

李红莉,崔春光,王志斌.LAPS 的设计原理、模块功能与产品应用.暴雨灾害,2009,28(1):64-70

LAPS 的设计原理、模块功能与产品应用

李红莉,崔春光,王志斌

(中国气象局武汉暴雨研究所,武汉 430074)

摘要:我国中尺度气象观测网数据日益丰富,如何对这些数据进行分析应用以更好地为天气预报服务,是一个亟待解决的问题。局地分析预报系统(LAPS)较好地解决了这一难题,其算法透明,计算速度快,分析场接近实况,满足业务需求,便于预报员直接应用。为了帮助相关气象业务岗位上技术人员了解并较好地应用 LAPS (<http://www.whihr.com.cn/laps/main.aspx>),本文详细介绍了 LAPS 的各模块功能及设计原理,并对武汉暴雨所应用 LAPS 的有关情况进行了简要说明。

关键词:LAPS;资料融合;模块功能;中尺度分析;短时预报

中图分类号:TP311.52 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2009)01-0064-07

1 引言

近年来,我国气象观测系统发展很快,随着新一代天气雷达网建成和 FY-2C、FY-2D 气象卫星应用以及地面自动气象站在全国布网,不仅高时空密度的遥感数据已在全国实现业务化应用,且地面观测在时空密度上大大提高;同时,风廓线仪、RASS(无线电声学空气廓线测量仪)、GPS 水汽、微波辐射仪等观测网也在建设中;此外,中尺度数值模式在我国迅速发展并广泛应用。这些探测手段及数值模式的快速发展,使中尺度分析和预报技术日益成为天气预报中的重要组成部分,并为灾害性天气超短期预报和临近预报提供了强有力支持。

天气雷达、气象卫星、自动站以及风廓线仪、GPS、RASS 等多种观测手段组成的观测网具有多源、多时相、多尺度的特点。国内外对这些资料的应用研究大都是将一种或几种资料反演成气象要素,再利用变分同化系统进行资料同化。对多普勒雷达资料以及卫星资料的变分同化研究相对较多^[1-5];梁科等^[6]还对飞机报的同化进行了研究。2005 年以来,人们开始尝试集合 Kalman 滤波同化观测资料^[7-8]。许小永等^[9]将集合 Kalman 滤波用于雷达资料同化试验;黄春林等^[10]将集合 Kalman 滤波用于同化土壤水分。如何将这些多途径观测资料在同一数值平台上统一同化处理是迫切需要解决的问题。采用以往处理单纯大尺度常规数据的方法不可能实现对中尺度观测网数据的综合处理。美国国家海洋大气管理局 NOAA 下属的 ESRL(Earth System Research Laboratory),研究开发出一套局地分

析预报系统(Local Analysis Prediction System,LAPS),该系统(以下简称 LAPS)具有可移植、可扩充、方便、高效等特性,可利用所有能获取的资料创建分析和预报网格,输出为专门预报应用服务的产品。

LAPS 的开发始于 20 世纪 90 年代,其发展已有 10 多年,ESRL 负责对其维护更新,系统软件仍在免费对外发布。LAPS 可将各种气象观测系统中获取的资料融合分析到一个针对某个区域的高分辨率网格上,其用到的分析资料除局地中尺度加密网观测资料外,还包括全国/区域/局地数值预报模式(初猜场)、ACARS(飞机通信寻址与报告系统)、METAR(机场发布的常规天气报文)、探空及 GPS 水汽反演资料等。LAPS 优点是有益于综合应用多种探测资料,提高空间及时间分辨率,改善云和降水预报,捕捉更详细的地形作用,可更灵活地满足局地天气预报的需要。LAPS 的基础算法是在背景场基础上采用距离权重插值得到网格点值,然后对气温、气压、风的关系采用三维变分进行约束,对垂直水汽分布采用一维变分进行约束等^[11-12]。与变分同化方法相比,LAPS 具有算法透明、计算速度快、分析场与观测实况接近等特点^[13-14]。由于其变分分析只在少数几个要素间进行,计算量得到有效控制,计算速度很快,适合业务运行要求。LAPS 通过调整权重等参数,可使分析场与观测实况非常接近。从业务应用角度看,LAPS 应用价值很大:一是其算法透明,便于调试;二是计算速度快,适合实时业务应用;三是分析场接近实况,便于预报员直接应用。

