

TBB 资料的处理及应用

傅曷珊¹ 岳艳霞² 李国翠¹

(1. 河北省石家庄市气象台, 050081; 2. 兰州大学)

提 要: 在汛期的短时预报工作中, 常规资料从时间分辨率和空间分辨率都不能满足短时预报, 尤其是灾害性天气的临近预警的需求。TBB 资料以其高时空分辨率能够很好地反映强天气系统的发生、发展和消亡, 尤其能定量指示对流云的发展高度, 通过分析 TBB 资料, 找出了可以进行强对流天气临近预警的关键区和关键指标, 尤其当亮温在 $-63^{\circ}\text{C}\sim-80^{\circ}\text{C}$ 时对暴雨的产生有很好的指示作用, 强对流的面积和层次的变化对暴雨也有很好的指示作用, 不但可以大大降低灾害性天气的漏报率, 也在短时预报的精细化和准确率上有明显提高。同时, 还提供了 TBB 资料处理和实时显示系统, 处理部分包括用 MATLAB 编程将 9210 下传的每小时 1 次的 TBB 资料转换成图像文件, 实时显示系统具有动画、统计和单点显示等功能。

关键词: TBB 强对流 预警 显示系统

TBB Data Processing and Application

Fu Bingshan¹ Yue Yanxia² Li Guocui¹

(1. Shijiazhuang Meteorology Office, Hebei Province 050081; 2. Lanzhou University)

Abstract: The data of TBB has high temporal-special resolution. And it can describe how the heavy convective cloud generates, develops and dissipates, especially TBB can be used to determine the top height of convective cloud. Based on the hourly data of TBB obtained from CMA, the key areas for severe convective weather warning and the key indicator for nowcasting of heavy convective system are found. In addition, the displaying system of TBB, which consists of the functions such as animation, statistics and point displaying, is set up.

Key Words: TBB processing heavy convective system nowcasting

引言

气象卫星红外通道的观测值,是云顶和无云或少云区地球表面向太空发射的辐射。通常将它以相当黑体温度(Black Body Temperature,缩写为 TBB)来表示,并且称之为“亮度温度”或者“亮温”。TBB 资料可以揭示出云的存在和云所处演变阶段中的一些显著特征。TBB 是形成云图的原始基础资料,云图上形象直观地展示出了从行星尺度到天气尺度,以及从中尺度到雷暴尺度等各种不同天气系统的云系和云型诸多特征,从而可以推论发生在大气中的动力和热力过程,在短期、短时及临近天气分析和预报中发挥重要作用^[1]。用时空分辨率高的静止卫星资料,尤其亮温资料不仅可以观测大范围云系分布,而且可以观测中小尺度云系的发生发展、成熟和消散演变的全过程。王小兰等^[2]在对流降水云辐射特性方面进行了研究,指出亮温的极低值并不对应冰晶和雪含量的最高值,与降水强度的最大值区在位置上也有一定的偏差。本文结合 9210 下传的 TBB 资料的应用,给出解读的格式和台站业务应用的方法。

1 资料处理

1.1 资料解读

TBB 资料目前 9210 下传的是风云 2 号 C 星的产品,由 9210 提供的程序可以解读成 MICAPS 第 4 类格式,也可以用 FORTRAN、VC++ 等编程语言,将二进制文件解读成所需要的文本,用 MATLAB 等编程语言将数据文件绘成图像文件。亮温数据计量单位是华氏温度,该研究根据需要已经转换成摄氏温度。

1.2 将数据文件转换成图像文件

为了更加直观地表示天气系统的变化,本研究用 MATLAB 编程语言将亮温场的数据资料绘制成图像,用不同的颜色表示不同的亮温,以达到视觉上层次很清楚,当有对流云发展时,根据颜色梯度可以很清楚的判断对流云的高度及面积,每小时一次的亮温资料可以动态的反映云的发生、发展和消亡。MATLAB 绘图时设了 6 个层次,见图 1,可以清楚地看到,图中有 4 个很强的中尺度对流云团在发展,而且云顶亮温已达到 -80°C 以上,说明对流云的高度已穿透对流层顶,冷暖色调的分界线很清楚,这代表着冷暖空气的交接面,而对流云团发生在交接面附近也是与天气学的锋面附近容易出现对流是一致的。冷色调后倾,说明对流云随着高度的增加是后倾的。

