

基于 TM 影像的微污染水质监测模型研究

曹志勇¹, 郝海森¹, 孙君², 吴亮清¹, 张丽军¹

(1.河北工程技术高等专科学校水利工程系,河北沧州 061001;2.河北省沧县国土资源局,河北沧州 061000)

摘要:以沧州大浪淀水库为研究主体,将水体 TM 影像与实测数据进行分析处理,得出水体反射率与水质参数相关性最高的波段组合,建立了悬浮物、总氮两种水质参数的遥感监测模型,并进行了反演和验证。结果表明所建模型满足了水库水质参数的动态监测需要,可以利用所建的模型来了解水体环境,采取措施,为附近地区人民生产和生活用水安全提供保障。

关键词:水质参数;微污染水;动态监测;TM 影像;大浪淀水库

中图分类号:X832

文献标识码:A

文章编号:0439-8114(2011)13-2647-03

Dynamic Monitoring of the Slightly Polluted Water Quality Based on TM Images

CAO Zhi-yong¹, HAO Hai-sen¹, SUN Jun², WU Liang-qing¹, ZHANG Li-jun¹

(1.Department of Water Conservancy, Hebei Engineering and Technical College, Cangzhou 061001, Hebei, China;

2. Cangxian Bureau of Land and Resources, Cangzhou 061000, Hebei, China)

Abstract: Dalangdian reservoir, the water source of nearby irrigation and urban life, was used as the research object. The band combinations with highest correlation with water quality parameters were achieved through analyzing the TM images and live measurement data of water quality parameters; then the remote sensing monitoring model of SS and TN was established, inverted and verified. The results showed that the model could meet the need of dynamic monitoring of the water parameters in Dalangdian reservoir, and could make sure that residents know water environment timely.

Key words: water quality parameters; slightly polluted water; dynamic monitoring; TM images; Dalangdian reservoir

随着水体污染问题的日渐严重,水质监测成为社会经济可持续发展必需重视的环节。水环境是一种由多介质组成的多元体系,污染因素具有随机性、复杂性和综合性^[1]。内陆水体环境质量的好坏,关系到经济社会的可持续发展、人民群众的身体和社会稳定^[2]。研究和分析水环境质量监测数据,探求其变化规律,可以为改善水环境质量提供依据^[3]。

遥感技术凭借其分辨率高、时间连续、可以大尺度提供水质信息的特点^[4],为水质监测开辟了新的途径。对于水质遥感的研究,国内外许多学者已经做了大量的工作,并取得较理想的成果。Dekker 等^[5]利用 TM 数据进行富营养化湖泊水质监测;于德浩等^[6]对内陆水体水质遥感监测技术的发展现状进行了研究,并对以后遥感水质监测的方向进行了探讨。已有水质研究成果在大面积海域或国内南方

内陆水体相对较多,北方内陆水体研究较少^[7],对作为附近地区人民生活用水的水库水源的研究更少。

水体中悬浮物、总氮含量是环境监测的常规指标。本研究对沧州大浪淀水库水体悬浮物、总氮这两种水质参数实测数据与库区 Landsat5 TM 影像进行处理后获取的水体反射率进行相关性分析,建立了遥感监测模型,并进行了反演和验证。结果表明所建模型可以满足对大浪淀水库微污染水的动态监测要求,可为该水库乃至北方水体水质状况的评价和预警提供参考依据。

1 研究区概况

大浪淀水库位于河北省沧州市南 20 km、南运河以东 13 km,地处沧县、南皮、孟村 3 县交界,属大型平原水库,主体工程于 1996 年底建成,1997 年 2 月开始向沧州市城区供水。大浪淀库区面积

收稿日期:2011-01-25

基金项目:河北省水利厅资助项目(200456)

作者简介:曹志勇(1975-),男,河北泊头人,讲师,硕士,从事工程测量与遥感研究工作,(电话)15230760260(电子信箱)caozhiyong621@126.com。

16.89 km²,最高蓄水位 12.47 m,库容 1.003 亿 m³。基本解决了附近农田灌溉和沧州市区的饮水问题。

水库由天然洼地和农田改建而成,是一座没有本流域径流直接流入的封闭式水库,水源近期主要为“引黄济冀”的黄河水,在全国平原水库、湖泊中并不多见。水库在引蓄外源水途中带入较多有机质,蓄水后水库水体营养物质丰富,水库水流动性极小,随着气温的升高,库内水生物滋生繁衍,水质属微污染水^[8]。

