

东亚地区气象参数同步物理反演方法的 数值试验：SPRM 和 ISPRM^{*}

黎光清 张文建 董超华
吴保锁 冉茂农 刘全华

(国家气象局国家卫星气象中心, 北京 100081)

提 要

从反演理论知道, 正演问题是对实际大气辐射率的模拟. 一切物理反演皆始于正演, 而正演辐射率的逼真度又取决于初估值和遥感通道透射率的精度, 从而反演过程紧密地把初估值、正演和透射率联在一起. 这个研究除了构建自洽的同步反演模式外, 着重将 SPRM 和只改变验前信息参数的 SPRM 做综合比较, 并称后者为 ISPRM. 试验结果表明后者明显优于前者.

关键词: 反演方法; 非适定性; 真实性检验.

一、引 言

同步物理反演方法^[1](简称 SPRM)的最基本特点是通过求解多参数线性化亮温泛函方程, 直接同时反演出和遥感通道亮温有关的表面气象参数, 以及温度和湿度廓线等. 它的反演效率比传统的单参数反演方法有显著提高, 是一个很有发展潜力的方法. 但要把它用到东亚大陆, 还有许多事要做. 如提要所述, 为了发展 SPRM, 首先针对这类反演问题的非适定性, 按东亚大陆自然地理特征和探空站相对密集的实况, 建立了温、湿参数初估值分析场代替 SPRM 的气候初估廓线场. 又从减小系统误差角度, 对正演亮温误差依遥感通道的光谱特性做了统计修正, 用此代替 SPRM 透射率的经验调整. 还根据大陆反演的需要, 实现了遥感反演通道的合理选择, 以期改善对流层低层和表面温度的反演精度. 如提要所说, 我们统称上述对 SPRM 的改进为 ISPRM.

在此试验中根据 NOAA-10 卫星 22 条轨道红外和微波垂直探测器 (TOVS) 辐射率探测资料, 按完全相同的条件用 SPRM 和 ISPRM 在东亚地区所做的反演数值试验结果表明: 后者的反演精度优于前者, 特别是地表和对流层中低层温、湿廓线反演以及位势高度的精度都比 SPRM 有明显改进.

二、同步物理反演模式

可将无散射、局域热力平衡的红外微波大气间接遥感方程写成下列扰动形式:

1991年8月14日收到, 12月20日收到修改稿.

^{*} 国家气象局高原气象科研基金课题和国家自然科学基金课题.

$$R - R^0 = B(p_s)\tau(p_s) - B^0(p_s)\tau^0(p_s) - \int_0^{p_s} B(p)d\tau(p) + \int_0^{p_s} B^0(p)d\tau^0(p), \quad (1)$$

式中 R , B 和 τ 分别表示辐射率、Planck 辐射率和透射率, 其中上标 $()^0$ 表示该量的初估值. R^0 是正演遥感方程的计算值, 而 R 则是卫星辐射率测值. 为简化表达式, 在方程 (1) 中所有物理量对波 ν 的依赖性, R , τ 同时对瞬时视场角 θ 的依赖性, τ 具有的光谱响应函数 ϕ_ν , 以及表面热辐射所固有的发射率 ε , 都未标出.

为建立自洽的同步物理反演模式, 先用下列变量组合

$$B^0(p_s)\tau(p_s) - \int_0^{p_s} B^0(p)d\tau(p) - B^0(p_s)\tau(p_s) + \int_0^{p_s} B^0(p)d\tau(p),$$

对方程 (1) 作算术运算, 有

$$\delta R = B(p_s)\delta\tau(p_s) + \delta B(p_s)\tau^0(p_s) - \int_0^{p_s} B(p)d[\delta\tau(p)] - \int_0^{p_s} \delta B(p)d\tau^0(p), \quad (2)$$

式中定义: $\delta R = R - R^0$, $\delta\tau(p_s) = \tau(p_s) - \tau^0(p_s)$, $\delta B(p_s) = B(p_s) - B^0(p_s)$, $d[\delta\tau(p)] = d\tau(p) - d\tau^0(p)$, 以及 $\delta B(p) = B(p) - B^0(p)$. 为化简 (2) 式, 对其右端第三项作分部积分, 得

$$\delta R = \delta B(p_s)\tau^0(p_s) + \int_0^{p_s} \delta\tau(p)dB(p) - \int_0^{p_s} \delta B(p)d\tau^0(p), \quad (3)$$

