

# 不需要校准激光的法 - 帕仪中高层大气温度反演方法和观测数据初步分析\*

赵江南<sup>†</sup> 艾勇 王敬芳

(武汉大学电子信息学院, 武汉 430079)

(2011年7月18日收到; 2011年11月7日收到修改稿)

本文提出了一种根据 FPI 观测不需要校准激光而进行温度反演的方法, 给出了进行温度反演的解的解析形式. 依据武汉大学 FPI 大气温度测量系统获得的 630 nm 和 557.7 nm 观测数据, 利用上述方法进行温度反演, 结果表明本文方法不需要校准激光, 能用于不同波长的 FPI 温度反演.

**关键词:** FPI, 多普勒频移, 中高层大气, 温度反演

**PACS:** 94.10.Dy

## 1 引言

近年来 FPI(法布里 - 帕罗干涉成像仪) 气辉干涉成像测量技术应用领域越来越广阔, 测量精度也在不断地提高, 目前已成为日地空间的地基和天基探测的重要手段之一, 是大气物理和空间环境监测与预报的重要研究内容. 通过对地球中高层大气各圈层的风场速度和温度的理论研究以及实际观测, 可以获得许多有用的观测数据, 进而对中高层大气环境状态进行预报, 可直接为航空航天、通讯、导航和其他空间活动提供可靠的支持.

中高层大气发光现象主要是指热层大气的气辉辐射, 通常称为气辉现象. 气辉的发光强度非常低, 不易观测. 气辉的产生机理是白天太阳紫外线照射大气分子或原子使之产生电离或光分解, 到了夜间, 这些处于激发态的分子或原子在回到基态时产生的辐射就产生了辉光. 常见夜气辉谱线有产生高度约为 250 km 的 OI630 nm 和产生高度约为 96 km 的 OI557.7 nm 及 Na-D, OH 等谱线. 气辉的发射谱线具有一定的宽度, 而大气温度和大气风场对多种谱线加宽都有影响, 因此可以从气辉

谱线的宽度信息中得出大气温度和大气风场的相关信息.

中高层大气温度在不同空间位置, 不同时间, 不同条件下会发生变化, 研究表明 OI630 nm 谱线对应温度以 1000 K 为中心上下波动可达 500 K 以上<sup>[1]</sup>, OI557.7 nm 谱线对应中心温度约为 220 K.

近十年来气辉观测的主要进展体现在对风速的测量上<sup>[2-8]</sup>, 其测量精度得到了持续的提高; 对温度测量的研究则相对较少, 并且仍存在温度测量精度不高的问题. 在我国, Ai 等<sup>[9]</sup>于 1998 年对用 FPI 观测气辉进行了分析和研究, 张淳民等<sup>[10,11]</sup>也进行了相关理论探讨, 但我国对该领域的研究仍然十分有限. 随着我国航天活动的增加, 对该空间区域的观测和研究, 以及我国中纬度区域高空大气监视网络的建立显得非常必要. 2008 年 11 月, 李浩, 张燕革对法布里 - 帕罗干涉成像仪的大气温度测量原理进行了深入的讨论<sup>[12]</sup>.

现在国际通行的温度反演方法是利用校准激光干涉实验模拟 FPI 系统光学传输特性, 通过对比获取拟合系数, 最后导出温度. 但所有文献均未给出数学过程和结果. 这种温度反演方法的主要缺陷是:

\* 国家高技术研究发展计划 (863) 项目资助的课题.

<sup>†</sup> E-mail: nangua62@yahoo.com.cn

1) 需要用校准激光. 现在通行的 FPI 温度反演方法, 需要相应波长的校准激光来获取拟合系数, 可事实上并没有波长为 630 nm 和 557.7 nm 的激光器. 如对 630 nm 谱线, 通常采用 632.8 nm 的稳频激光器来进行校准. 为使反演成为可能, Timothy 等<sup>[13]</sup> 提出了波长变换的方法. 显然波长变换会带来相应的误差, 影响观测精度.