本研究利用遥感技术研究和分析该类型水库的水质指标及变化特征,对动态监测库区水质,控制库区水体富营养化,提高水体质量和保护水资源具有重要的现实意义。

2 遥感数据预处理

从遥感地面站购买的卫星遥感图片只是经过几何粗校正的产品,不能够直接利用。对遥感影像进行预处理,其目的在于校正变形的图像数据或低品质的图像数据,以便更加真实地反映实地情况。因此必须对遥感图像进行预处理之后才能够提取光谱数据。

2.1 辐射定标

辐射定标的目的是将原始图像的 DN 值转变为具有一定物理意义的其他数据,以表征传感器入口处的准确辐射值。传感器定标方法很多,常用的有反射率法、辐照度法和辐亮度法等。本研究采用的是辐亮度法。

Landsat5 TM 图像 DN 值向辐亮度 L_i 转换的方法^[9]为: $L_i=DN_i \times Gain_i + Bias_i (i=1, 2, \dots, 7)$;式中, Gain 为增益系数, Bias 为偏置系数。

2.2 几何校正

主要利用采集目标图像中特征点的精确地理位置(GPS 经纬度)进行几何校正。首先用 GPS 采集具有一定地理特征的地面点精确坐标,以所采集地面控制点(Ground control point, GCP)数据为依据,利用 ENVI 软件在遥感影像中进行对应点位的标定,选择几何纠正模型(即原始图像的几何畸变模型),进而对遥感图像进行相关的几何变换和像素重采样,采用二次多项式法。所用 TM 图像采集 15 个地面控制点。在实际的几何校正过程中,经校正过的 TM 图像,误差均控制在一个像元以内。

2.3 大气校正

TM 影像的大气校正方法采用 ENVI 软件的 FLAASH 辐射传输模型法。ENVI 软件中 FLAASH 模块使用了目前精度最高的大气辐射校正模型 MODTRAN 4 辐射传输模型,它基于像元进行校正,

不仅校正了由于漫反射引起的邻域效应,还可以进行卷云和不透明云层的分类图,并调整由于人为抑制而导致的波谱平滑现象。该模块可处理各种高(多)光谱、卫星和航空数据,还能校正垂直成像数据和侧视成像数据。FLAASH 模块采用向导式流程,FLAASH 纠正向导指导用户进行大气校正,能够在短时间内完成复杂的大气纠正工作。

3 遥感监测模型构建与模型的反演及验证

3.1 遥感监测模型构建

通过遥感图像处理软件 ENVI 对 2005 年和 2006 年共 8 幅遥感影像进行处理得到了库区多点的水体反射率,由于库区相对较小,反射率变化不大。以具有代表性的输水口附近点所得反射率与水质参数实测数据进行相关性分析,确定了各水质参数相关性最高的波段反射率组合,其中悬浮物含量与(TM2+TM3)、总氮含量与(TM3+TM4)相关性最高。

