

基于 MODIS 图像海岸带二类水的提取

麻金继^{1,2} 陶安³ 王家成² 杨世植²

(1 安徽师范大学物理与电子信息学院,芜湖市北京路 1 号,241000)

(2 中国科学院安徽光学精密机械研究所,合肥市 1125 信箱,230031)

(3 中国人民解放军炮兵学院训练部,合肥市黄山路 451 号,230031)

摘要:提出了一种利用 MODIS 图像提取二类水的经验算法,该算法是利用一类水和二类水在可见光区的表现反射率差别很大,而在近红外波段的表观反射率基本相同的特性来完成的。利用该算法对不同地区的海岸带进行了二类水的提取,并对其结果进行了讨论。

关键词:MODIS 图像; 遥感; 表观反射率

中图分类号:TP751.1; TP79

目前,海岸带水色反演的研究已成为热门课题^[1-4],但其所用的都是三分量合成定性分析法,其精度有待提高;而对二类水的识别大多利用图像直接目视判断,这显然是不够的。另外,在利用 MODIS 图像反演海洋上空气溶胶光学特性的算法中^[5,6],所用 MODIS 的六个通道的中心波长分别为 0.55 μm 、0.66 μm 、0.86 μm 、1.24 μm 、1.64 μm 和 2.13 μm ;所用的离水辐射在前 2 个通道处的被假设为干净的海水(一类水),而在后 4 个通道处的被假设为零。由于海岸带的水大多是二类水体,很显然,这种反演气溶胶光学特性的方法不再适用于海岸带。本文提出了一种识别海岸带二类水的经验算法,应用该算法对我国不同区域的海岸带进行了二类水的提取。

1 方法

图 1 是 2000 年 4 月 NASA 中心在 Honolulu 机场附近的航空遥感试验中用 AVIRIS 测量出的一类水和二类水表现反射率的结果比较图。从图 1 可以看出,在 0.4~0.7 μm 范围内,一类水比二类水的表现反射率小,其他波段内,两者的表现反射率几乎相同。一般情况下,大多用小于 0.87 μm 的波长来遥感一类海水的颜色。特别要提出的是,在可见光波段,MODIS 有更为精确的通道

来反演海水的颜色,即 8 到 16 的水色通道^[7,8],但在海岸带,离水辐射对这些通道的辐射值的贡献较大。为了避免该问题,本文仅用 MODIS 的前 7 个陆地通道来标识二类水。

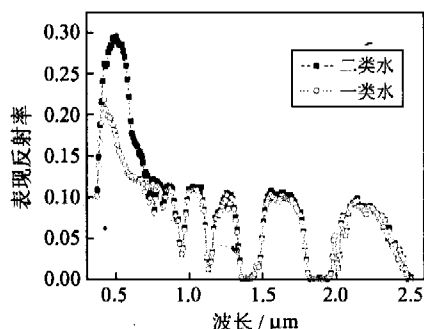


图 1 用 AVIRIS 测得的一类水和二类水表现反射率的对比图

Fig. 1 Comparison of Apparent Reflectance over Case I Water and Case II Water Determined by AVIRIS

图 2 是一景 2002 年 6 月渤海湾的 MODIS 图(因为黄河入海口地区的水是典型的二类水),此图没有云的污染。根据像元值的大小,在图 2 中选择了 11 个点,其中 A、B、C、D、E 是二类水区域的代表点,F、G、H、I、J、K 是一类水区域的代表点。本文选择 C、D 和 F、G 作为二类水和一类水的典型代表,从 MODIS 图中读出此 4 点的表现反射率,并以波长的对数值和表现反射率的

