

气象雷达拼图在航空管制中的运用

Weather Radar Mosaic in the Use of the Air Traffic Control

郭炜峻 陈绍伟

(中国民用航空厦门空中交通管理站, 厦门市, 福建省, 361006)

摘要: 为加强对大范围强对流天气的监视能力, 提高航空飞行安全的保障能力, 本文尝试讨论应用于航空管制的气象雷达拼图方法, 向管制员开发拼图系统。

关键词: 气象雷达 拼图 航空管制

1. 引言

如何帮助管制部门和航空公司实现飞行的安全、快捷, 是航空气象服务的主要任务。随着飞行量的快速增长, 强对流云活动对飞行的影响越来越大, 如何在强对流云影响时, 在保证飞行活动安全的同时提高空域的利用效率, 是困扰管制部门和航空公司的一个难题。强对流云活动经常伴随雷电、强降水、微下击暴流、冰雹、龙卷、积冰、颠簸等危险天气, 它们对航空安全威胁很大, 经常导致大量航班的绕飞、返航或延误。在没有辅助工具的情况下, 管制员仅凭机组的飞机报告, 是很难掌握雷雨的分布情况的, 因此管制部门希望能及时获取气象雷达资料, 以便于更为直观地观察和监视危险天气的所在区域, 及时调度飞机避让。因此加强对强流云的监视和预警, 对保障航空飞行安全、增强流量管理效能都有积极的意义。

早期对大面积区域强对流监视主要依赖卫星云图, 但其时间间隔长, 空间分辨率较低, 且高云对中低云有显著的遮挡作用, 因此逐渐被时空分辨率更好的气象雷达资料所取代。单部雷达探测范围有限, 大范围的监视需要多部雷达共同协作, 但每部雷达资料又都是相互独立的, 为实现综合利用多部雷达资料, 雷达拼图技术得到发展。

美国从下一代雷达(NEXRAD)布网成功就开始全国范围的拼图试验, 国内地方气象系统近些年也做了许多有益的研究, 而国内民航系统这方面的应用还较少, 因此我们尝试将气象雷达拼图应用于航空管制方面做一些初步摸索。

2. 资料介绍

国内民航系统仅部分机场安装气象雷达, 不能连接成片, 雷达型号参差不齐, 技术参数差异较大, 拼图存在一些技术难题。因此我们选用中国气象局已经布网的新一代雷达(CINRAD)WSR-98D资料, 参数一致性较好。由于位于沿海地区, 主要以SA型为主, 少量SC型。受资料来源和传输限制, 无法使用基数据, 因此本文都使用产品数据。

基本反射率(R)资料仅表示某一层面的回波情况, 资料垂直代表性不够; 随离雷达距离的变化其高度也在变化, 拼图是在一个高度起伏不定的曲面上; 多部雷达在同一地点上探测的高度不同, 资料缺乏可比性; 拼接区容易出现断层或不连续情况。

使用组合反射率(CR)的资料进行拼图, 可以有效解决上述问题, 但也带来一个难以克服的问题, 即底层地物杂波、山体回波和中高层旁瓣假回波的干扰。因此需要进行分别处理, 即对干扰不太敏感且范围较大的区域管制中, 使用多部雷达组合反射率进行拼图; 在靠近雷达中心且干扰显著区域, 对干扰敏感且范围较小的塔台管制和进近管制中, 则使用单部雷达中干扰抑制最好的1.5度仰角基本反射率进行补充。

