

# Design and Implementation of Schistosomiasis Warning Index System Digital System Based on the B/S Structure

Rui Zeng<sup>1,2</sup>, Hua Ye<sup>1,2</sup>, Yanlan Yang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>School of Automation, Southeast University, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Key Laboratory of Measurement and Control of Complex Systems of Engineering of Ministry of Education, Southeast University, Nanjing Jiangsu

Email: 220141392@seu.edu.cn, zhineng@seu.edu.cn, yyl@seu.edu.cn

Received: Sep. 3<sup>rd</sup>, 2016; accepted: Sep. 16<sup>th</sup>, 2016; published: Sep. 22<sup>nd</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Schistosomiasis Warning Index System has far-reaching for schistosomiasis control. In this paper, based on the algorithm of index system for process analysis and data model, we design the index system for digital management system along the beach. The system created a database by MySQL based on the B/S structure. The front-end Web of system is based on jQuery and Bootstrap. What's more, we use Baidu Map to achieve the WebGIS warning index system of the beach, and set up a Web server base on the Spring development framework. Finally, we use Hibernate to process data and control the database. The system realizes visual monitoring for the schistosomiasis indicator system, and realizes it by program. It has important significance and broad application scenarios.

## Keywords

Schistosomiasis Warning Index System, B/S, MySQL, Baidu Map, JAVA

---

# 基于B/S结构的血吸虫病预警指标体系数字化系统的设计与实现

曾睿<sup>1,2</sup>, 叶桦<sup>1,2</sup>, 仰燕兰<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>东南大学自动化学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>东南大学复杂工程系统测量与控制教育部重点实验室, 江苏 南京

Email: 220141392@seu.edu.cn, zhineng@seu.edu.cn, yyl@seu.edu.cn

收稿日期: 2016年9月3日; 录用日期: 2016年9月16日; 发布日期: 2016年9月22日

## 摘要

血吸虫病预警指标体系理论研究对沿江血吸虫病控制有深远意义, 本文通过对指标体系阐述的算法进行流程分析和建立数据模型, 以沿江滩块作为研究对象, 设计了基于指标体系的血吸虫病预警数字化管理系统。系统基于B/S结构, 采用关系型数据库MySQL创建数据库; 基于jQuery和Bootstrap框架设计前端网页, 同时调用Baidu Map实现沿江滩块指标体系的WebGIS预警显示; 基于结构开发框架Spring搭建Web服务器, 并使用Hibernate控制数据库表单对象, 实现对数据的处理。该系统实现血吸虫病指标体系研究的可视化监控, 将指标体系算法通过程序实现, 具有重要的研究意义和广阔的应用场景。

## 关键词

血吸虫病预警指标体系数字化系统, B/S, MySQL, 百度地图, JAVA

## 1. 引言

血吸虫病是一种严重危害人类健康、阻碍疫区社会经济发展、具有传染性、地方性和自然疫源性的疾病。我国长江流域及其以南地区的7个省是血吸虫病流行的主要地区, 如何有效防治这一地区的血吸虫病成为我国乃至世界血防领域亟待解决的重大难题。现今血吸虫病研究专家们讨论出多种针对血吸虫病传播风险监测预警的指标体系, 但仅在理论上实现了对血吸虫病的有效监测, 并没有实现数字化管理。在互联网高速发展的今天, 本文在监测预警指标体系理论上, 基于B/S结构设计整套监测预警数字化系统, 将预警系统在指标体系的基础上进行可视化监控, 使此系统成为一项有针对性、实时性的数字化疾病监控系统[1]。

## 2. 系统需求分析

### 2.1. 指标体系介绍

沿江血吸虫病预警指标体系数字化系统是一套能有效控制血吸虫病传播的理论研究成果。研究采用专家咨询及多维综合评价等方法, 建立一级指标3项、二级指标12项、三级指标48项[2]。通过确定一系列的计算方法, 得出综合风险指数R, 由评判标准以红、橙、黄、白色表示不同风险等级, 实现沿江血吸虫病的有效监测预警。