按互反原理又用类上的另一变量组合, 对方程 (1) 作相似运算, 得

$$\delta R = \delta B(p_s)\tau(p_s) - \int_0^{p_s} \delta B(p)d\tau(p) + \int_0^{p_s} \delta\tau(p)dB^0(p). \quad (4)$$

以上导出的方程 (3) 和 (4) 都是非线性积分方程. 再者, 根据反演理论^[2], 对它们作为反演问题求解时又都是非适定的, 其特点是它们没有唯一解, 数值解也不稳定, 表现在卫星辐射率测值的小误差, 特别是核函数的小误差, 可以导致反演解的大谬误^[2, 3]. 还有, 它们在数学表达式上又都是非自洽的, 即在方程 (3)、(4) 中没有明确表示出验前变量和待求变量的区别. 为了完善数学表式, 我们继续将方程 (3) 和 (4) 作适当运算, 得到下列同步物理反演方程的另一新表式:

$$\delta R = \delta B(p_s)\tau^0(p_s) - \int_0^{p_s} \delta B(p)\frac{d\tau^0(p)}{dp}dp + \int_0^{p_s} \delta\tau(p)\frac{dB^0(p)}{dp}dp + \int_0^{p_s} \delta\tau(p)\delta[\delta B(p)]. \quad (5)$$

将方程 (5) 和方程 (3) 或 (4) 比较可以看出, 上式在一定条件下完全克服了以前同步反演模式的非洽性. 这就是说, 如果不考虑方程 (5) 右端末项的二元偏差乘积效应, 或者在甚短时间内如果温度场变化不大, 都可导致 (5) 式右端末项消失, 从而得到自洽的同步物理反演模式:

$$\delta R = \delta B(p_s) \tau^0(p_s) - \int_0^{p_s} \delta B(p) \frac{d\tau^0(p)}{dp} dp + \int_0^{p_s} \delta \tau(p) \frac{dB^0(p)}{dp} dp. \quad (6)$$

如上所述, 方程(6)也是非线性积分方程. 根据提要所指出的正演和反演的内在联系, 为了在不改变反演模式, 只改变验前参数的条件下实现综合比较, 可将方程(6)中各扰动量函数用 Taylor 展开一阶近似代替, 直接将它线性化. 最后得到下列线性的自治同步物理反演模式:

$$\begin{aligned} \delta T_B = & f(T^0, T_B^0, p_s) \tau^0(p_s) \delta T(p_s) - \int_0^{p_s} f(T^0, T_B^0, p) \frac{d\tau^0(p)}{dp} \delta T(p) dp \\ & + \int_0^{p_s} f(T^0, T_B^0, p) \frac{dB^0(p)}{dp} \delta u(p) dp, \end{aligned} \quad (7)$$

$$f(T^0, T_B^0, p_s) = (\partial B(p_s) / \partial T)_{T=T^0} / (\partial B / \partial T_B)_{T_B=T_B^0}, \quad (8)$$

$$f(T^0, T_B^0, p) = (\partial B(p) / \partial T)_{T=T^0} / (\partial B / \partial T_B)_{T_B=T_B^0}, \quad (9)$$

$$f(u^0, T_B^0, p) = (\partial \tau(p) / \partial u)_{u=u^0} / (\partial B / \partial T_B)_{T_B=T_B^0}. \quad (10)$$

最后将方程(7)离散化后, 应用调整的最小二乘法就可同步地分别求出表层温度($T(p_s)$), 大气温度廓线($T(p)$)以及大气湿度廓线($u(p)$). 还须指出, 我们在此导得的方程(6)和 Smith 等^[4]用不同方式得到的自治同步反演模式相似.

