

# 基于 TM 影象的快速大气校正方法

刘小平, 邓孺孺, 彭晓鹃

(中山大学遥感与地理信息工程系, 广东 广州 510275)

摘要: 文章针对 Landsat TM 影象, 设计出一种简单快速的大气校正方法。该方法主要是在 DOS 法的基础上, 比较合理地分析暗体反射率值, 并结合大气辐射传输模型, 通过对大气程辐射的确定方法进行改进, 给出一种基于 TM 影象自身信息的快速的、行之有效的大气辐射校正方法。此方法显著特点就是不需要依赖任何外部信息, 直接从 TM 影象上读取所需信息, 运算速度快, 简单有效。

关键词: TM 影象; 大气校正; 气溶胶

中图分类号: TP751 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2005)01-0087-07

大气辐射校正的目的是将卫星遥感数据转换为地物真实信息的表现反射率, 便于更有效地利用遥感数据。目前, 关于大气校正和地物反射率反演的的方法很多<sup>[1-3]</sup>, 基本原理大同小异, 都是按大气传输模型而建立, 不同的只是假设条件和适用范围不同。最早基于遥感影象的大气辐射校正利用清洁水体的像元值代替大气程辐射<sup>[4]</sup>, 没考虑大气等其它因素影响。后来对此进行改进, 形成黑体减法, 即 DOS 法<sup>[5]</sup> (Dark-Object Subtraction)。此后, 又发展出许多种模型, 如针对不同尺度分辨率大气传输标准码 MODTRAN 和 LOWTRAN, 快速计算大气辐射的 ATCOR 模型及 6S 模型等。这些模型的共同特点是提供大量的参数文件查找表<sup>[6]</sup> (Look-up table), 查找表把全球气溶胶划分为若干类型, 每种类型的大气参数由观测者获得。但这种方法也有些缺陷, 一是全球的大气状况复杂多变, 气溶胶也会随着变化, 全球并非几种气溶胶类型就可以精确划分的; 二是需要预先知道卫星过境时的大气参数, 模型算法复杂。本文针对以上模型的缺陷, 设计出一种新的快速大气校正方法。该方法以山区阴影部分的植被作为黑体, 因为植被在可见光及中红外波段的反射率非常小, 并且阴影区的像元由于其光照度不足, 高空中的传感器对阴影区的反射光很难有反应<sup>[7]</sup>。所以可以先假设阴影区植被的反射率为 0 从而估算出大气散射对程辐射

的贡献, 再利用迭代法对程辐射进行校正。

## 1 大气辐射传输理论模型

辐射传输过程中到达地面的总辐射能量  $E$  主要经过大气衰减的太阳直接辐射  $E_s$  和下行天空漫射光  $E_d$  之和。其中太阳直接辐射  $E_s$  受太阳天顶角、日地距离及光学厚度  $\tau$  的影响。它们关系式为:

$$E_s = \frac{E_0}{D^2} \cos\theta \times \exp(-\tau \sec\theta) \quad (1)$$

式中,  $E_0$  为太阳常数;  $D$  为以日地平均距离为单位的日地距离;  $\tau$  为光学厚度;  $\theta$  为太阳天顶角。下行天空漫射光  $E_d$  为被大气散射的太阳光。它们与天气状况、大气厚度有关。

假设天空辐照度各向同性和地面朗伯面反射, 且天空晴朗无云, 忽略大气的折射、湍流和偏振, 则地物表面反射辐亮度是太阳辐照度和表面反射率的函数<sup>[8]</sup>:

$$L_{r\lambda} = \frac{R_{g\lambda} [E_0(\lambda)^* \cos\theta_z \exp(-\tau\lambda^* \sec\theta_z) + E_{d\lambda}]}{\pi} \quad (2)$$

式中,  $R_{g\lambda}$  为地物表面反射率;  $\tau\lambda$  为光学厚度;  $\theta_z$  为太阳天顶角;  $E_{d\lambda}$  为天空光漫射到地表面的光谱辐照度。

由卫星传感器接收到的光谱辐亮度  $L_{i\lambda}$ , 应该是经过大气衰减后的地面辐亮度和大气本身的程辐射  $L_p$  之和。如下所示:

收稿日期: 2004-03-05 修订日期: 2004-07-20

基金项目: 国家 973 项目子课题“山地辐射传模型及太湖水环境定量遥感模型课题 (G2000077903-8)”, 广东省水利厅项目“完善广东省水土保持信息系统”、“985 工程”GIS 与遥感的地理应用科技创新平台论证报告资助。

