

文章编号: 1007-4619(2003)05-0337-08

SARS 控制与预警地理信息系统的研制与应用

刘纪远¹, 钟耳顺^{1,2}, 庄大方^{1,3}, 王劲峰¹, 宋关福^{1,2}

(1. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 北京超图地理信息技术有限公司, 北京 100101;

3. 北京数字空间科技有限公司, 北京 100083)

摘 要: 针对中国当前非典型肺炎(SARS) 疫情防治工作的迫切需求, 作者基于其在地理信息科研领域具有大型国产 GIS 软件平台(SuperMAP) 及其在辅助决策空间信息模型工具等方面的科研优势, 紧急研制了“国家 SARS 疫情控制与预警信息系统”。该系统由 5 个子系统构成, 是一个将空间定位、空间信息管理、空间信息分析技术和通信技术进行有机的整合, 形成了前后端一体的 SARS 疫情实时传输、处理、分析和分布完整的信息系统。在 SARS 疫情的信息采集、管理、分析及其防治与监控措施的发布等方面发挥了重要的作用。

关键词: SARS; 控制与预警; 信息系统; SuperMAP

中图分类号: P208/R181.8 **文献标识码:** A

1 引 言

2003 年 4 月底, 针对中国非典型肺炎(SARS) 疫情防治工作的迫切需求, 作者发挥在地理信息科研领域具有大型国产 GIS 软件平台(SuperMAP)^[1]、Web-GIS 软件平台^[1]、大比例尺数据平台^[2]、多方案的快速前台数据采集技术平台^[1], 以及辅助决策空间信息模型工具^[3,4] 等科研优势, 开展“国家 SARS 疫情控制与预警信息系统” 应急研制工作。

2 系统设计

2.1 系统结构

国家 SARS 疫情控制与预警信息系统由 5 个功能子系统组成, 包括 SARS 疫情实时信息采集与实时传输系统、疫情实时监控系统、基于空间的 SARS 应急管理与分析系统、基于 Web-GIS 的 Internet 疫情发布系统、全国和城市内部 SARS 多维传播信息分析。整个系统将空间定位、空间信息管理、空间信息分析技术和通信技术进行有机的整合, 形成了前后端一体的 SARS 疫情实时传输、处理、分析和分布完整的信息系统。

2.2 开发环境

系统开发采用的 GIS 平台是 SuperMap Objects 2003。其中录入子系统在 VC 环境下开发, 分析子系统在 VB 环境下开发。整个系统最后在 VB 中以统一的界面集成。该系统集成了 GIS 技术、GPS 技术、有线/无线通信技术、数据库、嵌入式硬件技术以及最新空间数据等现代高新技术。由于采用了灵活的数据存储方式, 使系统不仅支持普通文件方式, 而且也可以支持 S S R V R 和 Oracle 两种数据库方式。从用户的需求考虑, 系统设计为 C/S 结构。这一结构的好处在于用户对网络的状况没有依赖, 任何时候都可以运行, 而且可以满足移动办公的要求。

3 主要功能

3.1 SARS 疫情实时信息采集与实时传输

疫情实时信息采集主要利用了全国 1:5 万和城市 1:1 万电子地图作为位置定位的参考, 可以进行 (1) 通过屏幕定位或输入名称定位, 确定相应 SARS 时间发生场所, 也可以通过选择地名的分类信息或输入名称定位; (2) 通过 GPS 直接获取 GPS 信息; (3) 通过录入该 SARS 发生地点的经纬度坐标确定

收稿日期: 2003-06-26

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向性项目 (No. kzcx3-sw-337), 国家高技术研究发展计划 (863 计划) (No. 2003AA2084) 和国家自然科学基金项目 (No. 40341003)。