武汉暴雨研究所通过从网上下载及调试该系统,以及修改数据格式及部分参数修订,成功将该系统移

收稿日期:2008-09-11;定稿日期:2009-01-16

基金项目:中国气象局气象新技术推广项目(CMATG2008Z08)、国家重点基础研究发展计划(2004CB418307)、科技部公益行业专项(GYHY2007-06012)共同资助

作者简介:李红莉,女,1979 年生,工程师,主要从事资料同化及中尺度分析系统研究。E-mail: maxiyoyou@yahoo.com.cn

植到本地,目前能够利用该系统融合 NCEP 资料、S 波段多普勒雷达资料、卫星云导风资料、地面观测资料、探空资料以及 GPS 水汽等,并进行实时业务运行,其数值分析产品在其网站上实时发布。另外,已经实现利用 LAPS 为中尺度数值模式提供初始场进行中尺度数值预报。

为帮助相关气象业务岗位上技术人员了解并较好应用 LAPS,本文从原始资料格式预处理、资料融合模块、资料分析模块以及与其它预报模式接口部分四个方面对其予以概述,并以具体实例演示介绍其产品,以充分发挥其观测数据在短时预报等多种气象业务中的作用。

2 LAPS 各模块的设计原理与功能

LAPS 主要包括资料融合模块、资料分析模块、接入预报模式模块三个部分,其资料处理流程如图 1 所示。

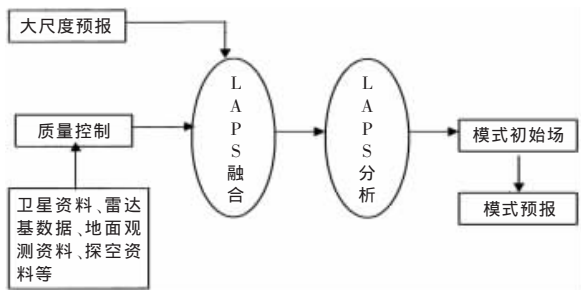


图 1 LAPS 资料处理流程图

LAPS 资料融合模块的功能,主要是通过对不同资料做相应处理,生成输入分析模块的中间文件。LAPS 资料分析模块包括风分析、温度-高度分析、云分析、湿度分析,并根据输出场反演其它物理量的导出分析,雪降/液态等价物降水分析,土壤湿度分析以及高度、风及云的准地转平衡处理等几个部分。LAPS 输出量除常规的温度、高度、湿度及风场外,还提供许多有指导意义的指数,如火灾天气指数、热指数、风暴指数、三维结冰指数等;另外,还包括多种物理量,如地面位温、地面风场、海平面气压、地面能见度、地面相当位温、边界层层顶高度、土壤湿度等。武汉暴雨研究所已在利用该系统进行实时业务运转,提供以华中区域为中心、覆盖一定范围、水平分辨率为 10 km、时间分辨率为 3 h 的中尺度分析场,多种数值产品已在该所网站上显示。当前主要利用 LAPS 融合多种资料, NCEP 资料,湖北武汉、宜昌、恩施、十堰四部多普勒雷达资料,风云二号卫星云导风、探空资料以及湖北地面加密资料等。同时实现湖北多个 GPS 测站的水汽资料融合以及 LAPS 与 AREM、WRF 模式的连接,对风

云气象卫星云图、微波辐射、风廓线等资料的融合还在研究中。武汉暴雨所利用 LAPS 的流程详见图 2。

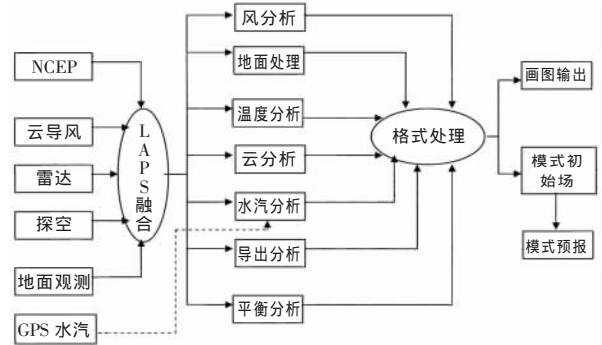


图 2 武汉暴雨研究所利用 LAPS 的流程图

(虚线表示武汉暴雨所尚未利用 LAPS 系统将 GPS 水汽资料进行实时应用)

2.1 原始资料格式预处理

通常获取的原始资料(包括背景场及各种探测资料)的格式是 ASCII 码、GRIB 码或 NetCDF 格式,但默认的 LAPS 资料融合码一般是一种特殊的 NetCDF 格式,因此在 LAPS 系统融合之前,需要将所得到的各种资料处理成 LAPS 融合模块要求的输入格式。原始资料融合部分,主要是处理已转换成所要求的 NetCDF 格式的原始资料以及输出 LAPS 中间数据文件。融合后生成的中间文件分为两种类型,即站点数据为 ASCII 码格式,LAPS 格点资料为 NetCDF 格式。根据不同探测手段得到了各种类型的原始资料,可采取以下三种方式对其格式进行预处理。