3. 系统设计开发

3.1 系统拓扑结构图

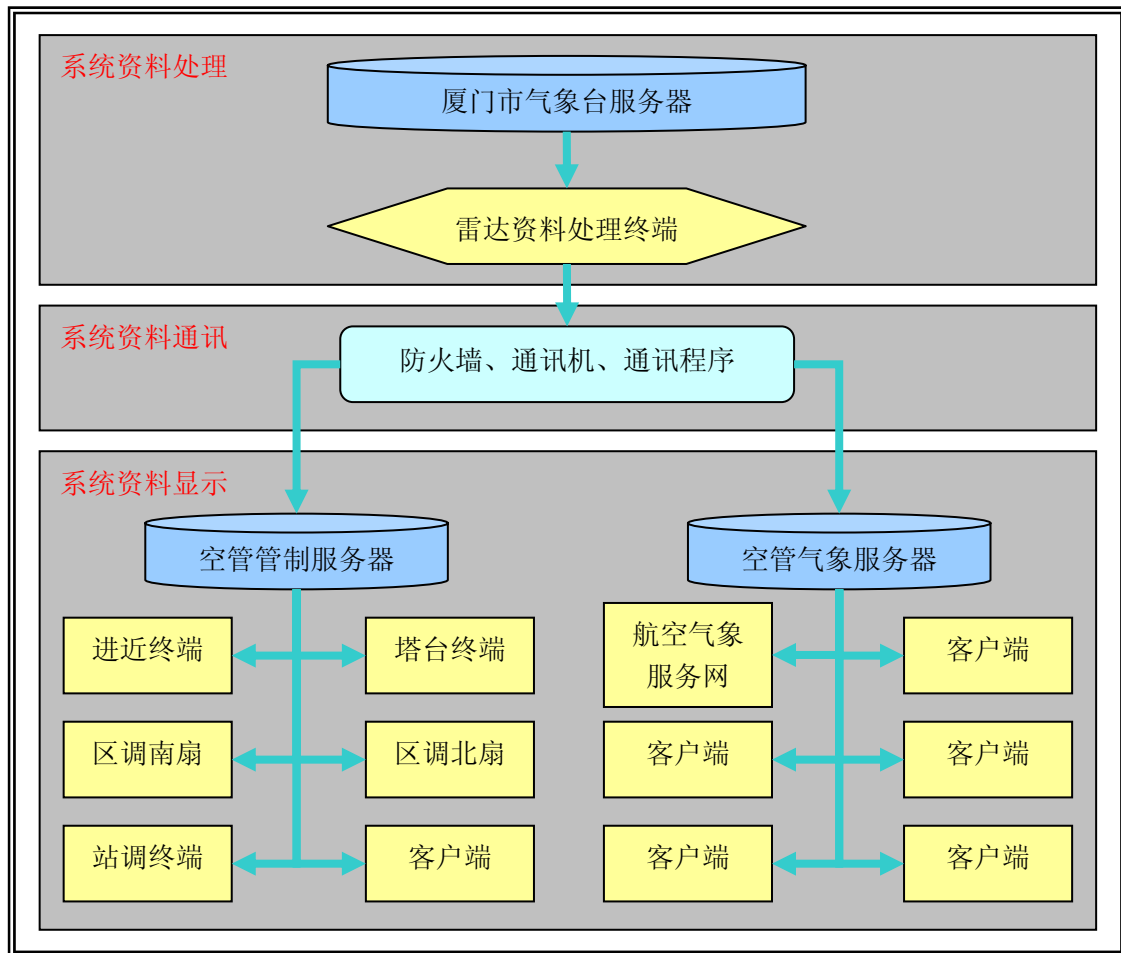


图 1 系统拓扑结构图

3.2 系统资料处理

3.2.1 资料选取传输

运用 Visual C#语言编写通讯程序，从市气象台服务器的雷达原始资料中筛选需要的资料，实时通过共享目录传输到资料处理终端，提供给雷达数据拼图程序使用。

3.2.2 雷达数据拼图

<1>预处理：首先分别选出八部雷达的最新资料；为保证拼图资料误差较小，必须进行时间差判别，对于比最新资料的时间晚 15 分钟以上的资料予以剔除。

<2>重复判别：预处理后保留下来的文件与上次参与拼图的资料进行比较，若完全相同就停止处理，避免重复计算；若不同，就进入下一步。

<3>解码解压：敏视达雷达产品资料是一种独特的二进制文件，为了减少文件存储的容积和传输的数据量，采用了半字节（Halfwords）编码和RLE（Run Length in Radial Encoded）压缩技术。因此使用前必须进行解码、解压。

