

基于昆明市精细化 GIS 的天气雷达 标准格式基数据应用

甄廷忠 江龙* 段燕楠 王菲

(昆明市气象局,昆明 650501)

摘要 以国家地理信息公共服务平台、云南数字乡村、Mapinfo 公共数据为数据源,在 C# 开发环境下实现了精细到乡镇、公路、行政村、自然村的昆明市精细化地理信息系统(GIS)的自主研发,解决了基层气象部门缺乏精细化 GIS 的难题。介绍了标准格式基数据的解析、成图过程及注意事项,在全国范围内较早实现了天气雷达标准格式基数据在基层气象部门的业务应用。在业务应用过程中,发现了 CC 天气雷达标准格式早期基数据存在回波强度严重减弱的问题;昆明市精细化 GIS 与昆明天气雷达回波图的融合应用,可以精确定位雷达强回波区,对精细化气象服务具有指导作用,提高了强天气精细化预警能力、短时临近精细化预报能力和防灾减灾能力。

关键词 精细化 GIS;天气雷达;标准格式基数据

中图分类号: P49 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20190070 **文献标识码:** A

引言

新一代天气雷达为临近天气预报和灾害性天气警报提供了重要的高质量的大气观测资料,充分利用好新一代天气雷达探测数据,能提高灾害性天气的预报能力、气象服务能力和防灾减灾能力^[1]。随着经济社会发展,精细化气象服务渐渐受到重视^[2],新一代天气雷达高时空分辨率^[3]和连续不间断的监测方式^[4],能满足精细化气象服务对观测数据的要求,如何将天气雷达探测数据和精细化地理信息系统(GIS)结合起来为政府、公众和其他专业用户提供精细化气象服务,已经成为一项重要任务。

天气雷达探测数据的应用无法离开 GIS 而单独存在^[5],在 GIS 与雷达数据资料应用方面有许多专家做过研究,如施益强^[6]做了基于 GIS 的雷达数据三维可视化研究,江峰^[7]做了基于 GIS 的雷达回波图系统的设计与实现研究,李赟^[8]做了基于 GIS 的新一代天气雷达组网拼图研究,熊文兵^[9]做了基于 GIS 技术和天气雷达的短临预警平台研究。以往的研究和应用中,大多使用软件公司开发的 GIS 控件,在实际开发应用过程中需要安装控件,并购买

使用权限或破解软件,购买使用权限需要较多经费,破解版可能引发版权纠纷,且 GIS 无法精细到行政村、自然村,无法满足对 GIS 的精细化需求。如果使用免费地图服务(如百度地图、高德地图、天地图等)会造成地图目标物(如湖泊、公园等)与雷达回波颜色重合,无法满足气象业务服务需求。受段蕾^[10]利用 ArcGIS 开发雷达地理信息系统的启发,采用可靠数据源,在 C# 环境下自主开发 GIS 系统在技术上是可行的。故有必要也有条件自主研发能满足气象部门特殊需求的昆明市精细化 GIS。

以往不同雷达厂家对基数据文件的存储格式有不同的定义^[11],缺乏数据统一性标准,给雷达基数据的业务应用带来不便。2018 年 7 月中国气象局综合观测司发布了《组网天气雷达数据流传输业务化方案》,方案规定了天气雷达基数据的标准格式,要求全国各型号天气雷达在 2018 年底前采用标准格式存储和上传基数据。目前标准格式雷达基数据处于业务应用探索期,少有标准格式基数据的应用经验,且原格式雷达基数据会陆续废止,为有序衔接新旧基数据的业务应用,有必要以昆明天气雷达标准格式基数据为基础,开展基于昆明市精细化 GIS

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

云南省气象局科研项目(YZ201905)、昆明市气象局科技项目(昆气科字第 201701 号)资助

作者简介:甄廷忠,男,1986 年生,工程师,主要从事雷达探测及气象资料开发应用,Email:584381750@qq.com

收稿日期:2019 年 2 月 15 日;定稿日期:2019 年 7 月 15 日

* 通信作者,Email:522077797@qq.com

的天气雷达标准格式基数据的应用实践。

1 昆明市精细化 GIS 的实现

昆明市精细化地理信息系统(GIS)以国家地理信息公共服务平台(天地图)中的行政区划数据、Mapinfo 中的公路图层数据和云南数字乡村中乡镇、行政村、自然村数据信息为数据源,在 C# 开发环境下读取经纬度点阵数据,采用等距圆柱投影的方式,实现地理信息图层的绘制。利用控件组合与控制技术,完成透明图层的叠加控制与显示,实现放大、缩小和拖动等地理信息系统的基本功能。