(1)修改 LAPS 融合源程序来读取各种最原始的探测资料。首先,必须编写子程序读取资料以及链接该程序到已有的融合程序中;再由修改的融合程序生成 LAPS 中间文件。

(2)编写一个独立于 LAPS 融合源程序之外的程序来生成中间文件。

(3)将原始资料转成 NetCDF 格式,再运行 LAPS 融合模块。先下载网站上提供的测试资料,再用 ncdump 命令查看资料的详细信息,从而编写转换程序。

2.2 资料融合模块

2.2.1 模式初猜场融合

通过 LAPS 融合模块将由背景模式提供的大尺度初猜场插值到 LAPS 网格,产生 NetCDF 格式的 LAPS 背景场 Iga(三维资料融合场)和 Igb(地面资料融合场),提供给分析模块。LAPS 中现列出了已经过测试和测评的几种模式初猜场,如 Eta, RUC, AVN, 以及 MM5、WRF 模式。当前,武汉暴雨研究所引进开发的 LAPS 系统是利用 1°×1°的 NCEP 资料作为背景场。

2.2.2 雷达资料融合

对于不同类型的雷达资料,融合过程中处理的方

法也不同,不管是哪种坐标格式的雷达资料,产生的中间文件最后都统一成 LAPS 网格上的局地直角坐标格式,LAPS 可同时处理多部雷达资料。武汉暴雨研究所目前处理的是 SA/SB 波段的多普勒雷达基数据,由极坐标格式的反射率和径向速度进入融合模块,得到 NetCDF 格式的中间文件,命名为 $V_{xx,xx}$ 代表雷达数目。 V_{xx} 包含各个雷达的 3 维回波反射率、速度及尼奎斯特速度。该中间文件主要提供给风分析、云分析及其它相关分析模块。

对于各个 LAPS 格点,利用坐标转换算法计算反射率,取以 LAPS 格点为中心的网格内所有距离库反射率的平均值。利用所有距离库(而不只用相邻库)的优势是让所有可利用的雷达资料进入 LAPS 分析,减少因二次取样或距离折叠引起的噪音。对于高分辨率的网格,融合雷达资料时的后处理是在径向间进行水平填充。该填充只是相邻区域的简单平均,这里相邻区域是指径向间隙取一个格距。LAPS 还利用线性内插法填充 2 km 以下的垂直间隙。

2.2.3 地面资料融合

LAPS 系统可以融合的地面观测资料十分丰富,包括 METAR、浮标/船只资料、局地加密观测资料、GPS 站地面观测、廓线仪的地面资料等。根据不同的资料,分别采取不同的接口程序,生成 ASCII 码的 LAPS 地面观测中间文件,提供给风分析、云分析及其它相关分析模块。同时地面融合部分也提供带有试验性的卡曼质量控制程序,从时间上与实际观测值的质量作比较,用一个估计值填补不准确的观测值,有助于弥补资料密度的时间变化。

2.2.4 云导风融合

LAPS 默认的云导风是 NESDIS (ESRL 使用的一种)格式的 GOES 卫星云导风资料,而武汉暴雨研究所使用的是风云二号卫星云导风资料。因此,首先将其利用独立的程序转成 LAPS 所需的格式;然后经融合模块处理,生成风分析模块所需 ASCII 码格式的云导风中间文件。

2.2.5 探空资料融合

探空资料包括探空仪、辐射仪、AFWA 格式的卫星等探测的 RAOB 资料。本文所指探空资料主要是探空仪探测的资料,同样该资料经过融合后,生成 ASCII 码格式的中间文件,供给温度分析、湿度分析及风分析模块。

2.2.6 其它资料融合

LAPS 可以融合的资料十分丰富,除上述几种资料外,还包括 GOES 卫星资料、GPS 水汽、廓线及微波辐射等探测资料。

2.3 资料分析模块

2.3.1 风分析

风分析使用的资料包括融合模块提供的 LAPS 网格上的背景场以及经过质量控制后的观测资料,诸如地面观测资料、廓线资料、云导风、多普勒雷达基数据及飞行器报文等。根据不同类型观测资料的阈值,舍弃任何背离背景场的观测数据。风分析分以下三步完成。