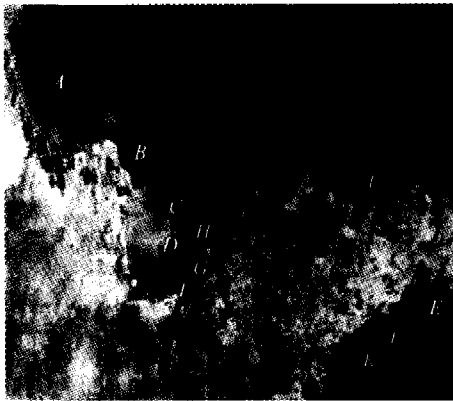


图 2 2002 年 5 月 28 日我国东海沿岸的 MODIS 合成图

Fig. 2 MODIS Image Acquired over East Coastal Areas of China

对数值分别为横坐标和纵坐标作图,如图 3 所示。其中图 3(a)和 3(b)中的直线分别描述的是一类水区域中 F、G 两点和二类水区域中 C、D 两点在 0.47 μm 、1.24 μm 、1.64 μm 和 2.13 μm 通道的表现反射率和波长进行指数拟合的结果。从图 3(a)可以发现,在对数坐标系中, F、G 两点的表现反射率和波长成线性关系,其相关度在 0.997 以上;而图 3(b)的拟合结果则表明 C、D 两点的表现反射率在 0.55 μm 和 0.66 μm 通道的拟合结果比实际的要小,而在 0.86 μm 处则无法判断。根据文献[8,9],本文选择第四通道(中心波长为 0.55 μm)作为提取二类水的波段。

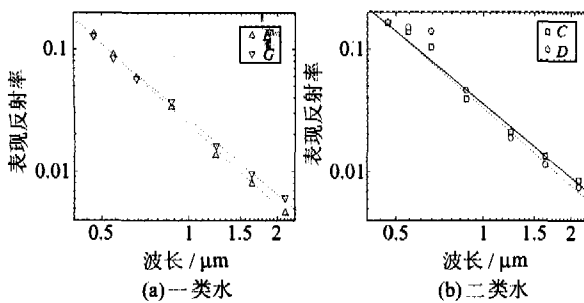


图 3 图 2 中 C、D 和 F、G 点表现反射率和波长的函数关系曲线

Fig. 3 Diagram of Apparent Reflectance as Function of Wavelength for Points F, G and C, D

用上述方法对图 2 中选择的 11 个点进行处理,并以其表现反射率的实际值与拟合的理论值的差值和波长分别为纵坐标和横坐标进行作图。图 4 描述了图 2 中所选的 11 个点在 MODIS 前 7 个波段中心波长处的表现反射率实际值与拟合计算值之间差值的不同。从图 4 发现,对于一类水,其在 0.55 μm 处的差值几乎为零;对于二类水,

其在 0.55 μm 处的差值大于 0.01。故可以选择 0.55 μm 通道的水体的表现反射率实际值与拟合计算值之间的差值为标识一类水和二类水的依据,其标识的阈值为 0.01(经过对多景 MODIS 图像进行试验得出)。

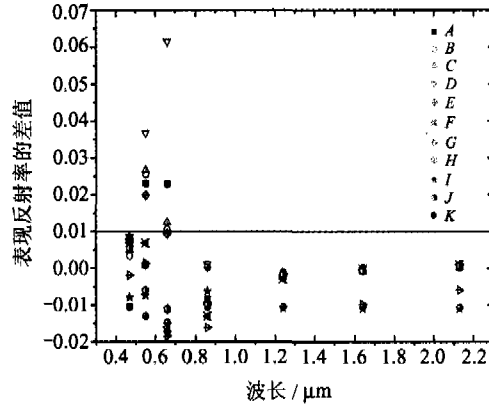


图 4 图 2 中所标的 11 点的表现反射率的差值与波长的关系

Fig. 4 Relation Between Wavelength and Apparent Reflectance for All 11 Selected Points in Fig. 2

2 试验结果与分析

运用本文算法对我国沿海不同地区的两景 MODIS 图进行二类水提取。首先根据文献[9]的方法进行云的识别和去除,并进行海陆像元分类;然后利用该方法对海洋部分的像元进行二类水提取,结果如图 5 和图 6 所示。其中,图 5(a)和图 6(a)是 MODIS 第 1、3、4 通道的合成图,图 5(b)和图 6(b)是对应的二类水标识图。很显然,图 5(a)中沿海岸带水体较混浊的像元在图 5(b)中均反映出来了。图 5(b)中,面积最大最亮的地区是黄河的人海口;图上方面积次大的地区是几个人口较多的繁华城市(如秦皇岛等);其下方的大连市周边也比较亮,说明其周边污染也比较严重。

图 6(a)和图 6(b)的对比也说明了这一情况。很显然,图 6(a)中沿海岸带水体较混浊的像元在 6(b)图中几乎都反映出来了。图 6(b)中面积最大的区域是二类水区域最大的地方,因为此地是长江的人海口。此外,该地域周边还有几个繁华的大城市,且图 6(b)中狭长区域的出现显示了该方法的精确性。

