

南水北调中线钟祥地区血吸虫病地理信息系统数据库的建立与分析

牛安欧 刘书耀 李涛 邓伟文 魏晓文

【摘要】 目的 应用地理信息系统(GIS)与遥感(RS)技术建立湖北省钟祥地区血吸虫病相关数据库的地理分布图,并对疾病的分布现状和南水北调中线工程后的发展趋势进行纵向分析。方法 收集钟祥地区近 30 年的血吸虫病流行病学数据及相关的气象、水文数据,通过构建遥感图像分类的神经网络及网络训练,建立相应的 GIS 数据库及显示图像。结果 完成钟祥地区及周边区域血吸虫病流行的 GIS 数据库及 1 幅钟祥地区疫情图,依据图像计算,有螺面积(公顷, hm²)分别为 4.4、8.2、24、130.4、8.13 和 7.53。结论 GIS 和 RS 技术制作的图像清晰、简明、直观,支持复杂的空间和属性查询,便于血吸虫病资料的保存与分析,为相关区域血吸虫病防治信息的现代化管理提供新手段。

【关键词】 血吸虫病;地理信息系统;遥感技术;南水北调

Study on the geographic information system databases regarding the control of schistosomiasis in Zhongxiang, Hubei province, China NIU An-ou^{*}, LIU Shu-yao, LI Tao, DENG Wei-wen, WEI Xiao-wen. *Department of Parasitology, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China*

【Abstract】 Objective Using geographic information system (GIS) and the remote sensing techniques (RS), we developed a schistosomiasis database and geographic distribution map in Zhongxiang city, Hubei province in order to display and analyze the endemic situation longitudinally after the water conservancy project is completed. **Methods** Epidemiological data of schistosomiasis and the correlated climate and hydrology data for the last 30 years were collected and the relevant GIS databases were established under Artificial Neural Networks (ANN) and network training of Landsat TM images. **Results** GIS database of schistosomiasis in Zhongxiang city, Hubei province and its vicinity areas were developed including 1 maps regarding the epidemic situation of schistosomiasis. The areas of snail distributing were 4.4 hm², 8.2 hm², 24 hm², 130.4 hm², 8.13 hm² and 7.53 hm², respectively. **Conclusion** The maps created by GIS database and RS techniques supported the complicated query on space and property, providing a new way in keeping, updating and analyzing available data. The techniques used should be able to provide evidence for the control of schistosomiasis to this water conservancy project.

【Key words】 Schistosomiasis; Geographic information system; Remote sensing techniques; The South-to-North water transferring project

血吸虫中间宿主——钉螺的孳生受土壤、植被、气候等自然因素的制约,故血吸虫病的流行与地理环境密切相关。南水北调工程是 21 世纪我国最大的水利工程之一。其中线工程是调汉水北上,将通过汉水上游的丹江口水库常年向北方输送 200 亿 m³/s 的水量,此举将势必使水库下游水位下降,并影响沿线水域相关地区的生态环境、航运效率、群众的农(副)业生产及生活。为尽可能减少损失,将实施补偿工程。工程设计从沙市附近引长

江水经潜江市入汉水,开辟水道全长预计 60~80 km,入汉水最高设计水量达 500 m³/s,称引江济汉工程。长江水调入汉水后,虽可缓解汉水下游因降低水位所产生的不利影响,但对中游的不利影响仍然存在。为此中游将实施“汉水渠化补偿工程”来抬高水位以减少损失,但最终结果可能导致自然环境因素尤其是钉螺孳生地——江湖洲滩的改变。此外,因其入水口及运河沿线地处湖北省严重的血吸虫病流行区,长江水注入汉水,势必使钉螺向汉水流域扩散,进而可能形成新的血吸虫病流行区。因此,工程前后对相关地区钉螺的分布现状及其孳生环境的监测尤为重要。近年来,将地理信息系统(GIS)

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院寄生虫学教研室(牛安欧、刘书耀、邓伟文);华中科技大学图像识别与人工智能研究所(李涛);湖北省钟祥市血吸虫防治办公室(魏晓文)

用于血吸虫病流行病学调查已有报道^[1-3],但利用计算机图像处理技术对遥感(remote sensing, RS)影像进行自动分类,将遥感信息与非遥感信息复合,进而分析钉螺的分布规律,并将此项技术用于大型水利工程对环境影响的研究尚未见报道。本课题是将 2S 技术应用于南水北调工程(中线)对血吸虫病传播影响的系列研究的基础部分,即建立一种改进的人工神经网络分类方法,在相关重点地区——湖北省钟祥市内作钉螺孳生地分布现状的研究。

