

周义兵, 王毅, 周淑巧, 等. 基于雷达基数据的探测回波自动报警系统设计与实现 [J]. 陕西气象, 2016 (3): 22-24.  
文章编号: 1006-4354 (2016) 03-0022-03

# 基于雷达基数据的探测回波自动报警系统设计

## 与实现

周义兵<sup>1</sup>, 王毅<sup>1</sup>, 周淑巧<sup>2</sup>, 占世林<sup>1</sup>

(1. 安康市气象局, 陕西安康 725000; 2. 南京信息工程大学滨江学院, 南京 210044)

**摘 要:** 利用天气雷达厂商提供的雷达基数据类 CINRADPolarDat 处理解析雷达基数据, 对雷达基数据进行解码, 实时检索新一代天气雷达体扫基数据, 提取回波强度、范围大小、位置等基本信息作为报警判据, 并将报警判据分为安全级、观察级、预警级和警报级四个警戒级别进行报警提示。系统通过 Microsoft Visual Studio 2005 开发环境采用 VB6.0 语言编程, 实现了新一代天气雷达探测数据实时报警功能, 自动判断警戒级别并通过发出文字、声音、手机短信及拨打电话等不同报警方式提醒业务服务人员, 避免突发灾害天气遗漏, 做到临近突发灾害性天气快速跟踪预警与服务。

**关键词:** 雷达; 基数据; 自动报警

**中图分类号:** TP311.52                      **文献标识码:** B

我国在“十二五”期间布设新一代天气雷达观测网, 极大地增强了灾害性天气监测水平, 提高了天气监测的时空分辨率, 使得中小尺度突发性天气提前预警成为可能, 在气象防灾减灾工作中发挥了重要作用。

一般情况下, 天气雷达在汛期全天候开机, 每6 min完成一次体扫; 在非汛期每日的 10 时到 15 时开机。这样的工作模式可以保证在雷达的有效探测范围内, 基本不会漏掉对任何一次天气过程的发生发展状况的监测。尽管如此, 但由于

**收稿日期:** 2015-12-08  
**作者简介:** 周义兵 (1974—), 男, 汉族, 陕西镇安人, 学士, 高级工程师, 主要从事天气预报研究和气象信息分析处理。

[4] 陈家宏, 童雪芳, 谷山强, 等. 雷电定位系统测量的雷电流幅值分布特征 [J]. 高电压技术, 2008, 34 (9): 1893-1897.

[5] 王巨丰, 齐冲, 车治颖, 等. 雷电流最大陡度及幅值的频率分布 [J]. 中国电机工程学报, 2007, 27 (3): 106-110.

[6] 甘庆辉, 许薇, 汤强. 高层建筑绕击频率分析及在雷击风险评估中应用 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (增刊 II): 149-150.

[7] 刘波, 李性太, 丁旻, 等. 贵州省雷电流幅值的累积概率分布 [J]. 陕西气象, 2011 (4): 47-48.

[8] 李家启, 王劲松, 廖瑞金, 等. 重庆库区地貌

1999—2008 雷电流幅值频率分布特征 [J]. 高电压技术, 2011, 37 (5): 1123-1128.

[9] 庞亚峰. 陕西省雷电监测资料处理方法与评估 [J]. 陕西气象, 2009 (增刊): 15-16.

[10] 陈家宏, 童雪芳, 谷山强, 等. 雷电定位系统测量的雷电流幅值分布特征 [J]. 高电压技术, 2008, 34 (9): 1893-1897.

[11] IEEE Std 1243—1997 IEEE guide for improving the lightning performance of transmission lines [S].

[12] 冯志伟, 肖稳安, 马金福, 等. 基于地闪数据的雷电流幅值累积频率公式探讨 [J]. 气象科技, 2012, 40 (1): 137-140.