根据水体反射率与水质参数实测数据的相关性分析,建立了各水质参数的模型。相关系数分别为 0.815 5 和 0.844 6(图 1、图 2)。

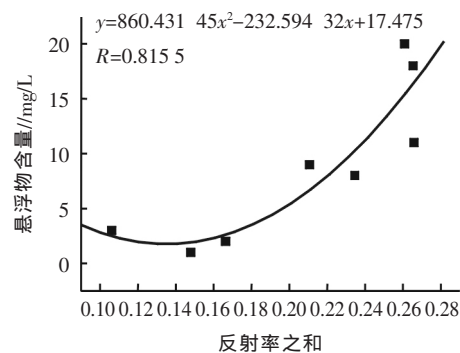


图 1 TM2+TM3 与悬浮物的拟合结果

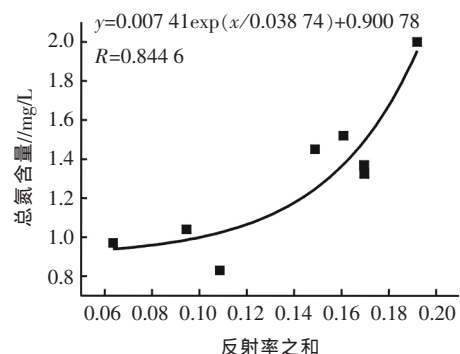


图 2 TM3+TM4 与总氮的拟合结果

3.2 遥感监测模型的反演和验证

对以上遥感监测模型利用 2007 年 5 月 12 日

和 2009 年 9 月 22 日的遥感影像与水体实测数据进行了反演和通用性验证。反演的悬浮物含量、总氮含量与实测结果基本吻合,模型估测值与实测值

见表 1, 差值百分比均在 20% 以内。反演分布图见图 3、图 4, 说明所建模型可以应用于该水体水质参数的监测需要。

表 1 水质参数含量反演估测值与实测值比较

水质参数	2007 年 5 月 12 日				2009 年 9 月 22 日			
	估测值/mg/L	实测值/mg/L	差值/mg/L	差值百分比/%	估测值/mg/L	实测值/mg/L	差值/mg/L	差值百分比/%
悬浮物	9.81	8.50	1.31	15.41	5.41	6.40	-0.99	-15.47
总氮	1.40	1.58	-0.18	-11.39	1.12	1.01	0.11	10.89

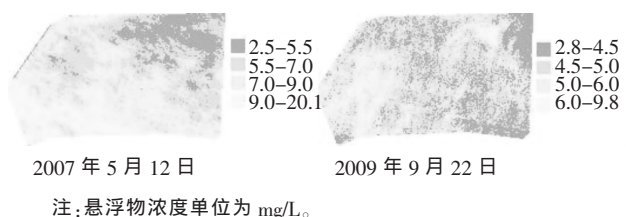


图 3 TM2+TM3 反演的 2007 年与 2009 年悬浮物分布图

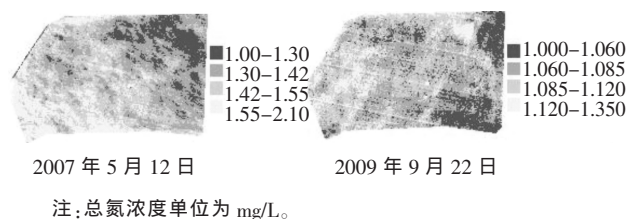


图 4 TM3+TM4 反演的 2007 年与 2009 年总氮分布图

4 结论与建议

基于 TM 影像的大浪淀水库水体水质参数的遥感监测模型反演情况可以看出,反演的结果与实测数据基本吻合,所建模型可以用于估测大浪淀水库中悬浮物和总氮的含量。

由于水体中存在着多种关系复杂、相互影响的活性物质,在很大程度上影响水质参数反演的精度和可用性^[10]。本研究所建模型经过验证虽然偏差值都在 20% 以内,符合遥感监测水质的要求,但建模所用实测水质参数的数据量及遥感数据相对较少,对反演模型的精度存在一定的影响,加大建

模数据量会使模型更可靠,反演精度更高,对于其他水体水质参数估测的借鉴意义也会更大。因此在以后的研究中,应该在加大数据量的基础上,研究更精确的反演模型来判断水质参数在时空上的变化趋势。

参考文献:

- [1] 姚桂枝,金卫兵,刘章勇,等. 洪湖水环境质量模糊综合评价[J]. 湖北农业科学,2009,48(6):1357-1360.
- [2] 姬振海. 全省水环境质量状况分析报告 [J]. 河北环境保护, 2005(5):11-14.
- [3] 曹晓丹,王路宁,栗 萍,等. 邯郸市滏阳河水质污染监测与评价[J]. 湖北农业科学,2008,47(5):528-530.
- [4] 胡举波. 黄浦江上游水域水质遥感监测模型的研究[D]. 上海: 同济大学,2006.
- [5] DEKKER A G, PETERS S W M. The use of the thematic mapper for the analysis of entropic lakes: a case study in the Netherlands [J]. Inter Jour of Remote Sensing,1993,14(5): 799-821.
- [6] 于德浩,王艳红,邓正栋,等. 内陆水体水质遥感监测技术研究进展[J]. 中国给水排水,2008,24(22):12-16.
- [7] 赵旭阳,刘 征,贺军亮,等. 黄壁庄水库水质参数遥感反演研究[J]. 地理与地理信息科学,2007,23(6):46-49.
- [8] 李少华,李兰贵,赵卫国,等. 大浪淀水库营养物质的来源变化特征及对水质的影响[J]. 水资源保护,2004(6):49-51.
- [9] 王 桥,杨一鹏,黄家柱,等. 环境遥感[M]. 北京:科学出版社, 2005.52-55.
- [10] 宋月君,杨 洁,吴胜军,等. 武汉市主要供水源地高锰酸盐指数反演分析[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(4):51-57.

(责任编辑 应 梅)