三、最佳初估场的建立

当前建立初估场的方法主要有两类. 其一是采用模式识别技术, 即从大量常规探测资料建立在时间和空间匹配的探空和卫星观测数据库“例如 3I (Improved Initialization Inversion) 中的 TIGR (Toys Initial Guess Retrieval) 资料库^[5]. 反演时根据卫星辐射率测值和其它辅助信息在 TIGR 库中用模式识别的方差最小原理找出相应的初估值. 使用这类方法选定初估值较大地提高了反演精度. 此方法的问题是由于不能脱机选择, 因此在反演前找初估值费时太多, 要投入业务必须解决这个问题. 还因为方程(6)的非适定性, 有时在满足同一判据下找到的多个初估解之间的差别也相当大. 其二是直接使用数值预报场作反演初估场. 由于它比气候场更接近实况, 所以用数值预报场得到的反演结果也优于气候初估场的反演精度. 不足之处是数值预报场的垂直分辨率不够, 特别是在东亚地区, 加上边界条件处理困难, 预报也存在明显的非确定性.

为了避开上述两法确定初估场的不足, 同时根据目前国家卫星气象中心资料获取情况, 决定在改进试验中试用无线电温、湿廓线探测资料的客观分析场作初估值. 具体作法包括:

1. 从 IBM 4381 计算机指定的数据库中获取从国家气象中心通过电缆传来的探空资料.
2. 从中挑选出预定地区范围内的探测资料. 试验规定的分析场覆盖范围, 包括东经

70—160°E、北纬 70—10°N 大部分东亚地区。

3. 应用快速 Barnes 客观分析方法, 对上述区域内的探空资料作客观分析, 得到此地区均匀网格点的三维初估场文件。网格步长在水平方向为 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (经度 $\times$ 纬度); 在垂直方向按气象参数, 温度廓线分 13 层从 1000hPa 到 30hPa; 湿度廓线分 10 层从 1000hPa 到 100hPa; 位势高度也分 10 层从 1000hPa 到 100hPa。

4. 反演时根据一个反演块, 即 3×3 (卫星探测视场) 扫描点的中心经纬度位置, 找出相应的分析网格点, 提取初估廓线, 然后用插值方法将 13 层温度廓线内插到 40 个 TOVS 反演计算层上。其中 30hPa 以上由于无线电探空资料太少, 故此层以上的初估值采用分析场外推和气候估值相结合的方法确定。10 层湿度初估廓线也按反演模式的要求插值到 100hPa 以下的 20 层反演层上。

经过试验验证, 使用探空资料的客观分析场作初估场的优点有: 1) 近实时的探空观测资料比气候资料接近实际大气。2) 所选择的初估值的代表性较好, 不象模式识别有时出现同一判据下几个相异的初估值。3) 探空资料的垂直分辨率优于数值预报场。4) 可脱机处理初估场进行探空温、湿资料客观分析, 比模式识别省时。

四、正演亮温误差的统计修正

因为反演问题的非适定性质, 现有的物理反演算法都始于正演。物理反演方法包括 SPRM 的基本原理就是依据卫星仪器测得的辐射率与根据初估廓线正演的辐射率之差; 再通过求解反演模式以估计初估廓线的偏差, 最后按反演解的新信息对初估廓线进行修正达到目的。由此可见精确的正演计算是十分重要的。

修正正演亮温误差有两个方法。一个是透射率调整法^[6-8], 即虽然透射率算法具有确定的模式, 但可用一个订正因子与之乘积, 再通过和卫星辐射率进行拟合运算, 达到修正亮温的目的, 试验表明此法的效果不显著。

我们认为地表发射率和大气透射率模式的非确定性是影响正演精度的两个基本因素; 当前还很难逐个因子地精确估计其效应, 因此最佳的途径是直接综合估计卫星探测辐射率与计算辐射率之间的统计偏差。为了实现正演亮温误差的统计修正, 我们作了正演亮温和卫星探测亮温的一致性检验研究。

进行这个试验的步骤包括: 1) 从卫星云图和天气图寻找卫星过境时明显的晴空, 常规观测资料又较密集以及地表相对平坦地区。2) 对选定地区的无线电探空资料作客观分析, 并根据正演模式把温度分析场数据插值到 40 个计算层上, 水汽混合比算到 100 hPa。3) 将卫星探测点和客观分析场的常规资料点进行匹配, 然后根据匹配点的常规资料正演计算各通道亮温。表层温度按分裂窗方法确定。计算亮温时还要作严格的云检测, 去掉有云视场测值。4) 实现各通道卫星探测亮温和计算亮温的偏差统计。例如在表 1 中示出在此试验中, 我们所得到的 NOAA-10 TOVS 通道 (CH) 探测亮温与计算亮温偏差的 RMS 统计。