业务服务人员无法做到全天候关注雷达监测资料，即使雷达探测到异常情况或强回波，由于业务服务人员未能及时发现，也会造成重大天气遗漏或预报服务失误。鉴于此，开发雷达探测实时自动报警系统非常必要。

### 1 设计思路

目前，国内有人做过雷达预警类似的工作，俞小鼎等<sup>[1]</sup>对强对流天气的雷达识别和预警技术进行了研究，为进一步设计开发雷达探测回波自动报警提供了有力的支撑。但是基于实时探测回波自动分析报警仍然处在空白状态。基于实际工作的需求，考虑到自动报警的准确性和时效性，在程序设计时，采取直接对雷达数据采集单元 RDA 实时生成的基数据进行分析解码，一旦系统判断探测数据超过阈值，立即发出报警的设计思路，从而确保预警准确及时。

## 2 功能及界面设计

### 2.1 功能设计

雷达探测回波自动报警系统在 Microsoft visual studio2005 开发环境中采用 Visual basic 程序集编写，该系统可定时自动检索 RDA 生成的实时体扫基数据，通过对雷达基数据的分析解码，判断探测区域内强回波的范围、大小、位置等数据信息，并依据给定的不同警戒阈值，采用窗口文字、声音、手机短信以及拨打电话等报警方式发出报警。其功能主要有报警方式选择、自动跟踪、工作日志、效果检验等，辅助功能有手动选择雷达基数据显示 PPI 图像、分层显示、PPI/RHI 图像切换、放大、缩小、降水估测等。

### 2.2 界面设计

该系统主要为业务服务人员使用，因此在界面设计时，考虑其在日常工作中使用一些其他业务软件的习惯，突出软件界面的美观性、易操作性，功能分区简洁大方等因素，共设计了四方面的功能：图像显示、选项选择、功能操作和信息显示。图像显示窗用于显示当前或历史体扫 PPI 图像，双击实现放大或缩小功能，单击实现降水估算功能；选项选择主要为系统工作选择关键数据参数或报警阈值；功能操作主要包括软件自动

监控、手动选取、图像操作和报警效果检验及系统工作日志查看；信息显示窗口主要显示雷达基本参数数据和报警信息。

### 2.3 报警系统流程算法

系统进入自动监控工作模式后，首先读入参数文件，获取基数据目录、检索时间间隔、不同警戒阈值和报警短信手机号码等信息，时间控制器开始工作，按照设定的时间间隔定时启动最新基数据检索模块，一旦发现新的基数据文件进入基数据分析模块，提取回波强度、范围和位置等信息，通过与警戒阈值对比做出不同的报警方式。报警系统工作流程见图 1。

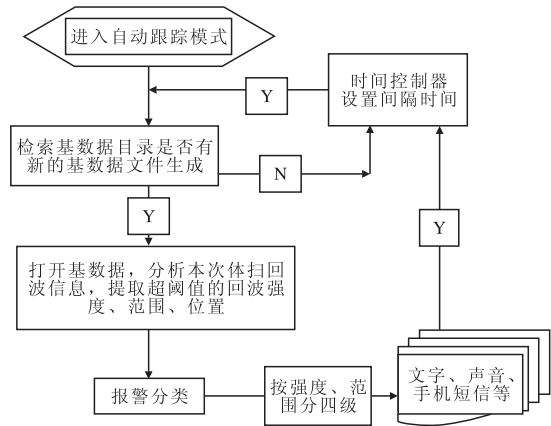


图 1 报警模块流程图

## 3 关键技术

### 3.1 基数据解码

每个体扫数据存储为一个单独的文件，文件大小约 16 MB，由文件头和数据两部分成，一个径向数据为 4 132 bytes 固定长度：其中，前 128 bytes 存储本次扫描相关的雷达信息头、收集时间、方位角、仰角、径向数据序号、距离库数、RVW 数据指针及体扫模式等信息，从第 129 bytes 开始到文件尾为数据部分。129~928 bytes 存放基本反射率数据，距离库总数为 800，929~2 528 bytes 存放径向速度数据，距离库总数为 1 600，2 529~4 128 bytes 存放速度谱宽数据，距离库总数 1 600，4 129~4 132 bytes 为保留字节。

