DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.01.021

湖北省水环境遥感监测示范系统的设计与应用

陈 楠,望志方

(湖北省环境监测中心站,湖北 武汉 430072)

摘要:介绍基于环境一号卫星(HJ-1)CCD 影像的湖北省水环境遥感监测示范系统的设计与应用。该示范系统以环境一号卫星 CCD 影像为主要数据源,结合地面实测数据,以东湖、梁子湖等 10 个湖泊为示范研究区,开展中小型湖泊湖网系统水环境遥感监测研究与应用。结果表明,该系统具有实现水环境指标提取、水环境评价以及专题产品制作等功能,可为湖北省水环境监测提供遥感产品与技术支持。

关键词:水环境;遥感监测;环境一号卫星;湖北省

中图分类号:X87 **文献标志码**:A **文章编号**:1004-6933(2013)01-0091-04

Design and application of water environment remote sensing monitoring demonstration system in Hubei Province

CHEN Nan, WANG Zhifang

(*Hubei Environmental Monitoring Central Station*, *Wuhan* 430072, *China*)

Abstract: This paper introduces the design and implementation of the demonstration system of Hubei water environment remote sensing monitoring based on the Environmental Satellite HJ-1 CCD images. In the demonstration system, with the Environmental Satellite HJ-1 CCD images being the main data sources, the research and application of water environment remote sensing monitoring to middle and small lake network systems were conducted using ground observed data. Demonstration studies were carried out in East Lake, Liangzi Lake, and ten other lakes. The results show that the demonstration system can extract water environmental indicators, conduct water environment evaluations, and produce thematic products. It can provide remote sensing monitoring products and technical support for water environment monitoring in Hubei Province.

Key words: water environment; remote sensing monitoring; HJ-1 satellite; Hubei Province

水环境监测工作是水环境保护的重要基础,可为水资源保护与管理提供重要依据。传统的水环境监测方法有许多局限性,包括监测周期较长、时间与空间上不连续、费用较高等[1-2],无法宏观而及时地掌握水环境状况。而遥感技术由于其大范围、多时相、连续动态监测等优势而逐步应用于水环境监测领域[3-4]。

湖北省水环境遥感监测示范系统以环境一号卫星(HJ-1)CCD 影像为主要数据源,结合地面实测数据,以东湖、梁子湖等 10 个湖泊为示范研究区,开展了中小型湖泊湖网系统水环境遥感监测的研究与应用。

1 系统数据源

湖北省水环境遥感监测示范系统包括 3 类数据源:遥感数据、地面实测数据和环境背景数据。

1.1 遥感数据

湖北省水环境遥感监测示范系统以环境一号卫星 CCD 影像作为主要的遥感数据源,可促进利用国产卫星遥感数据源进行中小型湖泊水环境监测的技术实现。首先,环境一号卫星 CCD 影像的空间分辨率为 30 m,比较适合对中小型湖泊进行监测;其次,A、B 双星组网后重访周期仅为 2 d,有利于对湖泊水

作者简介:陈楠(1981—),女,工程师,博士,主要从事生态遥感、环境质量评价、生态评价等研究。E-mail:28098533@qq.com

环境进行动态监测;另外,环境一号卫星 CCD 影像是相关机构免费提供的,有利于水环境遥感监测示范系统获得长期稳定的数据来源。环境一号卫星 CCD 相机主要载荷参数见表 1[5]。

表 1　HJ-1A/1B 卫星 CCD 主要载荷参数

卫星	有效载荷	波段号	光谱范围/μm	空间分辨率/m	幅宽/km	重访时间/d
HJ-1A/HJ-1B	CCD 相机	1	0.43~0.52	30	700	4
		2	0.52~0.60	30		
		3	0.63~0.69	30		
		4	0.76~0.90	30		

2.2　地面实测数据

地面实测数据包括每个监测周期内各个湖泊监测点位的各种水环境指标监测值。地面实测数据一方面用于建立水环境监测系统中基于遥感数据的水环境监测模型,另一方面用于实现水环境监测系统对湖泊水环境指标的常规监测。

2.3　环境背景数据

环境背景数据包括各种基础地理信息数据、污染源数据、多媒体数据、环境管理数据和文档等。环境背景数据作为辅助数据可用于水环境状况分析与水环境监测结果的可视化表达。

3　系统结构

根据湖北省中小型湖泊水环境遥感监测的业务需求,湖北省水环境遥感监测示范系统由 3 个子系统构成:遥感数据预处理与水环境监测子系统(以下简称预处理与监测子系统,)、水环境遥感数据库管理子系统(以下简称数据库管理子系统)、水环境遥感可视化子系统(以下简称可视化子系统)[6]。系统总体结构如图 1 所示。