1.1 GIS 数据的获取

1.1.1 省、地(州/市)、县 3 级行政区划及行政驻点数据获取

在国家地理信息公共服务平台(天地图)中打开“开发资源”—“WEB 服务 API”菜单,在新弹出的页面左侧菜单栏选择“行政区划”,会显示行政区划服

务的简介和行政区划码请求示例。天地图行政区划 API 是一类简单的 HTTP/HTTPS 接口,提供由行政区划地名、行政区划编码查询中心点、轮廓、所属上级行政区划的功能^[12],在使用行政区划服务前,需要用户注册并申请 Key。以昆明为例,获取行政区划编码的示例为“http://api.tianditu.gov.cn/administrative? postStr = { " searchWord ":" 昆明", " searchType ":" 1", " needSubInfo ":" false", " needAll ":" false", " needPolygon ":" true", " needPre ":" false"} & tk = 您的密钥”,其中“您的密钥”需要替换成为申请 Key 时提供的密钥代码,其他各项参数如表 1 所示,根据个人需求设置参数。上述示例的返回结果如图 1 所示,返回信息包含了行政区划名称、类别、经纬度点阵范围、行政驻点经纬度等信息,其他地区和县级行政区划地理信息采用同样方法获取。

表 1 天地图行政区划编码示例参数表

| 参数名 | 必选 | 类型 | 说明 | 默认值 |
|-------------|----|---------|---------------------------|-------|
| searchWord | 否 | string | 查询关键字 | 无默认值 |
| searchType | 否 | string | 查询类型(0:根据 code 查询,1:根据名称) | 0 |
| needSubInfo | 否 | boolean | 是否需要下一级信息 | false |
| needAll | 否 | boolean | 是否需要所有子节点(包括孙子节点) | false |
| needPolygon | 否 | boolean | 是否需要行政区划范围 | false |
| needPre | 否 | boolean | 是否需要上一级所有信息 | false |

```

{"returncode":"100", //返回消息, 100正常; 101没有查到结果
"data": //行政区划信息
[
  "level":11, //行政区划等级
  "nameabbreviation":"昆明", //行政区划简称
  "name":"昆明市", //行政区划名称
  "adminType":"city", //行政区划类别(省市县)
  "cityCode":"156530100", //行政区划代码
  "points":[{"region":"103.056 26.543,
            .....
            103.056 26.543"}], //行政区划范围
  "lnt":102.72072100037, //行政驻点经度
  "englishabbreviation":"Kunming", //行政区划英文简称
  "english":"Kunming Shi", //行政区划英文名称
  "bound":"102.16833899999999,26.544846999999997,
            103.668983,24.390532", //四角点坐标
  "lat":25.04130899981} //行政驻点纬度
],
"msg":"ok"}

```

图 1 天地图行政区划返回数据及注释

1.1.2 公路图层数据获取

在 Mapinfo 软件中打开“公路”图层,在菜单“表”的下拉菜单中选择“转出”,将 TAB 格式的公

路图层数据转换为 MIF 格式的公共数据,数据及注释如图 2 所示。

```

..... —▶ 文件头
Pline 56 —▶ 56个点的折线
105 24.038082
105.000001 24.03808299
..... 经纬度点阵
105.034538 24.05465301
Pen (2,2,14680176) —▶ 画笔
Line —▶ 两个点的直线
105.035062 24.05471301
105.037038 24.05514699
Pen (1,2,8421504) —▶ 画笔

```

图 2 公路图元数据及注释

1.1.3 乡镇、行政村、自然村数据获取

“云南数字乡村”项目由中共云南省委、云南省人民政府主办,云南省农业厅承办,建成连接省、市、县、乡、村的“数字乡村”服务体系,完成 1.34 万个村

委会、10 万个自然村的基础信息采集。昆明精细化 GIS 的乡镇、行政村和自然村数据由昆明市气象局通过政府途径从“云南数字乡村”项目组获取,获取的数据包含乡镇、行政村和自然村的名字、经度、纬度等数据,保存格式为 Access 数据库文件。

1.2 投影方式和坐标系转换

地理信息图像的绘制涉及到地图投影算法,等距圆柱投影是地图投影中常见方法之一,它是将地球的经纬线网格映射成平面上均匀的正方形网格,且纵横坐标分别与经度差和纬度差成正比,即球面上经纬度坐标为 λ 和 φ 的点,对应在平面上的坐标为 x 和 y ,对应关系为 $x=c\lambda$ 和 $y=c'\varphi$ ^[13]。等距圆柱投影的特点是保持经距和纬距相等,经纬线成正方形网格,沿经线方向无长度变形,适用于低纬度地区^[14]。天气雷达覆盖范围是以固定距离 R 为半径的圆,雷达图显示区域为边长为 $2R$ 的正方形区域^[15],与等距圆柱投影的特点相契合,且昆明市地处低纬高原,故采用等距圆柱投影。坐标系的转换包括在绘制地图时将经纬度坐标转换为屏幕坐标,在地图交互操作时将屏幕坐标转换成经纬度坐标,转换函数如下:

```
private Point JwdToPingMu(PointF jwd)
{
    //经纬度坐标转换为屏幕坐标
    Point PingMuPoint = new Point(0, 0);
    int zuixiao = PingMu_kuandu < PingMu_gaodu ? PingMu_kuandu : PingMu_gaodu;
    float dian_wd = (float)Jwd_gaodu / (float)zuixiao;
    float dian_jd = (float)Jwd_kuandu / (float)zuixiao;
    PingMuPoint.X = (int)((jwd.X - Jwd_zhongxin.X) / dian_jd + PingMu_kuandu / 2.0f + 0.5);
    PingMuPoint.Y = (int)(PingMu_gaodu / 2.0f - (jwd.Y - Jwd_zhongxin.Y) / dian_wd + 0.5);
    return PingMuPoint;
}

private PointF PingMuToJwd(Point PingMuPoint)
{
    //屏幕坐标转换为经纬度坐标
    PointF jwd = new PointF(0f, 0f);
    int zuixiao = PingMu_kuandu < PingMu_gaodu ? PingMu_kuandu : PingMu_gaodu;
    float dian_wd = (float)Jwd_gaodu / (float)zuixiao;
    float dian_jd = (float)Jwd_kuandu / (float)zuixiao;
    jwd.X = (PingMuPoint.X - PingMu_kuandu / 2.0f) * dian_jd + Jwd_zhongxin.X;
    jwd.Y = (PingMu_gaodu / 2.0f - PingMuPoint.Y) * dian_wd + Jwd_zhongxin.Y;
    return jwd;
}
```