作者简介: 刘纪远 (1947—), 男, 研究员, 博士生导师, 中国科学院地理科学与资源研究所所长。

并立



疫情
cat n



图 2

SARS 相关的信息主要根据卫生部公布的标准,分为病人信息、病人活动的主要地点、密切接触者的空间分布信息、隔离区信息、医疗物质信息、急救车等

位置和状态信息。图 3 是系统疫情信息录入界面。在完成信息采集后,立即利用 Internet 网络、GPRS 网络、SM 等几种方式实时将信息传输到控制中心。

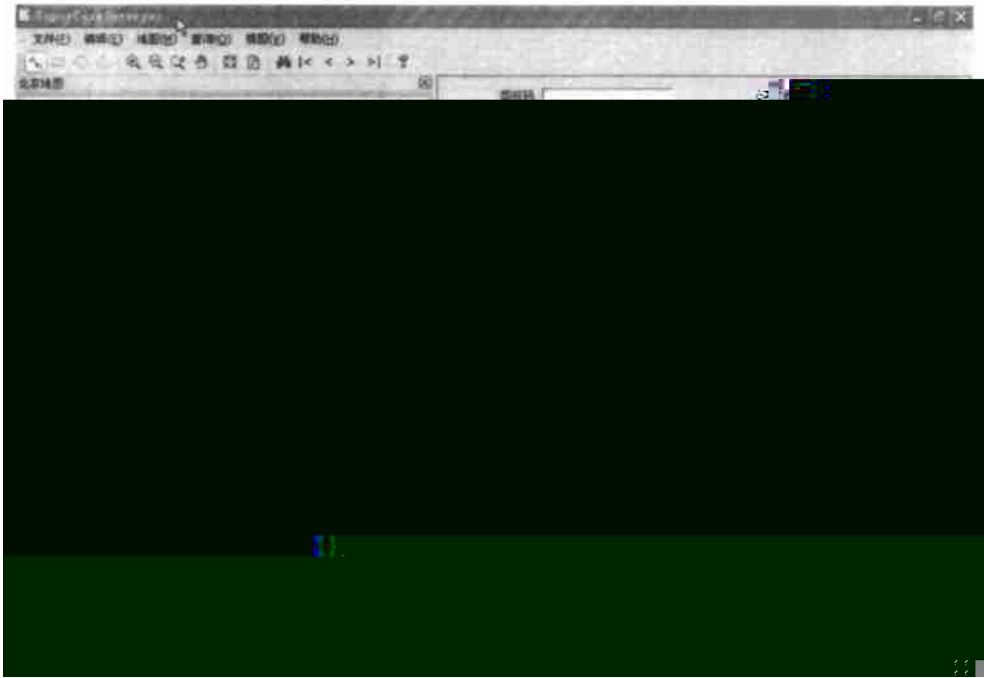


图 3 系统疫情信息录入界面

. 3 e n t e r a c e o f t h e S A R S n o r a t i o n c o n t a c t n e s s i e

3.2 SARS 疫情信息实时发布与监控

(1) 该系统可以提供全国 1:5 万的基础地图,包含最新的道路交通的位置信息,同时提供全国 100 多个大中城市的 1:1 万比例尺的城市电子地图,包含与医疗、交通、政府部门、公共设施、居民点、商场、文化娱乐场所等有关的位置信息,为 SARS 疫情的监控提供空间依据。图版 图 4 是动态监控系统的网络界面。

(2) 该系统可以实时接收 SARS 数据录入端发送的数据,可以通过有线、无线联网、短消息等渠道接收疫情信息,并实时地在中心的地图上显示与进行声音警报。

(3) 该系统可以形象地标识患者的活动区域,以家庭、工作单位、发病前后去过的地点为中心和指定的半径画圆,重叠地区以不同颜色显示,标识可能的高风险,为相关部门提供快速监控、隔离、消毒等措施所必须的基本信息。图版 图 5 显示了基于监

控系统获取的辨认及其接触病人的信息。

(4) 该系统可以实现隔离区域的动态设置、管理和查询,隔离区的设置有两种模式:一种是指定地点为中心设定圆形隔离区;另一种方式是采用系统提供的画图工具添加隔离区,并设定隔离区的危险等级。