#### (1) 计算流程

指标体系按照多位综合评价法原理建立, 以一级指标为基准分为三大指标模块: 钉螺指标、感染因素指标、影响因素指标。每个一级指标下有4组二级指标, 如钉螺一级指标下的钉螺感染率、感染螺密度、钉螺面积、活螺密度四组二级指标。每个二级指标下有4个三级指标, 形式为选项值或范围值, 4个三级指标以二级指标的计算值或由人员输入的选项值选取1个参与计算。指标模块以 $Z_i(i=1,2,3)$ 表示第 $i$ 指标综合指数, 每个指标模块以二级指标为基准以 $Y_j(i=1,2,3,4)$ 表示第 $j$ 组指标权重, 分别以二级指标名命名。

所有指标由专家按 0~1 确定权重,一、二级指标权重是固定的。由录入数据确定三级指标权重指数,将同组的一、二、三级指标权重指数相乘得出本组指标值  $Y_j$ ,将  $Y_j$  相加得到本指标模块的  $Z_i$ 。

以沿江滩块为单位,3 个指标综合指数  $Z_i$  之和乘高危系数  $K$ (有急性血吸虫感染和疫水测定阳性为 3,感染性钉螺和野粪阳性为 2,其它指标为 1)作为各滩块血吸虫病传播综合风险指数  $R$  [2]。计算公式如下:

$$R = \left( \sum_{i=1}^n Z_i \right) \times K \quad (2.1)$$

以确定第 1 指标综合指数钉螺的第 1 组指标权重钉螺感染率为例。指标情况如表 1。

查螺人员对沿江滩块进行现场查螺,使用手机客户端录入查螺数据后传入服务器。在服务器中由计算公式算出二级指标钉螺感染率。若算出为 3.2%,得出符合三级指标编号项 112,又由表 2,则三级指标权重指数为 0.58。将  $Y_1$  组一、二、三级指标权重指数相乘,即得出  $Y_1$  等于 0.42。

同理可求出每个模块的 4 个  $Y_j$ 。不同  $Y_j$  的二级指标计算方式不同。求出钉螺指标的 4 组  $Y_j$  后,相加得出钉螺指标模块的指标综合指数  $Z_1$ 。

## (2) 指标类型分析

指标体系中,一级指标为分类作用,分为三大模块;二级指标指定指标的计算/选取方式类型;三级指标作为二级指标值的选项值和判断标准。由此可将一级指标作为本类模块根节点,其下的二级指标为子结点,二级指标中存放根据三级指标所得出的本类综合指数值。一级指标及二级指标的权重指数是固定的,因三级指标的不同而产生不同的同级综合指数。

二级指标按产生形式可分为计算型指标 5 项和逻辑型指标 7 项。计算型指标由相应的计算公式得出,交由下级三级指标范围判定后得到三级指标的权重指数。逻辑型指标由三级指标规定选项,不同选项的权重指数不同。指标体系计算流程如图 1。

## 2.2. 整体系统设计

指标体系作为一个理论研究,其目的是计算出综合风险指数  $R$ ,对  $R$  进行范围判断从而达到检测预

**Table 1.** The schistosomiasis risk warning indicator of the beach

**表 1.** 沿江滩块血吸虫病传播风险预警指标

一级指标	二级指标	三级指标	
		编号	
		内容	
钉螺 $Z_1$	钉螺感染率 $Y_1$ (阳性螺/全部活螺) (%)	111	$\geq 0$
		112	$\geq 1$
		113	$\geq 5$
		114	$\geq 10$

**Table 2.** The schistosomiasis transmission risk index value of the beach

**表 2.** 沿江滩块血吸虫病传播风险指标值

一级指标	权重指数	二级指标	权重指数	三级指标	权重指数
$Z_1$	0.94	$Y_1$	0.77	111	0.28
				112	0.58
				113	0.76
				114	0.88