2) 对 630 nm 谱线, 该方法反演的温度起伏非常大. 国外的文献表明短时间内, 如同一晚上的温度在均值附近起伏可达 400—500 K<sup>[1,14,15]</sup>.

3) 对 557.7 nm 谱线, 该方法不大可能给出可靠结果. 我们曾将校准激光 (632.8 nm) 拟合系数作波长变换后发现无法给出 557.7 nm 气辉对应的温度. 其他国家学者关于 557.7 nm 气辉温度的研究文章也不多见. 主要原因可能是波长相差太大.

以上问题可能是如下原因造成的: 1) 两次提取 (气辉和激光) 干涉条纹来获得拟合系数, 多一次提取就多一层误差. 2) 波长变换可行的前提是对相当理想的系统, 实际上很难做到. 所以有必要改进温度反演方法.

本文分析了传统的 FPI 大气温度测量系统温度反演的数学模型, 给出了真实系统的传递函数的描述公式, 并给出了考虑到温度展宽后的传递函数的表达式. 最终给出了一种不需要校准激光而进行温度反演的可能方法, 给出了在此基础上进行温度反演所必须的解的解析形式.

利用武汉大学研制的双通道 FPI 大气温度测量系统获得的观测数据, 用上述方法进行温度反演, 通过对比其他学者的实验分析结果, 说明本文方法能用于这二种波长的 FPI 温度反演.

## 2 原理

原子发射谱线的主要加宽机理是碰撞加宽和多普勒加宽, 由于热层大气的分子密度已非常低, 碰撞加宽效应远低于多普勒加宽效应, 因此气辉发射谱线的线宽度由多普勒宽度确定, 而分子 (原子) 气体的温度  $T$  与多普勒宽度  $\Delta\lambda_T$  的关系可表征为<sup>[1,14]</sup>

$$\Delta\lambda_T = \lambda_l \left( \frac{2kT}{mc^2} \right)^{1/2}, \quad (1)$$

其中  $\lambda_l$  是考虑了多普勒频移之后的中心波长,  $k$  是玻尔兹曼常数,  $T$  是热力学温度,  $m$  是发光分子 (原

子) 质量,  $c$  为真空中光速.

对 FPI 系统, 若距离干涉条纹中心  $r$  处 CCD 记录的光子数为  $N_r$ , 则<sup>[1]</sup>

$$N_r = C_{0r} \cdot t \cdot \frac{1-R}{1+R} \cdot A_0 \left\{ \frac{\partial \Re}{\partial \lambda} \Big|_0 \Delta\lambda_F + \Re_0 T_{F0}(\lambda_l) \sum_{n=0}^{\infty} \left[ a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx) \right] \cdot \exp[-n^2 G^2] \right\} + B_r. \quad (2)$$

该式即为最终用来进行图形分析的函数, 其中, 通频带  $\Delta\lambda_F$ ,  $C_{0r}$ ,  $t$ ,  $R$ ,  $A_0$  是已知的系统参数, 系统传输系数  $a_n$  和  $b_n$  可通过对校准激光干涉图的拟合获取.  $T_{F0}(\lambda_l)$  为用来进行谱线选择的前置滤光片的透射函数的 Taylor 展开式的第一项,  $B_r$  是 CCD 照相机的背景噪声.  $\Re_0$ ,  $G$  与光源有关, 其中

$$G = \frac{\pi}{c} \sqrt{\frac{2kT}{m}} \frac{2ud}{\lambda_l}. \quad (3)$$

从 (3) 式中可看出发射谱线的温度信息包含在  $G$  中. 利用 (2) 式对气辉干涉图进行拟合, 获得  $G$  即可得出光源的温度.

因此从获得的干涉图样中获得气辉谱线宽度信息后即可通过反演得出大气的温度. 测量的难点在于气辉干涉条纹的宽度不仅与气辉发射谱线的线宽有关, 更与干涉成像系统的传输性质, 也即系统的加宽效应有关. 获取系统对干涉条纹的加宽信息是实现温度测量的必要条件, 大气温度反演的重点在于干涉系统数学模型的建立及系统传输函数的准确测定.

