

# 基于CBERS-02B卫星CCD影像的 东洞庭湖区洲滩钉螺孳生地探测

李源培 李林翰 何明祯 赵飞 何忠 万卫 李君祥 姜杰 周艺彪 姜庆五

**【摘要】** 目的 利用中巴地球资源卫星02B(CBERS-02B)卫星CCD影像,结合遥感(RS)与地理信息系统(GIS)相关技术,快速确定东洞庭湖区洲滩的可能钉螺孳生地。方法 结合湖区洲滩钉螺适宜孳生地的两个典型特征:“冬陆夏水”的季节性淹水和“无草不见螺”,利用遥感影像处理技术,分别计算出“冬陆夏水”区域和有植被覆盖区域,再将两区域叠加确定钉螺孳生地。最后与钉螺洲滩资料进行空间叠加对比验证。结果 在东洞庭湖区,以水体差异指数(NDWI) $>0.01$ 确定“冬陆夏水”区域,以植被指数(NDVI) $>0.36$ 确定有植被覆盖区域,两区域叠加即为可能的钉螺孳生地区域。该区域与钉螺点空间资料的叠加对比验证显示符合率高达93.55%,提示预测结果良好。结论 CBERS-02B卫星影像可以发现钉螺区域的分布特征和变化趋势,钉螺指数法(判别式1和2)适用于湖沼地区洲滩钉螺孳生地的探测。

**【关键词】** 钉螺孳生地;中巴地球资源卫星02B;湖沼地区;植被指数;水体差异指数

**Snail habitats detection in the marshland of Eastern Dongting Lake Area, based on China-Brazil Earth Resources Satellite-02B CCD data** Li Yuan-pei<sup>1</sup>, Li Lin-han<sup>2</sup>, HE Ming-zhen<sup>1</sup>, ZHAO Fei<sup>1</sup>, HE Zhong<sup>2</sup>, WAN Wei<sup>2</sup>, LI Jun-xiang<sup>2</sup>, JIANG Jie<sup>2</sup>, ZHOU Yi-biao<sup>1</sup>, JIANG Qing-wu<sup>1</sup>. 1 Department of Epidemiology, School of Public Health, Fudan University, Key Laboratory of Public Health Security, Ministry of Education, Shanghai 200032, China; 2 Station for Schistosomiasis Prevention of Junshan County, Yueyang City, Hunan Province

Corresponding author: JIANG Qing-wu, Email: jiangqw@fudan.edu.cn

This work was supported by grants from the National Science and Technology Major Project of China (No. 2008ZX10004-011), National High Technology Research and Development Program of China (863 Program) (No. 2006AA02Z402) and Shanghai Leading Academic Discipline Project (No. B118).

**【Abstract】 Objective** To detect the snail habitats from the marshland of Eastern Dongting Lake Area, using the Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) technology based on the China-Brazil Earth Resources Satellite-02B (CBERS-02B) CCD images. **Methods** According to the two typical traits of snail habitats in marshland including “water in summer and land in winter” and “no grass, no snails”, the “water in summer and land in winter” region and the vegetation coverage region were calculated by RS image processing respectively. The two regions mentioned above were then overlapped to confirm the snail habitats through comparing with the data from field survey under spatial overlapping of Arcgis as the last step. **Results** In Eastern Dongting Lake area, the “water in summer and land in winter” region and vegetation coverage region were predicted based on the formula normalized difference water index (NDWI) $>0.01$  and normalized difference vegetation index (NDVI) $>0.36$ , respectively. The snail habitat was determined by theme overlay of the two regions said above. The agreement rate between the prediction and the geospatial data of field survey was 93.55%, which demonstrated the final results were credible and reliable. **Conclusion** CBERS-02B image could be used to detect the snail habitats and to monitor the changes of them, so as to find out the characteristics of distribution and the trends of diffusion. The snail index (discriminant 1 and 2) seemed to be suitable for the detection of snail habitats in the marshland of Lake area and used for the programs of snail control.

