

## 地理信息系统在流行病学中的应用及开发

戚晓鹏 吕繁 何武

地理信息系统 (geographic information system, GIS) 是在计算机及其外部设备采集、存储、分析和描述整个或部分地球表面与空间信息的系统<sup>[1]</sup>。简单地讲,它是在一定的地域内将地理空间信息和一些与该地域地理信息相关的属性信息结合起来,达到对地理和属性信息的综合管理。它的应用已遍及与地理空间有关的各个领域,从全球变化、持续发展到城市交通、公共设施规划及地产策划、建筑选址以及环境科学、测绘科学、管理科学、医学等学科领域的各个部分。

### 一、GIS 在流行病学领域中的应用

GIS 很早就被应用于公共卫生领域,尤其是流行病学领域。流行病学是研究人群中疾病与健康状况的分布及其影响因素,以及如何防治疾病和促进健康的策略和措施的科学。GIS 的发展为流行病学研究提供了一种新的技术手段,利用 GIS 强大的数据管理能力和显示功能,可以获得更多的信息。

1. GIS 用于疾病监测,展示疾病的时空分布,从而达到信息可视化:在血吸虫病的研究中,GIS 可以使我们从全新的角度和方式来研究和认识血吸虫,并通过 GIS 特有的空间分析法来对血吸虫病流行区进行分类,对其流行规律、范围和强度等进行分析。杨国静等<sup>[2]</sup>对长江下游三省的日本血吸虫病流行状况进行 GIS 重叠和比较分析,得出 20 世纪 80~90 年代,三省的血吸虫病疫情普遍出现了反复的现象,部分地区回升态势严重,并主要分布于江西、安徽和江苏三省的江湖洲滩地区。自 90 年代初期,疫情回升势头得到遏制。

艾滋病(AIDS)、性病等与地理因素中度或低度相关的疾病监测也开始应用 GIS。Bursaw, Ginsberg<sup>[3]</sup>发现在过去的 7 年中, San Diego 市每年的 AIDS 新发病例的数量都有所降低,但在不同种族或不同地区并不一致。他通过 GIS 的展示,研究了 AIDS 病例随时间的变化趋势,从而发现了 San Diego 市六个保健服务区域中,始终处于高发病率的地区,在不同种族群体中的不同分布以及不同的传播方式。

2. GIS 用于疾病数据的探索性分析,如病因分析、危险因素分析等:艾滋病病毒(HIV)感染者的分布存在一定的地域性。Tanser 等<sup>[4]</sup>按照非洲某城市当地区诊所覆盖范围划分,对怀孕妇女进行 HIV 检测、调查。用 GIS 计算在当地诊所覆盖范围内孕妇家庭与 1、2 类主干道平均距离。最终得出此地区 HIV 感染与离 1、2 类主干道的接近程度密切相关。

GIS 能够将多种因素进行叠加分析,从而发现影响疾病

分布的危险因素。在圣路易斯波托西城,用 GIS 与环境与健康资料研究人类暴露于氟化物的情况<sup>[5]</sup>。根据自来水中氟化物含量、井水中氟化物浓度和儿童氟斑牙的流行情况,将该城划分为 4 个不同的危险区。自来水中氟含量可清楚的解释氟斑牙的流行情况,但在 4 个危险区的 1 区中,被研究儿童几乎有 1/3 患有中度或重度氟斑牙,而该地自来水中氟化物平均浓度仅有 0.9 mg/L,在标准范围 0.7 mg/L~1.2 mg/L 内;研究表明圣路易斯波托西城自来水并不是氟化物的惟一来源。通过 GIS 与相关检测数据结合,发现氟化物的来源可能与一个深层局部热水流有关。

3. GIS 用于对疾病干预措施和效应的评价:Welsh 等<sup>[6]</sup>利用 GIS 和统计学方法研究了多米尼加共和国某城市 HIV/AIDS 高危人群(主要是提供性服务者)进行的安全性行为、避孕套使用等方面的行为干预后对周边城市的影响。他们发现在世界范围内 HIV 的传播都处在快速上升阶段,但大多数研究者在做高危人群行为干预时,都只是注重局部效应,范围较窄。在上述研究的基础上,Welsh 等采用了同等教育模式进行行为干预,对 HIV/AIDS 控制战略起到了扩大效应的作用。他们首先在 La Romana 城市的性服务者中招募自愿者,对她们进行安全性行为教育,主要为定期、持续的使用避孕套。同时在本城市和与其相邻的两座城市建立商业娱乐场所(酒吧、妓院等)监测点,并且将他们在地图上标注;定期联系招募的志愿者,进行问卷调查,了解她们活动范围,并将其活动地点通过 GIS 软件在地图上标注。在开始前对三城市的监测点进行基线调查,主要是最后一次性行为是否使用避孕套、最近五次是否使用避孕套及与固定性伴是否使用避孕套,干预后的第四个月做一次调查,结束时第八个月再做一次复查。研究结果表明,在目标城市 La Romana 的性服务者中,干预前后避孕套使用率有显著提高,并且在其他相邻的两座城市出现了相同的效果。这表明考虑到地理分布原则,如城市结构、区域节点、交通交汇处等将有非常重要的意义。

