

# 利用 Fernald 迭代后向积分法反演低空探测 机载激光雷达消光系数

刘厚通 葛占旗 王珍珠 黄 威 周 军

(中国科学院安徽光学精密机械研究所 大气光学重点实验室, 安徽 合肥 230031)

**摘要** 进行低空探测的机载激光雷达消光系数反演存在着标定点选取和标定值确定两大困难。Fernald 迭代后向积分法能够在不利用其它辅助设备的情况下,找到进行低空探测机载激光雷达消光系数反演所需的标定点和标定值。利用 Fernald 迭代后向积分法和 Palm et al. (2002)方法分别对青岛机载激光雷达实验数据进行处理,得到的两条消光系数廓线基本吻合。定量分析显示:利用 Fernald 迭代后向积分法进行机载激光雷达消光系数反演时,激光雷达比对消光系数反演结果影响很大;标定点的消光系数值及迭代判据的取值对机载激光雷达消光系数反演的结果影响较小。Fernald 迭代后向积分法为不用其它辅助设备进行低空探测的机载激光雷达消光系数反演提供了一种可行的范例。

**关键词** 应用光学;机载激光雷达;Fernald 迭代后向积分法;衰减的后向散射系数;消光系数反演

**中图分类号** TN249 **文献标识码** A **doi:** 10.3788/AOS20082810.1837

## Extinction Coefficient Inversion of Airborne Lidar Detecting in Low-Altitude by Fernald Iterative Backward Integration Method (FIBIM)

Liu Houtong Ge Zhanqi Wang Zhenzhu  
Huang Wei Zhou Jun

(Key Laboratory of Atmospheric Optics, Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui 230031, China)

**Abstract** It is difficult to determine gauge point and calibration value in extinction coefficient inversion of airborne lidar that detects in low altitude. Fernald iterative backward integration method can find gauge point and calibration value for extinction coefficient inversion without other auxiliary equipment when airborne lidar is used for low altitude detection. Airborne lidar data of Qingdao is disposed using Fernald iterative backward integration method and Palm et al. (2002), and two extinction coefficient profiles agree with each other well. Quantitative analysis reveals that lidar ratio influences extinction coefficient profile inversion results greatly. Extinction coefficient of gauge point and iterative criterion value influence little extinction coefficient profile inversion results. Fernald iterative backward integration method offers a method for extinction coefficient inversion of low altitude detection lidar without other accessory equipment.

**Key words** applied optics; airborne lidar; Fernald iterative backward integration method (FIBIM); attenuated backscattering coefficient; extinction coefficient inversion

**收稿日期:** 2007-06-12; **收到修改稿日期:** 2008-01-29

**基金项目:** 国家基础设施建设项目资助课题。

**作者简介:** 刘厚通(1969—),男,博士研究生,主要从事机载激光雷达研制及激光大气遥感研究。

E-mail: liuhoutong6@163.com。

**导师简介:** 周 军(1945—),男,研究员,博士生导师,主要从事激光雷达技术和激光大气遥感探测。

E-mail: jzhou@aiofm.ac.cn

## 1 引言

机载激光雷达作为大气气溶胶探测的有效主动遥感工具<sup>[1~6]</sup>,其探测范围大、时空分辨率高,能够探测大气成分的三维空间分布特征;可以用于同一地域的重复探测或不同地域的探测,具有很强的机动性。

机载激光雷达消光系数反演过程中,标定点的选取和标定值的确定是一个非常重要的环节,对于高空飞行飞机上的机载激光雷达,由于在 5~8 km 的高度范围内气溶胶的浓度及变化幅度较小,标定点的选择和标定值的确定比较容易,这一问题能很好地解决;但对在 3~4 km 进行低空探测的机载激光雷达,因这一高度范围内气溶胶的浓度较大且具有很大的变率,确定用于反演机载激光雷达消光系数所需的标定点和标定值相对较困难。

2006 年 11 月份的青岛机载激光雷达实验,飞机飞行的高度范围为离地面 3~4 km,飞行高度偏低。本文利用 Fernald 迭代后向积分法,巧妙地解决了进行低空探测的机载激光雷达消光系数反演过程中不用辅助设备设定标定点和标定值的问题。经过对 2006 年 11 月份青岛地区机载激光雷达实验数据的处理,证明该方法用于反演低空探测的机载激光雷达气溶胶消光系数廓线是可行的。