第一步,用多层迭代连续订正技术分析不含雷达资料的背景场。首先,利用 Barnes 权重法进行连续订正,三维方向上的距离权重取为 e^{-d/r_0} ,反映在观测权重中的仪器误差为 $w_0=e^{-d/r_0^2/err_0^2}$,每步的迭代结果作为下一步迭代的背景场,减小每步迭代的影响半径 r_0 。当系统尺度结构与观测间距、观测资料与仪器误差这两者相当时,停止迭代。对背景初猜场进行平滑,即减去背景场得到观测增量 u_0 ,若出现零增量,则对每个格点取权重,权重与估计误差的平方成反比 $w_b=1/err_b^2$,进行逐步迭代,分析增量($u_{i,j,k}$)为

$$u_{i,j,k}=\sum(u_0w_0)/[(\sum w_0)+w_b]$$

第二步,用第一步的结果作为新的背景场,对有多多个多雷达径向速度的格点进行处理。首先进行退模糊处理及其它质量控制,再加入多普勒雷达径向速度。在具有多个多普勒雷达径向风的格点上,对多个雷达数据两两计算出二维风场,然后取这些计算结果的平均场。

第三步,使用第二步的结果作为背景场。对只有一个雷达覆盖的格点进行处理,使用雷达的径向风,切向风则使用背景场的。积分水平风散度计算垂直速度,由地面风和地形梯度来确定低层边界条件。

2.3.2 地面资料处理

对地面资料的处理,主要是将融合模块中所有关于地面的中间结果文件汇集在一起,并在 LAPS 网格上进行较简单的质量控制。各要素的背景场是融合模块提供的地面融合场,而地面风的背景场是风分析模块输出的地面风场。在分析各个场之前,对偏离背景场超过一个阈值的观测资料进行质量控制,该阈值与观测增量的标准偏差成比例,不同的场比例常数不同,但均取恒定的常数。在进行地面资料处理时,对地面的气压、温度、露点、风、能见度、位温、海平面气压等要素,采用的方法不同。

对温度、露点、水平风分量、平均海平面气压、观测气压等使用观测增量,对能见度使用直接观测。利用测站高度与 LAPS 地形高度的偏差来修正温度和露点观测。上述讨论的修正方案中参考背景场均限定在不超过观测阈值的范围,这有利于阻止梯度对资料稀

少区域影响太大。对于能见度的分析,首先,通过分析地面能见度观测资料得到能见度;再降低那些相对湿度较高以及在前一时次云分析给出的云基附近区域的能见度。

对气压分析,需要计算三种场,即参考高度气压、地面气压、平均海平面气压。背景场气压取自融合的地面分析场中的气压,平均海平面气压主要来自背景场,LAPS 地面气压则根据 LAPS 地形高度来修正背景场里的地面气压得到,参考高度上的气压则通过泊松方程将背景场里的地面气压降低到参考分析高度来求取。经过连续气压分析,高度计测量的气压作为使用标准大气时的测站气压,参考高度上的气压则可通过使用泊松方程转换测站观测气压得到。进行气压分析时,用背景场气压加上气压观测增量;再使用变分技术把地面风和气压约束到全运动方程。平均海平面气压通过对其观测增量以及模式背景场的平均海平面气压进行直接分析得到。测站地面气压要用背景场里的地面气压场连同背景场中的平均海平面气压偏差来计算。

地面分析模块输出场不仅包含诸如地面的温度、露点、风、海平面气压、气压(参考地面高度)等,还计算推导变量,包括由地面场的湿度、风和温度推出的 LAPS 火灾天气指数、灾害性风暴指数、热指数(由热引起的令人感觉不适的温度和湿度的函数)等。需要指出的是,上述火灾天气指数、灾害性风暴指数等是由 FSL 根据科罗拉多州的气候特点选择合适的参数推出的,倘若进行本地移植,则需要对这些参数进行修改,以适应本地气候特点。

2.3.3 温度分析

温度分析需要用到背景场、地面分析场、探空资料融合场等。首先,对各种手段探测的温度进行质量控制;如果一种探测资料任何层上的温度偏离背景场而超出阈值,则舍弃该探测资料。该模块输出产品是三维温度场及高度场、二维边界层高度和边界层顶气压。