**【Key words】** Snail habitats; China-Brazil Earth Resources Satellite-02B; Lake area; Normalized difference vegetation index; Normalized difference water index

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.06.012

基金项目: 国家科技重大专项(2008ZX10004-011); 国家高技术研究发展计划(863计划)(2006AA02Z402); 上海市重点学科建设项目(B118)  
作者单位: 200032 上海, 复旦大学公共卫生学院流行病学教研室 教育部公共卫生安全重点实验室(李源培、何明祯、赵飞、周艺彪、姜庆五);  
湖南省岳阳市君山区血防站(李林翰、何忠、万卫、李君祥、姜杰)  
通信作者: 姜庆五, Email: jiangqw@fudan.edu.cn

钉螺是日本血吸虫的惟一中间宿主<sup>[1]</sup>,当前螺情的调查以人工查螺为主,准确性差且常伴随漏查和查漏现象。洞庭湖区是我国典型的湖沼型血吸虫病流行区,其有螺洲滩地势平坦,植被类型以苔草和芦苇为主。根据已有研究结果和现场观察<sup>[2]</sup>,有螺洲滩具有“无草不见螺”和“冬陆夏水”两个典型特征。目前国内外对于钉螺孳生地或血吸虫病高危区域的研究均是基于美国国家海洋与大气管理局(NOAA)或Landsat TM图像<sup>[3-8]</sup>。中巴地球资源卫星02B(CBERS-02B)是我国迄今为止空间分辨率最高的民用资源卫星<sup>[9]</sup>,能够在网上免费获取,重访周期较短(26 d)。因此,本研究基于CBERS-02B卫星影像和钉螺指数法<sup>[8]</sup>,对东洞庭湖区洲滩的钉螺孳生地进行探测,研究它们在湖区钉螺孳生地探测及螺情控制中的实用性。

### 对象与方法

1. 卫星遥感数据:本研究应用CBERS-02B CCD影像(含5个波段)2张,采集于2006年6月20日与2006年12月19日(遥感图像资料来源于: <http://www.cresda.com/n16/index.html>),分别代表洞庭湖区的丰水期和枯水期状况。该影像数据校正级别为L2:已经过辐射校正和系统几何校正,因此仅以其中一幅图像为标准校正另外一幅图像。

2. 验证点选择:选取东洞庭湖周边的有螺外洲:柳林洲镇外洲(包括濠河村、永城村、双伍村、林角佬村和洞庭村外洲等)、君山公园外洲、二郎村外洲、东沟村外洲、新洲外洲和郭镇外洲等,手持GPS定位(WGS84),测定其经纬度,采样点共31个。

3. 资料处理方法:由于洞庭湖区洲滩钉螺孳生地具有“冬陆夏水”和“无草不见螺”的典型特征,而遥感图像又能真实清晰地显示各种生态环境类型的特征与分布及其不同时点的变化情况,因此,本研究运用丰水期和枯水期的遥感图像,结合现场调查和先验值,判断出“冬陆夏水”区域和有植被覆盖区域,再将两者叠加确定洞庭湖区洲滩可能的钉螺孳生地。具体步骤如下(图1)。

(1)结合丰水期和枯水期图像计算归一化水体差异指数(NDWI),提取相应时期的水体信息,  $NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$ , Green为绿光波段, NIR为近红外波段,分别代表第2和第4波段,参照文献<sup>[10,11]</sup>方法进行。

(2)钉螺孳生地在枯水期全部裸露,因此计算枯水期的植被指数(NDVI)再结合合理的经验值  $b^{[12]}$ ,

以式  $NDVI_{dry} > b$  ( $NDVI_{dry}$  表示枯水期的植被指数)来确定有植被覆盖区域。  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ , NIR为近红外波段, R为红外波段,分别表示第4和第3波段。