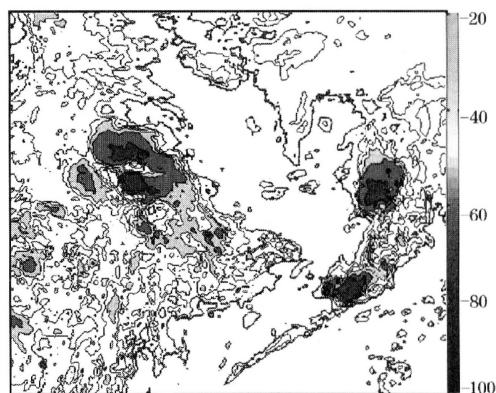


图1 TBB 数据文件转换成图像
深色为亮温低值,浅色为亮温高值

1.3 降水强度和亮温的关系

通过分析 1 小时降水量与所在地区对应的亮温的关系分析得知,如果是层积云降水,往往云顶不一定很高,也就是云顶亮温不一定很低,但当水汽充足时也可以产生很

强的降水。如果是强对流天气发展,云顶亮温一般在 -60°C 以下,有时能达到 -100°C 以下,云顶温度越低说明云顶越高,对流越旺盛。据统计,87.3%以上的暴雨发生在一 $63\sim-80^{\circ}\text{C}$ 的云顶亮温区域,强降雨区总是位于云团东南侧,云团前进的方向,而云团后部降雨较小^[3]。另外判断降水强度的大小还要配合水汽输送和辐合情况,而降水强度越强可能导致的地质灾害可能性越大。为了最大限度发挥亮温场的作用,及时进行强对流天气预警,本研究针对石家庄市选定了东西南北四个关键区作为强对流天气的预警的关键区,见图2。当某一关键区出现 -60°C 的亮温时,或者当区内1小时内亮温的变化超过 -20°C 时,则以声音报警的形式给预报员提示这一方向的强对流警示,提醒预报员查阅雷达资料、自动站资料以及相关的资料,最大限度延长灾害性天气警报的时效,将强对流漏报率降低到最低。

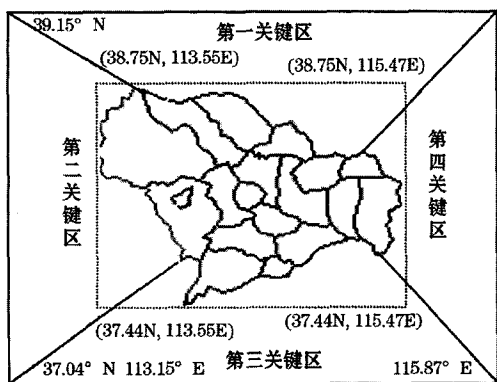


图2 石家庄强对流天气警示的四个关键区

2 亮温资料及其它资料在短时预报中的应用

当某一方向警示有强对流天气时,预报员需要进一步查阅其它资料,以确认未来短时间内强天气的发生地,2003年石家庄市

还没有业务运行多普勒雷达,只有713雷达,本研究只结合713雷达和自动站的资料分析了2003年7月30日石家庄的区域暴雨,根据上述指标设置报警程序,15时第二关键区内有 -60°C 的亮温生成,机器自动给出声音报警并提示预报员在第二关键区有新的对流发生,请参考更多的资料判断系统的发生发展。16时亮温场再次声音报警,提示第二和第三关键区均有对流加强,预报员进一步分析河北省中南部每小时一次的自动站资料。图3给出了15时和16时的地面自动站资料计算的假相当位温分布图,由图3可见在石家庄东部、衡水西部到邢台、邯郸一带有一能量高值区,并且从风场看(图4)配合高值区有风切变,这预示着在石家庄的东南部、衡水西部、邢台北部将有强辐合,也就是对流在这里可能要加强。结果看来,从19时38分的713雷达图上反映,对应上述区域有一条新生的不稳定云带发展。图5给出了30日20时和22时亮温图,由图可见,在石家庄东南部有一中尺度云团发展,图像颜色层次分明,表示对流很强盛,实况表明,石家庄东部县(市)出现了短时间的暴雨天气,其中辛集观测站1小时降水量最大为43mm,6小时总降水量达到了110mm。

2004年7月12日17时30分到19时30分左右,一强雷暴云团自西向东横扫上海,申城狂风大作、暴雨如注。图6给出了7月12日14~19时的亮温场图。由图6可见,12日上午08时在我国东部地区就已经存在一条南北向的对流云带,它是副热带高压边缘的西南暖湿气流和西来槽携带的冷空气接壤形成的,随着高空槽的东移,副高边缘的对流云带不断发展东移,云顶温度最低值在 -80°C 以下,说明云顶很高,对流很强盛,已穿透对流层顶。17时移入上海,造成2004年很有名的“7.12”上海大暴雨。