(5) 该系统可以实现 SARS 应急资源管理,处理各种 SARS 应急有关的人力、物力以及其他资源的空间配置和有效利用方案。

(6) 该系统可以实现救护及其他医疗物资车辆的监控管理、调度和轨迹回放,包括最短道路、最适宜收治病人的定点医院等。

(7) 该系统可以以多种形式统计分析不同类型 SARS 病例的空间分布以及构成比例(图 6),包括柱状图、饼图、表格、栅格图以及专题图等,并实现 SARS 病区的自动警戒提示,可以方便地实现电子地图的基本操作如放大、缩小、全图、平移、刷新、打印与比例尺的自由切换等(图 7)。

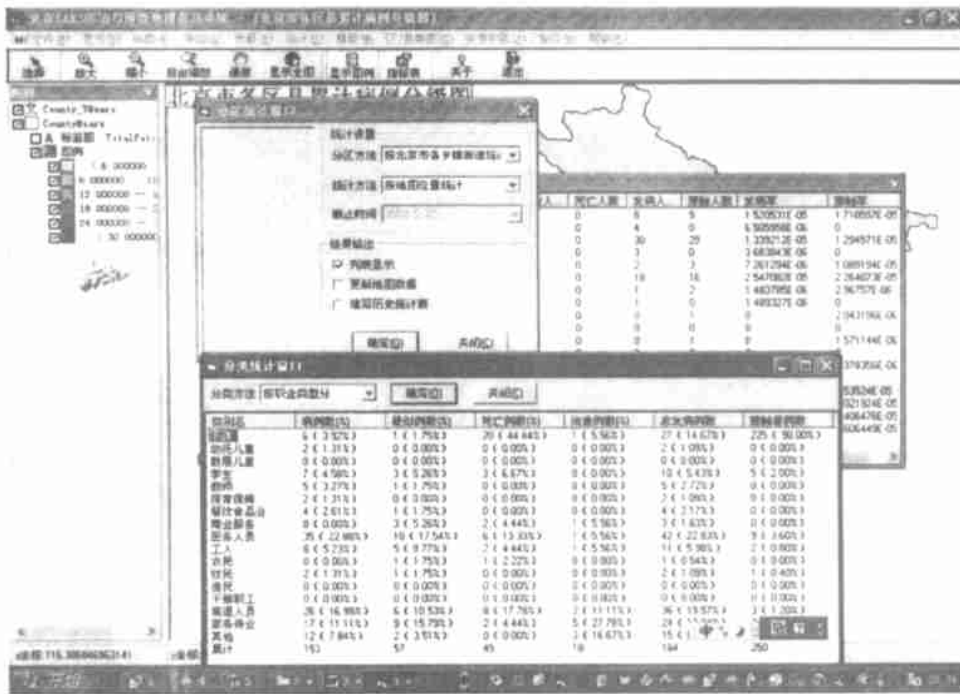


图 6 SARS 疫情的分区统计和分类统计

6 e re on-base stat st cs an c-ss-base stat st cs o SARS seas

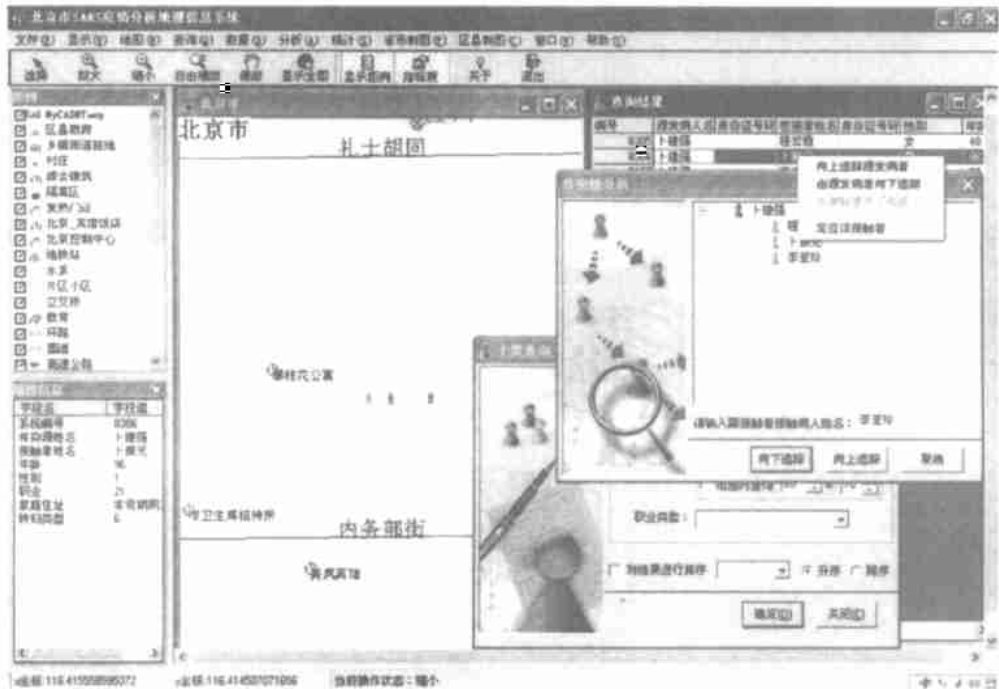


图 7 系统电子地图的基本操作的实现

7 Bas c operat ons on t e e lectron c aps

3.3 信息的管理和分析

(1) 实现基于接触者的查询。例如输入病人姓名, 查询出与之紧密接触过的人员清单, 并在地图上

高亮显示这些人员的空间位置分布; 输入接触者姓名, 查询出与之紧密接触过的病人姓名及其调查表情况, 并在地图上高亮显示该病人的空间位置分布; 以及在地图上直接点取病人或密切接触者, 查询其

