

# 水汽场初值调整及其对华南降水预报贡献的研究\*

常 越 薛纪善 何金海

(广东省气象局, 广州 510080) (南京气象学院, 南京 210044)

## 提 要

该文利用 GMS 多通道气象卫星资料推导得到的降水资料估算出的加热率, 作为非绝热的非线性正规化初始化过程中的非绝热强迫项, 进行风压场的初值调整, 再采用一个与模式中的对流参数化方案相反的逆运算方案, 进行水汽场的初值调整, 以保证初始时刻按模式的物理参数化方案计算得到的加热率与由卫星推导的加热率一致。

这一方法在非绝热的非线性正规化初始化的框架中, 使初始时刻的水汽场得到调整, 既实现了传统的初始化目标, 又提高了模式对降水的短时预报效果。对华南的两个个例的试验结果表明该文的方法是有效的。

关键词: 气象卫星资料 加热率 非绝热的非线性正规化初始化 非绝热强迫项  
对流参数化

## 引 言

在数值天气预报中, 如何充分使用现有的各种气象资料来定义模式的初值, 是一个重要也很困难的问题。尤其在热带海洋上, 各种非常规资料是气象信息的主要来源。而传统的分析与初始化技术却难以将这些信息转为模式基本变量值。因而长期以来, 这些资料在数值预报中的利用率很低, 这是热带地区以及与热带有关的天气系统的数值预报质量偏低的原因之一。然而在广大热带海洋洋面上增加常规的探空观测是较困难的。因此, 在资料的分析同化过程中如何利用卫星等非常规观测来改进数值预报中所需要的模式基本变量的初值成为当前的一个研究热点。

到目前为止, 这方面的研究工作大致可以分为两类。一类研究即是所谓的“变分同化方法”。它是把同化问题提为一个泛函极值问题, 这个特别定义的泛函反映了分析变量与观测之间的距离值, 以及分析变量与一个预先给定的背景场之间的距离值。另一类研究可以归入所谓的“物理初始化”的范畴<sup>[1]</sup>。方案总的思路是利用观测到的降水或云的分布来调整水汽场, 使得模式积分早期的降水率或云的分布与观测接近。与变分同化相比, 物理初始化基本上是在原来的资料同化系统的框架内进行的, 不会导致计算量的大幅度增长。

\* 本研究工作得到《国家重点基础研究发展规划》首批启动的“我国重大天气灾害的机理和预测理论项目”的资助。  
1998-09-23 收到, 1999-08-11 收到再改稿。

当前的物理初值化方法有一个根本的缺点, 即对质量场和流场的初值调整与对湿度场的调整是分别独立进行的. 这样做的结果是在模式积分时, 由经过调整的湿度场利用模式中的对流参数化方案计算所得到的热源和非绝热的非线性正规模所利用的热源并不一致, 也就是说初始场依然处于不平衡状态, 依然会激发出虚假的大振幅的高频振荡. 近年, 有人提出了一个新的思路, 即将非绝热非线性正规模初值化(即非绝热 NNMI)方法与湿度场的调整统一起来, 先按卫星观测所给定的热源分布进行风场和质量场的调整, 再由卫星观测调整湿度场, 使得调整后的风场(包括涡度场和散度场)与湿度场按模式的物理参数化方案计算得到的降水与热源分布与观测的结果一致.

本文按照这一思路提出了一个完整的利用卫星观测所得到的降水进行湿度场调整的方案. 将经过调整后的初值应用于华南地区的数值预报. 实验结果表明, 本文所设计的方案改进了目前存在于华南地区数值预报中的一个很大的缺陷, 即: 不能够很好地提供一个准确的初始散度场和湿度场, 从而提高了数值预报模式对降水预报的质量.

## 1 有限区域的非绝热 NNMI 的基本原理

本文采用有限区域非绝热的 NNMI 方案作为基本的初值化方案. 这个方案采用的是一个隐式的 NNMI 的初值化处理方法<sup>[2]</sup>. 当有非绝热过程(如对流凝结)存在时, 满足 NNMI 准则(即去掉高频重力波而保持罗斯贝波不变)的方程就可以写成式(1):

$$\begin{cases} -f\zeta + \nabla^2\phi = N_D \\ (f^2 - \Phi\nabla^2)D = fN_{\zeta} - (\nabla^2N_{\phi} + \nabla^2Q) \\ \frac{\partial}{\partial t}(\zeta - \frac{f}{\Phi}\phi) = N_{\zeta} - \frac{f}{\Phi}N_{\phi} \end{cases} \quad (1)$$

其中  $\zeta$ 、 $D$ 、 $\phi$  分别为涡度、散度、位势高度;  $\Phi$  为  $\phi$  的平均值;  $f$  为科氏参数;  $N_D$ 、 $N_{\phi}$ 、 $N_{\zeta}$  分别为相应的非线性项;  $Q$  为非绝热加热项.