## 2 理论基础

机载大气探测激光雷达主要分为三个部分:激光器和发射光学系统;接收和后继光学系统;信号接收、采集和运行控制系统。它是双波长偏振米散射激光雷达,具有进行偏振探测的 532 nm 通道和 1064 nm 通道,偏振探测是通过在 532 nm 的通道上放置一偏振棱镜来实现的,采用偏振技术,能够从回波信号的偏振特性中识别沙尘粒子及区分冰晶云和水云。

准确反演机载激光雷达的消光系数是机载激光雷达研制过程中必须要考虑的一个问题。机载激光雷达消光系数反演过程中主要涉及到两个问题,一是标定点和标定值的确定问题;二是递推时使用前向积分还是后向积分的问题。下面介绍的 Fernald 迭代后向积分法不但能达到自定标的目的,而且利用后向积分使反演结果更稳定。

### 2.1 机载激光雷达方程及标定点、标定值的确定

机载激光雷达的位置参数如图 1 所示,处于高度  $Z$  的机载激光雷达垂直向地面发射 532 nm 和

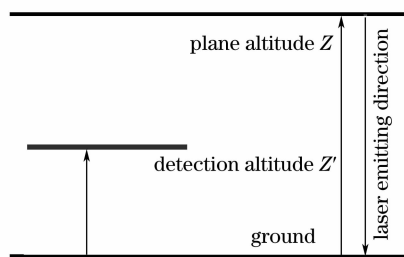


图 1 机载激光雷达位置参数

Fig. 1 Airborne lidar location parameters

1064 nm 波长的激光脉冲(下面以 532 nm 进行讨论),对每一发波长为  $\lambda$  的激光脉冲,其接收到离地面  $Z'$  高度处大气后向散射回波功率  $P(\lambda, Z')$  可以用米氏散射激光雷达方程表示:

$$P(\lambda, Z') = \frac{cE_0(\lambda)Y(Z')A_r\beta(\lambda, Z')T^2(\lambda, Z')T_tT_r}{2(Z-Z')^2} \quad (1)$$

式中  $c$  为光速(m/s);  $E_0(\lambda)$  为发射波长  $\lambda$  的激光脉冲能量(J);  $Y(\lambda, Z')$  是机载激光雷达波长  $\lambda$  探测通道的几何因子;  $\beta(\lambda, Z')$  为高度  $Z$  处波长  $\lambda$  的大气后向散射系数,  $\beta(\lambda, Z') = \beta_m(\lambda, Z') + \beta_a(\lambda, Z')$ , 其中  $\beta_m(\lambda, Z')$ ,  $\beta_a(\lambda, Z')$  分别是大气分子、气溶胶粒子后向散射系数( $\text{km}^{-1} \text{Sr}^{-1}$ );  $A_r$  是接收望远镜的有效接收面积( $\text{m}^2$ );  $T(\lambda, Z')$  是从机载激光雷达所在的高度  $Z$  到被测大气高度  $Z'$  的大气在波长  $\lambda$  的透过率:  $T(\lambda, Z') = \exp\{-\int_{Z'}^Z \alpha(\lambda, Z')dZ'\}$ , 其中  $\alpha(\lambda, Z')$  为高度  $Z'$  处的大气消光系数, 有  $\alpha(\lambda, Z') = \alpha_m(\lambda, Z') + \alpha_a(\lambda, Z')$ ,  $\alpha_m(\lambda, Z')$  和  $\alpha_a(\lambda, Z')$  分别是大气分子、气溶胶粒子的消光系数( $\text{km}^{-1}$ );  $T_t(\lambda)$  和  $T_r(\lambda)$  分别为机载激光雷达发射与接收光学单元在波长  $\lambda$  的透过率。为了消光系数反演的需要,对机载激光雷达进行定标,定标后的激光雷达方程为

$$P(\lambda, Z') = \frac{C\beta(\lambda, Z')T^2(\lambda, Z')}{(Z-Z')^2}, \quad (2)$$

$$\text{式中 } C = \frac{cE_0(\lambda)A_r T_t T_r}{2} \quad (3)$$

量纲常数,即激光雷达系统标定常数,可以经过实验测得或双流法<sup>[3]</sup>测得。按照星载激光雷达惯用的信号处理方法<sup>[2]</sup>,我们把机载激光雷达后向回波信号写成衰减的后向散射系数,其表达式如下:

$$P_n(\lambda, Z') = \beta(\lambda, Z')T^2(\lambda, Z'), \quad (4)$$

由(4)式得后向散射系数表示式:

$$\beta(\lambda, Z') = \frac{P_n(\lambda, Z')}{T^2(\lambda, Z')}, \quad (5)$$

激光发射口的大气透过率  $T(\lambda, Z) = 1$ , 根据(5)式

直接利用激光雷达接收到的回波信号就可以求出激光发射口的后向散射系数,我们就把激光发射口的消光系数作为标定值,但这标定值不能直接用于机载激光雷达消光系数的反演,因为把机载激光雷达激光发射口处的大气消光系数作为标定值,利用 Fernald 方法进行大气消光系数的反演,有可能存在前向积分不稳定的问题。