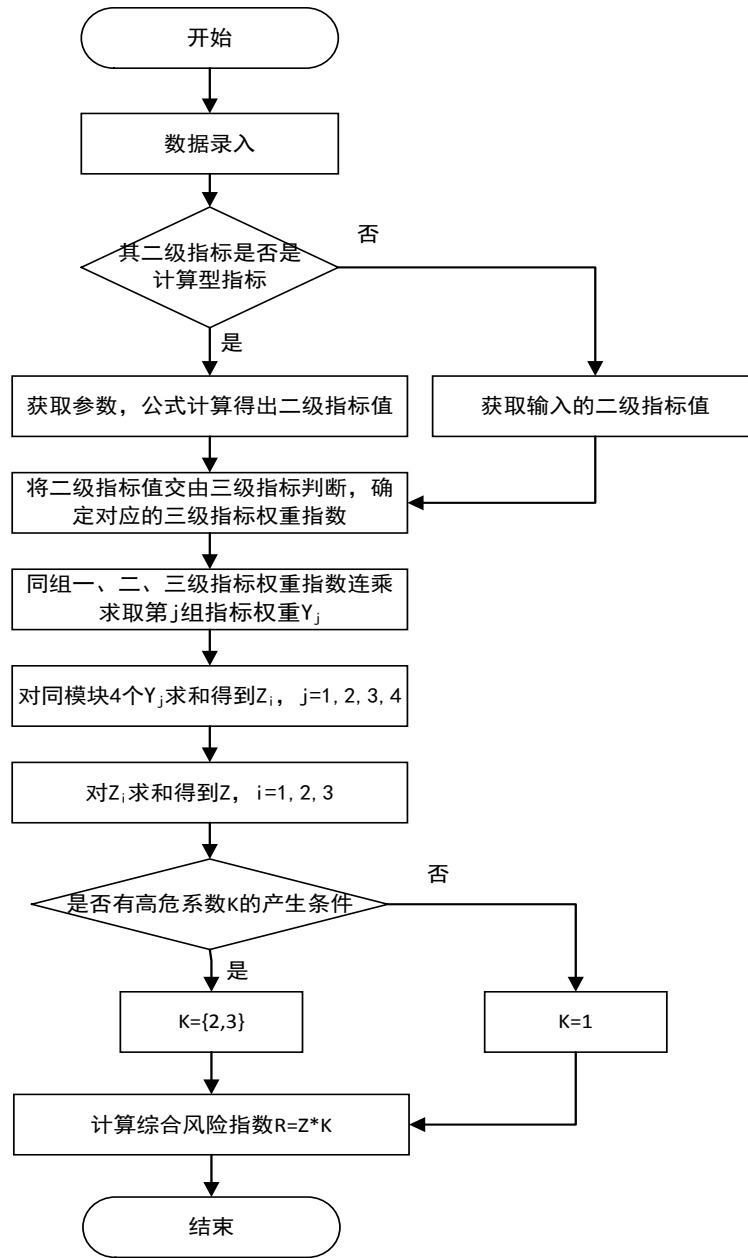


Figure 1. Flowchart: calculation of Index System diagram  
图 1. 指标体系计算流程图

警作用。将指标体系数字化实质是设计一个系统并将指标体系作为一个数据处理依据。

选定沿江滩块为系统研究对象，按功能将系统分为数据存储、数据处理、数据呈现三个模块。沿江滩块负责数据存储，指标体系作为数据处理理论依据，综合风险指数  $R$  作为原始被判断内容负责数据呈现标准。

综合分析沿江血吸虫病传播风险监测预警指标体系的系统特点和性能要求，本文设计实现一套基于 B/S 的检测预警系统，主要实现模块为数据库模块、Web 服务器模块、前端网页模块。数据库实现数据存储；Web 服务器实现数据处理即指标体系的计算及数据的传输；前端网页实现沿江滩块及其综合风险指数  $R$  的显示。系统整体结构框图如图 2 所示。