<4>雷达拼图：由于单部雷达的探测范围和探测仰角的局限性，因此要监视整个福建管制区，必须将八部雷达资料有效的拼合，覆盖整个管制区。首先将8部雷达资料转换到统一坐标系统上；由于拼图使用37类组合反射率产品，因此在同一点上采用最高原则（取多部雷达中反射率最强的）。

<5>回波过滤：由于雷达回波中存在大量地物杂波，并且回波层次多画面杂乱，影响到管制的监视。因此采用滤去较弱的地物杂波和降水回波，并将原图的15个回波层次简化为4个层次，使危险天气区域的显示简洁明了。

<6>位图输出：在拼合后的福建全区图中分别切割出北扇区、南扇区以及进近区；为保

证图形不失真，采用整倍数放大缩小，扇区、进近区分别可以选择进行 2 倍和 4 倍放大。最后分别输出滤波和不滤波的福建全区、北扇区、南扇区、进近区共 8 张位图供用户选择使用。

3.3 系统资料通讯

系统的资料传输涉及了三个网段，分别是市气象台网段，空管气象台网段，空管管制运行网段。通讯机根据民航网络安全管理规定通过防火墙和三个网段连接，并通过通讯机上运行的通讯程序来完成系统的数据交换。

3.3.1 防火墙

通过地址解析实现不断网段之间的点对点连接，并通过权限设置来复合网络安全的规定。

3.3.2 通讯程序

用 Visual C#语言编写通讯程序，在通讯机上运行，将资料处理终端拼好的雷达拼图分发到空管管制服务器和空管气象服务器，并将部分资料录入厦门航空气象服务网数据库。

3.4 系统资料显示

3.4.1 显示软件

由于终端软件的基本目的是向用户显示图象资料，因此，在运用 C#语言进行编写时，大量使用了 GDI+编程技术。

从本质上来看，GDI+为开发者提供了一组实现与各种设备(例如监视器，打印机及其它具有图形化能力但不及涉及这些图形细节的设备)进行交互的库函数。GDI+的本质在于，它能够替代开发人员实现与例如显示器以及其它外设的交互；而从开发者角度来看，要实现与这些设备的直接交互却是一项艰巨的任务。GDI+在开发人员与上述设备之间起着重要的中介作用。简而言之，GDI+把设备独立的调用转换成了一个设备可理解的形式或者实现相反方向的转换。

首先利用文件夹扫描，实现图片的自动更新，从而达到监视的目的。然后，使用图片叠加技术，实现地图，航线，报告点等资料的图形叠加，从而使雷达图像更加直观易懂。同时利用 GDI+类函数的特性，实现动画、区域切换、要素选择等各项功能。

3.4.2 底图资料

<1>地图信息底图

由于地图原始数据涉及版权问题，难以直接获取，因此采用了一些图形处理技术，解决地图问题。首先按照敏视达产品编码格式，生成无回波空图；打开空图放大到 1024X1024 后叠加所需地图，调整到所需区域存为位图；再生成一张有精确中心位置的小图，根据图像相似性搜索定位大图；按成品图区域切割出 1000X960 像素图；转为 GIF 图形后透明化底色生成地图文件。

<2>航路信息底图

把航路信息包括航线信息和空中报告点信息，类似地图底图信息的方式，再转为 GIF 图形后透明化底色生成航线信息底图和报告点信息底图。

4. 系统功能介绍

本系统主要有回波过滤、功能底图叠加、区域设定和扩展功能。

4.1 回波过滤

去除地物回波，并简化回波层次，方便管制员使用。(图 2、图 3)