资料与方法

1. 实验区的选择:南水北调中线工程从丹江口水库引水,为弥补水库下游水位下降和水量骤减,将沿江从丹江口至兴隆建汉水渠化补偿工程,引江总干渠渠首闸最大设计流量 800 m³/s。工程实施必将对沿江地区的地表特征产生很大影响,从而导致钉螺孳生环境位置或面积的改变。钟祥市处于汉江流域中游下段,水网密集,湖沼众多,尤其是大小洲滩星罗棋布,很多地区易于钉螺孳生,成为大小面积不同的血吸虫病流行区。待工程完成后,水位下降,洲滩面积增加,而且可能受下游钉螺扩散的威胁,从而加剧血吸虫病的流行。因此,选择钟祥市为实验观察区。

2. 资料收集:实验区有关遥感资料包括分辨率为 30 m 的 LANDSAT-5 影像。同时广泛收集该地区有关血吸虫病流行的数据、文字资料和基础图像资料:血吸虫病防治“十五”规划图、1971-2000 年的年降水量、逐年降水天数、汉江碾盘山(位于钟祥市)逐月水位、血吸虫病疫情数据资料(患者例数及病牛数)、江河洲滩面积以及螺情资料(易感地带、有螺面积)。通过对实验区的地貌、水文、土壤、植被等环境因素及螺情的调查,建立地物判译标志,利用不同分辨率和不同光谱图像的融合、遥感图像计算机处理与目视判读结合,建立野外调查和室内分析相结合的工作方法。

3. 建立遥感图像分类的神经网络:①神经网络模型的选择(BP 模型):BP 网络是一种多层前向型网络,采用误差反向传播算法,通过比较网络的实际输出与指定输出之间的差异调整网络权值,具有很强的学习能力和非线性映射能力;②输入/输出模式表示:输入模式采用 Gray 码,输出模式采用正交码;③网络训练:遵循准确性、代表性和统计性的原则,采用 TM 数据的第二、四、七 3 个波段合成的伪彩色图像形成训练样区图。在此基础上,本课题在网络

训练中创建了改进的 BP 算法(ABP),提高了学习收敛速度。

4. 钉螺孳生环境的确定:钉螺孳生环境分布的计算机算法流程见图 1。

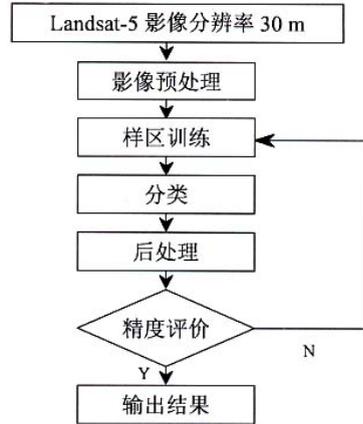
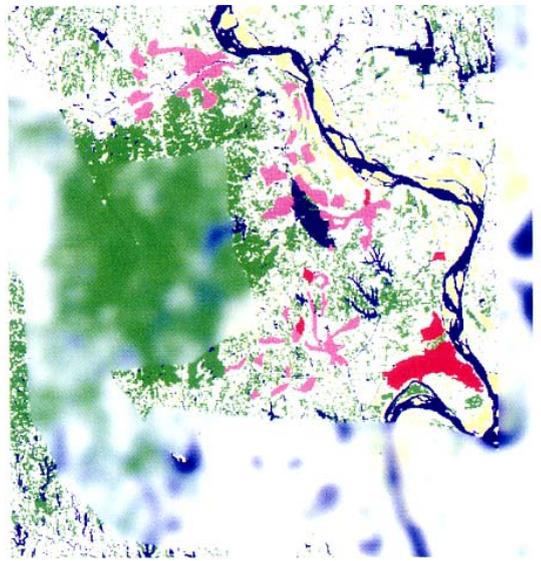


图1 遥感图像处理流程图

结果

取湖北省汉江流域钟祥市的 512×512 的 SPOT 影像和 LANDSAT-5 影像作为实验的初始数据,前者的空间分辨率为 10 m,但谱段较少,后者为 30 m,谱段较多。两者融合后,既改善了图像的空间分辨率,也丰富了图像的光谱信息。将融合后的图像作为分类的实验数据,采用图 1 所示的算法,即得分类结果(图 2)。



蓝色为水体,绿色为植被,黄色为洲滩,红色为现有钉螺分布区域,浅红色为钉螺历史分布区域

图2 钟祥市某库区钉螺分布图

1. 现有钉螺主要分布区域集中在梁桥村、齐心

村、王集村、流港以西至阎滩村、治国村及杨岭村等地,其有螺面积(公顷, hm^2)依图 2 计算,分别为 4.4、8.2、24、130.4、8.13 和 7.53。