作者简介: 刘小平 (1978-), 男, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 研究方向为地理信息科学。E-mail: nan-nar@fm.com

$$L_{i\lambda} = [L_{r\lambda} \exp(-\tau_{\lambda} \sec\theta_v) + L_p] \quad (3)$$

式中,  $\theta_v$  为卫星传感器观测角, 对于 TM 图象来说,

$$\theta_v = \frac{\pi}{2^\circ}$$

由式(2)、(3)可得:

$$R_{g\lambda} = \frac{\pi}{T_{u\lambda}} \left[ \frac{L_{i\lambda} - L_p}{E_0(\lambda) \cos\theta_z \cdot T_{d\lambda} + E_{d\lambda}} \right] \quad (4)$$

其中,  $T_{d\lambda} = \exp(-\tau_{\lambda} \sec\theta_v)$ 。

## 2 基于 TM 图象的快速大气校正法

### 2.1 TM 数据的定标及辐射校正

传感器输出的数值因为受遥感器的灵敏度特征而引起畸变, 且其输出的数值只是电信号数值或模拟量, 需要对校正传感器, 即定标。定标是将传感器输出的测量值变换为其对应的目标像元的绝对亮度或表面反射率等物理量有关的相对值处理过程。遥感数据的定标是建立传感器每个探测值与该探测器对应的实际地物辐射亮度间的关系。它是大气校正的前提。

表 1 Landsat5 TM 影象的太阳光谱辐照度  $E_0(\lambda)$  及各波段宽度  $W_i(\lambda)$

Table 1 The solar spectrum irradiance  $E_0(\lambda)$  and the wavelength  $W_i(\lambda)$  of Landsat5 TM imagery

TM	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
$E_0(\lambda)$ [ $w/(m^2 \cdot \mu m)$ ]	1954	1826	1558	1047	217.2	80.29
$W_i(\lambda)$	0.07	0.08	0.06	0.14	0.2	0.29

### 2.2 大气光学厚度的确定

大气总的光学厚度是由分子散射, 气体吸收消光和气溶胶散射 3 部分组成。由于本次实验采用的是冬季的遥感影象数据, 成像时天空晴朗无云。只考虑大气的散射, 而不考虑大气的吸收。故大气光学厚度包括两部分, 分子光学厚度和气溶胶光学厚度。

1) 分子光学厚度: 分子光学厚度即瑞利 (Rayleigh) 光学厚度是相对稳定不变的, 在海平面处瑞利光学厚度  $\tau_r(h_0) = 0.0088(\lambda)^{-4.05}$ , 由鲁滨孙 (Rovinson) 给出。  $\tau_r(h_0)$  是在海平面气压为  $p(h_0)$  时的分子光学厚度, 高程为  $h$  处, 分子光学厚度与气压成正比, 即:

$$\tau_r(h) = \tau_r(h_0) \cdot p(h)/p(h_0) \quad (7)$$

2) 气溶胶光学厚度: 大气气溶胶是一种很重要的大气微量成分, 它对太阳在大气的辐射传输过程中有着重要的影响, 并且它的影响非常复杂, 要想精确求得气溶胶的光学厚度比较困难。目前国

际上已有不少专家提出种种算法, 但都需要各种气象数据及仪器 (如太阳分光光度计) 的测定。本文提出一种简单易行的估算方法。

对传感器进行校正一般是通过定期的地面测量值来进行校正。LANDSAT5 预先测出了各波段的辐亮度值  $L_{i\lambda}$  和记录值  $DN$  之间的校正增量系数  $gain$  和校正偏差量  $offset$ , 且测出它们之间的关系呈线性, 故其定标采取线性公式进行转换:

$$L_{i\lambda} = DN \cdot gain + offset \quad (5)$$

其中, 定标系数  $gain$  和  $offset$  可以从头文件中读取。

辐射校正主要是求出卫星所观测到的行星反射率 (未经过大气校正的反射率), 假设天空辐照度各向同性且地面是朗伯体反射, 则行星反射率  $R_\lambda$  为<sup>[9]</sup>:

$$\begin{aligned} R_\lambda &= \frac{\pi L_{i\lambda}}{E_0(\lambda) \cos\theta_z \cdot w_i(\lambda)} \\ &= \frac{\pi (DN \cdot gain + offset)}{E_0(\lambda) \cos\theta_z \cdot w_i(\lambda)} \end{aligned} \quad (6)$$