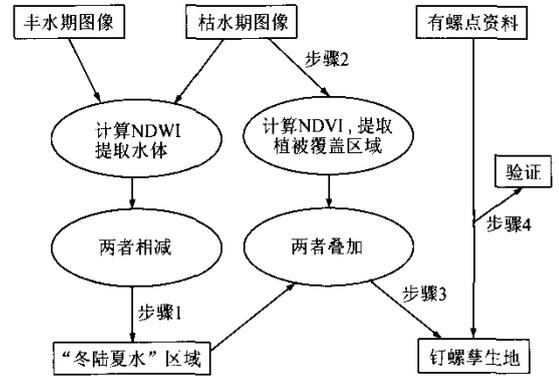


图1 确定可能钉螺孳生地的具体流程

(3)基于上述步骤的结果和彭文祥等<sup>[8]</sup>的湖区钉螺指数,首先根据判别式1确定可能的“冬陆夏水”区域,再根据判别式2确定有植被覆盖的区域,最后将这两个区域的遥感图像叠加,形成可能的钉螺孳生地,两者均为“真”的区域才为“真”。

$$(NDWI_{wet} > a1) - (NDWI_{dry} > a2) > 0 \quad \text{判别式 1}$$

$$NDVI_{dry} > b \quad \text{判别式 2}$$

式中,  $NDWI_{wet}$  和  $NDWI_{dry}$  分别表示丰水期和枯水期的NDWI,  $a1$ 、 $a2$ 、 $b$  分别表示判定“冬陆夏水”区域和有植被覆盖区域时需要确定的经验值。上述各步骤遥感图像的处理与分析均借助ERDAS IMAGING 9.2完成。

(4)将步骤(3)确定的钉螺孳生地区域在Arcgis 9.3中转换为多边形,与枯水期的假彩色合成图像叠加,形成钉螺孳生地示意图。然后将有螺洲滩的经纬度数据形成点图层,与上述示意图叠加以验证预测结果的可靠性。

### 结 果

1. 钉螺孳生地的预测结果:运用Erdas软件计算出丰水期和枯水期的NDWI值,结合4、3、2波段的假彩色合成图像、现场样区调查结果及先验值,确定判别式1中  $a1$  和  $a2$  的范围大致在0~0.15之间。在0~0.15间,以0.01为单位增加NDWI值,将判定结果与实际情况比对,最终确定  $a1$  和  $a2$  均为0.01时最吻合,即  $NDWI > 0.01$  区域为水体区域。然后,将上述两遥感图像叠加确定可能的“冬陆夏水”区域。

对枯水期的遥感图像计算出 NDVI 值, 结合假彩色图像、现场样区调查结果及先验值确定判别式 2 中  $b$  为 0.2 ~ 0.4, 以 0.01 为单位逐渐增加 NDVI 值, 在  $b=0.36$  时与实际情况最符合, 故以  $NDVI > 0.36$  为标准判定可能的有植被覆盖区域; 然后与上述“冬陆夏水”区域相叠加确定可能的钉螺孳生地; 最后在 Arcgis 中根据步骤 4 将钉螺孳生地与假彩色合成图像叠加, 形成结果示意图(图 2), 其中洞庭湖区周边的黄色区域即为洲滩可能的钉螺孳生地。与现场查螺的有螺孳生地相比, 基本覆盖了所有的地区, 预测结果良好。

2. 钉螺孳生地的验证结果: 将有螺点经纬度数据与可能的钉螺孳生地示意图叠加后, 观察有螺点是否在钉螺孳生地范围内, 从而判断预测结果的可靠性(图 2)。判定结果如表 1 所示, 其中仅有 2 个点(约占 6.45%)落在判定的可能孳生地之外, 表明分析预测的结果良好, 该方法可用于洞庭湖地区洲滩钉螺孳生地的探测及其变化趋势监测。

