

霍乱预防控制地理信息系统的设计与实现

李秀君 方立群 王多春 王鲁茜 李亚品 李艳丽 杨红 阚斌 曹务春

【导读】 建立全国霍乱预防控制地理信息系统(GIS)数据库,实现对霍乱病例及霍乱菌株动态监测空间属性信息的管理分析和展示。将历史上报的腹泻和霍乱病例数据、监测点霍乱菌株分型数据、水产品霍乱菌株监测数据、环境水体监测数据、气候等栅格数据导入系统数据库。利用GIS强大的空间分析功能,进行不同省(市),不同地区(县市)霍乱发病率不同时间的展示,并进行空间分析和比较。通过整合GIS空间信息展示及部分空间分析功能,掌握霍乱流行趋势,季节分布特征,以及霍乱弧菌变异情况,提示热点区域及高发时段,并进行风险预测。输出结果可以编辑,并进行统一格式的统计输出。借助霍乱GIS防控系统可以进行霍乱时空传播风险预测与模拟,科学指导霍乱的防控。

【关键词】 霍乱;地理信息系统;预防与控制;设计

Design and implementation of Geographical Information System on prevention and control of cholera LI Xiu-jun^{1,2}, FANG Li-qun¹, WANG Duo-chun³, WANG Lu-xi³, LI Ya-pin¹, LI Yan-li¹, YANG Hong¹, KAN Biao³, CAO Wu-chun¹. 1 State Key Laboratory of Pathogen and Biosecurity, Beijing Institute of Microbiology and Epidemiology, Beijing 100071, China; 2 Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Shandong University; 3 State Key Laboratory for Infectious Disease Prevention and Control, Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention

Corresponding author: CAO Wu-chun, Email: caowc@nic.bmi.ac.cn

This work was supported by a grant from the National Science and Technology Major Project of China (No. 2008ZX10004-012).

【Introduction】 To build the Geographical Information System (GIS) database for prevention and control of cholera programs as well as using management analysis and function demonstration to show the spatial attribute of cholera. Data from case reporting system regarding diarrhoea, *vibrio cholerae*, serotypes of *vibrio cholerae* at the surveillance spots and seafoods, as well as surveillance data on ambient environment and climate were collected. All the data were imported to system database to show the incidence of *vibrio cholerae* in different provinces, regions and counties to support the spatial analysis through the spatial analysis of GIS. The epidemic trends of cholera, seasonal characteristics of the cholera and the variation of the *vibrio cholerae* with times were better understood. Information on hotspots, regions and time of epidemics was collected, and helpful in providing risk prediction on the incidence of *vibrio cholerae*. The exploitation of the software can predict and simulate the spatio-temporal risks, so as to provide guidance for the prevention and control of the disease.

【Key words】 Cholera; Geographical information system; Prevention and control; Design

地理信息系统(GIS)是一种管理与利用地理信息解决问题的计算机软件系统。利用GIS可以进行数据(空间数据和专业属性数据)的输入编辑和维

护,人机交互式的显示、定位和查询,图形分层和叠加,空间分析,网络分析和地理编码等。一般的信息管理系统缺乏对空间信息属性的信息管理、分析与展示功能;而GIS有效弥补了传统信息管理系统的缺陷。公共卫生不再是单纯的卫生问题,而是国家和城市安全的重要组成部分,因此利用GIS设计一套传染病防控软件实现对传染病预警控制的操作软件显得尤为重要,它可以通过GIS强大的功能,实现对突发疫情方便快捷的查询和展示功能,为公共卫生工作者和决策者提供方便快捷的服务^[1]。本研究

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.04.019

基金项目:国家科技重大专项(2008ZX10004-012)

作者单位:100071 北京,军事医学科学院微生物流行病研究所 生物安全与病原微生物国家重点实验室(李秀君、方立群、李亚品、李艳丽、杨红、曹务春);山东大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学研究所(李秀君);中国疾病预防控制中心传染病预防控制所 传染病预防控制国家重点实验室(王多春、王鲁茜、阚斌)

通信作者:曹务春, Email: caowc@nic.bmi.ac.cn

软件通过整合 GIS 空间信息展示及空间分析功能,对霍乱疫情数据、血清学和病原学监测数据、流行病学调查数据进行集成与时空分析。

基本原理

1. 开发软件平台:霍乱防控 GIS 系统软件配置:操作系统: Windows 7/Windows XP;数据库系统: SQL Server 2005;GIS 平台: ArcEngine 9.2;应用开发工具: VS2005, c#开发语言。

2. 信息数据库:构建霍乱疫情相关信息数据库,包括基础信息数据库、霍乱疫情信息数据库、模型库、知识库、案例库和文档库。具体的数据内容主要包括全国人口学数据库、空间地理数据库、历史上报腹泻和霍乱病例数据、监测点霍乱菌株分型数据、水产品霍乱菌株监测数据、环境水体监测数据、气候数据、中国水系、道路矢量数据等。霍乱数据来自国家传染病上报系统和国家监测点数据监测系统。