其中,  $L_{i\lambda}$  为波段平均单位光谱辐亮度,  $E_0(\lambda)$  为大气层外相应波长的太阳光谱辐照度,  $w_i(\lambda)$  为各波段的波段宽度。有关参数见表 1。

在假定单次大气散射情况下, 卫星传感器接收到的程辐射  $L_p$  为:

$$L_p = L_{rs} + L_{as} \quad (8)$$

其中,  $L_{rs}$  为分子散射辐亮度;  $L_{as}$  为气溶胶散射辐亮度。和由下式给出<sup>[10]</sup>:

$$L_{as} = \frac{w_x \cdot \tau_x \cdot E_0(\lambda) \cdot p_x(\theta_z)}{4\pi} \quad (9)$$

其中,  $x = r$  或  $x = a$ ;  $w_x$  为散射比 (单次散射反照率), 瑞利散射单次散射反照率  $w_r$  一般取 1; 海洋性气溶胶单次散射反照率  $w_a$  取 0.97。  $\tau_x$  为光学厚度;  $\theta_z$  为太阳天顶角;  $p_x(\theta_z)$  为散射相函数; 当  $x = r$  时, 即瑞利散射相函数为:

$$P_r(\theta_z) = \frac{3(1 + \cos^2\theta_z)}{4} \quad (10)$$

当  $x = a$  时, 即气溶胶散射相函数采用二相 Henyey-

Greenstein(Two Tem Henyer-Greenstein, THG)形式:

$$p_a(\theta_z) = a f(\theta_z, g_1) + (1 - a) f(\theta_z, g_2) \quad (11)$$

$$f(\theta_z, g) = \frac{(1 - g)^2}{(1 + g^2 - 2g \cos\theta_z)^{1.5}}$$

其中, a为常数,  $g_1, g_2$  为不对称因子。本文研究的地区为珠江三角洲的蛇口半岛,大气气溶胶属于海洋型气溶胶。对于海洋性气溶胶则有<sup>[11]</sup>:  $a = 0.983, g_1 = 0.82, g_2 = -0.55$  又因为程辐射反射率:

$$\rho_{\mu\lambda} = \frac{\pi^* L_p}{E_0(\lambda)^* \cos\theta_z} \quad (12)$$

综合式(8)、(9)、(12)可求得气溶胶的光学厚度  $\tau_a$ , 即:

$$\tau_a = \frac{4 \rho_{\mu\lambda}^* \cos\theta - W_r^* \tau_r^* p_r(\theta_z)}{W_a^* p_a(\theta_z)} \quad (13)$$

则整个大气总的光学厚度:  $\tau_\lambda = \tau_r + \tau_a$  (14)

### 2.3 地表反射率

在前面的步骤中,已经求出了传感器的行星反射率  $R_\lambda$ , 根据 DOS模型理论,程辐射反射率  $\rho_{\mu\lambda}$  是由影像直方图下限值决定的,该直方图的下限值被假定为程辐射反射率和暗体反射率之和。即太阳直接辐照的贡献为  $Q$ 。选取暗体大致可以分为两种方案,一是选择大的水体如湖泊作为暗体,这是因为水体在可见光和近红外波段的反射率非常低(一般小于 2%)。二是选择浓密植被阴影区作为暗体,这是因为阴影区几乎没有太阳光的直接照射,并且植被在中红外波段反射率非常小。所以即使在晴朗的天气里用精密的仪器对植被阴影区进行光谱测量,由于光照度的不足也很难测得其反射率,更毋用说高空中的遥感器能对其有所反应了。在我们研究区域中既有水体又有植被阴影区,使用图象处理软件 Geomatic v8.2 分别读取水体和植被