2. 现有主要钉螺分布区与汉水毗邻,螺区的钉螺可能通过多种途径进入汉水中。

3. 历史钉螺分布区域大多也与汉水毗邻,并与现有主要钉螺分布区相接或相近,该区可通过汉水或其他途径再现钉螺,导致钉螺面积扩大。

4. 汉水沿岸及江中洲滩极多,目前未见钉螺,但为钉螺孳生地,是钉螺面积扩大的潜在危险因素。

5. 现有主要钉螺分布区所在位置为汉水迴水区,此区域汉水流速减缓,以至砂石沉积,形成洲滩,若汉水水位下降,洲滩面积将扩大,且砂石易裹携钉螺在洲滩中滞留、孳生。

讨 论

大型水利工程实施过程的中、后期,往往可能造成所在区域自然环境不同程度的改变,有利于某些与环境因素关系密切的传染病的传播流行,对该区域及其周围的人群健康形成威胁,某些大型水利工程(如埃及阿斯旺大坝)的历史教训是极其深刻的。南水北调是 21 世纪我国最大的水利工程之一。中线工程沿线的钟祥市地处汉江流域,水网密集,湖沼众多,洲滩星罗棋布。钟祥市是严重的血吸虫病流行区,掌握该市及其周围地区钉螺现有分布区和历史分布区的演变规律,钉螺分布区与周围自然环境(水系、植被等)的关系对中线工程的设计与实施有极其重要的指导意义。

从本文结果可以明确,钟祥市钉螺分布状况与汉江水系密不可分。一方面,南水北调中线工程前状况是:现有较大面积钉螺分布区与汉水毗邻;历史钉螺分布区域大多也与汉水毗邻并与现有主要钉螺分布区相接或相近;汉水沿岸及江中洲滩极多,多为钉螺孳生地;现有主要钉螺分布区所在位置为汉水迴水区,流速减缓,砂石易沉积形成洲滩。工程完工后有何变化呢?调汉水北上之后降低了中下游水位,河床中更多浅滩裸露,势必新增洲滩,增加洲滩面积,可导致钉螺孳生地面积扩大,便于血吸虫病传播。即南水北调中线工程对钟祥市血吸虫病防治可能有不利因素。另一方面,引江济汉补偿和汉水渠化补偿等南水北调中线配套工程如何设计实施?实施后又对钟祥市血吸虫病防治有何种影响?前者本文无从讨论,后者则可以结合本文分析。引江济汉

补偿工程若不实施有效的预防钉螺扩散措施,因其入水口及运河沿线地处荆州市与潜江市,该地区是湖北省严重的血吸虫病流行区,长江水注入汉水,江水中的钉螺可通过多种途径进入汉江,势必使钉螺向汉水流域扩散^[4]。引江入汉水的出水口(潜江市兴隆)逆流而上仅十余公里便至钟祥市境内,钉螺可以随河中船只等载体迁移至钟祥市,且钟祥市实验观察区域有大小洲滩 32 个、湖泊 45 个,部分湖泊通过河道与汉水连接。加之前已述及南水北调中线工程将增加钟祥市江湖洲滩面积,钉螺可扩散的范围很大,进而可能形成新的血吸虫病流行区。还有,如何兴建梯级枢纽,实施汉水渠化补偿工程?该工程与汉江洲滩面积增减密切相关。由于钉螺适宜在冬陆夏水的岸边、洲滩孳生,因此形成钉螺孳生地的季节性等自然因素与兴建梯级枢纽渠化补偿工程的设计有关,其设计水位高低如何?水位管理有无季节性?水位变化有多大?等等都与之有关。可见,汉水渠化补偿工程与血吸虫病传播关系复杂,在该工程设计和管理中应考虑钉螺传播因素,才有利于血吸虫病的防治。

GIS 和 RS 技术是以管理具有定位功能的空间数据为主要特征的计算机硬、软件系统,其存储量大,直观性强,应用性高^[5]。GIS 和 RS 技术运用于南水北调中线工程,因对已有信息进行了系统整理并统一分类,使分散的资料集中化、系统化,使杂乱的数据标准化,使单要素资料综合化,因而增加数据资料的使用频率,形成血吸虫病防治信息的现代化管理。

综上所述,GIS 数据库的建立及综合分析结果显示,南水北调中线工程及引江济汉补偿工程和汉水渠化补偿工程等南水北调中线配套工程会导致钉螺孳生地江湖洲滩的改变,可能形成血吸虫病流行的隐患,须严加防范。

参 考 文 献

- 1 周晓农,胡晓抒,孙宇生,等.地理信息系统应用于血吸虫病的监测 I.应用预测模型的可能性.中国血吸虫病防治杂志,1998,10:321-324.
- 2 周晓农,胡晓抒,孙宇生,等.地理信息系统应用于血吸虫病的监测 II.流行程度的预测.中国血吸虫病防治杂志,1999,11:66-69.
- 3 周晓农,胡晓抒.信息技术与卫生信息系统的发展.中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2003,1:6-8.
- 4 周晓农,王立英,郑江,等.南水北调工程对血吸虫病传播扩散影响的调查.中国血吸虫病防治杂志,2003,15:294-297.
- 5 杨惠敏,庞浩,胡鸿宝,等.应用卫星遥感信息预测 1998 年洪水后南京市江滩钉螺分布.中国血吸虫病防治杂志,2000,12:337-339.

(收稿日期:2005-02-01)

(本文编辑:张林东)