2.3.4 云分析

云分析用的资料包括上述 3 个分析模块结果与云层报告资料。这些分析包括三维温度分析以及由雷达资料导出的三维 LAPS 反射率以及卫星红外波段资料导出的云顶分析。首先,在水平方向上分析云层报告资料给出的垂直云信息,得到三维初猜云分析场,提供云层垂直及近似水平分析场;根据三维温度分析场及卫星云顶温度场计算云顶高度场,再将云顶高度场插值到初猜云分析场以确定云顶高度及三维云分析场,利用统计方法消除云报告资料与卫星资料之间

的差异;最后,利用三维雷达反射率场修正云分析场,得到云物理量。LAPS 云分析流程见图 3。

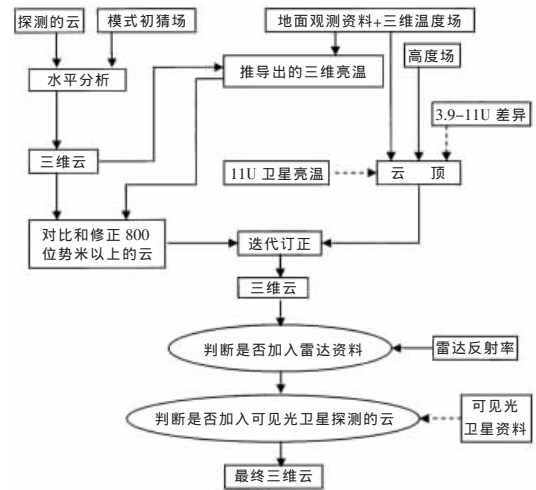


图 3 LAPS 云分析流程图

(虚线箭头表示在云分析模块尚未使用可见光及红外卫星资料)

同时,云分析模块对雷达资料进行质量控制。若回波顶在 2 000 AGL 以下,或者没有其它云基(基于 IR 卫星和其它资料),则舍弃雷达回波。若卫星资料能清楚显示云,则可见光卫星资料与雷达资料均可用。若可见光卫星资料显示无云,且没有雷达回波或回波强度小于 30 dBz,则舍弃回波。若雷达回波很强,则消除可见光信息,保留云最小值。

2.3.5 水汽分析

水汽分析需要用到背景场、地面分析场、云分析场、温度分析场、探空资料、卫星资料、GPS 水汽等资料中的水汽。在参数文件中设置几个开关分别控制水汽模块的输入资料。第一个开关控制 RAOB 资料的用法;第二个开关控制卫星资料(LVD 文件)的用法;第三个开关是控制云区的空气饱和;第四个开关利用探测资料代替卫星图像资料。输出场包括三维比湿、相对湿度以及总的可降水量。

在进行水汽分析时,利用 Barnes 分析方法处理 RAOB 资料。Barnes 分析方法包括两个部分,一是以相邻点的距离为权重插值到整个区域;二是将插入到整个区域的值与观测值之间的差异场添加到调整权重后的插值场中,以更好地协调尺度影响。在 LAPS 水汽分析中,直接用 LAPS 背景分析场作为 Barnes 分析第一步的结果,利用与 LAPS 区域分辨率和观测资料密度相协调的权重来处理 LAPS 背景分析场与观测值之间的差异场。另外,LAPS 水汽分析中用到的变分方法需要引入一个卫星向前辐射模式。该向前模式是根据温度、水汽和沿着地面或云顶温度的臭氧廓线以及相关气压(如地面气压或任一用到的云顶气压)来推算出模拟辐射。同时,LAPS 水汽分析还用天顶角来决定气

团路径和辐射体与卫星之间的光学深度。LAPS 中的向前模式由 NESDIS 提供。

2.3.6 导出分析

LAPS 除了给出上述基本物理量的分析之外,还提供一些由上述分析量导出的衍生产品,如结冰指数、 K 指数、对流有效位能、螺旋度、火灾天气指数等;根据实际情况,还提供降雪分析、土壤湿度分析以及各个量的平衡场等。其中一些指数是在美国天气特征的基础上定义的,因此进行局地化移植需要对本地天气特征进行统计后,对这些参数重新定义。

2.3.7 平衡分析

平衡分析需要通过一个简单云模式启动平衡包,该模式反演出液态和冰态划分以及利用观测云参数估算垂直运动,再设计变分方案把估算的云垂直运动、冰及水容量作为观测资料。使用动力约束,云观测全部被耦合到三维质量场和动量场,该动力约束使速度的局地倾向最小化,并确保满足各处连续性。

通过使运动方程的剩余项达到最小,平衡分析利用三维变分方法将质量场(地转高度)及风场引入平衡。根据尺度参数,平衡分析可能是准地转的或完全考虑非线性项。尺度越小(中小尺度),越要考虑非线性项的作用。平衡分析也将质量连续作为一个约束条件,确保在所有格点满足质量连续。若直接利用未经平衡分析处理后的场会造成连续性不平衡方面的问题;若将其作为模式初始场,会以重力项方式破坏预报结果。