阴影区各波段的值,发现各波段水体的值一般要比植被阴影区的值小,并且整幅影像直方图的下限值落在山区内,由此有理由认为该下限值对应的暗体即为植被阴影区。使用图象处理软件 Geomatic v8.2 读取山区阴影区植被的值(行星反射率  $R_\lambda$ ), 因为阴影区的太阳直接辐照度为  $Q$  且植被在可见光和近中红外的反射率很小,可以先假设阴影区植被的反射率为  $Q$  这样,所读取的山区阴影区植被的值即为程辐射反射率。由式(14)即可求出整层大气的光学厚度  $\tau_a$ 。大气的下行倾斜透过率则可由近似式  $T_{d\lambda} = \exp(-\tau_\lambda \sec\theta_z)$  求取。大气沿观测方向的上行透过率可由近似式  $T_{\mu\lambda} = \exp(-\tau_\lambda \sec\theta_z)$  得出,对于 TM 影像来说,观测方向为垂直方向,故大气垂直透过率等于大气沿观测方向的上行透过率。如只考虑一次散射,则整层大气的散射率为  $(1 - T_{\mu\lambda})$ , 不考虑大气的吸收,下行天空漫射光近似为:

$$E_{d\lambda} = \frac{(1 - T_{\mu\lambda})^* E_0(\lambda)}{2} \quad (15)$$

又下行天空漫射反射率函数为:

$$P_{d\lambda} = \frac{E_{d\lambda}}{E_0(\lambda)^* \cos\theta_z} \quad (16)$$

根据大气传输物理方程可以给出行星反射率:

$$R_\lambda = \frac{[E_0(\lambda)^* \cos\theta_z^* T_{\mu\lambda} + E_{d\lambda}] R_{g\lambda}^* T_{d\lambda} + \pi^* L_p}{E_0(\lambda)^* \cos\theta_z} \quad (17)$$

结合式(15)、(16),由式(17)可求得地表反射率:

$$R_{g\lambda} = \frac{R_\lambda - \rho_{\mu\lambda}}{(T_{d\lambda} + \frac{1 - T_{\mu\lambda}}{2 \cos\theta_z}) T_{\mu\lambda}} \quad (18)$$

根据以上推理及公式最后求出各大气校正参数(表 2)。

表 2 大气校正参数

Table 2 The parameters of atmospheric correction

TM	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
$\rho_{\mu\lambda}$ (读取的程辐射散射反射率)	0.0721	0.0502	0.0398	0.0559	0.0073	0.0017
$\tau_r$ (分子光学厚度)	0.16312	0.08538	0.04715	0.017986	0.00108	0.00035
$\tau_a$ (气溶胶光学厚度)	0.01235	0.06056	0.08586	0.209472	0.029685	0.00674
$\tau_\lambda$ (大气总光学厚度)	0.17548	0.14594	0.13301	0.227458	0.03077	0.007087

表 2 可看出 TM 1 和 TM 4 的大气透过率偏低, 因为 TM 1 是短波波段, 大气瑞利散射严重, 故其透过率较低。而 TM 4 (0.76 ~ 0.90  $\mu\text{m}$ ) 是近红外波

段, 植被在近红外波段有一个反射峰值, 前面为了求出大气光学厚度, 我们先假设在阴影区植被的反射率为  $Q$  把阴影区植被处所读得的数值直接作为

程辐射反射率来处理, 这样就没有考虑植被对下行天空光的反射, 从而导致了 TM 4 波段的大气透过率偏低。为此, 程辐射反射率值需要进一步订正, 这里设计迭代法对其进行订正。

其实, 阴影区植被处所读得的数值为程辐射反射率和植被对天空漫射光反射率之和。

$$R_{p\lambda} = \rho_{d\lambda} + R_{d\lambda} \quad (19)$$

式中, 为植被对下行天空漫射光反射率, 可由下式给出:

$$R_{d\lambda} = E_{d\lambda} * T_{\mu\lambda} * R_{sr} \quad (20)$$

其中,  $R_{sr}$  为植被各波段的标准反射率 (表 3)。

表 3 植被标准反射率

Table 3 The standard reflectivity of plant

TM	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
$R_{sr}$ (植被标准反射率)	0.0400	0.0800	0.0400	0.5200	0.3500	0.2500

由式 (20)、(21) 则可求出一个新的程辐射反射率, 设为  $\rho_{d\lambda}'$ , 用  $\rho_{d\lambda}'$  代替  $\rho_{d\lambda}$ , 重复前面的步骤, 得到新的更准确的  $\tau_r'$ 、 $\tau_a'$ 、 $T_{\mu\lambda}'$ 、 $T_{d\lambda}'$ 。这样迭代可消除天空光的影响, 减少没有考虑多次散射引起的误差, 重新求出的各大气校正参数见表 4。