因为计算亮温所依据的是探空温、湿廓线, 而卫星的辐射率测值又是在选定的晴空区数据, 加上统计样本也足够大, 所以可以认为所得的统计偏差能反演实际。根据我

国探空情况在 30hPa 以上温度参数只能用气候值代替，因此 HIRS-2 通道 1、2、3 和 MSU 通道 4 的统计值只表明气候值与实际大气的偏差。最后，正演亮温误差的统计修正，是通过将表 1 中的 RMS 偏差值直接加到相应通道的计算亮温上；之后进行正演实现的。虽然两个修正方法不同，但效果相似，并且后者更适于业务使用。但为了消除季节性影响，因此必须对统计偏差定期更新以保持比较稳定的反演精度。

表 1 NOAA-10 TOVS 仪器探测亮温与计算亮温偏差统计 (单位 K) (样本数 = 906)

HIRS-CH	AVR	STD	RMS
1	-2.82	0.57	2.88
2	-1.21	0.54	1.41
3	-1.93	0.60	2.06
4	-0.52	0.48	0.71
5	-0.43	0.52	0.71
6	-0.13	0.74	0.91
7	-0.35	0.87	1.08
8	0.31	1.10	1.17
10	0.90	0.79	1.25
11	2.36	1.40	2.98
12	4.18	1.58	4.63
13	1.65	0.55	1.74
14	-0.87	0.54	1.03
15	-2.84	0.53	2.89
MSU-1	0.00	0.00	0.00
MSU-2	-0.70	1.72	1.88
MSU-3	-1.46	1.36	2.01
MSU-4	-1.05	1.13	1.58

如提要所述，通道选择是否得当，直接影响正演的质量。为了减小正演亮温误差，改善反演精度，遥感通道的选择，特别是对流层低层通道的选择极为重要。据我们的数值试验知道，HIRS-2 的通道 7 (748 cm^{-1}) 对水汽很敏感，因此使用它就会受湿度初估误差的干扰进而造成低层温度反演的较大误差。但是 HIRS-2 的通道 14 (2213 cm^{-1}) 对对流层低层的温度变化很敏感，而它受低层水汽的影响最小。根据这两个通道的光谱特性，在此试验中选用通道 14 取代 SPRM 原先的 HIRS-2 的通道 7，作为对流层低层温度正演和反演的核函数。同时在 ISPRM 中使用通道 7 代替 SPRM 的通道 10 作为水汽反演的核函数，试验结果证实是适当的。

五、反演结果的真实性检验

1. 为了检验 ISPRM 的反演精度，我们应用 SPRM 和 ISPRM 软件，在选定的东亚地区 (70°E — 160°E ; 10°N — 70°N)，对 1988 年 10 月上旬 7 天 7 次覆盖东亚地区 22 条轨道的 TOVS 辐射率作了反演试验，并将两法反演的结果和探空观测资料，在客观

分析场的基础上,按最小二乘法进行了点对点的时空匹配拟合计算.在图1—3中分别用A、B表示SPRM和ISPRM反演的温度(K)、湿度(g/kg)和位势高度(10 dm)的平均偏差(BIAS)和均方根误差(RMS)廓线.其中实线表示BIAS,而虚线表示RMS;参加统计计算的样本数约1380廓线.逐一对比分析图1—3所示统计廓线,可以作出如下的初步结论:

1) 从总的讲,几乎在所有层次上ISPRM反演的温、湿和高度的BIAS和RMS误差均明显地小于SPRM.它充分地反映了上述各项改进的综合结果.

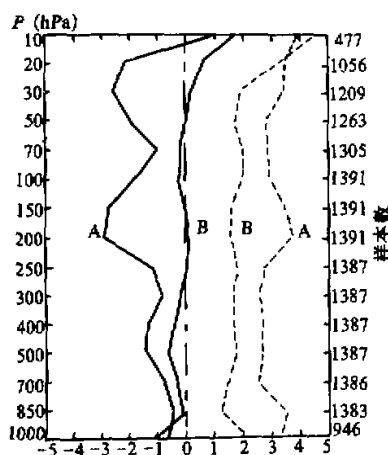


图1 温度反演的平均偏差(BIAS)和RMS误差(K)