显然,上面的比较仅仅是目测和分析,只能定性地对该方法加以证明。在后继的工作中,对用该方法提取二类水后的结果进行了应用,即对海岸的海洋像元进行气溶胶光学厚度和地物光谱反射率的反演,其反演的结果比没有进行二类水提

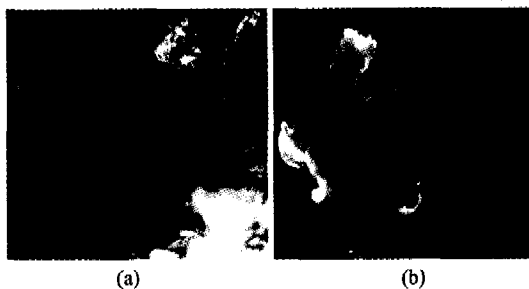


图5 2002年6月6日中国渤海
沿海岸的MODIS图

Fig. 5 MODIS Image Acquired on June 6, 2002
over East Coastal Areas of China

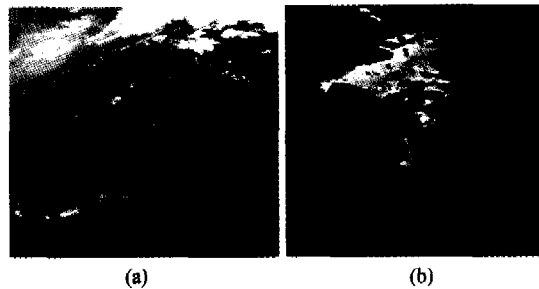


图6 2003年5月26日中国长江口
沿海岸的MODIS图

Fig. 6 MODIS Image Acquired on May 26, 2003
over East Coastal Areas of China

取前的反演结果好得多,这进一步验证了该方法的有效性和正确性。

致谢:感谢 NASA 中心的 Li Rongrong 女士提供的图 1 数据。

参 考 文 献

- [1] Hetschera M, Krawczyka H, Neumann A, et al. Capabilities for the Retrieval of Coastal Water Constituents (Case II) Using Multispectral Satellite Data[C]. SPIE, Toronto, Canada, 1998
- [2] Chuanmin H, Kendall L C, Frank E M K. Atmospheric Correction of SeaWiFS Imagery over Turbid Coastal Waters, a Practical Method[J]. Remo Sens Env, 2000, 74:195-206
- [3] Li Rongrong, Yoram J K, Gao Bocai, et al. Remote Sensing of Suspended Sediments and Shallow Coastal Waters[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2003, 41(3):559-566
- [4] 詹海刚,施平,陈楚群,等.基于遗传算法的二类水体水色遥感反演[J].遥感学报,2004,8(1):31-36
- [5] Remer L A, Tanré D, Kaufman Y J, et al. Valida-

tion of MODIS Aerosol Retrieval over Ocean[J]. Geophys Res Lett, 2002, 29(12):1-4

- [6] Tanré D, Kaufman Y J, Herman M, et al. Remote Sensing of Aerosol Properties over Oceans Using the MODIS/EOS Spectral Radiances[J]. J Geophys Res Atmos, 1997, 102(D14):16 971-16 988
- [7] King M D, Kaufman Y J, Menzel W P, et al. Remote Sensing of Cloud, Aerosol and Water Vapor Properties from the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS)[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1992, 30:2-27
- [8] Gordon H R. Atmospheric Correction of Ocean Color Imagery in the Earth Observing System Era[J]. J Geophys Res, 1997, 102:17 081-17 106
- [9] 王家成,杨世植,麻金继,等.东南沿海MODIS遥感图像自动云检测的实现[J].武汉大学学报·信息科学版,2006,31(3):270-273

第一作者简介:麻金继,讲师,博士生。主要从事遥感技术应用的研究。

E-mail: jinji_ma@yahoo.com.cn

Determination of Case II Water from Coast Zone Using MODIS Image

MA Jinji^{1,2} TAO An³ WANG Jiacheng² YANG Shizhi²

(1 College of Physics and Electronic Information, Anhui Normal University, 1 Beijing Road, Wuhu 241000, China)

(2 Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences, P. O. Box 1125, Hefei 230031, China)

(3 Artillery Academy, 451 Huangshan Road, Hefei 230031, China)

Abstract: An empirical algorithm is described, which is used to determine the case II water from the MODIS image. The algorithm takes advantage of the characteristic that the apparent reflectance of the Case I water and the Case II water is same in SWIR band, but is considerably different in visible band.

Key words: MODIS image; remote sensing; apparent reflectance