比较表 2 表 4 可看出, 经过一次迭代后, TM 4 波段的透过率已明显提高, 其它波段的透过率也有所提高。这证明植被对天空漫射光的反射率贡献不小, 因此必须消除天空光影响, 这也是我们设计迭代方法的目的和出发点。

表 4 一次迭代后的大气校正参数

Table 4 The parameters of atmospheric correction after the 1st overlap

TM	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	TM 7
$\rho_{d\lambda}'$ (迭代后的程辐射散射反射率)	0.06988	0.0475	0.03792	0.029566	0.004949	0.001516
$\tau_r'$ (迭代后分子光学厚度)	0.16312	0.08538	0.04715	0.017986	0.00108	0.00035
$\tau_a'$ (迭代后气溶胶光学厚度)	0.002711	0.048847	0.077724	0.095180	0.019483	0.005941
$T_{\lambda}'$ (迭代后大气总光学厚度)	0.165836	0.134224	0.124872	0.113166	0.020567	0.006288

用第一次迭代后得到的新大气校正参数代入式 (18), 运用 Geomatica v8.2 图象处理软件 Image-work 模块中的 Modelling 工具对辐射校正过后的影象进行处理, 得到地物反射率影象图。再在前面读取山区阴影区植被行星反射率所处附近, 选取一块太阳光能直接照射、植被长势较好地方, 读取植被实际表面反射率  $R_{p\lambda}'$ , 把  $R_{p\lambda}'$  代入式 (18)、(19), 得出新的  $R_{p\lambda}''$ , 再重新求出各大气校正参数, 进行第二次迭代, 求得新的地物表面反射率, 经过第二次迭代后得到地物表面反射率更接近地物实际表面反射率。如想提高地物表面反射率求取精度, 可迭代多次, 达到所需精度为止。这在编程方易实现, 只要进行迭代循环即可。

较图 1 图 2 大气校正前, 地物边缘模糊不清, 影象总体较亮, 整幅影象呈蓝色。这是由于蓝光处于 TM 1 波段, 受大气瑞利散射影响较大。大气校正后, 消除了大气的影象, 明显恢复了下垫面原貌, 地物边缘变得清晰, 图象对比度较高。

### 3 结果分析与效果评价

本文运用 PCI Geomatica v8.2 图象处理软件对蛇口半岛的 Landsat5 TM 影象进行校正, 校正后用 TM 3、TM 2、TM 1 合成影象 (图 2)。图 1 是用辐射校正前影象的 TM 3、TM 2、TM 1 波段合成的。比



图 1 大气校正前地表反射率影象图

Fig 1 The imagery of land reflection before the atmospheric correction



图 2 大气校正后地表反射率影像图

Fig 2 The imagery of land reflection after the atmospheric correction

为定量评价校正效果,分别在大气校正前的影像和大气校正后的影像上读取水体、植被和线性地物水泥路面三种典型地物的样本 30个,求出未经大气校正和大气校正后的两种地物反射率,并与标准地物表面反射率进行比较(图 3~ 6)。

图 3可知,未经大气校正的水体反射率值在 TM 1波段最高,高达 8.78%,然后线形逐渐下降。标准水体反射率在 TM 2波段达到最高点,之后逐渐下降。未经大气校正的各波段的反射率值同标准值相去甚远,图形形状不符合。经过大气校正后,水体反射率图形的形状和标准水体反射率图形的形状拟合得比较好。

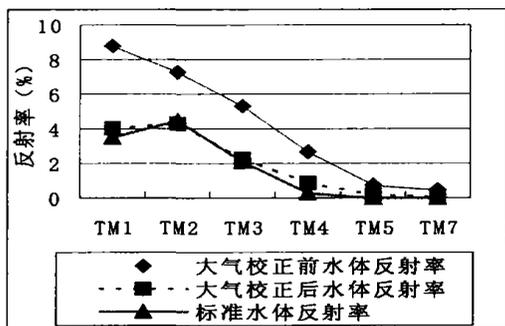


图 3 水体反射率同标准值的比较图

Fig 3 The comparing figure between the result reflectivity and standard value of water

图 4中,校正前后反射率及标准反射率图形形状基本相似,但未经大气校正植被反射率值在 TM 4波段偏低,经过大气校正后,植被反射率值在 TM 4波段得到提升,与标准值相差不远。其图形