### 2.2 Fernald 迭代后向积分法反演机载激光雷达消光系数廓线

利用(5)式求出激光发射口的后向散射系数进而求出消光系数,在计算中假设气溶胶的消光后向散射比为 50。Fernald 迭代后向积分法是利用激光发射口作为参照标定点,把激光发射口的消光系数作为参照标定值;实际反演中把地面当临时标定点,假定地面临时标定点的消光系数取值范围为 0~2,取值步长为 0.01,对应每一个地面的消光系

数值,利用 Fernald 方法求出一条消光系数廓线,从反演的消光系数廓线中得到激光发射口的消光系数反演值,把激光发射口的消光系数反演值和由(5)式得到的激光发射口消光系数参照标定值比较,当两者相等时,反演得到的消光系数廓线就是所要求的消光系数廓线,对应地面的消光系数值就是实际反演所用的标定值,对应的地面就是实际反演所用的标定点。这样,用激光发射口处气溶胶的消光系数值作为参照标定值,结合 Fernald 方法找到对应地面上实际反演所用的标定点和标定值,成功地避免了当标定点选在激光发射口时直接用 Fernald 方法反演大气消光系数过程中所存在的前向积分不稳定性问题,解决了进行低空探测的机载激光雷达标定点的选取和标定值的确定两大难题。反演所用的 Fernald 后向积分方程为

$$\alpha_a(Z') = -\frac{S_a}{S_m}\alpha_m(Z') + \frac{X(Z')\exp[2(\frac{S_a}{S_m}-1)\int_{Z'}^{Z_0}\alpha_m(Z')dZ']}{\frac{X(Z_0)}{\alpha_a(Z_0) + \frac{S_a}{S_m}\alpha_m(Z_0)} + 2\int_{Z'}^{Z_0}X(Z')\exp[2(\frac{S_a}{S_m}-1)\int_{Z'}^{Z_0}\alpha_m(Z'dZ')]dZ'}, \quad (6)$$

式中  $S_a$  和  $S_m$  分别是气溶胶和分子的消光后向散射比,  $X(Z) = P(\lambda, z)(Z - Z')^2$ ,  $Z_0$  为地面高度。

编程时,定义变量  $g, \mu_1$  和  $\mu_0$  分别代表地面消光系数临时标定值、激光发射口处气溶胶的消光系数反演值和激光发射口处气溶胶消光系数的标定值,设定地面消光系数临时标定值  $g$  的变化范围从 0~2,赋值步长为 0.01。

利用程序进行机载激光雷达消光系数反演时,是根据判据来判断所求的消光系数廓线是否符合要求,所用的判据如下:

$$\frac{|\mu_1 - \mu_0|}{\mu_0} \leq \frac{x}{100}, \quad (7)$$

具体的反演步骤见流程图 2。

### 2.3 对比方法研究——p2002 方法

上述的反演结果是否正确,还要用经过证实的机载激光雷达消光系数反演方法进行验证。Palm et al. (2002)<sup>[1,2]</sup> (以下简称 Palm 法)是 GLAS (Geoscience Laser Altimeter System) 实际应用的反演方法,和大多数反演方法不同的是,Palm 法不含对数项,假定只有单次散射,对向下发射的机载激光雷达,其后向散射系数的表达式如下:

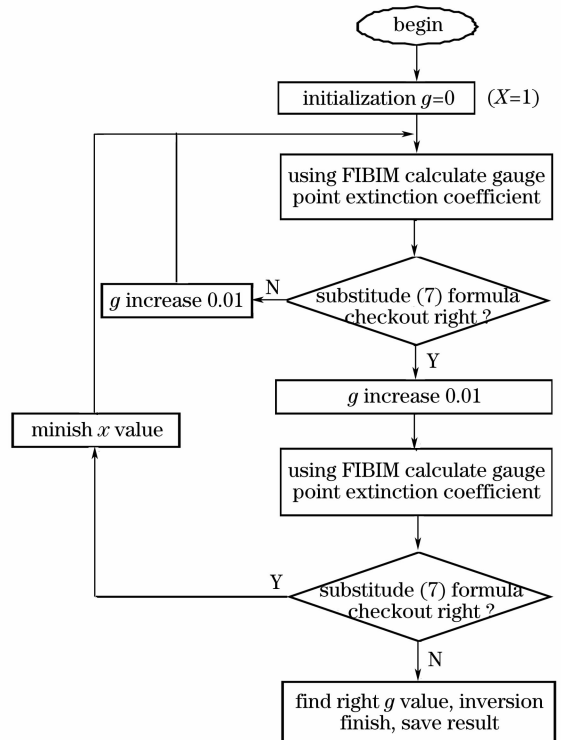
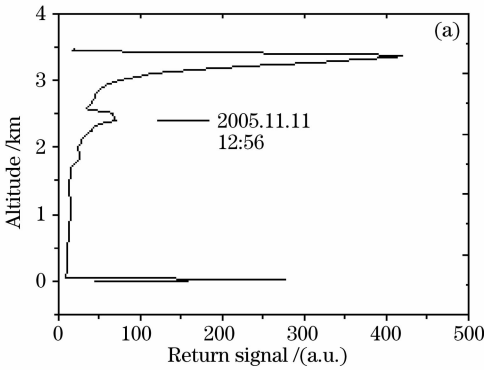


图 2 Fernald 迭代后向积分法流程图  
Fig. 2 Flow chart of fernald iterative backward integration method

$$\beta_a(Z') = \frac{T_m^{2(x-1)}(Z')p_n(Z')}{I(Z) - 2S_a \int_Z T_m^{2(x-1)}(Z')p_n(Z')dZ'} - \beta_m(Z') \quad (8)$$

$$\alpha_a(Z') = S_a \beta_a(Z') \quad (9)$$

式中,  $T_m$  为分子散射的透过率,  $\beta_m$  为空气分子的后向散射系数,  $P_n(Z') = \beta(Z')T^2(Z')$ ,  $S_a$  为气溶胶的消光后向散射比,  $S_m$  为分子的消光后向散射比,  $x = S_a/S_m$ ,  $I(Z)$  代表从激光雷达接收望远镜到计算的气溶胶层层顶的双向透过率,  $Z$  为接收望远镜所在高度。气溶胶的消光系数可以通过(8)式和(9)式得到。这一反演方法被 H. Gadhavi 和 A. Jayaraman 应用于机载消光系数反演, 得到和其它机载消光反演方法 [如 klett (1985) Stephens et al. (2001)<sup>[1]</sup>] 一致的反演结果, 表明此反演方法的可靠性。



### 3 反演结果及误差分析

#### 3.1 反演的结果及对比论证

本文所用的反演数据来源于 2006 年 11 月份的机载激光雷达青岛实验, 机载激光雷达大气探测实验先后于 2005 年 11 月 8 日和 11 日共进行了两次。这两天青岛地区均被高压所控制, 天气晴朗无云, 只是 11 日由于冷空气的影响, 出现了大的降温现象, 造成了大范围降雾, 尤其是黄海海域更加严重。受大雾影响, 机场地面能见度不到 4 km。

图 3(a)和图 3(b)分别是机载激光雷达青岛实验测得的气溶胶后向回波原始信号和垂直几何因子, 在地面附近的信号突然增大, 由此可以很容易地确定出地面。

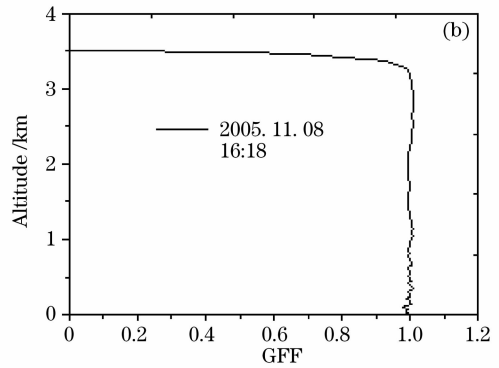


图 3 机载激光雷达后向回波原始信号及几何因子

Fig. 3 Original backscattering signal and geometrical form factor of airborne lidar

利用 Fernald 迭代后向积分法(反演时激光发射口的消光系数定为 0.00141, 其值是程序根据标定后的激光雷达信号和(5)式自动反演得出的, 在反演中气溶胶的消光后向散射比取 50, 和 Palm 法对 2005 年 11 月 11 日 12:56 机载激光雷达探测的大气回波信号进行反演的结果, 如图 4 所示, 从图 4 中