### 3.2 地物过滤

地物过滤一直是雷达探测回波分析的难点之

一, 由于安康雷达站地处山区, 在有效探测范围内周围高大山脉往往会出现低仰角回波当中, 如果人工分析可以根据经验识别出来, 但通过编程自动分析雷达强回波时, 地物强回波势必造成干扰, 特别是在下雨之前或湿度增大时, 地物回波也会明显增强, 容易报虚警。鉴于此, 采取两种有效方式消除地物回波: 一是针对地物回波的位置固定性采取地物对消; 二是利用新一代天气雷达探测原理, 地物回波的径向速度为“0”的基本特征排除地物强回波信息。

### 3.3 自动跟踪

在设计系统时, 充分考虑到雷达探测工作状态, 汛期雷达一般采用 VCP21 工作模式, 每 6 min 完成一次完整体扫, 并生成本次体扫基数据, 实时性强。为了让报警系统能够与雷达工作同步, 专门设计了雷达基数据存放路径、定时搜索基数据文件时间间隔等可调参数文件, 方便在使用过程中适当调整参数, 确保报警延时较小或最小, 经过多次测试, 考虑不影响工作和计算机性能的情况下, 时间间隔可以设置为 1.5 ~ 3.5 min 较为合理。

### 3.4 报警分级和检验

体扫基数据中超过阈值的点数即反映了降水目标物的大小和强弱, 故以一次体扫中达到或超过阈值的采样体积的数量(强回波信息点数)为基本判断依据, 将报警分为安全级(I级)、观察级(II级)、预警级(III级)、警报级(IV级)四级, 根据报警级别的危险程度采取窗口提示信息、雷声报警、警报音报警及发送手机短信和电话呼叫报警等方式, 报警方式依据报警级别一级一级累加。通过解析大量历史基数据, 并结合对应时段实际发生的天气状况进行比对, 初步确定了不同报警级别的阈值, 系统设计了检验反馈模块, 正常工作进入自动监控模式以后, 自动记录每次体扫的分析结果(强回波信息点数), 通过检验分析, 为以后进一步订正和完善合理的报警分级阈值积累数据资料。

## 4 系统特点

### 4.1 智能性

智能化是雷达探测自动报警系统设计的最基本要求, 一些可调参数设定以后, 系统从自动检测最新基数据、自动分析雷达回波、自动进行预警分级到自动发出警报, 全程智能化, 无需人工干预。

### 4.2 准确性

该报警系统在解析大量历史基数据的基础上, 结合对应的天气实况, 并采取有效的地物对消措施以后确定不同报警级别的阈值, 系统报警的准确性高, 虚报和误报率低。

### 4.3 实时性

系统开发的目的是首先考虑软件的实时性, 报警必须及时, 通过设计动态的时间间隔参数, 可以调整参数以力求报警系统与雷达探测实时同步。

### 4.4 移植性

雷达探测自动报警系统是各级业务服务人员需要的工具之一, 在开发中注重系统的可移植性, 雷达型号、基数据存放路径、报警分级阈值、时间间隔等重要参数均设计为可选取或调整的, 方便用户使用。

### 参考文献:

- [1] 俞小鼎, 王迎春, 陈明轩, 等. 新一代天气雷达与强对流天气预警[J]. 高原气象, 2005, 24(3): 456-463.
- [2] 楚志刚, 银燕, 顾松山. 新一代天气雷达基数据文件格式自动识别方法研究[J]. 计算机与现代化, 2013(7): 180-184.
- [3] 朱雷平, 朱黎明, 于雪涛, 等. 基于 CINRAD/CB 雷达基数据的反射率因子地学可视化研究[J]. 科技导报, 2014(19): 43-47.
- [4] 李丰, 刘黎平, 王红艳, 等. C 波段多普勒天气雷达地物识别方法[J]. 应用气象学报, 2014, 25(2): 158-165.
- [5] 贺音. 国家自动气象站数据质量统计软件的设计与实现[J]. 陕西气象, 2015(6): 38-40.