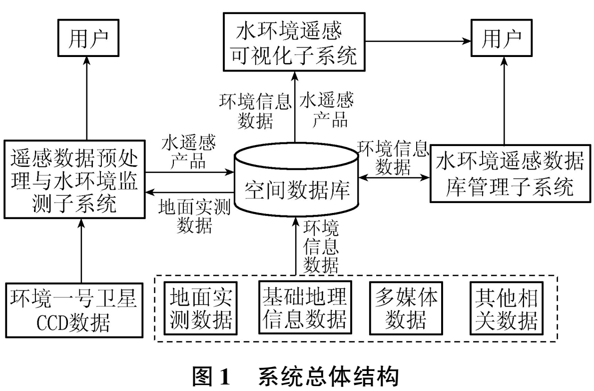

图 1　系统总体结构

3 个子系统之间没有直接的数据流交换,它们的数据交换是通过空间数据库中的存储和管理数据功能完成的,各子系统的功能和操作是相互独立、低耦合的。

预处理与监测子系统跟空间数据库之间,可完成数据的查询、提取,指标值、专题图等产品的入库,以及文件访问、读写记录的保存等操作。预处理与监测子系统的输入是所有处理、分析功能执行的前提,而预处理与监测子系统的输出是可视化子系统与数据库管理子系统的应用基础。

数据库管理子系统跟空间数据库之间,可完成整个数据库的插入、更新、修改等操作。

可视化子系统跟空间数据库之间,可完成数据查询操作,获取水环境实测数据和遥感产品数据。

4　系统功能

4.1　预处理与监测子系统

遥感数据预处理是水环境监测应用的前期工作,通过对输入的遥感数据进行标准化处理,可保证输入数据在统一的环境下进行后续的分析与应用。预处理与监测子系统中遥感数据预处理的功能主要包括数据格式转换、辐射定标、几何校正、大气校正、投影变换、水域提取等,为其他系统提供初级标准遥感数据。

预处理与监测子系统的水环境监测功能主要包括利用遥感反演与时序分析模型生成多个水环境指标参数产品,并利用这些指标参数产品进一步输出包括湖泊水质分级、水污染评价、富营养化评价等在内的水环境监测高级产品。另外,水环境监测子系统还包含应用模型管理模块,用于支持应用模型库的修改、更新与定制。

4.2　数据库管理子系统

数据库管理子系统涉及大量遥感数据、地面实测数据、水环境专题数据以及各种环境背景数据等。该子系统对这些数据进行统一管理,建立一个数据资源的管理平台,实现数据格式与内容的标准化。数据库管理子系统按照数据分类标准和产品分级标准对各种数据源进行分级存储,从而有效地为其他子系统提供输入、输出数据。

4.3　可视化子系统

可视化子系统包含专题产品制图与可视化表达两部分。其中,专题产品制图模块具有所见即所得的特点,既提供地图、图例、比例尺等基本要素,还提供表格、统计图、几何图形等要素,实现对水环境监测专题产品的制图排版并通过输出设备打印输出;可视化表达模块用于对遥感数据、地面实测数据以及各种专题产品数据进行可视化表达,既能对各种数据进行静态显示,又能对数据进行动态连续表达,同时模块中还加入了多媒体数据,以便能更好地表达湖泊水环境的动态变化特征。可视化表达模块具有两种工作模式,一种是交互式模式,用户可以自己选择可视化表达的方式;另一种是自动化模式,系统会自动组合相

应的可视化表达方式对数据进行可视化。

5 系统特色

湖北省水环境遥感监测示范系统中，基于遥感数据的中小型湖泊水环境指标监测方案有两套：模型法和分割法。

5.1 模型法

模型法是基于水环境指标实测数据与相关波段光谱数据的最小二乘法拟合得到的反演模型。记录模型表达式到系统中，就可对其他遥感数据进行波段间组合运算，反演出水环境的多个单项指标，包括 Chl-a、COD_{Mn}、TN、TP、透明度等指标，然后根据规定的评价方法进行水环境评价。系统设计了一个模型管理器，用户可以插入和编辑修改模型的公式，不必因模型变更而修改系统。