A——SPRM, B——ISPRM, 实线——BIAS, 虚线——RMS

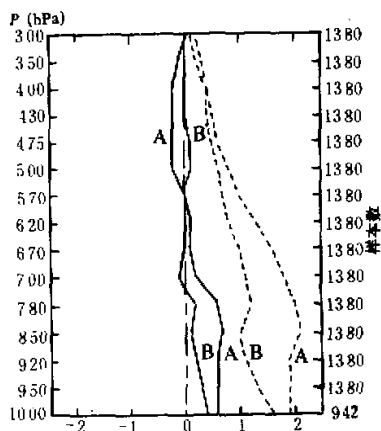


图2 水汽混合比反演的平均偏差(BIAS)和RMS误差(g/kg)

A——SPRM, B——ISPRM,
实线——BIAS, 虚线——RMS

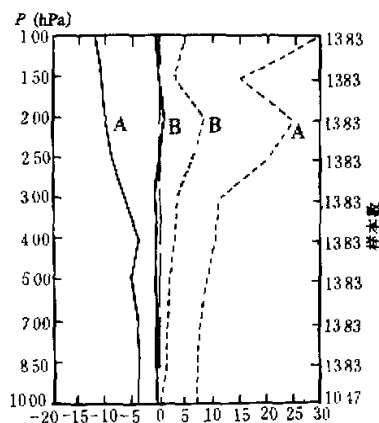


图3 位势高度计算的平均偏差(BIAS)和RMS误差(10dm)

A——SPRM, B——ISPRM,
实线——BIAS, 虚线——RMS

2) 具体分析图 1 的 BIAS(A) 和 BIAS(B) 看出, 除 1000 和 10hPa 二层 BIAS(A) 的平均偏差略小于 BIAS(B) 外; 其它诸层上的 BIAS(B) 皆小于 0.6K; 与此相对应的 BIAS(A) 则出现 -2.9K 较大的负偏差. 这个结果表明, 由于验前初估信息的改善, 导致 $\text{BIAS(B)} < \text{BIAS(A)}$, 从而 $\text{RMS(B)} < \text{RMS(A)}$, 即 ISPRM 比 SPRM 更接近实际温度分布.

进一步分析图 1 中的 RMS(A) 和 RMS(B) 廓线看出, 除 10hPa 气层的 RMS(B) 大于 RMS(A) 外; 其它, 从 850 到 30hPa 的 RMS(B) 大多数均低于或等于 2K 的误差. 相对地它比接近或稍大于 3K 误差的 RMS(A) 有明显提高. 这个统计结果表明, 从 1000 到 30hPa 气层 ISPRM 的反演精度比 SPRM 平均提高约 1.1K.

3) 分析图 2 两法反演水汽混合比的平均 BIAS(A) 和 BIAS(B) 廓线看出, 由于验前初估信息的改善, BIAS(B) 的平均偏差除在 570hPa 层附近二法相近外均小于 BIAS(A). 因为水汽分布主要集中在对流层中低层, 为比较两法的反演精度, 我们仅取 500hPa 以下 10 层的 RMS 值按每层上两法的 RMS 之差与相应的两法之和的比值, 作为估计两法相对精度的量度. 据此所得 10 层的统计结果表明, ISPRM 反演水汽混合比的精度比 SPRM 相对提高约 20%, 特别是在 780 到 920hPa 之间前者比后者提高接近 30% 的精度.

根据以上两法反演温、湿统计结果可以确认, 使用同样的 TOVS 辐射率测值, 如果用自洽的线性同步反演模式, 代替非自洽的同步反演模式; 用近实时的探空客观分析场, 代替气候初估廓线; 并在此基础上进行亮温误差统计修正; 加上用第 14 和第 7 通道的核函数和辐射率分别代替第 7 通道和第 10 通道的相应值; 以及实行单层或部分云条件下反演廓线订正等重要改进, 现在就有可能在东亚探空站相对密集地区, 利用 ISPRM 获得在 RMS 概念下温、湿廓线反演分别达到 2K 和接近 20% 的精度. 但是在 30hPa 以上, 由于缺少探空初估值和卫星测值垂直分辨率随高度迅速变坏等原因, 反演精度较差.