1.3 GIS 图层的绘制

雷达回波图像在二维图像中以面图元的形式表现出来,为避免雷达回波图像和地理信息面图元之间的颜色冲突,地理信息图层全部绘制成线图元和点图元。

1.3.1 线图元的绘制

线图元图层包括昆明市及辖区各县市区的行政区划范围和公路图层。行政区划线图元的经纬度点阵信息存储在从国家地理信息公共服务平台(天地图)获取的文本文件中,如图 1 所示。在 C# 环境下按行读取文本文件中的信息,读取到关键词“points”时,代表读取到行政区划经纬度点阵数据范围,关键词“region”代表一个封闭区域,“region”后面的经纬度点阵数据代表此封闭区域边沿的经纬度点阵数据集合,需要读取经纬度点阵数据并转换为屏幕坐标数据,存储于队列 List<Point> PointList 内;根据配置信息内设置的行政区划显示线条样式、粗细、颜色,创建画笔,连接所有的点,即完成行政区划线图元的绘制。需要注意的是,有的行政区划有飞地,此时一个“points”内可能包含多个“region”,需要对每个“region”进行分别读取。

公路图层的 MIF 文件数据及注释如图 2 所示,文件包含文件头和数据区,数据区包含折线数据和直线数据。在 C# 环境下按行读取文本文件中的信息,读取到关键词“Pline”时,代表读取到折线数据,“Pline”后的数字代表折线顶点的数量,读取折线所有顶点的经纬度数据,转换为屏幕坐标后存储于队列 List<Point> PointList 内;读取到“Pen”关键词时,根据后续画笔参数,创建画笔,连接所有的点,即完成公路图层折线图元的绘制。读取到关键词“Line”时,代表读取到直线数据,读取后续 2 个点的经纬度,并转换为屏幕坐标,读取画笔参数,连接 2 个点,即完成公路图层直线图元的绘制。

1.3.2 点图元的绘制

点图元图层包括昆明市及辖区各县市区的行政驻点和乡镇、行政村、自然村图层。昆明市及辖区各县市区行政驻点在图 1 所示的国家地理信息公共服务平台的返回数据中,读取到“ln”关键词时表示后续浮点数据为行政驻点经度,读取到“lat”关键词时表示后续浮点数据为行政驻点纬度;将经纬度数据转换为屏幕坐标点 P ,并读取配置文件中相应行政

驻点的显示设置,在 P 处绘制相应图标和名称字符串,完成行政驻点图元的绘制。乡镇、行政村和自然村的名称和经纬度信息存储于 Access 数据文件中,将屏幕显示区范围换算成经纬度范围,采用 Access 数据库编程技术,筛选视图范围内的乡镇、行政村和自然村信息,读取其名称、经度和纬度,并绘制对应图标和名称字符串,完成乡镇、行政村和自然村点图元的绘制。

1.4 图层透明和叠加的实现

在 C# 开发环境下的客户端显示区域内放置与图层数量相等(或更多)个数的图片显示控件 pictureBox,并设置每个 pictureBox 控件的 Dock 属性为 Fill,并从底层往上依次设置上层 pictureBox 的 Parent 属性为下层 pictureBox,将各个 pictureBox 控件内显示的 image 图像绘制成无背景的透明图像,即可实现图层透明和叠加。

1.5 GIS 基础操作的实现

绘制地理信息时,首先要设置显示区域的经纬度范围和视图中心经纬度点,在鼠标滚轮滑动触发事件函数中,对显示区域经纬度范围进行一定比例增大或缩小,然后重新绘制和显示地理信息,实现地图的放大和缩小功能。在视图区域增加一个 pictureBox 控件,设置 Visible 初始属性为 false,在鼠标左键按下的事件函数中将显示区域的图像截取,并显示到 pictureBox 控件中,设置其 Visible 属性为 true,鼠标移动过程中通过移动 pictureBox 控件的位置实现视图跟随鼠标移动,放开鼠标左键时按照视图中心点的最新位置重新绘制和显示各层图像,从而实现拖动功能。通过“pictureBox. Image = bitmap”和“pictureBox. Image = null”实现图层的显示和隐藏控制。精细化 GIS 地理图层控制如图 3 所示,地理信息图层采用线图元和点图元各自分层