4. GIS 对疾病发展趋势的预测:随着 GIS 功能越来越强,其在疾病控制中的应用,不但能直观地描述疾病的发生和发展,而且结合卫星遥感资料后能预测预报疾病的范围和强度。周晓农等<sup>[7]</sup>在 FAOCLM 数据库中,选择江苏省境内及边缘地区的气象观察点资料,以改良 Malone 公式计算血吸虫传播指数。以 1995 年 AVHRR 遥感资料 4 个季度及流行季节的复合图为背景得出不同季节的流行强度预测图。以 logistic 回归方程分析各观察点的传播指数与现场血吸虫病流行规律的关系,结果发现所有血吸虫病流行区的观察

点传播指数均在 900 以上。空间分析所得的血吸虫传播区域分布图与江苏省血吸虫病流行区吻合。预测总正确率为 88.89%。

5. GIS 应用于突发公共卫生事件的监测: 2003 年, 在我国及世界范围内爆发了严重急性呼吸综合征 (SARS)。这种传染病通过呼吸道进行传播, 传播速度快、危害面广。政府和有关疾病控制部门在及时采取有效的防治措施的同时, 运用 GIS 平台, 快速建立了应用于 SARS 疫情监测的 GIS。由于 GIS 具有交互定位和逻辑查询以及广泛的关系数据库连接能力, 可以有效地帮助疾病控制机构完成疫情定位、疫情事件分析、绘制疫情危害图、现场工作情况实时采集传送、人员派遣、规划、显示各类卫生机构分布图、重点单位基本状况分布图、紧急调度和路径优化等任务, 从而在有限的资源条件下, 最大限度地提高应急处理效率、降低疫情危险程度<sup>[8]</sup>。

二、GIS 的开发平台及二次开发在流行病学领域中的应用

1. GIS 的广泛应用得益于日趋成熟的 GIS 开发平台: GIS 按其功能和内容, 一般分为工具型 GIS 和应用型 GIS: ①工具型 GIS 是一种通用型 GIS, 它具有 GIS 的一般功能和特点, 向用户提供了一个通用的 GIS 操作平台; 属于这类工具型的 GIS 有 ARC/INFO、MapInfo、MapGIS、GeoStar 等。②应用型 GIS 是在比较成熟的工具型 GIS 基础上, 根据用户的需求和应用目的而设计的一种解决一类或多类实际问题的 GIS<sup>[9]</sup>。

随着 GIS 应用领域的扩展, 应用型 GIS 的开发工作日益重要<sup>[10]</sup>。因为单纯地利用工具型 GIS, 如 MapInfo 等对于流行病学领域等专题研究来说, 针对性差、操作繁琐、价格昂贵, 从而不方便进行推广。所以如何针对流行病学领域不同的应用目标, 高效地开发出既合乎需要又具有方便丰富的界面形式的 GIS, 是应用者非常关心的问题。由美国疾病预防控制中心流行病学项目办公室开发的 Epi Map 软件即是公共卫生专业人员研制的处理公共卫生数据的应用型 GIS。Epi Map 是一个可在单个微机上运行的利用地图或其他图形显示数据的制图软件, 它可以将疾病分布数据与地理边界文件结合建立地图。

2. 应用型 GIS 开发目前比较流行的方式为集成二次开发: 它是指利用专业的 GIS 工具软件, 如 Arc View、MapInfo 等, 实现 GIS 的基本功能, 以通用软件开发工具尤其是可视化开发工具, 如 Delphi、Visual C++、Visual Basic、Power Builder 等为开发平台, 进行二者的集成开发<sup>[11]</sup>。其中集成二次开发中最流行、最简便的方式为 GIS 控件模式。它是利用 GIS 工具软件生产厂家提供的建立在 OXC 技术基础上的 GIS 功能控件, 如 ESRI 的 MapObject、MapInfo 公司的 MapX 等, 在 VB、VC、Delphi、PowerBuilder 等编程工具编制的应用程序中, 直接将 GIS 功能嵌入其中, 实现 GIS 的各种功能。这种集成开发方式对软件开发者在技术上要求不是很高, 尤其将其运用到流行病学领域的 GIS 开发中, 将得到开发简