### 3. 系统实现

#### 3.1. 数据库搭建

本文系统数据库基于关系型数据库 MySQL 搭建，将数据保存在不同表中，采用数据库标准化语言进行访问，增加系统的查询速度并提高了灵活性。通过对系统进行需求分析后，确定数据库中需要存储下面两类数据信息：(1) 沿江滩块信息：包括滩块编号、地理位置信息和综合风险指数；(2) 指标体系信息：钉螺信息、感染因素、影响因素等。概念设计后得到系统的 E-R 模型如图 3，共四个实体：沿江滩块信息、钉螺信息、感染因素信息、影响因素信息。将概念设计得出的 E-R 图转化成关系模型，然后对

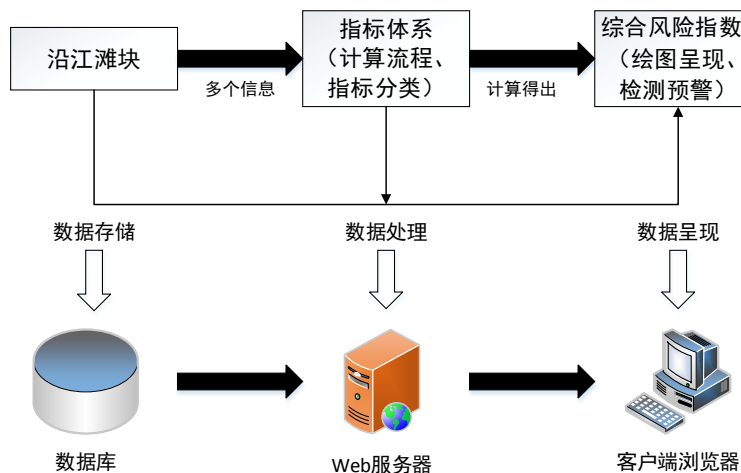


Figure 2. Chart: overall system  
图 2. 系统整体结构图

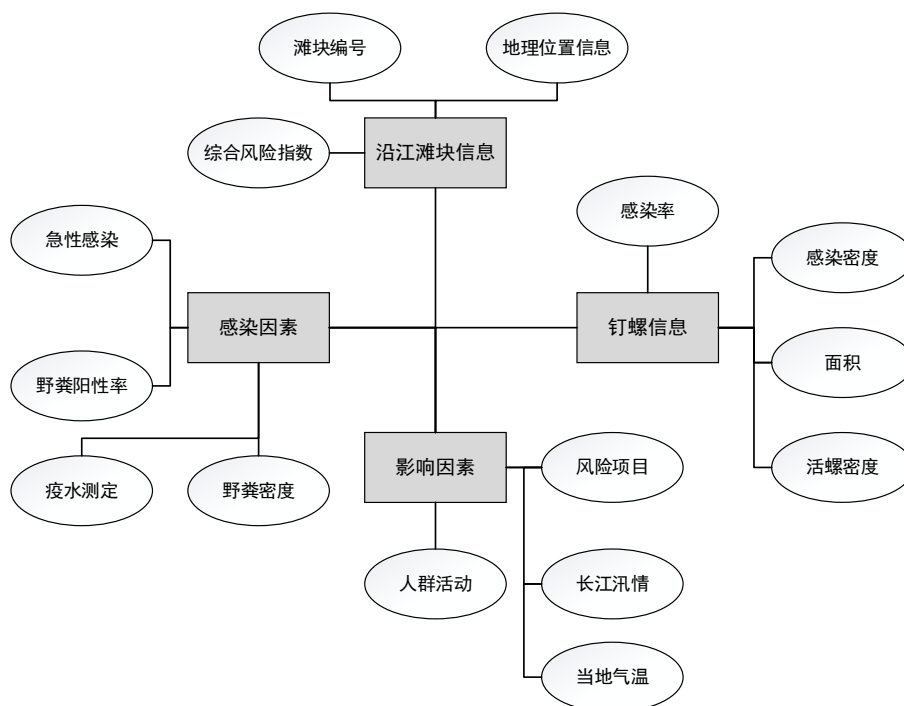


Figure 3. Model diagram: E-R  
图 3. 系统 E-R 模型图

得到的关系模型进行优化使其满足范式要求[3]。分析得出系统的关系模式，创建数据库存储表。系统仅存在实体表，各表之间用外键链接，外键集中在沿江滩块信息表中。

### 3.2. Web 服务器实现

Web 服务器实现数据的接收、处理和存放，指标体系数据的计算处理都在服务器中实现，最重要的是综合指数和综合风险指数的计算。

服务器使用 JAVA 语言开发，基于 JAVA Web 的结构型开发框架 Spring MVC，定制本地化和主题解析，并提供多种视图技术，实现了控制器、模型对象、分派器以及处理程序对象的多角色分离[4] [5]。同时，使用功能强大的 ORM 开源框架工具 Hibernate，将关系型数据库中表的关系映射为数据访问对象之间的关系，对 JDBC 进行轻量级的对象封装，不仅提供 ORM 映射服务，还提供数据查询和数据缓存功能，实现了广义的业务数据持久化，即数据的保存、更新、删除、加载和查询[3]。服务器工作流程如图 4。

#### (1) 综合指数计算

同组指标值  $Y_j(j \leq 4)$  需将同组一、二、三级指标权重指数连乘求取。对于同组指标，主要需求取三级指标的权重指数。

对于计算型二级指标，确定三级指标的权重指数时需要从数据库不同的表中取出对应数据，通过公式计算得到二级指标后再求出三级指标。根据前端页面发送的数据中取出相应参数，建立实体对象，或从由 Hibernate 生成的表单对象取出所需参数，由公式算出二级指标值后经由三级指标进行范围判断，得出权重指数。