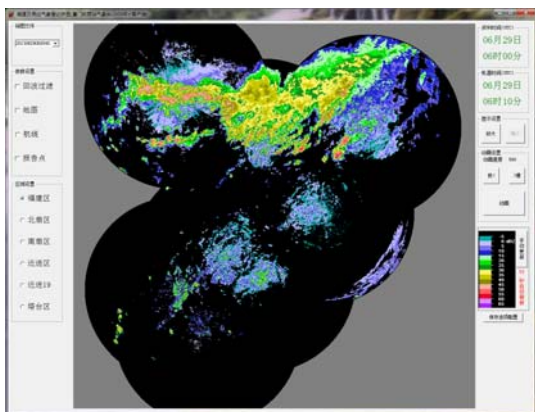


图 2 原始回波

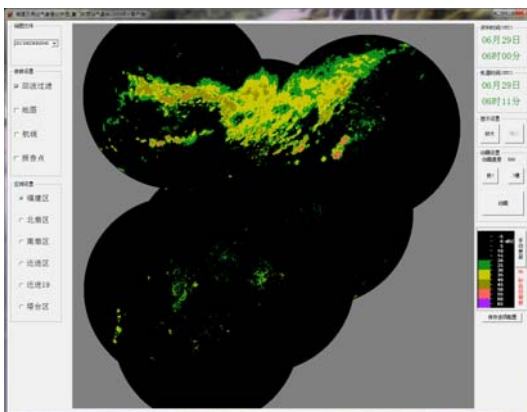


图 3 回波过滤后

4.2 功能底图叠加

系统提供地形、航线、报告点三类底图，用户可以自由选择叠加的种类的数量。（图 4-图 7）

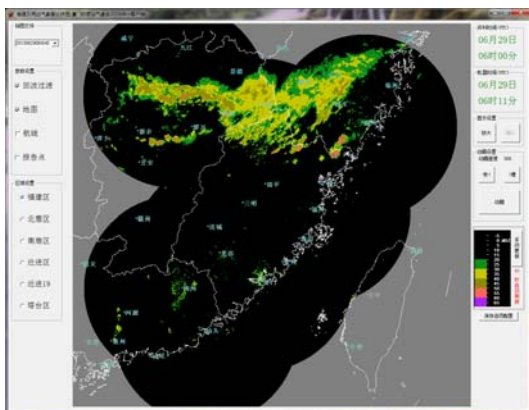


图 4 叠加地形

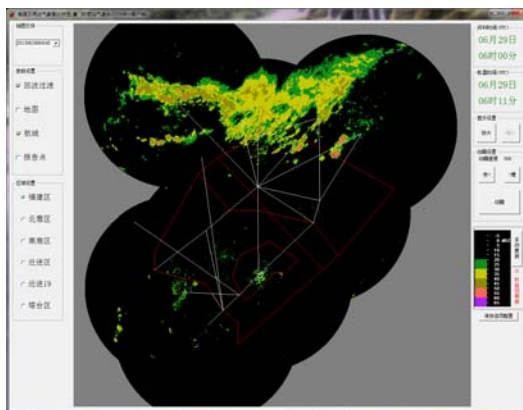


图 5 叠加航线