4) 从图 3 对比分析 RMS(A) 和 RMS(B) 看出, 由于温、湿反演精度显著提高, RMS(B) 是根据 ISPRM 反演温度廓线计算的位势高度, 除 250—200hPa 气层外, 其平均 RMS(B) 误差皆明显地小于 50m, 而按 SPRM 计算的位势高度则明显或成倍地超过 70m.

5) 参与误差统计的反演和探空匹配样本数达 1383 条反演廓线. 通过以上点对点的匹配比较所作的真实性检验表明, ISPRM 和 SPRM 的反演结果具有代表性, 能反映它们的性能.

2. TOVS 反演参数图形化是将反演结果向气象应用领域包括天气分析预报、数值天气分析预报以及气候研究推广的重要手段. 所谓图形化就是对 TOVS 反演结果实行多条轨道拟合分析, 其主要步骤包括: 1) 在探空资料客观分析基础上, 根据反演点资料的经纬度用统一的客观分析方法将 ISPRM 反演的多轨道资料插值到等经纬度网格点上. 2) 将等经纬度网格点资料转换到适于表征东亚地区的 Lambert 投影网格点平面上. 3) 按图形软件将投影网格点的反演参数值用 Barnes 方法分析成各种等值线图.

在图 4 和图 5 中示出 1988 年 10 月 12 日 00GMT 前后 (即 12 日 22:35—13 日 02:06 GMT) NOAA-10 三条轨道辐射率测值由 ISPRM 反演的 500hPa 温度和位势

高度分析场, 以及 12 日 00GMT 的无线电探空分析场。通过分析可作如下概括: 1) 从大形势看, 无论是温度场还是位势高度场, 在 60°N 以南地区反演参数场和探空观测分析场的大形势特征相当吻合, 东北和西北地区的低压中心和相对应的冷中心位置基本相符, 特别是中纬度地区反演的西风带等温线密集区, 反映出较强的温度梯度也和探空温度分析相当一致。2) 从图 5 的高度场强度分析看, 位于 $120^{\circ}-130^{\circ}\text{E}$ 的低压冷中心, 探空分析为 528dm, 而反演的是 532dm; 探空的冷中心是 -36°C , 而反演场分析为 -32°C 。3) 因为卫星探测点比探空站稠密很多, 因此反演场出现较多的等温中心。例如在图 4a 沿 20°N 出现的几个 -4°C 等温区, 在图 5a 西藏中西部地区出现的 572dm 闭合小低压, 对照实况 (图 5b) 有可能存在, 但由于缺少探空资料还无法证实。