形状和标准反射率图形形状也更加接近。

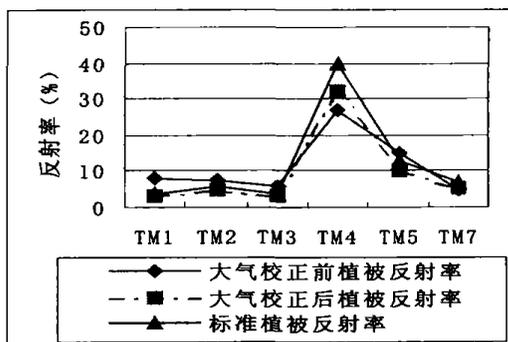


图 4 植被反射率同标准值的比较图

Fig 4 The comparing figure between the result reflectivity and standard value of vegetation

图 5可看出线性地物水泥路面无论是校正前还是校正后,其反射率与水泥地标准值都相差很远,这是因为新老水泥地的反射率值存在很大的差异,老水泥地反射率往往较新水泥地要低。但是如果把各波段的水泥地标准反射率值都减少 26%(图 6),经过大气校正后水泥路面的反射率图形形状与水泥地标准反射率图形形状非常相似。未经大气校正的反射率值在波段 2 3 5 7和标准值相差比较大,并且形状和标准值相差也较远。

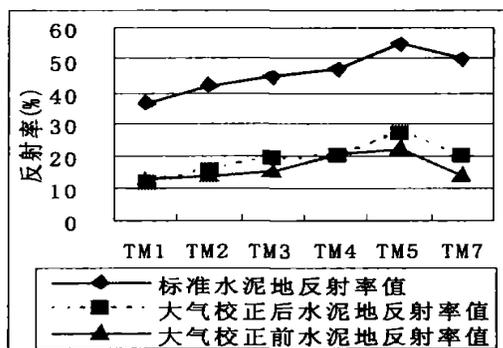


图 5 水泥路面反射率同标准值的比较图

Fig 5 The comparing figure between the result reflectivity and standard value of concrete road

综上,本文提出的大气校正法是行之有效的,景象校正后,基本反演了地物表面反射率。

### 4 结 语

本文利用阴影区植被所提出的基于 TM 影像的大气校正方法,是一种改进的 DOS法。优点:(1)从影像中直接提取大气校正参考点,提取成像时的大气状态参数,不以一成不变的参数进行校

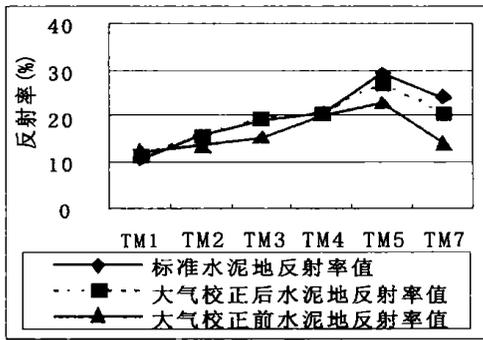


图 6 水泥路面反射率同减少了 26 个百分点的标准值比较图

Fig 6 The comparing figure between the result reflectance and standard value of concrete road that has decreased 26%

正,故所需参数全部来源于影像本身信息。(2)通过运用迭代法对大气程辐射率获取技术进行改进,克服了通常 DOS法获取程辐射率误差较大的不足。(3)运算时间短,比传统的程辐射传输模型法要快得多,对硬件要求较低。

由于本方法有以上优点,从而大大扩展了用户对 TM 影象的使用范围。对于天气状况未知,无法选择既定的参数的情况下,比选择既定的大气参数文件更具有简单易用、适宜性强的特点;特别是对于多景 TM 影象在不同时间不同天气状况下,运用该方法可进行多时相比较,这对动态监测有着非同一般的意义。

该方法也有一定的不足,在进行大气校正的时候并没有考虑像元间的多次散射,降低了像元间的反差。没有考虑大气对太阳辐射的吸收作用,同时地形因子也没有考虑,因此只适用于成像时天气晴