可以看出, 两种方法符合的非常好, 为了清楚显示两种反演结果的区别, 把图 4(a)中的部分图形放大放在图 4(b)中。Palm 法用于机载反演的主要方法之一, 其正确性已经得到验证, 可以看出 Fernald 迭代后向积分法在反演机载激光雷达消光系数方面是可靠的。

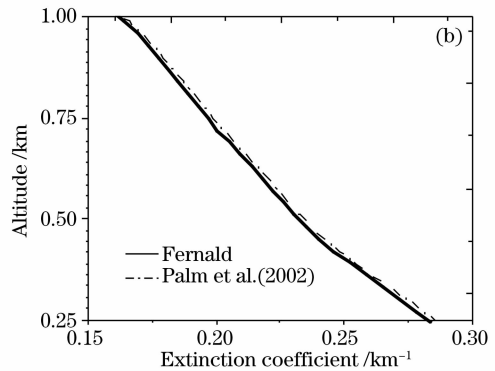
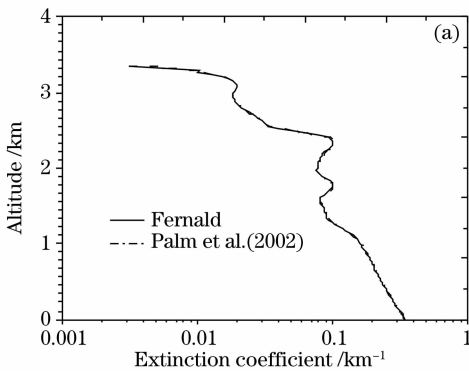


图 4 机载激光雷达消光系数廓线

Fig. 4 Extinction coefficient profile of airborne lidar

一般认为, Fernald 迭代后向积分法使用的是后向积分, 由于(6)式分母中的“+”号而使反演结果十分稳定。但经实际反演分析, 由于机载激光雷达后向散射信号的高信噪比和气溶胶浓度随离飞机距离的增加而增大, 前向积分用于反演机载消光系数廓线也是可行的。

### 3.2 Fernald 迭代后向积分法的误差分析

#### 3.2.1 激光雷达比对消光系数廓线的影响

利用 Fernald 迭代后向积分法进行机载消光系数反演时, 激光雷达比对消光系数廓线的影响很大, 图 5 是在激光雷达比分别为 40、50、60 时消光系数廓线的变化情况, 从图 5 中可以看出: 激光雷达比变化幅度相同时, 离标定点的距离越大, 消光系数廓线的变化幅度越大; 在离标定点距离相同的地方, 消光系数廓线上消光系数变化率大的地方, 消光系数廓线的变化幅度就大; 当激光雷达比分别为 40、50、60 时, 相应的气溶胶消光系数廓线对应地面的消光系数分别为  $0.366 \text{ km}^{-1}$ 、 $0.532 \text{ km}^{-1}$  和  $0.813 \text{ km}^{-1}$ , 变化幅度非常大, 可见, 激光雷达比的取值对用 Fernald 迭代后向积分法反演得到的消光系数廓线影响很大, 特别是远离标定点的地方, 激光雷达比较小的偏差, 有可能造成消光系数较大的反演误差。

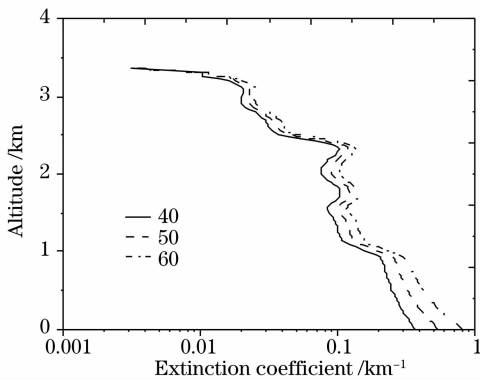


图 5 激光雷达比对消光系数的影响

Fig. 5 The impact of lidar ratio on the extinction coefficient inversion

需要说明的是: 由于消光系数反演程序中标定点的消光系数值采用定值反演, 所以反演结果中标定点的消光系数值始终是不变的; 如标定点的消光系数值采用后向散射系数定值反演, 参考点的消光系数值就会随激光雷达比的变化而变化。

