地图。这些地图包括省界、市界、城市名、河流、水库等。

(3) 标定模块

①每次加高压前 , 先运行噪声电平测量程序 , 获取噪声值 , 并存入文件中。

②雷达参数的常数值预置在参数表中 , 并可根据实测值修改。

③按照雷达的工作流程 , 进行信号强度的标定 , 生成 dBz 表和距离订正表。

此模块包括以下几个程序 : 自动测量噪声电平程序 ; 强度定标程序 ; dBz 表生成程序 ; 距离订正程序。

④雷达参数测量和雷达标定必备的仪表 : 雷达综合测试仪 ; 功率计 ; 示波器 ; 精密可变衰减器。

(4) 气象应用模块

①动画显示 : 按用户选择产品个数进行动画显示。

②定量测量降水 : 可计算瞬时降水雨强、时段总降水量累积 , 其中 Z-R 关系式系数可以调整。

③雹云辅助识别 : 根据用户研究的雹云识别指标 , 设置雹云识别参数 , 预警冰雹的生成。

④回波顶高测量 : 根据三维扫描获取的资料 , 计算回波顶高分布 , 同时可手动任意测量回波顶高。

⑤任意方位角垂直剖面 : 在立体扫描中的任意 PPI 画面中 , 指定任意两点 , 作任意方向的垂直剖面。

⑥合成反射率因子 (Z) : 它是笛卡尔面投影的产品 , 显示每个坐标格点上方对应被发现的最大反射率因子 , 或者是每个坐标格上各层平均反射率因子。

⑦液态含水量 : 显示每个坐标格点上对应的液态含水量。

⑧增雨防雹作业比较 : 获取人工增雨消雹前后雷达资料 , 进行自动分析比较。

上述应用产品生成分为两种方式 : 全自动方式

——当雷达选择在自动工作状态时,所列的气象产品可以根据立体扫描自动生成;人机交互方式——在手动工作方式时,则在实时扫描结束后进行。以上两种方式的切换在产品生成菜单上进行。

(5) 数据存储模块

①定时存 PPI 文件,仰角为 1° 。

②手动存 PPI、RHI 文件。

③CAPPI 自动存。

(6) 组网接口模块(预留接口)

①提供组网拼图数据存储格式接口,准备系统扩充使用。

②灰度可调,坐标变换功能。

(7) 软件的共性要求

①操作平台:Windows NT4.0 中文版。

②设计方法:结构化设计和面向对象设计方法相结合。

③主程序设计采用多进程设计:考虑到今后系统的灵活配置,采用多进程的设计思想。

④多进程应用程序的任务分配:雷达的数据采集;雷达的实时控制界面;气象应用软件;网络联网传输进程(预留)。

⑤内存区的分配:参数区;数据交换区;回波数据区;联网传输数据区。

3 结论

(1) 雷达应用软件具有良好的可移植性,尤其是

后期处理软件,在更改雷达数据格式的情况下可移植到任意雷达中。对未来在全省布网的多普勒雷达来说,也有良好的应用前景。

(2) 系统软件提供了丰富的气象应用产品。通过对实时存储的雷达数据进行分析计算,提供了 PPI、RHI、CAPPI、雷达图像动画显示、定量测量降水、冰雹云辅助识别、回波顶高测量、任意等高平面显示、任意方位角垂直剖面显示、合成反射率、液态含水量、增雨防雷作业效果图像比较等产品。

(3) 雷达应用软件的一个最突出特点是来源于实际工作,许多具体设计构思和具体修改都来自于第一线业务工作。

(4) 采用 3 cm 雷达综合测试仪对 711 系列雷达进行标定保证了雷达系统按照气象雷达方程导出反射率数值的精确性,根据反射率数值的大小,判断回波的状态。

(5) 雷达信号处理器的开发研制,是双路设计,充分考虑了以后双极化升级的需要,是具有前瞻性的设计。

(6) 建立的实时软件系统,实现了在 Windows 9X 和 Windows NT 操作系统下的雷达实时控制、数据的采集、存储和处理。

(7) 整个软件系统,实现了多进程和多线程的设计。充分利用 C++ 的设计思想和 Visual C++ 的特性,软件开发灵活,使用方便,便于维护和升级,用户界面友好。

Research on Weather Radar Digital Terminal and Applied Software

Zhang Xiying¹ Zhang Libao¹ Guan Fushun¹ An Xiaocun² Meng Huansheng²

(1 Weather Modification Center, Heilongjiang Province, Harbin 150030; 2 Harbin

Meteorological Office, Harbin 150080)

Abstract: In order to solve the problems of data collection, real time display, data storage and automatic data processing, a research was conducted on the weather radar digital terminal and its applied software. The digital terminal improved the capability of weather radar in data saving and automatic data management. The applied software increases the efficiency of weather radar through adding several useful software products, such as hail warning, torrential rain warning, artificial precipitation effectiveness evaluation and so on.

Key words: weather radar, digital terminal, applied software