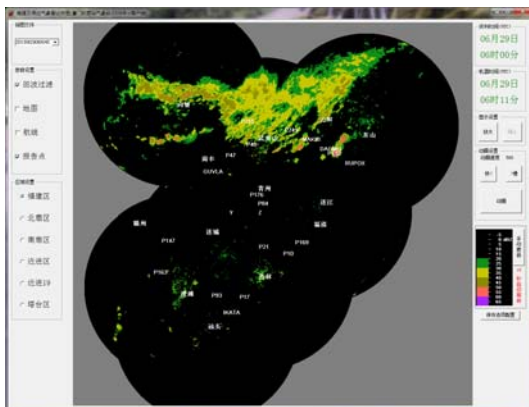


图 6 叠加报告点

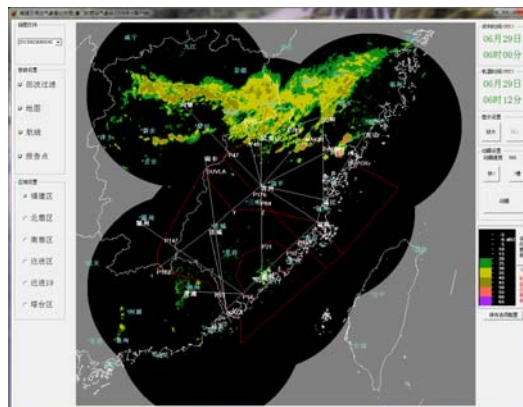


图 7 多重叠加

4.3 区域设定

根据管制人员的不同岗位所负责的区域进行范围选择，针对用户的具体需求。

4.3.1 全区（拼图中所有雷达覆盖范围）（图 8）

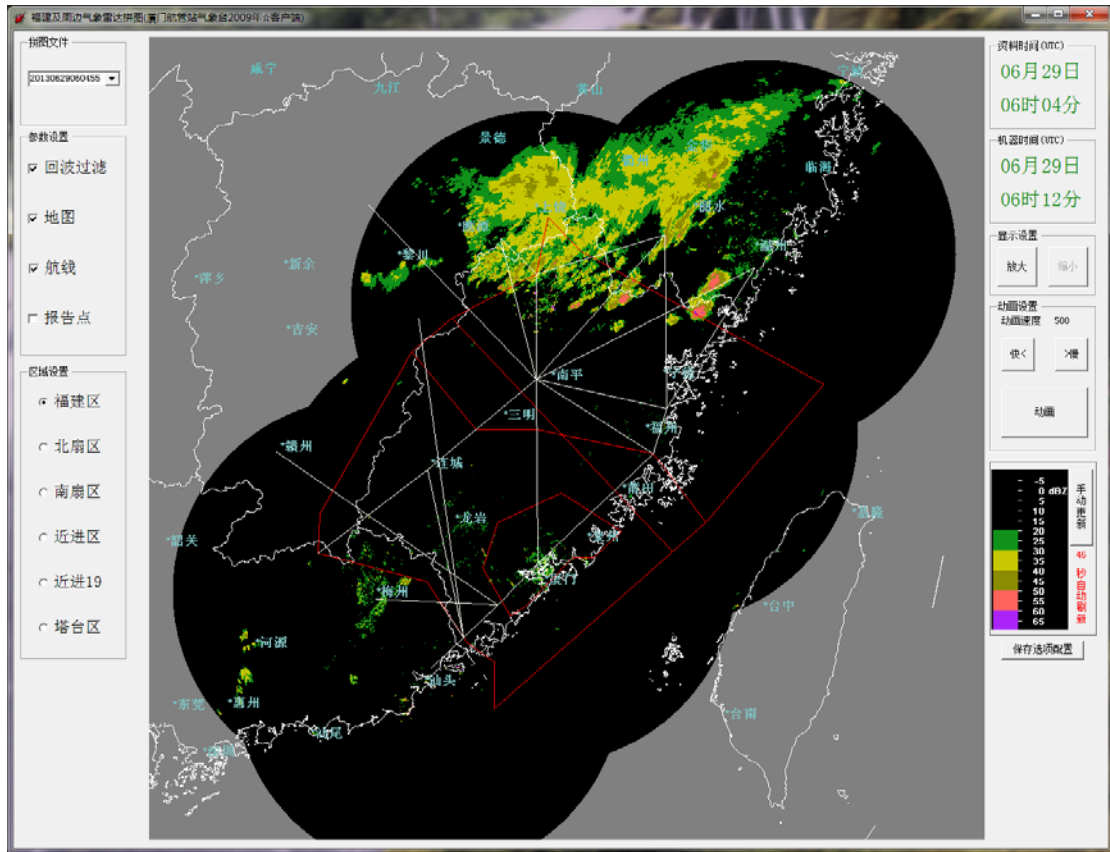


图 8 全部区域

4.3.2 区域管制室（分为南、北扇区）（图 9、图 10）