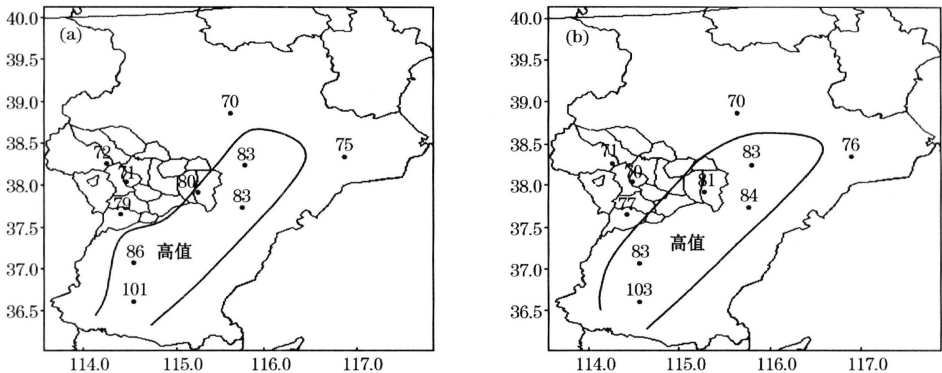


图 3 2003 年 7 月 30 日 15: 00 (a)、16: 00 (b) 地面假相当位温 ($^{\circ}\text{C}$) 分布情况 (实线内为高值区)

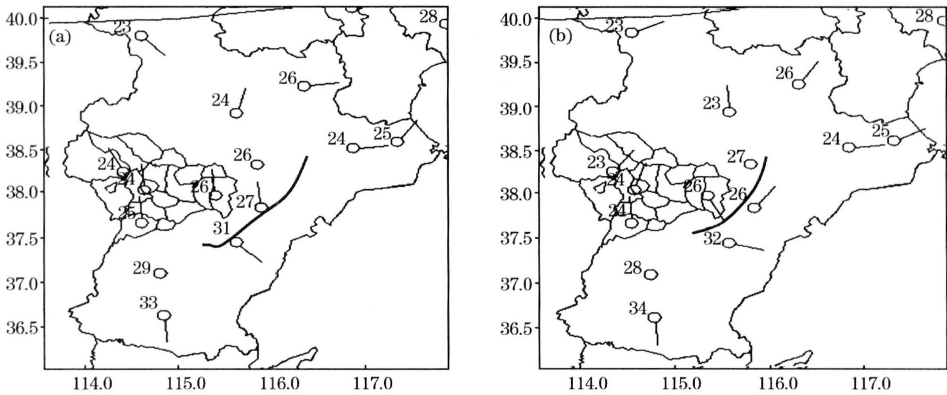


图 4 2003 年 7 月 30 日 15: 00 (a)、16: 00 (b) 地面风场 (实线为风切变)