#### 3.2.2 标定点的消光系数值对机载激光雷达消光系数反演的影响

用 Fernald 迭代后向积分法反演机载激光雷达消光系数时, 标定点的消光系数值的精度对机载激

光雷达消光系数廓线的影响幅度是一个值得关注的问题。从(3)式可以看出, 激光器输出能量  $E_0$  的变化是激光雷达系统常数变化的主要原因, 所以在机载激光雷达的激光器上设置能量实时监控装置, 根据能量的实时变化及时修改反演中的激光雷达常数  $C$  是保证反演结果正确的重要一环; 同时从(3)式中还可以看出, 激光雷达系统常数还与发射系统的透过率  $T_e$  和接受系统的透过率  $T_r$  有关, 这两个的透过率主要与仪器的维护有关, 例如在接收望远镜上保持接收界面的清洁等, 可使发射和接收系统的透过率基本不发生变化。

图 6(a) 说明标定点消光系数值在  $0.00141 \sim 0.00156 \text{ km}^{-1}$  之间, 变化步长为  $0.00005 \text{ km}^{-1}$  时, 利用 Fernald 迭代后向积分法反演得到的消光系数廓线的变化情况。可以看出, 当参考点的消光系数发生微小的变化时, 反演得到的机载激光雷达消光系数廓线基本不发生变化。为了进一步研究标定点的消光系数对消光系数廓线的影响规律, 我们反演出标定点的消光系数值从  $0.01 \sim 0.06 \text{ km}^{-1}$  变化时 (这是为了得出标定点消光系数值对反演结果影响规律而假设的情况) 机载激光雷达消光系数廓线的变化情况如图 6(b) 所示, 从图 6(b) 中可以看出, 当标定点的消光系数在  $0.01 \sim 0.06 \text{ km}^{-1}$  范围内取值时, 从激光发射口到地面的消光系数廓线的变化幅度依次增大, 对应地面的消光系数依次为  $0.188 \text{ km}^{-1}$ ,  $0.24 \text{ km}^{-1}$ ,  $0.305 \text{ km}^{-1}$ ,  $0.389 \text{ km}^{-1}$ ,  $0.502 \text{ km}^{-1}$  和  $0.662 \text{ km}^{-1}$ , 说明了用 Fernald 迭代后向积分法反演机载激光雷达消光系数时, 标定点的消光系数值很小的偏差, 则在地面可引起较大的误差, 所以, 标定点的消光系数值一定要准确, 否则会给出远离标定点气溶胶消光系数的反演结果带来较大的误差; 从图 5 中还可以看出, 当标定点消光系数变化幅度相同时, 消光系数变化较大的区域的消光系数随标定点消光系数变化有较大的变化, 如高度  $1.8 \text{ km}$  和  $2.33 \text{ km}$  处, 当标定点的消光系数从  $0.01 \sim 0.06 \text{ km}^{-1}$  变化时, 其变化幅度分别为  $0.061 \text{ km}^{-1}$  和  $0.064 \text{ km}^{-1}$ , 而在消光系数变化较小的区域如  $1.99 \text{ km}$  和  $1.58 \text{ km}$  处, 其消光系数的变化幅度分别为  $0.046 \text{ km}^{-1}$  和  $0.055 \text{ km}^{-1}$ 。

实际反演过程中, 由于标定点的标定值变化幅度不会太大, 所以标定点消光系数值对消光系数的反演结果影响不大。

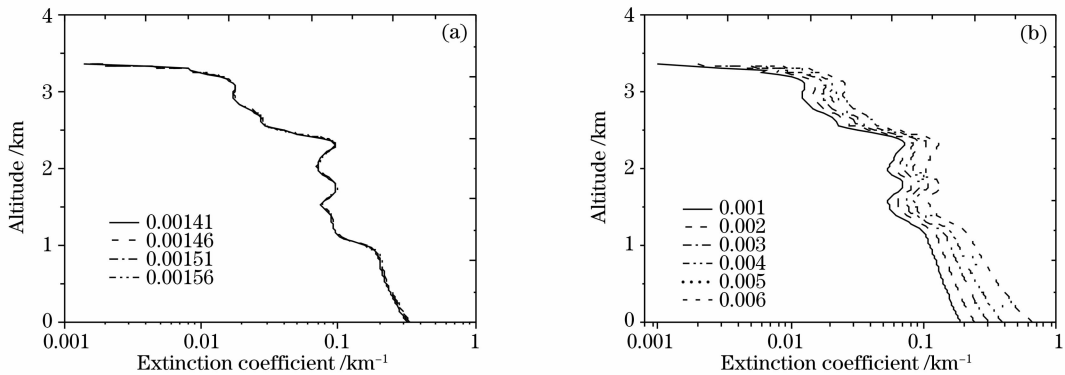


图 6 标定点消光系数值对消光廓线反演的影响

Fig. 6 Impact of gauge point extinction coefficient values on extinction coefficient inversion