这个方程需要迭代求解:

$$\begin{cases} (\nabla^2 - \frac{f^2}{\Phi})\Delta\phi^{n+1} = -\frac{\partial D^n}{\partial t} \\ (\nabla^2 - \frac{f^2}{\Phi})\Delta D^{n+1} = -\frac{1}{\Phi}(f\frac{\partial \zeta^n}{\partial t} - \nabla^2\frac{\partial \phi^n}{\partial t}) \\ \Delta(\zeta^{n+1} - \frac{f}{\Phi}\phi^{n+1}) = 0 \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中上标表示迭代次数,  $\Delta D$ 、 $\Delta\phi$ 、 $\Delta\zeta$  分别为对  $D$ 、 $\phi$ 、 $\zeta$  的修正量. 求解这个方程组就可以得到初始场的修正量.

因为斜压模式是三维的, 因此在实际计算中, 对于斜压模式还必须首先将模式变量进行垂直模态的分解. 这里初值化处理实际上是仅对前三个垂直模态进行的. 处理完后, 还要做垂直模态的合成, 即从垂直模态空间返回到物理空间当中去.

在非绝热情形下:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\Phi D^n + N_{\phi} + Q^n \quad (3)$$

$Q^n$  与大气状态有关, 在模式中  $Q$  是通过物理参数化方案得到的.

正如前文所述,  $Q^n$  与我们由卫星观测所得到的降水推导出的加热可能是不一致的. 因此, 本文直接从由卫星观测得到的降水推得一个加热场的分布, 记为  $\bar{Q}$ , 并以  $\bar{Q}$  取代式 (3) 中的  $Q^n$ . 得到:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -\Phi D^n + N \phi + \bar{Q} \tag{4}$$

式 (4) 与式 (2) 就是非绝热初始化的迭代公式.

显然, 这里使用的是一个“外部热源”, 如不对模式变量作进一步的调整, 那末, 由模式在其后的运算当中得到的非绝热项将会和这个“外部热源”很不一致. 也就是说在模式积分的初始时刻平衡条件并不成立. 下一步即是对湿度场作一调整. 目标即是经过本步调整后所得到的湿度场与上一步调整的其余的场用于模式进行计算, 所得到的加热场恰好和用来进行非绝热初始化的加热场一致.

## 2 湿度场调整的原理

本文设计了一个 Betts-Miller (B-M) 对流参数化方案<sup>[3]</sup>的逆运算作为湿度调整的方案. 该方案采用的是实际的温、湿廓线向一个热力学参考廓线松弛的方法.

这里的湿度调整是建立在 B-M 调整方案的基础之上, 保持大气的实际温度不变, 由实际测得的降水率 ( $RR$ ) 反求热力学参考廓线上的温度, 然后再根据 B-M 方案, 由其逆运算求得大气的比湿  $q$ , 达到对水汽调整的目的. 即, 由  $RR$  求出云柱的加热率  $Q_c$ , 由 Betts-Miller 对流调整方案得到对流凝结潜热加热率为:

$$Q_c = \frac{RR \cdot g \cdot L}{c_p} \tag{5}$$

其中,  $L$  是凝结潜热,  $g$  是重力加速度,  $c_p$  是等压比容.

然后, 将  $Q_c$  分配到各个垂直层上去, 分配的方法是确定一个垂直分配廓线. 根据大量的对流加热的计算知道, 加热的垂直分布廓线接近抛物线的形状<sup>[4]</sup>. 因此, 本文将  $Q_c$  按照抛物线的分布形式, 分配到云柱内的各个层次上去, 得到各垂直层次上的加热  $Q(p)$  (图 1). 并满足:

$$Q_c = \int_{p_t}^{p_b} Q(p) dp \tag{6}$$

由各垂直层次上的加热  $Q(p)$  经过 B-M 方案的逆运算就可以得出参考廓线上的温度, 进而推得一个仅含比湿  $q$  的方程, 再用最速下降法迭代求解, 就可以得到经过调整的初始场的比湿.

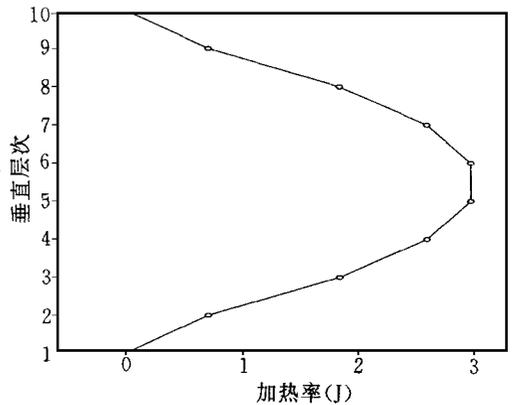


图 1 加热率的垂直分布廓线

### 3 资料来源、试验方案和个例选取

本文采用的降水资料是由卫星反演获得的. 反演方法参考文献[5], 计算软件由广州热带海洋气象研究所提供. 试验结果表明, 该方法对于降水的反演效果较好. 根据与直接降水观测对比的统计, 降水区的误差小于 22%, 降水量的误差小于 44%. 在本文选用的个例中, 没有实测的 1 h 降水资料, 特别是在海洋上, 不可能作卫星反演的降水与实测降水的直接对比, 卫星反演 1 h 降水与最相近的 6 h 实测降水量分布还是较一致的.