3. 软件系统功能结构图:开发霍乱防控 GIS 软件可以实现的功能见图 1。

4. 软件系统模型:利用 GIS 平台,霍乱防控人员可以根据需要系统中的各种数据进行空间关联,以 GIS 空间可视化和空间分析为核心,进行霍乱防控多维信息可视化和空间分析。不同格式、不同尺度的霍乱防控信息通过 GIS 平台展示各种信息的时空分布特征以及多源信息之间的内在联系,从而为霍乱防控人员以及公共卫生决策者提供一系列的霍乱防控决策支持信息。

实例分析

1. 登录界面和操作界面:霍乱防控 GIS 软件运行系统后出现登录界面,此时需要用户输入用户名及其相应的密码来进入系统,而且设置了不同的权限,高级用户具有编辑、浏览、添加、下载等功能,而一般用户只有浏览功能。操作界面包括中国专题图、统计分析、空间分析、统计输出、模型预测、基础数据、决策支持、系统维护以及帮助等(图 2)。

2. 主要功能模块说明:

(1)制作霍乱发病专题图:包括霍乱报告病例数、霍乱带菌者数、霍乱死亡数、霍乱发病率、霍乱死亡率、腹泻登记数、腹泻检索数、腹泻检索率、O1 小川阳性数、O1 稻叶阳性数、O139 阳性数、临床诊断病例数等。可以按年过滤数据,并且做分颜色等级图;根据每一个点的颜色以及每个点代表的值,按配

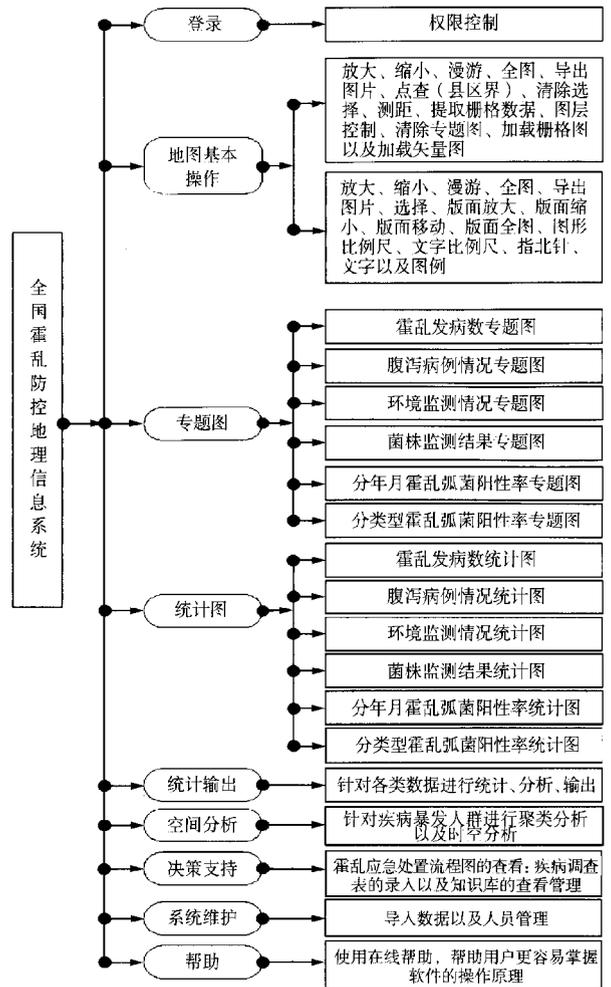


图 1 霍乱防控 GIS 软件功能结构图

置生成点密度图、饼图、柱图等,并可以进行同期比较分析。如按选择的年时间段(2005, 2006, 2007 等)生成字段,选择需要对比的字段,并指定每个字段的颜色,确定后按配置生成同期比较图(图 3)。

(2)空间信息查询展示:①监测调查数据展示:将霍乱疫情数据,包括水体监测数据和海产品监测数据通过 GIS 系统进行展示,将典型居住环境监测和流行病学调查结果直观的展示出来,可以分析疾病的时间、空间和人间分布。及时发布疫情预警信息,从而在早期采取有针对性的预防措施。图 4 是中国不同疾病的空间分布以及构成比例,可以根据数据类型、数据时间段等地理分布直观的赋予不同颜色;展示的形式可以包括柱状图、饼图、表格、栅格图、专题图等,这种统计再配以常规的数据表,将得到一目了然的结果。②影像图的叠加,传染病影响因素分析:疾病的传播和发生是与多种致病因素相关的。利用 GIS 系统,可以将大量的环境、气候、河