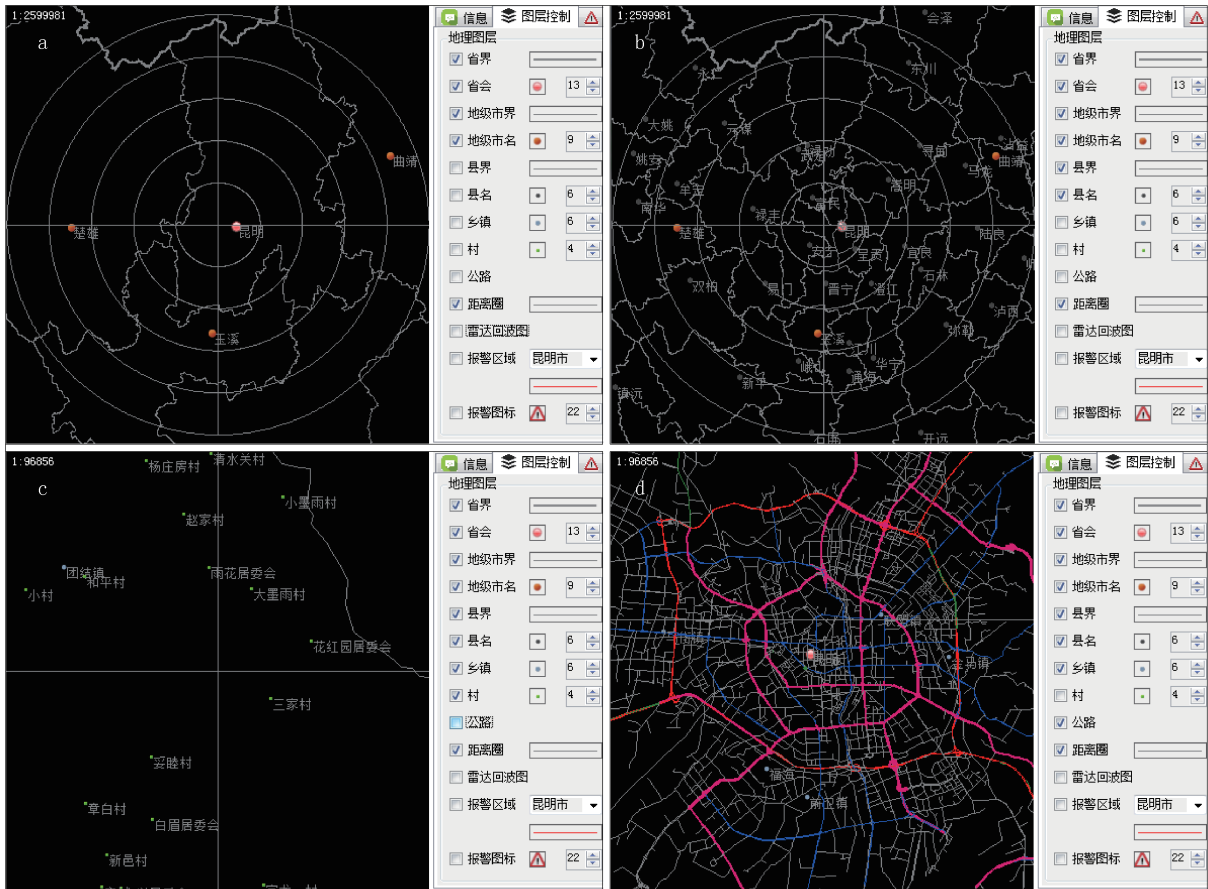


图 3 精细化 GIS 图层控制图:

(a)1 : 260 万比例尺省市两级地理图层,(b)1 : 260 万比例尺省市县三级地理图层,
(c)1 : 9.7 万比例尺显示到自然村图层,(d)1 : 9.7 万比例尺昆明市主城区公路图层

控制,线图元为省、地(州/市)、县三级行政区划边界和公路、距离圈、报警区域等图层,可以设置线图元显示线条的颜色和粗细;点图元包含省会、地(州/市)驻地、县驻地、乡镇、村五级 GIS 图层和报警图标图层,可以设置点图元显示样式和大小。图 3 中以昆明雷达距离圈为定位标志,图 3a 为 1:260 万比例尺下显示的“省界”、“省会”、“地级市界”和“地级市名”图层;图 3b 为 1:260 万比例尺下显示的“省界”、“省会”、“地级市界”、“地级市名”、“县界”和“县名”图层;图 3c 为 1:9.7 万比例尺下显示到“村”的图层;图 3d 为 1:9.7 万比例尺下昆明市主城区“公路”图层。图

层的分层显示和控制是为了在放大和缩小地图时,避免部分地理信息重叠和显示不清晰,同时给予操作人员更多的地理信息控制权限。

2 天气雷达标准格式基数据的解析和雷达图像绘制

2.1 天气雷达标准格式基数据解析

根据《天气雷达基数据标准格式(V1.0 版)》的规定,标准格式基数据分为多个区块,每个区块描述一组信息,如站点配置块用来描述雷达站的信息,包括经纬度、天线架设高度等。标准格式基数据可分为公共数据块和径向数据块两部分(表 2)。