### 讨 论

遥感信息是地表各种地物要素的真实反映, 能清晰地显示各种生态环境类型的特征与分布, 遥感图像多时相的特性又可为生态环境的动态监测提供丰富的可定性定量分析信息<sup>[13]</sup>。湖沼地区洲滩钉螺孳生地夏季淹水和秋季退水等活动以及植被盖度情况均能在遥感图像上得到直观反映。已有研究表明通过遥感图像进行钉螺孳生地探测是可行的<sup>[5-8]</sup>。但是当前绝大部分的研究主要是 Landsat TM 图像, 它们一般是通过商业购买获得, 分析成本较高且分辨率较低(一般为 30 m)。CBERS-02B 卫星 CCD 图像与 ETM 图像在 1 ~ 4 波段均具有基本相同的波段范围, 在可见光和近红外波段具有很好的可比性<sup>[14, 15]</sup>。另外, CCD 图像具有影像清晰、信息量丰富、分辨率较高(19.5 m)和免费下载等特征, 使得它在湖沼地区洲滩钉螺孳生地的探测中展现了优势。从分析结果来看, 应用 CBERS-02B 卫

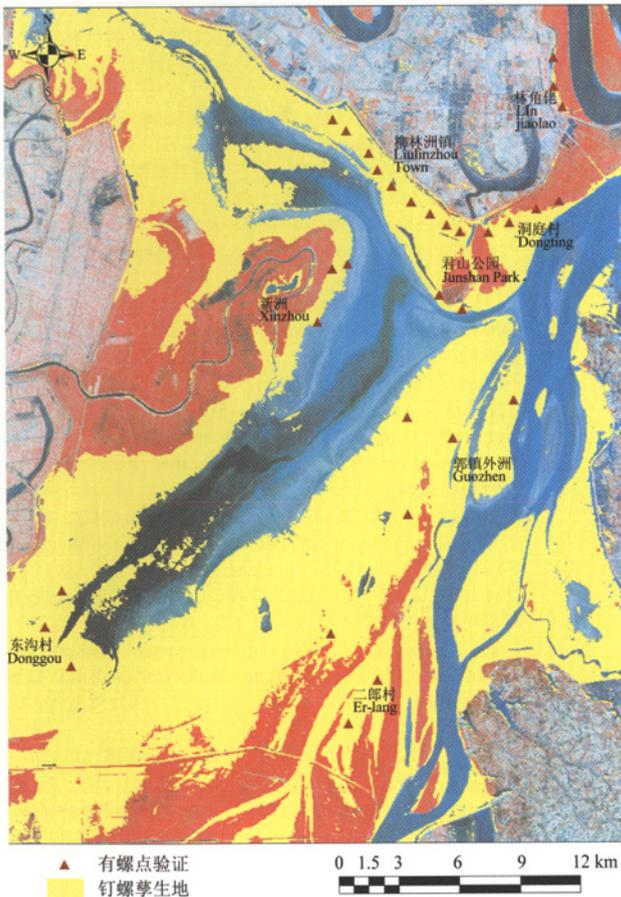


图 2 洞庭湖区洲滩钉螺孳生地示意图及有螺点数据验证结果

表 1 有螺洲滩验证点的经纬度数据(WGS84)

洲滩(外洲)	编号	纬度(°)	经度(°)	是否判定区内
濠河村	1	29.389 03	113.016 00	是
	2	29.390 73	113.003 88	是
	3	29.393 58	112.998 55	是
永城村	4	29.398 28	112.992 95	是
	5	29.404 52	112.984 43	是
双伍村	6	29.412 35	112.976 53	是
	7	29.416 92	112.969 57	是
岳华村	8	29.423 17	112.963 02	是
	9	29.433 55	112.954 22	是
二洲子村	10	29.440 62	112.948 22	是
	11	29.456 27	113.052 07	是
林角佬	12	29.433 35	113.058 77	是
	13	29.442 20	113.053 22	是
洞庭村	14	29.404 82	113.047 10	否
	15	29.398 28	113.038 68	是
君山公园	16	29.392 72	113.024 88	是
	17	29.356 23	112.992 10	是
二郎村	18	29.351 80	113.003 55	是
	19	29.160 42	112.933 87	是
东沟村	20	29.181 97	112.951 88	是
	21	29.191 38	112.930 30	是
新洲	22	29.230 48	112.799 40	是
	23	29.220 67	112.784 72	是
郭镇	24	29.205 08	112.794 80	是
	25	29.366 65	112.943 97	是
郭镇	26	29.364 98	112.932 55	是
	27	29.343 32	112.922 78	否
郭镇	28	29.317 00	112.981 42	是
	29	29.305 85	112.997 80	是
郭镇	30	29.319 87	113.032 30	是
	31	29.270 77	112.972 23	是