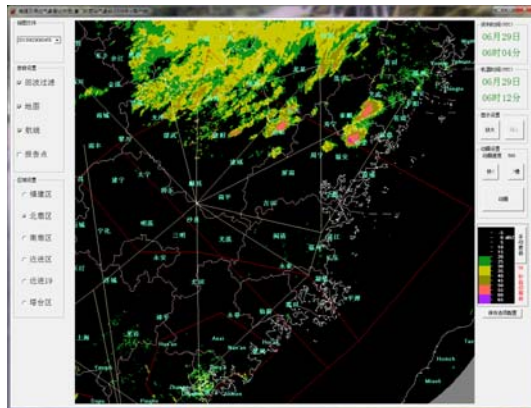


图 9 区调北扇区

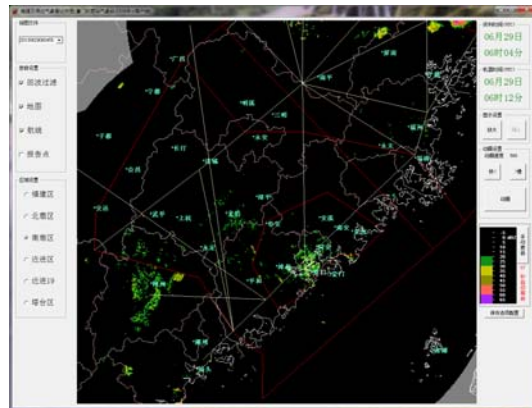


图 10 区调南扇区

4.3.3 进近管制室（分组合反射率拼图和基础反射率拼图）（图 11、图 12）

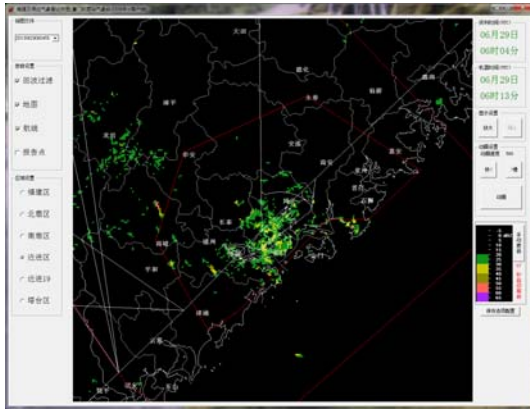


图 11 进近区组合反射率拼图

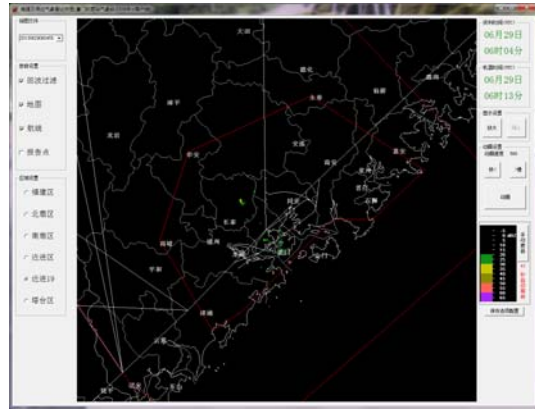


图 12 进近区基本反射率拼图

4.3.4 塔台管制室 (图 13)