## 3 系统传递函数

理想情况下, FPI 的传输函数是爱里 (Airy) 函数, 数学上代表一系列同心圆环, 常见形式如下:

$$A(\lambda, x) = \frac{(1-R)^2}{1-2R \cos(x) + R^2}, \quad (4)$$

其中  $x = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = \frac{4\pi\mu d}{\lambda} \cos\theta$  表示从标准具透射的相邻光束的位相差,  $\Delta$  是理想情况的光程差,  $R$  是 FP 腔反射系数. 如果将  $A(\lambda, x)$  用傅里叶级数表示, 则可写成

$$A(\lambda, x) = \frac{1-R}{1+R} + \sum_{n=1}^{\infty} 2 \cdot \frac{1-R}{1+R} \cdot R^n \cos(nx). \quad (5)$$

由于随机偏差的存在, 系统误差将产生一个附加光程差  $\delta\Delta$ , 由此  $x$  变为

$$x' = \frac{2\pi}{\lambda}(\Delta + \delta\Delta) = x + \frac{2\pi}{\lambda}\delta\Delta, \quad (6)$$

将 (6) 式代入 (5) 式中, 我们有

$$A(\lambda, x) = \frac{1-R}{1+R} \cdot \left\{ a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)] \right\}, \quad (7)$$

式中系数

$$a_n = 2R^n \cos\left(\frac{2n\pi}{\lambda}\delta\Delta\right), \quad (8)$$

$$b_n = -2R^n \sin\left(\frac{2n\pi}{\lambda}\delta\Delta\right), \quad (9)$$

式中已考虑当  $n=0$  时,  $a_n = a_0 = 1, b_n = b_0 = 0$ . (7) 式即为考虑了系统偏差后 FPI 系统的传输函数的傅里叶级数表达式. 归一化的傅里叶系数  $a_n, b_n$  反映着系统传输特性, 包含着系统偏差的总体效应, (8) 和 (9) 式则给出了傅里叶系数与系统误差特征量  $\delta\Delta$  及波长的数学关系.

尽管  $a_n, b_n, \delta\Delta$  反映了 FPI 系统的传输特性, 但 (7) 式还不足以反映从光源到成像器件 CCD 的整个测量系统的传输特性. 为此, 可以考虑对 (7) 式加以修正, 在式中加入系统常数  $N_0$ ,  $N_0$  与光源亮度、标准具通光孔径、CCD 照相机量子效率、背景噪声、系统损耗等有关. 修改后 (7) 式为

$$N'_r = \frac{1-R}{1+R} N_0 \left\{ a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)] \right\}, \quad (10)$$

$N'_r$  就是真实测量系统的传递函数. 对比  $A(\lambda, x)$  的数学意义, 容易看出,  $N'_r$  就是距干涉中心  $r$  处光子计数值. 比较 (2) 式和 (10) 式他们具有基本相同的形式, 相同的物理意义. 相对来说 (10) 式的系数比 (2) 式更简洁, 更直观.

#### 4 温度反演

通过对所用 FPI 大气温度测量系统的分析和研究, 我们获得了进行温度反演的基本公式<sup>[16]</sup>

$$G^2 = \frac{1}{2(s^2 - t^2)} \ln \left[ \frac{c_t^2 + d_t^2}{c_s^2 + d_s^2} R^{2(s-t)} \right], \quad (11)$$

其中  $s, t$  为拟合阶次  $n$  可取的 1—7 中的整数, 且  $s > t$ . 因为 1—12 阶拟合得到的傅里叶系数的

取值收敛很快, 第六阶的系数已经接近于零, 实际中我们取  $n$  不大于 7 的傅里叶拟合得到其正弦系数  $c_n$  和余弦系数  $d_n$ .

$R$  为 FP 腔的反射率, 若知道了各阶  $c_n$  和  $d_n$  的取值, 选取适当的  $s, t$  可由 (11) 式得到  $G$  值, 再由 (3) 式就可反演出温度. (11) 式是一个超定方程, 根据不同的  $s, t$  取值可组成 21 个方程, 但并不是每个方程都是有效的.