5.2 分割法

分割法是一种新的基于面向对象思想的反演方法，其思路见图 2。通过对遥感影像进行预处理，并选择与监测指标相关程度高的波段组合构造新的特征影像，采用均值漂移算法对特征影像进行对象分割，针对分割后形成的图斑，根据面向对象的分析思想，结合地面实测数据，进行反距离加权内插，得到整个湖区水环境的多个单项指标（包括 BOD_5、NH_3-N、COD_{Mn}、Hg、FN、Pb、DO、石油类、透明度、Chl-a、TN、TP 等指标）的值，然后根据规定的方法进行水环境评价。

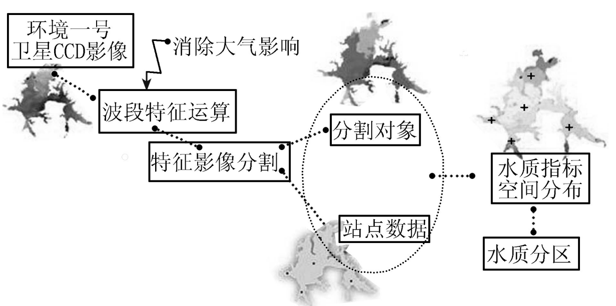

图 2 基于面向对象思想的新反演思路

上述两方案各有其特点。模型法的优势是：模型建立后可以对所有湖区进行反演，不受湖区是否有实测数据的影响。模型法的不足是：①模型建立前需要大量实测数据才能保证回归模型的稳定性；②建立的模型对区域的敏感性较强，也不易模拟不同时间的变化规律，所以不具备普适性。分割法从图像处理和空间分析的角度进行水环境指标反演，可以避免模型法的弊端，但不能运用于没有实测数据或只有一个实测点位的湖区。湖北省水环境遥感监测示范系统中同时提供上述两种方案，用户可以根据实际情况加以选择。

6 系统应用

湖北省水环境遥感监测示范系统以东湖、梁子湖等 10 个湖泊为示范研究区，对水环境指标进行监测，实现的系统主要应用功能包括环境一号卫星 CCD 数据辐射定标、几何校正、水域提取、水环境指标参数反演、水环境监测与评价、专题图制作、水环境动态展示等。系统主要应用成果如图 3 ~6 所示。

图 3 系统主界面

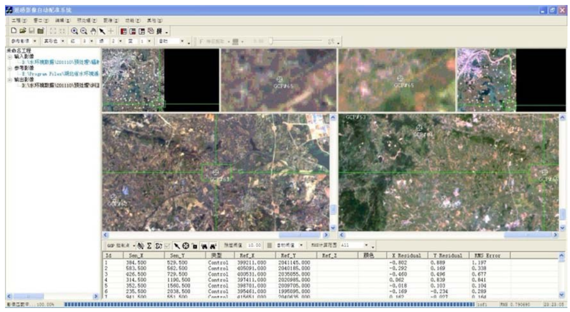

图 4 监测子系统自动配准

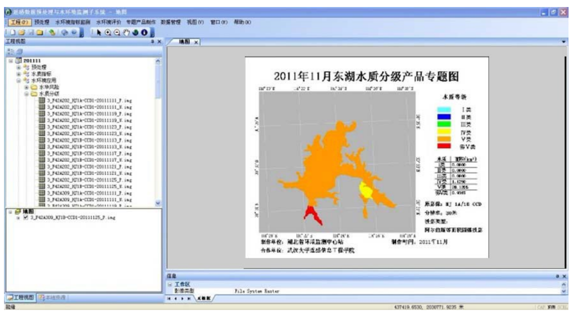

图 5 制作专题产品图

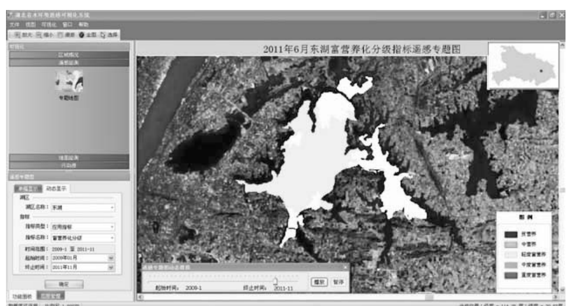

图 6 水环境监测可视化

7 总结与展望

基于环境一号卫星 CCD 影像的湖北省水环境

遥感监测示范系统,能满足对中小型湖泊湖网水环境进行大范围、多时相、连续动态监测的业务需求,并且能够较好地将结果进行可视化展示,在实际应用中取得一定成果,可为环境监测和环境保护部门提供决策支持。