利用 GMS 卫星接收的实时多通道资料进行对流性降水的反演, 可以得到降水数据. 目前得到的降水数据是 1 h 的对流性降水量, 且分布于  $1^\circ \times 1^\circ$  的标准经纬网格上.

由卫星反演降水的步骤是: 先进行资料的预处理, 包括多通道资料的定位、定标、校正等. 然后作多步骤进行降水反演, 即: 先找出晴空区, 这些地区为无降水区, 反演时可不予考虑; 从有云区中找出对流性云区, 利用红外, 水汽两通道的特性判断对流云区; 计算云量, 红外亮温, 可见光反照率, 用经验回归方法反演降水.

根据模式的对流参数化方案, 降水率  $R$  与气柱加热率  $Q$  的关系可以写成:

$$Q = \frac{Lg}{c_p} R (p_b - p_t) \quad (7)$$

其中:  $p_b$ 、 $p_t$  分别是云底和云顶高度上的气压.

本文采用的是广州热带海洋气象研究所的热带有限区域数值预报模式. 模式水平分辨率为 110 km, 范围是  $17^\circ\text{S} \sim 36^\circ\text{N}$ ,  $89^\circ \sim 149^\circ\text{E}$ . 垂直方向分为 10 层. 时间积分采用省显式. 模式中包含的物理过程是: 大尺度凝结, Betts-Miller 对流参数化方案, 行星边界层, 长、短波辐射, 垂直扩散等.

选取华南 1997 年 5 月 7~8 日和 1998 年 1 月 14~15 日的两次降水过程作为试验个例. 把通过不同的初值化方案所提供的初值用于模式做 24 h 积分, 并对比不同的初值化方案对降水预报的影响. 4 个初值方案进行的试验为:

试验 M: 直接用客观分析场作初值, 不做初值化调整.

试验 NM: 进行非绝热的 NNM I, 非绝热项为模式 2h 非绝热加热的平均值, 不对初始时刻的水汽场进行调整.

试验 NS: 进行非绝热的 NNM I, 非绝热项由卫星观测资料推算得到, 并且不对初始时刻的水汽场进行调整.

试验 NSQ: 实验 NS+ 对初始时刻的水汽场进行调整.

## 4 试验结果分析

### 4.1 对高频重力波的过滤

关于初值化方案对高频重力波的过滤能力, 一般从两个角度来分析: 一是考察初值化目标是否实现. 我们将  $(\frac{\partial D}{\partial t})^2$  与  $[\frac{\partial}{\partial t}(f\zeta - \nabla^2\phi)]^2$  的全场平均值作为初值化目标的一个数

量指标. 图 2(a)、(b) 分别给出了由试验得到的以上两个指标在每一步迭代中的变化.

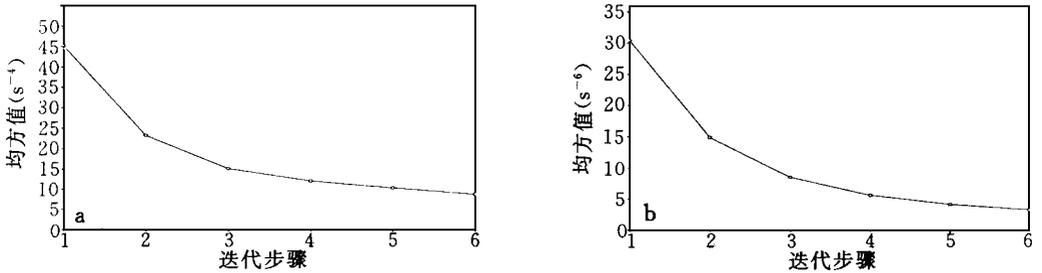


图 2 (a)  $(\frac{\partial D^2}{\partial t})$  的全场均方值 (b)  $[\frac{\partial (f\zeta - \nabla^2\phi)}{\partial t}]^2$  的全场均方值

试验 M 中未做初值化运算得到的相应的这两个指标值恰好等于初值化试验运算中第零步迭代的值. 为简单起见, 图中只给出每一个指标前 3 个垂直模态的合成值. 由图 2 可以看出, 经过每一个初值化处理方案, 以上两个指标值均比未做初值化处理的值下降了 1 ~ 2 个量级. 上文中曾提到, 式(2) 相当于用水平模态表达的非线性正规模初值化 (NNMI) 准则, 即使初始时刻重力波模态的时间倾向为零. 因此可以说设定的目标是达到了.