#### 5 观测数据分析

武汉大学双通道 FPI 先后在武汉, 北京, 河北廊坊和新疆进行了气辉观测. 我们先取 2010 年 3 月 10 晚在廊坊获得的气辉干涉图来反演温度. 由于我们的 FPI 是双通道结构, 所以可以同时获取 557.7 nm 和 630 nm 干涉图数据.

标准具说明书中指出, 对 630 nm 波长, 发散角为 1 mrad 时, 反射率为 91.23%, 当发散角为 25 mrad 时, 反射率为 0.26%; 对 557.7 nm 波长而言, 发散角分别为 1 mrad, 25 mrad 时对应的反射率分别为 90.62%, 0.21%, 但发散角与反射率之间具体的关系曲线生产厂家 (英国 IC Optical Systems. Ltd) 不能提供, 利用标准具的相应参数我们得到了反射率  $R$  和发散角之间大体关系曲线如图 1 所示, 纵坐标为反射率, 横坐标为发散角 (单位 mrad). 而我们实验中 630 nm 的干涉内环对应的发散角约为 6.14 mrad, 557.7 nm 的干涉内环的发散角约为 5.70 mrad, 从图 1 中可看出 630 nm, 557.7 nm 干涉内环对应发散角的反射率分别为 0.44, 0.57. 用此二个反射率进行温度反演, 对应两个不同波长的温度数值如图 2 和图 3 所示.

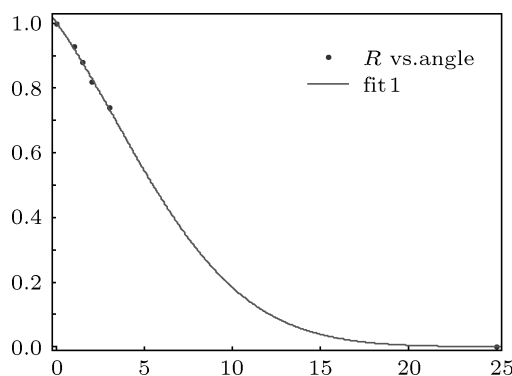


图 1 反射率  $R$  和发散角之间关系曲线

557.7 nm 的结果比较符合公认的范围, 而 630 nm 的结果尽管在公认的可能温度范围内, 但有些偏低, 可能原因是图 1 中发散角和反射率之间的关系曲线在大发散角时, 反射率的不确定性就增加. 如果取 630 nm 干涉内环对应发散角的反射率为 0.33, 对应的温度如图 4 所示, 均值为 991.56 K, 比较符合其他方法给出温度结果. 这说明只要能够选择合适的反射率, 就可能反演出符合实际的温度.