随着数据的积累和水环境遥感监测技术的进步,本系统可以在以下几个方面进一步提高:①优化算法和模型,进一步提高反演精度;②分析和预测水环境动态变化趋势[7],构建预警模块[8];③利用 GIS 空间分析技术对污染源进行分析,实现污染源的自动跟踪与识别。

致谢:湖北省水环境遥感监测示范系统的建设得到了武汉大学遥感信息工程学院的技术支持,特此表示感谢!

参考文献:

[1] 王云鹏,闵育顺,傅家谟,等.水体污染的遥感方法及在珠江广州河段水污染监测中的应用[J].遥感学报,2001(6):460-465.(WANG Yunpeng, MIN Yushun, FU Jiamo,et al. Remote sensing method of water pollution and application on water pollution monitoring in Guangzhou section of Pearl River[J]. Journal of Remote Sensing, 2001(6):460-465.(in Chinese))

[2] STROBL R O,ROBILLARD P D. Network design for water quality monitoring of surface freshwaters: a review[J]. Journal of Environmental Management,2008,87(4):639-648.

[3] 周正,汪畅,刘良明. HJ-1A/1B CCD 数据湖泊水体污染遥感监测[J].计算机工程与应用,2011(3):11-14.(ZHOU Zheng, WANG Chang, LIU Liangming. Water pollution monitoring using HJ-1A/1B CCD data[J]. Computer Engineering and Applications, 2011(3):11-14.(in Chinese))

[4] 喻欢,林波.遥感技术在湖泊水质监测中的应用[J].环境科学与管理,2007,47(17):22-25.(Yu Huan, Lin Bo. The application of remote sensing technology in monitoring of water quality for inland lake[J]. Environmental Science and Management, 2007,47(17):22-25.(in Chinese))

[5] China Centre for Resources Satellite Data and Application technical specification of payloads of HJ-1A/1B/1C[EB/OL]. [2010-07-20]. http://www. cresda. com/n16/n92006/n92066/n98627/index. html.

[6] 张丽,张继贤,乔平林,等.流域水资源环境监测系统的设计与实现[J].测绘通报,2004(2):50-53.(ZHANG Li, ZHANG Jixian, QIAO Pinglin, et al. Valley water resource environment system: design and realization[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2004(2):50-53.(in Chinese))

[7] VIGNOLO A, POCHETTINO A, CICERONE D. Water quality assessment using remote sensing techniques: Medrano Creek, Argentina[J]. Journal of Environmental Management,2006,81(4):429-433.

[8] GHOSH S, MUJUMDAR P P. Risk minimization in water quality control problems of a river system[J]. Advances in Water Resources,2006,29(3):458-470.

(收稿日期:2012-02-25 编辑:彭桃英)

·简讯·

中国水文学术讨论会在河海大学隆重举行

2012 年 12 月 10—11 日,中国水文学术讨论会在河海大学隆重举行。研讨会由水利部水文局、国际水文计划(IHP)中国国家委员会、国际水文科学协会(IAHS)中国国家委员会和中国水利学会水文专业委员会共同举办,河海大学承办,南京水利科学研究院、长江水利委员会水文局和江苏省水利学会协办。水利部副部长刘宁出席会议并作主旨报告,水利部水文局局长邓坚发表讲话,河海大学党委书记朱拓致欢迎辞,大会开幕式由水利部水文局副局长林祚顶主持。

会议主题为“中国水文科技新发展”,主要议题涉及水文基础理论研究及应用、水文水资源监测、防汛抗旱水文测报、水资源分析评价与系统开发研究和水环境水生态分析评价与质量管理等 5 个方面。中科院院士刘昌明、王光谦,工程院院士王浩、张建云和另外 7 名专家分别作大会报告。此外,研讨会还分 5 个会场共 90 多名专家学者分别作了专题报告。河海大学水文水资源学院院长余钟波、院党委书记陈元芳等 6 位教授分别作大会报告和专题报告。

会议共收到全国水文等相关部门 51 个单位学术论文 260 篇。大会组织方将遴选出的论文分 5 个专题,由河海大学出版社结集出版发行。

(本刊编辑部供稿)