对于逻辑型二级指标，此类指标可分为选择型和直接型，对应前端信息录入界面的 select 和 text 控件所获取的信息。select 控件为下拉选项，用户选择一项后，对应的 value 传到服务器，服务器为对应指标建立特定数组，以 value 为索引，对应三级指标选项值，即得到权重指数。text 控件为直接填入形式，服务器对传入值进行大小判断即可得到三级指标权重指数。

#### (2) 综合风险指数计算

以沿江滩块为单位，指标综合指数  $Z_i$  之和乘高危系数作为各滩块血吸虫病传播综合风险指数  $R$ 。

高危系数  $K$  可能三个值，二级指标中急性感染和疫水测定阳性两项不为空则  $K$  为 3，钉螺感染率和野粪阳性率大于 0 则  $K$  为 2，否则 1。需对 Hibernate 生成的表单对象及前端传入数据进行全局检索。

将指标综合指数  $Z_i$  之和与高危系数  $K$  相乘，即得到综合风险指数  $R$ 。将  $R$  传给前端，前端经过判断后显示出不同颜色的滩块( $R \geq 2.0$  红色， $1.5 \leq R < 2.0$  橙色， $0.9 \leq R < 1.5$  黄色， $R < 0.9$  白色)，实现沿江滩块的检测预警。

### 3.3. 前端网页设计

前端网页负责沿江滩块的地图显示、指标体系风险等级(颜色)显示及基础数据录入等功能实现。系统网页界面主要运用 jQuery 框架搭建，运用 HTML+CSS 实现网页的构建，采用基于 jQuery 的 bootstrap 框架样式，通过 JavaScript 处理复杂的逻辑运算和交互。同时，使用 AJAX 技术实现异步刷新，创建与桌面应用相似的交互体验[6]。

#### (1) GIS 设计

系统通过 GIS 实现沿江滩块的显示和指标体系的风险等级显示。GIS 以 Baidu Map 电子地图作为参考平台，监控沿江滩块的位置、风险状态和形状。

Baidu Map JavaScript API 是一套由 JavaScript 语言编写的应用程序接口，申请密钥后为开发者所使用，<http://api.map.baidu.com/api?v=2.0&ak=key> 指向 JavaScript 文件所在的位置，引入该文件会加载使用