朗,地形较简单,起伏不大的地区。

## 参考文献:

- [1] Kaufman Y J, Sendra C. Algorithm for Automatic Atmospheric Corrections to Visible and Near-infrared Satellite Imagery [J]. International Journal of Remote Sensing 1988, 9: 1357-1381.
- [2] 陈云浩,李晓兵,谢峰.我国西北地区地表反照率的遥感研究 [J].地理科学,2001, 21(4): 327-333
- [3] 刘三超,张万昌,蒋建军,等.用 TM 影像和 DEM 获取黑河流域地表反射率和反照率 [J].地理科学,2003, 23(5): 585-591
- [4] Ahem F J, Goodenough D G. Use of clear lakes as standard reflectors for atmospheric measurements [A]. Proceedings of the 11th International Symposium On Remote Sensing of Environment [C]. Ann Arbor, Michigan, 1977: 731-755.
- [5] Chavez P S Jr. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data [J]. Remote Sensing Environment 1988, 24: 459-479
- [6] 王建,潘竟虎,王丽红.基于遥感图象的 ATCOR2 快速大气纠正模型及应用 [J].遥感技术与应用,2002, (8): 193-197.
- [7] 田庆久,郑兰芬,童庆禧.基于遥感影象的大气辐射校正和反射率反演方法 [J].应用气象学报,1998, 9(4): 456-461
- [8] Slater P N. Remote sensing - Optics and Optical Systems [M]. Addison-Wesley, Reading MA, 1980: 567-575.
- [9] Rudolf Richter. A fast atmospheric correction algorithm applied to Landsat TM images [J]. Int J Remote Sensing 1990, 11: 159-166
- [10] Howard R. Gordon. Aerosol analysis with the Coastal Zone Color Scanner - a simple method for including multiple scattering effects [J]. Applied Optics 1989, 28: 1320-1326
- [11] Howard R. Gordon. Clear Water radiances for atmospheric correction of coastal zone color scanner imagery [J]. Applied Optics 1981, 20: 4175-4180

## A Fast Atmospheric Correction Method Based on TM Imagery

LU Xiao-Ping, DENG Ru-Ru, PENG Xiao-Juan

(Department of Remote Sensing and GIS Project, Zhongshan University, Guangzhou, Guangdong 510275)

**Abstract** The satellite measurements are the contribution of surface reflectance and atmospheric back scattering and it must distinguish one from the other for the quantitative remote sensing require the actual surface reflectance information. For the sake of solving this problem, a fast atmospheric correction algorithm based on Landsat-TM imagery is proposed in this paper. An outstanding feature of this method is simple, practicable and easy to be used. Based on the traditional dark-object subtraction (DOS) technique, according to the reasonable analyse on dark-object and associated with the atmospheric radiative transfer models, the paper improves the determinate measure of atmospheric path radiance. In the paper, the author regards the vegetation in the shadow in a mountainous area as dark-object because the vegetation reflectance is very weak in the visible light and the direct day-

light illumination in shadow area is also weak. Therefore, we can suppose that the vegetation reflectance in shadow area is zero approximately so that the pixel value that is not zero all the same ought to arise from the atmospheric back scattering. Depending on the hypothesis we can calculate atmospheric path radiance and deduce the molecule optical thickness and aerosol optical thickness from the atmospheric correction algorithm. And then the parameters of atmospheric correction could be identified so that it can retrieve the surface reflectance. But this result does not answer to our precision request since the vegetation reflectance in the shadow is not zero in fact especially in the near infrared. And for removing the error and increasing the precision the author extends the atmospheric path radiance by the overlap way. The material approach is that we choose the exuberance and direct daylight illumination vegetation area around the aforementioned vegetation area in the mountain shadow and regard its value as the new actual vegetation reflectance and process the second operation. By means of the overlap way we can discover the second result is more close to the actual surface reflectance. Of course, it can operate time after time until the result answer to the precision request by this method. At the same time the operation complexity by dint of the programme. At the end of this paper, as one of its exemplifications, we applied the fast atmospheric correction algorithm to Landsat-5 TM imagery obtained on December 8, 1998 to retrieve the surface reflectance, and compared the computational result with the original reflectance and field-measured reflectance. As a result, it shows that the computational reflectance by the method almost tallies with the field-measured reflectance. In addition, due to eliminating the atmospheric scatter influence the edges of the surface objects are distinct and easy to identify. So the imagery quality have been reformed too. In conclusion, based on this fast atmospheric correction algorithm, it can retrieve the actual surface reflectance from the imagery itself because all needful parameters, such as atmospheric optical thickness, single scattering albedo, are derived from the information contained in the imagery. This method adapt well to the area where the landform is plainness relatively and when it is sunny.

**key words** TM imagery, atmospheric correction, aerosol