表 2 天气雷达标准格式基数据整体结构

| 区块 | 内容 | | 字节 |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------|-------|
| 公共数据块 Common Block | GENERIC HEADER/通用头 | | 32 |
| | SITE CONFIGURATION/站点配置 | | 128 |
| | TASK CONFIGURATION/任务配置 | | 256 |
| | CUT #1 CONFIGURATION/扫描配置 #1 | | 256 |
| | ⋮ | | ⋮ |
| | CUT #N CONFIGURATION/扫描配置 #N | | 256 |
| 径向数据块 Radial Block | Radial 1 第 1 个径向 | RADIAL HEADER/径向头 | 64 |
| | | MOMENT HEADER #1/径向数据头 #1 | 32 |
| | | MOMENT DATA #1/径向数据 #1 | I |
| | | ⋮ | ⋮ |
| | MOMENT HEADER #K/径向数据头 #K | 32 | |
| | MOMENT DATA #K/径向数据 #K | I | |
| | | | |
| | Radial M 第 M 个径向 | | |

注:表中 N 表示第 N 个仰角, M 表示第 M 个径向, K 表示第 K 个数据类型, I 表示径向数据长度。

公共数据块用于提供数据站点信息、任务配置等公共信息;径向数据块用于存储天气雷达的探测资料,包括 3 个子块:径向头、径向数据头以及径向数据。标准格式中定义了各数据块的结构体,数据类型是基于 32 位操作系统的 C 语言环境来定义,基数据是在 C# 开发环境下读取,首先需要把 C 语言数据类型和结构体转换为 C# 中的数据类型和结构体。由于 C# 和 C 在计算机内存中的存储对齐方式不一样,在定义结构体时需要在结构体前加入语句“[StructLayout(LayoutKind.Sequential, Pack = n)]”(n 为 2 的整数次方,如 1、2、4、8、16 等)来规定数据存储对齐方式,选择合适的 n 值来确保结

构体的大小与《天气雷达基数据标准格式(V1.0 版)》中规定的结构体大小一致。在基数据读取过程中,根据各数据块的顺序分别读取相应结构体大小的数据记录^[16],标准格式雷达基数据按照存储结构顺序读取公共数据块、径向数据块,并按照相应的数据头、径向数据格式依次读取每一个径向的数据,直到所有径向数据读取完毕。因标准格式雷达基数据每一条径向都有专属方位角和仰角数据,且每层径向数量不一定相等,不能用数组直接存储,故需自定义数据类型 MomentData 来存储一条径向的数据,并通过 List(MomentData)来存储基数据中所有的径向数据。MomentData 径向数据中的基本反射率

强度、基本速度、基本谱宽均采用 List<short> 格式来存储, 可以按照径向数据长度自由存储数据。MomentData 径向数据存储格式如下所示:

```
public struct MomentData//定义存储一条径向数据
{
    public int yangjiaobianhao;//仰角编号
    public float yangjiao;//仰角
    public float fangweijiao;//方位角
    public short teshudata;//特殊意义的值,小于5的不应被解码
    public int offset;//数据编码偏移
    public int scale;//数据编码比例
    public List<short> r;//强度
    public List<short> v;//速度
    public List<short> cw;//谱宽
}
```

2.2 雷达图像绘制

国内专家研究了许多雷达回波图像的绘制技术,王珏等^[17]提出了屏幕坐标反查法和线段填充法,王新强等^[18]修改屏幕坐标反查法为描点填充法,提出了弧线填充法。根据各方法特点和实用性,采用描点填充法完成图像制作,并根据实际需要作了修改和完善。因各天气雷达体扫模式不一样,同一体扫中各扫描层的径向距离库数也可能不一样,为最大限度的保留雷达原始数据,以所需仰角层的雷达径向上的距离库数来确定画布大小。如雷达扫描层的径向距离库数为 k , 雷达图像覆盖区域为半径为 k 像素的圆, 则画布为这个圆所在的最小外接正方形, 即大小为 $2k \times 2k$ 的画布, 如图 4 所示。画布左上角坐标为 $(0,0)$, 横坐标 x 从左至右由 0 递增到 $2k$, 纵坐标 y 从上到下由 0 递增到 $2k$, 右下角坐标则为 $(2k,2k)$, 中心点 O 坐标为 (k,k) , 即雷达站所在位置。循环横坐标 x ($0 \leq x < 2k$) 和纵坐标 y ($0 \leq y < 2k$), 得到任意点 $P(x,y)$, 根据三角关系得到点 $P(x,y)$ 所在方位角为 $\alpha = \arcsin \frac{PA}{OP} =$

$$\arcsin \frac{x-k}{\sqrt{(x-k)^2 + (y-k)^2}}, \text{ 点 } P(x,y) \text{ 所在距离}$$

库为 $M = \sqrt{(x-k)^2 + (y-k)^2}$ 。根据雷达波束径向分辨率 J , 循环该体扫显示层各径向数据, 得到任意径向的方位角为 λ , 则该径向的覆盖范围为 $\lambda - \frac{J}{2}$ 至 $\lambda + \frac{J}{2}$; 如果 $\lambda - \frac{J}{2} \leq \alpha < \lambda + \frac{J}{2}$, 则点 $P(x,y)$ 处于该径向覆盖范围内, 在该径向数据内取显示要素的第 M ($0 \leq M < k$) 个数据, 查询中国