已经记载的详细信息。图 8 显示了基于获取的疫情信息实时生成的病人分布信息。



图 8 基于实时疫情生成的病人空间分布图

Figure 8. Spatial distribution map of SARS cases based on real-time epidemic information.

(2) 生成按区域汇总的密切接触者统计表。查询以指定位置(建筑物或者其他场所)为中心,在指定半径范围内的病人或者密切接触者清单,通过清单,可汇总生成接触者统计表。

(3) 查询以指定线路(如公路、铁路、街道、地铁、自来水管线或其他直接在地图上绘制的线路)两侧一定范围内的病人或者密切接触者清单,以便分析病毒沿线扩散情况。图 9 显示了基于某一交通干线的疫情监控过程,急救车辆的派发等信息也被集成到了图上,从而使疫情的实时监控与动态防控成为可能。

(4) 通过在电子地图上直观绘制多边形区域,查询该多边形范围内的密切接触者清单,并生成汇总统计图。

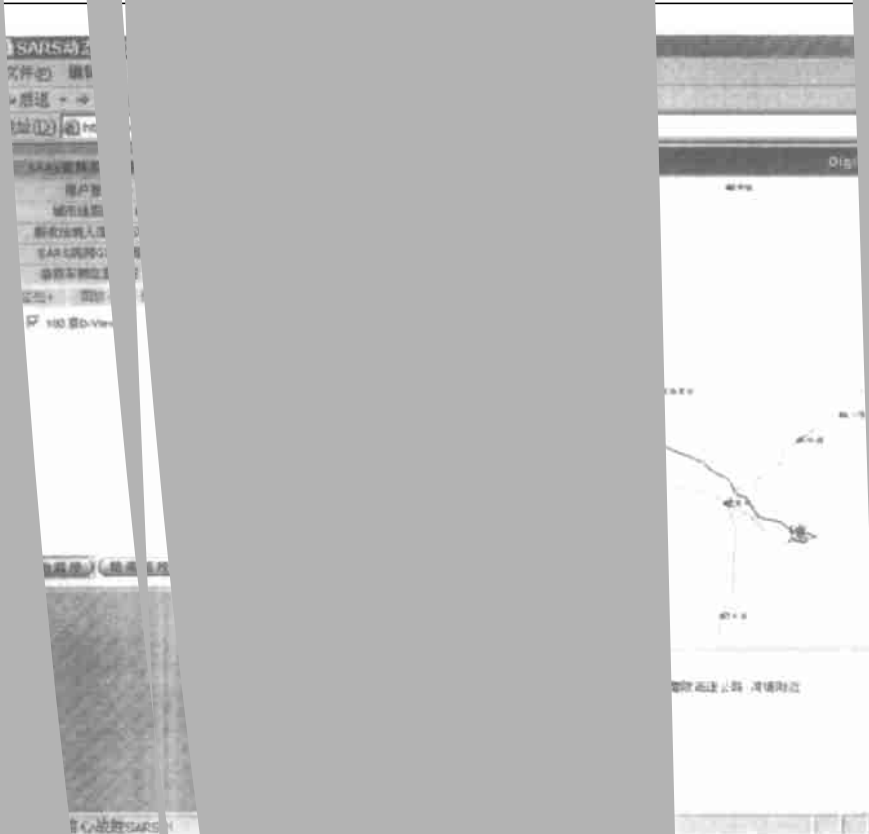
(5) 进行区域内密切接触者发展趋势分析。统计功能分为空间分布上的统计和时间序列上的统计,包括各种查询结果依据某一指标或者几个指标进行统计,还可以对历史数据进行统计分析,对以各级行政区为单位进行 SARS 病人的确诊数,疑似人