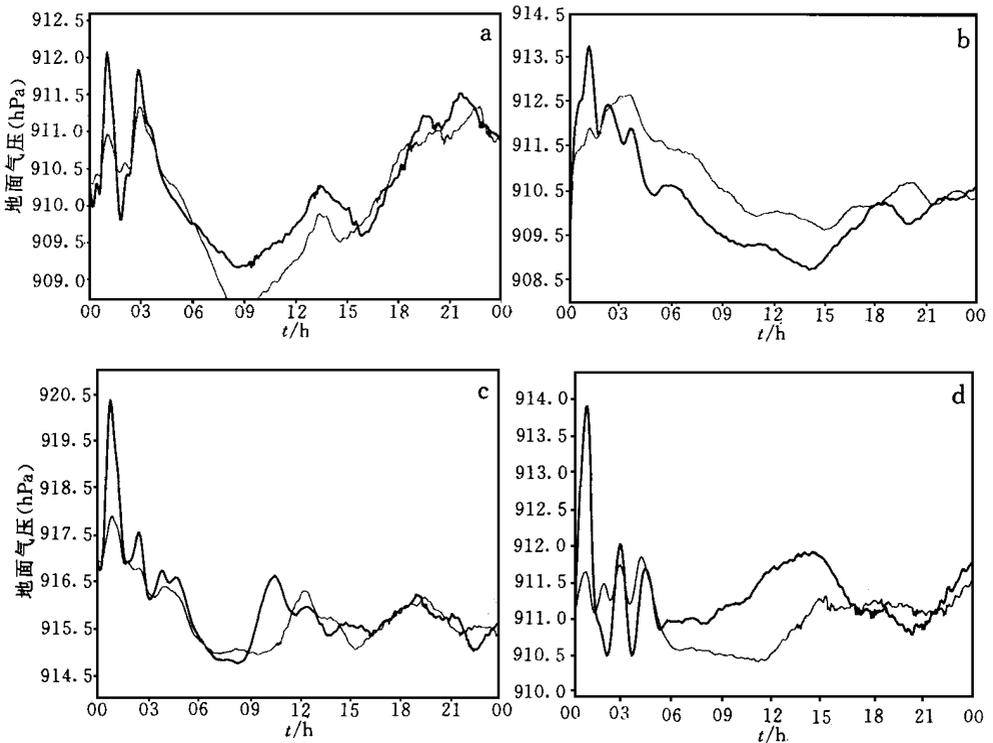


图 3 地面气压( $p_s$ ) 的 24 h 时间序列

(a)(b)(c)(d) 依次为试验 NSQ 中坐标为(22, 21), (43, 20), (15, 41), (43, 41) 点的  $p_s$  的时间序列 (图中细线为经过初值化处理, 粗线未经过初值化处理)

二是直接考察模式变量的时间序列,分析其高频成分是否经初值化过程而得到抑制。为此,选取对重力波最敏感的地面气压值( $p_s$ )作为考察对象。图3分别给出试验 NSQ 在模式区域内任选的4个点(其坐标为(22, 21); (43, 20); (15, 41); (43, 41))经过不同的初值化处理后,模式积分过程中  $p_s$  随时间的变化。图中粗线为未经初值化处理的  $p_s$  时间序列(即为在 M 试验中  $p_s$  的时间序列),细线为经过初值化处理后的时间序列。从图中可以看到,在试验 M 中  $p_s$  的变化在这四个点上均呈现明显的高频振荡。而经过初值化处理后  $p_s$  的时间序列就不再出现这种短周期的波动,并且其总的演变趋势与 M 试验是相同的。这表明经过初值化处理,虚假的高频振荡波得到了抑制,而代表天气过程演变的趋势却被保留下来。对比相应的  $p_s$  演变曲线,可以看出采用由卫星推导得到的热源并进行水汽调整的初值化方案没有破坏传统的 NNMI 所达到的平衡。

综合以上两点分析,说明在消除虚假的高频重力波噪音方面,加进水汽场调整的初值化方法与传统的非绝热非线性正规初值化方法的效果是相似的。都能达到初值化的目标:消除高频且大振幅的虚假的重力波噪音并且不改变罗斯贝波。

#### 4.2 1997年5月7~8日的降水个例试验结果

本次降水过程的大范围雨区出现在长江以南广大地区。在7日00:00(UTC,下同)的地面天气图上,我国河套至渤海湾一带有一冷锋锋面,850 hPa 高度上,在华南沿海有一个西南风低空急流轴存在,850 hPa 的切变线则位于长江以北地区,高空500 hPa 低纬为一西北东南向的阶梯槽型式。7日12:00冷锋向南移到我国长江流域,同时850 hPa 华南沿海低空急流减弱,北部切变线缓慢南移,高空500 hPa 呈西低东高的形势,江南以及华南处于槽前的西南暖湿气流中,在江南产生大范围的降水,福建沿海一带以及华南沿海的一些地区也产生了降水。7日18:00锋面南压,位于南岭以北至我国东南沿海一带,同时高空500 hPa 不断有低槽从高原上东移南下到华南地区,低空850 hPa 切变线继续南压,江南以及东南沿海为低空西南风急流控制,在长江流域以南地区以及东南沿海的降水仍然存在,有些地区甚至产生暴雨。到8日00:00锋面南压到南岭地区,但同时时间高空