星数据确定的可能钉螺孳生地与实地查螺情况的符合率高达 93.55 %。彭文祥等<sup>[8]</sup>的研究结果显示 10 个验证点均在钉螺孳生地范围内。所以,在预测图质量和符合率基本一致的情况下,本研究成本更低,更快捷,充分说明了 CCD 影像在洞庭湖地区洲滩钉螺孳生地探测中的实用性。另外,借助 CBERS-02B 卫星影像或者 Landsat TM 图像,运用钉螺指数法(判别式 1 和 2),本研究与彭文祥等<sup>[8]</sup>分别对东洞庭湖区和鄱阳湖区的洲滩钉螺孳生地进行了探测,结果预测图清晰,与实地查螺数据的符合率高达 93.55% 和 100%,表明钉螺指数法在确定湖区钉螺孳生地上具有较好的可行性和可靠性。

以上分析表明,在螺情的调查中,先免费获得待调查区域的 CBERS-02B 卫星影像,借助遥感图像处理软件分析得到可能的钉螺孳生地,为现场查螺工作提供指导。既可周密计划整个查螺进程,有效避免漏查现象,也可验证人工查螺的效率及真实性。更重要的是,可以结合水位变化和植被覆盖信息,借助每年典型时期(如 4 月)的 CBERS-02B 卫星影像对湖沼地区洲滩的可能钉螺孳生地进行监测,发现每年钉螺孳生地的变化情况,分析有螺区域的变化趋势,从而找出关键变化时期并探索其可能原因,为钉螺控制决策提供理论依据。

目前,由于 CBERS-02B 卫星影像自身分辨率较低、几何精校正和云雾天气影响等以及钉螺孳生地预测方法的一些缺陷,对钉螺孳生地的探测不能达到 100% 的准确,只能在相对较大面积范围内(如几亩等)进行预测,所以尚需提高遥感影像的质量(采用高分辨率影像或雷达影像等),并在探测方法中加入其他影响钉螺孳生的重要因素,如植被类型和土壤类型等,进一步改善预测模型以提高最终结果的准确性和精确性。另外,由于山区钉螺孳生地环境的多样性和周边水系的不稳定性,该方法能否在山区应用尚待进一步的研究。

参 考 文 献

[1] Zhou SL, Lin JY, Xia G, et al. Schistosome. Beijing: Science Press, 2001: 153-162. (in Chinese)  
周述龙, 林建银, 夏刚, 等. 血吸虫学. 北京: 科学出版社, 2001: 153-162.

[2] Zhong JH, Zhang SJ, Liu ZD, et al. Studies on relationship of snail distribution with plantation and soil property of marshland in Poyang Lake. Chin J Schisto Control, 1995, 7(4): 206-209. (in Chinese)  
钟久河, 张绍基, 刘志德, 等. 鄱阳湖钉螺分布与植被土壤关系的研究. 中国血吸虫病防治杂志, 1995, 7(4): 206-209.

[3] Abdel-Rahman MS, El-Bahy MM, Malone JB, et al. Geographic information systems as a tool for control program management

for schistosomiasis in Egypt. Acta Trop, 2001, 79(1): 49-57.

[4] Kristensen TK, Malone JB, McCarroll JC. Use of satellite remote sensing and geographic information systems to model the distribution and abundance of snail intermediate host in Africa: a preliminary model for Biomphalaria pfeifferi in Ethiopia. Acta Trop, 2001, 79(1): 73-78.