数、治愈人数制作每天的新增人数、累计总数、新增比率等,根据历史数据预测近期可能的感染情况。

(6) 针对接触者信息进行统计分析。比如按照接触者的职业,统计接触者分布比较多的行业,统计新增比率比较大的行业,据此可以在这些重点区域进行防治。

(7) 根据区域内密切接触者接触时间和发病时间等事件特性,分析密切接触者数量的时间变化规律,预测该区域内的病毒扩散趋势。以此为依据,可指定加强或者解除该区域内疫情控制措施。

(8) 重点控制区域分析及辅助决策。根据非病人和密切接触者分布的情况,制作感染危险等级图,以便在不同区域采取不同等级的控制措施。根据“非典”病人和密切接触者分布的密集程度,圈定感染危险区域。并以此区域为中心,查询出指定半径范围内的企事业单位、居民小区、餐饮服务行业、商业网点等人群聚集点,制定疫情控制措施和预警通知方案等,以便有针对性地在该区域内做好预防和防控工作,防止疫情进一步扩散。



3.4 SARS 信息分析与

(1) 时间序列分析。展示了每日密切接触者人数随时间的变化。图中显示了感染人数和密切接触者人数的趋势。基本特征分析。展示了疫情的空间扩散和集聚

实时监控
 on the antra c n
 影响因子, 其中, 污
 展还是聚集发展的
 是呈现空间聚集还
 SARS 空间传播影响
 月 21 日至 5 月 12 日
 V 模型检验及其频
 的空间聚集性呈总体持续下
 幅的空间聚