### 3.2.3 判据误差的影响

Fernald 迭代后向积分法反演机载激光雷达消光系数是一个迭代的过程,在实际反演中,(7)式中  $x$  的值对气溶胶消光系数的反演值有一定的影响(图 7)。从图 7 中可以看出,当  $x$  分别为 1、5、10 时,气溶胶的消光系数廓线的误差从激光发射口到地面呈增大的趋势;从理论上可以推测出,当  $x$  的值较大时,所得的消光系数廓线的整体左移,离激光发射口越远,左移的幅度越大; $x$  的值越大,计算所得的消

光系数的误差越大,但计算所得的消光系数廓线值总体偏小。要使反演的结果尽量准确,要求(7)式中的  $x$  值越小越好,但在实际反演中, $x$  的值不能太小,否则将无法反演出消光系数廓线。实际编写的机载激光雷达消光系数反演程序应能自动调节  $x$  值的大小:既能反演出消光系数廓线,又要尽量减小反演误差。图 7(b)是为了清楚显示判据取值对机载消光系数的反演结果的影响而对图 7(a)的部分区域的放大。

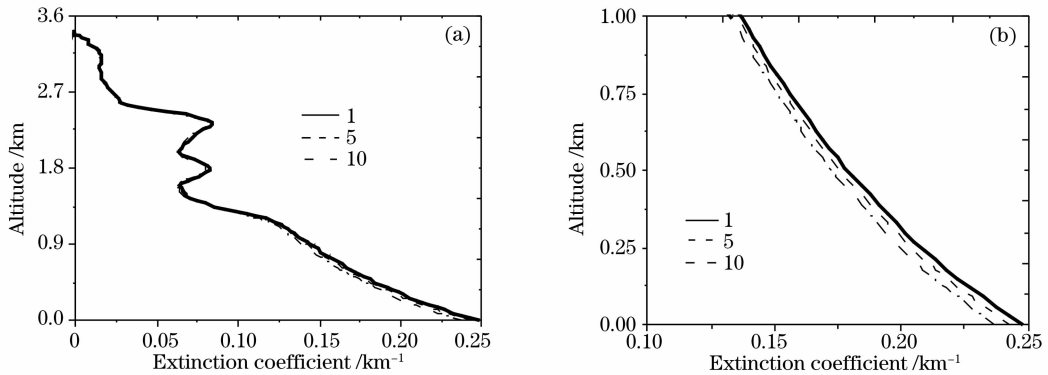


图 7 迭代判据数值大小对消光系数反演结果的影响

Fig. 7 Impact of iteration criterion values on extinction coefficient inversion

## 4 结 论

Fernald 迭代后向积分法用于反演机载激光雷达消光系数,方法简单,易于编程,反演结果可靠,适合于机载激光雷达大量探测数据的消光系数实时自动反演。

程序的编写对机载激光雷达反演结果的精度有很大的影响。由于机载激光雷达的消光系数要求实时反演,这就要求编写的机载激光雷达消光系数反演程序能自动调节地面消光系数的赋值步长和判据大小等数据:在计算机运行速度允许的情况下,地面消光系数的赋值步长小一些可以使反演的结果更精确;当一个判据值对应多条消光系数廓线或一个判

据值没有对应的消光系数廓线时,程序应能自动调整判据的大小,使反演的消光系数廓线有且只有一条。

## 参 考 文 献

- 1 H. Gadhavi, A. Jayaraman. Airborne lidar study of the vertical distribution of aerosols over Hyderabad, an urban site in central India, and its implication for radiative forcing calculations[J]. *Annales Geophysicae*, 2006, **24**: 2461~2470
- 2 Palm S. P., Hart W., Havka *et al.*. atmospheric data products, Algorithm Theor. Basis. Doc. ATBD-GLAS-01, version 4. 2, Earth Obs. Syst. Proj. Off., Greenbelt, Md. (Available at [http://eosps0.gsfc.nasa.gov/eos\\_homepage/for\\_scientists/atbd/](http://eosps0.gsfc.nasa.gov/eos_homepage/for_scientists/atbd/)), 2002, 54~59
- 3 Juan Guesta, Pierre H. Flamant. Two stream lidar inversion