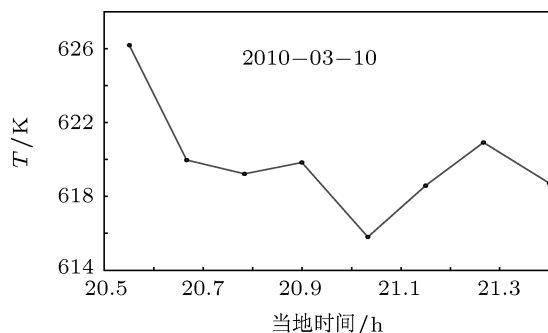


图 2 630 nm 波长的温度数值, 均值 619.56 K

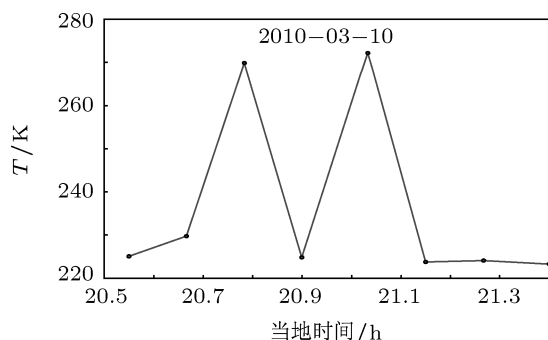


图 3 557.7 nm 波长的温度数值, 均值 236.60 K

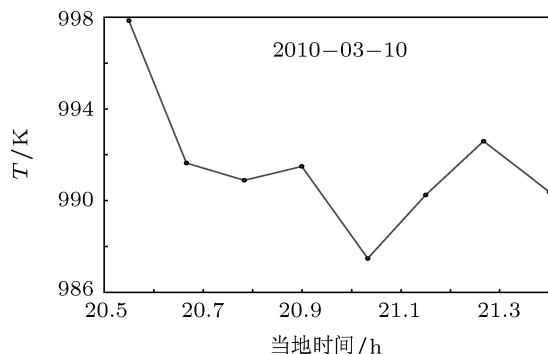


图 4 630 nm 波长的温度数值, 均值 991.56 K

现在对随意选取的 2010 年 7 月在新疆观测到的数据进行同样的处理. 图 5 是 7 月 2 日到 7 月 16 日中间的 8 天处理结果给出的晚间 557.7 nm 平均温度变化曲线. 纵坐标为绝对温标开, 反射率  $R$  作

为系统参数对某一波长确定后不再变化, 故仍取为 0.57.

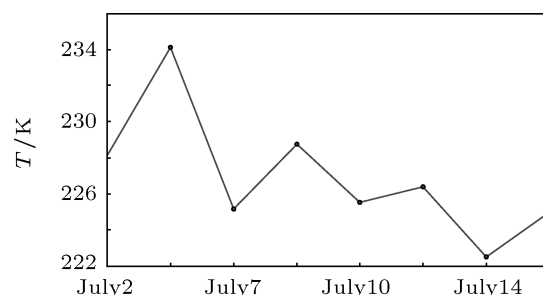


图 5 2010 年 7 月 2 日至 7 月 16 日 557.7 nm 温度变化曲线

温度变化区间符合公认温度范围. 从图中看出温度有下降趋势. 7 月 5 日数据有点偏高, 如果去掉则温度在  $225 \pm 3$  K 中变化, 下降趋势就不明显了.

从 (11) 式知  $R$  的不同取值将影响  $G$  值的确定, 最终造成温度的起伏. 而  $R$  的取值有一定的不确定性. 现在我们来探讨一下不同反射率带来的温度变化. 以 7 月 5 日的数据为例, 图 6 给出 557.7 nm 波长取不同反射率对应的温度数值. 从图中可以看出我们通过图 1 取反射率为 0.57 相对合理性. 当然对于不同的拟合方法得到的拟合系数, 也会使结果有所不同.

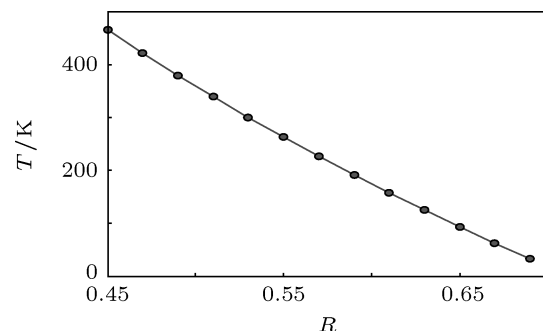


图 6 557.7 nm 波长取不同反射率对应的温度数值

同样对 2010 年 7 月在新疆观测的 630 nm 数据进行处理, 但 630 nm 可以进行分析的数据较 557.7 nm 少. 图 7 是 7 月 7 日到 7 月 16 日中间 4 天处理结果给出的 630 nm 平均温度变化曲线. 纵坐标为绝对温标开, 这里反射率  $R$  仍旧取为 0.33. 温度变化区间符合实际温度范围.

以 7 月 7 日的的数据为例, 图 8 给出 630 nm 波长取不同反射率对应的温度数值.

从图中可以看出我们通过图 1 取反射率

为 0.44 有些偏大, 如果取反射率为 0.33, 则温度结果更加可靠.