2.4 与其它预报模式接口部分

LAPS 还提供将 LAPS 分析场处理成其它局地预报模式(如 MM5、RAMS、WRF 等)的初始场格式的模块,只要在控制参数文件中选择相关选项即可。然而,要得到这些模式的初始场,LAPS 需要完成风分析、温度及高度分析、相对湿度分析、比湿分析、云分析、地面分析以及降水分析,缺一不可。另外,LAPS 还可将大尺度模式预报场处理成这些预报模式侧边界条件的格式。当前,武汉暴雨研究所已实现了 LAPS 与 WRF、AREM 模式的连接。

3 产品应用

目前,武汉暴雨研究所网站上可直接显示实时运行的每 3 h 输出一次的 LAPS 中尺度分析场,区域中心位于(30°N、113°E),水平分辨率为 10 km,模式顶层为 100 hPa,垂直层数为 21;其产品包括三维位势高度场、温度场、相对湿度场、风场、雷达反射率拼图,与云相关的物理量场,以及一些地面物理量,同时可绘制沿任一纬度或经度的垂直剖面图(图 4)。

这里,以 2008 年 8 月底发生在湖北省的一次暴雨过程为例,说明 LAPS 的产品应用情况。8 月 28 日 08 时至 31 日 08 时,受高空低槽东移和中低层切变线共同影响,湖北省 44 个县(市)遭受暴雨袭击,暴雨区主要位于孝感、随州、黄冈北部、荆门、襄樊、恩施、宜昌、十堰、荆州、武汉等地。过程累计雨量大于 50 mm 的有 62 个县(市),其中 30 个县(市)降水量达 100~200 mm,7 个县市降水量大于 200 mm。29 日 08 时到 30 日 08 时红安县(114.55°E、31.28°N)24 h 降水量达 211 mm,仅 29 日 23 时到 30 日 01 时 3 h 逐时降雨量均超过 30 mm。武汉暴雨所网站上每隔 3 h 显示 LAPS 实时输出产品,对除 08 时、20 时外的无实测探空等资料的时次提供更多数值产品。

图 4 给出的网页上发布是 29 日 23 时(北京时)850 hPa 高度场及流场,以及沿暴雨中心 31°N 的比湿、垂直速度、基本反射率、云水含量、云冰含量、云量的垂直剖面图。

从 850 hPa 流场上可见(图 4b),此次过程影响系统主要为中 β 尺度气旋性涡旋。同时,29 日 23 时,暴雨区 114°E 附近对流层中低层存在比湿高值区(图 4c),说明水汽充足,且此处上空对应垂直运动负值区(图 4d),可知存在一致的上升运动,尤其负值中心位于中层 500 hPa 附近,表明中层上升运动剧烈,有利于强暴雨过程的维持。

图 4e 给出的是 LAPS 处理的湖北省四部多普勒雷达反射率的垂直剖面图。从图上明显可见,暴雨区上空对应着强烈的雷达回波,回波区从底层一直向上延伸到高层,强回波区域主要处于中低层,这说明此处存在较强的降水系统。

利用 LAPS 云分析,可得到该时刻降水发生时雨区上空的云信息。图 4f、g、h 分别对应着该时刻的云水含量、云冰含量以及各层云量。雨区上空云水含量十分丰富,甚至在 114.5°E 附近上空高层出现较大的云冰含量,说明此处对流活动极其旺盛。云量剖面图给出了该时刻降水区上空云分布的大致形态,超过九成的云量区域显示此处存在一个强风暴系统。通过以上对几种云参数的分析说明,由 LAPS 提供的强降水过程中云发展演变的信息,可以进一步揭示系统发展过程中云的发展动态及物理机制,有助于实时了解天气过程发生时云的发展动态。