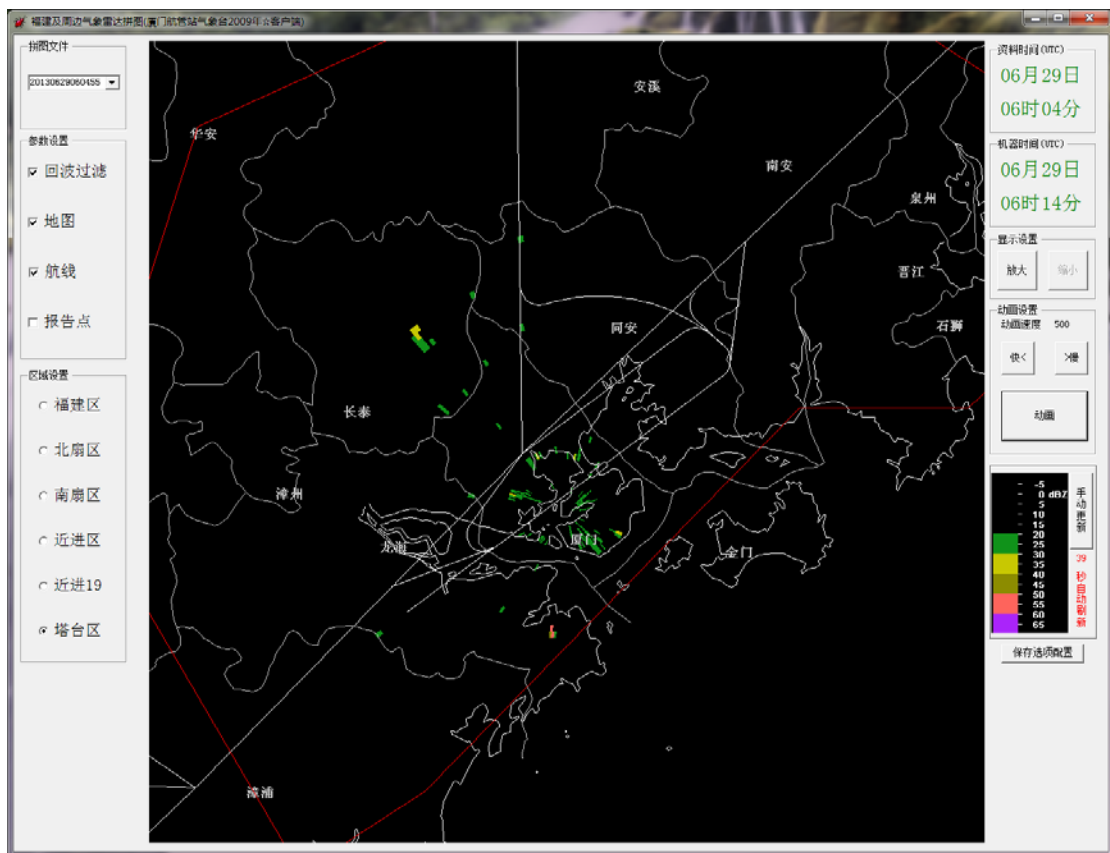


图 13 塔台管制区

4.4 扩展功能

4.4.1 资料时效校对

监视资料的时间,在考虑系统延迟等合理情况后,设定当最新的资料生成时间早于现实时间半小时,认为资料已无参考价值,判断为资料不正常情况,通过软件背景颜色闪烁提醒管制人员注意资料的有效性。

4.4.2 自动更新功能

每分钟自动检索服务器数据源,并自动显示最新资料,方便系统运行于管制的监控系统中,不用人工干预。

4.4.3 图像扩展功能

系统支持图形显示软件基本的放大缩小和动画功能。

4.4.4 本地配置功能

客户端软件统一开发，不同岗位日常在运行客户端软件时默认的配置均不一样，包括参数设置和区域设置。本地配置功能可以将这些配置保存在客户端本地，每次重新运行客户端软件，均按照本地默认配置的选择显示图形资料。