气象局规定的雷达图像色标值表, 采用 Bitmap. SetPixel(x,y, Color) 语句填充该颜色到点 $P(x,y)$ 。循环画布上所有点, 直至整个画布绘图完成。

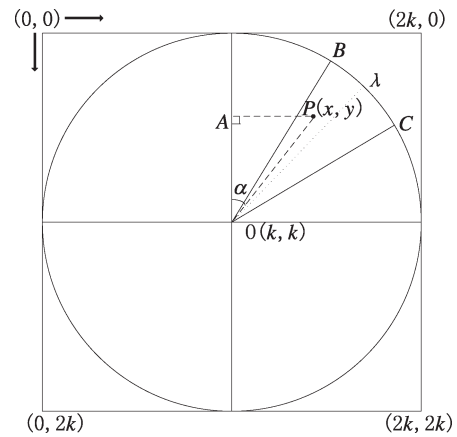


图 4 雷达回波图画布和绘制某点 P 示意

3 业务应用

3.1 早期基数据问题的发现

2018 年 9 月 22 日 17:00—22:00 受切变及辐合区影响, 昆明市区出现了短时强降水, 并伴随明显雷暴活动、局地大风等强对流天气。官渡区昆十六中自动站过程雨量为 62.5 mm, 极大风速为 17.3 m/s。2018 年 9 月 22 日 18:31 的原格式和标准格式 2 种基数据 0.5° 仰角基本反射率雷达回波(图 5), 标准格式基数据(图 5b)回波强度明显比原格式(图 5a)弱很多。2 种格式基数据在同一个软件的同一种色标体系下显示, 可以排除因数据读取和显示原因造成的误差。通过编程遍历本层所有数据值发现, 最大回波强度值相差 27 dBz。和厂家反复沟通之后, 最终确定是数据流传输软件保存标准格式基数据的时候, 有一个参数设置错误, 导致标准格式基数据反射率强度数值整体偏小, 更新数据流传输软件后解决了这个问题。

3.2 精细化 GIS 在乡村气象服务中的应用

2019 年 7 月 19 日, 嵩明、宜良交界地区伴随雷暴、大风、冰雹的飑线天气过程, 嵩明县杨林镇烤烟受灾 93.34 公顷, 造成经济损失 153.86 万元。昆明天气雷达 2019 年 7 月 19 日 15:38 比例尺为 1:10 万的组合反射率回波(图 6), 回波中心强度达到 62 dBz, 根据回波移向和移速判断, 强回波即将影响宜良县北部地区。昆明市精细化 GIS 的叠加能让业务