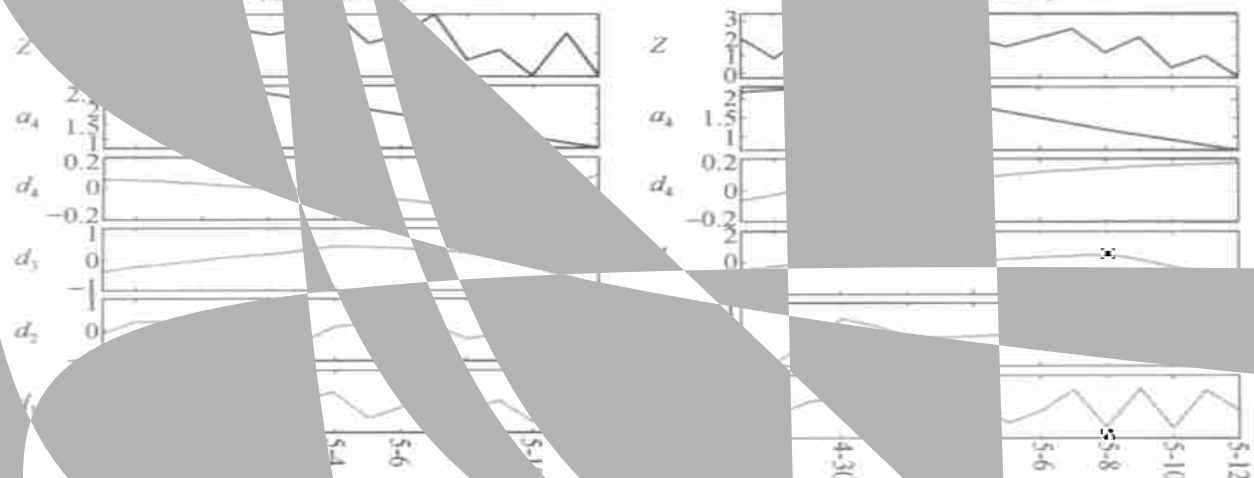


图 10 北京 SARS 病例的波谱分解

Wavelet decomposition spectra of SARS cases in Beijing

坐标为时间序列, 纵坐标为小波分解系数。图中, 纵轴整体的零线以上部分, 表示不同程度的聚集和扩散震荡幅度

(3) 空间风险动态区划。根据日前疫情信息计算出次日危险区,其中,智能预报模型实现局域非线性自适应空间风险预报,智能融合模型实现复杂自适应空间风险预报,热点探测模型实现热点探测和预测。

(4) 时空过程预测。展示疫情时空预测和情景模拟,其中,元胞扩散模型可以模拟区域相互接触疫情扩散过程,空间动力模型可以模拟微观接触宏观动力学过程,空间随机模型可以模拟微观接触宏观随机过程。

(5) 疫情空间传播机理发掘和参数获取。展示疫情传播机理及有关参数,其中毒王溯源模型可以完成毒王溯源,空间传播参数库由模型拟合、异地异时、流调统计、专家、文献得到。

3.5 基于 WebGIS 的 Internet 疫情发布系统

该系统以 WebGIS 为支撑平台,通过 Internet 定期发布疫情分布图,实现了信息发布的即时与快捷(图版 图 11)。反映疫情扩展的各种专题图包括分段专题图(分级颜色填充)、各区域发病人数分段专题图、各区域治愈人数分段专题图、各区域死亡人数分段专题图、各区域发病率分段专题图、各区域治愈率分段专题图、各区域病死率分段专题图、点密度图、各区域发病人数点密度图、各区域治愈人数点密度图、各区域死亡人数点密度图等。图版 图 12 是系统实时生成的某省份按年龄段分组疑似非典型肺炎病例统计图。图版 图 13 是系统实时生成的某省似非

Develo

I

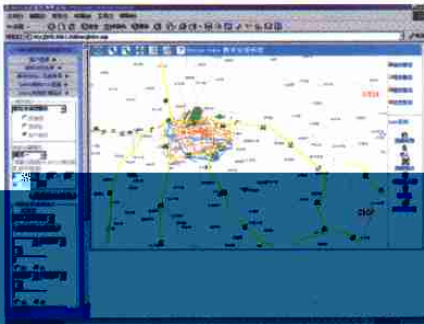


图 4 动态监控系统网络界面

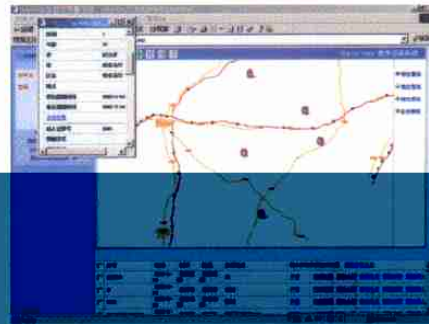


图 5 病人及其接触病人情况的查询与辨认



图 11 基于 Internet 的疫情信息发布

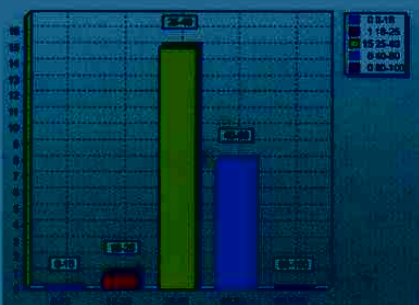


图 12 某省份按年龄段分组 SARS 疑似病例统计图



图 13 某省份按职业分组 SARS 疑似病例统计图