4 应用前景展望

本文介绍了 LAPS 的模块功能及设计原理,以实例说明了该系统在武汉暴雨研究所的应用情况,并给出其网站上提供的实时产品。通过对 LAPS 的应用情

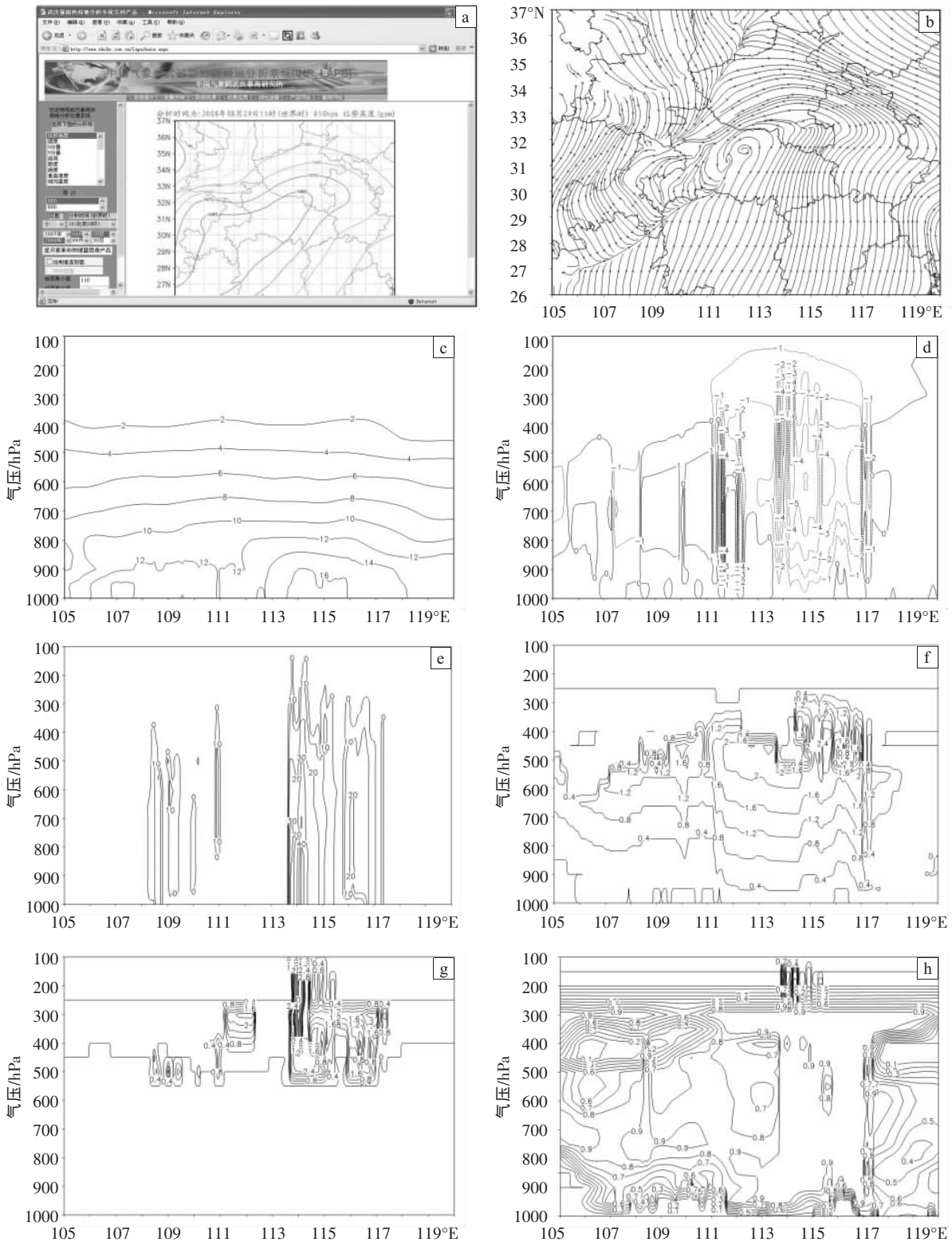


图 4 2008 年 8 月 29 日 23 时(北京时间)850 hPa 高度场(a)及流场(b),以及沿 31°N 过暴雨中心的比湿(c、单位 $g \cdot kg^{-1}$),垂直速度(d、单位 $10^{-2} Pa \cdot s^{-1}$),基本反射率(e、单位 dBz),云水含量(f、单位 $g \cdot m^{-3}$),云冰含量(g、单位 $g \cdot m^{-3}$),云量(h、单位:成)的垂直剖面图

况的简要总结,可以肯定 LAPS 系统的局地移植是成功的。鉴于此,对其应用前景展望如下。

(1)LAPS 系统可以融合分析的资料十分丰富。通过将 LAPS 系统移植到华中区域,可以更有效地利用

多种局地非常规观测资料,给预报员提供包含更丰富中尺度信息的中尺度分析场,为局地天气预报服务。

(2)LAPS 系统分析后得到的诸多云参数,有助于更清楚地了解暴雨过程中云参数的演变,为数值模式

热启动提供条件。

(3)LAPS 是一个开放且不断发展的资料融合分析处理系统, 可供相关气象工作者在科研及业务中应用。该系统能解决多种探测手段获取的资料不能被数值分析应用的难题, 将这些资料统一融合到 LAPS 网格上, 使其再分析场能包含多种资料的有效中尺度信息, 对分析暴雨形成机理起到积极作用, 也可用来分析其它极端天气过程。其业务运行后, 实时输出的大量物理量可供预报员及相关研究人员参考。