[5] Guo JG, Lin DD, Hu GH, et al. Rapid identification of *Oncomelania hupensis* snail habitat in the Poyang Lake region by Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing (RS). Chin J Epidemiol, 2002, 23(2): 99-101. (in Chinese)  
郭家钢, 林丹丹, 胡广汉, 等. 应用遥感技术快速确定鄱阳湖区钉螺孳生地的研究. 中华流行病学杂志, 2002, 23(2): 99-101.

[6] Jiang QW, Liu JX, Lin T, et al. The study on the identification of the water body from marshland in schistosomiasis endemic areas using TM remote sensing data. Chin Public Health, 2001, 17(4): 289-290. (in Chinese)  
姜庆五, 刘建翔, 林涛, 等. 利用 TM 卫星遥感图像对鄱阳湖血吸虫病流行区水体识别的研究. 中国公共卫生, 2001, 17(4): 289-290.

[7] Zhang SQ, Jiang QW, Wang TP, et al. Ecological surveillance on breeding ground for *Oncomelania hupensis* snails in the areas prevalent with islet-type schistosomiasis using remote sensing technology. Chin J Prev Med, 2003, 37(5): 331-334. (in Chinese)  
张世清, 姜庆五, 汪天平, 等. 遥感技术用于洲滩型血吸虫病流行区钉螺孳生地生态的监测. 中华预防医学杂志, 2003, 37(5): 331-334.

[8] Peng WX, Zhang ZJ, Zhou YB, et al. Preliminary study on snail index in lake and marshland regions. Chin J Schisto Control, 2007, 19(5): 334-337. (in Chinese)  
彭文祥, 张志杰, 周艺彪, 等. 湖沼地区钉螺指数的初步研究. 中国血吸虫病防治杂志, 2007, 19(5): 334-337.

[9] He YH, Shi LS, Zhang RH, et al. Application research of CBERS-02 data in land-use survey. Chin Land Science, 2007, 21(2): 51-57. (in Chinese)  
何宇华, 史良树, 张荣慧, 等. 中巴资源卫星数据(CBERS-02)在土地调查中的应用. 中国土地科学, 2007, 21(2): 51-57.

[10] McFeeters SK. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. Internat J Remote Sensing, 1996, 17(7): 1425-1432.

[11] Xu HQ. A study on information extraction of water body with the Modified normalized difference water index (MNDWI). J Remote Sensing, 2005, 9(5): 589-595. (in Chinese)  
徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究. 遥感学报, 2005, 9(5): 589-595.

[12] Hurcom SJ, Harrison AR. The NDVI and spectral decomposition for semi-arid vegetation abundance estimation. Remote Sensing, 1986(16): 3109-3125.

[13] Chen T, Yang WN. Application of RS, GIS and GPS in the dynamic monitoring of environment. Environmental Monitoring Chin, 2003, 19(3): 19-22. (in Chinese)  
陈涛, 杨武年. "3S"技术在生态环境动态监测中的应用研究. 中国环境监测, 2003, 19(3): 19-22.

[14] Zhang X, Zhang B, Zhao YC, et al. Image quality assessment for the infrared multi-spectral scanner of the Chinese-Brazil Earth Resources Satellite. J Image Graphics, 2002, 7(6): 581-586. (in Chinese)  
张霞, 张兵, 赵永超, 等. 中巴地球资源一号卫星多光谱扫描图像质量评价. 中国图像图形学报, 2002, 7(6): 581-586.

[15] Qiao M, Xu M, Yue J. Analysis on data of the cultivation land resources investigated by remote sensing in Xinjiang. Arid Land Geogr, 2002, 25(4): 309-314. (in Chinese)  
乔木, 徐曼, 岳健. 新疆耕地资源卫星遥感调查数据分析研究. 干旱区地理, 2002, 25(4): 309-314.

(收稿日期: 2010-11-12)  
(本文编辑: 王玉立)