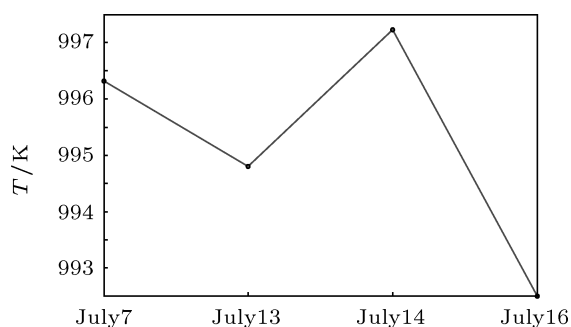


图7 2010年7月7日至7月16日630 nm 温度变化曲线

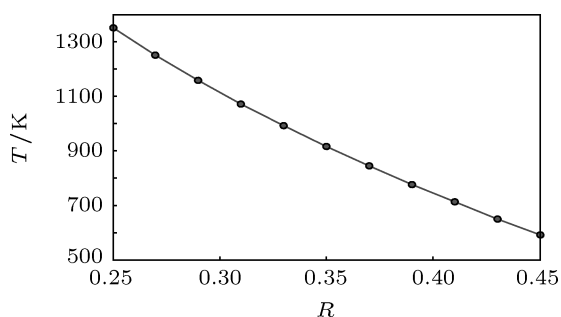


图8 630 nm 波长取不同反射率对应的温度数值

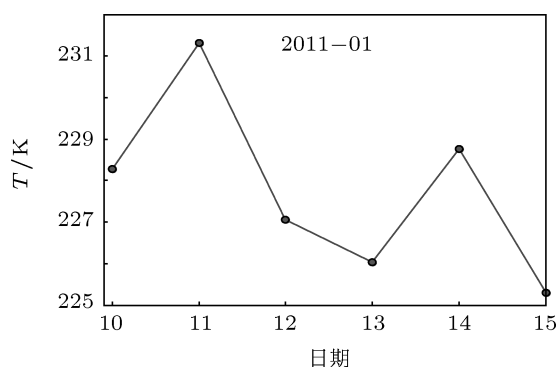


图9 2011年1月10日至15日557.7 nm 温度变化曲线

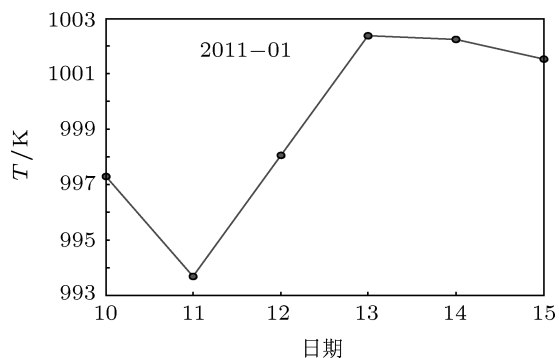


图10 2011年1月10日至15日630 nm 温度变化曲线

图9和图10是2011年1月10日到15日廊坊观测数据用上述方法给出的温度反演结果. 温度结果在公认的范围变化.

## 6 模型比对和误差初步分析

对 630 nm 波长对应温度, 可利用国际电离层参考模型 IRI(International Reference Ionosphere 2007) 进行估算, 结果是北京地区 (包含廊坊)250 km 高度 2010 年 3 月 10 日 19 时电离层温度约为 870K; 同样利用模型 IRI 计算获得新疆库尔勒地区 250 km 高度 2010 年 7 月 10 日 19 时电离层温度约为 876 K, 此时对应反射率约为 0.36. 这两个温度与观测温度数值相差在 100 K 左右, 相对误差在 10% 上下, 这比国外学者给出的温度起伏 400 K 到 500 K 有了很大的改进. 由于电离层温度的不确定性, 模型给出的温度数值只能作为参考. 特别是模型给出的是某一高度的温度数值, 而我们观测得到的温度数值是这个高度附近一定范围内的温度均值. 当然, 从绝对数值的角度看可通过调整系统反射率来缩小误差, 但这应该没有必要, 因为模型毕竟太过理想化.