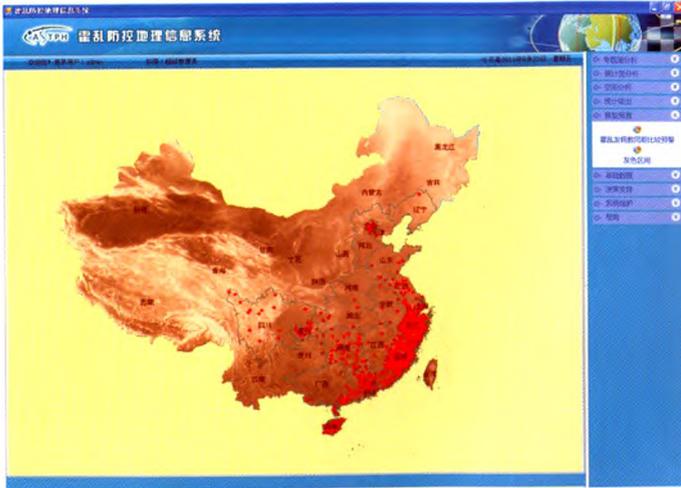


图2 霍乱防控GIS系统操作界面



图3 霍乱专题图分析

流、人口、水质等多种信息进行综合分析,把各地的发病数据和该地的相关因素进行空间叠加,可以直观地发现相关的影响因素;通过数学模型,特别是非线性规律的分析,结合数据库知识等可为制止疾病的扩散、预防提供科学依据和技术保障。

(3)疾病动态演变分析(流动轨迹):流行病和慢性病的显现是一个动态演变的过程;所以疾病的演变包含了疾病的时间、空间和人间的动态变化。GIS另一个强大的功能就是通过历史数据的分析,与统计模型相结合,可以生成地图显示未来潜在事故的热点区域,并能够预测疾病的发展趋势。从而指导卫生工作人员在未来疾病发生概率的基础上进行充分响应并采取紧急措施。

将全国霍乱发病情况表,指定分析的时间段以

及分析的空间维度(省、县),在地图上按时间顺序逐步展示曾经发生过霍乱的省或县;对霍乱危险区域进行空间聚类分析,通过调用SaTScan软件和相应的参数进行计算(将用户设置的参数如空间尺度等写入到计算参数文件sat0.5.prm中并调用SaTScan进行计算);将计算结果显示在本系统中(计算结果存在于Result.txt文件中,系统在界面中展示此计算结果);按照聚类级别、显示方式(按行政边界成图、按计算结果画圆)成图(依据计算结果,按惟一值渲染方式对聚类级别进行展示)。见图5。

(4)预案管理:预案管理是模拟突发公共卫生事件的发生和发展过程,根据不同的事件情况制定不同的应急预案。包括事件的分类(级)、适用范围、处置方法等;将整套的应急指挥系统与GIS相结合用于实战演习。在突发事件发生时,启动相应的应急预案,采取相应的措施,用于资源调配、指挥、调度和决策,从而有效地加强应急反应能力。初始方案自动生成;应急方案输出。突发霍乱疫情发生后,可以参考系统中的霍乱处置流程图,在处理霍乱疫情案例时能更方便、快捷地采取有效措施。

(5)报表生成:调查数据直接写入数据库,根据不同权限,调查者可以直接读取相关数据库中的数据进行分析,并生成上报表格及报表等,避免了纸质调查表电子化的过程,提高了流行病学调查和数据

分析的效率。所有监测与调查数据均可在统计分析和专题图制作界面中完成常规的数据统计与空间制图;可以针对所有调查变量进行统计。统计的时空范围,图表类型等条件可以自由配置;统计表的表头、色彩等可以灵活设计,满足不同研究人员需要。同时可以生成结果报表。传统的报表存在格式不统一,式样多的特点,经该系统处理后,可以根据需要生成统一标准的报表(旬报表、月报表、年报表等),节省了人力和物力。

(6)应急评估分析:在突发公共卫生事件隐患或相关危险因素消除后,通过GIS系统可以对该应急事件采取终结和应急措施的评估分析,并重新部署资源,避免造成资源浪费。评估包括事件概况(事件发生经过),现场调查处理概况,救治情况,所采取措