- algorithm for airborne and satellite validation[C]. Proceedings of 22nd International Laser Radar Conference (ILRC 2004), Paris: European Space Agency, 2004, 471
- 4 Zhou Jun, Yue Guming, Jin Chuanjia *et al.*. Two-wavelength mie lidar for monitoring of tropospheric aerosol[J]. *Acta Optica Sinica*, 2000, **20**(10): 1412~1417
- 周军, 岳古明, 金传佳等. 探测对流层气溶胶的双波长米氏散射激光雷达[J]. *光学学报*, 2000, **20**(10): 1412~1417
- 5 Hu Shunxing, Hu Huanling, Wu Yonghua *et al.*. L625 differential absorption lidar system for tropospheric ozone

- measurements[J]. *Acta Optica Sinica*, 2004, **24**(5): 597~601
- 胡顺星, 胡欢陵, 吴永华等. L625 差分吸收激光雷达探测对流层臭氧[J]. *光学学报*, 2004, **24**(5): 597~601
- 6 Liu Houtong, Li Guohua, Hao Dianzhong *et al.*. Theoretical research of effect of crystal membranous layer on light transmission of polarizing prism[J]. *Acta Optica Sinica*, 2005, **25**(8): 1143~1147
- 刘厚通, 李国华, 郝殿中等. 晶体膜层效应对棱镜偏光镜透射比影响的理论研究[J]. *光学学报*, 2005, **25**(8): 1143~1147

## “2008 年度中国光学重要成果”征稿启事

《激光与光电子学进展》是中科院上海光机所主办的的科技进展类期刊, 中文核心期刊, 创刊于 1964 年, 是国内第一本激光领域的专业期刊。本刊以及时报道国内外激光与光电子学领域科技的最新研究成果与技术应用为宗旨, 促进国内外学术交流, 沟通科研与产业的联系。

《激光与光电子学进展》的重点栏目——“年度中国光学重要成果”旨在介绍中国光学领域科研人员在国际著名物理学、光学期刊(如 *Nature*, *Science*, *Phys. Rev. Lett.*, *Opt. Lett.* 等)发表的部分具有重要学术、应用价值的论文。本栏目得到了包括众多著名科学家在内国内一流研究人员的肯定和支持, “2007 中国光学重要成果”发布会上, 国家科技部副部长、《光学学报》主编曹健林, 中国光学学会理事长、《中国激光》主编周炳琨院士、《激光与光电子学进展》主编范滇元院士, 中科院上海光机所所长朱健强等为获奖代表颁奖。

为了让读者了解 2008 年度我国光学领域科研人员的最新研究成果, 扩大这些成果在国内的影响, 本刊 2009 年第 2 期继续推出 2008 年度中国光学重要成果栏目, 现向全国在光学领域在国际知名刊物发表论文的专家、学者征稿。征稿说明如下:

1. 来稿条件: 研究成果已发表在 2008.01.01~2008.12.31 日以来出版的国际知名物理学、光学刊物上, 如 *Nature*, *Science*, *Phys. Rev. Lett.*, *Appl. Phys. Lett.*,

*Opt. Lett.* 等;

2. 稿件格式: 最多不超过 1 500 字, 不超过 2 张图片。必须用中文, 语言简洁易懂, 不必提供过多技术细节, 尽量避免使用公式, 最好选用彩色图片, 参考文献不超过 5 篇, 文章结尾处注明作者发表论文的出处, 论文格式可参考中国光学期刊网。并注明来稿的创新之处;

3. 请作者标出所投论文的所属研究领域, 如自适应光学、生物光子学、探测器、衍射光学、光纤光学、纳米光学、非线性光学、光学工程、光子结构、光传播、量子光学、半导体光学、超快光学等; 投稿应该包括作者的姓名、单位和联系方式;

4. 录用稿件不收取任何审稿费、版面费, 投稿截止日期 2008.12.31;

5. 投稿方式

在线投稿: [www.opticsjournal.net/lop.htm](http://www.opticsjournal.net/lop.htm)

E-mail: [lop@siom.ac.cn](mailto:lop@siom.ac.cn);

6. 说明: 为了能全面反映国内光学领域的研究成果, 本栏目只接受每个研究小组的一篇报道, 但该报道可以介绍一个或几个相关的研究成果; 本次活动入选论文将在 2009 年 3 月向社会公布并向入选作者颁奖。

《激光与光电子学进展》编辑部

2008-06-23