便、周期短、针对性强等效果。

WHO/UNICEF 联合开发 Health Mapper 应用软件就是基于 MapObject, 采用组件式集成二次开发方式开发的公共卫生制图系统, 它为公共卫生用户提供了一种“数字化”数据库的标准, 该数据库包括了大多数公共卫生用户考虑到的诸如边界地图、环境因素 (如湖泊、江河、海拔) 和关于基本人口卫生状况、学校和水系等重要信息, 而且界面友好, 可在地区级和全球级进行一致性操作。目前, 在公共卫生的许多领域也都开始应用集成二次开发的 GIS, 如 AIDS 监测 GIS 就是利用 Power Builder 作为前台开发工具, 实现对数据查询、增删改等操作, 内部调用 MapX 组件来实现地图操作。此软件主要针对 AIDS 常规监测中的病例报告系统和哨点监测系统, 使上报的数据能够得到及时快速的地理展示和叠加分析, 为监测数据的有效利用提供了平台。

3. 网络 GIS (WebGIS): 在 Web 上的 GIS 标志着 GIS 的系统集成技术和应用进入了一个崭新的阶段。WebGIS 是 Internet 和 WWW 技术应用于 GIS 开发的产物, 是实现 GIS 互操作的一条最佳解决途径。从 Internet 的任意节点, 用户都可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图、进行各种空间信息检索和空间分析。因此, WebGIS 不但具有大部分乃至全部传统 GIS 软件具有的功能, 而且还具有利用 Internet 优势的特有功能, 即用户不必在自己的本地计算机上安装 GIS 软件就可以在 Internet 上访问远程的 GIS 数据和应用程序, 进行 GIS 分析, 在 Internet 上提供交互的地图和数据。与传统 GIS 系统相比, WebGIS 有更广泛的信息共享性, 而且与应用平台无关, 节省系统成本, 降低技术难度。

### 三、结语

综上所述, GIS 是一项成熟的技术, 在多领域中得到应用并取得良好的效果。随着 GIS 技术的不断完善, 其功能也将更加强大。GIS 在我国的流行病学领域中的应用主要集中在血吸虫病、疟疾、肾综合征出血热等与地理因素高度相关的传染病, 而其他与地理因素中度或低度相关的疾病, 如 AIDS、性病等正在受到越来越多的重视, 因此有着广泛的开发和应用前景。应用型 GIS 的集成二次开发以及 WebGIS 的出现, 使原本较复杂的 GIS 软件开发技术变得简单易行, 节约成本, 使流行病学领域的 GIS 开发得以发展。

### 参 考 文 献

- 1 罗云启, 曾琨, 罗毅. 数字化地理信息系统建设与 MapInfo 高级应用. 北京: 清华大学出版社, 2003. 3-4.
- 2 杨国静, 周晓农, Malone JB, 等. 江苏省疟疾流行地理信息系统预测模型的研究. 中华预防医学杂志, 2002, 36: 103-105.
- 3 Bursaw M, Ginsberg M. AIDS Surveillance with GIS. <http://gis.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap442/p442.htm>
- 4 Tanser F, LeSueur D, Solarsh G, et al. HIV heterogeneity and proximity of homestead to roads in rural South Africa: an exploration using a geographical information system. Trop Med &

Intern Heal, 2000, 5: 40-46.  
 5 张秀丽, 史书文. 地方性氟中毒: 用地理信息系统监测氟化物. 国外医学医学地理分册, 1998, 19: 18-20.  
 6 Welsh MJ, Puello E, Meade M, et al. Evidence of diffusion from a targeted HIV/AIDS intervention in the Dominican Republic. J Biosoc Sci, 2001, 33: 107-119.  
 7 周晓农, 胡晓抒, 孙宁生, 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: 66-70.  
 8 沈壮, 黄若刚, 滕仁明. GIS 系统在卫生防疫应急处理工作中的

应用. 中国公共卫生管理, 2003, 19: 24-25.  
 9 吴信才. 地理信息系统原理与方法. 北京: 电子工业出版社, 2002. 3-4.  
 10 罗云启, 罗毅. 数字化地理信息系统 MapInfo 应用大全. 北京: 希望电子出版社, 2002. 25-29.  
 11 刘光. 地理信息系统二次开发教程. 北京: 清华大学出版社, 2003. 1-2.