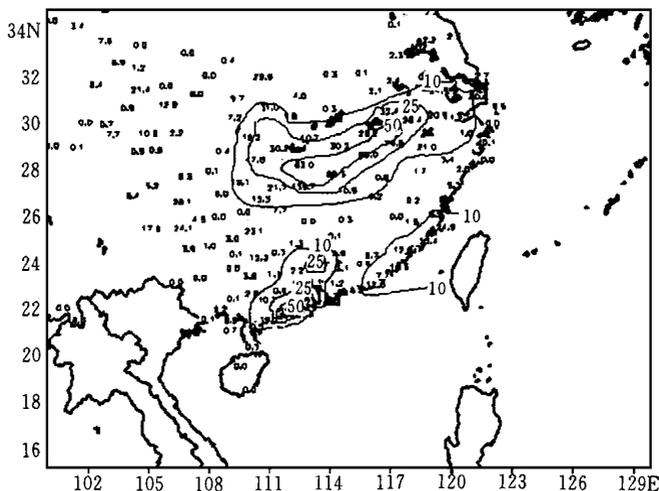


图4 1997年5月7~8日24h降水量实况

500 hPa 以及 850 hPa 高度上该地区为偏北气流控制, 至此, 本次降水过程结束. 图 4 为 8 日 00: 00 测得的 24h 降水量实况.

从实况图上可以看到, 降水可以分为两个雨带, 一个在长江以南, 有大片的雨区, 降水中心位于湖南、江西一带, 高值中心 24h 降水量达到 139mm. 另一个雨带在华南沿海, 在珠江口附近有量级为 30~ 50mm 以上的降水, 而在福建沿海一带则只有 10mm 左右的降水量.

图 5 中(a)、(b)、(c)、(d)分别为试验 NSQ、NM、NS、M 所得到的 24h 降水量预报图. 由于没有海上的降水资料实况, 所以只重点分析陆地上的情况.

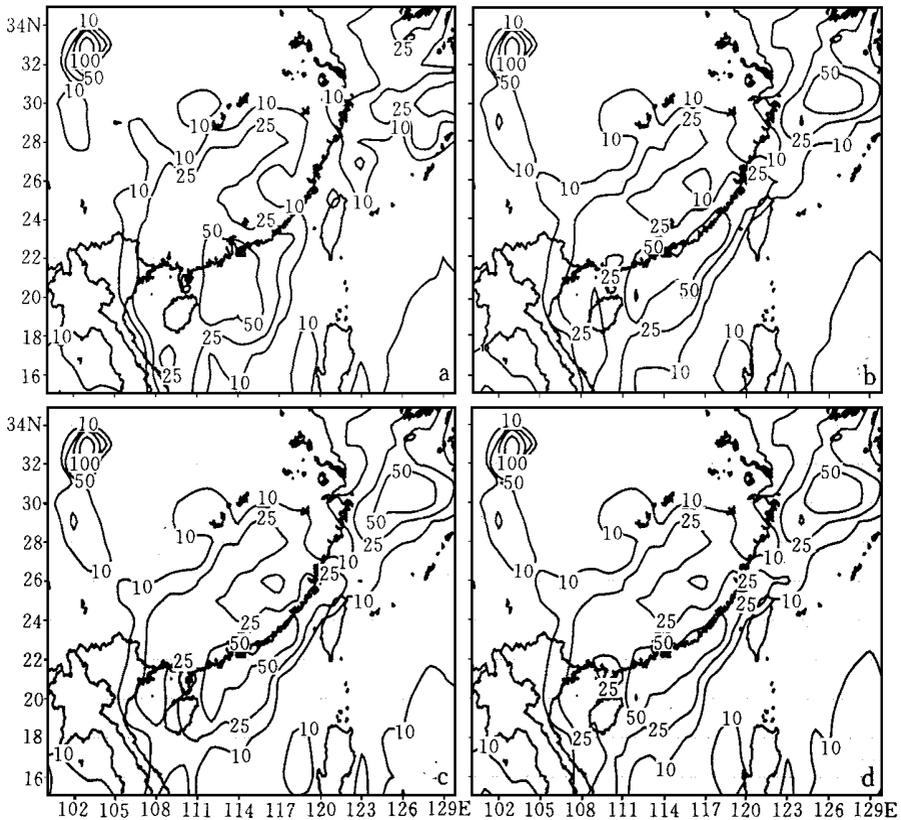


图 5 4 种初值化方案作为初值所得到的 24 h 降水量预报  
(1997 年 5 月 7~ 8 日)(a)、(b)、(c)、(d)依次为试验 NSQ、NM、NS、M

对比试验 NSQ、NM、NS 的 24 h 降水量预报图, 可以看到, NS 试验和 NM 试验得到的结果大致相同, 即降水区大致相同, 只是在降水中心的量级上, NS 试验比 NM 试验更大一些. NM 试验和 NS 试验对珠江三角洲附近均未能合理地报出较大量级的降水, 而且都将广东东部到福建东南沿海一带划入一个狭长的量级达 25 ~ 50 mm 以上的雨区当中, NSQ 试验则在珠江口附近报出一个降水高中心, 并且在珠江三角洲附近降水量达 50 mm 以上, 还去掉了广东东部到福建沿海一带狭长的量级达 25 ~ 50 mm 以上的雨区. 而实况也恰好正是在珠江三角洲及附近地区有大到暴雨量级的降水, 而在广东东部到福建东南沿海一

带则只有 10 mm 左右的降水. 对比分析 24 h 降水量预报和初始时刻卫星观测得到的 1 h 降水量(图 6)发现在卫星反演有降水的地区, 经过湿度场调整后的降水预报, 都较之于未经调整的预报效果要好. 这证明, 加进湿度场调整的非绝热非线性正规化初始化方案是合理的, 能提高降水预报的质量.