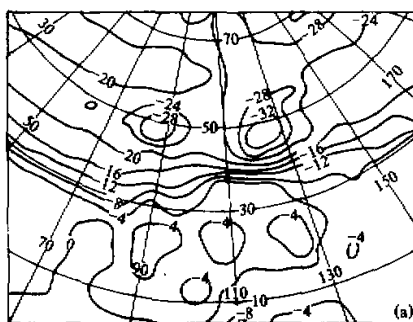


图 4a ISPRM 500hPa 温度反演分析场,
1988 年 10 月 12 日 22:35—13 日 02:06GMT

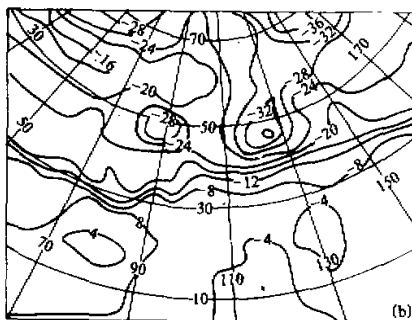


图 4b 500hPa 探空测温分析场, 1988 年
10 月 12 日 00:00GMT

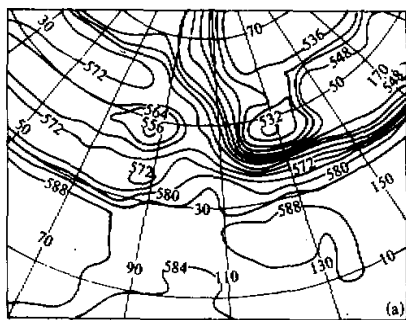


图 5a ISPRM 500hPa 高度计算分析场,
1988 年 10 月 12 日 22:35—13 日 02:06GMT

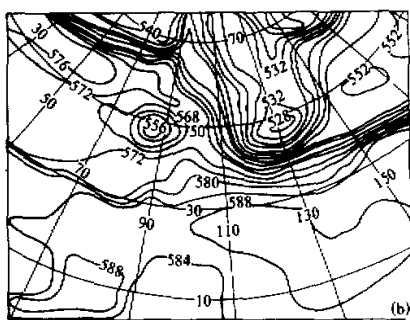


图 5b 500hPa 探空高度分析场, 1988 年
10 月 12 日 00:00GMT

总之, 根据以上对反演精度所作的对比分析表明, 在东亚大陆地区包括青藏高原 ISPRM 具有合理的反演能力, 但其可信度尚待更充分的地面真实性检验, 和更长时期卫星资料反演验证。

六、几点结论

1. 通过 SPRM 和 ISPRM 的统计对比分析, 可以认为, 根据东亚大陆探空资料建立最佳初估场, 有效地减小正演误差, 选用方程(5)和注意反演通道精选和改进反演算法过程等综合技术, 是实现 ISPRM 算法的关键环节。

2. 根据 1383 个匹配样本的拟合统计表明, 除高层外, 几乎在所有高度上 ISPRM 比 SPRM 的反演精度都有明显改进。具体说, 和 SPRM 反演 RMS 误差相比, ISPRM 温度反演误差平均大约减小 1K, ISPRM 湿度反演误差比 SPRM 减小约 20%。改进试验表明 ISPRM 是适于东亚地区的一个反演方法, 但是要将它用到多层云条件和大陆高原复杂地表地区, 还有不少问题有待探索。

参 考 文 献

- [1] Smith, W. L., H. M. Woolf, C. M. Hayden and A. J. Schreiner, 1985, The simultaneous retrieval export package, *The Tech. Proceedings of the ITSC-II, CMSS*, 224—253.
- [2] 黎光清、董超华, 1988, 应用 Bayes 算法估计核函数误差对大气温度廓线反演的影响, *大气科学*, 12(1), 36—41.
- [3] Fleming, H. E., D. S. Crosby and A. C. Neundorfer, 1986, Correction of satellite temperature retrieval errors due to errors in atmospheric transmittances, *J. Clim. Appl. Meteor.*, 25, 869—882.
- [4] Smith, W. L., H. M. Woolf and H. E. Revercomb, 1991, Linear simultaneous solution for temperature and absorbing constituent profiles from radiance spectra, *Appl. Optics*, 30, 1117—1123.
- [5] Chedin, A., N. A. Scott, C. Wahinche and P. Moulinier, 1985, The improved initialization inversion method: A high resolution physical method for temperature retrieval from satellites of TIROS-N series, *J. Clim. Appl. Meteor.*, 24, 128—143.
- [6] 黎光清、董超华、吴保锁、刘全华、张文建, 1991, 东亚地区高分辨率物理反演方法数值试验: 内部比较研究, *大气科学*, 15(1), 84—93.
- [7] Parikh, V., 1985, Empirical adjustment for atmospheric transmittance based on calculated and measured radiances, *J. Quant. Spectros. Radiat. Transfer*, 33, 227—236.
- [8] 刘全华、董超华、黎光清, 1989, CO₂ 大气透过率的统计算法, *大气科学*, 13(2), 228—237.

Numerical Test of the Simultaneous Physical Retrieval Methods for Meteorological Parameter over the East-Asia Continent : SPRM and ISPRM

Li Guangqing , Zhang Wenjian , Dong Chaohua ,
Wu Baosuo , Ran Maonong , Liu Quanhua

(*National Satellite Meteorological Center , SMA , Beijing 100081*)

Abstract

According to the retrieval theory, the forward problem is the modeling of the real atmosphere. All physical inverse problems start from forward problem. However, the accuracy of forward radiances depends upon the first guess and precision of channel transmittances. Therefore, the retrieval procedure relates with first guess, as well as forward problem and transmittances closely. In addition to set up a consistent simultaneous retrieval model this study, especially compare the ISPRM with the SPRM which changes only a priori information parameter, and thus call ISPRM. It is shown that the result of ISPRM is much better than the SPRM's.

Key words: Retrieval methods; Ill-posedness; Ground-truth test.