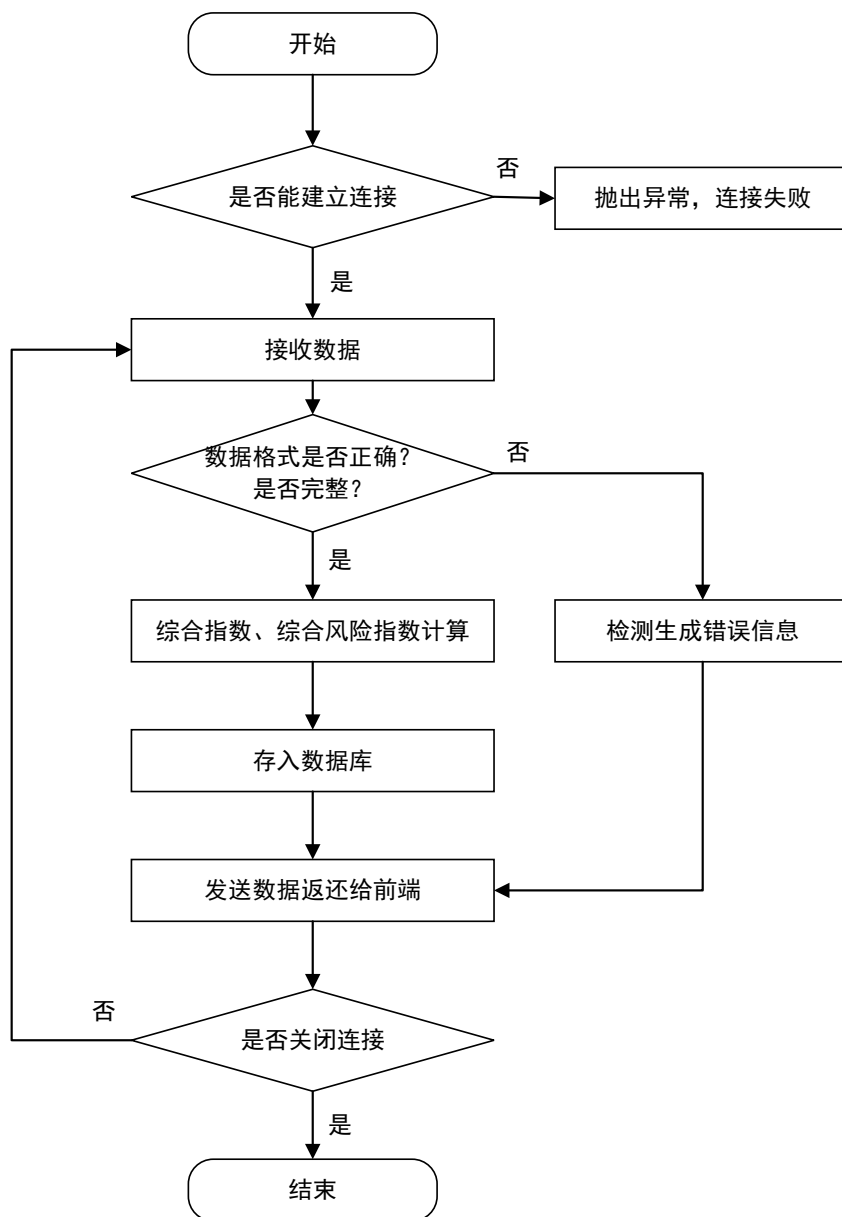


Figure 4. Flowchart: Server's work

图 4. 服务器工作流程图

Baidu Map API 所需的全部符号和定义。在 HTML 文件适当的位置创建一个 div 元素，用于显示地图及其相应控件。创建 JavaScript 代码区，用于存放相应代码。加载地图的同时需设置地图中心点，缩放级别及显示类型。同时需添加定位、缩放及城市控件。