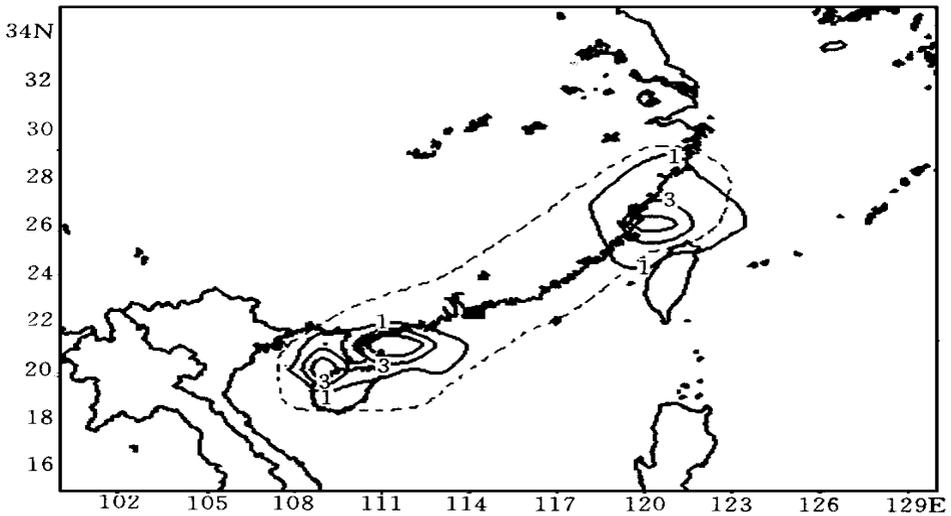


图 6 1997 年 5 月 7 日 00:00(UTC)卫星反演得到的 1 h 降水量(实线)以及 6 h(5 月 6 日 18:00~ 7 日 00:00(UTC))的降水量实况(虚线)

### 4.3 1998 年 1 月 14~ 15 日的降水个例试验结果

本次降水过程是南下的冷锋与槽前西南暖湿气流在我国华南一带交互作用所形成的一次典型的西风带锋面降水过程. 图 7 是 24 h 降水量实况.

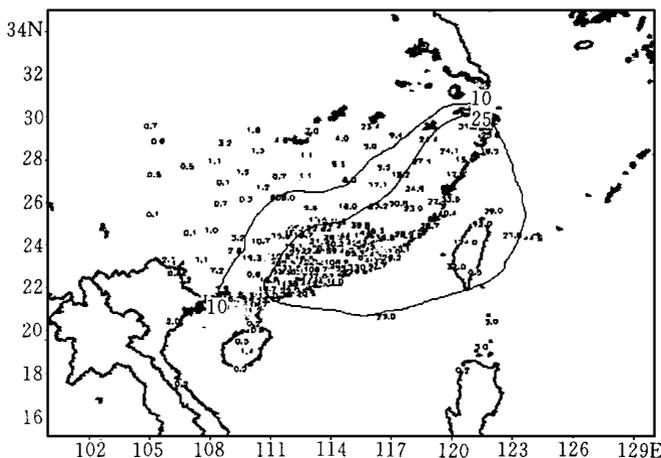


图 7 1998 年 1 月 14~ 15 日 24 h 降水量实况

1 月 14 日 00:00 的地面天气图上, 在南岭以南至福建沿海一带有一冷锋锋面. 同时锋前 850 hPa 对应一随着切变线南移的锋区和低空西南风急流轴, 500 hPa 上空为中、低

纬合并的高空低槽, 广东东部地区处于槽前负变高区, 200 hPa 高空风场对应一个喇叭型的辐散区, 在这种形势场的配合下, 我国华南大部以及福建沿海一带普遍产生降水, 在有些地区如广东东部的韶关等地产生大到暴雨的降水量. 至该日 12: 00, 冷锋南压进入南海北部, 但上述地区高空 500 hPa 仍不断的有小槽从高原东移南下补充, 850 hPa 切变线也仍然在华南沿海一带, 从而降水继续维持. 到 15 日 00: 00, 地面上锋面完全移出海, 850 hPa 切变线也南移到 20°N 以南, 500 hPa 上空也不再有新的槽来补充, 该地区高空转为槽后的偏北气流控制, 200 hPa 上的辐散风场也已消失, 至此本次降水过程结束.

图 8(a)、(b)、(c)、(d) 分别为试验 NSQ、NM、NS、M 所得到的 24h 降水量预报图. 由实验 M 得到的 24h 降水量预报图(d) 可以看到降水区比较零乱, 在实况产生大雨量级的广东东部没有反应出大的降水量, 反而在福建沿海得到 25~50mm 的降水量, 和实况相差较大. 这是因为未经初值化处理的初始场中, 存在着高频噪音影响的缘故. 而试验 NM 和 NS 由于都对初始场进行了调整, 去掉了那些存在于初值中的虚假的高频重力波, 因而在这两个试验中去掉了存在于试验 M 中的零乱的降水区域.