对 557.7 nm 波长对应温度, 可利用大气模型进行估算, 由于大气模型种类较多, 我们采用 MSISE-00 大气参考模型, 得到北京地区 96 km 高度 3 月 10 日 19:00 时的温度为 180 K; 新疆库尔勒地区 96 km 高度 7 月 2 日晚上 7 点的大气温度约为 184.2 K. 这两个温度与观测温度数值相差在 40 K 左右, 相对误差在 20% 上下. 若此时对应反射率取为 0.58, 则相对误差可控制在 10% 以内. 利用这一模型, 我们发现新疆库尔勒地区 7 月 2 日到 7 月 16 日晚上 7 点 96 km 高度大气温度平稳上升, 15 天升幅约 1 K, 但我们的观测结果未发现这一现象, 出现这种情况的可能原因是:

- 1) 大气模型给出的上升幅度太小仅 1K, 难以观测发现;
- 2) 由于天气原因, 观测时间段内并非每天都有数据, 也就是数据不连续导致趋势不明确;
- 3) 在有观测数据的情况下, 由于天气因素, 比如能见度不同对干涉条纹可能产生的影响, 最终影响温度反演的准确度;
- 4) 在短时间内实际温度变化趋势可能与理想温度模型给出的可能不一致;

5) 观测得到的温度数值是这个高度附近一定范围内的温度均值.

## 7 研究展望

同样选取 2010 年 3 月 10 晚在北京获得的气辉干涉图用激光校准法 (校准激光波长 632.8 nm) 来反演温度. 图 11 是 630 nm 气辉对应的温度. 从图中可以看出在近一小时时间间隔内起伏约 600 K, 均值约 900 K.

我们仍选取 2010 年 3 月 10 晚的 557.7 nm 气辉干涉图来反演温度, 校准激光波长为 632.8 nm, 将校准激光傅里叶拟合系数作波长之间的系数变换后与 557.7 nm 气辉干涉图傅里叶拟合系数比较得到的温度我们发现绝大部分没有意义. 可见波长变化太大时用系数变换进行温度反演误差不可控, 我们必须寻找另一种温度反演方法.

可见本文提出的不用校准激光进行温度反演的方法将是一种能用于不同波长的 FPI 温度反演方法. 尽管它给出的观测数据与理想模型数值有一定的绝对误差, 但它不需要校准激光, 对 632.8 nm 给出的温度结果起伏比传统方法小; 对传统方法无法解决的 557.7 nm 问题也能给出比较可靠的结论. 当然这种方法还需要改进, 比如对反射率的取值需要校准. 这里反射率可看作系统参数, 对某一系统某一波长而言校准后不再变化.

武汉大学激光通信实验室于 2010 年 10 月研

制成功我国第一台便携式单通道 FPI 赴北极观测, 对所获得的数据仍可用本文方法进行分析. 当然由于系统发生了变化, 系统参数 (如反射率) 作了相应的调整, 有关结果将另文讨论.

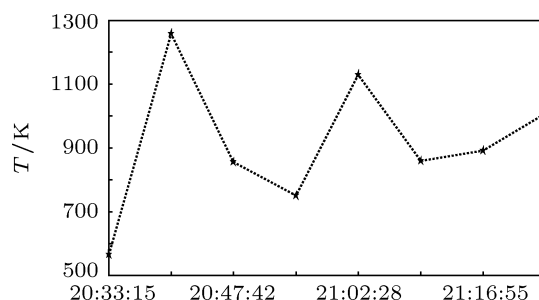


图 11 2010 年 3 月 10 晚 630 nm 气辉图反演温度分布

进行与实际温度的误差分析首先要知道相对准确的温度数值, 如果能获得在同一时间同一地点用不同方法获得的大气层 96 km 左右和 250 km 左右高处温度数据, 进行比对, 则可以获得相对误差的大小. 这种分析将会有助于分析方法的改进.