在实现定位功能时，涉及到对精确定位技术即对地球坐标(WGS84)、火星坐标即国测局坐标系(GCJ-02)和百度坐标(BD-09)的转换，采用二分极限算法可实现坐标的相应转换，实现从设备获取经纬度(GPS)坐标，从而使任务围栏信息更加准确。

## (2) 沿江滩块异步显示

使用 AJAX 技术实现地图上沿江滩块的异步显示。使用 POST 将参数作为 HTTP 消息的实体内容发送给服务器。服务器从数据库中取得滩块地理位置信息和综合风险指数，在 AJAX 中对滩块类别进行判



断分类后,再循环输出显示。此时,滩块编号是滩块及其对应指标体系的唯一标识。

### (3) 数据录入页设计

本页主要实现信息录入功能。使用 Bootstrap 框架,基于其栅格系统,使用如 form、text、select、button 等控件实现响应式信息录入与提交[7]。

## 4. 系统测试

在前端网页写入沿江滩块若干个,分别为它们录入滩块编号、地理位置信息。在信息录入界面,对每个滩块录入不同三级指标值。

登陆前端 GIS 显示页面,地图界面上显示出每个沿江滩块的地理位置和形状,且其边框的颜色不同。根据录入的指标数据不同,呈现出红、橙、黄、白四种颜色,从高到低代表综合风险指数 R 的数字范围,实现沿江滩块血吸虫病感染情况的可视化监控。同时可说明后台服务器中指标体系的计算成功,可正常监测沿江滩块的血吸虫病感染情况,实现数字化预警。

## 5. 结束语

血吸虫病是一种危害严重的寄生虫病,因此建立有效的血吸虫病疫情监测预警系统非常重要,而基于指标体系的算法是监测预警系统的重要判定部分。本文建立指标体系数学模型,在后台设计实现其算法。基于 B/S 网络结构模式建立预警数字化系统,采用 MySQL 建立数据库,综合前端网页开发技术、WebGIS 技术和指标体系研究理论算法,实现了以沿江滩块为研究对象,同时依据指标体系理论算法进行风险判断的 B/S 数字化管理系统,系统具有数据存储、数据实时录入、数据分析显示的功能,是典型的多功能任务管理系统。

血吸虫病疫情预警数字化系统具有重要的研究意义与应用前景,在医疗研究日益重要的当今时代,其商业潜力极大,具有深远的意义。本文成功搭建的预警系统虽然能够满足对沿江滩块指标体系的监控和管理,但它的功能还不够完善,需要进一步的优化和改善,如对指标体系中各指标获得途径的不同应设计不同的输入页面等。

## 参考文献 (References)

- [1] 许静,杨坤,李石柱,周晓农.我国血吸虫病传播控制后的监测体系[J].中国血吸虫病防治杂志,2014,26(1):1-5.
- [2] 张友,宦华敏,张庆东,等.江苏省沿江血吸虫病传播风险监测预警指标体系研究[J].中国病原生物学杂志,2014,9(8):706-733.
- [3] 苏雅,仰燕兰,吴晓佳,叶桦.基于 Android 系统的手机定位软件的设计与开发[J].计算机科学与应用,2013(3):17-22.
- [4] 丁振凡.基于 Spring MVC 的网络存储系统[J].计算机系统应用,2013,22(2):178-181.
- [5] Walls, C., 著. Spring 实战[M]. 耿渊,张卫滨,译.北京:人民邮电出版社,2014.
- [6] 郭庆燕,张敏,杨贤栋. jQuery Ajax 异步处理 JSON 数据实现气象图片的显示[J]. 计算机应用与软件,2016,33(6):20-22.
- [7] 徐涛. 深入理解 Bootstrap [M]. 北京:机械工业出版社,2014.



**期刊投稿者将享受如下服务：**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[csa@hanspub.org](mailto:csa@hanspub.org)