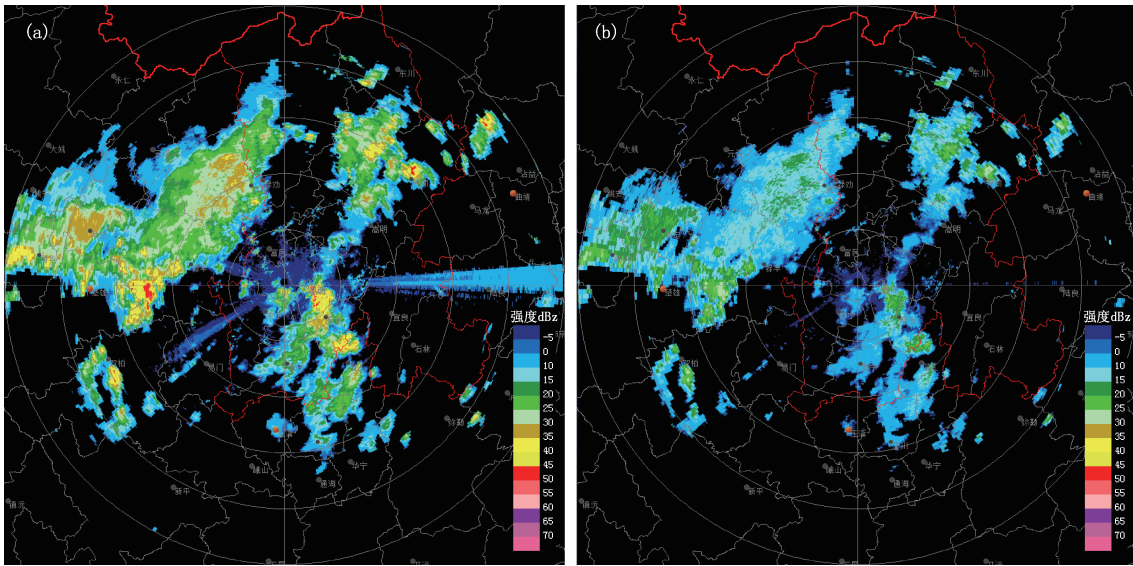


图 5 昆明 2018 年 9 月 22 日 18:31 0.5°仰角基本反射率:(a)原格式、(b)标准格式

人员快速确定回波强中心位于嵩明县杨林镇的石板沟村、麦地冲村和宜良县的黄栗坡村组成三角地带,随着飚线的继续南移,宜良县的北羊街乡、北古城镇及所属各村将会受到强回波的影响,出现雷暴、大风、冰雹等强对流天气过程,宜良县气象局据此提前发布预警信息。精细化 GIS 在乡村气象服务中的应用,主要依靠乡镇、村和公路 3 种地理信息图层,实现强回波区和 GIS 的精确匹配。

气,城区有 31 个站点降雨量超过 100 mm,最大降水为官渡区西庄 168.9 mm,强降雨造成主城区 68 个点(片)出现不同程度的内涝淹积水,给市民生产生活及出行带来了严重影响。昆明主城区降雨最强时段为 20 日 02:00—06:00,昆明天气雷达 7 月 20 日 02:20 比例尺为 1:5.7 万的组合反射率回波(图 7)所示,本次天气过程首先影响到昆明主城区西部,叠加“公路”图层后,可以清楚的看出,昆明市青年路以西的城区区域和三环外东南部区域处于 35~60 dBz 的强回波区域,正在下大到暴雨;昆明市青年路

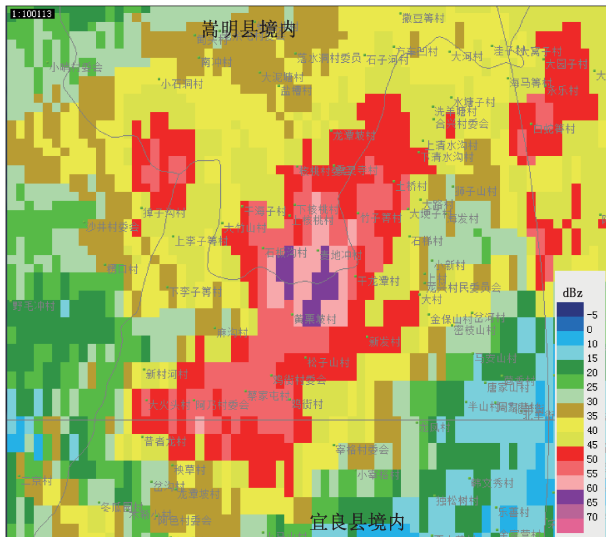


图 6 昆明 2019 年 7 月 19 日 15:38 组合反射率

3.3 精细化 GIS 在城区气象服务中的应用

2019 年 7 月 19 日 07:00 至 20 日 07:00,受低涡切变影响,昆明出现大到暴雨和局部大暴雨的天

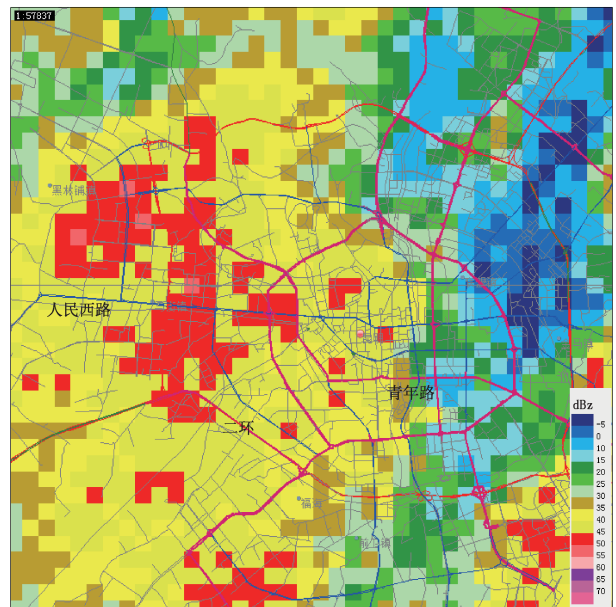


图 7 昆明 2019 年 7 月 20 日 02:20 组合反射率

以东、二环东路以西及东北三环区域雨势较小。根据强回波的分布、移向、移速等情况,昆明市气象台先后发布暴雨蓝色、黄色、橙色、红色预警,并实时向市政府防汛办、市应急办、市交警、市排水公司等报送雨情和精细化短临预报信息。昆明市精细化 GIS 的公路图层可以确定雷达回波的精细化分布情况,各单位可据此抽调全市资源集中应对强回波区域的城市内涝、交通拥堵等防汛应急抢险工作。

4 结论

以国家地理信息公共服务平台(天地图)、云南数字乡村、Mapinfo 公共数据资源接口为数据源,在 C# 开发环境下利用控件组合与控制技术,采用等距圆柱投影的方式实现了精细到乡镇、公路、行政村、自然村的昆明市精细化地理信息系统(GIS),解决了基层气象部门缺乏自主知识产权的精细化 GIS 的难题。昆明市精细化 GIS 的优点是数据精细、种类齐全、覆盖面广、满足气象部门特殊需求等,缺点是作为数据源的云南数字乡村近几年数据更新滞后,造成乡镇、行政村和自然村数据较老旧;公路图层也是几年前的数据,也存在数据老旧的问题。