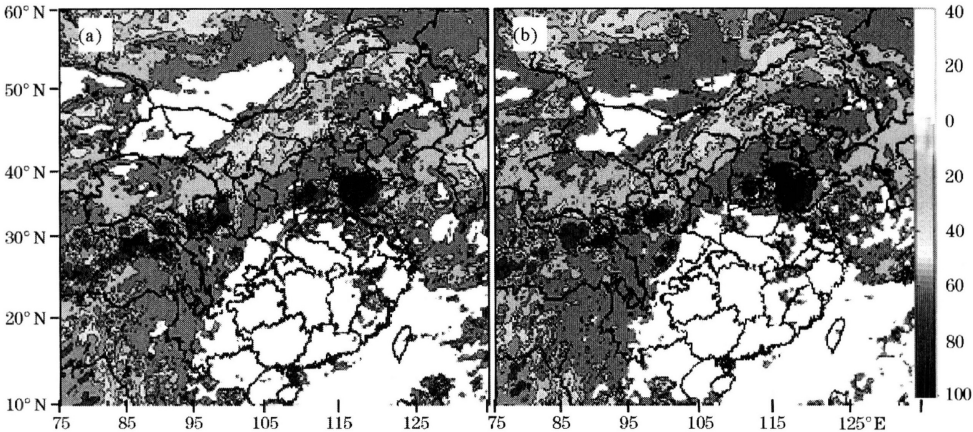


图 5 2003 年 7 月 30 日 20 时 (a)、22 时 (b) 亮温场图

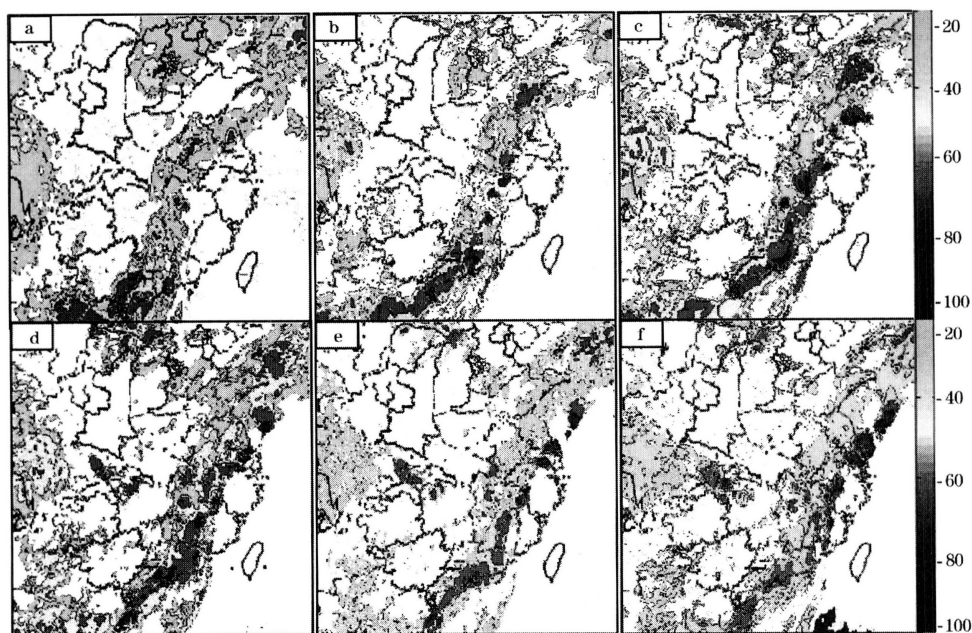


图6 (a) ~ (f) 分别为2004年7月12日08、13、15、17、18、19时亮温场图

3 亮温场实时显示系统

为了预报员方便浏览和分析 TBB 资料,制作了亮温资料实时显示系统,首先包括资料处理部分:用 MATLAB 语言将 9210 每小时下传的数据资料转换成图像,同时用 FORTRAN 语言解读成文本形式。然后通过实时显示系统可以实现以下几个功能。

3.1 动画功能

在单幅显示时,选择右边工具栏中的动画按钮,即可进入动画状态。进入动画状态之后,动画幅数缺省值为 24 幅。同时列出了候选动画文件名,可以将候选文件选入到动画文件,也可以将动画文件选出到候选文件,通过动画方便预报员浏览对流旺盛区的变化和移动情况。

3.2 统计功能

在单幅图像显示状态下,从右面工具栏中选择“统计”按钮。亮温图上出现一矩形框。用鼠标可对此框进行移动,改变大小等操作来选择一块需统计的区域,按下鼠标右键,出现亮温图的直方统计窗口。统计内容包括所选择区域的经纬度,区域范围内的最低、最高和平均亮温值以及小于 -50°C 、小于 -60°C 、小于 -80°C 所占的面积百分比,有利于分析强对流的发展情况。

3.3 单点显示功能

在单幅图像显示状态下,要显示图上任意点的有关参数,按下右面工具栏中的“显示单点参数”按钮后,将鼠标放置于亮温场图片上,光标显示为“+”字状,这时右面工具栏中就会显示出鼠标所指图像位置的参数,参数包括鼠标所指的亮温场的经度、纬度和亮温值,将鼠标游离于亮温场任意位

置, 该系统跟踪显示鼠标所在点的经纬度和亮温值。

3.4 缩小与放大功能

系统工具条提供更方便的缩放下拉式选择放大和缩小图标。

4 结 论

(1) 台站业务中可以将亮温数据资料转换成图像文件, 并且用不同的颜色将层次表示出来, 当有对流云发展时, 根据颜色梯度可以很清楚的判断对流云的高度及面积, 每小时一次的亮温资料可以动态的反映云的发生、发展和消亡。

(2) 建立对预报员进行警示的关键区, 当关键区内有 -60°C 亮温出现时, 机器自动

报警, 提示预报员进一步分析最新资料, 以高时效实现灾害性天气预警。

(3) 配合雷达、自动站等资料, 亮温场资料可以用于短时预报及灾害性天气的预警。

(4) 亮温显示系统给出了动画、统计和单点显示等功能, 为预报员提供了浏览和分析亮温场的有效手段。

参考文献

- 1 江吉喜, 范梅珠. 辐射亮温的生成和应用. 中国气象局培训中心科技培训部, 2001: 130~131.
- 2 王小兰, 程明虎, 崔哲虎. 对流性降水云辐射特性研究. 气象, 2005, 31 (9): 3~7.
- 3 张书余. 云图增强处理在人工增雨作业中的应用, 云降水物理和人工增雨技术研究. 北京: 气象出版社, 1994: 202~205.