目前, 武汉暴雨研究所完成了几种资料的融合以及对 LAPS 本地移植后相关参数的修改, 以后的研究主要是进一步修改参数以适应本地气候及地形特点, 同时将风云二号卫星产品、微波辐射仪、风廓线仪资料等多种非常规探测资料有效融合, 并检验各种资料融合效果。另外, 将融合多种资料并包含云信息的 LAPS 分析场作为中尺度模式 AREM 或 WRF 的初始场实现热启动, 进行数值预报, 以期提高对于本地中尺度系统的预报水平。

参考文献:

- [1] 杨艳蓉, 王振会, 杨洪平, 等. 多普勒雷达反射率与径向风资料在数值模式中的应用试验[J]. 气象, 2008, 34(6): 26-34.
- [2] 闵锦忠, 彭霞云, 赖安伟, 等. 反演同化和直接同化多普勒雷达径向风的对比试验[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(6): 745-754.
- [3] 李红莉, 王叶红. 单多普勒雷达资料在伴随模式同化系统中的应用研究[J]. 暴雨灾害, 2007, 26(3): 211-216.
- [4] 黄兵, 刘建文, 钟中, 等. 卫星资料变分同化在一次中尺度强暴雨模拟中的应用[J]. 应用气象学报, 2006, 17(3): 363-369.
- [5] 李红莉, 沈桐立, 公颖. 云导风资料同化在伴随模式同化系统中的应用[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 358-363.
- [6] 梁科, 万齐林, 丁伟钰, 等. 飞机报资料在 0506 华南致灾暴雨过程模拟中的应用[J]. 热带气象学报, 2007, 23(4): 313-325.
- [7] Caya A, Sun J, Snyder C. A comparison between the 4DVAR and the ensemble Kalman filter techniques for radar data assimilation [J]. Mon Wea Rev, 2005, 133(11): 3081-3094.
- [8] Altug A, Fuqing Z, Gammon J W. Ensemble-based simultaneous state and parameter estimation with MM5 [J]. Geophys Res Lett, 2006, 33: 12801-12804.
- [9] 许小永, 刘黎平, 郑国光. 集合卡尔曼滤波同化多普勒雷达资料的数值试验[J]. 大气科学, 2006, 30(4): 712-729.
- [10] 黄春林, 李新. 基于集合卡尔曼滤波的土壤水分同化实验[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 665-671.
- [11] McGinley J A, Albers S, Stamus P. Validation of a composite convective index as defined by a real-time local analysis system [J]. Wea Forecasting, 1991, 6: 337-356.
- [12] Albers S C, McGinley J A, Birkenheuer D L, et al. The local analysis and prediction system (LAPS): Analyses of clouds, precipitation, and temperature [J]. Wea Forecasting, 1996, 11: 273-287.
- [13] Albers S C. The LAPS wind analysis [J]. Wea Forecasting, 1995, 10: 342-352.
- [14] Birkenheuer D, Gutman S. A comparison of GOES moisture-derived product and GPS-IPW data during IHOP_2002 [J]. J Atmos Oceanic Technol, 2005, 22: 1838-1845.

Scientific Designs, Functions and Applications of LAPS

LI Hong-li, CUI Chun-guang, WANG Zhi-bin

(Wuhan Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074)

Abstract: How to utilize and analyse the increasingly abundance types raw data of China mesoscale meteorological monitoring well for the weather forecast is an urgent problem. As a tool, the Local Analysis and Prediction System (LAPS) solves this problem very well for its quick calculation velocity and the analysis fields closing to observations, so LAPS meets the need of the operation and is easy to be used for forecasters. In this paper the function and principal of LAPS data ingesting and analysis process are introduced, as well as the application of LAPS by Wuhan Institute of Heavy Rain. The LAPS analysis products of IHR are issued real-timely on the following website (<http://www.whihr.com.cn/laps/main.aspx>). We hope that it is helpful for the one who want to master and apply LAPS from this introduction.

Key words: LAPS; Data ingesting; Module function; Mesoscale analysis; Nowcasting forecast