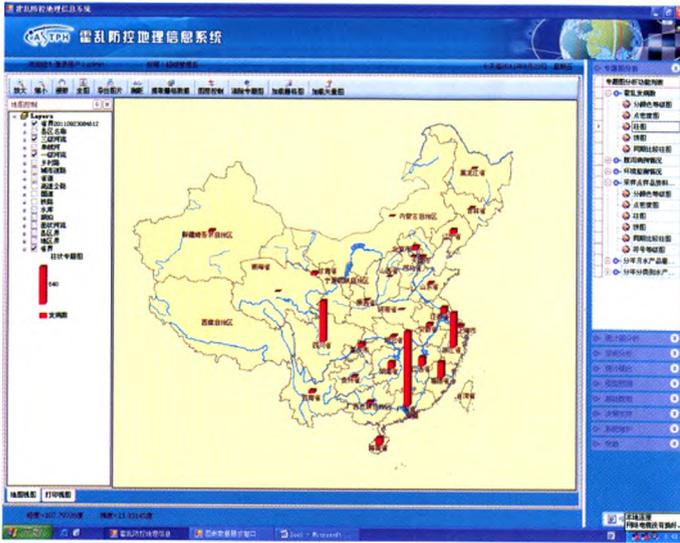


图4 同一时间段霍乱空间分布柱状图

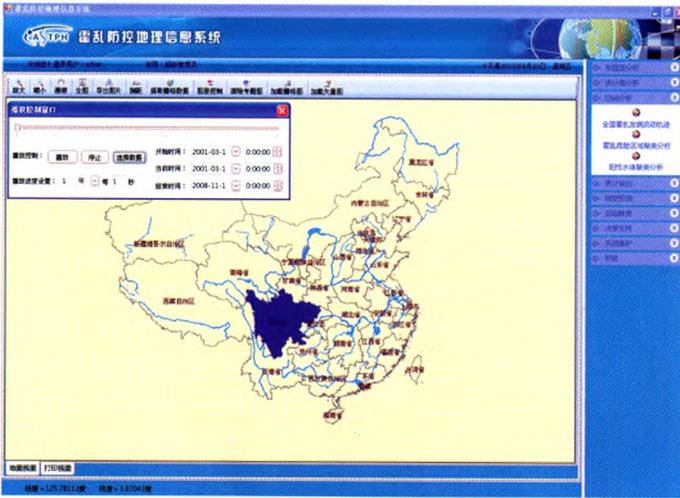


图5 霍乱动态流动轨迹

施的评价,应急处理过程中存在的问题,取得的经验和改进建议等。

霍乱知识库则存储了有关霍乱方面的基础知识,方便用户了解最新资讯以及查阅历史资料。

讨 论

社会公共卫生管理体系,事关公众的身体健康、生命保障和经济社会发展,事关国家安全和社会稳定。加强公共卫生工作,建立健全疾病信息体系、疾病预防控制体系和医疗救治体系,提高公共卫生服务的水平和突发性公共卫生事件应急能力是新时期我国公共卫生管理的关键和重点^[2]。完成上述目标需要通过有效地管理体制与信息系统的完美结合。一方面能够在日常的管理过程中做到互通信

息,资源共享,有效地预防和控制疾病的发生发展,另一方面,当有突发公共卫生事件出现时,也能做到及早发现,采取措施。因此建立基于GIS平台的综合管理信息系统具有重要的现实意义和理论指导意义。

本研究建立了霍乱防控地理信息系统,将主要用于未来霍乱时空分布数据,霍乱监测与调查数据,遥感环境数据,基础地理数据的管理和分析以及霍乱防控应急处置辅助决策,及其知识库。并根据新的需求、空间分析方法和霍乱时空风险预测模型的新进展对系统进行优化升级,随时更新数据,真正发挥霍乱预测预警和防控的辅助决策功能。

霍乱防控GIS软件开发是在系统收集与集成我国霍乱疫情监测数据、气象、环境及变化数据、人口数据、社会经济数据等的基础上,建立以GIS及空间分析为基础的能够及时为霍乱防控人员、决策者提供所需信息,具备简单操作、直观、能够定期更新与维护的简便地理信息应用系统,为国家(省、县区)及传染病防控人员提供及时准确的信息,为霍乱的监测、预警研究提供基础数据^[3,4]。

参 考 文 献

[1] Ma JQ. Application of Geography information system about infectious diseases based web-report. Chin J Prev Med, 2009, 43 (2) : 151-153. (in Chinese)

马家奇. 地理信息系统在传染病网络直报系统中的应用. 中华预防医学杂志, 2009, 43(2): 151-153.

[2] Wang LD. Handbook about health emergency. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005. (in Chinese)

王陇德. 卫生应急工作手册. 北京: 人民卫生出版社, 2005.

[3] Ministry of Health of the People's Republic of China. Handbook about preventing and controlling Cholera. 5th Edit. Beijing: Ministry of Health of the People's Republic of China, 1999. (in Chinese)

中国卫生部. 霍乱防治手册. 5版. 北京: 卫生部, 1999.

[4] Liang WN. To strenthen the research and practice of early-warning system on infection disease in China. Chin J Epidemiol, 2011, 32 (5): 429-430. (in Chinese)

梁万年. 加强我国传染病预警的研究与应用. 中华流行病学杂志, 2011, 32(5): 429-430.

(收稿日期: 2010-11-08)

(本文编辑: 尹廉)