提高 FPI 温度测量精度的最根本的方法是提高 FPI 系统的设计和制作精度, 降低系统的噪声等级. 其次是采用更加完美的数据处理方法, 使处理结果更加具有可靠性. 利用现有设备进行长时间高强度的观测, 获得丰富的观察数据, 并对数据进行分析, 不但能了解高层大气的温度变化, 对提高温度反演精度和可靠性也至关重要.

- [1] Hideaki Nakajima, Shoichi Okano, Hiroshi Fukunishi, Takayuki Ono 1995 *Appl. Opt.* **34** 8382
- [2] Marsh D R, Skinner W R, Marshall A R, Hays P B, Orland D A, Yee J H 2002 *Journal of Geophysical Research Atmospheres* **107**(D19) No. 4390
- [3] Bahsoun-Hamade F, Wiens R H, Moise A, Shepherd G G 1994 *Appl. Opt.* **33** 1100
- [4] Meriwether J W 2006 *Journal of Atmosphere and Solar-Terrestrial Physics* **68** 1576
- [5] Ford E A K, Aruliah A L 2006 *Ann. Geophys.* **24** 555
- [6] Zhao Z Q, Zhou X S, Ai Y 2006 *Applied Optics* **27** 559 (in Chinese) [赵正启, 周小珊, 艾勇 2006 *应用光学* **27** 559]
- [7] Gerard A J, Meriwether J W 2011 *Ann. Geophys.* **29** 1529
- [8] Anderson C, Conde M, Dyson P, Davies T, Kosch M J 2009 *Ann. Geophys.* **27** 2225
- [9] Ai Y, Zhang S X, Lu S 1998 *Wuhan University Journal of Natural Sciences* **3** 22
- [10] Zhang C M, Xian L B, Zhao B C 2000 *Journal of Xi'an Jiaotong University* **34** 97 (in Chinese) [张淳民, 相里斌, 赵葆常 2000 *西安交通大学学报* **34** 97]
- [11] Zhang C M, Wang W, Xian L B, Zhao B C 2000 *Acta Optica Sinica* **20** 234 (in Chinese) [张淳民, 王炜, 相里斌, 赵葆常 2000 *光学学报* **20** 234]
- [12] Li H, Zhang Y G 2008 *Acta Optica Sinica* **29** 921 (in Chinese) [李浩, 张燕革 2008 *光学学报* **29** 921]
- [13] Timothy L K, Hays P B 1984 *Appl. Opt.* **23** 612
- [14] Manfred A B, Dwight P S, Mark E Z, Jeffrey L B 1995 *Appl. Opt.* **34** 1646
- [15] Kazuo Shiokawa, Takurou Kadota, Mitsumu K Ejiri, Yuichi Otsuka, Yasuo Katoh, Mitsugi Satoh, Tadahiko Ogawa 2001 *Appl. Opt.* **40** 4286
- [16] Zhao J N 2010 *Ph. D. Dissertation* (Wuhan: Wuhan University) (in Chinese) [赵江南 2010 博士学位论文 (武汉: 武汉大学)]

# A method for temperature inversion in middle-upper atmosphere using FPI without laser calibration and its observational data preliminary analysis\*

Zhao Jiang-Nan<sup>†</sup> Ai Yong Wang Jing-Fang

(School of Electronic Information, Wunan University, Wunan 430079, China)

(Received 18 July 2011; revised manuscript received 7 November 2011)

## Abstract

In this paper we present a method, by which the temperature inversion is carried out without the calibration of the laser under the FPI observations. On the basis of 630 nm and 557.7 nm observational data are obtained by Wuhan University FPI atmospheric temperature measurement system, using the above method. The results of temperature inversion show that the method does not require the calibration of the laser, and can be used for FPI temperature inversion with different wavelengths.

**Keywords:** FPI, Doppler shift, middle-upper atmosphere, temperature inversion

**PACS:** 94.10.Dy

---

\* Project supported by the National High Technology Research and Development Program of China.

<sup>†</sup> E-mail: nangua62@yahoo.com.cn