4.4.5 整合进气象网站

通过通讯机将拼图资料入到航空气象服务网数据库，给要求较低的用户提供方便服务。（图 14）

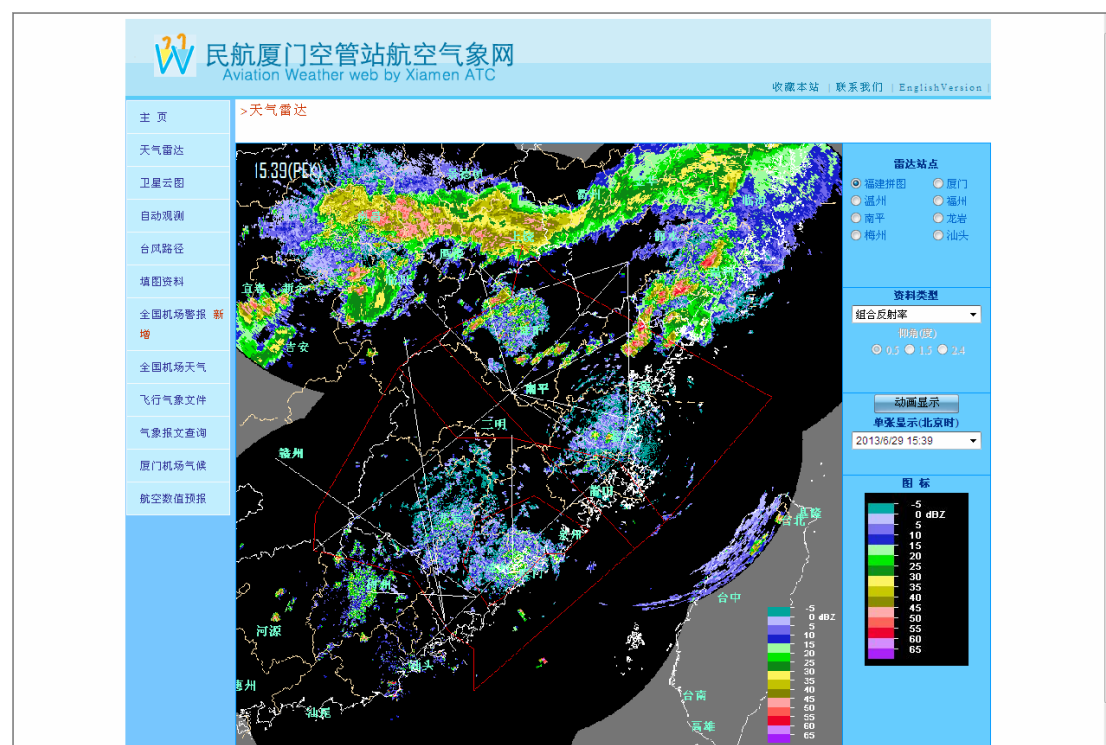


图 14 塔台管制区

5. 结论和讨论

- 5.1 实际应用中，系统增加管制员在复杂天气中对危险天气的地理判断。
- 5.2 气象人员、航空管制员和机组人员通过系统产生可以更有效的进行情报交流，增强工作安全保障。
- 5.3 使用组合反射率资料进行雷达拼图具有更好的垂直代表性，拼接区较为连续。
- 5.4 多部雷达拼接，资料互补，即时缺失少量雷达资料也能较客观的体现出天气情况。
- 5.5 通过回波过滤有效减少地物杂波的，减少管制员的误判。
- 5.6 拼图覆盖范围大，对于影响范围较大的强对流云表现更好，避免了单部雷达“管中窥豹”的缺点，便于管制员的天气形式的把握。
- 5.7 对资料的有效性进行判断，防止错误资料的错误引导。
- 5.8 受客观因素影响，雷达资料滞后时间略长，有待改进。

参考文献

- [1] 孟昭林 CINRAD/SABuild10 新一代天气雷达软件系统的开发研制 气象科技 2005 年 5 期
- [2] 晋立军 强对流天气在敏视达气象应用软件包中的应用 山西气象 2005 年 2 期