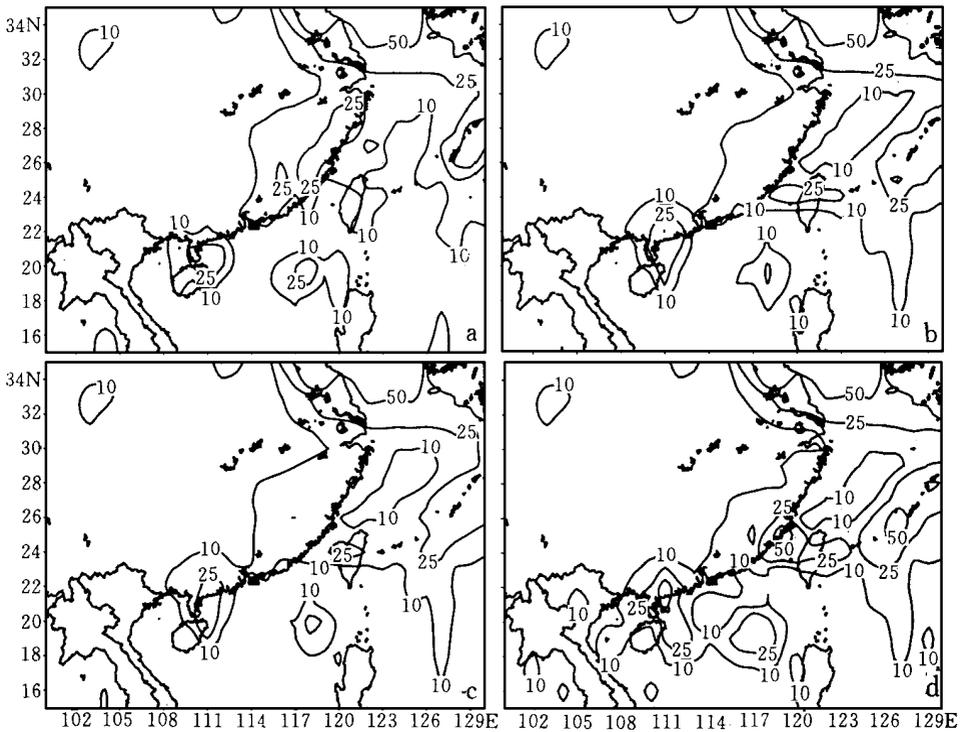


图 8 4 种初值化方案作为初值所得到的 24 h 降水量预报(1998 年 1 月 14~ 15 日)

(a)、(b)、(c)、(d) 依次为试验 NSQ、NM、NS、M

由试验 NS 和 NM 得到的 24 h 降水量预报图(c) 和(b) 可见, 在海南、广西一带, NM 试验报出一个范围较大, 降水量达 25 mm 以上的降水区域, 并且有几个高值中心. 试验 NS 将降水中心移出并入海, 且 25 mm 以上降水量的范围缩小. 而实际情况则正是在这一带没有大的降水产生. NM 试验和 NS 试验的区别在于, NS 试验是利用卫星资料反演得

到的降水率所推得的加热率作为非绝热的 NNMI 方案中的非绝热强迫项进行初值化调整, 而 NM 试验则是利用模式 2 h 积分所得到的加热率的时间平均值作为非绝热的 NNMI 中的非绝热强迫项, 从而使得用于非绝热的初值化方法中的非绝热强迫项更为接近实际情形, 也就得到了更合理一些的初始场. 因而 NS 试验的预报效果较之于 NM 试验更为接近实际情况. 试验 NSQ 是在 NS 试验的基础上多加进了对水汽场的调整, 使得用于模式预报的初值中增加了进一步趋于合理的成份. 图 8(a) 为试验 NSQ 得到的 24h 降水量预报图. 由图可见, 在 NSQ 试验中, 一个明显的不同于以上试验的地方是, 福建东南沿海至广东东部一带报出了一个较大范围的降水区(量级达 25 mm 以上), 而实况也恰好在这一带有较大范围的降水, 并且量级达 20 mm 以上. 另外, 在广西、海南一带降水的分布及量级也比 NM 试验和 NS 试验更接近实况.