本文以昆明市精细化 GIS 为基础,以天气雷达标准格式基数据为研究对象,说明了标准格式基数据的解析、成图过程及注意事项,完成了雷达回波图与昆明市精细化 GIS 的精确匹配,在全国范围内较早实现了天气雷达标准格式基数据在基层气象部门的业务应用。在业务应用过程中,发现了 CC 天气雷达标准格式早期基数据存在回波强度严重减弱的问题,在与雷达厂家反复沟通后,雷达厂家确认是早期版本的雷达数据流传输软件存在 BUG,并在新版本软件中解决了此问题;昆明市精细化 GIS 的乡镇、村(行政村和自然村)和公路图层与昆明天气雷达图像的融合应用,在乡村和城区气象服务中可以精确定位雷达强回波区,提高了强天气精细化预警和短时临近精细化预报的能力,对气象部门精细化气象服务具有指导作用,对各级政府防范冰雹、暴

雨、泥石流、城市内涝和交通拥堵等防汛应急抢险工作的人员调动和工作部署具有积极作用。

参考文献

- [1] 张沛源,杨洪平,胡绍萍. 新一代天气雷达在临近预报和灾害性天气警报中的应用[J]. 气象,2008,34(1):3-11.
- [2] 李强,何遂,吉莉,等. 基于 GIS 的小区域气象灾害精细化预警系统[J]. 气象科技,2014,42(1):89-93.
- [3] 王立华,赵建新. SMS 在新一代天气雷达运行状态监视报警中的应用[J]. 气象科技,2009,37(5):638-640.
- [4] 毛飞,李建明,金龙,等. 新一代天气雷达远程视频监控保障系统设计及实现[J]. 气象科技,2017,45(1):63-66.
- [5] 甘传辉. 雷电监测预警及戒备服务系统的研究[D]. 南京:南京信息工程大学,2018.
- [6] 施益强,吴丽娜,吴陈锋. 基于 GIS 的雷达数据三维可视化与预警系统设计及实现[J]. 国土资源遥感,2013,25(1):171-175.
- [7] 江峰. 基于 GIS 的雷达回波图系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2014.
- [8] 李赞. 基于 GIS 的新一代天气雷达组网拼图研究[D]. 成都:电子科技大学,2014.
- [9] 熊文兵,孙莹,王艳兰,等. 基于 GIS 技术和天气雷达的短临预警平台研究[J]. 遥感技术与应用,2012,27(3):472-478.
- [10] 段蕾,戴伟. 利用 ArcGIS 开发雷达地理信息系统[J]. 现代雷达,2006(11):51-53.
- [11] 刘俊,黄兴友,周红根,等. 基于 NetCDF 的国产新型气象雷达基数据通用编码试验[J]. 气象科技,2016,44(2):171-176.
- [12] 王斌. 中国地质钻孔数据库建设及其在地质矿产勘查中的应用[D]. 北京:中国地质大学,2018.
- [13] 王怀晖. 三维电子地图生成技术的研究与实现[D]. 长沙:国防科学技术大学,2009.
- [14] 王静. 远紫外遥感电离层关键参量的反演技术研究[D]. 北京:北京理工大学,2015.
- [15] 代海鹏. 船舶导航雷达显控软件设计与实现[D]. 重庆:重庆邮电大学,2016.
- [16] 李云春. CCJ 天气雷达基数据文件结构及读取[J]. 青海气象,2017(4):53-56.
- [17] 王珏,杨洪平. 新一代天气雷达资料图像产品的生成方法[J]. 成都信息工程学院学报,2004(4):569-572.
- [18] 王新强,倪青汉,童章志,等. 新一代天气雷达基数据的 3 种内插填充方法[J]. 气象科技,2007,35(增刊):61-64.

Application of Weather Radar Standard-Format Base Data Based on Fined GIS in Kunming

ZHEN Tingzhong JIANG Long DUAN Yannan WANG Fei

(Kunming Meteorological Service, Kunming 650501)

Abstract: Based on the National Platform for Common Geospatial Information Services, the Yunnan Digital Country Project and the Mapinfo Public Data as data sources, the Kunming Fine Geographic Information System (GIS) is developed independently as fined as a town, highway, administrative village and natural village under the C# development environment, which solves the problem of lacking the fined GIS data in the base-level meteorological services. This paper introduces the parsing and mapping processes of the standard-format base data and precautions, and realizes the operational application of the standard-format base data of weather radar in the base-level meteorological service in China. During the operational application, it is founded that the echo intensity of the standard-format early base data from CC weather radar is seriously weakened; the fusion application of the Kunming Fined GIS and Kunming weather radar echo images can accurately locate the strong radar echo area, which can guide the refined meteorological service, and improve the capability of fine weather warning, short-term and near-refined forecasting and nowcasting and disaster prevention and mitigation.

Keywords: refined GIS; weather radar; standard-format base data