(收稿日期: 2003-12-08)

(本文编辑: 尹廉)

· 疾病控制 ·

北京市社区居民接种流行性感疫苗影响因素 logistic 回归分析

王全意 董振英 吴疆 高婷 徐敏 贺雄

本研究应用 logistic 回归分析对北京市社区居民接种流行性感疫苗(流感)疫苗的影响因素进行了综合分析。

1. 对象与方法: 根据知情同意原则, 2003 年 12 月在北京市八个城区各选择 20 岁及以上北京市居民约 300 名进行问卷调查; 实际调查社区居民 2417 名, 共收集有效问卷 2348 份。将 1048 名(44.63%)接种了流感疫苗者作为接种组; 1300 名(55.37%)未接种流感疫苗者作为未接种组。资料分析应用 SPSS 软件完成。

2. 结果: 接种组与未接种组平均年龄基本一致。接种组文化程度较高( $P < 0.001$ ), 男性比例明显低于未接种组( $P < 0.05$ ), 干部、办公室职员、专业技术人员等职业人群所占比例明显高于对照组( $P < 0.001$ )。logistic 回归分析结果, 在  $\alpha = 0.01$  水平, 9 个因素进入回归方程(表 1)。工人、离退休、家务待业、个体户、学生等职业人群接种流感疫苗的比例明显低于行政干部、专业技术人员。过去一年内曾出现类似流感的症状调整 OR 值为 1.64。3 个有关知识的问题和 4 个有关态度的问题与接种流感疫苗显著相关。

3. 讨论: 研究结果显示, 社区居民接种流感疫苗受多个

因素的影响。行政干部、专业技术人员等职业人群更容易接受流感疫苗, 这可能和他们所受文化教育水平较高、保健意识较强、收入相对较高等有关。过去一年内曾经出现类似流感症状的人接种流感疫苗的概率是其对照组的 1.64 倍, 说明很多人在患流感之后更能够意识到预防流感的重要性。流感和流感疫苗知识的掌握情况与接种流感疫苗呈正相关, 这一结果表明宣传流感和流感疫苗的知识是推广流感疫苗免疫接种的前提, 只有让社区居民正确地掌握了相关知识, 社区居民才会放心地选择流感疫苗接种这一预防流感的措施。logistic 回归分析还发现, 认为流感疫苗价格太贵、认为自己身体好没必要接种等因素与接种流感疫苗呈负相关; 认为医务人员是重点人群的被调查者接种流感疫苗的概率是其对照组的 1.82 倍, 医务人员因为职业暴露更容易感染流感, 认为医务人员是重点人群的被调查者可能更重视流感预防接种的重要性。不清楚流感疫苗接种地点的被调查者接种流感疫苗的可能性是其对照组的一半, 说明在流感疫苗接种的组织工作中, 加强这方面宣传非常重要。

表1 logistic 回归分析结果

影响因素	$\beta$	$s_e$	Wald $\chi^2$ 值	调整 OR 值(95% CI)	P 值
截距	1.40	0.50	7.79		0.00
职业为工人、离退休、家务待业、个体户、学生等	-0.47	0.12	14.97	0.63(0.50~0.79)	0.00
过去一年内曾出现类似流感症状	0.49	0.12	15.79	1.64(1.29~2.09)	0.00
正确回答引起流感的病原是流感病毒	0.42	0.16	6.69	1.52(1.11~2.08)	0.01
正确回答带有流感病毒的飞沫在空气中的传染性一般可维持约 30 min	0.38	0.13	8.71	1.46(1.14~1.88)	0.00
正确回答流感疫苗需要每年接种	0.95	0.13	52.59	2.59(2.00~3.34)	0.00
认为流感疫苗价格太贵	-0.58	0.11	27.85	0.56(0.45~0.70)	0.00
认为自己身体好没必要接种	-1.09	0.13	76.14	0.34(0.26~0.43)	0.00
认为医务人员是流感接种重点人群	0.60	0.13	21.68	1.82(1.42~2.35)	0.00
不清楚流感疫苗的接种地点	-0.63	0.20	9.96	0.53(0.36~0.79)	0.00

(收稿日期: 2004-04-18)

(本文编辑: 尹廉)