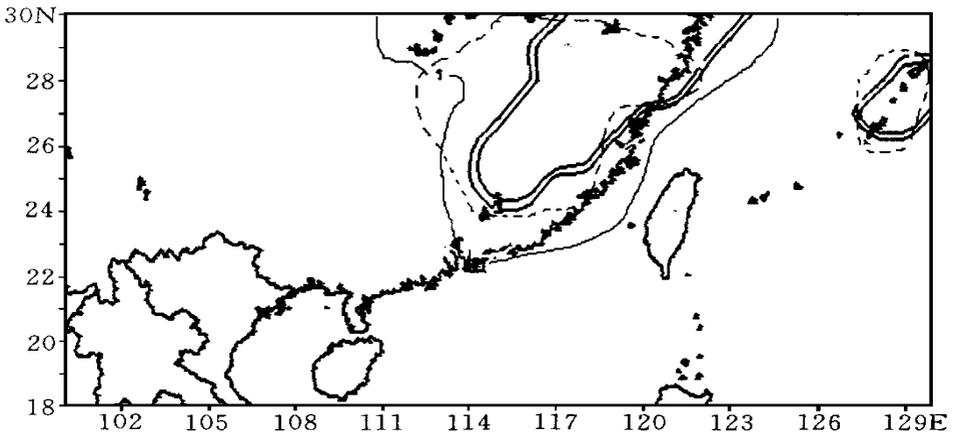


图9 1998年1月14日00:00(UTC)卫星资料反演1h降水量(实线)以及6h(1月13日18:00~14日00:00(UTC))的降水量实况(虚线)

但是对于珠江三角洲一带地区, 4种试验的降水量预报都较实况小. 初始时刻, 卫星资料在这一带没有降水反映(由14日00:00的卫星资料反演降水图(图9)反应出在这一带是降水空白区). 所以试验 NSQ 没有对这一带的水汽场进行调整. 这一地区预报的误差可能和模式的物理参数化有关, 也可能与目前的水汽调整方案中只处理近饱和地区的水汽修正问题有关. 这一问题将有待于今后继续研究和改进.

## 5 结 论

(1) 本文应用 GMS 多通道气象卫星资料估算所得到的降水率, 在非绝热的非线性正规初值化方法的基础上, 利用 B-M 对流参数化方案的逆运算方案, 在对初始的风场、温度场和高度场进行调整的同时, 也对初始的湿度场进行了调整. 从而保证了初始场用于模式的对流参数化方案积分后所得到的加热率与观测所得到的加热率一致, 也就是使得模式预报所得到的降水和实况达到一致. 两个不同季节的个例试验表明, 这个初值化方案提

高了降水预报的质量。

(2) 加进水汽场调整的物理初值化方案同传统的非绝热非线性正规初值化方案一样能达到初值化的基本准则, 更为重要的是它减少了初始湿度场的误差, 从而大大改善了用于模式的初始场, 提高了降水预报的质量。

(3) 利用卫星资料可以较好地弥补低纬地区资料不足带来的缺陷。对初始水汽场的调整质量还决定于利用 GMS 云图资料所反演出的降水率的精确程度。因而进一步提高降水反演精度的工作将是十分有益的。

(4) 对于水汽场的修正, 还只是对于那些水汽达到近饱和的地区而进行的, 并且对于初始化当中非绝热加热项的计算, 本文没有考虑辐射等参数化过程。这也可能是试验 NSQ 对有些地区在消除高频大振幅虚假的重力波噪音方面并没有比试验 NM 有所改进的原因。因此, 进一步完善对于初始水汽场的调整方案的研究工作将是十分必要的。

致谢: 本文作者得到了广州热带海洋气象研究所王在志、陈子通等同志的大力帮助, 在此表示衷心的感谢!!

## 参 考 文 献

- 1 Krishnamurti T N, Jishan Xue, Bedi H S, et al. Kelvin Ingles and Oosterhof D. Physical initialization for numerical weather prediction over tropics. *Tellus*, 1991, 43AB.
- 2 薛纪善, 李璨玑, 王志明. 非线性正规初值化原则在有限区域的实现. *大气科学*, 1992, 16(6): 686~ 697.
- 3 沈如金, 纪立人, 张道民. 一个修改的 BETTS 对流调整方案和它的初步试验(待发表).
- 4 Tadashi Tsuyuki Variational data assimilation in the tropics using precipitation data part II: 3D model. *Mon. Wea. Rev.*, 1996, 124: 2545~ 2561.
- 5 李建辉. 气象卫星雷达数字化图像的分析应用. 北京: 气象出版社, 1992.

## RESEARCH ON THE ADJUSTMENT OF INITIAL VALUE IN MOISTURE FIELD AND ITS CONTRIBUTION TO RAINFALL PREDICTION OVER SOUTH CHINA

Chang Yue Xue Jishan  
(Guangdong Meteorological Bureau, Guangzhou 510080)

He Jinhai  
(Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044)

### Abstract

By using the heating rate, which was calculated from the precipitation data derived from the GMS multichannel meteorological satellite, as the non-adiabatic forcing term of the non-adiabatic nonlinear normal mode initialization process, the initial values of wind field were adjusted. And then using a counter operation scheme, which was contrary to the model's convective parameterization scheme, the initial values of the moisture field

were adjusted to be sure that the heating rate calculated from the model's physical parameterization scheme was in accordance with the heating rate derived from the meteorological satellite. The method, which was in the frame of non-adiabatic nonlinear normal-mode initialization, had the initial vapor field adjusted. Not only has it achieved the goal of the traditional initialization, but also improved the model's capability of the short-time prediction to precipitation. The results of two trials in South China indicate that the method is valid.

**Key words:** Meteorological satellite data Heating rate Non-adiabatic nonlinear normal-mode initialization Non-adiabatic forcing term Convective parameterization scheme